

T.C. İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Toplam Faktör Verimliliği ile Etkinlik İncelemesi
ve İyileştirme Hedeflerinin Belirlenmesi

Yüksek Lisans Tezi
Gülizar Özkaya
1410011004

Anabilim Dalı: İŞLETME
Program: İŞLETME

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Murat Taha Bilişik

Nisan 2017

T.C. İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Toplam Faktör Verimliliği ile Etkinlik İncelemesi
ve İyileştirme Hedeflerinin Belirlenmesi

Yüksek Lisans Tezi
Gülizar Özkaya
1410011004

Anabilim Dalı: İŞLETME

Program: İŞLETME

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Murat Taha Bilişik

Jüri Üyeleri: Yrd. Doç. Meltem Ulusan Polat

Yrd. Doç. S. Kadri Mirze

Nisan 2017

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜRLER

Günümüzde insanların farklı alanlarda çalışmalar yapması ve farklı iş kollarında deneyimler yaşaması sebebiyle; sektörel bazda birçok alanda veya işletme yada hizmet kuruluşları gibi çok farklı alanlarda bilgiler sunabilen ve bu bilgileri almakta kullanılan girdi ve çıktı faktörlerinin geniş bir yelpaze sunması dolayısıyla, danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Murat Taha BİLİŞİK' in de önerileri ile bu konuda çalışma yapma isteği duydum. Çalışmaya konu olan sektör grubunun seçilmesindeyse, bu alanda yapılan az sayıda ki çalışmaya bir yenisini ekleme ve farklı bir sektörle ilgili bilgi ve fikir sahibi olmak isteğim etkili olmuştur.

Yüksek Lisans tezimin hazırlanması sürecinde, bana yol gösteren, her fırsatta bilgilerini ve desteğini benden esirgemeyen ve bana, hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım değerleri danışman hocam; Yrd. Doç. Dr. Murat Taha BİLİŞİK' e, çok teşekkür ederim. Çalışmam boyunca, her zaman yanımda olan ve beni destekleyen eşim İlkay ELİBOL' a, maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan Annem ve Babam' a teşekkürlerimi sunarım.

Nisan 2017

Gülizar Özkaya

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TESEKKÜRLER	i
-----------------------------	----------

İÇİNDEKİLER	ii
--------------------	-----------

TABLolar	iv
-----------------	-----------

SEKİLLER	v
-----------------	----------

ÖZET	vii
-------------	------------

YABANCI DİL ÖZET (ABSTRACT)	viii
------------------------------------	-------------

GİRİŞ	ix
--------------	-----------

1.1 DEMİR - ÇELİK SEKTÖR TANIMI	1
--	----------

1.1.1 TÜRKİYE'DE DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜNÜN KURULUŞU	1
--	---

1.1.2 TÜRKİYE'DE DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜNÜN GELİŞİMİ	1
--	---

1.2 DEMİR - ÇELİK ÜRETİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER	5
--	----------

1.2.1 MADEN REZERVLERİ VE KULLANIMI	10
-------------------------------------	----

1.2.2 HURDA TÜKETİMİ	12
----------------------	----

1.3 DEMİR - ÇELİK TÜKETİMİ	14
-----------------------------------	-----------

1.4 DEMİR - ÇELİK ÜRETİM KAPASİTESİ	15
--	-----------

1.5 DEMİR - ÇELİK İHRACATI	16
-----------------------------------	-----------

1.6 DEMİR - ÇELİK İTHALATI	18
-----------------------------------	-----------

2 LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	20
--------------------------------	-----------

3 VERİMLİLİK VE ETKİNLİK İLE İLGİLİ KAVRAMLAR	25
--	-----------

3.1 VERİMLİLİK VE VERİM	25
--------------------------------	-----------

3.1.1 TEKNİK VERİM	25
--------------------	----

3.1.2	EKONOMİK VERİM	25
3.2	ETKİLİLİK VE ETKİNLİK	26
3.2.1	TEKNİK ETKİNLİK VE TAHSİS ETKİNLİĞİ	27
3.2.2	ÖLÇEK ETKİNLİĞİ	28
3.3	ETKİNLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	29
3.3.1	RASYO ANALİZİ	30
3.3.2	SINIR YAKLAŞIMI	30
3.3.2.1	Parametrik Yöntemler	31
3.3.2.1.1	Stokastik Sınır Yaklaşımı (SFA - Stochastic Frontier Approach)	31
3.3.2.1.2	Serbest Dağılım Yaklaşımı (DFA - The Distribution Free Approach)	32
3.3.2.1.3	Kalın Sınır Yaklaşımı (TFA- Thick Frontier Approach)	32
3.3.2.2	Parametrik Olmayan Yöntemler	32
3.3.2.2.1	Veri Zarflama Analizi (DEA- Data Envelopment Analysis)	33
3.3.2.2.2	Serbest Atılabilir Zarf Yaklaşımı	33
4	<u>VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA)</u>	35
4.1	CCR YÖNTEMİ	37
4.2	BCC YÖNTEMİ	44
4.3	VZA' NIN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI	51
4.4	VZA UYGULAMA AŞAMALARI	52
5	<u>MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ ENDEKSİ YAKLAŞIMI</u>	53
6	<u>DEMİR - ÇELİK SEKTÖRÜNDE VZA VE TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ ÜZERİNE BİR UYGULAMA</u>	55
6.1	GİRDİ VE ÇIKTILARIN SEÇİMİ	56
6.2	CCR VE BCC YÖNTEMLERİ İLE UYGULAMA	59
6.2.1	CCR YÖNTEMİ UYGULAMASI	59
6.2.2	BCC YÖNTEMİ UYGULAMA	67
6.2.3	ÖLÇEK ETKİNLİĞİ VE ÖLÇEĞE GÖRE GETİRİ SONUÇLARI	71
6.3	MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ ENDEKSİ UYGULAMASI	74
7	<u>TARTIŞMA VE SONUÇ</u>	75
8	<u>KAYNAKÇA</u>	79

TABLolar

Tablo 1: Dünya Çelik Üretim Sıralaması.....	4
Tablo 2: Yıllık 3 Milyon Ton Üzeri Çelik Üretimi Gerçekleştiren En Büyük Şirketler	8
Tablo 3: En Büyük Hurda İhracatçısı Ülkeler (milyon ton)	13
Tablo 4: En Büyük Hurda İthalatçısı Ülkeler (milyon ton)	13
Tablo 5: Dünyada Demir-Çelik'in Fert Başına Tüketimi (kg kişi/yıl)	14
Tablo 6: Türkiye'nin Çelik Üretim Kapasitesi (milyon ton)	16
Tablo 7: Ürünlere Göre Çelik İhracatı (milyon ton)	17
Tablo 8: Dünyanın En Büyük Çelik İhracatı Yapan Ülkeler (milyon ton)	18
Tablo 9: Dünyanın En büyük Çelik İthalatı Yapan Ülkeleri (milyon ton)	19
Tablo 10: CRR Modelleri	43
Tablo 11: BCC Modelleri	50
Tablo 12: Borsa İstanbul'a Kote Olan Demir-Çelik Şirketleri ve Kuruluş Yılları	55
Tablo 13: Şirketlere ilişkin 2014 Yılı Veri Seti	57
Tablo 14: Şirketlere İlişkin 2015 Yılı Veri Seti	58
Tablo 15: 2014 CCR Etkinlik Skoru ve Referans Kümesi	59
Tablo 16: Demir-Çelik Sektörü için Potansiyel İyileştirme Oranları 2014	61
Tablo 17: 2015 CCR Etkinlik Skoru ve Referans Kümesi	63
Tablo 18: Demir - Çelik Sektörü için Potansiyel İyileştirme Oranları 2015	64
Tablo 19: 2014 BCC Etkinlik Skoru ve Referans Kümesi	67
Tablo 20: Demir - Çelik Sektörü için Potansiyel İyileştirme Oranları 2014	68
Tablo 21: 2015 BCC Etkinlik Skoru ve Referans Kümesi	69
Tablo 22: Demir - Çelik Sektörü için Potansiyel İyileştirme Oranları 2015	70
Tablo 23: 2014 Yılı Şirketlere Yönelik Ölçek Etkinliği ve Ölçek Getirileri	72
Tablo 24: 2015 Yılı Şirketlere Yönelik Ölçek Etkinliği ve Ölçek Getirileri	73
Tablo 25: Malmquist TFV ve Teknik Etkinlik Sonuçları	74

ŞEKİLLER

Şekil 1: Özel Sektör Kuruluşu ve Elektrikli Ark Ocaklar Sonrası Üretimi	2
Şekil 2: Türkiye'nin Ham Çelik Üretimi'	3
Şekil 3: Türkiye Demir-Çelik Haritası	6
Şekil 4: Dünyanın En Büyük Demir Cevheri Rezervine Sahip Olan Ülkeler	10
Şekil 5: Dünyanın En Büyük Demir Cevheri Üreten Ülkeler 2014.....	11
Şekil 6: Toplam Etkinlik Şeması	29
Şekil 7: Etkinlik Ölçüm Yöntemleri Sınıflandırılması	29
Şekil 8: Etkinlik Ölçüm Yöntemleri	33
Şekil 9: VZA Yöntem ve Yaklaşımları	36
Şekil 10: Güçlü ve Zayıf Etkinlik	40
Şekil 11: CCR ve BBC Etkinlik Sınırı Farkı	49
Şekil 12: Girdi-Çıktı Faktörleri	57
Şekil 13: En Çok Referans Alınan Karar Birimleri	60
Şekil 14: Karar Birimlerinin Toplam Potansiyel İyileştirme Oranları 2014.....	62
Şekil 15: Frontier Analysis CCR Etkinlik Sonuçları Ekran Görüntüsü	66
Şekil 16: Frontier Analysis BCC Etkinlik Sonuçları Ekran Görüntüsü	71

KISALTMALAR

AKCT	Avrupa Kömür �elik Topluluğu
BCC	Banker, Charnes ve Cooper
BDT	Bağımsız Devletler Topluluğu
BİST	Borsa İstanbul
BOF	Bazık Oksijen Fırını
CCR	Charnes, Cooper ve Rhodes
DEA	Data Envelopment Analysis
DFA	Distribution Free Approach
EAO	Elektrikli Ark Ocak
ENB	Enbüyükleme
ENK	Enk�c�kleme
İMKB	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
KAP	Kamu Aydınlatma Platformu
KVB	Karar Verme Birimi
MKEK	Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu
MPI	Malmquist Productivity İndex
MTFVE	Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi
SFA	Stochastic Frontier Approach
SSCB	Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
TFA	Thick Frontier Approach
TFV	Toplam Faktör Verimliliği
�GAG	�l�eğe Göre Artan Getiri
�GAZG	ölçeğe Göre Azalan Getiri
�GSG	ölçeğe Göre Sabit Getiri

Enstitüsü: Sosyal Bilimler Enstitüsü
Dalı: İşletme
Programı: İşletme Yüksek Lisansı
Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Murat Taha BİLİŞİK
Tez Türü Ve Tarihi: Yüksek Lisans-Nisan 2017

ÖZET

Toplam Faktör Verimliliği ile Etkinlik İncelemesi ve İyileştirme Hedeflerin Belirlenmesi

Gülizar Özkaya

Rekabet koşullarının sert olduğu, finansal krizlerin ve ekonomik durgunlukların yaşandığı günümüzde, kaynakların etkili ve verimli kullanılması, şirketler ve ülke ekonomileri için önemli ve gerekli bir duruma ulaşmıştır. Ülke ekonomilerine çok büyük katkı sağlayan Demir-Çelik Sektörü aynı zamanda çok sayıda endüstriye de hammadde sağlamaktadır. Kaynakları kısıtlı ve dışa bağımlılığı yüksek oranda olan ülkemizde, Demir-Çelik Sektöründe, kaynakların doğru kullanıp kullanılmadığı, etkinlik ve verimliliklerinin değerlendirmeleri ve buna uygun iyileştirme hedeflerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, Türkiye Demir-Çelik Sektöründe faaliyet gösteren, Borsa İstanbul'a (BİST) kote olan 9 adet demir-çelik şirketinin çıktı yönelimli Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Analizi ile etkinlikleri incelenmiştir. Çalışmada şirketlerin mali tablolarından elde edilen 2014 ve 2015 yıllarına ilişkin 3 adet girdi faktörü (çalışan sayısı, duran varlıklar, dönen varlıklar) ve 2 adet çıktı faktörü (hasılat, brüt kar) ile veri setleri oluşturulmuştur. Etkinlik sonuçlarına göre etkin olmayan şirketlerin potansiyel iyileştirme hedefleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Demir-Çelik Sektörü, Etkinlik, Verimlilik, Veri Zarflama Analizi (VZA), Malmquist Toplam Faktör Verimliliği

University: İstanbul Kültür University
Institute; Institute of Social Sciences
Department: Business Administration
Programme: Master of Business Administration
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Murat Taha BİLİŞİK
Degree Awarded and Date: MA April 2017

ABSTRACT

Efficiency research with total factor productivity and determination
of improvement targets

Gülizar Özkaya

In today's competitive world, when financial crises and economic stagnation are experienced, the effective and efficient use of resources has become an important and necessary condition for companies and country economies. The iron-steel industry, which provides a great deal for the country's economies, also provides raw materials to a large number of industries. In the iron-steel industry, where our country has limited resources and high dependency on external sources, it is necessary to determine whether the resources are used correctly, to evaluate the efficiency and productivity and to determine the appropriate improvement targets. In this study, the activities of 9 iron and steel companies listed in Istanbul stock market operating in the Turkish iron and steel industry with their output oriented Data Envelopment Analysis (DEA) a non-parametric approach and Malmquist productivity index (MPI) were examined. In this paper multiple inputs and outputs; 3 input factors (number of employees, fixed assets, current assets) and 2 output factors (revenue, gross profit) and data sets for the 2014 and 2015 financial statements were obtained. According to the activity results, the potential improvement targets of the ineffective companies were determined.

Key Words: iron-steel industry, Data Envelopment Analysis (DEA), Malmquist productivity index (MPI), efficiency, productivity

GİRİŞ

Günümüzde rekabet koşullarının sertliği ve rekabetin küresel boyutta yaşanması nedeniyle, kaynakların etkili ve verimli kullanımı şirketler için büyük önem arz etmektedir. Pazar paylarında yaşanan daralmalar, firmaları farklı üretim planlamalarına, verimlilik araştırmalarına ve teknolojik gelişmelere cevap vermeye zorlamaktadır.

Yapılan performans ve etkinlik araştırmaları yöneticiler için, şirketlerin kaynaklarının etkin kullanılmasında ve verimin artırılması hususunda bilinçli planlar yapmalarına olanak sunmaktadır. Etkinlik analizleri yöneticiler dışında yatırımcılar için, bilgi ve yatırım kararları hakkında rasyonel düşünmelerine yardımcı olmaktadır. Bu yüzden etkinlik analizlerinin yapılması; yatırımcılar, şirketler, yöneticiler ve sektör bazında neredeyse zorunlu bir hale gelmiştir.

Bu çalışmada Borsa İstanbul'a kote olan 9 adet demir-çelik şirketi Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Analizleri ile incelenmiş ve gerekli iyileştirmeler belirlenmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde demir-çelik sektörüne ilişkin bilgiler, ülkemiz adına ve küresel anlamda karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ana bölümde ise etkinlik kavramları, Veri Zarflama Analizi ve Toplam Faktör Verimliliği hakkında literatürde yer alan yaklaşımlara yer verilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda optimizasyon çözümleri yapılmış ve şirketlere ait sonuçlar değerlendirilip, gerekli potansiyel iyileştirme oranları ve hedefleri sunulmuştur.

1.1 DEMİR - ÇELİK SEKTÖR TANIMI

Demir-çelik sektörü; demir cevheri veya hurdasının eritilip slab¹ haline getirildikten sonra istenilen kimyasal ve fiziksel yapıda ürünler sunan sektördür. Birçok endüstriye de hammadde sağlayan demir-çelik sektörü, bu bakımdan ağır sanayi sektörleri arasında en önemlilerden biri konumundadır.

1.1.1 Türkiye’de demir-çelik sektörünün kuruluşu

Türkiye’de ilk demir-çelik sanayi kuruluş çalışmaları, Kırıkkale’de Askeri Fabrikalar Müdürlüğü’ne bağlı olarak 1925 yılında başlamış, Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu (MKEK) olarak bilinen savunma sanayinin çelik ihtiyacını karşılamak amacıyla 50.000 ton üretim kapasiteli fabrika 1928 yılında üretime geçmiştir.² Demir- çelik sanayi adına atılan diğer bir adım da 1925 yılında sanayinin kurulup kurulamayacağına dair incelemelerin İktisat Vekâleti tarafından başlatılmasıdır. Avusturalya Leopen Maden Mektebi’nden Prof. Dr. Granigg, demir çelik sanayi kurmaya uygun demir cevherinin olup olmadığını ve maden kömürlerinin koklaşma durumunu incelemek için görevlendirilmiştir. Almanya, Belçika ve Lüksemburg’da testler yapılmış ancak çalışmalara devam edilmemiştir.

1932 yılında Rus heyeti ile incelemelere tekrar başlanmış ve nihayetinde Sümerbank ve Erkan-ı Harbiye’nin sanayinin kuruluş yeri ve diğer sorunlarını incelemesiyle, sanayinin Karabük’te kurulmasına karar verilmiştir. 1937’de yapımına başlanan demir-çelik fabrikaları 6 Haziran 1939’da tamamlanıp işletmeye alınmıştır.³

1.1.2 Türkiye’de demir-çelik sektörünün gelişimi

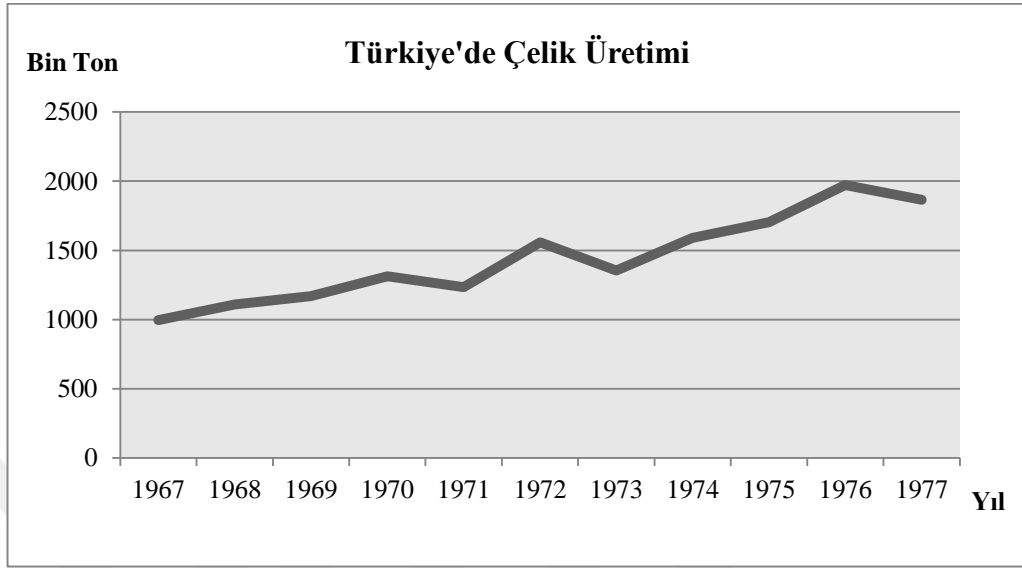
1939 yılında Kardemir’in 150 bin ton kapasiteyle çelik üretimine başlamasından sonra 1960’lı yıllara kadar çelik üretiminde önemli bir gelişme olmadığı gözlemlenmiştir. 1960 yılında özel sektörün ilk elektrik arklı ocaklı tesisi olan Metaş, 20 bin ton/ yıl kapasite ile üretime başlamıştır. 1965 yılında Erdemir 50

¹ Slab = kalın dilim

² (DOĞAKA, Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı, 2014)

³ (Türkiye Demir ve Çelik işletmeleri, 2017)

bin ton kapasite ile yassı çelik üretimine başlayıp, 150 bin tona çıkmış, sonrasında ise 265 bin ton kapasiteli tesis büyüklüğüne ulaşmıştır.



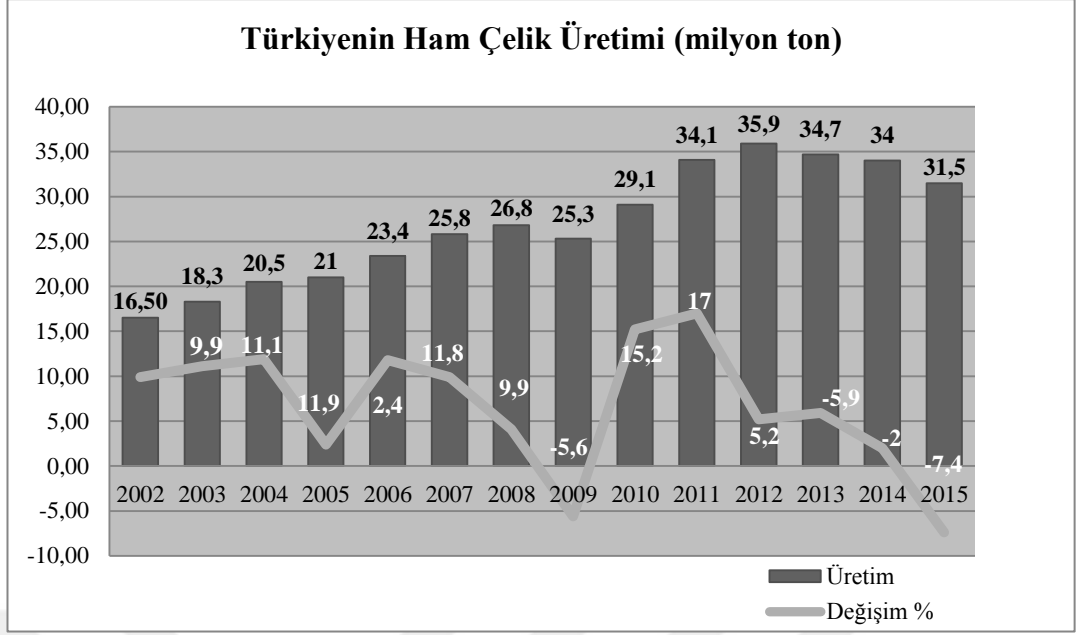
Şekil 1: Özel Sektör Kuruluşu ve Elektrikli Ark Ocaklar Sonrası Üretimi⁴

1970 ve 1977 yılları arasında Türkiye’de beş tane elektrik ark ocaklı tesis kuruldu ve Türkiye’nin üçüncü entegre çelik tesisi İsdemir devreye girdi. 1980 yılında ham çelik üretim kapasitesi 4 milyon 200 bin tona ulaştı. 1996 yılında AKCT⁵ ile serbest ticaret anlaşması imzalandı ve 1999’da çelik üretimi 14 milyon tona çıktı. Bu değer dünya ham çelik üretiminin %1,9’unu karşılamıştır⁶. Bu tarihten sonra serbest ticaret anlaşmasıyla birlikte Türkiye’nin ham çelik üretimi sürekli yükseliş göstererek, dünyanın en büyük çelik üreticileri sıralamasında önemli bir konuma sahip olmuştur.

⁴ (Worldsteel Association, 2016)

⁵ AKCT= Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu

⁶ (TMMOB, Türkiye Maden Mühendisleri Odası, 2010)



Şekil 2: Türkiye'nin Ham Çelik Üretimi^{7,8}

Şekil 2'de yer alan grafikte 2009 yılına kadar ham çelik üretiminde sürekli bir artış gerçekleştiğini görüyoruz. 2009 yılında yaşanan global krizin etkisiyle Türkiye'de üretimde 1,5 milyon ton gerileme gözlemlenmiştir. 2010 ve 2011 yıllarında krizin etkilerinin sürmesine rağmen yurt dışından ithal edilen ürünlerin Türkiye'de üretilmeye başlaması, çelik tüketiminin artması, üreticilerin ihracatlarını farklı pazarlara da yayması sonucu sektörün yatırım maliyetlerinin de düşmesiyle, sektöre yapılan yatırımlar arttı. Yeni yatırımcıların da üretime geçmesiyle, üretim de doğru orantılı olarak artış gösterdi. Türkiye 2011 yılında dünyanın en büyük çelik üreticileri arasında üretimini en çok artıran ülke olmuştur ve dünya çelik üreticileri sıralamasında 10. sıradaki yerini korumuştur.⁹ 2013'ün ilk yarısı itibariyle tüketim artışının devam etmesine karşın ihtiyaçlar ithalatla karşılanmıştır. İhracatın aynı oranda artmaması, Doların Türk Lirası karşısında değer kazanması hurda maliyetlerinin artmasına neden olmuştur. Bunun yanında elektrik ark ocaklı kuruluşların rekabet gücünün zayıflaması, sektörde yaşanan grevler ve enerji kesintileri ile üretim %3,6 ve 2015 yılında ise %7,4'lük azalma yaşamıştır. Dünya çelik sektörünün kapasite ve arz fazlalığının artmasının oluşturduğu baskı ile üretimde daralma devam etmiştir. Dünya çelik üretiminde %2,8'lik bir gerileme

⁷ (Demir Çelik Üretici Derneği, 2014)

⁸ (Worldsteel Association, 2016)

⁹ (DOĞAKA, Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı, 2014)

yaşanırken, Türkiye en keskin düşüş yapan Ukrayna ve ABD'nin hemen ardında yer almıştır. Türkiye en çok çelik üretimini yaptığı 2012 yılında dünyada en büyük çelik üreticileri sıralamasında 8. sıraya yerleşmiştir 2015 itibariyle Brezilya'nın ardından 9. sırada yer almıştır.¹⁰

Tablo 1: Dünya Çelik Üretim Sıralaması¹¹

	2000		2004		2009		2013		2015	
	Milyon ton		Milyon ton		Milyon ton		Milyon ton		Milyon ton	
1	Çin	127,2	Çin	272,5	Çin	567,8	Çin	779	Çin	803,8
2	Japonya	106,4	Japonya	112,7	Japonya	87,5	Japonya	110,6	Japonya	105,2
3	ABD	101,8	ABD	98,5	Rusya	59,9	ABD	86,9	Hindistan	89,4
4	Rusya	59,1	Rusya	64,3	ABD	58,1	Hindistan	81,2	ABD	78,8
5	Almanya	46,4	Almanya	47,5	Hindistan	56,6	Rusya	69,5	Rusya	70,9
6	G. Kore	43,1	G. Kore	46,4	G. Kore	40,9	G. Kore	66	G. Kore	69,7
7	Ukrayna	31,8	Ukrayna	38,7	Almanya	32,7	Almanya	42,6	Almanya	42,7
8	Brezilya	27,9	Brezilya	32,9	Ukrayna	29,8	Türkiye	34,6	Brezilya	33,3
9	Hindistan	26,9	Hindistan	32,6	Brezilya	26,5	Brezilya	34,2	Türkiye	31,5
10	İtalya	26,7	İtalya	28,3	Türkiye	25,3	Ukrayna	32,8	Ukrayna	23
11	Fransa	21	Fransa	20,8	İtalya	19,7	İtalya	24	İtalya	22
12	Taywan	16,9	Türkiye	20,5	Taywan	15,7	Taywan	22,3	Taywan	21,4
13	Kanada	16,6	Taywan	19,6	İspanya	14,3	Meksika	18,2	Meksika	18,2
14	İspanya	15,9	İspanya	17,7	Meksika	14,2	Fransa	15,7	İran	16,1
15	Meksika	15,6	Meksika	16,7	Fransa	12,8	İran	15,4	Fransa	15
16	İngiltere	15,1	Kanada	16,4	İran	10,9	İspanya	13,8	İspanya	14,8
17	Türkiye	14,3	İngiltere	13,7	İngiltere	10,1	Kanada	12,5	Kanada	12,5
18	Belçika	11,6	Belçika	11,7	Kanada	9	İngiltere	11,9	İngiltere	10,9
19	Polonya	10,5	Polonya	10,6	G. Afrika	7,5	Polonya	8	Polonya	9,2
20	G. Afrika	8,5	G. Afrika	9,5	Polonya	7,2	Avusturya	7,9	Avusturya	7,7
21	Dünya	847,6	Dünya	1.054,7	Dünya	1.199,2	Dünya	1.606,9	Dünya	1.588,6

Serbest ticaret anlaşması sonrası çelik üretiminde 14 milyon tona ulaştığımız sıralarda, üretim miktarları 2 katımız seviyelerinde olan İtalya, Brezilya ve Ukrayna gibi ülkelerin üretim miktarlarını 10 yıl içerisinde yakalamış, hatta önlerine geçmiş olduğumuz gözlenmektedir.

¹⁰ (T.C. Ekonomi Bakanlığı, 2016)

¹¹ (Worldsteel Association, 2016)

AKTC (Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu) ile imzalanan serbest ticaret anlaşması aynı zamanda doğrudan ve dolaylı yollardan devlet yardımlarının yasaklamasını da beraberinde getirdiğinden, sektör yoluna kendi kaynakları ile devam etmek durumundadır. Geri dönüşüm yatırımlarını, kapasite artışlarını kendi kaynaklarından karşılamak zorunda kalmıştır. Türkiye ham çelik üretiminde sürekli gelişme göstermesine ve kendi ihtiyacını karşılayacak düzeyden daha fazla üretim yapmasına karşılık pazar dengesinde ve kaynak temininde ciddi sıkıntılar yaşamaktadır.¹²

1.2 DEMİR - ÇELİK ÜRETİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Günümüzde çelik üretiminde temel olarak kullanılan iki yöntem vardır. Bunlar; entegre (bütünleşmiş) tesislerde yüksek fırınlarda pik demir üretimi ve bu demirden bazik oksijen fırınlarında (B.O.F.) çelik üretimi, diğer bir yöntem ise elektrikli ark ocaklarında (E.A.O.) hurda çeliğin eritilmesi ve tekrar çelik üretimidir. Ayrıca az miktarda kullanılan diğer bir yöntem ise Siemens - Martin çelik üretim metodudur. Bu ocakların kapasitesi her ıs devresinde 100 ile 375 ton arasındadır ve her devre 8-10 saat sürer. Bu da günümüzde kullanımı azalmış bir yöntemdir. Bessemer - Thomas metodu ise çelik üretiminde azot miktarının fazlalığından dolayı istenilen kalitenin yakalanamaması sebebiyle günümüzde neredeyse kullanılmamaktadır. Entegre tesisler, üretimde demir cevherini hammadde olarak kullanırken, elektrikli ark ocaklar, üretimde hurda demir kullanmaktadır.¹³ Ülkemizde üretim, entegre tesisler ile E.A.O. tesislerinde sağlanmaktadır. Elektrik ark ocaklı tesisler, 2012 yılı itibarıyla üretimin %74'lük payını oluşturur. Geri kalan %25,9'lük kısmı entegre tesislerden sağlanmaktadır. 2015 yılı verilerine göre cevher ve hurda fiyatlarındaki farkın açılmasıyla elektrikli ark ocaklı tesislerin üretimi %13,8'lik bir düşüş gösterip, toplam çelik üretiminde %65 seviyelerine gerilemiş, entegre tesislerin ham çelik üretimi de %7,3'lük artış göstermiştir.

¹² (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2014)

¹³ (Felekoğlu, 2016-17)

Üretimde kullanılan yöntemlerin dünya genelinde oranları:

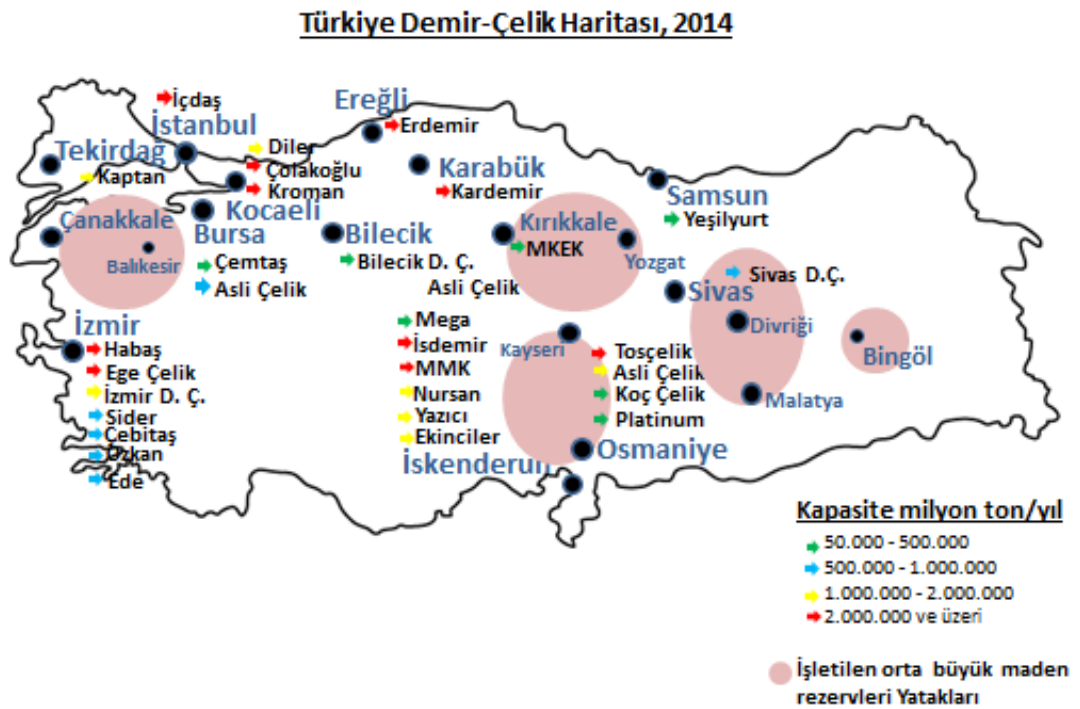
2012 yılı verilerine göre:

- %69,5 B.O.F.
- %29,2 E.A.O.
- %1,3 Siemens - Martin ve diğerleri.

2013 yılı verilerine göre:

- %71,2 B.O.F.
- %28,2 E.A.O.
- %0,6 Siemens - Martin ve diğerleri.

Türkiye'nin elektrikli ark ocaklarına (E.A.O.) yönelmesindeki sebepler; E.A.O tesislerinin entegre tesislere oranla tesis kurulumu için daha düşük finansman gerektirmeleri, entegre tesislerde hammadde olarak kullanılan cevherlerin çıkartılması, cevher madeni yatırımlarında sıkıntılarının olması, ülkemizde maden yataklarının yeterli miktarda bulunmaması ve taşımacılığın yüksek maliyet gerektirmesidir.



Şekil 3: Türkiye Demir-Çelik Haritası¹⁴

¹⁴ (Demir Çelik Üretici Derneği, 2014)

Ülkemizde demir-çelik fabrikalarının yerleşimini incelediğimizde, tesislerin kaynaklara yakın ve özellikle lojistik avantaj sağlayan kıyı, liman kentlerinde konumlandığını gözlemlemekteyiz. Ülkemizde kurulan ilk entegre tesis olan Kardemir D.Ç. fabrikasının Karabük'te konumlanmasının sebepleri:

- Kömür madeni yataklarına yakınlığı,
- Demir yolu ağı üzerinde yer alışı,
- Zeminin, jeolojik olarak ağır endüstri kurulmasına imkân vermesi,
- Bölgenin, işçilerin yerleşimine olanak sunması olarak sıralanabilir.

Yine bakıldığında Türkiye'de ki en büyük demir-çelik entegre tesisi olan Erdemir'in, kömür yataklarına ve limana yakınlığı dikkat çekmektedir. Ülkemizde ki demir yatakları yeterli miktarda kaynak oluşturmadığından, üretim için gerekli olan demir cevheri deniz yoluyla yurt dışından getirilmektedir. Bir diğer entegre tesis olan İskenderun Demir- Çelik fabrikası, enerji kaynağı ve cevher için limana yakınlığı seçmiş durumdadır. Elektrikli ark ocaklarında ise hammadde olarak kullanılan hurdanın neredeyse tamamı ithal edildiğinden ve yüksek miktarda enerji ihtiyacı duyduğundan, yine bu tip sanayilerin kıyı şehirlerinde konumlandıkları görülmektedir.

Tablo 2: Yıllık 3 Milyon Ton Üzeri Çelik Üretimi Gerçekleştiren En Büyük Şirketler¹⁵

2015 Sıralama	Üretim Miktarı (milyon ton)				
	Firma	Ülke	2013	2014	2015
1	ArcelorMittal*	Lüksemburg	96.096	98.088	97.136
2	Hesteel Group*	Çin	45.786	47.094	47.745
3	NSSMC*	Japonya	50.128	49.300	46.374
4	POSCO*	Güney Kore	38.417	41.593	41.975
5	Baosteel Group*	Çin	43.908	43.347	34.938
6	Shagang Group	Çin	35.081	35.332	34.214
7	Ansteel Group*	Çin	33.687	34.348	32.502
8	JFE Steel Corporation*	Japonya	31.161	31.406	29.825
9	Shougang Group*	Çin	31.523	30.777	28.553
10	Tata Steel Group*	Hindistan	25.272	26.202	26.314
11	Wuhan Steel Group*	Çin	39.311	33.053	25.692
12	Shandong Steel Group	Çin	22.793	23.336	21.692
13	HYUNDAİ Steel Company*	G. Kore	17.303	20.576	20.481
14	Nucor Corporation*	ABD	20.162	21.411	19.624
15	Maanshan Steel*	Çin	18.794	18.903	18.820
16	thyssenkrupp AG*	Almanya	15.864	17.233	17.339
17	Gerdau S.A.*	Brezilya	18.966	19.001	17.033
18	Tianjin Bohai Steel	Çin	19.326	18.488	16.269
19	Novolipetsk Steel (NLMK)*	Rusya	15.468	16.108	16.049
20	Jianlong Group	Çin	14.295	15.256	15.141
21	Benxi Steel	Çin	16.826	16.261	14.991
22	Valin Group	Çin	14.988	15.383	14.874
23	China Steel Corporation (CSC)*	Tayvan, Çin	14.288	15.399	14.821
24	United States Steel Corporation*	ABD	20.380	19.732	14.521
25	EVRAZ*	Rusya	16.109	15.536	14.350
26	Steel Authority of India Ltd. (SAIL)	Hindistan	13.519	13.565	14.339
27	IMIDRO	İran	14.292	14.420	14.105
28	Rizhao Steel	Çin	12.676	11.400	13.999
29	Fangda Steel	Çin	13.164	13.643	13.214
30	JSW Steel Limited*	Hindistan	11.798	12.720	12.420
31	Magnitogorsk Iron&Steel Works*	Rusya	11.941	13.031	12.236
32	Baotou Steel	Çin	10.690	10.720	11.863
33	Severstal*	Rusya	15.691	14.232	11.451
34	Jingye Steel	Çin	9.693	10.540	11.317
35	Liuzhou Steel	Çin		11.391	10.827
36	Anyang Steel	Çin	10.321	10.885	10.740
37	Zongheng Steel	Çin	10.193	10.318	10.380
38	Taiyuan Steel	Çin	9.989	10.723	10.256
39	Jinxi Steel*	Çin	8.747	9.117	9.768
40	Metinvest Holding LCC*	Ukrayna	14.295	11.182	9.654
41	Sanming Steel	Çin	8.216	9.211	9.575
42	Zenith Steel	Çin	8.505	9.010	9.082
43	ERDEMİR Group*	Türkiye	8.268	8.493	8.930
44	Xinyu Steel	Çin	8.497	8.823	8.644

¹⁵ (Worldsteel Association, 2016)

(*) Worldsteel Üyesi

NSSMC= Nippon Steel Sumitomo Corporation

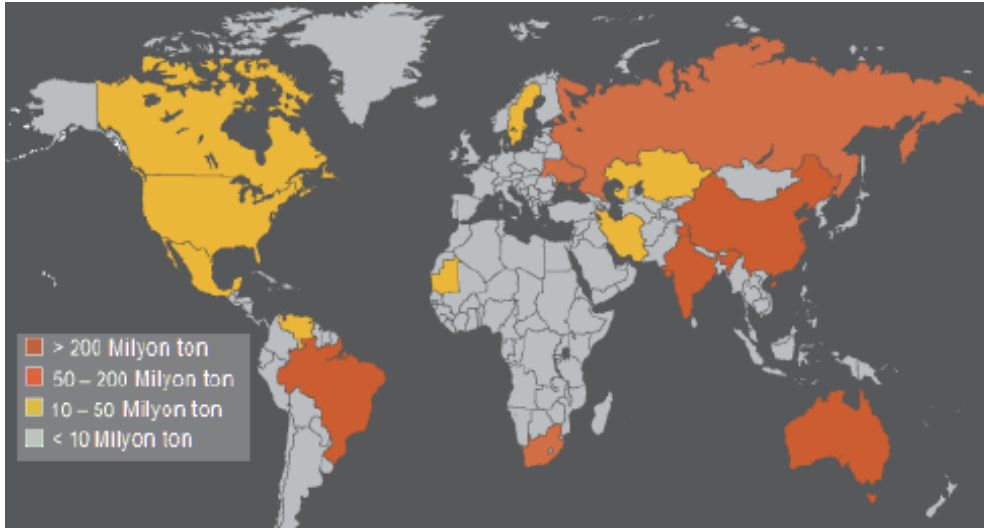
Jinxi Steel= kısmen ArcelorMittal' e aittir

45	Nanjing Steel	Çin	6.053	8.041	8.590
46	Technit Group*	Arjantin	9.002	9.384	8.400
47	Guofeng Steel	Çin	8.060	8.400	8.292
48	Voestalpine Group*	Australya	8.021	7.947	7.762
49	Jiuquan Steel	Çin	11.164	10.343	7.685
50	CITIC Pacific	Çin	7.659	7.930	7.612
51	SSAB	İsveç	5.567	8.070	7.592
52	Kobe Steel, Ltd.*	Japonya	7.527	7.574	7.520
53	Shaanxi Steel	Çin	8.002	7.906	7.466
54	Hangzhou Steel	Çin	3.427	3.600	7.122
55	CELSA Steel Group*	İspanya	6.993	7.031	7.078
56	Salzgitter AG Stahl u. Techn.*	Almanya	5.581	5.744	6.652
57	Ruifeng Steel	Çin	3.360	5.030	6.291
58	RIVA Group*	Lüksemburg	7.591	7.763	6.207
59	AK Steel Corporation*	USA		5.954	6.167
60	Yingkou Plate	Çin	3.326	4.702	5.680
61	Essar Steel Group*	Hindistan	6.091	5.501	5.659
62	Saudi Iron& Steel Co.*	KSA	5.471	6.291	5.229
63	Companhia Siderurgica Nacional*	Brezilya	4.478	5.407	5.165
64	USIMINAS*	Brezilya	6.859	6.054	5.007
65	ISD	Ukrayna	7.944	6.026	4.803

Dünyada ki en büyük çelik üretici şirketlere bakıldığında, şirketlerde genel anlamda dünyanın en büyük çelik üreticisi ülkeleri ile doğru orantı görülmekte, fakat listenin ilk sırasında Lüksemburglu ArcelorMittal şirketi yer almaktadır. Yıllık 97 milyon ton çelik üretimi yapan firmanın, tek başına, en yakın iki rakibinin toplam üretiminden daha fazla üretim hacmine sahip olduğu görülmektedir. Çin'in bu listeye giren 50'nin üzerinde şirketi vardır. Bu şirketler liste üzerinde genel bir dağılıma sahiptir. En büyük üreticiler ise, Hesteel Group ve Ansteel Group olarak görülmektedir. Yıllık üretimleri 30 milyon tonun üzerindedir. Bu değerlerin ortalaması Türkiye'nin yıllık toplam çelik üretiminden daha fazladır. Çinli şirketlerde olduğu gibi diğer büyük üreticilerden Hindistan ve Rusya şirketleri de liste üzerinde genel bir dağılım göstermektedir. Türkiye'den ilk 100'ün içerisinde yer alan tek şirket, yıllık ortalama 8,5 milyon ton çelik üreten Erdemir Group olarak görülmektedir. Erdemir Group listede 43. sırada yer almaktadır ve istikrarlı bir şekilde büyümeye devam etmektedir.

1.2.1 Maden rezervleri ve kullanımı

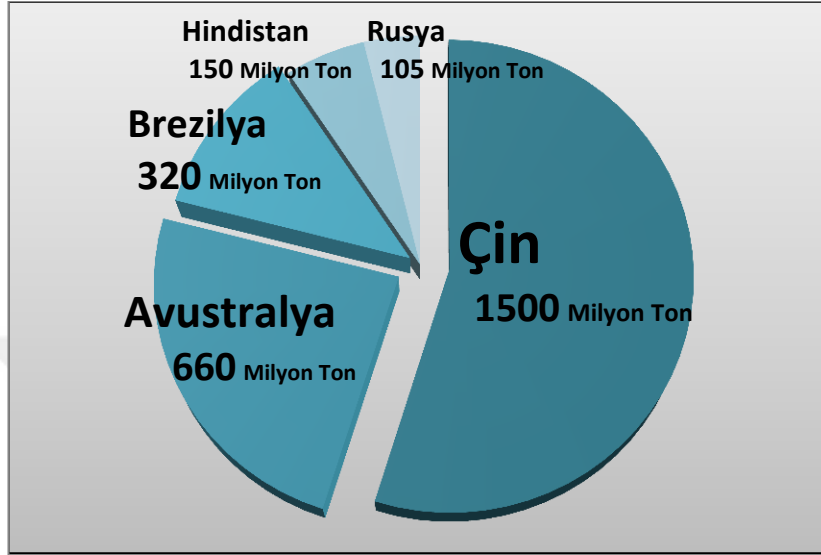
Ülkemizde maden arama çalışmaları 90'lı yıllar itibariyle giderek azalmış, hatta aramalara neredeyse son verilmiş durumdadır. Saptanmış olan 900 civarı maden yatağının büyük bir kısmı kullanılmamakla birlikte, maden rezervlerinin çoğunluğu Sivas Divriği, Kayseri, Bingöl dolaylarında, daha az bir miktarda da Balıkesir ve Adapazarı bölgelerinde bulunmaktadır. Doğrudan kullanıma uygun maden yatakları Sivas, Malatya ve Erzincan bölgelerindedir. Entegre tesislerin üretimde ihtiyacı olan demir cevherlerinin büyük bir kısmı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Entegre tesislerin ihtiyacı olan 12 milyon ton cevherin yaklaşık 7 milyon tonu ithalat yoluyla sağlanmaktadır. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün tahmini verileri, ülkemizde 122 milyon ton işletilebilir demir cevher rezervi olduğunu ve 82,5 milyon ton demir bulunduğunu göstermektedir. Kaliteli cevherin az olması ve maliyetlerin fazlalığı da bu sektörde yatırım yapılmasını güçleştirmektedir. Ülkemize kıyasla cevherden üretim yapan ülkelerin doğrudan kullanıma uygun olmayan madenlerini de zenginleştirme yoluna gittiğini görmekteyiz. Ülkemizde Divriği demir cevheri zenginleştirme tesisinde, yılda 1,5 milyon ton üzerinde cevher üretimi yapılmakta, fakat bu gibi zenginleştirme gerektiren madenlerin çoğu ara ara kullanılmış ve kullanılmayan madenler durumundadır. Dünyada bilinen en büyük demir cevher rezervine sahip olan ülkeler: Avustralya, Brezilya, Rusya, Çin, Hindistan, Güney Afrika, Kanada, Ukrayna'dır.



Şekil 4: Dünyanın En Büyük Demir Cevheri Rezervine Sahip Olan Ülkeler¹⁶

¹⁶ (TMMOB, Türkiye Maden Mühendisleri Odası, 2015, s. 5,15,24)

Dünya üzerinde ki 180 milyon tonluk demir cevheri rezervinin %70'lik büyük bir oranı bu bölgelerde yoğunlaşmıştır. Demir cevheri üretiminde ilk sıralarda olan ülkeler; Çin Halk Cumhuriyeti 1,5 milyar ton, Avustralya 660 milyon ton ve Brezilya 320 milyon ton.



Şekil 5: Dünyanın En Büyük Demir Cevheri Üreten Ülkeler 2014¹⁷

Demir cevher üreticileri Avustralya Rio Tinto, BHP Billinton ve Brezilya'da Vale firmaları, global üretimin %35'lik kısmını oluşturmakta ve demir cevher ticaretinin %60'a yakın bir kısmını gerçekleştirmektedir. Rio Tinto en az maliyetli işletme olarak bilinirken, Brezilya'daki Vale's ise en yüksek tenörlü¹⁸ madene sahiptir. Hatta maden zenginleştirme sonrası tenöre denk gelen kalitede üretim yapılır. Türkiye'de ise doğrudan kullanıma uygun cevherlerin demir tenörü %50-62 arasındadır. Hurda fiyatlarındaki artış demir cevheri ticaretine yönelmeyi hızlandırdığından son yıllarda fiyat bazında artış görülmüştür. 2008-2014 yıllarında ki yüksek artış 2015 yılı itibariyle ciddi bir düşüş göstermiştir. Bizim gibi üretimde dışa bağlı ülkeler için fiyatlar rekabette zorluk unsurlarını doğrudan etkilemektedir.^{19,20}

¹⁷ (ironorefacts, 2016)

¹⁸ Tenör = bir maden içerisinde yer alan değerli metal miktarını ifade eder

¹⁹ (TMMOB, Türkiye Maden Mühendisleri Odası, 2015, s. 6,8,12)

²⁰ (İş Bankası, Demir-Çelik Sektör Raporu, 2015, s. 6)

1.2.2 Hurda Tüketimi

Elektrikli ark ocaklarında (E.A.O.) hammadde olarak kullanılan hurda, ülkemizde yapılan çelik üretiminin çoğunluğunu oluşturmaktadır. Hammadde ihtiyacımızın sadece %30'lük bir kısmını kendi kaynaklarımızla temin etmekteyiz.

Hurdaları gruplandırarak olursak:

- Kullanım ömürleri tamamlanmış binalar
- İş makineleri
- Otomobiller gibi yapımında çelik kullanılan hurdalar
- Çelik üretimi sırasında oluşan hurdalar
- Çelik tüketen sanayilerde üretim sırasında oluşan hurdalar olarak sıralayabiliriz.

Bu ülkenin hurda üretme potansiyeli 20-30 yıl önce kullandığı çelik miktarıyla doğru orantılıdır. Bu durum aynı zamanda o ülke için bir gelişmişlik göstergesi olarak da algılanabilir. Çelik üretiminde dünya genelinde önemli bir konuma sahip olan ülkemiz, E.A. ocaklara yönelik üretim yapması ve hurdanın %70'nin ithalata bağımlı olması nedeniyle, dünyada hurda ithalatında miktar ve fiyat olarak ilk sırada yer almaktadır. Ülkemizde 2012 yılı verilerine göre, 22,4 milyon ton hurda ithalatı gerçekleştirilmiştir. Yine 2011 yılı verilerinde, 21,46 milyon ton hurda ithal ettiğimiz görülmektedir ve Fiyatlardaki dalgalanma nedeniyle 10 milyar dolara yakın ödeme yapılmıştır. 2013 yılında hurda ithalatı miktar bazında 19,70 milyon ton ve 2014 yılında %3,3'lük bir düşüşle 19,07 milyon ton ithalat yapılmıştır. Bunun karşılığında %4,8'lik değer kaybı ile birlikte ithalat değeri 7,15 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Hurda ithalatında Türkiye'yi takip eden ülkeler ise, G. Kore, Çin ve Almanya olarak sıralanmıştır.²¹

Hurda ihracatçısı konumunda olan ülkeler arasında, 24,4 milyon ton ile ABD ilk sırada yer almaktadır. ABD'yi İngiltere, Fransa ve Japonya takip etmektedir. Türkiye, ithalatın %73'den fazlasını AB ve ABD'den gerçekleştirmektedir. Yine Türkiye gibi önemli ihracatçı konumunda olan Çin ise, ürettiği hurdanın tamamını kendisi kullanmakta, az bir kısmını ithal etmektedir (6,7 milyon ton).²²

²¹ (TMMOB, Türkiye Maden Mühendisleri Odası, 2015, s. 21)

²² (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2014, s. 22,50)

Tablo 3: En Büyük Hurda İhracatçısı Ülkeler (milyon ton)

		2014	2015
1	ABD	15.340	12.976
2	Japonya	7.351	7.847
3	Almanya	8.433	7.492
4	İngiltere	6.987	7.270
5	Rusya	5.765	5.910
6	Fransa	6.177	5.380
7	Kanada	4.521	4.510
8	Hollanda	3.994	4.055
9	Belçika	3.931	3.152
10	Avustralya	2.362	1.898

Tablo 4: En Büyük Hurda İthalatçısı Ülkeler (milyon ton)²³

		2014	2015
1	Türkiye	19.068	16.251
2	Hindistan	5.699	6.710
3	G. Kore	8.002	5.758
4	İspanya	4.827	5.030
5	İtalya	5.145	4.643
6	Almanya	5.045	4.236
7	Belçika	4.760	4.167
8	ABD	4.215	3.513
9	Tayvan/Çin	4.272	3.373
10	Fransa	2.473	2.247

²³ (Worldsteel Association, 2016)

1.3 DEMİR - ÇELİK TÜKETİMİ

Çelik, inşaat, makine, otomotiv ve ulaşım gibi sektörlerde yoğun olarak kullanılmaktadır. Kişi başına düşen ham çelik tüketimi, ülkelerin gelişmişlik göstergesi olarak kabul edilmektedir. Gelişmiş ülkelerde kişi başına düşen çelik tüketimi 400 kg'ın üzerindedir. Bu bağlamda bakıldığında Türkiye'nin çelik tüketiminin, son yıllarda gelişmiş ülkelere yaklaştığı söylenebilir. 80'li yıllarda Türkiye'de çelik tüketimi, yıllık ortalama 5,5 milyon ton seviyelerinde, kişi başına düşen çelik tüketimi ise, 100 kg seviyelerindedir. Tüketim, 1990 yılında kişi başına 129 kg iken, 2000 yılında 202 kg'a çıkmıştır. 2012 yılı itibariyle Türkiye'de, kişi başına düşen çelik tüketim miktarı 400 kg'a çıkmış, 2013 ve 2014 yıllarında da artarak sırasıyla 434, 460 kg seviyelerine ulaşmıştır. Toplam çelik tüketimi, 2015 yılında 2014'e oranla %11,7 büyükçe bir artışla 34,36 milyon tona ulaşmıştır.²⁴

Tablo 5: Dünyada Demir-Çelik'in Fert Başına Tüketimi (kg kişi/yıl)²⁵

	1985	1986	1987	1988
1 Çekoslovakya	709	717	724	714
2 Japonya	606	578	601	710
3 Doğu Almanya	572	560	565	589
4 SSCB	574	586	592	585
5 Kanada	524	493	485	586
6 Romanya	481	483	487	507
7 Batı Almanya	481	483	485	496
8 İsveç	384	417	453	476
9 ABD	450	399	402	458
10 Finlandiya	358	375	396	429
Türkiye	100	99	108	110

²⁴ (Demir Çelik Üretici Derneği, 2014)

²⁵ (Çinarer; Aksoy; Dulkan, 1989)

En Çok Çelik Tüketen Sektörler:

- İnşaat 42,0%
- Makine 24,6%
- Metal Ürünler 14,2%
- Otomotiv 8,4%
- Elektrikli Aletler 4,3%

1.4 DEMİR - ÇELİK ÜRETİM KAPASİTESİ

Türkiye, demir-çelik sektöründe dışa bağımlı bir konumda olmasına karşın, sektör, yatırımlarına sürekli olarak kendine yeni pazarlar bularak, farklı tipte mamuller üreterek devam etmiştir. 2000’li yıllardan 2015’e kadar yapılan yatırımlarla demir-çelik üretim kapasitesi %150 oranda artış göstermiş olup, miktar bazında ise 20 milyon tondan 50,4 milyon tona yükselmiştir. Bu dönemde en yüksek artış 2005-2010 yılları arasında, kriz döneminde olunmasına rağmen, yassı çelik üretimine yönelik yatırımlar bu artışın gerçekleşmesini sağlamıştır.²⁶ 2012 yılında kapasite kullanım oranı %55 civarında gerçekleşmiştir. 2013 yılı verilerine göre, Türkiye’nin elektrik ark ocaklarının (E.A.O.) kapasitesi 38 milyon ton civarında kalmasına karşın, bazik oksijen fırınlarında (B.O.F.) kapasite artışı gözlenmiştir. 2014 yılında 50,2 milyon ton olan toplam kapasite, 2015 %0,5’lik artışla 50,4 milyon tona çıkarken, toplam kapasite içerisinde entegre tesislerin payı %23 iken elektrik ark ocakların payı %77 seviyesindedir. Toplam kapasite kullanım oranı ise, 2014 yılında %67,8 iken, 2015 yılında %62,5 seviyesinde gerçekleşmiştir. Dünya toplam kapasite kullanım oranı ortalaması %73,4’ten %69,7’ye düştüğü 2015 yılında ülkemiz, dünya ortalamasının 7 puan altında kalmıştır ve yine dünya kapasite kullanım oranı ortalamasından daha keskin bir düşüş göstermiştir. Elektrik ark ocaklarında hammadde olarak kullanılan hurdanın fiyatındaki artış ve entegre tesislerde hammadde olarak kullanılan demir cevherindeki fiyatların düşmesi ile girdi olarak kullanılan hammaddeler arasında fiyat farkı açılmış, aynı zamanda elektrik fiyatlarının artışıyla, elektrik ark ocaklarının kapasite kullanım oranları %61’den

²⁶ (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2014)

%53'e gerilemiştir. Entegre tesislerde ise kapasite kullanım oranı %5'lik artışla %89'dan %94'e çıkmıştır.²⁷

Tablo 6: Türkiye'nin Çelik Üretim Kapasitesi (milyon ton)²⁸

	2000	2010	2012	2014	2015
EO kapasite	13.623	33.385	38.385	38.938	38.810
EO üretim	9.096	20.905	26.560	23.752	20.475
BOF kapasite	6.200	9.350	10.650	11.262	11.590
BOF üretim	5.229	8.238	9.325	10.275	11.025
Top. Kapasite	19.832	42.735	49.035	50.200	50.400
Top. Üretim	14.325	29.143	35.885	34.027	31.500

1.5 DEMİR - ÇELİK İHRACATI

Türkiye, çelik ihracatında önemli bir pazara sahip olsa da, çelik fiyatı, piyasa ve pazar koşullarından, rekabet gücü faktörü ve faizlerinde etkisiyle kolay etkilenen bir yapıya sahiptir. 26,8 milyon ton çelik üretiminin gerçekleştiği 2008 yılında, 19,7 milyon tonluk ihracatın gerçekleştiği ülkemizde, krizin etkilerine rağmen üretimde 1,5 milyon tonluk düşüş varken, ihracatta miktar bazında daha az bir daralma gerçekleşmiştir. 2010 itibariyle üretim ve ihracat arasında fark giderek artmıştır. Bu farkın açılmasında ki sebepler arasında, çelik ticaretinde en önemli konumda olan Rusya, Ukrayna gibi ülkelerin dünya ticaret örgütü kurallarına aykırı ticaret gerçekleştirmeleri, fiyatlarda rekabeti etkileyecek dumpingleri, Türkiye'nin ihraç pazarı olan Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinin içinde bulunduğu istikrarsız durum olarak sıralanabilir. Ülkemiz ihracat rakamlarının, 2012 yılında gerçekleşen 19,8 milyon tonluk ihracatın ardından tekrar düşüşe geçtiğini gözlemlemekteyiz. 2014 yılında 17,5 milyon ton ihracat ve buna karşılık değer bazında 13,2 milyar dolarlık ihracat gerçekleşmiştir. 2015 yılı itibariyle miktar bazında %7,9'luk, değerde ise %25,1'lik bir azalma gerçekleşerek 16,1 milyon tona karşılık 9,9 milyar dolarlık ihracat yapılmıştır.

²⁷ (Demir Çelik Üretici Derneği, 2014)

²⁸ (TMMOB, Türkiye Maden Mühendisleri Odası, 2015)

Türkiye'nin çelik ihracatında en güçlü olduğu ürün grubu uzun mamuller olurken, bu grupta yer alan inşaat çeliği 2015 yılı verileri 7,2 milyon ton, değer olarak da 3 milyar dolar ile ihracatımızdaki en büyük paya sahiptir. İnşaat çeliğinden sonra 1,9 milyon tonluk 1,4 milyar dolar ihracat hacmine sahip boru, 1,7 milyon tonluk ihracat ile yassı sıcak ürünler ve 1,5 milyon tonluk ihracat payına sahip olan profil gelmektedir.

Tablo 7: Ürünlere Göre Çelik İhracatı (milyon ton)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Uzun	13.027	11.960	9.390	10.611	11.904	11.503	11.189	10.279
Yassı	1.346	1.656	1.525	2.310	1.865	2.250	2.542	2.484
Boru	1.730	1.572	1.718	1.671	1.925	1.875	1.952	1.850
Kütük ve Slab	2.463	2.482	3.738	2.453	2.992	1.567	603	306
Diğer	1.036	808	925	1.014	1.101	1.188	1.238	1.222
Toplam	19.647	18.478	17.296	18.060	19.787	18.383	17.525	16.142

Türkiye'nin demir-çelik ihracatını yaptığı başlıca ülkeler Ortadoğu, AB, Kuzey Afrika ülkeleri ve Kuzey Amerika'dır. 2014 ve 2015'te en çok demir-çelik ihracatı Ortadoğu ülkelerine yapılmıştır. 2015 yılı itibariyle Ortadoğu ülkelerine yapılan ihracat, değer bazında %30'un üzerinde düşüş gösterirken, miktar olarak da %14 dolaylarında bir düşüş gerçekleşmiş ve 2,8 milyar dolarlık 5,3 milyon ton çelik ihracatı yapılmıştır.

Yine AB'ye olan ihracatımızda miktar bazında %0,5, değer bazında %20 civarında bir düşüş gerçekleşmiştir ve 2,1 milyar dolarlık 2,8 milyon ton çelik ihracatı yapılmıştır.

Dünya çelik ihracatında son dönemdeki en büyük atılımı Brezilya göstermiştir. Brezilya, miktar bazında 2014 yılına oranla %33'lük bir artış gösterip, 16,6 milyon ton ihracat gerçekleştirerek dünya çelik ihracatı sıralamasında 13. sıradan Türkiye'nin önüne geçerek 9. sıraya yükselmiştir. Bu yükselişteki en büyük sebep, cevher fiyatlarında ki düşüşün Brezilya'nın en büyük cevher üreticileri arasında yer almasından dolayı ihracatta elini güçlendirmesinden kaynaklanmaktadır. Çin ise, 2015 yılında 18,7 milyon tonluk artış göstermiş ve 126,3 milyon ton ile ihracatta dünyanın en büyüğü konumundadır. 2015 yılında çelik ihracatında artış

gösteren başlıca ülkeler: Çin %17,4; Rusya % 6,2, Almanya %1,4; Belçika %5,9 ve Brezilya %3,3.

Tablo 8: Dünyanın En Büyük Çelik İhracatı Yapan Ülkeler (milyon ton)²⁹

		2012	2013	2014	2015
1	Çin	68,6	75,4	107,5	126,3
2	Japonya	42,2	43,4	42,0	41,5
3	Rusya	35,7	34,0	34,9	37,1
4	G. Kore	32,0	30,5	33,6	32,8
5	Almanya	29,8	28,2	28,3	28,7
6	İtalya	19,7	18,4	18,9	18,1
7	Ukrayna	26,3	27,2	23,8	17,5
8	Belçika	15,8	16,5	15,8	16,8
9	Brezilya	13,0	10,9	12,5	16,6
10	Türkiye	19,8	18,4	17,5	16,1

1.6 DEMİR - ÇELİK İTHALATI

Türk demir - çelik sektörü, özellikle hammaddede, vasıflı çelik üretiminde ve yassı mamul üretiminde yetersiz olmasından dolayı üretimde dışa bağımlı bir yapı göstermektedir. Üretimde kullanılan hammaddenin %65'lik bir kısmı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Bu da gösteriyor ki ithalatın üretimdeki minimum payı %65 olmak zorundadır. Hurda fiyatlarındaki artış ile Türkiye ithalatta en büyük paya sahip olan hurda yerine mamulden üretime yönelmiş görünmektedir. Ayrıca cevher ithalatı da artış göstermektedir. Türkiye'nin demir - çelik dış ticaretinde ithalatın ihracattan daha fazla olduğunu görmekteyiz. Yerli üreticinin hammadde sıkıntısı yanında devlet politikaları da bu durumu güçleştirmektedir. Çin, BDT ülkelerinden Rusya, Ukrayna gibi çelik ihracatında rekabetin önüne geçen, devlet yardımları ile yıkıcı fiyatlandırma ve zararına satışlar yapan ülkelerin satış politikaları, bizim gibi, pazarlarda yerli üreticiden çok ithalatı destekleyen bir düzeni de beraberinde getirmektedir.

Türkiye'nin 2015 yılı toplam çelik ithalatı 19,06 milyon ton, değer bazında ise 12,32 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Demir çelik İthalatında ilk sırayı 8,61

²⁹ (Çelik İhracatçıları Birliği, 2016)

milyon ton ile yassı ürün 7,9 milyon ton yarı ürün, ve Türkiye'nin en çok ihraç ettiği uzun ürün ithalatının da 1,56 milyon ton olduğu görülmektedir.

İthalatın büyük bir kısmı BDT³⁰ ülkelerinden yapılırken, 2015 yılı itibariyle bu ülkelerden ithalat %33 artış göstererek 7,14 milyon tona ulaşmıştır. Çelik ithalatı, oran bazında %128'lik artış ve 4,56 milyon tonluk hacimle uzak doğu ülkelerinden gerçekleşmiş, bunun 3 milyon tonluk kısmı Çin'den sağlanmıştır. Çelik ithalatında büyük bir payın da; oran bazında %5,3 artış, miktar bazında 5,88 milyon ton ile AB'den gerçekleştiğini görmekteyiz.

Ülkelere göre değer bazında ithalatımız 2015 verilerine göre Rusya 2,7 milyar dolar, Çin 2,1 milyar dolar, Ukrayna 1,5 milyar dolar, İngiltere 1,2 milyar dolar, ABD 1,1 milyar dolar olarak sıralanabilir. İthalatta ki bu denli artışın ithalat - ihracat dengesini bozduğunu da görmekteyiz. İhracatın ithalatı karşılama oranının %126'dan %95'e düştüğünü ve net çelik ihracatçısı konumunu kaybedip net çelik ithalatçısı ülkeler arasına uzunca bir aradan sonra ilk kez girmiş bulunmaktayız.

Tablo 9: Dünyanın En büyük Çelik İthalatı Yapan Ülkeleri (milyon ton)³¹

		2012	2013	2014	2015
1	ABD	43,1	41,0	52,9	47,8
2	Almanya	28,0	27,7	29,5	29,7
3	G. Kore	23,1	22,0	25,3	23,9
4	İtalya	16,1	18,4	19,5	23,2
5	Türkiye	13,5	16,2	14,8	20,6
6	Fransa	15,4	15,4	15,3	16,1
7	Tayland	15,7	16,1	15,4	15,6
8	Meksika	10,6	10,2	12,9	14,0
9	Hindistan	10,9	8,5	9,9	13,8
10	Çin	16,4	16,3	16,4	13,6

³⁰ BDT= Bağımsız Devletler Topluluğu

³¹ (Çelik İhracatçılar Birliği, 2016)

2 LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Kaya ve Gülhan (2010) 2007 sonu küresel kriz öncesi ve başında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB)' ye kote olan, makine ve metal eşya sektöründe faaliyet gösteren 25 firmanın 3'er aylık iki dönemine ait 10 adet rasyosunu kullanarak etkinlik ve performanslarının ölçümünü yapmışlardır. Etkinlik ve performans ölçümü için Veri Zarflama Analizi (VZA) ve TOPSİS analizlerini kullanmışlardır. Veri Zarflama Analizi sonuçlarına göre firmaların kriz sonrası dönemde kaynaklarını daha etkin kullandıkları görülürken, TOPSİS analizine göre kriz öncesi ve sonrası dönemde firmaların performanslarında önemli bir farkın olmadığını gözlemlemişlerdir.

Kara ve Aydın (2011) yaptıkları çalışmada, Türkiye'de faaliyet gösteren demir - çelik üreticileri örneklem kümesinde yer alan seçilmiş firmaların etkinliklerini, Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Malmquist TFV (Toplam Faktör Verimliliği) verimlilik endeksiyle hesaplamışlardır. Bunun sonucunda ele aldıkları endüstride, ölçeğe göre artan getirinin olduğunu saptamışlardır. Teknik etkinlik düzeyleri ile etkinsizliğin kaynaklarını Tobit modeli ile analiz etmişlerdir. Bunun sonucunda, özel sektör kredilerinin gayri safi yurtiçi hasılaya oranı, sanayi sektörü büyüme hızı ve yatırım teşvik sayısının, etkinsizliğin kaynaklarını açıklamada belirleyici olduklarını saptamışlardır.

Bakırcı, Shiraz ve Sattary (2014) Borsa İstanbul'a kote olmuş, demir - çelik metal ana sanayi sektöründe faaliyet gösteren 14 firmanın 2009-2011 yıllarına ait finansal performanslarının ölçümünü Veri Zarflama Analizi ile yapmışlardır. Veri Zarflama Analizine göre etkinlik düzeyleri bulunan firmaları Veri Zarflama Analizi (VZA) süper etkinlik ve TOPSİS yöntemleri ile kendi aralarında sıralamışlardır. Ereğli işletmesi, analize konu olan 3 yılda da en etkin firma olarak görülmüş, Burçelik Vana firması yine 3 yılda etkin olan şirketler arasında 2. sırada yer almıştır. TOPSİS uygulama sonucunda da Ereğli şirketi için süper etkinlik ve TOPSİS skorları paralellik gösterse de diğer etkin şirketler için TOPSİS ve süper etkinlik skorları farklılık göstermiştir.

Bilişik (2015) çalışmasında Türkiye’de aktif büyüklüğü 35 milyarın üzerinde olan bankacılık sektöründe faaliyet gösteren 11 bankayı verimlilik açısından doğrusal programlama optimizasyona dayalı Veri Zarflama Analizi (VZA) tekniği ile incelemiştir. İncelemede 4 adet girdi faktörü (faiz gideri, personel sayısı, mevduat ve şube sayısı) ve 3 adet çıktı faktörünü (krediler, faiz gelirleri ve net kar) ilgili bankaların finansal raporlarında veri seti olarak kullanmıştır. VZA ile etkinlik skorları hesaplanan bankaların etkinlik sınırında olmayanları için iyileştirme hedeflerini çalışmasında sunmuştur.

Ertuğrul ve T. Işık (2008) çalışmalarında İMKB 100 endeksinde işlem gören metal ana sanayi sektöründe faaliyet gösteren 13 işletmenin 2003-2007 dönemlerine ait mali tablolarına dayalı 2 girdi ve 2 çıktı ile çıktı yönlü CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes) modeli aracılığıyla etkinliklerini ölçmüşlerdir. Ayrıca 2007 yılına ait sonuçlarda etkin olmayan işletmelerin etkin olmaları için potansiyel iyileştirme oranlarını belirlemişlerdir.

Kaya, Öztürk ve Özer (2010) çalışmalarında İMKB’ ye kote olan metal eşya, makine ve gereç yapım sektöründe faaliyet gösteren 25 firmanın Veri Zarflama Analizi ile 2008 yılına ait 4 dönemini ele almışlardır. 4 dönemde de 5 firma etkin iken, 20 firmanın etkinsiz olduğu görülmüştür. Etkinsiz olan şirketler için potansiyel iyileştirme oranlarını hesaplayarak öneride bulunmuşlardır.

Chen (1999) çalışmasında Çin’in en büyük 35 çelik üretici firmasının VZA analizi ile etkinliklerini hesaplamış ve özellikle işçi sayılarında azalmanın ve firmaların teknik verimliliğini artırmak için Çin’in çelik sektörüne faydalı çıktılarının artırılması gerekli olduğunu savunmuştur.

Ulucan (2002) çalışmasında 2000 yılı başı itibariyle İSO 500 şirketlerinden İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB)’de işlem gören 103 şirketi araştırmasına dâhil etmiştir. Çalışmasında 3 farklı veri seti ile VZA modelleri oluşturmuştur. Hem BCC (Banker, Charnes ve Cooper) hem de CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes) yöntemlerini kullanarak elde ettiği etkinlik sonuçları, İSO 500 sıralaması ile karşılaştırıldığında önemli farklılıkların olduğu sonucuna varmıştır.

Çetin (2006) tekstil sektöründe faaliyet gösteren İMKB’de işlem gören 22 firma üzerinde VZA tekniği ile etkinlik ölçümü yapmıştır. Ölçümde girdi olarak cari oran, nakit oran, likidite oranı, net işletme sermayesi / aktifler oranı kullanırken; çıktı olarak, öz sermaye kar payı, aktifler kar payı ve net kar payını veri seti olarak belirlemiştir. 22 firmanın 2004/2012 yılı verileri ile hesaplanan etkinlik ölçümü sonucunda 4 firmanın görece olarak etkin olduğu görülmüştür. Hesaplanan referans değerleri ile etkin olmayan karar birimleri için potansiyel iyileştirme hedeflerini belirlemiştir.

Çakır ve Perçin (2011) Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.’ye ait 25 adet şeker fabrikasının 2009 yılına ait girdi olarak, şeker pancarı (ton), makine kapasitesi (ton/gün), iş gücü (adet), yakıt (ton); çıktı olarak ise, şeker miktarı (ton), melas miktarı (ton) verilerini kullanarak girdi yönelimli modellerle ölçüm yapmışlardır. Ayrıca 2002-2009 yılları içindeki değişimi gözlemek için Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) değişimini incelemişlerdir. VZA analizleri sonucunda ölçeğe göre sabit getiri varsayımına göre 12 şirketin etkin, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında ise 16 şirketin etkin olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca Toplam Faktör Verimliliği uygulaması sonucuna göre 2002-2009 döneminde %0,6 oranında artış gözlemlemişlerdir.

Debnath ve Sebastian (2014) çalışmalarında Hindistan çelik üretici endüstrisine ait teknik ve ölçek etkinliğinin değerlendirmesini yapmışlardır. Çalışma içerisinde yıllık 50 milyon ton üzeri pik demir, çelik ve sünger demir imalatı yapan 22 şirketin etkinliklerini, ölçeğe göre sabit getiri ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımlarına dayalı çıktı odaklı olarak ölçmüşlerdir. Girdi olarak çalışan sayısı, brüt duran varlıklar, dönen varlıklar ve toplam enerji maliyetine yer verirken, çıktı olarak ise gelirler, faiz ve vergi öncesi kar, faiz ve vergi sonrası karı veri seti olarak kullanmışlardır. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımına göre 10 şirketin, ölçeğe göre değişken getiri varsayımına göre ise 13 şirketin etkin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Charnes, Cooper ve Huang (1990) çalışmalarında girdi olarak Toplam Faiz Dışı Harcama, Toplam İşletme Giderleri, Şüpheli Alacaklar Karşılığı ve Batık Kredi Miktarını kullanmıştır. Çıktı olarak ise, Toplam Faaliyet Gelirleri, Toplam Faiz

Gelirleri, Toplam Kredi ve Toplam Faiz Dışı Gelirleri almıştır. Çalışmada Aracılık Yaklaşımı kullanılmıştır.

Ferrier ve Lovell (1990) çalışmalarında girdi olarak personel sayısı, kira+ donanım giderleri ve malzeme giderlerini kullanırken, çıktı olarak vadesiz mevduat, vadeli mevduat, gayrimenkul kredisi, tesis kredisi ve ticari kredileri kullanmıştır. Çalışmada Aracılık Yaklaşımı tercih edilmiştir.

Thompson, Dharmapla, Humphrey, Taylor ve Thrall (1996) çalışmalarında girdi faktörleri olarak; personel sayısı, yabancı fonlar, fiziki sermaye, şube sayısı ve mevduatı kullanmışlardır. Çıktı faktörleri olarak ise; Toplam faiz dışı gelirlerini ve Toplam kredi kullanmışlardır. Çalışmada Aracılık Yaklaşımı benimsenmektedir.

Cingi ve Tarım (2000) çalışmalarında, veri setleri bakımından Karma Yaklaşım kullanmışlardır. Çalışmada Türk Bankacılık Sektörü' nün 1989-1996 yıllarına ilişkin verilerle Veri Zarflama Analizi uygulamışlardır. Bu çalışmaya konu olan 21 bankaya ait 4 çıktı faktörü (toplam kar, toplam kredi, toplam mevduat, kredi geri dönüş oranı) ve 2 girdi faktörü (toplam aktifler ve toplam gider) verileri kullanılmıştır.

Köksal (2001) çalışmasında Türk Bankacılık Sektörüne ait 37 ticaret bankasını, şube sayısı 2'den fazla olan 30 özel sermayeli banka, 4 kamu sermayeli banka, 3 yabancı sermayeli banka olmak üzere belirlemiş, 1999 yılı bu bankalara ilişkin verilerle performanslarını ölçmüştür. Veri Zarflama Analizi uygulanan çalışmada karma yaklaşım kullanılmıştır. Dört girdi faktörü (personel sayısı, şube sayısı, toplam aktifler ve toplam faiz giderleri) ve dört çıktı faktörü (net dönem karı, toplam mevduat, toplam krediler ve kredi geri dönüş oranı) veri seti olarak analizde kullanılmıştır.

Kurt (2002) çalışmasında girdi ve çıktı kalemlerinin belirlenmesine yönelik Karma Yaklaşımı tercih etmiştir. 1992-2000 yılları arasını kapsayan çalışmada 3 girdi faktörü (toplam aktifler, toplam giderler ve kredi dönüş oranı) ve 3 çıktı faktörü (net kar, toplam kredi ve toplam mevduat) kalemi kullanılmaktadır.

Kaya ve Doğan (2005) alışmalarında üretim ve aracılık yaklaşımına yönelik iki ayrı veri seti oluşturmuştur. Üretim Yaklaşımına ait girdileri; personel giderlerinin toplam aktiflere oranı, diğer faiz dışı giderlerin toplam aktiflere oranı ve şube başına düşen personel sayısı oluşturmuştur. ıktıları ise; toplam mevduatın toplam aktiflere oranı ve toplam kredilerin toplam aktiflere oranı olarak belirlemişlerdir. Buna karşın; Aracılık Yaklaşımının girdileri; mevduatın toplam aktiflere oranı, mevduat dışı yabancı kaynakların toplam aktiflere oranı, faiz giderlerinin toplam aktiflere oranı, faiz dışı giderlerin toplam aktiflere oranı olarak seçilmiştir. Bu yaklaşımda çıktılar ise; toplam kredilerin toplam aktiflere oranı ve faiz gelirlerinin toplam aktiflere oranı olarak belirlenmiştir.

Tahir, Bakar ve Haron (2009) alışmalarında, 2000 ile 2006 yılları arasında Malezya'da faaliyet gösteren ticari bankaların toplam etkinliği, saf etkinlik skorlarını ve ölçek etkinliklerini belirlemek için Veri Zarflama Analizini kullanmışlardır. Sonuçlar, yabancı bankaların etkinsizliğinin ölçek etkinliğinden, yerli bankaların etkinsizlik nedeninin ise saf etkinlikten kaynaklandığını göstermiştir.

Tandon ve Malhotra (2014) yaptıkları çalışmada, etkin bir bankacılık sektörünün düzgün işleyen bir ekonominin zorunlu gereği olduğunu belirtmiş ve 2010-2012 yılları arasında Hindistan'da faaliyet gösteren 44 banka için saf etkinlik, teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değerlemesi yapmışlardır. Sonuçlar, 44 bankadan 7 tanesinin etkinlik sınırında yer aldığını ve diğer bankalara referans olabileceğini göstermiştir.

3 VERİMLİLİK VE ETKİNLİK İLE İLGİLİ KAVRAMLAR

3.1 VERİMLİLİK VE VERİM

Genel bir ifadeyle verimlilik (productivity), üretim sürecinde elde edilen çıktıların (ürün veya hizmetler), girdilere (kaynaklar) oranlanması olarak tanımlanabilir. Ancak verimlilik kavramına sadece girdi ve çıktı ilişkisi olarak bakmak yanlıştır. Verimlilik, bir işletme çalışanlarının daha fazla çalıştırılmasını değil, çalışma ve yaşam kalitesini artıracak daha verimli çalışmayı ifade eder.³²

Verim: İşletme veya örgütlerin üretim sürecinde girdi faktörlerinin optimal düzeyde kullanımı ile ilgili bir performans boyutudur. Verim, kaynak tüketimi ile ilgilidir; işlerin doğru yapılması olarak da belirtilir. Verim oranı ise kullanılması beklenen kaynaklar ile kullanılan kaynaklar arasındaki oranı ifade eder.

3.1.1 Teknik Verim

Girdilerin kullanılması ile elde edilen faydalı çıktıların ilişkisini ifade eder. Daha çok teknik alanda görev yapanlar ve mühendisler tarafından kullanılmaktadır. Verim oranının 1 değerine yaklaşması istenir. 1'e yaklaştıkça, verimliliğin yükseldiği anlamına gelir. Teknik verim şu şekilde ifade edilir:

$$\text{Teknik Verim} = \frac{\text{Yararlı Çıktı}}{\text{Girdi}} = \frac{\text{Girdi-Kayıp}}{\text{Girdi}} = \leq 1$$

3.1.2 Ekonomik Verim

İşletmelerin kar elde edebilmesi için çıktı değerlerinin en azından girdi değerlerine eşit veya girdi değerlerinden fazla olması gerekir. Muhasebe yönünden verimin yorumunu ifade eden ve parasal değerler üzerinde yapılan analizlerde kullanılan bir oran olan ekonomik verimin; teknik verimden farklı olarak karlılığı göz önünde bulunduracağından, oranın 1'den büyük olması istenir ve şu şekilde ifade edilir:

³² (Karabulut; Okka; Başel, 2006)

$$\text{Ekonomik Verim} = \frac{\text{Girdi} + \text{Kâr}}{\text{Girdi}} = \geq 1$$

3.2 ETKİLİLİK VE ETKİNLİK

Etkililik (effectiveness), genel bir ifadeyle işletmelerin amaçladıkları çıktı miktarına ne kadar ulaştıklarının göstergesidir. Dolayısıyla amaçlarla ilgili bir performans boyutudur.

$$\text{Etkililik} = \frac{\text{Fiili Miktar}}{\text{Planlanan Miktar}} \text{ olarak belirlenebilir.}$$

Etkinlik: Bir üreticinin üretim süreci sonunda girdi ve çıktıların, gözlemlenen ve optimal değerleri arasındaki karşılaştırmayla bulunur. Bu karşılaştırma girdiden elde edilebilecek en yüksek çıktı düzeyinin, mevcut çıktıyla, ya da çıktıyı üretmek için gerekli en az girdi miktarı ile mevcut girdi miktarının karşılaştırılması ya da her iki yöntem bileşimi ile gerçekleşir.³³ Bu bağlamda etkililik, amaçlar ile ilgili bir kavram iken etkinlik, amaçların gerçekleşmesinde kullanılacak kaynaklar ile ilgilidir.

Karar Verme Birimi; Charnes, Cooper ve Rhodes (1978)'in yaptıkları çalışmada Karar Verme Birimleri (KVB) terimi literatüre girmiştir. Charnes, Cooper ve Rhodes KVB'lerini, etkinliği değerlendirilen çeşitli girdi ve çıktılara sahip olan firmaların, bölüm ya da birimlerin topluluğu olarak tanımlamışlardır.

Üretim İmkânları Kümesi; Türk Dil Kurumu'na göre üretim, belirli faaliyet ve işlem sonucu yeni bir mal veya hizmet meydana getirme olarak tanımlanmıştır. Üretim başka bir deyişle, doğadaki kaynakların belirli bir işlemde geçirilerek mal veya hizmetlere dönüştürülmesidir. Üretim sürecinin etkinliği, mevcut teknoloji ve teknolojik değişime bağlı olarak, eldeki girdiden mümkün olan en fazla çıktıyı almaya veya belirli bir çıktıyı mümkün olan en az girdi ile almaya bağlıdır.³⁴

³³ (Fried; Knox Lovell; Schmidt, 2008)

³⁴ (Cingi; Tarım, 2000)

Karar verme birimlerin girdi ve çıktı miktarları, ölçüleri, eldeki teknolojinin mümkün kıldığı girdi, çıktı karışımı (x, y) kümesi, üretim imkânları kümesi olarak adlandırılır.

(x, y) : üretim imkânları kümesine ait girdi çıktı vektörü.³⁵

Üretim Fonksiyonu; üretim ile üretim faktörleri arasındaki ilişkinin matematiksel ifadesidir. Üretim fonksiyonu, girdi miktarındaki değişimin, çıktı miktarında oluşturacağı değişmeyi açıklar ve üretim fonksiyonu şu şekilde ifade edilebilir;

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$$

y fiziki çıktı miktarı

x i'ninci girdiden kullanılan miktarı gösterir.

Ölçeğe göre getiri; bir üretim sürecinde tüm girdilerde belirli miktarda bir artışın toplam üründe ne kadarlık bir artışa yol açacağı ile ilişkilidir. Bu bağlamda;

$$\text{Ölçeğe Göre Getiri} = \frac{\text{Toplam Üründe Artış}}{\text{Girdilerdeki Artış}} \quad \text{formülü ile gösterilir.}^{36}$$

3.2.1 Teknik Etkinlik ve Tahsis Etkinliği

Bir üretim sürecinin etkinliğinden bahsedebilmek için mevcut teknoloji ve teknolojik değişme çerçevesinde, eldeki girdilerden mümkün olan en yüksek çıktıyı alabilmek veya belirli bir çıktıyı üretmek için mümkün olan en düşük girdiyi kullanmak gerekmektedir. Girdi miktarını değiştirmeden çıktı miktarını artırmak mümkün ise burada 'savurganlık vardır' denilebilir. Ancak çıktı miktarında girdiler sabit tutulduğunda bir değişim söz konusu değilse savurganlıktan söz edilemez. Teknik etkinlik kavramı savurganlığın olmadığı, eldeki girdilerden mümkün olan en yüksek çıktıyı üretme başarısını ifade eder. Bu bağlamda teknik etkin olan üretim kombinasyonları kümesi üretim fonksiyonunu oluşturur. Teknik etkinlik kavramı,

³⁵ (Güneş, 2006, s. 8)

³⁶ (Kecek, 2010)

girdi ve çıktılarının miktarı ile ilgilenir, girdilere ait fiyatları içermez. Fiyatların dikkate alınmadığı etkinlik ölçümleri yanlış sonuçlar verebilir.

Tahsis etkinliği, teknik etkinliğin bir tamamlayıcısı olarak girdi fiyatları dikkate alınarak çıktılarının en ucuza mal olduğu girdi bileşimini gösterir.³⁷

Tahsis etkinliği, kıt kaynaklarla üretilen mal veya hizmetlerin, insanlara sahip olmak istediği ve maddi imkânlarınca (gelir düzeyi) elde edilebilecekleri ürünlerden farklı olmadığı durumda söz konusudur. Bu duruma; ‘doğru ürünlerin üretildiği durum’ denilebilir. Tahsis etkinliği için 3 koşulun gerçekleşmesi gerekir:

1. İktisadi Etkinlik
2. Tüketim Etkinliği
3. Marjinal Sosyal Fayda

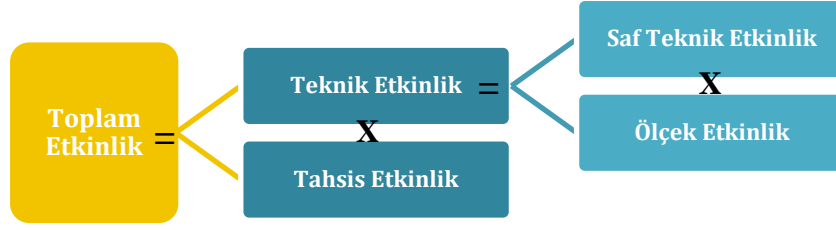
3.2.2 Ölçek Etkinliği

Çıktı/Girdi oranının büyüklüğüne dayalı bir etkinlik türüdür. Bir üretim sürecinde girdi oranında ki belirli bir artışın çıktı oranında ne şekilde artışa yol açtığıyla ilgilenir ve uygun ölçekte üretim yapmaktaki başarıyı ifade eder. Girdi oranında gerçekleşen artış, çıktı oranındaki artıştan fazla ise ölçeğe göre azalan getiri; girdi oranındaki artış, çıktı oranındaki artışa eşit ise ölçeğe göre sabit getiri; girdi oranındaki artış, çıktı oranındaki artıştan az ise, ölçeğe göre artan getiri söz konusudur.³⁸

Toplam Etkinlik; Teknik etkinlik ile ölçek etkinliği birlikte toplam etkinlik olarak adlandırılır. Toplam etkinlik, teknik etkinlik ve ölçek etkinliğinin çarpımıyla bulunur.

³⁷ (Thanassoulis, 2001, S. 26)

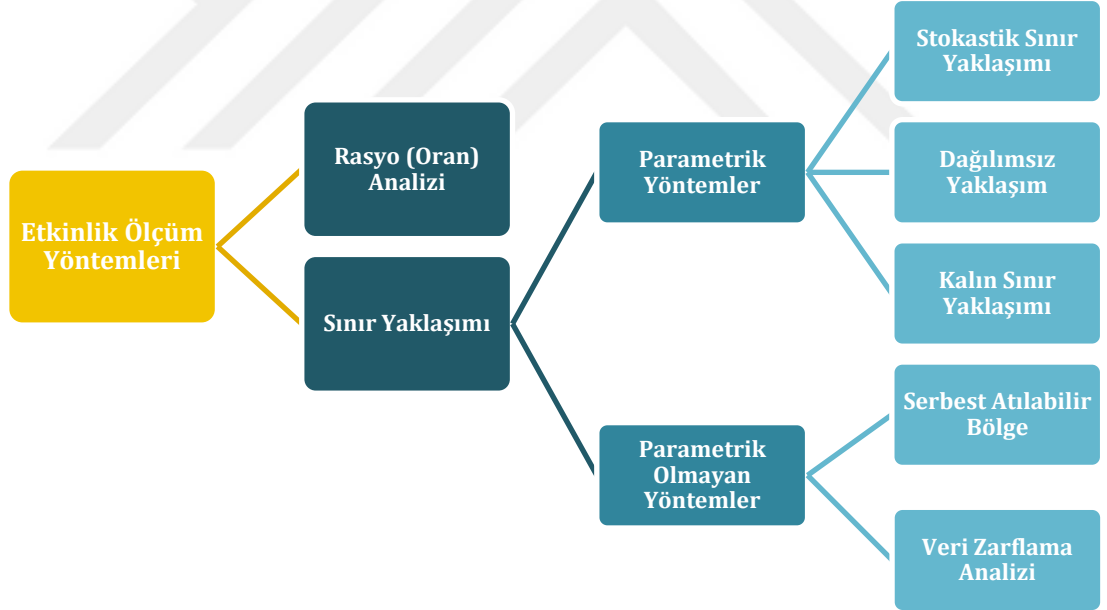
³⁸ (Cingi; Tarım, 2000)



Şekil 6: Toplam Etkinlik Şeması³⁹

3.3 ETKİNLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Firmaların girdi faktörlerini ne denli iyi bir biçimde çıktıya dönüştüreceğini ve diğer firmalara göre bunu ne ölçüde gerçekleştirdiğini kıyaslar. Etkinliği, yani bir şirketin performansını ölçmek için çeşitli yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemleri şu şekilde gruplandırabiliriz:



Şekil 7: Etkinlik Ölçüm Yöntemleri Sınıflandırılması

³⁹ (Kecek, 2010)

3.3.1 Rasyo analizi

Etkinlik ölçümünde kullanılan bu yöntem, tek bir girdi ile tek bir çıktının oranlanması ile oluşan bir rasyonun, zaman içinde incelenmesi olarak ifade edilebilir. Firmaların mali yapılarını, ekonomik varlıklarını verimli kullanıp kullanmadıklarını ayrı kalemler olarak ele alıp yıllara göre değerlendirme veya diğer firmalarla aynı kalemler üzerinde yorumlama yapmayı kolaylaştırır. Bu sadece bir döneme ait verilerle uygulanabileceği gibi daha fazla dönem içinde uygulanabilir.

Oran ölçeğinin başlangıç noktası mutlak (gerçek) sıfır noktasıdır ve ölçek en duyarlı ölçüm sonuçlarını verir. Ağırlık, uzunluk, hacim, çalışan sayısı gibi birçok konunun oran ölçeğinde ifade edilmesi mümkündür.

Oran analizinde tek girdinin tek çıktıya oranlanması sonucu elimizde tek bir rasyo olduğundan, birden fazla girdiyi ve çıktıyı ayrı ayrı yorumlamak durumunda ve anlamlandırmakta güçlük yaratan durumlarla karşı karşıya kalmaktayız.

Buna rağmen bir girdi ve bir çıktının olduğu durumlarda iyi ve sıklıkla kullanılan bir yöntemdir.

Rasyo Analizi, etkinliği gösteren ve etkinlik için girdi veya çıktıların nasıl olması gerektiği hakkında bilgi veren bir yöntem değildir. Dolayısıyla etkin birimlerle ilişkilendirme yapamaz. Rasyo analizi, olan durumu gösterdiğinden verimlilik veya etkinlik hakkında bir fikrin oluşabilmesi için konu üzerinde kabul görmüş oranlar, diğer firmaların aynı konudaki oranları veya önceki yıllara ait oranlarla değerlendirilmesi gerekmektedir.⁴⁰

3.3.2 Sınır Yaklaşımı

Sınır yaklaşımında ilk olarak en etkin sınır belirlenmektedir. Uygulamada yapılan hatalar veya diğer sebeplerden ötürü etkinlik sınırından uzaklaşmalara 'etkinsizlik' adı verilir. Etkinliğin, sınır analizi ile ölçümünde kullanılan yöntemler; parametrik olmayan yani non-parametrik ve parametrik yöntemler olarak ikiye ayrılır.⁴¹

⁴⁰ (İnan, 2000, s. 83)

⁴¹ (Koçak; Çilingirtürk, 2011, s. 168)

3.3.2.1 Parametrik Yöntemler

Parametrik yöntemlerde gözlem kümesi içinde yer alan en iyi performansın etkinlik sınırı (etkinlik sınırı, efficiency frontier) üzerinde, yani regresyon çizgisi üzerinde olduğu varsayılır. Etkinlik sınırında sapma göstermeyen gözlemlerin etkin olduğu (efficient), diğerlerin ise etkinsiz (inefficient) olduğu söylenebilir. Hiçbir gözlemin uyuşmayacağı etkinlik sınırı da mümkün olabilir. Tam etkin olarak gözlemlenen gözlemlerde hata olmadığı söylenebilir. Fakat yöntem her zaman bir rassal hata olacağını varsaydığından, bir gözlemin ancak ölçüm hataları giderildikten sonra etkinsiz olduğuna karar verilir.

Parametrik yöntemler içinde en yaygın olarak kullanılan yöntem; Regresyon analizidir. Bu yöntem, bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin fonksiyonel şeklini bu değişkenlerden bir doğru denklemi olarak gösterir. Regresyon analizi ile performans değerlendirmesi yapılırken, Regresyon doğrusu üzerinde kalan karar birimleri göreceli olarak verimli, doğru üzerinde yer almayan karar birimleri ise verimsiz olarak nitelendirilir. Parametrik yöntemlerde etkinlik sınırından (Regresyon doğrusu) sapma, etkisizlik ve rassal hata ile oluşur. Bu iki bileşenin birbirinden ayırt edilebilmesi büyük önem taşır. Çünkü parametrik yöntemler bu unsurların nasıl dağıldığı ile birbirinden ayrılır.

Avantajı: Rassal hataya izin verdiği için ölçüm hatalarının ayıklanmasında başarılıdır. Dezavantaj: Birden çok bağımsız değişkene karşı ancak bir bağımlı değişkenin analizi yapılabilmektedir. Regresyon analizi, ortalama performansa göre göreceli performansı ölçmekte, bu da en iyi karar birimlerine göre iyileştirmeyi mümkün kılmamaktadır. En iyi karar birimlerinde ortalamaya çekme gibi bir sonuca götürmektedir. Yani en iyi performans ortalama gibi bir sonuç ortaya çıkarır.

Regresyon analizi, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin nasıl ilişkilendirildiğine ilişkin üretim fonksiyonunun tanımlanmasını gerektirir ve verimsiz birimleri tanımlayamamaktadır.

3.3.2.1.1 Stokastik Sınır Yaklaşımı (SFA - Stochastic Frontier Approach)

Temelinde Farrell'in makalesinde yer verdiği bir saptaması olan, rassal olarak tüm gözlemlerin aynı yönlü saptığı verimli bir fonksiyon olduğu söylenebilir. Bu yaklaşım, ölçüm hatalarını raslatılsal değişim ile birleştirmenin, analizi yanlış bir

sonuca götüreceği fikri ile doğmuştur.⁴² Stokastik sınır yaklaşımında hata terimi iki parçaya ayrılır: Rassal hata firma kontrolü dışında gelişen faktörlerin etkisini, diğer kısım ise firma kontrolü altında olan etkinsizliği gösterir.⁴³

Stochastic Frontier Approach (SFA)'nın avantaj olarak karşımıza çıkan yönü, istatistiksel hatalar ile etkinsiz kaynakların hatalarını ayırıştırması olarak söylenebilir. Buna karşın ölçümü yapılacak türüne göre fonksiyonel yapının belirlenmesini mecbur kılması, Stokastik Sınır Yaklaşımının kısıtlayıcı olarak nitelendirilmesine neden olmaktadır.^{44,45}

3.3.2.1.2 Serbest Dağılım Yaklaşımı (DFA - Distribution Free Approach)

Bu dağılımsız yaklaşım, hata terimleri ile etkinsizlikleri Stokastik Sınır Yaklaşımı ve Kalın Sınır Yaklaşımından farklı bir şekilde ayırır. Rassal hata veya etkinsizler için özgün dağılımlar gerektirmez. Karar birimlerinin etkinliğinin durağan, rassal hata terimleri ortalamasının da zamanla sıfır olacağını varsayar. Bu varsayımlarda etkinsiz gözlemlerin pozitif olması şartı vardır. DFA, herhangi bir noktada, herhangi bir firmanın en iyi verimlilik ortalama sapmasını tanımlar.

3.3.2.1.3 Kalın Sınır Yaklaşımı (TFA- Thick Frontier Approach)

Kalın Sınır Yaklaşımı yönteminde, etkinsizlik ve rassal hata unsurlarının beklenen dağılımlarına ilişkin bir varsayım yoktur. Beklenen ve gözlemlenen değerler arasındaki en küçük ve en büyük değerlerinin rassal hatayı diğerlerinde etkinsiz gözlemleri oluşturur.⁴⁶

3.3.2.2 Parametrik Olmayan Yöntemler

Doğrusal programlama tabanlı yöntemlerdir. Karar verme birimlerinin kısıt altında optimizasyon kullanarak etkinlik sınırına olan uzaklıklarını ölçer. Birden çok değişken kullanılabilir olması gibi avantajı söz konusudur. Parametrik olmayan yöntemlerden en çok kullanılanı A. Charnes, W.W. Cooper ve Rhodes tarafından

⁴² (Farrell, 1957)

⁴³ (Kadioğlu, 2006, s. 23)

⁴⁴ (Turgutlu; Kök; Kasman, 2007, s. 8)

⁴⁵ (Cummins; Weiss, 1998, s. 4)

⁴⁶ (Berger; Humphrey, 1997)

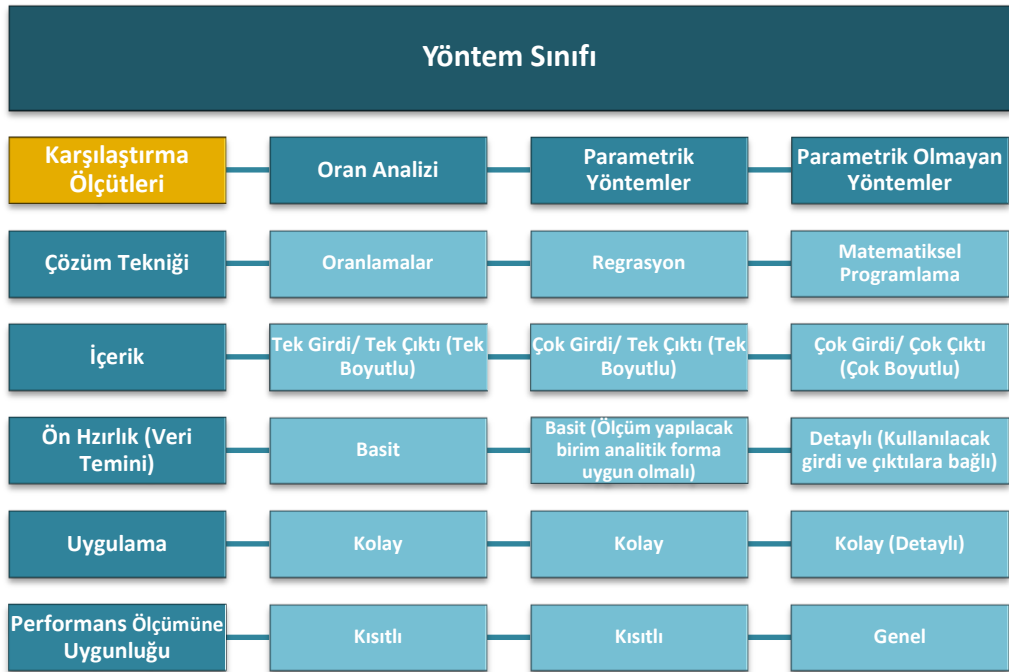
geliştirilen Veri Zarflama Analizidir (Data Envelopment Analysis). Bir diğer yöntem ise, Serbest Atılabilir Zarf Yaklaşımı'dır.

3.3.2.2.1 Veri Zarflama Analizi (DEA- Data Envelopment Analysis)

VZA, birbirleriyle kıyaslanacak Karar Verme Birimlerinin (KVB) etkinliklerini, aralarında ki en etkin olanlara göre bir etkinlik sınırı belirleyerek bu sınıra olan uzaklığa göre Karar Verme Birimlerinin etkinliği değerlendirilir. Girdi ve çıktı odaklı ölçüm yoluna gidilebilen bu sistemde etkinlik değeri 1 olurken, 1'den düşük değerler etkinsiz olarak adlandırılır. VZA metodu bu çalışma içinde yer alacağından detaylı bilgiler verilecektir.⁴⁷

3.3.2.2.2 Serbest Atılabilir Zarf Yaklaşımı

Serbest Atılabilir Zarf Yaklaşımı (VZA) Veri Zarflama Analizinin özelleştirilmiş bir halidir. Parametrik olmayan yöntemler yaklaşımından yola çıkarak etkinlik sınırını belirler. Bu nedenle rassal hataya izin vermez. Parametrik yöntemler ise, birden fazla girdi-çıkıtı kullanımına olanak tanır.



Şekil 8: Etkinlik Ölçüm Yöntemleri

⁴⁷ (Berger; Humphrey, 1997)

Oran Analizi, etkinlik ölçümünde doğrudan bir sonuç alınabilen bir uygulama değildir. Etkinlik ölçümünde genel olarak parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanılır. Parametrik yöntemlerde genel olarak regresyon teknikleri uygulanırken, parametrik olmayan yöntemlerde matematiksel programlama teknikleri kullanılır. Parametrik yöntemlerde tek bir çıktıyla ilişkilendirilen birden çok girdi kullanılırken, parametrik olmayan yöntemlerde çoklu girdi ve çoklu çıktı, veri kümesinin işleme alınmasına olanak sağlar. Parametrik olmayan yöntemlerden en çok kullanılan o Veri Zarflama Analizinin, regresyon analizinden farkı, regresyon analizi ortalama etkinliği gösterirken, Veri Zarflama Analizi en iyi karar birimlerinin performanslarına göre etkinliği belirlerler.⁴⁸

⁴⁸ (Yolalan, 1993)

4 Veri Zarflama Analizi (VZA)

Etkinlik ölçümünde kullanılan Veri Zarflama Analizinin (VZA) adı; etkinlik sınırının, üretim imkânları kümesinde yer alan en az bir noktasından geçmesi ve geri kalan diğer tüm noktaların bu sınırın altında veya üstünde kalması özelliğinden dolayı verilmiştir. Matematik dilinde bu türde oluşturulan bir sınırın bu noktaları “zarfladığı” söylenir.⁴⁹

VZA'nın temelleri Farrell'in (1957) çalışmasında yer alan Debreu (1951) tarafından yapılan bir çalışmaya kadar dayanır. Farrell'in 'The Measurement of Productive Efficiency' çalışmasında, verimliliği değerlendirmeye yönelik çok girdi ve tek çıktısı olan karar birimlerinin etkinlikleri incelenerek etkinlik ölçümünde doğrusal programlama kullanılmıştır.⁵⁰

İlk Veri Zarflama Analizi Modeli, 1978'de Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından yapılan çalışmadır. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan çalışmanın temeli Cooper'in danışmanlığında Rhodes 'in, doktora tezinde dezavantajlı öğrenciler için bir eğitim programı olan “Program Follow Through” u değerlendirmiştir. Devlet okullarında uygulanan bu programa yönelik, okulların etkinliklerini çoklu girdi ve çıktılarla tahmin etme isteğiyle VZA oransal formülasyonu doğmuştur.

VZA girdi faktörlerini çıktıya dönüştürmekle sorumlu işletme veya firmalar görelilik etkinliği ölçümlerini sağlayan doğrusal programlara tabanlı, parametrik olmayan bir yöntemdir. Bahsedilen firmalar veya şirketler Karar Verme Birimleri (KVB) olarak adlandırılırlar. Veri Zarflama Analizi yöntemi, çoklu girdi ve çıktılarının önem derecelerine göre ağırlıklarını belirleyip, etkinlik sınırını tanımlayarak, karar verme birimlerinin etkin olup olmadığının karşılaştırmasını yapmamızı sağlar. Etkinlik sınırı, üretimde kullanılan tüm imkânların oluşturduğu bir kümedir. İmkânların tümü kullanılıyorsa etkinlik skoru 1 olarak tanımlanır. İmkânların tamamını kullanmayan firmaların etkinlik skorları 1'in altında kalıp etkinsiz olarak nitelendirilir. VZA ile birçok kurum ve kuruluş hakkında etkinlik analizi yapılmıştır.

Veri Zarflama Analizinde etkinliğin temel ölçütü, toplam ağırlıklı çıktılarının, toplam ağırlıklı girdilere oranıdır. Herhangi bir karar noktası için etkinlik ölçütü.

⁴⁹ (Cooper; Seiford; Tone, 2000, s. 3)

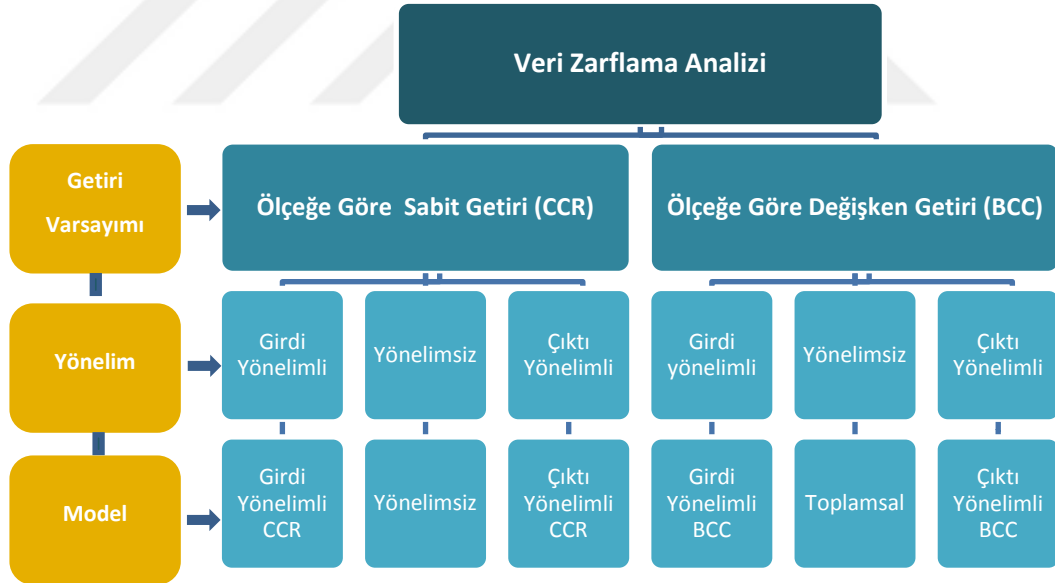
⁵⁰ (Farrell, 1957)

Bu formülde

$$\frac{u_1y_1 + u_2y_2 + \dots + u_ny_n}{v_1x_1 + v_2x_2 + \dots + v_mx_m} \quad (1)$$

- j. karar birimi için
n: çıktı sayısı
m: girdi sayısı
u_n: n. çıktının ağırlığını
y_n: n. çıktının miktarını
v_m: m. girdinin ağırlığı
x_m: m. girdinin miktarını ifade etmektedir.

Veri Zarflama Analizinde kullanılan yöntemler girdi ya da çıktı yönelimli olarak çözülebilir. Girdi odaklı yaklaşımda çıktı miktarı sabitken, girdi miktarının minimum seviyede olması, çıktı odaklı yaklaşımda ise, girdi miktarı sabitken elde edilen çıktının maksimum seviyede olmasına çalışır.



Şekil 9: VZA Yöntem ve Yaklaşımları⁵¹

⁵¹ (Cooper; Seiford; Tone, 2000)

4.1 CCR YÖNTEMİ

Bu yöntem ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanır. Bu bölümde CCR'in temel özellikleri yer almaktadır. Veri Zarflama Analizinde bahsettiğimiz çıktıların ağırlıklı toplamının, girdilerinin ağırlıklı toplamına oranı 1. formülde verilmiştir. Burada girdi yönelimli CCR modelinin kesirli gösterimi (2), (3) formüllerinde gösterilecektir.

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Enb} = \frac{u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_s y_{sk}}{v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_m x_{mk}} = \text{Enb} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \quad (2)$$

Kısıtlar

$$\text{Enb} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r \geq \varepsilon > 0 \quad v_i \geq \varepsilon > 0$$

$$j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m$$

Formül (2) de yer verilen semboller şunları ifade etmektedir:

Enb:	Enbüyükleme
u_r :	k karar biriminin r. çıktıya verdiği ağırlık
v_i :	k karar biriminin i. girdiye verdiği ağırlık
y_{rk} :	k karar biriminin ürettiği r. çıktı
x_{ik} :	k karar biriminin kullandığı i. girdi
y_{rj} :	j. karar biriminin ürettiği r. çıktı
x_{ij} :	k karar biriminin kullandığı i. girdi
ε :	0'dan büyük çok küçük bir değer olarak açılımı yapılmaktadır.

Optimizasyon probleminin amacı, Karar Verme Birimlerinin çıktı/girdi oranını maksimize edecek ağırlıkların belirlenmesi iken, kısıtlar ise ağırlıkların negatif değer olmamasını ve çıktı/girdi oranının (0,1] aralığında kalmasını sağlamaktadır. Veri Zarflama Analizinde kaç adet Karar Verme Birimi varsa, o sayıda model oluşturulur ve optimizasyon problemi çözümlenir.

Kesirli olarak ifade edilen optimizasyon formülü, doğrusal programlama mantığında (3) formülü şeklinde gösterilir.

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Enb } u_1y_{1k} + u_2y_{2k} + \dots + u_sy_{sk} = \text{Enb } \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (3)$$

Kısıtlar

$$v_1x_{1k} + v_2x_{2k} + \dots + v_mx_{mk} = 1 \Rightarrow \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$$

$\theta_k^* = 1$ ise ve $v^* > 0$, $u^* > 0$ eşitsizliği sağlanıyorsa k Karar Verme Birimi etkindir. Aksi takdirde eşitsizliklerden biri sağlanmıyorsa karar birimi etkinsizdir.

Veri Zarflama Analizinin primal ve dual formda ifadesi mümkündür. Dual model kısıt sayısındaki azlığı ve yöneticilere önemli bilgiler sunması nedeniyle daha fazla kullanılmaktadır. Primal modelde olsun, dual modelde olsun, etkinlik sonuçlarını ve etkin olmayan karar birimlerinin referans alacakları karar birimlerine ait bilgileri sunarken; dual modelde etkinlik sınırına ulaşabilmek için gerekli olan hedef, girdi ve çıktıyı da göstermektedir.⁵² Dualite gereği primal model girdi odaklı bir yaklaşım olduğundan dolayı en büyükleme duali en küçükleme olur ve primal model ile dual modelin en iyi değerleri (primal θ_k^* ; dual θ_k^*) birbirine eşittir. Dual model en küçükleme (Enk) olduğu için, dual modelin değeri θ_k^* (0,1] aralığındadır. Formül (4)'de dual model gösterilmiştir.

⁵² (Lorcu, 2008)

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Enk } \theta_k \quad (4)$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} x_{ij} \leq \theta_k x_{ik}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} y_{rj} \geq y_{rk}$$

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

KVB'nin görece toplam etkinliği için; etkinlik skoru ($\theta_k^* = 1$), girdi veya çıktı fazlalıkları ($S_i^- = 0, S_r^+ = 0$) şartlarının yerine getirilmesi gerekmektedir. Şartlardan ($\theta_k^* = 1$) sağlanıp ($s_i^- \neq 0$ veya $s_r^+ \neq 0$) sonucu çıkarsa KVB görece zayıf etkin, 2 şart birden sağlanırsa KVB görece güçlü etkindir.

Şartların sağlanıp sağlanmadığına ilişkin kararın verilebilmesi, girdi fazlası ve çıktı eksikliğinin belirlenmesi, formül (5)' in 2 aşamalı çözümü ile sağlanır.

Amaç Fonksiyon

$$\text{Enk } \theta_k - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^s S_r^+ \quad (5)$$

Kısıtlar

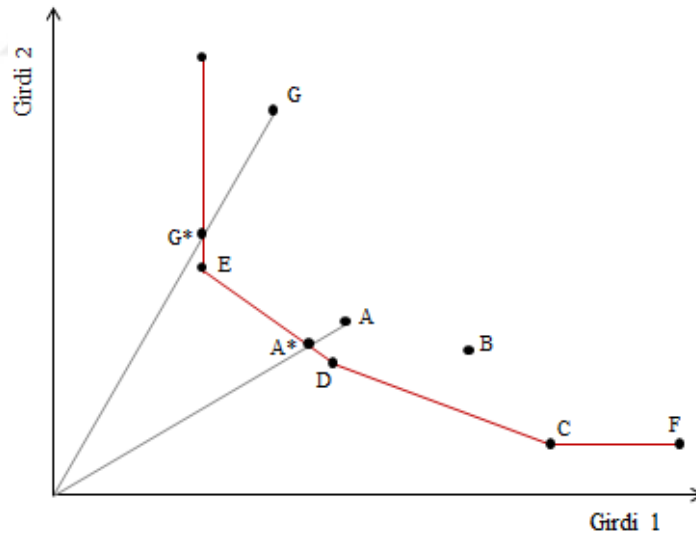
$$S_i^- = \theta_k x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j$$

$$S_r^+ = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_{jk} - y_{rk}$$

$$\lambda_{jk}, S_i^-, S_r^+ \geq 0$$

θ_k^*	karar biriminin etkinliği (etkinlik skoru)
S_i^-	karar biriminin i. girdisine ait atıl değeri
S_r^+	karar biriminin r. ıktısına ait atıl değeri
λ_j	j. karar biriminin yoğunluk değeri
λ_{jk}	k karar birimine ait j. yoğunluk değeri
m	girdi sayısı
s	çıktı sayısı
x_{ik}	k karar biriminin i. girdi değeri
x_{ij}	j. karar biriminin i. girdi değeri
y_{rk}	k karar birimine ait r. ıktı değeri
y_{rj}	j. karar birimine ait r. ıktı değeri
α	büzölme katsayısı
ϵ	çok küçük bir sayıyı ifade eder

İlk aşamada formöl (4) çözümlü ile amaç fonksiyonunun en iyi değeri (θ_k^*) bulunur. Ardından 2. aşamada Max-Slack çözümlü olarak adlandırılır. Değeri bulunan (θ_k^*) formöl (5) de yerine konularak S_i^- , S_r^+ , ve λ^* değerleri bulunur. Etkin olduğu kabul edilen karar biriminde $\lambda_i = 1$, $S_i^- = 0$, $S_r^+ = 0$, $\theta_k^* = 1$, $\alpha = 1$ olur. $\theta_k^* = 1$, $S_i^- = 0$, $S_r^+ = 0$ eşitsizlikleri sağlanıyorsa güçlü etkinlik $\theta_k^* = 1$, S_i^- veya $S_r^+ \neq 0$ ise zayıf etkinlik olduğu söylenebilir.⁵³ Güçlü ve zayıf etkinliğin grafiksel gösterimi Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 10: Güçlü ve Zayıf Etkinlik⁵⁴

Güçlü ve zayıf etkinliğe ilişkin farkın grafiksel gösterimi Şekilde verilmiştir. Şekil üzerinde yer alan A-G noktaları karar birimleri iken, girdi 1 ve girdi 2 vektör karar birimlerine ait girdi miktarını gösterir. Şekilde kırmızı ile gösterilen eğri

⁵³ (Cooper; Seiford, 2007)

⁵⁴ (Erdoğan, 2011, s. 34)

etkinlik sınırındır. Dolayısıyla etkinlik sınırı üzerinde yer alan E, D, C ve F noktaları etkindir. F noktası için girdi 1 düzeyinin, C noktasının girdi 1 değerine çekilmesi halinde, çıktı düzeyinde bir düşüş gerçekleşmeyeceğinden F noktası zayıf etkindir. E,D,C noktalarının girdi düzeyleri en uygun olduğundan bu karar birimleri güçlü etkindir. A,B,G karar birimleri etkinlik sınırı üzerinde olmadıklarından etkinsizdirler. A noktasının etkinliği, orijinden A noktasına çekilen bir doğru yardımıyla bulunabilir. Orijinden etkinlik sınırı üzerinde bulunan A* noktasına uzaklığın, orijinden A noktasına olan uzaklığa oranı ($0A^*/0A$), A karar biriminin etkinliğini gösterir. Etkin olmayan A karar birimi, etkinlik sınırında yer alan A* noktasına girdi düzeylerini indirdiğinde etkin olacaktır. A* noktası E ve D noktalarının bileşiminden oluştuğu için, A karar biriminin referans kümesi E ve D karar birimleridir. G noktası da etkinlik sınırı üzerinde yer almadığından, etkin olabilmesi için etkinlik sınırına çekilmesi gerekmektedir. G* noktasında etkinlik sınırı üzerinde yer almasına rağmen, F noktasında olduğu gibi girdi 2 miktarını azaltarak aynı çıktı miktarını elde edebileceğinden zayıf etkin olur. Güçlü etkinlik için E karar biriminin girdi 2 düzeyine çekilmesi gerekir. E karar biriminin referans kümesidir.

Görece etkin olmadığı varsayılan KVB için, referans kümesi içinde yer alan karar birimlerin çıktı/girdi değerlerinin doğrusal kombinasyonları ile kuramsal bir karar verme birimi tanımlanır. Kuramsal Karar Verme Birimi'nin girdi ve çıktılarına formül (6)'dan ulaşılır.

$$\begin{aligned} x_{ik} &= \theta^* x_{ik} - S_i^{-*} & i= 1,2,3,\dots,m \\ y_{rk} &= y_{rk} + S_r^{+*} & r= 1,2,3,\dots,m \end{aligned} \quad (6)$$

Etkinsiz karar birimi, kuramsal karar biriminin girdi ve çıktı değerlerini hedefler. Bu hedefe varmak için, etkinsiz karar birimi i. girdisini $\lambda x_{ik} = (1 - \theta_k^*) * x_{ik} + S_i^{-*}$ kadar azaltması gerekir, r. çıktısını $\lambda y_{rk} = S_r^{+*}$ kadar artırması gerekir.

CCR'de uygulanan bir diğer yöntem olan çıktı yönelimli model ise formül (7)'da, dual formu da (8)'de gösterilmiştir.

Amaç Fonksiyon

$$\text{Enk} \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \quad (7)$$

Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} = 1$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

Doğrusal programlamaya uygun haldeki çıktı yönelimli CCR modelinin duali ise:

Amaç Fonksiyon

$$\text{Enb } \theta_k \quad (8)$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n n_{ik} x_{ij} \leq x_{ik}$$

$$\theta y_{rk} - \sum_{j=1}^n n_{jk} y_{rj} \leq 0$$

$$n_{jk} \geq 0$$

Bir karar verme biriminin toplam etkinliği, girdi odaklı da, çıktı odaklı da hesaplanırsa aynı sonuç elde edilecektir. Fakat girdi ve çıktıların potansiyel iyileştirme yüzdeleri farklı sonuçlar verebilir.^{55,56}

⁵⁵ (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978)

Tablo 10: CRR Modelleri

Girdi Yönelimli CRR Modelleri		
Kesirli	Doğrusal	Dual
<p>Amaç Fonksiyon</p> $\text{Enb } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}$	<p>Amaç Fonksiyon</p> $\text{Enb } \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$	<p>Amaç Fonksiyon</p> <p>Enk θ_k</p>
Kısıtlar	Kısıtlar	Kısıtlar
$\text{Enb } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$	$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$	$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} x_{ij} \leq \theta_k x_{ik}$
$u_r \geq \varepsilon > 0 / v_i \geq \varepsilon > 0$ $j = 1, \dots, n / r = 1, \dots, s / i = 1, \dots, m$	$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$	$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} y_{rj} \geq y_{rk}$
	$v^* > 0, u^* > 0$	$\lambda_k \geq 0$
Çıktı Yönelimli CRR Modelleri		
Kesirli	Doğrusal	Dual
<p>Amaç Fonksiyon</p> $\text{Enk } \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}$	<p>Amaç Fonksiyon</p> $\text{Enk } \sum_{i=1}^m v_i x_{ik}$	<p>Amaç Fonksiyon</p> <p>Enb θ_k</p>
Kısıtlar	Kısıtlar	Kısıtlar
$\text{Enk } \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1$	$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0$	$\sum_{j=1}^n \eta_{jk} x_{ij} \leq x_{ik}$
$u_r, v_i \geq 0$	$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} = 1$	$\theta y_{rk} - \sum_{j=1}^n \eta_{jk} y_{rj} \leq 0$
		$\eta_{jk} \geq 0$

⁵⁶ (Özden, 2008)

4.2 BCC YÖNTEMİ

Banker Charnes ve Cooper (1984) tarafından geliştirilen ölçeğe göre değişen getiri varsayımına dayanır. CCR modelinde ki ölçeğe göre sabit getiri varsayımı, bütün şirketlerin optimum ölçekte işlevini yerine getirmesini gözetir. Ancak şirketlerin optimum ölçekte faaliyetlerini sürdüremediği, piyasa koşulları, rekabet ortamı gibi faktörlerin buna engel olduğu durumlar için, ölçeğe göre değişen getiri durumuna sahip şirketlerin performanslarını ölçmekte bu yöntem kullanılır. BCC yönteminin CCR yönteminden formül üzerindeki farkı, amaç fonksiyonuna μ_k değişkenin eklenmesi ve formülün kısıtlarında CCR den farklı olarak $\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1$ kısıtının olmasıdır. μ_k değişkeni ölçeğe göre değişken getiri ile ilgilidir.⁵⁷

Formülün çözümünde

$\mu_k = 0 \Rightarrow$ ölçeğe göre sabit getiri

$\mu_k > 0 \Rightarrow$ ölçeğe göre azalan getiri

$\mu_k < 0 \Rightarrow$ ölçeğe göre artan getiri

olduğunu göstermektedir.

$\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1$ ise dışbükeylik kısıtıdır ve görelî etkinliğin tanımının daha esnek bir yapıya kavuşmasını sağlar.

Girdi yönelimli BCC modelinin kesirli göstereni formül (9)'da gösterilmektedir.

$$\text{Enb} \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - \mu_k}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}} \quad (9)$$

⁵⁷ (Charnes v.d., 1994)

Kısıtlar

$$\text{Enb} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \mu_k}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r \geq \varepsilon > 0 \quad v_i \geq \varepsilon > 0 \quad \mu_k: \text{serbest}$$

Formül (9)'da gösterilen modelde:

Enb	Enbüyükleme (maksimum)
u_r	k karar biriminin r. çıktıya verdiği ağırlık
v_i	k karar biriminin i. girdiye verdiği ağırlıktır
y_{rk}	k karar biriminin ürettiği r. çıktı
x_{ik}	k karar biriminin kullandığı i. girdi
y_{rj}	j. karar biriminin ürettiği r. çıktı
x_{ij}	j. karar biriminin kullandığı i. çıktı
μ_k	ölçeğe göre değişken getiri kavramı ile ilgilidir

Kesirli olarak ifade edilen formül doğrusal programlama mantığında formül (10)'da ki gibi gösterilir.

Amaç fonksiyonu

$$\text{Enb} - \left(\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \right) - \mu_k \quad (10)$$

Kısıtlar

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

$$\left(\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \right) - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \mu \leq 0$$

$$u_r \geq \varepsilon > 0 \quad v_i \geq \varepsilon > 0 \quad \mu_k: \text{serbest}$$

BCC yönteminde CCR'de olduğu gibi dual formüller kullanılmaktadır. BCC'nin CCR'den farklı olan yönü, dualine $\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1$ kısıtının eklenmesidir. Dual formül (11)'de gösterilmiştir.

Amaç Fonksiyon

$$\text{Enk } \theta_k - \varepsilon \sum_{j=1}^m S_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^s S_r^+ \quad (11)$$

$$S_i^- = \theta_k x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j$$

$$S_r^+ = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_{jk} - y_{rk}$$

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

$$\lambda_j \geq 0$$

$$S_i^- \geq 0$$

$$S_r^+ \geq 0$$

θ_k	karar biriminin etkinliği
S_i^-	karar biriminin i. girdisine ait atıl değeri
S_r^+	karar biriminin r. çıktısına ait atıl değeri
λ_j	j. karar biriminin yoğunluk değeri
λ_{jk}	k karar birimine ait j. yoğunluk değeri
m	girdi sayısı
s	çıkıtı sayısı
x_{ik}	k karar biriminin i. girdi değeri
x_{ij}	j. karar biriminin i. girdi değeri
y_{rk}	k karar birimine ait r. çıkıtı değeri
y_{rj}	j. karar birimine ait r. çıkıtı değeri
ε	0'dan büyük çok küçük bir sayıyı ifade eder

CCR modelinde olduğu gibi BCC modelinde de çözüm 2 aşamadan oluşur: İlk aşamada amaç fonksiyonunu θ_k^* minimize edilmekte, 2. aşamada ise çıkıtı

eksiklileri ve girdi fazlalıklarının optimizasyonu sağlanmaktadır. $\theta_k^* = 1$ ve S_i^- , $S_r^+ = 0 \Rightarrow$ BCC etkindir. Aksi takdirde BCC etkinsizdir denilebilir.⁵⁸

j. karar biriminin λ_j toplamı;

$< 1 \Rightarrow$ KVB'nin ölçeğe göre artan getiri gösterir

$= 1 \Rightarrow$ KVB'nin ölçeğe göre sabit getiri gösterir

$> 1 \Rightarrow$ KVB'nin ölçeğe göre azalan getiri gösterir

Çıktı yönelimli BCC formülü kesirli ifadesi aşağıda (12) formülündeki gibidir.

Amaç fonksiyon

$$\text{Enk} \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - \mu_k}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}} \quad (12)$$

Kısıtlar

$$\text{Enk} \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \mu_k}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1$$

$u_r \geq \epsilon > 0$ $v_i \geq \epsilon > 0$ μ_k : Serbest

Kesirli formülün doğrusal programlama mantığındaki ifadesi formül (13) olarak gösterilmiştir.

⁵⁸ (Cooper; Seiford, 2007)

Amaç fonksiyon

$$\text{Enk} \sum_{r=1}^m v_i x_{ik} - \mu_k \quad (13)$$

Kısıtlar

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \mu_k \leq 0$$

$$u_r \geq \varepsilon > 0 \quad v_i \geq \varepsilon > 0 \quad \mu_k: \text{Serbest}$$

Bu formülden yola çıkarak elde edilen dual formül (14)' de gösterildiği gibidir.

Amaç Fonksiyon

$$\text{Enb} \theta_k + \varepsilon \sum_{j=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^s S_r^+ \quad (14)$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + S_i^- - x_{ik} = 0$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - S_r^+ - \theta y_{rk} = 0$$

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

$$\lambda_j \geq 0$$

$$S_i^- \geq 0$$

$$S_r^+ \geq 0$$

Model çözümünde θ^* değeri 1 ise, KVB'nin etkin olduğu söylenilebilir. Etkin olmayan karar birimleri için referans kümesi formül (15) ve (16)'da ki gibi hesaplanır.^{59,60,61}

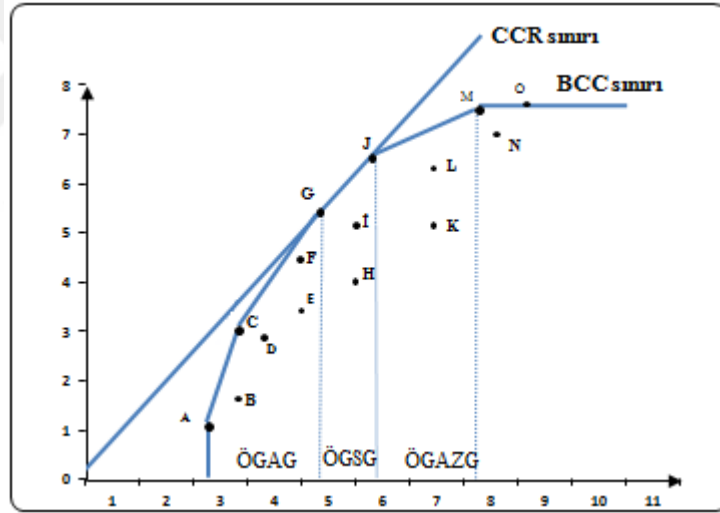
$$x_{ik} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \quad (15)$$

$$y_{rk} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j$$

Veya

$$x_{ik} = x_k - S_i^- \quad (16)$$

$$y_{rk} = \theta y_{rk} + S_r^+$$



Şekil 11: CCR ve BCC Etkinlik Sınırı Farkı⁶²

CCR ve BCC etkinlik sınırları ile BCC'nin ölçeğe göre getiri durumları şekil 11' de verilmiştir. CCR etkinlik sınırına göre karar birimleri ölçeğe göre sabit getiri gösterirken, BCC etkinlik sınırına göre karar birimleri artan, sabit ve azalan özellik göstermektedir.

⁵⁹ (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978)

⁶⁰ (Banker; Charnes; Cooper, 1984)

⁶¹ (Özden, 2008)

⁶² (Wang & Cui, 2010)

Tablo 11: BCC Modelleri

Girdi Yönelimli BCC Modelleri		
Kesirli	Doğrusal	Dual
<p>Amaç Fonksiyon</p> $\text{Enb } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - \mu_k}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}$	<p>Amaç Fonksiyon</p> $\text{Enb } - \left(\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \right) - \mu_k$	<p>Amaç Fonksiyon</p> $\text{Enk } \theta_k - \varepsilon \sum_{j=1}^m S_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^s S_r^+$
<p>Kısıtlar</p> $\text{Enb } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \mu_k}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1$	<p>Kısıtlar</p> $\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1$	<p>Kısıtlar</p> $S_i^- = \theta_k x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j$ $S_r^+ = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{rk}$
<p>$u_r \geq \varepsilon > 0 / v_i \geq \varepsilon > 0$ μ_k: serbest</p>	$\left(\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \right) - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \mu \leq 0$	$\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1$
	$u_r \geq \varepsilon > 0 / v_i \geq \varepsilon > 0 / \mu_k$: serbest	$\lambda_j \geq 0 / S_i^- \geq 0 / S_r^+ \geq 0$
Çıktı Yönelimli BCC Modelleri		
Kesirli	Doğrusal	Dual
<p>Amaç Fonksiyon</p> $\text{Enk } \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - \mu_k}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}$	<p>Amaç Fonksiyon</p> $\text{Enk } \sum_{r=1}^m v_i x_{ik} - \mu_k$	<p>Amaç Fonksiyon</p> $\text{Enb } \theta_k + \varepsilon \sum_{j=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^s S_r^+$
<p>Kısıtlar</p> $\text{Enk } \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \mu_k}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1$	<p>Kısıtlar</p> $\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} = 1$	<p>Kısıtlar</p> $\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + S_i^- - x_{ik} = 0$ $\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - S_r^+ - \theta y_{rk} = 0$
<p>$u_r \geq \varepsilon > 0 / v_i \geq \varepsilon > 0$ μ_k: Serbest</p>	$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$	$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$
	$u_r \geq \varepsilon > 0 / v_i \geq \varepsilon > 0 / \mu_k$: Serbest	$\lambda_j \geq 0 / S_i^- \geq 0 / S_i^+ \geq 0$

4.3 VZA' NIN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Her etkinlik analizi sisteminde olduğu gibi Veri Zarflama Analizinin de güçlü ve zayıf yönleri vardır. VZA doğru kullanıldığında kullanıcıya geniş çapta fayda sağlayan, çok sayıda avantajı olan bir etkinlik yöntemidir. Avantaj ve dezavantajları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Birden çok girdi ve çıktıya sahip KVB'lerin etkinliklerinin ölçümüne imkân tanınması
- Ölçüm yapmak için girdi ve çıktılarda dönüşümler yapmaya gerek duyması,
- Birbirinden farklı birimlerin girdi ve çıktı olarak kullanabilmesi
- Üretim ya da ölçek kaynaklı etkinsizliklerin belirlenebilmesi ve etkinsizliklerin giderilmesi için önerilerin sunulması,
- Etkinliği ortalama göre değil, en etkin karar birimlerine göre ölçü alması ve görece etkinlikleri en iyi KV Birimlere göre belirlemesi,
- Homojen karar verme birimlerin kendi aralarında görece kıyaslamaları yapılabilir.
- Karar verme birimleri doğrudan bir referans KVB, ya da referans kümesi ile görece karşılaştırılabilir.
- Fiyat bilgisine ihtiyaç duymaz. Bu yüzden kar amacı gütmeyen kuruluşların performansını ölçmekte kullanılabilir.
- Parametrik yöntemlerin aksine girdi ve çıktılar arasında fonksiyonel bir ilişki olmasına ihtiyaç duymaz.
- Görece etkinliğin hesaplanmasında her karar birimi için optimizasyon formülünü ayrı ayrı verir.

VZA' da diğer yöntemlerde olduğu gibi zayıf yönleri vardır. Bunlardan bazılarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Veri Zarflama Analizi mutlak etkinliği ölçmez, görece etkinliği ölçer.
- Karar birimlerinin tek başına etkinliği hakkında yorum yapılamaz.
- VZA ölçüm ve veri hatalarına karşı çok hassastır. Girdi veya çıktı verilerinin çok büyük ya da küçük alınması, etkinlik sınırında hatalara yol açar. Etkinlik skorları sınırdan uzak kalacağı için gerçeğe de uzak bir sonuç

ortaya çıkar. Bu nedenle, girdi ve çıktı verileri hatalardan arındırılmak zorundadır.

- VZA bir karar birimi için ayrı ayrı doğrusal programlama modeli oluşturduğundan dolayı büyük boyutlu işlemlerin çözümü zaman almaktadır.
- Bir KVB için etkinlik skorunun çalışma yapılan gözlem kümesi içindeki değeri, başka bir gözlem kümesinde farklı olur. Etkinlik ölçümü karar birimleri değişikçe farklı sonuçlar verir. Bu KVB, bir gözlem kümesinde etkin çıkabilirken başka bir gözlem kümesi içinde görece kıyasta etkinsiz çıkabilir.
- Kritik bir girdi veya çıktı problem içerisinde çıkartıldığında sonuçlar yanıltıcı olabilir.
- Veri Zarflama Analizinde serbestlik derecesi bir diğer dezavantajdır. Sonuçların güvenilirliği için, girdi ve çıktı sayılarının toplamından daha fazla karar biriminin işlemde yer alması gerekir.
- VZA teknik girdi ve çıktı etkinliği ile sınırlıdır. Yöntemin güçlendirilmesi için öncelikli ağırlıklar veya görece fiyatlar atanmalıdır.⁶³

4.4 VZA UYGULAMA AŞAMALARI

Veri Zarflama Analizi ile etkinlik ölçümü çalışmalarında aşağıda verilen adımlar takip edilerek yöntem uygulanır:

- Karar Verme Birimlerin (KVB) seçilmesi
- Uygulamada kullanılacak girdi ve çıktıların seçilmesi
- Uygulamada kullanılacak girdi ve çıktılara ait verilerin elde edilmesi
- Karar Verme Birimlerin görece etkinliğinin ölçülmesi
- Tüm Karar Verme Birimleri için detaylı analizin yapılması
- Genel sonuçların değerlendirilmesi⁶⁴

⁶³ (Sarı, 2015)

⁶⁴ (Kecek, 2010)

5 MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ ENDEKSİ YAKLAŞIMI

Toplam faktör verimliliği, bir üretim faaliyeti sonucu elde edilen toplam çıktının, çıktıyı elde etmekte kullanılan üretim faktörlerine oranı şeklinde tanımlanabilir.

Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi (MTFVE), ortak bir teknolojiye göre iki veri noktasının farklarının oranları hesaplanarak, bu veri noktaları arasında toplam faktör verimliliğindeki değişimi ölçer. Bu ölçümün hesaplanmasında uzaklık fonksiyonu kullanılır. Uzaklık fonksiyonları yardımıyla endeks kurma fikrini ortaya atan Sten Malmquist 'in ardından bu endekse Malmquist ismi verilmiştir. Uzaklık fonksiyonu çoklu girdi ve çıktılı üretim teknolojilerini, en az maliyet ya da en yüksek kar gibi hedefleri belirtmeden tanımlamada kullanılır. Çıktıya göre uzaklık fonksiyonu x ile üretilebilecek y 'lerin kümesi S olmak üzere;

$d(x, y) = \min\{\delta : (y/\delta) \in S\}$ şeklinde tanımlanır.

$d(x, y)$ uzaklık fonksiyonunun alacağı değerler, y vektörü *üretim sınırı* üzerinde ise 1.0; y vektörü *üretim sınırı* içindeki teknik etkin olmayan bir noktayı tanımlıyorsa >1.0 ; ve y vektörü *üretim sınırı* dışında ki mümkün olmayan bir noktayı tanımlıyorsa <1.0 'dir.

Fare ve diğerlerinin çalışması izlenerek, esas alınan s dönemi ve takip eden t dönemi arasında çıktıya göre Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi;

$$m(Y_s, X_s, Y_t, X_t) = \sqrt{\left[\frac{d^s(Y_t, X_t)}{d^s(Y_s, X_s)} \times \frac{d^t(Y_t, X_t)}{d^t(Y_s, X_s)} \right]}$$

olarak hesaplanır.

Bu formülde $d^s(X_t, Y_t)$, t dönemi gözleminin s dönemi teknolojisine olan uzaklığını ifade eder. $m(.)$ fonksiyonunun aldığı değer 1,0'dan büyük ise, s döneminden t dönemine toplam faktör verimliliğinde artış olduğu; 1,0'dan az olması

ise aynı dönemde toplam faktör verimliliğinde azalmanın söz konusu olduğunu gösterir. Bu denklem şu şekilde ifade edilebilir:

$$m(Y_s, X_s, Y_t, X_t) = \frac{d^t(Y_t, X_t)}{d^s(Y_s, X_s)} \sqrt{\left[\frac{d^s(Y_t, X_t)}{d^t(Y_t, X_t)} \times \frac{d^s(Y_s, X_s)}{d^t(Y_s, X_s)} \right]}$$

Eşitliğin sağ tarafında ki karekök dışında kalan terim s ve t dönemleri arasındaki Farrell'in toplam teknik etkinlik değişmesinin ölçüsüdür. Parantez içerisindeki terim ise teknolojik değişmeyi ifade eder. Malmquist TFV değişimi endeksinin teknolojik değişim ve teknik etkinlikte ki değişim olarak ayrıştırılması, bu faktörlerin toplam faktör verimliliğine olan katkısını belirlemeye yardımcı olur.

Bu nedenle, teknik etkinlikteki değişim $\frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^s(x^s, y^s)}$ ile ölçülebilir.

Teknolojik değişim ise, (karekök içine alınacak formül)

$$\sqrt{\left[\left(\frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^s(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_o^s(x^t, y^t)}{D_o^s(x^s, y^s)} \right) \right]}$$

ile bulunur.

Burada teknik etkinlikte ki değişme, karar birimlerinin etkinlik sınırına olan uzaklıklarının süreç içindeki değerlendirilmesini verirken; teknolojik değişim ise, etkin sınırın süreç içindeki değişimini verir.^{65,66}

⁶⁵ (Bilişik, 2015)

⁶⁶ (Kula; Kandemir; Özdemir, 2009)

6 DEMİR - ÇELİK SEKTÖRÜNDE VZA VE TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

İşletmelerin kaynaklarının verimli ve etkili kullanımı, işletme yönetiminin temel sorumluluğudur. Kaynakların etkili ve verimli kullanımını artırmak için eldeki kaynaklardan mümkün olan en çok çıktıyı sağlamak gerekmektedir. Yöneticilerin etkinliği sağlayabilmesi için, girdi ve çıktı bileşimlerini iyi bir şekilde analiz edip, etkinlik ve verimlilik ölçümü yapması, kendi işletmeleri ve rakip işletmelerin ne kadar etkin olduğunu anlamalarına yardımcı olacaktır.

Bu çalışmanın uygulamasında, Borsa İstanbul (BİST)'a kote olan 9 adet demir - çelik şirketi değerlendirmeye alınmıştır. Bu şirketlerin karşılaştırmalı olarak etkinliklerinin hesaplanması ve etkin olmayan şirketler için potansiyel iyileştirme hedeflerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Değerlendirmeye girecek şirketler tablo 12'de kuruluş yılları ile birlikte yer almaktadır.

Tablo 12: Borsa İstanbul'a Kote Olan Demir-Çelik Şirketleri ve Kuruluş Yılları⁶⁷

	Demir Çelik Şirketleri (KVB)	Kuruluş Yılı
1	Asil Çelik San. ve Tic. A.Ş.	1979
2	(Burçelik) Bursa Çelik Döküm Sanayi	1968
3	(Çemtaş) Çelik Makine San. ve Tic. A.Ş.	1970
4	(Erdemir) Erdemir Demir Çelik A.Ş.	1960
5	(İsdemir) İskenderun Demir ve Çelik A.Ş.	1970
6	İzmir Demir Çelik Sanayi A.Ş.	1975
7	(Kardemir) Karabük Demir Çelik San. ve Tic. A.Ş.	1939
8	(Tuğçelik) Alüminyum ve Metal Mamulleri San. ve Tic. A.Ş.	1988
9	Özbal Çelik Boru San. Tic. ve Taah. A.Ş.	1995

Uygulamada 1'den çok girdi ve çıktı olması ve şirketlerin görece etkinliklerinin ölçülmesi sebebiyle, Veri Zarflama Analizi araştırmada kullanılacak yöntem olarak

⁶⁷ (KAP Kamu Aydınlatma Platformu, 2016)

seçilmiştir. Bu şirketlere ait 2014 ve 2015 yıllarını kapsayan etkinlik skorları hesaplanmış ve sonuçlara çalışmada yer verilmiştir.

6.1 GİRDİ VE ÇIKTILARIN SEÇİMİ

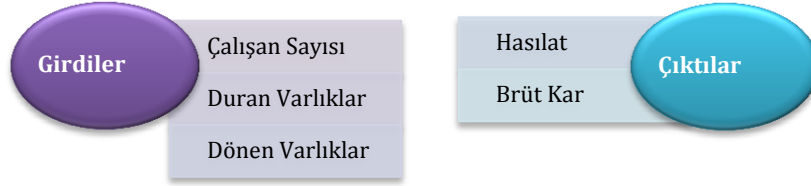
Bir üretim sisteminde girdiler üretim sürecinden geçerek çıktılara dönüşür. Çıktılar üretimin sonucu olarak görülür ve kazanç olarak da tanımlanabilir. Girdiler ise, Karar Verme Birimlerinin kaynakları olarak tanımlanıp, kullanımına bağlı olarak performanslarını etkileyen faktörlerdir. Demir - çelik sektörüne ilişkin Veri Zarflama Analizi uygulamalarına bakıldığında, girdi ve çıktı faktörlerine örnek teşkil edecek birkaç çalışma şu şekilde sunulabilir:

Bakırcı, Shiraz ve Sattary (2014) Borsa İstanbul'a kote olmuş, demir - çelik metal ana sanayi sektöründe faaliyet gösteren 14 firmanın, 2009-2011 yıllarına ait finansal performanslarını ölçmüştür. Ölçümde girdi (kaynak) faktörleri olarak duran varlıklar ve faaliyet giderlerini; çıktı (ürün/hizmet) faktörleri olarak satışlar, faaliyet karı ve faaliyetten sağlanan nakit akışını veri seti olarak kullanmışlardır.

Kara ve Aydın (2011) yaptıkları çalışmada, girdi faktörleri olarak çalışan sayısı ve toplam sermaye stoğunu; çıktı olarak ise üretim düzeyi değişkenlerini veri seti olarak kullanmışlardır.

Debnath ve Sebastian (2014) çalışmalarında Hindistan çelik üretici endüstrisine ait teknik ve ölçek etkinliğinin değerlendirmesini yapmışlardır. Çalışmalarında girdi faktörleri olarak çalışan sayısı, brüt duran varlıklar, dönen varlıklar ve toplam enerji maliyetini; çıktı faktörleri olarak gelirler, faiz ve vergi öncesi kar ve faiz ve vergi sonrası karı veri seti olarak kullanmışlardır.

Bu çalışmada girdi faktörleri olarak çalışan sayısı, duran varlıklar ve dönen varlıklar; çıktı faktörleri olarak hasılat ve brüt kar veri seti olarak kullanılmıştır.



Şekil 12: Girdi-Çıktı Faktörleri

Çalışmada kullanılan veriler 2 yılı kapsamaktadır. Borsa İstanbul'dan elde edilen bilgiler olarak tablo 13 ve tablo 14' de gösterilmiştir.

Tablo 13: Şirketlere ilişkin 2014 Yılı Veri Seti⁶⁸

Firma	Girdi Grubu			Çıktı Grubu	
	Çalışan Sayısı	Dönen Varlıklar	Duran Varlıklar	Hasılat	Brüt kar
Asil Çelik	874	303.435.250	297.355.778	768.736.832	103.627.240
Burçelik	300	23.805.648	25.281.347	39.528.925	5.795.959
Çemtaş	414	116.898.817	100.419.643	257.676.372	41.196.218
Erdemir	12.872	7.371.353	8.562.321	11.484.137	2.438.485
İsdemir	5.613	2.921.542	5.010.466	6.269.340	1.349.969
İzmir D.Ç.	1.636	593.756.314	1.376.624.711	2.134.903.288	67.120.669
Kardemir	3779	1.197.593.866	2.332.214.147	2.188.972.410	515.056.250
Tuççelik	224	82.973.986	61.010.818	14.467.107	2.138.437
Özbal	500	70.257.439	50.228.288	151.213.665	20.102.266

⁶⁸ (KAP Kamu Aydınlatma Platformu, 2016)

Tablo 14: Şirketlere İlişkin 2015 Yılı Veri Seti⁶⁹

Firma	Girdi Grubu			Çıktı Grubu	
	Çalışan Sayısı	Dönen Varlıklar	Duran Varlıklar	Hasılat	Brüt kar
Asil Çelik	905	343.690.517	497.740.800	643.943.971	66.331.785
Burçelik	310	22.373.352	53.840.210	7.000.013	6.470.650
Çemtaş	407	122.391.675	117.197.655	256.956.874	36.084.085
Erdemir	12.659	7.999.975	10.634.515	11.914.581	2.060.291
İsdemir	5.262	2.652.391	6.216.977	5.916.385	9.915.622
İzmir D.Ç.	1.778	712.545.590	1.373.037.648	2.076.349.851	112.146.635
Kardemir	3.820	1.363.216.317	3.774.076.407	2.230.892.163	187.872.870
Tuğçelik	241	95.856.436	62.820.168	16.648.594	1.658.187
Özbal	510	75.527.128	47.506.234	192.534.316	27.748.664

Karar Verme Birimlerinin etkinliğini ölçmekte kullanılacak verilerin seçiminde, demir - çelik sektöründe etkinlik analizlerine ilişkin literatür taraması yapılmış ve literatürde sıklıkla kullanılan girdi ve çıktı faktörleri dikkate alınmıştır. Literatürde yar alan girdi ve çıktılar arasında az miktarda değişiklik olmasına karşın uygulamada kullanılacak girdi ve çıktı sayısı toplamı, karar birimi sayısından az olması gerektiğinden, girdi ve çıktı faktörlerinde eliminasyona gidilmiştir.

⁶⁹ (KAP Kamu Aydınlatma Platformu, 2016)

6.2 CCR VE BCC YÖNTEMLERİ İLE UYGULAMA

Çalışmaya konu olan karar birimlerinin etkinliğinin ölçümünde, VZA'nın hem ölçeğe göre sabit getiri (CCR) varsayımı, hem de ölçeğe göre değişken getiri (BCC) varsayımları altında optimizasyon çözümü gerçekleştirilmiştir. Her iki yöntemde de eldeki kaynaklardan (girdi faktörleri) mümkün olan en yüksek çıktıyı sağlamak amacıyla çıktı yönelimli etkinlik ölçümleri yapılmıştır. Çalışmada, analizin yapılması için gerekli olan en az karar verme birimi (KVB) sayısı (n+m+1) karşılanmıştır. n: girdi sayısı: 3, m: çıktı sayısı: 2. Çalışmaya konu olan veriler, BCC ve CCR yöntemleriyle analiz edilirken, 9 adet KVB için 9 adet doğrusal programlama modeli ayrı ayrı oluşturulup çözülmesi gerekmektedir. Çözümlemelerin yapılmasında ve etkinlik ölçümünde Frontier Analysis programı kullanılmıştır.

6.2.1 CCR Yöntemi Uygulaması

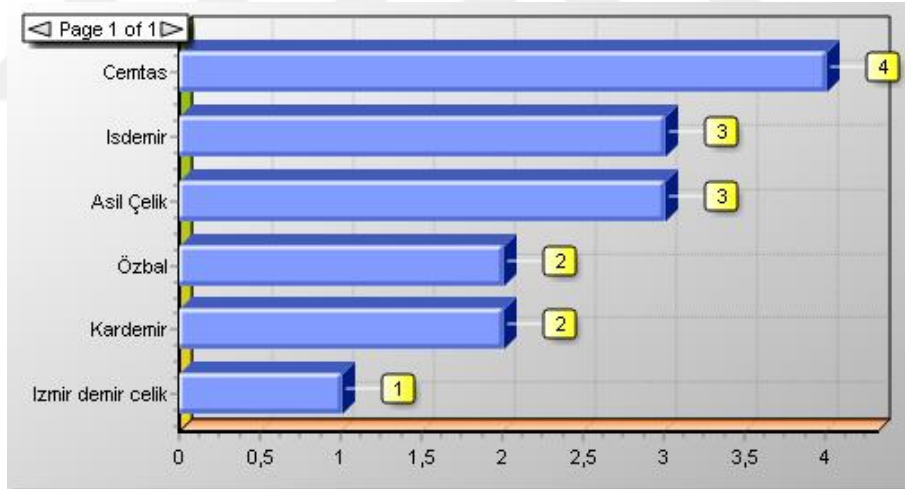
2014 ve 2015 yılına ait veriler kullanılarak çıktı yönelimli ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında çözümlemeler yapılmıştır.

Tablo 15: 2014 CCR Etkinlik Skoru ve Referans Kümesi

Firma (KVB)		Etkinlik Skoru	Referans Kümesi
1	Asil Çelik	1	2*
2	Burçelik	0,6900	1.3.5.7
3	Çemtaş	1	3*
4	Erdemir	0,8457	3,5
5	İsdemir	1	2*
6	İzmir D.Ç.	1	1
7	Kardemir	1	2*
8	Tuğçelik	0,0918	1, 3, 9
9	Özbal	1	1*

*Etkin şubeleri referans alan KVB sayısı

Tablo 15’te demir - çelik sektöründe faaliyet gösteren 9 şirkete ait 2014 yılı etkinlik ölçüm sonuçları ve referans kümesi yer almaktadır. 2014 yılında karar birimlerinin 6 tanesi etkin çıkarken, 3 tanesi etkinsiz olarak gözlemlenmiştir. Etkin olan karar birimleri Asil Çelik, Çemtaş, İsdemir, İzmir Demir - Çelik, Kardemir ve Özbal şirketleridir ve etkinlik değerleri 1* dir. Etkinsiz karar birimleri ise Burçelik, Erdemir ve Tuğçelik şirketleridir. Burçelik 0,6900, Erdemir 0,8457 ve Tuğçelik 0,0918 etkinlik değerine sahiptirler. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımında gerçekleştirilen ölçümün en etkinsiz şirketi Tuğçelik olmuştur ve etkinliği %10’un altındadır. Referans kümelerine bakıldığında etkin olan şirketlerden en çok referans alınan şirket, 3 karar birimine referans gösterilen Çemtaş ’tır. Asil Çelik, İsdemir ve Kardemir şirketleri, 2’şer karar birimine referans olmuşlardır ve Özbal Demir- Çelik Şirketi ise 1 şirkete referans olarak gösterilmiştir. Etkinsiz olan Burçelik şirketi, Asil Çelik, Çemtaş, İsdemir ve Kardemir şirketlerini referans almıştır. Erdemir Şirketi’nin referans aldığı şirketler; Çemtaş ve İsdemir’dir. Diğer etkin olmayan karar birimi Tuğçelik ise, Asil Çelik, Çemtaş ve Özbal şirketlerini referans almıştır.



Şekil 13: En Çok Referans Alınan Karar Birimleri

Frontier Analysis programında en çok referans olan şirketleri gösteren Şekil 13’te referans alınan karar birimleri sayısının 1’er fazla olması; programın, şirketlerin kendilerini de referans olarak almasından kaynaklanmaktadır.

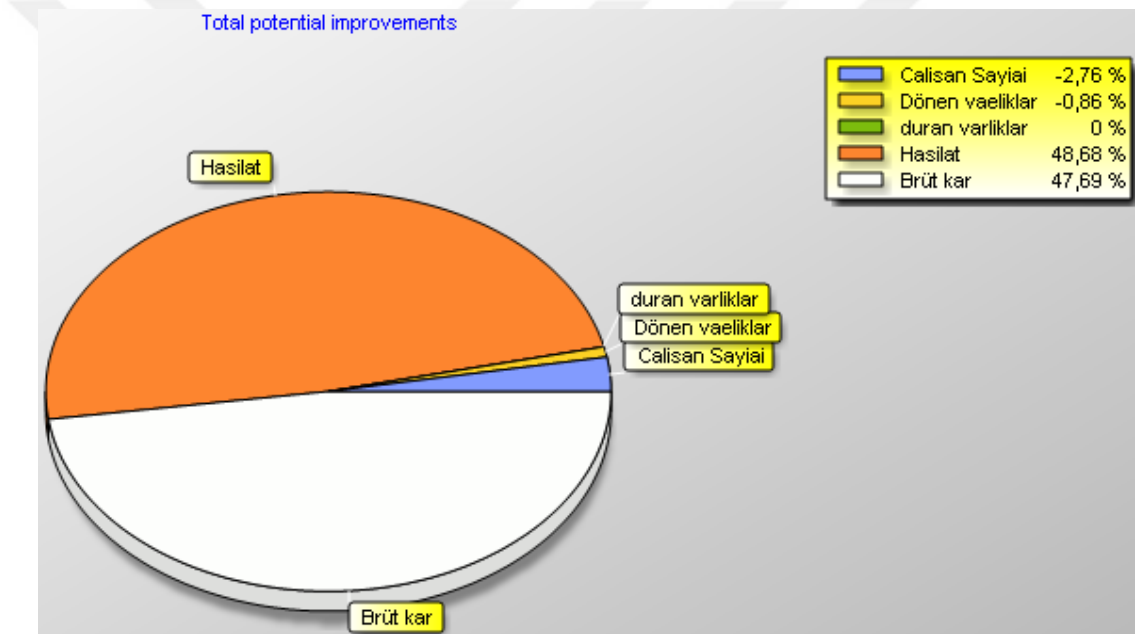
Tablo 16: Demir-Çelik Sektörü için Potansiyel İyileştirme Oranları 2014

Firma (KVB)	Faktörler	Gerçekleşen	Hedef	Potansiyel İyileştirme %	
Asil Çelik	Çıktı	Hasılat	768.736.832	768.736.832	0
		Brüt Kar	103.627.240	103.627.240	0
Burçelik	Çıktı	Hasılat	39.528.925	57.288.885	44,9
		Brüt Kar	5.795.959	8.400.026	44,9
Çemtaş	Çıktı	Hasılat	257.676.372	257.676.372	0
		Brüt Kar	411.962.218	411.962.218	0
Erdemir	Çıktı	Hasılat	11.484.137	16.096.374	40,2
		Brüt Kar	2.438.485	2.883.446	18,2
İsdemir	Çıktı	Hasılat	6.269.340	6.269.340	0
		Brüt Kar	1.349.969	1.349.969	0
İzmir D.Ç.	Çıktı	Hasılat	2.134.903.288	2.134.903.288	0
		Brüt Kar	67.120.669	67.120.669	0
Kardemir	Çıktı	Hasılat	2.188.972.410	2.188.972.410	0
		Brüt Kar	515.056.250	515.056.250	0
Tuğçelik	Çıktı	Hasılat	14.467.107	157.529.470	988,9
		Brüt Kar	2.138.437	23.285.018	988,9
Özbal	Çıktı	Hasılat	151.213.665	151.213.665	0
		Brüt Kar	20.102.266	20.102.266	0

2014 yılı verileri ile çıktı yönelimli CCR etkinlik uygulaması yapıldığında etkin karar birimlerinin tamamında güçlü etkinlik olduğu gözlemlenmiştir. Etkin olmayan karar birimlerinden Burçelik 'in etkin olabilmesi için, çıktı grubunda yer alan hasılat ve brüt kar miktarlarını %44,9 (potansiyel iyileştirme oranı) oranında artırması gerekmektedir. Hasılatı 39.528.925 TL olarak gerçekleşen Burçelik şirketinin hedef değeri 57.288.885 TL olarak belirlenmiştir. Brüt karı da 5.795.959TL olarak gerçekleşen şirketin hedef değeri 8.400.026 TL olarak görülmektedir. Burçelik şirketi hedef değerleri yakaladığında etkin durumda olacaktır.

Erdemir şirketinin 2014'te gerçekleşen hasılat değeri 11.484.137 TL ve brüt kar değeri 2.438.485 TL'dir. Potansiyel iyileştirme oranları, hasılat için %40,2; brüt kar için %18,2 olarak belirlenmiştir. Buna göre Erdemir şirketi hasılatını 16.096.374 TL'ye, brüt karını da 2.883.446 TL'ye yükseltmesi durumunda etkin olabilir.

Tuççelik şirketinin ölçeğe göre sabit getiri varsayımına göre çok düşük bir etkinliğe sahip olduğu görülmekte ve buna göre potansiyel iyileştirme oranları da çok yüksek değerler teşkil etmektedir. Potansiyel iyileştirme hedefi %988,9 oranında çıkan şirketin etkin olabilmesi için, hasılatını 14.467.107 TL, 'den, 157.529.470 TL'ye yükseltmesi; brüt karını 2.138.437 TL'den, 23.285.018 TL'ye yükseltmesi gerekmektedir.



Şekil 14: Karar Birimlerinin Toplam Potansiyel İyileştirme Oranları 2014

Karar birimlerine ait toplam potansiyel iyileştirme oranları şekil 14'te gösterilmektedir. Toplam iyileştirme oranlarında çıktı yaklaşımı dolayısıyla hasılat ve brüt kar oranları yüksek ve birbirine yakın çıkmıştır. Çok küçük bir farkla (%1) hasılat değerlerinde daha fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Tablo 17: 2015 CCR Etkinlik Skoru ve Referans Kümesi

Firma (KVB)		Etkinlik Skoru	Referans Kümesi
1	Asil Çelik	0,9028	3, 6
2	Burçelik	0,7621	5, 9
3	Çemtaş	1	3*
4	Erdemir	0,5517	5, 6, 9
5	İsdemir	1	2*
6	İzmir D.Ç.	1	3*
7	Kardemir	0,6486	6, 3
8	Tuğçelik	0,1160	3, 9
9	Özbal	1	3*

*Etkin şubeleri referans alan KVB sayısı

Tablo 17’de demir - çelik sektöründe faaliyet gösteren 9 şirkete ait 2015 yılına ilişkin VZA etkinlik ölçüm sonuçlarına ve referans kümesine yer verilmiştir. Bu sonuçlara göre, 4 şirketin etkin, geri kalan 5 şirketin ise etkisiz olduğu görülmektedir. Etkin olan şirketler: Çemtaş, İsdemir, İzmir Demir - Çelik ve Özbal şirketleridir. Bu şirketlerin etkinlik değeri 1*’dir. Etkin olmayan şirketler ise; Asil Çelik, Burçelik, Erdemir, Kardemir, Tuğçelik şirketleridir. Asil Çelik 0,9028, Burçelik 0,7621, Erdemir 0,5517, Kardemir 0,6486, Tuğçelik 0,1160 etkinlik değerine sahiptir. Çemtaş, İzmir D.Ç ve Özbal şirketleri 3’er şirkete referans olmuştur, İsdemir ise 2 şirkete referans olmuştur. Etkin olmayan karar birimlerinden Asil çelik, Çemtaş ve İzmir D.Ç şirketini referans olarak almıştır. Burçelik firmasının referans olarak aldığı şirketler İsdemir ve Özbal şirketleridir. Erdemir şirketinin referans aldığı karar birimleri İsdemir, İzmir D.Ç ve Özbal şirketleridir. Kardemir’in referans kümesinin de yer alan şirketler; İzmir D.Ç ve Çemtaş şirketleri olurken, Tuğçelik ’in referans kümesinde ise Çemtaş ve Özbal şirketleri yer almaktadır.

Tablo 18: Demir - Çelik Sektörü için Potansiyel İyileştirme Oranları 2015

Firma (KVB)	Faktörler	Gerçekleşen	Hedef	Potansiyel İyileştirme %	
Asil Çelik	Çıktı	Hasılat	643.943.971	713.240.985	10,8
		Brüt Kar	66.331.785	73.469.975	10,8
Burçelik	Çıktı	Hasılat	7.000.013	57.008.703	714,4
		Brüt Kar	6.470.650	8.490.931	31,2
Çemtaş	Çıktı	Hasılat	256.956.874	256.956.874	0
		Brüt Kar	36.084.085	36.084.085	0
Erdemir	Çıktı	Hasılat	11.914.581	21.594.791	81,2
		Brüt Kar	2.060.291	3.734.210	81,2
İsdemir	Çıktı	Hasılat	5.916.385	5.916.385	0
		Brüt Kar	9.915.622	9.915.622	0
İzmir D.Ç.	Çıktı	Hasılat	2.076.349.851	2.076.349.851	0
		Brüt Kar	112.146.635	112.146.635	0
Kardemir	Çıktı	Hasılat	2.230.892.163	3.439.547.428	54,2
		Brüt Kar	187.872.870	289.658.844	54,2
Tuççelik	Çıktı	Hasılat	16.648.594	143.584.239	762,4
		Brüt Kar	1.658.187	20.210.419	1118,8
Özbal	Çıktı	Hasılat	192.534.316	192.534.316	0
		Brüt Kar	27.748.664	27.748.664	0

2015 yılı verileri ile çıktı yönelimli CCR etkinlik analizi sonucuna göre etkin olmayan karar birimlerine ait potansiyel iyileştirme hedefleri belirlenmiştir. Buna göre Asil Çelik şirketinin etkin olabilmesi için hasılat ve brüt kar değerlerinde %10,8 artışın olması (potansiyel iyileştirme hedefi) gerekmektedir. Gerçekleşen hasılat değerinin 643.943.971 TL'den hedef hasılat değeri 713.240.985TL'ye, gerçekleşen brüt kar değerinin 66.331.785TL'den hedef brüt kar değeri 73.469.975 TL'ye çıkması durumunda Asil Çelik şirketi etkin olabilir.

Burçelik şirketinin etkin olabilmesi için hasılat değerinde potansiyel iyileştirme oranı %714,4, brüt kar değerinde potansiyel iyileştirme oranı ise %31,2 olarak belirlenmiştir. Burçelik şirketine ait gerçekleşen hasılat değerinin 7.000.013

TL'den hedef hasılat değeri olan 57.008.703TL'ye, gerçekleşen brüt kar değeri 6.470.650TL'den hedef brüt kar değeri 8.490.931TL'ye çıkması durumunda Şirket etkin olabilir.

Erdemir Şirketinin etkin olabilmesi için potansiyel iyileştirme oranları hasılat ve brüt kar değeri için %81,2 olarak belirlenmiştir. Erdemir Şirketinin gerçekleşen hasılat değeri 11.914.581TL'den hedef hasılat değeri 21.594.791TL'ye, gerçekleşen brüt kar değeri 2.060.291TL'den hedef brüt kar değeri 3.734.210TL'ye artırılması durumunda Şirket etkin olabilir.

Kardemir Şirketinin potansiyel iyileştirme oranı hasılat ve brüt kar için %54,2 olarak belirlenmiştir. Hasılat ve brüt karda bu oranda bir artış ile Kardemir Şirketi etkin olabilir. Şirketin gerçekleşen hasılat değeri 2.230.892.163 TL ve gerçekleşen brüt kar değeri ise 187.872.870 TL'dir. Potansiyel iyileştirme oranına göre hedef değerler ise hasılat için 3.439.547.428 TL, brüt kar için 289.658.844 TL'dir.

Tuğçelik Şirketinde potansiyel iyileştirme oranları hasılat için %762,4 ve brüt kar için %1118,8'dir. Gerçekleşen hasılat değeri 16.648.594TL, gerçekleşen brüt kar değeri 1.658.187TL olan Tuğçelik Şirketinin potansiyel iyileştirme oranlarına göre hedef değerleri hasılat için 143.584.239TL, brüt kar için 20.210.419TL olarak belirlenmiştir.

2014 ve 2015 yılı çıktı yönlü CCR etkinlik analizi sonuçlarına göre Şirketlerin etkinliklerinde farklılıklar görülmektedir. Asil elik Şirketi 2014 döneminde etkin olarak görülürken 2015 yılında etkinliğinin %90 civarlarında olduğu gözlemlenmiştir. Burçelik Şirketi bir önceki yıla göre etkinliğini %7 civarında artırmıŐtır. Erdemir ve Kardemir Şirketlerinin etkinliklerinin %30 civarlarında azalmıŐtır. Tuğçelik Şirketinin de etkinliği küçük miktarda artmıştır. Potansiyel iyileştirme oranları dikkate alındığında etkin olmayan Şirketlerin etkin olabilmesi için gerekli hasılat ve brüt kar değerlerinin kabaca yarı yarıya artırılması gerekmektedir.

lğe göre sabit getiri varsayımı (CCR) altında elde edilen bu sonuçların lğe göre değişken getiri varsayımında (BCC) ok farklı sonuçlar alması dolayısıyla bu sonuçların değerlendirilmesine, BCC uygulama sonuçlarında ve sonuç kısmında ayrıca yer verilecektir.

2015 yılı toplam potansiyel iyileştirme oranlarında çıktı yönelimi dolayısıyla hasılat ve brüt kar değerleri yüksek oranda çıkmıştır.2014 yılı ile karşılaştırıldığında toplam iyileştirme oranlarında brüt karın daha yüksek yüzdeye sahip olduğu, hasılatın ise yüzdesinin azaldığı görülmektedir.

Units	Comparison 1			Comparison 1 part 2		
Unit name ^	Score	Efficient	Condition	Score	Efficient	Condition
Asil Çelik	100,0%	✓	●			
Asil Çelik				90,3%		●
Burcelik	69,0%		●			
Burcelik				76,2%		●
Cemtas	100,0%	✓	●			
Cemtas				100,0%	✓	●
Erdemir	84,6%		●			
Erdemir				55,2%		●
Isdemir	100,0%	✓	●			
Isdemir				100,0%	✓	●
Izmir demir celik	100,0%	✓	●			
Izmir demir celik				100,0%	✓	●
Kardemir	100,0%	✓	●			
Kardemir				64,9%		●
Tugcelik	9,2%		●			
Tugcelik				11,6%		●
Özbal	100,0%	✓	●			
Özbal				100,0%	✓	●

Şekil 15: Frontier Analysis CCR Etkinlik Sonuçları Ekran Görüntüsü

2014 ve 2015 yıllarına ait çıktı yönelimli CCR etkinlik analizi sonuçları, Frontier Analysis programında çözümlenmiş ve şirketlere ait görece etkinliklerin ekran çıktısı şekil 16'da verilmiştir. Yeşil ışıklandırmalar etkin olan karar birimlerini gösterirken, kırmızı ışıklandırmalar etkin olmayan karar birimlerini göstermektedir. Sarı ışıklandırma ise, etkinliği %90 üzerinde gerçekleşen şirketleri gösterir. Comparison 1, 2014; Comparison 1 part 2, 2015'e ait etkinlik skorlarını göstermektedir.

6.2.2 BBC Yöntemi Uygulama

2014 ve 2015 yıllarına ait ölçüğe göre değişken getiri varsayımı altında 9 Karar Verme Biriminin (KVB) etkinliği, çıktı yönlü Veri Zarflama Analizi tekniği ile ölçülmüştür. Etkin olmayan karar verme birimleri için referans karar birimleri ve etkin olabilmeleri için gerekli olan potansiyel iyileştirme oranları ile hedef değerleri belirlenmiştir.

Tablo 19: 2014 BCC Etkinlik Skoru ve Referans Kümesi

Firma (KVB)		Etkinlik Skoru	Referans Kümesi
1	Asil Çelik	1	0
2	Burçelik	1	0
3	Çemtaş	1	1*
4	Erdemir	0,8606	3, 5
5	İsdemir	1	1*
6	İzmir D.Ç.	1	0
7	Kardemir	1	0
8	Tuğçelik	1	0
9	Özbal	1	0

*Etkin şubeleri referans alan KVB sayısı

Ölçüğe göre değişken getiri varsayımı işletmelerin optimum ölçekte faaliyet göstermelerinin zor olduğu durumlarda kullanılan bir yöntemdir. Göreli etkinliğin daha esnek bir yapıda ölçülmesini sağlayan bu yöntemde, 2014 yılında Erdemir şirketi haricinde tüm KVB'lerin etkin olduğu gözlemlenmiştir. Erdemir şirketinin etkinlik değeri 0,86'dır. Erdemir şirketinin referans aldığı şirketler ise; Çemtaş ve İsdemir şirketleridir. Etkin olmayan Erdemir şirketi CCR yöntemi ile yapılan uygulamaya göre çok küçükte olsa daha yüksek bir etkinliğe sahiptir. Ancak ölçümlerde ki en çarpıcı fark Tuğçelik şirketinin, CCR yöntemi ile yapılan ölçümde %10 etkin görülürken; BCC yönteminde %100 etkin çıkmasıdır.

Tablo 20: Demir - Çelik Sektörü için Potansiyel İyileştirme Oranları 2014

Firma (KVB)	Faktörler	Gerçekleşen	Hedef	Potansiyel İyileştirme %	
Asil Çelik	Çıktı	Hasılat	768.736.832	768.736.832	0
		Brüt Kar	103.627.240	103.627.240	0
Burçelik	Çıktı	Hasılat	39.528.925	39.528.925	0
		Brüt Kar	5.795.959	5.795.959	0
Çemtaş	Çıktı	Hasılat	257.676.372	257.676.372	0
		Brüt Kar	411.962.218	411.962.218	0
Erdemir	Çıktı	Hasılat	11.484.137	15.628.621	36,1
		Brüt Kar	2.438.485	2.833.349	16,2
İsdemir	Çıktı	Hasılat	6.269.340	6.269.340	0
		Brüt Kar	1.349.969	1.349.969	0
İzmir D.Ç.	Çıktı	Hasılat	2.134.903.288	2.134.903.288	0
		Brüt Kar	67.120.669	67.120.669	0
Kardemir	Çıktı	Hasılat	2.188.972.410	2.188.972.410	0
		Brüt Kar	515.056.250	515.056.250	0
Tuççelik	Çıktı	Hasılat	14.467.107	14.467.107	0
		Brüt Kar	2.138.437	2.138.437	0
Özbal	Çıktı	Hasılat	151.213.665	151.213.665	0
		Brüt Kar	20.102.266	20.102.266	0

2014 yılı verileri ile çıktı yönelimli BCC etkinlik analizi sonuçlarına göre, şirketlere ait potansiyel iyileştirme hedefleri belirlenmiştir. Buna göre hedef hasılat ve brüt kar değerleri de bulunmuştur. Erdemir dışında tüm şirketler etkin olduğu için herhangi bir iyileştirme değeri yoktur. Erdemir şirketinin etkin olması için potansiyel iyileştirme oranları hasılat için %36,1 ve brüt kar için %16,2'dir. Erdemir için gerçekleşen hasılat değeri 11.484.137TL ve gerçekleşen brüt kar değeri 2.438.485TL'dir. Etkinlik için hedef hasılat değeri 15.628.621TL ve hedef brüt kar değeri 2.883.446TL olarak belirlenmiştir.

Tablo 21: 2015 BCC Etkinlik Skoru ve Referans Kümesi

Firma (KVB)		Etkinlik Skoru	Referans Kümesi
1	Asil Çelik	1	0
2	Burçelik	1	0
3	Çemtaş	1	0
4	Erdemir	0,5965	5, 6, 9
5	İsdemir	1	1*
6	İzmir D.Ç.	1	1*
7	Kardemir	1	0
8	Tuğçelik	1	0
9	Özbal	1	1*

*Etkin şubeleri referans alan KVB sayısı

2015 yılı çıktı yönelimli BCC etkinlik sonuçlarına göre, yine bir önceki yıla ait sonuçlar ile benzer değerler gözlemlenmiştir. Erdemir şirketine ait etkinlik değeri 0,5965 olarak belirlenmiştir. Bu değer ile Erdemir şirketi bir önceki yıla göre etkinliğini %26 seviyelerinde düşürmüştür. Etkin olmayan Erdemir şirketinin referans aldığı şirketler İsdemir, İzmir D.Ç. ve Özbal şirketleridir.

Tablo 22: Demir - Çelik Sektörü için Potansiyel İyileştirme Oranları 2015

Firma (KVB)	Faktörler	Gerçekleşen	Hedef	Potansiyel İyileştirme %	
Asil Çelik	Çıktı	Hasılat	643.943.971	643.943.971	0
		Brüt Kar	66.331.785	66.331.785	0
Burçelik	Çıktı	Hasılat	7.000.013	7.000.013	0
		Brüt Kar	6.470.650	6.470.650	0
Çemtaş	Çıktı	Hasılat	256.956.874	256.956.874	0
		Brüt Kar	36.084.085	36.084.085	0
Erdemir	Çıktı	Hasılat	11.914.581	19.973.804	67,6
		Brüt Kar	2.060.291	11.121.378	439,8
İsdemir	Çıktı	Hasılat	5.916.385	5.916.385	0
		Brüt Kar	9.915.622	9.915.622	0
İzmir D.Ç.	Çıktı	Hasılat	2.076.349.851	2.076.349.851	0
		Brüt Kar	112.146.635	112.146.635	0
Kardemir	Çıktı	Hasılat	2.230.892.163	2.188.972.410	0
		Brüt Kar	187.872.870	187.872.870	0
Tuççelik	Çıktı	Hasılat	16.648.594	16.648.594	0
		Brüt Kar	1.658.187	1.658.187	0
Özbal	Çıktı	Hasılat	192.534.316	192.534.316	0
		Brüt Kar	27.748.664	27.748.664	0

2015 yılı verileri ile sağlanan hedef ve potansiyel iyileştirme oranları tablo 24’te verilmiştir. Erdemir şirketinin etkin olabilmesi için potansiyel iyileştirme oranları hasılat için %67,6 ve brüt kar için %439 olarak belirlenmiştir. Bu değerler doğrultusunda Erdemir şirketinin etkinlik için gerçekleşen hasılatını 11.914.581TL’den, hedef hasılat değeri olan 19.973.804 TL’ye yükseltmesi gerekmektedir. Ayrıca gerçekleşen brüt kar değerini 2.060.291TL’ den, hedef brüt kar değeri olan 11.121.378TL’ ye artırması gerekir.

Units	Comparison 1			Comparison 1 part 2		
	Score	Efficient	Condition	Score	Efficient	Condition
Asil Çelik	100,0%	✓	●			
Asil Çelik				100,0%	✓	●
Burcelik	100,0%	✓	●			
Burcelik				100,0%	✓	●
Cemtas	100,0%	✓	●			
Cemtas				100,0%	✓	●
Erdemir	86,1%		●			
Erdemir				59,7%		●
Isdemir	100,0%	✓	●			
Isdemir				100,0%	✓	●
Izmir demir celik	100,0%	✓	●			
Izmir demir celik				100,0%	✓	●
Kardemir	100,0%	✓	●			
Kardemir				100,0%	✓	●
Tugcelik	100,0%	✓	●			
Tugcelik				100,0%	✓	●
Özbal	100,0%	✓	●			
Özbal				100,0%	✓	●

Şekil 16: Frontier Analysis BCC Etkinlik Sonuçları Ekran Görüntüsü

2014 ve 2015 yıllarını içeren 9 karar birimine ait BCC çıktı yönelimli etkinlik skorları Frontier Analysis programında çözümlenmiş ve karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Yeşil ışıklandırmalar etkin olan karar birimlerini gösterirken, kırmızı ışıklandırmalar etkin olmayan karar birimlerini göstermektedir. Comparison 1, 2014; Comparison 1 part 2, 2015'e ait etkinlik skorlarını göstermektedir.

6.2.3 Ölçek Etkinliği ve Ölçeğe Göre Getiri Sonuçları

Ölçek etkinliği bir üretim sürecinde girdi oranında ki belirli bir artışın çıktı oranında ne şekilde artışa yol açtığıyla ilgilenir ve uygun ölçekte üretim yapmaktaki başarıyı ifade eder. Girdi oranında gerçekleşen artış, çıktı oranındaki artıştan fazla ise ölçeğe göre azalan getiri; girdi oranındaki artış, çıktı oranındaki artışa eşit ise ölçeğe göre sabit getiri; girdi oranındaki artış, çıktı oranındaki artıştan az ise, ölçeğe göre artan getiri söz konusudur. ÖSG skoru, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile teknik etkinliği ifade eder. CCR yöntemi ile elde edilen etkinlik skoru teknik etkinlik olarak da adlandırılır. ÖDG skoru, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile saf teknik

etkinliği ifade eder. Teknik etkinliğin saf teknik etkinliğe b6l6m6 ile 6l6ek etkinliği elde edilir. CCR/BCC olarak da ifade edilebilir. Bir karar biriminin hem BCC hem de CCR skorları 1 ise CCR/BCC sonucu 1 olacağından karar biriminin tam etkin olacağı ve en etkin 6l6ek b6y6kl6ğ6nde olduğu s6ylenebilir. BCC skoru CCR skorundan b6y6k ise karar birimi saf teknik etkin ancak teknik etkin değildir denilebilir.

Demir-6elik Şirketlerinin etkinliğini değerlendirmek 6zere; teknik etkinlik, saf teknik etkinlik, 6l6ek etkinliği ve 6l6eğe g6re getiri 6zellikleri yıllara g6re tablo 25 ve 26'da verilmiştir.

Tablo 23: 2014 Yılı Şirketlere Y6nelik 6l6ek Etkinliği ve 6l6ek Getirileri

Firma (KVB)	Teknik Etkinlik <u>CCR</u>	Saf Teknik Etkinlik <u>BCC</u>	6l6ek Etkinliği	6l6eğe g6re getiri
Asil 6elik	1	1	1	Sabit
Bur6elik	0,69	1	0,69	Azalan
6emtaŐ	1	1	1	Sabit
Erdemir	0,8457	0,8606	0,9826	Azalan
İsdemir	1	1	1	Sabit
İzmir D.6.	1	1	1	Sabit
Kardemir	1	1	1	Sabit
Tuğ6elik	0,0918	1	0,0918	Azalan
6zbal	1	1	1	Sabit

Tablo 25 detaylı incelendiğinde, 2014 yılına ait 9 adet demir-6elik Şirketine ait etkinlik skorlarına g6re Asil 6elik, 6emtaŐ, İsdemir, İzmir Demir 6elik, Kardemir ve 6zbal Şirketleri hem 6l6ek etkinliği bakımından etkin 6retim 6l6eğinde hem de kaynaklarını etkili ve verimli kullandıkları g6r6lmektedir. Bu Şirketler en etkin 6l6ek b6y6kl6ğ6ndedir. Bur6elik ve Tuğ6elik Şirketlerine bakıldığında 6l6ek etkin olmadıkları g6r6lmektedir. Bunun sebebi, saf etkin olmalarına rağmen teknik etkin olmamalarıdır. Erdemir Şirketi ise saf teknik etkinlik ve teknik etkinlik bakımından etkin değildir. Ancak 6l6ek etkinliğine bakıldığında saf teknik etkinlikleri 1 olan

ancak teknik etkin olmayan Burçelik ve Tuğçelik şirketlerinin hem saf hem de teknik etkin olmayan Erdemir şirketine oranla daha düşük ölçek etkinliğine sahip oldukları görülmektedir. Erdemir şirketinin teknik etkinlik ve saf teknik etkinlik değerlerini birbirine yakın olması dolayısıyla daha büyük ölçek etkinliğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Burçelik, Erdemir ve Tuğçelik şirketlerinin ölçeğe göre azalan getiri özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Diğer şirketler ise tüm etkinlik gözlemlerinde tam etkin olmasından dolayı ölçeğe göre sabit getiri özelliği göstermişlerdir.

Tablo 24: 2015 Yılı Şirketlere Yönelik Ölçek Etkinliği ve Ölçek Getirileri

Firma (KVB)	Teknik Etkinlik <u>CCR</u>	Saf Teknik Etkinlik <u>BCC</u>	Ölçek Etkinliği	Ölçeğe göre getiri
Asil Çelik	0,9028	1	0,9028	Artan
Burçelik	0,7621	1	0,7621	Azalan
Çemtaş	1	1	1	Sabit
Erdemir	0,5517	0,5965	0,9248	Azalan
İsdemir	1	1	1	Sabit
İzmir D.Ç.	1	1	1	Sabit
Kardemir	0,6486	1	0,6486	Artan
Tuğçelik	0,1160	1	0,1160	Azalan
Özbal	1	1	1	Sabit

2015 yılı verileri ile elde edilen 9 adet demir çelik şirketine ait etkinlik skorları ve ölçeğe göre getirileri incelendiğinde ise Çemtaş, İsdemir, İzmir Demir-Çelik ve Özbal şirketlerinin en büyük ölçek etkinliğine sahip oldukları görülmektedir. Bu şirketler hem kaynaklarını doğru kullanmış hem de en etkin üretim ölçeğinde faaliyet göstermişlerdir. Erdemir şirketi hiçbir etkinlik sınırı üzerinde yer almamaktadır. Buna rağmen saf teknik etkin olup, teknik etkin olmayan şirketlerden ölçek etkinliği bakımından daha etkin çıkmıştır. Bunun nedeni, etkinlik skorları arasındaki farkın çok düşük olmasıdır. Asil Çelik ve Kardemir şirketleri ölçeğe göre artan getiri özelliği göstermektedir. Çemtaş, İsdemir, İzmir Demir-Çelik ve Özbal şirketleri ölçeğe göre sabit getiri göstermektedir ve en büyük ölçekte faaliyet

göstermektedirler. Burçelik, Erdemir ve Tuğçelik şirketleri ölçeğe göre azalan getiri göstermektedirler ve kaynaklarını verimli ve israftan kaçınarak kullanmaları gerekmektedir.

6.3 MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ ENDEKSİ UYGULAMASI

Tablo 25: Malmquist TFV ve Teknik Etkinlik Sonuçları

Firma (KVB)	Malmquist Endeksi (TFV)	Teknik Etkinlik Değişimi	Teknolojik Değişim
Asil Çelik	0,6973	0,9028	0,7723
Burçelik	1,1386	1,1046	1,0308
Çemtaş	0,8329	1	0,8329
Erdemir	0,8421	0,6524	1,2908
İsdemir	3,2292	1	3,2292
İzmir D.Ç.	0,8955	1	0,8955
Kardemir	0,4852	0,6486	0,7481
Tuğçelik	1,0681	1,2626	0,8460
Özbal	1,3135	1	1,3135
Ortalama	1,1669	0,9523	1,2176

2014 yılından 2015 yılına olan süreçteki Malmquist toplam faktör verimliliği sonuçları incelendiğinde; Burçelik, İsdemir, Tuğçelik ve Özbal şirketlerinin toplam faktör verimliliklerinde artışın olduğu görülmektedir. Burçelik şirketinin toplam faktör verimliliği artışının özellikle teknik etkinlik artışından kaynaklandığı görülmektedir.

İsdemir şirketinin en yüksek Malmquist toplam faktör verimliliği değerine sahip olduğu görülmekte ve teknik olarak iki dönemde de etkin olan şirketin, toplam faktör verimliliğindeki büyümenin temel sebebinin teknolojik değişimdeki artıştan kaynaklandığı görülmektedir.

Tuğçelik şirketinde gerçekleşen Malmquist toplam faktör verimliliği artışına sebep unsur, şirketin bir önceki döneme göre teknik etkinliğini artırmasıdır. Ancak detaylı incelendiğinde şirketin teknik etkinlik değerinin %10 civarlarında olduğu görülmektedir.

Özbal şirketi Malmquist toplam faktör verimliliği endeksine göre artış gösteren bir diğer şirket olarak karşımıza çıkmaktadır. Şirketin 2014 ve 2015 yılı teknik etkinlik değerleri şirketin tam etkin olduğunu göstermektedir. MTFV'yi artıran neden teknolojik değişimdeki artıştan kaynaklanmaktadır.

Asil Çelik, Çemtaş, Erdemir; İzmir D.Ç ve Kardemir şirketleri Malmquist toplam faktör değişimi endeksine göre düşüş yaşayan firmalardır.

Çemtaş ve İzmir Demir-Çelik şirketleri teknik etkinlikleri değişmezken, teknolojik değişim kaynaklı toplam faktör verimliliklerinde düşüş görülmektedir.

Asil Çelik şirketinin hem teknik hem de teknolojik değişimde görülen azalmadan dolayı bir önceki döneme göre toplam faktör verimliliğinde azalma görülmüştür.

Erdemir şirketindeki toplam faktör verimliliğindeki azalmanın kaynağı teknik etkinliğindeki düşüştür. Erdemir şirketi bir önceki döneme göre kaynaklarını yanlış kullanmıştır. Ayrıca teknolojik gelişmenin avantajını da kullanamamıştır.

Kardemir şirketi en düşük Malmquist toplam faktör verimliliği endeksine sahip firmadır. Şirket 2014'ten 2015'e kadar gerçekleşen süreç içerisinde hem etkinliğini düşürmüş hem de teknolojik değişimde geriye gitmiştir.

7 TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemiz, demir-çelik sektöründe yapılan yatırımlar ve yapılan ticaret anlaşmaları ile özellikle 1990'lı yıllar sonrasında büyük atılımlar göstermiştir. Ülkelerin gelişmişlik seviyesi olarak da gösterilen demir-çelik tüketim oranları göz önüne alındığında, ülkemiz gelişmekte olan ülkeler arasında görülmektedir. Sektör aynı zamanda; ulaşım, makina, inşaat, otomotiv, beyaz eşya ve ulaşım gibi birçok sektöre hammadde sağlamaktadır. İthalat ve ihracat dengeleri son yıllarda negatif yön göstererek net ithalatçı konumuna düştüğümüz görülmektedir. Sektörün ihtiyacı

olan hammaddenin yarısından fazlası da ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Ayrıca ülkemizde demir-çelik üretiminin %70'e yakın bir kısmı elektrik ark ocaklı tesislerden sağlanmaktadır. Bu tesisler üretimde hurda demiri hammadde olarak kullanmaktadır. Büyük üreticiler dikkate alındığında dünya genelinde ise üretimin %70'e yakın bir kısmı entegre tesislerde gerçekleşmektedir. Entegre tesisler, bazik oksijen fırınlarında demir cevherini hammadde olarak kullanır. Son yıllarda demir cevheri fiyatlarındaki düşüş ve hurda fiyatlarındaki artış ile bu iki hammadde arasındaki fiyat makası iyice açılmıştır. Dolayısıyla Türkiye'nin üretimde çoğunlukla hurda kullanması rekabet gücünü diğer ülkelere göre azaltmıştır. Ayrıca, hammadde olarak kullanılan kaynakların dolar üzerinden temini, kur farkı dolayısıyla her geçen gün şirketlere ekstra bir finansal zorluk olarak yansımaktadır. Bu bağlamda şirketlerin eldeki kıt kaynakları mümkün olan en yüksek çıktıya dönüştürmeleri zorunludur.

Demir-çelik şirketlerine ilişkin etkinlik araştırmasını içeren bu çalışmada, etkinlik ölçümünde Veri Zarflama Analizi kullanılmıştır. Parametrik olmayan bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi (VZA), Karar Verme Birimi (KVB) olarak adlandırılan şirketlerin görece kıyaslamasını yaparak etkinlik sınırına olan uzaklıklarını ölçer. Çeşitli kısıtlar kullanarak KVB'lere (0,1] arasında değerler verir. VZA birden çok girdi ve çıktıya sahip KVB'lerin etkinliklerini ölçmeye olanak sunması, ölçüm yapmak için girdi ve çıktılarda dönüşümler yapmaya gerek duymaması, etkinsizliklerin belirlenmesi ve giderilmesi için önerilerin sunulması gibi avantajlara sahip olması dolayısıyla yöneticilere önemli bilgiler vermektedir.

Bu çalışmada, Borsa İstanbul'a kote olan 9 demir-çelik şirketinin, 2014 ve 2015 yıllarına ilişkin finansal tablolarından elde edilen 3 girdi (çalışan sayısı, duran varlıklar, dönen varlıklar) ve 2 çıktı (hasılat, brüt kar) ile VZA çıktı yönelimli CCR ve BCC yöntemleriyle incelenmiştir. Ayrıca, 2 yıllık periyotta şirketlerin toplam faktör verimliliklerindeki değişime Malmquist tekniği ile incelenmiştir.

Çalışmada çıktı yönlü bir uygulamanın seçilme nedeni kaynakların azaltılmasından daha çok, elde bulunan kaynakların etkili ve verimli kullanılması, işsizlik oranlarında artışın olduğu günümüz koşullarında çalışan sayısında azaltmaya götüreceği girdi yönlü bir yaklaşımın uygun olmamasıdır.

2014 yılı çıktı yönelimli CCR uygulaması sonucu 6 şirket etkin, 3 şirket etkinsiz çıkmıştır. Tuğçelik şirketinin etkinlik skoru %10'un altında gerçekleşmiştir. Potansiyel iyileştirme oranları da %988,9 olarak görülmektedir. 2015 yılında ise,

CCR uygulaması sonuçlarında Tuğçelik şirketi potansiyel iyileştirme oranları hasılat için %762,4, brüt kar için %1118,8 olarak görülmektedir. Bu değerlerin yakalanması mümkün görülmemekle birlikte, ölçüğe göre değişken varsayımı altında (BCC) bu şirket 2014 ve 2015'te etkin olarak görülmüştür. Bunun nedeni CCR modelinde bir karar biriminin hem teknik etkin hem de ölçek etkin olma zorunluluğudur. BCC ise bir karar birimi için ölçek etkinlik zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. CCR modeli toplam etkinliği verirken, BCC modeli ölçüğe göre değişken getiri varsayımına dayalı olarak saf teknik etkinliği vermesinden dolayıdır.

2014 yılı CCR etkin olmayan Burçelik şirketinin %45 civarlarında potansiyel iyileştirme oranları ile hedef değerleri belirlenmiştir. 2015 yılında ise etkinliğini artıran Burçelik şirketinin potansiyel iyileştirme oranlarında ciddi farklar görülmektedir. Hasılat değerini %714,4 artırması gerekli olan şirketin, bir önceki yılda gerçekleştirdiği hasılat değeri dikkate alındığında aslında, hasılat değerindeki düşüşün iyileştirme oranından daha çarpıcı olduğu görülmektedir ve mümkün olan bir hedef olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yine 2014 yılı çıktı yönlü CCR uygulaması sonucu etkinsiz olan Erdemir şirketinin, potansiyel iyileştirme oranları hasılat için %40,2, brüt kar için %18,2 olarak belirlenmiştir. Etkinliği %85 civarında belirlenen şirketin 2015 CCR sonucunda ise %30'luk bir düşüş gözlemlenmiştir. Potansiyel iyileştirme oranlarında ise %30' dan fazla artış görülerek, hasılat ve brüt kar için %81,2 olarak belirlenmiştir.

2015 yılında CCR etkinlik analizi sonucu Asil Çelik şirketi, etkinliğini bir önceki yıla göre %10 civarında düşürmüştür. Ayrıca, Kardemir şirketinde de etkinlik sonuçlarında %30 dolaylarında düşüş gözlemlenmiştir. Asil Çelik %90, Kardemir şirketi ise %65 etkin çıkmıştır. Bu şirketin potansiyel iyileştirme oranları; Asil Çelik için hasılat ve brüt kar değerinde %10,8, Kardemir için ise hasılat ve brüt kar değerinde %54,2 olarak belirlenmiştir. Bir önceki yıla göre CCR etkinlik değerlendirilmesi yapıldığında ortalama teknolojik değişimin arttığı, yani etkinlik sınırının değiştiği görülmektedir. Asil Çelik ve Kardemir şirketi teknolojik değişime ayak uyduramamış ve etkinlik değerleri düşmüştür.

2014 ve 2015 yılları çıktı yönelimli BBC etkinlik analizi sonucu her iki yılda da Erdemir şirketinin etkinsiz olduğu görülmektedir. Erdemir şirketinin 2014 için potansiyel iyileştirme oranları; hasılat değerinde %36,1 brüt kar değerinde %16,2

olarak görülmektedir. 2015 de ise, Erdemir şirketinin potansiyel iyileştirme oranları hasılat için %67,6, brüt kar için %439 olarak belirlenmiştir.

Önemli bir gösterge olarak 2014 ve 2015’de CCR etkinlik sonucu Tuğçelik şirketinin çok üzerinde gerçekleşen Erdemir şirketi, BCC etkinlik skorları dikkate alındığında, Tuğçelik şirketinin gerisinde kalmıştır. Tuğçelik şirketi etkin olurken Erdemir şirketi etkin olamamıştır.

2014 yılı ölçek etkinliklerinde Asil Çelik, Çemtaş, İzmir Demir-Çelik, Kardemir ve Özbal şirketleri en etkin üretim ölçeğinde faaliyet göstermiştir. Burçelik, Erdemir ve Tuğçelik şirketleri ölçeğe göre azalan getiri göstermişlerdir. Bu şirketler kaynaklarını azaltarak verimlerini artırabilirler ve maksimum ölçekte faaliyet gösterebilirler.

2015 yılı ölçek etkinlikleri dikkate alındığında Çemtaş, İsdemir, İzmir Demir-Çelik Özbal şirketlerinin en etkin üretim ölçeğinde oldukları görülmüştür. Asil Çelik ve Kardemir şirketlerinin ölçeğe göre getirilerine bakıldığında artan getiri özelliği göstermektedir. Bu şirketler girdilerini artırarak daha büyük oranda çıktı elde edilebilir ve verimlerini artırabilirler. Burçelik, Erdemir ve Tuğçelik şirketleri yine 2014’te olduğu gibi 2015 yılında da ölçeğe göre azalan getiri özelliği göstermişlerdir.

Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi incelemeleri sonucu, Genel anlamda ortalama TFV de artış görülmüştür. Teknik etkinlik değerinde düşüş görülürken, Teknolojik değişim ortalamasında artış görülmüştür.

En büyük TVF değişimi İsdemir şirketinde görülürken, bu değişimin sebebi Teknolojik değişimden en çok faydalanan şirket olmasıdır. İsdemir şirketi ile birlikte TFV’ de artış görülen şirketler; Burçelik, Tuğçelik ve Özbal şirketleri olmuştur. Tuğçelik şirketinin TFV artışının nedeni, diğer artış gösteren şirketlerden farklı olarak, teknik etkinlik değişiminden kaynaklanmaktadır. Bu süreçte, toplam faktör verimliliğinde düşüş gösteren şirketler; Asil çelik, Çemtaş, Erdemir, İzmir Demir-Çelik ve Kardemir şirketleri olarak görülmüştür.

8 KAYNAKÇA

- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 429-444.
- Bakırcı, F., Shiraz, S., & Sattary, A. (2014). BIST’da Demir, Çelik Metal Ana Sanayii Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin Finansal Performans Analizi: VZA Süper Etkinlik ve TOPSIS Uygulaması. *Ege Akademik Bakış*, 14 (1), 9-19.
- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *The Institute of Management Sciences* (9), 1078-1092.
- Berger, A.N. & Humphrey, D.B. (1997). Efficiency of Financial Intuitions: International Survey and Directions for Future Research. *European Journal of Operational Research* 98 (2), 175-212.
- Bilişik, M.T. (2015). Veri Zarflama Analizi ile Türkiye Bankacılık Sektöründe Verimlilik Araştırması. *Akademik Bakış Dergisi* (49).
- Bilişik., M.T. (2015). Gelişmekte olan ve hızlı büyüyen ülkelerin tarım sektörünün Malmquist toplam faktör verimliliği ile analizi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17 (2), 77-97.
- Çakır, S., & Perçin, S. (2011). Kamu Şeker Fabrikalarında Etkinlik Ölçümü: VZA - Malmquist TFV Uygulaması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12 (4), 49-64.
- Çetin, A. (2006). Türk Tekstil Sektörü ve Türk Tekstil Firmalarının Etkinlik Düzeylerinin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, İ.İ.B.F., İşletme Bölümü. *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, 255-278.
- Charnes, A., Cooper, W., Lewin, Y., & Seiford, L. (1994). Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application. *Boston: Springer Science + Business Media, LLC*.
- Çınarer, S., Aksoy, Y. Z., & Dulkan, F. (1989). *Sanayi Kongresi Bildirileri* (S. 420). TMMOB Makina Mühendisleri Odası.
- Cingi, S., & Tarım, A. (2000). Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü DEA-Malmquist TFP Endeksi uygulaması. *Türkiye Bankalar Birliği Araştırma Tebliğleri Serisi*. 01 (2000), 1-34.

- Cooper, W., & Seiford, L. T. (2007). *Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models Applications, References and DEA-Solver Software. Springer Science+Business Media, LLC.*
- Cooper, W., Seiford, L., & Tone, K. (2000). *Data Envelopment Analysis A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver. Kluwer Academic Publisher.*
- Cummins, J. D., & Weiss, M. A. (1998). Analyzing Firm Performance in the Insurance Industry Using Frontier Efficiency Methods. *Wharton*, 92-22; S 4.
- Debnath, R., & Sebastian, V. (2014). Efficiency in the Indian iron and steel industry- an application of data envelopment analysis. *Journal of Advances in Management Research*, 11 (1), 4-19.
- DOĞAKA, T.C. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı. (2014). Demir Çelik Sektör Raporu. <http://www.dogaka.gov.tr>. *Sektörel araştırma raporlar*, S. 6;12.
- Erdoğan, Ö.T. (2011). Banka Etkinliklerin Risk Odaklı Yaklaşımla Modellenmesi ve Türk Bankacılık Sektörü Uygulaması, Doktora Tezi. *İstanbul: T.C. Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.*
- Ertuğrul, İ., & Tuş Işık, A. (2008). İşletmelerin VZA ile Mali Tablolarına Dayalı Etkinlik Ölçümü: Metal Ana Sanayiinde bir uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, 201-217.
- Farrell, M. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Statistical Society*, 120 (3), 253-290.
- Felekoğlu, B. (2016-17). Alternatif Yapı Malzemeleri. Ders Notu. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü*
- Fried, H., Knox Lovell, C., & Schmidt, S. (2008). *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth. Oxford University Press.*
- Güneş, T. (2006). Bulanık Veri Zarflama Analizi, Yüksek Lisans Tezi. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- İnan, A. (2000). Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik. *Bankacılar Dergisi* (34), 83.
- İlker Şahin. İş Bankası, Demir-Çelik Sektör Raporu (2015). İktisadi Araştırmalar Bölümü.
- Kadioğlu, E. (2006). Türkiyede'de aracı kurumların karlılığını belirleyen faktörler, Yüksek Lisans Tezi. *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.*

- Kara, O., Aydın, Ü. (2011). Demir Çelik Endüstrisine Yönelik Etkinlik Analizi ve Etkinsizliğin Kaynakları: DEA ve TOBİT Model Uygulaması. *Türkiye Ekonomi Kurumu 16. Ulusal İktisat Sempozyumu, Uludağ Üniversitesi. Bursa.*
- Karabulut, T., Okka, Ö., & Başel, H. (2006). Bireysel Performansa Dayalı Ücret ve Verimlilik İlişki: Bankacılık Sektöründe Örnek Uygulama. *Selçuk Üniversitesi Karaman İ.İ.B.F. Dergisi* (11), 104-118.
- Karaemir, Ç. (2013). Eğitim Merkezlerinde Etkinlik Analizleri, Veri Zarflama Analizi kullanarak Performans Analizi. Yüksek Lisans Tezi. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*
- Kaya, A., & Gülhan, Ü. (2010). Küresel Finansal Krizin İşletmelerin Etkinlik ve Performans Düzeylerine Etkileri: 2008 Finansal Kriz Örneği. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi* (11), 61-89.
- Kaya, A., Öztürk, M., & Özer, A. (2010). Metal Eşya, Makine ve Gereç Yapım Sektördeki İşletmelerin Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24 (1), 129-147.
- Kecek, G. (2010). Veri Zarflama Analizi / Teori ve Uygulama Örneği. *Ankara: Siyasal Kitabevi.*
- Koçak, H., & Çilingirtürk, A.M. (2011). AB ülkeleri ve aday ülkelerin kaynak kullanımında etkinliklerinin karşılaştırmalı analizi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi* 40 (2), 166-175.
- Kula, V., Kandemir, T., & Özdemir, L. (2009). VZA Malmquist toplam faktör verimlilik ölçüsü: İMKB' ye koteli çimento şirketleri üzerine bir araştırma. *SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 188-202.
- Lorcu, F. (2008). Veri zarflama analizi (DEA) ile Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin değerlendirilmesi, Doktora Tezi. *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 340.
- Özden, Ü.H. (2008). Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37 (2), 167-185.
- Sarı, Z. (2015). Veri Zarflama Analizi ile bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi. *Hacettepe Üniversitesi*, 340; S. 15-16.

- T.C. Ekonomi Bakanlığı. (2016). Demir-Çelik, Demir-Çelikten Eşya Sektörü. *Maden Metal ve Orman Ürünleri Daire Başkanlığı*.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı. (2014). Demir-Çelik Çalışma Grubu Raporu.
- Thanassoulis, E. (2001). Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software.. *KluwerAcademic Publishers*, 281s.
- TMMOB, Türkiye Maden Mühendisleri Odası. (2015). Türkiye'de Demir Cevheri Madenciliği. *Ankara: Korza Yayıncılık*.
- Turgutlu, E., Kök, R., & Adnan, K. (2007). Türk Sigortacılık Şirketlerinde Etkinlik: Deterministik ve Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi. *İktisat İşletme ve Finans, Cilt: 22, Sayı: 251; 8*.
- Ulucan, A. (2002). İSO 500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı:Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, 57-2, 186-202*.
- Wang, Q., & Cui, J.-C. (2010). A Resource Allocation Mode Based on DEA Models and Elasticity Analysis. *The Ninth International Symposium on Operations Research and Its Applications* , 167-174.
- Weidong, C. (1999). The Productive Efficiency Analysis Of Chinese Steel Firms An Application Of Data Envelopment Analysis. Master Of Arts in Economics Thesis. *West Virginia University*.
- Yolalan, O. R. (1993). İşletmelerarası görelî etkinlik ölçümü. Milli Prodüktivite Merkezi, Yayın No: 483, Ankara, 96p. *(MPM) Yayınları*.

İnternet Kaynakları

www.maden.org.tr

http://www.maden.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=111&tipi=5&sube=0
adresinden alınmıştır (Son erişim tarih: Nisan 2017)

www.reuters.com

<http://www.reuters.com/article/china-economy-steel-idUSL8N1580D2>
adresinden alınmıştır (Son erişim tarih: Nisan 2017)

www.cib.org.tr; Çelik İhracatçılar Birliği (2016)

Çelik İhracatçılar Birliği (2016) <http://www.cib.org.tr/tr/istatistikler-turk-celik-sektorunun-genel-gorunumu.html> adresinden alınmıştır (Son erişim tarih: Nisan 2017)

www.d cud.org.tr; Demir-Çelik Üretici Derneği (2014)

http://www.d cud.org.tr/tr/news.asp?news_id=465;

<http://www.d cud.org.tr/tr/page.asp?id=6;>

http://www.d cud.org.tr/tr/news.asp?news_id=483 adresinden alınmıştır (Son erişim tarih: Nisan 2017)

www.ironorefacts.com; ironorefacts (2016)

<http://www.ironorefacts.com/the-facts/iron-ore-global-markets/> adresinden alınmıştır (Son erişim tarih: Nisan 2017)

www.kap.org.tr; KAP (Kamu Aydınlatma Platformu)

<https://www.kap.org.tr/tr/> adresinden alınmıştır (Son erişim tarih: Nisan 2017)

www.tdci.gov.tr; Türkiye Demir ve Çelik işletmeleri

<http://www.tdci.gov.tr/html/tarihce.html> adresinden alınmıştır (Son erişim tarih: Nisan 2017)

www.worldsteel.com

(International Iron and Steel Institute, Committee on Economic Studies)

<https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/Steel-Statistical-Yearbook-.html> adresinden alındı (Son erişim tarih: Nisan 2017)