

Entropy Tabanlı Bütünleşik ÇKKV Yaklaşımı ile Kurumsal Sürdürülebilirlik Performans Ölçümü

Entropy Based Hybrid MCDM Approach for Measuring the Corporate Sustainability Performance

Nazlı ERSOY¹

Orcid No: 0000-0003-0011-2216

ÖZET

Sürdürülebilir kalkınma kavramının işletme düzeyindeki karşılığı olan kurumsal sürdürülebilirlik, çok boyutlu bir kavramdır ve ekonomik, çevresel ve sosyal olmak üzere üç boyutu bulunmaktadır. Bu üç boyutun tek bir boyuta indirgenmesinde sorunlar ortaya çıkmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV), bu değişkenlerin birlikte değerlendirilmesi için kullanışlı bir çerçeve sunmaktadır. Bu çalışmada, kurumsal sürdürülebilirlik performansının değerlendirilmesinde ÇKKV yöntemlerinin melez kullanımına dayalı bir algoritma önerilmiştir. Entropy yöntemi kriterlerin ağırlığını belirlemek için kullanılırken, Topsis ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemleri ise alternatiflerin performans sıralamalarını belirlemek için kullanılmıştır. Önerilen metodoloji, Türkiye’de beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın kurumsal sürdürülebilirlik performansını değerlendirmek üzere kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca, kriterlerin ağırlıkları değiştirilerek duyarlılık analizi gerçekleştirilmiş ve bu yolla sonuçların hassasiyeti test edilmiştir. Çalışma sonunda, önerilen yaklaşımın sürdürülebilirlik performans ölçümünde etkili bir şekilde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kurumsal sürdürülebilirlik performansı, entropy, toptis, gri ilişkisel analiz

ABSTRACT*

Sustainability as the business definition of the concept of sustainable development is a multi-dimensional concept which has three categories including economic, environmental, and social. Problems arise as we try to reduce the number of categories from three to one. Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods provide a suitable framework where these variables can be used collectively. In this study, we suggest an algorithm based on a hybrid multiple criteria decision making (MCDM) model to measure corporate sustainability performance. The Entropy method was used to find out criteria weightings, and Topsis and Grey Relational Analysis (GRA) methods were used to define performance ranking of alternatives. The suggested methodology was used to measure the corporate sustainability performance of a company from the white goods industry in Turkey. We also conducted a sensitivity analysis by changing criteria weightings, and therefore, tested the sensitivity of the results. It was concluded that the suggested approach could be used effectively in measuring sustainability performance.

Keywords: Corporate sustainability performance, entropy, toptis, gray relational analysis

1. GİRİŞ

Sürdürülebilir kalkınma, “günümüz insan ihtiyaçları karşılanırken, gelecek kuşakların ihtiyaçlarının da dikkate alınması” olarak tanımlanmıştır (WCED, 1987: 43). Bu kavram, yoksullukla mücadeleyi ve aynı zamanda çevrenin makro düzeyde korunması ile ilgili etik bir kavramı temsil etmektedir (Baumgartner ve Ebner, 2010: 77). Sürdürülebilir kalkınmanın firma bazında ele alınmasına kurumsal sürdürülebilirlik denir ve bu

kavramın ekonomik, çevresel ve sosyal olmak üzere üç boyutu bulunmaktadır (Ebner ve Baumgartner, 2006: 13). Ekonomik boyut, bir taraftan hissedarlara ortalamanın üstünde gelir sağlanması, diğer taraftan ise işletmenin likidite sıkıntısı çekmeyecek şekilde nakit akışı sağlanması olarak tanımlanabilir (Dyllick ve Hockerts, 2002, 133).

Sosyal boyut, toplulukların, toplumların ve bireylerin nasıl yaşadığı ile ilgilidir. Bu boyut, eşitlik ve temel

*Bu makale, “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Kurumsal Sürdürülebilirlik Performansının Değerlendirilmesi: Arçelik Örneği” başlıklı yüksek lisans tezine dayanmaktadır.

¹Arş. Gör., Kilis 7 Aralık Üniversitesi, ersoynazli3@gmail.com

ihtiyaçlarla ilgilidir ve çalışma koşulları, insan hakları, katılım, adil ücretler ve kültürel çeşitlilik ile ilgilidir (Rajak ve Vinodh, 2015: 1). Çevresel boyut ise, atık ve emisyon oranlarının üretimde en düşük seviyeye getirilmesi, kurumların tesis planlama ve kaynak kullanımındaki etkinliğin artırılması ve gelecek kuşakların ülke kaynaklarından en iyi şekilde yararlanmalarını sağlamak olarak tanımlanabilir (Mazurkiewicz, 2005: 7). Kapsamlı bir kurumsal sürdürülebilirlik stratejisi için her üç boyut ve etkileri birlikte değerlendirilmelidir.

Kurumsal sürdürülebilirlik performansının firma düzeyinde değerlendirilmesi çok önemlidir ve bu tür bir performans ölçümü araştırmacılar tarafından son yirmi yıldır dikkat çekmiştir (Goyal vd., 2013: 362). Birçok firma ekonomik, çevresel ve sosyal performanslarını, sürdürülebilirlik raporu çerçevesinde bir araya getirerek birtakım ekonomik, çevresel ve sosyal kriterlere dayandırarak belirli dönemlerde halk ve paydaşlarla paylaşmaktadır. Rakiplere karşı kıyaslama imkânı tanınması ve rekabet üstünlüğü sağlanması, marka değerini ve işletme itibarını arttırması gibi nedenlerle sürdürülebilirlik raporlaması işletmeler tarafından tercih edilmektedir (Herzig ve Schalttegger, 2006: 302).

Sürdürülebilirliğe yönelik, uluslararası alanda kabul görmüş standartlardan oluşan tek bir standart paket mevcut değildir. Firmaların açık, anlaşılabilir ve şeffaf bir sürdürülebilirlik raporlama yapabilmesi için kabul edilen birçok farklı raporlama çerçevesi bulunmaktadır (Global Reporting Initiative - GRI; AccountAbility 1000 - AA1000; UN Global Compact - UNGC; Communication on Progress - COP; The OECD Guidelines for Multinational Enterprises; IFC Performance Standards; Carbon Disclosure Project - CDP; Integrated Reporting - IR; ISO 26000). GRI kılavuz çerçevesi, kurumsal sürdürülebilirlik raporu ile ilgili en eksiksiz çerçeve olarak düşünülür ve özne değerlendirme sürecine imkân vermeden şirketleri raporlama esaslarının uygulama düzeyine göre sınıflandırır (Giannarakis ve Theotokas, 2011: 3).

GRI göstergeleri temelinde raporlama yapan firmalar, sürdürülebilirlik raporlarını A, B, C olmak üzere çeşitli seviyelerle sunmaktadırlar. Raporlama ölçütlerinin her bir seviyesi, GRI Raporlama Çerçevesinin uygulanma seviyesine veya kapsamına ilişkin bir kriter yansıtır. A seviyesi GRI çerçevesinin en kapsamlı seviyesidir. A seviyesinde raporlama yapan firmalar, bütün temel göstergeleri raporlarında buldurmalı ve açıklamalıdır. B seviyesinde 20 gösterge yer alırken, C seviyesinde ise yalnızca 10 kriter yer almaktadır (Tilt, 2009: 14).

Göstergeler, belirli bir sistemde ekonomik, çevresel ve sosyal gelişmeyi temsil etmek için kullanılır (Ness vd., 2007: 499). Bahsedilen boyutların kendi içinde fazla sayıda gösterge olmasından dolayı sürdürülebilirlik performansının ölçülmesinde birçok zorlukla karşılaşmaktadır. Dahası, tüm boyutların tek bir ölçü birimine indirgenmesinin imkânsız olduğu iddia edilmektedir. Diğer bir sorun ise tüm değerlendirme kriterlerinin tek bir standart boyuta indirilmesinde yaşanmaktadır (Erol vd, 2011: 1088). ÇKKV bu sorunun giderilmesine yardımcı olmakta (Zavadskas vd., 2014: 166) ve sürdürülebilirlik performansını değerlendirmek için uygun bir çerçeve sunmaktadır (Singh vd., 2007).

Bu çalışmada, beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın kurumsal sürdürülebilirlik performansı değerlendirmek üzere, Entropy, Topsis ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemlerinden oluşan entegre bir yaklaşım önerilmektedir. Bu doğrultuda, değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları Entropy yöntemi ile belirlenmiş, ardından Topsis ve Gri İlişkisel Analiz yardımıyla alternatifler bazında performans ölçümü gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada aşağıdaki hedeflere odaklanılmıştır: **1.** Önerilen entegre yöntem sayesinde her üç yöntemin avantajlı özelliklerinden yararlanmak **2.** Kurumsal sürdürülebilirliğin 3 boyutunun da ele alındığı sağlıklı bir değerlendirme yapabilmek. **3.** Duyarlılık analizi yoluyla sonuçların hassasiyetini test etmek. Gerçek hayattaki uygulama, bir Türk beyaz eşya üreticisinde gerçekleştirilmiştir.

Çalışma şu şekilde organize edilmiştir. 2. bölümde sürdürülebilirlik başlığı altında yer alan çalışmalardan oluşan bir çerçeve sunulmaktadır. 3. Bölümde çalışma kapsamında kullanılan Entropy, Topsis ve GİA yöntemlerinin açıklamalarına ve matematiksel notasyonlarına yer verilmiştir. 4. bölümde çalışmanın uygulama bölümüne yer verilirken, son bölümde ise çalışmanın sonuçlarına yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Sürdürülebilirlik performans ölçümü ile ilgili çalışmalar farklı yazarlar tarafından matematiksel programlama, sezgisel algoritma ve farklı ÇKKV teknikleri kullanılarak ele alınmıştır. Godfrey ve Manikas (2014), tedarikçilerin sürdürülebilirlik performanslarını ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları analize dâhil ederek hedef programlama modeli ile test etmişlerdir. Aktin ve Gergin (2016), 3 farklı firma için sürdürülebilir tedarikçi seçimini sürdürülebilirliğin her üç boyutunu dikkate alarak matematiksel programlama modeli ile gerçekleştirmişlerdir. Bu doğrultuda, öncelikle

firmaların sürdürülebilirlik puanlarını ölçmek amacıyla hazırlanan anket, her üç firmanın potansiyel tedarikçilerine gönderilmiştir. Sonrasında ise karma tam sayılı doğrusal programlama modeli ile tedarikçilerin sürdürülebilirlik performansları değerlendirilmiştir. Hassan vd., (2016), ürün dizaynında alternatif sürdürülebilir parça konfigürasyon seçimini ağırlıklı karar matrisi ve yapay sinir ağı yaklaşımı yardımıyla gerçekleştirmişlerdir. Balteiro vd., (2011), Avrupa'da faaliyet gösteren bir kağıt firmasının sürdürülebilirlik performansını ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlar temelinde uzlaşık programlama modeli ile ölçmüşlerdir. Ghasemi ve Nadiri (2016), İran'da faaliyet gösteren petrokimya firmalarının sürdürülebilirlik performanslarını H3SE mükemmellik modeli ve Çok nitelikli karar verme (ÇNKV) yöntemlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda duyarlılık analizi yaparak kurumsal sürdürülebilirliği en yüksek olan firmayı belirlemiştir. Jauhar ve Pant (2016), Hindistan'da faaliyet gösteren otomobil firması için ele alınan tedarikçilerin sürdürülebilirlik performanslarını VZA yöntemiyle temellendirilmiş matematiksel model yardımıyla değerlendirmişlerdir. Juan vd., (2010), sürdürülebilir bir işyeri binasının yenilemesi ve enerji performansının iyileştirilmesi için bir hibrit karar verme destek sistemi geliştirmiştir. 2 farklı melez modelin oluşturulduğu çalışmada, ilk olarak optimum çözümü göstermek için olası tüm bakım işlemlerini incelemek için genetik algoritmali (GA) bir grafik araştırma algoritması kullanılmıştır. İkinci olarak ise, algoritmanın etkisini biçimlendirmek için (0-1) hedef programlama (ZOGP) ve generik algoritma yöntemleri benimsenmiştir. Çalışmanın sonunda ilk modelin ikinciye göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Sürdürülebilirlik performansının MCDM yöntemleri ile ölçüldüğü çalışmalara ise aşağıdaki örnekler verilebilir. Govindan vd., (2013), tedarikçi sürdürülebilirlik performansını üçlü kar hanesi temelinde Bulanık Topsis yöntemini kullanarak değerlendirmişlerdir. Chiou vd., (2011), Tayvan'da faaliyet gösteren elektronik firması için sürdürülebilir tedarikçi seçimini ÇKKV yöntemlerinden biri olan Dematel yöntemi ile gerçekleştirmişlerdir. 4 kriter ve 24 alt kriterin yer aldığı bu çalışmada sürdürülebilirliğin üç boyutunun yanı sıra yönetsel performans boyutu da analize dahil edilmiştir. Goyal ve Rahman (2015), imalat firmasının kurumsal sürdürülebilirlik performansını her üç boyutu dikkate alarak AHP yöntemiyle gerçekleştirmişlerdir. Dadzie vd., (2016), Avrupa'da faaliyet gösteren öncü 7 bankanın 2008-2013 yılları arasındaki kurumsal sürdürülebilirlik performansını ekonomik, çevresel

ve sosyal göstergeleri baz alarak Topsis yöntemiyle ölçmüşlerdir. Chaharsooghi ve Ashrafi (2014), sürdürülebilir tedarikçi performansını değerlendirebilmek amacıyla sürdürülebilirliğin her üç boyutu dikkate alarak ÇKKV yöntemlerinden biri olan Neo fuzzy Topsis yöntemini kullanmışlardır.

Bulanık mantık ve farklı yöntemlerin entegre edildiği melez metodlar ise sürdürülebilirlik performansını ölçmek amacıyla literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tsai vd., (2013), çevresel sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla yeşil bina proje seçimini ÇKKV yöntemini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Bu doğrultuda çalışmada, Dematel, Analitik Ağ Süreci (ANP) ve Sıfır Hedefli Programlama (Zero-One Goal Programming) modelinin entegre halini kullanmışlardır. González vd., (2016), Küba'da faaliyet gösteren enerji santrallerinin sürdürülebilirlik performanslarını ANP ve balanced score card entegre tekniği ile ölçmüşlerdir. Yeh ve Xu (2012), Avustralya'da faaliyet gösteren bir elektronik atık geri dönüşüm firmasının sürdürülebilirlik performansını Bulanık ikili karşılaştırma (Fuzzy Pairwise Comparison) ve Bulanık Topsis yöntemini kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışma kapsamında ele alınan kriterler ise optimal ve eşit ağırlıklandırma olmak üzere iki farklı yöntemle ağırlıklandırılmıştır. Tavana vd., (2016), New Jersey'de faaliyet gösteren yarı geçirgen donanım ve madde üreticisi için silikon plaka tedarikçisinin sürdürülebilirlik performansını her üç boyutu da dikkate alarak hedef programlama ve veri zarflama analizinin kullanıldığı bir modelle ölçmüşlerdir. Hernández vd., (2009), Brezilya'da otomotiv sektöründe faaliyet gösteren firmaların kurumsal sürdürülebilirlik performansını ÇKKV yöntemlerinden ANP ve AHP teknikleri ile ölçmüşlerdir. Erol vd., (2011), Türk perakendeci bir bakkalın 2003-2007 aralığındaki sürdürülebilir tedarik zinciri performansını ÇKKV yöntemlerini kullanılarak ölçülmüştür. Her üç boyutun kullanıldığı çalışmada, kriterlerin ağırlıkları bulanık Entropy yöntemi ile belirlenmiş, alternatiflerin sıralanması ise bulanık Maut yöntemiyle yapılmıştır. Analizi daha da güçlendirmek amacıyla göstergeleri analiz etmek üzere geliştirilen uyarı yönetim sistemi (alert management system) kullanılmıştır. Singh vd., (2015), imalatçı kobilerin sürdürülebilirlik performanslarını finans, müşteri, iç süreç ve öğrenme, büyüme boyutlarını temel alarak 9 alt boyut çerçevesinde bulanık AHP ve Bulanık çıkarım sistemi (fuzzy inference system) tekniklerini kullanarak ölçmüşlerdir. Göstergeleri kategorize etmek için ise kurumsal karne (balanced score card) yöntemini kullanmışlardır. Azadi vd., (2015), İran'da faaliyet gösteren reçine üretim

şirketi için sürdürülebilir tedarikçi seçim probleminin ele alındığı çalışmada bulanık VZA ve Russell ölçü (ERM) modelinin entegre hali kullanılmışlardır. [34], tedarik zincirinin çevresel sürdürülebilirlik performansını Gri sistem teori tabanlı Electre ve Vikor yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Zhao ve Li (2016), Çin'de faaliyet gösteren 4 bölgesel akıllı şebekenin sürdürülebilirlik performansı Olasılıksal (Stochastic) AHP ve Bulanık Topsis yöntemlerini kullanarak değerlendirmişlerdir.

Yukarıdaki çalışmalar incelendiğinde sürdürülebilirlik performansının farklı birçok metot kullanılarak farklı sektörlerde ele alındığı görülmektedir. Sürdürülebilirlik performansının sağlıklı bir şekilde ölçülmesi için ekonomik, çevresel ve sosyal boyutların birlikte ele alınması gerektiği gerçeğinden hareketle ise yapılan çalışmaların çoğunda her üç boyuta da önem verildiği görülmektedir. Fakat yapılan inceleme sonunda beyaz eşya sektöründe kurumsal sürdürülebilirlik performansının ölçüldüğü herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Literatürde bu açığı kapatmak amacıyla bahsedilen sektörde faaliyet gösteren öncü bir firmanın kurumsal sürdürülebilirlik performansı spesifik bir yaklaşım olarak önerilen Entropy, Topsis ve GİA entegre modeli ile değerlendirilmiştir. Ayrıca bu çalışma, literatürde kurumsal sürdürülebilirlik performansının Entropy, Topsis ve GİA entegre metodu ile ölçüldüğü ilk çalışma olması bakımından önem arz etmektedir.

3. METODOLOJİ

Bu bölümde, çalışma kapsamında kullanılan Entropy, Topsis ve GİA yöntemlerinin matematiksel notasyonlarına yer verilmiştir.

3.1. Entropy Yöntemi

Entropy, literatürde ilk kez Rudolph Clausius (1865) tarafından bir sistemdeki düzensizliğin ve belirsizliğin bir ölçüsü olarak tanımlanmıştır (Zhang vd., 2011: 444). Shannon (1948) tarafından geliştirilen Entropy yöntemi mevcut verinin sağladığı faydalı bilginin miktarını ölçmede kullanılmaktadır (Wu vd., 2011: 5163). Nesnel ağırlıkları hesaplamak için karar matrisinin verileri bilindiğinde Entropy adı verilen bir yöntem kullanılmaktadır. Yöntemin adımları aşağıdaki gibidir (Hwang ve Yoon, 1981: 128):

Adım 1: m sayıda alternatif ve n sayıda kriterden oluşan karar matrisi, Eş.1 yardımıyla normalize edilir;

$$NS_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad (1)$$

NS_{ij} , normalleşmiş karar matrisi elemanlarının değerini verir.

Adım 2: Her bir kriterin Entropy ölçüsü Eş. 2 yardımıyla bulunur

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m NS_{ij} \ln NS_{ij} \quad \forall_j \quad (2)$$

Eş.2'de k bir sabiti temsil eder ve $k = \frac{1}{\ln(m)}$ formülü ile gösterilir.

E_j , j. kriterin Entropy değerini verir.

Adım 3: Kriterlerin farklılaşma derecesi Eş.3 yardımıyla hesaplanır

$$d_j = 1 - E_j \quad \forall_j \quad (3)$$

D_j , j yapısında mevcut olan bir karışıklık yoğunluğunu gösterir.

Adım 4: Kriter ağırlıkları Eş. 4 kullanılarak hesaplanır.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad \forall_j \quad (4)$$

$$0 \leq w_j \leq 1 \text{ ve } \sum_{j=1}^n w_j = 1.$$

3.2. Topsis Yöntemi

Topsis (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution) yöntemi (1981) Hwang ve Yoon referansı ile Chen ve Hwang tarafından sunulmuştur (Wei, 2010: 182). Hwang ve Yoon, Topsis yöntemini çözüm alternatifinin pozitif-ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafe düşüncesine göre oluşturmuşlardır (Monjezi vd., 2010: 2). Uzlaşılan çözüm, ideal çözümden en kısa öklit mesafesinde ve negatif ideal çözümden en uzak öklit mesafesinde tercih edilen çözüm olarak kabul edilebilir (Tzeng ve Huang, 2011). Topsis yönteminin adımları aşağıdaki gibidir (Triantaphyllou, 2000: 18):

Adım 1: Karar matrisi Eş. 5 kullanılarak normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{a_j}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_j^2}} \quad (5)$$

r_{ij} oluşturulan karar matrisinde $R = [r_{ij}]_{m \times n}$ yer alan kriterlerin normalleştirilmiş değerini verir.

Adım 2: Ağırlıklı normalize karar matrisinin Eş. 6 kullanılarak oluşturulur.

$$v_{ij} = r_{ij} * w_j \quad (6)$$

w_j . kriterin göreceli ağırlığını gösterir ve $\sum_{j=1}^n w_j = 1$. Böylelikle, ağırlıklı normalize karar matrisi $V_{ij} = [v_{ij}]_{m \times n}$ oluşturulur.

Adım 3: Pozitif-ideal (A^*) ve negatif-ideal (A^-) çözüm değerleri Eş.7 ve Eş.8 kullanılarak oluşturulur.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J^1, i = 1, 2, \dots, m) \right\} = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\} \quad (7)$$

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J^1, i = 1, 2, \dots, m) \right\} = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \quad (8)$$

Adım 4: Ayrım ölçülerinin Eş.9 ve Eş. 10 kullanılarak hesaplanır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_j - v_j^*)^2} \quad (9)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_j - v_j^-)^2} \quad (10)$$

(9) her alternatifin pozitif ideal çözüme olan uzaklığını,

(10) her alternatifin negatif ideal çözüme olan uzaklığını gösterir.

Adım 5: İdeal çözüme yakınlık Eş. 11 yardımıyla hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m.) \quad (11)$$

3.3. Gri İlişkisel Analiz Yöntemi

Gri Sistemler Teorisi ilk kez Profesör Deng Ju-long tarafından ortaya konmuştur. Gri İlişkisel Analiz, Gri sistem Teorisi ana başlığı altında literatürde yerini almış bir karar verme ve analiz aracıdır (Wang ve Tong, 2004). Küçük örneklem hacmi ile yapılan çalışmalarda diğer istatistiksel analiz tekniklerine göre daha iyi sonuç ortaya koyan GİA, bir olasılık dağılımından bağımsızdır (Tong ve Lin, 2008). GİA metodu, gri ilişkisel derece optimizasyonu sayesinde çoklu performans karakteristikleri arasındaki kompleks ilişkileri çözmede etkin olarak kullanılabilir (Athawale ve Chakraborty, 2011: 21). GİA, kesinlik içermeyen ve yetersiz bilginin olduğu durumlarda ortaya çıkan ve böyle bir ortamda işletme yöneticilerine doğru kararın verilmesinde yardımcı olan bir karar verme yöntemidir (Chan ve Tong, 2007). Yöntemin adımları şu şekilde özetlenebilir (Wu, 2002: 211):

Adım 1: Karar matrisinin normalize edilmesi

Karar matrisi verileri, "daha yüksek daha iyi", "daha düşük daha iyi" ve "nominal çözüm daha iyi" olmak

üzere 3 şekilde normalize edilir. Fayda endeksli kriterler "daha yüksek daha iyi" durumunu ifade eden Eş. 12 yardımıyla normalize edilir.

$$x_i^*(k) = \frac{x_i(k) - \min_k x_i(k)}{\max_k x_i(k) - \min_k x_i(k)} \quad (12)$$

Maliyet endeksli kriterler ise "daha düşük daha iyi" durumunu ifade eden Eş.13 yardımıyla normalize edilir.

$$x_i^*(k) = \frac{\max_k x_i(k) - x_i(k)}{\max_k x_i(k) - \min_k x_i(k)} \quad (13)$$

Nominal çözüm istenen kriterler ise Eş. 14 kullanılarak normalize edilir.

$$x_i^*(k) = \frac{|x_i(k) - x_{ob}(k)|}{\max_k x_i(k) - x_{ob}(k)} \quad (14)$$

Adım 2: Referans serisinin oluşturulması

Referans serisi; fayda endeksli kriterler için karar matrisinde yer alan ilgili sütundaki en büyük değer; maliyet endeksli kriterler için ise en küçük değer alınarak oluşturulur.

$$x_0 = (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(j), \dots, x_0(n))$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, m.$$

Adım 3: Mutlak değer tablosunun Eş. 15 kullanılarak oluşturulur.

$$\Delta_{0i}(k) = |x_0^*(k) - x_i^*(k)| \quad (15)$$

$$\begin{bmatrix} \Delta_{01}(1) & \Delta_{01}(2) & \dots & \Delta_{01}(k) \\ \Delta_{02}(1) & \Delta_{02}(2) & \dots & \Delta_{02}(k) \\ \Delta_{03}(1) & \dots & \dots & \Delta_{03}(k) \\ \vdots & \ddots & & \vdots \\ \Delta_{0n}(1) & \Delta_{0n}(2) & \dots & \Delta_{0n}(k) \end{bmatrix}$$

Adım 4: Gri ilişki katsayıları Eş. 16 yardımıyla hesaplanır.

$$\gamma_{0i}(k) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + \zeta \Delta_{\max}} \quad (16)$$

$$\Delta_{\max} = \max_i \max_k \Delta_{0i}(k) \text{ ve } \Delta_{\min} = \min_i \min_k \Delta_{0i}(k)$$

ζ ayırt edici katsayı olarak ifade edilmekte ve uygulamada genelde 0,5 değerini almaktadır (Zhai vd., 2009: 7074).

Adım 5: Gri ilişki derecesi Eş. 17 yardımıyla hesaplanır.

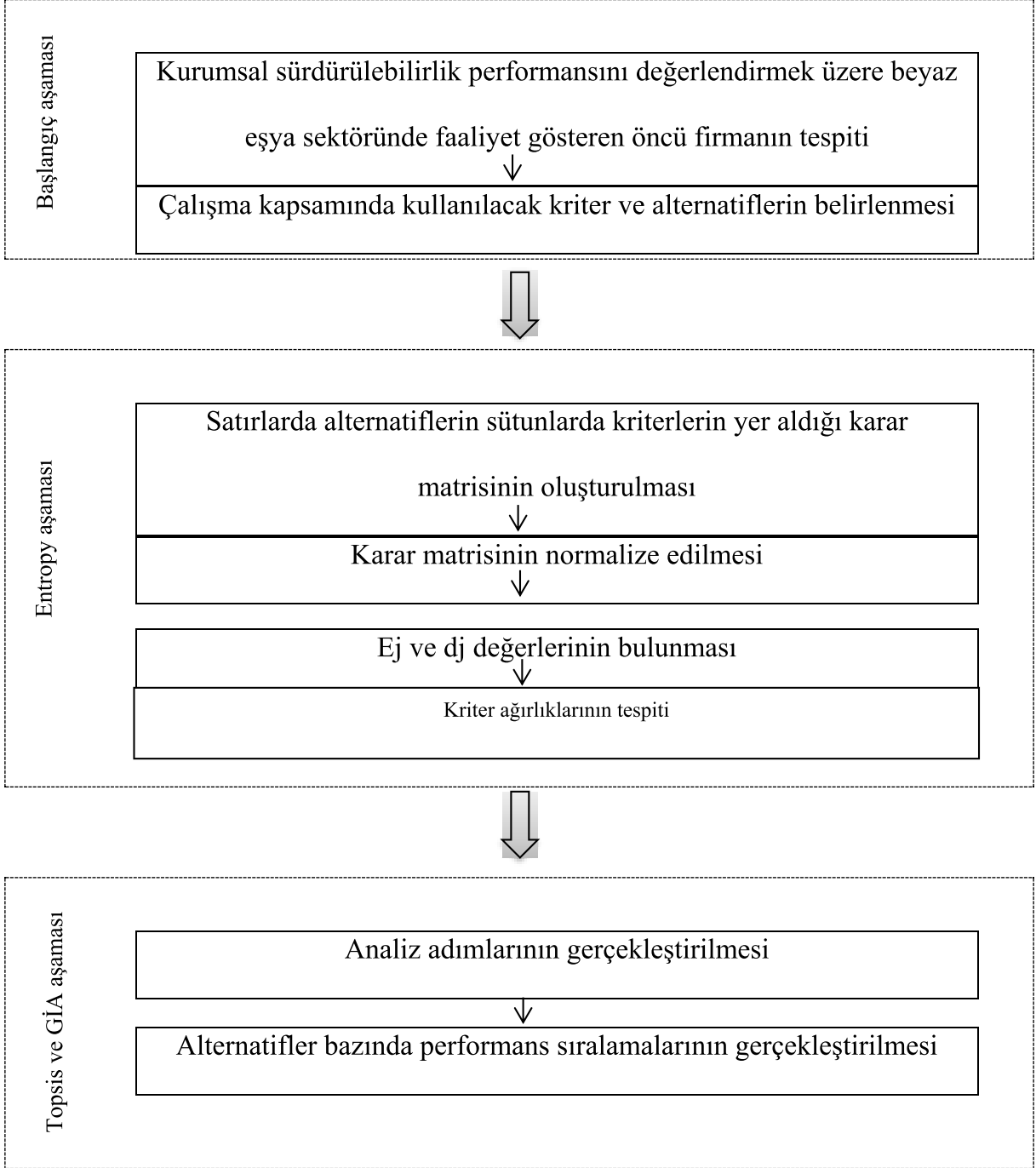
$$\Gamma_{0i} = \sum_{k=1}^n [w_i(k) \times r_{0i}(k)] \quad (17)$$

Alternatiflerin öncelikleri Γ_{0i} değerine göre sıralanır.

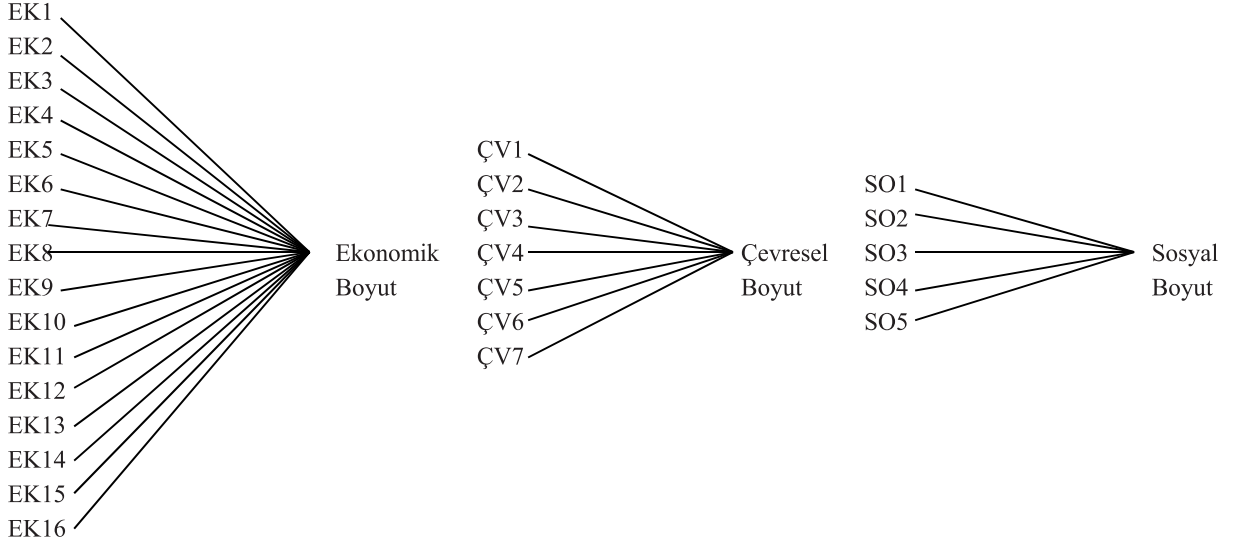
4. UYGULAMA

Beyaz eşya sektörü; her geçen gün artan üretimi, ihracat kapasitesi, gelişen teknolojisi ve istihdam imkânları açısından Türkiye ve dünya ekonomisine önemli katkılarda bulunmaktadır ve binlerce kişinin geçimini sağlamaktadır. Böylesine önemli bir sektörde yer alan firmaların varlıklarını devam ettirebilmeleri ve rekabet avantajı sağlamaları için sürdürülebilir olmaları gerekmektedir. Bu bağlamda, beyaz eşya

sektöründe faaliyet gösteren öncü firmaların sürdürülebilirlik performanslarının ölçülmesi bir zorunluluk haline almıştır. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, beyaz eşya sektöründe önde gelen ve GRI listesinde yer alan Arçelik firmasının 2010-2016 yılları aralığındaki kurumsal sürdürülebilirlik performansını ÇKKV yöntemlerinden Entropy, Topsis ve GİA yöntemleri ile değerlendirmektir. Arçelik firmasının tercih edilmesinde, 1955 yılında kurulan firmanın Türkiye'de beyaz eşya sektöründe lider konumda bulunması, Avrupa'nın en büyük üçüncü beyaz eşya şirketi olması, 11 markasıyla 145'ten fazla ülkede ürün ve hizmet sunması etkili olmuştur. Arçelik firması ilk sürdürülebilirlik raporunu 2008 yılında yayınlamıştır. Fakat sera gazı emisyonu, atık miktarı, çevre eğitimleri, hammadde ve malzeme tüketimi, kurumsal yönetim derecelendirme notu gibi ihtiyaç duyulan bazı önemli verilere ulaşamaması nedeniyle 2009 yılından sonraki dönem analiz kapsamına alınmıştır. Sağlıklı bir değerlendirme yapabilmek için sürdürülebilirliğin her üç boyutunun da ele alındığı bu çalışmada, ekonomik boyut 16 kriterden, çevresel boyut 7 kriterden ve sosyal boyut ise 5 kriterden oluşmaktadır. Bahsedilen kriterler analize dâhil edilen firmanın sürdürülebilirlik raporlarından alınırken, verilerin elde edilmesinde ulaşılabilirlik ve veri uygunluğu dikkate alınmıştır. Çalışma kapsamında alternatifleri ise 2010-2016 dönem aralığındaki toplam 7 yıl oluşturmaktadır. Çalışmanın metodolojisini özetleyen akış şeması Şekil 1'de verilirken, her üç boyutun içinde yer aldığı kurumsal sürdürülebilirlik modeli Şekil 2'de verilmiştir. Çalışma kapsamında yer alan ekonomik, çevresel ve sosyal kriterler açıklamaları ve normalizasyon yönleri ile birlikte sırasıyla Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'te sunulmuştur.



Şekil 1: Akış Şeması



Şekil 2: Kurumsal Sürdürülebilirlik Modeli

Tablo 1: Ekonomik Boyut Kriterleri ve Açıklamaları

Kod	Kriter	Birim	Normalizasyon yönü	Kriter açıklaması	Kaynak
EK1	Net satışlar	Milyon Euro	max	Brüt satışlardan satış iskontosu, satış iadeleri ve diğer indirimler düşüldükten sonra kalan tutarı göstermektedir.	(Akgüç, 1995; 201).
EK2	Brüt kar	Milyon Euro	max	Değişen masraflar dışında kalan diğer masraf unsurlarını ve kârı kapsamaktadır.	(Rad ve Yarşı, 2005: 27).
EK3	Faaliyet karı	Milyon Euro	max	Brüt satış karından işletmenin faaliyeti için gerekli olan genel yönetim, satış, pazarlama, dağıtım ve varsa ar-ge giderleri düşüldükten sonra kalan tutardır.	(Akgüç, 1995: 204).
EK4	Vergi öncesi kar	Milyon Euro	max	Kazançtan alınan vergiye tabii olan kârdır.	(Aktan ve Bodur, 2006: 55).
EK5	Net gelir	Milyon Euro	max	Toplam gelirlerden sabit ve değişken giderler düşüldükten sonra elde kalan gelirdir.	(Acar, 2003: 25).
EK6	Toplam varlıklar	Milyon Euro	max	Bilançonun hazırlandığı tarih itibarıyla işletmenin sahip olduğu tüm kaynakların piyasa değerini gösterir.	(Acar, 2003: 24).
EK7	Kısa vadeli yükümlülükler	Milyon Euro	min	Aylık ücret, maaş, sigorta primleri, yıllık izin, geçici iş göremezlik vb. 12 ay içinde ödenecek ücret ve benzerlerini kapsamaktadır.	(Alpman, 2008: 32).
EK8	Toplam yükümlülükler	Milyon Euro	min	Bilanço tarihi itibarıyla işletmenin toplam borçlarının veya ödeme yükümlülüklerinin değeridir.	(Acar, 2003: 24).
EK9	Öz kaynaklar	Milyon Euro	max	Sermaye yedekleri, ödenmiş sermaye, kar yedekleri, geçmiş yıllar karları, zararları ve dönem net karı/zararından oluşmaktadır.	(Cemalcılar, vd., 2006: 250).

EK10	Ödenen Temettü	Milyon Euro	min	Hesap döneminin net karından vergi, geçmiş yılların zararları ve benzerleri düşülmek kaydıyla bulunan, dağıtılabilir net kârdan yapılır.	(Önder, 56 :2009).
EK11	Yatırım Harcamaları	Milyon Euro	max	Üretkenliği olumlu yönde etkileyen, kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlayan, üretim faktörlerinin verimliliğini artıran, çoğu dayanıklı mal niteliğinde ve faydası birden fazla yıla yaygın mallara yapılan harcamalardır.	(Gürsoy, 1975: 132).
EK12	Dağıtılan ekonomik değer	Milyon TL	min	İşletmede çalışanlara, tedarikçilere, kuruma sermaye sağlayanlara yapılan tüm mali ödemeler, devlete verilen brüt vergiler ve topluma yapılan gönüllü katkılar ve sağlanan fonlardır.	(https://www.globalreporting.org/resource/library/Turkish-G3-Economic-Indicator-Protocols.pdf).
EK13	Üretilen ekonomik değer	Milyon TL	max	Net satışlar, mali yatırımlar ve varlık satışlarından elde edilen gelirlerin toplamıdır.	(https://www.globalreporting.org/resource/library/Turkish-G3-Economic-Indicator-Protocols.pdf).
EK14	Hisse senedi yılsonu fiyatı	Euro	max	Hisse senedi satın alan yatırımcının bir yılın sonunda yatırımdan elde etmeyi beklediği tutar ile bir yılın sonunda alacağı temettü farkı, hisse senedinin yılsonu fiyatını verir.	(Aktaş ve Doğanay, 2005: 5).
EK15	Yılsonu piyasa değeri	Milyon Euro	max	Hisse senedinin borsadaki alım satım fiyatıdır.	(Aktaş ve Doğanay, 2005: 5).
EK16	Kurumsal yönetim derecelendirme notu	Harf notu	max	Kurumların hissedar haklarına verdikleri önemin, kamuyu aydınlatma faaliyetlerinin, menfaat sahipleri ile ilişkilerinin ve yönetim kurullarının genel kredibilitesi hakkındaki bir görüştür.	(Standard ve Poor's, 2002; Sandıkçıoğlu, 2005:9).

Tablo 2: Çevresel Boyut Kriterleri ve Açıklamaları

Kod	Kriter	Birim	Normalizasyon yönü	Kriter açıklaması	Kaynak
ÇV1	Sera gazı emisyonları	Ton CO2	min	Karbon dioksit (CO ₂), Nitröz oksit (N ₂ O), hidroflorür karbonlar (HFCs), Metan (CH ₄), sülfürhekza florid (SF ₆), Perfloro karbonlar (PFCs) gibi gazların atmosfere salınan miktarıdır.	(Kanber vd., 2010: 113).
ÇV2	Enerji tüketimi	GJ/Yıl	min	Kuruluş içinde ve dışında, yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynakların elektrik, ısıtma, soğutma ve buhar tüketimidir.	(Lombard vd., 2008).
ÇV3	Kaynağına göre toplam su çekimi	m ³	min	Sulak alanlar, nehirler, göller ve okyanuslar da dâhil olmak üzere yüzey suları, yer altı suları, kuruluş tarafından doğrudan toplanan ve saklanan yağmur suları, başka bir kuruluşun atık suları, belediye su şebekesi veya diğer su dağıtım hatlarından çekilen toplam su hacmidir.	(https://www.globalreporting.org/resource/library/Turkish-G3-Environment-Indicator-Protocols.pdf).

ÇV4	Deşarj edilen su miktarı	m ³	min	Suyun deşarj edilmesi, artırılmış olsun olmasın, atık suların doğrudan veya dolaylı olarak alıcı ortama (sulamadan dönen drenaj sularının kıyıda veya uygun mühendislik yapıları kullanılarak toprağa sızdırılması hariç) veya sistemli bir şekilde yeraltına boşaltılmasıdır.	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tebliği.
ÇV5	Çalışanlara sağlanan çevre eğitimleri	kişi * h	max	Çevre yönetimini desteklemek, çevre yönetimini iş yapış biçimi haline dönüştürmek ve çevre bilincini artırmak amacıyla bütün çalışanlara düzenli olarak verilen eğitimlerdir.	(Wong, 1998)
ÇV6	Hammadde ve malzeme kullanım miktarları	Ton	min	Raporlama dönemi zarfında kuruluşun birincil ürün ve hizmetlerini üretmek ve ambalajlamakta kullanılan yenilenemeyen ve yenilenebilir malzemelerin toplam ağırlığı ve kuruluşun birincil ürün ve hizmetlerinin üretiminde girdi olarak kullanılan geri dönüştürülmüş malzemelerin yüzdesidir.	(http://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Turkish-G4-Part-One.pdf).
ÇV7	Atıklar	Ton	min	Atık, çevre için zarar oluşturan her türlü maddedir.	(Makdisi, 1991)

Tablo 3: Sosyal Boyut Kriterleri ve Açıklamaları

Kod	Kriter	Birim	Normalizasyon yönü	Kriter açıklaması	Kaynak
SO1	Çalışan eğitimleri	Toplam h	max	Çalışan eğitimleri, yenilik ve değişimlerin iş süreçlerine adapte edilmesinde, hızlı değişim ortamı içerisinde bireylerin ve dolayısıyla organizasyonun gelişimini sürdürmesinde önemli rol oynayan eğitim ve geliştirme etkinlikleridir.	(Hughey ve Mussnug, 1997).
SO2	Çalışan sirkülasyonu	%	min	Çalışan sirkülasyonu, aynı ya da farklı alanda kalmak suretiyle gönüllü ya da gönülsüz olarak işten ayrılan çalışanların oranıdır.	(Blau, 1989).
SO3	Kaza sıklık oranı	KSO	min	(Toplam kaza sayısı / toplam çalışma saati)*1.000.000	Arçelik sürdürülebilirlik raporu
SO4	Kaza ağırlık oranı	KAO	min	(İş kazaları nedeniyle kaybedilen toplam gün sayısı / toplam çalışma saati)*1.000	Arçelik sürdürülebilirlik raporu
SO5	Genel kazalanma oranı	GKO	min	(KSO*KAO)/1.000	Arçelik sürdürülebilirlik raporu

4.1. Entropy Yöntemi ile Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Kolaylık sağlaması açısından bu kısımda yalnızca çevresel boyut analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Çalışma sonunda ise değerlendirme kapsamındaki bütün yıllar, her üç boyut bazında karşılaştırılmıştır. Tablo 4'te yer alan karar matrisi yardımıyla Entropy yönteminin adımları sırasıyla gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4: Çevresel Boyut Karar Matrisi

	ÇV1	ÇV2	ÇV3	ÇV4	ÇV5	ÇV6	ÇV7
2010	157,725	1.785,902	1.409,750	824,673	12,915	656,999	65,805
2011	173,149	1.941,930	1.477,482	951,241	15,904	681,431	60,383
2012	179,253	1.891,598	1.547,530	986,362	8,412	761,221	75,582
2013	141,194	1.738,140	1.480,435	948,303	6,242	893,391	88,411
2014	86,979	1.716,853	1.445,001	819,334	10,311	801,816	118,938
2015	87,786	1.734,286	1.298,191	892,120	21,497	791,531	97,904
2016	69,955	1.729,538	1.319,646	869,294	12,688	777,914	92,152

İlk aşamada, Tablo 4' te yer alan çevresel boyut karar matrisi Eş.1 kullanılarak normalize edilmiştir.

Örneğin; 2010 yılı ÇV1 kriteri için normalizasyon değeri

$$\frac{157,725}{157,725 + 173,149 + 179,253 + 141,194 + 86,979 + 87,786 + 69,955}$$

:0,176 olarak bulunmuştur. Aynı işlem diğer kriterler için de tekrarlanarak sonuçlar Tablo 5' te sunulmuştur.

Tablo 5: Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	ÇV1	ÇV2	ÇV3	ÇV4	ÇV5	ÇV6	ÇV7
2010	0,176024	0,142436339	0,141285333	0,131081	0,146813	0,122476	0,109826
2011	0,193238	0,154880503	0,148073443	0,151199	0,180791	0,127031	0,100777
2012	0,20005	0,150866226	0,155093663	0,156781	0,095625	0,141905	0,126143
2013	0,157575	0,138627035	0,148369393	0,150732	0,070957	0,166544	0,147555
2014	0,09707	0,136929269	0,144818193	0,130232	0,117212	0,149473	0,198503
2015	0,097971	0,138319655	0,130104875	0,141802	0,24437	0,147555	0,163398
2016	0,078071	0,137940974	0,132255098	0,138173	0,144233	0,145017	0,153798

İkinci aşama olarak, her bir kriterin Entropy değeri Eş. 2 yardımıyla hesaplanmıştır. Örneğin; ÇV1 sütununda yer alan her bir değer logaritması alınarak kendisiyle çarpılmış ve bulunan toplam, alternatif sayısının logaritmasına (k) bölünerek E_j değerleri bulunmuştur. ÇV1 sütunu için yapılan hesaplama örneği Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6: E_j Değeri Hesaplaması

	ÇV1	log	ÇV1 * log
2010	0,176024	-1,73713	-0,30578
2011	0,193238	-1,64383	-0,31765
2012	0,20005	-1,60919	-0,32192
2013	0,157575	-1,84785	-0,29118
2014	0,09707	-2,33232	-0,2264
2015	0,097971	-2,32308	-0,22759
2016	0,078071	-2,55014	-0,19909
	Σ		-1,88961
	Σ / k		0,97107

Benzer işlem diğer kriterlere uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7: E_j Değerleri

ÇV1	ÇV2	ÇV3	ÇV4	ÇV5	ÇV6	ÇV7
0,97107	0,99946	0,99912	0,99884	0,96509	0,99766	0,98785

Bir sonraki adımda ise Eş.3 yardımıyla bilginin farklılaşma derecesi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

2010 yılı ÇV1 kriteri için d_j değeri (1 – 0,97107 : 0,02893) olarak bulunmuştur. Diğer kriterlere aynı işlem uygulanarak bulunan sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8: d_j Değerleri

ÇV1	ÇV2	ÇV3	ÇV4	ÇV5	ÇV6	ÇV7
0,02893	0,00054	0,00088	0,00116	0,03491	0,00234	0,01215

Son adım olarak ise Eş.4 yardımıyla her bir kriterin toplam d_j değerlerine bölünmesiyle elde edilen Entropy ağırlık değerleri bulunarak Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9: w_j Değerleri

ÇV1	ÇV2	ÇV3	ÇV4	ÇV5	ÇV6	ÇV7
0,357558	0,006674	0,010876	0,014337	0,431467	0,028921	0,150167

4.2. Topsis Uygulaması

Çevresel boyut karar matrisi (Tablo 4), Eş.5 yardımıyla normalize edilmiştir. Örneğin; 2010 yılı ÇV1 kriteri için hesaplama örneği Tablo 10'da gösterildiği gibidir.

Tablo 10: Normalizasyon Örneği

	(ÇV1)	(ÇV1) ²
2010	157,725	24877,18
2011	173,149	29980,58
2012	179,253	32131,64
2013	141,194	19935,75
2014	86,979	7565,346
2015	87,786	7706,382
2016	69,955	4893,702
	Σ	127090,6
	$\sqrt{\quad}$	356,4976
	$\sqrt{\quad} / 157,725$	0,442

Elde edilen tüm sonuçlar Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11: Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	ÇV1	ÇV2	ÇV3	ÇV4	ÇV5	ÇV6	ÇV7
2010	0,442429299	0,376447	0,373168	0,346025	0,364	0,322579	0,283893
2011	0,485694663	0,409336	0,391097	0,399132	0,448243	0,334575	0,260502
2012	0,502816796	0,398727	0,409639	0,413869	0,237086	0,373751	0,326072
2013	0,396058725	0,36638	0,391879	0,397899	0,175927	0,438645	0,381419
2014	0,243981981	0,361893	0,382499	0,343785	0,290608	0,393682	0,513117
2015	0,246245671	0,365567	0,343638	0,374326	0,605878	0,388632	0,422373
2016	0,196228509	0,364566	0,349317	0,364748	0,357603	0,381947	0,397558

Bir sonraki aşama olarak Eş.6 yardımıyla Entropy yöntemi ile elde edilmiş olan ağırlıklar (Tablo 9) kullanılarak ağırlıklı standart karar matrisi elde edilmiş ve Tablo 12’de sunulmuştur.

İlerleyen aşamada ise kriterlerin optimizasyon yönleri dikkate alınarak, Eş.7 ve Eş.8 yardımıyla pozitif ideal (A^+) ve negatif ideal (A^-) ideal ölçüler belirlenmiştir. Fayda endeksli kriterler (ÇV5) için, A^+ setinde matrisin her bir sütununun en büyük değeri, A^- seti için ise matrisin her bir sütununun en küçük değeri

alınmıştır. Maliyet endeksli kriterler (ÇV1, ÇV2, ÇV3, ÇV4, ÇV6, ÇV7) için ise, A^+ setinde matrisin her bir sütununun en küçük değeri, A^- seti için ise matrisin her bir sütununun en büyük değeri alınmıştır. Sonuçlar Tablo 13’te verilmiştir.

Eş.9 ve Eş.10 yardımıyla, ağırlıklı standart karar matrisinde yer alan değerler ile pozitif (A^+) ve negatif (A^-) ideal ölçüler arasındaki farkın kareleri toplamının karekökü alınarak pozitif (S^+) ve negatif (S^-) ayırım ölçüleri elde edilmiş ve Tablo 14’te sunulmuştur.

Tablo 12: Ağırlıklı Standart Karar Matrisi

	ÇV1	ÇV2	ÇV3	ÇV4	ÇV5	ÇV6	ÇV7
2010	0,158194135	0,002512	0,004059	0,004961	0,157054	0,009329	0,042631
2011	0,173664012	0,002732	0,004254	0,005722	0,193402	0,009676	0,039119
2012	0,179786168	0,002661	0,004455	0,005934	0,102295	0,010809	0,048965
2013	0,141613966	0,002445	0,004262	0,005705	0,075906	0,012686	0,057277
2014	0,087237709	0,002415	0,00416	0,004929	0,125388	0,011386	0,077053
2015	0,08804711	0,00244	0,003737	0,005367	0,261416	0,01124	0,063426
2016	0,070163073	0,002433	0,003799	0,005229	0,154294	0,011046	0,0597

Tablo 13: Ideal (A^+) ve Negatif Ideal (A^-) Çözüm Değerleri

	ÇV1	ÇV2	ÇV3	ÇV4	ÇV5	ÇV6	ÇV7
A^+	0,070163	0,002415	0,003737	0,004929	0,261416	0,009329	0,039119
A^-	0,179786	0,002732	0,004455	0,005934	0,075906	0,012686	0,077053

Tablo 14: Pozitif (S^+) ve Negatif (S^-) Ayırım Ölçüleri

	ÇV1	ÇV2	ÇV3	ÇV4	ÇV5	ÇV6	ÇV7
S^+	0,136577	0,123853	0,193488	0,199652	0,142262	0,030241	0,109095
S^-	0,090821	0,123657	0,038585	0,042993	0,10496	0,20741	0,135892

Son aşama olarak ise alternatiflerin ideal çözümü yakınlıkları Eş.11 kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15: Topsis Yöntemi Analiz Sonuçları

Alternatif	Değer	Sıralama
2010	0,399393	5
2011	0,499605	3
2012	0,166264	7
2013	0,177184	6
2014	0,424556	4
2015	0,872749	1
2016	0,55469	2

4.3. GİA Uygulaması

İlk aşama olarak kriterlerin optimizasyon yönleri dikkate alınarak normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

ve Tablo 16'da sunulmuştur. Örneğin fayda endeksli olan 2010 yılı ÇV1 kriteri için Eş.12 kullanılarak normalizasyon işlemi aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir.

$$\frac{179,253 - 157,725}{179,253 - 69,955} : 0,197$$

Diğer kriterler için de optimizasyon yönleri dikkate alınarak hesaplama yapıldıktan sonra bulunan değerler Tablo 16'da sunulmuştur.

Bir sonraki adımda, kriterlerin optimizasyon yönleri dikkate alınarak referans serisi oluşturulmuştur. Fayda endeksli kriterler (ÇV5) için ilgili sütunda bulunan en büyük değer, maliyet endeksli kriterler (ÇV1, ÇV2, ÇV3, ÇV4, ÇV6, ÇV7) için ise ilgili sütundaki en küçük değer referans değeri olarak belirlenmiştir. Elde edilen referans serisinden normalize edilmiş matriste yer alan bütün değerler çıkarılarak Eş.15 yardımıyla mutlak değer tablosu elde edilmiş ve Tablo 17'de sunulmuştur.

Tablo 16: Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	ÇV1	ÇV2	ÇV3	ÇV4	ÇV5	ÇV6	ÇV7
2010	0,196966093	0,693220542	0,552581024	0,9680353	0,43743	1	0,907403
2011	0,055847317	0	0,280933665	0,21027013	0,633366	0,896646	1
2012	0	0,223618269	0	0	0,142248	0,559114	0,740432
2013	0,348213142	0,905411409	0,269090399	0,22786	0	0	0,521339
2014	0,844242347	0,999986671	0,411201572	1	0,266732	0,387386	0
2015	0,836858863	0,92253421	0,999995989	0,56422875	1	0,430894	0,359218
2016	1	0,943628932	0,913948825	0,70088847	0,42255	0,488498	0,45745

Tablo 17: Mutlak Değer Tablosu

	ÇV1	ÇV2	ÇV3	ÇV4	ÇV5	ÇV6	ÇV7
2010	0,196966093	0,693220542	0,552581024	0,9680353	0,56257	1	0,907403
2011	0,055847317	0	0,280933665	0,21027013	0,366634	0,896646	1
2012	0	0,223618269	0	0	0,857752	0,559114	0,740432
2013	0,348213142	0,905411409	0,269090399	0,22786	1	0	0,521339
2014	0,844242347	0,999986671	0,411201572	1	0,733268	0,387386	0
2015	0,836858863	0,92253421	0,999995989	0,56422875	0	0,430894	0,359218
2016	1	0,943628932	0,913948825	0,70088847	0,57745	0,488498	0,45745

Bu işlemin ardından gri ilişkisel katsayılar hesaplanmıştır. $\zeta : 0,5$ alındığı bu çalışmada, 2010 yılı ÇV1 kriteri için Eş.16 yardımıyla hesaplama aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

$$\frac{(0 + 0,5*1)}{(0,197 + 0,5*1)} : 0,71736$$

Bütün kriterler için bulunan sonuçlar Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18: GİA İlişki Katsayı Matrisi

	ÇV1	ÇV2	ÇV3	ÇV4	ÇV5	ÇV6	ÇV7
2010	0,717395014	0,41903402	0,475022814	0,34059127	0,470557	0,333333	0,355264
2011	0,899527595	1	0,640259247	0,70395752	0,576945	0,358001	0,333333
2012	1	0,690972052	1	1	0,368256	0,472093	0,403085
2013	0,589474479	0,355767711	0,650118634	0,68694529	0,333333	1	0,489553
2014	0,371956739	0,333336295	0,548726007	0,33333333	0,405427	0,563453	1
2015	0,37401106	0,351485396	0,333334225	0,4698238	1	0,537118	0,581924
2016	0,333333333	0,34634939	0,353619587	0,4163584	0,464059	0,505818	0,52222

Son adım olarak, Entropy yöntemi ile elde edilen ağırlıklar ile kriter değerlerinin çarpılmasıyla elde edilen alternatiflerin sıralaması Eş.17 yardımıyla gerçekleştirilmiş ve Tablo 19'da sunulmuştur.

4.4. Duyarlılık Analizi

Çalışmanın bu bölümünde Entropy tabanlı Topsis ve GİA yöntemiyle elde edilen sıralamaların hassasiyeti, kriterlerin ağırlıkları değiştirilerek test edilmiştir. Bu doğrultuda, aşağıda yer alan formül yardımıyla her bir kritere eşit ağırlık verilmiştir.

$$w_j = \frac{1}{n} \text{ olmak üzere;}$$

n kriter sayısını göstermektedir. Çevresel boyut karar matrisinde 7 kriter olduğu bilindiğine göre; her bir kriterin ağırlığı ($1/7=0,142857$) olarak bulunmuştur. Benzer işlem diğer boyutlarda yer alan kriter sayıları dikkate alınarak tekrarlanmıştır. Ekonomik, çevresel ve sosyal boyut için elde edilen sonuçlar sırasıyla Tablo 20, 21 ve 22'de sunulmuştur.

Tablo 19: Alternatiflerin Sıralanması

	ÇV1	ÇV2	ÇV3	ÇV4	ÇV5	ÇV6	ÇV7	Σ	Sıralama
2010	0,25651	0,002797	0,005166	0,004883	0,20303	0,00964	0,053349	0,535376	4
2011	0,321633	0,006674	0,006963	0,010093	0,248933	0,010354	0,050056	0,654705	2
2012	0,357558	0,004612	0,010876	0,014337	0,15889	0,013653	0,06053	0,620456	3
2013	0,210771	0,002374	0,007071	0,009849	0,143822	0,028921	0,073515	0,476323	6
2014	0,132996	0,002225	0,005968	0,004779	0,174928	0,016296	0,150167	0,487359	5
2015	0,133731	0,002346	0,003625	0,006736	0,431467	0,015534	0,087386	0,680825	1
2016	0,119186	0,002312	0,003846	0,005969	0,200226	0,014629	0,07842	0,424588	7

Tablo 20: Ekonomik Boyut Analiz Sonuçları

	Yıl	Entropy				Eşit Ağırlık			
		Topsis Değeri	Sıra	GİA Değeri	Sıra	Topsis Değeri	Sıra	GİA Değeri	Sıra
EKONOMİK BOYUT	2010	0,6296	2	0,3831	7	0,5708	4	0,4189	6
	2011	0,3793	6	0,4021	6	0,5396	7	0,3876	7
	2012	0,3877	5	0,6205	3	0,5643	5	0,6156	3
	2013	0,3095	7	0,6046	5	0,5536	6	0,5340	5
	2014	0,4745	3	0,6094	4	0,5736	3	0,6091	4
	2015	0,4721	4	0,6823	2	0,5740	2	0,6906	2
	2016	0,6859	1	0,8268	1	0,6025	1	0,9121	1

Tablo 20'de yer alan sonuçlar incelendiğinde, farklı ağırlıklandırma teknikleri ile elde edilen Topsis sonuçları genel olarak farklılaşırken, GİA sonuçlarının ise genel olarak benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde 2016 yılı her iki yönetime göre de en yüksek performansa sahip olan yıl olurken; firma ekonomik sürdürülebilirlik performansının genel olarak yükselme eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 21'de yer alan sonuçlar incelendiğinde ise, sıralamaların farklı yöntemlere göre farklı sonuçlar verdiği görülmektedir. Entropy tabanlı Topsis ve GİA sonucuna göre en iyi çevresel sürdürülebilirlik

performansına sahip olan yıl 2015 olurken; Eşit ağırlık tabanlı Topsis analiziyle elde edilen sıralamada 2015 yılı ilk sırada yer alırken, GİA sonucuna göre ise aynı yıl en son sırada yer almıştır.

Tablo 22'de yer alan sonuçlara göre ise, farklı ağırlıklandırma teknikleriyle elde edilen Topsis sıralamalarının genel olarak benzer sonuçlar verdiği görülürken, aynı durum GİA sonuçları için geçerli olmamıştır. Yöntemlerin farklı sonuçlar vermesinin en önemli nedeni olarak normalizasyon aşamalarının farklı olması gösterilebilir.

Tablo 21: Çevresel Boyut Analiz Sonuçları

	Entropy				Eşit ağırlık				
	Yıl	Topsis Değeri	Sıra	GİA Değeri	Sıra	Topsis Değeri	Sıra	GİA Değeri	Sıra
ÇEVRESEL BOYUT	2010	0,3994	5	0,5354	4	0,4012	5	0,4445	6
	2011	0,4996	3	0,6547	2	0,4092	4	0,6446	2
	2012	0,1663	7	0,6205	3	0,3856	7	0,7049	1
	2013	0,1772	6	0,4763	6	0,3946	6	0,5865	3
	2014	0,4246	4	0,4874	5	0,4178	3	0,5080	5
	2015	0,8727	1	0,6808	1	0,4595	1	0,5211	4
	2016	0,5547	2	0,4246	7	0,4340	2	0,4203	7

Tablo 22: Sosyal Boyut Analiz Sonuçları

	Entropy				Eşit ağırlık				
	Yıl	Topsis Değeri	Sıra	GİA Değeri	Sıra	Topsis Değeri	Sıra	GİA Değeri	Sıra
SOSYAL BOYUT	2010	0,9062	1	0,4456	6	0,7739	2	0,5570	3
	2011	0,3560	5	0,5545	3	0,7178	5	0,5010	5
	2012	0,3928	4	0,5314	4	0,7317	4	0,4920	6
	2013	0,0943	7	0,8652	1	0,6319	7	0,6848	2
	2014	0,1497	6	0,7407	2	0,6450	6	0,7547	1
	2015	0,7758	2	0,4277	7	0,7820	1	0,4751	7
	2016	0,7378	3	0,4732	5	0,7638	3	0,5348	4

5. SONUÇ

Bu çalışma, kurumsal sürdürülebilirlik performansının ölçülmesinde Entropy-Topsis-GİA entegre yaklaşımını önermektedir. Önerilen yaklaşım Türkiye'deki bir beyaz eşya üreticisinde uygulanmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan kriterlerin ağırlıklandırılmasında Entropy yöntemi tercih edilmiştir. Objektif ağırlıklandırma yöntemlerinden biri olan Entropy sayesinde, karar vericilerin öznel değerlendirmelerine yer vermeden karar matrisi verileri yardımıyla kriterlerin önemini belirlenmektedir. Bu yöntem sayesinde,

öznel yargı ve yanlış değerlendirmelerden kaynaklanan olumsuz durumlar giderilmekte ve sağlıklı bir değerlendirme yapılabilmektedir. Alternatiflerin performans değerlendirmesi ise Topsis ve GİA yöntemleri ile yapılmıştır. Topsis yöntemi, uygulama adımlarının basitliği ve sağlam matematiksel temeli nedeniyle diğer ideal çözümlere karşı bir üstünlük sağlamaktadır. GİA yöntemi ise net hesaplama süreci ve adımlarından oluşması ve eldeki az sayıda veriyle hesaplama yapma şansı tanınması nedeniyle tercih edilmiştir. Çalışmada ayrıca, kriterlerin ağırlıkları değiştirilerek duyarlılık

analizi gerçekleştirilmiş ve bu yolla sonuçların hassasiyeti test edilmiştir. Çalışma sonunda kullanılan yaklaşımın kurumsal sürdürülebilirlik performans ölçümü için uygun bir çerçeve sunduğu tespit

edilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında kullanılan farklı ÇKKV yöntemlerinin farklı sıralama sonuçları verdiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Acar, E., Kılıç, M. ve Güner, M. (2015) "Measurement of Sustainability Performance in Textile Industry By Using A Multi-Criteria Decision Making Method" *Journal Of Textile and Apparel*, 25 (1): 3-9.
- Adaoğlu, C. (1999) "Yasal Düzenlemelerin İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) Şirketlerinin Temettü Politikalarına Etkisi" *İMKB Dergisi*, 3(11): 1-15.
- Akgüç, Ö. (1995) "Mali Tablolar Analizi" *Avcıol Yayın*, İstanbul, 1995.
- Aktan, B. ve Bodur, B. (2006) "Oranlar Aracılığı ile Finansal Durumunuzu Nasıl Çözümlersiniz?" *Journal Of Yaşar University*, 1(1): 49-67.
- Aktaş, R., Doğanay, M., Atılım, M. ve Başçı, E. S. (2005) "Finansal Yönetim" *Saüsem Yayınları*, Sakarya.
- Aktin, T. ve Gergin, Z. (2016) "Mathematical Modelling Of Sustainable Procurement Strategies: Three Case Studies" *Journal Of Cleaner Production*, 113: 767-780.
- Alpman, D. (2008) "Uluslararası Finansal Raporlama Standartlarına Genel Bir Bakış ve Bir Uygulama Örneği", *Deloitte Türkiye*, 1-63, <http://www.denetimnet.net/UserFiles/Documents/UFRS%20Genel%20Bak%4%B1%5%9F.pdf> (10.10.2016).
- Anonymous (2004) "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tebliği". Ankara: Çevre ve Orman Bakanlığı. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2004/12/20041231.htm>, (13.10.2016).
- Arçelik sürdürülebilirlik raporu, http://www.arcelikas.com/sayfa/204/Surdurulebilirlik_Raporu, (15.10.2016).
- Athawale, V.M. ve Chakraborty, S. (2011) "Application of Grey Relational Analysis Method in Solving Supplier Selection Problems" *The Iup Journal of Operations Management*, 10(1): 18-28.
- Azadi, M., Jafarian, M., Saen, R. F. ve Mirhedayatian, S. M. (2015) "A New Fuzzy DEA Model For Evaluation Of Efficiency And Effectiveness Of Suppliers in Sustainable Supply Chain Management Context" *Computers & Operations Research*, 54: 274-285.
- Balteiro, D. L., González, V. R. ve Romero, C. (2011) "Making Sustainability Rankings Using Compromise Programming. An Application to European Paper Industry" *Silva Fennica*, 45(4): 761-773.
- Baumgartner, R.J. ve Ebner, D. (2010) "Corporate Sustainability Strategies: Sustainability Profiles And Maturity Levels" *Sustainable Development*, 18 (2): 76-89.
- Blau, G. (1989) "Testing The Generalizability Of A Career Commitment Measure And Its Impact On Employee Turnover" *Journal Of Vocational Behavior*, 35(1): 88-103.
- Chaharsooghi, S. K. ve Ashrafi, M. (2014) "Sustainable Supplier Performance Evaluation and Selection with Neofuzzy Topsis Method" *International Scholarly Research Notices*, 1-10.
- Chan, J. W. Ve Tong, T. K. (2007) "Multi-criteria material selections and end-of-life product strategy: Grey relational analysis approach" *Materials & Design*, 28(5): 1539-1546.
- Chiou, C. Y., Hsu, C. W. ve Chen, H. C. (2011) "Using Dematel To Explore A Casual And Effect Model Of Sustainable Supplier Selection" In *Business Innovation and Technology Management (APBITM)*, Dalian, China, 240-244.
- Chithambarathan, P., Subramanian, N., Gunasekaran, A. ve Palaniappan, P. K. (2015) "Service Supply Chain Environmental Performance Evaluation Using Grey Based Hybrid Mcdm Approach" *International Journal Of Production Economics*, 166: 163-176.
- Dadzie, A. A., Dadzie, A. E. Ve Turkson, C. A. (2016) "Topsis Extension Framework For Re-Conceptualizing Sustainability Measurement" *Kybernetes*, 45(1): 70-86.
- Dyllick, T. Ve Hockerts, K. (2002) "Beyond The Business Case For Corporate Sustainability" *Business Strategy and the Environment*, 11(2): 130-141.
- Ebner D. ve Baumgartner, R. J. (2007) "The Relationship Between Sustainable Development and Corporate Social Responsibility" Corporate Responsibility Research Conference, 17 Eylül, Dublin.
- Erol, I., Sencer, S. ve Sari, R. (2011) "A New Fuzzy Multi-Criteria Framework For Measuring Sustainability Performance Of A Supply Chain" *Ecological Economics*, 70(6): 1088-1100.
- Ghasemi, A. ve Nadiri, M. (2016) "Performance Assessment Of Iranian Petrochemical Companies Using Sustainable Excellence Model" *Safety Science*, 87: 280-291.
- Giannarakis, G. ve Theotokas, I. (2011) "The Effect of Financial Crisis in Corporate Social Responsibility Performance" *International Journal Of Marketing Studies*, 3(1): 2-10.
- Godfrey, M. ve Manikas, A. (2014) "Integrating Sustainability into a Goal Programming Exercise" *Business Education and Accreditation*, 6(1): 45-54.
- González, M. F., García-Á. L. F., Salomon, V. A. P., Gómez, M. J. ve Hernández, C. T. (2016) "Sustainability Performance Measurement With Analytic Network Process And Balanced Scorecard: Cuban Practical Case" *Production*, 26(3): 527-539.
- Govindan, K., Khodaverdi, R. ve Jafarian, A. (2013) "A Fuzzy Multi Criteria Approach For Measuring Sustainability Performance

- Of A Supplier Based On Triple Bottom Line Approach" *Journal Of Cleaner Production*, 47: 345-354.
- Goyal, P., Rahman, Z. ve Kazmi, A. A. (2013) "Corporate Sustainability Performance And Firm Performance Research: Literature Review And Future Research Agenda" *Management Decision*, 51(2): 361-379.
- Goyal, P., Rahman, Z. ve Kazmi, A. A. (2015) "Identification And Prioritization Of Corporate Sustainability Practices Using Analytical Hierarchy Process" *Journal Of Modelling In Management*, 10(1): 23-49.
- GRI, Global Reporting Initiative, Environmental indicator protocols, <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Turkish-G3-Environment-Indicator-Protocols.pdf> (09.09.2016).
- GRI, Global Reporting Initiative, <http://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Turkish-G4-Part-One.pdf>, (09.09.2016).
- GRI, Global Reporting Initiative, Economic Indicator Protocols, <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Turkish-G3-Economic-Indicator-Protocols.pdf>, (15.10.2016).
- Gürsoy, B. (1975) "Kamu Maliyesi, Giriş- Masraflar" *Ankara Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları*, Ankara.
- Hassan, M. F., Saman, M. Z. M., Sharif, S. ve Omar, B. (2016) "Sustainability Evaluation Of Alternative Part Configurations In Product Design: Weighted Decision Matrix And Artificial Neural Network Approach" *Clean Technologies And Environmental Policy*, 18(1): 63-79.
- Hernández, C. T., Marins, F. A. S., Rocha, P. M. (2009) "Using AHP And ANP To Evaluate The Relation Between Reverse Logistics And Corporate Performance in Brazilian Automotive Industry". In Proceeding Of Proceedings Of The 10th International Symposium On The Analytic Hierarchy/Network Process Multi-Criteria Decision Making Held At Pennsylvania, USA.
- Herzig, C. ve Schaltegger, S. (2006) "Reporting External Accounting Frameworks and Benchmarking: Corporate Sustainability Reporting. An Overview, Sustainability Accounting and Reporting" Schaltegger, S., Bennetand, M., Burrit, R. (eds) *Netherlands*, Dordrecht: Springer, 301-324..
- Hughey, A. W. ve Mussnug, K. J. (1997) "Designing Effective Employee Training Programmes" *Training For Quality*, 5(2): 52-57.
- Hwang, C. L. ve Yoon, K. (1981) "Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems: Multiple Attribute Decision Making: Methods And Application" *Springer*, Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1-222.
- Jauhar, S. K. ve Pant, M. (2016) "Using Differential Evolution To Develop A Carbon-Integrated Model For Performance Evaluation And Selection Of Sustainable Suppliers in Indian Automobile Supply Chain" In Proceedings Of Fifth International Conference On Soft Computing For Problem Solving, 515-528, Springer, Singapore, 2.
- Juan, Y. K., Gao, P. ve Wang, J. (2010) "A Hybrid Decision Support System For Sustainable Office Building Renovation And Energy Performance Improvement" *Energy and Buildings*, 42(3): 290-297.
- Kanber, R., Baştuğ, R., Büyüktaş, D., Ünlü, M. Ve Kapur, B. (2010) "Küresel iklim değişikliğinin su kaynakları ve tarımsal sulamaya etkileri." Türkiye ziraat mühendisliği VII. Teknik kongresi, 83-118, 11-15 Ocak, Ankara.
- Lombard, L. P., Ortiz, J. ve Pout, C. (2008) "A Review On Buildings Energy Consumption Information" *Energy and Buildings*, 40(3): 394-398.
- Makdisi, R. S. (1991) "Tannery Wastes Definition, Risk Assessment And Cleanup Options", Berkeley, California. *Journal Of Hazardous Materials*, 29(1): 79-96.
- Mazurkiewicz, P. (2004) "Corporate Environmental Responsibility: Is A Common. CSR Framework Possible" World Bank, 2, 1-18.
- Monjezi, M., Amiri, H., Farrokhi, A. ve Goshtasbi, K. (2010) "Prediction Of Rock Fragmentation Due To Blasting in Sarcheshmeh Copper Mine Using Artificial Neural Networks" *Geotechnique And Geology Engineering*, 28(4): 423-430.
- Ness, B., Urbel, P. E., Anderberg, S. ve Olsson, L. (2007) "Categorising Tools For Sustainability Assessment" *Ecological Economics*, 60(3): 498-508.
- Rad, S. ve Yarşı, G. (2005) "Silifke İlçesi'nde Serada Domates Yetiştiren İşletmelerin Ekonomik Performansları ve Birim Ürün Maliyetleri". *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1): 26-33.
- Rajak, S. ve Vinodh, S. (2015) "Application Of Fuzzy Logic For Social Sustainability Performance Evaluation: A Case Study Of An Indian Automotive Component Manufacturing Organization" *Journal Of Cleaner Production*, 108: 1184-1192.
- Sandıkciöğlü, A. (2005) "Kurumsal Yönetim Uyum Derecelendirmesi", Sermaye Piyasası Kurulu Ortaklıklar Finansmanı Dairesi, Yeterlik Etüdü, Ankara.
- Singh, R.K., Murty, H.R., Gupta, S.K. ve Dikshit, A.K. (2007) "Development Of Composite Sustainability Performance Index For Steel Industry" *Ecological Indicators*, 7: 565-588.
- Singh, S., Olugu, E. U., Musa, S. N. ve Mahat, A. B. (2015) "Fuzzy-Based Sustainability Evaluation Method For Manufacturing SMEs Using Balanced Scorecard Framework" *Journal Of Intelligent Manufacturing*, 1-18.
- Sürmeli, F. (2003) "Genel Muhasebe", 1341, Anadolu Üniversitesi.
- Tavana, M., Shabanpour, H., Yousefi, S. ve Saen, R. F. (2016) "A Hybrid Goal Programming And Dynamic Data Envelopment Analysis Framework For Sustainable Supplier Evaluation" *Neural Computing And Applications*, 1-14.
- Tilt, C. A. (2009) "Corporate Responsibility, Accounting And Accounts", Idowu, S.; Filho, O. W. L. (eds) *Professionals' Perspectives of Corporate Social Responsibility*, Springer- Verlag, Berlin Heidelberg.
- Tong, C. C. ve Lin, T. Y. (2008) "Applying Grey Relational Method To Determine The Carbon Black Ranking of Rubber Samples" *Journal Of Grey System*, 11(1): 27-34.

Triantaphyllou, E. (2000) "Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study". Promera Ed. Louisiana Usa: Springer-Science Business Media, 44.

Tsai, W. H., Lin, S. J., Lee, Y. F., Chang, Y. C. ve Hsu, J. L. (2013) "Construction Method Selection For Green Building Projects To Improve Environmental Sustainability By Using An MCDM Approach" *Journal Of Environmental Planning And Management*, 56(10): 1487-1510.

Tzeng, G.H. ve Huang, J.J. (2011) "Multiple Attribute Decision Making Methods And Applications" United States Of America: CrcPress Taylor & Francis Group, Llc, 69-71.

Wang, C. H. ve Tong, L. I. (2004) "Optimization of dynamic multi-response problems using grey multiple attribute decision making" *Quality Engineering*, 17(1): 1-9.

Wei, J. (2010) "Topsis Method For Multiple Attribute Decision Making With Incomplete Weight Information In Linguistic Setting" *Journal of Convergence Information Technology*, 5(10): 181-187.

Wong, W.Y.L. (1998) "A Holistic Perspective On Quality Quests And Quality Gains: The Role Of Environment" *Total Quality Management*, 9(4&5): 241-245.

World Commission For Environment and Development WCED (1987) "Our Common Future" Oxford University Press, Oxford.

Wu, H.H. (2002) "A Comparative Study Of Using Grey Relational Analysis in Multiple Attribute Decision Making Problems" *Quality Engineering*, 15(2): 209-217.

Wu, J., Sun, J., Liang, L. ve Zha Y. (2011) "Determination Of Weights For Ultimate Cross Efficiency Using Shannon Entropy" *Expert Systems With Applications*, 38 (5): 5162-5165.

Yeh, C. H. ve Xu, Y. (2012) "Evaluating Recycling Sustainability Performance Of E-Waste Products" *The Business and Economics Research Journal*, 5(2): 207-223.

Zavadskas, E. K., Turskis, Z. ve Kildienė, S. (2014) "State Of Art Surveys Of Overviews On MCDM/MADM Methods" *Technological and Economic Development of Economy*, 20(1): 165-179.

Zhai, L. Y., Khoo, L. P. ve Zhong, Z. W. (2009) "Design Concept Evaluation in Product Development Using Rough Sets And Grey Relational Analysis" *Expert Systems With Applications*, 36: 7072-7079.

Zhang, H., Gu, C., Gu, L. ve Zhang, Y. (2011) "The Evaluation of Tourism Destination Competitiveness By Topsis & Information Entropy A Case In The Yangtze River Delta Of China" *Tourism Management*, 32: 443-451.

Zhao, H. ve Li, N. (2016) "Performance Evaluation For Sustainability Of Strong Smart Grid By Using Stochastic Ahp And FuzzyTopsis Methods" *Sustainability*, 8(2): 129.

EKLER

EK 1

Tablo A1: Ekonomik Boyut Karar Matrisi

Yıllar	EK1	EK2	EK3	EK4	EK5	EK6	EK7	EK8	EK9	EK10	EK11	EK12	EK3	EK14	EK15	EK16
2010	3487	1040	321	330	276	3573	1143	1910	1663	55	127	6911	7347	3,81	2572	8,55
2011	3633	1094	278	265	233	3764	1445	2269	1494	113	157	8774	8927	2,50	1692	8,59
2012	4581	1323	326	270	237	4349	1676	2679	1670	150	209	10977	10991	4,98	3362	9,11
2013	4395	1342	338	295	247	3886	1393	2476	1409	160	207	11941	12005	4,14	2796	9,28
2014	4307	1369	352	252	220	4394	1571	2835	1559	122	159	13030	13231	5,32	3593	9,41
2015	4692	1502	383	260	296	4324	1648	2852	1471	116	217	15382	15454	4,40	2971	9,48
2016	4819	1599	398	360	390	4558	1781	2939	1619	78	251	14575	13209	5,74	3878	9,52

EK 2

Tablo A2. Sosyal Boyut Karar Matrisi

Yıllar	SO1	SO2	SO3	SO4	SO5
2010	296,185	9,6	8,41	0,085	0,0007
2011	306,743	13,1	5,73	0,078	0,448
2012	310,344	9,0	5,00	0,085	0,426
2013	314,042	8,7	7,45	0,093	0,690
2014	455,301	16,0	6,69	0,088	0,592
2015	399,201	18,5	3,71	0,040	0,148
2016	386,587	21	3,21	0,054	0,172