



Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

TÜRKİYE TARIM SEKTÖRÜNDE PARAMETRİK OLMAYAN ETKİNLİK VE ELASTİKLİK ÖLÇÜMÜ

Cem MENTEN

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2018

TÜRKİYE TARIM SEKTÖRÜNDE PARAMETRİK OLMAYAN ETKİNLİK VE
ELASTİKLİK ÖLÇÜMÜ

Cem MENTEN

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

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2018

KABUL VE ONAY

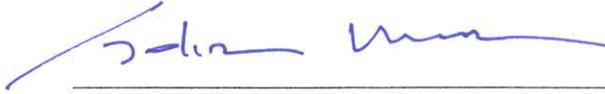
Cem Menten tarafından hazırlanan "TÜRKİYE TARIM SEKTÖRÜNDE PARAMETRİK OLMAYAN ETKİNLİK VE ELASTİKLİK ÖLÇÜMÜ" başlıklı bu çalışma, 29/05/2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Mehmet Baha KARAN (Başkan)



Doç. Dr. Kazım Barış ATICI (Danışman)



Prof. Dr. Aydın ULUCAN



Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ



Dr. Öğr. Üyesi Bülent ÇEKİÇ

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Musa Yaşar SAĞLAM

Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

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

- Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim sadece Hacettepe Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- Tezimin 2 yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

29/05/2018



Cem MENTEN

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

oTezimin tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

(Bu seçenikle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, teziniz arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir)

•Tezimin 29/05/2020 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir)

oTezimintarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

oSerbest Seçenek/Yazarın Seçimi

29 /05/2018

Cem MENTEN

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Doç. Dr. Kazım Barış ATICI danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.



Cem MENTEN

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanması sürecinde kıymetli bilgi birikimini ve tecrübelerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, bana her daim yol gösterip destek olan, sunduğu önerileri ve katkıları ile çalışmamı anlamlandıran saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Kazım Barış ATICI'ya,

Çok kıymetli yorumlarını ve önerilerini benden esirgemeyen saygıdeğer jüri üyelerim Prof. Dr. Aydın ULUCAN'a, Prof. Dr. Mehmet Baha KARAN'a ve Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ'e,

Üzerimdeki emeğini tarif edemeyeceğim, beni her zaman güler yüzü ve pozitif enerjisi ile karşılayan, motive eden ve destekleyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Bülent ÇEKİÇ'e,

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca sundukları eğitim kalitesi ve kazandırdıkları bakış açısı ile kendilerinden çok şey öğrendiğim Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Bilim Dalı'ndaki tüm hocalarıma,

Çalışmam boyunca bana destek ve motivasyon sağlayan tüm arkadaşlarıma,

Her daim yanımda olan ve bundan sonrasında da yanımda olacağından asla şüphemin olmadığı, bana katmış olduklarını kelimelere sığdıramayacağım Aslı ÜNAL'a,

Tüm hayatım boyunca yanımda olup, hiçbir desteği ve imkanı benden esirgemeyen, yaşadığım tüm zorlukları kolaylaştıran, bana olan sonsuz inanç ve sevgileri ile beni güçlendiren, varlıklarına şükrettiğim sevgili annem ve sevgili babama en içten minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

MENTEN Cem. *TÜRKİYE TARIM SEKTÖRÜNDE PARAMETRİK OLMAYAN ETKİNLİK VE ELASTİKLİK ÖLÇÜMÜ*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2018.

Tarım etkinliği, tarımsal verimlilik artışı ve ekonomideki kaynakların etkin bir şekilde tahsis edilebilmesi açısından temel bir rol oynamaktadır. Bu doğrultuda, tüm dünyada tarımsal etkinliğin ölçülmesi konusundaki çalışmalarda farklı kavram ve ölçüm yaklaşımlarına sahip çok çeşitli metodolojiler kullanılmaktadır. Tarımsal etkinlik çalışmalarında tarımsal üretimin etkin bir şekilde yapılabilmesi, üretilen tarım ürünlerinin performans değerlendirmeleri ve geleceğe yönelik tarımsal politikaların geliştirilebilmesi adına Yöneylem Araştırması'nın önemli tekniklerinden biri olan Veri Zarflama Analizi'ne (VZA) sıklıkla başvurulmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) yayınladığı Bitkisel Ürün Denge Tabloları'ndan sağlanan en güncel veriler ile 2010-2016 yılları arasında Türkiye tarımında üretimi yapılan bitkisel ürünler için VZA tabanlı üç temel analiz gerçekleştirilmiştir. Türkiye tarım sektöründe üretilen bitkisel ürünlerin etkinlik ölçümleri, değerlendirilen yıllar içerisindeki etkinlik değişimleri ve farklı girdi ve çıktılarla oluşturulan senaryolar ile parçalı elastiklik ölçümü analizleri gerçekleştirilmiştir. VZA etkinlik sınırı üzerinde parçalı elastiklik ölçümü modelleri, tarım sektöründe ilk kez uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile Türk tarım sektörü üzerinde makro boyutta bir bakış açısı sağlanması amaçlanmıştır.

Anahtar Sözcükler

Tarımsal Etkinlik, Veri Zarflama Analizi, Etkinlik Değişimi, Elastiklik

ABSTRACT

MENTEN Cem. *NONPARAMETRIC EFFICIENCY AND ELASTICITY MEASUREMENT OF THE AGRICULTURAL SECTOR IN TURKEY*, Master Thesis, Ankara, 2018.

Agricultural efficiency plays a fundamental role to increase agricultural productivity and efficient allocation of resources in the economy. In this direction, studies on the measurement of agricultural efficiency all over the world use a wide variety of methodologies with different concepts and measurement approaches. Data Envelopment Analysis (DEA), one of the most important techniques of the Operational Research, is frequently used in order to be able to carry out agricultural production efficiently in agricultural efficiency studies, performance evaluations of agricultural products and agricultural policies for the future.

In this study, three main DEA-based techniques were analyzed with using crop production statistics which is published by Turkish Statistical Institute (TSI) with the most current data between the years 2010-2016 in Turkey's agricultural sector. The crops produced in Turkey's agricultural sector analyzed with efficiency analysis, the efficiency changes in the years under evaluation and partial elasticity measurement of created scenarios with different inputs and outputs. Partial elasticity measurement models on the DEA efficient frontier were applied for the first time in the agricultural sector. It was aimed to provide a macro perspective on Turkish agriculture sector with the results obtained.

Keywords

Agricultural Efficiency, Data Envelopment Analysis, Efficiency Change, Elasticity

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM	ii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI.....	iii
ETİK BEYAN.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
GİRİŞ	1
1. BÖLÜM : ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ	4
1.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA)	4
1.1.1. Üretim İmkanları Kümesi	6
1.1.2. Veri Zarflama Analizi Modelleri	10
1.1.2.1. VZA Zarflama Modelleri	13
1.1.2.2. Çarpan (Multiplier) VZA Modelleri.....	17
1.2. MALMQUIST VERİMLİLİK ENDEKSİ	20
1.2.1. Etkinlikteki Değişim	21
1.2.2. Teknolojik Değişme	23
1.2.3. Malmquist Endeksi	23
1.3. VZA'DA ELASTİKLİK ÖLÇÜMÜ	25
1.3.1. Ölçeğe Göre Getiri (<i>Returns-to-Scale</i> , RTS)	25
1.3.1.1. RTS Bölgeleri	27
1.3.1.2. VRS ve CRS RTS Yöntemleri	29
1.3.2. VZA Etkinlik Sınırı Üzerinde Elastiklik Ölçümü	33

1.3.2.1. Ölçek Elastikliği.....	34
1.3.2.2. Ölçeğe Göre Sabit Getirili (CRS) Üretim Teknolojilerinde Karma Parçalı Elastiklik Ölçümü.....	38
1.3.2.3. Çıktı Odaklı CRS Üretim Teknolojilerinde Elastiklik Analizi	39
1.3.3. Elastiklik ve Ölçeğe Göre Getiri İlişkisi.....	45
2. BÖLÜM : TARIM SEKTÖRÜNDE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ ÇALIŞMALARI.....	46
3. BÖLÜM: MODEL TASARIMI	55
3.1. KARAR BİRİMLERİ İLE DEĞİŞKENLERİN SEÇİMİ	56
3.2. VERİ SETİ VE UYGULANACAK ANALİZLER.....	59
4. BÖLÜM: BULGULAR.....	61
4.1. ETKİNLİK ANALİZLERİ.....	62
4.2. MALMQUIST VERİMLİLİK ENDEKSİ ANALİZLERİ	65
4.3. ELASTİKLİK ANALİZLERİ.....	74
4.3.1. Oluşturulan Senaryoların Elastiklik Analizleri	76
4.3.2. Elastiklik Ölçümleri İle RTS Karakterizasyonu	79
SONUÇ.....	84
KAYNAKÇA	87
EKLER.....	96
EK 1. ORJİNALLİK RAPORU	96
EK 2. ETİK KOMİSYON MUAFİYETİ FORMU	97
EK 3. ÇALIŞMAYA İLİŞKİN EK TABLOLAR	98
ÖZGEÇMİŞ.....	142

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
BCC	Banker Charnes Cooper
CCD	Caves Christensen Diewert
CCR	Charnes Cooper Rhodes
CRS	Constant Returns to Scale
ÇO	Çıktı Odaklı
DRS	Decreasing Returns to Scale
ED	Etkinlikteki Değişime
GO	Girdi Odaklı
IRS	Increasing Returns to Scale
KB	Karar Birimi
LHE	Left-hand Elasticity
LP	Linear Programming
MTFV	Malmquist Toplam Faktör Verimliliği
NIRS	Non-Increasing Returns to Scale
OR	Operations Research
RHE	Right-hand Elasticity
RTS	Returns to Scale
SFA	Stochastic Frontier Analysis
TD	Teknolojik Değişme
TFV	Toplam Faktör Verimliliği
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
ÜİK	Üretim İmkanları Kümesi
VRS	Variable Returns to Scale
VZA	Veri Zarflama Analizi

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. VRS Zarflama Modelleri	14
Tablo 2. CRS Zarflama Modelleri.....	15
Tablo 3. CRS Çarpan Modelleri.....	18
Tablo 4. VRS Çarpan Modelleri.....	19
Tablo 5. Tarımsal Etkinlik Ölçümü İle İlgili Yapılmış Geçmiş Çalışmalar.....	49
Tablo 6. Seçilmeyen Birimler	56
Tablo 7. Bitkisel Ürün Denge Tabloları İstatistiklerinden Sağlanan Değişkenler ve Tanımları	57
Tablo 8. Modelde Kullanılacak Girdi ve Çıktı Değişkenleri	58
Tablo 9. Karar değişkenleri olarak seçilmeyen değişkenler ve seçilmeme nedenleri	59
Tablo 10. 2010-2016 yılları arası ürünlerin ortalama etkinlik skorları, etkin ve etkin olmayan birim sayıları	63
Tablo 11. Çıktı Odaklı CRS ve VRS Varsayımları Altında 2010-2016 Yılları Arasında Tüm Yıllarda Etkin Olan Ürün Sayısı	63
Tablo 12. 2010-2016 Yılları Arasında Sanal Ağırlıkların Yoğunlaştığı Girdi ve Çıktılar	64
Tablo 13. Tüm karar birimleri için ortalama Etkinlik Değişimi, Teknolojik Değişim ve Malmquist TFV Endeksi değerleri	66
Tablo 14. Ürünler Bazında Ortalama Etkinlik Değişimi, Teknolojik Değişim ve Malmquist TFV Endeksi Değerleri.....	68
Tablo 15. Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisi için ortalama etkinlik değişimi, teknolojik değişim ve Malmquist TFV endeksi değerleri	69
Tablo 16. Sebzeler kategorisi için ortalama ED, TD ve MTFV değerleri.....	70
Tablo 17. Meyveler, içecek ve baharat bitkileri kategorisi için ortalama ED, TD ve MTFV değerleri	71
Tablo 18. Üç Kategori İçin Malmquist TFV Endeksi Ortalamaları	73

Tablo 19. Elastiklik Ölçümleri İçin Tasarlanmış Senaryolar	77
Tablo 20. Beş Farklı Senaryoda 2010-2016 Yılları Arasında En Yüksek Elastiklik Değerlerine Sahip Birimler	78
Tablo 21. Tüm senaryolar için belirlenen RTS tiplerinin yüzdeleri.....	79
Tablo 22. Tüm senaryolar için 2010-2016 yılları arası RTS yapısı değişmeyen birimler	81
Tablo 23. Tüm senaryolar için 2010-2016 yılları arası RTS yapısı değişen birimler	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. VRS Yaklaşımı Altında Üretim İmkanları Kümesi'nin Örnek Gösterimi	6
Şekil 2. CRS Yaklaşımı Altında Üretim İmkanları Kümesi'nin Gösterimi.....	10
Şekil 3. Zarflama ve Çarpan Formda VZA Modelleri	13
Şekil 4. Karar birimlerinin girdi odaklı CCR modeli için etkinlik sınırındaki izdüşümleri	16
Şekil 5. Karar birimlerinin çıktı odaklı CCR modeli için etkinlik sınırındaki izdüşümleri.....	16
Şekil 6. CRS teknolojisinde tek girdili ve çıktılı üretim.....	22
Şekil 7. RTS ve VRS etkin hedefleri	27
Şekil 8. RTS Bölgeleri.....	28
Şekil 9. Metodolojik Yapı.....	55
Şekil 10. Çalışmada Uygulanacak Analizler	59
Şekil 11. Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisi için ortalama ED, TD ve MTFV grafiği.	70
Şekil 12. Sebzeler kategorisi için ortalama ED, TD ve MTFV grafiği.....	71
Şekil 13. Meyveler, içecek ve baharat bitkileri kategorisi için ortalama ED, TD ve MTFV grafiği	72
Şekil 14. Üç Kategori İçin Malmquist TFV Endeksi Grafiği	73

GİRİŞ

Geleneksel ekonomik büyüme ve kalkınma teorilerinde, tüm ekonomiler için kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasının tarımsal etkinliğe ne kadar bağlı olduğu gösterilmiştir. Tarihsel süreç içerisinde, tarım sektöründeki verimlilik ve etkinlik artışının sağlanması ile ekonomideki diğer sektörlerle daha verimli kaynaklar tedarik edilebilmiştir. Ekonomik kaynakların etkin bir şekilde tahsis edilebilmesi ve tarımsal verimlilikte artış sağlanabilmesi açısından tarımsal etkinliğin hesaplanması temel bir rol oynamaktadır. Tarımsal üretimin değerlendirilmesinde etkinlik ölçüm yöntemleri yaygınlıkla kullanılmaktadır. Etkinlik ölçüm yöntemleri, genellikle bir üretim sınırının tahminine dayanmakta ve parametrik ve parametrik olmayan yaklaşımlar olmak üzere iki temel grupta incelenmektedir. Parametrik veya parametrik olmayan yaklaşımlar yoluyla tarımsal etkinliğin ölçülmesi ve yorumlanması ile ilgili Tarım, Ekonomi ve Yöneyim Araştırması literatüründe çok çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Bu doğrultuda, tarımsal üretimin etkin bir şekilde yapılabilmesi, üretilen tarım ürünlerinin performans değerlendirmeleri ve geleceğe yönelik tarımsal politikaların geliştirilebilmesi adına parametrik olmayan tekniklerden Veri Zarflama Analizi'ne sıklıkla başvurulmaktadır.

Veri Zarflama Analizi (VZA), benzer girdileri kullanarak benzer çıktılar üreten karar birimlerinin etkinliğini ölçmeye yarayan ve literatürde birçok sektör probleminde yaygınlıkla uygulanmış bir performans ölçümü tekniğidir. VZA, teknik karar birimlerinin göreceli etkinliğini, en iyi performans gösteren birimlerden oluşturulan bir etkinlik sınırına uzaklık olarak ölçen, parametrik olmayan bir tekniktir. Bu açıdan etkinliği ölçülen girdi ve çıktılar arasında fonksiyonel ilişkilerin kurulmasına ihtiyaç duyulmamaktadır.

VZA metodu ile yapılan etkinlik analizleri, her bir dönem için sadece teknik etkinlik skorlarını sağlamakta ve karar birimlerinin etkinliklerini zaman içinde karşılaştırma imkanı barındırmamaktadır. Etkinliğin zamana göre değişimi, dikkate alınması gereken önemli bir konudur. Çünkü her bir dönem için etkinlik skorlarındaki artış veya azalışların, teknik etkinlikteki veya teknolojik değişimdeki artış veya azalışların bir sonucu olup olmadığını değerlendirmek zordur. Etkinliğe etki eden değişimlerin karşılaştırılabilmesi ve zaman içinde karşılaştırma yapılabilmesi adına VZA tabanlı Malmquist TFV Endeksi analizleri gerçekleştirilmektedir.

Ölçeğe göre getirinin (girdilerdeki değişikliklerin çıktılar üzerinde etkisinin) araştırılması VZA literatürünün oldukça önemli konularındandır. Son yıllarda araştırmalar belirli girdiler ve/veya belirli çıktılar arasındaki ilişkilerin ölçümünü sağlayacak modellerin geliştirilmesine odaklanmaktadır. VZA etkinlik sınırı, parametrik bir fonksiyon olarak tanımlanmadığı için, girdi ve çıktılar arasındaki elastiklik ölçümü yeni modelleme yaklaşımlarının geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Veri Zarflama Analizi etkin sınırı üzerinde gerçekleştirilen parçalı elastiklik ölçümleri girdi ve çıktıların alt kümelerindeki değişimlerin duyarlılığına bakılabilmesi açısından avantaj sağlamaktadır. Değişen küme bütün girdileri, değişime yanıt veren küme bütün çıktıları içeriyorsa bu ölçek elastikliği olarak adlandırılmaktadır. Veri Zarflama Analizi'nde karar birimlerinin ölçeğe göre getiri durumlarına ölçek elastikliği üzerinden bakılmasının sağladığı avantaj ise duyarlılığın büyüklüğü üzerine de yorum yapılabilmesidir. Geleneksel ölçeğe göre getiri inceleme yaklaşımları birimlerin ölçeğe göre getiri durumlarının sözel olarak ortaya koymakta, büyüklüğü ile ilgili bir bilgi sağlamamaktadır. Elastiklik ölçütleri yalnızca girdi-çıktı alt kümelerindeki değişimlerin duyarlılık açısından incelenmesine olanak sağlamakla kalmayıp büyüklüğünü de yorumlanabilir kılmaktadır.

Yukarıdaki bilgiler ışığında, bu çalışmada Türkiye tarımında etkinlik, etkinliğin zaman içinde değişimi ve elastiklik ölçümü olmak üzere üç ana bileşenden oluşan VZA temelli bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) yayınladığı Bitkisel Ürün Denge Tabloları'ndan sağlanan en güncel veriler (2010-2016) kullanılmaktadır. Yapılan analizlerde, her bir bitkisel ürün karar birimi olarak değerlendirilmiştir. Türkiye tarım sektöründe üretilen bitkisel ürünlerin etkinlik ölçümleri, değerlendirilen yıllar içerisindeki etkinlik değişimleri ve farklı girdi ve çıktılarla oluşturulan senaryolar ile parçalı elastiklik ölçümü analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile Türk tarım sektörünün ürün üretim süreç etkinliği hakkında makro boyutta bir bakış açısı sağlanması amaçlanmıştır.

Araştırma kapsamında, teorisi Førsund ve Hjalmarsson (2004) tarafından yapılan çalışma ile başlayıp, Atici ve Podinovski (2012) çalışması ile şekillendirilen VZA etkinlik sınırı üzerindeki parçalı elastiklik ölçümü modelleri, tarım sektöründe ilk kez uygulanmıştır.

Tarım sektörü gerek VZA çalışmalarının uygulama alanı olması açısından güncelliği, gerekse elastiklik ölçümünden elde edilecek sonuçların yorumlanabilirliği açısından uygulama alanı olarak seçilmiştir. Çalışmanın bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir:

Birinci bölümde, çalışma kapsamında kullanılan analizler ele alınmıştır. Öncelikle, Veri Zarflama Analizi, sonrasında Malmquist Toplam Verimlilik Endeksi ve daha sonrasında da ölçüğe göre getiri kavramı ile birlikte VZA'da elastiklik ölçümü hakkında genel bilgiler verilmiştir.

İkinci bölümde, tarım sektöründeki VZA ile etkinlik ölçümü konusunda yapılan geçmiş çalışmaların detaylı bir şekilde incelendiği literatür araştırması yer almaktadır. Bu bölümde, tarımsal etkinliğin ölçülmesinde VZA ile birlikte VZA alt uygulamaları ve diğer metodolojilerin de kullanıldığı çalışmalar ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde, çalışmanın metodolojik yapısı, karar değişkenlerinin ve birimlerinin seçiminin nasıl yapıldığı, veri setinin oluşturulması ve uygulanacak analizler ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde, araştırma bulguları yer almaktadır. Çalışma kapsamında uygulanmış üç temel analizin sonuçları sunulmuştur. Bu bölümde, öncelikle etkinlik analizleri, etkinlik analizlerini takiben Malmquist Verimlilik Endeksi analizleri ve son olarak da elastiklik analizleri bulguları detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

1. BÖLÜM: ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

Bu çalışmada, uygulanacak analizler kapsamında öncelikle Veri Zarflama Analizi ile değerlendirilen yıllar arasında (2010-2016) yıllık periyotta etkinlik ölçümleri yapılacaktır. Etkinlik analizini takiben, Malmquist Verimlilik Endeksi analizi ile değerlendirilen zaman dönemleri arasındaki etkinlik değişimleri incelenecektir. Son olarak, farklı senaryolar oluşturularak girdi ve/veya çıktılardaki değişimlerin diğer girdi ve çıktılar üzerindeki potansiyel etkilerini ölçmek amacıyla elastiklik analizleri gerçekleştirilecektir. Bu bölümde, Veri Zarflama Analizi (VZA), Malmquist Verimlilik Endeksi Analizi ve Elastiklik Analizleri olmak üzere üç yöntem ayrıntılı bir biçimde açıklanacaktır.

1.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA)

Veri Zarflama Analizi, benzer girdileri kullanarak benzer çıktıları üreten (benzer faaliyetler gösteren) karar birimlerinin etkinliklerini ölçmeye yarayan ve literatürde birçok sektör probleminde yaygınlıkla uygulanmış bir performans ölçümü tekniğidir (Cooper, Seiford, & Tone, 2006).

Veri Zarflama Analizi (VZA), bir veya daha fazla girdiyi bir veya daha fazla çıktıya dönüştüren ve Karar Birimleri (KB) olarak adlandırılan bir dizi eş birimin performansının değerlendirilmesine olanak sağlayan “veri odaklı” bir yaklaşımdır (Cooper, Seiford, & Zhu, 2011). Veri Zarflama Analizi, karar birimlerinin karşılaştırmalı etkinliklerini değerlendirmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Birimleri karşılaştırılabilir hale getiren ana özellik, kullandıkları kaynak çeşitleri ve ürettikleri çıktı türleri bakımından aynı işlevi yerine getirmeleridir. Farklı faaliyetlerde bulunan, farklı türde birçok birimin performans değerlendirmelerinde kullanılmak üzere VZA'nın çok çeşitli uygulamaları mevcuttur. Bu VZA uygulamaları ile, hastaneler, üniversiteler, kütüphaneler, mahkemeler gibi birçok özel ve kamu sektörü kuruluşlarının yanı sıra, ülkeler ve bölgelerin performans değerlendirmeleri mümkün olabilmektedir. VZA'da mutlak etkinlik yerine göreceli etkinliğe başvurulmaktadır, bunun nedeni pratikte mutlak etkinlik açısından üstün ölçüm yöntemleri üretmek için yeterli bilgiye sahip olunamamasıdır (Thanassoulis, 2001).

Veri Zarflama Analizi, literatüre Charnes, Cooper ve Rhodes'in 1978'deki çalışması ile adım atmıştır. Bu çalışma ile ilk kez Farrel (1957) tarafından ortaya atılan performans etkinliğini ölçmeye dayanan teorik yaklaşım, doğrusal programlama vasıtasıyla işlevsel hale getirilmiş ve genişletilmiştir. 1978 yılından bu yana hem teorik gelişmeler ve hem de VZA'nın pratik uygulamaları artan bir ivme ile ilerleme kaydetmiştir.

Veri Zarflama Analizi (VZA), birçok teorik gelişme ve bunu beraberinde getiren pratik uygulamalar ile açıklanmış, birden fazla girdi ile birden fazla çıktı üreten bir grup karar biriminin görelî etkinliğini ölçmek için etkili bir teknik olarak kabul edilmiştir (Cook & Seiford, 2009; Emrouznejad, Parker, & Tavares, 2008). Veri Zarflama Analizi, teknik karar birimlerinin görelî etkinliğini en iyi performans gösteren birimlerden oluşturulan bir etkinlik sınırına olan uzaklık olarak ölçen, parametrik olmayan bir tekniktir (Cooper, Seiford, & Tone, 2007). Bu açıdan teknik uygulanırken parametrik tekniklerin aksine etkinliği ölçülen girdi ve çıktılar arasında fonksiyonel ilişkilerin kurulmasına ihtiyaç duyulmamaktadır. Bir karar biriminin etkinliği, basit bir kısıtlama ile bir etkinlik sınırının altındaki veya bu sınır üzerindeki diğer tüm karar birimlerine göre ölçülmektedir (Seiford & Thrall, 1990).

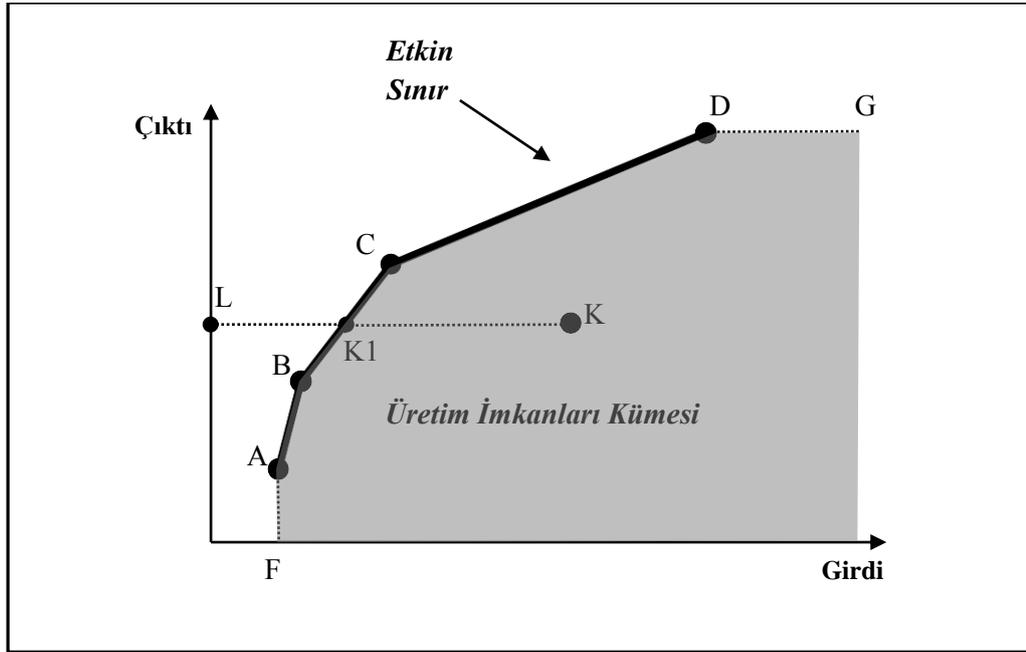
Veri Zarflama Analizi kapsamında zarflama ve çarpan olmak üzere iki tip modelleme yaklaşımı mevcuttur. Zarflama modeli, etkinliği Üretim İmkanları Kümesi yaklaşımı üzerinden tanımlamaktadır. Zarflama modelinin matematiksel olarak duali olan çarpan modelinde ise, etkinlik çıktı/girdi oranı üzerinden tanımlanmaktadır. Her iki modelde de görelî etkinlik ölçülmekte ve değerlendirilen birimlerin etkinlik skorları elde edilmektedir. Her iki yaklaşımda da aynı etkinlik skorları elde edilmekte iken model sonuçları sundukları ek bilgiler bakımından farklılaşmaktadır. Zarflama modeli etkin olma hedef değerleri ile referans birimleri sunarken, çarpan model birimin güçlü ve zayıf olduğu girdi ve çıktılar bakımından bilgi sağlamaktadır.

Bu bölümde VZA modellemesi, öncelikle üretim imkanları kümesi yaklaşımı ile açıklanmakta, sonrasında ise zarflama modeli ile birlikte dual model olan çarpan VZA modellemesine değinilmektedir.

1.1.1. Üretim İmkanları Kümesi

Veri Zarflama Analizi'nde, girdi ve çıktılar arasında fonksiyonel bir ilişki kurmak yerine, Üretim İmkanları Kümesi (ÜİK) oluşturulmaktadır. Üretim İmkanları Kümesi oluşturulurken dikkat edilecek husus, ÜİK'nın değerlendirme altındaki gözlemlenen birimler de dahil olmak üzere olurlu tüm girdi-çıkıtı karşılıklarını içermesi gerektiğidir (Thanassoulis, 2001). Buradaki amaç, etkin birimlerin her birinin görelî olarak belirlenmesi ve Üretim İmkanları Kümesi'nde tanımlanmış etkin birimler ile diğêr birimlerin kıyaslanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda, etkinlik sınırı üzerindeki veya altındaki birimler için doğrusal programlama yaklaşımı ile etkinlik skorları hesaplanmaktadır. Bu sayede, etkin olmayan karar birimleri ve etkin olmayan bu karar birimlerinin etkinlik sınırına ulaşması için hedef değêrler belirlenebilmektedir.

Veri Zarflama Analizi için başlıca avantajlardan biri de çok sayıda girdi ve çıkıtı kullanılabilme imkanı sağlanmasıdır. Girdi ve çıkıtı sayısının artması, teknoloji açısından daha fazla boyut anlamına gelmektedir. Çok sayıda girdi ve çıkıtı varlığında Üretim İmkanları Kümesi, CRS teknolojisi altında konik bir şekle; VRS teknolojisi altında ise sınırsız çok düzlemli bir şekle sahiptir. Şekil 1'de, tek girdili ve tek çıkıtılı örnek ile VRS yaklaşımında VZA'nın üretim imkanları kümesinde nasıl tanımlandığı gösterilmektedir:



Şekil 1. VRS Yaklaşımı Altında Üretim İmkanları Kümesi'nin Örnek Gösterimi

Yukarıdaki Üretim İmkanlar Kümesi'nin oluşturulabilmesi adına bazı varsayımlarda bulunulmaktadır. ÜİK'yı tanımlayıcı varsayımlar aşağıdaki gibidir:

- Olurlu girdi-çıkıtı karşılıkları arasındaki enterpolasyon, prensip olarak olurlu olan yeni girdi-çıkıtı karşılıklarına yol açmaktadır.
- Etkinsiz üretim mümkündür.
- ÜİK, yukarıdaki varsayımları karşılayan ve değerlendirilen birimlerdeki tüm girdi-çıkıtı karşılıklarını içeren en küçük kümedir.

Enterpolasyon varsayımı kullanılarak, değerlendirilmekte olan birimlerden herhangi ikisi arasında bulunan tüm girdi-çıkıtı karşılıklarının gözlemlenebileceği sonucu çıkarılabilmektedir.

Şekil 1'de, gözlemlenen A, B, C, D ve K birimleri grafik üzerinde gösterilmektedir. AB, BC ve CD doğru parçaları üzerinde bulunan girdi-çıkıtı karşılıkları veriyi zarflamaktadır ve olurludur.

Üretim İmkanları Kümesi için türetilecek bir başka varsayım ise; daha fazla girdi kullanmanın ve gözlemlenenen daha az çıkıtı üretmenin her zaman mümkün olduğudur (serbest kullanılabilirlik - free disposability). Başka bir deyişle, etkin olmadan çalışmak mümkündür. Bu nedenle Üretim İmkanları Kümesi, FABCDG parçalı doğrusal sınırı üzerindeki, bu sınırın sağındaki ve altındaki tüm birimlerin toplamından oluşmaktadır. Ayrıca, etkinsiz üretim mümkün olduğundan, D'den çıkan yatay uzantı olan DG ve A'dan gelen dikey uzantı olan AF de kural olarak olarak olurlu girdi-çıkıtı karşılıklarını içermektedir. Etkin olan B ve C birimleri, K gibi etkin olmayan bir birim için performans artırmak açısından rol modeller olarak kullanılabilir (Thanassoulis, 2001).

Şekil 1'deki Üretim İmkanları Kümesi'nde, ABCD parçalı doğrusal sınırı, etkinlik sınırıdır. Bu sınır üzerindeki birimler en iyi performans gösteren birimlerdir. AF ve DG bölümleri üzerindeki birimler, sırasıyla A ve D birimleri tarafından domine edildiklerinden olurludur, fakat tam anlamıyla etkin değillerdir. DG üzerindeki birimler için, G biriminde olduğu gibi daha az girdi ile aynı çıkıtıyı elde etmek mümkündür. Benzer şekilde, AF üzerindeki birimler için, A biriminin elde ettiği gibi aynı girdiyle daha fazla çıkıtı elde etmek mümkündür.

K birimi, ABCD etkinlik sınırının altında yer almaktadır ve bu nedenle diğer gözlemlenen birimlerle karşılaştırıldığında etkin olmadığı görülmektedir. K1 varsayımsal birimi, diğer tüm gözlemlenen etkin birimler gibi performans göstermektedir. B ve C birimleri arasında bir enterpolasyon olan K1 birimi, varsayımsal olarak K biriminden daha az girdi ile aynı miktarda çıktı üretmektedir. Örneğin girdi odaklı (çıkıtı seviyesini kontrol etmek için) bir model için, K'dan yatay bir çizgi çizilmesi ile, birimin çıkıtı seviyesinin K1'deki minimum girdi seviyesine karşılık geldiği bulunmaktadır. K1 birimi, K birimi için bir hedef birim olarak düşünülebilmektedir. K biriminin etkinliği ise, $LK1 / LK$ oranı ile hesaplanmaktadır.

Veri Zarflama Analizi'nde Üretim İmkanları Kümesinin altında yatan temel varsayımları genellemek adına; n adet gözlemlenen karar biriminin etkinliğinin, m adet girdi ve s adet çıkıtı temel alınarak değerlendirildiği varsayılmıştır. $X^j \in R_+^m / \{0\}$ girdi vektörü ve $Y^j \in R_+^s / \{0\}$ çıkıtı vektörü olmak üzere; gözlemlenen her bir karar birimi için $J = \{1, \dots, n\}$ kümesi, (X_j, Y_j) çifti ile temsil edilmektedir. \bar{X} , X_j sütunları tarafından oluşturulan $m \times n$ matrisi ve \bar{Y} , Y_j sütunları tarafından oluşturulan $s \times n$ matrisidir.

En az bir tane gözlemlenen karar birimi için, her bir girdinin ve her bir çıkıtının kesinlikle pozitif olduğu varsayılmaktadır. Değerlendirme altındaki birim, $KB_0 = (X_0, Y_0)$ olarak gösterilmektedir. T , değerlendirilmekte olan teknolojinin Üretim İmkanları Kümesi olarak tanımlanmıştır (Podinovski, 2005).

Verilen teknoloji için; $X^j \in R_+^m / \{0\}$ girdi vektörü ile, $Y^j \in R_+^s / \{0\}$ çıkıtı vektörünün üretilmesi mümkündür.

Kavramsal olarak, VZA'daki Üretim İmkanları Kümesi, aşağıdaki üretim aksiyomlarını karşılayan minimum teknoloji olarak tanımlanmaktadır (Banker, Charnes, & Cooper, 1984):

Aksiyom 1. Gözlemlenen verilerin olurluluğu. Herhangi bir $j = (1, \dots, n)$ için;

$$KB(X^j, Y^j) \in T \text{ dir.}$$

Aksiyom 2. Dışbükeylik. T kümesi dışbükeydir.

Aksiyom 3. Serbest kullanılabilirlik. $(X, Y) \in T$, $Y \geq Y' \geq 0$ ve $X \leq X'$, $(X', Y') \in T$.

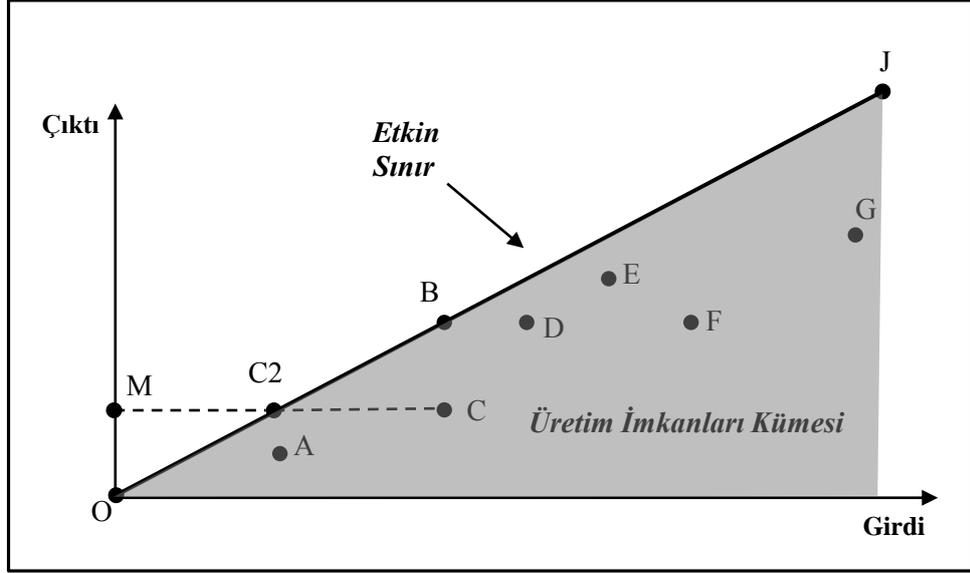
(Aksiyom 3’de, vektör eşitsizlikleri, her bir bileşen için tanımlanmış eşitsizliği belirtmektedir. Örneğin, $Y \geq Y'$ eşitsizliği, Y' vektörünün, Pareto anlamında, Y vektörü tarafından domine edildiği veya ona eşit olduğu anlamına gelmektedir.)

Veri Zarflama Analizi’nde modeller, farklı “Ölçeğe Göre Getiri” (Returns-to-Scale) yaklaşımları üzerine kurulmuştur. Ölçeğe Göre Getiri yaklaşımı, girdilerdeki değişikliklerin çıktılar üzerindeki etkisi olarak da tanımlanabilmektedir. Orjinal model, Charnes vd. (1978) tarafından önerilen CCR (Charnes Cooper Rhodes) modeli olarak bilinmektedir. CCR yaklaşımı, “Ölçeğe Göre Sabit Getiri” (*Constant Returns to Scale*, CRS) teknolojisini, yani girdi ve çıktılar arasındaki oransallığı kabul etmektedir. Bu yaklaşımda, karar birimlerinin aynı orana sahip ölçekli girdi ve çıktılarının, ilgili teknolojinin üyesi olduğu anlamına gelmektedir. Örneğin, üç girdi ve üç çıktı durumunda; her üç girdinin % 20 oranında artırılması ile çıktılarının da % 20 oranında artması bekleniliyorsa, CRS yaklaşımı bu durum için uygun bir yaklaşım olmaktadır. CRS yaklaşımı çerçevesinde, bir birimin faaliyet ölçeğinin etkinlik üzerinde bir etkisi olmadığı varsayılmaktadır. CCR yaklaşımı, Banker vd. (1984) tarafından modifiye edilmiş ve “Ölçeğe Göre Değişken Getiri” (*Variable Returns to Scale*, VRS) yaklaşımı kabul edilmiştir. Bu yaklaşım, BCC (Banker Charnes Cooper) modeli olarak adlandırılmıştır. BCC yaklaşımı, CCR yaklaşımının aksine oransallık varsayımını yok saymaktadır.

Ölçeğe Göre Getiri yaklaşımına bağlı olarak, üretim teknolojisi ve dolayısıyla Üretim İmkanları Kümesi’nin üretim aksiyomları küçük farklılıklar göstermektedir. Yukarıda belirtilen Aksiyom 1, Aksiyom 2 ve Aksiyom 3, VRS teknolojisini tanımlamaktadır. CRS varsayımı altındaki Üretim İmkanları Kümesi için, Banker ve diğerlerinin (1984), “Işın Sınırsızlığı” olarak adlandırdığı, yukarıda belirtilen 3 aksiyomun üzerine ek olarak oransallık aksiyomu da (Aksiyom 4) eklenmiştir.

Aksiyom 4. Oransallık. $(X, Y) \in T$ ve $\alpha \geq 0$ $(\alpha X, \alpha Y) \in T$.

Şekil 2 ile CRS yaklaşımı altında tek girdi ve tek çıktıya sahip üretim imkanları kümesi örneği gösterilmektedir.



Şekil 2. CRS Yaklaşımı Altında Üretim İmkanları Kümesi'nin Gösterimi

Şekil 2'de gösterilen CRS teknolojisi altındaki VZA'nın bir girdili ve bir çıktılı örneği için etkin sınır, Şekil 1'de verilen VRS teknolojisindeki etkin sınırdan farklı olarak, farklı bir başlangıç noktasından başlayan doğrusal bir şekle sahiptir.

Üretim İmkanları Kümesi, OBJ kapalı yarı doğrusunun üzerindeki veya altındaki birimler kümesi olarak tanımlanmaktadır. B birimi, diğer birimlere göre etkin bir şekilde faaliyet gösteren tek birimdir. C biriminin girdi açısından hedefi, varsayımsal etkin birim C2'dir ve C'nin etkinliği ise $MC2 / MC$ 'dir.

1.1.2. Veri Zarflama Analizi Modelleri

VZA modelleri girdi veya çıktı odaklılık, zarflama veya çarpan formdaki VZA modelleri ve ölçüğe göre getiri alt başlıkları altında değerlendirilmiştir.

Girdi veya Çıktı Odaklılık

Veri Zarflama Analizi ile etkinlik ölçümü yapabilmek için kurulacak VZA modellerinde, doğrusal programlama (*Linear Programming*, LP) yaklaşımına başvurulmaktadır. Kurulacak doğrusal programlama modelleri genellikle iki ana aşama ile gerçekleştirilmektedir. Bu aşamalardan ilki etkinliğin nasıl ölçüleceği ile ilgili olmaktadır. Bu aşamada, LP modelinin amaç fonksiyonunun yapısı belirlenmektedir.

VZA modellerinin amacı çıktı odaklı (maksimizasyon) veya girdi odaklı (minimizasyon) olarak iki şekilde formüle edilebilmektedir.

Girdi odaklı modellerde karar birimlerinin girdi değerleri etkinlik sınırını belirlemekte ve etkin olmayan birimler için girdi değerleri açısından hedef değerler belirlenmektedir. Çıktı odaklı modeller için ise belirlenen etkinlik sınırına bakılarak etkin olmayan karar birimlerinin çıktı değerlerinin artırılması hedeflenmektedir (Ulucan & Atıcı, 2010). Çıktı odaklı modellerde, herhangi bir girdiyi arttırmaksızın ve herhangi diğer bir çıktıyı azaltmaksızın herhangi bir çıktıyı arttırmak mümkünse, karar birimi verilen teknolojiye etkin olamamaktadır. Benzer şekilde, girdi odaklı modellerde, herhangi diğer bir girdiyi arttırmaksızın ve herhangi bir çıktıyı azaltmaksızın bir girdinin azaltılması mümkünse, karar birimi verilen teknolojiye etkin olamamaktadır (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1981).

VZA modellerinin ikinci ana aşaması, yukarıda belirtilen üretim aksiyomlarına dayanarak üretilen Üretim İmkanları Kümesi'nin özellikleriyle ilgilidir ve bu özellikler doğrusal programlama modelinin kısıtları ile tanımlanmaktadır.

VZA Zarflama Veya Çarpan VZA Modelleri

VZA'da temelde, Çarpan (Multiplier) ve Zarflama (Envelopment) olmak üzere iki tip model bulunmaktadır. Charnes vd. (1978) tarafından önerilen ve CCR (Charnes Cooper Rhodes) olarak bilinen orjinal VZA modeli, bir karar biriminin etkinliğinin, ağırlıklı çıktı kombinasyonunun ağırlıklı girdi kombinasyonuna oranı ile ifade edildiği yaklaşımı temel almaktadır. Bu yaklaşımdaki problem, Çarpan VZA modelleri ve VZA Zarflama modelleri olarak bilinen matematiksel olarak birbirinin duali olan doğrusal programlama modellerine dönüştürülerek ele alınmıştır.

Ölçeğe Göre Getiri

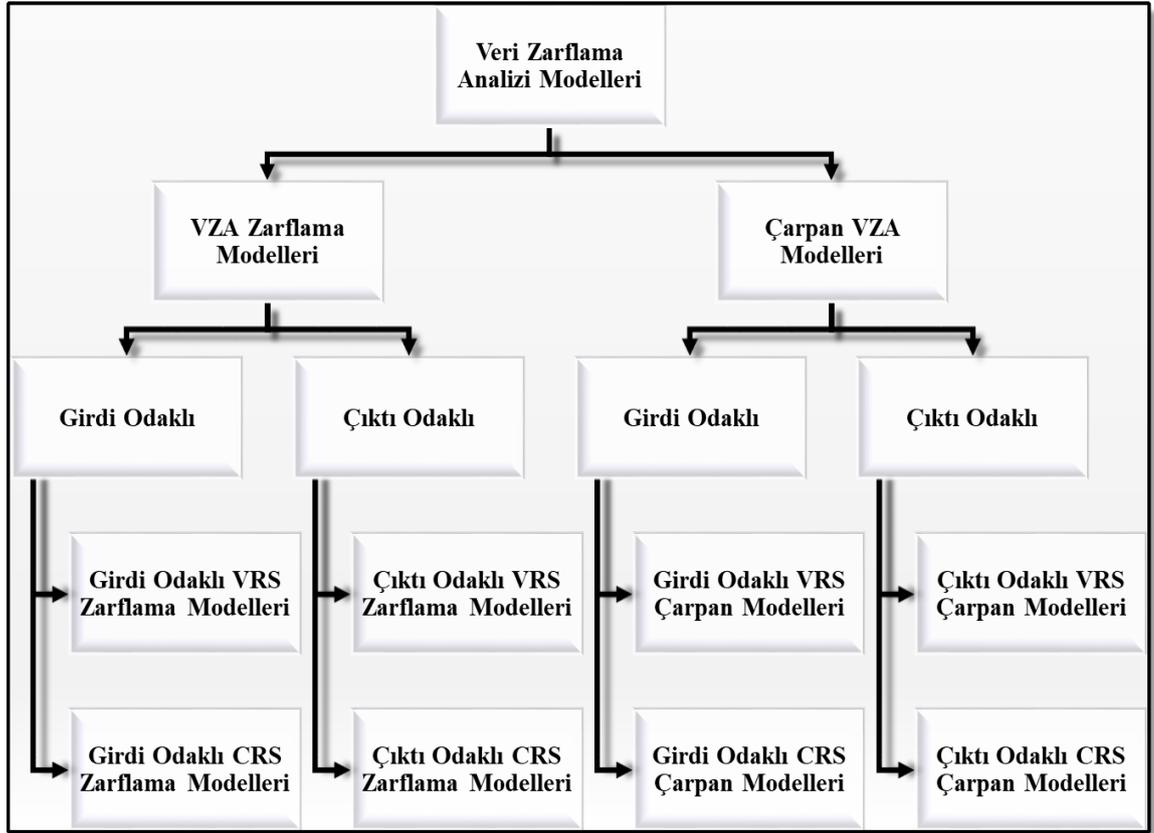
Daha önceden belirtildiği gibi VZA modelleri, Ölçeğe Göre Getiri faktörleri bakımından farklılık göstermektedir. Orjinal yaklaşım (CCR), Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CRS) teknolojisini kabul etmektedir. Bu yaklaşım, Banker vd. (1984) tarafından değiştirilmiş ve BCC (Banker Charnes Cooper) modeli olarak adlandırılmıştır. Bu model de, Ölçeğe Göre Değişken Getiri (VRS) teknolojisini kabul etmektedir. CRS teknolojisi kapsamında girdi ve çıktılar arasında tam oransallık olduğu varsayılmaktadır.

Ölçeklendirilmiş birimler, gerçek, bileşik ve daha iyi performans gösteren birimler aynı zamanda CRS’de yer alan üretim olanakları kümesinin üyeleridir (Bkz. Aksiyom 4).

Bununla birlikte, özellikle ürün ve hizmet kalitesi düşünüldüğünde, oransallık her gerçek dünya problemi için geçerli olmamaktadır. Dolayısıyla, oransallığın geçerli olmadığı sorunları ele almak ve aynı zamanda teknik etkinlik ve ölçek etkinlikleri arasında ayırım yapmak için Ölçeğe Göre Getiri yaklaşımı ile BCC modelleri geliştirilmiştir. BCC modelleri, operasyon ölçeğinde oluşturulan etkinlik üzerindeki etkiyi ortadan kaldırmakta ve “saf teknik etkinlik” için bir ölçüm sağlamaktadır. Bunlar, farklı ölçek büyüklüklerinde ölçeğe göre artan, azalan veya sabit getiri tanımlamalarına olanak sağlamaktadır (Charnes, Cooper, Lewin, & Seiford, 1994). Bu nedenle VRS sınırları Şekil 1’de görüldüğü üzere parçalı doğrusal bir şekle sahiptir.

Yukarıda bahsi geçen ölçek tipleri ve analizler birleştirilerek farklı modellemeler geliştirilmiştir. Çıktı Odaklı – Ölçeğe Göre Değişken Getiri (Output Oriented - VRS), Girdi Odaklı – Ölçeğe Göre Değişken Getiri (Input Oriented - VRS), Çıktı Odaklı – Ölçeğe Göre Sabit Getiri (Output Oriented - CRS), Girdi Odaklı – Ölçeğe Göre Değişken Getiri (Input Oriented - CRS) olmak üzere modellemeler mevcuttur. Bu farklı modellemeler hem VZA zarflama hem de çarpan VZA modellerinde kullanılmaktadır. Birbirine eşdeğer olan bu modeller vasıtası ile karar birimlerinin etkinlik skorları belirlenmektedir. Matematiksel olarak birbirinin duali olan her iki modelin çözümü de herhangi bir karar birimi için aynı etkinlik skorunu vermektedir, fakat karar değişkenlerinin optimal değerleri açısından farklı çıkarımlara ulaşılmaktadır.

VZA Zarflama modelinde, etkin olmayan karar birimlerinin etkinlik sınırına ulaşabilmesi için hedef skorlar üretilmektedir. Çarpan VZA modellerinde ise, karar birimlerinin ağırlıklandırılmış çıktı/girdi oranı dikkate alınmaktadır. Bu şekilde karar birimleri için etkin veya etkin olmama durumlarına neden olan girdi veya çıktılar tespit edilmektedir (Cooper vd., 2006). Zarflama ve çarpan formdaki VZA modelleri Şekil 3 ile özetlenmiştir.



Şekil 3. Zarflama ve Çarpan Formda VZA Modelleri

1.1.2.1. VZA Zarflama Modelleri

VZA’da modelleme yapabilmek için öncelikle karar birimlerinin ve bu karar birimlerine ilişkin girdi ve çıktılarının belirlenmesi gerekmektedir. n adet gözlemlenen karar biriminin etkinliğinin, m adet girdi ve s adet çıktı temel alınarak değerlendirildiği varsayımı altında $X^j \in R_+^m / \{0\}$ girdi vektörü ve $Y^j \in R_+^s / \{0\}$ çıktı vektörü olmak üzere; gözlenen her bir karar birimi için (KB), $J = \{1, \dots, n\}$ kümesi (X_j, Y_j) çifti ile temsil edilmektedir. Her bir birim, KB_j , ($j \in J$), s adet çıktı üretmek için m adet girdi kullanmaktadır. Girdi ve çıktı vektörleri sırasıyla X^j ve Y^j olmak üzere, \bar{X} ve \bar{Y} girdi ve çıktı matrisleridir.

BCC modelleri olarak da bilinen VRS yaklaşımı ile değerlendirme altındaki gözlemlenen herhangi bir karar birimi (KB_0) için VRS Zarflama Modelleri, Tablo 1’de girdi ve çıktı odaklı modeller olarak sırasıyla model 1 ve model 2 ile gösterilmiştir.

Sınır Tipi	Girdi Odaklı	Çıktı Odaklı
VRS	Minimize θ (1) Kısıtlar: $\bar{X}\lambda \leq \theta X_0$ $\bar{Y}\lambda \geq Y_0$ $\Sigma\lambda = 1$ $\lambda \geq 0$ θ serbest değişken	Maksimize φ (2) Kısıtlar: $\bar{X}\lambda \leq X_0$ $\bar{Y}\lambda \geq \varphi Y_0$ $\Sigma\lambda = 1$ $\lambda \geq 0$ φ serbest değişken

Tablo 1. VRS Zarflama Modelleri

X_0 ve Y_0 , değerlendirme altındaki birimin (KB₀) sırasıyla girdi ve çıktı vektörlerini; \bar{X} ve \bar{Y} ise sırasıyla girdi ve çıktı matrislerini temsil etmektedir. Girdi odaklı modelde girdi değerleri, verilen teknolojide mümkün olan en düşük θ ile azaltılırken; çıktı odaklı modelde birimin çıktı değerleri, mümkün olan en yüksek φ değerine kadar arttırılmaktadır. Model 1 ve model 2 yolu ile yapılan hesaplamalar, gözlemlenen her birim için tekrarlanmaktadır. Böylelikle etkin veya etkin olmadan çalışan birimler tanımlanmaktadır. Etkin birimler için (etkin sınırdaki birimler için) optimal φ ve θ değerleri 1 olarak alınmaktadır.

Ölçeğe Göre Getiri ile ilgili VZA modellerinin diğer temel türü, CRS yaklaşımli CCR modelidir. Charnes vd. (1978) tarafından geliştirilen CCR modelinde, s adet çıktının ve m adet girdinin ağırlıklandırılması ile sanal çıktı ve sanal girdi oluşturulmuştur:

$$\text{Sanal girdi} = \vartheta_1 x_{10} + \dots + \vartheta_m x_{m0}$$

$$\text{Sanal çıktı} = \mu_1 y_{10} + \dots + \mu_s y_{s0}$$

Doğrusal programlama kullanılarak sanal çıktı/sanal girdi oranını maksimize etmek amacıyla linearize edilmiş CCR modeli oluşturulmuştur. Orijinal CCR modeli aşağıdaki gibidir:

$$\text{Maksimize } \frac{\mu Y_0}{\vartheta X_0}$$

Kısıtlar:

$$\frac{\mu Y_0}{\vartheta X_0} \leq 1$$

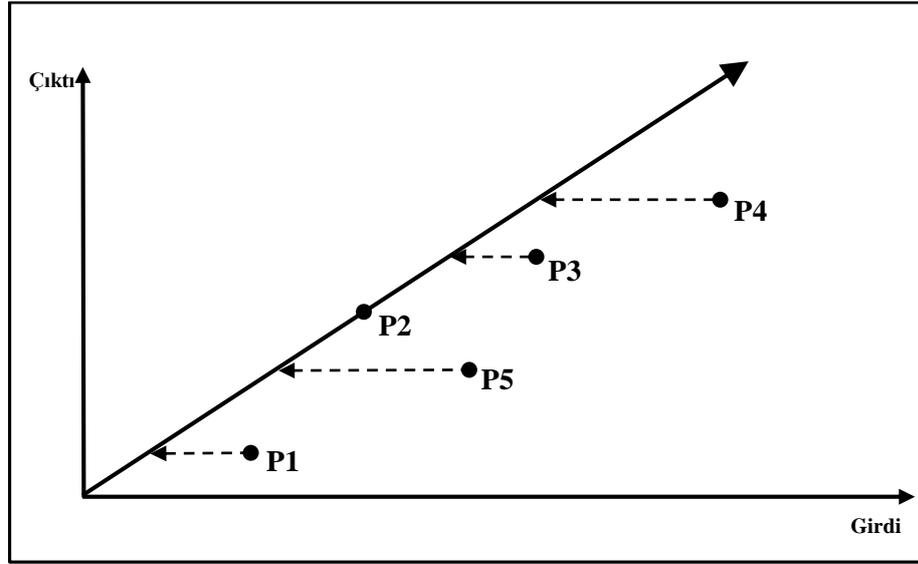
$$\vartheta, \mu \geq 0$$

CCR modeli, Charnes vd. (1978) tarafından geliştirilen orijinal VZA modelidir ve yukarıda verilen BCC modelleri, bu orijinal modellerin bir uzantısı olarak tanımlanmaktadır. Daha önceden belirtildiği gibi, oransallık her gerçek dünya problemi için geçerli olmamaktadır. Birkaç gerçek dünya problemi için, girdi ve çıktılar arasındaki oran geçerli olabilmekte ve bu nedenle VZA modelleri oluşturulurken CRS yaklaşımını kullanmak uygun olabilmektedir. Örneğin, girdi sayısının artırılması ile çıktı sayısının da aynı oranda artmasının beklenildiği durumlar için, CRS yaklaşımı uygun bir varsayım olabilmektedir. Teorik olarak, CRS Zarflama modelinin VRS Zarflama modelinden tek farkı, CRS durumunda, çıktı ve girdi odaklı VRS modelleri için konveksite (Bkz. Aksiyom 2) kısıtı olan $\Sigma\lambda = 1$ 'in çıkartılmasıdır. Tablo 2'de, CRS varsayımı altında girdi ve çıktı odaklı zarflama modellerinin formülasyonu sırasıyla model 3 ve model 4'de gösterilmektedir:

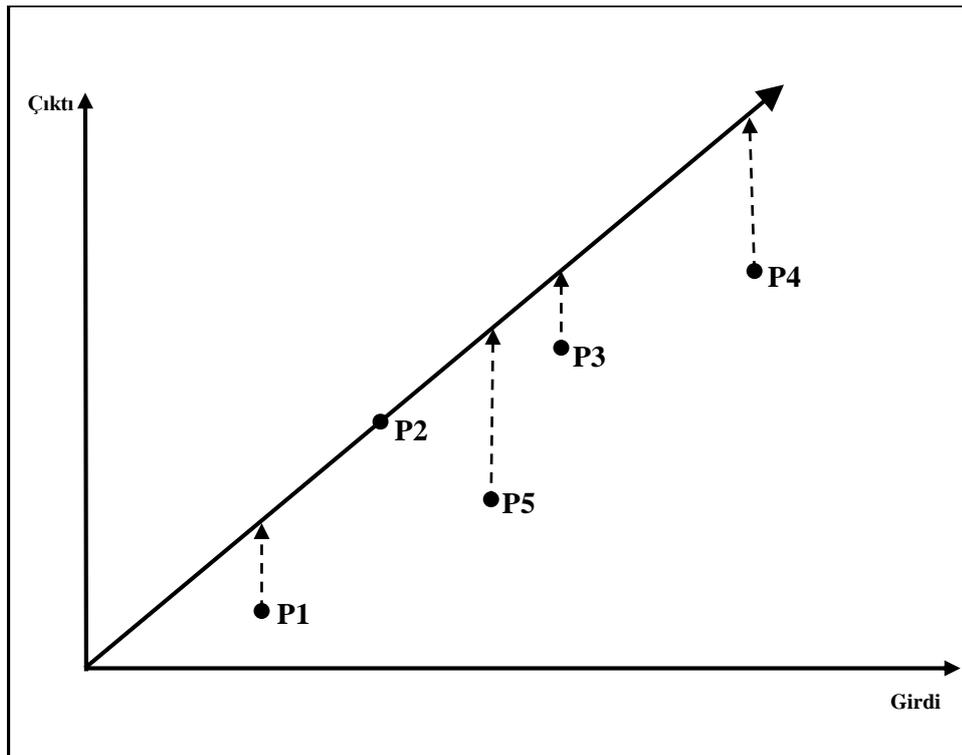
Sınır Tipi	Girdi Odaklı	Çıktı Odaklı
CRS	Minimize θ (3) Kısıtlar: $\bar{X}\lambda \leq \theta X_0$ $\bar{Y}\lambda \geq Y_0$ $\lambda \geq 0$ θ serbest değişken	Maksimize φ (4) Kısıtlar: $\bar{X}\lambda \leq X_0$ $\bar{Y}\lambda \geq \varphi Y_0$ $\lambda \geq 0$ φ serbest değişken

Tablo 2. CRS Zarflama Modelleri

Şekil 4 ve Şekil 5'de karar birimlerinin girdi ve çıktı odaklı CCR modelleri için etkinlik sınırı üzerindeki izdüşümlerinin örnek gösterimi verilmiştir:



Şekil 4. Karar birimlerinin girdi odaklı CCR modeli için etkinlik sınırındaki izdüşümleri



Şekil 5. Karar birimlerinin çıktı odaklı CCR modeli için etkinlik sınırındaki izdüşümleri

CRS kapsamında değerlendirilen herhangi bir karar biriminin çıktı odaklı ve girdi odaklı etkinlik skorları eşittir ($\theta^* = 1/\phi^*$). Şekil 1 ve Şekil 2 arasındaki karşılaştırma ile VRS modellerinin verileri, CRS modellerinden daha yakın zarflamakta olduğu gözlemlenebilmektedir.

Bunun sonucu olarak, CRS modellerinin VRS modellerine kıyasla daha az birimle etkin olduğu yorumu yapılabilmektedir. Ayrıca CRS sınırının, veriyi VRS sınırı kadar yakın bir şekilde zarflamadığından, birimin etkin sınırla arasındaki uzaklığı daha büyük olmaktadır. Bunun sonucu olarak, CRS teknolojisindeki etkinlik skorları her zaman VRS teknolojisindeki skora eşit veya daha küçük olmaktadır.

1.1.2.2. Çarpan (Multiplier) VZA Modelleri

Yukarıda verilen VZA Zarflama modelleri, etkin sınır üzerindeki bir birimin etkinliğini ölçmekte, etkin olmayan birimlere yönelik etkin hedeflerin belirlenmesini ve etkinlik skorlarının hesaplanmasını sağlayabilmektedir. Dolayısıyla zarflama modelleri, etkinlik açısından girdi veya çıktılar için bir iyileştirme faktörü olarak değerlendirilmektedir.

Charnes vd. (1978) tarafından geliştirilen orjinal VZA modelinde, önceki bölümde açıklanan zarflama modellerinden çok daha farklı bir modelleme yaklaşımı söz konusudur. Herhangi bir karar biriminin etkinliği, ağırlıklandırılmış çıktılar ağırlıklandırılmış girdilere oranı olarak ifade edilmiştir. Bu oransallığı temel alan yaklaşım, VZA'nın Çarpan (Multiplier) Modeli olan doğrusal programlama modellerine dönüştürülmüştür. Çarpan VZA modelleri, zarflama modellerinin matematiksel olarak dualidir. Hem çarpan hem de zarflama modellerinde birimler için aynı etkinlik skoruna ulaşılmaktadır.

Temeli orjinal VZA modeline dayanan Çarpan VZA modelleri, bir birimin çıktılarının girdilerine oranına bağlı olarak etkinliğini ölçmektedir. Yukarıda belirtildiği gibi, birimlerin etkinlik skorları hem zarflama modellerinde hem de çarpan modellerinde aynı sonucu vermektedir. Ancak her iki modelin optimal karar değişkenleri açısından yorumlanmaları farklıdır. Zarflama modellerinden farklı olarak Çarpan VZA Modelleri'nde, girdi ve çıktılar aldıkları ağırlıklara bakılarak iyi ve kötü performans alanlarıyla ilgili bilgi sağlanabilmektedir. Optimal ağırlıkların elde edilmesi ile birlikte, bu ağırlıklarla çıktı ve girdi değerleri çarpılarak sanal (virtual) ağırlıklar üretilmektedir. Sanal ağırlıklar, etkin olma ve etkin olamama nedenlerinin kaynağı olan girdi veya çıktılar belirlenmesi açısından önem taşımaktadır (Cooper vd., 2006).

Daha önceki bölümlerde değinildiği üzere, oransallığı temel alan Charnes ve arkadaşları (1978) tarafından oluşturulan orjinal model, VZA literatüründe doğrusal programlama vasıtasıyla çarpan VZA modellerine dönüştürülmüştür. Dolayısıyla, çarpan VZA formlarının CRS varsayımı altında daha iyi yorumlanması söz konusudur.

CRS teknolojisi altındaki Çarpan VZA modellerinin matematiksel formülasyonu, hem girdi hem de çıktı odaklı modeller için Tablo 3’de Model (5) ve Model (6) ile gösterilmiştir.

Sınır Tipi	Girdi Odaklı	Çıktı Odaklı
CRS	Maksimize μY_0 (5)	Minimize νX_0 (6)
	Kısıtlar:	Kısıtlar:
	$\nu \bar{X} - \mu \bar{Y} \geq 0$	$\nu \bar{X} - \mu \bar{Y} \geq 0$
	$\nu X_0 = 1$	$\mu Y_0 = 1$
	$\nu, \mu \geq 0$	$\nu, \mu \geq 0$

Tablo 3. CRS Çarpan Modelleri

Yukarıda verilen Tablo 3’deki CRS çarpan modelleri (Model (5) ve Model (6)), Tablo 2’deki CRS zarflama modellerinin (Model (3) ve Model (4)) matematiksel olarak dual doğrusal programlama modelleridir. ν ve μ vektörleri sırasıyla girdi ve çıktı çarpanlarını (multiplier) temsil etmektedir. Ayrıca ν ve μ vektörleri, girdi odaklı zarflama modeli (3) ve çıktı odaklı zarflama modeli (4)’deki ilk iki kısıta karşılık gelen dual değişkenlerdir.

VRS teknolojisi altındaki Çarpan VZA modellerinin hem girdi hem de çıktı odaklı modeller için matematiksel formülasyonu, Tablo 4’de Model (7) ve Model (8) ile sağlanmaktadır.

Sınır Tipi	Girdi Odaklı	Çıktı Odaklı
VRS		
	Maksimize $\mu Y_0 + \mu_0$ (7)	Minimize $v X_0 + \mu_0$ (8)
	Kısıtlar:	Kısıtlar:
	$v\bar{X} - \mu\bar{Y} + \Sigma\mu_0 \geq 0$	$v\bar{X} - \mu\bar{Y} + \Sigma\mu_0 \geq 0$
	$vX_0 = 1$	$\mu Y_0 = 1$
	$v, \mu \geq 0$	$v, \mu \geq 0$
	μ_0 serbest değişken	μ_0 serbest değişken

Tablo 4. VRS Çarpan Modelleri

Model (7) çıktı odaklı VRS çarpan modelidir ve Model (1)'in dualidir; Model (8) girdi odaklı VRS çarpan modelidir ve Model (2)'nin dualidir. Ayrıca, VRS çarpan modellerindeki serbest değişken μ_0 , zarflama modellerindeki $\Sigma\lambda = 1$ kısıtının dual değişkenidir.

Yukarıda verilen BCC ve CCR VZA modelleri yoluyla elde edilen sonuçlar farklı etkinlik türleri olarak yorumlanabilmektedir. Farrell (1957) temel çalışmasına dayanan Teknik Etkinlik; Saf Teknik Etkinlik ve Ölçek Etkinliği olarak ikiye ayrılmaktadır. Genel olarak Teknik Etkinlik terimi, CCR skorunu belirtmektedir. Öte yandan, BCC sonuçları, Saf Teknik Etkinlik olarak tanımlanmakta, çünkü ölçek etkileri saf dışı edilmektedir. Bir karar birimi hem CCR hem de BCC modellerinde tam olarak etkinse, En Verimli Ölçek Boyutu'nda (Most Productive Scale Size, *MPSS*) çalışmaktadır. Bir karar biriminin BCC etkinliği tam, ancak daha düşük bir CCR skoru varsa; karar birimi ölçek büyüklüğü nedeniyle lokal olarak etkin, ancak bütün olarak etkin olmamaktadır. Dolayısıyla, bir karar biriminin ölçek etkinliği iki skorun oranına göre belirlenmektedir (Cooper vd., 2006).

Veri Zarflama Analizi ile belirli bir periyottaki etkinlik ölçülmektedir. Dolayısıyla, VZA ile değerlendirilen dönemler arasındaki etkinlik değişimi karşılaştırılabilir durumda değildir. Zaman içerisindeki etkinlik değişimini değerlendirmek, Malmquist Verimlilik Endeksi analizleri ile mümkün olmaktadır. VZA'yı takiben, bir sonraki bölümde Malmquist Verimlilik Endeksi ayrıntılı bir biçimde açıklanacaktır.

1.2. MALMQUIST VERİMLİLİK ENDEKSİ

Caves, Christensen ve Diewert (1982) (CCD) tarafından ortaya konulan Malmquist verimlilik endeksi, VZA'nın önemli bir parçası haline gelmiştir. CCD tarafından uzaklık fonksiyonları için tanımlanan teorik bir endeks olarak tanıtılmasına rağmen, bu fonksiyonlar çok yararlı ampirik araçlar haline gelmiştir. Charnes vd. (1978) tarafından VZA üzerine yapılmış orijinal çalışma temel olarak, veri tabanlı aktivite analiz modellerinin, üretkenlik performansını değerlendirmek için doğrusal programlama teknikleri kullanılarak nasıl çözülebileceğini göstermektedir. Bu problemlerin çözümleri, uzaklık fonksiyonları veya eşdeğer Farrell (1957) teknik etkinlik ölçümleri ile mümkün olmuştur. Fare vd. (1994) çalışması ile; Farrell (1957), Charnes vd. (1978) ve Caves vd. (1982) arasındaki bağlantı kullanılmış ve Malmquist verimlilik endeksi için VZA değerlendirme metodu sunulmuştur. CCD'nin referans aldığı ve daha sonra verimlilik endeksini adlandırmak adına önerilen orijinal çalışma Malmquist (1953) çalışmasında bir firmanın girdisinin, zaman dilimi içindeki iki farklı noktada, girdinin azaltılabileceği maksimum faktör bakımından karşılaştırılması önerilmektedir. Böylelikle, firma yine de diğer zaman diliminin aynı çıktı seviyesini üretebilmektedir. Bu fikir, Malmquist girdi endeksini de beraberinde getirmektedir. Caves, Christensen ve Diewert (1982) Malmquist verimlilik endeksini tanımlamak için Malmquist girdi endeksini genişletmişlerdir. Sonrasında, Fare, Grosskopf ve Lovell (1994) VZA tabanlı Malmquist verimlilik ölçümlerini geliştirmişlerdir. Fare vd. (1994) çalışmalarının ardından, Malmquist verimlilik endeksi, parametrik olmayan metodoloji ile verimliliği zamana göre değerlendirmek açısından standart bir metodoloji haline gelmiş ve çeşitli organizasyonlar, endüstriler ve ülkeler için verimlilik değişmelerini ölçmek için kullanılmıştır.

Malmquist verimlilik endeksinin iki ana araştırması bulunmaktadır. Bunlardan ilki Tone (2004) çalışması, Yöneylem Araştırması (*Operations Research*, OR) kitlelerine yöneliktir; ikinci çalışma Fare vd. (2008) ekonomistlere daha fazla odaklanmaktadır. Burada da VZA kapsamında değerlendirme yapmak adına ilk çalışmaya odaklanılmaktadır. Tone (2004), Malmquist verimlilik endeksini, "Bir karar biriminin toplam faktör verimliliğinin (TFV) büyümesini, yani verimliliğin ilerleyişini veya gerileyişini yansıttığı gibi, sınır teknolojisinin zaman içinde çok girdili ve çok çıktılı durumda ilerlemesini ya da gerilemesini temsil eden bir endeks" olarak tanımlamıştır.

Başka bir deyişle, Malmquist verimlilik endeksi verimlilik değişikliğinin bir ölçümüdür ve bu değişimin kaynağı hakkında da bilgi içermektedir (Asmild & Tam, 2007). Daha teknik olarak, Estache ve Trujillo (2004)'de, Malmquist TFV endeksinin, her bir veri noktasının ortak bir teknolojiye göre uzaklıklarının oranı hesaplanarak iki veri noktası arasındaki TFV değişimi ölçülmüştür. Bu ölçüm için uzaklık fonksiyonu kullanılmaktadır. Uzaklık fonksiyonu, kâr maksimizasyonu veya maliyet minimizasyonuna ihtiyaç duymadan çok-girdili ve çok-çıktılı üretim teknolojilerini tanımlamaktadır. Girdi uzaklık fonksiyonu, çıktı vektörü verildiğinde en küçük girdi vektörüne göre üretim teknolojisini tanımlamaktadır. Benzer şekilde, çıktı uzaklık fonksiyonu, girdi vektörü verildiğinde en büyük girdi vektörüne göre üretim teknolojisini tanımlamaktadır (Fare vd., 1994). Uzaklık fonksiyonu yardımıyla endeks hesaplama fikri Sten Malmquist'e ait olduğu için Caves vd. (1982) endekslerini Malmquist olarak adlandırmışlardır.

Bir karar biriminin verimlilik değişiminin iki zaman aralığında değerlendirmesi olan Malmquist verimlilik endeksi, bir karşılaştırmalı statik analiz örneğidir (Cooper vd. 2006). Malmquist verimlilik endeksi, “yakalama” ve “sınır değişimi” terimlerinin çarpımı olarak tanımlanmaktadır. Yakalama terimi, bir karar biriminin etkinliğindeki artış veya azalış ile ilgilidir. Sınır değişimi terimi ise iki dönem arasındaki etkin sınırlardaki değişimini belirtmektedir.

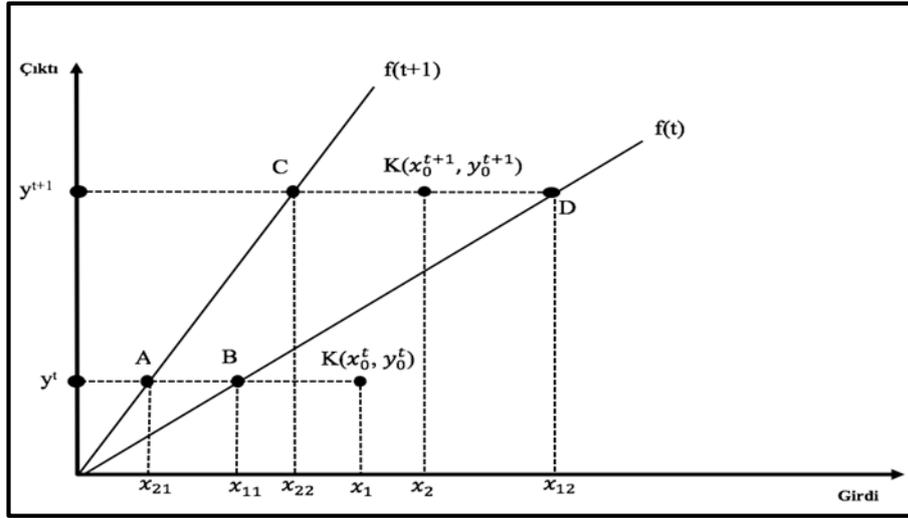
1.2.1. Etkinlikteki Değişim

(t) ve (t+1) dönemlerinde, her biri, $x_j \in R^m$ vektörü ile belirtilen m adet girdi ve $y_j \in R^q$ vektörü ile belirtilen q adet çıktıya sahip n tane karar birimi için ($j=1, \dots, n$) kümesi (x_j, y_j) çifti ile temsil edildiği varsayılmaktadır.

Etkinlikteki değişim olarak tanımlanan yakalama etkisi t döneminden, t+1 dönemine şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\text{Yakalama Etkisi} = \frac{\text{t+1 döneminin sınırının } (x_0, y_0)^{t+1} \text{ etkinliği}}{\text{t döneminin sınırının } (x_0, y_0)^t \text{ etkinliği}}$$

Yukarıdaki formülde tanımlanan her bir karar biriminin etkinlikteki değişimleri uygun VZA modelleri ile değerlendirilmektedir. Yakalama etkisi, ilgili sınırların birbirlerine olan uzaklıkları ile ölçülen etkinlikler tarafından belirlenmektedir. Ölçeğe göre sabit getiri (CRS) teknolojisi altında (t) ve (t+1) dönemleri için tek girdiye (x) ve tek çıktıya (y) sahip üretim örneği Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6. CRS teknolojisinde tek girdili ve çıktılı üretim

Şekil 6 ile, y^t ve y^{t+1} çıktılarını elde etmek için, x^t ve x^{t+1} girdilerini t ve t+1 dönemlerinde kullanan bir karar biriminin etkinlik değişimi (yakalama etkisi) şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\text{Yakalama Etkisi} = \frac{x_{22}/x_2}{x_{11}/x_1}$$

Yakalama etkisi > 1 ise, t döneminden t+1 döneme etkinlikte ilerleme;

Yakalama etkisi $= 1$ ise, t döneminden t+1 döneme etkinlikte değişiminin olmaması;

Yakalama etkisi < 1 ise; t döneminden t+1 döneme etkinlikte gerileme gözlemlenmektedir.

1.2.2. Teknolojik Değişme

Verimlilikteki değişmeyi tam olarak değerlendirmek adına, sınır değişim etkisi de hesaba katılmalıdır. Şekil 6'da görüldüğü gibi, t döneminin sınırındaki $(x_0, y_0)^t$ 'nin referans noktası olan B, t+1 döneminin sınırında A noktasına taşınmıştır. Buna göre, $(x_0, y_0)^t$ 'deki teknolojik değişme (sınır değişim etkisi) şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\varphi_t = \frac{x_{11}/x_1}{x_{21}/x_1} = \frac{t \text{ döneminin sınırının } (x_0, y_0)^t \text{ etkinliği}}{t + 1 \text{ döneminin sınırının } (x_0, y_0)^t \text{ etkinliği}} = \frac{x_{11}}{x_{21}}$$

Aynı şekilde, $(x_0, y_0)^{t+1}$ 'deki teknolojik değişme aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\varphi_{t+1} = \frac{x_{12}/x_2}{x_{22}/x_2} = \frac{t \text{ döneminin sınırının } (x_0, y_0)^{t+1} \text{ etkinliği}}{t + 1 \text{ döneminin sınırının } (x_0, y_0)^{t+1} \text{ etkinliği}} = \frac{x_{12}}{x_{22}}$$

Teknolojik değişme (sınır değişimi), φ_t ve φ_{t+1} 'nin geometrik ortalamasıdır:

$$\text{Sınır değişimi} = \varphi = \sqrt{\varphi_t \times \varphi_{t+1}}$$

Sınır değişim etkisi > 1 ise, t döneminden t+1 döneme karar birimi çevresindeki sınır teknolojisindeki ilerlemeyi;

Sınır değişim etkisi $= 1$ ise, t döneminden t+1 döneme sınır teknolojisinde herhangi bir değişimin olmadığını;

Sınır değişim etkisi < 1 ise; t döneminden t+1 döneme sınır teknolojisindeki gerilemeyi göstermektedir.

1.2.3. Malmquist Endeksi

Malmquist endeksi, etkinlikteki değişme (sınır değişim etkisi) ile teknolojik değişimin (yakalama etkisi) çarpılması ile hesaplanmaktadır. Malmquist endeksi şu şekilde ifade edilebilmektedir:

$$\text{Malmquist Endeksi} = \frac{x_{22}/x_2}{x_{11}/x_1} \times \left(\frac{x_{11}}{x_{21}} \times \frac{x_{12}}{x_{22}} \right)^{1/2}$$

Malmquist verimlilik değişim endeksi, çoklu girdi ve çıktı varlığına olanak tanıyan uzaklık fonksiyonları ile formülize edilmiştir.

Verimlilikteki değişim, uzaklık fonksiyonları kullanılarak her bir veri noktasının ortak teknolojiye göre uzaklıklarının oranı hesaplanarak ölçülmektedir. t+1 sınır teknolojisi ile ölçülen karar birimi $(x_0, y_0)^t$ için etkinlik skoru (t dönemindeki gözlemin t+1 sınır teknolojisine olan uzaklığı) aşağıdaki gibidir:

$$\delta^{t+1}((x_0, y_0)^t)$$

Bu gösterim kullanılarak etkinlikteki değişme şu şekilde ifade edilebilmektedir:

$$\text{Etkinlikteki Değişme} = \frac{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^{t+1})}{\delta^t((x_0, y_0)^t)}$$

Buna göre, teknolojik değişim şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$\text{Teknolojik Değişim} = \left[\frac{\delta^t((x_0, y_0)^t)}{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^t)} \times \frac{\delta^t((x_0, y_0)^{t+1})}{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^{t+1})} \right]^{1/2}$$

Etkinlikteki değişme ile teknolojik değişimin çarpılması ile hesaplanan Malmquist endeksi aşağıdaki formül ile elde edilmektedir:

$$\text{Malmquist Endeksi} = \left[\frac{\delta^t((x_0, y_0)^{t+1})}{\delta^t((x_0, y_0)^t)} \times \frac{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^{t+1})}{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^t)} \right]^{1/2}$$

Bu endeks, Caves vd. (1982) tarafından tanımlanan iki Malmquist endeksinin geometrik ortalamasıdır. Bu ifadeye göre, Malmquist endeksi, dönem t teknolojisi ile ölçülen etkinlik değişimi ve dönem t+1 teknolojisi ile ölçülen etkinlik değişimi olmak üzere iki etkinlik oranının geometrik ortalaması olarak da yorumlanabilmektedir. Caves vd. (1982)'de tüm gözlem ve dönemler için $\delta^t((x_0, y_0)^t)$ ve $\delta^{t+1}((x_0, y_0)^{t+1})$ 'nin 1'e eşit olduğu varsayılmıştır. Farrel (1957)'ye göre bu durumda etkinsizliğe olanak tanınmamaktadır. Bunun üzerine, Fare vd. (1994)'de verimlilik endeksinin ayrıştırılması ile etkinsizliğin de varlığına imkan tanınmıştır. Buna göre, yukarıdaki Malmquist endeksinin başka bir ifadesi de şu şekildedir:

$$\text{Malmquist Endeksi} = \frac{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^{t+1})}{\delta^t((x_0, y_0)^t)} \times \left[\frac{\delta^t((x_0, y_0)^t)}{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^t)} \times \frac{\delta^t((x_0, y_0)^{t+1})}{\delta^{t+1}((x_0, y_0)^{t+1})} \right]^{1/2}$$



Etkinlikteki
Değişme



Teknolojik
Değişim

Malmquist endeksi > 1 ise, t döneminden t+1 döneme karar biriminin (x_0, y_0) toplam faktör verimliliğinde ilerlemeyi;

Malmquist endeksi $= 1$ ise, t döneminden t+1 döneme toplam faktör verimliliğinde herhangi bir değişimin olmadığını;

Malmquist endeksi < 1 ise; t döneminden t+1 döneme toplam faktör verimliliğindeki gerilemeyi göstermektedir.

1.3. VZA'DA ELASTİKLİK ÖLÇÜMÜ

VZA etkinlik sınırları üzerinde elastiklik ölçütlerini hesaplamak, girdi ve/veya çıktılardaki değişimlerin diğer girdiler/çıktılar üzerindeki potansiyel etkilerini ölçmek mümkündür. VZA etkinlik sınırının parametrik olmayan yapısından dolayı elastiklik ölçümü parametrik yöntemlere göre daha zor olmaktadır. Fakat, literatürde yönlü türev almaya dayanan yaklaşımlar ile VZA etkinlik sınırları üzerinde elastiklik ölçmeye olanak sağlayan modeller geliştirilmiştir.

Elastiklik hesaplamasına geçmeden önce, elastiklik ölçümünün yapıldığı ölçeğe göre getiri (*Return to Scale*, RTS) incelemelerinin yapılması gerekmektedir. Dolayısıyla, bu bölümde VZA kapsamında RTS karakterizasyonu teorisi üzerine bir inceleme sunulmaktadır.

1.3.1. Ölçeğe Göre Getiri (*Returns-to-Scale*, RTS)

Matematiksel programlama kullanılabilirliği ile çok girdili ve çoklu üretimdeki birimlerin etkinlik değerlerinin tahminlenebilmesi açısından VZA'nın oldukça etkin bir yöntem olduğu bilinmektedir.

Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) çalışmasını takiben, literatürde birkaç farklı VZA modeli ortaya çıkmıştır (Cooper, Seiford, & Tone, 2000).

Model geliştirme sürecinde ve bu geliştirilen metotlarca sağlanan çalışmalarda, ölçeğe göre getirilere (*Returns-to-Scale*, RTS) ilişkin ekonomik görüş, VZA çerçevesinde geniş bir şekilde incelenmiştir. Klasik ekonomi literatüründe, RTS genellikle yalnızca tek çıktılı durumlar için tanımlanmıştır (Banker & Thrall, 1992).

Tüm girdilerdeki oransal artışın, tek çıktılı durumda oransal olarak daha fazla bir artış meydana getirmesi ile RTS'nin de arttığı düşünülmüştür. RTS kavramının çok çıktılı durumlar üzerinde yaygınlaşması Veri Zarflama Analizi ile gerçekleştirilmiştir. Panzar ve Willig (1977) çalışmasına dayandırılarak yapılan iki önemli çalışma Banker (1984) ve Banker vd. (1984) ve sonrasındaki Banker ve Thrall (1992) çalışması ile çok çıktılı üretim VZA içinde kullanılmış, RTS kavramı tek çıktılı durumdan çok çıktılı duruma genişletilmiştir. Böylelikle, VZA'nın uygulanabilirliği daha da artmıştır.

Ölçeğe göre getiri kavramı, VZA literatüründe Banker vd. (1984) tarafından BCC modelleri olarak da bilinen VRS etkin sınırlarının getirilmesi ile ele alınmıştır ve farklı ölçek büyüklüklerinde ölçeğe göre artan (*Increasing Returns-to-Scale*, IRS), azalan (*Decreasing Returns-to-Scale*, DRS) veya sabit (*Constant Returns-to-Scale*, CRS) getirilerin tanımlanmasına olanak sağlamıştır (Charnes vd., 1994).

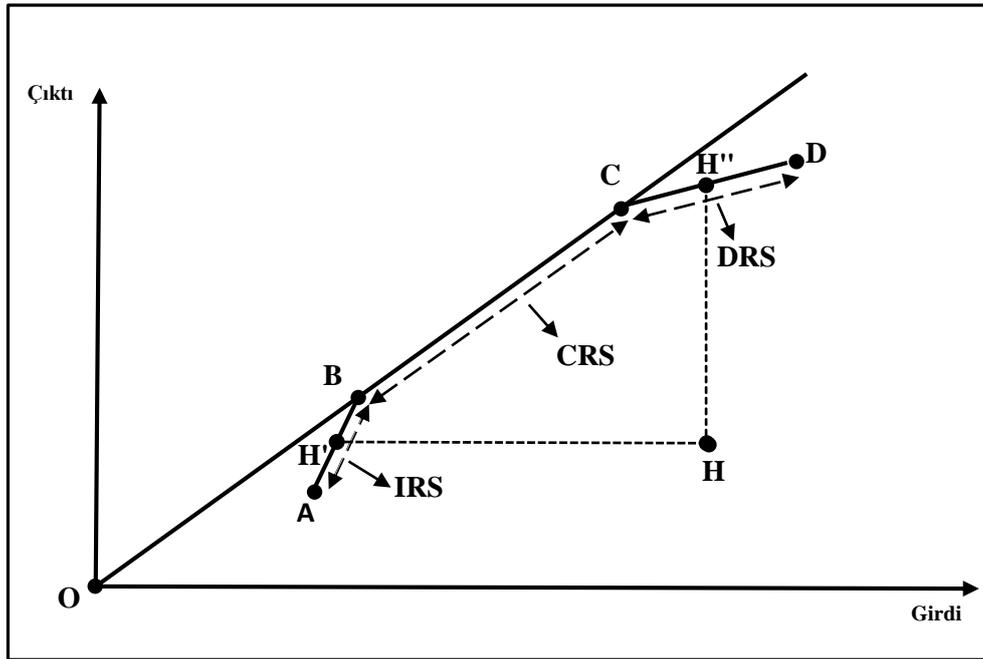
VZA üzerinde yapılan ilk literatür çalışmaları kapsamında, RTS'nin niteliksel olarak belirlenmesine odaklanılmıştır. Yani, RTS derecelerinin ölçülmesi yerine bir karar biriminin ölçeğe göre azalan (DRS), artan (IRS) veya sabit (CRS) getiri sergileyip sergimeyeceğinin belirlenmesi üzerinde durulmuştur. Takip eden araştırmaların odağı, ölçek elastikliklerinin hesaplanması yoluyla RTS'nin nicelleştirilmesine doğru kaymıştır. VZA sınırlarının parametrik ve düz olmayan karakteristik özelliklerinden dolayı özel işlem gerektiren bu hesaplamalar VZA'nın ekonomi alanıyla olan bağlantılarını güçlendirmiştir. Her ne kadar RTS, karar birimlerinin yalnızca etkin sınırdaki bulunduğu durumda açık bir anlam taşısa da, etkin olmayan birimler için yapılan çalışmalar da mevcuttur.

1.3.1.1. RTS Bölgeleri

Girdi ve çıktı odaklı modeller, RTS bulgularında farklı sonuçlar vermektedir. Böylece elde edilecek sonuç, girdi-odaklı veya çıktı-odaklı kullanımına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, IRS, girdi-odaklı bir modelden meydana gelmektedir.

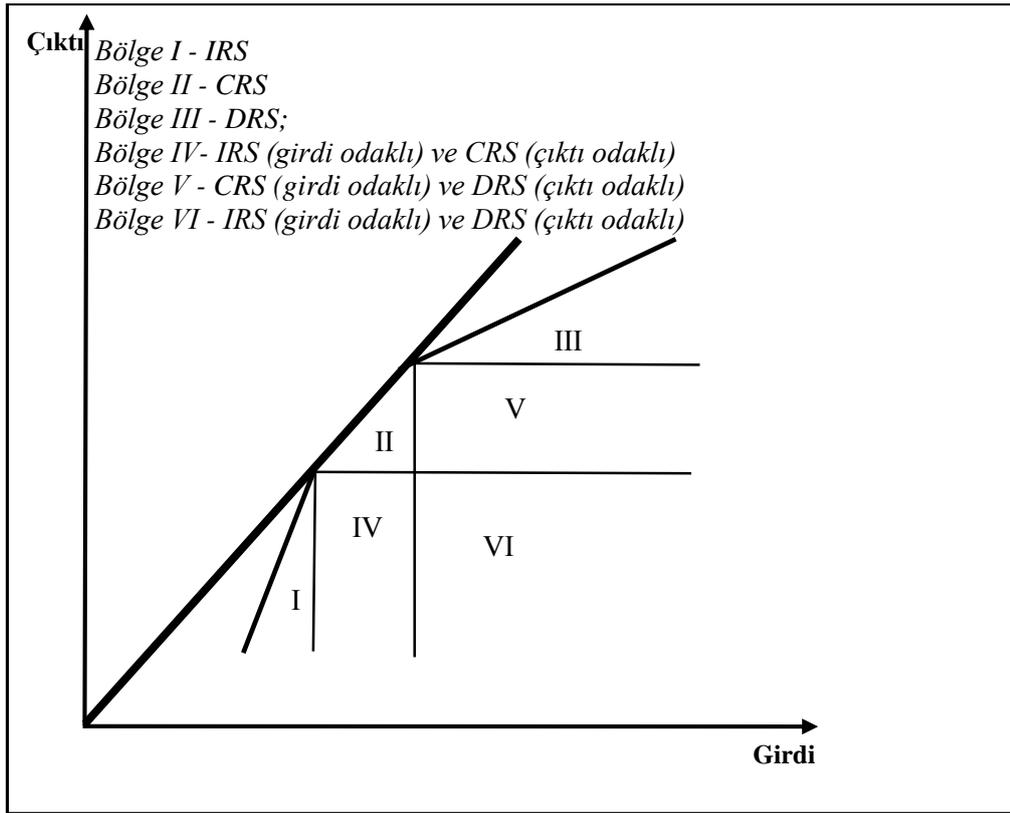
Bunun yanı sıra, çıktı-odaklı bir modelin uygulanması, aynı veriden bir DRS karakterizasyonu üretebilmektedir. Golany ve Yu (1997) çalışması bu probleme çözüm sağlamıştır. RTS genelde, yalnızca KB_0 etkinlik sınırında ise belirgin bir anlam taşımaktadır. Bir karar birimi BCC'de etkin değilse, bu karar biriminin BCC etkinlik sınırına izdüşümleri olan optimal değerler kullanılabilir (Cooper vd., 2011).

VRS sınırında yer alan karar birimleri için RTS'yi tartışmak anlamlıdır. Burada, etkinlik sınırı üzerinde olmayan karar birimleri için RTS, aynı karar birimlerinin VRS etkin hedefleri vasıtasıyla tartışılmaktadır. Çünkü, bir VRS zarflama modeli, ya girdi odaklı ya da çıktı odaklı olmaktadır; böylelikle etkin sınırdaki bulunmayan bir karar birimi için farklı etkin hedefler ve RTS sınıflandırmaları elde edilebilmektedir (Zhu, 2014).



Şekil 7. RTS ve VRS etkin hedefleri

Şekil 7’de gösterildiği gibi A, B, C, D ve H olmak üzere beş karar birimi bulunduğunu varsayılmıştır. OBC ışını CRS sınırı olmak üzere; AB, BC ve CD, VRS sınırını oluşturmakta ve sırasıyla IRS, CRS ve DRS sergilemektedir. B ve C birimleri, CRS sergilemektedir. AB doğru parçası üzerinde ve B’nin solunda IRS sergilenmektedir. Ayrıca, CD doğru parçası üzerinde ve C’nin sağında DRS sergilenmektedir. Etkin sınırda olmayan H birimi ele alınacak olursa; H için, girdi-odaklı VRS zarflama modeli kullanıldığında, etkin hedefi H' ve RTS sınıflandırması IRS olmaktadır. Eğer çıktı-odaklı VRS zarflama modeli kullanılır ise, etkin hedefi H'' ve RTS sınıflandırması DRS olmaktadır. Bunun nedeni, girdi ve çıktı odaklı VRS modellerinin VRS sınırında farklı izdüşüm noktaları üretmesi ve RTS’nin belirlendiği sınırda olması ile açıklanmaktadır. Bununla birlikte, bazı IRS, CRS ve DRS bölgeleri, hangi VRS modelinin kullanıldığına bakılmaksızın belirlenebilmektedir. Spesifik olarak, Şekil 8’de gösterildiği gibi altı farklı RTS bölgesi bulunmaktadır.



Şekil 8. RTS Bölgeleri

Şekil 8 incelendiğinde, bölge I-IRS, bölge II-CRS ve bölge III-DRS'dir. Geriye kalan IV, V ve VI bölgelerine ise, iki farklı RTS sınıflandırması yapılmaktadır. "IV" bölgesi IRS (girdi-odaklı) ve CRS (çıktı-odaklı), "V" bölgesi CRS (girdi-odaklı) ve DRS (çıktı-odaklı) ve "VI" bölgesi IRS (girdi-odaklı) ve DRS (çıktı-odaklı)'dır.

1.3.1.2. VRS ve CRS RTS Yöntemleri

Daha önceden belirtildiği gibi, VZA literatüründeki ilk RTS çalışmalarında Ölçeğe Göre Getirinin niteliksel olarak belirlenmesine odaklanılmıştır.

VZA literatüründe bir karar biriminin RTS türünün niteliksel olarak test edilebilmesi için yaygınlıkla eşdeğer üç temel yöntem kullanılmaktadır (Seiford & Zhu, 1999a).

i) Banker vd. (1984) tarafından BCC modelinin tanıtıldığı çalışmada önerilen VRS VZA çarpan modellerine dayandırılan ilk yöntemde; RTS'nin türü, optimal serbest değişkenin (μ^* veya v^*) değeri ile belirlenmektedir. Bu yöntem, BCC RTS metodu olarak adlandırılmıştır (Seiford & Zhu, 1999a).

ii) Banker (1984) çalışmasında tartışılan CRS zarflama modellerine dayandırılan ikinci yöntemde ise; RTS sınıflandırmaları, optimal λ değerlerinin toplamalarının yorumlanması ile test edilmekte ve Seiford ve Zhu (1999a)'da CCR RTS metodu olarak adlandırılmaktadır. VZA modellerinde alternatif optimal çözümler varlığında, bu iki yöntem başarısız olabilmektedir.

iii) Son olarak, kullanılan üçüncü yöntem, Fare vd. (1985) tarafından geliştirilmiş Ölçek Etkinlik Endeksi'ne dayanmaktadır. Ölçek etkinlik endeksi yöntemi, optimal serbest değişkenin (μ^* ve v^*) değeri veya optimal λ değerlerinin toplamı hakkında herhangi bir bilgi gerektirmemekte ve çoklu optima varlığında bile tatmin edici sonuçlar sağlayan bir yöntemdir. Bununla birlikte, ölçek etkinlik endeksi yöntemi, üç VZA modelinin de hesaplanmasını gerektirmektedir. Ayrıca, Seiford ve Zhu (1999c) ve Seiford ve Zhu (2005) çalışmaları ile RTS sınıflandırmalarının duyarlılığı araştırılmıştır. Seiford ve Zhu (1999b) çalışmasında ise, iki aşamalı bir işlemin performansını arttırmak için RTS duyarlılık analizi kullanılmıştır.

Aşağıda, ilgili çalışmalarda verilen girdi odaklı VZA modelleri ile ilgili üç farklı yöntemle RTS'nin tanımlanması üzerine teoremler sunulmaktadır. Girdi-odaklı VRS çarpan modelinde optimum μ değerinin μ^* ; çıktı-odaklı VRS çarpan modelinde ise optimum v değerinin v^* olduğu varsayılarak, Banker vd. (1984) çalışmasında verilen BCC RTS yöntemi elde edilmektedir. Değerlendirilen karar biriminin (KB_0) RTS karakterizasyonu üzerinde karara varılabilmesi için optimal μ_0 yorumu aşağıdaki Teorem 1'de verilmiştir. (Ele alınan VZA modelleri girdi odaklı olduğundan teoremde (μ^*) kullanılmaktadır.)

Teorem 1. (Banker vd., 1984)

- (i) En az bir optimal çözüm için $\mu_0^* = 0$ ise, KB_0 'da ölçeğe göre sabit getiri (CRS) hakimdir.
- (ii) Tüm optimal çözümler için $\mu_0^* > 0$ ise, KB_0 'da ölçeğe göre artan getiri (IRS) hakimdir.
- (iii) Tüm optimal çözümler için $\mu_0^* < 0$ ise, KB_0 'da ölçeğe göre azalan getiri (DRS) hakimdir.

Yukarıda verilen Teorem 1'deki RTS yöntemi, VRS çarpan modellerini kullanmaktadır. Banker (1984) çalışmasında verilmiş ve CCR RTS yöntemi olarak adlandırılmış RTS sınıflandırmalarını test etmek için CRS zarflama modelleri de kullanılabilir (Zhu, 2000). Optimum λ değerlerinin toplamı, Teorem 2'de gösterildiği gibi, değerlendirme altındaki bir karar birimi için RTS karakterizasyonunun tanımlanması için yorumlanmaktadır.

Teorem 2. (Banker, 1984)

- (i) Herhangi bir alternatif optimal çözüm için; $\Sigma\lambda^* = 1$ ise, KB_0 'da ölçeğe göre sabit getiri (CRS) hakimdir.
- (ii) Tüm optimal çözümler için; $\Sigma\lambda^* < 1$ ise, KB_0 'da ölçeğe göre artan getiri (IRS) hakimdir.
- (iii) Tüm optimal çözümler için; $\Sigma\lambda^* > 1$ ise, KB_0 'da ölçeğe göre azalan getiri (CRS) hakimdir.

Son olarak, Fare vd. (1985) tarafından geliştirilen Ölçek Etkinliği İndeksi yöntemi ile RTS karakterizasyonu için, aşağıda Model (9)'da girdi odaklı olarak verilen Ölçeğe Göre Artış Göstermeyen Getiri (NIRS) modeline ihtiyaç duyulmaktadır.

NIRS Modeli:

$$\text{Minimize } \theta_{NIRS} \quad (9)$$

Kısıtlar:

$$\bar{X}\lambda \leq \theta X_0$$

$$\bar{Y}\lambda \geq Y_0$$

$$\Sigma\lambda \leq 1$$

$$\lambda \geq 0$$

θ_{NIRS} serbest değişken

CCR modeline $\Sigma\lambda \leq 1$ kısıtının eklenmesi ile NIRS modeli elde edilmiştir. Optimal radyal etkinlik ölçüsü θ_{NIRS}^* ile gösterilmektedir. Teorem 3 ile CRS, VRS ve NIRS modellerinde elde edilen optimum radyal etkinlik skorlarına göre RTS'nin türü belirlenmektedir.

Teorem 3. (Färe vd., 1985)

- (i) $\theta_{CRS}^* = \theta_{VRS}^*$ ise; KB_0 ancak ve ancak, ölçeğe göre sabit getiri (CRS) sergiler. Aksi takdirde;
- (ii) $\theta_{VRS}^* > \theta_{NIRS}^*$ ise; KB_0 ancak ve ancak, ölçeğe göre artan getiri (IRS) sergiler.
- (iii) $\theta_{VRS}^* = \theta_{NIRS}^*$ ise; KB_0 ancak ve ancak, ölçeğe göre azalan getiri (DRS) sergiler.

Yukarıda, değerlendirme altındaki bir karar biriminin RTS niteliğini tanımlamak için üç temel yaklaşım sunulmuştur. Daha önceden de belirtildiği gibi, VZA modellerinde alternatif optimal çözümler varlığında, ilk iki yöntem başarısız olabilmektedir. Bazı gerçek dünya problemlerinde farklı RTS yorumlarına neden olan alternatif optimal μ_0^* ve λ^* değerleri mevcuttur.

Bu durum, alternatif optimal çözümler varlığında RTS sınıflandırmalarının nasıl yapılacağı problemini beraberinde getirmektedir. Bu nedenle RTS incelenirken çoklu optimum çözümler için birkaç başka varyasyon veya uzantıları kabul edilen çalışmalar yapılmıştır (Banker, Bardhan, & Cooper, 1996; Banker, Chang, & Cooper, 1996; Banker, Cooper, Seiford, Thrall, & Zhu, 2004; Banker & Thrall, 1992).

Yukarıda bahsi geçen çalışmalarda sağlanan alternatif optimal çözümlerin iyileştirilmelerine ek olarak, Seiford ve Zhu (1999a) tarafından bir karar biriminin RTS sınıflandırmasını tanımlamak için alternatif optimal çözümleri inceleme ihtiyacını ortadan kaldıran dolaylı bir yol ortaya konulmuştur.

Ölçek Etkinlik Endeksi yöntemi ile ilk iki yaklaşım arasında ilişki kurulmuş ve iki teorem ileri sürülmüştür. Bu iki teorem, aşağıda Teorem 4 Ve Teorem 5’de gösterilmektedir.

Teorem 4. (Seiford & Zhu, 1999a)

- (i) CRS etkinlik skoru, VRS etkinlik skoruna eşit ise; KB_0 ancak ve ancak, ölçeğe göre sabit getiri (CRS) sergiler. Aksi takdirde;
- (ii) $\mu_0^* > 0$ ise; KB_0 ancak ve ancak, ölçeğe göre artan getiri (IRS) sergiler.
- (iii) $\mu_0^* < 0$ ise; KB_0 ancak ve ancak, ölçeğe göre azalan getiri (DRS) sergiler.

Teorem 5. (Seiford & Zhu, 1999a)

- (i) CRS etkinlik skoru, VRS etkinlik skoruna eşit ise; KB_0 ancak ve ancak, ölçeğe göre sabit getiri (CRS) sergiler. Aksi takdirde;
- (ii) $\sum \lambda^* < 1$ ise; KB_0 ancak ve ancak, ölçeğe göre artan getiri (IRS) sergiler.
- (iii) $\sum \lambda^* > 1$ ise; KB_0 ancak ve ancak, ölçeğe göre azalan getiri (DRS) sergiler.

CRS sınıflandırmasındaki birimler, μ_0^* ve λ^* değerlerinden bağımsız olarak CCR ve BCC modellerindeki radyal etkinlik ölçütleri ile tanımlandıktan sonra, μ_0^* veya λ^* değerlerinin yorumlanması ile IRS ve DRS sergileyen birimler kolayca tanımlanabilmektedir; IRS ve DRS durumunda çoklu alternatif optimal çözümlerin varlığı bunların üzerinde herhangi bir etkiye sahip değildir. Bu teoremler, IRS ve DRS durumlarında alternatif optimal çözümlerin RTS tanımlanması ile ilgisi olmadığı gerçeğine dayanmaktadır.

1.3.2. VZA Etkinlik Sınırı Üzerinde Elastiklik Ölçümü

Veri zarflama analizi (VZA), belirli bir fonksiyonel işlem gerektirmeyen, çeşitli zarflama yüzeyleri oluşturan matematiksel programlama modelleri kümesidir. Oluşturulan zarflama yüzeylerine göre VZA’da, bir üretim biriminin veya herhangi bir karar biriminin etkinlik seviyesi belirlenmektedir. Karar birimlerinin etkinlik seviyeleri ise tek bir sınır biriminin veya sınır birimlerinin doğrusal bir birleşimi ile karşılaştırılarak belirlenmektedir. Bu sayede VZA, yöneylem araştırması ve ekonomide etkinlik ölçümü için ampirik bir araç olarak popülerlik kazanmıştır. VZA’da en sık yapılan araştırmalardan biri, ölçeğe göre getirilerin (RTS) tanımlanmasıdır.

VZA literatüründe, ölçeğe göre getirilerin (RTS) tanımlanması için iki farklı yaklaşım bulunmaktadır. Birinci yaklaşım, ölçeğe göre getirilerin niteliksel türünü belirlemektedir. Bu yaklaşımda ölçeğe göre getiriler; artan (IRS), sabit (CRS) veya azalan (DRS) olarak sınıflandırılmaktadır. İlk kez Banker vd. (1984)’de sunulan başka bir yaklaşım ise, ölçek elastikliğinin sayısal değerini oluşturmaktır.

Niteliksel yaklaşım, üç farklı yolla gerçekleştirilebilmektedir. Bunlardan ilki Banker (1984) çalışmasındaki ölçeğe göre sabit getiri (CRS) modeline dayanmaktadır. Her bir birim için, etkin sınır üzerindeki referans noktasını tanımlayan ağırlıkların toplamı nitel bir gösterge olarak kullanılmaktadır. İkinci yaklaşım, Fare ve Grosskopf (Färe vd., 1985) ve Fare vd. (1983) çalışmalarındaki etkinlik skorları arasındaki karşılaştırmaya dayanan üç farklı teknolojinin (ölçeğe göre sabit (CRS), artış göstermeyen (NIRS) ve değişken (VRS) getiriler) sınıflandırılması üzerinedir. Banker vd. (1984) çalışmasına dayandırılan üçüncü yaklaşım ise; ölçeğe göre değişken bir getiri (VRS) sınıflandırması oluşturulurken, konveksite kısıtı üzerindeki gölge fiyatın işareti incelenmektedir.

Banker (1984)’e dayanan yaklaşım ile ilgili problem, doğrusal programlama modellerinin birden fazla çözümünün bulunması ve hesaplanmasının geçersiz kılınmasıdır. Ardından yapılan araştırmalarda, niceliksel olarak ölçeğe göre getiri sınıflandırması yaparken çoklu çözümlerin üstesinden gelmek için yeni yöntemler geliştirilmiştir (Banker vd., 1996; Banker vd., 1996; Golany & Yu, 1997; Zhu & Shen, 1995).

Çoklu çözümlerin olma olasılığına dikkat edilirken, Banker vd. (1984) yaklaşımının ve Fare vd. (1985) yaklaşımının aynı sınıflandırmaya yol açtığı saptanmıştır (Banker vd., 2004; Sueyoshi, 1999). Tone (1996)'da, onları birbirine bağlayan çiftlerin sınıflandırılmasına dayalı olarak tüm bölümlerin nitel bir karakterizasyonu sağlanmaktadır.

Banker ve Thrall (1992)'de, konveksite kısıtı üzerindeki gölge fiyat için çoklu optimal çözümlerin bulunması olasılığına karşı RTS'lerin nasıl sınıflandırılacağı gösterilmiştir. Dualitenin kullanıldığı Sueyoshi (1999)'da, üretim fonksiyonuna dayanan RTS'lerin sayısal hesaplamaları maliyet fonksiyonunun hesaplanmasına dayandırılmıştır. Golany ve Yu (1997) ve Seiford ve Zhu (1999a)'da RTS sınıflandırmalarının duyarlılığı üzerinde durulmuştur.

Yukarıda da belirtildiği üzere, erken dönem VZA literatüründe, RTS'nin nicelleştirilmesinden çok niteliğinin belirlenmesine odaklanılmıştır. Odaklanılan temel nokta, bir karar biriminin ölçeğe göre getiri derecesini ölçmek yerine ölçeğe göre azalan, artan veya sabit getiri olup olmadığını belirlemek olmuştur. Dolayısıyla, büyük ölçüde RTS'nin türünün belirlenmesi ile sınırlı kalmıştır. Bununla birlikte, ekonomik üretim teorisinde, ölçeğe göre getiriler (RTS) yaygın olarak, girdilerin oranlı artışından kaynaklanan çıktıların oranlı artışı şeklinde tanımlanan “ölçek elastikliği” olarak nicelleştirilmektedir (Fukuyama, 2000). Sonraki araştırmaların hedefi, VZA sınırları üzerinde ölçek elastikliğinin hesaplanması yönünde olmuştur.

Ayrıca, VZA sınırları üzerinde elastiklik ölçüm teorisi, ölçek elastikliği ölçümüne göre daha esnek olan, herhangi bir girdi veya çıktı alt kümesinin etkin sınırın herhangi bir noktasındaki herhangi bir karma girdi ve çıktı grubuna olan yanıtının elastikliğini ölçen kısmi elastiklik ölçümlerine kadar genişletilmiştir (Podinovski & Førsund, 2010).

1.3.2.1. Ölçek Elastikliği

Ölçek elastikliği, üretim sınırlarının önemli özelliklerinden biridir. Belirli bir teknolojinin sınırında gözlemlenen, girdinin değişimine çıktıların yanıtının ölçüsüdür. Tek girdili ve tek çıktılı bir teknolojiye ölçek elastikliği, etkin bir birimdeki marjinal verimliliğin ortalama verimliliğe oranı olarak tanımlanmaktadır.

Neoklasik ekonomide, ölçek elastikliği kavramı, çoklu girdi ve çıktılara sahip teknolojilere genişletilmiştir. Ölçek elastikliği, sınırdaki birimlerin ölçeğe göre getiri (RTS) karakterizasyonunun ne kadar güçlü olduğunun nicel bir ölçüsü olarak da kabul edilebilmektedir (Førsund & Hjalmarsson, 2004). Daha spesifik olarak, ölçek elastikliği 1'e eşitse sabit RTS (CRS); 1'den büyük ise artan RTS (IRS) ve 1'den küçük ise azalan RTS (DRS) türlerine karşılık gelmektedir (Podinovski, Førsund, & Krivonozhko, 2009).

Ölçek elastikliğinin hesaplanmasının başlıca nedeni, ekonometrik analizlerin üretim veya maliyet fonksiyonlarının parametreleştirilmesini benimsemesi ve dolayısıyla elastikliğin bir sınır birimi (etkin birim) için kolaylıkla hesaplanabilmesidir. Üretim etkin yüzeyde yapılmadığında, ölçek elastikliğini hesaplamak için genellikle iki yol bulunmaktadır. Birinci yol, etkin bir sınırda çıktıları orantılı bir şekilde arttırdıktan (çıktı odaklı) veya girdileri (girdi odaklı) orantılı bir şekilde azalttıktan sonra ölçek elastikliği değerini hesaplamaktır. İkinci yol ise, tahmin edilen parametrelere dayanarak doğrudan etkin olmayan bir birim için değerleri hesaplamaktır.

Bununla birlikte VZA'da, ölçek elastikliğinin hesaplanması parametrelerin elde edilememesinden dolayı çok daha karmaşıktır. Banker ve Thrall (1992)'de belirtildiğine göre “ Ölçeğe Göre Getiri (RTS) kavramı sadece sınır noktaları (radyal teknik olarak etkin noktalar) için iyi tanımlanmaktadır. Üretim olanakları kümesindeki etkin olmayan birimler için, etkinsizliğin giderilmesi sonucu ortaya çıkan verimlilik değişimleri ile RTS'den kaynaklanan verimlilik değişimleri karıştırılmaktadır ”.

Veri zarflama analizi (VZA) pratik uygulamalarında üretim teknolojileri, gözlemlenen birimleri girdi ve çıktı vektörleri olarak saran çok düzlemlili kümeler tarafından modellenmiştir (Thanassoulis, 2001). VZA teknolojilerinin etkinlik sınırları genellikle pürüzsüz ve parametrik olmadığı için, elastiklik ölçümlerinin klasik yaklaşımları analizlere doğrudan uygulanamamaktadır. Çünkü, ölçek elastikliğinin hesaplanması, etkin bir sınırın veya türevlenebilir mesafe fonksiyonlarının pürüzsüzlüğünü gerektirmektedir. Tahmin edilen sınır, VZA'da parçalı olarak doğrusaldır ve dolayısıyla pürüzsüz değildir. Bir başka zorluk ise, ekonomi teorisindeki üretim dönüşüm fonksiyonunun VZA modellerinde açıkça bilinmemektedir. Genellikle özel olarak yapılandırılmış bir doğrusal programlama modeli çözülerek, sadece etkin sınır üzerindeki tek bir nokta için hesaplanabilmektedir (Podinovski & Førsund, 2010).

Karşılaşılan bu problemler VZA literatüründe, etkin sınırın pürüzsüz olduğu ve dönüşüm fonksiyonunun kısmi türevlerinin yüzeylere karşı normal vektörlerle temsil edildiği göz önüne alınarak kısmen aşılmıştır ve bunlar primal zarflama modeli üzerine dual çarpan modellerindeki doğrusal programlar çözülerek hesaplanabilmektedir. Özellikle, bu yaklaşımın varyasyonlarına dayanan ölçek elastikliği hesaplamaları Banker vd. (1984), Banker ve Thrall (1992) ve Førsund ve Hjalmarsson (2004) çalışmalarında tartışılmıştır. Tek girdi ve çıktı arasındaki yer değiştirme, elastiklik, marjinal dönüşüm oranları gibi konular Charnes vd. (1985), Banker ve Maindiratta (1986) ve Cooper vd. (2000) tarafından ele alınmıştır. Bu çalışmalar ile bazı gelişmeler sağlanmış olsa da hala eksiklikler olduğu, modellerin sınırların köşelerine ve özellikle ekstrem (en uç) birimlere uygulanamadığı yaygın olarak kabul görmüştür (Asmild, Paradi, & Reese, 2006; Charnes vd., 1985; Hadjicostas & Soteriou, 2006; Krivonozhko, Utkin, Volodin, Sablin, & Patrin, 2004; Olesen & Petersen, 1996).

Førsund vd. (2007)'de, VZA teknolojilerinde ölçek elastikliğinin dolaylı ve doğrudan olarak hesaplanmasına ilişkin iki temel yaklaşım incelenmekte ve sunulmaktadır.

Dolaylı yaklaşım, Førsund ve Hjalmarsson (2004) çalışmasında konveksite kısıtı üzerindeki etkinlik skorları ve gölge değerler kullanılarak etkin olmayan noktaların sınıra olan radyal iz düşümleri için ölçek elastikliğinin sayısal değerinin hesaplanabileceğini gösterilmiştir. Bunun sonucunda, dolaylı yaklaşımın ölçek özellikleri hakkında genel bir bilgi sağladığı görülmüş, fakat bu yaklaşımın uygun bir yaklaşım olmadığı belirtilmiştir.

Ölçek elastikliğinin hesaplanması konusundaki analitik zorluklara karşı VZA literatüründe, etkin sınırın bölümlerini yeniden yapılandırarak ve sonlu farklar ile türevleri yaklaştırarak gerekli diferansiyel karakteristik değerleri hesaplayan doğrudan yöntemler ortaya çıkmıştır. Doğrudan yaklaşım, çok boyutlu yüzeye sahip VZA sınırını orjinden herhangi bir yönde iki boyutlu bir düzlem ile kesmeye, düzlemlerin ve sınırın kesişimi boyunca herhangi bir nokta için ölçek elastikliğinin hesaplanmasına dayanmaktadır. Ölçek elastikliğinin hesaplanması için doğrudan yöntemler için Krivonozhko vd. (2004) ve Førsund vd. (2007) çalışmaları ve çeşitli marjinal oranlar için de Rosen vd. (1998) ve Asmild vd. (2006) çalışmaları örnek niteliğindedir.

Doğrudan yöntemler, görselleştirme gibi yoğun hesaplamalı uygulamalar için etkili gösterilmiş olsalar da, analiz ve yorumlama açısından gereken elastiklik ölçümü için analitik bir çözüm sağlanamamıştır (Podinovski & Førsund, 2010).

Podinovski ve Forsund (2010) ile yukarıda bahsedilen analitik zorluklara Podinovski vd. (2009) çalışmasındaki sonuçlar genişletilerek farklı bir yolla çözüm getirilmiştir. Bu geliştirilen yaklaşım ile, dual çarpanlara dayalı bir formül üretilmiş ve ölçüm sürecinin basit hesaplama yöntemleri üretmesi açısından elastiklik ölçütlerini hesaplama problemi için eksiksiz bir analitik çözüm sağlamıştır. Bu yaklaşımı genelleştirmek adına, etkin sınırların herhangi bir noktasında, herhangi bir girdi veya çıktı grubunun, karma girdi ve çıktı grubunun marjinal değişimlerine yanıtını temsil eden bir elastiklik ölçüt sınıfı düşünülmüştür. Bu çalışma ile ilgili hesaplama metodlarının tüm üretim sınırı için geçerli olmasına olanak sağlamıştır.

Podinovski ve Førsund (2010) ile, ölçeğe göre değişken getirili (VRS) üretim teknolojilerinde karma parçalı elastiklik ölçütlerinin analizi ve hesaplanması için bir doğrusal programlama yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, Atici ve Podinovski (2012) ile ölçeğe göre sabit getirili (CRS) teknolojilere de uygulanarak geliştirilmiş ve elastiklik ölçütlerinin hesaplanması için gerekli doğrusal programlar oluşturulmuştur.

Atici ve Podinovski (2012)'de elde edilen diğer sonuçların yanı sıra, hem VRS hem de CRS teknolojilerinde geçerli olan yeni bir çözüm elde edilmiştir. Kanıtlanan bu çözüm ile herhangi bir birime karşılık gelen elastiklik ölçütünün neden tanımsız olduğu belirlenmiştir. Böylelikle, birimler için elastiklik ölçütlerinin uygulanabildiği veya uygulanamadığı yerlerde ön sınıflandırma ihtiyacı ortadan kaldırılmıştır.

1.3.2.2. Ölçeğe Göre Sabit Getirili (CRS) Üretim Teknolojilerinde Karma Parçalı Elastiklik Ölçümü

Parametrik olmayan etkin sınırların düzgün olmaması nedeniyle klasik hesaplamaların uygulanamaması, VZA'da elastiklik ölçütlerinin tanımlanması ve hesaplanması ile ilgili başlıca zorluklardan biri olmuştur. Belirtilen zorluk nedeniyle önceki sonuçların çoğunun, gözlemlenen birimleri temsil eden sınırın ekstrem noktalarında, kesin bir kanıtının olmadığı yaygın bir şekilde kabul edilmiştir (Asmild vd., 2006). Bu gelişmelere bir istisna olarak, Hadjicostas ve Soteriou (2006) tarafından ölçek elastikliği hesaplamaları geliştirilmiş ve sonuçlarının ekstrem noktalar da dahil olmak üzere tüm sınırlara uygulandığını gösteren, fakat teknik olarak zorlayıcı bir kanıt sunulmuştur.

Yukarıda bahsedilen zorluklar, Podinovski ve Førsund (2010) tarafından Podinovski vd. (2009)'daki sonuçlar genişletilerek farklı bir şekilde aşılmıştır. Bu çalışma ile, özel olarak yapılandırılmış doğrusal programların optimal değerlerinin yönlü türevi olarak da ifade edilebilen kapsamlı bir elastiklik ölçüm türü kanıtlanmıştır. Marjinal değerlerin bilinen teorisi doğrusal programlamada kullanarak, (genellikle tek taraflı) elastikliklerin hesaplanması ve ilgili teorik sonuçların kanıtı basitleştirilmiştir. Bu yaklaşım, herhangi bir basitleştirme varsayımına gerek kalmaksızın, ilgili hesaplama metodlarının tüm üretim sınırı için uygulanabilirliğine olanak sağlamıştır.

Ölçeğe göre değişken getirili (VRS) üretim sınırları ve hesaplama yöntemleri için elastiklik ölçüm yaklaşımı Podinovski ve Førsund (2010) çalışması ile geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, Atici ve Podinovski (2012) ile genişletilerek ölçeğe göre sabit getirili (CRS) teknolojilerde de uygulanabilir kılınmıştır. Böyle bir genişletme için gerekli olan teorik koşullar elde edilmiş ve elastiklik ölçümlerinin hesaplanması için gerekli doğrusal programlar formüle edilmiştir. Sonrasında, Podinovski ve Førsund (2010) tarafından yapılan çalışmayı tamamlayıcı yeni bir sonuç elde edilerek VRS ve CRS sınırlarına eşit olarak uygulanmıştır. Özellikle, bir birimdeki elastiklik ölçümünün tanımsız olduğu durumda, ilgili birimin doğrusal programda da olurlu olmadığı kanıtlanmıştır. Böylelikle, birimlerin elastiklik ölçümlerinin uygulandığı ve uygulanamadığı yerlerdeki geleneksel olarak yapılan ön sınıflandırma gereksinimi ortadan kaldırılmıştır.

Bu sonuç ile, gözlemlenen tüm birimler için gerekli doğrusal programlar toplu olarak uygulanabilmekte, elastiklik ölçütleri hesaplanabilmekte veya elastiklik ölçütlerinin tanımsız olduğu ve neden tanımsız olduğu gerekçesi ile birlikte belirtilebilmektedir. Ayrıca, sadece CRS teknolojisinde görülen bazı özel durumlar için elastiklik ölçütleri dikkate alınmıştır. Bu özel durumlara örnek olarak, CRS teknolojisindeki etkin birimlerin ölçek elastikliklerinin 1'e eşit olduğu verilebilmektedir.

Podinovski ve Førsund (2010)'daki VRS üretim sınırlarındaki elastiklik hesaplamalarında ve bu yaklaşımın CRS teknolojisine kadar genişletildiği Atici ve Podinovski (2012)'de değerlendirilen tüm girdi ve çıktılar A, B ve C olmak üzere üç alt kümeye ayrıştırılmıştır. A alt kümesindeki girdi ve çıktılardaki (genellikle karma) marjinal değişimlere, çıktı veya girdilerin B alt kümesindeki olan yanıtlarının, kalan girdi ve çıktılar C alt kümesinde sabit tutulması koşuluyla elastikliklerinin hesaplanması sağlanmıştır. A alt kümesi boş küme olmamak koşulu ile girdi ve çıktıları içerebilmektedir. B alt kümesi ise, boş küme olmamak şartı ile çıktı kümelerinin elastiklik hesaplamalarında sadece çıktıları, girdi kümeleri için elastiklik hesaplamalarında sadece girdileri içermektedir.

1.3.2.3.Çıktı Odaklı CRS Üretim Teknolojilerinde Elastiklik Analizi

m adet girdi ve s adet çıktı temel alınarak düşünülen CRS teknolojisi, T_{CRS} ile ifade edilmektedir. $X^j \in R_+^m$ ve $Y^j \in R_+^s$ olmak üzere; gözlemlenen birimler için $j = 1, \dots, n$ kümesi, (X_j, Y_j) çifti ile temsil edilmektedir. Girdi ve çıktı vektörleri sırasıyla X^j ve Y^j olmak üzere; \bar{X} ve \bar{Y} , sırasıyla girdi ve çıktı matrisleridir.

Önceki bölümde açıklandığı üzere, tüm girdi ve çıktıların üç ayrık küme (A, B ve C) bölünebileceği varsayılmaktadır. Atici ve Podinovski (2012) çalışmasındaki yapılan analizde, C kümesindeki girdi ve çıktılar sabit kalmak koşuluyla, A kümesindeki elemanların marjinal değişimlerine göre B kümesindeki elemanların yanıtlarının elastikliği hesaplanmaktadır. B kümesi için, elemanlarının sadece çıktılar olduğu varsayılarak bir senaryo düşünülmüş ve bu senaryo için elastiklik ölçümleri geliştirilmiştir.

A ve B kümelerinin boş küme olmadığı ve B kümesinin sadece çıktıları içerdiği; A kümesinin ise ya sadece girdileri ya da sadece çıktıları içerdiği ya da A kümesinin girdi ve çıktıların her ikisini de içerdiği varsayılmaktadır. C kümesi, A ve B kümelerinde bulunmayan geriye kalan girdi ve çıktıları içermekte veya boş küme de olabilmektedir. Bu duruma göre CRS teknolojisinde gözlemlenen herhangi bir birim $(X_0, Y_0) \in T_{CRS}$ şu şekilde ifade edilmektedir:

$$(X_0, Y_0) = (X_0^A, X_0^C, Y_0^A, Y_0^B, Y_0^C), \quad (1)$$

Üst simgeler ile, A, B ve C kümelerine karşılık gelen X_0 ve Y_0 alt vektörleri temsil edilmektedir. Eğer, A ve C kümeleri girdi veya çıktı içermiyorsa, ilgili alt vektörler ihmal edilmektedir.

Yukarıda belirtilen ifadedeki (1) herhangi bir birim (X_0, Y_0) için, B kümesindeki çıktıların, A kümesindeki girdilerin ve / veya çıktıların marjinal değişimlere yanıtı, ancak böyle bir değişikliğin verilen teknolojiye olurlu olması ile tanımlı olmaktadır. Bu da, aşağıdaki iki tanıma yol açmaktadır:

Tanım 1. Eğer, bir $\beta \geq 0$ 'ın (α 'ya bağlı olarak) bulunması için herhangi bir $\alpha \in [1, \bar{\alpha}]$ için $\bar{\alpha} > 1$ durumu bulunuyorsa, X_0^A ve Y_0^A vektörlerinin oransal olarak marjinal artışı verilen teknoloji T_{CRS} 'de olurludur.

$$(\alpha X_0^A, X_0^C, \alpha Y_0^A, \beta Y_0^B, Y_0^C) \in T_{CRS}. \quad (2)$$

Tanım 2. Herhangi bir $\alpha \in [\alpha, 1]$ için, $\hat{\alpha} \in [0, 1)$ bulunuyorsa ve herhangi bir $\alpha \in [\hat{\alpha}, 1]$ için (2)'nin geçerli olduğu bir $\beta \geq 0$ (α 'ya bağlı olarak) bulunuyor ise; X_0^A ve Y_0^A vektörlerinin oransal olarak marjinal azalışı, T_{CRS} teknolojisinde olurludur.

X_0^A ve Y_0^A vektörlerinin marjinal değişimlerine Y_0^B çıktı vektörünün yanıtının elastikliğini tanımlamak için öncelikle $\alpha = 1$ 'in bazı komşuluklarında çıktı yanıt fonksiyonunu göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

$$\bar{\beta}(\alpha) = \max \{ \beta \mid (\alpha X_0^A, X_0^C, \alpha Y_0^A, \beta Y_0^B, Y_0^C) \in T_{CRS} \} \quad (3)$$

T_{CRS}'de (Tanım 1 ve Tanım 2 açısından) X_0^A ve Y_0^A vektörlerinin oransal olarak marjinal bir şekilde artışı veya azalışı olurlu değil ise; $\beta(\alpha)$ fonksiyonu sırasıyla $\alpha = 1$ 'in sağ veya sol komşuluklarında tanımsız olmaktadır.

$\bar{X}^A, \bar{X}^C, \bar{Y}^A, \bar{Y}^B$ ve \bar{Y}^C ; A, B ve C kümelerinde yer alan girdi ve çıktılarına karşılık gelen \bar{X} ve \bar{Y} 'nin alt matrisleri olduğu varsayılmaktadır. β bir değişken ve α sabit bir değer olmak üzere; (3)'de tanımlanan çıktı tepki fonksiyonu $\beta(\alpha)$, aşağıdaki doğrusal programın optimal değeri olmaktadır:

$$\bar{\beta}(\alpha) = \text{maksimize } \beta \quad (4)$$

Kısıtlar:

$$\bar{X}^A \lambda \leq \alpha X_0^A$$

$$\bar{X}^C \lambda \leq \alpha X_0^C$$

$$-\bar{Y}^A \lambda \leq -\alpha Y_0^A$$

$$-\bar{Y}^B \lambda + \beta Y_0^B \leq 0$$

$$-\bar{Y}^C \lambda \leq -Y_0^C$$

$\lambda \geq 0$, β serbest değişken

VZA literatüründe elastiklik ölçümlerinin yalnızca etkin birimler için tanımlanması yaygınlıkla uygulanmaktadır. Teknolojideki karşılaştırılmayan temelde, $X_0 \geq X'$, $Y_0 \geq Y'$ ve $(X_0, Y_0) \neq (X', Y')$ gibi başka bir birim (X', Y') yoksa (X_0, Y_0) etkindir. Birimin teknik olarak etkin olmasına (girdi veya çıktıların radyal etkinliği 1'e eşit olduğunda) bakılarak, birimin etkinliği hakkında kesin bir yargıya varılamamaktadır. Etkinliğin test edilebilmesi için iki aşamalı bir optimizasyon yönteminin veya eşdeğer bir yöntemin kullanılması gerekmektedir (Cooper vd., 2006; Thanassoulis, 2001). Çoğu VZA programında bildirildiği gibi, bir birim etkin bir hedefle kesiştiğinde, o birim için etkin bir birim denebilmektedir.

Üzerinde durulması gereken nokta, çıktıların belirli bir B alt kümesinin yanıtının elastikliğidir. Birimin toplam etkinliğine gerek duyulmamakta ve yalnızca Y_0^B çıktı vektörünün sağlanmasında etkin olması için birim (X_0, Y_0) 'a ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum aşağıda belirtilmiştir.

Varsayım 1. (Çıktı kümesi B'ye göre seçmeli radyal etkinlik). $\beta(\alpha)$ fonksiyonu, $\alpha = 1$ ve $\beta(1) = 1$ 'de sonludur.

Teorem 1. Birim $(X_0, Y_0) \in T_{CRS}$ etkinse ve Y_0^B vektörü en az bir tane kesin olarak pozitif bileşen içeriyorsa, Varsayım 1 geçerlidir.

VZA modellerinde sıfır değerli çıktılarına izin verildiğinden birimin etkinliği, elastikliğin tanımında yetersiz kalmaktadır. Örneğin, etkin bir birimde (X_0, Y_0) ; ilk çıktı, 1'e eşitse ve ikinci çıktı, sıfıra eşitse; ikinci çıktının ilk çıktıya olan yanıtının elastikliği tanımsız olmaktadır (Atici&Podinovski, 2012).

Varsayım 1, etkin veya etkinsiz olabilen birim (X_0, Y_0) 'nın, A ve C kümelerindeki girdi ve çıktıların sabit seviyeleri için verilen teknolojiye Y_0^B çıktı vektörünün maksimum oranı olan $\beta = 1$ 'i üretmesinin mümkün olduğu anlamına gelmektedir. Varsayım 1'in geçerli olduğu herhangi bir birim (X_0, Y_0) , T_{CRS} teknolojisinin sınırında bulunmakta, ancak bu teknolojinin etkin bir bölümünde (etkin sınır) bulunmasına gerek yoktur. Varsayım 1, bazı etkin olmayan birimlerdeki elastiklik ölçümlerinin tanımlanmasına izin veriyor olsa da, sınırdaki etkin olmayan birimlerin izdüşümleri için elastiklik ölçütlerinin tanımlanması açısından farklıdır. Varsayım 1'in geçerli olduğu birimler halihazırda sınır üzerinde bulunmaktadır.

Elastiklik ölçütlerinin teorik olarak geliştirilmesi için her ne kadar Varsayım 1'e ihtiyaç duyulsa da (ve yukarıdaki (4)'nin çözülmesiyle doğrulanabilirse de), bu varsayımın doğru olup olmadığını kontrol etmek için hiç bir çaba harcamaya gerek bulunmamaktadır. Elastikliklerin hesaplanması için Teorem 2'de geliştirilen doğrusal programlar bu açıdan kendi kendini test etmektedir: Teorem 3'e göre, Varsayım 1 yerine getirilmediği takdirde bu doğrusal programlar olursuz olmaktadır.

Varsayım 1 sağlanıyorsa ve gerekli türevler mevcutsa, aşağıdaki tanım verilebilmektedir.

Tanım 3. X_0^A ve Y_0^A vektörlerinin marjinal oransal değişimlerine göre Y_0^B çıktı vektörünün yanıtının sağ el (sol el) elastikliği, $\alpha = 1$ 'de β (α) fonksiyonunun sağ (sol) türevidir:

$$\varepsilon_{A,B}^+ (X_0, Y_0) = \bar{\beta}'_+ \quad (5)$$

$$\varepsilon_{A,B}^- (X_0, Y_0) = \bar{\beta}'_- \quad (6)$$

(5) ve (6)'da gerekli tek yönlü türevlerin varlığı aşağıdaki Teorem 2 ile belirlenmiştir. Podinovski ve Førsund (2010)'da, Tanım 3'ün, üretim ekonomisinin geleneksel tanımlarıyla tutarlı olduğu belirtilmiştir. Özellikle, Tanım 3 özel durumlar için ölçek elastikliği ve parçalı elastiklikleri içermektedir.

Teorem 2 ile, Podinovski ve Førsund (2010) çalışmasındaki VRS teknolojisi ile sınırlı olan elastiklik hesaplamaları CRS teknolojisine kadar genişletilmektedir.

Teorem 2. Varsayım 1'in sağlandığı herhangi bir birim $(X_0, Y_0) \in T_{CRS}$ düşünülürse; (Birim (X_0, Y_0) , ya gözlemlenebilmekte ya da gözlemlenememektedir.)

(a) Teknoloji T_{CRS} 'de, X_0^A ve Y_0^A vektörlerinin oransal olarak marjinal bir şekilde artışı mümkün ise, sağ elastiklik $\varepsilon_{A,B}^+ (X_0, Y_0)$ bulunmakta ve sonlu olmaktadır. Bu elastiklik, aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir:

$$\varepsilon_{A,B}^+ (X_0, Y_0) = \text{minimize } v^A X_0^A - \mu^A Y_0^A \quad (7.1)$$

Kısıtlar:

$$v^A X_0^A + v^C X_0^C - \mu^A Y_0^A - \mu^C Y_0^C = 1 \quad (7.2)$$

$$v^A \bar{X}^A + v^C \bar{X}^C - \mu^A \bar{Y}^A - \mu^B \bar{Y}^B - \mu^C \bar{Y}^C \geq 0 \quad (7.3)$$

$$\mu^B Y_0^B = 1 \quad (7.4)$$

$$v^A, v^C, \mu^A, \mu^B, \mu^C \geq 0 \quad (7.5)$$

(b) X_0^A ve Y_0^A vektörlerinin oransal olarak marjinal bir azalışı, T_{CRS} teknolojisinde olurlu ise; sol elastiklik $\varepsilon_{A,B}^- (X_0, Y_0)$ bulunmakta ve sonlu olmaktadır. (7) programındaki minimizasyon, maksimizasyon ile değiştirilerek hesaplanabilmektedir:

$$\varepsilon_{A,B}^- (X_0, Y_0) = \text{maksimize } v^A X_0^A - \mu^A Y_0^A \quad (8.1)$$

Kısıtlar:

$$v^A X_0^A + v^C X_0^C - \mu^A Y_0^A - \mu^C Y_0^C = 1 \quad (8.2)$$

$$v^A \bar{X}^A + v^C \bar{X}^C - \mu^A \bar{Y}^A - \mu^B \bar{Y}^B - \mu^C \bar{Y}^C \geq 0 \quad (8.3)$$

$$\mu^B Y_0^B = 1 \quad (8.4)$$

$$v^A, v^C, \mu^A, \mu^B, \mu^C \geq 0 \quad (8.5)$$

(c) X_0^A ve Y_0^A vektörlerinin oransal olarak marjinal bir artışı (azalışı), teknoloji T_{CRS} teknolojisinde olurlu değilse; (7)'deki amaç fonksiyonu, (8)'deki amaç fonksiyonu) için çözüm sınırsızdır.

(7) ve (8) programlarının karşılaştırılması ile, tek taraflı elastikliklerin mevcut olması koşuluyla, $\varepsilon_{A,B}^+ (X_0, Y_0) \leq \varepsilon_{A,B}^- (X_0, Y_0)$ olduğu gözlemlenebilmektedir. Eşitlik durumunda ise, $\beta(\alpha)$ çıktı tepki fonksiyonu $\alpha = 1$ 'de türevlenebilir olmakta ve elastikliği $\varepsilon_{A,B} (X_0, Y_0)$ $\beta'(1)$ 'in türevi olarak tanımlanmaktadır.

Kural olarak, Teorem 2'nin kullanılabilmesi için, öncelikle $\alpha = 1$ 'deki (4) modelinin çözülmesiyle Varsayım 1'in kontrol edilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, pratik hesaplamalarda bu gerekli değildir. Aşağıdaki sonuç, Varsayım 1'e uyulmamasının doğrusal programlardaki (7 ve 8) olursuzluğa eşdeğer olduğunu göstermektedir. (7) ve (8) programları, aynı olurlu kümeye sahip olmakta ve bunlardan birinin olurluluğu, diğerinin olurluluğunu da belirtmektedir.

VRS durumunda, (7) ve (8) doğrusal programlar, dual çarpan μ_0 konveksite kısıtına eklenecek şekilde değiştirilmektedir.

Teorem 3. (7) ve (8) doğrusal programlarının her ikisi de olurlu ise, Varsayım 1, (X_0, Y_0) 'da geçerlidir.

Teorem 3, (7) ve (8) programlarının tüm birimler için etkin ve etkinsiz olarak çözülebileceği anlamına gelmektedir. Belirli bir birim için (X_0, Y_0) , doğrusal bir optimizasyon (en iyileyici) olursuz bir programı (7 veya 8) belirtiyorsa, Varsayım 1 geçerli değildir ve elastiklik kavramı bu birimde tanımlanmamıştır.

Teorem 3, aynı zamanda VRS durumu için de geçerlidir. Dolayısıyla, $\beta(1) \neq 1$ 'in dikkate alınmadığı, sadece VRS teknolojisi için geçerli olan Podinovski ve Førsund (2010) çalışması geliştirilmiş ve hem CRS hem de VRS teknolojisi için uygulanabilir hale getirilmiştir (Atici&Podinovski, 2012).

1.3.3. Elastiklik ve Ölçeğe Göre Getiri İlişkisi

VZA literatüründe Banker (1984) ve Banker ve Thrall (1992)'i takiben, VRS teknolojisi altındaki etkin birim (X_0, Y_0) için RTS türü, geleneksel olarak tek taraflı ölçek elastikliğine göre aşağıdaki gibi belirlenmektedir:

Radyal etkin çıktı birimi $(X_0, Y_0) \in T_{VRS}$,

- (i) $1 < \varepsilon_{A,B}^+(X_0, Y_0) \leq \varepsilon_{A,B}^-(X_0, Y_0)$ ise; ölçeğe göre artan getiri (IRS),
- (ii) $\varepsilon_{A,B}^+(X_0, Y_0) \leq \varepsilon_{A,B}^-(X_0, Y_0) < 1$ ise; ölçeğe göre azalan getiri (DRS),
- (iii) $\varepsilon_{A,B}^+(X_0, Y_0) \leq 1 \leq \varepsilon_{A,B}^-(X_0, Y_0)$ ise; ölçeğe göre sabit getiri (CRS) sergiler.

Bu tanıma göre, Model 8'in optimal değeri sınırsız ise; $\varepsilon_{A,B}^-(X_0, Y_0) = +\infty$ olur. Çünkü standart VRS teknolojisinde $X_0 \geq 0$ 'dır. Model 7'nin amaç fonksiyonu negatif değildir ve $\varepsilon_{I,O}^+(X_0, Y_0)$ daima sonludur. Model 8'deki amaç fonksiyonu sınırsız olabilir (Podinovski, Chambers, Atici, & Deineko, 2016).

Daha önceden belirtildiği gibi, etkin bir birim (X_0, Y_0) için, girdilerdeki değişim ile çıktılardaki değişim aynı oransallıkta ise bu birim CRS sergilemektedir. Yukarıdaki tanımdaki üçüncü durum (iii); $\varepsilon_{I,O}^+(X_0, Y_0) = \varepsilon_{I,O}^-(X_0, Y_0) = 1$ olmadığı sürece bu oransallığı kapsamamaktadır. Bununla birlikte, (iii) durumundaki (X_0, Y_0) birimi, en verimli ölçekli boyutunu temsil etmektedir (Banker, 1984).

2. BÖLÜM : TARIM SEKTÖRÜNDE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ ÇALIŞMALARI

Etkinlik ölçüm teknikleri, tarımsal üretimin değerlendirilmesinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Tarımsal etkinlik, tarımsal verimlilikte artış sağlanması ve kaynakların verimli kullanılması bakımından önemli bir rol oynamaktadır. Tarımsal etkinlik literatüründeki araştırmalarda, teknolojik ve yönetsel uygulamalar ile kaynakların daha etkin kullanılmasına odaklanılmıştır. Ayrıca, birçok çalışma ile bir tarım ürününün fiyatının, tüketiciler tarafınca ürüne verilen değere (tahsis etkinliği) eşit olup olmadığı ve / veya çiftliklerin, minimum ortalama maliyet (ölçek etkinliği) ile üretimin gerçekleştiği optimal büyüklükte çalışıp çalışmadığı belirlenmiştir. Tarımsal üretim etkinliğini belirlemek amacıyla çeşitli metodolojiler kullanılmıştır. Bu metodolojiler, kavram ve ölçme yaklaşımlarına göre farklılık göstermektedir.

Yapılan çalışmaların temel amacı, tarımsal üretimin teknik etkinliğini belirlemek üzerine olmuştur. Tarımsal etkinliği belirlemek için yapılan ilk çalışmaların çoğunda, elde edilmesi zor olan girdi fiyatları ile ilgili eksiksiz ve nitel verilere ihtiyaç duyulduğundan, tahsis etkinliğinin boyutu araştırılmamıştır. 1950 ve 1960'larda; üretim fonksiyonunun basit ekonometrik tahminlemesi, endeksleme yöntemleri ve ürün etkinlik ölçümleri gibi metodolojiler kullanılmıştır. 1970 ve 1980'li yıllara gelindiğinde ise önceki metodolojilere göre daha gelişmiş, ekonometrik tahminleme yaklaşımları (Stokastik Sınır Analizi (Stochastic Frontier Analysis, *SFA*) ve Dilim Regresyon Analizi) ve Veri Zarflama Analizi (VZA) yaklaşımı veya her iki yaklaşımın kombinasyonu olan metodolojiler kullanılmıştır. Bu dönemdeki bazı çalışmalar gelişmekte olan ülkelerdeki tarımsal uygulamalara odaklanmış olsa da, çalışmaların çoğunda gelişmiş ülkelerdeki tarımsal üretim etkinlikleri üzerine yoğunlaşmış ve çoğunlukla ABD ve İngiltere'deki çiftliklere odaklanılmıştır. 1990'lı yıllardaki çalışmalar, çeşitli büyüklükteki çiftliklerde teknik etkinlik, tahsis etkinliği ve ölçek etkinliğini belirlemek üzerine olmuştur. Ayrıca, farklı metodolojilerin kullanılmasının nasıl farklı sonuçlar doğurabileceği üzerine odaklanılmıştır. Daha önceden de belirtildiği gibi, Veri Zarflama Analizi ve Stokastik Sınır Analizi metodolojilerinin 1970'lerde geliştirilmesi, bu metodolojilerin ampirik tarım etkinliği çalışmaları üzerine uygulanmasına olanak sağlamıştır.

1990'lı yıllarda devam eden çalışmaların çoğunda parametrik olmayan yaklaşımlar (Veri Zarflama Analizi, VZA) ve parametrik yaklaşımların kombinasyonu kullanılmıştır. Ekonometrik açıdan ise, yapılan çalışmalarda önceki çalışmaların istenmeyen ekonometrik hatalarının düzeltilmesi için daha karmaşık tahminleme yöntemleri kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda ise farklı metodolojilerin duyarlılık analizleri üzerine odaklanılmıştır.

2000'li yıllardaki çalışmalarda, hükümet politikalarının tarımsal etkinlik üzerindeki etkisi belirlenirken çeşitli tarımsal üretimin (organik ve konvansiyonel çiftliklerin) tarımsal etkinliğini belirlemek için farklı metodolojilerin kullanılmasına odaklanılmıştır. Aynı zamanda bu dönemdeki çalışmalarda, girdideki büyüme, yönetim uygulamaları ve diğer faktörlerin tarım etkinliğine olan görece katkıları araştırılmıştır. VZA ve Stokastik Sınır Analizleri yine bu dönem için hakim metodolojiler olmuştur.

Daha önceden de belirtildiği gibi, parametrik ve parametrik olmayan yaklaşımların geliştirilmesi, aynı zaman dilimine rastlamıştır. Bu metodolojiler kullanılmadan önce tarımsal verimlilik ve etkinlik çalışmalarında, ağırlıklı olarak endeks sayısı yaklaşımı kullanılmıştır. 1950 ve 1960'lı yıllarda kullanılan endeks sayısı yaklaşımının kötü performans göstermesi sonucu, Aigner vd. (1977) ve Meeusen ve van den Broeck (1977) tarafından, tipik bir üretim fonksiyonunda, üretimdeki teknik etkinsizliği temsil eden negatif olmayan rastgele bir değişkenin (tek yönlü hata, μ_t) simetrik bir hata terimine (v_t) eklendiği Stokastik Sınır Üretim Fonksiyonu yaklaşımı geliştirilmiştir. Aynı dönemde, Koenker ve Basset (1978) tarafından, etkinsizlik teriminin dağılımı üzerine belirli bir formun uygulanmasını gerektirmeyen SFA'dan farklı bir ekonometrik yaklaşım olan Dilim Regresyonu yaklaşımı geliştirilmiştir. Parametrik sınırlar belirli fonksiyonel formlara dayanmakta, deterministik ve stokastik olabilmektedir (Thiam, Bravo-Ureta, & Rivas, 2001).

Parametrik olmayan etkinlik değerlendirmeleri, VZA teknikleri ile sağlanmaktadır. Sınır tahminine dayanan VZA yaklaşımı, Debreu (1951) ve Farrell (1957) çalışmalarındaki üretimde etkinlik ölçümlerine dayanan Charnes vd. (1978) çalışması ile geliştirilmiştir.

Etkinliğin değerlendirilmesi adına s¼rekli yeni yaklaşımlar ortaya konulmuş, çeşitli teorik ve metodolojik iyileştirmeler yapılmıştır. Geliştirilen yaklaşımlar, tarımsal üretimin de içinde bulunduğu geniş bir alanda uygulanmıştır. Bu yaklaşımda, üretim sınırını (teknolojik etkinlik) belirleyen girdi-çıkıtı kombinasyonlarını tanımlamak için doğrusal programlama tekniği kullanılmakta ve herhangi bir fonksiyonel ilişki varsayımı gerektirmemektedir. VZA'da, herhangi bir karar biriminin etkinliği, etkinlik sınırının üzerinde veya altında kalan diğer tüm karar birimlerine göreli olarak ölçülmektedir (Seiford & Thrall, 1990).

Bu bölümde, tarımsal etkinliğin değerlendirilmesinde Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılmış geçmiş çalışmaların ayrıntılı bir şekilde incelenmesi amaçlanmaktadır.

Tarım sektöründeki VZA uygulamaları, tarımsal etkinliği ölçmek adına araştırmacılar tarafından dünyanın birçok farklı ülkesinde yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda VZA'nın yanı sıra, VZA'nın alt uygulamaları ile birlikte farklı metodolojilerin de kullanıldığı görülmüştür. Farklı yaklaşımların kullanılması ile, uygulanan yöntemlerin birbirlerini tamamlaması ya da birbirleriyle karşılaştırılabilmesi amaçlanmıştır. Bunlara ek olarak, tarımsal etkinlik çalışmalarında VZA, çiftlik düzeyinde ve bölgesel düzeylerde uygulanmıştır. Ayrıca, çalışmalarda çevre, sulama, sürdürülebilirlik ve bölgesel etkinlik gibi tarımsal etkinliğin farklı konular üzerindeki etkisi incelenmiş ve etkinlik ölçümleri bitkisel üretim, hayvancılık, mandıra, bahçe tarımı ve balıkçılık gibi geniş ürün yelpazesinde değerlendirilmiştir.

Tablo 5 ile farklı ülkelerdeki tarımsal etkinlik düzeylerini VZA ve birlikte kullanılan metodolojiler ile analiz eden tarım sektörü literatüründeki çeşitli çalışmalar verilmektedir.

Çalışma	Ülke	Çalışma Periyodu	Uygulanan Model	Üretim	Düzyey
Haag vd. (1992)	Tekstas/ABD	1987	Additive VZA	Bitkisel Üretim&Hayvancılık	Bölgesel
Cloutier & Rowley (1993)	Kanada	1988-1989	VZA	Mandıra	Çiftlik
Färe & Whittaker (1995)	ABD	1989	VZA	Mandıra	Çiftlik
Millian & Aldaz (1998)	İspanya	1977-1988	Malmquist&VZA	Bitkisel Üretim&Hayvancılık	Bölgesel
Sharma vd. (1999)	ABD	1994	SFA&VZA	Hayvancılık	Çiftlik
Thiele & Brodersen (1999)	Almanya	1995-1997	VZA	Bitkisel Üretim&Hayvancılık	Çiftlik
Mathijs & Vranken (2000)	Bulgaristan&Macaristan	1998	Regresyon&VZA	Bitkisel Üretim&Mandıra	Çiftlik
Lansink vd. (2002)	Finlandiya	1994-1997	Sub-vector VZA	Bitkisel Üretim&Hayvancılık	Çiftlik
Chakraborty vd. (2002)	Tekstas/ABD	1998	SFA&VZA	Bitkisel Üretim	Çiftlik
Iráizoz vd. (2003)	İspanya	1994	SFA&VZA	Bahçe Tarımı	Bölgesel
Thirtle vd. (2003)	Botsvana	1981-1996	Malmquist&VZA	Bitkisel Üretim&Hayvancılık	Bölgesel
Bayarsaihan & Coelli (2003)	Moğolistan	1976-1989	SFA&VZA	Bitkisel Üretim	Çiftlik
Paul vd. (2004)	ABD	1996-2001	SFA&VZA	Bitkisel Üretim	Çiftlik
Asmild & Hougaard (2006)	Danimarka	1998	Sub-vector VZA	Hayvancılık	Çiftlik
Tipi & Rehber (2006)	Türkiye	1993-2002	Malmquist&VZA	Bitkisel Üretim&Hayvancılık	Çiftlik
Balcombe vd. (2006)	Victoria/Avustralya	2000	Bootstrap VZA	Mandıra	Çiftlik
Andersen & Bogetoft (2007)	Danimarka	2001	VZA	Balıkçılık	Bölgesel
Odeck (2007)	Norveç	1987-1997	SFA&VZA	Bitkisel Üretim	Çiftlik
Brock vd. (2007)	Rusya	1995-2003	VZA	Toplam Tarımsal Üretim	Çiftlik
Guzmán & Arcas (2008)	İspanya	2001-2001	VZA	Bitkisel Üretim	Tarım Kooperatifleri
Latruffe vd. (2008)	Fransa	2000	VZA	Bitkisel Üretim&Hayvancılık	Çiftlik
Bojnec & Latruffe (2009)	Slovenya	1994-2003	SFA&VZA	Bitkisel Üretim&Hayvancılık	Çiftlik
Monchuk vd. (2010)	Çin	1999	Bootstrap VZA	Bitkisel Üretim&Hayvancılık	Bölgesel
Mousavi-Avval vd. (2011)	İran	2009-2010	VZA	Bitkisel Üretim	Çiftlik
Sipiläinen & Huhtala (2012)	Finlandiya	1994-2002	VZA	Bitkisel Üretim	Çiftlik
Kelly vd. (2012)	İrlanda	2008	VZA	Mandıra	Çiftlik
Baležentis & Kriščiukaitienė (2013)	Litvanya	2003-2010	VZA&İstatistiksel Analizler	Bitkisel Üretim&Hayvancılık	Tarım Türleri
Zamanian vd. (2013)	MENA Ülkeleri	2007-2008	SFA&VZA	Bitkisel Üretim&Hayvancılık	Ülkeler
Blancard & Martin (2014)	Fransa	2007	VZA	Bitkisel Üretim	Bölgesel
Bojnec vd. (2014)	AB Ülkeleri	2001-2006	VZA&İstatistiksel Analizler	Bitkisel Üretim&Hayvancılık	Ülkeler
Mugera & Ojeda (2014)	Afrika Ülkeleri	1966-2001	Bootstrap VZA	Toplam Tarımsal Üretim	Ülkeler&Bölgeler
Vlontzos vd. (2014)	AB Ülkeleri	2001-2008	VZA	Tarımsal Enerji Üretimi	Ülkeler
Atici & Podinovski (2015)	Türkiye	2009	Trade-off VZA	Bitkisel Üretim	Bölgeler
Błażejczyk-Majka & Kala (2015)	AB Ülkeleri&ABD	2001	Regresyon&VZA	Toplam Tarımsal Üretim	Ülkeler
Nowak vd. (2015)	AB Ülkeleri	2010	Regresyon&VZA	Toplam Tarımsal Üretim	Ülkeler
Toma vd. (2015)	Romanya	2002-2010	VZA	Tarımsal Faaliyetler	Bölgeler
Guesmi & Serra (2015)	Katalonya/İspanya	2011	Regresyon&VZA	Bitkisel Üretim	Çiftlik
Kočišová (2015)	AB Ülkeleri	2007-2011	VZA	Toplam Tarımsal Üretim	Ülkeler
Skevas & Serra (2016)	Hollanda	2002-2007	VZA&Törnqvist	Bitkisel Üretim&Diğer Faaliyetler	Çiftlik
Ohe (2017)	Japonya	2008-2009	VZA	Mandıra	Çiftlik
Rebolledo-Leiva vd. (2017)	Şili	2011-2014	VZA&LCA	Bitkisel Üretim	Meyve Bahçeleri

Tablo 5. Tarımsal Etkinlik Ölçümü İle İlgili Yapılmış Geçmiş Çalışmalar

Tablo 5’de görüldüğü üzere, dünyanın farklı ülkelerindeki tarımsal etkinlik araştırmalarında parametrik, parametrik olmayan ve parametrik olmayan yaklaşımların teorik ve metodolojik varyasyonları yaygınlıkla uygulanmaktadır. Yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğında, birden fazla yöntem kullanılmıştır. Birden fazla yöntemin kullanılması ile uygulanan yaklaşımlar arasında tamamlayıcılık ya da birbirleri ile karşılaştırma yapmak amaçlanmıştır.

Parametrik olmayan yaklaşımların kullanıldığı çalışmalarda, VZA’nın farklı varyasyonları ve ilgili metodolojileri olarak additive VZA modeli (Haag vd., 1992), Malmquist Verimlilik Endeksi (Millan & Aldaz, 1998; Thirtle vd., 2003; Tipi & Rehber, 2006), trade-off yaklaşımı (Atici & Podinovski, 2015), sub-vector VZA yaklaşımı (Asmild & Hougaard, 2006; Lansink vd., 2002) ve bootstrap VZA yaklaşımı (Balcombe vd., 2006; Monchuk vd., 2010; Mugeru & Ojede, 2014) uygulanmıştır.

Parametrik yaklaşımların kullanıldığı çalışmalardan stokastik sınır analizi (SFA) yaklaşımı (Andersen & Bogetoft, 2007; Bayarsaihan & Coelli, 2003; Bojnec & Latruffe, 2009; Chakraborty vd., 2002; Iráizoz vd., 2003; Odeck, 2007; Paul vd., 2004; Sharma vd., 1999; Zamanian vd., 2013) VZA yaklaşımı ile birlikte uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan alışmalarda VZA yaklaşımı ile birlikte kullanılan parametrik yaklaşımlardan regresyon analizlerinde tarımsal etkinliğin değerlendirildiği değişken setleri üzerindeki etkinlik skorlarına bakılarak etkinliğe ve etkinsizliğe neden olan faktörler araştırılmıştır (Błażejczyk-Majka & Kala, 2015; Guesmi & Serra, 2015; Mathijs & Vranken, 2000; Nowak vd., 2015). Bunlara ek olarak, Baležentis ve Kriřčiukaitienė (2013) ve Bojnec vd. (2014) alışmalarında VZA ile birlikte parametrik olmayan yaklaşımlar olarak istatistiksel analizler uygulanmıştır.

Tablo 5 incelendięinde, VZA kullanılarak tarımsal etkinlięin ölçüldüęü çalıřmaların büyük bir bölümü, çiftlik ve bölgesel düzeyde gerekleřtirilmifitir. Yapılan dięer çalıřmalar, ülkeler düzeyinde (Błażejczyk-Majka & Kala, 2015; Bojnec vd., 2014; Koišov, 2015; Mugeru & Ojede, 2014; Nowak vd., 2015; Vlontzos vd., 2014; Zamanian vd., 2013), tarım türleri düzeyinde (Baležentis & Kriřčiukaitienė, 2013), tarım kooperatifleri düzeyinde (Guzmn & Arcas, 2008) ve meyve bahçeleri düzeyinde (Rebolledo-Leiva vd., 2017) gerekleřtirilmifitir.

Tablo 5'e göre, yapılan çalışmalarda çeşitli tarımsal ürünler için etkinlik analizleri uygulanmıştır. Yapılan araştırmaların birçoğunda, bitkisel üretim ve hayvancılığa odaklanılmıştır. Tarımsal etkinlik kapsamında, bitkisel üretim ve hayvancılık ya ayrı ayrı ya da birlikte ele alınmıştır. Ayrıca, diğer çalışmalarda tarımsal üretim bağlamında, mandıra ürünleri (Balcombe vd., 2006; Cloutier & Rowley, 1993; Färe & Whittaker, 1995; Kelly vd., 2012; Ohe, 2017), toplam tarımsal üretim (Błażejczyk-Majka & Kala, 2015; Brock vd., 2007; Kočišová, 2015; Mugeru & Ojede, 2014; Nowak vd., 2015), bahçe tarımı (Iráizoz vd., 2003) ve balıkçılık (Andersen & Bogetoft, 2007) faaliyetleri üzerine etkinlik analizleri yapılmıştır.

Aşağıda, tarımsal etkinlik kapsamında VZA'nın alt uygulamaları ve VZA ile birlikte uygulanan diğer metodolojiler ile ilgili yapılmış çalışma örneklerinin detaylı incelemesi sunulmaktadır.

VZA Alt Uygulamaları

Haag vd. (1992)'de, eklemeli (additive) VZA metodolojisi kullanılarak benzer toprak türlerine sahip kasabalarda gözlemlenen tarımsal üretim düzeylerinin görece teknik etkinliğini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmadaki örneklem, Teksas Blackland'daki 41 kasaba temel alınarak oluşturulmuştur. Veriler 1987 nüfus sayımından elde edilmiştir. Çıktı olarak, satılan bitki ve hayvanların piyasa değerleri düşünülmüştür. Girdiler ise, hasat edilmiş ekili alanları, mera için kullanılan ekili alanları, mera ve çiftlik üretim giderlerini içermektedir. Çalışma sonucuna göre, 10 kasaba tam olarak etkin bulunmuş, 3 kasabada da yüksek etkinlik skorları hesaplanmıştır. Üretim ve tüketim seviyelerini iyileştirmek için, daha az etkin olan kasabaların, yüksek etkinlik değerlerine sahip kasabaların uygulamalarını incelemeleri önerilmiştir.

Lansink vd. (2002)'de, Finlandiya'daki konvansiyonel ve organik çiftliklerin toplam ve girdi odaklı teknik etkinlik ölçümlerini hesaplamak için alt vektör (sub-vector) yaklaşımı veri zarflama analizi kullanılmıştır. Ayrıca çalışmada, organik ve konvansiyonel çiftliklerde kullanılan teknolojik farklılıkları belirten verimlilik ölçümleri belirlenmiştir. Sonuçlar, organik çiftliklerin kendi teknolojilerine göre ortalama olarak daha etkin olduğunu, ancak geleneksel çiftliklerden daha az verimli bir teknoloji kullandıklarını göstermektedir.

Atici ve Podinovski (2015)'de, Türkiye'nin sekiz farklı bölgesindeki tarım çiftliklerinin etkinlik analizinde VZA yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmada, birimlerin belirlenmesindeki zorlukların üstesinden gelebilmek için farklı çıktılar arasındaki üretim trade-off'ları belirlenmiş ve geleneksel VZA yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucu, geleneksel VRS ve CRS modellerinin kullanımının, her bir bölge örnekleminde çıktıya bağlı olarak çok sayıda düşük etkinlik ayırımına yol açtığı görülmüştür. Trade-off yaklaşımının kullanımı ile çoğu bölge için etkinlik skorları dağılımının önemli ölçüde değiştiği görülmüştür.

Mugera ve Ojeda (2014)'de, 33 Afrika ülkesinin tarım sektöründeki teknik etkinliğinde 1966–2001 dönemi için iyileşme olup olmadığını araştırmak adına bootstrap yaklaşımlı veri zarflama analizi kullanılmıştır. Ayrıca, Orta, Doğu, Batı, Kuzey ve Güney Afrika olmak üzere beş farklı bölgenin tarımsal etkinliklerinde artış olup olmadığı araştırılmıştır. Sonuçlar genel olarak tüm örnekleme etkinliğine dair kanıt göstermemiştir. Ancak, Doğu Afrika ülkelerinde ülkeler ve bölgeler arasında farklılık gösteren etkinlikte artışlar gözlemlenmiştir. Analizler sonucu, Afrika tarımında teknolojik gelişmeyi arttıracak politikalar üretilmesi gerektiği önerilmiştir.

Verimlilikteki Değişme & VZA

Millian ve Aldaz (1998)'de, İspanya'daki 1977-88 dönemleri için 17 bölgenin tarım sektörleri için verimlilik değişimini, parametrik olmayan programlama teknikleri kullanılarak incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, incelenen İspanyol bölgelerindeki ortalama teknik değişim yıllık % 2,9'luk bir oranda büyümüş, ancak büyük bölgesel farklılıklar gözlemlenmiştir.

Tipi ve Rehber (2006), VZA ve VZA tabanlı Malmquist TFV endeksini kullanarak 1993-2002 döneminde Türkiye'nin Güney Marmara bölgesindeki çiftlikler için teknik etkinliği ve toplam faktör verimliliğini (TFV) tahmin etmiştir. Teknik verimliliğin tahmin edilmesi için çıktı odaklı bir VZA modeli ve Güney Marmara bölgesindeki tarım sektörünün toplam panel verisi ile Malmquist TFV endeksi kullanılmıştır. Hesaplanan ortalama teknik etkinlik skoru ve Malmquist TFV endeksi sırasıyla % 88,3 ve % 3,1 olarak bulunmuştur.

Parametrik Yöntemler & VZA

Sharma vd. (1997)'de 1994 yılında Hawaii'deki 53 adet ticari domuz üreticisinden toplanan veriler ile domuz çiftliklerinin teknik etkinlikleri stokastik etkinlik ayrıştırma tekniği ve VZA kullanılarak değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, her iki modelden elde edilen etkinlik skorları karşılaştırılmış ve Hawaii'deki domuz üretiminde önemli ölçüde etkinsizlikler olduğu ortaya konulmuştur. Etkinlik skorları karşılaştırıldığında, VZA'dan elde edilen sonuçlar parametrik yaklaşımdan daha sağlam bulunmuştur.

Odeck (2007), 1987 - 1997 yılları arasında, doğu Norveç'deki ovalarda, 19 özel tahıl çiftliği üreticisinin veri setini kullanarak stokastik sınır analizi (SFA) ve veri zarflama analizi (VZA) kullanarak teknik etkinlik ve verimlilik artışını Malmquist verimlilik endeksi ile tahmin etmiştir. Sonuçlara göre, hem VZA hem de SFA durumunda ortalama üreticilerin ölçeğe göre artan getiriye (IRS) sahip olduğunu ve değerlendirilen dönemde Norveç tahıl üretiminde etkinsizliğin devam ettiği görülmüştür. Ayrıca, VZA etkinlik skorlarının SFA tahminlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Zamanian vd. (2013)'de, veri zarflama analizi (VZA) ve stokastik sınır analizi (SFA) yaklaşımları kullanılarak 2007-2008 döneminde MENA ülkelerinin tarım sektöründeki teknik etkinlik düzeylerini araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, hem parametrik hem de parametrik olmayan yöntemlerin ülkeler arasında aynı sıralamayı sağladığı görülmüştür. Bununla birlikte, tüm analizlerdeki SFA etkinlik skor sonuçları, VZA kullanılarak bulunanlardan daha düşüktür.

Nowak (2015)'de, 2010 döneminde 27 Avrupa Birliği (AB) ülkesindeki tarımsal teknik etkinlik sonuç odaklı VZA analizi ile ölçülmüş, teknik etkinliği etkileyen faktörleri belirlemek adına Tobit regresyon modeli kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, 27 AB üyesi ülke genelinde, tarımsal teknik etkinlik düzeylerinin farklılık gösterdiği, en yüksek ve en düşük etkinlik skoruna sahip ülkeler arasındaki farkın % 40 olduğu görülmüştür. Teknik olarak etkin tarımın yapıldığı ülkeler Kıbrıs, Danimarka, Yunanistan, Fransa, İspanya, Hollanda, Lüksemburg, İtalya ve Malta olarak belirlenmiştir. Buna karşın, Çek Cumhuriyeti, Litvanya, Macaristan, İrlanda, Letonya ve Slovakya'daki tarımın teknik açıdan en az etkinlik skoruna sahip olduğu görülmüştür.

Teknik tarımsal etkinliği belirleyen faktörler dikkate alındığında toprak kalitesi, hane reisinin yaşı ve yatırımlar için ek ücretler gibi faktörlerin etkili olduğu kanıtlanmış, çiftlik büyüklüğünün teknik etkinliği etkilemediği görülmüştür.

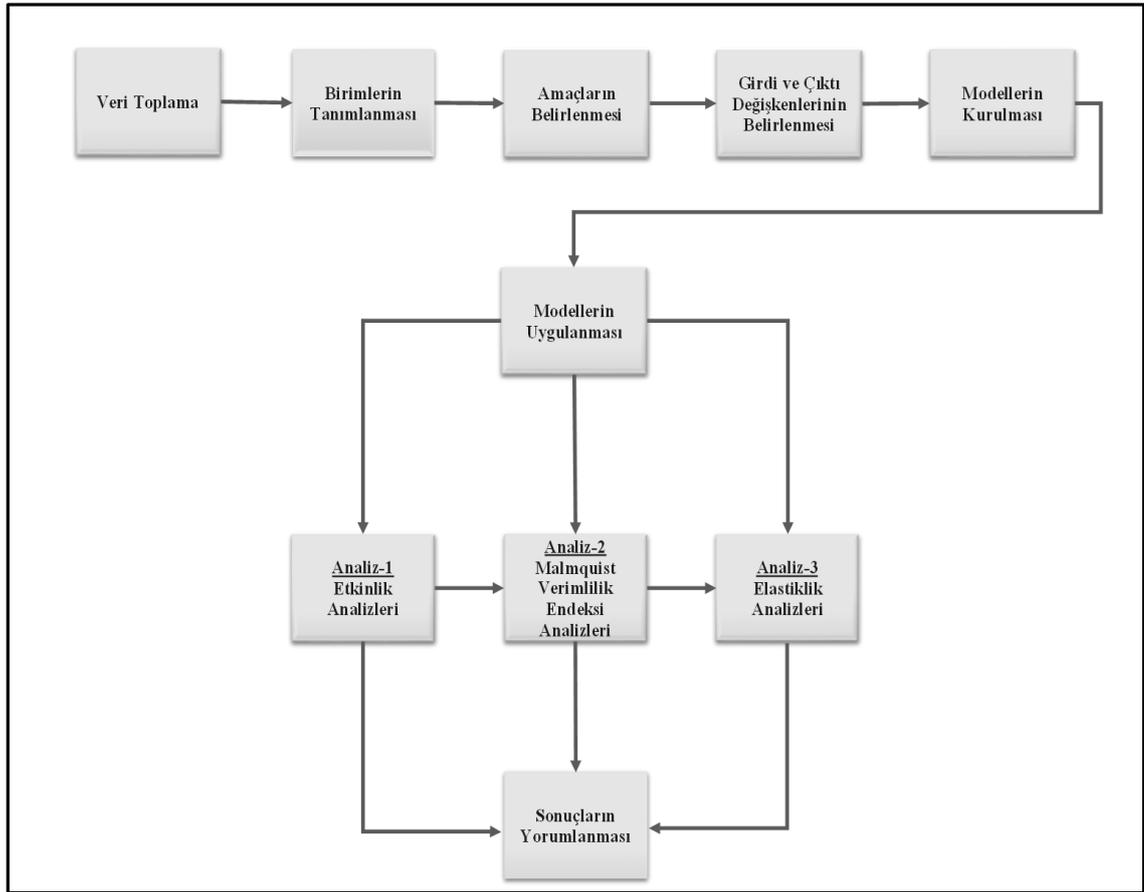
VZA & Eko-etkinlik Yöntemleri

Rebolledo-Leiva vd. (2017)'da, ekonomik ve ekolojik perspektiflerin aynı anda dikkate alınması ile Şili'deki organik yaban mersini üretimini maksimuma çıkarmak ve karbon ayak izini azaltmak amacıyla çıktı odaklı VZA modeli kullanılmıştır. Çalışmanın başka bir adımında, karbon ayak izini azaltabilmek adına hedefler belirlenmiştir. Sonuçlara göre, çalışmada önerilen yöntemin eko-etkinliği belirlemek ve sera gazı emisyonlarını düşürmek için pratik bir araç olduğunu göstermiştir.

Tarımsal etkinlik literatüründeki incelenen çalışmalar doğrultusunda, geçmiş yıllardaki araştırmalarda daha çok tarımsal ürün üretim etkinliği ile ilgilenilirken, son yıllardaki araştırmalarda ise ürün üretim etkinliği ile birlikte enerji etkinliği, karbon ayak izi ve sürdürülebilirlik gibi konularla ilgilenildiği görülmüştür.

3. BÖLÜM: MODEL TASARIMI

Bu çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) hazırladığı Bitkisel Ürün Denge Tabloları'na göre, 2010-2016 yılları arasında yıllık periyotta Türkiye düzeyinde üretilen, "tahıllar ve diğer bitkisel ürünler", "sebzeler" ve "meyveler, içecek ve baharat bitkileri" olmak üzere üç kategoride değerlendirilmiş bitkisel ürünlerin (61 adet) ürün üretim süreç etkinlikleri Veri Zarflama Analizi kullanılarak ölçülmektedir. Çalışmada, Türkiye düzeyindeki bitkisel üretim istatistikleri açısından en kapsamlı ve en güvenilir verileri sağlaması nedeniyle TÜİK'in resmi web sitesinde yayımlanan ve TÜİK tarafından kullanıcılara açık kaynak olarak sunulan Bitkisel Üretim Denge Tabloları temel alınmıştır. Çalışmanın metodolojik yapısı Şekil 9'da belirtilmektedir.



Şekil 9. Metodolojik Yapı

3.1. KARAR BİRİMLERİ İLE DEĞİŞKENLERİN SEÇİMİ

Karar birimlerinin ve değişkenlerin belirlenmesi, Veri Zarflama Analizi'nin uygulanabilirliği bakımından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, uygulanacak analizlerde kullanılacak karar birimleri (TÜİK) tarafından hazırlanan Bitkisel Ürün Denge Tabloları'ndaki 2010-2016 yılları arasında yıllık periyotta Türkiye düzeyinde üretilen bitkisel ürünler olarak belirlenmiştir. Bitkisel Ürün Denge Tabloları'nda Türkiye düzeyinde üretimi gerçekleştirilen 73 adet ürüne ulaşılmıştır. Ancak, bitkisel ürünler bazında kategorisel olarak bir grup bitkisel ürünün toplamını belirten, eksik veri barındıran veya hiç veri barındırmayan 12 adet bitkisel ürün tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı geriye kalan 61 adet bitkisel ürün analizlerde kullanılmak üzere karar birimleri olarak seçilmiştir. Karar birimi olarak seçilmeyen ürünler ve seçilmeme nedenleri Tablo 6'da verilmiştir.

Birim	Seçilmeme Nedeni
Tahıl (Toplam)	Buğday (durum), buğday (diğer), mısır, arpa, çavdar, yulaf ve diğer tahıllar toplamıdır.
Buğday	Buğday (durum) ve buğday (diğer) toplamıdır.
Kuru Baklagil (Toplam)	Kuru fasulye, nohut, kırmızı mercimek, yeşil mercimek ve soya fasülyesi (kuru) toplamıdır.
Keten (Tohum)	Veri barındırmamaktadır.
Kenevir (Tohum)	Veri barındırmamaktadır.
Sebze (Toplam)	Lahana, marul, ispanak, semizotu, biber, hıyar, patlıcan, domates, bamyası, kabak, havuç, sarımsak, soğan (kuru), soğan (taze), pırasa, turp ve patates toplamıdır.
Şeker Pancarı	Ekilen alan ve üretim kayıpları verileri bulunmamaktadır.
Turunçgiller (Toplam)	Greyfurt, limon, portakal ve mandalina toplamıdır.
Ayva	Ekilen alan verisi bulunmamaktadır.
Diğer Meyveler	Eksik veri barındırmaktadır.
Sert Kabuklular (Toplam)	Badem, kestane, fındık, Antep fıstığı ve ceviz toplamıdır.
Şeker	Ekilen alan ve üretim kayıpları verileri bulunmamaktadır.

Tablo 6. Seçilmeyen Birimler

TÜİK'den sağlanan Bitkisel Üretim Denge Tabloları'nda yıllık periyotta ve Türkiye düzeyinde üretilen bitkisel ürünler, 19 farklı değişkene göre değerlendirilmekte ve verileri sunulmaktadır. Bu değişkenler ve tanımları Tablo 7'de gösterildiği gibidir.

Kavram	Tanım
Ab 27-28 İthalat	Avrupa Birliği ülkelerinden ithal edilen ürün miktarıdır.
Arz = Kullanım	Kullanılabilir üretim ile ithalat toplamıdır.
Ekilen Alan	Ürünlerin ekildiği alanın hektar cinsinden ifadesidir.
Endüstriyel Kullanım	Ürünün, gıda tüketimi ve hayvan yemi amaçları haricinde çeşitli sanayi kollarınca kullanılan miktarıdır. Gıda sanayiine aktarılan hammaddeler “Tüketim”, yem sanayiine aktarılan hammaddeler ise “Yemlik kullanım” başlıkları altında ele alınmıştır.
İşlenen Kısım	Ürünün başka bir gıda ürününe dönüştürülmek üzere işlemeye ayrılan miktarıdır. (Ör: Şeker pancarından şeker üretimi için ayrılan kısım)
İthalat	Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu’nda yer alan birincil tarım ürünlerinin ve bunlardan elde edilen ara ve nihai ürünlerin hammadde eşdeğer ithalat miktarıdır.
Kullanılabilir Üretim	Hasat edilen ürün miktarından üretim kaybının çıkarılmasıyla hesaplanan değerdir. Bu çalışmada; kalan miktarın tümünün kullanıma hazır olduğu kabul edildiğinden kullanılabilir üretim kavramı, net üretime karşılık gelmektedir.
Tohumluk Kullanım	Üretim döngüsünün sağlanması için elde edilen üründen ayrılarak kullanılan veya piyasadan temin edilen hammadde miktarıdır.
Tüketim	Referans dönem süresince, yurt içinde ürünün tüm şekilleriyle (işlenerek ya da işlenmeden) insan tüketimine sunulan miktarıdır.
Üretim	Ürünün hammadde halindeki üretim miktarıdır.
Üretim Kayıpları	Ürünün hasat edilmesi sırasında ve hasat edilen ürünün çiftlik avlusuna getirilinceye kadar meydana gelen kayıplardır.
Yemlik Kullanım	Yem üretiminde hammadde ve/veya doğrudan yem olarak kullanılan miktarlardır.
Yurtiçi Kullanım	Gıda tüketimi, yemlik, tohumluk endüstriyel kullanım ve kayıp miktarlarının toplamına karşılık gelmektedir.
Ab 27-28 İhracat	Avrupa Birliği ülkelerine ihraç edilen ürün miktarıdır.
İhracat	Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu’nda yer alan birincil tarım ürünlerinin ve bunlardan elde edilen ara ve nihai ürünlerin hammadde eşdeğer ihracat miktarıdır.
Kayıplar	Ürünün çiftlik avlusuna getirilmesinden sonraki süreçte taşınması, işlenmesi ve depolanması sırasında meydana gelen kayıplardır.
Kişi Başına Tüketim	Yurt içi toplam tüketim miktarının kişi sayısına oranıdır.
Stok Değişimi	Ürünlerin yıl sonu ve yıl başı stok değerleri arasındaki farktır.
Yeterlilik Derecesi	Ürün denge tabloları gözönüne alındığında yeterlilik derecesi, kullanılabilir üretimin yurt içi kullanımı karşılama derecesinin yüzdesel olarak ifadesidir.

Tablo 7. Bitkisel Ürün Denge Tabloları İstatistiklerinden Sağlanan Değişkenler ve Tanımları

Kaynak: (TÜİK, 2007)

Bu çalışmanın en önemli ve zor kısmı, model kurmak açısından girdi ve çıktı değişkenlerini belirlemek olmuştur. Çünkü girdiler ve çıktılar, karar birimlerinin hedefleriyle ilişkili, ölçülebilir ve karar birimleri arasında tutarlı olması açısından büyük önem taşımaktadır. Modelde kullanılmak üzere seçilen girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 8’de verilmiştir.

Girdi Değişkenleri	Çıktı değişkenleri
İthalat (Ton)	İhracat (Ton)
Üretim Kayıpları (Ton)	Kullanılabilir Üretim (Ton)
Kayıplar (Ton)	
Ekilen Alan (Dekar)	

Tablo 8. Modelde Kullanılacak Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Bitkisel Üretim Denge Tabloları istatistiklerinden yıllık düzeyde sağlanan girdi ve çıktı değişkenleri, çalışmada kullanılan yıllar arasında mevcut verilerin ulaşılabilirliği açısından belirlenmiştir. Bitkisel Üretim Denge Tabloları içerisinde bulunan 19 değişkenden 6’sı karar değişkeni olarak seçilmiştir. Verilerinin eksik olması veya hiç ulaşamaması ve bir değişkenin verilerinin başka bir değişkenin verileri ile korele olduğunun saptanması nedeniyle geriye kalan 13 değişken karar değişkeni olarak seçilmemiştir. Seçilmeyen değişkenler ve seçilmeme nedenleri Tablo 9’da belirtilmektedir.

Seçilmeyen Değişkenler	Seçilmeme Nedenleri
Ab 27-28 İthalat	İthalat içerisinde kullanılmaktadır.
Arz = Kullanım	Kullanılabilir üretim ve ithalatın toplamıdır.
Endüstriyel Kullanım	Hem Yurt İçi Kullanım’ın içerisinde kullanılmakta hem de eksik veri barındırmaktadır.
İşlenen Kısım	Veri barındırmamaktadır.
Tohumluk Kullanım	Hem Yurt İçi Kullanım’ın içerisinde kullanılmakta hem de eksik veri barındırmaktadır.
Tüketim	Yurt İçi Kullanım’ın içerisinde kullanılmaktadır.
Üretim	Yerine Kullanılabilir Üretim kullanılmıştır.
Yemlik Kullanım	Hem Yurt İçi Kullanım’ın içerisinde kullanılmakta hem de eksik veri barındırmaktadır.
Yurtiçi Kullanım	Kullanılabilir Üretim ile yüksek korelasyon göstermektedir.
Ab 27-28 İhracat	İhracat içerisinde kullanılmaktadır.

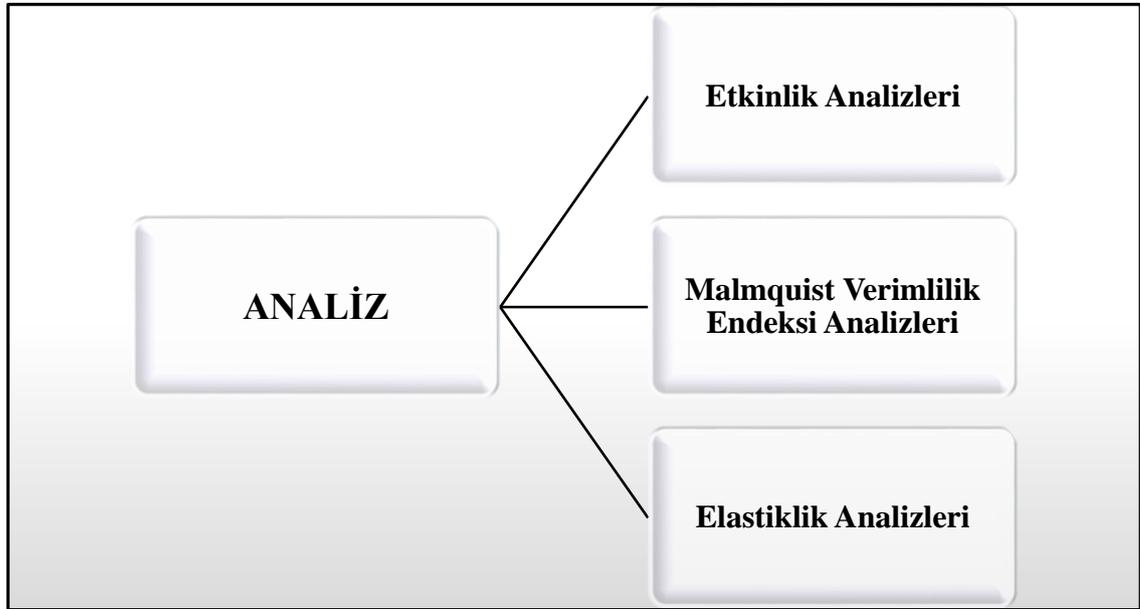
Kişi Başına Tüketim	Kişi Başına Tüketim, Tüketim/Nüfus oranıdır. Tüketim, Yurt İçi Kullanım'ın içerisinde kullanıldığından modelden çıkarılmıştır.
Stok Değişimi	Verilerde büyük ölçüde eksikler bulunmaktadır.
Yeterlilik Derecesi	Yerine Kullanılabilir Üretim kullanılmıştır.

Tablo 9. Karar değişkenleri olarak seçilmeyen değişkenler ve seçilmeme nedenleri

Karar birimleri ve karar değişkenlerinin seçimi ile TÜİK'den sağlanan Bitkisel Üretim Denge Tabloları ile 2010-2016 yılları arasındaki verilere ulaşılmıştır. Ulaşılan en güncel veriler ile uygulanacak analizler, Türkiye tarımındaki bitkisel ürünlerin ürün üretim süreç etkinliği hakkında önemli ölçüde bilgiler sağlayacaktır.

3.2. VERİ SETİ VE UYGULANACAK ANALİZLER

Bu çalışmada, VZA modellerinde kullanılacak karar birimleri ve değişkenlerinin belirlenmesinden ardından analiz kısmına geçilecektir. Araştırmada, etkinlik analizleri, Malmquist Verimlilik Endeksi analizleri ve elastiklik analizleri olmak üzere üç temel modelleme ile analiz gerçekleştirilecektir. Uygulanacak analizler Şekil 10 ile gösterilmektedir.



Şekil 10. Çalışmada Uygulanacak Analizler

Bu çalışmada uygulanacak ilk analiz, etkinlik analizleridir. Etkinlik analizlerinde elde edilen veri seti ile 2010-2016 yılları arasındaki Türkiye düzeyinde üretilen 61 adet bitkisel ürünün etkinlik değerleri hesaplanacaktır. Etkinlik ölçümlerinde, girdi ve çıktı odaklı olmak üzere ölçeğe göre sabit getiri (CRS) ve ölçeğe göre değişken getiri (VRS) metodları kullanılacaktır. Ölçümler, hem VZA zarflama hem de çarpan VZA formları kullanılarak yapılacaktır. VZA zarflama ve çarpan VZA formları Bölüm 1’de ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

Etkinlik analizlerinin ardından değerlendirme altındaki yıllar (2010-2016) arasındaki etkinlik değişimlerini gözlemek adına, ikinci analiz olarak Malmquist Verimlilik Endeksi analizleri uygulanacaktır. Malmquist Verimlilik Endeksi analizleri ile karar birimlerinin yıllar içerisindeki etkinlikteki değişimleri, teknolojik değişimleri ve toplam faktör verimliliğindeki değişimler gözlemlenecektir. Analizlerde, hem tüm karar birimleri için hem de kategorisel olarak değerlendirilen karar birimleri için etkinlikteki, teknolojik ve toplam faktör verimliliğindeki değişimler incelenecektir. Ayrıca, 2010 yılı başlangıç değeri olarak 1,00 kabul edilerek kümülatif olarak hesaplamalar yapılacaktır.

Etkinlik ve Malmquist Verimlilik Endeksi analizlerini takiben, üçüncü ve son analiz olarak elastiklik analizleri gerçekleştirilecektir. Elastiklik analizlerinde, etkinlik analizleri sonuçlarına bakılarak seçilecek etkin karar birimleri üzerinde VRS varsayımı altında çıktı kümelerinin elastiklik analizleri uygulanacaktır. Bölüm 1.3’de açıklanan çıktı kümelerinin elastiklik ölçümleri kapsamında, farklı senaryolar oluşturularak gerçek dünya problemlerine uygulanabilirliği araştırılacak ve Türkiye’deki bitkisel tarım ürünleri hakkında daha detaylı bilgiler sunulacaktır.

Bu çalışmada uygulanacak analizler doğrultusundaki bulgular, Bölüm 4’de detaylı bir şekilde açıklanacaktır.

4. BÖLÜM: BULGULAR

Bu bölümde, öncelikle, seçilen veri seti üzerinden etkinlik analizi ölçümleri ele alınmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) hazırladığı Bitkisel Ürün Denge Tabloları'na göre, 2010-2016 yılları arasında yıllık periyotta Türkiye düzeyinde üretilen bitkisel ürünlerin (61 adet) verileri baz alınarak VZA etkinlik analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler, 61 adet ürün için 6 adet girdi ve çıktı değişkeni ile tek bir yıl için 366 (61x6) veri seti üzerinden yapılmıştır. Etkinlik analizleri, girdi ve çıktı odaklı olmak üzere hem ölçeğe göre sabit getiri (CRS) hem de ölçeğe göre değişken getiri (VRS) metodları ile uygulanmıştır. Etkinlik analizlerindeki amaç, bitkisel üretimin örneklem yıl bazında her bir karar birimi (bitkisel ürünler) için etkinliklerinin göreceli değişimlerini gözlemlemektir. Etkinlik analizleri kapsamında, değerlendirilen 7 yıllık periyotta her yıl için girdi ve çıktı odaklı olmak üzere, birimlerin etkin olma veya etkin olamama nedenlerini belirleyebilmek adına sanal (virtual) ağırlıkları hem CRS hem de VRS varsayımları altında incelenmiş, birimlerin hangi girdi ve çıktılar üzerinde en çok yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.

Etkinlik analizlerini takiben, belirli zaman dönemleri arasındaki etkinlik değişimini değerlendirmek amacıyla Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi analizleri yapılmıştır. Böylelikle, değerlendirilen 2010-2016 yılları arasındaki Türkiye düzeyindeki ürün üretim süreç etkinliklerinin değişimleri gözlemlenebilmiş ve düşünülen zaman içinde etkinlik skorlarının karşılaştırılabilme imkanı sağlanmıştır.

Etkinlik ve Malmquist TFV endeksi analizlerinin sonrasında, parçalı elastiklik analizi uygulanmıştır. Çıktı kümelerinin elastiklik analizinde, yanıt kümesi (girdi ve / veya çıktı kümelerindeki değişime yanıt veren çıktı kümesi), yalnızca çıktılardan oluşmakta girdi kümelerinin analizinde ise değişen küme (girdi ve / veya çıktı kümelerindeki değişime yanıt veren girdi kümeleri) yalnızca girdilerden oluşmaktadır. Bu bölümde uygulanan elastiklik analizi çıktı odaklı VRS varsayımı altında yapılmıştır. Buradaki amaç, farklı senaryoları kullanarak gerçek dünya problemlerine uygulanabilirliğini araştırmaktır.

VZA modellerinde kullanılan veri seti olarak, TÜİK tarafından oluşturulan yıllık periyotta ve Türkiye düzeyindeki Bitkisel Üretim Denge Tabloları temel alınmıştır.

61 adet bitkisel ürün için Denge Tabloları'ndaki verilerin uygulanabilir olanları belirlenmiş, 2010-2016 yılları arasındaki Türkiye düzeyinde bitkisel üretim temel alınarak modeller oluşturulmuştur. VZA modelleri, 61 adet ürün için 4 adet girdi ve 2 adet çıktıyı içermektedir. Girdi olarak; ithalat (ton), üretim kayıpları (ton), kayıplar (ton) ve ekilen alan (dekar) seçilmiştir. Seçilen çıktılar ise, kullanılabilir üretim (ton) ve ihracattır (ton). Girdi ve çıktıların seçimi, Bölüm 3'de ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır. Bulgular kapsamında öncelikle etkinlik analizleri ele alınacaktır.

4.1. ETKİNLİK ANALİZLERİ

2010-2016 yılları arası, 7 yıllık periyotta, Türkiye düzeyindeki Bitkisel Üretim Denge Tabloları ile oluşturulan modelleri içeren girdi odaklı (GO) ve çıktı odaklı (ÇO) VRS ve CRS VZA etkinlik skorları hesaplanmıştır (Bkz. Tablo E1-E2-E3-E4-E5-E6-E7). Analizde, karar birimleri olarak 61 adet bitkisel ürün bulunmaktadır. Hesaplamalarda, hem VZA zarflama hem de çarpan VZA formları kullanılmıştır. Çarpan formundaki standart VZA modelleri, Bölüm 1'de CRS için Tablo 3'de, VRS için de Tablo 4'de verilmiştir. 2010-2016 yılları arası, her yıl için çıktı odaklı (ÇO) VRS ve CRS toplam ortalama etkinlik skorları, etkin ve etkin olmayan birim sayıları Tablo 10'da gösterilmektedir.

Yıllar	Yöntem	Ortalama Etkinlik (Σ)	Etkin (Σ)	Etkin Olmayan (Σ)
2010	ÇO VRS	0,893	34	27
	ÇO CRS	0,828	25	36
2011	ÇO VRS	0,895	31	30
	ÇO CRS	0,843	26	35
2012	ÇO VRS	0,890	32	29
	ÇO CRS	0,832	26	35
2013	ÇO VRS	0,891	34	27
	ÇO CRS	0,815	25	36
2014	ÇO VRS	0,902	30	31
	ÇO CRS	0,832	21	40
2015	ÇO VRS	0,896	35	26
	ÇO CRS	0,820	24	37

	ÇO VRS	0,898	33	28
2016	ÇO CRS	0,837	24	37

Tablo 10. 2010-2016 yılları arası ürünlerin ortalama etkinlik skorları, etkin ve etkin olmayan birim sayıları

Tablo 10'a göre, çıktı odaklı VRS açısından en yüksek ortalama etkinlik skoruna, 0,902 değeri ile 2014 yılında ulaşılmıştır. Ayrıca, çıktı odaklı VRS için en yüksek etkin birim sayısı 35 birim ile, 2015 yılında; en düşük etkin birim sayısı ise 30 birim ile 2014 yılında görülmüştür. Benzer şekilde, çıktı odaklı CRS modellerinde en yüksek etkinlik skoru değeri 0,843 ile 2011 yılında gerçekleşmiştir. Çıktı odaklı CRS açısından en yüksek etkin birim sayısına 2011 ve 2012 yıllarında 26 birim ile ulaşılmış, en düşük etkin birim sayısı ise 21 birim ile 2014 yılında görülmüştür.

Daha önceden de belirtildiği gibi TÜİK'den sağlanan Bitkisel Üretim Denge Tabloları kapsamında bitkisel ürünler; tahıllar ve diğer bitkisel ürünler, sebzeler ve meyveler, içecek ve baharat bitkileri olmak üzere üç kategoride değerlendirilmiştir. Yapılan etkinlik analizleri sonucu değerlendirilen dönemler arasındaki tüm yıllar için çıktı odaklı CRS ve VRS varsayımları altında tam olarak etkin olarak hesaplanan bitkisel ürünlerin (Bkz. Tablo E8-E9) sayısı kategorik olarak Tablo 11'de gösterilmiştir.

Kategoriler	CRS	VRS
Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler	3	7
Sebzeler	7	10
Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri	6	8
Toplam	16	25

Tablo 11. Çıktı Odaklı CRS ve VRS Varsayımları Altında 2010-2016 Yılları Arasında Tüm Yıllarda Etkin Olan Ürün Sayısı

Tablo 11'de görüldüğü üzere, 2010-2016 yılları arasında her yıl için tam olarak etkin olan toplam birim sayısı çıktı odaklı CRS modelinde 16 adet, çıktı odaklı VRS modelinde ise 25 adet olarak hesaplanmıştır. VRS modelinde daha fazla sayıda etkin birime ulaşılmasının nedeni, daha önceden de belirtildiği üzere VRS etkinlik sınırının verileri daha iyi zarflamasından kaynaklanmaktadır.

Bu durum, CRS modelindeki tüm etkin birimlerin VRS modellerinde de bulunduğu Tablo E8 ve Tablo E9'un incelenmesi ile doğrulanabilmektedir. Tablo 10'a göre en fazla sayıda etkin birime sahip kategori sebze, en az sayıda etkin birime sahip kategori ise tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisidir. Bu sonuçlar doğrultusunda, 2010-2016 yılları arasında en fazla etkin birim sayısına sahip olması açısından Türkiye tarımında sebzelerin ön plana çıktığı yorumu yapılabilmektedir.

Girdi ve çıktıların aldığı ağırlıklara bakılarak iyi ve kötü performans alanlarıyla ilgili bilgi sağlanabilmesi açısından yapılan etkinlik analizlerinde zarflama modellerinden farklı olarak çarpan formdaki VZA modelleri de kullanılmıştır. Çarpan VZA modellerinde, her bir girdi ve çıktı için optimal ağırlıklar elde edilmektedir. Bu ağırlıklar ile çıktı ve girdi değerleri çarpılarak sanal (virtual) ağırlıklar üretilmektedir. Karar birimleri için etkin olma ve etkin olamama nedenlerinin kaynağı olan girdi veya çıktıların belirlenebilmesi için sanal ağırlıkların incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda etkinlik analizlerinde hem girdi odaklı hem de çıktı odaklı CRS ve VRS modelleri için sanal ağırlıklar hesaplanmıştır (Bkz. Tablo E10-E16). Tablo 12'de değerlendirme altındaki tüm karar birimleri için sanal ağırlıkların en fazla hangi girdiler ve çıktılar üzerinde yoğunlaştığı verilmiştir.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Çıktı Odaklı VRS	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1
Çıktı Odaklı CRS	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1	Ç-1
Girdi Odaklı VRS	G-3	G-3	G-3	G-3	G-3	G-3	G-3
Girdi Odaklı CRS	G-2	G-2	G-3	G-2	G-3	G-4	G-3

G-1: İthalat (ton); **G-2:** Üretim Kayıpları (ton); **G-3:** Kayıplar (ton); **G-4:** Ekilen Alan (dekar)
Ç-1: Kullanılabilir Üretim (ton); **Ç-2:** İhracat (ton)

Tablo 12. 2010-2016 Yılları Arasında Sanal Ağırlıkların Yoğunlaştığı Girdi ve Çıktılar

Tablo 12 incelendiğinde, çıktı odaklı CRS ve VRS modellerinin her ikisi için de sanal ağırlıkların en fazla yoğunlaştığı çıktı değişkeni tüm yıllar için kullanılabilir üretim olmuştur. Kullanılabilir üretim ve ihracat olmak üzere iki adet çıktı değişkeni mevcut olduğundan 2010-2016 yılları arasında sanal ağırlıklar en az ihracatta yoğunlaşmıştır (Bkz. Tablo E10-E16).

Girdi odaklı VRS modellerinde tüm yıllar için sanal ağırlıkların en fazla yoğunlaştığı girdi değişkeni olarak kayıplar gözlemlenmiştir. Girdi odaklı CRS modellerinde ise sanal ağırlıkların en fazla yoğunlaştığı girdi değişkenleri arasında yıllara göre çeşitlilikler gözlemlenmiştir. Sanal ağırlıklar, 2010, 2011 ve 2013 yıllarında üretim kayıpları değişkeninde yoğunlaşırken, 2012, 2014 ve 2016 yıllarında ise girdi değişkenleri arasında kayıplar üzerinde yoğunlaşmıştır. Ayrıca, girdi odaklı CRS modellerinde ağırlıkların 2015 yılı için ekilen alan değişkeni üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Hem girdi odaklı CRS hem de girdi odaklı VRS modellerinde değerlendirme altındaki tüm yıllar için sanal ağırlıklar girdi değişkeni olarak en az ithalatta yoğunlaşmıştır. Bu sonuçlara göre, özellikle çıktı odaklı modellerde değerlendirilen tüm dönemler için sanal ağırlıklardaki yoğunlaşmaların aynı değişkenler üzerinde oluşu ile Türkiye’de tarım etkinliğini etkileyen en güçlü faktörün kullanılabilir üretim, en zayıf faktörün ise ihracat olduğu söylenebilmektedir. Benzer şekilde, değerlendirilen dönemlerdeki girdi odaklı modellerde Türk tarımındaki bitkisel ürünlerde etkinsizliğe neden olan faktörün ithalat olduğu yorumu yapılabilmektedir.

Araştırma bulguları kapsamında VZA metodu ile yapılan tüm etkinlik analizleri, 2010-2016 yıllarını kapsayan belirli bir süre boyunca gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, etkinliğin zamana göre değişimi, dikkate alınması gereken önemli bir konudur; çünkü her yıl için etkinlik skorlarındaki artış/azalışların, teknik etkinlikteki veya teknolojik değişimdeki artış/azalışların bir sonucu olup olmadığını değerlendirmek zor olmaktadır. VZA metodu ile yapılan etkinlik analizleri, her bir dönem için sadece teknik etkinlik skorlarını sağladığından karar birimlerinin etkinlikleri arasında zaman içinde karşılaştırma imkanı barındırmamaktadır. Türkiye’deki bitkisel üretimde etkinliğe etki eden değişimleri karşılaştırabilmek ve zaman içinde karşılaştırma yapabilmek adına Malmquist TFV Endeksi analizi gerçekleştirilmiştir.

4.2. MALMQUIST VERİMLİLİK ENDEKSİ ANALİZLERİ

Bu çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu’nun (TÜİK) hazırladığı Bitkisel Ürün Denge Tabloları’na göre, 2010-2016 yılları arasında yıllık periyotta Türkiye düzeyinde üretilen bitkisel ürünlerin (61 adet) etkinliği Veri Zarflama Analizi kullanılarak ölçülmüştür. Bu doğrultuda, mesafe fonksiyonlarının belirlenmesinde de VZA kullanılmıştır.

Tatje ve Lovell (1995), Malmquist TFV endeksinin TFV değişimini ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımı altında doğru bir şekilde ölçmediğini göstermiştir. Bu nedenle mesafe fonksiyonları, ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımına göre hesaplanmaktadır. Yapılan etkinlik analizleri sonucunda, çıktı odaklı ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı altında gözlemlenen tüm yıllar için etkinlik skorları hesaplanmıştır. Malmquist TFV endeksi hesaplanırken, belirlenen 61 adet bitkisel ürünün etkinlik değişimlerini analiz etmek için 7 yıllık verileri kullanılmıştır.

Literatürü takiben, etkinlikteki değişim, teknolojik değişim ve Malmquist TFV endeksinin dönemler arası etkilerini analiz edebilmek adına kümülatif değerler dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda, analizlerde 2010 yılı için başlangıç değeri olarak 1,00 kabul edilerek hesaplamalar yapılmıştır. Ortalamalar hesaplanırken, gözlem sonuçlarının her biri önceki gözlem sonucuna bağlı olarak değiştiiğinden ölçüt olarak geometrik ortalama kullanılmıştır.

Her bir zaman periyodu için her bir ürünün etkinlikteki değişimi, teknolojik değişimi ve Malmquist TFV endeksi değerleri analiz edilmiştir (Bkz. Tablo E17). Tablo 13’de tüm karar birimleri (61 adet bitkisel ürün) için etkinlikteki değişim (ED), teknolojik değişme (TD) ve Malmquist TFV endeksi ortalama değerleri verilmiştir.

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Ort.
ED	1,025	1,008	0,983	1,009	0,990	1,016	1,005
TD	0,957	0,993	0,992	0,999	1,010	0,980	0,988
MTFV	0,981	1,001	0,975	1,008	1,000	0,995	0,993

Tablo 13. Tüm karar birimleri için ortalama Etkinlik Değişimi, Teknolojik Değişim ve Malmquist TFV Endeksi değerleri

Tablo 13’e göre, izlenen dönemler boyunca karar birimlerinin ortalama etkinlikteki değişmeleri, teknolojik değişmeleri ve Malmquist TFV endeksleri dalgalanmalar göstermiştir. 2011-2012 ve 2013-2014 dönemlerinde Malmquist TFV endeksinde ilerleme gözlemlenmiştir. En yüksek ortalama ilerleme 2013-2014 döneminde % 0,8 ile gerçekleşirken, en büyük ortalama gerileme ise % 2,5 ile 2012-2013 döneminde yaşanmıştır.

Tablo 13 incelendiğinde, verimlilikte ilerleme gözlenen dönemlerde etkinlikteki değişimde de bir ilerleme söz konusudur. Dolayısıyla, izlenen dönemlerde Türkiye tarımında incelenen bitkisel ürünlerdeki ortalama verimlilik artışının etkinlikteki ortalama artıştan kaynaklandığı yorumu yapılabilmektedir.

2010-2016 yılları arasında izlenen 7 yıllık zaman diliminde Malmquist TFV endeksinde ortalama olarak % 0,7'lik ve ortalama teknolojik değişimde ise % 1,2'lik bir düşüş gözlemlenmiştir. Aynı periyotta, etkinlikteki değişimde ise ortalama olarak % 0,5'lik bir artış söz konusudur. Tablo 13'deki 2010-2016 yılları arasındaki etkinlikteki değişim, teknolojiye bağlı değişim ve Malmquist TFV endeksindeki ortalamalara bakıldığında, Türkiye tarımı için ortalama toplam faktör verimliliğindeki düşüşün teknolojiye bağlı değişimin düşmesinden kaynaklandığı görülmektedir.

Tablo 14'de değerlendirme altındaki zaman dilimlerinde (2010-2011/2011-2012/2012-2013/2013-2014/2014-2015/2015-2016) ürün bazında kümülatif etkinlik değişimi, teknolojik değişim ve Malmquist TFV endeksi ortalama değerleri verilmiştir.

Tüm Ürünler	Etkinlik Değişimi	Teknolojik Değişim	Malmquist TFV Endeksi
Buğday (Durum)	1,083	0,939	1,017
Buğday (Diğer)	1,056	0,946	1,000
Mısır (Dane)	1,039	0,940	0,977
Arpa	0,715	1,423	1,017
Çavdar	1,000	1,402	1,402
Yulaf	1,000	0,956	0,956
Diğer Tahıllar	0,987	1,016	1,003
Kuru Fasulye	1,033	0,971	1,003
Nohut	1,002	1,067	1,070
Kırmızı Mercimek	0,979	1,039	1,017
Yeşil Mercimek	0,941	1,085	1,021
Soya Fasülyesi (Kuru)	1,000	0,973	0,972
Pamuk Tohumu (Çiğit)	1,228	0,830	1,019
Kolza	1,057	0,943	0,997
Ayçiçeği	1,000	0,907	0,907
Pirinç	0,992	1,006	0,998
Lahana	1,096	0,898	0,984
Marul	0,843	1,150	0,969
İspanak	0,879	1,102	0,969
Semizotu	1,000	0,999	0,999
Karpuz	0,967	1,029	0,995
Kavun	0,963	1,006	0,970

Biber	1,036	0,991	1,026
Hıyar	1,000	0,832	0,832
Patlıcan	1,000	0,989	0,989
Domates	1,000	0,955	0,955
Bamya	1,000	1,098	1,098
Kabak (Sakız)	1,101	0,754	0,831
Havuç	1,000	0,975	0,975
Sarımsak (Kuru)	0,999	1,001	1,000
Soğan (Taze)	1,114	0,762	0,849
Soğan (Kuru)	1,165	0,701	0,816
Pırasa	0,996	0,684	0,682
Turp	1,000	0,806	0,806
Patates	0,995	0,999	0,994
Fasulye (Taze)	1,155	0,897	1,036
Bezelye (Taze)	1,139	0,863	0,984
Bakla (Taze)	0,914	1,062	0,970
Üzüm	0,967	1,074	1,039
Muz	0,914	1,065	0,973
İncir	1,000	1,028	1,028
Greyfurt	1,000	0,850	0,850
Limon	1,000	1,325	1,325
Portakal	0,992	0,996	0,988
Mandalina	1,000	1,018	1,018
Elma	1,090	0,911	0,993
Armut	1,279	0,802	1,026
Kayısı	0,950	1,452	1,379
Kiraz	0,926	1,223	1,133
Vişne	0,981	1,026	1,007
Şeftali	1,325	0,794	1,051
Erik	1,180	0,955	1,127
Çilek	0,869	1,170	1,016
Dut	0,896	1,098	0,984
Badem	1,017	0,990	1,007
Kestane	1,029	1,022	1,052
Fındık	1,000	1,027	1,027
Antep Fıstığı	0,781	1,303	1,017
Ceviz	0,954	1,044	0,996
Nar	1,000	0,899	0,899
Çay	0,989	0,940	0,930

Tablo 14. Ürünler Bazında Ortalama Etkinlik Değişimi, Teknolojik Değişim ve Malmquist TFV Endeksi Değerleri

Tablo 14'deki sonuçlara göre, izlenen dönemler boyunca tüm ürünler için etkinlikteki değişimdeki ortalama en yüksek artış % 32,5 ile şeftali ürününde, en büyük düşüş ise ortalama olarak % 28,5 ile arpa ürününde görülmüştür.

Teknolojik değişim açısından ortalama en yüksek artış % 45,2 ile kayısı ürününde, en büyük düşüş ise %31,6 ile pırasa ürününde gözlemlenmiştir. Aynı şekilde, ortalama en yüksek Malmquist TFV endeksi artışı % 40,2 ile çavdar ürününde iken, Malmquist TFV endeksindeki ortalama en büyük düşüş %31,8 ile pırasa ürününde olmuştur.

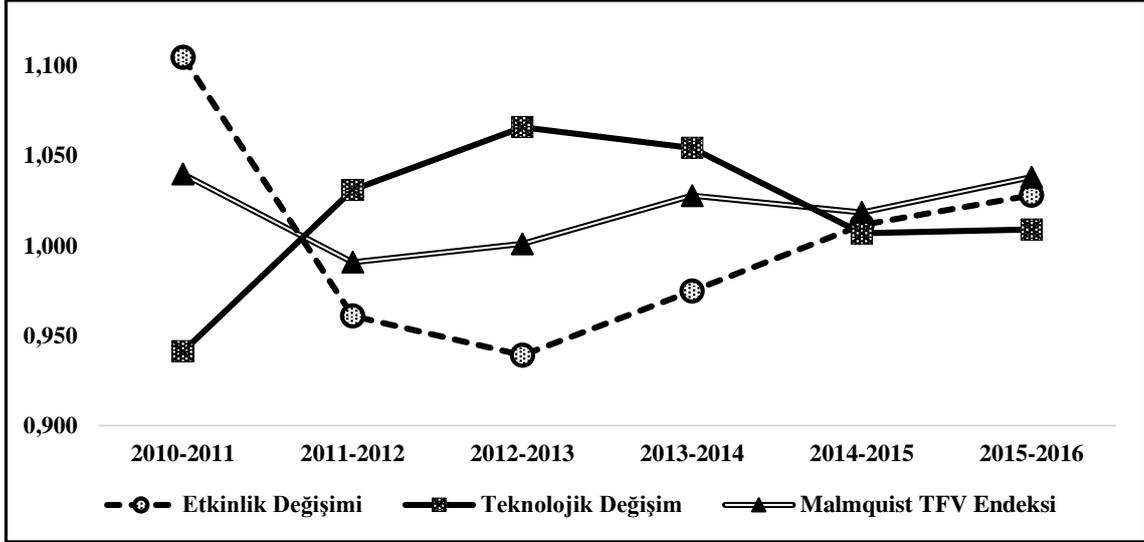
2010-2016 yılları arasında CRS varsayımı altında izlenen yıllar boyunca tüm ürünler kümülatif geometrik ortalamaları ile değerlendirilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) hazırladığı Bitkisel Ürün Denge Tabloları'na göre üretilen bitkisel ürünler; tahıllar ve diğer bitkisel ürünler, sebzeler ve meyveler, içecek ve baharat bitkileri olmak üzere üç ana kategoride değerlendirilmiştir. Her bir zaman dönemi için kategorisel olarak her bir ürünün kümülatif Malmquist TFV endeksi, etkinlik değişimi ve teknolojik değişim değerleri analiz edilmiştir (Bkz. Tablo E18-E26).

Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisi için ortalama kümülatif etkinlik değişimi, teknolojik değişim ve Malmquist TFV endeksi değerleri ve grafiği sırasıyla Tablo 15'de ve Şekil 11'de gösterilmektedir.

Tahıllar	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Ort.
ED	1,105	0,961	0,939	0,975	1,012	1,028	1,002
TD	0,941	1,031	1,066	1,054	1,007	1,009	1,017
MTFV	1,040	0,991	1,001	1,028	1,018	1,038	1,019

Tablo 15. Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisi için ortalama etkinlik değişimi, teknolojik değişim ve Malmquist TFV endeksi değerleri

Tablo 15'e göre, tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisindeki en yüksek ortalama artış etkinlik değişimi için % 10,5 ile 2010-2011 döneminde, teknolojik değişim için % 6,6 ile 2012-2013 döneminde ve Malmquist TFV endeksi için % 4 ile 2010-2011 döneminde gözlemlenmiştir. Ortalama en büyük düşüş, etkinlik değişimi açısından % 6,1 ile 2013-2014 döneminde, teknolojik değişim açısından % 5,9 ile 2010-2011 döneminde ve Malmquist TFV endeksi açısından % 0,9 ile 2011-2012 döneminde görülmüştür. Tablo 15 incelendiğinde, 2010-2016 yılları arasında Türkiye tarımındaki tahıl üretiminde etkinlikte, teknolojiye ve toplam faktör verimliliğinde artış gözlemlenmiştir. Bu sonuçla Türkiye'de tahıl üretiminin etkin bir şekilde yapıldığı yorumunda bulunabilmektedir.



Şekil 11. Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisi için ortalama ED, TD ve MTFV grafiği

Şekil 11 incelendiğinde, tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisi için değerlendirilen periyotta Malmquist TFV endeksinin etkinlik değişimi ile paralellik gösterdiği gözlemlenmektedir. Buna göre, 2010-2016 yılları arasında Türkiye’de tahıl üretimindeki toplam faktör verimliliği artışının veya azalışının genellikle etkinlikteki ortalama artış veya azalıştan kaynaklandığı söylenebilmektedir.

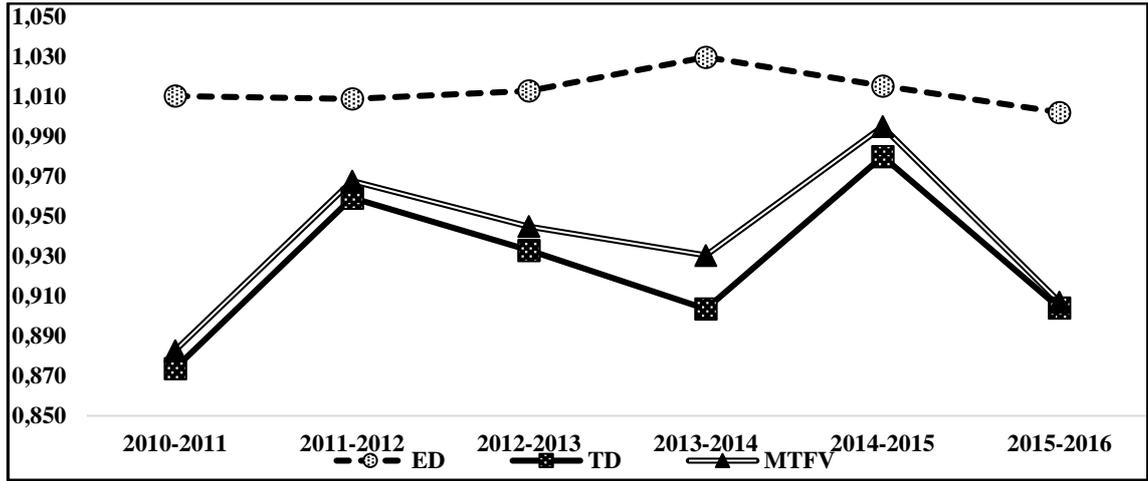
Sebzeler kategorisi için ortalama kümülatif etkinlik değişimi, teknolojik değişim ve Malmquist TFV endeksi değerleri ve grafiği sırasıyla Tablo 16’da ve Şekil 12’de verilmiştir.

Sebzeler	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Ort.
ED	1,010	1,009	1,013	1,030	1,015	1,002	1,013
TD	0,874	0,959	0,933	0,904	0,980	0,904	0,925
MTFV	0,883	0,968	0,945	0,930	0,995	0,907	0,937

Tablo 16. Sebzeler kategorisi için ortalama ED, TD ve MTFV değerleri

Tablo 16’ya göre, sebzeler kategorisinde 2010-2016 yılları arası ortalama olarak teknolojik değişim ve Malmquist TFV endeksi için düşüş, etkinlikteki değişim açısından ise artış gözlemlenmiştir. İzlenen zaman diliminde Türkiye sebze tarımındaki toplam faktör verimliliğindeki düşüşün teknolojideki ortalama düşüşten kaynaklandığı tespit edilmiştir.

2010-2016 yılları arasındaki izlenen tüm dönemler boyunca her bir dönem için etkinlikte artış, teknolojiye ve Malmquist TFV endeksinde düşüş söz konusu olmuştur. Etkinlik değişimi için en yüksek ortalama artış % 3 ile 2013-2014 döneminde gözlemlenmiştir. Teknolojik değişimde ortalama en büyük düşüş % 12,6 ile 2010-2011 döneminde yaşanırken, Malmquist TFV endeksi açısından en büyük düşüş % 11,7 ile aynı şekilde 2010-2011 döneminde yaşanmıştır.



Şekil 12. Sebzeler kategorisi için ortalama ED, TD ve MTFV grafiği

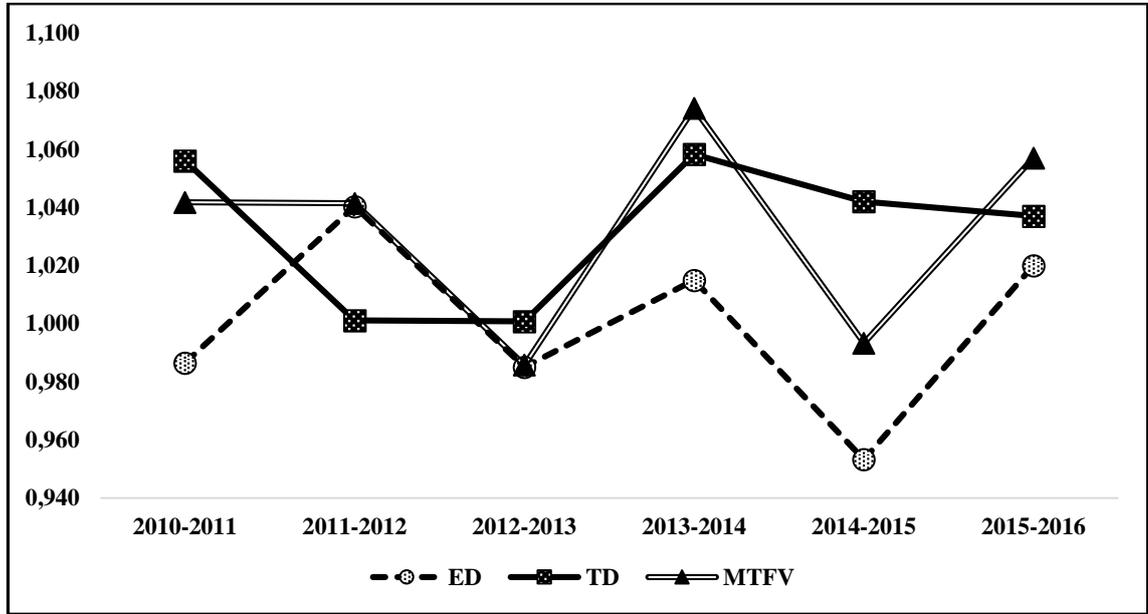
Şekil 12 incelendiğinde, sebzeler kategorisi için izlenen dönemlerde Malmquist TFV endeksi ve teknolojik değişimin birbiri ile paralel şekilde artış ve azalışlar gösterdiği, etkinlikteki değişimde ise diğer iki faktöre kıyasla artış ve azalışların göreceli olarak daha az olduğu görülmektedir. Bu durumun sonucu olarak, 2010-2016 yılları arasında Türkiye tarımındaki sebze üretiminde toplam faktör verimliliğindeki değişimin teknolojik değişimden etkilenmiş olduğu söylenebilmektedir.

Meyveler, içecek ve baharat bitkileri kategorisi için ortalama kümülatif etkinlik değişimi, teknolojik değişim ve Malmquist TFV endeksi değerleri ve grafiği sırasıyla Tablo 17’de ve Şekil 13’de verilmiştir.

Meyveler	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Ort.
ED	0,986	1,040	0,985	1,015	0,953	1,020	1,000
TD	1,056	1,001	1,001	1,058	1,042	1,037	1,032
MTFV	1,042	1,041	0,986	1,074	0,993	1,057	1,032

Tablo 17. Meyveler, içecek ve baharat bitkileri kategorisi için ortalama ED, TD ve MTFV değerleri

Tablo 17 incelendiğinde, meyveler, içecek ve baharat bitkileri kategorisindeki en yüksek ortalama artış etkinlik değişimi için % 4 ile 2011-2012 döneminde, teknolojik değişim için % 5,8 ile 2013-2014 döneminde ve Malmquist TFV endeksi için % 7,4 ile 2013-2014 döneminde gözlemlenmiştir. Ortalama en büyük düşüş, etkinlik değişimi açısından % 4,7 ile 2014-2015 döneminde ve Malmquist TFV endeksi açısından % 1,4 ile 2012-2013 döneminde görülmüştür. Teknolojik değişim açısından ise izlenen yıllar boyunca düşüş gözlemlenmemiştir. Meyveler, içecek ve baharat bitkileri kategorisi için 2010-2016 yılları arasında teknolojik değişim ve Malmquist TFV endeksi ortalamalarında % 3,2'lik bir artış belirlenmiştir. Değerlendirilen periyotta Türkiye'deki meyve üretiminde toplam faktör verimliliğindeki artışın teknolojik değişimdeki ortalama artıştan kaynaklandığı görülmüştür.



Şekil 13. Meyveler, içecek ve baharat bitkileri kategorisi için ortalama ED, TD ve MTFV grafiği

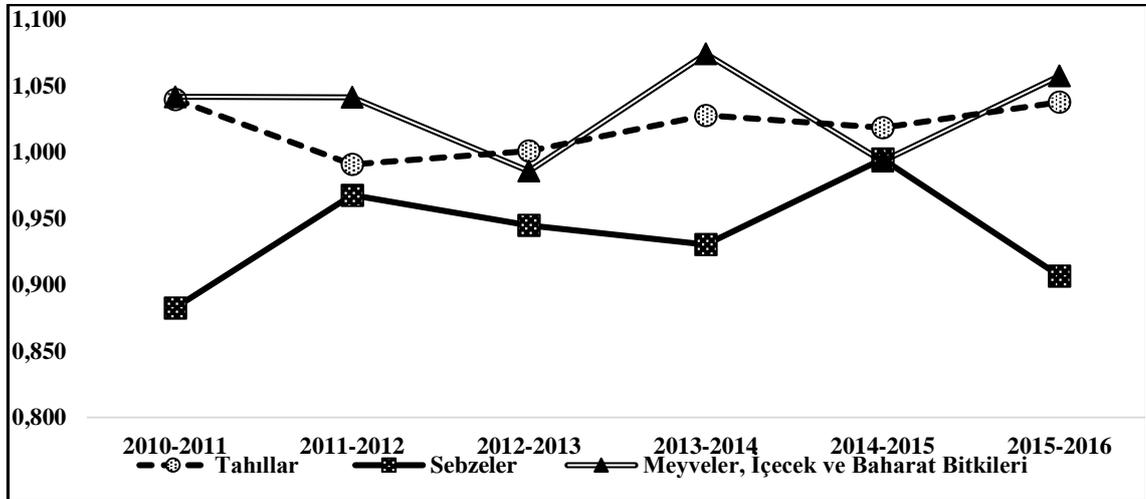
Şekil 13'e göre, 2010-2016 yılları arasında izlenen her bir dönem için meyveler, içecek ve baharat bitkileri kategorisinde toplam faktör verimlilik endeksi ile etkinlik değişimindeki artış/azalışların paralel olduğu görülmektedir.

Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler, sebzeler ve meyveler, içecek ve baharat bitkileri olmak üzere üç ana kategori için kümülatif Malmquist TFV endeksi değerlerinin geometrik ortalamaları Tablo 18’de gösterilmiştir. Şekil 14 ile de ortalama Malmquist TFV endeksi grafiği verilmiştir.

Kategoriler	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Tahıllar	1,040	0,991	1,001	1,028	1,018	1,038
Sebzeler	0,883	0,968	0,945	0,930	0,995	0,907
Meyveler	1,042	1,041	0,986	1,074	0,993	1,057

Tablo 18. Üç Kategori İçin Malmquist TFV Endeksi Ortalamaları

Tablo 18’e göre, tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisi için izlenen dönemler arasında 2011-2012 dönemi hariç diğer tüm dönemlerde Malmquist TFV endeksi ortalamalarında artış gözlemlenmiş ve en büyük artış % 4 ile 2010-2011 döneminde olmuştur. Sebzeler kategorisi için izlenen dönemlerde artış gözlemlenmemiş, en büyük düşüş ise % 1,7 ile 2010-2011 döneminde görülmüştür. Meyveler, içecek ve baharat bitkileri kategorisindeki en yüksek artış 2013-2014 döneminde % 7,4 ile gözlemlenmiştir.



Şekil 14. Üç Kategori İçin Malmquist TFV Endeksi Grafiği

4.3. ELASTİKLİK ANALİZLERİ

Bulgular kapsamında, etkinlik ve Malmquist TFV endeksi analizlerini takiben elastiklik ölçümleri yapılmıştır. A kümesi girdilerin ve/veya çıktıların değişen kümesini, B kümesi ya girdilerden ya da çıktılarından oluşan yanıt kümesini ve C kümesi de, sabit kalan girdileri ve/veya çıktıları temsil etmek üzere; elastiklik analizleri, C kümesindeki girdi ve çıktıların değişmemesi koşuluyla, A kümesindeki elemanların marjinal değişmelerine göre B kümesindeki elemanların yanıt verme elastiklikleri ile ilgilidir.

Elastiklik analizlerinde, verilen teknolojiye (VRS veya CRS) A kümesindeki girdi ve/veya çıktıların oransal marjinal artışına B kümesindeki çıktıların (girdilerin) yanıtı olarak tanımlanan sağ elastiklik (*Right-hand Elasticity*, RHE); verilen teknoloji altında (VRS veya CRS) A kümesindeki girdi ve/veya çıktıların oransal marjinal azalışına B kümesindeki çıktıların (girdilerin) yanıtı olarak tanımlanan sol elastiklik (*Left-hand Elasticity*, LHE) olmak üzere iki taraflı elastiklikler elde edilmektedir.

VZA sınırları üzerindeki birimler için yanıt elastikliğini ölçmek için kullanılan doğrusal programlama modelleri; optimal, sınırsız ve olursuz çözümler olmak üzere farklı yorumlara sahip üç farklı tipte çözüm sunmaktadır.

Seçmeli radyal etkinlik varsayımı (Bkz. Varsayım 1) sağlandığı düşünüldüğünde, doğrusal programlama modeli sınırlı bir optimal çözüme sahipse, girdi veya çıktı vektörlerindeki marjinal artış veya azalış, verilen teknolojiye olurludur. RHE veya LHE, modelin optimum değeri olarak tanımlanmaktadır. Seçmeli radyal etkinlik varsayımı sağlandığı düşünüldüğünde sınırsız çözümler, verilen teknolojiye girdi ve çıktı vektörlerindeki (X_0^A ve Y_0^A) oransal marjinal artış veya azalışların olursuzluğunu göstermektedir. Bu nedenle, yanıt elastikliğı tanımsız olmaktadır. Son olarak, elastiklik modellerindeki olursuz (infeasible) çözümler, seçmeli radyal etkinlik varsayımının sağlanamadığını göstermektedir; bu nedenle elastiklik bu birimler için tanımsız olmaktadır. Buna ek olarak, elastiklik modellerinde yanıt kümesi B'de çıktı değerinin sıfır olduğu durumlara da izin verildiğinden olursuz çözümler ortaya çıkabilmektedir.

Bu çalışmadaki elastiklik ölçümlerinde, değişen ve yanıt veren girdi ve çıktı setleri için farklı senaryolar düşünülmüş, bu senaryolara göre hesaplanan farklı girdi ve çıktı setleri için elastiklik ölçümleri yapılmıştır.

Düşünülen senaryolardaki amaç, girdilerin ve/veya çıktıların herhangi bir alt kümesinin dikkate alınması ile VZA sınırları üzerinde karma (girdi-çıkıtı) parçalı elastiklik hesaplamalarının mümkün olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada, yapılan etkinlik analizleri sonuçlarına göre verilen teknolojide etkin olmayan tüm birimler elastiklik analizi modellerinden çıkarılmıştır. Oluşturulmuş farklı senaryolar için yapılan elastiklik ölçümlerinde, elastiklik üç durumda tanımsızdır:

- i. Birimin seçmeli radyal etkinlik varsayımını sağlayamaması sonucu çözümsüz olması (Ekteki senaryo sonuç tablolarında “X” olarak gösterilmiştir.)
- ii. Doğrusal programlama modelinin ilgili birim için sınırlandırılmamış çözüm vermesi (Ekteki senaryo sonuç tablolarında “∞” olarak gösterilmiştir.)
- iii. İlgili birimin yanıt kümesindeki çıktı değerinin sıfır olması (Ekteki senaryo sonuç tablolarında “—” olarak gösterilmiştir.)

İkinci ve beşinci senaryo haricinde (İkinci ve beşinci senaryoda, 2012 yılı için semizotu biriminin yanıt kümesindeki çıktı değeri sıfırdır.), diğer tüm düşünülmüş senaryolarda, tüm birimlerin B kümesinde en az bir pozitif çıktısı bulunmaktadır.

Sınırsız çözümler, seçici radyal etkinlik varsayımının sağlandığını, fakat verilen teknolojide değerlendirilen birim için A kümesindeki elemanların marjinal olarak artışının veya azalışının mümkün olmadığını göstermektedir.

Bu çalışmada, VZA etkinlik sınırları bağlamında çıktı kümelerinin elastikliği çıktı odaklı VRS varsayımı altında analiz edilmiştir. Yapılan analizlerde, yanıt kümesi yalnızca çıktılarından oluşmakta, değişen küme ise yalnızca girdilerden oluşmaktadır. Girdi veya çıktı setleri için beş farklı senaryo düşünülmüş ve bu senaryolar altında çıktı kümelerinin elastiklik ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

4.3.1. Oluşturulan Senaryoların Elastiklik Analizleri

Elastiklik analizlerinde, değişen ve yanıt veren girdi ve çıktı setleri için beş farklı senaryo tasarlanmış ve bu senaryolara göre çıktı kümelerinin elastiklik ölçümleri yapılmıştır. İlk senaryoda çıktı kümelerinin ölçek elastikliği ölçülmüş, diğer dört senaryoda ise değişen girdilere karşı yanıt veren çıktıların elastiklik ölçümleri yapılmıştır.

İlk senaryoda, $A = (\text{Tüm girdiler})$, $B = (\text{Tüm çıktılar})$ ve $C = \emptyset$ olduğu varsayılmıştır. Aynı zamanda, bu senaryo ölçek elastikliği olarak da bilinmektedir. Başka bir deyişle, ölçek elastikliği, tüm girdilerdeki değişmelere tüm çıktıların yanıt vermesidir. CRS teknolojisi için ölçek elastikliği, girdi ve çıktılar arasında tam oransallık olduğu varsayıldığından tüm birimler için 1'e eşittir. VRS teknolojisi için ise oransallık varsayımı bulunmamaktadır. Bu nedenle, VRS teknolojisi altında, 1'den farklı elastiklik değerleri ve hatta sınırsız çözüm elde etmek mümkündür (Bkz. Tablo E27).

Daha önceden de belirtildiği gibi, seçmeli radyal etkinlik varsayımını yerine getirememelerinden dolayı etkin olmayan birimlerde elastiklik tanımlanmamıştır. Dolayısıyla, etkin olmayan tüm birimler tablolardan çıkarılmıştır. Bu durum, etkinlik skorlarının gözlemlenmesi yoluyla doğrulanabilmektedir (Bkz. Tablo E1-E7).

Tasarlanan ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci senaryoda değişen girdilere yanıt veren çıktıların elastiklik ölçümleri yapılmıştır (Bkz. Tablo E28-31). Tablo 19'da düşünülmüş beş farklı senaryonun tasarım tablosu verilmiştir.

	A (Değişme Kümesi)	B (Yanıt Kümesi)	C (Sabit Küme)
Senaryo 1	İthalat, Üretim Kayıpları, Kayıplar, Ekilen Alan	Kullanılabilir Üretim, İhracat	—
Senaryo 2	İthalat	İhracat	Üretim Kayıpları, Kayıplar, Ekilen Alan, Kullanılabilir Üretim
Senaryo 3	Ekilen Alan	Kullanılabilir Üretim	Üretim Kayıpları, Kayıplar, İthalat, İhracat
Senaryo 4	Üretim Kayıpları, Kayıplar	Kullanılabilir Üretim	İthalat, Ekilen Alan, İhracat
Senaryo 5	Ekilen Alan	İhracat	Üretim Kayıpları, Kayıplar, İthalat, Kullanılabilir Üretim

Tablo 19. Elastiklik Ölçümleri İçin Tasarlanmış Senaryolar

VZA etkin sınırı üzerinde gerçekleştirilen parçalı elastiklik analizleri girdi ve çıktıların alt kümelerindeki değişimlerin duyarlılığına bakılabilmesi açısından avantaj sağlamaktadır.

Değişen küme bütün girdileri, yanıt veren küme bütün çıktıları içeriyorsa bu ölçek elastikliği olarak adlandırılmaktadır. Veri zarflama analizinde karar birimlerinin ölçeğe göre getiri durumlarına ölçek elastikliği üzerinden bakılmasının sağladığı avantaj ise duyarlılığın büyüklüğü üzerine de yorum yapılabilmesidir. Geleneksel ölçeğe göre getiri inceleme yaklaşımları birimlerin ölçeğe göre getiri durumlarının sözel olarak ortaya koymakta, büyüklüğü ile ilgili bir bilgi sağlamamaktadır. Elastiklik ölçütleri yalnızca girdi-çıkıtı alt kümelerindeki değişimlerin duyarlılık açısından incelenmesine olanak sağlamakla kalmayıp büyüklüğünü de yorumlanabilir kılmaktadır. Bu doğrultuda, elastiklik ölçümleri VZA'nın duyarlılık analizi gibi düşünülebilmektedir.

Bu çalışmada, tasarlanan farklı senaryolar altında yapılan elastiklik analizlerinde VZA etkin sınırı üzerinde bulunan birimlerin elastiklik durumlarının değişimlerinin incelenmesinin yanı sıra, yüksek duyarlılıktaki birimler de incelenmiştir. Başka bir deyişle, elastiklik ölçütlerinin büyüklük göstergesi olmasının avantajı kullanılmıştır. Tablo 20 ile oluşturulan beş farklı senaryoda 2010-2016 yılları arasındaki en yüksek elastiklik değerlerine sahip birimler, yani değişime en duyarlı birimler verilmiştir.

Yıllar	Senaryo-1	Senaryo-2	Senaryo-3	Senaryo-4	Senaryo-5
2010	İncir	Soğan (Kuru)	Ayçiçeği	Ayçiçeği	Havuç
2011	İncir	Çavdar	Turp	Turp	Havuç
2012	İncir	Üzüm	Havuç	Çavdar	Limon
2013	İncir	Çavdar	Havuç	Bamya	Soya Fasulyesi (Kuru)
2014	Fındık	Soğan (Kuru)	Patlıcan	Buğday (Durum)	Soğan (Kuru)
2015	Fındık	Buğday (Durum)	Patlıcan	Turp	Havuç
2016	Fındık	Buğday (Durum)	Turp	Turp	Havuç

Tablo 20. Beş Farklı Senaryoda 2010-2016 Yılları Arasında En Yüksek Elastiklik Değerlerine Sahip Birimler

Tablo 20 ile çeşitli senaryolardaki değerlendirilen yıllar içerisinde değişime en duyarlı birimler sunulmuştur. Ölçek elastikliğinin hesaplandığı ilk senaryo için en yüksek elastiklik değerlerine sahip birimler 2010-2013 yılları arasında incir, 2014-2016 yılları arasında ise fındık olmuştur. İkinci senaryo için izlenen yıllarda, ithalat değiştiğinde değişime en çok duyarlı olan birimler ikişer yılla soğan (kuru), çavdar ve buğday (durum) birimleri, tek bir yıl (2012) için de üzüm birimi olmuştur. Bunlara ek olarak, birinci senaryo için 2012 yılında 2,10 değeri ile incir, ikinci senaryo için 2012 yılında 19,95 değeri ile üzüm, üçüncü senaryo için 2010 yılında 2,71 değeri ile ayçiçeği, dördüncü senaryo için 2010 yılında 15,99 değeri ile ayçiçeği ve beşinci senaryo için 2012 yılında 10,71 değeri ile limon en yüksek elastiklik skoruna ulaşan birimler olmuştur (Bkz. Tablo E27-E31).

Değişen küme olarak ekilen alanın seçildiği üçüncü ve beşinci senaryolarda ise en yüksek elastiklik değerlerine ulaşan birimler açısından 7 yıllık dönemde, üçüncü senaryoda iki yıl ve beşinci senaryoda dört yıl ile havuç birimi öne çıkmıştır. Başka bir deyişle, ekilen alan değiştiğinde değişime en duyarlı birim havuç olmuştur. Üretim kayıpları ve kayıpların değişimine kullanılabilir üretimin yanıtının elastikliğinin ölçüldüğü dördüncü senaryoda ise turp 2011, 2015 ve 2016 yıllarında en yüksek elastiklik değerine ulaşarak değişime en fazla duyarlılık gösteren birim olarak ön plana çıkmıştır.

4.3.2. Elastiklik Ölçümleri İle RTS Karakterizasyonu

Daha önceden tartışıldığı gibi, ölçek elastikliği, etkin birimde gözlemlenen ölçeğe göre getiri (RTS) gücünün niceliksel ölçüsü olarak görülebilir. Bir birimde, eğer her iki taraflı ölçek elastikliği sırasıyla 1'den küçük veya 1'den büyükse sınır, sırasıyla ölçeğe göre azalan getiri (DRS) veya ölçeğe göre artan getiri (IRS) sergilemektedir. Tek taraflı ölçek elastikliğine göre VRS teknolojisi altındaki etkin birim (X_0, Y_0) için RTS karakterizasyonu Bölüm 1.3.3'de açıklanmıştır.

Buna göre, beş farklı senaryoda her bir etkin birim için elastiklik ölçümlerine göre RTS tipleri belirlenmiştir (Bkz. Tablo E32-36). Tablo 21'de beş farklı senaryo için belirlenen RTS tiplerinin yüzdeleri gösterilmektedir.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Senaryo-1							
DRS	24%	16%	20%	24%	24%	28%	20%
CRS	76%	84%	80%	76%	76%	72%	80%
IRS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Senaryo-2							
DRS	16%	8%	16%	12%	20%	16%	16%
CRS	80%	88%	76%	80%	76%	84%	84%
IRS	4%	4%	0%	4%	4%	0%	0%
Tanımsız	0%	0%	8%	4%	0%	0%	0%
Senaryo-3							
DRS	40%	40%	32%	44%	44%	36%	28%
CRS	60%	60%	68%	56%	56%	64%	72%
IRS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Senaryo-4							
DRS	24%	20%	20%	32%	20%	24%	16%
CRS	76%	80%	80%	68%	76%	76%	84%
IRS	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%
Senaryo-5							
DRS	4%	0%	8%	0%	8%	4%	4%
CRS	88%	92%	80%	88%	84%	92%	92%
IRS	8%	8%	4%	8%	8%	4%	4%
Tanımsız	0%	0%	8%	4%	0%	0%	0%

Tablo 21. Tüm senaryolar için belirlenen RTS tiplerinin yüzdeleri

Yapılan elastiklik ölçümlerine göre tüm senaryolar için belirlenen RTS tiplerinin yüzdeleri, Tablo 21’de verilmiştir. Tablo 21’de görüldüğü üzere, çıktı kümelerinin ölçek elastikliğinin ölçüldüğü ilk senaryo için birimlerin yaklaşık % 80’i ölçeğe göre sabit getiri (CRS), kalan birimler ise ölçeğe göre azalan getiri (DRS) sergilemişlerdir. Hiçbir birim ölçeğe göre artan getiri (IRS) sergileyememiştir.

Beş farklı senaryo için RTS tiplerinin yüzde değerlerinin sunulduğu Tablo 21 incelendiğinde, birimlerin çoğunun CRS sergilediği görülmüştür. Birimler ortalama olarak sadece ikinci senaryo için yaklaşık % 60 oranında, diğer dört senaryo için yaklaşık % 80 oranında CRS sergilemiştir. İkinci ve beşinci senaryo için 2012 ve 2013 yıllarında RTS karakterizasyonu tanımlanamayan birimler mevcuttur. Ayrıca, tüm senaryolarda birimler için ortalama ölçeğe göre azalan getiri (DRS) sergileme oranı yaklaşık % 20’dir. Bunlara ek olarak, ikinci, dördüncü ve beşinci senaryolarda ölçeğe göre artan getiri (IRS) sergileyen birimler bulunmaktadır.

Elastiklik ölçümlerine göre yapılan RTS karakterizasyonlarında farklı senaryolara göre değerlendirme altındaki yıllar içerisinde birimlerin RTS yapısı çoğunlukla aynı kalmıştır. Tablo 22 ile beş farklı senaryoda tüm yıllar için RTS yapısı değişmeyen birimlerin sergiledikleri farklı RTS tipleri ve sayıları verilmiştir.

	Senaryo-1	Senaryo-2	Senaryo-3	Senaryo-4	Senaryo-5
Tahıllar					
Buğday (Durum)				CRS	
Buğday (Diğer)	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS
Arpa	DRS	CRS	DRS	DRS	CRS
Çavdar	CRS		DRS	CRS	CRS
Yulaf	CRS	CRS	DRS	CRS	CRS
Soya Fasülyesi (Kuru)		CRS			
Ayçiçeği	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS
Sebzeler					
Semizotu	CRS		CRS	CRS	
Biber	DRS	CRS	DRS	DRS	CRS
Hıyar	CRS				
Patlıcan	CRS				
Domates	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS
Bamya	CRS			CRS	CRS
Havuç	CRS	CRS	DRS	DRS	IRS
Turp	CRS				CRS
Patates		CRS	DRS	DRS	CRS

Meyveler					
Üzüm	DRS	CRS	CRS	CRS	
İncir	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS
Greyfurt	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS
Limon	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS
Mandalina	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS
Kayısı			CRS		
Fındık	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS
Nar	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS
DRS	4	0	6	4	0
CRS	16	16	12	15	16
IRS	0	0	0	0	1
Toplam	20	16	18	19	17

Tablo 22. Tüm senaryolar için 2010-2016 yılları arası RTS yapısı değişmeyen birimler Tablo 26 incelendiğinde, elastiklik ölçümleri kapsamında oluşturulmuş beş farklı senaryo için 2010-2016 yılları arasında RTS yapısı değişmeyen birimlerin büyük çoğunluğu ölçüğe göre sabit getiri (CRS) sergilemiştir. İlk senaryo ve üçüncü senaryoda dört adet birim ölçüğe göre azalan getiri (DRS) sergilemektedir. İlk senaryoda buğday (diğer), arpa, biber ve üzüm birimleri, üçüncü senaryoda ise arpa, çavdar, havuç ve patates birimleri ölçüğe göre azalan getiri (DRS) sergilemektedir. Tüm senaryolar göz önüne alındığında, sadece beşinci senaryoda havuç birimi değerlendirme altındaki tüm yıllarda ölçüğe göre artan getiri (IRS) sergilemektedir. Ayrıca, tahıllar kategorisinden buğday (diğer), arpa, yulaf ve ayçiçeği; sebzeler kategorisinden biber, domates ve havuç; meyveler kategorisinden ise incir, greyfurt, limon, mandalina, fındık ve nar birimlerinin oluşturulan beş farklı senaryoda da RTS yapılarının değişmediği gözlemlenmiştir. Tüm senaryolar için yıllara göre RTS yapısında farklılık gözlemlenen birimler Tablo 23’de verilmiştir.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Senaryo-1							
Buğday (Durum)	DRS	CRS	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS
Soya Fasülyesi (Kuru)	CRS	CRS	CRS	DRS	CRS	CRS	CRS
Soğan (Kuru)	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS
Patates	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS	DRS	CRS
Kayısı	CRS	CRS	CRS	CRS	DRS	DRS	CRS

Senaryo-2							
Buğday (Durum)	DRS	CRS	DRS	DRS	CRS	DRS	DRS
Çavdar	DRS	IRS	DRS	IRS	DRS	DRS	DRS
Semizotu	DRS	DRS	—	DRS	DRS	DRS	DRS
Hıyar	CRS	CRS	—	CRS	CRS	CRS	CRS
Patlıcan	CRS	CRS	DRS	—	DRS	CRS	CRS
Bamya	DRS	CRS	DRS	DRS	CRS	CRS	CRS
Soğan (Kuru)	IRS	CRS	CRS	CRS	IRS	CRS	CRS
Turp	CRS	DRS	CRS	CRS	DRS	DRS	DRS
Kayısı	CRS	CRS	CRS	CRS	DRS	CRS	CRS
Senaryo-3							
Buğday (Durum)	DRS	CRS	CRS	CRS	DRS	CRS	CRS
Soya Fasülyesi (Kuru)	DRS	DRS	CRS	DRS	DRS	CRS	CRS
Hıyar	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS	DRS	CRS
Patlıcan	CRS	DRS	CRS	DRS	CRS	CRS	CRS
Bamya	CRS	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS
Soğan (Kuru)	DRS	CRS	CRS	DRS	DRS	DRS	CRS
Turp	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS	CRS	CRS
Senaryo-4							
Soya Fasülyesi (Kuru)	CRS	CRS	CRS	DRS	CRS	CRS	CRS
Hıyar	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS	DRS	CRS
Patlıcan	CRS	DRS	CRS	DRS	CRS	CRS	CRS
Soğan (Kuru)	DRS	CRS	CRS	DRS	DRS	DRS	CRS
Turp	DRS	CRS	DRS	DRS	CRS	CRS	CRS
Kayısı	CRS	CRS	CRS	CRS	IRS	CRS	CRS
Senaryo-5							
Buğday (Durum)	DRS	CRS	DRS	CRS	DRS	DRS	DRS
Soya Fasülyesi (Kuru)	CRS	IRS	CRS	IRS	CRS	CRS	CRS
Semizotu	CRS	CRS	—	CRS	CRS	CRS	CRS
Hıyar	CRS	CRS	—	CRS	CRS	CRS	CRS
Patlıcan	CRS	CRS	CRS	—	CRS	CRS	CRS
Soğan (Kuru)	IRS	CRS	CRS	CRS	IRS	CRS	CRS
Üzüm	CRS	CRS	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS
Kayısı	CRS	CRS	CRS	CRS	DRS	CRS	CRS

Tablo 23. Tüm senaryolar için 2010-2016 yılları arası RTS yapısı değişen birimler

Beş farklı senaryo için RTS yapısı 2010-2016 yılları içerisinde değişen birimler Tablo 23’de verilmiştir. Tablo 23’de görüldüğü üzere, yıllara göre en yüksek sayıda RTS yapısı değişen birimler 9 birim ile ikinci senaryoda gözlemlenmiştir. RTS yapısı en az değişen birimlere ise 5 adet birim ile ilk senaryoda ulaşılmıştır. Üçüncü, dördüncü ve beşinci senaryolar için ise sırasıyla 7, 6 ve 8 adet birimin 2010-2016 yılları arasında RTS yapısı değişmiştir.

Tablo 23 incelendiğinde, semizotu, hıyar ve patlıcan birimleri tek bir yıl haricinde tüm yıllarda ölçeğe göre sabit getiri (CRS) sergilemektedir. Semizotu birimi 2012 yılında çıktı kümesi değerinin sıfır olması nedeniyle, hıyar birimi için 2012 yılında ve patlıcan birimi için de 2013 yılında doğrusal programlama modelinin sınırlandırılmamış çözüm vermesi nedeniyle tanımsızdır. Dolayısıyla, bu birimler üzerinde RTS karakterizasyonu uygulanamamıştır.

Oluşturulan senaryolar kapsamında RTS yapısı değişen birimler arasında belirli yıllarda ölçeğe göre artan getiri (IRS) sergileyen birimler mevcuttur. Senaryo 2’de çavdar birimi 2011 ve 2013 yıllarında IRS sergilemiş, diğer tüm yıllarda ölçeğe göre azalan getiri (DRS) sergilemiştir. Senaryo 4’de kayısı birimi tüm yıllarda CRS sergilerken 2014 yılında IRS sergilemiş, soya fasülyesi birimi Senaryo 5’de 2011 ve 2013 yıllarında IRS sergilemiştir.

Senaryo 2 ve Senaryo 5’de soğan (kuru) biriminin 2010 ve 2014 yıllarında IRS sergilediği görülmüştür. Ayrıca, 2010-2016 yılları arasında tüm senaryolar göz önünde bulundurulduğunda, soğan (kuru) biriminin beş farklı senaryoda da RTS yapısının değiştiği gözlemlenmiştir.

SONUÇ

Türk tarım sektörü, ülkenin genel ekonomik gelişimine önemli katkıda bulunma potansiyeline sahiptir. Ancak bunu yapabilme yeteneği, büyük ölçüde tarımsal üretimdeki etkinlik artışı ile sağlanabilmektedir. Türk tarım politikası, iç ve dış pazarlar için tarımsal üretimi arttırmaya odaklanmıştır. Tarımsal bilgi sistemleri, bitki ve hayvan sağlığı sistemleri ve gıda güvenliği gibi uzun vadeli verimlilik iyileştirmelerine yönelik politika transferleri, sektöre sağlanan toplam desteğin çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, TÜİK'den sağlanan bitkisel üretim denge tabloları verileri kullanılarak Türk tarım sektöründeki bitkisel üretimin 2010-2016 yılları arasındaki ürün üretim süreç etkinliğinin hesaplanması hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında, üç adet temel modelleme kullanılmıştır.

İlk olarak, VZA etkinlik analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlerde, girdi ve çıktı odaklı olmak üzere ölçeğe göre sabit getiri (CRS) ve ölçeğe göre değişken getiri (VRS) yaklaşımları altında 61 adet bitkisel ürünün (karar birimleri) etkinlik ölçümleri yapılmıştır. 2010-2016 yılları arasında Türkiye tarımında üretilen bitkisel ürünler üzerinden gerçekleştirilen etkinlik analizinde, çıktı odaklı VRS modelleri için en yüksek etkinlik skoruna, 0,902 değeri ile 2014 yılında, en yüksek sayıdaki etkin birim sayısına ise 35 birim ile 2015 yılında ulaşılmıştır. Çıktı odaklı CRS modelleri için en yüksek etkin birim sayısı 26 birim ile 2011 ve 2012 yıllarında, en yüksek değerdeki etkinlik skoru ise 0,843 ile 2011 yılında olmuştur. Ayrıca bitkisel ürünler kategorisel açıdan değerlendirildiğinde, 2010-2016 yılları arasında Türkiye tarımında en yüksek sayıda etkin birim ile sebzeler ön plana çıkmıştır. Etkinlik analizleri kapsamında, sanal (virtual) ağırlıkların hangi girdi ve çıktılar üzerinde yoğunlaştığı incelenmiştir. Çıktı odaklı CRS ve VRS modellerinin her ikisi için de sanal ağırlıkların en fazla yoğunlaştığı çıktı değişkeni kullanılabilir üretim iken, sanal ağırlıklar en az ihracatta yoğunlaşmaktadır. Girdi odaklı VRS modellerinde tüm yıllar için sanal ağırlıkların en fazla ve en az yoğunlaştığı girdi değişkenleri sırasıyla kayıplar ve ithalattır. Girdi odaklı CRS modellerinde tüm yıllar için sanal ağırlıklar en az ithalatta yoğunlaşmakta iken, sanal ağırlıkların en fazla yoğunlaştığı girdi değişkeni genellikle üretim kayıpları olmuştur.

VZA metodu ile yapılan etkinlik analizleri, her bir dönem için sadece teknik etkinlik skorlarını sağladığından karar birimlerinin etkinlikleri arasında zaman içinde karşılaştırma imkanı barındırmamaktadır. Etkinliğe etki eden değişimleri karşılaştırabilmek ve zaman içinde karşılaştırma yapabilmek adına Malmquist TFV Endeksi hesaplanmıştır.

Etkinlik analizlerini takiben, Malmquist TFV Endeksi analizleri yapılmıştır. İzlenen dönemler (2010-2016) boyunca karar birimlerinin ortalama etkinlikteki değişimleri, teknolojik değişimleri ve Malmquist TFV endeksleri dalgalanmalar göstermiştir. 2011-2012 ve 2013-2014 dönemlerinde Malmquist TFV endeksinde artış gözlemlenmiştir. En yüksek ortalama artış 2013-2014 döneminde % 0,8 ile gerçekleşirken, en büyük ortalama düşüş ise % 2,5 ile 2012-2013 döneminde yaşanmıştır. Ürünler bazında Malmquist TFV endeksindeki en yüksek artış % 40,2 ile çavdar biriminde iken, en büyük düşüş % 31,8 ile pırasa biriminde olmuştur. Verimlilikte artış gözlenen dönemlerde etkinlikteki değişimde de bir artış söz konusudur. Dolayısıyla, izlenen dönemlerde Türkiye tarımında incelenen bitkisel ürünlerdeki verimlilik artışının etkinlikteki artıştan kaynaklandığı yorumu yapılabilmektedir. Malmquist TFV Endeksi analizleri kapsamında, en büyük verimlilik artışı ile meyveler, içecek ve baharat bitkileri kategorisi ön plana çıkmıştır. Ayrıca, tahıllar ve diğer bitkisel ürünler kategorisi izlenen dönemler boyunca ortalama olarak verimlilikte artış gösterirken, sebzeler kategorisinde düşüş gözlemlenmiştir.

Son olarak, tek taraflı elastiklik analizleri ile değişen girdi ve/veya çıktı değişkenlerinin farklı senaryolara göre oluşturulmuş girdi veya çıktı değişkenleri üzerindeki potansiyel etkilerinin incelenmesi hedeflenmiştir. Elastiklik analizlerinde, değişen ve yanıt veren girdi ve çıktı setleri için beş farklı senaryo tasarlanmış ve bu senaryolara göre çıktı kümelerinin elastiklik ölçümleri yapılmıştır. İlk senaryoda çıktı kümelerinin ölçek elastikliği ölçülmüş, diğer dört senaryoda ise değişen girdilere karşı yanıt veren çıktıların elastiklik ölçümleri yapılmıştır. Beş farklı senaryoda her bir etkin birim için elastiklik ölçümlerine göre RTS tipleri belirlenmiştir. Elastiklik ölçümleri kapsamında oluşturulmuş beş farklı senaryo için 2010-2016 yılları arasında birimlerin büyük oranda ölçeğe göre sabit getiri (CRS) sergilediği, kalan birimlerin ise ölçeğe göre azalan getiri (DRS) ve ölçeğe göre artan getiri (IRS) sergilediği görülmüştür. Ayrıca, elastiklik değerlerinin tanımsız olmasından dolayı bazı birimlerde RTS karakterizasyonu uygulanamamıştır.

2010-2016 yılları arasında oluşturulmuş her bir senaryo için sağ ve sol elastiklik skorları baz alınarak yapılan RTS karakterizasyonlarına göre RTS yapısı değişen ve RTS yapısı değişmeyen birimler mevcuttur. Farklı senaryolara göre RTS tiplerinin belirlenmesinde birimlerin büyük bir bölümü için RTS yapısında değişme gözlemlenmemiştir. RTS yapısı en çok değişen birim sayısına 9 birim ile ithalattaki değişmelerin ihracat üzerindeki potansiyel etkilerinin incelendiği ikinci senaryoda, RTS yapısı en az değişen birim sayısına ise ölçek elastikliğinin hesaplandığı ilk senaryoda ulaşılmıştır. Ayrıca, beş farklı senaryoda da RTS yapısı değişen tek birim soğan (kuru) olmuştur.

Tüm senaryolar göz önüne alındığında, sadece beşinci senaryoda havuç birimi değerlendirme altındaki tüm yıllarda ölçeğe göre artan getiri (IRS) sergilemektedir. Tasarlanan farklı senaryolar altında yapılan elastiklik analizlerinde VZA etkin sınırı üzerinde bulunan birimlerin elastiklik durumlarının değişimlerinin incelenmesinin yanı sıra, yüksek duyarlılıktaki birimler de incelenmiştir. En yüksek elastiklik değerlerine ulaşarak değişime en duyarlı birimler birinci senaryo için 2012 yılında incir, ikinci senaryo için 2012 yılında üzüm, üçüncü senaryo için 2010 yılında ayçiçeği, dördüncü senaryo için 2010 yılında ayçiçeği ve beşinci senaryo için 2012 yılında limon olmuştur. 2010-2016 yılları arasında üçüncü senaryoda iki, beşinci senaryoda ise dört farklı yılda en yüksek elastiklik değerine sahip olması açısından değişime en duyarlı birim olarak sebzeler kategorisinden havuç birimi ön plana çıkmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmada Türkiye tarımında üretimi yapılan bitkisel ürünler hakkında makro boyutta bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Sözkonusu ürünler karar birimleri olarak değerlendirilmiş, 2010-2016 yılları arasında her bir yıl için VZA temelli etkinlik ölçümü, izlenen dönemlerdeki etkinlik değişimi ve farklı senaryolar oluşturularak elastiklik ölçümü analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler ile Türkiye tarımındaki bitkisel üretimin ürün üretim süreç etkinliği hakkında kapsamlı bir bilgiye ulaşılmıştır.

Çalışmanın bulguları Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayınlanan “Bitkisel Üretim Denge Tabloları” verileri ile sınırlıdır. Bitkisel üretim ile ilgili ürünler bazında başka verilerin varlığı durumunda, özellikle elastiklik ölçüm modelleri açısından daha zengin sonuçlar sunulabilir.

KAYNAKÇA

- Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of econometrics*, 6(1), 21-37.
- Andersen, J. L., & Bogetoft, P. (2007). Gains from quota trade: theoretical models and an application to the Danish fishery. *European Review of Agricultural Economics*, 34(1), 105-127.
- Asmild, M., & Hougaard, J. L. (2006). Economic versus environmental improvement potentials of Danish pig farms. *Agricultural economics*, 35(2), 171-181.
- Asmild, M., Paradi, J. C., & Reese, D. N. (2006). Theoretical perspectives of trade-off analysis using DEA. *Omega*, 34(4), 337-343.
- Asmild, M., & Tam, F. (2007). Estimating global frontier shifts and global Malmquist indices. *Journal of Productivity Analysis*, 27(2), 137-148.
- Atici, K. B., & Podinovski, V. V. (2012). Mixed partial elasticities in constant returns-to-scale production technologies. *European Journal of Operational Research*, 220(1), 262-269.
- Atici, K. B., & Podinovski, V. V. (2015). Using data envelopment analysis for the assessment of technical efficiency of units with different specialisations: An application to agriculture. *Omega*, 54, 72-83.
- Balcombe, K., Fraser, I., & Kim, J. H. (2006). Estimating technical efficiency of Australian dairy farms using alternative frontier methodologies. *Applied Economics*, 38(19), 2221-2236.
- Baležentis, T., & Kriščiukaitienė, I. (2013). Family farm efficiency across farming types in Lithuania and its managerial implications—data envelopment analysis. *Management theory and studies for rural business and infrastructure development*, 30(1).
- Banker, R., Bardhan, I., & Cooper, W. (1996). A note on returns to scale in DEA. *European Journal of Operational Research*, 88(3), 583-585.
- Banker, R. D. (1984). Estimating most productive scale size using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 17(1), 35-44.

- Banker, R. D., Chang, H., & Cooper, W. W. (1996). Equivalence and implementation of alternative methods for determining returns to scale in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 89(3), 473-481.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- Banker, R. D., Cooper, W. W., Seiford, L. M., Thrall, R. M., & Zhu, J. (2004). Returns to scale in different DEA models. *European Journal of Operational Research*, 154(2), 345-362.
- Banker, R. D., & Maindiratta, A. (1986). Piecewise loglinear estimation of efficient production surfaces. *Management Science*, 32(1), 126-135.
- Banker, R. D., & Thrall, R. M. (1992). Estimation of returns to scale using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 62(1), 74-84.
- Bayarsaihan, T., & Coelli, T. (2003). Productivity growth in pre-1990 Mongolian agriculture: spiralling disaster or emerging success? *Agricultural economics*, 28(2), 121-137.
- Blancard, S., & Martin, E. (2014). Energy efficiency measurement in agriculture with imprecise energy content information. *Energy Policy*, 66, 198-208.
- Błażejczyk-Majka, L., & Kala, R. (2015). On the combined estimation of technical efficiency and its application to agriculture. *Agricultural Economics (Zemědělská Ekonomika)*, 61(10), 441-449.
- Bojnec, Š., Fertő, I., Jámboř, A., & Tóth, J. (2014). Determinants of technical efficiency in agriculture in new EU member states from Central and Eastern Europe. *Acta Oeconomica*, 64(2), 197-217.
- Bojnec, Š., & Latruffe, L. (2009). Determinants of technical efficiency of Slovenian farms. *Post-Communist Economies*, 21(1), 117-124.
- Brock, G., Grazhdaninova, M., Lerman, Z., & Uzun, V. (2007). Technical efficiency in Russian agriculture. *Russia's Agriculture in Transition: Factor Markets and Constraints on Growth*, Lanham, MD, Lexington Books.
- 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.

- Chakraborty, K., Misra, S., & Johnson, P. (2002). Cotton farmers' technical efficiency: Stochastic and nonstochastic production function approaches. *Agricultural and Resource Economics Review*, 31(2), 211-220.
- 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). *Data envelopment analysis: Theory, methodology, and applications*. Boston, MA.: 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., & Rhodes, E. (1981). Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through. *Management science*, 27(6), 668-697.
- Cloutier, L. M., & Rowley, R. (1993). Relative technical efficiency: data envelopment analysis and Quebec's dairy farms. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 41(2), 169-176.
- Cook, W. D., & Seiford, L. M. (2009). Data envelopment analysis (DEA)—Thirty years on. *European journal of operational research*, 192(1), 1-17.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2000). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*: Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references*: Springer Science & Business Media.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*: Springer US.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). *Handbook on data envelopment analysis* (Vol. 164): Springer Science & Business Media.
- Debreu, G. (1951). The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica*, 19(3), 273-292. doi:10.2307/1906814

- 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.
- Estache, A., de la Fe, B. T., & Trujillo, L. (2004). Sources of efficiency gains in port reform: a DEA decomposition of a Malmquist TFP index for Mexico. *Utilities policy*, 12(4), 221-230.
- Färe, R., Grosskopf, S., & Lovell, C. A. K. (1985). *The Measurement of Efficiency of Production*. Boston: Kluwer-Nijhoff.
- Färe, R., Grosskopf, S., & Lovell, C. K. (1994). *Production frontiers*: Cambridge University Press.
- Färe, R., Grosskopf, S., & Margaritis, D. (2008). Efficiency and productivity: Malmquist and more. *The measurement of productive efficiency and productivity growth*, 522-622.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *American economic review*, 84(1), 66-83.
- Färe, R., Lovell, C. K., & Zieschang, K. (1983). Measuring the technical efficiency of multiple output production technologies. In *Quantitative Studies on Production and Prices* (pp. 159-171): Springer.
- Färe, R., & Whittaker, G. (1995). An intermediate input model of dairy production using complex survey data. *Journal of Agricultural Economics*, 46(2), 201-213.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290.
- Førsund, F. R., & Hjalmarsson, L. (2004). Calculating scale elasticity in DEA models. *Journal of the Operational Research Society*, 55(10), 1023-1038.
- Førsund, F. R., Hjalmarsson, L., Krivonozhko, V. E., & Utkin, O. B. (2007). Calculation of scale elasticities in DEA models: direct and indirect approaches. *Journal of Productivity Analysis*, 28(1-2), 45-56.
- Fukuyama, H. (2000). Returns to scale and scale elasticity in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 125(1), 93-112.
- Golany, B., & Yu, G. (1997). Estimating returns to scale in DEA. *European Journal of Operational Research*, 103(1), 28-37.

- Grifell-Tatjé, E., & Lovell, C. K. (1995). A note on the Malmquist productivity index. *Economics letters*, 47(2), 169-175.
- Guesmi, B., & Serra, T. (2015). Can we improve farm performance? The determinants of farm technical and environmental efficiency. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 37(4), 692-717.
- Guzmán, I., & Arcas, N. (2008). The usefulness of accounting information in the measurement of technical efficiency in agricultural cooperatives. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 79(1), 107-131.
- Haag, S., Jaska, P., & Semple, J. (1992). Assessing the relative efficiency of agricultural production units in the Blackland Prairie, Texas. *Applied Economics*, 24(5), 559-565.
- Hadjicostas, P., & Soteriou, A. C. (2006). One-sided elasticities and technical efficiency in multi-output production: A theoretical framework. *European Journal of Operational Research*, 168(2), 425-449.
- Iráizoz, B., Rapun, M., & Zabaleta, I. (2003). Assessing the technical efficiency of horticultural production in Navarra, Spain. *Agricultural Systems*, 78(3), 387-403.
- Kelly, E., Shalloo, L., Geary, U., Kinsella, A., & Wallace, M. (2012). Application of data envelopment analysis to measure technical efficiency on a sample of Irish dairy farms. *Irish journal of Agricultural and food research*, 63-77.
- Kočiřová, K. (2015). Application of the DEA on the measurement of efficiency in the EU countries. *Agric. Econ.–Czech*, 61(2), 51-62.
- Koenker, R., & Bassett, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 33-50.
- Krivonozhko, V., Utkin, O., Volodin, A., Sablin, I., & Patrin, M. (2004). Constructions of economic functions and calculations of marginal rates in DEA using parametric optimization methods. *Journal of the Operational Research Society*, 55(10), 1049-1058.
- Lansink, A. O., Pietola, K., & Bäckman, S. (2002). Efficiency and productivity of conventional and organic farms in Finland 1994–1997. *European Review of Agricultural Economics*, 29(1), 51-65.

- Latruffe, L., Guyomard, H., & Le Mouel, C. (2008). *Impact of CAP direct payments on French farms' managerial efficiency*. Paper presented at the 12th European Association of Agricultural Economists (EAAE) Congress (Gent, Belgium, 27-30 August 2008b).
- Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de estadística*, 4(2), 209-242.
- Mathijs, E., & Vranken, L. (2000). *Farm restructuring and efficiency in transition: Evidence from Bulgaria and Hungary*. Paper presented at the Selected Paper, American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Tampa.
- Meeusen, W., & van Den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International economic review*, 435-444.
- Millan, J. A., & Aldaz, N. (1998). Agricultural productivity of the Spanish regions: a non-parametric Malmquist Analysis. *Applied Economics*, 30(7), 875-884.
- Monchuk, D. C., Chen, Z., & Bonaparte, Y. (2010). Explaining production inefficiency in China's agriculture using data envelopment analysis and semi-parametric bootstrapping. *China Economic Review*, 21(2), 346-354.
- Mousavi Avval, S. H., Rafiee, S., Jafari, A., & Mohammadi, A. (2011). Improving energy productivity of sunflower production using data envelopment analysis (DEA) approach. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(10), 1885-1892.
- Mugera, A., & Ojede, A. (2014). Technical efficiency in African agriculture: Is it catching up or lagging behind? *Journal of International Development*, 26(6), 779-795.
- Nowak, A., Kijek, T., & Domańska, K. (2015). Technical efficiency and its determinants in the European Union agriculture. *Agricultural Economics—Czech*, 61(6), 275-283.
- Odeck, J. (2007). Measuring technical efficiency and productivity growth: a comparison of SFA and DEA on Norwegian grain production data. *Applied Economics*, 39(20), 2617-2630.
- Ohe, Y. (2017). Assessing Managerial Efficiency of Educational Tourism in Agriculture: Case of Dairy Farms in Japan. *Sustainability*, 9(11), 1931.

- Olesen, O. B., & Petersen, N. C. (1996). Indicators of ill-conditioned data sets and model misspecification in data envelopment analysis: An extended facet approach. *Management Science*, 42(2), 205-219.
- Panzar, J. C., & Willig, R. D. (1977). Economies of scale in multi-output production. *The Quarterly Journal of Economics*, 481-493.
- Paul, C., Nehring, R., Banker, D., & Somwaru, A. (2004). Scale economies and efficiency in US agriculture: are traditional farms history? *Journal of Productivity Analysis*, 22(3), 185-205.
- Podinovski, V. V. (2005). Selective convexity in DEA models. *European Journal of Operational Research*, 161(2), 552-563.
- Podinovski, V. V., Chambers, R. G., Atici, K. B., & Deineko, I. D. (2016). Marginal values and returns to scale for nonparametric production frontiers. *Operations Research*, 64(1), 236-250.
- Podinovski, V. V., & Førsund, F. R. (2010). Differential characteristics of efficient frontiers in data envelopment analysis. *Operations Research*, 58(6), 1743-1754.
- Podinovski, V. V., Førsund, F. R., & Krivonozhko, V. E. (2009). A simple derivation of scale elasticity in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 197(1), 149-153.
- Rebolledo-Leiva, R., Angulo-Meza, L., Iriarte, A., & González-Araya, M. C. (2017). Joint carbon footprint assessment and data envelopment analysis for the reduction of greenhouse gas emissions in agriculture production. *Science of the Total Environment*, 593, 36-46.
- Rosen, D., Schaffnit, C., & Paradi, J. C. (1998). Marginal rates and two-dimensional level curves in DEA. *Journal of Productivity Analysis*, 9(3), 205-232.
- Seiford, L. M., & Thrall, R. M. (1990). Recent developments in DEA: the mathematical programming approach to frontier analysis. *Journal of econometrics*, 46(1-2), 7-38.
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (1999a). An investigation of returns to scale in data envelopment analysis. *Omega*, 27(1), 1-11.
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (1999b). Profitability and marketability of the top 55 US commercial banks. *Management science*, 45(9), 1270-1288.

- Seiford, L. M., & Zhu, J. (1999c). Sensitivity and stability of the classifications of returns to scale in data envelopment analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 12(1), 55-75.
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (2005). Notes on sensitivity and stability of the classifications of returns to scale in data envelopment analysis: A comment. *Journal of Productivity Analysis*, 23(3), 315-316.
- Sharma, K. R., Leung, P., & Zaleski, H. M. (1999). Technical, allocative and economic efficiencies in swine production in Hawaii: a comparison of parametric and nonparametric approaches. *Agricultural economics*, 20(1), 23-35.
- Sipiläinen, T., & Huhtala, A. (2012). Opportunity costs of providing crop diversity in organic and conventional farming: would targeted environmental policies make economic sense? *European Review of Agricultural Economics*, 40(3), 441-462.
- Skevas, T., & Serra, T. (2016). The role of pest pressure in technical and environmental inefficiency analysis of Dutch arable farms: an event-specific data envelopment approach. *Journal of Productivity Analysis*, 46(2-3), 139-153.
- Sueyoshi, T. (1999). DEA non-parametric ranking test and index measurement: slack-adjusted DEA and an application to Japanese agriculture cooperatives. *Omega*, 27(3), 315-326.
- Thanassoulis, E. (2001). *Introduction to the theory and application of data envelopment analysis*: Springer.
- Thiam, A., Bravo-Ureta, B. E., & Rivas, T. E. (2001). Technical efficiency in developing country agriculture: a meta-analysis. *Agricultural economics*, 25(2-3), 235-243.
- Thiele, H., & Brodersen, C. M. (1999). Differences in farm efficiency in market and transition economies: empirical evidence from West and East Germany. *European Review of Agricultural Economics*, 26(3), 331-347.
- Thirtle, C., Piesse, J., Lusigi, A., & Suhariyanto, K. (2003). Multi-factor agricultural productivity, efficiency and convergence in Botswana, 1981–1996. *Journal of Development Economics*, 71(2), 605-624.
- Tipi, T., & Rehber, E. (2006). Measuring technical efficiency and total factor productivity in agriculture: The case of the South Marmara region of Turkey. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 49(2), 137-145.

- Toma, E., Dobre, C., Dona, I., & Cofas, E. (2015). DEA applicability in assessment of agriculture efficiency on areas with similar geographically patterns. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6, 704-711.
- Tone, K. (1996). A simple characterization of returns to scale in DEA. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, 39(4), 604-613.
- Tone, K. (2004). Malmquist productivity index. In *Handbook on data envelopment analysis* (pp. 203-227): Springer.
- TÜİK. (2007). Bitkisel Ürün Denge Tabloları. Retrieved from www.tuik.gov.tr/Kitap.do?metod=KitapDetay&KT_ID=13&KITAP_ID=128
- Ulucan, A., & Atıcı, K. B. (2010). Enerji Ve Çevre Konularında Parametrik Olmayan Etkinlik Analizi ve Türkiye Elektrik Sanayii Uygulaması.
- Vlontzos, G., Niavis, S., & Manos, B. (2014). A DEA approach for estimating the agricultural energy and environmental efficiency of EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 91-96.
- Zamanian, G. R., Shahabinejad, V., & Yaghoubi, M. (2013). Application of DEA and SFA on the Measurement of Agricultural Technical Efficiency in MENA Countries.
- Zhu, J. (2000). Further discussion on linear production functions and DEA. *European Journal of Operational Research*, 127(3), 611-618.
- Zhu, J. (2014). *Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: data envelopment analysis with spreadsheets* (Vol. 213): Springer.
- Zhu, J., & Shen, Z.-H. (1995). A discussion of testing DMUs' returns to scale. *European Journal of Operational Research*, 81(3), 590-596.

EKLER

EK 1. ORJİNALLİK RAPORU

 <p>HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU</p>
<p>HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ İŞLETME ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA</p>
<p>Tarih: 06/06/2018</p>
<p>Tez Başlığı : TÜRKİYE TARIM SEKTÖRÜNDE PARAMETRİK OLMAYAN ETKİNLİK VE ELASTİKLİK ÖLÇÜMÜ</p> <p>Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 97 sayfalık kısmına ilişkin, 01/06/2018 tarihinde tez danışmanım tarafından Tumitin adlı intihal tespit programından aşağıda işaretlenmiş filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 6'dır.</p> <p>Uygulanan filtrelemeler:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- <input checked="" type="checkbox"/> Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç 2- <input checked="" type="checkbox"/> Kaynakça hariç 3- <input checked="" type="checkbox"/> Alıntılar hariç 4- <input type="checkbox"/> Alıntılar dâhil 5- <input checked="" type="checkbox"/> 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç <p>Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.</p> <p>Gereğini saygularıyla arz ederim.</p>
<p>Tarih ve İmza</p> <p>06/06/2018 Cem Menten</p>
<p>Adı Soyadı: Cem MENTEN</p> <p>Öğrenci No: N13221367</p> <p>Anabilim Dalı: İşletme</p> <p>Programı: Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler-Tezli Yüksek Lisans</p>
<p><u>DANIŞMAN ONAYI</u></p> <p>UYGUNDUR.</p> <p></p> <p>Doç. Dr. Kazım Barış ATICI</p>

EK 2. ETİK KOMİSYON MUAFİYETİ FORMU

 <p>HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ TEZ ÇALIŞMASI ETİK KOMİSYON MUAFİYETİ FORMU</p>
<p>HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ İŞLETME ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA</p> <p style="text-align: right;">Tarih: 06/06/2018</p> <p>Tez Başlığı: TÜRKİYE TARIM SEKTÖRÜNDE PARAMETRİK OLMAYAN ETKİNLİK VE ELASTİKLİK ÖLÇÜMÜ</p> <p>Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmam:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. İnsan ve hayvan üzerinde deney niteliği taşımamaktadır, 2. Biyolojik materyal (kan, idrar vb. biyolojik sıvılar ve numuneler) kullanılmasını gerektirmemektedir. 3. Beden bütünlüğüne müdahale içermemektedir. 4. Gözlemsel ve betimsel araştırma (anket, mülakat, ölçek/skala çalışmaları, dosya taramaları, veri kaynakları taraması, sistem-model geliştirme çalışmaları) niteliğinde değildir. <p>Hacettepe Üniversitesi Etik Kurullar ve Komisyonlarının Yönergelerini inceledim ve bunlara göre tez çalışmamın yürütülebilmesi için herhangi bir Etik Kurul/Komisyon'dan izin alınmasına gerek olmadığını; aksi durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.</p> <p>Gereğini saygılarımla arz ederim.</p> <p style="text-align: right;">Tarih ve İmza</p> <p>Adı Soyadı: Cem MENTEN _____</p> <p>Öğrenci No: N13221367 _____</p> <p>Anabilim Dalı: İşletme _____</p> <p>Programı: Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler-Tezli Yüksek Lisans _____</p> <p>Statüsü: <input checked="" type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Bütünleşik Doktora</p> <p style="text-align: right;">06/06/2018 Cem Menten</p>
<p><u>DANIŞMAN GÖRÜŞÜ VE ONAYI</u></p> <p style="text-align: center;">Uygundur K. Barış</p> <p style="text-align: center;">Doç. Dr. Kazım Barış ATICI</p> <p>Detaylı Bilgi: http://www.sosyalbilimler.hacettepe.edu.tr</p> <p>Telefon: 0-312-2976860 Faks: 0-3122992147 E-posta: sosyalbilimler@hacettepe.edu.tr</p>

EK 3. ÇALIŞMAYA İLİŞKİN EK TABLOLAR

Tablo E1. 2010 Yılı Etkinlik Skorları

	ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS		ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS
1 Buğday (Durum)	1	0,44	1	0,44	32 Sarımsak	0,89	0,85	0,88	0,85
2 Buğday (Diğer)	1	0,36	1	0,36	33 Soğan (Taze)	0,54	0,54	0,55	0,54
3 Mısır (Dane)	0,94	0,63	0,93	0,63	34 Soğan (Kuru)	1	0,86	1	0,86
4 Arpa	1	0,67	1	0,67	35 Pırasa	1	1	1	1
5 Çavdar	1	1	1	1	36 Turp	1	1	1	1
6 Yulaf	1	1	1	1	37 Patates	1	1	1	1
7 Diğer Tahıllar	0,84	0,82	0,85	0,82	38 Üzüm	1	0,75	1	0,75
8 Fasulye (Taze)	0,63	0,58	0,6	0,58	39 Muz	0,96	0,94	0,97	0,94
9 Bezelye (Taze)	0,68	0,67	0,68	0,67	40 İncir	1	1	1	1
10 Bakla (Taze)	1	1	1	1	41 Greyfurt	1	1	1	1
11 Kuru Fasulye	0,87	0,87	0,87	0,87	42 Limon	1	1	1	1
12 Nohut	0,78	0,78	0,78	0,78	43 Portakal	0,81	0,76	0,81	0,76
13 Kırmızı Mercimek	0,64	0,6	0,61	0,6	44 Mandalina	1	1	1	1
14 Yeşil Mercimek	0,51	0,47	0,56	0,47	45 Elma	0,86	0,46	0,74	0,46
15 Soya Fasülyesi	1	1	1	1	46 Armut	0,53	0,53	0,53	0,53
16 Pamuk Tohumu	0,87	0,63	0,83	0,63	47 Kayısı	1	1	1	1
17 Kolza	0,72	0,72	0,72	0,72	48 Kiraz	1	1	1	1
18 Ayçiçeği	1	1	1	1	49 Vişne	1	1	1	1
19 Lahana	0,77	0,75	0,75	0,75	50 Şeftali	0,45	0,41	0,41	0,41
20 Marul	0,87	0,87	0,87	0,87	51 Erik	0,39	0,39	0,4	0,39
21 Ispanak	0,81	0,81	0,81	0,81	52 Çilek	1	1	1	1
22 Semizotu	1	1	1	1	53 Dut	0,88	0,82	0,9	0,82
23 Karpuz	1	0,85	1	0,85	54 Badem	0,89	0,83	0,9	0,83
24 Kavun	0,92	0,83	0,9	0,83	55 Kestane	1	0,9	1	0,9
25 Biber	1	0,89	1	0,89	56 Fındık	1	1	1	1
26 Hıyar	1	1	1	1	57 Antep Fıstığı	1	0,99	1	0,99
27 Patlıcan	1	1	1	1	58 Ceviz	0,7	0,7	0,71	0,7
28 Domates	1	1	1	1	59 Nar	1	1	1	1
29 Bamya	1	1	1	1	60 Çay	0,84	0,71	0,83	0,71
30 Kabak (Sakız)	0,88	0,87	0,88	0,87	61 Pirinç	1	1	1	1
31 Havuç	1	1	1	1					
Ortalama									
Etkinlik (Σ)	0,89	0,83	0,89	0,83					
Etkin (Σ)	34	25	34	25					
Etkin Olmayan (Σ)	27	36	27	36					

Tablo E2. 2011 Yılı Etkinlik Skorları

	ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS		ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS
1 Buğday (Durum)	1	1	1	1	32 Sarımsak	0,88	0,86	0,88	0,86
2 Buğday (Diğer)	1	0,37	1	0,37	33 Soğan (Taze)	0,55	0,55	0,55	0,55
3 Mısır (Dane)	0,96	0,6	0,95	0,6	34 Soğan (Kuru)	1	1	1	1
4 Arpa	1	0,78	1	0,78	35 Pırasa	1	1	1	1
5 Çavdar	1	1	1	1	36 Turp	1	1	1	1
6 Yulaf	1	1	1	1	37 Patates	1	1	1	1
7 Diğer Tahıllar	0,81	0,8	0,82	0,8	38 Üzüm	1	0,75	1	0,75
8 Fasulye (Taze)	0,68	0,63	0,65	0,63	39 Muz	0,91	0,88	0,91	0,88
9 Bezelye (Taze)	1	1	1	1	40 İncir	1	1	1	1
10 Bakla (Taze)	0,97	0,97	0,97	0,97	41 Greyfurt	1	1	1	1
11 Kuru Fasulye	0,88	0,88	0,89	0,88	42 Limon	1	1	1	1
12 Nohut	0,85	0,8	0,83	0,8	43 Portakal	0,87	0,74	0,8	0,74
13 Kırmızı Mercimek	0,74	0,63	0,66	0,63	44 Mandalina	1	1	1	1
14 Yeşil Mercimek	0,56	0,5	0,64	0,5	45 Elma	0,86	0,49	0,77	0,49
15 Soya Fasülyesi	1	1	1	1	46 Armut	0,6	0,6	0,6	0,6
16 Pamuk Tohumu	1	1	1	1	47 Kayısı	1	1	1	1
17 Kolza	0,8	0,77	0,8	0,77	48 Kiraz	0,84	0,82	0,82	0,82
18 Ayçiçeği	1	1	1	1	49 Vişne	1	1	1	1
19 Lahana	0,8	0,8	0,8	0,8	50 Şeftali	0,53	0,5	0,5	0,5
20 Marul	0,67	0,66	0,67	0,66	51 Erik	0,41	0,41	0,41	0,41
21 Ispanak	0,72	0,71	0,71	0,71	52 Çilek	0,91	0,91	0,91	0,91
22 Semizotu	1	1	1	1	53 Dut	0,86	0,79	0,88	0,79
23 Karpuz	0,95	0,83	0,94	0,83	54 Badem	0,88	0,83	0,89	0,83
24 Kavun	0,91	0,79	0,89	0,79	55 Kestane	1	0,95	1	0,95
25 Biber	1	0,9	1	0,9	56 Fındık	1	1	1	1
26 Hıyar	1	1	1	1	57 Antep Fıstığı	0,81	0,76	0,82	0,76
27 Patlıcan	1	1	1	1	58 Ceviz	0,68	0,67	0,68	0,67
28 Domates	1	1	1	1	59 Nar	1	1	1	1
29 Bamya	1	1	1	1	60 Çay	0,84	0,65	0,82	0,65
30 Kabak (Sakız)	0,87	0,86	0,87	0,86	61 Pirinç	1	1	1	1
31 Havuç	1	1	1	1					
Ortalama									
Etkinlik (Σ)	0,89	0,84	0,89	0,84					
Etkin (Σ)	31	35	31	35					
Etkin Olmayan (Σ)	30	26	30	26					

Tablo E3. 2012 Yılı Etkinlik Skorları

	ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS		ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS
1 Buğday (Durum)	1	0,38	1	0,38	32 Sarımsak	0,88	0,82	0,87	0,82
2 Buğday (Diğer)	1	0,36	1	0,36	33 Soğan (Taze)	0,57	0,57	0,58	0,57
3 Mısır (Dane)	0,92	0,65	0,91	0,65	34 Soğan (Kuru)	1	1	1	1
4 Arpa	1	0,38	1	0,38	35 Pırasa	1	1	1	1
5 Çavdar	1	1	1	1	36 Turp	1	1	1	1
6 Yulaf	1	1	1	1	37 Patates	1	1	1	1
7 Diğer Tahıllar	0,82	0,81	0,83	0,81	38 Üzüm	1	0,74	1	0,74
8 Fasulye (Taze)	0,76	0,69	0,73	0,69	39 Muz	0,91	0,88	0,91	0,88
9 Bezelye (Taze)	0,69	0,68	0,69	0,68	40 İncir	1	1	1	1
10 Bakla (Taze)	0,87	0,86	0,87	0,86	41 Greyfurt	1	1	1	1
11 Kuru Fasulye	0,88	0,88	0,88	0,88	42 Limon	1	1	1	1
12 Nohut	0,78	0,75	0,77	0,75	43 Portakal	0,8	0,72	0,79	0,72
13 Kırmızı Mercimek	0,69	0,63	0,64	0,63	44 Mandalina	1	1	1	1
14 Yeşil Mercimek	0,51	0,46	0,59	0,46	45 Elma	0,66	0,51	0,53	0,51
15 Soya Fasülyesi	1	1	1	1	46 Armut	0,7	0,7	0,7	0,7
16 Pamuk Tohumu	0,75	0,62	0,7	0,62	47 Kayısı	1	1	1	1
17 Kolza	0,78	0,77	0,79	0,77	48 Kiraz	1	1	1	1
18 Ayçiçeği	1	1	1	1	49 Vişne	1	1	1	1
19 Lahana	0,86	0,86	0,86	0,86	50 Şeftali	0,66	0,66	0,66	0,66
20 Marul	0,73	0,73	0,73	0,73	51 Erik	0,54	0,54	0,55	0,54
21 Ispanak	0,72	0,72	0,72	0,72	52 Çilek	0,89	0,89	0,89	0,89
22 Semizotu	1	1	1	1	53 Dut	0,86	0,81	0,87	0,81
23 Karpuz	1	0,85	1	0,85	54 Badem	0,9	0,85	0,9	0,85
24 Kavun	0,9	0,8	0,88	0,8	55 Kestane	1	1	1	1
25 Biber	1	0,93	1	0,93	56 Fındık	1	1	1	1
26 Hıyar	1	1	1	1	57 Antep Fıstığı	0,8	0,77	0,82	0,77
27 Patlıcan	1	1	1	1	58 Ceviz	0,69	0,68	0,69	0,68
28 Domates	1	1	1	1	59 Nar	1	1	1	1
29 Bamya	1	1	1	1	60 Çay	0,82	0,82	0,82	0,82
30 Kabak (Sakız)	1	1	1	1	61 Pirinç	1	1	1	1
31 Havuç	1	1	1	1					
Ortalama									
Etkinlik (Σ)	0,89	0,83	0,89	0,83					
Etkin (Σ)	32	26	32	26					
Etkin Olmayan (Σ)	29	35	29	35					

Tablo E4. 2013 Yılı Etkinlik Skorları

	ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS		ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS
1 Buğday (Durum)	1	0,37	1	0,37	32 Sarımsak	0,9	0,85	0,9	0,85
2 Buğday (Diğer)	1	0,36	1	0,36	33 Soğan (Taze)	0,58	0,58	0,58	0,58
3 Mısır (Dane)	1	0,62	1	0,62	34 Soğan (Kuru)	1	1	1	1
4 Arpa	1	0,38	1	0,38	35 Pırasa	1	1	1	1
5 Çavdar	1	1	1	1	36 Turp	1	1	1	1
6 Yulaf	1	1	1	1	37 Patates	1	1	1	1
7 Diğer Tahıllar	0,82	0,8	0,82	0,8	38 Üzüm	1	0,63	1	0,63
8 Fasulye (Taze)	0,71	0,65	0,67	0,65	39 Muz	0,87	0,85	0,88	0,85
9 Bezelye (Taze)	0,7	0,68	0,69	0,68	40 İncir	1	1	1	1
10 Bakla (Taze)	1	1	1	1	41 Greyfurt	1	1	1	1
11 Kuru Fasulye	0,86	0,86	0,87	0,86	42 Limon	1	1	1	1
12 Nohut	0,78	0,76	0,77	0,76	43 Portakal	0,86	0,74	0,84	0,74
13 Kırmızı Mercimek	0,61	0,56	0,57	0,56	44 Mandalina	1	1	1	1
14 Yeşil Mercimek	0,47	0,41	0,58	0,41	45 Elma	1	0,56	1	0,56
15 Soya Fasülyesi	1	1	1	1	46 Armut	0,64	0,64	0,64	0,64
16 Pamuk Tohumu	1	0,67	1	0,67	47 Kayısı	1	1	1	1
17 Kolza	0,7	0,7	0,7	0,7	48 Kiraz	1	1	1	1
18 Ayçiçeği	1	1	1	1	49 Vişne	1	1	1	1
19 Lahana	0,8	0,8	0,8	0,8	50 Şeftali	0,59	0,5	0,5	0,5
20 Marul	0,82	0,81	0,82	0,81	51 Erik	0,47	0,47	0,48	0,47
21 Ispanak	0,68	0,68	0,68	0,68	52 Çilek	0,88	0,88	0,88	0,88
22 Semizotu	1	1	1	1	53 Dut	0,84	0,79	0,85	0,79
23 Karpuz	0,95	0,8	0,95	0,8	54 Badem	0,88	0,84	0,89	0,84
24 Kavun	0,88	0,82	0,86	0,82	55 Kestane	0,84	0,77	0,86	0,77
25 Biber	1	0,92	1	0,92	56 Fındık	1	1	1	1
26 Hıyar	1	1	1	1	57 Antep Fıstığı	0,69	0,63	0,72	0,63
27 Patlıcan	1	1	1	1	58 Ceviz	0,67	0,67	0,68	0,67
28 Domates	1	1	1	1	59 Nar	1	1	1	1
29 Bamya	1	1	1	1	60 Çay	0,84	0,69	0,82	0,69
30 Kabak (Sakız)	1	1	1	1	61 Pirinç	1	0,99	1	0,99
31 Havuç	1	1	1	1					
Ortalama									
Etkinlik (Σ)	0,89	0,82	0,89	0,82					
Etkin (Σ)	34	25	34	25					
Etkin Olmayan (Σ)	27	36	27	36					

Tablo E5. 2014 Yılı Etkinlik Skorları

	ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS		ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS
1 Buğday (Durum)	1	0,4	1	0,4	32 Sarımsak	0,9	0,86	0,89	0,86
2 Buğday (Diğer)	1	0,38	1	0,38	33 Soğan (Taze)	1	1	1	1
3 Mısır (Dane)	1	0,71	1	0,71	34 Soğan (Kuru)	1	1	1	1
4 Arpa	1	0,44	1	0,44	35 Pırasa	0,98	0,97	0,98	0,97
5 Çavdar	1	1	1	1	36 Turp	1	1	1	1
6 Yulaf	1	1	1	1	37 Patates	1	1	1	1
7 Diğer Tahıllar	0,83	0,8	0,83	0,8	38 Üzüm	1	0,78	1	0,78
8 Fasulye (Taze)	0,75	0,68	0,71	0,68	39 Muz	0,86	0,85	0,87	0,85
9 Bezelye (Taze)	0,69	0,68	0,68	0,68	40 İncir	1	1	1	1
10 Bakla (Taze)	0,86	0,86	0,86	0,86	41 Greyfurt	1	1	1	1
11 Kuru Fasulye	0,93	0,93	0,93	0,93	42 Limon	1	1	1	1
12 Nohut	0,81	0,8	0,8	0,8	43 Portakal	0,85	0,75	0,84	0,75
13 Kırmızı Mercimek	0,57	0,55	0,55	0,55	44 Mandalina	1	1	1	1
14 Yeşil Mercimek	0,47	0,4	0,56	0,4	45 Elma	0,85	0,49	0,74	0,49
15 Soya Fasülyesi	1	1	1	1	46 Armut	0,85	0,84	0,85	0,84
16 Pamuk Tohumu	1	0,76	1	0,76	47 Kayısı	1	0,89	1	0,89
17 Kolza	0,7	0,68	0,69	0,68	48 Kiraz	1	0,91	1	0,91
18 Ayçiçeği	1	1	1	1	49 Vişne	0,92	0,9	0,91	0,9
19 Lahana	0,81	0,81	0,81	0,81	50 Şeftali	0,57	0,53	0,53	0,53
20 Marul	0,72	0,72	0,72	0,72	51 Erik	0,55	0,55	0,55	0,55
21 Ispanak	0,7	0,7	0,7	0,7	52 Çilek	0,98	0,97	0,98	0,97
22 Semizotu	1	1	1	1	53 Dut	0,7	0,65	0,73	0,65
23 Karpuz	0,97	0,82	0,97	0,82	54 Badem	0,93	0,87	0,93	0,87
24 Kavun	0,9	0,82	0,89	0,82	55 Kestane	0,89	0,84	0,89	0,84
25 Biber	1	0,95	1	0,95	56 Fındık	1	1	1	1
26 Hıyar	1	1	1	1	57 Antep Fıstığı	0,89	0,81	0,91	0,81
27 Patlıcan	1	1	1	1	58 Ceviz	0,68	0,68	0,69	0,68
28 Domates	1	1	1	1	59 Nar	1	1	1	1
29 Bamya	1	1	1	1	60 Çay	0,96	0,79	0,95	0,79
30 Kabak (Sakız)	1	1	1	1	61 Pirinç	0,97	0,96	0,97	0,96
31 Havuç	1	1	1	1					
Ortalama									
Etkinlik (Σ)	0,9	0,83	0,9	0,83					
Etkin (Σ)	30	21	30	21					
Etkin Olmayan (Σ)	31	40	31	40					

Tablo E6. 2015 Yılı Etkinlik Skorları

	ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS		ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS
1 Buğday (Durum)	1	0,47	1	0,47	32 Sarımsak	0,89	0,86	0,88	0,86
2 Buğday (Diğer)	1	0,44	1	0,44	33 Soğan (Taze)	0,54	0,53	0,54	0,53
3 Mısır (Dane)	1	0,64	1	0,64	34 Soğan (Kuru)	1	1	1	1
4 Arpa	1	0,55	1	0,55	35 Pırasa	1	1	1	1
5 Çavdar	1	1	1	1	36 Turp	1	1	1	1
6 Yulaf	1	1	1	1	37 Patates	1	0,97	1	0,97
7 Diğer Tahıllar	0,84	0,83	0,85	0,83	38 Üzüm	1	0,68	1	0,68
8 Fasulye (Taze)	0,71	0,66	0,67	0,66	39 Muz	0,85	0,84	0,85	0,84
9 Bezelye (Taze)	0,75	0,75	0,75	0,75	40 İncir	1	1	1	1
10 Bakla (Taze)	1	1	1	1	41 Greyfurt	1	1	1	1
11 Kuru Fasulye	0,91	0,9	0,91	0,9	42 Limon	1	1	1	1
12 Nohut	0,78	0,77	0,78	0,77	43 Portakal	1	0,75	1	0,75
13 Kırmızı Mercimek	0,59	0,56	0,57	0,56	44 Mandalina	1	1	1	1
14 Yeşil Mercimek	0,48	0,42	0,6	0,42	45 Elma	0,88	0,38	0,75	0,38
15 Soya Fasülyesi	1	1	1	1	46 Armut	0,67	0,67	0,67	0,67
16 Pamuk Tohumu	1	0,81	1	0,81	47 Kayısı	1	0,82	1	0,82
17 Kolza	0,71	0,7	0,7	0,7	48 Kiraz	1	1	1	1
18 Ayçiçeği	1	1	1	1	49 Vişne	0,99	0,99	0,99	0,99
19 Lahana	0,86	0,86	0,86	0,86	50 Şeftali	0,56	0,48	0,49	0,48
20 Marul	0,76	0,76	0,76	0,76	51 Erik	0,42	0,39	0,39	0,39
21 Ispanak	0,74	0,74	0,74	0,74	52 Çilek	0,72	0,72	0,72	0,72
22 Semizotu	1	1	1	1	53 Dut	0,74	0,69	0,77	0,69
23 Karpuz	0,97	0,81	0,96	0,81	54 Badem	0,89	0,84	0,9	0,84
24 Kavun	1	0,79	1	0,79	55 Kestane	1	1	1	1
25 Biber	1	0,91	1	0,91	56 Fındık	1	1	1	1
26 Hıyar	1	1	1	1	57 Antep Fıstığı	0,9	0,87	0,91	0,87
27 Patlıcan	1	1	1	1	58 Ceviz	0,65	0,65	0,66	0,65
28 Domates	1	1	1	1	59 Nar	1	1	1	1
29 Bamya	1	1	1	1	60 Çay	0,87	0,53	0,86	0,53
30 Kabak (Sakız)	1	1	1	1	61 Pirinç	1	1	1	1
31 Havuç	1	1	1	1					
Ortalama									
Etkinlik (Σ)	0,9	0,82	0,89	0,82					
Etkin (Σ)	35	24	35	24					
Etkin Olmayan (Σ)	26	37	26	37					

Tablo E7. 2016 Yılı Etkinlik Skorları

	ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS		ÇO VRS	ÇO CRS	GO VRS	GO CRS
1 Buğday (Durum)	1	0,43	1	0,43	32 Sarımsak	0,90	0,86	0,89	0,86
2 Buğday (Diğer)	1	0,40	1	0,40	33 Soğan (Taze)	0,50	0,50	0,51	0,50
3 Mısır (Dane)	1	0,73	1	0,73	34 Soğan (Kuru)	1	1	1	1
4 Arpa	1	0,44	1	0,44	35 Pırasa	1	1	1	1
5 Çavdar	1	1	1	1	36 Turp	1	1	1	1
6 Yulaf	1	1	1	1	37 Patates	1	1	1	1
7 Diğer Tahıllar	0,85	0,83	0,85	0,83	38 Üzüm	1	0,78	1	0,78
8 Fasulye (Taze)	0,76	0,71	0,72	0,71	39 Muz	0,86	0,85	0,87	0,85
9 Bezelye (Taze)	0,81	0,81	0,81	0,81	40 İncir	1	1	1	1
10 Bakla (Taze)	0,81	0,81	0,81	0,81	41 Greyfurt	1	1	1	1
11 Kuru Fasulye	0,93	0,93	0,93	0,93	42 Limon	1	1	1	1
12 Nohut	0,85	0,81	0,84	0,81	43 Portakal	1	0,81	1	0,81
13 Kırmızı Mercimek	0,60	0,58	0,58	0,58	44 Mandalina	1	1	1	1
14 Yeşil Mercimek	0,53	0,45	0,65	0,45	45 Elma	0,97	0,60	0,95	0,60
15 Soya Fasülyesi	1	1	1	1	46 Armut	0,62	0,62	0,62	0,62
16 Pamuk Tohumu	1	0,85	1	0,85	47 Kayısı	1	1	1	1
17 Kolza	1	0,98	1	0,98	48 Kiraz	0,85	0,85	0,85	0,85
18 Ayçiçeği	1	1	1	1	49 Vişne	1	1	1	1
19 Lahana	0,84	0,84	0,84	0,84	50 Şeftali	0,65	0,62	0,62	0,62
20 Marul	0,73	0,73	0,73	0,73	51 Erik	0,46	0,45	0,47	0,45
21 Ispanak	0,71	0,71	0,71	0,71	52 Çilek	0,87	0,87	0,87	0,87
22 Semizotu	1	1	1	1	53 Dut	0,74	0,69	0,76	0,69
23 Karpuz	0,94	0,81	0,94	0,81	54 Badem	0,88	0,83	0,89	0,83
24 Kavun	0,92	0,78	0,88	0,78	55 Kestane	1	1	1	1
25 Biber	1	0,92	1	0,92	56 Fındık	1	1	1	1
26 Hıyar	1	1	1	1	57 Antep Fıstığı	0,81	0,79	0,82	0,79
27 Patlıcan	1	1	1	1	58 Ceviz	0,64	0,64	0,65	0,64
28 Domates	1	1	1	1	59 Nar	1	1	1	1
29 Bamya	1	1	1	1	60 Çay	0,80	0,80	0,80	0,80
30 Kabak (Sakız)	0,93	0,93	0,93	0,93	61 Pirinç	1	1	1	1
31 Havuç	1	1	1	1					
Ortalama									
Etkinlik (Σ)	0,90	0,84	0,90	0,84					
Etkin (Σ)	33	24	33	24					
Etkin Olmayan (Σ)	28	37	28	37					

Tablo E8. Çıktı Odaklı CRS Varsayımı Altında 2010-2016 Döneminde Tüm Yıllarda Etkin Olan Bitkisel Ürünler

Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler	Sebzeler	Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri
Çavdar	Semizotu	İncir
Yulaf	Hıyar	Greyfurt
Ayçiçeği	Patlıcan	Limon
	Domates	Mandalina
	Bamya	Fındık
	Havuç	Nar
	Turp	

Tablo E9. Çıktı Odaklı VRS Varsayımı Altında 2010-2016 Döneminde Tüm Yıllarda Etkin Olan Bitkisel Ürünler

Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler	Sebzeler	Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri
Buğday (Durum)	Semizotu	Üzüm
Buğday (Diğer)	Biber	İncir
Arpa	Hıyar	Greyfurt
Çavdar	Patlıcan	Limon
Yulaf	Domates	Mandalina
Soya Fasülyesi (Kuru)	Bamya	Kayısı
Ayçiçeği	Havuç	Fındık
	Soğan (Kuru)	Nar
	Turp	
	Patates	

Tablo E10. 2010 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar

Ürünler	ÇO-VRS		ÇO-CRS		GO-VRS				GO-CRS			
	Ç-1	Ç-2	Ç-1	Ç-2	G-1	G-2	G-3	G-4	G-1	G-2	G-3	G-4
1 Buğday (Durum)	75%	25%	100%	0%	3%	3%	81%	13%	26%	30%	34%	10%
2 Buğday (Diğer)	91%	9%	100%	0%	0%	69%	31%	0%	0%	64%	18%	18%
3 Mısır (Dane)	97%	3%	100%	0%	0%	0%	94%	6%	0%	52%	34%	14%
4 Arpa	100%	0%	100%	0%	0%	24%	76%	0%	41%	0%	46%	14%
5 Çavdar	100%	0%	100%	0%	0%	4%	79%	17%	0%	74%	15%	12%
6 Yulaf	100%	0%	100%	0%	4%	28%	45%	23%	0%	82%	3%	14%
7 Diğer Tahıllar	100%	0%	100%	0%	2%	47%	37%	14%	1%	47%	38%	14%
8 Fasulye (Taze)	100%	0%	100%	0%	13%	56%	26%	4%	12%	53%	32%	4%
9 Bezelye (Taze)	100%	0%	100%	0%	0%	87%	4%	9%	0%	84%	8%	8%
10 Bakla (Taze)	100%	0%	89%	11%	0%	31%	50%	18%	0%	8%	73%	19%
11 Kuru Fasulye	100%	0%	100%	0%	0%	34%	43%	22%	1%	34%	42%	23%
12 Nohut	100%	0%	100%	0%	1%	36%	27%	36%	1%	36%	27%	37%
13 Kırmızı Mercimek	93%	7%	100%	0%	0%	51%	30%	18%	0%	56%	27%	16%
14 Yeşil Mercimek	100%	0%	100%	0%	0%	44%	33%	23%	0%	44%	33%	23%
15 Soya Fasülyesi (Kuru)	99%	1%	91%	9%	0%	74%	8%	18%	0%	73%	0%	27%
16 Pamuk Tohumu (Çiğit)	100%	0%	100%	0%	29%	43%	26%	2%	8%	45%	35%	11%
17 Kolza	100%	0%	100%	0%	0%	75%	10%	14%	0%	76%	10%	14%
18 Ayçiçeği	100%	0%	85%	15%	0%	49%	34%	17%	0%	54%	27%	19%
19 Lahana	100%	0%	100%	0%	0%	47%	10%	43%	0%	48%	10%	43%
20 Marul	100%	0%	100%	0%	9%	0%	82%	9%	8%	0%	82%	9%
21 Ispanak	100%	0%	100%	0%	7%	14%	67%	12%	7%	14%	67%	12%
22 Semizotu	100%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	83%	10%	7%
23 Karpuz	100%	0%	100%	0%	7%	65%	3%	25%	6%	18%	28%	48%
24 Kavun	100%	0%	100%	0%	3%	23%	74%	0%	13%	1%	78%	8%
25 Biber	100%	0%	100%	0%	9%	20%	68%	3%	8%	17%	63%	12%
26 Hıyar	100%	0%	100%	0%	0%	35%	23%	42%	0%	35%	22%	42%
27 Patlıcan	100%	0%	100%	0%	0%	42%	29%	29%	0%	42%	30%	28%
28 Domates	100%	0%	100%	0%	16%	0%	82%	3%	3%	28%	30%	39%
29 Bamya	100%	0%	100%	0%	0%	42%	49%	9%	0%	37%	50%	13%
30 Kabak (Sakız)	100%	0%	100%	0%	12%	0%	76%	12%	12%	0%	76%	12%
31 Havuç	100%	0%	100%	0%	8%	16%	31%	45%	0%	51%	11%	38%

Tablo E10. 2010 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar (Devamı)

32	Sarımsak (Kuru)	100%	0%	100%	0%	0%	93%	0%	7%	0%	87%	0%	13%
33	Soğan (Taze)	100%	0%	100%	0%	0%	30%	6%	63%	0%	30%	6%	63%
34	Soğan (Kuru)	100%	0%	100%	0%	19%	0%	78%	3%	1%	0%	24%	75%
35	Pırasa	91%	9%	96%	4%	5%	9%	75%	10%	5%	0%	84%	10%
36	Turp	100%	0%	100%	0%	0%	43%	53%	3%	0%	86%	4%	10%
37	Patates	100%	0%	100%	0%	0%	0%	90%	10%	0%	43%	20%	37%
38	Üzüm	100%	0%	100%	0%	14%	5%	81%	0%	26%	0%	61%	13%
39	Muz	100%	0%	100%	0%	0%	19%	0%	81%	0%	21%	0%	79%
40	İncir	100%	0%	0%	100%	14%	76%	2%	8%	0%	90%	2%	8%
41	Greyfurt	100%	0%	21%	79%	0%	75%	21%	4%	0%	86%	9%	5%
42	Limon	100%	0%	88%	12%	27%	0%	72%	1%	0%	53%	44%	4%
43	Portakal	97%	3%	100%	0%	0%	0%	32%	68%	0%	16%	16%	68%
44	Mandalina	64%	36%	100%	0%	4%	36%	59%	2%	0%	98%	0%	2%
45	Elma	50%	50%	100%	0%	0%	0%	62%	38%	5%	0%	18%	78%
46	Armut	100%	0%	100%	0%	2%	0%	24%	75%	1%	0%	24%	75%
47	Kayısı	0%	100%	0%	100%	0%	82%	6%	13%	0%	51%	45%	4%
48	Kiraz	93%	7%	98%	2%	6%	0%	64%	30%	4%	0%	70%	26%
49	Vişne	100%	0%	100%	0%	0%	0%	78%	22%	0%	0%	78%	22%
50	Şeftali	100%	0%	100%	0%	1%	35%	5%	59%	1%	35%	5%	59%
51	Erik	100%	0%	100%	0%	2%	0%	18%	81%	1%	0%	18%	81%
52	Çilek	100%	0%	100%	0%	6%	0%	88%	7%	4%	0%	59%	37%
53	Dut	100%	0%	100%	0%	0%	0%	29%	71%	5%	0%	39%	56%
54	Badem	100%	0%	100%	0%	0%	54%	32%	14%	0%	54%	32%	14%
55	Kestane	100%	0%	100%	0%	20%	0%	68%	12%	22%	0%	69%	9%
56	Fındık	100%	0%	80%	20%	26%	40%	1%	33%	22%	40%	0%	38%
57	Antep Fıstığı	100%	0%	100%	0%	5%	0%	89%	6%	5%	0%	95%	0%
58	Ceviz	100%	0%	100%	0%	1%	60%	29%	10%	1%	60%	29%	10%
59	Nar	100%	0%	100%	0%	8%	64%	22%	6%	6%	47%	36%	11%
60	Çay	100%	0%	100%	0%	0%	0%	82%	18%	13%	0%	70%	17%
61	Pirinç	100%	0%	100%	0%	0%	36%	54%	10%	0%	72%	15%	13%

G-1: İthalat (ton); G-2: Üretim Kayıpları (ton); G-3: Kayıplar (ton); G-4: Ekilen Alan (dekar)

Ç-1: Kullanılabilir Üretim (ton); Ç-2: İhracat (ton)

Tablo E11. 2011 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar

Ürünler	ÇO-VRS		ÇO-CRS		GO-VRS				GO-CRS			
	Ç-1	Ç-2	Ç-1	Ç-2	G-1	G-2	G-3	G-4	G-1	G-2	G-3	G-4
1 Buğday (Durum)	83%	17%	96%	4%	4%	41%	40%	15%	9%	0%	83%	8%
2 Buğday (Diğer)	71%	29%	100%	0%	4%	57%	39%	0%	0%	74%	21%	5%
3 Mısır (Dane)	97%	3%	100%	0%	0%	12%	88%	1%	0%	66%	30%	5%
4 Arpa	100%	0%	100%	0%	0%	19%	77%	4%	34%	0%	59%	6%
5 Çavdar	100%	0%	100%	0%	1%	6%	49%	44%	0%	41%	47%	12%
6 Yulaf	100%	0%	100%	0%	14%	27%	46%	14%	0%	100%	0%	0%
7 Diğer Tahıllar	100%	0%	100%	0%	0%	45%	47%	8%	0%	46%	40%	14%
8 Fasulye (Taze)	100%	0%	100%	0%	14%	37%	42%	7%	13%	35%	43%	9%
9 Bezelye (Taze)	0%	100%	15%	85%	4%	69%	24%	4%	8%	89%	0%	3%
10 Bakla (Taze)	100%	0%	100%	0%	0%	6%	94%	0%	0%	6%	94%	0%
11 Kuru Fasulye	100%	0%	100%	0%	0%	34%	52%	14%	0%	34%	52%	14%
12 Nohut	100%	0%	100%	0%	0%	36%	36%	27%	0%	36%	38%	25%
13 Kırmızı Mercimek	78%	22%	98%	2%	0%	53%	34%	13%	0%	60%	28%	12%
14 Yeşil Mercimek	100%	0%	100%	0%	0%	0%	99%	1%	0%	46%	39%	15%
15 Soya Fasülyesi (Kuru)	100%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	74%	0%	26%
16 Pamuk Tohumu (Çiğit)	100%	0%	100%	0%	0%	30%	34%	36%	5%	17%	42%	36%
17 Kolza	100%	0%	100%	0%	0%	37%	49%	14%	0%	36%	52%	12%
18 Ayçiçeği	9%	91%	100%	0%	0%	45%	28%	27%	8%	92%	0%	0%
19 Lahana	100%	0%	100%	0%	7%	25%	32%	36%	6%	25%	32%	37%
20 Marul	100%	0%	100%	0%	16%	24%	50%	10%	15%	23%	47%	15%
21 Ispanak	100%	0%	100%	0%	7%	20%	53%	19%	7%	21%	53%	19%
22 Semizotu	100%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	92%	0%	8%
23 Karpuz	100%	0%	100%	0%	12%	64%	0%	24%	3%	16%	33%	48%
24 Kavun	100%	0%	100%	0%	2%	39%	55%	5%	1%	27%	60%	12%
25 Biber	100%	0%	100%	0%	5%	29%	63%	4%	5%	20%	59%	16%
26 Hıyar	99%	1%	100%	0%	0%	31%	0%	68%	1%	30%	56%	13%
27 Patlıcan	100%	0%	100%	0%	0%	22%	0%	77%	0%	35%	0%	65%
28 Domates	100%	0%	100%	0%	4%	45%	49%	3%	4%	23%	49%	24%
29 Bamya	100%	0%	100%	0%	0%	38%	48%	13%	0%	100%	0%	0%
30 Kabak (Sakız)	100%	0%	100%	0%	2%	23%	47%	27%	2%	23%	47%	27%
31 Havuç	100%	0%	100%	0%	9%	25%	37%	30%	0%	50%	14%	36%

Tablo E11. 2011 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar (Devamı)

32	Sarımsak (Kuru)	100%	0%	100%	0%	0%	93%	0%	7%	0%	87%	0%	13%
33	Soğan (Taze)	100%	0%	100%	0%	0%	31%	9%	60%	0%	31%	9%	60%
34	Soğan (Kuru)	100%	0%	100%	0%	0%	0%	32%	67%	1%	54%	35%	10%
35	Pırasa	93%	7%	93%	7%	0%	15%	67%	18%	0%	15%	67%	17%
36	Turp	100%	0%	98%	2%	0%	30%	66%	5%	0%	93%	0%	7%
37	Patates	100%	0%	100%	0%	14%	32%	50%	3%	0%	41%	16%	43%
38	Üzüm	71%	29%	100%	0%	14%	40%	37%	9%	14%	20%	54%	12%
39	Muz	100%	0%	100%	0%	0%	23%	0%	77%	0%	24%	0%	76%
40	İncir	0%	100%	0%	100%	39%	52%	2%	8%	0%	84%	9%	8%
41	Greyfurt	54%	46%	0%	100%	0%	95%	4%	1%	0%	94%	4%	1%
42	Limon	77%	23%	100%	0%	25%	12%	60%	3%	29%	43%	24%	4%
43	Portakal	50%	50%	100%	0%	0%	0%	34%	66%	0%	20%	15%	65%
44	Mandalina	86%	14%	76%	24%	0%	29%	0%	71%	0%	99%	0%	1%
45	Elma	55%	45%	100%	0%	0%	0%	62%	38%	29%	0%	63%	8%
46	Armut	100%	0%	100%	0%	15%	39%	35%	10%	15%	39%	35%	10%
47	Kayısı	0%	100%	52%	48%	67%	0%	0%	33%	30%	43%	21%	6%
48	Kiraz	71%	29%	79%	21%	49%	0%	41%	10%	40%	0%	51%	10%
49	Vişne	100%	0%	100%	0%	0%	11%	76%	13%	0%	11%	76%	13%
50	Şeftali	100%	0%	100%	0%	36%	23%	29%	12%	36%	23%	28%	12%
51	Erik	100%	0%	100%	0%	26%	0%	65%	9%	25%	0%	66%	9%
52	Çilek	100%	0%	100%	0%	7%	32%	49%	11%	7%	32%	49%	11%
53	Dut	100%	0%	100%	0%	0%	0%	31%	69%	0%	0%	33%	67%
54	Badem	100%	0%	100%	0%	0%	52%	40%	8%	0%	52%	39%	9%
55	Kestane	100%	0%	100%	0%	20%	0%	52%	29%	24%	0%	55%	21%
56	Fındık	12%	88%	89%	11%	77%	23%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
57	Antep Fıstığı	98%	2%	99%	1%	8%	0%	92%	0%	7%	0%	93%	0%
58	Ceviz	100%	0%	100%	0%	0%	59%	30%	11%	0%	59%	32%	10%
59	Nar	100%	0%	100%	0%	1%	14%	68%	16%	1%	48%	37%	14%
60	Çay	100%	0%	100%	0%	0%	0%	87%	13%	45%	0%	43%	12%
61	Pirinç	100%	0%	100%	0%	0%	37%	50%	13%	0%	58%	30%	12%

G-1: İthalat (ton); G-2: Üretim Kayıpları (ton); G-3: Kayıplar (ton); G-4: Ekilen Alan (dekar)

Ç-1: Kullanılabilir Üretim (ton); Ç-2: İhracat (ton)

Tablo E12. 2012 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar

Ürünler	ÇO-VRS		ÇO-CRS		GO-VRS				GO-CRS			
	Ç-1	Ç-2	Ç-1	Ç-2	G-1	G-2	G-3	G-4	G-1	G-2	G-3	G-4
1 Buğday (Durum)	55%	45%	100%	0%	3%	25%	46%	26%	0%	0%	32%	68%
2 Buğday (Diğer)	100%	0%	100%	0%	0%	0%	80%	20%	0%	0%	32%	68%
3 Mısır (Dane)	97%	3%	100%	0%	0%	0%	95%	5%	0%	0%	57%	43%
4 Arpa	100%	0%	100%	0%	62%	0%	38%	0%	0%	0%	27%	73%
5 Çavdar	100%	0%	100%	0%	0%	33%	51%	16%	0%	34%	35%	31%
6 Yulaf	100%	0%	100%	0%	0%	29%	48%	23%	0%	65%	6%	28%
7 Diğer Tahıllar	100%	0%	100%	0%	1%	46%	32%	21%	1%	47%	32%	20%
8 Fasulye (Taze)	100%	0%	100%	0%	9%	25%	59%	7%	5%	23%	48%	24%
9 Bezelye (Taze)	100%	0%	100%	0%	12%	54%	29%	6%	9%	59%	26%	6%
10 Bakla (Taze)	100%	0%	100%	0%	0%	46%	44%	10%	0%	21%	64%	15%
11 Kuru Fasulye	100%	0%	100%	0%	0%	36%	42%	22%	0%	36%	41%	23%
12 Nohut	100%	0%	100%	0%	1%	36%	27%	36%	0%	36%	29%	34%
13 Kırmızı Mercimek	100%	0%	100%	0%	0%	58%	21%	21%	0%	61%	20%	19%
14 Yeşil Mercimek	100%	0%	100%	0%	0%	4%	96%	0%	0%	45%	33%	22%
15 Soya Fasülyesi (Kuru)	0%	100%	81%	19%	0%	63%	20%	18%	4%	67%	0%	29%
16 Pamuk Tohumu (Çiğit)	100%	0%	100%	0%	32%	49%	16%	3%	15%	33%	35%	18%
17 Kolza	100%	0%	100%	0%	0%	34%	46%	20%	0%	62%	23%	15%
18 Ayçiçeği	89%	11%	73%	27%	0%	37%	38%	25%	3%	66%	0%	31%
19 Lahana	100%	0%	100%	0%	0%	19%	57%	24%	0%	19%	57%	24%
20 Marul	100%	0%	100%	0%	8%	22%	53%	17%	8%	22%	53%	17%
21 Ispanak	100%	0%	100%	0%	2%	18%	52%	28%	2%	18%	52%	28%
22 Semizotu	100%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	93%	0%	7%
23 Karpuz	100%	0%	100%	0%	7%	66%	0%	27%	2%	11%	46%	41%
24 Kavun	100%	0%	100%	0%	5%	39%	56%	0%	1%	23%	58%	18%
25 Biber	99%	1%	97%	3%	4%	43%	51%	2%	3%	17%	57%	23%
26 Hıyar	100%	0%	97%	3%	1%	39%	60%	1%	0%	24%	62%	14%
27 Patlıcan	100%	0%	100%	0%	0%	19%	68%	13%	0%	57%	7%	37%
28 Domates	100%	0%	81%	19%	2%	0%	73%	25%	9%	11%	61%	19%
29 Bamya	100%	0%	100%	0%	0%	75%	17%	8%	0%	74%	0%	26%
30 Kabak (Sakız)	100%	0%	76%	24%	0%	0%	94%	6%	0%	0%	45%	55%
31 Havuç	99%	1%	99%	1%	6%	19%	60%	15%	5%	11%	62%	22%

Tablo E12. 2012 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar (Devamı)

32	Sarımsak (Kuru)	100%	0%	100%	0%	0%	91%	0%	9%	0%	85%	0%	15%
33	Soğan (Taze)	100%	0%	100%	0%	0%	28%	13%	59%	0%	27%	14%	59%
34	Soğan (Kuru)	100%	0%	100%	0%	0%	62%	34%	4%	0%	45%	33%	22%
35	Pırasa	84%	16%	84%	16%	4%	24%	58%	13%	5%	24%	58%	13%
36	Turp	100%	0%	100%	0%	0%	97%	0%	3%	0%	37%	59%	4%
37	Patates	100%	0%	100%	0%	0%	0%	81%	18%	16%	47%	34%	3%
38	Üzüm	94%	6%	100%	0%	25%	37%	37%	1%	15%	17%	51%	17%
39	Muz	100%	0%	100%	0%	0%	19%	0%	81%	0%	21%	0%	79%
40	İncir	100%	0%	0%	100%	54%	37%	0%	9%	0%	84%	6%	10%
41	Greyfurt	87%	13%	0%	100%	0%	48%	44%	8%	0%	44%	47%	9%
42	Limon	89%	11%	0%	100%	0%	38%	51%	11%	36%	18%	38%	8%
43	Portakal	94%	6%	100%	0%	0%	0%	40%	60%	0%	15%	20%	64%
44	Mandalina	93%	7%	79%	21%	0%	95%	0%	5%	0%	94%	5%	1%
45	Elma	55%	45%	100%	0%	0%	0%	27%	73%	10%	0%	27%	63%
46	Armut	100%	0%	100%	0%	4%	17%	36%	43%	4%	17%	36%	42%
47	Kayısı	100%	0%	4%	96%	13%	43%	0%	44%	15%	64%	15%	5%
48	Kiraz	12%	88%	11%	89%	35%	0%	65%	0%	36%	0%	64%	0%
49	Vişne	100%	0%	100%	0%	0%	2%	76%	22%	0%	0%	78%	22%
50	Şeftali	100%	0%	100%	0%	15%	26%	35%	23%	15%	26%	35%	23%
51	Erik	97%	3%	97%	3%	15%	0%	64%	21%	15%	0%	63%	21%
52	Çilek	99%	1%	99%	1%	11%	22%	43%	23%	11%	22%	43%	23%
53	Dut	100%	0%	100%	0%	7%	0%	47%	46%	6%	0%	46%	47%
54	Badem	100%	0%	100%	0%	0%	57%	29%	14%	0%	57%	28%	14%
55	Kestane	100%	0%	100%	0%	15%	19%	42%	23%	20%	0%	62%	18%
56	Fındık	100%	0%	65%	35%	34%	13%	4%	49%	49%	14%	0%	37%
57	Antep Fıstığı	100%	0%	100%	0%	5%	9%	86%	0%	5%	9%	87%	0%
58	Ceviz	100%	0%	100%	0%	1%	60%	24%	15%	1%	60%	25%	14%
59	Nar	84%	16%	87%	13%	2%	56%	34%	9%	2%	70%	24%	5%
60	Çay	100%	0%	100%	0%	0%	0%	71%	29%	0%	0%	72%	28%
61	Pirinç	99%	1%	100%	0%	0%	42%	44%	14%	0%	62%	22%	16%

G-1: İthalat (ton); G-2: Üretim Kayıpları (ton); G-3: Kayıplar (ton); G-4: Ekilen Alan (dekar)

Ç-1: Kullanılabilir Üretim (ton); Ç-2: İhracat (ton)

Tablo E13. 2013 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar

Ürünler	ÇO-VRS		ÇO-CRS		GO-VRS				GO-CRS			
	Ç-1	Ç-2	Ç-1	Ç-2	G-1	G-2	G-3	G-4	G-1	G-2	G-3	G-4
1 Buğday (Durum)	85%	15%	100%	0%	1%	8%	80%	11%	0%	65%	18%	17%
2 Buğday (Diğer)	90%	10%	100%	0%	18%	57%	25%	0%	0%	63%	18%	18%
3 Mısır (Dane)	100%	0%	100%	0%	0%	4%	92%	4%	0%	58%	32%	10%
4 Arpa	100%	0%	100%	0%	43%	15%	41%	1%	13%	0%	25%	62%
5 Çavdar	100%	0%	100%	0%	0%	80%	11%	9%	1%	11%	25%	64%
6 Yulaf	100%	0%	100%	0%	0%	30%	53%	17%	7%	26%	37%	30%
7 Diğer Tahıllar	94%	6%	97%	3%	0%	51%	36%	13%	0%	50%	37%	13%
8 Fasulye (Taze)	100%	0%	100%	0%	7%	55%	33%	5%	9%	41%	38%	12%
9 Bezelye (Taze)	100%	0%	100%	0%	3%	85%	0%	12%	0%	85%	7%	8%
10 Bakla (Taze)	97%	3%	89%	11%	0%	33%	49%	18%	0%	34%	62%	4%
11 Kuru Fasulye	100%	0%	100%	0%	0%	35%	49%	16%	0%	35%	48%	17%
12 Nohut	100%	0%	100%	0%	0%	37%	33%	30%	0%	37%	34%	29%
13 Kırmızı Mercimek	100%	0%	100%	0%	0%	56%	26%	18%	0%	56%	27%	17%
14 Yeşil Mercimek	100%	0%	100%	0%	0%	3%	97%	0%	0%	40%	43%	17%
15 Soya Fasülyesi (Kuru)	100%	0%	100%	0%	0%	68%	14%	18%	0%	100%	0%	0%
16 Pamuk Tohumu (Çiğit)	100%	0%	100%	0%	16%	56%	29%	0%	9%	54%	18%	19%
17 Kolza	100%	0%	100%	0%	0%	74%	11%	16%	0%	74%	10%	16%
18 Ayçiçeği	0%	100%	82%	18%	0%	24%	60%	16%	0%	63%	0%	37%
19 Lahana	100%	0%	100%	0%	6%	19%	51%	24%	6%	19%	51%	24%
20 Marul	100%	0%	100%	0%	8%	20%	66%	7%	7%	20%	65%	8%
21 Ispanak	100%	0%	100%	0%	8%	17%	48%	28%	8%	17%	48%	28%
22 Semizotu	100%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	68%	0%	32%
23 Karpuz	100%	0%	100%	0%	9%	62%	0%	29%	0%	14%	28%	58%
24 Kavun	100%	0%	100%	0%	4%	29%	63%	4%	7%	19%	66%	8%
25 Biber	98%	2%	98%	2%	4%	26%	66%	5%	4%	18%	57%	21%
26 Hıyar	98%	2%	100%	0%	0%	23%	59%	18%	0%	20%	76%	4%
27 Patlıcan	100%	0%	100%	0%	0%	98%	0%	2%	0%	36%	0%	64%
28 Domates	100%	0%	100%	0%	2%	41%	55%	2%	3%	27%	44%	26%
29 Bamya	100%	0%	100%	0%	0%	79%	14%	7%	0%	37%	49%	13%
30 Kabak (Sakız)	100%	0%	100%	0%	0%	0%	94%	6%	0%	1%	94%	5%
31 Havuç	100%	0%	100%	0%	1%	43%	28%	28%	1%	43%	28%	28%

Tablo E13. 2013 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar (Devamı)

32	Sarımsak (Kuru)	100%	0%	100%	0%	0%	92%	0%	8%	0%	87%	0%	13%
33	Soğan (Taze)	99%	1%	99%	1%	0%	31%	8%	61%	0%	32%	7%	61%
34	Soğan (Kuru)	100%	0%	100%	0%	3%	23%	26%	48%	6%	46%	32%	16%
35	Pırasa	100%	0%	100%	0%	0%	30%	64%	6%	0%	12%	83%	6%
36	Turp	100%	0%	100%	0%	0%	54%	42%	3%	0%	61%	0%	39%
37	Patates	100%	0%	100%	0%	0%	46%	52%	1%	0%	40%	6%	54%
38	Üzüm	62%	38%	100%	0%	1%	99%	0%	0%	23%	11%	56%	10%
39	Muz	100%	0%	100%	0%	0%	18%	0%	82%	0%	20%	0%	80%
40	İncir	0%	100%	10%	90%	71%	28%	1%	0%	10%	82%	0%	8%
41	Greyfurt	81%	19%	81%	19%	0%	70%	27%	4%	17%	63%	0%	19%
42	Limon	65%	35%	76%	24%	12%	0%	61%	27%	2%	38%	0%	60%
43	Portakal	75%	25%	100%	0%	0%	0%	39%	61%	0%	17%	17%	66%
44	Mandalina	46%	54%	85%	15%	16%	50%	21%	14%	0%	28%	0%	72%
45	Elma	54%	46%	100%	0%	12%	0%	68%	21%	11%	2%	25%	62%
46	Armut	100%	0%	100%	0%	10%	31%	31%	28%	12%	36%	35%	17%
47	Kayısı	61%	39%	83%	17%	86%	0%	3%	12%	48%	0%	37%	15%
48	Kiraz	80%	20%	85%	15%	9%	0%	68%	23%	9%	0%	68%	23%
49	Vişne	100%	0%	100%	0%	0%	0%	79%	21%	0%	0%	79%	21%
50	Şeftali	100%	0%	100%	0%	16%	10%	23%	51%	16%	10%	23%	51%
51	Erik	100%	0%	100%	0%	6%	0%	28%	65%	6%	0%	29%	65%
52	Çilek	100%	0%	100%	0%	9%	23%	41%	26%	9%	23%	41%	26%
53	Dut	100%	0%	100%	0%	8%	0%	44%	48%	8%	0%	45%	48%
54	Badem	100%	0%	100%	0%	0%	56%	33%	11%	0%	56%	29%	15%
55	Kestane	100%	0%	100%	0%	42%	0%	42%	16%	42%	0%	43%	15%
56	Fındık	39%	61%	39%	61%	62%	23%	0%	14%	84%	16%	0%	0%
57	Antep Fıstığı	100%	0%	100%	0%	21%	0%	79%	0%	21%	0%	79%	0%
58	Ceviz	100%	0%	100%	0%	0%	60%	27%	13%	0%	60%	28%	12%
59	Nar	100%	0%	100%	0%	5%	62%	26%	7%	7%	48%	29%	17%
60	Çay	100%	0%	100%	0%	20%	0%	68%	13%	22%	0%	54%	23%
61	Pirinç	100%	0%	100%	0%	0%	37%	54%	10%	0%	37%	52%	12%

G-1: İthalat (ton); G-2: Üretim Kayıpları (ton); G-3: Kayıplar (ton); G-4: Ekilen Alan (dekar)

Ç-1: Kullanılabilir Üretim (ton); Ç-2: İhracat (ton)

Tablo E14. 2014 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar

Ürünler	ÇO-VRS		ÇO-CRS		GO-VRS				GO-CRS			
	Ç-1	Ç-2	Ç-1	Ç-2	G-1	G-2	G-3	G-4	G-1	G-2	G-3	G-4
1 Buğday (Durum)	82%	18%	100%	0%	7%	0%	76%	17%	0%	0%	38%	62%
2 Buğday (Diğer)	95%	5%	100%	0%	9%	19%	72%	0%	0%	68%	21%	10%
3 Mısır (Dane)	99%	1%	100%	0%	0%	4%	93%	4%	0%	35%	46%	20%
4 Arpa	100%	0%	100%	0%	32%	0%	68%	0%	0%	0%	93%	7%
5 Çavdar	100%	0%	100%	0%	0%	7%	28%	65%	0%	41%	46%	13%
6 Yulaf	100%	0%	100%	0%	27%	46%	11%	16%	0%	100%	0%	0%
7 Diğer Tahıllar	100%	0%	100%	0%	1%	42%	43%	13%	2%	42%	44%	11%
8 Fasulye (Taze)	100%	0%	100%	0%	6%	36%	53%	4%	5%	22%	46%	27%
9 Bezelye (Taze)	100%	0%	100%	0%	0%	86%	4%	10%	0%	85%	6%	9%
10 Bakla (Taze)	100%	0%	100%	0%	0%	12%	71%	17%	0%	12%	71%	17%
11 Kuru Fasulye	100%	0%	100%	0%	0%	33%	48%	19%	1%	33%	49%	17%
12 Nohut	100%	0%	100%	0%	0%	34%	39%	27%	0%	34%	39%	27%
13 Kırmızı Mercimek	100%	0%	100%	0%	1%	47%	36%	15%	2%	48%	35%	15%
14 Yeşil Mercimek	100%	0%	100%	0%	0%	33%	54%	13%	3%	35%	48%	15%
15 Soya Fasülyesi (Kuru)	100%	0%	100%	0%	0%	70%	0%	30%	0%	72%	0%	28%
16 Pamuk Tohumu (Çiğit)	100%	0%	100%	0%	6%	0%	69%	25%	6%	0%	62%	33%
17 Kolza	100%	0%	100%	0%	0%	80%	4%	15%	0%	72%	13%	14%
18 Ayçiçeği	0%	100%	100%	0%	0%	31%	0%	69%	31%	59%	2%	8%
19 Lahana	100%	0%	100%	0%	8%	15%	59%	17%	8%	15%	59%	17%
20 Marul	100%	0%	100%	0%	10%	15%	53%	22%	10%	15%	53%	22%
21 Ispanak	100%	0%	100%	0%	2%	12%	50%	36%	2%	12%	50%	36%
22 Semizotu	100%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	92%	0%	8%
23 Karpuz	100%	0%	100%	0%	4%	63%	0%	33%	0%	14%	31%	55%
24 Kavun	100%	0%	100%	0%	1%	11%	84%	4%	5%	12%	71%	12%
25 Biber	100%	0%	100%	0%	1%	18%	67%	13%	1%	13%	65%	21%
26 Hıyar	100%	0%	100%	0%	0%	37%	0%	63%	0%	18%	68%	13%
27 Patlıcan	100%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	36%	0%	64%
28 Domates	100%	0%	100%	0%	6%	11%	82%	1%	4%	6%	80%	10%
29 Bamya	100%	0%	100%	0%	1%	36%	50%	13%	0%	100%	0%	0%
30 Kabak (Sakız)	100%	0%	100%	0%	0%	0%	87%	13%	0%	0%	87%	13%
31 Havuç	100%	0%	100%	0%	1%	41%	30%	28%	6%	20%	53%	21%

Tablo E14. 2014 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar (Devamı)

32	Sarımsak (Kuru)	100%	0%	100%	0%	0%	93%	0%	7%	0%	86%	0%	14%
33	Soğan (Taze)	100%	0%	100%	0%	0%	0%	79%	21%	0%	0%	80%	20%
34	Soğan (Kuru)	100%	0%	100%	0%	26%	0%	70%	4%	18%	0%	42%	40%
35	Pırasa	100%	0%	100%	0%	0%	3%	82%	15%	0%	3%	82%	15%
36	Turp	100%	0%	100%	0%	0%	97%	1%	2%	0%	37%	0%	63%
37	Patates	100%	0%	100%	0%	0%	34%	64%	2%	0%	26%	10%	64%
38	Üzüm	100%	0%	100%	0%	15%	3%	73%	8%	12%	0%	67%	21%
39	Muz	100%	0%	100%	0%	0%	19%	0%	81%	0%	22%	0%	78%
40	İncir	0%	100%	100%	0%	25%	68%	0%	7%	0%	73%	20%	6%
41	Greyfurt	100%	0%	0%	100%	0%	57%	34%	9%	0%	16%	0%	84%
42	Limon	97%	3%	100%	0%	35%	0%	27%	38%	25%	24%	0%	52%
43	Portakal	88%	12%	100%	0%	0%	0%	39%	61%	0%	0%	29%	71%
44	Mandalina	100%	0%	83%	17%	0%	36%	62%	2%	0%	25%	0%	75%
45	Elma	60%	40%	100%	0%	0%	0%	59%	41%	36%	0%	30%	34%
46	Armut	100%	0%	100%	0%	10%	0%	60%	30%	10%	0%	61%	30%
47	Kayısı	0%	100%	0%	100%	1%	0%	71%	28%	0%	0%	85%	15%
48	Kiraz	91%	9%	100%	0%	0%	0%	73%	27%	0%	0%	71%	29%
49	Vişne	100%	0%	100%	0%	0%	0%	79%	21%	0%	0%	81%	19%
50	Şeftali	100%	0%	100%	0%	36%	4%	35%	25%	36%	4%	35%	25%
51	Erik	100%	0%	100%	0%	29%	0%	46%	24%	30%	0%	47%	24%
52	Çilek	100%	0%	100%	0%	9%	6%	62%	23%	9%	6%	63%	23%
53	Dut	100%	0%	100%	0%	0%	0%	29%	71%	0%	0%	31%	69%
54	Badem	100%	0%	100%	0%	1%	51%	36%	12%	1%	51%	35%	12%
55	Kestane	100%	0%	100%	0%	44%	0%	36%	20%	44%	0%	36%	19%
56	Fındık	22%	78%	89%	11%	30%	23%	0%	46%	0%	100%	0%	0%
57	Antep Fıstığı	87%	13%	87%	13%	11%	0%	89%	0%	11%	0%	89%	0%
58	Ceviz	100%	0%	100%	0%	0%	53%	36%	10%	1%	54%	34%	11%
59	Nar	100%	0%	100%	0%	7%	0%	0%	93%	1%	62%	30%	7%
60	Çay	100%	0%	100%	0%	29%	0%	70%	2%	0%	0%	79%	21%
61	Pirinç	100%	0%	100%	0%	1%	32%	57%	10%	2%	31%	57%	9%

G-1: İthalat (ton); G-2: Üretim Kayıpları (ton); G-3: Kayıplar (ton); G-4: Ekilen Alan (dekar)

Ç-1: Kullanılabilir Üretim (ton); Ç-2: İhracat (ton)

Tablo E15. 2015 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar

Ürünler	ÇO-VRS		ÇO-CRS		GO-VRS				GO-CRS			
	Ç-1	Ç-2	Ç-1	Ç-2	G-1	G-2	G-3	G-4	G-1	G-2	G-3	G-4
1 Buğday (Durum)	64%	36%	100%	0%	2%	1%	82%	15%	0%	0%	81%	19%
2 Buğday (Diğer)	91%	9%	100%	0%	5%	8%	77%	10%	0%	0%	80%	20%
3 Mısır (Dane)	78%	22%	100%	0%	0%	88%	12%	0%	1%	66%	28%	5%
4 Arpa	100%	0%	100%	0%	4%	80%	16%	0%	54%	0%	46%	0%
5 Çavdar	100%	0%	100%	0%	0%	0%	28%	72%	0%	35%	42%	23%
6 Yulaf	100%	0%	100%	0%	11%	21%	52%	16%	0%	64%	7%	29%
7 Diğer Tahıllar	100%	0%	100%	0%	0%	43%	43%	15%	0%	43%	40%	16%
8 Fasulye (Taze)	100%	0%	100%	0%	10%	43%	40%	7%	9%	40%	44%	7%
9 Bezelye (Taze)	100%	0%	100%	0%	6%	48%	39%	7%	6%	48%	39%	7%
10 Bakla (Taze)	76%	24%	73%	27%	0%	69%	31%	0%	0%	69%	31%	0%
11 Kuru Fasulye	100%	0%	100%	0%	1%	32%	47%	20%	1%	32%	46%	21%
12 Nohut	100%	0%	100%	0%	1%	32%	31%	36%	0%	32%	33%	35%
13 Kırmızı Mercimek	100%	0%	100%	0%	0%	45%	35%	20%	0%	43%	36%	20%
14 Yeşil Mercimek	100%	0%	100%	0%	0%	0%	90%	10%	3%	35%	41%	20%
15 Soya Fasülyesi (Kuru)	92%	8%	92%	8%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
16 Pamuk Tohumu (Çiğit)	100%	0%	95%	5%	1%	29%	35%	35%	4%	19%	30%	48%
17 Kolza	100%	0%	100%	0%	0%	81%	4%	16%	0%	73%	11%	15%
18 Ayçiçeği	0%	100%	0%	100%	0%	14%	68%	18%	0%	29%	0%	71%
19 Lahana	100%	0%	100%	0%	11%	0%	11%	78%	11%	0%	10%	79%
20 Marul	100%	0%	100%	0%	4%	26%	57%	13%	4%	25%	57%	13%
21 Ispanak	100%	0%	100%	0%	10%	21%	59%	10%	10%	21%	59%	10%
22 Semizotu	100%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	84%	9%	8%
23 Karpuz	100%	0%	100%	0%	5%	62%	0%	33%	0%	0%	28%	72%
24 Kavun	100%	0%	100%	0%	18%	49%	29%	4%	3%	26%	64%	6%
25 Biber	96%	4%	100%	0%	1%	30%	36%	32%	5%	19%	60%	17%
26 Hıyar	100%	0%	100%	0%	3%	0%	34%	63%	2%	0%	35%	63%
27 Patlıcan	99%	1%	100%	0%	1%	20%	0%	79%	0%	35%	0%	65%
28 Domates	100%	0%	100%	0%	0%	97%	0%	3%	6%	50%	0%	45%
29 Bamya	100%	0%	100%	0%	6%	51%	31%	11%	0%	66%	9%	25%
30 Kabak (Sakız)	66%	34%	61%	39%	23%	4%	30%	42%	26%	0%	27%	46%
31 Havuç	100%	0%	100%	0%	2%	40%	28%	30%	0%	23%	0%	77%

Tablo E15. 2015 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar (Devamı)

32	Sarımsak (Kuru)	100%	0%	100%	0%	0%	94%	0%	6%	0%	86%	0%	14%
33	Soğan (Taze)	100%	0%	100%	0%	0%	30%	9%	61%	0%	30%	9%	61%
34	Soğan (Kuru)	99%	1%	100%	0%	1%	0%	25%	74%	0%	0%	29%	71%
35	Pırasa	98%	2%	81%	19%	0%	7%	36%	57%	0%	6%	35%	60%
36	Turp	100%	0%	100%	0%	0%	98%	0%	2%	0%	33%	0%	67%
37	Patates	100%	0%	100%	0%	0%	50%	48%	2%	0%	38%	6%	56%
38	Üzüm	95%	5%	100%	0%	15%	36%	42%	8%	24%	17%	45%	14%
39	Muz	100%	0%	100%	0%	0%	24%	0%	76%	0%	26%	0%	74%
40	İncir	0%	100%	0%	100%	93%	0%	7%	0%	93%	0%	7%	0%
41	Greyfurt	95%	5%	83%	17%	1%	93%	5%	1%	0%	17%	0%	83%
42	Limon	55%	45%	67%	33%	0%	40%	57%	3%	14%	30%	0%	56%
43	Portakal	84%	16%	100%	0%	0%	0%	28%	72%	0%	0%	16%	84%
44	Mandalina	100%	0%	89%	11%	0%	34%	64%	2%	0%	29%	0%	71%
45	Elma	50%	50%	100%	0%	2%	0%	49%	49%	0%	48%	5%	47%
46	Armut	100%	0%	100%	0%	7%	41%	38%	14%	7%	41%	38%	14%
47	Kayısı	51%	49%	100%	0%	56%	0%	41%	3%	0%	0%	82%	18%
48	Kiraz	66%	34%	68%	32%	3%	41%	37%	19%	2%	0%	85%	12%
49	Vişne	100%	0%	100%	0%	0%	0%	75%	25%	0%	0%	75%	25%
50	Şeftali	100%	0%	100%	0%	8%	9%	22%	61%	19%	11%	22%	49%
51	Erik	100%	0%	100%	0%	39%	0%	53%	8%	36%	0%	41%	24%
52	Çilek	100%	0%	100%	0%	18%	12%	32%	39%	17%	12%	32%	39%
53	Dut	100%	0%	100%	0%	0%	0%	17%	83%	0%	0%	19%	81%
54	Badem	100%	0%	100%	0%	0%	45%	37%	18%	1%	49%	32%	18%
55	Kestane	100%	0%	100%	0%	9%	0%	50%	41%	11%	0%	57%	32%
56	Fındık	46%	54%	47%	53%	68%	32%	1%	0%	0%	100%	0%	0%
57	Antep Fıstığı	69%	31%	70%	30%	27%	0%	73%	0%	27%	0%	73%	0%
58	Ceviz	100%	0%	100%	0%	1%	50%	35%	14%	1%	50%	34%	14%
59	Nar	100%	0%	100%	0%	41%	4%	10%	44%	48%	5%	0%	48%
60	Çay	100%	0%	100%	0%	0%	0%	89%	11%	0%	0%	96%	4%
61	Pirinç	100%	0%	100%	0%	1%	55%	29%	15%	1%	54%	30%	15%

G-1: İthalat (ton); G-2: Üretim Kayıpları (ton); G-3: Kayıplar (ton); G-4: Ekilen Alan (dekar)

Ç-1: Kullanılabilir Üretim (ton); Ç-2: İhracat (ton)

Tablo E16. 2016 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar

Ürünler	ÇO-VRS		ÇO-CRS		GO-VRS				GO-CRS			
	Ç-1	Ç-2	Ç-1	Ç-2	G-1	G-2	G-3	G-4	G-1	G-2	G-3	G-4
1 Buğday (Durum)	60%	40%	100%	0%	5%	18%	61%	15%	0%	0%	39%	61%
2 Buğday (Diğer)	90%	10%	100%	0%	0%	0%	11%	88%	0%	0%	38%	62%
3 Mısır (Dane)	100%	0%	100%	0%	0%	0%	90%	10%	0%	0%	69%	31%
4 Arpa	100%	0%	100%	0%	20%	0%	80%	0%	0%	0%	96%	4%
5 Çavdar	100%	0%	100%	0%	0%	9%	44%	47%	0%	34%	40%	26%
6 Yulaf	100%	0%	100%	0%	9%	21%	39%	31%	0%	86%	14%	0%
7 Diğer Tahıllar	100%	0%	100%	0%	0%	44%	40%	16%	0%	44%	41%	15%
8 Fasulye (Taze)	100%	0%	100%	0%	7%	28%	59%	6%	13%	21%	57%	8%
9 Bezelye (Taze)	100%	0%	100%	0%	2%	43%	48%	7%	2%	43%	47%	7%
10 Bakla (Taze)	100%	0%	100%	0%	4%	42%	46%	8%	4%	42%	46%	8%
11 Kuru Fasulye	100%	0%	100%	0%	0%	33%	49%	18%	0%	33%	50%	17%
12 Nohut	100%	0%	100%	0%	1%	35%	40%	23%	0%	35%	44%	22%
13 Kırmızı Mercimek	100%	0%	99%	1%	0%	50%	36%	14%	0%	50%	36%	14%
14 Yeşil Mercimek	100%	0%	100%	0%	0%	0%	97%	3%	0%	39%	48%	13%
15 Soya Fasülyesi (Kuru)	0%	100%	100%	0%	0%	41%	4%	55%	0%	67%	0%	33%
16 Pamuk Tohumu (Çiğit)	100%	0%	100%	0%	1%	30%	36%	33%	1%	23%	33%	43%
17 Kolza	100%	0%	100%	0%	1%	41%	41%	17%	0%	42%	45%	13%
18 Ayçiçeği	0%	100%	99%	1%	0%	0%	1%	99%	11%	89%	0%	0%
19 Lahana	100%	0%	100%	0%	0%	19%	45%	36%	0%	19%	45%	36%
20 Marul	100%	0%	100%	0%	5%	25%	51%	19%	5%	25%	51%	19%
21 Ispanak	100%	0%	100%	0%	13%	22%	57%	8%	13%	23%	57%	8%
22 Semizotu	100%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	91%	9%	0%
23 Karpuz	100%	0%	100%	0%	0%	51%	0%	49%	0%	0%	34%	66%
24 Kavun	100%	0%	100%	0%	5%	40%	52%	3%	2%	28%	60%	10%
25 Biber	100%	0%	100%	0%	1%	25%	41%	33%	3%	20%	60%	17%
26 Hıyar	98%	2%	100%	0%	0%	3%	43%	54%	0%	22%	51%	27%
27 Patlıcan	100%	0%	98%	2%	0%	25%	37%	38%	0%	21%	65%	13%
28 Domates	97%	3%	88%	12%	2%	29%	54%	14%	5%	56%	0%	39%
29 Bamya	100%	0%	100%	0%	0%	69%	22%	10%	0%	100%	0%	0%
30 Kabak (Sakız)	20%	80%	20%	80%	8%	79%	0%	13%	8%	79%	0%	12%
31 Havuç	100%	0%	100%	0%	10%	17%	47%	26%	10%	19%	46%	26%

Tablo E16. 2016 Yılı için Sanal (Virtual) Ağırlıklar (Devamı)

32	Sarımsak (Kuru)	100%	0%	100%	0%	0%	94%	0%	6%	0%	87%	0%	13%
33	Soğan (Taze)	100%	0%	100%	0%	0%	27%	8%	64%	0%	27%	8%	65%
34	Soğan (Kuru)	100%	0%	100%	0%	0%	36%	24%	39%	0%	18%	79%	3%
35	Pırasa	100%	0%	100%	0%	0%	3%	91%	6%	0%	2%	91%	6%
36	Turp	100%	0%	100%	0%	0%	92%	6%	2%	0%	53%	45%	2%
37	Patates	100%	0%	100%	0%	0%	50%	47%	3%	0%	50%	47%	3%
38	Üzüm	92%	8%	86%	14%	37%	22%	3%	38%	13%	8%	72%	7%
39	Muz	100%	0%	100%	0%	0%	24%	0%	76%	0%	26%	0%	74%
40	İncir	0%	100%	100%	0%	54%	45%	1%	0%	13%	79%	0%	8%
41	Greyfurt	86%	14%	85%	15%	0%	0%	76%	24%	0%	0%	71%	29%
42	Limon	89%	11%	100%	0%	0%	32%	58%	10%	5%	50%	43%	3%
43	Portakal	83%	17%	100%	0%	0%	0%	29%	71%	0%	0%	19%	81%
44	Mandalina	100%	0%	83%	17%	0%	38%	60%	2%	0%	95%	4%	1%
45	Elma	63%	37%	100%	0%	20%	0%	38%	42%	18%	0%	74%	8%
46	Armut	100%	0%	100%	0%	8%	39%	33%	20%	8%	39%	33%	20%
47	Kayısı	58%	42%	88%	12%	53%	0%	19%	28%	37%	14%	37%	12%
48	Kiraz	0%	100%	0%	100%	35%	65%	0%	0%	35%	65%	0%	0%
49	Vişne	100%	0%	100%	0%	0%	1%	77%	22%	0%	0%	77%	22%
50	Şeftali	100%	0%	100%	0%	15%	28%	33%	24%	15%	28%	33%	24%
51	Erik	100%	0%	100%	0%	12%	0%	74%	14%	13%	0%	74%	13%
52	Çilek	100%	0%	100%	0%	7%	29%	45%	18%	7%	29%	45%	18%
53	Dut	100%	0%	100%	0%	0%	0%	21%	79%	0%	0%	23%	77%
54	Badem	100%	0%	100%	0%	0%	49%	40%	11%	0%	49%	40%	11%
55	Kestane	100%	0%	100%	0%	15%	21%	45%	19%	17%	11%	53%	18%
56	Fındık	4%	96%	0%	100%	84%	16%	0%	0%	86%	14%	0%	0%
57	Antep Fıstığı	93%	7%	94%	6%	9%	0%	91%	0%	9%	0%	91%	0%
58	Ceviz	100%	0%	100%	0%	0%	50%	40%	9%	0%	51%	35%	14%
59	Nar	74%	26%	73%	27%	20%	5%	0%	75%	3%	61%	30%	6%
60	Çay	100%	0%	100%	0%	0%	0%	78%	22%	0%	0%	79%	21%
61	Pirinç	100%	0%	100%	0%	0%	32%	53%	16%	0%	59%	28%	13%

G-1: İthalat (ton); G-2: Üretim Kayıpları (ton); G-3: Kayıplar (ton); G-4: Ekilen Alan (dekar)

Ç-1: Kullanılabilir Üretim (ton); Ç-2: İhracat (ton)

Tablo E17. Tüm Ürünler İçin Kümülatif Etkinlik Değişimi, Teknolojik Değişim ve Malmquist TFV Endeksi Değerleri

Tüm Ürünler	2010-2011			2011-2012			2012-2013			2013-2014			2014-2015			2015-2016		
	ED	TD	MTFV	ED	TD	MTFV	ED	TD	MTFV	ED	TD	MTFV	ED	TD	MTFV	ED	TD	MTFV
Buğday (Durum)	2,289	0,440	1,008	0,868	1,191	1,034	0,845	1,138	0,962	0,914	1,185	1,083	1,070	0,967	1,035	0,983	1,005	0,988
Buğday (Diğer)	1,007	0,986	0,993	1,001	0,997	0,997	0,984	0,994	0,978	1,050	0,996	1,045	1,218	0,849	1,034	1,094	0,870	0,952
Mısır (Dane)	0,942	1,003	0,945	1,034	0,985	1,018	0,983	0,928	0,913	1,124	0,925	1,039	1,019	0,906	0,923	1,147	0,901	1,033
Arpa	1,168	0,902	1,054	0,562	1,802	1,012	0,573	1,644	0,942	0,655	1,799	1,179	0,827	1,186	0,981	0,654	1,455	0,952
Çavdar	1,000	1,670	1,670	1,000	1,000	1,000	1,000	1,678	1,678	1,000	0,999	0,999	1,000	1,622	1,622	1,000	1,674	1,674
Yulaf	1,000	0,986	0,986	1,000	0,896	0,896	1,000	0,988	0,988	1,000	1,000	1,000	1,000	0,891	0,891	1,000	0,984	0,984
Diğer Tahıllar	0,974	1,022	0,996	0,979	1,034	1,013	0,971	1,014	0,985	0,976	1,037	1,013	1,009	0,997	1,006	1,014	0,994	1,008
Kuru Fasulye	1,018	0,985	1,003	1,014	0,986	1,000	0,990	1,004	0,994	1,069	0,951	1,016	1,042	0,955	0,995	1,067	0,948	1,011
Nohut	1,023	1,079	1,104	0,966	1,054	1,019	0,973	1,106	1,076	1,024	1,067	1,093	0,984	1,039	1,022	1,045	1,061	1,108
Kırmızı Mercimek	1,059	0,970	1,027	1,049	0,937	0,983	0,942	1,077	1,015	0,923	1,120	1,034	0,944	1,055	0,996	0,965	1,084	1,047
Yeşil Mercimek	1,063	0,974	1,035	0,995	1,011	1,006	0,870	1,165	1,013	0,868	1,178	1,022	0,900	1,119	1,006	0,967	1,077	1,042
Soya Fasülyesi (Kuru)	1,000	1,002	1,002	1,000	0,912	0,912	0,999	1,005	1,004	1,000	0,990	0,990	1,000	0,960	0,960	1,000	0,969	0,969
Pamuk Tohumu (Çiğit)	1,583	0,686	1,086	0,983	1,025	1,008	1,060	0,924	0,980	1,211	0,852	1,032	1,275	0,771	0,984	1,348	0,764	1,030
Kolza	1,071	0,926	0,992	1,066	0,949	1,011	0,972	1,015	0,987	0,945	1,048	0,991	0,976	1,021	0,996	1,363	0,736	1,003
Ayçiçeği	1,000	0,907	0,907	1,000	0,945	0,945	1,000	0,731	0,731	1,000	0,940	0,940	1,000	0,980	0,980	1,000	0,964	0,964
Pirinç	1,000	0,990	0,990	1,000	1,011	1,011	0,992	0,993	0,985	0,961	1,029	0,989	1,000	1,012	1,012	1,000	1,000	1,000
Lahana	1,062	0,949	1,008	1,135	0,849	0,963	1,065	0,915	0,974	1,068	0,958	1,023	1,138	0,866	0,986	1,111	0,856	0,951
Marul	0,764	1,318	1,006	0,833	1,164	0,969	0,933	1,033	0,964	0,828	1,217	1,007	0,875	1,062	0,930	0,833	1,132	0,943
Ispanak	0,884	1,150	1,017	0,889	1,078	0,958	0,841	1,125	0,946	0,864	1,096	0,947	0,915	1,093	1,000	0,885	1,071	0,947
Semizotu	1,000	0,991	0,991	1,000	0,997	0,997	1,000	1,002	1,002	1,000	1,004	1,004	1,000	1,003	1,003	1,000	1,000	1,000
Karpuz	0,975	1,019	0,994	1,004	0,998	1,002	0,948	1,042	0,988	0,962	1,039	1,000	0,957	1,036	0,991	0,957	1,041	0,996
Kavun	0,952	1,006	0,958	0,959	1,022	0,980	0,990	0,999	0,989	0,992	0,971	0,963	0,950	1,016	0,964	0,939	1,026	0,963

Tablo E17. Tüm Ürünler İçin Kümülatif Etkinlik Değişimi, Teknolojik Değişim ve Malmquist TFV Endeksi Değerleri (Devamı)

Biber	1,008	1,050	1,058	1,045	0,988	1,032	1,038	0,974	1,010	1,063	0,971	1,032	1,024	0,982	1,006	1,036	0,982	1,017
Hıyar	1,000	0,912	0,912	1,000	0,856	0,856	1,000	0,651	0,651	1,000	1,031	1,031	1,000	1,048	1,048	1,000	0,606	0,606
Patlıcan	1,000	1,079	1,079	1,000	0,987	0,987	1,000	1,078	1,078	1,000	0,903	0,903	1,000	1,084	1,084	1,000	0,834	0,834
Domates	1,000	0,942	0,942	1,000	0,980	0,980	1,000	0,935	0,935	1,000	0,956	0,956	1,000	0,968	0,968	1,000	0,952	0,952
Bamya	1,000	1,120	1,120	1,000	1,003	1,003	1,000	1,115	1,115	1,000	1,115	1,115	1,000	1,120	1,120	1,000	1,122	1,122
Kabak (Sakız)	0,987	1,003	0,991	1,143	0,831	0,949	1,143	0,627	0,717	1,143	0,669	0,765	1,143	0,894	1,022	1,059	0,589	0,624
Havuç	1,000	0,984	0,984	1,000	0,966	0,966	1,000	0,981	0,981	1,000	0,989	0,989	1,000	0,946	0,946	1,000	0,984	0,984
Sarımsak (Kuru)	1,009	0,993	1,002	0,967	1,031	0,997	1,003	1,000	1,003	1,005	0,996	1,001	1,005	0,994	1,000	1,008	0,991	0,999
Soğan (Taze)	1,012	0,992	1,004	1,054	0,969	1,022	1,064	0,925	0,985	1,850	0,207	0,383	0,987	1,007	0,993	0,924	1,057	0,977
Soğan (Kuru)	1,165	0,712	0,830	1,165	0,669	0,779	1,165	0,791	0,921	1,165	0,928	1,081	1,165	0,702	0,817	1,165	0,482	0,561
Pırasa	1,000	0,221	0,221	1,000	0,912	0,912	1,000	0,748	0,748	0,975	0,870	0,848	1,000	0,996	0,996	1,000	0,785	0,785
Turp	1,000	0,343	0,343	1,000	0,998	0,998	1,000	0,999	0,999	1,000	0,837	0,837	1,000	0,983	0,983	1,000	0,975	0,975
Patates	1,000	1,005	1,005	1,000	1,009	1,009	1,000	0,970	0,970	1,000	1,000	1,000	0,972	1,011	0,982	1,000	0,999	0,999
Fasulye (Taze)	1,088	0,995	1,083	1,192	0,868	1,034	1,127	0,889	1,002	1,169	0,908	1,061	1,133	0,904	1,024	1,222	0,828	1,012
Bezelye (Taze)	1,502	0,599	0,899	1,027	0,979	1,005	1,016	0,984	0,999	1,015	0,985	1,000	1,131	0,882	0,998	1,217	0,825	1,004
Bakla (Taze)	0,971	1,020	0,991	0,864	1,076	0,929	1,000	0,963	0,963	0,857	1,044	0,894	1,000	1,064	1,064	0,809	1,224	0,990
Üzüm	1,002	1,124	1,126	0,984	1,064	1,048	0,845	1,135	0,960	1,040	1,069	1,112	0,909	1,091	0,992	1,037	0,969	1,005
Muz	0,940	1,028	0,966	0,935	1,044	0,976	0,904	1,070	0,967	0,903	1,078	0,974	0,893	1,101	0,983	0,909	1,067	0,970
İncir	1,000	1,121	1,121	1,000	0,885	0,885	1,000	0,918	0,918	1,000	1,205	1,205	1,000	1,033	1,033	1,000	1,039	1,039
Greyfurt	1,000	0,749	0,749	1,000	1,019	1,019	1,000	0,690	0,690	1,000	0,957	0,957	1,000	0,738	0,738	1,000	1,012	1,012
Limon	1,000	1,446	1,446	1,000	1,534	1,534	1,000	1,001	1,001	1,000	1,480	1,480	1,000	1,137	1,137	1,000	1,445	1,445
Portakal	0,976	1,008	0,984	0,952	1,060	1,009	0,976	0,983	0,959	0,988	1,013	1,000	0,987	0,982	0,969	1,076	0,936	1,006

Tablo E17. Tüm Ürünler İçin Kümülatif Etkinlik Değişimi, Teknolojik Değişim ve Malmquist TFV Endeksi Değerleri (Devamı)

Mandalina	1,000	1,030	1,030	1,000	1,061	1,061	1,000	0,934	0,934	1,000	1,033	1,033	1,000	1,044	1,044	1,000	1,010	1,010
Elma	1,078	0,935	1,007	1,105	0,955	1,055	1,217	0,777	0,946	1,063	0,951	1,011	0,834	1,124	0,938	1,304	0,772	1,007
Armut	1,133	0,931	1,056	1,326	0,797	1,057	1,213	0,802	0,973	1,604	0,742	1,191	1,268	0,700	0,888	1,179	0,861	1,015
Kayısı	1,000	1,427	1,427	1,000	1,020	1,020	1,000	1,447	1,447	0,891	1,926	1,716	0,823	1,669	1,374	1,000	1,383	1,383
Kiraz	0,817	1,474	1,205	1,000	1,271	1,271	1,000	1,275	1,275	0,910	0,761	0,692	1,000	1,278	1,278	0,849	1,439	1,221
Vişne	1,000	1,012	1,012	1,000	1,003	1,003	1,000	1,010	1,010	0,901	1,058	0,954	0,990	1,062	1,052	1,000	1,011	1,011
Şeftali	1,211	0,953	1,154	1,595	0,688	1,098	1,223	0,765	0,936	1,281	0,879	1,127	1,180	0,803	0,948	1,513	0,705	1,066
Erik	1,035	1,096	1,134	1,364	0,843	1,151	1,194	0,872	1,041	1,400	0,910	1,273	0,989	0,992	0,981	1,158	1,041	1,205
Çilek	0,912	1,138	1,038	0,886	1,186	1,052	0,879	1,101	0,968	0,974	1,120	1,091	0,716	1,327	0,950	0,866	1,161	1,006
Dut	0,970	0,997	0,967	0,986	1,035	1,021	0,962	0,998	0,961	0,796	1,250	0,994	0,839	1,159	0,972	0,846	1,173	0,992
Badem	0,996	1,007	1,003	1,030	0,967	0,996	1,008	0,990	0,997	1,045	0,988	1,033	1,019	0,976	0,994	1,005	1,014	1,019
Kestane	1,064	1,016	1,081	1,116	0,875	0,977	0,857	1,258	1,078	0,938	1,272	1,193	1,116	0,835	0,932	1,116	0,959	1,071
Fındık	1,000	1,067	1,067	1,000	0,937	0,937	1,000	1,051	1,051	1,000	1,131	1,131	1,000	1,036	1,036	1,000	0,953	0,953
Antep Fıstığı	0,774	1,344	1,041	0,781	1,257	0,982	0,642	1,542	0,990	0,825	1,274	1,051	0,881	1,154	1,017	0,802	1,276	1,024
Ceviz	0,963	1,023	0,985	0,980	1,017	0,997	0,963	1,020	0,982	0,974	1,049	1,022	0,926	1,069	0,990	0,917	1,090	1,000
Nar	1,000	0,760	0,760	1,000	0,941	0,941	1,000	0,936	0,936	1,000	0,862	0,862	1,000	1,045	1,045	1,000	0,873	0,873
Çay	0,909	0,961	0,873	1,154	0,880	1,015	0,973	0,876	0,853	1,111	0,891	0,990	0,740	1,014	0,751	1,116	1,033	1,153
Geometrik Ortalama	1,025	0,957	0,981	1,008	0,993	1,001	0,983	0,992	0,975	1,009	0,999	1,008	0,990	1,010	1,000	1,016	0,980	0,995

Tablo E18. Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler Kategorisi İçin Kümülatif Malmquist TFV Endeksi Değerleri

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Tahıllar	MTFV	MTFV	MTFV	MTFV	MTFV	MTFV
Buğday (Durum)	1,008	1,034	0,962	1,083	1,035	0,988
Buğday (Diğer)	0,993	0,997	0,978	1,045	1,034	0,952
Mısır (Dane)	0,945	1,018	0,913	1,039	0,923	1,033
Arpa	1,054	1,012	0,942	1,179	0,981	0,952
Çavdar	1,670	1,000	1,678	0,999	1,622	1,674
Yulaf	0,986	0,896	0,988	1,000	0,891	0,984
Diğer Tahıllar	0,996	1,013	0,985	1,013	1,006	1,008
Kuru Fasulye	1,003	1,000	0,994	1,016	0,995	1,011
Nohut	1,104	1,019	1,076	1,093	1,022	1,108
Kırmızı Mercimek	1,027	0,983	1,015	1,034	0,996	1,047
Yeşil Mercimek	1,035	1,006	1,013	1,022	1,006	1,042
Soya Fasülyesi (Kuru)	1,002	0,912	1,004	0,990	0,960	0,969
Pamuk Tohumu (Çiğit)	1,086	1,008	0,980	1,032	0,984	1,030
Kolza	0,992	1,011	0,987	0,991	0,996	1,003
Ayçiçeği	0,907	0,945	0,731	0,940	0,980	0,964
Pirinç	0,990	1,011	0,985	0,989	1,012	1,000
Geometrik Ortalama	1,040	0,991	1,001	1,028	1,018	1,038

Tablo E19. Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler Kategorisi İçin Kümülatif Etkinlikteki Değişim Değerleri

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Tahıllar	ED	ED	ED	ED	ED	ED
Buğday (Durum)	2,289	0,868	0,845	0,914	1,070	0,983
Buğday (Diğer)	1,007	1,001	0,984	1,050	1,218	1,094
Mısır (Dane)	0,942	1,034	0,983	1,124	1,019	1,147
Arpa	1,168	0,562	0,573	0,655	0,827	0,654
Çavdar	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Yulaf	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Diğer Tahıllar	0,974	0,979	0,971	0,976	1,009	1,014
Kuru Fasulye	1,018	1,014	0,990	1,069	1,042	1,067
Nohut	1,023	0,966	0,973	1,024	0,984	1,045
Kırmızı Mercimek	1,059	1,049	0,942	0,923	0,944	0,965
Yeşil Mercimek	1,063	0,995	0,870	0,868	0,900	0,967
Soya Fasülyesi (Kuru)	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000
Pamuk Tohumu (Çiğit)	1,583	0,983	1,060	1,211	1,275	1,348
Kolza	1,071	1,066	0,972	0,945	0,976	1,363
Ayçiçeği	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Pirinç	1,000	1,000	0,992	0,961	1,000	1,000
Geometrik Ortalama	1,105	0,961	0,939	0,975	1,012	1,028

Tablo E20. Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler Kategorisi İçin Kümülatif Teknolojik Değişim Değerleri

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Tahıllar	TD	TD	TD	TD	TD	TD
Buğday (Durum)	0,440	1,191	1,138	1,185	0,967	1,005
Buğday (Diğer)	0,986	0,997	0,994	0,996	0,849	0,870
Mısır (Dane)	1,003	0,985	0,928	0,925	0,906	0,901
Arpa	0,902	1,802	1,644	1,799	1,186	1,455
Çavdar	1,670	1,000	1,678	0,999	1,622	1,674
Yulaf	0,986	0,896	0,988	1,000	0,891	0,984
Diğer Tahıllar	1,022	1,034	1,014	1,037	0,997	0,994
Kuru Fasulye	0,985	0,986	1,004	0,951	0,955	0,948
Nohut	1,079	1,054	1,106	1,067	1,039	1,061
Kırmızı Mercimek	0,970	0,937	1,077	1,120	1,055	1,084
Yeşil Mercimek	0,974	1,011	1,165	1,178	1,119	1,077
Soya Fasülyesi (Kuru)	1,002	0,912	1,005	0,990	0,960	0,969
Pamuk Tohumu (Çiğit)	0,686	1,025	0,924	0,852	0,771	0,764
Kolza	0,926	0,949	1,015	1,048	1,021	0,736
Ayçiçeği	0,907	0,945	0,731	0,940	0,980	0,964
Pirinç	0,990	1,011	0,993	1,029	1,012	1,000
Geometrik Ortalama	0,941	1,031	1,066	1,054	1,007	1,009

Tablo E21. Sebzeler Kategorisi İçin Kümülatif Malmquist TFV Endeksi Değerleri

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Sebzeler	MTFV	MTFV	MTFV	MTFV	MTFV	MTFV
Lahana	1,008	0,963	0,974	1,023	0,986	0,951
Marul	1,006	0,969	0,964	1,007	0,930	0,943
Ispanak	1,017	0,958	0,946	0,947	1,000	0,947
Semizotu	0,991	0,997	1,002	1,004	1,003	1,000
Karpuz	0,994	1,002	0,988	1,000	0,991	0,996
Kavun	0,958	0,980	0,989	0,963	0,964	0,963
Biber	1,058	1,032	1,010	1,032	1,006	1,017
Hıyar	0,912	0,856	0,651	1,031	1,048	0,606
Patlıcan	1,079	0,987	1,078	0,903	1,084	0,834
Domates	0,942	0,980	0,935	0,956	0,968	0,952
Bamya	1,120	1,003	1,115	1,115	1,120	1,122
Kabak (Sakız)	0,991	0,949	0,717	0,765	1,022	0,624
Havuç	0,984	0,966	0,981	0,989	0,946	0,984
Sarımsak (Kuru)	1,002	0,997	1,003	1,001	1,000	0,999
Soğan (Taze)	1,004	1,022	0,985	0,383	0,993	0,977
Soğan (Kuru)	0,830	0,779	0,921	1,081	0,817	0,561
Pırasa	0,221	0,912	0,748	0,848	0,996	0,785
Turp	0,343	0,998	0,999	0,837	0,983	0,975
Patates	1,005	1,009	0,970	1,000	0,982	0,999
Fasulye (Taze)	1,083	1,034	1,002	1,061	1,024	1,012
Bezelye (Taze)	0,899	1,005	0,999	1,000	0,998	1,004
Bakla (Taze)	0,991	0,929	0,963	0,894	1,064	0,990
Geometrik Ortalama	0,883	0,968	0,945	0,930	0,995	0,907

Tablo E22. Sebzeleler Kategorisi İçin Kümülatif Etkinlikteki Değişim Değerleri

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Sebzeler	ED	ED	ED	ED	ED	ED
Lahana	1,062	1,135	1,065	1,068	1,138	1,111
Marul	0,764	0,833	0,933	0,828	0,875	0,833
Ispanak	0,884	0,889	0,841	0,864	0,915	0,885
Semizotu	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Karpuz	0,975	1,004	0,948	0,962	0,957	0,957
Kavun	0,952	0,959	0,990	0,992	0,950	0,939
Biber	1,008	1,045	1,038	1,063	1,024	1,036
Hıyar	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Patlıcan	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Domates	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Bamya	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Kabak (Sakız)	0,987	1,143	1,143	1,143	1,143	1,059
Havuç	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Sarımsak (Kuru)	1,009	0,967	1,003	1,005	1,005	1,008
Soğan (Taze)	1,012	1,054	1,064	1,850	0,987	0,924
Soğan (Kuru)	1,165	1,165	1,165	1,165	1,165	1,165
Pırasa	1,000	1,000	1,000	0,975	1,000	1,000
Turp	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Patates	1,000	1,000	1,000	1,000	0,972	1,000
Fasulye (Taze)	1,088	1,192	1,127	1,169	1,133	1,222
Bezelye (Taze)	1,502	1,027	1,016	1,015	1,131	1,217
Bakla (Taze)	0,971	0,864	1,000	0,857	1,000	0,809
Geometrik Ortalama	1,010	1,009	1,013	1,030	1,015	1,002

Tablo E23. Sebzeleler Kategorisi İçin Kümülatif Teknolojik Değişim Değerleri

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Sebzeleler	TD	TD	TD	TD	TD	TD
Lahana	0,949	0,849	0,915	0,958	0,866	0,856
Marul	1,318	1,164	1,033	1,217	1,062	1,132
Ispanak	1,150	1,078	1,125	1,096	1,093	1,071
Semizotu	0,991	0,997	1,002	1,004	1,003	1,000
Karpuz	1,019	0,998	1,042	1,039	1,036	1,041
Kavun	1,006	1,022	0,999	0,971	1,016	1,026
Biber	1,050	0,988	0,974	0,971	0,982	0,982
Hıyar	0,912	0,856	0,651	1,031	1,048	0,606
Patlıcan	1,079	0,987	1,078	0,903	1,084	0,834
Domates	0,942	0,980	0,935	0,956	0,968	0,952
Bamya	1,120	1,003	1,115	1,115	1,120	1,122
Kabak (Sakız)	1,003	0,831	0,627	0,669	0,894	0,589
Havuç	0,984	0,966	0,981	0,989	0,946	0,984
Sarımsak (Kuru)	0,993	1,031	1,000	0,996	0,994	0,991
Soğan (Taze)	0,992	0,969	0,925	0,207	1,007	1,057
Soğan (Kuru)	0,712	0,669	0,791	0,928	0,702	0,482
Pırasa	0,221	0,912	0,748	0,870	0,996	0,785
Turp	0,343	0,998	0,999	0,837	0,983	0,975
Patates	1,005	1,009	0,970	1,000	1,011	0,999
Fasulye (Taze)	0,995	0,868	0,889	0,908	0,904	0,828
Bezelye (Taze)	0,599	0,979	0,984	0,985	0,882	0,825
Bakla (Taze)	1,020	1,076	0,963	1,044	1,064	1,224
Geometrik Ortalama	0,874	0,959	0,933	0,904	0,980	0,904

Tablo E24. Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri Kategorisi İçin Kümülatif Malmquist TFV Endeksi Değerleri

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Meyveler	MTFV	MTFV	MTFV	MTFV	MTFV	MTFV
Üzüm	1,126	1,048	0,960	1,112	0,992	1,005
Muz	0,966	0,976	0,967	0,974	0,983	0,970
İncir	1,121	0,885	0,918	1,205	1,033	1,039
Greyfurt	0,749	1,019	0,690	0,957	0,738	1,012
Limon	1,446	1,534	1,001	1,480	1,137	1,445
Portakal	0,984	1,009	0,959	1,000	0,969	1,006
Mandalina	1,030	1,061	0,934	1,033	1,044	1,010
Elma	1,007	1,055	0,946	1,011	0,938	1,007
Armut	1,056	1,057	0,973	1,191	0,888	1,015
Kayısı	1,427	1,020	1,447	1,716	1,374	1,383
Kiraz	1,205	1,271	1,275	0,692	1,278	1,221
Vişne	1,012	1,003	1,010	0,954	1,052	1,011
Şeftali	1,154	1,098	0,936	1,127	0,948	1,066
Erik	1,134	1,151	1,041	1,273	0,981	1,205
Çilek	1,038	1,052	0,968	1,091	0,950	1,006
Dut	0,967	1,021	0,961	0,994	0,972	0,992
Badem	1,003	0,996	0,997	1,033	0,994	1,019
Kestane	1,081	0,977	1,078	1,193	0,932	1,071
Fındık	1,067	0,937	1,051	1,131	1,036	0,953
Antep Fıstığı	1,041	0,982	0,990	1,051	1,017	1,024
Ceviz	0,985	0,997	0,982	1,022	0,990	1,000
Nar	0,760	0,941	0,936	0,862	1,045	0,873
Çay	0,873	1,015	0,853	0,990	0,751	1,153
Geometrik Ortalama	1,042	1,041	0,986	1,074	0,993	1,057

Tablo E25. Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri Kategorisi İçin Kümülatif Etkinlikteki Değişim Değerleri

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Meyveler	ED	ED	ED	ED	ED	ED
Üzüm	1,002	0,984	0,845	1,040	0,909	1,037
Muz	0,940	0,935	0,904	0,903	0,893	0,909
İncir	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Greyfurt	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Limon	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Portakal	0,976	0,952	0,976	0,988	0,987	1,076
Mandalina	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Elma	1,078	1,105	1,217	1,063	0,834	1,304
Armut	1,133	1,326	1,213	1,604	1,268	1,179
Kayısı	1,000	1,000	1,000	0,891	0,823	1,000
Kiraz	0,817	1,000	1,000	0,910	1,000	0,849
Vişne	1,000	1,000	1,000	0,901	0,990	1,000
Şeftali	1,211	1,595	1,223	1,281	1,180	1,513
Erik	1,035	1,364	1,194	1,400	0,989	1,158
Çilek	0,912	0,886	0,879	0,974	0,716	0,866
Dut	0,970	0,986	0,962	0,796	0,839	0,846
Badem	0,996	1,030	1,008	1,045	1,019	1,005
Kestane	1,064	1,116	0,857	0,938	1,116	1,116
Fındık	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Antep Fıstığı	0,774	0,781	0,642	0,825	0,881	0,802
Ceviz	0,963	0,980	0,963	0,974	0,926	0,917
Nar	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Çay	0,909	1,154	0,973	1,111	0,740	1,116
Geometrik Ortalama	0,986	1,040	0,985	1,015	0,953	1,020

Tablo E26. Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri Kategorisi İçin Kümülatif Teknolojik Değişim Değerleri

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Meyveler	TD	TD	TD	TD	TD	TD
Üzüm	1,124	1,064	1,135	1,069	1,091	0,969
Muz	1,028	1,044	1,070	1,078	1,101	1,067
İncir	1,121	0,885	0,918	1,205	1,033	1,039
Greyfurt	0,749	1,019	0,690	0,957	0,738	1,012
Limon	1,446	1,534	1,001	1,480	1,137	1,445
Portakal	1,008	1,060	0,983	1,013	0,982	0,936
Mandalina	1,030	1,061	0,934	1,033	1,044	1,010
Elma	0,935	0,955	0,777	0,951	1,124	0,772
Armut	0,931	0,797	0,802	0,742	0,700	0,861
Kayısı	1,427	1,020	1,447	1,926	1,669	1,383
Kiraz	1,474	1,271	1,275	0,761	1,278	1,439
Vişne	1,012	1,003	1,010	1,058	1,062	1,011
Şeftali	0,953	0,688	0,765	0,879	0,803	0,705
Erik	1,096	0,843	0,872	0,910	0,992	1,041
Çilek	1,138	1,186	1,101	1,120	1,327	1,161
Dut	0,997	1,035	0,998	1,250	1,159	1,173
Badem	1,007	0,967	0,990	0,988	0,976	1,014
Kestane	1,016	0,875	1,258	1,272	0,835	0,959
Fındık	1,067	0,937	1,051	1,131	1,036	0,953
Antep Fıstığı	1,344	1,257	1,542	1,274	1,154	1,276
Ceviz	1,023	1,017	1,020	1,049	1,069	1,090
Nar	0,760	0,941	0,936	0,862	1,045	0,873
Çay	0,961	0,880	0,876	0,891	1,014	1,033
Geometrik Ortalama	1,056	1,001	1,001	1,058	1,042	1,037

Tablo E27. Senaryo 1 için Elastiklik Ölçüm Sonuçları

Ürünler	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE
Buğday (Durum)	0,40	0,74	0,18	1,00	0,39	0,69	0,27	0,88	0,48	0,91	0,21	0,89	0,32	0,94
Buğday (Diğer)	0,00	0,96	0,00	0,97	0,00	0,96	0,00	0,97	0,00	0,97	0,00	0,97	0,00	0,97
Arpa	0,12	0,97	0,13	0,97	0,25	0,95	0,18	0,97	0,41	0,97	0,12	0,98	0,18	0,97
Çavdar	0,00	1,03	0,59	1,04	0,19	1,06	0,29	1,05	0,22	1,05	0,00	1,04	0,00	1,05
Yulaf	0,74	1,03	0,69	1,04	0,69	1,03	0,65	1,04	0,71	1,04	0,63	1,03	0,55	1,04
Soya Fasülyesi (Kuru)	0,86	1,03	0,85	1,01	0,79	1,07	0,86	1,00	0,86	1,01	0,86	1,03	0,85	1,03
Ayçiçeği	0,11	1,00	0,03	1,00	0,03	1,01	0,01	1,01	0,01	1,01	0,02	1,01	0,03	1,01
Semizotu	0,50	∞	0,95	∞	0,83	∞	0,58	∞	0,93	∞	0,96	∞	0,95	∞
Biber	0,47	0,93	0,50	0,93	0,49	0,96	0,39	0,95	0,44	0,97	0,48	0,95	0,44	0,96
Hıyar	0,09	1,01	0,10	1,01	0,04	1,01	0,01	1,01	0,02	1,01	0,66	1,00	0,04	1,01
Patlıcan	0,00	1,01	0,39	1,01	0,00	1,02	0,46	1,01	0,00	1,01	0,30	1,01	0,07	1,01
Domates	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00
Bamya	0,38	1,04	0,71	1,05	0,60	1,06	0,34	1,07	0,71	1,06	0,84	1,06	0,84	1,07
Havuç	0,83	1,02	0,82	1,01	0,78	1,02	0,80	1,02	0,80	1,02	0,80	1,02	0,80	1,02
Soğan (Kuru)	0,67	0,85	0,14	1,00	0,03	1,01	0,46	1,00	0,65	1,00	0,11	1,00	0,03	1,01
Turp	0,78	1,01	0,26	1,02	0,79	1,01	0,86	1,01	0,78	1,02	0,14	1,02	0,12	1,03
Patates	0,25	1,00	0,27	1,00	0,25	1,00	0,30	1,00	0,29	1,00	0,21	1,00	0,18	1,00
Üzüm	0,00	0,96	0,01	0,95	0,01	0,94	0,10	0,93	0,00	0,98	0,04	0,91	0,01	0,96
İncir	0,45	1,34	0,35	1,35	0,21	2,10	0,17	1,85	0,23	1,20	0,31	1,16	0,22	1,20
Greyfurt	0,54	1,12	0,21	1,28	0,58	1,10	0,34	1,21	0,58	1,10	0,26	1,17	0,69	1,06
Limon	0,07	1,02	0,09	1,01	0,16	1,02	0,13	1,03	0,34	1,01	0,13	1,01	0,21	1,02
Mandalina	0,18	1,01	0,11	1,01	0,17	1,01	0,09	1,01	0,12	1,01	0,10	1,01	0,10	1,01
Kayısı	0,03	1,34	0,05	1,03	0,10	1,04	0,06	1,01	0,28	0,53	0,24	0,88	0,24	1,01
Fındık	0,02	1,19	0,05	1,25	0,01	1,28	0,02	1,31	0,03	1,29	0,04	1,22	0,06	1,24
Nar	0,42	1,03	0,17	1,04	0,42	1,03	0,37	1,03	0,16	1,03	0,54	1,01	0,46	1,02

X: Çözumsuz - Birim seçmeli radyal etkinlik varsayımına uymamaktadır (Elastiklik Tanımsız).

∞: Doğrusal programlama modeli sınırlandırılmamış çözüm vermektedir (Elastiklik Tanımsız).

—: Çıktı kümesinin değeri sıfırdır (Elastiklik Tanımsız).

Tablo E28. Senaryo 2 için Elastiklik Ölçüm Sonuçları

Ürünler	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE
Buğday (Durum)	0,06	0,43	0,00	∞	0,00	0,39	0,04	0,81	0,28	1,04	0,07	0,87	0,00	0,81
Buğday (Diğer)	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Arpa	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Çavdar	0,00	0,00	4,45	∞	0,00	0,00	7,16	∞	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yulaf	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Soya Fasülyesi (Kuru)	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Ayçiçeği	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Semizotu	0,00	0,00	0,00	0,00	—	—	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Biber	0,12	∞	0,25	∞	0,15	∞	0,05	∞	0,04	∞	0,08	∞	0,10	∞
Hıyar	0,00	∞	0,00	∞	X	X	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Patlıcan	0,00	∞	0,00	∞	0,00	0,00	X	X	0,00	0,00	0,00	∞	0,00	∞
Domates	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Bamya	0,00	0,00	0,00	∞	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Havuç	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Soğan (Kuru)	8,40	∞	0,05	∞	0,01	∞	0,06	∞	4,13	∞	0,10	∞	0,00	∞
Turp	0,00	∞	0,00	0,00	0,00	∞	0,00	∞	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Patates	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Üzüm	0,00	∞	0,00	∞	0,00	19,95	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
İncir	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Greyfurt	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Limon	0,00	∞	0,00	∞	0,00	4,82	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Mandalina	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Kayısı	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	0,11	0,00	∞	0,00	∞
Fındık	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Nar	0,24	∞	0,04	∞	0,05	∞	0,21	∞	0,05	∞	0,40	∞	0,14	∞

X: Çözumsuz - Birim seçmeli radyal etkinlik varsayımına uymamaktadır (Elastiklik Tanımsız).

∞: Doğrusal programlama modeli sınırlandırılmamış çözüm vermektedir (Elastiklik Tanımsız).

—: Çıktı kümesinin değeri sıfırdır (Elastiklik Tanımsız).

Tablo E29. Senaryo 3 için Elastiklik Ölçüm Sonuçları

Ürünler	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE
Buğday (Durum)	0,00	0,32	0,00	∞	0,20	∞	0,00	∞	0,00	0,45	0,00	∞	0,00	∞
Buğday (Diğer)	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Arpa	0,00	0,32	0,00	0,38	0,00	0,21	0,00	0,41	0,00	0,21	0,00	0,36	0,00	0,21
Çavdar	0,00	0,76	0,00	0,51	0,00	0,71	0,00	0,68	0,00	0,66	0,00	0,72	0,00	0,71
Yulaf	0,00	0,29	0,00	0,29	0,00	0,35	0,00	0,38	0,00	0,28	0,00	0,40	0,00	0,41
Soya Fasülyesi (Kuru)	0,00	0,29	0,00	0,28	0,00	∞	0,00	0,30	0,00	0,30	0,00	∞	0,00	∞
Ayçiçeği	0,00	2,71	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Semizotu	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Biber	0,00	0,38	0,00	0,38	0,00	0,40	0,00	0,41	0,00	0,46	0,00	0,53	0,00	0,55
Hıyar	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,08	0,83	0,00	∞
Patlıcan	0,00	∞	0,00	0,78	0,00	∞	0,00	0,77	0,00	1,12	0,00	1,17	0,00	∞
Domates	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Bamya	0,00	∞	0,00	0,28	0,00	0,39	0,00	0,58	0,00	0,29	0,00	0,27	0,00	0,27
Havuç	0,36	0,91	0,30	0,85	0,16	0,89	0,27	0,88	0,20	0,87	0,22	0,87	0,25	0,89
Soğan (Kuru)	0,02	0,33	0,00	∞	0,00	∞	0,00	0,75	0,01	0,51	0,00	0,94	0,00	∞
Turp	0,00	0,54	0,00	0,94	0,00	0,53	0,00	0,40	0,00	0,68	0,00	1,04	0,00	1,04
Patates	0,00	0,83	0,00	0,80	0,00	0,80	0,00	0,79	0,00	0,79	0,00	0,86	0,00	0,89
Üzüm	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
İncir	0,04	∞	0,02	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Greyfurt	0,04	∞	0,01	∞	0,10	∞	0,04	∞	0,06	∞	0,01	∞	0,29	∞
Limon	0,00	∞	0,00	∞	0,04	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Mandalina	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Kayısı	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,85	∞	0,02	∞	0,00	∞
Fındık	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Nar	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞

X: Çözumsuz - Birim seçmeli radyal etkinlik varsayımına uymamaktadır (Elastiklik Tanımsız).

∞: Doğrusal programlama modeli sınırlandırılmamış çözüm vermektedir (Elastiklik Tanımsız).

—: Çıktı kümesinin değeri sıfırdır (Elastiklik Tanımsız).

Tablo E30. Senaryo 4 için Elastiklik Ölçüm Sonuçları

Ürünler	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE
Buğday (Durum)	0,55	1,13	0,00	∞	0,68	∞	0,32	∞	0,56	5,11	0,18	∞	0,00	∞
Buğday (Diğer)	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Arpa	0,11	0,93	0,12	0,95	0,15	0,92	0,13	0,94	0,19	0,94	0,08	0,93	0,11	0,95
Çavdar	0,00	1,10	0,36	1,01	0,19	1,85	0,19	1,05	0,22	1,05	0,00	1,05	0,00	1,07
Yulaf	0,68	1,01	0,66	1,01	0,47	1,02	0,45	1,02	0,54	1,02	0,44	1,01	0,44	1,02
Soya Fasülyesi (Kuru)	0,70	1,36	0,69	1,01	0,69	∞	0,68	1,00	0,69	1,00	0,69	∞	0,69	∞
Ayçiçeği	0,29	15,99	0,23	∞	0,24	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Semizotu	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Biber	0,26	0,85	0,38	0,85	0,35	0,93	0,19	0,93	0,21	0,97	0,17	0,89	0,24	0,96
Hıyar	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	0,77	0,00	∞
Patlıcan	0,00	∞	0,22	0,96	0,00	∞	0,22	0,98	0,00	1,11	0,00	1,05	0,00	∞
Domates	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Bamya	0,24	∞	0,71	1,05	0,58	1,06	0,33	1,14	0,71	1,06	0,73	1,06	0,73	1,07
Havuç	0,15	0,63	0,19	0,64	0,16	0,80	0,16	0,71	0,17	0,73	0,21	0,71	0,21	0,70
Soğan (Kuru)	0,40	0,62	0,00	∞	0,00	∞	0,24	0,93	0,40	0,75	0,00	0,96	0,00	∞
Turp	0,47	0,97	0,08	3,34	0,48	0,98	0,42	0,96	0,34	1,05	0,00	1,28	0,00	1,21
Patates	0,17	0,98	0,19	0,98	0,20	0,97	0,20	0,97	0,20	0,97	0,13	0,98	0,12	0,99
Üzüm	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,60	∞	0,00	∞	0,34	∞	0,00	∞
İncir	0,20	∞	0,27	∞	0,10	∞	0,11	∞	0,15	∞	0,26	∞	0,23	∞
Greyfurt	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Limon	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Mandalina	0,25	∞	0,23	∞	0,20	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Kayısı	0,09	∞	0,18	∞	0,00	∞	0,00	∞	1,11	∞	0,30	∞	0,46	∞
Fındık	0,07	∞	0,16	∞	0,07	∞	0,09	∞	0,09	∞	0,08	∞	0,16	∞
Nar	0,55	∞	0,00	∞	0,53	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞

X: Çözumsuz - Birim seçmeli radyal etkinlik varsayımına uymamaktadır (Elastiklik Tanımsız).

∞: Doğrusal programlama modeli sınırlandırılmamış çözüm vermektedir (Elastiklik Tanımsız).

—: Çıktı kümesinin değeri sıfırdır (Elastiklik Tanımsız).

Tablo E31. Senaryo 5 için Elastiklik Ölçüm Sonuçları

Ürünler	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE	RHE	LHE
Buğday (Durum)	0,00	0,52	0,00	∞	0,07	0,57	0,00	1,00	0,00	0,91	0,00	0,95	0,00	0,76
Buğday (Diğer)	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Arpa	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Çavdar	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Yulaf	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Soya Fasülyesi (Kuru)	0,00	∞	1,18	∞	0,00	∞	10,55	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,34	∞
Ayçiçeği	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Semizotu	0,00	∞	0,00	∞	—	—	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Biber	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Hıyar	0,00	∞	0,00	∞	X	X	0,00	∞	0,00	∞	0,23	∞	0,00	∞
Patlıcan	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	X	X	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Domates	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Bamya	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Havuç	10,46	∞	7,10	∞	1,89	∞	6,89	∞	4,12	∞	2,23	∞	3,38	∞
Soğan (Kuru)	4,70	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	4,67	∞	0,00	∞	0,00	∞
Turp	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Patates	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Üzüm	0,00	∞	0,00	∞	0,00	0,94	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
İncir	0,01	∞	0,02	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Greyfurt	0,05	∞	0,01	∞	0,12	∞	0,04	∞	0,09	∞	0,01	∞	0,40	∞
Limon	0,00	∞	0,00	∞	0,03	10,71	0,00	∞	0,01	∞	0,00	∞	0,00	∞
Mandalina	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Kayısı	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,13	0,22	0,09	∞	0,00	∞
Fındık	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞
Nar	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞	0,00	∞

X: Çözumsuz - Birim seçmeli radyal etkinlik varsayımına uymamaktadır (Elastiklik Tanımsız).

∞: Doğrusal programlama modeli sınırlandırılmamış çözüm vermektedir (Elastiklik Tanımsız).

—: Çıktı kümesinin değeri sıfırdır (Elastiklik Tanımsız).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Cem MENTEN

Doğum Yeri ve Tarihi : Adana 21/04/1988

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Hacettepe Üniversitesi / İşletme Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Hacettepe Üniversitesi / İşletme Bölümü /
Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İletişim

E-Posta Adresi : cem_menten@hotmail.com

Tarih : 29/05/2018