

PAPER DETAILS

TITLE: Borsa Istanbul şirketlerinde karbon emisyonu ve temerrüt riski ilişkisi

AUTHORS: Meltem ECE ÇOKMUTLU,Selin ÖZEN

PAGES: 152-170

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2911381>

BORSA İSTANBUL ŞİRKETLERİNDE KARBON EMİSYONU VE TEMERRÜT RİSKİ İLİŞKİSİ^{1*}

Meltem ECE ÇOKMUTLU²

Selin ÖZEN³

Atıf: Ece Çokmutlu, M. ve Özen, S. (2023). Borsa İstanbul şirketlerinde karbon emisyonu ve temerrüt riski ilişkisi. *Hitit Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 152-170. doi:10.17218/hititsbd.1240915

Özet: Şirketler faaliyetlerini gerçekleştirirken ortaya çıkan en önemli sera gazlarından birisi de karbondur. Karbon emisyonları küresel ısınma ve iklim değişikliğine olan etkisi nedeni ile emisyonunun azaltımına ilişkin pek çok düzenlemenin yapıldığı bir sera gazıdır. Gerek bu düzenlemeler gerekse çevresel sürdürülebilirlik nedeni ile günümüz şirketleri karbon emisyonlarını ölçmekte, açıklamakta ve emisyonların azaltımına ilişkin birçok faaliyet gerçekleştirmektedir. Bu çalışmada Borsa İstanbul'da faaliyet gösteren şirketlerin karbon emisyonu ve temerrüt riski arasında bir ilişkinin olup olmadığı eğer bir ilişki var ise bu ilişkinin şirketin temerrüt riski üzerindeki etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla şirketlerin toplam karbon emisyonları bağımlı değişken olarak belirlenmiş ve Merton modeli ile hesaplanan temerrüde olan uzaklık (DD) değişkeni ile regresyon analizine tabi tutulmuştur. Analizde varlıkların getirisi, kaldıraç ve şirket büyüklüğü kontrol değişkenleri olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarında karbon emisyonlarının temerrüt riski üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmüştür. Şirketlerin regresyon katsayılarına bakıldığında karbon emisyonu arttıkça temerrüt riski artmaktadır. Kontrol değişkenleri ile temerrüt riski arasında da anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Karbon emisyonlarının temerrüt üzerindeki anlamlı etkisi nedeni ile işletme kararlarında karbon yönetiminin ve azaltımının da dikkate alınması gerektiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Borsa İstanbul, Karbon Emisyonu, Temerrüt Riski, Merton Modeli, Regresyon Analizi

The Relationship of Carbon Emissions and Risk of Default in Borsa İstanbul Companies

Citation: Ece Çokmutlu, M. and Özen, S. (2023).The relationship of carbon emissions and risk of default in Borsa İstanbul companies. *Hitit Journal of Social Sciences*, 16(1), 152-170. doi:10.17218/hititsbd.1240915

Abstract: Carbon is one of the most important greenhouse gases that emerge when companies run their activities. Carbon emissions are the greenhouse gas in which many regulations are made to reduce emissions due to its effect on global warming and climate change. Due to both these regulations and environmental sustainability, in recent years, companies need to measure and explain carbon emissions and try to reduce their emissions. In this study, it is aimed to determine whether there is a relationship between carbon emissions and default risk of companies operating in Borsa İstanbul, and if there is, the effect of this relationship on the company's default risk will be examined. Therefore, the

Araştırma Makalesi / Research Article

1* Bu çalışma, 09-11 Aralık 2022 tarihlerinde Endonezya'da düzenlenen 5. Sosyal Bilimler Kongresi'nde sunulan "Karbon Emisyonunun İşletmelerin Temerrüt Riski Üzerindeki Etkisi" isimli bildirinin genişletilmiş ve yeniden düzenlenmiş halidir.

²Sorumlu Yazar, Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, meltemece@karabuk.edu.tr | <http://orcid.org/0000-0002-5260-3925> | <https://ror.org/04wy7gp54>
Corresponding Author, Asst. Prof. Dr., Karabuk University, Faculty of Business, Department of Business Administration, meltemece@karabuk.edu.tr | <http://orcid.org/0000-0002-5260-3925> | <https://ror.org/04wy7gp54>

³Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Aktüerya Bilimleri Bölümü, ozens@ankara.edu.tr | <http://orcid.org/0000-0002-4011-1368> | <https://ror.org/01wntqw50>
Asst. Prof. Dr., Ankara University, Faculty of Applied Sciences, Department of Actuarial Sciences, ozens@ankara.edu.tr | <http://orcid.org/0000-0002-4011-1368> | <https://ror.org/01wntqw50>

total carbon emissions of the companies were determined as the dependent variable and the distance to default (DD) variable calculated with the Merton model that is obtained by regression analysis. In the analysis, return on assets, leverage and firm size were determined as control variables. The results show that carbon emissions have a significant effect on the default risk. Moreover, the regression coefficients of companies indicate that while the default risk increases, carbon emissions increase as well. Moreover, since there is a significant relationship between control variables and default risk, companies should consider reducing and to manage carbon emissions while making decisions.

Keywords: *Borsa İstanbul, Carbon Emission, Risk of Default, Merton Model, Regression Analysis*

1. GİRİŞ

Dünyanın ortak sorunları olarak görülen sera etkisi, küresel ısınma, iklim değişikliği ve emisyon artışı gibi kavramlar bugünün ve gelecek nesillerin yaşamını etkileyecek öneme sahip sorunlar olarak karışımıza çıkmaktadır. Sera etkisi ile atmosferin sahip olduğu ısıtma ve yalıtma etkisi ifade edilmektedir. Atmosfer güneş ışınlarını geçirerek yeryüzünü ısıtırken, atmosferde bulunan çeşitli gazlar ise yeryüzündeki ısının bir kısmını tutmakta ve ısı kaybına engel olmaktadır. Işığı geçiren ve ısıyı tutan atmosfer sayesinde yeryüzünün ısınma ve yalıtım dengesi sağlanmaktadır. Atmosferde ısıyı tutan gaz miktarlarının artmasıyla atmosferin ısısının yükselmesi küresel ısınma olarak tanımlanmaktadır (Özmen, 2009, s.43). Küresel ısınma ile buzulların erimesi ve okyanusların yükselmesi gibi ciddi sonuçlar doğuran iklim değişiklikleri ortaya çıkmaktadır. İklim değişikliği ise “karşılaştırılabilir bir zaman aralığında, gözlemlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşenini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” olarak tanımlanmaktadır (BMİDÇS 1992). Atmosferde bulunan başta ısı tutma özelliği en yüksek gaz olan karbondioksit (CO₂) olmak üzere çeşitli gazların günümüze değin birçok sebeple emisyonlarında artış görülmüş ve bu artışlardan dolayı atmosferde artan ısınma ile kuvvetlenen sera işlemi beraberinde küresel ısınma ve küresel iklim değişimi problemini ortaya çıkarmıştır (Özmen, 2009, s.43).

Sera gazları karbondioksit, metan, azot oksit ve diğer gaz karışımlarıdır. Sera gazı yoğunluğunun insan etkileri dolayısıyla kontrolsüz artışı afetleri de beraberinde getirmektedir çünkü iklim bu gazlara olağanüstü hassas bir şekilde tepki vermektedir. Sera gazlarının tümünün kendine has özellikleri vardır. Karbondioksit açısından bakıldığında oldukça ağır bir gazdır ve havada sürekli hareketlilik olmadığında yere yakın şekilde kümelenmektedir. Kimyasal olarak daha karardır, havadaki diğer gazlarla tepkimeye girmez, dolayısıyla çözülmez. Fosil yakıtların yakılmasıyla atmosfere pompalanır ve mevcut stoka eklenir. Karbondioksit tıpkı seralarda cam paneller gibi güneş ışığını hapsedmekte ve gezegeni ısıtmaktadır. Karbondioksit insan etkinliklerinin iklime dayattığı etki konusunda da merkezi bir role sahiptir. Her geçen gün atmosfere daha fazla salınan karbondioksit sera etkisini ivmelendirmektedir. İklim değişikliğini açıklamadaki rolü oldukça büyüktür, çünkü atmosferde bulunmasının tek belirleyicisi doğal süreçler değildir ve insan faaliyetleri nedeniyle sürekli miktarı artmaktadır (Sinn, 2016, ss.17-44).

Artan karbon emisyonlarındaki artış ve bunun dünya üzerinde yarattığı olumsuz sonuçlar nedeniyle ülke ekonomilerinin lokomotifi olan şirketlerin de bu konuya verdikleri önem de artmaktadır (Ece Çokmutlu ve Ok, 2019, s.164). Sürdürülebilir olmak isteyen şirketler için faaliyetlerini düşük karbon emisyonu çerçevesinde yeniden şekillendirmeleri önemli avantajlar sağlayacaktır. Bu avantajlardan ilki, daha düşük bir temerrüt riskine sahip olabilmektir. Karbon emisyonlarını mevcut politikalar ve mevzuat çerçevesinde düşük tutan şirketler ileride daha yüksek uyum maliyeleri ile karşılaşmayacak, rekabet dezavantajı yaşamayacak, kazanç

kapasiteleri olumsuz etkilenmeyecek ve böylece temerrüt riskinde bir artış yaşamayacaklardır. Bir diğer avantaj, kreditorler daha düşük emisyonlu işletmelere daha düşük risk primi uygulamaktadır. Düşük karbon emisyonu ile şirketler emisyonlarından kaynaklı daha yüksek risk primine katlanmayacakları söylenebilir (Jung ve diğerleri, 2018, s.1151; Safiullah ve diğerleri, 2021). Bir başka avantaj ise paydaşların daha düşük karbon emisyonu nedeni ile şirketleri çevre bilinci yüksek olan daha itibarlı şirket görmeleri ve bunun da gelir artışı ve pazar payına dönüşmesidir. Rekabet ve pazar payında yaşanan kayıplar şirketlerin nakit belirsizliğini artırır bu durum da temerrüt riskini artırıcı bir faktör olacaktır (Kabir ve diğerleri, 2021, ss.2-3).

İklim değişikliği ile mücadele edilebilmek için düşük karbon emisyonlu ekonomiye küresel düzeyde geçmenin insanların yaşam biçimlerini, şirketlerin üretim ve imalat yöntemlerini değiştirecek köklü bir dönüşüm ile olacağını söylemek mümkündür. Böyle büyük ölçekli bir mücadele ancak gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin izleyeceği enerji politikaları, hammadde ve doğal kaynakların verimli kullanımı, çevre odaklı büyüme stratejileri gibi konularda alacakları kararlarla mümkün olabilecektir. Bu konudaki en önemli düzenlemelerden biri olan Paris Anlaşması ile yüksek emisyonlu şirketlerin düşük emisyonlu şirketlere kıyasla temerrüde düşme mesafelerini önemli ölçüde kısalttığı görülmektedir. Artık finansal piyasalarda işlem gören şirketlerin iklim değişikliği risklerini giderek daha fazla fiyatlandığı ve bu risklerin şirketlerin genel kredi itibarını etkilediği görülmektedir (Capasso ve diğerleri, 2020, s.9). Türkiye’de de imzalanan Paris İklim Anlaşması sonrası küresel iklim politikalarının sıkılaştırıldığı ve şirketlerin de bu kapsamın içerisinde yer aldığını söylemek mümkündür. Karbon emisyon literatürü incelendiğinde Jung ve diğerleri (2018) Kabir ve diğerleri (2021), Capasso ve diğerleri (2020), Safiullah ve diğerleri (2021), çalışmalarında karbonla ilgili risklerin şirketlerin/ürünlerin temerrüt riskleri üzerinde etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu noktadan hareketle bu çalışmanın amacı; karbon emisyonu ve temerrüt riski arasında bir ilişkinin olup olmadığı eğer bir ilişki var ise bu ilişkinin şirketin temerrüt riski üzerindeki etkisinin tespit edilmesidir. Ülkemizdeki karbon emisyonu literatüründe şirket performansı ve değeri için emisyonların etkilerini gösteren çalışmalar yer alırken karbon emisyonu ve temerrüt riski arasındaki ilişkiyi ölçen çalışmalara yapılan literatür taraması sonucunda rastlanmamıştır. Literatürdeki bu boşluğun doldurulması amacıyla bu çalışmada karbon yoğun, karbon orta ve karbon düşük sektörlerden şirketler seçilerek karbon emisyonunun temerrüde olan uzaklık üzerindeki etkisi incelenmiştir. Şirketlerin varlıkları Black-Scholes opsiyon fiyatlama modeli ile modellenmiş ve daha sonra elde edilen toplam varlık değerleri ile şirketlerin toplam borcu arasındaki ilişkiden faydalanarak temerrüde olan uzaklık Merton Modeli kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre şirketlerin emisyonlarının temerrüt riski üzerinde önemli bir etkisi olduğu ve sürdürülebilirlik açısından şirket kararlarında dikkate alınması gerektiği gösterilmiştir.

Çalışmada ilk olarak karbon emisyonları ve temerrüt riski kavramsal çerçeve açısından değerlendirilmiştir. Devamında karbon emisyon sonuçlarının etkisini inceleyen literatür taramasına yer verilmiştir. Daha sonra Türkiye’de toplam karbon emisyon verilerine ulaşılabilen farklı sektörden 5 şirketin verileri kullanılarak temerrüde olan uzaklıklar elde edilmiştir. Hesaplanan bu uzaklıklar kullanılarak karbon emisyonun şirketlerin temerrüt riskleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

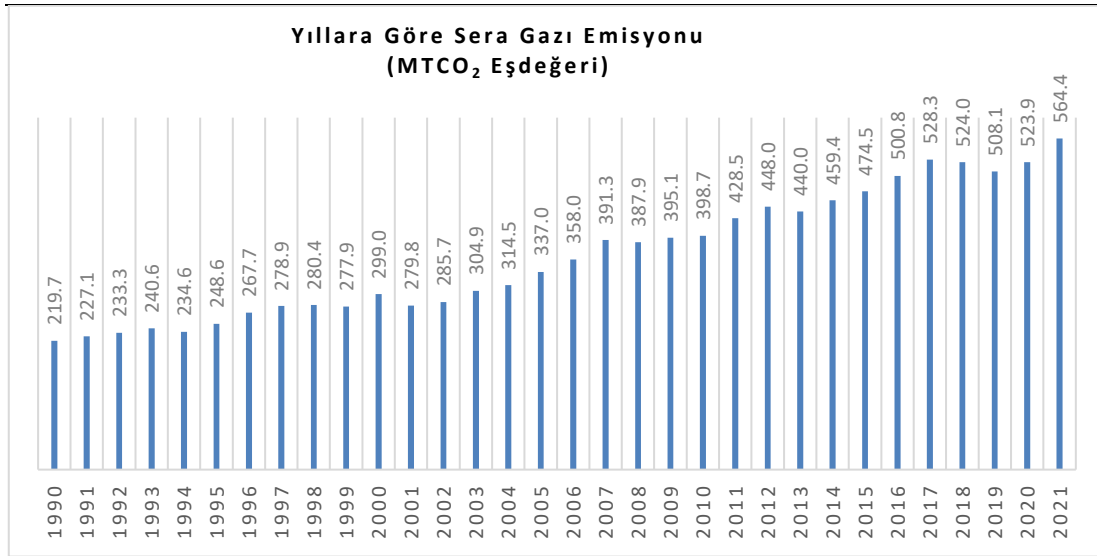
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Endüstrileşme, dünya nüfus artışı, kentleşme ve göç hareketleri, fosil kaynak kullanımının artışı, ürün ve hizmet taleplerindeki artış vb. birçok nedenle 1800’lü yıllarda dengede olan karbon kaynakları ve karbon yutakları, bu tarihlerden itibaren dengenin karbon kaynakları lehine bozulduğu bir döneme girmiştir. Doğanın absorbe edebileceğinden daha fazla karbon emisyonu

küresel ısınmayı doğuran temel sebep olarak karşımıza çıkmaktadır (Ersoy Mirici ve Berberoğlu, 2022, ss.156-157). Endüstrileşme öncesi dönemde 13,5°C olan yeryüzü ortalama sıcaklığı günümüzde 14,5°C'ye ulaşmıştır. 2050 yılı için hesaplanan tahmin ise 16,5 °C şeklindedir. Bugün atmosfere salınan CO₂ ortalama 30.000 ila 35.000 yıl kadar orada kalacaktır. CO₂ oranı atmosferin ancak yüzde 0,038'ine denk gelmektedir. CO₂ konsantrasyonu sanayileşmeden önce ise yüzde 0,028 idi. 2050 yılına kadar bu oranın yüzde 0,056 olması beklenmektedir (Sinn 2016, ss. 17-44). 2100 projeksiyonu ise küresel ısınmanın 2,7 °C daha artacağı yönündedir (UN, 2022). Karbon emisyonuna ilişkin bu kontrol edilemez artış gelecek yıllarda beklenen hasarların çok daha erken bir şekilde gerçekleşeceğini göstermektedir (Sinn 2016: 17-44). 2020 yılında dünya genelinde toplam 34 milyar 810 milyon ton olarak karbon salınımı gerçekleşmiştir (Global Carbon Project (GCP), 2022).

Sürekli artan bir döngüde olan karbon emisyonuna (Ersoy Mirici ve Berberoğlu, 2022, ss.157-158) çözüm bulmak amacıyla bazı önlemler alınmaya başlanmıştır. Kyoto protokolü ile CO₂ emisyonlarına bir tavan sınırı getirilmiştir. Avrupa Birliği emisyon ticaret sistemini kurmuştur. Yine pek çok ülke çok sayıda yasa ve düzenleme ile çeşitli teşvik mekanizmaları kurmuştur. Başta Avrupa Birliği (AB) olmak üzere toplumlar tüketimlerini azaltarak emisyon azaltımına katkıda bulunmaya çalışmaktadırlar (Sinn, 2016, s.151).

Ulusal ve uluslararası düzenleyici otoriteler karbon emisyonları için yeni düzenlemelerin yürürlüğe koymakta ve uygulanması için de çeşitli yaptırımlar getirmektedir (Kabir ve diğerleri, 2021, s.2). Düzenlemelerin tarihsel sürecine bir göz attığımızda ilk olarak Birleşmiş Milletler 'in düzenlediği Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda sera gazı emisyonlarının azaltımı ve kontrolü için İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzaya açılmış ve bu sözleşme 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Amaç, atmosferdeki sera gazı birikimlerinin iklim sistemi üzerindeki etkilerinin tehlikeli olmayacak bir düzeyde tutulmasının sağlanmasıdır. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine bağlı sera etkisi yaratan gazların salınımı sınırlamak ve azaltmaya yönelik çalışmalar yapmak için hazırlanan ve 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü emisyonlara ilişkin bir diğer önemli düzenlemedir. 2016 yılında yürürlüğe giren Paris İklim Anlaşması ile 191 ülkenin taraf olduğu -Türkiye'nin de 2021 yılında imzaladığı- sera gazı emisyon azaltımına ilişkin küresel ölçekli bir düzenleme gerçekleştirilmiştir (Erdoğan, 2020, ss. 290-291; Bektaş ve Güleç, 2021, s. 757). Paris Anlaşması'nın bir devamı niteliğinde olan Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı ise 2050 yılına kadar Avrupa Birliği ülkelerinin net sera gazı emisyonlarının olmadığı, 2030 yılına kadar 1990 yılı verilerine oranla %55 azaltım sağlamayı hedefleyen kaynak açısından verimli ve rekabetçi bir ekonomiye sahip adil bir topluma dönüştürmeyi amaçlamış yeni bir büyüme stratejisidir (European Commission, 2019). Mutabakat AB ile olan ithalat ihracat ilişkisi (Türkiye, AB ile 69 milyar dolar ile %41,3 oranında ihracat hacmine sahiptir) ve küresel iklim değişikliğine olan katkısı nedeniyle Türkiye ekonomisinin de gündemindedir (Ersoy Mirici ve Berberoğlu, 2022, s.157).

**Şekil 1:** Türkiye Toplam ve Kişi Başı Sera Gazı Emisyonu 1990-2021**Kaynak:** TÜİK, 2023.

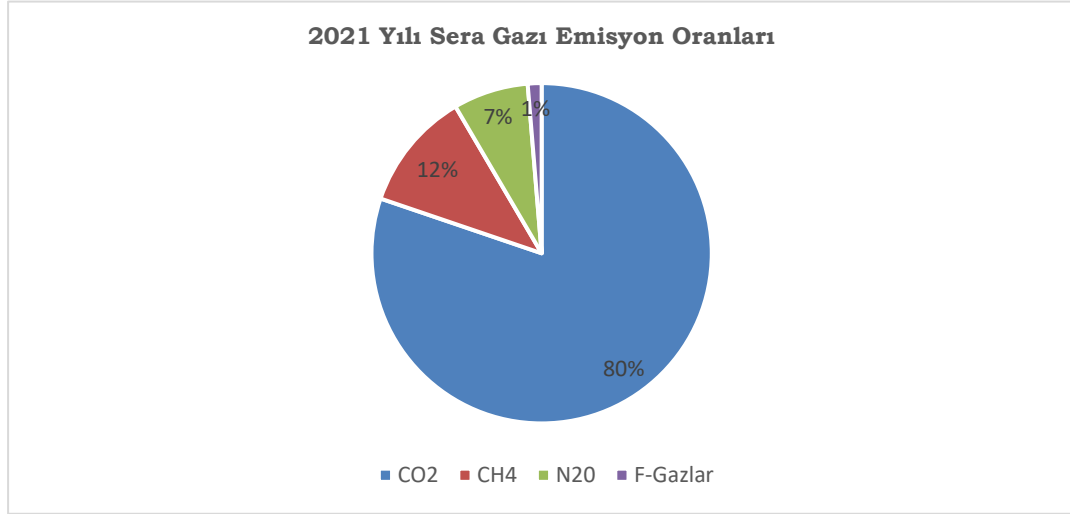
Türkiye'nin sera gazı emisyon verileri Şekil 1'de yer almaktadır. Veriler incelendiğinde 2021 yılında toplam 564,4 milyon ton (Mt) CO₂ eşdeğeri (eşd.) hesaplanmıştır. 2021 yılı verilerinde 2020 yılına oranla %7,7 artış görülmektedir. Sera gazı emisyonlarının bazı yıllar bir önceki yıl ile oranlandığında miktar bazında düşüşler hesaplansa bile 1990 yılından 2021 yılına kadar sürekli artma eğilimi olduğu görülmektedir (TÜİK, 2023).

Tablo 1. Sektörlere Göre Sera Gazı Emisyonları

	1990	2000	2010	2019	2020	2021	1990-2021 Değişim (%)
Toplam Emisyon	219,5	299,0	398,7	508,1	524,0	564,4	157,1
Enerji	139,62	216,0	287,8	365,4	367,6	402,5	188,4
Endüstriyel İşlemler ve Ürün Kullanımı	23,0	26,3	49,0	58,6	66,8	75,1	228,7
Tarım	46,1	42,3	44,41	68,0	73,2	72,1	56,5
Atık	11,1	14,3	17,4	16,1	16,4	14,7	32,6

Kaynak: TÜİK, 2023.

Türkiye'de sera gazı emisyonlarının sektörel dağılım verileri Tablo 1'de gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde 2021 yılında enerji sektörü %71,3 ile en yüksek emisyonun olduğu sektörler olarak hesaplanmıştır. Enerji sektörünü 2021 yılında %12,8 ile tarım sektörü ve %13, 3 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektörleri takip etmektedir. Atık sektörünün 2021 yılındaki payı ise %2,6 olmuştur. Enerji sektörünün 2021 yılı emisyonları 1990 yılı ile karşılaştırıldığında %188,4 oranında artış görülmektedir. Sektörde bir önceki yıla göre %9,8 oranında artış görülmektedir. (TÜİK, 2023).



Şekil 2: 2021 Yılı Sera Gazı Emisyon Oranları

Kaynak: TÜİK, 2023

Şekil 2’de belirtildiği üzere 2021 yılında Türkiye sera gazı emisyonlarında CO₂ % 80,2 ile en çok salınımı yapılan sera gazı olmuştur. CO₂ sonrasında sırasıyla CH₄, N₂O ve F-gazlar gelmektedir (TÜİK, 2023).

Karbonsuzlaştırma hedefi olan AB ülkeleri ile olan ithalat-ihracat ilişkileri, hükümetler arası olan yaptırımların güçlenmesi, küresel ölçekte yapılan düzenlemeler, küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin şirket faaliyetlerine olan etkisi vb. birçok önemli sebeple Türkiye’de de farklı sektörlerde yer alan şirketlerin de karbon emisyonlarına ilişkin düzenlemeler yaptıkları görülmektedir (Ersoy Mirici ve Berberoğlu, 2022, s.157; Yeldan, 2021). Zira çevresel risklerini yönetemeyen şirketlerin nakit akışlarında bozulmalar olabileceğini söylemek mümkündür. Karbon emisyonu gibi önemli bir çevresel riski azaltmak şirket paydaşlarının da sorumlu yatırım çerçevesinde oldukça önemsedikleri bir konudur. Yüksek karbon salan şirketlerin paydaşlarının çevre bilinci nedeniyle itibar riskinden muzdarip olması muhtemeldir ve bu da gelir ve pazar payı kaybına dönüşebilecektir. Bu nedenle, azalan pazar payı ve rekabet gücünün kaybı, şirketlerin gelecekteki nakit akışı belirsizliğini artırabilir ve bu durum da şirketlerin temerrüt olasılığını yükseltir (Safiullah ve diğerleri, 2021; Kabir ve diğerleri, 2021, s.2). Yine şirketler karbon emisyonlarına ilişkin mevcut düzenlemelere ve mevzuatlara uymadıkları takdirde gelecekte daha yüksek bir uyum maliyeti ile karşı karşıya kalırlar ve bu durum onların nakit akışlarında bozulmalara ve temerrüt riski artışına sebep olabilir. Karbon emisyonu daha yüksek olan şirketlerin finansmana ilişkin maliyetlerinin de daha yüksek olduğu görülmektedir. Kreditörler de bu şirketler için daha yüksek risk primi uygulamaktadırlar (Jung ve diğerleri, 2018; Eliwa ve diğerleri, 2021, ss.7-8).

Bir şirkete yatırım yapabilmek veya kredibilitesini (borç yükümlülüğünü yerine getirme) ölçebilmek için o şirketin temerrüde düşme olasılığının ölçülmesi oldukça önemlidir. Temerrüt finansal açıdan tanımlanacak olursa; negatif net bugünkü değer veya borcun ödenememesi şeklinde ifade edilebilir (Çetinkaya, 2019, s.2). Karbon emisyonları da yukarıda ifade edilen nedenlerle şirketleri temerrüde düşürecek önemli risk faktörlerindendir. Karbon emisyonlarına

ilişkin şirketlerin riskleri arttıkça borç yükümlülüklerini yerine getirmeme olasılıkları da artacaktır (Capasso ve diğerleri, 2020, s.30; Kabir ve diğerleri 2021, ss.2-4).

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde sera gazı emisyonlarına ilişkin çok sayıda araştırma yapıldığı görülmektedir. Çevresel bir risk olarak değerlendirilen karbon emisyonu ile hisse senedi getirilerinde oynaklık, borç ve öz sermaye yapısı, kredi riski, finansal performans gibi ilişkiye odaklanan çalışmalara örnek verilecek olunursa; Herbohn ve Clarkson (2016) tarafından yapılan 2009-2019 yıllarını kapsayan 8 sektörden ve 225 şirket gözleminden oluşan çalışmada, şirketlerin karbon riskine maruz kalmasının kreditorler için bir finansman maliyeti olup olmadığı araştırılmıştır. Araştırma sonucunda Karbon Saydamlık Projesi'ne uyum sağlamayan şirketlerin karbon emisyonları ile borçlanma maliyetleri arasında pozitif ilişki olduğu görülmüştür. Bui ve diğerleri (2019)'da 34 ülkeden 4655 şirket gözlemi kullanılmış sera gazı emisyon yoğunluğunun öz sermaye maliyeti ile pozitif ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yine Jung ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmada Avrupa şirketlerinde çevresel sürdürülebilirliğin kredi riski üzerindeki etkisini araştırılmıştır. 2006-2017 yılları arasında 149 şirket üzerinde yapılan çalışmada çevresel sürdürülebilirliği yüksek şirketlerin daha düşük kredi marjlarına sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Eliwa ve diğerleri (2021)'de 15 AB ülkesinden seçilen şirketlerin ESG performansları ve açıklamalarının borçlanma maliyeti üzerindeki etkisini incelenmiş ve daha güçlü ESG performansının daha düşük borçlanma maliyetine katkı sunduğunu belirtilmiştir.

Düşük karbon emisyonuna sahip şirketlerin rakiplerine göre daha düşük girdi, finansman ve uyum maliyetlerine sahip olduğu literatürde vurgulanmaktadır. Bu avantaj şirketlerin nakit akışlarında yaşanacak bozulmaları azaltacak ve onları temerrüde düşmekten de uzaklaştıracaktır. Karbon emisyonları ile temerrüt riski arasında ilişkiyi inceleyen çalışmalara örnek olarak; Dafermos ve diğerleri (2018) tarafından yapılan çalışmada bir model oluşturulmuş ve iklim değişikliğinin finansal istikrar üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Küresel veriler kullanılarak 2016-2120 dönemi simülasyonlar yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda iklim değişikliğinin şirketlerin sermayelerini yok edip ve karlılıklarını azaltarak şirketlerde likiditeyi kademeli olarak bozacağı ve hem finansal hem de finansal olmayan kurumsal sektöre zarar verebilecek daha yüksek bir temerrüt oranına yol açabileceği vurgulanmıştır. Capasso ve diğerleri (2020) tarafından yapılan çalışmada 2007-2017 yıllarını kapsayan dönemde tahvil ihraç eden 458 şirketin doğrudan karbon emisyon verilerinin temerrüt riski üzerindeki etkisini incelenmiştir. Araştırma sonucunda, iklim riskine maruz kalmanın temerrüt riskini artırdığı, yüksek karbon emisyonuna sahip şirketlerin daha yüksek temerrüde düşme olasılığı olduğu vurgulanmıştır. Kabir ve diğerleri (2021)'de 2004-2018 yıllarında 42 ekonomiden 2785 şirket gözlemi üzerinde çalışma yapılmış, belirlenmiş olan iki hipotezi test edilmiştir. İlk hipotezler karbon emisyonları ile temerrüt riski arasında pozitif ilişki olup olmadığıdır. İkinci hipotez karbon emisyonu yüksek olan sektörlerin düşük olan sektörlerle göre daha yüksek temerrüt riskine sahip olup olmadığıdır. Kurulan regresyon modeli ile karbon emisyonları ve temerrüt riski arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Merton modeli kullanılarak ölçülen temerrüt riskinin emisyon yoğun şirketlerde daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Safiullah ve diğerleri (2021) tarafından yapılan çalışmada 2004-2018 yıllarında ABD şirketlerinin karbon emisyonlarının kredi riski üzerindeki etkisini araştırılmış ve yüksek karbon emisyonuna sahip şirketlerin daha yüksek nakit akışı belirsizliği ile karşı karşıya olduğu ve bunun da daha düşük kredi notlarıyla sonuçlandığını ortaya koyulmuştur. Zhang ve diğerleri (2023) tarafından yapılan çalışmada 2010-2019 döneminde Çin borsasına kote şirketlerin panel verileri kullanılarak, karbon emisyon ticaretinin şirketlerin temerrüt riski üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda karbon emisyon ticaretinin

şirketlerinin temerrüt riskini azalttığı tespit edilmiştir. Karbon yoğun ve karbon düşük şirketler açısından temerrüt riskini inceleyen çalışmalar incelendiğinde Carbone ve diğerleri (2021), Duong ve diğerleri (2022) tarafından yapılan çalışmalarda düşük karbon emisyonuna sahip ya da emisyon azaltımını başarılı bir şekilde yöneten şirketlerin daha düşük risklerle karşı karşıya kalacağı vurgulanmıştır. Yüksek karbon emisyonuna sahip şirketlerin ise uyum, dava, itibar maliyetleri vb. birçok nedenle daha yüksek karbon risklerine maruz kalınacağına altı çizilmiştir.

Çalışmalar değerlendirildiğinde sera gazı emisyonlarının önemli bir çevresel risk olarak görüldüğü ve emisyonu yüksek olan şirketlerde karlılık oynaklığının arttığını ve nakit akışlarında bozulmalar ortaya çıktığı vurgulanmıştır. Bu durumun ise şirketlerin temerrüt riskini artıran bir faktör olduğu belirtilmiştir. Şirketlerin risk yönetiminde temerrüt riski son yıllarda karbon emisyonundaki artışla birlikte oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Çevresel risklerini iyi yönetemeyen şirketlerin temerrüde düşme olasılıklarının arttığı literatür çalışmalarda ulaşılan sonuçlardandır. Bu öneme rağmen çevresel risklerden karbon emisyon yoğunluğu ve temerrüt riski arasındaki ilişkiyi Türkiye'deki şirketler örnekleminde araştıran çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma da literatürdeki bu boşluğa katkı sunmak amacıyla Borsa İstanbul'da işlem ve gören ve çalışmanın amacına uygun kullanılabilir verilerine ulaşılabilen şirketlerin toplam karbon emisyonları ve temerrüt riski arasındaki ilişki araştırılmıştır.

3. ARAŞTIRMA

Çalışmanın amacı; karbon emisyonu ve temerrüt riski arasında bir ilişkinin olup olmadığı eğer bir ilişki var ise bu ilişkinin şirketin temerrüt riski üzerindeki etkisinin tespit edilmesidir. Bu amaçla çalışmada bir regresyon modeli kurulmuş, temerrüde olan uzaklık Merton Modeli ile hesaplanmış ve ampirik sonuçlara ulaşılmıştır.

Karbon emisyon literatürü incelendiğinde bazı sektörler karbon yoğun sektörler olarak görülürken (elektrik, gaz, ulaştırma, imalat gibi) bazı sektörlerin daha düşük karbon emisyonuna neden olarak sektörler (gayrimenkul, kültür sanat, eğitim gibi) olarak ayrıldığı görülmektedir (Sel ve Göktolga, 2020, s.160). 2011-2021 yılları çalışmada analiz yılları olarak belirlenmiştir. Çalışmanın en önemli kısıtı kapsam yılı ve örneklemdir. Ülkemiz şirketlerinin karbon emisyonlarına ilişkin ölçüm ve açıklamalarının uzun dönemleri kapsamaması nedeni ile çalışma tüm verilerin elde edilebildiği 2011 yılından başlatılmıştır. Bu çalışmada da modeli test etmek için Borsa İstanbul'da faaliyet gösteren, karbon yoğun ve karbon düşük sektörlerde yer alan, analiz için ihtiyaç duyulan tüm veriyi sağlayabilen 1 karbon yoğun 2 karbon orta ve 2 karbon düşük toplam 5 şirket (Zorlu Enerji, Akbank, Arçelik, Yapı Kredi ve Coca Cola) verisine ulaşılabilmiştir. Çalışmada hem doğrudan hem de dolaylı karbon emisyonlarının toplamı alınmıştır. Doğrudan emisyon hesaplaması olan Kapsam 1 ve dolaylı emisyon olan Kapsam 2 ve Kapsam 3 için bu yıllar aralığında açıklama yapan şirket sayısının çok kısıtlı olduğu görülmüştür. Çalışmada kullanılacak veri seti Thomson Reuters Eikon Veri platformundan ve işletmelerin kurumsal raporlarından elde edilmiştir. Değişkenlere ilişkin veriler yıllık bazda toplanmıştır. Literatürde karbon emisyonu ve temerrüt riski ilişkisini ölçen Capasso ve diğerleri (2020), Safiullah ve diğerleri (2021), Kabir ve diğerleri (2021) çalışmaları incelenerek aşağıda ifade edilen değişkenler çalışma kapsamına alınmıştır.

3.1. Çalışmada Kullanılan Değişkenler

Çalışmada karbon emisyonu bağımlı değişken, temerrüde olan uzaklık bağımlı değişken, şirket büyüklüğü, varlıkların getirisi ve kaldıraç oranı kontrol değişkenleri olarak modele dahil edilmiştir.

3.1.1. Bağımlı ve Bağımsız Değişken

Çalışmada bağımlı değişken olarak toplam karbon emisyonu kullanılmıştır. Toplam karbon emisyonu doğrudan ve dolaylı karbon emisyonları toplamından oluşmaktadır. Doğrudan karbon emisyonları Kapsam 1 olarak da bilinen işletmenin faaliyetleri sırasında tükettiği fosil yakıtlar ve işletme araçlarının kullanımına bağlı olarak salınan karbon emisyonlarıdır (Vargün ve Ok, 2019, s.77). Kapsam 2 ise İşletmelerin faaliyetlerini yerine getirmek için satın aldığı ve tükettiği elektrik, doğal gaz vb. enerji kaynakları ve üretmiş olduğu buhar sonucu oluşan karbon emisyonlarıdır (Caro, 2018, s.1). Bu kapsama giren emisyonlar işletmenin kontrolünde olmayan dolaylı karbon emisyonlarıdır. Kapsam 3, işletmelerin faaliyetlerini yerine getirebilmek için gerek duyduğu hammaddeler, işletme yöneticilerinin veya çalışanlarının kurumsal nedenlerle yaptığı kara, hava ve deniz seyahatleri ile işletme yöneticileri için tahsis edilen araçlarda tüketilen fosil yakıtların neden olduğu karbon emisyonlarıdır (Vargün ve diğerleri, 2015, s.16). Bu kapsama giren emisyonlar işletmenin kontrolünde olmayan dolaylı karbon emisyonlarıdır. Sera Gazı Emisyon Protokolü (GHG) dolaylı emisyonların genellikle şirketin karbon yoğun ürün ve hizmetlere yönelik toplam talebinin önemli bir parçası olması ve şirket düzeyinde önemli emisyon azaltma fırsatı taşımaları nedeniyle bu emisyonların da muhasebeleştirilmesini ve raporlanmasını vurgulamaktadır. Çevresel riskleri doğru ölçebilmek ve yönetebilmek için toplam karbon emisyonunun dikkate alınması önemlidir (Kabir ve diğerleri, 2021, s.2). Bu gereklilikle çalışmada Kapsam 1, Kapsam 2 ve Kapsam 3 verilerinin toplamından oluşan toplam karbon emisyonu bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Çalışmanın bağımsız değişkeni temerrüt riskinin ölçüsü olarak ise temerrüde olan uzaklık (DD) belirlenmiştir.

3.1.2. Kontrol Değişkenleri

Karbon emisyonlarının temerrüde olan uzaklığa etkisini analiz edebilmek amacı analizimize üç kontrol değişkeni dâhil edilmiştir. Bu değişkenler belirlenirken daha önceki çalışmalarda temerrüt üzerinde önemli etkilerinin olduğu düşünülen bazı değişkenler seçilmiştir. Seçilen kontrol değişkenleri şirket büyüklüğü, varlıkların getirisi ve kaldıraç oranı şeklindedir. Şirketlerin toplam varlıklarının doğal logaritmasının alınarak ölçüldüğü *şirket büyüklüğü* değişkeni, şirketlerin varlıklarının büyüklüğü temerrüt olasılığını düşürmesi sebebi ile seçilmiştir. Varlık büyüklüğü yüksek olan şirketin temerrüde olan uzaklığı daha yüksek olacaktır. Varlıkların getirisi ise şirketlerin karlılığını etkilemeleri ve temerrüt risklerinin üzerinde negatif bir etkileri olması sebebi ile seçilmiştir ve *VG* ifadesi ile analize dahil edilmiştir. Temerrüde olan uzaklığı etkilediği düşünülen ve *Kaldıraç* olarak tanımlanan bir diğer kontrol değişkeni ise uzun dönemli borç toplamalarının varlıklara oranı olarak tanımlanmaktadır. *Kaldıraç* değişkeni şirketlerin finansal risklerini arttırmakta ve temerrüt riski üzerinde pozitif bir etkisi bulunmaktadır yani temerrüt riskini arttırmaktadır (Capasso ve diğerleri, 2020, ss.13-14; Kabir ve diğerleri, 2021, s.4).

3.2. Merton Modeli

Temerrüt riskinin değerlendirilmesi için sadece gelir ve bilanço tablolarının (muhasebe temelli verilerin) kullanılması yapılan analizlerin güncelliği sağlayamaması nedeni ile etkin bir yöntem olamamaktadır. Aktif ve yükümlülük bilgilerinin tarihi maliyetle kaydedilmiş olması, şirketlerin yükümlülüklerini zamanında ve tam yerine getirememesi riski taşımasına karşın, aktif değerinin olduğundan daha yüksek değerlendirilmesine neden olabilmektedir. Bu sebeple, temerrüt

riskinin daha doğru hesaplanabilmesi için dönemsel finansal tablo verilerinin kullanımının yanı sıra güncel piyasa bilgilerinin de kullanımının etkinliği artıracağı düşünüldüğü sebebi ile yeni modeller ortaya konulmuştur (Yıldırım, 2012, s.22).

Hillgeist ve diğerleri (2004) çalışmalarında muhasebe temelli veriler ile yapılan temerrüt hesaplamasının etkinliğinin sınırlı olduğunu ortaya koymuşlardır. Muhasebe temelli hesaplamaların eksikliği ve piyasa temelli hesaplamaların da olumlu yönleri nedeni ile bu çalışmada Black-Scholes tarafından önerilen ve daha sonrasında ise başta Merton olmak üzere birçok araştırmacı tarafından geliştirilen opsiyon fiyatlama modeli tercih edilmiştir. Modelin güncel piyasa verilerini ve dolayısıyla geleceğe ilişkin beklentileri de içermesi nedeniyle daha faydalı olduğu vurgulanmaktadır (Yıldırım, 2012, ss.22-34).

Merton modeli piyasa verilerine dayalı bir yöntem olup, geçmişte temerrüt etmemiş şirketlerin temerrüt riski hakkında hesaplamalar yapabilmektedir. Black-Scholes opsiyon fiyatlama modeli üzerine kurgulanan Merton modeli Robert Merton tarafından 1974 yılında riskli kredilerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Merton, opsiyonlar ve krediler arasındaki benzerlikten yola çıkarak temerrüt olasılığının belirlenmesini sağlayan yapısal bir geliştirmiştir. Model, temerrüt durumunun şirketin aktif değerinin belirli bir eşik seviyesinin altına düştüğünde gerçekleşeceğini varsaymaktadır. Hissedarlar açısından bir şirketin sermayesi, söz konusu şirket varlıklarının bir alım opsiyonu olarak modellenenebilir. Kredi verenlerin durumu ise satış pozisyonunda kısa pozisyonla benzerlik göstermektedir (İltaş, 2021, s.324).

Daha detaylı olarak belirtmek gerekirse şirketin öz kaynağı (hisse senetlerinin piyasa değeri), şirket varlıklarının üzerine yazılmış bir alım opsiyonu olarak görülmekte, varlıkların değeri borçların değerinden daha aşağı düştüğünde alım opsiyonu değersizleşmektedir. Bu yaklaşıma göre, şirketin varlıklarının piyasa değeri borçlarının piyasa değerinden yüksek oldukça temerrüt gerçekleşmeyecek, varlık değeri borçların değerinden ne kadar yüksek olursa şirket temerrütten o kadar uzak olacaktır. Bir diğer deyişle temerrüt anı, varlıkların değerinin borçların değerini karşılayamadığı dolayısıyla öz kaynakların tüketildiği nokta olacağı fikrine dayanmaktadır (Altıntaş, 2012, ss.6-8).

Şirketlerin sermayelerinde payı bulunan hissedarların o şirkete ait varlıklar üzerinde hem hak iddia etmeye izin verdiği hem de o oranda sorumluluğa sebep olduğu bilinmektedir. 1974 yılında Merton tarafından yapılan çalışmada bu durum incelenmiş ve bu hisse senetlerinin o şirketin varlıkları üzerinde sahip olunan bir alım opsiyonuna eşit olduğunu göstermiştir. Bu varsayıma dayanarak bir şirketin varlıklarının oynaklığının ve piyasa değerinin nasıl hesaplanacağını ortaya koymuştur. Diğer bir ifadeyle Merton tarafından önerilen yaklaşım, Black ve Scholes (1973) tarafından geliştirilen opsiyon fiyatlama modeli kullanılarak bir şirketin piyasa değerini ve oynaklığını o şirketin hisse senedi üzerine yazılmış olan opsiyonların fiyat ve oynaklıklarını kullanarak hesaplama imkanı sunan bir yaklaşımdır. Bu sayede elde edilen varlık değeri ve oynaklığı birleştirilerek temerrüde olan uzaklık (distance to default) ölçümü yapılabilir hale gelmiştir. Temerrüde olan uzaklık ölçütü temerrüt noktasından kaç standart sapma uzakta olduğunu gösteren bir ölçüttür ve küçük değerler şirketin temerrüt etme olasılığının fazla olduğu anlamına gelmektedir. Elde edilen bu ölçüt sayesinde şirketler kredibilitelerine göre sıralanabilmekte ve daha sonra bu sıralamalar derecelendirme kuruluşlarının şirketlere vermiş oldukları notlarla kıyaslanabilmektedir (Çetinkaya, 2019, s.5). Bu çalışmada Merton modeli kullanılarak söz konusu şirketlerin temerrüde olan uzaklıkları hesaplanmış ve daha sonra bu temerrüt olasılığı üzerinde şirketlerin karbon emisyonlarının etkisi olup olmadığı araştırılmıştır.

3.2.1. Temerrüt Riskinin Ölçümü: Temerrüde Olan Uzaklık (DTD)

Piyasa verilerine bağlı olarak hesaplanan Merton modeline göre şirketlerin öz kaynakları ve vade tarihi T ve L anapara tutarına sahip olan bir iskontolu tahvil ile finanse edildiğini varsaymaktadırlar. Şirketin varlıkları V_t 'nin değeri geometrik Brown devinimiyle hareket ettiği varsayılmaktadır.

$$dV_t = \mu V_t dt + \sigma V_t dB_t \quad (1)$$

Yükümlülüklerin sınırlı olması nedeniyle vade sonunda özkaynak değeri $E_T = \max(V_T - L, 0)$ olacaktır. Bu sebeple, Black-Scholes opsiyon fiyatlama modelinden yararlanılarak $t \leq T$ zamanında öz kaynağın değeri aşağıdaki eşitlikteki gibi ifade edilebilmektedir.

$$E_T = V_t N(d_t) - e^{-r(T-t)} LN(d_t - \sigma\sqrt{T-t}) \quad (2)$$

Eşitlikteki r risksiz faiz oranını, $N(.)$ ise standart normal rastlantı değişkeninin birikimli dağılım fonksiyonunu göstermektedir ve d_t ifadesi ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$d_t = \frac{\ln(V_t/L) + (r + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \quad (3)$$

Merton modeline göre, şirketin t zamanında temerrüde düşme olasılığı $N(-DTD_t)$ 'dir ve burada DTD_t temerrüde kadar olan mesafeyi göstermektedir. Temerrüde olan mesafenin ölçümü ise aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$DTD_t = \frac{\ln(V_t/L) + (\mu - \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \quad (4)$$

Bununla beraber finansal ekonometri literatüründe de belirtildiği üzere çok uzun bir zaman aralığına ait veriler kullanılmadıkça μ parametresi doğru bir şekilde tahmin edilememektedir. Bu durum μ parametresinin eşitlikte dt oranıyla, σ parametresinin ise $\sqrt{dt}$ oranıyla yer aldığı difüzyon modellerinin yapısından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, özellikle indirgenmiş formdaki modellerde temerrüde olan uzaklık tahmin edilirken μ parametresi kullanılmaz. Bunun yerine alternatif olarak örneklem hatalarını da azaltan aşağıdaki formül kullanılmaktadır (Duan ve diğerleri, 2012).

$$DTD_t = \frac{\ln(V_t/L)}{\sigma\sqrt{T-t}} \quad (5)$$

Duan ve diğerleri (2012) çalışmalarında alternatif metodun klasik tahmin yönteminden daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Bu çalışmada da Duan ve diğerleri (2012) olduğu gibi temerrüde olan uzaklık tahmin edilirken alternatif metod tercih edilmiştir.

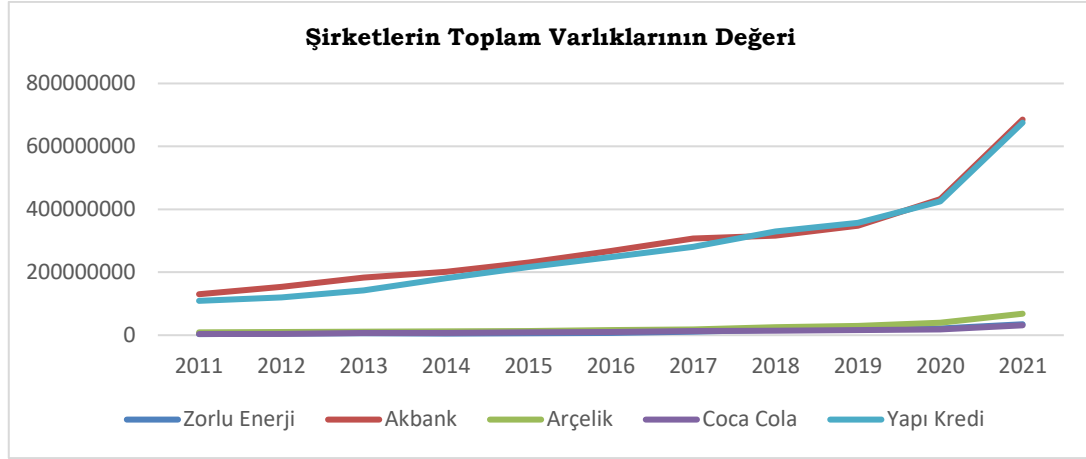
3.3. Çalışmanın Modeli Analiz ve Bulgular

Karbon emisyonunun şirketlerin performansını ve değerini negatif olarak etkilediği yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır (Jung ve diğerleri, 2018; Capasso ve diğerleri, 2020; Safiullah ve diğerleri, 2021; Kavir ve diğerleri, 2021). Karbon emisyonunun temerrüt riski üzerine olan etkisi ise çevresel risklerin artan önemi nedeniyle son dönemde literatürde çok fazla araştırma alanı bulmuştur. Bu sebeple bu çalışmada da karbon emisyonunun temerrüt riski üzerine olan etkisini incelemek amacı ile aşağıda belirtilen model kurularak regresyon analizi uygulanmış ve kurulan model test edilmiştir.

$$DTD_t = \alpha_0 + \beta_1 \text{Karbon} + \gamma_1 \text{FB} + \gamma_2 \text{VG} + \gamma_3 \text{Kaldırac} + \varepsilon_t \quad (6)$$

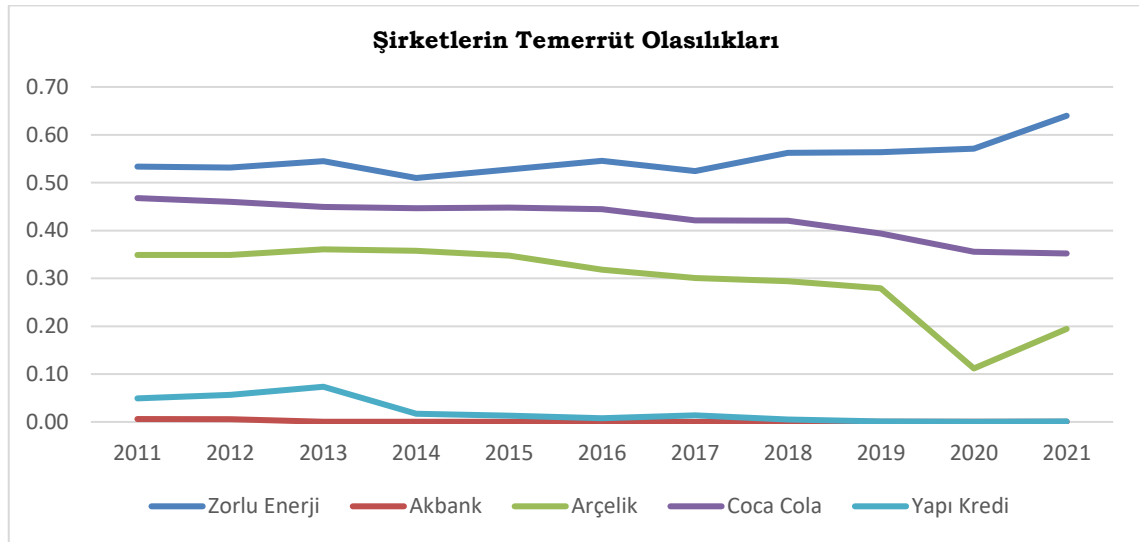
Eşitlikteki DTD_t ifadesi (5) Eşitliği ile hesaplanan t yılındaki temerrüde olan uzaklığı, *Karbon* değişkeni şirketlerin t yılına ait karbon emisyonu değerlerini, *FB*, *VG* ve *Kaldırac* kontrol

değişkenleri t zamanındaki şirket büyüklüğünü, varlık getirisini ve borç/varlık oranını göstermektedir. (6) Eşitliği ile verilen regresyon analizi ile karbon emisyonunun şirketlerin temerrüdü üzerinde etkisi olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla ilk olarak şirket varlıkları (1) Eşitliği ile verilen opsiyon fiyatlama modeli kullanılarak modellenmiştir. Her bir şirkete ait 2011-2021 yılları arası şirket varlıkları opsiyon fiyatlama modeline göre R programı kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen varlıkların değeri Grafik 1’de gösterilmiştir.



Grafik 1: Opsiyon fiyatlama modeline göre elde edilen şirketlerin toplam varlıklarının değeri

Grafik 1’de belirtildiği üzere en yüksek şirket varlığına sahip şirket Yapı Kredi, en düşük şirket varlık değerine sahip olan şirket ise Zorlu Enerji’dir. Şirketlerin varlıklarının değeri ve uzun dönemli toplam borçları kullanılarak Eşitlik (5) yardımı ile de 2011-2021 yılları için temerrüde olan uzaklık elde edilmiştir. Temerrüde olan uzaklıklar kullanılarak elde edilen şirketlerin temerrüt olasılıkları ise Grafik 2’de gösterilmiştir.



Grafik 2. 2011-2021 Yılları İçin Şirketlerin Temerrüt Olasılıkları

Grafik 2’de belirtildiği üzere Akbank en düşük temerrüt olasılığına sahiptir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta karbon emisyon değeri en yüksek olan Zorlu Enerji’nin temerrüt ihtimalinin en yüksek olan şirket olmasıdır. Diğer şirketlerin emisyon değerleri ve temerrüt

olasılıkları Zorlu Enerji'ye göre oldukça düşüktür. Bu nokta bize şirketlerin temerrüt olasılıkları ile karbon emisyonları arasında bir ilişki olabileceğini göstermektedir.

İncelenen şirketler için temerrüde etkisi olduğu düşünülen değişkenlerin temerrüt riski ile ilişkisi olup olmadığını incelemek amacıyla karbon emisyonu ve kontrol değişkenleri ile temerrüde olan uzaklık arasındaki korelasyon incelenmiştir. Analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. Değişkenlerin Temerrüde Olan Uzaklık ile Aralarında Korelasyon Katsayıları

	Zorlu Enerji	Akbank	Arçelik	Coca Cola	Yapı Kredi
Kontrol Değişkenleri	DTD	DTD	DTD	DTD	DTD
Karbon	0,108	0,668	0,613	0,865	0,864
FB	0,821	-0,510	-0,239	-0,271	0,509
VG	0,514	-0,074	0,696	0,481	-0,281
Kaldıraç	0,638	-0,217	0,316	0,715	0,122

Tablo 2 incelendiğinde 5 şirket içinde hem karbon emisyonu hem de kontrol değişkenleri ile temerrüde olan uzaklık arasında önemli bir ilişki olduğu görülmektedir. Zorlu Enerji için temerrüde olan uzaklık ile bütün değişkenler arasında aynı yönlü anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Akbank için temerrüt riski ile karbon emisyonu arasında aynı yönlü, diğer değişkenler ile ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Arçelik ve Coca Cola için temerrüt riski ile karbon emisyonu, varlık getirisi ve kaldıraç arasında aynı yönlü bir ilişki bulunurken, şirket büyüklüğü ile ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Yapı Kredi için ise temerrüt riski ile karbon emisyonu, şirket büyüklüğü ve kaldıraç arasında aynı yönlü bir ilişki bulunurken varlıkların getirisi ile ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır.

Bu tablodan görüleceği üzere ele alınan bağımsız değişkenlerin modele dahil edilmesi anlamlıdır. Karbon emisyonu ve kontrol değişkenlerinin temerrüt riski üzerinde farklı şirketler için farklı etkileri bulunmaktadır. Bu sebeple regresyon analizine dahil edilmeleri ve anlamlı olup olmadıkları araştırılmalıdır.

Karbon emisyonlarının ve kontrol değişkenlerinin şirketlerin temerrüt riskleri üzerinde bir etkisi olup olmadığını göstermek için (6) Eşitliğinde verilen regresyon modeli SPSS programı yardımı ile çözülmüştür. Her bir şirket için elde edilen regresyon analizi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'te karbon emisyonu, kontrol değişkenlerinin tahmin edilen katsayıları ve katsayıların p-değerleri verilmiştir.

Tablo 3. Regresyon Analizi Sonuçları

	Sabit	Karbon	FB	VG	Kaldıraç
Zorlu Enerji	-0,895 (0,006)*	0,540 (0,007)*	0,100 (0,001)*	-0,238 (0,005)*	-0,237 (0,064)
Akbank	-0,001 (0,017) *	0,407 (0,001)*	0,919 (0,040)*	-0,001 (0,014)*	0,002 (0,002)*
Arçelik	-0,551 (0,013)*	12,155 (0,001)*	0,029 (0,616)	-0,401 (0,020) *	1,439 (0,003)*
Coca Cola	0,348 (0,001) *	3,274 (0,010)*	-0,003 (0,785)	-0,114 (0,469)	0,321 (0,222)
Yapı Kredi	-0,042 (0,058)	1,034 (0,000)*	-0,010 (0,516)	-0,486 (0,040)*	0,642 (0,004)*

*%5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Regresyon analizi sonuçlarına göre 5 şirket için bağımsız değişken olan karbon emisyonunun %5 anlamlılık seviyesinde anlamlı olduğu görülmektedir. Analiz sonuçları karbon emisyonlarının temerrüt riski üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir. 5 şirketin regresyon katsayılarına bakıldığında karbon emisyonu arttıkça temerrüt riski artmaktadır. Buna ek olarak Zorlu Enerji ve Akbank için şirket büyüklüğü kontrol değişkeninin de temerrüt üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra şirket varlıklarının getirisinin yalnızca Coca Cola'nın temerrüt riski üzerinde etkisinin olmadığı, diğer şirketler için temerrüt üzerinde ters yönlü bir etkisinin olduğu görülmektedir. Şirketlerin uzun dönemli borç/varlık oranını gösteren *Kaldıraç* kontrol değişkeni ise Akbank, Arçelik ve Yapı Kredi şirketlerinin temerrüdü üzerinde etkisi bulunmaktadır. Beklenildiği üzere *Kaldıraç* değişkeninde meydana gelen artış temerrüt riskini de arttırmaktadır.

4. SONUÇ

Ülke ekonomilerinin hızla karbonsuzlaştırma politikaları belirleyerek iklim değişikliğine çözüm bulmaya çalıştığı günümüzde şirketlere de faaliyetlerinde kaynaklanan emisyon azaltımı konusunda önemli görevler düşmektedir. Sürdürülebilir olmak isteyen şirketler için karbon emisyon bilgilerinin başta finansal kararlar olmak üzere her türlü strateji kararlarda kullanılması gereken bir bilgi olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Sorumluluklarının farkında olan şirketler artan paydaş beklentisi, zayıf çevresel performansın neden olduğu rekabet kaybı, uyum maliyetlerinin artması nakit akışlarının bozulması ve temerrüt riski gibi birçok nedenle karbon emisyonlarını ölçmekte ve emisyonu azaltıcı politikalar uygulamaktadırlar. Karbonsuzlaşma sürecine uyum sağlamayan şirketlerin ilerde daha yüksek uyum maliyetleri ile karşılaşacağı bu durumun şirket karlılığını, nakit akışlarını düzensizleştireceği, borç ödeme gücünü zayıflatacağı literatürde vurgulanmaktadır.

Farklı karbon emisyon yoğunluklarına sahip 5 şirketin karbon emisyonunun şirketlerin temerrüdü üzerindeki etkisinin araştırıldığı 2011-2021 yıllarını kapsayan bu çalışmada şirketlerin hepsi farklı öz kaynak, borç, varlık getirisi ve aktif büyüklüklerine sahiptir. Farklı finansal ve karbon emisyonu büyüklüklerine sahip şirketler ele alınarak karbon emisyonunun her şirket için temerrüde olan uzaklığı etkilediği kanıtlanmak istenmiştir. Analiz değişkenlerinin temerrüde olan uzaklık üzerindeki etkisini incelemek üzere bir regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizi sonuçlarına göre her şirket için karbon emisyonu %5 önem seviyesinde anlamlı bulunurken, finansal verilerin hepsi her şirket için anlamlı bulunmamıştır. Buna ek olarak karbon emisyonu en yüksek olan şirketin temerrüde düşme olasılığı en yüksek olan şirket olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, karbon emisyonunun temerrüt riski üzerinde bir etkisi olduğu ve karbon emisyonu arttıkça temerrüde düşme olasılığının arttığı regresyon analizi ile elde edilmiştir. Çalışma sonuçları -kısıtlarına rağmen- literatürle uyumlu çıkmıştır. Jung ve diğerleri (2018), Capasso ve diğerleri (2020), Höck ve diğerleri (2020), Safiullah ve diğerleri (2021), Kabir ve diğerleri (2021) çalışmalarında da karbon emisyonları ve şirket riskleri arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Carbone ve diğerleri (2021), Duong ve diğerleri (2022) çalışmalarında yüksek emisyonla sahip şirketlerin yüksek temerrüt olasılığı tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde şirketlerin karbon emisyonlarının temerrüde düşme riski üzerinde olumsuz bir etkisinin olduğu görülmektedir. Yine şirket yönetiminin kontrol değişkenlerinden kaldıraç etkisinin de temerrüt riski üzerindeki etkisine finansal kararları alırken dikkat etmeleri önem arz etmektedir.

Tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de iklim değişikliğine yönelik önlemler almak sera gazı emisyonu azaltımını teşvik etmek ve iklime karşı dayanıklılığı arttırmak için geliştirilen politikalar yer almaktadır. Şirketler için emisyon ölçümü ve açıklaması önemli bir sorun gibi

görünmesine rağmen, kurumsal yapılarında bu konularda alınacak doğru kararlar onları bir adım daha ileriye taşıyabilecek bir basamak olacaktır. Gelecek araştırmalar için daha fazla şirket eklenerek, yeni kontrol değişkenleri eklenerek çalışma analiz birimi geliştirilebilir. Emisyon yoğun ve emisyon düşük sektörlerden şirketler seçilerek sektörel açıdan karbon emisyonu ve temerrüde olan uzaklık arasında fark olup olmadığı incelenebilir.

Geliş Tarihi Kabul Tarihi Yayın Tarihi	23 Ocak 2023 10 Mayıs 2023 30 Haziran 2023
Yazar Katkısı	Meltem Ece Çokmutlu (%50), Selin Özen (%50)
Hakem Değerlendirmesi	Dış bağımsız
Etik Onay	Bu makale, insan veya hayvanlar ile ilgili etik onay gerektiren herhangi bir araştırma içermemektedir.
Çıkar Çatışması	Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.
Finansal Destek	Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.
Telif Hakkı & Lisans	Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanır. https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.tr
Submission Acceptance Publication	23 January 2023 10 May 2023 30 June 2023
Author Contribution	Meltem Ece Çokmutlu (50%), Selin Özen (50%)
Peer-review	Externally peer-reviewed.
Ethical Approval	This article does not contain any studies with human participants or animals performed by the authors.
Conflicts of Interest	The authors declare that there is no conflict of interest.
Grant Support	The authors received no financial support for the research, authorship and/or publication of this article.
Copyright & License	Authors publishing with the journal retain(s) the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0. https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

KAYNAKÇA | REFERENCES

- Altıntaş, M. A. (2012). *Kredi Kayıplarının Makroekonomik Değişkenlere Dayalı Olarak Tahmini ve Stres Testleri- Türk Bankacılık Sektörü için Ekonometrik Bir Yaklaşım*, İstanbul, Türkiye Bankalar Birliği Yayını
- Bektaş, T. ve Güleç, Ö.M. (2021). Çimento sektöründeki işletmelerin finansal ve finansal olmayan bilgilerine yönelik performans değerlendirmesi *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(4), 756-779. doi: [10.29106/fesa.996439](https://doi.org/10.29106/fesa.996439)
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), (1992). Erişim adresi: <https://iklim.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-33>
- Black, F. ve Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654. Erişim adresi: https://www.worldscientific.com/doi/pdf/10.1142/9789814759588_0001
- Bui, B., Moses, Ol. ve Houqe, M.N. (2020). Carbon disclosure, emission intensity and cost of equity capital: multi-country evidence. *Account Finance*, 60, 47-71. doi:[10.1111/acfi.12492](https://doi.org/10.1111/acfi.12492)
- Capasso, G., Gianfrate, G. ve Spinelli, M. (2020). Climate change and credit risk, *Journal of Cleaner Production*, 266, 1-39. doi: [10.1016/j.jclepro.2020.121634](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121634)
- Carbone, S., Giuzio, M. ve Kapadia, S. (2021). The low-carbon transition, climate commitments and firm credit risk, ECB Working Paper No.2021/2631. doi: [10.2139/ssrn.3991358](https://doi.org/10.2139/ssrn.3991358)
- Caro, D. (2018). Carbon footprint, *Encyclopedia of Ecology*, 2(4), 252-257. doi:[10.1016/B978-0-12-409548-9.10752-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10752-3)
- Çetinkaya, E. (2019). Türkiye’de halka açık bankaların temerrüt riski ve hisse senedi getiri ilişkisi, *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 1-18. Erişim adresi: <http://tursbad.hku.edu.tr/en/download/article-file/705843>
- Dafermos, Y., Nikolaidi., M. ve Galanis, G. (2018). Climate change, financial stability and monetary policy, *Ecological Economics*, 152, 219-234. doi: [10.1016/j.ecolecon.2018.05.011](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.011)
- Duan, J. C., Sun, J. ve Wang, T. (2012). Multiperiod corporate default prediction- a forward intensity approach, *Journal of Economy*, 170(1), 191-209. doi: [10.1016/j.jeconom.2012.05.002](https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2012.05.002)
- Duong., H.N., Kaley., P.S. ve Kalimipalli, M. (2022). Do firms benefit from carbon risk management? Evidence from the credit default swaps market, ECB Working paper No 2/2631. doi:[10.2139/ssrn.4004509](https://doi.org/10.2139/ssrn.4004509)
- Ece Çokmutlu, M. ve Ok, Ş. (2019). Borsa İstanbul sürdürülebilirlik endeksi işletmelerinin sera gazı beyanlarına yönelik güvence denetimleri: ISAE 3410 güvence denetim standardına ilişkin bir araştırma. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 5, 164-174. doi: [10.21733/ibad.628051](https://doi.org/10.21733/ibad.628051)
- Eliwa, Y., Aboud A ve Saleh A. (2021). ESG practices and the cost of debt: evidence from EU countries, *Critical Perspectives on Accounting*, 79, 1-48. doi: [10.1016/j.cpa.2019.102097](https://doi.org/10.1016/j.cpa.2019.102097).
- Erdoğan, S. (2020). Enerji çevre ve sera gazları, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 277-303. doi: [10.18074/ckuiibfd.670673](https://doi.org/10.18074/ckuiibfd.670673)
- Ersay Mirici, M. ve Berberoğlu S. (2022). Türkiye perspektifinde yeşil mutabakat ve karbon ayak izi: tehdit mi? fırsat mı? *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(1), 156-164. doi:[10.21324/dacd.982396](https://doi.org/10.21324/dacd.982396)
- European Commission. (2019). The European Green Deal, Erişim adresi: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_669
- Global Carbon Project (GCP). (2022). Erişim adresi: <https://www.globalcarbonproject.org/index.html>
-

- Hillgeist, S.A., Keating, E.K., Cram, D.P. ve Lundstedt., K.G. (2004). Assessing the probability of bankruptcy. *Review of Accounting Studies*, 9, 5-34. doi:[10.1023/B:RAST.0000013627.90884.b7](https://doi.org/10.1023/B:RAST.0000013627.90884.b7)
- Höck, A., Klein, C., Landau, A. ve Zwergel, B. (2020). The effect of environmental sustainability on credit risk, *Journal of Asset Management*, 21, 85-93. doi:[10.1057/s41260-020-00155-4](https://doi.org/10.1057/s41260-020-00155-4)
- Jung, J., Herbohn, K. ve Clarkson, P. (2018). Carbon risk, carbon risk awareness and the cost of debt financing, *J Bus Ethics*, 150, 1151-1171. doi:[10.1007/s10551-016-3207-6](https://doi.org/10.1007/s10551-016-3207-6)
- İltaş, T. (2021). Kredi riski ölçüm modellerinin değerlendirilmesi, *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 1-22. doi: [10.29106/fesa.906476](https://doi.org/10.29106/fesa.906476)
- Kabir, N., Rahman, S., Rahman, A. ve Anwar, W. (2021). Carbon emissions and default risk: international evidence from firm-level data, *Economic Modelling*, 103, 1-20, doi:[10.1016/j.econmod.2021.105617](https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.105617)
- Merton, R.C. (1974). On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates, *Journal of Finance*, 29(2), 449-470. Erişim adresi: <https://www.jstor.org/stable/2978814>
- Özmen, T. (2009). Sera Gazı, Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü. THM-453-2009/1, 42-46. Erişim adresi: https://eskisakarya.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/16154_50_07.pdf
- Safiullah, Md., Kabir, N. ve Miah, D. (2021). Carbon emissions and credit ratings, *Energy Economics*, 100. doi:[10.1016/j.eneco.2021.105330](https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105330)
- Sel, A. ve Göktolga, Z.G. (2020). 11. kalkınma planı çerçevesinde sektörel CO₂ salımı değerleri projeksiyonu, *Akdeniz İİBF Dergisi*, 20(2), 158-168. doi:[10.25294/auibfd.827480](https://doi.org/10.25294/auibfd.827480)
- Sinn, H.W. (2016). *Green Paradox: A Supply Side Approach to Global Warming* (M E. Dinçer, çev.). İstanbul: Koç Üniversitesi Yayınları
- Türkiye İstatistik Kurumu, (2023). Sera gazı emisyon istatistikleri. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672>
- United Nations (t.y.). What is climate change?. Erişim adresi: <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>
- Vargün H., Gürkan S. ve Akbulut H. (2015). Sürdürülebilir bir çevre için karbon muhasebesi ve faaliyet tabanlı maliyetleme sisteminin entegrasyonu, *Mali Çözüm Dergisi*, 132, 11-31. Erişim adresi: <https://www.ismmmo.org.tr/Yayinlar/Mali-Cozum-Dergisi/sayi-132/-2557>
- Vargün, H. ve Ok, Ş. (2019). Yönetim kararları açısından karbon muhasebesi bilgilerinin önemi, *Mali Çözüm Dergisi*, 29(156), 73-88. Erişim adresi: <https://archive.ismmmo.org.tr/docs/malicozum/156malicozum/07.PDF>
- Yeldan E. (2021). European green deal and Turkey. Erişim adresi: <https://pmrturkiye.csb.gov.tr/wp-content/uploads/2021/02/The-European-Green-Deal-and-Turkey-Erinc-Yeldan.pdf>
- Yıldırım, G. (2012). Bankaların kurumsal kredi portföyü ve kredi riskinin ölçümü, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Bankacılık ve Finansal Kuruluşlar Genel Müdürlüğü Uzmanlık Yeterlilik Tezi. Erişim adresi: <https://www3.tcmb.gov.tr/kutuphane/TURKCE/tezler/gulcanyildirim.pdf>
- Zhang., Q., Zhang., S., Chen., L. ve Li, J. (2023). Does carbon emission trading mitigate firm's default risk? Evidence from China, *Journal of Cleaner Production*, 398. doi:[10.1016/j.jclepro.2023.136627](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136627)

EXTENDED SUMMARY

Introduction

After the 1800s, because of many reasons such as the increase in the world population, developments in industrial activities, increase in urbanization, and the increase of energy needs, the carbon sources and carbon sinks entered a period in which the carbon balance deterioration started. Since then, the increasing carbon levels could not be absorbed by nature and this increase in emissions is the main cause of global warming. Due to the increase in carbon emissions and its negative consequences, especially global warming and climate change, the importance given to this issue by companies has started to increase. The most important greenhouse gas released while the companies run their business is carbon. Reducing the carbon emissions for companies is essential to be sustainable.

Purpose

Carbon emissions are the greenhouse gas in which many regulations are made to reduce emissions due to its effect on global warming and climate change. Due to both these regulations and environmental sustainability, in recent years, companies need to measure and explain carbon emissions and try to reduce their emissions. In this study, it is aimed to determine whether there is a relationship between carbon emissions and default risk of companies operating in Borsa Istanbul, and if there is, the effect of this relationship on the company's default risk will be examined.

In recent years, there is an increase in the research that shows the effects of emissions on the performance and the value of companies in our country, however, as far as we know, there is no study that measures the relationship between carbon emissions and default risk. To fill this gap, in this study, we use the data of companies from carbon-intensive, carbon-medium and low-carbon sectors, and we examine for these companies the effect of carbon emissions on the distance to default. To do this, the assets of the companies are modelled with the Black-Scholes option pricing model and then the distance to default values are obtained by using the Merton model by utilizing the relationship between the total asset values and the total debts of the companies.

Method

In this study, we use the available data for the analysis from 2011-2021. We can find 5 companies that are operating in Borsa İstanbul and includes all the required data for our analysis. Among these companies one of them is from carbon intensive sector, two of them are from carbon medium sector, and two of them are from carbon-low sector. Both direct and indirect carbon emissions are included in the study. For scope 1, which is the direct emission calculation, and scope 2 and scope 3, which are the indirect emissions, the number of companies that have made statements in these years has been seen to be very limited. The dataset to be used in the study was obtained from the Thomson Reuters Eikon Data Platform and corporate reports of enterprises.

In the study, carbon emission is taken as the dependent variable, distance to default (DTD) is taken as an independent variable, and size, asset return and leverage rate are taken as control variables for our regression model. Due to the lack of accounting-based calculation and the positive aspects of market-based calculation, in this study, the Merton model is used which is based on the Black-Scholes option pricing model. The Merton model can make calculations about the default risk of companies that have not defaulted in the past.

Findings

According to the option pricing model, the company with the highest corporate asset value is Yapı Kredi, and the company with the lowest company asset value is Zorlu Energy. When the default probability of the companies is calculated, Akbank has the lowest probability of default. The most important result is that Zorlu Energy, which has the highest carbon emission value, is the company with the highest probability of default. The emission values and default possibilities of

other companies are quite low compared to Zorlu Energy. This result shows us that there could be a strong relationship between the default possibilities of companies and carbon emissions.

Conclusion

As a result of the analysis, it has been determined that carbon emissions have a significant effect on the default risk. Regression results indicates that while the carbon emissions increase, the default risk increases as well. Moreover, there is a significant relationship between control variables and default risk. The analysis demonstrates that the carbon emissions of the companies have an important impact on the default risk, and it should be considered for sustainability while making their decisions.