

Firmaya Özgü Finansal Değişkenlerin ESG Skorları İçin Önemi: Rastgele Orman Algoritması İle Borsa İstanbul'da Bir Araştırma

The Importance of Firm-Specific Financial Variables for ESG Scores: A Research in Borsa Istanbul Using Random Forest Algorithm

Melih KUTLU^a  Mehmet Fatih SERT^b 

^aSamsun Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Bölümü, Samsun, Türkiye, melih.kutlu@samsun.edu.tr

^bGaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Gaziantep, Türkiye, mfsert@gantep.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ	ÖZET
Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik ESG Finansal Performans	Amaç – Firmaların çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) skorlarının güçlenmesi için firmaya özgü finansal değişkenlerin sağlıklı bir şekilde yönetilmesi gerekir. Bu çalışmada firmaya özgü finansal değişkenlerin ESG skorları için önem sırası araştırılmaktadır. Yöntem – Rastgele orman algoritmasının kullanıldığı çalışmada 2016-2022 yılları arasında Borsa İstanbul'da işlem gören 65 firmanın ESG skorları ve firma içi finansal göstergeleri kullanılmıştır. Rastgele orman algoritması birden fazla karar ağacını çalıştırarak optimum sonucu vermektedir. Toplam ESG, çevresel, sosyal ve yönetim skorları Refinitiv veritabanından elde edilmiştir. Bulgular – Hisse başına kar, kaldıraç oranı, beta katsayısı, cari oran ve likidite oranının firma ESG skorları açısından daha önemli olduğu tespit edilmiştir. Toplam ESG ve sosyal skorda yatırımcı ilişkileri yönetimi, çevresel skorda sistematik risk ve yönetim skorunda işletme sermayesi yönetimi ön plana çıkmaktadır. Tartışma – İklim değişikliği, enerji ve su kullanımı, karbon emisyonları, ürün güvenliği ve hissedarların korunması konularının artan önemi bu konularda başrol oynayan firmaların ESG skorlarına yansımaktadır. Firmaların finansal yapısının sağlıklı bir şekilde yönetilmesi ESG skorlarını etkileyecektir. Bu skorların güçlenmesi firmaların yeşil yatırımlarının artmasına ve iklim değişikliği ile ilgili sorunların azaltılmasına yardımcı olacaktır.
Gönderilme Tarihi 3 Kasım 2023 Revizyon Tarihi 27 Şubat 2025 Kabul Tarihi 10 Mart 2025	
Makale Kategorisi: Araştırma Makalesi	
ARTICLE INFO	ABSTRACT
Keywords: Sustainability ESG Financial Performance	Purpose – In order to strengthen the environmental, social and governance (ESG) scores of companies, company-specific financial variables must be managed in a healthy way. In this study, the order of importance of company-specific financial variables for ESG scores is investigated. Desing/ methodology/approach – In the study in which the random forest algorithm used with ESG scores and internal financial indicators of 65 firms traded on Borsa Istanbul between 2016 and 2022. The random forest algorithm gives the optimum result by running more than one decision tree. Total ESG, environmental, social and governance scores are obtained from the Refinitiv database. Findings – It has been determined that earnings per share, leverage ratio, beta, current ratio and liquidity ratio are more important in terms of company ESG scores. Systematic risk comes to the fore in the environmental score, investor relations management in the social score, and working capital management in the governance score. Discussion – The increasing importance of climate change, energy and water use, carbon emissions, product safety and shareholder protection is reflected in the ESG scores of companies that play a leading role in these issues. Healthy management of the financial structure of companies will affect ESG scores. Strengthening these scores will help companies increase their green investments and reduce problems related to climate change.
Received 3 November 2023 Revised 27 February 2025 Accepted 10 March 2025	
Article Classification: Research Article	

Önerilen Atıf/Suggested Citation

Kutlu, M., Sert, M.F. (2024). Firmaya Özgü Finansal Değişkenlerin ESG Skorları İçin Önemi: Rastgele Orman Algoritması İle Borsa İstanbul'da Bir Araştırma, İşletme Araştırmaları Dergisi, 17 (1), 20-30.

1. GİRİŞ

Finansal sistemin yeşillendirilmesi, karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik en doğrudan yaklaşımdır. Çevre koşullarını iyileştirmek için bir araç olarak düşünülen yeşil projelerin maliyetini düşürmek, çeşitliliğin korunması, doğal kaynakların korunması, sosyal sorumluluk bilincini artırmak, sürdürülebilir kalkınmaya izin vermek iklim ve çevre hedeflerine ulaşma konusunda önemli adımlardır. Sürdürülebilir finans, çevreci mal ve hizmetler, iklim değişikliğini tetikleyen zararların azaltılması veya önlenmesi, yenilebilir enerji kaynakları için vergi kolaylıklarının teşvik edilmesi, yasal bir ekonomik çevre ile yeşil fonlar, yeşil yatırımlar ve yeşil finansal sistem bileşenlerinin tümünü bünyesinde barındıran bir döngüyü ifade eder (Fatemi ve Fooladi, 2013; Edmans ve Kacperczyk, 2022).

Sürdürülebilir finans kavramı yalnızca iklim risklerine dikkat etmekle kalmaz, aynı zamanda yeni yatırımların oluşmasını sağlar, daha bilinçli ve daha az spekülasyon yatırım sürecini oluşumuna katkı sağlar (Cunha vd., 2021). Yeni teknolojilere ve kahverengi teknolojilere karşı nispeten zayıf duruşları nedeniyle yeşil işletmeler, özellikle gelişimlerinin ilk aşamalarında devlet desteğine ihtiyaç duyar (Bauer vd., 2022). Hükümetler yeşil finansal ürünlerin geliştirilmesiyle ilgilenirken iklim değişikliğine uyum sürecinde ve sermaye akışlarının hareketinde önemli bir rol oynayabilirler (Thistlethwaite, 2021). Kurumsal yatırımcılar ise genellikle yeşil yatırım için en büyük fon kaynağını sağlayanlardır (Yousaf vd., 2021).

Kurumsal yatırımcılar, istikrarlı, uzun vadeli ve sürdürülebilir büyüme potansiyeline sahip kurumsal sosyal sorumluluk tutumu olan şirketlere yatırım yapmaktadır (Kim vd., 2019). Sürdürülebilir ve sorumlu yatırım, finansal akışları kahverengiden yeşile kaydırmayı hedeflerken olumlu çevresel etkileri olan finansa odaklanmaktadır (Mahn, 2016). Kısa vadede kahverengi veya çevre dostu olmayan bir üretim teknolojisi daha karlı olabilir. Ancak uzun vadeli düşünen ve sürdürülebilirliği hesaba katan yatırımcıların çevre tehdidi konusunda farkındalık bilinci daha yüksektir. Finansal getiri açısından yeşil ve enerji verimli firmalara yatırım en karlı seçimdir.

Çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) skorları sürdürülebilir ve sorumlu yatırım ilkeleri altında bir portföy seçimi için etkin bir politika yürütülmesini sağlar (Ray ve Goel, 2023: 1742). Birçok varlık yöneticisi, emeklilik fonu ve kurumsal yatırımcı, yatırım kararlarını belirlerken şirketlerin ESG skorlarını değerlendirmektedir (Kim ve Li, 2021:1; Drempetic vd., 2020: 334). Kısa vadeli hissedar değeri politikasından, heterojen paydaş gruplarının (örneğin müşteriler, çalışanlar) çıkarlarını içeren daha sürdürülebilir bir yönetim stratejisine geçmek daha iyi ESG skoruna yol açar ve aynı zamanda gelecekteki mali performansla da bağlantılıdır (Velte, 2017:169).

ESG, genel olarak çevre (iklim değişikliği, enerji ve su kullanımı, karbon emisyonları), sosyal sorumluluk (adil ticaret ilkeleri, insan hakları, ürün güvenliği, cinsiyet eşitliği, sağlık ve güvenlik) ve yönetim (yönetim kurulu bağımsızlığı, yolsuzluk ve rüşvet, raporlama ve açıklama, hissedarların korunması) ile ilgili çeşitli konuları kapsamaktadır (Galbreath, 2013:529).

ESG skorlarının bir firmanın finansal performansını ve değerini nasıl etkileyebileceği sorusu literatürde birçok kez araştırılmıştır. Bu çalışmanın amacı firmaya özgü değişkenlerin firmaların çevresel, sosyal ve yönetsel (ESG) skorları için ne derece önemli olduğunu araştırmaktır. Bu araştırma ile daha iyi bir ESG skoru için hangi finansal değişkenlere daha çok dikkat edilmesi gerektiği ortaya çıkacaktır. Bu finansal değişkenlere odaklanan işletmeler Galbreath (2013:529)'nın tanımında yer alan çevre, sosyal sorumluluk ve yönetim konularının alt başlıkları ile ilgili çalışmalarını daha etkin bir şekilde yürütebilecektir. Literatürdeki birçok çalışma (Ting vd., 2020; Kalia ve Aggarwall, 2022; Şişman ve Çankaya, 2021; Çam, 2023) firma performansı ile ESG skorları arasındaki ilişki mevcuttur teorisini kabul ederek regresyon analizi yapmışlardır. Biz bu teorik yaklaşımı güçlendirmek için analiz yapıyoruz. Borsa İstanbul'daki firmaların ortalama ESG skorları 2016 yılında 48,39 olarak gerçekleşirken 2022 yılında 64,07'ye çıkmıştır¹. Skorlarda yaşanan bu iyileşmenin finansal ilişkilerini araştırmak çalışmanın ana motivasyonunu oluşturmaktadır.

Araştırma için 2016-2022 yılları arasında Borsa İstanbul'da işlem gören 65 firmanın ESG skorları ve firma içi finansal göstergeleri kullanılmıştır. Toplam ESG ile çevresel, sosyal ve yönetsel skorları ayrı ayrı analiz edilmiştir. Çalışmada rastgele orman algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma birden fazla karar ağacı

¹ Refinitiv veri tabanından elde edilen veriler doğrultusunda yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

üzerinden sınıflandırma oluşturmamızı sağlamaktadır. Algoritma hangi firmaya özgü finansal değişkenin ESG skorları açısından önemli olduğunu ortaya koyacaktır. ESG skorları açısından firmaya özgü finansal değişkenlerin önem sırasının ne olduğunun araştırılması işletmelere ESG skorlarının yükseltmesinde odaklanması gereken faaliyetler açısından öngörü sağlayacaktır.

2. LİTERATÜR

Firmaların finansal performansı ile ESG skorları arasındaki ilişkiye dair birçok çalışma mevcuttur. Yılmaz (2021), BRICS ülkelerinde 2014-2018 döneminde ESG skorları ile finansal performans arası ilişkiyi panel veri regresyon yöntemi araştırmıştır. Toplam ESG skorunun finansal performans üzerinde anlamlı bir etkisi bulunurken çevresel, sosyal ve yönetime ilişkin skorların bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ray ve Goel (2021), Hindistan firmalarının 2011-2019 döneminde finansal performansları ile ESG skorları arası ilişkileri araştırmışlardır. Panel regresyon yönteminin kullandığı çalışmada ESG skorları ile finansal performans arasında gecikmeli bir pozitif ilişki tespit edilmiştir.

Pham vd. (2022), Çin ve ABD taşımacılık sektörü firmalarının ESG puanları ile işletme performansları arası ilişkileri araştırmışlardır. Veri zarflama analizinin kullanıldığı çalışmada yönetim skorunun yeterli katkıyı sağlamadığı ancak çevresel ve sosyal skorların işletme performansını artırıcı yönde etki ettiği tespit edilmiştir. Yönetim skorunun katkısının azlığı yöneticilerin ESG uygulamalarını maliyet olarak görmelerinden kaynaklıdır. Quirios vd. (2018), Brezilya Borsası firmalarının sosyal sorumluluk faaliyetlerinin firma değeri açısından anlamlı bir etkisinin olup olmadığını araştırmışlardır. Piyasanın sektörel ayırım yapılmaksızın ESG skorlarına çok fazla önem vermediği ortaya konulmuştur. Ancak hassas sektörlerde (petrol, gaz, kimya, elektrik hizmetleri, kağıt, madencilik) çevresel faktörün işletme değeri ve yatırımcılar açısından önemli olduğu da tespit edilmiştir.

Grisales ve Caracuel (2021), Latin Amerika ülkelerinde (Brezilya, Şili, Kolombiya, Meksika, Şili) ESG skorlarının çok uluslu şirketlerde finansal performansa etkisini araştırmışlardır. Panel veri regresyonunun kullanıldığı çalışmada ESG skorları ile finansal performans arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Sosyal skorlar, çevresel ve yönetim skorlarına göre firma performansını daha fazla negatif etkilemektedir. Zheng vd. (2023), Çin şirketlerinin ESG skorlarının birleşme ve satın alma sonrası performanslarına etkilerini araştırmışlardır. ESG skoru ile birleşme ve satın alma sonrası finansal performans arasında pozitif bir ilişki mevcuttur. Yüksek ESG skorları birleşme ve satın alma sonrasında oluşturulan sinerji için katkı sunmaktadır. ESG skorları anlaşmaların başarısına katkı sunmaktadır. Sosyal ve yönetim skorları bu noktada ön plana çıkmaktadır.

Narula vd. (2024), Hindistan firmalarının faaliyet, finansal ve piyasa performansına ESG skorlarının etkisini panel regresyon ile araştırmışlardır. Çevresel skorlar ile negatif, yönetim skoru ile pozitif ilişki bulunurken, sosyal skoru ile anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. ESG skorları, uzun vadede risklerin ve yatırım maliyetlerinin azalması nedeniyle yatırımcıların uzun vadeli sürdürülebilir finansal başarı potansiyelini artırıcı etkide bulunmaktadır. Kim ve Li (2021), 1991 ve 2013 yılları arasında S&P Capital IQ-Compustat veri tabanının elde ettikleri 4708 firma verisi üzerinde ESG skorlarının firma karlılığı, finansal performans ve kredi riski üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Regresyon analizi kullanılmıştır. ESG skorları finansal performans ve risk açısından önemlidir. Yönetim skoru kârlılık üzerinde en önemli etkiye sahiptir. Giannopoulos vd. (2022), 2010 ve 2019 yılları arasında Norveç firmalarının finansal performansına ESG skorlarının etkilerini araştırmışlardır. Panel regresyon yönteminin kullandığı çalışmada ESG skorları aktif karlılığının ESG skorlarından olumsuz yönde etkilendiği tespit edilmiştir.

Ahmad vd. (2021), FTSE350 firmalarının finansal performansına etkisini panel veri yöntemi ile araştırmışlardır. Toplam ESG skoru piyasa değeri ve hisse başına kar üzerinde anlamlı ve pozitif etkiye sahiptir. ESG skoru yüksek firmalar, ESG skoru düşük firmalara göre daha yüksek performans sergilemektedir. Firma büyüklüğü aynı zamanda finansal performans ve ESG skoru arası ilişkide belirleyici rol üstlenmektedir. Pulino vd. (2022), büyük İtalyan firmalarının 2011 ve 2020 yılları arasında ESG skorlarının firma performansına etkisini araştırmışlardır. Panel regresyon yönteminin kullanıldığı çalışmada çevresel, sosyal ve yönetim skorları ve Faiz ve Vergi Öncesi Kar arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Çevresel skorun aktif karlılığı üzerinde olumsuz etkisi mevcuttur. Bu durum emisyon azaltım faaliyetleri için belirli maliyetlere katlanılması nedeniyle ortaya çıkmış olabilir.

Yoo ve Managi (2022), ESG skor bilgilerinin açıklanmasının finansal performansa etkisini araştırmışlardır. 2007 ve 2019 yılları arası dönemde yapılan çalışmada panel veri yöntemi kullanılmıştır. Finansal değeri yüksek firmaların sahip olduğu yüksek finansal kapasite ESG faaliyetleri ilgili eylemlerin daha fazla gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Velte (2017), Alman firmaların finansal performansına ESG skorlarının etkisini araştırmışlardır. 2010-2014 yılları arası dönem için yapılan araştırmada ESG skorlarının aktif karlılığını pozitif etkilediği ancak piyasa değeri üzerinde bir etkisi olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Ting vd. (2020), 1317 gelişmekte olan ülke firmasını ve 3569 gelişmiş piyasa firmasını kapsayan çalışmalarında ESG skorlarının firma performansına etkisini araştırmışlardır. Gelişmekte olan ülke firmalarının ESG skorları gelişmiş ülkelere göre daha yüksektir. Enerji veya su kullanımını azaltan veya tedarik zinciri yönetimini iyileştirerek ekoverimli sürdürülebilir çözümler bulan firmalar, yüksek bir değer yaratma kabiliyetine sahiptirler.

Kalia ve Aggarwall (2022), 468 sağlık firmasının ESG skorları ile firma performansı arasındaki ilişkiyi araştırmak için korelasyon ve çok değişkenli regresyon analiz kullanmışlardır. Gelişmiş ülkelerde ESG skorları firma performansını pozitif yönlü etkilerken gelişmekte olan ülkelerde olumsuz ya da ilişki yoktur şeklinde bulgulara ulaşılmıştır. Gelişmekte olan ülkelerde yalnızca çevresel skor aktif karlılığını negatif ve anlamlı etkisi mevcuttur. ESG raporlama sistemlerinin eksikliği ve zayıf sermaye piyasaları ve düzenleyici mekanizmaları içeren olumsuz ilişkiler gelişmekte olan ülkelerdeki bulguların nedeni olabilir.

Şişman ve Çankaya (2021), havayolu firmalarının (26 firma) ESG skorlarının firmaların finansal performansa etkisini araştırmışlardır. Panel veri regresyon yönteminin kullandığı çalışmada 2010-2017 yılları arasında ESG skorları ile aktif karlılığı arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Diğer skorların ise bir etkisi bulunmamaktadır. Havayolu firmaları ile ilgili bir diğer çalışmada Ay vd. (2023), kaldırıcı, firma büyüklüğü, sistematik risk ile ESG skorları arası ilişkiyi COVID-19 döneminde panel veri regresyon yöntemi ile araştırmışlardır. Çevre skoru ve sosyal skoru yüksek olan şirketlerin betalarının daha düşük çıktığı tespit edilmiştir. Çetenak vd. (2022), ESG skorlarının 2010 ve 2020 döneminde Türk bankacılık sektörü firmaları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Panel veri analizinin kullandığı çalışmada bankaların toplam ESG, yönetim ve sosyal skorlarının firma performans göstergelerini pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Çevresel skurun ise herhangi bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Yıkılmaz (2022), Türkiye’den 32 firmanın nakdi kâr payı dağıtım kararlarına ESG skorlarının etkisini araştırmışlardır. Panel veri analizi kullanılan çalışmada 2017-2021 döneminde ESG skorlarının kar dağıtımlarını pozitif etkilediği tespit edilmiştir. Keçeli ve Çankaya (2020), 2010-2020 yıllarını içeren dönemde Norveç, İsveç, Finlandiya, Fransa, Danimarka, İspanya, Portekiz, İtalya ve Yunanistan’da ESG skorları ile aktif ve özkaynak karlılığı, fiyat kazanç oranı, piyasa kapitalizasyonu ve toplam varlıklarındaki değişim oranı arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Panel veri regresyon analizinin kullanıldığı çalışmada piyasa kapitalizasyonu ve ESG skorları arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki tespit edilmiştir.

Çam (2023), COVID-19 pandemisinde firma performansına ESG skorlarının etkisini araştırmıştır. Araştırma dönemi 2019-2020 yıllarını kapsamaktadır. Çalışmada panel veri analizi yöntemi kullanılmıştır. ESG faaliyetleri pandemi döneminde finansal performans açısından firmaları daha dirençli hale getirmektedir. Şahin ve Acar (2023), 2014-2021 döneminde logit ve probit modellerle ESG skorlarının belirleyicilerini araştırmışlardır. Likiditesi güçlü olan ve nakit dönüşüm süresi açısından işletme sermayesi yönetiminde etkinlik gösteren firmalar ile ESG skorunun pozitif ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Şeker ve Üngör (2022) 325 firma üzerinden 2010-2019 yılları arası dönemde ESG skoru ve finansal performans arası ilişkiyi araştırmışlardır. ESG performans ile finansal performans arası anlamlı ilişki tespit edilememiştir.

Literatür ESG skorlarının finansal performansa etkisini ölçen birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda firmaya özgü finansal değişkenlerin ESG skorlarına katkısı araştırılmıştır. Ancak hangi firmaya özgü değişkenin ESG skorları açısından önemli olduğu araştırılmamıştır. Bu araştırma bu önem sırasını ortaya koyarak literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Çalışmalar genellikle panel veri regresyon yöntemi ile yapılmıştır. Bu çalışmada sınıflandırma algoritması kullanılarak farklı bir yaklaşım sergilenmiştir.

3. VERİ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Çalışmada ESG skorları için firmaya özgü finansal değişkenlerin önem sırasını belirlemek için Breiman (2001) tarafından geliştirilen CART algoritması (Classification and Regression Tree) kullanılmıştır. Buna göre, düğümlerde birtakım ölçütler uygulanarak bölünme işlemi uygulamaktadır. Bu doğrultuda önce tüm nitelikler bir arada ele alınır ve her bir eşleşmeden sonra iki bölünme elde edilir. Seçme işlemi bu bölünmeler üzerinde uygulanır (Özkan, 2008). Bölünme işlemlerinde düğümlerden homojen sınıf dağılımına sahip olanlar tercih edilir. Rastgele Orman yöntemi, düğüm homojenliğinin ölçümünde Gini indeksini kullanmaktadır. Verilen bir t düğümü için Gini indeksi;

$$GINI(t) = 1 - \sum_t [p(j | t)]^2$$

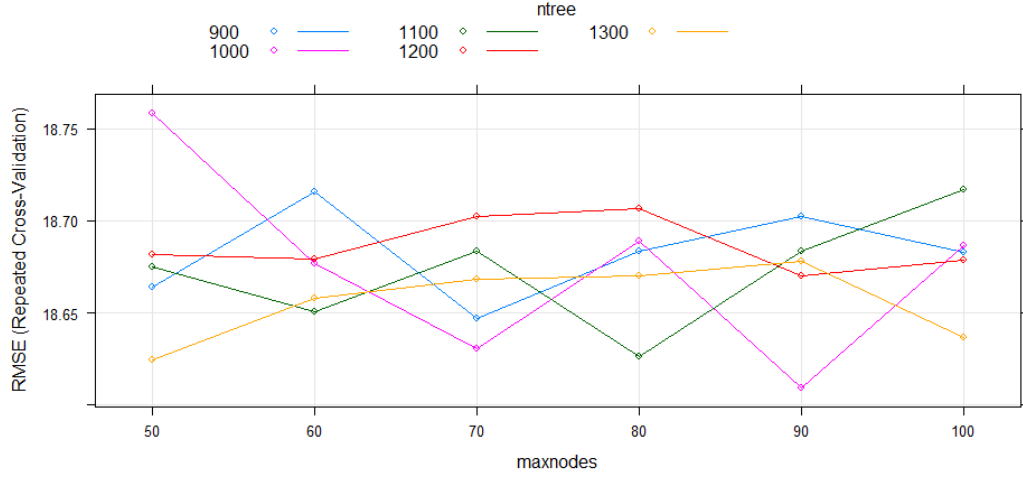
şeklinde. Burada $p(j | t)$ t düğümündeki j sınıfına ait bağıl olasılığı göstermektedir. Bölünme pozisyonu en küçük Gini indeksine sahip olma durumuna göre belirlenir.

3.2. Veri Seti

Bu araştırma için 2016-2022 yılları arasında Borsa İstanbul'da işlem gören 65 firmanın ESG skorları ve firma içi finansal göstergeleri kullanılmıştır. Tüm veriler Refinitiv veri tabanından elde edilmiştir. Firmaya özgü finansal göstergeler olarak Hisse Başına Kar(hbk), Cari Oran(co), Likidite Oranı(lo), Kaldıraç(lev), Faaliyet Kar Marjı(fkm), Aktif Devir Hızı(akd), Toplam Aktifler (lnta; logaritmik dönüşüm ile), aktif karlılığı(roat), özsermaye karlılığı(roe), net kar marjı(nkm), fiyat kazanç oranı(fk), beta, yatırımın getirisi (yat_get), net kar/satışlar (nk_sat) ve stok devir hızı(sdh) kullanılmıştır. Refinitiv tarafından hesaplanan ESG skorları kullanılacaktır.

3.3. Verilerin Analizi

Yöntem olarak rastgele orman algoritması kullanılmıştır. Breiman (2001) daha etkili bir tahminci oluşturmak için farklı modellerin birleştirilmesi kavramına dayanan bir topluluk (ensemble) öğrenme yaklaşımı olan Rastgele Orman'ı geliştirmiştir. Bunu oluşturmak için çok sayıda karar ağacı birleştirilmektedir. Başlangıç olarak, veri setinin alt örneklerini oluşturmak için "Bootstrap" olarak bilinen rastgele bir örnekleme yaklaşımı kullanılır. Veri seti, bu alt örneklerin her biri için farklı niteliklere ve veri setinin alt kümelerine dayalı karar ağaçları kullanılarak analiz edilir. Genel tahmine ulaşmak için her bir karar ağacından elde edilen tahminler birleştirilir. Rastgele orman yöntemi tarafından üretilen alt örneklerin sayısı, her ağaç için rastgele seçilen özelliklerin sayısı ve ağaçların derinliği gibi dikkate alınması gereken çeşitli hiper parametreler vardır. Bu hiperparametrelerin farklı kombinasyonları farklı sonuçlar verebileceğinden, hiperparametreler değiştirilerek maksimum tahmin doğruluğu sunabilecek hiperparametre setleri kullanılarak analiz yapılmalıdır. Hem sınıflandırma hem de regresyon problemlerinde kullanılabilen rastgele orman, büyük veri tabanlarında verimli çalışabilme, değişkenleri dışlamadan binlerce girdi değişkenini işleyebilme, hangi değişkenlerin önemli olduğunu gösterebilme, aykırı değerlere ve gürültüye karşı daha dirençli olma gibi bir dizi avantaja sahiptir (Rodriguez-Galiano vd., 2012).



Şekil 1. Hiperparametre optimizasyonu sonuçları

Çalışmada, hiperparametre optimizasyonu yapılarak hiperparametreler için en uygun değerler belirlenmiştir. Hiperparametre optimizasyonuna ait sonuçlar Şekil 1’de sunulmuştur. Şekil 1’de görüldüğü üzere karar ağaçlarının oluşturulma sırasında maksimum düğüm sayısını sınırlamak için kullanılan maxnodes parametresi 90, ve oluşturulacak ağaç sayısı da 500 olarak belirlenmiştir. Training veri seti üzerinde gerçekleştirilen öğrenmenin performansı test verisi üzerinde ölçülmüştür. Ek olarak training verisinin %10’u da validation için ayrılmış ve 5 katmanlı cross validation uygulanmıştır. Çalışma R programı ortamında ve temelde “randomForest” kütüphanesi kullanılarak yürütülmüştür.

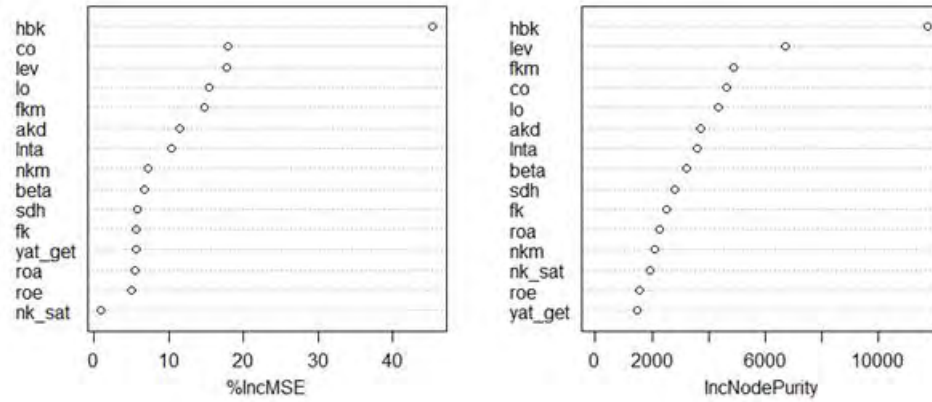
Rastgele orman algoritması Artımlı ortalama kare hatası (IncMSE) ve Artımlı Saflık Endeksi (IncNodePurity) olmak üzere iki nitel ölçü kullanmaktadır. Bu ölçüler orijinal ölçülerin tahmin doğruluğunu tanımlamaktadır. Artımlı ortalama kare hatası (IncMSE), bir tahmin modelinin tahminlerinin zaman içinde gerçek değerlerle ne kadar iyi eşleştiğini ölçen bir metriktir. Bu metrik, yeni veriler eklendikçe veya model değiştirildikçe modelin performansını değerlendirmek için önemlidir. Ortalama kare hata (MSE), bir tahmin modelinin gerçek değerlerle ne kadar iyi eşleştiğini ölçen diğer bir metriktir. MSE, her tahminin hata karesini hesaplar, bu hataları toplar ve ardından toplam hatayı örnek sayısına böler. IncMSE, yeni veriler eklendikçe veya modeli güncelledikçe hesaplanan bir tür MSE’dir. Özetle, her bir değişkenin dışarıda bırakılması durumunda model doğruluğunun ne kadar azaldığını gösterir. "IncNode-Purity" terimi bir karar ağacının veya ağaç yapısının bir düğümünde yer alan vakaların kategorizasyonunun doğruluğunu değerlendiren bir metriktir. Bir karar ağacının veya ağaç yapısının bir düğümünde yer alan örneklerin sınıflandırma doğruluğunu ölçen bir metriktir. Bu ölçü, özellikle karar ağaçları oluşturulurken ve geliştirilirken düğümlerin ne kadar saf veya homojen olduğunu belirlemek için kullanılır. Düğüm ne kadar homojen veya safsa yani örneklerin çoğunluğu aynı sınıfa aitse, IncNode-Purity değeri o kadar yüksek olur. Özetle yüksek bir IncNodePurity değeri, değişken öneminin daha fazla olduğunu ifade eder, yani düğümler çok daha saf’tır.

4. Bulgular

Rastgele orman algoritması ile elde edilen bulgular Şekil 2 ve devamında verilmiştir. Şekil 2’de verilen Toplam ESG skorları önemlilik düzeyi bulgularında IncMSE değerlerine göre toplam ESG skorunun tahmininde hbk’nın modelden çıkarılması ile yaklaşık %50 MSE’nin artacağı belirlenmiştir. Hem IncMSE, hemde IncNodePurity değerlerine göre en önemli özelliğin hbk olduğu belirlenmiştir. IncMSE değerlerine göre co(yaklaşık %20), IncNodePurity değerlerine göre lev ikinci sıradadır. IncNodePurity değerlerinde lev ve hbk değişkenleri diğer değişkenlerden belirgin bir şekilde ayrılmaktadır. co, lo ve fkm önem düzeyleri de lev ve hbk değişkenlerine yakın olan değişkenlerdir. Toplam ESG skorunun işletmenin nakit düzeyi de belirleyici rol oynayabilir.

Hisse başına karlardaki değişim ve kaldıraç kullanımını Toplam ESG skorunu önemli düzeyde etkilemektedir. Genel olarak enflasyon, piyasa volatilitesi ve temettü getirileri gibi birçok faktör hisse başına karları etkilemektedir. Hisse başına karlar kısa vadeli önlemlere de duyarlıdır. Hisse başına kardaki değişimler hisse

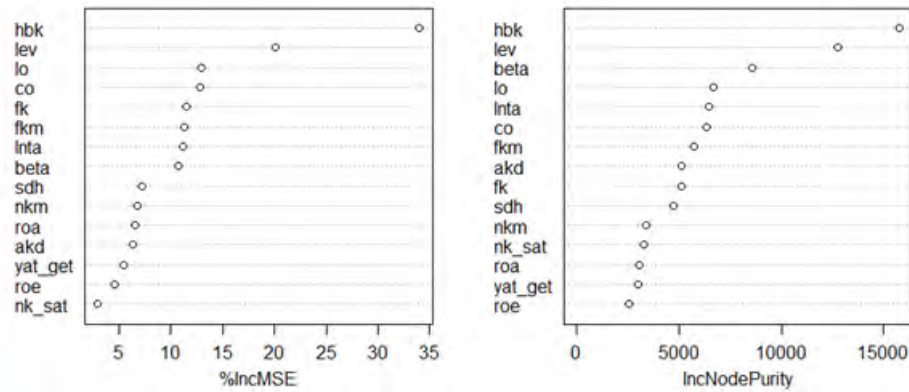
fiyatlarını etkilemektedir. Varlıklarının ne kadarını borç sermaye ne kadarını öz sermaye ile finanse edildiğini gösteren kaldıraç oranı borçlanma arttıkça artmaktadır. Kaldıraç kullanımı hisse başına karları da etkilemektedir. Bu ikili mekanizma bulgularımıza göre Toplam ESG skorunun oluşmasında finansal değişkenler arasında en önemlileridir. Bu durum yatırımcı ilişkileri bölümünün önemini vurgulamaktadır.



MAE: 10.169; MSE: 166.033; $R^2=0.57$

Şekil 2. Toplam ESG Skoru Önemlilik Düzeyleri

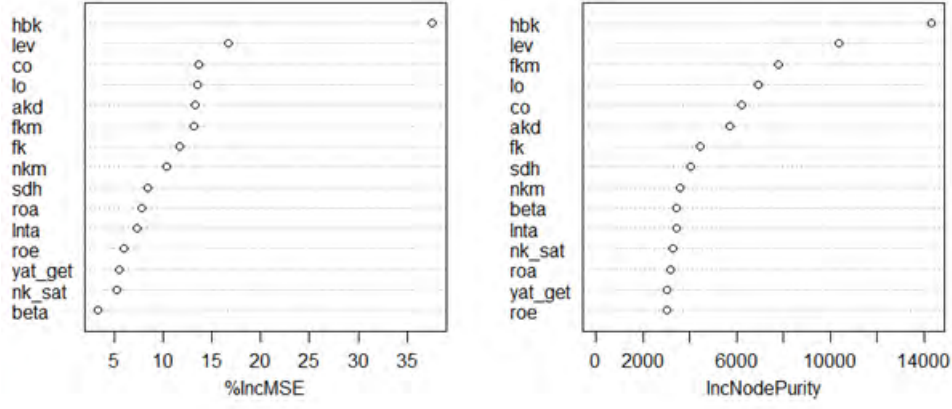
Şekil 3’de verilen çevresel (E) skorları önemlilik düzeyi bulgularında IncMSE değerlerine göre toplam ESG skorunun tahmininde hbk’nın modelden çıkartılması ile yaklaşık %35 MSE’nin artacağı belirlenmiştir. Hem IncMSE, hemde IncNodePurity değerlerine göre model için en önemli özelliğin hbk olduğu belirlenmiştir. IncMSE değerlerine göre lev(yaklaşık %20), IncNodePurity değerlerine göre lev ikinci sıradadır. İlk iki sıra için Toplam ESG skorlarına benzer bir tablo ortaya çıkmıştır. Burada beta değişkeni farklı olarak ön plana çıkmıştır. Beta sistematik riskin göstergesidir. Sistematik risk hisse senetlerinin piyasa birlikte hareketliliği ölçmektedir. Piyasa riski, faiz oranı riski, enflasyon riski, politik risk ve kur riski sistematik riskin belirleyicisidir. Bulgularımıza göre firmaların çevresel skorlarında bu risklerin belirleyici etkisi bulunmaktadır.



MAE: 15.66; MSE: 423.516; $R^2=0.21$

Şekil 3. Çevresel (E) Skoru Önemlilik Düzeyleri

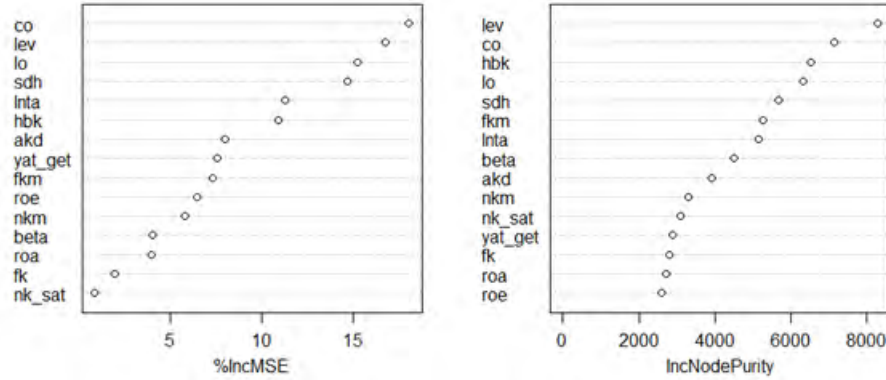
Şekil 4’te verilen sosyal (S) skorları önemlilik düzeyi bulgularında IncMSE değerlerine göre toplam ESG skorunun tahmininde hbk’nın modelden çıkarılması ile yaklaşık %40 MSE’nin artacağı belirlenmiştir. Hem IncMSE, hemde IncNodePurity değerlerine göre model için en önemli özelliğin hbk olduğu belirlenmiştir. IncMSE değerlerine göre lev(yaklaşık %20), IncNodePurity değerlerine göre lev ikinci sıradadır. İlk iki sıra için Toplam ESG ve çevresel skorlarına benzer bir tablo ortaya çıkmıştır. Ancak hbk değişkeninin önemi burada çevresel faktördeki etkiden daha fazladır. Çevresel faktörün aksine sosyal faktörde sistematik riskin önem düzeyi düşmüştür.



MAE: 14.039; MSE: 305.422; $R^2=0.43$

Şekil 4. Sosyal (S) Skoru Önemlilik Düzeyleri

Şekil 5’de verilen yönetim (G) skoru önemlilik düzeyi bulgularında IncMSE değerlerine göre toplam ESG skorunun tahmininde co değişkeninin modelden çıkarılması ile yaklaşık %20 MSE’nin artacağı belirlenmiştir. IncMSE değerlerine göre lev ikinci, IncNodePurity değerlerine göre birinci sıradadır. Bulgular diğer skorlar ile karşılaştırıldığında önem düzeyleri arasında uç noktada bir ayrışmanın olmadığını göstermektedir. Her bir değişkenini önem düzeyi bir sonraki ile yakın değerdedir. Diğer skorlarda IncMSE değerinde %35 ve %40 düzeylerinde olan hbk değişkeni burada %20’nin altındadır. Diğer skorlarda göre stok devir hızının önem düzeyi yönetimde artmıştır. Satış ve tahsilat miktarının hesaplanması, üretim ve satış için stokların takibi önemlidir. Bu faaliyetlerin hesap verilebilir ve açık bir şekilde hissedar değerini koruyacak şekilde yapılması yönetim skorunu etkileyecektir. Bu durum önem düzeylerinde ilk sıralarda yer alan co ve lo değişkenleri ile bağlantı olarak nakit düzeyi açısından da belirleyicidir.



MAE: 12.997; MSE: 235.074; $R^2=0.50$

Şekil 5. Yönetim (G) Skoru Önemlilik Düzeyleri

Hisse başına karlardaki değişimler ve borçlanma düzeyinin optimum seviyede tutulması Toplam ESG skorunda belirleyici olmaktadır. Hisse başına karlar ve kaldıraç oranı çevresel faktörü de etkilemektedir. Bunun yanı sıra sistematik riskte çevresel faktör için önemlidir. İklim değişikliği, enerji ve su kullanımı, karbon emisyonları gibi olayların oluşturduğu riskler finansal piyasalar üzerinden çevresel faktör skoruna yansımaktadır. Sosyal faktörde sistematik risk diğer faktörlere göre düşüktür. Diğer yandan işletmelerin kurumsal yönetim ilkelerine uyarak faaliyetlerini sürdürmeleri, üretim ve satışlar aracılığı ile yönetim skoruna yansımaktadır. Yönetim skorunda stok devir hızı, cari oran ve likidite oranının ön plana çıkması işletme sermayesinin önemini vurgulamaktadır.

5. Sonuç ve Tartışma

İklim değişikliği risk oluşturmaktadır. Ekonomiler, hava olaylarında meydana gelen aşırılığa karşı savunmasızdır. Ekonomik birimlerden biri olan firmalar yeşil yatırımları ile bu değişikliği yavaşlatabilir. ESG skorları ile firmalar yeşil yatırımlarına finansman sağlayabilirler. Firma paydaşları açısından ise en önemli

göstergeler finansal değişkenlerdir. Bu çalışmada ESG skorları için firmaların hangi finansal değişkenlerinin önemli olduğunu araştırdık.

Toplam ESG skorunda hisse başına kar ve borçlanma düzeyi, çevresel ve sosyal skorda hisse başına kar, kaldıraç oranı ve sistematik risk düzeyi, yönetim skorunda stok devir hızı, cari oran ve likidite oranı önem düzeyi yüksektir. Çalışmadan elde edilen bulgular, literatürde yer alan çalışmalarla hem benzerlik hem de farklılıklar göstermektedir. Hisse başına karın önemi ile ilgili bulgumuz Ahmad vd. (2021)'in çalışması ile benzerlik taşımaktadır. Kim ve Li (2021), Yoo ve Managi (2022) ve Velte (2017) aktif karlılığını ESG skorlarının olumlu etkilediğini tespit etmişlerdir. Pulino vd. (2022) ve Kalia ve Aggarwall (2022) ise çevresel faktörün aktif karlılığını olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir. Bulgularımız, literatürde anlamlı bir etki bulursa da aktif karlılığının ESG skorları için önem düzeylerinin düşük olduğunu göstermektedir. Yönetim skorunda işletme sermayesinin öneminin vurgulanması Çam (2023)'ün bulgularını desteklemektedir. Ay vd. (2023) ve Şişman ve Çankaya (2021) çevresel skoru yüksek olan şirketlerin betalarının daha düşük çıktığı bulgusu çalışmamızda sistematik risk için çevresel faktörün önemli olması bulgusu ile birbirini destekler niteliktedir.

Literatüre göre yatırımcılar ESG faaliyetleri yürüten bir şirkete daha fazla dikkat ediyorlar çünkü bu firma yalnızca işletme performansını iyileştirme avantajına sahip olmakla kalmıyor, aynı zamanda taahhütlerini de yerine getirebiliyor. Çalışmamızda elde edilen bulgular firmaların ESG skorları için takip edilmesi gereken finansal değişkenlerin önemini ortaya koymakta bu da yatırımcıların firmalara ESG skorlarına göre yatırım yapmalarında destek olmaktadır.

Yeşil finans projeleri sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Bu projeleri finanse edecek yatırımcılar için artılar ve eksiler bulunmaktadır. Yatırımcılar için belirleyici rol oynayan ESG skorlarının firmalar açısından önemi sürekli artmaktadır. Firmalar skorlarını artırmak ve böylece yatırımcı çekmek için finansal göstergelerini sürekli iyileştirmeleri gereklidir. Firmalar finansal göstergelerini iyileştirirken yalnızca kar amaçlı düşünemezler. Değer odaklı bir yaklaşım sergilemeleri gerekmektedir. Burada firmalara büyük sorumluluk düşmektedir. Çünkü yeşil yatırımların azalması küresel ısınma, iklim değişikliği ve çevresel bozulma gibi tehditlerin şiddetinin gün geçtikçe artmasına neden olacaktır. Borsa İstanbul kapsamında yapılan bu çalışmanın sınırlılıkları uluslararası bir karşılaştırmalı analiz ile aşılabılır.

Kaynakça

- Ahmad, N., Asma M. ve Naheed N. R. (2021). Revisiting the impact of ESG on financial performance of FTSE350 UK firms: Static and dynamic panel data analysis. *Cogent Business & Management*, 8(1), 1-18.
- Ay, Zafer, Seçme, Z. O. ve Topçu, N. (2023). Sürdürülebilirlik Performansı Kovid-19 Salgını Sırasında Havayolu Şirketlerinin Finansal Performansını Nasıl Etkilemiştir? *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 15(2), 988-1002.
- Bauer, M. D., Huber, D., Rudebusch, G. D., ve Wilms, O. (2022). Where is the carbon premium? Global performance of green and brown stocks. *Journal of Climate Finance*, 1, 100006.
- Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, 45, 5-32.
- Çam, İ. (2022). COVID-19 Pandemisinin BIST'te İşlem Gören Firmaların Finansal Performansları Üzerindeki Etkisi: Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetim Faktörlerinin Düzenleyici Rolü. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 77, 102-118.
- Çetenak, E. H., Ersoy, E. ve Işık, Ö. (2022). ESG (Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetim) Skorunun Firma Performansına Etkisi: Türk Bankacılık Sektörü Örneği. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 63, 75-82.
- Cunha, F. A. F. D. S., Meira, E., ve Orsato, R. J. (2021). Sustainable finance and investment: Review and research agenda. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 3821-3838.
- Drempetic, S., Klein, C. ve Zwergel, B. (2020). The Influence of Firm Size on the ESG Score: Corporate Sustainability Ratings Under Review. *Journal of Business Ethics*, 167, 333-360.
- Edmans, A., ve Kacperczyk, M. (2022). Sustainable finance. *Review of Finance*, 26(6), 1309-1313.

- Fatemi, A. M., ve Fooladi, I. J. (2013). Sustainable finance: A new paradigm. *Global Finance Journal*, 24(2), 101-113.
- Galbreath, J. (2013). ESG in Focus: The Australian Evidence. *Journal of Business Ethics*, 118, 529-541.
- Giannopoulos, G., Fagernes, R. V. K., Elmarzouky, M. ve Hossain, K. A. B. M. A. (2022). The ESG Disclosure and the Financial Performance of Norwegian Listed Firms. *Journal of Risk and Financial Management*, 15, 237, 1-16.
- Grisales, E. D. ve Caracuel, J. A. (2021). Environmental, Social and Governance (ESG) Scores and Financial Performance of Multilatinas: Moderating Effects of Geographic International Diversification and Financial Slack. *Journal of Business Ethics*, 168, 315-334.
- Kalia, D. ve Aggarwall, D. (2022). Examining impact of ESG score on financial performance of healthcare companies. *Journal of Global Responsibility*, 14(1), 155-176.
- Keçeli, B. ve Çankaya, S. (2020). ESG ve Finansal Verilerin Pay Değerine Etkisi: Kuzey ve Latin Avrupa Ülkeleri Üzerine Bir Çalışma. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Girişimcilik Dergisi*, 4(7), 31-49.
- Kim, S. ve Li, Z. (2021). Understanding the Impact of ESG Practices in Corporate Finance. *Sustainability*, 13, 1-15.
- Kim, H. D., Kim, T., Kim, Y., ve Park, K. (2019). Do long-term institutional investors promote corporate social responsibility activities?. *Journal of Banking & Finance*, 101, 256-269.
- Mahn, K. D. (2016). The impact of sustainable investment strategies. *The Journal of Investing*, 25(2), 96-102.
- Narula, R., Rao, P. ve Kumar, S. ve Matta, R. (2024). ESG scores and firm performance- evidence from emerging market. *International Review of Economics and Finance*, 89, 1170-1184.
- Özkan, Y. (2008). Veri Madenciliği Yöntemleri, Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Pham, T. N., Tran, P. P., Le, M. H., Vo, H. N., Pham, C. D. ve Nguyen, H. D. (2022). The Effects of ESG Combined Score on Business Performance of Enterprises in the Transportation Industry. *Sustainability*, 14, 1-17.
- Pulino, S. C., Ciaburri, M., Magnanelli, B. S. ve Nasta, L. (2022). Does ESG Disclosure Influence Firm Performance? *Sustainability*, 14, 1-18.
- Quirós, M. M. M., Quirós, J. L. M. ve Gonçalves, L. M. V. (2018). The Value Relevance of Environmental, Social, and Governance Performance: The Brazilian Case. *Sustainability*, 10, 1-15.
- Ray, R. S. ve Goel, S. (2023), Impact of ESG score on financial performance of Indian firms: static and dynamic panel regression analyses. *Applied Economics*, 55(15), 1742-1755
- Rodriguez-Galiano, V.F., Ghimire, B., Rogan, J., ChicaOlmo, M., Rigol-Sanchez, J.P. (2012). An assessment of the effectiveness of a random forest classifier for landcover classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 67, 93-104.
- Şahin, A., ve Acar, E. (2023). ESG Skorunun Firmaya Özgü Belirleyicileri, Borsa İstanbul Örneği. *Muhasebe ve Denetime Bakış Dergisi*, 70, 111-128.
- Şeker, Y. ve Güngör, N. (2022). Does ESG Performance Impact Financial Performance? Evidence from the Utilities Sector. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 24, 160-183.
- Şişman, M. E. ve Çankaya, S. (2021). Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetişim (ESG) Verilerinin Firmaların Finansal Performansına Etkisi: Hava Yolu Sektörü Üzerine Bir Çalışma, *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(1), 73-91.
- Thistlethwaite, J. (2014). Private governance and sustainable finance. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 4(1), 61-75. <https://doi.org/10.1080/20430795.2014.887348>
- Ting, I. W. K., Azizan, N. A., Bhaskaran, R. K. ve Sukumaran, S. K. (2020). Corporate Social Performance and Firm Performance: Comparative Study among Developed and Emerging Market Firms. *Sustainability*, 12 (26), 1-21

- Velte, P. (2017). Does ESG performance have an impact on financial performance? Evidence from Germany. *Journal of Global Responsibility*, 80(2), 169-178.
- Yıkılmaz, A. (2022). Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetim (ESG) Skorları ve Kâr Payı Kararları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(4), 872-881.
- Yılmaz, I. (2021). Sustainability and financial performance relationship: international evidence, World Journal of Entrepreneurship. *Management and Sustainable Development*, 17(3), 537-549.
- Yoo, S. ve Managi, S. (2022). Disclosure or action: Evaluating ESG behavior towards financial performance. *Finance Research Letters*, 44, 1-7.
- Yousaf, Z., Radulescu, M., Sinisi, C. I., Serbanescu, L., ve Paunescu, L. M. (2021). Harmonization of green motives and green business strategies towards sustainable development of hospitality and tourism industry: Green environmental policies. *Sustainability*, 13(12), 6592.
- Zheng, Z., Li, J., Ren, X. ve Guo, J. M. (2023). Does corporate ESG create value? New evidence from M&As in China. *Pacific-Basin Finance Journal*, 77, 1-16.