



FİRMALARIN KARBON EMİSYONLARI İLE SERMAYE MALİYETLERİ İLİŞKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Seren AYDINGÜLÜ SAKALSIZ¹, Aynur SÜSAY ALKAN²

Öz

Çevre, sosyal ve kurumsal yönetim konularında artan toplumsal endişe ile firmalar sorumluluk almak durumunda kalmıştır. Alınan sorumluluklar neticesinde firmaların karbon emisyonları da rekabet avantajı elde etme noktasında önemli bir unsur haline gelmiştir. Bu bağlamda, çalışmada firmaların karbon emisyonlarının, borçlanma ve özsermaye maliyetleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada BIST Tüm Endeksi (XUTUM)'nde yer alan 476 firmadan karbon emisyon miktarlarını 2017-2021 yılları arasında yayımlamış olan 33 firma analiz kapsamına alınmıştır. Yapılan ön testlerin ardından modellere Driscoll-Kraay tahmincisi uygulanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, firmaların karbon emisyonları borçlanma maliyetlerini pozitif yönde etkilemektedir. Diğer taraftan karbon emisyonlarının özsermaye maliyetleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bulgulara göre, yüksek karbon emisyonuna sahip işletmelerin yabancı kaynak kullanımlarında yüksek borç maliyetine katlanması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Karbon Emisyonları, Sermaye Maliyeti, Panel Veri Analizi, Sürdürülebilirlik.
JEL Sınıflandırması: Q5, E22, D63, O13.

THE RELATIONSHIP BETWEEN FIRMS' CARBON EMISSIONS AND CAPITAL COSTS: THE EVIDENCE FROM TURKEY

Abstract

Firms have to take responsibility with the increasing social concern about environmental, social and corporate governance issues. As a result of these responsibilities, firms' carbon emissions have become an important factor in gaining competitive advantage. In this context, the study examines the impact of firms' carbon emissions on their debt and equity costs. In the study, out of 476 firms in the BIST All Shares Index (XUTUM), 33 firms that have disclosed their carbon emission amounts between 2017-2021 are included in the scope of the analysis. After the pre-tests, the Driscoll-Kraay estimator was applied to the models. According to the findings of the study, firms' carbon emissions positively affect their debt costs. On the other hand, the effect of carbon emissions on equity costs is not statistically significant. According to the findings, firms with high carbon emissions are expected to incur high debt costs in their use of financial resources.

Keywords: Carbon Emissions, Cost of Capital, Panel Data Analysis, Sustainability.
JEL Classification: Q5, E22, D63, O13.

¹ Dr. Arş. Gör., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, serenaydingulu23@gmail.com, 0000-0001-7452-311X.

² Dr. Öğr. Üy., Tarsus Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, aynursusay@tarsus.edu.tr, 0000-0003-0935-7375.

1. GİRİŞ

İklim değişikliğinin yaratmış olduğu riskler, günümüzün ve geleceğimizin tehdidi olup, küresel ısınmayla mücadele etmek için düşük karbonlu ekonomiye geçişi hızlandıracak çeşitli girişimlerde bulunmaktadır (Palea ve Drogo, 2020:2953). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında 2015 yılında imzalanan ve 2016 yılında yürürlüğe giren Paris Anlaşması, iklim değişikliği ile mücadelede küresel olarak atılmış en önemli adımı oluşturmaktadır. Anlaşmanın ikinci maddesinde temel amaçları; insan kaynaklı sera gazı salınımlarının neden olduğu küresel ortalama sıcaklıktaki artışı uzun vadede sanayileşme öncesindeki seviyeye kıyasla 2 santigrat derecenin altında tutma ve hatta 1,5 santigrat derece için çaba harcama, iklim değişikliğine direnci geliştirme, düşük emisyonlu kalkınmayı teşvik etme ve finans akışlarını bu amaçlarla tutarlı hale getirme olarak sıralanmaktadır (United Nations Framework Convention on Climate (UNFCCC), 2015). Ayrıca iklim değişikliği ile mücadele kapsamında hükümetler de politikalar oluşturmakta ve karbondioksit emisyonlarını azaltma hedeflerine yönelmektedir.

Sera gazı emisyonu, belirli bir sürede atmosfere salınan sera gazlarından birinin toplam kütlesi olarak tanımlanmaktadır (Sezer Özçelik, 2016:3). Elde edilen veriler karbondioksit, metan ve nitröz oksit olan üç ana sera gazının gözlemlenen konsantrasyonlarının 2022'de rekor yüksek seviyelere çıktığını ve 2023 yılında da artmaya devam ettiğini göstermektedir (WMO, 2023). 2023 Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yayımlanan Sera Gazı Emisyon Envanteri Raporu'na göre Türkiye'de ise 2021 yılı toplam sera gazı emisyonu bir önceki yıla göre %7,7 artış göstererek 564,4 milyon ton karbondioksit eşdeğeri olarak gerçekleşmiştir. Raporla sera gazı emisyonlarında en büyük payın enerji kaynaklı emisyonlardan oluştuğu, bunu sırasıyla endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, tarım sektörü ve atık sektörü takip ettiği belirtilmektedir.

Küresel olarak artan sera gazı emisyonları, çevre ve sürdürülebilirlik konularına olan hassasiyeti arttırmakta ve ekonomik aktörlerin düşük karbonlu ekonomiye geçişi hızlandıran adımlar atmalarını teşvik etmek için çeşitli girişimler yapılmaktadır. Ülke ekonomilerin lokomotifi olan işletmeler, yalnızca karbon emisyonlarının ana kaynağı değil, aynı zamanda karbon ticaretinde ana pazar oyuncusu olup, düşük karbonlu bir ekonomi ve toplum için önemli bir itici gücü oluşturmaktadır (Chen vd., 2022:125). Dolayısıyla işletmelerin enerji tüketimlerini, sera gazı emisyonlarını, düşük karbon stratejilerini, risk yönetimi ve hedeflerini raporlamaları ve paydaşları ile bunları paylaşmaları önem arz etmektedir. Yüksek karbon emisyonuna sahip veya karbon emisyon yönetimi ile ilgili stratejileri ve hedefleri olmayan işletmeler, potansiyel kayıp ve maliyetler ile karşı karşıyadır. Bunlar, rekabet ve itibar gücündeki kayıp ile birlikte gelecekteki nakit akışlarındaki belirsizlik ve kırılganlığa neden olarak kredi değerliliği üzerinde etkili olabilmektedir (Caragnano vd., 2020:2). Örneğin Matsumura vd. (2014), yöneticilerin karbon emisyonlarını açıklama kararlarının firma değeri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, karbon emisyonlarını açıklayan firmaların ortalama değerinin, açıklamayan benzer firmalara göre yaklaşık 2,3 milyar dolar daha yüksek olduğunu göstermektedirler. Ayrıca bulguları, piyasaların tüm firmaları karbon emisyonlarından dolayı cezalandırdığını, ancak emisyon bilgilerini açıklamayan firmalara ek bir ceza uygulandığını göstermektedir.

Çalışmanın birinci odağı, firmaların karbon riski ile borçlanma maliyetleri arasında önemli bir ilişkinin olup olmadığının araştırılması olup bu varsayımı çeşitli gerekçelere dayandırabilmektir. Yatırımcılar ve finansal kurumlar bir işletmeye borç verirken, o işletmenin risk hesaplamasına karbon emisyon yoğunluğunu dahil ederek yüksek karbon emisyonuna sahip firmalardan yüksek prim talep edebilmektedirler. Bu durum da o işletmenin finansman maliyetlerinin artması sonucunu doğurmaktadır (Li vd., 2014:403). Düşük karbon emisyonuna sahip firmalarda ise etik standartlara uymaları nedeniyle borç verenler tarafından ödüllendirilerek finansman maliyetleri azalabilmektedir (Wang vd., 2020:1).

Ayrıca kredi derecelendirme kuruluşları, karbon emisyonu yoğun olan işletmelerin kredi notunu düşürerek finansman maliyetlerinin artmasına neden olabilmektedir (Maaloul, 2018:3). Dolayısıyla sera gazı emisyonları, bir şirketin risk profilini analiz etmede önemli bir unsur olabilmektedir (Matsumura vd., 2014).

Wellington ve Sauer (2005) raporlarında, portföy teorisinden yola çıkarak karbon riskini sistematik risk ve sistematik olmayan risk olarak iki risk bileşenine ayırmaktadır. Sistematik risk, genel ekonomik duruma ve piyasaya ilişkin makro riskleri ifade etmektedir. Yazarlar, iklim değişikliği ve etkileriyle mücadeleye yönelik politikaların, ekonominin tamamında sistematik riski yaratacağını ve enerji fiyatlarını, milli geliri, sağlığı ve tarımı etkileyeceğini ileri sürmektedirler. Sistematik olmayan karbon riski ise belirli bir menkul kıymete özgü yatırım riskinin bileşeni olarak tanımlamaktadırlar. Raporda, sistematik olmayan karbon riski, hem fiziksel (iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklık, sel fırtına gibi fiziksel etkiler) ve düzenleyici riskler gibi sektöre özgü riskler hem de dava, itibar ve rekabet edebilirlik riskleri gibi şirkete özgü riskler olarak sınıflandırılmaktadır. Sistematik olmayan riske odaklanan Wellington ve Sauer (2005) menkul kıymetlerin değerlemesinde karbon riskinin azaltılmasına ilişkin sundukları yaklaşımlardan biri yatırımcıların, finansal aracın nakit akışına ilişkin tahminlerini sürdürmelerini ve sera gazı yoğun sektörlerdeki şirketlere risk primi uygulayarak iskonto oranını ayarlamaları yönündedir. Bu gerekçeye dayanarak çalışmanın ikinci odağı yatırımcıların yatırım yaptıkları şirketlerin pay senetlerini değerlerken karbon riskini dikkate alıp almadıkları bir diğer ifade ile sermaye maliyeti ile karbon emisyonu arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Karbon emisyonlarının azaltılması gibi çevre tahribatlarını önleyici sosyal sorumluluk faaliyetleri, sürdürülebilir faaliyetler kapsamında yer almaktadır. Sürdürülebilir faaliyetler yürütmek ve bu faaliyetleri paydaşlara şeffaf bir şekilde açıklamak, firmalara daha fazla ve daha ucuz sermayeye erişebilme imkânı tanımaktadır (Cheng vd., 2014; El Ghouli vd., 2011). Firmalar açısından karbon emisyonlarını azaltan yönde faaliyetler yürütmelerinin uzun vadede firmaların maliyetlerini düşürüp düşürmediği, sermayeye erişmeyi kolaylaştırıp kolaylaştrmadığı literatürde tartışılmıştır. Karbon emisyonlarının firmaların borçlanma maliyetleri üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar (Jung vd., 2018; Kleimeier ve Viehs, 2018; Kozak, 2021; Sharfman ve Fernando, 2008) ve özsermaye maliyetleri üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar (El Ghouli vd., 2011; Garzón-Jiménez ve Zorio-Grima, 2021; Kim vd., 2015; Ng ve Rezaee, 2015) bulunmaktadır. Firmaların karbon emisyonlarının, özsermaye maliyetleri, borçlanma maliyetleri, firma performansı ve firma değeri üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar sunulmuştur.

Sharfman ve Fernando (2008) 267 firmanın çevresel risk yönetimlerinin daha düşük sermaye maliyeti ile ilişkili olup olmadığını araştırmıştır. Çalışmada, firmaların çevresel risk yönetimleri ile özsermaye maliyetlerinin negatif ilişkili olduğunu, çevresel risk yönetimlerinin özsermaye maliyetlerini düşürdüğü belirlenmiştir. Ancak diğer taraftan, firmaların çevresel risk yönetimleri ile borçlanma maliyetlerinin pozitif ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

El Ghouli vd. (2011) sosyal sorumluluk faaliyetlerinin özsermaye maliyetlerini nasıl etkilediğini araştırmıştır. Çalışmada, 2809 firmanın 1992-2007 yılları arasındaki verileri incelenerek sosyal sorumluluk faaliyetlerini daha yüksek performansla yürüten firmaların daha ucuz özsermaye maliyetine sahip olduğu belirlenmiştir.

Li vd. (2014) 2006-2010 yılları arasında Avustralya'daki firmaların karbon emisyonları ve sermaye maliyetleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Karbon emisyonları ile borçlanma maliyetleri arasında pozitif ilişki varken, karbon emisyonları ile özsermaye maliyetleri arasında anlamlı bir ilişki

tespit edilememiştir. Bu durumda, firmaların karbon emisyon miktarlarını azaltıcı yöndeki faaliyetleri borçlanma maliyetlerini düşürmektedir.

Kim vd. (2015) Kore Menkul Kıymet Borsası (KOSDAQ)'nda listelenen 379 firmanın 2007-2011 dönemleri arasında, karbon riskini ifade eden sera gazı emisyon (GHG) verilerinin özsermaye maliyetleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Bulgulara göre karbon riski ile özsermaye maliyeti pozitif ilişkilidir. Dolayısı ile karbon riski artıkça firmaların özsermaye maliyetleri de artmaktadır.

Ng ve Rezaee (2015) 1990-2013 yılları arasında 3000 firma için sürdürülebilir faaliyetlerin özsermaye maliyetleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Sürdürülebilir performans göstergesi olan ESG'ye yönelik bilgilerin açıklanmasının sadece çevre ve yönetim boyutunun özsermaye maliyetini düşürdüğü tespit edilmiştir.

Gupta (2018) 43 ülkedeki 2002-2012 dönemleri arasında firmaların çevre tahribatlarını engelleyici uygulamalarının özsermaye maliyetleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmanın bulguları, firmaların karbon emisyonlarını azaltıcı ve atık yönetimi gibi uygulamalarının özsermaye maliyetlerini azalttığı yönündedir.

Jung vd. (2018) 2009-2013 dönemleri arasında Avustralya'daki 78 firmanın karbon emisyon riskini açıkladığı Karbon Saydamlık Projesi (CDP) ile borçlanma maliyeti arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmanın bulguları, karbon emisyon farkındalığına sahip firmaların yüksek borçlanma maliyetlerine maruz kalmadığı yönündedir.

Kleimeier ve Viehs (2018) 2009-2016 yılları arasında FTSE500 Endeksi'nde yer alan firmaların karbon risk yönetim performanslarının borç maliyetleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Gönüllü olarak karbon emisyonlarını azaltan yönde faaliyetler yürüten firmaların bankalardan diğer firmalara göre daha az maliyetle kredi alabildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Palea ve Drogo (2020) Euro Bölgesi'nde yer alan firmaların 2010-2018 yılları arasında karbon emisyonlarının borç maliyetlerini etkileyip etkilemediğini araştırmıştır. Çalışmanın bulguları, firmaların karbon emisyonlarının yüksek olmasının, kredi verenler açısından risk primini yükselttiği yönündedir. Buna göre, firmaların karbon emisyonlarındaki artış borçlanma maliyetlerini de artırmaktadır.

Garzón-Jiménez vd. (2021) 2014-2019 dönemleri arasında 30 farklı gelişmekte olan ülke için karbon emisyonları, çevre açıklamaları, sürdürülebilirlik raporları ve özsermaye maliyeti arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sonuçlara göre karbon emisyonları ile özsermaye maliyetleri pozitif ilişkilidir. Karbon emisyon miktarı yüksek olan firmaların özsermaye maliyetleri de yüksektir.

Kozak (2021) 2018-2021 yılları arasında 15 Avrupa Birliği ülkesindeki 225 firma için karbon emisyon yoğunluğunun firmaların borçlanma maliyetleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Bulgulara göre karbon emisyonları firmaların borçlanma maliyetlerini pozitif yönde etkilemektedir. Buna göre firmalar karbon emisyonlarını azaltarak borçlanma maliyetlerini azaltabilmektedir.

Güneysu ve Atasel (2022) 2014-2021 dönemleri arasında BIST100 Endeksi'nde yer alan firmaların karbon emisyonlarının finansal performans üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmanın bulguları, firmaların karbon emisyonlarının aktif karlılık ve hisse başı getirilerini negatif yönde etkilediği yönündedir.

Al-Fakir Al Rabab'a vd. (2023) 14 ülkenin 2003-2018 yıllarındaki karbon emisyonlarının borçlanma maliyetlerini nasıl etkilediğini araştırmıştır. Çalışmada, daha yüksek karbon emisyonuna sahip ülkelerin daha düşük maliyetle borçlanabildikleri tespit edilmiştir.

Larsson ve Larsson (2023) İskandinav ülkelerinde 2020-2022 yılları arasında firmaların, sürdürülebilir faaliyetlerde gösterdikleri performansın göstergesi olan ESG skorlarının ve karbon emisyonlarının borç maliyetleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada ESG skorlarının yüksek olmasının firmaların borç maliyetlerini düşürdüğü belirlenmiştir. Bununla birlikte karbon emisyonlarındaki artış borç maliyetlerini artırmaktadır.

Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında kurumsal çevre faaliyetlerinin getirdiği maliyetler, firmalar için önemli bir maliyet unsuru haline gelmiştir. Bu durumda maliyetleri genel olarak artırıcı unsur olarak düşünülen karbon emisyonlarına, iç ve dış paydaşların ilgisinin artması beklenmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde karbon emisyonlarının azaltılmasının, çevre risk yönetiminin sadece toplum ve paydaşlar için değil, firmalar açısından da önemini vurgulandığı görülmüştür. Firmalar açısından son derece önemli olan karbon emisyonlarının sermaye maliyetlerini etkileyip etkilemediği durumu çalışmanın araştırma sorusudur. Buna göre çalışmada firmaların karbon emisyonlarının sermaye maliyetleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

H1: Firmaların karbon emisyonları borçlanma maliyetlerini etkilemektedir.

H2: Firmaların karbon emisyonları özsermaye maliyetlerini etkilemektedir.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Veri Seti

Çalışmada firmaların karbon emisyonlarının borç ve özsermaye maliyeti üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda elde edilen veriler ile modeller kurgulanmıştır. Kurgulanan modellere, araştırma sorusu kapsamında analizler uygulanmıştır.

Bu çalışmada firmaların karbon emisyonlarının borçlanma maliyeti ve özsermaye maliyeti üzerindeki etkisini incelemek amacıyla BIST Tüm Endeksi'ndeki 476 firmadan karbon emisyon miktarlarını 2017-2021 yılları arasında yayımlamış olan 33 firma analize dahil edilmiştir. Çalışmanın veri seti oluşturulurken finansal kurumlar ve holdingler analiz dışı bırakılmıştır. Modellere dahil edilen firmaların listesi Tablo 1 (bkz. Ek-1)'de verilmiştir.

Firmaların belirlenmesinin ardından firmalara ait veriler elde edilerek modellerin değişkenleri ve modeller kurgulanmıştır. Modellerde analiz edilen değişkenler ve elde edilen kaynaklar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Değişkenlerin Açıklamaları ve Elde Edilen Kaynaklar

Değişkenler	Tanımı	Hesaplaması	Veri Kaynağı
<u>Bağımlı değişkenler</u>			
COD*	Borçlanma maliyeti	Toplam faiz giderleri/Toplam borçlar	https://www.kap.org.tr/
COE*	Özsermaye maliyeti	** $r_f + (\text{Beta} * (r_m - r_f))$	https://www.kap.org.tr/tr/
<u>Bağımsız Değişkenler</u>			
KARBON	Karbon emisyon yoğunluğu	Toplam karbon emisyon miktarı/Toplam satışlar	Sürdürülebilirlik Raporları
<u>Kontrol Değişkenler</u>			
BETA	Sistemik risk	$\beta = \frac{COV(r_m; r_h)}{\sigma_{r_m}^2}$	Investing
RF	Risksiz faiz oranı	TL cinsi sabit faizli iç borçlanmanın ağırlıklı ortalama maliyeti	https://www.hmb.gov.tr/

Aydıngülü Sakalsız, S. & Süsay Alkan, A. (2024). Firmaların Karbon Emisyonları ile Sermaye Maliyetleri İlişkisi: Türkiye Örneği. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 26(46), 439-454.

DDPD*	Defter-Fiyat oranı	Defter değeri/Piyasa değeri	https://www.kap.org.tr/Investing
LEV*	Kaldıraç oranı	Toplam borç/Toplam varlıklar	https://www.kap.org.tr/
SIZE*	Firma büyüklüğü	Toplam varlıkların doğal logaritması	https://www.kap.org.tr/
ROA*	Varlıkların getirisi	Net kar/Toplam varlıklar	https://www.kap.org.tr/

*İşletmelerin Kamuyu Aydınlatma Platformu'nda sundukları denetim raporlarından yararlanarak yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

** r_m XU100 endeksinin getirisini, r_f risksiz faiz oranını göstermektedir.

Tablo 2’de verilen değişkenlerden firmaların karbon emisyon miktarları her yıl için yayımlanan sürdürülebilirlik raporlarından elde edilmiştir. Karbon emisyonları değişkeni (KARBON); firmaların sahip olduğu ve kontrol ettiği doğrudan karbon emisyonlarını ifade eden Kapsam 1, alıp-satılan ve kullanılan enerji üretilirken dolaylı olarak neden olunan karbon emisyonlarını ifade eden Kapsam 2 ve kendi faaliyetlerinin dışında değer zincirinde ortaya çıkan tüm karbon emisyonlarını içeren Kapsam 3 emisyonlarını kapsamaktadır. Butselaar (2020), Al-Fakir Al Rabab (2023) ve Downar vd. (2021)’in çalışmalarında olduğu gibi karbon emisyon miktarı toplam satış miktarına oranlanarak karbon emisyon yoğunluğu oranı elde edilmiştir. Sistemik risk olan BETA’nın hesaplanmasında Ocak 2017 – Aralık 2021 dönemi veri setine dahil edilen şirketlerin aylık getirisi ile piyasayı temsilen XU100’un aylık getirisi kullanılmıştır. Elde edilen bu verilerden ilgili firmaların paylarının getirisi ile XU100’un getirisi arasındaki kovaryans, XU100’un getirisinin varyansına bölünerek BETA elde edilmiştir. Örneğin, 2017 yılı için BETA hesaplanırken her bir firma ve XU100 için 2017 yılına ait 12 aylık getiri hesaplanmış ve aylık getirilerden kovaryans ve varyans tespit edilerek yıllık her şirketin BETA değişkeni elde edilmiştir. 2017 yılından 2021 yılı dahil olmak üzere her yıl için ayrı olarak bu işlem tekrar etmiştir. DD/PP hesaplamasında defter değeri olarak işletmelerin özkaynak toplamları, piyasa değeri olarak ise 31.12.20XX’de pay sayısı ile o tarihteki piyasa fiyatı çarpılmıştır.

Kullanılan kontrol değişkenler literatürde yapılan çalışmalar incelenerek oluşturulmuştur. Firmaların karbon emisyonlarının sermaye maliyetleri üzerindeki etkisini incelerken Gerged vd. (2021)’nin çalışmasında olduğu gibi sistemik risk (BETA), Li vd. (2014)’nin çalışmasında olduğu gibi risksiz faiz oranı (RF), Botosan ve Plumlee (2002) ve Gerged vd. (2021)’nin çalışmalarında olduğu gibi defter-fiyat oranı (DDPD), Li vd. (2014), Rahman vd. (2017)’nin çalışmalarında olduğu gibi kaldıraç oranı (LEV), Kalash (2021) ve Rahman vd. (2017)’nin çalışmalarında olduğu gibi firma büyüklüğü (SIZE) ve Caragnano vd. (2020), Gerged vd. (2021), Rahman vd. (2017)’nin çalışmalarında olduğu gibi varlıkların getirisi (ROA) kontrol değişkenleri modellere dahil edilmiştir.

3.2. Araştırmanın Yöntemi

Firmaların karbon emisyonlarının borçlanma maliyetleri ve özsermaye maliyetleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla kurgulanan modeller aşağıda gösterilmiştir.

Model 1

$$COD_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 KARBON_{i,t} + \beta_2 BETA_{i,t} + \beta_3 RF_{i,t} + \beta_4 LEV_{i,t} + \beta_5 SIZE_{i,t} + \beta_6 ROA_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

Model 2

$$COE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 KARBON_{i,t} + \beta_2 BETA_{i,t} + \beta_3 DDPD_{i,t} + \beta_4 LEV_{i,t} + \beta_5 SIZE_{i,t} + \beta_6 ROA_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

Denklem (1) ve Denklem (2)’ye bakıldığında; firmaların karbon emisyon yoğunluğunun borçlanma maliyeti ve özsermaye maliyeti üzerindeki etkisinin pozitif olması, karbon emisyonları arttıkça borçlanma ve özsermaye maliyetlerinin de artması beklenmektedir (Garzón-Jiménez ve Zorio-Grima, 2021; Kim vd., 2015; Kozak, 2021; Larsson ve Larsson, 2023). Yüksek karbon emisyonuna

sahip firmalara yatırımcıların ve kredi verenlerin yüksek borçlanma yükleyecekleri beklenmektedir. Yapılan çalışmalar LEV ile borçlanma maliyeti arasında pozitif ilişki olduğu yönündedir (Jung vd., 2018). Yüksek kaldıraç oranının temerrüt riskini artırmasından dolayı borçlanma maliyetini de artırması beklenmektedir. BETA ile borçlanma maliyeti arasında pozitif ilişki olduğu savunulmaktadır (Li vd., 2014). Borçlanma maliyetinin uzun vadeli risksiz faiz oranına göre tahmin edilmesinden dolayı RF ile COD arasında pozitif yönde ilişki beklenmektedir. Fama ve French (1992) daha büyük firmaların borçlanma maliyetlerinin daha düşük olduğunu ortaya koymuştur. SIZE ile COD arasında negatif yönde ilişki beklenmektedir. Firmaların daha belirsiz bir bilgi ortamına sahip olması, yüksek sistematik riske sahip olmaları ile yüksek bir özsermaye maliyeti beklentisi oluşmaktadır. Dolayısı ile BETA ile COE arasında pozitif ilişki tespit edilmesi beklenmektedir (Kim vd., 2015). Kurgulanan modellerde kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı özet istatistikleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Değişkenlerin Tanımlayıcı Özet İstatistikleri

Değişkenler	Gözlem Sayısı	Ortalama	Std. Hata	Minimum	Maksimum
COD	165	0,05	0,03	0,00	0,15
KARBON	165	0,05	0,18	0	1,26
BETA	165	0,85	0,28	0,13	1,63
RF	165	0,15	0,033	0,10	0,18
PDDD	165	1,28	1,98	-0,07	23,12
LEV	165	0,64	0,18	0,19	1,40
SIZE	165	19,20	2,87	11,13	24,69
ROA	165	0,04	0,07	-0,27	0,31
COE	165	0,20	0,19	-0,38	0,66

Firmaların ortalama borçlanma maliyetleri 0,05 ve ortalama özsermaye maliyetleri 0,20'dır. Buna göre ortalama borçlanma maliyetleri özsermaye maliyetlerinden daha düşüktür, bunun da vergi avantajından kaynaklandığı düşünülmektedir. Karbon emisyonlarının 0 olan minimum değeri ile 1,26 maksimum değeri arasındaki farklılığın firmaların buldukları sektörlerin farklılıklarından olduğu düşünülmektedir. Ortalama kaldıraç oranlarına bakıldığında varlıkların büyük oranda borçla finanse edildiği gözlemlenmiştir.

Modellerde kullanılan değişkenlerin korelasyon matrisi Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Değişkenlerin Korelasyon Matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. COD	1,00								
2. KARBON	-0,15**	1,00							
3. BETA	-0,06	0,16**	1,00						
4. RF	0,10	0,00	-0,10	1,00					
5. PDDD	-0,00	-0,05	-0,26***	-0,00	1,00				
6. LEV	0,40***	0,06	0,28***	-0,00	-0,04	1,00			
7. SIZE	0,18**	-0,24***	-0,05	0,03	0,07	0,00	1,00		
8. ROA	-0,31***	0,1	-0,03	0,01	-0,10	-	-0,18*	1,00	
9. COE	-0,05	-0,00	0,13***	-0,51***	-0,09	0,38***	0,00	0,06	1,00

Not: ***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10.

Modelin bağımsız değişkenleri arasındaki korelasyonların yüksek olmaması ile çoklu doğrusal bağlantı probleminin önüne geçilmektedir (Li vd., 2014). Tablo 4'e göre modellerin değişkenleri arasındaki korelasyonlar yüksek değildir ve çoklu doğrusal bağlantı probleminin önüne geçilmiştir.

Modelin fonksiyonel formunun doğru olup olmadığının belirlenmesi için Ramsey (1969) Reset spesifikasyon testini önermiştir. Tablo 5 (bkz. Ek-2)'te verilen Ramsey Reset testinin “modelde spesifikasyon hatası yoktur” şeklindeki H_0 hipotezi reddedilememiştir ve modeller doğru kurgulanmıştır. Çoklu regresyon modellerinde bağımsız değişkenlerin arasında ilişki olması çoklu doğrusal bağlantı problemi şeklinde ifade edilmektedir. Çoklu doğrusal bağlantı problemi varyans büyütme faktörü (VIF) ile belirlenebilmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2020). Tablo 6 (bkz. Ek-3)'ya göre modellerin ortalama VIF değerleri 10'dan büyük olmadığından çoklu doğrusal bağlantı problemi yoktur. Modellerde kullanılan serilerde birimler arası korelasyon diğer bir ifadeyle yatay kesit bağımlılığı bulunduğu durumda panelde ikinci nesil birim kök testleri uygulanmalıdır. Pesaran (2004) CD testi ile yatay kesit bağımlılığı test edilebilmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2020). Tablo 7 (bkz. Ek-4)'ye göre modellerde “birimler arası korelasyon yoktur” H_0 hipotezi olasılık değerlerine göre reddedilmiştir ve modellerde yatay kesit bağımlılığı vardır. Buna bağlı olarak değişkenlere ikinci nesil birim kök testlerinden Im, Pesaran ve Shin (IPS) testi uygulanmıştır. IPS birim kök test sonuçlarının verildiği Tablo 8 (bkz. Ek-5)'e göre “birimler birim kök içermektedir” H_0 hipotezi reddedilmektedir ve seriler seviyede durağandır. Modellerin Breusch-Pagan (1979)/Cook-Weiesberg (1983) heteroskedasite, Bhargava, Franzini ve Narendranathan (1982)'in Durbin-Watson ve Baltagi-Wu (1999)'nun Yerel En İyi Değişmez (LBI) otokorelasyon testlerinin sonuçları Tablo 9 (bkz. Ek-6)'da verilmiştir. Breusch-Pagan (1979)/Cook-Weiesberg (1983) heteroskedasite testinin H_0 hipotezi “heteroskedasite yoktur” şeklindedir. Test sonuçlarına bakıldığında Model 1'de H_0 hipotezi reddedilememiştir ve Model 1'de heteroskedasite yoktur. Model 2'de ise H_0 hipotezi reddedilmiştir ve heteroskedasite problemi bulunmaktadır. Baltagi-Wu (1999) LBI ve Bhargava, Franzini ve Narendranathan (1982)'in Durbin-Watson otokorelasyon testlerinin H_0 hipotezleri “otokorelasyon yoktur” şeklindedir. Model 1'in test değerlerine bakıldığında kritik değer olan 2'den küçük olduklarından otokorelasyon bulunmaktadır. Model 2 için otokorelasyon testlerinin değerlerine bakıldığında 2 kritik değerinin üzerinde olduğundan modelde otokorelasyon bulunmamaktadır.

Modellerin doğru kurgulanmasına yönelik yapılan ön testlerin ardından panelin birim ve zaman etkilerinin olup olmadığına yönelik testler uygulanmıştır. F testi, sabit etkiler modelini kullanarak klasik modelin kullanılmasının uygun olup olmayacağını tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır. Breusch-Pagan Lagrange Çarpanı (LM) testi tesadüfi etkiler için genelleştirilmiş en küçük kareler tahmincisini kullanarak klasik modelin kullanılmasının uygun olup olmayacağını tespit etmek için yapılan testtir. Sabit etkiler ve tesadüfi etkiler arasında tercih yapabilmek için Hausman testi uygulanmıştır.

Tablo 10. Modellerin Birim ve Zaman Etkilerinin Tahmin Sonuçları

Model	Birim/Zaman Etki	F Testi-sabit	LM Testi-sabit
Model 1	Birim Etki	13,83***	151,05***
	Zaman Etki	2,10	0,00
Model 2	Birim Etki	0,12	0,00
	Zaman Etki	228,90***	149,10***

Not: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,10$.

Tablo 10'da verilen Model 1'in F testi ve LM testi sonuçlarına göre “birim etki yoktur” H_0 hipotezi reddedilmiştir. Modelde birim etki vardır. Bununla birlikte “zaman etkisi yoktur” H_0 hipotezi reddedilememiştir ve zaman etkisi yoktur. Model 2'nin F testi ve LM testi sonuçlarına göre “birim etki yoktur” H_0 hipotezi reddedilememiştir ve birim etki yoktur. Buna ek olarak “zaman etkisi yoktur” H_0 hipotezi reddedilmiştir ve modelde zaman etkisi bulunmaktadır. Model 1'de birim etkinin, Model 2'de

zaman etkinin bulunmasından dolayı modellerde sabit veya tesadüfi etkiler etkindir. Sabit etkiler ile tesadüfi etkiler arasında hangisinin etkin olduğuna Hausman testi ile karar verilmiştir.

Tablo 11. Modellerin Hausman Test Sonuçları

	Hausman Testi
Model 1	12,59**
Model 2	2,19

Not: ***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10.

Tablo 11’de verilen Hausman test sonuçlarında; “sabit etkiler tutarlıdır, tesadüfi etkiler etkindir” H_0 hipotezi Model 1 için reddedilmiştir ve sabit etkiler modeli etkindir. Model 2’de ise H_0 hipotezi reddedilememiştir ve tesadüfi etkiler modeli etkindir. Buna göre Model 1’de tek yönlü birim etkili sabit etkiler modeline uygun, birimler arası korelasyon ve otokorelasyon varlığına dirençli Driscoll-Kraay (1998) tahmincisi kullanılmıştır. Model 2 için ise tek yönlü zaman etkili tesadüfi etkiler modeline uygun, birimler arası korelasyon ve heteroskedasite varlığına dirençli Driscoll-Kraay (1998) tahmincisi kullanılmıştır.

Tablo 12. Driscoll-Kraay (1998) Tahminci Sonuçları

	Model (1)	Model (2)
CDP	0,10*	-0,03
BETA	-0,25**	0,09*
DDPD	-	-0,005
RF	0,03**	-
LEV	0,37***	-0,00
SIZE	-0,02**	0,00
ROA	-0,76*	0,18
Sabit	0,69*	0,09
Wald test ist	170,92***	108,03***

Not: ***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10.

Tablo 12’de verilen Driscoll-Kraay (1998) tahmin sonuçlarına göre Wald test istatistiklerine göre modeller istatistiksel olarak anlamlıdır. Model (1) için firmaların karbon emisyon yoğunluklarının borçlanma maliyetleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır ve pozitif yönde etkilemektedir. Model (2)’ye göre firmaların karbon emisyon yoğunluklarının özsermaye maliyetleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki bulunamamıştır. Ayrıca, RF ve LEV değişkenlerinin borçlanma maliyeti üzerinde pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı etkisi bulunurken SIZE ve ROA değişkenlerinin ise negatif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmaktadır. Çalışmanın bulguları sistematik riskin borcun maliyetini artırdığını destekleyen kanıt sunmamakla birlikte, sistematik risk özkaynak maliyetini pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı etkilemektedir.

4. SONUÇ

Çalışmada, Borsa İstanbul’da işlem gören ve karbon emisyon miktarlarını 2017-2021 yılları arasında yayınlamış olan 33 işletme kullanılarak karbon emisyonlarının borçlanma maliyeti ve özkaynak maliyeti üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın bulguları borçlanma maliyetinin karbon emisyonunu azaltma politikasından önemli ölçüde etkilendiğine dair kanıtlar sunmaktadır. Dolayısıyla bir işletmenin karbon emisyon seviyesi, işletmenin risk analizine dahil edilmekte ve işletmeye borç

veren yatırımcılar ve finansal kuruluşlar yüksek karbon emisyonuna sahip işletmelerden risk primi talep etmektedirler. Diğer bir ifadeyle kredi verenlerin kredi verme kararlarında karbon emisyon verilerinin önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir. Elde edilen bu sonuç karbon emisyonu ile borçlanma maliyeti arasında ilişkiyi araştıran Larsson ve Larsson 2023; Al-Fakir Al Rabab vd., 2023; Kozak 2021; Palea ve Drogo, 2020; Kleimeier ve Viehs, 2018; Jung vd., 2018 çalışmalarını desteklemektedir. Çalışmanın bir diğer bulgusu ise karbon emisyon yoğunluğunun özkaynak maliyeti üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı yönündedir. Bu sonuç, ortakların ve pay senetlerine yatırım yapan yatırımcıların, işletmelerin karbon emisyon açıklamalarını yatırım analizlerine ve kararlarına dahil etmediğini göstermektedir. Çalışmanın söz konusu bulguları, Swartz (2008) ve Rahman vd. (2017)'in bulguları ile paralellik gösterirken Atasel vd. (2020), Albarrak vd. (2019) ve Garzón-Jiménez ve Zorio-Grima (2021)'nin bulguları ile aksi yöndedir.

Çalışmanın kanıtları özetle, karbon emisyonunun finansman maliyetleri üzerinde etkili olduğunu, yüksek emisyon yoğunluğuna sahip işletmelerin yabancı kaynak kullanımlarında yüksek borç maliyetine katlanacağını ancak finansmanını ortaklarından sağlayan veya iç kaynaklarını kullanan firmaların özkaynak maliyeti, karbon emisyonlarından etkilenmediğini ortaya koymakta olup Li vd. (2014) çalışmasının bulgularını desteklemektedir. Sonuç olarak karbon emisyonunun finansal riski arttırdığı göz önüne alındığında, işletmelerin finansman maliyetlerini düşürmek ve dolayısıyla firma değerini arttırmak için karbon riskine ilişkin değerlendirmeleri ve bu riski azaltmak için gerekli stratejileri geliştirmeleri önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra yatırımcılar, karbon emisyonları yüksek olan firmaların, muhtemel sermaye maliyetlerindeki artışı risk faktörü olarak değerlendirmelidir. Çalışmanın bulguları hissedarlara, yatırımcılara, yöneticilere ve paydaşlara olduğu gibi politika yapıcılara da öneriler sunmaktadır. Politika yapıcıların çevre bilincini artırmayı ve karbon emisyonlarını azaltmayı amaçlayan vergilendirme ve mevzuat düzenlemesi ile firmaların finansal risklerinin ve sermaye maliyetlerinin azalması beklenir. Çalışmanın bulguları, çevre tahribatlarını önleyici düzenlemelerin firmaların sermaye maliyetlerini düşürmesine ve firma değerini artırmasına katkı sunacağı yönündedir. Bu da ülkedeki ekonomik ve sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi anlamına gelmektedir. Bununla birlikte firmaların karbon emisyon verilerini şeffaf ve doğru şekilde açıklamaları teşvik edilmelidir. Firmaların çevre performanslarına ait verilerini açıklanmasının, gelecekteki politikalarını çevre performanslarını iyileştirmeleri yönünde geliştirmelerinde itici güç olması beklenmektedir.

Etik Beyan

“Firmaların Karbon Emisyonları ile Sermaye Maliyetleri İlişkisi: Türkiye Örneği” başlıklı çalışmanın yazılması ve yayınlanması süreçlerinde Araştırma ve Yayın Etiği kurallarına riayet edilmiş ve çalışma için elde edilen verilerde herhangi bir tahrifat yapılmamıştır. Çalışma için etik kurul izni gerekmemektedir.

Katkı Oranı Beyanı

Çalışmadaki yazarların tümü çalışmanın yazılmasından taslağın oluşturulmasına kadar tüm süreçlere katkı yapmış ve nihai halini okuyarak onaylamıştır.

Çatışma Beyanı

Yapılan bu çalışma gerek bireysel gerekse kurumsal/örgütsel herhangi bir çıkar çatışmasına yol açmamıştır.

KAYNAKÇA

- Al-Fakir Al Rabab'a, E., Rashid, A. ve Shams, S. (2023). Corporate Carbon Performance and Cost of Debt: Evidence from Asia-Pacific Countries. *International Review of Financial Analysis*, 88(September 2022), 102641.
- Albarrak, M. S., Elnahass, M. ve Salama, A. (2019). The Effect of Carbon Dissemination on Cost of Equity. *Business Strategy and the Environment*, 28(6), 1179–1198.
- Atasel, O. Y., Guneyusu, Y. ve Unal, H. (2020). Impact of Environmental Information Disclosure on Cost of Equity and Financial Performance in an Emerging Market: Evidence from Turkey. *Ekonomika*, 99(2), 76–91.
- Baltagi, B. ve Wu, P. (1999). Unequally Spaced Panel Data Regressions with AR(1) Disturbances. *Econometric Theory*, 15(6), 814–823.
- Bhargava, A., Franzini, L. ve Narendranathan, W. (1982). Serial Correlation and the Fixed Effects Model. *Review of Economic Studies*, 49(4), 533–549.
- Botosan, C. A. ve Plumlee, M. A. (2002). A Re-examination of Disclosure Level and the Expected Cost of Equity Capital. *Journal of Accounting Research*, 40(1), 21–40.
- Breusch, A. T. S. ve Pagan, A. R. (1979). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, 47(5), 1287–1294.
- Butselaar, S. (2020). The Effect of Carbon Emissions on Firm Performance and the Moderating Effect of Innovation. Nijmegen School of Management.
- Caragnano, A., Mariani, M., Pizzutilo, F., ve Zito, M. (2020). Is It Worth Reducing GHG Emissions? Exploring The Effect on The Cost of Debt Financing. *Journal of Environmental Management*, 270, 110860.
- Chen, S., Mao, H. ve Sun, J. Low-Carbon City Construction and Corporate Carbon Reduction Performance: Evidence From a Quasi-Natural Experiment in China. *J Bus Ethics* 180, 125–143 (2022).
- Cheng, B., Ioannou, I. ve Serafeim, G. (2014). Corporate Social Responsibility and Access to Finance. *Strategic Management Journal*, 35(1), 1–23.
- Cook, D. ve Weisberg, S. (1983). Diagnostics for Heteroscedasticity in Regression. *Biometrika*, 70(1), 1–10. <https://www.jstor.org/stable/2335938> adresinden erişildi.
- Downar, B., Ernstberger, J., Reichelstein, S., Schwenen, S. ve Zaklan, A. (2021). The Impact of Carbon Disclosure Mandates on Emissions and Financial Operating Performance. *Review of Accounting Studies*, 26(3), 1137–1175.
- Driscoll, J. C. ve Kraay, A. C. (1998). Consistent Covariance Matrix Estimation with Spatially Dependent Panel Data. *Review of Economics and Statistics*, 80(4), 549–559.
- El Ghouli, S., Guedhami, O., Kwok, C. C. Y. ve Mishra, D. R. (2011). Does Corporate Social Responsibility Affect The Cost of Capital? *Journal of Banking and Finance*, 35(9), 2388–2406.
- Fama, E. ve French, K. (1992). The Cross-Section of Expected Stock Returns. *The Journal of Finance*, (2), 427–465.
- Garzón-Jiménez, R. ve Zorio-Grima, A. (2021). Effects of Carbon Emissions, Environmental Disclosures and CSR Assurance on Cost of Equity in Emerging Markets. *Sustainability (Switzerland)*, 13(2), 1–11.

- Aydıngülü Sakalsız, S. & Süsay Alkan, A. (2024). Firmaların Karbon Emisyonları ile Sermaye Maliyetleri İlişkisi: Türkiye Örneği. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 26(46), 439-454.
- Gerged, A. M., Matthews, L. ve Elheddad, M. (2021). Mandatory Disclosure, Greenhouse Gas Emissions and The Cost of Equity Capital: UK Evidence of A U-Shaped Relationship. *Business Strategy and the Environment*, 30(2), 908–930.
- Güneysu, Y. ve Atasel, O. Y. (2022). Karbon Emisyonları İle Finansal Performans Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Bist100 Endeksinde Bir Araştırma. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 32(3), 1183–1193.
- Gupta, K. (2018). Environmental Sustainability and Implied Cost of Equity: International Evidence. *Journal of Business Ethics*, 147(2), 343–365.
- Ramsey, J. B. (1969). Tests for Specification Errors in Classical Linear Least-Squares Regression Analysis. *Society, Royal Statistical*, 31(2), 350–371.
- Jung, J., Herbohn, K. ve Clarkson, P. (2018). Carbon Risk, Carbon Risk Awareness and the Cost of Debt Financing. *Journal of Business Ethics*, 150(4), 1151–1171.
- Kim, Y. B., An, H. T. ve Kim, J. D. (2015). The Effect of Carbon Risk on The Cost of Equity Capital. *Journal of Cleaner Production*, 93, 279–287.
- Kleimeier, S. ve Viehs, M. (2018). Carbon Disclosure, Emission Levels, and the Cost of Debt. *SSRN Electronic Journal*, January 7, 1–42.
- Kozak, S. (2021). Will The Reduction of CO2 Emissions Lower The Cost of Debt Financing? The Case of Eu Countries. *Energies*, 14(24).
- Larsson, F. ve Larsson, H. (2023). Impact of ESG Performance and Carbon Emissions on Cost of Debt: A Study of The Nordic Markets. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1775321/FULLTEXT01.pdf> adresinden erişildi.
- Li, Y., Eddie, I. ve Liu, J. (2014). Carbon Emissions and The Cost of Capital: Australian Evidence. *Review of Accounting and Finance*, 13(4), 400–420.
- Maaloul, A. (2018). The Effect of Greenhouse Gas Emissions on Cost of Debt: Evidence from Canadian Firms. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*.
- Matsumura, E. M., Prakash, R., ve Vera-Munoz, S. C. (2014). Firm-Value Effects of Carbon Emissions and Carbon Disclosures. *The Accounting Review*, 89(2), 695-724.
- Ng, A. C. ve Rezaee, Z. (2015). Business Sustainability Performance and Cost of Equity Capital. *Journal of Corporate Finance*, 34, 128–149.
- Palea, V. ve Drogo, F. (2020). Carbon Emissions and The Cost of Debt Financing: What Role for Policy Commitment, Firm Disclosure and Corporate Governance? *Review* (C. February 6).
- Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *SSRN Electronic Journal*, (1240).
- Rahman, N. R. A., Johari, N. H. ve Mohamad, N. E. A. (2017). Carbon Emission Disclosure and The Cost of Capital: An Analysis of Malaysian Capital Market. *SHS Web of Conferences*, 36(20), 1–12.
- Özçelik, S.A.G. (2016). "Türkiye Kalkınma Bankası Kurumsal Sera Gazı Envanteri ve Raporu". 22 Haziran 2019 tarihinde http://www.kalkinma.com.tr/data/file/cevreci_kalkinma/2016_yili_Sera_Gazi_Envanteri_ve_Raporu.pdf adresinden erişildi
- Sharfman, M. P. ve Fernando, C. S. (2008). Environmental Risk Management and The Cost of Capital. *Strategic Management Journal*, 29(6), 569–592.
- Swartz, C. (2008). *Disclosure Level and The Cost of Equity Capital: South African Evidence*. University of Cape Town.

Aydıngülü Sakalsız, S. & Süsay Alkan, A. (2024). Firmaların Karbon Emisyonları ile Sermaye Maliyetleri İlişkisi: Türkiye Örneği. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 26(46), 439-454.

Türkiye İstatistik Kurumu (2023). Sera Gazı Emisyon Envanteri Raporu. (Erişim Tarihi: 22.12.2023) /data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2015). Adoption of the Paris Agreement. Erişim Tarihi (25.12.2023). <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>

Wang, Y., Feng, Z. ve Huang, H. (2020). Corporate Carbon Dioxide Emissions and The Cost of Debt Financing: Evidence from The Global Tourism Industry. *International Journal of Tourism Research*.

Wellington, F. ve Sauer, A. (2005). Framing Climate Risk in Portfolio Management. *Environmental Resources Evaluation System*. (Erişim Tarihi: 25.12.2023). http://pdf.wri.org/framing_climate_risk_uncertainty.pdf

World Meteorological Organization (2023). Provisional State of The Global Climate 2023. <https://wmo.int/sites/default/files/2023-11/WMO%20Provisional%20State%20of%20the%20Global%20Climate%202023.pdf> (Erişim Tarihi 20.12.2023).

Yerdelen Tatoğlu, F. (2020). *Panel Veri Ekonometrisi*. İstanbul: Beta Yayıncılık.

EKLER

Ek-1

Tablo 1. Analiz Kapsamına Alınan Firmalar

Firma Kodu	Firma Adı	Firma Kodu	Firma Adı
AEFES	ANADOLU EFES BİRACILIK VE MALT SANAYİİ A.Ş.	KORDSA	KORDSA GLOBAL ENDÜSTRİYEL İPLİK VE KORD BEZİ SAN. VE TİC. A.Ş.
AKCNS	AKÇANSA ÇİMENTO SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	KRDMA	KARDEMİR KARABÜK DEMİR ÇELİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
AKENR	AKENERJİ ELEKTRİK ÜRETİM A.Ş.	LOGO	LOGO YAZILIM SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
AKSEN	AKSA ENERJİ ÜRETİM A.Ş.	MGROS	MİGROS TİCARET A.Ş.
ARCLK	ARÇELİK A.Ş.	OTKAR	OTOKAR OTOMOTİV VE SAVUNMA SANAYİ A.Ş.
ASELS	ASELSAN ELEKTRONİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	PETUN	PINAR ENTEGRE ET VE UN SANAYİİ A.Ş.
ASUZU	ANADOLU ISUZU OTOMOTİV SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	PGSUS	PEGASUS HAVA TAŞIMACILIĞI A.Ş.
AYGAZ	AYGAZ A.Ş.	PINSU	PINAR SU VE İÇECEK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
BIZIM	BİZİM TOPTAN SATIŞ MAĞAZALARI A.Ş.	PNSUT	PINAR SÜT MAMULLERİ SANAYİİ A.Ş.
BRISA	BRİSA BRIDGESTONE SABANCI LASTİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	SILVR	SİLVRLİNE ENDÜSTRİ VE TİCARET A.Ş.
CCOLA	COCA-COLA İÇECEK A.Ş.	SISE	TÜRKİYE ŞİŞE VE CAM FABRİKALARI A.Ş.
CIMSA	ÇİMSA ÇİMENTO SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	SKTAS	SÖKTAŞ TEKSTİL SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
DOAS	DOĞUŞ OTOMOTİV SERVİS VE TİCARET A.Ş.	TCELL	TURKCELL İLETİŞİM HİZMETLERİ A.Ş.
ENKAI	ENKA İNŞAAT VE SANAYİ A.Ş.	THYAO	TÜRK HAVA YOLLARI A.O.

Aydingülü Sakalsız, S. & Süsay Alkan, A. (2024). Firmaların Karbon Emisyonları ile Sermaye Maliyetleri İlişkisi: Türkiye Örneği. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 26(46), 439-454.

KERVT	KEREVİTAŞ GIDA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	TOASO	TOFAŞ TÜRK OTOMOBİL FABRİKASI A.Ş.
ULKER	ÜLKER BİSKÜVİ SANAYİ A.Ş.	TUPRS	TÜPRAŞ-TÜRKİYE PETROL RAFİNERİLERİ A.Ş.
YUNSA	YÜNSA YÜNLÜ SANAYİ VE TİCARET A.Ş.		

Ek-2

Tablo 5. Ramsey Reset Spesifikasyon Test Sonuçları

	Ramsey Reset F1	Ramsey Reset F2	Ramsey Reset F3
Model 1	0,29	0,30	0,50
	0,58	0,73	0,68
Model 2	1,44	0,74	1,83
	0,23	0,47	0,14

Not: ***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10.

Ek-3

Tablo 6. Çoklu Doğrusal Bağlantı Problemi Test Sonuçları

	Ortalama VIF kriteri
Model 1	1,14
Model 2	1,17

Ek-4

Tablo 7. Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

	Pesaran (2004) CD Testi
Model 1	15,67***
Model 2	13,69***

Not: ***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10.

Ek-5

Tablo 8. Im, Pesaran ve Shın (IPS) Birim Kök Test Sonuçları

	IPS Testi
COD	1,27**
CDP	-7,19***
BETA	-4,80***
RF	1,65**
PDDD	-38,08***
LEV	7,75**
SIZE	-0,92**
ROA	-2,77***
COE	-14,96***

Not: ***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10.

Ek-6

Tablo 9. Modellerin Heteroskedasite ve Otokorelasyon Test Sonuçları

	Breusch-Pagan (1979)/Cook-Weiesberg (1983)	Bhargava, Franzini ve Narendranathan (1982) Durbin-Watson	Baltagi-Wu (1999) LBI
Model 1	0,26	1,45	1,97
Model 2	9,41***	2,67	2,94

Not: ***p<0,01, **p<0,05, *p<0,10.

Extended Abstract

The Relationship Between Firms' Carbon Emissions and Capital Costs: The Evidence from Turkey

Aim: Globally increasing greenhouse gas emissions raise awareness about environmental and sustainability issues and encourage economic actors to take steps towards a low-carbon economy. In this context, the first objective of the study is to investigate the relationship between firms' carbon emissions and the cost of debt. An enterprise with high carbon emissions may have to pay an additional premium on debt financing due to its high emissions (Li vd., 2014:403). In addition, credit rating agencies may downgrade the credit ratings of firms with intensive carbon emissions, leading to an increase in financing costs (Maaloul, 2018:3). Greenhouse gas emissions are therefore an important element in analysing a firm's risk profile. On the other hand, carbon emissions may also be important for investors in the firm's stocks. Therefore, the purpose of this study is to examine the relationship between a firm's carbon emissions and its cost of debt and equity.

Method: In the study, 33 firms in the BIST All Shares Index (XUTUM) that published their carbon emissions between 2017- 2021 were included in the analysis. In the data set of the study, financial institutions and holdings are excluded from the analysis. The dependent variables in the study are the cost of debt and the cost of equity, while the independent variable is carbon emissions. The control variables are systematic risk (BETA), the risk-free interest rate (RF), the book-to-price ratio (DDPD), the leverage ratio (LEV), firm size (SIZE), and return on assets (ROA). Two models are constructed to examine the impact of firms' carbon emissions on the cost of debt and the cost of equity. After the pre-testing of the variables, the Driscoll-Kraay (1998) estimator was applied to the two models.

Findings: The effect of firms' carbon emission intensity on the cost of debt is statistically significant and positive. In the second model, there is no statistically significant effect of firms' carbon emission intensity on their cost of equity. Moreover, the RF and LEV variables have a positive and statistically significant effect on the cost of debt, while the SIZE and ROA variables have a negative and statistically significant effect. Although the findings of the study do not provide evidence to support that systematic risk (BETA) increases the cost of debt, systematic risk (BETA) has a positive and statistically significant effect on the cost of equity.

Conclusion: The findings of the study provide evidence that the cost of debt is significantly affected by the carbon emission reduction policy. Therefore, the carbon emission level of a firm is included in its risk analysis, and investors and financial institutions lending to the firm demand a risk premium from firms with high carbon emissions. In other words, carbon emission data is considered to be an important factor in the decisions of lenders. Another finding of the study is that carbon emission intensity has no statistically significant effect on the cost of equity. This result indicates that shareholders and stock investors do not consider the carbon emission disclosures of enterprises in their investment analyses and decisions. In summary, the evidence of the study suggests that carbon emissions impact financing costs and that firms with high emission intensity will incur higher debt costs when using external sources. However, the cost of equity for firms that obtain financing from their shareholders or use internal sources is not affected by carbon emissions. As a result, given that carbon emissions increase financial risk, it is important for firms to assess carbon risk and develop strategies to mitigate this risk in order to reduce financing costs and, thus, increase firm value. The study suggest that regulations preventing environmental damage will contribute to reducing firms' capital costs and increasing firm value. This means supporting economic and sustainable development in the country.
