

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

COVID 19 SALGINININ BİST 100 ENDEKSİNDE YER ALAN
ŞİRKETLER ÜZERİNE ETKİSİ

Fatma YAYLA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İŞLETME ANABİLİM DALI

GEBZE
2021

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

COVID 19 SALGINININ BİST 100
ENDEKSİNDE YER ALAN ŞİRKETLER
ÜZERİNE ETKİSİ

Fatma YAYLA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İŞLETME ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Gökhan ÖZER

GEBZE
2021



YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

GTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 06/07/2021 tarih ve 28/02 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 12/07/2021 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Fatma Yayla'nın tez çalışması İşletme Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI)

: Prof. Dr. Gökhan Özer

ÜYE

: Doç. Dr. Mehmet Şahin Gök

ÜYE

: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Günlük

ONAY

Gebze Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun

...../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

Bu çalışmada, Borsa İstanbul’da işlem gören, en yüksek işlem hacmine sahip 100 şirketin (BIST100) etkinlik analizleri yapılarak Covid-19 salgınının bu işletmeler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Covid-19 salgını 11 Mart 2020 tarihinde Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından “pandemi“ olarak nitelendirilmiştir. Ülkemizde de ilk vakanın görüldüğü 11 Mart 2020 tarihinden itibaren hızla yayılmıştır. Salgın küresel bir sağlık krizi olmasının yanı sıra sosyal ve ekonomik krizin de zeminini hazırlamıştır. Bu açıdan, salgının etkisini araştırmak önemli hale gelmiştir. İlk altı aylık dönemde gerek salgının seyri, gerekse alınan ekonomik önlemlerin zamanlaması dikkate alındığında, şirketler üzerinde gerçekleşen etkinin son derece önemli olduğu izlenmektedir. Bu etkinin boyutunun belirlenebilmesi için BIST100 endeksinde yer alan işletmelerin 2018, 2019, 2020 yıllarına ait ilk altı aylık dönemlerinin mali tablolarından faydalanarak, Veri Zarflama Analizi (VZA) tekniği kullanılarak etkinlik analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda 2020/2.dönem ile 2018/2.dönem kıyaslandığında işletmelerin %70’inin, 2020/2.dönem ile 2019/2.dönem dikkate alındığında ise, işletmelerin %64’ünün etkinlik oranlarında düşüş olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Covid-19, Bist100, Veri Zarflama Analizi (VZA)

SUMMARY

In this study, the effect of the Covid-19 epidemic on these businesses was investigated by conducting efficiency analyzes of 100 companies (BIST100) that are traded on Borsa Istanbul and have the highest transaction volume. The Covid-19 outbreak was described as a "pandemic" by the World Health Organization (WHO) on March 11, 2020. It has spread rapidly in our country since 11 March 2020, when the first case was seen. In addition to being a global health crisis, the epidemic has also prepared the ground for a social and economic crisis. In this respect, it has become important to investigate the impact of the epidemic. Considering the course of the epidemic and the timing of the economic measures taken in the first six months, it is observed that the effect on companies is extremely important. In order to determine the extent of this impact, efficiency analysis was performed using the Data Envelopment Analysis (DEA) technique, using the financial statements of the first six-month periods of 2018, 2019, 2020 of the enterprises included in the BIST100 index. As a result of the analysis, it was determined that 70% of the enterprises compared to the 2020 / 2nd period and 2018 / 2nd period, and 64% of the enterprises decreased in the efficiency rates when the 2020 / 2nd period and 2019 / 2nd period were taken into consideration.

Keywords: Covid-19, Bist100, Data Envelopment Analysis (DAE)

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın tüm safhalarında bana destek olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Gökhan ÖZER Hoca'ma ve Arş. Gör. Abdullah Kürşat MERTER'e en içten şükranlarımı ve saygılarımı sunarım.

Tez savunma jürimde yer alan Sayın Doç. Dr. Mehmet Şahin GÖK ve Dr. Öğr. Üyesi Mehmet GÜNLÜK hocalarıma değerli geri bildirimleri ve katkıları için teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Hem akademik hem de kişisel bağlamda her konuda yardım ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Dr. Öğr. Üyesi Rıza DİLEK, Öğr. Gör. Aziz SAFİ, Öğr. Gör. Gözde KONUK EGE, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Akif ÖZÇOBAN, Öğr. Gör. Mücahit EGE, Öğr. Gör. Penbe KURT hocalarıma ve emeği geçen herkese yürekten teşekkür ederim.

Son olarak her zaman yanımda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
SUMMARY	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. PANDEMİ	3
2.1. Tanım	3
2.2. Dünya’da Covid-19 Pandemisi	3
2.3. Türkiye’de Covid-19 Pandemisi	4
3. ETKİNLİK KAVRAMI VE ETKİNLİĞİN SINIFLANDIRILMASI	6
3.1. Etkinlik Kavramı	6
3.2. Etkinliğin Sınıflandırılması	7
3.2.1. Teknik Etkinlik	7
3.2.2. Ölçek Etkinliği	7
3.2.3. Tahsis (Fiyat) Etkinliği	8
3.2.4. Ekonomik Etkinlik	9
3.2.5. Toplam Etkinlik	9
3.3. Farell’in Etkinlik Yaklaşımı	9
4. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA	12
4.1. Doğrusal Programlamanın Varsayımları	12
4.2. Doğrusal Programlama Probleminin Matematiksel Yapısı ve Modelin Kurulması	14
4.3. Doğrusal Programlama Modeli Kurulmasına İlişkin Örnekler	17
4.4. Doğrusal Programlama Modellerinin Çözümünde Kullanılan Yöntemler	19
4.4.1. Grafik Yöntemi	19
4.4.2. Simpleks Yöntemi	21
5. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	23

5.1. Veri Zarflama Analizi'nin Tarihsel Gelişimi	25
5.2. Veri Zarflama Analizinin Avantajları, Dezavantajları	29
5.3. Veri Zarflama Analizinde Temel Modeller	30
5.3.1. CCR Modelleri	31
5.3.2. BCC Modelleri	41
6. BIST100 ŞİRKETLER ÜZERİNE BİR UYGULAMA	47
6.1. Çalışmada Kullanılacak Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi	47
6.2. Çalışmada Kullanılacak Normalizasyon Yönteminin Belirlenmesi	53
6.3. Araştırma Verileri, Analizi ve Sonuçlar	54
7. SONUÇ, KISITLAR VE ÖNERİLER	93
 KAYNAKLAR	 95
ÖZGEÇMİŞ	103

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler ve Açıklamalar

Kısaltmalar

AEFES	: Anadolu Efes Biracılık Ve Malt Sanayii A.Ş.
AGHOL	: Ag Anadolu Grubu Holding A.Ş.
AKBNK	: Akbank T.A.Ş.
AKCNS	: Akçansa Çimento Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
AKSA	: Aksa Akrilik Kimya Sanayii A.Ş.
AKSEN	: Aksa Enerji Üretim A.Ş.
ALARK	: Alarko Holding A.Ş.
ALBRK	: Albaraka Türk Katılım Bankası A.Ş.
ALGYO	: Alarko Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş.
ALKIM	: Alkim Alkali Kimya A.Ş.
ANACM	: Anadolu Cam Sanayii A.Ş.
ARCLK	: Arçelik A.Ş.
ASELS	: Aselsan Elektronik Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
AYGAZ	: Aygaz A.Ş.
BAGFS	: Bağfaş Bandırma Gübre Fabrikaları A.Ş.
BCC	: Banker Charnes Cooper
BIMAS	: Bim Birleşik Mağazalar A.Ş.
BIST	: Borsa İstanbul
BIZIM	: Bizim Toptan Satış Mağazaları A.Ş.
BRISA	: Brisa Bridgestone Sabancı Lastik Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
BRSAN	: Borusan Mannesmann Boru Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
BUCIM	: Bursa Çimento Fabrikası A.Ş.
CCOLA	: Coca-Cola İçecek A.Ş.
CCR	: Charnes Cooper Rhodes
CEMTS	: Çemtaş Çelik Makina Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
CIMSA	: Çimsa Çimento Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
CLEBI	: Çelebi Hava Servisi A.Ş.
DEVA	: Deva Holding A.Ş.
DOAS	: Doğu Otomotiv Servis Ve Ticaret A.Ş.
DOHOL	: Doğan Şirketler Grubu Holding A.Ş.

Simgeler ve Açıklamalar

Kısaltmalar

DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
ECILC	: Eis Eczacıbaşı İlaç, Sınai Ve Finansal Yatırımlar Sanayi Ticaret A.Ş.
EGEEN	: Ege Endüstri Ve Ticaret A.Ş.
EKGYO	: Emlak Konut Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş.
EREGL	: Ereğli Demir Ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş.
FROTO	: Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.
GARAN	: Türkiye Garanti Bankası A.Ş.
GOODY	: Goodyear Lastikleri T.A.Ş.
GSDHO	: Gsd Holding A.Ş.
GUBRF	: Gübre Fabrikaları T.A.Ş.
HALKB	: Türkiye Halk Bankası A.Ş.
HEKTS	: Hektaş Ticaret T.A.Ş.
HLGYO	: Halk Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş.
IPEKE	: İpek Doğal Enerji Kaynakları Araştırma Ve Üretim A.Ş.
ISCTR	: Türkiye İş Bankası A.Ş.
ISDMR	: İskenderun Demir Ve Çelik A.Ş.
ISGYO	: İş Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş.
KAREL	: Karel Elektronik Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
KARSN	: Karsan Otomotiv Sanayii Ve Ticaret A.Ş.
KCHOL	: Koç Holding A.Ş.
KERVT	: Kerevitaş Gıda Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
KLMSN	: Klimasan Klima Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
KOZAA	: Koza Anadolu Metal Madencilik İşletmeleri A.Ş.
KOZAL	: Koza Altın İşletmeleri A.Ş.
KRDMD	: Kardemir Karabük Demir Çelik Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
KVB	: Karar Verme Birimi
LOGO	: Logo Yazılım Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
MAVI	: Mavi Giyim Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
MGROS	: Migros Ticaret A.Ş.
NETAS	: Netaş Telekomünikasyon A.Ş.
NTHOL	: Net Holding A.Ş.
ODAS	: Odaş Elektrik Üretim Sanayi Ticaret A.Ş.

Simgeler ve Açıklamalar

Kısaltmalar

OTKAR	: Otokar Otomotiv Ve Savunma Sanayi A.Ş.
OYAKC	: Oyak Çimento Fabrikaları A.Ş.
OZKGY	: Özak Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş.
PETKM	: Petkim Petrokimya Holding A.Ş.
PGSUS	: Pegasus Hava Taşımacılığı A.Ş.
SAHOL	: Hacı Ömer Sabancı Holding A.Ş.
SASA	: Sasa Polyester Sanayi A.Ş.
SELEC	: Selçuk Ecza Deposu Ticaret Ve Sanayi A.Ş.
SISE	: Türkiye Şişe Ve Cam Fabrikaları A.Ş.
SKBNK	: Şekerbank T.A.Ş.
SODA	: Soda Sanayii A.Ş.
SOKM	: Şok Marketler Ticaret A.Ş.
TATGD	: Tat Gıda Sanayi A.Ş.
TAVHL	: Tav Havalimanları Holding A.Ş.
TCELL	: Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş.
THYAO	: Türk Hava Yolları A.O.
TKFEN	: Tekfen Holding A.Ş.
TMSN	: Tümosan Motor Ve Traktör Sanayi A.Ş.
TOASO	: Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.
TRGYO	: Torunlar Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı A.Ş.
TRKCM	: Trakya Cam Sanayii A.Ş.
TSKB	: Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş.
TTKOM	: Türk Telekomünikasyon A.Ş.
TTRAK	: Türk Traktör Ve Ziraat Makineleri A.Ş.
TUPRS	: Tüpraş-Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.
ULKER	: Ülker Bisküvi Sanayi A.Ş.
VAKBN	: Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O.
VESTL	: Vestel Elektronik Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
VZA	: Veri Zarflama Analizi
YKBNK	: Yapı Ve Kredi Bankası A.Ş.
ZOREN	: Zorlu Enerji Elektrik Üretim A.Ş.

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No:</u>	<u>Sayfa</u>
3.1: Tek Girdi ve Tek Çıktı Durumunda Ölçeğe Göre Sabit, Artan ve Azalan Getiri	8
3.2: Farrell'in Etkinlik Yaklaşımı	10
4.1: Grafik Yöntemi Örnek Çözümü	21
6.1: Elektrik Gaz Su / Elektrik Gaz Buhar Sektörü Analiz Sonuçları	56
6.2: İmalat / Ana Metal Sanayi Sektörü Analiz Sonuçları	58
6.3: İmalat / Gıda, İçecek ve Tütün Sektörü Analiz Sonuçları	61
6.4: İmalat / Kimya, İlaç, Petrol, Lastik ve Plastik Ürünler Sektörü Analiz Sonuçları	66
6.5: İmalat / Metal Eşya, Makine, Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektörü Analiz Sonuçları	70
6.6: Taş, Toprağa Dayalı İmalat Sektörü Analiz Sonuçları	72
6.7: Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü Analiz Sonuçları	74
6.8: Teknoloji / Bilişim, Savunma Sektörü Analiz Sonuçları	76
6.9: Toptan ve Perakende Ticaret, Lokantalar ve Oteller Sektörü Analiz Sonuçları	79
6.10: Ulaştırma, Depolama ve Haberleşme Sektörü Analiz Sonuçları	82
6.11: Mali Kuruluşlar / Bankalar Sektörü Analiz Sonuçları	85
6.12: Mali Kuruluşlar / Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları Sektörü Analiz Sonuçları	88
6.13: Mali Kuruluşlar / Holdingler ve Yatırım Şirketleri Sektörü Analiz Sonuçları	92

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>		<u>Sayfa</u>
5.1:	A, B, C ve D işletmelerinin girdi ve çıktı değerleri	35
5.2:	A, B, C ve D işletmelerinin primal CCR çıktı maksimizasyonu	35
5.3:	A ve B işletmelerinin dual CCR çıktı maksimizasyonu	35
5.4:	C ve D işletmelerinin dual CCR çıktı maksimizasyonu	36
5.5:	A, B, C ve D işletmelerinin primal CCR girdi minimizasyonu	40
5.6:	A ve B işletmelerinin dual CCR girdi minimizasyonu	40
5.7:	C ve D işletmelerinin dual CCR girdi minimizasyonu	40
5.8:	A ve B işletmelerinin dual BCC çıktı maksimizasyonu	43
5.9:	C ve D işletmelerinin dual BCC çıktı maksimizasyonu	43
5.10:	A ve B işletmelerinin dual BCC girdi minimizasyonu	46
5.11:	C ve D işletmelerinin dual BCC girdi minimizasyonu	46
6.1:	2016 tarihinden itibaren BIST’de yer alan şirketlerin VZA analizinde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri	47
6.2:	2016 tarihinden itibaren BIST’de yer alan şirketlerin VZA analizinde kullanılan normalizasyon yöntemleri	53
6.3:	Elektrik Gaz Su / Elektrik Gaz Buhar Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri	54
6.4:	Elektrik Gaz Su / Elektrik Gaz Buhar Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri	55
6.5:	Elektrik Gaz Su / Elektrik Gaz Buhar Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	55
6.6:	Elektrik Gaz Su / Elektrik Gaz Buhar Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	55
6.7:	İmalat / Ana Metal Sanayi Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri	56
6.8:	İmalat / Ana Metal Sanayi Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri	57
6.9:	İmalat / Ana Metal Sanayi Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	57
6.10:	İmalat / Ana Metal Sanayi Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	58
6.11:	İmalat / Gıda, İçecek ve Tütün Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri	59
6.12:	İmalat / Gıda, İçecek ve Tütün Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri	59
6.13:	İmalat / Gıda, İçecek ve Tütün Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	60

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa</u>
6.14: İmalat / Gıda, İçecek ve Tütün Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	60
6.15: İmalat / Kimya, İlaç, Petrol, Lastik ve Plastik Ürünler Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri	61
6.16: İmalat / Kimya, İlaç, Petrol, Lastik ve Plastik Ürünler Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri	62
6.17: İmalat / Kimya, İlaç, Petrol, Lastik ve Plastik Ürünler Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	63
6.18: İmalat / Kimya, İlaç, Petrol, Lastik ve Plastik Ürünler Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	64
6.19: İmalat / Metal Eşya, Makine, Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri	66
6.20: İmalat / Metal Eşya, Makine, Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri	67
6.21: İmalat / Metal Eşya, Makine, Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	68
6.22: İmalat / Metal Eşya, Makine, Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	69
6.23: Taş, Toprağa Dayalı İmalat Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri	70
6.24: Taş, Toprağa Dayalı İmalat Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri	71
6.25: Taş, Toprağa Dayalı İmalat Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	71
6.26: Taş, Toprağa Dayalı İmalat Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	72
6.27: Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri	73
6.28: Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri	73
6.29: Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	73
6.30: Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	74
6.31: Teknoloji / Bilişim, Savunma Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri	74
6.32: Teknoloji / Bilişim, Savunma Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri	75

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa</u>
6.33: Teknoloji / Bilişim, Savunma Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	75
6.34: Teknoloji / Bilişim, Savunma Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	76
6.35: Toptan ve Perakende Ticaret, Lokantalar ve Oteller Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri	77
6.36: Toptan ve Perakende Ticaret, Lokantalar ve Oteller Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri	77
6.37: Toptan ve Perakende Ticaret, Lokantalar ve Oteller Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	78
6.38: Toptan ve Perakende Ticaret, Lokantalar ve Oteller Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	79
6.39: Ulaştırma, Depolama ve Haberleşme Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri	80
6.40: Ulaştırma, Depolama ve Haberleşme Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri	80
6.41: Ulaştırma, Depolama ve Haberleşme Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	81
6.42: Ulaştırma, Depolama ve Haberleşme Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	81
6.43: Mali Kuruluşlar / Bankalar Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri	82
6.44: Mali Kuruluşlar / Bankalar Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri	83
6.45: Mali Kuruluşlar / Bankalar Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	84
6.46: Mali Kuruluşlar / Bankalar Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	84
6.47: Mali Kuruluşlar / Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri	86
6.48: Mali Kuruluşlar / Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri	86
6.49: Mali Kuruluşlar / Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	87
6.50: Mali Kuruluşlar / Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	87

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa</u>
6.51: Mali Kuruluşlar / Holdingler ve Yatırım Şirketleri Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri	88
6.52: Mali Kuruluşlar / Holdingler ve Yatırım Şirketleri Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri	89
6.53: Mali Kuruluşlar / Holdingler ve Yatırım Şirketleri Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	90
6.54: Mali Kuruluşlar / Holdingler ve Yatırım Şirketleri Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları	91

1. GİRİŞ

DSÖ tarafından pandemi olarak nitelendirilen Covid-19 salgını ülkemizde ilk olarak 11 Mart 2020 tarihinde tespit edilmiştir. DSÖ'nün verilerine göre 2020 yılı sonunda küresel olarak 79 milyonun üzerinde vakaya ulaşılmış ve 1,7 milyondan fazla ölüm gerçekleşmiştir (Web 1, 2021).

Virüsün yayılımını önlemek için pek çok tedbir alınmıştır. Uluslararası seyahat kısıtlamaları, karantina uygulamaları, sosyal yaşamın ve insan hareketliliğinin engellenmesi vb. tedbirler insan hayatının her alanını etkilemiştir. Bu süreçte ülkemizdeki işletmelerin bazıları kısa süreli çalışmaya geçmişlerdir. Bazıları ise çalışmalarına ara vermek zorunda kalmışlardır (Web 2, 2020). Salgının önlenmesi amacı ile alınan sıkı tedbirler özellikle ekonomik açıdan ikinci üç aylık dönemi etkilemiştir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun verilerine göre 2020 yılı büyüme oranlarının 1.dönemde 4,5, 2.dönemde -9,9, 3.dönemde 6,7 olduğu görülmektedir (Web 3, 2021).

Bu çalışmada salgının tespit edilmesi ve ekonomik etkilerinin yoğunluğu dikkate alınarak 2020 senesinin ikinci dönem mali verileri kullanılmıştır. Farklı uygulamalar olmasına rağmen literatürde kriz dönemlerinde kriz öncesi iki dönem ve kriz sonrası incelendiği görülmektedir (Kaya ve Gülhan, 2010; Karadeniz, 2019). Bu bakımdan pandemi öncesi iki dönem olan 2018 ve 2019 seneleri ikinci dönem mali verileri analize dâhil edilmiştir. Bist100 değişik sektörlerde yer alan piyasa ve işlem hacmi açısından en yüksek hisse senedine sahip şirketleri barındırmaktadır. Borsanın genel performansını göstermektedir. Çalışmamızda değişik sektörlerde yer alan yeterli şirket sayısı ve ekonomik açıdan önemi göz önüne alındığından dolayı örneklem olarak BIST100 endeksinde yer alan firmalardan faydalanılmıştır.

Sektörel bazda pandemi etkilerini belirlemek amacı ile şirketlerin ölçeğe göre sabit getiri temelli, girdi odaklı VZA yöntemi kullanılarak göreceli etkinlik değişimleri ölçülmüştür. Toplam on üç sektör incelenmiş, ana metal sanayi sektörü şirketlerinin tümünün göreceli etkinlik oranlarında pandemi döneminde düşüş olduğu tespit edilmiştir. Diğer sektörlerde yer alan firmaların göreceli etkinlik oranlarında da azalma söz konusu olmuştur. PGSUS ve THYAO firmalarının etkinlik oranlarındaki düşüş, pandemi neticesinde alınan tedbirlerden seyahat kısıtlamasını akla getirmektedir. Bazı şirketlerin etkinlik oranlarında ise yükselme tespit edilmiştir.

TTKOM ve TCELL bu firmalardandır ve bu durumu sosyal izolasyon döneminde haberleşme ihtiyacının artması ile değerlendirmek mümkündür. Analiz sonuçlarının salgın döneminde kişisel ihtiyaçlarımız ile bağlantılı olduğu, bu dönemde değişen önceliklerimizin ve tüketimlerimizin şirketlerin etkinlik oranlarını değiştirdiği görülmektedir. Farklı dönemler ve koşullarda değişen bu tarz davranışların şirket etkinliklerine yansımalarının tespiti işletmeler açısından önemlidir. Bu bakımdan çalışmanın literatüre ve ilgililere katkı sağlaması hedeflenmektedir.

Çalışma beş ana bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde pandeminin tanımı, Dünya’da ve Türkiye’de Covid-19 pandemisi; üçüncü bölümünde etkinlik kavramı, etkinliğin sınıflandırılması; dördüncü bölümünde doğrusal programlama; beşinci bölümünde ise VZA tarihsel gelişimi, avantajları ve dezavantajları, modelleri, örnek çözümlerine yer verilmiştir.

Araştırmanın altıncı bölümünde çalışmada kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri, normalizasyon yöntemi, bulguları, verilerin analizi ve sonuçları hakkında bilgi verilmiştir.

Araştırma; sonuçların, kısıtların ve önerilerin yer aldığı yedinci bölüm ile sonlandırılmıştır.

2. PANDEMİ

2.1. Tanım

Endemi, epidemi ve pandemi terimleri genel olarak enfeksiyon hastalıkları ile ilgili kullanılmakla birlikte; hipertansiyon, kanser, şiddet ve olumlu birtakım alışkanlıklar için de kullanılabilir. Endemi, belirli bir coğrafyada beklenen sayıda vaka artışı ile seyreden dengeli durum olarak tanımlanır. Vaka sayısında beklenmeyen artış, beklenmeyen bir coğrafyada vaka görülmesi durumu, salgın olarak değerlendirilir. Birden fazla bölgede görülen salgın epidemi olarak, küresel olarak yayılması ise pandemi olarak tanımlanır (Grennan, 2019).

Pandemi olarak adlandırılan hastalıkların belli müşterek özellikleri vardır. Pandemi tanımının ilk kriteri yaygın coğrafi dağılım yani küresel yayılımdır. Hastalığın coğrafi hareketliliği birçok yöntem ile olabilir. İnfluenza pandemisindeki gibi solunum yoluyla kişiden kişiye bulaş ile veya kolera pandemisindeki gibi bağırsak yoluyla bulaş ile olabilir. Pandemi olarak tanımlanan hastalıkların birçoğu bulaşıcı hastalıklardır, yüksek bulaş hızına haizdirler ve kısa sürede fazla sayıda vaka görülür (Morens et al., 2009).

2.2. Dünya’da Covid-19 Pandemisi

Aralık 2019’ da Çin’in Vuhan kentinde, özellikle balık ve canlı hayvan pazarı çevresinde ortaya çıkan, SARS-CoV-2’nin neden olduğu akciğer iltihaplanması vakaları bildirilmeye başlanmıştır (Zhu et al., 2020). İlk kaynağının yabani hayvanlar, özellikle yarasalar olduğu düşünülen SARS-CoV-2 insandan insana bulaşabilmektedir. Hastalık göstergesi olmayan fakat taşıyıcı rolü olan insanlar yoluyla da bulaş mümkün olmaktadır (Chan et al., 2020). DSÖ 11 Şubat 2020’de yaptığı açıklamayla, yeni koronavirüsün neden olduğu bu hastalığı Covid-19 olarak adlandırmışlardır. Bulgu gösterilmediği safhada insandan insana bulaşın mümkün olması ile de virüs kısa zamanda Çin’ den Dünya geneline yayılmıştır (Coşkun Yaş, 2020).

İlk, ülke dışında rastlanan vaka 13 Ocak 2020’de Tayland’da bildirilmiştir. Akabinde birçok ülkede yeni vakalar bildirilmeye başlanmıştır. DSÖ, 11 Mart 2020’de yaptığı açıklamada 114 ülkede 118 binden fazla vaka tespit edildiğini belirtmiş, Covid-19’u pandemi olarak nitelendirmiştir.

Covid-19 virüsüne bağlı ilk ölüm 11 Ocak 2020’de Çin’de bildirilmiştir. Türkiye’de ilk vakanın görüldüğü gün olan 11 Mart 2020’ye kadar Dünya genelinde toplam 118 bin 319 vaka, 4 bin 292 ölüm tespit edilmiştir.

Covid-19’un Dünya’da yayılmaya başlamasıyla birlikte, ülkeler salgını engellemek için önlemler almaya başlamışlardır. Salgının başladığı Çin’in Vuhan kentinde 23 Ocak 2020’de şehir içi ve şehir dışı ulaşım durdurulmuş, şehir karantinaya alınmıştır. Çin’de başlayan yasaklar hastalığın görüldüğü diğer ülkelere de uygulanmıştır. Önce vaka sayılarının çok olduğu ülkelere uçak yolculukları durdurulmuş, akabinde birçok ülke sınırlarını kapatmıştır. Ülkeler kendi içlerinde tedbirler almış; onlarca ülkede okullar kapatılmış, toplu etkinlikler yasaklanmış, sokağa çıkma kısıtlamaları uygulanmaya başlanmıştır. Bütün bunların Dünya’da önemli sosyoekonomik etkilere sebep olacağı öngörülmektedir (Coşkun Yaş, 2020).

2.3. Türkiye’de Covid-19 Pandemisi

Türkiye’de ilk Covid-19 vakası 11 Mart 2020’de bildirilmiştir ve akabinde vaka sayısı Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de artarak devam etmiştir. Türkiye’de 17 Mart 2020’de Covid-19 sebebi ile ilk ölüm gerçekleşmiştir. Nisan ayının ilk gününde vaka sayısı 15 bin 679, ölüm sayısı ise 277 iken, 8 Nisan 2020’de ülkedeki toplam vaka sayısı 38 bin 226, ölüm sayısı 812 olarak bildirilmiştir. Günlük yeni tespit edilen vaka sayısı bu süreçte artmıştır.

Çin’de yeni bir virüsün tespit edilmesi ve Covid-19 hastalığı bildirildikten sonra Türkiye’de önce havaalanlarında ateş ölçümü, Çin’den gelen yolcuların karantinaya alınması gibi tedbirler alınmaya başlanmıştır. Akabinde Çin, İran ve İtalya ile uçak seferleri karşılıklı olarak durdurulmuştur. Birçok ülkede Covid-19 vakaları duyurulmasıyla birlikte yurt dışından gelen yolcular 14 gün karantinaya alınmaya başlanmıştır.

Türkiye’de ilk vaka görüldükten sonra alınan tedbirler genişletilmiştir. Enfekte vakaların temaslı olduğu bireylere karantina uygulanmış, hastalık durumları takip

edilmiştir. Vaka sayılarının artması ve daha fazla ülkede vakaların tespit edilmeye başlamasıyla sınırlar kapatılmış, seyahat yasakları genişletilmiştir. Okullar önce mart ayının sonuna kadar kapatılmış ve uzaktan eğitime geçilmiştir. Daha sonra bu süre yaz tatiline kadar uzatılmıştır. Spor müsabakaları ve toplu faaliyetler ertelenmiştir. Alışveriş merkezleri, kuaförler, güzellik merkezleri, spor salonları gibi kapalı alanların faaliyetleri geçici süreliğine durdurulmuştur. Restoranlar sadece paket servis yapmaya başlamıştır. Camilerde toplu ibadetler engellenmiştir. Önce 65 yaş üstüne, sonra 20 yaş altındakilere sokağa çıkma yasağı getirilmiştir. Şehirlerin sınırları istisnai durumlar dışında kapatılmıştır. Hafta sonları ve resmi tatillerde sokağa çıkma yasakları uygulanmıştır. Toplu ve kapalı alanlarda maske kullanma zorunluluğu getirilmiştir. Sağlık çalışanlarının üç ay boyunca görevlerinden ayrılmalarına müsaade edilmeyeceği ilan edilmiştir (Coşkun Yaş, 2020).

3. ETKİNLİK KAVRAMI VE ETKİNLİĞİN SINIFLANDIRILMASI

3.1. Etkinlik Kavramı

Etkinlik ve verimlilik kavramlarının genellikle birbirinin yerine kullanıldığı, karıştırıldığı görülmektedir. Etkinlik ve verimlilik performansın birer unsurudur. Verimlilik tek bir üretim birimine ait girdi ve çıktı oranıdır. Etkinlik ise; aynı tür girdi ve çıktı değişkenlerine sahip üretim birimlerinin belli bir referans sınırında diğer üretim birimlerine göre sergiledikleri performansı gösteren izafi bir kavramdır (İçöz, 2013). Aynı zamanda etkinlik; asgari emek ya da gider ile azami neticeler elde etme kapasitesidir (Kök ve Deliktaş, 2003). Diğer bir ifade ile etkinlik; bir iş yerinin veya organizasyonun belirlenmiş gayelerine ve stratejik amaçlarına ulaşmak için gerçekleştirdikleri çabalar neticesinde bu gaye ve amaçlara erişim nispetini belirleyen performans boyutudur (Arslan, 2002).

Etkinliğin hesaplanmasında gerçekleşen performans ile standart performans verileri kullanılır. Fiili performansın standart performansa ne derecede yaklaşıp yaklaşmadığı ölçülür. Buna göre etkinliğin oranını aşağıdaki formül ile hesaplamak mümkündür (Şimşek ve Çelik, 2010).

$$\text{Etkinlik} = \frac{\text{Standart Performans}}{\text{Gerçekleşen Performans}} \quad (3.1)$$

Bu oranın 1 olması beklenir, sonucun 1 çıkması %100 hedeflere ulaşıldığını göstermektedir. 1'den küçük olması hedefin gerçekleşmemesi yani standart performansın altında performans gösterilmesi anlamına gelmektedir. 1'den yüksek olması ise gerçekleşen (fiili) performansın standart (hedeflenen) performansın üstünde olduğunu ifade eder (Erpolat, 2011).

3.2. Etkinliğin Sınıflandırılması

Etkinlik farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Burada teknik, ölçek, tahsis (fiyat), toplam ve ekonomik etkinlik açıklanacaktır.

3.2.1. Teknik Etkinlik

Teknik etkinlik ilk olarak Koopmans tarafından 1951 yılında ortaya çıkarılmış ve ifade edilmiştir. Koopmans teknik etkinliği; bir çıktıyı azaltmadan aynı anda başka bir çıktıyı arttırmanın veya bir girdiyi arttırmadan bir çıktıyı artırmanın mümkün olmadığı, uygulanabilir girdi-çıkıtı vektörü olarak tanımlamıştır (Ruggiero, 2000). Tanımdan anlaşılacağı gibi, eğer aynı girdi düzeyinde daha fazla çıktı almak mümkün oluyorsa, ya da çıktı miktarı sabit kalırken girdi miktarını azaltmak mümkünse, teknik etkinlikten bahsedilemez. Böyle bir durumda atıl kullanılan girdi mevcuttur ve teknik olarak etkin değildir (Koç, 2018).

Teknik etkinlik, girdi yönlü ve çıktı yönlü olarak incelenebilir. Girdi yönlü teknik etkinlik; bir birim çıktı miktarı için minimum girdi miktarının kullanılması olarak ifade edilebilir (Porcelli, 2009). Mevcut çıktılar sabit tutularak girdi miktarını azaltmak mümkünse burada girdi yönlü teknik etkinsizlik söz konusudur. Azalış oranını 1'den çıkararak girdi yönlü teknik etkinsizlik bulunur (Lorcu, 2008).

Çıktı yönlü teknik etkinlik; girdi miktarı sabit iken maksimum çıktının elde edilmesi olarak tanımlanabilir. Burada girdi miktarı sabit iken daha fazla çıktı elde edilebiliyorsa çıktı yönlü teknik etkinsizlik mevcuttur. Söz konusu fazla çıktı artış oranı 1'den çıkarıldığında çıktı yönlü teknik etkinsizlik oranı bulunur (Yaşar, 2019).

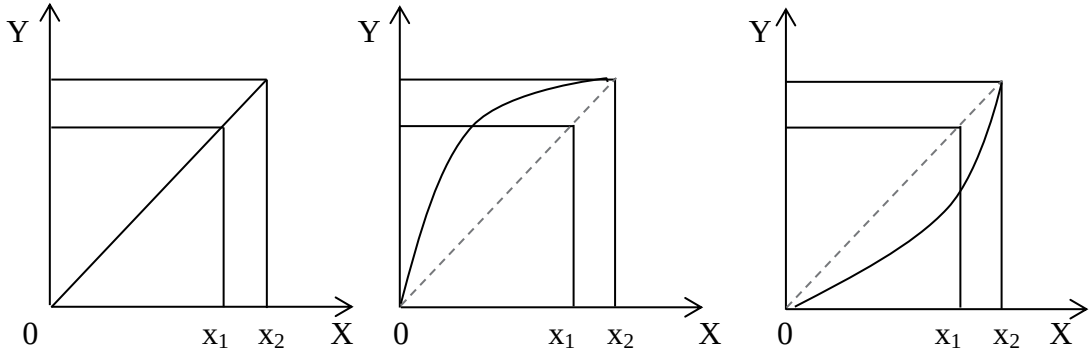
3.2.2. Ölçek Etkinliği

Ölçek etkinliği en uygun, en verimli ölçek büyüklüğünde üretim yapma kabiliyeti olarak ifade edilebilir. Ölçek etkinliği, üretim olanakları sınırları üzerinde kalarak bir işletmenin en uygun ölçekte üretimi ifa etme başarısıdır (Bakırcı, 2006).

Ölçeğe göre sabit getiri (Constant Returns to Scale (CRS)) kavramı; girdi miktarındaki herhangi bir artışın çıktı miktarında aynı oranda artışa neden olmasıdır. Girdi miktarındaki artış çıktı miktarında aynı oranda bir artışa neden olmuyorsa

ölçeğe göre değişken getiri (Variable Returns to Scale (VRS)) söz konusudur. Bunu iki şekilde incelemek mümkündür. Eğer, girdi miktarındaki herhangi bir artış çıktı miktarında daha düşük bir artışa neden oluyorsa buna, ölçeğe göre azalan getiri (Decreasing Returns to Scale (DRS)) denir. Girdi miktarındaki herhangi bir artış çıktı miktarında daha yüksek bir artışa neden oluyorsa, buna da ölçeğe göre artan getiri (Increasing Returns to Scale (IRS)) denir (Aktaş, 2014).

Ölçek etkinliği, ölçeğe göre sabit getirideki teknik etkinliğin ölçeğe göre değişken getirideki teknik etkinliğe oranlanması yolu ile bulunur. Tek girdi ve tek çıktı olduğu varsayıldığında ölçeğe göre sabit, azalan ve artan getiri sırasıyla Şekil 3.1’ de gösterilmiştir (Demirci, 2012).



Şekil 3.1: Tek Girdi ve Tek Çıktı Durumunda Ölçeğe Göre Sabit, Artan ve Azalan Getiri

3.2.3. Tahsis (Fiyat) Etkinliği

Tahsis (fiyat) etkinliği, girdi ve çıktı fiyatlarını dikkate alarak en uygun birleşimin oluşturulması ile ilgilidir. Tahsis etkinliğinde girdi miktarının yanı sıra fiyatlarının da dikkate alınması gereklidir. Tahsis etkinliği, işletmenin girdi fiyatlarını ve üretim teknolojisini dikkate alarak işletmenin en uygun seviyede girdi miktarını kullanma becerisi olarak tanımlanabilir (Çavmak ve Çavmak, 2017). Kaynakların beklenen en yüksek getiriye sahip alanlara hangi ölçüde tahsis edildiği ile ilgili bir kavramdır (Ekinci, 2018).

3.2.4. Ekonomik Etkinlik

Ekonomik etkinlik maliyet etkinliği olarak da bilinir ve teknik etkinlik ile tahsis etkinliğin birleşiminden oluşur. Bundan dolay1, bir karar verme birimi hem teknik hem de tahsis etkinliğine sahipse ekonomik olarak da etkindir (Watkins et al., 2014). Skaggs ve Carlson ekonomik etkinliği, belirli bir maliyetten azami fayda sağlamak veya belirli bir faydanın maliyetini asgari d1zeye indirmek olarak tanımlamıştır. Diğer bir ifade ile, ekonomik etkinlik bir fiilden azami net kazanç (katlanılan maliyet ile sağlanan fayda arasındaki fark) elde etmek demektir. Yazarlar ayrıca ekonomik etkinliğin hem teknik etkinliği hem de tahsis etkinliğini barındırdığını vurgulamaktadır (Kirigia and Asbu, 2013). Yani, ekonomik etkinliği aşağıdaki gibi form1le etmek m1mk1nd1r (Bakırcı, 2006).

$$\text{Ekonomik Etkinlik} = \text{Teknik Etkinlik} * \text{Tahsis Etkinliği} \quad (3.2)$$

3.2.5. Toplam Etkinlik

Teknik etkinlik ve 1lek etkinliği bir araya gelerek toplam etkinliği oluşturur. Bir KVB'nin toplam etkin olarak nitelendirilebilmesi için teknik etkinliğinin ve 1lek etkinliğinin tam olması gerekir. Toplam etkinliği Farell aşağıdaki gibi form1le edilmiştir (Farell, 1957).

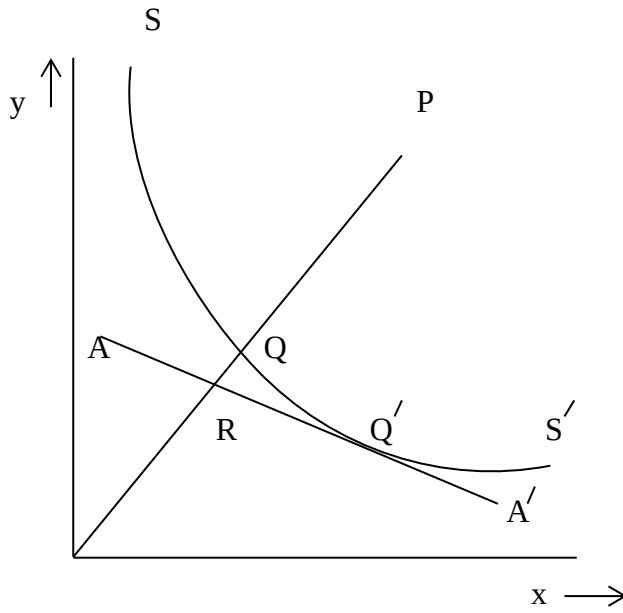
$$\text{Toplam Etkinlik} = \text{Teknik Etkinlik} * \text{1lek Etkinliği} \quad (3.3)$$

Bir KVB'nin toplam etkin olmamasının nedeni form1lden de anlaşılacağı gibi ya teknik etkin olmamasından ya da 1lek etkinliğinin olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu durumda etkinsizliğe neden olan etkenler tespit edilerek gerekli 1nlemlerin alınması gerekir (Erpolat, 2011).

3.3. Farell'in Etkinlik Yaklaşımı

1957 senesinde Farrell "The Measurement of Productive Efficiency" adlı çalışmasında etkinlik hesaplamasında iki bileşen 1zerinde durmuştur. Bunlar; teknik

etkinlik yani belli bir girdi bileşeninden maksimum çıktı elde etme ve girdi fiyatları ile üretim teknolojileri göz önünde bulundurulduğunda minimum maliyetli olması için en iyi girdi bileşenin seçilmesi kabiliyeti olarak tanımlanabilecek tahsis etkinliğidir. Bu iki etkinliğin beraber kullanılması durumunda toplam ekonomik etkinlik değerine ulaşılmaktadır (Coelli et al., 2005). Farrell'in bu çalışmasında uyguladığı karşılaştırmalı verimlilik ölçme tekniği birçok etkinlik ölçme yönteminin geliştirilmesinde kaynak olmuştur. Farrell'in geliştirmiş olduğu sınır yaklaşımı günümüzde de hemen hemen aynı tekniği ifade etmektedir. Farrell ölçeğe göre sabit getiri koşulları altında, tek bir ürün üretmek için iki girdi kullanan bir firma için etkin üretim fonksiyonunun bilindiği varsayılırsa teknik, tahsis ve toplam etkinliğin nasıl hesaplanacağını göstermiştir.



Şekil 3.2: Farrell'in Etkinlik Yaklaşımı

Şekil 3.2'de eş ürün eğrisi SS' en etkin firmanın bir birim çıktı üretmek için kullanabileceği iki girdinin çeşitli kombinasyonlarını temsil eder. Burada farklı girdi miktarları kullanarak farklı miktarda çıktı üreten firmalar P, Q ve Q' ile gösterilmiştir. Q ve Q' işletmesi eş ürün eğrisi üzerinde yer almaktadır. Bu firmaların teknik etkin oldukları söylenebilmektedir. P firmasını incelersek, P işletmesinin aynı miktarda çıktıyı elde etmek için her bir girdiden OQ/OP oranında daha az kullanarak daha etkin olabileceği söylenebilir. Başka bir ifadeyle, Q firması aynı girdi

miktariyla OP/OQ oranı kadar P firmasından daha fazla çıktı üretebilmektedir. OQ/OP oranına P firmasının “teknik etkinliği” denir. Teknik etkin olan işletmeler için bu oran %100 olarak bulunur. Q ve Q' işletmeleri etkin üretim sınırında olduklarından teknik etkinlikleri %100'dür.

Şekil 3.2'de AA' ile gösterilen eş masraf doğrusu iki girdinin fiyat oranını ifade etmektedir. Q ve Q' işletmelerinin %100 teknik etkinliğe sahip olmalarına rağmen tahsis etkinliklerinin farklı olduğu şekilde görülmektedir. Q' işletmesinin tahsis etkinliğinin %100 olduğu görülmektedir. Buna rağmen Q işletmesinin tahsis etkinliği OR/OQ olarak hesaplanmaktadır. Burada Q' işletmesi teknik, tahsis dolayısıyla toplam etkinlik bakımından en etkin işletmedir. Farrell toplam etkinliği, teknik etkinlik değeri ile tahsis etkinlik değerinin çarpımı olarak ifade etmektedir. Buradan anlaşılacağı gibi Q' işletmesinin teknik etkinliği ve tahsis etkinliği %100 olduğu için çarpım sonucu %100 toplam etkinliği vermektedir (Farrell, 1957).

4. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Yöneylem araştırması ile anılan en önemli planlama aracı doğrusal programlamadır çünkü bu metot birçok problemin çözümünde uygulanabilir. Günümüzde doğrusal programlama teknikleri ile çözülebilen birçok problem, klasik matematik yöntemleri ve optimizasyon yöntemleri ile çözülemiyordu (Erdaş, 2016). Doğrusal programlama, insanlığa genel hedefleri belirtme ve büyük karmaşıklıkta pratik durumlarla karşı karşıya kaldığında hedeflerine "en iyi" ulaşmak için alması gereken ayrıntılı kararlar için bir yol belirleme yeteneği veren büyük bir devrim niteliğindeki gelişmenin bir parçası olarak görülebilir.

Doğrusal programlama hakkında 1911'de Belçikalı ünlü matematikçi de la Vallée Poussin ve 1923 yılında meşhur Fransız matematikçi Joseph Fourier çalışmalar yapmasına rağmen bu yıllarda fazla önem kazanmamıştır. Sovyet/Rus matematikçi ve iktisatçısı Leonid Kantorovich'in konuyla ilgili dikkat çekici 1939 yılındaki monografisi, SSCB'de ideolojik nedenlerle ihmal edilmiştir. Kendisi daha sonra çalışmalarıyla Nobel Ekonomi Ödülünü kazanmıştır. 1947 yılında George B. Dantzing simpleks yöntemini geliştirmiş ve II.Dünya Savaşı sırasında askeri alanda çalışmalar yapmıştır. 1949 yılında Chicago Üniversitesi'nde matematiksel programlama üzerine bir konferans yapılmıştır. Dantzing'e göre 1947 – 1949 yılları arasında yapılan çalışmaların yer aldığı bu konferansın tutanakları en önemli temel referans ve klasik niteliğindedir (Dantzing, 1991).

Ticari Uygulamalar 1952'de Charnes, Cooper ve Mellon'un 'Blending Aviation Gasolines-A Study in Programming Interdependent Activities in an Integrated Oil Company' çalışmaları ile başlamıştır (Charnes et al., 1952). Uygulamalar hızla diğer ticari alanlara yayılmış ve kısa sürede sahayı başlatan askeri uygulamaları gölgede bırakmıştır.

4.1. Doğrusal Programlamanın Varsayımları

Doğrusal programlama modelinin varsayımları; doğrusallık, bölünebilirlik, toplanabilirlik, kesinlik ve pozitifliktir (Khanna, 2012). Doğrusal karar modelinin geliştirilebilmesi ve tutarlı bir sonuç elde edilebilmesi için bu varsayımların sağlanması gereklidir.

- **Doğrusallık Varsayımı:** Doğrusallık varsayımında işletmenin değişkenleri arasında doğrusal bir ilişkinin olması gerekir. Yani işletmenin girdi ve çıktı değişkenleri arasında doğrusal bir ilişki vardır. İşletmenin üretim seviyesi (çıktı miktarı) arttıkça girdi miktarının aynı oranda artması gerekir (Dantzing, 1951).
- **Bölünebilirlik Varsayımı:** Doğrusal programlama modelinde değişkenlerin değerleri kantitatif yani rakamla ifade edilen değerler olması gerekir (Şenel, 1974). Bu sayısal değerler bölünebilir olmalıdır. Değerler tamsayı olabileceği gibi kıt kaynaklar kesirli sayı ile de ifade edilebilir. Fakat kesirli sonuç istenmeyen durumlarda sonuç yuvarlanabilmektedir. Eğer modelde sonucun kesin olarak tam sayı olması gerekiyor ise tam sayılı doğrusal programlama modeli kullanılabilir (Sarıaslan, 1990; Yalçın Seçme, 2005).
- **Toplanabilirlik Varsayımı:** Amaç fonksiyonuna karar değişkenlerinin katkısı ele alındığında, her bir karar değişkeninin katkısı bir diğerinin katkısından bağımsızdır ve karar değişkenlerinin katkılarının toplamı sistemin toplam çıktısını verir (Binay vd., 2001). Her bir karar değişkeninin aldığı değere göre sağladığı katkı toplanarak karar değişkenlerinin sağladığı toplam katkıyı ve her bir karar değişkeninin kullandığı i'inci kaynaklar toplanarak toplam i'inci kaynak kullanımını sağlıyor ise ve bu özellik tüm kaynaklar için geçerli ise, ele alınan problem toplanabilirlik ilkesine uygundur (Kara, 2000).
- **Kesinlik Varsayımı:** Bir doğrusal programlama modelinde yer alan bütün parametrelerin (teknoloji katsayıları, sağ taraf sabitleri, amaç fonksiyonu katsayıları) kesin olarak bilinmesi gerekmektedir, başka bir ifade ile söz konusu değerlerin belirli olması gerekir (Hillier and Lieberman, 2001). Bu özelliğe göre karar vericinin kontrolü dışında değerler alabilen ve alınacak kararı etkileyecek değişkenlerin, problemin ele alındığı esnadaki değerlerinin, açıklayıcı ya da tahmin modelleri vasıtasıyla, belirlenmiş olması anlamına gelmektedir (Kara, 2000). Fakat bu değerler tam olarak belirlenemiyorsa, ulaşılabilecek netice güvenilir olmayacaktır. Bu müphemliğin etkisini elimine etmek için problemlere duyarlılık analizleri tatbik edilmektedir. Böylece, optimum çözümüne ulaşılmış olan problem üzerinde, probleme ait parametrelerin değişim aralıkları tespit edilmektedir (Timor, 2010).
- **Pozitiflik Varsayımı:** Doğrusal programlama modelinde yer alan her bir değişkenin değerinin sıfır veya sıfırdan büyük olması gerekmektedir (Kaya,

2007). Çünkü ekonomide negatif üretim olmaz ve negatif faaliyet düzeyine izin verilemez. Bu şart hem gerçek hem de gevşek değişkenler için geçerlidir yani değişkenlerin tümünün pozitif olması gereklidir (Erdaş, 2016).

4.2. Doğrusal Programlama Probleminin Matematiksel Yapısı ve Modelin Kurulması

Matematikte “n” bilinmeyenli bir doğrusal programlama modeli sadece “n” tane birbirinden bağımsız doğrusal denklemle çözülebileceği halde, doğrusal programlama sayesinde söz konusu model “n” den daha az denklem ile çözülebilmektedir (Esin, 1984; Teyyar, 1996).

Doğrusal programlama modelinin çözümü için geliştirilmiştir kesin yöntemler bulunmakla beraber, formüle edilmesi konusunda kesin metotlar yoktur. Problemlerin doğrusal programlama ilkelerine uygun olarak formüle edilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı doğrusal programlama modelinin yapısının iyi anlaşılması ve takip edilecek evrelerin tespit edilmesi ile formüldeki sıkıntılar büyük ölçüde elimine edilecektir (Erdaş, 2016).

Doğrusal programlama modeli karar vericinin tercih edeceği optimizasyon yöntemine göre farklılık gösterse de genel olarak aşağıdaki aşamalardan oluşur (Yaralıoğlu, 2010).

- Karar değişkenlerinin açıkça tanımlanması,
- Amacın yönünün tespit edilmesi,
- Amaç fonksiyonun (varılmak istenen hedefin) oluşturulması,
- Kısıtların (eldeki olanakların) oluşturulması

Doğrusal programlama modelinin formülüne geçmeden evvel konu ile ilgili bazı temel kavramları tanımlamak faydalı olacaktır.

- **Karar değişkenleri:** Karar vericinin denetimi altında olan değişkenlerdir, bu nedenle kontrol değişkenleri de denilir. Bu değişkenler modele ilişkin bilinmeyenlerdir ve değerlerine modelin çözümünden sonra ulaşılır. Karar değişkenleri sürekli ve kesikli olmak üzere ikiye ayrılır. Bir optimizasyon modelinde yer alan karar değişkeni belli bir aralıkta sadece belli değerleri alabiliyorsa kesikli değişken, bütün değerleri alabiliyorsa sürekli değişken olarak nitelendirilir. Sürekli değişkenler ekseriyetle $[0, \infty]$ aralığında bir değer

alırlar. Kesikli değişkenler ise umumiyetle $[0,1]$ veya pozitif tamsayılar alırlar (Bakır ve Altunkaynak, 2003). Karar değişkenleri, pozitif olma varsayımında açıklandığı gibi sıfır veya sıfırdan büyük olmak zorundadır. Bu değişkenler genellikle x harfi ile gösterilirler.

- **Amaç fonksiyonu:** Ulaşılmak istenilen hedefin matematiksel ifadesidir. Doğrusal programlama modelinde amacın net ve açık olarak belirlenmesi ve sayısal olarak yazılımı gereklidir. Böylece modelden sonuç almak mümkün olur. Amaç, kâr maksimizasyonu olabileceği gibi maliyetleri minimize etmek de olabilir (Özder, 2009). Amaç fonksiyonu genellikle Z harfi ile gösterilir ve problemin amacına göre $Z_{\max}$ ya da $Z_{\min}$ şeklinde sembolize edilmektedir.
- **Kısıtlar (Eldeki olanaklar):** Kaynak bulma konusunda bir sorun yaşamayan karar verici dilediği kadar mal veya hizmet üretebilecektir. Fakat gerçek hayatta kaynaklar kısıtlıdır ve işletmeler bu kısıtlı kaynaklarla faaliyetlerini sürdürürler. Karar verici kaynakların sınırlı olduğunu göz önüne alarak karar almak zorundadır (Yaralıoğlu, 2010). Kısıtlar, hangi sınırlamalar göz önüne alınarak kararların alınması gerektiğini gösterir. Doğrusal programlamanın önemli bir unsuru, karar vericinin elindeki sınırlı olanakları gösteren ve belirli kısıtlar altında karar verme sürecine yönelten matematiksel fonksiyonlardır. Bu fonksiyonlarda eşitliklerin olması tanımlanan kaynakların tümüyle kullanılacağını gösterir; eşitsizliklerin bulunması ise kaynak kullanımının şartlı olduğunu gösterir (Çınar, 1990).
- **Parametreler:** Parametreler yani değişkenlerin değişim aralığı belirlenirken, birim üretim süresi, birim maliyet, birim hacim gibi problemi etkileyecek etkenlerin modelde cebirsel olarak belirtilmesi gereklidir. Teknik üretim katsayıları yani üretim faktörlerinin bileşim oranları vasıtasıyla, değişkenler arasındaki ilişkiyi kuran parametreler tespit edilir (Teyyar, 1996).

Bir doğrusal programlama modeli genel olarak, amaç fonksiyonu, kısıtlayıcılar ve pozitif değişkenler olmak üzere üç bileşenden oluşur (Rardin, 1998). Bir doğrusal programlama modelinde ilk etapta genellikle kazancın maksimizasyonu veya maliyetin minimizasyonu şeklinde bir amaç vardır. Kaynakların sağlanabilmeleri kısıtlı olmalıdır ve bu kısıt koşulları problemdeki değişkenler ile bağlantılı olmalıdırlar. Matematiksel olarak amaç ve kısıtlar eşitlik veya eşitsizlikler biçiminde denklemleri meydana getirmelidirler (Tütek ve Gümüşoğlu, 1994). Buna göre n adet değişken ve m tane eşitlik veya eşitsizlik şeklinde kısıt ihtiva eden bir doğrusal

programlama modelinin genel olarak matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir (Erdaş, 2016):

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Maks.veya Min. } Z = \sum_{i=1}^n x_i c_j \quad j=1,2,3,4,\dots,n$$

$$\text{Maks.veya Min. } Z = x_1 c_1 + x_2 c_2 + x_3 c_3 + \dots + x_n c_n$$

Sınırlayıcı Denklemler:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n (\leq, =, \geq) b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n (\leq, =, \geq) b_2$$

$$\begin{array}{ccccccc} - & - & - & & - & - & \\ - & - & - & & - & - & \\ - & - & - & & - & - & \end{array}$$

(4.1)

$$A_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n (\leq, =, \geq) b_j$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j (\leq, =, \geq) b_i \quad (i=1,2,3,4,5,6,\dots,m)$$

Negatif olmama şartı:

$$x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n \geq 0$$

$$x_j \geq 0 \quad (j=1,2,3,4,5,6,\dots,n)$$

Burada;

Z: Amaç fonksiyonunu,

x_i : Karar değişkenlerini,

a_{ij} : (x_i) karar değişkenlerin girdi katsayısını,

b_j : Sınırlı kaynak miktarını,

c_j : (x_i) karar değişkenlerinin amaç fonksiyonu katsayılarını,

m: Problemle ilgili kısıt sayısını,

n: Değişken sayısını temsil etmektedir.

4.3. Doğrusal Programlama Modeli Kurulmasına İlişkin Örnekler

Örnek 1: ABC firması X ve Y olmak üzere iki tip kimyasal ürün üretmektedir. X ürünün 1 litre maliyeti 160 ₺, Y ürününün 1 litre maliyeti ise 240 ₺'dir. Firma, müşteri talebine göre planlanan haftada en az 6 litre X ve en az 2 litre Y ürünü üretmelidir. Bu ürünlerde kullanılan hammaddelerden biri kısıtlıdır ve firmanın stokunda ilgili hammaddeden sadece 30 gram bulunmaktadır. X üründe bu hammaddeden her litre için 3 gram ve Y ürününün her bir litresi için 5 gram hammadde gerekmektedir. Firmanın toplam maliyetlerini asgari düzeyde tutmak için X ve Y ürünlerinden kaç litre üretmesi gerekmektedir.

Yukarıdaki verilerden faydalananak problemi doğrusal programlama modeli olarak ifade ediniz (Öztürk, 1984; Ekmekçi, 2015).

Çözüm:

Karar değişkenleri

X_1 : Üretilecek X ürününün miktarı

X_2 : Üretilecek Y ürününün miktarı

Amaç fonksiyonu

$$\text{Min } Z = 160X_1 + 240X_2$$

Kısıtlayıcılar

$$X_1 \geq 6 \text{ (Üretilmesi gereken en az X ürünü miktarı)}$$

$$X_2 \geq 2 \text{ (Üretilmesi gereken en az Y ürünü miktarı)}$$

$$3X_1 + 5X_2 \leq 30 \text{ (Hammadde Kısıtı)}$$

$$X_1, X_2 \geq 0 \text{ (Negatif Olmama Kısıtı)}$$

Örnek 2: BOYTAŞ işletmesinde üç fabrika bulunmaktadır. Her fabrikada üç farklı boya sahip makina parçası üretilmektedir. Makine parçalarından elde edilen birim kâr; büyük boy için 800 ₺, orta boy için 600 ₺ ve küçük boy için 540 ₺'dir. Fabrikaların emek ve makina kapasiteleri sınırlıdır. Buna göre, 1 nolu fabrikada haftalık en fazla 800 birim, 2 nolu fabrikada haftalık en fazla 650 birim, 3 nolu fabrikada ise haftalık en fazla 450 birim mamül üretilebilmektedir.

Bu fabrikaların ürünleri depolamak için alanları kısıtlıdır. 1 nolu fabrikanın 1400 m², 2 nolu fabrikanın 1250 m², 3 nolu fabrikanın 800 m²'lik depolama alanı bulunmaktadır. Büyük boy ürünün haftalık üretiminde 2.5 m², orta boy ürünün

haftalık üretiminde 2 m² ve küçük boy ürünün haftalık üretiminde 1.5 m² alana ihtiyaç duyulmaktadır.

Satış bölümünün tahminine göre haftada büyük boy üründen 800, orta boy üründen 900 ve küçük boy üründen 600 birim satılabilmektedir. Diğer taraftan, yönetim bu fabrikalarda üretilen ürünlerin göreceli miktarının emek ve makine kapasitelerine denk oranda olmasını istemektedir.

Yönetim kârını azami yapacak şekilde üç fabrikada her bir boydan ne kadar birimlik parça üretilmesi gerektiğini tespit etmek istemektedir.

Yukarıdaki verilerden faydalanarak problemi doğrusal programlama modeli olarak ifade ediniz (Öztürk, 1984; Ekmekçi, 2015).

Çözüm:

Karar değişkenleri

X_{ij}: fabrika i’de (i=1,2,3) j (j=1 büyük, j=2 orta, j=3 küçük) boyunda üretilen parça sayısı

Amaç fonksiyonu

$$\text{Max } Z = 800 (X_{11}+X_{21}+X_{31}) + 600(X_{12}+X_{22}+X_{32}) + 540(X_{13}+X_{23}+X_{33})$$

Kısıtlayıcılar

$$X_{11}+X_{12}+X_{13} \leq 800 \text{ (1 nolu fabrikanın makine ve emek kısıtı)}$$

$$X_{21}+X_{22}+X_{23} \leq 650 \text{ (2 nolu fabrikanın makine ve emek kısıtı)}$$

$$X_{31}+X_{32}+X_{33} \leq 450 \text{ (3 nolu fabrikanın makine ve emek kısıtı)}$$

$$2.5X_{11}+2X_{12}+1.5X_{13} \leq 1400 \text{ (1 nolu fabrikanın depolama alanı kısıtı)}$$

$$2.5X_{21}+2X_{22}+1.5X_{23} \leq 1250 \text{ (2 nolu fabrikanın depolama alanı kısıtı)}$$

$$2.5X_{31}+2X_{32}+1.5X_{33} \leq 800 \text{ (3 nolu fabrikanın depolama alanı kısıtı)}$$

$$X_{11}+X_{21}+X_{31} \leq 800 \text{ (Büyük boy ürünün satış kısıtı)}$$

$$X_{12}+X_{22}+X_{32} \leq 900 \text{ (Orta boy ürünün satış kısıtı)}$$

$$X_{13}+X_{23}+X_{33} \leq 600 \text{ (Küçük boy ürünün satış kısıtı)}$$

$$\frac{X_{11}+X_{12}+X_{13}}{800} = \frac{X_{21}+X_{22}+X_{23}}{650} = \frac{X_{31}+X_{32}+X_{33}}{450}$$

Göreceli denk oranlar kısıtı doğrusal kısıt olarak aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$650(X_{11} + X_{12} + X_{13}) - 800(X_{21} + X_{22} + X_{23}) = 0 \text{ (Göreceli denk oranlar kısıtı 1)}$$

$$450(X_{21} + X_{22} + X_{23}) - 650(X_{31} + X_{32} + X_{33}) = 0 \text{ (Göreceli denk oranlar kısıtı 2)}$$

$$X_{ij} \geq 0 \text{ (} i = 1,2,3; j = 1,2,3 \text{) (İşaret kısıtı)}$$

4.4. Doğrusal Programlama Modellerinin Çözümünde Kullanılan Yöntemler

Doğrusal karar modelleri grafiksel veya simpleks adı verilen algoritma yöntemi ile çözülebilmektedir. Problemin içeriğindeki değişken sayılarına göre uygun tekniğin seçilmesi gereklidir. Karmaşık problemlerde çözümün elle yapılması çok uzun sürebilir veya çok zahmetli olabilir hatta bazen de mümkün olmayabilir. Bundan dolayı doğrusal programlama problem çözümü için birçok bilgisayar programları oluşturulmuştur. Modelin amaç fonksiyonu ve kısıtları girilmek suretiyle programlar gerekli iterasyonları yaparak en uygun sonucu vermektedir. Paket programların çözüm tekniklerinin temelini oluşturması nedeniyle bu kısımda, grafik ve simpleks metotlarının çözümleme mantığı ve yapısına yer verilmiştir (Büyükkelik, 2007).

4.4.1. Grafik Yöntemi

Bir doğrusal karar modeli iki değişken ile tanımlanabiliyorsa, çözüm için grafiksel yöntem etkili bir biçimde kullanılabilir. Üç değişken ile tanımlama yapıldığı durumlarda da bu teknik kullanılabilir fakat grafiksel gösterim zorlaşır. Bu nedenle, üç değişkenli modellerde genelde tercih edilmemektedir. Genellikle gerçek işletme problemlerinde, iki ya da üç gibi az sayıda değişkenli bir karar problemine rastlanmamaktadır, fakat grafik yöntem doğrusal programlama modellerinin çözüm mantığı ile ilgili kritik detaylar verdiği için burada bu yönteme kısaca değinilecektir (Büyükkelik, 2007).

Grafik yöntemde iki veya üç değişkenden oluşan sınırlar seti, uygun çözüm alanı bulmak için Kartezyen sistemde yatay ve dikey eksenlere yerleştirilir. Uygun çözüm alanı, karar değişkenlerinin pozitif olması şartı nedeniyle koordinat sisteminde birinci bölgede oluşur. Doğrusal programlama modelinin çözüm kümesi, tüm sınırları sağlayan ve uygun çözüm alanındaki bütün noktalardır. Fakat, optimum çözüm yalnız amaç fonksiyonunun değerini maksimize ya da minimize eden karar değişkenleri değerlerinden meydana gelmektedir. En uygun çözümün, çözüm alanının köşe noktalarından birinde yer alacağı matematiksel olarak kanıtlanmıştır. Bu nedenle, uygun çözüm alanının köşe noktaları belirlenerek amaç fonksiyonu

üzerinde denenir ve optimum çözüm aranır (Özgüven, 2002; Ekmekçi, 2015). Aşağıda iki karar değişkeninin bulunduğu doğrusal programlama model örneği üzerinde burada anlatılanlar gösterilmiştir.

Örnek: ABC marangoz firması masa ve sandalye üretmektedir. Bir adet masa yapımı için 30 metre tahtaya, bir adet sandalye yapımı için de 20 metre tahtaya ihtiyaç vardır. Bir adet masa yapımı için 5 saat iş gücüne, bir adet sandalye yapımı için de 10 saat iş gücüne ihtiyaç vardır. İşletmenin deposunda 300 metre tahta mevcuttur ve 110 saat iş gücüne sahiptir. Bir adet masanın satışından elde edilen kâr 6 TL, bir adet sandalyenin satışından elde edilen kâr ise 8 TL'dir. İşletmenin amacı maksimum kâr elde etmektir ve bu amaç doğrultusunda marangoz işletmesinin ne kadar masa ve sandalye üretmesi gerektiğini belirlemek istemektedir.

Yukarıda verilen bilgilerden faydalanarak problemi doğrusal programlama modeli grafik yöntemine göre çözünüz (Ekmekçi, 2015).

$$\text{Max } Z = 6X_1 + 8X_2$$

Kısıtlayıcılar

$$30X_1 + 20X_2 \leq 300$$

$$5X_1 + 10X_2 \leq 110$$

Modelin sınırlarının koordinat sisteminde eksenlere taşınması için sınırlarda yer alan X_1 ve X_2 karar değişkenlerinin değerleri hesaplanmalıdır. Bulunan değerler için 1. ve 2. kısıtlarda yer alan doğru denklemleri çizilmelidir.

1. kısıt denklemi için: $30X_1 + 20X_2 \leq 300$ eşitsizliği

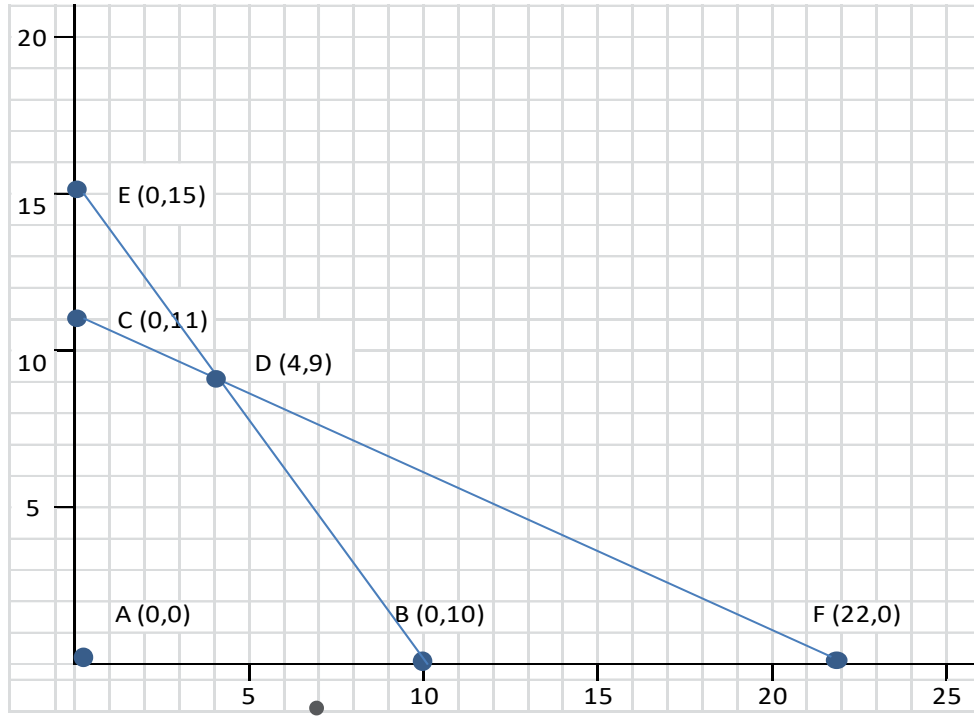
$30X_1 + 20X_2 = 300$ eşitliğine dönüştürülerek,

$X_1 = 0$ için $X_2 = 15$ ve $X_1 = 10$ için $X_2 = 0$ değerleri bulunur.

2. sınır denklemi için: $5X_1 + 10X_2 \leq 110$ eşitsizliği

$5X_1 + 10X_2 = 110$ eşitliğine dönüştürülerek,

$X_1 = 0$ için $X_2 = 11$ ve $X_1 = 22$ için $X_2 = 0$ değerleri bulunur.



Şekil 4.1: Grafik Yöntemi Örnek Çözümü

Koordinat sisteminin birinci bölgesi modelin sınırlarını ve pozitiflik şartını sağlayan bölgedir. Doğruların kesiştikleri bölgelerin altında kalan alan uygun çözüm alanı olarak belirlenir. Amaç fonksiyonun maksimize edilmesi için uygun çözüm alanının köşe noktaları belirlenir ve en uygun çözüm burada aranır. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi, hesaplanan X_1 ve X_2 değerleri uygun çözüm alanında A, B, C ve D olmak üzere dört köşe noktası olarak işaretlenmiştir. Köşe noktaları amaç fonksiyonuna yerleştirilerek en yüksek değer olarak 96 D noktasında bulunur. Bu değer modelin en uygun çözümünü vermektedir.

$$A(0,0) \text{ noktası için } 6X_1 + 8X_2 = 6 * 0 + 8 * 0 = 0$$

$$B(10,0) \text{ noktası için } 6X_1 + 8X_2 = 6 * 10 + 8 * 0 = 60$$

$$C(0,11) \text{ noktası için } 6X_1 + 8X_2 = 6 * 0 + 8 * 11 = 88$$

$$D(4,9) \text{ noktası için } 6X_1 + 8X_2 = 6 * 4 + 8 * 9 = \mathbf{96}$$

4.4.2. Simpleks Yöntemi

Doğrusal programlama problemleri iki değişkenli olduğunda grafik yöntemiyle çözülmesi kolaydır fakat bu gerçek hayatı yansıtmamaktadır. Gerçek hayattaki doğrusal programlama problemleri genellikle çok fazla değişkene sahiptir. Bundan dolayı ikiden fazla değişkenli problemlerin çözümünü için yeni bir tekniğe ihtiyaç

duyulmuş, yüzlerce kısıt ve değişkenli doğrusal programlama modellerinin çözümünde etkili olarak kullanılan simpleks yöntemi olarak adlandırılan algoritma geliştirilmiştir (Web 4, 2021).

Simpleks yönteminde, ilk olarak sınır denklemlerinin ve amaç fonksiyonunun yerleştirildiği başlangıç simpleks tablosu oluşturulur. Başlangıçta çözüm bölgesinin bir köşe noktası ile cebirsel işleme başlanır ve şayet söz konusu köşe optimum çözümü vermezse yeni bir adımla (iterasyon) amaç fonksiyonunu iyileştiren (veya aynı bırakan) başka bir komşu köşeye geçilir. Bu matematiksel hesaplamalar en iyi çözümü buluncaya kadar sürdürülür. Önceki kısımda grafik yönteminde bahsedildiği gibi, aslında her yeni tabloya geçiş köşe noktaları arasında bir noktadan daha iyiyi verecek yeni bir noktaya yani optimum çözüme geçiştir (Büyükkelik, 2007).

5. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Veri Zarflama Analizi'nin literatürde değişik tanımları mevcuttur. Bu tanımlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

Veri Zarflama Analizi (VZA), doğrusal programlama prensiplerine dayanan, girdiyi çıktıya dönüştürme sürecinden sorumlu birimler olarak tanımlanan karar verme birimlerinin (KVB) göreceli etkinliklerini ölçmek üzere tasarlanmış parametrik olmayan bir yöntemdir (Ramanathan, 2003).

Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilen veri zarflama analizi, bazı ortak fonksiyonel özelliklere sahip olan bir dizi kuruluşun göreceli etkinliğini hesaplamak için kullanılan doğrusal programlama tekniğidir (Mahgary and Lahdelma, 1995).

Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından kâr amacı gütmeyen kamu kuruluşlarının performanslarını değerlendirmek amacıyla geliştirilen VZA güçlü bir hizmet yönetimi ve kıyaslama yöntemidir (Sherman and Zhu, 2006).

VZA, homojen karar verme birimlerinin izafi etkinliklerini ölçmek için kullanılan çok etkenli verimlilik analizi modelidir (Bal ve Örkücü, 2011).

VZA, doğrusal programlama teorisinin ilkelerine dayanan ve her bir KVB'nin izafi etkinliğini ayrı ayrı tespit etmek için tasarlanmış parametrik olmayan bir yöntemdir (Yıldız, 2007).

Tanımlardan da anlaşılacağı üzere VZA parametrik olmayan bir yöntemdir ve etkin sınırın oluşturulmasına dayanır. Etkinlik yaklaşımlarında kullanılan sınır fonksiyonlarının elde edilmesine ilişkin kullanılan yöntemler arasındaki en önemli ayrım “parametrik” kelimesinden gelmektedir. Bu fark, sınır fonksiyonlarını belirleme evresinde kullanılan yöntemlerin “parametrik yöntemler” ve “parametrik olmayan yöntemler” şeklinde sınıflandırılmasına sebep olmuştur.

Parametrik yöntemlerde, uygulama yapılacak endüstri alanına ilişkin olarak işlevsel şekli önceden belir olan ve sınırlı sayıda parametreye sahip bir üretim fonksiyonundan söz edilebilir. Bu tür yöntemlerde gaye, önceden bilinen üretim işlevinde yer alan parametreleri tahmin etmektir.

Parametrik istatistiksel yöntemlere en uygun örnek olarak regresyon analizi verilebilir. Bu metotta, birden fazla girdi faktörü ile tek bir çıktı faktörü açıklanmaya çalışılmaktadır.

Bu nedenle gerekli üretim fonksiyonu parametrik olarak bulunmaktadır. Bir karar biriminin kullandığı girdi miktarları bilindiğinde, üretim vetiresi için geçerli olduğu düşünülen üretim fonksiyonu sayesinde üretilebilecek çıktı miktarı tespit edilebilmektedir. İncelenen çıktının, regresyon analizi neticesinde bulunan üretim fonksiyonunun verdiği çıktıdan fazla olması halinde, karar biriminin verimliliğinin beklenenden yüksek olduğu sonucuna ulaşılmakta, aksi halde verimsizlik olarak değerlendirilmektedir. Bu yöntemin sakıncalarından en önemlisi, tüm gözlemleri belirli bir potada eriterek tüm gözlemler için geçerli olan vasati bir üretim fonksiyonu belirlemesidir. Oysa Farrell tarafından temelleri atılan parametrik olmayan sınır yaklaşımında, ortalama veya merkezi eğilimi aksettiren bir üretim sınırı yerine, en iyi gözlemlerin meydana getirdiği bir üretim sınırı kullanılmaktadır. Farrell'in yaklaşımında, vasati bir performans yerine karar birimleri en iyi performanslar ile mukayese edilmektedir.

Parametrik yöntemlerin alternatifi olarak ortaya çıkan parametrik olmayan yöntemler ise ekseriyetle doğrusal programlama tekniği ile çözümlenmektedir. Parametrik olmayan yöntemler, üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik şeklin var olduğunu öngörmezler. Bu tür yöntemlerde ilgili üretim teknolojisi için, belirli sayıda parametresi olan ve fonksiyonel şekli belirlenmiş olan bir fonksiyonel sınıfa ait olma varsayımı yapılmamıştır. Parametrik olmayan yöntemlerin bir başka özelliği ise parametrik yöntemlerde ki kırksız doğrusal sınırın aksine, sınırın parçalı doğrusal olarak tanımlanmış olmasıdır. Parametrik olmayan yöntemler, belirli bir gözlem kümesinden hareket ederek, bu küme içinde en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini meydana getiren en iyi (en etkin) gözlemleri tespit eder. Bundan sonra tespit edilen sınırı referans kabul edilerek etkin olmayan birimlerin bu sınıra olan mesafelerini radyal olarak ölçer. Parametrik olmayan metotların genellikle girdi ve çıktıların birimlerine bağımlı olmaması, üretim sürecinde kullanılan birçok faktörün aynı anda ölçülmesine olanak sağlamaktadır. Bu ölçütler, her bir karar birimi için izafi etkinliği hesaplarken amaç fonksiyonlarını en iyi yapacak olan faktör ağırlıklarının tespit edilmesini temin ederler.

Kısaca, parametrik olmayan yöntemlerin önceden tespit edilmiş bir üretim fonksiyonuna gerek duymaması, karar birimlerinin vasati bir performans yerine en iyi karar birimlerinin performansları ile mukayese edilmesi, aynı anda birden fazla girdi ve çıktı unsurunu dikkate alabilmesi, bu tekniğin parametrik yöntemlere kıyasla avantajları olarak ifade edilmektedir.

Veri Zarflama Analizi, parametrik yöntemlerin bahsedilen dezavantajlarını elimine eden parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemlerinden biridir. Yöntem ilk olarak 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, Farrell'in 1957 yılındaki etkin sınır yaklaşımını ifade ettiği çalışmasını esas alarak geliştirilmiş ve CCR olarak adlandırılmıştır. Bu model, “m” adet girdi ve “n” adet çıktı için gözlemlerden hareketle etkin sınırın tespit edilmesi, etkin sınır içinde kalan etkin olmayan karar birimlerinin merkeze olan radyal uzaklıklarının hesaplanması problemini doğrusal programlama tabanlı olarak çözmektedir. Charnes ve diğerlerinin Veri Zarflama Analizi adını verdikleri bu metod sayesinde farklı ölçeklerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerindeki birden çok girdi ve çıktıya sahip karar birimlerini mukayese etmek mümkün olmuştur.

Üretim faktörlerinin ortak bir paydada buluşturulması çabası içinde başvuru alan öznel olabilecek ağırlık arayışlarına son vermesi, farklı ihtisasları olan, lakin aynı tür ürünleri üreten ya da hizmetleri sunan birden fazla girdi ve çıktısı bulunan karar birimlerinin özelliklerini dikkate alabilmesi, üretim ekonomisinin teorik çerçevesiyle uyum içinde olması, etkinlik skorunu oluşturan etkinlik bileşenlerini tespit edebilmesi ve karar vericilere farklı alternatifler sunabilmesi, yöntemin oldukça geniş bir yelpazede tatbik alanı bulmasına ve hızla gelişmesine sebep olmuştur (Kaynar, 2004).

5.1. Veri Zarflama Analizi'nin Tarihsel Gelişimi

İsviçreli-İtalyan iktisatçı Vilfredo Pareto, Politik Ekonomi El Kitabı'nda (1906), modern “refah ekonomisi” nin temelini attı. Pareto optimumu; toplumdaki üretici, tüketici ve faktör sahiplerinden birinin durumunu kötüleştirmeden bunlardan bir başkasının vaziyetini iyileştirmenin mümkün olmadığı kaynak tahsisi halidir. Yani toplumdaki bireylerden birinin refahını artırmak için en az birinin refahını azaltmak gerekiyorsa toplumun refahı optimumdur. Böylelikle bazılarının kazançlarının değeri ile diğerlerinin kayıpları arasında karşılaştırma yapma ihtiyacı önlenemez.

Refah ekonomisinde kullanıldığı şekliyle “Pareto kriteri” olarak bilinen bu özellik, Koopmans (1951) tarafından düzenlenen Üretim ve Tahsis Faaliyet Analizi kitabına taşınmış ve uyarlanmıştır. Koopmans tarafından bu özellik "nihai mallar"

için uyarlanmış, bunların tümü sınırlandırılmış, böylece bu iyileştirme bir veya daha fazla nihai malın kötüleşmesiyle sonuçlanırsa hiçbir nihai malın iyileştirilmesine izin verilmemiştir. Bu nihai mallar yani çıktılar öngörülen miktarlarda karşılanacak, girdiler ise her çıktı için dışsal olarak sabitlenen fiyatlara ve miktarlara yanıt olarak en uygun şekilde belirlenecektir. Daha sonra Koopmans, nihai mallar için önceden tayin edilmiş talepleri karşılamak için kaynakların yani girdilerin verimli tahsisi ile ilişkili fiyatlar olan "verimlilik fiyatlarına" yoğunlaşmıştır.

Pareto ve Koopmans, tüm ekonomilerin analizleriyle ilgileniyorlardı. Bu bağlamda, girdi fiyatlarının ve miktarlarının nihai talepleri karşılama yeteneklerine göre belirlenmesine izin vermek mantıklıydı. Ancak Farrell, Pareto-Koopmans teorisini çıktılar yanı sıra girdilere de genişletti ve fiyatların ve / veya ilgili "değişim mekanizmalarının" her türlü kullanımından açıkça kaçındı. Daha da önemlisi, diğer KVB'lerinin performansını, kullandıkları çıktılar ve girdilere göre her bir KVB'nin davranışını değerlendirmek için kullandı. Bu, göreceli verimliliklerini belirlemek için deneysel olarak ilerlemeyi mümkün kıldı.

Sonuçta ortaya çıkan ve "Farrell verimlilik ölçüsü" olarak adlandırılan ölçek, Farrell tarafından "teknik verimlilik" veya herhangi bir girdi veya çıktıyı kötüleştirmeden ortadan kaldırılabilecek "atık" miktarı ile sınırlı olarak kabul edildi. Bu daha sonra Farrell tarafından ekonomi literatüründe uyarlandığı şekliyle "tahsis" ve "ölçekleme" verimliliklerinden ayırt edildi. Farrell'in verimlilik değerlendirmelerine yönelik yaklaşım, "Farrell ölçümü" nde somutlaştırıldığı şekliyle, tüm KVB'leri tarafından girdilere eşit erişim olduğu varsayımını taşır. Ancak bu, tüm KVB'lerinin aynı girdi miktarlarını kullandığı anlamına gelmez ve aslında verimlilik değerlendirmelerinin bir kısmı, her bir KVB tarafından kullanılan girdi miktarlarına ve ürettikleri çıktılarına bağlıdır.

Bu "eşit erişim varsayımı", veri kullanılabilirliği söz konusu olduğunda hafif bir varsayımdır. Performansın "ayırma" veya "kapsam" ve "ölçek verimliliği" gibi yönleriyle uğraşmak için gereken verilerden ve diğer gereksinimlerden daha az zahmetlidir. Ayrıca, bu varsayım gevşetilebilir. Örneğin, bir KVB yönetiminin kontrolü dışındaki koşulların üstesinden gelmek için, her bir KVB için farklılık gösterebilen "dışsal olarak" sabit kaynaklar biçiminde "isteğe bağlı olmayan değişkenler ve kısıtlamalar" getirilebilir. Değerlendirmelerin benzer özelliklere sahip KVB'leri referansla gerçekleştirilmesini sağlamak için "kategorik değişkenler" de eklenebilir.

Elbette, "Genişletilmiş Pareto-Koopmans Verimliliği" ve "Göreceli Verimlilik" olarak bahsedilen verimlilik tanımı, Farrell'den ziyade Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından şekillendirildi. Bu tanımlar hem Farrell'in modellerine hem de Farrell'in bunları kullanma şekline uygundu ve Charnes, Cooper ve Rhodes çalışmalarına rehberlik etmek için kullandılar (Cooper et al., 2004).

VZA tam olarak Edwardo Rhodes'in Carnegie Melon Üniversitesi'nde W. W. Cooper danışmanlığında yaptığı "Şehir ve Kamu" konulu doktora çalışmasıyla ortaya çıkmıştır. Rhodes bu çalışmada özellikle dezavantajlı öğrenciler için geliştirilmiş olan ve Federal Hükümet'in desteği ile ABD'deki devlet okullarına uygulanan "Program Follow Through" adlı eğitim programının, programa katılanlar ve katılmayanlar açısından etkinliklerini incelemek için istatistiksel regresyon ve korelasyon metotları kullanma girişimleri tatmin edici sonuçlar vermediğinden, başka yöntemler aramıştır. Bu nedenle yaptığı araştırmalar sonucunda Farrell'in VZA ile eş biçimli bir yaklaşımı tarif eden makalesini fark ederek geliştirdiği kesirli programlama modelinin işine yarayabileceğini düşünen Rhodes, model üzerinde yaptığı çalışmalar sonucunda VZA olarak isimlendirilen doğrusal programlama modeline ulaşmıştır (Cooper, 2005; Lorcu, 2008; Erpolat, 2011; Yaşar, 2019).

Farrell'in deneysel çalışması tek çıktı durumlarıyla sınırlı olduğu için "Program Follow Through"da yer alanlar gibi büyük veri kümelerine yönelik birden çok çıktıya uygulamada yeterli olmadı. Bundan dolayı, Charnes, Cooper ve Rhodes ikili doğrusal programlama problemleri çiftini geliştirdiler. Daha sonra Farrell'in ölçümünün, karışım verimsizlikleriyle bağlantılı oranlardaki değişikliklerin (hem çıktılarda hem de girdilerde) bulunduğu sıfır olmayan gevşeklikleri hesaba katmakta başarısız olduğu fark edildi.

Cooper ve Rhodes tarafından tasarlanan ikili problemler, her KVB için her bir girdi ve her çıktıdaki verimsizlikleri tespit edebilecek şekillerde, birden çok çıktıya ve birden çok girdiye kolayca genişletti. Yine de, özet tedbirler açısından daha fazlası isteniyordu. Bu noktada Cooper, A.Charnes'i, çok verimli bir araştırma alanı vaat eden bu yöntemde kendisine ve Rhodes'a katılmaya davet etti. "Kesirli programlama" alanını kuran Charnes ve Cooper'ın (1962) önceki çalışmalarını kullanarak Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından tasarlanan ikili doğrusal programlama problemlerini eşdeğer oran formuna koyabildi ve bu, VZA'da yapılanları, mühendislik ve ekonomi gibi diğer alanlarda kullanılan verimlilik değerlendirmesi ve analizine yönelik uzun süredir devam eden yaklaşımlarla

birleştirmek için bir temel sağladı. VZA için geliştirilen bu ilk modeller sabit getiri varsayımına dayalı CCR modelleridir.

VZA için diğer bir model çeşidi Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilmiştir. CCR modelinden sonra ortaya atılan bu model ölçeğe göre değişken getiriye esas alan BCC modeli olmuştur (Banker, Charnes and Cooper, 1984). CCR formlarına konvekslik kısıtının eklenmesiyle BCC modelleri elde edilmişlerdir. Banker, Charnes ve Cooper (1984), değişken getiriye esas alan etkinlik ölçüm modelleriyle, VZA'daki etkinliğin teknik etkinlik ve ölçek etkinliği olarak ayrılmasını sağlamışlardır (Ji and Lee, 2010).

Charnes, Cooper ve Rhodes'in tarafından yazılan makalenin 1978 yılında yayınlanmasının ardından VZA ile ilgili çalışmaların hızlı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. Seiford 'un VZA ile ilgili yaptığı bibliyografik araştırmalarda, 1978- 1995 dönemine ait 700, 1978-1999 döneminde ise 1500'e yakın esere ulaşıldığı bildirilmiştir (Lorcu, 2008).

Tavares (2002), 1978-2001 dönemine ait içerisinde kitap, araştırma raporu, kitap bölümü, makale, tez ve vakaların bulunduğu VZA ile ilgili 3203 yayın tespit etmiştir. Bu yayınlara dair yaptığı istatistiki çalışmada; yayınlarla ilgili dergilerin tasnif edilmesi, ülkelere göre dağılımları, çalışması bulunan yazarların sayısı vb. farklı bilgiler bulunmaktadır. Çalışma sonucunda, 1978-1997 yılları arasında yayın sayısında hızlı bir artış olduğu, 1997-1999 yılları arasında VZA ile ilgili yayın sayılarının sabit kaldığı, 2000 ve 2001 yıllarında ise düşüş gösterdiği açıklanmıştır (Tavares, 2002).

2008 yılında yapılan kapsamlı literatür taraması sonucunda veri zarflama analizi ile ilgili dergilerde ve kitap bölümlerinde yayınlanmış 4000'den fazla araştırma makalesi tespit edilmiştir. Yayınlanmamış tez çalışmaları, konferanslarda ve etkinliklerde sunulan makaleler dikkate alındığında bu rakamın 7000'i aşacağı belirtilmiştir (Emrouznejad et al., 2008). Çalışmalar, birçok farklı ülkede yapılmış olan hava kuvvetleri, polis kuvvetleri, banka şubeleri, üniversiteler gibi birbirinden çok ayrı alanların etkinlik analizini içermektedir.(Cooper et al., 2007)

5.2. Veri Zarflama Analizinin Avantajları, Dezavantajları

Veri Zarflama Analizi, doğru şekilde kullanıldığında etkin bir araçtır. VZA'nın avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Cooper et al., 2000).

- VZA, birden fazla girdi ve çıktıyı işleyecek kabiliyettedir.
- VZA, doğrusal model dışında, girdi ve çıktıları ilişkilendiren bir fonksiyonel modele ihtiyaç duymadan, KVB'nin etkinliğini, tüm KVB'lerinin etkin sınırda veya altında yer almasının basit bir kısıtlamasıyla diğer tüm KVB'ne göre ölçebilmektedir (Arnade, 1994). Yani, VZA, girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki bağlantıları işlevsel bir şekilde ilişkilendirmeden etkinlik analizini yapabilmektedir (Diamond and Medewitz, 1990).
- VZA ile etkinlikleri hesaplanan KVB'ler ortalama etkinliğe sahip KVB 'ler yerine göreceli olarak tam etkinliğe sahip olanlarla karşılaştırılarak sonuçların daha güvenilir olması sağlanır.
- Girdiler ve çıktılar farklı birimlere sahip olabilirler. Böylece, onları aynı biçimde ölçebilmek için çeşitli teoriler kullanmaya, dönüşümler uygulamaya gerek yoktur.
- VZA, karar vericilerin girdi ve çıktı değişkenlerini kendilerinin tespit etmesine imkân tanır. Böylece, üretim sürecini daha iyi tanımlarını sağlayabilir (Erpolat, 2011).
- VZA, girdi ve çıktı ağırlıklarını herhangi bir varsayıma gereksinim duymadan saptayabilme özelliğine haizdir (Kocakoç, 2003).
- VZA, etkin olmayan KVB'ler için farklı alternatif iyileştirme yolları sunarak, karar vericilerin bu KVB'lerinin etkin hale getirilebilmesi için en uygun alternatifi seçmesini sağlar (Erpolat, 2011).
- VZA, benzer üretim yapan bağdaşık birimlerin kıyaslanmasında kullanılabilir (Dinçer, 2011).

VZA'nın dezavantajları ise aşağıdaki gibi sıralanabilir (Erin, 2010).

- VZA, uç noktalardan etkilenen bir metot olduğu için ölçüm hatasına karşı çok duyarlıdır.
- VZA, KVB'lerinin izafi etkinliklerini ölçmek açısından yeterlidir, fakat bu değerlendirmenin mutlak etkinlik bazındaki yorumu ile ilgili herhangi bir bilgi vermemektedir.

- VZA, parametrik olmayan bir yöntem olduğu için, elde edilen sonuçların doğruluğunu istatistiksel hipotez testleri ile tespit etmek oldukça zordur.
- VZA, statik bir analiz şeklindedir, bir tek dönemde değerlendirilen modeldir. Gerçek hayatta KVB'lerin bazı girdilerini çıktılara dönüştürmesi birden fazla dönemde gerçekleşebileceğinden dolayı üretim süreci uzun olup dinamik bir özellik göstermektedir.
- Her KVB için farklı bir doğrusal programlama modelinin çözümü gerektiğinden, büyük boyutlu problemlerin VZA ile çözümü, hesaplama bakımından oldukça zaman alıcı olabilir (Dinçer, 2011).
- VZA uygulamasında çok fazla küçük veya büyük girdi ve/veya çıktı değerlerine haiz KVB'lerin olması, etkinlik sınırının oluşmasını güçleştirmektedir (Kecek, 2010).
- VZA'da niteliksel girdi ve çıktı değerleri neticeleri zayıflatabilmektedir.

5.3. Veri Zarflama Analizinde Temel Modeller

VZA, doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir. VZA modellerinde sınırlayıcı kısıtlar altında amaç fonksiyonu ençoklanır veya enazlanır. Ayrıca doğrusal programlama için geçerli olan doğrusallık (oransallık), toplanabilirlik, bölünebilirlik, kesinlik, pozitiflik varsayımları VZA içinde geçerlidir.

VZA'da zarflama şekli ve etkin olmayan birimlerin etkin sınıra olan mesafelerine göre farklı modeller mevcuttur.

Zarflama biçimine göre;

1. Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından 1978 yılında önerilen sabit getiri kuramı altındaki VZA modeli ve
2. Banker, Charnes ve Cooper (BCC) tarafından 1984 yılında önerilen ölçeğe göre değişken getiri kuramı altındaki VZA modeli mevcuttur.

Etkin olmayan birimlerin etkin sınıra olan uzaklıklarına göre;

1. Girdi odaklı (Çıktı miktarını değiştirmeden, bu çıktı seviyesine en etkin şekilde ulaşmak maksadıyla girdi bileşiminin ne kadar düşülmesi gerektiğini araştıran) VZA modeli ve

2. Çıktı odaklı (Girdi miktarını değiştirmeden, bu girdi seviyesiyle en etkin duruma ulaşmak amacıyla çıktı bileşiminin ne kadar çoğaltılması gerektiğini araştıran) VZA modeli mevcuttur (Özdemir, 2016) .

5.3.1. CCR Modelleri

5.3.1.1. Girdi Odaklı CCR Modeli

Çıktı miktarını değiştirmeden, bu çıktı seviyesine en etkin şekilde ulaşmak maksadıyla girdi bileşiminin ne kadar azaltılması gerektiğini araştıran modeldir ve şu şekilde formüle edilmiştir.

$$\text{Max} \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}$$

Kısıtlar;

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

$$v_i, u_r \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5.1)$$

Burada,

n : KVB sayısı $j=1,2,\dots,n$

s : çıktı sayısı $r=1,2,\dots,s$

m : girdi sayısı $i=1,2,\dots,n$

u_r : o. KVB tarafından r. çıktıya verilen ağırlık değeri

v_i : o. KVB tarafından i. girdiye verilen ağırlık değeri

x_{io} : o. KVB tarafından kullanılan i. girdi miktarı

y_{ro} : o. KVB tarafından üretilen r. çıktı miktarı

x_{ij} : j. KVB tarafından kullanılan i. girdi miktarı

y_{rj} : j. KVB tarafından üretilen r. çıktı miktarı

Görüldüğü gibi ağırlıklandırılmış çıktıların toplamının ağırlıklandırılmış girdilerin toplamına oranı ençoklandırılmıştır.

VZA problemleri her girdi ve her çıktı için sayısal verilerden oluşur. n adet KVB'nin girdi ve çıktı verilerinden oluşan bir örnek kümesinde her bir KVB_j'nin izafi etkinliği ölçülürken n tane optimizasyon modeli çözülür. Etkinliği tespit edilmek istenen KVB_j'ye KVB_o olarak adlandırılmıştır ve o, j= 1, 2, ..., n kümesinin bir elemanıdır.

Yukarıdaki bu model, bir kesirli programlama formudur. Amaç fonksiyonu en fazla 1 değerini alabilir ve model çözüldüğünde o. KVB'ye ait u_r ve v_i ağırlıkları tespit edilir. Kesirli form, şu şekle getirilebilir:

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

Kısıtlar; (5.2)

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

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

$j=1,2,...,n$

$v_i, u_r \geq \varepsilon$

$r = 1,2,...,s$

$i = 1,2,...,m$

ε : yeterince küçük bir sayı ($\varepsilon \leq 10^{-6}$)

KVB_o'ya atanan ağırlıkların (u_r ve v_i) pozitif değer alması (sıfır olmaması) için doğrusal modelde yeterince küçük bir sayı olarak ifade edilen ε tanımlanmıştır. Bu ε ayrıca dual formdaki amaç fonksiyonunun aylak değişkenlerden (s_i^- ve s_r^+) etkilenmesini önler.

Bilindiği üzere her doğrusal programlama problemine ait dual bir problem mevcuttur ve bu dual problemin çözümü, primal probleme göre daha kolay olabilir.

Yukarıda çıktının ençoklandığı primal problemin duali şu şekildedir:

$$\text{Min} \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{i=1}^m s_i^+ \right)$$

Kısıtlar; (5.3)

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - \theta x_{i0} + s_i^- = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{r0} - s_r^+ = 0 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Burada,

θ : KVB₀'nun girdilerinin radyal olarak ne kadar azaltılabileceğini belirten büzülme katsayısı

λ_j : j. KVB'nin aldığı yoğunluk değeri ya da o. KVB'nin referans kümesinin alacağı değer

s_i^- : KVB₀'nun i. girdisine dair aylak girdi değeri

s_r^+ : KVB₀'nun r. çıktısına dair aylak çıktı değeri

CCR Etkinliği: Primal modelde amaç fonksiyonu değeri 1'e eşit olursa KVB₀ etkindir, aksi halde KVB₀ etkin değildir. Dual modelde ise, $\theta=1$ ve $s_i^-=s_r^+=0$ olması durumunda KVB₀ etkindir, aksi takdirde KVB₀ etkin değildir ve $0 < \theta < 1$ olur.

Etkin olmayan KVB'lerin etkin hale getirilmesi için iki metot mevcuttur.

- 1) Aylak değişken yöntemi: $\theta < 1$ olması halinde KVB₀'nun etkin hale getirilmesi için yapılması gerekenler dual modelin kısıtlarından tespit edilebilir. Bilindiği gibi dual modelin kısıtları

$$\sum_{j=1}^n x_{ij}\lambda_j - \theta x_{io} + s_i^- = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj}\lambda_j - y_{ro} - s_r^+ = 0 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

şeklindeydi ve burada $\theta=1$ ve $s_i^- = s_r^+ = 0$ olduğu zaman KVB₀ etkin olarak nitelendiriliyordu. O halde etkin durumda

$$\sum_{j=1}^n x_{ij}\lambda_j = x_{io}^* \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj}\lambda_j = y_{ro}^* \quad r = 1, 2, \dots, s$$

elde edilir. x_{io} ve y_{ro} için sırasıyla $\sum_{j=1}^n x_{ij}\lambda_j$ ve $\sum_{j=1}^n y_{rj}\lambda_j$ değerleri KVB₀'nun etkin olması durumunda almaları gereken değerlerdir. Böylelikle

$$x_{io}^* = \theta x_{io} - s_i^-$$

$$y_{ro}^* = y_{ro} - s_r^+$$

yazılabilir ve buradan KVB₀'yi etkin hale getirmek için her bir girdisini $\theta x_{io} - s_i^-$ değerine ve her bir çıktısını $y_{ro} - s_r^+$ değerine getirmesi gerektiği anlaşılır.

- 2) Yoğunluk değeri yöntemi: Yoğunluk değeri olarak isimlendirilen λ_j 'ler, etkin KVB'lerin etkin olmayan KVB₀ üzerinde ne ölçüde etkili olduğunu gösteren değerlerdir. Bunlar vasıtasıyla etkin olmayan KVB₀'nun etkin olması için gerekli olan girdi ve çıktı değerleri hesaplanır (Erpolat, 2011).

Örnek; Tek girdi ve tek çıktıya göre girdi odaklı CCR modeli

Tablo 5.1: A, B, C ve D işletmelerinin girdi ve çıktı değerleri

KVB	A	B	C	D
Girdi (birim)	8	16	20	4
Çıktı (birim)	6	10	8	2

Tablo 5.2: A, B, C ve D işletmelerinin primal CCR çıktı maksimizasyonu

A işletmesi	B işletmesi	C işletmesi	D işletmesi
Primal (Çıktı Maksimizasyonu)			
$Max 6 u_1$	$Max 10 u_2$	$Max 8 u_3$	$Max 2 u_4$
$8v_1 = 1$	$16v_2 = 1$	$20v_3 = 1$	$4v_4 = 1$
$6u_1 - 8v_1 \leq 0$	$6u_2 - 8v_2 \leq 0$	$6u_3 - 8v_3 \leq 0$	$6u_4 - 8v_4 \leq 0$
$10u_1 - 16v_1 \leq 0$	$10u_2 - 16v_2 \leq 0$	$10u_3 - 16v_3 \leq 0$	$10u_4 - 16v_4 \leq 0$
$8u_1 - 20v_1 \leq 0$	$8u_2 - 20v_2 \leq 0$	$8u_3 - 20v_3 \leq 0$	$8u_4 - 20v_4 \leq 0$
$2u_1 - 4v_1 \leq 0$	$2u_2 - 4v_2 \leq 0$	$2u_3 - 4v_3 \leq 0$	$2u_4 - 4v_4 \leq 0$
$u_1, v_1 \geq \varepsilon$	$u_2, v_2 \geq \varepsilon$	$u_3, v_3 \geq \varepsilon$	$u_4, v_4 \geq \varepsilon$
$v_1^* = 0,125$	$v_2^* = 0,0625$	$v_3^* = 0,05$	$v_4^* = 0,25$
$u_1^* = 0,1667$	$u_2^* = 0,0833$	$u_3^* = 0,0666$	$u_4^* = 0,333$
$6u_1^* \approx 1$	$10u_2^* \approx 0,833$	$8u_3^* \approx 0,533$	$2u_4^* \approx 0,667$

Tablo 5.3: A ve B işletmelerinin dual CCR çıktı maksimizasyonu

A işletmesi	B işletmesi
CCR Dual	
$Min \theta - \varepsilon(s_1^- + s_1^+)$	$Min \theta - \varepsilon(s_2^- + s_2^+)$
$8\lambda_1 + 16\lambda_2 + 20\lambda_3 + 4\lambda_4 - 8\theta + s_1^- = 0$	$8\lambda_1 + 16\lambda_2 + 20\lambda_3 + 4\lambda_4 - 16\theta + s_2^- = 0$
$6\lambda_1 + 10\lambda_2 + 8\lambda_3 + 2\lambda_4 - 6 - s_1^+ = 0$	$6\lambda_1 + 10\lambda_2 + 8\lambda_3 + 2\lambda_4 - 10 - s_2^+ = 0$
$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, s_1^-, s_1^+ \geq 0$	$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, s_2^-, s_2^+ \geq 0$
$\theta^* = \lambda_1^* = 1$	$\theta^* = 0,833$
$\lambda_2^* = \lambda_3^* = \lambda_4^* = s_1^{-*} = s_1^{+*} = 0$	$\lambda_1^* = 1,667$
	$\lambda_2^* = \lambda_3^* = \lambda_4^* = s_2^{-*} = s_2^{+*} = 0$

Tablo 5.4: C ve D işletmelerinin dual CCR çıktı maksimizasyonu

C işletmesi	D işletmesi
CCR Dual	
$Min \theta - \varepsilon(s_3^- + s_3^+)$ $8\lambda_1 + 16\lambda_2 + 20\lambda_3 + 4\lambda_4 - 20\theta + s_3^- = 0$ $6\lambda_1 + 10\lambda_2 + 8\lambda_3 + 2\lambda_4 - 8 - s_3^+ = 0$ $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, s_3^-, s_3^+ \geq 0$ $\theta^* = 0,533$ $\lambda_1^* = 1,333$ $\lambda_2^* = \lambda_3^* = \lambda_4^* = s_3^{-*} = s_3^{+*} = 0$	$Min \theta - \varepsilon(s_4^- + s_4^+)$ $8\lambda_1 + 16\lambda_2 + 20\lambda_3 + 4\lambda_4 - 4\theta + s_4^- = 0$ $6\lambda_1 + 10\lambda_2 + 8\lambda_3 + 2\lambda_4 - 2 - s_4^+ = 0$ $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, s_4^-, s_4^+ \geq 0$ $\theta^* = 0,667$ $\lambda_1^* = 0,333$ $\lambda_2^* = \lambda_3^* = \lambda_4^* = s_4^{-*} = s_4^{+*} = 0$

Yukarıdaki çözümlere göre A, B, C ve D işletmeleri arasında göreceli etkin işletme, A işletmesidir. A işletmesini, sırasıyla B, D ve C işletmeleri takip etmektedir. A işletmesi diğer üç işletme için de referans işletme görevini görmektedir çünkü B, C ve D işletmelerine dair modellerde $\lambda_1^* > 0$ çıkmıştır.

B işletmesi, A işletmesi kadar etkin olmak isterse çıktı miktarı sabit kalmalı ve girdi miktarı $x_{1B}^* = 0,833 \cdot 16 = 13,328$ birim olmalıdır.

C işletmesi, A işletmesi kadar etkin olmak isterse çıktı miktarı sabit kalmalı ve girdi miktarı $x_{1C}^* = 0,533 \cdot 20 = 10,66$ birim olmalıdır.

D işletmesi, A işletmesi kadar etkin olmak isterse çıktı miktarı sabit kalmalı ve girdi miktarı $x_{1D}^* = 0,667 \cdot 4 = 2,668$ birim olmalıdır.

5.3.1.2. Çıktı Odaklı CCR Modeli

Girdi miktarını değiştirmeden, bu girdi düzeyiyle en etkin seviyeye ulaşmak için çıktı bileşiminin ne kadar artırılması gerektiğini araştıran modeldir ve şu şekilde tanımlanmıştır:

$$Min \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}{\sum_{r=1}^m y_r y_{ro}}$$

Kısıtlar;

(5.4)

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s y_r y_{rj}} \geq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

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

Görüldüğü gibi ağırlıklandırılmış girdilerin toplamının ağırlıklandırılmış çıktılarının toplamına oranı enazlandırılmıştır.

Bu model, bir kesirli programlama modelidir ve amaç fonksiyonu en fazla 1 değerini alabilir. Model çözüldüğünde o. KVB'ye ilişkin u_r ve v_i ağırlıkları bulunur.

Kesirli model, şöyle değiştirilebilir:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^m v_i x_{io}$$

Kısıtlar; (5.5)

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

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

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

Problemin duali şu şekildedir:

$$\text{Max} \varphi - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{i=1}^m s_i^+ \right)$$

Kısıtlar; (5.6)

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \mu_j - x_{io} + s_i^- = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \mu_j - \varphi y_{r0} - s_r^+ = 0 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\mu_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Burada,

φ : KVB₀'nun girdilerinin radyal biçimde ne ölçüde artırılabilirliğini belirten genişleme katsayısı

μ_j : j. KVB'nin aldığı yoğunluk değeri ya da o. KVB'nin referans kümesinin alacağı değer

CCR Etkinliği: Primal modelde KVB₀'nun etkin olması için amaç fonksiyonu değerinin 1'e eşit olması gerekir, aksi takdirde KVB₀ etkin değildir. Dual modelde, $\varphi=1$ ve $s_i^- = s_r^+ = 0$ olursa KVB₀ etkindir, aksi durumda KVB₀ etkin değildir ve $\varphi > 1$ olur.

Etkin olmayan KVB'lerin etkin duruma getirilmesi için iki metot vardır.

- 1) Aylak değişken metodu: $\varphi > 1$ olması halinde KVB₀'nun etkin duruma getirilmesi için yapılması gereken dual modelin kısıtlarından tespit edilebilir. Bilindiği gibi dual modelin kısıtları

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \mu_j - x_{i0} + s_i^- = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \mu_j - \varphi y_{r0} - s_r^+ = 0 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\mu_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

şeklindeydi ve burada $\varphi=1$ ve $s_i^- = s_r^+ = 0$ olduğu zaman KVB₀'nun etkin olduğu söylenebiliyordu. O halde etkin durumda

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \mu_j = x_{i0}^* \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \mu_j = y_{ro}^* \quad r = 1, 2, \dots, s$$

elde edilir. x_{io} ve y_{ro} için sırasıyla $\sum_{j=1}^n x_{ij} \mu_j$ ve $\sum_{j=1}^n y_{rj} \mu_j$ değerleri KVB₀'nun etkin olması durumunda almaları gereken değerlerdir. Böylece

$$x_{io}^* = x_{io} - s_i^-$$

$$y_{ro}^* = \varphi y_{ro} + s_r^+$$

yazılabilir ve buradan KVB₀'nun etkin olması için her bir girdisinin $x_{io} - s_i^-$ değerine getirilmesi ve her bir çıktısının $\varphi y_{ro} + s_r^+$ değerine getirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

2) Yoğunluk değeri metodu: Girdi odaklı CCR modelinde belirtildiği gibidir.

Ancak λ_j 'lerin yerini μ_j 'ler alır.

Bir KVB, girdi odaklı CCR modelinde etkin çıkmışsa çıktı odaklı CCR modelinde de etkin çıkar ve bu iki model arasında $\varphi = \frac{1}{\theta}$ ilişkisi bulunur. Buna göre, girdi odaklı CCR modelinde her daim $\theta \leq 1$ olur ve çıktı odaklı CCR modelinde $\varphi \geq 1$ olur. Bunun dışında girdi odaklı CCR modelinde $\frac{\lambda_j}{\theta}$ değerleri, çıktı odaklı CCR modelindeki β_j değerlerini verir. Girdi odaklı CCR modelinde $\frac{s_i}{\theta}$ değerleri, çıktı odaklı CCR modelindeki aylak değişkenleri verir.

Örnek; Tek girdi ve tek çıktıya göre çıktı odaklı CCR modeli

Tablo 5.1: A, B, C ve D işletmelerinin girdi ve çıktı değerleri

KVB	A	B	C	D
Girdi (birim)	8	16	20	4
Çıktı (birim)	6	10	8	2

Tablo 5.5: A, B, C ve D işletmelerinin primal CCR girdi minimizasyonu

A işletmesi	B işletmesi	C işletmesi	D işletmesi
$Min 8 v_1$	$Min 16 v_2$	$Min 20 v_3$	$Min 4 v_4$
$6u_1 = 1$	$10u_2 = 1$	$8u_3 = 1$	$2u_4 = 1$
$6u_1 - 8v_1 \leq 0$	$6u_2 - 8v_2 \leq 0$	$6u_3 - 8v_3 \leq 0$	$6u_4 - 8v_4 \leq 0$
$10u_1 - 16v_1 \leq 0$	$10u_2 - 16v_2 \leq 0$	$10u_3 - 16v_3 \leq 0$	$10u_4 - 16v_4 \leq 0$
$8u_1 - 20v_1 \leq 0$	$8u_2 - 20v_2 \leq 0$	$8u_3 - 20v_3 \leq 0$	$8u_4 - 20v_4 \leq 0$
$2u_1 - 4v_1 \leq 0$	$2u_2 - 4v_2 \leq 0$	$2u_3 - 4v_3 \leq 0$	$2u_4 - 4v_4 \leq 0$
$v_1, u_1 \geq \varepsilon$	$v_2, u_2 \geq \varepsilon$	$u_3, v_3 \geq \varepsilon$	$u_4, v_4 \geq \varepsilon$
$v_1^* = 0,125$	$v_2^* = 0,075$	$v_3^* = 0,09375$	$v_4^* = 0,375$
$u_1^* = 0,1667$	$u_2^* = 0,10$	$u_3^* = 0,125$	$u_4^* = 0,50$
$8v_1^* = 1$	$16v_2^* = 1,20$	$20v_3^* = 1,875$	$4v_4^* = 1,50$

Tablo 5.6: A ve B işletmelerinin dual CCR girdi minimizasyonu

A işletmesi	B işletmesi
$Max \varphi + \varepsilon(s_1^- + s_1^+)$	$Max \varphi + \varepsilon(s_2^- + s_2^+)$
$8\mu_1 + 16\mu_2 + 20\mu_3 + 4\mu_4 - 8 + s_1^- = 0$	$8\mu_1 + 16\mu_2 + 20\mu_3 + 4\mu_4 - 16 + s_2^- = 0$
$6\mu_1 + 10\mu_2 + 8\mu_3 + 2\mu_4 - 6\varphi - s_1^+ = 0$	$6\mu_1 + 10\mu_2 + 8\mu_3 + 2\mu_4 - 10\varphi - s_2^+ = 0$
$\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, s_1^-, s_1^+ \geq 0$	$\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, s_2^-, s_2^+ \geq 0$
$\varphi^* = 1,00$	$\varphi^* = 1,20$
$\mu_1^* = 1,00$	$\mu_1^* = 2,00$
$\mu_2^* = \mu_3^* = \mu_4^* = s_1^{-*} = s_1^{+*} = 0$	$\mu_2^* = \mu_3^* = \mu_4^* = s_2^{-*} = s_2^{+*} = 0$

Tablo 5.7: C ve D işletmelerinin dual CCR girdi minimizasyonu

C işletmesi	D işletmesi
$Max \varphi + \varepsilon(s_3^- + s_3^+)$	$Max \varphi + \varepsilon(s_4^- + s_4^+)$
$8\mu_1 + 16\mu_2 + 20\mu_3 + 4\mu_4 - 20 + s_3^- = 0$	$8\mu_1 + 16\mu_2 + 20\mu_3 + 4\mu_4 - 4 + s_4^- = 0$
$6\mu_1 + 10\mu_2 + 8\mu_3 + 2\mu_4 - 8\varphi - s_3^+ = 0$	$6\mu_1 + 10\mu_2 + 8\mu_3 + 2\mu_4 - 2\varphi - s_4^+ = 0$
$\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, s_3^-, s_3^+ \geq 0$	$\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, s_4^-, s_4^+ \geq 0$
$\varphi^* = 1,875$	$\varphi^* = 1,50$
$\mu_1^* = 2,50$	$\mu_1^* = 0,50$
$\mu_2^* = \mu_3^* = \mu_4^* = s_3^{-*} = s_3^{+*} = 0$	$\mu_2^* = \mu_3^* = \mu_4^* = s_4^{-*} = s_4^{+*} = 0$

Yukarıdaki çözümlere göre A, B, C ve D işletmeleri arasında izafi etkin işletme, A işletmesidir. A işletmesini, sırasıyla B, D ve C işletmeleri takip etmektedir. A işletmesi diğer üç işletme için de referans işletme görevini görmektedir çünkü B, C ve D işletmelerine ilişkin modellerde $\mu_1^* > 0$ çıkmıştır.

B işletmesi, A işletmesi kadar etkin olmak isterse girdi miktarı sabit kalmalı ve çıktı miktarı $y_{1B}^* = 1,2 \cdot 10 = 12$ birim olmalıdır.

C işletmesi, A firması kadar etkin olmak isterse girdi miktarı sabit kalmalı ve çıktı miktarı $y_{1C}^* = 1,875 \cdot 8 = 15$ birim olmalıdır.

D işletmesi, A işletmesi kadar etkin olmak isterse girdi miktarı sabit kalmalı ve çıktı miktarı $y_{1D}^* = 1,5 \cdot 2 = 3$ birim olmalıdır.

5.3.2. BCC Modelleri

5.3.2.1. Girdi Odaklı BCC Modeli

Girdi odaklı BCC modeli şu şekilde tanımlanmıştır:

$$Max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}$$

Kısıtlar; (5.7)

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

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

Burada

u_o : o. KVB'nin serbest işaretli değişkeni

Kesirli model, şu şekle dönüştürülebilir:

$$Max \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o$$

Kısıtlar;

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

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

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

Yukarıdaki primal problemin duali şu şekildedir:

$$\text{Min} \theta - \varepsilon \left(\sum_i^m s_i^- + \sum_i^m s_r^+ \right)$$

Kısıtlar; (5.8)

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - \theta x_{io} + s_i^- = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{ro} - s_r^+ = 0 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

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

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Burada açıkça görüldüğü gibi CCR ve BCC modelleri arasındaki farklar, BBC modelinde CCR modeline ilave olarak $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ konvekslik kısıtının ve serbest işaretli değişken u_o 'nun BCC modelinde olmasıdır. Bundan dolayı etkin sınır, doğrusal yapı yerine konveks bir yapı halini alır.

BCC etkinliği: Primal modelde amaç fonksiyonu değeri 1'e eşit olması halinde KVB₀ etkindir. Dual modelde, $\theta=1$ ve $s_i^- = s_r^+ = 0$ olması halinde KVB₀ etkindir denilebilir, aksi durumda KVB₀ etkin değildir ve $0 < \theta < 1$ olur.

Etkin olmayan KVB'leri etkin hale getirmek için CCR modelinde olduğu gibi dual model kısıtları uygulanır ve aynı neticeler elde edilir.

Ayrıca girdi odaklı BCC modelinin optimal çözümünde, $u_o < 0$ çıkarsa ölçeğe göre artan getiri, $u_o > 0$ çıkarsa ölçeğe göre azalan getiri ve $u_o = 0$ ise ölçeğe göre sabit getiri vardır.

Örnek; Tek girdi ve tek çıktıya göre girdi odaklı BCC modeli

Tablo 5.1: A, B, C, ve D işletmelerinin girdi ve çıktı değerleri

KVB	A	B	C	D
Girdi (birim)	8	16	20	4
Çıktı (birim)	6	10	8	2

Tablo 5.8: A ve B işletmelerinin dual BCC çıktı maksimizasyonu

A işletmesi	B işletmesi
$Min \theta - \varepsilon(s_1^- + s_1^+)$	$Min \theta - \varepsilon(s_2^- + s_2^+)$
$8\lambda_1 + 16\lambda_2 + 20\lambda_3 + 4\lambda_4 - 8\theta + s_1^- = 0$	$8\lambda_1 + 16\lambda_2 + 20\lambda_3 + 4\lambda_4 - 16\theta + s_2^- = 0$
$6\lambda_1 + 10\lambda_2 + 8\lambda_3 + 2\lambda_4 - 6 - s_1^+ = 0$	$6\lambda_1 + 10\lambda_2 + 8\lambda_3 + 2\lambda_4 - 10 - s_2^+ = 0$
$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = 1$	$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = 1$
$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, s_2^-, s_2^+ \geq 0$	$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, s_2^-, s_2^+ \geq 0$
$\theta^* = \lambda_1^* = 1$	$\theta^* = \lambda_2^* = 1$
$\lambda_2^* = \lambda_3^* = \lambda_4^* = s_1^{-*} = s_1^{+*} = 0$	$\lambda_1^* = \lambda_3^* = \lambda_4^* = s_2^{-*} = s_2^{+*} = 0$

Tablo 5.9: C ve D işletmelerinin dual BCC çıktı maksimizasyonu

C işletmesi	D işletmesi
$Min \theta - \varepsilon(s_3^- + s_3^+)$	$Min \theta - \varepsilon(s_4^- + s_4^+)$
$8\lambda_1 + 16\lambda_2 + 20\lambda_3 + 4\lambda_4 - 20\theta + s_3^- = 0$	$8\lambda_1 + 16\lambda_2 + 20\lambda_3 + 4\lambda_4 - 4\theta + s_4^- = 0$
$6\lambda_1 + 10\lambda_2 + 8\lambda_3 + 2\lambda_4 - 8 - s_3^+ = 0$	$6\lambda_1 + 10\lambda_2 + 8\lambda_3 + 2\lambda_4 - 2 - s_4^+ = 0$
$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = 1$	$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = 1$
$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, s_3^-, s_3^+ \geq 0$	$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, s_4^-, s_4^+ \geq 0$
$\theta^* = 0,60$	$\theta^* = \lambda_4^* = 1$
$\lambda_1^* = \lambda_2^* = 0,50$	$\lambda_1^* = \lambda_2^* = \lambda_3^* = s_4^{-*} = s_4^{+*} = 0$
$\lambda_3^* = \lambda_4^* = s_3^{-*} = s_3^{+*} = 0$	

Buradaki çözümlere göre dört işletme içinden A, B ve D işletmeleri etkindir. Etkin olmayan tek işletme C işletmesidir. C işletmesi için referans işletmeler A ve B işletmeleridir çünkü C işletmesine ilişkin modelde $\lambda_1^* > 0$ ve $\lambda_2^* > 0$ çıkmıştır. C işletmesi, etkin olmak isterse çıktı miktarı sabit kalmalı ve girdi miktarı $x_{1C}^* = 0,6 \cdot 20 = 12$ birim olmalıdır.

5.3.2.2.Çıktı Odaklı BCC Modeli

Çıktı odaklı BCC modeli şu şekilde tanımlanmıştır:

$$Max \frac{\sum_{r=1}^m v_i x_{io} - v_o}{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}$$

Kısıtlar; (5.9)

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

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

Burada;

v_o : o. KVB'nin serbest işaretli değişkeni

Kesirli model, şu şekle dönüştürülebilir:

$$Min \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - v_o$$

Kısıtlar;

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

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

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

Yukarıdaki primal problemin duali şu şekildedir:

$$\text{Min} \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

Kısıtlar; (5.10)

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \mu_j - x_{io} + s_i^- = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \mu_j - \varphi y_{ro} - s_r^+ = 0 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

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

$$\mu_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

BCC etkinliği: Primal modelde amaç fonksiyonu değerinin 1'e eşit olması halinde KVB₀ etkindir, aksi halde KVB₀ etkin değildir. Dual modelde, $\varphi=1$ ve $s_i^-=s_r^+=0$ olması halinde KVB₀ etkindir, aksi halde KVB₀ etkin değildir ve $\varphi>1$ olur.

Etkin olmayan KVB'leri etkin hale getirmek için CCR modelinde olduğu gibi dual model kısıtları uygulanır ve aynı sonuçlar elde edilir.

Örnek; Tek girdi ve tek çıktıya göre çıktı odaklı BCC modeli

Tablo 5.1: A, B, C ve D işletmelerinin girdi ve çıktı değerleri

KVB	A	B	C	D
Girdi (birim)	8	16	20	4
Çıktı (birim)	6	10	8	2

Tablo 5.10: A ve B işletmelerinin dual BCC girdi minimizasyonu

A işletmesi	B işletmesi
$Max\varphi + \varepsilon(s_1^- + s_1^+)$ $8\mu_1 + 16\mu_2 + 20\mu_3 + 4\mu_4 - 8 + s_1^- = 0$ $6\mu_1 + 10\mu_2 + 8\mu_3 + 2\mu_4 - 6\varphi - s_1^+ = 0$ $\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 = 1$ $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, s_1^-, s_1^+ \geq 0$ $\varphi^* = \mu_1^* = 1$ $\mu_2^* = \mu_3^* = \mu_4^* = s_1^{-*} = s_1^{+*} = 0$	$Max\varphi + \varepsilon(s_2^- + s_2^+)$ $8\mu_1 + 16\mu_2 + 20\mu_3 + 4\mu_4 - 16 + s_2^- = 0$ $6\mu_1 + 10\mu_2 + 8\mu_3 + 2\mu_4 - 10\varphi - s_2^+ = 0$ $\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 = 1$ $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, s_2^-, s_2^+ \geq 0$ $\varphi^* = \mu_2^* = 1$ $\mu_1^* = \mu_3^* = \mu_4^* = s_2^{-*} = s_2^{+*} = 0$

Tablo 5.11: C ve D işletmelerinin dual BCC girdi minimizasyonu

C işletmesi	D işletmesi
$Max\varphi + \varepsilon(s_3^- + s_3^+)$ $8\mu_1 + 16\mu_2 + 20\mu_3 + 4\mu_4 - 20 + s_3^- = 0$ $6\mu_1 + 10\mu_2 + 8\mu_3 + 2\mu_4 - 8\varphi - s_3^+ = 0$ $\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 = 1$ $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, s_3^-, s_3^+ \geq 0$ $\varphi^* = 1,25$ $\mu_2^* = 1$ $s_3^{-*} = 4$ $\mu_1^* = \mu_3^* = \mu_4^* = s_3^{+*} = 0$	$Max\varphi - \varepsilon(s_4^- + s_4^+)$ $8\mu_1 + 16\mu_2 + 20\mu_3 + 4\mu_4 - 4 + s_4^- = 0$ $6\mu_1 + 10\mu_2 + 8\mu_3 + 2\mu_4 - 2\varphi - s_4^+ = 0$ $\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 = 1$ $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, s_4^-, s_4^+ \geq 0$ $\varphi^* = \mu_4^* = 1$ $\mu_1^* = \mu_2^* = \mu_3^* = s_4^{-*} = s_4^{+*} = 0$

Buradaki çözümlere göre dört işletme içinden A, B ve D işletmeleri etkindir. Etkin olmayan tek işletme C işletmesidir. C işletmesi için referans işletme B işletmesidir çünkü C işletmesine ilişkin modelde $\mu_2^* > 0$ çıkmıştır.

C işletmesi, etkin olmak isterse girdi miktarı $x_{1C}^* = 20 - 4 = 16$ birim ve çıktı miktarı $y_{1C}^* = 1,25 \cdot 8 = 10$ birim olmalıdır (Özdemir, 2016).

6. BIST100 ŞİRKETLER ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Çalışmada Karar Verme Birimi (KVB) olarak BIST 100 işletmeleri sektör bazında ele alınmıştır. Boussofiane vd. (1991) ve Cooper vd. (2000) önerdiği gibi KVB sayısının belli bir seviyenin altında olması halinde analiz sonuçlarında hata olabileceği için bazı sektörler kapsam dışı bırakılmışlardır. Bunlar; insan sağlığı ve sosyal hizmetler, sigorta şirketleri, tekstil giyim eşyası ve deri, inşaat ve bayındırlık işleri, girişim sermayesi yatırım ortaklıkları, finansal kiralama ve faktoring şirketleri, aracı kurumlarıdır.

Pandemi döneminde işletmeler girdi kullanımı ve çıktı üretimi açısından çok farklı karakteristik özellikler sergiledikleri için çalışmada pandemi öncesi dönemler ve pandemi dönemi ayrı birer KVB olarak ele alınmıştır.

6.1. Çalışmada Kullanılacak Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Girdi ve çıktı değişkenlerini belirlemek için literatürde detaylı bir inceleme yapılmıştır. 2016 senesinden itibaren BIST’de yer alan şirketlerin VZA ile göreceli etkinliğini tespit etmek amacıyla yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalar ile ilgili açıklama Tablo 6.1’ de verilmiştir.

Tablo 6.1: 2016 tarihinden itibaren BIST’de yer alan şirketlerin VZA analizinde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri

Yazar	Yöntem	Çalışma	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
Köse ve Çekici, 2016	VZA	BİST SINAİ Endeksi (2011 – 2015)	Cari Oran, Stok Devir Hızı, Alacak Devir Hızı, Finansal Kaldıraç Oranı, Finansman Oranı	Piyasa Değeri / Defter Değeri, Aktif Karlılık Oranı, Özsermaye Karlılık Oranı, Fiyat Kazanç Oranı

Tablo 6.1'in devamı

Yazar	Yöntem	Çalışma	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
Kaya ve Coşkun, 2016	VZA	BİST Gıda, İçki ve Tütün (2009 – 2013)	Toplam Borç/Özkaynaklar, Toplam Varlıkların Yüzdelik Değişimi, Satışların Yüzdelik Değişimi, DV/TV, Dönen V./KVYK	Net Kar / Özkaynaklar, Net Kar / Net Satışlar
Öztürk, 2016	VZA	BİST Çimento Sektörü (2010 – 2014)	Satışların Maliyeti/Satışlar, Genel Yönetim Giderleri/Satışlar, Pazarlama Satış ve Dağıtım Giderleri/Satışlar	Aktif Kârlılığı, Özkaynak Kârlılığı
Koçyiğit, 2016	VZA	BİST Çimento İşletmeleri (2009 – 2013)	Ortalama Cari Oran, Alacak Devir Hızı, Stok Devir Hızı, Çalışma Sermayesi Devir Hızı, Varlık Devir Hızı, Özkaynak Devir Hızı	Varlık Kârlılığı, Özkaynak Kârlılığı, Net Kâr Marjı
Şahin ve Akgün, 2016	VZA	BİST Sürdürülebilirlik Endeksi (2012 - 2015)	Cari Oran, Alacak Devir Hızı, Stok Devir Hızı, Borç/Toplam Aktif, Özsermaye/Toplam Aktif	Net Kâr Marjı, Aktif Getiri Oranı ve Özsermaye Getiri Oranı
Tatlı ve Bayrak, 2016	VZA	BİST Otomotiv (2010 – 2014)	Öz Kaynakları, Personel Maliyetleri, Hammadde Maliyetleri, Ar-Ge Yatırımları	Toplam Ciro, İhracat Değerleri, Net Kar
Çelik, 2016	VZA	BİST Turizm Sektöründe Yer Alan Konaklama İşletmeleri (2015)	Oda Sayısı, Personel Sayısı, Toplam Aktif, Faaliyet Giderleri	Doluluk Oranı, Faaliyet Gelirleri, Faaliyet Karı

Tablo 6.1'in devamı

Yazar	Yöntem	Çalışma	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
Şekeroğlu ve Acar, 2017	VZA	BİST Kurumsal Yönetim Endeksi (2009 – 2016)	Net Kar / Özkaynaklar, Net Kar / Toplam Aktifler, Toplam Borç / Toplam Aktif, Hisse Başına Kar	Hisse Senedi Piyasa Fiyatı
Çelik ve Ayan, 2017	VZA	BİST İmalat Sanayii (2010 -2014)	Aktif Devir Hızı, Öz Sermaye Devir Hızı, Duran Varlık Devir Hızı, Alacak Devir Hızı, Stok Devir Hızı, Toplam Aktif	Aktif Karlılık Oranı, Öz Sermaye Karlılık Oranı, Faaliyet Karlılık Oranı, Net Satışlar
Özçelik ve Kandemir 2017	VZA	BİST İmalat Sektörü (2012 – 2014)	Cari Oran, Likidite Oran, Stok Devir Hızı	Net Kâr Marjı, Özsermaye Kârlılığı, Aktif Kârlılık Oranları
Yaşar ve Yavuz, 2017	VZA	BİST100 İmalat Sektörü (2012 – 2014)	Cari Oran, Alacak Devir Hızı, Stok Devir Hızı, Finansal Kaldıraç Oranı, Duran Varlıklar / Devamlı Sermaye	Net Kar Marjı, Özsermaye Kar Marjı, Aktif Kar Marjı
Hancıoğlu ve Türkoğlu, 2017	VZA	BIST Sürdürülebilirlik Endeksi (2013 – 2015)	Cari Oran, Finansal Kaldıraç Oranı	Aktif Kârlılığı
Çıtak ve İltaş, 2017	VZA	BİST Teknoloji Endeksi (2013- 2015)	Ar-Ge Yoğunluğu, Ar-Ge/Aktifler	Aktif Karlılık Oranı, Piyasa Değeri/Defter Değeri Oranı
Abacıoğlu ve Ünal, 2017	VZA ve Sıralı Lojistik Regr.	BIST Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü (2013 – 2016)	Kaldıraç Oranı, Borç/Özkaynak Oranı	Özkaynak Karlılığı, Aktif Karlılığı, Net Kar Marjı, Faaliyet Kar Marjı, Alacak Devir Hızı, Stok Devir Hızı
Gürbüz ve Dumlu, 2018	VZA	BİST Sürdürülebilirlik Endeksi (2015 - 2016)	Öz Kaynaklar, Toplam Borçlar, Toplam Varlıklar	Net Kar, Aktif Karlılık Oranı, Öz Kaynak Karlılık Oranı

Tablo 6.1'in devamı

Yazar	Yöntem	Çalışma	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
Münyas, 2018	VZA	BİST Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları (2011 – 2017)	Asit Test Oranı, Özsermaye Çarpanı, Finansal Kaldıraç, Aktif Devir Hızı, Alacak Devir Hızı	Net Kar Marjı, Fiyat / Kazanç, Hisse Başına Kar
Cenger vd., 2018	VZA	BİST Metal Eşya, Makine ve Gereç Yapım Sektörü (2013 – 2016)	Ar-Ge Harcamaları	Satışlar, Brüt Kâr, Esas Faaliyet Kârı, Vergi Öncesi Kârı, Dönem Net Kârı
Kavak ve Cihangir, 2019	VZA	BİST Sigorta Şirketleri (2013 - 2017)	Personel Sayısı, Acente Sayısı, Özkaynaklar	Prim Üretim Miktarı, Teknik Kar
Özçelik ve Avcı Öztürk, 2019	VZA	BİST Gıda ve İçecek Endeksi (2015 - 2017)	Satışların Maliyeti / Satış Hasılatı, Yönetim Gideri /Satış Hasılatı, Pazarlama Gideri /Satış Hasılatı	Aktif Karlılığı, Özkaynak Karlılığı, Net Kar Marjı, Faaliyet Kar Marjı
Özdemir ve Göktaş, 2019	VZA	BİST Petrol İşletmeleri (2017)	Cari Oran, Kaldıraç Oranı, Uzun Vadeli Yabancı Kaynaklar/Pasif Toplam, Maddi Duran Varlıklar/Aktif Toplam	Özsermaye Karlılık Oranı, Aktif Karlılık Oranı
Boz vd., 2019	VZA	BİST Kurumsal Yönetim Endeksi (2017)	Pay Sahipleri, Kamuyu Aydınlatma ve Şeffaflık, Menfaat Sahipleri, Yönetim Kurulu	Kurumsal Yönetim Endeksine Toplam Uyum Puanı, Kurumsal Sosyal Sorumluluk
Arslan, 2019	VZA	BİST Dokuma Giyim Eşyası ve Deri Sektörü (2017)	Cari Oran, Kaldıraç Oranı, Borç / Öz sermaye, Alacak Devir Hızı, Stok Devir Hızı, Aktif Devir Hızı	Mali Rantabilite, Aktif Kârlılık, Piyasa Değeri/ DeFTER Değeri, Fiyat/Kazanç Oranı

Tablo 6.1'in devamı

Yazar	Yöntem	Çalışma	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
Özdemir, 2019	VZA, Malmquist TFFV	BİST Sürdürülebilirlik Endeksinde Yer alan İmalat İşletmeleri (2013 – 2016)	Cari oran, Finansal Kaldıraç Oranı, Özkaynak / Toplam Varlıklar, Kısa Vadeli Borçlar / Toplam Kaynaklar, Maddi Duran Varlıklar / Özkaynaklar, Net Satışlar / Toplam Varlıklar, Net Satışlar / Özkaynak	Özkaynak Karlılığı, Varlık Karlılığı, Satış Karlılığı
Ağ, 2019	VZA	BİST Sigorta Şirketleri (2018)	Net Hasar Prim Oranı, Esas Faaliyetlerden Alacaklar / Toplam Aktif	Özkaynaklar / Toplam Aktifler, Likit Aktifler / Toplam Aktifler, Aktif Karlılığı, Özkaynak Karlılığı
Cenger ve Poyraz, 2019	VZA	BIST Lokanta ve Oteller (2013 – 2016)	Pazarlama Giderleri, Pazarlama Yoğunluğu	Brüt kar, Esas Faaliyet Karı, Vergi Öncesi Kar, Dönem Net Karı
Gün ve Yerdelen Kaygın, 2020	VZA	BIST TUM Endeksi (2010 – 2019)	Ar-Ge Yoğunluğu, Maddi Olmayan Duran Varlık Oranı, Kaldıraç	Net Satışlar Büyüme, Aktif Karlılığı, Öz Sermaye Karlılığı
Bardi, 2020	VZA, Veri Madenciliği	BİST Gıda İçecek Endeksi (2014 – 2018)	Cari Oran, Asit-Test Oranı, Kaldıraç Oranı, Kısa Süreli Borç / Toplam Aktifler Oranı, Duran Varlık / Toplam Aktifler Oranı, Uzun Süreli Borç / Toplam Aktifler	Net Kâr Marjı, Aktif Karlılık
Özcan, 2020	VZA	BIST Teknoloji Ve Bilişim Sektörü (2017:03 ve 2019:06 arası çeyrek dönemlik veriler)	Toplam Borç/Öz sermaye, Alacak Devir Hızı, Cari Oran	Öz sermaye Karlılığı, Net Kar Marjı

Tablo 6.1'in devamı

Yazar	Yöntem	Çalışma	Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
Soylu, 2020	VZA	BİST Teknoloji (2018 – 2019)	Personel Sayısı, Maddi Olmayan Duran Varlıklar, Pazarlama Giderleri	Dönem Karı, Satış Geliri
Şengül, 2020	VZA	BİST Ana Metal Sanayii (2010 – 2018)	Likidite oranı, Cari oran, Toplam Borç/Özsermaye, Toplam Aktifler	Net Gelir, Özkaynak Karlılığı, Net Kar Marjı, Tobin Q
Yıldız vd., 2020	VZA	BİST İmalat Sektörü (2012 – 2017)	Cari Oran, Borç-Özkaynak Oranı, Borç Aktif Oranı, Stok Devir Hızı Oranı, Alacak Devir Hızı Oranı, Satışların Maliyetinin Net Satışlara Oranı	Duran Varlık Devir Hızı, Özkaynak Karlılığı, Aktiflerin Karlılığı, Esas Faaliyet Kar Marjı, Piyasa Değeri -Defter Değeri Oranı
Ağ ve Kuloğlu, 2020	VZA	BİST Enerji İşletmeleri (2019)	Cari Oran, Özsermaye / Maddi Duran Varlıklar	Duran Varlıklar / Aktif, Esas Faaliyet Kâr Marjı, Aktif Kârlılığı, Özsermaye Kârlılığı
Kılıç ve Uludağ, 2020	VZA	BİST Tekstil, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü (2017 – 2019)	Satışların Maliyeti / Satışlar, Genel Yönetim Giderleri / Satışlar, Pazarlama, Satış ve Dağıtım Giderleri / Satışlar	Aktif Karlılığı, Özkaynak Karlılığı
Özcan, 2021	VZA	BİST Turizm Ve Ulaştırma Sektörleri (2019 birinci çeyrek ve 2020 üçüncü çeyrek arası)	Cari Oran, Finansal Kaldıraç Oranı	Aktif Karlılık, Net Kâr Marjı Oranı, Faaliyet Giderleri, Satışların Maliyeti/Satışlar

Yapılan literatür taraması neticesinde, tüm sektörler için uygulanabilir ve temel nitelikte olması bakımından girdi değişkenleri olarak ödenmiş sermaye, brüt çalışma sermayesi, faaliyet giderleri; çıktı değerleri olarak dönem net kârı, faaliyet kârı, net

kâr marjı verileri kullanılmıştır. Veriler Kamuyu Aydınlatma Platformu'nun web sitesinden işletmelerin 2018, 2019, 2020 ilk altı aylık mali tablolarından elde edilmiştir. Salgının zamanlaması ve ekonomik etkileri göz önüne alınarak altı aylık dönem finansal tablolarından faydalanılmıştır.

6.2. Çalışmada Kullanılacak Normalizasyon Yönteminin Belirlenmesi

Veri Zarflama Analizi koşulları arasında girdi ve çıktı değişkenleri verilerinin pozitif olması gerektiği vurgulanmaktadır (Park ve Park, 2009). Çalışmada işletmelerin bazı dönemler zarar etmesinden kaynaklanan negatif değerler mevcuttur. Negatif olan bu verilerin elemine edilmesi için D_Min_Max normalizasyonu yöntemi kullanılmıştır (Doğan vd., 2007; Yavuz ve Deveci, 2012).

$$X_i : 0,8(X-X_{min})/(X_{max}-X_{min})+0,1 \quad (6.1)$$

Burada; X_i normalize edilmiş x değerini, X_{min} ve X_{max} veri seti içindeki minimum ve maksimum değerleri göstermektedir.

Normalizasyon yöntemi belirlenirken 2016 tarihinden itibaren BIST'de yer alan işletmeler üzerine yapılan VZA çalışmalarında kullanılan normalizasyon yöntemleri incelenmiştir. Yöntemler Tablo 6.2. de görüldüğü gibidir.

Tablo 6.2: 2016 tarihinden itibaren BIST'de yer alan şirketlerin VZA analizinde kullanılan normalizasyon yöntemleri

Çalışma	Normalizasyon Yöntemi
Koçyiğit, 2016	Negatif değere sahip olan işletmeler çalışma kapsamına alınmamıştır
Kaya ve Coşkun, 2016	Min – Max Normalizasyon
Şahin ve Akgün, 2016	Negatif verileri bulunan firmalar araştırma dışında tutulmuş
Öztürk, 2016	Veri zarflama analizinin faktörlere ilişkin pozitif olma varsayımının sağlanabilmesi için incelenen dönem aralığı zarar eden firmalar analiz kapsamının dışında bırakılmış
Köse ve Çekici, 2016	Negatif değerlere sahip olan 8 şirket analize alınmamış
Özçelik ve Kandemir, 2017	Min – Max Normalizasyon

Tablo 6.2'nin devamı

Çalışma	Normalizasyon Yöntemi
Yaşar ve Yavuz, 2017	Min – Max Normalizasyon
Çelik ve Ayan, 2017	Min – Max Normalizasyon
Münyas, 2018	En büyük negatif değerden 0,1 fazlası tüm sütuna eklenmiş
Özçelik ve Avcı Öztürk, 2019	Min – Max Normalizasyon
Özdemir, 2019	Düzeltilme işlemi en büyük negatif değer kadar bütün çıktı değişkenler artırılarak yapılmış
Özdemir ve Göktaş, 2019	Dönüştürme işlemi en büyük negatif değer kadar bütün değişkenler artırılarak yapılmış
Bardi, 2020	Negatif en düşük değere sahip olan veri 0,0001 kabul edilmiş ve o yıla ait tüm veriler için basit bir toplama işlemi yapılmış
Kıllı ve Uludağ, 2020	Min – Max Normalizasyon
Yıldız vd., 2020	Negatif değere sahip olan işletmeler çalışma kapsamına alınmamıştır
Soylu, 2020	Min – Max Normalizasyon
Şengül, 2020	Negatif değer alan değişken değerleri pozitif olacak şekilde sayı eklenmiş ve bu sayı o değişkene ait tüm değerler eklenmiş

6.3. Araştırma Verileri, Analizi ve Sonuçlar

Tablo 6.3: Elektrik Gaz Su / Elektrik Gaz Buhar Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
AKSEN	2018 / 2	613.169	1.957.062	26.366
AKSEN	2019 / 2	613.169	2.723.817	47.555
AKSEN	2020 / 2	613.169	3.435.221	59.992
ODAS	2018 / 2	135.750	343.130	12.845
ODAS	2019 / 2	294.742	528.169	11.461
ODAS	2020 / 2	600.000	638.640	16.284
ZOREN	2018 / 2	2.000.000	1.747.877	97.167
ZOREN	2019 / 2	2.000.000	3.314.315	117.692
ZOREN	2020 / 2	2.000.000	3.867.813	143.509

Tablo 6.4: Elektrik Gaz Su / Elektrik Gaz Buhar Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri

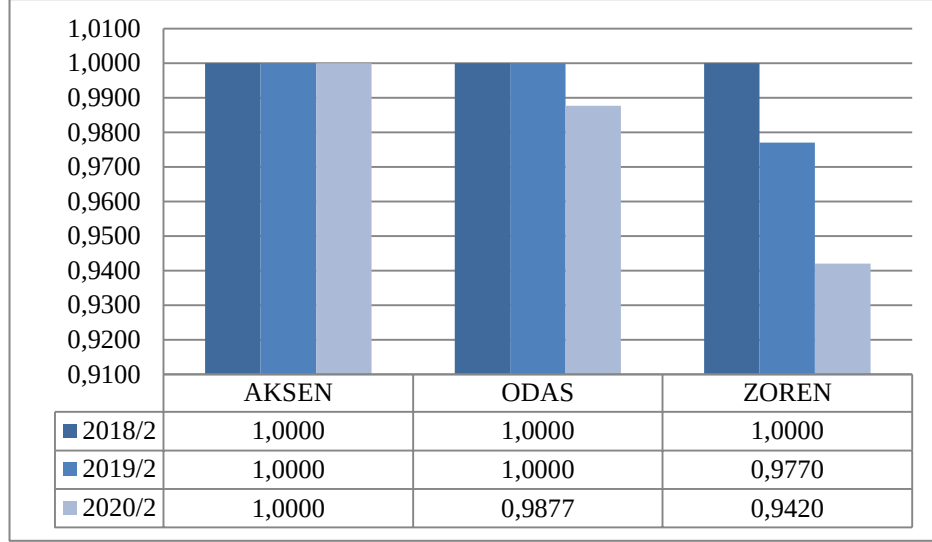
Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
AKSEN	2018 / 2	133.330	315.574	0,06477710
AKSEN	2019 / 2	228.629	11.492	0,09884672
AKSEN	2020 / 2	291.101	505.412	0,08396550
ODAS	2018 / 2	-145.907	3.430	-0,34179223
ODAS	2019 / 2	-123.430	48.026	-0,26182986
ODAS	2020 / 2	-226.877	84.338	-0,47403215
ZOREN	2018 / 2	66.949	507.077	0,02415823
ZOREN	2019 / 2	-29.036	711.555	-0,00804074
ZOREN	2020 / 2	25.925	757.164	0,00635526

Tablo 6.5: Elektrik Gaz Su / Elektrik Gaz Buhar Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
AKSEN	2018 / 2	0,304873	0,466315	0,190300
AKSEN	2019 / 2	0,304873	0,640346	0,318672
AKSEN	2020 / 2	0,304873	0,801814	0,394020
ODAS	2018 / 2	0,100000	0,100000	0,108385
ODAS	2019 / 2	0,168228	0,141998	0,100000
ODAS	2020 / 2	0,299222	0,167072	0,129220
ZOREN	2018 / 2	0,900000	0,418837	0,619241
ZOREN	2019 / 2	0,900000	0,774372	0,743590
ZOREN	2020 / 2	0,900000	0,900000	0,900000

Tablo 6.6: Elektrik Gaz Su / Elektrik Gaz Buhar Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
AKSEN	2018 / 2	0,656328	0,431304	0,852423
AKSEN	2019 / 2	0,803514	0,108557	0,900000
AKSEN	2020 / 2	0,900000	0,632795	0,879219
ODAS	2018 / 2	0,225056	0,100000	0,284667
ODAS	2019 / 2	0,259770	0,147333	0,396331
ODAS	2020 / 2	0,100000	0,185874	0,100000
ZOREN	2018 / 2	0,553805	0,634562	0,795701
ZOREN	2019 / 2	0,405559	0,851591	0,750736
ZOREN	2020 / 2	0,490444	0,900000	0,770840



Şekil 6.1: Elektrik Gaz Su / Elektrik Gaz Buhar Sektörü Analiz Sonuçları

Elektrik Gaz Su / Elektrik Gaz ve Buhar sektörü VZA sonuçlarına göre 2018 yılı her üç şirketin etkin olduğu dönemdir. AKSEN her üç dönemde %100 etkinliğini korumuştur. 2019 yılında ZOREN'in etkinlik değerinde düşüş tespit edilmiştir. 2020 senesinde ise ODAS ve ZOREN'in etkinlik değerleri 2018 ve 2019 senelerine göre düşüş göstermiştir.

Tablo 6.7: İmalat / Ana Metal Sanayi Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
BRSAN	2018 / 2	141.750	2.068.903	108.431
BRSAN	2019 / 2	141.750	2.602.326	142.943
BRSAN	2020 / 2	141.750	2.734.393	143.661
CEMTS	2018 / 2	100.975	358.702	22.127
CEMTS	2019 / 2	100.975	380.320	24.535
CEMTS	2020 / 2	100.975	403.520	24.089
EREGL	2018 / 2	3.500.000	17.822.713	307.060
EREGL	2019 / 2	3.500.000	22.088.293	341.674
EREGL	2020 / 2	3.500.000	29.162.120	374.290
ISDMR	2018 / 2	2.900.000	7.473.714	101.793
ISDMR	2019 / 2	2.900.000	8.821.645	132.260
ISDMR	2020 / 2	2.900.000	12.332.239	142.849
KRDMD	2018 / 2	1.140.000	3.068.156	39.187
KRDMD	2019 / 2	1.140.000	3.206.355	45.401
KRDMD	2020 / 2	1.140.000	4.105.722	55.031

Tablo 6.8: İmalat / Ana Metal Sanayi Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri

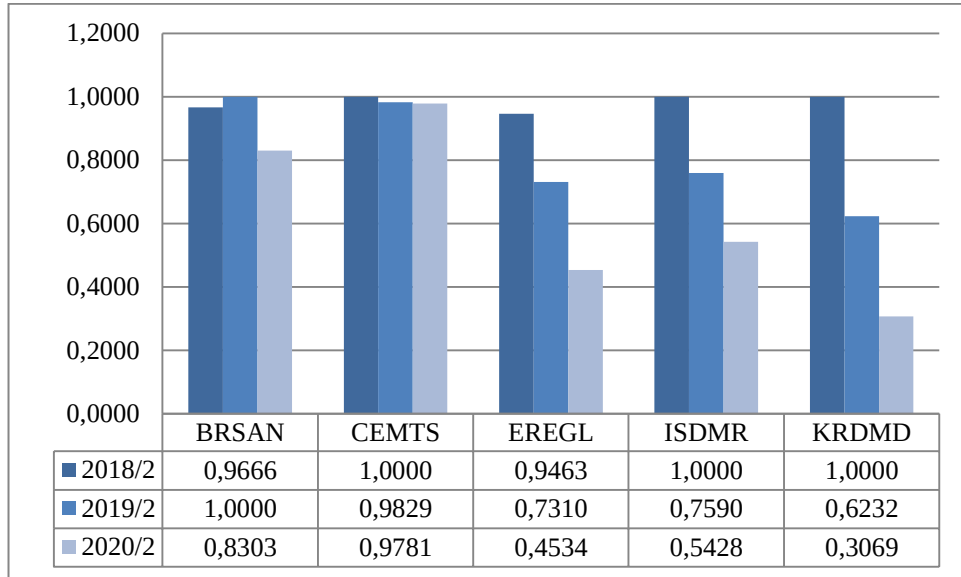
Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
BRSAN	2018 / 2	74.212	147.164	0,0441476
BRSAN	2019 / 2	83.833	191.306	0,0359621
BRSAN	2020 / 2	-21.721	45.598	-0,0118687
CEMTS	2018 / 2	55.864	79.477	0,1643963
CEMTS	2019 / 2	44.013	42.724	0,1211848
CEMTS	2020 / 2	40.652	31.061	0,1272045
EREGL	2018 / 2	2.687.862	3.485.377	0,2311272
EREGL	2019 / 2	2.413.110	2.913.520	0,1653402
EREGL	2020 / 2	926.858	1.956.754	0,0672457
ISDMR	2018 / 2	1.920.980	2.275.884	0,2840581
ISDMR	2019 / 2	1.470.821	1.654.403	0,1718605
ISDMR	2020 / 2	673.421	1.185.834	0,0931846
KRDMD	2018 / 2	438.925	766.693	0,1722159
KRDMD	2019 / 2	170.159	233.036	0,0519513
KRDMD	2020 / 2	-267.780	-83.838	-0,0822691

Tablo 6.9: İmalat / Ana Metal Sanayi Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
BRSAN	2018 / 2	0,109597	0,147500	0,296055
BRSAN	2019 / 2	0,109597	0,162315	0,374455
BRSAN	2020 / 2	0,109597	0,165984	0,376086
CEMTS	2018 / 2	0,100000	0,100000	0,100000
CEMTS	2019 / 2	0,100000	0,100600	0,105470
CEMTS	2020 / 2	0,100000	0,101245	0,104457
EREGL	2018 / 2	0,900000	0,585054	0,747275
EREGL	2019 / 2	0,900000	0,703528	0,825907
EREGL	2020 / 2	0,900000	0,900000	0,900000
ISDMR	2018 / 2	0,758783	0,297616	0,280975
ISDMR	2019 / 2	0,758783	0,335054	0,350186
ISDMR	2020 / 2	0,758783	0,432559	0,374241
KRDMD	2018 / 2	0,344547	0,175254	0,138755
KRDMD	2019 / 2	0,344547	0,179092	0,152871
KRDMD	2020 / 2	0,344547	0,204072	0,174747

Tablo 6.10: İmalat / Ana Metal Sanayi Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
BRSAN	2018 / 2	0,192567	0,151777	0,376074
BRSAN	2019 / 2	0,195171	0,161670	0,358198
BRSAN	2020 / 2	0,166600	0,129012	0,253743
CEMTS	2018 / 2	0,187600	0,136605	0,638678
CEMTS	2019 / 2	0,184393	0,128367	0,544311
CEMTS	2020 / 2	0,183483	0,125753	0,557457
EREGL	2018 / 2	0,900000	0,900000	0,784407
EREGL	2019 / 2	0,825633	0,771825	0,640739
EREGL	2020 / 2	0,423351	0,557376	0,426516
ISDMR	2018 / 2	0,692429	0,628906	0,900000
ISDMR	2019 / 2	0,570585	0,489607	0,654978
ISDMR	2020 / 2	0,354754	0,384583	0,483163
KRDMD	2018 / 2	0,291283	0,290637	0,655754
KRDMD	2019 / 2	0,218536	0,171024	0,393116
KRDMD	2020 / 2	0,100000	0,100000	0,100000



Şekil 6.2: İmalat / Ana Metal Sanayi Sektörü Analiz Sonuçları

İmalat / Ana Metal Sanayi sektöründe etkin işletmeler 2018 yılı ikinci döneminde CEMTS, ISDMR, KRDM olmuştur. 2019 yılı ikinci döneminde ise

BRSAN'nın göreceli etkinlik değeri yüksektir. 2020 ikinci dönemi söz konusu beş işletme içinde etkinlik oranlarının düşüş yaşandığı dönemdir.

Tablo 6.11: İmalat / Gıda, İçecek ve Tütün Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
AEFES	2018 / 2	592.105	12.436.956	2.544.826
AEFES	2019 / 2	592.105	13.028.237	3.066.754
AEFES	2020 / 2	592.105	15.009.125	3.240.885
CCOLA	2018 / 2	254.371	6.996.775	1.148.060
CCOLA	2019 / 2	254.371	5.760.439	1.223.556
CCOLA	2020 / 2	254.371	6.807.174	1.294.213
KERVT	2018 / 2	662.000	1.816.534	144.838
KERVT	2019 / 2	662.000	2.183.960	144.900
KERVT	2020 / 2	662.000	1.724.588	156.652
TATGD	2018 / 2	136.000	588.646	100.950
TATGD	2019 / 2	136.000	767.804	81.388
TATGD	2020 / 2	136.000	937.655	81.963
ULKER	2018 / 2	342.000	5.502.709	389.657
ULKER	2019 / 2	342.000	7.670.659	483.324
ULKER	2020 / 2	342.000	10.298.815	598.255

Tablo 6.12: İmalat / Gıda, İçecek ve Tütün Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri

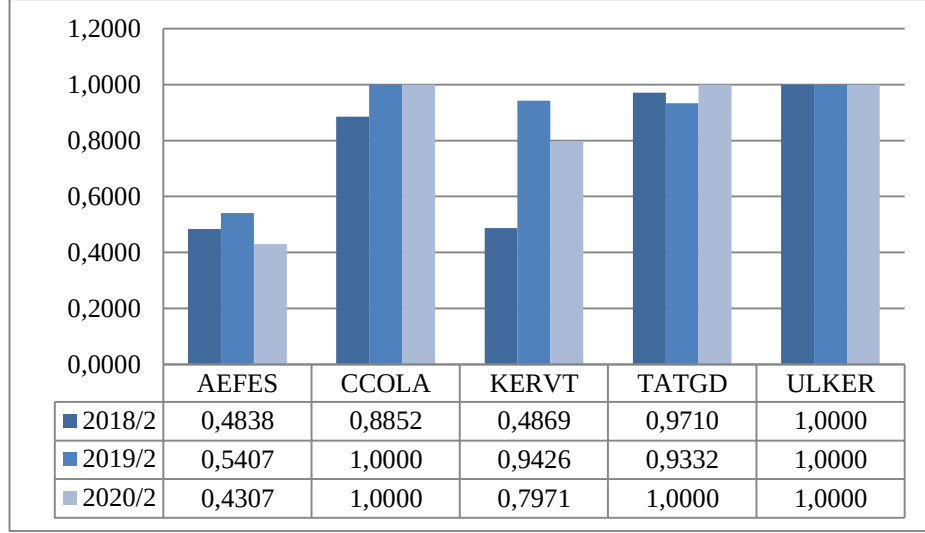
Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
AEFES	2018 / 2	86.626	682.925	0,0105465
AEFES	2019 / 2	280.638	836.452	0,0252069
AEFES	2020 / 2	382.267	733.881	0,0330003
CCOLA	2018 / 2	180.876	661.125	0,0360045
CCOLA	2019 / 2	348.972	750.879	0,0570472
CCOLA	2020 / 2	545.156	804.036	0,0874441
KERVT	2018 / 2	-60.082	69.033	-0,04753
KERVT	2019 / 2	79.913	178.312	0,0623519
KERVT	2020 / 2	35.699	130.544	0,0258251
TATGD	2018 / 2	24.182	30.228	0,0443314
TATGD	2019 / 2	33.237	51.903	0,0581847
TATGD	2020 / 2	60.846	96.356	0,0816319
ULKER	2018 / 2	410.388	351.637	0,1488209
ULKER	2019 / 2	545.380	574.481	0,1449377
ULKER	2020 / 2	495.331	740.598	0,1095679

**Tablo 6.13: İmalat / Gıda, İçecek ve Tütün Sektörü Girdi Değişkenleri
Normalizasyon Sonuçları**

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
AEFES	2018 / 2	0,793696	0,757305	0,723754
AEFES	2019 / 2	0,793696	0,790107	0,855909
AEFES	2020 / 2	0,793696	0,900000	0,900000
COLA	2018 / 2	0,280032	0,455502	0,370087
COLA	2019 / 2	0,280032	0,386914	0,389202
COLA	2020 / 2	0,280032	0,444983	0,407093
KERVİT	2018 / 2	0,900000	0,168119	0,116066
KERVİT	2019 / 2	0,900000	0,188503	0,116082
KERVİT	2020 / 2	0,900000	0,163018	0,119057
TATGD	2018 / 2	0,100000	0,100000	0,104953
TATGD	2019 / 2	0,100000	0,109939	0,100000
TATGD	2020 / 2	0,100000	0,119362	0,100146
ULKER	2018 / 2	0,413308	0,372616	0,178055
ULKER	2019 / 2	0,413308	0,492886	0,201772
ULKER	2020 / 2	0,413308	0,638688	0,230873

**Tablo 6.14: İmalat / Gıda, İçecek ve Tütün Sektörü Çıktı Değişkenleri
Normalizasyon Sonuçları**

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
AEFES	2018 / 2	0,293846	0,747658	0,336623
AEFES	2019 / 2	0,550195	0,900000	0,396355
AEFES	2020 / 2	0,684478	0,798221	0,428108
COLA	2018 / 2	0,418379	0,726027	0,440348
COLA	2019 / 2	0,640485	0,815088	0,526083
COLA	2020 / 2	0,899704	0,867834	0,649930
KERVİT	2018 / 2	0,100000	0,138505	0,100000
KERVİT	2019 / 2	0,284976	0,246941	0,547696
KERVİT	2020 / 2	0,226556	0,199542	0,398873
TATGD	2018 / 2	0,211338	0,100000	0,474274
TATGD	2019 / 2	0,223303	0,121508	0,530717
TATGD	2020 / 2	0,259783	0,165617	0,626249
ULKER	2018 / 2	0,721634	0,418928	0,900000
ULKER	2019 / 2	0,900000	0,640051	0,884178
ULKER	2020 / 2	0,833870	0,804886	0,740070



Şekil 6.3: İmalat / Gıda, İçecek ve Tütün Sektörü Analiz Sonuçları

İmalat / Gıda, İçecek ve Tütün sektöründe ULKER'in her üç dönem için etkinlik değeri yüksektir. CCOLA 2019 ve 2020 yılı ikinci döneminde etkin firmadır. TATGD 2020 yılı ikinci döneminde bir önceki döneme göre yükseliş göstererek etkin firma haline gelmiştir. KERVT 2020 yılı ikinci döneminde bir önceki döneme göre düşüş yaşamış olsa da 2018/02 verilerine göre daha yüksektir. AEFES'in 2020/02 döneminde 2018/02 ve 2019/02 dönemine göre etkinlik değeri düşmüştür.

Tablo 6.15: İmalat / Kimya, İlaç, Petrol, Lastik ve Plastik Ürünler Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
AKSA	2018 / 2	185.000	2.407.681	69.933
AKSA	2019 / 2	185.000	2.078.840	82.297
AKSA	2020 / 2	323.750	2.189.392	80.833
ALKIM	2018 / 2	24.725	283.838	18.472
ALKIM	2019 / 2	24.725	348.312	27.618
ALKIM	2020 / 2	150.000	436.768	29.548
AYGAZ	2018 / 2	300.000	1.304.717	249.612
AYGAZ	2019 / 2	300.000	1.671.799	294.708
AYGAZ	2020 / 2	300.000	1.895.981	294.176
BAGFS	2018 / 2	45.000	361.623	21.459
BAGFS	2019 / 2	45.000	461.499	20.417
BAGFS	2020 / 2	45.000	685.462	17.428
BRISA	2018 / 2	305.116	1.545.593	181.267
BRISA	2019 / 2	305.116	2.206.974	205.557
BRISA	2020 / 2	305.116	2.509.133	200.392
DEVA	2018 / 2	200.019	910.342	135.847

Tablo 6.15'in devamı

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
DEVA	2019 / 2	200.019	1.081.703	164.638
DEVA	2020 / 2	200.019	1.600.490	189.662
GOODY	2018 / 2	270.000	912.365	79.258
GOODY	2019 / 2	270.000	1.367.206	94.630
GOODY	2020 / 2	270.000	1.127.091	112.569
GUBRF	2018 / 2	334.000	2.499.661	249.421
GUBRF	2019 / 2	334.000	2.256.905	256.077
GUBRF	2020 / 2	334.000	2.398.646	343.970
HEKTS	2018 / 2	75.857	476.288	22.503
HEKTS	2019 / 2	75.857	810.128	35.210
HEKTS	2020 / 2	227.571	1.205.842	51.501
PETKM	2018 / 2	1.650.000	7.299.590	180.289
PETKM	2019 / 2	2.112.000	8.526.796	208.948
PETKM	2020 / 2	2.112.000	10.158.517	241.147
SASA	2018 / 2	605.000	1.278.227	41.557
SASA	2019 / 2	830.000	1.557.517	59.888
SASA	2020 / 2	830.000	1.798.874	79.673
SODA	2018 / 2	1.000.000	2.070.640	230.707
SODA	2019 / 2	1.000.000	3.573.961	320.161
SODA	2020 / 2	1.000.000	4.951.663	331.630
TUPRS	2018 / 2	250.419	21.951.521	545.239
TUPRS	2019 / 2	250.419	29.730.712	793.066
TUPRS	2020 / 2	250.419	27.389.948	977.205

Tablo 6.16: İmalat / Kimya, İlaç, Petrol, Lastik ve Plastik Ürünler Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
AKSA	2018 / 2	100.051	294.750	0,0591422
AKSA	2019 / 2	137.050	275.580	0,0733353
AKSA	2020 / 2	47.355	227.543	0,0295489
ALKIM	2018 / 2	36.981	57.941	0,1463348
ALKIM	2019 / 2	62.177	82.719	0,1757872
ALKIM	2020 / 2	86.615	111.531	0,234398
AYGAZ	2018 / 2	203.626	115.291	0,047515
AYGAZ	2019 / 2	130.795	121.876	0,0256647
AYGAZ	2020 / 2	-185.595	27.170	-0,0447179
BAGFS	2018 / 2	-81.898	-37.078	-0,3566256
BAGFS	2019 / 2	29.970	53.140	0,0693801
BAGFS	2020 / 2	-39.366	13.061	-0,0762337
BRISA	2018 / 2	23.282	144.856	0,0164644
BRISA	2019 / 2	16.693	138.221	0,0101873

Tablo 6.16'nın devamı

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
BRISA	2020 / 2	96.923	158.696	0,0571922
DEVA	2018 / 2	63.245	122.861	0,1253444
DEVA	2019 / 2	137.405	205.605	0,2020983
DEVA	2020 / 2	285.190	340.000	0,3209402
GOODY	2018 / 2	97.652	153.529	0,0878353
GOODY	2019 / 2	28.991	135.840	0,0201798
GOODY	2020 / 2	-2.370	32.215	-0,0020351
GUBRF	2018 / 2	51.416	143.780	0,0226517
GUBRF	2019 / 2	2.666	156.890	0,0010385
GUBRF	2020 / 2	220.674	139.502	0,0822264
HEKTS	2018 / 2	74.342	103.988	0,2483248
HEKTS	2019 / 2	93.105	164.781	0,2036159
HEKTS	2020 / 2	80.442	111.392	0,1697056
PETKM	2018 / 2	482.077	590.199	0,1139165
PETKM	2019 / 2	439.243	703.323	0,0739397
PETKM	2020 / 2	135.416	445.617	0,0270401
SASA	2018 / 2	268.454	263.530	0,2814688
SASA	2019 / 2	498.647	140.406	0,3955083
SASA	2020 / 2	198.984	303.013	0,1067977
SODA	2018 / 2	657.083	365.143	0,4424608
SODA	2019 / 2	661.014	422.257	0,3256023
SODA	2020 / 2	729.637	581.500	0,3254457
TUPRS	2018 / 2	1.422.077	1.756.478	0,0424473
TUPRS	2019 / 2	523.609	1.560.633	0,0117241
TUPRS	2020 / 2	-2.411.376	-1.437.791	-0,0919701

**Tablo 6.17: İmalat / Kimya, İlaç, Petrol, Lastik ve Plastik Ürünler Sektörü
Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları**

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
AKSA	2018 / 2	0,161429	0,157700	0,143764
AKSA	2019 / 2	0,161429	0,148766	0,154070
AKSA	2020 / 2	0,214609	0,151769	0,152850
ALKIM	2018 / 2	0,100000	0,100000	0,100870
ALKIM	2019 / 2	0,100000	0,101752	0,108494
ALKIM	2020 / 2	0,148015	0,104155	0,110102
AYGAZ	2018 / 2	0,205506	0,127735	0,293532
AYGAZ	2019 / 2	0,205506	0,137708	0,331120
AYGAZ	2020 / 2	0,205506	0,143798	0,330677
BAGFS	2018 / 2	0,107771	0,102113	0,103360
BAGFS	2019 / 2	0,107771	0,104827	0,102491
BAGFS	2020 / 2	0,107771	0,110911	0,100000

Tablo 6.17'nin devamı

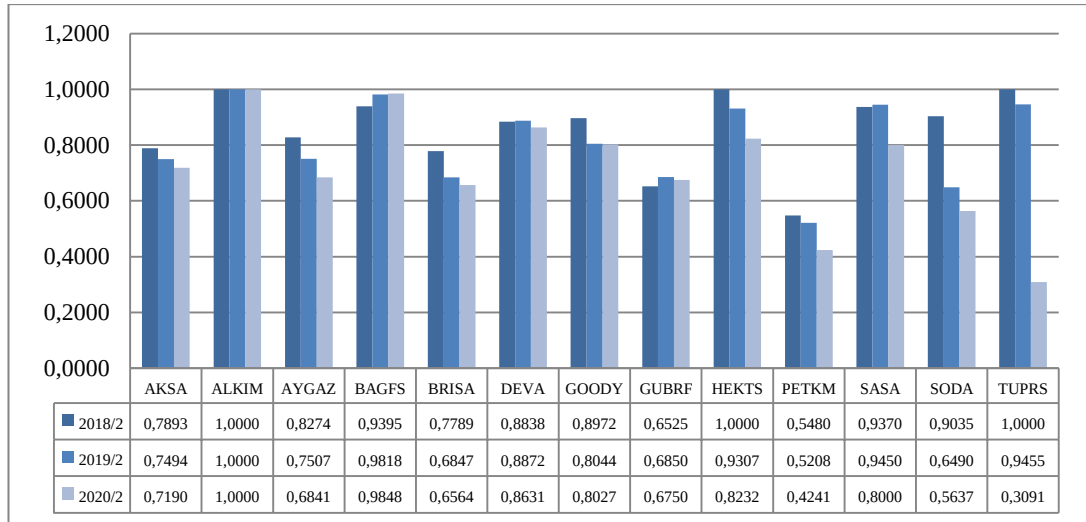
Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
BRISA	2018 / 2	0,207467	0,134279	0,236564
BRISA	2019 / 2	0,207467	0,152247	0,256811
BRISA	2020 / 2	0,207467	0,160456	0,252505
DEVA	2018 / 2	0,167186	0,117021	0,198705
DEVA	2019 / 2	0,167186	0,121676	0,222704
DEVA	2020 / 2	0,167186	0,135770	0,243562
GOODY	2018 / 2	0,194008	0,117076	0,151537
GOODY	2019 / 2	0,194008	0,129432	0,164350
GOODY	2020 / 2	0,194008	0,122909	0,179303
GUBRF	2018 / 2	0,218537	0,160199	0,293372
GUBRF	2019 / 2	0,218537	0,153603	0,298920
GUBRF	2020 / 2	0,218537	0,157454	0,372182
HEKTS	2018 / 2	0,119598	0,105228	0,104230
HEKTS	2019 / 2	0,119598	0,114298	0,114822
HEKTS	2020 / 2	0,177746	0,125049	0,128401
PETKM	2018 / 2	0,722927	0,290601	0,235749
PETKM	2019 / 2	0,900000	0,323941	0,259637
PETKM	2020 / 2	0,900000	0,368271	0,286476
SASA	2018 / 2	0,322405	0,127015	0,120112
SASA	2019 / 2	0,408642	0,134603	0,135392
SASA	2020 / 2	0,408642	0,141160	0,151883
SODA	2018 / 2	0,473798	0,148543	0,277774
SODA	2019 / 2	0,473798	0,189385	0,352336
SODA	2020 / 2	0,473798	0,226813	0,361896
TUPRS	2018 / 2	0,186503	0,688658	0,539945
TUPRS	2019 / 2	0,186503	0,900000	0,746515
TUPRS	2020 / 2	0,186503	0,836407	0,900000

Tablo 6.18: İmalat / Kimya, İlaç, Petrol, Lastik ve Plastik Ürünler Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
AKSA	2018 / 2	0,624108	0,533912	0,516243
AKSA	2019 / 2	0,631829	0,529111	0,530453
AKSA	2020 / 2	0,613110	0,517080	0,486616
ALKIM	2018 / 2	0,610946	0,474604	0,603535
ALKIM	2019 / 2	0,616204	0,480810	0,633022
ALKIM	2020 / 2	0,621304	0,488025	0,691699
AYGAZ	2018 / 2	0,645723	0,488967	0,504603
AYGAZ	2019 / 2	0,630523	0,490616	0,482727
AYGAZ	2020 / 2	0,564496	0,466897	0,412264

Tablo 6.18'in devamı

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
BAGFS	2018 / 2	0,586137	0,450807	0,100000
BAGFS	2019 / 2	0,609482	0,473401	0,526493
BAGFS	2020 / 2	0,595013	0,463364	0,380713
BRISA	2018 / 2	0,608087	0,496372	0,473517
BRISA	2019 / 2	0,606712	0,494710	0,467232
BRISA	2020 / 2	0,623455	0,499838	0,514291
DEVA	2018 / 2	0,616427	0,490863	0,582521
DEVA	2019 / 2	0,631903	0,511586	0,659363
DEVA	2020 / 2	0,662744	0,545245	0,778340
GOODY	2018 / 2	0,623607	0,498544	0,544969
GOODY	2019 / 2	0,609278	0,494114	0,477236
GOODY	2020 / 2	0,602733	0,468161	0,454996
GUBRF	2018 / 2	0,613958	0,496102	0,479711
GUBRF	2019 / 2	0,603784	0,499386	0,458073
GUBRF	2020 / 2	0,649280	0,495031	0,539354
HEKTS	2018 / 2	0,618742	0,486136	0,705642
HEKTS	2019 / 2	0,622658	0,501362	0,660882
HEKTS	2020 / 2	0,620015	0,487991	0,626933
PETKM	2018 / 2	0,703832	0,607907	0,571080
PETKM	2019 / 2	0,694893	0,636239	0,531058
PETKM	2020 / 2	0,631488	0,571697	0,484104
SASA	2018 / 2	0,659251	0,526093	0,738824
SASA	2019 / 2	0,707290	0,495257	0,852994
SASA	2020 / 2	0,644754	0,535982	0,563953
SODA	2018 / 2	0,740354	0,551542	0,900000
SODA	2019 / 2	0,741174	0,565846	0,783008
SODA	2020 / 2	0,755495	0,605728	0,782851
TUPRS	2018 / 2	0,900000	0,900000	0,499529
TUPRS	2019 / 2	0,712499	0,850951	0,468771
TUPRS	2020 / 2	0,100000	0,100000	0,364958



Şekil 6.4: İmalat / Kimya, İlaç, Petrol, Lastik ve Plastik Ürünler Sektörü Analiz Sonuçları

Sektördeki 2018/2. dönem etkin firmaları ALKIM, HEKTS, TUPRS'dır. ALKIM her üç dönemin etkinlik değeri yüksek olan firmasıdır. 2020/2.dönemde bir önceki döneme göre toplam 11 firmanın etkinlik değerlerinde düşüş olmuştur. Özellikle TUPRS'ın etkinlik değerinde agresif bir düşüş saptanmıştır.

Tablo 6.19: İmalat / Metal Eşya, Makine, Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
ARCLK	2018 / 2	675.728	16.368.709	2.870.484
ARCLK	2019 / 2	675.728	22.751.842	3.786.920
ARCLK	2020 / 2	675.728	25.233.483	4.015.972
EGEEN	2018 / 2	3.150	376.797	17.231
EGEEN	2019 / 2	3.150	611.340	35.499
EGEEN	2020 / 2	3.150	608.382	20.481
FROTO	2018 / 2	350.910	7.184.722	593.790
FROTO	2019 / 2	350.910	9.121.732	707.946
FROTO	2020 / 2	350.910	11.753.806	667.517
KARSN	2018 / 2	600.000	887.424	58.689
KARSN	2019 / 2	600.000	1.342.164	64.232
KARSN	2020 / 2	900.000	1.378.209	55.031
KLMSN	2018 / 2	33.000	655.995	37.668
KLMSN	2019 / 2	39.600	955.511	56.003
KLMSN	2020 / 2	39.600	1.164.251	56.148
OTKAR	2018 / 2	24.000	1.724.195	166.961
OTKAR	2019 / 2	24.000	2.375.810	283.599

Tablo 6.19'un devamı

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
OTKAR	2020 / 2	24.000	2.741.313	237.530
TOASO	2018 / 2	500.000	7.440.652	358.550
TOASO	2019 / 2	500.000	7.721.795	378.139
TOASO	2020 / 2	500.000	8.074.997	363.254
TMSN	2018 / 2	115.000	344.474	39.084
TMSN	2019 / 2	115.000	443.198	35.256
TMSN	2020 / 2	115.000	700.379	43.020
TTRAK	2018 / 2	53.369	2.151.692	167.992
TTRAK	2019 / 2	53.369	2.336.388	143.836
TTRAK	2020 / 2	53.369	2.027.574	168.340
VESTL	2018 / 2	335.456	9.451.324	1.122.800
VESTL	2019 / 2	335.456	9.313.716	1.193.077
VESTL	2020 / 2	335.456	10.699.461	1.304.707

Tablo 6.20: İmalat / Metal Eşya, Makine, Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
ARCLK	2018 / 2	322.177	1.111.365	0,0273168
ARCLK	2019 / 2	458.089	1.303.710	0,0298823
ARCLK	2020 / 2	668.008	1.485.262	0,042822
EGEEN	2018 / 2	113.356	101.594	0,4794829
EGEEN	2019 / 2	163.199	167.757	0,298186
EGEEN	2020 / 2	99.365	67.466	0,5085626
FROTO	2018 / 2	918.519	1.138.547	0,0593652
FROTO	2019 / 2	888.288	1.214.723	0,0482523
FROTO	2020 / 2	909.437	1.264.518	0,0602519
KARSN	2018 / 2	-19.906	111.504	-0,0242485
KARSN	2019 / 2	8.322	146.451	0,0087592
KARSN	2020 / 2	-7.480	195.387	-0,0106236
KLMSN	2018 / 2	3.884	48.880	0,0096356
KLMSN	2019 / 2	89.726	83.298	0,1489157
KLMSN	2020 / 2	4.295	32.195	0,0088868
OTKAR	2018 / 2	-78.719	-39.445	-0,1612569
OTKAR	2019 / 2	195.330	266.265	0,1521385
OTKAR	2020 / 2	172.317	221.242	0,1516544
TOASO	2018 / 2	692.974	650.861	0,0712283
TOASO	2019 / 2	733.203	829.195	0,077018
TOASO	2020 / 2	634.642	622.321	0,082462
TMSN	2018 / 2	-6.229	-4.522	-0,0278726
TMSN	2019 / 2	-18.078	-7.612	-0,1019427
TMSN	2020 / 2	-2.742	12.647	-0,0106727

Tablo 6.20'nin devamı

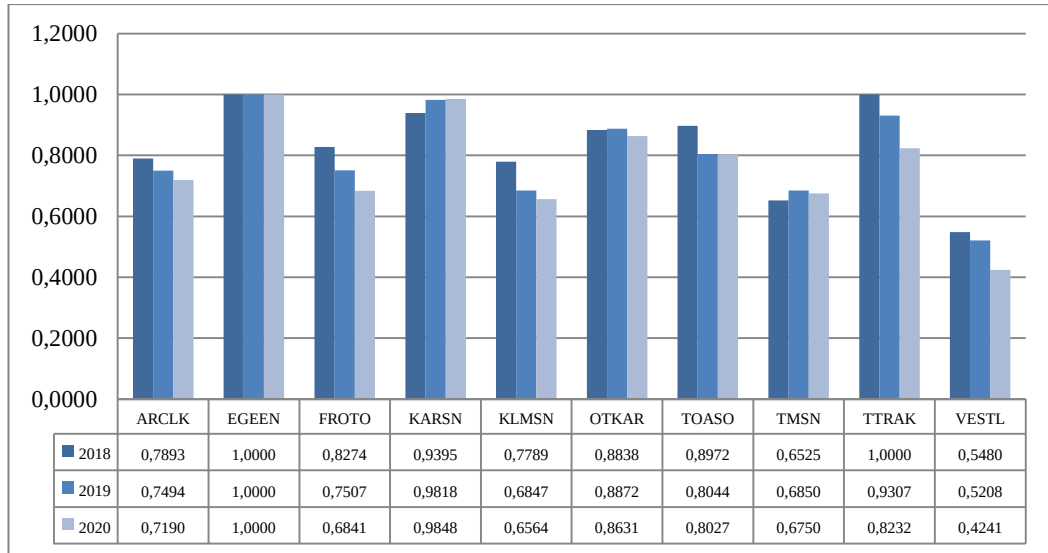
Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
TTRAK	2018 / 2	136.754	220.320	0,0643595
TTRAK	2019 / 2	21.358	119.945	0,012276
TTRAK	2020 / 2	160.561	220.202	0,0736992
VESTL	2018 / 2	109.819	91.587	0,0159291
VESTL	2019 / 2	50.935	531.856	0,0065085
VESTL	2020 / 2	626.138	455.985	0,0749453

Tablo 6.21: İmalat / Metal Eşya, Makine, Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
ARCLK	2018 / 2	0,699947	0,615062	0,670830
ARCLK	2019 / 2	0,699947	0,820233	0,854175
ARCLK	2020 / 2	0,699947	0,900000	0,900000
EGEEN	2018 / 2	0,100000	0,101039	0,100000
EGEEN	2019 / 2	0,100000	0,108578	0,103655
EGEEN	2020 / 2	0,100000	0,108483	0,100650
FROTO	2018 / 2	0,410206	0,319864	0,215348
FROTO	2019 / 2	0,410206	0,382125	0,238186
FROTO	2020 / 2	0,410206	0,466727	0,230098
KARSN	2018 / 2	0,632397	0,117452	0,108294
KARSN	2019 / 2	0,632397	0,132068	0,109403
KARSN	2020 / 2	0,900000	0,133227	0,107562
KLMSN	2018 / 2	0,126627	0,110013	0,104089
KLMSN	2019 / 2	0,132514	0,119640	0,107757
KLMSN	2020 / 2	0,132514	0,126350	0,107786
OTKAR	2018 / 2	0,118598	0,144348	0,129955
OTKAR	2019 / 2	0,118598	0,165293	0,153290
OTKAR	2020 / 2	0,118598	0,177041	0,144074
TOASO	2018 / 2	0,543196	0,328090	0,168285
TOASO	2019 / 2	0,543196	0,337127	0,172204
TOASO	2020 / 2	0,543196	0,348480	0,169226
TMSN	2018 / 2	0,199771	0,100000	0,104372
TMSN	2019 / 2	0,199771	0,103173	0,103606
TMSN	2020 / 2	0,199771	0,111440	0,105159
TTRAK	2018 / 2	0,144796	0,158089	0,130162
TTRAK	2019 / 2	0,144796	0,164025	0,125329
TTRAK	2020 / 2	0,144796	0,154099	0,130231
VESTL	2018 / 2	0,396421	0,392719	0,321183
VESTL	2019 / 2	0,396421	0,388296	0,335243
VESTL	2020 / 2	0,396421	0,432837	0,357576

Tablo 6.22: İmalat / Metal Eşya, Makine, Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
ARCLK	2018 / 2	0,421605	0,703820	0,325223
ARCLK	2019 / 2	0,530636	0,804741	0,328287
ARCLK	2020 / 2	0,699036	0,900000	0,343742
EGEEN	2018 / 2	0,254086	0,174002	0,865269
EGEEN	2019 / 2	0,294070	0,208717	0,648736
EGEEN	2020 / 2	0,242862	0,156095	0,900000
FROTO	2018 / 2	0,900000	0,718082	0,363500
FROTO	2019 / 2	0,875748	0,758051	0,350228
FROTO	2020 / 2	0,892714	0,784178	0,364559
KARSN	2018 / 2	0,147181	0,179202	0,263636
KARSN	2019 / 2	0,169826	0,197538	0,303059
KARSN	2020 / 2	0,157149	0,223214	0,279909
KLMSN	2018 / 2	0,166265	0,146343	0,304106
KLMSN	2019 / 2	0,235129	0,164402	0,470455
KLMSN	2020 / 2	0,166595	0,137589	0,303211
OTKAR	2018 / 2	0,100000	0,100000	0,100000
OTKAR	2019 / 2	0,319846	0,260403	0,474304
OTKAR	2020 / 2	0,301385	0,236780	0,473726
TOASO	2018 / 2	0,719064	0,462197	0,377669
TOASO	2019 / 2	0,751337	0,555768	0,384584
TOASO	2020 / 2	0,672269	0,447223	0,391086
TMSN	2018 / 2	0,158153	0,118324	0,259308
TMSN	2019 / 2	0,148647	0,116702	0,170842
TMSN	2020 / 2	0,160950	0,127332	0,279850
TTRAK	2018 / 2	0,272856	0,236296	0,369465
TTRAK	2019 / 2	0,180283	0,183630	0,307259
TTRAK	2020 / 2	0,291954	0,236234	0,380620
VESTL	2018 / 2	0,251248	0,168751	0,311622
VESTL	2019 / 2	0,204010	0,399756	0,300371
VESTL	2020 / 2	0,665447	0,359948	0,382108



Şekil 6.5: İmalat / Metal Eşya, Makine, Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektörü Analiz Sonuçları

Analiz sonucunda EGEEN her üç dönem için etkin firma olarak saptanmıştır. KARSN'nin etkinlik değerlerinde yükseliş seyri görülmektedir fakat diğer firmaların etkinlik değerlerinde düşüş söz konusudur. 2020/2.dönemde sekiz firmanın etkinlik değerinde bir önceki döneme göre düşüş yaşanmıştır.

Tablo 6.23: Taş, Toprağa Dayalı İmalat Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
AKCNS	2018 / 2	191.447	848.425	41.204
AKCNS	2019 / 2	191.447	822.436	55.739
AKCNS	2020 / 2	191.447	865.847	52.765
ANACM	2018 / 2	750.000	1.668.500	248.981
ANACM	2019 / 2	750.000	2.898.898	367.114
ANACM	2020 / 2	750.000	3.317.725	495.470
BUCIM	2018 / 2	105.815	569.453	50.939
BUCIM	2019 / 2	105.815	557.539	50.124
BUCIM	2020 / 2	180.000	740.512	49.087
CIMSA	2018 / 2	135.084	950.287	55.942
CIMSA	2019 / 2	135.084	1.097.884	72.982
CIMSA	2020 / 2	135.084	1.335.612	103.336
OYAKC	2018 / 2	109.524	187.801	14.545
OYAKC	2019 / 2	109.524	140.323	13.579
OYAKC	2020 / 2	1.159.793	1.522.647	102.824
TRKCM	2018 / 2	1.250.000	3.216.478	450.559
TRKCM	2019 / 2	1.250.000	5.475.715	684.287
TRKCM	2020 / 2	1.250.000	6.303.895	676.314

Tablo 6.24: Taş, Toprağa Dayalı İmalat Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri

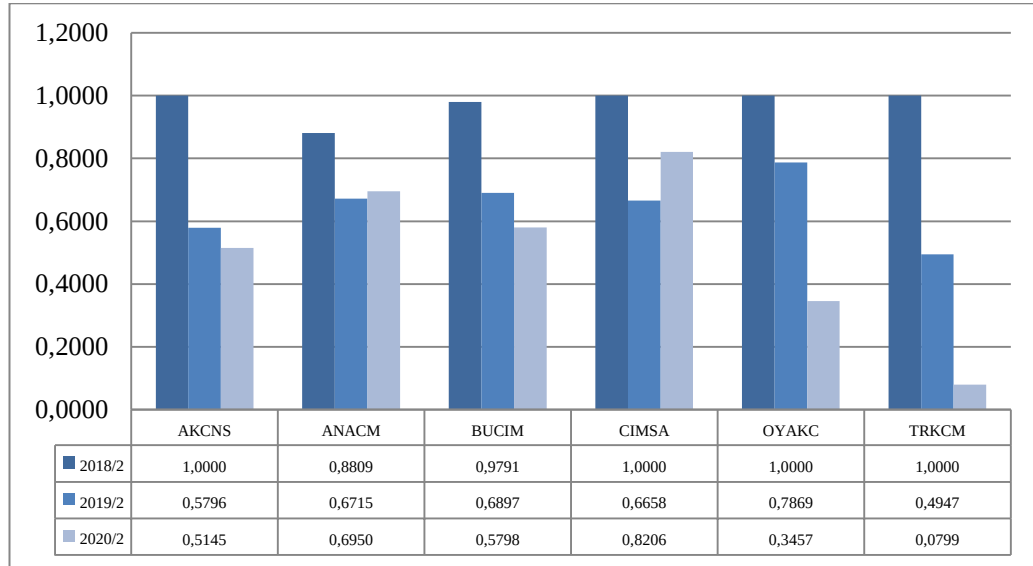
Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
AKCNS	2018 / 2	111.630	146.280	0,1313251
AKCNS	2019 / 2	24.975	54.888	0,0280502
AKCNS	2020 / 2	8.601	41.318	0,0102361
ANACM	2018 / 2	229.185	175.318	0,1658501
ANACM	2019 / 2	256.815	277.258	0,136083
ANACM	2020 / 2	239.258	412.032	0,0983512
BUCIM	2018 / 2	72.402	105.157	0,1266615
BUCIM	2019 / 2	33.546	31.687	0,0649633
BUCIM	2020 / 2	32.159	22.359	0,0685256
CIMSA	2018 / 2	122.366	193.570	0,143396
CIMSA	2019 / 2	9.647	94.388	0,0118796
CIMSA	2020 / 2	34.234	140.318	0,0352277
OYAKC	2018 / 2	19.901	17.115	0,2059292
OYAKC	2019 / 2	6.285	-5.632	0,0888189
OYAKC	2020 / 2	1.364	36.557	0,0012467
TRKCM	2018 / 2	522.544	464.123	0,2051897
TRKCM	2019 / 2	334.125	414.928	0,1023171
TRKCM	2020 / 2	7.964	-40.178	0,0029347

Tablo 6.25: Taş, Toprağa Dayalı İmalat Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
AKCNS	2018 / 2	0,159873	0,191908	0,132950
AKCNS	2019 / 2	0,159873	0,188535	0,150287
AKCNS	2020 / 2	0,159873	0,194169	0,146740
ANACM	2018 / 2	0,550406	0,298350	0,380780
ANACM	2019 / 2	0,550406	0,458049	0,521686
ANACM	2020 / 2	0,550406	0,512410	0,674785
BUCIM	2018 / 2	0,100000	0,155699	0,144562
BUCIM	2019 / 2	0,100000	0,154152	0,143590
BUCIM	2020 / 2	0,151869	0,177901	0,142353
CIMSA	2018 / 2	0,120465	0,205129	0,150529
CIMSA	2019 / 2	0,120465	0,224287	0,170854
CIMSA	2020 / 2	0,120465	0,255142	0,207059
OYAKC	2018 / 2	0,102593	0,106162	0,101152
OYAKC	2019 / 2	0,102593	0,100000	0,100000
OYAKC	2020 / 2	0,836928	0,279419	0,206449
TRKCM	2018 / 2	0,900000	0,499269	0,621216
TRKCM	2019 / 2	0,900000	0,792506	0,900000
TRKCM	2020 / 2	0,900000	0,900000	0,890490

Tablo 6.26: Taş, Toprağa Dayalı İmalat Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
AKCNS	2018 / 2	0,269256	0,395788	0,608410
AKCNS	2019 / 2	0,136242	0,250808	0,204762
AKCNS	2020 / 2	0,111109	0,229282	0,135135
ANACM	2018 / 2	0,449700	0,441853	0,743351
ANACM	2019 / 2	0,492112	0,603566	0,627007
ANACM	2020 / 2	0,465162	0,817365	0,479532
BUCIM	2018 / 2	0,209042	0,330553	0,590183
BUCIM	2019 / 2	0,149399	0,214003	0,349036
BUCIM	2020 / 2	0,147270	0,199206	0,362959
CIMSA	2018 / 2	0,285735	0,470807	0,655590
CIMSA	2019 / 2	0,112714	0,313469	0,141559
CIMSA	2020 / 2	0,150455	0,386331	0,232815
OYAKC	2018 / 2	0,128454	0,190887	0,900000
OYAKC	2019 / 2	0,107554	0,154802	0,442275
OYAKC	2020 / 2	0,100000	0,221729	0,100000
TRKCM	2018 / 2	0,900000	0,900000	0,897110
TRKCM	2019 / 2	0,610781	0,821959	0,495033
TRKCM	2020 / 2	0,110131	0,100000	0,106598



Şekil 6.6: Taş, Toprağa Dayalı İmalat Sektörü Analiz Sonuçları

2018/2.dönemi Taş, Toprağa Dayalı İmalat sektöründe bütün firmalar için en yüksek etkinlik değerlerinin tespit edildiği dönemdir. Bu dönemden sonra düşüş trendine giren etkinlik değerlerinde 2020/2.dönemde CIMSA VE ANACM için yükseliş görünse de diğer dört firmada düşüş devam etmiştir.

Tablo 6.27: Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
IPEKE	2018 / 2	191.447	848.425	41.204
IPEKE	2019 / 2	191.447	822.436	55.739
IPEKE	2020 / 2	191.447	865.847	52.765
KOZAL	2018 / 2	750.000	1.668.500	248.981
KOZAL	2019 / 2	750.000	2.898.898	367.114
KOZAL	2020 / 2	750.000	3.317.725	495.470
KOZAA	2018 / 2	105.815	569.453	50.939
KOZAA	2019 / 2	105.815	557.539	50.124
KOZAA	2020 / 2	180.000	740.512	49.087

Tablo 6.28: Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri

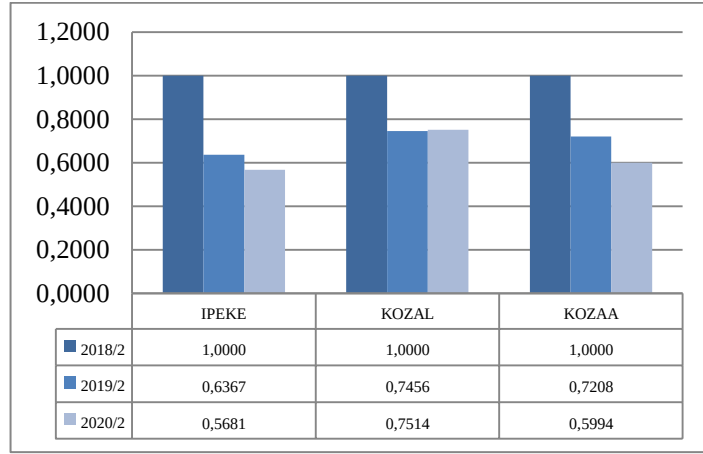
Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
IPEKE	2018 / 2	111.630	146.280	0,1313251
IPEKE	2019 / 2	24.975	54.888	0,0280502
IPEKE	2020 / 2	8.601	41.318	0,0102361
KOZAL	2018 / 2	229.185	175.318	0,1658501
KOZAL	2019 / 2	256.815	277.258	0,136083
KOZAL	2020 / 2	239.258	412.032	0,0983512
KOZAA	2018 / 2	72.402	105.157	0,1266615
KOZAA	2019 / 2	33.546	31.687	0,0649633
KOZAA	2020 / 2	32.159	22.359	0,0685256

Tablo 6.29: Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
IPEKE	2018 / 2	0,206345	0,184309	0,100000
IPEKE	2019 / 2	0,206345	0,176777	0,125597
IPEKE	2020 / 2	0,206345	0,189359	0,120360
KOZAL	2018 / 2	0,900000	0,421996	0,465912
KOZAL	2019 / 2	0,900000	0,778609	0,673954
KOZAL	2020 / 2	0,900000	0,900000	0,900000
KOZAA	2018 / 2	0,100000	0,103453	0,117144
KOZAA	2019 / 2	0,100000	0,100000	0,115709
KOZA	2020 / 2	0,192129	0,153032	0,113883

Tablo 6.30: Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
IPEKE	2018 / 2	0,432065	0,354410	0,722509
IPEKE	2019 / 2	0,152774	0,166782	0,191581
IPEKE	2020 / 2	0,100000	0,138923	0,100000
KOZAL	2018 / 2	0,810948	0,414025	0,900000
KOZAL	2019 / 2	0,900000	0,623309	0,746969
KOZAL	2020 / 2	0,843413	0,900000	0,552993
KOZAA	2018 / 2	0,305632	0,269985	0,698534
KOZAA	2019 / 2	0,180398	0,119150	0,381348
KOZAA	2020 / 2	0,175928	0,100000	0,399662



Şekil 6.7: Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü Analiz Sonuçları

Sektörde bulunan üç firma için de 2018/2.dönem en yüksek etkinliklerin tespit edildiği dönemdir. 2019/2.dönemde yaşanan etkinlik değerlerindeki düşüş trendi 2020/2.dönemde KOZAL dışında devam etmiştir.

Tablo 6.31: Teknoloji / Bilişim, Savunma Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
ASELS	2018 / 2	1.140.000	9.904.918	199.312
ASELS	2019 / 2	1.140.000	11.546.468	284.446
ASELS	2020 / 2	2.280.000	14.953.855	416.306
KAREL	2018 / 2	58.320	514.496	32.917
KAREL	2019 / 2	58.320	613.565	33.602
KAREL	2020 / 2	58.320	1.002.484	32.919

Tablo 6.31'in devamı

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
LOGO	2018 / 2	25.000	168.448	76.610
LOGO	2019 / 2	25.000	253.617	101.197
LOGO	2020 / 2	25.000	380.782	123.493
NETAS	2018 / 2	64.864	1.480.682	50.965
NETAS	2019 / 2	64.864	1.752.513	74.915
NETAS	2020 / 2	64.864	1.475.555	78.834

Tablo 6.32: Teknoloji / Bilişim, Savunma Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri

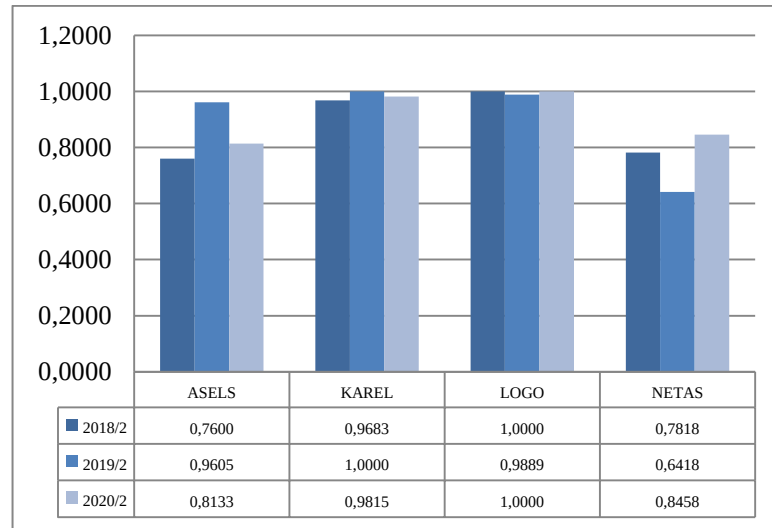
Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
ASELS	2018 / 2	941.806	1.033.821	0,2871556
ASELS	2019 / 2	1.335.324	1.235.643	0,2887552
ASELS	2020 / 2	1.847.971	2.259.313	0,353296
KAREL	2018 / 2	8.234	48.766	0,0265311
KAREL	2019 / 2	46.222	79.630	0,1173111
KAREL	2020 / 2	28.635	65.604	0,072483
LOGO	2018 / 2	34.914	36.776	0,2496978
LOGO	2019 / 2	36.702	39.587	0,2082478
LOGO	2020 / 2	51.128	54.785	0,2337323
NETAS	2018 / 2	-23.019	-52.463	-0,0564329
NETAS	2019 / 2	-92.202	-64.496	-0,163039
NETAS	2020 / 2	16.680	-26.252	0,0229361

Tablo 6.33: Teknoloji / Bilişim, Savunma Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
ASELS	2018 / 2	0,495565	0,626815	0,447209
ASELS	2019 / 2	0,495565	0,715635	0,624854
ASELS	2020 / 2	0,900000	0,900000	0,900000
KAREL	2018 / 2	0,111821	0,118724	0,100000
KAREL	2019 / 2	0,111821	0,124084	0,101429
KAREL	2020 / 2	0,111821	0,145128	0,100004
LOGO	2018 / 2	0,100000	0,100000	0,191172
LOGO	2019 / 2	0,100000	0,104608	0,242477
LOGO	2020 / 2	0,100000	0,111489	0,289001
NETAS	2018 / 2	0,114142	0,171002	0,137660
NETAS	2019 / 2	0,114142	0,185710	0,187635
NETAS	2020 / 2	0,114142	0,170724	0,195813

Tablo 6.34: Teknoloji / Bilişim, Savunma Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
ASELS	2018 / 2	0,526357	0,478109	0,797523
ASELS	2019 / 2	0,688618	0,547589	0,800002
ASELS	2020 / 2	0,900000	0,900000	0,900000
KAREL	2018 / 2	0,141413	0,138992	0,393716
KAREL	2019 / 2	0,157077	0,149617	0,534369
KAREL	2020 / 2	0,149825	0,144789	0,464914
LOGO	2018 / 2	0,152414	0,134864	0,739487
LOGO	2019 / 2	0,153152	0,135832	0,675265
LOGO	2020 / 2	0,159100	0,141064	0,714750
NETAS	2018 / 2	0,128527	0,104143	0,265174
NETAS	2019 / 2	0,100000	0,100000	0,100000
NETAS	2020 / 2	0,144896	0,113166	0,388146



Şekil 6.8: Teknoloji / Bilişim, Savunma Sektörü Analiz Sonuçları

LOGO, 2018/2 ve 2020/2.dönemlerinde sektörün en etkin firması olurken, 2019/2.dönem en etkin firması KAREL'dir. 2020/2.dönemde ASELS ve KAREL'in etkinlik değerlerinde düşüş olmuş, LOGO ve NETAS'ta yükseliş tespit edilmiştir.

Tablo 6.35: Toptan ve Perakende Ticaret, Lokantalar ve Oteller Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
BIMAS	2018 / 2	303.600	3.842.098	1.949.838
BIMAS	2019 / 2	303.600	4.890.021	2.364.293
BIMAS	2020 / 2	607.200	9.368.421	3.074.096
BİZİM	2018 / 2	60.000	606.248	132.423
BİZİM	2019 / 2	60.000	807.461	156.127
BİZİM	2020 / 2	60.000	922.982	196.675
DOAS	2018 / 2	220.000	4.301.649	380.621
DOAS	2019 / 2	220.000	3.000.512	368.112
DOAS	2020 / 2	220.000	3.361.124	336.362
MAVI	2018 / 2	49.657	814.668	436.119
MAVI	2019 / 2	49.657	1.199.986	500.817
MAVI	2020 / 2	49.657	1.628.717	493.579
MGROS	2018 / 2	178.030	3.623.014	2.054.739
MGROS	2019 / 2	181.054	5.039.043	2.328.817
MGROS	2020 / 2	181.054	6.340.928	2.948.511
SELEC	2018 / 2	621.000	5.764.599	314.281
SELEC	2019 / 2	621.000	6.660.858	378.652
SELEC	2020 / 2	621.000	7.694.002	431.423
SOKM	2018 / 2	611.928	1.337.883	1.149.072
SOKM	2019 / 2	611.928	1.602.258	1.353.308
SOKM	2020 / 2	611.928	2.612.644	1.723.205

Tablo 6.36: Toptan ve Perakende Ticaret, Lokantalar ve Oteller Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
BIMAS	2018 / 2	527.529	651.070	0,0357191
BIMAS	2019 / 2	562.296	997.373	0,0291788
BIMAS	2020 / 2	1.127.822	1.700.640	0,0423577
BİZİM	2018 / 2	5.749	8.762	0,0033348
BİZİM	2019 / 2	10.550	30.362	0,0049109
BİZİM	2020 / 2	11.203	35.743	0,0044705
DOAS	2018 / 2	137.531	301.954	0,0238382
DOAS	2019 / 2	-43.636	200.463	-0,0110012
DOAS	2020 / 2	230.403	404.475	0,0402335
MAVI	2018 / 2	52.782	122.430	0,0496783
MAVI	2019 / 2	31.593	160.510	0,0235748
MAVI	2020 / 2	-58.344	-43.126	-0,0630796

Tablo 6.36'nın devamı

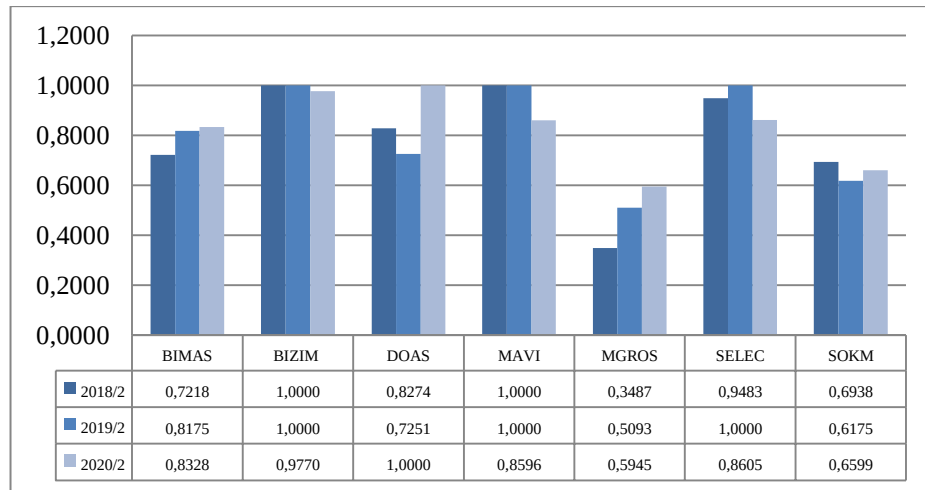
		Çıktı Değişkenleri		
Şirketler	Dönemler	Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
MGROS	2018 / 2	-531.492	128.981	-0,062799
MGROS	2019 / 2	-381.286	349.066	-0,0355319
MGROS	2020 / 2	-290.681	451.307	-0,0216723
SELEC	2018 / 2	230.596	306.254	0,0352255
SELEC	2019 / 2	454.672	559.328	0,053756
SELEC	2020 / 2	383.389	454.471	0,0374763
SOKM	2018 / 2	110.222	-43.860	0,0202115
SOKM	2019 / 2	-122.068	118.800	-0,0162429
SOKM	2020 / 2	55.600	341.517	0,0056086

Tablo 6.37: Toptan ve Perakende Ticaret, Lokantalar ve Oteller Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

		Girdi Değişkenleri		
Şirketler	Dönemler	Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
BIMAS	2018 / 2	0,455573	0,395438	0,594253
BIMAS	2019 / 2	0,455573	0,491115	0,706966
BIMAS	2020 / 2	0,880677	0,900000	0,900000
BİZİM	2018 / 2	0,114482	0,100000	0,100000
BİZİM	2019 / 2	0,114482	0,118371	0,106446
BİZİM	2020 / 2	0,114482	0,128918	0,117474
DOAS	2018 / 2	0,338516	0,437396	0,167498
DOAS	2019 / 2	0,338516	0,318600	0,164097
DOAS	2020 / 2	0,338516	0,351524	0,155462
MAVI	2018 / 2	0,100000	0,119029	0,182591
MAVI	2019 / 2	0,100000	0,154209	0,200186
MAVI	2020 / 2	0,100000	0,193353	0,198218
MGROS	2018 / 2	0,279749	0,375435	0,622782
MGROS	2019 / 2	0,283983	0,504721	0,697318
MGROS	2020 / 2	0,283983	0,623585	0,865847
SELEC	2018 / 2	0,900000	0,570965	0,149457
SELEC	2019 / 2	0,900000	0,652795	0,166963
SELEC	2020 / 2	0,900000	0,747123	0,181314
SOKM	2018 / 2	0,887297	0,166799	0,376482
SOKM	2019 / 2	0,887297	0,190937	0,432025
SOKM	2020 / 2	0,887297	0,283187	0,532620

Tablo 6.38: Toptan ve Perakende Ticaret, Lokantalar ve Oteller Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
BIMAS	2018 / 2	0,610583	0,418684	0,776498
BIMAS	2019 / 2	0,627345	0,577493	0,731714
BIMAS	2020 / 2	0,900000	0,900000	0,821954
BİZİM	2018 / 2	0,359018	0,124132	0,554755
BİZİM	2019 / 2	0,361333	0,134037	0,565547
BİZİM	2020 / 2	0,361648	0,136505	0,562531
DOAS	2018 / 2	0,422554	0,258585	0,695146
DOAS	2019 / 2	0,335209	0,212043	0,456593
DOAS	2020 / 2	0,467330	0,305599	0,807408
MAVI	2018 / 2	0,381694	0,176258	0,872079
MAVI	2019 / 2	0,371478	0,193721	0,693342
MAVI	2020 / 2	0,328117	0,100337	0,100000
MGROS	2018 / 2	0,100000	0,179262	0,101922
MGROS	2019 / 2	0,172418	0,280190	0,288626
MGROS	2020 / 2	0,216101	0,327076	0,383525
SELEC	2018 / 2	0,467423	0,260557	0,773118
SELEC	2019 / 2	0,575456	0,376612	0,900000
SELEC	2020 / 2	0,541089	0,328527	0,788529
SOKM	2018 / 2	0,409388	0,100000	0,670313
SOKM	2019 / 2	0,297394	0,174593	0,420702
SOKM	2020 / 2	0,383053	0,276728	0,570324



Şekil 6.9: Toptan ve Perakende Ticaret, Lokantalar ve Oteller Sektörü Analiz Sonuçları

Sektördeki 2018/2.dönem etkinlik değerleri yüksek firmalar BİZİM ve MAVI'dır. 2019/2.dönemde BİZİM ve MAVI etkin firma olma statülerini korurken

SELEC de bu dönemde etkin firma olmuştur. 2020/2.dönem etkin firması DOAS'tır. Bu dönemde BİZİM, MAVİ ve SELEC'in etkinlik değerlerinde düşüş olmuştur.

Tablo 6.39: Ulaştırma, Depolama ve Haberleşme Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
CLEBI	2018 / 2	24.300	415.796	76.863
CLEBI	2019 / 2	24.300	540.403	105.595
CLEBI	2020 / 2	24.300	873.434	100.056
PGSUS	2018 / 2	102.272	4.060.123	220.873
PGSUS	2019 / 2	102.299	5.843.199	284.694
PGSUS	2020 / 2	102.299	6.595.872	203.980
TCELL	2018 / 2	2.200.000	17.690.806	1.230.069
TCELL	2019 / 2	2.200.000	20.303.603	1.192.052
TCELL	2020 / 2	2.200.000	20.031.169	1.031.267
THYAO	2018 / 2	1.380.000	22.704.000	3.330.000
THYAO	2019 / 2	1.380.000	27.898.000	4.964.000
THYAO	2020 / 2	1.380.000	28.568.000	3.087.000
TTKOM	2018 / 2	3.500.000	11.149.374	2.103.150
TTKOM	2019 / 2	3.500.000	11.243.562	2.371.762
TTKOM	2020 / 2	3.500.000	13.739.241	2.677.548

Tablo 6.40: Ulaştırma, Depolama ve Haberleşme Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri

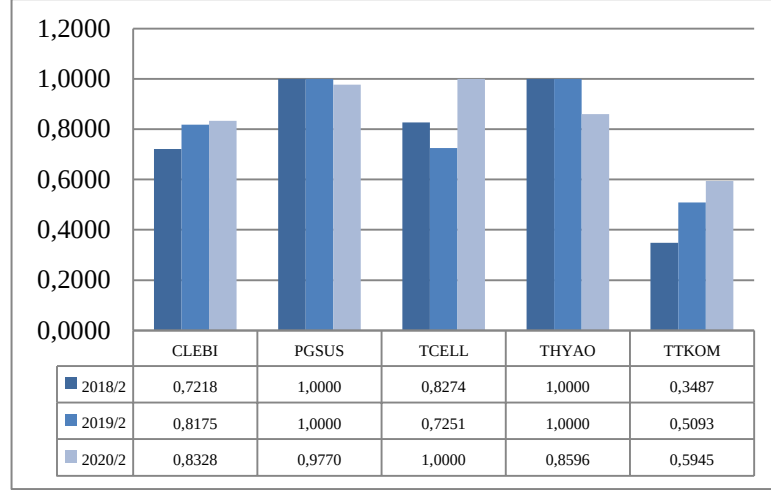
Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
CLEBI	2018 / 2	59.839	90.856	0,1105303
CLEBI	2019 / 2	31.559	133.190	0,0421471
CLEBI	2020 / 2	-150.704	19.249	-0,2307691
PGSUS	2018 / 2	-99.734	19.489	-0,0344814
PGSUS	2019 / 2	109.130	349.375	0,0248229
PGSUS	2020 / 2	-1.328.596	-1.024.157	-0,6546046
TCELL	2018 / 2	954.474	2.854.105	0,0967348
TCELL	2019 / 2	1.723.684	3.059.135	0,1452563
TCELL	2020 / 2	1.726.922	4.055.156	0,1271469
THYAO	2018 / 2	127.000	1.081.000	0,0052103
THYAO	2019 / 2	-1.120.000	-735.000	-0,0334169
THYAO	2020 / 2	-4.257.000	-2.812.000	-0,1979356
TTKOM	2018 / 2	-832.335	2.096.697	-0,0863712
TTKOM	2019 / 2	744.763	2.933.161	0,0667173
TTKOM	2020 / 2	1.641.173	3.381.983	0,1236561

Tablo 6.41: Ulaştırma, Depolama ve Haberleşme Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
CLEBI	2018 / 2	0,100000	0,100000	0,100000
CLEBI	2019 / 2	0,100000	0,103541	0,104703
CLEBI	2020 / 2	0,100000	0,113005	0,103797
PGSUS	2018 / 2	0,117947	0,203561	0,123574
PGSUS	2019 / 2	0,117953	0,254230	0,134021
PGSUS	2020 / 2	0,117953	0,275619	0,120808
TCELL	2018 / 2	0,600780	0,590903	0,288774
TCELL	2019 / 2	0,600780	0,665151	0,282551
TCELL	2020 / 2	0,600780	0,657409	0,256231
THYAO	2018 / 2	0,412041	0,733363	0,632522
THYAO	2019 / 2	0,412041	0,880961	0,900000
THYAO	2020 / 2	0,412041	0,900000	0,592744
TTKOM	2018 / 2	0,900000	0,405016	0,431693
TTKOM	2019 / 2	0,900000	0,407692	0,475664
TTKOM	2020 / 2	0,900000	0,478612	0,525719

Tablo 6.42: Ulaştırma, Depolama ve Haberleşme Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
CLEBI	2018 / 2	0,677125	0,438173	0,865268
CLEBI	2019 / 2	0,673344	0,443104	0,796873
CLEBI	2020 / 2	0,648977	0,429831	0,523909
PGSUS	2018 / 2	0,655791	0,429859	0,720231
PGSUS	2019 / 2	0,683715	0,468289	0,779546
PGSUS	2020 / 2	0,491503	0,308278	0,100000
TCELL	2018 / 2	0,796730	0,760082	0,851470
TCELL	2019 / 2	0,899567	0,783967	0,900000
TCELL	2020 / 2	0,900000	0,900000	0,881887
THYAO	2018 / 2	0,686104	0,553521	0,759930
THYAO	2019 / 2	0,519390	0,341963	0,721296
THYAO	2020 / 2	0,100000	0,100000	0,556748
TTKOM	2018 / 2	0,557849	0,671846	0,668332
TTKOM	2019 / 2	0,768694	0,769291	0,821447
TTKOM	2020 / 2	0,888536	0,821578	0,878396



Şekil 6.10: Ulaştırma, Depolama ve Haberleşme Sektörü Analiz Sonuçları

PGSUS ve THYAO 2018/2. ve 2019/2.dönemlerinde sektörün en etkin firmaları olmasına rağmen 2020/2.dönemde etkinlik oranları düşmüştür. CLEBI, TCELL ve TTKOM'un etkinlik oranlarında ise yükseliş söz konusudur.

Tablo 6.43: Mali Kuruluşlar / Bankalar Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
AKBNK	2018 / 2	4.000.000	190.102.691	1.092.535
AKBNK	2019 / 2	5.200.000	179730637	3.368.272
AKBNK	2020 / 2	5.200.000	241640231	3.898.435
ALBRK	2018 / 2	900.000	22.052.530	258.991
ALBRK	2019 / 2	900.000	17.326.798	565.642
ALBRK	2020 / 2	1.350.000	23.625.605	643.742
SKBNK	2018 / 2	1.158.000	21.293.980	221.033
SKBNK	2019 / 2	1.158.000	18.313.488	581.620
SKBNK	2020 / 2	1.158.000	18.637.349	607.595
GARAN	2018 / 2	4.200.000	204.447.712	1.718.108
GARAN	2019 / 2	4.200.000	195.462.892	4.889.235
GARAN	2020 / 2	4.200.000	246.056.895	5.636.036
HALKB	2018 / 2	1.250.000	224.391.339	1.258.636
HALKB	2019 / 2	1.250.000	270.752.519	3.796.950
HALKB	2020 / 2	2.473.776	433.335.404	4.165.411
ISCTR	2018 / 2	4.500.000	227.371.418	2.328.194
ISCTR	2019 / 2	4.500.000	228.827.421	8.419.582
ISCTR	2020 / 2	4.500.000	295.706.725	10.318.260
TSKB	2018 / 2	2.800.000	9.363.554	66.096
TSKB	2019 / 2	2.800.000	10.479.817	124.063
TSKB	2020 / 2	2.800.000	12.177.674	151.550

Tablo 6.43'ün devamı

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
VAKBN	2018 / 2	2.500.000	184.709.318	1.173.759
VAKBN	2019 / 2	2.500.000	216.489.994	4.159.271
VAKBN	2020 / 2	3.905.622	346.203.969	5.092.425
YKBNK	2018 / 2	8.447.051	188337039	1.380.612
YKBNK	2019 / 2	8.447.051	200770545	3.505.326
YKBNK	2020 / 2	8.447.051	216697504	4.097.331

Tablo 6.44: Mali Kuruluşlar / Bankalar Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
AKBNK	2018 / 2	3.279.582	4.161.812	0,1887892
AKBNK	2019 / 2	2.667.012	3.455.521	0,1225148
AKBNK	2020 / 2	2.885.312	3.860.808	0,1483517
ALBRK	2018 / 2	212.490	257.969	0,1411962
ALBRK	2019 / 2	66.320	75.325	0,0359098
ALBRK	2020 / 2	72.973	89.452	0,0403378
SKBNK	2018 / 2	70.709	79.932	0,0335536
SKBNK	2019 / 2	-280.436	-348.871	-0,1144923
SKBNK	2020 / 2	73.859	90.356	0,0408516
GARAN	2018 / 2	3.935.990	5.037.843	0,1987992
GARAN	2019 / 2	3.668.768	4.664.426	0,1397374
GARAN	2020 / 2	3.330.879	4.597.697	0,1496972
HALKB	2018 / 2	1.845.408	2.282.654	0,1124284
HALKB	2019 / 2	600.376	461.629	0,0237095
HALKB	2020 / 2	2.565.245	2.222.789	0,0979495
ISCTR	2018 / 2	3.731.566	3.956.671	0,1745118
ISCTR	2019 / 2	2.870.636	2.599.433	0,1023002
ISCTR	2020 / 2	3.545.441	4.136.019	0,136324
TSKB	2018 / 2	309.334	405.049	0,2391769
TSKB	2019 / 2	382.855	476.466	0,2085916
TSKB	2020 / 2	318.976	394.876	0,1938514
VAKBN	2018 / 2	2.256.880	2.802.773	0,1473929
VAKBN	2019 / 2	1.331.002	1.557.067	0,056889
VAKBN	2020 / 2	4.223.467	5.235.594	0,1794709
YKBNK	2018 / 2	2.471.291	3.119.492	0,1455373
YKBNK	2019 / 2	2.361.016	2.845.460	0,1017668
YKBNK	2020 / 2	2.460.857	3.097.538	0,1255202

Tablo 6.45: Mali Kuruluşlar / Bankalar Sektörü Girdi Değişkenleri
Normalizasyon Sonuçları

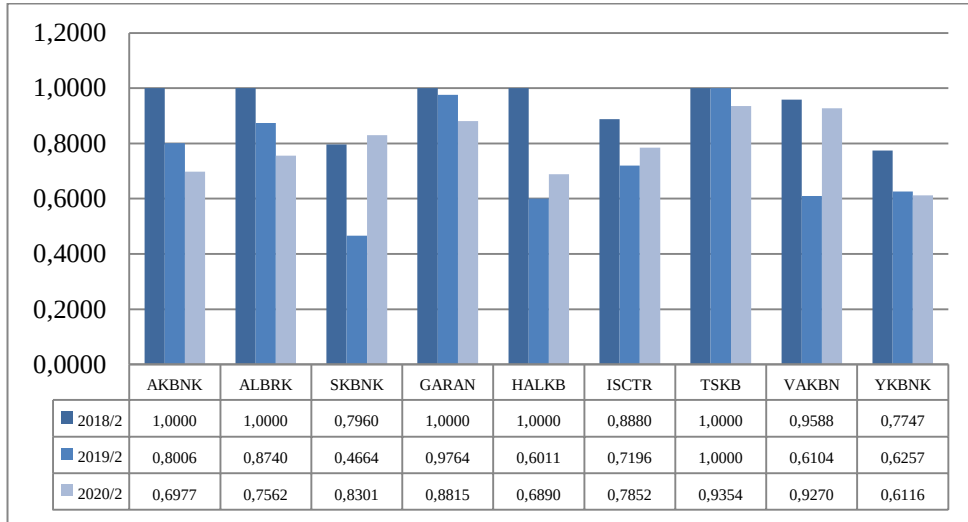
Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
AKBNK	2018 / 2	0,428605	0,441040	0,180095
AKBNK	2019 / 2	0,555807	0,421469	0,357676
AKBNK	2020 / 2	0,555807	0,538287	0,399046
ALBRK	2018 / 2	0,100000	0,123943	0,115052
ALBRK	2019 / 2	0,100000	0,115026	0,138981
ALBRK	2020 / 2	0,147701	0,126911	0,145075
SKBNK	2018 / 2	0,127348	0,122512	0,112090
SKBNK	2019 / 2	0,127348	0,116888	0,140228
SKBNK	2020 / 2	0,127348	0,117499	0,142254
GARAN	2018 / 2	0,449806	0,468108	0,228910
GARAN	2019 / 2	0,449806	0,451154	0,476361
GARAN	2020 / 2	0,449806	0,546621	0,534635
HALKB	2018 / 2	0,137101	0,505740	0,193057
HALKB	2019 / 2	0,137101	0,593219	0,391127
HALKB	2020 / 2	0,266823	0,900000	0,419879
ISCTR	2018 / 2	0,481606	0,511363	0,276517
ISCTR	2019 / 2	0,481606	0,514110	0,751842
ISCTR	2020 / 2	0,481606	0,640306	0,900000
TSKB	2018 / 2	0,301403	0,100000	0,100000
TSKB	2019 / 2	0,301403	0,102106	0,104523
TSKB	2020 / 2	0,301403	0,105310	0,106668
VAKBN	2018 / 2	0,269603	0,430863	0,186433
VAKBN	2019 / 2	0,269603	0,490831	0,419400
VAKBN	2020 / 2	0,418601	0,735590	0,492216
YKBNK	2018 / 2	0,900000	0,437708	0,202575
YKBNK	2019 / 2	0,900000	0,461169	0,368371
YKBNK	2020 / 2	0,900000	0,491222	0,414567

Tablo 6.46: Mali Kuruluşlar / Bankalar Sektörü Çıktı Değişkenleri
Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
AKBNK	2018 / 2	0,732344	0,746176	0,786023
AKBNK	2019 / 2	0,623537	0,644996	0,636110
AKBNK	2020 / 2	0,662312	0,703056	0,694553
ALBRK	2018 / 2	0,187555	0,186933	0,678368
ALBRK	2019 / 2	0,161592	0,160768	0,440210
ALBRK	2020 / 2	0,162774	0,162792	0,450226
SKBNK	2018 / 2	0,162372	0,161428	0,434880
SKBNK	2019 / 2	0,100000	0,100000	0,100000
SKBNK	2020 / 2	0,162931	0,162921	0,451388

Tablo 6.46'nın devamı

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
GARAN	2018 / 2	0,848937	0,871671	0,808666
GARAN	2019 / 2	0,801472	0,818178	0,675068
GARAN	2020 / 2	0,741455	0,808618	0,697597
HALKB	2018 / 2	0,477600	0,476978	0,613295
HALKB	2019 / 2	0,256453	0,216108	0,412613
HALKB	2020 / 2	0,605460	0,468402	0,580544
ISCTR	2018 / 2	0,812627	0,716788	0,753727
ISCTR	2019 / 2	0,659705	0,522358	0,590385
ISCTR	2020 / 2	0,779567	0,742481	0,667347
TSKB	2018 / 2	0,204757	0,208002	0,900000
TSKB	2019 / 2	0,217816	0,218233	0,830816
TSKB	2020 / 2	0,206470	0,206545	0,797473
VAKBN	2018 / 2	0,550688	0,551487	0,692384
VAKBN	2019 / 2	0,386230	0,373034	0,487665
VAKBN	2020 / 2	0,900000	0,900000	0,764945
YKBNK	2018 / 2	0,588772	0,596859	0,688187
YKBNK	2019 / 2	0,569185	0,557602	0,589178
YKBNK	2020 / 2	0,586919	0,593714	0,642908



Şekil 6.11: Mali Kuruluşlar / Bankalar Sektörü Analiz Sonuçları

2018/2.dönem en etkin bankaları AKBNK, ALBRK, GARAN, HALKB, TSKB' dir. 2019/2.dönem TSKB tekrar en etkin banka olurken 2020/2.dönem etkinlik değeri düşmüştür. 2020/2.dönemde bir önceki döneme göre beş bankanın etkinlik değerinde düşüş görülmüştür. 2020/2.dönem 2018/2.dönem kıyaslandığında toplam sekiz bankanın etkinlik değerinde azalma tespit edilmiştir.

Tablo 6.47: Mali Kuruluşlar / Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
ALGYO	2018 / 2	10.650	338.813	3.666
ALGYO	2019 / 2	10.650	578070	1.982
ALGYO	2020 / 2	10.650	147874	2.094
EKGYO	2018 / 2	3.800.000	20.492.200	133.210
EKGYO	2019 / 2	3.800.000	19.380.526	138.503
EKGYO	2020 / 2	3.800.000	21.210.887	136.674
HLGYO	2018 / 2	858.000	334.878	7.337
HLGYO	2019 / 2	928.000	199.173	9.873
HLGYO	2020 / 2	928.000	112.873	11.973
ISGYO	2018 / 2	958.750	992.512	26.598
ISGYO	2019 / 2	958.750	724.664	24.653
ISGYO	2020 / 2	958.750	658.853	21.444
OZKGY	2018 / 2	250.000	351.527	16.634
OZKGY	2019 / 2	364.000	951.496	25.916
OZKGY	2020 / 2	364.000	1.937.861	15.111
TRGYO	2018 / 2	1.000.000	2.580.045	26.242
TRGYO	2019 / 2	1.000.000	1.841.821	31.167
TRGYO	2020 / 2	1.000.000	1.665.449	35.818

Tablo 6.48: Mali Kuruluşlar / Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri

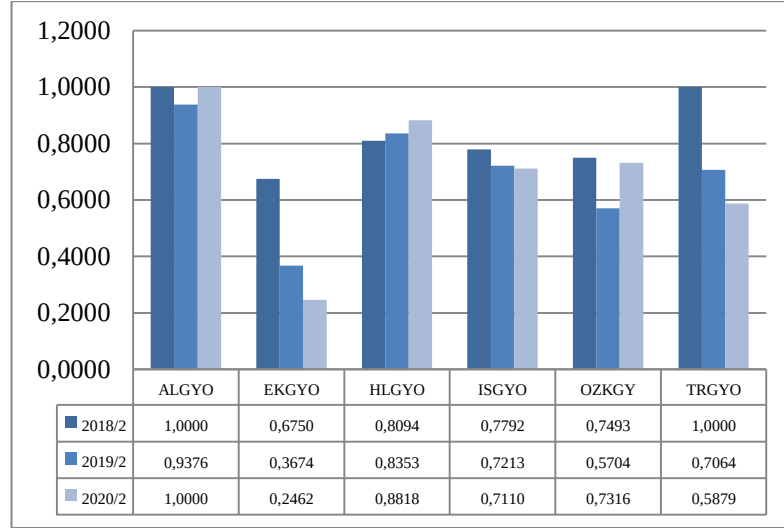
Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
ALGYO	2018 / 2	115.816	115.652	13,315245
ALGYO	2019 / 2	69.129	69.260	6,4037981
ALGYO	2020 / 2	106.700	107.795	11,199748
EKGYO	2018 / 2	1.130.805	1.359.109	0,4907833
EKGYO	2019 / 2	356.259	680.830	0,1125651
EKGYO	2020 / 2	257.232	410.969	0,1899465
HLGYO	2018 / 2	33.201	40.906	0,3281412
HLGYO	2019 / 2	25.133	28.586	0,5826456
HLGYO	2020 / 2	35.531	38.408	0,3650645
ISGYO	2018 / 2	95.105	124.035	0,1268633
ISGYO	2019 / 2	-18.540	100.118	-0,0745965
ISGYO	2020 / 2	-11.907	83.713	-0,054139
OZKGY	2018 / 2	500	56.202	0,0071805
OZKGY	2019 / 2	-34.867	34.758	-0,4395683
OZKGY	2020 / 2	123.044	180.140	0,2663388
TRGYO	2018 / 2	-68.120	593.992	-0,0512994
TRGYO	2019 / 2	-197.317	297.098	-0,4539958
TRGYO	2020 / 2	-267.207	208.412	-0,5929434

Tablo 6.49: Mali Kuruluşlar / Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
ALGYO	2018 / 2	0,100000	0,108567	0,109868
ALGYO	2019 / 2	0,100000	0,117639	0,100000
ALGYO	2020 / 2	0,100000	0,101327	0,100656
EKGYO	2018 / 2	0,900000	0,872749	0,868984
EKGYO	2019 / 2	0,900000	0,830596	0,900000
EKGYO	2020 / 2	0,900000	0,900000	0,889282
HLGYO	2018 / 2	0,278891	0,108418	0,131380
HLGYO	2019 / 2	0,293669	0,103272	0,146241
HLGYO	2020 / 2	0,293669	0,100000	0,158546
ISGYO	2018 / 2	0,300161	0,133354	0,244247
ISGYO	2019 / 2	0,300161	0,123198	0,232850
ISGYO	2020 / 2	0,300161	0,120703	0,214045
OZKGY	2018 / 2	0,150531	0,109049	0,185859
OZKGY	2019 / 2	0,174599	0,131799	0,240251
OZKGY	2020 / 2	0,174599	0,169200	0,176935
TRGYO	2018 / 2	0,308870	0,193551	0,242161
TRGYO	2019 / 2	0,308870	0,165559	0,271021
TRGYO	2020 / 2	0,308870	0,158871	0,298276

Tablo 6.50: Mali Kuruluşlar / Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
ALGYO	2018 / 2	0,319182	0,152350	0,900000
ALGYO	2019 / 2	0,292465	0,124456	0,502453
ALGYO	2020 / 2	0,313965	0,147626	0,778316
EKGYO	2018 / 2	0,900000	0,900000	0,162336
EKGYO	2019 / 2	0,456773	0,492173	0,140581
EKGYO	2020 / 2	0,400106	0,329914	0,145032
HLGYO	2018 / 2	0,271906	0,107408	0,152981
HLGYO	2019 / 2	0,267289	0,100000	0,167620
HLGYO	2020 / 2	0,273239	0,105906	0,155105
ISGYO	2018 / 2	0,307330	0,157390	0,141403
ISGYO	2019 / 2	0,242297	0,143010	0,129815
ISGYO	2020 / 2	0,246093	0,133146	0,130992
OZKGY	2018 / 2	0,253193	0,116605	0,134519
OZKGY	2019 / 2	0,232955	0,103711	0,108822
OZKGY	2020 / 2	0,323318	0,191124	0,149426
TRGYO	2018 / 2	0,213926	0,439960	0,131155
TRGYO	2019 / 2	0,139994	0,261447	0,107992
TRGYO	2020 / 2	0,100000	0,208123	0,100000



Şekil 6.12: Mali Kuruluşlar / Gayrimenkul Yatırım Ortaklıkları Sektörü Analiz Sonuçları

2018/2.dönemde ALGYO ve TRGYO sektördeki en etkin firma olmuşlardır. ALGYO’nun etkinlik değerinin 2019/2.dönemde düşmesine rağmen 2020/2.dönemde tekrar en etkin firma olmuştur. HLGYO etkinlik değerinin yükseliş trendine karşılık EKGYO düşüş trendi yaşamıştır.

Tablo 6.51: Mali Kuruluşlar / Holdingler ve Yatırım Şirketleri Sektörü Girdi Değişkenleri Verileri

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
AGHOL	2018 / 2	243.535	16.217.232	2.793.480
AGHOL	2019 / 2	243.535	20923974	4.158.943
AGHOL	2020 / 2	243.535	24303723	6.466.199
ALARK	2018 / 2	223.467	1.211.992	52.696
ALARK	2019 / 2	435.000	1.377.868	64.816
ALARK	2020 / 2	435.000	942.225	56.189
DOHOL	2018 / 2	2.616.938	8.362.770	280.534
DOHOL	2019 / 2	2.616.938	7.386.777	329.990
DOHOL	2020 / 2	2.616.938	7.143.135	326.230
ECILC	2018 / 2	685.260	860.364	97.809
ECILC	2019 / 2	685.260	912.312	90.670
ECILC	2020 / 2	685.260	1.203.730	91.199
GSDHO	2018 / 2	450.000	1.357.857	23.594
GSDHO	2019 / 2	450.000	1.408.800	21.929
GSDHO	2020 / 2	450.000	1.126.070	30.133
SAHOL	2018 / 2	2.040.404	185.176.732	4.263.338
SAHOL	2019 / 2	2.040.404	208.578.468	4.857.852
SAHOL	2020 / 2	2.040.404	249.770.316	5.579.435

Tablo 6.51'in devamı

		Girdi Değişkenleri		
Şirketler	Dönemler	Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
KCHOL	2018 / 2	2.535.898	60.660.366	4.845.524
KCHOL	2019 / 2	2.535.898	83.409.100	6.531.273
KCHOL	2020 / 2	2.535.898	310.164.894	9.731.729
NTHOL	2018 / 2	563.875	618.554	73.646
NTHOL	2019 / 2	563.875	608.991	83.131
NTHOL	2020 / 2	563.875	707.291	58.227
TAVHL	2018 / 2	363.281	4.291.430	446.590
TAVHL	2019 / 2	363.281	5.579.776	522.012
TAVHL	2020 / 2	363.281	8.846.984	502.681
TKFEN	2018 / 2	370.000	8.039.588	244.477
TKFEN	2019 / 2	370.000	8.944.033	386.429
TKFEN	2020 / 2	370.000	7.924.878	410.673
SISE	2018 / 2	2.250.000	9.361.244	1.237.230
SISE	2019 / 2	2.250.000	15.529.401	1.666.612
SISE	2020 / 2	2.250.000	18.613.017	1.763.511

Tablo 6.52: Mali Kuruluşlar / Holdingler ve Yatırım Şirketleri Sektörü Çıktı Değişkenleri Verileri

		Çıktı Değişkenleri		
Şirketler	Dönemler	Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
AGHOL	2018 / 2	-537.273	505.808	-0,0506503
AGHOL	2019 / 2	-301.415	916.576	-0,017023
AGHOL	2020 / 2	-379.390	1.269.314	-0,0137482
ALARK	2018 / 2	-111.428	151.636	-0,2643581
ALARK	2019 / 2	120.043	233.572	0,1533375
ALARK	2020 / 2	163.229	228.781	0,332049
DOHOL	2018 / 2	3.487.414	354.673	0,671778
DOHOL	2019 / 2	429.103	666.011	0,0688912
DOHOL	2020 / 2	562.331	589.922	0,1260968
ECILC	2018 / 2	173.673	112.101	0,482673
ECILC	2019 / 2	101.335	116.577	0,2522384
ECILC	2020 / 2	187.900	143.776	0,431956
GSDHO	2018 / 2	141.753	42.259	1,1541994
GSDHO	2019 / 2	100.937	58.485	0,7243728
GSDHO	2020 / 2	1.536	18.749	0,0140717
SAHOL	2018 / 2	4.264.069	4.920.472	0,1744279
SAHOL	2019 / 2	3.541.212	4.903.395	0,1165938
SAHOL	2020 / 2	4.047.577	5.495.178	0,1472396

Tablo 6.52'nin devamı

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
KCHOL	2018 / 2	3.669.404	4.993.882	0,0634183
KCHOL	2019 / 2	3.012.309	5.395.156	0,0402987
KCHOL	2020 / 2	4.595.049	4.593.186	0,0621232
NTHOL	2018 / 2	-124.455	29.551	-0,3995999
NTHOL	2019 / 2	-75.874	57.479	-0,1911516
NTHOL	2020 / 2	-235.600	-73.766	-1,2040435
TAVHL	2018 / 2	471.397	918.686	0,1750683
TAVHL	2019 / 2	398.157	564.329	0,184816
TAVHL	2020 / 2	-1.066.176	-176.672	-1,0535607
TKFEN	2018 / 2	520.392	384.369	0,1019875
TKFEN	2019 / 2	1.179.361	1.283.489	0,141991
TKFEN	2020 / 2	141.422	68.188	0,0248967
SISE	2018 / 2	1.569.447	1.223.658	0,2314231
SISE	2019 / 2	1.349.254	1.359.588	0,1565737
SISE	2020 / 2	862.481	1.092.749	0,0976288

Tablo 6.53: Mali Kuruluşlar / Holdingler ve Yatırım Şirketleri Sektörü Girdi Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
AGHOL	2018 / 2	0,106708	0,140337	0,328351
AGHOL	2019 / 2	0,106708	0,152501	0,440853
AGHOL	2020 / 2	0,106708	0,161235	0,630950
ALARK	2018 / 2	0,100000	0,101558	0,102535
ALARK	2019 / 2	0,170703	0,101987	0,103534
ALARK	2020 / 2	0,170703	0,100861	0,102823
DOHOL	2018 / 2	0,900000	0,120038	0,121307
DOHOL	2019 / 2	0,900000	0,117516	0,125381
DOHOL	2020 / 2	0,900000	0,116886	0,125072
ECILC	2018 / 2	0,254351	0,100650	0,106252
ECILC	2019 / 2	0,254351	0,100784	0,105664
ECILC	2020 / 2	0,254351	0,101537	0,105707
GSDHO	2018 / 2	0,175717	0,101935	0,100137
GSDHO	2019 / 2	0,175717	0,102067	0,100000
GSDHO	2020 / 2	0,175717	0,101336	0,100676
SAHOL	2018 / 2	0,707298	0,576987	0,449454
SAHOL	2019 / 2	0,707298	0,637465	0,498436
SAHOL	2020 / 2	0,707298	0,743919	0,557888
KCHOL	2018 / 2	0,872913	0,255194	0,497421
KCHOL	2019 / 2	0,872913	0,313984	0,636311
KCHOL	2020 / 2	0,872913	0,900000	0,900000

Tablo 6.53'ün devamı

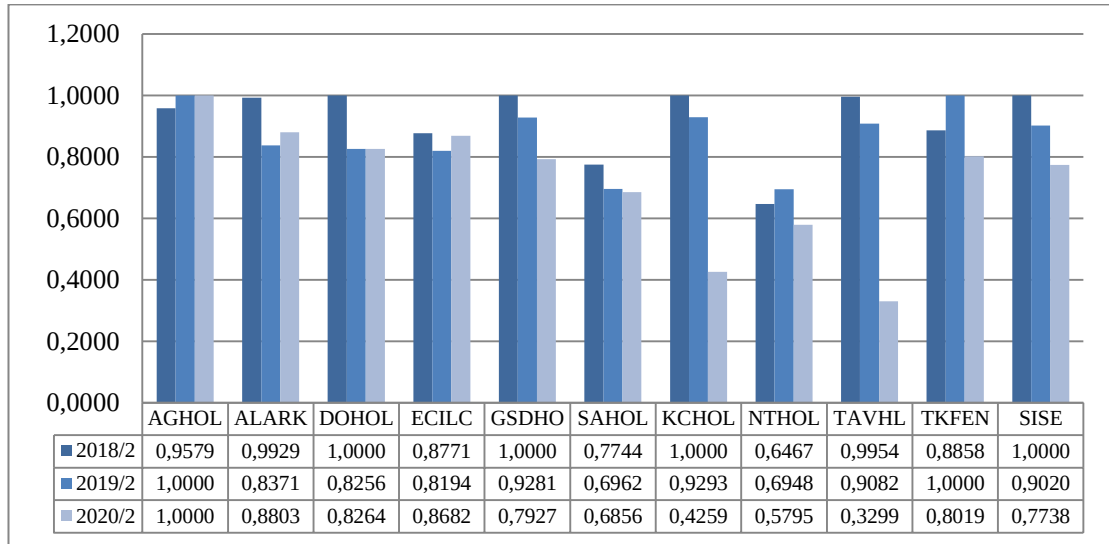
Şirketler	Dönemler	Girdi Değişkenleri		
		Ödenmiş Sermaye	Brüt Çalışma Sermayesi	Faaliyet Giderleri
NTHOL	2018 / 2	0,213779	0,100025	0,104261
NTHOL	2019 / 2	0,213779	0,100000	0,105042
NTHOL	2020 / 2	0,213779	0,100254	0,102991
TAVHL	2018 / 2	0,146732	0,109517	0,134988
TAVHL	2019 / 2	0,146732	0,112846	0,141202
TAVHL	2020 / 2	0,146732	0,121290	0,139610
TKFEN	2018 / 2	0,148978	0,119203	0,118336
TKFEN	2019 / 2	0,148978	0,121541	0,130032
TKFEN	2020 / 2	0,148978	0,118907	0,132029
SISE	2018 / 2	0,777354	0,122619	0,200130
SISE	2019 / 2	0,777354	0,138560	0,235507
SISE	2020 / 2	0,777354	0,146529	0,243491

Tablo 6.54: Mali Kuruluşlar / Holdingler ve Yatırım Şirketleri Sektörü Çıktı Değişkenleri Normalizasyon Sonuçları

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
AGHOL	2018 / 2	0,174740	0,196262	0,491272
AGHOL	2019 / 2	0,208070	0,254200	0,502680
AGHOL	2020 / 2	0,197051	0,303953	0,503791
ALARK	2018 / 2	0,234918	0,146307	0,418775
ALARK	2019 / 2	0,267627	0,157864	0,560472
ALARK	2020 / 2	0,273730	0,157188	0,621097
DOHOL	2018 / 2	0,743478	0,174945	0,736345
DOHOL	2019 / 2	0,311301	0,218858	0,531825
DOHOL	2020 / 2	0,330128	0,208126	0,551231
ECILC	2018 / 2	0,275206	0,140731	0,672194
ECILC	2019 / 2	0,264984	0,141362	0,594023
ECILC	2020 / 2	0,277216	0,145198	0,654989
GSDHO	2018 / 2	0,270695	0,130880	0,900000
GSDHO	2019 / 2	0,264927	0,133168	0,754187
GSDHO	2020 / 2	0,250881	0,127564	0,513228
SAHOL	2018 / 2	0,853228	0,818939	0,567627
SAHOL	2019 / 2	0,751080	0,816531	0,548007
SAHOL	2020 / 2	0,822636	0,900000	0,558403
KCHOL	2018 / 2	0,769195	0,829293	0,529968
KCHOL	2019 / 2	0,676340	0,885892	0,522125
KCHOL	2020 / 2	0,900000	0,772776	0,529529
NTHOL	2018 / 2	0,233077	0,129087	0,372896
NTHOL	2019 / 2	0,239942	0,133026	0,443609
NTHOL	2020 / 2	0,217370	0,114515	0,100000

Tablo 6.54'ün devamı

Şirketler	Dönemler	Çıktı Değişkenleri		
		Dönem Net Kârı	Faaliyet Kârı	Net Kâr Marjı
TAVHL	2018 / 2	0,317278	0,254497	0,567844
TAVHL	2019 / 2	0,306928	0,204516	0,571151
TAVHL	2020 / 2	0,100000	0,100000	0,151049
TKFEN	2018 / 2	0,324201	0,179133	0,543052
TKFEN	2019 / 2	0,417322	0,305952	0,556623
TKFEN	2020 / 2	0,270648	0,134537	0,516900
SISE	2018 / 2	0,472446	0,297513	0,586961
SISE	2019 / 2	0,441330	0,316686	0,561570
SISE	2020 / 2	0,372543	0,279049	0,541574



Şekil 6.13: Mali Kuruluşlar / Holdingler ve Yatırım Şirketleri Sektörü Analiz Sonuçları

DOHOL, GSDHO, KCHOL, SISE 2018/2.dönemin, AGHOL, TKFEN 2019/2.dönemin, AGHOL 2020/2.dönemin sektördeki etkin firmalarıdır. 2020/2.dönemde bir önceki döneme göre yedi firmanın etkinlik değerlerinde azalma olurken, 2018/2.dönem ile kıyaslandığında on firmanın etkinlik değerlerinde düşüş olduğu görülmektedir.

7. SONUÇ, KISITLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada BIST100 endeksinde işlem gören işletmeler sektörel bazda incelenmiştir. Toplam 13 sektörde 87 işletme analize tabi tutulmuştur. Pandemi döneminde işletmeler girdi kullanımı ve çıktı üretimi açısından diğer dönemlere göre farklı özellikler gösterdikleri için çalışmada pandemi öncesi dönemler ve pandemi dönemi ayrı birer KVB olarak ele alınmıştır. İnsan sağlığı ve sosyal hizmetler, sigorta şirketleri, tekstil giyim eşyası ve deri, inşaat ve bayındırlık işleri, girişim sermayesi yatırım ortaklıkları, finansal kiralama ve faktoring şirketleri, aracı kurumlar KVB sayısının yeterli olmamasından dolayı kapsam dışı bırakılmışlardır.

Pandemi döneminde işletmelerin kaynaklarını daha etkin kullanmaları gerekmiştir. Bu dönemde işletmeler maliyet odaklı çalışmışlar, girdi maliyetlerini düşürmek daha önemli hale gelmiştir. Kısıtlı kaynakların ön plana çıktığı ve bu kaynakların etkin kullanılması gereken bir dönem yaşanmaktadır. Bundan dolayı çalışmada işletmelerin 2018, 2019 ve 2020/2.dönem göreceli etkinlik değerleri ölçeğe göre sabit getiri yaklaşımına dayanan girdi odaklı VZA yöntemine göre tespit edilmiştir.

2020 yılı Covid-19 salgını gölgesinde geçmiştir. Salgının önlenmesi amacı ile alınan tedbirler bütün hayatımızı etkisi altına almıştır. Bu süreç yaşam tarzımızı, alışkanlıklarımızı, tüketim eğilimlerimizi, önceliklerimizi, gereksinimlerimizi değiştirmiştir. Bu dönemde önceliğimiz sağlığımız ve salgından korunmak olmuştur. Bu sürecin işletmeler üzerindeki etkisini tespit etmek için yaptığımız çalışmada bazı sektörlerin ve firmaların etkinlik oranlarında belirgin farklılıklar tespit edilmiştir. 2020/02.döneminde bir önceki döneme göre 87 işletmeden 56'sının etkinlik oranlarında azalma tespit edilmiştir. 2020/2.dönem 2018/2.dönem ile kıyaslandığında 61 işletmenin yani işletmelerin %70'inin etkinlik oranlarında düşüş olduğu görülmektedir. Ana Metal Sanayi sektöründe yer alan bütün işletmelerin etkinlik oranlarının düştüğü saptanmıştır. Ulaşım firmaları olan PGSUS VE THYAO da alınan önlemlerden (seyahat kısıtlaması) etkilenen işletmelerdendir. Ayrıca etkinlik oranında agresif azalma tespit edilen firmalar; OYAKC, TUPRS, KRDM, KCHOL ve TAVHL'dir. BIMAS ve MGROS'un etkinlik oranlarında tespit edilen yükseliş, dayanıksız tüketim mallarının bu dönemde daha fazla rağbet gördüğünü desteklemektedir. Aynı şekilde TTKOM ve TCELL firmalarının etkinlik

oranlarındaki yükseliş, sosyal hayatın izole edilmesinin iletişim ihtiyacını beraberinde getirmesi düşüncesi doğrultusundadır.

Literatüre bakıldığında pandemi koşullarının BIST üzerinde olumsuz etkileri tespit edilmiştir. Gerek endeks fiyat çalışmalarında gerekse hisse hacim çalışmalarında ortaya çıkan bulgular çalışmayı destekler niteliktedir. Temur (2021) çalışması sonucunda, Covid-19 salgınının finansal belirsizliklere sebep olarak BIST100 endeksinde kısa dönemde düşüşlere yol açtığı fakat 2000-2001 ve 2007-2008 finansal krizleri ile kıyaslandığında bu etkinin çok daha kısa ve az olduğu, incelenen endeks üzerindeki en ağır etkilerin 2000-2001 finansal krizlerinde yaşandığı bulgularına ulaşmıştır.

Analiz sonucunda şirketlerin etkinlik oranlarının farklı dönemlerdeki kişisel ihtiyaçlar ve davranışlar ile bağlantılı olduğu, bu dönemlerde değişen önceliklerin ve tüketimlerin bu oranları da değiştirdiği görülmektedir. Pandemi gibi kritik dönemler ve koşullarda değişen davranış tarzlarının şirket etkinliklerine yansımalarının tespiti, işletmeler açısından önemlidir. Bu bakımdan çalışmanın literatüre ve taraflara katkı sağlaması hedeflenmektedir.

Çalışmada ulaşılan sonuçlar kullanılan girdi ve çıktı veri seti ile sınırlıdır. Farklı girdi ve çıktı veri setlerinin kullanılması sonuçları değiştirebilir. Ayrıca ölçeğe göre sabit getiri temeline dayalı girdi odaklı VZA yerine başka bir analiz tekniği kullanılması sonuçları farklılaştırabilir.

Gelecek araştırmalarda Covid-19 salgınının etkisini tespit etmek amacıyla BIST100’de yer alan işletmelerin, farklı girdi ve çıktı değişkenleri kullanılarak, pandemi dönemi sonrası çalışmaya dahil edilerek, göreceli etkinlik oranları saptanabilir ve karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

- Abacıoğlu S., Ünal İ.H., (2017), “Veri Zarflama ve Sıralı Lojistik Regresyon Analizi İle Şirketlerin Etkinliklerinin Belirlenmesi: Dokuma, Giyim Eşyası Ve Deri Sektörü Üzerine Bir Uygulama”, *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 4 (12), 1-19.
- Ağ A., (2019), “BİST’te İşlem Gören Sigorta Şirketlerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Finansal Performanslarının Analizi”, *BMIJ*, 7 (5), 2656-2668.
- Ağ A., Kuloğlu E., (2020), “İşletmelerin Finansal Performansının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Tespit Edilmesi: Borsa İstanbul’da İşlem Gören Enerji İşletmelerine Yönelik Bir Uygulama”, *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16 (29) , 3756-3772 .
- Aktaş E., (2014), “Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Hizmet, İnşaat ve İmalat Sektörlerinin Performanslarının İncelenmesi”, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi.
- Arnade C.A., (1994), “Using Data Envelopment Analysis to Measure International Agricultural Efficiency and Productivity”, *United States Department of Agriculture, Economic Research Service, Technical Bulletin*, 1831, 1-30.
- Arslan A., (2002), “Kamu Harcamalarında Verimlilik, Etkinlik ve Denetim”, *Maliye Dergisi*, 140, 5-13.
- Arslan Ö., (2019), “Mali Oranların İşletmelerin Etkinlikleri Üzerindeki Etkilerinin VZA Yöntemiyle Analizi: Bist Dokuma Giyim Eşyası Ve Deri Sektörü Üzerinde Bir Uygulama”, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11 (2), 1079-1091.
- Bakır M. A., Altunkaynak, B., (2003). “Tamsayılı Programlama: Teori, Modeller ve Algoritmalar”, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara.
- Bakırcı F., (2006), “Sektörel Bazda Bir Etkinlik Ölçümü: VZA ile Bir Analiz”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20 (2), 199-217.
- Bal H., Örkücü H. H., (2010), “Performance Evaluation of International Airports in Turkey: A Cross Efficiency Approach Based on Goal Programming”, *Performance Management and Measurement with Data Envelopment Analysis: Proceedings of the 8th International Conference on Data Envelopment Analysis*, 163-167, Beirut, Lebanon, 10-12 June .
- Banker R. D., Charnes A., Cooper W. W., (1984), “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, *Management Science*, 30 (9), 1078-1092.
- Bardi Ş., (2020), “Veri Zarflama Ve Veri Madenciliği İle Bist Gıda İçecek Endeksi Kapsamındaki Firmaların Etkinlik Analizi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 11, 185-199.

Binay S., Aygüneş H., Çetin A., Oral H., Güneri A. F., Dalgıç N., (2001), "Yöneylem Araştırması", Kâra Harp Okulu Basımevi, Ankara.

Boussofiane A., Dyson R. G., Thanassoulis E., (1991), "Applied data envelopment analysis", European Journal of Operational Research, 52 (1), 1–15.

Boz D., Duran C., Yurt S., (2019), "Kurumsal Sosyal Sorumluluk ve Kurumsal Yönetim Arasındaki Etkileşimin Veri Zarflama İle Analizi: BİST Kurumsal Yönetim Endeksindeki Firmalar Üzerinde Bir Uygulama", Journal of Yasar University, 14 (54), 119-126.

Büyükkeklik M., (2007), "Üretim Planlama Problemlerinde Doğrusal Programlama Modellerinin Kullanımı: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Cenger H., Gülcü A., Karaca F. B., (2018), "Borsa İstanbul'da İşlem Gören İmalat Sanayi Firmalarının Görelî Etkinlik (VZA) Düzeylerinin Ar-Ge Yoğunlukları İle İlişkisi", JEBPIR, 4, 89-110.

Cenger H., Poyraz E., (2019), "Firmaların Görelî Etkinlik (VZA) Düzeylerinin Pazarlama Yoğunlukları ile İlişkisi: BIST'te Bir Alan Araştırması", OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 11 (18), 402-423.

Chan JF-W, Yuan S., Kok K-H., To KK-W., Chu H., Yang J., et al., (2020), "A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster", The Lancet, 395, 514-523.

Charnes A., Cooper W. W., Mellon B., (1952), "Blending Aviation Gasolines-A Study in Programming Interdependent Activities in an Integrated Oil Company", Econometrica, 20 (2), 135-159.

Charnes A., Cooper W. W., (1962), "Programming with linear fractional functionals", Naval Research Logistics Quarterly, 9, 181-185.

Charnes A., Cooper W. W., Golany B., Seiford L., Stutz J., (1985), "Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions," Journal of Econometrics, 30, 91-107.

Coelli T. J., Rao D. S. P., O'Donnell C. J., Battese G. E., (2005), "An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis", Springer Science-i-Business Media, New York, USA.

Cooper W. W., Seiford L. M., Tone K., (2000), "Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software", Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Cooper W. W., Seiford L. M., Zhu J., (2004), "Handbook on Data Envelopment Analysis", Kluwer Academic Publishers, Boston.

Cooper W. W., (2005), "Origins, Uses of, and Relations Between Goal Programming and Data Envelopment Analysis", Journal of Multicriteria Decision Analysis, 13 (1), 3-11.

Cooper W. W., Seiford L. M., Tone K., (2007), “Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software”, In Springer Science+Business Media, LLC.

Coşkun Yaş S., (2020), “Covid-19 Pandemisinin Hastane Çalışanlarının Psikolojik Durumuna Etkisi”, Uzmanlık Tezi, Gazi Üniversitesi.

Çavmak Ş., Çavmak D., (2017), “Sağlık Hizmetlerinde Etkinlik Kavramı”, Sağlık Yönetimi Dergisi, 1 (1), 21-34.

Çelik İ., Ayan S., (2017), “Veri Zarflama Analizi İle İmalat Sanayi Sektörünün Finansal Performans Etkinliğinin Ölçülmesi: Borsa İstanbul’da Bir Araştırma”, Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 8 (18), 56-74.

Çelik M. K., (2016), “Turizm Sektöründeki İşletmelerinin Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi”, Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 17, 65-88.

Çınar M., (1990), “Yönetimsel Kararlara İlişkin Sayısal Yöntemler”, Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri.

Çıtak L., İltaş Y., (2017), “Ar-Ge Yatırımlarının Finansal Performans Üzerindeki Etkisi Ve Bist Teknoloji Endeksi Firmalarının Etkinliklerinin Değerlendirilmesi”, Muhasebe ve Finansman Dergisi, 10, 239-254.

Dantzig G. B., (1951), “Maximization of a Linear Function of Variables Subject to Linear Inequalities”, New York: Activity Analysis of Production and Allocation, John Wiley, 10, 15-25.

Dantzing, G. B., (1991), “Linear Programming”, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 42-47.

Demirci, A., (2012), “OECD Üyesi Ülkelerin Ekonomik ve Sosyal Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Belirlenmesi”, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi.

Diamond, A. M., Medewitz, J.N., (1990), “Use of Data Envelopment Analysis in an Evaluation of The Efficiency of The DEEP Program for Economic Education”, The Journal of Economic Education, 21 (3), 337-354.

Dinçer, S. E., (2011), “Stratejik Planlama ve Veri Zarflama Analizinde Etkinlik Ölçümü”, Der Yayınları, İstanbul.

Doğan, E., Işık, S., Sandalcı, M., (2007), “Günlük Buharlaşmanın Yapay Sinir Ağları Kullanarak Tahmin Edilmesi”, İMO Teknik Dergi, 4119–4131.

Ekinci, R., (2018), “Avrupa Birliği Bankacılık Endüstrisinde Maliyet Etkinliği ve Belirleyenleri: Stokastik Sınır Analizi”, 13 (51), 256-266.

Ekmekçi, N., (2015), “Sanayi İşletmelerinde Üretim Planlaması ve Doğrusal Programlama İle Bir Sanayi İşletmesinde Optimizasyon Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi.

Emrouznejad A., Parker B. R., Tavares G., (2008), “Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA”, *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(3), 151–157.

Erdaş M. L., (2016), “Bulanık Doğrusal Programlama Yöntemiyle Bir Portföy Optimizasyonu Modelinin Geliştirilmesi: Bist 30 Endeksinde Bir Uygulama”, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.

Erin M. Z., (2010), “Veri Zarflama Analizi İle İl Özel İdarelerinin Etkinliğe Dayalı Performansının Ölçümü”, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi.

Erpolat S., (2011), “Veri Zarflama Analizi (Ağırlık Kısıtlamasız, Ağırlık Kısıtlı, Şans Kısıtlı, Bulanık), Türkiye’deki Özel Bütçeli İdarelerin Etkinlik Analizi”, Evrim Yayınevi, İstanbul.

Esin A., (1984), “Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri”, Gazi Üniversitesi Yayınları, Ankara.

Farrell M. J., (1957), “The Measurement of Productive Efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Series A (General)*, 120 (3), 253-290.

Grennan D., (2019), “What Is a Pandemic?”, *Jama*, 321 (9), 910.

Gün M., Yerdelen Kaygın C., (2020), “Ar-Ge Yatırımlarının Finansal Performans Üzerine Etkisinin Veri Zarflama Analizi ile İncelenmesi”, *BMIJ*, 8(3), 2649-2674.

Gürbüz E., Dumlu H., (2018), “BİST Sürdürülebilirlik Endeksindeki Şirketlerin Etkinliklerinin Ölçülmesi: Veri Zarflama Analizi İle Bir Uygulama”, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 223-244.

Hancıoğlu Y., Türkoğlu S. P., (2017), “Değişen Rekabet Anlayışı Ve Sürdürülebilirliğin İşletmeler Üzerindeki Etkileri Bist Sürdürülebilirlik Endeksi’ndeki İşletmelerin Etkinliğinin Araştırılması”, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 16, 237-252.

Hillier F. S., Lieberman G. J., (2001), “Introduction to Operations Research”, Seventh Edition, McGraw Hill, New York.

İçöz C., (2013), “Türkiye’deki İstatistik Bölümlerinin Görelî Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi.

Ji Y., Lee C., (2010) “Data Envelopment Analysis”, *The Stata Journal*, 10 (2), 267-280.

Kara İ., (2000), “Doğrusal Programlama”, Bilim Teknik Yayınevi, Ankara.

Karadeniz E., (2019), “Türkiye ve Rusya Arasındaki Uçak Krizinin Borsa İstanbul Turizm İşletmelerinin Finansal Performansına Etkilerinin Analizi”, *Turizm Akademik Dergisi*, 6 (1), 61-75.

Kavak B., Cihangir M., (2019), “Sigorta Şirketlerinin Etkinlik Düzeylerinin Saptanması: Borsa İstanbul’da Yer Alan Sigorta Şirketleri Üzerine Vza Modeliyle Bir Uygulama”, *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 115-128.

Kaya A., Coşkun A., (2016), “Vza İle İşletmelerde Etkinliğin Ölçülmesi: Bist Gıda, İçki Ve Tütün Sektöründe Bir Uygulama”. Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(1), 231-242.

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 Ö., (2007), “Bulanık Doğrusal Programlama ve Üretim Planlama Üzerine Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.

Kaynar O., (2004), “Veri Zarflama Analizi ve Göreceli Etkinlik Analizi Üzerine Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi.

Kecek G., (2010), “Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama Örneği”, Siyasal Kitabevi, Ankara.

Khanna R. B., (2012), “Quantitative Techniques for Managerial Decisions”, PHI Learning Private Private Limited, New Delhi.

Kıllı M., Uludağ S., (2020), “Veri Zarflama Analizi ile Maliyet Performansı Ölçümü: BIST Tekstil Sektöründe Bir Uygulama”, BMIJ, 8(4), 797-828.

Kırıgıa J. M., Asbu, E. Z., (2013), “Technical and Scale Efficiency of Public Community Hospitals in Eritre’a: An Exploratory Study”, Health Economics Review, 3(6), 1-16.

Kocakoç İ., (2003), “Veri Zarflama Analizi’ndeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı”, Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 18 (2),1-12.

Koç G., (2018), “Büyükşehir Su Ve Atıksu İdarelerinin Verimliliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçümü”, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.

Koçyiğit M. M., (2016), “ Borsa İstanbul’da İşlem Gören Çimento İşletmelerinin Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Ölçülmesi”, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 15(57), 429-439.

Koopmans T. C., (1951), “Analysis of Production as an efficient combination of Activities”, in T.C. Koopmans, ed. Wiley, New York.

Kök R., Deliktaş E., (2003), “Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri”, D.E.U. İİBF Yayını, İzmir.

Köse A., Çekici D., (2016), “BİST Sınai Endeksi’nde Yer Alan Şirketlerin Finansal Performans Analizi”, KSÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 13 (2), 145-182.

Lorcu F., (2008), “Veri Zarflama Analizi (DEA) ile Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi”, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi.

Mahgary S. E., Lahdelma R., (1995), “Perspectives for Practice Data Envelopment Analysis: Visualizing the Results”, European Journal of Operational Research, 85, 700-710.

Morens D. M., Folkers G. K., Fauci A. S., (2009), “What is a pandemic?”, The University of Chicago Press.

Münyas T. (2018), “Gayrimenkul Yatırım Ortaklıklarının Finansal Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Değerlendirilmesi”, Journal of Life Economics, 5(3), 111-126.

Özcan M., (2020), “Bist Teknoloji Firmalarının Finansal Performanslarının Veri Zarflama Analiziyle Ölçülmesi”, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 8(102), 55-65.

Özcan M. , (2021), “COVID 19 Pandemisinin Turizm ve Ulaştırma İşletmelerinin Finansal Performansına Etkisi”, OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi , Pandemi Özel Sayısı , 3547-3572 .

Özçelik F., Avcı Öztürk B. (2019), “Girdi Olarak Maliyetlere Yönelik Veri Zarflama Analizi Modelleri İle Görelî Etkinlik Analizi”, İşletme Araştırmaları Dergisi, 11 (2), 1011-1028.

Özçelik H., Kandemir B. (2017), “Veri Zarflama Analizi Ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22 (1), 43-53.

Özdemir F., Göktaş A. (2019). “Borsa İstanbul’da yer alan petrol işletmelerinin etkinliklerinin ölçülmesi: veri zarflama analizi”, Kocatepe İİBF Dergisi, 21 (2), 140-147.

Özdemir M. H., (2016), “Veri Zarflama Analizi İle Rüzgâr Enerji Santrallerinin Etkinliklerinin Karşılaştırılması”, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi.

Özdemir L., (2019), “Bist Sürdürülebilirlik Endeksinde Yer Alanın Verimlilik Üzerine Etkisi: Vza Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Analizi”, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 12, 33-45.

Özder U., (2009), “Kobilerde Otomasyona Geçiş Sürecinde Tamsayılı Doğrusal Programlama Yöntemini Kullanarak Karar Verme”, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi.

Özgüven C., (2002), “Doğrusal Programlama ve Uzantıları (Uygulamalar)”, Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F. Kitap ve Teksir Bürosu, Kayseri.

Öztürk A., (1984). “Yöneylem Araştırması”, Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa.

Öztürk E., (2016), “Maliyet Performansının Ölçümü İçin Görelî Etkinlik Analizi: BIST Çimento Sektöründe Veri Zarflama Analizi Uygulaması”, Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi, 6 (1), 1-16.

Park K. S., Park K. (2009). “Measurement of multiperiod aggregative efficiency”, European Journal of Operational Research, 193 (2), 567–580.

Porcelli F., (2004), “Measurement of Technical Efficiency. A Brief Survey on Parametric and Non-Parametric Techniques”, University of Warwick, 11, 1-27.

Ramanathan R., (2003), “An Introduction to Data Envelopment Analysis”, Sage Publications, New York.

Rardin R. L., (1998), “Optimization in Operations Research”, New Jersey Prentice Hall, USA.

Ruggiero J., (2000), “Measuring technical efficiency”, European Journal of Operational Research, 121 (1), 138-150.

Sariaslan H., (1990), “Kaynak Dağılımında Doğrusal Programlama”, Turhan Kitapevi, Ankara.

Sherman H. D., Zhu J., (2006), “Service Productivity Management Improving Service Performance using Data Envelopment Analysis (DEA)”, Springer Science & Business Media, New York, USA.

Soylu N., (2020), “Entelektüel Sermaye Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi: BİST Teknoloji Şirketlerine Yönelik Bir Araştırma”, Muhasebe ve Finansman Dergisi, 673738 (85), 269–286.

Şahin İ. E., Akgün A., (2016), “Bıst Sürdürülebilirlik Endeksinde Faaliyet Gösteren Şirketlerin Finansal Etkinliklerinin Analizi”, Journal of Economics, Finance and Accounting – JEFA, 3 (4), 355-369.

Şekeroğlu G., Acar M., (2017), “Kurumsal Yönetimin Teknik Etkinlik Üzerindeki Etkisi: BİST Kurumsal Yönetim Endeksinde Yer Alan Firmalarda Bir Uygulama”, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 60, 1-15.

Şenel M., (1974), “Doğrusal Programlama Metodu ile Üretim Planlaması ve Bir Tekstil İşletmesinde Uygulama”, Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, Eskişehir.

Şengül Ü., (2020), “ Bıst 100 De Yer Alan Ana Metal Sanayi Firmalarının Veri Zarflama Analizi İle Performans Ölçümü”, Journal of Life Economics, 7 (2), 161-176.

Şimşek M. Ş., Çelik A., (2010), “Genel İşletme”, Eğitim Akademi Yayınları, Konya.

Tatlı H., Bayrak R., (2016), “Borsa İstanbul’da Kayıtlı Otomotiv Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmaların Etkinliklerinin Statik ve Dinamik Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Değerlendirilmesi”, Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 4, 119-145.

Tavares G., (2002), “A Bibliography of Data Envelopment Analysis, (1978–2001)”, Rutcor Research Report, 1-183.

Temur A. S., (2021), “Covid-19 Finansal Kriz Mi? Borsa İstanbul (Bıst) Üzerindeki Etkilerinin Geçmiş Finansal Krizlerle Karşılaştırılması”. 7th International Conference on Economics Turkish Economic Association, 1-19, Online, 9-11 Nisan.

Teyyar T. İ., (1996), “Tamsayılı Programlama ve Lastik Sanayii Üzerine Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi.

Timor M., (2010), “Yöneylem Araştırması”, Türkmen Kitapevi, İstanbul.

Tütek H. H., Gümüšoğlu Ş., (1994), “Sayısal Yöntemler Yönetmel Yaklaşım”, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.

Watkins K. B., Hristovska T., Mazzanti R., Wilson C. E., Jr. Schmidt L., (2014), “Measurement of Technical, Allocative, Economic, and Scale Efficiency of Rice Production in Arkansas Using Data Envelopment Analysis”, Journal of Agricultural and Applied Economics, 46 (1), 89-106.

Web 1, (2021), <https://covid19.who.int/>, (Access: 01/02/2021).

Web 2, (2021), <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/tez-koop-isten-koronaviruse-karsi-avmler-icin-onlem-cagrisi/1769103>, (Erişim Tarihi : 02/02/2021).

Web 3, (2021), <https://www.sbb.gov.tr/buyume/>, (Erişim Tarihi: 03/02/2021).

Web 4, (2021), <https://gimmenotes.co.za/wp-content/uploads/2018/12/Tutorial-Letter-10132018-9.pdf>, (Erişim Tarihi : 03/02/2021).

Yalçın Seçme, N., (2005), “Klasik Doğrusal Programlama ve Bulanık Doğrusal Programlamanın Karşılaştırılmalı Bir Analizi: Üretim Planlama Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi.

Yaralıoğlu K., (2010), “Karar Verme Yöntemleri”, Detay Yayıncılık, Ankara.

Yaşar F., Yavuz S. (2017), “İmalat İşletmelerinde Etkinlik Ölçümü: Bıst 100 Örneği”, Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7, 193-220.

Yaşar F., (2019), “Veri Zarflama Analizi İle Bıst100’de İşlem Gören İmalat İşletmelerinin Etkinliklerinin Ölçümü”, Doktora Tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi.

Yavuz S., Deveci M., (2012), “İstatistiksel Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağı Performansına Etkisi”, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 40, 167–187.

Yıldız A., (2007), “İmalat Sanayi Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesi”, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9 (2), 91-103.

Yıldız B., Yerdelen Kaygın C., Yılmaz T., (2020), “İmalat sektöründeki işletmelerin finansal performanslarının ölçülmesi: bir veri zarflama analizi (VZA) uygulaması”, Turkish Studies - Economy, 15 (1), 613-628.

Zhu N., Zhang D., Wang W., Li X., Yang B., Song J., et al., (2019), “A novel coronavirus from patients with pneumonia in China”, New England Journal of Medicine, 382, 727-733.

ÖZGEÇMİŞ

Fatma Yayla, lisans eğitimini Anadolu Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümünde tamamlamıştır. Özel sektörde uzun süre muhasebe sorumlusu ve muhasebe müdürü olarak çalışmıştır. Serbest Muhasebeci Mali Müşavir ruhsatını almıştır. İstanbul Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler Odası üyesidir. Eğitim hayatına devam etmeye karar veren yazar, Gebze Teknik Üniversitesi, SBE, İşletme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır. Aynı zamanda T.C. Gedik Üniversitesi akademik kadro ilanına başvurmuş ve Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Programında Öğretim Görevlisi olmaya hak kazanmıştır. Halen T.C. Gedik Üniversitesi, Gedik MYO Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Programında Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.