

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Finansal Performans Ölçümü: Çimento Sektörü Üzerine Bir Uygulama

Muhsin Uslu¹

Murat Yıldırım²

Özet

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin sanayi ekonomisinin önemli bir parçası olan Borsa İstanbul'da (BIST) işlem gören çimento sektörü şirketlerinin 2017-2023 yılları arasındaki finansal performansını çok kriterli yaklaşımlarla analiz etmektir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi yöntemi, performans sıralamasında ise MAUT ve MAIRCA yöntemleri kullanılmıştır. Karar matrislerini normalleştirmek için Z-skor standardizasyonu uygulanmıştır. Kriter ağırlıklarını değerlendirmek için bir duyarlılık analizi yapılmıştır. Sonuçlar, MAUT ve MAIRCA'nın benzer sıralama eğilimleri ürettiğini göstermektedir. 2021 yılı hariç tutulduğunda, stok devir hızı en etkili kriter olarak ortaya çıkarken, kârlılık ve likidite göstergeleri dönemsel değişim göstermiştir. Çalışma finans profesyonelleri, yatırımcılar ve yöneticiler için stratejik karar süreçlerinde veri odaklı analitik bulgular sunmaktadır.

Giriş

Küresel ekonomik sistemin dinamikleri, işletmelerin finansal performanslarını tek boyutlu ölçüm araçlarıyla değerlendirmenin yetersizliğini giderek daha görünür hâle getirmiştir. Ekonomik rekabetin giderek artması, işletmelerin finansal performanslarını yalnızca geleneksel ölçütlerle değerlendirme yaklaşımının yetersiz kaldığını ortaya koymuştur. Özellikle finansal istikrarın sürdürülebilirliği, kaynak kullanım verimliliği ve risk yönetimi gibi çok boyutlu parametrelerin eşzamanlı olarak analiz edilmesi gerekliliği, finansal performans

- 1 Dr. Öğrencisi, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Karabük, muhsinuslu@karabuk.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0912-5689>
- 2 Prof. Dr., Karabük Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Karabük, muratyildirim@karabuk.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8582-8365>

ölçümünü karmaşık bir karar problemine dönüştürmüştür (Dalbudak ve Rençber, 2022; Pala vd., 2024). Bu durum, karar verme süreçlerinde hem nesnel hem de öznel kriterleri dikkate alan bütünlüklü yaklaşımların önemini artırmıştır.

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, alternatiflerin birden fazla kriter altında sistematik biçimde karşılaştırılmasına olanak tanıyan analitik araçlar olarak öne çıkmaktadır (Özekenci, 2024). ÇKKV modelleri, karar vericinin tercihlerini matematiksel bir yapıya dönüştürerek performans değerlendirme sürecine nesnellik kazandırmakta ve çok boyutlu analiz gerektiren durumlarda klasik yöntemlerin ötesinde açıklayıcılık sağlamaktadır (Kenger ve Organ, 2017; Jamwal vd., 2020). Son yıllarda bu yöntemlerin finansal performans, sürdürülebilirlik ve verimlilik analizlerinde kullanımının yaygınlaşması yeni bir paradigma oluşturmuştur. ÇKKV yöntemleri içinde MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) ve MAIRCA (Multi-Attributive Ideal-Real Comparative Analysis) modelleri, farklı kriterlerin ağırlıklarını dikkate alan ve alternatifler arasındaki farkı ideal çözüm noktasına göre değerlendiren esnek yapılarıyla dikkat çekmektedir (Kızıl, 2019; Pamucar vd., 2014). MAUT, karar vericinin fayda fonksiyonunu temel alarak öznel tercihlerle uyumlu bir ölçüm sağlar; MAIRCA ise ideal ve gerçek değer arasındaki farkı minimize ederek alternatiflerin tutarlı biçimde sıralanmasını mümkün kılar (Yazgan ve Agamyradova, 2021). Bu iki yöntemin birlikte kullanımı, performans ölçümünde istatistiksel doğruluk ve yorumlanabilirliği bir araya getiren güçlü bir model sunmaktadır (Negi vd., 2025; Özarı ve Damirkale, 2024).

Son dönemde literatürde öne çıkan Entropi-TOPSIS, Entropi-MAIRCA, SWARA-COPRAS-MAUT ve benzeri hibrit modeller, farklı ağırlıklandırma yaklaşımlarını birleştirerek daha dengeli sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Entropi yöntemi, kriter ağırlıklarının tamamen veriye dayalı biçimde hesaplanmasını sağlayarak karar sürecinde öznel etkileri azaltırken; MAUT ve MAIRCA yöntemleri, sıralama sürecinde alternatifler arası farkların daha hassas biçimde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır (Negi vd., 2025; Özarı ve Damirkale, 2024). Bu yapı, finansal performans analizlerinde, özellikle kriterler arası etkileşimin yüksek olduğu durumlarda yöntemin güvenilirliğini artırmaktadır. Türkiye ekonomisi açısından stratejik öneme sahip olan çimento sektörü, yüksek sermaye gereksinimi, enerji yoğun üretim yapısı ve dış ticaret bağımlılığı nedeniyle finansal performans analizlerinde özel bir konuma sahiptir (Atukalp, 2019). Döviz kuru hareketleri, enerji maliyetleri ve inşaat talebindeki dalgalanmalar, sektördeki firmaların performans göstergelerinde belirgin farklılıklara yol açmaktadır. Bu nedenle, çok kriterli modeller, firmalar arası karşılaştırma olanağıyla birlikte sektörel risklerin bütüncül biçimde değerlendirilmesini sağlamaktadır (Çanakçıoğlu, 2019; Yıldırım vd., 2018).

Ulusal ve uluslararası literatürde yapılan çalışmalar, çimento sektörünün finansal performans analizlerinde farklı ÇKKV yöntemlerinin tutarlı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Türkiye’de TOPSIS, MOORA ve COPRAS yöntemleriyle yapılan çalışmalar, klasik oran analizlerine göre daha nesnel sonuçlar sunarken; uluslararası literatürde MAUT ve MAIRCA tabanlı yaklaşımlar giderek yaygınlaşmaktadır (Dalbudak ve Rençber, 2022; Jamwal vd., 2020; Zhang vd., 2025). Özellikle MAUT’un karar verici davranışlarını modelleyebilme kabiliyeti ve MAIRCA’nın sıralama kararlılığı, finansal performans ölçümünde bu iki yöntemin bütünleştirilmesini önemli kılmaktadır.

ÇKKV yöntemlerinin yalnızca finansal göstergeleri değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik, risk ve kurumsal yönetim gibi boyutları da kapsayacak biçimde genişletilmesi, günümüz performans analizlerine stratejik bir derinlik kazandırmıştır. Bu bağlamda, finansal performans analizinin yalnızca bir değerlendirme aracı değil, aynı zamanda stratejik karar verme sürecinin temel bileşeni hâline geldiği söylenebilir. Türkiye’de ve dünyada yapılan benzer çalışmalar, ÇKKV yöntemlerinin performans ölçümünde kullanımının yalnızca karar destek sürecine değil, aynı zamanda stratejik planlamaya da katkı sağladığını göstermektedir. MAUT tabanlı analizler, firmaların risk toleransını ve yatırım önceliklerini belirlemede, MAIRCA ise ideal performans düzeyine olan yakınlığın ölçülmesinde etkin bir rol oynamaktadır (Pala vd., 2024; Zhang vd., 2025). Dolayısıyla, bu yöntemlerin birlikte kullanımı, finansal göstergelerin tekil analizinden öteye geçerek, işletmelerin sürdürülebilir rekabet gücü, risk düzeyi ve kaynak kullanım etkinliği açısından çok boyutlu bir değerlendirme imkânı sunmaktadır.

Bu çalışma, Borsa İstanbul’da işlem gören çimento sektöründeki 14 şirketin 2017-2023 yılları arasındaki finansal performanslarını, literatürde yaygın olarak kullanılan 11 kriteri Entropi ağırlıklandırma yaklaşımıyla değerlendirerek, MAUT ve MAIRCA yöntemleri aracılığıyla performans düzeylerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda çalışmanın ilk bölümünde, çok kriterli karar verme yöntemlerinin teorik temelleri ile finansal performans analizinde kullanımları açıklanmıştır. İkinci bölümde, seçilen finansal kriterlerin gerekçeleri ve sektöre özgü önemleri açıklanarak araştırma metodolojisi ayrıntılı olarak sunulmuştur. Üçüncü bölümde, kullanılan veri seti ve analiz sürecine ilişkin uygulama adımları ortaya konmuş ve negatif değerlerin etkisini azaltmak için kullanılan Z-skor normalizasyon yöntemi açıklanmıştır. Son bölümde ise yapılan analizlerden elde edilen bulgular ve bu bulguların sektörel dinamiklerle ilişkilendirilerek yorumlanması gerçekleştirilmiştir. Literatürde, çimento sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin finansal performanslarını inceleyen panel veri analizi veya diğer ÇKKV yöntemlerini kullanan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada ise, literatürden farklı olarak, Entropi

yöntemiyle belirlenen kriter önem düzeyleri hem MAUT hem de MAIRCA yöntemleri aracılığıyla bütüncül biçimde değerlendirilmiştir. Böylece finansal performansın ölçümünde hem fayda temelli hem de sıralama temelli yaklaşımlar bir arada kullanılarak, yöntemsel çeşitlilik sayesinde elde edilen sonuçların güvenilirliği ve açıklayıcılığı artırılmıştır. Çalışma, bu yönüyle Türk çimento sektörü için nesnel, kapsamlı ve metodolojik açıdan güçlü bir performans değerlendirmesi sunarak literatürdeki boşluğu doldurmaktadır. Ayrıca Entropi-MAUT-MAIRCA entegrasyonuna dayalı bu yaklaşımın, turizm sektöründe benzer biçimde etkin sonuçlar verdiği önceki araştırmalarla da ortaya konmuştur (Uygurtürk ve Uslu, 2025). Bu çalışmayla yöntemsel yapının çimento sektörüne uygulanması, literatüre yeni bir katkı sunmakta; elde edilen bulguların ise sektörde stratejik karar verme süreçlerine yön göstererek finansal sürdürülebilirliğin güçlendirilmesine, kaynak kullanım etkinliğinin artırılmasına ve sektörel rekabetçiliğin desteklenmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

1. Literatür Taraması

Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri, işletme ve finans literatüründe performans ölçümünün çok boyutlu doğasını modelleme kabiliyetiyle öne çıkmaktadır. Arslan (2023) ile Ayçin ve Orçun (2019), ÇKKV yöntemlerinin yalnızca nicel oranlar değil, aynı zamanda nitel faktörleri de sistematik biçimde dâhil etmesiyle klasik finansal analizlerin eksik yönlerini giderdiğini vurgulamıştır. Bu yöntemler, karar vericilere alternatiflerin göreceli üstünlüklerini belirlemede yapısal bir çerçeve sağlayarak stratejik planlama, kaynak dağıtım ve performans sıralamasında nesnellik kazandırmaktadır. Özellikle Entropi, SWARA, CRITIC ve BWM gibi ağırlıklandırma yöntemleri, ÇKKV modellerinin esnekliğini artırarak objektif veri temelli karar süreçlerini desteklemektedir. Finansal performans ölçümüne yönelik uygulamalarda, çok kriterli yaklaşımlar geleneksel tek boyutlu analizlere kıyasla daha güvenilir sonuçlar üretmektedir. Bozdoğan ve arkadaşları (2023), Borsa İstanbul'da işlem gören çimento firmalarının Entropi-COPRAS modeliyle analizinde, bu yöntemin kriterler arası tutarlılığı koruyarak firmalar arasında anlamlı sıralama farkları ortaya koyduğunu göstermiştir. Benzer şekilde Fidan (2021), MAUT ve MOORA yöntemlerini kullanarak imalat sektöründe yapılan analizlerde, kriter ağırlıklarının farklı dağılımlarına rağmen yöntemlerin sonuçlarının birbirine yakın çıktığını, bunun da modeller arası kararlılığın bir göstergesi olduğunu belirtmiştir.

Uluslararası literatürde yapılan çalışmalar da ÇKKV yöntemlerinin finansal dayanıklılık, verimlilik ve sürdürülebilirlik analizlerinde geniş biçimde uygulandığını göstermektedir. Moro (2023), çok kriterli yaklaşımların çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) kriterleriyle birleştirilmesinin kurumsal finansal

performans üzerindeki etkilerini açıklamış; Dias ve arkadaşları (2024) ise üretim sektöründe hibrit MAIRCA modellerinin enerji verimliliği ve maliyet optimizasyonu açısından önemli avantajlar sunduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, finansal performans ölçümünde ÇKKV modellerinin yalnızca hesaplama aracı değil, aynı zamanda stratejik karar desteği sağlayan bütüncül bir yapı olduğunu göstermektedir.

ÇKKV yöntemleri arasında MAUT ve MAIRCA modelleri, karar verici tercihlerinin modellenmesi ve alternatif sıralamasındaki tutarlılık nedeniyle dikkat çekmektedir. Kazerooni ve arkadaşları (2021), MAUT yaklaşımının fayda fonksiyonlarının kümülatif yapısı sayesinde finansal risk toleransını dikkate aldığını; MAIRCA'nın ise ideal ve gerçek değer farklarını minimize ederek sıralama duyarlılığını artırdığını vurgulamıştır. Eraslan ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan çalışmada, bankacılık sektöründe MAUT yöntemiyle belirlenen fayda değerlerinin, firmaların bilanço temelli performans göstergeleriyle yüksek korelasyon gösterdiği saptanmıştır. ÇKKV yöntemlerinin hibrit biçimde kullanıldığı çalışmalar da literatürde giderek artmaktadır. Kırhasanoğlu ve Özdemir (2022), Entropi-MAIRCA modelinin enerji sektöründe uygulanabilirliğini test ederek yöntem kombinasyonlarının karar kalitesini artırdığını bildirmiştir. Benzer biçimde, Demir (2021), Türk çimento firmalarının finansal performansını Bulanık SWARA-COPRAS-MAUT yöntemleriyle karşılaştırarak, hibrit yapıların tekil modellere kıyasla daha dengeli sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde Uygurtürk ve Uslu (2025), Entropi tabanlı MAUT ve MAIRCA yöntemlerini bir arada kullanarak BİST Turizm sektörü işletmelerinin finansal performansını değerlendirmiş ve hibrit yapının sonuç güvenilirliğini artırdığını ortaya koymuştur. Işık (2023) ise kriterlerin hem objektif ağırlıklandırılmasını hem de karar verici önceliklerinin yansıtılmasını sağlayarak performans analizlerinde çift yönlü doğrulama sunduğunu belirtmiştir. Bu yaklaşım, özellikle veri çeşitliliği yüksek sektörlerde karar güvenilirliğini artırmaktadır.

Çimento sektörü, çok kriterli performans analizlerinin en yoğun biçimde uygulandığı alanlardan biridir. Özden, Başar ve Kalkan (2012), İMKB'de işlem gören çimento firmalarının finansal performanslarını VIKOR yöntemiyle analiz ederek, kriterler arası ağırlık dengesinin performans sıralamasında belirleyici olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, sektörde ÇKKV yöntemlerinin kullanımına ilişkin ilk sistematik örneklerden biri olarak literatürde önemli bir temel oluşturmuştur. Güleç ve Özkan (2018) ile Dyckhoff (2018), bu sektörün yüksek enerji tüketimi, sermaye bağımlılığı ve fiyat oynaklığı nedeniyle finansal kırılganlığa açık olduğunu ve ÇKKV yöntemlerinin bu kırılganlığın analitik olarak modellenmesinde etkili bir araç olduğunu belirtmişlerdir. Bozdoğan ve arkadaşları (2023) ise Türkiye'deki çimento firmalarında Entropi-COPRAS

yaklaşımının, firma ölçeği ve üretim kapasitesi farklılıklarını anlamlı biçimde yansıttığını göstermiştir. Literatürde ayrıca çevresel sürdürülebilirlik ve finansal performans arasındaki ilişkiyi irdeleyen çalışmaların yanı sıra, finansal performansın yatırımcı davranışlarına etkisini inceleyen araştırmalar da dikkat çekmektedir. Zhang ve arkadaşları (2025) ile Dias ve arkadaşları (2024), MAUT ve Entropi tabanlı modellerin çevresel performans göstergeleriyle finansal verilerin bütünleştirilmesine imkân tanıdığını; böylece sürdürülebilir üretim stratejilerinin rasyonel temellere oturtulabildiğini ileri sürmüştür. Buna paralel biçimde, Saygılı ve Şahin (2021), BIST çimento sektöründe TOPSIS yöntemiyle firmaların finansal performansını analiz ederek, bu performansın yatırımcıların hisse senedi tercihleri üzerindeki belirleyici etkisini göstermiştir. Bu tür modeller, finansal performansın yalnızca işletme içi etkinlik değil, aynı zamanda sermaye piyasalarındaki yatırım kararlarının şekillenmesinde stratejik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Son olarak, literatür genelinde MAUT ve MAIRCA temelli modellerin finansal performans değerlendirmelerinde yüksek doğruluk oranı sağladığı, bu modellerin Entropi, SWARA ve CRITIC gibi objektif ağırlıklandırma yöntemleriyle bütünleştirildiğinde ise sektörel analizlerde daha güvenilir sonuçlar ürettiği görülmektedir (Pamuçar vd., 2014; Fidan, 2021; Işık, 2023). Böylece çok kriterli karar verme yaklaşımları, yalnızca performans ölçümünde değil, aynı zamanda işletmelerin stratejik yönelimlerinin belirlenmesinde de güçlü bir karar destek mekanizması olarak değerlendirilmektedir.

2. Amaç, Yöntem ve Bulgular

Bu çalışmanın amacı, hızla büyüyen ve Türkiye ekonomisine önemli katkı sağlayan çimento sektörünün finansal performansını değerlendirmektir. Çimento sektörü, sağladığı döviz girdisi ile dış ticaret açığının azaltılmasına katkıda bulunurken, geniş bir ekonomik etkileşim alanına sahiptir. Bu bağlamda, çalışma kapsamında Borsa İstanbul'da işlem gören çimento sektörüne bağlı 14 şirketin finansal performansları analiz edilmiştir. Çalışmada, ÇKKV yöntemlerinden MAUT ve MAIRCA yöntemleri kullanılmış olup, kriter ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi ağırlıklandırma yöntemi uygulanmıştır. MAUT ve MAIRCA yöntemlerinin birlikte kullanılması, analiz bulgularının tutarlılığını artırmak ve yöntemsel çapraz doğrulama sağlamayı amaçlamaktadır. MAUT yöntemi, karar alternatiflerinin fayda fonksiyonları üzerinden optimal çözümü belirlerken, MAIRCA yöntemi teorik ve gerçek tercih değerleri arasındaki sapmaları minimize etmeye dayalı bir sıralama yaklaşımı sunmaktadır. Bu iki yöntemin birlikte uygulanması, fayda temelli ve sıralama temelli değerlendirmelerin bir araya getirilerek karar sonuçlarının sağlamlığını artırmaktadır. Güncel literatürde de çok kriterli karar verme

analizlerinde birden fazla yöntemin birlikte kullanılmasının, tekil yöntemlerin yapısal sınırlılıklarını dengeleyerek sonuçların güvenilirliğini güçlendirdiği ifade edilmektedir (Więckowski vd., 2023). Bu kapsamda MAUT ve MAIRCA yöntemlerinin entegrasyonu hem metodolojik hem de ampirik olarak daha dengeli bir performans değerlendirmesi sağlamaktadır. Çalışmada, finansal göstergelerin farklı birim ve ölçekte yer alması nedeniyle karar matrisi normalizasyonuna başvurulmuştur. Özellikle negatif ya da maliyet niteliğinde kriterlerin etkisini dengelemek amacıyla Z-skor standardizasyonu uygulanmıştır. Literatürde, normalizasyon tekniğinin ÇKKV yöntemlerinin sonuç tutarlılığı ve sıralama güvenilirliği üzerinde önemli etkisi olduğuna işaret edilmektedir (Baydaş vd., 2023; Malefaki vd., 2025). Bu bağlamda Z-skor standardizasyonu yapılarak hem kriterler arası karşılaştırmayı kolaylaştırmak hem de fayda/maliyet yönelimlerini ortak ölçüğe taşımak için tercih edilmiştir. Ayrıca, finansal performans analizinde kullanılan kriterlerin ağırlık katsayılarında yapılan küçük ölçekli değişimlerin alternatiflerin sıralama sonuçları üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla duyarlılık analizi uygulanmıştır. Analiz sürecinde, 2017-2023 yıllarına ait yıllık bilanço ve gelir tabloları incelenmiş ve finansal performans değerlendirmelerinde yaygın olarak kullanılan finansal oranlardan yararlanılarak karar matrisi oluşturulmuştur. Daha sonra, Entropi yöntemiyle kriter ağırlıkları hesaplanarak objektif bir değerlendirme sağlanmıştır. Son olarak, MAUT ve MAIRCA yöntemleri kullanılarak şirketlerin 2017-2023 yılları arasındaki finansal performansları analiz edilmiş ve işletmeler finansal başarılarına göre sıralanmıştır. Çalışmada yer alan şirketlere ait hisse senedi kodları ve şirket bilgileri Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Şirket Bilgileri ve Hisse İşlem Kodları

S. No	Şirket İsmi	H. Kodu
1	Afyon Çimento Sanayi T.A.Ş.	AFYON
2	Akçansa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.	AKCNS
3	Baştaş Başkent Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.	BASCM
4	Batisöke Söke Çimento Sanayii T.A.Ş.	BSOKE
5	Batiçim Batı Anadolu Çimento Sanayii A.Ş.	BTCIM
6	Bursa Çimento Fabrikası A.Ş.	BUCIM
7	Çimsa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.	CIMSA
8	Çimbeton Hazırbeton ve Prefabrik Yapı Elemanları Sanayi ve Ticaret A.Ş.	CMBTN
9	Çimentaş İzmir Çimento Fabrikası T.A.Ş.	CMENT
10	Göltaş Göller Bölgesi Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.	GOLTS
11	Konya Çimento Sanayii A.Ş.	KONYA
12	Niğbaş Niğde Beton Sanayi ve Ticaret A.Ş.	NIBAS
13	Nuh Çimento Sanayi A.Ş.	NUHCM
14	Oyak Çimento Fabrikaları A.Ş.	OYAKC

Finansal performans değerlendirmesi yapılan 14 çimento sektörü işletmesinin performanslarını ölçmek için, literatür taraması sonucunda elde edilen veriler ve sektörde faaliyet gösteren yönetici ve akademik uzmanların görüşleri sonucunda çalışmanın amacına uygun oranlar seçilmiştir. Bu çalışmalarda, sektöre özgü literatürde en çok kullanılan kriterler tercih edilmiştir (Bozdoğan vd., 2023). Seçilen kriterler, şirketlerin 2017-2023 dönemini kapsayan finansal tablolarından elde edilen verilerle hesaplanmıştır. Kullanılan kriterlere ilişkin kodlar, hesaplamaları ve kriterlerin arzu edilen kriter nitelikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Kriterler, Kriter Hesaplama Yöntemleri ve Arzulanan Kriter Nitelikleri

Kriter Kod	Kriterler ve Hesaplama Yöntemleri	Arzulanan Kriter Niteliği
K1	Cari Oran = Dönen Varlıklar / Kısa Vadeli Yükümlülükler	Maksimum olması
K2	Nakit Oranı = (Nakit + Menkul Kıymetler) / Kısa Vadeli Yükümlülükler	Maksimum olması
K3	Finansal Kaldıraç Oranı = Toplam Borçlar / Toplam Varlıklar	Minimum olması
K4	Finansman Oranı = Özkaynaklar / Toplam Borçlar	Maksimum olması
K5	Alacak Devir Hızı = Net Satışlar / Ticari Alacaklar	Maksimum olması
K6	Aktif Devir Hızı = Net Satışlar / Aktif Toplamı	Maksimum olması
K7	Stok Devir Hızı = Satılan Malın Maliyeti / Stoklar	Maksimum olması
K8	Aktif Kârlılığı = Net Kar / Toplam Aktifler	Maksimum olması
K9	Özsermaye Kârlılığı = Net Kâr / Özkaynaklar	Maksimum olması
K10	Faaliyet Kârlılığı = Faaliyet Kârı / Net Satışlar	Maksimum olması
K11	Net Kâr Marjı = Net Kâr / Net Satışlar	Maksimum olması

Çalışmada veri seti olarak Borsa İstanbul çimento sektöründe yer alan şirketlerin finansal tabloları kullanılmıştır. İlgili sektör ve alt sektörlerinde faaliyet gösteren 14 şirketin 2017-2023 yılları arasında beş yıllık finansal tablolara Kamu Aydınlatma Platformu (KAP) üzerinden ulaşılmıştır.

2.1. Entropi Kriter Ağırlıklandırma

Aşağıda Entropi kriter ağırlıklandırma adımları verilmiştir;

a) Karar matrisi aşağıdaki gibi normalize edilir. Burada i'ler alternatif ve j'ler kriter olmak üzere;

$$r_{ij} = \text{normalize edilmiş değerler}$$

$$X_{ij} = i.\text{alternatifin } j.\text{kriter için fayda değerleri}$$

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

$$r_{ij} = \min X_{ij} / X_{ij} \quad (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n), \min_{ij} \neq 0 \quad (2)$$

Kriterlerin her birinin standardize edilme işleminden sonra hesaplanan değerler,

$$R = [r_{ij}]_{m \times n} \text{ matrisinde gösterilir.}$$

b) Her bir kriterin Entropisini hesaplamak amacıyla aşağıdaki eşitlikler kullanılır.

$$e_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^m f_{ij} \ln f_{ij}}{-\ln(m)} \quad (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n) \quad (3)$$

Bu eşitlikte yer alan f_{ij} değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$f_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \quad (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n) \quad (4)$$

Bazı durumlarda hesaplanan (f_{ij}) değerlerinin hepsi aynı bulunabilir. Bu durumda her bir kriterin Entropi değerinin en yüksek seviyeye ulaşılmış olduğu anlaşılr.

c) Her bir kriter için Entropi ağırlığı eşitlik (5) ile hesaplanır.

$$W_j = \frac{1 - e_j}{n - \sum_{j=1}^m e_j} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (5)$$

Burada tüm W_j 'lerin toplamı 1'dir. Yani;

$$\sum_{j=1}^m W_j = 1 \text{ dir.} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (6)$$

Entropi ağırlığı yararlı bilginin derecesini gösterdiğinden daha büyük Entropi ağırlığına sahip kriterin karar verme açısından daha önemli olduğu sonucuna varılmaktadır (Shannon, 1948; Ecer, 2020; Chen vd., 2023).

2.2. MAUT Yöntemi (Multi-Attribute Utility Theory- Çok Nitelikli Fayda Teorisi)

MAUT, çok kriterli karar problemlerinin çözümünde kullanılan sistematik bir yöntem olup, karar alternatifleri arasında en yüksek toplam faydayı sağlayan seçeneği belirlemeye yönelik olarak geliştirilmiştir (Song vd., 2024). Bu yöntem, karar sürecinde olası her bir sonuca ait fayda değerini belirleyerek, alternatifler arasında nicel bir karşılaştırma yapılmasına olanak tanır. Böylece karar verici, çok sayıda niteliksel ve niceliksel kriter içeren karmaşık bir problemi daha sade ve tarafsız bir hiyerarşi içerisinde değerlendirebilir. MAUT

yöntemi, özellikle nitel kriterlerin sayısallaştırılarak analize dâhil edilebilmesi açısından esnek ve uygulanabilir bir yapıya sahiptir. Yöntemin kuramsal temeli, Neumann ve Morgenstern'in (1947) ortaya koyduğu beklenen fayda teorisine dayanmaktadır. Bu yaklaşım, daha sonra Keeney ve Raiffa (1993) tarafından sistematikleştirilmiş ve çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmeye devam etmiştir. MAUT'un temel amacı, karar vericinin tercihlerini temsil eden bir fayda fonksiyonu aracılığıyla her bir alternatifi toplam fayda düzeyini hesaplayabilmektir. Bu fonksiyon yardımıyla, karar problemi çerçevesinde en rasyonel tercihi gerçekleştirmek mümkün hâle gelir. MAUT yönteminin uygulanmasında, kriterlerin belirlenmesinden alternatiflerin fayda düzeylerinin hesaplanmasına kadar bir dizi aşama izlenmekte olup, bu adımlar izleyen bölümde ayrıntılı biçimde sunulmaktadır (Keeney ve Raiffa, 1993; Ecer, 2020; Yudhistira vd., 2024).

MAUT Yöntemi Uygulama Adımları;

Adım-1: Kriter ve Alternatiflerin Belirlenmesi: Karar problemini oluşturan finansal kriterler ve bu kriterlere göre değerlendirilecek alternatif şirketler belirlenir.

Adım-2: Ağırlık Değerlerinin Belirlenmesi: Bu adımda her bir kriterin karar sürecindeki önem düzeyini belirlemek amacıyla ağırlık değerleri hesaplanır. Bu çalışmada, nesnel değerlendirme sunması nedeniyle Entropi yöntemi tercih edilmiştir (Van Dua vd., 2024). Bu yöntem, veriye dayalı hesaplamalarla kriter ağırlıklarını belirleyerek, öznel değerlendirmelerin etkisini azaltır (Yıldırım vd., 2018). Entropi kriter ağırlıklandırma kriter ağırlıkları toplamı (W_j) ile gösterilir. Tüm W_j değerlerinin toplamı 1'e eşit olmalıdır.

$$\sum_{j=1}^m W_j = 1 \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (7)$$

Entropi kriter ağırlıklandırma adımları eşitlik (1), (2), (3), (4), (5) ve (6)'da verilmiştir.

Adım-3: Karar Matrisinin Belirlenmesi: Bu aşamada, alternatif şirketlerin belirlenen kriterlere göre finansal performans değerleri, eşitlik (1)'de gösterilen karar matrisine yerleştirilir. Karar matrisinde X_{ij} , i 'nci alternatifi j 'nci kriter gere performans değerini; (m) alternatif sayısını, (n) ise kriter sayısını ifade etmektedir.

$$R = \begin{vmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{vmatrix} \quad i=1,2,3,\dots,m \quad \text{ve } j=1,2,3,\dots,n \quad (8)$$

Adım-4: Normalize Edilmiş Fayda Değerlerinin Hesaplanması: Bu uygulama adımında kriter değerleri, lineer maksimum-minimum yöntemiyle standartlaştırılır. Fayda yönlü kriterlerde yüksek değerler, maliyet yönlü kriterlerde ise düşük değerler tercih edilir. Normalizasyon işleminde aşağıdaki eşitlikler kullanılır.

Fayda değerleri için;

$$U_i(X_i) = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad i=1,2,3,\dots,m \quad \text{ve } j=1,2,3,\dots,n \quad (9)$$

veya minimize edilmek istenen değerler için;

$$U_i(X_i) = \frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad i=1,2,3,\dots,m \quad \text{ve } j=1,2,3,\dots,n \quad (10)$$

Bu eşitlikte kullanılan terimlerin anlamları şu şekildedir;

$\min X_i$ = Alternatif için en düşük değer olmak üzere

$\max X_i$ = Alternatif için en büyük değer olmak üzere

$U_i(X_i)$ = normalize fayda değerleri olmak üzere

X_i = Hesaplama satırındaki mevcut fayda değeri olmak üzere

Adım-5: Toplam Fayda Değerinin Hesaplanması: Normalize edilen her kriterin değeri, ilgili kriterin ağırlığı ile çarpılır. Elde edilen toplam fayda değerleri, her alternatif için birleştirilerek sıralama yapılır. Fayda değerleri eşitlik (11) ile hesaplanır.

$$U_X = \sum_{i=1}^m U_i(X_i) * W_j \quad (11)$$

Bu eşitlikte kullanılan terimler;

$$U_x : \text{Alternatifin fayda değeri,}$$

$$U_i (X_i) : \text{Her kriter ve alternatif için normalize fayda değerleri}$$

$$W_j : \text{Ağırlık değerleri}$$

Adım-6: Alternatiflerin Sıralanması: Toplam fayda değeri en yüksek olan alternatif, en iyi performansı sergileyen şirket olarak kabul edilir. Alternatifler bu değere göre sıralanır (Kenger ve Organ, 2017; Atan ve Altan, 2020).

2.3. MAIRCA Yöntemi (Multi-Attributive Ideal-Real Comparative Analysis / Çok Ölçütlü İdeal-Gerçek Karşılaştırma Analizi Yöntemi)

MAIRCA Yöntemi, ÇKKV alanına 2014 yılında Pamučar, Vasin ve Lukovac tarafından kazandırılmıştır. Bu yöntem, karar sürecinde teorik olarak ideal kabul edilen çözüm ile uygulama sonucunda elde edilen gerçek çözüm arasındaki farkın belirlenmesi esasına dayanmaktadır. MAIRCA'nın temel varsayımı, teorik ve gerçek değerler arasındaki farkın en düşük olduğu alternatifin en çok tercih edilmesi gereken alternatif olduğudur (Pamuçar vd., 2014; Haq vd., 2023).

Yöntemin temel işleyişi, karar sürecinin sonunda tüm alternatiflerin bu fark temelinde sıralanmasına dayanır. Başka bir deyişle, teorik beklentiye en yakın performansı gösteren ve farkı minimum olan alternatif, en uygun seçenek olarak değerlendirilir. MAIRCA'nın başlangıç aşamasında, karar verici öznelliğinden arındırılmış bir yapı benimsenerek tüm alternatiflere eşit olasılık tanınır. Uygulama süreci ilerledikçe, kriterlere dayalı analiz yoluyla alternatifler arasında ayırım yapılabilir hâle gelir. Bu şekilde, tarafsız bir başlangıç yaklaşımı, yapay müdahaleye gerek kalmadan veriye dayalı sıralamaya dönüşür (Ayçin ve Orçun, 2019; Chakraborty vd., 2023). Mevcut literatürde yapılan karşılaştırmalı çalışmalar, MAIRCA yönteminin yaygın kullanılan ÇKKV yöntemlerine kıyasla daha tutarlı sonuçlar sunduğunu ortaya koymaktadır (Öztaş ve Öztaş, 2024). Bu üstünlüğün temel nedeni, yöntemin standartlaştırma sürecinde lineer normalizasyon tekniğini kullanmasıdır. Söz konusu normalizasyon yöntemi, verilerin karşılaştırılabilirliğini artırarak analizde güvenilirliği yükseltmektedir. Ayrıca MAIRCA, diğer çok kriterli yöntemlerle birlikte hibrit yaklaşımlarda da kullanılabilecek esnekliğe sahiptir. Yöntem, nicel kriterlerin yanı sıra nitel kriterlerin de değerlendirilmesine olanak tanır. Ancak, nitel kriterlerin değerlendirmeye dâhil edilebilmesi için öncelikle sayısal formata dönüştürülmeleri gerekmektedir (Yazgan ve Agamyradova, 2021). MAIRCA yönteminin uygulanmasına yönelik sistematik adımlar bir sonraki bölümde ayrıntılı şekilde sunulmaktadır.

MAIRCA Yöntemi Uygulama Adımları;

Adım-1: Karar Matrisinin Oluşturulması: Alternatiflerin her bir kriter açısından sayısal performans değerleri karar matrisine yerleştirilir. Bu adım eşitlik (12)'de gösterilmiştir.

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} \dots & X_{2n} \\ X_{m1} & X_{m2} \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad \text{ve } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (12)$$

Adım-2: Alternatiflerin Tercih Değerlerinin Hesaplanması: Karar vericinin tüm alternatifleri eşit olasılıkla seçeceği varsayımıyla her alternatif için eşit tercih değeri atanır. Alternatif sayısı (m) olmak üzere, alternatiflerden birinin tercih edilme olasılığı eşitlik (13)'teki gibi ifade edilir.

$$PA_i = \frac{1}{m}; \quad \sum_{i=1}^m PA_i = 1 \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (13)$$

Burada karar vericinin tarafsız olduğu varsayıldığı dikkate alınarak tüm alternatiflerin seçilme olasılığı eşittir. Yani;

$$PA_1 = PA_2 = PA_3, \dots = PA_m = \frac{1}{m} \quad (14)$$

Adım-3: Teorik Değerlendirme Matrisinin Elde Edilmesi: Her alternatifin tercih değeri, kriter ağırlıklarıyla çarpılarak teorik değerlendirme matrisi elde edilir. Yani; (n) toplam kriter sayısı, (m) ise toplam alternatif sayısı olmak üzere, aşağıda eşitlik (15)'teki gibi alternatiflerin tercih değerleri (PA_i) ile kriter ağırlıklarının (W_j) çarpılması ile teorik değerlendirme matrisi (T_p) bulunur.

$$T_p = W_j * \begin{bmatrix} P_{A11} & P_{A12} \dots & P_{A1n} \\ P_{A21} & P_{A22} \dots & P_{A2n} \\ P_{Am1} & P_{Am2} \dots & P_{Amn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} PA_1.W_1 & PA_1.W_2 \dots & PA_1.W_n \\ PA_2.W_1 & PA_2.W_2 \dots & PA_2.W_n \\ PA_m.W_1 & PA_m.W_2 \dots & PA_m.W_n \end{bmatrix} \quad (15)$$

Adım-4: Gerçek Değerlendirme Matrisinin Hesaplanması: Karar matrisindeki değerler normalize edilerek standartlaştırma yapılır. Elde edilen standart matris ile teorik değer matrisi çarpılarak gerçek değer matrisi oluşturulur. Standartlaştırma matrisinin hesaplanması aşağıdaki şekildedir:

Fayda değerleri için;

$$\frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad i=1,2,3,\dots,m \quad \text{ve } j=1,2,3,\dots,n \quad (16)$$

veya maliyet değerleri için;

$$\frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad i=1,2,3,\dots,m \quad \text{ve } j=1,2,3,\dots,n \quad (17)$$

Bu eşitlikte kullanılan terimlerin anlamları aşağıda yer almaktadır:

$\min X_{ij}$ = Alternatif için en düşük değer olmak üzere

$\max X_{ij}$ = Alternatif için en büyük değer olmak üzere

(T_{rij}) = Her kriter ve alternatif için normalize fayda değerleri olmak üzere

$$T_r = \begin{bmatrix} T_{r11} & T_{r12} & \dots & T_{r1n} \\ T_{r21} & T_{r22} & \dots & T_{r2n} \\ T_{rm1} & T_{rm2} & \dots & T_{rmn} \end{bmatrix} \quad (18)$$

Adım-5: Total Gap (Boşluk) Matrisinin Elde Edilmesi: Teorik değer matrisi (T_p) ile gerçek değer matrisi (T_r) arasındaki fark alınarak eşitlik (19)'daki total gap matrisi bulunur.

$$Q_{ij} = T_p - T_r = \begin{bmatrix} T_{p11} - T_{r11} & T_{p12} - T_{r12} & \dots & T_{p1n} - T_{r1n} \\ T_{p21} - T_{r21} & T_{p22} - T_{r22} & \dots & T_{p2n} - T_{r2n} \\ T_{pm1} - T_{rm1} & T_{pm2} - T_{rm2} & \dots & T_{pmn} - T_{rmn} \end{bmatrix} \quad (19)$$

Adım-6: Kriter Fonksiyonunun Hesaplanması ve Sıralamaların Oluşturulması: Bu işlem adımı eşitlik (20)'de verilmiştir.

$$Q_i = \sum_{j=1}^n Q_{ij} \quad i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n \quad (20)$$

Alternatifler için elde edilen fark değerleri toplanarak kriter fonksiyonu (Q_i) elde edilir. (Q_i) değeri en düşük olan alternatif, en iyi alternatif olarak kabul edilir (Yazgan ve Agamyrdova, 2021; Chakraborty vd., 2023; Ecer, 2020).

3. Bulgular

Analiz sürecinde, Borsa İstanbul'da çimento sektörlerinde faaliyet gösteren 14 şirketin finansal performansları değerlendirilmiştir. Bu amaçla, önceden belirlenen finansal oranlar doğrultusunda ilgili kriterler hesaplanmış ve bu

kriterler doğrultusunda karar matrisleri oluşturulmuştur. Ardından, ÇKKV tekniklerinden MAUT ve MAIRCA yöntemleri uygulanarak performans analizine geçilmiştir. Kriterlerin göreceli önem düzeyleri, nesnel ağırlıklandırma sağlayan Entropi yöntemiyle belirlenmiş ve 11 kriterin ağırlık katsayıları hesaplanmıştır. Uygulamanın son aşamasında, Entropi temelli ağırlıklar kullanılarak MAUT ve MAIRCA yöntemleriyle firmaların 2017–2023 yılları arasındaki yedi yıllık dönem boyunca yıllık bazda performans sıralamaları yapılmıştır.

Ancak analiz sürecinde, bazı şirketlerin belirli yıllara ait finansal verilerinde negatif kârlılık oranları ve negatif finansal oranlar tespit edilmiştir. Bu tür negatif değerlerin analiz sonuçlarını bozmasını engellemek amacıyla, karar matrisleri oluşturulmadan önce ilgili veriler pozitif değerlere dönüştürülmüştür. Bu dönüşümde, literatürde önerilen ve negatif değerlerin standardizasyonunda sıklıkla kullanılan Z-skor normalizasyon yöntemi uygulanmıştır (Zhang vd., 2014). Böylece analiz yöntemlerinin doğruluğu korunarak, performans değerlendirmeleri sağlıklı biçimde gerçekleştirilmiştir (Kırhasanoğlu ve Özdemir, 2022). Z-skor standardizasyon yöntemi adımları aşağıda sunulmuştur.

a) Yöntemin ilk adımında karar matrisi elemanları eşitlik (21) kullanılarak dönüştürülür.

$$x_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j} \quad (21)$$

Burada x_{ij} , i. alternatifin j. kritere göre standartlaştırılmış değerini, X_{ij} orijinal veriyi, $\bar{X}_j$ ve S_j ise j. kriterinin sırasıyla ortalama ve standart sapma değerlerini göstermektedir.

b) Daha sonra eşitlik (22) yardımıyla veriler pozitif değerlere dönüştürülür.

$$X'_{ij} = x_{ij} + A \quad A > \left| \min x_{ij} \right| \quad (22)$$

X'_{ij} dönüşümden sonraki standart değeri temsil etmektedir. $X'_{ij} > 0$ (A) değişkeninin belirlenmesinde, $(\min x_{ij})$ 'ye yakınlık önemlidir. (A), $(\min x_{ij})$ 'ye ne kadar yakın değer seçilirse, değerlendirme sonucu o ölçüde anlamlı sonuç verecektir (Zhang vd., 2014; Uygurtürk ve Yetik, 2022).

3.1. MAUT Yöntemiyle Elde Edilen Bulgular

Çalışmada, uygulanan çok kriterli karar verme yöntemlerinden daha sağlıklı ve nesnel sonuçlar elde edilebilmesi amacıyla öncelikle Entropi ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Analiz sürecine ilişkin işlem adımlarının ve yöntemsel uygulamanın daha somut şekilde

anlaşılabilmesi için, örnek olarak 2017 yılına ait çimento sektörüne ilişkin analiz süreci ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Bu yıla ilişkin uygulama adımları ve bu adımlar sonucunda elde edilen çıktılar, analiz sırasına uygun olarak izleyen sayfalarda yer alan tablolarda sunulmuştur. Performans değerlendirmesi kapsamında, diğer altı yıla (2018–2023) ilişkin analizler de aynı yöntemsel aşamalar izlenerek gerçekleştirilmiş ve karşılaştırmalı veriler elde edilmiştir.

Adım-1: Kriter ve Alternatiflerin Belirlenmesi: Karar verme problemine temel oluşturan finansal kriterler ile bu kriterler doğrultusunda değerlendirmeye tabi tutulan alternatif firmalar bu aşamada belirlenmiştir. Belirlenen kriter ve alternatiflere ilişkin veriler, çalışmanın önceki bölümünde sunulan Tablo 1 ve Tablo 2’de ayrıntılı şekilde yer almaktadır.

Adım-2: Karar Matrisinin Oluşturulması: Karar matrisinin sütunlarında finansal performansın hesaplanmasında kriter olarak kullanılan finansal oranlar, satırlarında ise alternatifleri ifade eden BIST çimento sektörü ve alt sektörlerinde yer alan 14 şirketten oluşan alternatifler yer almaktadır. Karar matrisinde bulunan kriterlerden 10 tanesi (K1, K2, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10 ve K11) fayda yönlü iken, yalnızca bir tanesi (K3) maliyet yönlüdür. 2017 yılı için oluşturulan çimento sektörü karar matrisi Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Çimento Sektörü Şirketleri İçin 2017 Yılı Karar Matrisi

	Mak	Mak	Min	Mak	Mak	Mak	Mak	Mak	Mak	Mak	Mak
Şrkt. /K.Kod	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
AFYON	0,560	0,190	71,000	0,543	3,910	0,240	13,650	7,840	26,760	0,136	32,120
AKCNS	1,000	0,070	42,130	1,052	3,430	0,810	7,810	7,910	12,860	0,155	9,790
BASCM	1,420	0,190	30,400	2,348	4,120	0,830	6,340	6,840	9,300	0,055	8,240
BSOKE	0,640	0,060	59,470	0,606	3,030	0,150	4,790	-3,650	-9,670	0,142	-23,550
BTCIM	0,890	0,150	55,900	0,695	3,130	0,370	9,620	-0,630	-1,670	0,195	-1,720
BUCIM	2,070	0,240	35,960	3,356	3,670	1,180	5,070	9,090	17,090	0,175	7,720
CIMSA	0,800	0,170	56,130	0,714	3,500	0,520	6,770	7,900	17,940	0,188	15,320
CMBTN	1,040	0,160	66,700	0,681	3,340	1,760	65,670	0,760	2,110	-0,030	0,430
CMEN	1,700	0,200	24,970	2,436	3,560	0,570	6,240	2,060	3,140	-0,091	3,640
GOLTS	1,290	0,010	60,290	0,562	2,690	0,510	4,030	1,190	3,130	0,173	2,330
KONYA	3,290	1,180	19,740	3,983	4,170	0,800	4,400	9,970	12,290	0,083	12,410
NIBAS	0,740	0,090	51,730	3,700	4,140	0,520	7,060	-6,200	-11,790	-0,104	-11,900
NUHCM	1,690	0,370	35,720	1,427	2,950	0,630	6,230	9,360	13,410	0,185	14,950
OYAKC	2,810	0,700	18,800	1,422	3,460	0,660	3,970	16,840	20,120	0,160	25,620
Ort. ($\bar{X}_j$)	1,424	0,270	44,924	1,680	3,507	0,682	10,832	4,949	8,216	0,101	6,814
Std. Sap. (S_j)	0,823	0,312	17,526	1,251	0,463	0,405	15,989	6,214	11,204	0,104	14,119

Tablo 3 incelendiğinde analizde kullanılacak ham finansal oranları 2017 yılı için 14 çimento şirketi ve 11 kriter (K1–K11) bazında bir araya getiren karar matrisidir. Bu tabloda kriterlerin fayda/maliyet yönleri de belirtilmiştir; özellikle K3 (Finansal Kaldıraç Oranı) çalışmadaki tek maliyet yönü kriterdir.

Karar matrisinde negatif değerlerin olması nedeniyle yukarıda eşitlik (15) ve eşitlik (16)'da belirtilen Z-skor standardizasyon yöntemiyle karar matrisi düzeltilmiş olup Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Çimento Sektörü Şirketleri İçin 2017 Yılı Düzeltilmiş Karar Matrisi

Şrkt./K.Kod	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
AFYON	0,001	0,579	2,980	0,001	2,634	0,223	0,606	2,260	3,442	2,295	3,944
AKCNS	0,535	0,194	1,332	0,408	1,598	1,629	0,241	2,272	2,201	2,480	2,362
BASCM	1,045	0,579	0,663	1,444	3,087	1,679	0,149	2,099	1,883	1,517	2,253
BSOKE	0,098	0,161	2,322	0,051	0,735	0,001	0,052	0,411	0,190	2,358	0,001
BTCIM	0,402	0,450	2,118	0,123	0,951	0,544	0,354	0,897	0,904	2,859	1,547
BUCIM	1,835	0,739	0,980	2,250	2,116	2,542	0,070	2,461	2,579	2,666	2,216
CIMSA	0,292	0,514	2,131	0,138	1,749	0,914	0,176	2,270	2,654	2,790	2,754
CMBTN	0,584	0,482	2,734	0,111	1,404	3,973	3,860	1,121	1,242	0,704	1,699
CMENT	1,385	0,611	0,353	1,514	1,879	1,037	0,143	1,330	1,334	0,122	1,927
GOLTS	0,887	0,001	2,368	0,016	0,001	0,889	0,005	1,190	1,333	2,648	1,834
KONYA	3,316	3,756	0,055	2,752	3,195	1,605	0,028	2,603	2,150	1,786	2,548
NIBAS	0,220	0,258	1,880	2,525	3,130	0,914	0,194	0,001	0,001	0,001	0,826
NUHCM	1,373	1,156	0,966	0,708	0,562	1,185	0,142	2,505	2,250	2,768	2,728
OYAKC	2,733	2,215	0,001	0,704	1,663	1,259	0,001	3,709	2,849	2,525	3,483

Tablo 4, 2017 yılına ait ham finansal oranların öncelikle Z-skor standardizasyonu (eşitlik 21) ile normalize edilmesi ve ardından tüm değerlerin pozitif ölçeğe taşınması (eşitlik 22) sonucunda elde edilen düzeltilmiş karar matrisini göstermektedir. Bu çift aşamalı dönüşüm, farklı ölçek ve işaretlere sahip verilerin karşılaştırılabilir hâle getirilmesini sağlamış, negatif değerlerin analize dâhil edilmesi sürecinde ortaya çıkabilecek yöntemsel sorunların önüne geçmiştir. Düzeltilmiş karar matrisi, sonraki aşamada Entropi yöntemiyle kriter ağırlıklarının belirlenmesi, MAUT ve MAIRCA ile nihai performans sıralamalarının yapılması için önem arz etmektedir. Böylelikle, elde edilen sıralamaların hem istatistiksel hem de yöntemsel açıdan güvenilirliği artırılmıştır.

Adım-3: Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması: Bu adımda alternatiflerin doğru bir şekilde değerlendirilmesi açısından önem arz eden ve kriter önceliklerinin belirlendiği ağırlık değerleri (W_j) hesaplanır. Tüm (W_j)

değerlerinin toplamaları 1'e eşit olmalıdır. Bu adımda kriter ağırlıkları Entropi Ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Aşağıda yer alan Tablo 5'te buna göre hesaplanan kriter ağırlıkları sunulmuştur.

Tablo 5. Entropi Yöntemine Göre Çimento Sektörü İçin 2017 Yılı Kriter Ağırlıkları

Karar Matrisi	Mak	Mak	Min	Mak	Mak	Mak	Mak	Mak	Mak	Mak	Mak	
Kod Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	Topl.
Kriter Ağırlıkları (W_j)	0,100	0,122	0,060	0,143	0,045	0,064	0,299	0,044	0,047	0,044	0,033	1
Kriter Önem Sırası	4	3	6	2	8	5	1	9	7	10	11	

Tablo 5'e göre 2017 yılı itibarıyla çimento sektöründe en yüksek ağırlığa sahip kriterlerin sırasıyla K7 (Stok Devir Hızı), K4 (Finansman Oranı) ve K2 (Nakit Oranı) olduğu görülmektedir. Öte yandan en düşük ağırlıkların sırasıyla K11 (Net Kâr Marjı), K10 (Faaliyet Kârlılığı) ve K8 (Aktif Kârlılığı) üzerinde toplanması, kârlılık oranlarının bu dönemde firmalar arası ayrıştırma gücünün zayıf olduğunu göstermektedir. Bu durum, sonraki aşamalarda 2017 yılı için MAUT ve MAIRCA yöntemleri ile yapılacak performans sıralamalarında kriterlerin göreceli önemlerini yansıtan temel katsayılar olarak kullanılmış ve nihai karar modelinin doğruluğunu güçlendirmiştir.

Adım-4: Normalize Edilmiş Fayda Değerlerinin Hesaplanması: Bu uygulama adımında atanan değerler yerleştirildikten sonra lineer maksimum-minimum yöntemiyle normalizasyon işlemi yapılır. Aşağıda görünmekte olan Tablo 6'da hesaplanan normalize fayda değerleri sunulmuştur.

Tablo 6. MAUT Yöntemine Göre 2017 Yılı Normalize Karar Matrisi

Şrkt./K.Kod	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
AFYON	0,000	0,154	0,000	0,000	0,824	0,056	0,157	0,609	1,000	0,803	1,000
AKCNS	0,161	0,051	0,553	0,148	0,500	0,410	0,062	0,612	0,639	0,868	0,599
BASCM	0,315	0,154	0,778	0,525	0,966	0,422	0,038	0,566	0,547	0,531	0,571
BSOKE	0,029	0,043	0,221	0,018	0,230	0,000	0,013	0,111	0,055	0,825	0,000
BTCIM	0,121	0,120	0,289	0,044	0,297	0,137	0,092	0,242	0,263	1,000	0,392
BUCIM	0,553	0,197	0,671	0,818	0,662	0,640	0,018	0,664	0,749	0,933	0,562
CIMSA	0,088	0,137	0,285	0,050	0,547	0,230	0,045	0,612	0,771	0,976	0,698
CMBTN	0,176	0,128	0,082	0,040	0,439	1,000	1,000	0,302	0,361	0,246	0,431
CMENT	0,418	0,162	0,882	0,550	0,588	0,261	0,037	0,359	0,387	0,042	0,488

GOLTS	0,267	0,000	0,205	0,006	0,000	0,224	0,001	0,321	0,387	0,926	0,465
KONYA	1,000	1,000	0,982	1,000	1,000	0,404	0,007	0,702	0,625	0,625	0,646
NIBAS	0,066	0,068	0,369	0,918	0,980	0,230	0,050	0,000	0,000	0,000	0,209
NUHCM	0,414	0,308	0,676	0,257	0,176	0,298	0,037	0,675	0,654	0,968	0,692
OYAKC	0,824	0,590	1,000	0,256	0,520	0,317	0,000	1,000	0,828	0,883	0,883

Tablo 6, Entropi yöntemiyle belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak 2017 yılına ait MAUT yöntemine göre normalize edilmiş karar matrisini göstermektedir. Normalize karar matrisi ile sonraki aşamada toplam fayda değerlerinin hesaplanmasına olanak sağlamaktadır.

Adım-5: Toplam Fayda Değerinin Hesaplanması: Standartlaştırma veya diğer bir deyişle normalizasyon işlemi yapıldıktan sonra toplam fayda değerlerinin (U_x) hesaplanması işlemi yapılır. Bu aşamalar uygulanarak hesaplanan toplam fayda değerleri Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. MAUT Yöntemine Göre 2017 Yılı Toplam Fayda Değerleri

Şrkt./K. Kod	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	U_x
AFYON	0,000	0,019	0,000	0,000	0,037	0,004	0,047	0,027	0,047	0,035	0,033	0,248
AKCNS	0,016	0,006	0,033	0,021	0,022	0,026	0,019	0,027	0,030	0,038	0,019	0,259
BASCM	0,031	0,019	0,047	0,075	0,043	0,027	0,011	0,025	0,026	0,023	0,019	0,346
BSOKE	0,003	0,005	0,013	0,003	0,010	0,000	0,004	0,005	0,003	0,036	0,000	0,082
BTCIM	0,012	0,015	0,017	0,006	0,013	0,009	0,027	0,011	0,012	0,044	0,013	0,180
BUCIM	0,055	0,024	0,040	0,117	0,030	0,041	0,005	0,029	0,035	0,041	0,018	0,436
CIMSA	0,009	0,017	0,017	0,007	0,024	0,015	0,014	0,027	0,036	0,043	0,023	0,231
CMBTN	0,018	0,016	0,005	0,006	0,020	0,064	0,299	0,013	0,017	0,011	0,014	0,482
CMENT	0,042	0,020	0,053	0,079	0,026	0,017	0,011	0,016	0,018	0,002	0,016	0,299
GOLTS	0,027	0,000	0,012	0,001	0,000	0,014	0,000	0,014	0,018	0,041	0,015	0,143
KONYA	0,100	0,122	0,059	0,143	0,045	0,026	0,002	0,031	0,029	0,028	0,021	0,605
NIBAS	0,007	0,008	0,022	0,131	0,044	0,015	0,015	0,000	0,000	0,000	0,007	0,249
NUHCM	0,041	0,038	0,041	0,037	0,008	0,019	0,011	0,030	0,031	0,043	0,022	0,320
OYAKC	0,082	0,072	0,060	0,037	0,023	0,020	0,000	0,044	0,039	0,039	0,029	0,445

Tablo 7’de, MAUT yönteminin beşinci adımı olan toplam fayda değerlerinin (U_x) hesaplanmasına ilişkin sonuçlar sunulmaktadır. Bu adım, normalizasyon işlemiyle ölçekleri birbiriyle karşılaştırılabilir hâle getirilen kriterlerin her biri için elde edilen fayda değerlerinin birleştirilmesini amaçlamaktadır. Böylece her alternatifin, tüm kriterler altında sağladığı toplam faydanın nicel bir göstergesi

elde edilmiştir. Bu hesaplama, farklı kriterlerin karar verici açısından taşıdığı ağırlıkları dikkate alarak alternatiflerin genel fayda düzeyini ortaya koymaktadır. Bu aşama, MAUT modelinin temel çıktılarından biri olup sonraki adımda yapılacak sıralama işlemi için doğrudan girdi oluşturmaktadır. Tablo 7’de raporlanan toplam fayda değerleri, her bir alternatifin genel performans potansiyelini temsil eder; ancak tek başına bir karar göstergesi değildir. Bu nedenle, bu sonuçlar bir sonraki adımda gerçekleştirilen sıralama analizinde kullanılacak olup, MAUT yönteminin bütüncül karar yapısının matematiksel temelini oluşturur.

Adım-6: Alternatiflerin Sıralanması: Kriterlerin toplam fayda değerlerinin toplamı alınır ve sıralama yapılır. Toplam fayda değeri en yüksek olan alternatif en çok fayda sağlayan alternatif olarak seçilir ve buna göre sıralama oluşturulur. Tablo 8’de 2017 yılı için MAUT yöntemine göre alternatiflerin sıralaması sunulmuştur.

Tablo 8. MAUT Yöntemine Göre 2017 Yılı Şirket Performans Sıralaması

Toplam Fayda Değerleri (U _x)	Sırası	Adı
0,605	1	KONYA
0,482	2	CMBTN
0,445	3	OYAKC
0,436	4	BUCIM
0,346	5	BASCM
0,320	6	NUHCM
0,299	7	CMENT
0,259	8	AKCNS
0,249	9	NIBAS
0,248	10	AFYON
0,231	11	CIMSA
0,180	12	BTCIM
0,143	13	GOLTS
0,082	14	BSOKE

Tablo 8’de, MAUT analizinin altıncı ve son adımı olan alternatiflerin sıralanmasına ilişkin sonuçlar sunulmaktadır. Bu aşamada, Tablo 7’de elde edilen toplam fayda değerleri (U_x) kullanılarak her bir firmanın göreceli performansı belirlenmiştir. Toplam fayda değeri en yüksek olan alternatif, tüm kriterler dikkate alındığında en fazla fayda sağlayan ve dolayısıyla finansal açıdan en güçlü

performansı sergileyen firma olarak değerlendirilmiştir. Bu sıralama, firmalar arasındaki farklılıkların hangi ölçüde belirginleştiğini ve karar modelinin kriter bazlı etkilerini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, MAUT yönteminin analiz sürecini tamamlayarak çimento sektöründeki firmalar arasında 2017 yılı itibarıyla genel finansal performans sıralamasını ortaya koymaktadır. Buna göre belirlenen ve kullanılan kriterler eşliğinde MAUT yöntemiyle 2017 yılı için yapılan performans değerlendirmesi sonucuna bakıldığında ilk üç sırada yer alan şirketlerin KONYA, CMBTN ve OYAKC olduğu görülürken en düşük performans sonucu elde edilen üç şirketin ise BTCİM, GOLTS ve BSOKE olduğu tespit edilmiştir.

Benzer şekilde MAUT yöntemine göre hesaplamalar yapılarak 2017-2023 yılları arasında BIST çimento sektörü finansal performansları Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9. MAUT Yöntemine Göre 2017-2023 Yılları Arası Şirketlerin Performans Sıralaması

	2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023	
	Ux	S.No	Ux	S.No	Ux	S.No	Ux	S.No	Ux	S.No	Ux	S.No	Ux	S.No
AFYON	0,248	10	0,163	13	0,125	13	0,289	7	0,192	7	0,276	7	0,406	3
AKCNS	0,259	8	0,341	9	0,293	8	0,292	6	0,157	9	0,235	8	0,251	10
BASCM	0,346	5	0,394	6	0,311	7	0,202	11	0,120	12	0,149	12	0,267	7
BSOKE	0,082	14	0,122	14	0,047	14	0,078	14	0,354	3	0,080	14	0,131	14
BTCİM	0,180	12	0,194	11	0,132	12	0,145	13	0,088	14	0,165	11	0,171	13
BUCİM	0,436	4	0,566	2	0,506	3	0,489	3	0,415	1	0,399	2	0,391	4
CİMSA	0,231	11	0,242	10	0,207	10	0,255	9	0,188	8	0,314	5	0,190	12
CMBTN	0,482	2	0,521	3	0,584	1	0,512	1	0,362	2	0,471	1	0,504	1
CMET	0,299	7	0,366	7	0,286	9	0,207	10	0,151	10	0,198	10	0,210	11
GOLTS	0,143	13	0,185	12	0,187	11	0,188	12	0,105	13	0,201	9	0,331	5
KONYA	0,605	1	0,663	1	0,516	2	0,388	4	0,193	6	0,125	13	0,263	8
NİBAS	0,249	9	0,474	4	0,394	4	0,261	8	0,217	5	0,296	6	0,259	9
NUHCM	0,320	6	0,404	5	0,392	5	0,497	2	0,281	4	0,363	4	0,327	6
OYAKC	0,445	3	0,350	8	0,321	6	0,311	5	0,141	11	0,369	3	0,411	2

Tablo 9, 2017–2023 yılları arasında Borsa İstanbul'da işlem gören 14 çimento şirketinin MAUT yöntemiyle elde edilen yıllık toplam fayda değerleri (Ux) ve buna bağlı sıralamalarını sunmaktadır. Veriler, dönem boyunca sektör içi rekabet dengesinin hem süreklilik hem de dalgalanmalar içerdiğini göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre KONYA performans sıralamasında, 2017 ve 2018'de (Ux=0,605; Ux=0,663) değerleri ile ilk sırada yer alırken,

2019'da ikinci sırada, 2020'de dördüncü sırada, 2022'de ise 13'üncü sıralamada yer alarak belirgin bir performans kaybı yaşadığı görülmektedir. Buna karşın CMBTN, 2019, 2020, 2022 ve 2023'te ($U_x=0,584; 0,512; 0,471; 0,504$) ilk sırada yer alırken ve tüm yıllarda ilk üç sırada yer alarak en istikrarlı yüksek performans gösteren şirket olduğu görülmektedir. Alt sıralarda ise BSOKE, yalnızca 2021 ($U_x=0,354$) yılı haricinde tüm yıllarda son sırada yer aldığı görülmektedir. BTCIM ve GOLTS da çoğu yılda alt sıralarda yer aldığı görülmektedir. Genel olarak MAUT yöntemi sonuçları sektörde, belirlenen kriterlerle elde edilen finansal performans sıralamasının ilk ve son sıralamalarında çoğunlukla sınırlı sayıda firma arasında değiştiğini, ancak orta sıralarda dalgalanmaların daha belirgin olduğunu ortaya koymaktadır.

3.2. MAIRCA Yöntemiyle Elde Edilen Bulgular

Adım-1: Karar Matrisi (Düzeltilmiş): İlgili adımlar takip edilerek hesaplanan düzeltilmiş karar matrisi Tablo 4' te sunulmuştur.

Adım-2: Alternatiflerin Tercih Değerlerinin Hesaplanması: Bu adımda karar verici alternatifler arasında seçimde bulunurken tarafsız ve tüm alternatifleri eşit olasılıkla değerlendirmeye tabi tutar. Alternatiflerin tercih değerleri Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. MAIRCA Yöntemi 2017 Yılı Alternatiflerin Tercih Değerlerinin Hesaplanması

Alternatifler (Şirketler)	Alternatiflerin Seçilme Olasılığı
AFYON	0,071
AKCNS	0,071
BASCM	0,071
BSOKE	0,071
BTCIM	0,071
BUCIM	0,071
CIMSA	0,071
CMBTN	0,071
CMENT	0,071
GOLTS	0,071
KONYA	0,071
NIBAS	0,071
NUHCM	0,071
OYAKC	0,071

Tablo 10, MAIRCA yöntemi kapsamında 2017 yılı için değerlendirmeye alınan 14 çimento şirketinin alternatif tercih değerlerini göstermektedir. MAIRCA yönteminin uygulama adımlarından “Adım-3” gereği, karar verici tüm alternatifleri başlangıçta eşit olasılıkla değerlendirmekte, bu nedenle her bir şirket için tercih değeri $1/m$ ($m=14$) olacak şekilde 0,071 olarak belirlenmiştir. Bu aşama, analiz sürecinin tamamen tarafsız bir noktadan başlatılmasını sağlayarak, sonraki adımlarda kriter ağırlıkları ve normalize edilmiş performans değerleri aracılığıyla farklılıkların ortaya çıkarılmasına imkân tanımaktadır. Dolayısıyla şirketler arasında henüz herhangi bir performans farklılaştırması yapılmadığını, tüm alternatiflerin teorik olarak eşit başlangıç koşullarına sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu eşitlik, izleyen adımlarda oluşturulacak teorik ve gerçek değer matrisleri ile ideal çözümden sapmaların hesaplanması için gerekli başlangıç referans noktasını oluşturmaktadır.

Adım-3: Teorik Değerlendirme Matrisinin Elde Edilmesi: Teorik değerlendirme matrisi (T_p), kriter ağırlıkları ile Adım-2’de bulunan alternatif tercih değerleri matrisinin çarpımı ile elde edilir. İlgili uygulama adımları takip edilerek yapılan hesaplamalar ile teorik değerlendirme matrisi oluşturulmuş ve bu matris Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11. MAIRCA Yöntemine Göre 2017 Yılı Teorik Değer Matrisinin Oluşturulması

Şirket / Krt. Kod	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
AFYON	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002
AKCNS	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002
BASCM	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002
BSOKE	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002
BTCIM	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002
BUCIM	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002
CIMSA	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002
CMBTN	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002
CMENT	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002
GOLTS	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002
KONYA	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002
NIBAS	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002
NUHCM	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002
OYAKC	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,005	0,021	0,003	0,003	0,003	0,002

Tablo 11, 2017 yılı için MAIRCA yöntemi kapsamında oluşturulan teorik değer matrisini göstermektedir. Bu matris, Tablo 10'da her bir şirkete eşit olarak atanan tercih değerlerinin (0,071) Entropi yöntemiyle hesaplanan kriter ağırlıklarıyla çarpılması sonucu elde edilmiştir. Böylece her bir kriter için, ideal koşullar altında her alternatifin ulaşması beklenen teorik performans değeri ortaya konmuştur. Tüm şirketlerde kriter bazında değerlerin aynı olması, MAIRCA yönteminin başlangıç noktasında tarafsızlık ilkesini yansıtmaktadır. K1 (Cari Oran) için tüm şirketlerde teorik değer yaklaşık 0,007, K7 (Stok Devir Hızı) için ise yaklaşık 0,021 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, henüz gerçek performans farklılıklarının dikkate alınmadığı; yalnızca kriter ağırlıkları ile eşit başlangıç tercih değerlerinin çarpılmasıyla ideal senaryonun oluşturulduğu anlamına gelmektedir (Pamuçar vd., 2014). Bu tablo, sonraki aşamada oluşturulacak gerçek değer matrisi ile karşılaştırılarak her bir şirketin ideal performansa olan uzaklığının belirlenmesinde temel referans noktası işlevi görmektedir. Böylelikle, teorik ve gerçek değerler arasındaki farkların minimize edilmesi hedefi doğrultusunda, MAIRCA yöntemi kapsamında nihai performans sıralamalarına zemin hazırlanmaktadır.

Adım-4: Gerçek Değerlendirme Matrisinin Oluşturulması: Gerçek değerlendirme matrisinin elde edilebilmesi için düzeltilmiş karar matrisin lineer maksimum-minimum yöntemleri kullanılarak standartlaştırma (normalizasyon) işlemi yapılır. İlgili adımlar uygulanarak elde edilen standartlaştırılmış matris Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. MAIRCA Yöntemi 2017 Yılı Normalize Edilmiş Matrisin Oluşturulması

Şirket / Krt. Kod	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
AFYON	0,000	0,154	0,000	0,000	0,824	0,056	0,157	0,609	1,000	0,803	1,000
AKCNS	0,161	0,051	0,553	0,148	0,500	0,410	0,062	0,612	0,639	0,868	0,599
BASCM	0,315	0,154	0,778	0,525	0,966	0,422	0,038	0,566	0,547	0,531	0,571
BSOKE	0,029	0,043	0,221	0,018	0,230	0,000	0,013	0,111	0,055	0,825	0,000
BTCIM	0,121	0,120	0,289	0,044	0,297	0,137	0,092	0,242	0,263	1,000	0,392
BUCIM	0,553	0,197	0,671	0,818	0,662	0,640	0,018	0,664	0,749	0,933	0,562
CIMSA	0,088	0,137	0,285	0,050	0,547	0,230	0,045	0,612	0,771	0,976	0,698
CMBTN	0,176	0,128	0,082	0,040	0,439	1,000	1,000	0,302	0,361	0,246	0,431
CMENT	0,418	0,162	0,882	0,550	0,588	0,261	0,037	0,359	0,387	0,042	0,488
GOLTS	0,267	0,000	0,205	0,006	0,000	0,224	0,001	0,321	0,387	0,926	0,465
KONYA	1,000	1,000	0,982	1,000	1,000	0,404	0,007	0,702	0,625	0,625	0,646
NIBAS	0,066	0,068	0,369	0,918	0,980	0,230	0,050	0,000	0,000	0,000	0,209
NUHCM	0,414	0,308	0,676	0,257	0,176	0,298	0,037	0,675	0,654	0,968	0,692
OYAKC	0,824	0,590	1,000	0,256	0,520	0,317	0,000	1,000	0,828	0,883	0,883

Tablo 12, 2017 yılına ait düzeltilmiş karar matrisinin maksimum–minimum normalizasyon yöntemiyle dönüştürülmüş hâlini göstermektedir. Bu işlem, farklı ölçekteki kriterlerin karşılaştırılabilir bir yapıya kavuşturulması amacıyla uygulanmış olup, fayda yönlü kriterlerde en yüksek değerin, maliyet yönlü kriterlerde ise en düşük değerin 1,000 olacak şekilde ölçeklenmesini sağlamaktadır (Ecer, 2022). Bu şekilde, her bir kriter için tüm şirketlerin göreceli performans düzeyleri tek bir standart ölçekte sunulmaktadır.

Bu işlemden sonra bir önceki adımda ortaya konulan teorik değerlendirme matrisi ile standartlaştırılmış matris çarpılarak gerçek değerlendirme matrisinin hesaplanır. Hesaplanan gerçek değerlendirme matrisi Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 13. MAIRCA Yöntemi 2017 Yılı Gerçek Değerlendirme Matrisinin Oluşturulması

Şirket / Krt. Kod	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
AFYON	0,000	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002
AKCNS	0,001	0,000	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,001
BASCM	0,002	0,001	0,003	0,005	0,003	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001
BSOKE	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000
BTCIM	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,003	0,001
BUCIM	0,004	0,002	0,003	0,008	0,002	0,003	0,000	0,002	0,003	0,003	0,001
CIMSA	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,003	0,003	0,002
CMBTN	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,005	0,021	0,001	0,001	0,001	0,001
CMENT	0,003	0,001	0,004	0,006	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001
GOLTS	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,003	0,001
KONYA	0,007	0,009	0,004	0,010	0,003	0,002	0,000	0,002	0,002	0,002	0,002
NIBAS	0,000	0,001	0,002	0,009	0,003	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
NUHCM	0,003	0,003	0,003	0,003	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,002
OYAKC	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	0,000	0,003	0,003	0,003	0,002

Tablo 13, 2017 yılı için MAIRCA yöntemi kapsamında normalize edilmiş karar matrisinin Entropi yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları ile çarpılması sonucu oluşturulan gerçek değerlendirme matrisini göstermektedir. Bu matris, her şirketin ilgili kriterde ağırlıklandırılmış performans düzeyini yansıtmaktadır (Brauers ve Zavadskas, 2010). Böylece, normalize edilmiş değerler ile kriter önem derecelerinin birlikte değerlendirilmesi sağlanmış ve firmalar arası farklılıklar daha belirgin hâle getirilmiştir.

Adım-5: Total Gap (Boşluk) Matrisinin Elde Edilmesi: Teorik değerlendirme matrisi (T_p) ile gerçek değerlendirme matrisinin (T_r)

birbirinden çıkartılmasıyla elde edilir. Gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra total gap matrisi Tablo 14’te gösterilmiştir.

Tablo 14. MAIRCA Yöntemine Göre 2017 Yılı Total Gap Matrisinin Oluşturulması

Şirket / Krt. Kod	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
AFYON	0,007	0,007	0,004	0,010	0,001	0,004	0,018	0,001	0,000	0,001	0,000
AKCNS	0,006	0,008	0,002	0,009	0,002	0,003	0,020	0,001	0,001	0,000	0,001
BASCM	0,005	0,007	0,001	0,005	0,000	0,003	0,021	0,001	0,002	0,001	0,001
BSOKE	0,007	0,008	0,003	0,010	0,002	0,005	0,021	0,003	0,003	0,001	0,002
BTCIM	0,006	0,008	0,003	0,010	0,002	0,004	0,019	0,002	0,002	0,000	0,001
BUCIM	0,003	0,007	0,001	0,002	0,001	0,002	0,021	0,001	0,001	0,000	0,001
CIMSA	0,007	0,008	0,003	0,010	0,001	0,004	0,020	0,001	0,001	0,000	0,001
CMBTN	0,006	0,008	0,004	0,010	0,002	0,000	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001
CMENT	0,004	0,007	0,001	0,005	0,001	0,003	0,021	0,002	0,002	0,003	0,001
GOLTS	0,005	0,009	0,003	0,010	0,003	0,004	0,021	0,002	0,002	0,000	0,001
KONYA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,021	0,001	0,001	0,001	0,001
NIBAS	0,007	0,008	0,003	0,001	0,000	0,004	0,020	0,003	0,003	0,003	0,002
NUHCM	0,004	0,006	0,001	0,008	0,003	0,003	0,021	0,001	0,001	0,000	0,001
OYAKC	0,001	0,004	0,000	0,008	0,002	0,003	0,021	0,000	0,001	0,000	0,000

Tablo 14, 2017 yılı için oluşturulan teorik değer matrisi ile gerçek değer matrisi arasındaki farkların mutlak değerlerini göstermektedir. Bu farklar, her bir şirketin ilgili kriterde ideal performans düzeyinden ne ölçüde sapma gösterdiğini ortaya koymaktadır. Değer büyüdükçe, ilgili kriterde şirketin ideal performansa olan uzaklığının arttığı anlaşılmaktadır. Bu matris, nihai tercih fonksiyonlarının hesaplanmasında doğrudan girdi olarak kullanılmaktadır (Pamuçar ve Ćirović, 2015).

Adım-6: Kriter Fonksiyonu Değerlerinin Hesaplanması ve Sıralamaların Oluşturulması: Kriter fonksiyon değerleri, her bir alternatif için ayrı ayrı olmak üzere önceki adımda bulunan fark değerlerinin toplamının alınmasıyla bulunur. Yönteme göre 2017 yılı için yapılan uygulama sonucunda elde edilen kriter fonksiyonları ve şirket sıralamaları Tablo 15’te sunulmuştur.

Tablo 15. MAIRCA'ya Göre 2017 Yılı Kriter Fonksiyonunun Hesaplanması

Kriter Fonksiyonu (Qi)	Sıralama	Şirket Adı
0,028	1	KONYA
0,037	2	CMBTN
0,040	3	OYAKC
0,040	4	BUCIM
0,047	5	BASCM
0,049	6	NUHCM
0,050	7	CMENT
0,053	8	AKCNS
0,054	9	NIBAS
0,054	10	AFYON
0,055	11	CIMSA
0,059	12	BTCIM
0,061	13	GOLTS
0,066	14	BSOKE

Tablo 15, 2017 yılı için MAIRCA yöntemi kapsamında her bir şirketin kriterler bazındaki farklar matrisinden elde edilen toplam sapma değerlerine dayalı olarak hesaplanan nihai tercih değerlerini ve buna bağlı olarak oluşan sıralamaları sunmaktadır. Tercih değeri büyüdükçe, şirketin ideal performans düzeyine olan yakınlığının arttığı ve sıralamada üst basamaklarda yer aldığı görülmektedir (Gigović vd., 2017). Bu kapsamda, KONYA ve CMBTN en yüksek tercih değerleri ile ilk iki sırada yer alırken, BSOKE ve NIBAS düşük tercih değerleri ile listenin son sıralarında bulunmuştur. Bu sonuçlar, sektör içinde likidite, kârlılık ve faaliyet verimliliği kriterlerinde üstün performans sergileyen şirketlerin genel finansal performans değerlendirmesinde de avantajlı konuma sahip olduklarını göstermektedir.

2017-2023 yılları arası 7 yıllık süreçte MAIRCA yönteminin uygulaması sonucunda elde edilmiş olan kriter fonksiyonları ve bu fonksiyona göre yapılan şirket sıralaması Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16. MAIRCA Yöntemi 2017-2023 Yılları Kriter Fonksiyonlarının Hesaplanması

	2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023	
	Q_i	S.No	Q_i	S.No	Q_i	S.No	Q_i	S.No	Q_i	S.No	Q_i	S.No	Q_i	S.No
AFYON	0,054	10	0,060	13	0,062	13	0,051	7	0,058	7	0,052	7	0,042	3
AKCNS	0,053	8	0,047	9	0,051	8	0,051	6	0,060	9	0,055	8	0,054	10
BASCM	0,047	5	0,043	6	0,049	7	0,057	11	0,063	12	0,061	12	0,052	7
BSOKE	0,066	14	0,063	14	0,068	14	0,066	14	0,046	3	0,066	14	0,062	14
BTCIM	0,059	12	0,058	11	0,062	12	0,061	13	0,065	14	0,060	11	0,059	13
BUCIM	0,040	4	0,031	2	0,035	3	0,037	3	0,042	1	0,043	2	0,043	4
CIMSA	0,055	11	0,054	10	0,057	10	0,053	9	0,058	8	0,049	5	0,058	12
CMBTN	0,037	2	0,034	3	0,030	1	0,035	1	0,046	2	0,038	1	0,035	1
CMENT	0,050	7	0,045	7	0,051	9	0,057	10	0,061	10	0,057	10	0,056	11
GOLTS	0,061	13	0,058	12	0,058	11	0,058	12	0,064	13	0,057	9	0,048	5
KONYA	0,028	1	0,024	1	0,035	2	0,044	4	0,058	6	0,062	13	0,053	8
NIBAS	0,054	9	0,038	4	0,043	4	0,053	8	0,056	5	0,050	6	0,053	9
NUHCM	0,049	6	0,043	5	0,043	5	0,036	2	0,051	4	0,045	4	0,048	6
OYAKC	0,040	3	0,046	8	0,048	6	0,049	5	0,061	11	0,045	3	0,042	2

Tablo 16, çalışmada MAIRCA yöntemine göre 2017–2023 yılları arasındaki nihai performans puanlarını ve buna bağlı olarak çimento şirketlerinin yıllık sıralamalarını sunmaktadır. Veriler, her bir karar biriminin belirlenen kriterler doğrultusunda standartlaştırılmış değerler üzerinden değerlendirilmesi ve kriter ağırlıkları ile birleştirilmesi sonucu elde edilmiştir (Zavadskas ve Turskis, 2010).

Tablo 16 incelendiğinde, KONYA, CMBTN ve OYAKC şirketlerinin pek çok yılda ilk sıralarda yer aldığı, buna karşılık BSOKE ve GOLTS gibi şirketlerin çoğu yılda son sıralarda konumlandığı görülmektedir. 2018 yılında KONYA 0,733 puan ile birinci sırada yer alırken, BSOKE 0,435 puan ile son sırada bulunmuştur. Bu durum, MAIRCA yöntemiyle, belirlenen kriterlerle yapılan finansal performans analizine göre yüksek performans sergileyen şirketlerin finansal yapı, kârlılık ve faaliyet verimliliği gibi göstergelerde istikrarlı bir üstünlük sağladığını, düşük performanslıların ise bu alanlarda iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu sıralamalar, daha sonra MAUT yöntemi sonuçları ile karşılaştırılarak yöntemler arası tutarlılığın Spearman sıra korelasyonu ile analiz edilmesine imkân tanımıştır. Bu tür bir karşılaştırma, farklı çok kriterli karar verme yöntemlerinin çıktı güvenilirliğini değerlendirmek açısından literatürde yaygın olarak önerilmektedir (Mardani vd., 2015).

Tablo 17. MAUT-MAIRCA Sıralamaları Arası Spearman Sıra Korelasyonu (2017-2023)

Yıl	Spearman (ρ)	p-değeri	n	Kısa yorum
2017	1,000	<0,001	14	Sıralamalar bire bir aynı
2018	1,000	<0,001	14	Sıralamalar bire bir aynı
2019	1,000	<0,001	14	Sıralamalar bire bir aynı
2020	1,000	<0,001	14	Sıralamalar bire bir aynı
2021	1,000	<0,001	14	Sıralamalar bire bir aynı
2022	1,000	<0,001	14	Sıralamalar bire bir aynı
2023	1,000	<0,001	14	Sıralamalar bire bir aynı

Tablo 17 yer alan yıllık Spearman sıra korelasyon katsayıları, Tablo 9'da raporlanan MAUT yöntemi sıralamaları ile Tablo 16'da yer alan MAIRCA yöntemi sıralamalarının her yıl için karşılaştırılması yoluyla elde edilmiştir. Analiz edilen tüm yıllarda, iki yöntemin ürettiği sıralamaların birebir örtüştüğü görülmüştür. Bu durum, kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinin, veri setine uygulandığında yüksek düzeyde yöntemsel tutarlılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Elde edilen ρ değerlerinin tüm yıllarda 1,000 olması, MAUT ve MAIRCA yöntemlerinin karar birimlerini sıralama biçiminde mutlak bir uyum sağladığını göstermektedir. Bu bulgu, yöntemler arası sıralama farklılıklarının bulunmadığını ve her iki yöntemin de incelenen dönemde benzer tercih yapıları ürettiğini teyit etmektedir. Bu tür bir sonuç, farklı ÇKKV yöntemleri arasındaki uyumun değerlendirilmesinde Spearman sıra korelasyonunun etkin bir ölçüt olduğunu vurgulayan literatürle uyumludur (Sheskin, 2011).

2017-2023 yılları arası 7 yıllık süreçte Entropi kriter ağırlıklandırma yönteminin uygulaması sonucunda elde edilmiş olan kriter ağırlıkları ve kriterlerin önem sırası yıllara göre Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 18. Entropi Yöntemi 2017-2023 Yılları Kriter Ağırlıkları ve Kriter Önem Sıralaması

		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	Topl.
2017	Kriter Ağırlığı (Wj)	0,100	0,122	0,060	0,143	0,045	0,064	0,299	0,044	0,047	0,044	0,033	1
	Kriter Önem Sırası	4	3	6	2	8	5	1	9	7	10	11	
2018	Kriter Ağırlığı (Wj)	0,078	0,137	0,108	0,163	0,024	0,087	0,247	0,031	0,039	0,050	0,034	1
	Kriter Önem Sırası	6	3	4	2	11	5	1	10	8	7	9	
2019	Kriter Ağırlığı (Wj)	0,073	0,131	0,068	0,130	0,034	0,083	0,364	0,034	0,029	0,031	0,024	1
	Kriter Önem Sırası	5	2	6	3	8	4	1	7	10	9	11	
2020	Kriter Ağırlığı (Wj)	0,090	0,126	0,039	0,080	0,073	0,063	0,373	0,032	0,020	0,079	0,025	1
	Kriter Önem Sırası	3	2	8	4	6	7	1	9	11	5	10	
2021	Kriter Ağırlığı (Wj)	0,062	0,116	0,031	0,080	0,023	0,042	0,250	0,020	0,315	0,043	0,018	1
	Kriter Önem Sırası	5	3	8	4	9	7	2	10	1	6	11	
2022	Kriter Ağırlığı (Wj)	0,093	0,098	0,041	0,117	0,062	0,059	0,319	0,071	0,067	0,029	0,043	1
	Kriter Önem Sırası	4	3	10	2	7	8	1	5	6	11	9	
2023	Kriter Ağırlığı (Wj)	0,061	0,097	0,029	0,064	0,032	0,054	0,395	0,106	0,050	0,042	0,071	1
	Kriter Önem Sırası	6	3	11	5	10	7	1	2	8	9	4	

Tablo 18, Entropi yöntemine göre 2017–2023 yılları arasında kriter ağırlıkları ve önem sıralamalarını göstermektedir. Tablo 2’de belirtilen kriterler dikkate alındığında, stok devir hızı (K7), 2021 (2. Sırada) yılı haricinde diğer tüm yıllarda en önemli kriter olarak ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Buna karşılık, özsermaye kârlılığı (K9) ve net kâr marjı (K11) gibi kârlılık göstergelerinin çoğu yılda en düşük ağırlıklara sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, kârlılık ölçütlerinin sektördeki finansal performans değerlendirmelerinde en az belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca, stok devir hızı (K7) gibi faaliyet verimliliğini temsil eden kriterin hemen hemen tüm yıllarda ilk sıralarda yer alması, işletme kaynaklarının etkin kullanımının da performans üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Genel olarak Tablo 18, sektörde finansal performans üzerinde en etkili kriterlerin kârlılık göstergelerinden ziyade faaliyet verimliliğini yansıtan kriterler olduğunu göstermektedir. Özellikle stok devir hızı (K7) gibi işletme kaynaklarının etkin kullanımını temsil eden ölçütlerin hemen her yıl en yüksek öneme sahip olması, verimlilik göstergelerinin sektördeki finansal performans üzerinde belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık, özsermaye kârlılığı (K9) ve net kâr marjı (K11) gibi kârlılık kriterlerinin düşük ağırlıklara sahip olması, kârlılığın değerlendirme sürecinde görece daha az etkili olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla Entropi yöntemiyle hesaplanan kriter değerlerine göre, sektörde likidite ve borçluluk göstergelerinin yanında kârlılık ölçütleri

de ikinci planda kalırken, faaliyet verimliliği finansal performansın en kritik belirleyeni konumundadır.

3.3. Duyarlılık Analizi

Bu çalışmada, performans değerlendirme sürecinde elde edilen sonuçların güvenilirliğini, sağlamlığını ve geçerliliğini test etmek amacıyla kapsamlı bir duyarlılık analizi yapılmıştır. Duyarlılık analizinde, kriter ağırlıklarındaki değişikliklerin alternatiflerin sıralama sonuçları üzerindeki etkisi sistematik olarak incelenmiştir. Analizin temel amacı, performans değerlendirme modelinde sıralama sonuçları üzerinde en fazla etkiye sahip olan kriterin duyarlılığını ortaya koymaktır. Bu doğrultuda, Kirkwood (1998) ve Kahraman (2002) tarafından önerilen metodolojik çerçeve dikkate alınarak, duyarlılık analizi boyunca kriter ağırlıkları arasındaki oransal ilişkilerin korunmasını sağlamak için denklem (23) tanımlanmıştır.

$$w_c = (1 - w_s) x \left(\frac{w_c^0}{W_c^0} \right) = w_c^0 - \Delta x \times a_c \quad (23)$$

Burada (w_c) duyarlılık analizinde kriterlerin ağırlıklarındaki değişimi, (w_s) en önemli kriterin ağırlığını, (w_c^0) kriterlerin ağırlıklarının orijinal değerlerini ve (w_c^0) değişen kriterlerin ağırlıklarının orijinal değerlerinin toplamını temsil etmektedir. Yukarıdaki denklemde yer alan ağırlık esneklik katsayısı (a_c), en önemli kriterin ağırlığındaki değişikliklere göre ağırlık katsayılarının diğer değerlerinin göreceli istikrarını ifade etmektedir. (a_c) parametresi denklem (24) kullanılarak hesaplanır.

$$a_c = \left(\frac{w_c^0}{W_c^0} \right) \quad (24)$$

Δx parametresi ise ağırlık esneklik katsayılarına bağlı olarak ağırlık setine uygulanan değişiklik miktarını ifade etmektedir. Ancak en önemli kriterin ağırlığı negatif değerler alırsa bu durumda ağırlık orantılılık kısıtlaması ihlal edilebilir. Bu nedenle en önemli kriterin ağırlığındaki değişkenlik sınırlandırılmalıdır. $\Delta(x)$ parametresi göreceli anlamlılıkta bir artışa işaret eden pozitif veya göreceli anlamlılıkta bir azalmaya işaret eden negatif değerler alabilir. $\Delta(x)$ için sınırlar negatif ve pozitif yönde en önemli kriterin ağırlığındaki en büyük değişiklik olarak tanımlanır. $\Delta(x)$ için sınır değerleri eşitlik (25) kullanılarak belirlenmektedir (Stević vd., 2020).

$$-w_s^0 \leq \Delta x \leq \min \left\{ \frac{w_c^0}{a_c} \right\} \quad (25)$$

Δx için limitler tanımlandıktan sonra, duyarlılık analizi için önceden tanımlanmış parametrelere göre yeni kriter ağırlıkları hesaplanır. En önemli kritere ait ağırlık katsayıları aşağıda verilen eşitlik (26) ve diğer kriterlere ilişkin ağırlık katsayıları ise eşitlik (27) uygulanarak hesaplanır.

$$w_s = w_s^0 - \Delta x \times a_s \quad (26)$$

$$w_c = w_c^0 - \Delta x \times a_c \quad (27)$$

Burada (w_s^0) duyarlılık analizi kriterin orijinal ağırlığını, (w_c^0) ise değişken ağırlıkların orijinal değerini göstermektedir. Yeni kriter seti ağırlık katsayılarının toplamı her zaman $(\sum w_s + \sum w_c = 1)$ olmalıdır (Işık, 2023).

Bu çalışmada duyarlılık analizi, 2017 yılı verileri kullanılarak yapılmıştır. 2017 yılına ait Entropi yöntemiyle hesaplanan ve kriter ağırlık değeri 0,299 olan K7 kriteri en yüksek ağırlık katsayısına sahip olduğu için en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Bir sonraki adımda, en önemli kritere ait ağırlık esneklik katsayısı (a_s) değeri 1 olarak varsayılmış, diğer kriterlere ait esneklik katsayıları (a_c) ise tahmin edilerek Tablo 19'da sunulmuştur. Ardından, en önemli kriterin ağırlık katsayısında yapılabilecek değişiklikler için $\Delta(x)$ sınırları tanımlanmıştır. Tablo 19'da da görülebileceği üzere, K7 kriterine ait $\Delta(x)$ değerinin sınırları $-0,299 \leq \Delta x \leq 0,701$ aralığında yer almaktadır. Bu sınırların ötesinde, K7 kriterine ait ağırlık katsayıları negatif değerlere ulaşmaktadır.

En önemli kriterin ağırlık katsayısındaki değişim için tanımlanan bu limitlere dayanarak, duyarlılık analizine yönelik senaryolar (SR) belirlenmiştir. $-0,299 \leq \Delta x \leq 0,701$ aralığı, 11 senaryoya bölünmüştür. Elde edilen her senaryo için yeni ağırlık katsayıları, eşitlik (26) ve eşitlik (27) kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 20'de raporlanmıştır. Tablo 20'de görüldüğü üzere, $\Delta(x)$ değeri (sıfır) olduğunda, kriter ağırlıkları orijinal ağırlık setiyle birebir aynı olmaktadır. Örneğin, $\Delta(x)$ değeri $-0,10$ olarak belirlendiğinde, eşitlik (26) ve eşitlik (27) uygulanarak K1, K2 ve K3 kriterlerine ait yeni ağırlık değerleri aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$\text{K1 kriteri için} \quad w_1 = 0,100 - (0,142)x(-0,10) = 0,114$$

$$\text{K2 kriteri için} \quad w_2 = 0,122 - (0,174)x(-0,10) = 0,139$$

$$K7 \text{ kriteri için } w_7 = 0,299 + (1,00)x(-0,10) = 0,199$$

Tablo 19. Kriter Ağırlıkları Değiştirmek için Ağırlık Esneklik Katsayılarının Hesaplanması

Kriterler	Orj. Ağırlıklar	a_c	Δx
K1	0,100	0,142	0,701
K2	0,122	0,174	0,701
K3	0,060	0,086	0,701
K4	0,143	0,204	0,701
K5	0,045	0,064	0,701
K6	0,064	0,092	0,701
K7	0,299	1,000	0,299
K8	0,044	0,063	0,701
K9	0,047	0,067	0,701
K10	0,044	0,063	0,701
K11	0,033	0,046	0,701

Tablo 19, kriter ağırlıklarının esnekliğini değerlendirmek amacıyla ağırlık esneklik katsayılarının hesaplandığını göstermektedir. Bu katsayılar, her bir kriterin ağırlığında yapılacak küçük değişimlerin nihai karar sonuçları üzerindeki etkisini ölçmekte ve karar modelinin hangi kriterlere daha duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır (Zavadskas ve Turskis, 2010).

Kriter ağırlıklarının esneklik katsayıları ile değerlendirilmesini sağlayarak, karar verme sürecinde hangi kriterlerin ağırlıklarının değişime karşı daha duyarlı olduğunu göstermektedir. “Orj. Ağırlıklar” sütunu, her bir kriterin başlangıçta hesaplanan önem derecesini yansıtırken; “ a_c ” sütunu, esneklik katsayısına göre yeniden ölçeklendirilmiş ağırlıkları ifade etmektedir. “ Δx ” sütunu ise, kriter ağırlığının değişime maruz kalma eşiğini göstermektedir. Tablo 19’deki veriler incelendiğinde, K7 kriteri 0,299’luk orijinal ağırlık ile en yüksek önem derecesine sahip olup, esneklik katsayısı 1,000 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, K7’nin diğer kriterlere kıyasla karar modelinde en baskın unsur olduğunu ve değişime en az duyarlı kriter olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, K5, K8, K10 gibi kriterler düşük orijinal ağırlıklara (0,044–0,045 aralığında) sahiptir ve bu durum, karar verme sürecinde nispeten daha az belirleyici olduklarını göstermektedir. Δx sütunundaki 0,701 değeri, K7 dışındaki tüm kriterler için aynı kalmış olup, bu kriterlerin ağırlıklarının belirli bir eşiğe kadar değiştirilebileceğini ve bu değişimlerin karar sonucunu önemli ölçüde etkilemeyeceğini göstermektedir. Buna karşın K7’nin Δx değeri 0,299’dur, bu

da bu kriterin ağırlığındaki küçük bir değişimin bile karar sonuçlarını daha hızlı etkileyebileceği anlamına gelir.

Tablo 20. Her bir Senaryo İçin Üretilen Yeni Ağırlık Katsayıları

Senaryo	Δx	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	w_{10}	w_{11}
S1	-0,299	0,114	0,139	0,069	0,163	0,051	0,074	0,199	0,050	0,053	0,050	0,037
S2	-0,200	0,128	0,157	0,077	0,184	0,057	0,083	0,099	0,057	0,060	0,057	0,042
S3	-0,100	0,143	0,174	0,086	0,204	0,064	0,092	-0,001	0,063	0,067	0,063	0,046
S4	0	0,100	0,122	0,060	0,143	0,045	0,064	0,299	0,044	0,047	0,044	0,033
S5	0,100	0,086	0,105	0,051	0,123	0,038	0,055	0,399	0,038	0,040	0,038	0,028
S6	0,200	0,071	0,087	0,043	0,102	0,032	0,046	0,499	0,032	0,033	0,032	0,023
S7	0,300	0,057	0,070	0,034	0,082	0,026	0,037	0,599	0,025	0,027	0,025	0,019
S8	0,400	0,043	0,052	0,026	0,061	0,019	0,028	0,699	0,019	0,020	0,019	0,014
S9	0,500	0,029	0,035	0,017	0,041	0,013	0,019	0,799	0,013	0,013	0,013	0,009
S10	0,600	0,014	0,018	0,009	0,021	0,006	0,009	0,899	0,006	0,007	0,006	0,005
S11	0,701	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,999	0,000	0,000	0,000	0,000

Tablo 19 ve Tablo 20 incelendiğinde, sonuçlar üretilen senaryolara göre kriterlere atanan farklı ağırlık değerlerinin belirli alternatiflerin sıralamasında değişimine yol açtığını ve bunun da modelin ağırlık katsayılarındaki değişikliklere duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Veriler incelendiğinde 11 senaryodan 9'unda K7 kriteri yine en önemli kriter olarak öne çıkmaktadır. Ancak, 2 senaryoda (S2 ve S3) kriter ağırlıklarının sıralamadaki yeri değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla kriter ağırlık sıralamalarındaki genel tutarlılık, alternatiflerin sıralama konumlarındaki yerlerini genel olarak değiştirmemektedir. Sonuç olarak, elde edilen sıralama sonuçları Entropi yöntemiyle yapılan kriter ağırlıklandırma yöntemiyle geniş bir ölçekte tutarlı olduğunu ve Entropi ile kriter ağırlıklandırarak kullanılan ÇKKV çerçevesinin etkinliği, sağlamlığı ve uygulanabilirliği doğrulanmaktadır.

Sonuç

Çimento sektörü, ekonomik kalkınmanın temel girdilerinden biri olarak üretim, istihdam ve ihracat kapasitesi bakımından stratejik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, sektörde faaliyet gösteren işletmelerin finansal performanslarının nesnel, karşılaştırılabilir ve çok boyutlu yöntemlerle değerlendirilmesi hem mikro hem de makro düzeyde karar süreçleri açısından kritik değer taşımaktadır. Bu çalışmada, Entropi tabanlı ağırlıklandırma yöntemiyle belirlenen kriterler kullanılarak, Borsa İstanbul'da işlem gören çimento firmalarının 2017–2023

yılları arasındaki finansal performansları MAUT ve MAIRCA yöntemleri aracılığıyla analiz edilmiştir.

Çalışmanın özgün yönü, literatürde sınırlı sayıda örneği bulunan Entropi-MAUT-MAIRCA bütünleşik yapısının uygulanmasıdır. Entropi yöntemi, kriter ağırlıklarını tamamen veriye dayalı biçimde belirleyerek karar verici özelliğini ortadan kaldırmış; MAUT ve MAIRCA yöntemleri ise alternatiflerin göreceli performanslarını farklı hesaplama mantıklarıyla değerlendirerek sonuçların tutarlılığını sınamıştır. Analiz bulguları, iki yöntemin yüksek düzeyde korelasyon gösterdiğini ve sıralama sonuçlarında anlamlı bir farklılık bulunmadığını ortaya koymuştur. Bu durum, farklı ÇKKV yöntemlerinin aynı veri seti üzerinde benzer sonuçlar üretebilmesinin, modelin istatistiksel güvenilirliğini artırdığını göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar, incelenen dönemde CMBTN ve BUCIM şirketlerinin finansal olarak istikrarlı bir üstünlük sergilediğini; buna karşın BSOKE ve BTCIM gibi firmalarda dönemsel dalgalanmalar gözlemlendiğini göstermiştir. Bu bulgular, çimento sektörünün sermaye yoğun ve enerji maliyetlerine yüksek düzeyde duyarlı yapısının, finansal performans üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle döviz kuru dalgalanmaları, inşaat talebindeki değişimler ve girdi fiyatlarındaki artışlar, sektörde uzun vadeli finansal istikrarın korunmasını güçleştirmektedir. Entropi analizi kapsamında kullanılan 11 finansal kriterin yıllara göre değişen ağırlıkları, sektördeki dinamiklerin zaman içindeki evrimini yansıtmaktadır. 2017-2023 dönemi boyunca stok devir hızı (K7) kriterinin en yüksek ağırlığa sahip olması, sektördeki işletmeler için faaliyet verimliliğinin finansal başarı üzerindeki belirleyici rolünü göstermektedir. Ancak 2021 yılında özsermaye kârlılığının yine stok devir hızı ve nakit oranıyla birlikte ön plana çıkması, COVID-19 pandemisinin sektörel öncelikleri kısmen dönüştürdüğünü göstermektedir. Bu dönemde firmalar, artan belirsizlik koşullarında stok yönetimiyle birlikte kârlılık ve finansal sürdürülebilirliğe odaklanmıştır. Bu sonuç, kriz dönemlerinde işletmelerin finansal direnç mekanizmalarının yeniden yapılandığını ve karar kriterlerinin esnek biçimde değiştiğini ortaya koymaktadır. Z-skor standardizasyon yönteminin analize entegre edilmesi, özellikle negatif değerlerin analiz sonuçlarını bozmasını engellemiş ve verinin bütünlüğünü koruyarak ölçüm güvenilirliğini artırmıştır. Böylece bazı firmalarda belirli dönemlerde görülen negatif kârlılık veya düşük özkaynak oranlarının etkisi dengelenmiş, analiz sonuçları daha istikrarlı hâle getirilmiştir. Ayrıca, kriter ağırlıklarındaki küçük değişimlerin alternatif sıralamalarına etkisini incelemek amacıyla yapılan duyarlılık analizi, modelin yöntemsel sağlamlığını destekleyen önemli bir kontrol mekanizması olarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın literatüre katkısı üç boyutta özetlenebilir. İlk olarak, Entropi temelli objektif ağırlıklandırmanın hem MAUT hem MAIRCA ile bütünleşik biçimde uygulanması, literatürde nadir görülen bir analitik yapı sunmaktadır. İkinci olarak, kriterlerin dikkatli seçimi ve Z-skor standardizasyonunun entegre edilmesi, ölçüm sürecinin istatistiksel güvenilirliğini güçlendirmiştir. Üçüncü olarak, yedi yıllık veri seti üzerinden yürütülen analiz, çimento sektörünün finansal performansını dönemsel dalgalanmalarla birlikte uzunlamasına değerlendirme olanağı sağlamıştır.

Sonuç olarak, Entropi tabanlı MAUT ve MAIRCA yöntemlerinin bütünleşik kullanımı, çimento sektörü firmalarının finansal performans analizinde güçlü, nesnel ve uygulanabilir bir karar destek modeli sunmaktadır. Bu yaklaşım, yatırımcılar, yöneticiler ve politika yapıcılar açısından karar süreçlerinde stratejik değer taşımakta; finansal planlama, kaynak tahsisi ve risk yönetimi gibi alanlarda rasyonel karar mekanizmaları geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Gelecekte yapılacak araştırmalarda çevresel (karbon emisyonu, enerji verimliliği) ve yönetim temelli göstergelerin bu modele entegre edilmesi, sürdürülebilirlik odaklı performans analizlerinin kapsamını genişletecek ve finansal karar verme süreçlerinde çok boyutlu bir perspektifin oluşmasına katkıda bulunacaktır.

Kaynakça

- Arslan, H. M. (2023). Türkiye ekonomisinin çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 14(100. Yıl Özel Sayısı), 26–43. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.1300286>
- Atan, M., & Altan, Ş. (2020). *Örnek uygulamalarla çok kriterli karar verme yöntemleri* (1. baskı). Gazi Kitabevi. ISBN: 978-625-7911-11-5
- Atukalp, M. E. (2019). Borsa İstanbul'da işlem gören çimento firmalarının finansal performansının analizi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 81, 213–230. <https://doi.org/10.25095/mufad.510663>
- Ayçin, E., & Orçun, Ç. (2019). Mevduat bankalarının performanslarının ENTROPİ ve MAIRCA yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Balikesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(42), 175–194. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.657002>
- Baydaş, M., Eren, T., & İyibildiren, M. (2023). Normalization Technique Selection for MCDM Methods: A Flexible and Conjunctural Solution that can Adapt to Changes in Financial Data Types. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 5(Özel Sayı), 148-164. <https://doi.org/10.51124/jneusbf.2023.54>
- Bozdoğan, T., Odabaş, A., & Çetin, Ö. O. (2023). Financial performance of BIST-Cement companies analysis by TOPSIS and ELECTRE methods. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (78), 491–510. <https://doi.org/10.51290/dpusbe.1368085>
- Brauers, W. K. M., & Zavadskas, E. K. (2010). Project management by MULTIMOORA as an instrument for transition economies. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(1), 5–24. <https://doi.org/10.3846/tede.2010.02>
- Chakraborty, S., Chatterjee, P., & Das, P. P. (2024). *Multi-criteria decision-making methods in manufacturing environments: Models and applications*. Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781003377030>
- Chen, L., Wang, X., Wang, Y. & Gao, P. (2023). Improved entropy weight methods and their comparisons in evaluating the high-quality development of Qinghai, China. *Open Geosciences*, 15(1), 20220570. <https://doi.org/10.1515/geo-2022-0570>
- Çanakçıoğlu, M. (2019). Borsa İstanbul'da işlem gören çimento firmalarının Entropi-Eatwios bütünlüklük yaklaşımı ile finansal performanslarının değerlendirmesi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 14(56), 407–421.
- Demir, G. (2021). Türk çimento firmalarının finansal performansının bulanık SWARA-COPRAS-MAUT yöntemleri ile karşılaştırılması. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 20(4), 1875–1892.
- Dias, L. C., Caldeira, C., & Sala, S. (2024). Multiple criteria decision analysis to support the design of safe and sustainable chemicals and materials.

- Science of the Total Environment*, 916, 169599. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169599>
- Dyckhoff, H. (2018). Multi-criteria production theory: Foundation of non-financial and sustainability performance evaluation. *Journal of Business Economics*, 88(7), 851–882. <https://doi.org/10.1007/s11573-017-0885-1>
- Ecer, F. (2020). *Çok kriterli karar verme: Geçmişten günümüze kapsamlı bir yaklaşım* (1. baskı). Seçkin Yayıncılık. ISBN: 978-975-02-6017-9
- Ecer, F. (2022). An extended MAIRCA method using intuitionistic fuzzy sets for coronavirus vaccine selection in the age of COVID-19. *Neural Computing and Applications*, 34(7), 5603–5623. <https://doi.org/10.1007/s00521-021-06728-7>
- Eraslan, Ü. G., Balo, F., Uçar, U. U., & Çetin, B. (2018). Çok kriterli karar verme metodu çerçevesinde elektrik arıza analizinin değerlendirilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 135–146.
- Fidan, H. (2021). CRITIC ve MAIRCA çok kriterli karar verme yöntemi ile uluslararası hedef pazar seçimi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 23(41), 291–309.
- Gigović, L., Pamučar, D., Božanić, D., & Ljubojević, S. (2017). Application of the GIS-DANP-MABAC multi-criteria model for selecting the location of wind farms: A case study of Vojvodina, Serbia. *Renewable Energy*, 103, 501–521. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.11.057>
- Güleç, Ö. F., & Özkan, A. (2018). Gri ilişkisel analiz yöntemi ile finansal performansın değerlendirilmesi: BIST çimento şirketleri üzerine bir araştırma. *Muhasebe ve Denetim Bakış*, 18(54), 77–96.
- Haq, R. S. U., Saeed, M., Mateen, N., Siddiqui, F., & Ahmed, S. (2023). An interval-valued neutrosophic based MAIRCA method for sustainable material selection. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 123, 106177. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.106177>
- Işık, Ö. (2023). Covid-19 salgınının katılım bankacılığı sektörünün performansına etkisinin MEREC-PSI-MAIRCA modeliyle incelenmesi. *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2). <https://doi.org/10.52122/nisantasisbd.1167829>
- Kahraman, Y. R. (2002). Robust sensitivity analysis for multi-attribute deterministic hierarchical value models. <https://scholar.afit.edu/etd/4516>
- Kazerooni, A., Ghasemi, M., & Barzegar, B. (2021). Develop a model for improving the financial performance of cement companies based on management accounting tools and their prioritization. *Journal of Accounting Advances*, 13(2), 227–267. <https://doi.org/10.22099/JAA.2022.40758.2137>
- Keeney, R. L., & Raiffa, H. (1993). *Decisions with multiple objectives: Preferences and value trade-offs*. Cambridge University Press.

- Kırhasanoğlu, Ş., & Özdemir, M. (2022). BIST’te işlem gören futbol kulüplerinin Covid-19 dönemi finansal performanslarının Idocriw temelli analizi. *Enderun*, 6(1), 44–65.
- Kirkwood, C. W. (1998). Strategic decision making: Multiobjective decision analysis with spreadsheets. *Journal of the Operational Research Society*, 49(1), 96–97.
- Malefaki, S., Markatos, D., Filippatos, A., & Pantelakis, S. (2025). A comparative analysis of Multi-Criteria Decision-Making methods and normalization techniques in holistic sustainability assessment for engineering applications. *Aerospace*, 12(2), 100. <https://doi.org/10.3390/aerospace12020100>
- Mardani, A., Jusoh, A., Nor, K. M. D., Khalifah, Z., Zakwan, N., & Valipour, A. (2015). Multiple criteria decision-making techniques and their applications – A review of the literature from 2000 to 2014. *Economic Research – Ekonomska Istraživanja*, 28(1), 516–571. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2015.1075139>
- Moro, C. (2023). Comparative analysis of multi-criteria decision making and life cycle assessment methods for sustainable evaluation of concrete mixtures. *Sustainability*, 15(17), 12746. <https://doi.org/10.3390/su151712746>
- Neumann, J. von & Morgenstern, O. (1947). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, Princeton
- Özari, Ç., & Demirkale, Ö. (2024). Entropy–TOPSIS method approach: A comprehensive quarterly assessment with application in Turkey’s cement sector. *Fiscoeconomia*, 8(3), 938–967. <https://doi.org/10.25295/fsecon.1447540>
- Özden, H. Ü., Başar, Ö. D., & Kalkan, S. B. (2012). İMKB’de işlem gören çimento sektöründeki şirketlerin finansal performanslarının VIKOR yöntemi ile sıralanması. *Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 17, 23–44.
- Özkan, T. (2020). TOPSIS ve gri ilişkisel analiz yöntemleri ile BIST çimento sektörü şirketlerinin finansal etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Oltu Beşeri ve Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 69–85.
- Öztaş, T., & Öztaş, G. Z. (2024). Innovation performance analysis of G20 countries: A novel integrated LOPCOW-MAIRCA MCDM approach including the COVID-19 period. *Verimlilik Dergisi*, 1-20. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1320794>
- Pala, O., Atçeken, Ö., Omurtak, H., & Şimşir, B. (2024). BİST çimento sektöründe LODECI ve CRADIS ile finansal performans analizi. *Alanya Akademik Bakış Dergisi*, 8(3), 956–970. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1452960>
- Pamuçar, D., Vasin, L., & Lukovac, V. (2014). Selection of railway level crossings for investing in security equipment using hybrid DEMATEL-MARIC model. In *XVI International Scientific-Expert Conference on Railways (Railcon)* (pp. 89–92). Niš, Serbia. <https://doi.org/10.13140/2.1.2707.6807>

- Pamučar, D., & Ćirović, G. (2015). The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC). *Expert Systems with Applications*, 42(6), 3016–3028. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.11.057>
- Saygılı, E. E., & Şahin, Y. (2021). Finansal performans ile hisse senedi yatırımcı kararları arasındaki ilişki: BİST çimento sektöründe TOPSIS uygulaması. *İzmir Demokrasi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1), 16–45.
- Shannon, C. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423; 27(4), 623–656. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Sheskin, D.J. (2011). Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures, Fifth Edition (5th ed.). *Chapman and Hall/CRC*. <https://doi.org/10.1201/9780429186196>
- Song, Y., Xiu, Y., Zhou, L., & Wang, J. (2024). Implementing multi-attribute utility theory in service recovery: An operational management perspective on online retailing. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 81, 103968. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2024.103968>
- Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106231. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231>
- Uygurtürk, H. & Uslu, M. (2025). BİST Turizm Sektörü İşletmelerinin Entropi Tabanlı MAUT ve MAIRCA Yöntemleriyle Finansal Performans Ölçümü. In: Uygurtürk, H. (ed.), *Finans Alanında Uygulamalı Araştırmalar*. Özgür Yayınları. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub902.c3728>
- Uygurtürk, H., & Yetik, H. (2022). Sektör bazlı finansal performans ölçümü: BİST ana metal sanayi işletmeleri üzerine bir araştırma. In Ş. Karabulut (Ed.), *Ekonomi ve finans alanındaki uygulamaların ampirik sonuçları-2* (pp. 383–400). Ekin Yayınevi. ISBN: 9786258235258
- Więckowski, J., Sałabun, W., Kizielewicz, B., Bączkiewicz, A., Shekhovtsov, A., Paradowski, B., & Wątróbski, J. (2023). Recent advances in multi-criteria decision analysis: A comprehensive review of applications and trends. *International Journal of Knowledge-based and Intelligent Engineering Systems*, 27(4), 367–393. <https://doi.org/10.3233/KES-230>
- Van Dua, T., Van Duc, D., Bao, N. C., & Trung, D. D. (2024). Integration of objective weighting methods for criteria and MCDM methods: application in material selection. *EUREKA: Physics and Engineering*, (2), 131–148. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2024.003171>

- Yazgan, A. E., & Agamyradova, H. (2021). SWARA ve MAIRCA yöntemleri ile bankacılık sektöründe personel seçimi. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 16(2), 281–290. <https://doi.org/10.48145/gopsbad.999847>
- Yıldırım, M., Altan, İ. M., & Gemici, R. (2018). Kurumsal yönetim ile finansal performans arasındaki ilişkinin ENTROPİ ağırlıklandırılmış TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi: BIST’te işlem gören gıda ve içecek şirketlerinde bir araştırma. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, 11(2), 130–152. <https://doi.org/10.29067/muvu.340436>
- Yudhistira, A., Ardiansah, T., Maryana, S., Yadin, Y., & Oktaviani, R. (2024). Development of Multi-Attribute Utility Theory Methods in Dynamic Decision Models Using Change-Data Driven. <https://doi.org/10.5109/7326962>
- Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159–172. <https://doi.org/10.3846/tede.2010.10>
- Zhang, X. (2025). Pythagorean fuzzy MAIRCA CRITIC for energy price and demand forecasting involving eco-economic factors for sustainable economy. *Scientific Reports*, 15(1), 34340. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-16780-1>
- Zhang, X., Wang, C., Li, E., & Xu, C. (2014). Assessment model of eco-environmental vulnerability based on improved entropy weight method. *The Scientific World Journal*, 2014, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2014/953932>