



Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

**DÜNYA TARIM SEKTÖRÜNDE EKSİK/BULANIK VERİ İLE ZAMANA  
DAYALI ETKİNLİK ANALİZİ**

Irmak UZUN

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2015



DÜNYA TARIM SEKTÖRÜNDE EKSİK/BULANIK VERİ İLE ZAMANA DAYALI  
ETKİNLİK ANALİZİ

Irmak UZUN

Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü  
İşletme Anabilim Dalı  
Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2015

## KABUL VE ONAY

İrmak UZUN tarafından hazırlanan "Dünya Tarım Sektöründe Eksik/Bulanık Veri ile Zamana Dayalı Etkinlik Analizi" başlıklı bu çalışma, 24.06.2015 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Fazıl GÖKGÖZ (Başkan)



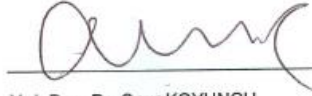
Prof. Dr. Aydın ULUCAN (Danışman)



Doç. Dr. Yetkin ÇINAR



Yrd. Doç. Dr. Kazım Barış ATICI



Yrd. Doç. Dr. Onur KOYUNCU

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Yusuf ÇELİK

Enstitü Müdürü

## BİLDİRİM

Hazırladığım tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kağıt ve elektronik kopyalarının Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim/Raporum sadece Hacettepe Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- Tezimin/Raporumun 3 yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

24.06.2015

  
\_\_\_\_\_

Irmak UZUN

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının her aşamasında bilgi ve düşüncelerinden yararlandığım, öneri ve eleştirileriyle çalışmamı daha anlamlı kılan değerli Hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Aydın ULUCAN'a,

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde değerli katkıları olan çalışmanın her aşamasında desteğini esirgemeyen ve beni yönlendiren sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Kazım Barış ATICI'ya,

Tez savunma jürimde yer alan ve birbirinden değerli fikirleriyle çalışmama katkıda bulunan kıymetli hocalarım Doç.Dr. Fazıl GÖKGÖZ, Doç.Dr.Yetkin ÇINAR ve Yrd. Doç. Dr. Onur KOYUNCU'ya,

Çalışmanın her aşamasında büyük emeği olan çok değerli arkadaşım Arş.Gör. Akın ÖZKAN'a;

Çalışmam sırasında destek ve yardımlarını esirgemeyen Arş.Gör.Yılmaz YILDIZ, Arş. Gör. Handan AKKAŞ ve Arş.Gör.Bilge MEYDAN'a,

Tez çalışmamın en sıkıntılı anlarında yaptığı önemli katkılarla yol almamı sağlayan Arş. Gör. Nihan GÜRSOY ve Reyhan KALKAN'a,

Çalışmanın her aşamasında yanımda olan ve karşılaştığım tüm zorlukları aşmamı sağlayan çok değerli dostum Arş.Gör.Tuğba ŞEN KÜPELİ'ye,

Hayatımın her aşamasında yanımda olan, her türlü desteğini her zaman yanımda hissettiğim sevgili annem Mevhibe UZUN ve sevgili babam Enver UZUN'a en içten sevgi, saygı ve tesekkürlerimi sunuyorum.

Bu çalışmayı anneme ve babama ithaf ediyorum

## ÖZET

UZUN, İrmak. *Dünya Tarım Sektöründe Eksik/Bulanık Veri ile Zamana Dayalı Etkinlik Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2015.

Tarım sektörü, gelişmişlik düzeyi ne olursa olsun tüm ülkelerin ekonomik hayatlarında önemli bir yere sahiptir. Bu açıdan etkin bir üretim yapılması ve verimlilik sağlanması ülkelerin tarımsal üretimini sürdürebilmesi açısından çok önemlidir. Sürdürülebilirlik için tarımda etkinliğin doğru yöntemler kullanılarak ölçülmesi gerekmektedir. Yapılan tarım faaliyetinin etkinliğinin ölçülmesinde günümüzde en etkili yöntemlerden biri olan Veri Zarflama Analizi ve bizlere bir aşama daha ileri bilgi veren Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi kullanılmaktadır.

Bu çalışmada 1990-2013 döneminde OECD ülkelerinin tarım performansını ölçmek amaçlanmıştır. Veri setinde ülkelerin bazı verilerine ulaşım sağlanamamıştır. Bu sebeple, zengin veri setinin orijinalliğinin bozulmaması adına eksik veriler için aralık/bulanık veri üretilerek 34 OECD ülkesinde aralık/bulanık veri zarflama analizi (VZA) ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi (MTFVI) kullanılarak makro veri ile zamana dayalı etkinlik analizi uygulanmıştır. Çalışma bu yönüyle ilk olma özelliği taşımaktadır. Çalışmanın sonucunda eksik veri ile karşılaşıldığında bulanık yöntemler kullanılarak veri setinin tamamlanabileceği görülmüştür. Aralık/Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi kullanılarak OECD ülkelerinin etkinlik ve verimlilik analizleri yapılmıştır. Ayrıca ülkeler gelişmişlik düzeylerine ve buldukları kıtalara göre gruplandırılarak değerlendirilmiş olup, Türkiye'nin de OECD ülkeleri ile karşılaştırmalı analizi sunulmuştur.

### **Anahtar Sözcükler**

Tarım, OECD, Bulanık Veri Zarflama Analizi, Etkinlik, Verimlilik, Malmquist TFV İndeksi, Eksik Veri

## ABSTRACT

UZUN,Irmak. *Time-based Efficiency Analysis with Missing/Fuzzy Data in World Agriculture*, Master Thesis, Ankara, 2015.

Agriculture plays an important role in all economies regardless of their development levels. From this point of view, production efficiency and productivity are very essential for agricultural sustainability. In order to ensure sustainability, by using accurate methods, measuring the efficiency of agricultural activity is necessary. To measure the efficiency of the agricultural activity, data envelopment analysis and as a further step, Malmquist total factor productivity index is used.

This study aims to measure the agricultural performance of 34 OECD countries within the period of 1990-2013. In the data set, some data cannot be obtained. Therefore, to preserve the originality of the rich data set, in place of the missing values, fuzzy data is produced. In 34 OECD countries, macro data with time-based efficiency analysis is conducted and range / fuzzy data envelopment analysis (DEA) and Malmquist Total Factor Productivity Index (MTFPI) is used. In this respect, the study has a unique feature. Result of this study shows that missing data problem can solve using fuzzy methods thus missing data set can be completed. Efficiency and productivity analysis of OECD countries calculated by using Interval/Fuzzy Data Envelopment Analysis and Malmquist Total Factor Productivity Index methods. OECD countries are classified and evaluated according to their development levels and continents where they are located. Additionally, Turkey is evaluated in comparison with OECD countries.

### Key Words

Agriculture, OECD, Fuzzy Data Envelopment Analysis, Efficiency, Productivity, Malmquist TFP Index, Missing Data.



## İÇİNDEKİLER

<b>KABUL VE ONAY .....</b>	<b>i</b>
<b>BİLDİRİM .....</b>	<b>vii</b>
<b>TEŞEKKÜR .....</b>	<b>iii</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vi</b>
<b>TABLolar DİZİNİ .....</b>	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ .....</b>	<b>xii</b>
<b>GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>1. BÖLÜM: DÜNYA TARIM SEKTÖRÜ VE TARIMDA ETKİNLİK- VERİMLİLİK .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 TARIM SEKTÖRÜ VE ÖNEMİ .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 OECD-EKONOMİK İŞBİRLİĞİ VE KALKINMA ORGANİZASYONU</b>	<b>5</b>
<b>1.3 TARIMDA ETKİNLİK VE VERİMLİLİK .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 TARIMDA ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ÜZERİNE YAPILAN     ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>7</b>
<b>2. BÖLÜM: TARIMDA ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN TEKNİKLER .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ.....</b>	<b>10</b>
2.1.1. Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Model .....	11
2.1.2. Banker-Charnes-Cooper (BCC) Model .....	14
<b>2.2. MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ İNDEKSİ .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3. BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ .....</b>	<b>20</b>
<b>2.4. BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE YAPILAN     ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>20</b>
2.4.1. Tolerans Yaklaşımı .....	21

2.4.2.	$\alpha$ -Seviye Yaklaşımı .....	21
2.4.3.	Bulanık Sıralama Yaklaşımı .....	26
2.4.4.	Olasılık Yaklaşımı.....	29
2.4.5.	Bulanık VZA'da Yapılan Diğer Gelişmeler .....	31
<b>2.5.</b>	<b>ÇALIŞMADA UYGULANAN MODELLER.....</b>	<b>34</b>
2.5.1.	MODEL 1- Aralık Veri Zarflama Analizi ve Malmquist İndeks Uygulaması .....	34
2.5.2.	MODEL 2- Saati-Memariani-Jahanshahloo Bulanık Veri Zarflama Analizi ve Malmquist İndeks Uygulaması .....	41
2.5.3.	Aralık Veri zarflama Analizi Modeli (Model 1) ve Bulanık Veri Zarflama Analizi Modeli (Model 2) Arasındaki Farklar .....	46
<b>3.</b>	<b>BÖLÜM: OECD ÜLKELERİNDE ZAMANA DAYALI ETKİNLİK ANALİZİ UYGULAMASI.....</b>	<b>48</b>
<b>3.1.</b>	<b>KULLANILAN GİRDİ VE ÇIKTILAR.....</b>	<b>50</b>
<b>3.2.</b>	<b>EKSİK/BİLİNMEYEN VERİLERİN ANALİZİ .....</b>	<b>53</b>
3.2.1.	Yıllara Göre Eksik/Bilinmeyen Veri Analizi.....	54
3.2.2.	Ülkelere Göre Eksik/Bilinmeyen Veri Analizi .....	55
<b>3.3.</b>	<b>BULANIK VERİNİN OLUŞTURULMASI.....</b>	<b>57</b>
<b>3.4.</b>	<b>BULANIK VERİLERİN GÜVENİLİRLİĞİ.....</b>	<b>59</b>
<b>3.5.</b>	<b>ANALİZ SONUÇLARI .....</b>	<b>62</b>
3.5.1.	Yıllara Göre Model 1- Aralık Veri Zarflama Analizi ile Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi Sonuçları.....	64
3.5.2.	Yıllara Göre Model 2- Bulanık Veri Zarflama Analizi İle Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi Sonuçları.....	67
3.5.3.	Ülkelere Göre Model 1-Aralık Veri Zarflama Analizi İle Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi Sonuçları.....	70
3.5.4.	Ülkelere Göre Model 2- Bulanık Veri Zarflama Analizi İle Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi Sonuçları.....	74
3.5.5.	Model 1 ve Model 2'nin Karşılaştırılması .....	76
<b>3.6.</b>	<b>OECD Ülkelerinin Gruplara Göre Karşılaştırılmış Etkinlik Analizleri... 78</b>	

3.6.1. OECD Ülkelerinin Gelişmişlik Düzeylerine Göre Analiz Sonuçları.....	79
3.6.2. OECD Ülkelerinin Coğrafi Yerleşimlerine Göre Analiz Sonuçları.....	81
3.6.3. OECD Ülkeleri ile Türkiye'nin Karşılaştırılması .....	83
<b>3.7. POLİTİKA ÖNERİSİ .....</b>	<b>85</b>
<b>SONUÇ .....</b>	<b>87</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>90</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>105</b>

## TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1: Tarımda Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Çalışmaları .....	7
Tablo 2: Girdi Yönlü CCR Primal Ve Dual Model .....	12
Tablo 3: Çıktı Yönlü CCR Dual Ve Primal Model.....	13
Tablo 4: Girdi Yönlü BCC Dual Ve Primal Model .....	14
Tablo 5: Çıktı Yönlü BCC Dual Ve Primal Model.....	15
Tablo 6: t Yılına Ait Girdi-Çıktı Verileri.....	38
Tablo 7: t+1 Yılına Ait Girdi-Çıktı Verileri.....	38
Tablo 8: Verilerin $\alpha$ -Kesim Kümeleri, t yılı .....	38
Tablo 9: Verilerin $\alpha$ -Kesim Kümeleri, t+1 yılı.....	38
Tablo 10: t Yılı $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Alt Sınır Etkinlik Skorları .....	39
Tablo 11: t Yılı $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Üst Sınır Etkinlik Skorları.....	39
Tablo 12: t+1 Yılı $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Alt Sınır Etkinlik Skorları.....	39
Tablo 13: t+1 Yılı $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Üst Sınır Etkinlik Skorları .....	39
Tablo 14: t-t+1 Yılı $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Alt Sınır Çapraz Etkinlik Skorları .....	39
Tablo 15: t-t+1 Yılı $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Üst Sınır Çapraz Etkinlik Skorları.....	40
Tablo 16: t+1-t Yılı $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Üst Sınır Çapraz Etkinlik Skorları.....	40
Tablo 17: t+1-t Yılı $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Alt Sınır Çapraz Etkinlik Skorları .....	40
Tablo 18: 5 KVB İçin Aralık Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi Sonuçları Alt Sınır Değerleri.....	40
Tablo 19: 5 KVB İçin Aralık Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi Sonuçları Üst Sınır Değerleri .....	40
Tablo 20: t Yılına Ait Girdi-Çıktı Verileri.....	44
Tablo 21: t+1 Yılına Ait Girdi-Çıktı Verileri.....	44
Tablo 22: Verilerin $\alpha$ -Kesim Kümeleri, t Yılı .....	44
Tablo 23: Verilerin $\alpha$ -Kesim Kümeleri, t+1 Yılı.....	44
Tablo 24: t Yılı $\alpha$ -Kesim Kümelerine Model 2 Etkinlik Skorları.....	44
Tablo 25: t+1 Yılı $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Model 2 Etkinlik Skorları.....	45
Tablo 26: t-t+1 Yılı $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Model 2 Çapraz Etkinlik Skorları.....	45
Tablo 27: t+1-t Yılı $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Model 2 Çapraz Etkinlik Skorları.....	45
Tablo 28: 5 KVB İçin Bulanık VZA Modeli ile Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi Sonuçları.....	45

Tablo 29: Tarımda Etkinlik Ölçümünde Yapılan Çalışmalarda Kullanılmış Girdi ve Çıktı Verileri .....	50
Tablo 30: 1990-2013 Yılları Arası Girdi ve Çıktılar İçin Yıl Bazında Elde Edilemeyen Veri Oranı Tablosu.....	54
Tablo 31: OECD Ülkeleri İçin Ülke Bazında Girdi ve Çıktıya Yönelik Elde Edilemeyen Veri Oranı Tablosu.....	55
Tablo 32: Her Girdi ve Çıktıya Ait 1990-2013 Yılları Arası Eksik Veri Oranı .....	56
Tablo 33: Türkiye'ye Ait 1990-2013 Yılları Arası Girdi ve Çıktılara Ait Ortalama Değer, Ortalama Yüzde Değişim Oranı, Alt Sınır Değeri ve Üst Sınır Değeri Tablosu... ..	58
Tablo 34: 2000-2001 İçin Makine Sayısı Girdisinin Gerçek Veri ve Bulanık Veri İle Mİ Değerleri Karşılaştırması ( $\alpha=0$ ). .....	60
Tablo 35: Pesimistik Yaklaşımla Yıllar İtibariyle Mİ, TD, ED Değerleri (Model 1) ( $\alpha=0$ ).....	64
Tablo 36: Optimistik Yaklaşımla Yıllar İtibariyle Mİ, TD, ED Değerleri (Model 1) ( $\alpha=0$ ).....	66
Tablo 37: Yıllar İtibariyle Mİ, TD ve ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha=0$ ).....	69
Tablo 38: Pesimistik Bakış Açısıyla Ülkelerin Kümülatif Değerleri (Model 1) ( $\alpha=0$ )... ..	70
Tablo 39: Optimistik Bakış Açısıyla Ülkelerin Kümülatif Değerleri (Model 1) ( $\alpha=0$ ).. ..	72
Tablo 40: Ülkelerin Kümülatif Mİ, TD, ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha=0$ ).....	74
Tablo 41: OECD Ülkelerinin Gelişmişlik Düzeylerine Göre Kümülatif Mİ, TD, ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha=0$ ).....	79
Tablo 42: OECD Ülkelerinin Coğrafi Yerleşimlerine Göre Kümülatif Mİ, TD Ve ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha=0$ ).....	82
Tablo 43: OECD Ülkeleri ve Türkiye'nin Kümülatif Mİ, TD Ve ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha=0$ ).....	84
Tablo 44: OECD Ülkelerinin (1990-2013) Aralık VZA ile Pesimistik Yaklaşımına Göre Malmquist İndeks, Teknolojik Değişim ve Etkinlik Değişimi Sonuçları ( $\alpha = 0$ ).....	105

Tablo 45: OECD Ülkelerinin (1990-2013) Aralık VZA ile Optimistik Yaklaşım Göre Malmquist İndeks, Teknolojik Değişim ve Etkinlik Değişimi Sonuçları ( $\alpha = 0$ ).....	108
Tablo 46: OECD Ülkelerinin (1990-2013) Bulanık VZA ile Malmquist İndeks, Teknolojik Değişim ve Etkinlik Değişimi Sonuçları ( $\alpha = 0$ ) .....	111
Tablo 47: OECD Ülkeleri Bulanık Girdi Değerleri ( $\alpha=0$ ).....	114
Tablo 48: OECD Ülkeleri Bulanık Çıktı Değerleri ( $\alpha=0$ ).....	116

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi.....	19
Şekil 2: Çalışmanın Oluşturulmasında İzlenen Yol.....	49
Şekil 3: Çalışmada Kullanılan Analizlerin Özet Görünümü .....	63
Şekil 4: Pesimistik Yaklaşımla Yıllar İtibariyle Mİ, TD, ED Değerleri (Model 1) ( $\alpha = 0$ ) .....	65
Şekil 5: Optimistik Yaklaşımla Yıllar İtibariyle Mİ, TD, ED Değerleri (Model 1) ( $\alpha = 0$ ) .....	67
Şekil 6: Yıllar İtibariyle Mİ, TD Ve ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ ) .....	69
Şekil 7: Pesimistik Bakış Açısıyla Ülkelerin Kümülatif Değerleri (Model 1) ( $\alpha = 0$ )... ..	71
Şekil 8: Optimistik Bakış Açısıyla Ülkelerin Kümülatif Değerleri (Model 1) ( $\alpha = 0$ )... ..	73
Şekil 9: Ülkelerin Kümülatif Mİ, TD, ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ ).....	75
Şekil 10: Model 1 ile Model 2 Mİ Değerleri ( $\alpha = 0$ ).....	77
Şekil 11: Model 1 ile Model 2 TD Değerleri ( $\alpha = 0$ ).....	77
Şekil 12: Model 1 ile Model 2 ED Değerleri ( $\alpha = 0$ ).....	78
Şekil 13: OECD Ülkelerinin Gelişmişlik Düzeylerine Göre Kümülatif Mİ, TD, ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ ).....	80
Şekil 14: OECD Ülkelerinin Coğrafi Yerleşimlerine Göre Kümülatif Mİ, TD ve ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ ).....	82
Şekil 15: OECD Ülkeleri Ve Türkiye'nin Kümülatif Mİ, TD ve ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ ) .....	84

## GİRİŞ

Dünyada tarımsal üretime ayrılan kaynakların giderek azalması ve iklim değişikliği neticesinde, doğal kaynakların kullanımını arttırmaya dayanan politikalarla tarımsal üretimin arttırılamayacağı gerçeği ile yakın bir gelecekte karşı karşıya kalınacaktır. Tarımsal üretimi arttırmanın yollarından önde geleni doğal kaynakların daha doğru bir şekilde kullanılması tarımsal etkinliği ve verimliliği arttırmak olacaktır (Çakmak, Dudu ve Öcal, 2008). Tarımsal gelişmeyi öngören tarım politikaları genel ekonomik politikaların bir parçası olup, üretim ve verimliliği artırarak genel refah düzeyini yükseltmeyi hedeflerler (İçöz, 2004). Dünya'daki kaynakların tükenmesi ve kıt kaynaklara sahip olma açısından üretimde artışa gidilemeyeceğinden, sürdürülebilirlik için etkinlik ve verimlilik sağlanmalıdır (Mollavelioğlu, 2009).

Tarımsal verimliliğin arttırılmasında son yüzyılda değişen ve gelişen dünyada teknoloji kullanımı ön planda yer almaktadır. 1950'li yıllardan sonra tarımsal modernleşmenin hızlanmasıyla gübre, tarım ilacı ve enerji kullanımı artmış, sulama olanakları daha fazla yaygınlaşmış ve toprak işleme biçimleri değişmiştir. Bu değişime paralel olarak, tarımsal üretimde büyük artışların elde edilmesi ile birlikte çevresel sorunlarda ortaya çıkmıştır. Bu durum değişime gidilmesinin zorunlu olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Sürdürülebilirlik ise bu değişimin temel düşüncelerinden birini oluşturmaktadır. Tarımda sürdürülebilir uygulamalar, dünya üzerindeki mevcut kaynakların verimli ve etkin bir şekilde kullanılması yolu ile gelecek nesillere yaşamlarını devam ettirebilecekleri fırsatların aktarılmasını sağlayabilmektedir (Mollavelioğlu, 2009). Bütün bunların gerçekleştirilmesi ise uzun dönemli bilgilere ve destekleyici olarak politika tedbirlerine bağlıdır (Tunca, Karaçuka, & Deliktaş, 2014). Buradan, sürdürülebilir bir anlayışın herhangi bir sektörde uygulanmasının, çok da kolay olmadığı, yerel, ulusal ve uluslararası bir işbirliği gerektiği, uzun vadeli stratejilerin hazırlanması ve korunması gerektiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla uzun vadeli sektörel politikaların belirlenmesinden önce, mevcut durumun en iyi şekilde yansıtacak güvenilir bilgilerin ölçülmesini ve elde edilen sayısal verilerin doğru yöntemler kullanılarak analiz edilmesi gerekmektedir.

Literatürde, etkinlik ve toplam faktör verimliliğindeki değişimin ölçümünde yaygın olarak kullanılan analiz tekniklerinden birisi Veri Zarflama Analizi (VZA)'dir. Veri Zarflama Analizi (VZA) ise parametrik olmayan bir yöntemdir ve doğrusal programlama tekniklerini kullanır (Coelli ve ark., 2005). Veri zarflama analizi, toplam faktör verimliliğini ölçerken Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi (MTFVİ) kullanır. Malmquist toplam faktör verimliliği indeksi girdiler ve çıktılarının kesin ölçümünü gerektirir. Ancak, gerçek dünyada malmquist toplam faktör



verimliliği indeksi hesaplamaları ile ilgili karşılaşılan zorluklardan biri de gözlemlerin değerlerinin belirsiz ya da bulanık olmasıdır. Kesin olmayan ve belirsiz veriler ise ölçülemeyen, eksik ve elde edilemeyen bilgiler sonucu olabilir. Öte yandan, geleneksel VZA yöntemi toplam faktör verimliliğini hesaplamak için kesin ve net veriler gerektirmektedir. Ancak kesin olmayan ve belirsiz içeriklerde bulanık VZA kullanımı zorunludur: Bunun sebepleri ise (1) gerçek hayattaki bazı problemlerde verilerin kesin olmaması ve mevcut belirsizlik; (2) karmaşık sistemlerde bazı verilerin kesin olarak öngörülmesinin zorluğu ya da (3) bazı karar verenlerin sözlü iletişimde “iyi” kazanç ya da “düşük” envanter gibi kullanımları tercih etmeleridir. VZA’yı bulanık veri ya da aralık veri ile kullanan malmquist toplam faktör verimliliği indeksi hesaplamaları konusunda literatürde kapsamlı çalışmalar yoktur. Bunun sebebi bulanık ve belirsiz veri kullanan çoğu VZA modelinin basit CCR ya da BCC modellerine dayanmasıdır ve bu nedenle de literatürde sadece girdi ve çıktı verileri bulanık ve/veya aralık formlarda verilmektedir.

Bu çalışmada, OECD ülkeleri için 1990-2013 yılları arasında tarım sektöründe eksik/bulanık veri ile zamana dayalı etkinlik analizi yapılmıştır. Yirmi dört yıl ve otuz dört ülkeyi içeren altı girdi ve üç çıktıdan oluşan bir veri setinde, bazı ülkeler, yıllar ve girdi-çıktılar için değerlerin elde edilmesi mümkün olamamıştır. Dolayısıyla, bulanık mantık ilkesine dayanarak eksik verilerin yerine aralık/bulanık veriler oluşturulmuştur. Verilerin bulanıklaştırılmasında eldeki kesin veriler ile bulanık mantık teorisine dayanan üyelik fonksiyonu yardımıyla üçgen üyelik fonksiyonu kullanılarak olmayan veriler için  $\alpha$ -kesim yöntemiyle üçgensel bulanık sayılar (triangular fuzzy number) elde edilmiştir. Eksik veriler için kullanılan bu yöntemin güvenilirlik testi yapılmıştır. Bu amaçla, tüm verileri olan bir girdi veya çıktı için bulunan etkinlik skorları ile mevcut girdi veya çıktı değerleri tamamen bulanık sayı olarak alınıp yeni değerler yönteme göre hesaplandığında, çıkan etkinlik skorları ilk değerlerle neredeyse aynıdır. Sonuç olarak, bulanık sayı oluşturmunda uygulanan bu yöntem eksik verilerin bilinmesi durumunda çıkabilecek etkinlik skorlarına çok yakın etkinlik skorunun bulunmasını sağlamaktadır. Böylece, uygulanan bu yöntemin, güvenilir olduğu ispatlanmaktadır.

Analizler iki farklı model üzerinden yapılarak değerlendirilmiştir. Excel’in bir eklentisi olan solver-studio kullanılarak algoritmalar kodlanmıştır ve VBA’de kod yazılarak analizler tamamlanmıştır. Model 1, Jahanshaloo-Lotfi ve Valami (2006)’ye ait olan pesimistik ve optimistik açıdan iki sonuç veren aralık veri zarflama analizidir. Malmquist toplam faktör verimliliği sonuçları da aynı şekilde aralık VZA ile yapıldığından en iyi (optimistik) ve en kötü senaryo (pesimistik) altında sonuç verir. Model 2, Saati-Memariani-Jahanshaloo (2002)

tarafından geliştirilen bulanık veri zarflama analizi modelidir. Hatami-Marbini, Tavana, Emrouznejad (2012) tarafından Malmquist İndeks'e uyarlanmıştır.

Bu çalışmanın özgün birden fazla özelliği bulunmaktadır. Literatüre katkılarına kısaca değinecek olursak;

- Veri setinde mevcut olan eksiklikler tespit edilerek eldeki zengin veri setinin kaybı istenmediğinden eksik veriler yerine aralık/bulanık veriler üretilerek veri setinin orjinalliği (özgünlüğü) korunmuştur.
- Çalışmada iki farklı model kullanılmıştır. Model 1 Aralık Veri Zarflama Analizi ile Malmquist İndeks modelidir. Optimistik ve pesimistik bakış açıları altında aralık etkinlik skorları bulunmasına olanak verir. Model 2 ise Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Malmquist İndeks modelidir. Model 2 bulanık etkinlik skoruna ulaşmamızı sağlar. Bugüne kadarki çalışmalarda deterministik veriler kullanılırken bu çalışma tarım sektöründe makro düzeyde eksik veri yerine aralık/bulanık veri üreterek OECD ülkelerinde zamana dayalı etkinlik analizi yapan ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır.
- Çalışmanın bir diğer katkısı OECD ülkelerinin gelişmişlik düzeylerine ve coğrafi yerleşimlerine göre gruplanarak etkinliklerinin karşılaştırmalı analizinin yapılmış olmasıdır. Ek olarak Türkiye ve OECD ülkeleri karşılaştırması da yapılmıştır.
- Önceki yıllarda literatürde ülkelerin zamana dayalı olarak tarımda etkinlik ve verimliliklerini ölçen çalışmalar yapılmış olup, bu çalışmada diğer çalışmalarda kullanılan farklı ülke grubu ve farklı zaman dilimi kullanılarak literatüre bu anlamda da katkı sağlanmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde, dünya tarım sektörü, OECD ülkeleri, etkinlik ve verimlilik kavramları, literatürde tarımda etkinlik ve verimlilik üzerine yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, tarımda etkinlik ve verimlilik ölçümünde kullanılan teknikler anlatılacaktır. Ele alınacak başlıklar arasında; veri zarflama analizi, malmquist toplam faktör verimlilik indeksi, bulanık veri zarflama analizi modelleri ve literatürde yapılan bulanık veri zarflama analizi çalışmaları, çalışmada kullanılan modeller ve bu modeller arasındaki farklılıklar konuları yer almaktadır.

Son olarak, çalışmanın üçüncü bölümünde, uygulama anlatılmaktadır. Analizlerde kullanılan girdi ve çıktılar, eksik verilerin analizi, bulanık verilerin oluşturulması, bulanık verilerin güvenilirliği, analiz sonuçları, OECD ülkelerinin gruplara göre karşılaştırmalı etkinlik analizi, politika önerisi, sonuç ve değerlendirme başlıkları yer almaktadır.

# 1. BÖLÜM: DÜNYA TARIM SEKTÖRÜ VE TARIMDA ETKİNLİK-VERİMLİLİK

## 1.1 TARIM SEKTÖRÜ VE ÖNEMİ

Tarım, insanların temel gereksinimlerini karşılamak amacıyla doğa kaynakları kullanıp işleyerek yaptıkları ekonomik faaliyetlerdir (Türkiye Çevre Vakfı Yayını, 1997). TÜİK de benzer şekilde tarımı, toprağı ve tohumu kullanarak, bitkisel ve hayvansal ürünler üretmek ve bu ürünlerden daha değerli mamuller elde etmek için yapılan ekonomik faaliyet olarak ifade etmektedir. Tarım, ekonomik bir faaliyet olmasının yanı sıra aynı zamanda sosyal, bölgesel, kültürel, ekolojik katkılarına ilaveten insan sağlığın korunması konusunda büyük önem taşıyan toplumsal bir süreçtir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2008).

Tarım sektörü, her ne kadar, sanayi devriminden sonra en çok gelir yaratma özelliğini ve dolayısıyla gelişmenin itici gücü olma durumunu kaybetmiş olsa da, tarımsal faaliyetlerin ekonomik ve sosyal hayat içerisindeki konumu nedeni ile önemini korumaktadır. (Acar, 2004). Tarım sektörüne verilen önemin bir diğer nedeni de sektörün birçok faktörü içinde barındırmasıdır. Bu faktörlerden ilki insanoğlunun beslenmesiyle ilgili bağlantısı olmasıdır. İkincisi, tarımın temel sektör olarak sanayi sektörüne kaynak sağlaması ve ekonomik gelişmede önemli bir rolü olmasıdır. Buna ilaveten tarım sektörünün önemleri arasında; toplumsal yapının, kırsal mirasın ve çevrenin korunması, kaliteli üretim aracılığıyla hayat kalitesinin yükseltilmesi ve iş olanağı doğurması yer almaktadır (II. Tarım Şurası Sonuç Raporu, 2004; Kıral ve Akder, 2000; Dinler, 2000; Şahinöz, 1998; Alacaoğulları, 1992). Günümüzde ise küresel ısınmanın giderek artması ve su kaynaklarının giderek azalması da tarım sektörünün önemini daha da artırmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, 1990'ların ortalarından bu yana, tarım sektörü hükümetlerin reform gündemlerinin ilk sırasında yer almaktadır. Nitekim uluslararası rekabet ve gıda alanında kendi kendine yeten ülkeler arasında olunabilmesi ve ekonomik kalkınmanın sağlanması, tarım sektörünün etkinliğinin ve verimliliğinin artırılmasına bağlıdır (Avcı ve Kaya, 2008).

## 1.2 OECD-EKONOMİK İŞBİRLİĞİ VE KALKINMA ORGANİZASYONU

**OECD** (Organisation for Economic Co-operation and Development), Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü/İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı olarak anılan uluslararası bir ekonomi örgütüdür (OECD, 2015a).

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) demokratik yönetim ve piyasa ekonomisi amacı güderek bir araya gelen ve 34 üye ülkeden oluşan bir gruptur. Üye olmayan 70 kadar diğer ülkeyle olan aktif ekonomik ilişkileri ile küresel anlamda oldukça yaygın bir erişimleri vardır (OECD, 2015b).

Üye ülkeler, Uluslararası Kuruluşlar, Bakanlıklar ve Genel Müdürlüklerinden alınan tarım verilerini, OECD sekreteryasına iletmektedirler. OECD, temel olarak yenilikçiliği ve tarımsal verimliliği artırmak amacı ile üye ülkelerden elde ettiği verileri her sene Eylül ayında yayınlamaktadır. Sekreterya üye ülkelerce gönderilen bu verileri kullanarak ekonomik analizler yapmaktadır. Analizler sonucu genel ve ülke değerlendirmelerinde bulunmakta, politika ve planlar hazırlamaktadır. Dolayısı ile her yıl üye ülkelerce tutulan ve denetlenen bu veriler oldukça güvenilir, düzenli olarak yayımlanması itibarı ile de ulaşılabilir olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada karar verme birimi olarak OECD ülkeleri tercih edilmiştir.

### **1.3 TARIMDA ETKİNLİK VE VERİMLİLİK**

Literatürde etkinlik ve verimlilik kavramlarının kimi zaman birbirleri yerine kullanıldığı ve karıştırıldığına rastlanmaktadır. Bu nedenle tarımda etkinlik ve verimlilikten bahsetmeden önce verimlilik ve etkinlik kavramlarına kısaca değinilecektir.

#### **1.3.1 Verimlilik**

Verimlilik (prodüktivite) en temel şekilde ifade edilmek istenirse bir üretim ya da hizmet biriminin kullanmış olduğu girdiler ile ürettiği çıktıların Çıktı/Girdi şeklinde oranlanması sonucu elde edilen değer olarak tanımlanabilir (Prokopenko, 1995). Bu şekilde her bir karar verme biriminin verimliliği diğer karar verme birimlerinden bağımsız olarak hesaplanabilir dolayısıyla verimlilik göreceli bir kavram değildir.

#### **1.3.2 Etkinlik**

Etkinlik, çıktıları üretmede kaynakların en optimal kullanılma derecesini belirlemektedir. Bu şekilde herhangi bir girdi düzeyi ile elde edilebilecek en yüksek çıktı düzeyi veya herhangi bir çıktı düzeyine ulaşmak için olabilecek en düşük girdi miktarı tespit edilebilir (Lovell,1993). Verimlilikten farklı olarak etkinlik göreceli bir performans ölçütüdür. Etkinlik ölçümü girdi ve çıktı yönlü olmak üzere iki çeşittir.

Yapılan tanımlamalardan yola çıkarak, verimliliğin tek girdilerin veya girdi grubunun üretim sürecine yaptıkları katkılar ile bağlantılı olduğu ifade edilebilir. Diğer bir ifade ile verimlilik üretimi tamamlanan ürün ve üretkenliği ölçülen girdilerin miktarına bağlıdır. Etkinlik ise sadece girdilerin miktarlarına bağlı değildir, üretim sürecinin girdilerin çıktıya dönüştürme aşamasıyla da ilgilenmektedir. İktisadi anlamda girdiler sabit iken üretilen ürün miktarının değişmesi her iki göstergeyi de aynı yönde hareket ettirecektir. Ancak üretim sürecinde girdi ve çıktılar arasında doğrusal bir ilişki olmadığı zaman verimlilik artması etkinliğin de artmasını sağlamaz. Ürün miktarı ve girdi miktarı arasında doğrusal olmayan bir ilişki varken girdilerden birinin miktarı artırıldığında diğer girdilerin verimliliği artırılabilir (Çakmak, Dudu & Öcal, 2008).

Dünya ekilebilir tarım arazilerinin miktarı sürekli azalırken nüfus, gelir ve şehirleşme süreçlerinde yaşanan gelişmeler tüm dünyada tarım ürünlerine olan talebi artırmaktadır (Pinstrup-Andersen, Pandya-Lorch ve Rosegrant, 1999). Dünya'daki kaynakların hızla tükenmesi ve kıt kaynaklara sahip olma sebebiyle üretimde artışa gidilemeyeceğinden, sürdürülebilirlik için etkinlik ve verimlilik sağlanması gereklidir. Tarımda sürdürülebilirlik de etkinlik ve verimliliğin doğru ölçümüyle ve bu ölçümlere göre belirlenecek politika ve planlara bağlıdır.

#### 1.4 TARIMDA ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tarım alanında makro düzeyde veri setiyle ülkelerin tarım etkinliklerini karşılaştırma amaçlı Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi kullanarak zamana dayalı etkinlik ölçümü yapan çalışmalar literatürde oldukça fazladır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıdaki tabloda, çalışmada kullanılan karar verme birimleri, kullanılan metod ve dönemler gösterilmiştir. Literatürde VZA ile tarımda yapılan çalışmalar makro veri ile ülke etkinliklerini ölçen çalışmaların yanı sıra çiftlik muhasebesi veri ağı (ÇMVA) ile mikro veri kullanarak ülkelerin bölgelerini, şehirlerini veya bir şehirdeki çiftliklerin etkinliklerini bulan VZA çalışmaları da yer almaktadır.

Tablo 1: Tarımda Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Çalışmaları

No	Makale	Metod	Karar Verme Birimleri	Veri Seti	Dönem
1	(Piot-Lepetit, Vermersch, & Weaver, 1997)	VZA	Fransa'daki çiftlikler	Çiftlik	1990
2	(Fraser & Cordina, 1999)	VZA	Avustralya, Northern Victoria süt çiftlikleri	Çiftlik	1996
3	(Reinhard, Lovell, & Thijssen, 2000)	VZA	Hollanda süt çiftlikleri	Çiftlik	1994

4	(Hasanov & Ahmed, 2011)	VZA	Özbekistan'daki çiftlikler	Çiftlik	2009
5	(Mao & Koo, 1997)	DEA, Malmquist	Çin'de 29 il	İl	1984-1993
6	(Lambert & Parker, 1998)	VZA, Malmquist	Çin'de 27 il	İl	1979-1995
7	(Millan & Aldaz, 1998)	VZA, Malmquist	İspanya'da 17 bölge	Bölge	1977-1988
8	(Thirtle, Piesse, Lusigi, & Suhariyanto, 2003)	VZA, Malmquist	Botswana da 18 bölge	Bölge	1981-1996
9	(Aldaz & MillÁN, 2003)	VZA, Malmquist	İspanya'da 17 bölge	Bölge	1977-1988
10	(Pfeiffer, 2003)	Üretim fonksiyonu, Malmquist	And Dağları Bölgesi	Bölge	1972-2000
11	(Tipi & Rehber, 2006)	VZA, Malmquist	Türkiye Güney Marmara Bölgesi	Bölge	1993-2002
12	(Hayami, 1969)	Cobb-douglas fonksiyonu	Gelişmiş ve az gelişmiş 38 ülke	Ülke	1957-1962
13	(Hayami & Ruttan, 1970)	Cobb-douglas fonksiyonu, VZA	11 seçilmiş ülke (az gelişmiş ülkeler ve Avrupa ülkeleri)	Ülke	1955-1965
14	(Kawagoe & Hayami, 1985)	Cobb-douglas fonksiyonu, VZA	Gelişmiş ve az gelişmiş 35 ülke	Ülke	1960-1980
15	(Kawagoe vd., 1985)	VZA	22 gelişmemiş ülke ve 21 gelişmiş ülke	Ülke	1960-1980
16	(Thirtle, Hadley & Townsend, 1995)	VZA, Malmquist	22 ülke	Ülke	1971-1986
17	(Lusigi & Thirtle, 1997)	VZA, Malmquist	47 Afrika Ülkesi	Ülke	1961-1991
18	(Fulginiti & Perrin, 1997)	VZA, Malmquist	Gelişmekte olan 20 ülke	Ülke	1961-1985
19	(Arnade, 1998)	VZA	77 ülke	Ülke	1967-1993
20	(Lusigi, Piesse & Thirtle, 1998)	VZA, Malmquist	32 Afrika ülkesi	Ülke	1960-1991
21	(Fulginiti & Perrin, 1998,1999)	Cobb-douglas fonksiyonu, Malmquist	18 gelişmekte olan ülke	Ülke	1961-1985
22	(Wiebe, Soule, Narrod, & Breneman, 2000)	Cobb-douglas fonksiyonu	110 ülke	Ülke	1961-1997
23	(Chavas, 2001)	VZA, Malmquist	12 ülke	Ülke	1960-1994
24	(Suhariyanto & Thirtle, 2001)	VZA, Malmquist	18 ülke	Ülke	1965-1996
25	(Suhariyanto, Lusigi, & Thirtle, 2001)	VZA, Malmquist	65 Asya, Afrika ülkesi	Ülke	1961-1996
26	(Trueblood & Coggins, 2003)	VZA, Malmquist	115 ülke	Ülke	1961-1991
27	(Serrao, 2003)	VZA, Malmquist	14 Avrupa, 4 Doğu Avrupa ülkesi	Ülke	1980-1998

28	(Coelli & Prasada Rao, 2005)	VZA, Malmquist	92 gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler	Ülke	1980-2000
29	(Deliktaş,Ersungur&Candemir, 2005)	VZA, Malmquist	Türkiye ve AB üyesi 14 ülke	Ülke	1980-2002
30	(Lissitsa,Rungsuriyawiboon & Parkhomenko, 2007)	VZA, Malmquist	AB üyesi ve aday ülkeleri içeren 44 ülke	Ülke	1992-2002
31	(Nin-Pratt ve Yu, 2008)	VZA, Malmquist	72 gelişmekte olan ülke	Ülke	1964-2003
32	(Nin Pratt, Yu, & Fan, 2009)	VZA, Malmquist	59 ülke	Ülke	1967-2003
33	(Belloumi & Matoussi, 2009)	VZA, Malmquist	Orta doğu ve Kuzey Afrika'dan 16 ülke	Ülke	1970-2000
34	(Nin ve ark.2009)	Malmquist	59 ülke	Ülke	1967-2003
35	(Nin-Pratt & Yu, 2010)	VZA, Malmquist	63 ülke	Ülke	1967-2006
36	(Nin Pratt, Yu, & Fan, 2010)	VZA, Malmquist	Çin ve Hindistan	Ülke	1961-2006
37	(Bureau, Fare, & Grosskopf, 1995)	Fisher, Hulten Malmquist indeks kıyaslaması	Avrupa ve Amerika	Kıta	1973-1989
38	(Ludena, 2010)	VZA, Malmquist	Latin Amerika ve Karayipler	Kıta	1961-2007

Tablo 1'e bakıldığında literatürde etkinlik ve verimlilik üzerine yapılmış çalışmalar görülmektedir. Bu çalışmalar makro ve mikro düzeyde olup, tablodan görüleceği üzere [1-4] no'lu çalışmalar çiftlik bazında tabloda gösterilen yılda etkinlik analizi yapmış olan çalışmalardır. 5. ve 6. çalışmalarda il bazında etkinlik ve verimlilik analizi tabloda görülen yıllar arasında yapılmıştır. [7-11] no'lu çalışmalar bir ülkeye ait bölgeleri baz alarak tabloda gösterilen dönemde etkinlik ve verimlilik analizi yapan çalışmalardır [12-36] no'lu çalışmalar ise görülen yıllar arasında tabloda belirtilen metodları kullanarak ülke bazında etkinlik ve verimlilik analizi yapan çalışmalardır. 37 ve 38 no'lu çalışmalarda ise yıllar arası etkinlik ve verimlilik analizi kıtalar bazında yapılmıştır.

[1-4] no'lu çalışmalar etkinlik analizinde Veri Zarflama Analizi tekniğini kullanmıştır. [5-11] no'lu çalışmalarda ise etkinlik ve verimlilik ölçerken Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi kullanılmıştır. [12-14] ve [21-22] no'lu çalışmalarda ise Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ve Veri Zarflama Analizi tekniği kullanılmıştır. 37 no'lu çalışmada ise Fisher,Hulten ve Malmquist İndeks kıyaslaması yapılmıştır. Diğer çalışmalarda ise etkinlik ve verimlilik analizleri Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi metodları ile yapılmıştır.



## **2. BÖLÜM: TARIMDA ETKİNLİK VE VERİMLİLİK ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN TEKNİKLER**

Literatüre bakıldığında etkinlik ve toplam faktör verimliliğindeki değişimin ölçümüne dair en yaygın olarak kullanılan iki yöntem görülmektedir. Bunlar: Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Stokastik Sınır Analizi (SSA) yöntemleridir. Stokastik sınır analizi (SSA) parametrik bir yöntemdir ve ekonometrik yaklaşımlar kullanılarak veri analizi yapılmasını sağlamaktadır. Veri Zarflama Analizi (VZA) ise parametrik olmayan bir yöntemdir ve analizlerde doğrusal programlama yaklaşımları kullanılmaktadır (Coelli ve ark.2005). Öte yandan zaman içinde etkinliğin nasıl bir değişim gösterdiğinin tespit edilmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle zaman boyutunu içeren “Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi” geliştirilmiştir. Her iki yöntem de toplam faktör verimliliğini ölçerken Malmquist verimlilik indeksini kullanmaktadır (Deliktaş, 2002). Verilerin kesin olarak bilinmediği durumlarda ise etkinlik ölçümlerinin yapılabilmesi için Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA) modelleri geliştirilmiştir. Bu bölümde uygulamada kullanılmış olması nedeni ile Veri Zarflama Analizi, Malmquist Toplam Faktör Verimliliği, Bulanık Veri Zarflama Analizi konularına değinilecektir.

### **2.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ**

Farrell’in 1957 yılında yaptığı çalışmalarından yola çıkılarak, 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes, Veri Zarflama Analizini (VZA) ilk kez ortaya atmışlardır. VZA, ölçeğe göre sabit getiri (Constant Return to Scale-CRS) ya da ölçeğe göre değişken getiri (Variable Return to Scale-VRS) varsayımları altında literatürde Karar Verme Birimi (KVB) olarak anılan girdileri, çıktıları dönüştürmekten sorumlu organizasyonların göreceli etkinliğini ölçmek için tasarlanmış bir tekniktir (Coelli ve ark., 2005). Doğrusal programlama modelleri için geçerli özellikler veri zarflama analizi için de geçerlidir. VZA’da girdiler ve çıktılar arasında fonksiyonel ilişkiler aranmaz bu sebepten VZA parametrik olmayan bir etkinlik ölçüm tekniğidir (Cooper vd., 2011).

Doğrusal Programlama teknikleri kullanılarak çözülen problemlerde, ağırlık ataması önemli bir aşamadır. Veri Zarflama Analizi’nde KVB’lerin etkinlik skoru, çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Bu oran KVB’leri etkili hale getirmek için değişiklik boyutunun belirlenmesine yardım eder ve böylece verimlilik artışına katkıda bulunur (Coelli & Prasada Rao, 2005). VZA ile her bir KVB’nin kendi etkinlik skorunu en büyük çıkacak şekilde girdi ve çıktıların ağırlıklarının seçileceği ve aynı ağırlık değerleri altında diğer tüm KVB’lerin etkinlik skorlarının 1’e eşit ya da 1’den küçük olacağı kabul edilmektedir (Golany, 1988). Bu durumda çözülen problemin amaç fonksiyonu değeri 1’e eşit

olan KVB'ler etkin olur. Amaç fonksiyonu değeri 1'den küçük olan KVB'ler etkin olamaz. Buna ilaveten, veri zarflama analizi etkin olmayan KVB'lerin etkinsizlik durumlarının kaynağını da analiz etmektedir. Yöntemde, öncelikle ele alınan girdi ve çıktı değerlerine göre KVB'lerin etkinlik sınırı belirlenir, diğer KVB'lerin etkinlik skorları da bu etkinlik sınırı ele alınarak bulunur. Böylece, KVB'lerin kaynağı ve miktarı belli olan bu etkisizlik durumunu giderecek çözümler bulunabilecektir (Golany ve Roll, 1989).

Veri Zarflama Analizi'nde model oluştururken girdi yönlü ve çıktı yönlü olmak üzere iki adet yaklaşımdan bahsedilir. Girdiye yönelik VZA modelleri uygun girdi değerlerini belli bir çıktı değerini en etkin şekilde üretmek amacıyla nasıl olması gerektiğini belirler ve etkin olmayan KVB'ler için girdileri değiştirmeye yönelir. Çıktıya yönelik VZA modelleri ise belirli bir girdi değeri ile elde edebileceği en fazla çıktıyı elde etmeye çalışır (Atıcı, 2008). Veri Zarflama Analizi'nde tüm bu modellerin ortak özelliği etkinlik sınırını oluşturan KVB'lerin belirlenmesi ve etkinlik sınırının oluşturulmasıyla etkin ve etkin olmayan KVB'lerin belirlenmesidir (Örküçü, 2004). Veri zarflama analizinde kullanılan farklı yöntemler literatürde yer almaktadır. Bu yöntemlere, ilerleyen başlıklarda kısaca değinilecektir.

Klasik veri zarflama modelleri arasında Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) model ve Baneker-Charnes-Cooper (BCC) model yer almaktadır. Modeller girdi ve çıktı yönlü olmak üzere iki çeşittir.

### 2.1.1. Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Model

CCR Model ilk olarak 1978 yılında Charnes-Cooper-Rhodes tarafından geliştirilmiştir. Bu model maksimum etkinlik skoruna ulaşmak için değerlendirmeye alınan her bir karar biriminin girdi ve çıktılarına farklı ağırlıklar atayacak şekilde oluşturulmuştur. CCR model ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında çalışmaktadır. CCR modeli girdi yönlü ve çıktı yönlü olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

**Girdi Yönlü CCR Model:** Girdi yönlü CCR model, kesirli programlama biçiminde Tablo 2'de gösterilmektedir. Modelde  $u$  çıktı ağırlıklarını,  $v$  girdi ağırlıklarını,  $x$  girdileri,  $y$  çıktıları,  $\theta_k$  incelenen  $k$ 'inci KVB (Karar Verme Birimi) için etkinlik skorunu göstermektedir. Bu modelde, çıktı düzeyine müdahale etmeden en etkin şekilde çıktı seviyesine ulaşmak için girdileri ne kadar azaltması gerektiği hesaplanmaktadır.

$n$  karşılaştırmanın yapıldığı KVB sayısı,  $s$  üretimden elde edilen çıktı sayısı,  $m$  üretimden elde edilen girdi sayısı,  $v_i$  girdi ağırlığı,  $u_r$  çıktı ağırlığı,  $x_{ij}$  j.inci karar biriminin kullandığı i'inci girdi miktarı,  $y_{rj}$  j.inci karar biriminin ürettiği r'inci çıktı miktarı olmak üzere  $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}$  çıktı toplamını,  $\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}$  girdi toplamını gösterir.  $\lambda_j$  girdiye yönelik modelde etkinliği ölçülen j'inci karar biriminin aldığı ağırlık değerini gösterir. Çıktı/Girdi oranı  $\theta_k$  optimal olan girdi ve çıktı ağırlıklarını seçerek maksimum yapılacak amaç fonksiyonudur. Eşitsizlik kısıtı karar biriminin ağırlıklarını diğer karar birimleri de kullandığı zaman etkinliklerinin birim büyüklükten (%100) fazla olmamasını sağlayan kısıttır (Ulucan, 2002). Ağırlıkların sıfırdan büyük ve eşit olması kısıtı da ağırlıkların negatif olmasını engeller. Çözüm sonucunda bulunan etkinlikler  $\theta_k=1$  ise k.ıncı  $KVB_k$  tam etkindir. CCR Primal ve CCR Dual Model Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Girdi Yönlü CCR Primal ve Dual Model	
Girdi Yönlü CCR Primal Model	Girdi Yönlü CCR Dual Model
$\mathbf{Max} \theta_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$ <p>Kısıtlar:</p> $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$ $u_r \geq 0, \quad r = 1, \dots, s$ $v_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, m$	$\mathbf{Min} \theta_k$ <p>Kısıtlar:</p> $\theta_k x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{rk}$ $\lambda_j \geq 0, \theta_k \text{ serbest}$ $i = 1, \dots, m, r = 1, \dots, s, j = 1, \dots, n$

(Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978)

Primal formda verilen bu model, çarpan modeli (multiplier model) olarak anılmaktadır. Girdi Yönlü CCR modelinde sırasıyla her bir karar verme biriminin çıktıların ağırlıklı ortalaması maksimum yapılmaya çalışılır. Kısıtlarda da girdilerinin ağırlıklı toplamı her bir karar verme birimi için 1 olmalıdır. Diğer kısıtta da çıktıların ağırlıklı ortalamasının girdilerin ağırlıklı ortalamasından büyük olmamasını sağlar. Bu şekilde Çıktı/Girdi oranı her KVB için en fazla 1 olabilir ve bu durumda karar vericinin etkin olduğunu söylenebilir. Etkinlik sınırının dışında kalmış KVB'lerin etkinlik değeri 1'den küçük olarak hesaplanır (Örkçü, 2004). Girdi Yönlü CCR Dual model zarflama modeli (envelopment model) olarak anılmaktadır. Dual ve primal modellerin çözümü aynı amaç fonksiyonu değerini vermektedir.

**Çıktı Yönlü CCR Model:** Charnes, Cooper ve Rhodes, gözlemlenmiş girdilerden daha fazlasını kullanmadan, çıktıları maksimize etmeyi hedefleyen modelleri “çıktı yönlü model” olarak tanımlamışlardır. Çıktı yönlü CCR modelinin yapısı ve sonuçlarının yorumu girdi yönlü CCR modelle aynıdır. Kesirli programlama biçiminde çıktı yönlü CCR modelleri Tablo 3’de gösterilmiştir.

<b>Tablo 3: Çıktı Yönlü CCR Dual ve Primal Model</b>	
Çıktı Yönlü CCR Primal Model	Çıktı Yönlü CCR Dual Model
$\mathbf{Min} \mathbf{q}_k = \sum_{i=1}^m \mathbf{v}_i \mathbf{x}_{ik}$ <p><i>Kısıtlar:</i></p> $\sum_{r=1}^s \mu_r \mathbf{y}_{rk} = \mathbf{1}$ $\sum_{r=1}^s \mu_r \mathbf{y}_{rj} - \sum_{i=1}^m \mathbf{v}_i \mathbf{x}_{ij} \leq \mathbf{0} \quad \mathbf{j} = \mathbf{1}, \dots, \mathbf{n}$ $\mu_r \geq \mathbf{0}, \quad \mathbf{r} = \mathbf{1}, \dots, \mathbf{s}$ $\mathbf{v}_i \geq \mathbf{0}, \quad \mathbf{i} = \mathbf{1}, \dots, \mathbf{m}$	$\mathbf{Max} \mathbf{z}_k = \Phi$ <p><i>Kısıtlar</i></p> $\Phi \mathbf{y}_{rk} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j \mathbf{y}_{rj}, \quad \mathbf{r} = \mathbf{1}, \dots, \mathbf{s}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j \mathbf{x}_{ij} \leq \mathbf{x}_{ik}$ $\lambda_j \geq \mathbf{0}, \Phi \text{ serbest}$ $\mathbf{i} = \mathbf{1}, \dots, \mathbf{m}, \mathbf{r} = \mathbf{1}, \dots, \mathbf{s}, \mathbf{j} = \mathbf{1}, \dots, \mathbf{n}$

$\mu_r$  etkinliği ölçülen karar biriminin aldığı ağırlık değeri,  $\Phi$  en iyi sınırı elde etmek için dikkate alınan KVB’nin etkinlik değerini göstermektedir. Dual modelde ilgili KVB’nin ağırlıklı toplamının en küçük yapılması amaçlanır. Bunun için karar vericinin çıktıların ağırlıklı toplamı 1’e eşitlenmektedir, her karar verici birim için ağırlıklı girdi toplamının ağırlıklı çıktı toplamından büyük eşit olması sağlanmaktadır. Bu durumda etkinlik değeri bulunan KVB’nin girdilerinin ağırlıklı toplamı en küçük 1 olmaktadır. Bu şekilde etkin bir KVB’nin etkinlik değeri 1, etkin olmayan bir KVB’nin ise etkinlik değeri 1’den büyük çıkmaktadır (Örkü, 2004).

Özet olarak, Charnes ve diğerleri (1978) tarafından tasarlanan ve yukarıda matematiksel formu anlatılan CCR Modelleri, karar verme birimlerinin toplam etkinlik skorlarını hesaplamaktadır. Toplam etkinlik skoru, teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değerlerinin çarpımıdır. Teknik etkinlik skorlarını elde etmek için Banker ve diğerleri (1984) BCC adı verilen modeli geliştirmişlerdir (Ulucan, 2002).

### 2.1.2. Banker-Charnes-Cooper (BCC) Model

BCC model, 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından bulunmuştur. BCC Modeli bir ölçekte, teknik etkinlik ile ölçüğe göre artan, azalan veya sabit getiri altında etkinlik ayırımı yapar. CCR Modeli ölçüğe göre sabit getiri altında toplam etkinliği ölçerken, BCC Modeli ölçüğe göre değişken getiri altında saf teknik etkinliği ölçer (Özcan, 2007). Bu yaklaşımda üretim imkanları kümesi gözlemlenen birimlerin konveks kombinasyonu olarak kabul edilir (Atıcı, 2008). Modele konveksliği sağlamak için serbest işaretli olarak, girdi yönlü modelde  $u_k$  çıktı yönlü modelde  $v_k$  değişkeninin konulmuştur. Modelde  $u$  çıktı ağırlıklarını,  $v$  girdi ağırlıklarını,  $x$  girdileri,  $y$  çıktıları,  $\theta_k$  incelenen k.ıncı KVB için etkinlik skorunu simgelemektedir. CCR modelinin çözümü ile bulunan toplam etkinlik skorunu, BCC modeli sonucunda bulunan saf etkinlik skoruna bölünerek ölçek etkinlik skoru bulunabilmektedir (Atıcı, 2008).

**Girdi Yönlü BCC Dual ve Primal Model:** BCC modeli, Dual ve Primal model açısından CCR modeline benzemektedir. Tablo 4’de bu benzerlik gözlenebilmektedir.

Tablo 4: Girdi Yönlü BCC Dual ve Primal Model	
Girdi Yönlü BCC Dual Model	Girdi Yönlü BCC Primal Model
$\text{Min } z_k = \theta$  Kısıtlar: $\theta x_{ik} \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}, i=1,2,\dots, m$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{rk} \quad r = 1, \dots, s$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ $\lambda \geq 0, \theta$ serbest	$\text{Max } \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk} - u_k$  Kısıtlar: $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$ $\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_o \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$ $\mu_r, v_i \geq 0, u_k$ serbest $i = 1, \dots, m, r = 1, \dots, s$

(Banker vd., 1984).

$\theta$  en iyi sınırı elde etmek için dikkate alınan KVB'nin etkinlik değeri,  $u_k$  amaç fonksiyonunu en büyük yapmaya yardımcı ağırlık, girdiye yönelik BCC modelinde kullanılan  $\mu_r$  r'inci çıktı için verilecek ağırlığı göstermektedir. Primal modeldeki fark  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  kısıtıdır. Dual modelde ise  $u_k$  değişkeni eklenmiştir. Bu değişiklerle etkin sınırın yapısı farklılaşır.

**Çıktı yönlü BCC Dual ve Primal Model:** BCC Primal modelde  $v_o$  değişkeni eklenmiştir. BCC Dual modelde görülen  $\varphi$  en iyi sınırı elde etmek için dikkate alınan KVB'nin etkinlik değeri,  $v_o$  amaç fonksiyonunun en küçük yapmaya yardımcı ağırlık değeri,  $\mu_r$  r'inci çıktı için verilecek

Tablo 5: Çıktı Yönlü BCC Dual ve Primal Model	
Çıktı Yönlü BCC Dual Model	Çıktı Yönlü BCC Primal Model
$Max z_k = \varphi$ Kısıtlar $\varphi y_{rk} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}, \quad r=1, \dots, s$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{ik} \quad i = 1, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ $\lambda_j \geq 0, \varphi$ serbest $j = 1, \dots, n$	$Min q_k = \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + v_o$ Kısıtlar: $\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rk} = 1$ $\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - v_o \leq 0$ $j = 1, \dots, n, \mu, v \geq 0, v_o$ serbest

ağırlık değerini göstermektedir. Burada ölçeğe göre sabit olmayan getiri varsayımı altında çalışılmaktadır. Girdi yönlü modelde olduğu gibi çıktı yönlü BCC modeli de CCR modeline benzemektedir. (Cooper, Seiford, Tone, 2006).

Tablo 5'te primal modelden görüleceği üzere  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  kısıtı bulunmaktadır. BCC modelindeki konveks üretim olabirlik kümesi, CCR modelindeki üretim olabirlik kümesinin alt kümesidir. Bu durumda Girdi yönlü CCR modelinden bulunan teknik etkinlik değeri  $\leq$  girdi yönlü BCC modelinden bulunan saf teknik etkinlik değeri ifadesi her zaman doğrudur. CCR modeliyle etkin bulunan bir KVB, BCC modeline göre de etkindir. Ancak bunun tersi doğru değildir (Cooper vd., 2000; Çağlar, 2003). Benzer şekilde Çıktı yönlü BCC modelinden bulunan saf etkinlik değeri  $\leq$  Çıktı yönlü CCR modelinden bulunan teknik etkinlik değeri ifadesi de her zaman doğrudur. Bu durumda BCC modeliyle etkin bulunan bir KVB, CCR modeli ile de etkin bulunur ancak bunun tersi doğru değildir (Banker vd., 2004; Çağlar, 2003).

## 2.2. MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ İNDEKSİ

Veri zarflama analizi belirli bir dönemdeki karar verme birimleri arasında bir kesit analizi yaptığından statik bir analizdir. VZA ile etkinliği bulunmuş bir KVB daha sonraki dönemler açısından incelendiğinde etkinliğini yitirebilmekte ve referans olma özelliğini kaybedebilmektedir (Dinçer, 2008). VZA yaklaşımında zaman boyutu bulunmamaktadır ve etkinliklerin değerlendirilmesi sürecinde zaman içinde etkinliğin nasıl bir değişim gösterdiğinin tespit edilmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle zaman boyutunu içeren “Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi” geliştirilmiştir.

1982 yılında Caves ve diğerleri tarafından geliştirilen bu indeks uzaklık fonksiyonu yardımıyla indeks kurma fikrini ilk ortaya atan Sten Malmquist’in ardından Malmquist adını almıştır. Bu konuda iki temel makale mevcuttur. İlki Nishimuz ve Page (1982)’e aittir. Diğerleri Fare, Grosskopf, Norris ve Zhang (1994)’e aittir. Malmquist toplam faktör verimliliği indeksi ortak teknolojiye göre her bir veri noktasının farklarının oranlarını hesaplayarak iki veri noktası arasındaki toplam faktör verimliliğinde olan değişmeyi hesaplamaktadırlar. Bu ölçüm için bir uzaklık fonksiyonu kullanılır. Uzaklık fonksiyonu, çok sayıda girdi-çıkıtı içeren üretim teknolojilerini sadece miktar bilgilerine dayanarak tanımlamayan fonksiyonlardır (Fare, Grosskopf, Norris, & Zhang, 1994). Uzaklık fonksiyonu çok girdi ve çok çığıtıya sahip üretim teknolojilerini, maliyet minimizasyonu, kar maksimizasyonu gibi hedefleri belirtmeden tanımlama işleminde kullanılmaktadır. Girdi uzaklık fonksiyonuyla çığıtı vektörü verildiğinde oransal olarak en çok daralan girdi vektörüne bağılı olarak üretim teknolojisi, çığıtı uzaklık fonksiyonuyla girdi vektörü verildiğinde ise oransal olarak genişleyen girdi vektörüne bağılı olarak üretim teknolojisi tanımlanmaktadır (Grifell-Tatje & Lovell, 1995).

Shephard (1970) ve Fare (1988) tarafından  $t$  dönemine ait çığıtı uzaklık fonksiyonu  $x^t$  ile üretilebilecek mümkün  $y^t$  ‘lerin kümesi  $S^t$  ile gösterilmek üzere,

$$D_o^t(x^t, y^t) = \min\{\theta: x^t, \frac{y^t}{\theta} \in S^t\}$$
 şeklinde tanımlanmıştır.

Caves, Christensen ve Diewert (CCD) (1982), *ölçeğe göre sabit getiri (constant returns to scale-CRS)* varsayımı altında herhangi bir  $t$  dönemi ve takip eden  $t+1$  dönemi için Malmquist İndeksini:

$M_{CCD}^t = \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)}$  şeklinde tanımlanmışlardır. Benzer şekilde t+1 dönemi de referans alındığında Malmquist İndeksi CCD tarafından yapılan tanıma göre t yerine t+1 konularak elde edilir.

Malmquist İndeksi (Mİ) ölçeğe göre sabit getiri varsayımıyla CCD tarafından modellenen ve yukarıda eşitlikleri ile gösterilen iki indeksin geometrik ortalaması olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlamaya ilişkin notasyon aşağıdaki gibidir (Fare, Grosskopf, Norris, & Zhang, 1994):

$$M_O(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[ \left( \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \right) \left( \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2}$$

Bu gösterimde  $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ , t+1 dönemi gözleminin t dönemi teknolojisinden olan uzaklığını ifade eder. Bu eşitliğin eşdeğer bir gösterimi de aşağıdaki gibidir:

$$M_O(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} * \left[ \left( \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) * \left( \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2}$$

Etkinlikteki Değişme:  $\frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)}$

Teknolojik Değişme:  $\left[ \left( \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) * \left( \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2}$

Burada, teknik etkinlikteki değişme karar birimlerinin etkin sınıra yaklaşma sürecinin bir değerlendirilmesini verirken, teknolojiadaki değişme etkin sınırın zaman içindeki değişimini verir. Parantezin dışında yer alan oran, t ve t+1 dönemleri arasındaki çıktı yönelimli etkinlik değişimini ölçmektedir. İndeksin parantez içindeki kısmı ise teknolojik değişimin bir ölçüsüdür, başka bir deyişle iki periyot arasında teknolojiye meydana gelen kaymanın geometrik ortalamasıdır (Cooper, Seiford & Zhu, 2011).

Malmquist İndeksinin bu şekilde ayrıştırılabilmesi bu iki değişimin toplam faktör verimliliğine katkısının belirlenmesine yardımcı olur. Verimlilikteki artış Malmquist İndeksinin ( $M_O$ ) 1'den büyük bir değer almasına yol açarken zaman içinde performansın düşmesi (verimlilik azalışı)  $M_O$ 'ın 1' den küçük bir değer almasına neden olur. Performansta durgunluk meydana gelmesi durumundaysa  $M_O$ , 1 değerini alır (Ramanathan, 2003). Aynı şekilde, Malmquist İndeksi'nin bileşenlerinden herhangi birindeki artış veya azalış ilgili indeksin sırasıyla 1'den büyük ve 1' den



küçük değerler almasını sağlar. Etkinlik değişimi (ED) bileşenindeki artış etkin sınıra yaklaşma çabalarının kanıtı olarak değerlendirilirken, teknolojik değişim bileşenindeki artış yenilik kanıtı şeklinde değerlendirilir (Fare, Grosskopf, Norris, & Zhang, 1994). Teknolojik değişim (TD), “üretim sınırının yer değiştirmesi” (frontier–shift or boundary–shift) olarak da ifade edilmektedir (Lorcu, 2010).

TFV için kullanılan uzaklık fonksiyonlarının hesaplanmasında en çok başvurulan yaklaşım olan Fare ve diğerlerinin geliştirdiği, matematiksel programlama modelleri çıktıya yönelik olarak aşağıda verilmiştir:

t yılı etkinliği;

$$[D_o^t(x^t, y^t)]_k^{-1} = \max \theta_k$$

$$-\theta_k Y_{rk}^t + \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} Y_{rj}^t \geq 0$$

$$X_{ik}^t - \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} X_{ij}^t \geq 0$$

$$\lambda_{jk} \geq 0$$

t yerine t+1 yazılarak t+1 yılı etkinliği elde edilir.

t-t+1 çapraz(cross efficiency) etkinlik;

$$[D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})]_k^{-1} = \max \theta_k$$

$$-\theta_k Y_{rk}^{t+1} + \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} Y_{rj}^t \geq 0$$

$$X_{ik}^{t+1} - \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} X_{ij}^t \geq 0$$

$$\lambda_{jk} \geq 0$$

t ve t+1 yer değiştirilerek t+1-t etkinliği elde edilir.

(Fare, Grosskopf, Norris, & Zhang, 1994).

Şekil 1’de verilen Malmquist İndeks grafiğinde  $S^{t+1}$ , t+1’in sınırıdır (Ramanathan, 2003). Eğer teknik bir işlem varsa,  $S^{t+1}$ ,  $S^t$ ’den daha yukarıda oluşacaktır. VZA uzaklık ölçüsü gibi düşünülebilir çünkü VZA modeli girdileri çıktılarına dönüştüren etkinliği vermektedir.

$$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{OB}{OA}, D^t(x^t, y^t) = \frac{OF}{OE}, \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} = \frac{OB}{OA} / \frac{OF}{OE}, k=t+1$$

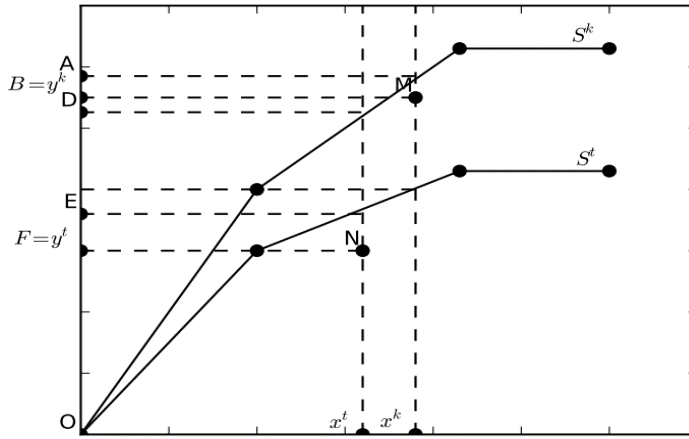
Eğer Etkinlik Değişimi (ED)  $>1$  ise girdileri çıktılara dönüştüren teknik etkinlikte bir artış olur.  $x^t$  girdisi  $t$  zamanda en etkin çıktıyı  $OE$  kadar ancak daha fazla çıktıyı  $(t+1)$  döneminde  $OC$  kadar üretebilir. Bu yüzden  $(OC/OE)$  oranı teknolojik değişim ölçüsünü ifade eder. Eğer bu 1 birimden daha büyükse, bu teknolojik gelişmeyi ifade eder.

$$D^t(x^t, y^t) = \frac{OF}{OE}, D^{t+1}(x^t, y^t) = \frac{OF}{OC}, \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} = \frac{OC}{OE}$$

Teknolojik değişim (TD) için ise Malmquist indeksi aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$$\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} = \frac{OA}{OD} > 1$$

$$\left( \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} * \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})^{\frac{1}{2}}}{D^{t+1}(x^t, y^t)^{\frac{1}{2}}} \right) = \left( \frac{OA}{OD} * \frac{OC}{OE} \right)^{\frac{1}{2}}$$



(Fare vd., 1994).

Şekil 1: Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi

### 2.3. BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Bulanıklık kavramı, ilk kez 1965 yılında Prof. Dr. Lotfi A. Zadeh adında bir bilimadaminin "Bulanık Kümeler" adlı çalışmasıyla ortaya çıkmıştır (Zadeh L. A., 1965). Bulanık küme teorisi ile klasik matematiğin sınırlandırdığı kesin çizgiler aşılarak belirsizliğin karar süreçlerinde yer alması sağlanmıştır. Böylece endüstriyel sistemlerde karar verme konusuna getirilen yeni açılımlar ile klasik yöneylem araştırması çalışmalarının etki alanı genişlemiştir (Paksoy & Atak, 2002).

Veri zarflama analizi veri tabanlı bir etkinlik ölçme yöntemi olduğu için girdi-çıkı verilerinin güvenilirliği ve doğru seçilmesi çok önemlidir. Gerçek hayattaki pek çok uygulamada veriler tam olmamakla birlikte eksiklik ve belirsizlikte içermektedir, gerçek hayat problemlerini çözmede kullanılan pek çok veri tam değildir ancak geleneksel VZA modelleri sadece kullanılan girdi ve üretilen çıktılarının kesin olarak bilindiği durumlarda uygulanabilmektedir. Verilerin kesin olarak bilinmediği durumlarda etkinlik ölçümlerinin yapılabilmesi için Bulanık Veri Zarflama (BVZA) modelleri geliştirilmiştir. İlk kez 1992 yılında Sengupta VZA'ya bulanık bir yorum getirerek özel üyelik fonksiyonlarıyla stokastik bir VZA modeli kurmuştur ancak sadece kesin etkinlik ölçümleri bulmuştur (Kahraman ve Tolga, 1998).

BVZA modellerinde veriler çeşitli sınıflara ayrılmaktadır. İlki aralık veriler (Alt ve üst sınır değerlerinin ya da üyelik fonksiyonunun bilindiği bulanık sayı verileri-Interval data)'dir. Bir diğeri sıralı veriler (KVB'lerin; herhangi i. girdi ya da r. çıktı verileri arasındaki büyük-küçük-eşit ya da çok çok önemli-çok önemli-önemli-önemsiz gibi sözel sıralı ilişkinin bilindiği veriler-Ordinal data) olarak adlandırılmaktadır. Eksik/Hiçbir şekilde elde edilememiş veriler (Missing Data) diğeri bir veri sınıfıdır ve son olarak Kesin değerleri bilinen veriler (Exact Data) olmak üzere dört sınıfa ayrılmıştır (Oruç, 2008). Verilerin tiplerine göre bulanık veri zarflama analizi yaklaşımları geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlara ilerleyen başlıkta değinilmiştir.

### 2.4. BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bulanık küme teorisi kullanılarak yapılan veri zarflama analizi metodları literatürde genel olarak dört başlık altında toplanmıştır: (1) Tolerans Yaklaşımı, (2)  $\alpha$ - seviye Yaklaşımı, (3) Bulanık Sıralama Yaklaşımı, (4) Olasılık Yaklaşımı (Lertworasirikul, Fang, Joines, & Nuttle, 2003a), (Lertworasirikul, Fang, Nuttle, & Joines, 2003b), (Lertworasirikul, 2002), (Karsak, 2008)

şeklinde. Bu yaklaşımlarla ilgili literatürde öne çıkan bulanık VZA çalışmaları bulanık yaklaşımları ayrı başlıklar altında toplanarak anlatılmıştır.

#### **2.4.1. Tolerans Yaklaşımı**

Tolerans yaklaşımı ilk VZA bulanık modellerinden biridir. Sengupta (1992a) tarafından ortaya koyulmuştur. Bu yaklaşımda ana fikir kısıtlama ihlalinde tolerans seviyesi tanımlayarak VZA modellerine belirsizlikleri de dâhil etmektir. Bu yaklaşım eşit ya da eşitsizlik imlerini bulanıklaştırır fakat bulanıklık katsayısını doğrudan ele almaz. Sengupta (1992a) tarafından önerilen tolerans yaklaşımının karmaşık kısıtlılığı, bulanık amaç fonksiyonu ve bulanık kısıtlamaları olan ve beklentinin karşılanması ya da karşılanmamasının söz konusu olduğu bir VZA modelinin dizaynı ile ilgilidir (Triantis & Girod, 1998). Çoğu üretim sürecinde hem belirli hedefleri karşılama hem de bilgilerin kesin olmaması açısından bulanıklık söz konusu olsa da girdi ve çıktı katsayıları kesin muamelesi gördüğünde tolerans yaklaşımı VZA ilişkilerini rahatlatması açısından bir esneklik sağlamaktadır.

#### **2.4.2. $\alpha$ -Seviye Yaklaşımı**

$\alpha$  -Seviye yaklaşımı literatürdeki en popüler bulanık yaklaşımlardan birisidir. Bulanık VZA literatüründe bu konudaki çalışma sayısı buna kanıt olacak niteliktedir. Bu yaklaşımda ana fikir etkinlik skorlarının üyelik fonksiyonunun  $\alpha$ -seviye alt ve üst sınırlarını belirlemek için bulanık VZA modelini bir çift parametrik programa dönüştürmektir. Girod (1996) etkinlik radyal ölçümlerinden olan bulanık BCC ve FDH modellerini formüle etmek için Carlsson ve Korhonen (1986) tarafından sunulan yaklaşımı kullanmıştır. Bu modelde girdiler risksiz (üst) ve imkansız (alt) sınırlar arasında dalgalanabilir, çıktılar ise risksiz (alt) ve imkansız (üst) sınırlar arasında dalgalanabilmektedir. Triantis ve Girod (1998) bu çalışmaların ardından Carlson ve Korhonen'in (1986) sistemlerine dayalı olan teknik etkinliği ölçmek için bulanık LP yaklaşımını öne sürmüştür. Çalışmaları üç aşamadan oluşmaktadır: İlk olarak, kesin olmayan girdiler ve çıktılar risksiz ve imkansız sınırları açısından karar verici tarafından belirlenir. İkincisi, üç bulanık CCR, BCC ve FDH modeli, farklı  $\alpha$  değerleri için üyelik fonksiyonlarının yanı sıra risksiz ve imkansız sınırları açısından da formüle edilmiştir. Üçüncüsü, gazetelere ticari broşürler iliştirilen bir ön baskı ve paketleme hattında bulanık BCC modellerinin örneğini sergilemişlerdir. Üstelik araştırmalarının detayları da uygulama yol haritasında Girod ve Triantis (1999) tarafından belirtilmiştir. Triantis (2003), bulanık VZA üzerine olan önceki çalışmasını (Triantis & Girod, 1998) bir tümleşik performans ölçme sistemini doğrulamak için teknik etkinliğin bulanık radyal olmayan VZA ölçümlerini kapsayacak şekilde genişletmiştir. Ayrıca kendi metodunu Girod (1996) ve Girod ve Triantis(1999) tarafından detaylı bir şekilde tanımlanmış olan aynı imal ürün

hattının teknik radyal etkinliği ile karşılaştırmıştır. Meada ve ark. (1998)  $\alpha$ -seviye yaklaşımı KVB'lerin bulanık aralık etkinliğini elde etmek için kullanmıştır.

Kao ve Liu (2000a) bir bulanık VZA modelini bir geleneksel kesin VZA modeli ailesine dönüştürme temel fikrini araştırmış ve BCC modelindeki bulanık gözlemlerle KVB'lerin etkinlik ölçümleri için bir çözüm prosedürü geliştirmişlerdir. Metodları, seviye yaklaşımı ve Zadeh'in genişleme prensibini (Zadeh L. A., 1978) (Zimmerman, 1996) uygulayarak bulanık etkinlik ölçümlerinin üyelik fonksiyonlarını yaklaşık olarak bulmuştur. Bulanık VZA modelini bir çift parametrik matematik programına dönüştürmüş ve KVB'lerin performans ölçümlerini elde edebilmek için Chen ve Klein (1997) tarafından sunulan bulanık rakamları sıralama metodunu kullanmışlardır.  $\alpha$ -seviyenin verilen seviyesinde bu modeli çözmek, incelenmekte olan KVB için aralık etkinliğini üretmiştir. Bu gibi aralıkların birkaçı yönde bulanıklık etkinliği oluşturmak için kullanılabilir. N sayıda KVB'nin incelendiğini farz edelim. Her bir KVB için s sayıda farklı bulanık çıktı üretebilmek için m sayıda farklı bulanık girdi olduğu kabul edilir.

Daha sonra, her bir KVB kullanım modeli için belirli seviyenin alt ve üst sınırları çözülerek bir üyelik fonksiyonu kurulur. Kao ve Liu (2000a), Chen ve Klein (1997)'in bulanık sayıları sıralama metodunu elde edilen bulanık etkinlikleri sıralamak için kullanmıştır. Kao ve Liu (2000b), ayrıca bulanık küme teorisindeki üyelik fonksiyonu konsepti üzerine olan bulanık VZA modelinde eksik değerleri göz önünde bulundurarak etkinlik puanlarını hesaplamak için de Kao ve Liu (2000a) modelini kullanır. Yaklaşımlarında, bir üçgen üyelik fonksiyonu oluşturabilmek için eksik verilerin en düşük ihtimal, en yüksek ihtimal ve en büyük ihtimal değerleri gözlemlenen verilerden elde edilir. Tayvan'da 24 üniversite kütüphanesindeki etkinlik puanı gözlemlerinde 144 gözlemden 3 kayıp değer elde etmeleri ile yaklaşımlarının uygulanabilirliğini kanıtlamışlardır. Kao (2001) üyelik fonksiyonlarının kesin formunu bilmeden bulanık etkinlik puanı sıralaması metodunu daha da ilerletmiştir. Bu metodta etkinlik sıralamaları, her bir KBV için bir çift doğrusal olmayan program çözümleyerek kararlaştırılmıştır. Bu yaklaşım Tayvan'daki 24 üniversite kütüphanesinin sıralaması bulanık gözlemlerle uygulanmıştır. Guh (2001) bulanık etkinlik ölçümlerine yaklaşmak için Kao ve Liu (2000a)'ye benzer bir bulanık VZA modelini kullanmıştır. Fakat Kao ve Lui (2000a) modellerini VRS varsayımı ile Guh (2001)'in modeli ise CRS varsayımı ile geliştirilmiştir. Kao ve Liu (2003), Kao ve Lui (2000a) tarafından geliştirilen bulanık VZA modelinde Chen (1985)'in maksimum küme minimum küme metodunu kullanmış ve bir çift doğrusal olmayan program geliştirmiş ve KVB'leri bulanık veri ile sıralamıştır. Yaklaşımlarında bulanık etkinlik puanlarının üyelik fonksiyonlarını hesaplamak gerekli değildi fakat girdi çıktı üyelik fonksiyonlarını bilmek gerekiyordu. Kao ve Liu (2005)

bulanık etkinlik puanlarını belirlemek için daha önceki metodlarını (Kao ve Liu, 2000a) Tayvan'daki 15 örnek makina firmasında uygulamışlardır. Zhang ve ark. (2005) VZA ve bulanık VZA modellerini uygulayarak veri ambarlarının etkinlik değerlendirme için bir makro ve bir mikro model tasarlamışlardır. Kao ve Liu (2000a) tarafından geliştirilen bulanık VZA çözümlerini kullanmışlardır ki bunlar bir dizi  $\alpha$ -seviye değerleri ile bulanık VZA modellerini bi-konvensiyonel kesin VZA modellerine dönüştürmektedir. Kao ve Liu (2007) kayıp değerlerle başa çıkmak için Kao ve Liu (2000b) metodunu biraz değiştirmişlerdir. Metodlarında, bir bulanık VZA modeli kullanmış ve Kao ve Liu (2000a) tarafından sunulan belli seviye yaklaşımını kullanarak bir dizi KVB'nin etkinlik puanlarını elde etmişlerdir.

Kuo ve Wang (2007) oran riskinin değişmesi dengesizliği karşısında çok uluslu ticari ortaklıkların performansını değerlendirmesi amacıyla bir bulanık VZA metodu uygulamışlardır. Kao ve Lui (2000a) bulanık VZA modelini Tayvan'daki bilgi teknolojisi endüstrisine uygulamışlardır. Li ve Yang (2008), Sueyoshi (2001) çalışmalarına dayanarak bulanık gözlemleri iki gruba ayırmak için bir bulanık VZA diskriminant analiz metodolojisi kurmuşlardır. Kao ve Liu (2000a) metodunu kullanmışlar ve etkinlik puanlarının alt ve üst sınırlarını kararlaştırmak için bulanık doğrusal programlama modeli yerine bir çift parametrik model kullanmışlardır. Chiang ve Che (2010), Kao ve Liu (2000a) metodunu ve bulanık analitik hiyerarşi prosedürünü uygulayarak Tayvan'daki bir elektronik şirketine yeni ürün geliştirme projelerinin sıralaması için yeni bir kısıtlı-ağırlık bulanık VZA metodolojisi geliştirmiştir. Saati ve ark. (2002) olabirlikli bir programlama problemi olarak bir bulanık CCR modeli ortaya koymuşlar ve  $\alpha$ -seviye yaklaşımını kullanarak bunu aralık programlama problemine dönüştürmüşlerdir. Elde edilen aralık programlama problemi, çeşitli yerine koyma metodlarıyla verilen bir  $\alpha$  için  $\alpha$ -kesim LP modeli olarak çözümlenebilir.

Saati ve Memariani (2005), üçgensel bulanık bilgi ile Saati ve ark. (2002) tarafından ileri sürülen metoda dayalı olarak bulanık VZA da ortak bir ağırlık seti belirlemek için bir prosedür önermişlerdir. Bu metodta girdi ve çıktı ağırlıklarının üst sınırları bazı bulanık LP modellerinin çözümü ile belirlenir ve sonrasında diğer bulanık LP modelleri çözümlenerek bir ortak ağırlık seti elde edilir. Wu ve ark. (2005) satın alma tekliflerini seçmek için bulanık değerleri de göz önünde bulundurarak bir alıcı-satıcı oyun modeli geliştirmişlerdir. Bulanık VZA'da ortak bir ağırlık seti elde edebilmek için Saati ve Memariani (2005) bulanık VZA modelini benimsemişlerdir. Azadeh ve ark. (2007), bir simülasyon modelinden elde edilen bazı senaryolar ve hücresele üretim sisteminde belirlenen optimum operatör payları arasında en iyi sonucu elde edebilmek için bulanık VZA ve simülasyonun birleştirildiği bir model ileri sürmüşlerdir. Bir küme KVB'yi

sıralamak için Saati ve ark. (2002) modeline dayanan bir bulanık VZA modelini kullanmışlardır. Buna ek olarak, operatör bölüşümünde talep seviyesini göstermek için, bulanık C-Means metoduyla KVB sıralamasında bulanık VZA'ları kümelemişlerdir. Ghapanchi ve ark. (2008) kurumsal kaynak planlaması (ERP) paket program performansını değerlendirmek için bulanık VZA kullanmışlardır. Bu yaklaşımda, girdi ve çıktı indeksleri ilk olarak uzmanların üçgensel bulanık sayılar tarafından şekil verilen dilbilgisel değişkenlerin kullanımıyla değerlendirilen uzman görüşleri ile belirlenmiş ve bir ERP sistem seti KVB'ler olarak göz önünde bulundurulmuştur. Saati ve ark. (2002) tarafından sunulan olasılıklı bir programlama yaklaşımı uygulamışlar ve farklı  $\alpha$  -değerlerde ERP sistemi etkinlik puanları elde etmişlerdir. Hatami, Marbini ve Saati (2009) girdi ve çıktı verilerinde  $u_0$  değişkeninin yanı sıra bulanık olarak da değerlendirilen bulanık BCC modelini geliştirmişlerdir. Sonuç olarak, Saati ve ark. (2002) metodu aracılığıyla bir aralık olarak bulanık  $u_0$  stabilitesini elde etmişlerdir. Hatami-Marbini ve ark. (2010a), Saati ve ark. (2002) metodunu kullanmış ve yer değiştirme ideali teorisine dayalı dört fazlı bir bulanık VZA sistemi ileri sürmüşlerdir. İdeal ve en düşük (nadir) KVB olarak adlandırılan iki hipotetik KVB oluşturulur ve bir dizi bilgi teknolojisi yatırım stratejisini değerlendirmek için referans noktası olarak kullanılır, bu yapılırken referans noktasından Öklid uzaklığa bakılır. Chen (2001)  $\alpha$  -seviye yaklaşımını geliştirmiş ve hem kesin hem de bulanık veriyi ele almak için alternatif bir bulanıklık VZA geliştirmiştir. Saati ve Memariani (2009)  $\alpha$ -seviye yaklaşımına dayalı bir bulanık gevşek tabanlı ölçü (SBM) geliştirmişlerdir. Bulanık SBM modellerini Saati ve ark. (2002) geliştirdiği yaklaşımı kullanarak LP probleme dönüştürmüşlerdir. Üstelik Jahanshahloo ve ark. (2004a) metodu ile modellerini karşılaştırmış ve ileri sürdükleri modelin avantajlarını gözler önüne sermişlerdir. Hatami-Marbini ve ark. (basılmakta) eşdeğer KVB'lerin etkinlik değerlendirmesi için Saati ve ark.(2002)'nin  $\alpha$ -seviye yaklaşımını kullanarak ek bir bulanık VZA modeli sunmuşlardır. Liu (2008) bazı gözlemlerin bulanık sayılar olduğu durumlarda güvence alanı (AR) olan etkinlik ölçümlerini bulmak için bir bulanık VZA metodu geliştirmiştir. Bulanık VZA/AR modelini bir çift parametrik matematik programına dönüştürmek için  $\alpha$ -seviye yaklaşımı ve Zadeh'in genişleme prensibini (Zadeh L. A., 1978), (Zimmerman, 1996) uygulamıştır ve KVB'lerin etkinlik puanı alt ve üst sınırlarını geliştirmiştir. Etkinliğin üyelik fonksiyonu farklı olasılık seviyeleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Dolayısıyla bulanık sayıları sıralamak ve kesin değerleri hesaplamak için Chen ve Klein (1997)'in metodunu kullanmıştır. Jahanshahloo ve ark. (2009a), Liu (2008) modeli üzerinde bazı düzeltmeler yapmıştır. Liu ve Chuang (2009), Liu (2008) bulanık VZA/AR modelini uygulamış ve Kao ve Liu (2000b) metoduna dayanarak Tayvan'daki 24 üniversite kütüphanesi performansını değerlendirmiştir. Entani ve ark. (2002) iyimser ve kötümser açıdan elde edilen etkinliklerden oluşan bir aralık etkinliği ile bir VZA modeli sunmuşlardır. Ayrıca bu yaklaşımı  $\alpha$ -seviye

kümelerini kullanarak bulanık girdi ve çıktı verileri için geliştirmişlerdir. Bulanık VZA metodu dört aşamalı bir yapı tarafından işlenen kesin ve dilsel değişkenler içermiştir. Liu ve ark. (2007) ürün dizayn değerlendirilmesinde ağırlık indekslerindeki bulanık ve eksik bilgilerle baş etmek için geliştirilmiş bir bulanık VZA modeli üzerinde değişiklikler yapmışlardır. Bulanık bilgiyi ikizkenar yamuk şeklinde bulanık sayılara dönüştürmüş ve indeks ağırlığı üzerine eksik bilgiler kısıtlar olarak kararlaştırmışlardır. Bulanık VZA modellerini bir geleneksel kesin VZA modeller ailesine dönüştürebilmek için  $\alpha$ -seviye yaklaşımını kullanmışlardır.

Allahviranloo ve ark. (2007) VZA'daki kesin olmayan bilgiler ile baş edebilmek için bulanıklık kavramını ortaya çıkarmışlardır.  $\alpha$ -seviye yaklaşımı kullanarak KVB'lerin üst ve alt bağıl etkinlik puanlarını hesaplamak amacıyla ölçeğe göre sabit getiri ile bulanık ürün olasılık setini ileri sürmüşlerdir. Hosseinzadeh Lotfi ve ark. (2007c), Sueyoshi (1999)'nin ileri sürdüğü VZA-diskriminant analiz metodunu kesin olmayan çevrede uygulamışlardır. İlk olarak, Sueyoshi'nin modeli üzerinde kesin veriler ile değişiklik yapmış ve sonra  $\alpha$ -seviye yaklaşımı konseptine dayalı bulanık girdi ve çıktıları geliştirmişlerdir. Karsak (2008), esnek üretim sistemlerinde kesin, ordinal ve bulanık girdi ve çıktıları değerlendirebilmek için etkinlik puanları üyelik fonksiyonunun  $\alpha$ -seviyesinin iyimser (üst sınır) ve kötümser (alt sınır) sınırlarını belirleyerek Cook ve ark.(1996) modelini genişletmiştir. Azadeh ve ark. (2008) bulanık girdi ve çıktılarda kesin veri yerine girdi ve çıktıların üçgensel formunu kullanmıştır ve güç üretim sektörüne yaptıkları uygulamalarla belirsizlik olan KVB'lerin etkinlik puanlarını hesaplayan bir bulanık VZA modeli ileri sürmüşlerdir.  $\alpha$ -seviye yaklaşımını kullanarak bulanık CCR modelini bir çift parametrik modele dönüştürmüş ve değişken  $\alpha$ -değeri için etkinlik alt ve üst sınırlarını bulmuşlardır. Bulanık VZA literatürüne olan katkıları etkinliklerin kesin ölçümü değil de üyelik fonksiyonlarının geliştirilmesi yönünde olmuştur. Bulanık VZA modelini geleneksel kesin VZA modellerine dönüştürürken  $\alpha$ -seviye kullanmışlardır. Ayrıca Azadeh ve Alem (2010) bu (Azadeh ve ark., 2008) bulanık VZA metodunu Wu ve Olson (2008)'dan alınan tedarikçi seçim problemi için de kullanmıştır. Noura ve Saljooghi (2009), farklı  $\alpha$ -değerlerde KVB'lerin aralık etkinlik puanlarının sıralamasında bağdaşan ve istikrarlı durumlar sağlamak için, maksimum entropi prensibine dayanan bulanık VZA'da ağırlık fonksiyonunun belli bir sınıfının bir üstüne çıkarılmasını önermişlerdir. Wang ve ark. (2009b) sinir ağı sınıflandırması için kendini örgütleyen bir harita ile bir bulanık VZA-Neural yaklaşımı ortaya koymuşlardır. Modellerinde, etkinlik puanlarının üst ve alt sınırlarını farklı olabilirlik seviyelerinde kullanmışlardır. Hosseinzadeh Lotfi ve ark. (2009a) bulanık CCR modelini bulanık, sıralı ve kesin veri açısından çözümlmek için iki metod geliştirmiştir. İlk metodlarında bulanık veriyi kesin değere dönüştürmek için analog bir fonksiyon kullanmışlardır. İkinci yaklaşımda, KVB'lerde aralık



etkinlik puanı elde edebilmek için Kao (2006) metoduna dayalı  $\alpha$ -seviye yaklaşımını uygulamışlardır. Zerafat Angiz ve ark. (2010a) bulanık sıralama yaklaşımı, berraklaştırma (defuzzification) yaklaşımı, tolerans yaklaşımı ve  $\alpha$ -seviye yaklaşımların avantajları ve eksik yanlarını göstermiştir. Girdi ve çıktıların üyelik fonksiyonlarını en üst seviyeye çıkararak modelin bulanıklığını tespit etmek için  $\alpha$ -seviye yaklaşımı ileri sürmüşlerdir. Ayrıca sonuçlarını Saati ve ark. (2002) sonuçları ile karşılaştırmışlardır.

### 2.4.3. Bulanık Sıralama Yaklaşımı

Bulanık VZA literatüründe bir diğer dikkat çeken teknik de bulanık sıralama yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda ana fikir, bulanık kümeler sıralaması gerektiren bulanık doğrusal programları kullanan KVB'lerin bulanık etkinlik puanlarını bulmaktır. Etkinlik ölçümünün bulanık sıralama yaklaşımı ilk olarak Guo ve Tanaka (2001) tarafından geliştirilmiştir. Önceden tanımlanan bir olasılık seviyesi ve bulanık sayılar için karşılaştırma yöntemi kullanılarak içerisindeki bulanık kısıtların (bulanık eşitlikler ve bulanık eşitsizlikler de dahil) kesin kısıtlara dönüştürüldüğü bir bulanık CCR modeli tasarlamışlardır.

Guo ve Tanaka (2001) metodu  $\alpha$ -seviye yaklaşımları içerisinde de sınıflandırılabilir. Guo ve Tanaka (2008) daha önceki Guo ve Tanaka (2001) çalışmalarını genişletmiş ve bir küme KVB'nin amaç sıralaması için çoklu niteliği olan bulanık değerleri birleştirerek bir bulanık yığın modeli sunmuşlardır. Guo (2009) Çin'deki bir restoran lokasyonu sorunu örnek vakası için Guo ve Tanaka (2001) bulanık VZA modelini Guo ve Tanaka (2008) bulanık yığın modeli ile birleştirerek uygulamada bir adım daha ileriye gitmiştir. Sanei ve ark. (2009), Cooper ve ark. (2001)'in duyarlılık analizi modelini bulanık veriler ile kullanmış ve farklı  $\alpha$ -değerlerde istikrar yarıçapını belirleme üzerine kendi bulanık modellerini geliştirmek için Guo ve Tanaka (2001) yaklaşımını uygulamışlardır. Guo ve Tanaka (2001) yaklaşımına benzer olarak Leon ve ark. (2003) da  $\alpha$ -bulanık BCC modeli geliştirmişlerdir. Ancak Guo ve Tanaka (2001) metodunda  $\alpha$ -bulanık etkinlik puanı her bir seviye olasılığından elde edilmektedir, oysa Leon ve ark. (2003) metodunda  $\alpha$ -kesin etkinlik puanı ya her bir olasılık seviyesinden ya da tümünden elde edilmektedir. Leon ve ark. (2003) bulanık eşitsizlikleri yorumlamada kullanılan sıralama metoduna bağlı iki farklı bulanık VZA modeli önermişlerdir. İlk model, tüm olasılık değerlerinden tüm KVB'ler için farklı değişkenlerin tüm olasılık değerlerinin gözetildiği KVB'nin kesin etkinlik puanını elde edebilmek için Ramik ve Rımanek(1985)'in sıralama metodunu kullanmıştır. Leon ve ark. (2003)'ün ikinci modeli, her bir  $\alpha \in [0,1]$  olasılık seviyesinde KVB etkinlik puanını hesaplamak için Tanaka ve ark.(1984)'nin sıralama metodunu kullanır. Ayrıca Leon ve ark.(2003) metodunu  $\alpha$ -seviye yaklaşımı içerisinde de sınıflandırabiliriz çünkü modellerinde  $\alpha \in [0,1]$  kullanmışlardır. Hatami-

Marbini ve ark. (2010b), Leon ve ark. (2003) yaklaşımını kullanarak KVB'leri en iyi ve en kötü olasılık bağıl etkinlik perspektifinden değerlendirerek  $\alpha$ -bulanık CCR modelini genişletmişlerdir. Bunun üzerine, tüm KVB'leri sıralamak için iki farklı etkinlik birleştirilerek bir yakınlık katsayı indeksi elde edilmiştir. Jahanshahloo ve ark. (2004a) girdi-çıkıtı verilerinin bulanık sayılar olduğu durumlarda VZA'daki aylak-tabanlı ölçüm modelini (SBM) çözmek için bir bulanık sıralama metodu ileri sürmüşlerdir. Saati ve Memariani (2006), Jahanshahloo ve ark. (2004a) tarafından ileri sürülen bulanık VZA'nın bazı eksikliklerini göstermiş ve metodlarına bazı düzeltmeler önermişlerdir. Molavi ve ark. (2005), Ramik ve Rımanek (1985)'in LR-bulanık sayılar sıralama metodunu kullanarak, CCR modelinin amaç fonksiyonları ve bulanık kısıtlarının kesin durumlara dönüştürüldüğü iki bulanık VZA modeli geliştirmişlerdir. Soleimani-damaneh ve ark. (2006) ise Kao ve Liu (2000a), Leon ve ark. (2003), Lertworasirikul ve ark. (2003a), Guo ve Tanaka (2001) ve Jahanshahloo ve ark. (2004a) modellerinin de içinde bulunduğu birkaç bulanık VZA modelinde hesaplamaya dayalı ve teorik eksiklikler olduğuna dikkat çekmiştir. Üstelik VZA'daki ikizkenar yamuk şeklindeki bulanık veriler için Yao ve Wu (2000) tarafından tasarlanan bulanık sayıları sıralama metodunu kullanarak bulanık bir BCC modeli ileri sürmüşlerdir. Hosseinzadeh Lotfi ve ark. (2007a) ikizkenar yamuk şeklindeki bulanık verileri, içerisinde bir bulanık sabit giderin tüm KVB'lere adil dağıtıldığı ve böylelikle etkinlik puanlarının değişmediği Jahanshahloo ve ark. (2004b) VZA metoduna uygulamıştır. Her bir bulanık sabitin üç kesin sabite dönüştürüldüğü bulanık modeli çözmek için bir bulanık sıralama metodunu kullanmışlardır. Hosseinzadeh Lotfi ve ark. (2007b) bulanık CCR modellerini üçgensel bulanık veri ile sunmak için Maleki (2002) doğrusal sıralama fonksiyonu metodunu benimsemişlerdir. Jahanshahloo ve ark. (2007a), üçgensel bulanık girdi ve çıktıları olan tüm KVB'lerde VZA temelli Malmquist verimlilik indeksi ile baş edebilme üzerine bir metod önermiştir. Bulanık doğrusal programlama modellerini bir grup geleneksel kesin VZA modeline dönüştürmek için Maleki (2002)'nin doğrusal sıralama fonksiyonu uygulamışlardır. Pal ve ark. (2007), kalite fonksiyon yayılımında, bulanık VZA ve  $\alpha$ -parametrik eşitsizlikler kullanmışlardır. Lai ve Hwang (1992) tarafından ileri sürülen bulanık CCR modeline dayalı metodu kullanmışlardır. Hosseinzadeh Lotfi ve Mansouri (2008), Sueyoshi (2001)'nin bulanık veri olarak ileri sürdüğü VZA-diskriminant analiz metodu üzerine düşünmüş ve bunu geliştirmişlerdir ve bulanık modellerini Maleki (2002) tarafından tasarlanan ve doğrusal sıralama fonksiyonunu kullanan  $\alpha$ -kesin modele dönüştürmüşlerdir. Zhou ve ark. (2008) gayrimenkul yatırımı programlarının etkinliğini değerlendirmek için bir bulanık VZA metodu geliştirmiştir. Modellerini çözmek için bulanık sayılar sıralaması uygulamış ve metodun çeşitliliğini kontrol etmek için "kısmen etkili kontrolör" geliştirmişlerdir. Noora ve Karami (2008), bulanık bir non-radyal VZA model kurmak için üçgensel bulanık veriyi benimsemiş ve bulanık doğrusal programlamayı kesin VZA modeline dönüştürmek için Maleki

ve ark. (2000) ileri sürdüğü bir sıralama fonksiyonu uygulamıştır. Jahanshahloo ve ark. (2008) bulanık gider etkinlik modelini geleneksel doğrusal programlama problemine dönüştürmek için Mahdavi-Amiri ve Nasseri (2006)'nin doğrusal sıralama fonksiyonunu kullanmıştır. Soleimani-Damaneh (2008) VZA da bulanık girdi-çıkıtı verileri ile bir bulanık ek model formüle edebilmek için bulanık belirtili aralık ve bulanık üst sınır konseptlerini kullanmıştır. Soleimani-Damaneh (2009), modelin amaç fonksiyonu için aralık-bazlı üst sınırın olduğunu göstermek için Soleimani-Damaneh (2008) tarafından ileri sürülen bulanık VZA modeli üzerinde bir teorem ortaya atmıştır. Hatami-Marbini ve ark. (2009) bulanık çevrede etkinlik puanlarını hesaplamak için bir bulanık VZA modeli öne sürmüştür. Asady ve Zendehnam (2007)'de ileri sürülen sıralama metodunu kullanmış ve KVB'lerin kapsamlı sıralamaları için kesin etkinlik puanları elde etmişlerdir. Kendi metodlarını Soleimani-damaneh ve ark. (2006) ve Leon ve ark. (2003) tarafından ileri sürülen bulanık VZA metodları ile karşılaştırmışlardır. Ayrıca modellerini bulanık verili on altı banka şubesine uygulamışlardır. Hatami-Marbini ve ark. (basılmakta(e)), bulanık VZA'da eş KVB'lerin etkinliğinin ölçülmesi için karar vericinin seçimlerinin de göz önünde bulundurulduğu etkileşimli bir değerlendirme işlemi tasarlamıştır. Jimenez (1996) bulanık sıralama metodunu uygulayarak bulanık parametrelerle bir doğrusal programlama modeli oluşturmuşlar ve farklı  $\alpha$  seviyelerden KVB'lerin bulanık etkinliğini hesaplamışlardır. Bunun üzerine, karar merci değerlendirmedeki her bir KVB için en çok tercih edilen bulanık hedefini belirler ve üzerinde değerlendirme yapılan bir Yager indeksi ile KVB'lerin sıralanma düzeni elde edilebilir.

Lertworasirikul (2002) tarafından tasarlanan “berraklaştırma yaklaşımı” (defuzzication) metodunda bulanık girdiler ve bulanık çıktılar ilk olarak kesin değerlere dönüştürülür. Bu kesin değerler daha sonra LP çözücü tarafından çözülebilecek olan geleneksel kesin VZA modelinde kullanılır. Dia (2004) bulanık aritmetik işlemlere ve bulanık sayıların sıralamasına dayanan alternatif bulanık bir VZA modeli geliştirmiştir. Modeli kesin VZA modeline dönüştürmek için bir bulanık hedef seviye kullanılmış ve bulanık sonuçlar, bulanık metodolojinin pratik ve sağlam yanlarını özetlenmiştir. Lee (2004) ve Lee ve ark. (2005) bulanık girdi ve çıktıları kesin değerler olarak berraklaştırarak ve geleneksel VZA modellerinde bunları kullanarak CCR ve BCC için bulanık VZA modelleri tasarlamıştır. Juan (2009) karma bir VZA modeli ve vaka temelli bir akıl yürütme modeli kullanarak iki aşamalı bir karar destek modeli tasarlamıştır. Bu yaklaşımda, Bojadziev ve Bojadziev (1997) tarafından önerilen ağırlık merkezi modeli (CGM) bulanık bilgiyi kesin bilgiye dönüştürmede ve geleneksel bir CCR modeli inşa etmede kullanılmıştır. Bagherzadeh valami (2009) üçgensel bulanık girdi fiyatlarıyla bir gider etkinlik modeli tasarlamış ve en az gider bulanık seti ile hedef KVB'nin üretim giderlerini karşılaştırmak için bir metod geliştirmiştir. Hosseinzadeh Lotfi ve ark. (2009b) tüm parametre ve karar değişkenlerinin bulanık

sayılar olduğu yerde bir KVB setini değerlendirmek için bir bulanık VZA modeli geliştirmiştir. Bulanık modellerini çoklu amaç LP modeline çevirmiş ve bir sözlük bilimi metodu kullanarak LP modelini çözmüşlerdir. Berraklaştırma yaklaşımı basittir fakat girdi ve çıktı değişkenlerindeki belirsizlik (örn: farklı  $\alpha$ -seviyelerdeki muhtemel değer dağılımı) etkili bir şekilde göz önünde bulundurulmamaktadır (Zerafat Angiz, Emrouznejad, & Mustafa, 2010a). Hatami-Marbini ve ark. (basımda(c)) bulanıklık etkinliğini elde etmek için içerisinde tüm girdi çıktı değer ve değişkenlerinin (ağırlık da dahil) bulanık sayılar olduğu bulanıklaştırılmış bir LP modeli kullanarak tamamıyla bulanık bir CCR modeli geliştirmiştir. Kolay olmasına rağmen berraklaştırma yaklaşımı VZA araştırmacıları ve uygulayanlar tarafından kullanılmamıştır. Berraklaştırma yöntemine talebin az olmasının neden belki de bu yaklaşımın girdi ve çıktıların bulanıklığının etkin bir şekilde göz ardı edilmesidir (Tlig ve Rebai, 2009).

#### 2.4.4. Olasılık Yaklaşımı

Olasılık teorisinin başlıca ilkeleri Zadeh (1978)'in bulanık küme teorisinde şekil almıştır. Zadeh (1978)'e göre  $\alpha$ -rastgele değişkenin  $\alpha$ -olasılık dağılımla ilişkili olması gibi  $\alpha$ -bulanık değişken de  $\alpha$ -olasılık dağılımı ile ilgilidir. Bulanık LP modellerde, bulanık katsayılar bulanık değişken gibi görülebilir ve kısıtlar bulanık olaylar gibi değerlendirilebilir. Nitekim bulanık durumların olasılıkları (yani bulanık kısıtlar) olasılık teorisi kullanılarak belirlenebilir. Dubois ve Prade (1988) olasılık teorisine kapsamlı bir bakış sağlamıştır. Guo ve ark. (2000) başlangıçta olasılık ve gereksinim ölçümlerine dayalı bir bulanık VZA modeli oluşturmuştur ve sonra Lertworasirikul (2002) ve Lertworasirikul ve ark. (2002a, 2002b) bulanık VZA modellerinde sıralama sorununu çözmek için “olasılık yaklaşımı” ve “güvenirlilik yaklaşımı” denilen iki yaklaşım tasarlamıştır. Olasılık ölçümleriyle birlikte bulanık hedeflerde belirsizliği ve bulanık kısıtları da göz önünde bulundurarak olasılık yaklaşımının hem iyi hem de kötü yanlarını ortaya koymuşlardır. Güvenirlilik yaklaşımlarında, bulanık VZA modeli güvenirlilik programlama VZA modeline dönüştürülür ve bulanık değişkenler güvenirlilik ölçümleri kullanılarak elde edilen “beklenen puanlar” ile yer değiştirir. Güvenirliğin matematiksel detayları Lertworasirikul ve ark. (2003b)'da bulunabilir. Lertworasirikul ve ark. (2003a, c) bulanık kısıtların bulanık durumlar gibi ele alındığı bir bulanık CCR modeli için bir olasılık yaklaşımı tasarlamıştır. Bulanık durumların olasılık ölçümlerini kullanarak bulanık VZA modelini bir olasılık LP problemine dönüştürmüşlerdir. Özel bir durumda, bulanık veri ikizkenar yamuk şeklinde bulanık sayılar olarak varsayılırsa, olasılık VZA modeli bir LP modeli haline gelir, bununla beraber tüm kısıtlar önceden kararlaştırılan olasılık seviyelerini verir.

Lertworasirikul ve ark. (2003b) bulanık BCC modellerini çözmek için olasılık ve güvenilirlik yaklaşımlarını daha da genişletmiştir. Olasılık BCC modellerini elde etmek için bulanık BCC modellerinin primal ve duallerine rastlantısal kısıtlama programı (CCP) konseptini ve bulanık durum olasılığını (bulanık kısıtlar) uygulamışlardır. Ayrıca bu yaklaşım, bulanık BCC'nin primal ve dual modelleri arasındaki ilişkiyi de açığa çıkarmaktadır. Olasılık yaklaşımları ile elde edilen primal ve dual modellere etkinlik, her bir KVB'ye verilen bir olasılık seviyesi için üst sınır ve alt sınır sağlamıştır. Daha sonra, güvenilirlik yaklaşımında, bulanık hedeflerdeki belirsiz ve bulanık kısıtlarla başa çıkmak için "beklenen puanlar" yerine bulanık değişkenler getirmişlerdir. Nitekim bulanık BCC modeli bir güvenilirlik programlama VZA modeline dönüşmüştür. Olası sıralamanın bir temsilcisi olarak güvenilirlik yaklaşımından her bir KVB için bir etkinlik puanı elde edilmiştir. Olasılık yaklaşımının tersine, güvenilirlik yaklaşımında karar vericinin herhangi bir parametre ya da sıralama bulanık etkinlik değeri belirlemesi gerekmemektedir. Garcia ve ark. (2005), meydana gelme, önem ve tespit indeksleri aracılığıyla belirlenen hata modlarını sıralamak için bir bulanık VZA modeli geliştirmişlerdir. Metodları uzmanların dikkate alınan indekslere daha önemli değerler atamada dilsel değişkenler kullanmasını sağlamıştır. Bulanık VZA problemlerini çözmek için Lertworasirikul ve ark. (2003a) olasılık yaklaşımını kullanmışlardır. Benzer bir şekilde, Wu ve ark. (2006) da Kanada'da bölgesel banka şubesi etkinlik analizinde sayısal ve dilsel değişkenlerle başa çıkabilmek için Lertworasirikul ve ark. (2003a) formülünü kullanmıştır.

Ramezanzadeh ve ark. (2005) rastlantısal kısıtlı programlama ile bir CCR modeli ileri sürmüş ve  $\alpha$ -seviye metodunu ve Cooper ve ark. (1996)'in ortalama varyans metodunu kullanarak rastlantısallığı gidermek amacıyla bulanık olasılık ölçümünü kullanmıştır. Jiang ve Yang (2007) bulanık bir rastlantısal kısıtlı güvenilirlik programlama VZA modeli tasarlamış ve bulanık programlamayı onay programlamaya çevirme üzerine bir prosedür belirlemiştir. Khodabakhshi ve ark. (2010) VZAda ölçek getirilerini belirlemek için bulanık ve stokastik iki alternatif ek model geliştirmiştir. Bulanık VZA modelini olasılık yaklaşımı temelinde, stokastik VZA modelini ise rastlantısal kısıtlı programlama temelinde geliştirmişlerdir. Wen ve Li (2009) güvenilirlik ölçümüne dayanan bulanık VZA modelini çözmek için bulanık simülasyona ve genetik algoritmaya entegre olan karma bir algoritma ileri sürmüştür. Yakın geçmişte, Wen ve ark. (2010) çalışmalarını CCR modeli çalışmalarını Liu (2004) tarafından sunulan güvenilirlik ölçümüne dayanan bir bulanık VZA modeline genişletmiştir. Bulanık girdi ve çıktılı tüm KVB'leri sıralamak için bulanık simülasyon ve genetik algoritma ile karma bir algoritma tasarlamışlardır.

#### 2.4.5. Bulanık VZA’da Yapılan Diğer Gelişmeler

Bu başlık altında bulanık sıralama yaklaşımı, tolerans yaklaşımı,  $\alpha$ -seviye yaklaşımı ya da olasılık yaklaşımı kategorilerine girmeyen bulanık VZA modelleri kullanarak yapılan çalışmalara değinilmiştir. Hougaard (1999) VZA’da bulanık aralıklara kullanılan teknik etkinlik puanlarını genişletmiştir ve bulanık puanların uzman fikri, önemli figürler vs. gibi diğer uygun performans bilgisi kaynaklarıyla karar vericinin teknik etkinlik puanlarını kullanmasına olanak sağladığını göstermiştir. Sheth ve Triantis (2003) bulanık bir çevrede etkinlik hedeflerini ölçme ve değerlendirme için bulanık bir hedef VZA çerçevesi geliştirmiştir. Etkinlik amaçları ile ilintili her bir bulanıklık kısıtlaması için bir üyelik fonksiyonu tanımlamış ve bu kısıtlamanın başarı derecesini sunmuşlardır. Hougaard (2005) etkinlik puanlarının bulanık üretim planları açısından basit bir tahmin geliştirmiştir. Bu yaklaşım bulanık LP tekniğinin kullanımını gerektirmemiş ve gerekli tüm hesaplamaların oldukça işletimsel şekilde yapılabildiği bir tabloda net bir ekonomik yorum sağlamıştır. Wang ve ark. (2005) aralık verileri, sıralı tercih bilgisi, bulanık veri ve bunların karışımı gibi belirsiz verilerle başa çıkmak için bir çift aralık VZA modeli geliştirmiştir. Bu metodta, etkinlik puanları aralık sayıları olarak elde edilmiş ve aralık sayılarını sıralamak için bir minimaks zarar yaklaşımı kullanılmıştır. Uemura (2006) bulanık logaritmik doğrusal analizden elde edilen bireysel çıktıların değerlendirmesi temeline dayanan bir bulanık hedef tasarlamış ve sonrasında VZA’da bulanık bir hedef ileri sürmüştür. Wang ve ark. (2009a) bulanık aritmetik aracılığıyla bulanık girdiler ve çıktılarla iki bulanık VZA modeli ileri sürmüştür, KVB’lerin etkinliklerini bulanık sayı olarak hesaplamak maksadıyla ileri sürülen her bir CCR modelini üç LP modeline dönüştürmüşlerdir. Buna ek olarak, KVB’lerin bulanık etkinliğini sıralamak için bir bulanık sıralama yaklaşımı geliştirmişlerdir.

Qin ve Liu (2009), bir değerlendirme sisteminde rastgelelik ve bulanıklığın aynı anda mevcut olduğu durumlarda ve bulanık rasgele verilerin bilinen olasılık ve olasılık dağılımı ile nitelendirildiği *bulanık rasgele girdiler ve çıktılar* ile bir bulanık rastgele VZA (BRVZA) modelleri sınıfı ileri sürmüştür. Ayrıca önerilen VZA’nın hedef fonksiyonunu değerlendirmek için karma bir genetik algoritma ve stokastik simülasyon yaklaşımı tasarlamışlardır. Qin ve Liu (2010) ile de Qin ve Liu (2009) metoduna benzer başka bir yaklaşım daha ileri sürmüşlerdir. Daha sonra eşdeğer stokastik programlama formlarına dönüşecek olan kısıt fonksiyonlarını ve hedefteki şans fonksiyonunu da göz önünde bulundurmuş ve karma bir genetik algoritma ve Monte Carlo simülasyon metodu ile çözümüne ulaşmışlardır. Zerafat Angiz ve ark. (2010b) bir grup karar verenin tercih sıralamalarını bir araya toplamak için bulanık çevrede VZA temelli alternatif bir sıralama yaklaşımı ileri sürmüştür. Metodlarını tercihli bir oylama sistemine dört aşamada uygulamışlardır. Veriyi sıralı bir bağıntı olarak ele almalarına rağmen bulanık üyelik fonksiyonu,

ideal alternatifi bulmak amacıyla bir dizi alternatifi sıralamak için aşama 1’de tanımlanmıştır. İkinci aşamada ideal çözüme ulaşmak için Zerafat Angiz ve ark. (2006) bulanık VZA modelini kullanmışlardır. Son iki aşamada, alternatifleri sıralamak için karşılaştırmalı değerlendirilmeden elde edilen öznel ağırlıkları kullanarak sonuçları tek bir puanda toplama metodunu tasarlamışlardır.

Hatami-Marbini, Tavana, Emrouznejad (2012), 2008-2009 yılları arası bulanık veri ile bulanık veri zarflama analizi ve Malmquist toplam faktör verimliliği indeksini kullanarak otuz sekiz adet hastanenin etkinliklerini karşılaştıran bir çalışma yapmıştır. Hastanelerin bulanık girdi ve çıktı verileriyle zamana dayalı etkinlik analizi yapılmıştır.

Emrouznejad, Rostamy-Malkhalifeh, Hatami-Marbini, Tavana, Aghayi (2011) overall profit Malmquist toplam faktör verimliliği indeksini aralık veri ve bulanık veri ile incelemiştir. Bu çalışmada, geleneksel MPI modeli belirsiz VZA modeli olarak formüle edilmiş ve girdi, çıktı ve ücret vektörlerinin bulanık ya da aralık olduğu durumlarda tüm MPI kazancını ölçmek için iki yeni metod ileri sürülmüştür. Bir sıralama metodu kullanarak geleneksel MPI modeli için bir bulanık versiyon geliştirilmiş ve modeli hazır bir VZA yazılım paketi ile çözülmüştür. Ayrıca, her bir KVB’nin tüm MPI kazancı için bir aralık belirlenmiş ve KVBleri tüm kazanç etkinliği aralığı ve Malmquist indekslerine göre altı gruba ayrılmıştır.

Jahanshaloo, Lotfi, Valami (2006) aralık veri ve bulanık veri ile aralık Malmquist toplam faktör verimliliğini kullanarak banka etkinliklerini incelemiştir.

Oruç, Güngör, Demiral (2009) bulanık veri kullanarak Saati-Memariani bulanık veri zarflama analizi kullanarak Türkiye’deki 24 üniversitenin 2006 yılı etkinlik ölçümlerini yapmışlardır.

Oruç, Güngör (2010) bulanık veri zarflama analizi modellerini aralık veriler için kıyaslama çalışması yapmıştır.

Lotfi, Ghasemi (2007), aralık veri ile Malmquist toplam faktör verimliliğini kullanarak Telekomünikasyon firmalarının etkinliklerini incelemiştir.

Sefeedpari, Rafiee, Akram (2012), bulanık veri zarflama analizi yaklaşımını kullanarak İran’daki çiftliklerden seçerek, yumurta üreten çiftliklerdeki enerji kullanımı etkinliğini hesaplamışlardır, girdi olarak; insan işgücü, makine, elektrik motor, çelik, galvanize demir, polietilen, fosil yakıtlar

(dizel ve kerosen), elektrik (kWh), yem (kg), tavuk (girdiler için MJ birim (1000 adet kuş) denkliğiyle hesaplanmıştır) çıktı olarak ise; yumurta (kg), gübre (kg) kullanmışlardır.

Sefeedpari, Rafiee, Akram, Mousavi-Avval (2012), İran'daki süt çiftliklerinin enerji kullanımı açısından bulanık veri zarflama analizi uygulayarak bulanık etkinlik skorlarıyla süt çiftliklerini sıralamışlardır, girdi olarak; fosil yakıtlar, elektrik, makine ve donanım, insan işgücü, yem ve su, çıktı ise hayvanlardan elde edilen süt ve gübre miktarı olarak alınmıştır.

Mugera (2013), veri setinin belirsizliği sebebiyle Pensilvanya'daki yirmi dokuz adet süt çiftliğinde bulanık veri zarflama analizi yaklaşımıyla etkinlik ölçmüşlerdir. Kullanılan girdi ve çıktılar, tarım arazisi, işgücü, inekler, çıktılar ise, süt üretimi ve tereyağ üretimi olarak alınmıştır.



## 2.5. ÇALIŞMADA UYGULANAN MODELLER

### 2.5.1. MODEL 1- Aralık Veri Zarflama Analizi ve Malmquist İndeks Uygulaması

Jahanshahloo-Lotfi ve Valami (2006) 'nin kullandığı aralık veri zarflama analizi, standart Veri Zarflama Analizi modelinden farklı olarak, bu aralık modellerde girdiler ve çıktılar net olarak bilinmemektedir, ancak gerçek girdi ve çıktı değerlerinin  $x_{ij} \in [x_{ij}^L, x_{ij}^U]$  ve  $y_{rj} \in [y_{rj}^L, y_{rj}^U]$  şeklinde kapalı ve sınırlı aralıkların içinde olduğu bilinmektedir. Geleneksel Malmquist İndeks, girdiler ve çıktıların kesin ölçümünü gerektirir. Malmquist İndeks uygulamasında karşılaşılan başlıca sorunlardan biri de gerçek dünyada gözlemlere dayalı olarak belirlenen verilerin kesin olmaması ya da belirsizliği ile bağlantılı olarak bazı girdi ve çıktı verilerinin belirlenmesinde yaşanan zorluklardır. Kesin olmayan ya da belirsiz veri belirlenemeyen, tamamlanmamış ya da elde edilemeyen bilgilerle ilgili olabilir. Belirsiz olan verinin ait olduğu aralığın alt ve üst sınır değeri bulunarak, aralık (sınırlandırılmış) veri olarak ifade edilebilir.

Belli bir KVB (o. KVB) için en kötü durum senaryosu (the worst case of  $DMU_o$ ) sırasıyla girdi ve çıktı için  $x_{io} = x_{io}^U$  ( $i = 1, \dots, m$ ) ve  $y_{ro} = y_{ro}^L$  ( $r = 1, \dots, s$ ) şeklinde olduğunda gerçekleşir. Benzer şekilde belli bir KVB (o.KVB) için en iyi durum senaryosu (the best case of  $DMU_o$ ) sırasıyla girdi ve çıktı için  $x_{io} = x_{io}^L$  ( $i = 1, \dots, m$ ) ve  $y_{ro} = y_{ro}^U$  ( $r = 1, \dots, s$ ) şeklinde olduğunda gerçekleşir. Bu durumda etkinlik ölçümü de aralık şeklinde ifade edilebilir. Aralık etkinliğin üst sınırı optimistik bakış açısından (en iyi senaryo), aralık etkinliğin alt sınırı ise pesimistik bakış açısından (en kötü senaryo) elde edilir.

KVB'ler için gerçek girdi ve çıktı değerlerinin aşağıdaki gibi sınırlı aralıklara dahil edilerek tanımlandığını varsayalım,

$$x_{ij}^t \in [x_{ij}^{t,L}, x_{ij}^{t,U}], \quad y_{rj}^t \in [y_{rj}^{t,L}, y_{rj}^{t,U}],$$

$$x_{ij}^{t+1} \in [x_{ij}^{t+1,L}, x_{ij}^{t+1,U}], \quad y_{rj}^{t+1} \in [y_{rj}^{t+1,L}, y_{rj}^{t+1,U}],$$

Gerçek değerlerin elemanı olduğu aralıkların alt ve üst sınır değerlerinin pozitif olduğu varsayılmaktadır. Burada  $x_{ij}^{t,L}, x_{ij}^t$  girdisinin t yılına ait alt sınır değerini ve  $x_{ij}^{t,U}, x_{ij}^t$  girdisinin t yılına ait üst sınır değerini göstermektedir. Aynı şekilde  $y_{rj}^{t,L}, y_{rj}^t$  çıktısının t yılına ait alt sınır değerini ve  $y_{rj}^{t,U}, y_{rj}^t$  çıktısının t yılına ait üst sınır değerini göstermektedir.

$DMU_o$  ( $KVB_k$ ) için girdi ve çıktı değerleri tam olarak bilinmezken, Malmquist Toplam Faktör Verimliliği değeri ve bileşenleri de tam olarak hesaplanamaz. Gerçek girdi ve çıktı değerleri alt ve üst

sınırları bilinen aralığa dahilken, Malmquist Toplam Faktör Verimliliği ve kendisini oluşturan bileşenlerin (etkinlik değerleri) değerleri için de alt ve üst etkinlik değerleri bulunur ve alt ve üst sınırı olan kapalı ve sınırlı aralıkların elemanı olurlar. Etkinlik skorlarının değerleriyle oluşan Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksinin sonucu da dolayısıyla alt ve üst sınırı olan kapalı ve sınırlı aralığın elemanı olur. Malmquist için de en kötü ve en iyi durum senaryosu altında bulunan değerler arasında gerçek değer hesaplanmış olur. Buna aralık verimlilik indeksi (interval productivity index) adı verilir.

Aralık verimlilik indeksi hesaplanırken iki ayrı zaman periyodu (2 single period) ve iki birleşik/çapraz (cross) zaman periyodu (2mixed period) ölçümü kullanılır. İki ayrı zaman periyodu etkinlikleri sırasıyla  $t$  yılı ve  $t+1$  yılı etkinlik skorları  $D_o^t(t)$  ve  $D_o^{t+1}(t+1)$  şeklinde gösterilir.  $t$  ve  $t+1$  yılına ait etkinlik skorları daha önce anlatıldığı üzere sırasıyla alt ve üst sınırları aşağıda formülizasyonu verilmiş pesimistik ve optimistik bakış açısıyla bulunmuş  $[D_o^{t,L}(t), D_o^{t,U}(t)]$  ve  $[D_o^{t+1,L}(t+1), D_o^{t+1,U}(t+1)]$  aralıklarının içinde yer alır.

$$D_o^{t,U}(t) = \text{Min } \theta$$

$$\sum_{j=0, j=1}^n \lambda_j x_{ij}^{t,U} + \lambda_o x_{io}^{t,L} \leq \theta x_{io}^{t,L} \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=0, j=1}^n \lambda_j y_{rj}^{t,L} + \lambda_o y_{ro}^{t,U} \geq y_{ro}^{t,U} \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n$$

Modelden anlaşılacağı gibi  $D_o^{t,U}(t)$ ,  $DMU_o$  için etkinlik skorunun üst sınırını (en iyi durum senaryosundan elde edilecek olan en yüksek etkinlik) belirtir.

Aşağıdaki model ise  $DMU_o$  için alt sınır etkinlik değerini üretmektedir;

$$D_o^{t,L}(t) = \text{Min } \theta$$

$$\sum_{j=0, j=1}^n \lambda_j x_{ij}^{t,L} + \lambda_o x_{io}^{t,U} \leq \theta x_{io}^{t,U} \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=0, j=1}^n \lambda_j y_{rj}^{t,U} + \lambda_o y_{ro}^{t,L} \geq y_{ro}^{t,L} \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n$$

$D_o^{t,L}(t)$ ,  $DMU_o$  için etkinlik skorunun alt sınırını (en kötü durum senaryosundan elde edilecek olan en yüksek etkinlik) belirtir.

$D_o^{t,L}(t)$ ,  $DMU_o$  için muhtemel etkinlik skorunun bulunduğu aralığın alt sınırını bulur ve etkinlik skorunun en kötü durum senaryosundan çıkacak skor (the worst case of efficiency score) adını alır. Yukarıda anlatılan modeller her KVB için etkinlik skorunun elemanı olduğu  $[D_o^{t,L}(t), D_o^{t,U}(t)]$  şeklinde sınırlı bir

aralık üretir. Muhtemel etkinlik skoru en kötü senaryo sonucundan en iyi senaryo sonucuna doğru uzanan etkinlik skorlarının bulunduğu bu aralığın içindedir. (Jahanshahloo, Lotfi, & Valami, 2006).

Benzer şekilde yukarıda etkinlik skorlarının alt ve üst sınırlarının formülünün verildiği modellerde t yerine t+1 yazarak t+1 yılı için etkinlik skorunun alt ve üst sınırını bulabiliriz.

Ancak t ve t+1 yılı için Malmquist Toplam Faktör Verimliliği hesaplarken çapraz etkinliklere de ihtiyaç duyulmaktadır. Daha önce bahsedilen t ve t+1 yılı için çapraz (cross/two mixed period measures) etkinlik skorları da benzer şekilde alt ve üst sınırı olan kapalı ve sınırlı bir aralığın elemanı şeklinde bulunur. En iyi ve en kötü durum senaryosu altında t ve t+1 yılını beraber ele alan çapraz etkinlikler için üst sınır ve alt sınır bulunur;

$D_o^t(t+1) \in [D_o^{t,L}(t+1), D_o^{t,U}(t+1)], D_o^{t+1}(t) \in [D_o^{t+1,L}(t), D_o^{t+1,U}(t)]$  olmak üzere;

$$D_o^{t+1,L}(t) = \text{Min}\theta$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}^{t+1,L} \leq \theta x_{io}^{t,U} \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^{t+1,U} \geq y_{ro}^{t,L} \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n$$

ve

$$D_o^{t+1,U}(t) = \text{Min}\theta$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}^{t+1,U} \leq \theta x_{io}^{t,L} \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^{t+1,L} \geq y_{ro}^{t,U} \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n$$

(Jahanshahloo, Lotfi, & Valami, 2006).

Benzer şekilde yukarıda  $D_o^{t+1}(t)$  (t yılının t+1 yılına göre çapraz etkinliği/cross efficiency) çapraz etkinlik skorunun alt ve üst sınırlarının formülünün verildiği modellerde t yerine t+1, t+1 yerine de t yerleştirilerek t+1 yılının t yılına göre çapraz etkinliği  $D_o^t(t+1)$  için etkinlik skorunun alt ve üst sınırını bulan modeller elde edilir.

Bu şekilde t ve t+1 yılına ait etkinlik skorları alt ve üst sınırları, t yılının t+1 yılına göre, t+1 yılının t yılına göre çapraz etkinlik skorlarının alt ve üst sınırlarını bulan modeller verilmiştir.

Sonuç olarak,  $KVB_o(DMU_o)$  için malmquist toplam faktör verimlilik indeksinin alt ve üst sınır değerlerini;

$$M_o^L = \left[ \frac{D_o^{t,L}(t+1)}{D_o^{t,U}(t)} * \frac{D_o^{t+1,L}(t+1)}{D_o^{t+1,U}(t)} \right]^{1/2}$$

$$M_o^U = \left[ \frac{D_o^{t,U}(t+1)}{D_o^{t,L}(t)} * \frac{D_o^{t+1,U}(t+1)}{D_o^{t+1,L}(t)} \right]^{1/2}$$

şeklinde ifade edebiliriz,  $M_o \in [M_o^L, M_o^U]$  olması, spesifik bir  $KVB_o(DMU_o)$  için o KVB'ye ait aralık toplam faktör verimliliği indeksinin (bounded interval productivity)  $[M_o^L, M_o^U]$  elde edilmesini sağlar. Olası malmquist verimlilik indeksi değeri en kötü senaryo ve en iyi senaryo altında elde edilmiş alt ve üst sınır değerleriyle belirlenmiş kapalı ve sınırlı aralığın içinde yer alır, ayrıca belirtmek gerekir ki  $M_o \neq M_o^L$  ve  $M_o \neq M_o^U$  'dir. Malmquist Toplam Faktör verimliliği indeksinin orjinal halinde olduğu gibi burada da  $M_o^L > 1$  olduğunda verimlilikte artış (indicates a progress),  $M_o^U < 1$  olduğunda ise t yılından t+1 yılına verimlilikte azalış (indicates a regress in productivity) olduğu söylenir, diğer durumlar için bir yorum yapılamaz (Jahanshahloo, Lotfi, & Valami, 2006), (Lotfi & Ghasemi, 2007).

Sürekli bir üyelik fonksiyonuna sahip  $DMU_j(KVB_j)$  için  $\tilde{x}_{ij}$  ve  $\tilde{y}_{rj}$  i. girdi ve r. çıktıyı gösteren bulanık sayılar olsun.  $\alpha$ -kesim kümesi  $\tilde{x}_{ij}$  ve  $\tilde{y}_{rj}$  bulanık sayılarının elemanı olduğu aralıklar sırasıyla  $[x_{ij,\alpha}^L, x_{ij,\alpha}^U]$  ve  $[y_{ij,\alpha}^L, y_{ij,\alpha}^U]$  şeklindedir,  $x_{ij,\alpha}^L$  ve  $y_{ij,\alpha}^L$   $\alpha$ -kesim kümelerinin alt sınır değerleri,  $x_{ij,\alpha}^U$  ve  $y_{ij,\alpha}^U$   $\alpha$ -kesim kümelerinin üst sınır değerlerini göstermektedir ve sonlu (finite) oldukları kabul edilir. Belli bir aralığa ait  $\alpha \in (0,1]$  için  $DMU_j(KVB_j)$ 'nin gerçek i.girdi ve r.çıkıtısı şu şekilde ifade edilir;  $x_{ij} \in [x_{ij,\alpha}^L, x_{ij,\alpha}^U]$  ve  $y_{ij} \in [y_{ij,\alpha}^L, y_{ij,\alpha}^U]$ .

Bu durumda bulanık veri ile Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi hesaplamaları için aralık veri ile toplam faktör verimliliği için kullanılan model uygulanabilir, çünkü burada da çeşitli  $\alpha$  kesimleriyle ( $\alpha \in (0,1]$ ) girdi ve çıktı değerlerinin elemanı olduğu alt sınır ve üst sınırlar elde edilerek bu elemanlar bu kapalı ve sınırlı aralıkların elemanı olacaktır, bulanık sayılardan oluşan alt ve üst sınırları t yılı, t+1 yılı etkinlikleri, t-t+1 ve t+1-t yılının çapraz etkinlikleri için anlattığımız formülüzasyonda kullanarak bulanık veri ile çeşitli  $\alpha \in (0,1]$  seviyelerinde Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi hesaplayabiliriz. Aralık veri bulanık verinin  $\alpha = 0$  değerini almış halidir, aralık veri ile kullanılan aralık veri zarflama analizi modeli ve toplam faktör verimliliği indeksi modelleri  $\alpha$ -kesim yöntemiyle elde edilen bulanık sayılar içinde kullanılabilir böylece çeşitli  $\alpha$  seviyelerine göre etkinlik ve toplam faktör verimliliği optimistik ve pesimistik sonuçlarına ulaşılır.

**Örnek 1:** 5 KVB'li t yılı ve t+1 yılı için nümerik bir örnekle aralık etkinliği ve toplam faktör verimliliğini aralık veriler ( $\alpha = 0$ ) ve bulanık veriler ( $\alpha \in (0,1]$ ) için hesaplayalım;

Tablo 6: t Yılına Ait Girdi-Çıktı Verileri

KVB	y1j	y2j	x1j	x2j
1	(12,15,18)	(15,18,21)	(2,4,6)	(6,8,10)
2	(9,12,15)	(21,24,27)	(8,10,12)	(12,14,16)
3	(6,9,12)	(27,30,33)	(12,14,16)	(20,22,24)
4	(21,24,27)	(30,33,36)	(4,6,8)	(22,24,26)
5	(3,6,9)	(36,39,42)	(20,22,24)	(16,18,20)

Tablo 7: t+1 Yılına Ait Girdi-Çıktı Verileri

KVB	y1j	y2j	x1j	x2j
1	(8,10,12)	(10,12,14)	(3,6,9)	(9,12,15)
2	(6,8,10)	(14,16,18)	(12,15,18)	(18,21,24)
3	(4,6,8)	(18,20,22)	(18,21,24)	(30,33,36)
4	(14,16,18)	(20,22,24)	(6,9,12)	(33,36,39)
5	(2,4,6)	(24,26,28)	(30,33,36)	(24,27,30)

Tablo 8: Verilerin  $\alpha$ -Kesim Kümeleri, t Yılı

KVB	y1j	y2j	x1j	x2j
1	$(12 + 3\alpha, 18 - 3\alpha)$	$(15 + 3\alpha, 21 - 3\alpha)$	$(2 + 2\alpha, 6 - 2\alpha)$	$(6 + 2\alpha, 10 - 2\alpha)$
2	$(9 + 3\alpha, 15 - 3\alpha)$	$(21 + 3\alpha, 27 - 3\alpha)$	$(8 + 2\alpha, 12 - 2\alpha)$	$(12 + 2\alpha, 16 - 2\alpha)$
3	$(6 + 3\alpha, 12 - 3\alpha)$	$(27 + 3\alpha, 33 - 3\alpha)$	$(12 + 2\alpha, 16 - 2\alpha)$	$(20 + 2\alpha, 24 - 2\alpha)$
4	$(21 + 3\alpha, 27 - 3\alpha)$	$(30 + 3\alpha, 36 - 3\alpha)$	$(4 + 2\alpha, 8 - 2\alpha)$	$(22 + 2\alpha, 26 - 2\alpha)$
5	$(3 + 3\alpha, 9 - 3\alpha)$	$(36 + 3\alpha, 42 - 3\alpha)$	$(20 + 2\alpha, 24 - 2\alpha)$	$(16 + 2\alpha, 20 - 2\alpha)$

Tablo 9: Verilerin  $\alpha$ -Kesim Kümeleri, t+1 Yılı

KVB	y1j	y2j	x1j	x2j
1	$(8 + 2\alpha, 12 - 2\alpha)$	$(10 + 2\alpha, 14 - 2\alpha)$	$(3 + 3\alpha, 9 - 3\alpha)$	$(9 + 3\alpha, 15 - 3\alpha)$
2	$(6 + 2\alpha, 10 - 2\alpha)$	$(14 + 2\alpha, 18 - 2\alpha)$	$(12 + 3\alpha, 18 - 3\alpha)$	$(18 + 3\alpha, 24 - 3\alpha)$
3	$(4 + 2\alpha, 8 - 2\alpha)$	$(18 + 2\alpha, 22 - 2\alpha)$	$(18 + 3\alpha, 24 - 3\alpha)$	$(30 + 3\alpha, 36 - 3\alpha)$
4	$(14 + 2\alpha, 18 - 2\alpha)$	$(20 + 2\alpha, 24 - 2\alpha)$	$(6 + 3\alpha, 12 - 3\alpha)$	$(33 + 3\alpha, 39 - 3\alpha)$
5	$(2 + 2\alpha, 6 - 2\alpha)$	$(24 + 2\alpha, 26 - 2\alpha)$	$(30 + 3\alpha, 36 - 3\alpha)$	$(24 + 3\alpha, 30 - 3\alpha)$

Tablo 10: t Yılı  $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Alt Sınır Etkinlik Skorları

$D_t^L(t)$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
1	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,38	0,45	0,54	0,64	0,76
3	0,32	0,38	0,44	0,52	0,61
4	0,36	0,51	0,69	0,93	1,00
5	0,51	0,60	0,71	0,83	0,96

Tablo 11: t Yılı  $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Üst Sınır Etkinlik Skorları

$D_t^U(t)$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00	0,90	0,76
3	1,00	0,94	0,81	0,70	0,61
4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96

Tablo 12: t+1 Yılı  $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Alt Sınır Etkinlik Skorları

$D_{t+1}^L(t+1)$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
1	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,38	0,45	0,54	0,64	0,76
3	0,32	0,38	0,44	0,52	0,61
4	0,36	0,51	0,69	0,93	1,00
5	0,51	0,60	0,71	0,83	0,96

Tablo 13: t+1 Yılı  $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Üst Sınır Etkinlik Skorları

$D_{t+1}^U(t+1)$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00	0,90	0,76
3	1,00	0,94	0,81	0,70	0,61
4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,89

Tablo 14: t-t+1 Yılı  $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Alt Sınır Çapraz Etkinlik Skorları

$D_t^L(t+1)$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
1	0,19	0,24	0,29	0,36	0,44
2	0,17	0,20	0,24	0,29	0,34
3	0,14	0,17	0,20	0,23	0,27
4	0,16	0,22	0,30	0,37	0,44
5	0,23	0,27	0,31	0,37	0,43

Tablo 15: t-t+1 Yılı  $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Üst Sınır Çapraz Etkinlik Skorları

$D_t^U(t+1)$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
1	1,58	1,17	0,86	0,62	0,44
2	0,65	0,55	0,47	0,40	0,34
3	0,49	0,42	0,36	0,31	0,27
4	1,14	0,89	0,71	0,56	0,44
5	0,63	0,56	0,50	0,45	0,40

Tablo 16: t+1-t Yılı  $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Üst Sınır Çapraz Etkinlik Skorları

$D_{t+1}^U(t)$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
1	8,02	5,92	4,33	3,14	2,25
2	3,30	2,79	2,37	2,02	1,71
3	2,48	2,12	1,83	1,58	1,36
4	5,79	4,53	3,57	2,83	2,25
5	3,40	3,04	2,74	2,47	2,17

Tablo 17: t+1-t Yılı  $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Alt Sınır Çapraz Etkinlik Skorları

$D_{t+1}^L(t)$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
1	0,96	1,20	1,48	1,83	2,25
2	0,84	1,01	1,21	1,44	1,71
3	0,72	0,85	1,00	1,17	1,36
4	0,80	1,14	1,51	1,88	2,25
5	1,16	1,36	1,59	1,86	2,17

Tablo 18: 5 KVB için Aralık Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi Sonuçları Alt Sınır Değerleri

	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
DMU/KVB	$M^L$	$M^L$	$M^L$	$M^L$	$M^L$
1	0,15	0,20	0,26	0,34	0,44
2	0,14	0,18	0,23	0,32	0,44
3	0,14	0,18	0,24	0,33	0,44
4	0,10	0,16	0,23	0,34	0,44
5	0,19	0,23	0,29	0,35	0,44

Tablo 19: 5 KVB için Aralık Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi Sonuçları Üst Sınır Değerleri

	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
DMU/KVB	$M^U$	$M^U$	$M^U$	$M^U$	$M^U$
1	1,31	0,99	0,68	0,58	0,44
2	1,44	1,10	0,78	0,62	0,44
3	1,45	1,11	0,75	0,60	0,44
4	2,00	1,25	0,74	0,57	0,44
5	1,03	0,82	0,62	0,54	0,44

$\alpha = 0$  değerleri aralık veri ile hesaplanan malmquist toplam faktör verimliliği indeksinin değerlerini verirken  $\alpha \in (0,1]$  değerleri bulanık veriyle hesaplanan malmquist toplam faktör verimliliği indeksinin sonuçlarıdır, yukarıda verilen modellerle çözülen örnekte t yılına, t+1 yılına ait tüm etkinlik skorları ve

t ve t+1 yılının çapraz etkinlik sonuçlarının alt ve üst sınırlarının aralık değerleri ve çeşitli  $\alpha$  kesimlerine göre bulanık değerleri hesaplanarak sonuçlar tablo ile gösterilmiştir.

Bu çalışmada otuz dört OECD ülkesi için her bir girdi ve çıktıya ait alt sınır değeri, ortalama değer ve üst sınır değeri hesaplandıktan sonra veri setindeki eksik/elde edilememiş veriler yerine aralık ve bulanık veriler konularak Model 1’de anlatılan algoritma uygulanmıştır. Algoritmalar Excel’in bir eklentisi olan solver studio’da kodlanarak, VBA kodu yardımıyla veri setine 1990-2013 döneminde uygulanarak etkinlik skorları ve malmquist Toplam faktör verimlilik sonuçları elde edilmiştir.

Veri setindeki eksik verilerin yerine alt sınır değerinin ve üst sınır değerinin konulmasıyla bulunan pesimistik ve optimistik etkinlik sonuçları tüm  $\alpha$  değerlerine göre hesaplanmıştır. Aynı şekilde çapraz etkinlik skorları ve yıllara ait etkinlik skorları kullanılarak pesimistik ve optimistik bakış açısıyla malmquist indeks hesaplamaları tüm yıllar ve ülkeler için yapılmıştır, malmquist indeks sonuçları EK 1’de gösterilmiştir.

### 2.5.2. MODEL 2- Saati-Memariani-Jahanshahloo Bulanık Veri Zarflama Analizi ve Malmquist İndeks Uygulaması

Saati-Memariani-Jahanshahloo (2002) VZA modeli bulanık girdi ve çıktı verilerinin üçgen üyelik fonksiyonuna sahip olduğu aralık ve kesin veriler için geliştirilmiş 2 aşamalı bir modeldir.

#### 1.Aşama:

Bulanık girdi-çıkıtı verilerinin  $\alpha$ -kesim kümeleri oluşturularak,  $\mu \geq \alpha$ ’daki alt ve üst sınırları belirlenir. Bulanık verinin oluşturulması bölümünde  $\alpha$ -kesim yöntemiyle bulanık sayı oluşturulması gösterilmiştir.

Buradan, k. KVB için girdiye yönelik CCR modeli aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$(E_k)_\alpha = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$$

Kısıtlar;

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

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\alpha x_{ij}^M + (1 - \alpha) x_{ij}^L \leq x_{ij} \leq \alpha x_{ij}^M + (1 - \alpha) x_{ij}^U, \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

$$\alpha y_{rj}^M + (1 - \alpha) y_{rj}^L \leq y_{rj} \leq \alpha y_{rj}^M + (1 - \alpha) y_{rj}^U, \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m$$



$$j = 1, 2, \dots, n$$

$$v_i, u_r \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m$$

## 2.aşama:

Hem girdi-çıktı miktarları hem de girdi ve çıktılara verilecek ağırlıklar bilinmediği için doğrusal olmayan VZA modeli, çıktılar için  $\bar{y}_{rj} = u_r y_{rj}$  ve  $\bar{x}_{ij} = v_i x_{ij}$  tanımlamaları ile değişken dönüşümleri yapılarak doğrusal VZA modeline çevrilebilir.

k.KVB için girdiye yönelik CCR modeli t yılı için aşağıdaki gibi yazılır:

$$(\widetilde{E})_{k(\alpha),t}^t(\bar{x}_k^t, \bar{y}_k^t) = \max \sum_{r=1}^s \bar{y}_{rk}^t$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^m \bar{x}_{ik}^t = 1$$

$$\sum_{r=1}^s \bar{y}_{rj}^t - \sum_{i=1}^m \bar{x}_{ij}^t \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$v_i [\alpha x_{ij}^{Mt} + (1 - \alpha) x_{ij}^{Lt}] \leq \bar{x}_{ij}^t \leq v_i [\alpha x_{ij}^{Mt} + (1 - \alpha) x_{ij}^{Ut}]$$

$$u_r [\alpha y_{rj}^{Mt} + (1 - \alpha) y_{rj}^{Lt}] \leq \bar{y}_{rj}^t \leq u_r [\alpha y_{rj}^{Mt} + (1 - \alpha) y_{rj}^{Ut}]$$

$$v_i, u_r \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m$$

(Saati, Memariani & Jahanshahloo, 2002).

Önerilen model amaç fonksiyonunu maksimize etmek için herhangi bir  $\alpha$  kesiminde,

$[\bar{y}_{rk} = u_r (y_{rk})_{\alpha}^U, \bar{x}_{ik} = v_i (x_{ik})_{\alpha}^L]$  ve  $[\bar{y}_{rj} = u_r (y_{rj})_{\alpha}^L, \bar{x}_{ij} = v_i (x_{ij})_{\alpha}^U, j \neq 0]$  değerlerine ulaşılmasına izin vermektedir.

Benzer şekilde k.KVB için girdiye yönelik CCR modeli t+1 yılı için, t yerine t+1 yazılarak elde edilir.

Saati, Memariani, ve Jahanshahloo (2002) 'nin geliştirdiği bulanık modelin Hatami, Marbini ve Emrouznejad (2012) tarafından Malmquist İndekse uyarlanmış hali aşağıda açıklanmaktadır.

t ve t+1 yılı için k.KVB için girdiye yönelik çapraz etkinlik skorunu veren CCR modeli aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$(\bar{E})_{k(\alpha),t+1}^t(\bar{x}_k^{t+1}, \bar{y}_k^{t+1}) = \max \sum_{r=1}^s \bar{y}_{rk}^{t+1}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^m \bar{x}_{ik}^{t+1} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s \bar{y}_{rj}^t - \sum_{i=1}^m \bar{x}_{ij}^t \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$v_i[\alpha x_{ij}^{Mt} + (1 - \alpha)x_{ij}^{Lt}] \leq \bar{x}_{ij}^t \leq v_i[\alpha x_{ij}^{Mt} + (1 - \alpha)x_{ij}^{Ut}]$$

$$u_r[\alpha y_{rj}^{Mt} + (1 - \alpha)y_{rj}^{Lt}] \leq \bar{y}_{rj}^t \leq u_r[\alpha y_{rj}^{Mt} + (1 - \alpha)y_{rj}^{Ut}]$$

$$v_i[\alpha x_{ik}^{Mt+1} + (1 - \alpha)x_{ik}^{Lt+1}] \leq \bar{x}_{ik}^{t+1} \leq v_i[\alpha x_{ik}^{Mt+1} + (1 - \alpha)x_{ik}^{Ut+1}]$$

$$u_r[\alpha y_{rk}^{Mt+1} + (1 - \alpha)y_{rk}^{Lt+1}] \leq \bar{y}_{rk}^{t+1} \leq u_r[\alpha y_{rk}^{Mt+1} + (1 - \alpha)y_{rk}^{Ut+1}]$$

$$v_i, u_r \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m$$

(Hatami-Marbini, Tavana, & Emrouznejad, 2012)

t+1 ve t yılı için k. KVB için girdiye yönelik CCR modeli de t ve t+1 yılı algoritmada yer değiştirilerek aynı şekilde bulunur.

Sonuç olarak,  $KVB_k(DMU_k)$  için  $\alpha \in [0,1]$  kesim kümelerine göre bulanık veri ile malmquist toplam faktör verimlilik indeksi formülü aşağıdaki şekildedir.

$$M_{k(\alpha)} = \left[ \frac{E_{k(\alpha),t+1}^t}{E_{k(\alpha),t}^t} * \frac{E_{k(\alpha),t+1}^{t+1}}{E_{k(\alpha),t}^{t+1}} \right]^{1/2}$$

(Hatami-Marbini, Tavana, & Emrouznejad, 2012).

**Örnek 2:** 2 girdi ve 2 çıktıya sahip t yılı ve t+1 yılı için 5 KVB'Lİ veri setinden oluşan nümerik bir örneğe model 2'yi uygulayalım;

Tablo 20: t Yılına Ait Girdi-Çıktı Verileri

KVB	y1j	y2j	x1j	x2j
1	(12,15,18)	(15,18,21)	(2,4,6)	(6, 8,10)
2	(9, 12,15)	(21,24,27)	(8,10,12)	(12,14,16)
3	(6, 9, 12)	(27, 30,33)	(12,14,16)	(20,22,24)
4	(21,24,27)	(30,33,36)	(4,6, 8)	(22,24,26)
5	(3,6, 9)	(36, 39, 42)	(20,22,24)	(16, 18,20)

Tablo 21: t+1 Yılına Ait Girdi-Çıktı Verileri

KVB	y1j	y2j	x1j	x2j
1	(8,10,12)	(10,12,14)	(3,6, 9)	(9, 12,15)
2	(6, 8,10)	(14,16, 18)	(12,15,18)	(18,21,24)
3	(4,6, 8)	(18,20,22)	(18,21,24)	(30,33,36)
4	(14,16, 18)	(20,22,24)	(6, 9, 12)	(33,36, 39)
5	(2,4,6)	(24,26, 28)	(30,33,36)	(24,27, 30)

Tablo 22: Verilerin  $\alpha$ -Kesim Kümeleri, t Yılı

KVB	y1j	y2j	x1j	x2j
1	$(12 + 3\alpha, 18 - 3\alpha)$	$(15 + 3\alpha, 21 - 3\alpha)$	$(2 + 2\alpha, 6 - 2\alpha)$	$(6 + 2\alpha, 10 - 2\alpha)$
2	$(9 + 3\alpha, 15 - 3\alpha)$	$(21 + 3\alpha, 27 - 3\alpha)$	$(8 + 2\alpha, 12 - 2\alpha)$	$(12 + 2\alpha, 16 - 2\alpha)$
3	$(6 + 3\alpha, 12 - 3\alpha)$	$(27 + 3\alpha, 33 - 3\alpha)$	$(12 + 2\alpha, 16 - 2\alpha)$	$(20 + 2\alpha, 24 - 2\alpha)$
4	$(21 + 3\alpha, 27 - 3\alpha)$	$(30 + 3\alpha, 36 - 3\alpha)$	$(4 + 2\alpha, 8 - 2\alpha)$	$(22 + 2\alpha, 26 - 2\alpha)$
5	$(3 + 3\alpha, 9 - 3\alpha)$	$(36 + 3\alpha, 42 - 3\alpha)$	$(20 + 2\alpha, 24 - 2\alpha)$	$(16 + 2\alpha, 20 - 2\alpha)$

Tablo 23: Verilerin  $\alpha$ -Kesim Kümeleri, t+1 Yılı

KVB	y1j	y2j	x1j	x2j
1	$(8 + 2\alpha, 12 - 2\alpha)$	$(10 + 2\alpha, 14 - 2\alpha)$	$(3 + 3\alpha, 9 - 3\alpha)$	$(9 + 3\alpha, 15 - 3\alpha)$
2	$(6 + 2\alpha, 10 - 2\alpha)$	$(14 + 2\alpha, 18 - 2\alpha)$	$(12 + 3\alpha, 18 - 3\alpha)$	$(18 + 3\alpha, 24 - 3\alpha)$
3	$(4 + 2\alpha, 8 - 2\alpha)$	$(18 + 2\alpha, 22 - 2\alpha)$	$(18 + 3\alpha, 24 - 3\alpha)$	$(30 + 3\alpha, 36 - 3\alpha)$
4	$(14 + 2\alpha, 18 - 2\alpha)$	$(20 + 2\alpha, 24 - 2\alpha)$	$(6 + 3\alpha, 12 - 3\alpha)$	$(33 + 3\alpha, 39 - 3\alpha)$
5	$(2 + 2\alpha, 6 - 2\alpha)$	$(24 + 2\alpha, 26 - 2\alpha)$	$(30 + 3\alpha, 36 - 3\alpha)$	$(24 + 3\alpha, 30 - 3\alpha)$

Tablo 24: t Yılı  $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Model 2 Etkinlik Skorları

$E_t(t)$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00	0,90	0,76
3	1,00	0,94	0,81	0,70	0,61
4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96

Tablo 25: t+1 Yılı  $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Model 2 Etkinlik Skorları

$E_{t+1}(t+1)$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00	0,56	0,46
3	1,00	0,94	0,81	0,27	0,22
4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,00	1,00	1,00	0,23	0,18

Tablo 26: t-t+1 Yılı  $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Model 2 Çapraz Etkinlik Skorları

$E_t(t+1)$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
1	1,58	1,17	0,86	0,62	0,44
2	0,65	0,55	0,47	0,40	0,34
3	0,49	0,42	0,36	0,31	0,27
4	1,14	0,89	0,71	0,56	0,44
5	0,63	0,56	0,50	0,10	0,08

Tablo 27: t+1-t yılı  $\alpha$ -Kesim Kümelerine Göre Model 2 Çapraz Etkinlik Skorları

$E_{t+1}(t)$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
1	8,02	5,92	4,33	3,14	2,25
2	3,30	2,79	2,37	1,27	1,03
3	2,48	2,12	1,83	0,61	0,49
4	5,79	4,53	3,57	2,83	2,25
5	3,40	3,40	2,74	0,52	0,40

Tablo 28: 5 KVB İçin Bulanık VZA Modeli ile Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi Sonuçları

$\alpha$ değerleri	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
DMU/KVB	Mİ	Mİ	Mİ	Mİ	Mİ
1	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
2	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
3	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
4	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
5	0,43	0,41	0,43	0,21	0,19

Yukarıdaki örnekte t ve t+1 yılı için iki ayrı veri seti ile Model 2 kullanılarak t yılı ve t+1 yılı etkinlikleri ile t ve t+1 yılının çapraz etkinlik skorları hesaplanarak malmquist toplam faktör verimliliği indeksi formülünden gereken hesaplamalar nümerik bir örnek üzerinden çözümlenerek sonuçlar tablolarda verilmiştir.

Bulanık veri zarflama analizi modelinde bulanık veri alt sınır ve üst sınır halinde kapalı bir aralıkta olmasına rağmen, aralık veri zarflama analizi metodunun aksine tek bir etkinlik skoru elde edilmesini sağlar. Bu durum eksik/kesin olmayan ya da tamamen elde edilememiş veri ile karşılaştığımız gerçek dünya problemlerinde probleme bulanık bir yaklaşımla çözüm üretip gerçek değer bilinseydi bulunacak olan sonuca en yakın değeri elde etmemizi sağlar.

Model 1'in ardından Model 2'de çalışmada kullanılarak etkinlik analizleri ve malmquist toplam faktör verimliliği hesaplaması yapılmıştır, üretilen bulanık veriler ve kesin verilerden oluşan çalışmadaki veri

seti kullanılarak, bulanık veri zarflama analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi uygulanmıştır.

İlk model de olduğu gibi bulanık VZA modeli de Excel'in eklentisi olan solver-studio ile kodlanarak VBA yardımıyla etkinlik skorları  $\alpha = (0,0.25,0.5,0.75,1)$  değerleri kullanılarak tüm ülke ve yıllar için hesaplanmıştır.

$\alpha = (0,0.25,0.5,0.75,1)$  değerleri için her yıla ve ülkeye ait, bulanık VZA sonuçlarının etkinlik skorları ve çapraz etkinlik skorları kullanılarak elde edilen bulanık Malmquist indeks değerleri de her yıl ve ülke için  $\alpha = (0,0.25,0.5,0.75,1)$  değerleri üzerinden hesaplanmıştır. EK 1'de iki modelinde Malmquist İndeks sonuçları gösterilmiştir.

### **2.5.3. Aralık Veri zarflama Analizi Modeli (Model 1) ve Bulanık Veri Zarflama Analizi Modeli (Model 2) Arasındaki Farklar**

Çalışmada kullanılan iki model de özünde bulanıklık içermektedir, Model 1'de bilinmeyen/eksik veriler yerine aralık veri atanır. Bilinmeyen verinin dahil olduğu aralığın alt ve üst sınırı bulunarak optimistik ve pesimistik etkinlik skorlarına ve malmquist verimlilik indeksi sonuçlarına ulaşılır. Bulanık veri de de aynı şekilde alt ve üst sınırlar  $\alpha \in (0,1]$  değişkenine bağlı olarak değişen bulanık sayılar kullanılarak model 1'deki aralık VZA metodu uygulanır ve aralık etkinlik skoru (alt ve üst sınır etkinlik skoru değerleri) bulunur. Model 2'de ise bulanık veriler bulanık VZA yönteminde kullanılır. Model 2 algoritması aralık VZA yönteminden farklı olarak tek bir etkinlik sonucu bulur. Model 2-SMJ Bulanık VZA Modeli'nde eksik/bilinmeyen verinin yerine oluşturulan bulanık veri  $\alpha \in [0,1]$  değişkenine bağlı olarak bulanık sayıya dönüştürülen veriler kullanılarak tek bir bulanık etkinlik skoruna ulaşılır.

Model 1 ve Model 2 birbirini tamamlamaktadır. Model 1'de aralık etkinlik skoru ve aralık malmquist indeks değeri bulunurken, Model 2'de tek bir etkinlik skoru ve dolayısıyla tek bir malmquist indeks değeri elde edilmektedir. Eğer çalışmada sadece Model 1 kullanılsaydı pesimistik ve optimistik sonuçlar elde edilecekti ancak bu durumda sadece etkinlik skorunun dahil olduğu aralığın sınırları bilinmiş olacak ve bu aralıkta dolaşan etkinlik skor değeri bilinemeyecekti. Model 2 ise tek bir etkinlik skoru değeri vererek, bulanık etkinlik skoru hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar, burada model 1 ve model 2'nin birbirini tamamladığı nokta model 2'nin sonuçlarının model 1'in alt ve üst sınır değerleri arasında olmasıdır. Çalışmada yapılan analizler model 2 ile bulunan bulanık etkinlik skoru değerlerinin model 1 ile elde edilen pesimistik ve optimistik etkinlik skor değerlerinin arasında olduğunu göstermektedir. Çalışmada iki modelinde tercih edilmesinin sebebi bulanık veriyle elde edilen etkinliğin aralık değerine sahip olmak ve etkinliğin gerçek değerine yakınsayan bulanık etkinlik skorunu bulabilmektir. Ayrıca tarım verileri ülkeden ülkeye, yıldan yıla çevre vb. birçok sebepten etkilenecek değişiklik gösterebilen dinamik bir yapıya sahip olduğundan özünde bulanıktır ve dolayısıyla değişken etkinlik skorlarına sahip

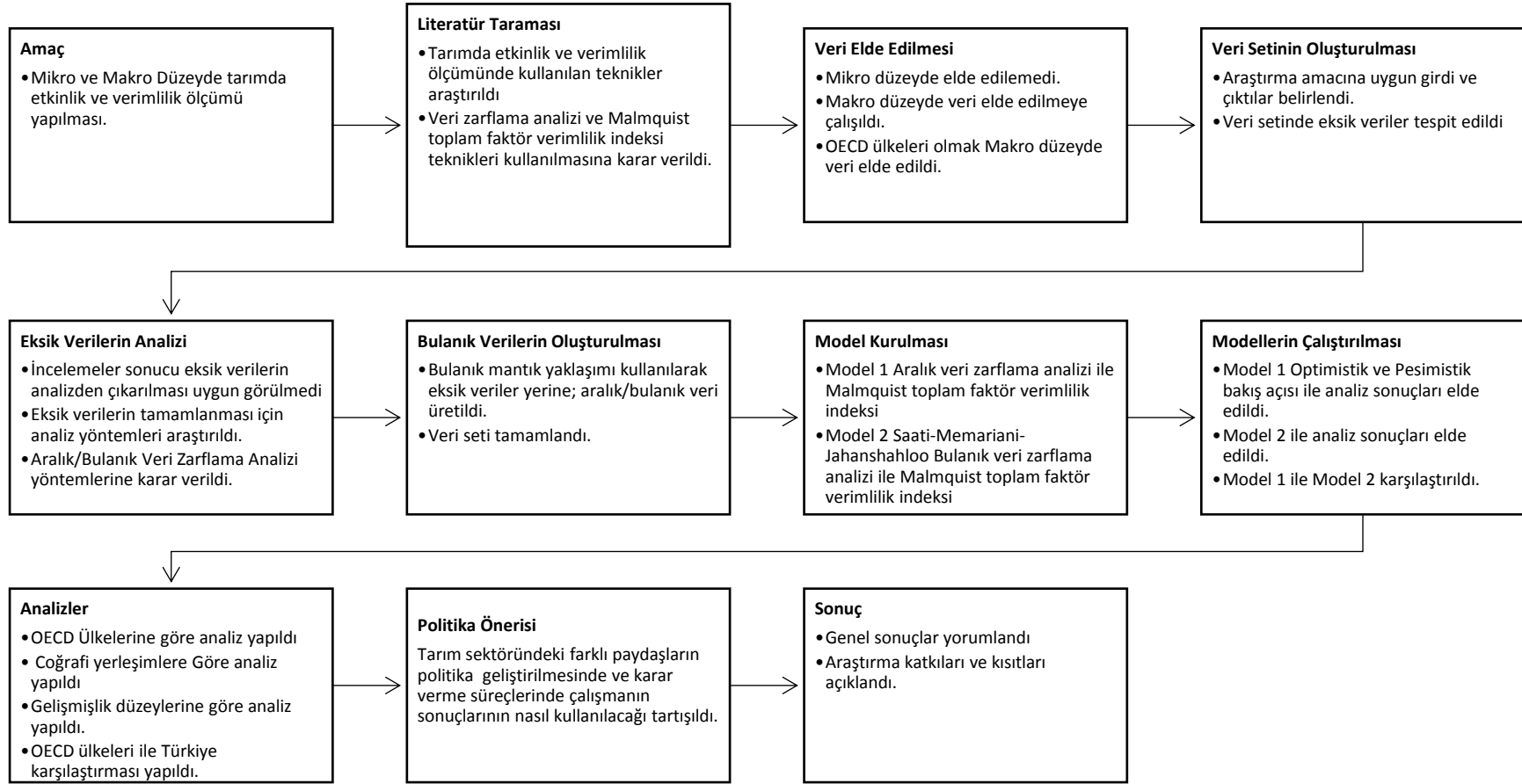
olacaktır. Model 1 etkinlik skor aralığının yıldan yıla ülkeden ülkeye nasıl değiştiğini göstermesi açısından çalışmada kullanılmıştır. Model 2 eksik/bilinmeyen veriler ile elde edilen bulanık etkinlik skoruna ulaşmak için çalışmada tercih edilmiştir. Model 2'nin sonuçları model 1'de üretilen aralığın içinde olduğundan da model 1 ve model 2 birbirini tamamlamaktadır. Model 2'den elde edilen sonuç model 1'in sonucunun yakınsamasıdır.

İki modelde tarım politikaları belirlemede ülkelerin verimlilik performanslarını görmek açısından gereklidir. Model 1 o ülkenin alacağı en yüksek etkinliği aralık/bulanık veri kullanarak bulur. Ülkenin tarımsal verimliliğinin artırılması açısından bu etkinliği bulduran veri değerlerine bakılarak ülkelerin tarım performanslarının artırılması adına bulanık veriler gerçek değerlerle kıyaslanır ve gerçek dünya verilerinde en yüksek etkinliği buldurmuş veriler analiz edilerek en iyi etkinlik skorunu bulduran veri setine ulaşılmaya çalışılır. Optimistik ve pesimistik etkinlik değerleri en iyi ve en kötü durum senaryosu altında neler yapılabilineceğine dair politika geliştirilmesini sağlar. Model 2 ise ulaşılması gereken en yakın etkinlik skorunu buldurur. Model 1'deki aralık skorun yakınsadığı değere ulaşmamızı sağlar. Eksik veri ile karşılaşılan gerçek dünya problemlerinde ülkelerin verimlilik performanslarını değerlendirmek açısından tek bir skor bulunarak analiz yapılmasını sağlar.

### 3. BÖLÜM: OECD ÜLKELERİNDE ZAMANA DAYALI ETKİNLİK ANALİZİ UYGULAMASI

Tarım sektöründe OECD ülkeleri için 1990-2013 yılları arasında zamana dayalı etkinlik analizi yapılması amaçlanmıştır. Ancak yirmi dört yıl ve otuz dört ülke içeren altı girdi ve üç çıktıdan oluşan veri setinde bazı ülkeler, yıllar ve girdi-çıktılar için veri elde edilmesi mümkün olamamıştır. Kısaca veri setinde eksik veri varlığı söz konusudur. Eksik verilerin veri setinden çıkarılması zengin veri setinin bozulmasına sebep olacağından yapılacak analizlerin doğru sonuç vermeyeceği görülmüştür. Zamana dayalı etkinlik analizi amaçlanırken veri setinden birçok yıl atıldığında elde çok az yıl kaldığı, eleme yapılamayacak bir girdide oldukça eksik veri olduğu, eksik verili ülkeler elendiğinde kalan ülkelerle doğru etkinlik sonuçlarına varılamayacağı dolayısıyla kıyaslama yapılamayacağı görülmüştür.

Bulanık mantık ilkesine dayanarak eksik verilerin yerine bulanık veriler oluşturularak, veri setine iki farklı model uygulanmıştır. Verilerin bulanıklaştırılmasında elde kesin veriler kullanılarak bulanık mantık teorisine dayanan üyelik fonksiyonu yardımıyla üçgen üyelik fonksiyonu kullanılarak olmayan veriler için bir alt sınır bir ortalama değer bir üst sınır elde edilmiştir.  $\alpha$ -kesim yöntemiyle alt-üst sınırlar ve ortalama değerler kullanılarak üçgensel bulanık sayılar (triangular fuzzy number) hesaplanmıştır. İlk elde edilen alt ve üst sınırlar ile aralık VZA ve malmquist toplam faktör verimliliği indeksi uygulanmıştır. Daha sonra  $\alpha$ -kesim yöntemiyle elde edilen bulanık sayılar kullanılarak aralık ve bulanık VZA modeli ve malmquist toplam faktör verimliliği indeksi uygulanarak sonuçlara ulaşılmıştır. Eksik veriler için kullanılan bu yöntemin güvenilirliği test edilerek bu bölümde anlatılmıştır. Şekil 2'de bu çalışmanın amacından sonucuna kadar takip edilen yolun akış şeması görülmektedir.





Şekil 2: Çalışmanın Oluşturulmasında İzlenen Yol

### 3.1. KULLANILAN GİRDİ VE ÇIKTILAR

Literatürde tarımda etkinlik ve verimlilik ölçümü yapan çalışmalar incelenerek tarımda etkinlik ölçümünde seçilen girdi ve çıktılar tespit edilerek Tablo 29’da belirtilmiştir.

Tablo 29: Tarımda Etkinlik Ölçümünde Yapılan Çalışmalarda Kullanılmış Girdi ve Çıktı Verileri

Makaleler	Girdiler											Çıktılar	
	Tarım Arazisi	Makine Sayısı	İşgücü	Hayvan Sayısı	Gübre Kullanımı	Tarım İlacı Kullanımı	Teknik İnsan Gücü	Eğitim Seviyesi	Sermaye	Enerji Kullanımı	Tohum/Yem/Su	Mahsul Üretimi	Hayvansal Üretim
(Thirtle vd., 2003)	X		X	X							X		X
(Restuccia, Yang, & Zhu, 2008)	X	X	X	X	X	X				X	X	X	
(Reinhard, Lovell, & Thijssen, 2000)			X						X			X	
(Jansouz, Shahraki, & Shaeri, 2013)	X	X	X		X				X			X	
(Tipi & Rehber, 2006)	X	X	X		X							X	
(Hayami, 1969)	X	X	X		X			X				X	
(Hayami & Ruttan, 1970)	X	X	X	X	X		X	X				X	
(Ruttan, 2002)	X	X		X	X				X			X	
(Millan & Aldaz, 1998)	X	X		X	X							X	X
(Aldaz & MillÁN, 2003)	X	X	X									X	X
(Nin Pratt, Yu, & Fan, 2010), (Nin Pratt, Yu, & Fan, 2009)	X	X	X	X	X						X	X	X
(Hassine, 2007)	X		X		X				X			X	
(Bureau, Fare, & Grosskopf, 1995)	X	X	X						X			X	
(Trueblood&Coggins, 2003)	X		X	X	X				X			X	
(Serrao, 2003)	X	X	X									X	X
(Gollin, Lagakos, & Waugh, 2012)	X		X		X							X	
(Kudaligama & Yanagida, 2000)	X	X	X	X	X				X			X	
(Hasanov & Ahmed, 2011)	X	X			X				X		X	X	
(Piot-Lepetit, Vermersch, & Weaver, 1997)	X		X		X	X					X	X	

(Fraser & Cordina, 1999)	X	X		X	X						X		X
(Lusigi, Piesse, & Thirtle, 1998), (Mundlak & Hellinghausen, 1982), (Arnade C., 1998), (Nin-Pratt & Yu, 2010), (Fulginiti & Perrin, 1998), (Nin-Pratt & Yu, 2008), (Fulginiti & Perrin, 1997), (Kawagoe & Hayami, 1985)	X	X	X	X	X								X
(Yamada & Ruttan, 1980), (Nguyen D., 1979), (Lau & Yotopoulos, 1989)	X	X	X	X	X			X					X
(Ball, 1985)			X			X			X	X			X
(Farrell, 1957)	X		X						X				X
(Belbase & Grabowski, 1985)	X		X		X						X	X	
(Chennareddy, 1967)	X		X						X				X
(Lambert & Parker, 1998), (Fulginiti & Perrin, 1993), (Kawagoe & Hayami, 1983), (Lusigi & Thirtle, 1997), (Suhariyanto & Thirtle, 2001), (Suhariyanto, Lusigi, & Thirtle, 2001) (Wiebe, Soule, Narrod, & Breneman, 2000), (Mao & Koo, 1997), (Coelli & Prasada Rao, 2005), (O'Donnell, 2010), (Belloumi & Matoussi, 2009), (Ludena, 2010), (Nin, Arndt, & Preckel, 2003)	X	X	X	X	X								X
(Barton & Cooper, 1948)	X	X	X	X									X
(Chavas, 2001)	X	X	X		X								X

Literatür incelenerek tarımda etkinlik ölçümü ve toplam faktör verimliliği hesaplanmasında kullanılan girdi ve çıktılar gözden geçirilerek en çok kullanılan girdi ve çıktılar seçilmiştir. Çalışmada kullanılan girdi ve çıktıların tanımları aşağıda verilmiştir.

### Girdiler:

**Ekilebilir Tarım Arazisi (Land):** Bu değişken sürülebilir tarım arazisini ve kalıcı ekinlerin altında kalan toprağın yanı sıra kalıcı ot altında kalan alanı kapsamaktadır. Sürülebilir tarım arazisi geçici tahılların altında kalan alanı (çift ekim sahası sadece bir kez sayılır), biçilecek çimen, çayır, bostanların altında kalan toprağı ve geçici olarak nadasa bırakılmış toprakları (en az 5 yıllık) kapsar. Kalıcı ekinlerin altında kalan toprak, işlenmiş toprağı kapsamaktadır. Buradaki ekinler bu bölgede oldukça uzun süredir bulunmakta ve her hasattan sonra değiştirilmesi gerekmemektedir, toprakla bütün halinde kalıcıdır. Bu toprak alanı çiçeklenmiş çalılarının, meyve ağaçlarının, fındık ağaçlarını ve köklerin (ancak kereste veya odun çıkarılacak ağaç türlerinin kökleri buraya dahil değildir) altında kalan bölgeyi içerir. Kalıcı otların altında kalan beş yıl veya daha fazla süredir kalıcı (yerleşik) otlak ya da vahşi doğaya karışmış toprak tabakasıdır. Bu çalışmada tarım alanı hektar cinsinden alınmıştır (Worldbank, 2015).

**Tarım Makine (traktör) sayısı (Agricultural machinery/tractors):** Tarım makineleri tarımda kullanılan (bahçe traktörleri hariç) tekerlek ve paletli traktör sayısını ifade eder. Bu girdi çalışmada sayı cinsinden alınmıştır (FAOSTAT, 2015a).

**İşgücü (Labour):** Bu değişken tarımda ekonomik olarak aktif çalışan popülasyonu (nüfusu) karşılar. Ekonomik olarak aktif popülasyon, popülasyondaki tüm bireylerin ekonomik olarak ya bir işe bağlı yada iş arayan bu açıdan ekonomik olarak aktif olduğu, ister işverenler, ister kendi işinde çalışanlar, maaşlı çalışanlar yada ücretsiz işçi olarak aile çiftliğinde yada işletmede yardım amaçlı çalışanlar olarak tanımlanmaktadır. Tarımda ekonomik olarak aktif popülasyon (nüfus) ise tarım, ormancılık, balıkçılık ve avcılık yapan ekonomik olarak aktif tüm insanları kapsar (Worldbank, 2015).

**Gübre (Fertilizer) Miktarı:** Tarımsal verimliliğin ülkeler arası karşılaştırmasını yapan çalışmalardan (Hayami ve Rutan, 1970, Fulginiti ve Perrin, 1997) yola çıkarak toplam gübre kullanımı (tüketimi); Nitrojen (N), Potasyum ( $P_2O_2$ ) ve Fosfat ( $K_2O$ ) miktarları toplamı olarak tanımlanır ve kullanılır. Birim olarak bin ton kullanılır (IFA, 2015).

**Hayvan sayısı (Livestock):** Bu girdi 5 kategoriden hayvanın (bufalo, deve, domuz, koyun ve keçi) koyun sayısı üzerinden sayıların aynı birime dönüştürülmesiyle elde edilen toplam hayvan sayısını gösterir. Hayami ve Rutan (1970) çalışmasında hayvan sayıları üzerinden bu dönüşümü yapmışlardır, bu çalışmada da aynı şekilde dönüştürme faktörleri kullanılarak koyun, keçi ve domuz için dönüşüm katsayısı 1 iken bufalo ve deve için dönüşüm katsayısı 8 alınarak hayvan sayıları tek birim üzerinden toplanabilmiştir, tavuk sayıları hayvan sayısı (livestock) girdisine dahil edilmemiştir (FAOSTAT, 2015b).

**Tarım ilacı kullanımı (Pesticides use):** Tarım yapılan arazide ekin ve tohumlara uygulanan zirai ilaçların aktif bileşenlerinin miktarıdır, ton cinsinden alınmıştır (FAOSTAT, 2015c).

#### **Çıktılar:**

**Mahsul üretimi (Crop Production):** Yem bitkileri hariç tüm mahsulleri içerir. Bölgesel ve gelir gruplarına göre FAO'nun üretim indeksleri uluslararası dolar üzerinden hesaplanır, mahsul üretiminden kazanılan para dolar cinsinden ifade edilir (FAOSTAT, 2015d).

**Hayvansal Üretim (Livestock production):** Tüm kaynaklardan (hayvanlar) gelen et ve süt ürünlerini içerir, peynir, yumurta gibi süt ürünleri, süt, ham ipek, yün, deri ve postlar gibi hayvanlardan gelen tüm kaynaklardır bu üretimlerden elde edilen para çıktı olarak ele alınır birimi dolar (US\$) cinsinden ifade edilir (FAOSTAT, 2015d).

**Besin Üretimi (Food Production):** Yenilebilir ve besleyici kabul edilen gıda ve besinleri içerir. Kahve ve çay dahil edilmemiştir çünkü yenilebilir kabul edilmesine rağmen besleyici değildir. Bu üretimden elde edilen para miktarı çıktı olarak alınmıştır ve dolar cinsinden ifade edilmiştir (FAOSTAT, 2015d).

### 3.2. EKSİK/BİLİNMEYEN VERİLERİN ANALİZİ

Girdi ve çıktılarda kullanılan veriler worldbank, faostat, IFA (fertilizer.org) veri tabanlarından alınmıştır. Verilerin güvenilirlik garantisi vardır. Ancak kullanılan girdi ve çıktılar için 1990-2013 yılları arasında otuz dört adet OECD ülkesi için tam veriye ulaşım sağlanamamıştır yani veri zarflamada kullanılacak olan girdi ve çıktılarının her yıla ve her ülkeye ait olan girdi ve çıktı bilgisi tam değildir. Bu durum standart veri zarflama analizi uygulandığında eldeki girdi ve çıktılarda elemeye gidilmesine ve hatta bazı ülkelerin veri setinden çıkarılmasına yol açacağından zengin bir veri setine sahipken bu veri setinde hem eksik verili ülkenin hem de ülkelere ait girdi ve çıktılarının veri setinden çıkarılması veriyi önemli ölçüde daraltarak sınırlı analiz yapılması sonucunu doğuracaktır. Bu durumda eksik ülkeler ve eksik girdi ve çıktı değerleriyle yapılacak yıllara dayalı ülke karşılaştırmaları doğru yorumlar içermeyebilir.

Eldeki zengin veri setinin kaybı istenmediğinden eksik girdi ve çıktılar yerine bulanık girdi ve çıktılar üretilerek zamana dayalı etkinlik analizleri yapılmıştır. Yukarıda tanımlanan girdi ve çıktılarının 1990-2013 yılları arasında ülkelere ait girdi ve çıktı değerlerinin hangi ülkeler, girdi ve çıktılar için eksik olduğunu, eğer girdi veya çıktılarda ya da ülkelerde veri setinden çıkarma durumuna geçerse veri setinde ne derece ciddi bir eksilme yaratacağını her ülkenin her bir girdi ve çıktı için her yıla göre var olan ve var olmayan değerlerinin istatistiksel hesaplamaları aşağıdaki tablolarda gösterilerek elde edilememiş eksik verilerin oranları her ülke, yıl, girdi ve çıktı için gösterilmiştir.

### 3.2.1. Yıllara Göre Eksik/Bilinmeyen Veri Analizi

Aşağıdaki tablo 30 her girdi ve çıktının yıllara göre dağılımını göstermektedir. Girdi ve çıktılara her yıl bazında ayrı ayrı bakılarak hangi girdi ve çıktının hangi yıllarda eksik olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 30: 1990-2013 Yılları Arası Girdi ve Çıktılar İçin Yıl Bazında Elde Edilemeyen Veri Oranı Tablosu

Yıllar	Tarım arazisi	Makine sayısı	İşgücü	Hayvan sayısı	Gübre miktarı	Tarım ilacı kullanımı	Mahsul Üretimi	Hayvansal Üretim	Besin Üretimi
1990	% 18	% 18	% 18	% 18	% 12	% 38	% 18	% 18	% 18
1991	% 18	% 18	% 18	% 18	% 12	% 32	% 18	% 18	% 18
1992	% 12	% 12	% 12	% 12	% 12	% 26	% 12	% 12	% 12
1993	% 6	% 6	% 6	% 6	% 9	% 21	% 6	% 6	% 6
1994	% 6	% 6	% 6	% 6	% 3	% 15	% 6	% 6	% 6
1995	% 6	% 6	% 6	% 6	% 3	% 18	% 6	% 6	% 6
1996	% 6	% 6	% 6	% 6	% 3	% 18	% 6	% 6	% 6
1997	% 6	% 6	% 6	% 6	% 3	% 18	% 6	% 6	% 6
1998	% 6	% 6	% 6	% 6	% 3	% 15	% 6	% 6	% 6
1999	% 6	% 6	% 6	% 6	% 3	% 12	% 6	% 6	% 6
2000	-	-	-	-	% 3	% 6	-	-	-
2001	-	-	-	-	% 3	% 6	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	% 3	-	-	-
2003	-	-	-	-	-	% 3	-	-	-
2004	-	% 26	-	-	-	% 3	-	-	-
2005	-	% 26	-	-	-	% 3	-	-	-
2006	-	% 59	-	-	-	% 3	-	-	-
2007	-	% 71	-	-	-	% 9	-	-	-
2008	-	% 85	-	-	-	% 6	-	-	-
2009	-	% 91	-	-	-	% 9	-	-	-
2010	-	% 100	-	-	-	% 9	-	-	-
2011	-	% 100	-	-	% 6	% 24	-	-	-
2012	-	% 100	-	-	% 6	% 32	-	-	-
2013	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	% 100	-	-	-

Tablo 30 hangi girdi ve çıktı hangi yıllarda eksik bunu görmemizi sağlar. Örneğin; tarım arazisi girdisi için tablo 30'a bakıldığında otuz dört adet OECD ülkesinden altı tanesinde (%18), 1990 yılı için tarım arazisi verisi eksiktir. Benzer şekilde makine sayısı, işgücü, hayvan sayısı girdileri içinde bu oran geçerlidir. 2000-2003 yılları arası veri dağılımına bakıldığında girdilerde önemli bir eksiklik gözlenmemiştir. Ancak bu durumda da analiz dönemi 4 yıllı sınırlı kalmaktadır.

Öte yandan makine sayısı ve tarım ilacı girdileri analiz dışında tutulursa analiz dönemi 2000-2012 aralığına genişleyebilmektedir. Ancak bu iki girdi literatürde sürekli kullanılan önemli ölçütler olduğundan, çıkartılmaları sonuçların güvenilirliğini etkileyecektir.

### 3.2.2. Ülkelere Göre Eksik/Bilinmeyen Veri Analizi

Bir önceki kısımda girdi/çıktı açısından eksik verinin planlama dönemini daralttığı vurgulanmıştı. Girdi/çıktıyı ve zamanı azaltmadan kesin veri ile analiz yapmanın bir yoluda veri setindeki eksik veriye sahip ülkeleri azaltmak olabilir. Hangi ülkelerin hangi girdi ve çıktıda ve bu girdi çıktılarının yıllara dağılımı konusunda eksikliğe sebep olduğunun tespiti için yapılan istatistikler hesaplanarak Tablo 31’de anlatılmıştır.

Tablo 31: OECD Ülkeleri İçin Ülke Bazında Girdi ve Çıktıya Yönelik Elde Edilemeyen Veri Oranı Tablosu

Ülkeler	Tarım arazisi	Makine sayısı	İşgücü	Hayvan sayısı	Gübre miktarı	Tarım ilacı kullanımı	Mahsul Üretimi	Hayvansal Üretim	Besin Üretimi	Toplam Eksik Veri
Avustralya	% 4	% 42	% 4	% 4	% 4	% 29	-	-	-	% 10
Avusturya	% 4	% 33	% 4	% 4	% 4	% 13	-	-	-	% 7
Belçika	% 46	% 75	% 46	% 46	% 4	% 50	% 42	% 42	% 42	% 44
Kanada	% 4	% 29	% 4	% 4	% 4	% 50	-	-	-	% 11
Şili	% 4	% 25	% 4	% 4	% 4	% 13	-	-	-	% 6
Çek Cumh.	% 17	% 38	% 17	% 17	% 17	% 17	% 13	% 13	% 13	% 18
Danimarka	% 4	% 33	% 4	% 4	% 4	% 4	-	-	-	% 6
Estonya	% 13	% 38	% 13	% 13	% 4	% 13	% 8	% 8	% 8	% 13
Finlandiya	% 4	% 33	% 4	% 4	% 4	% 4	-	-	-	% 6
Fransa	% 4	% 33	% 4	% 4	% 4	% 13	-	-	-	% 7
Almanya	% 4	% 42	% 4	% 4	% 4	% 4	-	-	-	% 7
Yunanistan	% 4	% 29	% 4	% 4	% 13	% 17	-	-	-	% 6
Macaristan	% 4	% 29	% 4	% 4	% 4	% 4	-	-	-	% 6
İzlanda	% 4	% 17	% 4	% 4	% 4	% 42	-	-	-	% 8
İrlanda	% 4	% 33	% 4	% 4	% 4	% 21	-	-	-	% 8
İsrail	% 4	% 42	% 4	% 4	% 4	% 83	-	-	-	% 16
İtalya	% 4	% 42	% 4	% 4	% 4	% 4	-	-	-	% 6
Japonya	% 4	% 42	% 4	% 4	% 4	% 46	-	-	-	% 12
Kore	% 4	% 42	% 4	% 4	% 4	% 4	-	-	-	% 7
Lüksemburg	% 46	% 63	% 46	% 46	% 63	% 4	% 42	% 42	% 42	% 44
Meksika	% 4	% 25	% 4	% 4	% 4	% 46	-	-	-	% 10
Hollanda	% 4	% 33	% 4	% 4	% 4	% 4	-	-	-	% 6
Yeni Zelanda	% 4	% 42	% 4	% 4	% 4	% 17	-	-	-	% 8
Norveç	% 4	% 33	% 4	% 4	% 4	% 4	-	-	-	% 6
Polonya	% 4	% 17	% 4	% 4	% 4	% 8	-	-	-	% 5
Portekiz	% 4	% 33	% 4	% 4	% 4	% 13	-	-	-	% 7
Slovakya	% 17	% 33	% 17	% 17	% 21	% 17	% 13	% 13	% 13	% 18
Slovenya	% 13	% 42	% 13	% 13	% 21	% 13	% 8	% 8	% 8	% 15
İspanya	% 4	% 17	% 4	% 4	% 4	% 8	-	-	-	% 5
İsveç	% 4	% 33	% 4	% 4	% 4	% 4	-	-	-	% 6
İsviçre	% 4	% 25	% 4	% 4	% 4	% 4	-	-	-	% 5
Türkiye	% 4	% 42	% 4	% 4	% 4	% 4	-	-	-	% 7
İngiltere	% 4	% 42	% 4	% 4	% 4	% 4	-	-	-	% 7
Amerika	% 4	% 25	% 4	% 4	% 4	% 25	-	-	-	% 7

Tabloyu veri setinde eksiklik konusunda ön plana çıkan ülkeleri bulmak adına incelediğimizde; tarım arazisi girdisi için OECD ülkelerine bakalım. 24 yıllık zaman diliminde tarım arazisi girdisinde elde edilmemiş veri olan yıl sayısı çoğu ülkede tek bir yılken Belçika ve Lüksemburg'un yirmi dört yıllık veri setinin on bir senesinde tarım arazisi girdisi elde edilememiş veri olarak görünmektedir. Bu girdi için Belçika ve Lüksemburg eksik veri açısından ön plana çıkmıştır ancak girdilere genel olarak bakıldığında makine sayısında tüm ülkeler ciddi bir eksiklik söz konusudur. Veri setinden Belçika ve Lüksemburg'un çıkarılması makine sayısındaki eksik veriyi çözememektedir. Diğer otuz iki ülke içinde makine sayısı verisi yirmi dört yıl içinde sadece üç yıllık bir zaman diliminde tamdır. Zaten diğer girdi ve çıktılar, ülkeler ve yıllara genel olarak bakıldığında her yılda her ülkede her girdi ve çıktı da elde edilememiş veriler bulunmaktadır.

Tablo 31 incelendiğinde de çıktılar açısından eksik yıl sayısı fazla olan ülkeler girdilerde olduğu gibi Belçika ve Lüksemburg olarak görünmektedir. Diğer ülkelere bakıldığında bu üç çıktı için yirmi dört yıllık veri seti eksiksizdir. Bu durum veri setinin zenginliğine bir vurgudur ve 1990-1999 yılları arası girdilerde oldukça eksik diye elenirse çıktı verisini neredeyse tam olarak bildiğimiz bir veri setinin yarısını kaybetmiş oluruz.

Her bir ülkeye ait olan 1990-2013 yılları arasında yirmi dört yıllık toplam girdi ve çıktı sayısı hiçbir veri de eksiklik olmazsa iki yüz on altı olarak hesaplanmıştır, her ülkenin bu toplam verinin % kaçına sahip olmadığını tablo 31'de görebiliriz;

Tablo 31'e baktığımızda toplam olması gereken verisinin % 44'ünün eksik oluşuyla Lüksemburg ve Belçika ön plana çıkmıştır. Slovakya verisinin % 18'inin eksikliği, Slovenya % 15 verisinin eksikliğiyle ve İsrail %18 verisinin eksik oluşuyla Lüksemburg ve Belçika'dan sonra göze çarpmaktadır. Diğer ülkeler ise eksik veri yüzdesi açısından homojen dağılmışlardır.

Girdi ve çıktıların yirmi dört yıl ve otuz dört ülke için her bir girdi ve çıktının sekiz yüz on altı adet veriden oluştuğu hesaplanmıştır ve sekiz yüz on altı verinin her bir girdi ve çıktı içinde toplamda yüzde kaç eksik orana sahip olduğunu tablo 32'de gösterilmiştir;

Tablo 32: Her Girdi ve Çıktıya Ait 1990-2013 Yılları Arası Eksik Veri Oranı

Girdiler	Tarım arazisi	Makine sayısı	İşgücü	Hayvan sayısı	Gübre miktarı	Tarım ilacı kullanımı	Mahsul üretimi	Hayvan üretimi	Besin üretimi
Toplam veri	816	816	816	816	816	816	816	816	816
Boş veri	64	287	64	64	57	145	30	30	30
% boş veri	8	35	8	8	7	18	4	4	4

Tablo 32'ye bakıldığında % 35'lik eksiklik oranıyla makine sayısı girdisinin yirmi dört yıl ve otuz dört ülke için elde edilememiş veri olduğu görülmektedir. Tarım ilacı kullanımı % 18 eksiklik oranıyla makine sayısından sonra gelmektedir. Diğer girdilerin eksiklik oranları % 7-8 oranındadır. Çıktıların eksiklik oranına bakıldığında tüm çıktılar için sadece % 4'lük bir eksiklik olduğu görülmektedir.

Buradan otuz dört ülke için yirmi dört yıllık toplam olması gereken veri sayısı 7344 olarak hesaplanmıştır ve bu verilerin 771 tanesi elde edilememiştir. Yani otuz dört OECD ülkesinin 1990-2013 yılları arasını kapsayan 24 yıllık zaman diliminde zamana dayalı etkinlik analizi yapılabilmesi için gereken verilerin yaklaşık %11'i kayıp (elde edilememiş) veridir. Kısacası veri setinde eksik veri yüzdesi çok büyük olmadığından veri setinden bazı ülkeleri, yılları, girdileri silmek mantıklı bir karar olmayacaktır. Tarım etkinliği hesaplamak için kullanılan girdi ve çıktılar her ülke için yıldan yıla çevre vb. birçok sebepten ötürü değişiklik gösterebilen dinamik bir yapıya sahip olduğundan özünde bulanıktır buradan veri setinde elemeye gitmektense eksik veriler yerine aralık/bulanık veriler üreterek veri setinin orjinalliğinin bozulmadan analizlerin yapılmasına karar verilmiştir.

### 3.3. BULANIK VERİNİN OLUŞTURULMASI

Eksik veriler için bulanık sayı oluşturmak için o verilere ait bir alt sınır ve üst sınır belirlemek gerekir. Bunun için eldeki kesin verilerin ortalaması alınarak yıllara göre artış/azalış değerleri hesaplanarak ortalama artış/azalış değerinin yüzdesi bulunmuştur. Ortalama değişim yüzdesi kullanılarak eksik veriye ait alt ve üst sınır değerleri bulunmuştur. Buradan bulanık yaklaşım olan  $\alpha$ -kesim yöntemine başvurularak alt sınır değeri, ortalama değer ve üst sınır değeri kullanılarak üçgen üyelik fonksiyonu yardımıyla bulanık sayının dahil olduğu bir aralığın alt sınır bulanık değeri ve üst sınır bulanık değeri hesaplanmıştır.

Örneğin; Türkiye'ye ait girdi ve çıktıların ortalama değerleri ve ortalama yüzde değişim değerleri hesaplandıktan sonra elde edilen alt sınır ve üst sınır değerleri Tablo 33'de gösterilmiştir.



Tablo 33: Türkiye'ye Ait 1990-2013 Yılları Arası Girdi ve Çıktılara Ait Ortalama Değer, Ortalama Yüzde Değişim Oranı, Alt Sınır Değeri, ve Üst Sınır Değeri Tablosu

Türkiye	Ortalama Değer	Ortalama Yüzde Değişim Oranı	Alt Sınır Değeri	Üst Sınır Değeri
Tarım arazisi	23402435	-0,0080399	23214282	23590588
Makine sayısı	840754,86	0,0289571	816409	865100,71
İşgücü	9102,5652	-0,0120963	8992,4576	9212,6728
Hayvan sayısı	129181463	-0,0068326	128298819	130064107
Gübre miktarı	1915,487	0,0139448	1888,7759	1942,198
Tarım ilacı kullanımı	13100,816	-0,014333	12913,041	13288,59
Mahsul üretimi	33064,677	0,0160965	32532,45	33596,904
Hayvan üretimi	13955,642	0,0284123	13559,13	14352,153
Besin üretimi	46279,147	0,0203514	45337,302	47220,992

Ortalama değer ve ortalama yüzde değişim oranı değerleri kullanılarak;

Alt sınır değeri=(ortalama değer)-(ortalama değer)\*mutlak değer(ortalama yüzde değişim oranı)

Üst sınır değeri==(ortalama değer)+(ortalama değer)\*mutlak değer(ortalama yüzde değişim oranı)

formülleriyle hesaplanmıştır. Burada Türkiye üzerinden açıklanan hesaplama sistemi tüm OECD ülkeleri için yapılmış ve her biri için bulanık sayı oluşturmakta kullanılacak olan alt sınır değeri ve üst sınır değeri hesaplanmıştır.

Burada alt sınır değeri ve üst sınır değeri, eksik verinin dahil (elemanı) olduğu aralığın alt sınırını ve üst sınırını belirtmektedir. Bu yöntem eksik veri için, bu veriyi alt ve üst sınırını bildiğimiz bir aralığa yerleştirmemizi sağlar, daha sonra  $\alpha$  kesim yöntemiyle alt ve üst sınır değerlerini kullanarak bir bulanık sayı için alt ve üst sınır değerleri elde edilir, bu bulanık sayı değeri eksik verinin gerçek değerine en yakın değeri vermeye çalışır ve hesaplamalarımızda verinin bilindiği durumlarda çıkacak olan etkinlik skoruna en yakın skorun bulunmasını sağlar.

Bulanık sayıları oluşturabilmek için çeşitli yaklaşımlar vardır, bu çalışmada  $\alpha$  kesim yöntemi adı verilen bulanık yaklaşıma başvurulmuş ve [0,1] aralığında değişen  $\alpha$  sayıları kullanılmıştır. Eksik veriler için hesaplanan alt sınır değeri, ortalama değer ve üst sınır değeri kullanılarak üyelik fonksiyonu yardımıyla üçgensel bulanık sayılar oluşturulmuştur.

Bulanık girdi-çıkıtlarının  $\alpha$ -kesim kümeleri oluşturularak,  $\mu \geq \alpha$ 'daki alt ve üst sınırları belirlenir.

$\mu_{\tilde{x}_{ij}}(x_{ij})$  ve  $\mu_{\tilde{y}_{rj}}(y_{rj})$  sırasıyla  $x_{ij} \in \tilde{X}_{ij}$  ve  $y_{rj} \in \tilde{Y}_{rj}$  kümesinin üyelik fonksiyonlarını göstermektedir.  $x_{ij}$  j.KVB tarafından kullanılan i'inci girdi miktarını,  $y_{rj}$  ise j.KVB tarafından üretilen r'inci çıktı miktarına karşılık gelmektedir.  $x_{ij}^L, x_{ij}^M, x_{ij}^U$  ve  $y_{rj}^L, y_{rj}^M, y_{rj}^U$  sırasıyla  $x_{ij}$  ve  $y_{rj}$ 'nin ait olduğu aralığın alt sınır değeri, ortalama değeri ve üst sınır değeri olmak üzere; girdiler  $\tilde{X}_{ij} = (x_{ij}^L, x_{ij}^M, x_{ij}^U)$  ve çıktılar  $\tilde{Y}_{rj} = (y_{rj}^L, y_{rj}^M, y_{rj}^U)$  için  $\alpha$ -kesim kümeleri:

$$\mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha = \begin{cases} \frac{x_{ij} - x_{ij}^L}{x_{ij}^M - x_{ij}^L} \geq \alpha \\ \frac{x_{ij}^U - x_{ij}}{x_{ij}^U - x_{ij}^M} \geq \alpha \end{cases} \Rightarrow \alpha x_{ij}^M + (1 - \alpha)x_{ij}^L \leq x_{ij} \leq \alpha x_{ij}^M + (1 - \alpha)x_{ij}^U$$

$$\mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj}) \geq \alpha = \begin{cases} \frac{y_{rj} - y_{rj}^L}{y_{rj}^M - y_{rj}^L} \geq \alpha \\ \frac{y_{rj}^U - y_{rj}}{y_{rj}^U - y_{rj}^M} \geq \alpha \end{cases} \Rightarrow \alpha y_{rj}^M + (1 - \alpha)y_{rj}^L \leq y_{rj} \leq \alpha y_{rj}^M + (1 - \alpha)y_{rj}^U$$

ve  $\tilde{X}_{ij}$  ve  $\tilde{Y}_{rj}$ 'nin alt ve üst sınırlarının  $\alpha$ -kesimi ile ifadesi:

$$\tilde{X}_{ij} = [\alpha x_{ij}^M + (1 - \alpha)x_{ij}^L, \alpha x_{ij}^M + (1 - \alpha)x_{ij}^U]$$

$$\tilde{Y}_{rj} = [\alpha y_{rj}^M + (1 - \alpha)y_{rj}^L, \alpha y_{rj}^M + (1 - \alpha)y_{rj}^U] \text{ şeklinde gösterilir.}$$

Veri setindeki eksik veriler yerine girdi ve çıktılar için  $\alpha$ -kesimi yöntemiyle alt ve üst sınır değeri olan üçgensel bulanık sayılar üretilerek analizler bu şekilde yapılmıştır.

Örneğin, Türkiye'nin tarım arazisi girdisi için alt ve üst sınırlarının  $\alpha$ -kesimi değerlerini oluşturalım;

$$\text{Türkiye Tarım arazisi bulanık değeri} = (23214282 - 188153 * \alpha, 23402435, 23590588 - 188153 * \alpha)$$

Tüm OECD ülkeleri için Türkiye üzerinden örnek gösterilerek anlatılan aynı hesaplama yapıldıktan sonra elde edilen bulanık girdi ve bulanık çıktı değerleri EK 2'de gösterilmiştir;

Bulanık sayılar bu şekilde eksik veriye sahip tüm OECD ülkeleri için hesaplanmıştır.  $\alpha = (0,0.25,0.5,0.75,1)$  değerleri için bu hesaplamalar tekrarlanmıştır. Bulanık veri setleri ile aralık VZA ve bulanık VZA ile malmquist toplam faktör verimliliği modelleri çalıştırılmıştır.

### 3.4. BULANIK VERİLERİN GÜVENİLİRLİĞİ

Bulanık veri kullanımının güvenilirliğini test etmek için, gerçek değerlerin bilinme yüzdesinin en yüksek olduğu yıl ve girdi-çıkılarda analizler, gerçek veriler hiç bilinmiyormuş gibi tüm ülkeler için bulanık değerler alınarak yeniden yapılmış ve bilinen gerçek verilerle çalıştırılan modellerle karşılaştırılmıştır. Her iki durumda da elde edilen etkinlik skorları ve malmquist indeks değerleri

arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu nedenle çalışmamızda bulanık veri kullanımının herhangi bir güvenilirlik problemine yol açmayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Örnek vermek gerekirse; tüm ülkelerde makine sayısı girdisi verisinin olduğu 2000-2001 yılı için, bu veri eksik varsayılarak bulanık veriler kullanılıp analiz yapılmış ve gerçek verilerle elde edilen malmquist indeks değeri ile bulanık verilerle elde edilen malmquist indeks değerleri model 1 ve model 2 üzerinden karşılaştırılmıştır. Tablo 34’de model 1 ve model 2’ye göre gerçek ve bulanık malmquist indeks değerlerinin kıyaslanması ve ortalama fark görünmektedir.

Tablo 34: 2000-2001 İçin Makine Sayısı Girdisinin Gerçek Veri ve Bulanık Veri İle Mİ Değerleri Karşılaştırması ( $\alpha = 0$ )

2000-2001	Model 1						Model 2		
	Pesimistik Yaklaşım			Optimistik Yaklaşım					
	Gerçek Mİ Değeri	Bulanık Mİ Değeri	Fark	Gerçek Mİ Değeri	Bulanık Mİ Değeri	Fark	Gerçek Mİ Değeri	Bulanık Mİ Değeri	Fark
Avustralya	1,04	1,03	<b>0,01</b>	1,04	1,03	<b>0</b>	1,04	1,03	<b>0,01</b>
Avusturya	1,03	1,03	<b>0</b>	1,03	1,03	<b>0</b>	1,03	1,03	<b>0</b>
Belçika	0,95	0,95	<b>0</b>	0,95	0,95	<b>0</b>	0,95	0,95	<b>0</b>
Kanada	0,86	0,86	<b>0</b>	0,86	0,86	<b>0</b>	0,86	0,86	<b>0</b>
Şili	1,07	0,88	<b>0,2</b>	1,07	1,31	<b>0,24</b>	1,07	1,07	<b>0</b>
Çek Cumh.	1,01	1	<b>0,02</b>	1,01	1,04	<b>0,03</b>	1,01	1,02	<b>0,01</b>
Danimarka	0,95	0,94	<b>0</b>	0,95	0,95	<b>0,01</b>	0,95	0,94	<b>0</b>
Estonya	0,82	0,82	<b>0</b>	0,82	0,82	<b>0</b>	0,82	0,82	<b>0</b>
Finlandiya	1,12	1,12	<b>0</b>	1,12	1,12	<b>0</b>	1,12	1,12	<b>0</b>
Fransa	1	1	<b>0</b>	1,01	1,01	<b>0</b>	1	1	<b>0</b>
Almanya	1	1	<b>0</b>	1	1	<b>0</b>	1	1	<b>0</b>
Yunanistan	1,02	1,02	<b>0</b>	1,02	1,02	<b>0</b>	1,02	1,02	<b>0</b>
Macaristan	1,28	1,2	<b>0,07</b>	1,28	1,3	<b>0,02</b>	1,28	1,22	<b>0,05</b>
İzlanda	0,98	0,98	<b>0</b>	0,98	0,98	<b>0</b>	0,98	0,98	<b>0</b>
İrlanda	0,91	0,86	<b>0,05</b>	0,91	0,87	<b>0,04</b>	0,91	0,87	<b>0,04</b>
İsrail	0,99	0,99	<b>0,01</b>	0,99	1	<b>0,01</b>	0,99	1	<b>0,01</b>
İtalya	1,02	1,02	<b>0</b>	1,02	1,02	<b>0</b>	1,02	1,02	<b>0</b>
Japonya	1,03	1,03	<b>0</b>	1,03	1,03	<b>0</b>	1,03	1,03	<b>0</b>
Güney Kore	1,01	0,89	<b>0,12</b>	1,01	1,1	<b>0,09</b>	1,01	0,95	<b>0,06</b>
Lüksemburg	0,78	0,78	<b>0</b>	0,89	0,85	<b>0,04</b>	0,84	0,88	<b>0,05</b>
Meksika	1,07	1	<b>0,07</b>	1,07	1,11	<b>0,04</b>	1,07	1,05	<b>0,02</b>
Hollanda	0,97	0,96	<b>0</b>	0,97	0,97	<b>0,01</b>	0,97	0,97	<b>0</b>
Yeni Zelanda	1,05	1,05	<b>0</b>	1,05	1,05	<b>0,01</b>	1,05	1,05	<b>0</b>
Norveç	1,04	1,04	<b>0</b>	1,04	1,04	<b>0</b>	1,04	1,04	<b>0</b>
Polonya	1,06	1,06	<b>0</b>	1,06	1,06	<b>0</b>	1,06	1,06	<b>0</b>
Portekiz	1	1	<b>0</b>	1	1	<b>0</b>	1	1	<b>0</b>
Slovakya	1,09	1,06	<b>0,03</b>	1,09	1,1	<b>0,01</b>	1,09	1,09	<b>0</b>
Slovenya	1,15	1,15	<b>0</b>	1,15	1,15	<b>0</b>	1,15	1,15	<b>0</b>

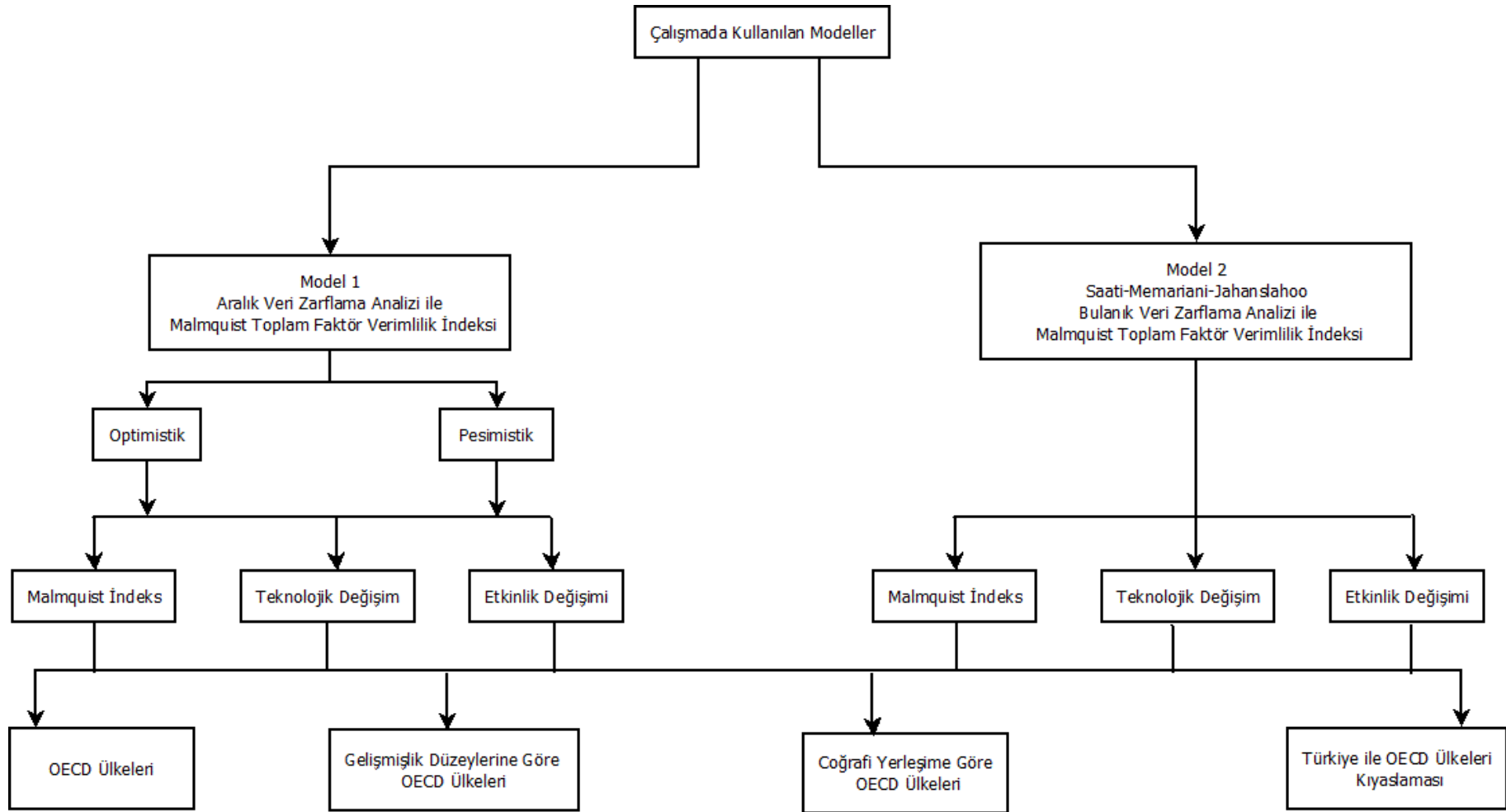
<b>İspanya</b>	0,97	0,96	<b>0</b>	0,98	0,99	<b>0,01</b>	0,97	0,98	<b>0,01</b>
<b>İsveç</b>	0,99	0,98	<b>0</b>	0,99	0,99	<b>0</b>	0,99	0,98	<b>0</b>
<b>İsviçre</b>	0,93	0,93	<b>0</b>	0,93	0,93	<b>0</b>	0,93	0,93	<b>0</b>
<b>Türkiye</b>	0,97	0,95	<b>0,02</b>	0,97	0,99	<b>0,02</b>	0,97	0,96	<b>0,01</b>
<b>İngiltere</b>	0,88	0,87	<b>0,01</b>	0,88	0,89	<b>0,01</b>	0,88	0,89	<b>0,01</b>
<b>Amerika</b>	0,98	0,98	<b>0</b>	0,98	0,98	<b>0</b>	0,98	0,98	<b>0</b>
<b>Ortalama</b>			<b>0,02</b>			<b>0,02</b>			<b>0,01</b>

Tablo 34’den görüldüğü üzere Mİ değerleri makine sayısı girdisinin tamamı bulanık veri iken analiz yapıldığında gerçek veri ile bulunan sonuçlardan hiçbir fark göstermemiştir. Üretilen bulanık verilerin neredeyse gerçek veri ile aynı olduğu vurgulanmıştır. Ülkelerin çoğunda gerçek ve bulanık veri ile yapılan analiz sonuçları arasındaki fark sıfır çıkmıştır. Sadece Şili için Model 1’deki fark diğer ülkelere göre biraz daha belirgindir.

Model 1’in optimistik ve pesimistik bakış açılarına göre bulanık ve gerçek değerler arasındaki ortalama farkın % 2 olduğu görülmektedir. Model 2 için ise gerçek ve bulanık Mİ değerleri arasındaki ortalama fark % 1 çıkmıştır. Sonuç olarak her iki model içinde eksik veriler yerine üretilen bulanık verilerin tamamen güvenilir sonuçlar verdiğini söyleyebiliriz.

### 3.5. ANALİZ SONUÇLARI

Şekil 3’de gösterildiği gibi, çalışmada iki farklı model kullanılmıştır. Model 1’de aralık veri ile  $\alpha = (0,0.25,0.5,0.75,1)$  değerlerine göre değişen bulanık sayılar kullanılarak pesimistik ve optimistik bakış açılarına göre Aralık VZA ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi modeli uygulanmıştır. Model 2’de aynı bulanık sayı ve aynı girdi-çıktılardan oluşan veri setine bulanık VZA ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeksi modeli uygulanmıştır. Her iki model sonuçları ele alınarak OECD ülkeleri genelinde malmquist indeks, teknolojik değişim ve etkinlik değişimi bileşenleri incelenmiştir. Ayrıca OECD ülkeleri kendi içinde gelişmekte olan ülkeler ve gelişmiş ülkeler olarak ülke gruplarına ayrılmış ve bu üç bileşen değerleri karşılaştırılmıştır. Ülkelerin coğrafi bölgelerine göre de OECD ülkeleri kıtalara ayrılarak yine bu üç bileşen üzerinden incelenmiş ve kıyaslanmıştır. Son olarak Türkiye’nin OECD ülkeleri içindeki durumunu görebilmek adına Türkiye ve OECD ülke geneli bu üç bileşen üzerinden karşılaştırılmıştır.



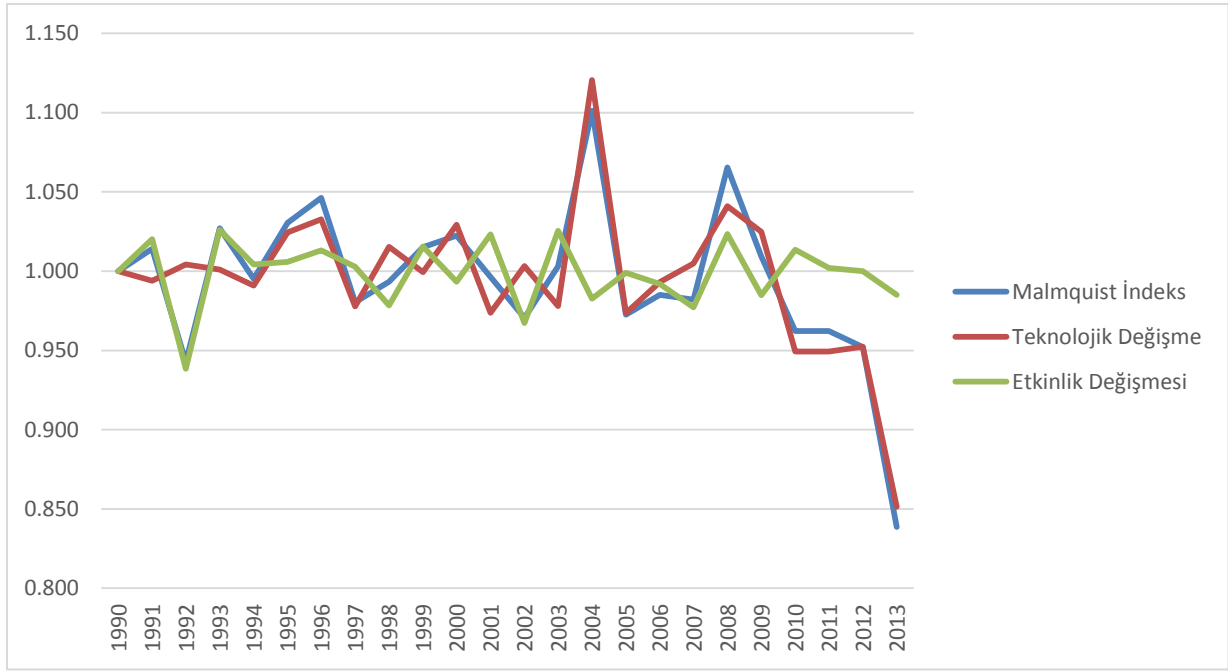
Şekil 3 : Çalışmada Kullanılan Analizlerin Özet Görünümü

### 3.5.1. Yıllara Göre Model 1- Aralık Veri Zarflama Analizi ile Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi Sonuçları

Yapılan analiz sonucunda 1990-2013 dönemi boyunca etkinlik değişmesinin yüzde 0,1 azaldığı ve teknolojik değişimde yüzde 0,6'lık bir azalışın olduğu Tablo 35'de görülmektedir. Teknolojik değişimde meydana gelen azalışın toplam faktör verimliliğinin de azalmasına yol açtığı ve toplam faktör verimliliğinde yüzde 0,7'lik bir azalışın meydana geldiği görülmektedir. Toplam faktör verimliliğinde meydana gelen değişimin kaynağını teknolojik değişimdeki düşüşler oluşturmaktadır. Malmquist İndeks değerlerinin en yüksek olduğu yıl 2004 iken en düşük olduğu yıl 2013 yılıdır.

Tablo 35: Pesimistik Yaklaşımla Yıllar İtibariyle Mİ, TD, ED Değerleri (Model 1) ( $\alpha = 0$ )

Yıllar	Malmquist İndeks	Teknolojik Değişme	Etkinlik Değişmesi
1990	1,000	1,000	1,000
1991	1,014	0,994	1,020
1992	0,943	1,004	0,938
1993	1,027	1,001	1,026
1994	0,995	0,991	1,004
1995	1,030	1,024	1,006
1996	1,046	1,033	1,013
1997	0,980	0,978	1,003
1998	0,993	1,015	0,978
1999	1,015	0,999	1,016
2000	1,022	1,029	0,993
2001	0,996	0,974	1,023
2002	0,970	1,003	0,967
2003	1,003	0,978	1,025
2004	1,101	1,120	0,983
2005	0,972	0,973	0,999
2006	0,985	0,993	0,992
2007	0,982	1,005	0,977
2008	1,065	1,041	1,023
2009	1,009	1,025	0,985
2010	0,962	0,949	1,014
2011	0,962	0,949	1,002
2012	0,952	0,952	1,000
2013	0,839	0,851	0,985
<b>Ortalama</b>	<b>0,993</b>	<b>0,994</b>	<b>0,999</b>



Şekil 4 : Pesimistik Yaklaşımla Yıllar İtibariyle Mİ, TD, ED Değerleri (Model 1) ( $\alpha = 0$ )

Yukarıdaki bulguların dışında Malmquist İndeks (Mİ), Teknolojik Değişim (TD), Etkinlik Değişmesi (ED) arasındaki ilişkileri gösteren Şekil 4’de ek bilgiler sunulmuştur. Şekilde görüldüğü üzere toplam faktör verimliliğindeki değişme ile teknolojik değişme birbirine paralellik göstermektedir. 1990-2013 dönemi boyunca aynı paralellikte görünmektedir. 2004 yılındaki teknolojik değişimin pozitif yöndeki sıçrayışının nedenini 2004 yılında Avrupa Birliği tarım reformlarının uygulanmasıyla açıklayabiliriz. 2009-2013 döneminde ise teknolojik değişimde sert bir düşüş görülmektedir, teknolojik değişimdeki bu negatif yönlü değişim aynı paralellikte malmquist indeks değişiminde de görülmektedir. 2009 yılı itibariyle görülen teknolojideki negatif değişimin sebebinin 2009 yılında Dünya çapında yaşanan küresel kriz olduğu düşünülmektedir. 2009-2013 döneminde de küresel krizin etkisi devam etmiştir. Etkinlik değişmesinin ise teknolojik değişim ve malmquist indeks değerlerine göre dönemsel dalgalanmalar içerdiği görülmektedir. 2010 yılı itibariyle etkinlik değişmesinde çok büyük bir değişim görülmemesine rağmen toplam faktör verimliliği ve teknolojik değişim değerlerinde diğer yıllara göre ani bir düşüş göze çarpmıştır.

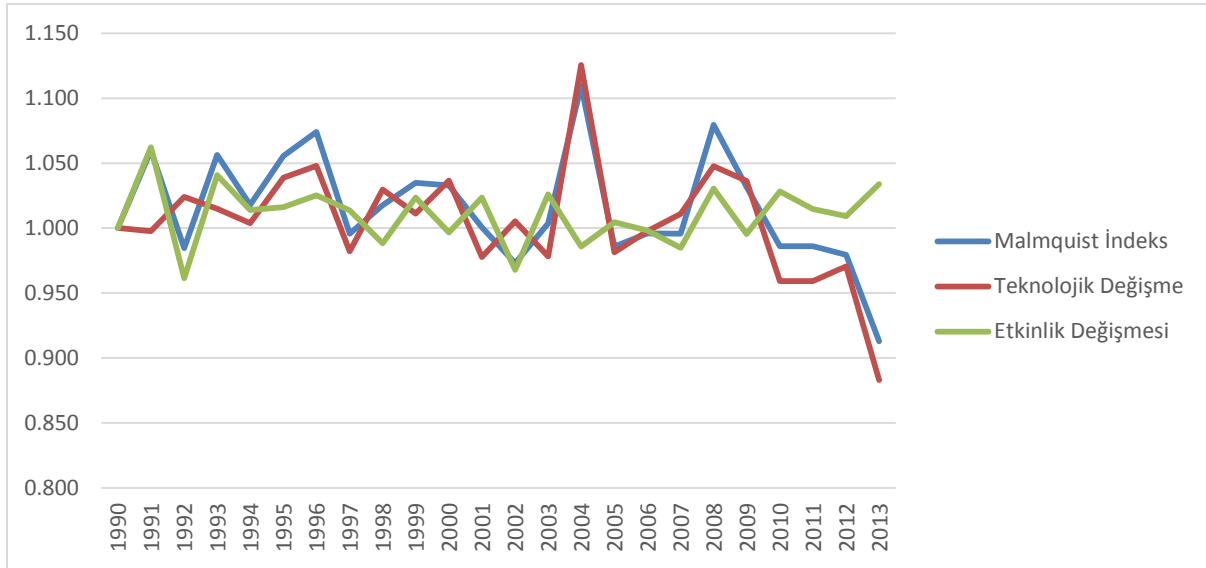
Pesimistik yaklaşımla incelenen değerler optimistik yaklaşımla da incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda 1990-2013 dönemi boyunca etkinlik değişmesinin yüzde 1 arttığı ve teknolojik değişimde yüzde 0,4’lük bir artışın olduğu tablo 36’da görülmektedir. Etkinlik değişiminde meydana gelen artışın toplam faktör verimliliğinin de artmasına yol açtığı ve toplam faktör verimliliğinde yüzde 1,5’lik bir artışın meydana geldiği görülmektedir. Optimistik yaklaşımda pesimistik yaklaşımın tersine toplam faktör verimliliğinde meydana gelen değişimin kaynağının etkinlik değişimindeki artışlar olduğu



görülmektedir. Malmquist İndeks değerlerinin en yüksek olduğu yıl 2004 iken en düşük olduğu yıl 2013 yılıdır. 1990-2013 dönemi boyunca genel olarak pozitif yönde değiştiği görülmektedir.

Tablo 36: Optimistik Yaklaşımla Yıllar İtibariyle Mİ, TD, ED Değerleri (Model 1) ( $\alpha = 0$ )

Yıllar	Malmquist İndeks	Teknolojik Değişme	Etkinlik Değişmesi
1990	1,000	1,000	1,000
1991	1,060	0,998	1,062
1992	0,985	1,024	0,962
1993	1,056	1,015	1,041
1994	1,018	1,004	1,014
1995	1,056	1,039	1,016
1996	1,074	1,048	1,025
1997	0,996	0,982	1,014
1998	1,018	1,030	0,988
1999	1,035	1,011	1,024
2000	1,033	1,037	0,997
2001	1,001	0,978	1,024
2002	0,973	1,005	0,968
2003	1,004	0,978	1,026
2004	1,110	1,126	0,986
2005	0,986	0,981	1,004
2006	0,996	0,998	0,998
2007	0,996	1,011	0,985
2008	1,080	1,048	1,030
2009	1,032	1,036	0,995
2010	0,986	0,959	1,028
2011	0,986	0,959	1,015
2012	0,979	0,970	1,009
2013	0,913	0,883	1,034
<b>Ortalama</b>	<b>1,015</b>	<b>1,004</b>	<b>1,010</b>



Şekil 5: Optimistik Yaklaşımla Yıllar İtibariyle Mİ, TD, ED Değerleri (Model 1) ( $\alpha = 0$ )

Tablo 36'dan elde edilen bulgulara ek olarak Şekil 5' den de optimistik yaklaşımla malmquist indeks, teknolojik değişim ve etkinlik değişimi arasındaki ilişki daha açıkça görülmektedir. Malmquist İndeks değeri ve teknolojik değişim birbirine paralel bir yapı sergilemekte iken etkinlik değişimi dönemsel dalgalanmalar göstermektedir, toplam faktör verimliliği ve teknolojik değişim değeri 2004 yılında tepe noktasına ulaşmışken, diğer dönemlerde homojen bir gidişat göstermiştir, 2004 yılındaki yüksek pozitif değişimin sebebinin 2004 yılında uygulanan Avrupa Birliği tarım reformları olduğu düşünülmektedir. Pesimistik modele paralel olarak 2009-2013 döneminde TD ve Mİ değerlerinde ani bir düşüş gözlenmiştir. Teknolojik değişimdeki 2013 yılındaki ani düşüş nedeniyle toplam faktör verimliliğinde de 2013 yılında teknolojik değişime paralel olarak düşüş gözlenirken, etkinlik değişiminde artış olmuştur. Etkinliğin 2009-2013 döneminde pozitif bir değişim içinde olduğu görülürken teknolojik değişimde negatif bir gidişat görülmektedir. 2009 yılında yaşanan küresel kriz nedeniyle teknolojik değişim negatif yönde olmuştur.

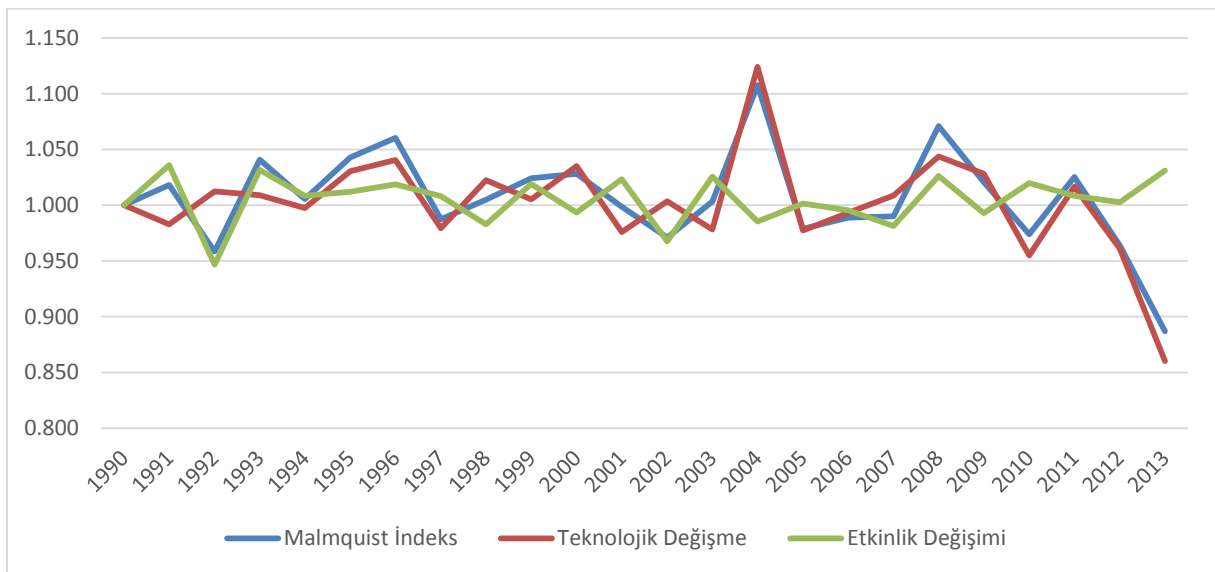
### 3.5.2. Yıllara Göre Model 2- Bulanık Veri Zarflama Analizi İle Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi Sonuçları

Yapılan analiz sonucunda 1990-2013 dönemi boyunca Malmquist İndeks değerinin ortalama yüzde 0.6 arttığı görülmektedir. Teknolojik değişimde ise yüzde 0,1 artış görülmüştür, etkinlik değişiminde yüzde 0.5 artış meydana gelmiştir. Model 1 ile karşılaştırıldığında model 2'nin model 1'in optimistik bakış açısı altında aldığı değerlere benzer değer aldığı görülmektedir. Tablo 37 ve şekil 6 incelendiğinde Mİ değerindeki en büyük artışın yüzde 10,8 ile 2004 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Malmquist indeks değerinde istikrarlı bir artış ya da azalış içinde olduğu uzun bir dönem aralığı görülmemektedir. 1993-1996, 1998-2000, 2003-2004, 2008-2009 dönemlerinde pozitif bir değişim içinde olduğu görülmekte

olup, diğer dönemlerde negatif bir değişim göstermiştir. Teknolojik değişim incelendiğinde toplam faktör verimliliği ile paralel bir değişim içinde olduğu görülmesine rağmen sadece 1992, 2002 ve 2003 yıllarında Mİ değeri ve TD değeri ters yönde değişmiştir. 1992 yılında Mİ değişimi negatif yönde iken teknolojik değişimde pozitif bir gelişme görülmüştür. 2002 yılında da 1992'deki aynı durum devam etmiştir. 2003 yılında ise tam tersi malmquist indeks değeri artarken teknolojik değişimde negatif bir değişim görülmüştür. Etkinlik değişiminde ise pozitif yönde bir değişim olmuştur. Toplam faktör verimliliğindeki pozitif değişimin sebebi etkinlik değişimindeki artıştır. Etkinlik değişiminde Mİ ve TD değerlerinde olduğu gibi kırımlar görülmemekte olup, değişim geçişleri daha düzenli dönemsel dalgalanmalar halinde görülmektedir. 1993-1997 dönemi boyunca pozitif yönde bir değişim meydana gelirken 2010 yılına kadar artan-azalan değişimler geçirdikten sonra etkinlik değişiminde 2010 yılından itibaren pozitif bir değişim görülmüştür. 2011 yılından itibaren Mİ ve TD değerleri negatif yönde değişirken, ED değeri pozitif yönde değişim göstermiştir. 1992 ve 2004 yılındaki Mİ ve TD değerlerinde görülen kırımların sebebinin uygulamaya geçirilen tarım reformlarının sonucu olduğu söylenebilir. Model 1'de olduğu gibi Model 2'de de 2009-2013 dönemindeki düşüşün sebebinin küresel krizin yansımalarından kaynaklandığı görülmektedir.

Tablo 37: Yıllar İtibariyle Mİ, TD ve ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ )

Yıllar	Malmquist İndeks	Teknolojik Değişme	Etkinlik Değişimi
1990	1,000	1,000	1,000
1991	1,018	0,983	1,036
1992	0,958	1,012	0,947
1993	1,041	1,009	1,032
1994	1,006	0,997	1,008
1995	1,043	1,031	1,012
1996	1,060	1,041	1,019
1997	0,987	0,979	1,008
1998	1,005	1,022	0,983
1999	1,024	1,005	1,019
2000	1,028	1,035	0,993
2001	0,999	0,976	1,023
2002	0,971	1,003	0,968
2003	1,003	0,978	1,026
2004	1,108	1,124	0,985
2005	0,979	0,977	1,002
2006	0,989	0,993	0,996
2007	0,990	1,009	0,981
2008	1,071	1,044	1,026
2009	1,021	1,028	0,993
2010	0,974	0,955	1,020
2011	1,025	1,017	1,008
2012	0,964	0,961	1,003
2013	0,887	0,860	1,031
<b>Ortalama</b>	<b>1,006</b>	<b>1,001</b>	<b>1,005</b>

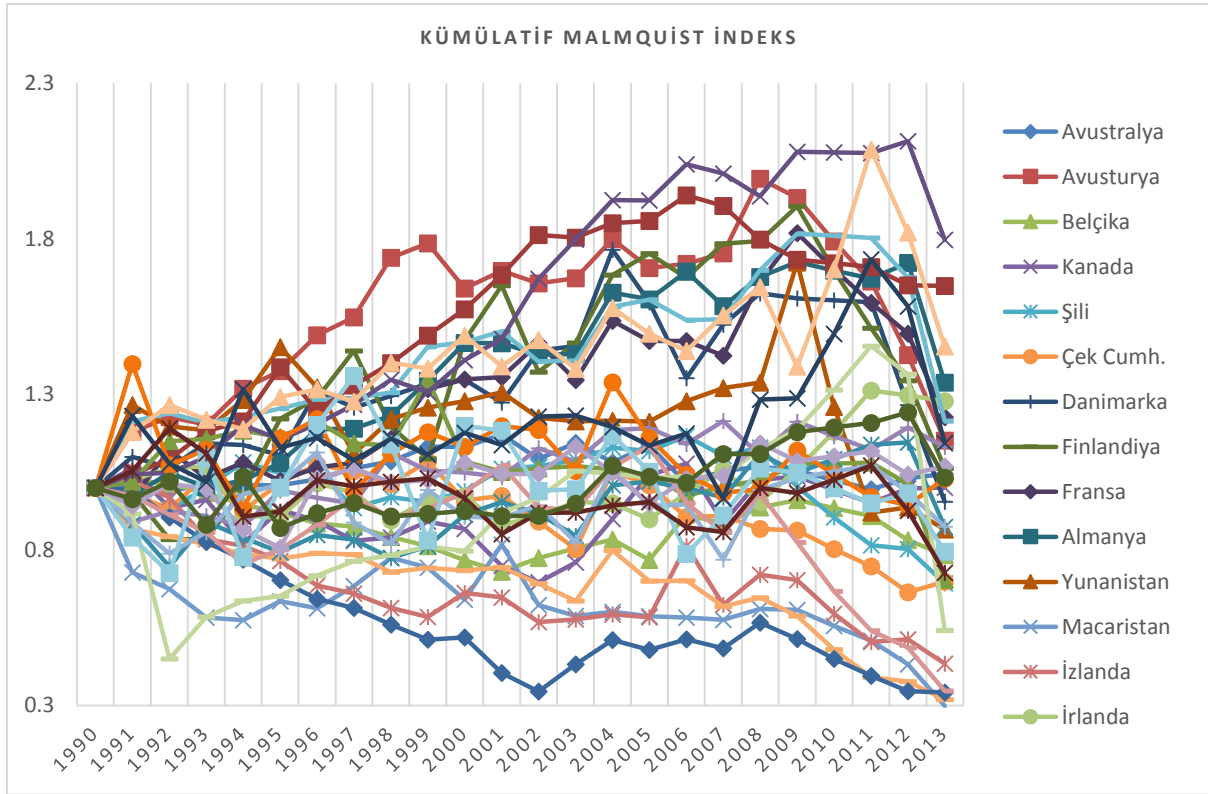
Şekil 6: Yıllar İtibariyle Mİ, TD ve ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ )

### 3.5.3. Ülkelere Göre Model 1-Aralık Veri Zarflama Analizi İle Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi Sonuçları

Tüm ülkelerin ayrı ayrı gelişimini görmek adına ülkelerin bütününe ilişkin kümülatif malmquist indeks pesimistik değerleri tablo 38 ve şekil 7’de gösterilmiştir.

Tablo 38: Pesimistik Bakış Açısıyla Ülkelerin Kümülatif Değerleri (Model 1) ( $\alpha = 0$ )

Ülkeler	Mİ		TD		ED	
	1990	2013	1990	2013	1990	2013
Avustralya	1,000	1,045	1,000	1,150	1,000	0,949
Avusturya	1,000	1,152	1,000	0,949	1,000	1,425
Belçika	1,000	0,784	1,000	0,784	1,000	1,000
Kanada	1,000	1,001	1,000	1,299	1,000	0,819
Şili	1,000	0,693	1,000	0,773	1,000	0,892
Çek Cumh.	1,000	0,698	1,000	0,715	1,000	0,888
Danimarka	1,000	0,956	1,000	0,967	1,000	0,988
Estonya	1,000	0,983	1,000	1,181	1,000	0,917
Finlandiya	1,000	1,062	1,000	0,851	1,000	1,341
Fransa	1,000	1,227	1,000	1,178	1,000	1,042
Almanya	1,000	1,339	1,000	1,133	1,000	1,185
Yunanistan	1,000	0,866	1,000	0,875	1,000	0,990
Macaristan	1,000	0,299	1,000	0,663	1,000	0,563
İzlanda	1,000	0,435	1,000	0,435	1,000	1,000
İrlanda	1,000	1,279	1,000	1,326	1,000	0,868
İsrail	1,000	1,132	1,000	1,132	1,000	1,000
İtalya	1,000	1,215	1,000	1,133	1,000	1,031
Japonya	1,000	0,740	1,000	0,740	1,000	1,000
Güney Kore	1,000	0,320	1,000	0,320	1,000	1,000
Lüksemburg	1,000	0,342	1,000	0,342	1,000	1,000
Meksika	1,000	1,649	1,000	1,002	1,000	1,645
Hollanda	1,000	0,704	1,000	0,772	1,000	1,003
Yeni Zelanda	1,000	1,797	1,000	1,475	1,000	1,219
Norveç	1,000	0,874	1,000	0,920	1,000	0,950
Polonya	1,000	1,030	1,000	1,082	1,000	0,875
Portekiz	1,000	0,876	1,000	0,711	1,000	0,999
Slovakya	1,000	0,348	1,000	0,379	1,000	0,940
Slovenya	1,000	0,542	1,000	1,054	1,000	0,504
İspanya	1,000	1,069	1,000	1,139	1,000	0,874
İsveç	1,000	0,795	1,000	0,863	1,000	0,920
İsviçre	1,000	1,455	1,000	1,455	1,000	1,000
Türkiye	1,000	1,144	1,000	0,823	1,000	1,090
İngiltere	1,000	0,727	1,000	0,764	1,000	0,762
Amerika	1,000	1,033	1,000	0,989	1,000	0,974
Ortalama	1,000	0,850	1,000	0,867	1,000	0,969



Şekil 7: Pesimistik Bakış Açısıyla Ülkelerin Kümülatif Değerleri (Model 1) ( $\alpha = 0$ )

1990-2013 dönemi boyunca örnekleme katılan OECD ülkeleri arasında en iyi performansı gösteren ülkeler Yeni Zelanda, Meksika, İsviçre, Almanya, İrlanda, Fransa, İtalya, Avusturya, Türkiye, İsrail, İspanya, Finlandiya, Avustralya, Amerika, Polonya ve Kanada'dır. Bu ülkeler içinde en büyük ilerlemenin artış oranları sırasıyla yüzde 79 ile Yeni Zelanda, yüzde 65 ile Meksika, yüzde 46 ile İsviçre, yüzde 34 ile Almanya'da olduğu görülmektedir.

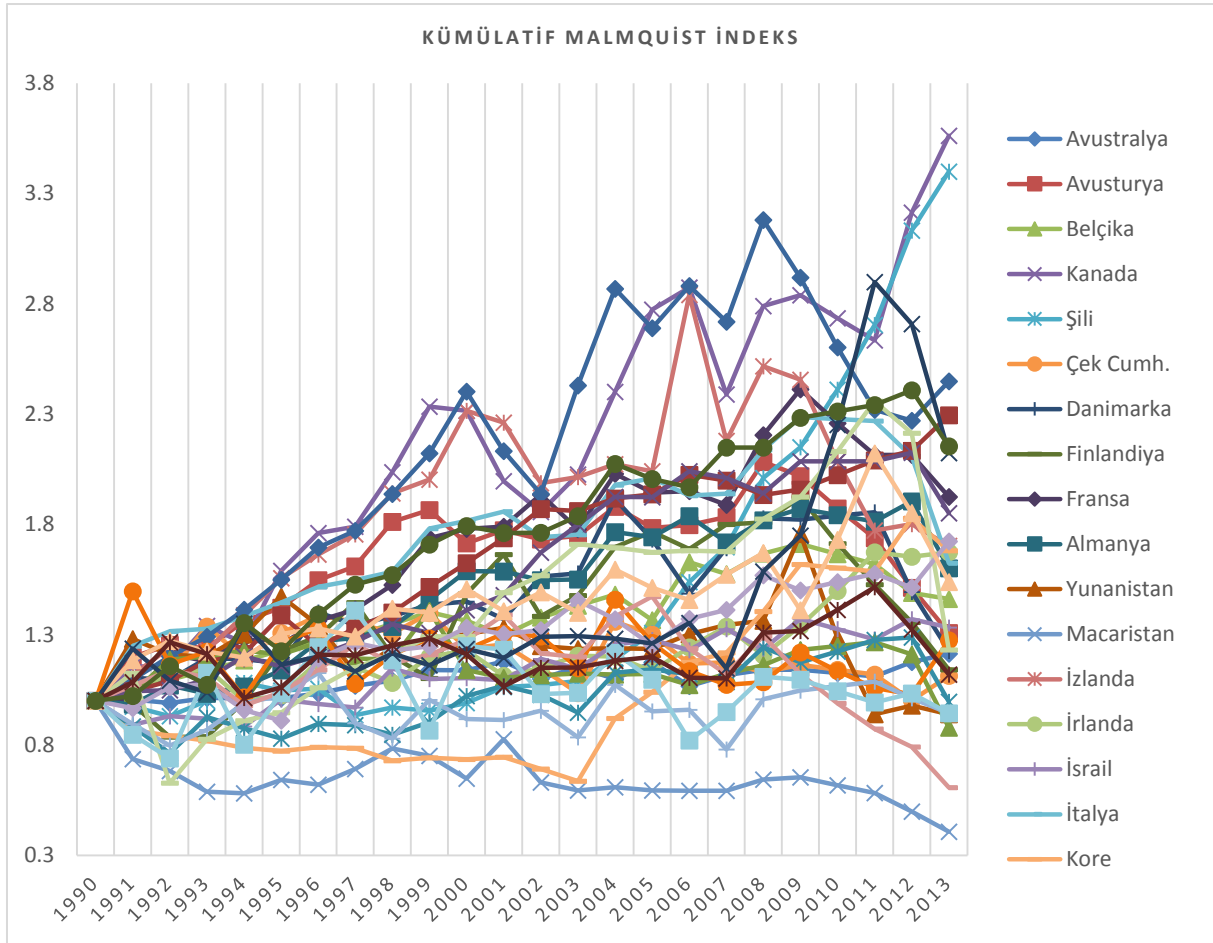
Bu dönem boyunca düşüş gösteren ülkeler ise Macaristan, Güney Kore, Lüksemburg, Slovakya, İzlanda, Slovenya, Şili, Çek Cumhuriyeti, Hollanda, İngiltere, Japonya, Belçika, İsveç, Yunanistan, Norveç, Portekiz, Danimarka ve Estonya'dır. Bu ülkeler içinde en büyük gerilemenin yüzde 70 ile Macaristan'da olduğu görülmektedir.

OECD ortalamasına bakıldığında pesimistik sonuca göre ülke genelinde yüzde 15 gerileme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Optimistik bakış açısı altında da ülkelerin ayrı ayrı kümülatif değerlerine bakılmıştır.

Tablo 39: Optimistik Bakış Açısıyla Ülkelerin Kümülatif Değerleri (Model 1) ( $\alpha = 0$ )

Ülkeler	Mİ		TD		ED	
	1990	2013	1990	2013	1990	2013
Avustralya	1,000	1,214	1,000	1,204	1,000	1,054
Avusturya	1,000	1,308	1,000	0,986	1,000	1,569
Belçika	1,000	1,462	1,000	1,462	1,000	1,000
Kanada	1,000	3,562	1,000	1,335	1,000	3,093
Şili	1,000	3,400	1,000	1,121	1,000	2,892
Çek Cumh.	1,000	1,113	1,000	0,877	1,000	1,126
Danimarka	1,000	1,227	1,000	1,213	1,000	1,012
Estonya	1,000	2,674	1,000	1,095	1,000	2,689
Finlandiya	1,000	1,141	1,000	0,904	1,000	1,356
Fransa	1,000	1,925	1,000	1,433	1,000	1,343
Almanya	1,000	1,601	1,000	1,139	1,000	1,435
Yunanistan	1,000	0,939	1,000	0,930	1,000	1,010
Macaristan	1,000	0,406	1,000	0,627	1,000	0,800
İzlanda	1,000	1,703	1,000	1,703	1,000	1,000
İrlanda	1,000	1,674	1,000	1,395	1,000	1,081
İsrail	1,000	1,333	1,000	1,333	1,000	1,000
İtalya	1,000	1,624	1,000	1,123	1,000	1,390
Japonya	1,000	0,868	1,000	0,868	1,000	1,000
Güney Kore	1,000	1,682	1,000	1,682	1,000	1,000
Lüksemburg	1,000	2,450	1,000	2,450	1,000	1,000
Meksika	1,000	2,296	1,000	1,396	1,000	1,645
Hollanda	1,000	0,879	1,000	0,835	1,000	1,151
Yeni Zelanda	1,000	1,851	1,000	1,519	1,000	1,219
Norveç	1,000	0,996	1,000	0,946	1,000	1,053
Polonya	1,000	1,275	1,000	1,055	1,000	1,111
Portekiz	1,000	0,944	1,000	0,764	1,000	1,001
Slovakya	1,000	0,608	1,000	0,567	1,000	1,064
Slovenya	1,000	1,231	1,000	1,058	1,000	1,141
İspanya	1,000	1,723	1,000	1,143	1,000	1,411
İsveç	1,000	0,945	1,000	0,929	1,000	1,020
İsviçre	1,000	1,540	1,000	1,540	1,000	1,000
Türkiye	1,000	2,124	1,000	0,828	1,000	1,892
İngiltere	1,000	1,119	1,000	0,757	1,000	1,180
Amerika	1,000	2,155	1,000	0,966	1,000	2,082
Ortalama	1,000	1,414	1,000	1,101	1,000	1,267



Şekil 8: Optimistik Bakış Açısıyla Ülkelerin Kümülatif Değerleri (Model 1) ( $\alpha = 0$ )

1990-2013 dönemi boyunca örnekleme katılan OECD ülkeleri arasında en iyi performansı gösteren ülkeler, Kanada, Şili, Estonya, Lüksemburg, Meksika, Amerika, Türkiye, Fransa, Yeni Zelanda, İspanya, İzlanda, Güney Kore, İrlanda, İtalya, Almanya, İsviçre, Belçika, İsrail, Avusturya, Polonya, Slovenya, Danimarka, Avustralya, Finlandiya, İngiltere ve Çek Cumhuriyeti' dir. Bu ülkeler içinde en büyük ilerlemenin artış oranları sırasıyla yüzde 256 ilerleme ile Kanada, yüzde 240 ile Şili, yüzde 167 ile Estonya, yüzde 145 ile Lüksemburg, yüzde 130 ile Meksika, yüzde 116 ile Amerika, yüzde 112 ile Türkiye, yüzde 93 ile Fransa, yüzde 85 ile Yeni Zelanda'da olduğu görülmektedir.

Bu dönem boyunca düşüş gösteren ülkeler ise Macaristan, Slovakya, Japonya, Hollanda, Yunanistan, Portekiz, İsveç, Norveç'dir. Bu ülkeler içinde en büyük gerilemenin sırasıyla yüzde 59 azalış oranı ile Macaristan ve yüzde 39 azalış oranı ile Slovakya'da olduğu görülmektedir.

OECD ortalamasına bakıldığında optimistik sonuca göre ülke genelinde yüzde 41 ilerleme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Model 1'in optimistik ve pesimistik sonuçları karşılaştırıldığında Şili, Estonya, Lüksemburg, İzlanda, Güney Kore, Belçika, Slovenya, Danimarka, İngiltere, Çek Cumhuriyeti pesimistik sonuca göre düşüş göstermişken optimistik açıdan yükselişte olan ülkeler arasında görülmektedir. Optimistik açıdan gerileme gösteren diğer ülkeler pesimistik açıdan da gerileme gösteren ülkeler arasındadır. Pesimistik açıdan ilerleme gösteren ülkelerin tamamı optimistik açıdan da ilerleme göstermiştir.

Tablo ve şekiller  $\alpha = 0$  değeri için verilmiştir. 5 farklı  $\alpha$  değeri için tablo ve grafikler hesaplanmıştır ancak uygulama anlatımında tekrar verilmemiştir. Çünkü  $\alpha$  değerlerine göre çıkan sonuçlar birbirine oldukça yakın olup her bir değer için tablo ve grafiğe yer verilmesi durumunda grafikler neredeyse aynı görünecektir. Gerçek değerlerin içinde bulunduğu aralığın alt ve üst sınırını oluşturan değerlerin birbirine yakın olmasından dolayı bulanık sayı oluştururken kullanılan  $\alpha$  değerlerine göre ortaya çıkan farklı bulanık sayı değerleri de birbirine oldukça yakındır. Bu nedenle sonuçlar da yakın çıkmıştır. EK 1'de malmquist indeks skorları verilmiştir.

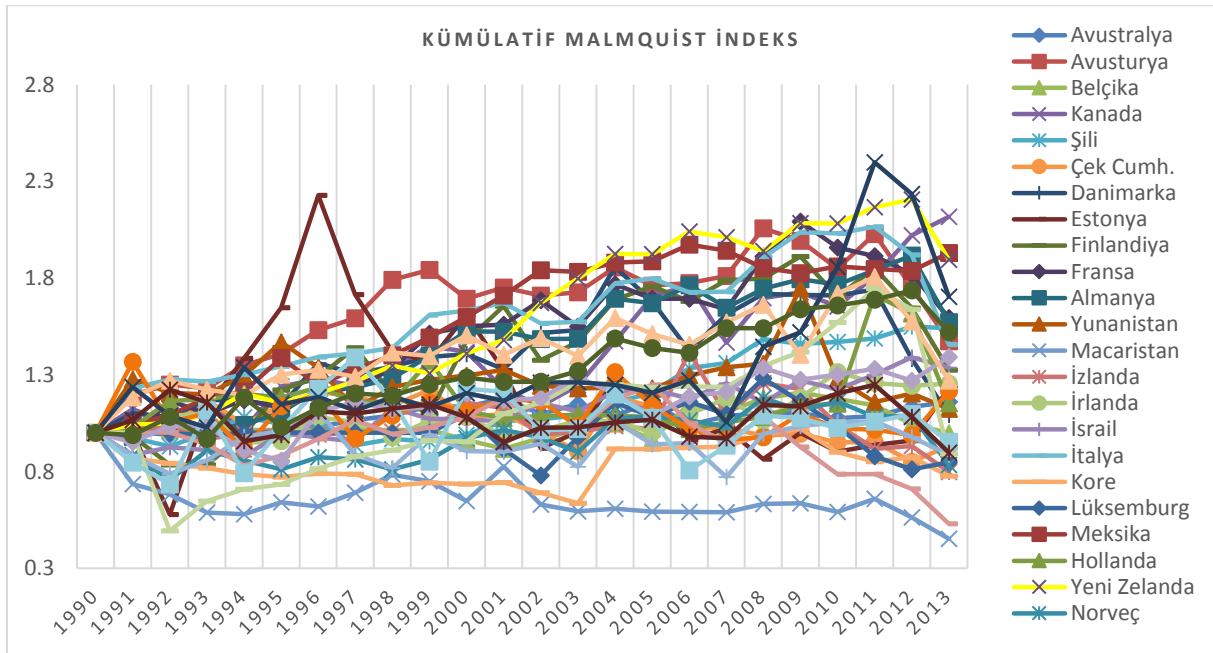
### 3.5.4. Ülkelere Göre Model 2- Bulanık Veri Zarflama Analizi İle Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi Sonuçları

Tüm ülkelerin ayrı ayrı tarım etkinliği açısından yaşadığı gelişimi Model 2 açısından görmek adına ülkelerin bütününe ilişkin kümülatif Malmquist İndeks değerleri Tablo 40 ve Şekil 9'da gösterilmiştir.

Tablo 40 : Ülkelerin Kümülatif Mİ, TD, ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ )

Ülkeler	Mİ		TD		ED	
	1990	2013	1990	2013	1990	2013
Avustralya	1,000	1,161	1,000	1,161	1,000	1,000
Avusturya	1,000	1,474	1,000	0,961	1,000	1,534
Belçika	1,000	0,999	1,000	0,999	1,000	1,000
Kanada	1,000	2,117	1,000	1,352	1,000	1,566
Şili	1,000	1,541	1,000	0,898	1,000	1,716
Çek Cumh.	1,000	0,933	1,000	0,933	1,000	1,000
Danimarka	1,000	1,094	1,000	1,094	1,000	1,000
Estonya	1,000	1,230	1,000	0,928	1,000	1,325
Finlandiya	1,000	1,324	1,000	0,982	1,000	1,349
Fransa	1,000	1,595	1,000	1,355	1,000	1,177
Almanya	1,000	1,573	1,000	1,167	1,000	1,348
Yunanistan	1,000	1,124	1,000	1,124	1,000	1,000
Macaristan	1,000	0,454	1,000	0,606	1,000	0,748
İzlanda	1,000	0,798	1,000	0,798	1,000	1,000
İrlanda	1,000	1,255	1,000	1,278	1,000	0,982
İsrail	1,000	1,338	1,000	1,338	1,000	1,000
İtalya	1,000	1,458	1,000	1,189	1,000	1,227
Japonya	1,000	0,736	1,000	0,736	1,000	1,000
Güney Kore	1,000	0,778	1,000	0,778	1,000	1,000

<b>Lüksemburg</b>	1,000	0,848	1,000	0,848	1,000	1,000
<b>Meksika</b>	1,000	1,930	1,000	1,173	1,000	1,645
<b>Hollanda</b>	1,000	1,153	1,000	1,078	1,000	1,069
<b>Yeni Zelanda</b>	1,000	1,896	1,000	1,556	1,000	1,219
<b>Norveç</b>	1,000	0,834	1,000	0,834	1,000	1,000
<b>Polonya</b>	1,000	1,216	1,000	1,200	1,000	1,014
<b>Portekiz</b>	1,000	0,886	1,000	0,886	1,000	1,000
<b>Slovakya</b>	1,000	0,531	1,000	0,531	1,000	1,000
<b>Slovenya</b>	1,000	0,891	1,000	1,071	1,000	0,832
<b>İspanya</b>	1,000	1,393	1,000	1,211	1,000	1,150
<b>İsveç</b>	1,000	0,954	1,000	0,954	1,000	1,000
<b>İsviçre</b>	1,000	1,270	1,000	1,270	1,000	1,000
<b>Türkiye</b>	1,000	1,704	1,000	1,138	1,000	1,498
<b>İngiltere</b>	1,000	0,898	1,000	0,920	1,000	0,977
<b>Amerika</b>	1,000	1,520	1,000	1,047	1,000	1,452
<b>Ortalama</b>	1,000	1,137	1,000	1,016	1,000	1,120



Şekil 9: Ülkelerin Kümülatif Mİ, TD, ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ )

1990-2013 dönemi içinde örnekleme dahil edilen ülkeler arasında en iyi performansı gösteren ülkeler Kanada, Meksika, Yeni Zelanda, Türkiye, Fransa, Almanya, Şili, Amerika, Avusturya, İtalya, İspanya, İsrail, Finlandiya, İsviçre, İrlanda, Estonya, Polonya, Avustralya, Hollanda, Yunanistan ve Danimarka'dır. Bu ülkeler içinde en büyük ilerlemenin artış oranları sırasıyla yüzde 112 ile Kanada, yüzde 93 ile Meksika, yüzde 90 ile Yeni Zelanda, yüzde 70 ile Türkiye, yüzde 60 ile Fransa, yüzde 57 ile Almanya, yüzde 54 ile Şili ve yüzde 52 ile Amerika'da olduğu görülmektedir.

Bu dönem boyunca düşüş gösteren ülkeler ise Macaristan, Slovakya, Japonya, Güney Kore, İzlanda, Norveç, Lüksemburg, Portekiz, Slovenya, İngiltere, Çek Cumhuriyeti, İsveç ve Belçika'dır. Bu ülkeler içinde en büyük gerilemenin sırasıyla yüzde 54 ile Macaristan ve yüzde 46 ile Slovakya olduğu görülmektedir.

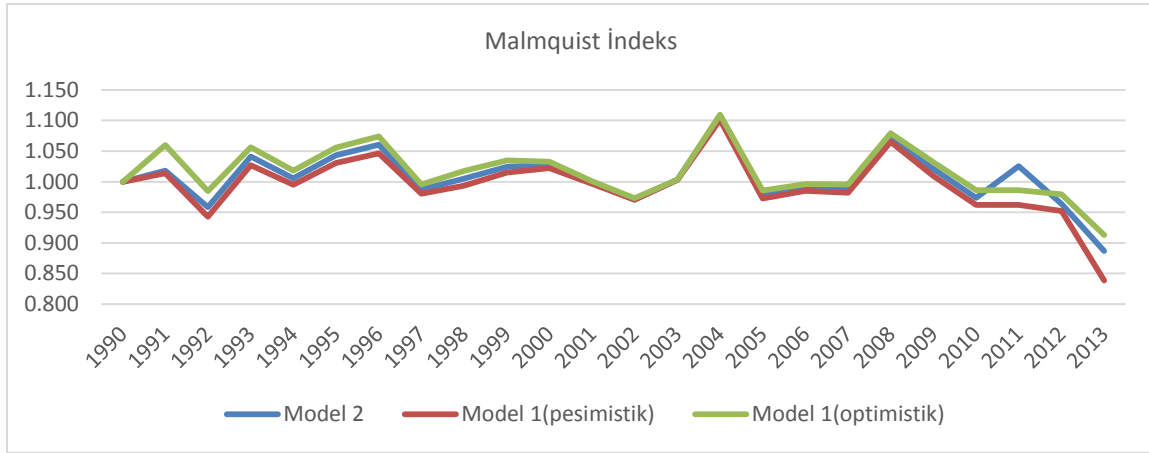
OECD ortalamasına bakıldığında ülke genelinde yüzde 13,7 ilerleme olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ülkeler açısından model 1 optimistik sonucu ve model 2 sonucu karşılaştırıldığında Lüksemburg, İzlanda, Güney Kore, Belçika, Slovenya, İngiltere ve Çek Cumhuriyeti'nin optimistik açıdan ilerleme gösteren ülkelerde olduğu, model 2 açısından düşüş gösteren ülkeler arasında olduğu görülmektedir. Model 2' ye göre Hollanda ve Yunanistan ilerleme göstermişken optimistik sonuca göre gerileme gösteren ülkeler arasındadırlar. Diğer ülkeler için ilerleme ve gerileme gösteren ülkeler model 2 ve model 1 optimistik sonuca göre aynıdır. Model 1 pesimistik sonuç ve model 2 sonuçları kıyaslandığında ise Estonya, Yunanistan, Hollanda ve Şili pesimistik sonuca göre gerileme göstermişken model 2 sonucunda ilerleme göstermiş ülkeler arasında görülmektedir. Bunlar dışındaki tüm ülkelerde gerileme ve ilerleme gösteren ülkeler aynı kategoride yerleşmişlerdir.

### **3.5.5. Model 1 ve Model 2'nin Karşılaştırılması**

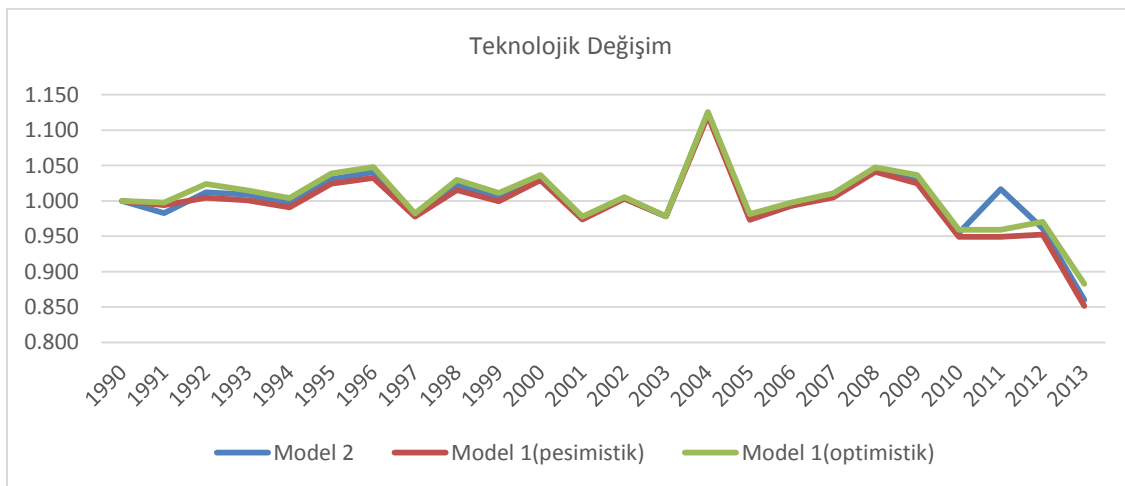
Bu alt başlıkta model 1 ile model 2 sonuçları karşılaştırılmaktadır. Şekil 10 Model 1 (pesimistik ve optimistik bakış açılarıyla) ile Model 2'nin Mİ sonuçlarını göstermektedir.

Model 2 sonuçları genel olarak model 1'in optimistik değeri ve pesimistik değeri arasında seyretmekle beraber 1990-2000 dönemi boyunca iki değer arasında paralel olarak ilerleyip, 2000-2005 arasında birbirlerine oldukça yakın neredeyse aynı değişim değeri olarak hareket ettikleri görülür. 2005-2010 arasında yine paralel olarak model 2 pesimistik ve optimistik değişim değerleri arasında değer olarak değişmiştir. 2011 yılında Model 2'nin toplam faktör verimliliğinde pozitif değişim değeri alırken model 1 her iki bakış açısında da negatif değişim değeri almıştır. 2012-2013 döneminde her iki modelde negatif değişim değeri aldığı ve paralel yapıya geçtiği görülür. Model 2'de yüzde 0.6 artış görülürken, model 1'in pesimistik değerinde yüzde 0.7 negatif değişim, model 1'in optimistik değerinde ise yüzde 1.5 pozitif değişim görülmüştür.



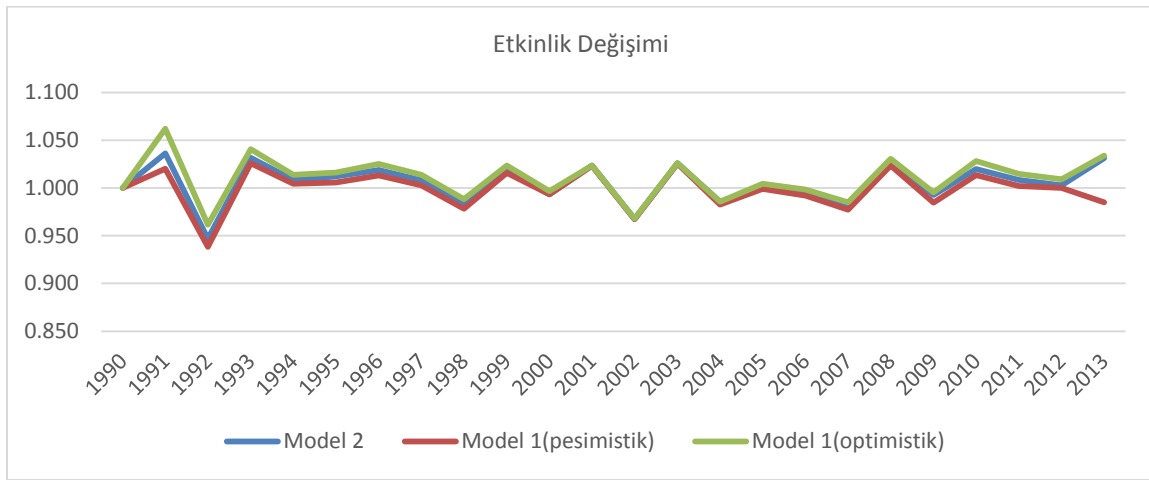
Şekil 10: Model 1 ile Model 2 Mİ Değerleri ( $\alpha = 0$ )

Her iki modelin teknolojik değişim değerleri karşılaştırıldığında, Model 2'nin Mİ değerinde olduğu gibi yine genel olarak optimistik ve pesimistik değerler arasında değişim gösterdiği görülmektedir. 1991 yılında model 2'nin negatif değişim değeri model 1'in pesimistik değerinden düşük olmuştur. 1992-1999 döneminde paralel olarak pesimistik model 1 değeri < model 2 değeri < optimistik model 1 değeri şeklinde görülmektedir. 1999-2010 dönemi buncada bu üç değer birbirine oldukça yakın neredeyse aynı değerler almıştır. 2011 yılında model 2 TD değerinde pozitif artış gösterirken, model 1'in her iki yaklaşımında da teknolojik değişimde negatif değişim görülmüştür. 2012-2013 döneminde de her iki model değerinde düşüş görülmektedir. TD değeri model 2'de yüzde 0,1 artarken, model 1'in optimistik değerinde de yüzde 0,4 artış meydana gelmiştir. Model 1'in pesimistik yaklaşımında ise teknolojik değişimde yüzde 0,6 azalış görülmektedir.



Şekil 11: Model 1 ile Model 2 TD Değerleri ( $\alpha = 0$ )

Her iki modelin etkinlik değişimi değerlerini karşılaştırdığımızda ise, her iki model de 1991 yılı en yüksek artış olduğu yılken 1992 yılında büyük bir düşüş meydana gelmiştir. Model 2'nin artış değeri de azalış değeri de model 1'in pesimistik ve optimistik değerleri arasına düşmektedir. 1990-1998 yılları arasında model 1 ve model 2 artış-azalışlar açısından paralel ilerlemektedir. 1998-2009 dönemi boyunca da neredeyse aynı değerleri alarak inişli çıkışlı bir yapı izlemiştir. 2009-2012 arasında paralel ilerleyip, 2013 yılında model 1'in pesimistik değeri açısından negatif değişim görülürken, model 1 optimistik yaklaşım ve model 2 pozitif değişim değeri almıştır. Model 2 etkinlik değişimi açısından yüzde 0.5 pozitif değişim, model 1 optimistik etkinlik değişim değeri pozitif yüzde 1 iken model 1 pesimistik etkinlik değişim değeri yüzde 0.1 azalış görülmektedir.



Şekil 12: Model 1 ile Model 2 ED Değerleri ( $\alpha = 0$ )

Mİ, TD, ED değerleri birlikte değerlendirildiğinde model 1'in optimistik sonuçlarının model 2'den daha yüksek sonuçlar verdiği görülmektedir ancak 2011-2012 dönemlerinde model 2 Mİ ve TD değerlerinde daha yüksek artışa sahiptir.

### 3.6. OECD Ülkelerinin Gruplara Göre Karşılaştırılmış Etkinlik Analizleri

Malmquist İndeks değişmesinin üretim biçimleri, iklimsel özellikler, coğrafi bölge yapıları ve ekonomik yapıları bakımından birbirine daha benzer ülkeler açısından da incelenmesi için öncelikle OECD ülkeleri olarak ele alınarak incelenen ülkeleri daha ayrıntılı analiz edebilmek açısından OECD ülkeleri kendi içinde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler olarak analiz edilmiştir. OECD Ülkeleri arasında gelişmekte olan ülkeler Türkiye, Macaristan ve Meksika olmak üzere diğer OECD ülkeleri gelişmiş ülkeler kategorisindedir. Daha sonrasında da ülkelerin dahil oldukları kıtalar açısından coğrafi yerleşimlerine göre sınıflandırılarak incelenmiş ve son olarak da Türkiye ve OECD ülkeleri karşılaştırması yapılmıştır.

Analizlerin tamamı her iki model içinde yapılmış olup, model 2 'nin sonuçlarının genel olarak aralık modelde pesimistik ve optimistik sonuçlarının arasında kalmasından dolayı OECD ülkelerinin gelişmişlik düzeylerine, coğrafi yerleşimlerine göre analiz sonuçları ile OECD ülkeleri ile Türkiye karşılaştırmasının analiz sonuçları model 2 üzerinden devam eden başlıklarda anlatılmıştır.

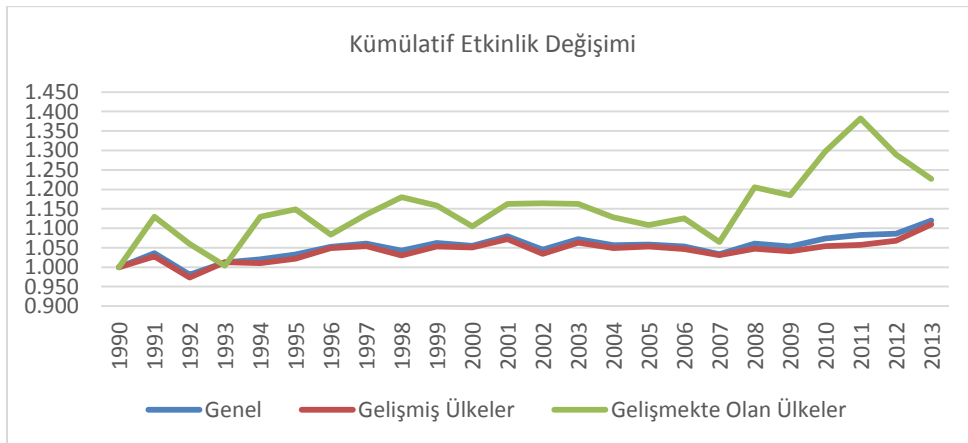
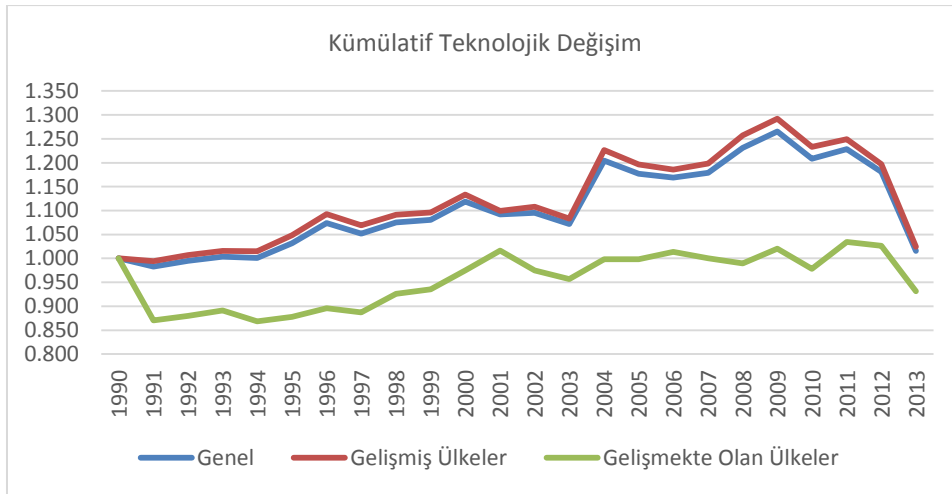
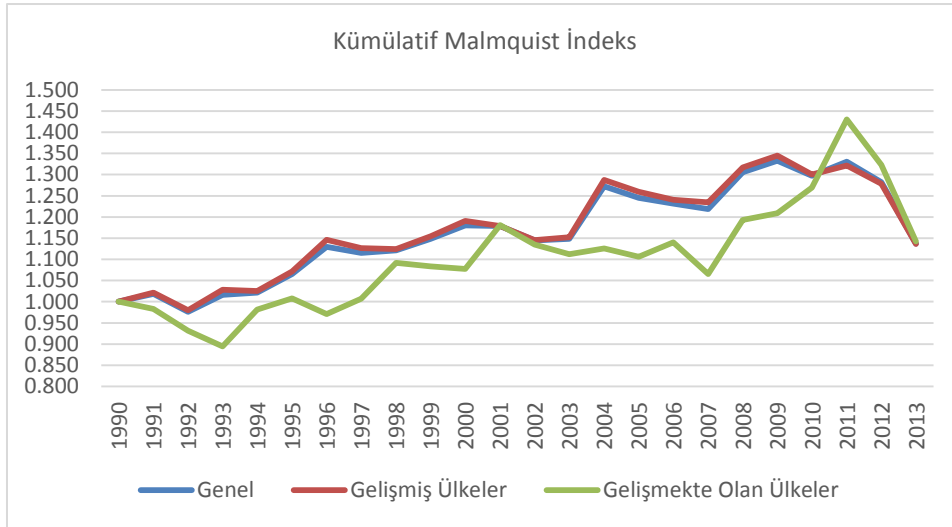
### 3.6.1. OECD Ülkelerinin Gelişmişlik Düzeylerine Göre Analiz Sonuçları

Uzun dönemli etkileri analiz etmek adına kümülatif malmquist indeks değerlerine baktığımızda indeks değerlerinin yüzde 13.7 arttığı görülmektedir. Toplam faktör verimliliğinin gelişmiş ülkelerde de yüzde 13,7 arttığı görülürken, gelişmekte olan ülkelerde ise söz konusu dönem boyunca yüzde 14,3 artış meydana geldiği Tablo 41 'den görülmektedir. Teknolojik değişim açısından OECD ülkelerinde yüzde 1,6 artış görülürken, gelişmiş ülkeler 1990-2013 dönemi boyunca yüzde 2,4 artış değerinde teknolojik değişim göstermişlerdir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu gelişmekte olan ülkeler yüzde 6,8 azalış değeriyle teknolojik açıdan negatif değişim göstermişlerdir. Etkinlik değişiminde yüzde 12 artışla pozitif değişim görülmektedir. Gelişmekte olan ülkeler yüzde 22,6 artışla en yüksek etkinlik değişim değerine sahiptir, gelişmiş ülkelerde ise etkinlik değişiminde yüzde 11 artış meydana gelmiştir.

Şekil 13 incelendiğinde ise toplam faktör verimliliği kümülatif değerlerinde gelişmekte olan ülkelerin değişim yönünden 2011-2013 dönemi dışında gelişmiş ülkelerin hep gerisinde kaldığı görülmektedir. Ancak söz konusu dönem boyunca gelişmekte olan ülkeler verimlilik artışı açısından gelişmiş ülkelere ileridedir. Kümülatif teknolojik değişim açısından da negatif bir gidişat içinde olan gelişmekte olan ülkeler 1991 yılında bir düşüş içinde olduğu görülmektedir. Etkinlik değişimi kümülatif değerleri açısından gelişmekte olan ülkeler toplam faktör verimliliği ve teknolojik değişim göstergelerinin tersine gelişmiş ülkelerin ilerisindedir ancak teknolojik değişim açısından gelişmekte olan ülkeler gelişmiş ülkelerin gerisinde kalmıştır. Gelişmekte olan ülkelerde etkinlik değişimi gelişmiş ülkelere daha yüksek artışa sahip olmasına rağmen teknolojik değişim açısından gelişmekte olan ülkeler negatif değişim içinde görünmektedir. Şekil 13'den görüleceği üzere 2012 yılında gelişmekte olan ülkelerin Mİ değerinin pozitif yönde sıçrama yaptığı gözlenmiştir. Bu artışın nedeni 2012 yılında gelişmekte olan ülkelerdeki etkinlik değişimindeki ani pozitif yükseliştir.

Tablo 41: OECD Ülkelerinin Gelişmişlik Düzeylerine Göre Kümülatif Mİ, TD, ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ )

Ülke Grupları	Mİ		TD		ED	
	1990	2013	1990	2013	1990	2013
<b>Gelişmiş Ülkeler</b>	1,000	1,137	1,000	1,024	1,000	1,110
<b>Gelişmekte Olan Ülkeler</b>	1,000	1,143	1,000	0,932	1,000	1,226
<b>Genel</b>	1,000	1,137	1,000	1,016	1,000	1,120



Şekil 13: OECD Ülkelerinin Gelişmişlik Düzeylerine Göre Kümülatif Mİ, TD, ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ )

### 3.6.2. OECD Ülkelerinin Coğrafi Yerleşimlerine Göre Analiz Sonuçları

Çalışmada gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından karşılaştırma yapıldığı gibi iklim koşulları, toprak yapıları, coğrafi konumları ve ekonomik benzerlikleri açısından bakıldığında OECD ülkelerini ait oldukları kıtalara göre gruplandırarak değerlendirme yapılmasının da anlamlı olacağı düşünülmüştür.

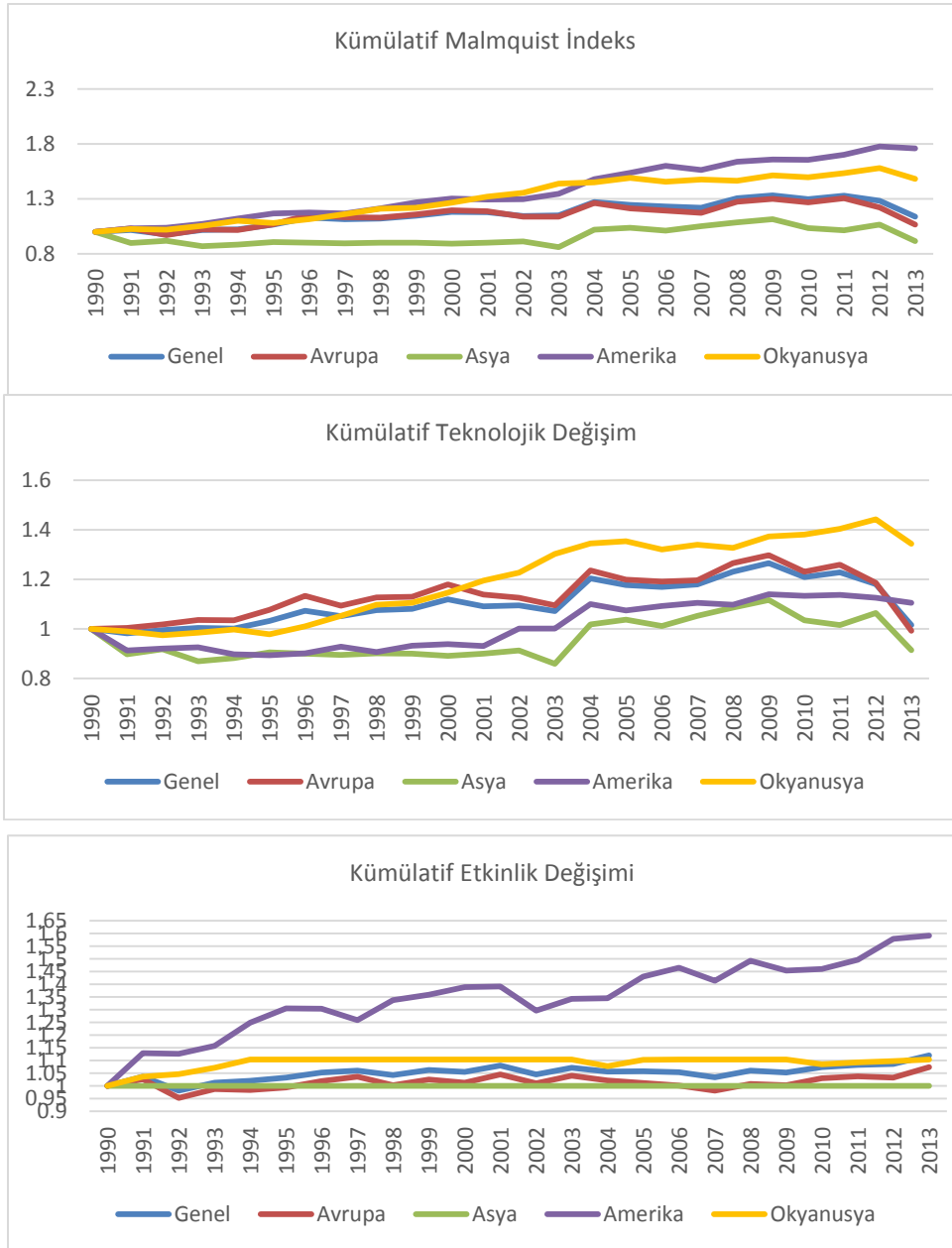
Çalışmada kullanılan otuz dört OECD ülkesi ait oldukları kıtalara göre Avrupa, Asya, Amerika ve Okyanusya (Avustralya) kıtaları olarak gruplandırılmıştır. Asya Kıtası Ülkeleri; İsrail, Japonya, Güney Kore Ülkelerinden oluşmaktadır. Amerika Ülkeleri; Kanada, Şili, Meksika, Amerika ülkelerinden oluşmaktadır. Okyanusya Ülkeleri; Avustralya ve Yeni Zelanda ülkelerinden oluşmaktadır. Geri kalan OECD ülkeleri de Avrupa kıtasına dahildir. Model 2 için OECD ülkeleri ait oldukları kıtalar açısından değerlendirilmiştir.

Uzun dönem etkileri analiz etmek için kümülatif Malmquist indeks değerlerine baktığımızda indeks değerlerinin yüzde 13,7 arttığı görülmektedir. Teknolojik değişimde ise yüzde 1,6 artış görülürken etkinlik değişiminde yüzde 12 artış meydana gelmiştir. Bu artış değerlerinin model 1'e göre daha düşük olduğu görülür. Tablo 42'de görüldüğü üzere malmquist indeks değerinde en büyük artış yüzde 75,9 ile Amerika kıtasında gerçekleşmiştir. Okyanusya ülkelerinde ise yüzde 48,3 artış meydana gelmiştir. Avrupa ülkeleri ise bu değişime daha sınırlı kalmış ve yüzde 6,6 oranında artmıştır. Asya ülkelerinde ise yüzde 8,5 değerinde azalış meydana gelmiştir. Etkinlik değişiminde ise Asya kıtası hariç tüm kıtalarda pozitif bir değişim gözlenmektedir. Amerika kıtası yüzde 59,2 ile en yüksek etkinlik değişimi değerine sahiptir. Okyanusya kıtası ülkelerinde pozitif yönde yüzde 10,4 etkinlik değişimi meydana gelirken bu oran Avrupa ülkeleri için yüzde 7,4 olmuştur. Asya kıtasında ise 1990-2013 dönemi boyunca etkinlik değişimi olmamıştır. Teknolojik değişim ise Amerika ve Okyanusya kıtaları dışında negatif olarak gerçekleşmiştir. Okyanusya kıtası teknolojik değişim açısından yüzde 34,4 ile en büyük artışa sahip kıtadır. Amerika kıtası teknolojik değişim açısından yüzde 10,5 artış göstermiştir. Avrupa ve Asya kıtalarında ise 1990-2013 döneminde azalışlar meydana gelmiştir. Asya kıtası negatif anlamda yüzde 8,5 değişime uğramıştır. Avrupa kıtasında ise yüzde 0,8 azalış meydana gelmiştir. Okyanusya kıtası teknolojik değişim açısından Amerika kıtasından önde olduğu halde, toplam faktör verimliliğinde Amerika kıtasının gerisinde kalmış olmasının sebebi Amerika kıtasının etkinlik değişiminde Okyanusya kıtasını geride bırakmış olmasıdır. Buradan Okyanusya kıtasının toplam faktör verimliliğindeki artışının kaynağının teknolojik değişimindeki artış olduğu söylenebilir. Aynı şekilde Asya kıtası içinde etkinlik değişimi nötr olduğundan malmquist indeks değerindeki negatif değişiminin sebebi teknolojik değişimdeki azalıştır.



Tablo 42: OECD Ülkelerinin Coğrafi Yerleşimlerine Göre Kümülatif Mİ, TD Ve ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ )

Ülke Kıtaları	Mİ		TD		ED	
	1990	2013	1990	2013	1990	2013
Avrupa	1,000	1,066	1,000	0,992	1,000	1,074
Asya	1,000	0,915	1,000	0,915	1,000	1,000
Amerika	1,000	1,759	1,000	1,105	1,000	1,592
Okyanusya	1,000	1,483	1,000	1,344	1,000	1,104
Genel	1,000	1,137	1,000	1,016	1,000	1,120



Şekil 14: OECD Ülkelerinin Coğrafi Yerleşimlerine Göre Kümülatif Mİ, TD Ve ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ )

Şekil 14'e bakıldığında kümülatif etkinlik değişimi grafiğinde ilk göze çarpan kıta Amerika kıtasıdır. 1990-2013 dönemi boyunca pozitif yönde artış gösterdiği görülmektedir. Okyanusya kıtası da aynı şekilde etkinlik değişiminde pozitif yönde değişen diğer bir kıtadır. Asya kıtasının etkinlik değişimi geçirmediği grafikten görülmektedir. Avrupa kıtası da pozitif yönde değişse de Amerika ve Okyanusya kıtasına göre etkinlik değişimi açısından daha sınırlı bir değişim içindedir. Kümülatif teknolojik değişim grafiğinde ise Okyanusya kıtası ön plana çıkarak oldukça pozitif yönde teknolojik değişim göstermektedir. Amerika kıtası 2004 yılına kadar negatif bir değişim gösterip 2004 yılından itibaren pozitif yönde değişim göstermiştir. Asya kıtasının ise teknolojik değişim açısından negatif değişim değerlerinde kaldığı görülmektedir. Son olarak malmquist indeks değerlerine bakıldığında Amerika ve Okyanusya kıtalarının diğer kıtalarda ayrılarak pozitif yönde artan bir grafiğe sahip oldukları görülür. Avrupa kıtası Okyanusya ve Amerika kıtalarına göre toplam faktör verimliliği artışında daha sınırlı kalsada pozitif bir değişim göstermiştir. Sadece Asya ülkeleri Mİ değerleri açısından grafikten de görüleceği gibi negatif değerlerde seyretmiştir. Sonuç olarak Amerika ve Okyanusya kıtalarının en verimli kıtalar olarak ön plana çıktığı görülmektedir. Teknolojik değişim açısından en büyük gelişmeyi gösteren kıta Okyanusya iken etkinlik değişimi açısından en yüksek ilerleme Amerika kıtasına aittir. En verimsiz kıta ise Asya kıtası olarak görülmektedir.

### 3.6.3. OECD Ülkeleri ile Türkiye'nin Karşılaştırılması

Çalışmada OECD ülkeleri ve Türkiye için elde edilen Mİ, TD ve ED değerleri incelenerek karşılaştırılmıştır.

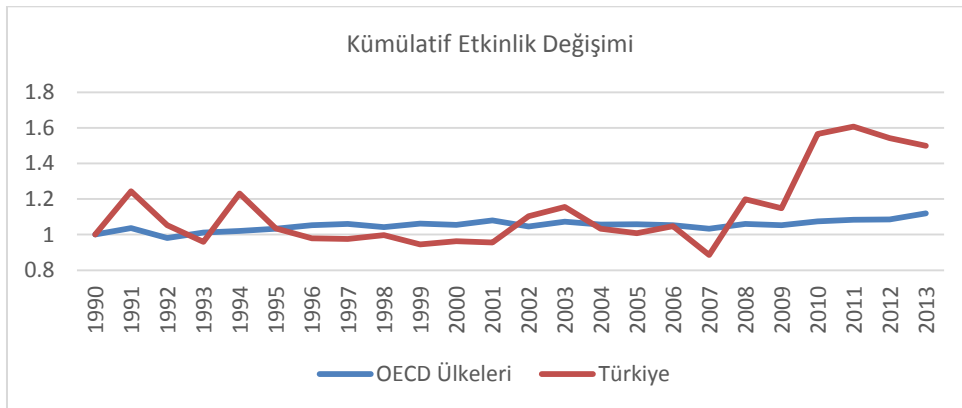
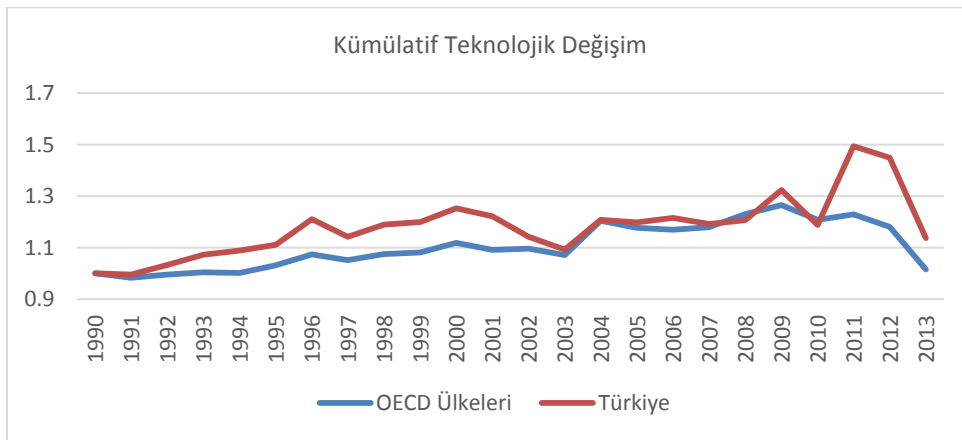
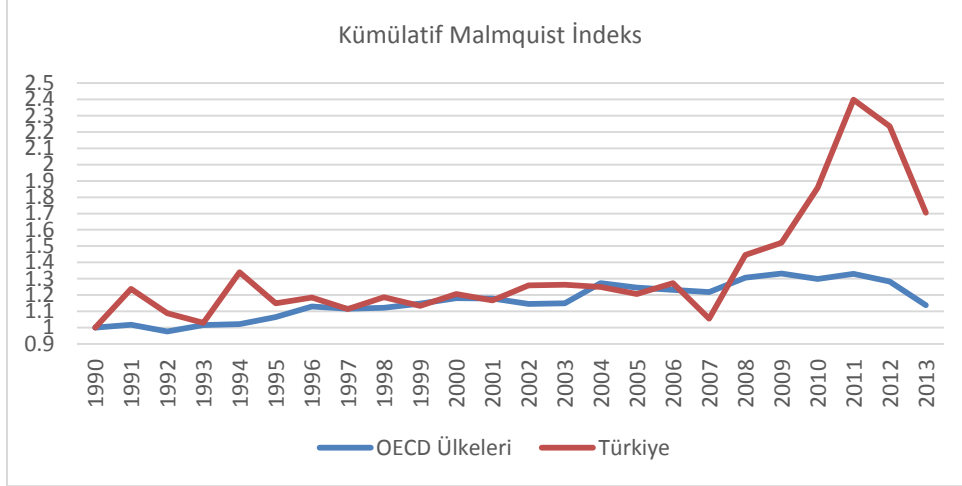
Uzun dönemli etkileri analiz etmek için Tablo 43'de kümülatif malmquist değerlerine bakıldığında OECD ülkelerinde toplam faktör verimliliğinde yüzde 16,6 artış olduğu görülmektedir. Türkiye'ye bakıldığında ise malmquist indeks değerinde yüzde 32,4 artış olduğu görülmektedir. Teknolojik değişim açısından OECD ülkelerinde yüzde 10,7, Türkiye'de ise yüzde 18,5 artış meydana gelmiştir. Etkinlik değişiminde Türkiye'de yüzde 11,8 pozitif değişim gözlenirken, OECD ülkelerinde yüzde 5,3 artış meydana gelmiştir. OECD ülkeleri ve Türkiye için toplam faktör verimliliğindeki artışın kaynağının teknolojik değişimdeki artış olduğu söylenebilir.

Bu değerler model 1'in sonuçlarıyla karşılaştırıldığında pesimistik sonuçlara bakarsak OECD Ülkeleri'nin de Türkiye'nin de aldığı değerler açısından Model 2 sonuçlarının daha yüksek olduğu görülür, model 1 Mİ, TD ve ED pesimistik sonuçlarına göre OECD ülkeleri negatif değişim gösterirken model 2'ye göre pozitif değişim göstermiştir. Model 1'in optimistik sonuçlarına bakıldığında ise OECD ülkeleri için toplam faktör verimliliği değerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Türkiye için de toplam faktör verimliliği değeri optimistik sonuçlardan düşük çıkmış olup pozitif değişim oranı daha düşüktür. OECD ülkeleri teknolojik değişim oranı model 2'de daha yüksek iken aynı şekilde Türkiye

için optimistik sonuç negatif yönde bir değişim iken model 2’de yüzde 18,5 ile teknolojik değişim oranı yükselmiştir. Etkinlik değişimi sonuçları karşılaştırıldığında ise OECD ülkeleri ve Türkiye için model 2 sonuçlarının optimistik model 1 etkinlik değişimi oranlarından daha düşük olduğu görülür.

Tablo 43: OECD Ülkeleri ve Türkiye’nin Kümülatif Mİ, TD Ve ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ )

Ülke Grupları	Mİ		TD		ED	
	1990	2013	1990	2013	1990	2013
OECD Ülkeleri	1,000	1,166	1,000	1,107	1,000	1,053
Türkiye	1,000	1,324	1,000	1,185	1,000	1,118



Şekil 15: OECD Ülkeleri Ve Türkiye’nin Kümülatif Mİ, TD Ve ED Değerleri (Model 2) ( $\alpha = 0$ )

Şekil 15 incelendiğinde ise toplam faktör verimliliği açısından Türkiye ve OECD ülkeleri arasındaki fark 2008 yılına gelindiğinde açılmıştır. Teknolojik değişim açısından bakıldığında ise 2010 yılına gelindiğinde Türkiye ve OECD ülkeleri arasındaki fark yine ortaya çıkmıştır ve etkinlik değişiminde de aynı şekilde 2006 yılından itibaren OECD ülkeleri ve Türkiye arasındaki fark meydana çıkmıştır. Etkinlik değişiminde de OECD ülkelerinin neredeyse sabit bir yapıda gittiği görülürken Türkiye'nin oldukça inişli çıkışlı bir yapıda etkinlik değişimi içinde olduğu görülmektedir. Bu durumun toplam faktör verimliliği içinde aynı şekilde görüldüğü söylenebilir.

### 3.7. POLİTİKA ÖNERİSİ

Bir ülkede tarıma yön veren politikaların oluşturulmasında ulusal alanda faaliyet gösteren politika belirleyicilerin başında gelen Tarım bakanlıklarının strateji geliştirme daire başkanlıkları ve coğrafi bilgi sistemleri vb. alt birimlerinin strateji ve politika geliştirilmesinde ülkelerin etkinlik ve verimliliklerinin görülmesi açısından çalışmada kullanılan modellerin sonuçları kaynak görevi görebilir. Model 1'in en iyi ve en kötü durum senaryosunun sonuçlarını bulduran optimistik ve pesimistik bakış açıları sayesinde, ülke tarımının durumu ve gidişatı görülerek en kötü durum senaryosu altında dahi Dünya tarımında iyi bir performans çizmek adına verimliliği arttıracak kararlar önceden alınıp uygulanabilir. Böylece ileriki senelerin pesimistik sonuçlarının hesaplanması günümüzde Tarım Bakanlığı'nın alabileceği önlem ve tedbirlerin oluşturulmasını sağlar. Benzer şekilde optimistik sonuçlar doğrultusunda da tarımsal performansı optimistik sonuca yaklaştıracak hedef ve planların rotasını çizer.

Tarımsal Ticaret İle İlgili Kuruluşlar; Dünya Ticaret Örgütü (WTO), Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD) ve Uluslararası Para Fonu (IMF) vb. olmak üzere çalışmadaki modeller kullanılarak model 1 ile aralık etkinliği hesaplanarak en düşük ve en yüksek etkinlik skorlarına ulaşılabilir, etkinlik skorlarına göre girdi ve çıktılardaki tarımsal verilerin etkinlik skor değerlerini ne yönde etkilediği her iki modelin skorlarına bakılarak anlaşılabilir, verilerin gelecek yıllara ait miktarlarının tahmini değerleri bulunarak ürün ticaretine yön verecek kararlar alınabilir, tarımsal ürün ticareti yapan bu kuruluşlara çalışmadaki modeller bu anlamda fayda sağlayabilir.

Uluslararası yatırımcılar açısından çalışmada kullanılan eksik veriyi tamamlama yöntemi ve kullanılan modeller şu anlamda yatırımcılara ışık tutabilir; geleceğe yönelik ileriki yılı kapsayan veriler bilinmediğinden bu verilerin eksik verileri tamamlama yöntemi kullanılarak tahmin yapılabilir ve bu tahmini veriler ile yapılan analizler sonucundan yatırım yapılıp yapılamayacağı veya hangi alanda yatırıma gidilebileceğine dair kararlar verilebilir. Çalışmada kullanılan Model 1'in sunmuş olduğu pesimistik ve optimistik bakış açıları en iyi ve en kötü durum senaryosunda elde edilecek sonuçları bulduğundan yatırımcılar en kötü ve en iyi durum senaryosunun sonuçlarına bakarak yatırım

kararlarının doğrultusunu önceden belirleme imkanına sahip olurlar. Model 2 ile de gelecek senelere dair tahmini sonuçlar elde ederek geleceğe yönelik hedefler belirleyerek bu yönde planlar yapabilirler.

Uluslararası karar vericiler olan sivil toplum örgütleri açısından bakıldığında bu anlamda önde gelen karar vericiler FAO, UNESCO, OECD vb. olmak üzere bu kuruluşlar kendi alt birimlerinde koordinasyonlu olarak çalışmakta olup her alanda ülkelere ait verileri yıl bazında ülkelerden temin ederek sekreteralarına ileterek verilerin toplanmasının ardından analizler yapıp, tartışma ve değerlendirme aşamasının ardından sonuçlara bakarak tarım anlamında verimliliği arttıracak öneri ve politikalar geliştirmektedirler. Ülkelerden alınan veriler eksiklik içerdiğinden bu çalışmadaki eksik veri dezavajını ortadan kaldıran ve eksik verileri tamamlayan yöntem ek olarak aralık/bulanık modellerin kullanıldığı yaklaşımlar bahsi geçen karar vericilere eksik veri ile karşılaştıklarında analize devam ederek sonuca ulaşmalarında kılavuzluk edecektir. Kuruluşlar model sonuçlarına göre verimsiz çıkan ülkelerde bu durumun sebebini araştırarak çözüm yöntemleri geliştirebilirler.

Uluslar arası fon sağlayan kuruluşlar (Tarımsal Kalkınma ile İlgili Kuruluşlar); FAO, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), Uluslararası Tarımsal Kalkınma Fonu (IFAD) ile Dünya Bankası Grubu ve Uluslararası Para Fonu (IMF) gibi kuruluşlardır: Çalışmada kullanılan modeller ve sonuçları doğrultusunda alınabilecek kararlar ile uluslar arası fon sağlayıcıların verimsiz olan ülkelerdeki kaynakları dengeli dağıtarak yetersizlikleri gidermesi ülkelerin geneli için tarım performansının artmasına katkı sağlayacaktır.

## SONUÇ

Ülkelerin tarım alanındaki etkinlik ve verimliliklerinin karşılaştırılması Dünya tarımı açısından kaynakların doğru kullanımına kılavuzluk etmesi amacıyla oldukça önemlidir. Dolayısıyla uzun vadeli sektörel politikaların belirlenmesinden önce, mevcut durumu en iyi şekilde yansıtacak güvenilir bilgilerin ölçülmesi ve elde edilen sayısal verilerin doğru yöntemler kullanılarak analiz edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada ülkelerin makro düzeyde etkinlik ve verimlilik ölçümü amaçlanmıştır. OECD ülkeleri karar verme birimi olarak seçilerek ülkelere ait makro tarım verilerine veri tabanlarından (worldbank, faostat vb.) ulaşılmıştır. Literatür incelenerek tarımda makro ve mikro veri ile etkinlik ve verimlilik ölçen çalışmalar tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan girdiler ve çıktılar incelenerek kendi çalışmamızda kullanacağımız 6 girdi; tarım arazisi, makine sayısı, hayvan sayısı, işgücü, gübre kullanım miktarı, tarım ilacı kullanımı ve 3 çıktı; mahsul üretimi, hayvansal üretim, besin üretimi olarak belirlenmiştir. 34 OECD ülkesi için zamana dayalı etkinlik analizi yapabilmek için 1990-2013 dönemi seçilerek veri tabanlarından her ülkenin tespit edilen girdi ve çıktıları 1990-2013 dönemine göre seçilmiştir.

Bu aşamadan sonra oluşturulan veri setinde eksik veriler tespit edilmiştir. Veri zarflama analizi kesin veriler ile kullanılabilen bir yöntemdir, bu sebepten öncelikle veri setinde eksikliğe yol açan girdi-çıktı, yıl ve ülkelerin tespit edilerek veri setinden atılması ve eldeki tam ve kesin veriler ile analizin yapılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda eksikliğin yoğunlaştığı ülke, yıl, girdi-çıktıları ön plana çıkmasını sağlayacak tablolar oluşturularak veri setinden eleme yapılmasının zengin veri setinin kaybına neden olacağı ve analiz sonuçlarında hataya yol açacağı tespit edilerek eksik veriler yerine bulanık yöntemler kullanılarak aralık/bulanık veri üretilmesine karar verilmiştir. Eksik veriler yerine aralık/bulanık veri üretilerek elde edilen yeni veri setine bulanık mantık yaklaşımıyla analiz yapılmasına karar verilmiştir.

Çalışmada iki farklı model uygulanmıştır. Birinci model aralık VZA ile toplam faktör verimliliği modeli, ikinci model ise Bulanık VZA modeli ile toplam faktör verimliliği modelidir.

Bu çalışmada otuz dört OECD ülkesi için her bir girdi ve çıktıya ait alt sınır değeri, ortalama değer ve üst sınır değeri hesaplandıktan sonra  $\alpha$ -kesim yöntemi ile  $\alpha \in [0,1]$  değerleri kullanılarak veri setindeki eksik/elde edilememiş veriler yerine aralık ve bulanık veriler üretilmiş, aralık ve bulanık VZA algoritmaları uygulanmıştır. Algoritmalar Excel'in bir eklentisi olan solver studio'da kodlanarak, VBA kodu yardımıyla veri setine 1990-2013 döneminde uygulanarak etkinlik skorları ve Malmquist İndeks sonuçları elde edilmiştir.

Çalışmada, model 1 ve model 2 için üretilen bulanık verilerin güvenilirliği de test edilmiştir. Gerçek veri yerine bulanık veri ile tekrarlanan analizler sonucu iki sonuç arasındaki fark genel olarak sıfır çıkmıştır.

Çalışmada kullanılan iki model arasındaki farklara da değinilmiştir. Eğer çalışmada sadece Model 1 kullanılsaydı pesimistik ve optimistik sonuçlar elde edilecekti ancak bu durumda sadece etkinlik skorunun dahil olduğu aralığın alt ve üst sınırları bilinmiş olacak ve bu aralıkta dolaşan etkinlik skor değeri bilinmeyecekti. Model 2, model 1'in pesimistik ve optimistik skorlarının belirlediği aralık skorun yakınsaması olan tek bir etkinlik skoru değeri vererek, bulanık etkinlik skoru hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Burada model 1 ve model 2'nin birbirini tamamladığı nokta model 2'nin sonuçlarının model 1'in alt ve üst sınır değerleri arasında olmasıdır. Çalışmada yapılan analizler model 2 ile bulunan bulanık etkinlik skoru değerlerinin model 1 ile elde edilen pesimistik ve optimistik etkinlik skor değerlerinin arasında olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan modeller ve analiz sonuçları çeşitli açılardan incelenmiştir. OECD ülkeleri gelişmişlik düzeylerine göre gruplandırılarak kendi aralarında gelişmiş OECD ülkeleri ve gelişmekte olan OECD ülkeleri olarak ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca, OECD ülkeleri ait oldukları coğrafi bölgeye göre Avrupa, Asya, Amerika ve Okyanusya kıtaları olarak gruplandırılmıştır. Son olarak Türkiye'nin OECD ülke geneli ile kıyaslaması yapılmıştır.

Çalışmanın sonucunda eksik veri probleminin, bulanık yaklaşımlar kullanarak aralık/bulanık veri ile tamamlanabileceği görülmüştür. Bu çalışma eksik veriler yerine aralık/bulanık veri üreterek makro düzeyde zamana dayalı etkinlik analizi yapması açısından ilk olma özelliği taşımaktadır.

Yapılan gözlemler sonucunda söz konusu dönemde etkinlik ve verimlilikleri ölçülen OECD ülkelerinin tarım açısından etkinlik ve verimlilik artışını sağlayabilmeleri için bu çalışmadaki analiz sonuçları bir kaynak teşkil etmekte olup, tarım politikalarının belirlenmesinde kılavuz görevi görebilir.

Bu çalışmadan yola çıkarak politika ve strateji geliştirenler (tarım bakanlıkları, uluslararası sivil toplum örgütleri, uluslararası yatırımcılar, uluslararası fon sağlayan kuruluşlar) eksik veri ile karşılaştıklarında çalışmada kullanılan eksik veri dezavantajını ortadan kaldıran ve eksik verileri tamamlayan yöntemi çalışma alanlarındaki tüm veri setleri için kullanabilirler. Ek olarak bahsi geçen karar vericiler çalışmadaki aralık/bulanık modelleri eksik veri ile karşılaştıklarında analiz yaparak sonuca ulaşabilmek için uygulayabilirler. Ayrıca Model 1 'in pesimistik ve optimistik bakış açılarının verdiği sonuçlar sayesinde karar vericiler en iyi ve en kötü durum senaryosu altında ne gibi önlemler alınabileceğini veya ne tür hedefler belirlenebileceği hakkında görüş sahibi olabileceklerdir. Eksik verinin aralık/bulanık veri ile tamamlanmasını sağlayan yöntem ve çalışmada kullanılan modeller sayesinde

geleceğe dair veri tahmini elde edilebilir, Model 2'den elde edilecek bulanık sonuç ile gelecek zamanlı analiz sonuçlarına göre de uygun strateji ve politikalar geliştirilebilir, pesimistik sonuçların gerçekleşmesi durumuna göre önlemler alınabilir, optimistik sonuçlara göre de geleceğe yönelik hedefler belirlenebilir.



## KAYNAKÇA

- A.Nin, C.Arndt, Preckel P.V., (2003). Is agricultural productivity in developing countries really shrinking? New evidence using a modified nonparametric approach, *Journal of Development Economics* 71 (2003), 395-415.
- Acar, M. (2004), “Türk Tarımının Temel Sorunları ve Çözüm Önerileri”, *Ekonomik Yaklaşım Dergisi*, 15(50), 67–85.
- Alacaogulları, M. (1992), “1980–1990 Dönemi Türk Tarımsal Destekleme Politikaları (Gelişmeler ve Değerlendirmeler)”, 1980–90 Döneminde Türkiye’de Ekonomik Politika ve Uygulamalar, T.C. Başbakanlık Hazine ve DTM Ekonomik Araştırmalar ve Değerlendirme Genel Müdürlüğü Yayını, s. 59–87.
- Aldaz, N., & MillÁN, J. A. (2003). Regional productivity of Spanish agriculture in a panel DEA Framework. *Applied Economics Letters*, 10:2,87-90.
- Allahviranloo, T., Hosseinzade Lotfi, F., Adabitar, M. Firozja, (2007). Fuzzy efficiency measure with fuzzy production possibility set. *Applications and Applied Mathematics: An and Information Systems*.
- Amiri, N. M., & Nasser, S. H. (2007). Duality in Fuzzy Number Linear Programming By Use Of A Certain Linear Ranking Function. *Applied Mathematics and Computation*, Volume:180, s.207.
- Arnade, C. (1998). Using a Programming Approach to Measure International Agricultural Efficiency and Productivity. *Journal of Agricultural Economics*-Volume 49, number 1, 67-84.
- Asady, B., Zendehnam, A., (2007). Ranking fuzzy numbers by distance minimization. *Applied Mathematical Modelling* 11, 2589–2598.
- Atıcı, K.B.(2008). Enerji Endüstrisinde Karar Destek Sistemi Geliştirilmesi ve Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Avcı, M. ve Kaya, Ayşen (2008). Geçiş Ekonomileri ve Türk Tarım Sektöründe Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi (1992-2004), *Ege Akademik Bakış*, 8(2), 843-860.
- Azadeh, A., Alem, S.M., (2010). A flexible deterministic, stochastic and fuzzy data envelopment analysis approach for supply chain risk and vendor selection problem: simulation analysis. *Expert Systems with Applications* 37 (12), 7438–7448.
- Azadeh, A., Ghaderi, S.F., Javaheri, Z., Saberi, M., (2008). A fuzzy mathematical programming approach to DEA models. *American Journal of Applied Sciences* 5 (10), 1352–1357.
- Azadeh, M.A., Anvari, M., Izadbakhsh, H., (2007). An integrated FDEA–PCA method as decision making model and computer simulation for system optimization. In: *Proceedings of the Computer Simulation Conference*. Society for Computer Simulation International San Diego, CA, USA, pp. 609–616.
- Bagherzadeh Valami, H., (2009). Cost efficiency with triangular fuzzy number input prices: an application of DEA. *Chaos, Solitons and Fractals* 42, 1631–1637.
- Ball, V. E. (1985). Association Output, Input, and Productivity Measurement in U.S. Agriculture, 1948-79. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 67, No. 3, 475-486.
- 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., 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(2), 345-362.
- Barton, G. T., & Cooper, M. R. (1948). Relation of Agricultural Production to Inputs. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 30, No. 2, 117-126.
- Belbase, K., & Grabowski, R. (1985). Technical Efficiency in Nepalese Agriculture. *The Journal of Developing Areas*, Vol. 19, No. 4, 515-526.
- Belloumi, M., & Matoussi, M. S. (2009). Measuring agricultural productivity growth in MENA Countries. *Journal of Development and Agricultural Economics* Vol. 1 (4), 103-113.
- Bojadziev, G., Bojadziev, M., (1997). *Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management*. World Scientific, Singapore.
- Bureau, J. C., Fare, R., & Grosskopf, S. (1995). A Comparison of three Nonparametric Measures of Productivity Growth in European and United States Agriculture. *Journal of Agricultural Economics*, 46 (3), 309-326.
- Carlsson, C., & Korhonen, P. (1986). A parametric approach to fuzzy linear programming. *Fuzzy Sets and Systems* 20, 17-30.
- Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert, W. E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. *Econometrica*, 50, 1393-1414.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W.W, Li, S. (1989) "Using Data Envelopment Analysis to Evaluate Efficiency in the Economic Performance of Chinese Cities", *Socio-Economic Planning Science*, 23(6), 325-344.
- Chavas, J. P. (2001). An International Analysis of Agricultural Productivity. L.Zepeda, ed., *Agricultural Investment and Productivity in Developing Countries* (FAO:Rome, 2001).
- Chen, C. B., & Klein, C. M. (1997). A simple approach to ranking a group of aggregated fuzzy utilities. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. Part B: Cybernetics* 27, 26-35.
- Chen, C.-T., (2001). A fuzzy approach to select the location of the distribution center. *Fuzzy Sets and Systems* 118 (1), 65–73.
- Chen, S. H. (1985). Ranking fuzzy numbers with maximizing set and minimizing set. *Fuzzy Sets and Systems* 17, 113-129.
- Chennareddy, V. (1967). Production Efficiency in South Indian Agriculture. *Journal of Farm Economics*, Vol. 49, No. 4, 816-820.
- Chiang, T. Z., & Che, Z. H. (2010). A fuzzy robust evaluation model for selecting and ranking NPD projects using Bayesian belief network and weight-restricted DEA. *Expert Systems with Applications* 37 (1111), 7408-7418.
- Coelli, T. J., & Prasada Rao, D. S. (2005). Total factor Productivity growth in agriculture a Malmquist index analysis of 93 countries, 1980-2000. *Agricultural Economics*, 32, 115-134.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and its Uses with DEA-Solver Software and References*. New York: Springer.

- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). *Handbook on Data Envelopment Analysis*. London: International Series in Operations, second edition.
- Cooper, W., Seiford, L. And Tone, K. (2000). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text With Models, References, and DEA-Solver Software* ; Boston Kluwer Academic Publishers, Dortrecht.
- Cooper, W.W., Deng, H., Huang, Z.M., Li, S.X., (1996). Satisfying DEA models under chance constraints. *The Annals of Operations Research* 66, 279–295.
- Cooper, W.W., Shanling, L., Tone, L.M., Thrall, R.M., Zhu, J., (2001). Sensitivity and stability analysis in DEA: some recent development. *Journal of Productivity Analysis* 15 (3), 217–246.
- Çağlar, A. (2003). *Veri Zarflama Analizi ile Belediyelerin Etkinlik Ölçümü*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Çakmak Erol H., Dudu Hasan, Öcal Nadir (2008). *Türk Tarım Sektöründe Etkinlik:Yöntem ve Hane Halkı Düzeyinde Nicel Analiz*, İktisat Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Deliktaş E.(2002). “Türkiye Özel Sektör Sanayinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi.” *ODTÜ Gelişme Dergisi* (29), 247-284.
- Deliktaş E., Ersungur, Ş.M. ve Candemir, M. (2005). The comparison of agricultural efficiency and productivity growth in the EU and Turkey, 1980-2002, *Int. J. Of Bussiness, Management and Economics*, 1 (1), 109-124.
- Dia, M., (2004). A model of fuzzy data envelopment analysis. *INFOR* 42 (4), 267–279. *Engineering International* 1 (1), 50–58.
- Dinçer, S. (2008). *Veri Zarflama Analizinde Malmquist İndeksiyle Toplam Faktör Verimliliği Değişiminin İncelenmesi ve İMKB Üzerine Bir Uygulama* Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, cilt 25, sayı 2, s. 825-846.
- Dinler, Z. (2000), *Tarım Ekonomisi*, Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları.
- Dubois, D., Prade, H., (1988). *Possibility Theory: An Approach to Computerized Processing of Uncertainty*. Plenum Press, New York.
- Emrouznejad, A., Rostamy-Malkhalifeh, M., Hatami-Marbini, A., Tavana, M., & Aghayi, N. (2011). An Overall profit Malmquist productivity index with fuzzy and interval data. *Mathematical and Computer Modelling*, 2827-2838.
- Entani, T., Maeda, Y., Tanaka, H., (2002). Dual models of interval DEA and its extension to interval data. *European Journal of Operational Research* 136 (1), 32–45.
- FAOSTAT (2015a).Faostat 2015: <http://faostat3.fao.org/download/I/RM/E> adresinden alındı.
- FAOSTAT (2015b).Faostat 2015: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QA/E> adresinden alındı.
- FAOSTAT (2015c).Faostat 2015: <http://faostat3.fao.org/download/R/RP/E> adresinden alındı.
- FAOSTAT (2015d).Faostat 2015: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QV/E> adresinden alındı.
- Fare, R. (1988). *Fundamentals of Production Theory*, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. *The American Economic Review*, 84 (1), 66-83.

- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, Vol. 120, No. 3, 253-290.
- Fraser, I., & Cordina, D. (1999). An application of data envelopment analysis to irrigated dairy farms in Northern Victoria, Australia. *Agricultural Systems* 59 (1999), 267-282.
- Fulginiti L.E, Perrin RK. (1999). Have Price Policies Damaged LDC Agricultural Productivity? *Contemp. Econ. Policy* 17, 469-475.
- Fulginiti, L. E., & Perrin, R. K. (1993). Prices and Productivity in Agriculture. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 75 ,No. 3, 471-482.
- Fulginiti, L. E., & Perrin, R. K. (1997). LDC agriculture: Nonparametric Malmquist productivity indexes. *Journal of Development Economics* Vol.53, 373-390.
- Fulginiti, L. E., & Perrin, R. K. (1998). Agricultural productivity in developing countries. *Agricultural Economics* 19, 45-51.
- Garcia, P.A.A., Schirru, R., Melo, P.F.F.E., (2005). A fuzzy data envelopment analysis approach for FMEA. *Progress in Nuclear Energy* 46 (3-4), 359-373.
- Ghapanchi, A., Jafarzadeh, M.H., Khakbaz, M.H., (2008). Fuzzy-Data envelopment analysis approach to enterprise resource planning system analysis and selection. *International Journal of Information Systems and Change Management* 3 (2), 157-170.
- Girod, O. A., & Triantis, K. P. (1999). The evaluation of productive efficiency using a fuzzy mathematical programming approach: the case of the newspaper preprint insertion process. *IEEE Transactions on Engineering Management* 46 (4), 429-443.
- Girod, O., (1996). Measuring technical efficiency in a fuzzy environment, Ph.D. Dissertation, Department of Industrial and Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Golany, B. (1988). "A Note On Including Ordinal Relations Among Multipliers In Data". *Management Science*. 34(8), 1029-1033.
- Golany, B., & Roll Gollin, D., Lagakos, D., & Waugh, M. E. (2012). The Agricultural Productivity Gap in Developing Countries. *the Conference on Economic Growth and Cultural Change (Munich), and theWorld Bank's Annual Bank Conference on Development Economics*. Munich.
- Golany, B., & Roll, Y. (1989). "An Application Procedure For DEA". *Omega* 17 (3), 237-250.
- Gollin, D., Lagakos, D., & Waugh, M. E. (2012). The Agricultural Productivity Gap in Developing Countries. *the Conference on Economic Growth and Cultural Change (Munich), and theWorld Bank's Annual Bank Conference on Development Economics*. Munich.
- Grifell-Tatje, E., & Lovell, C. A. (1995). "A note on the Malmquist Productivity Index". *Economics Letters*, 47, 169-175.
- Guh, Y. Y. (2001). Data envelopment analysis in fuzzy environment. *International Journal of Information and Management Sciences* 12 (2), 51-65.
- Guo, P., & Tanaka, H. (2001). "Fuzzy DEA:A Perceptual Evaluation Method". *Fuzzy Sets and Systems*, Volume:119, s.149-160.
- Guo, P., (2009). Fuzzy data envelopment analysis and its application to location problems. *Information Sciences* 179 (6), 820-829.

- Guo, P., Tanaka, H., (2008). Decision making based on fuzzy data envelopment analysis, to appear in *Intelligent Decision and Policy Making Support Systems*. In: Ruan, D., Meer, K. (Eds.). Springer, Berlin/Heidelberg, pp. 39–54.
- Guo, P., Tanaka, H., Inuiguchi, M., (2000). Self-organizing fuzzy aggregation models to rank the objects with multiple attributes. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A – Systems and Humans* 30 (5), 573–580.
- Hasanov, S., & Ahmed, M. N. (2011). Agricultural efficiency under resource scarcity in Uzbekistan: A Data Envelopment Analysis. *Business and Economic Horizons*, issue: 04, 81-87.
- Hassine, B. N. (2007). Technical Efficiency in the Mediterranean Countries' Agricultural Sector. *Région et Développement* n° 25, 27-43.
- Hatami-Marbini, A., Saati, S., (2009). Stability of RTS of efficient DMUs in DEA with fuzzy under fuzzy data. *Applied Mathematical Sciences* 3 (44), 2157–2166
- Hatami-Marbini, A., Saati, S., Makui, A., (2009). An application of fuzzy numbers ranking in performance analysis. *Journal of Applied Sciences* 9 (9), 1770–1775.
- Hatami-Marbini, A., Saati, S., Makui, A., (2010b). Ideal and anti-ideal decision making units: a fuzzy DEA approach. *Journal of Industrial Engineering International* 6 (10), 31-41.
- Hatami-Marbini, A., Saati, S., Tavana, M., (2010a). An ideal-seeking fuzzy data envelopment analysis framework. *Applied Soft Computing* 10 (4), 1062–1070.
- Hatami-Marbini, A., Saati, S., Tavana, M., in presse. Data envelopment analysis with fuzzy parameters: an interactive approach. *International Journal of Operations Research and Information Systems*.
- Hatami-Marbini, A., Tavana, M., & Emrouznejad, A. (2012). Productivity Growth and Efficiency Measurements in Fuzzy Environments with an Application to Health Care. *International Journal of Fuzzy System Applications*, 2(2), 1-35.
- Hatami-Marbini, A., Tavana, M., Ebrahimi, A., in pressc. A fully fuzzified data envelopment analysis model. *International Journal of Information and Decision Sciences*.
- Hatami-Marbini, A., Tavana, M., Emrouznejad, A., Saati, S., in pressd. Efficiency measurement in fuzzy additive data envelopment analysis. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*.
- Hatami-Marbini, M. Tavana, A. Ebrahimi, (2011). A fully fuzzified data envelopment analysis model, *International Journal of Information and Decision Sciences* 3 (3), 252–264.
- Hatami-Marbini, S. Saati, M. Tavana, (2011). Data envelopment analysis with fuzzy parameters: an interactive approach, *International Journal of Operations Research and Information Systems* 2 (3), 39–53.
- Hatami-Marbini, S. Saati, (2009). Stability of RTS of efficient DMUs in DEA with fuzzy under fuzzy data, *Applied Mathematical Sciences* 3 (44), 2157–2166.
- Hayami, Y. (1969). Sources of Agricultural Productivity Gap among Selected Countries. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 51, No. 3, 564-575.
- Hayami, Y., & Ruttan, V. W. (1970). Agricultural Productivity Differences among Countries. *The American Economic Review*, Vol. 60, No. 5, 895-911.
- Hosseinzadeh Lotfi, F., Adabitarbar Firozja, M., Erfani, V., (2009a). Efficiency measures in data envelopment analysis with fuzzy and ordinal data. *International Mathematical Forum* 4 (20), 995–1006.

- Hosseinzadeh Lotfi, F., Allahviranloo, T., Mozaffari, M.R., Gerami, J., (2009b). Basic DEA models in the full fuzzy position. *International Mathematical Forum* 4 (20), 983–993.
- Hosseinzadeh Lotfi, F., Jahanshahloo, G.R., Alimardani, M., (2007b). A new approach for efficiency measures by fuzzy linear programming and Application in Insurance Organization. *Applied Mathematical Sciences* 1 (14), 647–663.
- Hosseinzadeh Lotfi, F., Jahanshahloo, G.R., Allahviranloo, T., Noroozi, E., Hosseinzadeh Lotfi, A.A., (2007a). Equitable allocation of shared costs on fuzzy environment. *International Mathematical Forum* 2 (65), 3199–3210.
- Hosseinzadeh Lotfi, F., Jahanshahloo, G.R., Rezai Balf, F., Zhiani Rezai, H., (2007c). Discriminant analysis of imprecise data. *Applied Mathematical Sciences* 1 (15), 723–737.
- Hosseinzadeh Lotfi, F., Mansouri, B., (2008). The extended data envelopment analysis/discriminant analysis approach of fuzzy models. *Applied Mathematical Sciences* 2 (30), 1465–1477.
- Hougaard, J.L., (1999). Fuzzy scores of technical efficiency. *European Journal of Operational Research* 115 (3), 529–541.
- II. Tarım Şurası Sonuç Raporu, (2004), T.C. Tarım ve Köyisleri Bakanlığı, Ankara.
- International Fertilizer Industry Association(2015). IFA DATA 2015: <http://ifadata.fertilizer.org/ucSearch.aspx> adresinden alındı.
- Isik, İ., & Hassan, M. K. (2003). Financial Disruption and Bank Productivity: The 1994 Experience of Turkish Banks. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 43, 291–320.
- Jahanshahloo, G. R., Lotfi, F. H., & Valami, H. B. (2006). Malmquist Productivity Index with Interval and Fuzzy Data, An Application of Data Envelopment Analysis. *International Mathematical Forum*, 1, no:33, 1607–1623.
- Jahanshahloo, G.R., Hosseinzadeh Lotfi, F., Shoja, N., Sanei, M., (2004b). An alternative approach for equitable allocation of shared costs by using DEA. *Applied Mathematics and computation* 153 (1), 267–274.
- Jahanshahloo, G.R., Hosseinzadeh Lotfi, F., Alimardani Jondabeh, M., Banihashemi, Sh., Lakzaie, L., (2008). Cost efficiency measurement with certain price on fuzzy data and application in insurance organization. *Applied Mathematical Sciences* 2 (1), 1–18.
- Jahanshahloo, G.R., Hosseinzadeh Lotfi, F., Nikoomaram, H., Alimardani, M., (2007a). Using a certain linear ranking function to measure the Malmquist productivity index with fuzzy data and application in insurance organization. *Applied Mathematical Sciences* 1 (14), 665–680.
- Jahanshahloo, G.R., Soleimani-Damaneh, M., Nasrabadi, E., (2004a). Measure of efficiency in DEA with fuzzy input–output levels: a methodology for assessing, ranking and imposing of weights restrictions. *Applied Mathematics and Computation* 156 (1), 175–187.
- Jansouz, P., Shahraki, J., & Shaeri, Z. (2013). Agriculture Efficiency in MENA Countries. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*.5 (19), 2303–2307.
- Jiang, N., Yang, Y., (2007). A fuzzy chance-constrained DEA model based on Cr measure. *International Journal of Business and Management* 2 (2), 17–21.

- Jimenez, M., (1996). Ranking fuzzy numbers through the comparison of its expected intervals. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* 4(4), 379–388.
- Juan, Y.K., (2009). A hybrid approach using data envelopment analysis and case-based reasoning for housing refurbishment contractors selection and performance improvement. *Expert Systems with Applications* 36 (3), 5702–5710.
- Kahraman, C., Tolga, E. (1998). Data envelopment analysis using fuzzy concept. 28th International Symposium on Multiple-Valued Logic, pp. 338–343.
- Kao, C. (2001). A mathematical programming approach to fuzzy efficiency ranking. *Proceedings of the International Conference on Fuzzy Systems*, vol. 1. Institute of Electrical, 216-219.
- Kao, C. (2006). Interval efficiency measures in data envelopment analysis with imprecise data. *European Journal of Operational Research* 174, 1087-1099.
- Kao, C., & Liu, S. (2000a). "Fuzzy efficiency measures in data envelopment analysis". *Fuzzy Sets and Systems*, 113, 427-437.
- Kao, C., & Liu, S. T. (2000b). Data envelopment analysis with missing data: an application to University libraries in Taiwan. *Journal of Operational Research Society* 51 (8), 897-905.
- Kao, C., & Liu, S. T. (2003). A mathematical programming approach to fuzzy efficiency ranking. *International Journal of Production Economics* 86 (2), 145-154.
- Kao, C., & Liu, S. T. (2005). Data envelopment analysis with imprecise data: an application of Taiwan machinery firms. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* 13 (2), 225-240.
- Kao, C., & Liu, S. T. (2007). Data envelopment analysis with missing data: a reliable solution method, to appear. In: Zhu, J., Cook, W.D. (Eds.), *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis*. Springer, 292-304.
- Kao, C., (2006). Interval efficiency measures in data envelopment analysis with imprecise data. *European Journal of Operational Research* 174, 1087–1099.
- Kao, C., Liu, S.T., (2000a). Fuzzy efficiency measures in data envelopment analysis. *Fuzzy Sets and Systems* 113 (3), 427–437.
- Kao, C., Liu, S.T., (2000b). Data envelopment analysis with missing data: an application to University libraries in Taiwan. *Journal of Operational Research Society* 51 (8), 897–905.
- Kao, C., Liu, S.T., (2003). A mathematical programming approach to fuzzy efficiency ranking. *International Journal of Production Economics* 86 (2), 145–154.
- Karacabey, A. A. (2002). Türk Bankalarındaki Üretim Değişiklikleri Nedenleri. *İktisat İşletme Ve Finans*, c.17, S.191, s.75.
- Karsak, E. E. (2008). Using data envelopment analysis for evaluating flexible manufacturing systems in the presence of imprecise data. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 35 (9-10), 867-874.
- Kawagoe T, Hayami Y, Ruttan V. (1985). The Intercountry Agricultural Production Function and Productivity Differences among Countries. *J. Dev. Econ.* 19, 113-132.
- Kawagoe, T., & Hayami, Y. (1983). The Production Structure of World Agriculture: An Intercountry Cross-Section Analysis. *The Developing Economies, Volume 21, Issue 3*, 189-206.

- Kawagoe, T., & Hayami, Y. (1985). An Intercountry Comparison of Agricultural Production Efficiency. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 67, No. 1, 87-92.
- Khodabakhshi, M., Gholami, Y., Kheirollahi, H., (2010). An additive model approach for estimating returns to scale in imprecise data envelopment analysis. *Applied Mathematical Modelling* 34 (5), 1247–1257.
- Kıral, T. ve Akder, H. (2000), “Makro Ekonomik Göstergelerle Tarım Sektörü”, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, 1. Cilt, Milli Kütüphane, Ankara, s. 1–18.
- Kudaligama, V. P., & Yanagida, J. F. (2000). A Comparison of Intercountry Agricultural Production Functions: A Frontier Function Approach. *Journal of Economic Development* Volume:25, Number:1, 57-74.
- Kuo, H. C., & Wang, L. H. (2007). Operating performance by the development of efficiency measurement based on fuzzy DEA. *Second International Conference on Innovative Computing, Information and Control*, p.196.
- Lai, Y.J., Hwang, C.L., (1992). A new approach to some possibilistic linear programming problems. *Fuzzy Sets and Systems* 49 (2), 121–133.
- Lambert, D. K., & Parker, E. (1998). Productivity in Chinese Provincial Agriculture. *Journal of Agricultural Economics*-Volume 49, Number 3, 378-392.
- Lau L, Yotopoulos P. (1989). The Meta-Production Function Approach to Technological Change in World Agriculture. *J. Dev. Econ.* 31:241-269.
- Lee, H.S., (2004). A fuzzy data envelopment analysis model based on dual program. *Conference Proceedings – 27th edition of the Annual German Conference on Artificial Intelligence*, pp. 31–39.
- Lee, H.S., Shen, P.D., Chyr, W.L., (2005). A fuzzy method for measuring efficiency under fuzzy environment. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 3682. Springer Verlag, Melbourne, Australia, Heidelberg, Germany, pp. 343–349. D-69121.
- Leon, 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 (2), 407–419
- Lertworasirikul, S., (2002). *Fuzzy Data Envelopment Analysis (DEA)*, Ph.D. Dissertation, Dept. of Industrial Engineering, North Carolina State University.
- Lertworasirikul, S., Fang, S. C., Nuttle, H. W., & Joines, J. A. (2003b). Fuzzy BCC model for data envelopment analysis. *Fuzzy Optimization and Decision Making* 2 (4), 337-358.
- Lertworasirikul, S., Fang, S.C., Joines, J.A., Nuttle, H.L.W., (2003a). Fuzzy data envelopment analysis (DEA): a possibility approach. *Fuzzy Sets and Systems* 139 (2), 379–394.
- Lertworasirikul, S., Fang, S.C., Joines, J.A., Nuttle, H.L.W., (2002b). A possibility approach to fuzzy data envelopment analysis. *Proceedings of the joint conference on information sciences*, vol. 6. Duke University/Association for Intelligent Machinery, Durham, US, pp. 176–179.
- Lertworasirikul, S., Fang, S.C., Joines, J.A., Nuttle, H.L.W., (2003c). Fuzzy data envelopment analysis (fuzzy DEA): a credibility approach. In: Verdegay, J.L. (Ed.), *Fuzzy Sets Based Heuristics for Optimization*. Physica Verlag, pp. 141–158.



- Lertworasirikul, S., Fang, S.C., Nuttle, H.L.W., Joines, J.A., (2002a). Fuzzy data envelopment analysis, Proceedings of the 9th Bellman Continuum, Beijing, p. 342.
- Li, N., & Yang, Y. (2008). FDEA-DA: discriminant analysis method for grouping observations with fuzzy data based on DEA-DA. Chinese Control and Decision Conference, art. no., pp. 2060–2065.
- Lissitsa, A., Rungsuriyawiboon, S ve Parkhomenko, S. (2007). How far are the transition countries from the economic standards of the European Union?, *Eastern European Economics*, 45 (3), 51-75.
- Liu, S.T., (2008). A fuzzy DEA/AR approach to the selection of flexible manufacturing system. *Computer and 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 (2), 1105–1113.
- Liu, Y.P., Gao, X.L., Shen, Z.Y., (2007). Product design schemes evaluation based on fuzzy DEA. *Computer Integrated Manufacturing Systems* 13 (11), 2099–2104.
- Lorcu, F. (2010). Malmquist Toplam Faktör Verimlilik İndeksi:Türk Otomotiv Sanayi Uygulaması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 39(2), 276-289.
- Lotfi, F. H., & Ghasemi, M. V. (2007). Malmquist Productivity Index on Interval Data in Telecommunication Firms, Application of Data Envelopment Analysis. *Applied Mathematical Sciences*, Vol. 1, no:15, 711-722.
- Lotfi, F. H., & Ghasemi, M. V. (2007). Malmquist Productivity Index on Interval Data in Telecommunication Firms, Application of Data Envelopment Analysis. *Applied Mathematical Sciences*, Vol. 1, no:15, 711-722.
- Lovell, C. (1993). Production frontiers and productive. The measurement of productive efficiency. In H. O. Fried, C. A. K. Lovell, & S. S. Schmidt, 3-67.
- Ludena, C. E. (2010). Agricultural productivity growth, efficiency change and technical progress in Latin America and the Caribbean. IDB working paper series ; 186, 1-35.
- Lusigi, A., & Thirtle, C. (1997). Total Factor Productivity and The Effects of R&D in African Agriculture. *Journal of International Development: Vol. 9, No. 4*, 529-538.
- Lusigi, A., Piesse, J., & Thirtle, C. (1998). Convergence of Per Capita Incomes and Agricultural Productivity in Africa. *Journal of International Development: Vol. 10, No. 1*, 105-115.
- Mahdavi-Amiri, N., Nasseri, S.H., (2006). Duality in fuzzy number linear programming by use of a certain linear ranking function. *Applied Mathematics and Computation* 180, 206–216.
- Maleki, H.R., (2002). Ranking functions and their applications to fuzzy linear programming. *Far East Journal of Mathematical Sciences* 4 (3), 283–301.
- Maleki, H.R., Tata, M., Mashinchi, M., (2000). Linear programming with fuzzy variables. *Fuzzy Sets and Systems* 109, 21–33.
- Mao, W., & Koo, W. W. (1997). Productivity Growth, Technological Progress, and Efficiency Change in Chinese Agriculture After Rural Economic Reforms:A DEA Approach. *China Economic Review*, Volume 8, Number 2, 157-174.
- Meada, Y., Entani, T., & Tanaka, H. (1998). Fuzzy DEA with interval efficiency. Proceedings of 6th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing. EUFIT '98. Aachen, Germany, Verlag Mainz. 2, 1067-1071.

- Millan, J. A., & Aldaz, N. (1998). Agricultural productivity of the Spanish regions: a non-parametric Malmquist analysis. *Applied Economics*, 30:7, 875-884.
- Molavi, F., Aryanezhad, M.B., Shah Alizadeh, M., (2005). An efficiency measurement model in fuzzy environment, using data envelopment analysis. *Journal of Industrial Engineering International* 1 (1), 50–58.
- Mollavelioğlu, M.Ş.(2009).Sürdürülebilir Tarımın Ölçümü ve Türkiye Açısından Değerlendirilmesi.Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Mugera, A. W. (2013). Measuring technical efficiency of dairy farms with imprecise data:a fuzzy data envelopment analysis approach. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 57, 501-519.
- Mundlak, Y., & Hellinghausen, R. (1982). AssociationThe Intercountry Agricultural Production Function: Another View. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 64, No. 4, 664-672.
- Nguyen, D. (1979). On Agricultural Productivity Differences among Countries. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 61, No. 3, 565-570.
- Nin Pratt A, Yu B, Fan S (2009). The total factor productivity in China and India: new measures and approaches. *China Agric. Econ. Rev.*1 (1), 9-22.
- Nin Pratt, A., Yu, B., & Fan, S. (2009). The total factor productivity in China and India: new measures and approaches. *China Agric. Econ. Rev.*1 (1), 9-22.
- Nin Pratt, A., Yu, B., & Fan, S. (2010). Comparisons of agricultural productivity growth in China and India. *J Prod Anal*, 33, 209-223.
- Nin, A., Arndt, C., & Preckel, P. V. (2003). Is agricultural productivity in developing countries really shrinking? New evidence using a modified nonparametric approach. *Journal of Development Economics* 71, 395-415.
- Nin-Pratt, A., & Yu, B. (2008). Developing Countries and Total Factor Productivity Growth in Agriculture: New Evidence Using a Malmquist Index with Constrained Implicit Shadow Prices . *Presented at the 11th Annual Conference on Global Economic Analysis, Helsinki, Finland*, 1-32.
- Nin-Pratt, A., & Yu, B. (2010). Getting implicit shadow prices right for the estimation of the Malmquist index: the case of agricultural total factor productivity in developing countries. *Agricultural Economics* 41, 349–360.
- Nishimizu, M., ve J.M.Page, Jr., (1982). Total Factor Productivity growth, technological progress, and technical efficiency change:Dimensions of productivity change in Yugoslavia, 1965-1978,*The Economic Journal* 92 (368), 920-936.
- Noora, A.A., Karami, P., (2008). Ranking functions and its application to fuzzy DEA. *International Mathematical Forum* 3 (30), 1469–1480.
- Noura, A.A., Saljooghi, F.H., (2009). Ranking decision making units in fuzzy-DEA using entropy. *Applied Mathematical Sciences* 3 (6), 287–295.
- O'Donnell, C. J. (2010). Measuring and decomposing agricultural productivity and profitability change. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 54, 527–560.
- OECD (2015a).OECD 2015: <http://www.oecd.org/about/> adresinden alındı.
- OECD (2015b).OECD 2015: <http://www.oecd.org/about/whatwedoandhow/> adresinden alındı.
- OECD (2015c).OECD 2015: <http://www.oecd.org/about/whodoeswhat/> adresinden alındı.

- Oruç, K. O., & Güngör, İ. (2010). Bulanık Veri Zarflama Analizi Modellerinin Karşılaştırılması:Sınırlandırılmış Veriler için (Comparisons of Fuzzy Data Envelopment Analysis:For Interval Data). Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C.15, S.2, 417-442.
- Oruç, K. O., Güngör, İ., & Demiral, M. F. (2009). Üniversitelerin Etkinlik Ölçümünde Bulanık Veri Zarflama Analizi Uygulaması. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22, 279-294.
- Oruç, K.O. (2008).Veri Zarflama Analizi ile Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri ve Üniversitelerde Bir Uygulama.Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- ÖRKÇÜ H.H. (2004). “Etkinlik Analizinde Ağırlık Dağılımı Probleminde Çok Kriterli Bir Yaklaşım”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Özcan, G.(2007). “Veri Zarflama Analizi Ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Paksoy, T., & Atak, M. (2002). “Etkileşimli Bulanık Çok Amaçlı Doğrusal Programlama ile Bütünleşik Üretim Planlama”. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt: 15, No:2, 462.
- Pal, R., Mitra, J., Pal, M.N., (2007). Evaluation of relative performance of product designs: a fuzzy DEA approach to quality function deployment. Journal of the Operations Research Society of India 44 (4), 322–336.
- Pfeiffer LM. (2003). Agricultural Productivity Growth in the ANDEAN Community. Proceedings issue of the American Journal of Agriculture Economics 85 (5): 1335-1343.
- Pinstrup-Anderson, P., Pandya-Lorch, R. ve Rosegrant, M. W. (1999). *World Food Prospects: Critical Issues for the Early Twenty-First Century*, Food Policy Report, Washington DC., IFPRI.
- Piot-Lepetit, I., Vermersch, D., & Weaver, R. D. (1997). Agriculture's environmental externalities: DEA evidence for French agriculture. Applied Economics, 29:3, 331-338.
- Prokopenko, J. (1995). Verimlilik Yönetimi. O. Baykal, N. Atalay, & E. (. Fidan içinde, Verimlilik Yönetimi (s.465). Ankara: MPM Yayınları.
- Qin, R., Liu, Y.K., (2009). A new data envelopment analysis model with fuzzy random inputs and outputs. Journal of Applied Mathematics and Computing. 10.1007/s12190-009-0289-7.
- Qin, R., Liu, Y.K., (2010). Modeling data envelopment analysis by chance method in hybrid uncertain environments. Mathematics and Computers in Simulation 80 (5), 922–950.
- Ramanathan, R. (2003). An Introduction to Data Envelopment Analysis: A Tool for Performance Measurement. New Delhi: Sage Publications.
- Ramezanzadeh, S., Memariani, A., Saati, S., (2005). Data envelopment analysis with fuzzy random inputs and outputs: a chance-constrained programming approach. Iranian Journal of Fuzzy Systems 2 (2), 21–29.
- Ramık, J., Rımanek, J.T., (1985). Inequality relation between fuzzy numbers and its use in fuzzy optimization. Fuzzy Sets and Systems 16, 123–138.
- Reinhard, S., Lovell, C. K., & Thijssen, G. J. (2000). Environmental efficiency with multiple environmentally detrimental variables; estimated with SFA and DEA. European Journal of Operational Research 121, 287-303.

- Restuccia, D., Yang, D. T., & Zhu, X. (2008). Agriculture and aggregate productivity: A quantitative cross-country analysis. *Journal of Monetary Economics* 55, 234-250.
- Ruttan, V. W. (2002). Productivity Growth in World Agriculture: Sources and Constraints. *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 16, No. 4, 161-184.
- S. Lertworasirikul, F. Shu-Cherng, J.A. Joines, (2003), H.L.W. Nuttle, Fuzzy data envelopment analysis (DEA): a possibility approach, *Fuzzy Sets and Systems* 139 (2), 379–394.
- Saati, S., & Memariani, A. (2005). Reducing weight flexibility in fuzzy DEA. *Applied Mathematics and Computation* 161 (2), 611-622.
- Saati, S., Memariani, A., & Jahanshahloo, G. R. (2002). "Efficiency Analysis and Ranking of DMUS with Fuzzy Data". *Fuzzy Optimization and Decision Making*, Volume:1, s.255-267.
- Saati, S., Memariani, A., (2006). A note on measure of efficiency in DEA with fuzzy input–output levels: a methodology for assessing, ranking and imposing of weights restrictions by Jahanshahloo et al. *Journal of Science, Islamic Azad University* 16 (58/2), 15–18.
- Saati, S., Memariani, A., (2009). SBM model with fuzzy input–output levels in DEA. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 3 (2), 352–357.
- Sahinöz, (1998), Tarım Sektörü, Türkiye Ekonomisi Sektörel Analiz, Türkiye Ekonomik Kurumu, Turhan Kitabevi, Ankara, s. 85–110.
- Sanei, M., Noori, N., Saleh, H., (2009). Sensitivity analysis with fuzzy Data in DEA. *Applied Mathematical Sciences* 3 (25), 1235–1241.
- Sefeedpari, P., Rafiee, S. H., Akram, A., & Mousavi-Avval, S. H. (2012). Application of Fuzzy Data Envelopment Analysis for Ranking Dairy Farms in the View of Energy Efficiency. *Journal of Animal Production Advances*, 2(6), 284-294.
- Sefeedpari, P., Rafiee, S., & Akram, A. (2012). Selecting Energy Efficient Poultry Egg Producers: A Fuzzy Data Envelopment Analysis Approach. *International Journal of Applied Operational Research*, Vol.2, No.2, 77-88.
- Seiford, L. M. (1996). Data Envelopment Analysis: the evolution of the state of the art (1978-1995). *The Journal of Productivity Analysis* 7, 99-137.
- Sengupta, J. K. (1992a). A fuzzy system approach in data envelopment analysis. *Computers & Mathematics with Applications*, (24), 259-266.
- Sengupta, J. K. (1992b). Measuring Efficiency by a fuzzy statistical approach. *Fuzzy Sets and Systems* 46 (1), 73-80.
- Serrao, A. (2003). Agricultural Productivity Analysis of European Union and Eastern Regions. American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Montreal, Canada, 1-20.
- Shephard, R.W. (1970). *The Theory of Cost and Production Functions*, Princeton: Princeton University Press.
- Sheth, N., Triantis, K., (2003). Measuring and evaluating efficiency and effectiveness using goal programming and data envelopment analysis in a fuzzy environment. *Yugoslav Journal of Operations Research* 13 (1), 35–60.
- Soleimani-Damaneh, M., (2008). Fuzzy upper bounds and their applications. *Chaos, Solitons and Fractals* 36, 217–225.

- Soleimani-damaneh, M., (2009). Establishing the existence of a distance-based upper bound for a fuzzy DEA model using duality. *Chaos, Solitons and Fractals* 41, 485–490.
- 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 (2), 1199–1207.
- Sueyoshi, T. (2001). Extended DEA-discriminant analysis. *European Journal of Operational Research* 131, 324-351.
- Sueyoshi, T., (1999). DEA-discriminant analysis in the view of goal programming. *European Journal of Operational Research* 115, 564–582.
- Suhariyanto, K., & Thirtle, C. (2001). Asian Agricultural Productivity and Convergence. *Journal of Agricultural Economics* 52, 96-110.
- Suhariyanto, K., Lusigi, A., & Thirtle, C. (2001). Productivity Growth and Convergence in Asian and African agriculture. P.Lawrence and C.Thirtle, eds., *Asia and Africa in Comparative Economic Perspective* (Palgrave:London:2001), 258-274.
- Tanaka, H., Ichihashi, H., Asai, K., (1984). A formulation of fuzzy linear programming problem based on comparison of fuzzy numbers. *Control and Cybernetics* 13, 185–194.
- Tçvy, Türkiye Çevre Vakfı Yayını. (1997). Türkiye'nin Tarım Politikası Ve Çevre. Tçv, Ankara.
- The Worldbank (2015) World Development Indicators, <http://databank.worldbank.org/data/views/reports/tableview.aspx>, adresinden 02.04.2015. tarihinde alınmıştır.
- Thirtle, C., Hadley, D., & Townsend, R. (1995). Policy-induced Innovation in Sub-Saharan African Agriculture: A Multilateral Malmquist Productivity Index Approach. *Development Policy Review* Vol. 13, 323-348.
- Thirtle, C., Piesse, J., Lusigi, A., & Suhariyanto, K. (2003). Multi-factor agricultural productivity, efficiency and convergence in Botswana, 1981–1996. *Journal of Development Economics* 71, 605– 624.
- Timothy J. Coelli, D.S. Prasada Rao, Christopher J. O'Donnell, George E. Battese (2005), *An Introduction To Efficiency and Productivity Analysis*, Second Edition.
- Tipi, T., & Rehber, E. (2006). Measuring technical efficiency and total factor productivity in agriculture: The case of the South Marmara region of Turkey. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 49:2, 137-145.
- Tlig, H., Rebai, A., (2009). A mathematical approach to solve data envelopment analysis models when data are LR fuzzy numbers. *Applied Mathematical Sciences* 3 (48), 2383–2396.
- Triantis, K. (2003). Fuzzy non-radial data envelopment analysis (DEA) measures of technical efficiency in support of an integrated performance measurement system. *International Journal of Automotive Technology and Management* 3 (3-4), 328-353.
- Triantis, K. P., & Girod, O. (1998). A mathematical programming approach for measuring technical efficiency in a fuzzy environment. *Journal of Productivity Analysis* 10 (1), 85-102.
- Trueblood MA. (1996). An intercountry comparison of agricultural efficiency and productivity. PhD dissertation, University of Minnesota.

- Trueblood, M. A., & Coggins, J. (2003). *Inter-country Agricultural Efficiency and Productivity: A Malmquist Index* (World Bank: Washington, DC, 2003) mimeo.
- Tunca, H., Karaçuka, M., & Deliktaş, E. (2014). AB Ülkeleri Karşısında Türk Tarımının Rekabet Gücü: Dinamik Veri Zarflama Analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(3), 89-105.
- TÜİK, TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU. (2008). *Tarım İstatistikleri Sorularla Resmi İstatistikler Dizisi 5*. TÜİK, Ankara.
- Uemura, Y., (2006). Fuzzy satisfactory evaluation method for covering the ability comparison in the context of DEA efficiency. *Control and Cybernetics* 35 (2), 487–495.
- Ulucan A. (2002). “İSO500 Şirketlerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler”, *Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, Cilt 57-2, 185-202.
- W.W. Cooper, K.S. Park, G. Yu, (1999). IDEA and AR-IDEA: models for dealing with imprecise data in DEA, *Management Science* 45, 597–607.
- Wang YM, Elhag TM (2006). An approach to avoiding rank reversal in AHP. *Decis. Support Syst.*, 1474-1480.
- Wang, C.H., Chuang, C.C., Tsai, C.C., (2009b). A fuzzy DEA–neural approach to measuring design service performance in PCM projects. *Automation in Construction* 18, 702–713.
- Wang, Y. M., Greatbanks, R., & Yang, J. B. (2005). Interval efficiency assessment using data envelopment analysis. *Fuzzy Sets and Systems* 153, 347-370.
- Wang, Y.M., Luo, Y., Liang, L., (2009a). Fuzzy data envelopment analysis based upon fuzzy arithmetic with an application to performance assessment of manufacturing enterprises. *Expert Systems with Applications* 36, 5205–5211.
- Wen, M., Li, H., (2009). Fuzzy data envelopment analysis (DEA): model and ranking method. *Journal of Computational and Applied Mathematics* 223, 872–878.
- Wen, M., You, C., Kang, R., (2010). A new ranking method to fuzzy data envelopment analysis. *Computers & Mathematics with Applications* 59 (11), 3398–3404.
- Wiebe, K., Soule, M., Narrod, C., & Breneman, V. (2000). *Resource Quality and Agricultural Productivity: A Multi-Country Comparison*. Annual Meetings of the American Agricultural Economics Association. Tampa, Florida.
- Wu, D., Olson, D.L., (2008). Supply chain risk, simulation, and vendor selection. *International Journal of Production Economics* 114 (2), 646–655.
- Wu, D., Yang, Z., Liang, L., (2006). Efficiency analysis of cross-region bank branches using fuzzy data envelopment analysis. *Applied Mathematics and Computation* 181, 271-281.
- Wu, R., Yong, J., Zhang, Z., Liu, L., & Dai, K. (2005). A game model for selection of purchasing bids in consideration of fuzzy values. *Proceedings of the international conference on*, pp. 254-258.
- Yager, L., & Zadeh, R. (1992). *An introduction to fuzzy logic applications in intelligent systems*. Kluwer Acad. Pub. Boston, 356.
- Yamada, S., & Ruttan, V. W. (1980). *International Comparisons of Productivity in Agriculture*. National Bureau of Economic Research.

- Yao, J.S., Wu, K., (2000). Ranking fuzzy numbers based on decomposition principle and signed distance. *Fuzzy Sets and Systems* 116, 275–288.
- Yolalan, R. (1993). İşletmelerarası Görelî Etkinlik Ölçümü. Milli Prodüktivite Merkezi, 483, 96.
- Zadeh, L. A. (1965). *Fuzzy Sets. Information and Control*, Volume 8, 338.
- Zadeh, L. A. (1978). “Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility”. *Fuzzy Sets and Systems*, (1), 3-28.
- Zerfat Angiz, L. M., Emrouznejad, A., & Mustafa, A. (2010a). Fuzzy assessment of performance of a decision making units using DEA: a non-radial approach. *Expert Systems with Applications* 37 (7),s. 5153-5157.
- Zerfat Angiz, L.M., Emrouznejad, A., Mustafa, A., al-Eraqi, A.S., (2010b). Aggregating preference ranking with fuzzy data envelopment analysis. *Knowledge-Based Systems* 23(6), 512–519.
- Zerfat Angiz, L.M., Saati, S., Memariani, M.A., Movahedi, M., (2006). Solving possibilistic linear programming problem considering membership function of the coefficients. *Advances in Fuzzy Sets and Systems* 1 (2), 131–142.
- Zhang, L., Mannino, M., Ghosh, B., & Scott, J. (2005). Data warehouse (DWH) efficiency evaluation using fuzzy data envelopment analysis (FDEA). *Proceedings of the Americas Conference on Information Systems* 113, 1427-1436.
- Zhou, S.J., Zhang, Z.D., Li, Y.C., (2008). Research of real estate investment risk evaluation based on fuzzy data envelopment analysis metod. *Proceedings of the International Conference on Risk Management and Engineering Management*, pp. 444–448.
- Zimmerman, H. J. (1996). *Fuzzy Set Theory and its Applications*. Boston: 3rd Edition, Kluwer Academic Publishers.

## EKLER

EK 1 Tablo 44: OECD Ülkelerinin (1990-2013) Aralık VZA ile Pesimistik Yaklaşım Göre Malmquist İndeks, Teknolojik Değişim ve Etkinlik Değişimi Sonuçları( $\alpha = 0$ )

Yıllar	1990-1991			1991-1992			1992-1993			1993-1994			1994-1995			1995-1996			1996-1997			1997-1998		
	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED
Avustralya	1,01	1,01	1,00	0,98	0,98	1,00	1,02	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,02	1,00	1,03	1,03	1,00	1,02	1,02	1,00
Avusturya	1,18	1,12	1,06	1,04	1,01	1,03	0,98	1,01	0,97	1,10	1,00	1,10	1,04	1,09	0,96	1,08	1,01	1,08	1,04	1,01	1,03	1,12	1,07	1,05
Belçika	1,02	1,02	1,00	0,99	0,99	1,00	0,97	0,97	1,00	0,96	0,96	1,00	0,97	0,97	1,00	0,96	0,96	1,00	0,99	0,99	1,00	0,96	0,96	1,00
Kanada	1,06	1,05	1,01	0,88	1,01	0,87	1,03	0,99	1,04	0,85	1,02	0,84	1,13	1,00	1,13	0,96	1,03	0,93	0,93	1,01	0,92	1,01	1,03	0,99
Şili	0,97	0,79	1,23	0,96	1,00	0,96	1,07	1,05	1,02	1,08	0,92	1,17	0,97	0,95	1,01	1,01	0,99	1,02	0,89	1,08	0,82	1,04	0,91	1,14
Çek Cumh.	0,98	0,98	1,00	0,95	1,01	0,95	1,11	1,11	1,00	0,89	0,89	1,00	1,10	1,10	1,00	1,06	1,06	1,00	0,98	0,98	1,00	0,96	0,96	1,00
Danimarka	1,10	1,10	1,00	0,97	0,98	0,99	1,07	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	0,97	1,00	1,19	1,19	1,00	0,96	0,96	1,00	1,03	1,03	1,00
Estonya	1,17	1,18	1,00	0,57	0,96	0,60	1,90	1,05	1,80	1,20	1,20	1,00	1,19	1,19	1,00	1,33	1,33	1,00	0,78	0,78	1,00	0,82	0,82	1,00
Finlandiya	0,98	1,05	0,94	0,85	1,03	0,82	1,00	1,01	0,99	1,19	0,96	1,24	1,23	1,09	1,13	1,05	1,07	0,98	1,12	0,97	1,15	0,83	1,05	0,79
Fransa	0,96	0,98	0,99	1,16	1,02	1,14	0,92	0,97	0,94	1,05	1,02	1,03	0,95	1,02	0,93	1,04	1,01	1,03	1,01	1,01	1,00	1,07	1,07	1,00
Almanya	0,98	1,05	0,93	1,07	1,05	1,03	0,96	1,00	0,96	1,02	0,97	1,06	1,06	1,02	1,03	1,10	1,10	1,00	1,00	0,94	1,06	1,04	1,11	0,94
Yunanistan	1,27	1,27	1,00	0,95	0,95	1,00	0,99	0,99	1,00	1,08	1,08	1,00	1,13	1,13	1,00	0,91	0,91	1,00	0,84	0,84	1,00	1,10	1,10	1,00
Macaristan	0,73	0,73	1,00	0,93	0,99	0,93	0,86	1,00	0,86	0,99	0,96	1,03	1,10	1,02	1,08	0,97	0,98	0,98	1,11	0,98	1,14	1,13	1,13	1,00
İzlanda	1,02	1,02	1,00	0,95	0,95	1,00	0,86	0,86	1,00	0,97	0,97	1,00	0,94	0,94	1,00	0,90	0,90	1,00	0,96	0,96	1,00	0,93	0,93	1,00
İrlanda	1,03	1,05	0,98	1,04	1,04	1,00	1,01	1,01	1,00	0,85	0,96	0,89	0,99	1,03	0,97	1,12	0,99	1,13	0,97	0,98	0,99	0,91	1,02	0,90
İsrail	0,89	0,89	1,00	1,04	1,04	1,00	0,98	0,98	1,00	0,96	0,96	1,00	1,13	1,13	1,00	0,98	0,98	1,00	0,98	0,98	1,00	1,17	1,17	1,00
İtalya	1,21	0,95	1,27	1,02	1,06	0,96	0,98	0,93	1,05	1,02	1,07	0,95	1,02	1,04	0,98	1,02	1,02	1,01	1,00	1,00	1,00	1,01	1,05	0,96
Japonya	0,96	0,96	1,00	1,05	1,05	1,00	0,89	0,89	1,00	1,13	1,13	1,00	0,97	0,97	1,00	0,98	0,98	1,00	1,02	1,02	1,00	0,93	0,93	1,00
Güney Kore	0,87	0,87	1,00	0,97	0,97	1,00	0,97	0,97	1,00	0,96	0,96	1,00	0,98	0,98	1,00	1,02	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	0,93	1,00
Lüksemburg	0,99	0,99	1,00	0,91	0,91	1,00	0,91	0,91	1,00	0,93	0,93	1,00	0,91	0,91	1,00	0,91	0,91	1,00	0,95	0,95	1,00	0,91	0,91	1,00
Meksika	1,04	0,90	1,16	1,05	1,00	1,04	1,08	1,00	1,09	1,03	0,95	1,08	1,14	0,99	1,15	0,90	0,99	0,90	1,07	1,05	1,02	1,05	0,96	1,10
Hollanda	1,02	1,00	1,02	1,13	1,10	1,03	1,01	1,01	1,00	1,02	1,02	1,00	0,98	0,98	1,00	1,04	1,04	1,00	0,94	0,94	1,00	0,99	0,99	1,00
Yeni Zelanda	1,04	0,97	1,07	1,00	0,98	1,02	1,05	1,00	1,05	1,09	1,03	1,06	0,96	0,96	1,00	1,04	1,04	1,00	1,05	1,05	1,00	1,06	1,06	1,00
Norveç	0,88	0,88	1,00	0,85	0,89	0,96	1,19	1,16	1,03	0,94	0,94	1,00	0,94	0,94	1,00	1,07	1,11	0,97	0,98	0,98	1,00	0,93	1,02	0,92
Polonya	1,40	1,16	1,21	0,77	1,04	0,74	1,05	1,00	1,05	0,83	0,97	0,86	1,24	1,10	1,13	1,05	1,05	1,00	0,81	0,92	0,88	1,12	1,16	0,97
Portekiz	0,89	0,92	0,96	0,89	1,04	0,86	1,09	0,95	1,14	1,14	1,08	1,06	1,03	1,09	0,95	1,10	1,05	1,05	0,80	0,80	1,00	0,92	1,12	0,82
Slovakya	0,97	0,97	1,00	0,94	0,94	1,00	0,94	1,03	0,91	0,88	0,92	0,96	1,06	1,01	1,05	1,10	1,01	1,09	1,10	1,10	1,00	0,93	0,93	1,00
Slovenya	0,92	1,03	0,89	0,49	1,02	0,48	1,30	1,00	1,30	1,09	0,99	1,10	1,02	1,03	0,99	1,10	1,01	1,09	1,07	1,01	1,05	1,02	1,03	1,00
İspanya	0,94	1,03	0,91	1,07	1,02	1,05	0,98	0,95	1,04	0,87	1,05	0,83	0,93	1,05	0,89	1,27	1,01	1,26	1,03	0,99	1,04	0,96	1,16	0,83
İsveç	0,84	0,93	0,91	0,86	0,98	0,88	1,51	1,22	1,24	0,71	0,86	0,82	1,29	1,06	1,22	1,20	1,24	0,97	1,13	1,09	1,04	0,84	0,84	1,00
İsviçre	1,18	1,18	1,00	1,07	1,07	1,00	0,96	0,96	1,00	0,98	0,98	1,00	1,09	1,09	1,00	1,02	1,02	1,00	0,97	0,97	1,00	1,10	1,10	1,00
Türkiye	1,23	0,99	1,24	0,88	1,04	0,84	0,95	1,04	0,91	1,29	1,01	1,27	0,86	1,02	0,84	1,03	1,09	0,94	0,94	0,95	0,99	1,06	1,04	1,02
İngiltere	1,05	1,04	1,02	1,13	1,05	1,07	0,93	0,99	0,94	0,82	1,01	0,81	1,02	0,98	1,04	1,11	1,08	1,03	0,98	0,98	1,00	1,01	1,02	1,00
Amerika	0,96	0,95	1,02	1,06	1,02	1,04	0,86	0,99	0,87	1,18	0,99	1,19	0,84	1,04	0,81	1,06	1,01	1,05	1,04	1,01	1,03	0,95	1,02	0,94



Tablo 44: OECD Ülkelerinin (1990-2013) Aralık VZA ile Pesimistik Yaklaşımına Göre Mİ, TD ve ED Sonuçları Devam ( $\alpha = 0$ )

Yıllar	1998-1999			1999-2000			2000-2001			2001-2002			2002-2003			2003-2004			2004-2005		
	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED
Avustralya	1,04	1,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,04	1,04	1,00	0,93	0,93	1,00	1,05	1,05	1,00	0,95	1,00	0,94	1,05	1,01	1,04
Avusturya	1,03	0,92	1,11	0,92	1,10	0,83	1,03	0,88	1,18	0,98	1,06	0,92	1,01	0,92	1,10	1,08	1,19	0,91	0,95	0,94	1,01
Belçika	0,97	0,97	1,00	0,94	0,94	1,00	0,95	0,95	1,00	1,06	1,06	1,00	1,04	1,04	1,00	1,04	1,04	1,00	0,92	0,92	1,00
Kanada	1,06	1,10	0,96	0,97	0,96	1,02	0,86	0,97	0,89	0,93	1,11	0,84	1,09	0,96	1,13	1,18	1,13	1,05	1,16	0,95	1,22
Şili	0,98	0,96	1,03	1,04	1,02	1,01	1,07	1,00	1,07	1,01	1,01	1,00	1,02	0,99	1,02	1,04	1,16	0,89	0,99	1,01	0,98
Çek Cumh.	1,07	1,07	1,00	0,88	1,00	0,88	1,01	1,03	0,99	0,92	0,93	0,98	0,90	0,93	0,97	1,31	1,15	1,15	0,96	1,00	0,96
Danimarka	1,03	1,03	1,00	1,01	1,01	1,00	0,95	0,95	1,00	1,13	1,13	1,00	1,01	1,01	1,00	1,21	1,21	1,00	0,90	0,90	1,00
Estonya	0,96	0,96	1,00	1,18	1,18	1,00	0,82	0,82	1,00	0,70	0,92	0,76	1,09	0,99	1,10	1,27	1,31	0,97	0,94	0,91	1,03
Finlandiya	0,91	0,93	0,98	1,35	1,14	1,18	1,12	0,93	1,20	0,83	0,98	0,85	1,07	0,92	1,16	1,15	1,21	0,95	1,04	0,98	1,06
Fransa	1,14	1,14	1,00	1,02	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,08	1,08	1,00	0,92	0,92	1,00	1,14	1,14	1,00	0,96	0,96	1,00
Almanya	1,09	1,02	1,07	1,09	1,06	1,03	1,00	0,96	1,04	0,98	1,05	0,93	1,00	0,98	1,03	1,14	1,08	1,05	0,99	0,95	1,03
Yunanistan	1,03	1,03	1,00	1,02	1,02	1,00	1,02	1,02	1,00	0,94	0,94	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Macaristan	0,96	0,96	1,00	0,86	1,01	0,85	1,28	1,09	1,17	0,76	0,88	0,87	0,94	0,99	0,95	1,02	1,00	1,02	0,98	1,00	0,97
İzlanda	0,95	0,95	1,00	1,13	1,13	1,00	0,98	0,98	1,00	0,88	0,88	1,00	1,01	1,01	1,00	1,03	1,03	1,00	0,98	0,98	1,00
İrlanda	1,07	1,00	1,07	1,01	1,04	0,97	0,91	0,94	0,97	1,03	1,05	0,98	1,05	1,01	1,04	1,00	1,04	0,96	0,95	1,03	0,91
İsrail	0,95	0,95	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	1,00	1,09	1,09	1,00	0,96	0,96	1,00	1,09	1,09	1,00	1,01	1,01	1,00
İtalya	1,11	0,98	1,14	1,01	1,01	1,00	1,02	1,02	1,00	0,94	1,03	0,90	1,00	0,96	1,04	1,12	1,08	1,04	1,01	1,04	0,97
Japonya	1,03	1,03	1,00	0,98	0,98	1,00	1,03	1,03	1,00	1,03	1,03	1,00	0,94	0,94	1,00	1,05	1,05	1,00	1,05	1,05	1,00
Güney Kore	1,02	1,02	1,00	0,99	0,99	1,00	1,01	1,01	1,00	0,93	0,93	1,00	0,92	0,92	1,00	1,26	1,26	1,00	0,88	0,88	1,00
Lüksemburg	0,91	0,91	1,00	1,01	1,01	1,00	0,78	0,78	1,00	0,85	0,85	1,00	1,25	1,25	1,00	1,18	1,18	1,00	0,94	0,94	1,00
Meksika	1,06	1,06	1,00	1,06	1,06	1,00	1,07	1,07	1,00	1,08	1,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00
Hollanda	1,19	1,19	1,00	0,80	0,91	0,89	0,97	0,96	1,01	1,01	1,02	0,99	1,01	0,99	1,02	0,99	1,06	0,94	0,98	0,98	1,00
Yeni Zelanda	0,97	0,97	1,00	1,08	1,08	1,00	1,05	1,05	1,00	1,13	1,13	1,00	1,08	1,08	1,00	1,07	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00
Norveç	1,05	1,03	1,02	1,12	1,05	1,07	1,04	1,04	1,00	0,96	0,96	1,00	0,92	0,93	0,99	1,19	1,29	0,93	1,01	0,93	1,09
Polonya	1,06	0,87	1,22	0,96	1,16	0,83	1,06	0,91	1,16	0,99	1,01	0,98	0,89	0,90	0,99	1,27	1,18	1,08	0,87	1,02	0,85
Portekiz	1,21	1,00	1,21	0,91	1,01	0,90	1,00	0,95	1,04	1,05	0,99	1,06	0,87	0,91	0,96	1,29	1,24	1,04	0,89	0,89	1,00
Slovakya	1,03	1,03	1,00	1,05	1,05	1,00	1,09	1,09	1,00	0,87	0,87	1,00	0,99	0,99	1,00	1,15	1,15	1,00	1,06	1,06	1,00
Slovenya	1,04	1,00	1,03	0,98	1,00	0,98	1,15	0,96	1,20	1,05	1,03	1,02	1,09	1,00	1,09	0,99	1,07	0,93	0,99	1,01	0,98
İspanya	1,01	0,90	1,12	1,06	1,01	1,05	0,97	0,99	0,98	1,00	1,07	0,94	1,08	0,94	1,15	0,93	1,10	0,84	0,91	1,01	0,89
İsveç	0,73	0,94	0,77	1,44	1,11	1,30	0,99	0,99	1,00	0,84	0,95	0,88	1,01	0,97	1,03	1,17	1,18	0,99	0,90	0,94	0,95
İsviçre	0,99	0,99	1,00	1,08	1,08	1,00	0,93	0,93	1,00	1,06	1,06	1,00	0,94	0,94	1,00	1,14	1,14	1,00	0,95	0,95	1,00
Türkiye	0,96	1,01	0,95	1,06	1,04	1,02	0,97	0,97	0,99	1,08	0,94	1,16	1,00	0,96	1,05	0,97	1,11	0,88	0,95	0,99	0,96
İngiltere	1,01	1,10	0,92	0,94	0,92	1,02	0,88	0,96	0,92	1,08	1,05	1,03	1,00	0,92	1,08	1,03	1,15	0,89	1,01	0,93	1,09
Amerika	1,01	0,99	1,02	1,01	0,95	1,06	0,98	0,93	1,05	1,00	1,12	0,90	1,04	1,05	0,99	1,13	1,10	1,02	0,97	0,95	1,01

Tablo 44: OECD Ülkelerinin (1990-2013) Aralık VZA ile Pesimistik Yaklaşımına Göre Malmquist İndeks, Teknolojik Değişim ve Etkinlik Değişimi Sonuçları  
Devam ( $\alpha = 0$ )

Yıllar	2005-2006			2006-2007			2007-2008			2008-2009			2009-2010			2010-2011			2011-2012			2012-2013		
	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED
Avustralya	0,89	0,89	1,00	1,04	1,04	1,00	1,01	1,01	1,00	0,99	1,00	0,99	0,97	1,01	0,96	0,97	1,01	1,01	1,04	1,04	1,00	1,01	1,00	1,01
Avusturya	1,01	0,98	1,03	1,02	1,05	0,97	1,14	1,04	1,09	0,97	1,00	0,97	0,93	0,96	0,96	0,93	0,96	1,13	0,86	0,91	0,94	0,81	0,81	1,00
Belçika	1,19	1,19	1,00	0,97	0,97	1,00	1,06	1,06	1,00	1,03	1,03	1,00	0,97	0,97	1,00	0,97	0,97	1,00	0,92	0,92	1,00	0,94	0,94	1,00
Kanada	1,04	1,09	0,95	0,82	1,00	0,83	1,16	0,98	1,18	1,01	1,08	0,94	0,96	0,97	0,98	0,96	0,97	1,04	1,05	0,92	1,14	1,00	0,96	1,04
Şili	1,04	1,00	1,04	0,95	1,03	0,91	1,02	1,02	1,00	0,89	1,00	0,89	0,90	0,96	0,94	0,90	0,96	0,93	0,98	0,99	1,00	0,86	0,99	0,88
Çek Cumh.	0,90	0,94	0,96	1,00	0,97	1,03	0,95	1,05	0,90	0,99	1,01	0,99	0,93	0,90	1,03	0,93	0,90	0,94	0,89	0,91	0,97	1,05	0,85	1,24
Danimarka	0,85	0,85	1,00	1,13	1,13	1,00	1,07	1,07	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,79	0,79	1,00	0,76	0,76	1,00
Estonya	0,80	0,91	0,88	1,06	1,09	0,98	0,84	1,03	0,82	1,16	0,99	1,17	0,90	1,02	0,89	0,90	1,02	0,98	1,03	0,89	1,15	1,08	0,88	1,23
Finlandiya	0,96	0,96	1,00	1,07	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,06	1,06	1,00	0,89	0,92	0,96	0,89	0,92	1,04	0,89	0,89	1,00	0,79	0,79	1,00
Fransa	1,00	1,00	1,00	0,97	0,97	1,00	1,17	1,17	1,00	1,09	1,09	1,00	0,94	0,94	1,00	0,94	0,94	1,00	0,94	0,94	1,00	0,82	0,83	0,99
Almanya	1,06	0,97	1,09	0,93	1,04	0,90	1,06	1,03	1,02	1,03	1,03	1,00	0,98	0,98	1,01	0,98	0,98	1,01	1,03	0,96	1,08	0,78	0,85	0,92
Yunanistan	1,05	1,05	1,00	1,03	1,03	1,00	1,01	1,01	1,00	1,29	1,29	1,00	0,73	0,73	1,00	0,73	0,73	1,00	1,02	1,15	0,88	0,92	0,83	1,12
Macaristan	0,99	0,99	1,01	0,99	1,00	0,99	1,06	1,00	1,06	0,99	1,01	0,98	0,92	0,97	0,95	0,92	0,97	1,18	0,85	1,02	0,84	0,69	0,97	0,71
İzlanda	1,39	1,39	1,00	0,77	0,77	1,00	1,16	1,16	1,00	0,98	0,98	1,00	0,85	0,85	1,00	0,85	0,85	1,00	1,02	1,02	1,00	0,85	0,85	1,00
İrlanda	1,09	0,99	1,11	1,08	1,00	1,08	0,90	1,05	0,86	1,11	0,96	1,16	1,11	1,11	1,00	1,11	1,11	0,90	0,99	0,93	1,07	0,99	0,99	0,99
İsrail	0,96	0,96	1,00	1,06	1,06	1,00	0,91	0,91	1,00	1,10	1,10	1,00	0,96	0,96	1,00	0,96	0,96	1,00	1,06	1,06	1,00	0,95	0,95	1,00
İtalya	0,96	0,99	0,97	1,00	1,07	0,94	1,10	1,07	1,03	1,07	1,01	1,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	0,93	1,05	0,88	0,72	0,74	0,98
Japonya	0,96	0,96	1,00	1,05	1,05	1,00	1,12	1,12	1,00	0,96	0,96	1,00	0,94	0,94	1,00	0,94	0,94	1,00	1,05	1,05	1,00	0,74	0,74	1,00
Güney Kore	1,00	1,00	1,00	0,88	0,88	1,00	1,04	1,04	1,00	0,91	0,91	1,00	0,82	0,82	1,00	0,82	0,82	1,00	0,96	0,96	1,00	0,85	0,85	1,00
Lüksemburg	1,07	1,07	1,00	0,94	0,94	1,00	1,17	1,17	1,00	0,91	0,91	1,00	0,88	0,88	1,00	0,88	0,88	1,00	0,88	0,88	1,00	0,99	0,99	1,00
Meksika	1,04	1,04	1,00	0,98	0,98	1,00	0,94	0,94	1,00	0,96	0,96	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	1,00	0,97	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00
Hollanda	0,94	0,98	0,96	1,03	1,03	1,00	1,02	0,99	1,03	1,05	1,06	0,99	1,00	0,98	1,03	1,00	0,98	1,13	0,94	0,94	1,00	0,70	0,70	1,00
Yeni Zelanda	1,06	1,06	1,00	0,99	0,99	1,00	0,96	0,96	1,00	1,07	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,02	1,00	0,85	0,85	1,00	1,00
Norveç	0,98	0,98	1,00	0,97	0,99	0,98	1,15	1,12	1,03	0,94	0,94	1,00	1,04	1,04	1,00	1,04	1,04	1,00	1,01	1,01	1,00	0,76	0,76	1,00
Polonya	0,90	0,89	1,01	0,95	1,03	0,92	1,01	1,06	0,95	1,12	1,17	0,96	0,93	0,89	1,04	0,93	0,89	0,96	0,97	0,89	1,09	1,09	0,93	1,17
Portekiz	1,00	1,00	1,00	0,81	1,00	0,82	1,29	1,06	1,21	1,04	1,27	0,82	1,02	0,83	1,23	1,02	0,83	1,00	0,92	0,92	1,00	0,89	0,89	1,00
Slovakya	0,84	0,84	1,00	0,90	0,90	1,00	1,15	1,15	1,00	0,84	0,87	0,97	0,81	0,83	0,98	0,81	0,83	1,00	0,90	0,90	1,00	0,72	0,72	1,00
Slovenya	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,09	1,04	1,04	1,05	1,02	1,03	1,11	1,09	1,02	1,11	1,09	1,00	0,94	0,94	1,00	0,40	0,76	0,52
İspanya	1,08	0,97	1,12	1,01	1,04	0,97	1,10	1,02	1,08	0,95	1,03	0,92	1,01	0,96	1,05	1,01	0,96	0,98	0,93	1,02	0,91	1,02	0,87	1,17
İsveç	0,75	0,91	0,82	1,16	1,10	1,05	1,17	1,04	1,12	0,99	1,08	0,92	0,95	0,93	1,03	0,95	0,93	1,03	1,03	0,85	1,22	0,81	0,86	0,94
İsviçre	0,96	0,96	1,00	1,08	1,08	1,00	1,06	1,06	1,00	0,84	0,84	1,00	1,23	1,23	1,00	1,23	1,23	1,00	0,87	0,87	1,00	0,80	0,80	1,00
Türkiye	1,03	1,02	1,02	0,82	0,98	0,84	1,33	1,02	1,31	1,00	1,11	0,90	1,16	0,89	1,31	1,16	0,89	1,03	0,91	0,95	0,96	0,72	0,81	0,89
İngiltere	0,91	1,16	0,79	0,98	0,94	1,05	1,17	1,02	1,14	0,98	1,05	0,94	1,04	0,91	1,15	1,04	0,91	0,92	0,86	0,95	0,91	0,78	0,72	1,08
Amerika	0,98	0,95	1,03	1,09	1,05	1,04	1,00	0,97	1,03	1,06	1,11	0,96	1,01	0,98	1,03	1,01	0,98	0,96	1,03	0,98	1,04	0,83	0,90	0,92

Tablo 45: OECD Ülkelerinin (1990-2013) Aralık VZA ile Optimistik Yaklaşımına Göre Malmquist İndeks, Teknolojik Değişim ve Etkinlik Değişimi Sonuçları ( $\alpha = 0$ )

Yıllar	1990-1991			1991-1992			1992-1993			1993-1994			1994-1995			1995-1996			1996-1997			1997-1998		
	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED
Avustralya	1,01	1,01	1,00	0,98	0,98	1,00	1,02	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,02	1,00	1,03	1,03	1,00	1,02	1,02	1,00
Avusturya	1,20	1,13	1,06	1,05	1,01	1,04	0,99	1,01	0,98	1,10	1,00	1,10	1,04	1,09	0,96	1,09	1,01	1,08	1,04	1,01	1,03	1,13	1,07	1,05
Belçika	1,05	1,05	1,00	1,04	1,04	1,00	1,04	1,04	1,00	1,04	1,04	1,00	1,04	1,04	1,00	1,04	1,04	1,00	1,02	1,02	1,00	1,04	1,04	1,00
Kanada	1,16	1,04	1,11	1,00	1,01	0,98	1,16	0,99	1,18	0,94	1,01	0,93	1,26	1,00	1,27	1,11	1,03	1,07	1,02	0,98	1,04	1,14	1,03	1,11
Şili	0,97	0,79	1,23	0,96	1,00	0,96	1,07	1,05	1,02	1,08	0,92	1,17	0,97	0,95	1,01	1,01	0,99	1,02	0,89	1,08	0,82	1,04	0,91	1,14
Çek Cumh.	1,07	1,07	1,00	1,06	1,06	1,00	1,18	1,12	1,06	0,89	0,89	1,00	1,10	1,10	1,00	1,06	1,06	1,00	0,98	0,98	1,00	0,96	0,96	1,00
Danimarka	1,11	1,11	1,00	0,99	0,99	1,00	1,09	1,08	1,01	1,00	1,00	1,00	0,98	0,98	1,00	1,20	1,20	1,00	0,96	0,96	1,00	1,03	1,03	1,00
Estonya	1,84	0,92	2,00	0,73	0,99	0,74	1,96	1,08	1,82	1,23	1,23	1,00	1,19	1,19	1,00	1,36	1,36	1,00	0,78	0,78	1,00	0,83	0,83	1,00
Finlandiya	0,98	1,05	0,94	0,85	1,04	0,82	1,00	1,01	0,99	1,19	0,96	1,24	1,23	1,09	1,13	1,05	1,07	0,98	1,12	0,97	1,15	0,83	1,05	0,80
Fransa	1,00	0,97	1,03	1,22	1,02	1,19	0,97	0,97	1,00	1,09	1,03	1,06	0,98	1,03	0,95	1,09	1,01	1,07	1,04	1,02	1,02	1,08	1,08	1,00
Almanya	0,98	1,05	0,94	1,09	1,04	1,04	0,97	0,99	0,97	1,03	0,97	1,06	1,07	1,02	1,04	1,12	1,10	1,02	1,01	0,94	1,07	1,04	1,11	0,94
Yunanistan	1,28	1,28	1,00	0,95	0,95	1,00	0,99	0,99	1,00	1,08	1,08	1,00	1,13	1,13	1,00	0,91	0,91	1,00	0,84	0,84	1,00	1,10	1,10	1,00
Macaristan	0,74	0,74	1,00	0,93	0,99	0,93	0,86	1,00	0,86	0,99	0,96	1,03	1,10	1,02	1,08	0,97	0,98	0,98	1,11	0,98	1,14	1,13	1,13	1,00
İzlanda	1,12	1,12	1,00	1,11	1,11	1,00	0,99	0,99	1,00	1,13	1,13	1,00	1,12	1,12	1,00	1,07	1,07	1,00	1,05	1,05	1,00	1,11	1,11	1,00
İrlanda	1,05	1,05	1,00	1,07	1,05	1,02	1,02	1,02	1,00	0,87	0,97	0,90	1,03	1,03	1,00	1,15	1,00	1,15	0,98	0,98	1,00	0,94	1,02	0,92
İsrail	0,89	0,89	1,00	1,04	1,04	1,00	0,99	0,99	1,00	0,96	0,96	1,00	1,14	1,14	1,00	0,98	0,98	1,00	0,98	0,98	1,00	1,18	1,18	1,00
İtalya	1,25	0,95	1,31	1,05	1,06	0,99	1,01	0,93	1,08	1,04	1,07	0,97	1,04	1,04	1,00	1,05	1,02	1,03	1,02	1,00	1,02	1,02	1,05	0,97
Japonya	0,96	0,96	1,00	1,06	1,06	1,00	0,90	0,90	1,00	1,13	1,13	1,00	0,98	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,03	1,03	1,00	0,95	0,95	1,00
Güney Kore	0,87	0,87	1,00	0,97	0,97	1,00	0,97	0,97	1,00	0,96	0,96	1,00	0,98	0,98	1,00	1,02	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	0,93	1,00
Lüksemburg	1,10	1,10	1,00	1,10	1,10	1,00	1,07	1,07	1,00	1,10	1,10	1,00	1,10	1,10	1,00	1,09	1,09	1,00	1,04	1,04	1,00	1,09	1,09	1,00
Meksika	1,04	0,90	1,16	1,05	1,00	1,04	1,08	1,00	1,09	1,03	0,95	1,08	1,14	0,99	1,15	0,90	0,99	0,90	1,07	1,05	1,02	1,05	0,96	1,10
Hollanda	1,04	0,99	1,04	1,14	1,10	1,04	1,01	1,01	1,00	1,02	1,02	1,00	0,98	0,98	1,00	1,04	1,04	1,00	0,94	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00
Yeni Zelanda	1,04	0,97	1,07	1,00	0,98	1,02	1,05	1,00	1,05	1,09	1,03	1,06	0,96	0,96	1,00	1,04	1,04	1,00	1,05	1,05	1,00	1,06	1,06	1,00
Norveç	0,88	0,88	1,00	0,86	0,89	0,97	1,21	1,16	1,05	0,94	0,94	1,00	0,95	0,95	1,00	1,08	1,11	0,98	0,99	0,97	1,02	0,95	1,02	0,94
Polonya	1,50	1,14	1,31	0,78	1,04	0,75	1,05	1,00	1,05	0,83	0,97	0,86	1,24	1,10	1,13	1,05	1,05	1,00	0,81	0,92	0,88	1,12	1,16	0,97
Portekiz	0,90	0,93	0,96	0,89	1,03	0,86	1,09	0,95	1,15	1,14	1,08	1,06	1,03	1,09	0,95	1,10	1,05	1,05	0,80	0,80	1,00	0,92	1,12	0,82
Slovakya	1,07	1,07	1,00	1,07	1,07	1,00	0,97	1,06	0,91	0,89	0,92	0,97	1,06	1,01	1,05	1,10	1,01	1,09	1,10	1,10	1,00	0,93	0,93	1,00
Slovenya	1,13	1,00	1,13	0,56	1,02	0,55	1,32	1,01	1,31	1,10	0,99	1,12	1,04	1,03	1,01	1,12	1,01	1,11	1,09	1,01	1,08	1,05	1,03	1,03
İspanya	0,97	1,03	0,94	1,10	1,02	1,07	1,01	0,95	1,06	0,89	1,05	0,85	0,95	1,05	0,91	1,31	1,01	1,29	1,06	0,98	1,08	0,97	1,16	0,84
İsveç	0,85	0,93	0,91	0,87	0,98	0,89	1,53	1,23	1,25	0,71	0,86	0,82	1,29	1,06	1,22	1,20	1,24	0,97	1,13	1,09	1,04	0,84	0,84	1,00
İsviçre	1,19	1,19	1,00	1,07	1,07	1,00	0,96	0,96	1,00	0,98	0,98	1,00	1,09	1,09	1,00	1,02	1,02	1,00	0,97	0,97	1,00	1,10	1,10	1,00
Türkiye	1,24	1,00	1,24	0,88	1,04	0,85	0,95	1,04	0,92	1,30	1,01	1,28	0,86	1,02	0,85	1,03	1,09	0,95	0,94	0,94	1,00	1,07	1,04	1,03
İngiltere	1,08	1,03	1,05	1,17	1,05	1,11	0,96	0,99	0,96	0,84	1,01	0,83	1,05	0,98	1,07	1,14	1,08	1,06	1,00	0,98	1,02	1,04	1,02	1,02
Amerika	1,02	0,94	1,09	1,13	1,02	1,11	0,93	0,99	0,94	1,26	0,99	1,28	0,90	1,04	0,87	1,14	1,01	1,13	1,10	0,99	1,11	1,03	1,02	1,01

Tablo 45: OECD Ülkelerinin (1990-2013) Aralık VZA ile Optimistik Yaklaşımına Göre Malmquist İndeks, Teknolojik Değişim ve Etkinlik Değişimi Sonuçları  
Devam ( $\alpha = 0$ )

Yıllar	1998-1999			1999-2000			2000-2001			2001-2002			2002-2003			2003-2004			2004-2005		
	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED
Avustralya	1,04	1,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,04	1,04	1,00	0,93	0,93	1,00	1,05	1,05	1,00	0,95	1,00	0,95	1,07	1,01	1,05
Avusturya	1,03	0,92	1,11	0,92	1,10	0,83	1,03	0,88	1,18	0,98	1,06	0,92	1,01	0,92	1,10	1,08	1,19	0,91	0,95	0,94	1,01
Belçika	1,04	1,04	1,00	0,97	0,97	1,00	0,95	0,95	1,00	1,06	1,06	1,00	1,04	1,04	1,00	1,04	1,04	1,00	0,92	0,92	1,00
Kanada	1,15	1,10	1,04	0,99	0,96	1,04	0,86	0,97	0,89	0,93	1,11	0,84	1,09	0,96	1,13	1,18	1,13	1,05	1,16	0,95	1,22
Şili	0,99	0,96	1,03	1,04	1,02	1,01	1,07	1,00	1,07	1,01	1,01	1,00	1,02	0,99	1,02	1,09	1,16	0,94	1,10	1,01	1,09
Çek Cumh.	1,07	1,07	1,00	0,88	1,00	0,88	1,01	1,03	0,99	0,92	0,93	0,98	0,90	0,93	0,97	1,31	1,15	1,15	0,96	1,00	0,96
Danimarka	1,04	1,04	1,00	1,01	1,01	1,00	0,95	0,95	1,00	1,14	1,14	1,00	1,01	1,01	1,00	1,21	1,21	1,00	0,90	0,90	1,00
Estonya	0,97	0,97	1,00	1,20	1,20	1,00	0,82	0,82	1,00	0,70	0,92	0,76	1,09	0,99	1,10	1,27	1,31	0,97	0,94	0,91	1,03
Finlandiya	0,92	0,93	0,99	1,35	1,14	1,18	1,12	0,93	1,20	0,83	0,98	0,85	1,07	0,92	1,16	1,15	1,21	0,95	1,04	0,98	1,06
Fransa	1,14	1,14	1,00	1,02	1,02	1,00	1,01	1,01	1,00	1,08	1,08	1,00	0,92	0,92	1,00	1,14	1,14	1,00	0,96	0,96	1,00
Almanya	1,09	1,02	1,07	1,09	1,06	1,03	1,00	0,96	1,04	0,98	1,05	0,93	1,00	0,98	1,03	1,14	1,08	1,05	0,99	0,95	1,03
Yunanistan	1,03	1,03	1,00	1,02	1,02	1,00	1,02	1,02	1,00	0,94	0,94	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Macaristan	0,96	0,96	1,00	0,86	1,01	0,85	1,28	1,09	1,17	0,76	0,88	0,87	0,94	0,99	0,95	1,02	1,00	1,02	0,98	1,00	0,97
İzlanda	1,03	1,03	1,00	1,16	1,16	1,00	0,98	0,98	1,00	0,88	0,88	1,00	1,01	1,01	1,00	1,03	1,03	1,00	0,98	0,98	1,00
İrlanda	1,11	1,00	1,11	1,03	1,04	0,99	0,91	0,94	0,97	1,03	1,05	0,98	1,05	1,01	1,04	1,00	1,04	0,96	0,95	1,03	0,91
İsrail	0,96	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	1,00	1,09	1,09	1,00	0,96	0,96	1,00	1,10	1,10	1,00	1,02	1,02	1,00
İtalya	1,12	0,97	1,15	1,02	1,01	1,01	1,02	1,02	1,00	0,94	1,03	0,91	1,01	0,96	1,05	1,13	1,08	1,04	1,02	1,04	0,97
Japonya	1,04	1,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,03	1,03	1,00	1,03	1,03	1,00	0,94	0,94	1,00	1,05	1,05	1,00	1,05	1,05	1,00
Güney Kore	1,02	1,02	1,00	0,99	0,99	1,00	1,01	1,01	1,00	0,93	0,93	1,00	0,92	0,92	1,00	1,45	1,45	1,00	1,13	1,13	1,00
Lüksemburg	1,10	1,10	1,00	1,13	1,13	1,00	0,89	0,89	1,00	0,91	0,91	1,00	1,25	1,25	1,00	1,18	1,18	1,00	0,94	0,94	1,00
Meksika	1,08	1,08	1,00	1,07	1,07	1,00	1,07	1,07	1,00	1,08	1,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,03	1,03	1,00	1,01	1,01	1,00
Hollanda	1,19	1,19	1,00	0,81	0,91	0,89	0,97	0,96	1,01	1,01	1,02	0,99	1,01	0,99	1,02	1,00	1,05	0,95	1,00	0,98	1,02
Yeni Zelanda	0,97	0,97	1,00	1,08	1,08	1,00	1,05	1,05	1,00	1,13	1,13	1,00	1,08	1,08	1,00	1,07	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00
Norveç	1,07	1,03	1,04	1,13	1,06	1,07	1,04	1,04	1,00	0,96	0,96	1,00	0,92	0,93	0,99	1,19	1,29	0,93	1,01	0,93	1,09
Polonya	1,06	0,87	1,22	0,96	1,16	0,83	1,06	0,91	1,16	0,99	1,01	0,98	0,89	0,90	0,99	1,27	1,18	1,08	0,87	1,02	0,85
Portekiz	1,21	1,00	1,21	0,91	1,01	0,90	1,00	0,95	1,04	1,05	0,99	1,06	0,87	0,91	0,96	1,29	1,24	1,04	0,89	0,89	1,00
Slovakya	1,03	1,03	1,00	1,05	1,05	1,00	1,09	1,09	1,00	0,87	0,87	1,00	0,99	0,99	1,00	1,15	1,15	1,00	1,07	1,07	1,00
Slovenya	1,07	1,00	1,06	1,00	1,01	0,99	1,15	0,96	1,20	1,05	1,03	1,02	1,09	1,00	1,09	0,99	1,07	0,93	0,99	1,01	0,98
İspanya	1,01	0,90	1,13	1,07	1,01	1,06	0,98	0,99	0,99	1,01	1,07	0,95	1,10	0,94	1,17	0,94	1,10	0,85	0,91	1,02	0,90
İsveç	0,73	0,95	0,77	1,44	1,11	1,30	0,99	0,99	1,00	0,84	0,95	0,88	1,01	0,97	1,03	1,17	1,18	0,99	0,90	0,94	0,95
İsviçre	0,99	0,99	1,00	1,08	1,08	1,00	0,93	0,93	1,00	1,06	1,06	1,00	0,94	0,94	1,00	1,14	1,14	1,00	0,95	0,95	1,00
Türkiye	0,96	1,01	0,95	1,06	1,04	1,02	0,97	0,97	0,99	1,08	0,94	1,16	1,00	0,96	1,05	0,99	1,11	0,89	0,98	0,99	0,99
İngiltere	1,03	1,10	0,94	0,94	0,92	1,03	0,88	0,96	0,92	1,08	1,05	1,03	1,00	0,92	1,08	1,03	1,15	0,90	1,01	0,93	1,09
Amerika	1,09	0,99	1,10	1,05	0,95	1,10	0,98	0,93	1,05	1,00	1,12	0,90	1,04	1,05	0,99	1,13	1,10	1,02	0,97	0,95	1,01

Tablo 45: OECD Ülkelerinin (1990-2013) Aralık VZA ile Optimistik Yaklaşımına Göre Malmquist İndeksi, Teknolojik Değişim ve Etkinlik Değişimi Sonuçları  
Devam ( $\alpha = 0$ )

Yıllar	2005-2006			2006-2007			2007-2008			2008-2009			2009-2010			2010-2011			2011-2012			2012-2013		
	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED
Avustralya	0,91	0,90	1,01	1,05	1,04	1,01	1,02	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,01	0,97	0,99	1,01	1,02	1,06	1,04	1,02	1,03	1,01	1,02
Avusturya	1,01	0,98	1,03	1,02	1,05	0,97	1,14	1,04	1,09	0,97	1,00	0,97	0,93	0,96	0,96	0,93	0,96	1,14	0,87	0,91	0,95	0,86	0,82	1,06
Belçika	1,19	1,19	1,00	0,97	0,97	1,00	1,06	1,06	1,00	1,03	1,03	1,00	0,97	0,97	1,00	0,97	0,97	1,00	0,92	0,92	1,00	0,98	0,98	1,00
Kanada	1,04	1,09	0,95	0,83	1,00	0,83	1,17	0,98	1,19	1,02	1,08	0,94	0,96	0,97	0,99	0,96	0,97	1,15	1,22	0,94	1,30	1,11	1,02	1,08
Şili	1,18	1,00	1,18	1,10	1,03	1,07	1,18	1,07	1,11	1,07	1,06	1,01	1,12	1,00	1,12	1,12	1,00	1,07	1,16	1,08	1,07	1,09	1,08	1,00
Çek Cumh.	0,90	0,94	0,96	1,01	0,97	1,03	0,96	1,05	0,91	1,03	1,01	1,02	0,98	0,90	1,08	0,98	0,90	0,96	0,89	0,92	0,98	1,11	0,90	1,24
Danimarka	0,86	0,86	1,00	1,14	1,14	1,00	1,08	1,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01	1,00	1,01	1,01	1,00	0,81	0,81	1,00	0,82	0,82	1,00
Estonya	0,81	0,91	0,88	1,06	1,09	0,98	0,84	1,03	0,82	1,16	0,99	1,17	0,90	1,02	0,89	0,90	1,02	0,98	1,03	0,89	1,15	1,29	0,90	1,44
Finlandiya	0,96	0,96	1,00	1,07	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,06	1,06	1,00	0,89	0,92	0,96	0,89	0,92	1,04	0,89	0,89	1,00	0,84	0,84	1,00
Fransa	1,00	1,00	1,00	0,97	0,97	1,00	1,17	1,17	1,00	1,09	1,09	1,00	0,94	0,94	1,00	0,94	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	0,91	0,91	1,00
Almanya	1,06	0,97	1,09	0,93	1,04	0,90	1,06	1,03	1,02	1,03	1,03	1,00	0,98	0,98	1,01	0,98	0,98	1,03	1,05	0,96	1,09	0,84	0,86	0,98
Yunanistan	1,05	1,05	1,00	1,03	1,03	1,00	1,01	1,01	1,00	1,29	1,29	1,00	0,73	0,73	1,00	0,73	0,73	1,00	1,04	1,17	0,89	0,96	0,85	1,13
Macaristan	1,00	0,99	1,01	1,00	1,00	1,00	1,08	1,00	1,08	1,02	1,01	1,00	0,94	0,97	0,97	0,94	0,97	1,20	0,86	1,01	0,85	0,82	0,91	0,89
İzlanda	1,39	1,39	1,00	0,77	0,77	1,00	1,16	1,16	1,00	0,98	0,98	1,00	0,85	0,85	1,00	0,85	0,85	1,00	1,02	1,02	1,00	0,95	0,95	1,00
İrlanda	1,09	0,99	1,11	1,08	1,00	1,08	0,90	1,05	0,86	1,11	0,96	1,16	1,12	1,12	1,00	1,12	1,12	0,90	0,99	0,93	1,07	1,01	0,99	1,02
İsrail	0,96	0,96	1,00	1,08	1,08	1,00	0,93	0,93	1,00	1,11	1,11	1,00	0,97	0,97	1,00	0,97	0,97	1,00	1,07	1,07	1,00	0,97	0,97	1,00
İtalya	0,96	0,98	0,98	1,00	1,07	0,94	1,10	1,07	1,03	1,07	1,01	1,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	0,93	1,05	0,88	0,77	0,74	1,04
Japonya	0,96	0,96	1,00	1,05	1,05	1,00	1,12	1,12	1,00	0,96	0,96	1,00	0,94	0,94	1,00	0,94	0,94	1,00	1,05	1,05	1,00	0,76	0,76	1,00
Güney Kore	1,13	1,13	1,00	1,04	1,04	1,00	1,15	1,15	1,00	1,15	1,15	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	1,00	1,15	1,15	1,00	0,92	0,92	1,00
Lüksemburg	1,07	1,07	1,00	0,94	0,94	1,00	1,17	1,17	1,00	0,92	0,92	1,00	0,89	0,89	1,00	0,89	0,89	1,00	0,98	0,98	1,00	1,08	1,08	1,00
Meksika	1,05	1,05	1,00	0,99	0,99	1,00	0,97	0,97	1,00	1,01	1,01	1,00	1,03	1,03	1,00	1,03	1,03	1,00	1,02	1,02	1,00	1,08	1,08	1,00
Hollanda	0,96	0,98	0,97	1,05	1,04	1,01	1,03	0,99	1,05	1,06	1,06	1,00	1,01	0,98	1,04	1,01	0,98	1,14	0,96	0,96	1,00	0,73	0,73	1,00
Yeni Zelanda	1,06	1,06	1,00	0,99	0,99	1,00	0,96	0,96	1,00	1,07	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,02	1,00	0,87	0,87	1,00
Norveç	0,98	0,98	1,00	0,97	0,99	0,98	1,15	1,12	1,03	0,94	0,94	1,00	1,04	1,04	1,00	1,04	1,04	1,00	1,01	1,01	1,00	0,77	0,77	1,00
Polonya	0,90	0,89	1,01	0,95	1,03	0,92	1,01	1,06	0,95	1,12	1,17	0,96	0,93	0,89	1,04	0,93	0,89	0,96	0,97	0,89	1,09	1,24	0,92	1,35
Portekiz	1,01	1,01	1,00	0,81	1,00	0,82	1,29	1,06	1,21	1,04	1,27	0,82	1,02	0,83	1,23	1,02	0,83	1,00	0,93	0,93	1,00	0,93	0,93	1,00
Slovakya	0,84	0,84	1,00	0,91	0,91	1,00	1,15	1,15	1,00	0,87	0,87	1,00	0,88	0,85	1,03	0,88	0,85	1,02	0,91	0,91	1,00	0,77	0,77	1,00
Slovenya	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,09	1,04	1,04	1,05	1,02	1,03	1,11	1,09	1,02	1,11	1,09	1,00	0,94	0,94	1,00	0,56	0,78	0,71
İspanya	1,10	0,97	1,13	1,03	1,04	0,99	1,11	1,02	1,09	0,96	1,03	0,93	1,02	0,96	1,07	1,02	0,96	1,00	0,96	1,03	0,93	1,14	0,88	1,30
İsveç	0,75	0,91	0,82	1,16	1,10	1,05	1,17	1,04	1,13	0,99	1,08	0,92	0,95	0,93	1,03	0,95	0,93	1,03	1,04	0,85	1,23	0,91	0,91	1,01
İsviçre	0,96	0,96	1,00	1,08	1,08	1,00	1,06	1,06	1,00	0,84	0,84	1,00	1,23	1,23	1,00	1,23	1,23	1,00	0,87	0,87	1,00	0,83	0,83	1,00
Türkiye	1,07	1,02	1,06	0,85	0,98	0,86	1,38	1,01	1,37	1,10	1,11	0,99	1,29	0,89	1,45	1,29	0,89	1,07	0,93	0,97	0,96	0,78	0,81	0,97
İngiltere	0,92	1,16	0,79	1,00	0,94	1,07	1,19	1,02	1,16	1,00	1,05	0,96	1,07	0,91	1,18	1,07	0,91	0,94	0,87	0,95	0,92	0,84	0,72	1,17
Amerika	0,98	0,95	1,03	1,09	1,05	1,04	1,00	0,97	1,03	1,06	1,11	0,96	1,01	0,98	1,03	1,01	0,98	0,96	1,03	0,98	1,04	0,89	0,90	0,99

Tablo 46: OECD Ülkelerinin (1990-2013) Bulanık VZA ile Malmquist İndeks, Teknolojik Değişim ve Etkinlik Değişimi Sonuçları ( $\alpha = 0$ )

Yıllar	1990-1991			1991-1992			1992-1993			1993-1994			1994-1995			1995-1996			1996-1997			1997-1998		
	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED
Avustralya	1,01	1,01	1,00	0,98	0,98	1,00	1,02	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,02	1,00	1,03	1,03	1,00	1,02	1,02	1,00	
Avusturya	1,20	1,13	1,06	1,04	1,01	1,04	0,98	1,01	0,98	1,10	1,00	1,10	1,04	1,09	0,96	1,09	1,01	1,08	1,04	1,01	1,03	1,12	1,07	1,05
Belçika	1,01	1,01	1,00	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kanada	1,12	1,04	1,08	0,94	1,02	0,92	1,10	0,99	1,11	0,88	1,02	0,87	1,22	1,00	1,22	1,03	1,04	0,99	0,97	1,00	0,97	1,07	1,02	1,05
Şili	0,97	0,79	1,23	0,96	1,00	0,96	1,07	1,05	1,02	1,08	0,92	1,17	0,97	0,95	1,01	1,01	0,99	1,02	0,89	1,08	0,82	1,04	0,91	1,14
Çek Cumh.	1,02	1,02	1,00	1,03	1,03	1,00	1,12	1,12	1,00	0,89	0,89	1,00	1,10	1,10	1,00	1,06	1,06	1,00	0,98	0,98	1,00	0,96	0,96	1,00
Danimarka	1,10	1,10	1,00	0,98	0,98	1,00	1,08	1,08	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	0,97	1,00	1,20	1,20	1,00	0,96	0,96	1,00	1,03	1,03	1,00
Estonya	1,00	0,82	1,22	0,58	0,96	0,61	1,95	1,08	1,80	1,23	1,23	1,00	1,19	1,19	1,00	1,35	1,35	1,00	0,77	0,77	1,00	0,83	0,83	1,00
Finlandiya	0,98	1,05	0,94	0,85	1,03	0,82	1,00	1,01	0,99	1,19	0,96	1,24	1,23	1,09	1,13	1,05	1,07	0,98	1,12	0,97	1,15	0,83	1,05	0,80
Fransa	0,98	0,97	1,01	1,19	1,02	1,17	0,94	0,97	0,97	1,06	1,03	1,03	0,97	1,02	0,95	1,07	1,01	1,05	1,03	1,03	1,00	1,07	1,07	1,00
Almanya	0,98	1,04	0,94	1,08	1,04	1,03	0,96	1,00	0,97	1,03	0,97	1,06	1,06	1,02	1,04	1,11	1,10	1,01	1,01	0,95	1,06	1,04	1,11	0,94
Yunanistan	1,28	1,28	1,00	0,95	0,95	1,00	0,99	0,99	1,00	1,08	1,08	1,00	1,13	1,13	1,00	0,91	0,91	1,00	0,84	0,84	1,00	1,10	1,10	1,00
Macaristan	0,74	0,74	1,00	0,93	0,99	0,93	0,86	1,00	0,86	0,99	0,96	1,03	1,10	1,02	1,08	0,97	0,98	0,98	1,11	0,98	1,14	1,13	1,13	1,00
İzlanda	1,02	1,02	1,00	1,01	1,01	1,00	0,94	0,94	1,00	1,03	1,03	1,00	1,02	1,02	1,00	0,98	0,98	1,00	1,01	1,01	1,00	1,01	1,01	1,00
İrlanda	1,04	1,04	1,00	1,05	1,05	1,00	1,01	1,01	1,00	0,86	0,95	0,90	1,01	1,03	0,98	1,13	1,00	1,13	0,98	0,98	1,00	0,93	1,02	0,91
İsrail	0,89	0,89	1,00	1,04	1,04	1,00	0,99	0,99	1,00	0,96	0,96	1,00	1,14	1,14	1,00	0,98	0,98	1,00	0,98	0,98	1,00	1,18	1,18	1,00
İtalya	1,23	0,95	1,29	1,04	1,06	0,97	0,99	0,93	1,06	1,03	1,08	0,95	1,03	1,04	1,00	1,04	1,02	1,02	1,01	1,00	1,01	1,02	1,06	0,96
Japonya	0,94	0,94	1,00	1,06	1,06	1,00	0,89	0,89	1,00	1,13	1,13	1,00	0,97	0,97	1,00	0,98	0,98	1,00	1,01	1,01	1,00	0,93	0,93	1,00
Güney Kore	0,87	0,87	1,00	0,97	0,97	1,00	0,97	0,97	1,00	0,96	0,96	1,00	0,98	0,98	1,00	1,02	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	0,93	1,00
Lüksemburg	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	1,00	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Meksika	1,04	0,90	1,16	1,05	1,00	1,04	1,08	1,00	1,09	1,03	0,95	1,08	1,14	0,99	1,15	0,90	0,99	0,90	1,07	1,05	1,02	1,05	0,96	1,10
Hollanda	1,03	0,99	1,03	1,14	1,10	1,03	1,01	1,01	1,00	1,02	1,02	1,00	0,98	0,98	1,00	1,04	1,04	1,00	0,94	0,94	1,00	0,99	0,99	1,00
Yeni Zelanda	1,04	0,97	1,07	1,00	0,98	1,02	1,05	1,00	1,05	1,09	1,03	1,06	0,96	0,96	1,00	1,04	1,04	1,00	1,05	1,05	1,00	1,06	1,06	1,00
Norveç	0,88	0,88	1,00	0,86	0,88	0,97	1,20	1,17	1,03	0,94	0,94	1,00	0,95	0,95	1,00	1,08	1,10	0,98	0,99	0,97	1,01	0,94	1,01	0,93
Polonya	1,37	1,14	1,21	0,77	1,03	0,75	1,05	1,00	1,05	0,83	0,97	0,86	1,24	1,10	1,13	1,05	1,05	1,00	0,81	0,92	0,88	1,12	1,16	0,97
Portekiz	0,89	0,92	0,96	0,89	1,03	0,86	1,09	0,95	1,14	1,14	1,08	1,06	1,03	1,09	0,95	1,10	1,05	1,05	0,80	0,80	1,00	0,92	1,12	0,82
Slovakya	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	1,03	0,91	0,88	0,92	0,96	1,06	1,01	1,05	1,10	1,01	1,09	1,10	1,10	1,00	0,93	0,93	1,00
Slovenya	1,00	1,00	1,00	0,49	1,02	0,49	1,31	1,00	1,30	1,10	0,98	1,11	1,03	1,03	1,00	1,11	1,01	1,10	1,08	1,01	1,07	1,04	1,03	1,01
İspanya	0,95	1,03	0,92	1,09	1,02	1,06	1,00	0,95	1,05	0,88	1,05	0,84	0,94	1,05	0,90	1,29	1,01	1,28	1,05	0,99	1,06	0,96	1,17	0,83
İsveç	0,85	0,93	0,91	0,87	0,98	0,89	1,52	1,23	1,24	0,71	0,86	0,82	1,29	1,06	1,22	1,20	1,24	0,97	1,13	1,09	1,04	0,84	0,84	1,00
İsviçre	1,18	1,18	1,00	1,07	1,07	1,00	0,96	0,96	1,00	0,98	0,98	1,00	1,09	1,09	1,00	1,02	1,02	1,00	0,97	0,97	1,00	1,10	1,10	1,00
Türkiye	1,24	1,00	1,24	0,88	1,04	0,85	0,95	1,04	0,91	1,30	1,01	1,28	0,86	1,02	0,84	1,03	1,09	0,95	0,94	0,94	1,00	1,06	1,04	1,02
İngiltere	<b>1,07</b>	<b>1,03</b>	<b>1,03</b>	<b>1,15</b>	<b>1,05</b>	<b>1,09</b>	<b>0,95</b>	<b>1,00</b>	<b>0,95</b>	<b>0,83</b>	<b>1,01</b>	<b>0,82</b>	<b>1,03</b>	<b>0,97</b>	<b>1,06</b>	<b>1,12</b>	<b>1,08</b>	<b>1,04</b>	<b>0,99</b>	<b>0,98</b>	<b>1,01</b>	<b>1,02</b>	<b>1,02</b>	<b>1,01</b>
Amerika	0,99	0,94	1,05	1,10	1,02	1,08	0,89	0,99	0,90	1,22	0,99	1,24	0,87	1,04	0,84	1,10	1,01	1,09	1,07	1,00	1,07	0,99	1,02	0,97

Tablo 46 : OECD Ülkelerinin (1990-2013) Bulanık VZA ile Mİ, TD, ED Sonuçları Devam ( $\alpha = 0$ )

Yıllar	1998-1999			1999-2000			2000-2001			2001-2002			2002-2003			2003-2004			2004-2005		
	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED
Avustralya	1,04	1,04	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	0,93	1,00	0,93	0,93	1,00	1,05	1,05	1,00	0,95	1,00	0,95	1,06	1,01	1,05
Avusturya	1,03	0,93	1,11	0,92	1,10	0,83	0,98	1,06	0,92	0,98	1,06	0,92	1,01	0,92	1,10	1,08	1,19	0,91	0,95	0,94	1,01
Belçika	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	1,00	1,06	1,06	1,00	1,06	1,06	1,00	1,04	1,04	1,00	1,04	1,04	1,00	0,92	0,92	1,00
Kanada	1,08	1,10	0,98	0,98	0,96	1,02	0,93	1,11	0,84	0,93	1,11	0,84	1,09	0,96	1,13	1,18	1,13	1,05	1,16	0,95	1,22
Şili	0,99	0,96	1,03	1,04	1,02	1,01	1,01	1,01	1,00	1,01	1,01	1,00	1,02	0,99	1,02	1,06	1,13	0,94	1,04	1,00	1,04
Çek Cumh.	1,07	1,07	1,00	0,88	1,00	0,88	0,92	0,93	0,98	0,92	0,93	0,98	0,90	0,93	0,97	1,31	1,15	1,15	0,96	1,00	0,96
Danimarka	1,04	1,04	1,00	1,01	1,01	1,00	1,14	1,14	1,00	1,14	1,14	1,00	1,01	1,01	1,00	1,21	1,21	1,00	0,90	0,90	1,00
Estonya	0,96	0,96	1,00	1,18	1,18	1,00	0,70	0,92	0,76	0,70	0,92	0,76	1,09	0,99	1,10	1,27	1,31	0,97	0,94	0,91	1,03
Finlandiya	0,91	0,93	0,98	1,35	1,14	1,18	0,83	0,98	0,85	0,83	0,98	0,85	1,07	0,92	1,16	1,15	1,21	0,95	1,04	0,98	1,06
Fransa	1,14	1,14	1,00	1,02	1,02	1,00	1,08	1,08	1,00	1,08	1,08	1,00	0,92	0,92	1,00	1,14	1,14	1,00	0,96	0,96	1,00
Almanya	1,09	1,02	1,07	1,09	1,06	1,03	0,98	1,05	0,93	0,98	1,05	0,93	1,00	0,98	1,03	1,14	1,08	1,05	0,99	0,95	1,03
Yunanistan	1,03	1,03	1,00	1,02	1,02	1,00	0,94	0,94	1,00	0,94	0,94	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Macaristan	0,96	0,96	1,00	0,86	1,01	0,85	0,76	0,88	0,87	0,76	0,88	0,87	0,94	0,99	0,95	1,02	1,00	1,02	0,98	1,00	0,97
İzlanda	0,99	0,99	1,00	1,16	1,16	1,00	0,88	0,88	1,00	0,88	0,88	1,00	1,01	1,01	1,00	1,03	1,03	1,00	0,98	0,98	1,00
İrlanda	1,09	1,00	1,09	1,02	1,05	0,97	1,03	1,05	0,98	1,03	1,05	0,98	1,05	1,01	1,04	1,00	1,04	0,96	0,95	1,03	0,91
İsrail	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,09	1,09	1,00	1,09	1,09	1,00	0,96	0,96	1,00	1,09	1,09	1,00	1,01	1,01	1,00
İtalya	1,12	0,97	1,15	1,02	1,01	1,00	0,94	1,03	0,91	0,94	1,03	0,91	1,01	0,96	1,04	1,13	1,08	1,04	1,01	1,04	0,97
Japonya	1,03	1,03	1,00	0,98	0,98	1,00	1,03	1,03	1,00	1,03	1,03	1,00	0,94	0,94	1,00	1,05	1,05	1,00	1,05	1,05	1,00
Güney Kore	1,02	1,02	1,00	0,99	0,99	1,00	0,93	0,93	1,00	0,93	0,93	1,00	0,92	0,92	1,00	1,44	1,44	1,00	1,00	1,00	1,00
Lüksemburg	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,00	0,85	0,85	1,00	0,85	0,85	1,00	1,25	1,25	1,00	1,18	1,18	1,00	0,94	0,94	1,00
Meksika	1,07	1,07	1,00	1,07	1,07	1,00	1,08	1,08	1,00	1,08	1,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00
Hollanda	1,19	1,19	1,00	0,81	0,91	0,89	1,01	1,02	0,99	1,01	1,02	0,99	1,01	0,99	1,02	1,00	1,05	0,95	0,99	0,98	1,01
Yeni Zelanda	0,97	0,97	1,00	1,08	1,08	1,00	1,13	1,13	1,00	1,13	1,13	1,00	1,08	1,08	1,00	1,07	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00
Norveç	1,06	1,04	1,02	1,13	1,06	1,07	0,96	0,96	1,00	0,96	0,96	1,00	0,92	0,93	0,99	1,19	1,29	0,93	1,01	0,93	1,09
Polonya	1,06	0,87	1,22	0,96	1,16	0,83	0,99	1,01	0,98	0,99	1,01	0,98	0,89	0,90	0,99	1,27	1,18	1,08	0,87	1,02	0,85
Portekiz	1,21	1,00	1,21	0,91	1,01	0,90	1,05	0,99	1,06	1,05	0,99	1,06	0,87	0,91	0,96	1,29	1,24	1,04	0,89	0,89	1,00
Slovakya	1,03	1,03	1,00	1,05	1,05	1,00	0,87	0,87	1,00	0,87	0,87	1,00	0,99	0,99	1,00	1,15	1,15	1,00	1,06	1,06	1,00
Slovenya	1,05	1,00	1,05	0,99	1,01	0,98	1,05	1,03	1,02	1,05	1,03	1,02	1,09	1,00	1,09	0,99	1,07	0,93	0,99	1,01	0,98
İspanya	1,01	0,90	1,13	1,06	1,01	1,05	1,01	1,07	0,94	1,01	1,07	0,94	1,09	0,94	1,16	0,93	1,10	0,85	0,91	1,01	0,89
İsveç	0,73	0,94	0,77	1,44	1,11	1,30	0,84	0,95	0,88	0,84	0,95	0,88	1,01	0,97	1,03	1,17	1,18	0,99	0,90	0,94	0,95
İsviçre	0,99	0,99	1,00	1,08	1,08	1,00	1,06	1,06	1,00	1,06	1,06	1,00	0,94	0,94	1,00	1,14	1,14	1,00	0,95	0,95	1,00
Türkiye	0,96	1,01	0,95	1,06	1,04	1,02	1,08	0,94	1,16	1,08	0,94	1,16	1,00	0,96	1,05	0,99	1,11	0,89	0,97	0,99	0,97
İngiltere	<b>1,02</b>	<b>1,10</b>	<b>0,92</b>	<b>0,94</b>	<b>0,92</b>	<b>1,02</b>	<b>1,08</b>	<b>1,05</b>	<b>1,03</b>	<b>1,08</b>	<b>1,05</b>	<b>1,03</b>	<b>1,00</b>	<b>0,92</b>	<b>1,08</b>	<b>1,03</b>	<b>1,15</b>	<b>0,90</b>	<b>1,01</b>	<b>0,93</b>	<b>1,09</b>
Amerika	1,05	0,99	1,06	1,03	0,97	1,06	1,00	1,12	0,90	1,00	1,12	0,90	1,04	1,05	0,99	1,13	1,10	1,02	0,97	0,95	1,01

Tablo 46: OECD Ülkelerinin (1990-2013) SMJ Bulanık VZA ile Malmquist İndeks, Teknolojik Değişim ve Etkinlik Değişimi Sonuçları Devam ( $\alpha = 0$ )

Yıllar Ülkeler	2005-2006			2006-2007			2007-2008			2008-2009			2009-2010			2010-2011			2011-2012			2012-2013		
	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED	Mİ	TD	ED
Avustralya	0,90	0,90	1,00	1,04	1,04	1,00	1,02	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,01	0,97	1,01	0,99	1,01	1,04	1,04	1,01	1,02	1,01	1,01
Avusturya	1,01	0,98	1,03	1,02	1,05	0,97	1,14	1,04	1,09	0,97	1,00	0,97	0,93	0,96	0,96	1,10	0,96	1,14	0,86	0,91	0,95	0,84	0,80	1,05
Belçika	1,19	1,19	1,00	0,97	0,97	1,00	1,06	1,06	1,00	1,03	1,03	1,00	0,97	0,97	1,00	0,97	0,97	1,00	0,92	0,92	1,00	0,95	0,95	1,00
Kanada	1,04	1,09	0,95	0,83	1,00	0,83	1,16	0,98	1,18	1,02	1,08	0,94	0,96	0,97	0,98	1,09	0,96	1,15	1,12	0,94	1,18	1,05	1,00	1,04
Şili	1,11	0,99	1,12	1,02	1,02	1,00	1,09	1,07	1,02	0,98	0,98	1,00	1,01	1,01	1,00	1,01	1,01	1,00	1,04	1,04	1,00	0,99	0,99	1,00
Çek Cumh.	0,90	0,94	0,96	1,00	0,97	1,03	0,96	1,05	0,91	1,01	0,99	1,02	0,95	0,91	1,05	1,00	1,07	0,94	0,89	0,92	0,97	1,10	0,89	1,24
Danimarka	0,85	0,85	1,00	1,13	1,13	1,00	1,07	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,02	1,00	0,79	0,79	1,00	0,79	0,79	1,00
Estonya	0,80	0,91	0,88	1,06	1,09	0,98	0,84	1,03	0,82	1,16	0,99	1,17	0,90	1,02	0,89	1,04	1,06	0,98	1,03	0,89	1,15	1,28	0,89	1,44
Finlandiya	0,96	0,96	1,00	1,07	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,06	1,06	1,00	0,89	0,92	0,96	1,09	1,05	1,04	0,89	0,89	1,00	0,80	0,80	1,00
Fransa	1,00	1,00	1,00	0,97	0,97	1,00	1,17	1,17	1,00	1,09	1,09	1,00	0,94	0,94	1,00	0,98	0,98	1,00	0,95	0,95	1,00	0,88	0,88	1,00
Almanya	1,06	0,97	1,09	0,93	1,04	0,90	1,06	1,03	1,02	1,03	1,03	1,00	0,98	0,98	1,01	1,04	1,02	1,03	1,04	0,97	1,08	0,82	0,84	0,98
Yunanistan	1,05	1,05	1,00	1,03	1,03	1,00	1,01	1,01	1,00	1,29	1,29	1,00	0,73	0,73	1,00	0,91	0,91	1,00	1,04	1,16	0,89	0,93	0,84	1,12
Macaristan	1,00	0,99	1,01	1,00	1,00	1,00	1,07	1,00	1,07	1,01	1,01	0,99	0,93	0,96	0,96	1,11	0,95	1,18	0,86	1,01	0,85	0,80	0,91	0,89
İzlanda	1,39	1,39	1,00	0,77	0,77	1,00	1,16	1,16	1,00	0,98	0,98	1,00	0,85	0,85	1,00	0,88	0,88	1,00	1,02	1,02	1,00	0,86	0,86	1,00
İrlanda	1,09	0,99	1,11	1,08	1,00	1,08	0,90	1,05	0,86	1,11	0,96	1,16	1,11	1,11	1,00	0,96	1,06	0,90	0,99	0,93	1,07	1,01	0,99	1,02
İsrail	0,96	0,96	1,00	1,07	1,07	1,00	0,92	0,92	1,00	1,10	1,10	1,00	0,96	0,96	1,00	1,06	1,06	1,00	1,07	1,07	1,00	0,96	0,96	1,00
İtalya	0,96	0,98	0,98	1,00	1,07	0,94	1,10	1,07	1,03	1,07	1,01	1,06	1,00	1,00	1,00	1,02	1,06	0,96	0,93	1,05	0,88	0,76	0,73	1,04
Japonya	0,96	0,96	1,00	1,05	1,05	1,00	1,12	1,12	1,00	0,96	0,96	1,00	0,94	0,94	1,00	0,94	0,94	1,00	1,05	1,05	1,00	0,74	0,74	1,00
Güney Kore	1,01	1,01	1,00	1,01	1,01	1,00	1,07	1,07	1,00	1,03	1,03	1,00	0,88	0,88	1,00	0,94	0,94	1,00	1,03	1,03	1,00	0,89	0,89	1,00
Lüksemburg	1,07	1,07	1,00	0,94	0,94	1,00	1,17	1,17	1,00	0,91	0,91	1,00	0,89	0,89	1,00	0,85	0,85	1,00	0,92	0,92	1,00	1,05	1,05	1,00
Meksika	1,05	1,05	1,00	0,98	0,98	1,00	0,95	0,95	1,00	0,99	0,99	1,00	1,02	1,02	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	1,00	1,05	1,05	1,00
Hollanda	0,94	0,98	0,97	1,03	1,03	1,00	1,03	0,99	1,04	1,05	1,06	0,99	1,01	0,98	1,03	1,49	1,32	1,13	0,94	0,94	1,00	0,71	0,71	1,00
Yeni Zelanda	1,06	1,06	1,00	0,99	0,99	1,00	0,96	0,96	1,00	1,07	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,04	1,04	1,00	1,02	1,02	1,00	0,86	0,86	1,00
Norveç	0,98	0,98	1,00	0,97	0,99	0,98	1,15	1,12	1,03	0,94	0,94	1,00	1,04	1,04	1,00	0,93	0,93	1,00	1,01	1,01	1,00	0,77	0,77	1,00
Polonya	0,90	0,89	1,01	0,95	1,03	0,92	1,01	1,06	0,95	1,12	1,17	0,96	0,93	0,89	1,04	0,99	1,04	0,96	0,97	0,89	1,09	1,23	0,91	1,35
Portekiz	1,01	1,01	1,00	0,81	1,00	0,82	1,29	1,06	1,21	1,04	1,27	0,82	1,02	0,83	1,23	1,00	1,00	1,00	0,92	0,92	1,00	0,90	0,90	1,00
Slovakya	0,84	0,84	1,00	0,90	0,90	1,00	1,15	1,15	1,00	0,85	0,85	1,00	0,85	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	1,00	0,75	0,75	1,00
Slovenya	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,09	1,04	1,04	1,05	1,02	1,03	1,11	1,09	1,02	1,11	1,11	1,00	0,94	0,94	1,00	0,54	0,77	0,71
İspanya	1,09	0,97	1,13	1,02	1,04	0,98	1,10	1,02	1,08	0,95	1,03	0,92	1,02	0,96	1,06	1,02	1,03	0,99	0,95	1,03	0,93	1,10	0,86	1,28
İsveç	0,75	0,91	0,82	1,16	1,10	1,05	1,17	1,04	1,13	0,99	1,08	0,92	0,95	0,93	1,03	1,03	1,00	1,03	1,04	0,85	1,23	0,87	0,86	1,00
İsviçre	0,96	0,96	1,00	1,08	1,08	1,00	1,06	1,06	1,00	0,84	0,84	1,00	1,23	1,23	1,00	1,05	1,05	1,00	0,87	0,87	1,00	0,81	0,81	1,00
Türkiye	1,05	1,01	1,04	0,83	0,98	0,85	1,37	1,01	1,35	1,05	1,10	0,96	1,22	0,90	1,36	1,29	1,26	1,03	0,93	0,97	0,96	0,76	0,79	0,97
İngiltere	0,92	1,16	0,79	0,99	0,93	1,06	1,18	1,02	1,15	0,99	1,05	0,95	1,06	0,91	1,17	1,04	1,12	0,93	0,87	0,95	0,91	0,83	0,71	1,17
Amerika	0,98	0,95	1,03	1,09	1,05	1,04	1,00	0,97	1,03	1,06	1,11	0,96	1,01	0,98	1,03	1,02	1,05	0,96	1,03	0,98	1,04	0,88	0,88	0,99



EK 2: Tablo 47: OECD Ülkeleri Bulanık Girdi Değerleri ( $\alpha = 0$ )

Bulanık Girdiler	Tarım Arazisi			Makine Sayısı			İşgücü		
	Alt Sınır Değeri	Ortalama Değer	Üst Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Ortalama Değer	Üst Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Ortalama Değer	Üst Sınır Değeri
Avustralya	45563834	45636348	45708862	315061,06	315214,29	315367, 51	451,87406	452,30435	452,73464
Avusturya	1392952,1	1396173,9	1399395,8	340185,69	340630,44	341075,19	193,39999	199, 78261	206, 16522
Belçika	832565,81	837538,46	842511,11	95542,133	95794,167	96046, 2	65,28736	67, 153846	69, 020332
Kanada	45177910	45201565	45225220	726610,01	727622,47	728634,93	379, 64312	387, 08696	394,53079
Şili	1730581,9	1788347	1846112	47397, 283	48645,722	49894,162	967, 10769	968,26087	969, 41404
Çek Cumh.	3220207, 3	3229350	3238492,7	87167, 146	87306	87444,854	397, 82558	408,95	420,07442
Danimarka	2374926, 1	2380521,7	2386117, 4	133103,56	136276	139448,44	104,34109	108,3913	112,44152
Estonya	721477, 22	740809, 52	760141,82	44193,357	45271,8	46350,243	72,444047	74,714286	76, 984524
Finlandiya	2225048	2225634,8	2226221,6	183847, 42	185941,31	188035,21	135,94947	141,52174	147, 09401
Fransa	18242964	18266361	18289758	1280309, 6	1297629, 7	1314949, 7	844,65503	882,26087	919, 86671
Almanya	11815772	11821435	11827098	1127258,2	1171571,2	1215884,2	986, 0998	1029, 8261	1073,5524
Yunanistan	2627647, 5	2631995,7	2636343,8	241008,1	243857, 18	246706, 25	768,60385	786, 3913	804,17876
Macaristan	4648507, 5	4677260,9	4706014,2	92820,977	100036, 88	107252,79	439, 55794	456, 91304	474,26814
İzlanda	129031,19	129704,35	130377, 5	10453,451	10465,95	10478,449	12,952367	13,130435	13,308502
İrlanda	1082466, 5	1089304,3	1096142,2	170045,51	170474,94	170904,37	160,97704	162,95652	164,936
İsrail	324573,83	326743,48	328913,13	24693,169	24901,786	25110,402	58,294501	59, 043478	59, 792455
İtalya	7918071,5	8000304,3	8082537, 2	1543884,7	1563719, 8	1583554,9	1222,2552	1278,1739	1334,0926
Japonya	4451784,6	4475304,3	4498824,1	2058571,7	2066420,3	2074268,9	2546, 7488	2702,7826	2858,8164
Kore	1677905,6	1696921,7	1715937, 9	111855,85	129542,79	147229, 72	2076, 7331	2184,2174	2291,7016
Lüksemburg	61578,584	61629, 231	61679, 878	6760,6798	6849, 1111	6937, 5425	3,2387821	3,3076923	3,3766026
Meksika	23630435	23709522	23788609	275886, 77	279562,28	283237, 78	8571,8373	8604,7826	8637, 7279
Hollanda	955957, 76	963295,65	970633,54	158824,31	161278,38	163732,44	254,97126	260,13043	265,28961
Yeni Zelanda	1103022,7	1154560,9	1206099	75927, 547	75928,571	75929, 596	178,17893	178,91304	179, 64715
Norveç	874186, 12	876065,22	877944,31	139432,57	140759, 81	142087, 05	105,49011	107, 86957	110,24902
Polonya	13011673	13169087	13326501	1323735,1	1344851,8	1365968,4	3649, 1153	3745,3478	3841,5803
Portekiz	1608420,5	1663078,3	1717736	153917, 42	157048,19	160178,95	646, 20423	662,3913	678,57838
Slovakya	1323237, 6	1395995	1468752,4	24011,926	24574,813	25137, 699	224,34789	229, 2	234,05211
Slovenya	152875,94	237004,76	321133,59	97821,778	99967, 357	102112,94	16, 95177	18,666667	20,381563
İspanya	13417973	13546446	13674919	873567, 3	889553,3	905539, 3	1304,6661	1347, 1304	1389, 5948
İsveç	2698367, 1	2709217, 4	2720067, 7	166991,72	167749, 25	168506, 78	143,31446	147, 6087	151,90293
İsviçre	409563,04	409578,26	409593,48	109897, 97	110379	110860,03	164,37204	166, 95652	169, 541
Türkiye	23214282	23402435	23590588	816409	840754,86	865100,71	8992,4576	9102,5652	9212,6728
İngiltere	6042412,5	6057043,5	6071674,5	499976, 06	500357, 14	500738,22	523,76344	531,47826	539, 19308
Amerika	170750424	172142757	173535089	4425250,3	4427255,8	4429261,4	2973,213	3032,4783	3091,7435


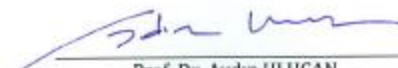
Tablo 47: OECD Ülkeleri Bulanık Girdi Değerleri Devam ( $\alpha = 0$ )

Bulanık Girdiler	Hayvan Sayısı			Gübre Miktarı			Tarım İlacı Kullanımı		
	Alt Sınır Değeri	Ortalama Değer	Üst Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Ortalama Değer	Üst Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Ortalama Değer	Üst Sınır Değeri
Avustralya	326274850	328467568	330660287	1916, 0481	1977, 4261	2038,8041	6202,5503	6549, 4118	6896, 2732
Avusturya	21109225	21343289	21577353	211,11335	215,26522	219, 41708	132,51688	134,20952	135,90217
Belçika	28032054	28447629	28863203	296, 18781	300,36957	304,55132	690,92653	696, 56167	702,19681
Kanada	117508854	118140828	118772802	2575,9005	2651,7391	2727, 5777	2244,3666	2338,925	2433,4834
Şili	37482116	37666019	37849922	440,41345	450,92174	461,43003	3679, 8169	4610,1105	5540,404
Çek Cumh.	15770992	16334891	16898791	350,65159	358,86015	367, 06871	160,17978	169, 86	179, 54022
Danimarka	26828510	26915153	27001795	358,25543	372,78261	387, 30979	68,282741	74,778696	81,27465
Estonya	2892576, 9	3032470	3172363,1	62,330229	62,782609	63,234988	7, 1776472	9, 047619	10,917591
Finlandiya	9856639, 7	10011048	10165457	226, 69935	229, 60435	232,50934	45,613896	46, 703913	47, 79393
Fransa	184907975	185860227	186812480	4078,5703	4168,2435	4257, 9167	3974,4071	4333,2381	4692,0691
Almanya	144688380	147521027	150353674	2620,9423	2650,613	2680,2838	1300,9288	1304,2135	1307, 4982
Yunanistan	20141052	20147565	20154079	449, 36945	451,12705	452,88465	2391,8787	2423,2	2454,5213
Macaristan	12916406	13389728	13863050	404,63902	408,74783	412,85663	1028,7559	1199, 1957	1369, 6354
İzlanda	1089885,5	1094168,9	1098452,3	19, 965731	20,017391	20,069051	0,4370192	0,5721429	0,7072665
İrlanda	60156917	60466281	60775644	591,29571	600,74783	610,19994	53,649164	54,578947	55,508731
İsrail	3683961,1	3730599, 5	3777237, 9	98,998061	99, 265217	99, 532374	994,00417	1016, 175	1038,3458
İtalya	75022856	75825220	76627584	1482,6039	1526, 5522	1570,5005	11637, 842	11642,13	11646, 419
Japonya	46676290	46986600	47296910	1367, 2132	1399, 8304	1432,4477	22203,145	22820,446	23437, 747
Kore	28951564	29771372	30591180	730,48842	749, 31739	768,14637	8518,4021	8702,913	8887, 424
Lüksemburg	1635026, 8	1644352,8	1653678,7	17, 799579	19, 179444	20,55931	0,1	0,1	0,1
Meksika	281103709	281168835	281233962	1667, 2585	1677, 2043	1687, 1502	20154,006	21924,814	23695,622
Hollanda	47581329	48017338	48453348	406, 49308	421,41739	436, 3417	947, 91184	1036, 673	1125,4342
Yeni Zelanda	116556917	117010534	117464151	709, 16768	741,22609	773,28449	331,54316	336, 7	341,85684
Norveç	10810880	10838126	10865373	184,3978	186, 15652	187, 91524	13,432669	13,588696	13,744723
Polonya	69574305	71393293	73212281	1613,9342	1640,0913	1666, 2484	574,56877	637, 38636	700,20395
Portekiz	17248168	17314857	17381545	193,48382	199, 43913	205,39444	443,97984	451,16571	458,35159
Slovakya	6900626, 6	7256301,2	7611975,7	118,58254	122,37895	126, 17535	133,26248	137, 415	141,56752
Slovenya	4413091,3	4423055,1	4433019	75,65196	76, 684211	77, 716461	90,833454	93,307143	95,780831
İspanya	94163115	94479035	94794955	1895,6925	1904,887	1914,0814	10683,241	11060	11436, 759
İsveç	15618517	15731271	15844025	267, 14794	271,48696	275,82597	35,804557	38,956522	42,108487
İsviçre	15169882	15278537	15387192	106, 24575	109, 80435	113,36294	100,42447	101,44696	102,46944
Türkiye	128298819	129181463	130064107	1888,7759	1915,487	1942,198	12913,041	13100,816	13288,59
İngiltere	131453863	132894132	134334402	1814,5112	1850,5478	1886, 5845	1354,1833	1418,5583	1482,9332
Amerika	846945924	848433838	849921751	19429, 302	19545,617	19661,933	89861,329	89987, 613	90113,897




Tablo 48: OECD Ülkeleri Bulanık Çıktı Değerleri ( $\alpha = 0$ )

Bulanık Çıktılar	Mahsul Üretimi			Hayvan Üretimi			Besin Üretimi		
	Alt Sınır Değeri	Ortalama Değer	Üst Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Ortalama Değer	Üst Sınır Değeri	Alt Sınır Değeri	Ortalama Değer	Üst Sınır Değeri
Avustralya	9590,3566	9979, 2883	10368,22	12880,962	12938,94	12996, 918	20351,735	20835,687	21319, 64
Avusturya	1761,7932	1775,4763	1789, 1593	3618,3292	3631,0492	3643,7692	5383,6027	5405,9496	5428,2965
Belçika	3534,9353	3554,0643	3573,1933	3093,7233	3095,3807	3097, 0381	6623,9194	6648,54	6673,1606
Kanada	10525,802	10840,635	11155,467	4758,3197	4775,89	4793,4603	14867, 552	15194,853	15522,153
Şili	2600,675	2653,3579	2706, 0409	2056, 8655	2132,6954	2208,5253	4641,9168	4768,1496	4894,3824
Çek Cumh.	1987, 1886	1988,2971	1989, 4057	2604,8074	2666, 9533	2729, 0993	4583,0412	4650,0919	4717, 1426
Danimarka	2154,7056	2166, 8846	2179, 0636	5225,1933	5267, 905	5310,6167	7411,2359	7434,79	7458,3441
Estonya	204,92269	206, 00136	207, 08004	378,54856	381,88727	385,22598	583,41715	587, 62591	591,83467
Finlandiya	925,22634	927, 85333	930,48033	1752,288	1760,3208	1768,3537	2679, 0139	2688,1738	2697, 3336
Fransa	27784,518	27860,212	27935,906	25665,101	25666, 618	25668,134	53376, 329	53498,64	53620,952
Almanya	14280,344	14325,523	14370,702	24690,249	24759, 339	24828,429	39002,575	39055,03	39107, 486
Yunanistan	10989, 797	11068,885	11147, 974	3518,5436	3531,3538	3544,1639	14366, 234	14429, 207	14492,18
Macaristan	2827, 8684	2867, 5388	2907, 2091	2738,4243	2817, 4271	2896, 4299	5601,3534	5673,1971	5745,0408
İzlanda	15,992251	16, 6825	17, 372749	241,55568	244,11625	246, 67682	252,64557	255,76583	258,88609
İrlanda	625,79335	628,60958	631,42582	4864,5444	4878,3708	4892,1972	5493,274	5506, 9804	5520,6868
İsrail	1858,5537	1878,6317	1898,7097	549, 03463	557, 6175	566, 20037	2363,0801	2392,4517	2421,8233
İtalya	27724,451	27857, 987	27991,522	11624,263	11733,88	11843,498	39107, 518	39139, 56	39171,602
Japonya	58076, 418	58682,347	59288,275	10000,364	10033,026	10065,689	65596, 899	66191,067	66785,235
Kore	25331,193	25409, 056	25486, 919	5414,9618	5606, 0713	5797, 1807	30506, 17	30607, 385	30708,6
Lüksemburg	61,772269	62,245	62,717731	199, 22048	201,59643	203,97238	260,39948	263,84214	267, 28481
Meksika	14588,936	14906, 313	15223,69	14459, 419	14893,953	15328,487	28906, 998	29642,054	30377, 11
Hollanda	4604,4218	4651,2171	4698,0124	4517, 4442	4535,3388	4553,2333	9124,2554	9184,83	9245,4046
Yeni Zelanda	1083,3973	1111,8608	1140,3244	3659, 3431	3775,9667	3892,5902	4238,7146	4397, 5958	4556, 477
Norveç	703,11453	715,12167	727, 12881	2033,3274	2040,505	2047, 6826	2724,5562	2732,2117	2739, 8672
Polonya	6692,9086	6707, 4633	6722,018	7826, 1997	7910,9796	7995,7595	14447, 716	14574,298	14700,88
Portekiz	3483,0843	3485,7233	3488,3624	1906, 267	1922,93	1939, 593	5392,1122	5401,4788	5410,8453
Slovakya	911,97656	912,03381	912,09106	799, 77726	828,69857	857, 61989	1702,4987	1735,9557	1769, 4127
Slovenya	279, 21686	280,97591	282,73496	529, 95573	533,76	537, 56427	811,82876	814,66818	817, 5076
İspanya	23591,696	23947, 857	24304,017	12713,331	12904,14	13094,948	36269, 217	36754,868	37240,52
İsveç	1223,148	1229, 1688	1235,1895	2063,1188	2077, 0588	2090,9987	3281,6081	3305,5138	3329, 4194
İsviçre	1915,2766	1926, 9833	1938,69	4275,285	4280,1604	4285,0359	6166, 5782	6191,79	6217, 0018
Türkiye	32532,45	33064,677	33596, 904	13559, 13	13955,642	14352,153	45337, 302	46279, 147	47220,992
İngiltere	9012,8549	9074,6642	9136, 4734	8554,5149	8568,8154	8583,116	17503,055	17565,657	17628,258
Amerika	104504,61	106128,42	107752,24	61377, 044	62516, 516	63655,988	159771,52	162520,27	165269, 02

## EK 3: TEZ ÇALIŞMASI ETİK KURUL İZİN MUAFİYET FORMU

 <p><b>HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ</b> <b>SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ</b> <b>TEZ ÇALIŞMASI ETİK KURUL İZİN MUAFİYETİ FORMU</b></p>
<p><b>HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ</b> <b>SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ</b> .....<b>İŞLETME</b>..... <b>ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA</b></p> <p style="text-align: right;">Tarih: <b>24.07.2015</b></p>
<p>Tez Başlığı / Konusu: <b>Dünya Tarım Sektöründe Eksik/Bulanık Veri ile Zamanlı Dayalı Etkinlik Analizi</b></p>
<p>Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmam:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. İnsan ve hayvan üzerinde deney niteliği taşımamaktadır,</li> <li>2. Biyolojik materyal (kan, idrar vb. biyolojik sıvılar ve numuneler) kullanılmasını gerektirmemektedir.</li> <li>3. Beden bütünlüğüne müdahale içermemektedir.</li> <li>4. Gözlemsel ve betimsel araştırma (anket, ölçek/skala çalışmaları, dosya taramaları, veri kaynakları taraması, sistem-model geliştirme çalışmaları) niteliğinde değildir.</li> </ol>
<p>Hacettepe Üniversitesi Etik Kurulları ve Komisyonlarının Yönergelerini inceledim ve bunlara göre tez çalışmamın yürütülebilmesi için herhangi bir Etik Kuruldan izin alınmasına gerek olmadığını; aksi durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.</p> <p>Gereğini saygılarımla arz ederim.</p>
<p style="text-align: right;">Tarih ve İmza <b>24.07.2015</b></p> <p>Adı Soyadı: <b>IRMAK UZUN</b></p> <p>Öğrenci No: <b>N12124717</b></p> <p>Anabilim Dalı: <b>İŞLETME</b></p> <p>Programı: <b>SAYISAL YÖNTEMLER</b></p> <p>Statüsü: <input checked="" type="checkbox"/> Y.Lisans <input type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Bütünleşik Dr.</p>
<p><b>DANIŞMAN GÖRÜŞÜ VE ONAYI</b></p> <p><i>Uygundur</i></p> <p style="text-align: center;">           Prof. Dr. Aydın ULUCAN       </p> <p>Detaylı Bilgi: <a href="http://www.sosyalbilimler.hacettepe.edu.tr">http://www.sosyalbilimler.hacettepe.edu.tr</a></p> <p>Telefon: 0-312-2976860 Faks: 0-3122992147 E-posta: <a href="mailto:sosyalbilimler@hacettepe.edu.tr">sosyalbilimler@hacettepe.edu.tr</a></p>

## EK 4: YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

 <p><b>HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ</b> <b>SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ</b> <b>YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU</b></p>
<p><b>HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ</b> <b>SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ</b> <b>İŞLETME ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA</b></p>
Tarih: <u>24.07.2015</u>
Tez Başlığı / Konusu: <u>Dünya Ticaret Sektöründe Etiklik Bilinlik Verisi ile Zorunlu Dayalı Etiklik Analizi</u>
<p>Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam <u>100</u> sayfalık kısmına ilişkin, <u>24.07.2015</u> tarihinde <del>sağım</del>/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % <u>8</u> 'dir.</p>
<p>Uygulanan filtrelemeler:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,</li> <li>2- Kaynakça hariç</li> <li>3- Alıntılar <del>hariç</del>/dâhil</li> <li>4- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç</li> </ol>
<p>Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.</p>
Gereğini saygılarımla arz ederim.
Tarih ve İmza <u>24.07.2015</u> 
<p>Adı Soyadı: <u>IRMAK UZUN</u></p> <p>Öğrenci No: <u>N12126917</u></p> <p>Anabilim Dalı: <u>İŞLETME</u></p> <p>Programı: <u>SANISAL YÖNTEMLER</u></p> <p>Statüsü: <input checked="" type="checkbox"/> Y.Lisans <input type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Bütünleşik Dr.</p>
<p><b>DANIŞMAN ONAYI</b></p> <p>UYGUNDUR.</p> <p> Prof. Dr. Aydın ULUCAN</p>