

Araştırma Makalesi

ENTROPİ VE AHP AĞIRLIKLIL TOPSIS YÖNTEMİYLE FİRMALARIN PERFORMANS SIRALAMASI: BİST’TE BİR UYGULAMA

Bora TOPAL*

Öz¹

Dünyada yaşanan teknolojik gelişmelerin yanı sıra ekonomik krizlerin de her an ortaya çıkmasının muhtemel olduğu günümüzde, firmalar için performans ölçümü ve değerlemesi oldukça önemlidir. Ayrıca rekabetçi piyasa alanında da firmanın hem rekabet gücünün artırılması hem de piyasadaki yerinin belirlenmesinde performans tespitine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bakımdan firma performansının tespiti konusunda farklı yöntemlerden yararlanılmaktadır. Çalışma kapsamında Borsa İstanbul’da (BİST), İmalat Sektörü - Taş ve Toprağa Dayalı Alt Sektöründe işlem gören ve çimento imalatı faaliyetinde bulunan 10 firmanın 2013-2022 dönemine ilişkin belirlenen finansal oranlarının farklı kriter ağırlıklarına göre performans sıralaması tespit edilerek, kullanılan kriter ağırlıklarına göre uygulanan çok kriterli karar verme yöntemiyle firmaların piyasa değerleri kıyaslanmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde AHP (Analytic Hierarchy Process) ve Entropi yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada firmaların performansları, Cari Oran, Nakit Oran, Asit-Test Oranı, Net Kâr Marjı, Esas Faaliyet Kârlılığı, Özsermaye Kârlılığı, Finansal Kaldıraç, Satışlardaki Büyüme, Stok Devir Hızı, Aktif Devir Hızı, Özsermaye Devir Hızı ve Hisse Başına Kazanç olmak üzere 12 kriter dikkate alınarak, kullanılan farklı kriter ağırlıklarına göre TOPSIS (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) çok kriterli karar verme yöntemiyle belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Performans Sıralaması, AHP, Entropi, TOPSIS, Çimento Sektörü.

Bu makale için önerilen kaynak gösterimi (APA 6. Sürüm):

Topal, B. (2024). Entropi ve AHP ağırlıklı TOPSIS yöntemiyle firmaların performans sıralaması: BİST’te bir uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26 (1), 98-125.

*Dr. Öğr. Üyesi. Ardahan Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-7109-4986, boratopal@ardahan.edu.tr.

¹ Bu makale 12-13 Ekim 2023 tarihleri arasında Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi tarafından düzenlenen VI. Uluslararası Ekonomi, Siyaset ve Yönetim Sempozyumu adlı etkinlikte sözlü bildiri olarak sunulmuş ve özeti sempozyum bildiri özet kitabında basılmış “Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri Kullanılarak Borsa İstanbul’da İşlem Gören Çimento İmalatı Faaliyetinde Bulunan Firmaların TOPSIS ile Performans Sıralaması” başlıklı bildirinin tamamlanmış halidir. Çalışmada etik kurul onayı gerekmemektedir.

PERFORMANCE RANKING OF COMPANIES BY ENTROPY AND AHP WEIGHTED TOPSIS METHOD: AN APPLICATION IN BIST

Abstract

In today's world, where economic crises are likely to occur at any time as well as technological developments in the world, performance measurement and evaluation are very important for companies. In addition, in the competitive market field, performance determination is needed to both increase the competitiveness of the company and determine its place in the market. In this regard, different methods are used to determine company performance. Within the scope of the study, the performance ranking of the financial ratios determined for the period 2013-2022 of 10 companies traded in the Manufacturing Sector-Stone and Soil-Based Subsector and engaged in cement manufacturing activities was determined in Borsa Istanbul (BIST) according to different criteria weights, and the market values of the companies were compared using a multi-criteria decision-making method applied according to the criteria weights used. AHP (Analytical Hierarchy Process) and Entropy methods were used to determine the criterion weights. In the study, the performances of the companies are evaluated according to 12 factors: Current Ratio, Cash Ratio, Acid-Test Ratio, Net Profit Margin, Operating Profitability, Return on Equity, Financial Leverage, Growth in Sales, Stock Turnover Rate, Asset Turnover Rate, Equity Turnover Rate and Earnings Per Share. The criteria were determined by the TOPSIS The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) multi-criteria decision-making method according to the different criterion weights used.

Keywords: Performance Ranking, AHP, Entropy, TOPSIS, Cement Sector.

GİRİŞ

Teknolojide yaşanan hızlı gelişmeler nedeniyle firmaların sürekli değişen ve gelişen dünya düzenine hızla adapte olma ihtiyacı, küresel rekabetin gitgide artması, firmalar üzerinde çok büyük baskı oluşturmaktadır (Ayvaci & Yalçın, 2019: 161). Bu açıdan artan rekabet ortamında firmaların performansının değerlendirilmesi ve sektördeki diğer firmalarla kıyaslanması, firmanın kendisinin yanı sıra ilgili tüm tarafların (yatırımcı, kredi verenler vs.) hedeflemiş oldukları yatırımlara ulaşabilmeleri bakımından oldukça önemli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu açıdan firmaların gerek ulusal gerekse uluslararası alanda rekabet güçlerinin belirlenmesi ve bunun yanında finansal performanslarının değerlendirilmesi, sektörlerin gelişimine etkisi oldukça büyüktür. Söz konusu bu sektörlerden bir tanesi de inşaat sektörü olmakla birlikte, küresel çimento talebinin artması ile sektör içerisinde yer alan çimento imalatı faaliyetleri sektör büyüdükçe artmaktadır. Ülkemiz için de inşaat sektörünün büyümesine paralel olarak çimento talebinin artacağı söylenebilir. Bu bakımdan faaliyet gösteren tüm sektörlerde tedarik, satın alma, maliyetleme, zamanlama gibi konularda çok sayıda karar verilmesi gerekmektedir. Önemi ne olursa olsun, her kararın iyi niyetle ve firmanın çıkarlarını en iyi şekilde gözeterek alınması esas olmaktadır. Bu açıdan verilen kararlar firma

performansına doğrudan etki etmektedir. Dolayısıyla karar verme, firma performansını etkileyen önemli bir araç olarak ifade edilebilir.

Karmaşık ve istikrarsız ortamlarda karar verme sorunu, modern yönetimin en önemli konularından biri olarak kabul edilmektedir. Çünkü karar vericiler, farklı iç ve dış kriterlerden etkilenen farklı seçeneklerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu durumda Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) modelleri, optimal kararların alınmasında etkili araçlardan biri olarak değerlendirilmekte ve günümüzde modern ve bilimsel karar verme bilgisinin önemli bir parçası olarak kabul edilmektedir. Bu teknikler enerji, tedarik zinciri, kalite güvencesi, ulaştırma, bilgi ve iletişim teknolojileri, yönetim, ekonomi, sosyal bilimler vb. birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Banadkouki, 2023: 4). ÇKKV yöntemleri, tercih edilen bir alternatifin belirlenmesi, kategori sayısı az olacak şekilde alternatiflerin sınıflandırılması veya alternatifleri subjektif bir tercih sırasına göre sıralanması için tasarlanmıştır (Behzadian vd., 2012: 13051).

ÇKKV, çakışan amaçları, farklı veri türlerini, çoklu çıkarları ve yüksek belirsizlikleri içeren karmaşık karar problemlerini ele almak için uygundur (Zyoud & Fuchs-Hanusch, 2017: 159). ÇKKV'nin amacı, en arzu edilen alternatifi bulmak veya karar verme sürecini desteklemek için uygulanabilir alternatifleri sıralamaktır (Ding vd., 2016: 1).

ÇKKV yöntemleri, farklı problemleri, durumları ve hedefleri takip eden problemlerde kullanılmakta olup problemlerin çözümünde kullanılan, geliştirilmiş ve uygulanan çok çeşitli yöntemleri içermektedir. Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanlarından bazıları şunlardır: Analytic Hierarchy Process (AHP), Analytical Network Process (ANP), Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE), Elimination and Choice Expressing Reality (ELECTRE), The Order of Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS) ve Simple Additive Weighting (SAW). Bu yöntemler çok yönlü, grup kararları ve yüksek düzeyde belirsizlik içeren karmaşık konular için kullanılabilir (Banadkouki, 2023: 4). ÇKKV yöntemlerinin aynı problemdeki seçenekleri sıralama/seçme konusunda farklı yaklaşımları ve varsayımları olduğundan, farklı sonuçlar vermeleri muhtemeldir (Karami & Johansson, 2014: 521).

Çalışmada BIST'te, İmalat Sektörü - Taş ve Toprağa Dayalı Alt Sektöründe hisse senetleri işlem gören ve çimento imalatı faaliyetinde bulunan 10 firmanın, 10 yıllık bir sürede göstermiş oldukları performans kriterlerine göre sıralamalarının belirlenmesi amacıyla, 2013-2022 dönemine ilişkin belirlenen finansal oranlarının farklı kriter ağırlıklarına göre performans sıralaması tespit edilerek, kullanılan kriter ağırlıklarına göre uygulanan çok kriterle karar verme yöntemiyle firmaların piyasa değerleri kıyaslanmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde AHP (Analytic Hierarchy Process) ve Entropi yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada firmaların performansları, (Cari Oran, Nakit Oran, Asit-Test Oranı, Net Kâr Marjı, Esas Faaliyet Kârlılığı, Özsermaye Kârlılığı, Finansal Kaldıraç, Satışlardaki Büyüme, Stok Devir Hızı, Aktif Devir Hızı, Özsermaye Devir Hızı ve Hisse Başına Kazanç) 12

kriter dikkate alınarak, kullanılan farklı kriter ağırlıklarına göre TOPSIS yöntemiyle belirlenmiş ve genel bir sıralama yapılmıştır. Taş ve Toprağa Dayalı Alt Sektöründe işlem gören ancak çimento imalatı faaliyetinde bulunmadığı verilerinden anlaşılan firmalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu çalışmada TOPSIS yönteminin seçilmesinin nedeni alternatiflerin çokluğu ve ÇKKV sürecidir.

LİTERATÜR TARAMASI

Araştırma konusuyla ilgili literatür incelendiğinde; finansal oranlar, ÇKKV yöntemleri ve kriter ağırlıklandırma yöntemleri kullanılarak çeşitli sektörlerde yer alan firmaların, firma değeri ve performansını ölçmeyi amaçlayan çalışmalar söz konusudur. Bu bağlamda çimento sektöründe ÇKKV yöntemleri kullanılarak yapılan ulusal ve uluslararası bazı çalışmalar hakkında aşağıda kronolojik olarak bilgi verilmektedir.

Ertuğrul & Karakaşoğlu (2009) çalışmalarında, finansal oranları kullanarak ve aynı zamanda karar vericilerin subjektif yargılarını da dikkate alarak firmaların performansını değerlendirmeye yönelik bulanık bir model geliştirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla İMKB'deki on beş Türk çimento firmasının performansının değerlendirilmesinde Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlar ve firmaların genel performanslarına göre sıralamasını elde etmişlerdir. Sıralamaya göre, Adana Çimento firmasının finansal performans açısından ilk sırada, Bolu Çimento firmasının ikinci ve Mardin Çimento firmasının ise üçüncü sırada yer aldığı belirlenmiştir.

Dumanoğlu (2010) çalışmasında, İMKB'de işlem gören 15 çimento firmasının finansal performansını, 2004-2009 yılları arasındaki 6 yıllık verilerinden hesaplanan finansal oranlar kullanarak TOPSIS yöntemi ile değerlendirmiş ve her bir firmanın yıllar itibarı ile finansal performansı, kullanılan 8 kriter oranı üzerinden elde edilen TOPSIS skorları ile sıralamaya tabi tutulmuştur.

Özden vd. (2012) çalışmalarında, çimento sektörü firmalarını finansal performansları açısından VIKOR yöntemiyle sıralamayı amaçlamışlardır. Bu amaçla; İMKB'de işlem gören 16 çimento firmasının 2011 yılına ait 8 adet finansal performans göstergeleri kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda finansal performansı en yüksek firma KONYA Çimento ve finansal performansı en düşük firma ise AFYON Çimento olarak bulunmuştur.

Moghimi vd. (2013) çalışmalarında, Tahran Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem gören sekiz çimento imalatı yapan firmanın finansal oranlarını analiz etmek ve finansal performansı değerlendirmek için bir model geliştirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla, kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde FAHP yöntemi kullanılmış ve firmaların sıralaması ise TOPSIS yöntemiyle belirlenmiştir.

Rezaie vd. (2014) çalışmalarında, FAHP ve VIKOR yöntemlerini temel alan bir model sunmayı amaçlamışlardır. Bu amaçla, 2008-2009 yılları arasında Tahran borsasında faaliyet gösteren 27 çimento firmasının finansal performansını analiz

etmişlerdir. FAHP yöntemi ile firmaların finansal performans ağırlıklarını belirlemiş ve firmaların birbirleriyle kıyaslamalarını VIKOR yöntemi ile yapmışlardır. Çalışmada, 13 finansal orandan faydalanarak en başarılı çimento firmaları belirlenmeye çalışılmıştır.

Sakarya & Akkuş (2015) çalışmalarında, Borsa İstanbul'da işlem gören ve çimento sektöründe faaliyet gösteren 19 firmanın 2010-2013 yılları arasındaki finansal tabloları kullanılarak, finansal performansları TOPSIS yöntemi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda en başarılı ve en başarısız firmalar belirlenmiştir.

Soysal vd. (2017) yaptıkları çalışmada, Borsa İstanbul'da işlem gören 17 çimento şirketinin 2010-2016 yılları arasındaki 7 yıllık dönemdeki finansal performanslarını TOPSIS yöntemi ile 15 finansal oran kullanarak analiz etmişler ve en başarılı çimento firmaları belirlenmeye çalışmışlardır.

Gümüş, vd. (2017) çalışmalarında, farklı finansal performans ölçütlerine göre firmaların performanslarını değerlendirmeyi amaçlamışlar ve BIST, çimento sektöründe işlem gören 15 firmanın 2016 dönemi mali tabloları kullanılarak hesaplanan finansal oranlar ve nakit akım oranları ile firmaların finansal performanslarını TOPSIS yöntemi ile analiz etmişlerdir. Sonuç olarak, firmaların finansal performanslarının geleneksel oranlara ve nakit akım oranlarına göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çimento Sektörü

Çimento endüstrisi bir ülkenin ekonomisini ve kalkınmasını yönlendirmede hayati öneme sahiptir. Çimento, herhangi bir inşaat projesi için gerekli olan temel yapı bileşeni olarak kullanılır ve tüm inşaat süreci için vazgeçilmezdir. Dünya nüfusu artmaya devam ettikçe çimento talebinde de aynı oranda artış yaşanmaktadır. Gerek gelişmiş gerekse de gelişmekte olan ülkeler büyük ölçekte çimento üretmekte olup küresel çimento üretimi son yirmi yılda %194'e kadar artmıştır (Uddin vd., 2023: 1). Çimento endüstrisinin hem üretim sektörü hem de bir ülkenin genel ekonomisi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Sektör, istihdamın, altyapı gelişiminin ve Gayri Safi Yurtiçi Hasıla büyümesinin artırılmasında önemli bir rol oynamakta ve dolayısıyla genel ekonomik refaha önemli bir katkıda bulunmaktadır. Bunların yanında kamu altyapısına (okul, hastane vs.) olan artan ihtiyaçlar çimento tüketimi için olumlu bir beklentiye yol açmaktadır.

Dünya'da ve Türkiye'de Çimento Sektörü

Dünya'da çimento üretimi ve satışına 1878 yılında başlanmasına rağmen, Türkiye'nin çimento sektörüne girişi esas olarak 1912 yılında özel sektör girişimiyle sağlanmıştır. 34 yıl geç başlanması su kireci üretiminin yeterli olmaması ve bu yılların Osmanlı İmparatorluğu'nun çöküş dönemlerine denk gelmesinden kaynaklanmaktadır. Türkiye Çimento Sanayicileri Birliğinin 2022 yılı verilerine

göre, ülkemizin çimento ihracatı yaptığı ülkelerin başında ABD ve İsrail gelmektedir (TÜRKÇİMENTO, 2023).

Dünya'da Çimento İmalatı

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2022)'göre, küresel çimento üretiminin 2021 yılında yaklaşık 4,4 milyar ton olduğu tahmin edilmektedir. Çin, üretimin %59'unu gerçekleştirirken, AB ülkeleri %4,1'ini gerçekleştirmektedir. Türkiye, çimento üretiminde 78,9 milyon tonluk üretimiyle 2021 yılında 5. sırada yer almaktadır. Küresel çimento imalatına ilişkin olarak ülkelerin sıralaması aşağıdaki Tablo1'de sunulmaktadır.

Tablo 1: Dünya Çimento İmalatı Sıralaması

Sıra	Ülkeler	2021 (Milyon Ton)	Sıra	Ülkeler	2021 (Milyon Ton)
1	Çin	2.500	9	Rusya Federasyonu	56
2	Hindistan	330	10	Suudi Arabistan	55
3	Vietnam	100	11	Japonya	52
4	ABD	92	12	Meksika	50
5	Türkiye	78	13	Güney Kore	48
6	Endonezya	66	14	Mısır	40
7	Brezilya	65	15	EU (28)	171,5
8	İran	62			

Kaynak: Statista. (2021). Cement: production ranking top countries 2021. <https://www.statista.com/statistics/267364/world-cement-production-by-country/>

Türkiye'de Çimento İmalatı

Sektör bünyesinde ülkemizde, 2021 yılı itibarıyla 56 entegre tesis ve 21 öğütme tesisi bulunmaktadır. Türk Çimento sektörü 2018, 2019 yılları ve 2020 yılının ilk yarısında ekonomik bir daralma yaşamıştır. Ancak ertelenen talep, uygun piyasa koşullarının etkisiyle devreye girerek hem 2020 yılının ikinci döneminde hem de 2021'de büyümeye katkıda bulunmuştur. 2020'de yaklaşık 59,2 milyon ton olan iç piyasa tüketimi, 2021'de %5,9 artarak 62,7 milyon tona yükselmiştir. 2021 yılında çimento sektörünün toplam ihracatı değer bazında %12,7 artarak 1 milyar 256 milyon dolara çıkmıştır. Çimento sektörünün toplam ihracat miktarı ise %1,9 azalarak 30,8 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu ihracatın 18,3 milyon tonu çimento ve 12,5 milyon tonu klinkerden oluşmuştur. Toplam kapasite kullanım oranı%71 olan sektörün %94'ünü temsil eden Türk Çimento mensuplarının ürettiği çimentonun %77,5'i iç pazarda tüketilirken, iç satışlar 4,6 milyon ton artış göstermiştir. Üretimdeki artışın, iç piyasa talebinden kaynaklandığı gözlenmiştir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2022).

Türk Çimento sektörünün 2013 yılından itibaren üretimi ile iç ve dış satış miktarları aşağıdaki Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Türk Çimento Üretimi ile İç ve Dış Satış Miktarları

Çimento	Üretim (Ton)	İç Satış (Ton)	Dış Satış (Ton)
2013	71.337.404	60.940.404	9.627.438
2014	71.239.022	63.175.930	7.652.557
2015	71.418.945	63.696.663	7.398.826
2016	75.403.325	66.804.603	7.461.123
2017	80.552.257	72.227.260	7.980.441
2018	72.544.430	64.364.011	7.466.725
2019	56.966.272	45.412.117	11.116.119
2020	72.299.054	55.653.157	16.245.597
2021	78.945.029	60.207.658	17.727.654
2022	73.708.026	54.609.803	18.476.383
2023*	29.134.686	22.301.595	6.333.275

*2023 yılı Mayıs ayı verileridir.

Kaynak: TÜRKÇİMENTO. (2023). İstatistikler. Erişim adresi: <https://www.turkcimento.org.tr/tr/istatistikler/> Erişim tarihi: 11.10.2023.

Günümüz ekonomik sistemi içerisinde çimento sektörü gelişen bir pazar olarak bulunmaktadır. Bunun temel nedeni konut ve altyapı yatırımlarındaki artıştır. Konut talebindeki artışa bağlı olarak çimento üretiminin de artacağı tahmin ediliyor. Ayrıca ipotek sisteminin uygulamaya konması ve yatırımların artması çimento talebini etkilemektedir. Bu bakımdan çimento firmalarının performansının değerlendirilmesi yatırımcılar, hissedarlar ve kredi verenler bakımından önemli bir konudur (Ertuğrul & Karakaşoğlu, 2009: 711).

Finansal Oranlar

Finansal oranlar, firma sahiplerine, ortaklarına, yöneticilerine, kredi sağlayanlarına ve yatırımcılarına, firma hakkında finansal açıdan bir karşılaştırma ve analiz yapmaya imkan sağlayan araçlardır. Finansal oranlar, mali tabloların iki veya daha fazla bileşeni arasındaki ilişkiyi ölçmektedir. Firmanın likiditesini, ödeme gücünü ve kârlılığının geliştirilmesi gibi önemli finansal kararlar almak için bu oranlardan yararlanılmaktadır. Verimliliğin artırılması amacıyla stratejik kararlar alınmasında veya firmaların piyasa değerlerine ilişkin olarak yatırımcıların finansal adımlar atmasının sağlanmasında yararlanan birçok finansal oran bulunmakta olup bu finansal oranlar firmaların performansını değerlendirme ve sektörlerindeki diğer benzer firmaları karşılaştırma olanağı sunmaktadır.

Finansal oranlar bir firmanın mali tablolarının analizinde hayati bir rol oynamaktadır. Firmanın finansal performansı hakkında bilgi sağlar ve yatırımcıların, yönetimin ve hissedarların bilinçli kararlar almasına yardımcı olmaktadır. Finansal oranların önemli olmasının temel nedenlerinden bazıları şunlardır: 1. Firmanın mali tablolarını analiz ederek mali sağlığının değerlendirilmesine yardımcı olur, 2. Oranlar, firmanın sektördeki benzerleriyle karşılaştırıldığında nasıl performans

gösterdiklerini anlamalarına yardımcı olur. 3. Firmaların zaman içindeki performansını izlemek için kullanılabilir. 4. Firmaların aşırı veya düşük performans gösterdikleri alanları belirlemelerine yardımcı olabilir.

Firmaların finansal performanslarını değerlendirmek için finansal oranlardan değerlendirme kriterleri elde edilmektedir (Wang, 2014: 28). Elde edilen bu değerlendirme kriterleri çeşitli analiz yöntemlerinde kullanılarak firmaların performans değerlendirmesinde kullanılmaktadır.

Finansal oranlar, bir firmanın performansının ve finansal durumunun yararlı göstergeleridir ve bu kapsamda literatür incelemesi neticesinde firmaların piyasadaki değerini ortaya koyan bu oranlar (*Cari Oran, Nakit Oranı, Asit-Test Oranı, Net Kâr Marjı, Esas Faaliyet Kârlılığı, Özsermaye Kârlılığı, Finansal Kaldıraç, Satışlardaki Büyüme, Stok Devir Hızı, Aktif Devir Hızı, Özsermaye Devir Hızı ve Hisse Başına Kazanç*) çalışmanın uygulama kısmında kullanılmıştır.

AHP Yöntemi

AHP, Saaty tarafından geliştirilen çok kriterli karar verme yöntemidir. Karar verme sürecinde, karar vericinin yargısına dayalı olarak, bir oran ölçeğinde belirli bir dizi alternatif için göreceli önceliklerin niceliğini belirlemeyi amaçlar ve alternatiflerin karşılaştırılmasındaki tutarlılığın yanı sıra karar vericinin sezgisel yargılarının önemini vurgular. Karar verici, kararlarını bilgi ve deneyime dayandırdığı ve buna göre kararlar verdiği için AHP yaklaşımı, karar vericinin davranışıyla iyi uyum sağlar. Somut ve soyut faktörleri sistematik bir şekilde organize etmesi ve karar verme sorunlarına nispeten basit bir çözüm sunması, bu yaklaşımın gücünü göstermektedir (Kamal, M. Al-Subhi Al-Harbi, 2001: 19). AHP, insanların karmaşık kararlarla başa çıkmalarına yardımcı olmak için yapılandırılmış niteliksel ve niceliksel bir tekniktir (Jia vd., 2012: 6629). AHP'nin amacı karmaşık bir problemi hiyerarşik bir yapıda planlamaktır. AHP'nin temel faydalarından biri hem niceliksel hem de niteliksel kriterlerin dikkate alınmasına izin vermesidir (Marengo-Porto vd., 2023: 3).

Gerçek dünyanın karmaşıklığı ve insanın sınırlı bilgi ve algılama kapasitesi nedeniyle hem nitelik değerleri hem de nitelik ağırlıkları belirsizdir. Karar vericiler tercihlerini veya değerlendirmelerini açık bir şekilde ifade edememektedir. Bu tür problemlerle başa çıkabilmek için birçok araştırmacı, belirsiz ortamlarda nitelik değerlerini ve nitelik ağırlıklarını doğru bir şekilde tanımlamaya çalışmaktadır (Ding vd., 2016: 1).

AHP yöntemi aşağıdaki adımlardan oluşan bir süreçtir (Haine vd., 2016: 4 ve Jia vd., 2012: 6629):

Adım 1: Çalışmanın amacını dikkate alınarak karar hiyerarşisinin yapılandırılması, kriterleri ve alt kriterlerinin belirlenmesi,

Adım 2: Tablo 3'te gösterilen ikili karşılaştırmanın temel ölçüğünü kullanarak, öğeler kümesinin kendisiyle karşılaştırıldığı karşılaştırma matrisinde bütün kararların bir dizisinin oluşturulması,

Adım 3: Karşılaştırmanın maksimum özdeğerlerine karşılık gelen özvektörlerin hesaplanarak, faktörlerin göreceli öneminin belirlenmesi,

Adım 4: Tutarlılık Endeksi (Consistency Index-CI) ve Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio-CR) karşısında kararların tutarlılığının doğrulanması.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (1)$$

Burada λ_{max} , ikili karşılaştırmalar matrisine karşılık gelen özgün değeridir ve n, karşılaştırılan öğelerin sayısıdır.

Tutarlılık oranı (CR) şu şekilde tanımlanır:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Burada, (RI), Tablo 4'te tanımlanan bir tutarlılık indeksidir. 0.1'den küçük bir CR değeri genellikle kabul edilebilir; Aksi halde tutarsızlığı azaltmak için ikili karşılaştırmalar gözden geçirilmelidir.

AHP, karşılaştırma için 9 puanlık bir ölçek kullanmaktadır (Tjader vd., 2014: 615). Söz konusu bu ölçeğin önemi, tanım ve açıklamaları aşağıdaki Tablo 3'te gösterilmektedir (Saaty, 1987: 163):

Tablo 3: AHP İçin İki Karşılaştırma Ölçeği

Önem	Tanım	Açıklama
1	Eşit öneme sahip	Her iki seçenekte eşit öneme sahip.
2	Zayıf ya da hafif	
3	Biraz önemli	Bir ölçüt diğerine göre biraz daha önemli sayılmıştır.
4	Makul artı	
5	Fazla önemli	Bir ölçüt diğerine göre çok daha önemli sayılmıştır.
6	Güçlü artı	
7	Çok fazla önemli	Ölçüt diğer ölçüte göre kesinlikle çok fazla önemli sayılmıştır.
8	Çok çok güçlü	
9	Son Derece Önemli	Bir ölçütün diğerine göre son derece önemli olduğu çeşitli bilgilere dayandırılmıştır.
2, 4, 6, 8	İki yakın karar arasındaki ara değerler	Uzlaşma gerektiği zaman.

RI oranlarının, matris ölçüsüne göre değerleri Tablo 4'te gösterilmektedir (Karagiannidis vd., 2010: 255):

Tablo 4: Rassallık Göstergeleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Entropi Yöntemi

Entropi kavramı dikkate değerdir çünkü fizik, bilgi teorisi, matematik ve diğer birçok bilim ve mühendislik dalına uygulanmaktadır. İlk olarak 1865'te Rudolph Clausius tarafından tanımlanan entropi, termodinamik alanında geliştirmiş ve bilgi entropisi kavramı ilk kez 1948'de Claude E. Shannon tarafından ortaya atılmıştır. Bilgi teorisinde entropi, rastgele bir değişkenle ilişkili belirsizliğin bir ölçüsüdür. Shannon'ın entropisi, belirli kısıtlamalar altında herhangi bir iletişimin mümkün olan en iyi kayıpsız sıkıştırılmasına ilişkin mutlak bir sınırı temsil etmektedir (Zhang vd., 2011: 444). Entropi modeli en yaygın kullanılan ÇKKV modellerinden biridir (Zhao, 2022: 12). Entropi ağırlığı yöntemi: TOPSIS yönteminin kullanımında tasarımın ağırlığı, değerlendirme sonuçları üzerinde etkisi olan önemli bir içeriktir. İndeks ağırlığını belirlemek için entropi ağırlığı yöntemini benimsemek, ağırlık faktörlerinin subjektifliğini ortadan kaldırmak ve değerlendirme sonuçlarını daha gerçek hale getirmek için iyi olabilir. Entropi ağırlığı yönteminin temel prensibi, fark derecesi ne kadar büyük olursa endeksin de o kadar önemli olduğunu ve karşılık gelen ağırlıkların da daha büyük olduğunu dikkate almaktır (Jinxiang vd., 2013: 287). Entropi yönteminin uygulanabilirliği nispeten kolaydır, çünkü yöntemde subjektif değerlendirmeye ihtiyaç duyulmamaktadır (Özgüner & Özgüner, 2020: 558).

Entropi yönteminin uygulama adımları aşağıda gösterilmiştir (Karami & Johansson, 2014: 523-524; Banadkouki, 2023: 6; Atenidegbe & Mogaji, 2023: 11; Zhao vd., 2022: 12-13):

1. Bir karar matrisi oluşturmak hesaplama sürecinin ilk adımıdır. Bu matris m alternatif ($i = 1, 2, \dots, m$) n kriter ($j = 1, 2, \dots, n$) içermektedir.

2. Bu adımda farklı ölçü birimlerindeki aykırılıkları elimine etmek için normalizasyon yapılarak P_{ij} hesaplanır. Normalleştirilmenin amacı, boyut ve büyüklük sıralamasındaki öznitelik farklılıklarını ortadan kaldırmaktır. Matris için normalleştirme denklemi (3) aşağıdaki gibidir:

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}}; \forall j \quad (3)$$

3. Her kriterin entropisi (e) hesaplanır. Denklemdaki m değeri, alternatiflerinin sayısını ifade etmektedir.

$$e_j = \left(\frac{-1}{\ln(m)} \right) \sum_{i=1}^m [P_{ij} \ln P_{ij}]; \forall j \quad (4)$$

4. Her kriterin entropisi hesaplandıktan sonra belirsizlik veya sapma derecesi (d_j) hesaplanır.

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

5. Son olarak her bir kriterin ağırlığı (w_j) denklem (6)'ya göre aşağıdaki gibi belirlenir.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}; \forall j \quad (6)$$

Burada; a_{ij} , j . İndeks için i . alternatifin değeri; P_{ij} , i . alternatif için j . indeksin değer ölççeğidir.

AHP yöntemi ile karşılaştırıldığında Entropi yönteminin hesaplaması basittir ve subjektif değerlendirmeyi dikkate almasına gerek yoktur. Ağırlığı hesaplamak için yalnızca objektif verilere ihtiyaç vardır. TOPSIS'in mevcut uygulama durumuna göre, TOPSIS'in ağırlık belirleme yöntemi olarak Entropi yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır (Chen, 2021: 1). Ağırlık kriterlerinin kontrolünün sağlanmasından dolayı Entropi'nin basitliğine rağmen, uzman görüşünün kullanıldığı AHP daha güvenilirdir.

TOPSIS Yöntemi

Birçok ÇKKV yöntemi arasında TOPSIS, Öklid mesafelerini ölçerek bir dizi olası alternatifi sıralamak ve seçmek için makul ve kullanışlı bir tekniktir. TOPSIS ilk olarak, Yoon (1980), Hwang & Yoon (1981) tarafından geliştirilmiştir (Zhang vd., 2011: 444). TOPSIS, karar vericilerin belirlediği ağırlıklara göre alternatifler arasından en iyi alternatifi bulmayı amaçlamakta (Gülbandılar vd., 2019: 82) ve sağlam matematiksel temeli, basitliği ve kolay uygulanabilirliği nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Chakraborty, 2022: 1). TOPSIS, sonlu alternatiflerle çok özellikli karar vermede var olan problemlerin çözümünde etkili bir yöntemdir. TOPSIS yöntemi basit hesaplama, kolay anlaşılabilirlik ve diğer yöntemleri entegre etme konusunda güçlü bir kapasiteye sahip olduğundan günümüzde risk yönetimi, yenilenebilir enerji, su kaynakları yönetimi, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik değerlendirmesi gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Chen, 2019: 33).

TOPSIS yönteminin uygulanması adım adım aşağıda açıklanmıştır (Hwang & Yoon, 1981: 128-130; Behzadian vd., 2012: 13052; Karami & Johanson: 2014: 521-522; Karcioğlu & Yalçın, 2022: 159; Muvingi vd., 2023: 4):

1. Karar Matrisinin Oluşturulması; TOPSIS yönteminde ilk adımı karar matrisinin (D) oluşturulmasıdır. Karar verici tarafından oluşturulan $m \times n$ boyutlu karar matrisi (D) aşağıdaki gibi gösterilebilir.

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

TOPSIS, n kritere (veya özneliğe) göre m alternatifi olan bir karar matrisi ile başlar.

2. Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması; ilk olarak karar matrisinin her sütunundaki her bir değer in karesi alınarak toplanmaktadır. Daha

sonra, her sütundaki ilgili değer elde edilen bu toplamın kareköküne bölünerek normalleştirilmiş karar matrisinin satır ve sütun değerleri elde edilmektedir.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ij})^2}} \quad (i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

$$N_{mn} = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ n_{m1} & n_{j2} & \dots & n_{mn} \end{bmatrix}$$

3. Ağırlıklandırılmış Karar Matrisinin Oluşturulması; Bu adımda, ilk olarak alternatifleri değerlendirmede kullanılacak kriterlerin ağırlık değerleri (w_i) belirlenmektedir. Daha sonra normalize karar matrisinin her bir sütunundaki değerler w_i değeri ile çarpılmakta ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (V_{mn}) nin değerleri elde edilmiş olmaktadır.

$$V_{mn} = \begin{bmatrix} w_1 n_{11} & w_2 n_{12} & \dots & w_n n_{1n} \\ w_2 n_{21} & w_2 n_{22} & \dots & w_n n_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_1 n_{m1} & w_2 n_{j2} & \dots & w_n n_{mn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

4. Pozitif İdeal Çözümün ve Negatif İdeal Çözümün Oluşturulması; Pozitif ideal çözüm kümesini oluşturmak için, ağırlıklandırılmış karar matrisindeki her bir sütunda yer alan değerlerin en büyüğü (ilgili değerlendirme kriteri maliyet kriteri ise en küçüğü) seçilerek pozitif ideal çözüm kümesi (A^+) oluşturulmaktadır.

J_1 fayda kriteri J_2 maliyet kriteri olmak üzere, pozitif ideal çözüm kümesi (A^+) aşağıdaki denklemden yararlanılarak elde edilmektedir.

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} \\ = \left\{ \left(\max_j V_{ij} \mid j \in J_1 \right), \left(\min_j V_{ij} \mid j \in J_2 \right) \mid j = 1, 2, \dots, n \right\} \quad (9)$$

Negatif ideal çözüm kümesini oluşturmak için V_{mn} her bir sütunda yer alan değerlerin en küçüğü (ilgili değerlendirme kriteri fayda kriteri ise en büyüğü) seçilerek negatif ideal çözüm kümesi (A^-) oluşturulmaktadır.

J_1 fayda kriteri J_2 maliyet kriteri olmak üzere, negatif ideal çözüm kümesi (A^-) aşağıdaki denklemden yararlanılarak elde edilmektedir.

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \\ = \left\{ \left(\min_j V_{ij} \mid j \in J_1 \right), \left(\max_j V_{ij} \mid j \in J_2 \right) \mid j = 1, 2, \dots, n \right\} \quad (10)$$

5. Pozitif ve Negatif Ayrım Ölçümlerinin Hesaplanması; Pozitif ve negatif ideal çözüm kümeleri belirlendikten sonra alternatifler arasındaki ayırım ölçüsünü hesaplamak için n-boyutlu Öklid uzaklık yaklaşımı kullanılmaktadır. Her alternatifin pozitif ideal çözüme olan uzaklığı (S^+) ve negatif ideal çözüme olan uzaklığı (S^-) aşağıdaki denklem (11) ve (12) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

6. İdeal Çözüme Olan Göreli Yakınlığın Hesaplanması; Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının (C_i^*) hesaplanmasında, pozitif ideal ve negatif ideal uzaklık ölçümlerinden yararlanılmaktadır. Buradaki ölçüt, her bir alternatife ait negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içerisindeki payıdır ve aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad i = 1, \dots, m \quad (13)$$

7. Alternatiflerin Sıralanması; Alternatifler yakınlık katsayılarına (C_i^*) göre en büyükten en küçüğe doğru sıralanmaktadır. En büyük C_i^* değerine sahip alternatif ideal çözüme en yakın alternatif olarak seçilmektedir.

UYGULAMA

Çalışmanın veri setini, BIST'te 2013-2022 yılları arasında İmalat Sektörü-Taş ve Toprağa Dayalı Alt Sektöründe işlem gören ve çimento imalatı faaliyetinde bulunan 10 firma oluşturmaktadır. Çalışmada firmalara ilişkin finansal oranlar, BIST tarafından verilerin dağıtılması ve yayınlanması konusunda doğrudan yetkilendirilen veri dağıtıcı kuruluşlardan biri olan Finnet Elektronik Yayıncılık Data İletişim Ticaret ve Sanayi Limited Şirketinden elde edilmiştir. Çalışmada firmaların performans değerlemesi için 12 kriter dikkate alınmıştır. Çimento imalatı faaliyetinde bulunmayan firmalar çalışmaya dâhil edilmemiştir. Çalışma kapsamında analiz edilen firmalar aşağıdaki Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5: Çalışmaya Dahil Edilen Firmalar

	İşlem Kodu	Firma Adı
1	AFYON	Afyon Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
2	AKCNS	Akçansa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
3	BTCIM	Batiçim Batı Anadolu Çimento Sanayi A.Ş.
4	BSOKE	Batsöke Söke Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
5	BUCIM	Bursa Çimento Fabrikası A.Ş.
6	CIMSA	Çimsa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
7	GOLTS	Göлтаş Göller Bölgesi Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
8	KONYA	Konya Çimento Sanayi A.Ş.
9	NUHCM	Nuh Çimento Sanayi A.Ş.
10	OYAKC	Oyak Çimento Fabrikaları A.Ş.

İki aşamadan oluşan çalışmanın ilk aşamasında, firmaların belirlenen finansal oranlarının ağırlık kriterleri AHP ve Entropi yöntemiyle belirlenmiştir. İkinci aşamada, belirlenen kriter ağırlıkları TOPSIS yöntemiyle ayrı ayrı analiz edilmiş, en iyi performans gösteren firmaların sıralaması her yıl için ayrı bir şekilde yapılmıştır. Modellerin çözümünde Microsoft Office Excel programı kullanılmıştır.

Literatür incelemesinde bahsedilen çalışmalar, teknoloji sektörünün yapısı ve uzman görüşleri dikkate alınarak aşağıdaki Tablo 6'da gösterilen çimento firmalarının kârlılıkları, finansal yapıları ve etkin varlık kullanımı hakkında bilgi verebilecek özellikteki oranlar, firmaların performans belirleyicileri olarak çalışmada değişken olarak kullanılmıştır.

Tablo 6: Çalışmada Kullanılan Değerlendirme Kriterleri

No	Kod	Finansal Oranlar	No	Kod	Finansal Oranlar
1	C_1	Cari Oran	7	C_7	Finansal Kaldıraç
2	C_2	Nakit Oranı	8	C_8	Satışlardaki Büyüme
3	C_3	Asit-Test Oranı	9	C_9	Stok Devir Hızı
4	C_4	Net Kâr Marjı	10	C_{10}	Aktif Devir Hızı
5	C_5	Esas Faaliyet Kârlılığı	11	C_{11}	Özsermaye Devir Hızı
6	C_6	Özsermaye Kârlılığı	12	C_{12}	Hisse Başına Kazanç

Çalışma kapsamında belirlenen değerlendirme kriterlerinin AHP ve Entropi yöntemlerine göre ağırlıklandırma işlemlerinin uygulaması aşağıda sırasıyla gösterilmektedir.

AHP Yöntemi ile Kriter Ağırlıklandırma

AHP yöntemine göre Tablo 6'da belirtilen değerlendirme kriterlerinin ağırlıklandırma işlemleri aşağıda adım adım gösterilmektedir. İlk olarak ikili karşılaştırma matrisi aşağıdaki Tablo 7'deki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 7: İkili Karşılaştırma Matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
C_1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00
C_2	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
C_3	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00
C_4	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00
C_5	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C_6	0,50	1,00	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00
C_7	0,50	1,00	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C_8	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00
C_9	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00	2,00	2,00
C_{10}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00
C_{11}	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C_{12}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Toplam	10,00	11,00	9,50	13,00	11,50	14,00	14,00	13,00	16,00	14,00	16,00	15,00

Tablo 7'de de görüldüğü üzere karşılaştırma matrisinin köşegen elemanları 1 olan bir kare matristir. İkili karşılaştırmada, iki alternatiften hangisinin daha önemli

olduğunu karar verilir. Çalışma kapsamında firmaların finansal performanslarının sıralanması açısından 12 kriter belirlenmiştir. Tablo 3'teki ölçeklendirme kullanılarak AHP yönteminde bu kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu matris kriterlerin kendi aralarında karşılaştırılmalarını göstermektedir. Karşılaştırmalı üstünlükte her bir kriterin kendine olan üstünlüğü 1 olarak kabul edilmektedir. Sonraki aşamada ikili karşılaştırmala matrisi normalize edilmiş ve aşağıdaki Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8: İkili Karşılaştırma Matrisinin Normalize Edilmesi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	Kriter Ağırlıkları
C_1	0,1000	0,0909	0,1053	0,0769	0,0870	0,1429	0,1429	0,0769	0,1250	0,0714	0,0625	0,0667	0,0957
C_2	0,1000	0,0909	0,1053	0,0769	0,1739	0,0714	0,0714	0,0769	0,0625	0,1429	0,1250	0,1333	0,1025
C_3	0,1000	0,0909	0,1053	0,1538	0,0870	0,1429	0,1429	0,0769	0,1250	0,0714	0,0625	0,0667	0,1021
C_4	0,1000	0,0909	0,0526	0,0769	0,0870	0,0714	0,0714	0,0769	0,0625	0,0714	0,1250	0,1333	0,0850
C_5	0,1000	0,0455	0,1053	0,0769	0,0870	0,1429	0,1429	0,1538	0,0625	0,0714	0,0625	0,0667	0,0931
C_6	0,0500	0,0909	0,0526	0,0769	0,0435	0,0714	0,0714	0,0769	0,1250	0,0714	0,1250	0,0667	0,0768
C_7	0,0500	0,0909	0,0526	0,0769	0,0435	0,0714	0,0714	0,1538	0,0625	0,0714	0,0625	0,0667	0,0728
C_8	0,1000	0,0909	0,1053	0,0769	0,0435	0,0714	0,0357	0,0769	0,1250	0,1429	0,0625	0,0667	0,0831
C_9	0,0500	0,0909	0,0526	0,0769	0,0870	0,0357	0,0714	0,0385	0,0625	0,0714	0,1250	0,1333	0,0746
C_{10}	0,1000	0,0909	0,1053	0,0769	0,0870	0,0714	0,0714	0,0385	0,0625	0,0714	0,0625	0,0667	0,0754
C_{11}	0,0500	0,0455	0,0526	0,0769	0,0870	0,0714	0,0357	0,0769	0,0625	0,0714	0,0625	0,0667	0,0633
C_{12}	0,1000	0,0909	0,1053	0,0769	0,0870	0,0357	0,0714	0,0769	0,0625	0,0714	0,0625	0,0667	0,0756
Toplam													1,0000

İkili karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi işlemde matrisin her bir elemanı ait olduğu sütünün toplamına bölünerek, normalize edilmiş matris oluşturulmuştur. Normalize edilmiş matrisin herbir satırının aritmetik ortalaması alınarak Tablo 8'de gösterildiği üzere kriter ağırlıkları hesaplanmıştır.

Kriter ağırlıklarına ilişkin bulunan değerler bulunduktan sonra bu değerlerin analizde öngörülebilir sonuçlar verebileceğinin test edilmesi yani tutarlılığının hesaplanması gerekmekte ve karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması sırasıyla aşağıdaki Tablo 9 ve Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 9: Kriter Ağırlıklarının Kontrolü

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	Toplam
C_1	0,0957	0,1025	0,1021	0,0850	0,0931	0,1536	0,1456	0,0831	0,1492	0,0754	0,0754	0,0754	1,2361
C_2	0,0957	0,1025	0,1021	0,0850	0,1862	0,0768	0,0728	0,0831	0,0746	0,1507	0,1507	0,1507	1,3311
C_3	0,0957	0,1025	0,1021	0,1699	0,0931	0,1536	0,1456	0,0831	0,1492	0,0754	0,0754	0,0754	1,3211
C_4	0,0957	0,1025	0,0511	0,0850	0,0931	0,0768	0,0728	0,0831	0,0746	0,0754	0,1507	0,1507	1,1116
C_5	0,0957	0,0513	0,1021	0,0850	0,0931	0,1536	0,1456	0,1663	0,0746	0,0754	0,0754	0,0754	1,1934
C_6	0,0478	0,1025	0,0511	0,0850	0,0466	0,0768	0,0728	0,0831	0,1492	0,0754	0,1507	0,0754	1,0164
C_7	0,0478	0,1025	0,0511	0,0850	0,0466	0,0768	0,0728	0,1663	0,0746	0,0754	0,0754	0,0754	0,9496
C_8	0,0957	0,1025	0,1021	0,0850	0,0466	0,0768	0,0364	0,0831	0,1492	0,1507	0,0754	0,0754	1,0789
C_9	0,0478	0,1025	0,0511	0,0850	0,0931	0,0384	0,0728	0,0416	0,0746	0,0754	0,1507	0,1507	0,9838
C_{10}	0,0957	0,0957	0,0957	0,0957	0,0957	0,0957	0,0957	0,0478	0,0957	0,0957	0,0957	0,0957	1,1004
C_{11}	0,0478	0,0478	0,0478	0,0957	0,0957	0,0957	0,0478	0,0957	0,0957	0,0957	0,0957	0,0957	0,9569
C_{12}	0,0957	0,0957	0,0957	0,0957	0,0957	0,0478	0,0957	0,0957	0,0957	0,0957	0,0957	0,0957	1,1004

Tablo 10: Tutarlılık Oranının Hesaplanması

Toplam	Kriter Ağırlıkları	Toplam/Kriter Ağırlıkları	λ_{maxort}	CI (Tutarlılık İndeksi) ($\lambda_{maxort} - n$)/($n - 1$)	CR (Tutarlılık Oranı) (CI/RI)
1,2361	0,0957	12,9179	13,4548	0,1322	0,0893*
1,3311	0,1025	12,9813			
1,3211	0,1021	12,9389			
1,1116	0,0850	13,0842			
1,1934	0,0931	12,8176			
1,0164	0,0768	13,2314			
0,9496	0,0728	13,0414			
1,0789	0,0831	12,9771			
0,9838	0,0746	13,1857			
1,1004	0,0754	14,6000			
0,9569	0,0633	15,1263			
	0,0756				
1,1004		14,5558			

* 0,0893<0,10

Tablo 10’da görüldüğü üzere, tutarlılık oranını rassal indeks değerlerine göre hesaplanmıştır. Tablo 4’te gösterilen kriter sayısına göre rassal indeksi oranı belirlenmiş ve ilgili işlem yapıldıktan sonra tutarlılık oranı 0,0893 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer 0,10 dan küçük olması yapılan karşılaştırmanın tutarlı olduğunu göstermektedir.

Entropi Yöntemi ile Kriter Ağırlıklandırma

Entropi yöntemine göre firmaların belirlenen değerlendirme kriterlerinin ağırlıklandırma işlemi her yıl için ayrı ayrı hesaplanmış, ancak bu kısımda sadece 2013 yılı için uygulama adımları gösterilmiştir. Diğer yılların sonuçları ise toplu olarak uygulamanın sonunda verilmiştir. Karar matrisi aşağıdaki Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11: Karar Matrisinin Oluşturulması

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
AFYON (A ₁)	2,814	40,517	1,915	3,630	4,301	5,127	21,666	35,370	8,672	4,939	1,413	0,674
AKCNS (A ₂)	1,256	4,155	0,949	13,133	17,119	16,628	32,298	13,858	7,949	3,740	1,266	0,825
BTCIM (A ₃)	1,791	73,146	1,376	8,061	13,470	9,386	41,150	29,846	6,781	5,341	1,164	0,495
BSOKE (A ₄)	3,640	206,287	2,694	8,296	13,003	4,542	29,542	32,742	3,720	8,053	0,548	0,113
BUCIM (A ₅)	3,146	39,255	1,992	5,747	8,281	11,891	32,485	16,082	5,176	3,679	2,069	0,290
CIMSA (A ₆)	1,657	17,879	1,163	31,698	19,066	29,214	21,770	11,266	7,254	4,229	0,922	2,238
GOLTS (A ₇)	2,199	31,581	1,669	9,085	18,664	10,097	38,691	3,264	4,937	4,249	1,111	3,781
KONYA (A ₈)	3,497	186,395	2,837	12,394	13,023	10,573	18,223	20,628	6,244	4,560	0,853	7,232
NUHCM (A ₉)	1,808	14,349	1,355	9,130	15,860	10,083	34,350	7,290	9,325	3,700	1,104	0,585
OYAKC (A ₁₀)	2,495	62,667	1,829	26,344	23,910	22,375	20,032	0,000	3,796	3,414	0,849	0,477

Karar matrisini oluşturduktan sonra yöntemin ilk aşamasında normalizasyon işlemi yer almaktadır. Denklem (3) kullanılarak hesaplanan normalizasyon işlemine ilişkin sonuçlar aşağıdaki Tablo12’de verilmiştir.

Tablo12: Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
(A ₁)	0,349	0,134	0,323	0,075	0,087	0,109	0,228	0,541	0,412	0,328	0,374	0,079
(A ₂)	0,156	0,014	0,160	0,270	0,347	0,353	0,340	0,212	0,378	0,248	0,335	0,096
(A ₃)	0,222	0,242	0,232	0,166	0,273	0,199	0,433	0,456	0,322	0,354	0,308	0,058
(A ₄)	0,451	0,683	0,455	0,170	0,263	0,096	0,311	0,500	0,177	0,534	0,145	0,013
(A ₅)	0,390	0,130	0,337	0,118	0,168	0,252	0,342	0,246	0,246	0,244	0,547	0,034
(A ₆)	0,205	0,059	0,196	0,651	0,386	0,620	0,229	0,172	0,345	0,280	0,244	0,261
(A ₇)	0,272	0,105	0,282	0,187	0,378	0,214	0,407	0,050	0,235	0,282	0,294	0,441
(A ₈)	0,433	0,617	0,479	0,255	0,264	0,224	0,192	0,315	0,297	0,302	0,226	0,843
(A ₉)	0,224	0,047	0,229	0,188	0,321	0,214	0,362	0,111	0,443	0,245	0,292	0,068
(A ₁₀)	0,309	0,207	0,309	0,541	0,485	0,475	0,211	0,000	0,180	0,226	0,225	0,056

Normalizasyon işleminden sonra Entropi yöntemine göre kriterlerin önem ağırlıkları denklem (4), (5) ve (6) kullanılarak aşağıdaki Tablo 13'teki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 13: Kriterlere İlişkin Entropi Değerleri

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
(A ₁)	-0,367	-0,269	-0,365	-0,194	-0,213	-0,241	-0,337	-0,333	-0,365	-0,366	-0,368	-0,200
(A ₂)	-0,290	-0,059	-0,293	-0,353	-0,367	-0,368	-0,367	-0,329	-0,368	-0,346	-0,366	-0,225
(A ₃)	-0,334	-0,343	-0,339	-0,298	-0,354	-0,321	-0,362	-0,358	-0,365	-0,368	-0,363	-0,165
(A ₄)	-0,359	-0,261	-0,358	-0,302	-0,351	-0,225	-0,363	-0,346	-0,306	-0,335	-0,280	-0,057
(A ₅)	-0,367	-0,265	-0,367	-0,252	-0,300	-0,347	-0,367	-0,345	-0,345	-0,344	-0,330	-0,115
(A ₆)	-0,325	-0,167	-0,320	-0,279	-0,367	-0,297	-0,338	-0,303	-0,367	-0,357	-0,344	-0,350
(A ₇)	-0,354	-0,236	-0,357	-0,313	-0,368	-0,330	-0,366	-0,150	-0,340	-0,357	-0,360	-0,361
(A ₈)	-0,362	-0,298	-0,353	-0,348	-0,352	-0,335	-0,317	-0,364	-0,361	-0,362	-0,336	-0,144
(A ₉)	-0,335	-0,145	-0,338	-0,314	-0,365	-0,330	-0,368	-0,245	-0,361	-0,345	-0,359	-0,183
(A ₁₀)	-0,363	-0,326	-0,363	-0,332	-0,351	-0,354	-0,328	0,000	-0,309	-0,336	-0,335	-0,161
e_j	-1,501	-1,029	-1,499	-1,297	-1,471	-1,367	-1,526	-1,204	-1,514	-1,526	-1,495	-0,851
d_j	2,501	2,029	2,499	2,297	2,471	2,367	2,526	2,204	2,514	2,526	2,495	1,851
w_j	0,088	0,072	0,088	0,081	0,087	0,084	0,089	0,078	0,089	0,089	0,088	0,065

AHP Ağırlıklı TOPSIS Yönteminin Uygulaması

Çimento imalatı faaliyetinde bulunan firmalarının 2013-2022 yılları arasındaki 10 yıllık dönemine ilişkin AHP ağırlıklarına göre TOPSIS yöntemi ile değerlendirilen performans sıralama analizi 2013 yılı için işlem basamakları adım adım aşağıdaki gibi uygulanmış, diğer yılların sonuçları ise toplu olarak uygulamanın sonunda verilmiştir.

İlk olarak, belirlenen kriterler doğrultusunda alternatiflere ait veriler tespit edilmiş ve karar matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan karar matrisi aşağıdaki Tablo 14'te gösterilmiştir.

Tablo 14: Karar Matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
(A ₁)	2,81	40,52	1,91	3,63	4,30	5,13	21,67	35,37	8,67	4,94	1,41	0,67
(A ₂)	1,26	4,16	0,95	13,13	17,12	16,63	32,30	13,86	7,95	3,74	1,27	0,82
(A ₃)	1,79	73,15	1,38	8,06	13,47	9,39	41,15	29,85	6,78	5,34	1,16	0,50
(A ₄)	3,64	206,29	2,69	8,30	13,00	4,54	29,54	32,74	3,72	8,05	0,55	0,11
(A ₅)	3,15	39,26	1,99	5,75	8,28	11,89	32,48	16,08	5,18	3,68	2,07	0,29
(A ₆)	1,66	17,88	1,16	31,70	19,07	29,21	21,77	11,27	7,25	4,23	0,92	2,24
(A ₇)	2,20	31,58	1,67	9,08	18,66	10,10	38,69	3,26	4,94	4,25	1,11	3,78
(A ₈)	3,50	186,39	2,84	12,39	13,02	10,57	18,22	20,63	6,24	4,56	0,85	7,23
(A ₉)	1,81	14,35	1,36	9,13	15,86	10,08	34,35	7,29	9,32	3,70	1,10	0,59
(A ₁₀)	2,49	62,67	1,83	26,34	23,91	22,38	20,03	0,00	3,80	3,41	0,85	0,48

Oluşturulan karar matrisinden sonra, veriler denklem (7) yardımıyla normalleştirilmiş ve karar matrisi aşağıda Tablo 15'te gösterilmiştir.

Tablo 15: Normalleştirilmiş Karar Matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
(A ₁)	0,349	0,134	0,323	0,075	0,087	0,109	0,228	0,541	0,412	0,328	0,374	0,079
(A ₂)	0,156	0,014	0,160	0,270	0,347	0,353	0,340	0,212	0,378	0,248	0,335	0,096
(A ₃)	0,222	0,242	0,232	0,166	0,273	0,199	0,433	0,456	0,322	0,354	0,308	0,058
(A ₄)	0,451	0,683	0,455	0,170	0,263	0,096	0,311	0,500	0,177	0,534	0,145	0,013
(A ₅)	0,390	0,130	0,337	0,118	0,168	0,252	0,342	0,246	0,246	0,244	0,547	0,034
(A ₆)	0,205	0,059	0,196	0,651	0,386	0,620	0,229	0,172	0,345	0,280	0,244	0,261
(A ₇)	0,272	0,105	0,282	0,187	0,378	0,214	0,407	0,050	0,235	0,282	0,294	0,441
(A ₈)	0,433	0,617	0,479	0,255	0,264	0,224	0,192	0,315	0,297	0,302	0,226	0,843
(A ₉)	0,224	0,047	0,229	0,188	0,321	0,214	0,362	0,111	0,443	0,245	0,292	0,068
(A ₁₀)	0,309	0,207	0,309	0,541	0,485	0,475	0,211	0,000	0,180	0,226	0,225	0,056

AHP Yöntemi ile hesaplanan kriter ağırlıkları aşağıdaki Tablo 16'da gösterilmektedir.

Tablo 16: Kriter Ağırlıkları

w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	w_{10}
0,096	0,103	0,102	0,085	0,093	0,077	0,073	0,083	0,075	0,075

AHP yardımıyla kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra, denklem (8) yardımıyla normalize karar matrisindeki her bir veri ağırlıklandırılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi oluşturulmuştur ve Tablo 17'de gösterilmiştir.

Tablo 17: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
(A ₁)	0,0334	0,0137	0,0330	0,0063	0,0081	0,0084	0,0166	0,0449	0,0308	0,0247	0,0236	0,0059
(A ₂)	0,0149	0,0014	0,0164	0,0229	0,0323	0,0271	0,0248	0,0176	0,0282	0,0187	0,0212	0,0073
(A ₃)	0,0212	0,0248	0,0237	0,0141	0,0254	0,0153	0,0316	0,0379	0,0241	0,0267	0,0195	0,0044
(A ₄)	0,0432	0,0700	0,0465	0,0145	0,0245	0,0074	0,0227	0,0416	0,0132	0,0403	0,0092	0,0010
(A ₅)	0,0373	0,0133	0,0344	0,0100	0,0156	0,0194	0,0249	0,0204	0,0184	0,0184	0,0346	0,0026
(A ₆)	0,0196	0,0061	0,0201	0,0553	0,0360	0,0476	0,0167	0,0143	0,0257	0,0211	0,0154	0,0197

(A ₇)	0,0261	0,0107	0,0288	0,0159	0,0352	0,0165	0,0297	0,0041	0,0175	0,0212	0,0186	0,0333
(A ₈)	0,0415	0,0633	0,0489	0,0216	0,0246	0,0172	0,0140	0,0262	0,0222	0,0228	0,0143	0,0637
(A ₉)	0,0214	0,0049	0,0234	0,0159	0,0299	0,0164	0,0263	0,0093	0,0331	0,0185	0,0185	0,0052
(A ₁₀)	0,0296	0,0213	0,0315	0,0460	0,0451	0,0365	0,0154	0,0000	0,0135	0,0171	0,0142	0,0042

Sonraki adımda pozitif ve negatif ideal çözüm kümeleri belirlenmiştir. Bu adımda dikkat edilmesi gereken bir husus, kriterlerin fayda veya maliyet kriteri olup olmadığıdır. Çalışmada 7. kriter maliyet kriteri olup minimum düzeyde olması arzu edilirken diğer kriterler fayda kriteri olup maksimum düzeyde olması arzu edilmektedir. Belirlenen pozitif ve negatif ideal çözüm kümeleri aşağıda sunulmuştur.

$$A^+ = \{0,0432; 0,0700; 0,0489; 0,0553; 0,0451; 0,0476; 0,0140; 0,0449; 0,0331; 0,0403; 0,0346; 0,0637\}$$

$$A^- = \{0,0149; 0,0014; 0,0164; 0,0063; 0,0081; 0,0074; 0,0316; 0,0000; 0,0132; 0,0171; 0,0092; 0,0010\}$$

Bu işlemten sonra denklem (11) ve denklem (12) kullanılarak pozitif (S_i^+) ve negatif (S_i^-) ideal ayırım ölçümleri hesaplanmış, her bir alternatifin yakınlık katsayıları (C_i^*) denklem (13) yardımıyla belirlenmiş ve Tablo 18'de gösterilmiştir

Tablo 18: Pozitif ve Negatif İdeal Ayırım Ölçümleri ile Alternatiflerin Yakınlık Katsayıları

ALTERNATİFLER	S ⁺	S ⁻	C*
AFYON (A ₁)	0,112	0,060	0,349
AKCNS (A ₂)	0,114	0,045	0,283
BTCİM (A ₃)	0,103	0,053	0,340
BSOKE (A ₄)	0,094	0,095	0,504
BUCİM (A ₅)	0,111	0,048	0,303
CİMSA (A ₆)	0,096	0,076	0,443
GOLTS (A ₇)	0,103	0,050	0,326
KONYA (A ₈)	0,061	0,106	0,635
NUHCM (A ₉)	0,117	0,037	0,240
OYAKC (A ₁₀)	0,100	0,070	0,413

TOPSIS yönteminde alternatifler arasındaki en uygun alternatif yakınlık katsayısı en yüksek alternatiftir. Bu doğrultudan hareketle alternatifler yakınlık katsayılarının büyüklüğüne göre sıralanarak en iyi ve en kötü alternatifler belirlenmiştir. AHP ağırlıklı TOPSIS yöntemine göre alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre sıralaması aşağıda Tablo 19'da gösterilmiştir.

Tablo 19: Alternatiflerin Sıralaması (2013)

SIRA	ALTERNATİFLER	2013
1.	KONYA	0,635
2.	BSOKE	0,504
3.	CİMSA	0,443
4.	OYAKC	0,413
5.	AFYON	0,349
6.	BTCİM	0,340
7.	GOLTS	0,326
8.	BUCİM	0,303
9.	AKCNS	0,283

10.	NUHCM	0,240
-----	-------	-------

2013 yılı için yapılan finansal performans analizinde en iyi performansı gösteren çimento firması KONYA olurken, onu sırasıyla BSOKE ve CIMS firmaları izlemiştir. En kötü performansı gösteren çimento firması ise NUHCM olmuştur.

Yukarıda çimento firmalarına ait 2013 yılı verileri ışığında AHP ve TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılan sıralamanın adımları ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Diğer yıllar için de aynı şekilde hesaplamalar yapılmış ve sonuçlar aşağıdaki Tablo 20’de toplu olarak verilmiştir.

Tablo 20: Firma Performanslarının AHP Ağırlıklı TOPSIS Sıralaması

Sıra	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.	KONYA	KONYA	KONYA	KONYA	KONYA	KONYA	OYAKC	NUHCM	BUCIM	BUCIM
2.	BSOKE	BSOKE	AFYON	OYAKC	OYAKC	BUCIM	KONYA	BUCIM	NUHCM	NUHCM
3.	CIMS	AFYON	BSOKE	BUCIM	AFYON	NUHCM	BUCIM	KONYA	OYAKC	OYAKC
4.	OYAKC	BUCIM	CIMS	NUHCM	NUHCM	AKCNS	NUHCM	OYAKC	CIMS	AFYON
5.	AFYON	OYAKC	AKCNS	AKCNS	BUCIM	OYAKC	GOLTS	CIMS	KONYA	CIMS
6.	BTCIM	GOLTS	NUHCM	CIMS	CIMS	CIMS	AKCNS	AKCNS	AKCNS	GOLTS
7.	GOLTS	AKCNS	OYAKC	BTCIM	AKCNS	GOLTS	CIMS	AFYON	AFYON	KONYA
8.	BUCIM	CIMS	BUCIM	AFYON	GOLTS	BTCIM	BTCIM	BSOKE	GOLTS	AKCNS
9.	AKCNS	BTCIM	BTCIM	GOLTS	BTCIM	AFYON	AFYON	GOLTS	BTCIM	BSOKE
10.	NUHCM	NUHCM	GOLTS	BSOKE	BSOKE	BSOKE	BSOKE	BTCIM	BSOKE	BTCIM

Çimento firmalarının AHP ağırlıklı TOPSIS uygulaması sonucunda performansı sıralamalarının toplu olarak değerlendirilmesinde yukarıdaki Tablo 20’de de görüldüğü üzere, 2013-2018 yıllarında KONYA çimento firmasının sonraki yıllarda ise sırasıyla OYAKC, NUHCM ve BUCIM firmalarının en iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Entropi Ağırlıklı TOPSIS Yönteminin Uygulaması

Çimento firmalarının 2013-2022 yılları arasındaki 10 yıllık dönemine ilişkin Entropi ağırlıklarına göre TOPSIS yöntemi ile değerlendirilen performans sıralama analizi 2013 yılı için işlem basamakları adım adım aşağıdaki gibi uygulanmış, diğer yılların sonuçları ise toplu olarak uygulamanın sonunda verilmiştir.

İlk olarak, belirlenen kriterler doğrultusunda alternatiflere ait veriler tespit edilmiş ve karar matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan karar matrisi aşağıdaki Tablo 21’de gösterilmiştir.

Tablo 21: Karar Matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
(A ₁)	2,81	40,52	1,91	3,63	4,30	5,13	21,67	35,37	8,67	4,94	1,41	0,67
(A ₂)	1,26	4,16	0,95	13,13	17,12	16,63	32,30	13,86	7,95	3,74	1,27	0,82
(A ₃)	1,79	73,15	1,38	8,06	13,47	9,39	41,15	29,85	6,78	5,34	1,16	0,50
(A ₄)	3,64	206,29	2,69	8,30	13,00	4,54	29,54	32,74	3,72	8,05	0,55	0,11
(A ₅)	3,15	39,26	1,99	5,75	8,28	11,89	32,48	16,08	5,18	3,68	2,07	0,29
(A ₆)	1,66	17,88	1,16	31,70	19,07	29,21	21,77	11,27	7,25	4,23	0,92	2,24

(A ₇)	2,20	31,58	1,67	9,08	18,66	10,10	38,69	3,26	4,94	4,25	1,11	3,78
(A ₈)	3,50	186,39	2,84	12,39	13,02	10,57	18,22	20,63	6,24	4,56	0,85	7,23
(A ₉)	1,81	14,35	1,36	9,13	15,86	10,08	34,35	7,29	9,32	3,70	1,10	0,59
(A ₁₀)	2,49	62,67	1,83	26,34	23,91	22,38	20,03	0,00	3,80	3,41	0,85	0,48

Alternatiflere ait verilerle karar matrisi oluşturulduktan sonra, karar matrisindeki veriler denklem (7) yardımıyla normalleştirilmiştir. Verilerin normalleştirme işlemleri sonucunda oluşturulan normalleştirilmiş karar matrisi aşağıda Tablo 22’de gösterilmiştir.

Tablo 22: Normalleştirilmiş Karar Matrisi

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
(A ₁)	0,349	0,134	0,323	0,075	0,087	0,109	0,228	0,541	0,412	0,328	0,374	0,079
(A ₂)	0,156	0,014	0,160	0,270	0,347	0,353	0,340	0,212	0,378	0,248	0,335	0,096
(A ₃)	0,222	0,242	0,232	0,166	0,273	0,199	0,433	0,456	0,322	0,354	0,308	0,058
(A ₄)	0,451	0,683	0,455	0,170	0,263	0,096	0,311	0,500	0,177	0,534	0,145	0,013
(A ₅)	0,390	0,130	0,337	0,118	0,168	0,252	0,342	0,246	0,246	0,244	0,547	0,034
(A ₆)	0,205	0,059	0,196	0,651	0,386	0,620	0,229	0,172	0,345	0,280	0,244	0,261
(A ₇)	0,272	0,105	0,282	0,187	0,378	0,214	0,407	0,050	0,235	0,282	0,294	0,441
(A ₈)	0,433	0,617	0,479	0,255	0,264	0,224	0,192	0,315	0,297	0,302	0,226	0,843
(A ₉)	0,224	0,047	0,229	0,188	0,321	0,214	0,362	0,111	0,443	0,245	0,292	0,068
(A ₁₀)	0,309	0,207	0,309	0,541	0,485	0,475	0,211	0,000	0,180	0,226	0,225	0,056

Tablo 23: Kriter Ağırlıkları

w ₁	w ₂	w ₃	w ₄	w ₅	w ₆	w ₇	w ₈	w ₉	w ₁₀
0,088	0,072	0,088	0,081	0,087	0,084	0,089	0,078	0,089	0,089

Entropi yöntemiyle kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra, denklem (8) yardımıyla normalize karar matrisindeki her bir veri ağırlıklandırılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi oluşturulmuştur ve Tablo 24’te gösterilmiştir.

Tablo 24: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
(A ₁)	0,031	0,010	0,029	0,006	0,008	0,009	0,020	0,042	0,037	0,029	0,033	0,005
(A ₂)	0,014	0,001	0,014	0,022	0,030	0,030	0,030	0,017	0,034	0,022	0,030	0,006
(A ₃)	0,020	0,017	0,021	0,013	0,024	0,017	0,039	0,036	0,029	0,032	0,027	0,004
(A ₄)	0,040	0,049	0,040	0,014	0,023	0,008	0,028	0,039	0,016	0,048	0,013	0,001
(A ₅)	0,034	0,009	0,030	0,010	0,015	0,021	0,031	0,019	0,022	0,022	0,048	0,002
(A ₆)	0,018	0,004	0,017	0,053	0,034	0,052	0,020	0,013	0,031	0,025	0,022	0,017
(A ₇)	0,024	0,007	0,025	0,015	0,033	0,018	0,036	0,004	0,021	0,025	0,026	0,029
(A ₈)	0,038	0,044	0,042	0,021	0,023	0,019	0,017	0,025	0,026	0,027	0,020	0,055
(A ₉)	0,020	0,003	0,020	0,015	0,028	0,018	0,032	0,009	0,039	0,022	0,026	0,004
(A ₁₀)	0,027	0,015	0,027	0,044	0,042	0,040	0,019	0,000	0,016	0,020	0,020	0,004

Sonraki adımda pozitif ve negatif ideal çözüm kümeleri belirlenmiştir. Bu adımda dikkat edilmesi gereken bir husus, kriterlerin fayda veya maliyet kriteri olup olmadığıdır. Çalışmada yer alan 7. kriter maliyet kriteri olup minimum düzeyde olması arzu edilirken diğer kriterler fayda kriteri olup maksimum düzeyde olması arzu edilmektedir. Belirlenen pozitif ve negatif ideal çözüm kümeleri aşağıda sunulmuştur.

$$A^+ = \{0,0399; 0,0490; 0,0423; 0,0529; 0,0423; 0,0519; 0,0171; 0,0421; 0,0394; 0,0477; 0,0483; 0,0552\}$$

$$A^- = \{0,0138; 0,0010; 0,0142; 0,0061; 0,0076; 0,0081; 0,0387; 0,0000; 0,0157; 0,0202; 0,0128; 0,0009\}$$

Belirlenen pozitif ve negatif ideal çözüm kümelerinden sonra denklem (11) ve denklem (12) kullanılarak pozitif (S_i^+) ve negatif (S_i^-) ideal ayırım ölçümleri hesaplanmış, ayırım ölçümlerinin hesaplanması sonucunda elde edilen ayırım ölçümleri ile ayırım ölçümleri hesaplandıktan sonra, her bir alternatifin yakınlık katsayıları (C_i^*) denklem (13) yardımıyla belirlenmiş ve Tablo 25'te gösterilmiştir.

Tablo 25: Pozitif ve Negatif İdeal Ayırım Ölçümleri ile Alternatiflerin Yakınlık Katsayıları

ALTERNATİFLER	S ⁺	S ⁻	C*
AFYON (A ₁)	0,101	0,060	0,374
AKCNS (A ₂)	0,098	0,047	0,323
BTCIM (A ₃)	0,095	0,050	0,346
BSOKE (A ₄)	0,093	0,080	0,461
BUCIM (A ₅)	0,099	0,052	0,344
CIMSA (A ₆)	0,082	0,077	0,484
GOLTS (A ₇)	0,094	0,046	0,329
KONYA (A ₈)	0,065	0,090	0,580
NUHCM (A ₉)	0,104	0,039	0,274
OYAKC (A ₁₀)	0,091	0,068	0,428

TOPSIS yönteminde alternatifler arasındaki en uygun alternatif yakınlık katsayısı en yüksek alternatiftir. Bu doğrultudan hareketle alternatifler yakınlık katsayılarının büyüklüğüne göre sıralanarak en iyi ve en kötü alternatifler belirlenmiştir. Alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre sıralaması aşağıda Tablo 26'da gösterilmiştir.

Tablo 26: Alternatiflerin Sıralaması (2013)

SIRA	ALTERNATİFLER	2013
1.	KONYA	0,580
2.	CIMSA	0,484
3.	BSOKE	0,461
4.	OYAKC	0,428
5.	AFYON	0,374
6.	BTCIM	0,346
7.	BUCIM	0,344
8.	GOLTS	0,329
9.	AKCNS	0,323
10.	NUHCM	0,274

2013 yılı için yapılan finansal performans analizinde en iyi performansı gösteren çimento firması KONYA olurken onu sırasıyla CIMSA ve BSOKE firmaları izlemiştir. En kötü performansı gösteren çimento firması ise NUHCM olmuştur.

Yukarıda çimento firmalarına ait 2013 yılı verileri ışığında TOPSIS ve Entropi yöntemi kullanarak yapılan sıralamanın adımları ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Diğer yıllar için de aynı şekilde hesaplamalar yapılmış ve sonuçlar aşağıdaki Tablo 27'de toplu olarak verilmiştir.

Tablo 27: Firma Performanslarının Entropi Ağırlıklı TOPSIS Sıralaması

Sıra	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.	KONYA	KONYA	KONYA	KONYA	KONYA	KONYA	OYAKC	NUHCM	BUCIM	BUCIM
2.	CIMSA	AFYON	AFYON	BUCIM	OYAKC	BUCIM	KONYA	BUCIM	NUHCM	NUHCM
3.	BSOKE	BSOKE	CIMSA	OYAKC	AFYON	NUHCM	BUCIM	KONYA	CIMSA	OYAKC
4.	OYAKC	BUCIM	AKCNS	NUHCM	BUCIM	AKCNS	NUHCM	OYAKC	OYAKC	AFYON
5.	AFYON	OYAKC	NUHCM	AKCNS	NUHCM	OYAKC	GOLTS	AKCNS	KONYA	CIMSA
6.	BTCIM	GOLTS	OYAKC	CIMSA	CIMSA	CIMSA	AKCNS	AFYON	AKCNS	GOLTS
7.	BUCIM	AKCNS	BUCIM	BTCIM	AKCNS	GOLTS	CIMSA	BSOKE	AFYON	KONYA
8.	GOLTS	CIMSA	BSOKE	AFYON	GOLTS	BTCIM	BTCIM	CIMSA	GOLTS	AKCNS
9.	AKCNS	BTCIM	BTCIM	GOLTS	BTCIM	AFYON	AFYON	GOLTS	BTCIM	BSOKE
10.	NUHCM	NUHCM	GOLTS	BSOKE	BSOKE	BSOKE	BSOKE	BTCIM	BSOKE	BTCIM

Çimento firmalarının Entropi ağırlıklı TOPSIS uygulaması sonucunda performansı sıralamalarının toplu olarak değerlendirilmesinde yukarıdaki Tablo 26'da da görüldüğü üzere, 2013-2018 yıllarında KONYA çimento firmasının sonraki yıllarda ise sırasıyla, OYAKC, NUHCM ve BUCIM firmalarının en iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

AHP ve Entropi Ağırlıklı TOPSIS Uygulama Sonuçlarının Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında AHP ve Entropi ağırlıklı TOPSIS uygulama sonuçları Tablo 28'de sunulmuştur.

Aşağıdaki Tablo 28'de her iki ağırlık yönteminin TOPSIS uygulama sonuçları birlikte gösterilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı üzere, her iki yöntemde de en iyi performans gösteren çimento firmaları 2019 yılına kadar KONYA çimento firması olmuştur. 2019 yılında OYAKC, 2020 yılında NUHCM ve 2021-2022 yıllarında ise BUCIM çimento firmaları her iki ağırlık yönteminde de en iyi performans gösteren firmalar olmuştur. Her ne kadar 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2020 ve 2021 yıllarında firma sıralamalarında farklılıklar görülse de, sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde uygulanan her iki ağırlık yöntemiyle TOPSIS sıralamalarının çoğunlukla birbiriyle uyumlu olduğu görülmektedir. En kötü performans sergileyen firmalara bakılacak olursa yine araştırmanın dönem aralığında her iki ağırlıklandırma yönteminde de aynı firmaların olduğu görülmektedir. Yıllar itibarıyla en kötü performans gösteren firmalar, 2013-2014: NUHCM, 2015: GOLTS, 2016-2017-2018-2019: BSOKE, 2020: BTCIM, 2021: Bsoke ve 2022: BTCIM olmuştur. En iyi performans gösteren firmalarda olduğu gibi her iki ağırlıklandırma yönteminde de en kötü performans gösteren firmaların yüksek oranda aynı firmaların olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 28: AHP ve Entropi Ağırlıklı TOPSIS Uygulama Sonuçları

Sıra	2013		2014		2015		2016	
	AHP	Entropi	AHP	Entropi	AHP	Entropi	AHP	Entropi
1.	KONYA	KONYA	KONYA	KONYA	KONYA	KONYA	KONYA	KONYA
2.	BSOKE	CIMSA	BSOKE	AFYON	AFYON	AFYON	OYAKC	BUCIM
3.	CIMSA	BSOKE	AFYON	BSOKE	BSOKE	CIMSA	BUCIM	OYAKC
4.	OYAKC	OYAKC	BUCIM	BUCIM	CIMSA	AKCNS	NUHCM	NUHCM
5.	AFYON	AFYON	OYAKC	OYAKC	AKCNS	NUHCM	AKCNS	AKCNS
6.	BTCIM	BTCIM	GOLTS	GOLTS	NUHCM	OYAKC	CIMSA	CIMSA

7.	GOLTS	BUCIM	AKCNS	AKCNS	OYAKC	BUCIM	BTCIM	BTCIM
8.	BUCIM	GOLTS	CIMSA	CIMSA	BUCIM	BSOKE	AFYON	AFYON
9.	AKCNS	AKCNS	BTCIM	BTCIM	BTCIM	BTCIM	GOLTS	GOLTS
10.	NUHCM	NUHCM	NUHCM	NUHCM	GOLTS	GOLTS	BSOKE	BSOKE
	2017		2018		2019		2020	
1.	KONYA	KONYA	KONYA	KONYA	OYAKC	OYAKC	NUHCM	NUHCM
2.	OYAKC	OYAKC	BUCIM	BUCIM	KONYA	KONYA	BUCIM	BUCIM
3.	AFYON	AFYON	NUHCM	NUHCM	BUCIM	BUCIM	KONYA	KONYA
4.	NUHCM	BUCIM	AKCNS	AKCNS	NUHCM	NUHCM	OYAKC	OYAKC
5.	BUCIM	NUHCM	OYAKC	OYAKC	GOLTS	GOLTS	CIMSA	AKCNS
6.	CIMSA	CIMSA	CIMSA	CIMSA	AKCNS	AKCNS	AKCNS	AFYON
7.	AKCNS	AKCNS	GOLTS	GOLTS	CIMSA	CIMSA	AFYON	BSOKE
8.	GOLTS	GOLTS	BTCIM	BTCIM	BTCIM	BTCIM	BSOKE	CIMSA
9.	BTCIM	BTCIM	AFYON	AFYON	AFYON	AFYON	GOLTS	GOLTS
10.	BSOKE	BSOKE	BSOKE	BSOKE	BSOKE	BSOKE	BTCIM	BTCIM
	2021		2022					
1.	BUCIM	BUCIM	BUCIM	BUCIM				
2.	NUHCM	NUHCM	NUHCM	NUHCM				
3.	OYAKC	CIMSA	OYAKC	OYAKC				
4.	CIMSA	OYAKC	AFYON	AFYON				
5.	KONYA	KONYA	CIMSA	CIMSA				
6.	AKCNS	AKCNS	GOLTS	GOLTS				
7.	AFYON	AFYON	KONYA	KONYA				
8.	GOLTS	GOLTS	AKCNS	AKCNS				
9.	BTCIM	BTCIM	BSOKE	BSOKE				
10.	BSOKE	BSOKE	BTCIM	BTCIM				

SONUÇ

Sürekli gelişen ve rekabetçi dünyanın günümüzde yaratmış olduğu ortamda firmaların performansının değerlendirilmesi ve sektördeki diğer firmalarla kıyaslanması, firmanın kendisinin yanı sıra ilgili tüm tarafların (yatırımcı, kredi verenler vs.) hedeflemiş oldukları yatırımlara ulaşabilmeleri bakımından oldukça önemli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu açıdan firmaların gerek ulusal gerekse uluslararası alanda rekabet güçlerinin belirlenmesi ve bunun yanında finansal performanslarının değerlendirilmesi sektörlerin gelişimini ortaya koymadaki etkisi oldukça büyüktür. Söz konusu bu sektörlerden bir tanesi de inşaat sektörü olmakla birlikte sektör içerisinde yer alan çimento imalatı faaliyetleri, küresel çimento talebinin artması ile birlikte artmaktadır. Bu bakımdan faaliyet gösteren tüm sektörlerde tedarik, satın alma, maliyetleme, zamanlama gibi konularda çok sayıda karar verilmesi gerekmektedir. Bu noktada Çok Kriterli Karar Verme (ÇÇKV) yöntemleri, firmaların performanslarının değerlendirilmesinde önemli bir araç olmaktadır.

Bu çalışmada, Borsa İstanbul (BIST), İmalat Sektörü-Taş ve Toprağa Dayalı Alt Sektöründe hisse senetleri işlem gören ve çimento imalatı faaliyetinde bulunan 10 firmanın 2013-2022 dönemine ilişkin belirlenen finansal oranlarının (Analytic Hierarchy Process) AHP ve Entropi yöntemleri kullanılarak, firma performansının sıralaması ise (The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) TOPSIS yöntemi ile yapılmıştır. Çalışmada firmaların performansları,

(Cari Oran, Nakit Oran, Asit-Test Oranı, Net Kâr Marjı, Esas Faaliyet Kârlılığı, Özsermaye Kârlılığı, Finansal Kaldıraç, Satışlardaki Büyüme, Stok Devir Hızı, Aktif Devir Hızı, Özsermaye Devir Hızı ve Hisse Başına Kazanç) 12 kriter dikkate alınarak, genel bir sıralama yapılmıştır. Taş ve Toprağa Dayalı Alt Sektöründe işlem gören ancak çimento imalatı faaliyetinde bulunmadığı firmaların faaliyet konularında anlaşılan firmalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Firma performans sıralamalarının TOPSIS yönteminin seçilmesinin nedeni alternatiflerin çokluğu ve çok kriterli karar verme sürecidir. AHP ve Entropi ağırlıklı TOPSIS uygulama sonuçları araştırma dönemi kapsamında karşılaştırılmıştır. Uygulama sonucunda, her iki yöntemde de en iyi performans gösteren çimento firmalarının tüm yıllarda aynı firma şeklinde sıralanmıştır. Söz konusu 2013, 2014, 2015, 2016 ve 2018 yıllarında en iyi performansı KONYA, 2019 yılında OYAKC, 2020 yılında NUHCM ve 2021 ve 2022 yıllarında ise BUCIM çimento firmaları her iki ağırlık yönteminde de en iyi performans gösteren firmalar olmuştur. Her ne kadar 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2020 ve 2021 yıllarında firma sıralamalarında farklılıklar olsa da sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, uygulanan her iki ağırlık yöntemiyle TOPSIS sıralamalarının büyük oranda birbiriyle örtüştüğü görülmektedir.

Araştırmanın sonuçları literatürde yer alan bazı çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında; Ertuğrul & Karakaşoğlu (2009) ve Gümüş vd. (2017) ile benzerliklerin bulunmadığı, Dumanoğlu (2010), Sakarya & Akkuş (2015)'in çalışmalarının sonuçlarıyla kısmen benzerliklerinin olduğu, Özden vd. (2012) ile sadece finansal performansı en yüksek olan firma konusunda bazı yıllarda uyumlu olduğu belirlense de, çalışmanın sonuçları literatürdeki çalışmalar dikkate alınarak genel bir değerlendirme yapıldığında sonuçların benzerlik göstermediği söylenebilir. Çünkü, çalışmaların dönem aralıkları ve uygulanan yöntemlerin farklı yaklaşımları ve varsayımları olduğu için sonuçlar da farklılık göstermektedir.

AHP, Entropi ve TOPSIS yöntemleri bir arada kullanılması, bu çalışmayı literatürdeki diğer çalışmalardan farklı kılmaktadır. Kriterlerin ağırlıkları karar vericiler tarafından belirlendiğinden sonuçlar genel bir performans sıralamasını göstermektedir. Performans değerlendirmesinin firmaların alacaklılarına, ortaklarına veya yatırımcılarına yönelik yapılması da mümkündür. Ancak bununla birlikte böyle bir durumda kriterlerin ağırlıkları değişeceğinden firmaların sıralamalarının da değişebilme olasılığı söz konusudur. Sonuç olarak ÇKKV yöntemlerinin aynı problemdeki seçenekleri sıralama/seçme konusunda farklı yaklaşımları ve varsayımları olduğundan, farklı sonuçlar vermeleri muhtemeldir.

Araştırmacılar ilerleyen süreçte sonraki çalışmalarda çimento imalatı faaliyetinde bulunan firmaların performansını değerlendirmek için başka çok kriterli karar verme yöntemleri de kullanılabilir. Ayrıca çalışmada uygulanan yöntemler diğer sektörlerdeki firmaların değerlendirilmesinde de uygulanabilir.

Yazar katkı oranı ve çıkar çatışması beyanı: Çalışma tek yazarlı olup katkı oranı %100'dür ve herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

Atenidegbe, O. F. & Mogaji, K. A. (2023). Modeling assessment of groundwater vulnerability to contamination risk in a typical basement terrain using TOPSIS-entropy developed vulnerability data mining technique. *Neliyon*, 9, 1-25.

Ayvacak, E. & Yalçın, S. (2019). Kurumsal sürdürülebilirlik ve işletmeler açısından önemi, Başar, E. E., Ağ, A. ve Gülhan, Ü. (Ed.), *Sürdürülebilirlik: Ekonomik ve Sosyal Eğilimler* içinde (s. 161-176). İmaj Kitabevi.

Banadkouki, M. R. Z. (2023). Selection of strategies to improve energy efficiency in industry: A hybrid approach using entropy weight method and fuzzy TOPSIS. *Energy*, 279, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128070>.

Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M. & Ignatius, J. (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems With Applications*, 39, 13051-13069.

Chakraborty, S. (2022). TOPSIS and Modified TOPSIS: A comparative analysis. *Decision Analytics Journal*, 2, ISSN 2772-6622, <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2021.100021>.

Chen, P. (2019). Effects of normalization on the entropy-based TOPSIS method. *Expert Systems with Applications*, 136, 33–41

Chen, P. (2021). Effects of the entropy weight on TOPSIS. *Expert Systems with Applications*. 168, 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114186>

Ding, T., Liang, L., Yang, M. & Wu, H. (2016). Multiple attribute decision making based on cross-evaluation with uncertain decision parameters. *Mathematical Problems in Engineering*, <https://doi.org/10.1155/2016/4313247>, 1-10.

Dumanoğlu, S. (2010). İMKB’de işlem gören çimento şirketlerinin mali performanslarının TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi, *Marmara Üni. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 29 (2), 323-339.

Ertuğrul, İ. & Karakaşoğlu, N. (2009). Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 36, 702–715.

Gülbandılar, E., Akyol, S. O. & Koçak, Y. (2019). Multi-Criteria decision making for cement mortar mixture selection by Fuzzy Topsis, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27 (2), 77 – 84.

Gümüş, U. T., Ercan, A. S., Tokyüz, E. & Çakmak, D. (2017). Evaluation of the ratio analysis results of the cement companies at BİST-100 by Topsis method. *Journal of Current Researches on Social Sciences*, 7 (2), 65-76.

Haine, M., Boutkhom, O., Tikniouine, A. & Agouti T. (2016). Application of an integrated multi criteria decision making AHP-TOPSIS methodology for ETL software selection. *SpringerPlus*, 5:263. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-1888-z>

Hwang, C.L. & Yoon, K. (1981) Multiple attribute decision making: methods and applications. *Springer-Verlag*, New York.

Jia, J., Fan, Y. & Guo, X. (2012). The low carbon development (LCD) levels' evaluation of the world's 47 countries (areas) by combining the FAHP with the TOPSIS method. *Expert Systems with Applications*, 39, 6628-6640.

Jinxiang, F., Lingwei, X., Xingguan, M., Jing, T., Rongxin, Z., Yuping, B., Yulan, T. & Yunan G. (2013). Application of Entropy weight TOPSIS method for optimization of wastewater treatment technology of municipal wastewater treatment plant. *Nature Environment and Pollution Technology*, 12 (2), 285-287.

Kamal M. Al-Subhi Al-Harbi. (2001). Application of the AHP in project management. *International Journal of Project Management*, 19, 19-27.

Karagiannidis, A., Papageorgiou, A., Perkoulidis, G., Sanida, G. & Samaras, P. (2010). A multi-criteria assessment of scenarios on thermal processing of infectious hospital wastes: A case study for Central Macedonia. *Waste Management*, 30 (2), 251-62. DOI: 10.1016/j.wasman.2009.08.015

Karami, A. & Johansson, R. (2014). Utilization of multi attribute decision making techniques to integrate automatic and manual ranking of options. *Journal of Information Science and Engineering*, 30, 519-534.

Karçioğlu, R. & Yalçın, S. (2022). Sezgisel bulanık TOPSİS yöntemiyle portföy seçimi: Borsa İstanbul'da bir uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (94), 151-184.

Marenco-Porto, C. A., Nieto-Londoño, C., Lopera, L., Escudero-Atehortua, A., Giraldo, M. & Jouhara, H. (2023). Evaluation of organic rankine cycle alternatives for the cement industry using Analytic Hierarchy Process (AHP) methodology and energy-economic-environmental (3E) analysis, *Energy*, 281, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128304>.

Moghimi R, Anvari A, Amoozesh N. & Ghesary T. (2013). An integrated fuzzy MCDM approach, and analysis, to the evaluation of the financial performance of Iranian cement companies. *Life Science Journal*, 10 (5), 570-586.

Muvingi, J., Peer, A. A. I., Jablonsky, J. & Lotfi, F. H. (2023). Hierarchical groups DEA super-efficiency and group TOPSIS technique: Application on mobile money agents' locations. *Expert Systems with Applications*, 234, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121033>

Özden, Ü. H., Başar, Ö. D. & Kalkan, S.B. (2012). İMKB'de işlem gören çimento sektöründeki şirketlerin finansal performanslarının VIKOR yöntemi ile sıralanması. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 17, 23-44.

Özgüner, Z. & Özgüner M. (2020). Entegre Entropi-Topsis yöntemleri ile tedarikçi değerlendirme ve seçme probleminin çözümlenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19 (37), 551-568.

Rezaie, K., Ramiyani, S. S., Nazari-Shirkouhi, S. & Badizadeh, A. (2014). Evaluating performance of Iranian cement firms using an integrated fuzzy AHP-VIKOR Method. *Applied Mathematical Modelling*, 38 (21-22), 5033-5046.

Saaty, R. W. (1987). The Analytic Hierarchy Process-What it is and How it is used. *Mathematical Modelling*, 9 (3-5), 161-176.

Sakarya, Ş. & Akkuş, H. T. (2015). Finansal performansın ölçülmesinde geleneksel oranlar ile nakit akım oranlarının karşılaştırmalı analizi: BİST çimento şirketleri üzerine TOPSIS yöntemi ile bir uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17 (1), 109-123.

Soysal, M., Kayalı, C.A. & Aktaş, İ. (2017). BİST’te hisse senetleri işlem gören çimento sanayii sektöründeki firmaların TOPSİS yöntemine göre performans değerlemesi ve analizi. *Journal of Current Researches on Business and Economics*, 7 (2), 437-452.

Statista. (2021). Cement: production ranking top countries 2021. <https://www.statista.com/statistics/267364/world-cement-production-by-country/>

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2022). Çimento sektörü raporu-2021. Erişim adresi: <https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/sektor-raporlari/mu0102011404> Erişim tarihi: 11/10/2023.

Tjader, Y., May, J. H., Shang, J., Vargas, L. G. & Gao, N. (2014). Firm-level outsourcing decision making: A balanced scorecard-based analytic network process model. *International Journal of Production Economics*, 147, 614-623.

TÜRKCİMENTO. (2023). Çimento üretiminin tarihçesi. Erişim adresi: <https://www.turkcimento.org.tr/tr/cimento-uretiminin-tarihcesi>, Erişim tarihi: 11.10.2023

TÜRKCİMENTO. (2023). İstatistikler. Erişim adresi: <https://www.turkcimento.org.tr/tr/istatistikler/> Erişim tarihi: 11.10.2023

Uddin, A., Ali, Y., Sabir, M., Petrillo, A. & Felice, F. D. (2023). Circular economy and its implementation in cement industry: A case point in Pakistan. *Science of the Total Environment*. 898, 1-12.

Wang, Y-J. (2014). The evaluation of financial performance for Taiwan container shipping companies by fuzzy TOPSIS. *Applied Soft Computing*, 22, 28-35.

Yoon, K. (1980). Systems Selection by multiple attribute decision making (Doktora tezi). Kansas State University, USA.

Zhang, H., Gu, C., Gu, L. & 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, D-Y., Ma, Y-Y. & Lin, H-L. (2022). Using the Entropy and TOPSIS models to evaluate sustainable development of Islands: A Case in China. *Sustainability*, 14, 1-25.

Zyoud, S. H. & Fuchs-Hanusch, D. (2017). A bibliometric-based survey on AHP and TOPSIS techniques. *Expert Systems with Applications*, 78, 158-181.