

## Analitik Ağ Süreci ve Veri Zarflama Analizi ile İşletmelerin Etkinlik Ölçümleri Üzerine Bir Uygulama<sup>1</sup>

İsmet Merih KANGAL

Sorumlu Yazar, ORCID: 0000-0003-0177-780X

Aslı ÖZDEMİR

Dokuz Eylül Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü,  
asli.yuksekk@deu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4494-5818

### Öz

Bu çalışmada Veri Zarflama Analizi ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleri kullanılarak Borsa İstanbul (BİST) Gıda, İçecek ve Tütün endeksine kayıtlı işletmelerin finansal etkinlikleri ölçülmüştür. Analiz kapsamında 18 işletme karar verme birimi olarak ele alınmış, 6 girdi ve 3 çıktı değişkeni üzerinden etkinlik ölçümü yapılmıştır. Uygulama kısmında CCR, BCC ve Güven Bölgesi Veri Zarflama Analizi modelleri kullanılmıştır. Güven Bölgesi modelinin gerektirdiği ağırlık kısıtlarının elde edilmesi için Analitik Ağ Süreci yönteminden faydalanılmıştır. Yapılan uygulama sonucunda Güven Bölgesi modelinde kullanılan alt ve üst limitlerin etkin olarak değerlendirilen karar verme birimi (KVB) sayısını azalttığı ve etkin olan ve olmayan karar verme birimlerini daha iyi ayırıştırarak daha gerçekçi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Veri Zarflama Analizi, Analitik Ağ Süreci, Güven Bölgesi modeli, Finansal performans

**JEL Sınıflandırma Kodları:** C67, D24

### An Application on Efficiency Measures of Businesses with Analytic Network Process and Data Envelopment<sup>2</sup>

### Abstract

In this study, the financial efficiency of enterprises registered in the BIST Food, Beverage and Tobacco index was measured using Data Envelopment Analysis and Analytical Network Process Methods. Within the scope of the analysis, 18 enterprises were considered as decision-making units, and efficiency measurements were made on 6 input and 3 output variables. CCR, BCC and Assurance Region models of Data Envelopment Analysis were used in the application phase. Analytical Network Process method was used to obtain the weight constraints required by the Assurance Region model. As a result of the application, it was observed that the lower and upper limits used in the Assurance Region model decreased the number of decision-making units (DMU) that were evaluated and hence gave more realistic results by discriminating the efficient and inefficient DMUs.

**Key Words:** Data Envelopment Analysis, Analytic Network Process, Assurance Region (AR) model, Financial performance

**JEL Classification Codes:** C67, D24

<sup>1</sup> Bu çalışma, hakem süreçlerinin tamamlanmasının hemen ardından vefat eden sorumlu yazar merhum İsmet Merih Kangal'ın ikinci yazar Doç Dr. Aslı Özdemir'in danışmanlığında tamamlanmış olduğu aynı başlıklı yüksek lisans tezinin bir bölümüne dayanmaktadır.

<sup>2</sup> Extended abstract is presented at the end of the article.

Geliş Tarihi (Received): 25.05.2021 – Kabul Edilme Tarihi (Accepted): 26.06.2022

**Atıfta bulunmak için / Cite this paper:**

Kangal, İ. M. ve Özdemir, A. (2022). Analitik ağ süreci ve veri zarflama analizi ile işletmelerin etkinlik ölçümleri üzerine bir uygulama. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 12 (1), 127-156. Doi: 10.18074/ckuiibfd.927687

## 1.Giriş

Küreselleşen dünya ekonomisiyle birlikte, bütün iş kollarında rekabet koşulları ağırlaşmış, işletmelerin yapılarını korumaları ve stratejik hedeflerine ulaşmaları için sağlıklı bir finansal yapı ve performansa sahip olmaları zorunlu hale gelmiştir. Finansal performansın değerlendirilmesi ve işletmelerin aynı sektör içerisinde yer aldıkları diğer işletmelerle kıyaslanması, işletmelerin gelecek planlamaları için önemi bir yer tutmaktadır.

Çalışma Borsa İstanbul'a bağlı Gıda, İçecek ve Tütün endeksine kayıtlı olarak faaliyet gösteren işletmeleri kapsamaktadır. Söz konusu işletmelerin finansal performans etkinliklerinin ölçümü için Veri Zarflama Analizi kullanılmıştır. Veri Zarflama Analizi (VZA), parametrik olmayan, doğrusal programlama tabanına dayanan, çoklu girdi ve çıktı süreçlerinin göreceli etkinliklerinin ölçümüne imkân sağlayan bir yaklaşımdır. Girdileri çıktılara dönüştüren ekonomik birimlerin etkinliğini ölçmek üzere tasarlanan Veri Zarflama Analizi, ilk başta kamu kurum ve kuruluşları arasında karşılaştırmalı etkinlik hesaplamalarının yapılabilmesini amaçlarken daha sonraları birçok farklı sektörden, kar amaçlı üretim ve hizmet işletmesi tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Çalışmanın uygulama kısmında Veri Zarflama Analizine ait klasik modellerin (CCR ve BCC modelleri) yanı sıra Güven Bölgesi modeli de kullanılmıştır. Güven bölgesi modelinin ihtiyaç duyduğu ağırlık kısıtlarının elde edilmesi için ise Analitik Ağ Süreci (ANP) yaklaşımından faydalanılmıştır.

Çalışmada Veri Zarflama Analizi'nde kullanılan Güven bölgesi modeli, kullanılan girdi ve çıktı değerlerine ilişkin ağırlık kısıtlarını dikkate alması itibarıyla klasik Veri Zarflama Analizi modellerine göre daha ayırıştırıcı ve sonuçları itibarıyla daha gerçekçi bir konumdadır. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde işletmelerin finansal performanslarını değerlendirmede VZA'nın kullanıldığı çalışmalar (Kaya ve Coşkun, 2016; Çetin, 2006; Kula ve Özdemir, 2007), Kaya, Öztürk ve Özer, 2010; Orçun, Çimen ve Şahin, 2014) olduğu görülmüştür. Fakat çalışmada ele alınan sektörde Güven bölgesi modeli ile ağırlık kısıtlı olarak VZA yapılan bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu doğrultuda ele alınan sektörde ağırlık kısıtlı VZA uygulanması ve modelde gerekli olan ağırlıkların ANP yöntemi ile hesaplanması itibarıyla katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmanın ilk kısmında çalışmada kullanılan Veri Zarflama Analizi (VZA), Güven bölgesi modeli ve Analitik Ağ süreci Yöntemlerinin kullanımına ilişkin literatür taramasına yer verilmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında, uygulama aşamasında faydalanılan Veri Zarflama Analizi modelleri ve Analitik Ağ Süreci yöntemine dair tanımlamalar, teorik bilgiler ve uygulama adımları ele alınmıştır. Üçüncü kısımda çalışmaya ait temel ve alt amaçlar sıralanmış, uygulamanın aşamalarına, elde edilen bulgulara, bu bulgulardan yola çıkarak sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

## 2.Literatür Taraması

1978 tarihinde ilk CCR modelinin ortaya konması ile birlikte literatüre giren Veri Zarflama Analizi (VZA) gün geçtikçe popülerleşen ve daha geniş uygulama alanları bulan bir etkinlik ölçüm yöntemidir. Yaygın bir kullanım alanına sahip olan VZA aracılığıyla bugüne kadar üzerinde en çok çalışma yapılan iş alanları enerji (Sarica ve Or, 2007; Saen, 2010; San Cristobal, 2011; Yenioğlu ve Ateş, 2019); endüstri (Şengül, 2020; Gastaldi, Lombardi, Rapposelli ve Romano, 2020); bankacılık (Demir ve Gençtürk, 2006; Küçükaksoy ve Önal, 2013; Torun ve Özdemir, 2015; Christopoulos, Dokas, Katsimardou ve Spyromitros, 2020; Demirel ve Hazar, 2020; Topak ve Alacaatlı, 2020); eğitim (Özden, 2008) ve hastane-sağlık hizmetleri (Bayraktutan ve Pehlivanoglu, 2012; Çelik ve Esmeray, 2014; Alonso, Clifton ve Díaz-Fuentes, 2015; Şenel ve Gümüştekin, 2015) olmuştur. Son yıllarda ise bu alanların yanı sıra tarım (Fraser ve Cordina, 1999) ve tedarikçi seçim problemlerine (Mohaghar, Fathi ve Jafarzadeh, 2013; Qi ve Quo, 2015) dair çalışmalar ön plandadır. Literatürde yer alan bazı uygulamalara bu bölümde değinilmiştir.

Bayazıt (2006), Lan, Chiang ve Ming-Lang (2009), Razmi ve Rafiei (2010), Baynal ve Yüzüğüllü (2013) ve Eren ve Özbek (2013) Analitik Ağ Süreci kullanarak tedarikçi seçim problemleri üzerine çalışmışlardır. Boran, Göztepe ve Yavuz (2008), Güngör, Serhadlıoğlu ve Kesen (2009) ve Aksakal ve Dağdeviren (2010) personel seçimi problemlerinin çözümü için Analitik Ağ Süreci yöntemini kullanmışlardır. Ustasüleyman ve Perçin (2007) ve Özdağoğlu (2008) Analitik Ağ Süreci uygulamasıyla kuruluş yeri seçimi kararlarını ele almışlardır. Bu çalışmaların yanı sıra Analitik Ağ Süreci, Saaty (1999; 2008) ve Alptekin (2010) tarafından pazar payı tahmininde, Wei ve Chang (2008) tarafından optimal ürün tasarımı seçiminde ve Kök ve Aksu tarafından (2013) müşterilerin kredi değerlendirmelerinde de kullanılmıştır.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde hem VZA hem de Analitik Ağ Süreci yöntemlerinin birçok alanda farklı karar problemlerinde kullanıldığı görülmektedir. VZA'nın etkin olan ve olmayan karar verme birimlerini ayırtmadaki rolünü ve gücünü arttıran ağırlık kısıtlı VZA modeli olan Güven Bölgesi yöntemi de pek çok çalışmada uygulanmıştır. Güven Bölgesi modelinde girdi ve/veya çıktı değişkenleri için ağırlık kısıtlarının oluşturulmasında; uzman görüşlerinin alınması, finansal değerlendirmelerde ilgili sektör verilerindeki maksimum ve minimum değerlerin kullanılması gibi farklı yaklaşımlar ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Analitik Ağ Süreci (ANP) vb. yöntemler kullanılabilir.

Wey ve Chang (2009) çalışmalarında Tayvan'da toplu taşıma sistemi için aday istasyon yerlerini değerlendirmek amacıyla AHP ve güven bölgesi modeli ile Veri Zarflama Analizi yapmıştır. 5 uzmanın değerlendirmeleriyle elde edilen AHP sonuçları VZA modelinde ağırlık kısıtlarının oluşturulmasında kullanılmıştır. Tohumcu ve Karasakal (2010) çalışmalarında 15 Ar-Ge projesinin etkinliğini ölçmek amacıyla ağırlık kısıtları ANP ile hesaplanan ağırlıklarla oluşturulan güven

bölgesi modelini kullanmış ve ağırlık kısıtlarıyla süper etkinlik değerlerini hesaplamıştır. Chuang, Chang ve Lin (2011) Tayvan'daki 82 hastanenin operasyonel etkinlik analizini 4 girdi ve 4 çıktı değişkeni kullanarak VZA-Yapay sinir ağları ve güven bölgesi VZA yaklaşımlarıyla gerçekleştirmiş ve elde ettikleri sonuçları karşılaştırmıştır. Çalışmada ayrıca sınıflandırma ve regresyon ağacı (CART) ile hastanelerin etkin olup olmamasına ilişkin sınıflandırma da yapılmıştır. Kong ve Fu (2012) çalışmasında işe alım sürecinde yer alan 10 uzmanın değerlendirmelerinden AHP ile hesaplanan ağırlıkları kullanarak çıktılar için ağırlık kısıtları oluşturmuş ve güven bölgesi VZA modeliyle Tayvan'daki işletme okullarının etkinliğini ölçmüştür. Chiang, Li, Choi ve Man (2013) Hong Kong'da inşaat sektöründe faaliyet gösteren ve borsada ilgili alanda işlem gören ve ana faaliyeti inşaat olan 17 işletmenin 10 yıllık etkinlik analizinin gerçekleştirirken CCR, BCC ve güven bölgesi VZA modellerini kullanmış ve elde ettikleri sonuçları karşılaştırmıştır. Warning (2014) personel seçim sürecinde 70 adayın etkinliğinin değerlendirilmesi için 2 girdi ve 4 çıktı değişkeninin yer aldığı CCR ve güven bölgesi VZA modellerini kullanmış ve modellerin sonuçlarını kıyaslamıştır. Lai, Potter, Beynon ve Beresford (2015) çalışmalarında 22 uzmandan alınan değerlendirmeler doğrultusunda AHP ile hesapladıkları ağırlıklar ile güven bölgesi yöntemini kullanarak 24 uluslararası havalimanının etkinliğini değerlendirmiştir. Çıktı odaklı BCC modeliyle elde edilen sonuçlar ile güven bölgesi modelinin sonuçları karşılaştırılmıştır. Sen, Roy ve Pal (2017) çevreye duyarlı imalat sistemlerinin etkinliğini ölçmek amacıyla CCR, BCC ve ölçeğe göre artış göstermeyen getiriye dayalı model olmak üzere 3 farklı modeli kullanmış ayrıca ANP ile hesaplanan ağırlıklar ile güven bölgesi modeliyle de etkinlik hesaplamıştır. Çalışmada 4 girdi ve 4 çıktı değişkeni ile 27 imalat sisteminin etkinliği değerlendirilmiştir. Mazumder, Kabir, Hasin ve Ali (2018) çalışmasında Bangladeş'teki bir tekstil işletmesindeki 6 dikiş atölyesinin etkinliğini belirlemek için 6 girdi ve 3 çıktı değişkeni ile CCR modeli ve ANP ile hesaplanan ağırlıklarla oluşturulan ağırlık kısıtlı güven bölgesi yöntemlerini kullanmıştır. Keskin ve Köksal (2019) çalışmalarında 5 girdi ve 4 çıktı değişkeni belirleyerek CCR ve BCC modelleriyle Türkiye'de 2015 yılında faaliyette bulunan 48 havalimanının etkinliğini değerlendirmiş ayrıca ağırlık kısıtlı VZA modellerinden güven bölgesi yöntemiyle de havalimanlarının etkinlik skorlarını hesaplamıştır. Ağırlık kısıtlarının oluşturulmasında havalimanındaki yetkililere uygulanan soru formundan elde edilen değerlendirmelerden ağırlıkların hesaplanmasında AHP yöntemini kullanmışlardır.

### 3. Çalışmada Kullanılan Yöntemler

#### 3.1. Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi (VZA), parametrik olmayan, doğrusal programlama tabanına dayanan, çoklu girdi ve çıktı süreçlerinin göreceli etkinliklerinin ölçümüne imkan sağlayan bir yaklaşımdır. Girdileri çıktılara dönüştüren ekonomik birimlerin

etkinliğini ölçmek üzere tasarlanan Veri Zarflama Analizi, ilk başta kamu kurum ve kuruluşları arasında karşılaştırmalı etkinlik hesaplarının yapılabilmesini amaçlarken daha sonraları birçok farklı sektörden, kar amaçlı üretim ve hizmet işletmesi tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

VZA, karar verme birimi olarak adlandırılan veri odaklı kümelerin, çoklu girdileri çoklu çıktılara dönüştürme performansının değerlendirilmesini sağlayan bir yaklaşımdır (Cooper, Wiliam, Seiford Lawrence ve Joe, 2004, s. 1). Benzer mal ve hizmet üretimi gerçekleştiren karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla tasarlanmış, parametrik olmayan bir etkinlik ölçüm sistemidir (Thanassoulis, 1996).

Karar verme birimleri (KVB) ise, benzer girdileri kullanarak benzer çıktılar elde eden, VZA ile etkinlikleri incelenen kurum, işletme, idari kuruluş vb. organizasyonlardır (Charnes, Cooper ve Rhodes, 1978, s. 429). Girdiler, karar verme birimlerinin üretim süreçleri için ihtiyaç duyduğu kaynaklar iken, çıktılar bu süreçler sonunda elde edilen mal, hizmet veya kazançlardır.

VZA sonucunda, bütün karar verme birimlerinin göreceli etkinlikleri ölçülür. Etkinlik değerleri 0-1 arasındadır. Etkin olarak nitelendirilen KVB'lerin etkinlik değerleri %100 iken, etkin olmayan KVB'lerde bu skor %100'ün altındadır.

VZA'da da yer alan ölçeğe göre sabit getiri kavramı, girdi miktarında meydana gelen değişimlerin, çıktı miktarına aynı oranda ve yönde yansımadır. Bu durumda ölçek büyüklüğü verimliliği etkilememektedir. Ölçeğe göre değişken getiri kavramı ise bu değişim oranında veya yönünde farklılıklar olmasını ifade etmektedir. Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilmiş olan CCR modeli, ölçeğe göre sabit getiri temeline dayanmaktadır. Ancak ölçeğe göre sabit getiri yaklaşımının ardından modelin daha geniş bir uygulama alanı bulması amacı ile Banker, Charnes ve Cooper (1984) tarafından CCR modeli geliştirilerek ölçeğe göre değişken getiri temelli BCC modeli ortaya konulmuştur. Söz konusu iki model de hem girdi odaklı hem de çıktı odaklı analizler yapabilmektedir. Girdi odaklılık, belirli bir çıktı miktarına ulaşmak için minimum girdi miktarı kullanmak olarak tanımlanırken, çıktı odaklılık ise belirli bir girdi miktarı ile maksimum çıktı miktarını elde etmek olarak tanımlanabilmektedir (Ray, 2004, s. 46; Ramanathan, 2003, s. 60).

Emrouznejad ve Yang (2018) çalışmalarında VZA ile ilgili literatürü taramış ve çeşitli verilere ulaşmışlardır. 1978 yılında CCR modelinin geliştirilmesinin ardından 2016 yılına kadar geçen süre içinde literatürde VZA ile ilgili 10.300 yayın bulunmaktadır. 2015 ve 2016 yılları içerisinde VZA'nın en çok kullanıldığı alanlar sırasıyla tarım, bankacılık, tedarik zinciri ve tedarikçi seçimi, taşımacılık ve çevre problemleridir. VZA bu alanların dışında, sağlık sektöründe personel değerlendirme, hava alanı verimlilikleri, bireysel ve takım sporlarında performans değerlendirme, eğitim alanında üniversite verimliliklerinin ölçülmesi, enerji

verimliliği ve tekstil endüstrisi gibi pek çok çeşitli alanda kullanılmıştır. Çalışmanın ilk kısmındaki literatür taramasında da VZA çalışmaları ele alınmıştır.

VZA uygulama süreci 6 adımdan oluşmaktadır (Ramanathan; 2003, ss. 173-176). Sürecin ilk adımı değerlendirilecek karar verme birimlerinin seçilmesidir. KVB'lerin seçiminde aranan iki şart vardır bu şartların ilki KVB'lerin homojenliği, diğeri ise sayıdır. KVB'lerin seçilmesinin ardından gereken süreç, değerlendirme sürecinde kullanılacak girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesidir. Bu noktada girdi ve çıktı değerlerinin karar verme birimlerinin performansları üzerinde etkisi bulunan etmenler arasından büyük bir dikkat ile seçilmesi gerekmektedir. KVB'lerin ve analizde kullanılacak girdi ve çıktı faktörlerinin belirlenmesinin ardından sıradaki adım analizde kullanılacak modelin seçimidir. Model seçiminde öncelikle dikkate alınacak husus ölçeğe göre sabit getiri varsayımı diğeri adıyla Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) veya ölçeğe göre değişken varsayımı yani Banker-Charnes-Cooper (BCC) altında mı çalışılacağıdır. Girdi ve çıktı faktörlerinin belirlenmesinin ardından analiz içerisinde karar verme birimleri için girdi ve çıktı olarak kullanılacak değişkenlere ait verilerin toplanması gerekmektedir. VZA'nın son adımı KVB'lerin görece etkinlik skorlarının hesaplanması işlemidir. Elde edilen skorlar hangi KVB'lerin etkin olup olmadığı ve etkin olmayan KVB'lerin etkin hale gelebilmek için hedeflerini ve hangi KVB'leri referans olarak almaları gerektiğini göstermektedir.

Veri zarflama analizinde modeller zarflama şekillerine göre, ölçeğe göre sabit getiri kavramını esas alan CCR modeli (1978) ve ölçeğe göre değişken getiri kavramını esas alan BCC modeli (1984) olmak üzere 2 temel sınıfa ayrılmaktadır. Ancak bu iki modelin zaman içinde yetersiz kalmasıyla araştırmacılar toplamsal model, Russell ölçümü modeli gibi çeşitli modeller geliştirmiştir (Paradi ve Schaffnit, 2004, s. 721).

Çalışmada kullanılan CCR, BCC ve ağırlık kısıtlarının analizlere dâhil edilmesini sağlayan Güven Bölgesi modelleri sonraki alt başlıklarda daha detaylı olarak ele alınmaktadır.

### 3.1.1.CCR Modeli

CCR modeli, 1978 yılında geliştirilmiş, ilk VZA modelidir. CCR modeli, ölçeğe göre sabit getiri ilkesine dayanmaktadır. CCR modeli, girdi odaklı CCR modeli ve çıktı odaklı CCR modeli olmak üzere 2 farklı şekilde incelenmektedir.

Girdi odaklı CCR modeli, çıktı miktarı sabit kalmak kaydıyla, mevcut çıktı miktarına ulaşabilmek için girdi bileşiminin ne kadar azaltılabileceğini araştıran modeldir. Bu model (1) ve (2)'deki amaç ve kısıtlarla tanımlanmaktadır (Chen ve Ali, 2002, s. 477):

$$E_0 = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (1)$$

$$\text{Kısıtlar: } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (2)$$

$$j = 1, 2, \dots, n \quad v_i, u_r \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Burada,

$n$ : KVB sayısı  $j = 1, 2, \dots, n$

$s$ : çıktı sayısı  $r = 1, 2, \dots, s$

$m$ : girdi sayısı  $i = 1, 2, \dots, m$

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

$v_i$ :  $o$ . KVB tarafından  $i$ . çıktıya verilen ağırlık değeri

$x_{io}$ :  $o$ . KVB'nin kullandığı  $i$ . girdi miktarı

$y_{ro}$ :  $o$ . KVB'nin elde ettiği  $r$ . çıktı miktarı

$x_{ij}$ :  $j$ . KVB'nin kullandığı  $i$ . girdi miktarı

$y_{rj}$ :  $j$ . KVB'nin elde ettiği  $r$ . çıktı miktarı

olarak ifade edilmiştir.

Kesirli programlama modeli doğrusal programlama modeli olarak (3)-(5)'deki şekilde yazılmaktadır:

$$E_0 = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \quad (3)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \quad (4)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \quad (5)$$

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

### 3.1.2.BCC Modeli

BCC modeli 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilmiştir. BCC modeli ölçeğe göre değişken getiri temelli ölçüm yapmaktadır (Göktolga ve Artut, 2014, s. 58). Girdi odaklı BCC modeli (6)-(7)'deki şekilde tanımlanmıştır (Yun vd., 2004, s. 91):

$$E_0 = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (6)$$

Kısıtlar:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_o}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (7)$$

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

$u_o$ : o. KVB'nin serbest işaretli değişkeni

Kesirli programlama modeli doğrusal programlama modeline dönüştürüldüğünde (8)-(10)'daki sonuçlar elde edilmektedir:

$$E_0 = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o \quad (8)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \quad (9)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_o \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \quad (10)$$

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

Girdiye yönelik BCC modelinin optimal çözümünde;  $u_o$  değerinin negatif olması ölçeğe göre artan getiri durumunu, pozitif olması ise ölçeğe göre azalan getiri durumunu ifade ederken bu değer 0 olması ölçeğe göre sabit getirinin olduğunu göstermektedir (Banker, Cooper, Seiford, Thrall ve Zhu, 2004, s. 348).

### 3.1.3.Güven Bölgesi Modeli

CCR ve BCC modelleri başta olmak üzere klasik veri zarflama analizi modellerinde, karar birimlerinin etkinliğini maksimum hale getirecek girdi ve çıktı ağırlıklarının optimal sonuçları bulunmaktadır. Bu ağırlıkların esnek olmaları ve model tarafından belirlenmeleri zaman zaman sağlıklı olmayan sonuçlarla karşılaşılmasına neden olabilmektedir. Uygulamalarda karşılaşılan, bazı karar birimleri için önemli olabilecek girdi ve çıktılarının gerekenden daha düşük ağırlıklar almaları veya bir takım önemsiz değişkenlerin yüksek ağırlıklara sahip olmaları



gibi problemlerin önüne geçmek için veri zarflama analizinde ağırlık kısıtları kullanılabilir. Bu ağırlık kısıtlarını belirlemek için karar vericiler, uzman görüşlerine, piyasa verilerine veya ANP, AHP, DEMATEL benzeri çok kriterli karar verme yöntemlerine başvurabilmektedir (Çakın, 2017, ss. 124-125; Kocakoç, 2003, s. 4).

Ağırlık kısıtlı Güven Bölgesi Modeli (VZA/AR) ilk defa Thompson, Langemeier, Lee, Lee ve Thrall (1990) tarafından kullanılmıştır. ABD'nin Kansas eyaletinde yer alan 83 çiftliğin etkinliklerinin ölçüldüğü çalışmada ağırlık kısıtlarının eklenmesiyle etkin KVB sayısının 23'ten 8'e düştüğü gözlemlenmiştir. Thompson vd. (1990) çalışmaları sonucunda ağırlık kısıtlarının, modelin ayırıştırıcı gücünü arttırdığını ve etkinlik skorlarının daha gerçekçi bir seviyeye taşıdığını ifade etmişlerdir.

Veri zarflama analizinde ağırlık kısıtlaması atamaları 3 farklı grupta toplanmıştır (Allen, Athanassopoulos, Dyson ve Thanassoulis, 1997, s. 17). Bunlar, girdi ve çıktı ağırlıklarına doğrudan kısıtlar getirilmesi, gözlenen girdi ve çıktı seviyelerinin ayarlanması ve sanal girdi ve çıktılarının sınırlandırılmasıdır.

Girdi ve çıktılarının ağırlıklarına doğrudan kısıtlar ekleyebilen güven bölgesi modeli, AR I ve AR II olmak üzere iki ayrı model halinde incelenmektedir. AR I modelinde girdi ve çıktılar birbirlerinden bağımsız olarak kendi aralarında ele alınmaktadır. Bu şekilde hem girdi ve çıktılarının görece sıralamalarının modele dâhil edilmesi hem de girdi-çıkıtı fiyatlarının modele eklenmesi amaçlanmaktadır. AR II modelinin AR I modelinden temel farkı girdi ve çıktılarının ilişkilerinin bütünsel bir yaklaşımla ele alınmasıdır. Karar birimlerinin etkinlik değerleri değişkenlerin bireysel değil bütünsel performansına bağlıdır. Birçok VZA uygulamasında girdi ve çıktılarının ağırlıkları birbirlerine bağımlı olmaktadır (Çakın, 2017, ss. 125-126; Kabnurkar, 2001, s. 46). Çalışmada AR I güven bölgesi modelindeki ağırlık kısıtlarının oluşturulması için girdi ve çıktı değişkenlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde Analitik Ağ Süreci kullanılmıştır. Bu nedenle sonraki kısımda işletmelerde ve birçok farklı alanda uygulanmış olan bu yöntem ana hatlarıyla ele alınmaktadır.

### 3.2. Analitik Ağ Süreci

Analitik Ağ Süreci (ANP), Saaty (1996) tarafından Analitik Hiyerarşi Süreci'nin (AHP) geliştirilmesi sonucu ortaya çıkmış bir ölçüm yöntemidir. Analitik Hiyerarşi Sürecinde kriterler, alt kriterler ve seçenekler hiyerarşik bir yapıda birbirlerinden bağımsız bir şekilde yer alırken aralarında her hangi bir etkileşim bulunmamaktadır. Analitik Ağ Sürecinde ise problemi oluşturan unsurlar kendi aralarında bir etkileşim hali içerisinde yer alırlar. Analitik Ağ Süreci'ni, Analitik Hiyerarşi Süreci'nden ayıran en temel özellik, kriterlerin arasında yer alan ilişkileri ve geri bildirimleri göz önünde bulundurmasıdır (Saaty, 1996, s. 2).

Karar verme süreci içerisinde yer alan bu kriter ve alt kriterler hiyerarşik bir düzende olabileceği gibi her karar verme problemi hiyerarşik düzende modellenemeyeceği kriter ve alt kriterler kendi aralarında, karşılıklı, pozitif veya negatif ilişkiler içerisinde oldukları bir ağ yapısında olabilirler. Bu ağ yapısının çözümü için Analitik Ağ Süreci 1996'da Saaty tarafından geliştirilmiştir.

“Analitik Ağ Süreci, üst seviyedeki elemanların daha alt seviyedeki elemanlardan veya aynı seviyedeki elemanların birbirlerinden bağımsız oldukları varsayımını yapmaksızın karar verebilmek için geliştirmiş genel bir yapıdır. Analitik Ağ Süreci, hiyerarşik düzende olduğu gibi seviyelerden oluşan bir yapı yerine kompleks ilişkileri içerebilen bir ağ şeklindedir (Saaty, 1999, s. 2).”

Analitik Hiyerarşi Süreci'nde problemler hiyerarşik bir düzen içerisinde ve tek yönlü olarak modellenmektedir. Analitik Ağ Süreci'nde ise problemler; faktör grupları arasındaki dış bağımlılıklar, faktör grubu elemanlarının kendi aralarında yer alan iç bağımlılıklar ve geri bildirim gibi farklı unsurlarında dikkate alındığı bir ağ yapısı şeklinde modellenmektedir (Saaty, 2005, ss. 49-50).

ANP de tıpkı AHP gibi çeşitli çözüm adımlarından oluşmaktadır. ANP adımları problemin tanımlanması ve karar modelinin oluşturulması, ikili karşılaştırma matrislerinin düzenlenmesi ve öncelik vektörlerinin belirlenmesi, süpermatrisin oluşturulması ve en iyi alternatifin seçilmesi biçiminde sıralanmaktadır (Sarkis, 1999).

## 4. Uygulama

### 4.1. Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

Çalışmanın temel amacı Borsa İstanbul Gıda, İçecek ve Tütün endeksinde yer alan işletmelerin finansal performans etkinliklerini, ANP yöntemiyle elde edilen ağırlıkları kullanarak oluşturulan ağırlık kısıtlı güven bölgesi modeli (VZA/AR) ile ölçmektir. Çalışmanın alt amaçları ise Gıda, İçecek ve Tütün endeksinde yer alan işletmeler içerisinde finansal performansı etkin olan ve olmayan firmaları belirlemek ve de finansal performans bakımından etkin olmayan işletmelere referans gösterilecek işletmeleri ve finansal performans bakımından etkin olmayan işletmelerin etkin hale gelebilmek için neler yapmaları gerektiğini belirlemektir.

Çalışmanın yapıldığı BİST Gıda, İçecek ve Tütün endeksine kayıtlı işletmeler içerisinde seçilecek KVB sayısının toplam girdi ve çıktı sayısının en az 2 katı olması gerekmektedir (Ramanathan 2003, s. 174). Çalışma 6 girdi ve 3 çıktı içerdiğinden bu kısıtlamalar altında çalışmada en az 18 KVB bulunması gerekmektedir. Çalışmada kullanılacak KVB'ler BİST Gıda, İçecek ve Tütün endeksine kayıtlı bulunan işletmelerdir. Bu endekste 25 işletme faaliyet göstermektedir. Bu işletmelerden 7 tanesi açıklamış oldukları finansal tablolar itibarıyla, VZA'nın girdi ve çıktı değerlerinin negatif ve sıfır olamayacağı ilkesine

(Pastor ve Ruiz, 2007, s. 68) istinaden etkinlik ölçümüne uygun olmadıklarından dolayı çalışmaya dâhil edilmemiştir. Sonuç olarak analizlere dâhil edilen KVB sayısı 18'dir.

BİST Gıda, İçecek ve Tütün endeksine kayıtlı şirketlerin finansal performanslarını ölçme amacı doğrultusunda çalışmada VZA modellerinden girdi odaklı CCR modeli, girdi odaklı BCC modeli ve Güven Bölgesi modeli kullanılmıştır. Güven bölgesi modeli içerisinde kullanılan ağırlık kısıtlarının oluşturulması için Analitik Ağ Süreci yönteminden faydalanılmıştır. Girdi odaklı CCR ve BCC modellerinin seçilmesindeki temel sebep kaynakların etkin kullanımının karlılık oranlarından daha önemli olduğunun düşünülmesidir.

Çalışmada kullanılan veri seti BİST Gıda, İçecek ve Tütün endeksine kayıtlı işletmelerin finansal performans etkinliklerini ölçmek üzere çeşitli finansal oranlar arasından seçilmiştir. Girdi ve çıktı olarak kullanılan finansal oranlar Tablo 1'de yer almaktadır. Girdi ve çıktı olarak kullanılan finansal oranların seçiminde, Çetin (2006, ss. 266-267), Kula ve Özdemir (2007, ss. 63-64), Kaya vd. (2010, s. 137) ve Orçun vd.'nin (2014, s. 26) çalışmalarından yararlanılmıştır. Bu oranların veri setinde kullanılacak değerleri en güncel veriler olan 2019 yılına ait açıklanan finansal tablolarından elde edilmiştir.

**Tablo 1: Çalışmada Kullanılan Girdi ve Çıktılar**

<b>Kısaltma</b>	<b>Girdiler</b>
ADHR	Aktif Devir Hızı Rasyosu Net Satışlar/ Toplam Aktifler
ÖDH	Özsermaye Devir Hızı Rasyosu Net Satışlar/ Özsermaye Rasyosu
DVDH	Duran Varlık Devir Hızı Rasyosu Net Satışlar/Duran Varlıklar Rasyosu
SDH	Stok Devir Hızı Rasyosu Net Satışlar/ Ortalama Stoklar
CO	Cari Oran Dönen Varlıklar/ Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar
ATO	Asit-Test Oranı (Dönen Varlıklar- Stoklar)/ Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar

<b>Kısaltma</b>	<b>Çıktılar</b>
AKO	Aktif Karlılık Oranı Net Kar/ Toplam Aktif
ÖZSKO	Özsermaye Karlılık Oranı Net Kar/ Özsermaye
FAKO	Faaliyet Karlılık Oranı Net Kar/Net Satışlar

BİST Gıda, İçecek ve Tütün endeksine kayıtlı işletmelerin finansal performans etkinlikleri ölçmek amacıyla oluşturulan girdi odaklı CCR ve BCC ve de Güven Bölgesi modellerinin çözümü için Efficiency Measurement System (EMS) paket programından yararlanılmıştır.

#### 4.2. Girdi Odaklı CCR Modelinin Bulguları

Girdi odaklı CCR modeline ait program çıktıları EK 1’de yer alan tabloda verilmiştir. Tabloda yer alan KVB ifadesi Karar Verme Birimlerini ve skor ifadesi etkinlik skorunu göstermektedir. Referanslar sütununda yer alan KVB numaraları ve oranlar ise sırasıyla etkin olmayan KVB’ler için referans alınması gereken KVB’leri ve bunların hangi oranlarda referans alınması gerektiğini ifade etmektedir. {I} girdileri, {O} çıktıları, {I} ve {V} Sanal Girdileri (Virtual Input), {O} ve {V} ise Sanal Çıktıları (Virtual Output) göstermektedir. Sanal girdi ve çıktılar her bir faktör için öngörülen değerlerin derecelerini belirtmektedir. Sanal girdi ve çıktı değerlerinin ayrı ayrı toplamı 1 değerini vermektedir. {S} ve {I} girdide meydana gelmesi gereken azalmayı ve {S} ve {O} ise çıktıda meydana gelmesi gereken artışı bir diğer deyişle girdi ve çıktı değerlerinde meydana gelmesi gereken iyileştirmeleri göstermektedir.

EK 1’de yer alan tabloya göre; ERSU, FRIGO, TBORG, TUKAS, ULKER ve ULUUN olmak üzere 6 KVB’nin etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Etkin olmayan KVB’lerden 12’sinde TBORG, 3’ünde ULKER ve 2’sinde ise TUKAS’ın referans alınacağı görülmektedir. Etkin olmayan KVB’lerden örneğin AEFES’in etkin hale gelebilmesi için, TBORG’u (%11 oranında) ve ULKER’i (%26 oranında) referans alması gerekmektedir. AEFES, aktif devir hızında %18, özsermaye devir hızında %16, duran varlık devir hızında %35 ve asit-test oranında %3 oranında bir iyileştirme yaptığı takdirde aktif karlılık oranında %1’lik ve özsermaye karlılık oranında %4’lük bir iyileşme sağlayacak ve etkin hale gelebilecektir.

#### 4.3. Girdi Odaklı BCC Modelinin Bulguları

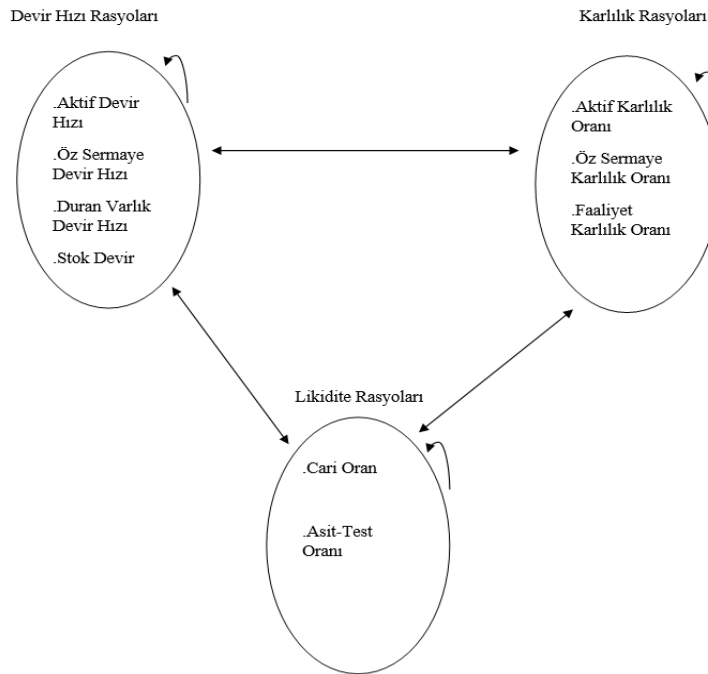
Çalışmanın bu kısmında EMS paket programı aracılığıyla yapılan girdi odaklı BCC modeli uygulamasına ait program çıktı verileri yorumlanacaktır. Girdi odaklı BCC modeline ait program çıktıları EK 2’de verilen tabloda yer almaktadır.

EK 2’deki tabloya göre; BNVT, COLA, ERSU, FRIGO, KERVT, KRSTL, PETUN, TATGD, TBORG, TUKAS, ULKER ve ULUUN olmak üzere 12 KVB’nin etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Etkin olmayan KVB’lerden 4’ünde ULUUN ve BNVT, 3’ünde COLA, 2’ser tanesinde KRSTL ve TBORG’un ve 1’er tanesinde FRIGO, KERVT, TATGD ve TUKAS’ın referans alınacağı görülmektedir. Etkin KVB’lerden ERSU, PETUN ve ULKER etkin olmayan hiçbir KVB tarafından referans alınmamaktadır. Etkin olmayan KVB’lerden örneğin AEFES’in etkin hale gelebilmesi için BNVT’i (%17 oranında), COLA’yı (%79 oranında), KRSTL’ (%3 oranında) referans alması gerekmektedir. AEFES’in, aktif

devir hızında %44, özsermaye devir hızında %29 ve duran varlık devir hızında %44 oranında bir iyileştirme yaptığı takdirde aktif karlılık oranında %3, özsermaye karlılık oranında %7 ve faaliyet karlılık oranında %1'lik bir iyileşme sağlayacak ve etkin hale gelebilecektir.

#### 4.4. ANP ile Elde Edilen Ağırlıklarla Oluşturulan Güven Bölgesi Modelinin Bulguları

Araştırmada kullanılan güven bölgesi modeli için ihtiyaç duyulan ağırlık kısıtları ANP yöntemi ile belirlenmiştir. ANP yönteminin çözümü için Super Decisions paket programından faydalanılmıştır. Super Decisions aracılığıyla oluşturulan ağ yapısı aşağıda Şekil 1'de gösterilmektedir.



**Şekil 1: Uygulama Kapsamında Oluşturulan Ağ Yapısı**

Ağ yapısına ilişkin olarak hazırlanan anket formu 4 uzman tarafından 2019 yılı Nisan ayında yanıtlanmış ve bu değerlendirmeler ANP yönteminin kullanılması amacıyla superdecisions paket programına yüklenmiştir. Uzmanlardan alınan yanıtların tutarlılıkları belirtilen program aracılığıyla test edilmiş ve yanıtların tutarlı oldukları gözlenmiştir. Yapılan tutarlılık analizi ve ikili karşılaştırma matrisi örneği aşağıda Tablo 2'de gösterilmektedir. (CR: 0,07721<0,1 olduğundan matris tutarlıdır.)

**Tablo 2: Kümelerin İkili Karşılaştırma Matrisi**

<i>CR: 0,07721</i>	Devir Hızı Rasyoları	Likidite Rasyoları	Karlılık Rasyoları	Ağırlıklar
Devir Hızı Rasyoları	1	3	3	0,06579
Likidite Rasyoları	1/3	1	7	0,78539
Karlılık Rasyoları	1/3	1/7	1	0,14881

Uygulanan anket formlarının ve ağ yapısının değerlendirilmesiyle elde edilen ağırlık değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3: Değişken Ağırlıklarına İlişkin Alt ve Üst Limit Değerleri**

	Uzman 1	Uzman 2	Uzman 3	Uzman 4	Alt Sınır	Üst Sınır
ADHR	0,10869	0,13752	0,09544	0,08629	0,08629	0,13752
ÖSDH	0,08069	0,07673	0,06107	0,08113	0,06107	0,08113
DVDH	0,05986	0,06520	0,66810	0,07304	0,05986	0,66810
SDH	0,16222	0,13765	0,19335	0,12069	0,12069	0,19335
CO	0,05765	0,09824	0,10360	0,08137	0,05765	0,10360
ATO	0,03210	0,0433	0,11010	0,05808	0,03210	0,11010
AKO	0,05783	0,57670	0,02124	0,50606	0,02124	0,57670
ÖZKO	0,09940	0,07360	0,06787	0,07975	0,06787	0,09940
FAKO	0,11662	0,090422	0,05207	0,14949	0,05207	0,14949

Güven bölgesi modeli aracılığıyla uygulanan CCR modeline ait uygulamaya dair program çıktıları EK 3'de yer alan tabloda verilmiştir. Tabloda yer alan sonuçlara göre sadece TBORG'un etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Etkin olmayan 17 KVB'nin tamamının TBORG'u referans olarak alması gerektiği görülmektedir.

Güven bölgesi aracılığıyla uygulanan BCC modeline ait program çıktıları ise EK 4'de yer alan tabloda verilmiştir. Verilen tabloya göre BNVT, TBORG, TUKAS ve ULUUN olmak üzere 4 adet KVB'nin etkin olduğu sonucuna varılmıştır. Etkin olmayan KVB'lerden 11'inde ULUUN, 9'ar tanesinde BNVT ve TBORG'un referans alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. Etkin KVB'lerden TUKAS ise hiçbir KVB tarafından referans alınmamaktadır.

Çalışmada işletmelerin etkinlik ölçümünde kullanılan tüm VZA modelleri ile elde edilen etkinlik analizi sonuçları Tablo 4’de özetlenmiştir. CCR modeli uygulamasının sonuçlarına göre etkin olarak tanımlanan işletmelerin sayısı 6, BCC modeline göre ise 12’dir. Güven bölgesi modelinin uygulanmasının ardından CCR/AR modelinde bu rakam 1 ve BCC/AR modeli sonuçlarına göre ise 4 olarak hesaplanmıştır. Etkin olarak değerlendirilen karar verme birimi sayısının azalması, güven bölgesi modelinde kullanılan alt ve üst limitlerin, güven bölgesi uygunluk alanını daraltmalarından kaynaklanmaktadır.

**Tablo 4: İşletmelerin Bütün Modellerde Hesaplanan Etkinlik Skorları**

Etkinlik Skorları									
Firmalar	CCR	BCC	CCR/AR	BCC/AR	Firmalar	CCR	BCC	CCR/AR	BCC/AR
AEFES	0,38	0,82	0,14	0,41	KRSTL	0,06	1	0,03	0,78
AVOD	0,49	0,66	0,36	0,52	OYLUM	0,26	0,85	0,19	0,63
BNVT	0,61	1	0,50	1	PETUN	0,48	1	0,29	0,62
CCOLA	0,71	1	0,36	0,67	PNSUT	0,17	0,78	0,13	0,60
ERSU	1	1	0,18	0,21	TATGD	0,79	1	0,56	0,97
FRIGO	1	1	0,82	0,83	TBORG	1	1	1	1
KENT	0,23	0,68	0,18	0,63	TUKAS	1	1	0,83	1
KERVT	0,87	1	0,54	0,92	ULKER	1	1	0,55	0,73
KNFRT	0,57	0,70	0,33	0,48	ULUUN	1	1	0,48	1

AEFES, AVOD, KENT, KNFRT, OYLUM ve PNSUT işletmeleri CCR, BCC, CCR/AR ve BCC/AR modeli uygulamalarının hiçbirinde etkin olarak tanımlanamamıştır. CCOLA, KERVT, KRSTL, PETUN ve TATGD ise sadece BCC modeli uygulaması sonucu etkin olarak tanımlanmıştır. ERSU, FRIGO ve ULKER işletmeleri CCR ve BCC modellerine göre etkin durumda iken CCR/AR ve BCC/AR modelleri uygulamaları sonucunda etkin olarak tanımlanamamaktadır. BNVT işletmesi CCR ve CCR/AR modeli uygulamalarına göre etkin olarak tanımlanamazken BCC ve BCC/AR modeli uygulamalarına göre etkin olarak tanımlanmaktadır. TUKAS VE ULUUN işletmeleri CCR ve BCC modellerine göre etkin durumda iken Güven bölgesi modeli uygulaması sonuçlarına göre BCC/AR modeline göre etkin, CCR/AR modeline göre ise etkin değildirler. TBORG işletmesi CCR, BCC, CCR/AR ve BCC/AR modeli uygulamalarının tamamında etkin olarak tanımlanmaktadır.

## 5.Sonuç

Bütün ekonomik sistemler içerisinde her zaman önemli bir yer teşkil eden gıda sektörünün doğru ve etkin bir finansal performans göstermesi hem yüksek istihdam oranları hem de yaratılan ekonomik değer açısından önemlidir. Bu sebeplerden dolayı çalışmada ülkemizde faaliyet gösteren gıda, içecek ve tütün firmalarının finansal performansları ele alınmıştır. Çalışmada BİST Gıda, İçecek ve Tütün endeksine kayıtlı firmaların finansal etkinlikleri, bu alanda sıklıkla kullanılan ve parametrik olmayan yöntemlerden VZA yöntemiyle belirlenmiştir. Çalışmada ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile çalışan CCR modeli, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile çalışan BCC modeli ve de Güven Bölgesi modeli olan VZA/AR yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma içerisinde işletmelerin sahip oldukları kaynakları etkin kullanıp kullanmadıklarını tespit etmek amacıyla CCR ve BCC modelleri girdi odaklı olarak kullanılmıştır.

Analiz sonucunda finansal performans açısından etkin olan firmalar ve etkin olmayan firmalar belirlenmiştir. Etkin olmayan firmaların etkin hale gelebilmeleri için hangi etkin firmaları referans almaları gerektiği, girdi ve çıktı değişkenlerinde yapmaları gereken iyileştirmeler hakkında bilgiler verilmiştir. Analiz sürecinin sonunda etkin olmayan firmaların etkin hale gelebilmeleri için yapmaları gereken iyileştirmelerde en çok dikkat çeken nokta Asit-Test oranı olmuştur. Hesaplanma aşamasında Cari Orandan tek farkı stokları içermesi olan Asit-Test oranının iyileştirme oranlarının Cari Orandan genel olarak yüksek seviyelerde olması, işletmelerin nakde dönüştürülebilir madde ve stokları ellerinde bulundururken, kısa vadeli borçlarını ödeyebilecek yeterli likiditeye sahip olmadıkları olarak yorumlanmıştır.

Finansal performans etkinlik analizi konusunda girdi odaklı CCR ve BCC modelleri; Aktif Devir Hızı Rasyosu, Özsermaye Devir Hızı Rasyosu, Duran Varlık Devir Hızı Rasyosu, Stok Devir Hızı Rasyosu, Cari Oran ve Asit-Test Oranından oluşan girdi değişkenleri ve Aktif Karlılık Oranı, Özsermaye Karlılık Oranı ve Faaliyet Karlılık Oranından oluşan çıktı değişkenleri aracılığıyla yapılan göreceli etkinlik analizlerinde literatürle benzer olduğu kadar farklı sonuçlar da elde edildiği gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda farklı girdi ve çıktı değişkenleri aracılığıyla veya VZA/AR gibi farklı yöntem ve modeller aracılığıyla literatüre farklı çalışmalar kazandırılacağı düşünülmektedir.

VZA kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmada belirtilen sektörde faaliyet gösteren işletmelerin etkinliklerinin belirlenmesi ile işletme sahiplerine, sektöre yatırım yapmayı planlayan üçüncü şahıslara ve benzer çalışmalar yapmak isteyen kişilere rehberlik edilmesi hedeflenmiştir. Gıda, içecek ve tütün sektörü üzerinde literatürde birçok VZA çalışması bulunurken bu çalışmaların hiçbirinde VZA/AR modeline rastlanılmaması itibarıyla çalışmanın katkı sağlayacağı düşünülmektedir. VZA/AR modelinin gelecek çalışmalarda söz konusu sektör ve/veya benzer sektörlerde daha sık kullanılacağı öngörülmektedir. Bu çalışmada ağırlık kısıtlarının



oluşturulmasında hiyerarşik yapı sunan Analitik Hiyerarşi Süreci yerine ağ yapısıyla faktörler arasındaki ilişkileri ortaya koyarak ağırlıkların belirlenmesini sağlayan ANP yöntemi kullanılmıştır. Yöntem uzman görüşlerinin ağırlıkların oluşturulması sürecine dâhil edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Aynı ve/veya benzer sektörlerde yapılacak uygulamalarla ağırlık kısıtları için ilgili ağırlık değerlerinin hesaplanmasında farklı çok kriterli karar verme yaklaşımları kullanılarak farklı çalışmalar da ortaya konabileceği düşünülmektedir. Ayrıca farklı ağırlıklandırma yöntemleriyle elde edilen ağırlıklar ile hesaplanan ağırlık kısıtlı VZA sonuçlarının karşılaştırmalı analizinin gerçekleştirilmesi de mümkün olabilecektir. Belirtilen karşılaştırmalı analizler farklı sektörel uygulamalarda da gerçekleştirilebilir.

**EK 1: Gıda, İçecek ve Tütün Endeksine Kayıtlı KVB'lerin Girdi Odaklı CCR Modeli ile Etkinlik Analizi Sonuçları**

KVB	Skor	AD		ÖDH		DVD		SDH		CO		ATO		AKO		ÖZSKO		FAK		Referanslar	ADH (I) (V)	ODH (I) (V)	DVD H (I) (V)	(S) SDH (I) (V)	(S) CO (I) (V)	(S) ATO (I) (V)	(S) AKO (O) (V)	(S) ÖZSKO (O) (V)	(S) FAK (O) (V)				
		(I) (V)	(V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)	(I) (V)											(I) (V)			
AEFES	37,51%	0	0	0	0	0,87	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15 (0,11)	17 (0,26)	0,18	0,16	0,35	0	0	0,03	0,01	0,01	0,04	0	0	
AVOD	48,78%	0	0,72	0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15 (0,12)	16 (0,42)	0,08	0	0	0,02	0,07	0,01	0,01	0,01	0,02	0	0	
BNVT	61,36%	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15 (0,31)	0	0,01	0,01	0,01	0,11	0,18	0	0	0	0	0,03	0	
CCOLA	70,70%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0,94	0	0	0	0	0	15 (0,22)	17 (0,26)	0,24	0,13	0,37	0	0,09	0,13	0	0	0	0		
ERSU	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FRIGO	100,00%	0	0,06	0,78	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KENT	22,54%	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15 (0,16)	0	0	0,02	0,01	0,07	0,12	0	0	0	0	0,01	0	
KERTV	87,07%	0	0	0	0	0	0,87	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15 (0,44)	16 (0,05)	0,38	0,05	0,19	0,06	0	0	0,02	0	0,02	0	0,03	0
KNFRT	56,91%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15 (0,51)	0	0,36	0,12	0	0,32	0,04	0,62	0,03	0,03	0	0	0	
KRSTL	5,95%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15 (0,02)	0	0,04	0,04	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	
OYLUM	25,81%	0	0,03	0	0,03	0	0,97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15 (0,17)	17 (0,04)	0,03	0	0,06	0	0,02	0,04	0	0	0	0,01	0,01	
PETUN	47,55%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15 (0,32)	0	0,17	0,23	0,25	0	0,05	0,08	0	0,03	0	0	0	
PNSUT	16,87%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15 (0,13)	0	0,01	0,01	0,04	0	0,04	0,07	0	0	0	0,01	0,01	
TATGD	79,23%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15 (0,37)	0	0,28	0,16	0	0,15	0,01	0,16	0	0,01	0,01	0,02	0,02	
TBORG	100,00%	0,41	0	0	0,09	0	0,5	0,91	0	0,09	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TUKAS	100,00%	0	0,58	0	0	0	0	0,42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ULKER	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ULUN	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**EK 2: Gıda, İçecek ve Tütün Endeksine Kayıtlı KVB'lerin Girdi Odaklı BCC Modeli ile Etkinlik Analizi Sonuçları**

KVB	Skor	AD		H		ODH		DVD		SDH		CO		ATO		AKO		ÖZSKO		FAK				
		{I}	{V}	{I}	{V}	{I}	{V}	{I}	{V}	{I}	{V}	{I}	{V}	{I}	{V}	{I}	{V}	{I}	{V}	{I}	{V}	{I}	{V}	
AEFES	82,15%	0	0	0	0	0,28	0,28	0,28	0,43	0,14	0,08	0,78	3 (0,17)	4 (0,79)	10 (0,03)	0,44	0,29	0,44	0	0	0	0,03	0,07	0,01
AYOD	66,39%	0	0,38	0	0,12	0	0,46	0,04	0	0	0	1	6 (0,13)	8 (0,34)	15 (0,09)	0,04	0	0	0,06	0	0	0,02	0,05	0
BNVT	100,00%	0,2	0	0	0,22	0	0,58	1	0	0	0	0	4											
COOLA	100,00%	0	0	0	0,76	0,11	0,13	0,73	0,03	0,23	0,23	3												
ERSU	100,00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0											
FRIGO	100,00%	0	0,06	0,94	0	0	0	0	0	0	1	0	1											
KENT	67,66%	0,52	0	0	0	0,48	0	0,36	0,15	0,49	0,15	0,49	3 (0,89)	18 (0,11)	0	0,01	0,05	0	0	0,03	0,02	0,05	0,01	
KERVT	100,00%	0	0,21	0	0,09	0	0,7	0	1	0	1	0	1											
KNFRT	70,05%	0	0	0,83	0	0,17	0	0	0	0	1	14 (0,60)	15 (0,33)	18 (0,07)	0,22	0,03	0	0,28	0	0,58	0,04	0,05	0	
KPSTL	100,00%	0	0	0	0	0	0	1	0,35	0,2	0,45	2												
OYLUM	85,29%	0	0,04	0	0,28	0	0,68	0,03	0,07	0,89	3 (0,68)	4 (0,27)	10 (0,06)	0,16	0	0,1	0	0,02	0	0,02	0,04	0,01		
PETUN	100,00%	0	0	0	0,27	0,73	0	0,07	0	0,93	0	0,93	0											
PNSUT	77,58%	0,07	0	0	0,66	0,27	0	0,29	0,19	0,52	3 (0,49)	4 (0,24)	18 (0,26)	0	0,09	0,1	0	0,03	0,02	0,07	0,02			
TATGD	100,00%	0	0	0,43	0	0,57	0	1	0	0	0	1												
TBORG	100,00%	0,01	0,01	0,95	0,01	0,02	1	0	0	0	0	2												
TUKAS	100,00%	0,11	0,04	0,08	0,11	0,16	0,5	0	0,83	0,17	1													
ULKER	100,00%	0	0	0,2	0,8	0	0	0	0	1	0	1												
ULUN	100,00%	0	0,21	0,79	0	0	0	0,01	0,99	0,01	4													

**EK 3: Gıda, İçecek ve Tütün Endeksine Kayıtlı KVB'lerin Girdi Odaklı CCR/AR Modeli ile Etkinlik Analizi Sonuçları**

KVB	Skor	ADH		ODH		DVIDH		SDH		CO		ATO		AKO		OZSKO		FAKO		Referanslar
		(I)	(V)	(I)	(V)	(I)	(V)	(I)	(V)	(I)	(V)	(I)	(V)	(I)	(V)	(I)	(V)	(I)	(V)	
EFES	13,97%	0,36	0,18	0,19	0,03	0,15	0,1	0,12	0,3	0,38	15 (0,21)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AVOD	36,30%	0,34	0,08	0,23	0,09	0,14	0,12	0,07	0,66	0,26	15 (0,50)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BNVT	49,87%	0,31	0,12	0,24	0,05	0,16	0,12	0,68	0,26	0,06	15 (0,29)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COLA	36,30%	0,35	0,15	0,16	0,03	0,18	0,12	0,09	0,62	0,29	15 (0,38)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ERSU	18,31%	0,36	0,19	0,21	0,13	0,03	0,07	0,06	0,11	0,83	15 (0,75)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FRIGO	81,67%	0,29	0,07	0,21	0,11	0,13	0,2	0,08	0,71	0,21	15 (0,94)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KENT	17,80%	0,36	0,14	0,1	0,06	0,19	0,15	0,66	0,25	0,09	15 (0,16)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KERVI	54,29%	0,35	0,12	0,17	0,08	0,14	0,15	0,08	0,71	0,21	15 (0,43)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KNFRT	32,84%	0,21	0,09	0,27	0,13	0,1	0,2	0,12	0,36	0,51	15 (0,44)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KRSTL	2,96%	0,26	0,14	0,39	0,06	0,07	0,07	0,69	0,12	0,19	15 (0,02)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OYLUM	19,17%	0,34	0,14	0,13	0,05	0,22	0,13	0,09	0,66	0,25	15 (0,18)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PETUN	28,70%	0,39	0,17	0,15	0,03	0,16	0,11	0,69	0,12	0,19	15 (0,30)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PNSUT	13,13%	0,38	0,14	0,11	0,05	0,18	0,14	0,73	0,16	0,11	15 (0,12)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TATGD	56,13%	0,21	0,11	0,33	0,11	0,09	0,16	0,73	0,17	0,1	15 (0,36)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TBORG	100,00%	0,27	0,13	0,14	0,06	0,17	0,23	0,65	0,16	0,18	17									
TUKAS	83,35%	0,32	0,07	0,25	0,1	0,12	0,14	0,08	0,69	0,23	15 (1,02)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ULKER	54,55%	0,34	0,12	0,15	0,03	0,18	0,19	0,08	0,62	0,3	15 (0,61)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ULUN	48,40%	0,23	0,04	0,13	0,05	0,22	0,33	0,06	0,88	0,06	15 (0,21)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**EK 4: Gıda, İçecek ve Tütün Endeksine Kayıtlı KVB'lerin Girdi Odaklı BCC/AR Modeli ile Etkinlik Analizi Sonuçları**

KVB	Skor	ADH {i}{V}	ÖDH {i}{V}	DVDH {i}{V}	SDH {i}{V}	CO {i}{V}	ATO {i}{V}	AKO {i}{V}	ÖZSKO {i}{V}	FAKO {i}{V}	Referanslar	ADH {i}	ÖDH {i}	DVDH {i}	SDH {i}	CO {i}	ATO {i}	AKO {i}	ÖZSKO {i}	FAKO {i}	
AEFES	40,67%	0,37	0,15	0,2	0,03	0,16	0,1	0,12	0,3	0,58	3 (0,67) 18 (0,33)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AVOD	51,57%	0,3	0,1	0,08	0,12	0,2	0,21	0,12	0,45	0,43	15 (0,38) 18 (0,62)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BNVT	100,00%	0,24	0,1	0,11	0,05	0,24	0,26	0,75	0,18	0,07	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CCOLA	66,62%	0,35	0,14	0,17	0,03	0,19	0,12	0,14	0,4	0,45	3 (0,51) 15 (0,21) 18 (0,28)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ERSU	21,46%	0,36	0,19	0,21	0,13	0,03	0,07	0,06	0,11	0,83	3 (0,32) 15 (0,68)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FRIGO	85,29%	0,29	0,07	0,21	0,11	0,13	0,2	0,08	0,71	0,21	15 (0,93) 18 (0,07)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KENT	63,37%	0,22	0,09	0,12	0,05	0,24	0,27	0,69	0,17	0,14	3 (0,13) 18 (0,87)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KERVIT	91,56%	0,34	0,1	0,18	0,08	0,14	0,17	0,08	0,71	0,21	3 (0,37) 15 (0,25) 18 (0,37)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KNFRT	47,76%	0,21	0,07	0,27	0,13	0,1	0,21	0,12	0,36	0,51	15 (0,34) 18 (0,66)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KRSTL	78,48%	0,38	0,21	0,12	0,08	0,1	0,1	0,51	0,2	0,29	18 (1,00)	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,02	0,01
OYLUM	63,47%	0,3	0,1	0,17	0,04	0,2	0,2	0,15	0,44	0,41	3 (0,25) 18 (0,75)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PETUN	62,08%	0,32	0,18	0,17	0,04	0,17	0,12	0,18	0,31	0,51	3 (0,96) 15 (0,04)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PNSUT	60,38%	0,23	0,1	0,16	0,04	0,22	0,24	0,63	0,19	0,18	18 (1,00)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01
TATGD	96,75%	0,29	0,12	0,17	0,12	0,12	0,17	0,69	0,16	0,15	3 (0,35) 15 (0,19) 18 (0,46)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TBORG	100,00%	0,29	0,12	0,21	0,05	0,16	0,17	0,65	0,16	0,18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUKAS	100,00%	0,34	0,08	0,18	0,11	0,13	0,15	0,08	0,69	0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ULKER	73,33%	0,34	0,12	0,15	0,03	0,18	0,19	0,12	0,4	0,48	3 (0,52) 15 (0,48)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ULUUN	100%	0,23	0,04	0,13	0,05	0,22	0,33	0,13	0,80	0,07	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Kaynakça

- Aksakal, E., ve Dağdeviren, M. (2010). ANP ve DEMATEL yöntemleri ile personel seçimi problemine bütünleşik bir yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(4), 905-913.
- Allen, R., Athanassopoulos, A., Dyson, R. G., ve Thanassoulis, E. (1997). Weights restrictions and value judgements in data envelopment analysis: evolution, development and future directions. *Annals of operations research*, 73, 13-34.
- Alonso, J. M., Clifton, J., ve Díaz-Fuentes, D. (2015). The impact of New Public Management on efficiency: An analysis of Madrid's hospitals. *Health Policy*, 119(3), 333-340.
- Alptekin, N. (2010). Analitik ağ süreci yaklaşımı ile Türkiye’de beyaz eşya sektörünün pazar payı tahmini. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 11(1), 18-27.
- Banker, R. D., 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*, 154(2), 345-362.
- Banker, R. D., Charnes, A., ve Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- Bayazit, O. (2006). Use of analytic network process in vendor selection decisions. *Benchmarking: An International Journal*. 13(5), 566-579.
- Baynal, K., ve Yüzügüllü, E. (2013). Tedarik zinciri yönetiminde analitik ağ süreci ile tedarikçi seçimi ve bir uygulama. *Istanbul University Journal of the School of Business Administration*, 42(1), 77-92.
- Bayraktutan, Y., ve Pehlivanoğlu, F. (2012). Sağlık işletmelerinde etkinlik analizi: Kocaeli örneği. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (23), 127-162.
- Boran, S., Göztepe, K., ve Yavuz, E. (2008). A study on election of personnel based on performance measurement by using analytic network process (ANP). *International Journal of Computer Science and Network Security*, 8(4), 333-338.
- Charnes, A., Cooper, W. W., ve Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.

- Chen, Y., ve Ali, A. I. (2002). Output–input ratio analysis and DEA frontier. *European Journal of Operational Research*, 142(3), 476-479.
- Chiang, Y. H., Li, J., Choi, T. N., ve Man, K. F. (2013). Evaluating construction contractors' efficiency in Hong Kong using data envelopment analysis assurance region model. *Journal of facilities Management*, 11(1), 52-68
- Chuang, C. L., Chang, P. C., ve Lin, R. H. (2011). An efficiency data envelopment analysis model reinforced by classification and regression tree for hospital performance evaluation. *Journal of medical systems*, 35(5), 1075-1083.
- Cooper William, W.; Seiford Lawrence, M. ve Z, Joe. (2004). *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Christopoulos, A. G., Dokas, I. G., Katsimardou, S., ve Spyromitros, E. (2020). Assessing banking sectors' efficiency of financially troubled Eurozone countries. *Research in International Business and Finance*, 52, 101-121.
- Çakın, E. (2017). *Ülkelerin inovasyon performansının ölçülmesinde yapay sinir ağları, bulanık DEMATEL tabanlı analitik ağ süreci ve ağırlık kısıtlı veri zarflama analizi yaklaşımlarının bütünlük olarak kullanılması ve bir uygulama*, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
- Çelik, T., ve Esmeray, A. (2014). Kayseri'deki özel hastanelerde maliyet etkinliğinin veri zarflama metoduyla ölçülmesi. *Journal Of Alanya Faculty Of Business/Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 6(2), 45-54.
- Çetin, A. C. (2006). Türk tekstil sektörü ve Türk Tekstil firmalarının etkinlik düzeylerinin belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 255-278.
- Demir, Y., ve Gençtürk, M. (2006). İMKB'de İşlem gören yerli ve yabancı bankaların görece etkinliklerinin veri zarflama analizi ile Ölçümü. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(2), 49-74.
- Demirel, A. C., ve Hazar, A. (2020). Veri zarflama analizi ile ticari bankaların etkinlik ölçümüne yönelik bir uygulama. *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 43-58.
- Emrouznejad, A., ve Yang, G. L. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. *Socio-economic planning sciences*, 61, 4-8.

- Eren, T ve Özbek, A. (2013). analitik ağ süreci yaklaşımıyla üçüncü parti lojistik (3pl) firma seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27(1), 95-113.
- Fraser, I., ve Cordina, D. (1999). An Application of data envelopment analysis to irrigated dairy farms in Northern Victoria, Australia. *Agricultural Systems*, 59(3), 267-282.
- Gastaldi, M., Lombardi, G. V., Rapposelli, A., ve Romano, G. (2020). The efficiency of waste sector in Italy: an application by data envelopment analysis. *Environmental and Climate Technologies*, 24(3), 225-238.
- Göktolga, Z., ve Artut, A. (2014). İktisadi ve İdari Bilimler Fakülteleri'nin bulanık veri zarflama analizi ile verimlilik ölçümü. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 15(1), 55-75.
- Güngör, Z., Serhadlıoğlu, G., ve Kesen, S. E. (2009). A fuzzy AHP approach to personnel selection problem. *Applied Soft Computing*, 9(2), 641-646.
- Kabnurkar, A. (2001). *Mathematical modeling for data envelopment analysis with fuzzy restrictions on weights*, Doctoral dissertation, Virginia Tech, Virginia
- Kaya, A., Öztürk, M. Ve Özer, A. (2010). Metal eşya, makine ve gereç yapım sektöründeki işletmelerin veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(1), 129-147.
- Kaya, A., ve Çoşkun, A. (2016). VZA ile işletmelerde etkinliğin ölçülmesi: BİST gıda, içki ve tütün sektöründe bir uygulama. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 231-242.
- Keskin, B., ve Köksal, C. D. (2019). A hybrid AHP/DEA-AR model for measuring and comparing the efficiency of airports. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- Kocakoç, İ. D. (2003). Veri Zarflama analizi'ndeki ağırlık kısıtlamalarının belirlenmesinde analitik hiyerarşi sürecinin kullanımı. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), 1-12.
- Kong, W. H., ve Fu, T. T. (2012). Assessing the performance of business colleges in Taiwan using data envelopment analysis and student based value-added performance indicators. *Omega*, 40(5), 541-549.
- Kök, D., ve Aksu, G. (2013). Müşteri kredi değerliliğinin belirlenmesinde analitik ağ süreci kullanımı: Bir model önerisi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (59), 167-186.



- Kula, V., ve Özdemir, L. (2007). Çimento sektöründe göreceli etkinsizlik alanlarının veri zarflama analizi yöntemi ile tespiti. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 55-70.
- Küçükaksoy, İ., ve Önal, S. (2013). Türk bankacılık sektöründe faaliyet gösteren bankaların etkinliklerinin veri zarflama analizi yöntemi ile ölçülmesi: 2004-2011 yılları uygulaması. *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, (18), 56-80.
- Lai, P. L., Potter, A., Beynon, M., ve Beresford, A. (2015). Evaluating the efficiency performance of airports using an integrated AHP/DEA-AR technique. *Transport Policy*, 42, 75-85.
- Lan W., Chiang H. ve Ming-Lang T. (2009), Selection of optimal suppliers in supply chain management strategy with analytic network process and choquet integral. *Computers & Industrial Engineering* 57, 330-340.
- Mazumder, S., Kabir, G., Hasin, M., ve Ali, S. M. (2018). Productivity benchmarking using analytic network process (ANP) and data envelopment analysis (DEA). *Big Data and Cognitive Computing*, 2(3), 27.
- Mohaghar, A., Fathi, M. R., ve Jafarzadeh, A. H. (2013). A Supplier Selection Method Using Ar-Dea And Fuzzy Vikor. *International Journal Of Industrial Engineering*, 20 (5), 387-400
- Orçun, Ç., Çimen, A., ve Şahin, A. (2014). Şirket etkinlikleri: İMKB 100 imalat sanayi şirketleri uygulaması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (39), 21-34.
- Özdağoğlu, A. (2008). Tesis yeri seçiminde farklı bir yaklaşım: bulanık analitik serim süreci. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(1), 421-453.
- Özden, Ü.H. (2008). Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye'deki Vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*. 37(2), 167-185.
- Paradi, J. C., ve Schaffnit, C. (2004). Commercial branch performance evaluation and results communication in a Canadian bank—a DEA application. *European Journal of Operational Research*, 156(3), 719-735.
- Pastor, J. T., ve Ruiz, J. L. (2007).. In *Modeling data irregularities and structural complexities in data envelopment analysis*. Boston: Springer.

- Qi, X. G., ve Guo, B. (2015). A weight restricted dea model for the supplier evaluation and selection. *2015 International Conference on Industrial Technology and Management Science: 27-28 Mart 2015* (613-616) Tianjin: Atlantis Press.
- Ramanathan, R. (2003). *An introduction to data envelopment analysis: a tool for performance measurement*, New Delhi: Sage Publications
- Ray, S. C. (2004). *Data envelopment analysis: theory and techniques for economics and operations research*, Cambridge: Cambridge university press.
- Razmi, J., ve Rafiei, H. (2010). An integrated analytic network process with mixed-integer non-linear programming to supplier selection and order allocation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 49(9-12), 1195-1208.
- Saaty, T. L. (1996). *Decision making with dependence and feedback: The analytic network process*, Pittsburgh: RWS publications.
- Saaty, T. L. (1999, August). Fundamentals of the analytic network process. *Proceedings of the 5th international Symposium on the Analytic Hierarchy Process* içinde (12-14), 12 Ağustos 1999, Kobe: Japonya
- Saaty, T. L. (2005). *Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks*, Pittsburg: RWS publications.
- Saaty, T. L. (2008). The analytic hierarchy and analytic network measurement processes: applications to decisions under risk. *European journal of pure and applied mathematics*, 1(1), 122-196.
- San Cristóbal, J. R. (2011). A multi criteria data envelopment analysis model to evaluate the efficiency of the Renewable Energy technologies. *Renewable Energy*, 36(10), 2742-2746.
- Sarkis, J. (1999). A methodological framework for evaluating environmentally conscious manufacturing programs. *Computers & Industrial Engineering*, 36(4), 793-810.
- Sarıca, K., ve Or, I. (2007). Efficiency assessment of Turkish power plants using data envelopment analysis. *Energy*, 32(8), 1484-1499.
- Saen, R. F. (2010). Performance measurement of power plants in the existence of weight restrictions via slacks-based model. *Benchmarking: An International Journal*. 17(5), 677-691.

- Sen, P., Roy, M., ve Pal, P. (2017). Evaluation of environmentally conscious manufacturing programs using a three-hybrid multi-criteria decision analysis method. *Ecological Indicators*, 73, 264-273.
- Şenel, T., ve Gümüştekin, S. (2015). Samsun'daki hastanelerin etkinliklerinin değerlendirilmesinde veri zarflama analizi kullanılması. *International Anatolia Academic Online Journal Sciences Journal*, 3(2), 53-60.
- Şengül, Ü. (2020). BİST 100 de yer alan ana metal sanayi firmalarının veri zarflama analizi ile performans ölçümü. *Journal Of Life Economics*, 7(2), 161-176.
- Thanassoulis, E., Boussofiane, A., ve Dyson, R. G. (1996). A comparison of data envelopment analysis and ratio analysis as tools for performance assessment. *Omega*, 24(3), 229-244.
- Thompson, R. G., Langemeier, L. N., Lee, C. T., Lee, E., ve Thrall, R. M. (1990). The role of multiplier bounds in efficiency analysis with application to Kansas farming. *Journal of econometrics*, 46(1-2), 93-108.
- Tohumcu, Z., ve Karasakal, E. (2010). R&D project performance evaluation with multiple and interdependent criteria. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 57(4), 620-633.
- Topak, M., S., ve Alacaatlı, Y. (2020). Bankalarda etkinliğin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi: Türkiye'deki kamu, özel ve yabancı sermayeli bankalar üzerine karşılaştırmalı bir araştırma, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12 (4), 4340-4350
- Torun, N. K., ve Özdemir, A. (2015). Türk bankacılık sektörünün 2008 küresel finansal krizi sürecinde veri zarflama analizi ile etkinlik analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (33), 129-142.
- Ustasüleyman, T., ve Perçin, S. (2007). Analitik ağ süreci yaklaşımıyla kuruluş yeri seçimi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 37-55.
- Warning, S. (2014). How to pick your staff? Using data envelopment analysis. *Management Research Review*, 37(9), 815-832.
- Wei, W. L., ve Chang, W. C. (2008). Analytic network process-based model for selecting an optimal product design solution with zero-one goal programming. *Journal of Engineering Design*, 19(1), 15-44.

- Wey, W. M., ve Chang, Y. H. (2009). A comparative location study for the joint development station of a mass rapid transit system: a case in Taichung City in Taiwan. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36(4), 573-587.
- Yenioğlu, Z. A., ve Ateş, V. (2019). Yenilenebilir enerji kullanımındaki göreceli etkinliklerin veri zarflama analizi ile değeriendirilmesi: Türkiye ve bazı Avrupa ülkeleri örneği. *Politeknik Dergisi*, 22(4), 863-869.
- Yun, Y. B., Nakayama, H., ve Tanino, T. (2004). A generalized model for data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 157(1), 87-105.

## **An Application on Efficiency Measures of Businesses with Analytic Network Process and Data Envelopment Analysis**

---

### **Extended Abstract**

---

#### **1. Introduction**

With the globalizing world economy, competition conditions have become heavier in all sectors, and it has become crucial for businesses to have a strong financial structure and performance to maintain their structure and achieve strategic goals. Evaluation of financial performance and comparison of businesses with others in the same sector have an important place for the planning.

The main purpose of the study is to measure the financial performance efficiency of the businesses registered in the BIST Food, Beverage and Tobacco index with the weight restricted assurance region data envelopment analysis (DEA) model (DEA/AR), which is constructed using the weights obtained by the Analytic Network Process (ANP). It is also aimed to determine the businesses that will be referenced to the inefficient ones in terms of financial performance and what those inefficient businesses should do to become efficient.

#### **2. Method**

DEA is a non-parametric efficiency measurement system designed to measure the relative efficiency of decision making units (DMUs) that produce similar goods and services (Thanassoulis vd, 1996, ss. 229-230). The CCR (Charnes, Cooper and Rhodes, 1978) model, which is used in DEA and based on the principle of constant returns to scale, is the first DEA model to be introduced. The BCC (Banker, Charnes and Cooper, 1984) model, on the other hand, measures variable returns to scale based efficiency (Göktolga and Artut, 2014, s. 58).

In classical DEA models, as in CCR and BCC models, there are optimal results of input and output weights that will maximize the efficiency of DMUs. Weight constraints can be used in DEA to avoid problems such as inputs and outputs that may be important for some DMUs having weights less than necessary, or that some unimportant variables having unnecessary high weights. To determine weight constraints, decision makers can refer to expert opinions, market data or multi criteria decision making methods such as ANP, Analytic Hierarchy Process (AHP), DEMATEL (Çakın, 2017, ss. 124-125; Kocakoç, 2003, s. 4).

DEA/AR model was first used by Thompson et al. (1990). Thompson et al. (1990) stated that the weight constraints increased the discriminative power of the model and brought the efficiency scores to a more realistic level.

DEA/AR model, which directly adds constraints to the weights of inputs and outputs, is analyzed in two different models, AR I and AR II. In the AR I model, inputs and outputs are considered independently of each other. In the AR II model the relations between inputs and outputs are handled with a wholistic approach (Çakın, 2017, ss. 125-126; Kabnurkar, 2001, s. 46).

ANP, used in this study to determine the weights of the input and output variables, is a measurement method introduced by Saaty (1996) through the generalization of AHP. The primary feature that distinguishes ANP from AHP is that it considers the relationships and feedbacks among the criteria (Saaty, 1996, s. 2).

Within the scope of the efficiency analysis in this study, 18 businesses were considered as DMUs, and efficiency measurements were made on 6 input and 3 output variables. The input variables in the analysis are asset turnover ratio, equity turnover ratio, fixed assets turnover ratio, stock turnover ratio, current ratio and acid-test ratio. The ratios used as the output variables are return on assets, return on equity and return on operations. CCR, BCC and DEA/AR (AR I) models of DEA were used for efficiency analysis and ANP method to obtain the weight constraints required by the DEA/AR model. The Super Decisions program was used to obtain the weights with ANP and the Efficiency Measurement System (EMS) program was used for the solution of the input-oriented CCR, BCC and DEA/AR models in efficiency measurement.

### **3. Results and Discussion**

By using the financial ratios of 18 businesses, the efficiency scores are obtained with both CCR and BCC input-oriented models. According to the results 6 businesses are efficient in CCR model and 12 businesses in BCC model. Through these results the benchmarks and required improvements for inefficient businesses are also stated. From the assessments of 4 experts ANP is used to calculate the input and output weights and after that to obtain lower and upper limits of those weights for DEA/AR model. According to the results of weight restricted CCR model one business is efficient, and 4 businesses become efficient with the weight restricted BCC model. It was observed that the weight limits used in the DEA/AR models decreased the number of efficient DMUs and hence gave more realistic results by discriminating the efficient and inefficient DMUs more accurately.

### **4. Conclusion**

It has been observed that in the relative efficiency analyzes conducted through the input and output variables used in this study with the input oriented CCR and BCC models on financial performance, as well as similar results to the literature some different results were also obtained. In this direction, it is thought that different studies can be brought to the literature through different input and output variables or through different methods and models such as DEA/AR.

In this study, it was aimed to determine the efficiencies of the businesses operating in the examined sector and to guide the business owners, third parties planning to invest in the sector and researchers who want to do similar studies. While there are many DEA studies in the literature on this sector, it is thought that the study will contribute, cause DEA/AR model is not used in any of these studies. It is anticipated that the DEA/AR model will be used more frequently in this sector and/or similar sectors in future studies. ANP used to construct the weight constraints in this study allows expert opinions to be included in the process of weight calculation. It is thought that different studies can be introduced by using different multi criteria decision making methods in calculating the weight values through applications to be made in the same and/or similar sectors and comparative analysis can be performed with other weighting methods.