



ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMLARI İLE TARIM İŞLETMELERİNİN PERFORMANS ANALİZİ

**DR. ANIL İLKEM ASLAN
PROF. DR. TUNCER ÖZDİL**

**SERÜVEN
YAYINEVİ**

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2023

ISBN • 978-625-6760-45-5

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz. The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak Ümit Apt No: 22/A
Çankaya/ANKARA

Telefon/ Phone: 05437675765

web: www.seruyenyayinevi.com

e-mail: seruyenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

**ÇOK KRİTERLİ KARAR
VERME YAKLAŞIMLARI İLE
TARIM İŞLETMELERİNİN
PERFORMANS ANALİZİ**

DR. ANIL İLKEM ASLAN
PROF. DR. TUNCER ÖZDİL

ÖNSÖZ

Günümüzde yaşanan küreselleşme ile birlikte ortaya çıkan teknolojik gelişmeler ve yoğun rekabet, işletmelerin, kaynaklarını daha etkin ve verimli kullanmalarını ve rakip firmalara karşı stratejik konumlarını ortaya koymalarını gerektirmektedir. Bu doğrultuda çalışmanın temel amacı, Borsa İstanbul'da (BİST) 2016-2021 yıllarında işlem gören tarım ve gıda sektöründe yer alan işletmelerin finansal verilerinden yararlanarak, ortak özelliklere sahip işletmelerin belirlenmesi için Kümeleme Analizi ve işletme performanslarının en iyiden en kötüye doğru sıralanabilmesi için TOPSIS yöntemi ve firmaların etkinliklerini ölçmek içinde Bulanık Veri Zarflama Analizi gibi çok kriterli karar verme teknikleri kullanılmıştır.

Bu kitap çok kriterli karar verme teknikleri arasında yer alan Bulanık Veri Zarflama Analizi, TOPSIS ve Kümeleme analizlerinin ne için kullanıldıklarını ve nasıl hesaplandıklarını ayrıntılı olarak açıklamaktadır. Bu kapsamda çalışmamız toplam dört bölümden oluşmakta olup; birinci bölümde Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA), ikinci bölümde TOPSIS, üçüncü bölümde Kümeleme Analizleri teorik açıdan incelenmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde ise; BİST'e kayıtlı tarım ve gıda sektöründe yer alan 28 işletmenin BVZA ile etkinlikleri, TOPSIS yöntemi ile performans sıralamaları ve Kümeleme Analizi ile de işletmeler arasındaki benzerlikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Gerçekleştirilen analizler 2016-2021 yıllarını kapsamakta olup, 2016-2021 yılı verilerinin geometrik ortalamaları alınmış ve 2021 yılı verileri tek başına incelenmiştir. Analizlerin gerçekleştirilmesinde verilerin elde edilebilirliği ve literatür taraması sonuçları dikkate alınarak finansal performans ölçütlerinden karlılık, büyüme ve likidite ölçütleri dikkate alınmıştır. Bu ölçütler kapsamında analizlere dahil edilen değişkenler; Dönen Varlıklar/Kısa Vadeli Borçlar, Toplam Borçlar/Aktif Toplam, Kısa Vadeli Borçlar/Aktif Toplam, Uzun Vadeli Borçlar/Aktif Toplam, Net Satışlar/Aktif Toplam, Stok Devir Hızı, Net Kar/Özsermaye, Net Kar/Satışlar'dır.

Bu çalışma; Prof. Dr. Tuncer Özdil danışmanlığında Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı İşletme Programında Dr. Anıl İlkem Aslan tarafından yazılmış "Döngüsel Ekonomi Kapsamında Türk Tarım İşletmelerinin Etkinlik Analizi: Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Bir İnceleme" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
1. BÖLÜM.....	1
BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (BVZA-FUZZY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS-FDEA)	1
1. Bulanık Veri Zarflama Analizi İle İlgili Kavramlar	2
1.1. Bulanık Kümeler.....	2
1.2. Bulanıklaştırma	3
1.3. Bulanık Sayı.....	3
1.4. Bulanıklıktan Kurtarma	5
1.5. Güvenilirlik Ölçüsü	6
1.6. Olasılık Ölçüsü.....	7
1.7. Gereklilik Ölçüsü	8
2. BVZA Yaklaşımları	8
3. CCR ve BCC Modellerinin Bulanık Versiyonları	15
3.1. Bulanık CCR Modeli	15
3.2. Bulanık BCC Modeli	16
2. BÖLÜM.....	18
TOPSIS.....	18
(TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION).....	18
3. BÖLÜM.....	24
KÜMELEME ANALİZİ	24
1. Kümeleme Analizi Yöntemleri	25
1.1. Hiyerarşik Kümeleme Yöntemleri.....	25
1.2. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemleri	28
2. Küme Sayısının Belirlenmesi.....	29
4. BÖLÜM.....	31
TARIM İŞLETMELERİ ÜZERİNE UYGULAMA	31
1. BİST'e Kayıtlı Tarım İşletmelerinin Etkinlik Ve Sıralamalarının Bulanık Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi	36
2. BİST'e Kayıtlı Tarım İşletmelerinin Finansal Performanslarının TOPSIS Yöntemi İle Ölçülmesi.....	61
3. BİST'e Kayıtlı Tarım İşletmelerinin Kümeleme Analizi İle İncelenmesi	76
4. Analiz Sonuçlarına Genel Bakış.....	81
SONUÇ	86
KAYNAKÇA	88

1. BÖLÜM

BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (BVZA-FUZZY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS-FDEA)

Veri Zarflama Analizi (VZA), birden çok girdi ve çıktı temelinde karar verme birimlerinin göreceli verimliliğini değerlendirmek için parametrik olmayan bir yöntemdir. VZA, diğer istatistiksel yaklaşımlara kıyasla birçok avantaj sağlasa da, bazı sınırlamaların dikkate alınması gerekir. VZA yaklaşımı, verimliliği hesaplamak için KVB'lerin girdi ve çıktıları tarafından oluşturulan verimlilik sınırını kullanan kesin veriye dayalı bir yaklaşımdır. Bu nedenle, KVB'lerinin girdi ve/veya çıktı verilerinde herhangi bir belirsizlik, verimlilik sınırının yer değiştirmesine ve verimlilik değerlerinde değişikliklere yol açmaktadır. Belirsiz veriler; ölçülemeyen, eksik, nitel veya elde edilemeyen bilgilerin sonucu oluşabilir (Amirkhan vd., 2018: 218). Bu durum da önemli bir sorun olan verilere duyarlılık ile karşılaşılmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, üretim sistemi veya hizmet sistemi gibi birçok durumda, girdiler ve çıktılar sabit olmayıp karmaşık olabilir, bu nedenle girdi ve çıktıları doğru bir şekilde ölçmek zordur. Bu nedenle verilerin bulanık olduğu dikkate alınmalıdır (Wen, You ve Kang, 2010: 3398-3399; Amirteimoori ve Kordrostami, 2005: 1266).

Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA), belirsizlik ortamında bir dizi faaliyetin veya kuruluşun performansını karşılaştırmak için kullanılan bir araçtır. VZA'nın altında yatan varsayım, tüm verilerin belirli sayısal değerler biçimini almasıdır. Ancak bazı uygulamalarda veriler kesin olmayabilir. BVZA modellerindeki kesin olmayan veriler bulanık kümelerle temsil edilir ve BVZA modelleri bulanık doğrusal programlama modelleri biçimini alır (Lertworasirikul vd., 2003: 337). Kesin olmayan veriler genellikle sınırlı aralıklarla, sıralı verilerle veya belirsiz sayılarla ifade edilebilir. Matematiksel açıdan bulanık küme, ortamın belirsiz olduğu durumlarda kesin olmayan tahminlerin ele alınmasına izin veren bir teori olup "olabilirlik teorisi" Zadeh (1965) tarafından geliştirilmiştir (Nastis, Bournaris ve Karpouzou, 2019: 573). Zadeh (1965) tarafından geliştirilen bulanık kümeler teorisi, istatistiksel bir açıklamadan ziyade bir tür içsel belirsizlikten kaynaklanan çeşitli problemleri ele almak için tanıtılmıştı (Luca ve Termini, 1972: 301). Zadeh'in ardından bulanık matematiksel programlama yaklaşımını geliştiren kişi Sengupta olmuştur. Sengupta (1992), kısıtlamaların ve amaç fonksiyonunun net bir şekilde belirlenemediği bulanık bir matematiksel programlama yaklaşımını sunmuştur. Yayınında, birden çok girdiye ve tek bir çıktıya sahip KVB'leri için VZA modellerinin bir genellemesini ele almıştır. Doğrusal, doğrusal olmayan ve VZA'ya dayanan bulanık matematiksel programlama modellerini değerlendirmiştir. Geliştirdiği modelde hem amaç fonksiyonu hem de kısıtlamalar bulanıklaştırılmıştır (Saati, Memariani ve Jahanshahloo, 2002: 255; Amirkhan vd., 2018: 220). Bulanık VZA'nın

önemli özellikleri, tekniğin parametrik olmaması ve birden fazla çıktı ölçüsünün kullanılabilmesidir (Bray, Caggiani ve Ottomanelli, 2015: 198).

Bulanık mantık, veri ya da tecrübeler yardımıyla elde edilen değerlerin belirli algoritmalar ile işlenip, belirli kurallar çerçevesinde matematiksel işlemler kullanılarak sonuçlar elde etmek olarak tanımlanabilir. Bulanık mantıkta, her şey 0-1 gibi kesin değere sahip olmayıp ara değerlerin olduğu (0.25, 0.75 gibi) varsayılır. Böylece çok farklı değerler elde edilebilir ve rakamlar haricinde “biraz, az, orta, normal” gibi sözel değişkenlerle de ifade edilebilir (Keskenler ve Keskenler, 2017: 3; Şafak, 2009: 48). Mantık kavramı M.Ö. Aristoteles dönemlerinden günümüze kadar gelmekle birlikte, matematiksel olarak bulanık mantığın temeli Zadeh (1965) tarafından atılmıştır. Zadeh tarafından geliştirilen bulanık mantığın temel ilkeleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Keskenler ve Keskenler, 2017: 7):

- Yaklaşık değerler kullanılmaktadır,
- Bilgi orta, uzun gibi dilsel ifadeler ile tanımlanabilir,
- Değerler [0-1] aralığında bir üyelik derecesi ile gösterilebilir,
- Mantıksal ifadeler bulanık ifadelere dönüştürülebilir,
- Matematiksel modeli zorlu olan konular için bulanık mantık daha doğru bir yöntemdir.

1. Bulanık Veri Zarflama Analizi İle İlgili Kavramlar

Bulanık veri zarflama analizi kapsamında verilerin bulanıklaştırılması sürecinde bulanık küme, bulanık sayı, bulanıklaştırma ve bulanıklıktan kurtarma gibi kavramların bilinmesi gerekmektedir.

1.1. Bulanık Kümeler

U söylem evrenindeki bir bulanık F kümesi, [0,1] aralığında değerler alan μ_F üyelik fonksiyonu ile gösterilir, yani $\mu_F: U \rightarrow [0,1]$ 'dir. Bir bulanık küme, üyelik fonksiyonu sadece iki değer (0,1) alan küme olarak görülebilir. Böylece, U evrenindeki bir bulanık F kümesi, bir U genel elemanın sıralı çiftlerinin bir kümesi ve üyelik fonksiyonunun derecesi olarak temsil edilebilir: $F = \{(u, \mu_F(u)) | u \in U\}$. U evreni sürekli olduğunda, bir bulanık F kümesi $F = \int_u \mu_F(u)/u$ şeklinde yazılabilir. U evreni ayrık olduğunda ise, bir bulanık F kümesi şu şekilde temsil edilir (Lee, 1990: 405):

$$F = \sum_{i=1}^n \mu_F(u_i)/u_i$$

Bir $S \subset U$ kümesi, bulanık küme $s = (U, F)$ ile doğal bir şekilde ilişkilendirilir: $S = cl\{u \in U | F(x) > 0\}$, bu ilişki F'in pozitif değerler aldığı U evrenindeki kümenin sonlandırılmasıdır.

Küme üyelik fonksiyonu F , en az bir $u \in S \subset U$ elemanı için $F(x) = 1$ değerinin elde edilmesi anlamında normalize edilmektedir ve normalleştirme matematiksel açıdan yapılmalıdır (Geering, 1998: 1).

1.2. Bulanıklaştırma

$s_i, i = 1, 2, \dots, k$ gibi birkaç bulanık küme tarafından kapsanan bir U sinyal uzayı düşünüldüğünde bulanık soru şu hale gelir (Geering, 1998: 2):

Bir $u \in U$ vektörü verildiğinde; u, s_i bulanık kümelerinden hangisine aittir veya u, s_i bulanık kümeleriyle ilişkili S_i kümelerinden hangisinde bulunur?

Matematiksel küme teorisinde, S_i kümelerinin her birinin cevabı ikilidir. Bulanık küme teorisinde küme üyeliği “dereceye göre” belirlenir. Bir bulanık küme $s = (U, F)$ düşünüldüğünde rastgele bir $u \in U$ elemanı, $d = f(x)$ dereceli bulanık küme s 'ye aittir.

Dolayısıyla, bulanık sorunun cevabı şu olacaktır: u, s_i bulanık kümelerinin her birinde bazı değerler alır ki $d_i = f_i(u), i = 1, 2, \dots, k$ derecelerine ait olacaktır.

1.3. Bulanık Sayı

Bulanık sayıları tanımlamak için Üçgen, S tipi, Dikdörtgen gibi farklı üyelik fonksiyonları kullanılmış olup üçgen bulanık sayılar literatürde daha çok kullanıldığı ve önem kazandığı söylenebilir. Bulanık kümeler teorisi, VZA'da belirsizliği modellemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bulanık sayı, her biri 0 ve 1 arasında üyelik dercesine sahip belirli bir gerçek sayı aralığı ile karakterize edilmiş dışbükey bulanık bir kümedir (Jahanshahloo, Soleimani-damaneh ve Nasrabadi, 2004: 177).

\tilde{a} bir bulanık sayı, yani sürekli üyelik fonksiyonuna sahip dışbükey normalleştirilmiş bir bulanık alt kümesi olsun;

$$[\tilde{a}]_a = \{x \in R: \mu_{\tilde{a}}(x) \geq a\}, \quad (1)$$

burada $\mu_{\tilde{a}}, \tilde{a}$ ve $a \in (0, 1]$ 'in üyelik fonksiyonudur.

Herhangi bir a -düzey kümesinin alt ve üst noktaları, $\inf[\tilde{a}]_a$ ve $\sup[\tilde{a}]_a$ tarafından temsil edilir ve her ikisinin de sonlu olduğunu varsayılır.

Carlsson ve Fuller, bulanık sayı \tilde{a} 'nın olasılıklı ortalama değerini (M) ve varyansını (Var) aşağıdaki gibi tanımlar;

$$M(\tilde{a}) = \int_0^1 a(\inf[\tilde{a}]_a + \sup[\tilde{a}]_a) da, \quad (2)$$

$$Var(\tilde{a}) = \frac{1}{2} \int_0^1 a(\inf[\tilde{a}]_a - \sup[\tilde{a}]_a)^2 da \quad (3)$$

Örneğin, $\tilde{a} = (a, \gamma, \beta)$, a merkezli $\gamma(>0)$ sol genişliği ve $\beta(>0)$ sağ genişliği olan üçgen bulanık sayı ise bu durumda;

$$M(\tilde{a}) = a + \frac{\beta-\gamma}{6}, \quad (4)$$

$$Var(\tilde{a}) = \frac{(\beta+\gamma)^2}{24} \quad (5)$$

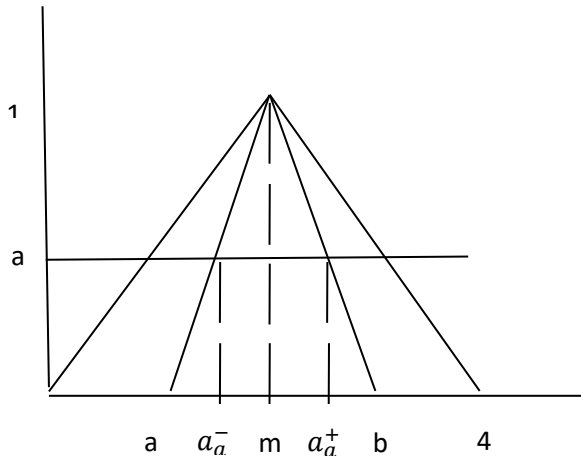
olacaktır. Ayrıca, bulanık bir sayının standart sapması (sd), varyansının pozitif karekökü olarak tanımlanır. Dolayısıyla, yukarıda belirtilen üçgen bulanık sayı için;

$$Sd(\tilde{a}) = \frac{\beta+\gamma}{\sqrt{24}} \quad (6)$$

formülü kullanılacaktır.

Bulanık sayıların karşılaştırılmasında kullanılan yöntemlerden bazıları ortalama değer kavramını kullanırken, bazıları da aşağıdaki gibi α -düzeyi kümeleri kavramını kullanarak bulanık sayıları karşılaştırır:

Şekil 1: α -Düzey Bulanık Sayı



$$\tilde{a} \leq \tilde{b} \leftrightarrow \inf[\tilde{a}]_a \leq \inf[\tilde{b}]_a \text{ ve } \sup[\tilde{a}]_a \leq \sup[\tilde{b}]_a$$

Kaynak: Jahanshahloo, Soleimani-damaneh ve Nasrabadı, 2004: 178.

Bu karşılaştırma yöntemi, VZA'da bulanık CCR modelini çözmek için kullanılmıştır. Ancak bu karşılaştırma yöntemi bazı durumlarda sorunlu olabilir. Bu yaklaşım, bulanık sayıların bazılarının karşılaştırılmasında başarısızdır. Örneğin, şekil 1'de gösterilen $\tilde{a}=(m,m,m)$ ve $\tilde{b}=(m,a,a)$ 'nin iki üçgen bulanık sayı olduğu görülmektedir. Bu durumda her bir $a \in (0, 1]$ için $\inf[\tilde{a}]_a < \inf[\tilde{b}]_a$ iken $\sup[\tilde{a}]_a > \sup[\tilde{b}]_a$ olduğu açıktır. Dolayısıyla $\tilde{a} \leq \tilde{b}$ ve $\tilde{b} \leq \tilde{a}$ geçerli olmayacaktır. Ayrıca, üyelik işlevi bu eşitsizliğin geçerlilik derecesini gösteren üyelik fonksiyonu olarak $\tilde{a} \leq \tilde{b}$ ilişkisine bulanık bir sayı eklemek daha iyi olacaktır. Bu durumda, "daha az veya eşit" ilişkisi kesin bir ilişki değildir ve \leq yerine \lesssim kullanılmalıdır (Jahanshahloo, Soleimani-damaneh ve Nasrabadı, 2004: 178). Şekil 1 incelendiğinde bulanık kümenin alt sınırı olan "a" ve üst sınırı olan "b" değerleri aşağıdaki formüllerle belirlenebilmektedir;

$$a_a^- = a + a(m-a) \quad (7a)$$

$$a_a^+ = b - a(b-m) \quad (7b)$$

Kolay olması açısından üçgen bulanık sayılar ele alındığında;

Tanım 1: $\tilde{a} = (c_1, a_1, \beta_1)$ ve $\tilde{b} = (c_2, a_2, \beta_2)$ olduğunda c_i, a_i, β_i ; ($i=1,2$) iki üçgen bulanık sayıdır ve sırasıyla ilgili sayıların sol, sağ ve merkezi olacaktır. Aşağıdaki üyelik fonksiyonu, aralarındaki ilişkiyi belirlemektedir:

$$\mu(\tilde{a} \lesseqgtr \tilde{b}) = \begin{cases} 1, & M(\tilde{a}) \leq M(\tilde{b}) \\ 1 - \frac{M(\tilde{a}) - M(\tilde{b})}{\frac{a_1 + \beta_1 + a_2 + \beta_2}{2}}, & M(\tilde{b}) < M(\tilde{a}) \leq M(\tilde{b}) + \frac{a_1 + \beta_1}{2} + \frac{a_2 + \beta_2}{2}, \\ 0, & \text{aksi halde "0" olur} \end{cases} \quad (8)$$

Yukarıdaki tanımı kullanarak bulanık sayıların bulanık karşılaştırması, a-düzeyi tabanlı yöntemle ilgili problemlerin üstesinden gelir. Ayrıca bu yaklaşım, her eşitsizliğin geçerliliğine üyelik fonksiyonu olan bir bulanık sayı ekler (Jahanshahloo, Soleimani-damaneh ve Nasrabadi, 2004: 178-179).

1.4. Bulanıklıktan Kurtarma

Bu yaklaşımın temel mantığı bulanık olan girdi (x) ve çıktıları (y) kesin (net) değerlere dönüştürerek doğrusal programlama yöntemi ile çözülebilir hale getirmektir. Bulanıklıktan kurtarmak için kullanılan dört yöntem vardır (Lertworasirikul, 2002: 42-44).

a) Alan Merkezi Yöntemi (COA): Bu yöntemde kesinlik değeri üyelik fonksiyonunun altındaki alanın merkezine göre seçilmektedir. $\tilde{z} = \{(z, \mu(z)) | z \in Z\}$ 'nin bulanık kümesi ve $\mu(z)$ kümeye karşılık gelen üyelik işlevi olduğu varsayıldığında COA yöntemi ile elde edilen kesin değer şu şekilde hesaplanır:

$$z^a = \frac{\int_Z z \cdot \mu(z) dz}{\int_Z \mu(z) dz} \quad (9)$$

Bulanık küme çok değişkenli olduğunda bu yöntem çok karmaşık olacaktır.

b) Max-Max Yöntemi: Bu yöntemde bulanık kümenin maksimum üyelik derecesini içeren kısım dikkate alınır. Daha sonra, kesin değer, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanan bu aralığın maksimum değerine karşılık gelir:

$$z^b = \sup \left\{ z \mid \tilde{z} = \arg \max_{z \in Z} (\mu(z)) \right\} \quad (10)$$

c) Min-Max Yöntemi: Bu yöntemde, maksimum üyelik derecesini içeren bulanık küme aralığı da dikkate alınmaktadır. Bununla birlikte, kesin değer, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanan bu aralığın minimum değerine karşılık gelir:

$$z^c = \inf \left\{ \bar{z} \mid \bar{z} = \arg \max_{z \in Z} (\mu(z)) \right\} \quad (11)$$

d) Maxima Yönteminin Ortalaması (MOM): Bu yöntemde, bulanık kümenin maksimum üyelik derecesine sahip kısmı dikkate alınmaktadır. Bu durumda, kesinlik değeri, maksimum üyelik derecesine sahip bölümdeki ortalama değere karşılık gelir. Böylece, MOM yönteminden elde edilen kesin değer şu şekilde ifade edilir:

$$z^d = \frac{z^b + z^c}{2} \quad (12)$$

1.5. Güvenilirlik Ölçüsü

θ boş olmayan bir küme ve $P(\theta)$ 'nin ise θ 'nin kuvvet kümesi olduğu düşünüldüğünde herhangi bir $A \in P(\theta)$ için, bulanık A olayının meydana gelme şansını ifade etmek için bir $Cr\{A\}$ güvenilirlik ölçüsü geliştirilmiştir. $Cr\{\cdot\}$ küme fonksiyonunun ancak aşağıdaki durumda bir güvenilirlik ölçüsü olduğu kanıtlanmıştır:

- 1- $Cr\{\theta\} = 1$,
- 2- $Cr\{A\} \leq Cr\{B\}$, her ne zaman $A \subset B$ olduğunda,
- 3- Cr kendince çifttir, yani herhangi bir $A \in P(\theta)$ için $Cr\{A\} + Cr\{A^c\} = 1$,
- 4- $Cr\{U_i A_i\} = \sup_i Cr\{A_i\}$, $P(\theta)$ cinsinden herhangi bir $\{A_i\}$ koleksiyonu için $Cr\{A_i\} < 0,5$ dir.

$(\theta, P(\theta), Cr)$ üçlüsü güvenilirlik alanı olarak adlandırılır ve bulanık değişken uzayda ki reel sayılar kümesinin bir fonksiyonu olarak tanımlanır. Ayrıca, güvenilirlik teorisi matematiğin bir dalı olarak da geliştirilmiştir.

ε 'nin güvenilirlik uzayında $(\theta, P(\theta), Cr)$ tanımlanan bir bulanık değişken olduğu varsayılmaktadır. Daha sonra üyelik fonksiyonu, güvenilirlik ölçüsünden aşağıdaki gibi türetilir:

$$\mu(x) = (2Cr\{\varepsilon = x\} \wedge 1), \quad x \in R \quad (13)$$

Tersine, ε üyelik fonksiyonu μ olan bir bulanık değişken olsun. O zaman herhangi bir B reel sayı kümesi için,

$$Cr\{\varepsilon \in B\} = \frac{1}{2} \left(\sup_{x \in B} \mu(x) + 1 - \sup_{x \in B^c} \mu(x) \right) \quad (14)$$

Bu formül aynı zamanda güvenilirliği tersine çevirme teoremi olarak da adlandırılır (Wen, You ve Kang, 2010: 3999-4000; Lertworasirikul vd., 2003: 343-344).

1.6. Olasılık Ölçüsü¹

Her $i=1,2,\dots,n$ için $(\theta, P(\theta_i), Cr_i)$ olarak varsayıldığında θ_i 'nin boş olmayan ilgili küme, Cr_i 'nin $P(\theta_i)$ 'den $[0,1]$ 'e kadar olan olasılık ölçüsü ve $P(\theta_i)$ 'nin de θ_i 'nin tüm alt kümelerinin koleksiyonu olduğu bir olasılık uzayına izin verilir.

$$1- Cr(\theta) = 0, Cr(\theta_i) = 1, \text{ ve}$$

$$2- \text{Her bir } A_i \in P(\theta_i) \text{ için } Cr \left(\bigcup_i A_i \right) = \sup_i \{Cr(A_i)\}$$

Zadeh, bir bulanık değişkeni, $\tilde{\epsilon}$, üyelik fonksiyonu ile θ_i üzerinde tanımlanan gerçek değerli bir fonksiyon olarak tanımlamıştır:

$$\begin{aligned} \mu_{\tilde{\epsilon}} &= Cr(\{\theta_i \in \theta_i | \tilde{\epsilon}(\theta_i) = s\}) \\ &= \sup_{\theta_i \in \theta_i} \{Cr(\{\theta_i\} | \tilde{\epsilon}(\theta_i) = s), \quad \forall s \in R \end{aligned} \quad (15)$$

Zadeh'in geliştirmiş olduğu olasılık teorisinden ve $\theta = \theta_1 \times \theta_2 \times \dots \times \theta_n$ olacak şekilde bir ürün olasılığı varsayıldığında,

$$Cr(A) = \min_{i=1,2,\dots,n} \{Cr_i(A_i) | A = A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n, A_i \in P(\theta_i)\} \quad (16)$$

\tilde{a} ve \tilde{b} 'nin sırasıyla $(\theta_1, P(\theta_1), Cr_1)$ ve $(\theta_2, P(\theta_2), Cr_2)$ olasılık uzaylarında iki bulanık değişken olduğu varsayıldığında $\tilde{a} \leq \tilde{b}$, çarpım olasılık uzayında $\theta = (\theta_1 \times \theta_2, P(\theta), Cr)$ tanımlı bir bulanık değerdir.

$$\begin{aligned} Cr(\tilde{a} \leq \tilde{b}) &= \sup_{\substack{\theta_1 \in \theta_1 \\ \theta_2 \in \theta_2}} \{Cr\{(\theta_1, \theta_2)\} | \{\tilde{a}(\theta_1) \leq \tilde{b}(\theta_2)\}\} \\ &= \sup_{\substack{\theta_1 \in \theta_1 \\ \theta_2 \in \theta_2}} \{\min\{Cr(\theta_1), Cr(\theta_2)\} | \{\tilde{a}(\theta_1) \leq \tilde{b}(\theta_2)\}\} \end{aligned} \quad (17)$$

Ayrıca, bulanık değişkenlerin formül (15)'de ki tanımından aşağıdaki formüle (18) ulaşabiliriz:

$$Cr(\tilde{a} \leq \tilde{b}) = \sup_{s, t \in R} \{\min(\mu_{\tilde{a}}(s), \mu_{\tilde{b}}(t)) | s \leq t\} \quad (18)$$

Benzer şekilde, çarpım olasılık uzayında $(\theta, P(\theta), Cr)$ tanımlanan $\tilde{a} < \tilde{b}$ ve $\tilde{a} = \tilde{b}$ bulanık olaylarının olasılıkları sırasıyla şu şekilde verilir:

$$Cr(\tilde{a} < \tilde{b}) = \sup_{s, t \in R} \{\min(\mu_{\tilde{a}}(s), \mu_{\tilde{b}}(t)) | s < t\} \quad (19)$$

$$Cr(\tilde{a} = \tilde{b}) = \sup_{s, t \in R} \{\min(\mu_{\tilde{a}}(s), \mu_{\tilde{b}}(t)) | s = t\}.$$

Sağ taraf \tilde{b} 'nin kesin bir b değeri olması durumunda, karşılık gelen bulanık olayların olasılıkları şu şekilde verilir:

$$Cr(\tilde{a} \leq \tilde{b}) = \sup_{s \in R} \{\mu_{\tilde{a}}(s) | s \leq b\} \quad (20)$$

¹ Lertworasirikul vd., 2003: 342-343

$$Cr(\tilde{a} < \tilde{b}) = \sup_{s \in R} \{ \mu_{\tilde{a}}(s) | s < b \}$$

$$Cr(\tilde{a} = \tilde{b}) = \mu_{\tilde{a}}(b)$$

$\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n$ bulanık değişkenler ve $f_j: R^n \rightarrow R$ ($j=1,2,\dots,m$) reel değerli bir fonksiyon olduğunda bulanık değer in olasılığı $f_j(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) \leq 0$ ($j=1,2,\dots,m$) şeklinde verilir.

$$\begin{aligned} Cr(f_j(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) \leq 0) & \quad j=1,2,\dots,m \\ & = \sup_{s_1, \dots, s_n \in R} \{ \min \{ \mu_{\tilde{a}_i}(s_i) \} | f_j(s_1, \dots, s_n) \leq 0 \} \end{aligned} \quad (21)$$

1.7. Gereklilik Ölçüsü²

Her olasılık ölçüsü ile ilişkili bir gereklilik ölçüsü (N) vardır. Gereklilik ölçüleri ve olasılık ölçüleri karşılıklı olarak dualdir. Özellikle, bir olasılık uzayı $(\Theta, P(\Theta), Cr)$ verildiğinde, eğer A ve \tilde{A} iki zıt olay ise \tilde{A} , A'nın tümleyenidir ve aşağıdaki gibi denklem yazılabilir;

$$N(A) = 1 - Cr(\tilde{A}) \quad (22)$$

Bir bulanık olayın gereklilik ölçüleri zıt olayın imkansızlığı olarak tanımlanır. Bu nedenle, $\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n$ ve $f_j: R^n \rightarrow R$ olarak verilen bulanık değişkenle, bu bulanık olayın gerekliliği ise sırasıyla " $f_j(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) \leq 0$ ", " $f_j(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) \geq 0$ " ve " $f_j(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = 0$ " şeklinde tanımlanır.

$$\begin{aligned} N(f_j(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) \leq 0, \quad j=1,2,\dots,m \\ & = 1 - \sup_{s_1, \dots, s_n \in R} \left\{ \min_{1 \leq i \leq n} \{ \mu_{\tilde{a}_i}(s_i) \} \mid \exists j \in \{1, \dots, m\}, f_j(s_1, \dots, s_n) > 0 \right\}, \\ N(f_j(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) \geq 0, \quad j=1,2,\dots,m \\ & = 1 - \sup_{s_1, \dots, s_n \in R} \left\{ \min_{1 \leq i \leq n} \{ \mu_{\tilde{a}_i}(s_i) \} \mid \exists j \in \{1, \dots, m\}, f_j(s_1, \dots, s_n) < 0 \right\}, \\ N(f_j(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = 0, \quad j=1,2,\dots,m \\ & = 1 - \sup_{s_1, \dots, s_n \in R} \left\{ \min_{1 \leq i \leq n} \{ \mu_{\tilde{a}_i}(s_i) \} \mid \exists j \in \{1, \dots, m\}, f_j(s_1, \dots, s_n) \neq 0 \right\}. \end{aligned} \quad (23)$$

2. BVZA Yaklaşımları

VZA'da bulanık küme teorisinin uygulamaları genellikle dört gruba ayrılır: tolerans yaklaşımı, α -düzeyine dayalı yaklaşım, bulanık sıralama yaklaşımı ve olasılık yaklaşımı. Bu yaklaşımların çoğu önemli olmakla birlikte bazı teorik ve/veya hesaplama sınırlamalarına sahiptirler (Bray, Caggiani ve Ottomanelli, 2015: 189; Nastis, Bournaris ve Karpouzou, 2019: 574).

² Lertworasirikul vd., 2003: 343

A) Tolerans Yaklaşımı³: Sengupta (1992) tarafından geliştirilmiş olan bu yöntemin ana fikri, kısıtlama ihlallerinde tolerans seviyeleri tanımlanarak belirsizliğin VZA modellerine dahil edilmesidir. Tolerans yaklaşımının arkasındaki sınırlama, bulanık bir amaç fonksiyonuna sahip bir VZA modelinin tasarımı ve yerine getirilebilecek veya sağlanamayacak bulanık kısıtlamalar ile ilgilidir. Kısıtlama uyumunda belirsizlik ve kesinlik kavramına dayanır. Bu yöntemin dezavantajı, bulanık katsayıların kullanılmasına izin vermemesi, sadece kesin girdi ve çıktı değerlerinin kullanılmasına izin vermesidir (Sengupta, 1992: 259-266; Hatami-Marbini, Ebrahimnejad ve Lozano, 2017: 363; Dotoli vd., 2015: 104; Angiz vd., 2015: 141; Aydın, 2012: 17). Yaklaşımın dezavantajı, eşitlik ya da eşitsizlik işaretlerinin bulanıklaştırılmasına karşın bulanık katsayıların bu durumdan etkilenmemesi ve ele alınan girdi ve çıktı verilerinin kesin değerler olmamasıdır (Güngör ve Demirgil, 2005: 27).

B) Bulanık Sıralama Yaklaşımı⁴: Guo ve Tanaka (2001) tarafında geliştirilen bu yaklaşımın ana fikri, sıralamalı bulanık kümeler gerektiren bulanık doğrusal programlar kullanarak VZA'ların bulanık verimlilik puanlarını hesaplamaktır. Bu yaklaşımda bulanık formülasyon, uygun karşılaştırma kuralları ile bulanık sayılar sıralanarak kesin bir probleme dönüştürülür. Bulanık CCR modelindeki hem bulanık eşitsizlikler hem de bulanık eşitlikler, elde edilen modelin iki seviyeli bir doğrusal programlama modeli olması için sıralama yöntemleriyle tanımlanır. Simetrik üçgen bulanık girdiler ve çıktılar için simetrik olmayan üçgen bulanık verimlilikler oluşturulur ve böylece belirli bir α -düzeyi için baskın olmayan bir küme tanımlar. Ayrıca referans dikdörtgeni oluşturmak için kesin değerlere sahip en yüksek (max) ve en düşük (min) nokta tanımlanmakta ve referans dikdörtgeni ile ilgili bulanık sayılar arasındaki farkı göstermek amacıyla sıralama endeksi hesaplanmaktadır. Yöntemin dezavantajı, sadece belirli bir α -seviyesinde kıyaslama yapılabiliyor olmasıdır (Guo ve Tanaka, 2001: 149-160; Dotoli vd., 2015: 105; Angiz vd., 2015: 141; Çakır, 2016: 374; Bray, Caggiani ve Ottomanelli, 2015: 198; Güngör ve Demirgil, 2005: 27; Aydın, 2012: 17).

C) Bulanıklıktan Kurtarma Yaklaşımı⁵: Bu yaklaşımda önemli husus, bulanık VZA modellerinin, bulanık kümelerin sıralanmasını gerektiren bulanık doğrusal programlar biçimini almasıdır. Farklı sıralama yöntemleri kullanmak farklı sonuçlara neden olabilir. Sıralama yöntemlerini çözmek için olasılık yaklaşımı ve güvenilirlik yaklaşımı önerilmiştir. Olasılık yaklaşımı, olasılık ölçüleri ve şans kısıtlamalı programlama

³ Tolerans yaklaşımı ile ilgili ayrıntılı bilgi ve formülasyonlara, Sengupta (1992), "A Fuzzy Systems Approach In Data Envelopment Analysis" başlıklı makaleden ve Lertworasirikul (2002), "Fuzzy Data Envelopment Analysis" başlıklı tezinden ulaşılabilir.

⁴ Bulanık sıralama yaklaşımı ile ilgili ayrıntılı bilgi ve formülasyonlara, Guo ve Tanaka (2001), "Fuzzy DEA: A Perceptual Evaluation Method" ve Chen, Klein (1997), "A Simple Approach to Ranking a Group of Aggregated Fuzzy Utilities" başlıklı makalelerden ulaşılabilir.

⁵ Bulanıklıktan kurtarma yaklaşımına ilişkin ayrıntılı bilgilere, Lertworasirikul vd. (2003), "Fuzzy BCC Model for Data Envelopment Analysis" başlıklı makaleden ulaşılabilir.

kavramlarını kullanır. Olasılık ölçütlerinin kullanılması yoluyla bulanık hedeflerdeki belirsizlik ve belirsiz kısıtlamalar çözülmektedir. Güvenilirlik yaklaşımında ise, hedeflerdeki belirsizlik ve kısıtlardaki belirsizlikle başa çıkmak için bulanık değişkenlerin yerine "beklenen (kesin) değerler" kullanılır. Bu iki yaklaşımda, bulanık VZA modellerini anlamlı ve kesin modellere dönüştürür (Chen ve Klein, 1997: 26-35; Lertworasirikul vd., 2003: 340; Aydın, 2012: 17). Basit bir yöntem olmasına karşın girdi ve çıktılardaki belirsizlik uygulamada yok sayılmaktadır (Güngör ve Demirgil, 2005: 27).

D) α -Kesim Yaklaşımı⁶: Literatür incelendiğinde, uygulamada en çok kullanılan yöntem olduğu dikkati çekmektedir. Bunun nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- α düzeyi modellerin her α değeri için çözülmesi gereken daha fazla doğrusal program gerektirmesi,
- Farklı α seviyeleri için aralıkların sınırlarını temsil eden sınırlayıcıların kesin sayılar olarak ifade edilebilmesi,
- Üçgen bulanık sayılar ile modellenebilmesi,
- Girdi ve çıktılar için çeşitli α - düzeyleri için BVZA'nın klasik VZA modellerine dönüştürülebilmesi ve böylece doğrusal programların çözümünün kolaylaşması,
- Girdi ve çıktı verilerinin bulanık sayılar olmasından ötürü etkinlik skorlarının da bulanık sayı olmasıdır.

Bu yöntem de girdi/çıktı değişkenleri bulanık sayılara dönüştürülmekte ve belirlenen her bir α -değeri için KVB'nin verimlilikleri ayrı ayrı çözülmektedir. Belirli bir α değeri için etkinlik puanları, alt ve üst sınırların hesaplanabilmesi için bir çift parametrik programa dönüştürülür. KVB'lerin girdi ve çıktı değerleri farklı α -düzeylerinde ele alınır ve bunların her birine, belirlenen α -seviye için alt ve üst sınırlar hesaplanır ve bu sınırlar üzerine bir verimlilik üyelik fonksiyonu kurulur. Modelin belirli bir α -seviyede çözülmesi, hedef KVB için karşılık gelen aralık verimliliğini üretir. Karşılık gelen bulanık verimliliği oluşturmak için birkaç α -düzey aralık kullanılabilir. Bu yöntem de ele alınan verimlilik değerleri, çeşitli α seviyeleri için hesaplanan üst ve alt değerler "kesin" olduğunda, gerçek bulanık verimlilik için üyelik fonksiyonları yeniden yapılandırılmaz, bu da bulanık verimliliklerin nasıl sıralanması gerektiği konusunda bir takım farklı yöntemlere ihtiyaç olduğunu ortaya koyar (Wanke, Barros ve Emrouznejad, 2016: 381-382; Hatami-Marbini, Ebrahimnejad ve Lozano, 2017: 363; Angiz vd., 2015: 141; Dotoli vd., 2015: 105; Güngör ve Demirgil, 2005: 27; Aydın, 2012: 17).

Kao ve Liu (2000), klasik VZA yönteminin BCC modelini bulanık girdi ve çıktılara uyarlamışlardır. Bu model ilk olarak belirli bir α -düzeyinde çözülür ve her KVB için bir aralık verimliliğine (alt ve üst sınırlar) hesaplanır. Burada $(w_p)_a^l$ bulanık verimlilik skorunun alt sınırını ve $(w_p)_a^u$ üst sınırını göstermektedir. Ayrıca,

⁶ Çalışmanın uygulama kısmında α -düzey yaklaşım yöntemi tercih edildiği için formülasyonlara ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

\widetilde{x}_{ij} ve \widetilde{y}_{rj} sırasıyla KVB_p için girdi ve çıktı değerlerini göstermektedir. Bu durumda önerilen matematiksel model çifti aşağıdaki gibi verilmiştir (Kao ve Liu, 2000: 429-433; Saati, Memariani ve Jahanshahloo, 2002: 257-261; Wanke, Barros ve Emrouznejad, 2016: 382-383; Nastis, Bournaris ve Karpouzou, 2019: 574-576).

Amaç fonksiyonu;

$$(w_p)_a^l = \max \sum_{r=1}^s u_r (Y_{rp})_a^l + u_0$$

Kısıtlar;

$$\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rp})_a^l - \sum_{i=1}^m v_i (X_{ip})_a^u + u_0 \leq 0,$$

$$\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rj})_a^u - \sum_{i=1}^m v_i (X_{ij})_a^l + u_0 \leq 0, \quad j, \forall j \neq p$$

$$\sum_{i=1}^m v_i (X_{ip})_a^u = 1, \quad u_r, v_i \geq 0, \quad \forall r, i$$

(24)

Amaç fonksiyonu;

$$(w_p)_a^u = \max \sum_{r=1}^s u_r (Y_{rp})_a^u + u_0$$

Kısıtlar;

$$\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rp})_a^u - \sum_{i=1}^m v_i (X_{ip})_a^l + u_0 \leq 0,$$

$$\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rj})_a^l - \sum_{i=1}^m v_i (X_{ij})_a^u + u_0 \leq 0, \quad j, \forall j \neq p$$

$$\sum_{i=1}^m v_i (X_{ip})_a^l = 1, \quad u_r, v_i \geq 0, \quad \forall r, i$$

(25)

Burada $(X_{ij})_a^l$, $(X_{ij})_a^u$ ve $(Y_{rj})_a^l$, $(Y_{rj})_a^u$, bulanık formda α -düzey girdi ve çıktıları temsil etmektedir.

Buna karşılık, Saati, Memariani ve Jahanshahloo (2002), olasılıklı olarak bulanık CCR modeli sunmuş ve bu modeli α -seviyeleri aracılığıyla aralıklı programlamaya dönüştürmüştür. Dönüştürülen model, belirli bir α -seviyesi için net bir doğrusal programlama problemi olarak çözülebilir. Daha kesin olarak, Saati ve diğerleri tarafından önerilen model (26) girdi ve çıktıların üçgen bulanık sayılar olduğu özel bir durum için türetilmiştir:

Amaç fonksiyonu;

$$Maxw_p = \sum_{r=1}^s \acute{y}_{rp}$$

Kısıtlar;

(26)

$$\sum_{r=1}^s \acute{y}_{rj} - \sum_{i=1}^m \acute{x}_{ij} \leq 0, \forall j,$$

$$v_i(ax_{ij}^m + (1-a)x_{ij}^l) \leq \acute{x}_{ij} \leq v_i(ax_{ij}^m + (1-a)x_{ij}^u), \forall i, j$$

$$u_r(ay_{rj}^m + (1-a)y_{rj}^l) \leq \acute{y}_{rj} \leq u_r(ay_{rj}^m + (1-a)y_{rj}^u), \forall i, j$$

$$\sum_{i=1}^m \acute{x}_{ip} = 1, \quad u_r, v_i \geq 0, \quad \forall r, j,$$

Burada, $\acute{x}_{ij} = (x_{ij}^l, x_{ij}^m, x_{ij}^u)$ ve $\acute{y}_{rj} = (y_{rj}^l, y_{rj}^m, y_{rj}^u)$ üçgen bulanık sayılar cinsinden ifade edilen girdi ve çıktılar olup, \acute{x}_{ij} ve \acute{y}_{rj} bulanık modelini $a \in [0,1]$ ile doğrusal programlamaya dönüştürmek için kullanılan karar değişkenleridir.

Daha sonrasında, güvence bölgesi konsepti dikkate alınarak BVZA modeli oluşturulmuştur. Bu modeli, parametrik matematiksel programa dönüştürmek için α -düzey yaklaşımı ile genişleme ilkesi bir arada uygulanmıştır. Bu nedenle girdi ve çıktılar arasındaki ilişki sırasıyla; $\frac{L_{i\delta}}{U_{iq}} \leq \frac{v_\delta}{v_q} \leq \frac{U_{i\delta}}{L_{iq}}, \delta < q = 1, \dots, m$ ve $\frac{L_{o\delta}}{U_{oq}} \leq \frac{v_\delta}{v_q} \leq \frac{U_{o\delta}}{L_{oq}}, \delta < q = 2, \dots, s$ olarak verilmiştir.

Önerilen iki parametrik model aşağıdaki gibidir:

Amaç fonksiyonu;

$$(w_p)_a^l = \max \sum_{r=1}^s u_r (Y_{rp})_a^l$$

Kısıtlar;

(27)

$$\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rj})_a^u - \sum_{i=1}^m v_i (X_{ij})_a^l \leq 0, \quad j, \forall j \neq p$$

$$-v_\delta + I_{\delta q}^l v_q \leq 0, \quad v_\delta - I_{\delta q}^u v_q \leq 0, \quad \forall \delta < q$$

$$-u_\delta + O_{\delta q}^l u_q \leq 0, \quad u_\delta - O_{\delta q}^u u_q \leq 0, \quad \forall \delta < q$$

$$\sum_{i=1}^m v_i (x_{ip})_a^u = 1, \quad u_r, v_i \geq 0, \quad \forall r, j$$

Amaç fonksiyonu;

$$(w_p)_a^u = \max \sum_{r=1}^s u_r (Y_{rp})_a^u$$

Kısıtlar;

(28)

$$\sum_{r=1}^s u_r (Y_{rj})_a^l - \sum_{i=1}^m v_i (X_{ij})_a^u \leq 0, \quad j, \forall j \neq p$$

$$\begin{aligned}
-v_{\delta} + I_{\delta q}^l v_q &\leq 0, & v_{\delta} - I_{\delta q}^u v_q &\leq 0, & \forall \delta < q \\
-u_{\delta} + O_{\delta q}^l u_q &\leq 0, & u_{\delta} - O_{\delta q}^u u_q &\leq 0, & \forall \delta < q \\
\sum_{i=1}^m v_i (x_{ip})_a^l &= 1, & u_r, v_i &\geq 0, & \forall r, j
\end{aligned}$$

(19) ve (20)'inci formüllerde, $I_{\delta q}^l = \frac{L_{i\delta}}{U_{i\delta}}$, $I_{\delta q}^u = \frac{U_{i\delta}}{L_{i\delta}}$, $O_{\delta q}^l = \frac{L_{o\delta}}{U_{oq}}$ ve $O_{\delta q}^u = \frac{U_{o\delta}}{L_{oq}}$ olarak ifade edilmektedir.

α -kesim yaklaşımında bulanık girdi ve çıktılar aralıklar kullanılarak doğrusal programlama modeli oluşturulur. Aralık değerli doğrusal programın çözümü için dört farklı yöntem oluşturulabilir. Bu yöntemler, verimliliğin tanımında yer alan, çıktıları en üst düzeye çıkarırken girdileri en aza indirir (Lertworasirikul, 2003: 47-50; Öksüzkaya ve Altan, 2017: 363-365).

a) En İyi – En İyi Yöntemi: Bu yöntemle, her KVB'yi iyimser bir şekilde değerlendirilir. Her bir seviyedeki girdi ve çıktı aralıklarından, her bir KVB için en düşük girdiler ve en yüksek çıktılar kullanılır. Bu durum her KVB için mümkün olan en iyi girdi ve çıktı kombinasyonunu temsil eder.

Amaç fonksiyonu;

$$Max\theta = v^t (\tilde{y}_o)_a^u$$

Kısıtlar;

(29)

$$\mu^t (\tilde{x}_o)_a^l = 1$$

$$-\mu^t (\tilde{x}_o)_a^l + v^t (\tilde{y}_o)_a^u \leq 0$$

$$-\mu^t (\tilde{x}_i)_a^l + v^t (\tilde{y}_i)_a^u \leq 0$$

KVB_o için i = 1, 2, ... n

$$\mu, v \geq 0 \quad i \neq o$$

Burada $(\tilde{x})_a^l$ ilgili karar verme biriminin alt sınırını gösterirken $(\tilde{y})_a^u$ üst sınırı göstermektedir. μ, v ise sırasıyla girdi ve çıktılara verilen ağırlıklardır.

b) En Kötü – En Kötü Yöntemi: Bu yöntemde her KVB kötümser bir şekilde değerlendirilir. Her KVB için en büyük girdiler ve en küçük çıktılar kullanılır. Bu durum, her KVB için olası en kötü girdi ve çıktı kombinasyonunu temsil etmektedir.

Amaç fonksiyonu;

$$Max\theta = v^t (\tilde{y}_o)_a^l$$

Kısıtlar;

(30)

$$u^t (\tilde{x}_o)_a^u = 1$$

$$-u^t (\tilde{x}_o)_a^u + v^t (\tilde{y}_o)_a^l \leq 0$$

$$-u^t (\tilde{x}_i)_a^u + v^t (\tilde{y}_i)_a^l \leq 0$$

KVB_o için i = 1, 2, ... n

$$u, v \geq 0 \quad i \neq o$$

c) **En İyi – En Kötü Yöntemi:** Bu yöntemle göre, KVB_o iyimser bir şekilde değerlendirilirken diğer KVB 'leri kötümser olarak değerlendirilir. Girdi ve çıktı aralıkları içerisinde en küçük girdiler ve en büyük çıktılar KVB_o için kullanılırken, diğer tüm KVB 'leri için en büyük girdiler ve en küçük çıktılar ele alınır. Böylece KVB_o , diğer tüm yöntemlerde elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında mümkün olan en büyük verimlilik değerine sahip olacaktır.

Amaç fonksiyonu;

$$Max\theta = v^t(\tilde{y}_o)_a^u$$

Kısıtlar;

(31)

$$u^t(\tilde{x}_o)_a^l = 1$$

$$-u^t(\tilde{x}_o)_a^l + v^t(\tilde{y}_o)_a^u \leq 0$$

$$-u^t(\tilde{x}_i)_a^u + v^t(\tilde{y}_i)_a^l \leq 0$$

KVB_o için $i = 1, 2, \dots, n$

$$u, v \geq 0 \quad i \neq o$$

d) **En Kötü – En İyi Yöntemi:** Bu yöntem KVB_o için kötümser bir bakış açısı getirmektedir. Her seviyedeki girdi ve çıktı aralıklarından, en büyük girdiler ve en küçük çıktılar KVB_o için kullanılırken, en küçük girdiler ve en büyük çıktılar diğer tüm KVB 'leri için kullanılır. Böylece KVB_o , diğer yöntemler arasında mümkün olan en küçük verimlilik değerini verecektir.

Amaç fonksiyonu;

$$Max\theta = v^t(\tilde{y}_o)_a^l$$

Kısıtlar;

(32)

$$u^t(\tilde{x}_o)_a^u = 1$$

$$-u^t(\tilde{x}_o)_a^u + v^t(\tilde{y}_o)_a^l \leq 0$$

$$-u^t(\tilde{x}_i)_a^l + v^t(\tilde{y}_i)_a^u \leq 0$$

KVB_o için $i = 1, 2, \dots, n$

$$u, v \geq 0 \quad i \neq o$$

Bu yöntem çalışmanın uygulama kısmında kullanılmış olup analize konu olan, etkisiz çıkan firmalar arasında yer alan ve performansı hesaplanacak firma dışında kalan tüm işletmelerin maksimum etkinlik kaybı hesaplanır ve performansı ölçülen firmanın minmaks değeri çıkartılır. Bu durum etkisiz çıkan tüm işletmeler için tektek uygulanır. İşlem aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

$$R(A_i) = Maks[Maks_{j \neq 1}(a_j^U) - (a_i^L), 0] \quad (33)$$

$$R(A_i) = Maks[Maks_{j \neq 1}\{m(A_j) + w(A_j)\} - \{m(A_i) - w(A_i)\}, 0]$$

$i=1, \dots, n$

Burada, (a_j^U, a_i^L) alt ve üst etkinlik aralığını vermektedir ve etkinlik aralığı kümesi $A_i = [a_i^L, a_i^U] = (m(A_i), w(A_i))$, $i=1, \dots, n$ şeklinde gösterilmektedir.

3. CCR ve BCC Modellerinin Bulanık Versiyonları

Klasik Veri Zarflama Analizi sonucu ile Bulanık Veri Zarflama Analizi sonuçları büyük olasılıkla aynı çıkacaktır. Aynı zamanda BVZA yöntemlerinden hangisi kullanılırsa kullanılsın sonuçların aynı çıkması beklenmektedir. Kesin veriler ile çözülen VZA yöntemleri olan CCR ve BCC modellerinin kesin olmayan ve olasılıklara dayanan bulanık versiyonları aşağıda analiz edilmektedir.

3.1. Bulanık CCR Modeli

Bu çalışmada, bulanık verilerin aralık verilere dönüştürülmesi için α -düzey yöntemi kullanılmaktadır. Bu nedenle her faktör ağırlığı için alt ve üst sınırın hesaplanması gerekmektedir. Bunun için de verimli karar verme birimlerinin seçimi konusunda aşağıdaki formül dikkate alınmalıdır. Formüller de kullanılan “~” işaret bulanıklığı göstermektedir (Khoshfetrat ve Daneshvar, 2011: 342-343).

Amaç fonksiyonu;

$$Max \sum_{i=1}^m s_i^+ + \sum_{r=1}^s s_r^-$$

Kısıtlar;

$$(34)$$

$$(\tilde{x}_{io})_a^l - \sum_{j=1}^n \lambda_j (\tilde{x}_{ij})_a^u - s_i^+ = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$(\tilde{y}_{ro})_a^u - \sum_{j=1}^n \lambda_j (\tilde{y}_{rj})_a^l + s_r^- = 0 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

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

KVB'nin verimsiz olması durumunda denklem (34)'ü uygulanamamakta, sadece etkin birimler için kullanılabilir. $i=1,2,\dots,m$ ve $r=1,2,\dots,s$ olmak üzere doğrusal programlama yöntemi ile bu olumsuzluğu gidermek istediğimizde (35) ve (36) formüllerini kullanmamız gerekmektedir.

Amaç fonksiyonu;

$$Max v_i$$

Kısıtlar;

$$(35)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i (\tilde{x}_{io})_a^l = 1,$$

$$\sum_{r=1}^s u_r (\tilde{y}_{rj})_a^l - \sum_{i=1}^m v_i (\tilde{x}_{ij})_a^u \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

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

Amaç fonksiyonu;

$$\text{Max} u_r$$

Kısıtlar;

(36)

$$\sum_{i=1}^m v_i (\tilde{x}_{io})_a^l = 1,$$

$$\sum_{r=1}^s u_r (\tilde{y}_{rj})_a^l - \sum_{i=1}^m v_i (\tilde{x}_{ij})_a^u \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

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

Her $i=1,2,\dots,m$ ve $r=1,2,\dots,s$ için (43) ve (44) modellerinin optimal değerleri sırasıyla v_i ve u_r ile temsil edilmektedir.

Çözülmesi gereken problem sayısını azaltmak için, (36) probleminin optimal çözümünden elde edilen $s_i^+ > 0$ ve $s_r^- > 0$ olduğunda v_i ve u_r için (37) ve (38) denklemlerini aynı indislerle çözmek yeterli olacaktır. KVB kümesi S ile gösterildiğinde;

$$\epsilon_r = \min\{u_r^+ | KVB_0 \in S\} \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (37)$$

$$\epsilon_i = \min\{v_i^+ | KVB_0 \in S\} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

(36)'ya dayanarak, aşağıdaki bulanık CCR modeli yazılabilir:

Amaç fonksiyonu;

$$\text{Max} \theta = u^t (\tilde{y}_o)_a^u$$

Kısıtlar;

(38)

$$v^t (\tilde{x}_o)_a^l = 1,$$

$$u^t (\tilde{y}_o)_a^u - v^t (\tilde{x}_o)_a^l \leq 0, \quad o \in S$$

$$u^t (\tilde{y}_j)_a^u - v^t (\tilde{x}_j)_a^l \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad j \neq o$$

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

3.2. Bulanık BCC Modeli

Her biri aynı tipte x girdi ve y çıktılara sahip n adet KVB olduğu varsayıldığında tüm girdi ve çıktılarının negatif olmadığı varsayılır, ancak en az bir girdi ve bir çıktı pozitifdir. Sırasıyla bulanık BCC modeli ve onun duali denklem (39) ve (40)'da verilmiştir (Lertworasirikul, 2003: 342-343).

Amaç fonksiyonu;

$$\text{Max} v^t \tilde{y}_o - v_o$$

Kısıtlar;

(39)

$$\begin{aligned}
& -u^t \tilde{x} + v^t \tilde{y} - \varepsilon^t v_o \leq 0, \\
& u^t \tilde{x}_o = 1, \\
& u, v \geq 0
\end{aligned}$$

Amaç fonksiyonu;

$$Min \theta_B$$

Kısıtlar;

(40)

$$\theta_B \tilde{x}_o - \tilde{x} \lambda \geq 0,$$

$$\tilde{y} \lambda \geq \tilde{y}_o,$$

$$\varepsilon^t \lambda = 1,$$

$$\lambda \geq 0$$

Burada \tilde{x}_o , hedef KVB_o tarafından tüketilen bulanık girdilerin sütun vektörüdür. \tilde{x} , tüm KVB'nin bulanık girdilerinin matrisi iken \tilde{y}_o , hedef KVB_o tarafından üretilen bulanık çıktılarının sütun vektörünü göstermektedir. \tilde{y} , tüm KVB'lerinin bulanık çıktılarının matrisidir. $u \in R^{m \times 1}$ girdi ağırlıklarının sütun vektörü, $v \in R^{r \times 1}$ çıktı ağırlıklarının sütun vektörüdür. v_o işareti serbest olan skaler değer, $\lambda \in R^{n \times 1}$ n adet karar verme kümesinin doğrusal kombinasyonunun sütun vektörüdür. ε tüm elemanları 1'e eşit olan sütun vektörü olup θ_B doğrusal bulanık BCC modelinin hedef değeridir.

Bulanık BCC modeli klasik BCC modeline benzer. Bulanık BCC modelinde $u^t \tilde{x}_o = 1$ ve $-u^t \tilde{x} + v^t \tilde{y} - v_o \leq 0$ kısıtları $v^t \tilde{y}_o - v_o$ değerinin normalleştirilmesi için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, denklem (47)'nin birinci ve ikinci kısıtları yaklaşık olarak karşılandığında amaç değeri olan $v^t \tilde{y}_o - v_o$ 'nin sonucu 1'i aşabilir. Başka bir deyişle, parametreleri bulanık kümeler olduğunda $u^t \tilde{x}_o$ yaklaşık olarak 1'e eşittir, bu da $\frac{v^t \tilde{y}_o - v_o}{u^t \tilde{x}_o}$ sonucunun yaklaşık olarak 1'e eşit ya da 1'den küçük olacağı anlamına gelir.

Bulanık BCC modelinin uygulanabilir çözümü; $i \neq 0$ için $\theta_B = 1$, $\lambda_i = 0$ ve $\lambda_o = 1$ 'dir. Bu nedenle modelin optimal değeri (θ_B^*) 1'den büyük olmayacaktır. Ayrıca, girdi ve çıktı miktarının sıfırdan farklı olduğu varsayıldığından $\tilde{y} \lambda \geq \tilde{y}_o$ ve $\varepsilon^t \lambda = 1$ kısıtlamaları vektörün 0'dan farklı olmasına neden olur. Bu durum $\theta_B \tilde{x}_o - \tilde{x} \lambda \geq 0$ kısıtı ile birlikte $\theta_B^* > 0$ olması anlamına gelir. Bu nedenle optimal değer olan θ_B^* 'nin, (0, 1] aralığında çıkmasına neden olur.

2. BÖLÜM

TOPSIS

(TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION)

Çok kriterli karar verme teknikleri içerisinde en çok bilinen ve en sık kullanılan yöntem TOPSIS yöntemidir. Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen TOPSIS yöntemi (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Tercihi Tekniği), basit ve sezgisel bir modeldir. Kullanım alanının çok geniş olması nedeniyle, hemen hemen her problem bu yöntem ile çözülebilmektedir. Yöntemin birincil varsayımı, ideal çözüme olan mesafenin hesaplanmasına dayanmaktadır. Daha sonra, alternatifler için tercihlerin sıralaması hesaplanır. Bu yöntemde alternatifler ideal noktaya ve negatif ideal noktaya olan uzaklıklarına göre sıralanır. TOPSIS, her bir kriterin artan veya azalan faydaya sahip olmasını gerektirir. Kriterler ile vektör dönüşümü kullanılarak normalleştirilmiş bir karar matrisi oluşturulur (Aspen ve Sparrevik, 2020, 4; Pagone vd, 2020: 6; Wieckowski ve Salabun, 2020: 2233-2234; Paradowski, Wieckowski ve Dobryakova, 2020: 3591-3592).

TOPSIS yönetimi kullanımının; pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak sonuçların elde edilebilmesi, alternatifler arası ilişkinin cebirsel olarak ortaya konulması, elde edilen cebirsel sonuçlar ile alternatifler ve kriterler arası değişimler hakkında bilgi vermesi, ele alınan bir çok kriter ile tek bir sonuca varılabilmesi, sezgiye dayalı ve kolay anlaşılır bir yöntem olması ve ele alınan kriterlerin ne kadar farklı olduğunun ortaya konulabilmesi gibi avantajları vardır (Yılmaz, 2016: 28-29; Sülük, 2020: 32; Dirie, 2017: 62).

TOPSIS yönteminin kullanımında bir diğer önemli konu ağırlıkların belirlenmesidir. Bu konu önemli olduğu gibi tartışmalı bir konudur, çünkü tercih edilen ağırlık belirleme yöntemi sonucu etkileyecektir. Bu yöntemlerde, ağırlıklar veriler toplanmadan önce veya veriler toplandıktan sonra belirlenebilir. Temelde kullanılan üç ağırlık seti vardır. Bunlar (Wohner vd, 2020: 7-8);

1- **Eşit Ağırlıklandırma:** Her bir kritere aynı önemin verildiği en basit ağırlıklandırma yöntemidir. Bu çalışmada, kriter başına %12,5'lik bir ağırlık (w_j) ile sonuçlanan 8 kriter seçilmiştir.

$$W_j = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ (%12,5)}$$

2- **Kritik Öneme Sahip Olduğu Düşünülen Kriterlerin Ağırlıkları:** Her vektörün standart sapması ve ardından vektörler arasında doğrusal korelasyon katsayıları olan bir simetrik matrisin oluşturulmasıyla karakterize edilir. İlk olarak, karar matrisi aşağıdaki gibi normalleştirilir:

$$x_{ij} = \frac{r_{ij} - r_i^-}{r_i^+ - r_i^-} \quad (41)$$

$$x_{ij} = \frac{r_{ij} - r_i^+}{r_i^- - r_i^+}$$

Burada $i = 1, \dots, m$ ve $j = 1, \dots, n$ ve x_{ij} , alternatif i ve j özneliği için normalleştirilmiş değeri temsil eder,

$$r_i^+ = \max (r_1, r_2, \dots, r_m)$$

$$r_i^- = \min (r_1, r_2, \dots, r_m)$$

Daha sonra öznelilikler arasındaki korelasyon katsayısı şu şekilde hesaplanır:

$$P_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \sum_{i=1}^m (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}} \quad (42)$$

j ve k 'nin niteliklerini temsil eden \bar{x}_j ve \bar{x}_k şu şekilde hesaplanır:

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij} \quad (43)$$

$$\bar{x}_k = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{ik},$$

Burada $i=1,2,\dots,m$ 'dir.

Bundan sonra, her bir özelliğin standart sapması şu şekilde hesaplanır:

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}, \quad (44)$$

Burada, $i=1,2,\dots,m$ 'dir.

Ardından, indeks (C) şu şekilde hesaplanır:

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - p_{jk}) \quad (45)$$

Son olarak, niteliklerin ağırlığı şu şekilde elde edilir:

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^n C_j} \quad (46)$$

3- Entropi Kullanan Kriterlerin Ağırlıkları: Bu yöntemde, ilk olarak karar matrisi aşağıdaki gibi normalleştirilir;

$$\bar{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \quad (47)$$

Burada $j=1,2,\dots, n$ 'dir ve \bar{r}_{ij} karar matrisinin normalleştirilmiş değeridir.

Daha sonra entropi derecesi belirlenir:

$$E_j = - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m \bar{r}_{ij} \ln \bar{r}_{ij}, \quad (48)$$

Burada $j=1,2,\dots,n$ 'dir ve $0 < E_j < 1$ 'dir.

Ardından, sapma oranı şu şekilde hesaplanır:

$$d_j = 1 - E_j,$$

Burada $j= 1,2,\dots,n$ 'dir.

Son olarak, özneliklerin ağırlıkları şu şekilde türetilir:

$$w_j = \frac{a_j}{\sum_{j=1}^n a_j} \quad (49)$$

TOPSIS yönteminin uygulanmasında ki aşamalar aşağıda belirtilmiştir (Özdemir, 2018:135-139; Ayçin, 2020: 293-296; İç, 2020: 125-127; Keskin ve Altan, 2020: 73-75; Aspen ve Sparrevik, 2020: 4; Czyżewski vd., 2020: 4; Wohner vd, 2020: 5-6; Paradowski, Wieckowski ve Dobryakova, 2020: 3592-3593; Paksoy, 2017: 23-27).

1. Aşama: Karar Matrisini Oluşturma, Kriterlerin Ağırlığını ve Türünü Belirleme

Oluşturulan karar matrisi $m \times p$ boyutlu bir matris olacaktır. m , karar noktası sayısını; p ise kriterlerin sayısını vermektedir. Bu matrisin satırlarında performansı karşılaştırılacak olan birimler yer alırken, karar matrisinin sütunlarında ise karar vermek için kullanılacak kriterler yer almaktadır. Kriter olarak, kar veya maliyet gibi unsurlar ele alınabilmektedir.

$$A_{ij} = \begin{matrix} \text{Faktörler} \\ \left[\begin{array}{c} a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1p} \\ a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2p} \\ a_{31}, a_{32}, \dots, a_{3p} \\ \cdot \\ \cdot \\ a_{m1}, a_{m2}, \dots, a_{mp} \end{array} \right] \\ \text{Karar Kriterleri} \end{matrix}$$

2. Aşama: Normalleştirilmiş Karar Matrisini Hesaplama

Normalleştirme, birleştirmelerinin nihai bir puana dönüştürülmesini sağlamak için niteliklerin boyutsuz forma dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır (Wohner vd, 2020: 5). Bu adım, daha kolay karşılaştırma için niteliklerin dönüştürülmesine izin verir. Normalizasyon, farklı ölçümleri taşıyan kriterlerin oransal hale dönüştürülmesi sürecini kapsamaktadır. Bunun içinde her bir a_{ij} değerlerinin ($a_{11}, a_{21}, a_{31} \dots a_{m1}$) kareleri alınarak bu değerlerin toplamıyla sütun toplamları elde edilir ve her bir a_{ij} değeri ait olduğu sütun toplamının kareköküne bölünerek normalizasyon işlemi gerçekleştirilir.

Normalizasyon aşağıdaki formülle yapılabilmektedir.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad i=1, \dots, m \quad j=1, \dots, p \quad (50)$$

$$N = \begin{bmatrix} n_{11}, n_{12}, \dots, n_{1n} \\ n_{21}, n_{22}, \dots, n_{2n} \\ n_{31}, n_{32}, \dots, n_{3n} \\ \vdots \\ n_{m1}, n_{m2}, \dots, n_{mp} \end{bmatrix}$$

3. Aşama: Ağırlıklı Normalleştirilmiş Karar Matrisini Belirleme

Normalize edilmiş matrise ait her bir değer w_j gibi bir değerle ağırlıklandırılır. Ağırlıklandırma işlemi yönetimin öznel yönünü ortaya koymaktadır. Çünkü belirlenen ağırlıklar faktörlerin önem derecesi dikkate alınarak yapılmaktadır. Faktörlerin taşıdığı önemlilik düzeylerine göre belirlenecek olan ağırlıkların toplamı 1 olacak şekilde her bir faktör için ayrı ayrı ağırlıklandırma gerçekleştirilir.

w_j 'nin ağırlık değerini gösterdiği varsayıldığında $(\sum_{j=1}^n w_j = 1)$ formülü ile faktörlerin ağırlık değerleri gösterilebilir.

Ağırlıkların belirlenmesinden sonra, N matrisinin her sütunundaki elemanlar, ilgili W_j değeri ile çarpılarak Ağırlıklandırılmış ve Normalize Edilmiş Karar Matrisi (V matrisi) elde edilir. V matrisi aşağıdaki gibidir;

$$V = \begin{bmatrix} w_1 n_{11}, w_2 n_{12}, \dots, w_j n_{1p} \\ w_1 n_{21}, w_2 n_{22}, \dots, w_j n_{2p} \\ \vdots \\ w_1 n_{m1}, w_2 n_{m2}, \dots, w_j n_{mp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{11}, v_{12}, \dots, v_{1p} \\ v_{21}, v_{22}, \dots, v_{2p} \\ \vdots \\ v_{m1}, v_{m2}, \dots, v_{mp} \end{bmatrix}$$

4. Aşama: Pozitif Ve Negatif İdeal Çözümü Hesaplama

Am

acımız maksimize etmek ise her bir sütuna ait maksimum değerler ele alınır. Sonrasında her bir sütuna ait minimum değerler elde edilir ki buna negatif ideal çözüm değerleri denir. Eğer amacımız minimize etmek ise işlem tam tersi olacaktır.

Pozitif ideal çözüm değerleri:

$$A^* = \{ \max_j v_{ij} | j = 1, \dots, p; i = 1, \dots, m \} \quad A^* = \{ v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^* \}$$

Negatif ideal çözüm değerleri:

$$A^* = \{\min_i v_{ij} | j = 1, \dots, p; i = 1, \dots, m\} \quad A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$$

5. Aşama: Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Noktalara Olan Uzaklık Değerlerini Elde Etme

Pozitif ve negatif ideal noktalara olan uzaklık değerleri hesaplanırken öklidyen uzaklık yöntemi kullanılmaktadır. Koordinat düzleminde x ve y gibi iki nokta arasındaki mesafenin bulunmasında kullanılan öklidyen uzaklık için aşağıdaki formül kullanılmalıdır:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (51)$$

Yukarıdaki formülde;

x_{ik} = i. gözlemin k. değişken değeri,

x_{jk} = j. gözlemin k. değişken değeri,

d_{ij} = i ve j gözlemlerinin Öklid uzaklık sonuçları

p= değişken sayısını göstermektedir.

Pozitif ideal çözüm için en yakın öklid uzaklık, negatif ideal çözüm için de en uzak öklid uzaklık hesaplanır. Pozitif ideal ve negatif ideal noktalara olan uzaklığın hesaplanabilmesi için aşağıdaki formüller kullanılmaktadır.

Pozitif ideal çözüm formülü;

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad j=1, \dots, n \quad (52)$$

Negatif ideal çözüm ise aşağıdaki gibi formüle edilmektedir;

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad j=1, \dots, n \quad (53)$$

Burada karar noktası sayısı kadar S_i^* ve S_i^- olacaktır.

6. Aşama: İdeal Çözüme Göreceli Yakınlığı Hesaplayın

İdeal çözüme göreceli yakınlık C_i^* ile sembolize edilir. Her karar noktası için ideal çözüme yakınlığın (C_i^*) hesaplanması, önceki adımda hesaplanan mesafe ayrımlarından yararlanılarak gerçekleştirilmektedir. Karar noktalarının ideal çözüme yakınlığının hesaplanması aşağıdaki formül ile gerçekleştirilir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad i=1, \dots, m \quad (54)$$

C_i^* değeri 1 olduğunda uygun alternatifin pozitif ideal çözüm noktasında olduğunu; ilgili alternatifin C_i^* değerinin 0 olması durumunda ise negatif ideal çözüm noktasında olduğunu ifade etmektedir.

Bir sonraki adım ise tercih sıralamasının yapılmasıdır. C_i^* değeri en büyükten en küçüğe doğru ya da en küçükten en büyüğe doğru sıralanmaktadır. Yapılan bu sıralama karar vericiler için doğru kararların alınmasında yardımcı olacaktır.

3. BÖLÜM

KÜMELEME ANALİZİ

Küme analizi terim olarak ilk Tryon (1939) tarafından kullanılmış ve nesnelere ilgili kategorilerde birleştirmek için bir dizi farklı algoritma geliştiren bir yöntem olarak tanımlanmıştır. Kümeleme analizi, karmaşık verileri analiz etmek ve ortak özelliklere sahip grupları tanımlamak için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Sahip olunan niteliklere (benzerlik ve uzaklık gibi) göre nesnelere veya değişkenleri sınıflandırır. Mümkün olduğunca homojen unsurlar temelinde gruplar ve kümeler oluşturulur. Bu bağlamda, yöntem açıklayıcıdır ve sonuçlar yalnızca o veri kümesi için geçerlidir; genelleştirilemezler; bu nedenle kümeleme analizinde tahmin amacı yoktur. Analiz, yalnızca anlık vakayı ortaya koymaktadır. Ayrıca, beklenen küme sayısı gibi uygun kümeleme algoritması ve parametre ayarları, bireysel veri setine ve sonuçların amaçlanan kullanımına bağlıdır. Kümeleme analizinde her birim nihai bir karar ile bir kümeye atanır ve klasik küme konseptine göre bir birim ya ilgili kümenin üyesidir (Üyelik 1) ya da üye olmadan küme dışında kalır (Üyelik 0). Aynı kümeye ait olan örnekler, diğer kümelerle ilişkili örneklerden olabildiğince farklı olmakla birlikte aralarında bir benzerlik örüntüsü göstermelidir. Bu sürecin amacı, verileri özelliklerinin benzerliğine göre ayırmaktır. Yani, benzer özelliklere sahip noktalar aynı kümede yer alır ve bu aynı özelliklere göre diğer kümelerdeki noktalardan farklılaşır. Yani, bireyleri özelliklerine göre bir araya getirmek, mümkün olan en yüksek iç homojenliğe (gruplar içinde) ve mümkün olan en büyük dış heterojenliğe (gruplar arasında) sahip gruplar oluşturmaktır (Maione, Nelson ve Barbosa, 2019: 154; Bracke vd., 2019: 294; Gündeğer ve Doğan, 2018: 389; Küçükönder, Ayaşan ve Hızlı, 2015: 602; Luca vd., 2012: 1263; Turner ve Joseph, 2017: 109; Carvalho vd., 2015: 401).

Kümeleme, bazı benzerlik ölçülerine göre bir dizi nesneyi gruplama işlemidir. Her bölümlenmiş nesne grubu bir küme olarak bilinir. Bölümleme, kümeleme algoritmaları tarafından gerçekleştirilir. Bu nedenle, kümeleme avantajlıdır çünkü aynı veriler içinde önceden bilinmeyen grupları elde etme olasılığını yaratır (Majhi ve Biswal, 2018: 347). Kümeleme, bir grupta yer alan nesnelere belirli kriterlere göre (örneğin benzerlik ve farklılık) ayırt etmenin bir yoludur ve ayrıca yönetim ve karar verme süreçlerinde önemli bir rol oynar. Örneğin, pazar segmentleri, ürün kategorileri, müşteri hesapları ve rakipler gibi unsurlardan davranış kalıpları, performans seviyeleri, iş akışı gibi faaliyetlere kadar çeşitli kümelenebilir nesnelere formüle edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sosyal çevre, kültürel farklılıklar, toplumsal değerler ve kişilikler gibi unsurlar için de kullanılmaktadır. Aynı zamanda, yönetsel ve siyasi açıdan incelendiğinde, kümeleme; uluslar, sistemler, ekonomiler, yapılar, medya ve kamu politikaları gibi farklı alanlarda da kullanılmakta ve bunun sonucunda farklı yönetim ve karar alma uygulamaları ortaya çıkmaktadır. Günümüz büyük veri ve dijitalleşme çağında,

işletmeler, veri teknolojileri ve iş analitiği konularını dikkate alarak rekabet avantajı elde etmek istemektedirler. Bu nedenle verilerle etkin ve verimli çalışmak kritik öneme sahiptir. Özellikle, verileri gruplama ile birleştirirken, kümeleme analizi ile grupların formüle edilmesi ve yönetsel kararların desteklenmesi için yıllardır en faydalı tekniklerden biri olarak kabul edilmiştir. Kümeleme, çok sayıda veri nesnesi ile uğraşarak ve veri nesnelerini cinsiyet, konum, ürün, gelir, tercih gibi kendi özelliklerine göre kategorize ederek diğerlerinden farklılık göstermektedir (Sun vd., 2017: 227-228).

1. Kümeleme Analizi Yöntemleri

Kümeleme yöntemleri; uzaklık ya da benzerlik matrisi yardımıyla birim ya da değişkenleri kendi içinde homojen, birbirleri arasında ise heterojen gruplar oluşturmayı sağlayan yöntemlerdir. Kümeleme teknikleri, grup içi nesne farklılığının en aza indirildiği, grup-nesne arasındaki farklılığın ise en üst düzeye çıkarıldığı, verilerin homojen gruplar halinde nesnel olarak düzenlenerek, veri kümesindeki yapıyı tanımlamak için kullanılmaktadırlar (Carboni ve Russu, 2015: 680).

Kümeleme yöntemleri, birim ya da değişkenleri uygun gruplara ayırırken, grupları belirlemede (kümelemede) konusunda iki farklı yönteme ayrılırlar (Kayaalp, Yazgan ve Şahinler, 2000: 155). Bunlar;

- 1- Hiyerarşik kümeleme yöntemleri,
- 2- Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleridir.

1.1. Hiyerarşik Kümeleme Yöntemleri

Hiyerarşik yöntemler, öncelikle tüm gözlemlerin tek bir küme içinde olduğu varsayımına dayanmakta ve küme sayısını azaltmak için benzerlik matrisinden yararlanmaktadır (Gündeğer ve Doğan, 2018: 389). Benzerlik (iki gözlemin analitik değerleri arasındaki farktır), Öklid mesafelerin karesi kullanılarak hesaplanır (Delpla vd., 2018: 515). Bu analiz yöntemi örneklem sayısının 250'nin altında olması durumunda etkin olarak kullanılabilir (Doğan, 2008: 89). Hiyerarşik tekniklerin çekici özelliklerinden biri, önceden belirlenmiş belirli sayıda kümeyi varsaymamalarıdır. Bunun yerine istenen sayıda küme, dendrogramın uygun seviyede "kesilmesi" ile elde edilebilir (Gainfranco vd., 2014: 703). Dendrogram (ağaç diyagramı), tüm veri setinin iç içe geçmiş kümelerden oluşan ağaç ve dallarına benzetilen yapıdır. Ağacın kökü, tüm veri kümesini temsil ederken, her bir dal ise bir veri nesnesi içerir. Bir dendrogram oluşturmak için iki strateji vardır: (1) aşağıdan yukarıya yürütülen birleştirici kümeleme: başlangıçta her bir veri nesnesini tek bir küme olarak ele alır, ardından tüm veri nesnelere tek bir ortak özellik kalana kadar kümeleri art arda birleştirir (2) tüm veri nesnelerini başlangıçta tek bir küme olarak ele alan bölücü kümeleme: seçilen bir kümeyi, her küme yalnızca tek bir veri nesnesi içerene kadar kademeli olarak iki yeni kümeye böler (Sun vd., 2017: 229-230).

Veri matrisindeki birimlerin (ya da değişkenlerin) başlangıç aşamasında kaç küme oluşturduğu ve küme elemanlarını belirleme durumuna göre hiyerarşik yöntemler iki ana gruba ayrılır.

A. Birleştirici Hiyerarşik Kümeleme Yöntemleri (Agglomerative Hierarchical Clustering Procedures)

"Aşağıdan yukarıya" ilkesini kullanır. Her birimi kendi kümesi olarak ilan ederek başlar ve ardından bir durdurma kriteri karşılanana kadar en benzer iki kümeyi art arda birleştirir (Turner ve Joseph, 2017:110). Bu yöntemin başlangıcında her birim kendi içinde birer küme kabul edilir. Akabinde birbirleriyle büyük ölçüde benzerlik gösteren iki birim bir küme oluşturacaktır. Değişik benzerlik düzeylerine sahip diğer birimler de bu kümeye eklenmekte ve böylece birimlerin tümü tek bir kümede toplanarak birbirleri ile birleştirilirler. Birleşimler, uzaklıklar ve birimlerin bağlanma noktaları dendogram grafikleri ile gösterilirler. Birleştirici aşamalı kümeleme yöntemlerinde, birimlerin birleştirilmelerine ilişkin değişik yaklaşımlar geliştirilmiştir (Kayaalp, Yazgan ve Şahinler, 2000: 156). Geliştirilen bu yöntemlerden en çok kullanılanları aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

- **Tek Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Tek-BKY, Single Linkage, Nearest Neighbor Method):** En basit birleştirici hiyerarşik kümeleme yöntemidir. Bu yöntemde, birimlerin oluşturulan kümelerle aralarındaki uzaklık dikkate alınarak hangi birimlerle birleştirilip yeni bir küme oluşturacağı tespit edilir. Yöntemde, tek bir birim kendi başına küme oluşturabilir ve küme içinde bulunan birim sayısının birden fazla olması zorunlu değildir (Kayaalp, Yazgan ve Şahinler, 2000: 156). Bu yöntemde uzaklıklar matrisi kullanılmaktadır. İlk aşamada, en yakın iki birim bulunur. Bu iki birim bir küme oluşturur. Üçüncü birimin, kümede yer alan iki birimden birine olan uzaklığı diğer birimlerin uzaklıklarından daha küçükse bu kümeye atanacaktır (Yalçın, 2013: 10; Doğan, 2008: 89-90; Dinler, 2014: 18; Selanik, 2007: 11; Akgöz, 2010: 53; Altınok, 2019: 48; Koldere Akın, 2008: 10-11).

- **Ortalama Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Ort-BKY, Average Linkage Method):** Bu yöntemde birimler arasındaki benzerliğin ortalamasına dikkat edilmektedir. İki küme arasındaki uzaklık, birinci kümedeki birimlerin, ikinci kümedeki birimlere olan uzaklıklarının ortalaması alınarak bulunmaktadır. Tek bağlantı yöntemi birbirine en yakın, tam bağlantı yöntemi birbirine en uzak birimlerden başlayarak kümeleme yapması nedeniyle, bu iki teknik uç değerlerin etkisine oldukça açıktır. Ortalama bağlantı yöntemi ise uç değerlerin etkisini ortadan kaldırmaktadır. Bu yöntem birbirine yakın grup içi varyansa sahip kümeler üretir. Tam bağlantı ve ortalama bağlantı tekniklerinde birbirine yakın dendogramlar oluşmaktadır (Yalçın, 2013: 12;

Doğan, 2008: 92; Dinler, 2014: 19; Selanik, 2007:12; Akgöz, 2010: 54; Altınok, 2019: 50; Koldere Akın, 2008: 12).

- **Tam Bağlantı Kümeleme Yöntemi (Tam-BKY, Complete Linkage Method):** En uzak birimleri birbirleriyle birleştirerek küme oluşturmaya çalışır (Kayaalp, Yazgan ve Şahinler, 2000: 157). Bu yöntem de öncelikle en uzak iki birim bir kümeye atanmakta ve aynı mantıkla kümeler diğer kümelerle birleştirilmektedir. Birimlerin kümelerle veya kümelerin kümelerle birleştirilmesinde temel ölçüt uzaklıktır. Tek bağlantı tekniğine göre daha iyi sonuçlar verebilmektedir. Her ne kadar verilerin sadece tek yönünü (en büyük uzaklık) temsil etse de, araştırmacılar geniş aralıklar bulunan kümeleme uygulamaları için bu yöntemi tercih etmektedirler. Ancak, aynı küme içerisinde bulunan birimlerin uzaklıklarının belirli bir değerden küçük olması durumunda, kümelerin doğru bir şekilde oluşturulmasını garanti edememektedir (Yalçın, 2013: 11; Doğan, 2008: 91-92; Dinler, 2014: 18-19; Selanik, 2007: 11-12; Akgöz, 2010: 53-54; Altınok, 2019: 49; Koldere Akın, 2008: 11).

- **Merkezi Yöntem (Centroid Linkage Method):** Bu yöntemde kümeler arası benzerlikler, küme merkezlerinin birbirlerine olan uzaklıkları ile belirlenmektedir. Küme merkezleri, kümeleri oluşturan birimlere ait değişkenlerin ortalama değerleri dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Kümelerde birleşmeler oldukça küme merkezi değişiklik gösterecektir. Yani, var olan bir kümeye yeni birimler eklendikçe küme merkezi değişir. Kümeler arasındaki uzaklık küme merkezleri arasındaki kareli Öklid uzaklıktır. Yöntemin ilk adımında, birbirine en yakın birimler aynı kümeye dahil edilmekte ve bu kümenin merkezi olarak küme birimlerine ait ortalama değer hesaplanmaktadır. Tekrar birbirine en yakın birimler aynı kümeye dahil edilerek küme merkezleri hesaplanır. Tüm birimlerin herhangi bir kümeye atanması sağlanana kadar bu uygulamalar tekrar edilir. Her adımda farklı küme merkezleri ve ortalamaların değişmesi nedeniyle sonuçlar karmaşıklaşacaktır. Bu yöntemin en önemli avantajı farklı nitelikteki birimlerden çok fazla etkilenmemesi ve diğer hiyerarşik kümeleme yöntemlerine göre uç değerlerden az etkilenen bir yöntem olmasıdır (Doğan, 2008: 93; Yalçın, 2013: 14; Dinler, 2014: 20; Altınok, 2019: 53).

- **Ward Bağlantı Kümeleme Yöntemi (WARD Linkage Method):** Her kümeleme adımında oluşabilecek herhangi iki varsayımsal kümenin karelerinin toplamını en aza indirmek ve kümeler arasındaki mesafeleri değerlendirmek için varyans analizi yaklaşımını kullanır (Delpla vd., 2018: 515). Her aşamada elde edilen kümelerden hata kareleri toplamı en küçük olanlar birleştirilir. Amaç küme içinde homojenliği, kümeler arasında ise heterojenliği maksimum olan kümeler oluşturmaktır (Yalçın, 2013: 13). Ward, belirli sayıdaki

birimleri her aşamada “Minimum Bilgi Kaybı” ile kümelemek ve bu bilgi kaybını yorumlanabilir sayısal ifadelerle dönüştürmek amacıyla Ward Kümeleme Yöntemi olarak bilinen tekniği geliştirmiştir. Yöntemin temel prensibi, her aşamada benzer birimleri birleştirmek suretiyle tek bir kümeye ulaşılmasıdır. Kümelemenin her aşamasında, birimler ve kümeler arasında her türlü birleşme olasılıkları dikkate alınmakta ve minimum bilgi kaybının söz konusu olduğu birimler birleştirilerek kümeler oluşturulmaktadır. Minimum bilgi kaybı, “En Küçük Hata Kareleri Toplamı” ile ifade edilmektedir. Bu yöntem, diğer yöntemler gibi kümeler arası uzaklıkları dikkate almamaktadır. Bunun yerine, küme içi hata kareleri toplamını minimize ederek homojenliği maksimum yapacak şekilde kümeler oluşturulmaktadır (Doğan, 2008: 93-95; Selanik, 2007: 12; Altınok, 2019: 53-54; Koldere Akın, 2008: 13).

B. Bölücü-Ayırıcı Hiyerarşik Kümeleme Yöntemleri (Divisive Hierarchical Clustering Procedures)

"Yukarıdan aşağıya" doğru bir metodoloji kullanır. Büyük bir küme ile başlar ve ardından kümeleri art arda bölerek devam eder (Turner ve Joseph, 2017:110).

1.2. Hiyerarşik Olmayan Kümeleme Yöntemleri

Küme sayısının önceden bilindiği durumlarda kullanılan kümeleme yöntemlerine hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri adı verilir (Gündeğer ve Doğan, 2018: 390). Aynı zamanda bu yöntem çok sayıda birim ($n > 1000$) olduğunda daha uygundur ve uç değerlere karşı daha az duyarlıdır. Bununla birlikte, bu yöntemin uygulanmasında, araştırmacının, kullanılacak kümeleme yönteminin tanımı, ölçülen mesafe ve hiyerarşik olmayan durumlarda önceden belirlenmesi gereken grup sayısı dahil olmak üzere bazı öznel kararlar vermesini gerektirir (Carvalho vd., 2015: 401).

- ***K-Ortalamalar (K- Means) Yöntemi:*** Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri içerisinde basitliği ve hesaplama verimliliğinden ötürü belki de en çok kullanılan kümeleme yöntemidir. Başlangıçta küme merkezi rastgele seçilir ve daha sonra tüm noktalar en yakın merkez noktalarında bir araya getirilerek kümelerin merkez noktaları yeniden hesaplanır. Aynı kümeye ait veri noktaları mümkün olduğu kadar yakın olmalıdır, yani optimum kümeleme kalitesini elde etmek için küme içi mesafe minimum olmalıdır. Bu yöntem uç değerlere karşı çok hassastır, çünkü az sayıda veri, merkezleri önemli ölçüde etkileyebilir. Diğer zayıf yönleri, yalnızca sayısal veriler ile çalışması, zayıf küme tanımlayıcıları, rastgele şekil, boyut ve yoğunluktaki kümelerle başa çıkamama, başlangıçtaki ağırlık merkezlerine duyarlı olması, küme sayısını belirlemek için kullanıcıya güvenmektir. Yöntemin temel amacı, amaç fonksiyonunu en aza indirmektir. Yöntemin uygulanmasında

öncelikle küme sayısı belirlenir, ardından küme merkezleri belirlenmekte, her birim en yakın kümelere atanmaktadır böylece oluşan yeni kümenin merkezi tekrar hesaplanmakta ve tüm birimler kümelere atanana kadar bu adımlar tekrarlanmaktadır (Sisodia vd., 2012: 83; Majhi ve Biswal, 2018: 348-350; Maione, Nelson ve Barbosa, 2019: 155; Akay, 2018: 62).

- **Bulanık K-Ortalama Kümeleme Yöntemi:** Bu yöntemde, her nokta, tamamen tek bir kümeye ait olmanın yanında bulanık mantıkta olduğu gibi başka kümelere ait olma derecesine sahiptir. Bu nedenle, bir kümenin kenarındaki noktalar, kümenin merkezindeki noktalara göre daha az derecede küme içerisinde yer alabilir (Sisodia vd., 2012: 83).

- **K-Medoidler Yöntemi:** Bu yöntem, veri seti içinde medoid adı verilen temsili numuneler bulmaya dayanır ve kümeleri, her numunenin en yakın temsili nesnesi ile ilişkilendirilmesi yoluyla inşa etmektedir. Bir kümenin medoidi, bu kümeden alınan örnek olacaktır, öyle ki bu örnek ile aynı kümedeki diğer örnekler arasındaki ortalama fark, K-ortalamları ile hesaplanan Öklid mesafelerinin karesi toplamı yerine olabildiğince küçük olacaktır. Medoidler, uç ve farklı değerlere karşı daha dirençlidir. Kümenin oluşturulmasında öncelikle, her bir küme için medoid olarak tanımlanan rastgele bir nesne seçilmektedir. Ardından, seçilmeyen nesnelerin her biri en çok benzediği medoid ile gruplandırılır. Daha sonra medoidlerden birini medoid olmayan nesnelere biriyle yinelemeli olarak değiştirir. Her yinelemede, her medoid tüm veri kümesiyle karşılaştırılmaktadır (Sisodia vd., 2012: 84; Maione, Nelson ve Barbosa, 2019: 155).

2. Küme Sayısının Belirlenmesi

Kümeleme analizinin sağlıklı ve amaca uygun bir şekilde uygulanabilmesi için öncelikle değişkenlerin ve doğru küme sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Küme sayısına karar verme konusunda geliştirilen farklı yöntemler söz konusudur. Bu konuda kullanılan ve en pratik olan yöntem aşağıda belirtilen eşitlikle elde edilmektedir. Bu yöntemde küme sayısı (k),

$$k = \sqrt{\frac{n}{2}}$$

formülü ile bulunmaktadır. Ancak bu yöntem örneklem hacminin büyük olması halinde iyi sonuçlar vermeyebilecektir. Bir diğer yöntemde ise W, grup içi kareler toplamı matrisi olmak üzere küme sayısı,

$$M = k^2 |W|$$

eşitliği ile bulunmaktadır. Bu formül sonucunda en küçük M değerini veren küme sayısı gerçek küme sayısı olarak belirlenmektedir. Bir başka yöntem de ise B ve W sırasıyla gruplar arası ve grup içi kareler toplamı matrisleri olmak üzere,

$$M = \frac{\sum(B)/(k-1)}{\sum(W)/(n-k)}$$

eşitliği ile bulunmaktadır. Bu eşitlikte amaç en büyük k değerinin küme sayısı olarak belirlenmesidir.

Küme sayısına karar verme aşamasında problem yaşanmaması için uç değerlerin analizin başında ortaya konması önemlidir. Kümeleme sayısının tespitinde her ne kadar çeşitli formüller geliştirilmiş olsa da araştırmacının bilgi düzeyi, tecrübesi ve sonuçların anlamlı olup olmaması ön plana çıkmaktadır (Selanik 2007: 14-16; Koldere Akın, 2008: 26-27).

Küme sayısının belirlenmesi konusunda, yukarıda verilen formüller haricinde araştırmacıya bilgi verme ve yol gösterme niteliğinde geliştirilen çeşitli kurallar da mevcuttur. Bu kurallar aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (Koldere Akın, 2008: 26-27):

1. Kuramsal gelişmeler ve yapılan uygulama sonuçları belirli bir küme sayısını önerebilir.
2. Hiyerarşik kümelemede kümelerin birleştiği uzaklıklar önemlidir dendrogramlar yardımıyla tespit edilebilir.
3. Hiyerarşik olmayan kümelemede toplam küme içi varyansın kümeler arası varyansa oranı kümelerin sayısı konusunda bilgi verebilir.
4. Toplam birim ve değişken sayısı dikkate alındığında tespit edilen küme sayısı anlamlı olmalıdır.

4. BÖLÜM

TARIM İŞLETMELERİ ÜZERİNE UYGULAMA

Bu çalışmanın amacı, BİST’de (Borsa İstanbul) işlem gören tarım ve gıda sektöründeki 28 işletmenin 2016-2021 dönemleri için firmaların etkinlik analizi, performans sıralamaları ve kümeleme analizi sonuçlarını değerlendirmektir.

Çalışmada, BİST’de kayıtlı tarım ve gıda sektörü içinde yer alan 28 işletmeye ait 2016-2021 yıllarındaki finansal verilerden hareketle, Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA) modelleri DEAP-xp1 programında, TOPSIS yöntemi Excel’de, Kümeleme Analizi ise SPSS 21 programı ile çözülmüştür. Modellerde 2016-2021 yılları arası verilerin geometrik ortalamaları kullanılmıştır. Geometrik ortalama aritmetik ortalamaya kıyasla orana dayalı sürekli verileri daha doğru tanımlamakta ve temsil etmektedir. Dönemsel etkinin yanı sıra son dönemdeki durumu da görebilmek için 2021 yılı verileriyle de BVZA, TOPSIS ve Kümeleme modelleri çözülerek karşılaştırmalı sonuçlar elde edilmiştir.

Uygulamanın ilk kısmında toplam sekiz girdi-çıkıtı değişkeniyle Aralık Veriler ile uygulanabilen Bulanık Veri Zarflama Analizi yöntemi kullanılmıştır. BVZA yönteminin kullanılabilmesi için öncelikle veriler aralık verilere dönüştürülmüştür. Aralık verilerin standart sapmaları hesaplanarak elde edilen yeni veriler girdi yönelimli BCC modeline göre veri zarflama analizine tabi tutularak ve elde edilen sonuçlara göre işletmelerin performansları elde edilmiştir.

Uygulamanın ikinci kısmında, aynı değişkenler kullanılarak 2016-2021 tarihleri arasında BİST’ te işlem gören tarım ve gıda sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin, TOPSIS yöntemi ile finansal performans analizleri yapılmıştır.

Uygulamanın üçüncü kısmında ise Kümeleme Analizi gerçekleştirilmiş ve böylece işletmeler gruplandırılarak daha özet bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır.

Uygulamanın son kısmında ise BVZA, Kümeleme Analizi ve TOPSIS yöntemlerinin sonuçları bir bütün olarak değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Yapılacak analizlerde ele alınacak, BİST’e kayıtlı tarım ve gıda sektöründe faaliyet gösteren 28 işletme Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1: BİST’e Kayıtlı Tarım Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmeler

	İŞLETMELER
1	Anadolu Efes Biracılık Ve Malt Sanayi Aş

2	Avod Kurutulmuş Gıda Ve Tarım Ürünleri Sanayi Ticaret Aş
3	Banvit Bandırma Vitaminli Yem Sanayi Aş
4	Coca-Cola İçecek Aş
5	Dardanel Önentaş Gıda Sanayi Aş
6	Ekiz Kimya Sanayi Ve Ticaret Aş
7	Ersu Meyve Ve Gıda Sanayi Aş
8	Frigo-Pak Gıda Maddeleri Sanayi Ve Ticaret Aş
9	Iz Hayvancılık Tarım Ve Gıda Sanayi Ticaret Aş
10	Kent Gıda Maddeleri Sanayi Ve Ticaret Aş
11	Kerevitaş Gıda Sanayi Ve Ticaret Aş
12	Konfrut Gıda Sanayi Ve Ticaret Aş
13	Kristal Kola Ve Meşrubat Sanayi Ticaret Aş
14	Oylum Sınai Yatırımlar Aş
15	Penguen Gıda Sanayi Aş
16	Pınar Entegre Et Ve Un Sanayi Aş
17	Pınar Su Ve İçecek Sanayi Ve Ticaret Aş
18	Pınar Süt Mamulleri Sanayi Aş
19	Selçuk Gıda Endüstri İhracat İthalat Aş
20	Taç Tarım Ürünleri Hayvancılık Gıda Sanayi Ve Ticaret Aş
21	Tat Gıda Sanayi Aş
22	Taze Kuru Gıda Sanayi Ve Ticaret Aş
23	Tukaş Gıda Sanayi Ve Ticaret Aş
24	Türk Tuborg Bira Ve Malt Sanayi Aş
25	Ulusoy Un Sanayi Ve Ticaret Aş
26	Ülker Bisküvi Sanayi Aş
27	Vanet Gıda Sanayi İç Ve Dış Ticaret Aş
28	Yaprak Süt Ve Besi Çiftlikleri Sanayi Ve Ticaret Aş

Araştırmanın değişkenleri, yukarıda yer alan işletmelerin her yıl yayınlamış oldukları ve bağımsız denetimden geçmiş faaliyet raporları yardımıyla elde edilen finansal oranlardan oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan veriler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Analizlerde Kullanılan Değişkenler

GİRİDİ	Cari Oran
	Finansal Kaldıraç
	KVB/Toplam Aktifler
	UVB/Toplam Aktifler
	Net Satışlar/Toplam Aktifler
	Stok Devir Hızı
ÇIKTI	Net Kar/Özsermaye
	Net Kar/Satışlar

Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin açıklamaları aşağıdaki gibidir;

Cari Oran: İşletmenin dönen varlıklarının, kısa vadeli borçlarına oranıdır. Cari oran, kısa vadeli borçların karşılığında sahip olunan nakdi performans hakkında bilgi vermektedir.

Finansal Kaldıraç: İşletmenin borç oranı hakkında bilgi verir. Borç toplamalarının aktif toplama oranlanması ile bulunmaktadır. Finansal kaldıraçla, varlıkların ne kadarının borçlanma ile finanse edildiği tespit edilmektedir.

KVB/Toplam Aktif: İşletmenin toplam varlıkları içinde kısa vadeli borçlarının payını gösterir. Bu oranın 1/3 olması idealdir.

UVB/Toplam Aktif: İşletmenin toplam varlıkları içinde uzun vadeli borçlarının payını gösterir. Bu oranın ¼ olması beklenmektedir.

Net Satışlar/Toplam Aktif: Aktif devir hızı olarak adlandırılan bu oran, sermaye yoğun ve teknolojik yatırıma önem veren bir işletme olmanın yanında varlık kullanımının bir göstergesi olarak yorumlanır. Ayrıca bu oran, işletmenin aktifinde yer alan duran varlıkların önemini de yansıtmaktadır. Bunun sonucu olarak aktif devir hızının yavaşlaması durumunda atıl kaynakların söz konusu olduğu söylenebilir.

Stok Devir Hızı: Bu rasyonun büyük çıkması, stok yönetimi konusunda işletmenin iyi konumda olduğunu ve depolama maliyetlerinin azaldığını göstermektedir. Satılan mamul maliyeti/stoklar formülü ile bulunmuştur.

Net Kar/Özsermaye: İşletmenin özkaynaklarının performansını ölçmektedir. Özellikle aynı sanayi dalında faaliyet gösteren işletmeleri kıyasarken bu rasyodan yararlanılmaktadır. Eğer oran büyükse işletmenin iyi bir yatırım yaptığı ve giderlerini kontrol altında tuttuğu söylenebilir.

Net Kar/Satışlar: Dönem karının satışların yüzde kaçını oluşturduğu hesaplanmaktadır. Bu oranın yüksek çıkması tercih edilmektedir.

BİST'e kayıtlı olan ve tarım sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin 2016-2021 yılları arası değişkenlerine ait geometrik ortalama sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3: 2016-2021 Yılları Arası Finansal Verilerin Geometrik Ortalama Değerleri

	Net Kar/ Özser.	Net Kar/ Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/ Toplam Aktifler	UVB/ Toplam Aktifler	Net Satışlar/ Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Anadolu Efes	0,641	0,755	1,408	0,475	0,198	0,268	0,466	5,910
Avod Gıda	0,648	0,725	1,152	0,544	0,468	0,070	0,673	1,930
Banvit	0,705	0,807	1,380	0,584	0,437	0,128	1,649	7,980
Coca-Cola	0,697	0,782	1,637	0,549	0,214	0,326	0,706	8,480
Dardanel	0,790	0,472	0,382	2,016	1,429	0,513	2,439	7,950
Ekiz Kimya	0,734	0,683	0,376	0,797	0,569	0,206	0,760	275,120
Ersu Gıda	0,632	0,829	2,318	0,247	0,149	0,092	0,227	0,780
Frigo-Pak Gıda	0,599	0,770	1,336	0,649	0,415	0,208	0,586	1,290
Iz Tarım	0,541	0,654	0,627	0,490	0,397	0,088	0,338	2,880
Kent Gıda	0,684	0,809	1,296	0,411	0,384	0,026	0,872	4,430
Kereviş Gıda	0,908	0,730	1,390	0,736	0,411	0,238	0,840	4,340
Konfrut Gıda	0,804	1,030	1,844	0,415	0,399	0,012	0,679	1,100
Kristal Kola	0,635	0,717	2,796	0,295	0,229	0,052	0,890	5,880
Oylum Sınai	0,617	0,657	1,219	0,527	0,367	0,148	0,784	7,650
Penguen Gıda	0,186	0,434	1,002	0,553	0,444	0,108	0,635	1,950
Pınar Et	0,738	0,859	1,605	0,252	0,176	0,075	0,876	9,890
Pınar Su Ve İçecek	0,045	0,261	0,486	0,750	0,471	0,260	0,667	7,430
Pınar Süt	0,680	0,771	1,160	0,419	0,317	0,100	1,021	7,890
Selçuk Gıda	0,636	0,796	3,756	0,243	0,164	0,076	0,546	3,260
Taç Tarım	0,383	0,020	0,268	0,555	0,392	0,158	0,093	1,060
Tat Gıda	0,788	0,831	3,196	0,414	0,292	0,106	1,028	2,530
Taze Kuru Gıda	0,022	0,196	2,175	0,513	0,278	0,177	0,599	1,720
Tukaş Gıda	0,797	0,819	1,315	0,598	0,451	0,136	0,677	1,450
Türk Tuborg	0,957	1,068	1,679	0,421	0,397	0,023	0,765	3,730
Ulusoy Un	0,720	0,724	1,319	0,762	0,632	0,112	2,402	10,010

Ülker Bisküvi	0,752	0,846	2,370	0,681	0,276	0,281	0,571	6,520
Vanet Gıda	0,492	0,294	4,580	0,187	0,062	0,085	0,097	0,010
Yaprak Süt	0,737	0,883	1,035	0,410	0,271	0,136	0,549	5,900

2021 yılı firmalara ait finansal verilerin değerleri ise tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4: İşletmelerin 2021 Yılı Finansal Değerleri

	Net Kar/ Özser.	Net Kar/ Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/ Toplam Aktifler	UVB/ Toplam Aktifler	Net Satışlar/ Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Anadolu Efes	0,582	0,746	1,006	0,538	0,288	0,249	0,450	4,260
Avod Gıda	0,706	0,814	1,150	0,545	0,511	0,034	0,654	1,751
Banvit	0,599	0,704	1,393	0,682	0,553	0,129	1,360	4,490
Coca-Cola	0,684	0,796	1,432	0,556	0,228	0,315	0,669	5,684
Dardanel	0,496	0,666	1,238	0,413	0,333	0,080	0,781	0,650
Ekiz Kimya	1,085	0,912	0,347	0,700	0,373	0,328	0,748	37696,391
Ersu Gıda	0,530	0,708	2,193	0,255	0,140	0,115	0,271	0,922
Frişo-Pak Gıda	0,553	0,731	1,774	0,448	0,364	0,084	0,387	0,813
Iz Tarım	0,370	0,453	0,571	0,570	0,519	0,052	0,281	1,983
Kent Gıda	0,740	0,812	1,542	0,411	0,386	0,025	1,021	4,197
Kereviş Gıda	0,506	0,681	1,332	0,665	0,520	0,145	1,030	4,528
Konfrut Gıda	0,764	0,749	1,261	0,695	0,681	0,014	1,182	2,592
Kristal Kola	0,565	0,727	2,764	0,229	0,209	0,020	0,800	4,708
Oylum Sınai	0,636	0,742	1,571	0,528	0,415	0,113	0,957	5,047
Penguen Gıda	0,579	0,770	1,362	0,316	0,248	0,068	0,460	1,677
Pınar Et	0,635	0,818	1,357	0,292	0,206	0,086	0,608	8,701
Pınar Su	0,241	0,489	0,416	0,660	0,488	0,172	0,485	5,866
Pınar Süt	0,582	0,730	1,119	0,424	0,329	0,095	0,792	7,074
Selçuk Gıda	0,708	0,932	5,638	0,143	0,079	0,064	0,648	10,927
Taç Tarım	0,547	0,992	0,135	0,371	0,265	0,107	0,052	2,562
Tat Gıda	0,774	0,890	7,468	0,460	0,338	0,122	0,667	1,232
Taze Kuru Gıda	0,001	0,001	7,029	0,121	0,111	0,010	0,668	3,232

Tukaş Gıda	0,771	0,857	1,387	0,524	0,418	0,106	0,693	1,526
Türk Tuborg	0,934	1,014	1,866	0,387	0,363	0,024	0,770	3,105
Ulusoy Un	0,714	0,701	1,170	0,803	0,694	0,109	2,520	10,215
Ülker Bisküvi	0,484	0,673	3,059	0,836	0,234	0,622	0,478	2,774
Vanet Gıda	0,821	1,893	18,497	0,143	0,011	0,132	0,212	0,001
Yaprak Süt	0,784	0,915	1,001	0,443	0,319	0,123	0,640	7,552

1. BİST'e Kayıtlı Tarım İşletmelerinin Etkinlik Ve Sıralamalarının Bulanık Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi

Çalışmanın bu bölümünde BİST'e kayıtlı tarım ve gıda sektöründe yer alan işletmelerin etkinliklerinin Bulanık VZA tekniği ile ölçülmesi ve performanslarına göre sıralanması amaçlanmıştır. Bulanık VZA tekniği olarak aralık veriler ve α -kesim yöntemi kullanılmıştır. BVZA modellerinin çözümlenmesi DEAP xp1 programı ile yapılmıştır.

Çalışmada kullanılan veriler işletmelerin bağımsız denetimden geçmiş mali tablolarından yararlanılarak elde edilmiştir. Elde edilen veriler Veri Zarflama ve Bulanık Veri Zarflama Analizlerine tabi tutulmuştur.

Veri Zarflama Analizi ile verilerde ortaya çıkabilecek hatalar farklı sonuçların elde edilmesine sebep olabilmektedir. Bu hataları bertaraf edebilmek için Bulanık yaklaşım altında Veri Zarflama Analizinin uygulanmasının daha gerçekçi sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Bu amaçla önerilen Bulanık Veri Zarflama Analizi teknikleri arasından " α -Kesim Kümeler Yaklaşımı" ile uygulanabilen Bulanık Veri Zarflama Analizi yönteminden yararlanılmıştır. α -Kesim Kümeleme Yaklaşımına göre veriler bölüm 1.2'de açıklandığı üzere alt, merkez, ve üst sınırlar olarak tanımlanır. Akabinde bulanık veriler aralık verilere dönüştürülür. Dönüşüm gerçekleştirilirken 0.00, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90 ve 1.00 α -kesim düzeylerine göre alt ve üst sınırlar hesaplanır.

Verilerin aralık veriler şeklinde ifade edilebilmesi için 8 girdi-çıkıtı değişkeninin standart hatalarından yararlanılmıştır. Standart hata, standart sapma değerinin toplam firma sayısının kareköküne bölünmesi ile elde edilen değerdir.

2016-2021 yıllarına ait geometrik ortalaması alınmış verilerin girdi ve çıktı değişkenlerinin standart sapma ve standart hata değerleri aşağıda verilmiştir:

	Net Kar/ Özsermaye	Net Kar/ Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/ Toplam Aktifler	UVB/ Toplam Aktifler	Net Satışlar/ Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Standart Sapma	0,224	0,245	1,012	0,331	0,244	0,109	0,548	51,214
Standart Hata	0,042	0,046	0,191	0,062	0,046	0,021	0,104	9,678

BVZA'ne konu olan her bir değişkenin verilerine standart hata eklenerek üst sınır ve standart hata çıkartılarak da alt sınır hesaplanmaktadır.

$$(\text{Üst Sınır Verisi}) = (\text{Mevcut Veri}) + (\text{Standart Hata})$$

$$(\text{Alt Sınır Verisi}) = (\text{Mevcut Veri}) - (\text{Standart Hata})$$

biçiminde üst sınır ve alt sınır verisi hesaplanmış, böylelikle her bir veri aralık veri haline dönüştürülmüştür.

Anadolu Efes firmasının 2016-2021 yılı geometrik ortalaması alınmış verilerine göre 0.30 ve 0.90 α -kesim düzeyine göre Net Kar/Özsermaye verisinin alt ve üst sınırları şu şekilde hesaplanmaktadır⁷;

$$\text{Alt sınır (0.30 } \alpha\text{-kesim): Alt değer} + 0,30 * (\text{Gerçek Değer} - \text{Alt Değer})$$

$$\text{Alt sınır (0.30 } \alpha\text{-kesim): } 0,619 + 0,30 * (0,641 - 0,619) = 0,626$$

$$\text{Üst sınır (0.30 } \alpha\text{-kesim): Üst değer} - 0,30 * (\text{Üst Değer} - \text{Gerçek Değer})$$

$$\text{Üst sınır (0.30 } \alpha\text{-kesim): } 0,683 - 0,30 * (0,683 - 0,641) = 0,670$$

0.90 α -kesim düzeyine göre Net Kar/Özsermaye verisinin alt ve üst sınırları ise şu şekilde hesaplanmaktadır;

$$\text{Alt sınır (0.90 } \alpha\text{-kesim): Alt değer} + 0,90 * (\text{Gerçek Değer} - \text{Alt Değer})$$

$$\text{Alt sınır (0.90 } \alpha\text{-kesim): } 0,619 + 0,90 * (0,641 - 0,619) = 0,639$$

$$\text{Üst sınır (0.90 } \alpha\text{-kesim): Üst değer} - 0,90 * (\text{Üst Değer} - \text{Gerçek Değer})$$

$$\text{Üst sınır (0.90 } \alpha\text{-kesim): } 0,683 - 0,90 * (0,683 - 0,641) = 0,645$$

Geometrik ortalaması alınmış 2016-2021 yılı verilerinin girdi yönlü BCC modeli ile Bulanık Veri Zarflama Analizine göre etkinlik ölçümü yapılabilmesi için gerekli olan aralık veriler tablo 5'de verilmiş ve her bir işletme için sırasıyla üst sınır ve alt sınır etkinlik değerleri hesaplanmıştır.

Üst sınır etkinlik değeri ölçülürken, üst sınır çıktı değerleri ile alt sınır girdi değerleri kullanılır. Alt sınır etkinlik değerleri ölçülürken ise, alt sınır çıktı değerleri ile üst sınır girdi değerleri kullanılmaktadır. 2016-2021 yılı geometrik ortalaması alınmış veriler sonucunda elde edilen alt ve üst sınır değerlerine göre α -kesim etkinlik değerleri sonuçları tablo 6'de özetlenmiştir.

⁷ Analize konu olan 28 işletmenin her bir α -katsayısına göre hesaplanmış olan alt ve üst sınır değerleri tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5: Geometrik Ortalaması Alınmış 2016-2021 Yılı Girdi Ve Çıktı Değişkenlerine Ait Aralık Verileri

İŞLETME ADI	GİRDİ DEĞİŞKENLERİ												ÇIKTI DEĞİŞKENLERİ			
	Cari Oran		Finansal Kaldıraç		KVB/Toplam Aktifler		UVB/Toplam Aktifler		Net Satışlar/Toplam Aktifler		Stok Devir Hızı		Net Kar/Özsermaye		Net Kar/Satışlar	
	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır
ANADOLU EFES	1,217	1,599	0,412	0,537	0,152	0,244	0,256	0,288	0,375	0,570	5,897	15,578	0,619	0,683	0,736	0,801
AVOD GIDA	0,961	1,343	0,482	0,607	0,422	0,514	0,059	0,091	0,582	0,777	1,915	11,596	0,627	0,690	0,706	0,772
BANVİT	1,189	1,571	0,522	0,647	0,391	0,483	0,116	0,148	1,557	1,752	7,962	17,643	0,684	0,747	0,788	0,854
COCA-COLA	1,446	1,828	0,486	0,611	0,168	0,260	0,314	0,347	0,614	0,809	8,466	18,147	0,676	0,740	0,763	0,829
DARDANEL	0,191	0,573	1,953	2,078	1,383	1,475	0,502	0,534	2,347	2,542	7,941	17,622	0,768	0,832	0,453	0,519
EKİZ KİMYA	0,184	0,567	0,734	0,859	0,523	0,615	0,194	0,226	0,668	0,863	275,105	284,786	0,713	0,777	0,664	0,730
ERSU MEYVE	2,126	2,509	0,185	0,310	0,103	0,195	0,081	0,113	0,136	0,331	0,764	10,445	0,610	0,674	0,810	0,876
FRIGO-PAK GIDA	1,145	1,527	0,587	0,712	0,369	0,461	0,196	0,228	0,495	0,690	1,281	10,962	0,577	0,641	0,750	0,816
IZ HAYVANCILIK	0,436	0,818	0,428	0,553	0,351	0,443	0,077	0,109	0,246	0,441	2,862	12,543	0,519	0,583	0,635	0,700
KENT GIDA	1,105	1,487	0,349	0,473	0,338	0,430	0,015	0,047	0,780	0,975	4,415	14,096	0,663	0,727	0,790	0,855
KEREVİTAŞ GIDA	1,199	1,582	0,673	0,798	0,364	0,457	0,226	0,258	0,749	0,944	4,324	14,005	0,887	0,951	0,711	0,776
KONFRUT GIDA	1,653	2,035	0,352	0,477	0,353	0,445	0,001	0,033	0,587	0,783	1,088	10,769	0,783	0,846	1,011	1,077

KRİSTAL KOLA	2,605	2,987	0,233	0,358	0,183	0,276	0,040	0,073	0,798	0,993	5,867	15,549	0,614	0,678	0,698	0,764
OYLUM SINAİ	1,028	1,410	0,465	0,590	0,321	0,413	0,136	0,168	0,693	0,888	7,640	17,321	0,595	0,659	0,637	0,703
PENGÜEN GIDA	0,811	1,193	0,490	0,615	0,398	0,490	0,096	0,129	0,543	0,738	1,940	11,621	0,164	0,228	0,415	0,480
PINAR ET	1,414	1,796	0,190	0,315	0,130	0,222	0,063	0,095	0,785	0,980	9,878	19,559	0,716	0,780	0,840	0,905
PINAR SU	0,295	0,677	0,687	0,812	0,425	0,517	0,248	0,281	0,576	0,771	7,416	17,098	0,024	0,088	0,241	0,307
PINAR SÜT	0,969	1,351	0,357	0,482	0,271	0,363	0,089	0,121	0,930	1,125	7,876	17,557	0,659	0,722	0,752	0,817
SELÇUK GIDA	3,565	3,948	0,180	0,305	0,118	0,210	0,064	0,096	0,454	0,649	3,245	12,926	0,614	0,678	0,776	0,842
TAÇ TARIM	0,077	0,459	0,493	0,618	0,346	0,438	0,146	0,178	0,001	0,196	1,050	10,731	0,361	0,425	0,001	0,067
TAT GIDA	3,005	3,387	0,352	0,476	0,246	0,338	0,095	0,127	0,936	1,132	2,519	12,201	0,767	0,831	0,812	0,878
TAZE KURU GIDA	1,984	2,366	0,450	0,575	0,232	0,324	0,166	0,198	0,507	0,702	1,702	11,383	0,001	0,065	0,176	0,242
TUKAŞ GIDA	1,124	1,506	0,535	0,660	0,405	0,497	0,124	0,156	0,585	0,780	1,432	11,113	0,775	0,839	0,800	0,866
TÜRK TUBORG	1,488	1,871	0,358	0,483	0,351	0,443	0,011	0,043	0,673	0,868	3,721	13,402	0,935	0,999	1,048	1,114
ULUSOY UN	1,128	1,510	0,700	0,825	0,586	0,678	0,101	0,133	2,310	2,505	9,997	19,678	0,699	0,762	0,705	0,771
ÜLKER BİSKÜVİ	2,179	2,561	0,618	0,743	0,230	0,322	0,270	0,302	0,479	0,674	6,503	16,184	0,730	0,794	0,827	0,893
VANET GIDA	4,389	4,772	0,125	0,250	0,016	0,108	0,074	0,106	0,005	0,200	0,001	9,682	0,471	0,535	0,275	0,340
YAPRAK SÜT	0,843	1,226	0,347	0,472	0,225	0,317	0,125	0,157	0,458	0,653	5,891	15,572	0,715	0,779	0,864	0,930

Tablo 6: Geometrik Ortalaması Alınmış 2016-2021 Yılı Girdi Yönlü BCC Modeli α -Kesim Düzeyine Göre Elde Edilen Alt Ve Üst Sınırlara Ait Etkinlik Skorları

2016-2021 BVZA Analiz Sonuçları																						
İŞLETME LER	α -0,00		α -0,10		α -0,20		α -0,30		α -0,40		α -0,50		α -0,60		α -0,70		α -0,80		α -0,90		α -1,00	
	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır	Alt sınır	Üst sınır
1-ANADOLU EFES	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2-AVOD	0,970	0,988	0,970	0,987	0,970	0,986	0,971	0,985	0,970	0,984	0,971	0,983	0,972	0,981	0,973	0,980	0,973	0,977	0,973	0,977	0,974	0,974
3-BANVİT	0,722	0,790	0,724	0,786	0,728	0,781	0,731	0,776	0,735	0,772	0,738	0,769	0,742	0,767	0,746	0,763	0,747	0,760	0,751	0,756	0,753	0,753
4-COCA-COLA	0,899	0,931	0,902	0,929	0,903	0,926	0,902	0,926	0,906	0,922	0,907	0,921	0,911	0,921	0,912	0,919	0,912	0,919	0,914	0,915	0,914	0,914
5-DARDAN EL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
6-EKİZ KİMYA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
7-ERSU MEYVE	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
8-FRIGO-PAK	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
9-İZ HAYVAN CILIK	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10-KENT GIDA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11-KEREVİT AŞ	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
12-KONFRUT	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
13-KRİSTAL KOLA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
14-OYLUM SINAİ	0,759	0,828	0,762	0,824	0,767	0,821	0,769	0,816	0,772	0,812	0,776	0,808	0,779	0,803	0,783	0,798	0,785	0,797	0,787	0,793	0,791	0,791
15-PENGUE N GIDA	0,858	0,925	0,858	0,922	0,860	0,917	0,862	0,913	0,865	0,908	0,866	0,901	0,868	0,897	0,869	0,892	0,871	0,887	0,872	0,881	0,874	0,874
16-PINAR ET	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
17-PINAR SU VE İÇECEK	0,795	0,872	0,799	0,868	0,803	0,865	0,809	0,861	0,812	0,857	0,817	0,851	0,820	0,847	0,823	0,845	0,828	0,841	0,831	0,837	0,835	0,835

Tablo 6’da çalışmaya konu olan BİST’e kayıtlı Tarım ve Gıda sektöründe yer alan 28 işletmenin 2016-2021 yılı geometrik ortalaması alınmış verilerinin girdi yönlü BCC modeli dikkate alınarak α -kesim düzeyine göre etkinlik skorları yer almaktadır. Etkinlik skorları incelendiğinde, 17 firmanın alt ve üst sınırlar dikkate alındığında her α -kesim düzeyinde tam etkinliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu işletmeler; Anadolu Efes, Dardanel, Ekiz Kimya, Ersu Meyve, Frigo-Pak Gıda, İz Hayvancılık, Kent Gıda, Kereviş Gıda, Konfrut Gıda, Kristal Kola, Pınar Et, Selçuk Gıda, Taç Tarım, Tukaş Gıda, Türk Tuborg, Vanet Gıda ve Yaprak Süt firmalarıdır. 11 işletmenin ise etkinlik skorları 1’in altında çıktığı için etkinsiz olarak nitelendirilmektedir ve etkinlik skorları dikkate alınarak performanslarına göre sıralama olanağı söz konusudur. Etkin çıkmayan işletmelerin tam etkinliğe ne kadar yaklaştıklarını görmek amacıyla performans sıralamaları yapılabilmektedir. Pişmanlık yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilen performans sıralamasında minimaks yöntemi kullanılmıştır. Uygulamada her bir etkinlik aralığının en üst etkinlik kaybı hesaplanmalıdır. Minimaks (en kötü en iyi) etkinlik kaybı (pişmanlık) en çok istenilen etkinlik aralığını verecek ve etkinsiz çıkan tüm işletmeler için uygulanacaktır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak minimum değere sahip olan işletmenin performansının yüksek olduğu tespit edilir. Minimum değere sahip olan işletme analizden çıkartılır ve sona tek işletme kalana kadar bu uygulama etkin çıkmayan işletmeler için tekrarlanacaktır.

Pişmanlık yaklaşımı kullanılarak, etkinlik skorları aralık sayılarla elde edilen bu 11 işletmenin 0.30 α - kesim düzeyinde performansları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

$$*R(\text{Avod})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 0.946; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.971, 0]=(1.000-0.971)=\mathbf{0,029}$$

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 0.985; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 0.946; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.731, 0]=(1.000-0.731)=0.269$$

$$R(\text{Coca-Cola})=\max[\max(1.000; 0.985; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 0.946; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.902, 0]=(1.000-0.902)=0,098$$

$$R(\text{Oylum})=\max[\max(1.000; 0.985; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.913; 1.000; 0.861; 0.946; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.769, 0]=(1.000-0.769)=0,231$$

$$R(\text{Penguen})=\max[\max(1.000; 0.985; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 0.861; 0.946; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.862, 0]=(1.000-0.862)=0,138$$

$$R(\text{Pınar Su})=\max[\max(1.000; 0.985; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.946; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.809, 0]=(1.000-0.809)=0,191$$

$$R(\text{Pınar Süt})=\max[\max(1.000; 0.985; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.934, 0]=(1.000-0.934)=0,066$$

$$R(\text{Tat})=\max[\max(1.000; 0.985; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.946; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.907, 0]=(1.000-0.907)=0,093$$

$$R(\text{Taze})=\max[\max(1.000; 0.985; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.946; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.760, 0]=(1.000-0.760)=0,240$$

$$R(\text{Ulusoy})=\max[\max(1.000; 0.985; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.946; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.752, 0]=(1.000-0.752)=0,248$$

$$R(\text{Ülker})=\max[\max(1.000; 0.985; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.946; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.833, 0]=(1.000-0.833)=0,167$$

Yukarıda yer alan analizler sonucunda maksimum etkinlik kaybı en küçük olan işletme etkinsiz olan 11 işletme içinde en iyi performansa sahip olarak değerlendirilir. İlk aşamada α -kesim yöntemine göre alt ve üst sınırlar dahilinde hesaplanan BVZA sonuçlarına göre tam etkin çıkmamakla birlikte etkinsiz işletmeler

arasında en iyi performansa sahip olan işletme Avod Gıda olarak bulunmuştur. Bu işletme sıralama işleminden çıkartılarak geriye kalan işletmeler aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 0.946; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.731, 0]=(1.000-0.731)=0.269$$

$$R(\text{Coca-Cola})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 0.946; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.902, 0]=(1.000-0.902)=0,098$$

$$R(\text{Oylum})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.913; 1.000; 0.861; 0.946; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.769, 0]=(1.000-0.769)=0,231$$

$$R(\text{Penguin})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 0.861; 0.946; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.862, 0]=(1.000-0.862)=0,138$$

$$R(\text{Pınar Su})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.946; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.809, 0]=(1.000-0.809)=0,191$$

$$*R(\text{Pınar Süt})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.934, 0]=(1.000-0.934)= \mathbf{0,066}$$

$$R(\text{Tat})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.946; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.907, 0]=(1.000-0.907)=0,093$$

$$R(\text{Taze})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.946; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.760, 0]=(1.000-0.760)=0,240$$

$$R(\text{Ulusoy})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.946; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.752, 0]=(1.000-0.752)=0,248$$

$$R(\text{Ülker})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.946; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.833, 0]=(1.000-0.833)=0,167$$

Çıkan değerler incelendiğinde maksimum etkinlik kaybı en düşük olan işletmenin 0,066 ile Pınar Süt olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda maksimum etkinlik kaybının hesaplanmasında Avod Gıda ile Pınar Süt firması analizden çıkartılarak kalan firmalar için tekrardan hesaplamalar gerçekleştirilecektir.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.731, 0]=(1.000-0.731)=0.269$$

$$R(\text{Coca-Cola})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.902, 0]=(1.000-0.902)=0,098$$

$$R(\text{Oylum})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.769, 0]=(1.000-0.769)=0,231$$

$$R(\text{Penguen})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.862, 0]=(1.000-0.862)=0,138$$

$$R(\text{Pınar Su})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.809, 0]=(1.000-0.809)=0,191$$

$$*R(\text{Tat})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.907, 0]=(1.000-0.907)=\mathbf{0,093}$$

$$R(\text{Taze})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.760, 0]=(1.000-0.760)=0,240$$

$$R(\text{Ulusoy})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.752, 0]=(1.000-0.752)=0,248$$

$$R(\text{Ülker})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.955; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.833, 0]=(1.000-0.833)=0,167$$

Üçüncü aşamada maksimum etkinlik kaybı en düşük olan firma olarak Tat Gıda firması bulunmuştur. Analizden Tat Gıda firması çıkartılarak kalan işletmeler için hesaplama tekrarlanacaktır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.731, 0]=(1.000-0.731)=0.269$$

$$*R(\text{Coca-Cola})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.902, 0]=(1.000-0.902)=\mathbf{0,098}$$

$$R(\text{Oylum})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.769, 0]=(1.000-0.769)=0,231$$

$$R(\text{Penguen})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.862, 0]=(1.000-0.862)=0,138$$

$$R(\text{Pinar Su})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.809, 0]=(1.000-0.809)=0,191$$

$$R(\text{Taze})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.760, 0]=(1.000-0.760)=0,240$$

$$R(\text{Ulusoy})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.752, 0]=(1.000-0.752)=0,248$$

$$R(\text{Ülker})=\max[\max(1.000; 0.776; 0.926; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.833, 0]=(1.000-0.833)=0,167$$

Yukarıdaki hesaplamalar sonucunda Coca Cola firması performans açısından en iyi dördüncü işletme olarak bulunmuştur. Firma analizden çıkartılarak kalan işletmeler için uygulamalar tekrarlanır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.731, 0]=(1.000-0.731)=0.269$$

$$R(\text{Oylum})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.769, 0]=(1.000-0.769)=0,231$$

$$*R(\text{Penguen})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.862, 0]=(1.000-0.862)=\mathbf{0,138}$$

$$R(\text{Pınar Su})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.809, 0]=(1.000-0.809)=0,191$$

$$R(\text{Taze})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.760, 0]=(1.000-0.760)=0,240$$

$$R(\text{Ulusoy})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.752, 0]=(1.000-0.752)=0,248$$

$$R(\text{Ülker})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.833, 0]=(1.000-0.833)=0,167$$

Hesaplama sonucunda Penguen Gıdanın maksimum etkinlik kaybı en düşük olan firma olduğu tespit edilmiş ve hesaplamadan çıkartılmıştır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.731, 0]=(1.000-0.731)=0.269$$

$$R(\text{Oylum})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.769, 0]=(1.000-0.769)=0,231$$

$$R(\text{Pınar Su})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.809, 0]=(1.000-0.809)=0,191$$

$$R(\text{Taze})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.798; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.760, 0]=(1.000-0.760)=0,240$$

$$R(\text{Ulusoy})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.866; 1.000; 1.000) - 0.752, 0]=(1.000-0.752)=0,248$$

$$*R(\text{Ülker})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 0.913; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.833, 0]=(1.000-0.833)=\mathbf{0,167}$$

Altıncı hesaplama sonucunda maksimum etkinlik kaybı en az olan firmanın 0,167 ile Ülker Bisküvi firması olduğu tespit edilmiş ve analizden çıkartılmıştır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.731, 0]=(1.000-0.731)=0.269$$

$$R(\text{Oylum})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.769, 0]=(1.000-0.769)=0,231$$

$$*R(\text{Pınar Su})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.809, 0]=(1.000-0.809)=\mathbf{0,191}$$

$$R(\text{Taze})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.760, 0]=(1.000-0.760)=0,240$$

$$R(\text{Ulusoy})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 0.861; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000) - 0.752, 0]=(1.000-0.752)=0,248$$

Maksimum etkinlik kaybı en az olan 0,191 düzeyi ile Pınar Su firması olarak bulunmuş ve analizden çıkartılmıştır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.731, 0]=(1.000-0.731)=0.269$$

$$*R(\text{Oylum})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.769, 0]=(1.000-0.769)=\mathbf{0,231}$$

$$R(\text{Taze})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.760, 0]=(1.000-0.760)=0,240$$

$$R(\text{Ulusoy})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.816; 1.000; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000) - 0.752, 0]=(1.000-0.752)=0,248$$

0,231 ile maksimum etkinlik kaybı en az olan Oylum Sınai firması bulunmuş ve analizden çıkartılmıştır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.731, 0]=(1.000-0.731)=0.269$$

$$*R(\text{Taze})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.760, 0]=(1.000-0.760)=\mathbf{0,240}$$

$$R(\text{Ulusoy})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.883; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000) - 0.752, 0]=(1.000-0.752)=0,248$$

0,240 etkinlik kaybına sahip olan Taze Kuru Gıda firması analizden çıkartılmıştır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.798; 1.000; 1.000) - 0.731, 0]=(1.000-0.731)=0.269$$

$$*R(\text{Ulusoy})=\max[\max(1.000; 0.776; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000) - 0.752, 0]=(1.000-0.752)=\mathbf{0,248}$$

Maksimum etkinlik kaybı en az olan onuncu firma 0,248 etkinlik kaybı ile Ulusoy Un firması olurken on birinci ve sonuncu firma 0,269 etkinlik kaybı ile Banvit firması olmaktadır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000) - 0.731, 0]=(1.000-0.731)=\mathbf{0.269}$$

Minmaks pişmanlık yaklaşımı dikkate alındığında α -kesim 0.30, 0.60 ve 0.90 düzeylerinde tam etkin çıkmayan firmaların performans sıralamaları tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7: 2016-2021 Yılı Verilerine Göre α -Kesim 0.30, 0.60 ve 0.90 Düzeyinde Performans Sıralama

Sonuçları

	İşletme Adı	α -Kesim Düzeyi		
		0.30	0.60	0.90
1	Avod Gıda	0,029	0,028	0,027
2	Pınar Süt	0,066	0,064	0,060
3	Tat Gıda	0,093	0,089	0,083
4	Coca-Cola	0,098	0,089	0,086
5	Penguen Gıda	0,138	0,132	0,128
6	Ülker Bisküvi	0,167	0,161	0,152
7	Pınar Su	0,191	0,180	0,169
8	Oylum Sınai	0,231	0,221	0,213
9	Taze Kuru Gıda	0,240	0,233	0,224
10	Ulusoy Un	0,248	0,238	0,228
11	Banvit	0,269	0,258	0,249

2016-2021 yılları arası geometrik ortalaması alınmış veriler için BVZA sonuçları dikkate alınarak tam etkinliğe sahip olmayan firmaların 0.30, 0.60 ve 0.90 α -Kesim düzeylerine göre hesaplanan etkinlik kayıpları tablo 7'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde en iyi performansa sahip olan firmanın Avod Gıda, en kötü performansa sahip olan firmanın ise Banvit olduğu tespit edilmiştir.

Analize konu olan 28 işletmenin yalnızca 2021 yılı verileri Bulanık Veri Zarflama Analizine tabi tutularak α -kesim düzeyine göre etkinlik skorları ayrıca hesaplanmıştır. Tablo 8’de 2021 yılı verilerine ilişkin aralık değerler ve tablo 9’da ise α -kesim düzeyine göre etkinlik skorları verilmiştir. α -kesim olarak 0.00, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90 ve 1.00 değerleri dikkate alınmıştır.

Verilerin aralık veriler şeklinde ifade edilebilmesi için 8 girdi-çıkıtı değişkeninin standart hataları hesaplanmıştır. 2021 yılı verilerine ait girdi ve çıkıtı değişkenlerinin standart sapma ve standart hata değerleri aşağıda verilmiştir:

	Net Kar/ Özsermaye	Net Kar/ Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/ Toplam Aktifler	UVB/ Toplam Aktifler	Net Satışlar/ Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Standart Sapma	0,207	0,291	3,616	0,195	0,168	0,126	0,456	7123,192
Standart Hata	0,039	0,055	0,683	0,037	0,032	0,024	0,086	1346,030

Tablo 8: 2021 Yılı Verilerine Ait Aralık Değerler

2021 Yılı Verilerinin Aralık Değerleri																
İŞLETME ADI	GİRDİ DEĞİŞKENLERİ												ÇIKTI DEĞİŞKENLERİ			
	Cari Oran		Finansal Kaldıraç		KVB/Toplam Aktifler		UVB/Toplam Aktifler		Net Satışlar/Toplam Aktifler		Stok Devir Hızı		Net Kar/Özsermaye		Net Kar/Satışlar	
	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır
ANADOLU EFES	0,872	1,689	0,501	0,575	0,278	0,32	0,239	0,273	0,399	0,536	4,260	1350,29	0,582	0,621	0,746	0,801
AVOD GIDA	1,016	1,833	0,508	0,582	0,501	0,543	0,024	0,058	0,603	0,74	1,751	1347,781	0,706	0,745	0,814	0,869
BANVİT	1,259	2,076	0,645	0,719	0,543	0,585	0,119	0,153	1,309	1,446	4,490	1350,52	0,599	0,638	0,704	0,759
COCA-COLA	1,298	2,115	0,519	0,593	0,218	0,26	0,305	0,339	0,618	0,755	5,684	1351,714	0,684	0,723	0,796	0,851
DARDANEL	1,104	1,921	0,376	0,45	0,323	0,365	0,070	0,104	0,730	0,867	0,650	1346,68	0,496	0,535	0,666	0,721
EKİZ KİMYA	0,213	1,03	0,663	0,737	0,363	0,405	0,318	0,352	0,697	0,834	37696,39	39042,42	1,085	1,124	0,912	0,967
ERSU MEYVE	2,059	2,876	0,218	0,292	0,130	0,172	0,105	0,139	0,220	0,357	0,922	1346,952	0,530	0,569	0,708	0,763
FRIGO-PAK GIDA	1,640	2,457	0,411	0,485	0,354	0,396	0,074	0,108	0,336	0,473	0,813	1346,843	0,553	0,592	0,731	0,786
IZ HAYVANCILIK	0,437	1,254	0,533	0,607	0,509	0,551	0,042	0,076	0,230	0,367	1,983	1348,013	0,370	0,409	0,453	0,508
KENT GIDA	1,408	2,225	0,374	0,448	0,376	0,418	0,015	0,049	0,970	1,107	4,197	1350,227	0,740	0,779	0,812	0,867
KEREVİTAŞ GIDA	1,198	2,015	0,628	0,702	0,510	0,552	0,135	0,169	0,979	1,116	4,528	1350,558	0,506	0,545	0,681	0,736
KONFRUT GIDA	1,127	1,944	0,658	0,732	0,671	0,713	0,004	0,038	1,131	1,268	2,592	1348,622	0,764	0,803	0,749	0,804
KRİSTAL KOLA	2,630	3,447	0,192	0,266	0,199	0,241	0,010	0,044	0,749	0,886	4,708	1350,738	0,565	0,604	0,727	0,782

OYLUM SINAİ	1,437	2,254	0,491	0,565	0,405	0,447	0,103	0,137	0,906	1,043	5,047	1351,077	0,636	0,675	0,742	0,797
PENGUEN GIDA	1,228	2,045	0,279	0,353	0,238	0,28	0,058	0,092	0,409	0,546	1,677	1347,707	0,579	0,618	0,770	0,825
PINAR ET	1,223	2,04	0,255	0,329	0,196	0,238	0,076	0,11	0,557	0,694	8,701	1354,731	0,635	0,674	0,818	0,873
PINAR SU	0,282	1,099	0,623	0,697	0,478	0,52	0,162	0,196	0,434	0,571	5,866	1351,896	0,241	0,28	0,489	0,544
PINAR SÜT	0,985	1,802	0,387	0,461	0,319	0,361	0,085	0,119	0,741	0,878	7,074	1353,104	0,582	0,621	0,730	0,785
SELÇUK GIDA	5,504	6,321	0,106	0,18	0,069	0,111	0,054	0,088	0,597	0,734	10,927	1356,957	0,708	0,747	0,932	0,987
TAÇ TARIM	0,001	0,818	0,334	0,408	0,255	0,297	0,097	0,131	0,001	0,138	2,562	1348,592	0,547	0,586	0,992	1,047
TAT GIDA	7,334	8,151	0,423	0,497	0,328	0,37	0,112	0,146	0,616	0,753	1,232	1347,262	0,774	0,813	0,890	0,945
TAZE KURU GIDA	6,895	7,712	0,084	0,158	0,101	0,143	0,000	0,034	0,617	0,754	3,232	1349,262	0,001	0,04	0,001	0,056
TUKAŞ GIDA	1,253	2,07	0,487	0,561	0,408	0,45	0,096	0,13	0,642	0,779	1,526	1347,556	0,771	0,81	0,857	0,912
TÜRK TUBORG	1,732	2,549	0,350	0,424	0,353	0,395	0,014	0,048	0,719	0,856	3,105	1349,135	0,934	0,973	1,014	1,069
ULUSOY UN	1,036	1,853	0,766	0,84	0,684	0,726	0,099	0,133	2,469	2,606	10,215	1356,245	0,714	0,753	0,701	0,756
ÜLKER BİSKÜVİ	2,925	3,742	0,799	0,873	0,224	0,266	0,612	0,646	0,427	0,564	2,774	1348,804	0,484	0,523	0,673	0,728
VANET GIDA	18,363	19,18	0,106	0,18	0,001	0,043	0,122	0,156	0,161	0,298	0,001	1346,031	0,821	0,86	1,893	1,948
YAPRAK SÜT	0,867	1,684	0,406	0,48	0,309	0,351	0,113	0,147	0,589	0,726	7,552	1353,582	0,784	0,823	0,915	0,97

Tablo 9’da çalışmaya konu olan BİST’e kayıtlı Tarım ve Gıda sektöründe yer alan 28 işletmenin 2021 yılı verilerinin girdi yönlü BCC modeli dikkate alınarak α -kesim düzeyine göre etkinlik skorları yer almaktadır. Etkinlik skorları incelendiğinde, 19 firmanın alt ve üst sınırlar dikkate alındığında her α -kesim düzeyinde tam etkinliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın 9 firmanın etkinlik skorları 1’in altında çıktığı için etkinsiz olarak nitelendirilmektedir. Etkinsiz işletmeler için minmaks pişmanlık yaklaşımı dikkate alınarak performansları sıralanmaktadır.

Pişmanlık yaklaşımı kullanılarak, etkinlik skorları aralık sayılarla elde edilen bu 9 işletmenin 0.30 α -kesim düzeyinde etkinlikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

$$R(\text{AEfes})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.806, 0]=(1.000-0.806)=0.194$$

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(0.997; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.554, 0]=(1.000-0.554)=0.446$$

$$R(\text{Kereviş})=\max[\max(0.997; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.537, 0]=(1.000-0.537)=0.463$$

$$R(\text{Oylum})=\max[\max(0.997; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.641, 0]=(1.000-0.641)=0.359$$

$$R(\text{Pınar Su})=\max[\max(0.997; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.559, 0]=(1.000-0.559)=0.441$$

$$R(\text{Pınar Süt})=\max[\max(0.997; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.801, 0]=(1.000-0.801)=0.199$$

$$*R(\text{Tat})=\max[\max(0.997; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.872, 0]=(1.000-0.872)=\mathbf{0.128}$$

$$R(\text{Ulusoy})=\max[\max(0.997; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.710, 0]=(1.000-0.710)=0.290$$

$$R(\text{Ülker})=\max[\max(0.997; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 1.000; 1.000) - 0.640, 0]=(1.000-0.640)=0.360$$

İlk aşamada maksimum etkinlik kaybı en küçük olan Tat Gıda firması olduğu için sıralama işleminden çıkartılarak geriye kalan 8 işletme aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$*R(\text{AEfes})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.806, 0]=(1.000-0.806)=\mathbf{0.194}$$

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(0.997; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.554, 0]=(1.000-0.554)=0.446$$

$$R(\text{Kerevitaş})=\max[\max(0.997; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.537, 0]=(1.000-0.537)=0.463$$

$$R(\text{Oylum})=\max[\max(0.997; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.641, 0]=(1.000-0.641)=0.359$$

$$R(\text{Pınar Su})=\max[\max(0.997; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.559, 0]=(1.000-0.559)=0.441$$

$$R(\text{Pınar Süt})=\max[\max(0.997; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.801, 0]=(1.000-0.801)=0.199$$

$$R(\text{Ulusoy})=\max[\max(0.997; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.710, 0]=(1.000-0.710)=0.290$$

$$R(\text{Ülker})=\max[\max(0.997; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 1.000; 1.000) - 0.640, 0]=(1.000-0.640)=0.360$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan Anadolu Efes firması olduğu için performans sıralama işleminden elenerek geriye kalan 7 işletme aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.554, 0]=(1.000-0.554)=0.446$$

$$R(\text{Kereviş})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.537, 0]=(1.000-0.537)=0.463$$

$$R(\text{Oylum})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.641, 0]=(1.000-0.641)=0.359$$

$$R(\text{Pınar Su})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.559, 0]=(1.000-0.559)=0.441$$

$$*R(\text{Pınar Süt})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.801, 0]=(1.000-0.801)=0.199$$

$$R(\text{Ulusoy})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.710, 0]=(1.000-0.710)=0.290$$

$$R(\text{Ülker})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 1.000; 1.000) - 0.640, 0]=(1.000-0.640)=0.360$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan Pınar Süt firması performans sıralama işleminden çıkartılarak geriye kalan 6 işletme aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.554, 0]=(1.000-0.554)=0.446$$

$$R(\text{Kerevitaş})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.537, 0]=(1.000-0.537)=0.463$$

$$R(\text{Oylum})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.641, 0]=(1.000-0.641)=0.359$$

$$R(\text{Pınar Su})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.559, 0]=(1.000-0.559)=0.441$$

$$*R(\text{Ulusoy})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.710, 0]=(1.000-0.710)=\mathbf{0.290}$$

$$R(\text{Ülker})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.991; 1.000; 1.000) - 0.640, 0]=(1.000-0.640)=0.360$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan Ulusoy Un firması performans sıralama işleminden çıkartılarak geriye kalan 5 işletme aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.554, 0]=(1.000-0.554)=0.446$$

$$R(\text{Kerevitaş})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.537, 0]=(1.000-0.537)=0.463$$

$$*R(\text{Oylum})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 0.994; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.641, 0]=(1.000-0.641)=\mathbf{0.359}$$

$$R(\text{Pınar Su})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.559, 0]=(1.000-0.559)=0.441$$

$$R(\text{Ülker})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000) - 0.640, 0]=(1.000-0.640)=0.360$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan Oylum Sınai firması performans sıralama işleminden elenerek kalan 4 işletme aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.554, 0]=(1.000-0.554)=0.446$$

$$R(\text{Kerevitaş})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.537, 0]=(1.000-0.537)=0.463$$

$$R(\text{Pınar Su})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.998; 1.000; 1.000) - 0.559, 0]=(1.000-0.559)=0.441$$

$$*R(\text{Ülker})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000) - 0.640, 0]=(1.000-0.640)=\mathbf{0.360}$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan Ülker Bisküvi firması performans sıralama işleminden elenerek kalan 3 işletme aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000) - 0.554, 0]=(1.000-0.554)=0.446$$

$$R(\text{Kerevitaş})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000) - 0.537, 0]=(1.000-0.537)=0.463$$

$$*R(\text{Pınar Su})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000) - 0.559, 0]=(1.000-0.559)=\mathbf{0.441}$$

Maksimum etkinlik kaybı en küçük olan Pınar Su firması performans sıralama işleminden elenerek kalan 2 işletme aynı şekilde tekrar incelemeye alınır.

$$*R(\text{Banvit})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000) - 0.554, 0]=(1.000-0.554)=\mathbf{0.446}$$

$$R(\text{Kerevitaş})=\max[\max(1.000; 0.996; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000) - 0.537, 0]=(1.000-0.537)=0.463$$

Maksimum etkinlik kaybı en düşük olan Banvit firması sıralama işleminden çıkarıldığında geriye kalan Kerevitaş firmasının en kötü performansa sahip olduğu tespit edilmiştir.

$$*R(\text{Kerevitaş})=\max[\max(1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000; 1.000) - 0.537, 0]=(1.000-0.537)=\mathbf{0.463}$$

Minmaks pişmanlık yaklaşımı dikkate alındığında 2021 yılı verilerine göre α -kesim 0.30, 0.60 ve 0.90 düzeylerinde tam etkin çıkmayan firmaların performans sıralamaları tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10: 2021 Yılı Verilerine Göre α -Kesim 0.30, 0.60 ve 0.90 Düzeyinde Performans Sıralama Sonuçları

	İşletme Adı	α -Kesim Düzeyi		
		0.30	0.60	0.90
1	Tat Gıda	0.128	0.127	0.126
2	Anadolu Efes	0.194	0.191	0.188
3	Pınar Süt	0.199	0.194	0.189
4	Ulusoy Un	0.290	0.280	0.271
5	Oylum Sınai	0.359	0.353	0.348
6	Ülker Bisküvi	0.360	0.355	0.351
7	Pınar Su	0.441	0.432	0.424
8	Banvit	0.446	0.439	0.431
9	Kerevitaş	0.463	0.455	0.447

α - kesim düzeylerine göre sonuçların değişmediği tespit edilmiş olup etkisiz çıkan 9 firma içerisinde en iyi performansa sahip firmanın Tat Gıda, en kötü performansa sahip firmanın ise Kerevitaş Gıda olduğu tespit edilmiştir.

2. BİST'e Kayıtlı Tarım İşletmelerinin Finansal Performanslarının TOPSIS Yöntemi İle Ölçülmesi

TOPSIS yöntemi negatif ideal noktaya en uzak, pozitif ideal noktaya ise en yakın mesafeyi belirleme amacı gütmektedir. Negatif ideal nokta işletmeler için maliyetin yüksek verimliliğin ise düşük olduğunu gösterirken pozitif ideal nokta maliyetin düşük, verimliliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Çalışmada BİST'e kayıtlı tarım-gıda sektöründe yer alan 28 işletmenin 2016-2021 yılı verilerinin geometrik ortalama sonuçları ve 2021 yılı verileri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Analizin uygulanmasında Cari Oran, Finansal Kaldıraç Oranı, KVB/Toplam Aktifler, UVB/Toplam Aktifler, Net Satışlar/Toplam Aktifler, Stok Devir Hızı, Net Kar/Özsermaye Ve Net Kar/Satış Oranlarından yararlanılmıştır.

Birinci Aşama: Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

Çalışmada 28 tane karar noktası (analize dahil edilen işletmeler) ve 8 adet değişken (finansal oran) kullanılmıştır. Tablo 11’de 2016-2021 yılları arası geometrik ortalaması alınmış verilere ait karar matrisi ve tablo 12’de 2021 yılı verilerine ilişkin karar matrisi verilmiştir.

Tablo 11: 2016-2021 Geometrik Ortalaması Alınmış Verilerin Karar Matrisi

	Net Kar/ Özser.	Net Kar/ Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/ Toplam Aktifler	UVB/ Toplam Aktifler	Net Satışlar/ Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Anadolu Efes	0,641	0,755	1,408	0,475	0,198	0,268	0,466	5,910
Avod Gıda	0,648	0,725	1,152	0,544	0,468	0,070	0,673	1,930
Banvit	0,705	0,807	1,380	0,584	0,437	0,128	1,649	7,980
Coca-Cola	0,697	0,782	1,637	0,549	0,214	0,326	0,706	8,480
Dardanel	0,790	0,472	0,382	2,016	1,429	0,513	2,439	7,950
Ekiz Kimya	0,734	0,683	0,376	0,797	0,569	0,206	0,760	275,120
Ersu Gıda	0,632	0,829	2,318	0,247	0,149	0,092	0,227	0,780
Frişo-Pak	0,599	0,770	1,336	0,649	0,415	0,208	0,586	1,290
Iz Tarım	0,541	0,654	0,627	0,490	0,397	0,088	0,338	2,880
Kent Gıda	0,684	0,809	1,296	0,411	0,384	0,026	0,872	4,430
Kereviş Gıda	0,908	0,730	1,390	0,736	0,411	0,238	0,840	4,340
Konfrut Gıda	0,804	1,030	1,844	0,415	0,399	0,012	0,679	1,100
Kristal Kola	0,635	0,717	2,796	0,295	0,229	0,052	0,890	5,880
Oylum Sınai	0,617	0,657	1,219	0,527	0,367	0,148	0,784	7,650
Penguen Gıda	0,186	0,434	1,002	0,553	0,444	0,108	0,635	1,950
Pınar Et	0,738	0,859	1,605	0,252	0,176	0,075	0,876	9,890
Pınar Su	0,045	0,261	0,486	0,750	0,471	0,260	0,667	7,430
Pınar Süt	0,680	0,771	1,160	0,419	0,317	0,100	1,021	7,890
Selçuk Gıda	0,636	0,796	3,756	0,243	0,164	0,076	0,546	3,260
Taç Tarım	0,383	0,020	0,268	0,555	0,392	0,158	0,093	1,060
Tat Gıda	0,788	0,831	3,196	0,414	0,292	0,106	1,028	2,530
Taze Gıda	0,022	0,196	2,175	0,513	0,278	0,177	0,599	1,720
Tukaş Gıda	0,797	0,819	1,315	0,598	0,451	0,136	0,677	1,450

Türk Tuborg	0,957	1,068	1,679	0,421	0,397	0,023	0,765	3,730
Ulusoy Un	0,720	0,724	1,319	0,762	0,632	0,112	2,402	10,010
Ülker Bisküvi	0,752	0,846	2,370	0,681	0,276	0,281	0,571	6,520
Vanet Gıda	0,492	0,294	4,580	0,187	0,062	0,085	0,097	0,010
Yaprak Süt	0,737	0,883	1,035	0,410	0,271	0,136	0,549	5,900

Tablo 12: 2021 Yılı Verileri Karar Matrisi

	Net Kar/ Özser.	Net Kar/ Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/ Toplam Aktifler	UVB/ Toplam Aktifler	Net Satışlar/ Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Anadolu Efes	0,582	0,746	1,006	0,538	0,288	0,249	0,450	4,260
Avod Gıda	0,706	0,814	1,150	0,545	0,511	0,034	0,654	1,751
Banvit	0,599	0,704	1,393	0,682	0,553	0,129	1,360	4,490
Coca-Cola	0,684	0,796	1,432	0,556	0,228	0,315	0,669	5,684
Dardanel	0,496	0,666	1,238	0,413	0,333	0,080	0,781	0,650
Ekiz Kimya	1,085	0,912	0,347	0,700	0,373	0,328	0,748	37696,391
Ersu Gıda	0,530	0,708	2,193	0,255	0,140	0,115	0,271	0,922
Frişo-Pak	0,553	0,731	1,774	0,448	0,364	0,084	0,387	0,813
Iz Tarım	0,370	0,453	0,571	0,570	0,519	0,052	0,281	1,983
Kent Gıda	0,740	0,812	1,542	0,411	0,386	0,025	1,021	4,197
Kereviş	0,506	0,681	1,332	0,665	0,520	0,145	1,030	4,528
Konfrut Gıda	0,764	0,749	1,261	0,695	0,681	0,014	1,182	2,592
Kristal Kola	0,565	0,727	2,764	0,229	0,209	0,020	0,800	4,708
Oylum Sınai	0,636	0,742	1,571	0,528	0,415	0,113	0,957	5,047
Penguen Gıda	0,579	0,770	1,362	0,316	0,248	0,068	0,460	1,677
Pınar Et	0,635	0,818	1,357	0,292	0,206	0,086	0,608	8,701
Pınar Su	0,241	0,489	0,416	0,660	0,488	0,172	0,485	5,866
Pınar Süt	0,582	0,730	1,119	0,424	0,329	0,095	0,792	7,074
Selçuk Gıda	0,708	0,932	5,638	0,143	0,079	0,064	0,648	10,927
Taç Tarım	0,547	0,992	0,135	0,371	0,265	0,107	0,052	2,562
Tat Gıda	0,774	0,890	7,468	0,460	0,338	0,122	0,667	1,232
Taze Gıda	0,001	0,001	7,029	0,121	0,111	0,010	0,668	3,232
Tukaş Gıda	0,771	0,857	1,387	0,524	0,418	0,106	0,693	1,526

Türk Tuborg	0,934	1,014	1,866	0,387	0,363	0,024	0,770	3,105
Ulusoy Un	0,714	0,701	1,170	0,803	0,694	0,109	2,520	10,215
Ülker Bisküvi	0,484	0,673	3,059	0,836	0,234	0,622	0,478	2,774
Vanet Gıda	0,821	1,893	18,497	0,143	0,011	0,132	0,212	0,001
Yaprak Süt	0,784	0,915	1,001	0,443	0,319	0,123	0,640	7,552

İkinci Aşama: Normalize Matris

Karar matrisinde her bir sütundaki değerin kareleri alınarak toplanır. Sonrasında bu toplamın karekökü alınarak normalleştirilmiş karar matrisi elde edilmiş olur (bkzn: 50 numaralı eşitlik). Elde edilmiş olan normalize matrisler tablo 13 ve tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 13: 2016-2021 Geometrik Ortalaması Alınmış Verilerin Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	Net Kar/ Özser.	Net Kar/ Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/ Toplam Aktifler	UVB/ Toplam Aktifler	Net Satışlar/ Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Anadolu Efes	0,18207	0,19607	0,14060	0,13991	0,08324	0,27461	0,09130	0,02137
Avod Gıda	0,18413	0,18836	0,11501	0,16031	0,19624	0,07222	0,13186	0,00698
Banvit	0,20033	0,20971	0,13777	0,17207	0,18332	0,13118	0,32280	0,02885
Coca-Cola	0,19813	0,20319	0,16345	0,16160	0,08972	0,33434	0,13818	0,03066
Dardanel	0,22447	0,12267	0,03814	0,59383	0,59942	0,52629	0,47753	0,02874
Ekiz Kimya	0,20865	0,17749	0,03750	0,23469	0,23860	0,21121	0,14876	0,99466
Ersu Gıda	0,17952	0,21538	0,23142	0,07283	0,06242	0,09441	0,04447	0,00282
Frijo-Pak	0,17015	0,19988	0,13342	0,19128	0,17389	0,21314	0,11476	0,00466
Iz Tarım	0,15369	0,16983	0,06259	0,14437	0,16664	0,09046	0,06612	0,01041
Kent Gıda	0,19443	0,21014	0,12939	0,12108	0,16124	0,02690	0,17068	0,01602
Kereviş Gıda	0,25809	0,18962	0,13884	0,21669	0,17218	0,24391	0,16456	0,01569
Konfrut Gıda	0,22848	0,26759	0,18411	0,12219	0,16750	0,01278	0,13295	0,00398
Kristal Kola	0,18057	0,18632	0,27916	0,08692	0,09625	0,05332	0,17422	0,02126

Oylum Sınai	0,17527	0,17057	0,12175	0,15530	0,15405	0,15143	0,15354	0,02766
Penguen Gıda	0,05274	0,11274	0,10003	0,16289	0,18613	0,11075	0,12427	0,00705
Pınar Et	0,20962	0,22311	0,16029	0,07435	0,07366	0,07657	0,17158	0,03576
Pınar Su	0,01291	0,06771	0,04852	0,22087	0,19774	0,26664	0,13066	0,02686
Pınar Süt	0,19324	0,20028	0,11585	0,12347	0,13309	0,10299	0,19997	0,02853
Selçuk Gıda	0,18061	0,20669	0,37509	0,07156	0,06862	0,07746	0,10688	0,01179
Taç Tarım	0,10877	0,00530	0,02674	0,16357	0,16433	0,16157	0,01817	0,00383
Tat Gıda	0,22397	0,21591	0,31914	0,12196	0,12248	0,10874	0,20129	0,00915
Taze Gıda	0,00628	0,05079	0,21718	0,15112	0,11677	0,18161	0,11724	0,00622
Tukaş Gıda	0,22638	0,21284	0,13133	0,17608	0,18930	0,13902	0,13251	0,00524
Türk Tuborg	0,27180	0,27733	0,16769	0,12395	0,16659	0,02319	0,14971	0,01349
Ulusoy Un	0,20460	0,18815	0,13168	0,22463	0,26499	0,11519	0,47024	0,03619
Ülker Bisküvi	0,21368	0,21985	0,23668	0,20054	0,11574	0,28824	0,11176	0,02357
Vanet Gıda	0,13985	0,07638	0,45739	0,05523	0,02606	0,08722	0,01890	0,00004
Yaprak Süt	0,20929	0,22942	0,10331	0,12070	0,11385	0,13982	0,10759	0,02133

Tablo 14: 2021 Yılı Verilerinin Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	Net Kar/ Özser.	Net Kar/ Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/ Toplam Aktifler	UVB/ Toplam Aktifler	Net Satışlar/ Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Anadolu Efes	0,16832	0,16924	0,04356	0,20037	0,14272	0,26603	0,09982	0,00011
Avod Gıda	0,20416	0,18466	0,04979	0,20298	0,25322	0,03632	0,14508	0,00005
Banvit	0,17322	0,15971	0,06031	0,25400	0,27403	0,13782	0,30169	0,00012
Coca-Cola	0,19780	0,18058	0,06200	0,20708	0,11298	0,33654	0,14840	0,00015
Dardanel	0,14344	0,15109	0,05360	0,15382	0,16501	0,08547	0,17325	0,00002
Ekiz Kimya	0,31377	0,20690	0,01502	0,26071	0,18484	0,35043	0,16593	1,00000
Ersu Gıda	0,15327	0,16062	0,09495	0,09497	0,06938	0,12286	0,06012	0,00002
Friço-Pak	0,15992	0,16583	0,07681	0,16685	0,18038	0,08974	0,08585	0,00002

Iz Tarım	0,10700	0,10277	0,02472	0,21229	0,25719	0,05556	0,06233	0,00005
Kent Gıda	0,21400	0,18421	0,06676	0,15307	0,19128	0,02671	0,22649	0,00011
Kerevitaş Gıda	0,14633	0,15449	0,05767	0,24767	0,25768	0,15491	0,22848	0,00012
Konfrut Gıda	0,22094	0,16992	0,05460	0,25885	0,33746	0,01496	0,26220	0,00007
Kristal Kola	0,16339	0,16493	0,11967	0,08529	0,10357	0,02137	0,17746	0,00012
Oylum Sınai	0,18392	0,16833	0,06802	0,19665	0,20565	0,12073	0,21229	0,00013
Penguen Gıda	0,16744	0,17468	0,05897	0,11769	0,12289	0,07265	0,10204	0,00004
Pınar Et	0,18363	0,18557	0,05875	0,10875	0,10208	0,09188	0,13487	0,00023
Pınar Su	0,06969	0,11093	0,01801	0,24581	0,24182	0,18376	0,10759	0,00016
Pınar Süt	0,16831	0,16561	0,04845	0,15791	0,16303	0,10150	0,17569	0,00019
Selçuk Gıda	0,20474	0,21143	0,24410	0,05326	0,03915	0,06838	0,14374	0,00029
Taç Tarım	0,15818	0,22505	0,00584	0,13818	0,13132	0,11432	0,01154	0,00007
Tat Gıda	0,22383	0,20191	0,32333	0,17132	0,16749	0,13034	0,14796	0,00003
Taze Gıda	0,00029	0,00023	0,30433	0,04507	0,05500	0,01068	0,14818	0,00009
Tukaş Gıda	0,22296	0,19442	0,06005	0,19516	0,20714	0,11325	0,15373	0,00004
Türk Tuborg	0,27010	0,23004	0,08079	0,14413	0,17988	0,02564	0,17081	0,00008
Ulusoy Un	0,20648	0,15903	0,05066	0,29907	0,34390	0,11645	0,55901	0,00027
Ülker Bisküvi	0,13997	0,15268	0,13244	0,31136	0,11596	0,66453	0,10603	0,00007
Vanet Gıda	0,23742	0,42945	0,80084	0,05326	0,00545	0,14103	0,04703	0,00000
Yaprak Süt	0,22672	0,20758	0,04334	0,16499	0,15808	0,13141	0,14197	0,00020

Üçüncü Aşama: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

Normalleştirilmiş karar matrisinin her bir kriterine önem derecelerine göre ağırlıklar verilmekte ve değerler ile verilen ağırlıkların çarpılması sonucunda ağırlıklandırılmış matrise ulaşılmaktadır. Önem derecesi göreceli bir kavram olması ve özneliğin olmaması nedeniyle çalışmada her kritere eşit ağırlık ($1/8=0,125$) verilmiştir. Her kriter bu ağırlık ile çarpılarak tablo 15 ve tablo 16'da gösterilmektedir.

Tablo 15: 2016-2021 Geometrik Ortalaması Alınmış Verilerin Eşit Ağırlıklandırılmış Normalize Karar**Matrisi**

	Net Kar/ Özser.	Net Kar/ Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/ Toplam Aktifler	UVB/ Toplam Aktifler	Net Satışlar/ Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Anadolu Efes	0,02276	0,02451	0,01757	0,01749	0,01040	0,03433	0,01141	0,00267
Avod Gıda	0,02302	0,02354	0,01438	0,02004	0,02453	0,00903	0,01648	0,00087
Banvit	0,02504	0,02621	0,01722	0,02151	0,02292	0,01640	0,04035	0,00361
Coca-Cola	0,02477	0,02540	0,02043	0,02020	0,01122	0,04179	0,01727	0,00383
Dardanel	0,02806	0,01533	0,00477	0,07423	0,07493	0,06579	0,05969	0,00359
Ekiz Kimya	0,02608	0,02219	0,00469	0,02934	0,02983	0,02640	0,01860	0,12433
Ersu Gıda	0,02244	0,02692	0,02893	0,00910	0,00780	0,01180	0,00556	0,00035
FriGo-Pak	0,02127	0,02499	0,01668	0,02391	0,02174	0,02664	0,01434	0,00058
Iz Tarım	0,01921	0,02123	0,00782	0,01805	0,02083	0,01131	0,00826	0,00130
Kent Gıda	0,02430	0,02627	0,01617	0,01514	0,02016	0,00336	0,02133	0,00200
Kereviş Gıda	0,03226	0,02370	0,01736	0,02709	0,02152	0,03049	0,02057	0,00196
Konfrut Gıda	0,02856	0,03345	0,02301	0,01527	0,02094	0,00160	0,01662	0,00050
Kristal Kola	0,02257	0,02329	0,03490	0,01087	0,01203	0,00667	0,02178	0,00266
Oylum Sınai	0,02191	0,02132	0,01522	0,01941	0,01926	0,01893	0,01919	0,00346
Penguen Gıda	0,00659	0,01409	0,01250	0,02036	0,02327	0,01384	0,01553	0,00088
Pınar Et	0,02620	0,02789	0,02004	0,00929	0,00921	0,00957	0,02145	0,00447
Pınar Su	0,00161	0,00846	0,00607	0,02761	0,02472	0,03333	0,01633	0,00336
Pınar Süt	0,02416	0,02503	0,01448	0,01543	0,01664	0,01287	0,02500	0,00357
Selçuk Gıda	0,02258	0,02584	0,04689	0,00895	0,00858	0,00968	0,01336	0,00147
Taç Tarım	0,01360	0,00066	0,00334	0,02045	0,02054	0,02020	0,00227	0,00048
Tat Gıda	0,02800	0,02699	0,03989	0,01525	0,01531	0,01359	0,02516	0,00114
Taze Gıda	0,00079	0,00635	0,02715	0,01889	0,01460	0,02270	0,01465	0,00078
Tukaş Gıda	0,02830	0,02660	0,01642	0,02201	0,02366	0,01738	0,01656	0,00066
Türk Tuborg	0,03398	0,03467	0,02096	0,01549	0,02082	0,00290	0,01871	0,00169
Ulusoy Un	0,02557	0,02352	0,01646	0,02808	0,03312	0,01440	0,05878	0,00452
Ülker Bisküvi	0,02671	0,02748	0,02959	0,02507	0,01447	0,03603	0,01397	0,00295
Vanet Gıda	0,01748	0,00955	0,05717	0,00690	0,00326	0,01090	0,00236	0,00000
Yaprak Süt	0,02616	0,02868	0,01291	0,01509	0,01423	0,01748	0,01345	0,00267

Tablo 16: 2021 Yılı Verilerinin Eşit Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

	Net Kar/Özser.	Net Kar/Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/Toplam Aktifler	UVB/Toplam Aktifler	Net Satışlar/Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Anadolu Efes	0,02104	0,02115	0,00544	0,02505	0,01784	0,03325	0,01248	0,00001
Avod Gıda	0,02552	0,02308	0,00622	0,02537	0,03165	0,00454	0,01813	0,00001
Banvit	0,02165	0,01996	0,00754	0,03175	0,03425	0,01723	0,03771	0,00001
Coca-Cola	0,02473	0,02257	0,00775	0,02588	0,01412	0,04207	0,01855	0,00002
Dardanel	0,01793	0,01889	0,00670	0,01923	0,02063	0,01068	0,02166	0,00000
Ekiz Kimya	0,03922	0,02586	0,00188	0,03259	0,02310	0,04380	0,02074	0,12500
Ersu Gıda	0,01916	0,02008	0,01187	0,01187	0,00867	0,01536	0,00751	0,00000
Frijo-Pak	0,01999	0,02073	0,00960	0,02086	0,02255	0,01122	0,01073	0,00000
Iz Tarım	0,01337	0,01285	0,00309	0,02654	0,03215	0,00694	0,00779	0,00001
Kent Gıda	0,02675	0,02303	0,00835	0,01913	0,02391	0,00334	0,02831	0,00001
Kereviş Gıda	0,01829	0,01931	0,00721	0,03096	0,03221	0,01936	0,02856	0,00002
Konfrut Gıda	0,02762	0,02124	0,00682	0,03236	0,04218	0,00187	0,03278	0,00001
Kristal Kola	0,02042	0,02062	0,01496	0,01066	0,01295	0,00267	0,02218	0,00002
Oylum Sınai	0,02299	0,02104	0,00850	0,02458	0,02571	0,01509	0,02654	0,00002
Penguen Gıda	0,02093	0,02184	0,00737	0,01471	0,01536	0,00908	0,01276	0,00001
Pınar Et	0,02295	0,02320	0,00734	0,01359	0,01276	0,01149	0,01686	0,00003
Pınar Su	0,00871	0,01387	0,00225	0,03073	0,03023	0,02297	0,01345	0,00002
Pınar Süt	0,02104	0,02070	0,00606	0,01974	0,02038	0,01269	0,02196	0,00002
Selçuk Gıda	0,02559	0,02643	0,03051	0,00666	0,00489	0,00855	0,01797	0,00004
Taç Tarım	0,01977	0,02813	0,00073	0,01727	0,01641	0,01429	0,00144	0,00001
Tat Gıda	0,02798	0,02524	0,04042	0,02142	0,02094	0,01629	0,01849	0,00000
Taze Gıda	0,00004	0,00003	0,03804	0,00563	0,00688	0,00134	0,01852	0,00001
Tukaş Gıda	0,02787	0,02430	0,00751	0,02439	0,02589	0,01416	0,01922	0,00001
Türk Tuborg	0,03376	0,02875	0,01010	0,01802	0,02249	0,00321	0,02135	0,00001
Ulusoy Un	0,02581	0,01988	0,00633	0,03738	0,04299	0,01456	0,06988	0,00003
Ülker Bisküvi	0,01750	0,01908	0,01656	0,03892	0,01449	0,08307	0,01325	0,00001
Vanet Gıda	0,02968	0,05368	0,10010	0,00666	0,00068	0,01763	0,00588	0,00000
Yaprak Süt	0,02834	0,02595	0,00542	0,02062	0,01976	0,01643	0,01775	0,00003

Dördüncü Aşama: Pozitif İdeal (A*) ve Negatif İdeal (A-) Çözümlerin Oluşturulması

Bu adımda ideal (A*) ve negatif ideal (A-) çözümler ağırlıklandırılmış normalleştirilmiş karar matrisinin her sütunundaki en büyük ve en küçük değer dikkate alınarak oluşturulur. Sütunlardaki en büyük değer ideal

(A*) ve en küçük değer ise negatif ideal (A-) olarak adlandırılmaktadır. Tablo 17 ve 18'de ideal noktalara (A*) olan uzaklık değerleri, tablo 19 ve 20'de ise ideal olmayan (A-) noktalara olan uzaklık değerleri verilmiştir.

Tablo 17: 2016-2021 Geometrik Ortalaması Alınmış Verilerin İdeal Noktalara (A*) Olan Uzaklık Değerleri

	Net Kar/Özser.	Net Kar/Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/Toplam Aktifler	UVB/Toplam Aktifler	Net Satışlar/Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Anadolu Efes	0,00013	0,00010	0,00157	0,00322	0,00416	0,00099	0,00233	0,01480
Avod Gıda	0,00012	0,00012	0,00183	0,00294	0,00254	0,00322	0,00187	0,01524
Banvit	0,00008	0,00007	0,00160	0,00278	0,00271	0,00244	0,00037	0,01457
Coca-Cola	0,00008	0,00009	0,00135	0,00292	0,00406	0,00058	0,00180	0,01452
Dardanel	0,00004	0,00037	0,00275	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,01458
Ekiz Kimya	0,00006	0,00016	0,00275	0,00202	0,00203	0,00155	0,00169	0,00000
Ersu Gıda	0,00013	0,00006	0,00080	0,00424	0,00451	0,00291	0,00293	0,01537
Frijo-Pak	0,00016	0,00009	0,00164	0,00253	0,00283	0,00153	0,00206	0,01531
Iz Tarım	0,00022	0,00018	0,00244	0,00316	0,00293	0,00297	0,00264	0,01514
Kent Gıda	0,00009	0,00007	0,00168	0,00349	0,00300	0,00390	0,00147	0,01496
Kereviş Gıda	0,00000	0,00012	0,00159	0,00222	0,00285	0,00125	0,00153	0,01497
Konfrut Gıda	0,00003	0,00000	0,00117	0,00348	0,00292	0,00412	0,00186	0,01534
Kristal Kola	0,00013	0,00013	0,00050	0,00401	0,00396	0,00350	0,00144	0,01480
Oylum Sınai	0,00015	0,00018	0,00176	0,00300	0,00310	0,00220	0,00164	0,01461
Penguen Gıda	0,00075	0,00042	0,00200	0,00290	0,00267	0,00270	0,00195	0,01524
Pınar Et	0,00006	0,00005	0,00138	0,00422	0,00432	0,00316	0,00146	0,01437
Pınar Su	0,00105	0,00069	0,00261	0,00217	0,00252	0,00105	0,00188	0,01464
Pınar Süt	0,00010	0,00009	0,00182	0,00346	0,00340	0,00280	0,00120	0,01458
Selçuk Gıda	0,00013	0,00008	0,00011	0,00426	0,00440	0,00315	0,00215	0,01509
Taç Tarım	0,00042	0,00116	0,00290	0,00289	0,00296	0,00208	0,00330	0,01534
Tat Gıda	0,00004	0,00006	0,00030	0,00348	0,00355	0,00272	0,00119	0,01518
Taze Gıda	0,00110	0,00080	0,00090	0,00306	0,00364	0,00186	0,00203	0,01527
Tukaş Gıda	0,00003	0,00006	0,00166	0,00273	0,00263	0,00234	0,00186	0,01530
Türk Tuborg	0,00000	0,00000	0,00131	0,00345	0,00293	0,00395	0,00168	0,01504
Ulusoy Un	0,00007	0,00012	0,00166	0,00213	0,00175	0,00264	0,00000	0,01435
Ülker Bisküvi	0,00005	0,00005	0,00076	0,00242	0,00366	0,00089	0,00209	0,01473
Vanet Gıda	0,00027	0,00063	0,00000	0,00453	0,00514	0,00301	0,00329	0,01546
Yaprak Süt	0,00006	0,00004	0,00196	0,00350	0,00368	0,00233	0,00214	0,01480

Tablo 18: 2021 Yılı Verilerin İdeal Noktalara (A*) Olan Uzaklık Değerleri

	Net Kar/Özser.	Net Kar/Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/Toplam Aktifler	UVB/Toplam Aktifler	Net Satışlar/Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Anadolu Efes	0,00033	0,00106	0,00896	0,00019	0,00063	0,00248	0,00329	0,01562
Avod Gıda	0,00019	0,00094	0,00881	0,00018	0,00013	0,00617	0,00268	0,01562
Banvit	0,00031	0,00114	0,00857	0,00005	0,00008	0,00433	0,00103	0,01562
Coca-Cola	0,00021	0,00097	0,00853	0,00017	0,00083	0,00168	0,00263	0,01562
Dardanel	0,00045	0,00121	0,00872	0,00039	0,00050	0,00524	0,00233	0,01562
Ekiz Kimya	0,00000	0,00077	0,00965	0,00004	0,00040	0,00154	0,00241	0,00000
Ersu Gıda	0,00040	0,00113	0,00779	0,00073	0,00118	0,00458	0,00389	0,01562
Friigo-Pak	0,00037	0,00109	0,00819	0,00033	0,00042	0,00516	0,00350	0,01562
Iz Tarım	0,00067	0,00167	0,00941	0,00015	0,00012	0,00579	0,00385	0,01562
Kent Gıda	0,00016	0,00094	0,00842	0,00039	0,00036	0,00636	0,00173	0,01562
Kereviş Gıda	0,00044	0,00118	0,00863	0,00006	0,00012	0,00406	0,00171	0,01562
Konfrut Gıda	0,00013	0,00105	0,00870	0,00004	0,00000	0,00659	0,00138	0,01562
Kristal Kola	0,00035	0,00109	0,00725	0,00080	0,00090	0,00646	0,00227	0,01562
Oylum Sınai	0,00026	0,00107	0,00839	0,00021	0,00030	0,00462	0,00188	0,01562
Penguen Gıda	0,00033	0,00101	0,00860	0,00059	0,00076	0,00547	0,00326	0,01562
Pınar Et	0,00026	0,00093	0,00860	0,00064	0,00091	0,00512	0,00281	0,01562
Pınar Su	0,00093	0,00159	0,00958	0,00007	0,00016	0,00361	0,00318	0,01562
Pınar Süt	0,00033	0,00109	0,00885	0,00037	0,00051	0,00495	0,00230	0,01562
Selçuk Gıda	0,00019	0,00074	0,00484	0,00104	0,00145	0,00555	0,00269	0,01562
Taç Tarım	0,00038	0,00065	0,00988	0,00047	0,00071	0,00473	0,00468	0,01562
Tat Gıda	0,00013	0,00081	0,00356	0,00031	0,00049	0,00446	0,00264	0,01562
Taze Gıda	0,00154	0,00288	0,00385	0,00111	0,00130	0,00668	0,00264	0,01562
Tukaş Gıda	0,00013	0,00086	0,00857	0,00021	0,00029	0,00475	0,00257	0,01562
Türk Tuborg	0,00003	0,00062	0,00810	0,00044	0,00042	0,00638	0,00235	0,01562
Ulusoy Un	0,00018	0,00114	0,00879	0,00000	0,00000	0,00469	0,00000	0,01562
Ülker Bisküvi	0,00047	0,00120	0,00698	0,00000	0,00081	0,00000	0,00321	0,01562
Vanet Gıda	0,00009	0,00000	0,00000	0,00104	0,00179	0,00428	0,00410	0,01562
Yaprak Süt	0,00012	0,00077	0,00897	0,00033	0,00054	0,00444	0,00272	0,01562

Tablo 19: 2016-2021 Geometrik Ortalaması Alınmış Verilerin Negatif İdeal Noktalara (A-) Olan Uzaklık Değerleri

	Net Kar/Özser.	Net Kar/Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/Toplam Aktifler	UVB/Toplam Aktifler	Net Satışlar/Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Anadolu Efes	0,00048	0,00057	0,00020	0,00011	0,00005	0,00107	0,00008	0,00001
Avod Gıda	0,00049	0,00052	0,00012	0,00017	0,00045	0,00006	0,00020	0,00000
Banvit	0,00059	0,00065	0,00019	0,00021	0,00039	0,00022	0,00145	0,00001
Coca-Cola	0,00058	0,00061	0,00029	0,00018	0,00006	0,00162	0,00023	0,00001
Dardanel	0,00074	0,00022	0,00000	0,00453	0,00514	0,00412	0,00330	0,00001
Ekiz Kimya	0,00064	0,00046	0,00000	0,00050	0,00071	0,00062	0,00027	0,01546
Ersu Gıda	0,00047	0,00069	0,00065	0,00000	0,00002	0,00010	0,00001	0,00000
Friigo-Pak	0,00042	0,00059	0,00018	0,00029	0,00034	0,00063	0,00015	0,00000
Iz Tarım	0,00034	0,00042	0,00002	0,00012	0,00031	0,00009	0,00004	0,00000
Kent Gıda	0,00055	0,00066	0,00016	0,00007	0,00029	0,00000	0,00036	0,00000
Kereviş Gıda	0,00099	0,00053	0,00020	0,00041	0,00033	0,00083	0,00033	0,00000
Konfrut Gıda	0,00077	0,00107	0,00039	0,00007	0,00031	0,00000	0,00021	0,00000
Kristal Kola	0,00047	0,00051	0,00100	0,00002	0,00008	0,00003	0,00038	0,00001
Oylum Sınai	0,00045	0,00043	0,00014	0,00016	0,00026	0,00030	0,00029	0,00001
Penguen Gıda	0,00003	0,00018	0,00008	0,00018	0,00040	0,00015	0,00018	0,00000
Pınar Et	0,00065	0,00074	0,00028	0,00001	0,00004	0,00006	0,00037	0,00002
Pınar Su	0,00000	0,00006	0,00001	0,00043	0,00046	0,00101	0,00020	0,00001
Pınar Süt	0,00055	0,00059	0,00012	0,00007	0,00018	0,00013	0,00052	0,00001
Selçuk Gıda	0,00047	0,00063	0,00190	0,00000	0,00003	0,00007	0,00012	0,00000
Taç Tarım	0,00016	0,00000	0,00000	0,00018	0,00030	0,00035	0,00000	0,00000
Tat Gıda	0,00074	0,00069	0,00134	0,00007	0,00015	0,00014	0,00052	0,00000
Taze Gıda	0,00000	0,00003	0,00057	0,00014	0,00013	0,00045	0,00015	0,00000
Tukaş Gıda	0,00076	0,00067	0,00017	0,00023	0,00042	0,00025	0,00020	0,00000
Türk Tuborg	0,00110	0,00116	0,00031	0,00007	0,00031	0,00000	0,00027	0,00000
Ulusoy Un	0,00061	0,00052	0,00017	0,00045	0,00089	0,00016	0,00319	0,00002
Ülker Bisküvi	0,00067	0,00072	0,00069	0,00033	0,00013	0,00119	0,00014	0,00001
Vanet Gıda	0,00028	0,00008	0,00290	0,00000	0,00000	0,00009	0,00000	0,00000
Yaprak Süt	0,00064	0,00078	0,00009	0,00007	0,00012	0,00025	0,00012	0,00001

Tablo 20: 2021 Yılı Verilerin Negatif İdeal Noktalara (A-) Olan Uzaklık Değerleri

	Net Kar/Özser.	Net Kar/Satışlar	Cari Oran	Finansal Kaldıraç	KVB/Toplam Aktifler	UVB/Toplam Aktifler	Net Satışlar/Toplam Aktifler	Stok Devir Hızı
Anadolu Efes	0,00044	0,00045	0,00002	0,00038	0,00029	0,00102	0,00012	0,00000
Avod Gıda	0,00065	0,00053	0,00003	0,00039	0,00096	0,00001	0,00028	0,00000
Banvit	0,00047	0,00040	0,00005	0,00068	0,00113	0,00025	0,00132	0,00000
Coca-Cola	0,00061	0,00051	0,00005	0,00041	0,00018	0,00166	0,00029	0,00000
Dardanel	0,00032	0,00036	0,00004	0,00018	0,00040	0,00009	0,00041	0,00000
Ekiz Kimya	0,00154	0,00067	0,00000	0,00073	0,00050	0,00180	0,00037	0,01562
Ersu Gıda	0,00037	0,00040	0,00012	0,00004	0,00006	0,00020	0,00004	0,00000
Frişo-Pak	0,00040	0,00043	0,00008	0,00023	0,00048	0,00010	0,00009	0,00000
Iz Tarım	0,00018	0,00016	0,00001	0,00044	0,00099	0,00003	0,00004	0,00000
Kent Gıda	0,00071	0,00053	0,00006	0,00018	0,00054	0,00000	0,00072	0,00000
Kereviş Gıda	0,00033	0,00037	0,00004	0,00064	0,00099	0,00033	0,00074	0,00000
Konfrut Gıda	0,00076	0,00045	0,00004	0,00071	0,00172	0,00000	0,00098	0,00000
Kristal Kola	0,00042	0,00042	0,00020	0,00003	0,00015	0,00000	0,00043	0,00000
Oylum Sınai	0,00053	0,00044	0,00006	0,00036	0,00063	0,00019	0,00063	0,00000
Penguen Gıda	0,00044	0,00048	0,00004	0,00008	0,00022	0,00006	0,00013	0,00000
Pınar Et	0,00053	0,00054	0,00004	0,00006	0,00015	0,00010	0,00024	0,00000
Pınar Su	0,00008	0,00019	0,00000	0,00063	0,00087	0,00047	0,00014	0,00000
Pınar Süt	0,00044	0,00043	0,00003	0,00020	0,00039	0,00013	0,00042	0,00000
Selçuk Gıda	0,00065	0,00070	0,00089	0,00000	0,00002	0,00005	0,00027	0,00000
Taç Tarım	0,00039	0,00079	0,00000	0,00014	0,00025	0,00017	0,00000	0,00000
Tat Gıda	0,00078	0,00064	0,00157	0,00025	0,00041	0,00022	0,00029	0,00000
Taze Gıda	0,00000	0,00000	0,00139	0,00000	0,00004	0,00000	0,00029	0,00000
Tukaş Gıda	0,00077	0,00059	0,00005	0,00035	0,00064	0,00016	0,00032	0,00000
Türk Tuborg	0,00114	0,00083	0,00009	0,00015	0,00048	0,00000	0,00040	0,00000
Ulusoy Un	0,00066	0,00039	0,00003	0,00101	0,00179	0,00017	0,00468	0,00000
Ülker Bisküvi	0,00030	0,00036	0,00025	0,00111	0,00019	0,00668	0,00014	0,00000
Vanet Gıda	0,00088	0,00288	0,00988	0,00000	0,00000	0,00027	0,00002	0,00000
Yaprak Süt	0,00080	0,00067	0,00002	0,00022	0,00036	0,00023	0,00027	0,00000

Beşinci Aşama: Oluşturulan Pozitif İdeal (A*) ve Negatif İdeal (A-) Çözümlere Olan Uzaklıkların Hesaplanması

Beşinci adımda öncelikle her bir değer için ilgili yıllardaki pozitif ideal (A*) ve negatif ideal (A-) değerleri arasındaki farkların karesi alınıp toplanmaktadır. Daha sonra bu değerlerin karekökleri alınarak S* ve S- değerleri hesaplanır. Tablo 21’de ideal ve negatif ideal çözüm değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 21: İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri

	2016-2021 Yılı Verileri		2021 Yılı verileri	
	S*	S-	S*	S-
Anadolu Efes	0,16523	0,05078	0,18048	0,05217
Avod Gıda	0,16698	0,04497	0,18632	0,05338
Banvit	0,15691	0,06096	0,17644	0,06549
Coca-Cola	0,15936	0,05979	0,17506	0,06091
Dardanel	0,13317	0,13439	0,18565	0,04231
Ekiz Kimya	0,10130	0,13658	0,12171	0,14572
Ersu Gıda	0,17594	0,04420	0,18795	0,03504
Frigo-Pak	0,16174	0,05092	0,18621	0,04242
Iz Tarım	0,17224	0,03671	0,19311	0,04297
Kent Gıda	0,16932	0,04580	0,18433	0,05242
Kereviş Gıda	0,15663	0,06027	0,17837	0,05868
Konfrut Gıda	0,17000	0,05312	0,18310	0,06831
Kristal Kola	0,16871	0,04988	0,18643	0,04062
Oylum Sınai	0,16320	0,04500	0,17984	0,05323
Penguen Gıda	0,16920	0,03473	0,18883	0,03798
Pınar Et	0,17033	0,04646	0,18683	0,04069
Pınar Su	0,16312	0,04663	0,18638	0,04883
Pınar Süt	0,16570	0,04661	0,18442	0,04510
Selçuk Gıda	0,17137	0,05681	0,17924	0,05080
Taç Tarım	0,17617	0,03150	0,19266	0,04159
Tat Gıda	0,16285	0,06044	0,16737	0,06454

Taze Gıda	0,16929	0,03835	0,18873	0,04150
Tukaş Gıda	0,16313	0,05195	0,18168	0,05364
Türk Tuborg	0,16842	0,05679	0,18429	0,05549
Ulusoy Un	0,15075	0,07763	0,17444	0,09352
Ülker Bisküvi	0,15700	0,06218	0,16820	0,09506
Vanet Gıda	0,17980	0,05781	0,16409	0,11798
Yaprak Süt	0,16886	0,04574	0,18304	0,05077

Altıncı Aşama: İdeal Çözüme Görece Yakınlığın (C*) Hesaplanması

İdeal çözüme görece yakınlık (C*) değeri her şirket için ayrı ayrı hesaplanmıştır. İdeal çözüme yakınlık (C*) değerini bulmak için pozitif ideal uzaklık değeri ile negatif ideal uzaklık değeri toplanır ve sonuç negatif ideal değere oranlanır. Çıkan en yüksek sonuç performansı en iyi olan birimi verecektir. Analize konu işletmelere ilişkin C* değerleri tablo 22’de gösterilmiştir.

Tablo 22: TOPSIS Analizi Sonuç Tablosu

	2016-2021 Yılı Verileri		2021 Yılı verileri	
	C*	Sıralama	C*	Sıralama
Anadolu Efes	0,23510	15	0,22424	13
Avod Gıda	0,21218	23	0,22268	14
Banvit	0,27979	5	0,27068	7
Coca-Cola	0,27282	7	0,25812	8
Dardanel	0,50229	2	0,18560	20
Ekiz Kimya	0,57414	1	0,54489	1
Ersu Gıda	0,20079	24	0,15715	28
Friigo-Pak	0,23945	13	0,18553	21
Iz Tarım	0,17568	26	0,18203	22
Kent Gıda	0,21289	22	0,22143	15
Kereviş Gıda	0,27786	6	0,24754	9
Konfrut Gıda	0,23809	14	0,27171	6
Kristal Kola	0,22819	16	0,17889	24
Oylum Sınai	0,21614	19	0,22837	11

Penguen Gıda	0,17031	27	0,16743	27
Pınar Et	0,21431	20	0,17884	25
Pınar Su	0,22231	17	0,20759	18
Pınar Süt	0,21954	18	0,19649	19
Selçuk Gıda	0,24898	10	0,22084	16
Taç Tarım	0,15170	28	0,17756	26
Tat Gıda	0,27070	8	0,27829	5
Taze Gıda	0,18469	25	0,18025	23
Tukaş Gıda	0,24155	12	0,22796	12
Türk Tuborg	0,25218	9	0,23141	10
Ulusoy Un	0,33993	3	0,34901	4
Ülker Bisküvi	0,28371	4	0,36110	3
Vanet Gıda	0,24330	11	0,41826	2
Yaprak Süt	0,21314	21	0,21713	17

2016-2021 yılı geometrik ortalaması alınmış verilerin TOPSİS yöntemi ile sonuçları incelendiğinde en iyi performansa sahip olan firmanın Ekiz Kimya, en kötü performansa sahip firmanın ise Taç Tarım olduğu tespit edilmiştir. En iyi performansa sahip ilk on firmanın sırasıyla; Ekiz Kimya, Dardanale, Ulusoy Un, Ülker Bisküvi, Banvit, Kerevitaş, Coca-Cola, Tat Gıda, Türk Tuborg ve Selçuk Gıda olduğu görülmektedir.

2021 yılı verileri tek başına analiz edildiğinde en iyi performansa sahip işletmenin yine Ekiz Kimya, en kötü performansa sahip firmanın ise Ersu Gıda olduğu tespit edilmiştir. Performansı en iyi olan ilk on firma sırasıyla; Ekiz Kimya, Vanet, Ülker Bisküvi, Ulusoy Un, Tat Gıda, Konfrut Gıda, Banvit, Coca-Cola, Kerevitaş ve Türk Tuborg firmasıdır.

Sadece 2021 yılı verileri analiz edildiğinde Vanet firması en iyi performansa sahip firmalar arasında ikinci sırada yer alırken, ortalama değerler ele alındığında 11. sırada yer almaktadır. Ülker Bisküvi firması; 2021 yılı verilerine göre üçüncü sırada yer alırken, ortalama verilere göre dördüncü sırada yer almaktadır. Tat Gıda firması; 2021 yılı verilerine göre beşinci sırada yer alırken, ortalama değerleri alınmış verilere göre dokuzuncu sırada yer aldığı tespit edilmiştir. Konfrut Gıda firması; 2021 yılı verileri ele alındığında en iyi performansa sahip firmalar arasında altıncı sırada yer alırken; ortalama değerlerin ele alındığı analizde ise ilk on işletme içerisinde yer almadığı ve 14. sırada yer aldığı görülmektedir. Selçuk Gıda ve Dardanel firması 2016-2021 yılı ortalaması alınmış verilere göre yapılan analizde en iyi performansa sahip ilk 10 firma arasında yer alırken,

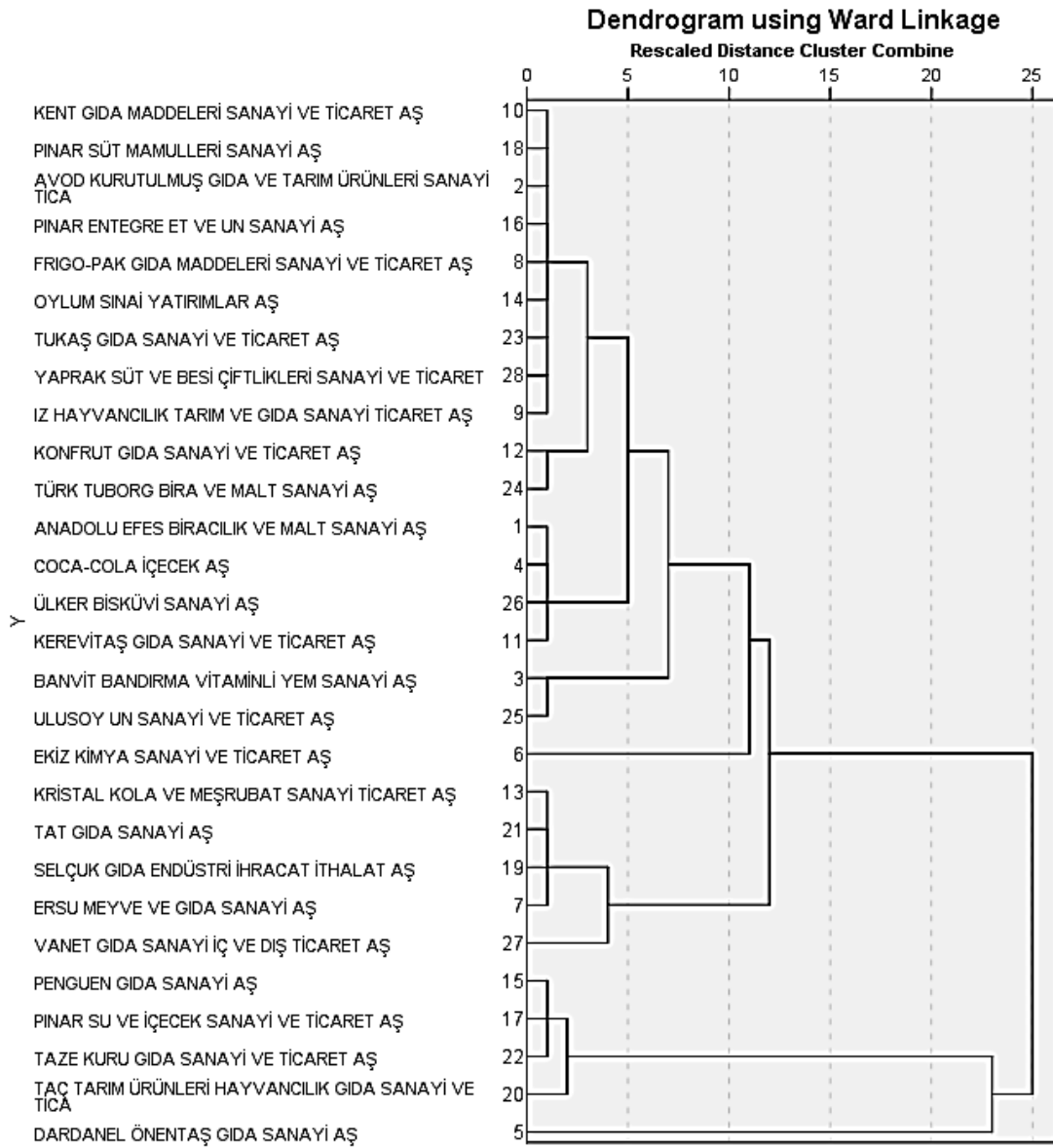
2021 yılı verilerinin tek başına ele alınması durumunda ilk 10 firma arasında yer almadığı, Dardanel'in 20. sırada ve Selçuk Gıda'nın 16. Sırada olduğu tespit edilmiştir.

2016-2021 yılı ortalaması alınmış verilerin sonuçlarına göre BİST Sürdürülebilirlik Endeksinde yer alan işletmeler incelendiğinde; Ülker Bisküvi4., Kereviş Gıda 6., Coca Cola 7., Tat Gıda 8. ve Anadolu Efes firmasının 15. sırada yer aldığı tespit edilmiştir. 2021 yılı verileri ele alındığında ise; Ülker Bisküvi 3., Tat Gıda 5., Coca Cola 8., Kereviş Gıda 9. ve Anadolu Efes firmasının 13. sırada yer aldığı görülmektedir.

3. BİST'e Kayıtlı Tarım İşletmelerinin Kümeleme Analizi İle İncelenmesi

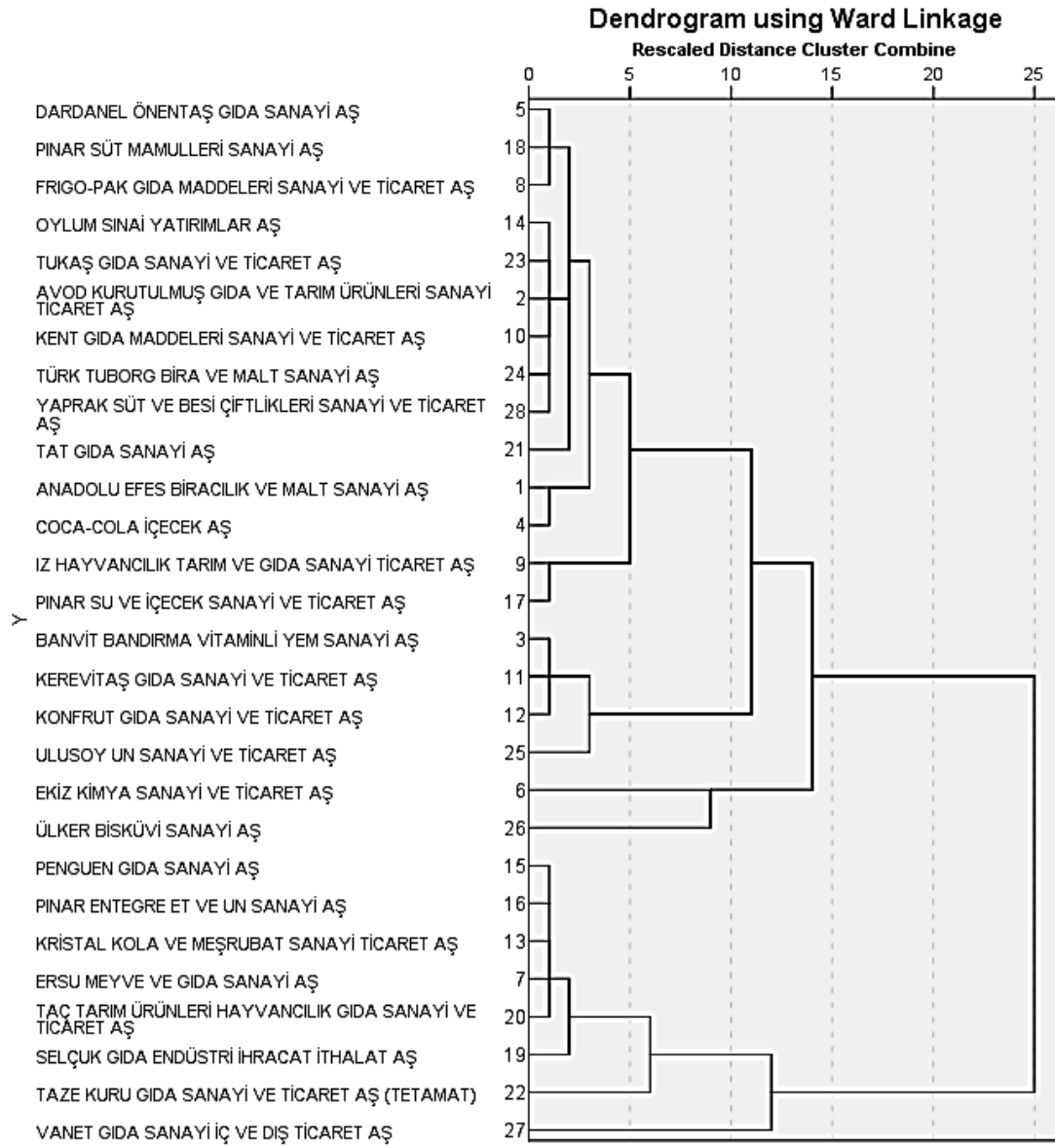
Kümeleme analizi, yapılan çalışmada kullanılan verileri benzerlikleri itibariyle bir araya getirir. Çalışmada kullanılan işletmeler özellikleri itibariyle kümelendirken, buldukları kümeler içerisinde homojenlik; kümeler arasında ise heterojenlik en yüksek seviyede sağlanmış olur yani, kümeyi oluşturan elemanlar birbirleri ile benzeşirken, diğer kümelerde ki elemanlarla benzeşmeyecektir.

Çalışmada, Hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden Ward yöntemi uygulanmıştır. Hiyerarşik kümeleme analizi kullanılmasının en temel nedeni, kaç küme oluşacağını bilinmemesi ve verilerin tamamı kullanılarak ortaya çıkan ilişkiler dikkate alınarak aşağıdan yukarıya veya yukarıdan aşağıya doğru kümeler oluşturmasıdır. Ward yönteminin uygulanmasının temel nedeni ise, küme içinde homojenliği, kümeler arasında ise heterojenliği maksimum yapacak şekilde kümeler oluşturmaktır. Böylece başlangıçta her gözlem bir küme olarak kabul edilmekte ve olabilecek bütün küme birleşimleri oluşturulmaktadır. Analizin gerçekleştirilmesinde SPSS 21 paket programından yararlanılmıştır. Grafik 1'de 2016-2021 yılları ortalaması alınmış verilere göre gerçekleştirilen kümeleme analizi dendrogramı ve grafik 2'de tek başına ele alınan 2021 yılı verileri kümeleme analizi dendrogramı gösterilmektedir. Tablo 23'de 2016-2021 yılları arası ortalaması alınmış veriler ve 2021 yılı verilerine ait 28 işletme için yapılan kümeleme analizi sonuçları bir bütün olarak görülmektedir. Küme sayılarının belirlenmesi konusunda, dendrogram da yer alan mesafeler dikkate alınmaktadır. Dendrogramlardaki yatay çizgiler mesafeyi, dikey çizgiler de birleşen kümeleri göstermektedir. Uygulamada çok sayıda küme oluşumunun istenmemesi ve ayrışımın daha az olması nedeniyle 5-10 arası mesafe dikkate alınarak küme sayıları belirlenmiştir.

Grafik 1: 2016-2021 Geometrik Ortalaması Alınmış Verilere Ait Kümeleme Analizi Dendrogram Sonucu

Dendrogram analiz sonucu incelendiğinde 5-10 aralığında 28 firmanın 4 kümede toplanabileceği tespit edilmiştir.

Grafik 2: 2021 Yılı Verilere Ait Kümeleme Analizi Dendrogram Sonucu



Dendrogram analiz sonucu incelendiğinde 5-10 aralığında 28 firmanın 5 kümede toplanabileceği tespit edilmiştir.

Tablo 23: Kümeleme Analizi Sonuçları

	İŞLETME ADI	2016-2021 Geo Ort Sonuçları	2021 Yılı Sonuçları
1	Anadolu Efes	1	1
2	Avod Gıda	1	1
3	Banvit	1	2
4	Coca-Cola	1	1
5	Dardanel	2	1
6	Ekiz Kimya	1	3
7	Ersu Meyve	3	4
8	Frişo-Pak Gıda	1	1
9	Iz Hayvancılık	1	1
10	Kent Gıda	1	1
11	Kereviş Gıda	1	2
12	Konfrut Gıda	1	2
13	Kristal Kola	3	4
14	Oylum	1	1
15	Penguen Gıda	4	4
16	Pınar Entegre Et	1	4
17	Pınar Su	4	1
18	Pınar Süt	1	1
19	Selçuk Gıda	3	4
20	Taç Tarım	4	4
21	Tat Gıda	3	1
22	Taze Kuru Gıda	4	4
23	Tukaş Gıda	1	1
24	Türk Tuborg	1	1
25	Ulusoy Un	1	2
26	Ülker Bisküvi	1	3
27	Vanet Gıda	3	5
28	Yaprak Süt	1	1

2016-2021 yılları arası geometrik ortalaması alınmış veriler dikkate alınarak yapılan kümeleme analizi sonuçlarına göre analize konu olan 28 firma 4 kümede toplanabilmektedir. Firmalarının çoğunluğunun 1. Kümede toplandığı dikkat çekmektedir. 4. Kümede; Taze Kuru Gıda, Pınar Su ve Penguen Gıda yer almaktadır. 3. Kümede; Ersu Meyve, Kristal Kola, Selçuk Gıda, Tat Gıda ve Vanet Gıda yer almaktadır. 2. Kümede; Dardanel firması tek başına yer almakta olup kalan 18 firmanın 1. Kümede yer aldığı tespit edilmiştir.

2021 yılı verileri tek başına incelendiğinde ise 28 firmanın 5 kümede toplandığı görülmektedir. Firmaların çoğunluğu 1. Kümede yer almıştır. 5. Kümede; Vanet Gıda firmasının tek başına yer aldığı görülmektedir. 4. Kümede; Ersu Meyve, Kristal Kola, Penguen Gıda, Pınar Et, Selçuk Gıda, Taç Tarım ve Taze Kuru Gıda firmaları yer almaktadır. 3. Kümede; Ekiz Kimya ve Ülker Bisküvi firması yer almaktadır. 2. Kümede ise;

Banvit, Kerevitaş Gıda, Konfrut Gıda ve Ulusoy Un firmaları yer almakta olup kalan 14 firmanın 1. Kümede yer aldığı tespit edilmiştir.

2016-2021 yılları arası geometrik ortalaması alınmış verilere göre BİST Sürdürülebilirlik Endeksine kayıtlı olan 5 işletmeden 4'ünün 1. kümede, 2021 yılı verilerine göre ise 5 işletmeden 3'ünün 1. kümede olduğu tespit edilmiştir. Aynı kümede yer alan işletme sayısının fazla olması nedeniyle sürdürülebilirlik endeksine kayıtlı olan işletmelerin çevresel, toplumsal ve kurumsal yönden benzer özelliklere sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca, ortaya çıkan kümeler ile analize konu olan işletmelere ait değişkenler arasındaki ilişkinin daha net anlaşılması amacıyla kümelere ilişkin istatistikler tablo 24 ve tablo 25'de verilmiştir.

Tablo 24: 2016-2021 Geo. Ort. Alınmış Verilere Ait Kümelere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	1. küme (18 işletme)		2. küme (1 işletme)		3. küme (5 işletme)		4. küme (4 işletme)	
	Ort	St. Sap	Ort	St. Sap	Ort	St. Sap	Ort	St. Sap
Net Kar/ Özsermaye	0,720	0,103	0,790		0,637	0,105	0,159	0,166
Net Kar/ Satışlar	0,799	0,112	0,472		0,694	0,228	0,228	0,171
Cari Oran	1,342	0,435	0,382		3,329	0,877	0,983	0,852
Finansal Kaldıraç	0,540	0,145	2,016		0,277	0,085	0,593	0,106
Kvb/ Toplam Aktifler	0,377	0,121	1,429		0,179	0,087	0,396	0,085
Uvb/ Toplam Aktifler	0,143	0,093	0,513		0,082	0,020	0,176	0,063
Net Satışlar/ Toplam Aktifler	0,845	0,476	2,439		0,570	0,404	0,498	0,272
Stok Devir Hızı	20,361	63,646	7,950		2,492	2,300	3,040	2,951

2016-2021 yılı geometrik ortalaması alınmış veriler ışığında hazırlanan kümeleme analizi sonucunda ortaya çıkan 4 kümede de “stok devir hızı” değişkeninde ortalamadan ciddi yönde sapmaların yaşandığı görülmektedir.

Tablo 25: 2021 Yılı Verilerine Ait Kümelere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	1. küme (14 işletme)		2. küme (4 işletme)		3. küme (2 işletme)		4. küme (7 işletme)		5. küme (1 işletme)	
	Ort	St. Sap	Ort	St. Sap	Ort	St. Sap	Ort	St. Sap	Ort	St. Sap
Net Kar/ Özsermaye	0,632	0,181	0,646	0,116	0,785	0,425	0,509	0,232	0,821	
Net Kar/ Satışlar	0,761	0,152	0,709	0,029	0,793	0,169	0,707	0,328	1,893	
Cari Oran	1,682	1,715	1,289	0,096	1,703	1,918	2,925	2,498	18,497	
Finansal Kaldıraç	0,493	0,078	0,711	0,062	0,768	0,096	0,247	0,091	0,143	
Kvb/ Toplam Aktifler	0,379	0,085	0,612	0,088	0,304	0,098	0,180	0,071	0,011	
Uvb/ Toplam Aktifler	0,114	0,084	0,099	0,059	0,475	0,208	0,067	0,040	0,132	
Net Satışlar/ Toplam Aktifler	0,661	0,207	1,523	0,678	0,613	0,191	0,501	0,260	0,212	
Stok Devir Hızı	3,624	2,365	5,456	3,299	18849,583	26653,412	4,676	3,762	0,001	

2021 yılı kümeleme analizi sonuçlarına göre hazırlanmış olan tanımlayıcı istatistikler ışığında ortalamadan sapmaların en fazla “stok devir hızı” ile “cari oran”da olduğu tespit edilmektedir. Özellikle 3. kümede yer alan işletmelerin stok devir hızı değerlerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Kümeleme analizi sonucu ile Veri zarflama analizi sonuçlarında etkinsiz çıkan firmalar için hazırlanan iyileştirme tablolarında stok devir hızı değişkenin azaltılması gerektiği görülmektedir. Stok devir hızında ortaya çıkan sapma ve azalma eğilimi, ürünlere talebin ve depolama maliyetlerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Önemli olan nokta depolama maliyetlerini minimum düzeyde tutarak ürünlere olan talebi karşılayabilmektir. Böylece firma çevresel ve ekonomik kaynakları etkin kullanarak sürdürülebilirliğe daha fazla yaklaşacaklardır. Sapmanın en yüksek olduğu bir diğer değişken ise “cari oran”dır. 1., 2. ve 3. Kümeler de ortalama cari oranlar 1,5 düzeyinde olup kısa vadeli borçlarını ödemede yeterli likit varlığa sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, 4. ve 5. Kümelerde cari oranın 3’e yakın ve 3’ten yüksek olması işletmelerin gereğinden fazla ellerinde likit varlık bulduklarını ve yatırım yapmak konusunda aktif bir işletme olmadığını göstermektedir. Yatırımlara önem verilmemesi ise sürdürülebilirlik konusunda işletmelerin gerekli adımları atma konusunda diğer işletmelere kıyasla geri kaldıklarını vurgulamaktadır.

4. Analiz Sonuçlarına Genel Bakış

Uygulamada, 28 adet işletmeye ait Cari Oran, Finansal Kaldıraç, KVB/Toplam Aktifler, UVB / Toplam Aktifler, Net Satışlar / Toplam Aktifler, Stok Devir Hızı, Net Kar / Özsermaye, Net Kar/ Satışlara ilişkin rasyolar kullanılarak BVZA, TOPSİS ve Kümeleme Analizleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analizler ile BİST de işlem gören tarım ve gıda sektöründeki 28 işletmenin 2016-2021 dönemleri geometrik ortalaması alınmış veriler ile 2021 yılı verileri için performans sıralamaları gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Bu bölümde, tablo 20’de yıllar itibari ile gerçekleştirilen analiz sonuçlarına bir bütün olarak bakılacak ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmaya çalışılacaktır.

Tablo 26: Analiz Sonuçlarına Genel Bakış

İŞLETME ADI		2016-2021 GEO ORT SONUÇLARI			2021 YILI SONUÇLARI		
		BVZA	TOPSIS	KÜMELEME	BVZA	TOPSIS	KÜMELEME
1	ANADOLU EFES	1.000	15	1		13.	1
2	AVOD GIDA		23	1	1.000	14.	1
3	BANVİT		5	1		7.	2
4	COCA-COLA		7	1	1.000	8.	1
5	DARDANEL	1.000	2	2	1.000	20.	1
6	EKİZ KİMYA	1.000	1	1	1.000	1.	3
7	ERSU MEYVE	1.000	24	3	1.000	28.	4
8	FRIGO-PAK GIDA	1.000	13	1	1.000	21.	1
9	İZ HAYVANCILIK	1.000	26	1	1.000	22.	1
10	KENT GIDA	1.000	22	1	1.000	15.	1
11	KEREVİTAŞ GIDA	1.000	6	1		9.	2
12	KONFRUT GIDA	1.000	14	1	1.000	6.	2
13	KRİSTAL KOLA	1.000	16	3	1.000	24.	4
14	OYLUM		19	1		11.	1
15	PENGUEN GIDA		27	4	1.000	27.	4
16	PINAR ET	1.000	20	1	1.000	25.	4
17	PINAR SU		17	4		18.	1
18	PINAR SÜT		18	1		19.	1
19	SELÇUK GIDA	1.000	10	3	1.000	16.	4
20	TAÇ TARIM	1.000	28	4	1.000	26.	4
21	TAT GIDA		8	3		5.	1
22	TAZE KURU GIDA		25	4	1.000	23.	4
23	TUKAŞ GIDA	1.000	12	1	1.000	12.	1
24	TÜRK TUBORG	1.000	9	1	1.000	10.	1
25	ULUSOY UN		3	1		4.	2
26	ÜLKER BİSKÜVİ		4	1		3.	3
27	VANET GIDA	1.000	11	3	1.000	2.	5
28	YAPRAK SÜT	1.000	21	1	1.000	17.	1

2016-2021 yılı geometrik ortalaması alınmış değerlerin sonuçları incelendiğinde analize konu olan 28 firmadan 17'sinin BVZA sonuçlarına göre etkin çıktığı tespit edilmiştir. BVZA ile etkinliğe sahip olan firmalar; Anadolu Efes, Dardanel, Ekiz Kimya, Ersu Meyve, Frigo-Pak, İz Hayvancılık, Kent Gıda, Kerevitaş, Konfrut Gıda, Kristal Kola, Pınar Et, Selçuk Gıda, Taç Tarım, Tukaş Gıda, Tuborg, Vanet Gıda ve Yaprak Süt firmalarıdır. BVZA kapsamında etkinliğe sahip olmayan 11 firma için pişmanlık yaklaşımı ile gerçekleştirilen performans sıralama sonuçlarına göre Avod Gıda'nın 1. sırada, Pınar Süt'ün 2. sırada ve Tat Gıda'nın 3. sırada yer aldığı tespit edilmiştir. Kümeleme analizi sonuçları incelendiğinde; etkinliğe sahip olan 17 firma

içerisinden 11'inin ve etkinliğe sahip olmayan firmalardan ise 7'sinin 1. Kümenin içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Etkinliğe sahip olup 1. Kümeyi oluşturan firmalar: Anadolu Efes, Ekiz Kimya, Firo-Pak, İz Hayvancılık, Kent Gıda, Kerevitaş Gıda, Konfrut Gıda, Pınar Et, Tukaş, Türk Tuborg ve Yaprak Süt firmalarıdır. Etkinliğe sahip olup tek başına bir küme oluşturan (2. Küme) firma ise Dardanel firmasıdır. 3. Kümede etkinliğe sahip olan 4 firma (Ersu Meyve, Kristal Kola, Selçuk Gıda ve Vanet Gıda) ile etkin çıkmayan Tat Gıda firması yer almaktadır. Bu firmalardan Tat Gıda ile Selçuk Gıda firmaları performans sıralamasında ilk 10 işletme içerisinde yer almaktadır. 4. Kümede; etkinliğe sahip olan Taç Gıda firması ile etkin çıkmayan 3 firmanın (Taze Kuru Gıda, Pınar Su, Penguen Gıda) yer aldığı görülmektedir. TOPSIS analizi sonuçlarına göre performansı en iyi olan ilk 10 firma içerisinde yer alan beş firmanın (Ekiz Kimya, Dardanel, Kerevitaş Gıda, Türk Tuborg ve Selçuk Gıda) etkinliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Tek başına küme oluşturan (2. Küme) Dardanel firması, TOPSIS analizine göre performansı en iyi 2. firmadır. Performansı en iyi olan firma ise 1. kümede yer alan, etkinliğe sahip olan Ekiz Kimya firmasıdır. En iyi performans gösteren ilk on firma sırasıyla: Ekiz Kimya, Dardanel, Ulusoy Un, Ülker Bisküvi, Banvit, Kerevitaş Gıda, Coca-Cola, Tat Gıda, Türk Tuborg ve Selçuk Gıda firmalarıdır. Performansı en kötü çıkan firma Taç Tarım firması olup, firmanın etkinliğe sahip olduğu dikkat çekicidir. 4. küme bu açıdan önem arz etmekte olup, küme içerisinde yer alan 4 firmanın da performanslarının kötü olduğu görülmektedir. 1. küme, hem etkinliğe sahip firmaların çoğunluğunu içinde barındırması hem de performansı yüksek firmalardan oluşması nedeniyle önemli bir yere sahiptir.

BİST'e kayıtlı tarım ve gıda sektöründe yer alan 28 işletmenin 2021 yılı analiz sonuçları incelendiğinde 19 işletmenin BVZA yöntemi ile tam etkinliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. BVZA'ya göre tam etkinliğe sahip olmayan 9 firma arasında pişmanlık yaklaşımına göre gerçekleştirilen performans sıralamasına göre; Tat Gıda 1. sırada, Anadolu Efes 2. sırada, Pınar Süt firması da 3. sırada yer almıştır. Ortalama sonuçlara kıyasla 2021 yılı verilerine göre etkin işletmelerin sayısının arttığı ve bununla birlikte küme sayısının da 5'e çıktığı gözlenmiştir. Etkin işletmeler çoğunlukla 1. ve 4. kümede toplanmıştır. 1. kümede etkin işletmelerin 9'u (Avod Gıda, Coca-Cola, Dardanel, Frigo-Pak, İz Hayvancılık, Kent Gıda, Tukaş, Türk Tuborg, Yaprak Süt), toplam 7 firmadan oluşan 4. kümede ise etkin işletmelerin 7'si (Ersu Meyve, Kristal Kola, Penguen Gıda, Pınar Et, Selçuk Gıda, Taç Tarım, Taze Kuru Gıda) yer almaktadır. 5. küme de yalnızca Vanet Gıda firması yer almakta olup, TOPSIS yöntemine göre performans sıralamasında 2. sırada yer almaktadır. Toplam 4 firmadan oluşan 2. kümede tam etkinliğe sahip Konfrut Gıda firması ile Banvit, Kerevitaş Gıda, Ulusoy Un firmaları yer almaktadır. Toplam iki firmadan oluşan 3. kümede tam etkinliğe sahip Ekiz Kimya firması ile Ülker Bisküvi firması yer almaktadır. TOPSIS analizine göre performansı en iyi olan ilk on firma sırasıyla; Ekiz Kimya, Vanet Gıda, Ülker bisküvi, Ulusoy Un, Tat Gıda, Konfrut Gıda, Banvit, Coca-Cola, Kerevitaş Gıda ve Türk Tuborg firmalarıdır. Bu firmalardan 4'ü tam etkinliğe sahiptir. Ersu Meyve firması, TOPSIS yöntemine göre

performans sıralamasında son sırada yer almasına karşın tam etkinliğe sahip olup 4. kümede yer almaktadır. Kötü performansa sahip olan son 5 firma ise sırasıyla: Ersu Meyve, Penguen Gıda, Taç Tarım, Pınar Et ve Kristal Kola firmalarıdır ki bu firmaların tamamının tam etkinliğe sahip olduğu ve 4. kümede yer aldıkları tespit edilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, analizlerin gerçekleştirilmesi için tespit edilen değişkenlerin neler olduğunun özellikle TOPSIS yönteminde önem arz ettiği tespit edilmiştir. Bu nedenle farklı bir değişkenin analize dahil edilmesi sonuçların değişimine neden olabilecektir.

Ölçeksel etkilerin tam olarak bilinmemesi ve sonuçların karşılaştırılabilmesi için aynı değişkenler kullanılarak BVZ Analizleri girdi yönlü CCR modeli ile de çözülmüştür. 2016-2021 yılları arası geometrik ortalaması alınmış değişkenlerin BVZA sonucunda 13 işletmenin etkin çıktığı ve bu işletmelerinde; Dardanel, Ekiz Kimya, Ersu Meyve, İz Hayvancılık, Kerevitaş Gıda, Konfrut Gıda, Pınar Et, Selçuk Gıda, Taç Tarım, Tukaş Gıda, Türk Tuborg, Vanet Gıda ve Yaprak Süt firmalarının olduğu tespit edilmiştir. Sadece 2021 yılı verileri dikkate alınarak girdi yönlü CCR modeline göre BVZA sonucunda ise 15 firmanın etkin çıktığı tespit edilmiştir. Bu firmalar; Avod Gıda, Coca-Cola, Dardanel, Ekiz Kimya, Ersu Meyve, Frigo-Pak Gıda, Konfrut Gıda, Kristal Kola, Penguen Gıda, Pınar Et, Selçuk Gıda, Taç Tarım, Tukaş Gıda, Türk Tuborg ve Yaprak Süt firmalarıdır.

Elde ettiğimiz analiz sonuçlarını test etmek amacıyla yapmış olduğumuz literatür incelemeleri ile karşılaştırmalar yapılmış ve yakın sonuçlar elde edildiği anlaşılmıştır. Benzer değişkenleri kullanarak, 2014-2018 yılları arası BİST'te faaliyet gösteren gıda firmaları üzerine Veri Zarflama Analizi (çıktı odaklı CCR) yapan Bardi (2020), analiz sonucunda 5 yıl üst üste etkin çıkan firmalar olarak Konfrut Gıda, Pınar Et, Türk Tuborg, Ulusoy Un firmalarının olduğunu tespit etmiştir ki Ulusoy Un firması hariç diğer firmalar bizim çalışmamızda da tam etkin çıkmıştır. Yaprak Süt, İz hayvancılık ve Taç Tarım firmaları arasında 2016-2018 yılları arası TOPSIS yöntemi ile performans sıralaması gerçekleştiren Kara ve Özbek (2020), her üç yılda da en iyi performansa sahip olan firma olarak Yaprak Süt firması olduğunu, onu sırasıyla İz hayvancılık ve Taç Tarım firmalarının takip ettiğini tespit etmiştir. Aynı sonuç çalışmamız ile de desteklenmektedir. Çalışmamız da performans sıralamaları açısından Yaprak Süt firması 21., İz Hayvancılık 26. ve Taç Tarım firması da 28. sıra da yer almaktadır. Özdemir (2019) tarafından 2013-2016 yılları arası BİST Sürdürülebilirlik Endeksinde yer alan işletmeler ile ilgili VZA (girdi yönlü CCR) gerçekleştirilmiş ve analiz sonucunda Anadolu Efes ve Coca-Cola firmaları 4 yıl boyunca etkin çıkmazken, Ülker Bisküvi firmasının sadece 2014 ve 2015 yıllarında etkin çıktığı tespit edilmiştir. Bizim çalışmamız da ise Anadolu Efes firması tam ve teknik etkin çıkarken, Coca-Cola ve Ülker Bisküvi firmaları etkisiz çıkmıştır. 2022 yılında Özevin tarafından yayınlanan makalede BİST Sürdürülebilirlik Endeksine kayıtlı olan 12 işletme için 2017-2019 yılları arası benzer değişkenler kullanılarak TOPSIS analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda, bizim analizimizde de yer alan Ülker Bisküvi firması ortalama

olarak 4. sırada, Kerevitaş Gıda firması ortalama 6. sırada ve Anadolu Efes firması ise ortalama 8. sırada yer almıştır. Bizim çalışmamızda ise Ülker firması 4. sırada, Kerevitaş Gıda firması 6. sırada ve Anadolu Efes firması da 15. sırada yer almıştır. Özer, Öztürk ve Kaya'nın 2010'da yayınlamış oldukları makalede çalışmamızla aynı girdi ve çıktı veri seti kullanılmıştır. 2007-2008 yılları arası İMKB'ye kayıtlı gıda ve içecek sektöründe faaliyet gösteren 24 firma VZA, TOPSIS ve Kümeleme yöntemleri ile analiz edilmiştir. 2007 yılı çıktı yönlü CCR modeli Veri Zarflama Analizi sonucunda 14 işletme, BCC modelinde ise 16 işletme; 2008 yılı verilerine göre ise CCR modelinde 11 işletme, BCC modelinde ise 16 işletme etkin çıkmıştır. VZA sonuçlarına göre şu an sürdürülebilirlik endeksinde yer alan Anadolu Efes firması 2007 ve 2008 yıllarında etkin iken; Kerevitaş Gıda, Tat Gıda ve Ülker Bisküvi firmalarının 2008 yılında ve BCC modelinde etkin olduğu görülmüştür. Makalenin kümeleme analizi sonuçları incelendiğinde şuan sürdürülebilirlik endeksinde yer alan Coca-Cola, Tat Gıda, Kerevitaş Gıda, Anadolu Efes firmaları 2007 ve 2008 yıllarında 1. kümede yer alırken Ülker Bisküvi firmasının ise 2007 yılında 5. kümede, 2008 yılında 2. kümede yer aldığı tespit edilmiştir. TOPSIS analizi sonuçlarına göre; 2007 yılında performansı en yüksek ilk on işletme arasında şuan sürdürülebilirlik endeksinde yer alan 3 firmanın (Kerevitaş Gıda, Tat Gıda, Coca-Cola) olduğu, 2008 yılında ise 4 firmanın (Kerevitaş Gıda, Coca-Cola, Anadolu Efes, Ülker Bisküvi) olduğu görülmüştür. 2007 yılında Ülker Bisküvi firması 11. sırada, Anadolu Efes firması 22. sırada; 2008 yılında ise Tat Gıda firması 13. sırada yer almıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada BİST'e kayıtlı Tarım ve Gıda sektöründe yer alan 28 işletmenin finansal performansları BVZA, TOPSIS ve Kümeleme analizleri ile ölçülmeye çalışılmıştır. Analizimize konu olan değişkenlerden Stok Devir Hızı değişkeni için elde edilen sonuçların uç değerlere sahip olması nedeniyle BVZA'nın kullanılmasına karar verilmiş ve 2016-2020 yılları arası değişkenlerin geometrik ortalamaları alınmıştır. BVZA kapsamında farklı yaklaşımlar geliştirilmiş olup analiz de α -kesime dayalı yaklaşım kullanılmıştır. Bu yaklaşım kapsamında verilerin standart sapmaları hesaplanarak bulanıklaştırılmış, alt ve üst değerler hesaplanmış ve 0.00, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90 ve 1.00 α -katsayıları dikkate alınarak VZA çözümü gerçekleştirilmiştir. α -katsayılarının tümünün çözümünde sonuçlar 1.000 çıkmış ise bu karar verme biriminin tam etkinliğe sahip olduğu söylenebilmektedir. Tam etkinliğe sahip olmayan karar verme birimlerinin performans sıralamasının gerçekleştirilebilmesi için de minmaks pişmanlık yaklaşımı kullanılmıştır. Minmaks pişmanlık yaklaşımında; üst etkinlik değerleri içerisinde en büyük etkinlik değeri seçilir, bu değer maksimum etkinlik kaybının hesaplanmak istendiği karar verme biriminin alt etkinlik değerinden çıkartılarak maksimum etkinlik kaybı hesaplanmaktadır. Çıkan değerler içerisinde de en küçük değere sahip olan karar verme birimi en iyi etkinlik değerine sahip olarak nitelendirilir. BVZA sonucunda etkin çıkmayan firmalar için gerçekleştirilen sıralamanın karşılaştırılabilmesi için TOPSIS analizi uygulanmıştır. TOPSIS analizi ile, analize konu olan karar verme birimlerinin ele alınan değişkenler dikkate alınarak finansal performanslarının sıralanması sağlanmıştır. Analizlere konu olan karar verme birimlerinin homojen olmaları gerekmektedir. Tam homojenliğin sağlanması zor olmakla birlikte çalışmaya konu olan karar verme birimleri aynı değişkenleri kullanmakta, aynı sektörde faaliyet göstermekte ve aynı ya da benzer çıktılar üretmektedirler ve bu nedenle homojen oldukları varsayılmaktadır. Ancak, karar verme birimleri aynı sektörde faaliyet gösterebilirler dahi benzer ya da farklı özelliklere sahip olabilmektedirler. Benzer özelliklere sahip karar verme birimlerinin aynı çatı altında toplandığını görebilmek için Kümeleme Analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, küme sayısının önceden bilinmemesi nedeni ile Hiyerarşik Kümeleme Tekniği kullanılmıştır. Küme sayısının tespit edilmesinde dendrogramlardan yararlanıldığı için Ward Yöntemi kullanılmıştır. Ward yönteminde, kümenin ortasındaki karar verme birimi baz alınmakta ve diğer karar verme birimlerinin bu gözleme uzaklığı Öklid uzaklık ölçüsü ile hesaplanmaktadır.

2016-2021 yılları arası geometrik ortalaması alınmış veriler öncelikle girdi yönlü BCC modeli kullanılarak BVZA'ya tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda 17 firmanın etkin, 11 firmanın ise etkinsiz çıktığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda çıkan sonuçlardaki değişimin tespit edilebilmesi için girdi yönelimli CCR modeli de kurulmuş ve sonucunda 13 firmanın tam etkinliğe sahip olduğu görülmüştür. Aynı veriler kullanılarak TOPSIS ve Kümeleme analizleri de gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda 1. Kümede 18 işletmenin yer aldığı ve bu

işletmelerden 11'inin etkinliğe sahip olduğu ve 7 işletmenin performans sıralamasında ilk 10'da yer aldığı tespit edilmiştir. 2. Küme sadece Dardanel firmasından oluşmakta olup, firmanın hem etkin hem de performans sıralamasında 2. Sırada yer aldığı görülmüştür. 3. Küme de sadece iki firmanın (Tat Gıda ve Selçuk Gıda) etkin olup performans sıralamasında ilk 10 işletme arasında yer aldığı gözlenmektedir. 4. Küme ise, 4 işletmeden oluşmakta olup sadece Taç Tarım firmasının etkinliğe sahip olduğu ancak performans sıralamasında 28. Sırada yer aldığı anlaşılmaktadır. Sadece 2021 yılı verileri incelendiğinde; 1. Kümede 14 işletmenin olduğu, bu işletmelerden 9'unun etkin çıktığı ve performans sıralamasında ilk 10'da sadece 3 firmanın olduğu tespit edilmiştir. 2. Kümede 4 işletme yer almış ve bu işletmelerden sadece biri (Konfrut Gıda) etkin çıkmışken tüm işletmelerin TOPSİS analizine göre tamamının ilk 10'da yer aldığı görülmüştür. 3. Kümede yer alan Ekiz Kimya firması etkin olmakla birlikte performans sıralamasına göre 1. Sırada, Ülker firması ise 3. Sırada yer almıştır. 4. Küme de yer alan 7 işletmenin tamamı etkin olmakla birlikte performans sıralamasına göre son işletmeler arasında yer almaktadırlar. 5. Küme Vanet firmasından oluşmakta olup, işletmenin hem etkin hem de performans sıralamasına göre 2. Sırada yer aldığı tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Aslan, A.İ. (2023). “Döngüsel Ekonomi Kapsamında Türk Tarım İşletmelerinin Etkinlik Analizi: Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Bir İnceleme”, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, SBE, İşletme ABD, İşletme Programı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Manisa.
- Akgöz, E. (2010). “Türkiye’de Ticari Bankaların Finansal Oranlar Yardımıyla Sınıflandırılması: Kümeleme Analizi Yaklaşımı”. (Yayınlanmamış YL Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Altınok, Y. (2019). “Veri Madenciliğinde Hiyerarşik Kümeleme Algoritmalarının Uygulamalı Karşılaştırılması”. (Yayınlanmamış YL Tezi) Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, İstatistik Bilim Dalı, İstanbul.
- Amirkhan, M., Didekhani, H., Khalili-Damghani, K., Hafezalkotob, A. (2018). “Mixed Uncertainties In Data Envelopment Analysis: A Fuzzy-Robust Approach”. *Expert Systems With Applications* 103 (2018): 218-237. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.03.017>
- Amirteimoori, A., Kordrostami, S. (2005). “Multi-Component Efficiency Measurement With Imprecise Data”. *Applied Mathematics and Computation* 162 (2005): 1265-1277, doi:10.1016/j.amc.2004.03.007
- Angiz, M. Z., Mustafa, A., Ghadiri, M., Tajaddini, A. (2015). “Relationship Between Efficiency In The Traditional Data Envelopment Analysis And Possibility Sets”. *Computers & Industrial Engineering* 81 (2015): 140-146. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2015.01.001>.
- Aspen, D.M., Sparrevik, M. (2020). “Evaluating Alternative Energy Carriers In Ferry Transportation Using A Stochastic Multi-Criteria Decision Analysis Approach”. *Transportation Research Part D* 86 (2020) 102383: 1-12.
- Ayçin, E. (2020), “Çok Kriterli Karar Verme: Bilgisayar Uygulamalı Çözümler”, Nobel Akademik Yayıncılık, ISBN: 978-605-7846-17-4
- Aydın, N. (2012). “Türkiye’de İstihdam Politikalarının Bulanık Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Etkinlik Analizi”. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar* 2012 Cilt: 49 Sayı: 573:15-28.
- Bardi, Ş. (2020). “Veri Zarflama ve Veri Madenciliği İle Bist Gıda İçecek Endeksi Kapsamındaki Firmaların Etkinlik Analizi”. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, Yıl: 2020, Cilt: 11, Sayı: Ek: 185-199. DOI: 10.21076/vizyoner.700617.
- Bray, S., Caggiani, L., Ottomanelli, M. (2015). “Measuring Transport Systems Efficiency Under Uncertainty By Fuzzy Sets Theory Based Data Envelopment Analysis: Theoretical And Practical Comparison With Traditional DEA Model”. *Transportation Research Procedia* 5 (2015): 186-200. doi: 10.1016/j.trpro.2015.01.005

- Bracke, S., Radetzky, M., Rosebrock, C., Ulutas, B. (2019). "Efficiency And Effectivity Of High Precision Grinding Manufacturing Processes: An Approach Based On Combined DEA And Cluster Analyses". *Procedia CIRP* 79 (2019): 292-297.
- Carboni, O.A., Russu, P. (2015). "Assessing Regional Wellbeing In Italy: An Application Of Malmquist-DEA And Self-organizing Map Neural Clustering". *Social Indicators Research*, Vol. 122, No. 3 (July 2015): 677-700.
- Carvalho, N.B., Minim, V.P.R., Nascimento, M., ,Minim, L.A. (2015). "A Discriminant Function For Validation Of The Cluster Analysis And Behavioral Prediction Of The Coffee Market". *Food Research International* 77 (2015): 400-407.
- Chen, C.B., Klein, C. M. (1997). "A Simple Approach To Ranking A Group Of Aggregated Fuzzy Utilities". *IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics-Part B: Cybernetics*, Vol. 27, No. 1, February 1997: 26-35.
- Czyzewski, B., Trojanek, R., Czyzewski, A. (2020). "Cost-Effectiveness Of The Common Agricultural Policy And Environmental Policy In Country Districts: Spatial Spillovers Of Pollution, Bio-Uniformity And Green Schemes In Poland". *Science of the Total Environment* 726 (2020) 138254: 1-14.
- Çakır, S. (2016). "Bulanık Veri Zarflama Analizi İle Çaykur Fabrikalarında Etkinlik Ölçümü". *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 31, No 2: 369-381.
- Delpla, I., Florea, M., Pelletier, G., Rodriguez, M.J. (2018). "Optimizing Disinfection By-Product Monitoring Points In A Distribution System Using Cluster Analysis". *Chemosphere* 208 (2018): 512-521.
- Dinler, M. (2014). "Kümeleme Analizi Yöntemlerinin Hayvancılık Verilerinde Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi". (Yayınlanmamış YL Tezi). Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zooteknik Anabilim Dalı, Bingöl.
- Dirie, M.A. (2017). "Finansal Performansın Topsis Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Belirlenmesi; Ana Metal Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama". (Yayınlanmamış YL Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Finansman Programı, İzmir.
- Doğan, B. (2008). "Bankaların Gözetiminde Bir Araç Olarak Kümeleme Analizi: Türk Bankacılık Sektörü İçin Bir Uygulama". (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Kadir Has Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Finans ve Bankacılık Bilim Dalı, İstanbul.
- Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M., Sciancalepore, F. (2015). "A Cross-Efficiency Fuzzy Data Envelopment Analysis Technique For Performance Evaluation Of Decision Making Units Under Uncertainty". *Computers & Industrial Engineering* 79 (2015): 103-114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2014.10.026>.

- Gianfranco, F., Claudia, P., Patrizia, S., Paolo, F. (2014). "Port Cooperation Policies In The Mediterranean Basin: An Experimental Approach Using Cluster Analysis". *Transportation Research Procedia* 3 (2014): 700-709.
- Geering, H.P. (1998). "Introduction To Fuzzy Control". 1-27. <https://www.researchgate.net/publication/2200453781>.
- Guo, P., Tanaka, H. (2001). "Fuzzy DEA: A Perceptual Evaluation Method". *Fuzzy Sets and Systems* 119 (2001): 149-160.
- Gündeğer, C., Doğan, N. (2018). "A Statistical Approach To Improve The Standard Setting Process: Cluster Analysis". *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2018, 8 (2): 387-397.
- Güngör, İ., Demirgil, H. (2005). "Bölgesel Rekabet Yapısının Bulanık VZA İle Karşılaştırılması". Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi, C:10, S:2: 23-38.
- Hatami-Marbini, A., Ebrahimnejad, A., Lozano, S. (2017). "Fuzzy Efficiency Measures In Data Envelopment Analysis Using Lexicographic Multiobjective Approach". *Computers & Industrial Engineering* 105 (2017): 362-376. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2017.01.009>.
- İç, Y.T. (2020). "COVID-19 Yayılımının Ülke Bazında Etkilerinin Analizine Yönelik Bir Topsis Modeli". *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri MS Excel Çözümlü Uygulamaları* (ss. 123-141). Editör: Kabak, M. ve Çınar, Y. Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Jahanshahloo, G.R., Matin, R.K., Vencheh, A.H. (2004). "On Return To Scale Of Fully Efficient Dmus In Data Envelopment Analysis Under Interval Data". *Applied Mathematics and Computation* 154 (2004): 31-40. doi:10.1016/S0096-3003(03)00687-8
- Kao, C., Liu, S.T. (2000). "Fuzzy Efficiency Measures In Data Envelopment Analysis". *Fuzzy Sets and Systems* 113 (2000): 427-437.
- Kara, B., Özbek, C. Y. (2020). "Borsa İstanbul'da Tarım Ve Hayvancılık Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin Finansal Performansının Topsis Yöntemiyle Analizi". *Muhasebe ve Denetime BAKIŞ* (61): 125-146.
- Kayaalp, T., Yazgan, E., Şahinler, S. (2000). "Aşamalı Kümeleme Analizi (Hierarchical Cluster Analysis) Yöntemlerinin Karşılaştırılması Olarak İncelenmesi". <https://www.researchgate.net/publication/288667471>: 154-163
- Keskenler, M. F., Keskenler, E. F. (2017). "Bulanık Mantığın Tarihi Gelişimi". *Takvim-i Vekayi*, ISSN: 2148-0087, Cilt: 5, No: 1: 1-10.
- Keskin, İ., Altan, Ş. (2020). "Topsis Yöntemi". *Örnek Uygulamalarla Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri* (ss. 70-81). Editörler: Atan, M. ve Altan, Ş. Gazi Kitabevi, Ankara.

- Khoshfetrat, S., Daneshvar, S. (2011). "Improving Weak Efficiency Frontiers In The Fuzzy Data Envelopment Analysis Models". *Applied Mathematical Modelling* 35 (2011): 339-345. doi:10.1016/j.apm.2010.06.008.
- Koldere Akın, Y. (2008). "Veri Madenciliğinde Kümeleme Algoritmaları ve Kümeleme Analizi". (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi, SBE, Ekonometri ABD, İstatistik BD, İstanbul.
- Küçükönder, H., Ayaşan, T., Hızlı, H. (2015). "Classification of Holstein Dairy Cattles in Terms of Parameters Some Milk Component Belongs by Using The Fuzzy Cluster Analysis". *Kafkas Üniversitesi, Veterinerlik Fakulte Dergisi*, 23 (4): 601-606. DOI: 10.9775/kvfd.2015.12987.
- Lee, C. C. (1990). "Fuzzy Logic In Control Systems: Fuzzy Logic Controller-Part I". *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol 20, no 2: 404-418
- Lertworasirikul, S. (2002). "Fuzzy Data Envelopment Analysis". North Carolina State University, Industrial Engineering, Degree Of Doctor Of Philosophy, pp. 1-105. <http://www.lib.ncsu.edu/resolver/1840.16/3330>
- Lertworasirikul, S., Fang, Sc., Nuttle, H. L. W., Joines, J.A. (2003). "Fuzzy BCC Model For Data Envelopment Analysis". *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 2: 337-358
- Luca, A., Termini, S. (1972). "A Definition Of A Nonprobabilistic Entropy In The Setting Of Fuzzy Sets Theory". *Information And Control* 20: 301-312.
- Luca, M.D., Mauro, R., Lamberti, R., Dell'acqua, G. (2012). "Road Safety Management Using Bayesian And Cluster Analysis". *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 54 (2012): 1260-1269.
- Maione, C., Nelson, D.R., Barbosa, R.M. (2019). "Research On Social Data By Means Of Cluster Analysis". *Applied Computing and Informatics* 15 (2019): 153-162.
- Majhi, S.K., Biswal, S. (2018). "Optimal Cluster Analysis Using Hybrid K-Means And Ant Lion Optimizer". *Karbala International Journal of Modern Science* 4 (2018): 347-360.
- Nastis, S. A., Bournaris, T., Karpouzou, D. (2019). "Fuzzy Data Envelopment Analysis Of Organic Farms". *Oper Res Int J* (2019): 571-584. DOI 10.1007/s12351-017-0294-9.
- Öksüzokaya, M., Atan, M. (2017). "Türk Bankacılık Sektörünün Etkinliğinin Bulanık Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi". *UIİİD-İJEAS*, 2017 (18): 355-378. ISSN 1307-9832
- Özdemir, L. (2019). "Bist Sürdürülebilirlik Endeksinde Yer Almanın Verimlilik Üzerine Etkisi: Vza Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Analizi". *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* Yıl: XII, Sayı: Haziran-2019: 33-45.

- Özdemir, M. (2018). "TOPSİS". *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri* (ss. 133-153). Editörler: Yıldırım, B. F. Ve Önder, E. Dora Basım-Yayım, Bursa.
- Özer, A., Öztürk, M., Kaya, A. (2010). "İşletmelerde Etkinlik ve Performans Ölçmede VZA, Kümeleme ve TOPSIS Analizlerinin Kullanımı: İMKB İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama". *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2010 14 (1): 233-260
- Özevin, O. (2022). "Kurumsal Sürdürülebilirlik Performansının Entropi Ve TOPSİS Yöntemleriyle Ölçülmesi: BIST Şirketleri Üzerine Bir Uygulama". *Muhasebe ve Finansman Dergisi – Temmuz 2022* (95): 75-98. ISSN: 2146-3042.
- Pagone, E., Salonitis, K., Jolly, M. (2020). "Automatically Weighted High-Resolution Mapping Of Multi-Criteria Decision Analysis For Sustainable Manufacturing Systems", *Journal Of Cleaner Production* 257 (2020) 120272. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120272>
- Paksoy, S. (2017). "TOPSİS Yöntemi". *Çok Kriterli Karar Vermede Güncel Yaklaşımlar* (ss. 23-36). Editör: Karahan, S. Karahan Kitabevi, Adana.
- Paradowski, B., Wieckowskia, J., Dobryakova, L. (2020). "Why TOPSIS Does Not Always Give Correct Results?". *Procedia Computer Science* 176 (2020): 3591-3600.
- Saati M. S., Memariani, A., Jahanshahloo, G. R. (2002). "Efficiency Analysis And Ranking Of DMUs With Fuzzy Data". *Fuzzy Optimization and Decision Making* 1: 255-267.
- Selanik, M. (2007). "Türk Tarımının Avrupa Birliği İçindeki Yerinin Kümeleme Analisi ile Belirlenmesi". (Yayınlanmamış YL Tezi). Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Ankara.
- Sengupta, J. K. (1992). "A Fuzzy Systems Approach In Data Envelopment Analysis". *Computers Math. Applic.* Vol. 24, No. 8/9: 259-266.
- Sisodia, D., Singh, L., Sisodia, S., Saxena, K. (2012). "Clustering Techniques: A Brief Survey of Different Clustering Algorithms". *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology* (IJLTET), Vol. 1 Issue 3 September 2012: 82-88. ISSN: 2278-621X.
- Sun, L., Chen, G., Xiong, H., Guo, C. (2017). "Cluster Analysis In Data-Driven Management And Decisions". *JMSE* 2017, 2(4): 227-251. doi:10.3724/SP.J.1383.204011.
- Sülük, D. (2020). "Borsa İstanbul'da İşlem Gören Tekstil Firmalarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Topsis Yöntemi İle Finansal Performanslarının Ölçülmesi Üzerine Bir Uygulama". (Yayınlanmamış YL Tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Rize.
- Turner, C., Joseph, A. (2017). "A Statistical And Cluster Analysis Exploratory Study Of Snort Rules". *Procedia Computer Science* 114 (2017): 106-115.

- Wanke, P., Barros, C. P., Emrouznejad, A. (2016). “Assessing Productive Efficiency Of Banks Using İntegrated Fuzzy-DEA And Bootstrapping: A Case Of Mozambican Banks”. *European Journal of Operational Research* 249 (2016): 378-389. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2015.10.018>
- Wen, M., You, C., Kang, R. (2010). “A New Ranking Method To Fuzzy Data Envelopment Analysis”. *Computers and Mathematics with Applications* 59 (2010): 3398-3404. doi:10.1016/j.camwa.2010.02.034.
- Wieckowski, J., Salabun, W. (2020). “How To Handling With Uncertain Data In The TOPSIS Technique?”. *Procedia Computer Science* 176 (2020): 2232-2242
- Wohner, B., Gabriel, V.H., Krenn, B., Kranter, V., Tacker, M. (2020). “Environmental And Economic Assessment Of Food-Packaging Systems With A Focus On Food Waste. Case Study On Tomato Ketchup”. *Science of the Total Environment* 738 (2020) 139846: 1-13
- Yalçın, N. (2013). “Kümeleme Analizi Ve Uygulaması”. (Yayınlanmamış YL Tezi). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Yılmaz, M. (2016). “Ahp Ve Topsis Yöntemleri İle Şirket Kredibilitesinin Değerlendirmesi: Gıda, İçki Ve Tütün Sektöründe Bir Uygulama”. (Yayınlanmamış YL Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Isparta.