



**T. C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**ÇAYKUR FABRİKALARINDA BULANIK
MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ
ENDEKSİ İLE DİNAMİK ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ
(Doktora Tezi)**

Mustafa ÖZDEMİR

**Doç. Dr. Süleyman ÇAKIR
Danışman**

**RİZE
2022**

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalında, Mustafa Özdemir tarafından hazırlanan “ÇAYKUR Fabrikalarında Bulanık Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile Dinamik Etkinlik Ölçümü” başlıklı bu çalışma, 07.01.2022 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Selçuk PERÇİN

Kabul/Red

Üye: Prof. Dr. Tuba YAKICI AYAN

Kabul/Red

Üye: Doç. Dr. Süleyman ÇAKIR

Kabul/Red

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Aykut KARAKAYA

Kabul/Red

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Emre ÜRKMEZ

Kabul/Red

___/___/___

Doç. Dr. Ahmet YANIK
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

İşletme Doktora Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim "ÇAYKUR Fabrikalarında Bulanık Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile Dinamik Etkinlik Ölçümü" konulu tez, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Eserimde, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dahil, sahibine / kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır.

Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılabacak bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim. 07/01/2022

Mustafa ÖZDEMİR

ÖNSÖZ

Doktora tezi olarak hazırlanan “ÇAYKUR Fabrikalarında Bulanık Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile Dinamik Etkinlik Ölçümü” adlı bu çalışmada Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü bünyesinde yer alan yaş çay işleme fabrikalarının dönemsel olarak değişken ve sabit koşullarda etkinliği incelenmiştir.

Bu çalışmanın tüm süreçlerinde, bilgi, beceri ve tecrübesi ile yol gösteren, yardımını, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Süleyman ÇAKIR’a sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım. Tez hazırlama ve izleme sürecinde fikirleriyle çalışmaya içtenlikle destek veren ve bu zor süreçte motive eden kıymetli hocalarım Sayın Prof. Dr. Selçuk PERÇİN’e, Sayın Prof. Dr. Tuba AYAN YAKICI’ya, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Aykut KARAKAYA’ya ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Emre ÜRKMEZ’e teşekkürlerimi sunarım. Son olarak beni her zaman destekleyen başta eşim olmak üzere tüm aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	2
ETİK BEYAN.....	3
ÖNSÖZ	4
İÇİNDEKİLER	5
ÖZET	10
ABSTRACT.....	11
KISALTMALAR.....	12
TABLOLAR LİSTESİ.....	13
ŞEKİLLER LİSTESİ	14
GİRİŞ	16

BİRİNCİ BÖLÜM KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. PERFORMANS.....	23
1.1.1. Performansın Temel Özellikleri ve Boyutları	24
1.1.2. Performans Ölçümü.....	25
1.1.3. Kamu Kurumlarında Performans Ölçümü	27
1.2. ÜRETİM SINIRI (ÜRETİM FONKSİYONU)	27
1.3. VERİMLİLİK	28
1.4. ETKİNLİK.....	30
1.4.1. Etkinlik Türleri.....	31
1.4.1.1. Teknik Etkinlik.....	32
1.4.1.2. Tahsis Etkinliği	32
1.4.1.3. Yapısal Etkinlik.....	33
1.4.1.4. Kaynak Dağılım Etkinliği	33
1.4.1.5. Ölçek Etkinliği	33
1.4.1.6. Toplam Etkinlik.....	35
1.4.1.7. Ekonomik Etkinlik	36
1.4.2. Girdi Yönlü Etkinlik	36

1.4.3. Çıktı Yönlü Etkinlik	37
1.5. FARRELL'İN ETKİNLİK YAKLAŞIMI	38
1.6. STATİK ETKİNLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	39
1.7. DİNAMİK ETKİNLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ.....	41

İKİNCİ BÖLÜM

ÇAY SEKTÖRÜ LİTERATÜR İNCELEMESİ

2.1. STATİK DÜZEYDE YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	42
2.2. DİNAMİK DÜZEYDE YAPILAN ÇALIŞMALAR	48

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

3.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ.....	53
3.1.1. VZA Yönteminin Özellikleri	54
3.1.1.1. VZA'nın Varsayımları	54
3.1.1.2. VZA'nın Güçlü Yönleri	54
3.1.1.3. VZA'nın Zayıf Yönleri	55
3.1.3. Temel VZA Modelleri.....	55
3.2. MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİK ENDEKSİ	60
3.3. BULANIK MANTIK	62
3.3.1. Klasik Mantık.....	63
3.3.2. Sembolik Mantık.....	63
3.3.3. Çok Değerli ve Sonsuz Değerli Mantık	64
3.3.4. Bulanık Mantık.....	65
3.3.5. Bulanık Küme Teorisi	67
3.3.6. Üyelik Fonksiyonu Çeşitleri	69
3.3.6.1. Yamuk Üyelik Fonksiyonu	69
3.3.6.2. Üçgensel Üyelik Fonksiyonu	70
3.3.7. Bulanık Kümelerde İşlemler	71
3.3.8. Bulanık Kümelerde Temel Kavramlar	72
3.3.8.1. Eşitlik Kavramı	72
3.3.8.2. Alpha (α)-Kesimler Kümesi	72
3.3.8.3. Destek Kümesi	72
3.3.8.4. Öz Kümesi.....	73

3.3.8.5. Sınır Kümesi.....	73
3.3.8.6. Normallik	73
3.3.8.7. Dışbükeylik	74
3.3.9. Bulanık Sayılar.....	74
3.3.9.1. Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler	74
3.3.9.1.1. Genişleme İlkesine Göre Bulanık Aritmetik İşlemleri	74
3.3.9.1.2. α -Kesim Aralık Yöntemi ile Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler	75
3.3.10. Bulanık Mantık Yaklaşımının Üstünlükleri ve Zayıflıkları	76
3.4. BULANIK MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİK ENDEKSİ	77
3.4.1. Tolerans Yaklaşımı	78
3.4.2. α -Seviye Yaklaşımı.....	79
3.4.3. Olabilirlik Yaklaşımı.....	79
3.4.4. Bulanık Sıralama Yaklaşımı.....	80
3.4.4.1. Chen ve Klein Bulanık Sıralama Yaklaşımı	80
3.4.5. Jahanshahloo, Lotfi ve Valami Modeli - 2006.....	82
3.4.6. Hatami-Marbini, Tavana ve Emrouznejad Modeli - 2012	85
3.4.7. Peykani, Esmaeili, Malkhalifeh ve Lotfi Modeli – 2018	88
3.5 KORELASYON ANALİZİ	90

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. ÇAYKUR FABRİKALARINDA DİNAMİK ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ	92
4.1.1. Karar Birimlerinin Belirlenmesi.....	95
4.1.2. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Seçilmesi.....	96
4.1.3. Verilerin Elde Edilmesi.....	99
4.1.4. Kesin Verilerin Bulanıklaştırılması.....	99
4.1.5. HTE Modeli Uygulaması	100
4.1.6. PEML Modeli Uygulaması	110
4.1.7. JLV Modeli Uygulaması	118
4.1.8. Modellerin Karşılaştırması.....	124
4.1.9. Sıra Korelasyonu Testi	133
4.1.10. Kendall Tau-b Testi.....	134

4.2.TARTIŞMA	136
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	141
KAYNAKLAR	145
EKLER.....	181
Ek-1 2013 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri	181
Ek-2 2014 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri	182
Ek-3 2015 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri	183
Ek-4 2016 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri	184
Ek-5 2017 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri	185
Ek-6 2018 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri	186
Ek-7 2019 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri	187
Ek-8 2013 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri.....	188
Ek-9 2014 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri.....	189
Ek-10 2015 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri.....	190
Ek-11 2016 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri.....	191
Ek-12 2017 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri.....	192
Ek-13 2018 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri.....	193
Ek-14 2019 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri.....	194
Ek-15 HTE Modeli Örneği	195
Ek-16 PEML Modeli Örneği	199
Ek-17 JVL Modeli Örneği	201
Ek-18 HTE Modeli 2014-15 Dönemi Skorları	202
Ek-19 HTE Modeli 2015-16 Dönemi Skorları	203
Ek-20 HTE Modeli 2016-17 Dönemi Skorları	204
Ek-21 HTE Modeli 2017-18 Dönemi Skorları	205
Ek-22 HTE Modeli 2018-19 Dönemi Skorları	206
Ek-23 PEML Modeli 2014-15 Dönemi Skorları	207
Ek-24 PEML Modeli 2015-16 Dönemi Skorları	208
Ek-25 PEML Modeli 2016-17 Dönemi Skorları	209
Ek-26 PEML Modeli 2017-18 Dönemi Skorları	210
Ek-27 PEML Modeli 2018-19 Dönemi Skorları	211
Ek-28 JLV Modeli 2014-15 Dönemi Skorları	212

Ek-29 JLV Modeli 2015-16 Dönemi Skorları	213
Ek-30 JLV Modeli 2016-17 Dönemi Skorları	214
Ek-31 JLV Modeli 2017-18 Dönemi Skorları	215
Ek-32 JLV Modeli 2018-19 Dönemi Skorları	216



Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Anabilim Dalı: İşletme

Tez Türü: Doktora

Danışman: Doç. Dr. Süleyman ÇAKIR

Hazırlayan: Mustafa ÖZDEMİR

Yıl: 2022

Sayfa Sayısı: 216

ÖZET

ÇAYKUR FABRİKALARINDA BULANIK MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ ENDEKSİ İLE DİNAMİK ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

Sanayi devriminden günümüze örgütlerin yoğun rekabet ortamında var olabilmesi için en önemli hedeflerinden biri de verimliliklerini artırmaya yönelik stratejiler belirlemek ve bunları uygulamaktır. Türkiye’de faaliyette bulunan kamu ve özel çay firmaları rekabet gücünü artırmak için etkin kaynak kullanımına yönelik stratejik kararlar vermesi gerekmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’deki çay üretiminde payı yaklaşık %50 olan Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü (ÇAYKUR) Fabrikalarının, 2013-2019 yıllarını kapsayan dönemlerdeki dinamik etkinliği analiz edilmiştir. Araştırmada bulanık yöntemlerden Jahanshahloo, Lotfi ve Valami Modeli-2006, Hatami-Marbini, Tavana ve Emrouznejad Modeli-2012 ve Peykani, Esmaili, Malkhalifeh ve Lotfi Modeli-2018 kullanılmıştır. Araştırma bulgularında, çay fabrikalarının toplam faktör verimliliğinin yıllar itibariyle azaldığı ve bu azalmanın teknolojik gerilemeden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Ayrıca çalışmada uygulanan farklı yöntemlerin sonuçları birbiriyle uyumlu çıkmıştır. Araştırma sonuçları çay fabrikalarının verimliliğini artırmak, üretim kabiliyetlerini iyileştirmek için teknolojik ve yenilikçi yatırımların gerekliliğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: ÇAYKUR, Veri Zarflama Analizi, Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi, Aralıklı Veri, Bulanık Mantık, Dinamik Etkinlik

Recep Tayyip Erdogan University the Institute of Graduate Studies

Department: Business

Thesis Type: Doctorate Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Süleyman ÇAKIR

Author: Mustafa ÖZDEMİR

Year: 2022

Pages: 216

ABSTRACT

DYNAMIC EFFICIENCY MEASUREMENT WITH FUZZY MALMQUIST TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY INDEX IN ÇAYKUR PLANTS

From the industrial revolution to the present day, one of the most important goals of organizations for their existence in an intense competitive environment is to identify and implement strategies to increase their efficiency. Public and private tea companies operating in Turkey need to make strategic decisions on effective resource utilization in order to increase their competitiveness. In this study, the dynamic efficiency of the General Directorate of Tea Enterprises factories, whose share in tea production in Turkey is about 50%, was analyzed in the periods covering 2013-2019. Fuzzy methods Jahanshahloo, Lotfi & Valami Model-2006, Hatami-Marbini, Tavana & Emrouznejad Model-2012 and Peykani, Esmaeili, Malkhalifeh & Lotfi Model-2018 were used in the research. In the research findings, it is understood that the total factor productivity of tea factories has decreased on an annual basis, and this decrease is due to an technological regression. In addition, although different methods are applied in the study, the analysis results are compatible with each other. Research results show the necessity of technological and innovative investments in order to increase the productivity of tea factories and to improve their production capabilities.

Keywords: CAYKUR, Data Envelopment Analysis, Malmquist Total Factor Productivity Index, Interval Data, Fuzzy Logic, Dynamic Efficiency

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
BCC	: Banker, Charnes ve Cooper
BVZA	: Bulanık Veri Zarflama Analizi
CCR	: Charnes, Cooper ve Rhodes
CRS	: Constant Returns Scale
ÇAYKUR	: Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü
ÇAYMER	: Rize Çay Araştırma ve Uygulama Merkezi
DRS	: Decreasing Returns to Scale
HTE	: Hatami-Marbini, Tavana ve Emrouznejad
IAA	: İndeks Ayrışma Analizi
IRS	: Increasing Returns to Scale
İDT	: İktisadi Devlet Teşekkülü
İİM	: İndirekt İşçilik Maliyeti
JVL	: Jahanshahloo, Lotfi ve Valami
KVB	: Karar Verme Birimi
KHK	: Kanun Hükmünde Kararname
MTFVE	: Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi
ÖDG	: Ölçeğe Göre Değişken Getiri
ÖSG	: Ölçeğe Göre Sabit Getiri
PEML	: Peykani, Esmaili, Malkhalifeh ve Lotfi
TFV	: Toplam Faktör Verimliliği
USD	: United States Dollar
VRS	: Variable Returns Scale
VZA	: Veri Zarflama Analizi

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. BVZA Çalışmaları.....	46
Tablo 2. Bulanık MTFVE Çalışmaları.....	51
Tablo 2 (Devam) Bulanık MTFVE Çalışmaları	52
Tablo 3. Karar Verme Birimleri.....	95
Tablo 4. Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri.....	96
Tablo 5. Değişkenlerin Korelasyon Analizi.....	99
Tablo 6. HTE Modeli 2013-14 Dönemi Skorları.....	101
Tablo 7. HTE Modeli 2013-19 Dönemi Ortalama Skorları.....	104
Tablo 8. HTE Modeli Dönem Ortalama Skorları	105
Tablo 9. HTE Modeli Bütünleşik Etkinlik Sıralaması.....	109
Tablo 10. PEML Modeli 2013-14 Dönemi Skorları.....	111
Tablo 11. PEML Modeli 2013-19 Dönemi Ortalama Skorları.....	113
Tablo 12. PEML Modeli Dönem Ortalama Skorları.....	114
Tablo 13. PEML Modeli Bütünleşik Etkinlik Sıralaması.....	117
Tablo 14. JLV Modeli 2013-14 Dönemi Skorları.....	119
Tablo 15. JLV Modeli 2013-19 Dönemi Ortalama Skorları.....	120
Tablo 16. JLV Modeli Dönem Ortalama Skorları	121
Tablo 17. JLV Modeli Bütünleşik Etkinlik Sıralaması.....	123
Tablo 18. Sıra Korelasyon Katsayıları.....	134
Tablo 19. Kendall Tau-b Korelasyon Katsayıları	135

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Performansın Temel Özellikleri.....	24
Şekil 2. Performansı Belirleyen Boyutlar	25
Şekil 3. Etkinlik Bileşenlerinin Yol Haritası	31
Şekil 4. Ölçeğe Göre Getiri Eğrisi	35
Şekil 5. Girdi Yönlü Teknik ve Tahsis Etkinlik Eğrisi	37
Şekil 6. Çıktı Yönlü Teknik ve Tahsis Etkinlik Eğrisi	38
Şekil 7. Farrell Etkinlik Gösterimi	38
Şekil 8. Bulanık Mantığın Gelişimi	66
Şekil 9. Bulanık Küme Sınırı	68
Şekil 10. Yamuk Üyelik Fonksiyonu	70
Şekil 11. Üçgen Üyelik Fonksiyonu	71
Şekil 12. Bulanık Kümede Öz, Destek ve Sınır	73
Şekil 13. Chen ve Klein Bulanık Sıralama Endeksi'nin Gösterimi	81
Şekil 14. Araştırmanın Modeli	94
Şekil 15. HTE Ortalama Ölçek Etkinlik Değişimi	106
Şekil 16. HTE Ortalama Saf Etkinlik Değişimi	106
Şekil 17. HTE Ortalama Etkinlik Değişim	107
Şekil 18. HTE Ortalama Teknolojik Değişim	108
Şekil 19. HTE Ortalama MTFVE Değişim	108
Şekil 20. PEML Ortalama Etkinlik Değişimi	115
Şekil 21. PEML Ortalama Teknolojik Değişim	115
Şekil 22. PEML Ortalama MTFVE Değişimi	116
Şekil 23. JLV Modeli MTFVE Skorlarının Karşılaştırması	122
Şekil 24. Yöntem Bazında Etkinlik Değişimi ($\alpha=0$)	124
Şekil 25. Yöntem Bazında Teknolojik Değişimi ($\alpha=0$)	125
Şekil 26. Yöntem Bazında MTFVE Değişimi ($\alpha=0$)	125
Şekil 27. Yöntem Bazında Etkinlik Değişimi ($\alpha=0,5$)	126
Şekil 28. Yöntem Bazında Teknolojik Değişimi ($\alpha=0,5$)	126

Şekil 29. Yöntem Bazında MTFVE Değişimi ($\alpha=0,5$)	127
Şekil 30. Yöntem Bazında Etkinlik Değişimi ($\alpha=1$)	127
Şekil 31. Yöntem Bazında Teknolojik Değişim ($\alpha=1$)	128
Şekil 32. Yöntem Bazında MTFVE Değişimi ($\alpha=1$)	128
Şekil 33. MTFVE Değişim Durumlarının Dağılımı (2013-14)	129
Şekil 34. MTFVE Değişim Durumlarının Dağılımı (2014-15)	130
Şekil 35. MTFVE Değişim Durumlarının Dağılımı (2015-16)	130
Şekil 36. MTFVE Değişim Durumlarının Dağılımı (2016-17)	131
Şekil 37. MTFVE Değişim Durumlarının Dağılımı (2017-18)	132
Şekil 38. MTFVE Değişim Durumlarının Dağılımı (2018-19)	133



GİRİŞ

Çay (*Camellia sinensis*), M.Ö. 2700 yıllarında keşfedilen dünyanın en eski ve en çok tüketilen içeceklerinden biridir (Chang, 2015: 2). Endüstriyel siyah çay üretimi yaklaşık 150 yıl önce Hindistan, Sri Lanka, Doğu Afrika ve Endonezya'da sadece ihracat amacıyla başlamıştır (Dufrêne, 2020: 23). Dünya çay üretimi, son on yılda ortalama yıllık %4,8 oranında artışla 2018'de 6,3 milyon tona ulaşmıştır (Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü [BUGEM], 2020: 2). Geleceğe yönelik tahminlere bakıldığında dünyada çay üretiminin geçmiş yıllara göre daha yüksek bir oranda artacağı söylenebilir (Chang, 2015: 3). Dünyada 2019 yılında 1,8 milyon ton çay ihracata konu olmuştur (BUGEM, 2020: 3). Küresel hacimdeki bu büyümede en büyük paya, %44,4'üne ulaşan çay üretimi ile Çin sahiptir. Dünyanın ikinci büyük çay üreticisi olan Hindistan'da üretim 2009'dan bu yana %37 artışla 2018'de 1,33 milyon tonluk bir üretime ulaşmıştır (Dufrêne, 2020: 23). Dünyada yoğun sanayi olarak bilinen çay üretiminin küresel değeri FAO 2021 raporuna göre 21,9 milyar USD'dir. Ekonomik anlamda etkili olan çay bitkisi, çay üreten ülkelerin GSYİH'sinin yaklaşık %1'ne katkı sağlamaktadır (Sharma, Dutta, Bora ve Dutta, 2019: 1).

Dünyada çay tarım alanlarının genişliği bakımından 7. sırada bulunan Türkiye, kuru çay üretiminde 5. sırada yer almaktadır. Çay üretimi 142 Bin tona ulaşan Türkiye, dünya çay sektöründen yaklaşık yüzde 4,5 oranında pay almakta ve dünya çay ihracat sıralamasında 31. sıradadır. (Orhan, Ekin, Şüküroğlu ve Aslan. 2019: 484; Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü [ÇAYKUR], 2020: 1; ÇAYKUR, 2019:2). Türkiye'nin 2019 yılı itibariyle çay ihracat değeri yaklaşık 15 milyon USD iken ithalat değeri 39 milyon USD'dir (BUGEM, 2020:3). İşsizlik gibi makro ekonomik sorunları bulunan Türkiye'nin istihdamına katkı sağlayan çay sektörü yaklaşık 800 bin insana gelir kaynağı sunmaktadır (Önçirak, 2019: 84). Literatürde çay üretiminin ekonomik öneminin yanı sıra çevresel ve sosyal önemi de kabul edilmiştir (Gunathilaka ve Tularam, 2016: 21). Bu nedenle çay üretimini etkileyen

ekonomik, sosyal ve çevresel sistemden kaynaklanan faktörler hem akademinin hem de uygulamanın odak noktası haline gelmiştir (Chen ve Li, 2019: 340).

Çay üretimi hem doğal hem de sosyo-ekonomik faktörlerden etkilenen bir süreçtir. Çay endüstrisini etkileyen başlıca faktörler arasında doğal kaynaklar, endüstriyel politikalar, üretim teknolojileri, işçilik maliyetleri ve arazi maliyetleri yer almaktadır (Xiao, Huang, Zang ve Yang, 2018: 279). Girdi maliyetlerinin yükselmesiyle çay üretim maliyetleri de artmaktadır. Artan üretim maliyetleri çay sektörünün büyümesini engellemektedir (Herath, Kithsiri ve Premarathne, 2020: 2321). Bu nedenle işletmelerin sektörde var olması ve rekabet edebilmesi için girdi maliyetlerini azaltması gerekmektedir. Mal ve hizmet üreten işletmelerde üretim faktörlerinin değerini oluşturan üretim maliyetleri çok önemlidir. Üretim maliyetlerini azaltmak, savurganlığı önlemek ve bunların sebeplerini ortadan kaldırmak için verimlilik ölçümüne yönelik metotlar oluşturulmalı ve kullanılmalıdır.

Çay üreticisi ülkelerin az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkeler olması ve bu ülkelerdeki işgücünün ve ham maddenin ucuz olması dolayısıyla Türkiye dış pazardaki rakipleri ile yarışmamaktadır (BUGEM, 2020: 16). Çay üreten ülkelerin hammadde fiyatları Türkiye fiyatlarından 1,5-2 kat, işçilik giderleri ise yaklaşık 5 kat daha düşüktür. Bunun sonucunda Türkiye'nin diğer üretici ülkelere göre çay ihraç etme şansı azalmaktadır. İhracatta fiyat engelinin yanında, kalite konusunda da sorunlar mevcuttur. Kalite konusunun halledilmesi, hammadde kalitesinin ıslahıyla ilgili tarımsal projelere ve teknolojiye eksikliklerin giderilmesine bağlıdır (ÇAYKUR, 2019). Türkiye'nin çay ihracatındaki payının büyük bir çoğunluğu kamu çay işletmeleri tarafından yapılmaktadır (Rize Ticaret Borsası, 2018: 4; ÇAYKUR, 2018a: 26). ÇAYKUR ve özel sektör firmaları arasında paylaşılan Türkiye çay sektöründe 47'si ÇAYKUR ve 160'ı özel sektör olmak üzere toplam 207 fabrika faaliyet göstermektedir. Çay üretiminin %53,25'i ÇAYKUR tarafından gerçekleştirilmektedir (Rize Ticaret Borsası, 2021: 1). Türk çay endüstrisinin en önemli aktörlerinden olan ÇAYKUR fabrikaları kaynak kullanım etkinliği ve maliyet açısından dikkat çekmektedir. Türkiye'de kuru çay maliyet fiyatının (3,47 USD), Dünya ortalamasından (2,4 USD) yüksek olmasının küresel düzeyde Türk çay kuruluşlarının rekabet gücünü azalttığı bilinmektedir

(Kar, 2017). Türkiye’de çay üretim maliyetlerinin kısa vadede düşürülmesi çok mümkün görülmemektedir (Kaygısız, 2018). ÇAYKUR fabrikalarının bu yoğun rekabet ortamında özel sektör firmalarına ve diğr ülke üreticilerine karşı üstünlük sağlayabilmesi sahip olduğu kıt kaynakların etkin yönetimine bağlıdır. İşletmelerin hızla değişen ve çeşitlenen tüketiciler taleplerini karşılayabilmek için kullanacakları kaynakların sınırlı olması, rekabet gücünü etkilemektedir (İzdaş, 2018: 316). Rekabetin hız ile birleştiği küresel ekonomi dünyasında özellikle kamu örgütlerinin kaynaklarının etkin kullanımının önemi her geçen gün artmaktadır. Günümüz dünyasında kamu örgütleri yönetimi, etkinlik, rekabetçi, kalite, şeffaflık, inovasyon gibi yeni boyutlar ekleyerek vizyon belirlemektedir (ÇAYKUR, 2018b: 6).

İşletmelerde sınırlı kaynaklarla nasıl üretim yapılacağı ve kaynakların ne şekilde kullanılacağı ekonomi alanının temel sorunlarından ve gelecek açısından önemlidir (Kök ve Yeşilyurt, 2008: 32). Ekonomi literatüründe mülkiyet hakkı teorisi olarak da bilinen kamu işletmelerinin özel işletmelere nazaran daha az verimli ve daha az kârlı faaliyette bulunması inancı yaygın olarak kabul görmektedir. Kamu kuruluşları birçok amacı gerçekleştirmesinin yanı sıra mülkiyet hakkı teorisinin vurguladığı düşük maliyet-yüksek kr amacını göz ardı edebilmektedir (Sueyoshi, 1998: 45). Ekonomi alanında üretim etkinliğinin ölçülmesi, üretim etkinliğindeki yetersizlik kaynaklarının ortaya çıkarılması, araştırmacılar için öncelikli konular arasında yerini almaktadır (Canan, Abacı, Ceyhan ve Demiryürek, 2018: 250). Üreticilerin rasyonel amaçlarından biri de sahip oldukları kaynaklarla en fazla çıktıyı ulaşmak ya da belirli bir çıktı düzeyini minimum kaynak kullanarak elde etmektir. İşletmeler bu amaçları gerçekleştirmek için sahip olduğu kaynakların kullanım etkinliğini ölçmeli ve kaynak etkinsizlik düzeylerini belirleyerek iyileştirme noktalarını ortaya çıkarmalıdır (Parlakay ve Alemdar, 2011: 48).

Kamu ve özel sektör işletmelerinde kaynak etkinliğinin analizinde sıklıkla kullanılan yaklaşımlardan biri de Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemidir (Sueyoshi ve Aoki, 2001: 1). Matematiksel bir programlama yaklaşımı olan VZA yöntemi homojen karar verme birimlerinde (KVB) girdi ve çıktılarının görelili etkinliklerini değerlendirerek karşılaştırmaktadır (Ji, Chen, Qiao ve Pang, 2019: 1503; Arya ve Yadav, 2019: 8976; Nastis, Bournaris ve Karpouzou, 2019: 572).

Etkinlik analizlerinde kullanılan girdi ve çıktı verileri gerçek hayatta çoğu zaman kesin değildir ve belirsiz, bulanık olabilmektedir (Arya ve Yadav,2019: 8975). Bulanık ortamlarda etkinlik ölçümü için farklı yaklaşımlar önerilmiştir (Liu ve Lee, 2019: 2). Belirsiz ve kesin olmayan verilerle başa çıkmak için kullanılan yaklaşımlardan biri de Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA) yöntemidir (Peykani, Mohammadi, Emrouznejad, Pishvae ve Rostamy-Malkhalifeh, 2019: 439). BVZA yöntemi, eksik veri ve gözlemlerle başa çıkma, ayrıca belirsizlik ölçüm seviyesine göre skorların nasıl değiştiğini analiz edebilme imkânı sunmaktadır (Nastis vd., 2019: 572). BVZA yaklaşımları kesitsel analiz yaptığından dolayı zaman boyutunu göz ardı etmektedir. Bu eksikliğin üstesinden gelmek amacıyla zaman değişkeninde de dikkate alındığı Malmquist yaklaşımları dinamik düzeyde ölçümler için önerilmektedir.

ÇAYKUR üretim fabrikalarının ölçeğe göre değişken ve sabit durumlardaki dinamik etkinliğini ölçmeye yönelik yapılan bu tez çalışmasında BVZA temelli bulanık Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeks (MTFVE) yöntemleri kullanılmıştır.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmanın temel amacı ÇAYKUR bünyesindeki çay fabrikalarının 2013–2019 yıllarını kapsayan dönemlerde etkinlik değişiminin ölçülmesidir. Araştırmada kullanılacak yöntemlerin yer aldığı çalışmaların azlığı dolayısıyla literatüre yeni kaynak sunması ve çay sektöründeki yönetici ve diğer paydaşlara karar verme, politika geliştirmede yardımcı olması uygulamanın alt amaçlarını oluşturmaktadır. Ayrıca bu araştırma bulanık MTFVE yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak çay sektöründe ve ÇAYKUR fabrikalarında ilk kez kullanılmasından dolayı önem arz etmektedir.

Türkiye çay sektöründe etkinliğin yüksek olması ve bu etkinliğin sürekliliğinin sağlanması Türkiye çay sanayisinin uluslararası rekabet gücünü artıracaktır. Rekabet gücünün artmasıyla birlikte bugün için düşük seviyelerde gerçekleşen ihracat miktarı da yükselişe geçecektir. Çay sektöründe üretim etkinliğinin zaman içinde nasıl değiştiği ve değişimin hangi nedenlerden kaynaklandığı konusu sadece sektörü değil aynı zamanda etkileşim içinde olduğu

lojistik, turizm, gıda, enerji ve sağlık gibi sektörleri de ilgilendirmektedir. Analiz sonuç ve yorumlarına göre fabrikaların başarı düzeyinin aydınlatılması, geleceğe yönelik strateji belirlenmesinde karar vericilere yol gösterici olabilecektir.

Araştırmanın Yöntemi

Bilgi toplumunda belirsizlik içeren bilişsel sürecin nasıl yönetileceği temel bir sorundur. Gerçek yaşam durumları bu yönetimin dikkate alınması için ana motivasyon kaynağıdır. Bilgi eksikliğinden kaynaklanan belirsizliğin üstesinden gelmek için belirsizliğin azaltılması düşünülebilir (Coppi, Gil ve Kiers, 2006: 2). Kesin değerlere sahip veriler gürültü çevresinden (noisy environment) kaynaklı belirsizlik ve hata içerebilmektedir (Couso ve Dubois, 2014: 1502). Bu çalışmanın gürültü çevresinde kullanılan verilerden ve yöntemlerden kaynaklı belirsizlik yer almaktadır. Bilanço verilerinde çeşitli nedenlerden dolayı bilanço eşitliği tam olarak sağlanamadığından hata veya noksanlık söz konusu olmaktadır (Çoban ve Özel, 2014: 136). Bunun yanında, kullanılan muhasebe bilgi sistemlerinden kaynaklı yanlışlıklar ortaya çıkabilmektedir. Verilerin üzerindeki kontrol ve denetimin eksik olması da hataların önünü açmaktadır. VZA temelli yaklaşımlar, verilerdeki belirsizlik ve hatalara karşı duyarlı olduğundan analiz sonuçları etkilenmektedir. Veri analiz sürecinin herhangi bir aşamasında ortaya çıkabilecek belirsizlik ve eksikliklerin üstesinden gelmek için geleneksel yöntemlerin bulanıklık ile tamamlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Colubi ve González-Rodríguez, 2015: 260). Gerçek hayatta bu belirsizlik ve hataların üstesinden gelmek için bulanık yöntemlere başvurulmaktadır (Ferraro ve Giordani, 2017: 23). Bu yüzden VZA temelli yöntemlerde bulanık verilerin kullanılması daha gerçekçi ve doğru bilgiye ulaşılmasını sağlayabilmektedir (Özyiğit, Serarslan ve Karsak, 2011: 58). Bahse konu belirsizliklerin etkisini minimize etmek ve araştırma sonuçlarında gerçekçi ve doğru bilgiye ulaşmak için bu çalışmada kesin veriler bulanıklaştırılarak bulanık MTFVE yöntemleri uygulanmıştır. Araştırmada modelleme sadeliği ve yorumlama kolaylığı sunduğundan dolayı üçgen bulanık sayıların kullanımı tercih edilmiştir.

İşletmelerin yoğun rekabet ortamında yüksek etkinlik skoru elde etmelerinden ziyade bu yüksek etkinlik düzeyinin süreklilik arz etmesi önemlidir

(Bessant, Burnell, Harding ve Webb, 1993: 243; Blaug, 2001: 46). Bu nedenle çay fabrikalarının etkinlik değerlerinde yıllara göre artış olup olmadığını, hangi dönemlerde artışın veya azalışın olduğunu anlamak için çalışmaya zaman boyutu dahil edilerek fabrikaların dinamik düzeyde etkinlik değişimi ölçülmüştür.

Araştırmada VZA tabanlı dinamik etkinlik analiz yöntemi olan ve bulanık mantık teorisine dayanan üç farklı bulanık MTFVE yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemler dinamik etkinlik ölçümü literatürü için nispeten yeni sayılabilecek ve kısıtlı sayıda ampirik uygulaması yapılan Hatami-Marbini, Tavana ve Emrouznejad Modeli (2012), Peykani, Esmaeili, Malkhalifeh ve Lotfi Modeli (2018) ve Jahanshahloo, Lotfi ve Valami Modeli (2006)'dir. Hatami-Marbini, Tavana ve Emrouznejad (2012) modeli iki aşamalı bir modeldir. İlk aşamada bulanık girdi-çıkıtı verilerinin α -kesim kümeleri oluşturularak, $\mu \geq \alpha$ 'daki alt ve üst sınırları belirlenir. İkinci aşamada hem girdi-çıkıtı miktarları hem de girdi ve çıktılara verilecek ağırlıklar bilinmediği için doğrusal olmayan VZA modeli, çıktılar için değişken dönüşümleri yapılarak doğrusal VZA modeline çevrilmektedir. Model ölçeğe göre değişken getiri varsayımında 5 bileşenden oluşmaktadır. Peykani, Esmaeili, Malkhalifeh ve Lotfi (2018) modeli olabilirlik teorisi gereklilik (necessity) ölçütüne dayalı bulanık bir modeldir. Model, ölçeğe göre sabit getiri varsayımında etkinlik değişimi, teknolojik değişim ve bulanık MTFVE skorlarını hesaplamaktadır. Kullanılan son bulanık yöntem olan Jahanshahloo, Lotfi ve Valami (2006) modeli ise iyimser ve kötümser bakış yaklaşımı bileşenlerinden oluşmaktadır.

Bu 3 yöntemin kullanılması yoluyla ölçeğe göre değişken getiri (Hatami-Marbini vd., 2012), ölçeğe göre sabit getiri (Peykani vd., 2018) ve iyimser-kötümser yaklaşım (Jahanshahloo vd., 2006) dikkate alınarak fabrikaların verimlilik değişimleri ölçülebilmektedir. Diğer bir tercih sebebi ise her bir yöntemin α -kesimlere dayalı olarak hesaplama yapmasıdır. Başka bir ifade ile her 3 yöntem de aynı bulanıklaştırma biçimine sahiptir. Literatürde α -kesim yaklaşımı hesaplamadaki basitlik ve kolaylık avantajından dolayı BVZA modellerinde en sık kullanılan yöntemler arasındadır (Hatami-Marbini, Emrouznejad ve Tavana, 2011: 461; Emrouznejad, Rostamy-Malkhalifeh, Hatami-Marbini, ve Tavana, 2012: 5509; Cheng ve Mon, 1993: 29). Ayrıca farklı problemlerin çözümünde α -kesim

yaklaşımının karar süreçlerindeki belirsiz bilgiyi temsil etmekte etkin olduğu kabul edilmektedir (Wang, L., Wang, Y. M. ve Martínez, 2020: 2).

Çalışmada kullanılan modellerin tamamında girdi yönlü yaklaşım tercih edilmiştir. Girdi yönlü modelin temel amacı girdi maliyetlerinin kontrol altına alınarak azaltılması başka bir ifade ile aynı çıktı düzeyinin daha az girdi ile üretilmesidir. Ayrıca ÇAYKUR fabrikalarında diğer faktörlerden bağımsız şekilde çıktı düzeyine müdahale etme imkanı olmadığından çıktı kontrolü zorlaşmaktadır. Başka bir anlatımla, ÇAYKUR fabrikalarının bağımsız şekilde karar alarak üretilen kuru çay miktarını artırmaları mümkün olmadığından çalışmada girdi odaklı model kullanılmıştır.

Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları

Türkiye'deki işletmelerde birinci elden veri elde etmenin zorluğu, ayrıca zaman ve maliyet kısıtları nedeniyle çalışmada ÇAYKUR fabrikalarına ait ikincil veriler kullanılmıştır. Araştırmada, ÇAYKUR bünyesinde faaliyette bulunan tüm çay fabrikalarının (47 adet) analizi hedeflenmiştir. Bununla birlikte bazı fabrikalara ait verilerin bütünlüğü sağlanamadığı için araştırma kapsamı 42 çay fabrikası ile sınırlandırılmıştır.

Araştırmanın diğer bölümleri aşağıda belirtildiği gibi düzenlenmiştir. Birinci bölümde araştırmaya temel teşkil eden performans, verimlilik, etkinlik, kavramlarının alt başlıklarda detaylı olarak açıklandığı kavramsal çerçeveden bahsedilmiştir. İkinci bölümde çay sektöründe statik ve dinamik boyutta gerçekleştirilen performans ölçüm çalışmalarına yer verilmiştir. Yöntem kısmının yer aldığı üçüncü bölümde araştırmada kullanılan VZA, MTFVE, bulanık mantık ve bulanık MTFVE yöntemleri alt başlıklarda detaylandırılarak açıklanmıştır. Son bölümde bulgular ve tartışmaya yer verilmiştir. Sonuçlar açıklanarak önerilere vurgu yapılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. PERFORMANS

İngiltere’de XVIII. yüzyıl sonunda başlayan sanayi devrimi ile birlikte teknolojik gelişmeler de hız kazanmıştır. İleri düzey teknolojik gelişmeler ve birtakım icatlar, atölyelerden büyük fabrikalara kadar yüzlerce insanı etkileyerek üretimin yeniden şekillenmesine neden olmuştur. Bu değişim kısa sürede Avrupa’ya ve ABD’ye yayılmıştır. 1850’li yıllarda endüstrideki gelişmelere bağlı olarak verimlilik artmakla beraber bu artış istenilen düzeyde değildir. XIX. Yüzyıl sonlarına doğru verimlilik üzerine çalışmalar yapan Frederick W. Taylor, makinelerin kapasite kullanımlarında kayıplar olduğuna dikkat çekmiş, işçilik faaliyetlerinin, makinelerin çalışma hızını ve verimliliğini sınırladığını vurgulamıştır. Taylor’un bilimsel yönetim sistemi, verimliliği artırmak için çalışan faaliyetlerini kontrol etme ve yöneltmeye odaklanmıştır. Endüstriyel üretimle birlikte yüksek maliyetli makinaların kullanımı artmıştır. Yüksek maliyetli makine yatırımlarının faydalı olabilmesi için makine kullanım verimliliğinin yüksek olması gerekmektedir. İşgücü faaliyetleri makine kullanımını sınırlandırdığından dolayı çalışan verimliliğinin de artması zorunludur. Bundan dolayı endüstriyel üretkenlik, makine kullanımı ve işgücü verimliliği ile eş anlamlı duruma gelmiştir (Andersen, 1995: 3).

Verimlilikten sağlamlığa, dirençten yatırımın geri dönüşüne kadar birçok anlama gelebilen performans kavramının, gerçekte ne anlama geldiği konusunda görüş birliği oldukça azdır (Lebas, 1995: 23). Nitekim performans kavramının, verimlilik, fayda, etkinlik ya da etkililik anlamında da kullanıldığı görülmektedir. Kelime kökenine bakıldığında Fransızca olan performans kavramı bir olayı, durumu veya işi gerçekleştirirken başarıma isteği ve gücü anlamına gelmektedir (Yılmaz, 2020: 8). Performans aynı zamanda, amacın gerçekleştirilme oranını, kapasite kullanım derecesini de ifade etmektedir (Köse ve Çekici, 2016: 147). İşletme düzeyinde performans kavramına dair yapılan bazı tanımlamalar ise aşağıdaki gibidir.

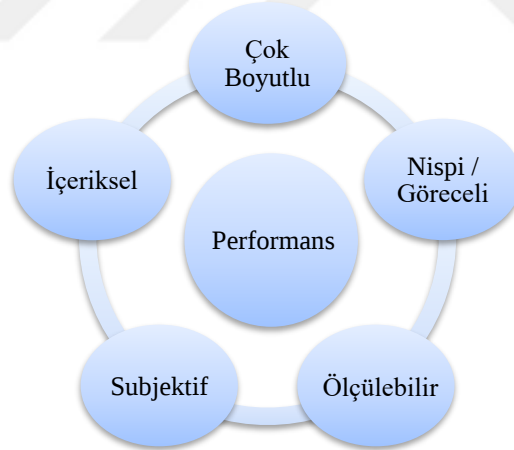
Performans, organizasyonlar için gelecekte değer yaratacak, şu anda yapılması uygun olan eylemleri gerçekleştirecek tüm süreçlerin toplamıdır. Başka bir deyişle ile performans, gelecekte ölçülen değer sonucuna, yol açacak olan işleri bugün yapmak olarak ifade edilebilir (Lebas ve Euske, 2004: 68).

Performans, işletmeler düzeyinde önceden belirlenen özellikleri, bir amaç doğrultusunda, belli bir zaman diliminde gerçekleştiren yetenektir (Erdil ve Kalkan, 2005: 105).

Yukarıda belirtilen tanımlamalardan yola çıkılarak genel bir yaklaşımla performans, üretimde kullanılan kaynakların ve elde edilen çıktılar ölçülmesi, önceden belirlenmiş amaca ulaşma düzeyi, hedeflenmiş bir faaliyetin verimliliği ve etkinliği şeklinde tanımlanabilir (Ağca ve Tunçer, 2006: 175).

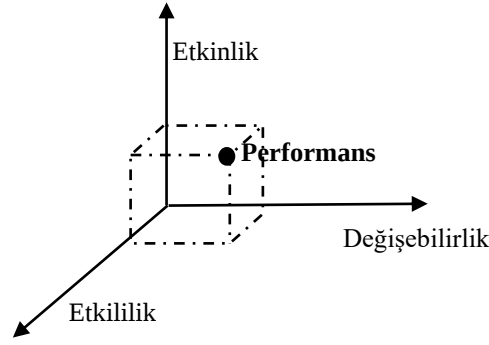
1.1.1. Performansın Temel Özellikleri ve Boyutları

Performans tanımına ilişkin ortak bir tanımda anlaşma zorluğu yaşanmasına rağmen performansın temel özellikleri hakkında bir fikir birliği bulunmaktadır. Şekil 1’de bu temel özellikler kısaca gösterilmektedir (Neumann, 2015: 28-29).



Şekil 1. Performansın Temel Özellikleri

Yukarıda belirtilen özelliklere bakıldığında performansın karmaşık bir kavram olduğu anlaşılmaktadır. Performans tanımlamasında performansın içeriği, performansın boyutları, performansın karşılaştırıldığı göreceli kaynaklar, performansı uygun şekilde yansıtan kriterler, performans ölçümü ve sezgisel yaklaşımlar etkili olmaktadır. Bunun yanı sıra işletmeler için performans en sade haliyle, Şekil 2’de gösterilen üç boyutta belirlenebilir (Bredrup, 1995: 85).



Şekil 2. Performansı Belirleyen Boyutlar

Etkililik, müşterilerin ihtiyaçlarının ne ölçüde karşılandığını göstermektedir. İşletme ile çevre arasındaki uyuma bağlıdır. Etkinlik, işletmelerin kaynaklarını ne kadar ekonomik kullandığını ifade etmektedir. Etkinlik, işletme unsurları arasındaki iç uyuma bağlıdır (Bredrup, 1995a: 86). Değişebilirlik, kurumların, gelecekteki değişikliklere ne ölçüde hazır olduğunu ve esnekliğini yansıtmaktadır. Değişebilirlik işletmenin çevre gereksinimlerindeki değişikliklere uyarlanabilirliğini ifade etmektedir. Bu boyutların entegrasyonu, işletmenin rekabet gücünü belirleyecektir. Yönetim, her üç boyutunda gelişimini destekleyici yaklaşımda olmalıdır (Bredrup, 1995b: 174).

1.1.2. Performans Ölçümü

Yöneticiler pazar payı, teslim süresi, stok durumu veya kârlılık gibi konularda sürekli olarak ölçümler yapar ya da ölçüm talep ederler. Aslında yönetim, ölçme ve değerlendirme olmadan pek var olamaz (Lebas, 1995: 23). Araştırmalar, yönetim yaklaşımlarında performans ölçüm sistemlerini kullanan kuruluşların, kullanmayanlara göre daha iyi sonuçlar elde ettiğini göstermektedir (Kennerley ve Neely, 2004: 145). Hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar, organizasyonların performans potansiyelini ortaya çıkarmak için performansın anlamı ve ölçümü üzerinde çalışmaktadırlar (Neumann, 2015: 28). Doğası gereği, performans ölçümü çok çeşitli bir konudur. Muhasebe, operasyon yönetimi, pazarlama, finans, ekonomi, psikoloji ve sosyoloji gibi çeşitli alanlarda aktif olarak araştırılmaktadır (Neely, 2004: 1). Buna bağlı olarak performans ölçümünden işletme yönetimlerinde sıklıkla bahsedilmektedir (Lebas, 1995: 23). Performans ölçümü, organizasyonlar için ilerleme dilidir. Organizasyonun nerede olduğunu ve

nereye gittiğini gösterir. Kuruluşun hedeflerine ulaşma yolunda olup olmadığı konusunda bir rehber işlevi görür (Taticchi, Asfalti ve Sole, 2010:3). Performansın algısı, ölçümü ve yönetimi, ürün tasarımdan nihai ürünün üretilmesine kadar işletmenin her aşamasında geçerlidir (Manzoni ve Islam, 2009: 7).

İktisat bilimi, kıt kaynak sorunu çerçevesinde makro ve mikro düzeyde performans ölçümüne yönelik kriterler ve yöntem geliştirme çabası içerisindedir (Bakırcı, 2006: 201). Eylemlerin hem etkinliğini hem de etkililiğini ölçmek için kullanılan ölçütler kümesi olarak tanımlanan performans ölçümü (Taticchi, Asfalti ve Sole, 2010:3), işletmelerin stratejik politika belirlemesinde, iş süreçlerinin geliştirilmesinde rekabet gücünü artıracak yönde destek sağlamaktadır (Manzoni ve Islam, 2009: 7). İşletmelerin, performans ölçme amaçları şu şekilde özetlenebilir (Aliyev, 2020:19):

- i. İşletmenin, müşteri istek ve ihtiyaçlarını hangi düzeyde karşıladığını tespit etmek.
- ii. İşletmelerde yürütülen veya tamamlanan faaliyetler hakkında bilgi elde etmek.
- iii. Problemleri ya da eksiklikleri ortaya çıkarmak.
- iv. İsraf ve kayıp alanlarını belirlemek, iyileştirme noktalarını tespit etmek.
- v. İşletmedeki kararların bilimsel gerçek verilere dayalı alınmasını sağlamak.
- vi. İşletmenin planlanan amaçlarını gerçekleştirme düzeyini ortaya çıkarmak.

İşletme içerisinde performans sonuçlarının etkin olabilmesinde, kullanılan ölçüm sistemlerinin yeterliliği ve uygulanabilirliği büyük önem taşımaktadır. Performans ölçüm sonuçlarının güvenilir, doğru olması iyi bir performans sisteminin geliştirilmesi ve yürütülmesiyle mümkün olacaktır (Yenice, 2006a: 67). Performans ölçüm sistemleri, finansal bilgilerden ziyade işletme bütünü kapsayan bir planlamayı ve farklı bakış açısını barındırmalıdır. Bu çerçevede iyi bir performans ölçüm sisteminin gereksinimleri şu şekilde sıralanabilir (Pinterits, 2008:36).

- vii. Performans ölçümleri, işletme faaliyetlerini stratejik hedeflerle ilişkilendirmelidir.

- viii. Performans ölçüm sistemi, mali ve mali olmayan bilgileri entegre etmelidir.
- ix. Performans ölçümleri çok boyutlu ve dengeli bir görüntü sağlamalıdır.
- x. Performans ölçüm sistemleri, organizasyonlarda farklı hiyerarşik seviyelerle entegre olmalıdır.

1.1.3. Kamu Kurumlarında Performans Ölçümü

Kamu işletmelerine yönelik politikaların belirlenmesinde, kararların alınmasında performans ölçüm perspektifi etkili olmaktadır. Performans ölçümünde 1980'li yıllarda kamu harcamaları dikkate alınırken 1990'lı yıllarla birlikte müşterilerin rolü yeniden değerlendirilmiştir. Kamu sektörü, dikkatini yalnızca mali ölçülere değil, aynı zamanda etkinlik ve çıktı kalitesine de odaklanmıştır (Sole ve Schiuma, 2010: 106).

Kamu kurumlarının gerçekleştirdiği faaliyetlere yönelik geliştirme ve iyileştirme yaklaşımlarının başarılı olabilmesi için ilgili faaliyetlerin çıktıları belirlenmeli, performansları değerlendirilmelidir (Güran, 2005: 143). Kamu sektöründe etkin bir performans ölçütlerinin kullanımı, karar vermeyi destekleyecek, hesap verebilirliği güçlendirecek ve politika etkinliğini artıracaktır (Sole ve Schiuma, 2010: 106).

Ekonomik açıdan bir kamu kurumunun performansı, kullandığı kaynaklar ve ürettiği çıktılar üzerinden hesaplanmalıdır. Bu bakış açısıyla, organizasyon performansının etkinlik kavramı çerçevesinde ölçülmesi uygun olacaktır (Güran, 2005: 144). Etkinlik ölçümünde karşılaştırma yapılabilmesi için standart değerler gereklidir. Bu standart değerler üretim sınırı ile sağlanmaktadır (Çınar, 2013: 28). Etkinlik ölçümüne geçilmeden önce üretim sınırı kavramının açıklanması uygun olacaktır.

1.2. ÜRETİM SINIRI (ÜRETİM FONKSİYONU)

Üretim fonksiyonunu temsil eden üretim sınırının incelenmesi, verimlilik ve etkinlik arasındaki temel farkın anlaşılmasında önem arz etmektedir (Manzoni ve Islam, 2009: 134). Bir üretim işleminde; yatırım, zaman, doğa ve emek gibi girdileri, kullanımı sonucunda ortaya çıkan çıktılara veya ürünlere bağlayan

fonksiyona, o ürünün veya firmanın üretim fonksiyonu denir (Tanrıöver ve Genç, 2005: 449). İktisat biliminde üretim teknolojisi matematiksel olarak üretim fonksiyonu ile ifade edilmektedir (Rasmussen, 2013: 7), Üretim faktörlerinin miktar ve karışım şekli ile üretim hacmi arasındaki bağlantı fonksiyonu olan üretim fonksiyonun genel gösterimi şu şekildedir (Gökçen, 1987: 161).

$$Q = f(x_1, x_2, x_n)$$

Burada, Q üretim hacmini (çıktı), x_1 ve x_2 üretime katılan faktör miktarlarını (girdi), f ise üretim hacmi ile üretime katılan faktör miktarları arasındaki fonksiyonel ilişkiyi yansıtmaktadır (Kip, 1976: 170). Birçok ekonomi ders kitabında girdi ve çıktı arasındaki teknik ilişkiye bir üretim sınırından ziyade üretim fonksiyonu olarak atıfta bulunulur. Bu yüzden iki terim birbirinin yerine kullanılabilir. Etkinlik ölçüm literatüründe, fonksiyonun teknolojik olarak mümkün olan maksimum çıktıyı verdiği gerçeğini vurgulamak için üretim sınırı ya da etkin üretim sınırı ifadesi tercih edilmektedir (Coelli, Rao, O'Donnell ve Battese, 2005: 12),

K yatırım, L emek, t zaman ve A, a, b, c, d, e 'ler birer sabit olmak üzere bazı üretim fonksiyon tipleri aşağıda gösterilmektedir (Tanrıöver ve Genç, 2005: 450).

$$Q = A \cdot K^a \cdot L^b \text{ (Cobb-Douglas üretim fonksiyonu)}$$

$$Q = a \cdot K + bL \text{ (Lineer üretim fonksiyonu)}$$

$$Q = \ln(a \cdot K + b \cdot L) \text{ (Logaritmik üretim fonksiyonu)}$$

$$Q = a \cdot L + b \cdot L^2 + c \cdot K \cdot L + d \cdot K + e \cdot K^2 \text{ (2. dereceden üretim fonksiyonu)}$$

$$Q = a \cdot L \cdot K + b \cdot L^2 \cdot K + c \cdot L \cdot K^2 - d \cdot L^3 \cdot K - e \cdot L \cdot K^3 \text{ (Kübik üretim fonksiyonu)}$$

$$Q = f(K, L) + c \text{ (Doğaya bağlı üretim fonksiyonu)}$$

1.3. VERİMLİLİK

Ülke ekonomilerinin, endüstri sektörlerinin veya işletme departmanlarının kıyaslanmasında öncelikli olarak verimlilik (prodüktivite) değerlendirmesinden söz edilmektedir (Kobu, 2017: 55). Bir ülkede yaşayan bireylerin yaşam standardının yükselmesi, enflasyonun önlenmesi ve uluslararası piyasalarda başarı elde edilmesi verimlilik artışıyla mümkün olabilmektedir (Üreten, 2006: 44). Verimlilik,

şirketlerin rekabet gücüne, pazar payına, ürün kalitesine ve birim üretim maliyetlerine etki etmektedir (Öztürk, 2013: 400). İşletme, müşteri yaratma amacını gerçekleştirmek için sahip olduğu kaynakları verimli bir şekilde kullanmakla yükümlüdür. Bu, işletme yönetiminin temel işlevlerindendir ve ekonomik yönüyle verimliliği yansıtmaktadır. Verimlilik, en az çabayla en büyük sonucu verecek tüm üretim faktörleri arasındaki dengeyi oluşturmaktadır (Drucker, 1974: 51).

İlk olarak 1530 yılında G. B. Agricola'nın, De Re Metallica adlı eserinde kullanılan verimlilik kavramının, açık bir anlam olarak literatüre kazandırılması 18. yy. fizyokratları tarafından gerçekleştirilmiştir (Kök ve Deliktaş, 2003: 33). Quesnay 1776 yılında, çalışmasında verimlilik kavramına yer verirken 1833'te Littre verimliliği üretme gücü ya da üretme yeteneği olarak açıklamıştır (Taşköprü, 2014: 8). Genel olarak verimlilik, belli bir zaman diliminde bir üretim sisteminin ürettiği çıktı ile üretimde kullanılan girdi arasındaki bağlantı olarak tanımlanmaktadır (Apaydın, Avşar, 2017: 8). Başka bir deyişle verimlilik, üretim sisteminin girdileri ve çıktıları arasındaki ilişki açısından ifade edilmektedir ve oransal gösterimi aşağıda Eşitlik (1) ile gösterilmektedir (Manzoni ve Islam, 2009: 134). Bu temel ifade, uygun toplama seviyesine veya analiz biriminin ölçülmekte olan gerçek çıktı ve girdi faktörlerine uyarlanabilir (Andersen, 1995: 7).

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}} = \frac{\text{Üretim sonucu}}{\text{Üretim Faktörleri}} \quad (1)$$

Verimlilik ölçütlerinin en önemli özelliklerinden biri verimlilikteki değişimlerde hangi faktörlerin etkili olduğunu ortaya çıkarmasıdır. Verimlilikteki artış, azalma veya sabit olma gibi ilişkiler, girdi ve çıktı düzeylerindeki değişiklik kombinasyonundan kaynaklanabilir. Verimlilikteki bu hareketlilik beş farklı ilişki ile açıklanabilir (Misterek, Dooley ve Anderson, 1992:31-32).

- i. Çıktıların, girdilerden daha hızlı ve daha çok artırılması- "yönetilen büyüme (managed growth)"
- ii. Aynı girdiden daha fazla çıktı elde etme- "daha akıllı çalışma (working smarter)".
- iii. Girdilerin azaltılması ile daha fazla çıktı elde etme- "ideal (the ideal)".

- iv. Daha az girdiyle aynı çıktıyı elde etme- "daha yüksek etkinlik (greater efficiency)".
- v. Girdilerin, çıktılarından daha hızlı ve daha çok azaltılması- "yönetilen küçülme (managed decline)".

Verimlilik bir yandan kaynakların verimli kullanımıyla, diğer yandan değer yaratılmasıyla ilgilidir. Bu nedenle, bir kuruluşun ürün yaratma sürecindeki kaynaklar, ürün elde etmek için değer yarattığında verimlilikte iyi sonuçlar elde edilmektedir, (Rutkauskas ve Paulavičienė, 2005: 30). Verimlilikte girdiler ve çıktılar birlikte değerlendirilirken aynı zamanda işlerin doğru şekilde yapılması gerekmektedir (Jackson ve Petersson, 1999). Açıklamadan da anlaşılacağı üzere verimlilik ve etkinlik kavramları arasında bir bağlantı bulunmaktadır (Yükçü ve Atağan, 2009: 8)

1.4. ETKİNLİK

Hem performansın boyutlarından biri olarak kabul edilen, hem de verimliliğin içinde yer alan etkinlik (etkenlik) kavramı, farklı anlamlarda kullanılsa da (Lorcu: 2008: 36) temeli, 1746 yılında Fransız matematikçi ve düşünür Pierre Louis Maupertuis tarafından geliştirilen “En Az Eylem İlkesine” dayanmaktadır (Taşköprü, 2014: 25). Hareket halindeki tüm nesneler için, doğanın en etkin yolu seçtiğini varsayan Asgari Eylem İlkesi, ilk başlarda öğreti olarak kalsa da etkinlik düşüncesinin temelini oluşturduğu söylenebilir (Nathanson, Higgins, Giglio, Munshi ve Steingrub, 2003: 43).

Etkinlik, israfı minimum düzeyde gerçekleştirerek, en az maliyet veya emek kullanımıyla hareket etmek, üretmektir. Etkinlikte, harcanan kaynaklarla verilen hizmet miktarı karşılaştırılır. Etkinlik ölçümleri, belirlenen işin doğru olup olmadığına değil, işin ne kadar iyi yapıldığına odaklanır (Wireman, 2005:210).

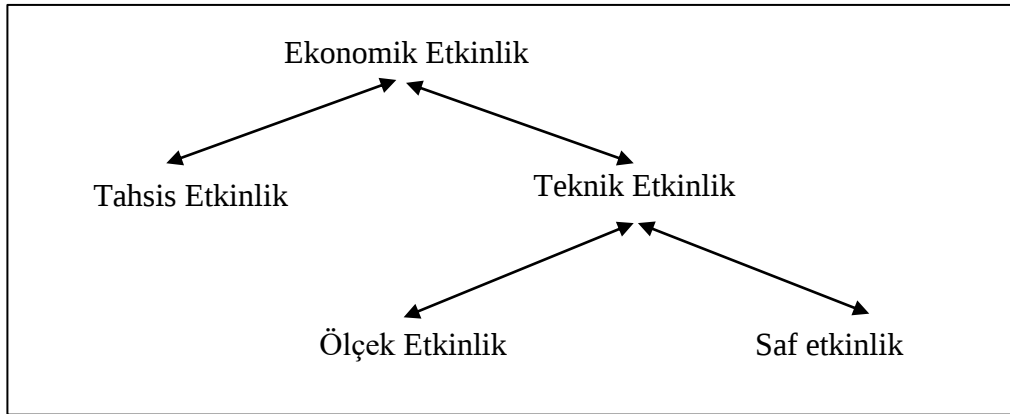
Literatürde etkinlik en az gayret veya girdi ile işlerin en doğru şekilde (Clark, 2004: 35) yapılarak maksimum sonuçlar elde etme oranı olarak tanımlanmaktadır (Bakırcı, 2006: 201). Etkinlik kriterleri, gerekli kaynaklar ile hedeflere ulaşılması arasındaki oranı ifade eder (Neumann, 2015: 73). Diğer bir tanımla etkinlik, üretim kaynağının ya da girdi unsurlarının kullanım durumunun belirlenmiş standartlarla kıyaslaması ile bulunan bir gösterge olarak kabul

edilebilmektedir ve matematiksel gösterimi Denklem (2) ile ifade edilmektedir (Baş ve Artar, 1990:36):

$$\text{Etkinlik (Etkenlik)} = \frac{\text{Standart Değer}}{\text{Fiili Değer}} \quad (2)$$

Etkinlik oranının 1'e eşit olması sürecin istenildiği gibi yerine getirildiğini göstermektedir. Bu durum gerçek hayatta her zaman söz konusu olmayabilir. Etkinlik oranı 1'den küçük ise sürecin etkin olmadığını ve istenen düzeyde gerçekleşmediği anlamına gelmektedir. Etkinlik oranının 1'den büyük olması ise etkinlik düzeyinin belirtilen standarttan daha yüksek olduğunu yansıtmaktadır. İşletmeler etkinlik ölçümü sonucunda elde edilen değerlere göre üretim faaliyetlerinde teknik ya da yönetsel etkinsizlikleri tespit ederek, gerekli iyileştirmeler için politikalar geliştirecektir (Lorcu: 2008: 37).

Statik etkinlik ölçümü ile ilgili olarak etkinlik bileşenleri Şekil 3'te gösterilmektedir (Webster, Kennedy ve Johnson, 1998: 4). Şekilde görüleceği üzere tahsis ve teknik etkinliğin çarpımı ekonomik etkinliği, ölçek etkinliği ve saf etkinlik çarpımı teknik etkinliği vermektedir.



Şekil 3. Etkinlik Bileşenlerinin Yol Haritası

1.4.1. Etkinlik Türleri

Sahip olunan kaynakların, çıktı elde etmek için en iyi şekilde kullanım amacı (Bakırcı, 2006: 201), üretimde kaynakların en iyi şekilde değerlendirilmesi yaklaşımı etkinlik kavramının gelişmesine ve birçok alanda kullanılmasını sağlamıştır (Moshiri, Aljunid ve Amin, 2010: 35). Kullanım alanlarına bağlı olarak

etkinlik kavramı, farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Etkinlik türlerinin sınıflandırılması alt başlıklarda açıklanmaktadır.

1.4.1.1. Teknik Etkinlik

Teknik etkinlik ilk olarak 1950'de Koopmans tarafından tanımlanırken 1951'de Debreu teknik etkinliğin ölçümünü gerçekleştirmiştir. Farrell (1957) teknik ve ekonomik etkinlik bağlamında çoklu girdileri hesaba katabilecek basit bir firma etkinliği ölçüsü tanımlamıştır (Moshiri vd., 2010: 36). Farrell (1957), gözlemlenen çıktıların eşdeğer üretimi ile tutarlı olarak teknik etkinlik endeksleri geliştirmiştir (Ruggiero, 2000: 138). Teknik etkinliğin gelişmesine katkı amacı ile yapılan tüm çalışmalar, Farrell'in ufuk açıcı çalışmasına dayanmaktadır (Färe ve Lovell, 1978: 151).

Teknik etkinlik, üretimde kullanılan kaynaklar (sermaye ve emek) ile elde edilen çıktı arasındaki fiziksel ilişkiyi ifade eder (Palmer ve Torgerson, 1999: 1136). Başka bir deyişle teknik etkinlik, girdi unsurlarının en verimli şekilde kullanılarak maksimum çıktıyı elde edebilme başarısıdır (Yılmaz, 2020: 122). Daha basit bir tanım ile teknik etkinlik, üreticinin üretim olanakları kümesi sınırında yer alması şeklinde tanımlanabilir (Söylemez, 2015: 9). Bir dizi kaynak girdisinden mümkün olan maksimum çıktı elde edildiğinde teknik etkinlik sağlanmaktadır (Palmer ve Torgerson, 1999: 1136).

1.4.1.2. Tahsis Etkinliği

Etkinlik kavramı ekonominin merkezinde yer alırken mikro ekonomik teori, tahsis etkinliği (allocative efficiency) ile ilgilenmektedir (Leibenstein, 1966: 392). Girdi ve çıktı fiyatlarını göz önünde bulundurarak en uygun girdi bileşimini seçme başarısı tahsis etkinliği ya da fiyat etkinliği olarak tanımlanmaktadır (Parlakay ve Alemdar, 2011: 48). Başka bir ifade ile maliyeti en aza indiren girdi oranlarını kullanarak belirli bir çıktı düzeyinde üretme yeteneğini açıklamaktadır (Ureta ve Pinheiro, 1997: 50). Tahsis etkinliği, işletmenin girdi fiyatlarını ve üretim teknolojisini göz önüne alarak girdileri optimal oranda kullanım başarısını ve minimum maliyet girdi oranlarından sapmaları yansıtmaktadır (Çavmak, Ş. ve Çavmak, D., 2017: 22; Ureta ve Pinheiro, 1997: 50).

Tahsis etkinliği, faktör fiyatlarında yapılan gözlemlere ve tahminlere karşı hassas ve duyarlıdır. Buna bağlı olarak çoğunlukla istikrarlı değildir. Faktör arzının her birinin elastik olduğu varsayımına dayanmaktadır (Yılmaz, 2020: 124).

1.4.1.3. Yapısal Etkinlik

Tahsis etkinliğinin yanlış ölçümünü tahmin eden bir etkinlik türü olarak karşımıza çıkan yapısal etkinlik (structural efficiency), 1987 yılında Anandalingam ve Kulatilaka tarafından ortaya atılmıştır (Kök ve Deliktaş, 2003: 55).

Yapısal etkinlik bir firmanın, kendi endüstrisindeki en iyi firmaların performansına ayak uydurma derecesi ve kendi ayrı birimlerinin etkinlik puanlarının ortalaması ile ölçülebilir (Ylvinger, 2000: 164). Teknik etkinliğe sahip bir KVB, etkinlik sınırının yoğunlaştığı ve kalabalık durumdaki bölgede üretimde yapıyorsa yapısal etkin, yoğun olmayan seyrek bölgelerde üretim gerçekleştiriyorsa yapısal etkin değildir (Färe, Grosskopf ve Lovell, 1985: 4).

1.4.1.4. Kaynak Dağılım Etkinliği

Kaynak dağılımı etkinliği, maliyeti azaltılması ya da kârın artırılması gibi doğrudan davranışsal amaçları barındırır. Teknik ve yapısal etkinliğe sahip bir KVB, üretim imkanları kümesi içinde yığılmanın olmadığı bir alt kümesinde üretimini yapabiliyorsa kaynak dağılım etkinliğini gerçekleştirmiş olur. Kaynak etkinliğini, teknik etkinlikten ayıran nokta, maliyeti azaltmak ya da kârı artırmak şeklindeki davranışsal amacı içermesidir. Kaynakların önceliğine göre bu amaçlardan hangisinin öncelikli olacağı belirlenmektedir (Temür, 2010: 9).

1.4.1.5. Ölçek Etkinliği

Teknik etkinliğin yanında bir başka performans faktörü, en verimli ölçek büyüklüğüne olan yakınlıktır. Ölçek etkinliği (scale efficiency) olarak adlandırılan bu yakınlık kavramı en üretken ölçekte veya ona en yakın noktada çalışarak israfi önleme becerisinin ölçüsüdür (Webster vd., 1998: 11).

İşletmelerin en uygun hacimde üretim gerçekleştirmesi, ölçek etkinliği şeklinde tanımlanmaktadır. Başka bir ifade ile ölçek etkinliği, ölçek büyümesine bağlı olarak birim başına ortalama maliyetin artışını veya azalışını belirlemek için

kullanılan performans değerlendirme standardı olarak açıklanmaktadır (Aliyev, 2020: 26)

İşletmelerde uzun dönemde üretim hacmi değişikçe girdi ve çıktı arasındaki değişen ilişki ölçeğe göre getiri varsayımı ile tanımlanmaktadır. Girdi miktarına bağlı olarak çıktının gösterdiği değişim üç durumda açıklanmaktadır. Bunlar (Tarım, 2001: 17):

Ölçeğe Göre Sabit Getiri: Girdi bileşenlerinde gerçekleşen artışa bağlı olarak aynı oranda çıktılarda da artış oluyor ise ölçeğe göre sabit getiri (Constant Returns Scale) (ÖSG - CRS) söz konusudur.

Ölçeğe Göre Azalan Getiri: Girdi bileşenlerinde gerçekleşen artış, çıktılarda daha az oranda artış etkisine sahip ise ölçeğe göre azalan getiri (Decreasing Returns to Scale) (DRS) söz konusudur.

Ölçeğe Göre Artan Getiri: Girdi bileşenlerinde gerçekleşen artış, çıktılarda daha fazla oranda artış etkisine sahip ise ölçeğe göre artan getiri (Increasing Returns to Scale) (IRS) söz konusudur. Aynı zamanda ölçeğe göre artan ve azalan getiri, ölçeğe göre değişken (ÖDG VRS) getirinin bileşenleridir.

Herhangi bir KVB'nin teknolojik olanaklarını ve üretim sınırını gösteren üretim fonksiyonu $q=f(x)$ şeklinde ifade edilmektedir. N adet girdi ile tek çıktı üreten bir karar birimi; $q=$ çıktı

$x= (x_1, x_2, x_3, ..., x_n)$ olacaktır.

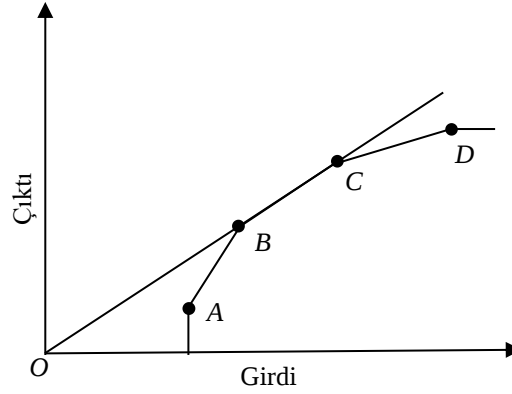
Girdi bileşenlerinin tamamı $k > 1$ katsayısı kadar arttırıldığında, yukarıdaki belirtilen ölçeğe göre getiri durumlarının matematiksel gösterimi şu şekildedir (Aliyev, 2020: 27):

$f(k \cdot x) < k \cdot f(x) \leftrightarrow$ (DRS) Ölçeğe göre azalan getiri

$f(k \cdot x) = k \cdot f(x) \leftrightarrow$ (CRS) Ölçeğe göre sabit getiri

$f(k \cdot x) > k \cdot f(x) \leftrightarrow$ (IRS) Ölçeğe göre artan getiri

Ölçeğe göre getiri kavramının daha anlaşılabilir olması için üretimde tek bir girdi kullanımı ile elde edilen tek bir çıktının ölçeğe göre getiri durumları Şekil



Şekil 4. Ölçeğe Göre Getiri Eğrisi

4'te gösterilmektedir (Cooper, Seiford ve Tone, 2007: 153). Şekil 4'te yer alan |AB| doğrusu ölçeğe göre artan getiriye, |BC| doğrusu sabit getiriye, |CD| doğrusu azalan getiriye yansıtmaktadır.

1.4.1.6. Toplam Etkinlik

Eşitlik (3)'te görüleceği üzere saf etkinlik ile ölçek etkinliğin çarpımı toplam etkinliği başka deyişle teknik etkinliğin toplamını oluşturmaktadır (Banker vd.,1984: 1089).

$$\text{Toplam Etkinlik} = \text{Saf etkinlik} * \text{Ölçek Etkinliği} \quad (3)$$

Bir KVB'nin ölçek etkinliği ve saf teknik etkinliği sağlandığında toplam etkinliği de gerçekleşmektedir. Toplam etkin olmayan KVB için iki durum söz konusu olmaktadır. KVB'nin saf teknik etkinliğe bağlı olarak kendi faaliyetlerinde yönetimsel etkinsizlik söz konusudur ya da ölçek etkinliğine bağlı olarak kapasite kullanımı ve olumsuz koşullardan kaynaklı etkinsizlik olabilmektedir. Etkinsizlik sebeplerinin ortaya çıkarılması, işletmelerin politika ve strateji belirlemesinde karar vericileri aydınlatmaktadır (Kutlar ve Babacan, 2008: 155).

1.4.1.7. Ekonomik Etkinlik

Ekonomik etkinlik, tahsis etkinliği ve toplam etkinliği içerisinde barındırdığından teknik etkinlikten daha geniş bir kapsama sahiptir. Eşitlik (4)'te ekonomik etkinliğin matematiksel ifadesi gösterilmektedir (Ceyhan, Cinemre, Bozoğlu, Demiryürek ve Kılıç, 2004: 256).

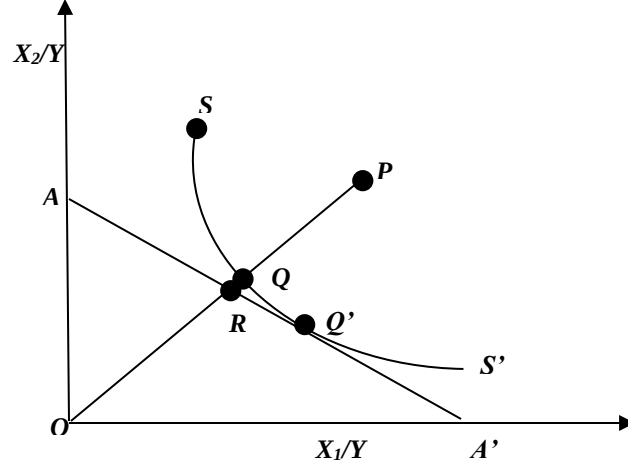
$$\text{Ekonomik Etkinlik} = \text{Tahsis Etkinliği} * \text{Toplam Etkinlik} \quad (4)$$

Ekonomik etkin olmayan KVB'nin etkinsizliği, teknik ya da tahsis etkinliğinden kaynaklanmaktadır. Gereğinden fazla girdi kullanılması veya mümkün olan ıktıdan daha az üretilmesi teknik etkinsizliği yansıtmaktadır. Yanlış girdi fiyat bileşimi kullanılması veya yanlış çıktı bileşimi üreterek fiyat etkinliği sağlanamadığından dolayısı ekonomik etkinliğe ulaşılamamaktadır (Dursun, 2013: 9).

1.4.2. Girdi Yönlü Etkinlik

Etkinlik lmnde, genellikle üç olası yn bulunmaktadır. Aynı ıktıları elde etmek için girdilerin azaltıldığı (ie odaklı), girdi yönlü model; kullanılan girdilerden daha fazla çıktının hedeflendiği (dışa odaklı) ıktı yönlü model ya da her iki modelde birlikte uygulanmaktadır (Manzoni ve Islam, 2009: 90). Etkinlik lmnn öncülerinden Farrell (1957), çalışmasında girdi yönlü etkinlik ölçümünü açıklamıştır (Coelli, 1996: 3).

Girdi yönlü teknik ve tahsis etkinliği eğrisi şekil 5'de gösterilmektedir. şekil 5'deki SS' eğrisi, üretim sınırını başka bir deyişle eş ürün eğrisini ifade etmektedir. Eş rn eğrisi üzerinde yer alan Q ve Q' noktalarında üretim yapan KVB'ler etkinlik skoru 1 olduğundan teknik etkin olarak kabul edilmektedir. P noktasında üretim gerçekleştiren bir KVB'nin girdiye yönelik teknik etkinliği (TE), $TE_p = OQ/OP$ formülü ile hesaplanır. Bu oranı ile girdi miktarlarının azaltılması amaçlamaktadır. |QP| uzaklığı ilgili karar biriminin teknik etkinsizlik düzeyini göstermektedir ve 1-TE değerı formülü ile hesaplanmaktadır (şişman, 2017: 13).



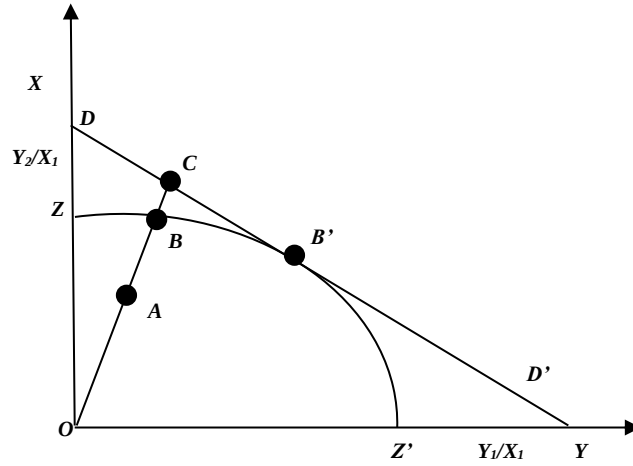
Şekil 5. Girdi Yönlü Teknik ve Tahsis Etkinlik Eğrisi

Şekil 5'teki AA'doğrusu faktör fiyatları ile belirlenmiş eş maliyet doğrusunu ya da maliyet minimizasyonu düzlemini göstermek üzere P noktasındaki karar biriminin tahsis etkinliğini göstermektedir. P noktasının fiyat etkinliği $FE_p = OR / OQ$ formülü ile hesaplanmaktadır. Teknik etkinlik ile fiyat etkinliğinin bir arada gerçekleştiği Q' noktası toplam etkinliği göstermektedir. Toplam etkinlik $TOE_p = OR / OP$ formülü ile ölçülmektedir (Manzoni ve Islam, 2009: 90).

1.4.3. Çıktı Yönlü Etkinlik

Girdi kullanımının sabit kaldığı koşullar altında çıktı seviyesini maksimize etmeyi amaçlayan çıktı yönlü model (Charnes, Cooper, Lewin ve Seiford, 1994: 35) eğrisi Şekil 6'da gösterilmektedir. Şekilde görüleceği üzere teknik etkinlik OA/OB oranı ile hesaplanmaktadır. A karar birimi teknik etkinlik sınırından uzak olduğundan dolayı etkinsiz olarak görülmektedir. AB mesafesi teknik etkinsizliği temsil etmektedir. Tahsis etkinliği ise OB/OC oranı ile gösterilmektedir (Şişman, 2017: 13).

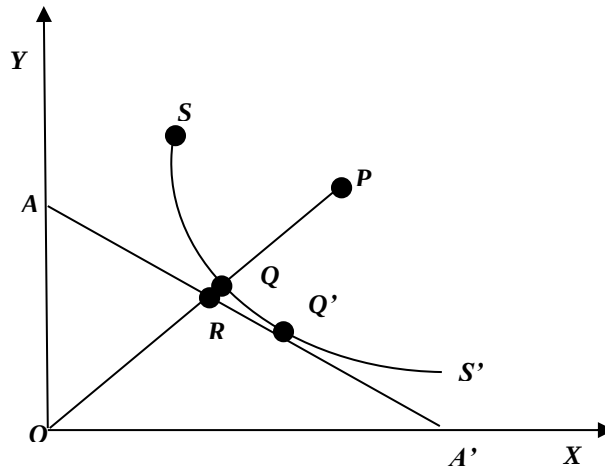
Teknik etkinlik ile fiyat etkinliğinin bir arada gerçekleştiği B' noktası toplam etkinliği göstermektedir. Toplam etkinlik OA/OC oranı ile gösterilmektedir (Farrell, 1957: 255).



Şekil 6. Çıktı Yönlü Teknik ve Tahsis Etkinlik Eğrisi

1.5. FARRELL'İN ETKİNLİK YAKLAŞIMI

Bir endüstri dalındaki üretim etkinliğinin ölçülmesinin, ekonomik planlamada önemli olduğunu vurgulayan Farrell (1957) çalışmasında, etkinlik ölçümüne yönelik yapılan çalışmalarda, yalnızca emeğin hesaplanmasının, ekonomik planlamada yeterli sonuçları vermediğini dile getirmiştir. Farrell, teknik etkinlikte, kullanılan girdiler ile mümkün olan en çok çıktının elde edilmesini başarı olarak kabul etmektedir. Mevcut yöntemlerin dezavantajlarıyla başa çıkmak için bir etkinlik ölçüsü geliştirmeyi hedefleyen Farrell, teknik etkinlik, fiyat etkinliği ve toplam etkinlik kavramlarını şekiller üzerinde açıklamıştır (Farrell, 1954: 254).



Şekil 7. Farrell Etkinlik Gösterimi

Şekil 7’de eş ürün eğrisi SS' ile fiyat (eş maliyet) eğrisi AA' gösterilmektedir. P , R , Q ve Q' karar birimlerini temsil etmektedir. Eş ürün eğrisi üzerinde yer alan Q ve Q' karar birimlerinin teknik etkinliği %100’ dür. Girdi fiyatları düşünüldüğünde, en uygun üretim noktasında yer alan Q' karar birimi fiyat etkinliği de %100’ dür. Farrell tarafından P karar birimi için toplam etkinlik Denklem (5) ile formüle edilmektedir.

$$\begin{aligned} \text{Toplam Etkinlik}_p &= \text{Fiyat Etkinliği} * \text{Teknik Etkinlik} \\ OR/OP &= OR/OQ * OQ/OP \end{aligned} \quad (5)$$

Hem teknik etkin, hem de fiyat etkinliği gösteren Q' firmasının toplam etkinliği de “1” dir. Farrell’in etkinlik ölçüm yönteminde, fiyat etkinliği ve teknik etkinlik arasındaki fark belirlenebilmektedir. Yöntemde, endüstrideki firmalar karşılaştırılırken, firma ölçek boyutun da dikkate alınması ile Farrell yöntemi daha da geliştirilebilmektedir (Førsund ve Sarafoglou, 2002: 33).

1.6. STATİK ETKİNLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

İşletmeler için etkinlikte iki farklı yönelim çeşitli yetenekler geliştirmesini sağlamaktadır. Statik etkinlikte zaman boyutu göz ardı edilerek tek dönemde kaynaklarda tasarrufa vurgu yapılmaktadır. Dinamik etkinlikte zaman boyutu dikkate alınarak ardışık dönemlerdeki kaynak kullanımı ve üretim sürecinde değişim ilişkisi vurgulanmaktadır (Ghemawat ve Ricart Costa, 1993: 70). Bu bağlamda etkinlik ölçüm yöntemleri zaman yönelimli olarak statik ve dinamik etkinlik ölçüm yöntemleri olmak üzere iki grupta incelenebilmektedir. Etkinlik ölçümündeki bu ikili ayrım da girdi-çıktı sayısına göre oran analizi tek boyutlu, parametrik ve parametrik olmayan yöntemler ise çok boyutlu olarak sınıflandırılmaktadır (Hollingsworth, Dawson ve Maniadakis, 1999: 163; Baysal, Uygur ve Toklu, 2004: 438).

Daha çok finansal performans ölçümünde kullanılan oran analizi, tek girdi ve tek çıktı ile sınırlandırılan ve çok fazla veri gerektirmeden basit uygulanabilen bir yöntemdir. Oran ölçeği üzerindeki noktaların, birbirinin katı olarak ifade

edilmesi, analizde miktar, ağırlık, uzunluk gibi değişkenlerin gösterilmesini sağlar (Daniel ve Cross, 2018: 6). Birbirleriyle ilişkili kalemlerin oranlanmasına dayanan oran analizi daha çok finansal performans ölçümünde kullanılmaktadır (Naz, Ijaz ve Naqvi, 2016: 82; Bülüş, Özkan ve Ağırbaş, 2017: 66).

Oran analizi yaklaşımında, her bir oran verimlilikle ilgili boyutlardan bir tanesini dikkate almakta, diğerlerini göz ardı etmektedir. Aynı KVB'ler için bazı oranlar başarılı olduğu görünümünü verirken, bazı oranlar ise başarısız olduğu yansıtmaktadır. Çok sayıda girdi ve çıktının söz konusu olduğu KVB'lerde tek oranla etkinliğini ölçmek ve yorumlamak yanılgılara neden olabilmektedir (Golany ve Roll, 1989: 237). Oran analizindeki sakıncaların üstesinden gelmek için parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanılmaktadır.

Sınır yaklaşımına dayanan parametrik yöntemlerde, en iyi etkinlik skoruna sahip olan gözlemlerin etkin sınır üzerinde yer aldığı varsayılmaktadır (Güner, 2014: 38). Ekonometrik yöntem olarak bilinen parametrik yöntemlerde üretim fonksiyonu teorik olarak üretildikten sonra fonksiyonun parametreleri tahmin edilmektedir (Greene, 2018: 476). Parametrik yöntemlerde belirli bir fonksiyon bulunduğundan bu fonksiyona uygun model kurulmaktadır (Karakaya, 2018: 111). Regresyon analizlerine benzeyen parametrik yöntemler genel olarak bir gözlem kümesine sahiptir. Gözlem kümesinden en iyi performansı gösteren bir regresyon çizgisi oluşturulmaktadır. Bu çizgiye, etkinlik sınırı (efficiency-frontier) denir (Webb, 1972: 310; Gümrah, Özcan ve Canbolat, 2015: 2). En fazla kullanılan parametrik yöntemler Regresyon Analizi, Stokastik Sınır Analizi, Serbest Dağılım Yaklaşımı ve Kalın Sınır Yaklaşımı'dır (Avcı ve Çağlar, 2016: 19).

Parametrik olmayan yöntemler, parametrik yöntemlere bir alternatif olarak ortaya çıkan ve çözüm tekniğinde matematik programlamayı benimseyen yaklaşımlardır. Parametrik olmayan yöntemler, doğrusal programlama kökenli teknikleri kullanarak, etkinlik değerinin etkinlik sınırına olan uzaklığını ölçer (Oruç, 2008: 9). Parametrik olmayan yöntemlerde, birden fazla bağımlı ve bağımsız değişken kullanılmaktadır. Parametrik yöntemlerde, regresyon denklemleri veya üretim fonksiyonları gibi spesifik fonksiyonel varsayımlar gerekmekte iken parametrik olmayan yöntemlerde, değişkenler konusunda bir sınırlama söz konusu değildir (Charnes vd., 1994: 5). Üretim teknolojisi açısından parametre sayısı

sonsuz nitelendirilen parametrik olmayan yöntemlerde bir fonksiyon sınıfına ait olma varsayımı bulunmamaktadır (Hollingsworth vd., 199: 163). Bu yüzden parametrik yöntemlere göre daha esnek ve daha avantajlıdır (Bağcı, 2018: 72).

Parametrik olmayan yöntemlerin belirtilen avantajlarının yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. En belirgin dezavantajı rassal hata terimini içermedikleri için veri, ölçüm veya diğer nedenlerle oluşan hatalardan model etkilenir ve etkinlik sınırı doğru tespit edilemez (Düzakın ve Demirtaş, 2005: 269). Özel ve kamu kuruluşlarında etkinlik ölçmek için parametrik olmayan ölçüm yöntemlerinden VZA tekniği sıklıkla kullanılmaktadır (Sengupta, 2013: 11). Geleneksel VZA yaklaşımına sürekli yapılan eleştirilerden biri zaman boyutunun göz ardı edilerek dinamik düzeyden yoksun olmasıdır (Färe ve Grosskopf, 1997: 656).

1.7. DİNAMİK ETKİNLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Günümüzde yapılan eylemlerin çoğu gelecekle ilgili beklentilerden etkilenir. Bugünün faaliyetleri çoğunlukla yarınki dünyanın durumu için sonuçlar ortaya koymaktadır. Zaman boyutunun tüm yönetsel kararlarda içsel öneme sahip olmasına rağmen, yönetim bilimciler tarafından geliştirilen modellerin çoğu ya tamamen durağandır ya da zaman boyutunu yüzeysel bir şekilde ele almaktadır (Färe ve Grosskopf, 1997: 656). Bu eksikliğin üstesinden gelmek için zaman boyutunun dikkate alındığı dinamik etkinlik ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir.

Dinamik düzeyde toplam faktör verimliliğinin tahmin edilebilmesi için yaygın olarak üç tip endeks kullanılır. Bunlar (i) Malmquist endeksi, (ii) Hicks-Moorsteen endeksi ve (iii) Luenberger endeksidir (Färe vd., 2008: 572). Malmquist verimlilik endeksi, çarpımsal ilişkilere dayanır ve genellikle girdi ya da çıktı odaklıdır. Hicks-Moorsteen endeksi, Malmquist verimlilik endeksinin bir genellemesidir. Luenberger üretkenlik endeksi toplamsal ayrıştırma ve mesafe yönlü işlev fonksiyonuna dayanmaktadır (Baležentis, T. ve Baležentis, A., 2012: 71). Bu çalışmada kullanılan Malmquist endeks yöntemi çalışmanın 3. bölümünde daha detaylı şekilde açıklanmaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

ÇAY SEKTÖRÜNE YÖNELİK LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatürde performans, verimlilik ve etkinlik faktörleri dikkate alınarak çay sektörüne yönelik statik ve dinamik düzeyde gerçekleştirilen çalışmalar incelenmiştir. İlgili alanda karşılaşılan çalışmalara aşağıdaki başlıklarda yer verilmiştir.

2.1. STATİK DÜZEYDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Çay sektöründe tek bir dönemdeki performansı dikkate alarak gerçekleştirilen yatay kesit çalışmalarına örnek olarak aşağıdaki çalışmalar gösterilebilir.

Gatimbu vd. (2020), Kenya’da küçük ölçekli çay üreticilerin çevresel verimliliğini araştırmıştır. Çalışmada yenilikçi ters VZA yaklaşımı ve Tobit regresyon modeli kullanılmıştır. Araştırmanın genel sonuçlarında Kenya’daki küçük ölçekli çay üreticilerinde çevresel olarak %49’luk bir ortalama verimlilik endeksi kaydedilmiştir.

Uzudumlu vd. (2019), Türkiye’nin çay üretiminde %10’luk paya sahip bölgesinde verim düşüklüğüne sebep olan faktörleri incelemiştir. Basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılıp 100 kişi ile görüşme yapılmıştır. Veriler En Küçük Kareler yöntemi ve Betimleyici Faktör Analizi ile analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre çay fiyatı arttıkça, çay üretimi de arttırmaktadır. Gübre miktarı, üretim deneyimi ve arazi miktarındaki artışlar verim ve üretim artışında etkili olduğu tespit edilmiştir.

Dindar (2019), Türkiye çay endüstrisinin etkinliğini ölçmüştür. Çalışmada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Shannon Entropi ve VZA yöntemleri kullanılmıştır. Araştırma kapsamında 6 çay fabrikası 5 değişkene göre analiz edilmiştir. Göreli etkinlik değerlendirilmesi sonucunda etkin olmayan birimler için hedef değerler hesaplanmıştır.

Yılmaz (2019), Türkiye’de çay üretimi ve çay üretimi tesis maliyetleri üzerine bir araştırma yapmıştır. Çalışma kapsamında 123 çay üreticisi yer

almaktadır. Elde edilen anket verilerine göre çoğunlukla çay üretiminin kârlı olmadığı görülmüştür.

Van Ho vd. (2019), Vietnam'da 210 çay üreticisi üzerinde stokastik kâr sınır fonksiyonu kullanılarak çay üretim uygulamalarının kâr verimliliğini araştırmıştır. Çay üreticilerin ortalama kâr verimliliğinin %74 civarında olduğu ve verimsizlik nedeniyle kârın %26'sının kaybedildiği görülmüştür.

Kavoosi-Kalashami ve Shahnazari (2018), Kuzey İran'ın Rudсар İlçesindeki 16 çay işleme biriminin VZA yöntemi ile teknik verimliliğini ölçmüştür. Farklılık olarak üretilen çayın ana alıcısının memnuniyet seviyesi VZA modelinde çıktı olarak kabul edilmiştir. Araştırma sonuçlarında birimlerin %19'u etkin skora sahip olurken % 81'i etkinsiz bulunmuştur.

Hadipour Zimsar vd. (2018), Kuzey İran'ın Guilan Eyaleti çay işleme birimlerinde enerji verimliliğini belirleyen faktörleri tanımlamış ve analiz etmiştir. Araştırma sonuçları, yeni sıcak hava fırınlarının doğru ve sağlam tasarımının, teknisyenlerin soldurma, fermentasyon, kurutma ve depolama ünitelerinde teknik bilgilerinin arttırılmasının Guilan Eyaleti çay fabrikalarında enerji verimliliğinin gelişimini belirleyen en önemli teknik, yönetim politikası ve bilgi-beceri faktörleri olduğunu göstermiştir.

Maity (2017), Assam ve Hindistan'ın Batı Bengal çay endüstrisinin teknik verimliliğini araştırmıştır. Çalışmada stokastik sınır yaklaşım modeli kullanılmıştır. Mevcut çay üretim arazilerinin uygun şekilde kullanılması ve çay işçilerine uygun eğitim verilmesi ile çay ekim alanlarının büyüklüklerine bakılmaksızın verimlilik düzeylerinin artabileceği tespit edilmiştir.

Katungwe vd. (2017), Malawi'de çay üretimindeki teknik verimliliğini ve verimsizlik kaynaklarını araştırmıştır. Araştırma kapsamında 230 küçük çay üreticisi yer almaktadır. Analizde Cobb-Douglas Stokastik sınır modeli ve Tobit Regresyon modeli kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarında, küçük ölçekli çay üreticilerinin teknik verimliliğinin ortalama %67 olduğu, değerlerin ise %16 ile %92 arasında değiştiği anlaşılmıştır.

Karal (2016), Türkiye'de ÇAYKUR fabrikalarının lojistik maliyeti ile kârlılığı üzerine genel bir değerlendirme yapmıştır. Çay işletmelerinin ürün

kalitesini etkilemeden, lojistik maliyetlerinin azaltılması ve buna bağılı kârlılık artışına yönelik önerilerde bulunmuştur.

Hong ve Yabe (2015a), Vietnam'ın kuzey dağılık bölgesinde girdi fiyatları ile çay üreticilerinin sosyo-ekonomik özelliklerinin, çay üretiminin kâr verimliliğı üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmada rastgele seçilen 193 çay çiftçisine anket uygulanmıştır. Elde edilen veriler stokastik kâr sınırı modeli kullanarak analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarında modern çay yetiştiriciliğinde yüksek düzeyde verimsizlik olduğu tespit edilmiştir. Ortalama kâr verimliliğı seviyesi %72,9'dur. Bu durum modern çay üretiminde hem teknik hem de tahsis verimsizliğinin bir kombinasyonu nedeniyle kârın tahmini %27,1'inin kaybedildiğini göstermektedir.

Hong ve Yabe (2015b), Vietnam'ın kuzey dağılık bölgesinde rastgele seçilen 243 çay çiftçisinden elde edilen veriler ile kaynak kullanım etkinliğini ölçmüştür. Çalışmada translog stokastik üretim sınırı modeli ve Tobit modeli kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarında çay çiftliklerinin ortalama girdi odaklı teknik etkinliğinin (%82,21), çıktı odaklı teknik etkinlikten (%92,29) daha düşük olduğunu anlaşılmıştır.

Dube and Guveya (2014), Zimbabwe'nin Manicaland ilindeki küçük ölçekte çay yetiştiriciliğini yapan işletmelerin VZA yöntemi ile teknik verimliliğini ölçmüşlerdir. Uygulamada çay işletmelerinin ortalama teknik etkinliğinin %79 olduğu tespit edilmiştir.

Gupta ve Dey (2010), çay endüstrisi için verimlilik ölçüm modelinin geliştirilmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Çay endüstrisine uygun, nispeten basit bir verimlilik ölçüm modeli önermiştir. Hindistan-Assam çay endüstrisinde uygulanan modelin kapsamlı olduğu ve geçerlilik, karşılaştırılabilirlik, bütünlük, zaman çizelgeleri, kapsayıcılık ve maliyet etkinliği gibi altı ölçüm teorisinin tüm kriterlerini karşıladığı görülmüştür.

Hicks (2009), çay endüstrisinin küresel olarak karşılaştığı kritik zorlukları belirlemek için küresel çay üretimi ve gelecekteki değişimi üzerine bir çalışma yürütmüştür. Araştırma sonuçlarında, küresel çay üretimini etkileyen faktörler; hava koşulları, ekilen alanlar, nüfus, çay bitkisinin yaşı, emek, sermaye, girdilerin fiyatı ve verim riski, küresel tüketimi etkileyen faktörler ise ülkenin geliri, ürünlerin kalitesi, mevcut ikame ve tamamlayıcılar ürünler olarak sıralanmıştır.

Tran (2008), Vietnam’da, 2007 yılı için, 180 organik çay üretim fabrikasının teknik ve fiyat etkinliğini sınır analizi tekniği ile incelemiştir. Araştırma sonucunda ortalama fiyat etkinlik skoru ise 0.836, ortalama teknik etkinlik skoru 0.998 olarak tespit edilmiştir.

Saha, Alam ve Bashar (2003) Bangladeş'te yapılan çay ekiminin ekonomik karlılığını ve fayda-maliyet oranına göre çay üreten bölgelerinin sınıflandırılmasını incelemiştir.

Basnayake ve Gunaratne (2002), Sri Lanka’da küçük ölçekli 60 çay işletmesinde üretim artışını ölçmek için girdileri sabit tutarak teknik etkinliği hesaplamıştır. Araştırmada Cobb-Douglas, stokastik sınır modeli ve translog modelleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarında küçük ölçekli çay işletmelerinde ortalama teknik etkinliğinin %64,6 olduğu görülmüştür.

Chirwa (1998), belirleyici üretim sınır yaklaşımını kullanarak Malavi’de çay imalat işletmelerinin 1984-1988 yılları arasındaki teknik verimlilik seviyesini ölçmüştür. Malavi çay endüstrisinin en yüksek teknik verimliliği 1984'te %72 olmuştur. Ayrıca, sektörün en düşük performansı (%44) 1988'de gerçekleşmiştir.

Dağ (1996), Türkiye’de çay tarımı yapan işletmelerin üretim girdilerinin kullanım düzeyini ve üretim fonksiyonunu incelemiştir. Araştırma yöreyi temsil eden 71 çay işletmesini kapsamaktadır. Yaş çay yaprağı üretiminde dekara 118,35 saat işgücüne ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın yapıldığı yıl itibarıyla 1 kg yaş çay yaprağı üretim maliyeti 12,05 TL olarak bulunmuştur.

Ni ve Zhou (1992), Çin’in 17 ilinde çay üretimi ve işlenmesine yönelik enerji israfı, kötü ekolojik etkiler ve çay üretiminin yüksek maliyeti ile ilgili sorunları incelemişlerdir. Çay üretiminde enerji tasarrufu için beş farklı teknik öne sürülmüştür.

Sarı Mehmet (1988), Türkiye’de 5 özel sektör çay fabrikası ile ÇAYKUR’a ait 5 çay fabrikasının verimliliklerini karşılaştırmıştır. Karşılaştırmalı analizde 6 farklı değişken kullanılmıştır. Araştırma bulgularında ÇAYKUR fabrikalarında yaş çay yaprağı bedeli en yüksek %72,50, en düşük %40,86 ve ortalama %56,52’dir. Özel sektörde ise en yüksek %67,56, en düşük %57,25 ortalama ise %60,60 aralığında değer almaktadır.

Yukarıdaki çalışmaların ortak özelliği tamamında kesin verilerin kullanılmasıdır. Yapılan literatür taraması sonucunda çay sektöründe bulanık yaklaşımın kullanıldığı tek bir çalışmaya rastlanılmıştır. Bu çalışmada Çakır (2016), Türkiye’de ÇAYKUR fabrikalarında 2013 verilerini kullanarak ilk kez bulanık VZA modeli ile etkinlik ölçümü yapmıştır. Çalışmada fabrikalar için 5 farklı Alpha kesim düzeyinde etkinlik değerleri hesaplanmış ve performanslarına göre sıralanmıştır. Araştırma sonuçlarında en yüksek etkinlik skorlarına sahip ilk 3 fabrika sırasıyla Kirazlık, İyidere ve Hopa’dır.

Bununla birlikte diğer sektörlerde bulanık VZA modellerinin kullanıldığı bir çok çalışma bulunmaktadır. Tablo 1’de sektörel bazda gerçekleştirilen BVZA çalışmalarından bazıları sunulmaktadır.

Tablo 1. BVZA Çalışmaları

Yazar	Özellik	Sektör
Wanke, Barros ve Emrouznejad (2016)	Mozambik bankalarının üretken etkinliği değerlendirilmiştir.	Bankacılık
Puri ve Yadav (2013)	Hindistan bankacılık sektörünün karma etkinliği ölçülmüştür.	Bankacılık
Hsiao, Chern, Chiu ve Chiu (2011)	Tayvan’ın ticari banka verimliliği analiz edilmiştir.	Bankacılık
Wu, Yang ve Liang (2006)	Kanada’daki banka şubelerinin verimlilik analizi yapılmıştır	Bankacılık
Kordrostami, Amirteimoori, ve Jahani Sayyad Noveiri (2016)	İran ticaret bankalarının etkinlik değerlendirmesi ve sıralaması yapılmıştır.	Bankacılık
Kao ve Liu (2003)	Tayvan’daki üniversite kütüphaneleri verimlilik ölçülerine göre sıralanmıştır.	Eğitim
Liu ve Chuang (2009)	Tayvan’daki üniversite kütüphanelerinin verimliliği bulanık gözlemlerle ölçülmüştür.	Eğitim
Rouyendegh ve Erol (2010)	İran Amirkabir Üniversitesi’nin bölümleri karşılaştırmalı olarak etkinlik ölçümü yapılmıştır.	Eğitim
Lopes ve Lanzer (2002)	Santa Catarina Federal Üniversitesi’nde akademik bölümlerin performansı değerlendirilmiştir.	Eğitim
Izadikhah ve Khoshroo (2018)	Üretimde enerji yönetimi analiz edilmiştir.	Enerji
Wu, Xiong, An, Zhu ve Liang (2015)	Çin’deki termik güç firmalarının performansı hesaplanmıştır.	Enerji
Lee, Mogi, Lee, Hui ve Kim (2010)	Hidrojen enerji teknolojisi geliştirmede Ar-Ge performansının göreceli verimliliği ölçülmüştür.	Enerji

Tablo 1 (Devam) BVZA Çalışmaları		
Guo (2009)	Japonya’da bir et restoranının lokasyonu detaylı olarak analiz edilmiştir.	Gıda
Egilmez, Gumus, Kucukvar ve Tatarı (2016)	Amerika Birleşik Devletleri’ndeki gıda imalat sektörünün sürdürülebilirlik performans değerlendirmesi incelenmiştir.	Gıda
Kumar, Shankar ve Debnath (2015).	Hindistan telekom sektöründe müşteri tercihinin analiz edilerek göreceli verimliliğin ölçülmüştür.	İletişim
Azadeh, Asadzadeh, Bukhari ve Izadbakhsh (2011)	Belirsiz verilerle kablosuz iletişim sektörlerinin verimlilik değerlendirmesi ve optimizasyonu yapılmıştır.	İletişim
Simsek ve Tüysüz (2018)	Bulanık veriler ile Kargo sektöründe performans değerlendirmesi yapılmıştır.	Lojistik
Barak ve Dahooei (2018)	Havayolları güvenliğinin etkinlik sıralaması ölçülmüştür.	Lojistik
Rashidi ve Cullinane (2019)	İsveç’te faaliyet gösteren lojistik hizmet sağlayıcılarının verimlilik ve hizmet düzeyleri karşılaştırılmıştır.	Lojistik
Zhou, Du ve An (2012)	Bulanık ortamda en uygun üçüncü parti lojistik geri dönüştürücünün belirlenmesi için model önerilmiştir.	Lojistik
Ji, Qiao ve Liu (2019)	Sağlık yönetiminde bulanık tabanlı sınıflandırma yapılmıştır.	Sağlık
Peykani, Mohammadi, Emrouznejad, Pishvae ve Rostamy-Malkhalifeh (2019)	Amerika Birleşik Devletleri’ndeki 38 hastanenin verimliliğini karşılaştırılmıştır.	Sağlık
Hatefi ve Haeri (2019)	Politika ve strateji belirlemek için İran’daki hastanelerin performansları değerlendirilmiştir.	Sağlık
Arya Yadav (2020)	Sezgisel bulanık ortamda halk sağlığı alanının etkinlik performansı incelenmiştir.	Sağlık
Jahani Sayyad Noveiri ve Kordrostami (2021)	İran’daki hastanelerin sürdürülebilirlik performansı ölçülmüştür. ölçmek için uygulanmaktadır.	Sağlık
Virivinti ve Mitra (2016)	Belirsizlikle başa çıkmak için Endüstriyel öğütme işleminde karşılaştırma yapılmıştır.	Sanayi
Ignatius, Ghasemi, Zhang, Emrouznejad ve Hatami-Marbini (2016)	Analitik bir çerçevede karbon etkinliği değerlendirilmiştir.	Sanayi
Wang, Luo ve Liang (2009)	Çin İmalat işletmelerinin performansları değerlendirilmiştir.	Sanayi
Merati, Salehi ve Rafiei (2019)	İmalat sektöründe organizasyonel göstergelerin performansı değerlendirilmiştir.	Sanayi
Singh ve Pant (2020)	Hindistan kağıt fabrikalarının verimliliği analiz edilmiştir.	Sanayi

Tablo 1 (Devam) BVZA Çalışmaları		
Andria Tollo ve Pesenti (2021)	Turizmin sürdürülebilirliği araştırılmıştır.	Turizm
Corne (2015)	Fransa’da turizm bölgelerindeki boşlukların belirlenmesi için karşılaştırma ve performans değerlendirmesi yapılmıştır.	Turizm
Azadı (2019)	Kirmanşah turizm stratejisinin mevcut durumu analiz edilmiştir.	Turizm
Huang ve Chi (2015)	Spor turizm destinasyonlarının rekabet gücü karşılaştırılmıştır.	Turizm

Gerçek iş dünyasında uzun süreli bir planlama ve yatırım stratejik bir karar konusudur. Ayrıca işletmelerin sahip olduğu girdi kaynaklarının kullanımı ve etkinliği tek bir periyotla sınırlı kalmayıp dönemsel kaymalar söz konusu olabilmektedir. Bu durumlar için tek dönemle sınırlandırılmış kesitsel optimizasyon modelleri performans değerlendirmede yanıltıcı olabilmektedir. Bu sorunun üstesinden gelmek için uzun dönemli bakış açısıyla optimizasyon sağlayan dinamik modeller kullanılmaktadır (Tone ve Tsutsui, 2010: 145).

2.2. DİNAMİK DÜZEYDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Çay sektöründe dinamik etkinlik ölçümü yapılan sınırlı sayıdaki araştırmaya örnek olarak aşağıdaki çalışmalar gösterilebilir.

Sufang (2020), Çin’deki 18 çay üretici bölgenin 2015-2019 dönemindeki TFV değişimini ölçmüştür. Araştırmada VZA ve MTFVE yaklaşımı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda toplam faktör verimliliğinin arttığı ve bölgeler arasında verimlilik farklarının olduğu görülmüştür. Ayrıca verimlilikteki artışın genel olarak teknolojik ilerlemeden kaynaklandığı anlaşılmıştır.

Waner ve Yawen (2020). Çin’in Anxi eyaletinde karbon emisyonunu ve çay üretimi etkinliğini ekolojik gelişme perspektifinden incelemiştir. 2012-2017 yıllarını kapsayan çalışmada IPCC ve Malmquist index modeli kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarında karbon emisyonlarının etkinlik üzerinde negatif etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Bu yüzden verimlilikte düşüş gerçekleşmektedir.

Guha (2018), organik tarım uygulamalarının Hindistan’ın Sikkim eyaletinde üretilen çayın 2001-2016 yıllarındaki verimlilik değişimini 17 çay üretme birimi üzerinde MTFVE ve doğrusallatırılmış Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ile incelemiştir. Elde edilen sonuçlarda ortalama TFV’nin %7 artışı,

bu artışın ise teknolojik ilerlemeden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Ayrıca %36 oranında teknik etkinlikte gerileme tespit edilmiştir.

Zhang, Qu ve Sangaiah (2018), Çin gıda endüstrisinde 2006-2014 yıllarında yeşil etkinlik değişimini MTFVE yöntemi ile araştırmıştır. Bulgularda teknik etkinlikteki artış ve teknolojik ilerlemeden kaynaklı olarak şarap, içecek ve rafine çay üretiminde %20 TFV artışı hesaplanmıştır.

Afzal vd. (2018), Malezya gıda sektöründe çayında yer aldığı 34 ürünün 2009-2010 yılları için etkinlik değişimlerini MTFVE ve sınır yaklaşımı yöntemleri ile analiz etmiştir. Çalışma sonuçları Malezya çay üretiminde teknik etkinliğin %76,7 azaldığını teknolojik etkinliğin ise %236 arttığını göstermektedir. Teknik etkinlikteki azalmaya bağlı olarak TFV değerleri de % 21,7 azalmıştır.

Hu ve Xiang (2015), Çin'deki 15 çay üretim bölgesinde 2007-2011 verileri kullanarak Malmquist endeksi ile endüstriyel etkinliği ölçmüştür. Araştırma sonuçlarında, Çin çay endüstrisinin teknolojik ilerlemeye bağlı olarak toplam faktör verimliliğinin arttığı, teknik etkinliğin ise önce arttığı daha sonra azaldığı görülmüştür.

Nathan ve Sreenivas (2014), Hindistan'da üretilen çayın yıllık toplam üretim durumunu ve çay fiyatlarını zaman serisi analiz teknikleri kullanılarak araştırmıştır. Çay üretiminde anlamlı bir artış söz konusu olmazken, çay fiyatlarında artış gözlemlenmiştir.

Mohapatra vd. (2013), Hindistan'daki 17 çay biriminin 2001-2011 dönemlerindeki TFV değişimini MTFVE yöntemi ile hesaplamıştır. İlgili birimlerin ortalama toplam faktör verimliliğinde %1'lik bir artış tespit edilmiştir. Bu artışın büyük oranda teknolojik gelişmeden kaynaklandığı anlaşılmıştır.

Taulo ve Sebitosi (2013), Malavi'deki 3 çay fabrikasında enerji performansını değerlendirmek için indeks ayrışma analizi (IAA), VZA ve evrimsel algoritmalarından oluşan bir yöntem uygulamıştır. İki yıllık dönemde çay üretimi azalırken tezat bir şekilde enerji tüketiminin arttığı görülmüştür.

Ağayev ve Saklı (2012), Türkiye'de VZA yöntemini kullanarak 2005-2010 yıllarına kapsayan dönemlerde ÇAYKUR'a bağlı 44 çay fabrikasının etkinlik analizini yapmıştır. İki aşamalı yapılan çalışmanın birinci aşamasında her yıl için etkinlik analizleri, ikinci aşamada ise fabrikaların yıllara göre etkinlik

düzeylerindeki değişiklikler ölçülmüştür. Araştırma bulgularında, 2008 ve sonrası yıllarda fabrikaların etkinlik yönünden homojenlikten uzaklaştığı görülmüştür. Ayrıca 2010 yılı, 2005 yılının değerleriyle karşılaştırıldığında fabrikaların etkinlik düzeyinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Baten vd. (2010), Bangladeş'te 7 çay üretim bölgesinin etkinliğini stokastik sınır analizi ile ölçmüşlerdir. Uygulamada 15 yıllık panel veri kullanılmıştır. Analizde Translog ve Cobb-Douglas fonksiyonlarından yararlanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarında bölgelerin %49 oranında teknik etkinsiz olduğu tespit edilmiştir.

Mohamad ve Said (2010), Malezya gıda sektöründe çayında içinde bulunduğu 32 ürünün 2002-2007 dönemi için etkinlik değişimlerini MTFVE yöntemi ile incelemiştir. Araştırma sonuçlarında MTFVE bileşenlerinin tamamında etkinlik değerlerinin 1'in üzerinde değer aldığı buna bağlı olarak TFV değerinin %9 artışı görülmüştür. Diğer ürünlere kıyasla çay üretimi tüm bileşenlerinin olumlu değişimler göstermesiyle en yüksek TFV büyümesine ulaştığı anlaşılmaktadır.

Baki ve Ar (2009), Türkiye'de ÇAYKUR bünyesindeki 44 çay fabrikasının 2003-2008 dönemi için MTFVE yöntemi ile TFV değişimini araştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarında ilgili dönemlerde fabrikaların TFV'sinin arttığını ve bu artışın genelde teknolojik ilerlemeden kaynaklandığı görülmüştür.

Manjappa ve Mahesha (2008), Hindistan'da sermaye ve emek yoğun sektörlerin 1994-2004 dönemlerindeki etkinlik değişimlerini MTFVE yöntemi ile karşılaştırmıştır. Araştırmacılar çay ve kahve üretimini birlikte ele alarak emek yoğun sektör sınıflandırmasında incelemiştir. Beş farklı sektör ile karşılaştırıldığında çay ve kahve üretiminin TFV'si %0,2 oranında gerilemiştir. TFV'deki bu düşüşün sebebi olan etkinlikteki gerileme, yeterli düzeyde gerçekleşmeyen teknolojik ilerlemeyi baskıladığı anlaşılmaktadır.

Jayasuriya (2003), Sri Lanka'da 1960-61 ve 1994-94 dönemlerinde çay sektörünün verimlilik değişimini MTFVE yöntemi ile araştırmıştır. Bulgularda TFV'nin ilgili dönemlerde %1,82 artışı görülmektedir. Bu artışta teknolojik ilerlemeden ziyade kaynakların etkin kullanımı önemli paya sahiptir.

İlgili literatür incelendiğinde çay fabrikalarında dinamik düzeyde etkinlik değişiminin analizinde bulanık MTFVE yöntemlerinin kullanıldığı bir çalışmaya

rastlanılmamıştır. Diğer alanlarda bulanık MTFVE çalışmaları sıklıkla kullanılmıştır. Literatürde yer alan bulanık MTFVE araştırmalarının sektör bazında gösterimi Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Bulanık MTFVE Çalışmaları

Yazar	Özellik	Sektör
Aghayi, Tavana ve Maleki (2019)	İran bankacılık sektöründeki etkinlik değişimi incelenmiştir.	Bankacılık ve Sigortacılık
Fazelyazdi ve Moienaldin (2017)	İran’daki bankaların bütünleşik yaklaşımda verimlilik eğilimleri gözlemlenmiştir.	Bankacılık ve Sigortacılık
Fallah, Mohajeri, ve Najafi, (2013)	Bankacılık sektöründeki verimlilik büyümesi incelenmiştir.	Bankacılık ve Sigortacılık
Hosseinzadeh Lot, Noora, Nikoomaram, Alimardani ve Modi (2009)	Tahran sigorta güvenlik şirketlerinin zaman içindeki verimlilik eğilimi araştırılmıştır.	Bankacılık ve Sigortacılık
Jahanshahloo, Hosseinzadeh Lotfi, Nikoomaram ve Alimardani (2007)	Tahran sigorta kurumunun verimlilik değişimi incelenmiştir.	Bankacılık ve Sigortacılık
Jahanshahloo, Lotfi ve Valami (2006)	Bankaların etkinlik değişimi analiz edilmiştir	Bankacılık ve Sigortacılık
Huang, Zhang, Ma, Bai ve Ren (2021)	Çin’in enerji güvenliği performansının dinamik eğilimi analiz edilmiştir.	Enerji
Tavana, Khalili-Damghani, Arteaga ve Hosseini (2019)	İran petrol rafinelerinin dinamik düzeyde verimliliği araştırılmıştır.	Enerji
Khalili-Damghani ve Haji-Sami (2018)	İran’daki buharlı elektrik üretim santrallerinin teknik verimlilik ve teknolojik değişimleri gözlemlenmiştir.	Enerji
Lee, Kang ve Lin (2013)	İşletmelerin güneş enerjisi piyasasında ayakta kalabilmek ve rekabet gücünü artırmak için zaman içindeki verimlilik değişiklikleri değerlendirilmiştir.	Enerji
Lotfi ve Ghasemi (2007)	Telekomünikasyon şirketlerinde verimlilik ve bileşenlerinin büyüme ve azalma durumları araştırılmıştır.	İletişim
Fathi ve Saen (2021)	İran’daki gümrük merkezleri üzerinden sürdürülebilir tedarik zincirleri değerlendirilmiştir.	Lojistik
Wanke, Chen, Antunes ve Barros (2018)	Çin Limanlarının verimlilik değişimi değerlendirilmiştir.	Lojistik
Khalili-Damghani ve Hosseinzadeh Lotfi (2012)	İran polis trafik merkezlerinin verimlilik değişimleri bulanık girdi odaklı yaklaşım ile ölçülmüştür.	Lojistik
Kuljanin, Kalić, Caggiani ve Ottomanelli (2019)	Avrupa’da faaliyet gösteren havayolu şirketlerinin kriz dönemlerindeki performansı araştırılmıştır	Lojistik

Tablo 2 (Devam) Bulanık MTFVE Çalışmaları

Esmaili, Peykani, Rostamy-Malkhalifeh ve Lotfi (2018)	Tahran hastanelerinin verimlilik değişimi ölçülmüştür.	Sağlık
Oruç (2016)	Türkiye’deki üniversite hastanelerin verimliliği eğilimi incelenmiştir.	Sağlık
Hatami-Marbini, Tavana ve Emrouznejad (2012)	ABD sağlık sisteminin sürdürülebilir üretkenlik performansı araştırılmıştır.	Sağlık
Alimohammadlou ve Mohammadi (2016)	İran çimento endüstrisindeki firmaların verimliliğindeki eğilimi çift sınır yaklaşımı ile incelenmiştir.	Sanayi
Khodabakhshi ve Aryavash (2014)	Tayvan orman işletmelerinin verimlilik değişimi gözlemlenmiştir.	Sanayi
Wang ve Lan (2011)	İyimser ve kötümser yaklaşım ile Çin’in endüstriyel ekonomisindeki verimlilik değişimi analiz edilmiştir.	Sanayi

Hızla gelişen ve popülerlik kazanan bulanık yöntemler belirsizlik durumunda karar verme birimlerinin performans değerlendirmesi için en uygulanabilir yaklaşımlardan biridir. Belirsizliğin azaltılarak en doğru bilgiye ulaşılması için olasılık (possibility), gereklilik (necessity), güvenilirlik (credibility), ve şans kısıtlı (chance-constrained) programlamaya dayalı bulanık MTFVE yöntemleri kullanılmaktadır (Peykani, Lotfi, Sadjadi, Ebrahimnejad ve Mohammadi, 2021: 1). Birçok alanda bulanık yöntemler kullanılmasına rağmen dinamik düzeyde kaynak kullanım etkinliğini ölçmek amacıyla çay sektöründe bulanık yöntemlerin uygulandığı çalışmaların literatürde yeterince alan bulamadığı görülmektedir. Bu çalışma ulusal ve uluslararası alanda önemli ekonomik değere sahip çay sektörünün verimlilik değişimini ve çay üretim tesislerindeki zayıf noktaları ortaya çıkarmaktadır. Çalışmadan elde edilen bulguların çok boyutlu ve güvenilir olması için farklı bulanık yaklaşımların avantajlarından yararlanılmıştır. Araştırma, örneklem ve kullanılan yöntemden dolayı özgünlük oluşturmakta ve literatüre katkı sağlamaktadır. Ayrıca çay sektöründeki karar vericilere, düşük seviyelerde gerçekleşen çay ihracat miktarının yükseltilmesi ve kaynak etkinliğinin artırılması için belirlenecek strateji ve politikalarda yol gösterici bilgiler sunulmaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

3.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Koopsman'ın 1951'deki çalışmasına dayanan etkinlik kavramının (Ruggiero, 1996: 553) ölçümleri Debreu (1951) ve Farrell'in (1957) çalışmalarında yön bulmuştur (Wheelock ve Wilson, 1995: 42). Farrell (1957), "The Measurement of Productive Efficiency" adlı çalışmasında, teknik etkinlik ve tahsis (fiyat) etkinliği olmak üzere etkinliğin iki bileşenini tanımlamıştır. Sonrasında Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR), Farrell'in bu çalışmasını bir performans ölçüsü olarak geliştirerek etkinlik analizine alternatif olarak önermiştir (Manzoni ve Islam, 2009: 49). Rhodes'un "ABD Devlet Okulları Eğitiminde Programın Değerlendirilmesine Yönelik Bir VZA Yaklaşımı" adlı doktora tez araştırmasına dayanan VZA terimi ilk olarak, Charnes ve arkadaşları tarafından (1978) kullanılmıştır (Wheelock ve Wilson, 1995: 42). Daha sonraki yapılan çalışmalarda VZA tanımlamaları geliştirilerek günümüze kadar gelmektedir (Charnes vd. 1978; Caves vd., 1982, Banker vd., 1984).

Doğrusal programlama temelli optimizasyon tekniği olan VZA, başlangıçta parametrik modellerin eksik olduğu noktaları gidermenin yanı sıra çıktıları hacim veya miktar gibi ölçülebilir durumda olmayan firmaların göreceli performansını değerlendirmek için tasarlanmıştır (Manzoni ve Islam, 2009: 10). VZA, farklı organizasyonların çok boyutlu bir performans sınırına ulaşmadaki verimliliğini haritalamanın bir yolu olarak özellikle dikkat çekmiştir (Clark, 2004: 26). VZA, geniş bir uygulama yelpazesine sahip, performans boyutu olarak etkinliği göreceli değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan güçlü bir araç olarak kabul edilmektedir. VZA yöntemi, merkezi eğilimlerden ziyade sınırlara yönelik bir metodolojidir. Doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modelleri gibi çeşitli olasılıklar ve varyasyonlar gerektirmemektedir (Cook ve Zhu, 2005: 2)

VZA yaklaşımında en iyi skoru elde eden karar birimi, belirli koşullar altında ve diğer karar birimleri ile karşılaştırıldığında en etkin olarak görülür. Fakat bu durum mutlak değerlerde mümkün olan en iyi skor olduğu anlamına gelmemektedir. Diğer karar birimlerinin %100 değerinin ne kadar gerisinde

kaldığını ve mevcut koşullar altındaki gelişme potansiyellerini ifade eder. (Manzoni ve Islam, 2009: 11). VZA çalışmalarında araştırmanın güvenilirliği için yöntem özelliklerinin bilinmesi ve varsayımların sağlanması gerekmektedir.

3.1.1. VZA Yönteminin Özellikleri

Etkinlik ölçümünde en sık kullanılan tekniklerden biri olan VZA yönteminin, performans değerlendirmede ve yönetsel karar vermede güçlü bir potansiyele sahip olduğu çok sayıda araştırma ile ortaya konmuştur (Emrouznejad, Parker ve Tavares, 2008: 152; Jain, Triantis ve Liu, 2011: 617). Uygulamacılar açısından bu durum her zaman gerçekleşmeyebilir. Elbette VZA yönteminin de bazı eksik veya zayıflıkları bulunmaktadır. VZA yönteminin genel özelliklerini şu şekilde sıralayabiliriz (Neumann, 2015: 50):

3.1.1.1. VZA'nın Varsayımları

VZA'nın altında yatan en temel varsayım, eğer bir karar birimi, optimum ağırlıklı girdi ve çıktı faktörlerinin doğru oranı ile %100 etkinlik elde edebiliyorsa, diğer etkinsiz karar birimleri de potansiyel iyileştirmeleri yaparak ve uygun çalışma sağlayarak aynı etkinlik düzeyine ulaşabileceğidir. Bu varsayım, karar birimlerinin kullandığı girdi ve çıktı faktörlerinin homojen olması durumunda geçerlidir. Gerçek hayatta hem faktörler hem de karar birimleri kendi içinde heterojen olabilmektedir.

3.1.1.2. VZA'nın Güçlü Yönleri

- i. VZA, her bir karar birimi için toplam tek bir göreceli etkinlik ölçüsü sunmaktadır.
- ii. Belirli bir üretim fonksiyonunun yanı sıra performans kriterleri için ağırlıkların olası bir spesifikasyonu yoktur.
- iii. Gözlemlenen en iyi değerin hesaplanmasına dayanan tekrarlanabilir göreceli etkinlik ölçümü sağlar.
- iv. Örneklem ortalamasının yerine karar birimlerine etkinlik skorlarına odaklanır.
- v. Değişkenlerde farklı ölçü birimleri kullanılabilir.
- vi. Birden çok performans kriterini aynı anda değerlendirilebilir.

vii. Pareto optimal etkinlik puanlarına göre, karar birimlerinin nispi etkinlik ya da etkinsizlik durumu belirlenmektedir.

viii. Kriterlere özgü iyileştirme potansiyeli ve karşılaştırılması yapılabilir.

3.1.1.3. VZA'nın Zayıf Yönleri

i. VZA yöntem uygulaması için, matematiksel bir alt yapı bilgisi gerekmektedir.

ii. Aykırı değerlere, ölçüm hatalarına, eksik verilere ve performans kriterlerine duyarlı ve hassastır.

iii. Büyük veri kümeleri, hesaplama açısından yoğunluk gösterebilir.

iv. VZA'da çok sayıda performans kriteri kullanılması, karar birimi ayırım düzeyini azaltmaktadır.

v. Önerilen iyileştirme potansiyeli mutlaka elde edilebilir değildir.

vi. VZA, göreceli verimlilikleri tahmin etmede iyidir, ancak mutlak değerlerde zayıftır.

3.1.3. Temel VZA Modelleri

VZA modelleri farklı kriterler altında, çeşitli şekilde sınıflandırılmaktadır. Günümüzde pek çok farklı VZA modeline rastlanılsa da girdi ve çıktıya yönelik ölçeğe göre sabit getiri varsayımında CCR modelleri ile ölçeğe göre değişken getiri varsayımında BCC modelleri literatürde ön plana çıkmaktadır.

Charnes, Cooper, Rhodes tarafından (1978) geliştirilen ve isimlerinin baş harflerini taşıyan CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri (ÖSG - CRS) varsayımıyla teknik etkinliği ölçmek için kullanılmaktadır. Farrell'in etkinlik tanımına dayanan bu model ÖSG varsayımında KVB'lerin toplam etkinliğini, teknik etkinliğini ve ölçek etkinliğini tek bir göreceli değerde birleştirmeyi hedeflemektedir. Girdiye ve çıktıya yönelik incelenen CCR modellerinde, farklı bilgilere ulaşmak ve çözüm kolaylığı sağlamak için kesirli, doğrusal ve zarflama modeli ayırımı yapılmaktadır (Budak, 2011: 98).

Girdiye yönelik CCR modelinde, çıktı seviyesinde değişiklik yapılmadan mevcut çıktı seviyesine ulaşmak için girdi miktarının azaltılması başka bir ifade ile minimum girdi düzeyi ile maksimum çıktı elde edilmesi istenmektedir. Modelde

hem dikey hem de yatay ekseninde mümkün olduğunca orijine yaklaşarak x, y düzleminde girdilerin minimizasyonu hedeflenmektedir (Daştan, 2012: 70). Her bir KVB için ağırlıklandırılan girdi ve çıktılar doğrusal olarak toplanarak tek bir sanal girdi ve tek bir sanal çıktı faktörüne dönüştürülmektedir. Elde edilen sanal girdi ve çıktılar ile KVB'nin etkinliği TFV yaklaşımıyla ölçülmektedir (Chandra, Cooper ve Rahman, 1998: 132).

Karar birimlerinin kullandığı girdiler x_{ik} ($i=1, \dots, m$), üretim sonuçları olan çıktılar y_{rk} ($r=1, \dots, s$) olarak gösterilmektedir. Girdi faktörlerine verilen ağırlıklar v_{ik} ($i=1, \dots, m$), çıktı faktörlerine verilen ağırlıklar u_{rk} ($r=1, \dots, s$) şeklinde ifade edilmektedir (Cook ve Zhu, 2005: 2). KVB'nin etkinlik skoru Eşitlik (6) ile hesaplanmaktadır (Ramanathan, 2003: 39).

$$\text{Etkinlik} = \frac{\text{Sanal Çıktı}}{\text{Sanal Girdi}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}} \quad (6)$$

VZA uygulamasında en önemli sorun girdi ve çıktı ağırlıklarının esnek ve doğru biçimde belirlenmesidir. Bir KVB için etkinlik skorunun en üst düzeye çıkaracak ağırlıkların atanması, diğer KVB'lerin etkinlik değerlerinin 0 ile 1 arasında sınırlandırılması ile matematiksel programlama kullanılarak yapılmaktadır. Kesirli programlama modeli olarak bilinen CCR modeli Eşitlik (7) ile gösterilmektedir (Charnes, Cooper ve Rhodes 1978: 430).

Amaç fonksiyonu

$$\max E_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}}$$

Kısıtlar (Subject to)

$$0 \leq \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (7)$$

$$v_{ik}, u_{rk} \geq 0, \quad i=1, \dots, m; r=1, \dots, s$$

E_k , KVB_k 'nın etkinliğini,

Y_{rk} , KVB_k 'nın çıktısını,

u_r , çıktı ağırlığını,
 X_{ik} , KVB_k 'nın girdisini,
 v_i , girdi ağırlığını,
 Y_{rj} ve X_{ij} , sırasıyla diğer karar birimlerinin çıktı ve girdi miktarını göstermektedir.

Kesirli matematiksel problemlerin çözümü oldukça zordur. Bu zorluğun üstesinden gelmek için kesirli formüller doğrusal modellere dönüştürülmektedir. Kesirli formüllerin doğrusal modellere dönüştürülmesinin en basit yolu, kesirli modelin amaç fonksiyonunda pay ve paydanın normalleştirilmesidir (Ramanathan, 2003: 42). Kesirli programlama modelinin, doğrusal programlama modeline dönüştürülmüş matematiksel gösterimi Eşitlik (8) ile ifade edilmektedir (Sathye, 2003: 666).

$$\begin{aligned}
 \max E_k &= \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} \\
 \text{S.t.} & \\
 \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} &= 1 \\
 \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} &\leq 0 \quad j=1, \dots, n \\
 v_i, u_r &\geq \varepsilon, \quad i=1, \dots, m; r=1, \dots, s \\
 \varepsilon &\leq 10^{-6}
 \end{aligned} \tag{8}$$

Modelin çözümünde k karar biriminin etkinlik sonucu 1 ve en az bir optimal ağırlık seti 0'dan büyükse KVB_k 'nın etkin olduğu söylenebilir. Bu iki koşulun sağlanmadığı durumlarda k karar birimi etkinsiz olarak değerlendirilir (Cooper vd., 2007: 25).

Her doğrusal programlama modelinde olduğu gibi CCR modelinin de dual (zarflama) modeli bulunmaktadır. CCR dual modelinin matematiksel notasyonu Eşitlik (9) ile gösterilmektedir (Charnes vd., 1978: 432).

$$\begin{aligned}
E_k &= \min \theta_k \\
\theta X_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} &\geq 0 \quad i=1, \dots, m \\
\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} &\geq Y_{rk} \quad r=1, \dots, s \\
\lambda_{jk} &\geq 0
\end{aligned} \tag{9}$$

Girdiye yönelik zarflama modelinde amaç fonksiyonu, belirli bir çıktı düzeyi için, ilgili KVB'ya ait girdilerin, radyal olarak ne kadar azaltılabileceğini göstermektedir. Modeldeki θ değişkeni ilgili KVB'nin çıktılarındaki azalma olmadan, girdi düzeyinde gerçekleşecek büzülme oranını ifade etmektedir ve daralma katsayısı olarak tanımlanmaktadır (Lorcu, 2008: 80).

Model sıfırdan farklı aylak değişkenleri dikkate almadığından dolayı zayıf etkinlik modeli olarak ifade edilmektedir. Zayıf etkinlik modeline aylak değişkenlerin eklenmesi ile elde edilen girdiye yönelik dual CCR modeli Eşitlik (10) ile gösterilmektedir (Ray, 2004: 36).

$$\begin{aligned}
E_k &= \min \theta_k - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m \tilde{s}_i + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \\
\sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + \tilde{s}_i &= \theta X_{ik} \quad i=1, \dots, m \\
\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} - s_r^+ &= Y_{rk} \quad r=1, \dots, s \\
\lambda_{jk}, s_r^+, \tilde{s}_i &\geq 0
\end{aligned} \tag{10}$$

Modeldeki;

θ_k : KVB_k'nın girdilerinin radyal olarak ne kadar azaltılabileceğini açıklayan daralma katsayısını,

$\tilde{s}_i$: KVB_k'nın i . girdisinin radyal olarak ölçülemeyen ancak azaltılması mümkün aylak değişkeni,

s_r^+ : KVB_k'nın r . çıktısının radyal olarak ölçülemeyen ancak artırılması mümkün aylak değişkeni

λ_j : Gözlem kümesinde yer alan KVB'lerin aldığı yoğunluk değerini göstermektedir.

CCR modelinde Max-Slack çözümü olarakta adlandırılan optimal çözüm elemanları θ^* , λ^* , s^-* , s^+* 'dir. Max-Slack çözümünde $s^- = 0$ ve $s^+ = 0$ değerlerini alıyor ise sıfır-aylak şeklinde tanımlanır. Bu elemanlardan $\theta^* = 1$ durumunu sağlar ve girdide fazlalık olmazsa veya çıktıda eksiklik olmaz ise KVB_k, CCR modelinde etkindir. Bu durumda hem girdiye karşılık gelen aylak değişken $s^- = 0$ ve hem de çıktıya karşılık gelen aylak değişken $s^+ = 0$ olmalıdır (Kutlar ve Babacan, 2008: 153). Bu koşulların sağlandığı tam etkinlik durumuna Pareto-Koopmans Etkinliği denilmektedir (Charnes ve Cooper, 1985: 64).

KVB_k yukarıda belirtilen yalnızca $\theta^* = 1$ koşulunu sağlaması durumunda teknik etkin olarak değerlendirilir. $\theta^* \neq 1$ durumunda KVB_k etkinsizdir ve bazı λ_j 'ler sıfırdan farklı değer almaktadır. Etkinsiz karar birimlerinin referans kümesinin belirlenmesinde sıfırdan farklı λ_j değerleri kullanılmaktadır. Sıfırdan farklı aylak değişken değerlerine bağlı etkinsizlikler, karışım etkinsizliği olarak ifade edilmektedir (Cooper vd., 2000: 45).

Ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan Banker, Charnes ve Cooper (BBC) modeli, CCR modelinin uzantısıdır. BCC modelinin, CCR modelinden farkı, her bir KVB için, hesaplanan etkin sınıra ulaşmayan karar noktası için λ değerlerinin toplamının 1'e eşit olmasıdır (Coelli, 1996: 17). Bir diğer fark ise üretim imkanlar kümesinin yer aldığı VRS doğrusunun eğim ve kesişim değerlerini gösteren, u_0 serbest değişkeni modele dahil edilmektedir. $u_0 < 0$ artan getiri, $u_0 = 0$ sabit getiri, $u_0 > 0$ azalan getiri anlamına gelmektedir BCC modelinde saf etkinlik ve ölçek etkinlik değerleri birbirinden bağımsız hesaplanabilmektedir. BCC Modellerin ayrımı ve yorumlanması CCR modelleri ile benzerlik göstermektedir (Banker vd., 1984: 1087).

Her alanda etkinlik ölçümünde ön plana çıkan VZA tekniğinin statik bakış açısıyla analiz yapması en belirgin dezavantajıdır. VZA yönteminin zaman boyutunda bir tamamlayıcısı olarak geliştirilen Malmquist verimlilik endeksi dönemler arasındaki değişimi hesaplayan bir yaklaşım olarak popülerlik kazanmaktadır.

3.2. MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİK ENDEKSİ

Ekonomik birimlerdeki verimlilik değişimini değerlendirmek için araştırmacılar genellikle parametrik olan Törnqvist veya parametrik olmayan Malmquist endeks yöntemini kullanmaktadır (Jahan, 2019: 110). VZA'nın statik olma dezavantajını ortadan kaldıran (Eroğlu ve Seçkiner, 2017: 48) Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi (MTFVE) yönteminde karar birimlerinin, etkinlik ölçümüne zaman boyutu katarak dinamik şekilde etkinlik ölçülebilmektedir (Amet, 2020: 45).

MTFVE, VZA tabanlı bir dinamik etkinlik analiz yöntemidir. MTFVE, her ne kadar CCR tarafından ortaya koyulsa da temeli Farrell'ye (1957) dayanmaktadır ve ismini de Sten Malmquist'ten almıştır (Lorcu, 2010: 279). Daha sonra Banker, Charnes ve Cooper (BCC) (1984), sabit getiri ölçeklendirme varsayımını genişleterek daha esnek bir değişken getiri elde etmek üzere BCC olarak bilinen ÖDG modelini oluşturmuşlardır (Hatami-Marbini vd., 2012: 3)

MTFVE, biri verimlilikteki değişimi, diğeri teknoloji sınırındaki değişimi ölçen iki bileşenden oluşmaktadır (Jahanshahloo vd., 2006: 1608). Bir karar biriminin iki farklı zaman periyodu arasındaki verimlilik farklarını tanımlayan, girdi ve çıktı yönlü ölçülen MTFVE, etkinlikteki ve teknolojideki değişmeyi verimlilik değişimlerine bağlamaktadır. Etkinlikteki artış, “üretim sınırını yakalama etkisi” (catch-up effect), teknolojik değişim; “üretim sınırının yer değiştirmesi” (frontier-shift ya da boundary-shift) olarak ifade edilmektedir. Etkinlik değişimi ile teknolojik değişimin çarpımında TFV'deki değişim elde edilir (Amet, 2020: 45). Etkinlik değişim bileşenindeki artış, etkin sınıra yaklaşma çabalarının kanıtı olarak değerlendirilirken, teknolojik değişim bileşenindeki artış yenilik kanıtı şeklinde değerlendirilir. Teknolojik değişim, üretim sınırının yer değiştirmesi olarak da ifade edilmektedir (Çakır ve Perçin, 2012: 54).

Endeksin hesaplanması çıktıya göre uzaklık fonksiyonu x ile üretilbilecek mümkün y 'lerin kümesi S ile gösterilmek üzere eşitlik (11) yardımı ile tanımlanmaktadır (Eroğlu ve Seçkiner, 2017: 48)

$$d(x, y) = \text{Enk.} \{ \delta: (y/\delta) \in S \} \quad (11)$$

Färe ve arkadaşları (1992), VZA temelli MTFVE, “D” mesafe fonksiyonu ile tanımlanan iki Malmquist verimlilik endeksinin geometrik ortalaması olarak geliştirmiştir. Girdi yönlü MTFVE, Eşitlik (12) yardımıyla gösterilen iki tek dönem ve iki karma dönem denklemi ile hesaplanmaktadır (Färe vd. 1992: 86).

$$M_i(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\frac{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^t(x^t, y^t)} \cdot \frac{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (12)$$

Yukarıdaki denklem, aslında Caves, Christensen ve Diewert (CCD) (1982), geliştirdiği ÖSG - CRS varsayımına dayanan iki Malmquist verimlilik endeksinin geometrik ortalaması olduğu görülmektedir. Bu denklemin diğer bir gösterimi Eşitlik (13)’deki gibidir.

$$M_i(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \underbrace{\frac{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^t(x^t, y^t)}}_{\text{Etkinlik Değişimi}} \cdot \underbrace{\left[\frac{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D_i^t(x^t, y^t)}{D_i^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}}_{\text{Teknolojik Değişim}} \quad (13)$$

$$M_i(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \text{Etkinlik Değişimi} * \text{Teknolojik Değişim}$$

Parantezin dışındaki oran iki dönem arasındaki etkinlik değişimini, parantez içindeki oran ise teknolojik değişimi ölçmektedir (Caves vd., 1982: 1408). Teknik etkinlikteki değişim, karar birimlerinin etkin sınıra yaklaşmasını, teknolojideki değişim ise etkin sınırın zaman içindeki değişimini ifade etmektedir (Akyüz, Yıldız ve Kaya, 2013: 121).

Denklem sonuçlarına göre her bir KVB için, t yılından $t+1$ yılına verimlilik değişimi, $M_i > 1$ artışı, $M_i < 1$ azalışı, $M_i = 1$ sabit olduğu anlamına gelmektedir (Caves vd., 1982: 1408). Daha açık ifade edilecek olursa verimlilikteki artış Malmquist Endeksinin (M_i) 1’ den büyük bir değer almasına neden olurken zaman içinde performansın düşmesi (verimlilik azalışı) M_i ’ın 1’ den küçük bir değer almasına sebep olmaktadır. Verimlilikte durgunluk olması durumundaysa M_i 1 değerini alır.

ÖSG altında hesaplanan etkinlik değişimi, saf etkinlik ve ölçek etkinliği bileşenlerine ayırarak ölçeğe göre değişken getiri (ÖDG-VRS) varsayımı elde

edilmektedir. Başka bir ifadeyle VRS varsayımında saf etkinlik ve ölçek etkinlik bileşenlerinin çarpımı etkinlik değişimine diğer bir deyiş ile teknik etkinliğe eşittir (Färe, Grosskopf, Norris ve Zhang, 1994: 75). MTFVE'nin VRS varsayımı altında hesaplandığı notasyon Eşitlik (14) ile gösterilmektedir (Isık ve Hassan, 2003: 12).

$$M(t, t+1) = \underbrace{\frac{D_{t+1}^{VRS}(t+1)}{D_t^{VRS}(t)}}_{\text{Saf Etkinlik Değişimi}} \times \underbrace{\left[\frac{D_{t+1}^{CRS}(t+1) / D_{t+1}^{VRS}(t+1)}{D_t^{CRS}(t) / D_t^{VRS}(t)} \right]}_{\text{Ölçek etkinlik}} \times \underbrace{\left[\frac{D_t^{CRS}(t+1)}{D_{t+1}^{CRS}(t+1)} \times \frac{D_t^{CRS}(t)}{D_{t+1}^{CRS}(t)} \right]}_{\text{Teknolojik Değişim}}^{1/2} \quad (14)$$

ED bileşenlerinden biri olan, saf etkinlikteki artış yönetim uygulamalarındaki gelişmeyi göstermektedir. Ölçek etkinliğindeki artış ise maliyet kontrolü açısından optimal ölçek büyüklüğüne doğru ilerleme olarak yorumlanmaktadır (Çakır ve Perçin, 2012: 55).

Performans değişikliklerini ölçmek için yaygın olarak kullanılan geleneksel MTFVE, gözlemlerin net olarak ölçülebildiği kesinlik ortamlarında hesaplanır. Ancak gerçek dünyada bu her zaman mümkün değildir. Bazen gözlemler eksik, yanlış veya yanıltıcı olabilmektedir. Başka bir deyişle ele alınması gereken belirsiz durumlar söz konusudur ve bu belirsizlik, bulanık mantık yaklaşımı kullanılarak giderilebilir (Kao ve Liub, 2015: 124).

3.3. BULANIK MANTIK

Mantık bilimini sistemleştiren ilk düşünür Aristoteles (M.Ö. 384-322) olarak bilinmektedir. Aristoteles'e göre mantık bir bilimden ziyade bilimle ilgilenmeden önce bilinmesi gerekli bir takım genel bilgilerdir; ilmin aleti ve ilimlere giriştir (Karataş, 2018: 148). Mantık terimi uygulamada iki anlam taşımaktadır. Birinci anlamında etimolojik kökenine uyumlu şekilde “düzgün düşünme” ve “mantıksal düşünme” anlamlarını içeren bir düşünme türünün ve tarzının adıdır. İkinci anlamında ise düşünme tür ve tarzını konu edinen felsefe disiplini ifade etmektedir (Özlem, 2004: 27). Birçok alanda kullanılan mantık, dili sembolik duruma getirmektedir. Dili kullanarak, akıl yürütmeleri formel

işlemler ile ifade etmekte ve denetleme imkânı sunmaktadır (Ural, 1987a: 143). Mantık felsefesi içerisinde değerlendirilen bulanık mantık kavramına geçmeden önce mantığın genel tanımlarını açıklamakta fayda görülmektedir.

3.3.1. Klasik Mantık

Arapça’da söylemek, konuşmak, ifade etmek, dile getirmek anlamlarına gelen mantık terimi nutuk kökeninden üretilmiştir. Sözcüğün Batı dillerindeki karşılıkları ise, Grekçe "logos" sözcüğünden gelmektedir. Logos, akıl, düşünme, yasa, düzen, ilke ve söz anlamlarını ifade etmektedir. Farabi (870-950), Arapçadan Türkçe’ye giren mantık kavramının “logos” un karşılığı olan söz anlamından türetildiğini belirtmiştir (Özlem, 2004: 27). Eski mantıkçılar mantığı konusuna göre bilinenden bilinmeyen elde edilmesine vasıta olan bilim ve hakikate sevk eden zihin işlemleri şeklinde tanımlamıştır (Öner, 1986: 3).

Aristoteles, Organon isimli kitabında mantık konularını incelemiştir (Thomas, 1961:4). Aristoteles mantığına göre herhangi bir akıl yürütme sürecinin tutarlı olabilmesi için özdeşlik, çelişki (çelişmezlik) ve üçüncü hâlin imkânsızlığı ilkelerine uyması gerekmektedir (Lukasiewicz ve Wedin, 1971: 499). Özdeşlik ilkesi düşüncenin kendi kendisi ile uygunluğunun şartıdır. Bir şey ne ise odur veya $A \rightarrow A'$ dır şeklinde ifade edilmektedir. Çelişmezlik ilkesi bir şey aynı zamanda hem kendisi hem de kendisinden başka bir şey olamaz veya A, “A değil” olamaz diye ifade edilir. Üçüncü hâlin imkânsızlığı ilkesi ise A ile A arasında üçüncü bir ihtimal olmadığını varsayımıdır. Doğru yanlış çiftine bu ilke uygulandığında bir şey ya doğrudur ya da yanlıştır, üçüncü bir hal olamaz (Cohen, 1986: 363). Klasik mantığın, özdeşlik, çelişki ve üçüncü hâlin imkânsızlığı olarak ifade edilen temel ilkeleri mantık ve matematikte paradokslara yol açmıştır. Bu ilkelerin reddedilmesiyle yeni matematik ve mantık sistemleri kurulabilmektedir (Priest, 1979: 235).

3.3.2. Sembolik Mantık

XVII. Yüzyılda, mantıktaki anlam belirsizliğini ve kavram karmaşasını önlemeye yönelik olarak matematiksel sembolleri içeren ve sembolik mantığın temel noktasını oluşturan evrensel bir dil geliştirmenin gerekliliği savunulmuştur.

Formel veya modern mantıkta denilen sembolik mantık, yaklaşık yüzyıl önce matematik ve mantıkçıların çalışmalarıyla ortaya çıkmış, günümüze kadar gelişmeye devam etmiştir (Lewis, Langford ve Lamprecht, 1959:2). Gerçek anlamda sembolik mantık çalışmaları De Morgan, Boole (1815-1864) ve Stanley Jevons (1835-1829) ile başlamıştır. De Morgan (1806-1871), mantığı matematiksel yoldan sembollerle ifade edebilen bir yapıya dönüştürmenin ilk örneğini vermiştir. Klasik mantıktaki “Bugün hava güneşlidir” şeklindeki dil içerikli önermeleri, p, q, r, s, t, y, z gibi harflerle sembolleştirilmeye başlamıştır. Sembolik mantık klasik mantığın sembollerle geliştirilmiş bir modeli olup iki-değerli mantık sınıfında yer almaktadır (Karataş, 2018: 154).

3.3.3. Çok Değerli ve Sonsuz Değerli Mantık

Klasik mantıktaki doğru ve yanlıştan oluşan iki değerli bir sistemi aynı anda hem doğru hem yanlış ve ne doğru ne yanlış olan durumları açıklamada yetersiz kalması çok değerli mantık sistemlerinin gelişmesine neden olmuştur (Zadeh, 1975: 407).

Çok değerli mantıkta bir önermenin doğru ve yanlış dışında üç, dört, beş veya bir n değeri aldığı kabul edilmektedir. Aristoteles mantığı, önermeleri iki değerli olarak tanımlamasına rağmen bazı durumlarda bir önermenin üçüncü bir değer alabileceğini vurgulamıştır (Ural, 1987b: 301). Bu yüzden doğru ve yanlış değerleri dışında, başka imkanların da bir doğruluk değeri olması gerektiği varsayılmalıdır (Gül, 2018: 629).

1900’lü yılların başlarında Jan Lukasiewicz (1878-1956) Aristo mantığına bağlı olarak iki değer yanına üçüncü bir değer daha eklemiş ve $[0,1,2]$ şeklinde ifade etmiştir. Lukasiewicz’in üç değerli mantık sisteminde bir önerme doğru, yanlış veya belirsiz değerlerini alabilir (Hellmann, 2001: 1). Lukasiewicz’in sistemi üçüncü hâlin imkânsızlığı ve çelişmezlik ilkeleri terk edilerek kurulmuştur (Çetinkaya, 2002: 34). İlk dönemlerde üç-değerli yöntemler gerekli ilgiyi görmemiş ve kabul edilmemiştir. Lukasiewicz’den sonra E.L.Post m değerli mantık üzerinde çalışmış ve $m > 2$ durumunu Çok Değerli Mantık olarak ifade etmiştir. Önermenin doğruluk değeri $[0,1]$ arasındaki tüm reel sayılar olarak tanımlanırsa $T_{\infty}=[0,1]$ sonsuz değerli mantık söz konusu olmaktadır. H. Reichenbach sonsuz değerli

mantığı olasılığın matematiksel teorisinde, bir temel olarak kullanmıştır. Üç değerli mantığın aksiyomatik şekli olan sonsuz değerli mantık, üç değerli sistemle uyum içindedir (Teheux, 2007: 13).

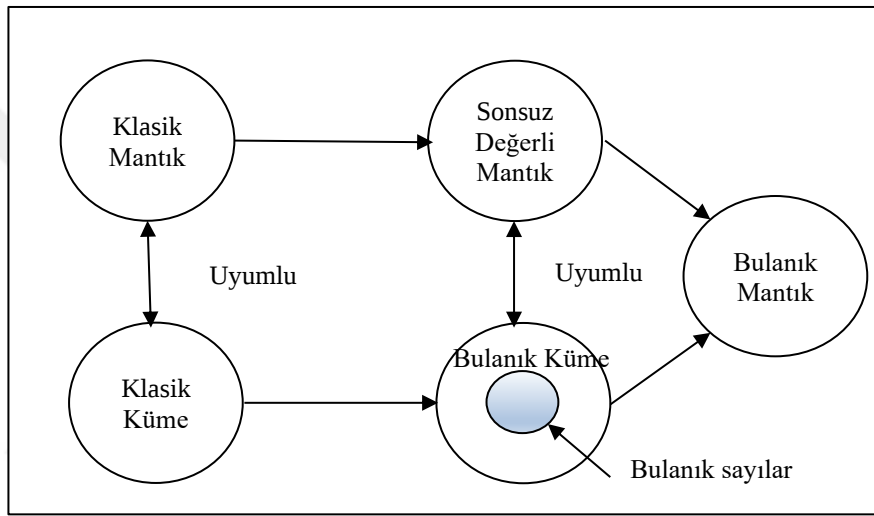
3.3.4. Bulanık Mantık

İnsan bilgisinin yetersizliği, gerçek bir olayın olduğu şekilde anlaşılmasını engellemektedir. İnsan, düşünce sisteminde ve zihninde olaylar, yaklaşık olarak düşünülerek yorum ve çıkarımlar yapılmaktadır (Karataş, 2018: 157). Klasik mantığın her şeyi siyah ve beyaz şeklinde yorumladığı gerçek hayatta gri şeylerde söz konusudur. Başka bir deyişle klasik mantık bir bardağın kesin olarak ya dolu ya da boş olduğunu savunmaktadır. Oysaki uygulamada böyle bir sınırlama yetersiz ve hatalı olmaktadır. Örneğin bir litre su dolu bardağı düşünülüğünde bardaktan 100 ml su çıkarılırsa bardak yine dolu mu olacaktır? 200 ml, 300 ml çıkardığında bardak yine dolu mu olacaktır? Evet cevabı verilmeye devam edilirse tüm su çıkarılmış olacaktır ve sonunda boş bardak dolu olarak nitelendirilecektir. Bir litre su dolu bardak hangi noktada boşalmıştır? İyimser bakış açısına göre belki de 500 ml su çıkarıldığında... Bardağın doluluk durumuna bakıldığında tam dolu bardak ile 1 ml su çıkarılan bardak arasında fark bulunmaktadır ve kademeli bir geçiş söz konusudur (Ross, 2017: 123). Gerçek hayatta bu iki durum arasındaki geçişin birden değil yavaş olması beklenir (Aydın, 2020: 34). Tam dolu bardağın değeri “1” iken su boşaltıldıkça “0” değerine doğru yaklaşmaktadır. Bu nedenle, birçok problem için bugün çok yaygın olan klasik ikili mantık dışında çok değerli bir mantığa ihtiyaç vardır (Ross, 2017: 123). Klasik mantığa bir alternatif olarak ortaya çıkan bulanık mantık (fuzzy logic), belirsizlik içeren problemleri çözmekte başarılı olmaktadır (Pardo ve Fuente, 2010: 2526).

İnsan mantığına dayanan bulanık mantık yaklaşımı evet ve hayır arasındaki tüm ara değerleri içeren kesin olmayan veri setlerinde doğru sonuçlara ulaşmayı sağlayan matematiksel bir mantıktır (Uzun, 2020: 7). İnsanların deneyimlerinden ve verilerinden yola çıkılarak elde edilen değerleri belirli algoritmalar ile hesaplayıp sonuç değerlerinin oluşturulması bulanık mantık yaklaşımının temelini oluşturmaktadır. Bulanık mantık teorisi ilk kez bulanık mantığın babası, mühendis ve sistem kuramcısı olarak adlandırılan Lütü A. Zadeh tarafından (1965) ortaya

atılmıştır. Uygulamada ise ilk kez bulanık mantık yaklaşımı Assilian ve Mamdani tarafından (1975) bir buhar makinasının kontrol sistemine entegre edilmesi ile kullanılmıştır.

Bulanık mantık, doğal dildeki dil değişkenlerine odaklanır ve kesin olmayan önermelerle yaklaşık akıl yürütme için temeller sağlamayı amaçlar. Klasik kümeler, klasik mantık, bulanık kümeler (özellikle bulanık sayılar), sonsuz değerli mantık ve bulanık mantık arasında uyumlu bir ilişki söz konusudur. Bu ilişkiler deseni Şekil 8’de gösterilmektedir (G. Bojadziev ve M. Bojadziev, 2007: 44).



Şekil 8. Bulanık Mantığın Gelişimi

Bulanık mantık bir olayın hangi dereceye kadar var olduğunu sorgulamaktadır (Gül, 2018: 629). Aristo’nun siyah ve beyaz mantığı arasındaki değerleri dikkate alarak çoklu sonuçlar üretilir. Elde edilen iki-değerli üyelik çok değerliliğe yansıtılarak gri ilişkilendirme ile genelleme yapılabilmektedir (Tauchert, 2002: 34).

Bulanıklık yaklaşımı, mühendislikten, tıp alanına, meteorolojiden, imalat sektörüne kadar günlük yaşamın birçok alanında bulunmaktadır. Bununla birlikte, özellikle insan yargılarının, değerlendirmelerinin ve kararlarının önemli olduğu tüm alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Zimmermann, 1996: 3).

3.3.5. Bulanık Küme Teorisi

Geleneksel küme teorisi, bir nesnenin bir kümenin elemanı olması ya da olmaması gibi iki seçenekli bir çıkarıma dayanan kesin sınırlı küme kavramıdır. Bulanık küme teorisinde ise sınırlı olan iki değerli üyelik, çok değerliliğe taşınmaktadır. Bulanıklığın bir tür derecelendirme ile ilişkili olduğunu savunan Zadeh, bu kapsamda bulanık küme teorisini açıklamaya çalışmıştır (Karataş, 2018: 158). Bulanık küme teorisi, üyelik derecelerinin sürekliliği olan bir nesne sınıfı olarak tanımlanmaktadır. Bulanık küme kavramı, sıradan kümeler durumunda kullanılan çerçeveye birçok açıdan paralel olan, ancak daha genel olan kavramsal bir çerçeve sunmaktadır. Potansiyel olarak, özellikle model sınıflandırması ve bilgi işleme alanlarında çok daha geniş uygulanabilirliğe sahiptir (Zadeh, 1965:39).

Bulanık kümeler klasik kümelerin genişletilmiş bir hali olup klasik kümelerde bir elemanın bir kümeye olan aitliği (üyelik derecesi) 0 veya 1 olup bulanık kümelerde ise üyelik derecesi $[0,1]$ kapalı aralığında değer almaktadır. Matematiksel gösterimde, $X \neq \{\}$ evrensel bir küme ve $A: X \rightarrow [0, 1]$ kapalı aralığında, sonsuz sayıda değerler alabilen bir fonksiyona X üzerinde bir bulanık küme denir. Bulanık kümede her eleman, kümenin farklı önem derecesine göre üyelik derecesine sahiptir (Selçuk, 2020: 55). Bulanık bir kümede bir elemanın üyelik derecesi 1 ise, o eleman o kümenin bütün özelliklerini sağlıyor demektir. Eğer bir elemanın üyelik derecesi 0 ise, o eleman o kümenin hiçbir özelliğini sağlamıyor demektir (Maiers ve Sherif, 1985: 175).

Bulanık kümelere ait temel matematiksel gösterimler aşağıdaki sunulmuştur.

Reel sayılar kümesinde tanımlı bir bulanık küme olan $\tilde{A}$, küme elemanları ve üyelik dereceleri ile birlikte Eşitlik (15) yardımıyla gösterilmektedir (Zimmermann, 2010: 318).

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) / x \in IR\} \quad (15)$$

Notasyondaki $\mu_{\tilde{A}}: IR \rightarrow [0, 1]$ fonksiyonu, $\tilde{A}$ kümesinin üyelik fonksiyonu ifade etmektedir.

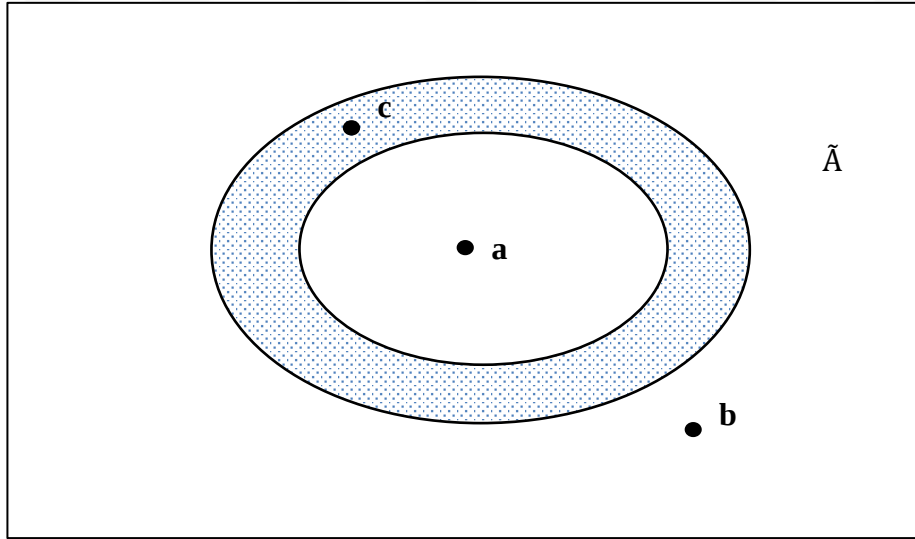
Evrensel küme X kesikli bir küme $\{x_1, \dots, x_n\}$ olduğunda $\tilde{A}$ bulanık kümesi,

$$\tilde{A} = \mu_{\tilde{A}}(x_1)/x_1 + \dots + (x_n)/x_n = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_i)}{x_i} \tilde{A} \quad (16)$$

Evrensel küme X sürekli ve sonsuz bir küme olduğunda $\tilde{A}$ bulanık kümesi,

$$\tilde{A} = \int_x \mu_{\tilde{A}}(x) / x \quad (17)$$

şeklinde gösterilmektedir (Zadeh, 1965: 339). Her iki gösterimde de yatay çubuk bölüm değil, sınırlayıcıdır. Her terimdeki pay, paydada belirtilen öge ile ilişkili $\tilde{A}$ kümesindeki üyelik değeridir. İlk gösterimdeki, toplama sembolü cebirsel toplamadan ziyade her bir ögenin toplanmasını belirtir. İkinci gösterimdeki, integral işareti bir cebirsel integral değil, sürekli değişkenler için sürekli bir fonksiyon gösterimidir (Ross, 2017: 39). Gerçek hayat uygulamalarında üyelik değerleri gösterimi Şekil 9’da belirtildiği gibi dağınık şekillerde ortaya çıksa da ideal gösterimi düz çizgilerle yapılmaktadır.



Şekil 9. Bulanık Küme Sınırı

Şekil 9’daki taralı kısım $\tilde{A}$ bulanık kümesinin sınır bölgesini temsil etmektedir. Bulanık kümenin merkezinde yer alan, a noktası kümenin tam üyelik derecesine [1] sahiptir. Sınır bölgesinin dışında bulunan b noktası bulanık kümenin

üyesi değildir ve üyelik derecesi [0] sıfırdır. Sınır bölgesinde yer alan c noktası kısmi üyeliğe sahiptir ve üyelik derecesi [0, 1] arasında değer alabilmektedir (Ross, 2017: 28). C noktasının üyeliği a ve b elemanlarının durumu gibi net değildir. C 'nin belli bir derecede üye olma durumu üyelik fonksiyonu ile açıklanmaktadır (Muratoğlu, 2020: 38).

3.3.6. Üyelik Fonksiyonu Çeşitleri

Bulanıklığın rasyonel şekilde tanımlanmasını sağlayan bulanık mantık süreci, üyelik fonksiyonları ile karakterize edilmektedir. İki parametrelili artan/azalan, üç parametrelili artan, üçgensel (triangular), yamuk (trapezoidal) ve Gauss üyelik fonksiyonu olmak üzere çeşitli üyelik fonksiyonları tipleri bulunmaktadır (Göksu, 2008: 11). Bu çalışmada, literatürde sıklıkla kullanılan, ölçmedeki basitliği ve etkinliğinden dolayı yamuk ve üçgensel üyelik fonksiyonları açıklanmıştır.

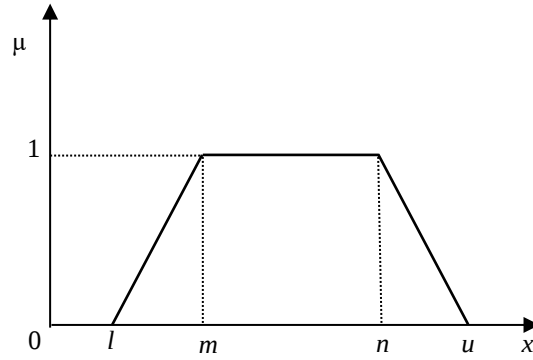
3.3.6.1. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Gerçek sayılar kümesinde yer alan yamuk üyelik fonksiyonu, dört gerçek sayı (l, m, n, u) ile karakterize edilmektedir. M ve n parametreleri maksimum $\mu_\beta(x)$ derecesini verir. L tanımlama aralığının alt sınırını, u ise üst sınırı göstermektedir (Certa, Enea ve Giallanza, 2010: 170). Yamuk üyelik fonksiyonu Denklem (18) ile ifade edilir.

$$\mu_\beta(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ 1, & m \leq x \leq u \\ \frac{u-x}{u-n}, & u \leq x \leq n \\ 0 & \text{diğer} \end{cases} \quad (18)$$

$$l < m < n < u$$

Şekil 10'da yamuk üyelik fonksiyon grafiği gösterilmektedir (Oruç, 2008: 42).



Şekil 10. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

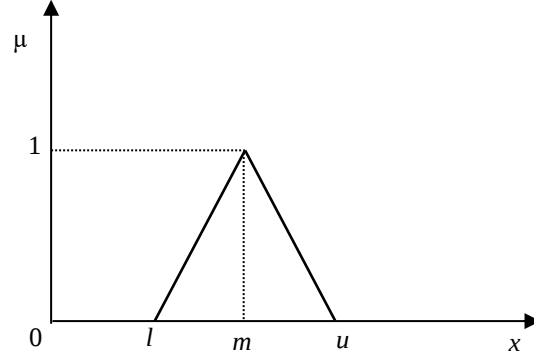
3.3.6.2. Üçgensel Üyelik Fonksiyonu

Üçgensel/ üçgen üyelik fonksiyonu, basit ve sağlam teorik temeli olduğundan dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. A üçgen bulanık sayısının üyelik fonksiyonu $\mu_A: R \rightarrow [0, 1]$ 'dir. Üçgen üyelik fonksiyonu, üç gerçekte sayı (l, m, u) ile karakterize edilmektedir. m parametresi, 1'e eşit olan maksimum $\mu_A(x)$ derecesine karşılık gelirken, l tanımlama aralığının alt sınırını, u ise üst sınırı göstermektedir (Certa vd., 2010: 170). Üçgen üyelik fonksiyonu Denklem (19) ile ifade edilir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0 & \text{diğer} \end{cases} \quad (19)$$

$$l < m < u$$

Şekil 11'de üçgen üyelik fonksiyon grafiği gösterilmektedir (Oruç, 2008:43).



Şekil 11. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

3.3.7. Bulanık Kümelerde İşlemler

Birleşim, kesişim ve tümlleme işlemleri, küme teorisinin temel işlemlerindendir. Bulanık iki kümenin $\tilde{A}$ birleşiminde, bir eleman bulanık kümelerin sadece birinde bulunuyorsa o eleman üyelik derecesi ile olduğu gibi birleşim kümesine yazılır. Eğer bir eleman iki farklı kümede iki farklı üyelik derecesiyle bulunuyorsa, birleşim kümesine büyük olan üyelik derecesiyle yazılır. $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ iki bulanık kümenin birleşimi Eşitlik (20) ile gösterilmektedir (Zimmerman, 1996: 17).

$$\mu_{A \cup B}(X) = \max(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = (\mu_{\tilde{A}}(x) \vee \mu_{\tilde{B}}(x)) \quad (20)$$

İki bulanık kümenin kesişiminde, her iki kümede yer alan eleman en küçük üyelik derecesiyle kesişim kümesinde yer almaktadır. $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ iki bulanık kümenin kesişimi Eşitlik (21) yardımı ile gösterilmektedir (Zimmerman, 1996: 17).

$$\mu_{A \cap B}(X) = \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) = (\mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(x)) \quad (21)$$

X evrensel kümesi içerisinde tanımlanmış bir $\tilde{A}$ kümesinin tümleyeni “ A^c ” için üyelik fonksiyonu Eşitlik (22) ile gösterilmektedir (Çavdar, 2009: 82).

$$\mu_{A^c}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x) \quad (22)$$

3.3.8. Bulanık Kümelerde Temel Kavramlar

3.3.8.1. Eşitlik Kavramı

X evrensel kümesinde $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ tanımlanmış iki bulanık küme olmak üzere, $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ kümelerinin tüm elemanları aynı ve bu elemanlarının üyelik dereceleri eşit ise, $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ kümeleri birbirine eşit kümelerdir. Bu notasyonun gösterimi Eşitlik (23) ile yapılmaktadır (Yalçın, 2020: 58).

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = (\mu_{\tilde{B}}(x), x \in X \Rightarrow \tilde{A} = \tilde{B} \quad (23)$$

3.3.8.2. Alpha (α)-Kesimler Kümesi

X evrensel kümesinde tanımlı $\tilde{A}$ bulanık kümesinin α -kesim kümesi, üyelik derecesi $\alpha \in \{ \alpha \in (0,1] \}$ değerine eşit veya büyük olan elemanları kapsayan klasik kümedir. $\tilde{A}_\alpha$ ile ifade edilen $\tilde{A}$ kümesinin α -kesim kümesi Eşitlik (24) ile gösterilmektedir (Mahdavi-Amiri ve Nasseri, 2006: 207).

$$\tilde{A}_\alpha = \{ x \in X \mid \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha \} \quad (24)$$

Uygulamada α -kesimler, α -seviye (α -level) kümeleri şeklinde de isimlendirilebilmektedir.

3.3.8.3. Destek Kümesi

X evrensel kümesinde tanımlı $\tilde{A}$ bulanık kümesinin destek (support) kümesi, pozitif üyelik derecesine sahip olan elemanlarının hepsini içeren klasik bir kümedir. Destek kümesinin matematiksel gösterimi Eşitlik (25)'da yer almaktadır (Mahdavi-Amiri ve Nasseri, 2006: 207).

$$Supp(\tilde{A}) = \{ x \in X \mid \mu_{\tilde{A}}(x) > 0 \} \quad (25)$$

3.3.8.4. Öz Kümesi

X evrensel kümesinde tanımlı $\tilde{A}$ bulanık kümesinin, üyelik derecesi 1 olan elemanları öz (core) kümesini oluşturmaktadır ve matematiksel gösterimi Eşitlik (26)'da yer almaktadır (Uzun, 2020: 17).

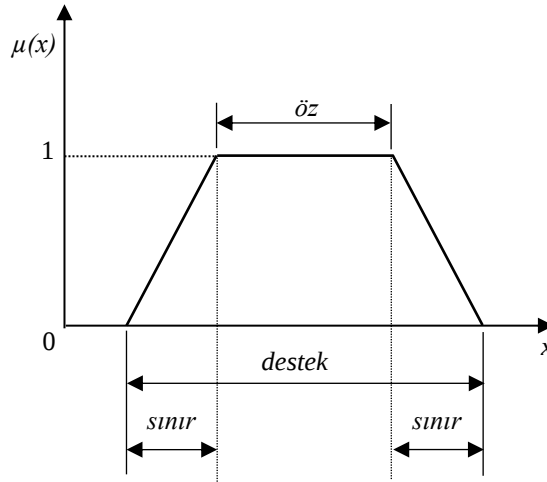
$$Core(\tilde{A}) = \{ x \in X \mid \mu_{\tilde{A}}(x) = 1 \} \quad (26)$$

3.3.8.5. Sınır Kümesi

X evrensel kümesinde tanımlı $\tilde{A}$ bulanık kümesinin, üyelik derecesi 0'a veya 1'e eşit olmayan elemanlar, sınır (boundaries) kümesini oluşturmaktadır ve matematiksel gösterimi Eşitlik (27) ile ifade edilmektedir (Ross, 2017: 85).

$$Bound(\tilde{A}) = \{ x \in X \mid 0 < \mu_{\tilde{A}}(x) < 1 \} \quad (27)$$

Yamuk üyelik fonksiyonunda, bulanık bir kümenin destek, öz ve sınır bölgeleri Şekil 12'de gösterilmektedir (Ross, 2017: 85).



Şekil 12. Bulanık Kümede Öz, Destek ve Sınır

3.3.8.6. Normallik

$\tilde{A}$ bulanık kümesinin elemanlarından en az birinin üyelik derecesinin 1 olması durumu normallik olarak ifade edilmektedir. Bu özellik Eşitlik (28) ile gösterilmektedir (Uzun, 2020: 19)

$$Max(\mu_{\tilde{A}}(x)) = 1, x \in X \quad (28)$$

3.3.8.7. Dışbükeylik

X evrensel kümesinde tanımlı $\tilde{A}$ kümesinin dışbükeylik özelliği Eşitlik (29)'da gösterilen koşul ile sağlanmaktadır Normallik ve dışbükeyi özelliklerini sağlayan bulanık bir sayı aynı zamanda reel sayı doğrusu üzerinde bulanık bir kümedir (Chen ve Pham, 2001: 38).

$$\mu_{\tilde{A}}(\lambda_{x1} + (1-\lambda)_{x2}) \geq \min \{ \mu_{\tilde{A}}(x1), \mu_{\tilde{A}}(x2) \} \quad (29)$$

3.3.9. Bulanık Sayılar

Reel sayılar kümesi içerisinde tanımlanmış birçok biçimde bulanık küme bulunmaktadır. Tam olarak belirlenmemiş olan sayısal miktarlar, bireylerin kişisel düşünceleri dikkate alınarak bulanık sayılar ile bulanık kümeler içerisinde açıklanmaktadır. Bir $\tilde{A}$ bulanık kümesi içerisinde tanımlanan $\tilde{a}$ sayısının bulanık Tar şeklinde ifade edilmesi için aşağıdaki şartları sağlaması gerekmektedir (Hanss, 2005: 45).

- i. $\tilde{A}$ bulanık kümesi normaldir. Başka bir ifade ile yükseklik ($\tilde{A}$) = 1.
- ii. $\tilde{A}$ bulanık kümesi dışbükeyidir.
- iii. Kümenin tam olarak bir elemanın üyelik derecesi 1 olmalıdır.
- iv. Üyelik fonksiyonunu $\mu_{\tilde{A}}(x)$ sürekli parçalı özelliği taşımalıdır.

3.3.9.1. Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler

Bulanık sayılarda toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerinin yapılması için iki temel yöntem bulunmaktadır. Bunlar genişleme ilkesi ve α -kesim aralık yöntemidir (Buckley ve Jowers, 2006: 12).

3.3.9.1.1. Genişleme İlkesine Göre Bulanık Aritmetik İşlemleri

Reel sayılar üzerindeki cebirsel işlemler, Zadeh'in genişletme ilkesi ile bulanık sayılara, eşdeyişle gerçek çizgi üzerinde tanımlanan bulanık değişkenlere genişletilebilir (Dong ve Wong, 1987: 183).

Bulanık küme teorisinin en önemli kavramlarından olan genişleme ilkesinde amaç, bulanık küme üzerinde yapılacak fonksiyonel bir işlem ile yeni bir bulanık küme elde etmektir. Genişleme ilkesinde bulanık sayılarla yapılan temel aritmetik işlemlerin matematiksel gösterimi (30 – 34) eşitliklerde yer almaktadır (Lee, 2005: 133).

$$\text{Toplama} : \mu_{\tilde{C}}(z) = z = x + y \maxmin [\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)] \quad (30)$$

$$\text{Çıkarma} : \mu_{\tilde{D}}(z) = z = x - y \maxmin [\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)] \quad (31)$$

$$\text{Çarpma} : \mu_{\tilde{E}}(z) = z = x * y \maxmin [\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)] \quad (32)$$

$$\text{Bölme} : \mu_{\tilde{F}}(z) = z = x / y \maxmin [\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)] \quad (33)$$

3.3.9.1.2. α -Kesim Aralık Yöntemi ile Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler

Bulanık sayılar, reel sayılar içerisinde bulanık bir aralığı tanımlayan bulanık bir küme olarak ifade edilir. Bu aralığın sınırı belirsiz olduğundan, aralık da bulanık bir kümedir. Genel olarak bulanık aralık, bir zirve noktası (a_2) ile iki alt sınır (a_1 , a_3) şeklinde gösterilmektedir. α -Kesim aralık işlemi, bulanık sayıya da uygulanabilmektedir. $\tilde{A}$ Bulanık sayı için α -kesim aralığı $\tilde{A}_\alpha$ olarak belirtildiğinde, elde edilen aralık eksenini $\tilde{A}_\alpha = [\alpha_1^{(\alpha)}, \alpha_3^{(\alpha)}]$ şeklinde tanımlanır (Lee, 2005: 130).

X evrensel kümesinde $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık sayılarının α -kesimleri sırasıyla $[\alpha_1^{(\alpha)}, \alpha_3^{(\alpha)}]$ ve $[b_1^{(\alpha)}, b_3^{(\alpha)}]$ olmak üzere aritmetik işlemleri eşitlikler (34-37) ile gösterilmektedir (Stefanini, Sorini ve Guerra, 2006: 2425). Matematik notasyonlardan anlaşılacağı üzere iki bulanık sayının aritmetik işlem sonucunda yeni bir bulanık sayı ortaya çıkmaktadır.

$$\text{Toplama} : \tilde{A}_\alpha + \tilde{B}_\alpha = [\alpha_1^{(\alpha)} + b_1^{(\alpha)}, \alpha_3^{(\alpha)} + b_3^{(\alpha)}] \quad (34)$$

$$\text{Çıkarma} : \tilde{A}_\alpha - \tilde{B}_\alpha = [\alpha_1^{(\alpha)} - b_3^{(\alpha)}, \alpha_3^{(\alpha)} - b_1^{(\alpha)}] \quad (35)$$

$$\text{Çarpma} : \tilde{A}_\alpha * \tilde{B}_\alpha = [\alpha_1^{(\alpha)} * b_1^{(\alpha)}, \alpha_3^{(\alpha)} * b_3^{(\alpha)}] \quad (36)$$

$$\text{Bölme} : \tilde{A}_\alpha / \tilde{B}_\alpha = [\alpha_1^{(\alpha)} / b_1^{(\alpha)}, \alpha_3^{(\alpha)} / b_3^{(\alpha)}] \quad (37)$$

3.3.10. Bulanık Mantık Yaklaşımının Üstünlükleri ve Zayıflıkları

Klasik yaklaşımlarla karşılaştırıldığında bulanık mantık yaklaşımının birtakım üstünlükleri ve zayıflıkları bulunmaktadır. Bulanık mantık yaklaşımının üstün ve zayıf yönleri maddeler halinde aşağıda özetlenmektedir (Tuş Işık, 2011: 65).

Bulanık mantık yaklaşımının üstünlükleri:

- i. İnsan düşünüş tarzına ve matematiksel modellemeye uyumludur.
- ii. Belirsizlik ve eksik veri içeren problemlerde modelleme kolaydır.
- iii. Zamanla değişen ve doğrusal olmayan sistemlere kolay ve anlaşılır bir çözüm sunabilmektedir.
- iv. Değişen koşullar altında karar verici için alternatif optimal çözümler sunabilmektedir.
- v. Yeni alternatifler geliştirmede yardımcı olmaktadır.

Bulanık mantık yaklaşımının zayıflıkları:

- i. Uygulamada kuralların mutlaka uzman deneyimlerine tanımlanması gerekmektedir.
- ii. Üyelik fonksiyonları ve bulanık mantık kuralları bazı zorlukları içerebilmektedir.
- iii. Sistemlerin kararlılık, gözlemlenebilirlik ve denetlenebilirlik analizlerinin yapılmasında ispatlanmış kesin bir yöntem bulunmamaktadır.

Zadeh'in bulanık mantık çalışmalarından ilham alan Prof. Terano, 1972'de Japon bilim topluluğuna bulanık mantığın tanıtmıştır. Bulanık mantığı benimseyen Japon araştırmacılar, fiziksel denetim ve kontrol sistemlerine bulanık mantık yaklaşımını uyarlamıştır (Bih, 2006: 6).

Mamdani ve arkadaşları (1975) tarafından buhar makinasının kontrolünde bulanık mantığın kullanılması ilk uygulama örneklerindendir. Mamdani, bulanık

mantığın temelini oluşturan dilbilimsel kural yaklaşımının bilgisayar tarafından kolaylıkla işlenebildiğini göstermiştir. Endüstriyel bir süreçte Danimarka'daki bir çimento firmasında ilk kez bulanık mantık kontrol amaçlı kullanılmıştır (Holmblad ve Østergaard, 1995: 138).

1980'li yıllardan günümüze kadar hız kazanarak yaygınlaşan bulanık mantık uygulamalarına hemen her alanda rastlamak mümkündür (Altaş, 1999: 81). Bulanık mantık uygulamaları mühendislikten, tıp alanına, meteorolojiden, imalat sektörüne kadar günlük yaşamın birçok alanında bulunmaktadır. Bununla birlikte, özellikle insan yargılarının, değerlendirmelerinin ve kararlarının önemli olduğu tüm alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Zimmermann, 1996: 3).

3.4. BULANIK MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİK ENDEKSİ

Karar birimlerinin etkinliğinin ölçümünde, karmaşık, ekonomik ve davranışsal olgularla uğraşıldığı için zor bir süreç olarak kabul edilmektedir. Bu durum birden fazla girdi ve çıktı faktörünü içerdiğinde daha da zorlaşmaktadır. VZA yönteminin etkinlik ölçümlerinde oldukça işlevsel bir yöntem olmasının yanı sıra verilere karşı oldukça duyarlı olduğu da bilinmektedir. Bu duyarlılık özellikle veri içerisinde uç değerlere ait bir karar biriminin bulunması durumunda daha da belirginleşmektedir (Kao ve Liu, 2000: 427).

VZA tabanlı yöntemlerde sağlıklı etkinlik ölçümünün yapılabilmesi için girdi-çıkıtı verilerinin çok dikkatli seçilmesi ve güvenilir olması gerekmektedir. Gerçek hayatta verilerin tam ve doğru şekilde toplanması mümkün olmamaktadır. Bu durumlarda etkinlik ölçümlerinin yapılabilmesi için ise bulanık mantığa dayalı Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA) modelleri geliştirilmiştir (Oruç, 2008: 60). BVZA yöntemi belirsizlik durumlarında oran hesaplamasına dayalı olarak kararlar almak ve alternatifleri iyileştirmek için kullanılan önemli bir tekniktir (Zhou ve Xu, 2020: 1037).

BVZA modellerinde kullanılan veri türleri aşağıda belirtildiği gibi 4 grupta sınıflandırılmaktadır (Öksüzkaya, 2017: 86).

1) Aralıklı Veriler: Alt ve üst sınır değerleri belirlenmiş veya üyelik fonksiyonu değeri bilinen bulanık sayılar,

2) *Sıralı Veriler*: Karar verme birimlerinin herhangi bir k 'inci girdi veya l 'inci çıktıları arasında ‘‘büyük-orta-küçük’’ şeklinde sıralı ilişkilerden oluşan veriler,

3) *Hiçbir şekilde elde edilmesi mümkün olmayan veriler ve*

4) *Kesin değeri bilinen veriler*

Doğrusal programlama formunda olan BVZA yöntemleri gerçek hayat problemlerini klasik VZA yöntemlerine göre daha rasyonel biçimde modellemektedir. Etkinlik ölçümünde gözlenen bazı değişkenler bulanık olduğunda amaç fonksiyonu ve kısıtlar da bulanıklaşmaktadır (Lertworasirikul, vd., 2003: 380).

Literatürde etkinlik ölçümü amacıyla geliştirilen BVZA modelleri genellikle tolerans yaklaşımı (tolerance approach), α -seviyelere dayalı yaklaşım (α -level based approach), bulanık sıralama yaklaşımı (fuzzy ranking approach) ve olabilirlik yaklaşımı (possibility approach) olmak üzere dört grupta sınıflandırılmaktadır. Bunun yanında bahsedilen dört grup içinde sayılmadığından farklı bir kategoride değerlendirilen bazı önemli çalışmalar bulunmaktadır (Hatami-Marbini vd., 2011: 457; Emrouznejad vd., 2012: 5509). Bu çalışmada ise BVZA yöntemleri içerisinde yer alan Jahanshahloo, Lotfi ve Valami (2006), Hatami-Marbini, Tavana ve Emrouznejad (2012) ve Peykani, Esmaeili, Malkhalifeh ve Lotfi (2018) yaklaşımları uygulanmıştır.

3.4.1. Tolerans Yaklaşımı

İlk VZA modellerinden olan tolerans yaklaşımı. Sengupta (1992) tarafından ortaya geliştirilmiştir. Literatürde Sengupta yaklaşımı olarak da adlandırılan bu modellemenin temel amacı kısıtlama ihlalinde tolerans düzeyi tanımlayarak VZA modellerine belirsizliklerin dahil edilmesidir. Yaklaşımda, eşit ya da eşitsizlik işaretleri bulanıklaştırmasına rağmen bulanıklık katsayısı doğrudan ele alınmaz. (Uzun, 2015: 64). Gerçek hayatta girdi ve çıktılar belirsiz olduğu halde Sengupta yaklaşımı girdi ve çıktılardaki belirsizliği dikkate almamaktadır (Zerafat Angiz, Emrouznejad ve Mustafa, 2010: 5153). Sengupta yaklaşımının nasıl uygulanacağına dair net bir yol haritası olmadığından dolayı literatürde kullanımına rastlanılmamaktadır (Triantis ve Girod, 1998: 87).

3.4.2. α -Seviye Yaklaşımı

Meada, Entani ve Tanaka (1998) tarafından ilk kez kullanılan α -seviye tabanlı yaklaşımda, Kao ve Liu (2000), α -seviye kümelerini kullanarak bulanık girdi ve çıktı verilerini aralıklara dönüştürmüştür. Bu yaklaşım Saati vd. (2002) tarafından olasılıksal bir bulanık VZA modeli şeklinde geliştirilmiştir.

α -Seviye yaklaşımında BVZA modeli, α - kesimler kullanılarak her KVB için bir çift parametrik programlama formüle edilerek çözülür (Zerafat Angiz vd., 2010: 5153). Burada temel amaç, etkinlik skorlarının üyelik fonksiyonlarının alt ve üst sınırlarını belirleyerek karar birimi için aralık etkinlik ölçümünün yapılmasıdır (Hatami-Marbini, 2012: 6). Bu modelde girdiler risksiz (üst) ve imkansız (alt) sınırlar arasında, çıktılar ise risksiz (alt) ve imkansız (üst) sınırlar arasında değer almaktadır (Irmak. 2015: 21).

3.4.3. Olabilirlik Yaklaşımı

Olabilirlik yaklaşımı teorisi, Zadeh (1978) tarafından bulanık küme teorisi açısından formüle edilmiş ve birçok araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Zadeh, ölçüm teorisinin olasılık teorisi için temel oluşturmasına benzer şekilde, bulanık kümelerin de olabilirlik teorisi için bir temel olarak kullanılabileceğini öne sürmüştür (Lertworasirikul, Fang, Joines ve Nuttle, 2003: 384). Olasılık teorisi bir olayın gerçekleşme beklentisini bir sayı kullanarak açıklarken olabilirlik teorisinde ise olayların gerçekleşme beklentisi için olabilirlik ve gereklilik (kesinlik) olmak üzere iki ölçüt kullanılmaktadır (Dubois ve Prade, 1987: 476).

Rastgele bir değişkenin bir olasılık dağılımıyla ilişkilendirilmesiyle aynı şekilde bir olabilirlik dağılımıyla ilişkilendirilen bulanık değişkeni ($\tilde{X}$) tanımlamıştır. Bulanık doğrusal programlama modelinde, her bir bulanık katsayı bir bulanık değişken olarak görülebilir ve her kısıtlama bir bulanık olay olarak kabul edilebilir. Olabilirlik yaklaşımı kullanılarak bulanık olayların olasılıkları (bulanık kısıtlamalar) belirlenebilir (Lertworasirikul, Fang, Joines ve Nuttle, 2003: 384). X değişkenindeki belirsizliği temsil eden olabilirlik dağılımı U tanım kümesindeki her u elemanına bir olabilirlik derecesi ($\pi_X(u) \in [0,1]$) atamaktadır. Olabilirlik dağılımı bulanık bir $\tilde{A}$ kümesinin üyelik fonksiyonu ile tanımlanarak

$\pi X(u) = \mu \tilde{A}(u)$ ile gösterilebilir. $\pi X(u) = 0$, $X=u$ durumunun imkânsız olduğunu ifade etmektedir. $\pi X(u) = 1$ ise $X = u$ durumunun makul bir olay olduğunu ve hariç tutulamayacağını açıklar (Kılıç ve Kahraman, 2011: 163).

3.4.4. Bulanık Sıralama Yaklaşımı

Bulanık sıralama yaklaşımı ilk olarak Guo ve Tanaka (2001) tarafından geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, belirlenen bir olasılık seviyesi ve bulanık sayılar için karşılaştırma yöntemi kullanılarak içerisindeki bulanık kısıtların kesin kısıtlara dönüştürüldüğü bir bulanık CCR modeli olarak tasarlanmıştır (Jarjies, 2018: 11).

Aralıklı verilerin kullanıldığı bulanık ortamlarda etkinlik değerlendirmesi yapabilen ve çalışma kapsamında uygulanan BVZA yöntemleri alt başlıklarda açıklanmıştır.

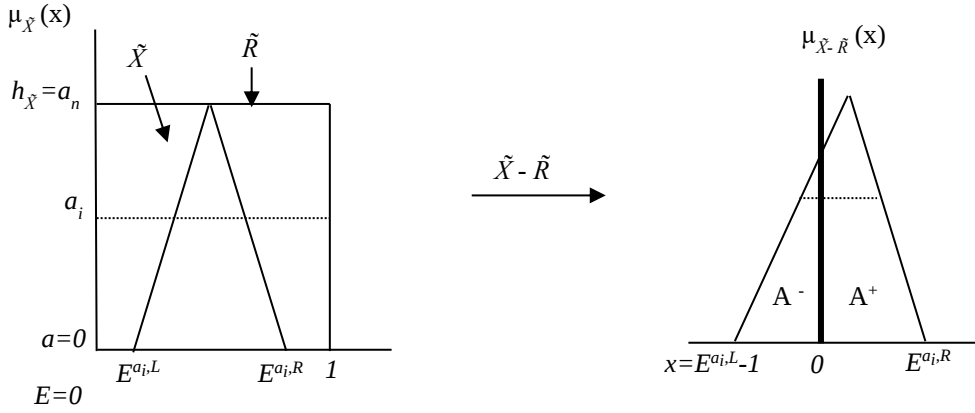
3.4.4.1. Chen ve Klein Bulanık Sıralama Yaklaşımı

Bulanık sayıların sıralanmasında karmaşık koşulların dikkate alınması gerekmektedir. Bu koşullar, sıralama algoritmasının hesaplamasını, çeşitli şekilleri, sıralama düzenini, bulanık sayıların göreceli tercihi veya baskınlığını içermektedir (Chen ve Klein, 1994: 475).

Chen ve Klein bulanık sıralama tekniği, daha önceleri öne sürülen bulanık sıralama yaklaşımlarının birleşimi olarak geliştirilmiştir. Bu yöntemde, Choobineh ve Li (1993) tarafından önerilen iki kesin değerli maksimizasyon ve minimizasyon noktası, her bir bulanık sayı için referans dikdörtgeni oluşturması için tanımlanmaktadır. Sonrasında referans dikdörtgeni ile belirtilen bulanık sayı arasındaki matematiksel farkı yansıtan sıralama endeksi hesaplanmaktadır (Chen ve Lu, 2001: 1590).

$\tilde{X}$ bulanık sayısının üyelik fonksiyonu olan $\mu_{\tilde{X}}(x)$ 'in maksimizasyon noktası $U_{\tilde{X}}$ ile ifade edilmektedir. $H_{\tilde{X}}$, $\tilde{X}$ bulanık sayısının yüksekliğini gösterdiğinden $\mu_{U_{\tilde{X}}}(x) = h_{\tilde{X}} / c$ şeklinde tanımlanmaktadır. Üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{X}}(x)$ 'in minimizasyon noktası $L_{\tilde{X}}$ şeklinde gösterildiğinden $\mu_{L_{\tilde{X}}}(x) = h_{\tilde{X}} / c$ olarak yazılmaktadır (Chen ve Klein, 1994: 478). Chen ve Klein bulanık sıralama endeksinin şekilsel gösterimi Şekil 13'te yer almaktadır (Cadenas, Liern, Sala ve Verdegay, 2010: 518). Şekil

13'te $\tilde{X} - \tilde{R}$ 'nin üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{X}-\tilde{R}}(x)$ ile gösterilmektedir. $\tilde{X} - \tilde{R}$ 'nin pozitif alanı A^+ ile negatif alan ise A^- ise ifade edilmektedir.



Şekil 13. Chen ve Klein Bulanık Sıralama Endeksi'nin Gösterimi

Negatif alanın pozitif alandan daha küçük değeri alması hedeflendiğinde k karar biriminin sıralama endeksi Eşitlik (38) ile hesaplanmaktadır

$$I_k = \frac{A^+}{A^+ + A^-} \quad (38)$$

Maksimizasyon noktasında yer alan c değeri ve minimizasyon noktasında yer alan d değeri sıralama endeksinin skorunu etkilemektedir. İyimser bakış açısını c , kötümser bakış açısını d değeri göstermektedir.

$\tilde{X}$ ve $\tilde{R}$ bulanık sayılarının α_i kesim noktasındaki fark aralığı $[E^{a_i,L}, E^{a_i,U}] - [0, 1] = [E^{a_i,L} - E^{a_i,U}]$ eşitliği ile aralık çıkarma yapılarak ortaya çıkarılmaktadır. K karar birimi için sıralama endeksi Eşitlik (39)'da gösterilen notasyon ile hesaplanmaktadır (Chen ve Klein, 1994: 478).

$$I_k = \frac{\sum_{i=0}^n ((E_k)_{a_i}^U - c)}{\left[\sum_{i=0}^n ((E_k)_{a_i}^U - c) - \sum_{i=0}^n ((E_k)_{a_i}^L - d) \right]} \quad n \rightarrow \infty \quad (39)$$

Matematiksel gösterimde,

$I_k = K$ karar biriminin sıralama endeksini,

$n = [0,1]$ aralığında sonsuz sayıda değer alabilen α -kesimlerin sayısını,
 $c =$ tüm KVB'lerin tüm α -kesimlerindeki etkinlik skorlarının alt sınırlarının minimum değerini

$d =$ tüm KVB'lerin tüm α -kesimlerindeki etkinlik skorlarının üst sınırlarının maksimum değerini,

$$\sum_{i=1}^m E^{a_i U} = \text{Eşitlik 39'daki } A^+ \text{ alanını},$$

$$\sum_{i=1}^m (E^{a_i L} - 1) = \text{Eşitlik 39'daki } A^- \text{ alanını göstermektedir.}$$

Bulanık etkinlik skorlarının tamamı $[0, 1]$ aralığında değer aldığından Eşitlik (57)'deki c ve d notasyonları sırasıyla 0 ve 1 değerini alarak yeniden formüle edilmektedir. Düzenlenen formül Eşitlik (40) ile gösterilmektedir.

$$I_k = \frac{\sum_{i=0}^n ((E_k)_{a_i}^U)}{\left[\sum_{i=0}^n ((E_k)_{a_i}^U) - \sum_{i=0}^n ((E_k)_{a_i}^L - 1) \right]} \quad n \rightarrow \infty \quad (40)$$

Klasik VZA modelinde olduğu gibi $[0,1]$ arasında değer alan I_k skorunun yüksek değerli olması karar biriminin daha etkin olduğu anlamına gelmektedir.

3.4.5. Jahanshahloo, Lotfi ve Valami Modeli - 2006

Jahanshahloo, Lotfi ve Valami (JLV) – 2006 tarafından önerilen bu model, alt ve üst sınırları bilinen bulanık verilere sahip işletmelerin etkinlik değişimini hesaplamak için kullanılmaktadır. JLV modeli ile bulanık kümeler aracılığıyla modellenen belirsiz durumlarda girdi-çıkı odaklı VZA tabanlı MTFVE kullanılarak işletmelerde etkinlik ölçümü yapılabilmektedir (Jahanshahloo, Lotfi ve Valami 2006: 1608).

JLV modelinde gerçek girdi ve çıktı verilerinin aşağıda açıklandığı şekilde sınırlı aralıklar içinde olduğu varsayılmaktadır. Aralıkların alt ve üst sınırları sabittir ve kesinlikle pozitif değer almaktadır (Damghani ve Lotfi, 2012: 96).

$$\begin{aligned} x_{ij}^t &\in [x_{ij}^{t,L}, x_{ij}^{t,U}] , & y_{rj}^t &\in [y_{rj}^{t,L}, y_{rj}^{t,U}] \\ x_{ij}^{t+1} &\in [x_{ij}^{t+1,L}, x_{ij}^{t+1,U}] , & y_{rj}^{t+1} &\in [y_{rj}^{t+1,L}, y_{rj}^{t+1,U}] \end{aligned}$$

Bu çalışmada aralık sayıları oluşturabilmek için α -kesim yöntemi tercih edilmiştir. $\tilde{X}_{ij}$ ve $\tilde{Y}_{rj}$ 'nin alt ve üst sınırlarının α -kesimi ile ifadesi Eşitlik (41-42) ile gösterilmektedir (Uzun, 2015: 59).

$$\tilde{X}_{ij} = [\alpha x_{ij}^M + (1-\alpha) x_{ij}^L, \alpha x_{ij}^M + (1-\alpha) x_{ij}^U] \quad (41)$$

$$\tilde{Y}_{rj} = [\alpha y_{rj}^M + (1-\alpha) y_{rj}^L, \alpha y_{rj}^M + (1-\alpha) y_{rj}^U] \quad (42)$$

Eşitlik (78-79) yardımıyla üçgensel bulanık girdi ve çıktı verileri aralık sayılara dönüştürülmüştür.

KVB'lerin girdi ve çıktı seviyesi tam olarak belli olmadığında, Malmquist verimlilik endeksindeki bileşenlerin değerleri tam olarak bilinmemektedir. Malmquist verimlilik endeksi ve bileşenlerinde kullanılan gerçek girdi ve çıktı verileri aralıklar içinde kaldığı durumda, verimlilik endeksi aralıklı verimlilik endeksi olarak tanımlanmaktadır.

Aralıklı verimlilik değerlendirmesi, klasik MTFVE'de olduğu gibi iki tek dönem ve iki karma dönem ölçüsü gerektirmektedir. Klasik Malmquist verimlilik endeksindeki iki tek dönem değerleri $D_o^t(t)$, $D_o^{t+1}(t+1)$, sınırlı aralık değerleri arasında olduğunda alt ve üst sınırları $[D_o^{t,L}(t), (D_o^{t,U}(t))]$, $[D_o^{t+1,L}(t+1), (D_o^{t+1,U}(t+1))]$ şeklinde ifade edilmektedir. İyimser ve kötümser bakış açısından oluşan alt ve üst sınırların modelleri Eşitlik (43) ve (44)'te ifade edilmektedir.

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

s.t.

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

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

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

ve

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

s.t.

$$\begin{aligned} \sum_{j \neq o, j=1}^n \lambda_j x_{ij}^{t,U} + \lambda_o x_{io}^{t,L} &\leq \theta x_{io}^{t,L}, \quad i=1, \dots, m \\ \sum_{j \neq o, j=1}^n \lambda_j y_{rj}^{t,L} + \lambda_o y_{ro}^{t,U} &\geq \theta y_{ro}^{t,U}, \quad r=1, \dots, s \\ \lambda_j &\geq 0, \quad j=1, \dots, n \end{aligned} \quad (44)$$

Yukarıdaki modellerde t yerine $t+1$ kullanılarak aralığın $D_o^{t+1,L}(t+1)$, $D_o^{t+1,U}(t+1)$ alt ve üst sınırları elde edilir.

Klasik MTFVE'deki iki karma değer $D_o^{t+1}(t)$, $D_o^t(t+1)$, sınırlı aralık değerleri arasında olduğunda alt ve üst sınırları $[D_o^{t+1,L}(t), (D_o^{t+1,U}(t))]$, $[D_o^{t,L}(t+1), (D_o^{t,U}(t+1))]$ şeklinde ifade edilmektedir. Alt sınır (M_o^L) kötümser bakış açısını, üst sınır (M_o^U) ise iyimser bakış açısını yansıtmaktadır. Buna göre etkinlik skorları alt sınır ile üst sınır arasında değerler almaktadır. Başka bir ifadeyle karar birimleri, kötümser bakış açısıyla en düşük etkinlik skoruna, iyimser bakış açısıyla en yüksek etkinlik skoruna sahiptir. Klasik MTFVE'nin aksine bulanık MTFVE'de karar birimlerinin etkinlik skorları tek bir değer yerine, alt sınır ile üst sınır arasında değerler alabilmektedir. İyimser ve kötümser bakış açısından oluşan alt ve üst sınırların modelleri Eşitlik (45) ve (46) yardımıyla hesaplanmaktadır.

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

s.t.

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}^{t+1,L} &\leq \theta x_{io}^{t,U}, \quad i=1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^{t+1,U} &\geq \theta y_{ro}^{t,L}, \quad r=1, \dots, s \\ \lambda_j &\geq 0, \quad j=1, \dots, n \end{aligned} \quad (45)$$

ve

$$\begin{aligned}
D_o^{t+1U}(t) &= \text{Min } \theta \\
\text{s.t.} \\
\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}^{t+1,U} &\leq \theta x_{io}^{t,L}, \quad i=1, \dots, m \\
\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}^{t+1,L} &\geq \theta y_{ro}^{t,U}, \quad r=1, \dots, s \\
\lambda_j &\geq 0, \quad j=1, \dots, n
\end{aligned} \tag{46}$$

Yukarıdaki modellerde t yerine $t + 1$ ve tersi kullanılarak KVB'ler için t zaman periyoduna göre $t+1$ zaman periyodunun $D_o^{t,L}(t+1)$, $(D_o^{t,U}(t+1))$ alt ve üst sınırları elde edilir. Alt ve üst sınır değerleri belirlenirken; iki dönem için 8 farklı modelin kurulması gerekmektedir.

Her bir KVB için verimlilik skorlarının alt ve üst sınırlarını hesaplamak amacıyla Eşitlik (47) kullanılmaktadır.

$$\begin{aligned}
M_o^L &= \left[\frac{D_o^{t,L}(t+1)}{D_o^{t,U}(t)} \cdot \frac{D_o^{t+1,L}(t+1)}{D_o^{t+1,U}(t)} \right]^{1/2} \\
M_o^U &= \left[\frac{D_o^{t,U}(t+1)}{D_o^{t+1,L}(t)} \cdot \frac{D_o^{t+1,U}(t+1)}{D_o^{t+1,U}(t)} \right]^{1/2}
\end{aligned} \tag{47}$$

Malmquist verimlilik endeksi, olası değerinin en kötüsünden en iyi duruma kadar uzandığı sınırlı bir aralık verimliliği $[M_o^L, M_o^U]$ ile KVB'lerde her bir spesifik durum için ölçülmektedir. Elde edilen sonuçlarda eğer $M_o^L > 1$ olursa verimlilikte artış, $M_o^U < 1$ durumu ise verimlilikte azalış olduğunu göstermektedir. Farklı durumlar için kesin bir yorum yapılamamaktadır.

3.4.6. Hatami-Marbini, Tavana ve Emrouznejad Modeli - 2012

Saati, Memariani ve Jahanshahloo (2002) modelinde yer alan ÖSG-CRS zarflama formu, Hatami-Marbini, Tavana ve Emrouznejad (HTE) - 2012 tarafından yeniden düzenlenerek ÖDG-VRS modeline dönüştürülmüştür. Hatami-Marbini, Tavana ve Emrouznejad - 2012 (HTE) yönteminde 4 farklı model kullanılarak

ölçek etkinliği, saf teknik etkinliği, teknik etkinlik, teknolojik etkinlik ve TFV ölçülebilmektedir. Modele ait matematiksel notasyonlar aşağıda yer almaktadır.

KVB_p için girdi yönlü teknik etkinliğin optimal değerleri $EC_{p,t}^t$ ve $EC_{p,t+1}^{t+1}$ Eşitlik (48) ile hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned}
 & EC_{p,k}^k(x_p^k, y_p^k), k=t, t+1 \\
 & \max = \sum_{r=1}^s u_r y_{rp}^k \\
 & \text{s.t.} \\
 & \sum_{i=1}^m v_i x_{ip}^k = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^k - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^k \leq 0 \quad \forall j \\
 & v_i, u_r \geq 0, \quad \forall r, i.
 \end{aligned} \tag{48}$$

Çapraz dönemlerde KVB_p için girdi yönlü teknik etkinliğin optimal değerleri $EC_{p,t}^{t+1}$ ve $EC_{p,t+1}^t$ Eşitlik (49) ile hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned}
 & EC_{p,l}^k(x_p^l, y_p^l), k, l=t, t+1 \quad k \neq l \\
 & \max = \sum_{r=1}^s u_r y_{rp}^l \\
 & \text{s.t.} \\
 & \sum_{i=1}^m v_i x_{ip}^k = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^k - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^k \leq 0 \quad \forall j \\
 & v_i, u_r \geq 0, \quad \forall r, i.
 \end{aligned} \tag{49}$$

KVB_p için ölçeğe göre değişken getiri varsayımında girdi yönlü teknik etkinlik $EV_{p,t}^t$ ve $EV_{p,t+1}^{t+1}$ Eşitlik (50) ile hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned}
& EV_{p,k}^k(x_p^k, y_p^k), k=t, t+1 \\
& \max = \sum_{r=1}^s u_r y_{rp}^k + u_0 \\
& \text{s.t.} \\
& \sum_{i=1}^m v_i x_{ip}^k = 1 \\
& \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^k - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^k + u_0 \leq 0 \quad \forall j \\
& v_i, u_r \geq 0, \quad \forall r, i.
\end{aligned} \tag{50}$$

Çapraz dönemlerde KVB_p için ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımında girdi yönlü teknik etkinlik $EV_{p,t}^{t+1}$ ve $EV_{p,t+1}^t$ Eşitlik (51) ile hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned}
& EV_{p,l}^k(x_p^l, y_p^l), k, l=t, t+1 \quad k \neq l \\
& \max = \sum_{r=1}^s u_r y_{rp}^l + u_0 \\
& \text{s.t.} \\
& \sum_{i=1}^m v_i x_{ip}^k = 1 \\
& \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^k - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^k \leq 0 \quad \forall j \\
& v_i, u_r \geq 0, \quad \forall r, i.
\end{aligned} \tag{51}$$

HTE modelinde ÖDG-VRS varsayımında girdi yönlü Bulanık MTFVE ($MI_{j,v}$) aşağıdaki Eşitlik (52) ile hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned}
& \text{Etkinlik Değişimi} \quad \text{Teknolojik Değişim} \quad \text{Ölçek Etkinlik Değişimi} \\
& MI_{j,v} = \left[\left(\frac{EV_{J,t+1}^{t+1}}{EV_{J,t}^t} \right) * \left(\frac{EV_{J,t}^t}{EV_{J,t}^{t+1}} * \frac{EV_{J,t+1}^t}{EV_{J,t+1}^{t+1}} \right)^{0,5} \right] * \left(\frac{SE_{J,t+1}^t}{SE_{J,t}^t} * \frac{SE_{J,t+1}^{t+1}}{SE_{J,t}^{t+1}} \right)^{0,5}
\end{aligned} \tag{52}$$

$MI > 1$ t döneminden $t+1$ 'e MTFVE'de bir ilerlemeyi ifade eder
 $MI < 1$ t döneminden $t+1$ 'e MTFVE'de bir gerilemeyi ifade eder.

$MI = 1$ t döneminden $t+1$ 'e MTFVE'de herhangi bir değişiklik olmadığını ifade eder.

3.4.7. Peykani, Esmaili, Malkhalifeh ve Lotfi Modeli – 2018

Peykani, Esmaili, Malkhalifeh ve Lotfi - 2018 (PEML) modeli olabilirlik teorisi gereklilik (necessity) ölçütüne dayanmaktadır. Gereklilik ölçütü: X değişkeninin olabilirlik dağılımının temsil eden bulanık $\tilde{A}$ kümesinin ne kadarının E kümesinin çekirdek kısmı içerisinde bulunduğunun bir ölçütüdür (Kılıç ve Kahraman, 2011: 163).

Bu model olasılıksal programlama yaklaşımının, bulanık matematiksel programlamada model parametrelerinin tam değeri hakkında bilgi eksikliğinden veya yokluğundan kaynaklanan belirsizlikle başa çıkmak için gereklilik ölçütünü kullanan bir BVZA yöntemidir. Gereklilik ölçütüne göre, bulanık olasılık kısıtlamaları özel bir güven düzeyinde (π) eşdeğer kesin verilere dönüştürülmektedir. Bu dönüşüm Eşitlik (53) ve (54) ile gerçekleştirilmektedir.

$$Nec\{\tilde{\alpha} \leq \beta\} \geq \pi \Leftrightarrow (1 - \pi) \alpha^{(2)} + \pi \alpha^{(3)} \leq \beta \quad (53)$$

$$Nec\{\tilde{\alpha} \geq \beta\} \geq \pi \Leftrightarrow \pi \alpha^{(1)} + (1 - \pi) \alpha^{(2)} \geq \beta \quad (54)$$

Üçgensel sayı özelliği gösteren girdi $\{\tilde{x} (x^{(1)} < x^{(2)} < x^{(3)})\}$ ve çıktı $\{\tilde{y} (y^{(1)} < y^{(2)} < y^{(3)})\}$ verilerine gereklilik ölçütü Eşitlik (69) ve (70) ile uygulanarak CCR zarflama formu yeniden düzenlenmektedir. Oluşturulan PEML modelleri, Eşitlik (55– 56) ile gösterilmektedir.

$$\begin{aligned} \Psi_0^t(x_0^t, y_0^t, \pi) &= \text{Min } \theta \\ \text{S.t.} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j (1-\pi) x_{ij}^{t(2)} + (\pi) x_{ij}^{t(3)} &\leq \theta (\pi) x_{i0}^{t(1)} + (1-\pi) x_{i0}^{t(2)}, \quad \forall i \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j (\pi) y_{rj}^{t(1)} + (1-\pi) y_{rj}^{t(2)} &\geq (1-\pi) y_{r0}^{t(2)} + (\pi) y_{r0}^{t(3)}, \quad \forall r \\ \lambda_j &\geq 0, \quad \forall j \end{aligned} \quad (55)$$

$$\Psi_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1}) = \text{Min } \theta$$

S.t.

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j (1-\pi) x_{ij}^{t+1(2)} + (\pi) x_{ij}^{t+1(3)} &\leq \theta (\pi) x_{i0}^{t+1(1)} + (1-\pi) x_{i0}^{t+1(2)}, \quad \forall i \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j (\pi) y_{rj}^{t+1(1)} + (1-\pi) y_{rj}^{t+1(2)} &\geq (1-\pi) y_{r0}^{t+1(2)} + (\pi) y_{r0}^{t+1(3)}, \quad \forall r \\ \lambda_j &\geq 0, \quad \forall j \end{aligned} \quad (56)$$

$$\Psi_0^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1}) = \text{Min } \theta$$

S.t.

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j (1-\pi) x_{ij}^{t(2)} + (\pi) x_{ij}^{t(3)} &\leq \theta (\pi) x_{i0}^{t+1(1)} + (1-\pi) x_{i0}^{t+1(2)}, \quad \forall i \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j (\pi) y_{rj}^{t(1)} + (1-\pi) y_{rj}^{t(2)} &\geq (1-\pi) y_{r0}^{t+1(2)} + (\pi) y_{r0}^{t+1(3)}, \quad \forall r \\ \lambda_j &\geq 0, \quad \forall j \end{aligned} \quad (57)$$

$$\Psi_0^{t+1}(x_0^t, y_0^t) = \text{Min } \theta$$

S.t.

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j (1-\pi) x_{ij}^{t+1(2)} + (\pi) x_{ij}^{t+1(3)} &\leq \theta ((\pi) x_{i0}^{t(1)} + (1-\pi) x_{i0}^{t(2)}), \quad \forall i \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j (\pi) y_{rj}^{t+1(1)} + (1-\pi) y_{rj}^{t+1(2)} &\geq (1-\pi) y_{r0}^{t(2)} + (\pi) y_{r0}^{t(3)}, \quad \forall r \\ \lambda_j &\geq 0, \quad \forall j \end{aligned} \quad (58)$$

Denklemlerden elde edilen değerler, Eşitlik 59'a uygulanarak PEML modelinde Bulanık MTFVE (BMTFVE₀) değerine ulaşılır.

$$BMTFVE_0 = \sqrt{\frac{\Psi_0^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\Psi_0^t(x_0^t, y_0^t)} * \frac{\Psi_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\Psi_0^{t+1}(x_0^t, y_0^t)}} \quad (59)$$

$BMTFVE > 1$ MTFVE’de t döneminden $t+1$ 'e bir ilerlemeyi ifade eder.

$BMTFVE < 1$ MTFVE’de t döneminden $t+1$ 'e bir gerilemeyi ifade eder.

$BMTFVE = 1$ MTFVE’de t döneminden $t+1$ 'e herhangi bir değişiklik olmadığını ifade eder.

Farklı yöntemlerin kullanıldığı çalışmalarda farklı analiz sonuçları elde edilmektedir. Bu sonuçlar arasındaki anlamlı ilişkinin ölçülmesi araştırma güvenilirliği açısından önem arz etmektedir. Farklı sıralama değerleri arasındaki ilişki durumunun incelenmesi için korelasyon analizleri kullanılmaktadır.

3.5 KORELASYON ANALİZİ

Birçok alanda genellikle iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişki veya ilişkiye yönelik çıkarımlar yapılması gerekmektedir. Korelasyon analizi olarak da adlandırılan korelasyon, iki veya daha fazla nicel değişken arasındaki ilişkiyi belirtmek için kullanılan bir terimdir (Taylor, 1990: 36). Bu analiz temel olarak nicel değişkenler arasında doğrusal bir ilişki varsayımına dayanmaktadır. Değişkenler arasındaki ilişkinin gücünü, büyüklüğünü ve yönünü ölçmektedir (Gogtay ve Thatte, 2017: 78).

Bu çalışmada Spearman ve Kendal tau-b korelasyon analiz yöntemleri kullanılmıştır. Sıralı ölçekli verilerde, normal dağılımın sağlanmadığı durumlarda veya örneklem hacmi küçük olduğunda Pearson korelasyon katsayısının yerine parametrik olmayan Spearman'ın sıralama korelasyon katsayısı kullanılmaktadır. Spearman'ın sıralama korelasyonunda iki değişken arasındaki ilişki için uygun korelasyon katsayısı rho 'dır. Rho değeri -1.00 ile +1.00 arasında değişmektedir (Tarkun, 1996: 237).

Kendall tau-b testi ordinal ölçeğe dayalı değişkenler arasındaki ilişki durumunu ölçmekte kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir (Alabayır ve Muzır, 2016: 312; Yılmaz, 2019: 204; Moreno, Molina, Avila, Rios, Cortés ve Wang, 2012: 1153). Spearman sıra korelasyon katsayısı ile Kendall tau-b katsayısı arasındaki fark oldukça azdır. Kendall tau testi, Spearman testine göre istatistiksel dağılımdan normal dağılıma daha hızlı yaklaştığından küçük örneklemelerde daha

avantajlıdır (Arndt, Turvey, ve Andreasen, 1999: 98). Kendall tau-b katsayısı -1 ile +1 arasında değer alır ve 0 değeri iki değişkenin bağımsızlığını ifade eder (Erdoğan, 2019: 22).



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

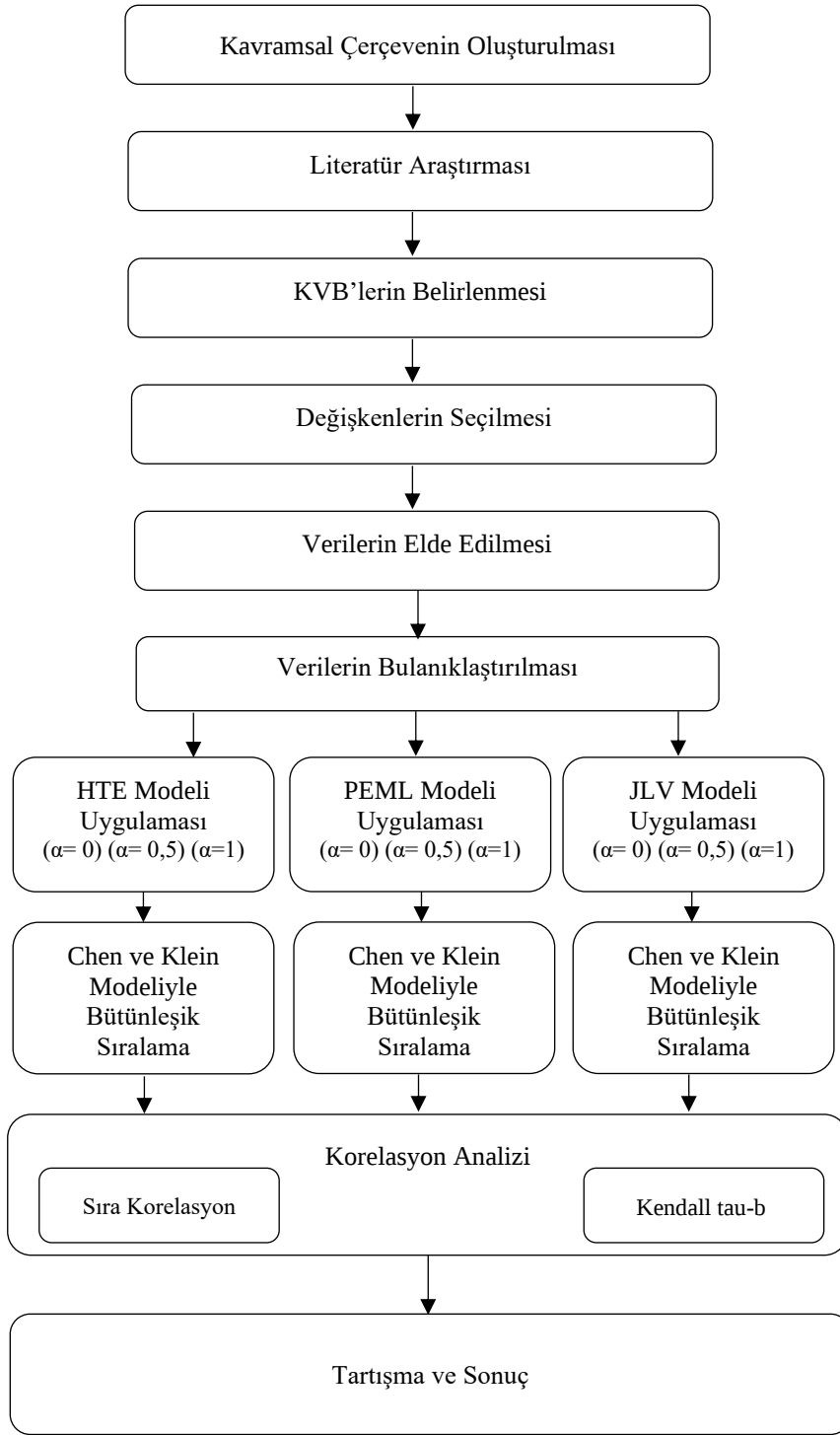
4.1. ÇAYKUR FABRİKALARINDA DİNAMİK ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

Türkiye’de çay tüketiminin ithalata bağlı olarak XVIII. yüzyılda başladığı kabul edilmektedir (Mendi, 2018: 254). Türkiye’de çay üretimine yönelik ilk girişimler ise 1888-92 yıllarında Bursa ilinde gerçekleşmiş olsa da uygun ortamda yapılmayan çalışmalar sonuç vermemiş ve ekolojik koşullara uyumsuzluk raporu kayıtlara geçmiştir. I. Dünya savaşının yarattığı ekonomik darboğazın üstesinden gelmek ve bölgesel kalkınmayı sağlamak için Doğu Karadeniz Bölgesi ile ilgili hazırlanan raporda bölgenin çay yetiştirmeye uygunluğu tespit edilmiştir. Sunulan rapor ve TBMM’de çay yetiştirilmesine dair kabul edilen 407 sayılı kanun çerçevesinde 1924-1937 yılları arasında endüstriyel yaş çay üretimi başlamıştır (Karal, 2016: 57). 1942 yılında 4223 Sayılı Kanun ile çayın üretimi, işlenmesi ve pazarlanması devlet tekeline verilmiştir (ÇAYMER, 2018: 40). ÇAYKUR 233 Sayılı KHK hükümlerine tabi, sermayesinin tamamı devlete ait, tüzel kişiliğe sahip, faaliyetlerinde özerk ve sorumluluğu sermayesiyle sınırlı bir İktisadi Devlet Teşekkülü (İDT) olup, Tarım ve Orman Bakanlığının ilgili kuruluşudur. 05 Şubat 2017 tarih ve 29970 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Bakanlar Kurulunun 2017/9756 sayılı kararı ile Türkiye Varlık Fonuna aktarılmıştır (ÇAYKUR, 2019: 5). Türkiye’de ilk çay fabrikası 1947 yılında Rize’de kurulmuştur (Mendi, 2018: 254). Çay tarımı ve endüstrisi 1984 yılına kadar yalnızca devlet tarafından yürütülmüştür. Çay sektöründe 1984 yılından sonra devlet etkinliğinin yanı sıra özel sektör de tarım, üretim ve pazarlama faaliyetlerinde yer almıştır (Dindar, 2019: 30). Bu yeni dönemde monopol kimliği üstlenen ÇAYKUR ile özel sektörün yan yana hizmet sunmaları sağlanmıştır (ÇAYMER, 2018: 40)

Geniş bir dağıtım ağına sahip olan ÇAYKUR Türkiye’nin tüm bölgelerine, en küçük yerleşim yerlerine kadar yeşil ve siyah çayı ulaştırmaktadır (Mendi, 2018: 256). 1 Milyar TL ile faaliyete başlayan ÇAYKUR’un sermayesi, 14.12.2020 Tarih ve 3302 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile 3,695 Milyar TL’ye yükseltilmiştir. 2020 yılı itibarıyla ÇAYKUR bünyesinde 47 adet tasnifli dökme kuru çay fabrikası ve 1

adet paketlenme fabrikası, 1 adet pazarlama ve üretim bölge müdürlüğü mevcuttur. 2020 yılında 135.251 ton siyah tasnifli dökme, 58 ton yeşil tasnifli dökme, 6.670 ton organik siyah tasnifli dökme, 36 ton organik yeşil dökme ile 0,045 ton tasnifli beyaz çay, 27 ton tasnifli granül çay ve 8 ton tasnifli çay pudrası olmak üzere toplam 142.049 ton tasnifli, 122.132 ton paketli siyah, 82 ton paketli yeşil, 297 ton paketli organik, 0,16 ton beyaz çay, 22 ton paketli organik yeşil çay, 7 ton paketli çay pudrası olmak üzere toplam 126.541 ton paketli çay üretimi gerçekleştirilmiştir (ÇAYKUR, 2021: 1).

Kamu İktisadi Teşebbüsleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname hükümlerine tabi olan ÇAYKUR'un kaynaklarının verimli ve etkin kullanılmasına ilişkin sorunları bulunmaktadır. Bu sorunların çözülmesi amacıyla kamu kurumlarının kaynak kullanımına yönelik belirledikleri amaçlara ve hedeflere ulaşma durumlarının analiz edilmesi gerekmektedir (Ardıç, 2019: 354). Bu çalışmada ÇAYKUR fabrikalarının kaynaklarının kullanımını değerlendirmek için ÖSG ve ÖDG varsayımları çerçevesinde VZA temelli bulanık MTFVE yöntemleri ile analiz yapılmıştır. Bu bağlamda oluşturulan araştırma modeli Şekil 14'te gösterilmektedir.



Şekil 14. Araştırmanın Modeli

4.1.1. Karar Birimlerinin Belirlenmesi

VZA tabanlı yöntemlerin uygulanmasında ilk aşama karar birimlerinin belirlenmesidir. Karar birimleri belirlenirken analiz sonuçlarının doğru ve güvenilir olması için KVB'lerin homojenliği önemlidir. Araştırmada, ÇAYKUR bünyesinde faaliyette bulunan tüm yaş çay fabrikalarının (47 adet) analizi hedeflenmiştir. Bununla birlikte Cumhuriyet, Kalecik, Hemşin, Taşlıdere ve Sümer Çay Fabrikaları'na ait verilerin bütünlüğü sağlanamadığından dolayı araştırma kapsamı 42 çay fabrikası ile sınırlandırılmıştır. Tablo 3'te araştırma kapsamında yer alan çay fabrikaları ve kodları gösterilmektedir.

Tablo 3. Karar Verme Birimleri

Kodu	Fabrika Adı	Kodu	Fabrika Adı
KVB1	Ambarlık Çay Fabrikası	KVB22	Kemalpaşa Çay Fabrikası
KVB2	Araıklı Çay Fabrikası	KVB23	Kendirli Çay Fabrikası
KVB3	Ardeşen Çay Fabrikası	KVB24	Kirazlık Çay Fabrikası
KVB4	Arhavi Çay Fabrikası	KVB25	Melyat Çay Fabrikası
KVB5	Aşıklar Çay Fabrikası	KVB26	Muratlı Çay Fabrikası
KVB6	Azıklı Çay Fabrikası	KVB27	Musadağı Çay Fabrikası
KVB7	Bölümlü Çay Fabrikası	KVB28	Of Çay Fabrikası
KVB8	Büyükköy Çay Fabrikası	KVB29	Ortapazar Çay Fabrikası
KVB9	Camıdağı Çay Fabrikası	KVB30	Pazar Çay Fabrikası
KVB10	Çamlı Çay Fabrikası	KVB31	Pazarköy Çay Fabrikası
KVB11	Çayeli Çay Fabrikası	KVB32	Sabuncular Çay Fabrikası
KVB12	Çiftlik Çay Fabrikası	KVB33	Salarha Çay Fabrikası
KVB13	Derepazarı Çay Fabrikası	KVB34	Selimiye Çay Fabrikası
KVB14	Eskipazar Çay Fabrikası	KVB35	Sürmene Çay Fabrikası
KVB15	Fındıklı Çay Fabrikası	KVB36	Taşçılar Çay Fabrikası
KVB16	Gündoğdu Çay Fabrikası	KVB37	Tersane Çay Fabrikası
KVB17	Hayrat Çay Fabrikası	KVB38	Tirebolu Çay Fabrikası
KVB18	Hopa Çay Fabrikası	KVB39	Ulucami Çay Fabrikası
KVB19	İyidere Çay Fabrikası	KVB40	Veliköy Çay Fabrikası
KVB20	Kalkandere Çay Fabrikası	KVB41	Zihniderin Çay Fabrikası
KVB21	Karaca Çay Fabrikası	KVB42	Işıklı Çay Fabrikası

4.1.2. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Seçilmesi

VZA analizinin ikinci aşamasında girdi ve çıktı değişkenleri seçilmektedir. Çalışma amaçlarının en iyi şekilde yerine getirilebilmesi için uygun girdi ve çıktı faktörleri belirlenmelidir. Çalışmada kullanılmak üzere literatür araştırması ve veri elverişliliği dikkate alınarak Tablo 4'te gösterilen 4 adet girdi değişkeni ve 1 adet çıktı değişkeni belirlenmiştir. VZA yaklaşımında KVB sayısının toplam değişken sayısının 2 ya da 3 katı olması önerilmektedir (Ramanathan, 2003: 174). Çalışmada 42 KVB, 5 değişken kullanılarak bu varsayım sağlanmıştır.

Tablo 4. Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Değişken türü	Kod	Birim	Açıklama	Kullanıldığı Çalışmalar
Girdi				
Maddi Duran Varlıklar	X ₁	Milyon TL	Her bir fabrikadaki yıl sonu itibariyle maddi duran varlıklar toplamı	(Al-Shammari, 1999; Liang vd., 2006; Kim ve Han, 2001; Park ve Hancer, 2012).
İlk Madde ve Malzeme Giderleri	X ₂	Milyon TL	Her bir fabrikada yıl sonu itibariyle toplam ilk madde ve malzeme giderleri	(Vargas ve Vecchiatti, 2016; Zhang vd., 2003).
Direkt İşçilik Giderleri	X ₃	Milyon TL	Her bir fabrikada yıl sonu itibariyle ödenen toplam direkt işçilik ücreti	(Živělová vd., 2003; Patterson, 1992).
Genel İmalat Giderleri	X ₄	Milyon TL	Her bir fabrikada yıl sonu itibariyle toplam genel imalat giderleri	(Foster ve Gupta, 1990; Van Ho vd., 2019)
Çıktı				
Üretilen Kuru Çay Miktarı	Y ₁	Ton	Her bir fabrikada yıl sonu itibariyle üretilen toplam kuru siyah çay miktarı	(Basnayake ve Gunaratne, 2002; Jayasuriya 2003; Gunathilaka vd., 2017)

Maddi duran varlıklar, işletmenin kullanmak için elinde bulundurduğu ve birden fazla dönemde kullanımı düşünülen fiziki varlıklar olarak tanımlanmaktadır (Günce, 2019: 230). Başka bir tanımda mal ve hizmet üretiminde, arzında kullanılan, başkalarına kiraya verilen veya idari amaçlar kapsamında elde bulundurulmuş ve bir muhasebe döneminden daha fazla kullanımı öngörülen fiziki varlıklar şeklinde ifade edilmektedir (Şamil ve Esmeray, 2010: 183). Rekabet avantajı elde etmek ve bunun devamlılığını sağlamak, organizasyonlardaki kıt olan kaynakların geliştirilmesini ve etkin kullanımını gerektirir. Kaynak temelli

yaklaşım 1990'lardan beri stratejik yönetim literatüründe yüksek bir önceliğe sahiptir. Bu yaklaşıma göre bir firmanın rekabet gücü, seçilen stratejileri uygulamak için kullanılan maddi ve maddi olmayan varlıkları içeren kaynak donatımlarından elde edilir (Lähtinen, Haara, Leskinen ve Toppinen, 2008: 607). Maddi duran varlıkların tanımlanması, kullanılması ve hesaplanması maddi olmayan varlıklara göre daha kolaydır (Harc, 2015: 214). Maddi duran varlıklar bir işletmenin ekonomik faaliyetlerindeki performansının ve sürekliliğinin sağlanmasında hayati ön koşuldur (Loredana, 2016: 223). En temel üretim faktörlerinden olan sermaye, işletmelerin maddi duran varlıkları ile ölçülmektedir (Margaritis ve Psillaki, 2007: 1458). ÇAYKUR fabrikalarının maddi duran varlıkları kapsamında; arazi ve arsalar, yeraltı ve yerüstü düzlükler, binalar, tesis makine ve cihazlar, taşıtlar, demirbaşlar ve diğer maddi duran varlıklar yer almaktadır. ÇAYKUR faaliyet raporuna göre 2020 yılı itibariyle maddi duran varlıkların bedeli 760.550.620 TL'dir (ÇAYKUR, 2021: 55).

Direkt ilk madde ve malzeme giderleri, nihai ürünün içeriğinde yer alan, üretilen mamulün özünü oluşturan, herhangi bir dağıtım anahtarına gereksinim duyulmayan ve tüketilen miktarı izlenebilen unsurlara yapılan harcamalardır (Gönen ve Demir, 2012: 139). İlk madde ve malzeme giderleri, toplam üretim maliyetinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu nedenle ilk madde ve malzeme maliyetinin düşürülmesi, toplam üretim maliyetini optimize etmenin ilk adımıdır (Zhang, Dubé, McLean ve Kates, 2003: 239) Bir üreticinin girdileri arasında yer alan ilk madde ve malzeme kaynaklarının iyi organize edilmesi ve optimum şekilde kullanılması ile en iyi performans elde edilebilir (Chan, 2003: 538). ÇAYKUR fabrikalarında ilk madde malzeme giderleri kapsamında yaş çay yaprağı, organik yaş çay yaprağı, yaş çay tomurcuğu, partikül aroma ürünü bulunmaktadır. ÇAYKUR faaliyet raporuna göre 2020 yılı itibariyle gerçekleşen ilk madde ve malzeme giderleri 2.774.758 TL ile toplam giderlerin %63,63'ünü oluşturmaktadır (ÇAYKUR, 2021: 55).

Direkt işçilik giderleri, fiilen üretim işlemini gerçekleştiren ve doğrudan doğruya mamulle ilişkilendirilebilen emeğe karşılık yapılan ödemeler şeklinde tanımlanmaktadır (Gönen ve Çelik, 2004: 140). Tüm endüstrilerde emek verimliliği, üretim verimliliğinin en iyi göstergelerinden biri olarak kabul edilir.

İşletmelerde emek verimliliğinin bilgisi, maliyet tahmini ve ilerleme kontrolü için esastır (Lee, Park, Choi ve Han, 2017: 122). Emek verimliliği işgücü kaynağının kullanımının bir ölçüsüdür (Stuebs ve Sun, 2010: 265). Özellikle performans değerlendirmelerinde işgücünün değerine ve işçilik giderlerinin hesaba katılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. ÇAYKUR faaliyet raporunda göre 2020 yılı itibariyle direkt işçilik giderleri 247.102 TL gerçekleşmiştir (ÇAYKUR, 2021: 84). Girdi değişkeni olarak personel sayısı yerine direkt işçilik giderleri seçilmesinin nedeni ÇAYKUR'a bağlı fabrikalarda çalışan geçici işçilerin yıl içindeki çalışma sürelerinin standart olmayıp farklılık göstermesidir.

İşletme içsel maliyetleri içerisinde direkt ilk madde ve malzeme giderleri ve direkt işçilik giderleri dışındaki diğer gider kalemleri genel imalat giderleri sınıfında yer almaktadır (Çelik, 2007: 156). Ürünlerin satışı ve tüm işletme sürecinin yönetimi için genel imalat giderleri hesaplanmaktadır. Her dönem gelir tablolarında raporlanmakta olan genel imalat giderleri organizasyon maliyetinin muhasebe açısından incelenmesinde büyük önem taşımaktadır (Kang ve Hu, 2009: 243). Genel üretim giderlerinin toplam üretim maliyetleri içindeki payı her geçen gün artmaktadır. Ayrıca genel üretim giderleri, maliyet düşürme açısından en uygun maliyet kalemlerini içermektedir (Bozkurt, Dokur ve Yıldırım, 2014: 9)

Çay fabrikalarının nihai çıktısı üretilen kuru çaydır. Araştırmada çıktı değişkeni olarak kâr yerine kuru çay miktarı tercih edilmiştir. Bu çalışma 7 yıllık bir dönemi kapsamaktadır. Para politikaları uzun dönemde fiyatlar ve enflasyon üzerinde etkili olabilmektedir (İpek ve Akar, 2016: 170). Fiyatlardaki değişimin ve enflasyon etkisinin çıktıya yansımaması için birim olarak miktar seçilmiştir. ÇAYKUR faaliyet raporuna göre 2020 yılı itibariyle üretilen kuru çay miktarı 13.522 Ton'dur (ÇAYKUR, 2021: 23).

Çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki korelasyon analizinin sonuçları Tablo 5'te sergilenmektedir. Tabloda görüleceği üzere tüm değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. Bu durum VZA temelli yöntemlerde izotoniklik özelliğini yansıtmaktadır. Girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi formüle eden izotoniklik, herhangi bir girdideki artışın herhangi bir çıktıda azalma değil artışla sonuçlanmasının gerektiği anlamına gelir (Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz, 1985: 22). Belirlenen girdi ve çıktı değişkenleri arasında bu izotoniklik

özelliğinin var olup olmadığını anlamak için korelasyon analizi kullanılmaktadır. Korelasyon analizinden elde edilen katsayı (rh) pozitif ve anlamlı ise izotoniklik varsayımı sağlanmış olmaktadır (Bowlin, 1998:17).

Tablo 5. Değişkenlerin Korelasyon Analizi

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y ₁
X ₁	1,00	,56**	,35**	,46**	,49**
X ₂		1,00	,75**	,84**	,70**
X ₃			1,00	,63**	,40**
X ₄				1,00	,56**
Y ₁					1,00

** 0,01 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

4.1.3. Verilerin Elde Edilmesi

Araştırmaya konu olan 42 adet ÇAYKUR yaş çay işleme fabrikasının 2013–2019 dönemlerini kapsayan maddi duran varlıklar, ilk madde ve malzeme giderleri, direkt işçilik giderleri, genel imalat giderleri ve üretilen kuru çay miktarı ÇAYKUR genel müdürlüğü ve faaliyet raporlarından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan kesin veriler Ek Tablo 1-7’de yer almaktadır.

4.1.4. Kesin Verilerin Bulanıklaştırılması

Bulanık yöntemlerin uygulanabilmesi için kesin veriler, bulanık eş değerlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu çalışmada bulanık sayıların alt ve üst değerlerinin belirlenmesi için üçgensel üyelik fonksiyonu tercih edilmiştir. Çalışma kapsamındaki kesin değere sahip girdi ve çıktı verilerinin üçgensel bulanık sayıya dönüştürme işleminde literatürdeki çalışmalar da (Singh, Kumar ve Singh, 2012: 62; Gündüz, 2015: 528; Kocsis, 2012: 181; Göktolga ve Artut, 2014: 65) dikkate alınarak standart hata kullanılmıştır. Standart hata, bir parametrenin kesinliğinin (ortalama, orantı, olasılık oranı, hayatta kalma olasılığı vb.) tahminini sağlar ve bir örnekten ilgili popülasyona ilişkin veriler hakkında çıkarımlar yapmak istendiğinde kullanılır. Standart hata bir ortalama ile ilgili olduğunda ise ortalamanın standart hatası olarak adlandırılır. Standart hata, özünde rastgele bir değişkenin örnekleme dağılımının standart sapmasıdır. Örnek değerinin kesinliği bilinmek istendiğinde standart hatanın kullanılması gerekmektedir (Biau, 2011:

2662-2664). Birçok araştırmacı standart sapmadan daha küçük olduğundan dolayı verilerini standart hatayla özetlemektedir. Örneklem boyutu küçüldükçe standart hatanın güven aralığı genişlemektedir. Küçük örneklemelerde standart hata kullanımı önerilmektedir (Brown, 1982: 937-939). Bu çalışmada standart sapma yerine standart hatanın kullanımı tercih edilmiştir. Eşitlik (60–61)’de üçgensel bulanık sayılardaki alt sınır ve üst sınır değerlerinin hesaplanması gösterilmektedir. Elde edilen üçgensel bulanık sayılar Ek Tablo 8-14’te sunulmuştur.

$$\text{Alt sınır değeri } (l) = \text{Merkez değeri } (m) - \text{standart hata} \quad (60)$$

$$\text{Üst sınır değeri } (u) = \text{Merkez değeri } (m) + \text{standart hata} \quad (61)$$

Karar birimlerine dair kesin ve bulanık verilerin elde edilmesinden sonra bulanık yöntemlerle etkinlik değişimi ölçülmüştür. Bulanık yöntem uygulamaları ve bulguları alt başlıklarda açıklanmıştır.

4.1.5. HTE Modeli Uygulaması

Girdi yönlü HTE modeli ile ÇAYKUR fabrikalarının dinamik düzeyde bulanık MTFVE analizi yapılmıştır. Analiz çerçevesinde her bir fabrika için 3 farklı α kesimi ($\alpha= 0, 0.5, 1$) seviyesinde Eşitlikler (48–51) kullanılarak toplam 6048 adet ÖDG–VRS varsayımlı denklem oluşturulmuştur. Çalışma kapsamındaki Ambarlık Fabrikası’nın $\alpha=0$ için 2018-19 veriler ile oluşturulan Eşitlik (50) modelinin örneği Ek 15’te gösterilmektedir. Modellerin çözümünde LINDO paket programı kullanılmıştır. Model sonuçlarına Eşitlik (52) uygulanarak ölçek etkinlik değişimi, saf etkinlik değişimi, etkinlik değişimi, teknolojik değişim ve MTFVE değerleri elde edilmiştir.

Tablo 6. HTE Modeli 2013-14 Dönemi Skorları

KVB	Ölçek Değişimi			Saf Etkinlik Değişimi			Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$
Ambarlık	0,97	0,96	0,92	1,03	1,04	0,95	1,00	1,00	0,87	0,84	0,90	0,99	0,81	0,86	0,80
Araklı	1,01	1,01	1,00	0,99	0,99	0,96	1,00	1,00	0,96	0,89	0,91	0,92	0,90	0,92	0,88
Ardeşen	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	0,91	0,95	0,86	0,91	0,95
Arhavi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	1,00	1,00	0,94	0,91	0,93	0,95	0,91	0,93	0,90
Aşıklar	1,01	1,01	1,00	0,99	0,99	0,89	1,00	1,00	0,90	0,88	0,90	0,93	0,89	0,91	0,83
Azaklı	0,85	0,85	0,85	1,18	1,18	1,18	1,00	1,00	1,00	0,62	0,71	0,80	0,52	0,60	0,68
Bölümlü	1,01	1,01	1,03	0,99	0,99	0,88	1,00	1,00	0,90	0,87	0,93	0,97	0,88	0,94	0,90
Büyükköy	1,03	0,91	1,08	0,97	1,09	0,93	1,00	1,00	1,01	0,92	0,95	0,99	0,95	0,87	1,07
Camıdağı	1,01	1,12	1,01	0,99	0,89	0,90	1,00	1,00	0,91	1,02	0,94	0,89	1,02	1,05	0,81
Çamlı	1,01	1,04	1,00	0,99	0,96	1,09	1,00	1,00	1,09	0,99	1,02	0,87	1,01	1,06	0,96
Çayeli	1,00	0,99	1,00	1,00	1,01	0,88	1,00	1,00	0,89	0,81	0,85	0,90	0,81	0,84	0,80
Çiftlik	1,00	1,02	1,01	1,00	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	0,88	0,88	0,93	0,88	0,90	0,94
Derepazarı	1,00	0,66	1,00	1,00	1,51	0,92	1,00	1,00	0,93	0,86	0,88	0,93	0,86	0,58	0,86
Eskipazar	1,05	1,44	1,01	0,95	0,70	0,99	1,00	1,00	1,00	0,93	0,98	1,02	0,97	1,41	1,03
Fındıklı	1,00	1,06	1,00	1,00	0,94	0,84	1,00	1,00	0,84	0,84	0,86	0,98	0,84	0,91	0,83
Gündoğdu	1,00	0,92	1,00	1,00	1,09	0,97	1,00	1,00	0,97	0,91	0,92	0,91	0,91	0,84	0,89
Hayrat	1,01	1,05	1,01	0,99	0,95	0,97	1,00	1,00	0,97	0,93	0,93	0,91	0,94	0,98	0,89
Hopa	1,01	1,06	1,03	0,99	0,94	0,82	1,00	1,00	0,84	0,81	0,85	0,94	0,82	0,89	0,82
İyidere	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	0,94	0,88	0,89	0,92	0,88	0,89	0,87
Kalkandere	1,03	0,89	1,06	0,98	1,13	1,00	1,00	1,00	1,05	0,96	0,98	0,96	0,99	0,87	1,07
Karaca	1,01	1,19	1,06	0,99	0,84	0,88	1,00	1,00	0,93	0,98	0,93	0,96	1,00	1,11	0,94
Kemalpaşa	1,00	1,02	1,01	1,00	0,98	0,91	1,00	1,00	0,91	0,88	0,91	0,93	0,88	0,92	0,85
Kendirli	1,02	1,06	1,07	0,98	0,95	0,85	1,00	1,00	0,91	0,85	0,89	0,98	0,87	0,94	0,95
Kirazlık	0,43	0,27	1,05	2,32	3,75	0,88	1,00	1,00	0,92	0,99	0,95	0,96	0,43	0,25	0,94
Melyat	1,00	1,08	1,01	1,00	0,92	0,87	1,00	1,00	0,88	0,94	0,95	0,99	0,94	1,03	0,88
Muratlı	1,01	1,00	1,05	0,99	1,00	0,84	1,00	1,00	0,88	0,88	0,89	0,96	0,89	0,89	0,88
Musadağı	1,02	1,02	1,03	0,98	0,98	0,94	1,00	1,00	0,96	0,90	0,92	0,92	0,91	0,93	0,91
Of	1,02	1,01	1,02	0,98	0,99	0,92	1,00	1,00	0,94	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,89
Ortapazar	1,01	1,05	1,01	0,99	0,96	0,93	1,00	1,00	0,95	0,90	0,91	0,92	0,91	0,95	0,88
Pazar	1,01	1,01	1,02	0,99	0,99	0,86	1,00	1,00	0,87	0,87	0,89	0,94	0,88	0,89	0,83
Pazarköy	1,00	0,90	0,93	1,00	1,11	1,18	1,00	1,00	1,09	0,91	0,91	0,87	0,91	0,82	0,88
Sabuncular	1,00	1,07	1,02	1,00	0,93	0,84	1,00	1,00	0,85	0,82	0,85	0,94	0,82	0,91	0,81
Salarha	1,01	1,06	1,02	0,99	0,94	0,89	1,00	1,00	0,91	0,79	0,84	0,90	0,80	0,89	0,84
Selimiye	1,03	0,99	1,06	0,97	1,01	0,82	1,00	1,00	0,87	0,86	0,88	0,97	0,89	0,87	0,90
Sürmene	1,02	1,02	1,03	0,98	0,98	0,91	1,00	1,00	0,94	0,90	0,92	0,94	0,91	0,93	0,91
Taşçılar	1,02	0,99	1,07	0,98	1,01	0,83	1,00	1,00	0,89	0,86	0,88	0,98	0,88	0,87	0,92
Tersane	1,05	1,04	1,05	0,95	0,96	0,88	1,00	1,00	0,93	0,95	0,97	0,98	1,00	1,00	0,97
Tirebolu	1,02	1,00	1,06	0,98	1,00	0,93	1,00	1,00	0,99	0,93	0,94	0,96	0,95	0,94	1,01
Ulucami	1,00	0,97	1,00	1,00	1,03	0,86	1,00	1,00	0,86	0,90	0,93	1,00	0,90	0,90	0,86
Veliköy	1,01	1,16	1,03	0,99	0,86	0,95	1,00	1,00	0,97	0,96	1,01	1,05	0,97	1,17	1,04
Zihniderin	1,01	0,90	1,02	0,99	1,11	0,88	1,00	1,00	0,90	0,87	0,88	0,93	0,87	0,80	0,85
Işıklı	1,00	1,25	1,01	1,00	0,80	0,84	1,00	1,00	0,85	0,59	0,78	0,95	0,59	0,97	0,82
Ortalama	0,99	1,00	1,02	1,03	1,06	0,92	1,00	1,00	0,93	0,88	0,91	0,94	0,88	0,91	0,89
< 1	4	15	3	36	26	39	0	0	34	41	40	39	40	35	37
= 1	2	1	1	2	1	0	42	42	4	0	0	0	0	0	0
>1	36	26	38	4	15	3	0	0	4	1	2	3	2	7	5

Farklı α -kesim düzeyinde elde edilen 2013-14 dönemine ait bulanık MTFVE skorları Tablo 6'da yer almaktadır. Tabloda yer alan çay fabrikalarının ortalama MTFVE değerlerine bakıldığında $\alpha=0$ için %12 (0,88), $\alpha=0,5$ için %9 (0,91) ve $\alpha=1$ için %11 (0,89) azalış görülmektedir. $\alpha=0$ düzeyinde 40 fabrikada, $\alpha=0,5$ düzeyinde 35 fabrikada, $\alpha=1$ düzeyinde 37 fabrikada MTFVE skoru azalmıştır. En fazla artış $\alpha=0,5$ düzeyinde %41 (1,41) ile Eskipazar fabrikasında gerçekleşirken en fazla azalış $\alpha=0,5$ düzeyinde %75 ile Kirazlık fabrikasında tespit edilmiştir. Tüm α -kesim düzeylerinde eşzamanlı MTFVE artışı kaydeden fabrika bulunmamaktadır.

Ortalama teknolojik değişim değerlerinde $\alpha=0$ için %12 (0,88), $\alpha=0,5$ için %9 (0,91) ve $\alpha=1$ için % (0,94) azalış fark edilmektedir. $\alpha=0$ düzeyinde 41 fabrikada, $\alpha=0,5$ düzeyinde 40 fabrikada, $\alpha=1$ düzeyinde 39 fabrikada teknolojik değişim değerinde azalış kaydedilmiştir. En fazla artış $\alpha=1$ düzeyinde %5 (1,05) ile Veliköy fabrikasında gerçekleşirken en fazla azalış $\alpha=0$ düzeyinde %41 (0,59) Işıklı fabrikasında tespit edilmiştir. Tüm α -kesim düzeylerinde eşzamanlı olarak teknolojik değişim skorunda artış kaydeden fabrika bulunmamaktadır.

Ortalama etkinlik değişim değerleri incelendiğinde $\alpha=0$ ve $\alpha=0,5$ düzeyinde (1,00) değişim görülmez iken $\alpha=1$ için %7 (0,93) azalış tespit edilmiştir. $\alpha=1$ düzeyinde 34 fabrikanın etkinlik değerinde azalış gerçekleşmiştir. En fazla azalış $\alpha=1$ düzeyinde %16 (0,84) ile Fındıklı fabrikasında gerçekleşirken en fazla artış $\alpha=1$ düzeyinde %9 (1,09) Pazarköy fabrikasında tespit edilmiştir. $\alpha=0$ ve $\alpha=0,5$ düzeylerinde tüm fabrikaların etkinlik değişim skoru (1,00) sabittir. Bu güven düzeylerinde bir önceki yıla göre çay fabrikalarının etkinlik skorları değişmemiştir.

Ortalama saf etkinlik değerlerinde $\alpha=0$ için %3 (1,03), $\alpha=0,5$ için %6 (1,06) artış $\alpha=1$ için %8 (0,92) azalış kaydedilmiştir. $\alpha=0$ düzeyinde 4 fabrikada, $\alpha=0,5$ düzeyinde 15 fabrikada saf etkinlik değeri artarken $\alpha=1$ düzeyinde 39 fabrikada azalış kaydedilmiştir. En fazla artış $\alpha=0,5$ düzeyinde %375 (3,75) ile Kirazlık fabrikasında gerçekleşirken en fazla azalış $\alpha=0,5$ düzeyinde %30 (0,70) Eskipazar fabrikasında tespit edilmiştir. Tüm α -kesim düzeylerinde sadece Azaklı fabrikasının etkinlik skorunda %18 (1,18) artış kaydedilmiştir. Azaklı fabrikası yönetim uygulamalarında diğer fabrikaların referans alabileceği örnek bir KVB'dir.

Ortalama ölçek etkinlik değerlerine bakıldığında $\alpha=0$ düzeyinde %1 (0,99) azalış, $\alpha=0,5$ düzeyinde (1,00) sabit değer görülmektedir. $\alpha=1$ düzeyinde ise %2 (1,02) artış görülmektedir. $\alpha=0$ düzeyinde 4 fabrikada, $\alpha=0,5$ düzeyinde 15 fabrikada ölçek etkinlik değeri azalırken $\alpha=1$ düzeyinde 38 fabrikanın ölçek etkinlik skoru artmıştır. En fazla artış $\alpha=0,5$ düzeyinde %44 (1,44) ile Eskipazar fabrikasında gerçekleşirken en fazla azalış $\alpha=0,5$ düzeyinde %73 (0,27) Kirazlık fabrikasında tespit edilmiştir. Tüm α -kesim düzeylerinde eşzamanlı olarak 14 fabrikanın ölçek etkinlik skorunda artış kaydedilmiştir. Artış gerçekleşen bu fabrikalar optimal ölçek kullanımında diğer fabrikalar için referans olabilmektedir.

HTE sonuçlarına göre 2013–14 dönemi değerlendirildiğinde, MTFVE'deki azalışın fabrikaların teknoloji düzeylerindeki gerilemeden ve yönetimdeki uygulama ve politikaların başarısızlığından kaynaklandığı görülmektedir. α -kesim düzeyi “0” değerine yaklaştıkça risk (bulanıklık) düzeyi ve güven aralığı artmaktadır. $\alpha=1$ düzeyinde bulanıklık bulunmamakta, buna karşın etkinlik skorlarının güven düzeyi de minimuma inmektedir. α -kesim düzeyi değiştikçe ortalama etkinlik skor değerlerinde en fazla %14 fark (aralık) gözlemlenmektedir. Başka bir ifade ile bulanıklık seviyesine bağlı olarak ortalama üst değer ile alt değer arasında en fazla %14 değişim gerçekleşmektedir. Analiz kapsamındaki diğer dönemler için hesaplanan HTE skorları sırasıyla Ek Tablo 18-22'de yer almaktadır. Söz konusu Tablolar da benzer şekilde yorumlanmaktadır.

Çay fabrikalarının 2013-2019 dönemine ait HTE bileşenlerindeki değişimlerin geometrik ortalamaları Tablo 7'de sunulmuştur. Tabloda yer alan çay fabrikalarının ortalama MTFVE değerleri $\alpha=0$ düzeyinde %13, $\alpha=0,5$ düzeyinde %12 ve $\alpha=1$ düzeyinde %10 azalmıştır. MTFVE skoru tüm α -kesim düzeylerinde ve fabrikaların tamamında azalmıştır. En fazla azalış $\alpha=0$ düzeyinde %38 ile Sabuncular fabrikasında tespit edilirken en az düşüş $\alpha=1$ düzeyinde %3 ile Çiftlik fabrikasında görülmüştür. MTFVE skorundaki azalışın tamamen teknolojik gerilemeden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. İlgili dönemde fabrikaların ortalama ölçek, saf etkinlik ve etkinlik skorlarının ise stabil kaldığı tespit edilmiştir.

Tablo 7. HTE Modeli 2013-19 Dönemi Ortalama Skorları

KVB	Ölçek Değişimi			Saf Etkinlik Değişimi			Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$
Ambarlık	0,99	0,99	0,97	1,01	1,01	1,04	1,00	1,00	1,01	0,89	0,90	0,91	0,88	0,89	0,89
Araklı	1,00	1,01	1,01	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,87
Ardeşen	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,79	0,82	0,86	0,79	0,82	0,86
Arhavi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	0,86	0,87	0,88	0,86	0,87	0,88
Aşıklar	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88	0,88	0,87	0,88	0,88	0,87
Azaklı	0,97	0,98	1,00	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	0,84	0,88	0,76	0,82	0,88
Bölümlü	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	0,88	0,88	0,89	0,88	0,89	0,89
Büyükköy	1,01	0,99	1,03	0,99	1,01	0,98	1,00	1,00	1,01	0,88	0,89	0,90	0,89	0,88	0,94
Camıdağı	1,00	1,02	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	0,87	0,89	0,86	0,89	0,90
Çamlı	1,01	1,02	1,02	0,99	0,98	0,99	1,00	1,00	1,02	0,88	0,89	0,88	0,89	0,91	0,91
Çayeli	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	0,86	0,87	0,86	0,86	0,87
Çiftlik	1,02	1,03	1,05	0,98	0,97	0,95	1,00	1,00	1,00	0,89	0,90	0,92	0,91	0,93	0,97
Derepazarı	1,01	0,94	1,01	0,99	1,06	0,99	1,00	1,00	1,00	0,87	0,87	0,88	0,87	0,82	0,89
Eskipazar	1,09	1,08	1,02	0,92	0,92	0,97	1,00	1,00	0,99	0,74	0,83	0,86	0,80	0,90	0,87
Fındıklı	1,00	1,01	1,01	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88	0,90	0,92	0,88	0,91	0,93
Gündoğdu	1,01	1,00	1,02	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	0,89	0,89	0,89	0,90	0,89	0,92
Hayrat	1,00	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88	0,89	0,89	0,89	0,90	0,90
Hopa	1,00	1,01	1,01	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,88	0,90	0,91	0,89	0,91	0,91
İyidere	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	0,86	0,87	0,86	0,86	0,87
Kalkandere	1,01	0,98	1,03	0,99	1,02	0,99	1,00	1,00	1,01	0,88	0,88	0,89	0,89	0,87	0,93
Karaca	1,00	1,03	1,00	1,00	0,97	0,99	1,00	1,00	0,99	0,86	0,88	0,89	0,86	0,90	0,89
Kemalpaşa	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	0,87	0,87	0,86	0,87	0,87
Kendirli	1,01	1,02	1,04	0,99	0,98	0,96	1,00	1,00	1,00	0,87	0,88	0,90	0,89	0,90	0,94
Kirazlık	0,87	0,80	1,02	1,15	1,25	0,99	1,00	1,00	1,01	0,89	0,88	0,88	0,77	0,71	0,91
Melyat	1,00	1,01	0,99	1,00	0,99	1,01	1,00	1,00	1,00	0,87	0,87	0,88	0,87	0,88	0,87
Muratlı	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	0,87	0,88	0,89	0,87	0,88	0,90
Musadağı	1,00	1,01	1,03	1,00	0,99	0,98	1,00	1,00	1,01	0,87	0,87	0,88	0,87	0,88	0,91
Of	1,01	1,01	1,01	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,87	0,88	0,88	0,88	0,89	0,90
Ortapazar	1,00	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	0,87	0,87	0,87	0,87	0,88	0,88
Pazar	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88	0,87	0,88	0,88	0,88	0,88
Pazarköy	1,00	0,99	1,00	1,00	1,01	1,01	1,00	1,00	1,02	0,87	0,88	0,87	0,88	0,86	0,88
Sabuncular	0,90	0,87	0,94	1,11	1,15	1,07	1,00	1,00	1,01	0,69	0,76	0,82	0,62	0,67	0,78
Salarha	1,00	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	0,84	0,85	0,87	0,84	0,86	0,86
Selimiye	1,00	1,01	1,03	1,00	0,99	0,96	1,00	1,00	0,99	0,87	0,88	0,90	0,88	0,88	0,92
Sürmene	1,01	1,01	1,01	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,88
Taşçılar	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	0,89	0,89	0,90	0,89	0,89	0,92
Tersane	1,02	1,02	1,03	0,98	0,98	0,97	1,00	1,00	1,00	0,87	0,88	0,90	0,89	0,91	0,93
Tirebolu	1,00	1,00	1,02	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00	0,87	0,88	0,89	0,87	0,88	0,91
Ulucami	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88	0,89	0,89	0,88	0,88	0,89
Veliköy	1,01	1,03	1,00	0,99	0,97	1,01	1,00	1,00	1,00	0,89	0,90	0,91	0,90	0,93	0,91
Zihniderin	1,00	0,98	1,00	1,00	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	0,87	0,87	0,87	0,87	0,86	0,88
Işıklı	1,00	1,04	1,04	1,00	0,96	0,96	1,00	1,00	1,00	0,81	0,86	0,89	0,81	0,89	0,92
Ortalama	1,00	1,00	1,01	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	0,88	0,89	0,87	0,88	0,90
< 1	35	30	34	6	12	7	0	0	21	0	0	0	0	0	0
= 1	1	0	0	1	0	0	42	42	6	0	0	0	0	0	0
>1	6	12	8	35	30	35	0	0	15	42	42	42	42	42	42

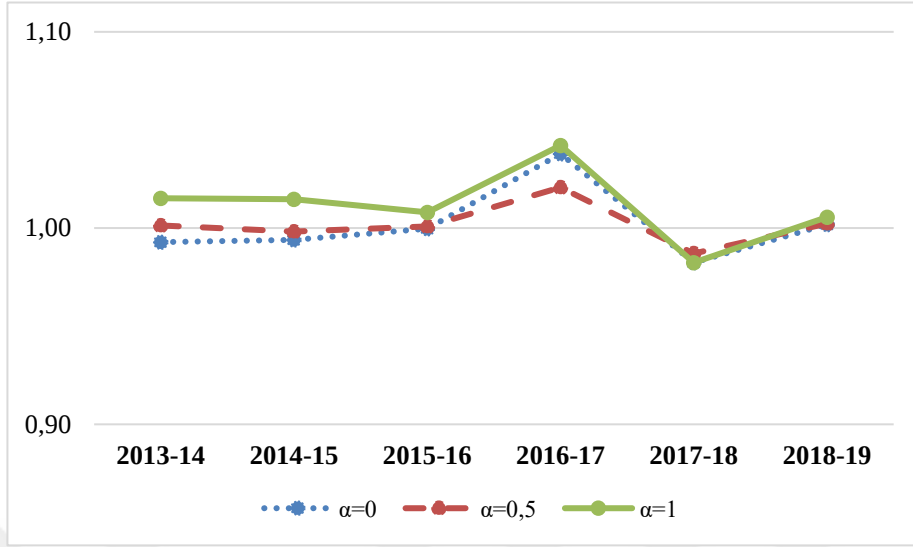
Çay fabrikalarının analiz kapsamındaki dönemlere göre HTE modelinden elde edilen ortalama bulanık MTFVE değişimleri Tablo 8’de sergilenmektedir. Buna göre, tüm α -kesim seviyelerinde ve analiz döneminin tamamında fabrikalardaki verimliliğin azaldığı anlaşılmaktadır. Verimlilik en fazla $\alpha=0$ düzeyinde 2019 yılında (%18) azalmıştır. Tüm dönemlerde yaşanan teknolojik gerilemen MTFVE’nin azalmasına sebep olmuştur.

Etkinlik değişimine bakıldığında $\alpha=0,5$ düzeyinde 2017 yılında, $\alpha=1$ düzeyinde 2014 ve 2017 yıllarında bir önceki yıla göre etkinlik düzeyleri azalmıştır. $\alpha=0,5$ düzeyinde 2018 yılında, $\alpha=1$ düzeyinde 2015 ve 2018 yıllarında etkinlik değişiminde ilerleme kaydedilmiştir. Diğer durumlarda etkinlik düzeyi değişmemiştir. Etkinlik değişimlerinin nedenlerine bakıldığında hem artışın hem de azalışın saf etkinlikteki değişimden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Ölçek etkinliğinde kısmen artış ve azalış söz konusu olsa da bu hareketlilik etkinlik skorunun yönünü değiştirememiştir.

Tablo 8. HTE Modeli Dönem Ortalama Skorları

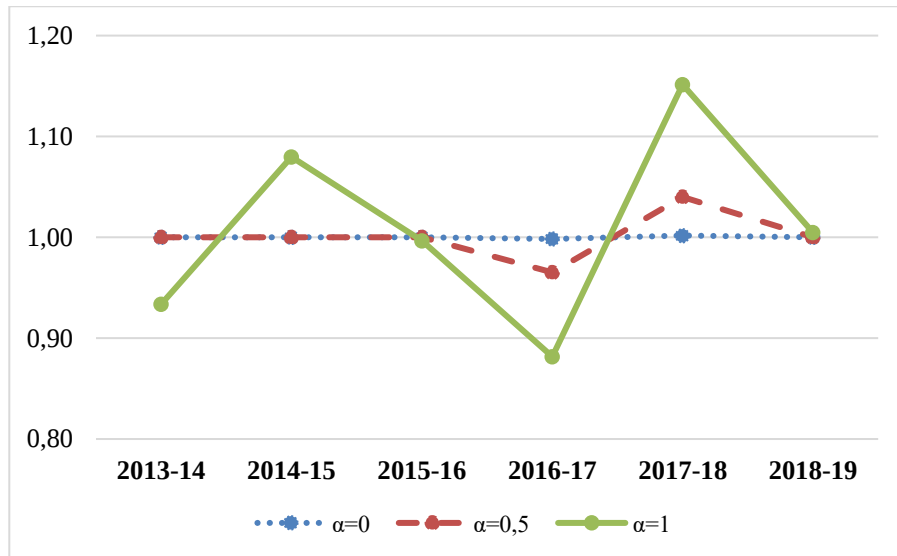
Dönem	Ölçek Değişimi			Saf Etkinlik Değişimi			Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE Değişimi		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$
MTFVE ₁₃₋₁₄	0,99	1,00	1,02	1,03	1,06	0,92	1,00	1,00	0,93	0,88	0,91	0,94	0,88	0,91	0,89
MTFVE ₁₄₋₁₅	0,99	1,00	1,01	1,01	1,00	1,07	1,00	1,00	1,08	0,84	0,85	0,86	0,83	0,85	0,94
MTFVE ₁₅₋₁₆	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	0,92	0,93	0,94	0,92	0,93	0,94
MTFVE ₁₆₋₁₇	1,04	1,02	1,04	0,97	0,95	0,85	1,00	0,97	0,88	0,88	0,90	0,95	0,91	0,89	0,88
MTFVE ₁₇₋₁₈	0,98	0,99	0,98	1,03	1,06	1,19	1,00	1,04	1,15	0,84	0,85	0,82	0,84	0,87	0,93
MTFVE ₁₈₋₁₉	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	0,82	0,82	0,82	0,83	0,83
Ortalama	1,00	1,00	1,01	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,01	0,87	0,88	0,89	0,87	0,88	0,90

Şekil 15’de HTE modelinden dönem bazında tüm α -kesim düzeyleri için elde edilen ortalama ölçek değişim skorları yer almaktadır. Şekil 15 incelendiğinde fabrikaların ortalama ölçek etkinlik skorlarında 2013-16 yılları için stabil bir durum söz konusu iken 2016-17 döneminde artış gerçekleşmiştir. Ölçek etkinlik skorlarında 2017-18 döneminde azalma meydana gelmiştir. Bir önceki döneme kıyasla 2019 yılında kısmen artış sağlanmıştır. Aynı dönemlerde bulanıklık düzeyi değişse de ölçek etkinlik grafiğinin yönü genellikle benzerdir.



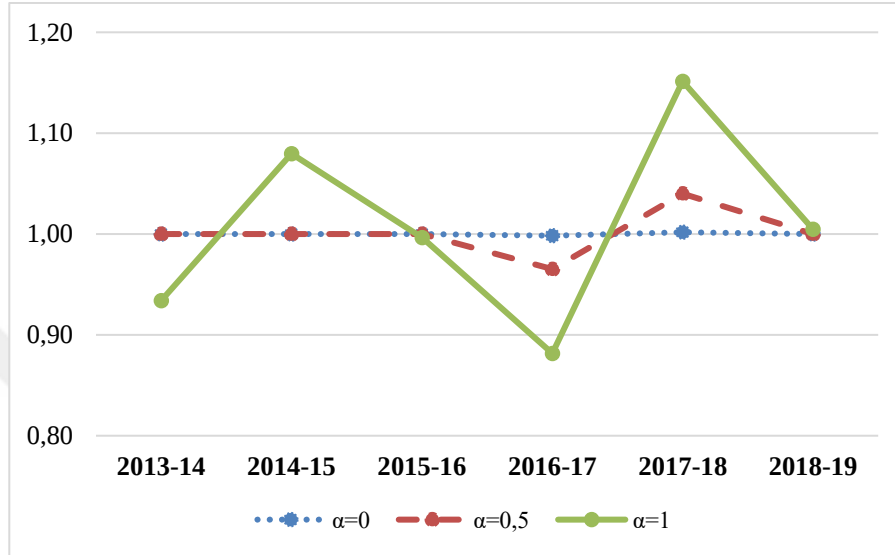
Şekil 15. HTE Ortalama Ölçek Etkinlik Değişimi

Şekil 16’da HTE modelinden dönem bazında tüm α -kesim düzeyleri için elde edilen ortalama saf etkinlik değişim skorları yer almaktadır. Şekil 16’ya göre fabrikaların ortalama saf etkinlik skorları 2016-17 dönemi için $\alpha=0,5$ ve $\alpha=1$ seviyelerinde bir önceki yıla göre azalmıştır. α -kesim düzeyleri değişse de 2015-16 ve 2018-19 dönemleri için benzer sonuçlar görülmektedir. Diğer dönemlerde $\alpha=1$ düzeyindeki değişim aralığı genişlemektedir.



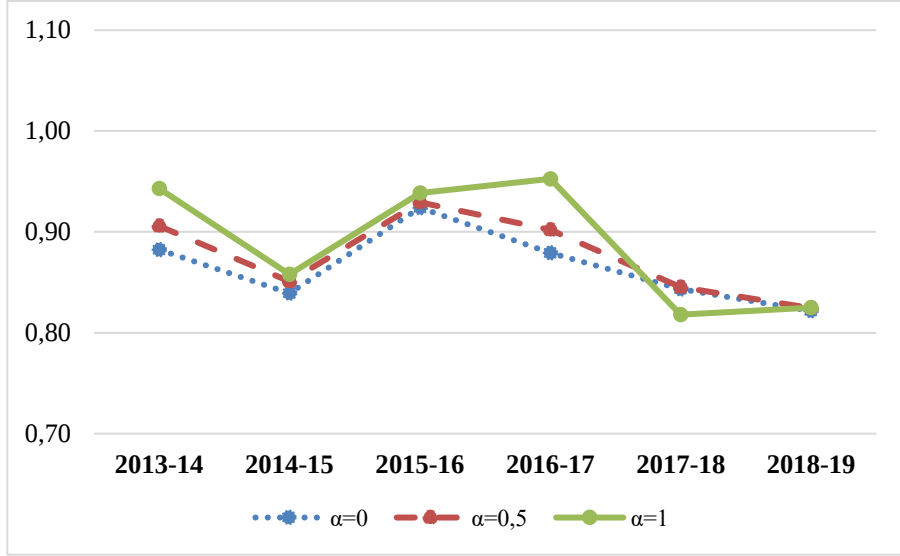
Şekil 16. HTE Ortalama Saf Etkinlik Değişimi

HTE modelinden dönem bazında tüm α -kesim düzeyleri için elde edilen ortalama etkinlik skorları Şekil 17’de sergilenmektedir. Buna göre bulanıklık seviyesi azaldıkça ortalama etkinlik değişim aralığı artmaktadır. Buna yüzden grafikte $\alpha=1$ düzeyindeki artış ve azalış aralığı daha fazladır.



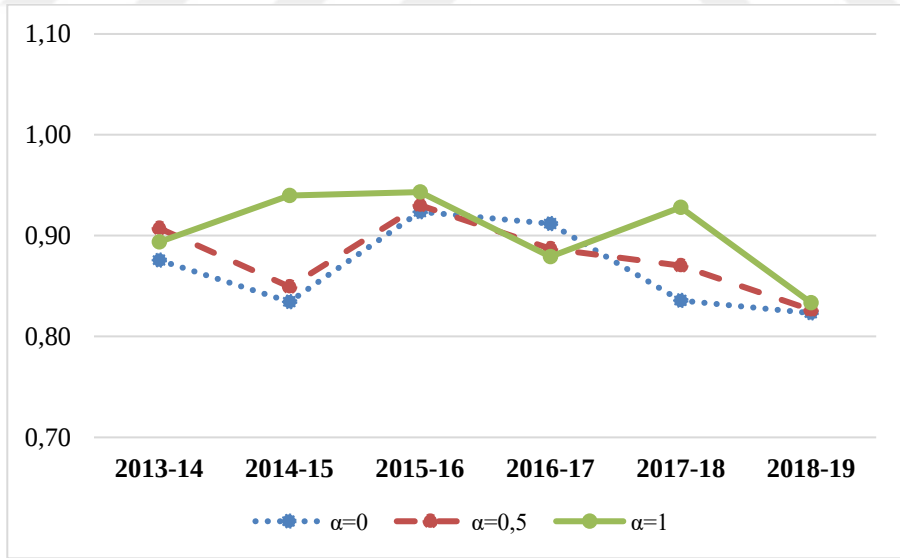
Şekil 17. HTE Ortalama Etkinlik Değişim

Şekil 18’de HTE modelinden dönem bazında tüm α -kesim düzeyleri için elde edilen ortalama teknolojik değişim skorları yer almaktadır. Grafiğe göre ortalama teknolojik değişim skorları tüm dönemlerde azalış yönündedir. En belirgin gerileme 2018-19 döneminde görülmektedir.



Şekil 18. HTE Ortalama Teknolojik Değişim

HTE modelinden tüm α -kesim düzeyleri için elde edilen ortalama MTFVE skorları Şekil 19’da sunulmaktadır. Ortalama MTFVE skorlarında tüm dönemler için azalma olduğu grafikten anlaşılmaktadır. En fazla azalma 2018-19 döneminde görülmektedir.



Şekil 19. HTE Ortalama MTFVE Değişim

Farklı α -kesim düzeylerindeki bulanık MTFVE skorlarından bütünleşik tek bir sıralama elde etmek amacıyla Chen ve Klein bulanık sıralama modeli kullanılmıştır. Elde edilen sıralama sonuçları Tablo 9’da sergilenmektedir.

Tablo 9. HTE Modeli Bütünleşik Etkinlik Sıralaması

2013 - 14			2014 - 15		2015 - 16		2016 - 17		2017 - 18		2018 - 19	
Sıra	KVB	I	KVB	I	KVB	I	KVB	I	KVB	I	KVB	I
1	Eskipazar	0,76	Sabuncular	0,76	Karaca	0,96	Çiftlik	0,62	Fındıklı	0,90	Ambarlık	0,93
2	Veliköy	0,70	Taşçılar	0,71	Ambarlık	0,80	Azaklı	0,39	Hopa	0,88	Fındıklı	0,90
3	Karaca	0,66	Kendirli	0,71	Aşıklar	0,73	Gündoğdu	0,36	Veliköy	0,85	Taşçılar	0,86
4	Çamlı	0,65	Çiftlik	0,69	Camıdağı	0,70	Sabuncular	0,34	Melyat	0,85	Muratlı	0,81
5	Tersane	0,64	Hopa	0,67	Veliköy	0,65	Kendirli	0,33	Işıklı	0,85	Camıdağı	0,77
6	Kalkandere	0,62	Kirazlık	0,67	Pazar	0,64	Büyükköy	0,27	Ardeşen	0,84	Hopa	0,74
7	Tirebolu	0,62	Gündoğdu	0,66	Işıklı	0,63	Pazarköy	0,26	Selimiye	0,84	Bölümlü	0,74
8	Büyükköy	0,62	Pazar	0,65	Kendirli	0,63	Çamlı	0,22	Tirebolu	0,84	Gündoğdu	0,73
9	Camıdağı	0,61	Zihniderin	0,65	Büyükköy	0,62	Derepazarı	0,21	Arhavi	0,83	Hayrat	0,72
10	Melyat	0,60	İyidere	0,65	Ulucami	0,62	Tersane	0,21	Taşçılar	0,82	Of	0,72
11	Hayrat	0,59	Fındıklı	0,65	Kemalpaşa	0,62	Eskipazar	0,20	Ulucami	0,82	Veliköy	0,69
12	Kendirli	0,58	Derepazarı	0,65	Kalkandere	0,62	Ortapazar	0,20	Çayeli	0,81	Salarha	0,68
13	Of	0,58	Büyükköy	0,65	Bölümlü	0,61	Musadağı	0,20	Muratlı	0,81	Arhavi	0,68
14	Sürmene	0,58	Işıklı	0,64	Çiftlik	0,61	Hayrat	0,20	Ambarlık	0,81	Derepazarı	0,66
15	Musadağı	0,58	Çamlı	0,63	Çayeli	0,61	Of	0,20	Camıdağı	0,79	Eskipazar	0,66
16	Ortapazar	0,57	Ulucami	0,63	Gündoğdu	0,60	Hopa	0,19	Tersane	0,78	Tersane	0,65
17	Arhavi	0,57	Çayeli	0,63	Fındıklı	0,59	Kalkandere	0,19	Bölümlü	0,78	Sabuncular	0,65
18	Çiftlik	0,57	Kemalpaşa	0,62	Kirazlık	0,59	Zihniderin	0,18	Zihniderin	0,78	Çamlı	0,64
19	Bölümlü	0,57	Aşıklar	0,62	Selimiye	0,59	Selimiye	0,17	Karaca	0,78	Kemalpaşa	0,63
20	Ardeşen	0,57	Musadağı	0,62	Salarha	0,58	Işıklı	0,16	Hayrat	0,77	Sürmene	0,62
21	Araklı	0,56	Selimiye	0,61	Tersane	0,58	Sürmene	0,16	Pazar	0,76	Kalkandere	0,60
22	Taşçılar	0,55	Araklı	0,61	Taşçılar	0,57	İyidere	0,16	Salarha	0,76	Melyat	0,60
23	Ulucami	0,55	Pazarköy	0,61	Muratlı	0,57	Pazar	0,15	Aşıklar	0,76	Pazarköy	0,60
24	Kemalpaşa	0,55	Bölümlü	0,61	Azaklı	0,57	Muratlı	0,14	Musadağı	0,76	Araklı	0,59
25	Muratlı	0,55	Azaklı	0,60	Melyat	0,57	Araklı	0,14	Büyükköy	0,75	Tirebolu	0,58
26	Selimiye	0,55	Tirebolu	0,60	Sürmene	0,56	Kirazlık	0,13	Kirazlık	0,75	Ardeşen	0,58
27	Gündoğdu	0,54	Ortapazar	0,60	Of	0,56	Fındıklı	0,13	Of	0,74	Azaklı	0,57
28	İyidere	0,54	Of	0,59	Arhavi	0,55	Arhavi	0,13	Kalkandere	0,74	Kirazlık	0,57
29	Aşıklar	0,54	Hayrat	0,59	Musadağı	0,54	Ulucami	0,12	Araklı	0,73	İyidere	0,56
30	Pazarköy	0,53	Tersane	0,58	Hayrat	0,53	Bölümlü	0,12	Derepazarı	0,73	Musadağı	0,56
31	Pazar	0,53	Sürmene	0,58	Tirebolu	0,53	Taşçılar	0,11	Ortapazar	0,73	Ulucami	0,55
32	Fındıklı	0,53	Veliköy	0,58	Araklı	0,52	Kemalpaşa	0,11	Kendirli	0,73	Selimiye	0,53
33	Sabuncular	0,52	Kalkandere	0,57	Çamlı	0,52	Aşıklar	0,11	Sürmene	0,72	Çiftlik	0,52
34	Salarha	0,51	Melyat	0,55	Ortapazar	0,52	Salarha	0,10	Çamlı	0,71	Ortapazar	0,52
35	Hopa	0,51	Muratlı	0,55	Eskipazar	0,52	Tirebolu	0,10	Kemalpaşa	0,70	Çayeli	0,50
36	Zihniderin	0,51	Ambarlık	0,55	Pazarköy	0,51	Ambarlık	0,10	İyidere	0,70	Karaca	0,49
37	Ambarlık	0,49	Camıdağı	0,54	İyidere	0,51	Veliköy	0,09	Pazarköy	0,68	Pazar	0,49
38	Çayeli	0,49	Salarha	0,54	Hopa	0,50	Çayeli	0,08	Eskipazar	0,67	Aşıklar	0,48
39	Işıklı	0,47	Ardeşen	0,53	Derepazarı	0,50	Melyat	0,07	Gündoğdu	0,62	Zihniderin	0,43
40	Derepazarı	0,45	Arhavi	0,49	Zihniderin	0,49	Camıdağı	0,06	Çiftlik	0,59	Işıklı	0,41
41	Azaklı	0,30	Karaca	0,47	Sabuncular	0,46	Ardeşen	0,06	Azaklı	0,52	Büyükköy	0,22
42	Kirazlık	0,25	Eskipazar	0,34	Ardeşen	0,19	Karaca	0,04	Sabuncular	0,04	Kendirli	0,14

Chen ve Klein modeline göre 2013-14 döneminde en yüksek sıralama endeksine sahip çay fabrikaları Eskipazar, Veliköy ve Karaca'dır. Bu fabrikalarda $\alpha=0,5$ düzeyinde en yüksek MTFVE skorları kaydedilmiştir. Ayrıca $\alpha=0$ ve $\alpha=1$ düzeyinde MTFVE skorları üst sıralarda yer almaktadır. Buna göre bu 3 KVB en iyi performansı gösteren fabrikalardır. Aynı dönemde en düşük sıralama endeksine sahip çay fabrikaları ise Derepazarı, Azaklı ve Kirazlık'tır. En düşük MTFVE

skorları bu fabrikaların $\alpha=0,5$ düzeyinde tespit edilmiştir. Ayrıca $\alpha=0$ ve $\alpha=1$ düzeyinde MTFVE skorları alt sıralamalarda bulunmaktadır. Buna göre, ilgili KVB'ler en düşük performansa sahip fabrikalardır. Fabrikaların diğer yıllardaki performansları da benzer şekilde yorumlanabilir. Tüm dönemlerde en iyi performans ve en kötü performans gösteren fabrikaların sıralaması değişkendir. Hiçbir KVB ardışık iki dönemde aynı performansı sergilememiştir. Chen ve Klein modelinde ilk sıralarda yer alan KVB'ler HTE modelinde genel olarak en yüksek MTFVE skorlarına sahiptir. Aynı şekilde Chen ve Klein modelinde son sıralarda yer alan KVB'ler HTE modelinde en düşük MTFVE skorlarına sahiptir. Performans değerlendirmesinde HTE modeli MTFVE skorları ile Chen ve Klein bütünsel sıralama sonuçlarının birbiriyle uyumlu olduğu anlaşılmaktadır.

4.1.6. PEML Modeli Uygulaması

Girdi yönlü PEML modeli ile ÇAYKUR fabrikalarının dinamik düzeyde bulanık MTFVE analizi yapılmıştır. PEML modelinin uygulamasında ilk olarak çalışma kapsamındaki üçgensel bulanık girdi ve çıktı verileri, Eşitlik (53–54) yardımıyla bulanık şans kısıtlarının özel bir güven düzeyindeki eşdeğer verilerine dönüştürülmüştür.

Çalışmada 6 dönemde 3 farklı α -kesimi ($\alpha= 0, 0.5, 1$) seviyesinde Eşitlikler (55–58) kullanılarak toplam 3024 adet ÖSG–CRS varsayımına dayanan denklem oluşturulmuştur. Çalışma kapsamındaki Ambarlık Çay Fabrikası'nın $\alpha=0$ düzeyindeki 2018-19 verileri ile Eşitlik (55) kullanılarak oluşturulan örnek model Ek-16'da göstermektedir. Modellerin çözümünde LINDO paket programı kullanılmıştır. Model sonuçlarına Eşitlik (59) uygulanarak etkinlik değişim, teknolojik değişim ve MTFVE skorları elde edilmiştir. Farklı α -kesim düzeylerinde elde edilen 2013-14 dönemine ait MTFVE skorları Tablo 10'da gösterilmektedir.

Tablo 10'da yer alan çay fabrikalarının ortalama MTFVE değerleri incelendiğinde $\alpha=0$ düzeyinde %12 (0,88), $\alpha=0,5$ düzeyinde %14 (0,86) ve $\alpha=1$ düzeyinde %14 (0,86) azalış görülmektedir. $\alpha=0$ ve $\alpha= 0,5$ düzeyinde 40 fabrikada, $\alpha= 1$ düzeyinde ise 39 fabrikada MTFVE değeri azalmıştır. En fazla azalış $\alpha=1$ düzeyinde %45 (0,55) ile Işıklı fabrikasında gerçekleşirken en fazla artış $\alpha=1$ düzeyinde %28 (1,28) ile Ardeşen fabrikasında tespit edilmiştir. Tüm α -kesim

düzeylerinde eşzamanlı olarak MTFVE skorunda artış kaydeden fabrika bulunmamaktadır.

Tablo 10. PEML Modeli 2013-14 Dönemi Skorları

KVB	Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	a=0	a=0,5	a=1	a=0	a=0,5	a=1
Ambarlık	0,93	0,93	0,87	0,88	0,87	0,87	0,82	0,81	0,76
Araklı	1,00	1,02	1,03	0,89	0,89	0,84	0,90	0,91	0,86
Ardeşen	1,00	1,01	1,30	0,95	0,90	0,99	0,95	0,91	1,28
Arhavi	1,00	1,02	0,96	0,92	0,88	0,92	0,92	0,90	0,88
Aşıklar	0,97	0,94	0,95	0,89	0,90	0,89	0,86	0,85	0,85
Azaklı	0,91	0,77	0,64	0,93	0,95	0,91	0,85	0,73	0,58
Bölümlü	1,00	0,97	0,94	0,89	0,89	0,89	0,89	0,87	0,84
Büyükköy	1,00	1,04	0,99	0,90	0,90	0,83	0,90	0,93	0,83
Camıdağı	1,00	1,05	1,24	0,84	0,89	0,96	0,84	0,93	1,20
Çamlı	1,00	1,02	1,04	0,91	0,89	0,87	0,91	0,90	0,90
Çayeli	0,95	0,96	0,94	0,87	0,81	0,84	0,83	0,78	0,79
Çiftlik	1,00	0,86	0,95	0,92	0,96	0,95	0,92	0,83	0,90
Derepazarı	0,93	0,85	0,96	0,90	0,95	0,89	0,84	0,81	0,86
Eskipazar	1,00	1,16	0,45	1,01	0,90	1,50	1,01	1,04	0,68
Fındıklı	0,91	0,90	0,92	0,93	0,89	0,83	0,85	0,80	0,76
Gündoğdu	0,95	1,00	1,03	0,92	0,90	0,85	0,88	0,89	0,87
Hayrat	1,01	1,03	1,14	0,89	0,89	0,87	0,90	0,92	1,00
Hopa	0,94	0,86	0,78	0,83	0,89	0,93	0,78	0,77	0,72
İyidere	0,98	0,95	0,91	0,89	0,90	0,91	0,87	0,86	0,83
Kalkandere	1,08	1,09	1,10	0,89	0,89	0,90	0,96	0,97	0,99
Karaca	0,90	1,07	1,12	0,89	0,86	0,94	0,80	0,91	1,06
Kemalpaşa	0,96	0,94	0,94	0,90	0,90	0,90	0,86	0,85	0,84
Kendirli	1,00	0,89	0,80	0,86	0,82	0,94	0,86	0,74	0,75
Kirazlık	0,98	0,98	0,94	0,89	0,88	0,91	0,87	0,86	0,86
Melyat	1,00	1,00	1,05	0,89	0,91	0,89	0,89	0,91	0,94
Muratlı	0,94	0,93	0,93	0,89	0,90	0,91	0,84	0,84	0,85
Musadağı	1,00	0,99	0,98	0,89	0,86	0,89	0,89	0,85	0,87
Of	1,00	1,00	1,00	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88
Ortapazar	0,99	1,05	0,99	0,89	0,87	0,83	0,88	0,91	0,81
Pazar	0,93	1,01	0,93	0,90	0,84	0,86	0,83	0,85	0,81
Pazarköy	1,09	1,01	1,03	0,84	0,92	0,89	0,91	0,94	0,91
Sabuncular	0,89	0,85	0,90	0,90	0,92	1,03	0,80	0,78	0,92
Salarha	0,98	0,87	0,82	0,81	0,87	0,86	0,79	0,76	0,71
Selimiye	0,92	0,93	0,90	0,89	0,89	0,87	0,81	0,82	0,78
Sürmene	1,00	0,99	0,97	0,88	0,90	0,87	0,88	0,88	0,85
Taşçılar	0,96	0,99	1,03	0,88	0,86	0,82	0,85	0,86	0,85
Tersane	0,99	1,00	1,03	0,91	0,90	0,88	0,90	0,90	0,90
Tirebolu	1,00	1,00	1,07	0,88	0,90	0,89	0,88	0,90	0,95
Ulucami	1,00	0,95	0,95	0,92	0,93	0,89	0,92	0,88	0,85
Veliköy	1,07	1,11	1,03	0,97	0,91	0,91	1,04	1,02	0,93
Zihniderin	0,95	0,94	0,91	0,88	0,89	0,87	0,84	0,83	0,79
Işıklı	1,03	0,71	0,43	0,87	0,92	1,29	0,89	0,65	0,56
Ortalama	0,98	0,97	0,95	0,90	0,89	0,92	0,88	0,86	0,86
< 1	24	26	28	41	42	39	40	40	39
= 1	10	0	0	0	0	0	0	0	0
>1	8	16	14	1	0	3	2	2	3

Ortalama teknolojik değişim değerleri incelendiğinde $\alpha=0$ için %10 (0,90), $\alpha=0,5$ için %11 (0,89) ve $\alpha=1$ için %8 (0,92) azalış görülmektedir. $\alpha=0$ düzeyinde

41 fabrikada, $\alpha=0,5$ düzeyinde 42 fabrikada, $\alpha=1$ düzeyinde ise 39 fabrikada teknolojik değişim değeri azalmıştır. En fazla azalış $\alpha=0,5$ düzeyinde %19 (0,81) ile Çayeli fabrikasında gerçekleşirken en fazla artış $\alpha=1$ düzeyinde %50 (1,50) ile Eskipazar fabrikasında tespit edilmiştir. Tüm α -kesim düzeylerinde teknolojik ilerleme kaydeden fabrika bulunmamaktadır.

Ortalama etkinlik skorları $\alpha=0$ düzeyinde %2 (0,98), $\alpha=0,5$ düzeyinde %3 (0,93) ve $\alpha=1$ düzeyinde %5 (0,95) azalmıştır. $\alpha=0$ düzeyinde 24 fabrikanın, $\alpha=0,5$ düzeyinde 26 fabrikanın, $\alpha=1$ düzeyinde 28 fabrikanın etkinlik skorunda azalış kaydedilmiştir. En fazla azalış $\alpha=0,5$ düzeyinde %57 (0,43) ile Işıklı fabrikasında gerçekleşirken en fazla artış $\alpha=0,5$ düzeyinde %30 (1,30) ile Ardeşen fabrikasında tespit edilmiştir. Hayrat, Kalkandere, Pazarköy ve Veliköy fabrikalarında tüm α -kesim düzeyleri için eşzamanlı etkinlik artışı kaydedilmiştir. Bu fabrikalar, diğer fabrikaların etkinlik artışı sağlayabilmesi için referans alabilecekleri KVB'lerdir. Teknik etkinlikteki azalmalar kaynakların israf edildiğini, kullanılan üretim faktörleri ile muhtemel maksimum çıktının elde edilemediğini veya fiili çıktının kullanılan üretim faktörlerinden daha azı kullanılarak elde edilebileceği anlamına gelmektedir.

PEML modeli sonuçlarına göre 2013–14 dönemi değerlendirildiğinde, MTFVE'deki azalışın fabrikaların hem teknoloji düzeyindeki hem de etkinlikteki eş zamanlı gerilemeden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Bulanıklık analizinde α -kesim düzeyi değiştikçe ortalama etkinlik değerlerinde artış veya azalış yönünde en fazla %3 fark gözlemlenmektedir. Diğer dönemler için elde edilen PEML skorları Ek Tablo 23-27'de sunulmaktadır. İlgili Tablolar da benzer şekilde yorumlanabilir.

Çay fabrikalarının 2013-2019 dönemine ait PEML bileşenlerindeki değişimlerin geometrik ortalamaları Tablo 11'de sunulmuştur. Tabloya göre çay fabrikalarının ortalama MTFVE değerleri $\alpha=0$ düzeyinde %12, $\alpha=0,5$ düzeyinde %13 ve $\alpha=1$ düzeyinde %14 azalmıştır. Tüm α -kesim düzeylerinde fabrikaların tamamının MTFVE skoru azalmıştır. En fazla azalış $\alpha=0,5$ düzeyinde %22 ile Eskipazar fabrikasında görülürken en az düşüş $\alpha=0$ düzeyinde %2 ile Fındıklı fabrikasında görülmüştür. Teknolojik gerilemeye ve etkinlik azalmasına bağlı olarak MTFVE skoru düşmektedir.

Tablo 11. PEML Modeli 2013-19 Dönemi Ortalama Skorları

KVB	Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	a=0	a=0,5	a=1	a=0	a=0,5	a=1
Ambarlık	1,00	0,99	0,97	0,89	0,89	0,90	0,89	0,88	0,87
Araklı	0,99	0,98	0,97	0,86	0,88	0,86	0,85	0,87	0,84
Ardeşen	1,00	0,91	0,91	0,86	0,87	0,91	0,85	0,79	0,83
Arhavi	1,00	0,97	0,94	0,88	0,88	0,89	0,88	0,86	0,84
Aşıklar	1,00	0,99	0,97	0,87	0,88	0,89	0,87	0,87	0,86
Azaklı	1,00	0,97	0,92	0,88	0,88	0,88	0,88	0,85	0,81
Bölümlü	1,00	0,98	0,96	0,88	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86
Büyükköy	1,02	0,99	0,98	0,87	0,87	0,86	0,88	0,86	0,85
Camıdağı	1,00	0,98	0,94	0,92	0,89	0,91	0,92	0,87	0,86
Çamlı	0,99	0,98	0,97	0,87	0,87	0,87	0,86	0,86	0,85
Çayeli	1,00	0,98	0,97	0,87	0,87	0,88	0,87	0,85	0,85
Çiftlik	1,00	0,97	0,97	0,89	0,90	0,90	0,89	0,87	0,87
Derepazarı	1,00	0,98	0,98	0,86	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85
Eskipazar	0,99	0,89	0,87	0,85	0,87	0,97	0,84	0,77	0,84
Fındıklı	1,00	0,97	0,94	0,92	0,92	0,91	0,92	0,89	0,85
Gündoğdu	1,00	1,00	0,99	0,88	0,87	0,88	0,88	0,86	0,88
Hayrat	1,00	0,98	0,96	0,89	0,89	0,90	0,89	0,88	0,86
Hopa	1,00	0,97	0,91	0,90	0,91	0,91	0,90	0,88	0,84
İyidere	1,00	0,98	0,96	0,86	0,87	0,87	0,86	0,85	0,84
Kalkandere	1,02	1,00	0,99	0,87	0,86	0,88	0,88	0,86	0,87
Karaca	0,99	0,95	0,89	0,90	0,91	0,92	0,89	0,86	0,81
Kemalpaşa	1,00	0,99	0,97	0,86	0,87	0,87	0,86	0,86	0,85
Kendirli	0,99	0,98	0,94	0,87	0,86	0,89	0,86	0,85	0,84
Kirazlık	1,01	1,00	0,98	0,87	0,87	0,88	0,88	0,87	0,86
Melyat	1,00	0,99	0,98	0,88	0,88	0,89	0,88	0,87	0,87
Muratlı	1,00	0,99	0,95	0,88	0,88	0,90	0,88	0,86	0,86
Musadağı	1,00	0,99	0,97	0,87	0,87	0,88	0,87	0,86	0,86
Of	1,00	0,99	0,98	0,87	0,87	0,87	0,87	0,86	0,85
Ortapazar	1,01	0,99	0,98	0,86	0,88	0,86	0,87	0,87	0,84
Pazar	1,00	0,99	0,98	0,87	0,88	0,88	0,87	0,87	0,86
Pazarköy	1,01	1,00	0,99	0,86	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87
Sabuncular	1,01	0,96	0,90	0,87	0,94	1,00	0,88	0,91	0,90
Salarha	1,00	0,96	0,94	0,85	0,86	0,86	0,85	0,83	0,81
Selimiye	1,00	0,98	0,96	0,87	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85
Sürmene	1,00	0,98	0,97	0,87	0,87	0,87	0,87	0,85	0,85
Taşçılar	1,00	0,99	0,97	0,88	0,88	0,90	0,88	0,87	0,87
Tersane	0,99	0,99	0,97	0,87	0,87	0,87	0,87	0,86	0,85
Tirebolu	1,00	0,98	0,96	0,88	0,88	0,89	0,87	0,86	0,85
Ulucami	1,00	0,98	0,96	0,89	0,90	0,89	0,89	0,88	0,86
Veliköy	1,00	0,98	0,97	0,90	0,90	0,90	0,91	0,89	0,87
Zihniderin	1,00	0,98	0,98	0,87	0,88	0,87	0,87	0,86	0,85
Işıklı	1,00	0,94	0,81	0,88	0,89	0,96	0,89	0,83	0,78
Ortalama	1,00	0,99	0,96	0,88	0,88	0,90	0,88	0,87	0,86
< 1	19	3	0	0	0	0	0	0	0
= 1	10	0	0	0	0	0	0	0	0
>1	13	39	42	42	42	42	42	42	42

Çay fabrikalarının PEML modelinden dönem bazında elde edilen ortalama bulanık MTFVE değişim skorları Tablo 12’de sergilenmektedir. Buna göre, tüm α -kesim seviyelerinde ve analiz döneminin tamamında fabrikalardaki verimliliğin azaldığı anlaşılmaktadır. Verimlilik en fazla 2019 yılında $\alpha=1$ düzeyinde (%20)

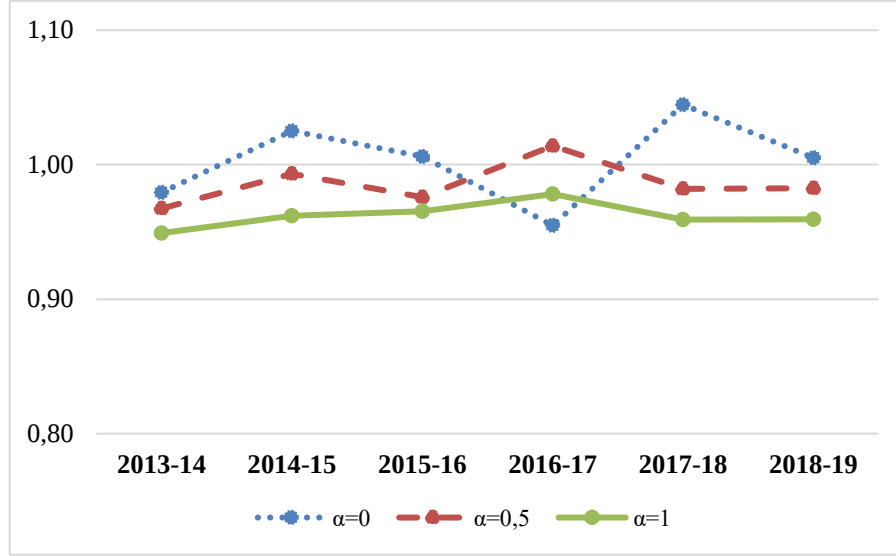
azalmıştır. Tablo 12'e göre teknolojik gerilemenin tüm yıllarda yaşandığı görülmektedir. Bu durum MTFVE'nin azalmasına sebep olmuştur.

Tablo 12. PEML Modeli Dönem Ortalama Skorları

Dönem	Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE Değişimi		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$
MTFVE ₁₃₋₁₄	0,98	0,97	0,95	0,90	0,89	0,92	0,88	0,86	0,86
MTFVE ₁₄₋₁₅	1,03	0,99	0,96	0,88	0,87	0,89	0,90	0,87	0,86
MTFVE ₁₅₋₁₆	1,01	0,98	0,97	0,92	0,94	0,95	0,93	0,92	0,92
MTFVE ₁₆₋₁₇	0,95	1,01	0,98	0,87	0,87	0,89	0,83	0,87	0,86
MTFVE ₁₇₋₁₈	1,04	0,98	0,96	0,88	0,90	0,89	0,92	0,87	0,85
MTFVE ₁₈₋₁₉	1,01	0,98	0,96	0,82	0,83	0,84	0,83	0,82	0,80
Ortalama	1,00	1,00	1,01	0,87	0,88	0,89	0,87	0,88	0,90

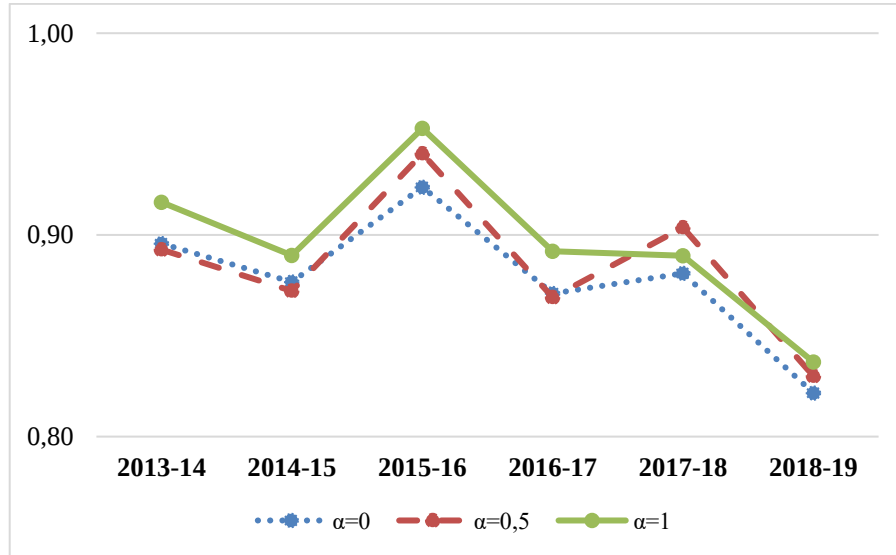
Etkinlik değişimine bakıldığında $\alpha=0$ düzeyinde 2014, 2016, 2018 ve 2019 yıllarında, $\alpha=0,5$ düzeyinde 2017 yılında bir önceki yıla göre etkinlik düzeyleri artmıştır. En fazla artış 2018 yılında (%4) kaydedilmiştir. Diğer durumlar için etkinlikte gerileme tespit edilmiştir. En fazla azalış 2014 yılında $\alpha=1$ seviyesinde (%5) gözlemlenmiştir.

Şekil 20'de PEML modelinin dönemler bazında ortalama etkinlik değişim skorları yansımaktadır. $\alpha=0$ düzeyinde 2014-15 ve 2017-18 dönemleri için belirgin bir artış görülmektedir. $\alpha=0,5$ düzeyinde ise 2016-17 dönemi için artış söz konusudur. $\alpha=1$ düzeyinde tüm dönemler için azalma gerçekleşmiştir.



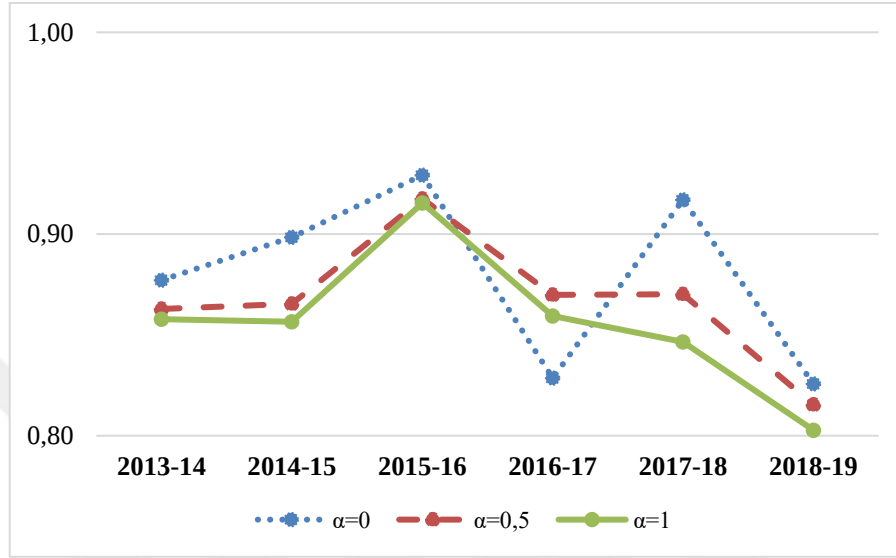
Şekil 20. PEML Ortalama Etkinlik Değişimi

Şekil 21’de PEML modelinin dönemler bazında ortalama teknolojik değişim skorları görülmektedir. Tüm dönemlerde teknolojik gerileme olmuştur. En fazla teknolojik düşüş 2018-19 döneminde tespit edilmiştir. Bulanıklık düzeyi farklılaşsa da teknolojik değişim skorlarının yönü α -kesim düzeyleri arasında benzerdir.



Şekil 21. PEML Ortalama Teknolojik Değişim

Şekil 22’de PEML modelinin dönemler bazında ortalama MTFVE skorları sergilenmektedir. Tüm dönemlerde ortalama MTFVE skorları azalmıştır. En fazla azalma 2018-19 döneminde görülmektedir. Bulanıklık seviyesi farklılaşsa da MTFVE değişim grafiğinin yönü α -kesim düzeyleri arasında benzerdir.



Şekil 22. PEML Ortalama MTFVE Değişimi

Farklı α -kesim düzeylerindeki bulanık etkinlik skorlarından bütünleşik tek bir sıralama elde etmek amacıyla Chen ve Klein bulanık sıralama modeli kullanılmıştır. Elde edilen sıralama sonuçlarına Tablo 13’te yer verilmiştir. Chen ve Klein Modeli’ne göre 2013-14 döneminde en yüksek sıralama endeksine sahip çay fabrikaları Ardeşen, Veliköy ve Camıdağı’dır. Bu fabrikaların MTFVE skorları tüm α -kesim seviyelerinde üst sıralarda yer almaktadır. Buna göre ilgili KVB’ler en iyi performans değerine sahiptir. Aynı dönemde en düşük sıralama endeksine sahip çay fabrikaları ise Salarha, Azaklı ve Işıklı’dır. En düşük MTFVE skorları bu fabrikaların $\alpha=1$ düzeyinde tespit edilmiştir. Ayrıca $\alpha=0$ ve $\alpha=0,5$ düzeyinde MTFVE skorları alt sıralamalarda bulunmaktadır. Buna göre bu KVB’ler en düşük performansa sahip fabrikalardır.

Fabrikaların diğer dönemlerdeki performansları benzer şekilde yorumlanabilir. Tüm dönemlerde en iyi performans ve en kötü performans gösteren fabrikaların sıralaması değişmektedir. Birbirini takip eden iki dönemde aynı performansı sergileyen KVB bulunmamaktadır.

Tablo 13. PEML Modeli Bütünleşik Etkinlik Sıralaması

2013 - 14			2014 - 15		2015 - 16		2016 - 17		2017 - 18		2018 - 19	
Sıra	KVB	I	KVB	I	KVB	I	KVB	I	KVB	I	KVB	I
1	Ardeşen	0,68	Sabuncular	0,72	Karaca	0,95	Azaklı	0,55	Tersane	0,47	Ambarlık	0,86
2	Veliköy	0,61	Zihniderin	0,62	Ambarlık	0,91	Sabuncular	0,46	Veliköy	0,44	Taşçılar	0,80
3	Camıdağı	0,60	Kirazlık	0,54	Camıdağı	0,76	Gündoğdu	0,22	Hopa	0,44	Fındıklı	0,75
4	Kalkandere	0,57	Gündoğdu	0,54	Aşıklar	0,76	Musadağı	0,21	Fındıklı	0,43	Bölümlü	0,69
5	Hayrat	0,53	Azaklı	0,54	Pazar	0,71	Hopa	0,21	Melyat	0,43	Camıdağı	0,65
6	Karaca	0,51	Derepazarı	0,52	Veliköy	0,70	Arhavi	0,21	Işıklı	0,42	Hopa	0,58
7	Pazarköy	0,50	Kemalpaşa	0,51	Çiftlik	0,68	Of	0,20	Hayrat	0,40	Çiftlik	0,56
8	Melyat	0,49	Hopa	0,51	Çayeli	0,67	Işıklı	0,20	Taşçılar	0,40	Arhavi	0,56
9	Eskipazar	0,49	İyidere	0,50	Kemalpaşa	0,67	Kendirli	0,20	Ulucami	0,39	Gündoğdu	0,55
10	Tirebolu	0,49	Pazar	0,50	Selimiye	0,66	Muratlı	0,20	Zihniderin	0,39	Kemalpaşa	0,53
11	Çamlı	0,48	Aşıklar	0,50	Eskipazar	0,66	İyidere	0,20	Ortapazar	0,38	Derepazarı	0,49
12	Arhavi	0,47	Fındıklı	0,50	Melyat	0,65	Fındıklı	0,19	Derepazarı	0,37	Hayrat	0,49
13	Tersane	0,47	Çamlı	0,50	Bölümlü	0,65	Pazarköy	0,19	Ambarlık	0,37	Muratlı	0,47
14	Araklı	0,46	Pazarköy	0,49	Işıklı	0,65	Çamlı	0,19	Muratlı	0,37	Sabuncular	0,46
15	Of	0,45	Çayeli	0,48	Ulucami	0,64	Hayrat	0,19	Arhavi	0,36	Of	0,45
16	Büyükköy	0,45	Melyat	0,48	Muratlı	0,64	Selimiye	0,19	Camıdağı	0,35	İyidere	0,44
17	Ulucami	0,45	Büyükköy	0,48	Salarha	0,63	Araklı	0,18	Çayeli	0,35	Salarha	0,40
18	Çiftlik	0,45	Taşçılar	0,48	Azaklı	0,62	Sürmene	0,18	Bölümlü	0,35	Ardeşen	0,39
19	Gündoğdu	0,45	Ortapazar	0,47	Kalkandere	0,62	Tirebolu	0,18	Çiftlik	0,35	Tirebolu	0,39
20	Ortapazar	0,43	Kendirli	0,47	Gündoğdu	0,62	Çiftlik	0,18	Selimiye	0,34	Veliköy	0,39
21	Sürmene	0,43	Tersane	0,46	Fındıklı	0,62	Pazar	0,18	Pazar	0,34	Pazarköy	0,38
22	Musadağı	0,43	Araklı	0,45	Kendirli	0,61	Kirazlık	0,17	Kalkandere	0,34	Melyat	0,38
23	Bölümlü	0,42	Selimiye	0,45	Tersane	0,61	Ulucami	0,17	Büyükköy	0,33	Kirazlık	0,37
24	Kirazlık	0,42	Ulucami	0,45	Kirazlık	0,61	Kalkandere	0,17	Kirazlık	0,33	Büyükköy	0,36
25	Aşıklar	0,41	Eskipazar	0,45	Büyükköy	0,61	Zihniderin	0,16	Aşıklar	0,33	Eskipazar	0,32
26	İyidere	0,41	Tirebolu	0,44	Pazarköy	0,60	Büyükköy	0,16	Tirebolu	0,32	Çayeli	0,32
27	Taşçılar	0,40	Musadağı	0,44	Taşçılar	0,60	Ortapazar	0,16	Sürmene	0,32	Selimiye	0,32
28	Kemalpaşa	0,40	Sürmene	0,43	Musadağı	0,60	Çayeli	0,15	Pazarköy	0,32	Kendirli	0,32
29	Muratlı	0,39	Of	0,43	Sürmene	0,59	Ardeşen	0,15	Araklı	0,32	Musadağı	0,31
30	Derepazarı	0,38	Veliköy	0,43	Of	0,58	Salarha	0,15	Ardeşen	0,32	Ulucami	0,30
31	Sabuncular	0,38	Çiftlik	0,43	Tirebolu	0,57	Aşıklar	0,15	Karaca	0,32	Kalkandere	0,29
32	Pazar	0,38	Bölümlü	0,42	Ortapazar	0,56	Bölümlü	0,15	Musadağı	0,31	Azaklı	0,29
33	Zihniderin	0,36	Salarha	0,42	Arhavi	0,56	Ambarlık	0,15	Kendirli	0,31	Sürmene	0,28
34	Selimiye	0,34	Kalkandere	0,41	Çamlı	0,55	Kemalpaşa	0,15	Salarha	0,30	Çamlı	0,24
35	Fındıklı	0,34	Camıdağı	0,41	Hayrat	0,53	Derepazarı	0,15	Of	0,30	Ortapazar	0,24
36	Çayeli	0,33	Muratlı	0,41	Derepazarı	0,53	Taşçılar	0,14	Çamlı	0,27	Pazar	0,24
37	Ambarlık	0,33	Ardeşen	0,40	Araklı	0,53	Camıdağı	0,12	İyidere	0,27	Araklı	0,23
38	Kendirli	0,31	Hayrat	0,40	Hopa	0,52	Veliköy	0,10	Kemalpaşa	0,26	Aşıklar	0,22
39	Hopa	0,27	Karaca	0,36	Zihniderin	0,52	Melyat	0,09	Sabuncular	0,26	Karaca	0,18
40	Salarha	0,27	Ambarlık	0,35	İyidere	0,51	Karaca	0,08	Eskipazar	0,24	Tersane	0,17
41	Azaklı	0,22	Işıklı	0,34	Sabuncular	0,46	Tersane	0,08	Gündoğdu	0,24	Işıklı	0,16
42	Işıklı	0,20	Arhavi	0,29	Ardeşen	0,21	Eskipazar	0,06	Azaklı	0,04	Zihniderin	0,15

Chen ve Klein modelinde ilk sıralarda yer alan KVB'ler PEML modelinde de genel olarak en yüksek MTFVE skorlarına sahiptir. Aynı şekilde Chen ve Klein modelinde son sıralarda yer alan KVB'ler PEML modelinde de en düşük MTFVE skorlarına sahiptir. Performans değerlendirmesinde PEML modeli MTFVE skorları ile Chen ve Klein bütünleşik sıralama sonuçlarının birbiriyle uyumlu olduğu görülmektedir.

4.1.7. JLV Modeli Uygulaması

JLV modeli işletmelerin sahip olduğu girdi kaynaklarını en yüksek miktarda kullanarak en az çıktıyı elde ettiği (kötümser bakış) MTFVE değeri ile en az miktarda girdi kullanarak en çok çıktıyı ürettiği (iyimser bakış) MTFVE değeri hakkında bilgi vermektedir. JLV Modelinde etkinlik skoru kötümser bakış açısını ifade eden alt sınır (M_o^L) ile iyimser bakış açısını ifade eden üst sınır (M_o^U) arasında değer almaktadır. Başka bir ifade ile işletme etkinliğine yönelik karar vericilere en iyi ve en kötü senaryoyu sunmaktadır.

Girdi yönlü JLV modeli ile ÇAYKUR fabrikalarının dinamik düzeyde bulanık MTFVE analizi yapılmıştır. Model uygulamasında öncelikli olarak üçgensel bulanık sayıların aralık sayıya dönüştürülmesi gerekmektedir. Eşitlik (41-42) yardımıyla üçgensel bulanık girdi ve çıktı verileri, aralık sayılara dönüştürülmüştür. İyimser ve kötümser bakış açısıyla 3 farklı α kesim ($\alpha=0, 0.5, 1$) düzeyinde bulanık MTFVE skorları elde etmek için Eşitlikler (43–46) yardımı ile toplam 6048 adet ÖSG–CRS varsayımına dayanan denklem oluşturulmuştur. Örneklem kapsamındaki Işıklı Çay Fabrikası'nın 2018-19 verileri ile Eşitlik (46) kullanılarak elde edilen örnek model Ek-17'de sunulmuştur. Çalışmada uygulanan diğer bulanık modellerde olduğu gibi bu modellerin çözümünde de LINDO paket programı kullanılmıştır. Model sonuçlarına Eşitlik (47) uygulanarak iyimser ve kötümser bakış açısında MTFVE skorları elde edilmiştir.

JLV Modelinin çözümünde elde edilen 2013-14 dönemine ait alt sınır ve üst sınır MTFVE skorları Tablo 14'te yer almaktadır. Çay fabrikalarının ortalama MTFVE değerleri kötümser bakış açısıyla incelendiğinde $\alpha=0$ düzeyinde %62 (0,38), $\alpha=0,5$ düzeyinde %47 (0,57), $\alpha=1$ düzeyinde %12 (0,88) MTFVE skorların azaldığı görülmektedir. En fazla azalış $\alpha=0$ düzeyinde (%90) Eskipazar fabrikasında, $\alpha=0,5$ düzeyinde (%64) Işıklı fabrikasında, $\alpha=1$ düzeyinde (%21) Salarha fabrikasında gerçekleşmiştir. İyimser bakış açısıyla yaklaşıldığında $\alpha=0$ düzeyinde %136 (2,36), $\alpha=0,5$ düzeyinde %39 (1,39) oranında ortalama MTFVE değeri artarken $\alpha=1$ düzeyinde %12 (0,88) azalmıştır.

Tablo 14. JLV Modeli 2013-14 Dönemi Skorları

KVB	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi
	$\alpha = 0$			$\alpha = 0,5$			$\alpha = 1$		
Ambarlık	0,40	1,62	---	0,59	1,14	---	0,82	0,82	Azalış
Araklı	0,43	2,09	---	0,62	1,41	---	0,90	0,90	Azalış
Ardeşen	0,31	2,91	---	0,61	1,49	---	0,95	0,95	Azalış
Arhavi	0,50	1,65	---	0,70	1,16	---	0,93	0,93	Azalış
Aşıklar	0,44	1,86	---	0,61	1,26	---	0,86	0,86	Azalış
Azaklı	0,23	2,72	---	0,48	1,49	---	0,86	0,86	Azalış
Bölümlü	0,46	1,69	---	0,67	1,15	---	0,89	0,89	Azalış
Büyükköy	0,42	2,66	---	0,59	1,62	---	0,92	0,92	Azalış
Camıdağı	0,30	1,91	---	0,49	1,29	---	0,82	0,82	Azalış
Çamlı	0,48	1,68	---	0,66	1,22	---	0,91	0,91	Azalış
Çayeli	0,38	1,65	---	0,57	1,16	---	0,83	0,83	Azalış
Çiftlik	0,33	2,59	---	0,56	1,45	---	0,89	0,89	Azalış
Derepazarı	0,33	2,41	---	0,50	1,39	---	0,81	0,81	Azalış
Eskipazar	0,10	9,63	---	0,57	1,89	---	1,01	1,01	Artış
Fındıklı	0,34	2,21	---	0,56	1,36	---	0,85	0,85	Azalış
Gündoğdu	0,48	1,67	---	0,66	1,18	---	0,89	0,89	Azalış
Hayrat	0,38	2,09	---	0,56	1,31	---	0,90	0,90	Azalış
Hopa	0,31	2,44	---	0,50	1,40	---	0,80	0,80	Azalış
İyidere	0,34	2,34	---	0,53	1,46	---	0,88	0,88	Azalış
Kalkandere	0,41	2,25	---	0,58	1,52	---	0,96	0,96	Azalış
Karaca	0,19	3,00	---	0,39	1,57	---	0,80	0,80	Azalış
Kemalpaşa	0,38	1,74	---	0,56	1,22	---	0,86	0,86	Azalış
Kendirli	0,35	2,31	---	0,51	1,39	---	0,82	0,82	Azalış
Kirazlık	0,39	2,12	---	0,58	1,37	---	0,87	0,87	Azalış
Melyat	0,52	1,57	---	0,71	1,17	---	0,92	0,92	Azalış
Muratlı	0,41	1,84	---	0,58	1,29	---	0,84	0,84	Azalış
Musadağı	0,42	2,05	---	0,59	1,38	---	0,90	0,90	Azalış
Of	0,43	1,81	---	0,62	1,28	---	0,89	0,89	Azalış
Ortapazar	0,36	2,03	---	0,53	1,42	---	0,87	0,87	Azalış
Pazar	0,64	1,73	---	0,62	1,21	---	0,84	0,84	Azalış
Pazarköy	0,29	2,88	---	0,50	1,59	---	0,93	0,93	Azalış
Sabuncular	0,18	3,97	---	0,38	1,93	---	0,81	0,81	Azalış
Salarha	0,44	1,57	---	0,55	1,13	---	0,79	0,79	Azalış
Selimiye	0,36	2,05	---	0,54	1,31	---	0,81	0,81	Azalış
Sürmene	0,42	1,97	---	0,62	1,36	---	0,88	0,88	Azalış
Taşçılar	0,41	1,71	---	0,60	1,19	---	0,85	0,85	Azalış
Tersane	0,47	1,81	---	0,64	1,24	---	0,89	0,89	Azalış
Tirebolu	0,35	2,32	---	0,53	1,47	---	0,89	0,89	Azalış
Ulucami	0,40	1,91	---	0,62	1,31	---	0,92	0,92	Azalış
Veliköy	0,46	2,31	---	0,72	1,58	---	1,04	1,04	Artış
Zihniderin	0,43	2,02	---	0,60	1,37	---	0,84	0,84	Azalış
Işıklı	0,13	4,23	---	0,36	2,06	---	0,82	0,82	Azalış
Ortalama	0,38	2,36		0,57	1,39		0,88	0,88	
< 1	42	0		42	0		40	40	
= 1	0	0		0	0		0	0	
>1	0	42		0	42		2	2	

En fazla artış $\alpha=0$ düzeyinde (%863) Eskipazar fabrikasında, $\alpha=0,5$ düzeyinde (%106) Işıklı fabrikasında, $\alpha=1$ düzeyinde (%4) Veliköy fabrikasında tespit edilmiştir. Yalnızca $\alpha=1$ düzeyindeki MTFVE değerleri, JLV modelinin varsayımlarını ($M_o^L > 1$ = MTFVE artış, $M_o^U < 1$ = MTFVE azalış) sağladığından dolayı bu düzeydeki fabrikalar için MTFVE değişiminin yorumu yapılabilmektedir.

$\alpha=1$ düzeyinde 40 fabrikada MTFVE skoru azalırken 2 fabrikada MTFVE skoru artmıştır.

Tablo 15. JLV Modeli 2013-19 Dönemi Ortalama Skorları

KVB	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi
	$\alpha = 0$			$\alpha = 0,5$			$\alpha = 1$		
Ambarlık	0,58	1,39	---	0,72	1,11	---	0,89	0,89	Azalış
Araklı	0,45	1,68	---	0,62	1,22	---	0,86	0,86	Azalış
Ardeşen	0,40	1,73	---	0,61	1,17	---	0,85	0,85	Azalış
Arhavi	0,46	1,61	---	0,63	1,18	---	0,88	0,88	Azalış
Aşıklar	0,50	1,59	---	0,66	1,18	---	0,87	0,87	Azalış
Azaklı	0,41	1,85	---	0,61	1,24	---	0,87	0,87	Azalış
Bölümlü	0,51	1,54	---	0,67	1,16	---	0,88	0,88	Azalış
Büyükköy	0,47	1,95	---	0,63	1,36	---	0,90	0,90	Azalış
Camıdağı	0,38	1,86	---	0,58	1,22	---	0,83	0,83	Azalış
Çamlı	0,49	1,54	---	0,65	1,16	---	0,86	0,86	Azalış
Çayeli	0,50	1,52	---	0,66	1,14	---	0,87	0,87	Azalış
Çiftlik	0,49	1,69	---	0,67	1,20	---	0,89	0,89	Azalış
Derepazarı	0,44	1,79	---	0,60	1,24	---	0,85	0,85	Azalış
Eskipazar	0,22	2,58	---	0,55	1,25	---	0,84	0,84	Azalış
Fındıklı	0,42	2,09	---	0,63	1,38	---	0,93	0,93	Azalış
Gündoğdu	0,47	1,65	---	0,64	1,20	---	0,88	0,88	Azalış
Hayrat	0,40	2,04	---	0,58	1,35	---	0,89	0,89	Azalış
Hopa	0,44	1,93	---	0,64	1,32	---	0,90	0,90	Azalış
İyidere	0,47	1,68	---	0,62	1,22	---	0,86	0,86	Azalış
Kalkandere	0,46	1,71	---	0,61	1,26	---	0,88	0,88	Azalış
Karaca	0,36	2,15	---	0,58	1,37	---	0,88	0,88	Azalış
Kemalpaşa	0,48	1,58	---	0,64	1,17	---	0,86	0,86	Azalış
Kendirli	0,45	1,73	---	0,61	1,23	---	0,87	0,87	Azalış
Kirazlık	0,51	1,54	---	0,68	1,15	---	0,88	0,88	Azalış
Melyat	0,51	1,51	---	0,68	1,14	---	0,88	0,88	Azalış
Muratlı	0,48	1,64	---	0,64	1,23	---	0,88	0,88	Azalış
Musadağı	0,43	1,77	---	0,62	1,25	---	0,87	0,87	Azalış
Of	0,47	1,57	---	0,64	1,18	---	0,87	0,87	Azalış
Ortapazar	0,41	1,85	---	0,59	1,29	---	0,87	0,87	Azalış
Pazar	0,72	1,54	---	0,66	1,17	---	0,88	0,88	Azalış
Pazarköy	0,41	1,89	---	0,60	1,28	---	0,89	0,89	Azalış
Sabuncular	0,10	5,98	---	0,37	2,19	---	0,89	0,89	Azalış
Salarha	0,50	1,49	---	0,64	1,13	---	0,85	0,85	Azalış
Selimiye	0,47	1,63	---	0,64	1,21	---	0,87	0,87	Azalış
Sürmene	0,46	1,60	---	0,63	1,20	---	0,86	0,86	Azalış
Taşçılar	0,52	1,52	---	0,68	1,16	---	0,88	0,88	Azalış
Tersane	0,48	1,70	---	0,65	1,21	---	0,88	0,88	Azalış
Tirebolu	0,46	1,76	---	0,63	1,25	---	0,87	0,87	Azalış
Ulucami	0,50	1,61	---	0,67	1,19	---	0,89	0,89	Azalış
Veliköy	0,51	1,63	---	0,68	1,22	---	0,91	0,91	Azalış
Zihniderin	0,45	1,71	---	0,62	1,23	---	0,87	0,87	Azalış
Işıklı	0,34	2,39	---	0,56	1,47	---	0,89	0,89	Azalış
Ortalama	0,46	1,94		0,63	1,26		0,88	0,88	
< 1	0	42		0	42		0	0	
= 1	0	0		0	0		0	0	
>1	42	0		42	0		42	42	

Bulanıklık analizinde, α -kesim düzeyi artıkça başka bir deyişle belirsizlik ve güven aralığı minimuma doğru gittikçe alt sınır ile üst sınır MTFVE skorları arasındaki fark azalmaktadır. Ortalama MTFVE skorları arasındaki fark $\alpha=0$ düzeyinde %198 iken $\alpha=0,5$ düzeyinde %82'dir. Belirsizliğin ortadan kalktığı $\alpha=1$ düzeyinde iyimser ve kötümser yaklaşımdaki MTFVE skorları birbirine eşittir. Bulanıklık düzeyinin yüksek olması değişim aralığının fazla olmasına sebep olduğu gibi işletmelerin verimsiz çalışmaları da alt sınır ile üst sınır arasındaki farkı açmaktadır. Diğer dönemler için elde edilen JLV modeli MTFVE skorları Ek Tablo 28-32'de yer almaktadır. Söz konusu tablolar benzer şekilde yorumlanabilir.

Çay fabrikalarının 2013-2019 dönemine ait JLV modeli MTFVE skorlarındaki değişimlerin geometrik ortalamaları Tablo 15'te sunulmuştur. Tabloya göre $\alpha=1$ düzeyinde hem iyimser bakış açısıyla hem kötümser bakış açısıyla MTFVE skorları tüm fabrikalarda azalmıştır. En fazla azalış Camıdağı fabrikasında, en az düşüş ise Fındıklı fabrikasında tespit edilmiştir. Bulanıklık düzeyi arttıkça iyimser bakış açısından elde edilen skorlar ile kötümser bakış açısından elde edilen skorların arasındaki fark yükselmektedir.

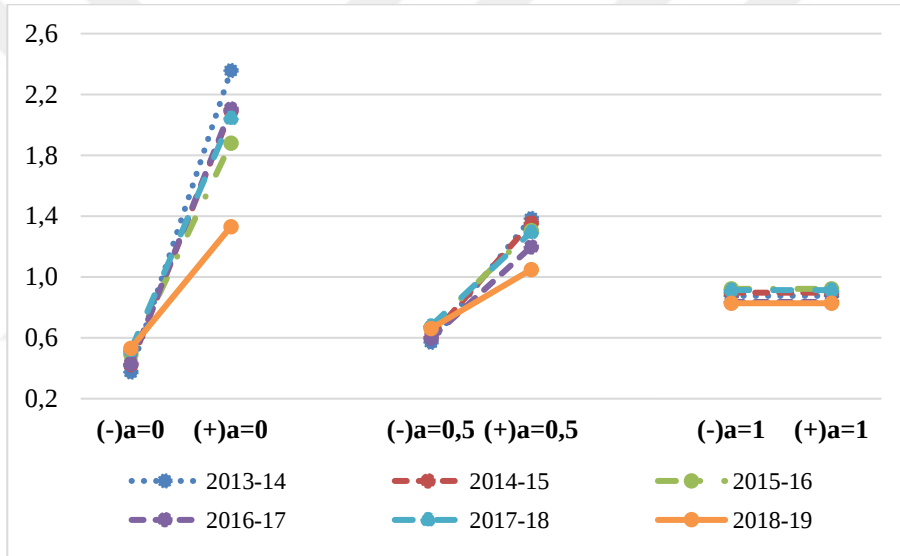
Tablo 16. JLV Modeli Dönem Ortalama Skorları

Dönem	$\alpha=0$		$\alpha=0,5$		$\alpha=1$	
	M _L	M _U	M _L	M _U	M _L	M _U
MTFVE ₁₃₋₁₄	0,38	2,36	0,57	1,39	0,88	0,88
MTFVE ₁₄₋₁₅	0,42	2,09	0,61	1,36	0,90	0,90
MTFVE ₁₅₋₁₆	0,49	1,88	0,67	1,31	0,92	0,92
MTFVE ₁₆₋₁₇	0,43	2,10	0,60	1,20	0,84	0,84
MTFVE ₁₇₋₁₈	0,52	2,04	0,68	1,30	0,91	0,91
MTFVE ₁₈₋₁₉	0,53	1,33	0,66	1,05	0,83	0,83
Ortalama	0,46	1,97	0,63	1,26	0,88	0,88

Çay fabrikalarının dönem bazında elde edilen JLV modeli ortalama MTFVE değişim skorları Tablo 16'da sunulmaktadır. İyimser bakış açısına göre $\alpha=0$ ve $\alpha=0,5$ düzeyinde tüm dönemlerde verimlilik artarken $\alpha=1$ düzeyinde tüm dönemlerde verimlilik azalmıştır. En büyük azalış 2019 yılında, en büyük artış 2014 yılında görülmektedir. Kötümser bakış açısında ise tüm α -kesim düzeylerinde

bütün dönemlerde verimlilik azalmıştır. $\alpha=1$ düzeyinde tüm dönemlerde verimlilik azalmıştır. MTFVE skorunda en büyük azalış 2014 yılında, en küçük azalış 2016 yılında kaydedilmiştir. Buna göre, tüm α -kesim seviyelerinde ve analiz döneminin tamamında fabrikalardaki verimliliğin azaldığı anlaşılmaktadır..

Şekil 23'te JLV modelinden $\alpha=0$, $\alpha=0,5$ ve $\alpha=1$ düzeyinde kötümser ve iyimser bakış yaklaşımıyla elde edilen bulguların karşılaştırması sergilenmektedir. İyimser ve kötümser bakış açısı arasındaki en büyük fark $\alpha=0$ düzeyinde 2013-14 döneminde kaydedilmiştir. En küçük fark ise 2018-19 döneminde tespit edilmiştir. Bulanıklık düzeyi değişiminde $\alpha=0$ 'dan $\alpha=1$ seviyesine doğru gidildikçe etkinlik skorları arasındaki fark kapanmaktadır.



-: Kötümser yaklaşım, +: İyimser yaklaşım

Şekil 23. JLV Modeli MTFVE Skorlarının Karşılaştırması

JLV modelinin farklı α -kesim düzeylerindeki etkinlik skorlarından bütünleşik tek bir sıralama elde etmek için Chen ve Klein bulanık sıralama modelinden yararlanılmıştır. Elde edilen sıralama sonuçları Tablo 17'de gösterilmektedir.

Chen ve Klein modeline göre 2013-14 döneminde en yüksek sıralama endeksine sahip çay fabrikaları Eskipazar, Işıklı ve Sabuncular'dır. Bu fabrikalar iyimser bakışa göre $\alpha=0$ ve $\alpha=0,5$ aralığında en yüksek skorlara sahiptir. $\alpha=1$ düzeyinde ise MTFVE skorları üst sıralarda bulunmaktadır. Aynı dönemde en düşük sıralama endeksine sahip çay fabrikaları ise Çayeli, Ambarlık ve Salarha'dır.

Bu fabrikalar iyimser bakışa göre $\alpha=0$ ve $\alpha=0,5$ aralığında en düşük skorlara sahiptir. $\alpha=1$ düzeyinde ise MTFVE skorları alt sıralarda yer almaktadır.

Tablo 17. JLV Modeli Bütünleşik Etkinlik Sıralaması

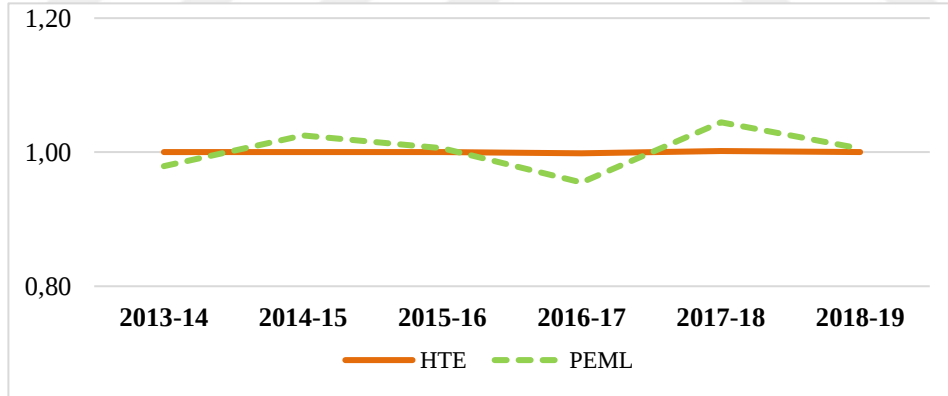
Sıra	2013 - 14		2014 - 15		2015 - 16		2016 - 17		2017 - 18		2018 - 19	
	KVB	I	KVB	I	KVB	I	KVB	I	KVB	I	KVB	I
1	Eskipazar	0,31	Sabuncular	0,38	Karaca	0,38	Sabuncular	0,44	Sabuncular	0,36	Fındıklı	0,45
2	Işıklı	0,20	Karaca	0,35	Sabuncular	0,37	Azaklı	0,43	Fındıklı	0,17	Camıdağı	0,44
3	Sabuncular	0,19	Işıklı	0,34	Eskipazar	0,35	Fındıklı	0,32	Hayrat	0,16	Tersane	0,44
4	Pazarköy	0,16	Camıdağı	0,30	Ambarlık	0,32	Hayrat	0,32	Işıklı	0,16	Sabuncular	0,43
5	Ardeşen	0,16	Büyükköy	0,29	Işıklı	0,32	Hopa	0,32	Zihniderin	0,15	Büyükköy	0,42
6	Karaca	0,16	Eskipazar	0,29	Aşıklar	0,32	Işıklı	0,31	Hopa	0,15	Taşçılar	0,41
7	Büyükköy	0,15	Hopa	0,29	Çiftlik	0,31	Arhavi	0,31	Veliköy	0,15	Hayrat	0,41
8	Azaklı	0,15	Pazarköy	0,29	Fındıklı	0,31	Musadağı	0,30	Ortapazar	0,15	Bölümlü	0,41
9	Veliköy	0,15	Azaklı	0,29	Azaklı	0,31	Büyükköy	0,30	Karaca	0,14	Gündoğdu	0,40
10	Çiftlik	0,15	Fındıklı	0,28	Büyükköy	0,30	Pazarköy	0,29	Tersane	0,14	Arhavi	0,40
11	Kalkandere	0,14	Ortapazar	0,28	Hayrat	0,30	Gündoğdu	0,29	Ulucami	0,14	Ambarlık	0,40
12	Tirebolu	0,14	Derepazarı	0,27	Ortapazar	0,30	Ortapazar	0,29	Melyat	0,14	Muratlı	0,40
13	İyidere	0,14	Tirebolu	0,27	Musadağı	0,30	Zihniderin	0,28	Muratlı	0,14	Karaca	0,40
14	Hopa	0,14	İyidere	0,27	Kendirli	0,30	Tersane	0,28	Taşçılar	0,14	Hopa	0,39
15	Derepazarı	0,14	Hayrat	0,27	Pazarköy	0,30	Kalkandere	0,28	Büyükköy	0,13	Kemalpaşa	0,39
16	Kendirli	0,13	Kirazlık	0,26	Selimiye	0,30	Tirebolu	0,28	Camıdağı	0,13	Tirebolu	0,39
17	Araklı	0,13	Kemalpaşa	0,26	Kalkandere	0,29	Derepazarı	0,28	Derepazarı	0,13	Veliköy	0,39
18	Fındıklı	0,13	Musadağı	0,26	Hopa	0,29	Muratlı	0,28	Arhavi	0,13	Melyat	0,38
19	Kirazlık	0,13	Zihniderin	0,26	Pazar	0,29	Pazar	0,28	Bölümlü	0,13	Of	0,38
20	Musadağı	0,13	Selimiye	0,26	Gündoğdu	0,29	Of	0,28	Gündoğdu	0,13	Çiftlik	0,38
21	Ortapazar	0,13	Kendirli	0,26	Araklı	0,29	Çamlı	0,28	Kalkandere	0,13	İyidere	0,38
22	Hayrat	0,13	Kalkandere	0,25	Bölümlü	0,29	İyidere	0,28	Musadağı	0,13	Ardeşen	0,38
23	Zihniderin	0,13	Ardeşen	0,25	Derepazarı	0,29	Araklı	0,28	Pazar	0,13	Salarha	0,38
24	Sürmene	0,13	Çiftlik	0,25	Çayeli	0,29	Sürmene	0,28	Sürmene	0,13	Kendirli	0,37
25	Ulucami	0,12	Pazar	0,25	Kemalpaşa	0,29	Kendirli	0,28	Kendirli	0,13	Ulucami	0,37
26	Selimiye	0,12	Çayeli	0,25	Tirebolu	0,29	Selimiye	0,27	Araklı	0,13	Eskipazar	0,37
27	Aşıklar	0,12	Taşçılar	0,25	Muratlı	0,29	Ardeşen	0,27	Eskipazar	0,13	Çamlı	0,37
28	Of	0,12	Aşıklar	0,25	Ulucami	0,29	Aşıklar	0,27	Çayeli	0,13	Pazarköy	0,37
29	Camıdağı	0,12	Muratlı	0,24	Kirazlık	0,29	Ulucami	0,27	Tirebolu	0,13	Sürmene	0,37
30	Muratlı	0,12	Araklı	0,24	Salarha	0,28	Salarha	0,26	Selimiye	0,13	Musadağı	0,37
31	Tersane	0,12	Gündoğdu	0,24	Sürmene	0,28	Bölümlü	0,26	Çamlı	0,13	Çayeli	0,37
32	Çamlı	0,12	Tersane	0,24	Veliköy	0,28	Kemalpaşa	0,26	Of	0,12	Pazar	0,37
33	Kemalpaşa	0,12	Çamlı	0,24	Melyat	0,28	Çiftlik	0,26	Ardeşen	0,12	Kalkandere	0,37
34	Pazar	0,11	Ulucami	0,24	Arhavi	0,28	Kirazlık	0,26	Pazarköy	0,12	Kirazlık	0,36
35	Arhavi	0,11	Of	0,24	Of	0,28	Eskipazar	0,26	Aşıklar	0,12	Araklı	0,36
36	Gündoğdu	0,11	Sürmene	0,23	Camıdağı	0,28	Çayeli	0,25	Çiftlik	0,12	Azaklı	0,36
37	Bölümlü	0,11	Veliköy	0,23	Taşçılar	0,27	Melyat	0,25	Salarha	0,12	Selimiye	0,36
38	Taşçılar	0,11	Salarha	0,23	İyidere	0,27	Camıdağı	0,25	İyidere	0,12	Ortapazar	0,36
39	Melyat	0,11	Melyat	0,23	Tersane	0,27	Veliköy	0,25	Ambarlık	0,12	Işıklı	0,36
40	Çayeli	0,11	Ambarlık	0,23	Zihniderin	0,26	Taşçılar	0,24	Kemalpaşa	0,12	Derepazarı	0,36
41	Ambarlık	0,11	Bölümlü	0,22	Çamlı	0,26	Karaca	0,24	Kirazlık	0,11	Zihniderin	0,36
42	Salarha	0,11	Arhavi	0,22	Ardeşen	0,25	Ambarlık	0,24	Azaklı	0,07	Aşıklar	0,35

Diğer dönemler için de benzer yorumlar yapılabilir. Chen ve Klein modelinde ilk sıralarda yer alan KVB'ler genel olarak JVL modelinde iyimser bakış açısı ile en yüksek MTFVE skorlarına sahiptir. Aynı şekilde Chen ve Klein

modelinde son sıralarda yer alan KVB'ler JVL modelinde de en düşük MTFVE skorlarına sahiptir. Performans değerlendirmesinde tek yaklaşımlı JVL modeli bulanık MTFVE skorları ile Chen ve Klein bütünleşik sıralama sonuçlarının birbiriyle uyumlu olduğu görülmektedir. Sabuncular fabrikası 2016-17 ve 2017-18 dönemlerinde en iyi performansa sahip KVB'dir. Ayrıca Sabuncular fabrikası 2013-18 yılları arasındaki en iyi performans sıralamasında ilk 3 KVB'de yer almıştır. Tüm dönemlerde en kötü performansı gösteren fabrikaların sıralaması değişmektedir.

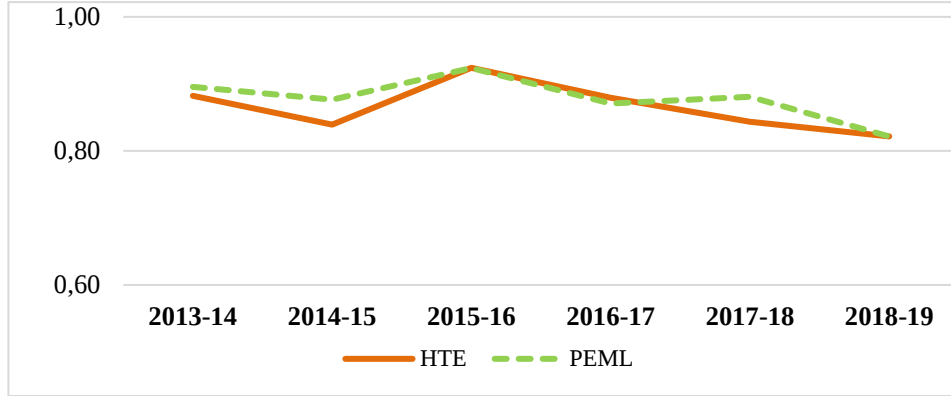
4.1.8. Model Bulgularının Karşılaştırması

Çalışmadaki farklı bulanık modellerden elde edilen ortalama değişim skorları grafikler üzerinde incelenmiştir. Tam bulanıklık seviyesinde HTE ve PEML modellerinin etkinlik değişimleri Şekil 24'te karşılaştırılmıştır. HTE modelinin ortalama etkinlik skorlarında değişim olmamıştır. PEML modelinde ise ardışık dönemlerde değişiklik söz konusudur. HTE modelinin grafiği sabit bir görünüm sergiler iken PEML modelinin grafiği dalgalı seyir izlemektedir.



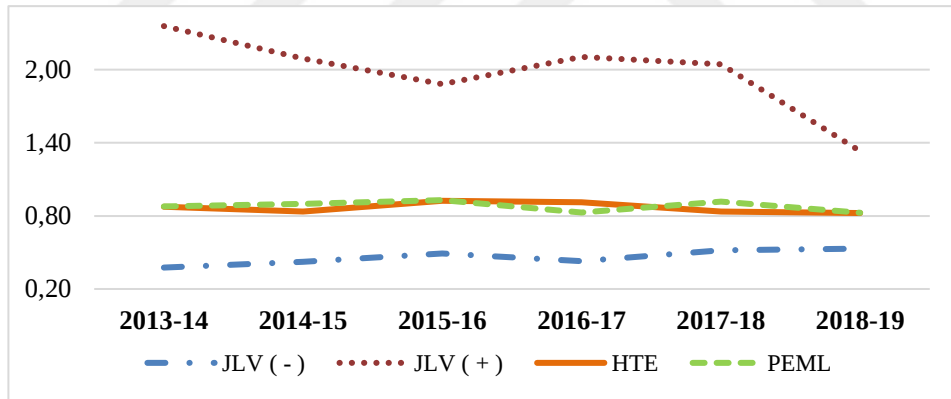
Şekil 24. Yöntem Bazında Etkinlik Değişimi ($\alpha=0$)

HTE ve PEML modellerinin $\alpha=0$ düzeyindeki ortalama teknolojik değişim grafikleri Şekil 25'te mukayese edilmiştir. Grafikler 2017-18 dönemi haricinde benzerlik göstermektedir. Ölçeğe göre sabit ve değişken getiri varsayımlarında ortalama teknolojik değişim skorları kısmen benzerlik göstermektedir.



Şekil 25. Yöntem Bazında Teknolojik Değişimi ($\alpha=0$)

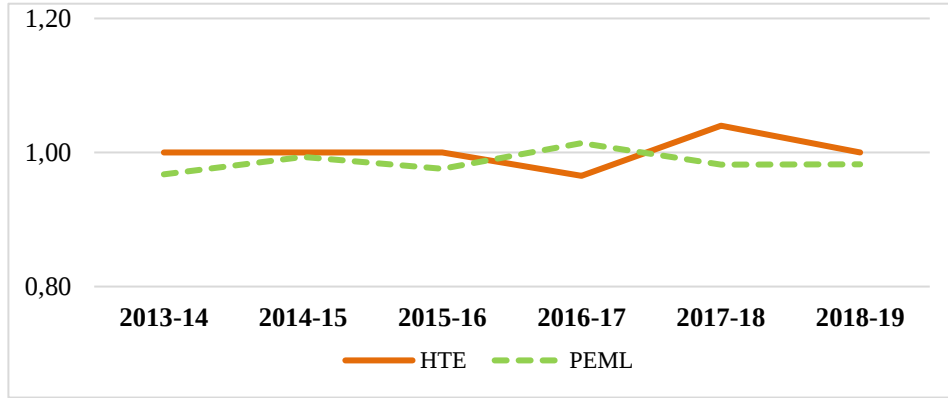
Belirsizliğin en yüksek düzeyinde HTE, PEML ve JLV modellerinden elde edilen ortalama MTFVE skorları Şekil 26’da karşılaştırılmıştır. HTE ve PEML modellerine ait MTFVE grafiği benzerlik göstermektedir. JLV modelinde kötümser yaklaşımda stabil bir çizgi söz konusu iken iyimser yaklaşımda dalgalı değişim aralığı fark edilmektedir.



Şekil 26. Yöntem Bazında MTFVE Değişimi ($\alpha=0$)

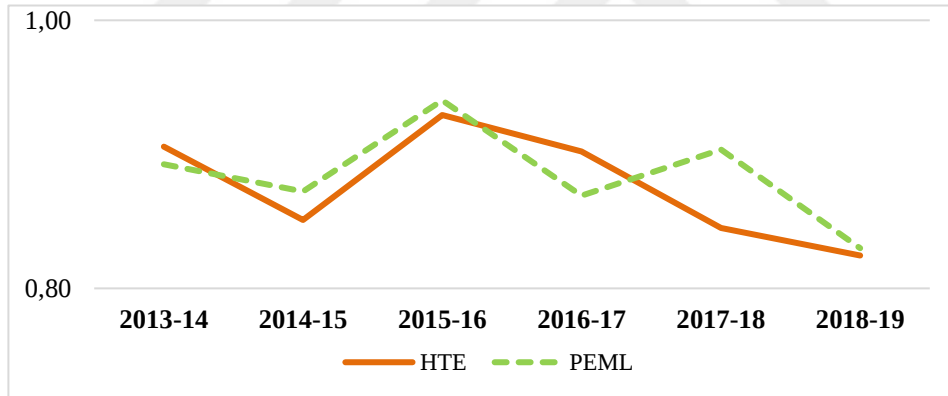
-: Kötümser yaklaşım, +: İyimser yaklaşım

Bulanıklığın %50 azaldığı düzeyde HTE ve PEML yöntemlerinin ortalama etkinlik değişim skorları Şekil 27’de sunulmaktadır. Ölçeğe göre değişken ve sabit getiri varsayımlarında grafiklerin formları farklılık göstermektedir.



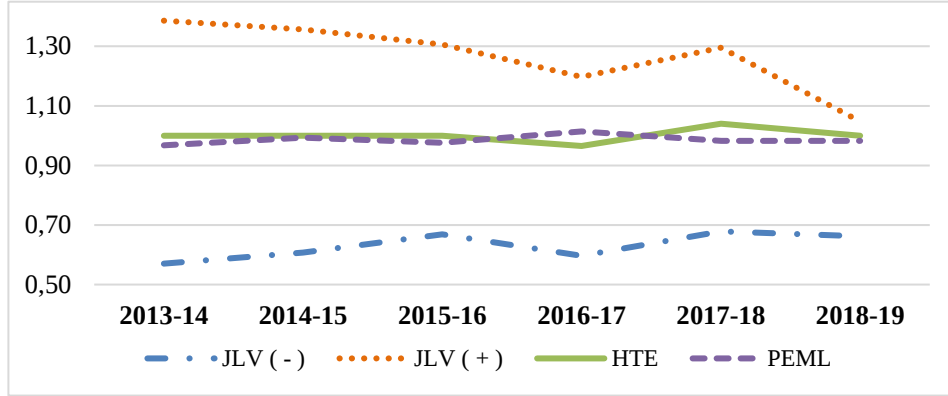
Şekil 27. Yöntem Bazında Etkinlik Değişimi ($\alpha=0,5$)

HTE ve PEML modellerinin $\alpha=0,5$ düzeyindeki ortalama teknolojik değişim grafikleri Şekil 28’de karşılaştırılmıştır. Grafikler 2017-18 dönemi dışındaki diğer dönemlerde benzerlik göstermektedir. Buna göre ölçeğe göre sabit ve değişken getiri varsayımlarında ortalama teknolojik değişim skorları kısmen benzerlik göstermektedir.



Şekil 28. Yöntem Bazında Teknolojik Değişimi ($\alpha=0,5$)

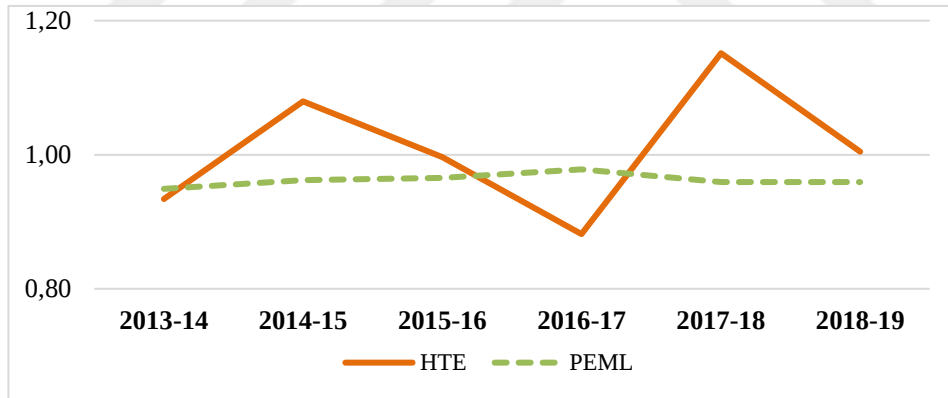
$\alpha=0,5$ düzeyinde HTE, PEML ve JLV modellerinin ortalama MTFVE skorları Şekil 29’da sergilenmektedir. HTE ve PEML modellerine ait MTFVE grafiği benzerlik göstermektedir. JLV modelindeki her iyi yaklaşımda dalgalı değişim aralığı fark edilmektedir. 2013 yılından 2018 yılında gidildikçe iyimser ve kötümser yaklaşım arasındaki fark kısmen azalmaktadır. İyimser yaklaşımda 2018-19 dönemindeki ortalama MTFVE skorları HTE ve PEML modellerinin sonuçlarına yaklaşmaktadır.



Şekil 29. Yöntem Bazında MTFVE Değişimi ($\alpha=0,5$)

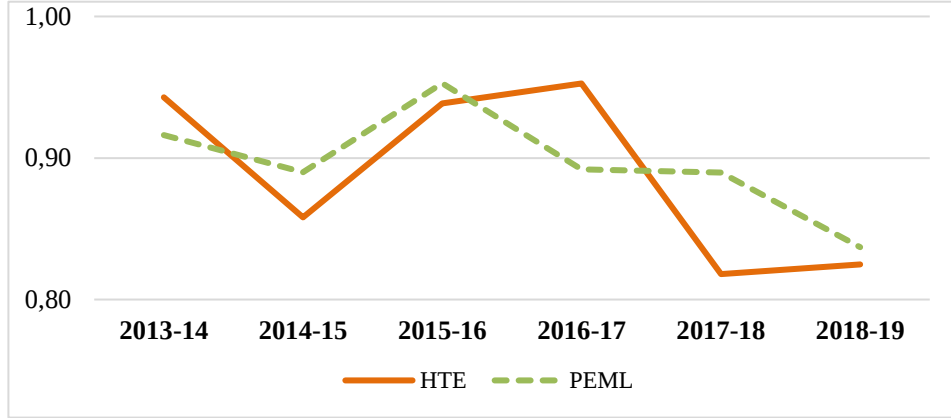
-: Kötümser yaklaşım, +: İyimser yaklaşım

Bulanıklığın tamamen ortadan kalktığı düzeyde HTE ve PEML yöntemlerinden elde edilen ortalama etkinlik değişim skorlarının karşılaştırması Şekil 30'da sunulmaktadır. HTE yönteminde etkinlik değişim dönemler arasında farklılık göstermektedir. PEML yönteminin değişim grafiği dönemler arasında benzerlik sergilemektedir.



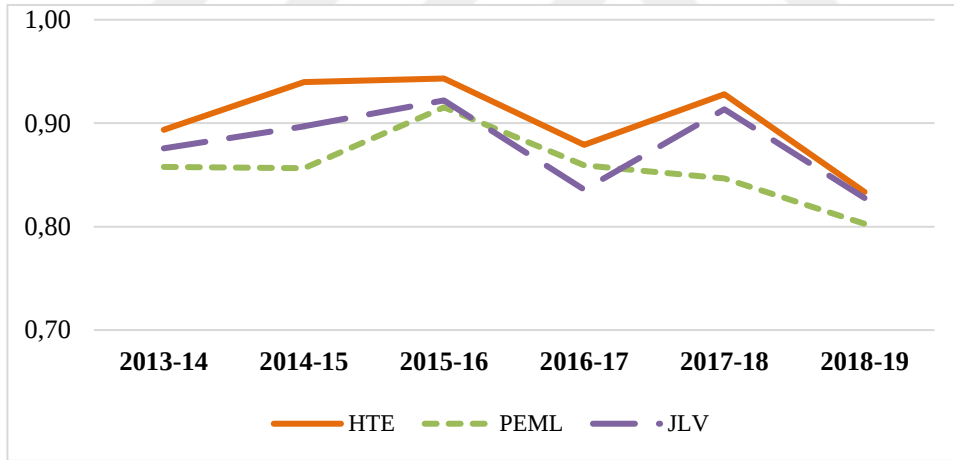
Şekil 30. Yöntem Bazında Etkinlik Değişimi ($\alpha=1$)

Şekil 31'de ortalama teknolojik değişim skorlarının HTE ve PEML yöntemlerindeki sonuçları yer almaktadır. Yöntem sonuçları kısmen benzerlik göstermekle birlikte 2016-17 ve 2017-18 dönemlerinde HTE modelinde grafiğin yönü değişmektedir.



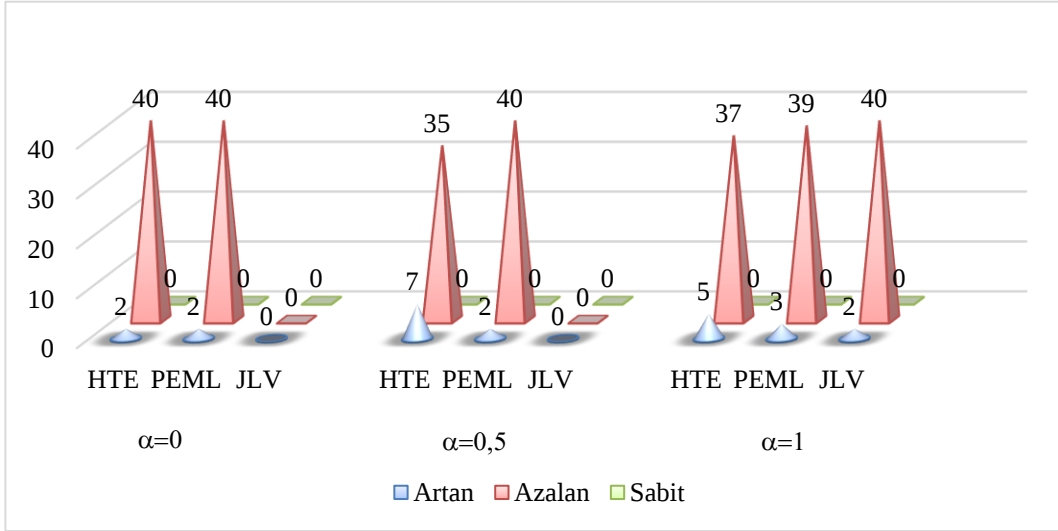
Şekil 31. Yöntem Bazında Teknolojik Değişim ($\alpha=1$)

Şekil 32’de en yüksek güven düzeyindeki ortalama MTFVE skorlarının karşılaştırması yer almaktadır. Tüm yöntemlerde MTFVE skoru azalmıştır. Farklı yöntemlerden elde edilen grafik çizgileri benzerlik göstermektedir. Bulanıklık ortadan kalktığı için JLV modelinin ortalama MTFVE sonucu tek grafik ile gösterilmektedir.



Şekil 32. Yöntem Bazında MTFVE Değişimi ($\alpha=1$)

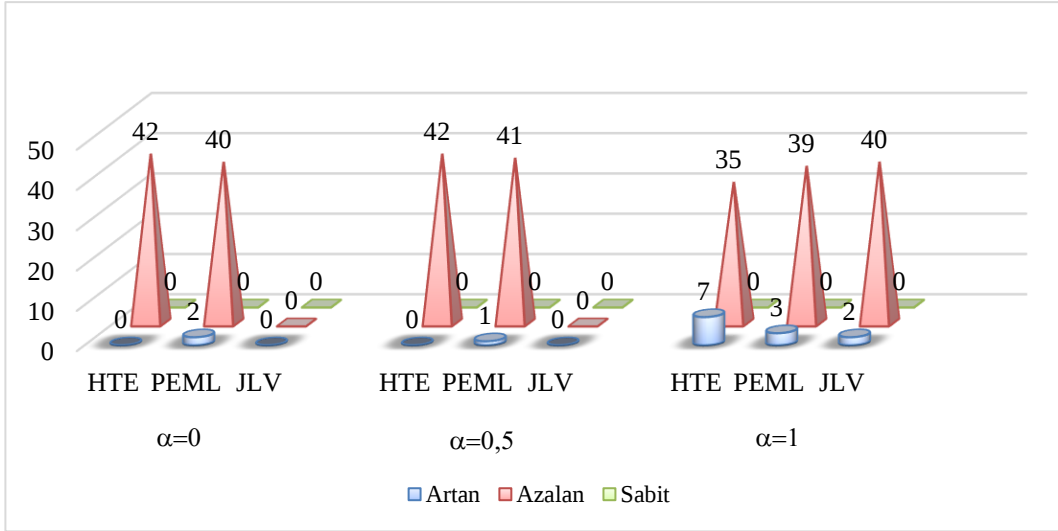
Çay fabrikalarının 2013-14 dönemindeki farklı α -kesim aralıkları için MTFVE değişim durumunun dağılımları Şekil 33’te sergilenmektedir.



Şekil 33. MTFVE Değişim Durumlarının Dağılımı (2013-14)

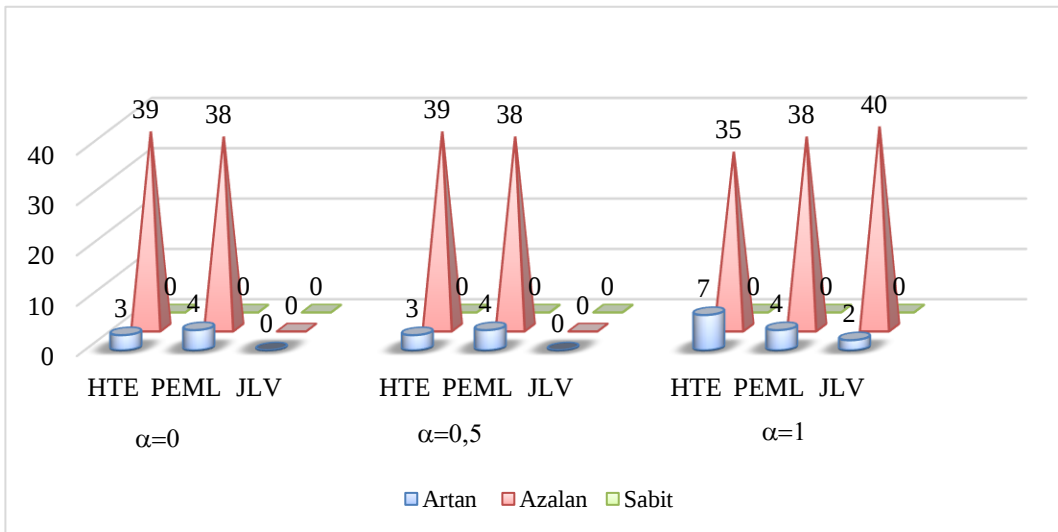
Şekil 33 incelendiğinde $\alpha=0$ düzeyinde HTE ve PEML modellerinde 40 KVB’de MTFVE skoru azalmış, 2 KVB’de artmıştır. $\alpha=0,5$ düzeyinde HTE modelinde 35 KVB, PEML modelinde 40 KVB’nin MTFVE skoru azalmıştır. HTE modelinde 7 KVB’de, PEML modelinde 2 KVB’de MTFVE skoru artmıştır. $\alpha=0$ ve $\alpha=0,5$ düzeyinde koşullar sağlanamadığından JLV modeli için yorum yapılamamaktadır. $\alpha=1$ düzeyi için HTE modelinde 37 KVB, PEML modelinde 39 KVB, JLV modelinde 40 KVB verimlilik azalışı göstermiştir. HTE modelinde 7 KVB, PEML modelinde 3 KVB ve JLV modelinde 2 KVB, MTFVE skorunda artış sağlamıştır.

Çay fabrikalarının 2014-15 dönemindeki farklı α -kesim seviyeleri için MTFVE değişim durumunun dağılımları Şekil 34’te yer almaktadır. Grafiğe göre $\alpha=0$ düzeyinde HTE modelinde 42 KVB, PEML modelinde 40 KVB MTFVE skorunda azalış göstermiştir. PEML modelinde 2 KVB’de artış kaydedilmiştir. $\alpha=0,5$ düzeyinde HTE modelinde 42 KVB, PEML modelinde 41 KVB azalan MTFVE skoruna sahiptir. PEML modelinde 1 KVB’de MTFVE skoru artmıştır. $\alpha=0$ ve $\alpha=0,5$ düzeyinde koşullar sağlanamadığından JLV modeli için yorum yapılamamaktadır. $\alpha=1$ düzeyinde HTE modelinde 35 KVB, PEML modelinde 39 KVB, JLV modelinde 40 KVB ve KMTFVE yönteminde 40 KVB, MTFVE skorunda azalış eğilimi sergilemektedir. HTE modelinde 7 KVB, PEML modelinde 3 KVB, JLV modelinde 2 KVB ve KMTFVE yönteminde 1 KVB 2015 yılında artış sağlamıştır.



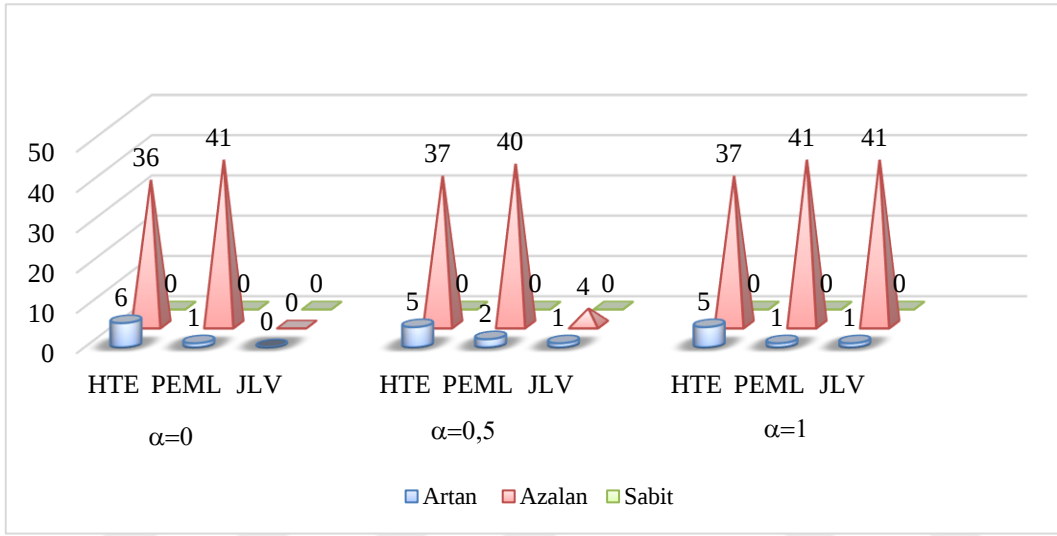
Şekil 34. MTFVE Değişim Durumlarının Dağılımı (2014-15)

Çay fabrikalarının 2015-16 dönemindeki farklı α -kesim düzeyleri için MTFVE değişim durumunun dağılımları Şekil 35'te gösterilmektedir. Şekil 30 incelendiğinde $\alpha=0$ düzeyinin HTE modelinde 39 KVB, PEML modelinde 38 KVB MTFVE skorunda azalış tespit edilmiştir. HTE modelinde 3 KVB, PEML modelinde 4 KVB artış sağlamıştır. $\alpha=0,5$ düzeyinin HTE modelinde 39 KVB, $\alpha=1$ düzeyinin HTE modelinde 35 KVB, PEML modelinde 38 KVB, JLV modelinde 40 KVB'nin verimlilikleri azalmıştır. HTE modelinde 7 KVB, PEML modelinde 4 KVB, JLV modelinde 2 KVB verimlilikte artış sergilemiştir.



Şekil 35. MTFVE Değişim Durumlarının Dağılımı (2015-16)

Çay fabrikalarının 2016-17 dönemindeki farklı α -kesim aralıkları için MTFVE değişim durumunun dağılımları Şekil 36’da sergilenmektedir. Şekil 31’e göre $\alpha=0$ düzeyinin HTE modelinde 36 KVB, PEML modelinde 41 KVB, MTFVE skorunda azalış eğilimi göstermiştir. HTE modelinde 6 KVB, PEML modelinde 1 KVB artış sağlamıştır. $\alpha=0$ düzeyinde koşullar sağlanamadığından JLV modeli için yorum yapılamamaktadır.

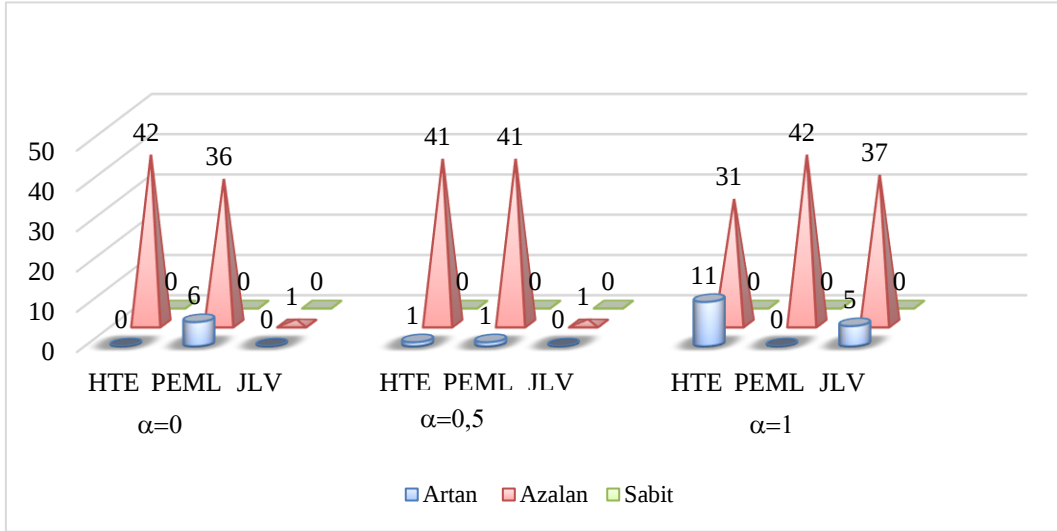


Şekil 36. MTFVE Değişim Durumlarının Dağılımı (2016-17)

$\alpha=0,5$ düzeyinde HTE modelinde 37 KVB, PEML modelinde 40 KVB, JLV modelinde 4 KVB’nin verimlilikleri azalmıştır. HTE modelinde 5 KVB, PEML modelinde 2 KVB, JLV modelinde 1 KVB verimlilik artışı elde etmiştir. $\alpha=1$ düzeyinde HTE modelinde 37 KVB, PEML modelinde ve JLV modelinde 41 KVB skorunda azalış sergilemiştir. HTE modelinde 5 KVB, diğer modellerde 1 KVB verimlilik artışı sağlamıştır.

Çay fabrikalarının 2017-18 dönemindeki farklı α -kesim seviyeleri için MTFVE değişim durumunun dağılımları Şekil 37’de yer almaktadır. Şekil irdelendiğinde HTE modelinde 42 KVB, PEML modelinde 36 KVB, JLV modelinde 1 KVB $\alpha=0$ seviyesinde MTFVE azalışı göstermiştir. PEML modelinde 6 KVB’nin verimlilik skoru artmıştır. $\alpha=0,5$ düzeyinin HTE modelinde ve PEML modelinde 41 KVB, JLV modelinde 1 KVB, verimlilikte azalış sergilemiştir. HTE modelinde ve PEML modelinde 1 KVB verimlilikte artış elde etmiştir. $\alpha=1$ düzeyinde HTE modelinde 31 KVB, PEML modelinde 42 KVB, JLV modelinde

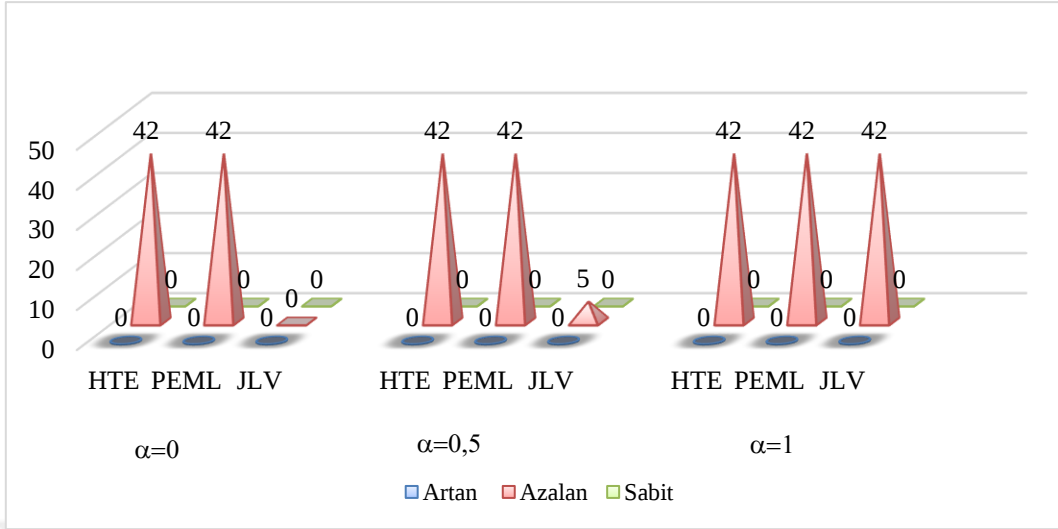
37 KVB 2018 yılında azalış eğilimi göstermiştir. HTE modelinde 11 KVB, JLV modelinde 5 KVB verimlilikte artış kaydetmiştir.



Şekil 37. MTFVE Değişim Durumlarının Dağılımı (2017-18)

Çay fabrikalarının 2018-19 dönemindeki farklı α -kesim seviyeleri için MTFVE değişim durumunun dağılımları Şekil 38’de gösterilmektedir. Grafiğe göre $\alpha=0$ düzeyinin HTE modelinde ve PEML modelinde 42 KVB, MTFVE skorunda azalış göstermiştir. $\alpha=0$ düzeyinde koşullar sağlanamadığından JLV modeli için yorum yapılamamaktadır. $\alpha=0,5$ düzeyinin HTE modelinde ve PEML modelinde 42 KVB, JLV modelinde 5 KVB verimlilik kaybı sergilemiştir. Tüm modellerin $\alpha=1$ düzeyinde tüm fabrikaların verimlilikleri azalmıştır.

Aynı veriler üzerinde farklı bulanık yaklaşımlar uygulandığından dolayı modellerin sonuçlarında elde edilen grafiklerde farklılık olabilmektedir. Modellerdeki ölçeğe göre sabit, değişken veya iyimser/kötümser yaklaşımlardan dolayı ortalama değişim skorlarında kısmen farklılık gözlemlenmiştir. Her biri farklı matematiksel modele sahip olan HTE, PEML ve JLV yöntemlerinden elde edilen sonuçların aralarındaki anlamlılık düzeylerini ölçmek için korelasyon testleri uygulanmıştır.



Şekil 38. MTFVE Değişim Durumlarının Dağılımı (2018-19)

4.1.9. Sıra Korelasyonu Testi

Bulanık MTFVE uygulaması sonucunda 42 fabrika için her bir dönemde üç adet etkinlik sıralama listesi elde edilmiştir. Elde edilen etkinlik sıralamaları arasındaki ilişkinin anlamlılık durumunu ölçmek için doğrusal testlerden sıra korelasyonu uygulaması tercih edilmiştir.

Çalışmada kullanılan yöntemlerinden elde edilen sıralamaların ilişki derecesini gösteren Spearman Korelasyon katsayıları (ρ) Tablo 18’de gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde JLV modelinden 2013-14 döneminde elde edilen sıralama sonuçlarının diğer modellerden elde edilen sıralama sonuçları ile anlamlı bir ilişkisinin olmadığı anlaşılmaktadır. Diğer modellerin skorları arasında ise anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. JLV modelinin 2014-15 dönemindeki sıralama sonuçlarının HTE ve PEML modellerinin sıralama sonuçları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. 2015-16 dönemine bakıldığında JLV modelinin HTE modeli sonuçları ile anlamlı bir ilişkisinin olmadığı fark edilmektedir. Diğer modellerin sıralama sonuçlarının birbirleriyle istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. En yüksek anlamlı ilişki (0,84) PEML ve HTE modelleri arasında 2015-16 dönemi içinde tespit edilmiştir.

Tablo 18. Sıra Korelasyon Katsayıları

		PEML	JLV
2013-14	HTE	0,77**	0,10
	PEML	1,00	0,19
	JLV		1,00
2014-15	HTE	0,68**	0,24
	PEML	1,00	0,26
	JLV		1,00
2015-16	HTE	0,84**	0,27
	PEML	1,00	0,32*
	JLV		1,00
2016-17	HTE	0,52**	0,61**
	PEML	1,00	0,71**
	JLV		1,00
2017-18	HTE	0,72**	0,41**
	PEML	1,00	0,61**
	JLV		1,00
2018-19	HTE	0,73**	0,68**
	PEML	1,00	0,64**
	JLV		1,00

** 0,01 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

* 0,05 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

4.1.10. Kendall Tau-b Testi

Çalışma bulgularında ortaya çıkan üç farklı sıralama listesi arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan önemini ölçmek ve doğrusal test ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması için doğrusal olmayan hipotez testlerinden Kendall tau-b testi de uygulanmıştır. Çay fabrikalarının dönemlere ait etkinlik skorlarının sıralamaları arasındaki ilişki gücünü gösteren Kendall tau-b korelasyon katsayı değeri Tablo 19’da yer almaktadır. Tablo irdelendiğinde 2013-14 döneminde JLV modelinin diğer modellerle anlamlı bir ilişkisinin olmadığı görülmektedir. 2014-15 döneminde JLV modelinin HTE ve PEML modelleri ile anlamlı bir ilişkisi söz konusu değildir. 2015-16 döneminde JLV modeli ile HTE modeli arasında istatistiksel olarak anlamsız ilişki bulunmaktadır. Diğer dönemlerdeki sıralama sonuçlarının birbirleriyle istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. En

güçlü anlamlı ilişki (0,69) PEML ve HTE modelleri arasında 2015-16 dönemi içinde tespit edilmiştir.

Tablo 19. Kendall Tau-b Korelasyon Katsayıları

		PEML	JLV
2013-14	HTE	0,59**	0,08
	PEML	1,00	0,13
	JLV		1,00
2014-15	HTE	0,52**	0,18
	PEML	1,00	0,20
	JLV		1,00
2015-16	HTE	0,69**	0,21*
	PEML	1,00	0,23*
	JLV		1,00
2016-17	HTE	0,40**	0,44**
	PEML	1,00	0,53**
	JLV		1,00
2017-18	HTE	0,56**	0,29**
	PEML	1,00	0,47**
	JLV		1,00
2018-19	HTE	0,55**	0,46**
	PEML	1,00	0,52**
	JLV		1,00

** 0,01 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

* 0,05 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 18 ve 19 birlikte incelendiğinde, doğrusal yaklaşım olan Spearman korelasyon katsayıları ile doğrusal olmayan Kendall tau-b korelasyon katsayılarının sonuçları benzerlik göstermektedir.

4.2.TARTIŞMA

Bu çalışmada ÇAYKUR fabrikalarının hem ikili dönemde hem de 7 yıllık dönem boyunca nasıl bir performans sergilediği incelenmiştir. Çay fabrikalarının ölçeğe göre sabit ve değişken getiri durumlarında ölçek etkinlik değişimi, saf etkinlik değişimi, etkinlik değişimi, teknolojik değişim ve TFV değerleri üç farklı bulanık MTFVE yöntemi ile hesaplanmıştır. Farklı modellerden elde edilen sıralama sonuçları arasında genel olarak yüksek korelasyon tespit edilmiştir. Gerçek dünyada kesin değerlerinde içerdiği belirsizlik durumunun üstesinden gelebilmek ve çalışma sürecinde ortaya çıkabilecek hataların giderilmesi için kesin verilerde bulanık yöntemlerin kullanılması tercih edilmiştir. Literatür incelemesi sonucunda belirlenen girdi ve çıktı değişkenleri arasında istatistiksel olarak yüksek anlamlı ilişki bulunmaktadır. Çalışmadan elde edilen bulguların değerlendirmesi aşağıda sunulmuştur.

Bütün fabrikaların TFV skorları tüm yöntemlerde ve α -kesim seviyelerinin tamamında azalmıştır. Bulanık düzeylerinin hepsinde en fazla TFV azalışı ölçeğe göre değişken getiri modeline göre Sabuncular fabrikasında, ölçeğe göre sabit getiri modeline göre Salarha fabrikasında, iyimser/kötümser yaklaşıma göre ise Eskipazar fabrikasında ölçülmüştür. TFV’de en fazla azalışa sahip bu çay fabrikaları performans iyileştirmelerinde öncelikli odaklanılması gereken fabrikalardır. TFV azalışının sebebine bakıldığında teknolojik etkinlik sınırının aşağı doğru kaydığı fabrikalarda üretim teknolojilerin eskidiği ve yapılması gereken yenilik çalışmalarının gerçekleştirilmediği anlaşılmaktadır. Bu nedenle de verimlilikte ciddi kayıpların olduğu görülmektedir.

Uygulama sonucunda tüm fabrikaların teknolojik değişim skorlarının azaldığı anlaşılmaktadır. HTE modelinde bulanıklık düzeylerinin tamamında en fazla teknolojik gerileme Sabuncular, Ardeşen ve Eskipazar fabrikalarında görülmektedir. PEML modelinin $\alpha=0$ seviyesinde Eskipazar, Salarha ve Ardeşen, $\alpha=0,5$ seviyesinde Kendirli, Kalkandere ve Salarha, $\alpha=1$ seviyesinde Büyükköy, Ortapazar ve Araklı fabrikalarında en fazla teknolojik gerileme ölçülmüştür.

Fabrikaların etkinlik değişimleri incelendiğinde HTE modelinin $\alpha=0$ ve $\alpha=0,5$ düzeyinde herhangi bir değişim olmamıştır. $\alpha=1$ düzeyinde Çamlı, Pazarköy ve Kalkandere en fazla artış sergileyen fabrikalardır. En fazla azalış ise Selimiye,

Eskipazar ve Karaca fabrikalarında tespit edilmiştir. PEML modelinin $\alpha=0$ seviyesinde Büyükköy, Kalkandere ve Pazarköy etkinlikte en fazla artışı gösteren fabrikalardır. Eskipazar, Karaca ve Çamlı fabrikaları ise etkinlikte en çok azalışa sahiptir. $\alpha=0,5$ için etkinlikte artış sergileyen fabrika bulunmaz iken en fazla azalış Işıklı, Ardeşen ve Eskipazar fabrikalarında ölçülmüştür. $\alpha=1$ seviyesinde tüm fabrikaların etkinlik skorları azalırken en fazla azalış Karaca, Eskipazar ve Işıklı fabrikalarında tespit edilmiştir.

Saf etkinlik skorlarında belirsizliğin en yüksek olduğu düzeyde en fazla artışı Kirazlık, Sabuncular ve Azaklı fabrikaları sergilemiştir. En fazla azalış Çiftlik, Tersane ve Eskipazar fabrikalarında görülmektedir. Saf etkinlik değişiminde belirsizlik durumu %50 seviyesine indirildiğinde Kirazlık, Sabuncular ve Der pazarı fabrikaları en yüksek artışı göstermektedir. En fazla azalış Veliköy, Işıklı ve Eskipazar fabrikalarında tespit edilmektedir. Minimum belirsizlik düzeyinde saf etkinlik skorları en yüksek olan fabrikalar Sabuncular, Ambarlık ve Pazarköy'dür. Tam güven seviyesinde en fazla azalış Selimiye, Kendirli ve Çiftlik fabrikalarında gerçekleşmiştir. ÇAYKUR fabrikaları her ne kadar yönetimde genel müdürlüğe bağlı olsa da birim bazında yönetsel başarılar saf etkinlik skorlarına artış olarak yansımaktadır. Saf etkinlikte artış gösteren fabrikalar yönetim uygulamalarında ve politikalarında iyi bir performans sergilemiştir.

Tam bulanıklık seviyesinde ölçek etkinliği en fazla artan çay fabrikaları Eskipazar, Tersane ve Çiftlik'tir. Ölçek etkinliğinde en fazla azalış tespit edilen fabrikalar Azaklı, Sabuncular ve Kirazlık'tır. Ölçek etkinlik değişiminde güven aralığı $\alpha=0,5$ düzeyine çekildiğinde Eskipazar, Işıklı ve Veliköy fabrikaları en büyük artışı sergilemektedir. En çok azalış Der pazarı, Sabuncular ve Kirazlık fabrikalarında kaydedilmektedir. Bulanıklığın ortadan kalktığı tam güven düzeyinde Çiftlik, Kendirli ve Işıklı fabrikaları ölçek etkinliğinde en başarılı skorlara sahiptir. Melyat, Ambarlık ve Sabuncular fabrikaları ise ölçek etkinliğinde en fazla azalış gösteren fabrikalardır. Ölçek etkinliğinde artış kaydeden fabrikalar optimal ölçek kullanımında başarı sağlamıştır. Başarı elde eden fabrikalar diğer fabrikalar ile kıyaslandığında bu fabrikaların aynı çıktı miktarını daha düşük girdi maliyetleri ile ürettiği anlaşılmaktadır. Aynı çıktıyı daha fazla girdi kullanımıyla

üreten fabrikalar ölçek etkinliğinde başarısız olmuştur. Başarı sergileyen fabrikalar optimal ölçek kullanımında diğer fabrikalar için referans olabilmektedir.

Çay fabrikalarının genel resmine bakıldığında ortalama ölçek etkinliğinde 2013-16 yılları için değişim görülmez iken 2016-17 döneminde artış gerçekleşmiştir. Bir önceki yıla göre 2018 yılında ölçek etkinliği azalış eğilimi sergilerken 2019 yılında kısmen artış gözlemlenmiştir. 2018 yılında çay fabrikalarının optimum ölçekte üretim yapamadıkları ve kapasite kullanımında başarısız oldukları anlaşılmaktadır. Özellikle çay fabrikalarında yüksek kapasiteli kurulumun olması kapasite kullanımının ise düşük olması; toplam maliyetler içindeki sabit maliyetin payını olumsuz etkileyerek çay üretimi birim maliyetlerinin yüksek çıkmasına neden olmaktadır (Savcı ve Haftacı, 2019: 141). Ayrıca Türkiye'nin çay ihracatındaki son beş yıllık dönemine bakıldığında en fazla ihracat değeri 2016 (28.585.324 USD) ve 2017 (24.966.315) yıllarında en az ihracat değeri 2018'de (13.089.639) görülmektedir (BUGEM, 2020: 3) Çay fabrikalarının ölçek etkinlik değişim grafiği ile ihracat rakamlarının değişimi benzerlik göstermektedir. Başka bir deyişle, çay ihracat rakamlarının arttığı dönemlerde çay fabrikaları kapasite kullanımında başarı sağlamış, ihracat miktarının azaldığı dönemlerde ise kapasite kullanımında etkinsizlik ortaya çıkmıştır. Çay sektörünün dış ticarete elde ettiği başarı, çay fabrikalarının optimum kapasite kullanımına olumlu yönde yansımaktadır.

Saf etkinlik değişim skorlarında bir önceki döneme göre 2016 ve 2019 yıllarında değişim görülmez iken 2015 ve 2018 dönemlerinde saf etkinlik değeri artmıştır. 2014 ve 2017 yıllarında ise saf etkinlik değerleri azalış yönündedir. Bu dönemlerde yönetim uygulama ve politikalarında etkinliğin azaldığı fark edilmektedir. Yönetimsel yaklaşımlardaki başarısızlık etkinlik skorlarını negatif yönde etkilemektedir. Saf etkinlik değişimin skorları ile etkinlik değişim skorları benzerlik göstermektedir. Bu nedenle etkinlik skorlarının üzerinde ölçek etkinlik skorlarından ziyade saf etkinlik değişim değerlerinin etkili olduğu anlaşılmaktadır. Bazı yıllarda (2017, 2019) kapasite kullanımında bir önceki döneme göre başarı görülse de yönetim uygulamalarındaki etkinsizlikten dolayı çay fabrikalarının etkinlik değişim skorları üretim sınırına doğru ilerleyememiştir. Etkinlik değişimi, bilginin kullanımından üretim süreçlerinin kombinasyonlarından ve yönetim

uygulamalarından etkilenmektedir (Chowdhury, Wodchis ve Laporte, 2011: 740). Çalışma sonuçlarında üretim süreçlerindeki girdi kullanımının etkinsizliği ve yönetim uygulamalarının başarısızlığı fark edilmektedir.

Çalışma kapsamındaki tüm dönemlerde çay fabrikalarının teknolojik düzeylerinde gerileme tespit edilmiştir. Teknolojik değişim endeks değerleri azaldığından üretim sınır eğrisi aşağı yönlü hareket etmiştir. Teknolojik değişim yeni teknolojilerin benimsenmesi, yeni yönetim sistemlerinin geliştirilmesiyle ilişkilendirilmektedir. 2013 yılından 2019 yılına kadar her bir dönemde bir önceki yıla göre üretim teknolojilerinde gerekli iyileştirme ve yenilik yatırımlarının yapılmadığı fark edilmektedir. Teknolojik gerilemeye bağlı olarak tüm dönemlerde bir önceki yıla göre TFV azalmıştır. Bazı dönemlerde bulanıklık düzeyindeki değişikliğe bağlı olarak etkinlik değişim skorlarında artış olsa da bu artış yeterli seviyede gerçekleşmediği için TFV azalışına engel olamamıştır. Etkinliğin azalması ve teknolojik gerilemenin gerçekleşmesi karar birimi ya da sektör açısından düşük bir ekonomik verimliliği kısaca azalan bir rekabet gücünü yansıtmaktadır.

Bulguların karşılaştırılması için yöntem, araştırma alanı ve kapsamı bu çalışma ile benzerlik gösteren ve Türkiye'nin küresel çay pazarında en önemli rakiplerinden olan Çin, Hindistan, Malezya ve Sri Lanka'da gerçekleştirilen araştırmaların değerlendirmeleri aşağıda sunulmaktadır

Çin çay endüstrisinde yapılan araştırmaların (Hu ve Xiang; 2015; Zhang, Qu ve Sangaiah, 2018; Sufang, 2020) sonuçlarında fabrikalarda teknolojik ilerlemeye bağlı olarak TFV artışı olduğu anlaşılmaktadır. Bazı dönemlerde kısmen etkinlikte azalma görülse de teknolojik ilerlemenin etkisiyle TFV artış trendini kaybetmemiştir. Hindistan çay sektörüne yönelik yapılan ilk araştırmada (Manjappa ve Mahesha, 2008), teknik etkinliğin gerilemesinden dolayı TFV'nin azaldığı fark edilmektedir. Sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda (Mohapatra vd., 2013; Guha, 2018) ise fabrikalardaki teknolojik gelişme ile birlikte TFV artışı sağlandığı görülmektedir. Başka bir ifadeyle çay endüstrisinde uygulanan yenilik politikalarının başarısı TFV artışını sağlamıştır. Malezya çay sektöründeki verimlilik çalışmaları incelendiğinde öncü nitelikteki bir çalışmada (Mohamad ve Said, 2010) fabrikalarda TFV artışı tespit edilirken ilerleyen dönemde yapılan

başka bir çalışmada (Afzal vd., 2018) teknik etkinlikteki gerilemeden dolayı TFV'nin azaldığı anlaşılmaktadır. Üretim teknolojilerinde yenilikler yapılması TFV'deki gerilemeyi azaltmasına rağmen üretim sınırını yakalamakta yeterli olamamıştır. Sri Lanka çay sektöründe Jayasuriya, (2003) tarafından gerçekleştirilen araştırmada fabrikalarda yıllar içinde TFV'nin arttığı bu artışta teknolojik ilerlemeden ziyade kaynakların etkin kullanımının önemli paya sahip olduğu görülmektedir. Türkiye çay sektöründe gerçekleştirilen ilk verimlilik ölçümü çalışmasında (Baki ve Ar, 2009) çay fabrikalarında TFV artışı söz konusu iken daha sonraki çalışmada (Menten, Çekiç ve Atıcı, 2020) teknolojik etkinlikteki gerilemeden kaynaklı TFV azalışı tespit edilmiştir.

Buna göre dünya çay sektöründe öncü ülkelerin fabrikalarının Türkiye ile aynı dönemlerde TFV artışı sağladıkları ve bu artışın büyük oranda teknolojik ilerlemeden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Söz konusu ülkelerin fabrikaları sektörün iyi örnekleri olmaları bakımından kıyaslama (benchmarking) uygulaması yapılabilecek işletmelerdir. ÇAYKUR yönetimi bahsedilen ülkelerin fabrikalarıyla işbirliği yoluyla kıyaslama projeleri gerçekleştirerek kendi fabrikalarının üretim süreçlerini ve teknolojisini iyileştirebilir.

Rize Ticaret Borsası tarafından yayınlanan 2021 Türk çay sektörü güncel durum raporunda çay sektöründeki sorunlar ve çözüm önerilerinden bahsedilmiştir. İlgili çalışmada fabrikaların etkinliği, üretimde teknoloji ve inovasyon yatırımları konusunun önemi göz ardı edilmiştir. ÇAYKUR 2021 yılı performans programının teknolojik alt yapıya yönelik amaçlarında ise “2023 yılı sonuna kadar çay imalat makinelerinde ve üretim süreçlerinde belirlenen modernizasyonlar tamamlanacaktır” ifadesi yer almaktadır. Ayrıca ÇAYKUR tarafından yayımlanan 2015-19 stratejik planında yer alan hedeflerden biri de üretim süreçlerinde teknolojik yenilik yapmaktır (ÇAYKUR, 2014).

Belirtilen bu amaç ve hedefler araştırma sonuçlarıyla paralel şekilde fabrikaların verimliliklerinin artabilmesi için üretim yeteneklerine yönelik teknolojik ve inovasyonel yatırımların gerekliliğini göstermektedir. Böylelikle fabrikalar aynı çıktı miktarını daha az girdi ile üretebilecektir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ulusların ekonomik, sosyal ve kültürel alanda gelişmesinde önemli görevler üstlenen tarım sektörü paydaşları bu görevlerini gerçekleştirmek için etkin politikalar uygulamaya çalışmaktadır. Tarımın GSYİH'sındaki payı artmasına rağmen tarım ürünlerindeki büyüme oranları tutarsızlık arz etmekte ve düşüşler görülebilmektedir. Tarım ürünlerinin yeterli büyüme oranına ulaşması için ürün bazında performans geliştirilmesi ve iyileştirmesi gerekmektedir. Küreselleşen dünyada tarım sektöründe yüksek bir rekabet gücüne sahip olmak tüm ülkelerin amaçlarındandır. Yalnızca dış piyasalarda üstünlük sağlamak anlamına gelmeyen rekabet gücü, bir ülkenin gelirini, istihdam düzeyini, yaşam kalitesini sürekli artırma ve buna bağlı olarak uluslararası pazardaki payını genişletme yeteneğidir. Avrupa ve Asya arasında her anlamda stratejik öneme sahip Türkiye'nin küresel alanda tarım ürünlerinde üstünlük sağlayabilmesi için rekabet gücünü etkileyen sorunlara çözümler getirmesi zorunludur. Böylelikle ekonomik anlamda öne geçebilmesi mümkün olabilmektedir. Özellikle Uzakdoğu ülkelerinin düşük girdi maliyetli tarım ürünleri ile dünya pazarlarına girmesi küresel rekabetin boyutunu daha da artırmaktadır. Bu nedenle karar vericilerin Türkiye'nin tarımdaki rekabet gücünü artırmak ve ekonomik yapıdan kaynaklanan sorunları çözmek için bilimsel çalışmaların rehberliğinde akılcı önlemlere ihtiyacı vardır.

Bir tarım ürünü olan çay, hammadde, istihdam, dış ticaret, beslenme boyutlarından incelendiğinde sektördeki önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Çay, sudan sonra dünyada en çok tüketilen ikinci içecektir. Küresel alanda çay üretimine ve tüketimine olan ilginin artması hem bilimsel hem de ticari açıdan ilgi çekicidir. Çay sektöründe küresel boyutta önem ihtiva eden Türkiye, dünya çay üretiminde 5. sırada çay tüketiminde ise zirvede yer almaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün yayınladığı rapora göre Türkiye'nin yaklaşık 270 bin ton olan yıllık çay tüketiminin 10 yıl sonra 400 bin tona çıkacağı ancak yıllık ortalama %4,9 olan tüketim artışının gelecek 10 yılda yüzde %3,3'e gerileyeceği öngörülmektedir.

Bu rapor çerçevesinde Türk çay sektörü için geleceğe yönelik politika ve stratejiler belirlenmesinin gerekliliği anlaşılmaktadır.

Yoğun rekabet ortamında faaliyet gösteren firmalarının sektördeki yeteneklerini güçlendirerek artırması için odaklanması gereken temel noktalar organizasyonel beceri, bilgi kullanımı, uzmanlaşma ve etkin kaynak yönetimidir. Çay sektöründe kalitenin geliştirilmesi, girdi maliyetlerinin azaltılması ve rekabet gücünü arttırılmasına yönelik hedeflerin gerçekleştirilme çabası çay sektöründe kaynak kullanım etkinlik konusunu ön plana çıkarmaktadır. Kaynak kullanım politikaları belirleyip geleceğe yönelik stratejik kararlar alırken kaynak etkinlik analizinden elde edilen sonuçlar yol gösterici olabilmektedir.

Türkiye’de faaliyette bulunan çay işletmelerine politika geliştirmeye ve küresel rekabet gücünü arttırmaya yönelik katkı sunması beklenen bu çalışmada ÇAYKUR bünyesindeki 42 yaş çay fabrikasının 3 farklı bulanık MTFVE yöntemi ile dinamik düzeyde etkinlik değişim analizi yapılmıştır. Bu amaçla fabrikaların 2013-2019 yılları arasındaki verimlilik değişimleri incelenmiştir. Çalışmada farklı bulanık yöntemlerinin kullanılmasının amacı her bir yöntemin üstünlüklerinden faydalanarak araştırmanın güvenilirliğini artırmaktır. Böylelikle her bir yöntemin avantajından yararlanılarak çok boyutlu analiz yapılmış ve sıralama sonuçlarının karşılaştırması fırsatı elde edilmiştir.

Çalışma sonucunda fabrikaların tümünde TFV’nin azaldığı ve bu azalışın teknolojik gerilemeden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Buna göre ÇAYKUR fabrikalarında daha az girdi ile aynı çıktıyı üretebilmek için teknolojik ve organizasyonel yeniliğin gerekliliği anlaşılmaktadır. Uygulama sonucunda teknolojik gerileme ve kaynak israfına bağlı etkinliği azalan çay fabrikalarının kıyaslama yoluyla hangi fabrikaları örnek alabilecekleri belirlenmiştir. Bu sayede karar vericilere önemli yönetsel bilgiler sunulmuştur.

Günümüz küresel piyasalarında ülke ekonomilerinin büyüme hızını yenilik (inovasyon) düzeyinin belirlediği kabul edilmektedir. Türkiye tarım sektöründe stratejik öneme sahip olan çay üretiminde, teknolojik yatırımların kamu otoritesince yeterli düzeyde desteklenmediği bu çalışmanın sonuçları arasında fark edilmektedir. ÇAYKUR tarafından endüstriyel çay üretiminde verimlilik artışı sağlayacak teknolojik yeniliklerin yapılmadığı anlaşılmaktadır. Teknolojik

değişimden kaynaklanan bu verimlilik azalmasını önlemek için üretim teknolojilerindeki değişimin kapsam tespiti yapılarak yeni teknolojilerin benimsenmesi yönünde adımlar atılmalıdır. Mevcut durumda bu teknolojik değişimi çay fabrikalarının kendi imkânları ile gerçekleştirmeleri mümkün görünmemektedir. Çay sektöründe etkinliğin artırılması ve bu artışın sürekliliğinin sağlanması için uzun vadeli politikaların hayata geçirilmesinin gerekliliği çalışma sonuçlarında görülmektedir.

Yenilik yaratmada en önemli faktörlerden biri de Ar-Ge çalışmalarına dayalı teknolojik yatırım ve gelişmelerdir. Buna göre, ÇAYKUR fabrikalarının rekabet avantajı sağlayabilmesi için Ar-Ge temelli ürün ve süreç yeniliklerine odaklanmasının gerekliliği aşikardır. ÇAYKUR yönetimin kaynak dağıtımında stratejik kararlar alması gerekmekte ve bu kapsamda, teknolojik bakımdan yetersiz olan fabrikaların eksikliklerini giderecek şekilde önceliklendirme önerilmektedir. Türkiye çay sektöründe etkinliğin yüksek olması, teknolojik ilerleme kaydedilmesi, yönetsel etkinliğin sağlanması ve uygun ölçek büyüklüğünde üretim yapılması Türkiye çay sanayisinin uluslararası rekabet gücünü de artıracaktır. Artan rekabet gücü ile çok düşük rakamlarda seyreden ihracat miktarı da yükselecek ve bu sayede fabrikaların çay üretim miktarları da yükselecektir.

Çalışma kapsamındaki ÇAYKUR fabrikaları teknolojik ilerleme sağlayamadıkları gibi mevcut üretim yeteneklerini de koruyamamışlardır. ÇAYKUR fabrikalarında verimliliği artırmak ve kaynak israfını minimize etmek için ürün ve süreç yeniliklerinin yanı sıra Kaizen yaklaşımı benimsenerek sürekli iyileştirmeye yönelik çalışmalar yapılmalı ve süreç yönetim tarafından desteklenmelidir. Çay fabrikaları teknolojik gelişmeyle birlikte üretim miktarını daha az girdi kullanarak üretebilecektir. Optimum kapasite miktarında üretim yapan çay fabrikaları uluslararası piyasada rekabet gücünü yükseltecektir.

Günümüzde çay işletmelerin verimli ve etkin olabilmeleri için sürekli öğrenmeye açık olmaları gerekmektedir. Değişen piyasa koşullarında işlerin niteliği, üretim yöntemleri, hızla gelişen teknolojilerle birlikte dinamiklik göstermektedir. Örgüt içinde gerek eğitimlerle gerek uyum sağlamayı kolaylaştırıcı faaliyetlerle çalışanların yenilikleri ve değişimleri takip etmeleri sağlanmalıdır. Yalnızca teknolojik yenilik yapmak yeterli olmamaktadır. Teknolojik yenilikle

birlikte çalışanlara teknolojiye uygun yeni ve daha yüksek beceriler kazanmaları için eğitimler gerçekleştirilmelidir.

Türk çay sektöründe ÇAYKUR ve özel çay firmaları kaliteden daha çok fiyat odaklı rekabet içinde olduklarından düşük kâr marjları ile çalışmaktadırlar. Bu durum çay işletmelerinde kalitenin göz ardı edilmesine ve pazar araştırmaları için yeterli kaynağın sağlanamamasına neden olmaktadır. Ürün, süreç ve pazarlama yenilikleri yetersiz olan çay işletmeleri, iç ve dış piyasadaki rakip ürünleri taklit ederek rekabet etmeye çalışmaktadır. Bu noktadan hareketle, yenilikçi pazarlama yaklaşımlarıyla Türk firmalarının küresel pazarda ihracat miktarlarını artıracığı düşünülmektedir.

Her bilimsel çalışmanın olduğu gibi bu çalışmanın da bazı kısıtları bulunmaktadır. Bulanık modeller ile her bir KVB için α -kesim seviyelerine göre etkinlik skorlarının hesaplanması geleneksel MTFVE'ye esneklik kazandırmaktadır. Bulanık MTFVE yöntemlerinin değerlendirme olanağının geniş olması önemli bir avantaj sunmasına karşın, her bir α -kesim düzeyi ve KVB için ayrı model kurulmasının gerekliliği ve uygulanmasının çok vakit alması modelin dezavantajı olarak ifade edilebilir. Çalışmada kullanılan veri setinden ve yöntemlerden kaynaklanan bazı kısıtlar bulunmaktadır. Birinci elden veri elde etmenin zorluğu, ayrıca zaman ve maliyet kısıtları nedeniyle çalışmada ikincil veriler kullanılmıştır. Araştırmada ÇAYKUR bünyesindeki 47 yaş çay fabrikasının analizi hedeflenmiştir. Verilerin bütünlüğü sağlanamadığı için araştırma kapsamı 42 yaş çay fabrikası ile sınırlandırılmıştır.

Gelecekteki çalışmalarda çay fabrikalarında etkinlik ölçümü için farklı değişkenler kullanılabilir. Diğer bulanık MTFVE yöntemleriyle analizler yapılarak sonuçları karşılaştırılabilir. Ayrıca başta çay sektörü olmak üzere tarımsal alanda ekonomik etkinliğe yönelik araştırmalar yapılması literatürü zenginleştirebilecektir.

KAYNAKLAR

- Afzal, M. N. I., Lawrey, R., Anaholy, M. S., & Gope, J. (2018). A comparative analysis of the efficiency and productivity of selected food processing industries in Malaysia. *Malaysian Journal of Sustainable Agriculture*, 2(1), 19-28.
- Ağayev S. ve Saklı, A. R. (2012). ÇAYKUR fabrikalarının etkinliklerinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(3), 11-37.
- Ağca, V. ve Tunçer, E. (2006). Çok boyutlu performans değerlendirme modelleri ve bir balanced scorecard uygulaması. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(1), 173-193.
- Aghayi, N., Tavana, M., & Maleki, B. (2019). A Malmquist productivity index with the directional distance function and uncertain data. *Scientia Iranica*, 26(6), 3819-3834.
- Akyüz, Y., Yıldız, F. ve Kaya, Z. (2013). Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist Endeksi ile toplam faktör verimlilik ölçümü: BİST' te işlem gören mevduat bankaları üzerin bir uygulama. *Ataturk University Journal of Economics & Administrative Sciences*, 27(4), 110-130.
- Akıl, B. (2013). *Kamu sektöründe 5S ve Kaizen uygulamaları* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Alabayır, A. ve Muzır, E. (2016). Dış ticaret işlemlerinde ticaret yapılan yere göre ödeme şekli tercihi ve tercih nedenlerini belirlemeye yönelik ampirik bir çalışma. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 8(3), 308-322.
- Aliyev, E. (2020). *Türkiye'deki lojistik firmaların finansal performanslarının veri zarflama analizi ve Malmquist toplam faktör verimlilik endeksine göre değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.

- Al-Shammari, M. (1999). Optimization modeling for estimating and enhancing relative efficiency with application to industrial companies. *European Journal of Operational Research*, 115(3), 488-496.
- Altaş, İ. H. (1999). Bulanık mantık: Bulanıklılık kavramı. *Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e*, 62, 80-85.
- Alimohammadlou, M., & Mohammadi, S. (2016). Evaluating the productivity using Malmquist index based on double frontiers data. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 230, 58-66.
- Amet. M. (2020). *Endüstri 4.0 uygulamalarının işletmelerin finansal faaliyetleri üzerindeki etkilerinin Malmquist tekniği ile hesaplanması* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir
- Andersen, B. (1995). The Productivity term. Rolstadäs, A. (Eds.), *Performance management a business process benchmarking approach*. (pp. 3–17). Springer – Science+Business Media, B.V.
- Andria, J., di Tollo, G., & Pesenti, R. (2021). Fuzzy multi-criteria decision - making: An entropy-based approach to assess tourism sustainability. *Tourism Economics*, 27(1), 168-186.
- Apaydın, Avşar. B. (2017). *Türk imalat sanayi firmalarının etkinliklerinin çok periyotlu iki aşamalı Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Endeks yöntemiyle incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir
- Ardıç, M. (2019). Çay İşletmeleri Kurumunun (ÇAYKUR) finansal performansının Dupont Finansal Analiz Sistemi kullanılarak incelenmesi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 7(1). 352-372.
- Arndt, S., Turvey, C., & Andreasen, N. C. (1999). Correlating and predicting psychiatric symptom ratings: Spearmans r versus Kendalls tau correlation. *Journal of psychiatric research*, 33(2), 97-104.
- Arya, A. & Yadav, S. P. (2019). Development of intuitionistic fuzzy data envelopment analysis models and intuitionistic fuzzy input–output targets. *Soft Computing*, 23(18), 8975-8993.

- Arya, A., & Yadav, S. P. (2020). Performance efficiency of public health sector using intuitionistic fuzzy DEA. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 28(02), 289-315.
- Avcı, T. ve Çağlar, A. (2016). Stokastik Sınır Analizi: İstanbul Sanayi Odası'na kayıtlı firmalara yönelik bir uygulama. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 17-57.
- Ayanoğlu, Y., Atan, M. ve Beylik, U. (2010). Hastanelerde veri zarflama analizi (VZA) yöntemiyle finansal performans ölçümü ve değerlendirilmesi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 2(2), 40-62.
- Aydın, E. (2020). *Bulanık AHP ve Bulanık Hedef Yaklaşımı ile hammadde tedarikçi seçimi* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Azadı, S. (2019). ranking of tourism development strategies of Kermanshah province using SWOT matrix and Fuzzy Dea data envelopment analysis. 8(21), 73-88.
- Azadeh, A., Asadzadeh, S. M., Bukhari, A., & Izadbakhsh, H. R. (2011). An integrated fuzzy DEA algorithm for efficiency assessment and optimization of wireless communication sectors with ambiguous data. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 52(5), 805-819.
- Bağcı, H. (2018). *Kamu hastaneleri hizmet sunum performansının veri zarflama analizi ve Malmquist İndeksi yöntemleriyle değerlendirilmesi* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir
- Bakırcı, F. (2006). Sektörel bazda bir etkinlik ölçümü: VZA ile bir analiz. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 199-217.
- Baki, B. ve Ar, İ. M. (2009). ÇAYKUR'a bağlı fabrikaların etkinlik analizi: Malmquist-TFV endeksi uygulaması. *İktisat İşletme ve Finans*, 24(284), 77-108.
- 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.

- Barak, S., & Dahooei, J. H. (2018). A novel hybrid fuzzy DEA-Fuzzy MADM method for airlines safety evaluation. *Journal of air transport management*, 73, 134-149.
- Basnayake, B. M. J. K. & Gunaratne, L. H. P. (2002). Estimation of technical efficiency and it's determinants in the tea small holding sector in the Mid Country Wet Zone of Sri Lanka. *Journal of Agricultural Economics*, 4(1381-2016-115740), 137-150.
- Baş, M. İ. ve Artar, A. (1990). *İşletmelerde verimlilik denetimi: ölçme ve değerlendirme modelleri*, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- Baten, A., Kamil, A. A. & Haque, M. A. (2010). Productive efficiency of tea industry: A stochastic frontier approach. *African journal of Biotechnology*, 9(25), 3808-3816.
- Baysal, E. ve Toklu, B. (2001). Veri Zarflama Analizi ile bazı orta öğretim kurumlarının performanslarının değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 203-220.
- Baysal, M. E., Uygur, M. ve Toklu, B. (2004). Veri zarflama analizi ile TCDD limanlarında bir etkinlik ölçümü çalışması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(4). 437-442.
- Baležentis, T., & Baležentis, A. (2012). Application of the Luenberger index to estimating dynamics of the total factor productivity in Lithuanian family farms. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*, (3), 70-79.
- Bessant, J., Burnell, J., Harding, R., & Webb, S. (1993). Continuous improvement in British manufacturing. *Technovation*, 13(4), 241-254.
- Bêlohlávek, R. & Vychodil, V. (2005). *Fuzzy Equational Logic*. Netherlands: Springer Science Business Media.
- Biau, D. J. (2011). In brief: Standard deviation and standard error. *Orthop Relat Res* 469, 2661–2664
- Bih, J. (2006). Paradigm shift-an introduction to fuzzy logic. *IEEE potentials*, 25(1), 6-21.
- Blaug, M. (2001). Is competition such a good thing? Static efficiency versus dynamic efficiency. *Review of industrial organization*, 19(1), 37-48.

- Bojadziev, G. & Bojadziev, M. (2007). *Fuzzy Logic for business, finance and Management, 2nd editinon*. Singapore: World Scientific Publishing.
- Bozkurt, O., Dokur, Ş., & Yıldırım, A. (2014). The Effect of Programme Costs in the Adaptation of Furniture Industry Accounting Information Systems on General Production Expenses and Recognition. *Management Science and Engineering*, 8(1), 6-12.
- Bowlin, W. F. (1998). Measuring performance: An introduction to data envelopment analysis (DEA). *The Journal of Cost Analysis*, 15(2), 3-27.
- Brown, G. W. (1982). Standard deviation, standard error: Which'standard'should we use?. *American journal of diseases of children*, 136(10), 937-941.
- Bravo-Ureta, B. E. & Pinheiro, A. E. (1997). Technical, economic, and allocative efficiency in peasant farming: evidence from the Dominican Republic. *The developing economies*, 35(1), 48-67.
- Bredrup, H. (1995a). Background for performance management. Rolstadäs, A. (Eds.), *Performance management a business process benchmarking approach*. (pp. 61–88). Springer – Science+Business Media, B.V.
- Bredrup, H. (1995b). Performance measurement. Rolstadäs, A. (Eds.), *Performance management a business process benchmarking approach*. (pp. 169–190). Springer – Science+Business Media, B.V.
- Buckley, J. J & Jowers, L. J. (2006), *Simulating continuous fuzzy systems*, Berlin: Springer-Verlag.
- Budak, H. (2011). Veri zarflama analizi ve Türk bankacılık sektöründe uygulaması. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 23(3), 95-110.
- BUGEM, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. (2020). *Çay değerlendirme raporu*. Erişim: 29.10.2021. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/M%C4%B0LL%C4%B0%20TARIM/%C3%9Cr%C3%BCn%20Masalar%C4%B1%20%C3%9Cr%C3%BCn%20De%C4%9Ferlendirme%20Raporlar%C4%B1%20yay%C4%B1mland%C4%B1/%C3%87ay%20De%C4%9Ferlendirme%20Raporu.pdf>
- Bülüç, F., Özkan, O ve Ağırbaş, İ. (2017). Oran analizi yöntemiyle özel hastane finansal performansının değerlendirilmesi. *International Journal of Academic Value Studies*, 3(11), 64-72

- Cadenas, J.M., Liern, V., Sala, R., & Verdegay, J. L (2010). Fuzzy linear programming in practice: an application to the Spanish Football League. Lodwick, W. A. & Kacprzyk, J. (Eds.), *Fuzzy optimization: recent advances and applications*. (pp. 503–529). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Canan, S., Abacı, N. İ., Ceyhan, V. ve Demiryürek, K. (2018). Samsun ili Çarşamba ilçesinde kivi yetiştiren tarım işletmelerinin üretim etkinliği. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(3), 249-254.
- 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: Journal of the Econometric Society*, 1393-1414.
- Certa, A., Enea, M. & Giallanza, A. (2010). A Synthetic measure for the assessment of the project performance. Taticchi, P.(Eds.), *Business performance measurement and management new contexts, themes and challenges* (pp. 167-180). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Ceyhan, V., Cinemre, H. A., Bozoğlu, M., Demiryürek, K. ve Kılıç, O. (2004). Karadeniz Bölgesindeki alabalık işletmelerinde ekonomik etkinlik. *Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi*, 16-18.
- Chandra, P., Cooper, W. W., Li, S., & Rahman, A. (1998). Using DEA to evaluate 29 Canadian textile companies—considering returns to scale. *International Journal of Production Economics*, 54(2), 129-141.
- Chan, F. T. (2003). Performance measurement in a supply chain. *The international journal of advanced manufacturing technology*, 21(7), 534-548.
- Chang K. (Secretary).(2015). *World Tea Production and Trade*, Current and Future Development Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Erişim: 21.04.2020. <http://www.fao.org/3/a-i4480e.pdf>.
- Charnes, A., & Cooper, W. W. (1985). Preface to topics in data envelopment analysis. *Annals of Operations research*, 2(1), 59-94.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Golany, B., Seiford, L., & Stutz, J. (1985). Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. *Journal of econometrics*, 30(1-2), 91-107.

- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. & Seiford, L. M. (1994). Based DEA Models, Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. & Seiford, L. M. (Eds.), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applicationh*. (pp. 23-48). New York: Springer Science Business Media,
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. & Seiford, L. M. (1994). Concepts, models, and computation, Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. & Seiford, L. M. (Eds.), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applicationh*. (pp. 1- 22). New York: Springer Science Business Media
- Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. (2000). Data Envelopment Analysis, theory, methodology and applications, Kluwer Academic Publishers,
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Rousseau, J., & Semple, J. (1987). *Data Envelopment Analysis and Axiomatic Notions of Efficiency and Reference Sets*. Texas Univ at Austin Center for Cybernetic Studies. (pp. 1-20).
- Chen, C. B., & Klein, C. M. (1994, October). Fuzzy ranking methods for multi-attribute decision making. In *Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics* (Vol. 1, pp. 475-480). IEEE.
- Cheng, C. H., & Mon, D. L. (1993). Fuzzy system reliability analysis by interval of confidence. *Fuzzy sets and systems*, 56(1), 29-35.
- Chen, L. H., & Lu, H. W. (2001). An approximate approach for ranking fuzzy numbers based on left and right dominance. *Computers & Mathematics with Applications*, 41(12), 1589-1602.
- Chen, Y., & Li, M. (2019). Evaluation of influencing factors on tea production based on random forest regression and mean impact value. *Agricultural Economics*, 65(7), 340-347.
- Chen, G. & Pham, T. T. (2001), Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems, New York: CRC Press.

- Chirwa, E. W. (1998). *Technical efficiency in manufacturing industries in Malawi using deterministic production frontier*. University of Malawi and Wadonda Consult, Working Paper WC/05/98, 1-28.
- Choobineh, F., & Li, H. (1993). An index for ordering fuzzy numbers. *Fuzzy sets and systems*, 54(3), 287-294.
- Chowdhury, H., Wodchis, W., & Laporte, A. (2011). Efficiency and technological change in health care services in Ontario: An application of Malmquist Productivity Index with bootstrapping. *International Journal of Productivity and Performance Management*.6(7), 721-745.
- Clark, B. (2004). Measuring performance: The marketing perspective, Neely, A. (Eds.), *Business performance measurement Theory and practice*. (pp. 22–10). Cambridge University Press.
- Corne, A. (2015). Benchmarking and tourism efficiency in France. *Tourism Management*, 51, 91-95.
- Çoban, O. ve Özel, B. (2014). Net hata ve noksan hesabı ve ihracaat ilişkisi: 1984-2012 Türkiye analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (31.1), 135-143.
- Cook, D.W. & Zhu. J. (2005). *Modeling performance measurement applications and Implementation Issues in DEA*. Springer Science Business Media Boston.
- Coelli, T. (1996). A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program. *Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Australia*, 96(08), 1-49.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J. & Battese, G. E. (2005), *An Introduction to efficiency and productivity analysis*, New York: Springer Science Business Media,
- Cohen, S. M. (1986). Aristotle on the principle of non-contradiction. *Canadian Journal of Philosophy*, 16(3), 359-370.
- Colubi, A., & González-Rodríguez, G. (2015). Fuzziness in data analysis: Towards accuracy and robustness. *Fuzzy Sets and Systems*, 281, 260-271.

- Cooper, W. W., Li, S., Seiford, L. M., Tone, K., Thrall, R. M., & Zhu, J. (2001). Sensitivity and stability analysis in DEA: some recent developments. *Journal of productivity analysis*, 15(3), 217-246.
- Cooper, W. W., Seiford, L.M. & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. New York: Springer Science Business Media,
- Coppi, R., Gil, M. A., & Kiers, H. A. (2006). The fuzzy approach to statistical analysis. *Computational statistics & data analysis*, 51(1), 1-14.
- Couso, I., & Dubois, D. (2014). Statistical reasoning with set-valued information: Ontic vs. epistemic views. *International Journal of Approximate Reasoning*, 55(7), 1502-1518.
- Çakır, S. (2015). *Bütünleşik bulanık Shannon Entropi – bulanık veri zarflama analizi yöntemiyle teknoloji firmalarında etkinlik ölçümü* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Çakır, S. (2016). Bulanık Veri Zarflama Analizi ile ÇAYKUR Fabrikalarında etkinlik ölçümü. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 31(2). 369-381.
- Çakır, S. ve Perçin, S. (2012). Kamu Şeker Fabrikalarında etkinlik ölçümü: VZA-Malmquist TFV uygulaması. *Anadolu University Journal of Social Sciences*, 12(4). 49-63.
- ÇAYMER, Çay Araştırma ve Uygulama Merkezi. (2017). *Değer Zinciri Analizi*. Erişim: 24.08.2021. [https://www.rtb.org.tr/uploads/files/791-1\)_De%C4%9Fer_Zinciri_Analizi.pdf](https://www.rtb.org.tr/uploads/files/791-1)_De%C4%9Fer_Zinciri_Analizi.pdf)
- ÇAYMER, Çay Araştırma ve Uygulama Merkezi. (2018). *Çay üretim rekabet stratejisi ve yol haritası*. Erişim: 12.06.2021. [https://www.rtb.org.tr/uploads/files/791-85\)_%C3%87ay_%C3%9Cretimi_Rekabet_Stratejisi_Ve_Yol_Haritas%C4%B1.pdf](https://www.rtb.org.tr/uploads/files/791-85)_%C3%87ay_%C3%9Cretimi_Rekabet_Stratejisi_Ve_Yol_Haritas%C4%B1.pdf)
- Çavdar, E. (2009). *Kalite Fonksiyonu Yayılımında bulanık mantık tabanlı değerlendirme: Yüksek Öğretimde bir uygulama* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Çavmak, Ş. ve Çavmak, D. (2017). Sağlık hizmetlerinde etkinlik kavramı. *Sağlık Yönetimi Dergisi*, 1(1), 21-34.

- ÇAYKUR, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (2018a), *Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Çay Sektörü Raporu 2018*. Erişim: 25.04.2020.
<http://www.caykur.gov.tr/Pages/Yayinlar/SektorelRaporlar.aspx>.
- ÇAYKUR, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (2018b), *Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Stratejik Plan 2019-2023*. Erişim: 02.03.2021
<http://www.caykur.gov.tr/uploads/Yay%C4%B1nlar/Plan%20ve%20Programlar/stratejikplan2023.pdf>.
- ÇAYKUR, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (2019). *Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Çay Sektörü Raporu*, Erişim: 13.06.2021.
<http://www.caykur.gov.tr/Pages/Yayinlar/YayinDetay.aspx?ItemType=5&ItemId=721>.
- ÇAYKUR, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (2020). *Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü 2019 Faaliyet Raporu*, Erişim: 25.04.2020.
<http://www.caykur.gov.tr/Pages/Yayinlar/FaaliyetRaporlari.aspx>.
- ÇAYKUR, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (2021). *Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü 2019 Faaliyet Raporu*, Erişim: 13.06.2021.
<http://www.caykur.gov.tr/Pages/Yayinlar/YayinDetay.aspx?ItemType=2&ItemId=841>.
- Çelik, M. (2007). Çevreye duyarlı muhasebe. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (33), 151-161.
- Çetinkaya, O. (2002). Çok Değişkenli Mantık. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, (27).27-38.
- Dağ, M. (1996). *Rize ili Kalkandere Çay İşletmesinde yaş çay yaprağı üretim fonksivonu ve girdi kullanım etkinliği üzerine bir araştırma* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Daniel, W. W., & Cross, C. L. (2018). *Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences*. Wiley.
- Damghani, K.K. & Lotfi, F. H. (2012). Performance measurement of police traffic centres using fuzzy DEA-based Malmquist productivity index. *International Journal of Multicriteria Decision Making*, 2(1), 94-110.

- Daştan, H. (2012). *Türkiye şeker sanayinin etkinlik ve verimlilik analizi* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Debreu, G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 273-292.
- Dindar, H. (2019). *Çay endüstrisinde AHP ve Entropi destekli Veri Zarflama Analizi ile etkinlik ölçümü* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Dong, W. M. & Wong, F. S. (1987). Fuzzy weighted averages and implementation of the extension principle. *Fuzzy sets and systems*, 21(2), 183-199.
- Drucker, P. (1974). *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*. New York: Harper and Row.
- Dube, L. & Guveya, E. (2014). Technical efficiency of smallholder out-grower tea (*Camellia Sinensis*) farming in Chipinge District of Zimbabwe. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 4(8), 368-377.
- Dubois, D., & Prade, H. (1987). Necessity measures and the resolution principle. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 17(3), 474-478.
- Dufrêne, B. (2020). The 2020 Global tea market report. *Tea & Coffee Trade Journal*, 192(3), 22-29.
- Dursun, F. (2013). *Veri Zarflama Analizi ve çağrı merkezleri etkinlik kıyaslama* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Düzakın, E. ve Demirtaş, S. (2005). En uygun performansa sahip kişisel bilgisayarların oluşturulmasında Veri Zarflama Analizi kullanımı. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 265-280.
- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S., & Shale, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of operational research*, 132(2), 245-259.
- Egilmez, G., Gumus, S., Kucukvar, M., & Tatari, O. (2016). A fuzzy data envelopment analysis framework for dealing with uncertainty impacts of

- input–output life cycle assessment models on eco-efficiency assessment. *Journal of cleaner production*, 129, 622-636.
- Emrouznejad, A., Parker, B. R., & Tavares, G. (2008). Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Socio-economic planning sciences*, 42(3), 151-157.
- Emrouznejad, A., Rostamy-Malkhalifeh, M., Hatami-Marbini, A., & Tavana, M. (2012). General and multiplicative non-parametric corporate performance models with interval ratio data. *Applied Mathematical Modelling*, 36(11), 5506-5514.
- Erdil, O., ve Kalkan, A. (2005). Kobilere sağlanan desteklerin Kobilerin performanslarına etkisi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (4)7,103-122.
- Erdoğan, İ. (2019). *Ki-kare istatistiğine dayalı ilişki ölçüleriyle üniversite öğrenci profilinin istatistiksel analizi* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Eroğlu, Y. ve Seçkiner, S. U. (2017). Rüzgâr çiftliklerinde Veri Zarflama Analizi ve Malmquist endeksi yaklaşımları ile performans analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(1), 45-54.
- Esmaili, F. S. S., Peykani, P., Rostamy-Malkhalifeh, M., & Lotfi, F. (2018). Measuring productivity changes of hospitals in Tehran: the fuzzy Malmquist productivity index. *International Journal of Hospital Research*.
- Fallah, M., Mohajeri, A., & Najafi, E. (2013, January). Malmquist productivity index by extended VIKOR method using interval numbers. In *Abstract and Applied Analysis* (Vol. 2013). Hindawi.
- FAO (2018). *Committee on commodity problems. Intergovernmental group on tea. Twentythird session*. CCP:TE 18/CRS1. Hangzhou, the People's Republic of China, 17-20 May 2018. Erişim: 28.02.2021. www.fao.org/3/BU642en/bu642en.pdf.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253-281.

- Fathi, A., & Saen, R. F. (2021). Assessing sustainability of supply chains by fuzzy Malmquist network data envelopment analysis: Incorporating double frontier and common set of weights. *Applied Soft Computing*, 113, 107923.
- Fazelyazdi, A., & Moienaldin, M. (2017). Measuring the Efficiency and Productivity of Commercial Banks in Iran by using a Hybrid Model of Fuzzy TOPSIS, DEA and MPI.
- Färe, R., & Lovell, C. K. (1978). Measuring the technical efficiency of production. *Journal of Economic theory*, 19(1), 150-162.
- Färe, R., & Grosskopf, S. (1997). Intertemporal production frontiers: with dynamic DEA. *Journal of the operational research society*, 48(6), 656-656.
- Färe, R., Grosskopf, S. & Lovell, C.A.K., (1985), *The Measurement of Efficiency of Production*, *Studies in Productivity Analysis Series*, Kluiver-Nijhoff Publishing, Dordrecht.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B. & Roos, P. (1992). Productivity changes in Swedish pharamacies 1980–1989: A non-parametric Malmquist approach. *Journal of productivity Analysis*, 3(1-2), 85-101.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M. & Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *The American economic review*, 66-83.
- Färe, R., Grosskopf, S., & Margaritis, D. (2008). Efficiency and productivity: Malmquist and more, Fried, H. O., Knox Lovell, C. A. & Schmidt, S. S. (Eds.), *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*. (pp. 65–79). New York: Oxford University Press.
- Ferraro, M. B., & Giordani, P. (2017). Possibilistic and fuzzy clustering methods for robust analysis of non-precise data. *International Journal of Approximate Reasoning*, 88, 23-38.
- Foster, G., & Gupta, M. (1990). Manufacturing overhead cost driver analysis. *Journal of Accounting and Economics*, 12(1-3), 309-337.
- Førsund, F. R., & Sarafoglou, N. (2002). On the origins of data envelopment analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 17(1), 23-40.

- Fried, H. O., Lovell, C. A. K. & Schmidt, S. S. (2008). *The Measurement of productive efficiency and productivity growth*. New York: Oxford University Press.
- Galindo-Moreno, P., Padial-Molina, M., Avila, G., Rios, H. F., Hernández-Cortés, P., & Wang, H. L. (2012). Complications associated with implant migration into the maxillary sinus cavity. *Clinical oral implants research*, 23(10), 1152-1160.
- Gatimbu, K. K., Ogada, M. J., & Budambula, N. L. (2020). Environmental efficiency of small-scale tea processors in Kenya: an inverse data envelopment analysis (DEA) approach. *Environment, Development and Sustainability*, 22(4), 3333-3345.
- Ghemawat, P., & Ricart Costa, J. E. I. (1993). The organizational tension between static and dynamic efficiency. *Strategic management journal*, 14(S2), 59-73.
- Gogtay, N. J., & Thatte, U. M. (2017). Principles of correlation analysis. *Journal of the Association of Physicians of India*, 65(3), 78-81.
- Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250.
- Gökçen, A. M. (1987). Teknolojik Değişmenin Üretim Fonksiyonları Çerçevesinde Analizi. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 43(1-4), 161-188
- Göksu, A. (2008). *Bulanık analitik hiyerarşik proses ve üniversite tercih sıralanmasında uygulanması* (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Göktolga ve Artut, A. (2014). İktisadi ve İdari Bilimler Fakülteleri'nin Bulanık veri zarflama analizi ile verimlilik ölçümü. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 15(1), 55-75.
- Gönen, S. ve Çelik, M. (2004). Esnek Üretim Sistemleri Uygulayan İşletmelerde Üretim Maliyetlerinin Değerlendirilmesi. *Ege Academic Review*, 4(1), 133-143.
- Gönen, S. ve Demir, Ç. (2012). Vergi Usul Kanunu ve KOBİ TFRS Bölüm 13 Açısından Stokların Karşılaştırılması. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 4(2), 163-171.

- Greene, W. (2018), *Econometric Analysis*, (8. Edt.), New York: Pearson Education.
- Guha, P. (2018). Organic tea farming and its performance in Sikkim. *Indian Journal of Economics*, 391(98). 621-637.
- Gunathilaka, R. D., & Tularam, G. A. (2016). The tea industry and a review of its price modelling in major tea producing countries. *J. Manag. Strategy*, 7(1), 34-39.
- Gunathilaka, R. D., Smart, J. C., & Fleming, C. M. (2017). The impact of changing climate on perennial crops: the case of tea production in Sri Lanka. *Climatic Change*, 140(3-4), 577-592.
- Guo, P. (2009). Fuzzy data envelopment analysis and its application to location problems. *Information Sciences*, 179(6), 820-829.
- Gupta, R., & Dey, S. K. (2010). Development of a productivity measurement model for tea industry. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 5(12), 16-25.
- Gül, E. S. (2018). Klasik mantık açısından çok değerli ve bulanık mantık sistemleri: *Tasavvur: Tekirdağ İlahiyat Dergisi*, 4(2), 624-657.
- Gümrah, A., Özcan, A. İ., & Canbolat, M. A. (2015). *Technical efficiency analysis of participation banks that operated between 2005 and 2013 in Turkey*. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 5(1). 1-6.
- Günce, N. (2019). Maddi duran varlıkların kayda alınmasının BOBİ FRS açısından incelenmesi. *International Journal of Disciplines Economics & Administrative Sciences Studies*, 5(12), 228-234.
- Gündüz, O. (2015). Bulanık veri zarflama ile kuru kayısı yetiştiren işletmelerin etkinlik analizi. *Journal of Agricultural Sciences*, 21(4), 525-537.
- Güner, S (2014). *Çok amaçlı etkinlik ölçümünde yeni bir yaklaşım önerisi olarak ilişkisel Veri Zarflama Analizi: Sakarya Büyükşehir Belediyesi otobüs işletmesi uygulaması* (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Güran, M. C. (2005). *Kamu hizmetlerinde performans ölçümü. Türkiye'deki kamu üniversiteleri için bir performans ölçümü uygulaması*, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.

- Hadipour Zimsar, S., Firouzi, S. & Allahyari, M. S. (2018). Enhancers of the energy efficiency in tea processing industry. *Energy Equipment and Systems*, 6(2), 201-209.
- Hanss, M. (2005). *Applied Fuzzy Arithmetic: An Introduction with Engineering Applications*, Netherlands: Springer-Verlag Springer, Netherlands 2005
- Harc, M. (2015). The relationship between tangible assets and capital structure of small and medium-sized companies in Croatia. *Ekonomski Vjesnik/Econviews: Review Of Contemporary Business, Entrepreneurship And Economic Issues*, 28(1), 213-224.
- Hatami-Marbini, A., Emrouznejad, A., & Tavana, M. (2011). A taxonomy and review of the fuzzy data envelopment analysis literature: two decades in the making. *European journal of operational research*, 214(3), 457-472.
- Hatami-Marbini, A., Tavana, M., Emrouznejad, A., & Saati, S. (2012). Efficiency measurement in fuzzy additive data envelopment analysis. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 10(1), 1-20.
- 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 (IJFSA)*, 2(2), 1-35.
- Hatefi, S. M., & Haeri, A. (2019). Evaluating hospital performance using an integrated balanced scorecard and fuzzy data envelopment analysis. *Journal of Health Management & Informatics*, 6(2), 66-76.
- Hellmann, M. (2001). Fuzzy logic introduction. *Université de Rennes*, 1, 1-9.
- Herath, H.M.K.G.I.S.U., Kithsiri, V.D. & Premarathne, W. (2020). Analysis of the Logistics Cost of Ceylon Tea Supply Chain: A Study on Small Scale Tea Factories in Yatinuwara. *International Journal of Creative Research Thoughts*, 8(12). 2320-2882.
- Hicks, A. (2009). Current status and future development of global tea production and tea products. *Au Jt*, 12(4), 251-264.
- Hollingsworth, B., Dawson, P. J., & Maniadakis, N. (1999). Efficiency measurement of health care: a review of non-parametric methods and applications. *Health care management science*, 2(3), 161-172.

- Holmblad, L. P., & Østergaard, J. J. (1995). The FLS application of fuzzy logic. *Fuzzy Sets and Systems*, 70(2-3), 135-146.
- Hong, N. B., & Yabe, M. (2015a). Technical efficiency analysis of tea production in the northern mountainous region of Vietnam. *Global Journal of Science Frontier Research*, 15(1), 30-42.
- Hong, N. B., & Yabe, M. (2015b). Resource use efficiency of tea production in Vietnam: Using translog SFA model. *International Journal of Biology*, 7(9), 160.
- Hosseinzadeh Lot, F., Noora, A. A., Nikoomaram, H., Alimardani, M., & Modi, M. (2009). Usnig LR-Fuzzy Numbers Data to Measure the E ciency and the Malmquist Productivity Index in Data Envelopment Analysis, and Its Application in Insurance Organizations. *International Journal of Industrial Mathematics*, 1(1), 55-68.
- Hougaard, J. L. (2005). A simple approximation of productivity scores of fuzzy production plans. *Fuzzy Sets and Systems*, 152(3), 455-465.
- Hsiao, B., Chern, C. C., Chiu, Y. H., & Chiu, C. R. (2011). Using fuzzy super-efficiency slack-based measure data envelopment analysis to evaluate Taiwan's commercial bank efficiency. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9147-9156.
- Hu, Z. T., & Xiang, X. Z. (2015). Empirical research on the tea-processing industry efficiency. *Hubei Agricultural Sciences*, 2015, 19.
- Huang, D., & Chi, X. (2015). Application of Delphi-AHP-DEA-FCE model in competitiveness evaluation of sports tourism destination. *Sustainable development*, 2, 0-290.
- Huang, B., Zhang, L., Ma, L., Bai, W., & Ren, J. (2021). Multi-criteria decision analysis of China's energy security from 2008 to 2017 based on Fuzzy BWM-DEA-AR model and Malmquist Productivity Index. *Energy*, 228, 120481.
- Ignatius, J., Ghasemi, M. R., Zhang, F., Emrouznejad, A., & Hatami-Marbini, A. (2016). Carbon efficiency evaluation: An analytical framework using fuzzy DEA. *European Journal of Operational Research*, 253(2), 428-440.

- Isik, I., & Hassan, M. K. (2002). Financial disruption and bank productivity: The 1994 experience of Turkish banks. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 211, 1-30.
- Izadikhah, M. & Khoshroo, A. (2018). Energy management in crop production using a novel fuzzy data envelopment analysis model. *RAIRO-Operations Research*, 52(2), 595-617.
- İpek, A. ve Akar, S. (2016). Bütçe açığı ve enflasyon arasındaki ilişki: Türkiye için ampirik bir analiz. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 38(2), 167-189.
- İzdaş, H. İ. (2018). Kaynak bağımlılığını azaltma stratejilerinin sürdürülebilir rekabet üstünlüğüne etkisi üzerine bir araştırma. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 2018(2), 312–334.
- Jain, S., Triantis, K. P. & Liu, S. (2011). Manufacturing performance measurement and target setting: A data envelopment analysis approach. *European Journal of Operational Research*, 214(3), 616-626.
- Jahan, N. (2019). Productivity analysis of commercial banks of Bangladesh: A Malmquist Productivity Index approach. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 9(1), 108-116.
- Jahani Sayyad Noveiri, M., & Kordrostami, S. (2021). Sustainability assessment using a fuzzy DEA aggregation approach: A healthcare application. *Soft Computing*, 25(16), 10829-10849.
- Jahanshahloo, G. R., Lotfi, F. H. & Valami, H. B. (2006). Malmquist productivity index with interval and fuzzy data, an application of Data envelopment analysis. *In International Mathematical Forum*. 1(33), 1607-1623.
- Jahanshahloo, G. R., Hosseinzadeh Lotfi, F., Nikoomaram, H., & Alimardani, M. (2007). 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.
- Jackson, M. & Petersson, P. (1999). Productivity: An Overall Measure of Competitiveness. *Proceedings of the 2nd Workshop on Intelligent Manufacturing Systems*, 573-581, Leuven.

- Jarjies, O. A. (2018). *Interval and parametric linear programming and fuzzy data envelopment analysis – neural approach models with the application in Turkish Banks* (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Jayasuriya, R. T. (2003). Economic assessment of technological change and land degradation in agriculture: application to the Sri Lanka tea sector. *Agricultural Systems*, 78(3), 405-423.
- Ji, A. B., Qiao, Y. & Liu, C. (2019). Fuzzy DEA-based classifier and its applications in healthcare management. *Health care management science*, 22(3), 560-568.
- Ji, A. B., Chen, H., Qiao, Y., & Pang, J. (2019). Data envelopment analysis with interactive fuzzy variables. *Journal of the Operational Research Society*, 70(9), 1502-1510.
- Loredana, E. M. (2016). Dynamic And Structural Analysis Of Tangible Assets. *Annals-Economy Series*, 1, 223-228.
- Kang, P., & Hu, Z. (2009, December). Organization Cost, Sales, General and Administrative Expenses and Management Cost. In *2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering* (Vol. 1, pp. 243-249). IEEE.
- Kao, C., & Liu, S. T. (2000). Fuzzy efficiency measures in data envelopment analysis. *Fuzzy sets and systems*, 113(3), 427-437.
- 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., & Liub, S. T. (2015, June). Fuzzy Malmquist Productivity Index. In *The Third International Conference on Digital Information Processing, E-Business and Cloud Computing (DIPECC2015)* (p. 124-136).
- Kar, M.Y. (2017). *Dünya 'da ve Türkiye'de çay sektöründeki risk algıları raporu*. Erişim: 02.03.2021 https://www.caysiad.org.tr/index.php?sayfa=dunyada_ve_turkiyede_cay_sektorundeki_risk_algilari.106&d=tr
- Karakaya, A. (2018). Katılım bankalarının teknik ve ölçek etkinlikleri. *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi*, 2(2), 109-118.

- Karal, E. (2016). *Lojistik maliyet yönetimi ve karlılık ilişkisi: Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü (ÇAYKUR) üzerine uygulama* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Karataş, İ. (2018). Bulanık Mantık ile Klasik ve Sembolik Mantık İlişkisi (Karşılaştırılması). *European Journal of Educational and Social Sciences*, 3(2), 144-163.
- Katungwe, F., Elepu, G., & Dzanja, J. (2017). Technical efficiency of Smallholder tea production in South-Eastern Malawi: A Stochastic Frontier Approach. *The Journal of Agricultural Sciences*, 12(3), 185-196.
- Kavoosi-Kalashami, M. & Shahnazari, P. (2018). Technical efficiency of tea processing units in Iran. *Ekonomika poljoprivrede*, 65(3), 1277-1287.
- Kaya, U. (2020). *Hatay ili arıcılık işletmelerinin etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile değerlendirilmesi* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir
- Kaygısız, C. (2018). *Tarım Ürünleri Piyasaları Çay*. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/> adresinden 02.03.2021 tarihinde edinilmiştir.
- Kennerley, M. & Neely, A. (2004). Performance measurement frameworks: A review, Neely, A. (Eds.), *Business performance measurement Theory and practice*. (pp. 65–79). Cambridge University Press
- Khalili-Damghani, K., & Haji-Sami, E. (2018). Productivity of steam power-plants using uncertain DEA-based Malmquist index in the presence of undesirable outputs. *International Journal of Information and Decision Sciences*, 10(2), 162-180.
- Khalili-Damghani, K., & Hosseinzadeh Lotfi, F. (2012) Performance measurement of police traffic centres using fuzzy DEA-based Malmquist productivity index. *International Journal of Multicriteria Decision Making*, 2(1), 94-110.
- Khodabakhshi, M., & Aryavash, K. (2014). The global Malmquist productivity index under the optimistic pessimistic approach of DEA. *International Journal of Operations Research*, 11(4), 131-137.

- Kılıç, S. ve Kahraman, C. (2011). Bulanık karar ortamında karınca kolonisi optimizasyonu yöntemiyle araç rotalama. *İTÜDERGİSİ/d*, 8(4).
- Kim, S., & Han, G. (2001). A decomposition of total factor productivity growth in Korean manufacturing industries: A stochastic frontier approach. *Journal of Productivity Analysis*, 16(3), 269-281.
- Kip, E. (1976). Tarımda üretim fonksiyonu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(4). 169-179.
- Kobu, B. (2017). *Üretim Yönetimi*. (18. Baskı). İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Kocsis, M. B., Cholewiak, S. A., Traylor, R. M., Adelstein, B. D., Hirleman, E. D., & Tan, H. Z. (2012). Discrimination of real and virtual surfaces with sinusoidal and triangular gratings using the fingertip and stylus. *IEEE transactions on haptics*, 6(2), 181-192.
- Kordrostami, S., Amirteimoori, A., & Jahani Sayyad Noveiri, M. (2016). Ranking of bank branches with undesirable and fuzzy data: A DEA-based approach. *Iranian Journal of Optimization*, 8(2), 71-77.
- Kök, R. ve Yeşilyurt, M. E. (2008). İlk beş yüz imalat sanayi işletmesi içerisine giren kamu kuruluşlarının kaynak kullanımı ve etkinlik analizi (Türkiye örneği: 1993–2000). *Verimlilik Dergisi*, 2008(4), 31-47.
- Kök, R. ve Deliktaş, E. (2003). *Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri (İş Dünyasından Örneklerle)*, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yayınları.
- Köse, A. ve Çekici, D. (2016). BİST Sınai Endeksi'nde yer alan şirketlerin finansal performans analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2), 145-182.
- Kuljanin, J., Kalić, M., Caggiani, L., & Ottomanelli, M. (2019). A comparative efficiency and productivity analysis: Implication to airlines located in Central and South-East Europe. *Journal of Air Transport Management*, 78, 152-163.
- Kumar, A., Shankar, R., & Debnath, R. M. (2015). Analyzing customer preference and measuring relative efficiency in telecom sector: A hybrid fuzzy AHP/DEA study. *Telematics and Informatics*, 32(3), 447-462.

- Kumiega, A. & Vliet, B. V. (2011). *Continuous Improvement, Quality Money Management: Process Engineering and Best Practices for Systematic Trading and Investment*. San Diego California, Academic Press,
- Kutlar, A.ve Babacan, A. (2008). Türkiye'deki kamu üniversitelerinde CCR etkinliği-ölçek etkinliği analizi: DEA tekniği uygulaması. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (15), 148-172.
- Lähtinen, K., Haara, A., Leskinen, P., & Toppinen, A. (2008). Assessing the relative importance of tangible and intangible resources: empirical results from the forest industry. *Forest Science*, 54(6), 607-616.
- Lebas, M. J. (1995). Performance measurement and performance management. *International journal of production economics*, 41(1-3), 23-35.
- Lebas, M. & Euske, K. (2004). A conceptual and operational delineation of performance, Neely, A. (Eds.), *Business performance measurement Theory and practice*. (pp. 65–79). Cambridge University Press.
- Lee, A. H., Kang, H. Y., & Lin, C. Y. (2013). A performance evaluation model using FAHP/DEA and the malmquist productivity index to assess the photovoltaics industry in Taiwan. *Journal of Testing and Evaluation*, 42(1), 211-228.
- Lee, K. H. (2005). *First Course on Fuzzy Theory and Applications*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Lee, J., Park, Y. J., Choi, C. H., & Han, C. H. (2017). BIM-assisted labor productivity measurement method for structural formwork. *Automation in Construction*, 84, 121-132.
- Lee, S. K., Mogi, G., Lee, S. K., Hui, K. S., & Kim, J. W. (2010). Econometric analysis of the R&D performance in the national hydrogen energy technology development for measuring relative efficiency: The fuzzy AHP/DEA integrated model approach. *International journal of hydrogen energy*, 35(6), 2236-2246.
- Leibenstein, H. (1966). Allocative efficiency vs." X-efficiency". *The American Economic Review*, 56(3), 392-415.

- Lertworasirikul, S., Fang, S. C., Nuttle, H. L. & Joines, J. A. (2003). 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. (2003). Fuzzy data envelopment analysis (DEA): a possibility approach. *Fuzzy sets and Systems*, 139(2), 379-394.
- Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. (1997). Extending the frontiers of Data Envelopment Analysis. *Annals of Operations Research*, 73(1), 1-11.
- Lewis, C. I., Langford, C. H., & Lamprecht, P. (1959). *Symbolic logic* (Vol. 170). New York: Dover Publications.
- Liang, G. S., Liu, C. F., Lin, W. C., & Yeh, C. H. (2006). A data envelopment analysis of shipping industry bond ratings. *Journal of Applied Science and Engineering*, 9(4), 403-408.
- 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, S. T. & Lee, Y. C. (2019). Fuzzy measures for fuzzy cross efficiency in data envelopment analysis. *Annals of Operations Research*, 1-30.
- Lopes, A. L. M., & Lanzer, E. A. (2002). Data envelopment analysis-DEA and fuzzy sets to assess the performance of academic departments: a case study at Federal University of Santa Catarina-UFSC. *Pesquisa Operacional*, 22, 217-230.
- Lorcu, F. (2008). *Veri zarflama analizi ile Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin değerlendirilmesi* (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Lorcu, F. (2010). Malmquist toplam faktör verimlilik endeksi: 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*, 1(15), 711-722.

- Lotfi, F. H., Jahanshahloo, G. R., Soltanifar, M., Ebrahimnejad, A., & Mansourzadeh, S. M. (2010). Relationship between MOLP and DEA based on output-orientated CCR dual model. *Expert Systems with Applications*, 37(6), 4331-4336.
- Lukasiewicz, J., & Wedin, V. (1971). On the principle of contradiction in Aristotle. *The Review of Metaphysics*, 485-509.
- 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(1), 206-216.
- Maity, S. (2017). Reform raises efficiency of tea estates in India. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, 9(665-2017-1582), 101-116.
- Maiers, J., & Sherif, Y. S. (1985). Applications of fuzzy set theory. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, (1), 175-189.
- Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de estadística*, 4(2), 209-242.
- Mamdani, E. H., & Assilian, S. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International journal of man-machine studies*, 7(1), 1-13.
- Manjappa, D. H., & Mahesha, M. (2008). Measurement of productivity growth, efficiency change and technical progress of selected capital-intensive and labour-intensive industries during reform period in India. *Indian Journal of Economics and Business*, 7(1), 167-178.
- Manzoni, A. & Islam, S. M.N. (2009). *Performance measurement in corporate governance DEA modelling and implications for organisational behaviour and supply chain management*. Physica-Verlag Heidelberg.
- Margaritis, D., & Psillaki, M. (2007). Capital structure and firm efficiency. *Journal of Business Finance & Accounting*, 34(9-10), 1447-1469.
- Matthews, K., & Ismail, M. (2006). *Efficiency and productivity growth of domestic and foreign commercial banks in Malaysia* (No. E2006/2). Cardiff economics working papers.

- Meada, Y., Entani, T., & Tanaka, H. (1998). Fuzzy DEA with interval efficiency. In Proceedings of 6th European congress on intelligent techniques and soft computing. EUFIT '98. Aachen, Germany, Verlag Mainz 2, pp. 1067–1071.
- Mendi, A. F. (2018). Türkiye çay endüstrisi: Sektörel ve ampirik bir çalışma. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 4(2), 252-274.
- Menten, C., Çekiç, B. ve Atıcı, K. (2020). Türkiye tarım sektöründe ürünler bazında etkinlik değerlendirmesi. *Verimlilik Dergisi*, (1), 117-141.
- Merati, M., Salehi, V., & Rafiei, A. (2019). A unique mathematical programming algorithm for performance optimization of organizational indicators in manufacturing sector. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 36(7), 461-474.
- Misterek, S. D., Dooley, K. J. & Anderson, J. C (1992), Productivity as a performance measure. *International Journal of Operations & Production Management*, 12(1), 29 – 45.
- Moshiri, H., Aljunid, S. M., & Amin, R. M. (2010). Hospital efficiency: Concept, measurement techniques and review of hospital efficiency studies. *Malaysian Journal of Public health medicine*, 10(2), 35-43.
- Mohamad, N. H., & Said, F. (2010). Decomposing productivity growth in Malaysian food manufacturing industry. *African Journal of Business Management*, 4(16), 3522-3529.
- Mohapatra, R., Birtia, S., Bag, N., & Chettri, A. (2013). Decomposition of Total Factor Productivity Change in Temi Tea Estate: A Malmquist Productivity Index Approach. *International Journal of Current Trends in Research*, 2(1). 236-244.
- Muratoğlu, O. (2020). *Akıllı araçlar için bulanık mantık temelli siber güvenlik risk modeli* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Nastis, S. A., Bournaris, T. & Karpouzos, D. (2019). Fuzzy data envelopment analysis of organic farms. *Operational Research*, 19(2), 571-584.

- Nathan, V., & Sreenivas, S. (2014). Dynamics of India's tea production: An econometric analysis. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(12), 1-22.
- Nathanson, B. H., Higgins, T. L., Giglio, R. J., Munshi, I. A., & Steingrub, J. S. (2003). An exploratory study using data envelopment analysis to assess neurotrauma patients in the intensive care unit. *Health Care Management Science*, 6(1), 43-55.
- Naz, F., Ijaz, F., & Naqvi, F. (2016). Financial performance of firms: evidence from Pakistan Cement Industry. *Journal of Teaching and Education*, 5(01), 81-94.
- Neely, A. (2004). Performance measurement – functional analyses, Neely, A. (Eds.), *Business performance measurement Theory and practice*. (pp. 1–3). Cambridge University Press
- Neumann, L. (2015). *Extended performance evaluation based on DEA* (V / 3444). Academic Research
- Ni, J. Q., & Hang, Z. (1992). Energy consumption and conservation in tea processing in China. *Renewable Energy*, 2(1), 1-5.
- Orhan, N., Ekin, H. N., Şüküroğlu, M. K. & Aslan, M. (2019). In vitro antidiabetic effect, quantitative studies and UPLC-TOF-MS analysis of black tea samples from Turkish market. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 23(3), 484-497.
- Oruç, K., O. (2008). *Veri Zarflama Analizi ile bulanık ortamda etkinlik ölçümleri ve üniversitelerde bir uygulama* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Oruç, K. O. (2016). Bulanık ortamda Malmquist verimlilik endeksi ve üniversite hastanelerinde bir uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 12(28), 163-188.
- Öksüzkaya, M. (2017). *Bulanık Veri Zarflama Yöntemi ile Türk bankacılık sektöründe verimlilik analizi* (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Öner, N. (1986). *Klasik mantık*. (5. Baskı). Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.

- Özçelik, S. K. (2013). *Türkiye’de hemşirelikte lisans eğitimi veren okulların etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile ölçülmesi* (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Önçırak, M. (2019). *Çay sektörü ve Türkiye ekonomisi* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Özgür, M. (2011). *Enerji etkinliğinin ölçümünde Veri Zarflama Analizi modellerinin kullanımı* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Özlem, D. (2004). *Mantık, klasik / sembolik mantık, mantık felsefesi*. (7. Baskı). İstanbul: İnkılap Kitabevi.
- Özyiğit, T., Serarslan, M. N. ve Karsak, E. E. (2011). Türkiye’de elektrik üretimi için enerji kaynaklarının etkinliğinin değerlendirilmesi. *İTÜ Dergisi/d*, 7(5).
- Öztürk, A. (2013). *Kalite Yönetimi ve Planlaması*. (2. Baskı). Bursa: Ekin Yayınevi.
- Palmer, S., & Torgerson, D. J. (1999). Definitions of efficiency. *Bmj*, 318(7191), 1136.
- Pardo, M. J., & de la Fuente, D. (2010). Fuzzy Markovian decision processes: application to queueing systems. *Computers & Mathematics with Applications*, 60(9), 2526-2535.
- Park, S. S., & Hancer, M. (2012). A comparative study of logit and artificial neural networks in predicting bankruptcy in the hospitality industry. *Tourism Economics*, 18(2), 311-338.
- Patterson, M. C. (1992). The product-mix decision: a comparison of theory of constraints and labor-based management accounting. *Production and Inventory Management Journal*, 33(3), 80.
- Peykani, P., Lotfi, F. H., Sadjadi, S. J., Ebrahimnejad, A., & Mohammadi, E. (2021). Fuzzy chance-constrained data envelopment analysis: a structured literature review, current trends, and future directions. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 1-65.
- Peykani, P., Mohammadi, E., Emrouznejad, A., Pishvaei, M. S. & Rostamy-Malkhalifeh, M. (2019). Fuzzy data envelopment analysis: An adjustable approach. *Expert Systems with Applications*, 136, 439-452.

- Pinterits, A. (2008). *Coordinating internet sales with pther channels a performance measurement model*. GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden
- Priest, G. (1979). The logic of paradox. *Journal of Philosophical logic*, 8(1), 219-241.
- Puri, J., & Yadav, S. P. (2013). A concept of fuzzy input mix-efficiency in fuzzy DEA and its application in banking sector. *Expert Systems with Applications*, 40(5), 1437-1450.
- Ramanathan, R. (2003). *An introduction to data envelopment analysis: A tool for performance measurement*. New Delhi: Sage Publications.
- Parlakay, O. ve Alemdar, T. (2011). Türkiye’de yerfıstığı tarımında teknik ve ekonomik etkinlik. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 17(1 & 2), 47-53.
- Rasmussen, S. (2013). *Production Economics: The Basic Theory of Production Optimisation*, (2th. ed.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Rashidi, K., & Cullinane, K. (2019). A comparison of fuzzy DEA and fuzzy TOPSIS in sustainable supplier selection: Implications for sourcing strategy. *Expert Systems with Applications*, 121, 266-281.
- Ray, S. C. (2004). *Data Envelopment Analysis theory and techniques for economics and operations research* (2th. ed.). New York: Cambridge University Press.
- Rize Ticaret Borsası. (2018). *Türk Çay Sektörü Güncel Durum Raporu*. Erişim: 25.01.2020. <https://www.rtb.org.tr/tr/cay-sektoru-raporlari>.
- Rize Ticaret Borsası. (2021). *2021 Türk Çay Sektörü Güncel Durum Raporu*. Erişim: 12.06.2021. <https://www.rtb.org.tr/tr/cay-sektoru-raporlari>.
- Ross, J. T. (2017), *Fuzzy Logic with engineering applications*, fourth edition, Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons.
- Ross, T. J. & Parkinson, W. J. (2002). Fuzzy Set Theory, Fuzzy Logic, and Fuzzy Systems. Ross, T. J., Booker, B. M. & Parkinson, W. J (Eds.), *Fuzzy Logic and Probability Applications* (pp. 29-54). Philadelphia: SIAM.
- Rouyendegh, B. D., & Erol, S. (2010). The DEA–FUZZY ANP department ranking model applied in Iran Amirkabir University. *Acta Polytechnica Hungarica*, 7(4), 103-114.
- Ruggiero, J. (1996). On the measurement of technical efficiency in the public sector. *European Journal of Operational Research*, 90(3), 553-565.

- Ruggiero, J. (2000). Measuring technical efficiency. *European Journal of Operational Research*, 121(1), 138-150.
- Ruiz, J. L., & Sirvent, I. (2020). Benchmarking within a DEA framework: Setting the closest targets and identifying peer groups with the most similar performances. *International Transactions in Operational Research*. 29 (2022) 554–573
- Rutkauskas, J. & Paulavičienė, E. (2005). Concept of productivity in service sector. *Engineering Economics*, 43(3), 35-41.
- Saati, S. M., Memariani, A., & Jahanshahloo, G. R. (2002). Efficiency analysis and ranking of DMUs with fuzzy data. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 1(3), 255-267.
- 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.
- Saha J.K., F. Alam and A. Bashar. 2003. Economics of made tea cultivation in Bangladesh. *Two and a Bud*. 50: 42-49
- Sarımehtmet, M. (1988, Eylül). *Çay üretim endüstrisinin verimlilik sorunları*. Doğu Karadeniz Bölgesinde Tarımsal Üretimin Verimlilik Sorunları Sempozyumu. Rize.
- Sathye, M. (2003). Efficiency of banks in a developing economy: The case of India. *European journal of operational research*, 148(3), 662-671.
- Sengupta, J. K. (1992). A fuzzy system approach in data envelopment analysis. *Computers & Mathematics with Applications*, (24), 259-266.
- Sengupta, J. (2013). *Dynamics of data envelopment analysis: Theory of systems efficiency*. Springer Science & Business Media.
- Sharma, A., Dutta, A. K., Bora, M. K. & Dutta, P. P. (2019). Study of energy management in a tea processing industry in Assam, India. In *AIP Conference Proceedings*, 2091(1), 1-7. AIP Publishing LLC.
- Simsek, B. & Tüysüz, F. (2018). An application of network data envelopment analysis with fuzzy data for the performance evaluation in cargo sector. *Journal of Enterprise Information Management*.

- Singh, J. P., Kumar, P., & Singh, S. K. (2012, May). Delay prediction in mobile ad hoc network using trapezoidal fuzzy numbers. In *2012 Ninth International Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)* (pp. 60-64). IEEE.
- Singh, N., & Pant, M. (2020). Efficiency assessment of Indian paper mills through fuzzy DEA. *Materials and Manufacturing Processes*, 35(6), 725-736.
- Sivanandam, S. N., Sumathi, S. & Deepa, S. N. (2007). *Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB*. Heidelberg: Springer Science Business Media.
- Sole, F. & Schiuma, G. (2010). How to use different measures for different purposes. Taticchi. P.(Eds.), *Business performance measurement and management new contexts, themes and challenges* (pp. 103-112). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Söylemez, A. (2015). *Veri zarflama analizinin Robust Coplot yöntemi ile grafiksel gösterimi* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Stefanini, L., Sorini, L. & Guerra, M. L. (2006). Parametric representation of fuzzy numbers and application to fuzzy calculus. *Fuzzy Sets and Systems*, 157(18), 2423-2455.
- Stuebs, M., & Sun, L. (2010). Business reputation and labor efficiency, productivity, and cost. *Journal of Business Ethics*, 96(2), 265-283.
- Sueyoshi, T. (1998). Privatization of nippon telegraph and telephone: Was it a good policy decision? *European Journal of Operational Research*, 107(1), 45-61.
- Sueyoshi, T. & Aoki, S. (2001). A use of a nonparametric statistic for DEA frontier shift: the Kruskal and Wallis rank test. *Omega*, 29(1), 1-18.
- Sufang, Z. (2020). Study on total factor productivity of Chinese Tea Industry and regional disparity based on DEA-Malmquist Model. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 17(69), 717-724.
- Şamil, S., & Esmeray, M. (2010). TMS 36 varlıklarda değer düşüklüğü standardı: BİST 100’de bir araştırma. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (48), 175-198.

- Şişman, Z. (2017). *Using data envelopment analysis and Malmquist Total Factor Productivity Index for agriculture of Turkish regions* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Tanrıöver, N. ve Genç, Y. K. (2005). Cobb-Douglas üretim fonksiyonu üzerine bir genelleme. V. *Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005
- Tarım, A. (2001). Veri zarflama analizi: Matematiksel programlama tabanlı görelî etkinlik ölçüm yaklaşımı, No. 15, Ankara: T.C. Sayıştay Başkanlığı Yayınları.
- Tarkun, E. T. (1996). Alternatif korelasyon teknikleri. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi* 8(8), 237-249.
- Taşköprü. V. (2014). *Klasik Veri Zarflama Analizi ile Kategorik Veri Zarflama Analizi modellerinin enerji verimliliği üzerinde karşılaştırmalı incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir
- Taulo, J. L. & Sebitosi, A. B. (2013). *Improving energy efficiency in Malawian tea industries using an integrated multi-objective optimization method combining IDA, DEA and evolutionary algorithms*. In 2013 Proceedings of the 10th Industrial and Commercial Use of Energy Conference (1-7). IEEE.
- Tauchert, A. (2002). Fuzzy gender: Between female-embodiment and intersex. *Journal of Gender Studies*, 11(1), 29-38.
- Taticchi, P., Asfalti, A. & Sole, F. (2010). Performance measurement and management in Smes: Discussion of preliminar results from an Italian survey. Taticchi. P.(Eds.), *Business performance measurement and management new contexts, themes and challenges* (pp. 3–12). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Tavana, M., Khalili-Damghani, K., Arteaga, F. J. S., & Hosseini, A. (2019). A fuzzy multi-objective multi-period network DEA model for efficiency measurement in oil refineries. *Computers & Industrial Engineering*, 135, 143-155.
- Taylor, R. (1990). Interpretation of the correlation coefficient: a basic review. *Journal of diagnostic medical sonography*, 6(1), 35-39.

- Temür, Y. (2010). İllerin gelişmişlik derecelerine göre hastanelerin etkinlik analizi. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 29(2), 1-22.
- Teheux, B. (2007). A duality for the algebras of a Łukasiewicz $n+1$ -valued modal system. *Studia Logica*, 87(1), 13-36.
- Tiryaki, A. E., & Kazan, R. (2007). Bulaşık makinesinin bulanık mantık ile modellenmesi. *Mühendis ve Makine*, 48(565), 3-8.
- Triantis, K., & Girod, O. (1998). A mathematical programming approach for measuring technical efficiency in a fuzzy environment. *Journal of productivity analysis*, 10(1), 85-102.
- Tran, N. D. (2009). Transition to organic tea production in the Thai Nguyen Province, Vietnam: economic and environmental impacts. *EEPSEA Research Report*, (2008-RR8).
- Thomas, I. (1961). *A History of Formal Logic*. University of Notre Dame Press, Notre Dame, Indiana.
- Tone, K., & Tsutsui, M. (2010). Dynamic DEA: A slacks-based measure approach. *Omega*, 38(3-4), 145-156.
- Tuş Işık, A. (2011). *Bütünleşik üretim planlamasında bulanık mantık yaklaşımı ve bir uygulama* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Ural, Ş.. (1987a). Sembolik mantık ve uygulaması. *Felsefe Arkivi*, (26)1.143-160.
- Ural, Ş.. (1987b). Çok değerli mantık. *Felsefe Arkivi*, (26)1.301-317.
- Uzun, I. (2015). *Dünya tarım sektöründe eksik/bulanık zamana dayalı veri analizi* (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Uzun, B. (2020). *Bulanık durumların Markov analizi ve ekonomik uygulamaları* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Uzundumlu, A. S., Karayar, S., Kurtoğlu, S. ve Ertek, N. (2019). Çay üretiminde üretici geliri ve verimi artırmaya yönelik bir araştırma: Artvin ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(3), 363-371.
- Üreten, S. (2006). *Üretim/İşlemler Yönetimi*. (Gözden Geçirilmiş 5. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.

- Van Ho, B., Nanseki, T. & Chomei, Y. (2019). Profit efficiency of tea farmers: case study of safe and conventional farms in Northern Vietnam. *Environment, Development and Sustainability*, 21(4), 1695-1713.
- Vargas, R., & Vecchietti, A. (2016). Influence of raw material moisture on the synthesis of black tea production process. *Journal of Food Engineering*, 173, 76-84.
- Virivinti, N. & Mitra, K. (2016). A comparative study of fuzzy techniques to handle uncertainty: an industrial grinding process. *Chemical Engineering & Technology*.
- Waner, Z., & Yawen, H. (2020, March). Study on Tea Production Efficiency in Anxi County Based on Low Carbon Perspective. In *2020 International Conference on Computer Engineering and Application (ICCEA)* (pp. 731-737). IEEE.
- Wang, L., Wang, Y. M., & Martínez, L. (2020). Fuzzy TODIM method based on alpha-level sets. *Expert Systems with Applications*, 140, 112899. 1-14.
- Wanke, P., Chen, Z., Antunes, J. J. M., & Barros, C. (2018). Malmquist productivity indexes in Chinese ports: a fuzzy GMSS DEA approach. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 10(2), 202-236.
- Wanke, P., Barros, C. P. & Emrouznejad, A. (2016). Assessing productive efficiency of banks using integrated Fuzzy-DEA and bootstrapping: A case of Mozambican banks. *European Journal of Operational Research*, 249(1), 378-389.
- Wang, Y. M., & Lan, Y. X. (2011). Measuring Malmquist productivity index: A new approach based on double frontiers data envelopment analysis. *Mathematical and Computer Modelling*, 54(11-12), 2760-2771.
- Wang, Y. M., Luo, Y. & Liang, L. (2009). Fuzzy data envelopment analysis based upon fuzzy arithmetic with an application to performance assessment of manufacturing enterprises. *Expert systems with applications*, 36(3), 5205-5211.
- Webb, R. A. (1972). Use of the boundary line in the analysis of biological data. *Journal of Horticultural Science*, 47(3), 309-319.

- Wheelock, D. C., & Wilson, P. W. (1995). Evaluating the efficiency of commercial banks: Does our view of what banks do matter?. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 77(4), 39.
- Wireman, T. (2005). *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*. Industrial Press Inc., New York.
- Wu, D. D., Yang, Z., & Liang, L. (2006). Efficiency analysis of cross-region bank branches using fuzzy data envelopment analysis. *Applied Mathematics and Computation*, 181(1), 271-281.
- Wu, J., Xiong, B., An, Q., Zhu, Q., & Liang, L. (2015). Measuring the performance of thermal power firms in China via fuzzy Enhanced Russell measure model with undesirable outputs. *Journal of Cleaner Production*, 102, 237-245.
- Xiao, Z., Huang, X., Zang, Z., & Yang, H. (2018). Spatio-temporal variation and the driving forces of tea production in China over the last 30 years. *Journal of Geographical Sciences*, 28(3), 275-290.
- Yalçın, S. (2020). Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemiyle portföy seçimi: BİST'te bir uygulama (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Yenice, E. (2006a). Kamu kesiminde performans ölçümü ve bütçe ilişkisi. *Sayıştay Dergisi*, 61, 57-68.
- Yılmaz, N. (2019). Trend analysis of sea level changes using IBM SPSS software. *Australian Journal of Maritime & Ocean Affairs*, 11(4), 201-217.
- Yılmaz, S. (2019). Çay üretiminin ekonomik analizi: Rize ili Kalkandere ilçesi örneği (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Yılmaz, H. (2020). Bulanık TOPSIS ve bulanık veri zarflama analizi yöntemleri ile performans ve etkinlik değerlemesi: BİST'te faaliyet gösteren işletmeler üzerinde bir uygulama (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr/Ulu-salTezMerkezi> adresinden edinilmiştir.
- Ylvinger, S. (2000). Industry performance and structural efficiency measures: Solutions to problems in firm models. *European Journal of Operational Research*, 121(1), 164-174.

- You, S., & Yan, H. (2011). A new approach in modelling undesirable output in DEA model. *Journal of the Operational Research Society*, 62(12), 2146-2156.
- Yükçü, S. ve Atağan, G. (2009). Etkinlik, etkililik ve verimlilik kavramlarının yarattığı karışıklık. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(4), 1-13.
- Zadeh, L. A. (1965). Zadeh, Fuzzy sets. *Inform Control*, 8, 338-353.
- Zadeh, L. A. (1975). “Fuzzy Logic and Approximate Reasoning”, *Synthese* 30(1975): 407-408.
- Zadeh, L. A. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy sets and systems*, 1(1), 3-28.
- Zerafat Angiz, M., Emrouznejad, A., & Mustafa, A. (2010). Fuzzy assessment of performance of a decision making units using DEA: A non-radial approach. *Expert Systems with Applications*, 37(7), 5153-5157.
- Zhang, Y., Dubé, M. A., McLean, D. D., & Kates, M. (2003). Biodiesel production from waste cooking oil: 2. Economic assessment and sensitivity analysis. *Bioresource technology*, 90(3), 229-240.
- Zhang, J., Qu, X., & Sangaiah, A. K. (2018). A study of green development mode and total factor productivity of the food industry based on the industrial internet of things. *IEEE Communications Magazine*, 56(5), 72-78.
- Zhou, H., Du, G., & An, T. (2012, November). Selection of optimal third-party logistics recycler based on fuzzy DEA. In *Proceedings of the 2012 International Conference on Automobile and Traffic Science, Materials, Metallurgy Engineering* (pp. 146-51).
- Zhou, W., & Xu, Z. (2020). An Overview of the Fuzzy Data Envelopment Analysis Research and Its Successful Applications. *International Journal of Fuzzy Systems*, 22(4), 1037-1055.
- Zimmermann, H. J. (1996). *Fuzzy Set Theory—and Its Applications*, (3th ed.). Massachusetts: Kluwer Academic Publisher.
- Zimmermann, H. J. (2010). Fuzzy set theory. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(3), 317-332.

Živělová, I., Jánský, J., & Novák, P. (2003). Economic evaluation of cattle management in the system of organic farming. *Agricultural Economics–Czech*, 49(10), 469-475.



EKLER

Ek-1 2013 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	3173018	21089477	1618091	5406235	2960
Araklı	10862582	20021823	2531061	6593008	2970
Ardeşen	5142033	48367287	4609504	11651024	6966
Arhavi	11190543	29675521	1942367	7594375	4361
Aşıklar	6612852	21788467	1607126	6772481	3215
Azaklı	2478589	9517153	656935	5221475	1350
Bölümlü	3336333	20968245	1513897	5192820	2996
Büyükköy	6620897	14709340	1618291	5533188	1990
Camıdağı	39799969	25634148	1485739	6667664	3661
Çamlı	5742705	26522725	1751145	5196903	3211
Çayeli	4034820	28958783	2899853	7917032	4392
Çiftlik	2386330	10928774	1462210	5173154	1587
Derepazarı	6329970	13598192	1619150	5486737	2035
Eskipazar	2299315	17446721	1181858	6479965	2485
Fındıklı	13924353	29297858	2240237	7358487	4319
Gündoğdu	19919088	28556301	2478012	6280288	3886
Hayrat	7595713	21486912	1680338	5105461	3108
Hopa	3370029	18836065	2628258	5959404	2903
İyidere	5863099	19418158	2197943	7081470	2799
Kalkandere	5845449	17336764	1567269	5201249	2277
Karaca	4829757	18591982	1741119	4774216	2792
Kemalpaşa	8265521	24296980	1597641	7048666	3504
Kendirli	2819789	12756040	1956923	5464004	1913
Kirazlık	4217690	19370682	1807388	6854235	2680
Melyat	13728606	26482029	1677720	6121117	3882
Muratlı	11378746	23388197	1763001	6279421	3274
Musadağı	22564895	16488726	2222193	4414783	2320
Of	5498193	18677907	1699852	4793104	2655
Ortapazar	13096563	17666119	1692259	5279230	2551
Pazar	4324779	20042233	2080050	5145865	2912
Pazarköy	4099705	11352278	1138251	5698788	1499
Sabuncular	6971446	18555133	1941382	6405455	2673
Salarha	12349958	26244715	1402143	5872994	3561
Selimiye	3897763	16500001	1720762	5885216	2477
Sürmene	5895859	18816978	2146324	5370039	2709
Taşçılar	2813630	19172110	1798515	4854822	2804
Tersane	5213189	18263403	1603410	4444883	2643
Tirebolu	6150156	17779712	2439193	5091336	2602
Ulucami	12325444	32669632	2127749	8948549	4900
Veliköy	8947734	19181574	1970983	5489765	2699
Zihniderin	15105721	19187307	2072970	5457579	2719
Işıklı	4903735	17000618	1365786	6798552	2430

Ek-2 2014 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	3263554	19982093	1930583	5091911	2372
Araklı	11567463	21862713	2978804	5736041	2862
Ardeşen	5102404	49486389	4570919	10245884	6258
Arhavi	11429345	31805734	2075425	7116970	4159
Aşıklar	6692541	23419285	2236842	5998660	2939
Azaklı	2552080	10901205	1053455	4937755	1271
Bölümlü	3386505	21457688	1735045	4849743	2706
Büyükköy	6663495	14272793	1852307	4757482	1697
Camıdağı	38742628	19558897	2011122	6015887	2507
Çamlı	5810757	22074427	1918751	5392252	2874
Çayeli	5817970	27060294	2566260	7350569	3389
Çiftlik	2435205	12321578	1297595	5280461	1571
Derepazarı	6404679	15558623	1781810	5487807	1938
Eskipazar	2142899	17162700	1087332	7121344	2426
Fındıklı	14300094	31103277	2562609	6439050	3634
Gündoğdu	20294932	28429739	2264186	6645876	3513
Hayrat	7804239	20086281	2005847	5618368	2680
Hopa	3621458	21364676	2425473	5749578	2548
İyidere	6041616	22394036	2552651	7474470	2820
Kalkandere	6329774	16001888	1566356	4774470	2025
Karaca	6877943	15439594	1153794	4973717	1885
Kemalpaşa	8445770	23723273	1907229	7623460	2983
Kendirli	2752623	15649557	2261558	5112073	1908
Kirazlık	4048328	18897313	2122166	5586076	2248
Melyat	14078839	28063597	1845579	5645909	3483
Muratlı	11559728	23536047	1655216	5848473	2737
Musadağı	22685510	17984859	2321923	5118341	2236
Of	5290624	20248987	1603461	5600661	2567
Ortapazar	13192457	18216738	1888644	5691569	2327
Pazar	4452069	23318965	2847372	5517380	2771
Pazarköy	4138023	11549321	1163824	5975481	1415
Sabuncular	7260427	20849226	1687168	6382355	2392
Salarha	12553878	24093238	1675205	5703995	3094
Selimiye	4000763	18490034	1938195	5320753	2234
Sürmene	5960996	20886715	1568140	5520784	2622
Taşçılar	2928029	19950659	1855119	5051318	2481
Tersane	5284455	19434338	1548068	4454408	2481
Tirebolu	6223114	16177125	2657972	4663715	2100
Ulucami	12455410	39269616	2871148	7857479	4782
Veliköy	8969157	22424802	2138805	4260541	2876
Zihniderin	15529437	23082314	1852638	6108239	2750
Işıklı	25280959	27908731	1900882	11228014	3236

Ek-3 2015 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	3600955	25779923	3018671	5497629	2433
Araklı	11901298	22772732	3098293	6331211	2589
Ardeşen	6209834	60303225	5941295	11596112	6312
Arhavi	11750094	33537474	2857905	7749488	3758
Aşıklar	7003734	25426874	2898116	6854684	2847
Azaklı	2711650	11912601	1987413	4831828	1316
Bölümlü	3678106	24021961	2513518	5527853	2685
Büyükköy	6909420	17466683	2206782	5276459	1926
Camıdağı	40621863	42815545	2537096	9107849	4840
Çamlı	5668343	24466725	2909084	5328804	2886
Çayeli	6336340	34818454	3065220	8938262	3907
Çiftlik	2685575	13665139	1343038	4878751	1494
Derepazarı	6527312	17139550	2390319	5833674	1961
Eskipazar	3061377	20842631	1681954	5523902	2330
Fındıklı	14739200	36559968	3206727	7504189	4019
Gündoğdu	20525714	30453404	2748125	7348460	3520
Hayrat	8624879	22750830	2009476	5823578	2590
Hopa	3980426	24948822	2962532	5975106	2818
İyidere	6176300	26471004	2608607	7562928	3085
Kalkandere	6798613	19708884	2276149	5295170	2147
Karaca	15220914	35888990	2000144	8806828	3939
Kemalpaşa	8629444	29451134	2611046	7789294	3430
Kendirli	2775883	17452629	2052500	5244644	1843
Kirazlık	4283972	23183984	2551582	6741938	2570
Melyat	14360190	34392458	2406054	6525673	3723
Muratlı	11912032	30558894	3014594	6322600	3132
Musadağı	22898703	21265814	3331300	5253271	2313
Of	6306728	22214490	2102446	5520869	2515
Ortapazar	13357921	21198606	2399365	6371160	2421
Pazar	4800989	25927286	2845031	5794078	2799
Pazarköy	4177577	13000848	1780971	5498759	1418
Sabuncular	8426667	20455879	2129773	6299714	2437
Salarha	12746416	28723550	2623577	6303220	3277
Selimiye	4571484	21640503	2445718	6011956	2310
Sürmene	6302047	22814039	2686751	5454888	2525
Taşçılar	3257940	24561875	3108702	5411799	2742
Tersane	5417401	23394570	2709915	4743681	2686
Tirebolu	6565807	21512589	3473773	5284627	2499
Ulucami	12357444	45430540	3856776	10675710	5149
Veliköy	9011346	29204639	2437631	5387803	3282
Zihniderin	16554553	24713874	3482366	5463581	2842
Işıklı	25617126	54362950	3490909	13190543	5710

Ek-4 2016 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	3864501	27219875	2836439	5545027	2855
Araklı	12121236	28972438	2802680	6319700	2975
Ardeşen	20561742	60713851	5171033	10683391	6022
Arhavi	26408979	37899376	2633408	8365005	3616
Aşıklar	7392916	30015716	1750253	7673350	2986
Azaklı	3089185	13635423	1706280	4809357	1368
Bölümlü	4966699	26755248	2028036	6851396	2740
Büyükköy	6981883	18474293	1878580	4993567	1863
Camıdağı	40362152	50888180	2565592	7621729	5152
Çamlı	6403652	25520563	2696297	5514064	2639
Çayeli	6490129	37434821	2869575	7998085	3763
Çiftlik	2797214	18710157	1419696	5003511	1893
Derepazarı	6629406	20606219	2245716	6029339	2072
Eskipazar	3318071	23599821	1802550	5999982	2387
Fındıklı	23757663	33625884	2348245	6420525	3241
Gündoğdu	20806395	33445534	2213787	7814867	3500
Hayrat	12312944	23820298	2117925	7043647	2410
Hopa	4595114	24205044	2296723	7543478	2317
İyidere	6402385	30649956	2800005	7491853	3078
Kalkandere	6889191	20376903	2237012	5096800	2082
Karaca	15604095	51028187	1948541	8513193	5128
Kemalpaşa	8938032	31625768	2251643	7785750	3367
Kendirli	3116143	19103518	1840015	5001718	1877
Kirazlık	4469692	27224913	2513397	6531158	2790
Melyat	14547229	37650971	2572902	6496305	3657
Muratlı	12040947	33974916	2850424	6782128	3252
Musadağı	22544964	25181926	2987753	5536413	2513
Of	6772466	25280501	2120083	5774733	2574
Ortapazar	13625015	25477428	2526248	6551307	2610
Pazar	5023875	24939394	2857353	5843583	2653
Pazarköy	4333117	15636040	2564531	5378967	1542
Sabuncular	18742045	19612048	2426093	6398693	1835
Salarha	12906586	34815238	2463861	6404100	3555
Selimiye	4882466	23284745	2903039	6008256	2359
Sürmene	6467444	25454920	2491581	5886362	2574
Taşçılar	4011150	28234888	2979653	5985648	2918
Tersane	5903356	25558603	2421657	5199421	2666
Tirebolu	6687490	24467475	3536270	5561287	2567
Ulucami	12493655	54554174	3684177	10108073	5468
Veliköy	9136074	32250062	2197885	5368754	3424
Zihniderin	16684228	27629394	3497857	5930938	2762
Işıklı	25916024	4829555	3655522	10265860	6247

Ek-5 2017 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	3975985	22384131	2658928	6323065	2089
Araklı	12503339	21215778	2348592	6077110	1855
Ardeşen	21300036	52718231	5793413	9967204	4555
Arhavi	28326247	27044903	3550208	7488916	2408
Aşıklar	8011657	26777607	2432632	6815653	2422
Azaklı	3140853	11990460	2931249	9106274	2110
Bölümlü	5285432	24088987	2121989	6267177	2096
Büyükköy	7078379	17408266	1960544	4552517	1492
Camıdağı	40847403	39527828	2525686	7521513	3446
Çamlı	6188986	19639387	2028350	4753267	1754
Çayeli	7174965	32206885	2962273	6955559	2821
Çiftlik	3118075	14701990	870287	5329222	1303
Derepazarı	6676178	17247318	1785596	5634707	1428
Eskipazar	14869608	18682242	1728808	5384169	1664
Fındıklı	24800217	37578322	2565372	8254461	3250
Gündoğdu	21121608	26935251	1304508	7611794	2354
Hayrat	14279798	23502133	1750561	7744417	2009
Hopa	6870559	30970507	2346816	8868655	2705
İyidere	6921009	24203224	2387584	6912526	2150
Kalkandere	7114898	16095575	2011136	5149904	1400
Karaca	15772291	37863970	1992474	9290096	3299
Kemalpaşa	9374816	27625886	2359604	7233073	2458
Kendirli	3357047	13488691	1604343	4107485	1200
Kirazlık	4668785	25722617	2621282	6160342	2297
Melyat	14685022	31111146	2607119	6746427	2597
Muratlı	12322710	31431094	2463265	7680380	2699
Musadağı	22739363	18800978	2433214	5027406	1692
Of	7300444	20157020	1792292	5132464	1794
Ortapazar	13945898	17911947	1843828	6315159	1577
Pazar	5442096	18931332	2448301	5656812	1735
Pazarköy	4421921	12843940	2086508	4687811	1116
Sabuncular	18852748	25872278	220036	1462342	413
Salarha	13131672	26895017	2994219	6265487	2540
Selimiye	5207878	21024621	3121742	5148684	1806
Sürmene	6559051	19610157	2163173	5975811	1701
Taşçılar	4466557	21752142	2392474	5622259	1945
Tersane	6015857	21988598	2112167	4809613	1644
Tirebolu	6812177	24757540	3722286	5773149	2224
Ulucami	12903610	42595361	3400948	9871890	3950
Veliköy	9365544	25918855	2492378	5556203	2235
Zihniderin	16981667	19094490	2896517	5002206	1721
Işıklı	26406071	61418835	3860101	11909164	5373

Ek-6 2018 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	4460297	33374657	3399234	6906799	2510
Araklı	13388246	33519942	3082361	8185823	2476
Ardeşen	21731560	73439043	6624380	13933932	5471
Arhavi	28693307	50944423	6083564	8717953	3703
Aşıklar	8176882	36026313	2708198	9924402	2810
Azaklı	3443335	17827886	2080214	5666506	1315
Bölümlü	5601185	37675001	2860702	8526343	2687
Büyükköy	7411078	24743060	3234405	5485376	1809
Camıdağı	42400127	66121411	3856646	10675252	4778
Çamlı	8054964	32846096	3181162	6961854	2387
Çayeli	7760143	45769921	3737936	9506913	3459
Çiftlik	3361245	23265234	1342012	7286135	1669
Derepazarı	6529729	24931262	2825991	6955927	1873
Eskipazar	15219631	31406455	2338187	8095343	2250
Fındıklı	27142672	78576806	3806401	11076311	5741
Gündoğdu	21642750	41519100	2456755	8789290	2958
Hayrat	14604892	45568435	3212780	8345520	3394
Hopa	7282118	52545624	3380113	9366383	3933
İyidere	7520212	36210459	3781823	8741951	2598
Kalkandere	7317380	26367091	2885537	6305160	1951
Karaca	16231733	61474739	3552206	11327162	4533
Kemalpaşa	9496950	36187493	3256323	9278578	2615
Kendirli	3520501	21724383	2078137	5605801	1593
Kirazlık	4924424	31256108	3591841	8051964	2435
Melyat	15098768	41351807	2555882	8903210	3204
Muratlı	12671900	44819973	2928942	8719193	3248
Musadağı	23045569	30711784	2997048	6524327	2318
Of	8082015	31278869	3011447	6272943	2283
Ortapazar	14376819	31660476	2211666	8425300	2455
Pazar	5631403	31222665	3697847	7208951	2458
Pazarköy	4627606	19312042	2796150	6454567	1436
Sabuncular	20449250	62529935	3560603	10280455	4660
Salarha	12133818	41854587	3869757	8296493	3229
Selimiye	6049511	31247807	3998021	6656681	2304
Sürmene	6789936	31623745	3303497	7338797	2304
Taşçılar	5101927	38224219	3498140	7029817	2792
Tersane	6413861	31388406	3409231	6752512	2426
Tirebolu	6983980	34633781	5077614	7144249	2580
Ulucami	12945086	66582768	5057396	12254563	5263
Veliköy	9977809	42238546	3468536	7206240	3092
Zihniderin	17199210	33125943	4085659	7237785	2528
Işıklı	26865709	91515048	4469950	17756697	6670

Ek-7 2019 Yılı Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	4798052	41979023	4660115	7571579	2665
Araklı	13517423	40698898	3594394	8627838	2394
Ardeşen	21979428	94348392	7805837	21603102	5828
Arhavi	29734308	48857863	5289399	10000373	2980
Aşıklar	9524726	47595236	3284650	12871970	2911
Azaklı	3463677	23656056	2430933	8017730	1406
Bölümlü	6056412	50120149	3923828	8260899	2875
Büyükköy	8125494	34769853	4030257	7871198	2100
Camıdağı	42662967	90639398	4224871	12934752	5382
Çamlı	9197247	41958491	3934208	8271197	2429
Çayeli	9539841	58506980	4229506	14347168	3503
Çiftlik	3454157	28969364	1848238	9669321	1663
Derepazarı	6293334	29990313	2720978	9218485	1851
Eskipazar	15411165	39380082	2733726	8733838	2276
Fındıklı	29145104	106531733	5633080	12782652	6554
Gündoğdu	24376491	51387690	3300096	10134045	3156
Hayrat	15838811	61159355	4078264	9976916	3776
Hopa	9024551	68783086	4301066	10514456	4151
İyidere	9326385	43765148	4575335	12124769	2576
Kalkandere	7593910	33897096	3355615	7578728	2039
Karaca	16209470	79456747	4915325	12899008	4548
Kemalpaşa	9835595	46295431	3685382	12451823	2823
Kendirli	4572359	31118812	2173951	8691606	1781
Kirazlık	5096119	39947671	4183759	11545296	2463
Melyat	16074588	52046062	2938421	10547892	3253
Muratlı	12966229	61164979	3527646	9787019	3521
Musadağı	22316378	41019866	3653220	8532832	2471
Of	9146360	39423818	3052606	8018712	2393
Ortapazar	14354628	39370576	4394682	7936004	2408
Pazar	5794413	40049110	4510373	8920571	2488
Pazarköy	4726131	24340156	3033145	8780949	1499
Sabuncular	22798870	75263671	4212025	12270767	4673
Salarha	10768274	52516248	4247710	8862760	3241
Selimiye	6197267	39001909	4595492	9359161	2323
Sürmene	8077886	41327294	3737163	8760009	2431
Taşçılar	4946825	44551759	4105436	8420669	2600
Tersane	7707392	39366868	4091496	7631683	2374
Tirebolu	6882561	47548616	5512162	11935238	2935
Ulucami	13886384	92005666	5343796	20041416	5532
Veliköy	9983705	49644470	4038966	8431636	2969
Zihniderin	17530684	41303667	4116354	9325376	2443
Işıklı	26809132	108353425	5716617	24185451	6225

Ek-8 2013 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	2946943, 3173018, 3399094	18117751, 21089477, 24061203	1240063, 1618091, 1996119	5060639, 5406235, 5751831	2847, 2960, 3073
Araklı	10500928, 10862582, 11224235	17092200, 20021823, 22951446	2376145, 2531061, 2685977	6173288, 6593008, 7012727	2819, 2970, 3121
Ardeşen	1920838, 5142033, 8363227	42183078, 48367287, 54551496	4171828, 4609504, 5047179	10103544, 11651024, 13198505	6680, 6966, 7252
Arhavi	7768802, 11190543, 14612284	26131570, 29675521, 33219471	1334922, 1942367, 2549811	7223856, 7594375, 7964895	4106, 4361, 4616
Aşıklar	6222597, 6612852, 7003107	18380549, 21788467, 25196385	1378141, 1607126, 1836111	5851119, 6772481, 7693842	3125, 3215, 3305
Azaklı	2324834, 2478589, 2632344	7653833, 9517153, 11380474	361918, 656935, 951952	4561421, 5221475, 5881530	1238, 1350, 1462
Bölümlü	2909681, 3336333, 3762986	16897363, 20968245, 25039127	1205728, 1513897, 1822066	4641597, 5192820, 5744043	2889, 2996, 3103
Büyükköy	6424619, 6620897, 6817175	11964589, 14709340, 17454092	1281383, 1618291, 1955199	5114026, 5533188, 5952350	1914, 1990, 2066
Camıdağı	39277024, 39799969, 40322914	16424248, 25634148, 34844048	1118199, 1485739, 1853279	5743524, 6667664, 7591803	3260, 3661, 4062
Çamlı	5226569, 5742705, 6258841	23665450, 26522725, 29380000	1453245, 1751145, 2049044	4726582, 5196903, 5667224	3034, 3211, 3388
Çayeli	3390017, 4034820, 4679624	24800861, 28958783, 33116706	2680322, 2899853, 3119385	6966719, 7917032, 8867344	4208, 4392, 4576
Çiftlik	2224255, 2386330, 2548405	8446551, 10928774, 13410998	1353522, 1462210, 1570897	4501188, 5173154, 5845120	1519, 1587, 1655
Derepazarı	6274676, 6329970, 6385264	11411454, 13598192, 15784929	1437526, 1619150, 1800774	4975914, 5486737, 5997561	1954, 2035, 2116
Eskipazar	10000, 2299315, 4822252	14286456, 17446721, 20606986	959844, 1181858, 1403873	5994790, 6479965, 6965141	2381, 2485, 2589
Fındıklı	11435430, 13924353, 16413277	17959292, 29297858, 40636423	1783982, 2240237, 2696493	6434094, 7358487, 8282880	3835, 4319, 4803
Gündoğdu	19355300, 19919088, 20482875	25171234, 28556301, 31941368	2249470, 2478012, 2706554	5784894, 6280288, 6775682	3697, 3886, 4075
Hayrat	6268550, 7595713, 8922876	15496882, 21486912, 27476941	1342140, 1680338, 2018536	4449920, 5105461, 5761002	2878, 3108, 3338
Hopa	2543938, 3370029, 4196120	11717118, 18836065, 25955012	2353696, 2628258, 2902820	5237361, 5959404, 6681446	2637, 2903, 3169
İyidere	5403921, 5863099, 6322277	16190391, 19418158, 22645925	1870497, 2197943, 2525388	6390716, 7081470, 7772224	2676, 2799, 2922
Kalkandere	5620493, 5845449, 6070405	14855681, 17336764, 19817846	1317769, 1567269, 1816769	4829764, 5201249, 5572733	2171, 2277, 2383
Karaca	2975756, 4829757, 6683758	9908515, 18591982, 27275450	1249883, 1741119, 2232355	3638111, 4774216, 5910322	2362, 2792, 3222
Kemalpaşa	8043334, 8265521, 8487709	21319999, 24296980, 27273961	1320219, 1597641, 1875062	6329768, 7048666, 7767563	3346, 3504, 3662
Kendirli	2575590, 2819789, 3063987	10381252, 12756040, 15130828	1873632, 1956923, 2040215	4917885, 5464004, 6010123	1815, 1913, 2011
Kirazlık	4072199, 4217690, 4363180	16592311, 19370682, 22149054	1492817, 1807388, 2121960	6099789, 6854235, 7608681	2606, 2680, 2754
Melyat	13439860, 13728606, 14017353	23141118, 26482029, 29822940	1507945, 1677720, 1847495	5452163, 6121117, 6790071	3719, 3882, 4045
Muratlı	11161916, 11378746, 11595575	18320415, 23388197, 28455979	1504102, 1763001, 2021900	5729496, 6279421, 6829346	3160, 3274, 3388
Musadağı	22473797, 22564895, 22655993	13173813, 16488726, 19803639	2017247, 2222193, 2427139	3895248, 4414783, 4934318	2218, 2320, 2422
Of	4974340, 5498193, 6022045	15830351, 18677907, 21525463	1472367, 1699852, 1927337	4394104, 4793104, 5192103	2544, 2655, 2766
Ortapazar	12895902, 13096563, 13297223	14527099, 17666119, 20805139	1343849, 1692259, 2040669	4848211, 5279230, 5710249	2420, 2551, 2682
Pazar	4107105, 4324779, 4542452	17292390, 20042233, 22792076	1772415, 2080050, 2387684	4645483, 5145865, 5646247	2763, 2912, 3061
Pazarköy	4007055, 4099705, 4192354	9534512, 11352278, 13170044	850739, 1138251, 1425763	5202178, 5698788, 6195399	1446, 1499, 1552
Sabuncular	4359159, 6971446, 9583733	9583115, 18555133, 27527152	1450527, 1941382, 2432236	5107478, 6405455, 7703432	2098, 2673, 3248
Salarha	12054546, 12349958, 12645371	22339120, 26244715, 30150310	1004941, 1402143, 1799344	5403887, 5872994, 6342101	3431, 3561, 3691
Selimiye	3553294, 3897763, 4242231	13501287, 16500001, 19498715	1323569, 1720762, 2117955	5348511, 5885216, 6421921	2397, 2477, 2557
Sürmene	5618572, 5895859, 6173147	15749234, 18816978, 21884723	1867416, 2146324, 2425233	4892270, 5370039, 5847808	2581, 2709, 2837
Taşçılar	2454939, 2813630, 3172321	15481382, 19172110, 22862838	1475646, 1798515, 2121384	4376725, 4854822, 5332920	2680, 2804, 2928
Tersane	4883460, 5213189, 5542917	15448579, 18263403, 21078227	1249929, 1603410, 1956890	3971103, 4444883, 4918664	2506, 2643, 2780
Tirebolu	6028271, 6150156, 6272040	13629041, 17779712, 21930382	2005572, 2439193, 2872815	4137653, 5091336, 6045019	2499, 2602, 2705
Ulucami	12116255, 12325444, 12534632	24992959, 32669632, 40346305	1697082, 2127749, 2558416	7417194, 8948549, 10479903	4696, 4900, 5104
Veliköy	8774337, 8947734, 9121130	15053844, 19181574, 23309305	1678599, 1970983, 2263368	4963970, 5489765, 6015561	2550, 2699, 2848
Zihniderin	14771019, 15105721, 15440424	16153679, 19187307, 22220935	1729740, 2072970, 2416199	4895420, 5457579, 6019739	2573, 2719, 2865
Işıklı	1860422, 4903735, 7947047	4789174, 17000618, 29212062	806877, 1365786, 1924696	4641855, 6798552, 8955250	1811, 2430, 3049

Ek-9 2014 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	3037478, 3263554, 3489630	17010367, 19982093, 22953819	1552555, 1930583, 2308611	4746315, 5091911, 5437507	2259, 2372, 2485
Araklı	11205809, 11567463, 11929116	18933089, 21862713, 24792336	2823888, 2978804, 3133720	5316322, 5736041, 6155761	2711, 2862, 3013
Ardeşen	1881209, 5102404, 8323599	43302180, 49486389, 55670598	4133243, 4570919, 5008594	8698403, 10245884, 11793364	5972, 6258, 6544
Arhavi	8007604, 11429345, 14851086	28261784, 31805734, 35349685	1467980, 2075425, 2682869	6746451, 7116970, 7487489	3904, 4159, 4414
Aşıklar	6302286, 6692541, 7082796	20011367, 23419285, 26827204	2007857, 2236842, 2465828	5077298, 5998660, 6920021	2849, 2939, 3029
Azaklı	2398325, 2552080, 2705835	9037885, 10901205, 12764526	758438, 1053455, 1348473	4277701, 4937755, 5597810	1159, 1271, 1383
Bölümlü	2959853, 3386505, 3813158	17386806, 21457688, 25528570	1426876, 1735045, 2043214	4298519, 4849743, 5400966	2599, 2706, 2813
Büyükköy	6467217, 6663495, 6859773	11528042, 14272793, 17017545	1515399, 1852307, 2189215	4338320, 4757482, 5176644	1621, 1697, 1773
Camıdağı	38219683, 38742628, 39265573	10348997, 19558897, 28768796	1643582, 2011122, 2378662	5091747, 6015887, 6940026	2106, 2507, 2908
Çamlı	5294621, 5810757, 6326893	19217152, 22074427, 24931702	1620852, 1918751, 2216651	4921932, 5392252, 5862573	2697, 2874, 3051
Çayeli	5173167, 5817970, 6462774	22902371, 27060294, 31218217	2346729, 2566260, 2785791	6400256, 7350569, 8300881	3205, 3389, 3573
Çiftlik	2273130, 2435205, 2597281	9839354, 12321578, 14803801	1188907, 1297595, 1406282	4608496, 5280461, 5952427	1503, 1571, 1639
Derepazarı	6349385, 6404679, 6459973	13371886, 15558623, 17745360	1600186, 1781810, 1963434	4976983, 5487807, 5998630	1857, 1938, 2019
Eskipazar	10000, 2142899, 4665837	14002435, 17162700, 20322965	865318, 1087332, 1309347	6636169, 7121344, 7606519	2322, 2426, 2530
Fındıklı	11811171, 14300094, 16789018	19764712, 31103277, 42441843	2106354, 2562609, 3018865	5514657, 6439050, 7363443	3150, 3634, 4118
Gündoğdu	19731144, 20294932, 20858719	25044672, 28429739, 31814805	2035644, 2264186, 2492728	6150482, 6645876, 7141270	3324, 3513, 3702
Hayrat	6477076, 7804239, 9131402	14096251, 20086281, 26076311	1667650, 2005847, 2344045	4962827, 5618368, 6273909	2450, 2680, 2910
Hopa	2795367, 3621458, 4447550	14245729, 21364676, 28483624	2150911, 2425473, 2700035	5027536, 5749578, 6471620	2282, 2548, 2814
İyidere	5582439, 6041616, 6500794	19166269, 22394036, 25621803	2225205, 2552651, 2880096	6783715, 7474470, 8165224	2697, 2820, 2943
Kalkandere	6104817, 6329774, 6554730	13520806, 16001888, 18482971	1316856, 1566356, 1815856	4402985, 4774470, 5145954	1919, 2025, 2131
Karaca	5023942, 6877943, 8731943	6756127, 15439594, 24123062	662558, 1153794, 1645030	3837612, 4973717, 6109822	1455, 1885, 2315
Kemalpaşa	8223583, 8445770, 8667958	20746292, 23723273, 26700254	1629807, 1907229, 2184650	6904562, 7623460, 8342358	2825, 2983, 3141
Kendirli	2508425, 2752623, 2996822	13274769, 15649557, 18024345	2178266, 2261558, 2344849	4565954, 5112073, 5658192	1810, 1908, 2006
Kirazlık	3902837, 4048328, 4193818	16118941, 18897313, 21675684	1807595, 2122166, 2436737	4831630, 5586076, 6340523	2174, 2248, 2322
Melyat	13790092, 14078839, 14367586	24722686, 28063597, 31404508	1675803, 1845579, 2015354	4976955, 5645909, 6314863	3320, 3483, 3646
Muratlı	11342898, 11559728, 11776557	18468265, 23536047, 28603829	1396317, 1655216, 1914115	5298548, 5848473, 6398397	2623, 2737, 2851
Musadağı	22594412, 22685510, 22776608	14669946, 17984859, 21299773	2116977, 2321923, 2526869	4598806, 5118341, 5637876	2134, 2236, 2338
Of	4766771, 5290624, 5814476	17401431, 20248987, 23096544	1375976, 1603461, 1830946	5201661, 5600661, 5999660	2456, 2567, 2678
Ortapazar	12991797, 13192457, 13393118	15077718, 18216738, 21355758	1540234, 1888644, 2237054	5260550, 5691569, 6122588	2196, 2327, 2458
Pazar	4234396, 4452069, 4669743	20569123, 23318965, 26068808	2539738, 2847372, 3155007	5016998, 5517380, 6017762	2622, 2771, 2920
Pazarköy	4045373, 4138023, 4230672	9731555, 11549321, 13367087	876312, 1163824, 1451336	5478871, 5975481, 6472092	1362, 1415, 1468
Sabuncular	4648140, 7260427, 9872714	11877207, 20849226, 29821245	1196314, 1687168, 2178023	5084377, 6382355, 7680332	1817, 2392, 2967
Salarha	12258465, 12553878, 12849290	20187643, 24093238, 27998833	1278003, 1675205, 2072406	5234888, 5703995, 6173102	2964, 3094, 3224
Selimiye	3656294, 4000763, 4345231	15491320, 18490034, 21488748	1541002, 1938195, 2335388	4784048, 5320753, 5857458	2154, 2234, 2314
Sürmene	5683708, 5960996, 6238283	17818971, 20886715, 23954460	1289231, 1568140, 1847048	5043015, 5520784, 5998553	2494, 2622, 2750
Taşçılar	2569338, 2928029, 3286720	16259931, 19950659, 23641387	1532251, 1855119, 2177988	4573221, 5051318, 5529416	2357, 2481, 2605
Tersane	4954727, 5284455, 5614184	16619515, 19434338, 22249162	1194587, 1548068, 1901548	3980627, 4454408, 4928189	2344, 2481, 2618
Tirebolu	6101230, 6223114, 6344999	12026455, 16177125, 20327795	2224351, 2657972, 3091594	3710032, 4663715, 5617398	1997, 2100, 2203
Ulucami	12246222, 12455410, 12664598	31592943, 39269616, 46946288	2440481, 2871148, 3301815	6326125, 7857479, 10675710	4578, 4782, 4986
Veliköy	8795760, 8969157, 9142553	18297071, 22424802, 26552532	1846421, 2138805, 2431189	3734745, 4260541, 5387803	2727, 2876, 3025
Zihniderin	15194735, 15529437, 15864140	20048686, 23082314, 26115942	1509409, 1852638, 2195867	5546080, 6108239, 5463581	2604, 2750, 2896
Işıklı	22237647, 25280959, 28324271	15697287, 27908731, 40120175	1341973, 1900882, 2459792	9071317, 11228014, 13190543	2617, 3236, 3855

Ek-10 2015 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	3374879, 3600955, 3827031	22808197, 25779923, 28751648	2640643, 3018671, 3396699	5152033, 5497629, 5843225	2320, 2433, 2546
Araklı	11539644, 11901298, 12262952	19843109, 22772732, 25702356	2943377, 3098293, 3253209	5911492, 6331211, 6750931	2438, 2589, 2740
Ardeşen	2988639, 6209834, 9431029	54119016, 60303225, 66487434	5503620, 5941295, 6378971	10048631, 11596112, 13143592	6026, 6312, 6598
Arhavi	8328352, 11750094, 15171835	29993523, 33537474, 37081424	2250461, 2857905, 3465349	7378969, 7749488, 8120007	3503, 3758, 4013
Aşıklar	6613479, 7003734, 7393989	22018956, 25426874, 28834792	2669131, 2898116, 3127101	5933322, 6854684, 7776045	2757, 2847, 2937
Azaklı	2557895, 2711650, 2865405	10049281, 11912601, 13775921	1692396, 1987413, 2282431	4171774, 4831828, 5491883	1204, 1316, 1428
Bölümlü	3251454, 3678106, 4104759	19951079, 24021961, 28092843	2205349, 2513518, 2821687	4976630, 5527853, 6079076	2578, 2685, 2792
Büyükköy	6713142, 6909420, 7105698	14721932, 17466683, 20211435	1869874, 2206782, 2543690	4857297, 5276459, 5695621	1850, 1926, 2002
Camıdağı	40098918, 40621863, 41144808	33605645, 42815545, 52025445	2169556, 2537096, 2904636	8183710, 9107849, 10031989	4439, 4840, 5241
Çamlı	5152207, 5668343, 6184479	21609450, 24466725, 27324000	2611185, 2909084, 3206984	4858484, 5328804, 5799125	2709, 2886, 3063
Çayeli	5691536, 6336340, 6981143	30660532, 34818454, 38976377	2845689, 3065220, 3284752	7987949, 8938262, 9888575	3723, 3907, 4091
Çiftlik	2523499, 2685575, 2847650	11182916, 13665139, 16147363	1234351, 1343038, 1451725	4206785, 4878751, 5550716	1426, 1494, 1562
Derepazarı	6472018, 6527312, 6582606	14952812, 17139550, 19326287	2208695, 2390319, 2571943	5322851, 5833674, 6344497	1880, 1961, 2042
Eskipazar	538439, 3061377, 5584314	17682366, 20842631, 24002896	1459940, 1681954, 1903968	5038727, 5523902, 6009077	2226, 2330, 2434
Fındıklı	12250276, 14739200, 17228123	25221402, 36559968, 47898533	2750471, 3206727, 3662982	6579796, 7504189, 8428582	3535, 4019, 4503
Gündoğdu	19961927, 20525714, 21089502	27068337, 30453404, 33838470	2519583, 2748125, 2976667	6853067, 7348460, 7843854	3331, 3520, 3709
Hayrat	7297715, 8624879, 9952042	16760800, 22750830, 28740860	1671278, 2009476, 2347674	5168036, 5823578, 6479119	2360, 2590, 2820
Hopa	3154335, 3980426, 4806517	17829875, 24948822, 32067769	2687970, 2962532, 3237094	5253064, 5975106, 6697148	2552, 2818, 3084
İyidere	5717122, 6176300, 6635477	23243236, 26471004, 29698771	2281161, 2608607, 2936052	6872174, 7562928, 8253682	2962, 3085, 3208
Kalkandere	6573657, 6798613, 7023569	17227801, 19708884, 22189967	2026648, 2276149, 2525649	4923686, 5295170, 5666655	2041, 2147, 2253
Karaca	13366913, 15220914, 17074915	27205523, 35888990, 44572457	1508908, 2000144, 2491380	7670723, 8806828, 9942933	3509, 3939, 4369
Kemalpaşa	8407257, 8629444, 8851631	26474153, 29451134, 32428115	2333625, 2611046, 2888468	7070396, 7789294, 8508191	3272, 3430, 3588
Kendirli	2531685, 2775883, 3020081	15077841, 17452629, 19827417	1969209, 2052500, 2135792	4698525, 5244644, 5790763	1745, 1843, 1941
Kirazlık	4138482, 4283972, 4429463	20405612, 23183984, 25962356	2237011, 2551582, 2866153	5987492, 6741938, 7496384	2496, 2570, 2644
Melyat	14071444, 14360190, 14648937	31051547, 34392458, 37733369	2236279, 2406054, 2575829	5856719, 6525673, 7194627	3560, 3723, 3886
Muratlı	11695202, 11912032, 12128861	25491112, 30558894, 35626676	2755695, 3014594, 3273494	5772676, 6322600, 6872525	3018, 3132, 3246
Musadağı	22807605, 22898703, 22989801	17950901, 21265814, 24580727	3126354, 3331300, 3536247	4733736, 5253271, 5772806	2211, 2313, 2415
Of	5782876, 6306728, 6830581	19366934, 22214490, 25062047	1874961, 2102446, 2329931	5121870, 5520869, 5919869	2404, 2515, 2626
Ortapazar	13157260, 13357921, 13558581	18059586, 21198606, 24337626	2050954, 2399365, 2747775	5940141, 6371160, 6802179	2290, 2421, 2552
Pazar	4583316, 4800989, 5018663	23177444, 25927286, 28677129	2537396, 2845031, 3152666	5293696, 5794078, 6294460	2650, 2799, 2948
Pazarköy	4084928, 4177577, 4270227	11183082, 13000848, 14818614	1493459, 1780971, 2068483	5002149, 5498759, 5995370	1365, 1418, 1471
Sabuncular	5814380, 8426667, 11038954	11483860, 20455879, 29427898	1638919, 2129773, 2620628	5001737, 6299714, 7597691	1862, 2437, 3012
Salarha	12451004, 12746416, 13041829	24817955, 28723550, 32629145	2226375, 2623577, 3020778	5834113, 6303220, 6772327	3147, 3277, 3407
Selimiye	4227016, 4571484, 4915953	18641789, 21640503, 24639217	2048525, 2445718, 2842911	5475251, 6011956, 6548661	2230, 2310, 2390
Sürmene	6024760, 6302047, 6579335	19746294, 22814039, 25881784	2407842, 2686751, 2965659	4977119, 5454888, 5932657	2397, 2525, 2653
Taşçılar	2899249, 3257940, 3616631	20871147, 24561875, 28252603	2785833, 3108702, 3431571	4933702, 5411799, 5889896	2618, 2742, 2866
Tersane	5087672, 5417401, 5747129	20579746, 23394570, 26209394	2356435, 2709915, 3063396	4269900, 4743681, 5217461	2549, 2686, 2823
Tirebolu	6443922, 6565807, 6687691	17361919, 21512589, 25663259	3040152, 3473773, 3907395	4330944, 5284627, 6238310	2396, 2499, 2602
Ulucami	12148256, 12357444, 12566632	37753868, 45430540, 53107213	3426109, 3856776, 4287442	10108073, 9871890, 11403244	4945, 5149, 5353
Veliköy	8837950, 9011346, 9184743	25076908, 29204639, 33332369	2145247, 2437631, 2730015	5368754, 5556203, 6081998	3133, 3282, 3431
Zihniderin	16219850, 16554553, 16889255	21680246, 24713874, 27747502	3139136, 3482366, 3825595	5930938, 5002206, 5564365	2696, 2842, 2988
Işıklı	22573814, 25617126, 28660439	42151506, 54362950, 66574394	2932000, 3490909, 4049819	10265860, 11909164, 14065861	5091, 5710, 6329

Ek-11 2016 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	3638425 , 3864501 , 4090577	24248149 , 27219875 , 30191601	2458412 , 2836440 , 3214468	5199432 , 5545028 , 5890624	2743 , 2855 , 2968
Araklı	11759582 , 12121236 , 12482890	26042815 , 28972438 , 31902061	2647764 , 2802680 , 2957596	5899981 , 6319701 , 6739420	2824 , 2975 , 3127
Ardeşen	17340547 , 20561742 , 23782937	54529643 , 60713852 , 66898061	4733358 , 5171033 , 5608709	9135911 , 10683392 , 12230873	5736 , 6022 , 6309
Arhavi	22987238 , 26408979 , 29830720	34355427 , 37899377 , 41443327	2025965 , 2633409 , 3240853	7994486 , 8365006 , 8735525	3362 , 3616 , 3871
Aşıklar	7002662 , 7392917 , 7783172	26607799 , 30015717 , 33423635	1521268 , 1750253 , 1979238	6751989 , 7673351 , 8594712	2896 , 2986 , 3077
Azaklı	2935430 , 3089185 , 3242940	11772103 , 13635424 , 15498744	1411263 , 1706281 , 2001298	4149303 , 4809358 , 5469412	1257 , 1368 , 1480
Bölümlü	4540047 , 4966699 , 5393351	22684366 , 26755248 , 30826130	1719867 , 2028036 , 2336205	6300173 , 6851396 , 7402619	2633 , 2740 , 2848
Büyükköy	6785605 , 6981883 , 7178161	15729542 , 18474293 , 21219045	1541673 , 1878581 , 2215488	4574406 , 4993568 , 5412730	1788 , 1863 , 1939
Camıdağı	39839207 , 40362152 , 40885097	41678281 , 50888180 , 60098080	2198053 , 2565592 , 2933132	6697590 , 7621729 , 8545868	4752 , 5152 , 5553
Çamlı	5887517 , 6403653 , 6919789	22663289 , 25520564 , 28377839	2398398 , 2696298 , 2994197	5043744 , 5514065 , 5984385	2462 , 2639 , 2817
Çayeli	5845326 , 6490130 , 7134934	33276899 , 37434822 , 41592745	2650045 , 2869576 , 3089107	7047773 , 7998086 , 8948399	3579 , 3763 , 3948
Çiftlik	2635140 , 2797215 , 2959290	16227934 , 18710158 , 21192382	1311010 , 1419697 , 1528384	4331546 , 5003512 , 5675477	1825 , 1893 , 1962
Derepazarı	6574113 , 6629407 , 6684701	18419482 , 20606220 , 22792957	2064092 , 2245716 , 2427340	5518516 , 6029339 , 6540162	1991 , 2072 , 2154
Eskipazar	795133 , 3318071 , 5841009	20439556 , 23599821 , 26760087	1580536 , 1802551 , 2024565	5514807 , 5999982 , 6485157	2283 , 2387 , 2492
Fındıklı	21268740 , 23757663 , 26246587	22287319 , 33625884 , 44964450	1891990 , 2348245 , 2804501	5496133 , 6420526 , 7344919	2757 , 3241 , 3726
Gündoğdu	20242608 , 20806396 , 21370183	30060468 , 33445534 , 36830601	1985245 , 2213787 , 2442329	7319474 , 7814868 , 8310262	3311 , 3500 , 3690
Hayrat	10985781 , 12312944 , 13640107	17830269 , 23820298 , 29810328	1779728 , 2117926 , 2456123	6388107 , 7043648 , 7699189	2181 , 2410 , 2640
Hopa	3769023 , 4595114 , 5421206	17086098 , 24205045 , 31323992	2022162 , 2296724 , 2571285	6821436 , 7543478 , 8265520	2051 , 2317 , 2584
İyidere	5943208 , 6402385 , 6861563	27422189 , 30649956 , 33877723	2472559 , 2800005 , 3127451	6801100 , 7491854 , 8182608	2955 , 3078 , 3202
Kalkandere	6664235 , 6889192 , 7114148	17895821 , 20376904 , 22857987	1987512 , 2237012 , 2486512	4725315 , 5096800 , 5468285	1977 , 2082 , 2188
Karaca	13750094 , 15604095 , 17458096	42344720 , 51028188 , 59711655	1457305 , 1948541 , 2439777	7377088 , 8513194 , 9649299	4698 , 5128 , 5559
Kemalpaşa	8715846 , 8938033 , 9160220	28648787 , 31625769 , 34602750	1974222 , 2251644 , 2529065	7066852 , 7785750 , 8504648	3210 , 3367 , 3525
Kendirli	2871945 , 3116143 , 3360342	16728730 , 19103518 , 21478307	1756723 , 1840015 , 1923307	4455599 , 5001718 , 5547837	1780 , 1877 , 1975
Kirazlık	4324202 , 4469693 , 4615183	24446542 , 27224914 , 30003285	2198826 , 2513398 , 2827969	5776712 , 6531158 , 7285605	2716 , 2790 , 2865
Melyat	14258482 , 14547229 , 14835976	34310061 , 37650971 , 40991882	2403128 , 2572903 , 2742678	5827351 , 6496305 , 7165259	3495 , 3657 , 3820
Muratlı	11824118 , 12040947 , 12257777	28907135 , 33974917 , 39042699	2591526 , 2850425 , 3109324	6232204 , 6782128 , 7332053	3139 , 3252 , 3366
Musadağı	22453866 , 22544965 , 22636063	21867013 , 25181926 , 28496840	2782807 , 2987753 , 3192700	5016879 , 5536414 , 6055948	2411 , 2513 , 2616
Of	6248614 , 6772466 , 7296319	22432946 , 25280502 , 28128058	1892599 , 2120084 , 2347569	5375734 , 5774733 , 6173733	2464 , 2574 , 2685
Ortapazar	13424355 , 13625016 , 13825677	22338408 , 25477428 , 28616448	2177838 , 2526249 , 2874659	6120288 , 6551307 , 6982326	2479 , 2610 , 2742
Pazar	4806202 , 5023875 , 5241548	22189552 , 24939395 , 27689238	2549719 , 2857353 , 3164988	5343201 , 5843583 , 6343965	2505 , 2653 , 2802
Pazarköy	4240468 , 4333118 , 4425767	13818274 , 15636040 , 17453806	2277020 , 2564532 , 2852044	4882357 , 5378967 , 5875578	1489 , 1542 , 1596
Sabuncular	16129759 , 18742046 , 21354333	10640030 , 19612048 , 28584067	1935239 , 2426094 , 2916948	5100716 , 6398693 , 7696670	1261 , 1835 , 2410
Salarha	12611174 , 12906587 , 13201999	30909644 , 34815239 , 38720834	2066660 , 2463862 , 2861063	5934994 , 6404101 , 6873208	3425 , 3555 , 3686
Selimiye	4537997 , 4882466 , 5226935	20286032 , 23284746 , 26283460	2505847 , 2903040 , 3300233	5471552 , 6008257 , 6544962	2279 , 2359 , 2440
Sürmene	6190157 , 6467445 , 6744732	22387176 , 25454920 , 28522665	2212673 , 2491582 , 2770490	5408594 , 5886363 , 6364132	2446 , 2574 , 2703
Taşçılar	3652460 , 4011151 , 4369842	24544160 , 28234889 , 31925617	2656785 , 2979654 , 3302523	5507552 , 5985649 , 6463746	2795 , 2918 , 3042
Tersane	5573628 , 5903356 , 6233085	22743779 , 25558603 , 28373427	2068177 , 2421658 , 2775138	4725640 , 5199421 , 5673202	2529 , 2666 , 2804
Tirebolu	6565606 , 6687490 , 6809375	20316805 , 24467475 , 28618145	3102649 , 3536270 , 3969892	4607604 , 5561287 , 6514970	2464 , 2567 , 2671
Ulucami	12284467 , 12493656 , 12702844	46877501 , 54554174 , 62230847	3253511 , 3684178 , 4114845	10723209 , 12254563 , 13785918	5264 , 5468 , 5673
Veliköy	8962678 , 9136075 , 9309471	28122332 , 32250063 , 36377793	1905501 , 2197885 , 2490270	6680445 , 7206240 , 7732036	3275 , 3424 , 3574
Zihniderin	16349526 , 16684228 , 17018931	24595767 , 27629395 , 30663023	3154628 , 3497857 , 3841087	6675626 , 7237786 , 7799945	2616 , 2762 , 2909
Işıklı	22872712 , 25916024 , 28959337	52618111 , 64829555 , 77041000	3096613 , 3655522 , 4214432	15600000 , 17756697 , 19913394	5629 , 6247 , 6866

Ek-12 2017 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	3749910, 3975986, 4202062	19412405, 22384131, 25355857	2280900, 2658928, 3036956	5977470, 6323066, 6668662	1977, 2089, 2202
Araklı	12141685, 12503339, 12864993	18286155, 21215778, 24145401	2193676, 2348592, 2503508	5657391, 6077111, 6496830	1704, 1855, 2007
Ardeşen	18078842, 21300037, 24521232	46534022, 52718231, 58902440	5355738, 5793414, 6231089	8419723, 9967204, 11514685	4269, 4555, 4842
Arhavi	24904506, 28326247, 31747989	23500954, 27044904, 30588854	2942765, 3550209, 4157653	7118397, 7488916, 7859436	2154, 2408, 2663
Aşıklar	7621403, 8011658, 8401913	23369690, 26777608, 30185526	2203647, 2432632, 2661617	5894292, 6815653, 7737015	2332, 2422, 2513
Azaklı	2987099, 3140853, 3294608	10127140, 11990460, 13853781	2636233, 2931250, 3226267	8446220, 9106274, 9766329	1999, 2110, 2222
Bölümlü	4858780, 5285432, 5712085	20018105, 24088987, 28159869	1813820, 2121989, 2430158	5715954, 6267178, 6818401	1989, 2096, 2204
Büyükköy	6882102, 7078380, 7274657	14663514, 17408266, 20153018	1623636, 1960544, 2297452	4133356, 4552518, 4971680	1417, 1492, 1568
Camıdağı	40324459, 40847404, 41370348	30317929, 39527829, 48737728	2158147, 2525687, 2893227	6597374, 7521513, 8445653	3046, 3446, 3847
Çamlı	5672851, 6188987, 6705123	16782112, 19639387, 22496662	1730451, 2028351, 2326250	4282947, 4753268, 5223588	1577, 1754, 1932
Çayeli	6530161, 7174965, 7819769	28048962, 32206885, 36364808	2742742, 2962274, 3181805	6005246, 6955559, 7905872	2637, 2821, 3006
Çiftlik	2956000, 3118075, 3280150	12219767, 14701990, 17184214	761601, 870288, 978975	4657257, 5329223, 6001188	1235, 1303, 1372
Derepazarı	6620884, 6676178, 6731472	15060581, 17247319, 19434056	1603972, 1785596, 1967220	5123884, 5634707, 6145531	1347, 1428, 1510
Eskipazar	12346671, 14869608, 17392546	15521978, 18682243, 21842508	1506794, 1728808, 1950823	4898994, 5384169, 5869345	1560, 1664, 1769
Fındıklı	22311294, 24800217, 27289141	26239758, 37578323, 48916888	2109117, 2565372, 3021628	7330068, 8254461, 9178854	2766, 3250, 3735
Gündoğdu	20557821, 21121609, 21685397	23550185, 26935252, 30320318	1075967, 1304509, 1533051	7116400, 7611794, 8107188	2165, 2354, 2544
Hayrat	12952635, 14279798, 15606962	17512103, 23502133, 29492163	1412364, 1750562, 2088760	7088876, 7744418, 8399959	1780, 2009, 2239
Hopa	6044468, 6870560, 7696651	23851560, 30970507, 38089454	2072254, 2346816, 2621378	8146613, 8868655, 9590697	2439, 2705, 2972
İyidere	6461832, 6921010, 7380187	20975457, 24203224, 27430991	2060139, 2387584, 2715030	6221772, 6912527, 7603281	2027, 2150, 2274
Kalkandere	6889942, 7114899, 7339855	13614492, 16095575, 18576658	1761637, 2011137, 2260637	4778420, 5149905, 5521389	1295, 1400, 1506
Karaca	13918290, 15772291, 17626292	29180503, 37863970, 46547438	1501239, 1992475, 2483711	8153992, 9290097, 10426202	2869, 3299, 3730
Kemalpaşa	9152629, 9374816, 9597003	24648905, 27625887, 30602868	2082183, 2359605, 2637026	6514175, 7233073, 7951971	2301, 2458, 2616
Kendirli	3112850, 3357048, 3601246	11113903, 13488691, 15863480	1521052, 1604344, 1687636	3561367, 4107486, 4653605	1103, 1200, 1298
Kirazlık	4523295, 4668785, 4814276	22944246, 25722618, 28500989	2306711, 2621282, 2935853	5405896, 6160342, 6914788	2223, 2297, 2372
Melyat	14396275, 14685022, 14973769	27770236, 31111146, 34452057	2437344, 2607119, 2776894	6077473, 6746427, 7415381	2435, 2597, 2760
Muratlı	12105881, 12322711, 12539540	26363313, 31431095, 36498877	2204367, 2463266, 2722165	7130456, 7680380, 8230305	2586, 2699, 2813
Musadağı	22648266, 22739364, 22830462	15486065, 18800979, 22115892	2228268, 2433215, 2638161	4507872, 5027407, 5546942	1590, 1692, 1795
Of	6776592, 7300444, 7824296	17309465, 20157021, 23004577	1564808, 1792292, 2019777	4733465, 5132465, 5531464	1684, 1794, 1905
Ortapazar	13745238, 13945898, 14146559	14772927, 17911947, 21050967	1495418, 1843828, 2192239	5884141, 6315160, 6746179	1446, 1577, 1709
Pazar	5224423, 5442096, 5659770	16181490, 18931332, 21681175	2140667, 2448301, 2755936	5156431, 5656813, 6157194	1587, 1735, 1884
Pazarköy	4329272, 4421922, 4514571	11026174, 12843940, 14661706	1798996, 2086508, 2374020	4191201, 4687812, 5184422	1063, 1116, 1170
Sabuncular	16240462, 18852749, 21465036	16900260, 25872279, 34844298	1000, 220036, 710891	164365, 1462342, 2760319	100, 413, 988
Salarha	12836260, 13131672, 13427085	22989423, 26895018, 30800613	2597018, 2994219, 3391421	5796381, 6265488, 6734595	2410, 2540, 2671
Selimiye	4863410, 5207878, 5552347	18025907, 21024622, 24023336	2724549, 3121742, 3518935	4611979, 5148684, 5685389	1726, 1806, 1887
Sürmene	6281764, 6559051, 6836339	16542413, 19610157, 22677902	1884265, 2163174, 2442082	5498043, 5975812, 6453581	1573, 1701, 1830
Taşçılar	4107867, 4466558, 4825249	18061415, 21752143, 25442871	2069606, 2392475, 2715344	5144162, 5622259, 6100356	1822, 1945, 2069
Tersane	5686129, 6015857, 6345585	19173775, 21988599, 24803422	1758687, 2112167, 2465648	4335833, 4809614, 5283394	1507, 1644, 1782
Tirebolu	6690294, 6812178, 6934062	20606871, 24757541, 28908211	3288665, 3722286, 4155908	4819467, 5773149, 6726832	2121, 2224, 2328
Ulucami	12694422, 12903610, 13112799	34918689, 42595362, 50272034	2970282, 3400949, 3831616	18510062, 20041416, 21572771	3746, 3950, 4155
Veliköy	9192148, 9365544, 9538941	21791125, 25918856, 30046586	2199994, 2492379, 2784763	7905841, 8431636, 8957432	2086, 2235, 2385
Zihniderin	16646965, 16981668, 17316370	16060863, 19094491, 22128118	2553288, 2896517, 3239747	8763217, 9325377, 9887536	1575, 1721, 1868
Işıklı	23362760, 26406072, 29449384	49207391, 61418836, 73630280	3301192, 3860101, 4419011	22028754, 24185451, 26342149	4755, 5373, 5992

Ek-13 2018 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	4234221 , 4460297 , 4686373	30402931 , 33374657 , 36346383	3021207 , 3399235 , 3777263	6561203 , 6906799 , 7252395	2398 , 2510 , 2623
Araklı	13026592 , 13388246 , 13749900	30590319 , 33519942 , 36449565	2927445 , 3082361 , 3237277	7766105 , 8185824 , 8605543	2325 , 2476 , 2628
Ardeşen	18510366 , 21731561 , 24952756	67254835 , 73439044 , 79623253	6186705 , 6624381 , 7062056	12386452 , 13933933 , 15481414	5185 , 5471 , 5758
Arhavi	25271566 , 28693307 , 32115049	47400473 , 50944423 , 54488373	5476120 , 6083564 , 6691008	8347434 , 8717953 , 9088472	3449 , 3703 , 3958
Aşıklar	7786627 , 8176882 , 8567138	32618395 , 36026313 , 39434231	2479213 , 2708199 , 2937184	9003041 , 9924402 , 10845764	2720 , 2810 , 2901
Azaklı	3289581 , 3443335 , 3597090	15964567 , 17827887 , 19691207	1785198 , 2080215 , 2375232	5006452 , 5666506 , 6326561	1204 , 1315 , 1427
Bölümlü	5174533 , 5601186 , 6027838	33604119 , 37675001 , 41745883	2552534 , 2860703 , 3168872	7975121 , 8526344 , 9077567	2580 , 2687 , 2795
Büyükköy	7214801 , 7411079 , 7607357	21998309 , 24743060 , 27487812	2897497 , 3234405 , 3571313	5066214 , 5485376 , 5904539	1734 , 1809 , 1885
Camıdağı	41877183 , 42400128 , 42923072	56911512 , 66121411 , 75331311	3489107 , 3856647 , 4224187	9751113 , 10675252 , 11599391	4378 , 4778 , 5179
Çamlı	7538829 , 8054965 , 8571101	29988821 , 32846096 , 35703371	2883263 , 3181162 , 3479062	6491534 , 6961855 , 7432175	2210 , 2387 , 2565
Çayeli	7115340 , 7760143 , 8404947	41611999 , 45769922 , 49927844	3518406 , 3737937 , 3957468	8556600 , 9506913 , 10457226	3275 , 3459 , 3644
Çiftlik	3199170 , 3361245 , 3523321	20783011 , 23265234 , 25747458	1233326 , 1342013 , 1450700	6614170 , 7286135 , 7958101	1601 , 1669 , 1738
Derepazarı	6474435 , 6529729 , 6585024	22744525 , 24931262 , 27117999	2644368 , 2825991 , 3007615	6445104 , 6955927 , 7466750	1792 , 1873 , 1955
Eskipazar	12696694 , 15219632 , 17742569	28246190 , 31406455 , 34566720	2116173 , 2338188 , 2560202	7610168 , 8095344 , 8580519	2146 , 2250 , 2355
Fındıklı	24653750 , 27142673 , 29631596	67238241 , 78576806 , 89915371	3350146 , 3806402 , 4262657	10151919 , 11076312 , 12000705	5257 , 5741 , 6226
Gündoğdu	21078963 , 21642751 , 22206539	38134034 , 41519101 , 44904168	2228214 , 2456756 , 2685298	8293897 , 8789291 , 9284685	2769 , 2958 , 3148
Hayrat	13277730 , 14604893 , 15932056	39578405 , 45568435 , 51558465	2874582 , 3212780 , 3550978	7689979 , 8345520 , 9001061	3165 , 3394 , 3624
Hopa	6456027 , 7282118 , 8108209	45426677 , 52545624 , 59664571	3105552 , 3380113 , 3654675	8644341 , 9366383 , 10088425	3667 , 3933 , 4200
İyidere	7061035 , 7520212 , 7979390	32982693 , 36210460 , 39438227	3454378 , 3781823 , 4109269	8051197 , 8741952 , 9432706	2475 , 2598 , 2722
Kalkandere	7092424 , 7317380 , 7542337	23886008 , 26367091 , 28848174	2636037 , 2885537 , 3135037	5933676 , 6305161 , 6676646	1846 , 1951 , 2057
Karaca	14377732 , 16231733 , 18085734	52791272 , 61474740 , 70158207	3060971 , 3552207 , 4043443	10191057 , 11327163 , 12463268	4103 , 4533 , 4964
Kemalpaşa	9274763 , 9496950 , 9719137	33210512 , 36187493 , 39164475	2978902 , 3256323 , 3533745	8559680 , 9278578 , 9997476	2458 , 2615 , 2773
Kendirli	3276304 , 3520502 , 3764700	19349595 , 21724384 , 24099172	1994846 , 2078137 , 2161429	5059682 , 5605801 , 6151920	1496 , 1593 , 1691
Kirazlık	4778934 , 4924425 , 5069916	28477737 , 31256109 , 34034481	3277270 , 3591841 , 3906413	7297518 , 8051964 , 8806410	2361 , 2435 , 2510
Melyat	14810022 , 15098768 , 15387515	38010896 , 41351807 , 44692718	2386107 , 2555882 , 2725657	8234257 , 8903211 , 9572165	3042 , 3204 , 3367
Muratlı	12455071 , 12671901 , 12888730	39752191 , 44819973 , 49887755	2670043 , 2928943 , 3187842	8169269 , 8719194 , 9269119	3135 , 3248 , 3362
Musadağı	22954471 , 23045569 , 23136668	27396871 , 30711785 , 34026698	2792102 , 2997048 , 3201995	6004793 , 6524328 , 7043863	2216 , 2318 , 2421
Of	7558163 , 8082015 , 8605868	28431314 , 31278870 , 34126426	2783963 , 3011447 , 3238932	5873944 , 6272944 , 6671943	2173 , 2283 , 2394
Ortopazar	14176159 , 14376819 , 14577480	28521457 , 31660477 , 34799497	1863256 , 2211666 , 2560077	7994281 , 8425300 , 8856319	2324 , 2455 , 2587
Pazar	5413730 , 5631404 , 5849077	28472823 , 31222666 , 33972508	3390213 , 3697848 , 4005483	6708569 , 7208951 , 7709333	2310 , 2458 , 2607
Pazarköy	4534957 , 4627607 , 4720256	17494277 , 19312043 , 21129809	2508638 , 2796150 , 3083662	5957957 , 6454567 , 6951178	1383 , 1436 , 1490
Sabuncular	17836964 , 20449251 , 23061538	53557917 , 62529936 , 71501955	3069749 , 3560603 , 4051458	8982478 , 10280455 , 11578433	4086 , 4660 , 5235
Salarha	11838406 , 12133819 , 12429231	37948992 , 41854587 , 45760182	3472556 , 3869758 , 4266959	7827387 , 8296493 , 8765600	3099 , 3229 , 3360
Selimiye	5705043 , 6049512 , 6393981	28249093 , 31247807 , 34246521	3600829 , 3998021 , 4395214	6119976 , 6656681 , 7193386	2224 , 2304 , 2385
Sürmene	6512649 , 6789936 , 7067224	28556001 , 31623745 , 34691490	3024589 , 3303497 , 3582406	6861029 , 7338798 , 7816567	2176 , 2304 , 2433
Taşçılar	4743237 , 5101928 , 5460619	34533491 , 38224220 , 41914948	3175272 , 3498141 , 3821010	6551720 , 7029817 , 7507915	2669 , 2792 , 2916
Tersane	6084133 , 6413861 , 6743590	28573582 , 31388406 , 34203230	3055752 , 3409232 , 3762712	6278732 , 6752513 , 7226294	2289 , 2426 , 2564
Tirebolu	6862096 , 6983981 , 7105865	30483111 , 34633781 , 38784451	4643993 , 5077615 , 5511237	6190567 , 7144250 , 8097932	2477 , 2580 , 2684
Ulucami	12735898 , 12945086 , 13154275	58906096 , 66582769 , 74259441	4626729 , 5057396 , 5488063	10723209 , 12254563 , 13785918	5059 , 5263 , 5468
Veliköy	9804413 , 9977809 , 10151206	38110816 , 42238547 , 46366277	3176152 , 3468536 , 3760920	6680445 , 7206240 , 7732036	2943 , 3092 , 3242
Zihniderin	16864508 , 17199210 , 17533913	30092316 , 33125944 , 36159571	3742430 , 4085659 , 4428889	6675626 , 7237786 , 7799945	2382 , 2528 , 2675
Işıklı	23822397 , 26865710 , 29909022	79303604 , 91515048 , 103726492	3911041 , 4469950 , 5028860	15600000 , 17756697 , 19913394	6052 , 6670 , 7289

Ek-14 2019 Yılı Üçgensel Bulanık Girdi ve Çıktı Değerleri

KVB	GİRDİLER				ÇIKTILAR
	Maddi duran varlıklar X ₁ (tl)	İlk madde malzeme giderleri X ₂ (tl)	Direkt işçilik giderleri X ₃ (tl)	Genel imalat giderleri X ₄ (tl)	Üretilen kuru çay miktarı Y ₁ (ton)
Ambarlık	4571977, 4798053, 5024128	39007297, 41979023, 44950749	4282088, 4660115, 5038143	7225983, 7571580, 7917176	2553, 2665, 2778
Araklı	13155770, 13517424, 13879077	37769275, 40698898, 43628521	3439478, 3594394, 3749310	8208119, 8627838, 9047558	2243, 2394, 2546
Ardeşen	18758234, 21979429, 25200624	88164183, 94348392, 100532601	7368162, 7805838, 8243513	20055622, 21603102, 23150583	5542, 5828, 6115
Arhavi	26312568, 29734309, 33156050	45313913, 48857863, 52401814	4681955, 5289400, 5896844	9629854, 10000374, 10370893	2726, 2980, 3235
Aşıklar	9134471, 9524726, 9914981	44187318, 47595236, 51003154	3055666, 3284651, 3513636	11950609, 12871971, 13793332	2821, 2911, 3002
Azaklı	3309923, 3463678, 3617433	21792737, 23656057, 25519377	2135916, 2430934, 2725951	7357676, 8017730, 8677785	1295, 1406, 1518
Bölümlü	5629760, 6056413, 6483065	46049267, 50120149, 54191031	3615660, 3923829, 4231998	7709676, 8260900, 8812123	2768, 2875, 2983
Büyükköy	7929217, 8125495, 8321773	32025102, 34769853, 37514605	3693350, 4030257, 4367165	7452036, 7871199, 8290361	2025, 2100, 2176
Camıdağı	42140022, 42662967, 43185912	81429499, 90639399, 99849298	3857332, 4224872, 4592411	12010613, 12934753, 13858892	4982, 5382, 5783
Çamlı	8681112, 9197248, 9713384	39101216, 41958491, 44815766	3636309, 3934209, 4232108	7800876, 8271197, 8741518	2252, 2429, 2607
Çayeli	8895038, 9539842, 10184645	54349058, 58506981, 62664903	4009976, 4229507, 4449038	13396856, 14347168, 15297481	3319, 3503, 3688
Çiftlik	3292082, 3454157, 3616233	26487140, 28969364, 31451588	1739551, 1848238, 1956926	8997356, 9669322, 10341287	1595, 1663, 1732
Derepazarı	6238040, 6293334, 6348628	27803576, 29990313, 32177051	2539355, 2720979, 2902603	8707663, 9218486, 9729309	1770, 1851, 1933
Eskipazar	12888228, 15411166, 17934103	36219817, 39380082, 42540347	2511712, 2733726, 2955741	8248663, 8733838, 9219014	2172, 2276, 2381
Fındıklı	26656181, 29145104, 31634028	95193168, 106531734, 117870299	5176826, 5633081, 6089336	11858259, 12782652, 13707045	6070, 6554, 7039
Gündoğdu	23812704, 24376492, 24940280	48002624, 51387690, 54772757	3071554, 3300096, 3528638	9638651, 10134045, 10629439	2967, 3156, 3346
Hayrat	14511648, 15838811, 17165974	55169325, 61159355, 67149385	3740067, 4078265, 4416462	9321375, 9976917, 10632458	3547, 3776, 4006
Hopa	8198460, 9024552, 9850643	61664139, 68783086, 75902033	4026504, 4301066, 4575628	9792415, 10514457, 11236499	3885, 4151, 4418
İyidere	8867207, 9326385, 9785563	40537381, 43765149, 46992916	4247890, 4575335, 4902781	11434016, 12124770, 12815524	2453, 2576, 2700
Kalkandere	7368955, 7593911, 7818867	31416014, 33897097, 36378180	3106115, 3355615, 3605116	7207244, 7578729, 7950214	1934, 2039, 2145
Karaca	14355469, 16209470, 18063471	70773280, 79456747, 88140215	4424090, 4915326, 5406562	11762903, 12899008, 14035114	4118, 4548, 4979
Kemalpaşa	9613409, 9835596, 10057783	43318450, 46295432, 49272413	3407961, 3685383, 3962804	11732926, 12451824, 13170721	2666, 2823, 2981
Kendirli	4328161, 4572359, 4816557	28744024, 31118812, 33493600	2090660, 2173952, 2257244	8145487, 8691606, 9237725	1684, 1781, 1879
Kirazlık	4950629, 5096120, 5241610	37169299, 39947671, 42726043	3869188, 4183759, 4498331	10790850, 11545297, 12299743	2389, 2463, 2538
Melyat	15785842, 16074589, 16363335	48705152, 52046063, 55386974	2768646, 2938421, 3108196	9878938, 10547892, 11216846	3091, 3253, 3416
Muratlı	12749400, 12966229, 13183059	56097197, 61164979, 66232761	3268747, 3527646, 3786546	9237095, 9787020, 10336945	3408, 3521, 3635
Musadağı	22225280, 22316378, 22407476	37704953, 41019867, 44334780	3448274, 3653221, 3858167	8013297, 8532832, 9052367	2369, 2471, 2574
Of	8622508, 9146360, 9670213	36576262, 39423818, 42271374	2825122, 3052607, 3280092	7619713, 8018713, 8417712	2283, 2393, 2504
Ortapazar	14153968, 14354629, 14555289	36231556, 39370576, 42509596	4046273, 4394683, 4743093	7504986, 7936005, 8367024	2277, 2408, 2540
Pazar	5576740, 5794413, 6012087	37299268, 40049111, 42798953	4202739, 4510374, 4818008	8420190, 8920572, 9420954	2340, 2488, 2637
Pazarköy	4633482, 4726132, 4818781	22522390, 24340156, 26157922	2745634, 3033146, 3320658	8284339, 8780950, 9277560	1446, 1499, 1553
Sabuncular	20186583, 22798870, 25411157	66291652, 75263671, 84235690	3721171, 4212025, 4702880	10972790, 12270768, 13568745	4099, 4673, 5248
Salarha	10472862, 10768274, 11063687	48610653, 52516248, 56421844	3850509, 4247710, 4644911	8393654, 8862760, 9331867	3111, 3241, 3372
Selimiye	5852799, 6197267, 6541736	36003196, 39001910, 42000624	4198300, 4595493, 4992686	8822456, 9359161, 9895866	2243, 2323, 2404
Sürmene	7800600, 8077887, 8355174	38259550, 41327295, 44395040	3458255, 3737164, 4016072	8282241, 8760010, 9237778	2303, 2431, 2560
Taşçılar	4588135, 4946825, 5305516	40861032, 44551760, 48242488	3782567, 4105436, 4428305	7942573, 8420670, 8898767	2477, 2600, 2724
Tersane	7377664, 7707392, 8037121	36552045, 39366869, 42181692	3738016, 4091496, 4444976	7157903, 7631683, 8105464	2237, 2374, 2512
Tirebolu	6760677, 6882562, 7004446	43397947, 47548617, 51699287	5078541, 5512163, 5945784	10981555, 11935238, 12888921	2832, 2935, 3039
Ulucami	13677196, 13886384, 14095573	84328993, 92005666, 99682339	4913129, 5343796, 5774463	18510062, 20041416, 21572771	5328, 5532, 5737
Veliköy	9810309, 9983705, 10157102	45516741, 49644471, 53772201	3746582, 4038967, 4331351	7905841, 8431636, 8957432	2820, 2969, 3119
Zihniderin	17195982, 17530685, 17865387	38270040, 41303667, 44337295	3773125, 4116355, 4459584	8763217, 9325377, 9887536	2297, 2443, 2590
Işıklı	23765820, 26809132, 29852445	96141982, 108353426, 120564870	5157708, 5716618, 6275527	22028754, 24185451, 26342149	5607, 6225, 6844

Ek-15 HTE Modeli Örneği

max y11 + u0

st

x11 + x21 + x31 + x41 = 1

<i>y11 -</i>	<i>x11 -</i>	<i>x21 -</i>	<i>x31 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y12 -</i>	<i>x12 -</i>	<i>x22 -</i>	<i>x32 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y13 -</i>	<i>x13 -</i>	<i>x23 -</i>	<i>x33 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y14 -</i>	<i>x14 -</i>	<i>x24 -</i>	<i>x34 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y15 -</i>	<i>x15 -</i>	<i>x25 -</i>	<i>x35 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y16 -</i>	<i>x16 -</i>	<i>x26 -</i>	<i>x36 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y17 -</i>	<i>x17 -</i>	<i>x27 -</i>	<i>x37 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y18 -</i>	<i>x18 -</i>	<i>x28 -</i>	<i>x38 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y19 -</i>	<i>x19 -</i>	<i>x29 -</i>	<i>x39 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y110 -</i>	<i>x110 -</i>	<i>x210 -</i>	<i>x310 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y111 -</i>	<i>x111 -</i>	<i>x211 -</i>	<i>x311 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y112 -</i>	<i>x112 -</i>	<i>x212 -</i>	<i>x312 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y113 -</i>	<i>x113 -</i>	<i>x213 -</i>	<i>x313 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y114 -</i>	<i>x114 -</i>	<i>x214 -</i>	<i>x314 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y115 -</i>	<i>x115 -</i>	<i>x215 -</i>	<i>x315 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y116 -</i>	<i>x116 -</i>	<i>x216 -</i>	<i>x316 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y117 -</i>	<i>x117 -</i>	<i>x217 -</i>	<i>x317 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y118 -</i>	<i>x118 -</i>	<i>x218 -</i>	<i>x318 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y119 -</i>	<i>x119 -</i>	<i>x219 -</i>	<i>x319 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y120 -</i>	<i>x120 -</i>	<i>x220 -</i>	<i>x320 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y121 -</i>	<i>x121 -</i>	<i>x221 -</i>	<i>x321 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y122 -</i>	<i>x122 -</i>	<i>x222 -</i>	<i>x322 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y123 -</i>	<i>x123 -</i>	<i>x223 -</i>	<i>x323 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y124 -</i>	<i>x124 -</i>	<i>x224 -</i>	<i>x324 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y125 -</i>	<i>x125 -</i>	<i>x225 -</i>	<i>x325 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y126 -</i>	<i>x126 -</i>	<i>x226 -</i>	<i>x326 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y127 -</i>	<i>x127 -</i>	<i>x227 -</i>	<i>x327 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y128 -</i>	<i>x128 -</i>	<i>x228 -</i>	<i>x328 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y129 -</i>	<i>x129 -</i>	<i>x229 -</i>	<i>x329 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y130 -</i>	<i>x130 -</i>	<i>x230 -</i>	<i>x330 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y131 -</i>	<i>x131 -</i>	<i>x231 -</i>	<i>x331 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y132 -</i>	<i>x132 -</i>	<i>x232 -</i>	<i>x332 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y133 -</i>	<i>x133 -</i>	<i>x233 -</i>	<i>x333 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y134 -</i>	<i>x134 -</i>	<i>x234 -</i>	<i>x334 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y135 -</i>	<i>x135 -</i>	<i>x235 -</i>	<i>x335 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y136 -</i>	<i>x136 -</i>	<i>x236 -</i>	<i>x336 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y137 -</i>	<i>x137 -</i>	<i>x237 -</i>	<i>x337 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y138 -</i>	<i>x138 -</i>	<i>x238 -</i>	<i>x338 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y139 -</i>	<i>x139 -</i>	<i>x239 -</i>	<i>x339 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y140 -</i>	<i>x140 -</i>	<i>x240 -</i>	<i>x340 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y141 -</i>	<i>x141 -</i>	<i>x241 -</i>	<i>x341 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>
<i>y142 -</i>	<i>x142 -</i>	<i>x242 -</i>	<i>x342 +</i>	<i>u0 <=</i>	<i>0</i>

4234221v1 -x11 <= 0; 4686373v1 -x11 >= 0; 30402931v2 -x21 <= 0; 36346383v2 -x21 >=0;
3021206v3 -x31 <= 0; 3777262v3 -x31 >= 0; 6561202v4 -x41 <= 0; 252395v4 -x41 >=0;
2397u1 -y11 <=0; 2623u1 -y11 >= 0; 13026592v1 -x12 <=0; 13749900v1 -x12 >=0;
30590319v2 -x22 <= 0; 36449565v2 -x22 >=0; 2927445v3 -x32 <=0; 3237277v3 -x32 >= 0;
7766104v4 -x42 <= 0; 8605543v4 -x42 >= 0; 2325u1 -y12 <=0; 2627u1y12 >= 0;

Ek-15 (Devam) HTE Modeli Örneği

18510365v1 -x13 <= 0; 24952755v1 -x13 >= 0; 67254834v2 -x23 <= 0; 79623252v2 -x23 >= 0;
6186705v3 -x33 <= 0; 7062056v3 -x33 >= 0; 12386452v4 -x43 <= 0; 15481413v4 -x43 >= 0;
5185u -y13 <= 0; 5757u1 -y13 >= 0; 25271566v1 -x14 <= 0; 32115048v1 -x14 >= 0;
47400472v2 -x24 <= 0; 54488373v2 -x24 >= 0; 5476119v3 -x34 <= 0; 6691008v3 -x34 >= 0;
8347433v4 -x44 <= 0; 9088472v4 -x44 >= 0; 3448u1 -y14 <= 0; 3958u1 -y14 >= 0;
7786627v1 -x15 <= 0; 8567137v1 -x15 >= 0; 32618395v2 -x25 <= 0; 39434231v2 -x25 >= 0;
2479213v3 -x35 <= 0; 2937183v3 -x35 >= 0; 9003040v4 -x45 <= 0; 10845763v4 -x45 >= 0;
2720u1 -y15 <= 0; 2900u1 -y15 >= 0; 3289580v1 -x16 <= 0; 3597090v1 -x16 >= 0;
15964566v2 -x26 <= 0; 19691207v2 -x26 >= 0; 1785197v3 -x36 <= 0; 2375231v3 -x36 >= 0;
5006451v4 -x46 <= 0; 6326560v4 -x46 >= 0; 1203u1 -y16 <= 0; 1427u1 -y16 >= 0;
5174533v1 -x17 <= 0; 6027837v1 -x17 >= 0; 33604119v2 -x27 <= 0; 41745883v2 -x27 >= 0;
2552533v3 -x37 <= 0; 3168871v3 -x37 >= 0; 7975120v4 -x47 <= 0; 9077567v4 -x47 >= 0;
2580u1 -y17 <= 0; 2794u1 -y17 >= 0; 7214801v1 -x18 <= 0; 7607356v1 -x18 >= 0;
21998308v2 -x28 <= 0; 27487812v2 -x28 >= 0; 2897497v3 -x38 <= 0; 3571313v3 -x38 >= 0;
5066214v4 -x48 <= 0; 5904538v4 -x48 >= 0; 1733u1 -y18 <= 0; 1885u1 -y18 >= 0;
41877182v1 -x19 <= 0; 42923072v1 -x19 >= 0; 56911511v2 -x29 <= 0; 75331311v2 -x29 >= 0;
3489107v3 -x39 <= 0; 4224186v3 -x39 >= 0; 9751112v4 -x49 <= 0; 11599391v4 -x49 >= 0;
4377u1 -y19 <= 0; 5179u1 -y19 >= 0; 7538828v1 -x110 <= 0; 8571100v1 -x110 >= 0;
29988821v2 -x21 <= 0; 35703371v2 -x210 >= 0; 2883262v3 -x310 <= 0; 3479061v3 -x310 >= 0;
6491533v4 -x410 <= 0; 7432175v4 -x410 >= 0; 2210u1 -y110 <= 0; 2564u1 -y110 >= 0;
7115339v1 -x111 <= 0; 8404946v1 -x111 >= 0; 41611998v2 -x211 <= 0; 49927844v2 -x211 >= 0;
3518405v3 -x311 <= 0; 3957467v3 -x311 >= 0; 8556600v4 -x411 <= 0; 10457226v4 -x411 >= 0;
3275u1 -y111 <= 0; 3643u1 -y111 >= 0; 3199169v1 -x112 <= 0; 3523320v1 -x112 >= 0;
20783010v2 -x212 <= 0; 25747457v2 -x212 >= 0; 1233325v3 -x312 <= 0; 1450699v3 -x312 >= 0;
6614169v4 -x412 <= 0; 79581014 -x412 >= 0; 1601u1 -y112 <= 0; 1737u1 -y112 >= 0;
6474435v1 -x113 <= 0; 6585023v1 -x113 >= 0; 22744524v2 -x213 <= 0; 27117999v2 -x213 >= 0;
2644367v3 -x313 <= 0; 3007615v3 -x313 >= 0; 6445103v4 -x413 <= 0; 7466750v4 -x413 >= 0;
1792u1 -y113 <= 0; 1954u1 -y113 >= 0; 12696693v1 -x114 <= 0; 17742569v1 -x114 >= 0;
28246190v2 -x214 <= 0; 34566720v2 -x214 >= 0; 2116173v3 -x314 <= 0; 2560201v3 -x314 >= 0;
7610168v4 -x414 <= 0; 8580519v4 -x414 >= 0; 2146u1 -y114 <= 0; 2354u1 -y114 >= 0;
24653749v1 -x115 <= 0; 29631596v1 -x115 >= 0; 67238241v2 -x215 <= 0; 89915371v2 -x215 >= 0;
3350146v3 -x315 <= 0; 4262657v3 -x315 >= 0; 10151918v4 -x415 <= 0; 12000704v4 -x415 >= 0;
5257u1 -y115 <= 0; 6225u1 -y115 >= 0; 21078963v1 -x116 <= 0; 22206538v1 -x116 >= 0;
38134034v2 -x216 <= 0; 44904167v2 -x216 >= 0; 228213v3 -x316 <= 0; 2685297v3 -x316 >= 0;
8293897v4 -x416 <= 0; 9284684v4 -x416 >= 0; 2769u1 -y116 <= 0; 3147u1 -y116 >= 0;
13277729v1 -x117 <= 0; 15932056v1 -x117 >= 0; 39578405v2 -x217 <= 0; 51558465v2 -x217 >= 0;

Ek-15 (Devam) HTE Modeli Örneği

2874582v3 -x317<= 0; 3550977v3 -x317 >= 0; 7689979v4 -x417 <= 0; 9001061v4 -x417>= 0;
3164u1 -y117 <= 0; 3624u1-y117>= 0;
6456026v1-x118 <= 0; 8108209v1-x118 >= 0; 4542667v2-x218 <= 0; 59664571v2 -x218 >= 0;
3105551v3 -x318 <= 0;3654675v3-x318>=0;8644341v4-x418<=0;10088425v4 x418>= 0;
3667u1y118 <= 0; 4199u1 -y118 >= 0; 7061034v1-x119 <= 0; 7979390v1 -x119 >= 0;
32982692v2 -x219 <= 0; 39438227v2 -x219 >=0; 3454377v3 -x319<= 0; 4109268v3 -x319 >= 0;
8051197v4 -x419 <= 0; 9432705v4 -x419 >= 0; 2475u1 -y119 <= 0; 2721u1 -y119 >= 0;
7092424v1 -x120<= 0; 7542336v1 -x120>= 0; 23886008v2 -x220 <= 0; 28848173v2 -x220 >= 0;
2636036v3 -x320 <= 0; 3135037v3 -x320 >= 0; 5933676v4 -x420 <= 0; 6676645v4 -x420>=0;
1845u1-y120<=0; 2057u1 -y120 >=0; 14377732v1 -x121 <= 0; 18085734v1 -x121>= 0;
52791272v2-x221 <= 0; 70158207v2-x221 >= 0; 3060970v3-x321 <=0; 4043442v3-x321 >= 0;
10191057v4 -x421 <= 0; 12463268v4 -x421 >= 0; 4103u1 -y121 <= 0; 4963u1-y121 >=0;
9274763v1-x122 <=0; 9719137v1-x122 >= 0; 33210511v2 -x222 <=0; 39164474v2 -x222 >= 0;
2978901v3 -x322<=0; 3533744v3 -x322 >=0;8559680v4-x422<=0;9997475v4-x422 >=0;
2457u1-y122<=0;2773u1-y122 >=0; 3276303v1 -x123 <= 0; 3764699v1 -x123 >= 0;
19349595v2 -x223 <= 0; 24099171v2 -x223>= 0; 1994845v3 -x323 <= 0; 2161429v3-x323 >= 0;
5059682v4 -x423 <= 0; 6151920v4 -x423>=0; 1495u1-y123<=0; 1691u1-y123>=0;
4778934v1-x124<=0;5069915v1-x124>=0; 28477737v2 -x224 <= 0; 34034480v2 -x224>=0;
3277270v3-x324<=0; 7297518v4 -x424 <= 0; 8806410v4 -x424 >= 0; 2361u1 -y124 <= 0;
2509u1 -y124>= 0; 3906412v3-x324 >= 0; 14810021v1-x125 <= 0; 15387515v1-x125 >= 0;
38010896v2-x225 <= 0; 44692718v2-x225 >=0; 2386107v3-x325 <= 0; 2725657v3 -x325 >= 0;
8234256v4 -x425 <= 0; 9572164v4 -x425 >= 0; 3041u1 -y125 <= 0; 3367u1-y125 >= 0;
12455071v1-x126 <=0; 12888729v1-x126>=0; 39752191v2 -x226 <= 0; 49887754v2-x226 >= 0;
2670043v3 -x326 <= 0; 3187841v3 -x326 >= 0; 8169269v4 -x426 <= 0; 9269118v4 -x426 >= 0;
3134u1 -y126 <= 0; 3362u1 -y126 >= 0; 22954471v1 -x127 <= 0; 23136667v1 -x127 >=0;
27396871v2 -x227 <= 0; 2792101v3 -x327 <= 0; 3201994v3 -x327 >= 0; 6004792v4 -x427 <= 0;
7043862v4 -x427 >= 0; 2216u1 -y127<= 0; 2420u1 -y127 >= 0; 7558162v1 -x128 <= 0;
8605867v1 -x128 >= 0; 28431313v2 -x228 <= 0; 34126426v2 -x228 >= 0; 2783962v3 -x328 <=0;
3238932v3 -x328 >= 0; 5873944v4 -x428 <= 0; 6671943v4 -x428 >= 0; 2172u1 -y128 <= 0;
2394u1 -y128>= 0; 14176158v1-x129<= 0;14577479v1-x129>=0; 28521456v2 -x229 <= 0;
34799496v2-x229 >= 0; 1863256v3-x329 <= 0;2560076v3-x329 >= 0; 7994281v4-x429 <= 0;
2324u1 -y129 <= 0; 2586u1-y129 >= 0; 5413730v1 -x130 <= 0; 5849077v1 -x130 >= 0;
28472822v2-x230 <= 0; 33972508v2 -x230 >= 0;3390213v3 -x330 <= 0; 4005482v3 -x330 >= 0;
6708569v4 -x430 <= 0; 7709333v4-x430 >= 0; 2309u1-y130<= 0; 2607u1-y130>= 0;
4534957v1-x131 <= 0; 17494276v2 -x231 <= 0; 21129808v2-x231 >= 0; 2508637v3- x331 <= 0;
3083662v3 -x331 >= 0; 5957956v4 -x431 <= 0; 6951177v4 -x431 >= 0; 1383u1 -y131 <= 0;

Ek-15 (Devam) HTE Modeli Örneği

1489u1 -y131 >= 0; 17836963v1 -x132 <=0; 23061538v1 -x132 >= 0; 53557916v2 -x232 <= 0;
71501954v2 -x232 >= 0; 3069748v3 -x332 <= 0; 4051457v3 -x332 >= 0; 8982478v4 -x432 <= 0;
11578432v4 -x432 >= 0; 4085u1 -y132<= 0; 5235u1 -y132 >= 0; 11838406v1 -x133 <= 0
12429231v1-x133>=0;37948991v2 -x233 <=0;45760182v2 x233 >= 0; 3472556v3-x333<=0;
4266959v3 -x333 >=0; 7827386v4-x433<=0; 8765600v4-x433>=0; 3099u1-y133<=0;
3359u1 -y133 >= 0; 5705043v1 -x134 <= 0; 6393980v1- x134 >= 0; 28249093v2-x234<=0;
34246521v2 -x234 >= 0; 3600828v3 -x334 <= 0; 4395214v3 -x334 >= 0; 6119975v4 -x434 <=0;
7193386v4- x434>= 0; 2224u1 -y134 <= 0; 2384u1 -y134 >= 0; 6512648v1 -x135 <= 0;
7067223v1 -x135>= 0; 28556000v2-x235 <= 0;3024588v3 -x335 <= 0;3582405v3 -x335 >= 0;
6861028v4-x435 <= 0;7816566v4 -x435 >= 0; 2176u1 -y135 <= 0; 2432u1-y135 >= 0;
4743237v1 -x136<= 0; 5460618v1 -x136 >= 0; 34533491v2 -x236 <= 0; 41914947v2 -x236 >=
0; 3175271v3 -x336 <= 0; 3821009v3-x336 >= 0; 6551720v4 -x436 <= 0; 7507914v4 -x436 >=
0; 2668u1 -y136 <= 0; 2916u1 -y136 >= 0; 6084133v1 -x137 <= 0; 6743589v1 -x137 >= 0;
28573582v2 -x237 <= 0; 34203229v2 -x237 >= 0; 3055751v3 -x337 <= 0; 3762712v3 -x337 >=0;
6278732v4-x437<= 0; 7226293v4-x437 >= 0; 2289u1-y137 <= 0;2563u1 -y137 >= 0;
6862096v1 -x138 <= 0; 7105865v1 -x138 >= 0; 30483111v2 -x238 <= 0;38784451v2 -x238 >=
0; 4643993v3-x338 <= 0; 5511236v3 -x338 >= 0; 6190566v4 -x438 <= 0; 8097932v4 -x438 >=
0; 2477u1 -y138 <= 0; 2683u1 -y138 >= 0; 12735898v1 -x139 <=0; 13154274v1 -x139 >= 0;
58906095v2 -x239 <= 0;74259441v2 -x239 >= 0; 4626729v3 -x339 <= 0; 5488063v3 -x339 >=
0; 10723208v4 -x439 <= 0; 13785917v4 -x439 >=0; 5059u1 -y139 <= 0; 5467u1 -y139 >= 0;
9804412v1 -x140 <= 0; 10151205v1 -x140>= 0; 38110816v2-x240 <=0;46366277v2 -x240 >= 0;
3176151v3 -x340 <= 0; 3760920v3 -x340 >= 0;6680444v4 -x440 <=0; 7732035v4 -x440 >= 0;
2943u1 -y140 <=0; 3241u1 -y140 >= 0; 16864507v1 -x141 <= 0; 17533912v1 -x141 >= 0;
30092315v2 -x241 <= 0; 36159571v2 -x241 >= 0; 3742430v3 -x341 <= 0; 4428888v3 -x341 >=
0; 6675626v4 -x441 <= 0; 7799944v4 -x441 >= 0; 2382u1 -y141 <= 0; 2674u1 -y141 >= 0;
23822397v1-x142<=0; 29909022v1 -x142 >= 0; 79303604v2 -x242<= 0; 103726492v2-x242>=0;
3911040v3 -x342 <= 0; 5028859 v3 -x342>= 0; 15599999v4-x442 <=0;19913394v4 -x442 >= 0;
6051u1 -y142 <= 0; 7289u1 -y142>= 0;

Ek-16 PEMPL Modeli Örneği

$\min q$

S.t

4460296q - 4460296x1 - 13388245x2 - 21731560x3 - 28693306x4 - 8176881x5 -
3443334x6 - 5601185x7 - 7411078x8 - 42400127x9 - 8054964x10 - 7760142x11 -
3361244x12 - 6529728x13 - 15219631x14 - 27142672x15 - 21642750x16 - 14604892x17 -
7282117x18 - 7520211x19 - 7317379x20 - 16231732x21 - 9496949x22 - 3520501x23 -
4924424x24 - 15098767x25 - 12671900x26 - 23045568x27 - 8082014x28 - 14376818x29 -
5631403x30 - 4627606x31 - 20449250x32 - 12133818x33 - 6049511x34 - 6789935x35 -
5101927x36 - 6413860x37 - 6983980x38 - 12945085x39 - 9977808x40 - 17199209x41 -
26865709x42 ≥ 0

33374656q - 33374656x1 - 33519941x2 - 73439043x3 - 50944422x4 - 36026312x5 -
17827886x6 - 37675000x7 - 24743059x8 - 66121410x9 - 32846095x10 - 45769921x11 -
23265233x12 - 24931261x13 - 31406454x14 - 78576805x15 - 41519100x16 - 45568434x17 -
52545623x18 - 36210459x19 - 26367090x20 - 61474739x21 - 36187492x22 - 21724383x23 -
31256108x24 - 41351806x25 - 44819972x26 - 30711784x27 - 31278869x28 - 31660476x29 -
31222665x30 - 19312042x31 - 62529935x32 - 41854586x33 - 31247806x34 - 31623744x35 -
38224219x36 - 31388405x37 - 34633780x38 - 66582768x39 - 42238546x40 - 33125943x41 -
91515047x42 ≥ 0

3399234q - 3399234x1 - 3082360x2 - 6624380x3 - 6083563x4 - 2708198x5 -
2080214x6 - 2860702x7 - 3234404x8 - 3856646x9 - 3181161x10 - 3737936x11 -
1342012x12 - 2825990x13 - 2338187x14 - 3806401x15 - 2456755x16 - 3212779x17 -
3380112x18 - 3781822x19 - 2885536x20 - 3552206x21 - 3256322x22 - 2078136x23 -
3591840x24 - 2555881x25 - 2928942x26 - 2997047x27 - 3011446x28 - 2211665x29 -
3697847x30 - 2796149x31 - 3560602x32 - 3869757x33 - 3998020x34 - 3303496x35 -
3498140x36 - 3409231x37 - 5077614x38 - 5057395x39 - 3468535x40 - 4085658x41 -
4469949x42 ≥ 0

6906798q - 6906798x1 - 8185823x2 - 13933932x3 - 8717952x4 - 9924401x5 -
5666505x6 - 8526343x7 - 5485375x8 - 10675251x9 - 6961854x10 - 9506912x11 -
7286134x12 - 6955926x13 - 8095343x14 - 11076311x15 - 8789290x16 - 8345519x17 -
9366382x18 - 8741951x19 - 6305160x20 - 11327162x21 - 9278577x22 - 5605800x23 -
8051963x24 - 8903210x25 - 8719193x26 - 6524327x27 - 6272943x28 - 8425299x29 -
7208950x30 - 6454566x31 - 10280454x32 - 8296492x33 - 6656680x34 - 7338797x35 -
7029816x36 - 6752512x37 - 7144249x38 - 12254562x39 - 7206239x40 - 7237785x41 -
17756696x42 ≥ 0

2510y1 + 2476y2 + 5471y3 + 3703y4 + 2810y5 + 1315y6 +
2687y7 + 1809y8 + 4778y9 + 2387y10 + 3459y11 + 1669y12 +

Ek-16 (Devam) PEML Modeli Örneği

1873y13 + 2250y14 + 5741y15 + 2958y16 + 3394y17 + 3933y18 +
2598y19 + 1951y20 + 4533y21 + 2615y22 + 1593y23 + 2435y24 +
3204y25 + 3248y26 + 2318y27 + 2283y28 + 2455y29 + 2458y30 +
1436y31 + 4660y32 + 3229y33 + 2304y34 + 2304y35 + 2792y36 +
2426y37 + 2580y38 + 5263y39 + 3092y40 + 2528y41 + 6670y42 >=2510



Ek-17 JVL Modeli Örneği

$\min q$

st

26809132q - 4460297x1 - 13388246x2 - 21731561x3 - 28693307x4 - 8176882x5 - 3443335x6 -
5601186x7 - 7411079x8 - 42400128x9 - 8054965x10 - 760143x11 - 3361245x12 - 6529729x13 -
5219632x14 - 27142673x1 - 21642751x16 - 4604893x17 - 7282118x18 - 7520212x19 - 7317380x20
- 6231733x21 - 9496950x22 - 3520502x23 - 4924425x24 - 15098768x25 - 12671901x26 -
23045569x27 - 8082015x28 - 14376819x29 - 5631404x30 - 4627607x31 - 20449251x32 -
12133819x33 - 6049512x34 - 6789936x35 - 5101928x36 - 6413861x37 - 6983981x38 -
12945086x39 - 9977809x40 - 17199210x41 - 26865710x42 ≥ 0

108353426q - 33374657x1 - 33519942x2 - 73439044x3 - 50944423x4 - 36026313x5 - 17827887x6
- 37675001x7 - 24743060x8 - 66121411x9 - 32846096x10 - 45769922x11 - 23265234x12 -
4931262x13 - 31406455x14 - 78576806x15 - 41519101x16 - 45568435x17 - 52545624x18 -
36210460x19 - 26367091x20 - 61474740x2 - 36187493x22 - 21724384x23 - 31256109x24 -
41351807x25 - 44819973x26 - 30711785x27 - 31278870x28 - 31660477x29 - 31222666x30 -
19312043x3 - 62529936x32 - 41854587x33 - 31247807x34 - 31623745x35 - 38224220x36 -
31388406x37 - 34633781x38 - 66582769x39 - 42238547x40 - 33125944x41 - 91515047x42 ≥ 0
5716617q - 3399235x1 - 3082361x2 - 6624381x3 - 6083564x4 - 2708199x5 - 2080215x6 -
2860703x7 - 3234405x8 - 3856647x9 - 3181162x10 - 3737937x11 - 1342013x12 - 2825991x13 -
2338188x14 - 3806402x15 - 2456756x16 - 3212780x17 - 3380113x18 - 3781823x19 - 2885537x20
- 3552207x21 - 3256323x22 - 2078137x23 - 3591841x24 - 2555882x25 - 2928943x26 -
2997048x27 - 3011447x28 - 2211666x29 - 3697848x30 - 2796150x31 - 3560603x32 - 3869758x33
- 3998021x34 - 3303497x35 - 3498141x36 - 3409232x37 - 5077615x38 - 5057396x39 - 3468536x40
- 4085659x41 - 4469949x42 ≥ 0

24185450q - 6906799x1 - 8185824x2 - 13933933x3 - 8717953x4 - 9924402x5 - 5666506x6 -
8526344x7 - 5485376x8 - 10675252x9 - 6961855x10 - 9506913x11 - 7286135x12 - 6955927x13 -
8095344x14 - 11076312x15 - 8789291x16 - 8345520x17 - 9366383x18 - 8741952x19 - 305161x20
- 11327163x21 - 9278578x22 - 5605801x23 - 8051964x24 - 8903211x25 - 8719194x26 -
6524328x27 - 6272944x28 - 8425300x29 - 7208951x30 - 6454567x31 - 10280455x32 - 8296493x33
- 6656681x34 - 7338798x35 - 7029817x36 - 6752513x37 - 7144250x38 - 12254563x39 -
7206240x40 - 7237786x41 - 17756696x42 ≥ 0

2510x1	+2476x2	+5471x3	+3703x4	+2810x5	+1315x6	+2687x7
+1809x8	+4778x9	+2387x10	+3459x11	+1669x12	+1873x13	+2250x14
+5741x15	+2958x16	+3394x17	+3933x18	+2598x19	+1951x20	+4533x21
+2615x22	+1593x23	+2435x24	+3204x25	+3248x26	+2318x27	+2283x28
+2455x29	+2458x30	+1436x31	+4660x32	+3229x33	+2304x34	+2304x35
+2792x36	+2426x37	+2580x38	+5263x39	+3092x40	+2528x41	+6670x42

≥ 6225

Ek-18 HTE Modeli 2014-15 Dönemi Skorları

KVB	Ölçek Değişimi			Saf Etkinlik Değişimi			Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$
Ambarlık	0,99	0,98	0,91	1,01	1,02	1,12	1,00	1,00	1,02	0,84	0,84	0,91	0,83	0,82	0,84
Araklı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	1,03	0,87	0,86	0,87	0,87	0,86	0,90
Ardeşen	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,81	0,84	0,80	0,81	0,84
Arhavi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,04	1,00	1,00	1,04	0,73	0,78	0,82	0,73	0,78	0,86
Aşıklar	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,07	1,00	1,00	1,07	0,88	0,87	0,86	0,88	0,87	0,91
Azaklı	0,96	0,97	1,08	1,05	1,03	0,93	1,00	1,00	1,00	0,85	0,86	0,89	0,82	0,83	0,96
Bölümlü	1,00	1,01	1,01	1,00	0,99	1,10	1,00	1,00	1,11	0,86	0,84	0,82	0,86	0,84	0,92
Büyükköy	0,99	1,00	1,04	1,01	1,00	0,99	1,00	1,00	1,04	0,87	0,88	0,90	0,87	0,87	0,98
Camıdağı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	1,00	1,00	1,10	0,70	0,80	0,89	0,70	0,80	0,98
Çamlı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,08	1,00	1,00	1,09	0,88	0,87	0,87	0,87	0,87	0,94
Çayeli	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,00	1,00	1,11	0,88	0,86	0,84	0,88	0,86	0,94
Çiftlik	1,01	1,02	1,13	0,99	0,98	0,88	1,00	1,00	1,00	0,87	0,87	0,93	0,87	0,89	1,06
Derepazarı	0,99	1,00	1,03	1,01	1,00	1,03	1,00	1,00	1,06	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,95
Eskipazar	0,99	1,06	1,05	1,01	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	0,42	0,74	0,77	0,42	0,79	0,81
Fındıklı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,14	1,00	1,00	1,14	0,87	0,88	0,85	0,87	0,88	0,97
Gündoğdu	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,13	1,00	1,00	1,13	0,89	0,88	0,85	0,89	0,88	0,96
Hayrat	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	1,00	1,00	1,05	0,85	0,84	0,86	0,84	0,84	0,90
Hopa	1,01	1,00	1,01	0,99	1,00	1,17	1,00	1,00	1,18	0,89	0,88	0,84	0,89	0,88	1,00
İyidere	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,12	1,00	1,00	1,12	0,89	0,88	0,85	0,89	0,88	0,96
Kalkandere	0,98	0,99	1,02	1,02	1,01	0,98	1,00	1,00	1,00	0,84	0,84	0,88	0,82	0,83	0,90
Karaca	0,98	0,98	0,96	1,02	1,03	1,12	1,00	1,00	1,08	0,68	0,80	0,84	0,67	0,78	0,86
Kemalpaşa	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	1,14	1,00	1,00	1,12	0,87	0,86	0,84	0,87	0,86	0,93
Kendirli	1,01	1,03	1,06	0,99	0,97	1,04	1,00	1,00	1,10	0,88	0,88	0,90	0,89	0,91	1,05
Kirazlık	0,99	0,99	1,06	1,01	1,01	1,06	1,00	1,00	1,13	0,89	0,87	0,85	0,88	0,86	1,02
Melyat	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	1,18	1,00	1,00	1,09	0,84	0,82	0,84	0,84	0,82	0,85
Muratlı	0,99	0,99	0,99	1,01	1,01	1,07	1,00	1,00	1,05	0,83	0,82	0,84	0,82	0,82	0,87
Musadağı	0,99	0,99	1,05	1,01	1,01	0,97	1,00	1,00	1,03	0,85	0,85	0,89	0,85	0,85	0,96
Of	0,99	1,00	0,98	1,01	1,00	1,11	1,00	1,00	1,09	0,86	0,85	0,84	0,85	0,85	0,90
Ortapazar	0,99	0,99	0,99	1,01	1,01	1,07	1,00	1,00	1,05	0,87	0,86	0,87	0,86	0,85	0,90
Pazar	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,11	1,00	1,00	1,12	0,89	0,87	0,86	0,89	0,87	0,97
Pazarköy	0,98	1,00	1,03	1,02	1,00	0,96	1,00	1,00	0,99	0,86	0,87	0,88	0,85	0,88	0,90
Sabuncular	1,00	0,99	1,06	1,00	1,01	1,16	1,00	1,00	1,23	0,96	0,93	0,84	0,96	0,92	1,10
Salarha	0,98	0,99	0,95	1,02	1,01	1,13	1,00	1,00	1,07	0,81	0,83	0,84	0,79	0,82	0,85
Selimye	0,99	0,99	1,05	1,01	1,01	1,02	1,00	1,00	1,07	0,86	0,85	0,86	0,84	0,84	0,96
Sürmene	0,99	1,00	1,00	1,01	1,00	1,06	1,00	1,00	1,06	0,84	0,83	0,85	0,83	0,83	0,90
Taşçılar	0,99	1,02	1,07	1,01	0,98	1,07	1,00	1,00	1,14	0,89	0,88	0,88	0,88	0,90	1,07
Tersane	0,99	1,00	0,98	1,01	1,00	1,10	1,00	1,00	1,08	0,83	0,84	0,86	0,82	0,84	0,92
Tirebolu	0,99	0,99	1,03	1,01	1,01	1,01	1,00	1,00	1,04	0,84	0,85	0,88	0,83	0,84	0,94
Ulucami	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,14	1,00	1,00	1,14	0,87	0,86	0,82	0,87	0,86	0,94
Veliköy	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	1,16	1,00	1,00	1,08	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Zihniderin	0,99	0,99	0,99	1,01	1,01	1,16	1,00	1,00	1,15	0,89	0,88	0,86	0,88	0,87	0,97
İşikli	1,00	1,00	1,23	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	1,14	0,73	0,79	0,83	0,73	0,79	1,17
Ortalama	0,99	1,00	1,01	1,01	1,00	1,07	1,00	1,00	1,08	0,84	0,85	0,86	0,83	0,85	0,94
< 1	29	29	14	5	6	8	0	0	2	42	42	42	42	42	35
= 1	8	7	3	8	7	1	42	42	4	0	0	0	0	0	0
>1	5	6	25	29	29	33	0	0	36	0	0	0	0	0	7

Ek-19 HTE Modeli 2015-16 Dönemi Skorları

KVB	Ölçek Değişimi			Saf Etkinlik Değişimi			Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$
Ambarlık	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,15	1,00	1,00	1,16	1,03	1,03	0,95	1,03	1,03	1,12
Araklı	0,99	1,00	1,00	1,01	1,00	1,01	1,00	1,00	1,01	0,89	0,90	0,91	0,88	0,89	0,92
Ardeşen	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	0,93	0,59	0,71	0,86	0,59	0,71	0,80
Arhavi	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	0,93	1,00	1,00	0,93	0,95	0,92	0,93	0,96	0,92	0,87
Aşıklar	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	1,03	1,04	1,02	0,98	1,04	1,02	1,01
Azaklı	1,00	1,00	1,04	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00	1,00	0,90	0,91	0,94	0,90	0,91	0,97
Bölümlü	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	0,96	0,94	0,97	0,96	0,94
Büyükköy	1,01	1,01	1,05	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,03	0,92	0,92	0,94	0,93	0,93	1,01
Camıdağı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,98	0,97	0,98	1,07	0,97	0,98	1,05
Çamlı	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	0,98	0,90	0,90	0,91	0,90	0,90	0,90
Çayeli	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	0,95	0,95	0,96	0,95	0,95	0,96
Çiftlik	0,99	0,99	1,01	1,01	1,01	0,99	1,00	1,00	1,00	0,93	0,98	0,95	0,92	0,97	0,96
Derepazarı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,98	0,88	0,89	0,90	0,88	0,89	0,89
Eskipazar	1,00	1,03	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,92	0,93	0,80	0,95	0,93
Fındıklı	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	0,94	1,00	1,00	0,96	0,93	0,93	0,97	0,93	0,93	0,96
Gündoğdu	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	0,92	0,95	0,95	0,93
Hayrat	1,00	1,01	1,00	1,00	0,99	0,98	1,00	1,00	0,98	0,90	0,91	0,91	0,90	0,91	0,89
Hopa	1,01	1,01	1,00	0,99	0,99	0,92	1,00	1,00	0,92	0,90	0,90	0,92	0,91	0,90	0,85
İyidere	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	0,95	0,89	0,89	0,92	0,89	0,90	0,87
Kalkandere	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	1,02	1,00	1,00	1,05	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	1,01
Karaca	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,18	1,16	1,12	1,18	1,16	1,12
Kemalpaşa	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	0,96	0,94	0,97	0,96	0,94
Kendirli	0,99	1,00	1,07	1,01	1,00	0,90	1,00	1,00	0,97	0,93	0,93	0,99	0,92	0,93	1,03
Kirazlık	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,00	1,00	1,02	0,93	0,94	0,93	0,93	0,94	0,94
Melyat	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	0,95	0,91	0,92	0,99	0,91	0,92	0,94
Muratlı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,04	1,00	1,00	1,04	0,91	0,92	0,92	0,91	0,92	0,95
Musadağı	0,99	0,99	1,01	1,01	1,01	1,02	1,00	1,00	1,03	0,90	0,90	0,90	0,89	0,90	0,93
Of	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	0,91	0,91	0,93	0,91	0,91	0,93
Ortopazar	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,01	0,89	0,90	0,90	0,89	0,90	0,91
Pazar	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,06	1,00	1,00	1,06	0,96	0,96	0,92	0,96	0,96	0,98
Pazarköy	0,98	0,99	1,02	1,02	1,01	0,96	1,00	1,00	0,98	0,88	0,89	0,92	0,87	0,88	0,92
Sabuncular	1,01	1,01	1,00	0,99	0,99	0,90	1,00	1,00	0,90	0,90	0,87	0,89	0,90	0,88	0,81
Salarha	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,99	0,93	0,93	0,96	0,93	0,93	0,94
Selimiye	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	1,04	0,93	0,93	0,91	0,93	0,93	0,95
Sürmene	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,02	0,91	0,91	0,91	0,91	0,92	0,94
Taşçılar	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	0,99	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92
Tersane	1,00	1,00	1,02	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,01	0,91	0,91	0,94	0,92	0,91	0,96
Tirebolu	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,89	0,90	0,91	0,89	0,90	0,92
Ulucami	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,98	0,96	0,96	0,97	0,96	0,96	0,95
Veliköy	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,00	1,00	1,02	0,98	0,97	0,95	0,98	0,97	0,98
Zihniderin	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	0,97	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,86
Işıklı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95	0,98	0,96	0,94
Ortalama	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	0,92	0,93	0,94	0,92	0,93	0,94
< 1	13	13	7	17	19	25	0	0	20	39	39	40	39	39	35
= 1	12	10	7	12	10	1	42	42	5	0	0	0	0	0	0
>1	17	19	28	13	13	16	0	0	17	3	3	2	3	3	7

Ek-20 HTE Modeli 2016-17 Dönemi Skorları

KVB	Ölçek Değişimi			Saf Etkinlik Değişimi			Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$
Ambarlık	0,99	0,99	0,99	1,01	1,01	0,93	1,00	1,00	0,92	0,85	0,82	0,82	0,83	0,81	0,75
Araklı	1,02	1,02	1,01	0,98	0,90	0,78	1,00	0,92	0,79	0,89	0,91	0,97	0,91	0,86	0,78
Ardeşen	1,00	1,00	1,00	1,00	0,91	0,81	1,00	0,91	0,81	0,78	0,83	0,89	0,78	0,76	0,72
Arhavi	1,01	1,01	1,00	0,99	0,89	0,79	1,00	0,89	0,79	0,87	0,93	0,99	0,88	0,83	0,79
Aşıklar	1,01	1,01	1,01	0,99	0,99	0,88	1,00	1,00	0,89	0,81	0,82	0,87	0,82	0,83	0,78
Azaklı	0,99	0,97	0,97	1,01	1,03	1,03	1,00	1,00	1,00	0,99	1,28	1,26	0,97	1,24	1,22
Bölümlü	1,02	1,02	1,01	0,98	0,98	0,85	1,00	1,00	0,86	0,85	0,83	0,88	0,86	0,85	0,77
Büyükköy	1,06	1,09	1,11	0,94	0,85	0,72	1,00	0,93	0,81	0,93	1,00	1,11	0,99	1,02	0,99
Camıdağı	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	0,94	0,77	0,76	0,78	0,77	0,76	0,74
Çamlı	1,03	1,06	1,11	0,97	0,94	0,75	1,00	1,00	0,83	0,89	0,91	1,02	0,92	0,96	0,94
Çayeli	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	1,00	1,00	0,86	0,81	0,80	0,85	0,81	0,80	0,73
Çiftlik	1,25	1,30	1,36	0,80	0,77	0,74	1,00	1,00	1,00	1,08	1,08	1,09	1,35	1,41	1,48
Derepazarı	1,05	1,03	1,03	0,95	0,90	0,81	1,00	0,93	0,83	0,93	0,96	1,02	0,98	0,92	0,88
Eskipazar	1,60	1,03	1,03	0,62	0,97	0,82	1,00	1,00	0,85	0,78	0,73	0,87	1,25	0,76	0,76
Fındıklı	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	0,84	0,84	0,85	0,84	0,84	0,84
Gündoğdu	1,11	1,13	1,16	0,90	0,89	0,87	1,00	1,00	1,01	0,98	0,97	0,98	1,08	1,09	1,15
Hayrat	1,02	1,02	1,02	0,98	0,98	0,88	1,00	1,00	0,90	0,93	0,91	0,95	0,95	0,93	0,88
Hopa	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,99	0,91	0,91	0,90	0,91	0,91	0,90
İyidere	1,02	1,02	1,01	0,98	0,98	0,86	1,00	1,00	0,87	0,88	0,88	0,93	0,90	0,89	0,82
Kalkandere	1,04	0,98	0,99	0,96	1,00	0,86	1,00	0,98	0,86	0,94	0,92	1,00	0,98	0,88	0,84
Karaca	1,00	1,01	1,01	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,73
Kemalpaşa	1,01	1,01	1,01	0,99	0,99	0,87	1,00	1,00	0,87	0,81	0,82	0,89	0,82	0,83	0,78
Kendirli	1,09	1,09	1,03	0,92	0,92	1,00	1,00	1,00	1,04	1,01	1,00	0,97	1,10	1,08	1,04
Kirazlık	1,01	1,01	1,01	0,99	0,99	0,94	1,00	1,00	0,95	0,85	0,84	0,85	0,86	0,85	0,81
Melyat	1,01	1,01	1,01	0,99	0,97	0,89	1,00	0,97	0,89	0,77	0,78	0,82	0,77	0,77	0,74
Murathı	1,01	1,01	1,01	0,99	0,99	0,96	1,00	1,00	0,96	0,86	0,85	0,86	0,86	0,86	0,83
Musadağı	1,03	1,03	1,06	0,97	0,86	0,74	1,00	0,89	0,78	0,94	0,98	1,06	0,97	0,90	0,88
Of	1,03	1,04	1,07	0,97	0,96	0,83	1,00	1,00	0,89	0,89	0,88	0,96	0,91	0,91	0,92
Ortapazar	1,04	1,03	1,02	0,96	0,97	0,82	1,00	1,00	0,83	0,94	0,92	0,99	0,98	0,95	0,84
Pazar	1,03	1,03	1,02	0,97	0,90	0,74	1,00	0,92	0,75	0,91	0,92	1,00	0,93	0,87	0,76
Pazarköy	1,01	0,94	0,89	0,99	1,06	1,15	1,00	1,00	1,03	1,03	1,04	1,03	1,05	0,97	0,95
Sabuncular	0,84	0,68	1,41	1,19	1,46	0,78	1,00	1,00	1,11	0,80	1,01	1,20	0,68	0,69	1,87
Salarha	1,01	1,01	1,00	0,99	0,99	0,85	1,00	0,99	0,86	0,82	0,82	0,88	0,83	0,82	0,76
Selimiye	1,04	1,06	1,09	0,91	0,74	0,63	0,94	0,79	0,68	0,94	1,04	1,14	0,92	0,87	0,85
Sürmene	1,03	1,03	1,02	0,97	0,91	0,78	1,00	0,94	0,80	0,90	0,92	0,97	0,93	0,88	0,79
Taşçılar	1,02	1,02	1,03	0,98	0,96	0,83	1,00	0,98	0,85	0,85	0,83	0,86	0,87	0,82	0,75
Tersane	1,11	1,15	1,19	0,90	0,75	0,60	1,00	0,87	0,71	0,85	0,94	1,06	0,94	0,94	0,90
Tirebolu	1,01	1,01	1,02	0,97	0,81	0,68	0,99	0,82	0,69	0,87	0,95	1,04	0,87	0,79	0,73
Ulucami	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	0,97	0,84	0,83	0,83	0,84	0,83	0,81
Veliköy	1,01	1,01	1,01	0,99	0,97	0,80	1,00	0,98	0,81	0,81	0,81	0,89	0,82	0,81	0,72
Zihniderin	1,03	1,02	1,00	0,97	0,81	0,73	1,00	0,83	0,74	0,98	1,05	1,09	1,00	0,89	0,80
Işıklı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	1,03	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,89
Ortalama	1,04	1,02	1,04	0,97	0,95	0,85	1,00	0,97	0,88	0,88	0,90	0,95	0,91	0,89	0,88
< 1	3	5	4	33	33	38	2	17	34	39	35	29	36	37	37
= 1	6	5	3	6	4	0	40	25	3	0	0	0	0	0	0
>1	33	32	35	3	5	4	0	0	5	3	7	13	6	5	5

Ek-21 HTE Modeli 2017-18 Dönemi Skorları

KVB	Ölçek Değişimi			Saf Etkinlik Değişimi			Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$
Ambarlık	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,08	1,00	1,00	1,08	0,89	0,92	0,91	0,90	0,92	0,99
Araklı	0,99	0,99	0,99	1,01	1,09	1,25	1,00	1,08	1,24	0,82	0,80	0,76	0,82	0,86	0,92
Ardeşen	1,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,24	1,00	1,10	1,24	0,93	0,88	0,82	0,93	0,97	1,02
Arhavi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,12	1,29	1,00	1,12	1,29	0,89	0,85	0,80	0,89	0,95	1,03
Aşıklar	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,15	0,88	0,88	0,82	0,88	0,87	0,93
Azaklı	1,05	1,08	1,07	0,96	0,93	0,93	1,00	1,00	1,00	0,60	0,62	0,64	0,63	0,66	0,68
Bölümlü	0,99	0,99	0,98	1,01	1,01	1,14	1,00	1,00	1,11	0,88	0,91	0,88	0,88	0,90	0,96
Büyükköy	0,99	1,01	0,99	1,01	1,07	1,22	1,00	1,08	1,21	0,84	0,82	0,77	0,83	0,89	0,93
Camıdağı	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	1,02	0,89	0,92	0,93	0,89	0,92	0,94
Çamlı	0,98	0,99	0,98	1,02	1,01	1,17	1,00	1,00	1,15	0,82	0,84	0,79	0,80	0,83	0,89
Çayeli	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,17	1,00	1,00	1,16	0,91	0,93	0,87	0,91	0,93	1,00
Çiftlik	0,91	0,89	0,87	1,10	1,12	1,15	1,00	1,00	1,00	0,81	0,82	0,83	0,74	0,73	0,72
Derepazarı	0,98	1,00	1,01	1,02	1,08	1,21	1,00	1,08	1,22	0,82	0,80	0,76	0,80	0,86	0,93
Eskipazar	0,98	0,98	0,98	1,02	1,02	1,12	1,00	1,00	1,10	0,80	0,81	0,78	0,78	0,79	0,84
Fındıklı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,11	1,00	1,00	1,11	0,96	1,02	1,02	0,96	1,02	1,13
Gündoğdu	0,97	0,96	0,94	1,03	1,04	1,00	1,00	1,00	0,94	0,79	0,80	0,83	0,77	0,77	0,74
Hayrat	0,99	0,98	0,98	1,01	1,02	1,12	1,00	1,00	1,10	0,87	0,90	0,90	0,86	0,89	0,97
Hopa	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,11	1,00	1,00	1,10	0,95	1,00	0,98	0,95	1,00	1,08
İyidere	1,00	0,99	0,99	1,01	1,01	1,12	1,00	1,00	1,11	0,81	0,82	0,79	0,81	0,82	0,86
Kalkandere	0,98	1,04	1,05	1,02	0,98	1,09	1,00	1,02	1,15	0,81	0,82	0,79	0,79	0,87	0,95
Karaca	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,98	0,89	0,92	0,95	0,88	0,91	0,93
Kemalpaşa	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,07	1,00	1,00	1,06	0,84	0,84	0,81	0,84	0,83	0,84
Kendirli	1,00	1,03	1,07	1,00	0,97	0,94	1,00	1,00	1,00	0,81	0,84	0,85	0,81	0,86	0,91
Kirazlık	0,99	0,99	0,99	1,01	1,01	1,08	1,00	1,00	1,07	0,86	0,88	0,87	0,85	0,87	0,92
Melyat	1,00	0,99	0,98	1,00	1,03	1,24	1,00	1,03	1,22	0,97	0,94	0,85	0,96	0,96	1,02
Muratlı	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,09	1,00	1,00	1,08	0,92	0,93	0,90	0,92	0,93	0,97
Musadağı	0,99	1,00	1,00	1,01	1,12	1,32	1,00	1,12	1,31	0,82	0,79	0,74	0,81	0,89	0,97
Of	0,98	1,00	0,99	1,02	1,00	1,10	1,00	1,00	1,09	0,85	0,87	0,84	0,83	0,87	0,91
Ortapazar	0,97	0,98	0,99	1,03	1,02	1,26	1,00	1,00	1,24	0,83	0,85	0,77	0,81	0,83	0,94
Pazar	0,99	0,99	0,98	1,01	1,10	1,36	1,00	1,09	1,33	0,83	0,81	0,75	0,83	0,87	0,99
Pazarköy	1,02	1,10	1,14	0,98	0,91	0,87	1,00	1,00	1,00	0,75	0,75	0,74	0,77	0,82	0,85
Sabuncular	0,62	0,61	0,45	1,62	1,65	2,18	1,00	1,00	0,99	0,22	0,34	0,43	0,14	0,20	0,19
Salarha	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,20	1,00	1,01	1,19	0,86	0,86	0,80	0,86	0,87	0,95
Selimiye	0,98	0,99	0,98	1,08	1,29	1,46	1,06	1,27	1,43	0,84	0,78	0,74	0,88	0,98	1,05
Sürmene	0,98	0,98	0,98	1,02	1,09	1,25	1,00	1,07	1,22	0,81	0,80	0,77	0,80	0,84	0,92
Taşçılar	0,99	0,99	0,99	1,01	1,04	1,19	1,00	1,03	1,17	0,91	0,92	0,90	0,90	0,93	1,03
Tersane	0,96	0,94	0,91	1,04	1,23	1,54	1,00	1,15	1,40	0,91	0,84	0,76	0,87	0,91	0,96
Tirebolu	1,00	1,00	0,99	1,02	1,22	1,40	1,01	1,22	1,39	0,88	0,80	0,75	0,88	0,98	1,04
Ulucami	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,07	1,00	1,00	1,07	0,93	0,94	0,92	0,93	0,94	0,98
Veliköy	1,00	1,00	1,03	1,00	1,02	1,13	1,00	1,02	1,16	0,94	0,94	0,89	0,93	0,95	1,06
Zihniderin	0,99	0,99	1,02	1,01	1,21	1,37	1,00	1,20	1,40	0,81	0,75	0,72	0,80	0,90	1,03
İşıklı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	1,00	1,00	1,05	0,97	0,97	0,94	0,97	0,97	0,99
Ortalama	0,98	0,99	0,98	1,03	1,06	1,19	1,00	1,04	1,15	0,84	0,85	0,82	0,84	0,87	0,93
< 1	31	33	32	4	5	5	0	0	4	42	41	41	42	41	31
= 1	7	1	1	7	1	0	40	25	3	0	0	0	0	0	0
>1	4	8	9	31	36	37	2	17	35	0	1	1	0	1	11

Ek-22 HTE Modeli 2018-19 Dönemi Skorları

KVB	Ölçek Değişimi			Saf Etkinlik Değişimi			Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$
Ambarlık	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88	0,89	0,91	0,88	0,90	0,91
Araklı	1,01	1,01	1,02	0,99	0,99	0,97	1,00	1,00	0,99	0,81	0,81	0,82	0,82	0,82	0,83
Ardeşen	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,04	1,00	1,00	1,04	0,82	0,82	0,80	0,82	0,82	0,83
Arhavi	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,04	1,00	1,00	1,04	0,84	0,83	0,81	0,84	0,83	0,85
Aşıklar	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Azaklı	1,00	1,00	1,02	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00	0,80	0,81	0,83	0,80	0,81	0,85
Bölümlü	1,00	0,99	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,01	0,85	0,85	0,86	0,85	0,85	0,87
Büyükköy	0,98	0,96	0,94	1,02	1,05	1,07	1,00	1,00	1,01	0,79	0,78	0,76	0,78	0,74	0,72
Camıdağı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	1,00	1,00	1,06	0,85	0,85	0,83	0,85	0,85	0,88
Çamlı	1,01	1,02	1,03	0,99	0,98	0,96	1,00	1,00	0,99	0,81	0,82	0,83	0,82	0,84	0,84
Çayeli	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Çiftlik	0,97	0,97	0,99	1,03	1,03	1,01	1,00	1,00	1,00	0,82	0,83	0,84	0,79	0,80	0,83
Derepazarı	1,01	1,01	1,02	0,99	0,99	1,01	1,00	1,00	1,02	0,83	0,83	0,81	0,84	0,83	0,84
Eskipazar	1,01	1,02	1,03	0,99	0,98	0,99	1,00	1,00	1,01	0,81	0,82	0,82	0,82	0,84	0,85
Fındıklı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88	0,89	0,90	0,88	0,89	0,90
Gündoğdu	1,00	1,01	1,01	1,00	0,99	1,03	1,00	1,00	1,04	0,84	0,84	0,82	0,84	0,85	0,87
Hayrat	1,01	1,01	1,02	0,99	0,99	1,02	1,00	1,00	1,04	0,83	0,84	0,83	0,84	0,85	0,87
Hopa	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0,86	0,87	0,85	0,86	0,87
İyidere	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,02	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,82
Kalkandere	1,01	1,01	1,01	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,82	0,82	0,81	0,83	0,82	0,83
Karaca	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	0,95	0,81	0,81	0,84	0,81	0,81	0,79
Kemalpaşa	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,05	1,00	1,00	1,06	0,82	0,82	0,80	0,82	0,82	0,86
Kendirli	0,97	0,95	0,94	1,03	1,06	1,04	1,00	1,00	0,97	0,78	0,77	0,76	0,76	0,73	0,70
Kirazlık	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,98	0,81	0,82	0,85	0,81	0,82	0,83
Melyat	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,83	0,83	0,82	0,83	0,83	0,82
Muratlı	1,01	1,02	1,03	0,99	0,98	0,98	1,00	1,00	1,01	0,84	0,85	0,85	0,85	0,87	0,89
Musadağı	1,01	1,01	1,02	0,99	0,99	0,97	1,00	1,00	0,99	0,80	0,81	0,81	0,81	0,82	0,82
Of	1,02	1,02	1,01	0,98	0,98	1,03	1,00	1,00	1,04	0,83	0,84	0,81	0,85	0,85	0,85
Ortapazar	1,00	1,01	1,02	1,00	0,99	0,95	1,00	1,00	0,97	0,80	0,80	0,82	0,80	0,81	0,81
Pazar	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,98	0,80	0,81	0,82	0,80	0,81	0,80
Pazarköy	1,01	1,00	1,01	0,99	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	0,83	0,82	0,81	0,84	0,82	0,82
Sabuncular	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,01	0,84	0,84	0,83	0,84	0,84	0,84
Salarha	1,01	1,01	1,02	0,99	0,99	0,98	1,00	1,00	1,00	0,83	0,83	0,83	0,83	0,84	0,86
Selimiye	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Sürmene	1,01	1,01	1,02	0,99	0,99	0,98	1,00	1,00	1,00	0,81	0,82	0,82	0,82	0,83	0,84
Taşçılar	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,01	0,87	0,88	0,89	0,87	0,88	0,89
Tersane	1,02	1,03	1,04	0,98	0,97	0,93	1,00	1,00	0,97	0,81	0,82	0,84	0,82	0,84	0,85
Tirebolu	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	1,03	0,81	0,82	0,82	0,81	0,82	0,84
Ulucami	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,81	0,81	0,82	0,81	0,81	0,82
Veliköy	1,01	1,01	0,99	0,99	0,99	1,03	1,00	1,00	1,02	0,83	0,84	0,84	0,84	0,85	0,85
Zihniderin	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	0,97	0,79	0,80	0,81	0,80	0,80	0,78
İşıklı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00	0,96	0,79	0,79	0,81	0,79	0,79	0,77
Ortalama	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	0,82	0,82	0,82	0,83	0,83
< 1	7	11	13	22	23	21	0	0	13	42	42	42	42	42	42
= 1	13	8	2	13	8	1	42	42	7	0	0	0	0	0	0
>1	22	23	27	7	11	20	0	0	22	0	0	0	0	0	0

Ek-23 PEML Modeli 2014-15 Dönemi Skorları

KVB	Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$a=0$	$a=0,5$	$a=1$	$a=0$	$a=0,5$	$a=1$
Ambarlık	0,94	0,90	0,89	0,87	0,87	0,88	0,81	0,78	0,78
Araklı	0,99	1,00	1,03	0,87	0,87	0,84	0,87	0,87	0,87
Ardeşen	1,00	0,88	1,07	0,84	0,87	0,83	0,84	0,77	0,89
Arhavi	0,98	0,87	0,84	0,85	0,86	0,81	0,83	0,75	0,69
Aşıklar	1,00	1,00	0,99	0,89	0,90	0,92	0,88	0,90	0,91
Azaklı	1,10	1,10	1,06	0,84	0,85	0,87	0,93	0,93	0,92
Bölümlü	1,00	0,99	0,98	0,85	0,85	0,87	0,85	0,84	0,85
Büyükköy	1,05	0,97	1,07	0,87	0,88	0,84	0,92	0,85	0,90
Camıdağı	1,00	0,92	0,69	1,10	0,88	0,87	1,10	0,81	0,60
Çamlı	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	0,89	0,90	0,90	0,89
Çayeli	1,04	1,00	0,98	0,87	0,88	0,89	0,91	0,89	0,87
Çiftlik	1,00	1,01	0,96	0,85	0,85	0,88	0,85	0,85	0,84
Derepazarı	1,08	1,12	1,05	0,84	0,85	0,85	0,91	0,95	0,89
Eskipazar	1,00	0,69	0,99	0,73	0,87	1,27	0,73	0,60	1,25
Fındıklı	1,06	1,02	0,93	0,88	0,88	0,92	0,94	0,91	0,85
Gündoğdu	1,05	1,10	1,02	0,89	0,84	0,92	0,93	0,92	0,94
Hayrat	0,98	0,98	0,90	0,88	0,85	0,88	0,86	0,84	0,79
Hopa	1,07	1,10	0,99	0,88	0,84	0,86	0,94	0,92	0,85
İyidere	1,07	1,06	1,02	0,86	0,85	0,86	0,92	0,91	0,87
Kalkandere	0,98	0,97	0,93	0,88	0,85	0,90	0,86	0,82	0,83
Karaca	1,11	0,87	0,67	0,93	0,94	0,82	1,03	0,82	0,55
Kemalpaşa	1,08	1,04	1,00	0,86	0,87	0,88	0,93	0,91	0,89
Kendirli	1,00	1,02	1,06	0,86	0,86	0,84	0,86	0,88	0,88
Kirazlık	1,09	1,08	1,03	0,86	0,88	0,88	0,93	0,95	0,91
Melyat	1,00	0,98	0,89	0,89	0,90	1,00	0,89	0,88	0,89
Muratlı	1,01	0,98	0,86	0,88	0,84	0,92	0,88	0,83	0,79
Musadağı	1,00	0,98	0,94	0,89	0,89	0,87	0,89	0,87	0,82
Of	1,02	1,00	0,98	0,86	0,85	0,84	0,88	0,85	0,82
Ortapazar	1,04	0,94	1,02	0,87	0,91	0,85	0,91	0,86	0,86
Pazar	1,03	0,95	1,01	0,89	0,94	0,89	0,91	0,89	0,90
Pazarköy	1,00	1,03	0,99	0,88	0,86	0,93	0,88	0,88	0,91
Sabuncular	1,18	1,30	1,09	0,85	0,83	0,99	1,00	1,08	1,08
Salarha	1,01	0,98	0,93	0,88	0,85	0,88	0,88	0,83	0,82
Selimiye	1,01	0,98	0,98	0,87	0,88	0,87	0,88	0,86	0,85
Sürmene	0,99	0,99	0,99	0,87	0,84	0,86	0,86	0,84	0,85
Taşçılar	1,04	1,01	0,96	0,87	0,86	0,91	0,91	0,87	0,88
Tersane	1,02	0,99	0,95	0,88	0,88	0,88	0,90	0,88	0,83
Tirebolu	1,00	0,98	0,90	0,90	0,89	0,91	0,90	0,87	0,81
Ulucami	1,00	0,97	0,92	0,88	0,90	0,91	0,88	0,87	0,84
Veliköy	1,00	0,89	0,90	0,90	0,94	0,90	0,90	0,83	0,81
Zihniderin	1,10	1,07	1,18	0,88	0,90	0,86	0,97	0,96	1,01
Işıklı	0,95	0,98	0,79	0,92	0,84	0,84	0,87	0,82	0,66
Ortalama	1,03	0,99	0,96	0,88	0,87	0,89	0,90	0,87	0,86
< 1	9	25	28	41	42	41	40	41	39
= 1	11	0	0	0	0	0	0	0	0
>1	22	17	14	1	0	1	2	1	3

Ek-24 PEML Modeli 2015-16 Dönemi Skorları

KVB	Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$a=0$	$a=0,5$	$a=1$	$a=0$	$a=0,5$	$a=1$
Ambarlık	1,17	1,16	1,14	0,95	0,96	0,97	1,11	1,11	1,11
Araklı	1,00	0,95	0,89	0,90	0,91	0,92	0,89	0,87	0,82
Ardeşen	1,00	0,66	0,45	0,83	0,93	1,14	0,83	0,61	0,52
Arhavi	0,95	0,95	0,88	0,92	0,94	1,01	0,87	0,90	0,89
Aşıklar	1,05	1,01	1,00	0,97	1,00	1,02	1,01	1,01	1,02
Azaklı	1,00	0,98	0,96	0,93	0,94	0,95	0,93	0,92	0,91
Bölümlü	1,00	0,98	1,00	0,93	0,95	0,96	0,93	0,94	0,96
Büyükköy	1,03	1,01	1,12	0,87	0,86	0,86	0,90	0,87	0,97
Camıdağı	1,00	0,96	0,96	1,06	1,05	1,02	1,06	1,01	0,98
Çamlı	0,98	0,97	0,95	0,90	0,90	0,91	0,88	0,88	0,87
Çayeli	1,01	0,99	0,98	0,95	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95
Çiftlik	1,00	1,02	0,99	0,96	0,97	0,94	0,96	0,99	0,93
Derepazarı	0,98	0,94	0,93	0,87	0,93	0,93	0,85	0,87	0,86
Eskipazar	1,00	1,00	1,34	0,93	0,89	0,75	0,93	0,90	1,01
Fındıklı	0,98	0,99	1,01	0,93	0,94	0,92	0,91	0,93	0,93
Gündoğdu	1,00	0,95	1,00	0,91	0,92	0,98	0,91	0,87	0,98
Hayrat	1,02	0,94	0,93	0,89	0,91	0,89	0,91	0,86	0,83
Hopa	1,00	0,89	0,93	0,89	0,94	0,90	0,89	0,84	0,84
İyidere	0,96	0,92	0,92	0,90	0,92	0,90	0,87	0,85	0,83
Kalkandere	1,06	1,01	1,00	0,88	0,91	0,92	0,93	0,91	0,92
Karaca	1,00	0,98	0,99	1,10	1,17	1,19	1,10	1,15	1,17
Kemalpaşa	1,00	1,00	1,00	0,93	0,95	0,98	0,93	0,95	0,98
Kendirli	0,96	1,01	0,92	0,95	0,94	0,97	0,91	0,95	0,90
Kirazlık	1,01	0,99	0,97	0,91	0,92	0,95	0,92	0,91	0,92
Melyat	0,96	0,98	0,95	0,98	0,97	0,98	0,95	0,95	0,93
Muratlı	1,03	1,02	1,01	0,92	0,91	0,92	0,94	0,93	0,93
Musadağı	1,00	0,99	0,97	0,91	0,91	0,93	0,91	0,91	0,90
Of	0,99	0,98	0,96	0,92	0,92	0,92	0,91	0,90	0,89
Ortapazar	1,00	1,04	0,93	0,87	0,89	0,92	0,87	0,93	0,86
Pazar	1,06	1,06	1,05	0,92	0,93	0,93	0,98	0,98	0,98
Pazarköy	1,00	0,97	0,95	0,92	0,94	0,94	0,92	0,91	0,90
Sabuncular	1,00	0,83	0,94	0,82	0,93	0,92	0,82	0,78	0,86
Salarha	1,00	0,98	0,98	0,95	0,93	0,94	0,95	0,92	0,92
Selimiye	1,05	1,04	1,03	0,91	0,90	0,92	0,96	0,94	0,95
Sürmene	1,02	0,99	0,98	0,91	0,91	0,91	0,92	0,90	0,89
Taşçılar	1,00	0,95	0,94	0,91	0,95	0,96	0,91	0,91	0,91
Tersane	1,00	0,99	0,97	0,92	0,93	0,94	0,92	0,92	0,91
Tirebolu	1,00	0,98	0,95	0,90	0,91	0,92	0,90	0,89	0,88
Ulucami	0,97	0,96	0,93	0,98	0,98	0,98	0,95	0,95	0,92
Veliköy	1,00	0,99	1,00	0,97	0,97	0,99	0,97	0,97	0,99
Zihniderin	0,99	1,00	0,84	0,88	0,89	0,97	0,87	0,89	0,81
Işıklı	1,05	0,94	0,88	0,92	0,99	1,04	0,97	0,93	0,92
Ortalama	1,01	0,98	0,97	0,92	0,94	0,95	0,93	0,92	0,92
< 1	14	31	34	40	39	36	38	38	38
= 1	14	0	0	0	0	0	0	0	0
>1	14	11	8	2	3	6	4	4	4

Ek-25 PEML Modeli 2016-17 Dönemi Skorları

KVB	Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$a=0$	$a=0,5$	$a=1$	$a=0$	$a=0,5$	$a=1$
Ambarlık	1,00	0,96	0,97	0,78	0,82	0,88	0,78	0,79	0,85
Araklı	0,88	0,91	0,95	0,92	1,01	0,89	0,80	0,92	0,85
Ardeşen	1,00	1,07	1,12	0,80	0,77	0,74	0,80	0,82	0,83
Arhavi	1,03	1,07	0,98	0,88	0,84	0,87	0,91	0,90	0,86
Aşıklar	0,98	1,02	1,02	0,83	0,81	0,79	0,81	0,82	0,81
Azaklı	1,00	1,09	1,12	1,33	1,27	1,24	1,33	1,38	1,39
Bölümlü	0,97	0,98	0,95	0,82	0,84	0,85	0,80	0,82	0,81
Büyükköy	0,90	0,90	0,79	0,94	0,94	0,99	0,85	0,85	0,78
Camıdağı	1,00	1,06	1,11	0,72	0,71	0,73	0,72	0,75	0,81
Çamlı	0,98	1,01	1,05	0,86	0,85	0,85	0,84	0,87	0,89
Çayeli	1,00	1,05	1,10	0,79	0,78	0,77	0,79	0,82	0,85
Çiftlik	1,00	1,04	1,09	0,80	0,82	0,82	0,80	0,85	0,90
Derepazarı	0,81	0,84	0,83	0,98	0,96	0,98	0,79	0,81	0,81
Eskipazar	0,88	0,66	0,90	0,83	0,91	0,79	0,73	0,60	0,71
Fındıklı	1,04	1,06	1,00	0,82	0,85	0,86	0,85	0,89	0,87
Gündoğdu	1,00	1,11	1,22	0,85	0,82	0,80	0,85	0,91	0,98
Hayrat	0,87	0,94	0,94	0,95	0,94	0,93	0,83	0,88	0,88
Hopa	0,99	1,02	0,91	0,90	0,89	0,95	0,89	0,91	0,87
İyidere	0,95	1,01	1,03	0,89	0,88	0,86	0,85	0,89	0,89
Kalkandere	0,83	0,87	0,90	0,99	0,94	0,96	0,82	0,83	0,87
Karaca	1,00	1,02	0,97	0,71	0,71	0,73	0,71	0,72	0,71
Kemalpaşa	0,95	1,00	1,01	0,82	0,82	0,81	0,78	0,82	0,82
Kendirli	0,91	0,94	0,98	0,90	0,94	0,95	0,82	0,88	0,93
Kirazlık	1,01	1,02	1,04	0,82	0,83	0,82	0,83	0,85	0,86
Melyat	0,98	1,01	1,05	0,76	0,73	0,69	0,74	0,74	0,72
Muratlı	1,04	1,06	1,06	0,82	0,83	0,84	0,85	0,88	0,89
Musadağı	1,00	0,98	1,01	0,88	0,87	0,93	0,88	0,85	0,95
Of	1,00	1,04	1,07	0,86	0,84	0,86	0,86	0,88	0,91
Ortapazar	0,81	0,83	0,93	0,98	0,97	0,94	0,80	0,81	0,87
Pazar	0,90	0,91	0,93	0,91	0,92	0,94	0,82	0,84	0,88
Pazarköy	0,77	0,86	0,89	1,08	1,03	1,01	0,83	0,88	0,89
Sabuncular	1,00	2,83	0,50	0,89	0,71	1,69	0,89	2,00	0,84
Salarha	1,01	1,03	1,07	0,79	0,79	0,77	0,80	0,82	0,82
Selimiye	1,03	0,99	0,95	0,84	0,87	0,90	0,87	0,86	0,85
Sürmene	0,89	0,92	0,93	0,92	0,91	0,97	0,82	0,84	0,90
Taşçılar	0,96	0,98	0,98	0,79	0,81	0,86	0,76	0,80	0,84
Tersane	0,85	0,88	0,92	0,82	0,81	0,80	0,69	0,71	0,73
Tirebolu	1,00	1,00	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Ulucami	1,03	1,01	1,06	0,81	0,83	0,80	0,83	0,84	0,85
Veliköy	0,84	0,87	0,88	0,87	0,84	0,85	0,73	0,74	0,75
Zihniderin	1,01	0,69	0,79	0,90	1,10	1,04	0,91	0,76	0,82
İşıklı	1,00	1,03	1,05	0,88	0,85	0,85	0,88	0,87	0,88
Ortalama	0,95	1,01	0,98	0,87	0,87	0,89	0,83	0,87	0,86
< 1	22	20	22	40	38	38	41	40	41
= 1	12	0	0	0	0	0	0	0	0
>1	8	22	20	2	4	4	1	2	1

Ek-26 PEML Modeli 2017-18 Dönemi Skorları

KVB	Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$a=0$	$a=0,5$	$a=1$	$a=0$	$a=0,5$	$a=1$
Ambarlık	1,00	1,02	0,99	0,94	0,90	0,90	0,94	0,92	0,89
Araklı	1,11	1,06	1,00	0,79	0,82	0,83	0,88	0,87	0,83
Ardeşen	0,96	0,89	0,83	0,92	0,96	1,01	0,88	0,85	0,83
Arhavi	1,05	0,95	1,01	0,89	0,92	0,88	0,93	0,87	0,89
Aşıklar	1,03	0,97	0,95	0,87	0,89	0,90	0,89	0,86	0,85
Azaklı	1,00	0,95	0,90	0,58	0,59	0,60	0,58	0,56	0,54
Bölümlü	0,98	0,94	0,90	0,96	0,94	0,94	0,93	0,89	0,85
Büyükköy	1,09	1,06	1,03	0,82	0,82	0,83	0,89	0,87	0,86
Camıdağı	1,00	0,86	0,78	0,98	1,04	1,04	0,98	0,89	0,81
Çamlı	0,96	0,92	0,87	0,87	0,88	0,90	0,84	0,81	0,78
Çayeli	0,98	0,92	0,86	0,96	0,97	0,98	0,93	0,89	0,85
Çiftlik	1,00	0,93	0,87	0,95	0,95	0,95	0,95	0,89	0,83
Derepazarı	1,23	1,17	1,13	0,77	0,78	0,79	0,95	0,91	0,89
Eskipazar	1,05	0,94	0,80	0,80	0,84	0,88	0,84	0,79	0,70
Fındıklı	1,02	0,92	0,84	1,06	1,06	1,04	1,08	0,98	0,88
Gündoğdu	1,00	0,84	0,75	0,86	0,91	0,94	0,86	0,76	0,70
Hayrat	1,11	1,01	0,89	0,91	0,95	0,96	1,01	0,95	0,86
Hopa	1,01	0,98	0,95	1,02	1,00	0,97	1,03	0,99	0,93
İyidere	1,00	0,95	0,92	0,83	0,84	0,86	0,83	0,80	0,78
Kalkandere	1,16	1,12	1,06	0,79	0,77	0,79	0,92	0,86	0,85
Karaca	0,98	0,85	0,76	0,96	1,00	1,02	0,94	0,85	0,77
Kemalpaşa	0,97	0,92	0,89	0,84	0,87	0,87	0,82	0,80	0,78
Kendirli	1,10	1,03	0,97	0,83	0,82	0,80	0,91	0,84	0,78
Kirazlık	1,00	0,98	0,95	0,90	0,90	0,89	0,90	0,87	0,84
Melyat	1,06	1,01	0,98	0,95	0,95	0,97	1,01	0,96	0,95
Muratlı	0,99	0,93	0,91	0,94	0,96	1,01	0,93	0,89	0,91
Musadağı	1,00	1,02	0,98	0,85	0,85	0,85	0,85	0,87	0,83
Of	0,97	0,92	0,89	0,88	0,90	0,91	0,86	0,83	0,81
Ortapazar	1,23	1,13	1,05	0,78	0,82	0,83	0,96	0,92	0,88
Pazar	1,11	1,08	1,05	0,82	0,81	0,81	0,91	0,87	0,85
Pazarköy	1,30	1,17	1,11	0,70	0,73	0,74	0,91	0,85	0,82
Sabuncular	0,99	0,31	1,28	0,96	1,66	0,72	0,95	0,52	0,92
Salarha	0,99	0,95	0,90	0,87	0,88	0,91	0,86	0,84	0,82
Selimiye	0,96	0,98	0,99	0,92	0,90	0,89	0,88	0,88	0,88
Sürmene	1,09	1,04	1,00	0,83	0,83	0,83	0,90	0,86	0,82
Taşçılar	1,04	1,00	0,95	0,96	0,94	0,94	1,00	0,93	0,89
Tersane	1,17	1,11	1,06	0,90	0,91	0,93	1,06	1,01	0,98
Tirebolu	1,00	0,93	0,90	0,89	0,92	0,93	0,89	0,85	0,84
Ulucami	1,00	1,02	0,97	0,95	0,93	0,94	0,95	0,95	0,91
Veliköy	1,18	1,09	1,04	0,88	0,90	0,91	1,04	0,98	0,94
Zihniderin	1,00	1,35	1,33	0,87	0,72	0,72	0,87	0,97	0,96
Işıklı	1,00	1,02	0,98	0,96	0,96	0,98	0,96	0,98	0,97
Ortalama	1,04	0,98	0,96	0,88	0,90	0,89	0,92	0,87	0,85
< 1	11	24	31	40	38	37	36	41	42
= 1	11	0	0	0	0	0	0	0	0
>1	20	18	11	2	4	5	6	1	0

Ek-27 PEML Modeli 2018-19 Dönemi Skorları

KVB	Etkinlik Değişimi			Teknolojik Değişim			MTFVE		
	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=1$	$a=0$	$a=0,5$	$a=1$	$a=0$	$a=0,5$	$a=1$
Ambarlık	1,00	0,98	0,97	0,91	0,90	0,89	0,91	0,89	0,87
Araklı	0,99	0,97	0,95	0,80	0,80	0,83	0,79	0,78	0,79
Ardeşen	1,03	1,00	0,97	0,80	0,81	0,83	0,83	0,81	0,80
Arhavi	1,00	0,97	0,97	0,84	0,86	0,87	0,84	0,83	0,85
Aşıklar	1,00	0,97	0,94	0,80	0,80	0,82	0,80	0,78	0,77
Azaklı	1,00	0,98	0,95	0,81	0,81	0,82	0,81	0,80	0,78
Bölümlü	1,06	0,99	0,97	0,84	0,86	0,87	0,89	0,85	0,84
Büyükköy	1,04	0,97	0,94	0,79	0,83	0,84	0,83	0,80	0,79
Camıdağı	1,00	1,02	0,99	0,85	0,85	0,86	0,85	0,86	0,85
Çamlı	0,99	0,96	0,94	0,80	0,82	0,83	0,80	0,79	0,78
Çayeli	1,01	0,98	0,96	0,81	0,82	0,82	0,81	0,80	0,79
Çiftlik	1,00	0,97	0,95	0,85	0,87	0,87	0,85	0,84	0,82
Derepazarı	1,02	1,02	0,99	0,82	0,83	0,81	0,84	0,84	0,80
Eskipazar	1,01	1,01	0,97	0,80	0,79	0,81	0,81	0,80	0,79
Fındıklı	1,00	0,96	0,93	0,89	0,91	0,92	0,89	0,87	0,85
Gündoğdu	1,00	1,02	0,99	0,83	0,83	0,84	0,83	0,85	0,83
Hayrat	1,03	1,00	0,97	0,82	0,82	0,84	0,84	0,82	0,82
Hopa	1,00	0,97	0,94	0,87	0,87	0,87	0,87	0,84	0,82
İyidere	1,03	1,01	1,00	0,80	0,81	0,81	0,83	0,82	0,81
Kalkandere	1,01	0,99	0,97	0,80	0,81	0,81	0,81	0,80	0,78
Karaca	0,95	0,92	0,90	0,83	0,85	0,85	0,79	0,78	0,77
Kemalpaşa	1,07	1,04	1,02	0,79	0,80	0,81	0,85	0,83	0,82
Kendirli	1,00	0,98	0,96	0,81	0,82	0,82	0,81	0,80	0,79
Kirazlık	1,00	0,98	0,96	0,83	0,82	0,82	0,83	0,81	0,79
Melyat	1,00	0,98	0,97	0,81	0,82	0,84	0,81	0,81	0,81
Muratlı	1,01	0,99	0,98	0,83	0,83	0,84	0,83	0,82	0,82
Musadağı	1,00	0,97	0,94	0,81	0,83	0,84	0,81	0,80	0,79
Of	1,04	1,01	0,99	0,80	0,82	0,82	0,83	0,82	0,81
Ortapazar	1,00	0,98	0,98	0,80	0,80	0,80	0,80	0,79	0,78
Pazar	0,99	0,96	0,93	0,81	0,82	0,83	0,80	0,79	0,77
Pazarköy	1,00	1,00	0,99	0,81	0,82	0,82	0,81	0,82	0,81
Sabuncular	1,01	0,98	0,94	0,83	0,84	0,86	0,84	0,82	0,81
Salarha	1,00	0,98	0,96	0,82	0,83	0,84	0,82	0,81	0,81
Selimiye	1,04	0,96	0,93	0,80	0,83	0,84	0,83	0,79	0,78
Sürmene	1,01	0,98	0,96	0,80	0,81	0,82	0,81	0,79	0,79
Taşçılar	1,00	0,99	0,96	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,86
Tersane	0,97	0,95	0,92	0,81	0,82	0,83	0,78	0,78	0,77
Tirebolu	0,98	1,00	0,97	0,84	0,82	0,82	0,82	0,82	0,80
Ulucami	1,00	0,96	0,92	0,82	0,83	0,85	0,82	0,80	0,78
Veliköy	0,96	0,96	0,96	0,84	0,85	0,84	0,81	0,82	0,81
Zihniderin	0,96	0,98	0,94	0,81	0,81	0,80	0,78	0,79	0,75
Işıklı	1,00	0,98	0,95	0,77	0,80	0,82	0,77	0,79	0,77
Ortalama	1,01	0,98	0,96	0,82	0,83	0,84	0,83	0,82	0,80
< 1	9	33	40	42	42	42	42	42	42
= 1	17	0	0	0	0	0	0	0	0
>1	16	9	2	0	0	0	0	0	0

Ek-28 JLV Modeli 2014-15 Dönemi Skorları

KVB	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi
	$\alpha = 0$			$\alpha = 0,5$			$\alpha = 1$		
Ambarlık	0,45	1,65	---	0,59	1,19	---	0,81	0,81	Azalış
Araklı	0,40	1,79	---	0,59	1,27	---	0,87	0,87	Azalış
Ardeşen	0,31	2,11	---	0,54	1,24	---	0,84	0,84	Azalış
Arhavi	0,40	1,50	---	0,58	1,10	---	0,83	0,83	Azalış
Aşıklar	0,44	1,79	---	0,62	1,27	---	0,89	0,89	Azalış
Azaklı	0,35	2,52	---	0,57	1,43	---	0,90	0,90	Azalış
Bölümlü	0,46	1,55	---	0,62	1,14	---	0,85	0,85	Azalış
Büyükköy	0,43	2,36	---	0,59	1,57	---	0,94	0,94	Azalış
Camıdağı	0,35	2,66	---	0,58	1,64	---	0,90	0,90	Azalış
Çamlı	0,51	1,67	---	0,69	1,22	---	0,90	0,90	Azalış
Çayeli	0,48	1,79	---	0,66	1,27	---	0,91	0,91	Azalış
Çiftlik	0,38	2,03	---	0,57	1,25	---	0,86	0,86	Azalış
Derepazarı	0,38	2,23	---	0,58	1,46	---	0,89	0,89	Azalış
Eskipazar	0,11	3,24	---	0,47	1,12	---	0,73	0,73	Azalış
Fındıklı	0,40	2,20	---	0,60	1,43	---	0,94	0,94	Azalış
Gündoğdu	0,48	1,66	---	0,63	1,26	---	0,93	0,93	Azalış
Hayrat	0,37	2,18	---	0,54	1,41	---	0,86	0,86	Azalış
Hopa	0,37	2,40	---	0,58	1,51	---	0,94	0,94	Azalış
İyidere	0,44	2,13	---	0,63	1,39	---	0,92	0,92	Azalış
Kalkandere	0,42	1,96	---	0,57	1,35	---	0,87	0,87	Azalış
Karaca	0,31	3,39	---	0,58	1,92	---	0,99	0,99	Azalış
Kemalpaşa	0,48	1,96	---	0,66	1,35	---	0,93	0,93	Azalış
Kendirli	0,39	1,97	---	0,59	1,31	---	0,90	0,90	Azalış
Kirazlık	0,45	1,97	---	0,65	1,34	---	0,94	0,94	Azalış
Melyat	0,56	1,54	---	0,72	1,13	---	0,89	0,89	Azalış
Muratlı	0,47	1,75	---	0,60	1,30	---	0,88	0,88	Azalış
Musadağı	0,41	1,98	---	0,60	1,38	---	0,87	0,87	Azalış
Of	0,45	1,69	---	0,62	1,24	---	0,88	0,88	Azalış
Ortapazar	0,38	2,27	---	0,58	1,45	---	0,89	0,89	Azalış
Pazar	0,74	1,73	---	0,67	1,29	---	0,92	0,92	Azalış
Pazarköy	0,35	2,45	---	0,56	1,49	---	0,91	0,91	Azalış
Sabuncular	0,23	4,37	---	0,47	2,07	---	1,00	1,00	Azalış
Salarha	0,48	1,61	---	0,62	1,21	---	0,88	0,88	Azalış
Selimiye	0,42	1,94	---	0,61	1,33	---	0,89	0,89	Azalış
Sürmene	0,45	1,67	---	0,61	1,22	---	0,86	0,86	Azalış
Taşçılar	0,48	1,79	---	0,65	1,24	---	0,91	0,91	Azalış
Tersane	0,50	1,73	---	0,67	1,21	---	0,90	0,90	Azalış
Tirebolu	0,40	2,20	---	0,60	1,43	---	0,90	0,90	Azalış
Ulucami	0,50	1,69	---	0,67	1,21	---	0,88	0,88	Azalış
Veliköy	0,54	1,61	---	0,72	1,17	---	0,90	0,90	Azalış
Zihniderin	0,52	1,75	---	0,69	1,37	---	0,98	0,98	Azalış
İşıklı	0,35	3,39	---	0,55	1,78	---	0,96	0,96	Azalış
Ortalama	0,42	2,09		0,61	1,36		0,90	0,90	
< 1	42	0		42	0		42	42	
= 1	0	0		0	0		0	0	
>1	0	42		0	42		0	0	

Ek-29 JLV Modeli 2015-16 Dönemi Skorları

KVB	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi
	$\alpha = 0$			$\alpha = 0,5$			$\alpha = 1$		
Ambarlık	0,76	1,76	---	0,88	1,39	---	1,11	1,11	Artış
Araklı	0,51	1,85	---	0,67	1,30	---	0,89	0,89	Azalış
Ardeşen	0,37	1,47	---	0,58	1,12	---	0,82	0,82	Azalış
Arhavi	0,48	1,72	---	0,63	1,24	---	0,87	0,87	Azalış
Aşıklar	0,54	1,97	---	0,73	1,42	---	1,00	1,00	Azalış
Azaklı	0,40	2,14	---	0,62	1,36	---	0,91	0,91	Azalış
Bölümlü	0,52	1,76	---	0,70	1,31	---	0,93	0,93	Azalış
Büyükköy	0,48	1,99	---	0,64	1,38	---	0,91	0,91	Azalış
Camıdağı	0,45	1,73	---	0,65	1,20	---	0,88	0,88	Azalış
Çamlı	0,51	1,53	---	0,68	1,15	---	0,88	0,88	Azalış
Çayeli	0,57	1,66	---	0,74	1,26	---	0,96	0,96	Azalış
Çiftlik	0,53	1,98	---	0,72	1,41	---	0,98	0,98	Azalış
Derepazarı	0,45	1,93	---	0,61	1,28	---	0,87	0,87	Azalış
Eskipazar	0,25	2,94	---	0,58	1,35	---	0,95	0,95	Azalış
Fındıklı	0,37	2,11	---	0,58	1,44	---	0,92	0,92	Azalış
Gündoğdu	0,51	1,78	---	0,69	1,32	---	0,92	0,92	Azalış
Hayrat	0,35	2,10	---	0,54	1,39	---	0,89	0,89	Azalış
Hopa	0,35	1,97	---	0,54	1,37	---	0,85	0,85	Azalış
İyidere	0,50	1,63	---	0,67	1,20	---	0,87	0,87	Azalış
Kalkandere	0,48	1,82	---	0,66	1,33	---	0,93	0,93	Azalış
Karaca	0,63	2,64	---	0,86	1,62	---	1,10	1,10	Artış
Kemalpaşa	0,55	1,72	---	0,73	1,25	---	0,93	0,93	Azalış
Kendirli	0,51	1,86	---	0,68	1,31	---	0,95	0,95	Azalış
Kirazlık	0,55	1,72	---	0,71	1,24	---	0,92	0,92	Azalış
Melyat	0,58	1,58	---	0,74	1,21	---	0,95	0,95	Azalış
Muratlı	0,53	1,68	---	0,69	1,29	---	0,94	0,94	Azalış
Musadağı	0,47	1,94	---	0,66	1,32	---	0,92	0,92	Azalış
Of	0,52	1,62	---	0,70	1,22	---	0,91	0,91	Azalış
Ortapazar	0,45	2,00	---	0,61	1,36	---	0,89	0,89	Azalış
Pazar	0,81	1,63	---	0,73	1,26	---	0,98	0,98	Azalış
Pazarköy	0,40	1,96	---	0,63	1,31	---	0,92	0,92	Azalış
Sabuncular	0,15	3,59	---	0,39	1,69	---	0,79	0,79	Azalış
Salarha	0,60	1,63	---	0,75	1,24	---	0,95	0,95	Azalış
Selimiye	0,49	1,83	---	0,67	1,32	---	0,94	0,94	Azalış
Sürmene	0,50	1,67	---	0,68	1,25	---	0,92	0,92	Azalış
Taşçılar	0,58	1,55	---	0,72	1,20	---	0,90	0,90	Azalış
Tersane	0,50	1,62	---	0,66	1,16	---	0,88	0,88	Azalış
Tirebolu	0,48	1,80	---	0,66	1,27	---	0,89	0,89	Azalış
Ulucami	0,53	1,68	---	0,72	1,26	---	0,95	0,95	Azalış
Veliköy	0,57	1,58	---	0,75	1,21	---	0,97	0,97	Azalış
Zihniderin	0,45	1,61	---	0,61	1,17	---	0,85	0,85	Azalış
Işıklı	0,40	2,22	---	0,61	1,46	---	0,93	0,93	Azalış
Ortalama	0,49	1,88		0,67	1,31		0,92	0,92	
< 1	42	0		42	0		40	40	
= 1	0	0		0	0		0	0	
>1	0	42		0	42		2	2	

Ek-30 JLV Modeli 2016-17 Dönemi Skorları

KVB	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi
	$\alpha = 0$			$\alpha = 0,5$			$\alpha = 1$		
Ambarlık	0,58	1,06	---	0,68	0,91	Azalış	0,79	0,79	Azalış
Araklı	0,41	1,56	---	0,57	1,15	---	0,81	0,81	Azalış
Ardeşen	0,44	1,46	---	0,62	1,07	---	0,81	0,81	Azalış
Arhavi	0,42	1,80	---	0,60	1,30	---	0,91	0,91	Azalış
Aşıklar	0,46	1,42	---	0,61	1,08	---	0,82	0,82	Azalış
Azaklı	0,83	2,55	---	1,08	1,80	Artış	1,37	1,37	Artış
Bölümlü	0,47	1,42	---	0,61	1,06	---	0,80	0,80	Azalış
Büyükköy	0,48	1,73	---	0,64	1,26	---	0,87	0,87	Azalış
Camıdağı	0,33	1,46	---	0,55	0,98	Azalış	0,72	0,72	Azalış
Çamlı	0,44	1,52	---	0,61	1,14	---	0,84	0,84	Azalış
Çayeli	0,49	1,31	---	0,63	1,02	---	0,79	0,79	Azalış
Çiftlik	0,52	1,32	---	0,68	1,03	---	0,80	0,80	Azalış
Derepazarı	0,43	1,61	---	0,59	1,17	---	0,80	0,80	Azalış
Eskipazar	0,21	1,47	---	0,47	1,10	---	0,74	0,74	Azalış
Fındıklı	0,32	2,24	---	0,52	1,37	---	0,86	0,86	Azalış
Gündoğdu	0,41	1,70	---	0,61	1,18	---	0,86	0,86	Azalış
Hayrat	0,33	2,16	---	0,53	1,41	---	0,86	0,86	Azalış
Hopa	0,45	1,95	---	0,67	1,32	---	0,94	0,94	Azalış
İyidere	0,46	1,49	---	0,62	1,14	---	0,85	0,85	Azalış
Kalkandere	0,42	1,57	---	0,58	1,21	---	0,82	0,82	Azalış
Karaca	0,32	1,28	---	0,50	0,93	Azalış	0,71	0,71	Azalış
Kemalpaşa	0,44	1,41	---	0,60	1,06	---	0,81	0,81	Azalış
Kendirli	0,45	1,52	---	0,60	1,15	---	0,82	0,82	Azalış
Kirazlık	0,56	1,26	---	0,69	1,02	---	0,83	0,83	Azalış
Melyat	0,38	1,38	---	0,53	1,03	---	0,74	0,74	Azalış
Muratlı	0,45	1,52	---	0,61	1,15	---	0,85	0,85	Azalış
Musadağı	0,37	1,81	---	0,60	1,26	---	0,87	0,87	Azalış
Of	0,45	1,50	---	0,62	1,13	---	0,86	0,86	Azalış
Ortapazar	0,35	1,73	---	0,54	1,23	---	0,83	0,83	Azalış
Pazar	0,72	1,46	---	0,61	1,12	---	0,82	0,82	Azalış
Pazarköy	0,45	1,72	---	0,63	1,21	---	0,86	0,86	Azalış
Sabuncular	0,00	23,67	---	0,16	3,03	---	0,95	0,95	Azalış
Salarha	0,43	1,42	---	0,59	1,07	---	0,81	0,81	Azalış
Selimiye	0,49	1,45	---	0,64	1,13	---	0,85	0,85	Azalış
Sürmene	0,42	1,51	---	0,58	1,18	---	0,82	0,82	Azalış
Taşçılar	0,47	1,23	---	0,59	0,98	Azalış	0,76	0,76	Azalış
Tersane	0,44	1,61	---	0,60	1,18	---	0,82	0,82	Azalış
Tirebolu	0,47	1,55	---	0,63	1,14	---	0,85	0,85	Azalış
Ulucami	0,42	1,44	---	0,59	1,09	---	0,81	0,81	Azalış
Veliköy	0,38	1,36	---	0,52	1,03	---	0,72	0,72	Azalış
Zihniderin	0,34	1,79	---	0,52	1,16	---	0,77	0,77	Azalış
Işıklı	0,37	2,00	---	0,58	1,30	---	0,89	0,89	Azalış
Ortalama	0,43	2,10		0,60	1,20		0,84	0,84	
< 1	42	0		41	4		41	41	
= 1	0	0		0	0		0	0	
>1	0	42		1	38		1	1	

Ek-31 JLV Modeli 2017-18 Dönemi Skorları

KVB	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi
	$\alpha = 0$			$\alpha = 0,5$			$\alpha = 1$		
Ambarlık	0,73	1,27	---	0,82	1,09	---	0,94	0,94	Azalış
Araklı	0,48	1,60	---	0,63	1,20	---	0,88	0,88	Azalış
Ardeşen	0,52	1,56	---	0,69	1,13	---	0,88	0,88	Azalış
Arhavi	0,49	1,63	---	0,66	1,22	---	0,89	0,89	Azalış
Aşıklar	0,57	1,47	---	0,72	1,14	---	0,89	0,89	Azalış
Azaklı	0,35	0,83	Azalış	0,45	0,69	Azalış	0,57	0,57	Azalış
Bölümlü	0,57	1,54	---	0,73	1,21	---	0,93	0,93	Azalış
Büyükköy	0,51	1,67	---	0,65	1,24	---	0,92	0,92	Azalış
Camıdağı	0,40	1,88	---	0,59	1,13	---	0,84	0,84	Azalış
Çamlı	0,48	1,58	---	0,63	1,17	---	0,84	0,84	Azalış
Çayeli	0,58	1,50	---	0,74	1,17	---	0,93	0,93	Azalış
Çiftlik	0,63	1,38	---	0,78	1,10	---	0,95	0,95	Azalış
Derepazarı	0,53	1,60	---	0,68	1,23	---	0,95	0,95	Azalış
Eskipazar	0,45	1,65	---	0,59	1,19	---	0,84	0,84	Azalış
Fındıklı	0,54	2,44	---	0,80	1,59	---	1,08	1,08	Artış
Gündoğdu	0,44	1,70	---	0,61	1,18	---	0,83	0,83	Azalış
Hayrat	0,48	2,31	---	0,68	1,53	---	0,99	0,99	Azalış
Hopa	0,66	1,82	---	0,86	1,32	---	1,03	1,03	Artış
İyidere	0,59	1,44	---	0,63	1,12	---	0,83	0,83	Azalış
Kalkandere	0,49	1,58	---	0,64	1,20	---	0,90	0,90	Azalış
Karaca	0,45	1,90	---	0,66	1,27	---	0,94	0,94	Azalış
Kemalpaşa	0,49	1,44	---	0,63	1,11	---	0,82	0,82	Azalış
Kendirli	0,52	1,56	---	0,66	1,21	---	0,91	0,91	Azalış
Kirazlık	0,56	1,25	---	0,75	1,05	---	0,90	0,90	Azalış
Melyat	0,54	1,69	---	0,73	1,28	---	1,01	1,01	Artış
Muratlı	0,53	1,71	---	0,71	1,26	---	0,93	0,93	Azalış
Musadağı	0,47	1,65	---	0,63	1,16	---	0,88	0,88	Azalış
Of	0,50	1,54	---	0,66	1,17	---	0,86	0,86	Azalış
Ortapazar	0,47	1,90	---	0,65	1,35	---	0,96	0,96	Azalış
Pazar	0,74	1,54	---	0,70	1,18	---	0,91	0,91	Azalış
Pazarköy	0,49	1,52	---	0,65	1,16	---	0,89	0,89	Azalış
Sabuncular	0,07	18,53	---	0,39	4,60	---	0,95	0,95	Azalış
Salarha	0,54	1,46	---	0,68	1,12	---	0,87	0,87	Azalış
Selimiye	0,56	1,49	---	0,71	1,19	---	0,90	0,90	Azalış
Sürmene	0,50	1,58	---	0,65	1,20	---	0,89	0,89	Azalış
Taşçılar	0,63	1,58	---	0,79	1,26	---	1,00	1,00	Azalış
Tersane	0,50	1,84	---	0,66	1,30	---	0,96	0,96	Azalış
Tirebolu	0,53	1,57	---	0,68	1,18	---	0,87	0,87	Azalış
Ulucami	0,59	1,76	---	0,75	1,31	---	0,98	0,98	Azalış
Veliköy	0,58	1,80	---	0,74	1,38	---	1,02	1,02	Artış
Zihniderin	0,50	1,90	---	0,71	1,38	---	1,02	1,02	Artış
Işıklı	0,51	2,16	---	0,72	1,42	---	0,99	0,99	Azalış
Ortalama	0,52	2,04		0,68	1,30		0,91	0,91	
< 1	42	1		42	1		37	37	
= 1	0	0		0	0		0	0	
>1	0	41		0	41		5	5	

Ek-32 JLV Modeli 2018-19 Dönemi Skorları

KVB	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi	M _L	M _U	MTFVE Değişimi
	$\alpha = 0$			$\alpha = 0,5$			$\alpha = 1$		
Ambarlık	0,69	1,14	---	0,81	1,02	---	0,91	0,91	Azalış
Araklı	0,49	1,29	---	0,62	1,02	---	0,79	0,79	Azalış
Ardeşen	0,53	1,29	---	0,66	1,03	---	0,83	0,83	Azalış
Arhavi	0,51	1,42	---	0,65	1,09	---	0,84	0,84	Azalış
Aşıklar	0,54	1,17	---	0,66	0,95	Azalış	0,80	0,80	Azalış
Azaklı	0,49	1,31	---	0,62	1,01	---	0,78	0,78	Azalış
Bölümlü	0,57	1,36	---	0,70	1,09	---	0,87	0,87	Azalış
Büyükköy	0,52	1,50	---	0,67	1,14	---	0,87	0,87	Azalış
Camıdağı	0,47	1,69	---	0,66	1,20	---	0,86	0,86	Azalış
Çamlı	0,49	1,32	---	0,61	1,04	---	0,80	0,80	Azalış
Çayeli	0,53	1,26	---	0,66	1,01	---	0,81	0,81	Azalış
Çiftlik	0,59	1,20	---	0,72	1,00	---	0,85	0,85	Azalış
Derepazarı	0,54	1,21	---	0,65	0,99	Azalış	0,80	0,80	Azalış
Eskipazar	0,51	1,31	---	0,63	1,04	---	0,80	0,80	Azalış
Fındıklı	0,64	1,48	---	0,78	1,12	---	0,92	0,92	Azalış
Gündoğdu	0,51	1,40	---	0,66	1,09	---	0,86	0,86	Azalış
Hayrat	0,50	1,49	---	0,64	1,11	---	0,84	0,84	Azalış
Hopa	0,61	1,24	---	0,75	1,02	---	0,87	0,87	Azalış
İyidere	0,53	1,28	---	0,65	1,04	---	0,83	0,83	Azalış
Kalkandere	0,52	1,26	---	0,64	1,02	---	0,81	0,81	Azalış
Karaca	0,45	1,51	---	0,60	1,12	---	0,79	0,79	Azalış
Kemalpaşa	0,54	1,32	---	0,67	1,05	---	0,85	0,85	Azalış
Kendirli	0,49	1,32	---	0,64	1,04	---	0,81	0,81	Azalış
Kirazlık	0,58	1,20	---	0,70	0,98	Azalış	0,82	0,82	Azalış
Melyat	0,51	1,33	---	0,66	1,03	---	0,82	0,82	Azalış
Muratlı	0,53	1,39	---	0,66	1,08	---	0,83	0,83	Azalış
Musadağı	0,47	1,30	---	0,64	1,02	---	0,81	0,81	Azalış
Of	0,51	1,30	---	0,65	1,04	---	0,83	0,83	Azalış
Ortapazar	0,47	1,30	---	0,63	1,00	---	0,79	0,79	Azalış
Pazar	0,70	1,20	---	0,66	0,97	Azalış	0,80	0,80	Azalış
Pazarköy	0,54	1,25	---	0,67	1,01	---	0,82	0,82	Azalış
Sabuncular	0,43	1,67	---	0,60	1,18	---	0,83	0,83	Azalış
Salarha	0,55	1,27	---	0,67	1,03	---	0,82	0,82	Azalış
Selimiye	0,55	1,21	---	0,66	1,00	Azalış	0,82	0,82	Azalış
Sürmene	0,50	1,29	---	0,63	1,03	---	0,80	0,80	Azalış
Taşçılar	0,61	1,32	---	0,75	1,08	---	0,89	0,89	Azalış
Tersane	0,50	1,61	---	0,65	1,18	---	0,87	0,87	Azalış
Tirebolu	0,55	1,31	---	0,67	1,05	---	0,84	0,84	Azalış
Ulucami	0,57	1,26	---	0,69	1,00	---	0,82	0,82	Azalış
Veliköy	0,53	1,31	---	0,65	1,07	---	0,83	0,83	Azalış
Zihniderin	0,49	1,27	---	0,62	1,00	---	0,77	0,77	Azalış
Işıklı	0,44	1,35	---	0,58	1,01	---	0,77	0,77	Azalış
Ortalama	0,53	1,33		0,66	1,05		0,83	0,83	
< 1	42	0		42	5		42	42	
= 1	0	0		0	0		0	0	
>1	0	42		0	37		0	0	