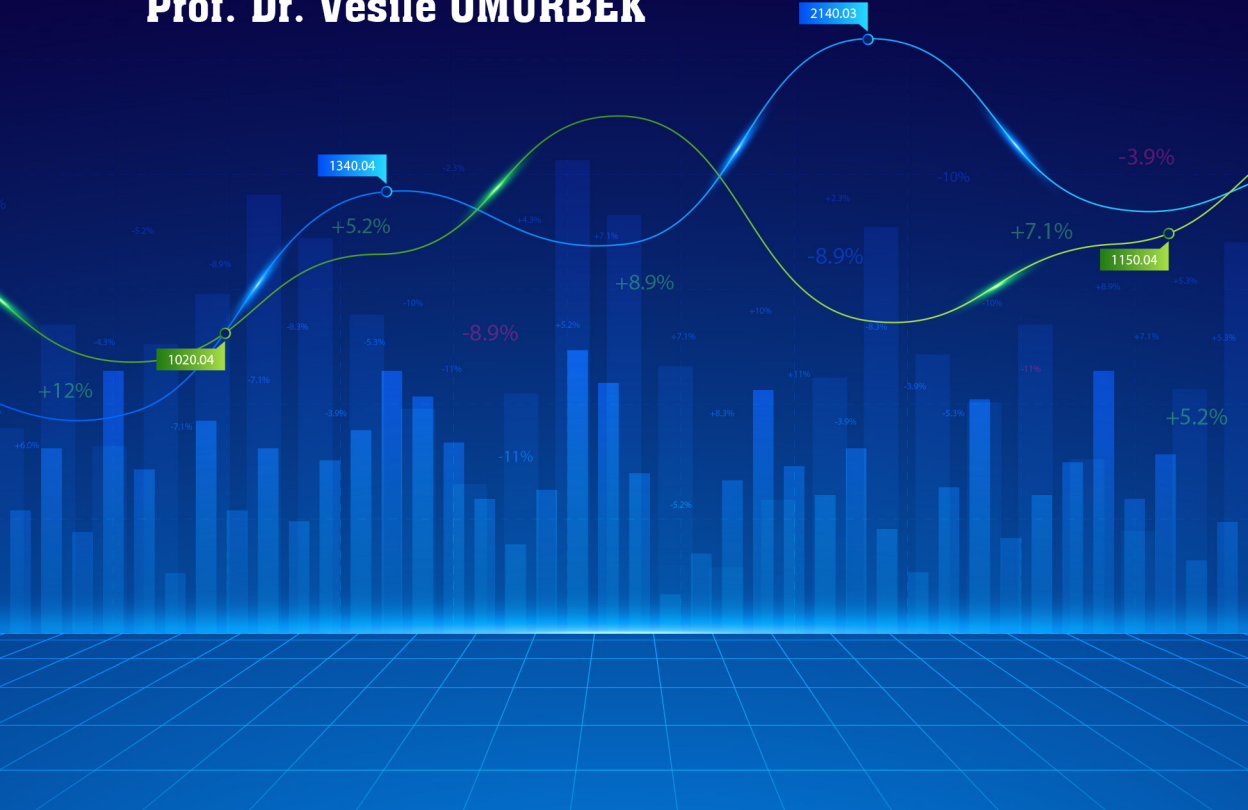


ENTROPİ TABANLI VZA YÖNTEMİ İLE FİNANSAL PERFORMANS ANALİZİ

Dr. Zehra KILINÇ
Prof. Dr. Vesile ÖMÜRBEK



ENTROPİ TABANLI VZA YÖNTEMİ İLE FİNANSAL PERFORMANS ANALİZİ

Dr. Zehra KILINÇ
Prof. Dr. Vesile ÖMÜRBEK

EĞİTİM
yayınevi

ENTROPİ TABANLI VZA YÖNTEMİ İLE FİNANSAL PERFORMANS ANALİZİ

Dr. Zehra Kılınç, Prof. Dr. Vesile Ömürbek

Genel Yayın Yönetmeni: Yusuf Ziya Aydoğan (yza@egitimyayinevi.com)

Genel Yayın Koordinatörü: Yusuf Yavuz (yusufyavuz@egitimyayinevi.com)

Sayfa Tasarımı: Eğitim Yayınevi Grafik Birimi

Kapak Tasarımı: Eğitim Yayınevi Grafik Birimi

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı

Yayıncı Sertifika No: 47830

E-ISBN: 978-625-6382-47-3

1. Baskı, Aralık 2022

Kütüphane Kimlik Kartı

ENTROPİ TABANLI VZA YÖNTEMİ İLE FİNANSAL PERFORMANS ANALİZİ

Dr. Zehra Kılınç, Prof. Dr. Vesile Ömürbek

104 s., 165x240 mm

Kaynakça var, dizin yok.

E-ISBN: 978-625-6382-47-3

Copyright © Bu kitabın Türkiye'deki her türlü yayın hakkı Eğitim Yayınevi'ne aittir. Bütün hakları saklıdır. Kitabın tamamı veya bir kısmı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre kitabı yayımlayan firmanın ve yazarlarının önceden izni olmadan elektronik/mekanik yolla, fotokopi yoluyla ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, yayımlanamaz.

EĞİTİM

yayınevi

Yayınevi Türkiye Ofis: İstanbul: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Atakent mah. Yasemen sok. No: 4/B, Ümraniye, İstanbul, Türkiye

Konya: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
+90 332 351 92 85, +90 533 151 50 42, 0 332 502 50 42
bilgi@egitimyayinevi.com

Yayınevi Amerika Ofis: New York: Egitim Publishing Group, Inc.
P.O. Box 768/Armonk, New York, 10504-0768, United States of America
americaoffice@egitimyayinevi.com

Lojistik ve Sevkiyat Merkezi: Kitapmatik Lojistik ve Sevkiyat Merkezi, Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
sevkiyat@egitimyayinevi.com

Kitabevi Şubesi: Eğitim Kitabevi, Şükran mah. Rampalı 121, Meram, Konya, Türkiye
+90 332 499 90 00
bilgi@egitimkitabevi.com

İnternet Satış: www.kitapmatik.com.tr
+90 537 512 43 00
bilgi@kitapmatik.com.tr

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	V
KISALTMALAR DİZİNİ.....	VII
GİRİŞ.....	9

BİRİNCİ BÖLÜM PERFORMANS, ETKİNLİK VE VERİ ZARFLAMA İLE İLGİLİ KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Performans Kavramı.....	11
1.2. Performans Ölçümü.....	12
1.3. Performans Göstergeleri	14
1.3.1. Verimlilik	14
1.3.2. Etkinlik	15
1.3.3. Etkililik	15
1.3.4. Yenilik	15
1.3.5. Kârlılık	16
1.3.6. Kalite	17
1.4. Etkinlik Türleri ve Ölçme Yöntemleri.....	18
1.4.1. Etkinlik Türleri	18
1.4.2. Etkinlik Ölçme Yöntemleri	20
1.4.2.1. Oran Analizi	20
1.4.2.2. Parametrik Yöntemler	21
1.4.2.3. Parametrik Olmayan Yöntemler.....	21
1.5. Veri Zarflama Analizi.....	21
1.5.1. Veri Zarflama Analizinin Üstün ve Zayıf Yönleri	23
1.5.2. Veri Zarflama Analizinin Uygulama Aşamaları	25
1.5.2.1. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi	25
1.5.2.2. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Seçilmesi	26
1.5.2.3. Veri Zarflama Analizi Modelinin Belirlenmesi ve Uygulanması	27
1.5.3. Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Modeller	28
1.5.3.1. CCR Modelleri	28
1.5.3.1.1. Girdi Yönelimli CCR Modeli	29
1.5.3.1.2. Çıktı Yönelimli CCR Modeli	30
1.5.3.2. BCC Modelleri.....	32
1.5.3.2.1. Girdi Yönelimli BCC Modeli	32
1.5.3.2.2. Çıktı Yönelimli BCC Modeli	34
1.5.3.3. Toplamsal Model.....	35
1.5.3.4. Aylak Tabanlı Model.....	36

İKİNCİ BÖLÜM

ENTROPİ TABANLI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMİYLE BIST 100'DE YER ALAN İMALAT SEKTÖRÜNDEKİ İŞLETMELERİN FİNANSAL PERFORMANS GÖSTERGELERİ AÇISINDAN ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

2.1. Entropi ve Veri Zarflama Analizi Yöntemleri İle İlgili İmalat Sektöründe Yapılmış Çalışmalar	37
2.2. Araştırmanın Amacı	42
2.3. Araştırmanın Konusu ve Önemi.....	42
2.4. Araştırmanın Kapsamı ve Yöntemi	43
2.5. Araştırmada Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi	46
2.6. Uygulamada Kullanılan Veri Seti	49
2.7. Girdi-Çıktı Değişkenlerinin Ağırlıklarının Entropi Yöntemi İle Hesaplanması	54
2.7.1. Entropi Yöntemi.....	54
2.7.2. Çıktı Değişkenleri İçin Entropi Yöntemi İle Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması	59
2.8. Entropi Ağırlık Değerleri ile Veri Zarflama Analizi Yönteminin Uygulanması	63
2.8.1. Entropi Yöntemi Kullanılarak Ağırlıklı Veri Matrisi Oluşturulması	63
2.8.2. Entropi Tabanlı Veri Zarflama Analizi Yöntemi Analizi.....	68
2.9. Alt Sektör İçi Etkinlik Bulguları	81
SONUÇ VE ÖNERİLER	91
KAYNAKÇA	95

ÖNSÖZ

Dünya ve Türkiye ekonomisine katkı sağlayan imalat sektörü finansal performansının incelenmesi konusu oldukça önem arz etmektedir. İmalat sektöründeki işletmelerin etkinlik analizi ile ilgili yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde etkinlik ölçümünün büyük oranda parametrik olmayan veri zarflama analizi yöntemi ile incelendiği görülmektedir. Bu kitapta, BIST 100’de yer alan imalat sektöründeki işletmelerin performans gösterge verilerinin 2017-2020 yıllarına ait değerleri kullanılarak işletmelerin etkinliklerinin belirlenmesinde Entropi ve Veri Zarflama yöntemleri kullanılarak etkinlikleri ölçülmüştür. Bu çalışmaya özgünlük veren yönü, performans değerlemesi için veri zarflama yöntemi uygulanırken kullanılan girdi ve çıktı değerlerinin ağırlıklarının hesaplanmasında entropi yöntemi kullanılarak çalışmaya özgünlük sağlanmaktadır. Literatüre katkı sağlaması açısından ulusal ve uluslararası çalışmalar incelendiğinde bu yöntem *imalat sektöründe* yapılan ilk çalışma niteliğindedir. Bu nedenle bu çalışmada BIST 100’de yer alan imalat sektöründeki işletmelerin etkinliğini ölçebilmek açısından entropi tabanlı veri zarflama analizi yöntemi uygulanmasından dolayı benzer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Ayrıca, performans, Veri Zarflama Analizi, Entropi Yöntemi kavramları ve literatür detaylı şekilde anlatılmaktadır.

Bu kitap, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Muhasebe ve Finansal Yönetim Bilim Dalında 2022 yılında Prof. Dr. Vesile ÖMÜRBEK danışmanlığında Zehra KILINÇ tarafından hazırlanan “*Entropi Tabanlı Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Finansal Performans Analizi: BIST 100 İmalat Sektöründe Bir Uygulama*” isimli doktora tezinden üretilmiştir.

Bu kitabın yazımında bana rehberlik eden, her aradığımda ulaşabildiğim sorularımı sabırla cevaplayan ve yolumu aydınlatan değerli danışman hocam Prof. Dr. Vesile Ömürbek’e, konu ve yöntem açısından bana yardımda bulunarak yol gösteren değerli bilgilerini benimle paylaşan kıymetli hocam Prof. Dr. Nuri Ömürbek’e teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum.

Kaynak ve yöntem açısından yardımlarını esirgemeyen kıymetli arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Veysi Asker’e, şekil düzenlemesi yaparken çekinmeden aradığım değerli iş arkadaşım Murat Kılıç’a ve bu çalışmayı yazarken tüm stresimi benimle beraber paylaşan değerli arkadaşım Numan Çiftçi’ye, bana olan güvenlerini ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

KISALTMALAR DİZİNİ

BIST	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
CRS	: Ölçeğe Göre Sabit Getiri
DRS	: Ölçeğe Göre Azalan Getiri
IRS	: Ölçeğe Göre Artan Getiri
ISO	: İstanbul Sanayi Odası
KAP	: Kamu Aydınlatma Platformu
KVYK	: Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar
SPK	: Sermaye Piyasası Kurulu
UVYK	: Uzun Vadeli Yabancı Kaynaklar
VZA	: Veri Zarflama Analizi

GİRİŞ

Günümüzde işletmelerin rekabet içerisinde olduğu rakipleri günden güne artmaktadır. Piyasaların hızlı bir şekilde büyümesi ve değişmesi pazar alanlarını artırırken, ekonomik krizler ve bu krizlerden kaynaklı ekonomik koşulları da sürekli değiştirmektedir. Bu durum, işletmelerin sürekliliğini ve rekabet edebilmesini zorlaştırmaktadır. İşletmelerin faaliyet göstermiş olduğu sektöre uyum sağlayabilmesi için, sosyal, beşeri, finansal ve finansal olmayan kaynaklarını etkin ve verimli kullanabilmesi gerekmektedir. İşletmeler, rakiplerine üstünlük sağlamak, faaliyetlerini sürdürmek, geçmiş dönemlerin verilerinden yararlanarak ileriye dönük kararlar almak, dış pazarlara açılmak ve başarılı olmak için finansal performans ölçümleri yapmaları gerekmektedir. Yapılacak performans ölçümleri işletmelerin hedeflerine ve ihtiyaçlarına göre farklılık göstermektedir. Bununla birlikte, işletmeler faaliyet göstermiş oldukları sektörde performanslarını değerlendirmek, ellerindeki kaynaklarını optimum seviyede kullanmak, mevcut durumlarını rakip işletmelerle karşılaştırmak ve pazar paylarını arttırmak için yeni stratejiler geliştirmelidir. Finansal verileri kullanarak gerçekleştirilen finansal performans ölçümü işletmeye bir çok konuda avantaj sağlamaktadır. İşletmelerin yapmış oldukları performans ölçümleri sayesinde, piyasa değerleri en üst düzeye çıkmakta, kârlılık ve risk durumları ölçülebilmektedir. Geleceğe yönelik yatırım kararı alınırken yeni kararların alınmasına yardımcı olmakta ve bu sayede, işletme değer yaratmak için yeni stratejiler geliştirmektedir. Geliştirdiği stratejiler sayesinde kaynaklarını etkin ve verimli kullanmaktadır. İşletmelerin performans ölçümü yapmalarının başka bir faydası ise, performanslarını olumsuz yönde etkileyen faktörler varsa bunların neler olduğu tespit etmekte ve geleceğe yönelik hedeflerine ulaşması için yol gösterici olmaktadır. Ayrıca, performans ölçümünün yatırımcı, yönetici ve ortaklara faydası ise, işletme hakkında önemli bilgiler elde etmelerine ve karar almalarına yardımcı olmaktadır. Ülkelerin ekonomik açıdan büyümelerinde ve gelişmelerinde önemli bir yere sahip olan imalat sektörü milli gelir, istihdam, ihracat gibi unsurları doğrudan etkilemektedir. Bu açıdan dünya ve Türkiye ekonomisine katkı sağlayan imalat sektörü finansal performansının incelenmesi konusu oldukça önem arz etmektedir.

İmalat sektöründeki işletmelerin etkinlik analizi ile ilgili yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde etkinlik ölçümünün büyük oranda parametrik olmayan veri zarflama analizi yöntemi ile incelendiği görülmektedir. Çalışmada, BIST 100'de yer alan imalat sektöründeki işletmelerin performans göstergelerinin 2017-2020 yıllarına ait değerleri kullanılarak işletmelerin etkinliklerinin belirlenmesinde Entropi ve Veri Zarflama yöntemleri kullanılarak etkinlikleri ölçülmüştür. Bu çalışmaya özgünlük veren yönü, performans değerlemesi için veri zarflama yöntemi uygulanırken kullanılan girdi ve çıktı değerlerinin ağırlıklarının hesaplanmasında entropi yöntemi kullanılarak çalışmaya özgünlük sağlanmaktadır. Literatüre katkı sağlaması açısından ulusal ve uluslararası çalışmalar incelendiğinde bu yöntem

imalat sektöründe yapılan ilk çalışma niteliğindedir. Bu nedenle bu çalışmada BIST 100’de yer alan imalat sektöründeki işletmelerin etkinliğini ölçebilmek açısından entropi tabanlı veri zarflama analizi yöntemi uygulanmasından dolayı benzer çalışmalardan farklılık göstermektedir.

Çalışmanın ilk bölümünde performans kavramı, performans ölçümü, performans göstergeleri, etkinlik kavramı, etkinlik türleri, etkinlik ölçme yöntemleri ve veri zarflama analizinin tanımı, tarihsel gelişimi, üstün ve zayıf yönleri, uygulama aşamaları, yöntemin kullanıldığı temel modeller gibi başlıklar ele alınarak incelenmektedir. İkinci bölümde, Entropi Yöntemi ve Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle ilgili ulusal ve uluslararası çalışmalar incelenerek literatüre katkılarından bahsedilmektedir. Araştırmanın konusu, amacı,kapsamı ve yöntem belirlenmektedir. Ayrıca analize dâhil edilecek girdi ve çıktı değişkenler çalışmalarda en çok kullanılan değişkenler incelenerek belirlenmektedir. Daha sonra ise, Entropi Tabanlı Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle BIST 100’de yer alan imalat sektöründeki işletmelerin finansal performans göstergeleri açısından etkinliğinin belirlenmesi için analiz bulgularına yer verilmektedir. Etkin olan veya etkin olmayan işletmeler hem sektörel hem de işletme bazında ayrı ayrı incelenmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

PERFORMANS, ETKİNLİK VE VERİ ZARFLAMA İLE İLGİLİ KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Çalışmanın bu bölümü 3 ana başlıktan oluşmaktadır. Bunlardan ilki olan performans kavramı, bilimsel bir çalışma alanı içeriğinde birden fazla çalışma barındırır ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Karmaşıklığı daha sade bir hale getirebilmek için öncelikle performans kavramından başlanarak, performans ölçümünden, performans ölçümünün amaçlarından ve göstergelerinden sırasıyla bahsedilip bilgiler verilmektedir. Daha sonra ise, bir işletmenin sürdürülebilirliği için etkin bir işletme olması gerekliliğinden ve çalışmanın amaçlarından biri olan işletme etkinliğinin daha iyi anlaşılabilmesi için etkinlik kavramından, etkinlik türlerinden ve etkinlik ölçüm yöntemlerinden bahsedilmektedir. Çalışmanın bu bölümündeki son başlığında ise, uygulama kısmında kullanılan yöntemlerden biri olan veri zarflama analizine yer verilmektedir.

1.1. Performans Kavramı

Performans, Türkçe'ye Fransızcadan geçmiş olan yabancı kökenli bir kelimedir ve Türk Dil Kurumuna göre *“bir görevi başarabilme gücü”* anlamına gelmektedir (Kurtul, 2021, s. 2). Performansın sözlükteki anlamı ise; *kapasite kullanma derecesi* olarak tanımlanmaktadır (Gülcü vd., 2004, s. 23).

Performans ile ilgili literatürde birden fazla tanım bulunmaktadır. Dwight yapmış olduğu çalışmalarda performansı, *yetkinliğe ulaşma seviyesi* olarak yorumlarken, Rolstadas, *yenilik, karlılık, kalite* olarak nitelendirmiştir. Cordero göre ise, *etkililik ve verimlilik* terimlerini kullanarak tanımlamıştır. Bunların dışında, Clark ve Fujimoto, Doz, Emmanuelides performansın boyutlarından söz etmişlerdir. Neely çalışmalarında performans kuramının amacından bahsederek daha önceden

belirlenmiş bir faaliyetin etkinliği ve verimliliği şeklinde tanımlanmaktadır. Bunların yanı sıra, Sinclair ve Zahiri ise çalışmalarında performansın ölçüm yöntemleri üzerinde durmuşlardır (Francis ve Duffy, 2002: s. 1186). Performans ile ilgili tanımların birçoğunda verimlilik ve etkinlik kavramları üzerinde yoğunlaşmışlardır.

Performans, bir işletmenin planlandığı işlerinin ya da etkinliklerinin gerçekleştirme düzeyi, planladığı eylemi yaparken göstermiş olduğu çaba ve davranışları nitel ve nicel yönleriyle belirlenmesi olarak tanımlanır (Akal, 2011, s. 17). Diğer bir ifadeyle, performans verimliliğin ölçülmesi olarak tanımlanmakta, bir işletmenin başarısını, yani işletmenin önceden belirlenmiş amaçlarına ulaşma yeteneğini ve gayretini gösteren kapsamlı bir kavram olarak tanımlamak mümkündür (Karaman, 2009, s. 413).

İşletmeler açısından performans, işletmenin gerçekleştirdiği hedeflerini ve sektörde olabileceği en iyi konuma sahipliğini gösteren göstergelerden biri olarak tanımlanmaktadır. Kısaca işletmeler için performans, var olan imkânlarla işletmenin hedeflerine ulaşmadaki başarı ölçüsü olarak tanımlanabilir (Karaman, 2009, s. 415). İş dünyası, işletmeler için karmaşık ve belirsiz bir ortamdır. Bu yüzden işletmeler ciddi bir rekabet ortamı ile en düşük maliyet ve maksimum kâr ile hayatta kalma mücadelesi vermektedirler. Bir işletmenin geçmişte nasıl bir durumda olduğu geleceği için bir teminattır. Böyle bir ortamda bir işletme sürdürülebilirliğini devam ettirebilmesi için iyi bir performansla sahip olması gerekir. Etkin bir şekilde yapılan performans yönetimi, işletmelerin karar vericilerine geleceğe yönelik etkin ve verimli kararlar almasına yardımcı olur (Amaratunga ve Baldry, 2002, s. 221).

Finansal açıdan performans ise, bir işletmenin finansal durumunu yansıtır ve işletmenin kârlılığını maksimize edebilmek için kaynaklarını ne düzeyde etkin kullandığını gösterir. Ayrıca finansal performans aynı sektörde yer alan işletmeleri karşılaştırmak ve değerlendirmek için de kullanılır. İşletmelerin ayakta kalabilmesi için rakiplerini yakından takip etmesi gerekmekte ve işletmeler yüksek rekabet koşullarında faaliyet göstermek zorundadır (Tüdeş, 2018, s. 12).

Performans kavramı en genel tanımlaması ile, bir işletmenin finansal göstergelerine bakılarak belirledikleri hedeflerine ne kadarına ulaştığını, kaynaklarını verimli ve etkin bir şekilde kullanıp kullanmadığını gösteren bir olgudur. Ayrıca, finansal olmayan müşteri isteğine göre kaliteli mal ve hizmet sunabilme, müşteriye memnun edebilme ve teknolojik gelişmelere ayak uydurabilme gibi durumları inceleyebilmektedir. Buradan hareketle performans kavramı, finansal ya da finansal olmayan tüm göstergeleri dikkate alan bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Ağca ve Tunçer, 2006, s. 175).

1.2. Performans Ölçümü

Performans ölçümü, işletmenin hedeflerini gerçekleştirmek için teknolojiyi de beraberinde kullanarak çeşitli mal ve hizmet elde etme, ilerleyen süreçte elde ettiği mal ve hizmeti bir düzen içerisinde aralıklı olarak kayıt altına alma ve bu doğrultuda

kayıt altına aldığı verileri analiz ederek raporlama süreci olarak tanımlanmaktadır (Aktaş, 2001, s. 163; Yenice, 2006, s. 57). Ayrıca performans ölçümü, bir işletmenin daha önceden belirlemiş olduğu hedeflerine uzun vadede ulaşip ulaşmadığını ve eğer işletme hedeflerine ulaştıysa ne ölçüde başarı elde ettiğini ve hangi alanlarda güçlü ve zayıf yönleri olduğunu belirlemede önemli bir rol oynar (Yenice, 2006: s. 57-58).

Performans ölçümünde, bir işletmenin sermaye yeterliliğini, likidite durumunu, işletmenin ödeme gücünü, kaldıraç ve kârlılık oranları gibi bir çok gösterge kullanılabilir. Doğru bir finansal performans ölçümü için aşağıdaki maddelerin dikkate alınması gerekir (Gümüş ve Bolel, 2017, s. 88 – 89):

- Muhasebe ve finans konusunda uzmanlar tarafından ölçüm ve değerlendirme yapılmalıdır.
- Finansal performans ölçümü yapılırken dikkate alınması gereken en önemli hususlardan birisi de sektörün durumunun iyi bir şekilde bilinmesi gerekir.
- Değerlendirme yapılırken ülkenin ve dünyanın içinde bulunduğu ekonomik koşullar da gözetilmelidir.
- Analiz için kullanılan veriler doğru olmalı ve analiz sonuçları da aynı şekilde doğru yorumlanmalıdır.

Bir işletmenin finansal performansı ölçülürken en sık rasyo analizi kullanılmaktadır. Bilanço ve gelir tablosundan elde edilen bilgiler ışığında işletmenin mali açıdan durumunu rasyolar sayesinde yöneticiler ve yatırımcılar işletmenin geçmiş dönemlerini veya sektördeki diğer işletmeleri karşılaştırabilir (Kurtul, 2021, s. 4).

Performans ölçümünün işletmeler açısından rolü aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır (Akal, 2005, s. 92-93):

- Bir işletmenin en önemli amaçlarından biri sürekliliğini devam ettirmek, büyümek ve hedeflerini gerçekleştirebilmek için performansını, etkinliğini ve verimliliğini de arttırması gerekir.
- İşletme bünyesinde çalıştırdığı tüm elemanlarını motive etmektir.
- İşletme yaptığı faaliyetlerinin olumlu yada olumsuz sonuçlarını değerlendirip, değerlendirme sonucunu tüm birimleriyle paylaşmak,
- Yönetimin planlama yapabilme hızını arttırmak,
- Performans ölçüm sisteminin kontrolünü sağlamaktır.

Günümüzde işletmeler rekabet halinde olup rakiplerinin karşısında ayakta kalabilmek, mevcut durumlarını koruyabilmek ve stratejilerini geliştirmek için performans ölçümü yapmaları gerekmektedir. “Ölçmeden yönetmek olanaksız olduğu” varsayımına göre, verimliliğin ve etkinliğin artırılması için ilk olarak yapılması gereken işletmenin performansını ölçmesi gerektiği anlaşılmaktadır (Dinçer, 2011, s. 43; Kasap, 2008, s. 26).

Bir işletmenin performansını ölçme amaçları şu şekilde özetlenebilir (Aliyev, 2020, s. 19):

- İşletmenin uzun süreli planlarını gözlemleyerek başarısını ölçmek,
- Bir işletmenin müşterilerinin isteklerini ve ihtiyaçlarını karşılayabilme düzeyini tespit etmek.
- İşletme karar verme süreçlerinde bilimsel göstergelerin temel alınmasını sağlamak.
- İşletmenin geçmiş dönemleri ve rakipleriyle karşılaştırma yapabilmesini sağlamak.
- İstisraf ve kayıp alanlarını belirlemek, iyileştirme noktalarını tespit etmek.
- İşletmenin etkinliğini ve verimliliğini artırabilmesi için çeşitli fikirlerin gelişimine katkıda bulunmak.
- Problemleri ya da eksiklikleri ortaya çıkarmak.
- İşletmenin elde ettiği çıktılarını geliştirmek için mal ve hizmet kalitesini artırmak.
- İşletmelerin ölçüm yaparken öznel değerlendirme yapmak yerine nesnel bir değerlendirme yaparak çalışanların yeteneklerini geliştirmektir.

1.3. Performans Göstergeleri

Performans göstergeleri verimlilik, etkinlik, etkililik, yenilik, kârlılık ve kalite kavramlarından oluşmaktadır (Akal, 2005, s. 34). Performans göstergeleri aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmaktadır.

1.3.1. Verimlilik

Verimlilik kavramı ilk olarak 1776 yılında Quesnay'ın yapmış olduğu çalışmasında kullanılmıştır (Şimşek, 2013, s. 41). 1883 yılında Littre tarafından üretme gücü veya üretim yeteneği olarak tanımlanmıştır. Günümüzde ise, 20. Yüzyılın başında verimlilik kavramından söz edilmiştir (Erpolat, 2011, s. 13).

Verimlilik, işletmelerin bir ürünü üretirken dahil ettiği girdi değişkenleri ile üretim sonucunda elde ettikleri çıktılar arasındaki ilişki olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca verimlilik kaynakların istisraf edilmeden en iyi şekilde değerlendirilip üretilmesini kapsar (Yükçü ve Atağan, 2009, s. 4).

Verimlilik, toplam performansı yaratan ölçüttür ve elde edilmek istenen çıktının en doğru kaynak kullanımını amaçlamaktadır. Bir işletmenin pazar payına, üretim kalitesine, rekabet gücüne ve üretim maliyetlerine etki etmektedir (Öztürk, 2013, s. 400). İşletme müşteri bulabilmek ve müşterilerinin devamlılığını sağlayabilmek için sahip olduğu kaynakları verimli bir şekilde kullanmakla yükümlüdür. Verimlilik, en az çabayla en büyük sonucu verecek tüm üretim faktörleri arasındaki dengeyi oluşturur (Daraio ve Simar, 2007, s. 13). Ayrıca, tek bir girdi değişkeni kullanılarak

birden fazla çıktı elde etmek, girdi değişkeni artırılarak girdiye oranla daha fazla çıktı elde etmek verimlilik açısından istenilen amaca ulaşılabilir (Ağca, 2005, s. 176).

1.3.2. Etkinlik

“Etkinlik” kelimesi günümüzde sadece işletme ve iktisat literatüründe değil bunların yanı sıra bir çok alanda da kullanılmaktadır. Etkinlik kelimesinin iktisadi açıdan anlamı, *gider ile maksimum çıktı elde etme kapasitesi*” anlamında kullanılmaktadır (Çoban, 2007, s. 23).

Etkinlik bir işletmeyi değerlendirmede kullanılan kriterlerinden biridir ve işletmenin belirlediği hedeflerinin doğrultusunda hammadde, işçilik, malzeme ve diğer kaynaklarını ne derece etkin kullandığını göstermektedir. Etkinlik veya yeterlilik derecesi standart performansın gerçekleşen performansa bölünmesiyle bulunur. Bu formüle göre etkinlik oranının 1 olması, faaliyetlerin etkin olarak gerçekleştiğini, 1’in altında olması faaliyetlerinin etkin olarak gerçekleşmediğini ve 1’in üstünde olması ise standart performanstan daha yüksek bir etkinliğe sahip olması anlamına gelmektedir. Ayrıca, etkinlik, işletmelerin üretim sürecinde kullandıkları faktörlerin gerçekleştirme derecesini ve en iyi çıktıyı üretme başarısını göstermektedir (Özden, 2008, s. 168).

1.3.3. Etkililik

Etkinlik, etkililik ve verimlilik kavramları literatürde birbiriyle sürekli karıştırılmaktadır. Etkililik, işletmenin amaçlarını gerçekleştirebilme derecesi olarak tanımlanır. Etkililik işletmenin faaliyet biriminin hedeflerine ilişkin bir kavramken, etkinlik ise, kaynakların nasıl kullanıldığı ile ilgili bir kavramdır (Erdem, 2021, s. 24).

Etkililik, bir işletmenin gerçekleştirmiş oldukları faaliyetleri sonucunda hedeflerine ulaşma derecesini ifade eden bir performans boyutudur (Horngren vd., 2012, s. 242). Örgütün amaçlarını gerçekleştirebilme derecesi olarak tanımlanan etkililik, gerçekleşen çıktının belirlenen çıktıya bölünmesiyle bulunur. (Baş ve Artar, 1991, s. 34).

1.3.4. Yenilik

Bir ürünün piyasada ilk defa tanınması, yeni bir ürün ortaya çıkarılması veya keşfedilmesi yenilik olarak tanımlanmaktadır (Rogres, 1983, s. 11). Yenilik, bir işletmeye değer katan, pazarda faaliyetlerini artıran ve rakipleri karşısında rekabet üstünlüğünün sağlanmasına yardımcı olan stratejik faktörlerden biri olarak kabul edilir (Greenhalgh ve Rogers, 2010, s. 4).

Yenilik kavramı başka bir deyişle, yeni bir şeyi ortaya koyma yada var olan bir şeyin üzerinde değişiklik yaparak geliştirme, risk alma ve esnek olma kelimeleriyle de açıklanabilmektedir. Fakat yenilik kavramını buluş kavramı ile karıştırmamak

gerekir. Yenilik, bir işletme mal ve hizmet üretirken teknolojiyi kullanarak ürettikleri ürün veya hizmetin performansını artırmayı hedefler. Ayrıca bir işletme sadece büyümeye değil, büyümenin yanı sıra gelişmeye de açık olması gerekir. Bir diğer açıdan yenilik işletmenin daha iyi ürün üretirken bunu daha uygun maliyette üretmesidir (Akal, 2005, s. 54).

Bir işletmenin yeniliğe açık olması işletmeye rakip olan diğer işletmelere rekabet üstünlüğü sağlamasına ve bu sayede daha kaliteli mal, trend ürün üretme ve maliyeti azaltma gibi faydalar sağlar. Bunların yanı sıra yeniliğin ortaya çıkmasına neden olan önemli faktörler arasında, müşteri isteklerine daha kısa sürede cevap verilmesi, mal ve hizmet kalitesinin iyileştirilmesi ve üretilen ürünlerin daha iyi tasarlanması gibi unsurlar yer almaktadır (Korkmaz vd., 2009, s. 83).

Dünya çapında ekonomik faaliyetlerin artması beraberinde rekabet ortamında artmasına neden olduğu için, bu durum işletmeler açısından yenilik yapmanın önemini de artırmaktadır. Teknolojide yaşanan gelişmeler ve değişimler sermayenin, ürünlerin ve bilgi akışının hızını artırmaktadır. (Archibugi ve Lanmarino, 2002, s. 100).

İşletmenin yapması gereken yenilikler dört başlıkta incelenmektedir. Aşağıda bu yeniliklerin neler olduğu belirtilmiştir (Yaşar, 2019, s. 16-17):

Ürün ve Hizmet Yenilikleri: Bir işletme teknolojideki değişimlere ve gelişimlere ayak uydurmak, işletmeden bir malı veya hizmeti talep edenlerin ihtiyaçlarını karşılamak için yapılan yenilikler bütünüdür.

Üretim Süreci ya da Üretim Yöntemlerindeki Yenilikler: Bu yenilik bilgi ve beceri değişimlerinden kaynaklanan yenilikler bütünü oluşturmaktadır. Maliyetleri azaltma, kaliteyi arttırmak için iyileştirme yapma ve bir işin yapımının daha kolay hale gelmesini sağlama gibi değişimleri kapsamaktadır.

Kullanım Yenilikleri: İşletmenin üreteceği yeni bir ürün için halihazırda var olan teknolojinin kullanılması veya işletmenin elinde bulundurduğu ürünler için yeni kullanım alanlarının bulunmasını içeren yeniliklerdir.

Pazar Yenilikleri: Pazar yerlerindeki nüfus değişikliği, ürünün veya hizmetin kullanım olanaklarının sağlanmasının yanı sıra, sosyal ve ekonomik koşulların, kültürel değerlerin, toplumların ve ülkeler arasındaki ilişkilerin değişmesi gibi yenilikleri kapsamaktadır.

1.3.5. Kârlılık

Kâr, bir işletmenin girişmiş olduğu bir faaliyetin hayata geçirilmesi neticesinde, işletmenin yapmış olduğu satışlar ile bu satışları yapabilmek için katlandığı maliyetler veya giderler arasındaki farktır. Kısacası gelirlere giderler çıkartıldığında kalan olumlu farka kâr denir. Bu fark negatif yönlü olursa işletme zarar etmiş olur. Kârlılık, bir işletmenin belli dönemlerde elde ettiği kârın işletmenin yapmış olduğu satışlara bölünmesiyle bulunur. Bir işletmenin kârlılığını ölçebilmesi en

kolay olan performans boyutlarından biridir. Kâr ya da kârlılığın ölçülmesi ile ilgili birçok mevcut gösterge vardır. Bunun nedeni işletmelerin düşük maliyetle yüksek getiri elde etme hedefinden dolayı oluşturmuş oldukları ekonomik sistemden kaynaklanmaktadır (Akal, 2005, s. 64). Kârlılığı bir işletme için kısa dönemli bir performans göstergesi olarak kullanılması yerine uzun dönemli bir performans göstergesi olarak kullanılması gerekmektedir. (Kaya, 2008, s. 15).

İşletmelerin performans ölçümü için kullandıkları yöntemler zaman içerisinde değişkenlik gösterse de kârlılığın tek değişmeyen gösterge olduğu söylenebilir. İşletmeler bu performans göstergelerine bağlı kalarak gelişmekte ve büyümektedirler (Şimşek, 2013: s. 45). İşletme elde etmiş olduğu kâr ile yatırım yapabilir, gelişebilir, büyüyebilir, personeline daha yüksek ücret ödeyebilir (Ünsalan ve Şimşeker, 2011, s. 13).

Genel anlamda kârlılık, işletme tüm kaynaklarını kullanarak ne kadar iyi kazanç elde ettiğini gösteren bir performans göstergesidir. Kâr marjları, geliri kâra dönüştürme yeteneğini göstermektedir. Örneğin, aktif kârlılığı, net gelir elde etmek için varlıkları kullanma becerisini ölçerken özkaynak kârlılığı, öz kaynakları etkin kullanarak kâr etme becerisini göstermektedir (Alshatti, 2015: s. 64).

1.3.6. Kalite

Kalite, eldeki kaynakların verimli kullanılmasını amaçlayan, müşterilerin gereksinimine göre uygun mal ve hizmet üreten, üretilen mal ve hizmetlerin kullanımını basit hale getiren ve işletmelerin sosyal sorumluklarını yerine getirmelerine olanak sağlayan bir performans boyutudur (Akal, 2005, s. 49).

Kalite, bir ürün veya hizmeti düşük maliyetle elde ederek müşterilerin isteklerine cevap verebilecek güvenilirlikte üretilmesi ve bir ürünün pazara sunumundan sonra karşılaşılan hata payının en az olmasıdır. Ayrıca kalite bir mükemmellik değil gerekliliğe uygunluktur. Kalite kavramının iki boyutundan söz edilmektedir. Bunlardan biri, teknik diğeri ise fonksiyonel boyutlardır. Teknik açıdan kalite, müşteriye sunulacak ürünün veya hizmetin ne olacağı ile ilgilenir. Fonksiyonel kalite ise, müşteriye sunumun nasıl yapılacağı ile ilgilenir (Benligiray, 1999, s. 12).

Kalite müşteri memnuniyetine önem veren bir unsurdur (Barutçugil, 2002: s. 16). Kaliteli bir ürün veya hizmet üreten bir işletme kısa zaman içerisinde daha fazla gelir elde etmekte ve kâr marjında yüksek olmaktadır. Ayrıca bir ürünün müşteriye sunulma şekli, sunulan ürünün kalitesini arttırmakta ve işletmenin kârlılığının pozitif yönde ayrışmasına etki etmektedir (Chang ve Chen, 1998, s. 246).

Yapılan çalışmalarda işletme performansını etkileyen etmenlerin neler olduğu konusunda fikir ayrılıkları yaşanmasına rağmen kalite, bir işletmenin performansına, pazar içerisindeki payına ve finansal yapısına katkı sağlayan önemli bir ölçüttür (Vickery ve Droge, 1996, s. 44). Aynı zamanda teknoloji ve bilim alanlarındaki hızlı değişmelerle birlikte işletmeler arasında rekabet ortamı oluşmaktadır. Bu

durumda tüketici davranışlarından, beklentilerinin yükselmesine, piyasa şartlarının değişmesine ve işletmelerin ürettikleri mal ve hizmetlerin farklılaşmasına yani çeşitliliğinin artmasına neden olmaktadır. İşletmeler bu durumlar karşısında kalite anlayışına önem vermekte ve bir dönüşüm geçirerek yeni yapılanmalara gitmektedir (Kayabaşı, 2010, s. 153).

1.4. Etkinlik Türleri ve Ölçme Yöntemleri

Çalışmanın bu bölümünde, ilk olarak etkinlik kavramı açıklanacak ve etkinlik türleri hakkında detaylı bilgiler verilecektir. Daha sonra etkinlik ölçme yöntemleri sırasıyla ele alınıp yöntemler hakkında bilgi verilecektir.

Etkinlik, bir işletmenin belli bir alandaki eylemlerine, stratejik hedeflerine ve amaçlarına ulaşma, onları elde etme derecesidir. Bu varsayımdan yola çıkarak bir işletme önceden planladığı hedeflerine ne denli ulaşabiliyorsa o kadar etkindir (Baransel, 1993, s. 35).

Etkinlik, standart performansın gerçekleşen performansa bölümü ile hesaplanmaktadır. Bu formül sayesinde, gerçekleşen performansın standart performansa ne derecede yaklaşmış yaklaşmadığı ölçülür (Özer, 1997, s. 88). Bu formüle göre oranın 1 olması istenir, sonucun 1 çıkması bir işletmenin hedeflerine %100 ulaşıldığını göstermektedir. Eğer oran 1'den küçük çıkarsa hedefin gerçekleşmediği yani standart performansın altında performans gösterdiği anlamına gelmektedir. Oran 1'den yüksekse gerçekleşen performansın standart performansın üstünde olduğunu anlamına gelmektedir (Erpolat, 2011, s. 28).

1.4.1. Etkinlik Türleri

Etkinlik farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Burada teknik, ölçek, tahsis (fiyat), toplam ve ekonomik etkinlik türlerinin her biri aşağıda genel hatlarıyla özetlenmiştir.

- Teknik Etkinlik

Teknik etkinlik, işletmenin faaliyetleri sonucunda elde ettiği en fazla çıktının en az girdi ile sağlanması ve hedeflenen nicel sonuçlara ulaşılabilme derecesidir (Levitt ve Joyce, 1987, s. 92).

Teknik etkinlik; iki şekilde incelenmekte olup bunlardan ilki girdi yönelimli teknik etkinlik ve ikincisi ise çıktı yönelimli teknik etkinliktir.

Girdi Yönelimli Teknik Etkinlik: İşletme en az girdi değişkeni kullanarak mevcut çıktıyı elde etme başarısına girdi yönelimli teknik etkinlik denir (Porcelli, 2009, s. 4). İşletmenin elindeki çıktılar sabit tutularak daha da az girdi değişkeni kullanma imkanı varsa, girdi yönelimli teknik etkinlik tam sağlanamaz ve girdi değişkenlerindeki bu azalış, girdi yönelimli “teknik etkinsizliği” gösterir. Bu azalış oranının 1'den çıkarılmasıyla elde edilen fark ise girdi yönelimli teknik etkinliğin sonucunu vermektedir (Lorcu, 2008, s. 39).

Çıktı Yönelimli Teknik Etkinlik: işletme elindeki girdileri en iyi şekilde değerlendirip kullanması ve bu sayede en fazla çıktığı elde etme başarısıdır (Porcelli, 2009, s. 4). Elde bulunan girdileri sabit tutup, çıktılarda bir artışa neden olursa, çıktı yönelimli teknik etkinliğin tam olarak gerçekleşmediği anlamına gelmekte olup, bu artış çıktı yönelimli “*teknik etkisizliği*” gösterir. Artış oranının 1’den çıkarılmasıyla elde edilen fark çıktı yönelimli teknik etkinliği gösterecektir (Erpolat, 2011, s. 40).

Hem girdi hem de çıktı yönelimli teknik etkinlik aynı zamanda etkin çıkabilmekte veya sadece biri etkin olabilmektedir. Üretim biriminin tam olarak teknik etkin olabilmesi için hem girdi yönelimli hem de çıktı yönelimli teknik etkin olması gerekir (Lorcu, 2008, 40, Erpolat, 2011, s. 40).

- Ölçek Etkinliği

Bir işletmenin optimal büyüklükte faaliyet göstermesine ölçek etkinliği denilmektedir (Bakırcı, 2006, s. 202). Bir işletmenin uygun ölçekte üretimi gerçekleştirme başarısı olarak da ifade edilen bu etkinlik, karar verme biriminin tek başına etkin olmasından ziyade üretimde bulunan tüm karar verme birimlerinin toplam olarak etkin olmaları söz konusudur (Lorcu, 2008, s. 41). Ölçek etkinliğinin formülü ise, toplam etkinliğin teknik etkinliğe bölümüyle formülize edilir. Girdi miktarındaki tüm artışların çıktılar üzerinde yaptığı etki aşağıda sıralanan başlıklardan biri ile ifade edilebilir (Erpolat, 2011, s. 43).

Ölçeğe Göre Sabit Getiri: CRS (Constant Returns Scale), girdi miktarlarında herhangi bir artış olursa aynı miktarda çıktıda da bir artış olacağını savunur.

Ölçeğe Göre Azalan Getiri: DRS (Decreasing Returns to Scale), girdi miktarındaki herhangi bir artışın çıktı miktarında daha az bir artışa neden olduğunu savunur.

Ölçeğe Göre Artan Getiri: : IRS (Increasing Returns to Scale), girdi miktarında bir artış meydana gelirse çıktı miktarında daha fazla oranda bir artışa neden olacağını savunur.

- Toplam Etkinlik

Toplam etkinlik, teknik etkinlik ile ölçek etkinliğin bir araya gelmesiyle elde edilen bir etkinliktir. Toplam etkinlik aşağıdaki gibi hesaplanır (Banker, Charnes ve Cooper, 1984, s. 1089):

$$\text{Toplam Etkinlik} = \text{Teknik Etkinlik} * \text{Ölçek Etkinliği}$$

Karar verme birimi hem teknik açıdan hemde ölçek etkinliği açısından etkinliği sağlıyorsa bu durum toplam etkinliği verir. Bir başka ifadeyle, bir üretim biriminin toplam etkinliğe ulaşabilmesi için, hem teknik hem de ölçek etkinliği sağlamış olması gerekmektedir. Eğer karar verme birimi, toplam etkin değilse, ya teknik etkisizlikten yada ölçek etkisizliğinden kaynaklanmaktadır. Bu duruma neden olan faktörlerin belirlenerek gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir (Erpolat, 2011, s. 44).

- Tahsis (Fiyat) Etkinliği

Tahsis etkinliğinin bir diğer adı da fiyat etkinliğidir. Girdi fiyatlarını en az maliyetle belirleyerek, en uygun girdi oluşumu seçimine denir. Girdi miktarının yanı sıra girdi fiyatlarına da dikkat edilmesi gerekliliğini savunan tahsis etkinliği işletmeler için önemli bir kavramdır. Tahsis etkinliğinin amacı, kaynakları en yüksek değerleri elde etmek için kullanmaktır. Eğer kaynaklar israf edilirse “*tahsis etkinsizliği*” meydana gelecektir (Tosun, 2007, s. 84; Çetin, 2010: s. 185).

- Ekonomik Etkinlik

Ekonomik etkinlik, fiyat etkinliği ile toplam etkinliği içerir. Ekonomik etkinliğin formülü ise aşağıda gösterilmektedir (Ceyhan vd.,2004, s. 256).

Ekonomik Etkinlik = Fiyat Etkinliği * Toplam Etkinlik

Ekonomik etkin olmayan karar verme biriminin etkinsizliği tahsis ve teknik etkinlikten kaynaklanmaktadır. Ayrıca çok fazla girdi kullanılması istenilen çıktının elde edilmemesi teknik etkinsizliği yansıtmaktadır ve yanlış çıktı bileşimi üreterek fiyat etkinliği sağlanamaması ekonomik etkinsizliğe neden olmaktadır (Dursun, 2013, s. 9).

1.4.2. Etkinlik Ölçme Yöntemleri

Etkinlik ölçümünde üç farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar, oran analizi, parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerdir. Etkinlik sınırı belirlerken veya birden fazla girdi ve çıktı değişkeni kullanıldığı durumlarda ise parametrik ya da parametrik olmayan yöntemler kullanılmaktadır. Parametrik olmayan yöntemler matematiksel fonksiyonlara uymadan daha esnek karar verme olanağı sağlarken, parametrik yöntemlerde ise matematiksel bir fonksiyona uymak gerekir (Özkan ve Özcan, 2018, s. 489).

1.4.2.1. Oran Analizi

Performans ölçümü yapılırken en fazla tercih edilen yöntemlerden biri oran analizidir. Bu oranın tercih edilmesinin nedeni hem kolay kullanılması hem de tek bir girdi ve çıktı değişkeni ile uygulanmasıdır. Bu oran tek bir girdi ve çıktı değişkeni ile uygulandığı için etkinlik ölçümünde bir boyutu ele alır ve alınmayan diğer boyutları göz ardı etmektedir. Kârlılık oranı, likidite oranı gibi finansal analizde kullanılan oranlar yalnızca ilgili orana konu olan kalemleri baz almaktadır. En büyük dezavantajı her zaman karşılaştırma yapmaya gereksinim duymasındır. Analiz sonucunda elde edilen bulgular kendi dönemleriyle veya yıllar bazında çıkan bulgularla karşılaştırılırsa anlamlı hale gelmektedir. Bu nedenle, etkinlik ölçümünde farklı oranları anlamlı biçimde ağırlıklandırılarak, tek bir ölçüt kullanılmasına gereksinim duyulmaktadır (Oruç, 2008, s. 7).

1.4.2.2. Parametrik Yöntemler

Parametrik yöntemlerle ölçüm yapılmak istenirse faaliyet sonuçlarının tek değişkenle tanımlanması gerekmektedir. Bağımlı değişkeni tek değişkenli değilse bu yöntem kullanılamaz kısacası etkinlik sonucuna ulaşılamaz. Bir işletmenin faaliyet sonuçları eğer parametrik yöntemlerle ölçülürse bu yaklaşım bazı yerlerde yetersiz kalabilmektedir. Ortalama değere göre yapılan parametrik yöntemler, en iyi performansı verecek olan karar birimine bağlı kalamayacaktır. Ortalama üretim fonksiyonu grubun içerisindeki çeşitliliği gözlemleyemeyen parametrik yöntemler farklı üretim teknolojilerini dışlamaktadır (Güran ve Tosun, 2005, s. 94-95).

1.4.2.3. Parametrik Olmayan Yöntemler

Parametrik yöntemlere alternatif olarak ortaya çıkan parametrik olmayan yöntemler doğrusal programlamayı benimseyen bir yaklaşımdır. Bu yöntem etkinlik değerinin etkinlik sınırına olan uzaklığını ölçer. Birden fazla bağımlı ve bağımsız değişken kullanılmaktadır (Charnes vd., 1994, s. 5). Parametrik olmayan yöntemlerde bir fonksiyon sınıfına ait olma varsayımı olmadığı için parametrik yöntemlere göre daha esnek ve avantajlı konumdadır (Bağcı, 2018, s. 72).

Parametrik olmayan yöntemlerin dezavantajlarından birisi, rassal hata terimini içermedikleri için ölçüm, veri ya da diğer nedenlerden dolayı oluşan hatalardan kurulan model etkilenir ve etkinlik sınırı doğru hesaplanamaz (Düzakın ve Demirtaş, 2005, s. 269).

Parametrik ve parametrik olmayan yöntemler karşılaştırılacak olursa; parametrik yöntemlerde tek bir çıktı değişkeni kullanıldığı için özel ve kamu sektöründe performans ölçümü yapılacağı zaman genellikle parametrik olmayan yöntemler tercih edilir. En iyi performans yerine parametrik ölçümlerde ortalama performans değerine göre yapılması parametrik olmayan yöntemlere yönelimi artırır ve cazip hale getirir. Parametrik yöntemlerde, karar birimlerinin aynı şekilde üretim yaptığı varsayılır. Bu yüzden de parametrik olmayan yöntemler tercih edilmektedir (Pehlivanoğlu, 2011, s. 93).

1.5. Veri Zarflama Analizi

Doğrusal programlama temeline dayalı olan veri zarflama analizi yöntemi (VZA), etkinlik ölçümü yapan analistler arasında yaygın kullanıma sahiptir. Birden fazla tanımı bulunmaktadır. Bu tanımlamalardan bazıları şunlardır:

- Veri zarflama analizi, karar verme birimleri olarak da adlandırılan homojen yapıdaki birimlerin göreceli olarak etkinlik ölçümleri için geliştirilmiştir. Ayrıca, parametrik olmayan bir etkinlik ölçümüdür (Yolalan, 1993, s. 27).
- Veri zarflama analizi, matematiksel programlama temeline dayanan bir etkinlik ölçüm tekniğidir. Birden fazla girdi ve çıktı değişkenine sahip karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini ölçebilmektedir (Lang vd., 1995, s. 473).

- 1978 yılında geliştirilmiş olan veri zarflama analizi tekniği, Cooper, Charnes ve Rhodes tarafından bir dizi ortak özelliğe sahip kuruluşların göreceli etkinliğini hesaplamak için kullanılan bir etkinlik ölçüm yöntemidir (Mahgary ve Lahdelma, 1995, s. 700).
- Regresyon analizinin doğrudan yapılamadığı birçok girdi ve çıktı değişkenin kullanıldığı üretim faaliyetlerinde finansal veya operasyonel açıdan etkinliği ölçmek amacıyla kullanılan bir analiz tekniğidir (Akan ve Çalmaşur, 2011, s. 17).
- VZA, doğrusal programlama temelli bir yöntemdir. Birçok girdi ve çıktı değişkenine sahip olan farklı karar verme birimlerinin etkinliğinin ölçülmesinde uygulanmaktadır (Kutlar ve Kartal, 2004, s. 53).
- Veri zarflama analizi, herhangi bir üretim fonksiyonuna ihtiyaç duymadan çeşitli girdi ve çıktı değişkenleri kullanılarak karar verme birimlerinin göreceli etkinlik ölçümünün yapılmasına olanak sağlar (Pourjavad ve Shirouyehzad, 2014, s. 144).
- Veri zarflama analizi, birçok girdi ve çıktı değişkenin kullanıldığı bir ölçüm yöntemidir. Her bir karar verme biriminin etkinliğini ölçmek ve değerlendirmek amacıyla bu değişkenler kullanılır (Yıldız, 2007, s. 94).
- Veri zarflama analizi, etkinlik ölçümü sonucunda en iyi performans gösteren karar verme birimlerine göre etkinlik sınırını oluşturarak diğer karar verme birimlerinin etkinlik sınırına olan uzaklığını ölçebilmektedir. Ayrıca, benzer özelliklere sahip karar verme birimlerinin etkinliklerinin performans ölçüm göstergesi olarak ifade edilen girdi ve çıktı değişkenleri aracılığı ile ölçen bir analiz tekniğidir (Zhou vd., 2018, s. 2).
- Parametrik özelliğe sahip olmayan, veri zarflama analizi, karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini ölçen, “0” ve “1” değerleri arasında değişen değerler atayan bir analiz tekniğidir (Ohsato ve Takahashi, 2015, s. 513).

Veri zarflama analizinin tarihsel gelişim süreci incelendiğinde ilk olarak, Debreu'nun 1951 yılında yapmış olduğu çalışması görülmektedir. Fakat üretim sınırı ile etkinlik ölçümüne dair çalışmalar Farrell'in etkinlikle ilgili yapmış olduğu tanımlamalarla açıklanmıştır. Bu açıdan Farrell'in 1957 yılında etkinliği değerlendirmek amacıyla yapmış olduğu çalışma, veri zarflama analizinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Karahana & Özgür, 2011, s. 98). Farrell'in ortaya koyduğu bu çalışma etkinlik ölçümünde parametrik olmayan yaklaşım anlayışını gösteren ilk çalışmadır. Bu çalışmada tek bir çıktıya ve birden fazla girdiye sahip olan karar verme birimlerinin etkinlik ölçümü doğrusal programlama aracılığı ile gerçekleştirilmiştir (Ertuğrul ve Tuş Işık, 2008, s. 206).

Veri zarflama analizinin asıl ortaya çıkışı 1970'li yılların başında Edwardo Rhodes'un W. W. Cooper danışmanlığında yürütmüş olduğu şehir ve kamu

konuları ile ilgili olan doktora teziyle olmuştur. Amerika Birleşik Devletlerindeki devlet okullarına uygulanan eğitim programlarının performansının ölçülmüş olduğu çalışmada regresyon analizinin yetersiz kalması sonucu farklı yöntemlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda Farrell'in 1957 yılında yapmış olduğu çalışmadan yararlanılarak doğrusal programlama temeline dayanan veri zarflama analizi tekniği geliştirilmiştir (Cooper, 2005, s. 5).

Veri zarflama analizi, Cooper, Charnes ve Rhodes tarafından 1978 yılında geliştirilen kesirli matematiksel programlama temeline dayanan bir analiz tekniğidir. Birden fazla girdi ve çıktıya sahip olan ve homojen özellik gösteren karar verme birimlerinin göreceli etkinlikleri veri zarflama analiziyle ölçülmektedir. Çıktı değişkenleri karar verme birimleri tarafından üretilen ürünleri veya ortaya çıkan performans göstergelerini temsil etmekte olup, girdi değişkenleri ise, karar verme birimleri tarafından kullanılan kaynakları temsil etmektedir (Baker ve Talluri, 1997, s. 102).

1978 yılında CCR modellerinin kullanılmaya başlanmasından sonra, veri zarflama analizi, gerek teorik gerekse metodolojik açıdan hızlı bir gelişim sürecine girmiştir. İlk olarak, BCC modelleri 1984 yılında Banker, Cooper ve Charnes tarafından geliştirilen ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan yöntem kullanılmıştır. CCR modeline konvekslik kısıtının eklenmesi sonucu bulunan BCC modeli teknik ve ölçek etkinliğinin ayrı ayrı hesaplanmasına imkân sağlayacak biçimde geliştirilmiştir. Daha sonraki yıllarda toplamsal modeller ile çarpımsal modeller gibi veri zarflama analizi modelleri geliştirilmiştir. Bununla birlikte karar verme birimlerinin etkinlik değerlerinin dönemden döneme nasıl değiştiğini gösteren ve pencere analizleri olarak ifade edilen yöntemler de veri zarflama analizi ile birlikte kullanılmaya başlanmıştır (Başkaya ve Avcı, 2011, s. 78).

Tarihi çok eskiye dayanmayan veri zarflama analizi, günümüzde birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Son zamanlarda, bilişim alanında yaşanan hızlı gelişmelerle birlikte veri zarflama analizinde kullanılan modellerin çözümü için farklı yazılım programı geliştirilmiştir. Veri zarflama analizini daha kullanılabilir bir yöntem haline gelmesi bu yazılım programları sayesinde olmuştur (Lorcu, 2008, s. 58).

1.5.1. Veri Zarflama Analizinin Üstün ve Zayıf Yönleri

Veri zarflama analizi, etkinlik ölçümü ile ilgili yapılan çalışmalarda yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Bu analizin, ön plana çıkan bazı üstün yönleri olmakla birlikte zayıf yönleri de bulunmaktadır. İlk olarak veri zarflama analizi tekniğinin üstün yönlerine daha sonra ise zayıf yönlerine değinilecektir. Veri zarflama analizinin üstün yönleri aşağıda verilmiştir:

- Veri zarflama analizi birden fazla girdi ve çıktı değişkeninin bir arada değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Jenkins ve Anderson, 2003, s. 52).

- Veri zarflama analizi tekniği benzer özelliklere sahip karar verme birimlerinin performansının karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır (Bowlin, 1987, s. 128).
- Veri zarflama analizi, girdi ve çıktı değişkenleri arasında belirli bir fonksiyonel forma ihtiyaç duymamaktadır. Bundan dolayı parametrik yöntemlere göre oldukça esnek bir yapıya sahiptir (Arnade, 1994, s. 9).
- Veri zarflama analizi tekniğinde girdi ve çıktı değişkenleri birçok farklı birim ile ifade edilebildiği için karar verme birimlerinin birçok açıdan etkinliği değerlendirilebilmektedir (Bowlin, 1987, s. 128).
- Veri zarflama analizi tekniği etkinlik ölçümü sonucunda etkin çıkmayan karar verme birimlerinin etkin duruma geçebilmesi için seçenekler sunarak kurum ve kuruluşlardaki yönetsel faaliyetlerin gelişmesine büyük katkı sağlamaktadır (Rouyendegh, 2009, s. 53).
- Veri zarflama analizi, analizi gerçekleştiren kişilere kullanmış oldukları girdi ve çıktı değişkenlerini tanıma imkânı sunmaktadır (Bowlin, 1987, s. 129).

Veri zarflama analizinin üstün yönlerinin yanı sıra bazı zayıf yönleri de bulunmaktadır. Veri zarflama analizinin zayıf yönleri aşağıda sıralanmıştır:

- Veri zarflama analizi tekniği, parametrik olmayan bir yöntem olduğu için seçilen modelin uygun olup olmadığını test edecek istatistiksel analizlerin uygulanması pek mümkün olmamaktadır (Smith, 1997, s. 234).
- Veri zarflama analizi gerçekleştirilirken karar verme birimi açısından önemli bir girdi veya çıktı değişkeninin analize dâhil edilmemesi analizin yanıltıcı sonuçlar vermesine neden olabilmektedir (Kutlar ve Bakırcı, 2018, s. 190).
- Araştırmaya dâhil edilen karar verme birimi sayısının girdi ve çıktı sayısının toplamından daha az olduğu durumlarda etkin çıkan karar verme birimi sayısı artmakta ve etkinlik ölçümü güvenilir sonuçlar vermemektedir (Easton, Murphy ve Pearson, 2002, s. 132).
- Veri zarflama analizi modelleri, statik özelliğe sahip oldukları için tek bir zaman kesitine göre etkinlik ölçümü gerçekleştirebilmektedirler. Bundan dolayı veri zarflama analizi ile etkinliğin zaman içindeki değişimini ölçmek pek mümkün değildir. Ancak bazı karar verme birimleri mevcut girdilerini çıktıya dönüştürmek için bir dönemden daha uzun bir zamana ihtiyaç duyabilmektedirler. Bu açıdan etkinlik kısmi olarak eksik ölçülebilmektedir (Perman, 1991, s. 21).
- Veri zarflama analizi tekniği girdi ve çıktı değişkenlerinin hesaplanması ile ilgili yapılacak ölçüm hatalarına karşı çok duyarlıdır (Easton, Murphy, ve Pearson, 2002, s. 132).

- Veri zarflama analizinde analize dâhil edilen çok büyük veya çok küçük değere sahip girdi ve çıktı değişkenleri göreceli etkinlik sınırının oluşmasını daha zor bir hale getirmektedir (Smith, 1997, s. 234).

1.5.2. Veri Zarflama Analizinin Uygulama Aşamaları

Veri zarflama analizi aracılığı ile karar verme birimlerinin etkinlik ölçümünün başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için izlenmesi gereken aşamalar aşağıda gösterilmiştir (Golany ve Roll, 1989, s. 238):

- Etkinliği ölçülecek olan karar verme birimlerinin belirlenmesi,
- Karar verme birimlerinin göreceli olarak etkinliklerinin güvenilir bir şekilde ölçülebilmesi için uygun girdi ve çıktı kümesinin oluşturulması,
- Uygun veri zarflama analizi modelinin belirlenerek etkinlik ölçümünün gerçekleştirilmesi ve sonuçların değerlendirilmesidir.

1.5.2.1. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

Karar verme birimleri, benzer özelliğe sahip girdi ve çıktı üreten, diğer bir ifade ile üretim süreci boyunca homojen yapıya sahip girdi değişkenlerini işleyerek çıktı değişkenlerine dönüştüren kurum veya kuruluşlardır (Karsak ve İşcan, 2000, s. 5). Veri zarflama analizi tekniğinde etkinlik ölçümü göreceli olarak gerçekleştirildiği için uygun olan karar verme biriminin seçilmiş olması analizin başarısını ve güvenilirliğini büyük ölçüde etkilemektedir. Karar verme birimlerinin seçimi aşamasında göz önünde bulundurulması gereken durumlar aşağıda sıralanmıştır (Baysal ve Toklu, 2001, s. 206):

- Analize dâhil edilecek karar verme birimleri, benzer amaçlar doğrultusunda aynı görevleri gerçekleştirmiş olmaları gerekmektedir,
- Tüm karar verme birimlerinin aynı pazar koşullarında faaliyet göstermiş olmaları gerekmektedir,
- Analize dâhil edilecek tüm birimlerin girdi ve çıktı değişkenlerinin büyüklüğü ve miktarı dışında aynı olması gerekmektedir.

Karar verme birimi sayısının belirli bir seviyenin üstünde olması ile kullanılacak olan etkinlik göstergelerinin birbirinden farklı olması imkânı sağlanmış olur. Böylece karar verme birimlerinin birçok açıdan etkinlik ölçümü gerçekleştirilebilir. Ancak karar verme birimi sayısının artması da gereksiz değişkenlerin modele dâhil olmasına ve karar verme birimlerinin oluşturmuş olduğu gözlem kümesinin homojenliğinin bozulmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı etkinlik ölçümünün anlamlı ve güvenilir sonuçlar vermesi açısından karar verme birimlerinin seçimi titizlikle gerçekleştirilmelidir (Boussofiane, Dyson ve Thanassoulis, 1991, s. 13).

Veri zarflama analizi tekniği aracılığı ile yapılmış olan çalışmalara bakıldığında karar verme birimi sayısının ne kadar olması gerektiği ile ilgili bazı farklı görüşler bulunmaktadır. İlk görüşe göre, analize dâhil edilen karar verme birimi sayısı girdi

ve çıktı sayısının toplamının en az 3 katına eşit olmalıdır (Cooper vd., 2001, s. 219). İkinci görüşe göre, analize dâhil edilen karar verme birimi sayısı girdi ve çıktı sayısının toplamının en az 2 katına eşit olmalıdır (Dyson vd., 2001, s. 246). Üçüncü görüşe göre ise analize dâhil edilen karar verme birimi sayısı girdi ve çıktı sayısının toplamının en az bir fazlasına eşit olmalıdır (Boussofiane, Dyson, ve Thanassoulis, 1991, s. 2).

1.5.2.2. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Seçilmesi

Veri zarflama analizi tekniğinde analize dâhil edilecek girdi ve çıktı değişkenleri, karar verme birimlerini karşılaştırmanın temelini oluşturacaklarından dolayı çok titiz bir şekilde seçilmelidirler. Veri zarflama analizi tekniği herhangi bir fonksiyonel varsayım gerektirmese de farklı girdi ve çıktı kümelerine bağlı olarak aynı karar verme biriminin farklı etkinlik değerleri almasından dolayı etkinlik ölçümü gerçekleştirilirken üretim ve hizmet sürecine doğrudan katkı sağlayan girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi gerekmektedir (Aydemir, 2002, s. 89). Değerlendirilmeye tabi tutulan karar verme birimlerini doğru bir şekilde temsil edemeyen girdi ve çıktı değişkenlerinin analize dâhil edilmesi etkinlik ölçümünün eksik ve tutarsız olmasına neden olmaktadır (Yolalan, 1993, s. 64).

Veri zarflama analizi tekniğinde karar verme birimi sayısının arttırılmadan kullanılacak olan girdi ve çıktı değişkenlerinin arttırılması etkinlik ölçümünün bozulmasına ve etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin çıkmasına neden olmaktadır. Bu açıdan girdi ve çıktı değişkeni sayısı karar verme birimi sayısına bağlı olarak arttırılmalıdır. Bununla birlikte kullanılacak olan girdi veya çıktı değişkenleri arasında güçlü korelasyon ilişkisi bulunan değişkenlerden biri analize dahil edilmemelidir (Kutlar ve Bakırcı, 2018, s. 184).

Veri zarflama analizi tekniğinde etkinlik ölçümünün güvenilir olması açısından girdi ve çıktı değişkenlerinin pozitif değerlere sahip olması gerekmektedir (Bowlin, 1998, s. 16). Bu açıdan negatif değere sahip girdi ve çıktı değişkenlerinin pozitif değere çevrilmesi aşamasında iki seçenek önerilmektedir (Pastor, 1996, s. 100);

- İlk seçenek negatif değere sahip değişkenin değerini pozitif değere dönüştürecek değerle tüm değişkenlerin toplanmasıdır.
- İkinci seçenek negatif değere sahip değişkenin en küçük pozitif değerle değiştirilmesidir.

Veri zarflama analizinde kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin farklı birimlerle ifade edilmesi etkinlik ölçümüne engel teşkil etmemektedir. Diğer bir ifade ile girdi ve çıktı değişkenleri parasal değerlerle ifade edilebildiği gibi metre, kg, saat, litre, adet ve oransal değişkenlerle de ifade edilebilmektedir (Karahana ve Özgür, 2011, s. 117).

VZA'da girdi ve çıktı değişkenleri tespit edildikten sonra, bütün karar verme birimlerine ait girdi ve çıktı verilerinin toplanması gerekmektedir. Herhangi bir

karar verme birimi için kesin ve güvenilir verilerin temin edilmemesi veya eksik temin edilmesi durumunda, hem ilgili karar verme biriminin göreceli etkinlik değeri hem de diğer karar verme birimlerinin göreceli etkinlik değerleri eksik veya yanlış hesaplanacaktır. Bu açıdan ilgili karar verme biriminin analizden çıkartılması gerekmektedir (Aydemir, 2002, s. 89).

1.5.2.3. Veri Zarflama Analizi Modelinin Belirlenmesi ve Uygulanması

Veri zarflama analizi tekniğinde etkinlik ölçümü gerçekleştirilirken hangi modelin uygulanacağı konusu, analizin güvenilir ve tutarlı sonuçlar vermesi açısından oldukça önemlidir. Gerçekleştirilecek analizde model seçimi, çalışmanın amacına, konusuna ve analizin dayandığı varsayımlara göre belirlenmektedir. Araştırmaya dâhil edilecek girdi ve çıktı değişkenlerinin kontrol edilebilme durumu model seçimi sürecinde belirleyici bir rol oynamaktadır (Cook ve Seiford, 2009, s. 10).

Veri zarflama analizi tekniğinde kullanılacak olan modelin belirlenmesi aşamasında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır. Bu hususlar; işletmelerin mevcut durumu ile faaliyet gösterdikleri sektörün genel yapısıdır. Araştırmacılar, karar alma aşamasında girdi kullanımının en önemli faktör olması sebebiyle girdi yönelimli VZA modelini daha çok kullanma eğilimindedirler. Ancak bazı sektörlerde, sabit maliyetlerin yüksek olması o sektörde faaliyet gösteren işletmelerin mevcut girdi miktarı ile en çok çıktı miktarını üretmelerini gerektirmektedir. Bu tip durumlarda ise çıktı yönelimli VZA modellerinin kullanıldığı görülmektedir (Coelli vd., 2005, s. 162).

VZA'da girdi yönelimli modeller, etkinlik sınırının altında kalan karar verme birimlerinin çıktı miktarını değiştirmeden girdi miktarının ne kadar azaltılması gerektiğini belirleyen modellerdir. Girdi yönelimli modellerde asıl amaç girdilerin minimize edilmesidir. Çıktı yönelimli modeller ise girdi miktarını değiştirmeden çıktı miktarının ne kadar artırılması gerektiğini belirleyen modellerdir. Çıktı yönelimli modellerde asıl amaç çıktıların maksimize edilmesidir (Ramanathan, 2003, s. 61).

Etkinlik ölçümü sonucunda karar verme birimlerinin her biri için 0 ile 1 veya %0 ile %100 arasında değişen bir etkinlik değeri bulunur. Etkinlik değeri 1 veya %100 olan birimler göreceli olarak etkin kabul edilirken etkinlik değeri 1'in veya %100'ün altında olan birimler ise göreceli olarak etkin kabul edilmemektedir (Aydemir, 2002, s. 90). Ancak analiz sonucunda etkin olan tüm karar verme birimlerinin "1" değerini almasından dolayı etkin karar verme birimlerinin kendi içerisinde bir etkinlik sıralaması gerçekleştirilememektedir (Perçin ve Çakır, 2012, s. 36). Bu açıdan VZA ile ilgili alan yazında etkin karar verme birimlerinin sıralanması ile ilgili bazı farklı yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler (Adler, Friedman, ve Sinuany-Stern, 2002, s. 250):

- Etkinlik değerlerinden türetilmiş çapraz etkinlik matrisine dayanan sıralama yöntemi,
- Etkin olan karar verme birimlerini kendi içerisinde sıralama olanağı sunan süper etkinlik yöntemi,
- Analiz sonucunda etkin olan karar verme birimlerinin etkin olmayan karar verme birimleri tarafından kaç defa referans alındığını gösteren kıyaslama yöntemi,
- Çok değişkenli istatistiksel yöntemlere dayalı sıralama yöntemi,
- Analiz sonucunda etkin çıkmayan karar verme birimlerinin tüm girdi ve çıktı değişkenlerinin ortalama oransal değerlerine göre sıralanması yöntemi,
- Çok amaçlı karar verme tekniklerine dayalı sıralama yöntemidir.

Veri zarflama analizinin sağlanmış olduğu avantajlardan biri de etkinlik ölçümü sonucunda etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin duruma geçebilmesi için örnek alması gereken etkin karar verme birimlerinin tespit edilmesidir. Bununla birlikte analiz sonucunda elde edilen çözüm kümeleri vasıtası ile etkin çıkmayan karar verme birimlerinin etkinlik sınırına ulaşabilmesi için gerçekleştirmeleri gereken faaliyetler belirlenebilmektedir (Tarım, 2001, s. 119).

1.5.3. Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Modeller

Veri zarflama analizi tekniğinde yer alan modeller farklı kriterler esas alınarak sınıflandırılmaktadır. İlk olarak ölçeğe göre sabit getiri varsayımını baz alan ve girdi-çıkıtı yönelimli veri zarflama modellerini kapsayan CCR modelleri ile daha sonraki yıllarda ortaya çıkan ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımını baz alan BCC modelleri kullanılmaktadır. İlerleyen dönemlerde ise hem sabit hem de değişken getiri varsayımını baz alan toplamsal modelin yanı sıra, günümüzde birçok farklı model ve sınıflandırma şekli ile karşılaşmak mümkündür (Adler vd., 2002, s. 251).

1.5.3.1. CCR Modelleri

1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilmiş olan CCR modeli ilk temel VZA modeli özelliğini taşımaktadır. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımını temel alan bu model, karar verme birimlerinin toplam etkinlik değerlerini hesaplayarak etkinsizliğin kaynağını ve miktarını belirleyebilmektedir (Charnes vd., 1978).

CCR modeli, karar verme birimlerinin etkinliklerini ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanarak hem ayrı ayrı hem de toplu bir şekilde ölçebilmektedir (Weng vd., 2009, s. 41).

CCR modelinde karar verme birimlerinin girdi veya çıktı yönelimli olmak üzere toplam etkinlikleri ölçülebilmektedir. Herhangi bir karar verme biriminin CCR modelinde etkin kabul edilebilmesi için ilgili karar verme biriminin hem teknik etkinlik açısından hem de ölçek etkinliği açısından etkin olması gerekmektedir.

CCR modelinin girdi ve çıktı yönelimli olmak üzere iki farklı modeli bulunmaktadır (Lorcu, 2008, s. 71).

1.5.3.1.1. Girdi Yönelimli CCR Modeli

Girdi yönelimli CCR modeli, çıktı düzeyinde bir değişiklik yapmadan aynı çıktı düzeyini elde etmek için girdi düzeyindeki azalmanın ne kadar olması gerektiğini araştıran girdi odaklı bir modeldir. Bu model veri zarflama analizinin temelini oluşturmakla birlikte daha sonra bu modelin eksikliklerini gidermek amacıyla geliştirilmiş olan ağırlıklı ve zarflama modellerinin de temelini oluşturmaktadır (Matthews ve Ismail, 2006). Girdi yönelimli kesirli CCR modelinin matematiksel gösterimi aşağıda yer almaktadır (Zhu, 2003, s. 477);

$$E_0 = \max \left(\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \right)$$

Kısıtlar;

$$E_0 = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 1$$

$$u_r \geq \epsilon \quad r = 1, \dots, p$$

$$v_i \geq \epsilon \quad i = 1, \dots, m$$

Modelde;

u_r : “k” karar birimi tarafından “r” adet çıktıya verilmiş olan ağırlık oranı,

v_i : “k” karar birimi tarafından “i” adet girdiye verilmiş olan ağırlık oranı,

Y_{rk} : “k” karar birimi aracılığı ile üretilmiş olan “r” adet çıktı,

X_{ik} : “k” karar birimi tarafından kullanılmış olan “i” adet girdi,

Y_{rj} : “j” karar birimi aracılığı ile üretilmiş olan “r” adet çıktı,

X_{ij} : “j” karar birimi tarafından kullanılmış olan “i” adet girdi

ϵ : Yeteri kadar küçük pozitif bir sayı

Girdi yönelimli ağırlıklı CCR modeli

Gerçekleştirilen hesaplamaların daha kolay bir şekilde yapılabilmesi için girdi yönelimli kesirli CCR modelinin doğrusal programlamaya dönüştürülerek elde edilmiş halidir (Kazançoğlu, 2008, s. 143). Girdi yönelimli ağırlıklı CCR modelinin matematiksel yapısı aşağıda gösterilmiştir (Coelli vd., 2005: s. 163):

$$Q_k = \max \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right)$$

Kısıtlar,

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

$$\sum_{i=1}^p u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, p$$

$$v_i \geq \varepsilon \quad i = 1, \dots, m$$

Girdi yönelimli zarflama CCR modeli

Girdi yönelimli zarflama CCR modelinde referans kümesinin oluşturulması girdi yönelimli ağırlıklı CCR modeline göre daha kolay olmaktadır. Bunun yanı sıra zarflama modelinde karar verme birimlerine ait girdi ve çıktı değişkenlerinin hangi oranda kullanıldığı tespit edilebilmektedir (Banker vd., 2004, s. 348). Girdi yönelimli zarflama CCR modelinin matematiksel yapısı aşağıda yer almaktadır (Ahn, Charnes ve Cooper, 1988, s. 251):

$$E_0 = \min \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \tau_j - \theta X_{i0} + S_i^- = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

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

$$\tau_j, S_i^-, S_i^+ \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Modelde,

θ : Göreceli olarak etkinlik ölçümü gerçekleştirilmiş karar verme birimlerine ait girdi miktarının ne kadar azaltılması gerektiğini gösteren daraltma katsayısı

τ_j : Girdi yönelimli modellerde “j” değişkenine sahip karar verme biriminin almış olduğu yoğunluk değeri,

S_i^- : “i” girdi değişkenine sahip karar verme biriminin atıl (aylak) değeri,

S_i^+ : “r” çıktı değişkenine sahip karar verme biriminin atıl (aylak) değeri,

1.5.3.1.2. Çıktı Yönelimli CCR Modeli

Çıktı yönelimli CCR modeli, girdi düzeyinde bir değişiklik yapmadan mevcut girdi düzeyi ile karar verme birimini etkin duruma geçirmek için çıktı düzeyinin ne

kadar arttırılması gerektiğini araştıran çıktı odaklı bir modeldir. Çıktı odaklı CCR modelinin girdi odaklı CCR modelinden farkı, ağırlıklandırılmış girdi değişkeninin ağırlıklandırılmış çıktı değişkenine olan oranının minimize edilmesidir (Charnes vd., 1994, s. 42). Çıktı yönelimli kesirli CCR modelinin matematiksel ifadesi aşağıda yer almaktadır (Yolalan, 1993, s. 44);

$$E_0 = \min \left(\sum_{i=1}^m V_i X_{io} / \sum_{r=1}^s u_r Y_{ro} \right)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} / \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} \geq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

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

Çıktı yönelimli ağırlıklı CCR modeli

Çıktı yönelimli kesirli CCR modelinin doğrusal programlamaya dönüştürülerek elde edilmiş halidir (Kazançoğlu, 2008, s. 148). Çıktı yönelimli ağırlıklı CCR modelinin matematiksel yapısı aşağıda gösterilmiştir (Cooper, Seiford ve Zhu, 2011, s. 13):

$$Q = \text{Min} \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} = 1$$

$$V_i, u_r \geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, p \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Çıktı yönelimli zarflama CCR model

Zarflama modellerinde referans kümesinin daha rahat oluşturulması ve karar verme birimlerine ait girdi ve çıktı değişkenlerinin hangi oranda kullanıldığının tespit edilmesi gibi özellikler zarflama modellerinin daha yaygın bir biçimde kullanılmasına neden olmuştur (Yolalan, 1993, s. 146). Çıktı yönelimli zarflama modelinin matematiksel ifadesi aşağıda yer almaktadır (Cook ve Zhu, 2005, s. 5):

$$Q_k = \max \left(\theta + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^s S_r^+ \right)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j + S_i^- - X_{ik} = 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \beta_j - S_i^- - \beta Y_k = 0 \quad r = 1, \dots, p \quad j = 1, \dots, n \quad i = 1, \dots, m$$

$$\beta_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_r^+ \geq 0$$

Modelde,

θ : Göreceli olarak etkinlik ölçümü gerçekleştirilmiş karar verme birimlerine ait çıktı miktarının hangi oranda artırılması gerektiğini gösteren genişleme katsayısı,

β_j : Çıktı yönelimli modellerde “j” değişkenine sahip karar verme biriminin almış olduğu yoğunluk değeri,

1.5.3.2. BCC Modelleri

Literatürde BCC olarak isimlendirilen model, 1984 yılında Banker, Cooper ve Charnes tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımını baz alan BCC modeli karar verme birimlerinin teknik etkinliğini ölçerek etkinsizliğin kaynağını ve miktarını belirleyebilmektedir. Karar verme birimlerinin CCR modelleri ile toplam etkinliği ölçülebilirken BCC modelleri ile teknik etkinliği ölçülebilmektedir. BCC modelinin girdi ve çıktı yönelimli olmak üzere iki farklı modeli bulunmaktadır (Cooper, Seiford, ve Tone, 2007, s. 92).

1.5.3.2.1. Girdi Yönelimli BCC Modeli

Girdi yönelimli BCC modelinde, girdi yönelimli CCR modelinde olduğu gibi belirli bir çıktı düzeyini en etkin bir biçimde elde etmek için girdi düzeyinin azaltılması amaçlanmaktadır. Bu model karar verme birimlerinin etkin sınıra ulaşabilmeleri için girdi düzeylerini orantılı bir biçimde azaltmaları gerektiğini savunmaktadır (Kazançoğlu, 2008, s. 151). Girdi yönelimli kesirli BCC modelinin matematiksel yapısı aşağıda gösterilmiştir (Banker, Charnes ve Cooper, 1984, s. 1085):

$$E_o = \max \left(\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o / \sum_{i=1}^m V_i X_{io} \right)$$

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

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

Modelde,

u_o : Karar verme birimlerinin sahip olduğu serbest değişken,

Girdi yönelimli ağırlıklı BCC modeli

Girdi yönelimli kesirli BCC modelinin doğrusal programlamaya dönüştürülerek elde edilmiş halidir (Oruç, 2008, s. 31). Girdi yönelimli ağırlıklı BCC modelinin matematiksel ifadesi aşağıda yer almaktadır (Banker vd., 1984, s. 1085):

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

Kısıtlar,

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{io} = 1$$

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

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

Girdi yönelimli zarflama BCC modeli

Ağırlıklı BCC modellerinde referans kümesinin oluşturulmasının uzun sürmesinden dolayı zarflama BCC modelleri geliştirilmiştir (Banker vd., 2004, s. 346). Girdi yönelimli zarflama BCC modelinin matematiksel yapısı aşağıda yer almaktadır (Zhu, 2000, s. 108):

$$Q_k = \text{Min} \left(\theta - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+ \right)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j + S_i^- - \theta X_{ik} = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j - S_i^+ - Y_{rk} = 0 \quad r = 1, 2, \dots, p$$

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

$$\beta_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_i^+ \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad i = 1, 2, \dots, m \quad r = 1, 2, \dots, p$$

1.5.3.2.2. Çıktı Yönelimli BCC Modeli

Çıktı yönelimli BCC modelinde, çıktı yönelimli CCR modelinde olduğu gibi girdi düzeyinde bir değişiklik yapmadan mevcut girdi düzeyi ile karar verme biriminin etkin duruma geçmesi için çıktı düzeyinin artırılması amaçlanmaktadır. Bu model karar verme birimlerinin etkin sınıra ulaşabilmeleri için girdi düzeylerini orantılı bir biçimde arttırmaları gerektiğini savunmaktadır (Cooper vd., 2007, s. 89). Çıktı yönelimli BCC modelinin matematiksel yapısı aşağıda gösterilmiştir (Chen ve Ali, 2002, s. 479):

$$E_0 = \min \left(\sum_{i=1}^m V_i X_{i0} - V_0 / \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \right)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} - V_0 / \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

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

V_0 : Karar verme birimlerinin sahip olduğu serbest değişken,

Çıktı yönelimli ağırlıklı BCC modeli

Çıktı yönelimli kesirli BCC modelinin doğrusal programlamaya dönüştürülerek elde edilmiş halidir (Oruç, 2008, s. 32). Çıktı yönelimli ağırlıklı BCC modelinin matematiksel yapısı aşağıda yer almaktadır (Chen ve Ali, 2002, s. 479):

$$E_0 = \min \sum_{i=1}^m V_i X_{i0} - V_0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - V_0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

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

Çıktı yönelimli zarflama BCC modeli

Çıktı yönelimli ağırlıklı BCC modelinin zarflama modeline dönüştürülerek elde edilmiş halidir (Cooper vd., 2007, s. 90). Çıktı yönelimli zarflama BCC modelinin matematiksel yapısı aşağıda gösterilmiştir (Elsayed ve Khalil, 2017, s. 2):

$$E_o = \text{Max}(\theta + \varepsilon + \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+)$$

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

$$i = 1, 2, \dots, m$$

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

$$r = 1, 2, \dots, p$$

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

$$\beta_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_i^+ \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad i = 1, 2, \dots, m \quad r = 1, 2, \dots, p$$

1.5.3.3. Toplamsal Model

Toplamsal model, 1985 yılında Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz tarafından geliştirilmiş olan bir modeldir. Daha sonraki yıllarda model aynı kişiler tarafından genişletilmiştir. Toplamsal Model, CCR ve BCC modellerinde olduğu gibi etkinlik ölçümünü girdi veya çıktı yönelimli olarak gerçekleştirmemekte ve sadece ölçeğe göre değişken getiri varsayımını baz almaktadır. Girdi yönelimli modeller, çıktı düzeyini sabit tutarak girdi düzeyini minimum seviyeye düşürmeyi amaçlamaktadır. Çıktı yönelimli modeller ise mevcut girdi seviyesini sabit tutarak çıktı seviyesini maksimum düzeye çıkarmayı amaçlamaktadır. Toplamsal model, girdi ve çıktı yönelimli modellerin tek bir model altında birleştirilmiş halidir. Bu açıdan toplamsal modelde karar verme biriminin etkinlik sınırına ulaşabilmesi için girdi miktarının azaltılması ile çıktı miktarının artırılması işleminin eş zamanlı olarak gerçekleşmesi gerekmektedir (Sowlati, 2001, s. 52). Toplamsal modelin matematiksel yapısı aşağıda yer almaktadır (Bowlın, 1998, s. 14):

$$\text{maks} = \sum_{i=1}^k S_j^+ + \sum_{r=1}^m S_r^-$$

Kısıtlar;

$$\sum_{j=1}^n X_{ij}\beta_j + S_i^+ = X_{ik} \quad i = 1, 2, \dots, k$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij}\beta_j + S_i^- = y_{rk}, \quad r = 1, 2, \dots, m$$

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

$$\beta_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_i^+ \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, k \quad r = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

1.5.3.4. Aylak Tabanlı Model

Veri zarflama analizi tekniğinin temellerini radyal ve radyal olmayan modeller oluşturmaktadır. Radyal modeller, girdi veya çıktı değişkenlerinin orantısal olarak değiştiği varsayımını kabul etmekte ve etkinlik skorlarındaki aylak (slack) değerleri önemsememektedir. 1978 yılında kullanılmaya başlanan CCR (Cooper, Charnes, Rhodes) modeli ilk radyal model olma özelliği taşımaktadır. Daha sonraki yıllarda Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen BCC modeli de radyal model olma özelliği göstermektedir. Radyal olmayan modeller ise girdi ve çıktı değişkenlerinin farklı varyasyonlarda değiştiğini kabul etmekte ve her bir girdi ve çıktı değişkenin aylak (slack) değerlerini dikkate almaktadır. Diğer bir ifade ile radyal olmayan modellerde girdi ve çıktı değişkenlerinin farklı oranlarda arttığı veya azaldığı kabul edilmektedir. Birçok kişi tarafından geliştirilmiş olmasına rağmen bugünkü bilinen haliyle radyal olmayan aylak tabanlı (slack based) model ilk defa 2001 yılında Tone tarafından uygulanmıştır (Ashrafi vd., 2011, s. 1437).

Tone tarafından geliştirilen aylak tabanlı modelin sahip olduğu bazı özellikler aşağıda sıralanmıştır (Tone, 2001, s. 499):

Değişmeyen Birimler: Gerçekleştirilen tüm ölçümler veri setine bağlı kalınarak yapılmalıdır.

Durağanlık Durumu: Gerçekleştirilen tüm ölçümler aylak değere sahip her bir girdi ve çıktı değişkeni için durağan bir biçimde azalmalıdır.

Çözüm Kümesine Olan Bağımlılık: Gerçekleştirilen tüm ölçümler ilgili karar verme birimlerinin çözüm kümesi ile uyumlu bir şekilde yapılmalıdır.

Aylak tabanlı VZA modelinin matematiksel yapısı aşağıda gösterilmiştir (Ashrafi vd., 2011, s. 1438):

$$\theta = 1 - \left[\left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i^- / X_{io} \right) / \left(1 \sum_{r=1}^s S_r^+ / y_{ro} \right) \right] \quad x_o = X\beta + S^- + \left(\frac{1}{s} \right)$$

$$x_o = X\beta + S^- y_o = Y\beta - S^+ \quad \beta, S^-, S^+ \geq 0$$

İKİNCİ BÖLÜM

ENTROPİ TABANLI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMİYLE BIST 100'DE YER ALAN İMALAT SEKTÖRÜNDEKİ İŞLETMELERİN FİNANSAL PERFORMANS GÖSTERGELERİ AÇISINDAN ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Araştırmanın bu bölümünde Veri Zarflama Analizi ve Entropi Yöntemi ile yapılmış bazı çalışmalar ve metodoloji ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Araştırmanın konusuna, önemine, amacına, kapsamına, yöntemine ve analiz bulguları incelenmektedir.

2.1. Entropi ve Veri Zarflama Analizi Yöntemleri İle İlgili İmalat Sektöründe Yapılmış Çalışmalar

Tartıcı (2022); yapmış olduğu çalışmada, imalat sektöründe bulunan 50 işletmenin 2015-2019 yıllarına ait finansal verilerini inceleyip performans ölçümünü veri zarflama yöntemi ile ölçmüştür. Sonuç olarak ise, 2015-2016-2017 yıllarında üretim işletmelerinin verimlilik değerlerinde sektörel bazda incelediğinde anlamlı farklılıklar elde edilmediğini ve 2018-2019 yıllarının verisine göre de anlamlı farklılık olduğunu tespit etmiştir. İmalat sektöründe yeterli derece de verimlilik ölçümü olmadığını savunmuştur ve bu doğrultuda etkin olmayan işletmelere önerilerde bulunmaktadır.

Yayla ve Özer (2022: 15-29), Borsa İstanbul'da işlem gören işletmelere, COVID-19'un üzerlerindeki etkilerini görebilmek için 13 sektörde yer alan 87 işletmenin 2018-2019-2020 yıllarına ait performans göstergelerine veri zarflama yöntemi uygulayarak ölçmüşlerdir. Yapmış oldukları analiz sonucunda ise, özellikle Ana Metal Sanayi sektörü, Toprağa Dayalı İmalat sektörü, Madencilik ve Taş Ocakçılığı sektöründe yer alan işletmelerin tümünün etkinliklerinde düşüş tespit

etmişlerdir. COVID-19 kapsamında alınan önlemlerin BIST’te yer alan birçok işletmeyi olumsuz yönde etkilediğini öne sürmüşlerdir.

Asker (2022: 2261-2274), çalışmasında COVID-19 salgınının BIST’te işlem gören imalat sektöründe yer alan alt sektörlerin finansal göstergelerini inceleyip salgının etkilerini veri zarflama yöntemi ile ölçmüştür. Analiz bulguları incelendiğinde COVID-19’un birçok işletmeyi olumsuz etkilediğini ve özellikle en çok Ana Metal Sanayi, Gıda İçecek ve Tütün, Metal Eşya ve Makine alt sektörlerinin etkilendiğini tespit etmiştir.

Zhang vd. (2021: 1-9), çalışmalarında, Çin’de madencilik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin 2012-2017 yıllarına ait performans göstergelerini inceleyerek veri zarflama yöntemlerinden biri olan Malmquist endeksi ile karşılaştırma yapmışlardır. Yapmış oldukları analiz sonucunda ise, işletmelerin birçoğunda toplam faktör verimlilik değerlerinde azalış olduğunu tespit etmişlerdir. Bu düşüşün nedeninin ise teknolojik değişim değerlerinde yaşanan düşüşten kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir.

Tameemi (2021); yapmış olduğu tez çalışmasında imalat sektöründe yer alan 21 tekstil işletmesinin maliyet yapısını, karlılığını ve performansını değerlendirmek için 2018-2019 yıllarına ait finansal göstergelerini inceleyerek veri zarflama analizi yöntemi ile ölçüm yapmıştır. Sonuç olarak ise, 2018 yılının verimlilik oranının 2019 yılına göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca etkin çıkmayan işletmeler için iyileştirme tabloları vererek işletmelere etkin hale gelebilmeleri için önerilerde bulunmuştur.

Yılmaz (2020); Tez çalışmasında, 2010-2018 yılları arasında BIST 50 Endeksinde işlem gören ve imalat sektöründe faaliyet gösteren 16 işletme üzerinde bulanık TOPSIS ve bulanık veri zarflama analizi yöntemleri kullanılmıştır. Analizinde girdi değişkeni olarak, cari oran, asit-test oranı, finansal kaldıraç oranı, stok devir hızı dahil etmiş ve çıktı değişkeni olarak ise, dönem kâr marjı oranı, öz kaynaklar kârlılık oranı, aktif (varlık) kârlılık oranlarını kullanmıştır. Çalışma sonucunda seçili işletmelerin performans ve etkinlik değerlemeleri yapmış ve uygulamış olduğu yöntemlerin tutarlı yöntemler olduğunu savunmuştur.

Özcelik ve Öztürk (2019: 1011-1028), yapmış oldukları çalışmada, BIST’ 100’de yer alan gıda ve içecek sektöründe faaliyet gösteren işletmelerinin 2015-2017 dönemindeki maliyet etkinliğini veri zarflama analizinin girdi odaklı CCR ve BCC modelleri aracılığı ile ölçmüşlerdir. Araştırmada satışların maliyeti/satış hasılatı, yönetim gideri/satış hasılatı ve pazarlama gideri/satış hasılatı gibi değişkenlerin girdi olarak ele alındığı, aktif kârlılık oranı, öz kaynak kârlılığı, net kâr marjı ve faaliyet kâr marjı gibi değişkenlerinde çıktı olarak ele alındığı görülmüştür. Ölçeğe göre sabit (CCR) ve değişken getiri (BCC) varsayımı altında toplamda 22 adet işletmenin 4 tanesinin diğer işletmelere göre daha iyi performans sergilediğini ortaya koymuşlardır.

Aşağıdaki tabloda literatüre göre, yapılmış çalışmalar incelendiğinde veri zarflama analizi yöntemi ile en çok kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri yer almaktadır.

Tablo 1. Veri Zarflama Yöntemi İle Yapılmış Çalışmalarda En Çok Kullanılan Finansal Etkinlik Göstergeleri

Girdi	Çıktı
Likidite Oranları	Karlılık Oranları
Kaldıraç Oranları	Net Kâr
Cari Oran	Stok Devir Hızı
Toplam Varlıklar	Alacak Devir Hızı
Öz Sermaye	Öz Sermaye Kârlılığı
Yön. Dağ. Sat. Giderleri	Hisse Başına Kazanç
Asit Test Oranı	Net Kâr
Nakit Oranı	Net Satışlar
Maddi Duran Varlık/Uzun Vadeli Yabancı Kaynak	Öz Sermaye Kâr Marjı
Alacak Devir Hızı	Hisse Başına Kâr
Toplam Borçlar/Öz Sermaye	Hisse Senedi Getirisi
Aktif Toplamı	Net Kâr/ Öz Kaynak
Öz Sermaye	Net Kâr / Toplam Aktif
KVYK/Toplam Pasif	Satışlar,
Maddi Duran Varlıklar/Öz Sermaye	Faaliyet Karı
Net İşletme Sermayesi/Toplam Aktif	Faal. Sağlanan Nakit Akışı
Kısa Vadeli Yab. Kay./Toplam Borç	Brüt Kâr Oranı
Finansal Borçlar/Öz Sermaye	Piyasa Değeri
Alacak Devir Hızı	Satışların Kârlılığı
Öz Sermaye Devir Hızı	
Dönen Varlıklar Devir Hızı	
Fiyat/Kazanç Oranı	
Piyasa Değeri/Defter Değeri Oranı	

Veri zarflama analizi ile Entropi yönteminin birlikte kullanıldığı çalışmalar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2. Veri Zarflama Analizi İle Entropi Yönteminin Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar

Konular	Yazarlar
Sağlık Sektörü	Ömürbek vd. (2021)
Havalimanları	Güner vd. (2021)
Tedarikçi Seçimi	Davoudabadi vd. (2020)
Kamu Sağlık Sektörü	Pekkaya ve Dökmen (2019)
Kimya Sektörü	Antony vd. (2019)
Tekstil Sektörü	Apan vd. (2018)
Havalimanları	Altın vd. (2017)
Konaklama İşletmeleri	İstanbulu Dinçer ve Göral (2017)
Bankacılık Sektörü	Özdağoğlu vd. (2017)
İnşaat Sektörü	Liu vd. (2017)
İleri Teknoloji Endüstrisi	Hsu (2014)

Literatüre bakıldığında yapılan bazı çalışmalarda Entropi yönteminin veri zarflama analizi ve çok kriterli karar verme yöntemleri ile birlikte kullanıldığı görülmüştür.

Ömürbek vd. (2021), yapmış oldukları çalışmalarında, Türkiye'deki illerin sağlık göstergeleri açısından etkinliğini Entropi tabanlı veri zarflama analizi yöntemi ile ölçmüşlerdir. Girdi ve çıktı değişkenleri olarak Sağlık Bakanlığı İstatistik raporlarının 2014-2018 yıllarındaki verilerini kullanmışlar ve 81 ile uygulamışlardır. Analiz sonucunda 81 ilden sadece Şırnak ilinin sağlık göstergelerinin etkin çıkmadığını ve diğer bütün illerin etkin olduğunu tespit etmişlerdir. Şırnak ili için yoğunluk değeri ve referans kümesini vermişler ve bu sayede etkin olmayan Şırnak iline etkin hale gelebilmesi için önerilerde bulunmuşlardır.

Güner vd. (2021), yapmış oldukları çalışmada Avrasya Bölgesinde yer alan 23 havaalanının operasyonel ve finansal açıdan etkinliğini bulanık ilişkisel veri zarflama analizi tekniği ile incelemişlerdir. Analize dahil edilen girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi aşamasında bulanık Shannon Entropi modeli kullanılmıştır. Söz konusu model aracılığıyla girdi ve çıktı değişkenlerini ağırlıklandırmışlardır. Analiz sonucunda, söz konusu hava alanlarının farklı etkinlik değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu farklılığın temel nedeni havaalanlarının gelir durumlarının ve kullanmış oldukları teknolojik alt yapılarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Davoudabadi vd. (2020), tedarikçi seçimini etkileyen faktörleri araştırmak amacıyla yapmış oldukları çalışmada dört işletmenin tedarikçi seçimi üzerinde etkili olan 15 faktörü Entropi yöntemi ile ağırlıklandırarak analize dâhil etmiş ve ardından işletmelerin tedarikçi seçimi açısından etkinliğini veri zarflama analizi yöntemiyle ölçmüştür. Analiz sonucunda işletmelerin büyük bir kısmının tedarikçi seçimi açısından etkin durumda oldukları tespit edilmiştir.

Pekkaya ve Dökmen (2019), çalışmalarında, OECD ülkelerinin sağlık hizmetleri performansını değerlendirmek için, 2010-2016 yıllarına ait sağlık verilerine veri zarflama, Entropi, TOPSIS ve GRA yöntemlerini uygulamışlardır. Elde ettikleri bulgular sonucunda, Slovakya AB üyesi OECD ülkelerinin düşük performans sergilediklerini ve ayrıca ABD sağlık sistemini, OECD ülkeleri arasında en düşük performansa sahip ülkeler arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Bu doğrultuda, ABD sağlık sisteminin verimsiz bir konuma sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Antony vd. (2019), yapmış oldukları çalışmada Hindistan'daki kimya sektöründe faaliyet gösteren 7 işletmenin finansal performansını TOPSIS, COPRAS ve veri zarflama analizi tekniği ile incelemişlerdir. Girdi çıktı değişkenlerinin ağırlıklandırılması aşamasında Shannon Entropi yöntemini kullanmışlardır. 2010-2018 dönemini baz alan çalışmada işletmelerin TOPSIS ve COPRAS yöntemlerinde benzer sıralamaya sahip oldukları veri zarflama yönteminde ise farklı sonuçların ortaya çıktığı görülmüştür.

Apan vd. (2018), tekstil sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin finansal performansını veri zarflama analizi ve çok kriterli karar verme yöntemleriyle karşılaştırmak amacıyla 22 işletmenin 2008-2015 dönemine ait finansal açıdan etkinliğini Entropi temelli veri zarflama analizi ile Entropi temelli MAUT yöntemleriyle karşılaştırmıştır. Analiz sonucunda her iki yöntem açısından da BİSAŞ işletmesinin en iyi etkinlik skoruna sahip olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte ESEMS, SNPAM, ATEKS, KORDS işletmelerinin de ortalamanın üstünde etkinlik değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

Altın vd. (2017), yapmış oldukları çalışmada, Avrupa'nın yolcu sayısı en fazla olan 20 havalimanının etkinliklerini ölçmüşlerdir. Yöntem olarak, Entropi ve veri zarflama yöntemlerini kullanmışlar ve ayrıca Entropi yöntemi ile ağırlıklandırdıkları verileri hesaplayıp COPRAS ve Gri ilişkisel analiz yöntemleri ile performans sıralaması yapmışlardır. Analizi 2010-2015 yıllarına ait bahsi geçen 20 havalimanı verilerinin üzerinde uygulamışlardır. Analiz sonucuna göre, COPRAS yöntemine göre ilk sırada "*Madrid Barajas International Airport*" havalimanının yer aldığını belirtmişlerdir. Gri İlişkisel Analiz yöntemine göre ise, *COPRAS yönteminde çıkan sonuçla aynı olup "Madrid Barajas International Airport"* havalimanının birinci sırada yer aldığını tespit etmişlerdir. Her iki yönteme göre en son sırada "*Uluslararası Sabiha Gökçen Havalimanı*" yer aldığını ve veri zarflama yöntemine göre ise 10 havalimanının etkin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

İstanbulu Dinçer ve Göral (2017), yapmış oldukları çalışmada, konaklama kapasitesinin etkin kullanımı bakımından illeri sıralamışlardır. Kriter ağırlıklarını belirken Entropi yöntemi kullanmışlar daha sonra ise veri zarflama ve TOPSIS temelli etkinlik sıralaması yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmalarının sonucunda illerin konaklama kapasitesini kullanım etkinliğinin sıralamasını yapmışlar ve sıralama ise şu şekildedir; Konya, Afyon, Gaziantep, Mersin, Balıkesir, Bursa, Nevşehir, Aydın, Ankara, İzmir, Antalya, Muğla, İstanbul'dur.

Özdağoğlu vd. (2018), BIST sınai işletmeleri kategorisinde yer alan 152 işletmenin performansını Gri Entropi ve EATWIOS bütünleşik yaklaşımı yöntemleri ile ölçümü yapmışlardır. Yapılan analizler sonucunda ağırlık kıyaslamasının üzerinde kalan diğer bir değişle performans değerini aşan iki sanayi işletmesi olduğunu tespit etmişlerdir.

Liu vd. (2017), Çin'de bulunan belediyelerin yapmış oldukları alt yapı yatırımlarının etkinliğini araştırmak amacıyla yapmış oldukları çalışmada 2005-2014 yılları arasında 290 belediyenin alt yapı yatırımlarının verimliliğini veri zarflama analizi ile incelemişlerdir. Bu doğrultuda ilk önce girdi çıktı değişkenleri Entropi yöntemi ile ağırlıklandırılarak analize dahil edilmiştir. Araştırma sonucunda doğu, kuzeydoğu, batı ve orta bölgelerde bulunan belediyelerin etkinlik değerleri arasında önemli farklılıkların olduğu görülmüştür. Kuzeydoğu bölgesinde bulunan belediyelerin etkinlik değerlerinin yüksek olduğu görülürken batıdaki değerlerin ise oldukça düşük olduğu görülmüştür.

Hsu (2014), Tayvan’da faaliyet gösteren ve yüksek teknoloji kullanan işletmelerin 2010 yılındaki finansal ve operasyonel performansını araştırmak amacıyla yapmış olduğu çalışmada ilk olarak finansal ve operasyonel değişkenleri Entropi yöntemi ile ağırlıklandırmış ve ardından söz konusu işletmelerin performansını veri zarflama analizi, gri ilişkisel analiz ve VIKOR analizi ile incelemiştir. Araştırma sonucunda, 38 işletme içerisinde 12 işletmenin etkin çıktığı görülmüştür.

2.2. Araştırmanın Amacı

Çalışmada, BIST 100’de yer alan imalat sektöründeki işletmelerin finansal performans göstergeleri açısından etkinliklerini Entropi Tabanlı Veri Zarflama Analizi yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, BIST 100’de yer alan imalat sektöründeki işletmelerin performans göstergesi verilerinin 2017-2020 yıllarına ait değerleri kullanılarak işletmelerin etkinliklerinin belirlenmesinde Entropi ve Veri Zarflama yöntemleri birlikte kullanılmaktadır.

Aşağıdaki model doğrultusunda analiz yapılmış olup neticesinde elde edilen etkinlik skorları karşılaştırılarak değerlendirilmeler yapılmıştır.

Tablo 3. Araştırmanın Modeli

UYGULAMA AŞAMALARI	AMAÇ
1.Aşama: Literatür Taraması	Literatürde en sık kullanılan finansal oranların belirlenmesi
2.Aşama: Entropi Yöntemi İle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi ve Çözümü	76 işletmenin girdi ve çıktı değişkenleri için ayrı ayrı olmak üzere 2017-2020 yıllarına ait veriler kullanılarak 152 karar matrisi oluşturulması ve Entropi yöntemi ile girdi ve çıktı değişkenleri için ağırlıkların hesaplanması
3.Aşama: Entropi ağırlık değerleri ile VZA yönteminin uygulanması	Girdi değişkenleri için ağırlıklı karar matrisi ve çıktı değişkenleri için ağırlıklı karar matrisi elde edilmesi
4.Aşama: Entropi Tabanlı Veri Zarflama Analizi Yöntemi Analizi	CCR ve BCC modeline göre analiz çözümü ve yorumları

2.3. Araştırmanın Konusu ve Önemi

İmalat sektörünün ekonomi içerisindeki yeri, bir ülkenin büyüme sürecindeki en önemli göstergelerinden biridir. Ülke ekonomileri büyüdükçe sektörlerin ekonomi içindeki payları da değişim gösterebilmektedir. Önceki dönemlerde tarım sektörü gibi, doğal kaynaklara dayalı olan sektörlerin ekonomi içerisindeki payı oldukça yüksekti. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte bu durum değişmiş tarım sektörünün yerini imalat ile hizmet sektörleri almıştır. Literatürde bu durum, doğal ve yapısal dönüşüm olarak ifade edilmektedir. Bu dönüşümle birlikte, imalat sektörünün yapısı değişmekte, hafif imalat sanayiden ağır imalat sanayiye doğru bir değişim gerçekleşmektedir. Ülkelerin gelişmesinde ve büyümesinde oldukça önemli bir yere sahip olan imalat sektörünün finansal açıdan etkinlik ve verimlilik değerlerinin araştırılması büyük önem arz etmektedir (Polat, 2011, s. 25).

Çalışmanın konusunu, BIST 100’de yer alan imalat sektöründeki işletmelerin finansal performans analizleri oluşturmaktadır. Bu doğrultuda, BIST 100’de yer alan imalat sektöründeki işletmelerin 2017-2020 yılları arasındaki finansal tabloları incelenerek, işletmelerin finansal göstergelerinin önem düzeyleri Entropi yöntemi ile belirlenmiş ve her bir işletme için ayrı ayrı girdi ve çıktı değişkenleri ağırlıklandırılmıştır. Entropi yöntemiyle kriterlerin önem düzeyi belirlendikten sonra oluşan karar matrisine veri zarflama analizi yöntemi uygulanmıştır. Entropi yöntemi ile yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde birçok sektörde kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmayı diğer çalışmalardan ayıran yönü yani önemi ise, Entropi Tabanlı Veri Zarflama Analizi Yönteminin BIST’te yer alan *imalat sektöründe* ilk defa kullanılmasıdır. Ayrıca analiz sonuçlarında etkin olan ve etkin olmayan işletmeler tespit edilerek, etkin olmayan işletmelerin etkin birer işletme haline gelebilmeleri için, potansiyel iyileştirme oranları, yoğunluk değerleri ve referans kümeleri verilmiştir. Bunların yanı sıra, etkin olmayan işletmelerin neden etkin çıkmadığı hakkında haber siteleri, Kamu Aydınlatma Platformu (KAP) ve Sermaye Piyasa Kurulu (SPK) gibi kuruluşlarda işletme için yayınlanan haberlere göre tahminlerde bulunulmuştur. Alt sektör bulguları incelenmiş ve etkinlik skorlarının yüzdeleri verilmiştir. Çalışma bir bütün olarak ele alındığında, alanında özgünlük taşımakta ve literatüre önemli bir katkı sağlaması hedeflenmektedir.

2.4. Araştırmanın Kapsamı ve Yöntemi

Çalışmada, BIST 100’de yer alan imalat sektöründeki işletmelerin, Kamu Aydınlatma Platformu’ndan ve Matriks veri tabanından 2017-2020 yıllarına ait finansal göstergeleri indirilip incelenmiştir. 2020 yılında BIST 100’de faaliyet gösteren imalat sektöründe 187 işletme bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda imalat sektöründe yer alan 9 alt sektörler ve işletmeye sayıları verilmiştir.

Tablo 4. 2020 Yılında BIST 100’de Yer Alan İmalat Alt Sektörleri

2020 YILINDA BIST 100’DE YER ALAN İMALAT ALT SEKTÖRLERİ	İŞLETME SAYISI
1.Gıda, İçecek, Tütün	32
2.Tekstil, Giyim Eşyası ve Deri	23
3.Orman Ürünleri ve Mobilya	5
4.Kağıt ve Kağıt Ürünleri, Basım ve Yayın	15
5.Kimya İlaç Petrol Lastik ve Plastik Ürünleri	37
6.Taş ve Toprağa Dayalı	22
7.Ana Metal Sanayi	20
8.Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları	32
9.Diğer İmalat Sanayi	1
Toplam	187

Bu çalışmada, BIST 100’de faaliyette bulunmayan, verileri son 4 yıllık dönemde süreklilik arz etmeyen ve uygun verilere sahip olmayan imalat sektöründeki işletmeler araştırma kapsamına dâhil edilmemiştir. Araştırma kapsamında, Entropi Tabanlı Veri Zarflama Analizi Yönteminin özelliği gereği girdi ve çıktı değişkenlerinin negatif ve sıfır değeri alamayacağından dolayı, bu özelliğe sahip karar verme birimleri analize dâhil edilmemiştir. Bu durumlar göz önüne alınarak 76 işletme analize dâhil edilmiştir. Analize dâhil edilen işletmeler, kısaltmaları ve işletme sayıları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Analize Dâhil Edilen İşletmelerin Kodları ve Adları

GIDA, İÇECEK, TÛTÛN (14)	
KODU	İŞLETME ADI
AEFES	ANADOLU EFES BİRACILIK VE MALT SANAYİİ A.Ş.
CCOLA	COCA-COLA İÇECEK A.Ş.
ERSU	ERSU MEYVE VE GIDA SANAYİ A.Ş.
FRIGO	FRİGO-PAK GIDA MADDELERİ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
KENT	KENT GIDA MADDELERİ SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.
KNFRT	KONFRUT GIDA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
PETUN	PINAR ENTEGRE ET VE UN SANAYİİ A.Ş.
PNSUT	PINAR SÛT MAMULLERİ SANAYİ A.Ş.
SELGD	SELÇUK GIDA ENDÛSTRİ İHRACAT İTHALAT A.Ş.
TATGD	TAT GIDA SANAYİ A.Ş.
TBORG	TÛRK TUBORG BİRA VE MALT SANAYİİ A.Ş.
TUKAS	TUKAŞ GIDA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
ULKER	ÛLKER BİSKÛVİ SANAYİ A.Ş.
ULUUN	ULUSOY UN SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
TEKSTİL, GİYİM EŞYASI VE DERİ (9)	
ARSAN	ARSAN TEKSTİL TİCARET VE SANAYİ A.Ş.
ATEKS	AKIN TEKSTİL A.Ş.
BCLYT	BİLİCİ YATIRIM SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
BOSSA	BOSSA TİCARET VE SANAYİ İŞLETMELERİ T.A.Ş.
KORDS	KORDSA TEKNİK TEKSTİL A.Ş.
MEGAP	MEGA POLİETİLEN KÖPÛK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
SNPAM	SÖNMEZ PAMUKLU SANAYİİ A.Ş.
YATAS	YATAŞ YATAK VE YORGAN SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
YUNSA	YÛNSA YÛNLÛ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
ORMAN ÜRÜNLERİ VE MOBİLYA (2)	
GENTS	GENTAŞ DEKORATİF YÛZEYLER SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
SUMAS	SUMAŞ SUNİ TAHTA VE MOBİLYA SANAYİ A.Ş.
KÂĞIT VE KÂĞIT ÜRÜNLERİ, BASIM VE YAYIN (4)	
ALKA	ALKİM KÂĞIT SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
BAKAB	BAK AMBALAJ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

KARTN	KARTONSAN KARTON SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
PRZMA	PRİZMA PRES MATBAACILIK YAYINCILIK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
KİMYA İLAÇ PETROL LASTİK VE PLASTİK ÜRÜNLERİ (15)	
ACSEL	ACISELSAN ACIPAYAM SELÜLOZ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
AKSA	AKSA AKRİLİK KİMYA SANAYİİ A.Ş.
ALKİM	ALKİM ALKALİ KİMYA A.Ş.
BRISA	BRİSA BRIDGESTONE SABANCI LASTİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
DEVA	DEVA HOLDİNG A.Ş.
EGGUB	EGE GÜBRE SANAYİİ A.Ş.
EPLAS	EGEPLAST EGE PLASTİK TİCARET VE SANAYİ A.Ş.
EGPRO	EGE PROFİL TİCARET VE SANAYİ A.Ş.
GEDZA	GEDİZ AMBALAJ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
GOODY	GOODYEAR LASTİKLERİ T.A.Ş.
HEKST	HEKTAŞ TİCARET T.A.Ş.
PETKM	PETKİM PETROKİMYA HOLDİNG A.Ş.
SANFM	SANİFOAM SÜNGER SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
SEYKM	SEYİTLER KİMYA SANAYİ A.Ş.
SODSN	SODAŞ SODYUM SANAYİİ A.Ş.
TAŞ VE TOPRAĞA DAYALI (5)	
AKNCS	AKÇANSA ÇİMENTO SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
BUCIM	BURSA ÇİMENTO FABRİKASI A.Ş.
EGSER	EGE SERAMİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
KUTPO	KÜTAHYA PORSELEN SANAYİ A.Ş.
NUHCM	NUH ÇİMENTO SANAYİ A.Ş.
ANA METAL SANAYİ (8)	
AYES	AYES ÇELİK HASIR VE ÇİT SANAYİ A.Ş.
CEMTS	ÇEMTAŞ ÇELİK MAKİNA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
DMSAS	DEMİSAŞ DÖKÜM EMAYE SANAYİ A.Ş.
DOKTA	DÖKTAŞ DÖKÜMCÜLÜK TİCARET VE SANAYİ VE A.Ş.
ERBOS	ERBOSAN ERCİYAS BORU SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
ERGL	EREĞLİ DEMİR VE ÇELİK FABRİKALARI T.A.Ş.
ISDMR	İSKENDERUN DEMİR VE ÇELİK A.Ş.
SARKY	SARBUYSAN ELEKTROLİTİK BAKIR SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
METAL EŞYA MAKİNE ELEKTİRLİ CİHAZLAR VE ULAŞIM ARAÇLARI (19)	
ALCAR	ALARKO CARRIER SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
ARCLK	ARÇELİK A.Ş.
BFREN	BOSCH FREN SİSTEMLERİ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
BNTAS	BANTAŞ BANDRIMA AMBALAK SANAYİ TİCARET A.Ş.
DITAS	DİTAŞ DOĞAN YEDEK PARÇA İMALAT VE TEKNİK A.Ş.
EGEEN	EGE ENDÜSTRİ VE TİCARET A.Ş.
FMIZP	FEDERAL-MOGUL İZMİT PİSTON VE PİM ÜRETİM TESİSLERİ A.Ş.

FROTO	FORD OTOMOTİV SANAYİ A.Ş.
JANTS	JANTSA JANT SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
KLMSN	KLİMASAN KLİMA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
MAKTK	MAKİNA TAKIM ENDÜSTRİSİ A.Ş.
OTKAR	OTOKAR OTOMOTİV VE SAVUNMA SANAYİ A.Ş.
PRKAB	TÜRK PRYSMİAN KABLO VE SİSTEMLERİ A.Ş.
SAFKR	SAFKAR EGE SOĞUTMACILIK KLİMA SOĞUK HAVA TESİSLERİ İHRACAT İTHALAT SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
TOASO	TOFAŞ TÜRK OTOMOBİL FABRİKASI A.Ş.
TTRAK	TÜRK TRAKTÖR VE ZİRAAT MAKİNELERİ A.Ş.
ULUSE	ULUSOY ELEKTİRİK İMALAT TAAHHÜT VE TİCARET A.Ş.
VESBE	VESTEL BEYAZ EŞYA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
VESTL	VESTEL ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

2.5. Araştırmada Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Girdi ve çıktı kalemlerinin doğru bir şekilde tespit edilmesi, veri zarflama analizi yönteminde karar verme birimlerinin göreceli etkinliğinin ölçülmesi sürecinde oldukça önemlidir. Analiz sonucunun güvenilir olabilmesi için bu aşamanın analizi uygulayan uzman tarafından dikkate alınması gerekmektedir.

Girdi ve çıktı kalemleri sayısı ile karar verme birimi arasındaki ilişki hakkında 2 görüş bulunmaktadır. Birinci görüşe göre, karar verme birim sayısının, girdi ve çıktı kalemlerinin 2 katına eşit olması, ikinci görüşe göre ise, girdi çıktı kalemlerinin 3 katı, karar verme birimi sayısına eşit olması gerekmektedir. Bu sebeple, girdi ve çıktı kalemlerinin belli bir seviyede olması gerekmektedir (Asker, 2020, s. 112-113).

Araştırmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri, literatür taraması sonucunda BIST’te faaliyet gösteren imalat sektöründeki işletmelerin finansal performans etkinliğini en iyi şekilde yansıtacak değişkenler arasından seçilmiştir. Söz konusu değişkenler, literatürde finansal performans analizi ile gerçekleştirilmiş çalışmalar incelenerek oluşturulmuştur (Yılmaz, 2020; Yaşar, 2019; Ay ve Karasioğlu, 2018; Özçelik ve Kandemir, 2017; Öztürk, 2016; Akyüz vd., 2015; Akbulut ve Rençber, 2015; Jandaghi ve Ramshini, 2014; Orçun vd., 2014; Dizkırıcı, 2014; Senger vd., 2013; Köktürk, 2013; Başkaya ve Öztürk, 2012; Tosunoğlu ve Uysal, 2012; Soba ve Akcanlı, 2012; Tehrani vd., 2012; Cenger, 2011; Altın, 2010; Kaya ve Özer, 2010; Kaya ve Gülhan, 2010; Ata ve Yakut, 2009; Yalama ve Sayım, 2008).

Analizin daha güvenilir sonuçlar vermesi amacıyla girdi ve çıktı değişkenleri Entropi yöntemiyle ağırlıklandırılmıştır. Ağırlıklandırma işlemi aşamasında literatür yapılmış benzer çalışmalardan yararlanılmıştır (Ömürbek vd., 2021; Güner vd., 2021; Davoudabadi vd., 2020; Pekkaya ve Dökmen, 2019; Antony vd., 2019; Apan vd., 2018; Altın vd., 2017; İstanbullu Dinçer ve Göral, 2017; Özdağoğlu vd., 2017; Liu vd., 2017, Hsu, 2014). Daha sonra, ağırlıklandırılan girdi ve çıktı değişkenlerinin ait olduğu karar verme birimlerinin etkinliği veri zarflama analizi

yöntemi ile ölçülmüştür. Finansal açıdan etkinlik ölçüm aşamasında 9 adet girdi ve 7 adet çıktı değişkeni kullanılmıştır. Tablola 6 ve 7’de, girdi ve çıktı değişkenleri verilmiştir.

Araştırmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri yukarıda belirtildiği gibi literatür taraması ve uzmanlar yardımı aracılığıyla belirlenmiştir. Ayrıca değişkenlerin kullanım amaçları aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

-Girdiler

Cari Oran: İşletmenin kısa vadeli borçlarını ödeme gücünü gösterdiği için, en önemli oranlardan biridir. Ayrıca, bir işletmenin likidite seviyesini, borç ödeme kabiliyetini ve net işletme sermayesinin yeterliliğini göstermektedir (Yurdakul ve İç, 2003, s. 3).

Asit Test Oranı: İşletmenin dönen varlıklarından stoklar düşürüldükten sonraki borç ödeme gücünü gösterir. Diğer bir değişle, işletmenin kısa süreli borç ödeme gücünün ölçülmesine yarar (Özdemir, 1997, s. 38).

Maddi Duran Varlık/ Uzun Vadeli Yabancı Kaynaklar: Maddi duran varlıkların ne kadarlık bir kısmının uzun vadeli yabancı kaynaklarla finanse edildiğini gösteren bir orandır. İşletmeye kredi verenler açısından oldukça önemli bir orandır. Çünkü işletme uzun vadeli borçlarını ödeyebiliyorsa finansal riski düşük demektir (Büker ve Sevil, 2009, s. 96).

Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar/ Toplam Varlıklar: İşletmenin toplam varlıklarının ne kadarlık bir kısmının kısa vadeli yabancı kaynaklarla finanse edildiğini gösteren bir orandır. İşletmenin kısa vadeli faaliyetlerini finanse etme gücünü gösterir (Aydın vd., 2014, s. 94).

Maddi Duran Varlıklar/ Öz kaynaklar: İşletmenin elinde bulundurduğu maddi varlıkların ne ölçüde öz kaynaklarla karşılandığını gösteren bir orandır. İşletmenin öz kaynak gücünü gösterir. Diğer bir ifadeyle işletmenin duran varlıklarının ne kadarını yabancı kaynakla ne kadarını kendi sermayesiyle finanse ettiğini gösterir (Akdoğan ve Tenker, 2001, s. 685).

Net Çalışma Sermayesi/ Toplam Varlıklar: İşletmenin toplam varlıklar içerisindeki net çalışma sermayesinin payını gösterir. Yani işletmenin günlük faaliyetlerini gerçekleştirirken ihtiyaç duyduğu sermaye miktarını yansıtır (Usta, 2014, s. 90).

Alacak Devir Hızı: İşletmelerin ticari faaliyetlerinden doğan ticari alacaklarını (senetli-senetsiz), tahsil etmede güçlük çekip çekmediğini gösteren orandır. Ayrıca, alacaklarının paraya dönüşüm hızını gösterir. Bir işletmenin sattığı ürünün karşılığını alması piyasa da rekabet edebilme gücünü artırır (Çabuk ve Lazol, 2009, s. 188).

Stok Devir Hızı: İşletmelerin stoklarını etkin bir şekilde elden çıkarıp çıkarmadığını gösteren bir ölçüdür. Başka bir deyişle, bir işletmenin bir dönem boyunca elinde bulundurduğu stoklarını yıl içerisinde kaç kez yenilediğini gösteren

oran olarak da tanımlanmaktadır. Ayrıca bu oran, işletmenin pazarlama faaliyetlerini ne ölçüde iyi yönettiğini de göstermektedir (Akgüç, 2006, s. 422).

Finansal Kaldıraç Oranı: İşletmelerin sahip oldukları varlıklarının yüzde kaçının kaynaklardan meydana geldiğini gösteren bu oran bir işletmenin varlıklarıyla borçlarını ödeyebilme kabiliyetini gösterir (Elmas, 2015, s. 199).

-Çıktılar

Faaliyet Kâr Marjı: Bu marj, işletmenin yapmış olduğu esas faaliyet konusunda ne oranda kâr elde ettiğini gösteren bir orandır. Bu oran, işletmenin faiz ve vergi öncesi karlılık durumunu yansıtır. İşletmeye yatırım yapmayı düşünen yatırımcılar tarafından sürekli takip edilen bir orandır (Aksoy, 2017, s. 44).

Net Kâr Marjı: İşletmenin yapmış olduğu satışların kaç katı kadar kar elde ettiğini gösteren bir orandır. Bu oran işletmenin nihai karlılık durumunu yansıtır. İşletmeye kredi verenler ve yatırım yapmayı düşünenler tarafından en çok takip edilen marjdir (Tükenmez vd., 1999, s. 610).

Öz Sermaye Kârlılığı: İşletmenin sermayesinin kaç katı kadar kâr elde ettiğini gösterir. Bu oran işletmenin sahip olduğu sermayenin yüzde kaçını kâra dönüştürebildiğini yansıtan bir orandır (Poyraz, 2008, s. 99).

Aktif Kârlılık: İşletmenin elindeki varlıkları ne kadar etkin kullandığını gösteren bir orandır. Yani işletmenin sahip olduğu varlıklarla ne kadar kâr üretebildiğini yansıtır. İşletmeye yatırım yapmayı düşünen ve kredi sağlamayı düşünen kişi ve kurumlarca en çok takip edilen oranlardan biridir. (Aydın vd., 2014, s. 112).

Hisse Başına Kâr: İşletme faaliyetlerinden elde ettiği kârı dönem sonu ortaklarına dağıtabilir. Bu oranda işletmenin dönem sonu net kârından ortaklarına düşen payı ifade eder (Aksoy, 2017, s. 45).

Fiyat Kazanç Oranı: İşletmenin menkul kıymetlere yatırım kararlarında en önemli karar aracı olan orandır. İşletme tarafından ilan edilen hisse başına kazancın her 1 TL'si için, yatırımcının o hisse için ödemeyi kabul ettiği fiyatı gösterir (Sarıaslan ve Erol, 2014, s. 165).

Piyasa Değeri/ Defter Değeri: İşletmenin sahip olduğu hisse senedinin gerçek değeri ile piyasa değeri arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bir orandır. Bu oran işletmeye ait hisse senedinin piyasada nasıl fiyatlandığını gösterir. Söz konusu oran, işletmenin hisse senedini almayı düşünen yatırımcıların dikkat ettiği oranların başında gelmektedir (Okka, 2009, s. 114).

Tablo 6'da girdi değişkenleri ve kısaltmaları, Tablo 7'de de çıktı değişkenleri ve kısaltmaları verilmiştir.

Tablo 6. Girdi Değişkenleri ve Kısaltmaları

KISALTMALAR	GİRDİ DEĞİŞKENLERİ
G1	CARİ ORAN
G2	ASİT TEST ORANI
G3	MADDİ DURAN VARLIK/ UZUN VADELİ YABANCI KAYNAKLAR
G4	KISA VADELİ YABANCI KAYNAKLAR/ TOPLAM VARLIKLAR
G5	MADDİ DURAN VARLIKLAR/ ÖZKAYNAKLAR
G6	NET ÇALIŞMA SERMAYESİ/ TOPLAM VARLIKLAR
G7	ALACAK DEVİR HIZI
G8	STOK DEVİR HIZI
G9	FİNANSAL KALDIRAÇ ORANI

Tablo 7. Çıktı Değişkenleri ve Kısaltmaları

KISALTMALAR	ÇIKTI DEĞİŞKENLERİ
Ç1	FAALİYET KAR MARJI
Ç2	NET KAR MARJI
Ç3	ÖZ SERMAYE KARLILIĞI
Ç4	AKTİF KARLILIK
Ç5	HİSSE BAŞINA KAR
Ç6	FİYAT KAZANÇ ORANI
Ç7	PİYASA DEĞERİ/ DEFTER DEĞERİ

Tablo 6 ve Tablo 7’de belirtilen girdi ve çıktı değişkenlerinin kısaltmaları Veri Zarflama Analizi ve Entropi Yöntemi uygulamaları yapılırken tablolarda yer alan kısaltmalar kullanılmıştır.

2.6. Uygulamada Kullanılan Veri Seti

Çalışma, BIST 100’de yer alan imalat sektöründeki işletmelerin 2017-2020 yıllarına ait finansal raporlarındaki verileri kapsamaktadır. Girdi ve çıktı değişkenleri için ayrı ayrı olmak üzere 76 işletmenin kriter oran ortalamaları alınarak, her bir işletme için kriter oran değerleri hesaplanmıştır. 76 işletme için ayrı ayrı hesaplanan bu ortalama değerler Tablo 8 ve Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 8. Girdi Değişkenleri İçin Kriter Finansal Oran Ortalamalarından Oluşan Veri Matrisi

Karar Verme Birimleri (KVB)	Cari Oran	Asit Test Oranı	Maddi Duran Varlıklar / Uzun Vadeli Yabancı Kaynak	Kısa Vadeli Yabancı Kaynak / Toplam Varlıklar	Maddi Duran Varlıklar / Öz Kaynaklar	Net Çalışma Sermayesi / Toplam Varlıklar	Alacak Devir Hızı	Stok Devir Hızı	Finansal Kaldray Oranı
AEFES	1,370	1,143	0,978	0,215	0,485	0,075	8,675	6,340	0,475
COLLA	1,600	1,370	1,358	0,238	0,940	0,135	13,535	9,243	0,553
ERSU	2,328	0,750	6,728	0,175	0,795	0,223	3,345	0,785	0,260
FRIGO	1,390	0,470	1,573	0,418	1,323	0,160	18,478	1,575	0,680
KENT	1,313	0,920	14,598	0,378	0,663	0,115	4,698	5,510	0,408
KNFRT	1,710	0,568	24,723	0,453	0,485	0,253	7,190	1,053	0,463
PETUN	1,660	1,200	6,355	0,170	0,543	0,110	6,323	7,995	0,263
PNSUT	1,153	0,805	4,488	0,325	0,850	0,050	4,665	7,995	0,435
SELGD	3,953	2,655	2,755	0,185	0,280	0,465	4,095	2,655	0,260
TATGD	2,593	1,608	2,990	0,303	0,308	0,475	3,043	2,913	0,425
TBORG	1,630	1,393	11,828	0,385	0,515	0,250	2,838	3,850	0,433
TUKAS	1,273	0,500	2,080	0,470	0,930	0,120	4,323	1,408	0,638
ULKER	3,135	2,878	1,375	0,270	0,568	0,380	3,983	7,710	0,648
ULUUN	1,368	0,993	0,810	0,613	0,583	0,223	7,060	11,400	0,773
ARSAN	1,473	1,013	2,575	0,240	0,395	0,090	4,058	3,840	0,350
ATEKS	1,323	0,618	2,958	0,193	0,485	0,063	6,615	2,870	0,305
BCLYT	2,930	2,068	9,910	0,165	0,368	0,278	2,428	3,295	0,263
BOSSA	1,133	0,743	0,828	0,403	1,753	0,078	2,838	3,243	0,798
KORDS	1,223	0,670	2,490	0,340	0,805	0,075	4,840	3,228	0,533
MEGAP	3,435	2,913	2,708	0,465	0,185	0,423	3,705	9,335	0,518
SNPAM	2,545	1,675	2,403	0,090	0,258	0,110	5,698	3,693	0,248
YATAS	1,390	0,808	1,943	0,395	0,850	0,155	9,880	3,365	0,585
YUNSA	1,200	0,678	2,320	0,618	0,570	0,108	5,080	2,963	0,718
GENTS	2,890	1,518	3,463	0,230	0,265	0,433	5,025	2,438	0,293
SUMAS	4,053	2,913	3,413	0,223	0,300	0,545	65,105	5,123	0,288
ALKA	3,275	2,448	3,765	0,265	0,173	0,603	7,848	5,760	0,295
BAKAB	1,300	0,868	2,590	0,438	1,045	0,128	3,955	4,215	0,603
KARTN	3,833	2,353	14,643	0,143	0,480	0,400	9,953	5,030	0,170
PRZMA	3,868	2,498	3,515	0,135	0,088	0,320	1,055	1,465	0,158
ACSEL	4,368	2,743	3,530	0,098	0,280	0,325	6,238	4,173	0,163
AKSA	1,233	0,935	1,955	0,450	0,855	0,098	4,410	5,188	0,623
ALKIM	3,220	2,138	5,460	0,200	0,408	0,445	6,853	3,735	0,263
BRISA	1,235	0,888	0,850	0,350	1,923	0,083	4,690	4,313	0,798
DEVA	1,738	1,143	1,380	0,330	0,520	0,243	2,718	1,623	0,513

EGGUB	0,750	0,253	25,450	0,455	1,095	0,115	42,515	4,580	0,498
EPLAS	0,588	0,318	0,183	0,313	0,365	0,108	11,795	3,208	0,443
EGPRO	1,298	1,098	2,288	0,505	0,908	0,150	2,405	5,728	0,643
GEDZA	2,808	2,313	5,438	0,250	0,385	0,435	3,348	4,458	0,300
GOODY	1,683	1,163	6,038	0,450	0,450	0,298	4,218	6,358	0,490
HEKST	1,738	1,108	1,865	0,485	0,385	0,300	1,798	1,373	0,613
PETKM	1,930	1,678	1,175	0,315	0,875	0,293	7,600	8,638	0,618
SANFM	0,993	0,713	0,838	0,538	0,833	0,033	3,690	6,453	0,778
SEYKM	5,170	3,718	8,185	0,155	0,305	0,535	4,873	3,180	0,205
SODSN	5,043	4,120	2,415	0,150	0,338	0,528	19,980	5,713	0,258
AKNCS	1,143	0,895	4,570	0,358	0,753	0,075	4,123	7,828	0,473
BUCIM	3,095	1,978	5,008	0,215	0,365	0,420	4,213	4,018	0,273
EGSER	2,505	1,628	4,465	0,253	0,443	0,373	3,305	2,980	0,320
KUTPO	2,878	1,313	5,648	0,205	0,455	0,373	3,698	1,605	0,280
NUHCM	1,745	1,383	2,968	0,235	0,530	0,170	4,365	5,773	0,353
AYES	1,420	1,033	5,163	0,525	0,505	0,210	13,595	17,705	0,610
CEMTS	4,998	2,980	6,395	0,173	0,313	0,530	5,433	3,408	0,213
DMSAS	1,563	1,160	1,500	0,403	1,033	0,215	3,825	6,240	0,640
DOKTA	0,790	0,443	1,175	0,400	8,698	0,113	6,460	4,983	0,925
ERBOS	2,425	1,653	6,845	0,343	0,285	0,460	3,975	3,363	0,368
ERGL	2,778	1,755	3,615	0,185	0,648	0,330	7,485	2,443	0,310
ISDMR	3,475	2,180	4,498	0,140	0,670	0,328	13,760	3,150	0,250
SARKY	1,348	0,878	1,175	0,575	0,518	0,198	6,900	9,700	0,710
ALCAR	3,608	2,508	1,040	0,260	0,070	0,650	2,973	3,063	0,310
ARCLK	1,533	1,145	0,665	0,445	0,540	0,233	3,348	3,765	0,698
BFREN	2,625	2,215	3,468	0,313	0,288	0,483	4,995	12,240	0,378
BNTAS	4,690	3,565	6,503	0,105	0,715	0,325	11,150	5,595	0,208
DITAS	1,313	0,840	1,488	0,460	1,085	0,130	4,098	4,563	0,688
EGEEN	3,930	3,250	2,908	0,200	0,183	0,510	4,410	3,748	0,248
FMIZP	7,790	6,880	7,158	0,115	0,198	0,675	11,990	11,713	0,140
FROTO	1,183	0,970	1,448	0,523	0,888	0,093	9,073	18,158	0,705
JANTS	2,098	1,405	6,203	0,305	0,405	0,333	4,515	4,400	0,350
KLMSN	2,140	1,810	0,313	0,403	0,448	0,455	4,543	4,765	0,758
MAKTK	2,703	2,008	3,075	0,263	0,503	0,393	1,360	2,080	0,370
OTKAR	1,740	1,105	0,143	0,448	0,268	0,318	2,775	2,000	0,805
PRKAB	1,370	1,063	4,708	0,638	0,180	0,230	4,205	7,335	0,653
SAFKR	2,083	1,473	7,238	0,350	0,523	0,298	3,570	4,263	0,413
TOASO	1,153	1,005	0,693	0,500	0,555	0,078	7,968	16,305	0,720
TTRAK	1,843	1,213	0,503	0,393	0,680	0,330	7,475	4,980	0,738
ULUSE	3,325	2,625	14,730	0,265	0,220	0,558	3,238	5,275	0,278
VESBE	1,195	0,960	6,663	0,573	0,708	0,110	3,598	8,095	0,628
VESTL	0,770	0,538	2,528	0,718	0,900	0,168	4,198	3,925	0,800

Tablo 9. Çıktı Değişkenleri İçin Kriter Finansal Oran Ortalamalarından Oluşan Veri Matrisi

Karar Verme Birimleri (KVB)	Faaliyet Kar Marjı	Net Kar Marjı	Öz Sermaye Karlılığı	Aktif Karlılık	Hisse Başına Kar	Fiyat Kazanç Oranı	Piyasa Değeri / Defter Değeri
AEFES	0,058	0,038	0,035	0,020	0,885	31,050	1,195
CCOLA	0,080	0,058	0,098	0,045	0,027	15,423	1,641
ERSU	0,158	0,135	0,053	0,045	0,031	8,848	2,079
FRIGO	0,110	0,100	0,235	0,080	0,011	16,343	2,612
KENT	0,068	0,068	0,120	0,073	1,223	33,050	244,435
KNFRT	0,165	0,163	0,188	0,105	2,187	1,989	14,997
PETUN	0,098	0,088	0,105	0,078	1,517	7,746	0,892
PNSUT	0,020	0,028	0,053	0,030	0,952	0,780	14,222
SELGD	0,088	0,078	0,053	0,040	0,094	1,323	17,323
TATGD	0,070	0,090	0,140	0,078	0,613	1,703	14,283
TBORG	0,285	0,225	0,305	0,173	1,318	3,090	9,945
TUKAS	0,095	0,115	0,213	0,078	0,041	6,643	35,208
ULKER	0,148	0,120	0,190	0,068	2,273	2,204	13,052
ULUUN	0,010	0,010	0,093	0,023	0,320	1,407	15,744
ARSAN	0,250	0,220	0,143	0,095	0,633	6,364	0,888
ATEKS	0,068	0,058	0,040	0,025	0,731	106,993	0,985
BCLYT	0,303	0,265	0,203	0,153	0,687	6,555	1,319
BOSSA	0,068	0,065	0,245	0,048	0,009	60,105	2,785
KORDS	0,083	0,070	0,113	0,053	12,213	1,164	10,605
MEGAP	0,098	0,080	0,240	0,103	0,388	19,949	3,147
SNPAM	0,218	0,263	0,123	0,090	0,194	5,624	49,520
YATAS	0,105	0,085	0,270	0,113	0,428	4,542	15,459
YUNSA	0,045	0,043	0,175	0,050	0,005	2,995	15,461
GENTS	0,125	0,105	0,148	0,105	0,277	13,985	1,640
SUMAS	0,258	0,200	0,403	0,280	0,018	3,059	11,175
ALKA	0,185	0,143	0,298	0,210	0,010	6,733	2,378
BAKAB	0,078	0,063	0,155	0,063	0,008	14,967	1,893
KARTN	0,155	0,130	0,205	0,170	14,117	5,286	28,483
PRZMA	0,190	0,160	0,075	0,065	0,114	292,694	1,837
ACSEL	0,235	0,198	0,190	0,160	0,696	18,601	2,071
AKSA	0,105	0,090	0,195	0,075	1,255	12,510	1,883
ALKIM	0,233	0,205	0,313	0,230	2,169	9,476	3,080
BRISA	0,053	0,058	0,188	0,040	0,660	22,114	3,337
DEVA	0,205	0,203	0,253	0,123	0,015	8,541	1,920
EGGUB	0,750	0,679	0,640	0,688	0,506	0,254	0,512
EPLAS	0,173	0,155	0,890	0,163	0,018	8,410	9,820

EGPRO	0,090	0,083	0,188	0,065	0,011	23,703	3,276
GEDZA	0,258	0,210	0,208	0,143	1,318	8,673	1,741
GOODY	0,078	0,063	0,205	0,105	0,603	11,753	1,872
HEKST	0,210	0,200	0,333	0,128	1,040	4,854	15,424
PETKM	0,128	0,110	0,215	0,088	0,549	12,941	2,382
SANFM	0,040	0,030	0,135	0,028	0,236	27,889	3,610
SEYKM	0,205	0,188	0,200	0,148	0,395	25,513	6,855
SODSN	0,280	0,220	0,283	0,210	1,123	14,729	5,139
AKNCS	0,093	0,075	0,115	0,063	0,675	21,109	1,997
BUCIM	0,113	0,093	0,148	0,108	0,527	20,113	1,702
EGSER	0,120	0,118	0,165	0,108	0,008	7,591	1,249
KUTPO	0,120	0,095	0,108	0,075	0,009	2,002	21,054
NUHCM	0,220	0,185	0,178	0,123	1,718	2,106	12,179
AYES	0,018	0,018	0,140	0,053	10,658	18,283	1,507
CEMETS	0,190	0,163	0,250	0,193	1,071	10,026	1,944
DMSAS	0,055	0,050	0,158	0,058	0,418	22,710	1,656
DOKTA	0,080	0,073	0,940	0,060	3937,084	76,492	12,401
ERBOS	0,158	0,133	0,220	0,138	6,082	9,125	1,771
ERGL	0,238	0,168	0,150	0,103	1,141	13,512	1,341
ISDMR	0,263	0,188	0,185	0,140	0,954	1,405	9,695
SARKY	0,030	0,025	0,203	0,058	0,005	2,021	11,603
ALCAR	0,085	0,070	0,113	0,080	4,136	39,202	3,424
ARCLK	0,050	0,043	0,133	0,040	2,023	14,049	1,651
BFREN	0,155	0,133	0,390	0,245	0,205	45,475	18,887
BNTAS	0,103	0,100	0,083	0,065	0,465	19,829	1,598
DITAS	0,040	0,043	0,165	0,053	0,794	13,353	5,094
EGEEN	0,488	0,435	0,395	0,300	0,020	10,203	4,222
FMIZP	0,395	0,313	0,523	0,448	6,645	29,067	15,782
FROTO	0,060	0,060	0,463	0,135	7,459	13,912	6,397
JANTS	0,180	0,163	0,305	0,198	1,494	4,428	13,791
KLMSN	0,078	0,068	0,220	0,053	0,044	1,843	15,713
MAKTK	0,140	0,115	0,093	0,058	1,285	4,742	62,400
OTKAR	0,118	0,128	0,483	0,098	0,197	15,369	11,484
PRKAB	0,025	0,020	0,095	0,033	0,253	29,245	2,971
SAFKR	0,095	0,083	0,135	0,085	2,940	32,048	2,987
TOASO	0,075	0,075	0,365	0,100	0,068	10,232	4,011
TTRAK	0,080	0,073	0,370	0,103	1,025	16,953	5,807
ULUSE	0,190	0,155	0,275	0,208	3,708	34,793	6,142
VESBE	0,103	0,103	0,335	0,125	1,880	6,886	2,268
VESTL	0,060	0,038	0,125	0,030	1,880	25,306	1,208

2.7. Girdi-Çıktı Değişkenlerinin Ağırlıklarının Entropi Yöntemi İle Hesaplanması

Çalışmanın bu bölümünde Entropi yöntemi ve aşamaları anlatılmıştır. Ayrıca örnek olarak Entropi Yönteminin aşamaları uygulanmış ve ayrıntılı olarak bir işletme üzerinden aşamaları göstermek amacıyla tesadüfi olarak Arçelik A.Ş.'nin girdi ve çıktı değişkenlerinin önem dereceleri hesaplanmıştır.

2.7.1. Entropi Yöntemi

1948 yılında Shannon tarafından geliştirilmiş olan Entropi yönteminin özellikle son yıllarda yapılmış olan akademik çalışmalarda yaygın bir biçimde kullanıldığı görülmektedir (Zhang vd., 2011). Entropi temel olarak belirsizliğin bir göstergesi olarak kullanılmakta ve bilgi miktarındaki artışa bağlı olarak azalmaktadır (Ömürbek ve Balcı, 2017, s. 15). Bundan dolayı Entropi yöntemi kriterlerin dağılım derecelerinin tespit edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Tespit edilen kritik değerlerin dağılım oranı arttıkça, kriterlerin ölçme üzerindeki etkisi de artmış olmaktadır. Alt kriterlere ait ağırlık dağılımının ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş olan Entropi yönteminin uygulama aşamaları aşağıda gösterilmiştir (Tunca vd., 2016, s. 8; Ömürbek ve Balcı, 2017, s. 15-16; Wang ve Lee, 2009, s. 8982).

1. Aşama: Karar Matrisinin Oluşturulması: Entropi yönteminin ilk aşaması olan bu adımda, öncelikle karar matrisi oluşturulur. Karar matrisinin satırlarında karar birimleri, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri yer almaktadır. Karar matrisi, X ; alternatif sayısı, m ve kriter sayısı n olarak gösterilir. Karar matrisinde yer alan birbirinden farklı indekslerin eşölçülemezlik üzerindeki etkilerini kaldırmak amacıyla indeksler farklı yöntemlerle standartlaştırılabilmektedir. Fayda ve maliyet indekslerine göre kriterler eşitlik (1) ve eşitlik (2) yardımıyla normalize edilir.

$$r_{ij} = x_{ij} / \max_{ij} \quad (i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n) \quad (1)$$

$$r_{ij} = \min_{ij} / x_{ij} \quad (i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n) \quad (2)$$

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

2. Aşama: Karar Matrisine Ait Normalizasyon İşleminin Uygulanması

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (3)$$

Yukarıda ifade edilen denklemde; j , kriterleri, i , alternatifleri, x_{ij} , fayda değerleri ve p_{ij} , normalize edilmiş değerleri ifade etmektedir.

3. Aşama: Ağırlık Değerlerinin Belirlenmesi

$$E_j = -k \sum_{j=1}^n p_{ij} \ln p_{ij} \quad (4)$$

4 numaralı denklemde e_j , ağırlık katsayısını, p_{ij} , normalize edilmiş değerleri ve k , $(\ln(n))^{-1}$, Entropi katsayısını ifade etmektedir.

4. Aşama: Bilginin Farklılaşma Derecesinin Belirlenmesi (d_j):

$$d_j = 1 - E_j, \forall j \quad (5)$$

5. Aşama: Entropi Kriter Değerinin Belirlenmesi

$$w_i = \frac{1 - e_i}{\sum_{i=1}^m (1 - e_i)} \quad (5)$$

5 nolu eşitlikte w_i , ağırlık değerlerini, e_i , Entropi değerlerini ifade etmektedir. Bununla birlikte w_i değerlerinin toplamı 1'e eşit olmak zorundadır.

Entropi yöntemi çözüldürken, 76 işletmenin girdi ve çıktı değişkenleri ayrı ayrı olmak üzere 2017-2020 yıllarına ait veriler kullanılarak 152 karar matrisi oluşturulmuştur. Aynı zamanda, 76 işletmenin ayrı ayrı Entropi yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Aşağıda modeli açıklamak için, Arçelik A.Ş.'inin uygulama aşamaları yer verilmiştir.

1. Aşama- Karar Matrisinin Oluşturulması (Arçelik)

Bu çalışmada, BIST 100'de yer alan imalat sektöründeki işletmelerin finansal tablolarına göre, 4 yıllık verilerini kapsamaktadır. Girdi değişkenleri için, 9 tane finansal oran kullanılmıştır. Bunlar, *cari oran (G1)*, *asit test oranı (G2)*, *maddi duran varlıklar/uzun vadeli yabancı kaynaklar (G3)*, *kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar (G4)*, *maddi duran varlıklar/ öz kaynaklar (G5)*, *net çalışma sermayesi/ toplam varlıklar (G6)*, *alacak devir hızı (G7)*, *stok devir hızı (G8)*, *finansal kaldıraç oranı (G9)* değişkenleridir. Karar matrisi Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Arçelik 1. Aşama Karar Matrisi

YIL	Max	Max	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Min
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
2017	0,858	0,916	1,000	0,804	0,839	0,800	0,968	0,990	0,943
2018	0,975	1,000	0,702	0,976	1,000	0,960	0,968	1,000	0,917
2019	0,951	0,950	0,702	0,932	0,887	0,960	1,000	0,938	0,930
2020	1,000	0,983	0,762	1,000	0,758	1,000	0,922	0,984	1,000

2. Aşama-Karar Matrisine Ait Normalizasyon İşleminin Uygulanması (Arçelik)

İlk olarak karar matrisinin fayda ve maliyet kriterine göre normalizasyon işlemi eşitlik (1) ve eşitlik (2) yardımıyla yapılmıştır (Tablo 11). Daha sonra eşitlik (3) yardımıyla karar matrisi normalize edilir (Tablo 12).

Tablo 11. Fayda ve Maliyet Kriterlerinin Hesaplanması

YIL	Max	Max	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Min
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
2017	1,620	1,170	0,640	0,410	0,470	0,250	3,200	3,790	0,660
2018	1,540	1,130	0,590	0,440	0,550	0,240	3,470	3,610	0,710
2019	1,580	1,190	0,590	0,420	0,620	0,240	3,360	3,850	0,720
2020	1,390	1,090	0,840	0,510	0,520	0,200	3,360	3,810	0,700

Tablo 12. Normalize Edilmiş Karar Matrisi (P_{ij} Matrisi)

YIL	Max	Max	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Min
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
2017	0,227	0,238	0,316	0,217	0,241	0,215	0,251	0,253	0,249
2018	0,258	0,260	0,222	0,263	0,287	0,258	0,251	0,256	0,242
2019	0,251	0,247	0,222	0,251	0,255	0,258	0,259	0,240	0,245
2020	0,264	0,255	0,241	0,269	0,218	0,269	0,239	0,252	0,264

3.Aşama: - Ağırlık Değerinin Hesaplanması (Arçelik)

Bu aşamada Tablo 12.'deki her bir kriter değeri (P_{ij}), logaritması alınmış ($\ln P_{ij}$), değerleriyle çarpılmıştır.

Tablo 13. $P_{ij} \times \ln P_{ij}$ Değeri'nin Hesaplanması

YIL	Max	Max	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Min
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
2017	-0,336	-0,342	-0,364	-0,331	-0,343	-0,331	-0,347	-0,348	-0,346
2018	-0,349	-0,350	-0,334	-0,351	-0,358	-0,350	-0,347	-0,349	-0,343
2019	-0,347	-0,345	-0,334	-0,347	-0,348	-0,350	-0,350	-0,342	-0,345
2020	-0,352	-0,349	-0,343	-0,353	-0,332	-0,353	-0,342	-0,347	-0,352

Bir sonraki aşamada Tablo 13.'de bulunan değerlerin toplamları alınarak, E_j değeri eşitlik (4) yardımıyla hesaplanmıştır. $K=1/\ln.n$, sabit bir sayı olmak üzere $0 \leq e_j \leq 1$ olmasını sağlar. Bu çalışmada, $n= 4$ olduğundan $K=1/(\ln)4= 0,721348$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 14. Entropi Değerlerinin Hesaplanması

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
Ej	0,998	0,999	0,991	0,997	0,996	0,997	0,999	0,999	0,999

4.Aşama Bilginin Farklılaşma Derecesinin Belirlenmesi (Dj) (Arçelik)

Hesaplanan her bir Ej değeri 1'den çıkartarak eşitlik (5) yardımıyla Dj değeri elde edilir.

Tablo 15. Dj Değerinin Hesaplanması

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
Dj	0,002	0,001	0,009	0,003	0,004	0,003	0,001	0,001	0,001

5.Aşama – Entropi Değerlerinin Hesaplanması (Arçelik)

En son adımda, her bir dj değeri toplam dj değerine bölünerek eşitlik (6) yardımıyla kriter ağırlıkları hesaplanır.

Tablo 16. Entropi Kriter Ağırlık Değerleri

Wj	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
	0,061	0,021	0,426	0,127	0,187	0,131	0,015	0,011	0,021

Entropi yönteminin sonucuna göre kriterlerin ağırlık değerleri dikkate alındığında (Arçelik işletmesi için), en fazla öneme sahip kriter *maddi duran varlık/ uzun vadeli yabancı kaynaklar (G3)*, en az öneme sahip kriter ise, *stok devir hızı (G8)* olarak belirlenmiştir. Girdi kriterlerinin sıralaması ise, *stok devir hızı (G8) < alacak devir hızı (G7) < finansal kaldıraç oranı (G9) < asit test oranı (G2) < cari oran (G1) < kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar (G4) < net çalışma sermayesi (G6) < maddi duran varlıklar/öz kaynaklar (G5) < maddi duran varlık/ uzun vadeli yabancı kaynaklar (G3)* şeklindedir.

Tablo 17'de analize dâhil edilen tüm işletmelerin girdi değişkenlerinin Entropi yöntemine göre kriterler ağırlık değerleri verilmiştir.

Tablo 17. Tüm İşletmelerin Entropi Kriter Ağırlık Değerleri

İşletme Adı	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
AEFES	0,071	0,124	0,009	0,068	0,008	0,613	0,073	0,014	0,017
COLLA	0,115	0,078	0,003	0,380	0,059	0,290	0,024	0,029	0,018
ERSU	0,068	0,069	0,027	0,102	0,008	0,107	0,242	0,322	0,051
FRIGO	0,002	0,168	0,014	0,078	0,238	0,054	0,410	0,028	0,005
KENT	0,042	0,038	0,066	0,133	0,005	0,526	0,029	0,043	0,114
KNFRT	0,091	0,046	0,002	0,202	0,001	0,065	0,347	0,051	0,190
PETUN	0,011	0,038	0,157	0,029	0,158	0,069	0,175	0,171	0,189
PNSUT	0,021	0,038	0,089	0,038	0,072	0,629	0,042	0,063	0,004

SELGD	0,116	0,159	0,063	0,134	0,038	0,014	0,104	0,205	0,162
TATGD	0,011	0,021	0,696	0,005	0,103	0,019	0,054	0,083	0,005
TBORG	0,034	0,058	0,262	0,287	0,052	0,133	0,062	0,089	0,020
TUKAS	0,022	0,029	0,218	0,037	0,084	0,579	0,002	0,014	0,011
ULKER	0,160	0,166	0,297	0,127	0,033	0,133	0,065	0,015	0,001
ULUUN	0,003	0,041	0,018	0,011	0,223	0,016	0,210	0,473	0,001
ARSAN	0,150	0,216	0,066	0,202	0,039	0,245	0,001	0,039	0,038
ATEKS	0,014	0,114	0,050	0,145	0,001	0,147	0,359	0,094	0,072
BCLYT	0,054	0,037	0,539	0,043	0,036	0,029	0,033	0,087	0,138
BOSSA	0,016	0,030	0,135	0,009	0,431	0,173	0,084	0,098	0,019
KORDS	0,006	0,002	0,733	0,004	0,007	0,175	0,019	0,008	0,041
MEGAP	0,156	0,158	0,211	0,152	0,091	0,074	0,012	0,027	0,114
SNPAM	0,056	0,046	0,269	0,079	0,154	0,028	0,083	0,002	0,280
YATAS	0,024	0,052	0,320	0,010	0,102	0,273	0,185	0,024	0,006
YUNSA	0,022	0,014	0,226	0,025	0,019	0,579	0,084	0,027	0,001
GENTS	0,073	0,037	0,099	0,062	0,044	0,052	0,483	0,092	0,054
SUMAS	0,126	0,106	0,001	0,141	0,046	0,035	0,353	0,109	0,079
ALKA	0,016	0,041	0,268	0,016	0,204	0,008	0,202	0,226	0,013
BAKAB	0,032	0,056	0,106	0,012	0,041	0,655	0,053	0,040	0,002
KARTN	0,055	0,139	0,464	0,004	0,112	0,103	0,073	0,036	0,009
PRZMA	0,047	0,086	0,302	0,040	0,307	0,022	0,029	0,134	0,029
ACSEL	0,064	0,155	0,088	0,046	0,053	0,065	0,137	0,347	0,042
AKSA	0,033	0,051	0,122	0,033	0,015	0,670	0,043	0,026	0,003
ALKIM	0,022	0,063	0,525	0,011	0,195	0,041	0,070	0,060	0,010
BRISA	0,042	0,042	0,034	0,087	0,109	0,537	0,132	0,011	0,002
DEVA	0,076	0,143	0,117	0,008	0,075	0,356	0,008	0,192	0,021
EGGUB	0,005	0,213	0,413	0,016	0,002	0,079	0,091	0,155	0,023
EPLAS	0,208	0,142	0,052	0,122	0,277	0,003	0,023	0,005	0,164
EGPRO	0,040	0,064	0,036	0,026	0,118	0,486	0,199	0,014	0,013
GEDZA	0,039	0,064	0,002	0,183	0,328	0,038	0,036	0,259	0,047
GOODY	0,109	0,074	0,206	0,138	0,042	0,237	0,082	0,012	0,095
HEKST	0,091	0,167	0,320	0,100	0,081	0,159	0,035	0,038	0,004
PETKM	0,012	0,036	0,544	0,014	0,059	0,047	0,007	0,229	0,048
SANFM	0,003	0,028	0,275	0,001	0,207	0,355	0,001	0,126	0,001
SEYKM	0,131	0,129	0,326	0,191	0,013	0,012	0,002	0,010	0,180
SODSN	0,100	0,082	0,099	0,126	0,008	0,005	0,452	0,046	0,077
AKNCS	0,013	0,018	0,706	0,015	0,003	0,104	0,054	0,073	0,010
BUCIM	0,150	0,126	0,183	0,159	0,046	0,071	0,132	0,027	0,101
EGSER	0,102	0,079	0,179	0,202	0,022	0,017	0,176	0,102	0,116
KUTPO	0,046	0,077	0,701	0,076	0,005	0,004	0,073	0,009	0,005
NUHCM	0,014	0,043	0,056	0,037	0,118	0,013	0,417	0,238	0,060
AYES	0,014	0,016	0,531	0,012	0,030	0,109	0,201	0,073	0,008

CEMST	0,206	0,258	0,088	0,198	0,018	0,040	0,033	0,043	0,112
DMSAS	0,064	0,060	0,030	0,399	0,243	0,459	0,052	0,031	0,017
DOKTA	0,064	0,072	0,042	0,044	0,125	0,482	0,095	0,071	0,005
ERBOS	0,099	0,143	0,062	0,229	0,197	0,001	0,039	0,052	0,173
ERGL	0,082	0,123	0,044	0,155	0,028	0,038	0,302	0,171	0,054
ISDMR	0,228	0,246	0,039	0,232	0,025	0,051	0,055	0,080	0,040
SARKY	0,013	0,012	0,443	0,003	0,064	0,193	0,117	0,148	0,002
ARCLK	0,061	0,021	0,426	0,127	0,187	0,131	0,015	0,011	0,021
ALCAR	0,112	0,169	0,324	0,117	0,033	0,013	0,015	0,106	0,107
BFREN	0,064	0,065	0,457	0,071	0,154	0,041	0,046	0,014	0,083
BNTAS	0,114	0,135	0,114	0,092	0,043	0,057	0,333	0,018	0,088
DITAS	0,042	0,029	0,008	0,032	0,008	0,791	0,048	0,035	0,003
EGEEN	0,155	0,168	0,071	0,129	0,201	0,039	0,077	0,114	0,041
FMIZP	0,189	0,208	0,090	0,189	0,007	0,004	0,025	0,140	0,145
FROTO	0,017	0,031	0,076	0,001	0,037	0,806	0,019	0,008	0,003
JANTS	0,084	0,269	0,078	0,045	0,017	0,159	0,103	0,222	0,019
KLMSN	0,043	0,025	0,203	0,043	0,001	0,041	0,118	0,519	0,002
MAKTK	0,155	0,177	0,156	0,234	0,051	0,074	0,034	0,043	0,071
OTKAR	0,044	0,046	0,131	0,050	0,124	0,101	0,182	0,307	0,006
PRKAB	0,027	0,019	0,509	0,041	0,064	0,176	0,093	0,035	0,033
SAFKR	0,096	0,130	0,250	0,061	0,096	0,316	0,001	0,015	0,030
TOASO	0,001	0,003	0,189	0,019	0,094	0,152	0,355	0,171	0,014
TTRAK	0,010	0,058	0,039	0,029	0,380	0,030	0,152	0,289	0,009
ULUSE	0,102	0,108	0,344	0,091	0,140	0,037	0,042	0,050	0,083
VESBE	0,012	0,013	0,455	0,002	0,038	0,431	0,022	0,020	0,003
VESTL	0,032	0,025	0,235	0,017	0,089	0,478	0,072	0,039	0,008

2.7.2 Çıktı Değişkenleri İçin Entropi Yöntemi İle Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

1. Aşama- Karar Matrisinin Oluşturulması

Çalışmada çıktı değişkenleri için 7 farklı finansal oran kullanılmıştır. Bunlar, faaliyet kar marjı (Ç1), net kar marjı (Ç2), öz sermaye karlılığı (Ç3), aktif karlılık (Ç4), hisse başına kar (Ç5), fiyat kazanç oranı (Ç6) ve piyasa değeri/ defter değeri (Ç7) değişkenleridir. Arçelik A.Ş.'ye ait oluşturulan çıktı değişkenleri temelindeki karar matrisi Tablo 18'de gösterilmiştir.

Tablo 18. Çıktı Değişkenleri İçin Karar Matrisi

YIL	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7
2017	0,040	0,040	0,120	0,040	1,247	14,801	2,233
2018	0,040	0,030	0,100	0,030	1,261	16,122	1,190
2019	0,030	0,030	0,100	0,030	1,369	14,598	1,563
2020	0,090	0,070	0,210	0,060	4,214	10,674	1,617

2. Aşama-Karar Matrisine Ait Normalizasyon İşleminin Uygulanması

İlk olarak karar matrisinin fayda ve maliyet kriterine göre normalizasyon işlemi eşitlik (1) ve eşitlik (2) yardımıyla yapılmıştır (Tablo 19). Daha sonra eşitlik (3) yardımıyla karar matrisi normalize edilir (Tablo 20)

Tablo 19. Fayda ve Maliyet Kriterlerinin Hesaplanması

YIL	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7
2017	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,662	0,725
2018	0,333	0,429	0,476	0,500	0,325	0,905	0,700
2019	0,444	0,429	0,476	0,500	0,299	1,000	0,533
2020	0,444	0,571	0,571	0,667	0,296	0,918	1,000

Tablo 20. Normalize Edilmiş Karar Matrisi (P_{ij} Matrisi)

YIL	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7
2017	0,450	0,412	0,396	0,375	0,521	0,190	0,245
2018	0,150	0,176	0,189	0,188	0,169	0,260	0,237
2019	0,200	0,176	0,189	0,188	0,156	0,287	0,180
2020	0,200	0,235	0,226	0,250	0,154	0,263	0,338

3. Aşama: - Ağırlık Değerinin Hesaplanması : Bu aşamada Tablo 21'deki her bir kriter değeri (P_{ij}), logaritma değeri $\ln P_{ij}$ değerleriyle çarpılmıştır.

Tablo 21. $P_{ij} \times \ln P_{ij}$ Değeri'nin Hesaplanması

YIL	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX
	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7
2017	-0,359	-0,365	-0,367	-0,368	-0,340	-0,316	-0,345
2018	-0,285	-0,306	-0,315	-0,314	-0,301	-0,350	-0,341
2019	-0,322	-0,306	-0,315	-0,314	-0,290	-0,358	-0,309
2020	-0,322	-0,340	-0,336	-0,347	-0,288	-0,351	-0,367

Bir sonraki aşamada Tablo 21’de bulunan değerlerin toplamları alınarak, E_j değeri eşitlik (4) yardımıyla hesaplanmıştır. $K=1/\ln.n$, sabit bir sayı olmak üzere $0 \leq e_j \leq 1$ olmasını sağlar. Bu çalışmada, $n= 4$ olduğundan $K=1/(\ln)4= 0,721348$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 22. Entropi Değerlerinin Hesaplanması

E_j	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7
	0,929	0,951	0,961	0,968	0,879	0,992	0,982

4.Aşama Bilginin Farklılaşma Derecesinin Belirlenmesi (Dj): Hesaplanan her bir E_j değeri 1’den çıkartarak eşitlik (5) yardımıyla D_j değeri elde edilir.

Tablo 23. Dj Değerinin Hesaplanması

D_j	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7
	0,071	0,049	0,039	0,032	0,121	0,008	0,018

5.Aşama – Entropi Değerlerinin Hesaplanması: En son adımda, her bir d_j değeri toplam d_j değerine bölünerek eşitlik (6) yardımıyla kriter ağırlıkları hesaplanır.

Tablo 24. Entropi Kriter Ağırlık Değerleri

w_j	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7
	0,210	0,145	0,114	0,094	0,358	0,023	0,054

Entropi yönteminin sonucuna göre, kriterlerin ağırlık değerleri dikkate alındığında (Arçelik şirketi için), en fazla öneme sahip kriter *hisse başına kar* (Ç5) ve en az öneme sahip kriter ise, *fiyat kazanç oranı* (Ç6) kriteri olarak belirlenmiştir. Çıktı değişkenlerinin genel sıralaması ise, *fiyat kazanç oranı* (Ç6) < *piyasa değeri/defter değeri* (Ç7) < *aktifkarlılık* (Ç4) < *fiyat kazanç oranı öz sermaye karlılığı* (Ç3) < *net kar marjı* (Ç2) < *faaliyet kar marjı* (Ç1) < *hisse başına kar* (Ç5) şeklindedir.

Tablo 25. Tüm İşletmelerin Entropi Kriter Ağırlık Değerleri

İŞLETME ADI	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7
AEFES	0,054	0,077	0,125	0,086	0,225	0,424	0,006
CCOLA	0,086	0,139	0,117	0,127	0,227	0,279	0,021
ERSU	0,165	0,088	0,093	0,115	0,174	0,279	0,083
FRIGO	0,013	0,010	0,018	0,008	0,001	4,348	0,484
KENT	0,063	0,168	0,102	0,097	0,073	0,0193	0,300
KNFRT	0,062	0,087	0,038	0,091	0,315	0,093	0,310
PETUN	0,042	0,080	0,077	0,090	0,134	0,260	0,313
PNSUT	0,238	0,161	0,111	0,206	0,033	0,151	0,097
SELGD	0,140	0,133	0,118	0,119	0,244	0,110	0,133
TATGD	0,007	0,031	0,015	0,009	0,127	0,125	0,390

TBORG	0,080	0,087	0,016	0,052	0,245	0,188	0,328
TUKAS	0,108	0,087	0,117	0,100	0,463	0,094	0,028
ULKER	0,032	0,031	0,014	0,039	0,165	0,210	0,506
ULUUN	0,001	0,001	0,028	0,050	0,191	0,312	0,417
ARSAN	0,116	0,197	0,138	0,199	0,273	0,014	0,060
ATEKS	0,077	0,112	0,074	0,081	0,101	0,506	0,046
BCLYT	0,079	0,076	0,073	0,119	0,252	0,119	0,278
BOSSA	0,077	0,082	0,070	0,101	0,123	0,400	0,143
KORDS	0,125	0,169	0,146	0,210	0,138	0,003	0,205
MEGAP	0,119	0,100	0,040	0,048	0,087	0,174	0,429
SNPAM	0,074	0,115	0,113	0,110	0,145	0,200	0,239
YATAS	0,006	0,009	0,010	0,009	0,795	0,124	0,045
YUNSA	0,125	0,142	0,122	0,108	0,123	0,039	0,338
GENTS	0,118	0,130	0,126	0,126	0,131	0,194	0,171
SUMAS	0,012	0,012	0,032	0,030	0,018	0,289	0,604
ALKA	0,113	0,121	0,090	0,097	0,278	0,115	0,184
BAKAB	0,119	0,100	0,096	0,078	0,078	0,387	0,139
KARTN	0,032	0,032	0,033	0,032	0,447	0,241	0,180
PRZMA	0,136	0,176	0,104	0,090	0,194	0,265	0,030
ACSEL	0,084	0,075	0,089	0,104	0,158	0,334	0,151
AKSA	0,009	0,009	0,011	0,007	0,110	3,829	0,467
ALKIM	0,045	0,061	0,037	0,036	0,620	0,047	0,151
BRISA	0,145	0,188	0,128	0,188	0,280	0,020	0,048
DEVA	0,112	0,126	0,095	0,126	0,344	0,068	0,127
EGGUB	0,013	0,021	0,029	0,025	0,085	0,743	0,080
EPLAS	0,133	0,156	0,224	0,056	0,164	0,091	0,173
EGPRO	0,142	0,088	0,071	0,084	0,156	0,281	0,175
GEDZA	0,079	0,064	0,064	0,039	0,134	0,227	0,389
GOODY	0,073	0,082	0,099	0,149	0,184	0,354	0,056
HEKST	0,052	0,002	0,067	0,080	0,184	0,208	0,403
PETKM	0,164	0,129	0,117	0,262	0,079	0,190	0,055
SANFM	0,121	0,129	0,110	0,111	0,172	0,211	0,143
SEYKM	0,080	0,114	0,138	0,093	0,192	0,221	0,159
SODSN	0,016	0,016	0,034	0,031	0,097	0,297	0,505
AKNCS	0,148	0,138	0,094	0,091	0,099	0,343	0,083
BUCIM	0,116	0,097	0,104	0,109	0,192	0,245	0,134
EGSER	0,183	0,096	0,115	0,117	0,200	0,138	0,147
KUTPO	0,005	0,004	0,005	0,007	0,004	0,488	0,484
NUHCM	0,105	0,109	0,113	0,135	0,248	0,220	0,067
AYES	0,087	0,087	0,142	0,100	0,012	0,291	0,277
CEMTS	0,112	0,104	0,131	0,110	0,126	0,323	0,091
DMSAS	0,138	0,131	0,098	0,157	0,171	0,240	0,062

DOKTA	0,004	0,010	0,059	0,014	0,440	0,232	0,238
ERBOS	0,006	0,007	0,011	0,011	0,777	0,156	0,030
ERGL	0,057	0,076	0,105	0,125	0,047	0,477	0,111
ISDMR	0,046	0,065	0,100	0,086	0,057	0,033	0,610
SARKY	0,181	0,126	0,089	0,075	0,098	0,218	0,210
ARCLK	0,210	0,145	0,114	0,094	0,358	0,023	0,054
ALCAR	0,077	0,058	0,076	0,074	0,076	0,299	0,335
BFREN	0,004	0,008	0,010	0,027	0,154	0,428	0,365
BNTAS	0,167	0,164	0,134	0,182	0,145	0,109	0,097
DITAS	0,119	0,112	0,103	0,130	0,037	0,269	0,225
EGEEN	0,081	0,086	0,046	0,048	0,026	0,419	0,290
FMIZP	0,007	0,008	0,003	0,006	0,148	0,328	0,497
FROTO	0,087	0,087	0,062	0,048	0,503	0,072	0,138
JANTS	0,017	0,026	0,019	0,028	0,234	0,403	0,268
KLMSN	0,110	0,117	0,129	0,175	0,033	0,098	0,335
MAKTK	0,034	0,047	0,109	0,122	0,363	0,017	0,305
OTKAR	0,155	0,102	0,024	0,087	0,103	0,471	0,053
PRKAB	0,081	0,073	0,120	0,113	0,194	0,155	0,261
SAFKR	0,115	0,143	0,082	0,098	0,006	0,398	0,155
TOASO	0,007	0,007	0,005	0,023	0,721	0,148	0,085
TTRAK	0,170	0,145	0,113	0,159	0,154	0,141	0,113
ULUSE	0,142	0,134	0,150	0,164	0,083	0,289	0,035
VESBE	0,042	0,042	0,011	0,024	0,754	0,055	0,069
VESTL	0,078	0,129	0,095	0,112	0,214	0,358	0,010

2.8. Entropi Ağırlık Değerleri ile Veri Zarflama Analizi Yönteminin Uygulanması

Çalışmanın bu aşamasında, Entropi Yöntemi kullanılarak ağırlıklı veri matrisi oluşturulmasına, Entropi Tabanlı Veri Zarflama Analizi Yöntemi Analizine, alt sektör içi etkinlik bulgularına yer verilmiştir.

2.8.1. Entropi Yöntemi Kullanılarak Ağırlıklı Veri Matrisi Oluşturulması

Tüm işletmeler için, hesaplanan girdi ve çıktı değişken ağırlıkları ile bu değişkenlerin işletmeler bazındaki ortalamaları çarpılarak Tablo 26 ve Tablo 27’de görülen girdi değişkenleri için ağırlıklı veri matrisi ve çıktı değişkenleri için ağırlıklı karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 26. Girdi Değişkenleri İçin Ağırlıklı Veri Matrisi

Karar Verme Birimleri (KVVB)	Cari Oran (G1)	Asit Test Oranı (G2)	Maddi Duran Varlıklar / Uzun Vadeli Yabancı Kaynaklar (G3)	Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar / Toplam Varlıklar (G4)	Maddi Duran Varlıklar / Öz Kaynaklar (G5)	Net Çalışma Sermayesi / Toplam Varlıklar (G6)	Alacak Devir Hızı (G7)	Stok Devir Hızı (G8)	Finansal Kaldıraç Oranı (G9)
CEMETS	1,033	0,771	0,563	0,034	0,006	0,022	0,181	1,033	0,771
DMSAS	0,101	0,070	0,046	0,016	0,252	0,099	0,201	0,101	0,070
DOKTA	0,051	0,032	0,050	0,018	1,088	0,054	0,616	0,051	0,032
ERBOS	0,241	0,238	0,425	0,079	0,056	0,001	0,159	0,241	0,238
ERGL	0,230	0,216	0,160	0,029	0,018	0,013	2,261	0,230	0,216
ISDMR	0,794	0,537	0,177	0,033	0,017	0,017	0,765	0,794	0,537
SARKY	0,019	0,011	0,521	0,002	0,033	0,038	0,812	0,019	0,011
AEFES	0,097	0,142	0,009	0,015	0,004	0,046	0,635	0,097	0,142
CCOLA	0,185	0,108	0,005	0,090	0,056	0,039	0,331	0,185	0,108
ERSU	0,159	0,052	0,184	0,018	0,007	0,024	0,810	0,159	0,052
FRİGO	0,003	0,079	0,022	0,033	0,315	0,009	7,578	0,003	0,079
KENT	0,056	0,035	0,967	0,050	0,004	0,061	0,138	0,056	0,035
KNFRT	0,157	0,026	0,063	0,092	0,001	0,017	2,500	0,157	0,026
PETUN	0,019	0,046	1,004	0,005	0,086	0,008	1,108	0,019	0,046
PNSUT	0,025	0,031	0,400	0,013	0,062	0,032	0,201	0,025	0,031
SELGD	0,461	0,424	0,174	0,025	0,011	0,007	0,429	0,461	0,424
TATGD	0,030	0,034	2,082	0,002	0,032	0,009	0,165	0,030	0,034
TBORG	0,056	0,081	3,099	0,111	0,027	0,033	0,177	0,056	0,081
TUKAS	0,029	0,015	0,454	0,017	0,079	0,070	0,011	0,029	0,015
ULKER	0,502	0,478	0,409	0,034	0,019	0,051	0,259	0,502	0,478
ULUUN	0,005	0,041	0,015	0,007	0,130	0,004	1,488	0,005	0,041
ALKA	0,054	0,103	1,012	0,005	0,035	0,005	1,592	0,054	0,103
BAKAB	0,042	0,049	0,275	0,005	0,043	0,084	0,213	0,042	0,049
KARTN	0,212	0,329	6,804	0,001	0,054	0,042	0,736	0,212	0,329
PRZMA	0,183	0,216	1,063	0,005	0,027	0,007	0,031	0,183	0,216
ACSEL	0,280	0,426	0,313	0,005	0,015	0,021	0,858	0,280	0,426
AKSA	0,004	0,010	1,067	0,000	0,002	0,000	0,035	0,004	0,010
ALKIM	0,071	0,135	2,867	0,002	0,080	0,019	0,480	0,071	0,135
BRISA	0,052	0,038	0,029	0,031	0,211	0,044	0,621	0,052	0,038
DEVA	0,133	0,163	0,163	0,003	0,039	0,086	0,022	0,133	0,163
EGGUB	0,004	0,054	10,527	0,008	0,002	0,009	3,888	0,004	0,054
EGPLAS	0,123	0,045	0,010	0,038	0,101	0,000	0,281	0,123	0,045
EGPRO	0,053	0,071	0,083	0,013	0,107	0,073	0,480	0,053	0,071
GEDZA	0,111	0,149	0,012	0,046	0,127	0,017	0,121	0,111	0,149
GOODY	0,185	0,087	1,244	0,062	0,019	0,071	0,348	0,185	0,087
HEKST	0,159	0,185	0,599	0,049	0,032	0,048	0,064	0,159	0,185

MEGAP	0,539	0,463	0,572	0,071	0,017	0,032	0,045	0,539	0,463
PETKM	0,023	0,061	0,639	0,004	0,053	0,014	0,060	0,023	0,061
SANFM	0,003	0,021	0,231	0,001	0,173	0,012	0,005	0,003	0,021
SEYKM	0,679	0,483	2,673	0,030	0,004	0,007	0,012	0,679	0,483
SODSN	0,508	0,338	0,241	0,019	0,003	0,003	9,048	0,508	0,338
ALCAR	0,404	0,424	0,338	0,031	0,002	0,009	0,046	0,404	0,424
ARCLK	0,093	0,024	0,284	0,056	0,101	0,030	0,052	0,093	0,024
AYES	0,020	0,018	2,745	0,007	0,015	0,023	2,746	0,020	0,018
BFREN	0,169	0,146	1,587	0,022	0,045	0,020	0,230	0,169	0,146
BNTAS	0,538	0,482	0,747	0,010	0,031	0,019	3,722	0,538	0,482
DITAS	0,019	0,022	0,019	0,001	0,006	0,000	0,028	0,019	0,022
EGEEN	0,610	0,548	0,209	0,026	0,037	0,020	0,340	0,610	0,548
FMIZP	1,473	1,434	0,649	0,022	0,001	0,003	0,309	1,473	1,434
FROTO	0,021	0,031	0,111	0,001	0,034	0,075	0,174	0,021	0,031
JANTS	0,177	0,379	0,487	0,014	0,007	0,053	0,467	0,177	0,379
KLMSN	0,094	0,046	0,064	0,018	0,000	0,019	0,539	0,094	0,046
MAKTK	0,419	0,356	0,482	0,062	0,026	0,029	0,047	0,419	0,356
OTKAR	0,087	0,051	0,019	0,023	0,033	0,032	0,506	0,087	0,051
PRKAB	0,038	0,020	2,397	0,027	0,012	0,041	0,392	0,038	0,020
SAFKR	0,201	0,192	1,813	0,021	0,051	0,094	0,007	0,201	0,192
TOASO	0,001	0,003	0,131	0,010	0,052	0,012	2,834	0,001	0,003
TTRAK	0,020	0,071	0,020	0,012	0,259	0,010	1,137	0,020	0,071
ULUSE	0,342	0,284	5,068	0,024	0,031	0,021	0,136	0,342	0,284
VESBE	0,015	0,013	3,036	0,002	0,027	0,047	0,081	0,015	0,013
VESTL	0,025	0,014	0,595	0,012	0,081	0,080	0,303	0,025	0,014
GENTS	0,212	0,057	0,343	0,014	0,012	0,023	2,431	0,212	0,057
SUMAS	0,514	0,310	0,003	0,032	0,014	0,019	2,302	0,514	0,310
ACKNS	0,015	0,017	3,229	0,006	0,002	0,008	0,223	0,015	0,017
BUCIM	0,467	0,250	0,920	0,034	0,017	0,030	0,557	0,467	0,250
EGSER	0,257	0,130	0,801	0,051	0,010	0,007	0,583	0,257	0,130
KUTPO	0,133	0,102	3,961	0,016	0,003	0,002	0,272	0,133	0,102
NUHCM	0,025	0,060	0,168	0,009	0,063	0,002	1,824	0,025	0,060
ARSAN	0,222	0,219	0,171	0,049	0,016	0,022	0,005	0,222	0,219
ATEKS	0,019	0,071	0,148	0,028	0,001	0,009	2,381	0,019	0,071
BCLYT	0,160	0,079	5,347	0,007	0,013	0,008	0,080	0,160	0,079
BOSSA	0,019	0,023	0,112	0,004	0,756	0,014	0,240	0,019	0,023
KORDS	0,008	0,002	1,827	0,002	0,006	0,013	0,093	0,008	0,002
SNPAM	0,143	0,078	0,647	0,007	0,040	0,003	0,474	0,143	0,078
YATAS	0,034	0,043	0,622	0,004	0,087	0,042	1,833	0,034	0,043
YUNSA	0,027	0,010	0,524	0,016	0,011	0,062	0,430	0,027	0,010
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
ORTALAMA	0,193	0,170	1,064	0,024	0,070	0,028	0,889	0,529	0,017
MIN	0,001	0,002	0,003	0,000	0,000	0,000	0,005	0,009	0,000
MAX	1,473	1,434	10,527	0,111	1,088	0,099	9,048	5,393	0,088

Tablo 27. Çıktı Değişkenleri İçin Ağırlıklı Veri Matrisi

Karar Verme Birimleri (KVB)	Faaliyet Kar Marjı (Ç1)	Net Kar Marjı (Ç2)	Öz Sermaye Karlılığı (Ç3)	Aktif Karlılık (Ç4)	Hisse Başına Kar (Ç5)	Fiyat Kazanç Oranı (Ç6)	Piyasa Değeri / Defter Değeri (Ç7)
CEMETS	0,022	0,017	0,033	0,021	0,135	3,239	0,178
DMSAS	0,005	0,005	0,011	0,006	0,049	1,083	0,072
DOKTA	0,000	0,001	0,041	0,001	1,255	3,245	2,380
ERBOS	0,001	0,001	0,003	0,002	4,726	1,424	0,053
ERGL	0,014	0,013	0,016	0,013	0,054	6,458	0,149
ISDMR	0,012	0,012	0,019	0,012	0,055	0,047	5,914
SARKY	0,005	0,003	0,018	0,004	0,001	0,441	2,440
AEFES	0,003	0,003	0,004	0,002	0,195	1,360	0,008
CCOLA	0,005	0,006	0,008	0,004	0,005	7,266	0,025
ERSU	0,026	0,012	0,005	0,005	0,005	2,471	0,174
FRİGO	0,013	0,011	0,018	0,008	0,002	4,348	0,484
KENT	0,003	0,007	0,007	0,004	0,053	1,142	8,744
KNFRT	0,010	0,014	0,007	0,010	0,691	0,185	4,654
PETUN	0,004	0,007	0,008	0,007	0,204	2,021	0,280
PNSUT	0,005	0,004	0,006	0,006	0,032	0,119	1,385
SELGD	0,012	0,010	0,006	0,005	0,023	0,147	2,313
TATGD	0,008	0,032	0,016	0,009	0,128	0,126	0,390
TBORG	0,071	0,056	0,076	0,043	0,329	0,772	2,486
TUKAS	0,010	0,010	0,025	0,008	0,019	0,628	0,990
ULKER	0,005	0,004	0,003	0,003	0,375	0,465	6,604
ULUUN	0,100	0,100	0,003	0,001	0,061	0,440	6,566
ALKA	0,021	0,017	0,027	0,020	0,003	0,779	0,437
BAKAB	0,009	0,006	0,015	0,005	0,001	5,795	0,264
KARTN	0,005	0,004	0,007	0,006	6,317	1,275	5,147
PRZMA	0,026	0,028	0,008	0,006	0,022	7,785	0,057
ACSEL	0,020	0,015	0,017	0,017	0,111	6,227	0,314
AKSA	0,010	0,010	0,011	0,007	0,110	3,829	0,467
ALKIM	0,011	0,013	0,012	0,008	1,347	0,447	0,467
BRISA	0,008	0,011	0,024	0,008	0,185	0,446	0,162
DEVA	0,023	0,026	0,024	0,016	0,005	0,582	0,244
EGGUB	0,010	0,015	0,019	0,018	0,043	0,189	0,041
EGPLAS	0,023	0,024	0,200	0,009	0,003	0,771	1,703

EGPRO	0,013	0,007	0,013	0,006	0,002	6,675	0,574
GEDZA	0,021	0,014	0,013	0,006	0,177	1,970	0,679
GOODY	0,006	0,005	0,020	0,016	0,111	4,167	0,105
HEKST	0,011	0,001	0,023	0,010	0,192	1,013	6,224
MEGAP	0,012	0,008	0,010	0,005	0,034	3,473	1,351
PETKM	0,021	0,014	0,025	0,023	0,044	2,467	0,132
SANFM	0,005	0,004	0,015	0,003	0,041	5,893	0,520
SEYKM	0,017	0,022	0,028	0,014	0,076	5,646	1,094
SODSN	0,005	0,004	0,010	0,007	0,109	4,383	2,600
ALCAR	0,007	0,004	0,009	0,006	0,318	1,176	1,150
ARCLK	0,011	0,006	0,015	0,004	0,725	0,330	0,089
AYES	0,002	0,002	0,020	0,005	0,137	5,335	0,419
BFREN	0,001	0,001	0,004	0,007	0,032	1,948	6,902
BNTAS	0,017	0,016	0,011	0,012	0,068	2,162	0,156
DITAS	0,005	0,005	0,017	0,007	0,030	3,601	1,149
EGEEN	0,040	0,038	0,018	0,014	0,001	4,278	1,226
FMIZP	0,003	0,003	0,002	0,003	0,986	9,541	7,851
FROTO	0,005	0,005	0,029	0,007	3,759	1,015	0,885
JANTS	0,003	0,004	0,006	0,006	0,351	1,789	3,709
KLMSN	0,009	0,008	0,028	0,009	0,002	0,181	5,279
MAKTK	0,005	0,006	0,010	0,007	0,467	0,082	1,908
OTKAR	0,018	0,013	0,012	0,009	0,020	7,252	0,618
PRKAB	0,002	0,002	0,012	0,004	0,049	4,548	0,775
SAFKR	0,011	0,012	0,011	0,008	0,018	1,277	0,465
TOASO	0,001	0,001	0,002	0,002	0,049	1,519	0,345
TTRAK	0,014	0,011	0,042	0,016	0,159	2,394	0,660
ULUSE	0,027	0,021	0,041	0,034	0,309	1,008	0,217
VESBE	0,004	0,004	0,004	0,003	1,418	0,382	0,158
VESTL	0,005	0,005	0,012	0,003	0,403	9,076	0,013
GENTS	0,015	0,014	0,019	0,013	0,037	2,721	0,281
SUMAS	0,003	0,003	0,013	0,009	0,000	0,886	6,755
ACKNS	0,014	0,010	0,011	0,006	0,067	7,257	0,167
BUCIM	0,013	0,009	0,015	0,012	0,101	4,945	0,228
EGSER	0,022	0,011	0,019	0,013	0,002	1,054	0,184
KUTPO	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,977	1,019
NUHCM	0,023	0,020	0,020	0,017	0,428	0,464	0,822
ARSAN	0,029	0,043	0,020	0,019	0,173	0,090	0,054
ATEKS	0,005	0,007	0,003	0,002	0,074	5,421	0,046

BCLYT	0,024	0,020	0,015	0,018	0,174	0,781	0,368
BOSSA	0,005	0,005	0,017	0,005	0,001	2,410	0,401
KORDS	0,010	0,012	0,017	0,011	1,688	0,004	2,180
SNPAM	0,016	0,030	0,014	0,010	0,028	1,129	1,184
YATAS	0,001	0,001	0,003	0,001	0,340	0,565	0,696
YUNSA	0,006	0,006	0,022	0,005	0,001	0,117	5,238
	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7
ORTALAMA	0,013	0,012	0,018	0,009	0,391	2,486	1,611
MIN	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,004	0,008
MAX	0,100	0,100	0,200	0,043	6,317	9,541	8,744

2.8.2. Entropi Tabanlı Veri Zarflama Analizi Yöntemi Analizi

Bu bölümde işletmelerin finansal raporlarına göre etkinliklerinin CRS ve VRS varsayımlarına dayalı olarak girdi yönelik veri zarflama analizi yönteminin CCR ve BCC modeline göre belirlenmesi için analiz ve sonuçları yer almaktadır. Elde edilip düzenlenen veriler daha sonra DEAP 2.1 programına aktarılıp CCR-I ve BCC-I modeline göre çözümlenmeleri yapılmıştır.

Toplam Etkinlik Skoru CCR-I modeli ve *Teknik Etkinlik Skoru* ise BCC-I modeli olarak adlandırılmaktadır. CCR-I modeli çözümü sonucu elde edilen işletmelerin finansal raporlarının toplam etkinlik skorlarının, BCC-I modeli çözümü sonucu elde edilen işletmelerin finansal raporların etkinlik skorlarına bölünmesiyle işletmelerin *Ölçek Etkinlik Skorları* hesaplanmaktadır. *Ölçek Etkinlik Skorunun* bulunmasıyla birlikte *Ölçeğe Göre Getiri* değerleri tespit edilir. *Ölçeğe Göre Getiri* 3 gruba ayrılır. Bunlar, *ölçeğe göre azalan getiri (decreasing returns to scale; drs)*, *ölçeğe göre sabit getiri (constant returns to scale; crs)* ve *ölçeğe göre artan getiri (increasing returns to scale; irs)* şeklindedir.

Tablo 28'de veri zarflama analizi yönteminin sonuçlarına göre, İşletmelerin toplam etkinlik skorları, teknik etkinlik skorları, ölçek etkinlik skorları ve ölçeğe göre getiri skorları yer almaktadır.

Tablo 28. İşletmelerin Toplam Etkinlik Skorları, Teknik Etkinlik Skorları, Ölçek Etkinlik Skorları ve Ölçeğe Göre Getiri Skorları

Karar Verme Birimleri	Toplam Etkinlik Skoru	Teknik Etkinlik Skoru	Ölçek Etkinlik Skorlar	Ölçeğe Göre Getiri
CEMTS	1.000	1.000	1.000	crs
DMSAS	0.909	1.000	0.909	irs
DOKTA	1.000	1.000	1.000	crs
ERBOS	0.518	1.000	0.518	irs
ERGL	0.995	1.000	0.995	irs
ISDMR	1.000	1.000	1.000	crs

SARKY	1.000	1.000	1.000	crs
AEFES	1.000	1.000	1.000	crs
CCOLA	1.000	1.000	1.000	crs
ERSU	1.000	1.000	1.000	crs
FRİGO	1.000	1.000	1.000	crs
KENT	1.000	1.000	1.000	crs
KNFRT	1.000	1.000	1.000	crs
PETUN	0.478	0.919	0.520	irs
PNSUT	0.740	1.000	0.740	irs
SELGD	0.875	1.000	0.875	irs
TATGD	1.000	1.000	1.000	crs
TBORG	1.000	1.000	1.000	crs
TUKAS	1.000	1.000	1.000	crs
ULKER	1.000	1.000	1.000	crs
ULUUN	1.000	1.000	1.000	crs
ALKA	1.000	1.000	1.000	crs
BAKAB	1.000	1.000	1.000	crs
KARTN	1.000	1.000	1.000	crs
PRZMA	1.000	1.000	1.000	crs
ACSEL	1.000	1.000	1.000	crs
AKSA	1.000	1.000	1.000	crs
ALKIM	1.000	1.000	1.000	crs
BRISA	1.000	1.000	1.000	crs
DEVA	1.000	1.000	1.000	crs
EGGUB	1.000	1.000	1.000	crs
EGPLAS	1.000	1.000	1.000	crs
EGPRO	1.000	1.000	1.000	crs
GEDZA	1.000	1.000	1.000	crs
GOODY	1.000	1.000	1.000	crs
HEKST	1.000	1.000	1.000	crs
MEGAP	0.382	0.687	0.557	irs
PETKM	1.000	1.000	1.000	crs
SANFM	1.000	1.000	1.000	crs
SEYKM	1.000	1.000	1.000	crs
SODSN	1.000	1.000	1.000	crs
ALCAR	1.000	1.000	1.000	crs
ARCLK	1.000	1.000	1.000	crs
AYES	1.000	1.000	1.000	crs

BFREN	0.508	0.687	0.740	irs
BNTAS	1.000	1.000	1.000	crs
DITAS	1.000	1.000	1.000	crs
EGEEN	1.000	1.000	1.000	crs
FMIZP	1.000	1.000	1.000	crs
FROTO	1.000	1.000	1.000	crs
JANTS	0.585	0.930	0.628	irs
KLMSN	1.000	1.000	1.000	crs
MAKTK	0.960	1.000	0.960	irs
OTKAR	1.000	1.000	1.000	crs
PRKAB	0.436	0.643	0.677	irs
SAFKR	1.000	1.000	1.000	crs
TOASO	1.000	1.000	1.000	crs
TTRAK	1.000	1.000	1.000	crs
ULUSE	1.000	1.000	1.000	crs
VESBE	0.826	1.000	0.826	irs
VESTL	1.000	1.000	1.000	crs
GENTS	1.000	1.000	1.000	crs
SUMAS	1.000	1.000	1.000	crs
ACKNS	1.000	1.000	1.000	crs
BUCIM	0.722	0.777	0.929	irs
EGSER	1.000	1.000	1.000	crs
KUTPO	1.000	1.000	1.000	crs
NUHCM	1.000	1.000	1.000	crs
ARSAN	1.000	1.000	1.000	crs
ATEKS	1.000	1.000	1.000	crs
BCLYT	1.000	1.000	1.000	crs
BOSSA	1.000	1.000	1.000	crs
KORDS	1.000	1.000	1.000	crs
SNPAM	1.000	1.000	1.000	crs
YATAS	0.206	1.000	0.206	irs
YUNSA	1.000	1.000	1.000	crs
Ortalama	0,936	0,965	0,969	

Analiz sonuçları incelendiğinde, 76 işletmeden 14'ünün etkin olmadığı diğer kalan işletmelerin ise, finansal raporlarından alınan finansal oranlara göre etkin olduğu tespit edilmiştir. Toplam etkinlik skoru, teknik etkinlik skoru, ölçek etkinlik skorları ve ölçeğe göre getiri sonuçları etkin olan tüm işletmelerin aynı değerleri aldığı görülmektedir. Etkin olan toplam 62 işletmenin toplam etkinlik skoru, teknik etkinlik skoru ve ölçek etkinlik skoru 1 olarak elde edilmiştir. Ölçeğe göre getirileri açısından ise, ölçeğe göre sabit getiri olarak tespit edilmiştir. Etkin olmayan işletmelerin sayısı 14 olup bu işletmeler içerisinde birini ele aldığımızda örneğin PETUN işletmesinin toplam etkinlik skoru 0,478, teknik etkinlik skoru 0,919, ölçek etkinlik skoru 0,520 ve ölçeğe göre getiri durumu olarak ise ölçeğe göre artan getiri şeklindedir.

Tablo 29'da ve Tablo 30'da, CCR-I ve BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmelerin toplam etkinlik değeri, referans kümesi ve referans kümesine ait yoğunluk değeri yer almaktadır.

Tablo 29. CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmenin Toplam Etkinlik Değeri, Referans Kümesi ve Referans Kümesine ait Yoğunluk Değerleri

ETKİN OLMAYAN İŞLETMELER	REFERANS KÜMESİ	YOĞUNLUK DEĞERİ
DEMİSAŞ DÖKÜM EMAYE SANAYİ A.Ş. (DMSAS 0,909)	DEVA	0,114
	AEFES	0,052
	DITAS	0,454
	BOSSA	0,147
	CCOLA	0,067
ERBOSAN ERCİYAS BORU SANAYİ VE TİCARET A.Ş. (ERBOS 0,518)	DOKTA	0,004
	EGPLAS	0,212
	PRZMA	0,015
EREĞLİ DEMİR VE ÇELİK FABRİKALARI T.A.Ş. (ERGL 0,995)	ATEKS	0,102
	EGPLAS	0,009
	SODSN	0,095
	ARSAN	0,457
	ACSEL	0,067
	NUHCM	0,131
PINAR ENTEGRE ET VE UN SANAYİİ A.Ş. (PETUN 0,478)	PETKM	0,007
	NUHCM	0,006
	ULUUN	0,236
	PRZMA	0,060
	KORDS	0,102
	BOSSA	0,076
	ATEKS	0,034

PINAR SÜT MAMULLERİ SANAYİ A.Ş. (PNSUT 0,740)	TATGD	0,204
	KENT	0,15
	FROTO	0,014
	TBORG	0,003
	SANFM	0,014
	KLMSN	0,028
	ALKA	0,010
SELÇUK GIDA ENDÜSTRİ İHRACAT İTHALAT A.Ş. (SELGD 0,875)	EGSER	0,204
	ULUUN	0,15
	KENT	0,014
	SODSN	0,003
	ARSAN	0,014
MEGA POLİETİLEN KÖPÜK SANAYİ VE TİCARET A.Ş. (MEGAP 0,382)	ALCAR	0,109
	CEMTS	0,041
	ARSAN	0,322
	KENT	0,013
	PRZMA	0,022
	EGPLAS	0,001
	SEYKM	0,025
BOSCH FREN SİSTEMLERİ SANAYİ VE TİCARET A.Ş. (BFREN 0,508)	ARSAN	0,037
	ALKA	0,003
	PRZMA	0,239
	KENT	0,060
	GENTS	0,011
	KORDS	0,166
	TBORG	0,036
	DEVA	0,002
	SNPAM	0,103
JANTSA JANT SANAYİ VE TİCARET A.Ş. (JANTS 0,585)	PRZMA	0,002
	KENT	0,034
	EGGUB	0,009
	TBORG	0,024
	ALKIM	0,179
	CEMTS	0,028
	KLMSN	0,115
MAKİNA TAKIM ENDÜSTRİSİ A.Ş. (MAKTK 0,960)	EGPLAS	0,043
	KENT	0,215
	TUKAS	0,144
	SEYKM	0,058
	ARSAN	0,199

TÜRK PRYSMIAN KABLO VE SİSTEMLERİ A.Ş. (PRKAB 0,436)	KORDS	0,276
	CCOLA	0,017
	KENT	0,001
	ATEKS	0,004
	ACKNS	0,127
	EGPLAS	0,023
VESTEL BEYAZ EŞYA SANAYİ VE TİCARET A.Ş. (VESBE 0,826)	DOKTA	0,001
	TBORG	0,001
	PRZMA	0,004
	KARTN	0,263
	TATGD	0,049
	KORDS	0,003
	ULUUN	0,012
BURSA ÇİMENTO FABRİKASI A.Ş. (BUCİM 0,722)	PRZMA	0,053
	KORDS	0,190
	SNPAM	0,087
	ARSAN	0,257
	GOODY	0,071
	CEMTS	0,129
YATAŞ YATAK VE YORGAN SANAYİ VE TİCARET A.Ş. (YATAS 0,206)	PRZMA	0,009
	KENT	0,007
	ULUSE	0,006
	TUKAS	0,011
	KORDS	0,007
	FROTO	0,076

Etkin olmayan işletmelerin referans kümelerini etkin olan işletmelerden seçmesi gerekir. Örneğin, CCR-I modeline göre etkin çıkmayan işletmelerden biri olan **PETUN** işletmesi referans kümesi içerisinde bulunan etkin işletmelerden biri olan **ULUUN** işletmesini örnek alabilir, **ULUUN** işletmesinin yoğunluk değeri ise 0,236'dır. PETUN işletmesinin, yukarıda tabloda gösterilen işletmeleri de örnek alabilir. Bu işletmelerin yoğunluk oranları **PETKM'in** 0,007, **NUHCM'in** 0,006, **PRZMA'nın** 0,060, **KORDS'un** 0,102, **BOSSA'nın** 0,076 ve **ATEKS işletmesinin** de 0,034'dür. **ULUUN** işletmesi PETUN işletmesi ile aynı sektördedir. Diğer işletmeleri de referans alabilir. Fakat kendi sektöründeki işletmeyi dikkate alması işletme açısından daha faydalı olacağı düşünülmektedir. Diğer etkin olmayan işletmelerin referans almaları gereken işletmeler yukarıdaki tablolarda gösterilmiştir. Ayrıca etkin olan işletmelerin yoğunluk değerleri de verilmiştir. Etkin birer işletme olabilmeleri için referans kümesindeki işletmeleri dikkate alabilirler ve bu sayede etkin birer işletme haline gelebilirler.

Tablo 30. BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmenin Toplam Etkinlik Değeri, Referans Kümesi ve Referans Kümesine ait Yoğunluk Değeri

ETKİN OLMAYAN İŞLETMELER	REFERANS KÜMESİ	YOĞUNLUK DEĞERİ
PINAR ENTEGRE ET VE UN SANAYİİ A.Ş. (PETUN 0,919)	ACKNS	0,052
	TATGD	0,237
	KORDS	0,087
	SANFM	0,220
	NUHCM	0,294
	ULUUN	0,109
	PRZMA	0,002
MEGA POLİETİLEN KÖPÜK SANAYİ VE TİCARET A.Ş. (MEGAP, 0,382)	PRZMA	0,008
	ARSAN	0,627
	KENT	0,009
	KORDS	0,106
	ALCAR	0,215
BOSCH FREN SİSTEMLERİ SANAYİ VE TİCARET A.Ş. (BFREN 0,508)	DITAS	0,033
	KORDS	0,308
	SANFM	0,003
	ATEKS	0,026
	KENT	0,069
	EGPLAS	0,103
	ARCLK	0,066
JANTSA JANT SANAYİ VE TİCARET A.Ş. (JANTS 0,585)	PRZMA	0,409
	KLMSN	0,301
	AEFES	0,020
	KENT	0,009
	DITAS	0,307
	YUNSA	0,107
	KORDS	0,188
TÜRK PRYSMIAN KABLO VE SİSTEMLERİ A.Ş. (PRKAB 0,436)	ACSEL	0,068
	KORDS	0,567
	YUNSA	0,219
	PRZMA	0,010
	ATEKS	0,024
	DITAS	0,023
	ACKNS	0,116
BURSA ÇİMENTO FABRİKASI A.Ş. (BUCİM 0,722)	KLMSN	0,019
	PRZMA	0,022
	KORDS	0,264
	SNPAM	0,104
	KNFRT	0,012
	CEMTS	0,121
	HEKTS	0,052
ARSAN	0,229	

BCC-1 modeline göre de etkin olmayan PETUN işletmesinin etkin duruma geçebilmesi için aynı sektörde faaliyet gösterdiği TATGD ve ULUUN işletmelerini örnek alması önerilmektedir. İşletmelerin sırasıyla yoğunluk değerleri 0,237 ile 0,109'dur. PETUN işletmesinin yukarıda ifade edilen diğer işletmeleri de farklı oranlarda örnek alabilir. Bu işletmeler ACKNS, KORDS, SANFM, NUHCM ve PRZMA işletmeleridir. Sırasıyla yoğunlukları, 0,052-0,087-0,220-0,294 ve 0,002'dir. Ancak aynı sektörde faaliyet gösteren işletmelerin örnek alınması daha doğru olacağı düşünülmektedir.

CCR ve BCC Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin İyileştirme Oranları (Girdi Değişkenleri İçin)

Veri zarflama analizi yöntemi uygulandıktan sonra etkin olan ve etkin olmayan işletmeler belirlenir. Etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin hale gelebilmesi için, referans belirleme işleminin yanı sıra, etkinlik sınırlarına nasıl ulaşacakları da tespit edilir. Referans alınan karar verme birimlerindeki girdi ve çıktı kalemlerine bakılarak ne oranda azaltılıp veya artırılacağı bulunabilir. Bu işlem için aşağıdaki formül uygulanmaktadır;

Potansiyel İyileştirme Oranı = (Hedeflenen Girdi - Gerçekleşen Girdi) / Gerçekleşen Girdi formülüyle hesaplanır.

Potansiyel iyileştirme yapılırken girdi oranları azaltılır, çıktı oranları arttırılarak normal düzeye gelmeleri sağlanır.

CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmelerin girdi değişkenleri temelinde iyileştirme oranları Tablo 31'de gösterilmektedir.

Tablo 31. CCR-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin İyileştirme Oranları (Girdi Değişkenleri İçin)

ETKİN OLMAYAN İŞLETMELER	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
DMSAS	-0,390	-0,310	-0,080	-0,060	-0,500	-0,340	-0,080	-0,080	-0,450
ERBOS	-0,870	-0,940	-0,950	-0,880	-0,530	-0,040	-0,590	-0,940	-0,730
ERGL	-0,230	-0,180	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,370	-0,040	-0,170
PETUN	-0,520	-0,520	-0,520	-0,520	-0,520	-0,520	-0,520	-0,520	-0,520
PNSUT	-0,240	-0,290	-0,250	-0,250	-0,530	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250
SELGD	-0,830	-0,860	-0,120	-0,320	-0,090	-0,120	-0,470	-0,440	-0,780
MEGAP	-0,660	-0,640	-0,610	-0,670	-0,580	-0,650	-0,270	-0,610	-0,810
BFREN	-0,540	-0,480	-0,490	-0,450	-0,450	-0,490	-0,490	-0,490	-0,480
JANTS	-0,460	-0,710	-0,410	-0,350	-0,420	-0,810	-0,430	-0,410	-0,420
MAKTK	-0,740	-0,760	-0,030	-0,540	-0,190	0,030	0,020	-0,030	0,250
PRKAB	-0,680	-0,550	-0,610	-0,770	-0,500	-0,820	-0,560	-0,610	-0,540
VESBE	-0,330	-0,150	-0,780	-0,170	-0,510	-0,910	-0,170	-0,100	-0,170
BUCIM	-0,500	-0,270	-0,270	-0,020	-0,230	-0,430	-0,440	-0,270	-0,250
YATAS	-0,760	-0,830	-0,870	-0,750	-0,940	-0,800	-0,990	-0,790	-0,750

Tabloya göre etkin çıkmayan işletme sayısı 14'tür. Bu işletmeler içerisinde 3 işletmenin Ana Metal Sanayi sektöründe, 3 işletmenin Gıda, Tütün ve İçecek alt sektöründe, 2 işletmenin Tekstil, Giyim Eşyası ve Deri sektöründe, 1 işletmenin Taş ve Toprağa Dayalı sektörde ve 5 işletmenin Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları sektöründe yer aldığı görülmüştür.

Ana Metal Sanayi sektöründe faaliyet gösteren, **DMSAS, ERGL ve ERBOS**, Gıda, Tütün ve İçecek **PETUN, PNSUT VE SELGD**, Tekstil, Giyim Eşyası ve Deri sektöründe **MEGAP ve YATAS**, Taş ve Toprağa Dayalı sektöründe **BUCİM**, Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım sektöründe ise, **BFREN, JANTS, MAKTK, PRKAB ve VESBE** işletmeleri etkin olmayan işletmelerdir.

Ana Metal Sanayi sektöründe faaliyet gösteren ve etkin olmayan işletmelerden biri olan **DMSAS** işletmesinin etkin olabilmesi için girdi değişkenlerini aşağı yönlü revize etmesi gerekmektedir. Girdi kalemlerinden birincisi olan, cari oranını %39 azaltması önerilmektedir. Likiditenin yüksek olması finansal yönetim açısından uygun bir davranış olarak görülmemektedir. Çünkü işletmenin likitleri arttıkça kârlılık oranı düşer. Bu nedenle işletme, faaliyet kolunun ve işletmenin özel durumu, sosyal ve ekonomik koşullar dikkate alınarak, kârlılık ve risk arasındaki denge kurulmaya çalışılmalıdır. Girdi kalemlerinden asit test oranı incelendiğinde, analize göre %31 oranında azaltması önerilmektedir. Bir varlığın likidite derecesi belirlenirken o varlığın iki özelliğine dikkat edilir. Bunlardan birincisi, o varlığın kısa bir sürede nakde dönüşebilmesidir. Diğeri ise, nakde dönüşebilen varlığın değerinin altına düşmemesidir. Bu özellikler ne derecede sağlanıyorsa o derece de likit sayılır. Diğeri bir girdi kalemi olan, maddi duran varlıklar/uzun vadeli yabancı kaynaklarını %8 oranında azaltması önerilmektedir. Bu açıdan söz konusu işletmenin maddi duran varlıklarının finansmanında öz kaynakları daha fazla tercih etmesi gerekmektedir. Kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar oranını %6 azaltması gerekir. Maddi duran varlıklar/ öz kaynaklar oranını %50 oranında azaltılması önerilmektedir. Net çalışma sermayesi/ toplam varlıklar oranını %34 azaltması gerekir. Bundan dolayı ilgili işletmenin likitidesini azaltması gerektiği söylenebilir. Alacak devir hızı oranını %8 azaltması önerilmektedir. Analizde azalma önermesine rağmen işletme alacaklarını yılda ne kadar tahsil ettiği önemli fakat çok fazla vadeli satış yapması da riskli bir durumdur. Bundan dolayı alacaklarını tahsil etme de güçlük yaşarsa işletme açısından sıkıntılı bir durum söz konusu olur. Stok devir hızı oranını %8 azaltması önerilmektedir. Stok devir hızının yüksek olması işletme açısından depolama maliyetini azaltır. Ayrıca, çürüme, fire ve bozulma riskini azaltır. İşletmenin stokları yenilenmiş olur. Fakat satışların büyük bir kısmının vadeli yapılması durumunda kasaya para girişi az olacağından dolayı kârlılık oranı azalır. Finansal kaldıraç oranını %45 azaltması önerilmektedir. **DMSAS** işletmesinin borçlanma oranını azaltması önerilmektedir. Çünkü borçlanmanın artması işletmenin finansal riskini artırır. Ayrıca, varlıklarının yüzde kaçının yabancı kaynaklardan (borçlardan) oluşturduğunu gösteren bir oran olduğundan çok yüksek olması istenmez. Zaten

kısa vadeli yabancı kaynak/toplam varlıklarını %6 azaltılması önerilmektedir. Eğer yüksekse, işletmenin borcunun fazla olduğunu gösterir ki bu da işletmeye borç verecek kurumlar tarafından istenmez. Örneğin bankalar ve diğer aktörler düşük olmasını ister.

ERBOS işletmesinin etkin hale gelebilmesi için cari oranını %87 oranında, asit test oranı incelendiğinde %94, diğer bir girdi kalemi olan, maddi duran varlıklar/ uzun vadeli yabancı kaynaklar oranını %95 oranında azaltması önerilmektedir. Kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar oranını %88, maddi duran varlıklar/ öz kaynaklarını %53, net çalışma sermayesi/ toplam varlıklar oranını %4, alacak devir hızı oranını %59, stok devir hızı oranını %94 ve finansal kaldıraç oranını ise %73 oranında azaltılması önerilmektedir.

ERGL işletmesinin etkin hale gelebilmesi için cari oranını %23 oranında, asit test oranını %18 azaltması önerilmektedir. Diğer bir girdi kalemlerinden olan, maddi duran varlıklar / uzun vadeli yabancı kaynaklar %5, kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar oranını %5, maddi duran varlıklar/ öz kaynaklarını %5, net çalışma sermayesi/ toplam varlıklar %5 azaltması önerilmektedir. Alacak devir hızını %37, stok devir hızı oranını %4, finansal kaldıraç oranını ise %17 oranında azaltılması önerilmektedir.

Etkin olmayan, **PETUN** işletmesinin etkin olabilmesi için girdi değişkenlerinin tümünün %52 oranında aşağı yönlü revize etmesi gerekmektedir.

PNSUT işletmesi etkin hale gelebilmesi için cari oranını %24 oranında, girdi kalemlerinden asit test oranı incelendiğinde %29 oranında azaltması önerilmektedir. Maddi duran varlıklar/ uzun vadeli yabancı kaynaklarını ve kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklarını %25, maddi duran varlıklar/ öz kaynaklar oranını %53, net çalışma sermayesi/ toplam varlıklarını, alacak devir hızını, stok devir hızı ve finansal kaldıraç oranını %25 azaltması önerilmektedir.

SELGD işletmesi etkin olmayan işletmeler arasındadır. İşletmenin etkin hale gelebilmesi için cari oranını %83 oranında azaltması önerilmektedir. Girdi kalemlerinden asit test oranı incelendiğinde, analize göre %86 oranında cari oranında azaltması önerilmektedir. Diğer bir girdi kalemi olan, maddi duran varlıklar/uzun vadeli yabancı kaynaklar oranını %12, kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar oranını %32, maddi duran varlıklar/ öz kaynaklar oranını %9 oranında azaltması önerilmektedir. Net çalışma sermayesi/ toplam varlıklar oranını %12, alacak devir hızı oranını %47, stok devir hızı oranını %44, finansal kaldıraç oranını ise %78 azaltması önerilmektedir.

MEGAP işletmesi etkin olmayan işletmeler arasındadır. İşletmenin etkin hale gelebilmesi için cari oranını %66 oranında azaltması önerilmektedir. Girdi kalemlerinden asit test oranı incelendiğinde, analize göre %64 oranında cari oranında azaltması önerilmektedir. Diğer bir girdi kalemi olan, maddi duran varlıklar / uzun vadeli yabancı kaynaklar oranını %61, kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam

varlıklar oranını %67, maddi duran varlıklar/ öz kaynaklar oranını %58 oranında önerilmektedir. Net çalışma sermayesi/ toplam varlıklar oranını %65, alacak devir hızı oranını %27, stok devir hızı oranını %61, finansal kaldıraç oranını %81 azaltması önerilmektedir.

BFREN işletmesi etkin olmayan işletmeler arasındadır. İşletmenin etkin hale gelebilmesi için cari oranını %54 oranında azaltması gerekmektedir. Girdi kalemlerinden asit test oranı incelendiğinde, analize göre %48 oranında cari oranında azaltması gerekmektedir. Diğer bir girdi kalemi olan, maddi duran varlıklar / uzun vadeli yabancı kaynaklar oranını %49, kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar oranını %45, maddi duran varlıklar/ öz kaynaklar oranını %45 oranında azaltması önerilmektedir. Net çalışma sermayesi/ toplam varlıklar oranını %49, alacak devir hızı oranını %49, stok devir hızı oranını %49 ve finansal kaldıraç oranını %48 azaltması önerilmektedir.

JANTS işletmesi etkin olmayan işletmeler arasındadır. İşletmenin etkin hale gelebilmesi için cari oranını %46 oranında azaltması önerilmektedir. Girdi kalemlerinden asit test oranı incelendiğinde, analize göre %71 oranında cari oranında azaltması önerilmektedir. Diğer bir girdi kalemi olan, maddi duran varlıklar / uzun vadeli yabancı kaynaklar oranını %41 oranında azaltması önerilmektedir. Kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar oranını %35, maddi duran varlıklar/ öz kaynaklar oranını %42 oranında önerilmektedir. Net çalışma sermayesi / toplam varlıklar oranını %81, alacak devir hızı oranını %43, stok devir hızı oranını %41 ve finansal kaldıraç oranını %42 azaltması önerilmektedir.

MAKTK işletmesi etkin olmayan firmalar arasındadır. İşletmenin etkin hale gelebilmesi için cari oranını %74 oranında azaltması gerekmektedir. Girdi kalemlerinden asit test oranı incelendiğinde, analize göre %76 oranında cari oranında azaltması önerilmektedir. Diğer bir girdi kalemi olan, maddi duran varlıklar / uzun vadeli yabancı kaynaklar oranını %3, kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar oranını %54, maddi duran varlıklar/ öz kaynaklar oranını %19, net çalışma sermayesi / toplam varlıklar oranını %3 azaltması önerilmektedir. Alacak devir hızı oranını %2, stok devir hızı oranını %3, finansal kaldıraç oranını %25 azaltması önerilmektedir.

PRKAB işletmesi etkin olmayan firmalar arasındadır. İşletmenin etkin hale gelebilmesi için cari oranını %68 oranında azaltması önerilmektedir. Girdi kalemlerinden asit test oranı incelendiğinde, analize göre %55 oranında cari oranında azaltması önerilmektedir. Diğer bir girdi kalemi olan, maddi duran varlıklar / uzun vadeli yabancı kaynaklar oranını %61 oranında, kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar oranını %77, maddi duran varlıklar/ öz kaynaklar oranını %50 oranında azaltması önerilmektedir. Net çalışma sermayesi/ toplam varlıklar oranını %82, alacak devir hızı oranını %56, stok devir hızı oranını %61 ve finansal kaldıraç oranını %54 azaltması önerilmektedir.

VESBE işletmesi etkin olmayan firmalar arasındadır. İşletmenin etkin hale gelebilmesi için cari oranını %33 oranında azaltması önerilmektedir. Girdi kalemlerinden asit test oranı incelendiğinde, analize göre %15 oranında cari oranında azaltması önerilmektedir. Diğer bir girdi kalemi olan, maddi duran varlıklar / uzun vadeli yabancı kaynaklar oranını %78, kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar oranını %17, maddi duran varlıklar/ öz kaynaklar oranını %51, net çalışma sermayesi/ toplam varlıklar oranını %91 azaltması önerilmektedir. Alacak devir hızı oranını %17, stok devir hızı oranını %10 ve finansal kaldıraç oranını %17 azaltması önerilmektedir.

BUCİM işletmesi etkin olmayan firmalar arasındadır. İşletmenin etkin hale gelebilmesi için cari oranını %50 oranında azaltması önerilmektedir. Girdi kalemlerinden asit test oranı incelendiğinde, analize göre %27 oranında cari oranında azaltması önerilmektedir. Diğer bir girdi kalemi olan, maddi duran varlıklar / uzun vadeli yabancı kaynaklar oranını %27 oranında azaltması önerilmektedir. Kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar oranını %2, maddi duran varlıklar/ öz kaynaklar oranını %23, net çalışma sermayesi/ toplam varlıklar oranını %43, alacak devir hızı oranını %44, stok devir hızı oranını %27 ve finansal kaldıraç oranını %25 azaltması önerilmektedir.

YATAS işletmesi etkin olmayan firmalar arasındadır. İşletmenin etkin hale gelebilmesi için cari oranını %76 oranında azaltması önerilmektedir. Girdi kalemlerinden asit test oranı incelendiğinde, analize göre %83 oranında cari oranında azaltması önerilmektedir. Diğer bir girdi kalemi olan, maddi duran varlıklar / uzun vadeli yabancı kaynaklar oranını %87, kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar oranını %75, maddi duran varlıklar/ öz kaynaklar oranını %94, net çalışma sermayesi/ toplam varlıklar oranını %80, alacak devir hızı oranını %99 azaltması önerilmektedir. Stok devir hızı oranını %79 ve finansal kaldıraç oranını %75 azaltması önerilmektedir.

Tablo 31'de işletmelerin etkin olabilmesi için girdi değişkenlerini hangi oranda aşağı yönlü revize etmesi gerektiği verilmiştir. Ayrıca, çalışmanın analizinde girdi yönelimli CCR modeli kullanıldığı için finansal performans göstergelerinin nicel olarak azalım yönlü bulgular elde edilmiştir. Çünkü girdi yönelimli CCR modelinde, çıktı değişkenleri sabit tutularak en az girdi değişkeni ile en çok çıktı elde etmek amaçlanmaktadır. Girdi yönelimli CCR modelinin analizde kullanılmasının amacı ise, bir işletmenin kârlılık oranlarına müdahale edilemeyeceğinden dolayı bu çalışmada çıktı değişkenleri olarak kârlılık oranları tercih edilmesinden kaynaklı girdi yönelimli CCR modeli kullanılmıştır. Bazı girdi değişkenlerinde örneğin finansal kaldıraç oranı gibi göstergenin azaltma yönlü olması istenir. Bu da analizi doğrular niteliktedir. Fakat bazı girdi değişkenlerinde ise durum tam tersidir. Örneğin, stok devir hızının artırılması istenmektedir. Çünkü stoklamanın bazı maliyetleri vardır. İşletme stoklarını yılda ne kadar fazla yenilerse stoklama maliyetinden kurtulur. Bu

yüzden analiz bulguları girdi yönelimli CCR modeli kullanılmasından kaynaklı bazı performans göstergelerin azaltılması önerilse de finansal açıdan değerlendirmesi gerekmektedir.

BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmelerin girdi değişkenleri temelinde iyileştirme oranları Tablo 32’de gösterilmektedir.

Tablo 32. BCC-I Modeline Göre Etkin Olmayan İşletmelerin İyileştirme Oranları (Girdi Değişkenleri İçin)

ETKİN OLMAYAN İŞLETMELER	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
DMSAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ERBOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ERGL	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PETUN	-0,080	-0,210	-0,080	-0,080	-0,060	-0,080	-0,310	-0,080	-0,800
PNSUT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SELGD	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEGAP	-0,560	-0,490	-0,310	-0,450	-0,290	-0,310	-0,310	-0,310	-0,670
BFREN	-0,380	-0,300	-0,310	-0,270	-0,310	-0,300	-0,300	-0,300	-0,290
JANTS	-0,590	-0,850	-0,060	-0,060	-0,060	-0,050	-0,050	-0,230	-0,060
MAKTK	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRKAB	-0,420	-0,350	-0,350	-0,620	-0,330	-0,350	-0,390	-0,350	-0,310
VESBE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BUCIM	-0,510	-0,220	-0,220	-0,290	-0,170	-0,200	-0,540	-0,210	-0,210
YATAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CCR-I modelinde açıklandığı üzere, BCC-I modelinde de etkin çıkmayan işletmeler için benzer bir durum söz konusudur. Diğer bir ifadeyle etkin olmayan işletmeler CCR-I modelinde olduğu gibi BCC-I modelinde de girdi kalemlerini azaltması gerekir. Bunun nedeni, BCC modelinin teknik etkinliği ölçmesi CCR modelinin ise toplam etkinliği ölçmesinden kaynaklanmaktadır. Teknik etkinlik (BCC) toplam etkinliğin (CCR) bir parçası olduğu için teknik açıdan etkin olan bir karar verme birimi toplam etkinlik açısından etkin olmayabilir.

Girdi odaklı BCC-I modeline göre etkin olmayan 6 işletme olduğu görülürken CCR-I modeline göre etkin olmayan işletme sayısının 14 olduğu görülmektedir. Bu durumun temel nedeni BCC modelinin teknik etkinliği ölçerken, CCR modelinin toplam etkinliği ölçmesidir. Diğer bir ifadeyle teknik etkinlik, toplam etkinliğin bir parçası olduğu için teknik etkinlik açısından etkin çıkan her işletme toplam etkinlik açısından etkin olmayabilir.

Tablo 30’a göre etkin çıkmayan işletme sayısı 6’dır. Bu işletmeler içerisinde 1 işletmenin Gıda, Tütün ve İçecek alt sektöründe, 1 işletmenin Tekstil, Giyim Eşyası ve Deri sektöründe, 1 işletmenin Taş ve Toprağa Dayalı sektörde ve 3 işletmenin

Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları sektöründe yer aldığı görülmüştür.

BCC-I modeline göre, Gıda, Tütün ve İçecek sektöründe faaliyet gösteren **PETUN**, Tekstil, Giyim Eşyası ve Deri sektöründen **MEGAP**, Taş Ve Toprağa Dayalı sektöründen **BUCİM**, Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım sektöründen ise, **BFREN**, **JANTS** ve **PRKAB** etkin olmayan işletmelerdir.

2.9. Alt Sektör İçi Etkinlik Bulguları

Analize dâhil edilen işletmelerin faaliyet göstermiş olduğu alt sektörlerle göre ayrılarak etkin ve etkin olmayan işletmeler Tablo 33- 40 arasında gösterilmiştir. Bu bulgular genel sonuçlardan alınarak yorumlanmıştır.

Tablolar incelendiğinde, alt sektör içi etkinlik bulguları gösterilmektedir. Bu tablolar içerisinde bulunan, Gıda, İçecek, Tütün Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları (Tablo 33), Tekstil, Giyim Eşyası ve Deri Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları (Tablo 34), Orman Ürünleri Ve Mobilya Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları (Tablo 35), Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri, Basım ve Yayın Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları (Tablo 36), Kimya İlaç Petrol Lastik Ve Plastik Ürünleri Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları (Tablo 37), Taş ve Toprağa Dayalı Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları (Tablo 38), Ana Metal Sanayi Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları (Tablo 39), Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları (Tablo 40) olmak üzere 8 alt sektörün etkin olan ve olmayan işletmelerin sonuçları ele alınmaktadır.

Tablo 33. Gıda, İçecek, Tütün Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları

Karar Verme Birimleri	Toplam Etkinlik Skoru	Teknik Etkinlik Skoru	Ölçek Etkinlik Skorlar
AEFES	1.000	1.000	1.000
CCOLA	1.000	1.000	1.000
ERSU	1.000	1.000	1.000
FRIGO	1.000	1.000	1.000
KENT	1.000	1.000	1.000
KNFRT	1.000	1.000	1.000
PETUN	0.478	0.919	0.520
PNSUT	0.740	1.000	0.740
SELGD	0.875	1.000	0.875
TATGD	1.000	1.000	1.000
TBORG	1.000	1.000	1.000
TUKAS	1.000	1.000	1.000
ULKER	1.000	1.000	1.000
ULUUN	1.000	1.000	1.000
ETKİN OLAN	11	13	11
ETKİN OLMAYAN	3	1	3

Alt sektör bazında incelendiğinde, Gıda, İçecek, Tütün Sektöründe 32 işletme bulunmakta olup 14'ü analize dâhil edilmiştir. Tablo 33'de **PETUN**, **PNSUT** ve **SELGD** işletmelerinin etkin olmadığı gözlenmektedir. 14 işletmeden sadece 3'ünün etkin olmaması diğer işletmelerin etkin olması bu sektör için olumlu görülmektedir.

İşletmelerin 2017-2020 yıllarına ait finansal tabloları incelenerek analize dâhil edilmiş ve analize dâhil edilirken 4 yılın genel bir ortalaması alınmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde, etkin olmayan işletmelerden **PETUN** işletmesi, hem CCR-I hem de BCC-I modeline göre etkin olmayan işletme kategorisinde çıkmıştır. Etkinlik skorlarına göre, örnek alması gereken kendi sektöründen TATGD ve ULUUN işletmeleridir. Etkin olmayan işletmeler, bu işletmelerin finansal göstergelerini örnek alabilir ve etkin hale gelebilir. Ayrıca farklı sektörlerden Tablo 29 ve 30'da belirtildiği gibi, ACKNS, KORDS, SANFM, NUHCM ve PRZMA işletmelerinin de finansal göstergelerini dikkate alabilir. CCR-I modeline göre tüm girdi kalemlerini %52 oranında azaltması gerekir. BCC-I modeline göre de en çok *finansal kaldıraç oranını* diğer girdi kalemlerine göre daha fazla azaltması gerektiği tespit edilmiştir. Bu durumun, *Uluslararası Kredi Derecelendirme Kuruluşları* tarafından 2017-2018-2019 yıllarında işletmenin borçlarının fazla olması sebebiyle temerrüde düşebileceği öngörüsünde bulunarak işletmenin kredi notunu düşürmeleri bilgisi ile örtüşmektedir (MOODY'S, 2019).

PNSUT işletmesi, CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasındadır. İyileştirme tablosu dikkate alındığında, özellikle *maddi duran varlık/ öz kaynaklar* oranını diğer girdi kalemlerine göre daha fazla azaltması gerektiği analiz sonucunda ortaya konulmuştur. Bu nedenle, işletme borçlanmadan ziyade öz kaynak kullanımını daha fazla tercih etmesi gerektiği söylenebilir. Ayrıca, TATGD, KENT ve TBORG işletmelerinin finansal göstergelerini örnek alabilir.

SELGD'de de PNSUT işletmesinde görüldüğü gibi CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmelerdendir. İşletme incelendiğinde, *cari oranını* diğer girdi kalemlerine göre daha fazla oranda azaltması gerektiği görülmektedir. İşletme elindeki nakdi değerlendiremediği ve diğer rakiplerine göre geride kaldığı söylenebilir. ULUUN, KENT, EGSER ve ARSAN işletmelerini örnek alarak etkin bir işletme haline gelebilir. Ayrıca, SELGD işletmesi, 11.000.000 TL'lik sermaye artışı yaparak sermayesini 22.000.000 TL'ye yükseltmiştir (KAP, 2020). Bu veriler ışığında **SELGD'nin** herhangi bir yatırım yaptığına dair bir bilgiye ulaşılmamıştır. Analizi doğrular nitelikte olan bu bilgi doğrultusunda işletmenin elinde atıl para tuttuğu düşünülmektedir.

Tablo 34. Tekstil Giyim Eşyası ve Deri Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları

Karar Verme Birimleri	Toplam Etkinlik Skoru	Teknik Etkinlik Skoru	Ölçek Etkinlik Skorlar
ARSAN	1.000	1.000	1.000
ATEKS	1.000	1.000	1.000
BCLYT	1.000	1.000	1.000
BOSSA	1.000	1.000	1.000
KORDS	1.000	1.000	1.000
MEGAP	0.382	0.687	0.557
SNPAM	1.000	1.000	1.000
YATAS	0.206	1.000	0.206
YUNSA	1.000	1.000	1.000
ETKİN OLAN	7	8	7
ETKİN OLMAYAN	2	1	2

Tekstil, Giyim Eşyası ve Deri sektöründe 23 işletme bulunmaktadır. Ancak, analize 9 işletme dâhil edilmiştir. Tablo 34 incelendiğinde, 9 işletmeden incelendiğinde, **MEGAP** ve **YATAS** işletmelerinin etkin olmadığı görülmektedir.

MEGAP işletmesinin, hem CCR-I hem de BCC-I modellerine göre en fazla *finansal kaldıraç oranını* azaltması gerektiği görülmektedir. Analiz sonucuna göre, işletme varlıklarıyla borçlarını ödeyebilme konusunda sorun yaşadığı söylenebilir. Yapılan araştırma kapsamında **MEGAP** işletmesinin birçok sektör üzerine üretimi bulunmaktadır. Bunlar, otomotiv, beyaz eşya, inşaat izolasyon, ambalaj, ayakkabı ve terlik, tekstil, çanta gibi ürünlerdir (MEGAP, 2021). Son yıllarda özellikle 2019-2020 yıllarında pandeminin olumsuz etkilerinden birçok sektör etkilendiği gibi ilgili işletmenin de bu süreçten olumsuz anlamda etkilendiği düşünülmektedir. **MEGAP** işletmesinin etkin hale geçebilmesi için, Tablo 29 ve 30 incelendiğinde, ARSAN, ALCAR ve KORDS işletmelerinin finansal göstergelerini örnek alması gerekmektedir.

YATAS işletmesi, CCR-I modeline göre etkin değildir. İyileştirme tablosu incelendiğinde en fazla azaltması gereken girdi değişkeninin *maddi duran varlıklar/ uzun vadeli yabancı kaynak* olduğu görülmektedir. İşletmenin faaliyetlerini finanse ederken *uzun vadeli yabancı kaynak* yerine *öz kaynaklarıyla* finansmanı tercih etmelidir. Tablo 29 incelendiğinde, işletmenin etkin hale gelebilmesi için KORDS işletmesini örnek alabilir.

Tablo 35. Orman Ürünleri ve Mobilya Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları

Karar Verme Birimleri	Toplam Etkinlik Skoru	Teknik Etkinlik Skoru	Ölçek Etkinlik Skorlar
GENTS	1.000	1.000	1.000
SUMAS	1.000	1.000	1.000
ETKİN OLAN	2	2	2
ETKİN OLMAYAN	-	-	-

Orman Ürünleri ve Mobilya Sektöründe, 5 işletme faaliyetini göstermekte olup analize uygun olarak alınan 2 işletme bulunmaktadır. Analiz sonuçları incelendiğinde 2 işletmenin etkin oldukları gözlenmektedir.

Etkin çıkan sektörlerden biri olan **Orman Ürünleri ve Mobilya sektörü**, sahip olduğu 20,7 milyon hektarlık orman alanı ile önemli bir konumdadır. Üretmiş olduğu mobilya sanayinin yanı sıra kâğıt, karton, levha, kapı pencere kaplama sanayi gibi alt sektörleri ile gelişen teknolojilerle birlikte dünya standartlarına uyum sağlayan sektör haline gelmiştir. Günümüzde 220'den fazla ülkeye orman ürünleri ve ağaç mamulleri ihracatı gerçekleştirilmektedir. Büyük çoğunluğunu orta ve küçük ölçekli işletmelerin oluşturduğu orman ürünleri sektörünün ihracat oranları her geçen gün artmaktadır. Bu doğrultuda Türkiye'de imalat sektörünün önemli köşe taşlarından biri olan orman ürünleri sektörü ülke ekonomisinin kalkınmasına büyük katkı sağlamaktadır. Analiz sonuçlarına göre elde edilen bulgular yukarıdaki ifadeleri destekler niteliktedir.

Tablo 36. Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri, Basım ve Yayın Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları

Karar Verme Birimleri	Toplam Etkinlik Skoru	Teknik Etkinlik Skoru	Ölçek Etkinlik Skorlar
ALKA	1.000	1.000	1.000
BAKAB	1.000	1.000	1.000
KARTN	1.000	1.000	1.000
PRZMA	1.000	1.000	1.000
ETKİN OLAN	4	4	4
ETKİN OLMAYAN	-	-	-

Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri, Basım ve Yayın Mobilya Sektöründe, 15 işletme faaliyetini göstermekte olup analize uygun olarak alınan 4 işletme bulunmaktadır. Analize dâhil olan işletmeler incelendiğinde, Tablo 36'da 4 işletmenin de etkin çıktığı görülmektedir.

Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri, Basım ve Yayın sektörü etkin çıkan sektörler arasındadır. Bu alt sektör gerek ilişkili olduğu diğer alt sektörlerle gerek sahip olduğu istihdam ve ihracata katkısıyla Türkiye ekonomisi açısından önemli bir yere sahiptir. Hammadde temini açısından orman ürünleri alt sektörüyle, aynı zamanda basım-yayın ve ambalaj alt sektörleri ile de yakından ilişkilidir. Bu sektör 2017 yılında, 1,98 milyar dolarlık bir ihracat hacmine sahip olup, ayrıca 2016 yılında ise, karton ve ambalaj ihracatı açısından 3,9 milyar dolarlık hacme sahip olduğu görülmektedir. Sektörün üretim değerinin imalat sanayi içerisindeki payı 2009 yılında %2,21'ken 2017'de %2,62'ye yükselmiştir (Karadeniz, 2021, s. 161). Analiz sonuçları dikkate alındığında yukarıda bahsi geçen sektörün orman ürünleri alt sektörüyle de yakından ilişkili olması, orman ürünleri alt sektörünün de kâğıt ve kâğıt ürünleri sektörü gibi etkin çıkması analizi destekler niteliktedir.

Tablo 37. Kimya İlaç Petrol Lastik ve Plastik Ürünleri Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları

Karar Verme Birimleri	Toplam Etkinlik Skoru	Teknik Etkinlik Skoru	Ölçek Etkinlik Skorlar
ACSEL	1.000	1.000	1.000
AKSA	1.000	1.000	1.000
ALKIM	1.000	1.000	1.000
BRISA	1.000	1.000	1.000
DEVA	1.000	1.000	1.000
EGGUB	1.000	1.000	1.000
EPLAS	1.000	1.000	1.000
EGPRO	1.000	1.000	1.000
GEDZA	1.000	1.000	1.000
GOODY	1.000	1.000	1.000
HEKST	1.000	1.000	1.000
PETKM	1.000	1.000	1.000
SANFM	1.000	1.000	1.000
SEYKM	1.000	1.000	1.000
SODSN	1.000	1.000	1.000
ETKİN OLAN	15	15	15
ETKİN OLMAYAN	-	-	-

Kimya İlaç Petrol Lastik ve Plastik Ürünleri Sektöründe 37 işletme faaliyet göstermekte olup analize uygun olarak alınan 15 işletme bulunmaktadır. Analize dâhil edilen tüm işletmelerin etkin çıktığı görülmektedir.

Etkin çıkan sektörlerden biri olan **Kimya İlaç Petrol Lastik ve Plastik Ürünleri**, dünyanın en büyük sektörlerinden biri olması dolayısıyla diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de oldukça uzun yıllardan beri faaliyet göstermektedir. Söz konusu sektörde ileri teknolojinin yoğun bir biçimde kullanılması, çok sayıda Ar-Ge çalışmasının yapılması, maliyetlerin oldukça yüksek olması, entelektüel sermayeye ihtiyaç duyması ve temel amacının insan sağlığı olmasından dolayı oldukça büyük bir öneme sahiptir. Türkiye’de bu sektör gerek hastaneler gerek eczaneler aracılığıyla her geçen gün daha da büyümektedir. Bu sektörün ulusal ve uluslararası düzeyde birçok farklı sektöre girdi sağlamasından dolayı ülke ekonomisinin gelişmesine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte kimya ilaç sektöründe yaşanan tedarik sıkıntısı diğer sektörleri de etkilemektedir. Bu sektörün etkin çıkmasının muhtemel nedenlerinden biri bu sektörde faaliyet gösteren işletmelerin uzun yıllardır bu sektörde yer alması ve finansal yapılarının güçlü olması gösterilebilir. Bununla birlikte günlük hayatta gerek vitamin takviyelerinin gerekse ağrı kesicilerin yoğun bir şekilde kullanılması da söylenebilir.

Söz konusu işletmelerin etkin çıkmasının muhtemel nedenlerine bakıldığında ilgili işletmelerin finansal yapısının güçlü olduğu gösterilebilmektedir. Özellikle 2019 yılının sonlarında görünmeye başlayan COVID-19 salgınından dolayı

kullanılan virüs tanıma kitine olan talebin artmasıyla birlikte ilgili işletmelerin satışlarında artışların olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte maske ve hijyen ürünlerine olan talebin artması da söz konusu işletmelerin satışlarını arttırmıştır.

Petrol, petrol ürünleri ve plastik ürünlerinin günlük hayatta sanayi sektöründe ve ulaşım sektöründe yoğun bir biçimde kullanıldığından dolayı söz konusu sektörün ülkelerin gelişmesinde ve büyümesinde etkin bir rol oynamaktadır.

Tablo 38. Taş ve Toprağa Dayalı Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları

Karar Verme Birimleri	Toplam Etkinlik Skoru	Teknik Etkinlik Skoru	Ölçek Etkinlik Skorlar
AKNCS	1.000	1.000	1.000
BUCIM	0.772	0.777	0.929
EGSER	1.000	1.000	1.000
KUTPO	1.000	1.000	1.000
NUHCM	1.000	1.000	1.000
ETKİN OLAN	4	4	4
ETKİN OLMAYAN	1	1	1

Taş ve Toprağa Dayalı Sektöründe 22 işletme faaliyet göstermekte olup analize 5 işletme dâhil edilmiştir. Analize göre, **BUCIM** işletmesi etkin çıkmamıştır. BUCIM işletmesi hem CCR-I hem de BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasındadır. BUCIM işletmesinin etkin hale gelebilmesi için, tablo 29 ve 30 incelendiğinde, CEMTS, SNPAM, KORDS gibi işletmeleri örnek alması gerekmektedir. İyileştirme tablosu incelendiğinde en çok azaltması gereken girdi kalemleri *cari oran* olduğu görülmekte olup, likidite oranının yüksek olduğu ve atıl parasını rakiplerine göre değerlendiremediği söylenebilir.

BUCIM işletmesi 2018 yılında kapasite artışı yapmak istemesine rağmen çevreye zararlı ürünler ürettiği öne sürülerek davalık bir süreç yaşamıştır. Bu durumun işletmeyi olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir (KAP, 2018).

Tablo 39. Ana Metal Sanayi Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları

Karar Verme Birimleri	Toplam Etkinlik Skoru	Teknik Etkinlik Skoru	Ölçek Etkinlik Skorlar
AYES	1.000	1.000	1.000
CEMTS	1.000	1.000	1.000
DMSAS	0.909	1.000	0.909
DOKTA	1.000	1.000	1.000
ERBOS	0.518	1.000	0.518
ERGL	0.995	1.000	0.995
ISDMR	1.000	1.000	1.000
SARKY	1.000	1.000	1.000
ETKİN OLAN	5	8	5
ETKİN OLMAYAN	3	-	3

Ana Metal Sanayi Sektöründe 20 işletme bulunmakta olup, analize 8 işletme dâhil edilmiştir. Bu işletmelerden, tablo 39’da **DMSAS, ERBOS ve ERGL** işletmelerinin etkin olmadığı tespit edilmiştir. Bu sektörde etkin çıkmayan işletmelerinin üçünün de CCR-I modeline göre etkin olmadığı tespit edilmiştir.

Etkin çıkmayan işletmelerden **DMSAS** işletmesinin iyileştirme oranlarına bakıldığında, en fazla azaltması gereken girdi değişkenlerinden biri *finansal kaldıraç oranı* olduğu görülmektedir. İşletme, tablo 29’da yer alan, DEVA, AEFES, DITAS, BOSSA ve COLLA gibi işletmelerin finansal göstergelerini dikkate alarak etkin bir işletme haline gelebilir. DMSAS işletmesinde 2017 yılında hisse senedi fiyatlarında yaşanan aşırı oynaklıktan dolayı açığa satış ve kredili işlemlere karşı işletmenin hisse senedi alım satım işlemleri geçici olarak durdurulmuştur (KAP, 2017). 2019 yılında işletmeye Sermaye Piyasa Kurulu (SPK), meydana gelen fiyat ve miktar hareketleri nedeniyle yaptırım ve önlemler almış ve Capital Yatırım Menkul Değerler A.Ş. ve Marbaş Menkul Değerler AŞ. Ünvanlı yatırım kuruluşlarının DMSAS pay piyasasında müşterilerinden internet üzerinden emir kabul etmelerinin yasaklanmasına karar verilmiştir (SPK, 2019). 2020 yılında ise, COVID salgını nedeniyle işletme üretime ara verme kararı almıştır (KAP, 2020). Elde edilen bu bulgular, **DMSAS’ın** etkin olmayan işletmeler arasında olduğunu ispatlar niteliktedir.

ERBOS işletmesi etkin olmayan işletmeler arasında olup iyileştirme potansiyeline bakıldığında diğer değişkenlere göre en fazla *maddi duran varlık/ uzun vadeli yabancı kaynak* oranını azaltması gerektiği tespit edilmiştir. İşletme *maddi duran varlık* alımı yaparken kısa vadeli borçlanmak yerine uzun vadeli borçlanmayı tercih edebilir. Ayrıca da uzun vadeli borçlanma sayesinde finansal riskini de azaltabilir. Kendi sektöründen DOKTA işletmesini, diğer farklı sektörlerden ise, tablo 29’da görüldüğü gibi, EGPLAS ve PRAZMA işletmelerinin finansal göstergelerini örnek olarak etkin bir işletme haline gelebilir.

ERGL işletmesi de CCR-I modeline göre, etkin olmayan işletmeler arasındadır. İşletmenin potansiyel iyileştirme oranları incelendiğinde, *cari oranını* diğer girdi değişkenlerinden daha fazla azaltması gerektiği görülmektedir. İşletmenin elindeki nakdi verimli kullanmadığı ve atıl parasının olduğu düşünülebilir. Bu durumda işletmenin karlılık oranını düşürebilir ve işletmenin paranın zaman değerini göz önünde bulundurması gerekmektedir. Ayrıca, tablo 29’da çıkan sonuçlara göre, ATEKS, EGPLAS, SODSN, ARSAN, ACSEL ve NUHCM gibi işletmeleri örnek olarak etkin bir işletme haline gelebilir. **ERGL** işletmesi etkin olmayan işletmeler arasında olsa da etkin olma şartı analize göre 1 olduğundan 0,995 oranına sahip olduğundan etkinliği çok yakın bir işletmedir.

Tablo 40. Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektör İçi Alt Biriminin Etkinlik Sonuçları

Karar Verme Birimleri	Toplam Etkinlik Skoru	Teknik Etkinlik Skoru	Ölçek Etkinlik Skorlar
ALCAR	1.000	1.000	1.000
ARCLK	1.000	1.000	1.000
BFREN	0.508	0.687	0.740
BNTAS	1.000	1.000	1.000
DITAS	1.000	1.000	1.000
EGEEN	1.000	1.000	1.000
FMIZP	1.000	1.000	1.000
FROTO	1.000	1.000	1.000
JANTS	0.585	0.930	0.628
KLMSN	1.000	1.000	1.000
MATK	0.960	1.000	0.960
OTKAR	1.000	1.000	1.000
PRKAB	0.436	0.643	0.677
SAFKR	1.000	1.000	1.000
TOASO	1.000	1.000	1.000
TTRAK	1.000	1.000	1.000
ULUSE	1.000	1.000	1.000
VESBE	0.826	1.000	0.826
VESTL	1.000	1.000	1.000
ETKİN OLAN	14	17	14
ETKİN OLMAYAN	5	2	5

Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektöründe 32 işletme bulunmakta olup, analize 19’u dâhil edilmiştir. Analiz sonuçları dikkate alındığında, **BFREN, JANTS, MATK, PRKAB** ve **VESBE** olmak üzere etkin olmayan 5 işletmenin olduğu tespit edilmiştir.

BFREN işletmesi, hem CCR-I modeline göre hem de BCC-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasındadır. CCR-I ve BCC-I modellerinden her ikisinin de iyileştirme oranlarına bakıldığında analize göre en çok cari *oranını* azaltması gerektiği tespit edilmiştir. Tablo 29 ve 30’a göre, işletme ARSAN, ALKA, PRZMA, KENT, GENTS, KORDS, TBORG, DEVA ve SPAM işletmelerinin finansal göstergelerini dikkate alarak etkin hale gelebilir. **BFREN** işletmesi korona sürecinde 23.03.2020 tarihinden itibaren iki hafta faaliyetlerine ara vermek istemiştir (KAP, 2020). Fakat bu süreci 30.06.2020 tarihine kadar uzatmıştır (KAP, 2020). Daha sonra ise 29.07.2020-11.08.2020 arasında yıllık izin, bayram tatili ve periyodik bakım nedeniyle de üretimine ara vermiştir (KAP, 2020). Özellikle 2020 yılında neredeyse 6 aydan fazla üretime ara vererek elinde atıl parasının kaldığı söylenebilir ve bu durumda analizin sonucunu destekler niteliktedir.

JANTS işletmesi de CCR ve BCC modellerine göre etkin olmayan işletmeler arasındadır. Analiz sonucu incelendiğinde iki model de de *asit test oranını* azaltması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Dünya pazarında daha fazla aktif hale gelmek için yatırım yapmıştır (KAP, 2020). Analiz sonucuna göre *asit test oranını* diğer girdi değişkenlerine göre daha fazla azaltması gerektiği sonucu ile birlikte işletmenin yatırım haberleri değerlendirildiğinde kısa vadeli borç ödeme gücüne dikkat etmesi gerekir. Bu durum da analizi doğrular niteliktedir. Ayrıca işletme, kendi sektöründen KLMSN işletmesinin ve diğer sektörlerden ise, tablo 29'a göre, PRZMA, KENT, EGGUB, TBORG, ALKIM ve CEMTS işletmelerinin finansal göstergelerini dikkate alarak etkin hale gelebilir.

MAKTK işletmesi CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasındadır. İyileştirme oranlarına bakıldığında JANTS işletmesinde olduğu gibi bu işletmeninde *asit test oranını* diğer girdi kalemlerine göre daha fazla azaltması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Kısa vadeli borçlanmak yerine uzun vadeli borçlanması işletmenin riskini azaltır hem de sürdürülebilir olur. Ayrıca işletme, EGPLAS, KENT, TUKAS, SEYKIM ve ARSAN işletmelerinin finansal göstergelerini örnek olarak etkin bir işletme haline gelebilir.

PRKAB işletmesi hem CCR-I hem de BCC-I modellerine göre etkin olmayan işletmeler arasındadır. İyileştirme oranı incelendiğinde, CCR-I modeline göre *net çalışma sermayesi/toplam varlıklar* ve BCC-I modeline göre de *kısa vadeli yabancı kaynaklar/toplam varlık* değişkenlerini diğer girdi kalemlerinden daha fazla azaltması gerekmektedir. İşletme KORDS, COLA, KENT, ATEKS VE ACKNS ve EGPLAS işletmelerinin finansal göstergelerini dikkate alarak etkin bir işletme haline gelebilir. İşletme özellikle 2017 yılında sermaye azaltımına gitmiş ve temettü dağıtımını yapmıştır (KAP, 2017). İşletmenin sermaye azaltımını yaparak aynı zamanda da kar dağıtımını yapması analizi doğrular niteliktedir. Çünkü işletme faaliyetlerini sürdürürken kısa vadeli borçlanmak yerine öz sermayesini kullanması işletme için daha olumlu sonuçlar doğurabileceği düşünülmektedir.

VESBE işletmesi incelendiğinde ise, CCR-I modeline göre etkin olmayan işletmeler arasındadır. İyileştirme oranlarına bakıldığında bu işletmenin *net çalışma sermayesi/toplam varlıklar* değişkeni diğer girdi değişkenlerine göre daha fazla azaltması gerektiği tespit edilmiştir. Analize göre işletme günlük ihtiyaçları olan sermaye miktarına dikkat etmesi gerekir. Ayrıca işletme, DOKTA, TBORG, PRZMA, KARTN, TATGD, KORDS ve ULUUN işletmelerinin finansal göstergelerini örnek olarak etkin olabilir.

Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları Sektörü ekonomik krizlerden en çok etkilenen sektörler arasında yer almaktadır. Özellikle 2019- 2020 yıllarında meydana gelen COVID-19'un yaratmış olduğu olumsuz etki, finansal piyasalarda tedarik zincirinde aksaklık, üretimin durmasından kaynaklı talebe karşılık verilememesi, mağazaların kapatılması ve öncelikle tüketimde yapılan

harcamaların genel de gıdaya ve takviye ilaçlara aktarılması işletmeler açısından olumsuz bir sürece sebebiyet vermiştir. Ayrıca bu sektörde yer alan otomobil parçalarının üretimini ve satışını yapan işletmelerin çip krizi ile karşı karşıya kaldığı düşünülmektedir. Bu durum işletmelerin etkin çıkmama nedenlerinden biri olarak tahmin edilmektedir. Çünkü işletmeler çip krizi nedeniyle üretim sorunu yaşamasından dolayı sektörün istikrarı tehlikeye girebilir.

Tablo 41’de analize dâhil edilen imalat alt sektöründeki etkin işletmelerin sayıları ve ortalama etkinlik skorları gösterilmektedir.

Tablo 41. Analize Dâhil Edilen İmalat Alt Sektöründeki Etkin İşletme Sayıları ve Ortalama Etkinlik Skorları

Sektör	Etkin İşletme Sayısı	Ortalama Etkinlik Skoru (%)
1.Gıda, İçki ve Tütün (14)	11	78,57
2.Tekstil, Giyim Eşyası ve Deri (9)	7	77,77
3.Orman Ürünleri ve Mobilya (2)	2	100
4.Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri, Basım ve Yayın (4)	4	100
5.Kimya İlaç Petrol Lastik ve Plastik Ürünleri (15)	15	100
6.Taş ve Toprağa Dayalı (5)	4	80
7.Ana Metal Sanayi (8)	5	37,5
8.Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları (19)	14	73,68
ORTALAMA	-	80,94

BIST 100’de imalat sektöründe yer alan 9 alt sektör bulunmaktadır. Araştırmaya BIST 100’de yer alan 8 imalat alt sektörü dâhil edilmiştir. Bu sektörler arasından analize dâhil edilen Kimya İlaç Petrol Lastik ve Plastik Ürünleri (15), Orman Ürünleri ve Mobilya (2), Kâğıt ve Kâğıt Ürünleri, Basım ve Yayın (4) alt sektörlerin tümünün etkin çıktığı tespit edilmiştir. Bu işletmelerin etkinlik skoru %100 çıkmıştır.

Etkin olmayan sektörler arasından, Gıda, İçki ve Tütün alt sektöründeki 14 işletmeden 11’i etkindir ve sektörün etkinlik skoru %78,57’dir. Tekstil, Giyim Eşyası ve Deri alt sektöründe 9 işletmeden 7’si etkin olup etkinlik skoru %77,77’dir. Taş ve Toprağa Dayalı alt sektöründe 5 işletmeden 4’ü etkin çıkmış olup etkinlik skoru %80’dir. Ana Metal Sanayi 8 işletmeden 5’i etkin çıkmış olup etkinlik skoru %37,5’dur. Metal Eşya Makine Elektrikli Cihazlar ve Ulaşım Araçları 19 işletmeden 14’ü etkin olup etkinlik skoru 73,68’dir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir ülkenin imalat sektörünün büyüklüğü o ülkenin ekonomisinin ne kadar geliştiğinin bir göstergesidir. İmalat sektörü temel olarak mal üretiminin yapıldığı faaliyetlerden oluşmaktadır. Bu sektörün büyümesi ve gelişmesi ülke ekonomilerinin büyümesine ve istihdamın artmasına yardımcı olmaktadır. Birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de imalat sektörü ekonominin önemli köşe taşlarından birini oluşturmaktadır. Bundan dolayı Türkiye ekonomisi açısından oldukça önemli bir yere sahip olan imalat sektörünün finansal etkinliğinin analiz edilmesi büyük önem arz etmektedir.

BIST 100’de işlem gören imalat sektöründe 9 alt sektör ve bu alt sektörler için 2020 verilerine göre 187 işletme bulunmaktadır. Bu çalışmada, 76 işletmenin analize uygunluğu tespit edilerek analize dâhil edilmiştir. Bu doğrultuda, 76 işletmenin 2017-2020 yıllarına ait finansal tablolarından hesaplanan finansal oranlarla öncelikle Entropi yöntemi uygulanmıştır. Çalışmayı özgün kılan bu yöntem sayesinde işletmelerin veri zarflama analizinde kullanılacak finansal göstergelerinin önem düzeyleri eşit ağırlıkta ele alınarak kullanılmayıp Entropi yöntemi ile ağırlandırılarak belirlenmekte ve her bir işletme için ayrı ayrı girdi ve çıktı değişkenleri ağırlıklandırılmaktadır. Veri zarflama analizinde kullanılacak finansal oranların Entropi Yöntemi ile kriter önem düzeyi belirlendikten sonra ise oluşan veri matrisine Veri Zarflama Analizi Yöntemi uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri literatür taraması sonucunda BIST’te faaliyet gösteren imalat sektöründeki işletmelerin finansal performans etkinliğini en iyi şekilde yansıtacak değişkenler arasından seçilmiştir. Girdi değişkeni olarak; *carî oran*, *asit test oranı*, *maddî duran varlıklar/ uzun vadeli yabancı kaynak*, *kısa vadeli yabancı kaynak/ toplam varlıklar*, *maddî duran varlıklar/ öz kaynaklar*, *net çalışma sermayesi/ toplam varlıklar*, *alacak devir hızı*, *stok devir hızı* ve *finansal kaldıraç oranı* olmak üzere 9 değişken kullanılmıştır. Çıktı değişkenleri ise, *faaliyet kâr marjı*, *net kâr marjı*, *öz sermaye kârlılığı*, *aktif kârlılık*, *hisse başına kâr*, *fiyat kazanç oranı* ve *piyasa değeri/ defter değeri* olmak üzere 7 değişken kullanılmıştır. Çalışmayı özgün kılan Entropi yöntemi ile işletmelerin finansal göstergeleri her bir işletme için tek tek ağırlıklandırılmış ve önem sırasına göre veri matrisi oluşturulmuştur. Veri Zarflama Analizi aşamasında DEAP 2.1 paket programından faydalanılmıştır. Analiz sürecinde, Veri Zarflama Analizinin Girdi Odaklı CCR (ölçeğe göre sabit getiri) ve BCC (ölçeğe göre değişken getiri) modelleri kullanılmıştır. Çalışmanın analizi girdi odaklı CCR-I ve BCC-I modelleri uygulanmıştır.

Uygulanan analizlerden biri olan Entropi yöntemine göre tüm işletmelerin finansal göstergeleri ayrı ayrı önemlilik derecesine göre hesaplanarak sıralanmıştır. Finansal göstergeleri sıralanan işletmeler arasından Entropi yönteminin aşamalarını açıklama da tesadüfen seçilen bir işletmede ayrıntılı olarak aşamalar açıklanırken diğer işletmelerin sonuçları tablo ile açıklanmaktadır. Bu nedenle tesadüfi olarak

seçilen Arçelik A.Ş.'nin entropi yöntemi ile girdi ve çıktı değişkenlerinin kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Daha sonra tüm işletmelerin Entropi çözümlemesi yapıldıktan sonra girdi değişkenleri için ağırlıklı veri matrisi ve çıktı değişkenleri için ağırlıklı veri matrisi elde edilmiştir. Elde edilen bulgularla girdi odaklı CCR-I ve BCC-I modellerine göre çözümleme yapılmıştır. 14 işletme CCR-I modeline göre, 6 işletme ise BCC-I modeline göre etkin çıkmamıştır. CCR-I modeline göre PETUN, PNSUT, SELGD, MEGAP, BFREN, JANTS, MAKTK, PRKAB, VESBE, BUCIM ve YATAS işletmeleri etkin olmayan işletmeler arasındadır. Etkin olmayan işletmelerin etkin hale gelebilmesi için referans kümesi ve yoğunluk değerleri verilmiştir. BCC modeline göre ise, etkin olmayan işletmeler, PETUN, MEGAP, BFREN, JANTS, PRKAB ve BUCİM işletmeleri etkin olmayan işletmeler arasındadır. Etkin olmayan işletmelerin etkin hale gelebilmeleri için referans kümeleri ve yoğunluk değerleri verilmiştir. CCR-I ve BCC-I modellerine göre etkin olmayan işletmelerin iyileştirme oranları ile hangi girdi değişkenini ne kadar oranda azaltması gerektiğini tespit edilerek analiz ve yorumlanması yapılmaktadır. Daha sonra ise alt sektör içi etkinlik bulguları incelenmiştir. Etkin olmayan işletmeler sektörel bazda incelenmiş olup, gıda sektöründe 3 işletmenin etkin olmadığı tespit edilmiştir ve etkin olmayan bu işletmeler PETUN, PNSUT ve SELGD'dir. Tekstil sektöründe 2 işletmenin etkin olmadığı tespit edilmiş ve etkin olmayan bu işletmeler MEGAP ve YATAS işletmeleridir. Taş ve toprağa dayalı sektörde sadece BUCİM işletmesinin etkin olmadığı tespit edilmiştir. Ana metal sanayi sektöründe 3 işletmenin etkin olmadığı tespit edilmiş ve bu işletmeler DMSAS, ERBOS ve ERGL işletmeleridir. Metal eşya sektöründe 5 işletmenin etkin olmadığı tespit edilmiş ve bu işletmeler BFREN, JANTS, MAKTK, PRKAB ve VESBE'dir. Ayrıca, orman ürünleri, kâğıt ürünleri ve kimya ilaç sektörlerinde yer alan işletmelerin her biri analiz bulgularına göre etkin çıkmıştır. Daha sonra ise, analize dâhil edilen imalat alt sektöründeki etkin işletme sayıları ve ortalama etkinlik skorları incelenmiştir. Bulgulara göre, gıda sektöründe analize dahil edilen 14 işletmeden 11'in etkin olduğu ve ortalama etkinlik skoru ise %78,57 olduğu tespit edilmiştir. Tekstil sektöründe 9 işletmeden 7'si etkin olup etkinlik skoru %77,77 'dir. Taş ve Toprağa Dayalı alt sektöründe 5 işletmeden 4'ü etkin çıkmış olup etkinlik skoru %80 'dir. Ana Metal Sanayi 8 işletmeden 5'i etkin çıkmış olup etkinlik skoru %37,5'dur. Metal Eşya Makine Elektirkli Cihazlar ve Ulaşım Araçları 19 işletmeden 14'ü etkin olup etkinlik skoru 73,68'dir. Kimya, orman ürünleri ve kâğıt ürünleri sektörlerinin ise etkinlik skoru %100'dür. Analiz hem sektörel bazda hem de etkin çıkmayan işletmeler açısından yorumlanmıştır.

Analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, birçok işletmenin elinde bulundurduğu likitin değerlendirmesi noktasında sıkıntı yaşadıkları görülmektedir. Bu durumun ekonomik dalgalanmalardan ve ekonominin belirsizliğinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Sebeplerden birisi 2017 yılında dolar kuru 3,77 TL iken, 2020 yılında dolar kurunun 7,50 TL olması dolayısıyla işletmelerin ekonomik

değişimlerden etkilenmesidir (TCMB, 2021). Yabancı paralar ile TL kurlarının yıllar içerisinde büyük farklılık göstermesinin işletmeler açısından tedirginlik yarattığı düşünülmektedir. İşletmelerin tedirginliğinin nedenlerinden biride, enflasyon ortamında borçlarını ödemede güçlük çektiği bugün üretmeye çalıştıkları ürünün birkaç ay sonra maliyet artışından kaynaklı aynı fiyata üretemeyen işletmeleri zor duruma sokmuştur. Bu durumda maliyetlerdeki artış yeterince satışlara yansıtmadıkları için işletmelerin kâr marjında azalma görülmektedir.

Çalışmanın literatüre katkısı, BIST 100'de işlem gören imalat sektöründeki işletmelerin performansını ölçebilmek için yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle yıllar değişkenlik göstererek pek çok çalışmada veri zarflama analizi yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışmada ise, analizlerden biri olan VZA'nın yanı sıra Entropi yöntemi kullanılmıştır. Daha önce yapılmış VZA çalışmalarında girdi ve çıktı değişkenlerinde eşit öneme sahip olarak kriter ağırlıklandırılmaları yapılmadan ele alınmıştır. Ancak bu çalışmada girdi ve çıktı değişkenlerinin Entropi yöntemi ile ağırlıkları hesaplanmıştır. Bu ağırlıklar orijinal verilere yansıtıldıktan sonra VZA uygulanmıştır. Çalışmaya özgünlüğünü katan Entropi yöntemi ile örneğin bir işletme için *asit test oranı* daha önemli çıkarken diğer bir işletme için *cari oran* daha az öneme sahip olup olmadığını tespit edilebilmektedir. Bunlar her bir işletme için ayrı tespit edilen kriter ağırlıkları Veri Zarflama Analizine dâhil edilmiştir. Böylelikle çoğu çalışmada VZA'da finansal oranların ağırlıkları dikkate alınmadan uygulama yapılırken bu çalışmada dikkate alınarak uygulanmıştır. Ayrıca yine literatür incelendiğinde yapılan çalışmaların genelinde etkin olmayan ve etkin olan işletmelerin tespiti yapılmış ve referans kümesi verilmiştir. Diğer çalışmalardan ayıran en önemli yönü ise, bu çalışma da sadece oransal yorumlar değil spesifik yorumlarda yapılmıştır. Etkin olmayan işletmelerin neden etkin çıkmadığı hakkında haber siteleri, Kamu Aydınlatma Platformu (KAP) ve Sermaye Piyasa Kurulu (SPK) gibi kuruluşlarda işletme için yayınlanan haberlere göre çalışma desteklenmektedir.

Girdiye yönelik CCR modeli ile yapılan performans analizi araştırmasında, ulaşılan sonuçlar detaylı incelenmiştir. Genel olarak, etkin olmayan işletmelerin girdi değişkenlerini (*cari oran, asit test oranı, maddi duran varlıklar/ uzun vadeli yabancı kaynaklar, kısa vadeli yabancı kaynaklar/ toplam varlıklar, maddi duran varlıklar/ öz kaynaklar, net çalışma sermayesi/ toplam varlıklar, alacak devir hızı, stok devir hızı, finansal kaldıraç oranı*), etkin bir şekilde kullanmadıkları görülmektedir. Ayrıca, ellerinde atıl para bulduklarını gözlenmekte ve bu nedenle de fırsatları kaçırdıkları, kaçırılan fırsatlardan dolayı da fırsat maliyetlerine katlandıkları düşünülmekte olup bu işletmelerin etkin olmadıklarına ulaşılmıştır. Yapılan literatür çalışması sonuçları incelendiğinde ise, Tartıcı (2022) imalat sektöründe, Tameem (2021) imalat sektöründe, Yılmaz (2020) imalat sektöründe, Yayla ve Özer (2022) tüm sektörlerde, Asker (2022) imalat sektöründe, Zhang vd. (2021) madencilik sektöründe, Özçelik ve Öztürk (2019) gıda ve içecek sektöründe

yapılan etkinlik çalışmalarındaki sonuçlarla benzerlikler göstermektedir. Fakat, imalat sektörü üzerine yapılan bazı çalışmalarda, birtakım farklılıklar da taşıdığı söylenebilir. Bu farklılığın nedenleri, analizin uygulandığı yıllar, Veri Zarflama Analizi yanı sıra, Entropi Yönteminin kullanımı, girdi ve çıktı değişkenlerindeki farklılıklardır.

Entropi Tabanlı Veri Zarflama Analiz Yöntemi kullanılarak yapılan finansal performans etkinlik analizi ile ulaşılan sonuçlar incelendiğinde, BIST 100’de faaliyet gösteren İmalat Sanayi Sektöründeki hem işletme sahiplerine hem de sektörde yatırım yapmak isteyen yatırımcılara karar verme konusunda rehberlik edeceği düşünülmektedir. Bir işletme hakkında net ifadeler kullanılarak yorum yapılabilmesi için tek bir analiz sonucuna göre de yorum yapılması doğru değildir. Sadece bu çalışma yapılacak analizler arasında bir tanesi olup yol göstermeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda, amaca uygun farklı istatistiki ve ekonometrik analizler de uygulanabilir. Analiz kapsamında belirtilen yıl aralığı genişletilebilir ve güncel veriler kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Adler, N., Friedman, L., ve Sinuany-Stern, Z. (2002). "Review of Ranking Methods in The Data Envelopment Analysis Context". *European Journal of Operational Research*, 140, 249-265.
- Ağca, V. (2005). "İç Girişimcilik Yapısı ve Firma Performansına Etkileri: Denizli Tekstil Sektöründeki Firmalarda Bir Araştırma". *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi*, Afyon.
- Ağca, V. ve Tunçer, E. (2006). "Çok Boyutlu Performans Değerleme Modelleri ve Bir Balanced Scorecard Uygulaması". *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(1),173-193.
- Ahn, T., Charnes, A., ve Cooper, W. W. (1988). "Using Data Envelopment Analysis To Measure The Efficiency Of Not-For-Profit Organizators: A Critical Evaluation-Comment". *Managerial and Decision Economics*, 9(3), 251-253.
- Akal, Z. (2005), "İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi". Ankara, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- Akal, Z. (2011). "İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi: Çok Yönlü Performans Göstergeleri" Ankara, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- Akan, Y., ve Çalmaşur, G. (2011). "Etkinliğin Hesaplanmasında Veri Zarflama Analizi ve Stokastik Sınır Yaklaşımı Yöntemlerinin Karşılaştırılması". *Atatürk Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi*, 25, 13-32.
- Akdoğan, N., ve Tenker, N., (2001), "Finansal Tablolar ve Mali Analiz Teknikleri". Ankara, Gazi Kitabevi.
- Akgüç, Ö., (2006), "Mali Tablolar Analizi". İstanbul, Arayış Basım ve Yayıncılık.
- Aksoy, E., (2017), "Finansal Yönetim". Ankara, Gazi Kitabevi.
- Aktaş, H. (2001). "İşletme Performansının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı". *Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(1). 163-175.
- Akyüz, K.C., Yıldırım, İ., ve Balaban, Y. (2015). "Kağıt Sektöründe Yer Alan Firmaların Veri Zarflama Analizi Yardımıyla Etkinliklerinin Ölçümü". *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 7(14),23-38.
- Aliyev, E. (2020). "Türkiye'deki Lojistik Firmaların Finansal Performanslarının Veri Zarflama Analizi Ve Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksine Göre Değerlendirilmesi". *Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale.
- Altın, F.G., Karaatlı, M. ve Budak İ. (2017). "Avrupa'nın En Büyük 20 Havalimanının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(4), 1049-1064.
- Altın, H. (2010). "Küresel Kriz Ortamında İMKB Sınai Şirketlerine Yönelik Finansal Etkinlik Sınaması: Veri Zarflama Analizi Uygulaması". *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15-30.
- Antony, P., Behnoe B., Hassanpour, M. ve Pamucar D. (2019). Financial Performance Evaluation Of Seven Indian Chemical Companies". *Decision Making: Applications in*

Management and Engineering, 2(2), 81-99.

- Apan, M., Alp, İ. ve Öztel A. (2018). "Comparative Analysis Of Financial Efficiencies With Data Envelopment Analysis (DEA) And Multi-Attribute Utulity Theory (MAUT) Methods", *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(4), 115-140.
- Archibugi, D. ve Lanmarino, S. (2002). "The Globalization Of Technological Innovation: Definition and Evidence". *Review of International Political Economy*, 9(1), 98-122.
- Arnade, C. A. (1994). "Using Data Envelopment Analysis To Measure İnternational Agricultural Efficiency and Productivity". Washington, Economic Research Service.
- Ashrafi, A., Jaafar, A. B., Lee, L.S. ve Abu Bakar, M. R. (2011). "A Slacks-Based Measure Of Efficiency in Two-Stage Data Envelopment Analysis". *Int. Journal of Math. Analysis*, 29, 1435-1444.
- Asker, V. (2020). "Havayolu İşletmelerinde Operasyonel ve Finansal Etkinlik Ölçümü ve Etkinliği Belirleyen Faktörler". *Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi*, Eskişehir.
- Asker, V. (2022). "Kovid -19 Salgını Öncesi ve Kovid-19 Salgını Döneminde İmalat Sektöründe Finansal Performansın İncelenmesi". *Alanya Akademik Bakış Dergisi*, 6(2), 2261-2274.
- Ata, H.A. ve Yakut, E. (2009). "Finansal Performansa Dayalı Etkinlik Ölçümü: İmalat Sektörü Uygulaması". *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 80-100.
- Ayan, S. (2016). "Veri Zarflama Analizi İle İmalat Sanayi Sektörünün Finansal Performans Etkin
- Ay, M., Karasioğlu, F. ve Öztemiz, D. (2018). "Üretim İşletmelerinde Kaynak Kullanımlarının Firma Performansı Üzerine Etkisi: Borsa İstanbul 100 Endeksi Üzerine Bir Uygulama, *International Conference On Eurasian Economies Dergisi*, 456-465.
- Aydemir, Z. C. (2002). "Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması". Ankara, DPT Uzmanlık Tezleri Yayınları.
- Aydın, N., Başar, M., ve Coşkun, M. (2014), *Finansal Yönetim*, Ankara, Detay Yayıncılık.
- Bağcı, H. (2018). "Kamu Hastaneleri Hizmet Sunum Performansının Veri Zarflama Analizi ve Malmquist İndeksi Yöntemleriyle Değerlendirilmesi". *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, Ankara.
- Baker, R. C., & Talluri, S. (1997). "A Closer Look At The Use Of Data Envelopment Analysis For Technology Selection". *Computers & Industrial Engineering*, 32(1), 101-108.
- Bakırcı, F. (2006). "Sektörel Bazda Bir Etkinlik Ölçümü: VZA ile Bir Analiz". *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20 (2), 199-217.
- Banker, R. D., Charnes, A. ve Cooper, W.W. (1984). "Some Models For Estimating Technical And Scale Inefficiencies in Data Envelopment". *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Banker, R., Cooper, W. W., Seiford, L. M., Thrall, R. M. ve Zhu, J. (2004). "Returns To Scale in Different DEA Models". *European Journal of Operational Research*, 345-362.
- Baransel, A. (1993), "Çağdaş Yönetim Düşüncesinin Evrimi" İstanbul, İstanbul Üniversitesi Matbaası.

- Başkaya, Z., ve Avcı Öztürk, B. (2012). "Measuring Financial Efficiency Of Cement Firms Listed in İstanbul Stock Exchange Via Fuzzy Data Envelopment Analysis". *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 175-188.
- Baysal, M.E., ve Toklu, B. (2001). "Veri Zarflama Analizi ile Bazı Orta Öğretim Kurumlarının Performanslarının Değerlendirilmesi". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 203-220.
- Benligiray, S. (1999). "İnsan Kaynakları Açısından Otellerde Performans Yönetimi". *Anadolu Üniversitesi, Doktora Tezi*, Eskişehir.
- Boussofiane, A., Dyson, R.G., ve Thanassoulis, E. (1991). "Applied Data Envelopment Analysis". *European Journal Of Operational Research*, 52(1), 1-15.
- Bowlin, W. F. (1987). "Evaluating The Efficiency Of Us Air Force Real-Property Maintenance Activities". *The Journal of the Operational Research Society*, 38(2), 127-135.
- Bowlin, W. F. (1998). "Measuring Performance: An Introduction To Data Envelopment Analysis (DEA)". *The Journal of Cost Analysis*, 15(2), 3-27.
- Büker, S. ve Aşıkoğlu, R. ve Sevil, G., (2009), *Finansal Yönetim*, Ankara, Sözkese Matbaacılık.
- Cenger, H. (2011). "İMKB'DE İşlem Gören Çimento Şirketlerinin Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı". *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 31-44.
- Ceyhan, V., Cinemre, H.A., Bozoğlu, M., Demiryürek, K. ve Kılıç, O. (2004). "Karadeniz Bölgesindeki Alabalık İşletmelerinde Ekonomik Etkinlik". *Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi*, 16-18.
- Charnes, A., Cooper, W. W., ve Rhodes, E. L. (1978). "Measuring The Efficiency Of Decision Making Units". *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y. ve Seiford, L.M. (1994). "*Concepts, Models, And Computation, (Eds.), Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, And Application*". New York, Springer Science Business Media.
- Chen, Y. ve Ali, A.I. (2002). "Continuous Optimization Output-Input Ratio Analysis And DEA Frontier". *European Journal of Operational Research*, 142, 476-479.
- Coelli, T., Rao, P., O'Donnell, C., ve Battese, G. (2005). "*An Introduction To Efficiency And Productivity Analysis*". Australia, Springer.
- Cook, W.D. ve Seiford, L.M. (2009). "Data Envelopment Analysis (DEA) – Thirty Years On". *European Journal Of Operational Research*, 192(1), 1-17.
- Cook, W.D. ve Zhu, J. (2005). "*Modeling Performance Measurement Application And Implementation Issues in DEA*". New York, Springer.
- Cooper, W., Seiford, L. ve Tone, K. (2007). "*Data Envelopment Analysis A Comprehensive Text With Models, Applications References And DEA- Solver Software*". New York, Springer.
- Cooper, W.W. (2005). "Origins, Uses Of, And Relations Between Goal Programming And Data Envelopment Analysis". *Journal of Multicriteria Decision Analysis*, 3-11.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M., ve Zhu, J. (2011). "Handbook On Data Envelopment Analysis History, Models And Interpretations". *International Series in Operations Research &*

- Management Science*, 164, 1-39.
- Çabuk, A. ve Lazol, İ., (2009), “*Mali Tablolar Analizi*”. Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Çetin, T. (2010). “İktisadi Etkinlik Üzerine Bir Deneme: X Etkinlik Yaklaşımı”. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 11 (2), 183-198.
- Daraio, C. ve Simar, L. (2007), “*Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis Methodolgy and Applications*”. USA, Springer.
- Davoudabadi, R., S., Mousavi, M. ve Sharifi E. (2020). “An İntegrated Weighting And Ranking Model Based On Entropy, Deaand Pca Considering Two Aggregation Approaches For Resilientsupplier Selection Problem”. *Journal Of Computational Science*, 40, 1-12.
- Diñçer, S.E. (2011). “*Stratejik Planlama ve Veri Zarflama Analizinde Etkinlik Ölçümü*”. İstanbul, Der Yayınları.
- Dizkırıcı, A.S. (2014). “Borsa İstanbul Gıda, İçecek Endeksine Kote İşletmelerin Finansal Performanslarının Veri Zarflama Analizi ile Ölçümü ve Malmquist Endeksine Göre Karşılaştırılması”. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 3(63), 151-170.
- Dursun, F. (2013). “Veri Zarflama Analizi ve Çağrı Merkezleri Etkinlik Kıyaslama” *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Düzakın, E. ve Demirtaş, S. (2005). “En Uygun Performansa Sahip Kişisel Bilgisayarların Oluşturulmasında Veri Zarflama Analizinin Kullanımı”. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14 (2), 265-280.
- Dyson, R.G., Allen, R., Camanho, A.S., Podinovski, V.V., Sarrico, C.S., ve Shale, E.A. (2001). “Pitfalls And Protocols in DEA”. *European Journals Of Operational Research*, 132(2), 245-259.
- Easton, L., Murphy, D.J. ve Pearson, J.N. (2002). “Purchasing Performance Evaluation: With Data Envelopment Analysis”. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 8(3), 123 -134.
- Elmas, B., (2015), “*Finansal Tablolar Analizi – TMS/TFRS’ye Göre Kaleme Alınmış Piyasadan Gerçek Örnekler Üzerinden Analizler*”. Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Elsayed, A. ve Khalil, N.S. (2017). “Evaluate And Analysis Efficiency Of Safaga Port Using DEA-CCR, BCC And SBM Models–Comparison With DP World Sokhna.” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 245, 1-11.
- Erdem, A.Y. (2021). “OECD Ülkelerinin Covid-19 Pandemi Yönetim Etkinliklerinin Değerlendirilmesi”. *Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Bayburt.
- Erpolat, S. (2011). “*Veri Zarflama Analizi (Ağırlık Kısıtlamasız, Ağırlık Kısıtlamalı, Şans Kısıtlı, Bulanık), Türkiye’deki Özel Bütçeli İdarelerin Etkinlik Analizi*”. İstanbul, Evrim Yayınevi.
- Ertuğrul, İ. ve Işık, A.T. (2008). İşletmelerin VZA İle Mali Tablolarına Dayalı Etkinlik Ölçümü: Metal Ana Sanayiinde Bir Uygulama”. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 201-217.
- Francis, O. ve Duffy, A. (2002). “Modelling Design Development Performance”. *International Journal of Operations & Production Management*, 22, 1198 - 1221.

- Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250.
- Gülcü, A., Coşkun, A., Yeşilyurt, C., Coşkun, S. ve Esener, T. (2004). “Cumhuriyet Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi’nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi.” *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 87-104.
- Gümüş, U.T. ve Bolel, N. (2017). “Rasyo Analizleri ile Finansal Performansın Ölçülmesi: Borsa İstanbul’da Faaliyet Gösteren Havayolu Şirketleri’nde Bir Uygulama”. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4 (2), 87-96.
- Güner, G., Cebeci H. İ., Antunes J.J. M. ve Wanke P.F. (2021). “Sustainable Efficiency Drivers İn Eurasian Airports: Fuzzy NDEA Approach Based On Shannon’s Entropy”. *Journal of Air Transport Management*, 92, 1-22.
- Güran, M.C. ve Tosun, M.U. (2005). “Türkiye Ekonomisinin Makro Ekonomik Performansı: 1951-2003 Dönemi İçin Parametrik Olmayan Bir Ölçüm”. *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 60(4), 89–115.
- Horngrén, C., Datar, S. ve Rajan, M. (2012). “*Cost Accounting A Managerial Emphasis*”. New Jersey, Pearson Education.
- Hsu, L.C. (2014). “Using a Decision-Making Process To Evaluate Efficiency and Operating Performance For Listed Semiconductor Companies”. *Technological and Economic Development of Economy*, 21(2), 301-331.
- İstanbullu Dinçer, F. ve Göral, R. (2017). “VZA Temelli TOPSIS Metodu ile Konaklama Kapasitesinin Etkin Kullanımı Açısından İllerin Sıralanması”. *Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 539-558.
- Jandaghi, G. ve Ramshini, M. (2014). “A Performance Measurement Model for Automotive and Petrochemical Companies Using FAHP and CCR Method”. *European Journal of Academic Essays*, 1(2), 80-87.
- Jenkins, L., ve Anderson, M. (2003). “Murray; Stochastics And Statistics A Multivariate Statistical Approach Yo Reducing The Number Of Variables in Data Envelopment Analysis”. *European Journal of Operational Research*, 147(1), 51-61.
- Kamu Aydınlatma Platformu, (2017). <http://www.kap.org.tr/tr/Bildirim/635743> (Erişim tarihi: 02.05.2022)
- Kamu Aydınlatma Platformu, (2017). <https://www.kap.org.tr/tr/Bildirim/639290> (Erişim tarihi: 24.04.2022).
- Kamu Aydınlatma Platformu, (2018). <https://www.kap.org.tr/tr/Bildirim/647271> (Erişim tarihi: 23.04.2022).
- Kamu Aydınlatma Platformu, (2020). <http://www.kap.org.tr/tr/Bildirim/885489> (Erişim tarihi: 22.04.2022).
- Kamu Aydınlatma Platformu, (2020). <http://www.kap.org.tr/tr/Bildirim/832185> (Erişim tarihi: 27.04.2022).
- Kamu Aydınlatma Platformu, (2020). <https://www.kap.org.tr/tr/Bildirim/831152> (Erişim tarihi: 27.04.2022).
- Kamu Aydınlatma Platformu, (2020). <https://www.kap.org.tr/tr/Bildirim/847869> (Erişim tarihi: 28.04.2022).

- Kamu Aydınlatma Platformu, (2020). <https://www.kap.org.tr/tr/Bildirim/861908> (Erişim tarihi: 28.04.2022).
- Kamu Aydınlatma Platformu, (2020). <https://www.kap.org.tr/tr/sirket-bilgileri/ozet/1682-jantsa-jant-sanayi-ve-ticaret-a-s> (Erişim tarihi: 29.04.2022).
- Karadeniz, E., İskenderoğlu, Ö. ve Öcek, C. (2021). “Kağıt ve Kağıt Ürünleri İmalat Sektörünün Finansal Performansının Ölçek Temelinde Analizi: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Sektör Bilançolarında Bir Araştırma”. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(1), 160-171.
- Karahan, A. ve Özgür, E. (2011). “*Hastanelerde Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizi*”. Ankara, Nobel Yayınevi.
- Karaman, R. (2009). “İşletmelerde Performans Ölçümünün Önemi ve Modern Bir Performans Ölçme Aracı Olarak Balanced Scorecard”. *Selçuk Üniversitesi İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 8 (16), 410-427.
- Karsak, E.E. ve İşcan, F. (2000). “Çimento Sektöründe Görelî Faaliyet Performanslarının Ağırlık Kısıtlamaları ve Çapraz Etkinlik Kullanılarak Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi”. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 11(3), 2-10.
- Kasap, Y. (2008). “Türkiye Kömür Madencilğinde Etkinlik ve Verimlilik Gelişimi: Veri Zarflama Analizi”. *Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, Eskişehir.
- Kaya, T. (2008). “Temel Performans Göstergeleri ve İşgücü Performansının Ölçülmesine Yönelik Olarak Geliştirilen Bir Model.” *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Kayabaşı, A. (2010). “*Rekabet Gücü Perspektifinde Lojistik Faaliyetlerde Performans Geliştirme*”. İstanbul, Altınoluk Yayınevi.
- Kazançoğlu, Y. (2008). “Lojistik Yönetim Sürecinde Tedarikçi Seçimi ve Performans Değerlendirilmesinin Yönelem Araştırması Teknikleri ile Gerçekleştirilmesi”. *Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi*, İzmir.
- Korkmaz, S., Emeç, A. ve Yücedağ, N. (2009). “İşletmelerin Yenilikçi Kabiliyetleri ve İhracat Performanslarına Etkileri”. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 83-104.
- Köktürk, O. (2013). “Finansal Etkinliğe Dayalı Portföy Seçimi ve Karşılaştırmalı Risk Analizi: Süper Etkinlik Modeliyle Bir Uygulama”. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İzmir.
- Kurtul, B. (2021). “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Finansal Performans Analizi: Bist 100 Endeksinde Bir Uygulama”. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İzmir.
- Kutlar, A. ve Bakırcı, F. (2018). “*Veri Zarflama Analizi(Data Envelopment Analysis DEA) Teori Ve Uygulama*”. Ankara, Orion Kitabevi.
- Kutlar, A. ve Kartal, M. (2004). “Cumhuriyet Üniversitesinin Verimlilik Analizi: Fakülteler Düzeyinde Veri Zarflama Yöntemiyle Bir Uygulama”. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 49-79.
- Lang, P., Yolalan, R. ve Kettani, O. (1995). “Controlled Envelopment By Face Extension”.

- Journal of the Operational Research Society*, 46(4), 473-491.
- Levitt, M.S. ve Joyce, M.A.S. (1987). “*The Growth and Efficiency Of Public Spending*”. Cambridge, Cambridge University Press.
- Liu, Q., Wang S., Zhang, W, Li, J., Zhao Y. ve Li, W. (2017). “China’s Municipal Public Infrastructure: Estimating Construction Levels And Investment Efficiency Using The Entropy Method and a DEA Model”. *Habitat International*, 64, 59-70.
- Lorcu, F. (2008). “Veri Zarflama Analizi (DEA) ile Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi”. *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi*, İstanbul.
- Mahgary, S. ve Lahdelma, R. (1995). “Perspectives For Practice Data Envelopment Analysis: Visualizing The Results”. *European Journal of Operational Research*, (85), 700-710.
- Matthews, K., ve İsmail, M. (2006). Efficiency And Productivity Growth Of Domestic and Foreign Commercial Banks in Malaysia”. *Cardiff Business School Working Papers Series*, 1-24.
- Megapolietilen Köpük San. ve Tic. A.Ş. (2021). <http://mega-pol.com.tr/> (Erişim tarihi: 23.04.2022).
- Moody’s, (2019). https://www.moody's.com/research/Moodys-places-Yasars-B2-ratings-on-review-for-downgrade--PR_376573? (Erişim tarihi: 22.04.2022).
- Ohsato, S., & Takahashi, M. (2015). “Management Efficiency in Japanese Regional Banks: a Network DEA”. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 172, 511-518.
- Okka, O., (2009), “*Analitik Finansal Yönetim Teori ve Problemler*”, Ankara, Nobel Yayınevi.
- Orçun, Ç., Çimen, A. ve Şahin, A. (2014). “Şirket Etkinlikleri: İMKB 100 İmalat Sanayi Şirketleri Uygulaması”. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (39), 21-34.
- Oruç, K. O. (2008). “Veri Zarflama Analizi İle Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri Ve Üniversitelerde Bir Uygulama”. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi*, Isparta.
- Ömürbek, N. ve Balcı, H. (2017). “Entropi Temelli Copras Yöntemi ile Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye’nin Havayolu Taşımacılığının Değerlendirilmesi”. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 8 (18), 13-25.
- Ömürbek, N., Gül Altın F., Şimşek A. ve Eren H. (2021). “Entropi Tabanlı Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Türkiye’deki İllerin Sağlık Göstergeleri Açısından Etkinliğinin Belirlenmesi”. *Vizyoner Dergisi*, 12(29), 16-45.
- Özçelik F. ve Öztürk B. (2019), “Girdi Olarak Maliyetlere Yönelik Veri Zarflama Analizi Modelleri ile Görelî Etkinlik Analizi”. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11(2).1011-1028.
- Özçelik, H. ve Kandemir, B. (2017). “Veri Zarflama Analizi ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(1) 43-53.
- Özdağoğlu, A. (2018). “BIST Sınai İşletmelerinin Gri Entropi-EATWIOS Bütünleşik Yaklaşımı İle Performans Değerlendirmesi”. *İşletme Fakültesi Dergisi*, 19(2), 271-299.
- Özdağoğlu, A., Yakut, E. ve Bahar, S. (2017). “Performance Evaluation Of Turkish Banking Sector With Data Envelopment Analysis Using Entropic Weights”. *İşletme Fakültesi*

- Dergisi*, 18(1), 1-28.
- Özdemir, M., (1997), “*Finansal Yönetim*”. Ankara, Gazi Kitabevi.
- Özkan, M. ve Özcan, A. (2018). “Veri Zarflama Analizi İle Seçilmiş Çevresel Göstergeler Üzerinden Bir Değerlendirme: OECD Performans İncelemesi”. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 16(32), 485–508.
- Öztürk, A. (2013). “*Kalite Yönetimi ve Planlaması*”. Bursa, Ekin Yayınevi.
- Öztürk, E. (2016). “Maliyet Performansının Ölçümü İçin Görelî Etkinlik Analizi: BIST Çimento Sektöründe Veri Zarflama Analizi Uygulaması”. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi*, 6(1), 1-14.
- Pastor, J. T. (1996). “Translation Invariance in Data Envelopment Analysis: A Generalization”. *Annals of Operations Research*, 66, 93-102.
- Pehlivanoğlu, F. (2011). “Doğu Marmara İmalat Sanayinde Etkinlik ve Verimlilik (Veri Zarflama Yöntemi İle Bir Analiz)”. *Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi*, İzmit.
- Pekkaya, M. ve Dökmen G. (2019). “OECD Ülkeleri Kamu Sağlık Harcamalarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Performans Değerlendirmesi”. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 15(4), 923-950.
- Perçin, S. ve Çakır, S. (2012). “Demiryollarında Süper Etkinlik Ölçümü: Türkiye Örneği”. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(1), 29-45.
- Perman, R. (1991). “Cointegration: An Introduction To The Literature”. *Journal of Economic Studies*, 18(3), 3-30.
- Polat, H. (2011). “Türkiye Ekonomisinde İmalat Sektörü”. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(2), 24-39.
- Pourjavad, E. ve Shirouyehzad, H. (2014). “A Data Envelopment Analysis Approach For Measuring The Efficiency in Continuous Manufacturing Lines: A Case Study”. *International Journal of Services and Operations Management*, 18(2), 142-158.
- Poyraz, E., (2008), “*Açıklamalı Örneklerle Finansal Yönetim*”. Bursa, Ekin Kitabevi.
- Ramanathan, R. (2003). “*An Introduction To Data Envelopment Analysis A Tool For Performance Measurement*”. New Delhi, Sage Publications.
- Rouyendegh, B. D. (2009). Çok Ölçütlü Karar Verme Süreci İçin VZA- AHP Sıralı Hibrit Algoritması ve Bir Uygulama”. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi*, Ankara.
- Sarıaslan, H. ve Erol, C., (2014), “*Finansal Yönetim*”. Ankara, Siyasal Kitabevi.
- Senger, Ö., Tazegül, A. ve Yerdelen Kaygın, C. (2013). “İşletmelerin Göreceli Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçülmesi: İmalat Sanayinde Bir Uygulama”. *The Journal Of Academic Social Science Studies*, 6(8), 527-550.
- Sermaye Piyasası Kurulu Bülteni, (2019). <https://www.spk.gov.tr/Bulten/Goster?year=2019&no=58> (Erişim tarihi: 25.04.2022).
- Smith, P. (1997). “Model Misspecification in Data Envelopment Analysis”. *Annals of Operations Research*, 73, 233-252.
- Soba, M. ve Akcanlı, F. (2012). “Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile İMKB’de Gıda, İçki ve Tütün Alanında Faaliyet Gösteren İşletmelerin Etkinliklerinin Değerlendirilmesi”. *Afyon*

- Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14(2), 259-274.
- Sowlati, T. (2001). “*Establishing the Practical Frontier in Data Establishing the Practical Frontier*”. Toronto, University of Toronto Press.
- Şimşek, A. (2013). “*Kalkınma Ajanslarının Performans Ölçümü*”, Uzmanlık Tezi, Kalkınma Bakanlığı Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü Yayın No:2854, Ankara.
- Tameemı, A.H.J.K.A. (2021). “Borsa Şirketlerinde Maliyet, Karlılık ve Performans İlişki Üzerine Veri Zarflama Analiziyle Bir Uygulama: Üretim İşletmeleri Örneği”. *Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Tarım, A. (2001). “*Veri Zarflama Analizi Matematiksel, Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı*”. Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, Ankara.
- Tartıcı, H. (2022). “Yönetim Muhasebesi Uygulaması Olarak Performans Analizinde Veri Analitiklerinin Kullanımı: Borsa Şirketleri Üzerine Bir İşletme”. *Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Tehrani, R., Mehragan, M.R. ve Gökani, M.R. (2012). “A Model for Evaluating Financial Performance of Companies by Data Envelopment Analysis: A Case Study of Corporations Affiliated with a Private Organization”. *International Business Research*, 5(8), 11-13.
- Tone, K. (2001). “A Slacks- Based Measure Of Efficiency in Data Envelopment Analysis”. *European Journal of Operational Research*, 130(3), 498-509.
- Tosun, M.U. (2007). “Türkiye’de Kamu Sektöründe Yeni Yönetim Felsefesi: Kaynak Kullanımında Etkinlik Açısından Bir Değerlendirme”. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19, 75-94.
- Tunca, M. Z., Ömürbek, N., Cömert, H. ve Aksoy, E. (2016). “OPEC Ülkelerinin Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Entropi ve Maut ile Değerlendirilmesi”. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Vizyoner Dergisi*, 7 (14), 1-12.
- Tüdeş, T. (2018). “Finansal Performans Analizi: BİST’te İşlem Gören İmalat Sanayi Sektörü Üzerine Bir Araştırma”. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Mersin.
- Tükenmez, M., Susmuş, T., Özkan, S., Kutay, N., Evrim, P., Baklacı, H. F., Yücel, T., Durukan, M. B., Özkol, E. ve Yükçü, S. (1999). “*Finansal Yönetim*”, İzmir, Vizyon Yayınları.
- Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Günlük Döviz Kurları, (2021). <https://www.turkiye.gov.tr/doviz-kurlari> (Erişim tarihi: 03.05.2022).
- Usta, Ö., (2014), *İşletme Finansı ve Finansal Yönetim*. Ankara, Detay Yayıncılık.
- Ünsalan, E. ve Şimşeker, B. (2011). “*Temel İşletmecilik Bilgileri*”. Ankara, Detay Yayıncılık.
- Vickery, S. ve Droge, C. (1996). “The Contribution Of Quality To Business Performance”. *International Journal Of Operations & Production Management*, 16(8), 44-62.
- Wang, T.C. ve Lee, H.D. (2009). “Developing a Fuzzy TOPSIS Approach Based on Subjective Weights and Objective Weights”. *Expert Systems With Applications*, 36 (5), 8980–8985.
- Weng, S.J., Wu, T., Blackhurst, J. ve Mackulak, G. (2009). “An Extended DEA Model For Hospital Performance Evaluation and Improvement”. *Health Service Outcomes Research Method*, 39-53.

- Yalama, A. ve Sayım, M. (2008). “Veri Zarflama Analizi ile İmalat Sektörünün Performans Değerlendirmesi”. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(89), 89-107.
- Yaşar, F. (2019). “Veri Zarflama Analizi ile BIST 100’de İşlem Gören İmalat İşletmelerinin Etkinliklerinin Ölçümü”. *Binali Yıldırım Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi*, Erzincan.
- Yayla, F. ve Özer, G. (2022). “COVID-19 Salgınının BIST 100 Endeksinde Yer Alan Şirketler Üzerine Etkisi: Veri Zarflama Analizi Uygulaması”. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(1), 15-29.
- Yenice, E. (2006). “Kamu Kesiminde Performans Ölçümü ve Bütçe İlişkisi”. *Sayıştay Dergisi*, 61, 57-68.
- Yıldız, A. (2007). “İmalat Sanayi Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesi”. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(2), 91-103.
- Yılmaz, H. (2020). “Bulanık TOPSIS ve Bulanık Veri Zarflama Analizi Yöntemleri İle Performans ve Etkinlik Değerlemesi: BIST’te Faaliyet Gösteren İşletmeler Üzerine Bir Uygulama”. *Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi*, Erzurum.
- Yolalan, R. (1993). “İşletmelerarası Görelî Etkinlik Ölçümü”. Ankara, Millî Produktivite Merkezi Yayınları.
- Yurdakul, M. ve İç, Y.T. (2003). “Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü ve Analizine Yönelik Topsis Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma”. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(1), 1-18.
- Yükçü, S. ve Atağan, G. (2009). “Etkinlik, Etkililik Ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık”. *Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(4), 1-13.
- Zhang, H., Gu, C. L., Gu, L. W., & Zhang, Y. (2011). The evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS & information entropy—A case in the Yangtze River Delta of China. *Tourism Management*, 32(2), 443-451.
- Zhang, L., Gao, W., Chiu, Y.-H., Pang, Q., Shi, Z. ve Guo, Z. (2021). “Environmental Performance Indicators Of China’s Coal Mining Industry: A Bootstrapping Malmquist Index Analysis”, *Resources Policy*, 71(2): 1-9.
- Zhou, H., Yi, Y., Chen, Y. ve Zhu, J. (2018). “Data Envelopment Analysis Application in Sustainability: The Origins, Development and Future Directions”. *European Journal of Operational Research*, 264(1), 1-16.
- Zhu, J. (2000). “Theory And Methodology Multi-Factor Performance Measure Model With An Application To Fortune 500 Companies”. *European Journal of Operational Research*, 123, 105-124.
- Zhu, J. (2003). “Efficiency Evaluation With Strong Ordinal Input And Output Measures”. *European Journal Of Operational Research*, 146, 477-485.