

Karbon Ekonomisinin Yükselişi: Finansallaşma Sürecinin Gayrimenkul Sektörüne Etkileri

Gülnaz Şengül Güneş¹

Sinan Güneş²

Özet

Küresel iklim rejiminin piyasa temelli politikalara yönelmesiyle karbon fiyatlaması; karbon vergileri, emisyon ticaret sistemleri ve karbon kredileri aracılığıyla ekonomik karar alma süreçlerinin merkezine yerleşmiştir. Gayrimenkul sektöründe ise operasyonel ve gömülü karbon, bina yaşam döngüsü maliyetini ve varlık değerini belirleyici unsurlar hâline gelmiştir. Bu bağlamda sürdürülebilir binaların “yeşil prim”, karbon yoğun yapıların ise “kahverengi iskonto” oluşturduğu; enerji verimliliği uygulamaları, düşük karbonlu malzeme kullanımı ve sertifikasyonların yatırımcı talebi ve finansman koşulları üzerinde doğrudan etkili olduğu görülmektedir. Uluslararası finans kuruluşlarının yeşil bina programları ve dayanıklılık endeksleri, karbonun ölçülmesi ve raporlanması için standart bir çerçeve sunarak yatırım kararlarını desteklemektedir. Çalışma kapsamında karbon piyasalarının finansal araçlarla entegrasyonu ele alınarak gayrimenkul sektörü ile olan ilişkisi ve Türkiye için öneriler ortaya konulmaya çalışılmıştır. 2025 tarihli İklim Kanunu ile ulusal Emisyon Ticaret Sistemi'nin kurulması, inşaat sektörü başta olmak üzere karbon yoğun girdilerin maliyet yapısını dönüştürecek bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir. Gömülü karbon maliyetinin artan görünürlüğü; yaşam döngüsü değerlendirmesi, karbon ayak izi ölçümü ve yeşil finansman araçlarını gayrimenkul geliştirme süreçlerinin zorunlu unsurları hâline getirmektedir. Bu dönüşüm, iklim hedefleriyle uyumlu bir piyasa yapısı oluşturulabilmesi için politika tasarımının yeniden şekillendirilmesini gerektirirken kamu otoriteleri ve sektördeki şirketler açısından yeni yükümlülükler, maliyet dinamikleri ve stratejik uyum gereklilikleri doğurmaktadır.

1 Dr. Arş. Gör., Ankara Üniversitesi, Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Bölümü, gsengul@ankara.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-8961-9210>

2 Dr. Öğr. Gör., Ankara Üniversitesi, Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Bölümü, sngunes@ankara.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-7753-8333>

1. Giriş

Sürdürülebilirlik kavramı, doğal kaynakların gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan kullanılmasını esas alan ve ekonomik büyüme, çevresel koruma ve toplumsal refah arasındaki dengeyi hedefleyen temel bir yaklaşımdır (WCED, 1987). Dünya nüfusunun artması, kentleşmenin hızlanması ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi sonucunda doğal kaynaklar üzerindeki baskı giderek artmış; ekosistemlerin taşıma kapasitesi zorlanmış ve çevresel bozulma kaçınılmaz hâle gelmiştir. Küresel ölçekte artan enerji talebi, fosil yakıt yoğun üretim ve tüketim ilişkileri sera gazı emisyonlarını hızla yükseltmiş; bu durum iklim krizinin çevresel ve ekonomik bir tehdit olarak ortaya çıkmasına neden olmuştur (IPCC, 2021). Bu bağlamda sürdürülebilirlik yalnızca bir çevre politikası değil, aynı zamanda ekonomik istikrarı ve toplumsal refahı korumaya yönelik stratejik bir zorunluluk hâline gelmiştir.

Sanayi Devrimi sonrası hızlanan karbon emisyonları, küresel ortalama sıcaklıkların sanayi öncesi seviyelere göre yaklaşık 1,1°C artmasına yol açmış; aşırı hava olayları, kuraklık, sel, biyolojik çeşitlilik kaybı ve gıda tedarikinde bozulma gibi çeşitli olumsuz etkiler dünya genelinde giderek daha görünür hâle gelmiştir (IPCC, 2021). Bu gelişmeler karşısında iklim değişikliğiyle mücadele etmek amacıyla hukuki ve kurumsal mekanizmalar geliştirilmiştir. 1997 tarihli Kyoto Protokolü, sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik bağlayıcı yükümlülükler getiren ilk uluslararası anlaşma olarak tarihe geçmiştir (UNFCCC, 1997). Protokol, karbon piyasaları ve esneklik mekanizmalarının temellerini oluşturarak ülkelerin maliyet etkin yöntemlerle emisyonlarını azaltmasına olanak sağlamıştır. Ancak gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki yükümlülük farkları nedeniyle protokolün kapsamı zaman içinde sınırlı kalmıştır.

Kyoto Protokolü'nün ardından 2015 yılında imzalanan Paris Anlaşması, küresel iklim yönetişiminin en önemli dönüm noktası olarak kabul edilmektedir. Paris Anlaşması, tüm taraf ülkeleri “ortak ancak farklılaştırılmış sorumluluklar” ilkesi çerçevesinde ulusal katkı beyanları (NDC) hazırlamaya zorunlu kılarak emisyon azaltımını küresel bir yükümlülüğe dönüştürmüştür (UNFCCC, 2016). Anlaşma, küresel sıcaklık artışını 2°C'nin oldukça altında tutmayı ve mümkünse 1,5°C ile sınırlamayı hedeflemekte; bu doğrultuda karbon nötr ekonomiye geçişin önemini vurgulamaktadır. Ayrıca karbon piyasalarına ilişkin Madde 6 düzenlemeleri ile uluslararası karbon ticareti, emisyon azaltım kredileri ve iş birliği mekanizmaları için ortak bir piyasa altyapısı oluşturulmaktadır. Bu gelişmeler sürdürülebilirliğin ekonomik,

hukuki ve finansal boyutlarını güçlendirerek karbonun finansallaŐması sürecinin nn açmaktadır.

Gayrimenkul sektörü söz konusu olduğunda, sürdürülebilirlik artık yalnızca çevresel bir tercih değil; sektörün ekonomik, sosyal ve ekolojik geleceğini doğrudan belirleyen kritik bir unsur hâline gelmiştir. BirleŐmiŐ Milletler evre Programı'nın (UNEP) verileri, yapı ve inşaat faaliyetlerinin küresel ölçekte enerji tüketiminin yaklaşık %40'ını, sera gazı emisyonlarının %30'unu ve su kullanımının %20'sini oluşturduğunu ortaya koymaktadır (UNEP, 2014). Konut ve iŐyerlerinin inŐasından iŐletilmesine kadar devam eden süreçte, ısıtma, soğutma, aydınlatma ve binaya entegre edilen teknolojik ekipmanların tükettiği enerji, küresel enerji talebinin üçte birinden fazlasına ve toplam CO₂ emisyonlarının yaklaşık %37'sine karşılık gelmektedir.

Hkmetlerarası İklım Değişikliği Paneli (IPCC), bina ve inşaat sektöründe uygulanacak enerji verimliliği politikalarının, emisyon azaltımında kayda değer katkılar sunabileceğini vurgulamaktadır. Panelin bulgularına göre gelişmiş ekonomilerde bina kaynaklı sera gazı emisyonları %90'a kadar, gelişmekte olan ülkelerde ise %80'e kadar azaltılabilmektedir. Aynı zamanda, enerji verimliliği uygulamaları, özellikle gelişmekte olan ülkelerde yaklaşık 2,8 milyar insanın enerji yoksulluğundan çıkmasına yardımcı olabilecek bir potansiyele sahip olmaktadır. İnşaat malzemeleri, mekanik tesisatlar ve bina ekipmanlarının uzun kullanım ömrü göz önüne alındığında, bugün verilen tasarım ve teknoloji kararlarının gelecek on yıllar boyunca enerji tüketimini belirleyeceği açıktır. Bu nedenle, geleceğin yapılarının yaşam döngülerinin her aşamasında karbonsuzlaŐtırılmaları ve iklim kaynaklı risklere karşı daha dirençli hâle getirilmeleri gerekmektedir.

Binaların karbonsuz hâle getirilmesi ve iklim dayanıklılığının artırılması yalnızca çevresel bir gereklilik değil, aynı zamanda önemli ekonomik fırsatlar sunan bir dönüşüm alanıdır. Küresel bina taban alanının 2060 yılına kadar iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir, bu da kentsel geniŐlemeyi desteklemek için 2,6 trilyon fit kare (240 milyar metrekare) ek yeni taban alanı gerekeceği anlamına gelmektedir (Architecture 2030, 2025). Ayrıca yapılı evre küresel istihdamın yaklaşık %7'sini oluşturmakta ve dünya GSYİH'sının %11-13'ne katkı sağlamaktadır. Yeni inŐaatlarda uygulanacak güçlendirme ve enerji verimliliği yatırımlarının her bir milyon ABD dolarlık kısmının, tahmini olarak 9 ila 30 arasında yeni istihdam yaratabileceği öngörülmektedir. Ayrıca, enerji verimli ve sürdürülebilir binaların 2030 yılına kadar 24,7 trilyon ABD doları değerine ulaŐacaėı tahmin edilmekte olup, bu durum sürdürülebilir yapılaŐmayı küresel ölçekte en önemli yatırım alanlarından biri hâline getirmektedir (UNEP, 2024). AB Yeşil Mutabakatı kapsamında, "Fit for 55"

yasama paketiyle 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarının 1990 seviyelerine göre en az %55 oranında azaltılması hedeflenmiştir. Bu hedef, enerji, sanayi, binalar ve ulaşım sektörlerini doğrudan etkilemektedir. Gayrimenkul sektörü özelinde, Binalarda Enerji Performansı Direktifi (EPBD) ve Yenilenebilir Enerji Direktifi (RED III) gibi düzenlemeler, enerji verimliliği, ısıtma-soğutma sistemlerinin dönüşümü ve karbon salınımının azaltılmasına yönelik düzenlemelerdir. EPBD, binalarda enerji verimliliğini artırmayı ve 2050'ye kadar iklim nötrlüğüne ulaşmayı hedefleyen AB politikasıdır. Bu direktif, yeni binalar için neredeyse sıfır enerji standartları belirlemekte, yenilemeleri teşvik etmekte ve enerji performans sertifikalarının kullanımını zorunlu kılmaktadır. Yenilenebilir enerji entegrasyonu ve sistematik izleme yoluyla, EPBD enerji giderlerini ve sera gazı emisyonlarını azaltmayı amaçlamaktadır (Dulian, 2024). RED III, en karbon yoğun sektörlerin dönüşümünü hızlandırmayı ve iklim nötrlüğüne ulaşmayı amaçlayan temel hükümler içermektedir (Lehnert ve Traum, 2024).

Küresel ölçekte iklim değişikliğiyle mücadele politikaları, 1990'lardan itibaren düzenleyici (komuta-kontrol) yaklaşımlardan piyasa temelli mekanizmalara doğru kaymıştır. Bu dönüşümün temel nedeni, sera gazı emisyonlarını azaltmanın ekonomik etkinliği artırma arayışıdır. Piyasa temelli araçlar, karbon salınımına bir maliyet atayarak, firmaların ve sektörlerin çevresel maliyetleri içselleştirmesini sağlamaktadır. Bu kapsamda, karbon vergileri, emisyon ticaret sistemleri (ETS), yeşil tahviller ve karbon kredileri gibi araçlar, çevre ekonomisi içinde “karbon fiyatlaması” başlığı altında toplanmaktadır (Digitemie ve Ekemezie, 2024).

Sürdürülebilirlik, ticari gayrimenkul piyasasında artık niş bir unsur olmaktan çıkarak, rekabet gücünün ve varlık değerinin temel belirleyicilerinden biri haline gelmiştir. Tüketici tercihlerindeki değişim bu dönüşümü hızlandırmaktadır. Gayrimenkul sahipleri ve yatırımcıları için artık sadece fiziksel konum, kalite, kira geliri değil; aynı zamanda varlıkların sürdürülebilirlik performansı, karbon riski, klimaya uyum kabiliyeti de değerlendirme kriteri hâline gelmekte ve bu dönüşüm “yeşil ve düşük-karbon girişimleri yoluyla değer yaratma” olarak ifade edilmektedir (Deloitte, 2024). Kurumsal ölçekte ise dünya çapında binlerce kuruluş Bilim Temelli Hedefler (SBTi) kapsamında net-sıfır yol haritaları benimsemektedir (Akbulut ve Alagöz, 2024). Bu kuruluşların arasında çok sayıda gayrimenkul yatırımcısı ve portföy yöneticisi yer almaktadır (Noda, 2025).

RICS (2022)'e göre, sürdürülebilir binalara yönelik kiracı ve yatırımcı talebi dünya genelinde artmaktadır. Karbon fiyatlaması, bu artışı daha da hızlandırarak düşük karbonlu binaları talep açısından avantajlı bir varlık

sınıfına dönüŐtürmektedir. Küresel ölçekte gayrimenkul yatırımcıları, sürdürülebilir ve yüksek performanslı yeşil binalara yönelerek sektörün düşük karbonlu dönüŐümünde belirleyici bir rol oynamaktadır. Gelişmiş ülkelerde yeşil varlıklara yatırım artık ‘‘gönüllü bir tercih’’ olmaktan çıkmıŐ; kurumsal yatırımcıların standart yatırım stratejilerine entegre edilen zorunlu bir unsur hâline gelmiştir. Bu dönüşümün arka planında, yatırımcıların net sıfır hedeflerine uyum sağlama gerekliliği, karbon düzenlemeleri karşısında portföy riskini azaltma ihtiyaçı ve marka değerini yükseltme motivasyonları bulunmaktadır (KPMG, 2023).

2025 yılı itibariyle Dünya genelinde 80 karbon vergisi ve ETS'nin yürürlükte olduğu görülmektedir. Brezilya, Hindistan ve Türkiye, ETS uygulamasını kolaylaŐtıracak önemli aŐamaları tamamlamıŐ; Kolombiya ve Endonezya ise kapsamı geniŐletmiŐtir (World Bank, 2025). Güney Kore, Kanada ve Yeni Zelanda gibi ülkeler de kendi bölgesel veya ulusal ETS modellerini geliŐtirmiŐtir. Güney Kore ve Kanada'da sistemler, kapsam ve fiyatlandırma açısından farklılıklar gösterirken, Yeni Zelanda ETS'si tarım sektörü gibi ülkeye özgü alanlara odaklanmaktadır. in'in ulusal ETS sistemi ise 2021'de devreye girmiŐ ve dünyanın en büyük karbon piyasası haline gelmiştir (Azizi vd., 2025). Türkiye, 2021 yılında Paris Anlaşması'nı imzalayarak taraf olmuŐ ve 2053 yılı için net sıfır emisyon hedefini ilan etmiŐtir. Bu çerçevede hazırlanan İklım Kanunu, ulusal karbon piyasasının kurulmasını ve sektörel emisyon azaltım planlarının oluŐturulmasını öngörmektedir.

Çalışma kapsamında, karbonun finansallaşma sürecinin gayrimenkul sektörü üzerindeki etkilerini ortaya koymak amaçlanmıŐtır. Bu doğrultuda; karbon fiyatlaması, uluslararası iklim rejimindeki dönüşüm, ETS'lerin işleyişi, operasyonel ve gmll karbonun bina yaşam döngüsü üzerindeki etkileri, karbon maliyetinin gayrimenkul değerlemesine ve yatırım kararlarına yansımaları ile yeşil prim-kahverengi iskonto dinamikleri teorik olarak bütüncül bir çerçevede ele alınmaktadır. Ayrıca karbon piyasası araçlarının finansal piyasalara entegrasyonu incelenmekte; Türkiye'de İklım Kanunu ve kurulmakta olan ulusal ETS'nin gayrimenkul sektörü açısından olası etkileri değerlendirilmektedir. Böylelikle çalıŐmada küresel eğilimler ve Türkiye'nin düzenleyici bağlamı ile gayrimenkul sektörünün karbon-nötr ekonomiye geçiŐte üstleneceği rolü anlamaya yönelik kapsamlı bir değerlendirme sunulması hedeflenmektedir.

2. Karbon Fiyatlamasının Temelleri

Karbon fiyatlaması, sera gazı emisyonlarına bir maliyet atayarak negatif dışsallıkları içselleştirmeyi amaçlayan politika araçlarının genel adı olarak tanımlanmaktadır (Thisted ve Thisted, 2019). Karbon fiyatlamasında karbon vergisi (emisyon başına birim vergi) ve ETS (toplam emisyonlara üst sınır/cap konur; tahsisatlar izin/allowance olarak alınıp satılır) olmak üzere iki temel araç ön plana çıkmaktadır (Baranzini vd. 2017). Bunlara ek olarak, gönüllü/uyumlu karbon kredilendirme (offset) piyasaları belirli metodolojilere göre emisyon azaltım/uzaklaştırma projelerinden üretilen kredilerin emisyon yükümlülüklerinin bir kısmını karşılamasına imkân vermektedir (Wara ve Victor, 2008).

Karbon fiyatlandırması, karbon emisyonlarının çevresel maliyetlerini içselleştirmek ve düşük karbonlu ekonomiye geçişi teşvik etmek amacıyla küresel iklim değişikliği azaltma çabalarının temel taşı olarak ortaya çıkmıştır (Huwe ve Frick, 2022). Karbon fiyatlandırmasının kökleri, ekonomistlerin kirliliğin olumsuz çevresel etkileri de dahil olmak üzere dışsallıkları içselleştirme fikrini keşfetmeye başladıkları 20. yüzyılın başlarına kadar uzanmaktadır. Karbonun vergilendirmeye konu olması, çevre ekonomistlerinin, kirliliğin bir piyasa başarısızlığı olduğu yönündeki mantığı ile ilk olarak Marshall tarafından ortaya atılmış ve Pigou (1920) tarafından çalışmalarında sosyal maliyetlerin kavramsallaştırılmasıyla daha da geliştirilmiştir (Spash, 2021). Bu erken tartışmalar, daha sonraki karbon fiyatlandırma mekanizmalarının temelini oluşturmaktadır.

ETS, düzenlemeye tabi kaynakların toplam emisyonlarını sınırlamaya yöneliktir. Bunu, toplam sınırla (cap) eşit sayıda alınıp satılabilir emisyon tahsisi (allowance) oluşturarak ve bu kaynakların gerçekleştirdikleri emisyonları karşılamak için söz konusu tahsisleri teslim etmelerini zorunlu kılarak yapmaktadır (Stavins, 2007). Emisyon haklarını teslim etmek veya emisyonları azaltmak arasında seçim yapmak zorunda kalan şirketler, emisyon haklarına, bu hakları teslim ederek önlenebilecek emisyon azaltımlarının maliyetini yansıtan bir değer biçmektedirler. ETS, emisyonlara fiyat biçen ve firmaların verginin azaltma teşviklerine yanıt vermesiyle bir miktar emisyon sağlayan karbon vergisinin ikizi olarak adlandırılmaktadır (Aldy ve Stavins, 2012). ETS'de miktar kontrolüyle piyasa tabanlı bir tahsisat ticareti yapılmakta; marjinal azaltım maliyetleri firmalar arası ticaretle eşitlenmekte ve toplam maliyet minimize edilmektedir. Mükemmel bilgi ve somut rasyonellik altında, tüm kirleticiler, ilgili marjinal maliyetin karbon fiyatına eşit olduğu emisyon azaltım seviyesini seçmelidir. Dolayısıyla, karbon fiyatı sinyali ile marjinal azaltım maliyetleri tüm kirleticiler arasında eşit hale gelmekte ve bu

da belirli bir azaltım seviyesinin en azından küresel maliyetle karŐılanacađı anlamına gelmektedir (Baranzini vd. 2017). Coase teoremi (iŐlem maliyetleri sıfıra yakın ve mülkiyet hakları net ise) taraflar arasında pazarlığın verimli sonuca götürebileceğini öngörse de (Arimura, 2024), iklim değişikliği gibi dağınık kaynaklı ve yüksek iŐlem maliyetli dıŐsallıklarda Pigou/ETS tipi kamusal politika araÇları pratikte daha uygulanabilir olmaktadır.

3. Gayrimenkul Sektöründe Karbonun FinansallaŐması

Bir yapının çevresel etkisini değerlendirirken, bina ömrü boyunca ortaya çıkan operasyonel emisyonların yanı sıra, malzeme imalatı, nakliyesi, montajı ve ömür sonu söküm/bertarafı dahil olmak üzere inŐaatın veya büyük çaplı yenilemelerin neden olduğu dolaylı emisyonlar da ele alınmalıdır; bu dolaylı emisyonlar, “gömülü karbon (embodied carbon)” olarak tanımlanmaktadır (Hirsch vd., 2019). Gayrimenkul ve inşaat sektöründe, bir yapının çevresel etkisini değerlendirirken operasyonel enerji tüketiminin ötesine geçerek “gömülü karbon” (embodied carbon) olarak tanımlanan emisyonların hesaplanması önem taşımaktadır. Gömülü karbon, yapıların yalnızca kullanım sürecindeki enerji tüketiminden (operasyonel emisyonlar) değil, aynı zamanda inŐaatın veya yenilemelerin neden olduğu dolaylı emisyonlardan da kaynaklanmaktadır (Hirsch vd., 2019). Gömülü karbonun ana bileŐenleri, kaynaklarda açıkça belirtilen çeşitli aŐamalara ayrılmaktadır. Bunlar;

- Üretim ve İnşaat AŐaması (P&C): Bina malzemelerinin çıkarılması, iŐlenmesi ve imalatı ile inşaat sürecindeki emisyonları kapsamaktadır.
- Bakım ve Değeriftirme AŐaması (M&R): Binanın mr boyunca yapılan büyük çaplı yenileme ve onarımlar sırasında kullanılan malzemelerden kaynaklanan karbon maliyetlerini içermektedir.
- Ömür Sonu AŐaması (EoL): Yapının kullanım ömrünü tamamladıktan sonra yıkım, söküm ve geri dönüşüm süreçlerinden kaynaklanan emisyonları içermektedir (Xu vd., 2022).

Bina inŐaatı sırasında kullanılan beton, elik ve cam üretiminden kaynaklanan toplam sera gazı emisyonları, yapının ömrü boyunca oluŐacak operasyonel emisyonlarla birlikte ciddi bir yük oluŐurmaktadır (Chen vd., 2022). Bu bağlamda, özellikle yeni yapılan veya büyük çaplı yenilenen gayrimenkul projelerinde malzeme seimi, yerli-ithal oranları ve lojistik mesafeleri gömülü karbonun ölçümünde önemli deđerŐenlerdendir.

Operasyonel karbon, bir binanın yaşam döngüsü boyunca iŐletilmesi için gereken enerji tüketiminden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını ifade etmektedir (Liang vd., 2022). Bu emisyonlar, bir binanın “kullanım”

aşamasında ortaya çıkmakta ve yapı malzemelerinin üretimi veya bertarafı sırasında ortaya çıkan gömülü karbon emisyonlarından ayrılmaktadır (Hacker vd., 2008). Konutların operasyonel karbon emisyonları, hanelerin son kullanım aktivitelerine dayalı olarak modellenmektedir (Xiang vd., 2023). Bu aktiviteleri altıya ayırmak mümkündür:

- Alan ısıtma
- Alan soğutma
- Su ısıtma
- Pişirme
- Aydınlatma
- Cihazlar ve diğerleri

Karbon fiyatlamasının gayrimenkul sektöründe etkin bir politika aracı haline gelmesi, bina yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkan tüm emisyonların finansal modele sistematik olarak entegre edilmesini gerektirmektedir. Bu çerçevede karbon maliyetinin hesaplanmasında yalnızca işletme dönemine ilişkin enerji tüketiminden doğan operasyonel emisyonlar değil, aynı zamanda malzeme üretimi, taşınması ve inşai süreçlerden kaynaklanan gömülü emisyonlar da dikkate alınmalıdır. Yapılan çalışmalarda bina kaynaklı emisyonların 2021 itibarıyla %73'ünün operasyonel, %27'sinin ise gömülü karbondan oluştuğu ortaya konulmuştur. Bu nedenle finansal modellemede yaşam döngüsü yaklaşımı zorunluluk teşkil etmektedir (UNEP FI, 2024). Bina ömrü boyunca karbon maliyetinin entegrasyonu; tasarım, inşaat, kullanım, yenileme ve yıkım aşamalarının her birine karşılık gelen emisyonların yaşam döngüsü değerlendirmesi (Life Cycle Assessment) temelli hesaplanmasıyla sağlanmaktadır. Operasyonel emisyonlar zaman içinde enerji sisteminin dekarbonizasyonu ile azalmakta, buna karşın gömülü emisyonlar “ön yük” niteliğinde olduğundan finansal risklerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle bina yaşam döngüsü finansmanında gömülü karbonun fiyatlanması, özellikle hızlı kentleşen ekonomilerde portföy riski açısından önemli hale gelmektedir (UNEP FI, 2024).

Binalara karbon maliyeti entegre edildiğinde yeşil binalar finansal olarak daha avantajlı hale geldiği görülmektedir. Buna göre enerji verimli teknolojiler ve düşük karbonlu malzemeler işletme giderlerini azaltmakta ve gelecekte uygulanacak karbon fiyatı ya da vergileri karşısında “karbon şoku riskini” düşürmektedir. Karbon maliyetinin finansal modele entegrasyonu, portföydeki varlıkların âtil varlık (stranded asset) olma riskini belirlemek açısından da önem taşımaktadır. Yüksek enerji tüketimli ve karbon yoğun

binalar, ilerleyen dönemlerde finansal piyasalarda değer kaybederek kahverengi iskonto (brown discount) oluşturmakta; buna karşılık yeşil ve sertifikalı binalar yeşil prim (green premium) ile daha hızlı satılarak, daha düşük temerrüt riski taŐıtmaktadır. Bu durum, bankacılık sektöründe kredi fiyatlamasının karbon yoğunluğuna göre revize edilmesini ve yeşil ipotek (green mortgage) gibi ürünlerin yaygınlaŐmasını desteklemektedir (UNEP FI, 2024).

Yeşil prim, enerji verimli, düşük işletme maliyetli ve çevresel performansı yüksek binaların daha yüksek kira, satış fiyatı veya doluluk oranı elde etmesini ifade ederken; kahverengi iskonto, modern sürdürülebilirlik standartlarına uyum sağlamayan, eski teknoloji yoğun veya yüksek karbon emisyonlu binaların piyasa değerinin düŐmesi, likiditesinin azalması ve regülasyon riskinin artması anlamına gelmektedir (Noda, 2025). CoStar'ın ticari gayrimenkul piyasalarında yaptığı erken dönem çalışmalarda, LEED ve ENERGY STAR sertifikalı binaların daha yüksek kira ve satış fiyatı sağladığı tespit edilmiŐ ve bu durum literatürde bir "yeşil prim" olarak tanımlanmıŐtır (Eichholtz vd., 2010). Benzer Şekilde, sertifikalı ofis binalarının kira, satış fiyatı ve doluluk oranlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde pozitif bir yeşil prim oluşturduğu ortaya konulmuştur. Yeşil binaların, düşük operasyonel karbon emisyonu maliyet avantajı oluŐtururken, karbon yoğun binalar artan karbon vergileri, uyumsuzluk cezaları ve retrofit zorunlulukları nedeniyle daha yüksek bir ekonomik yük taŐıtmaktadır. Bu nedenle karbon fiyatlaması, sürdürülebilir binaların piyasa değerini artırırken; verimsiz binaların atıl varlık olma riskini yükseltmekte, böylece yeşil prim ile kahverengi iskonto arasındaki farkı yapısal olarak bytmektedir (Fuerst ve McAllister, 2011).

Kahverengi iskonto özellikle işletme maliyetleri yüksek, doğal ıŐık ve iç hava kalitesi düşük, enerji yoğun HVAC sistemlerine sahip eski binalarda belirgin olmaktadır. Bunun yanı sıra büyük kentlerde uygulanmaya baŐlayan bina performans standartları (BPS) ve karbon sınırlamaları, bu tür binaları önemli yaptırım riskleriyle karşı karşıya bırakmaktadır. Küresel piyasalarda yeşil olmayan binalar üzerinde %10'a varan kiralama ve fiyat iskontosu gözlenmektedir. Bu bulgu, karbon fiyatlamasının uygulanması halinde karbon yoğun binaların daha da hızlı değer kaybetme riski taşıdığını göstermektedir (RICS, 2022). Buna karşılık modern "yeşil binalar", artık yalnızca enerji verimliliğiyle değil, yaşam döngüsü karbonu, malzeme sürdürülebilirliği, iç mekn hava kalitesi, sağlık ve refah göstergeleri, su verimliliği, dijital enerji yönetim sistemleri ve iklim risklerine dayanıklılık gibi çok boyutlu kriterlerle tanımlanmaktadır. LED aydınlatma, ileri HVAC otomasyonları, ısı pompası teknolojileri, operasyonel optimizasyon, düşük akıŐlı su armatrleri, iç mekn hava kalitesinin güçlendirilmesi, sürdürülebilir malzeme seğimi ve LEED,

BREEAM, WELL gibi sertifikasyonlar yeşil binaların ayırt edici özellikleri arasında yer almaktadır (Noda, 2025).

Kurumsal fonların büyük çoğunluğu, 2050 net-sıfır taahhütleri doğrultusunda portföylerindeki emisyonları azaltmaya yönelik ara hedefler belirlemekte ve bu hedefleri uzun vadeli ESG stratejileriyle uyumlu hâle getirmektedir. Bu süreçte karbon fiyatlamasının giderek yaygınlaşması, yatırım kararlarında karbon yoğunluğu düşük binaları daha cazip hâle getirmektedir. Operasyonel ve gömülü karbonu yüksek olan binalar, karbon fiyatlaması altında artan maliyet baskısıyla kahverengi iskonto riski taşıırken; verimli, düşük emisyonlu varlıklar yeşil prim oluşturmakta ve yatırımcı için daha yüksek getiri potansiyeli sunmaktadır (KPMG, 2023).

Bu nedenle yatırımcılar sahip oldukları ve yönettikleri varlıklarda kısa vadeli karbon azaltım stratejilerine hızla yönelmektedir. Bu stratejiler arasında:

- Tüm varlıklarda enerji tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltmak,
- Yenilenebilir enerji kapasitesini artırmak,
- Yeşil bina sertifikasyonlarına sahip yeni varlıklara yatırım yapmak,
- Sürdürülebilirlik bağlantılı tahvil ve krediler yoluyla finansmanı çeşitlendirmek ön plana çıkmaktadır.

Bu yaklaşım, karbon fiyatlamasının gelecekte operasyonel maliyetleri doğrudan etkileyeceği gerçeğiyle uyumludur. Ulusal ve uluslararası düzenlemelerin giderek karbon yoğun üretim ve tüketim süreçlerini daha yüksek maliyetlerle karşı karşıya bırakması, işletmelerin faaliyet giderlerini karbon performansına bağlı hâle getirmektedir.

4. Karbon Risklerinin Finansal Araçlara Entegrasyonu

Karbon fiyatlandırması, finansal araçların ayrılmaz bir parçası haline gelmekte ve varlık değerlemesi, risk yönetimi ve yatırım stratejilerini etkilemektedir. Karbon piyasalarının finansal piyasalara entegrasyonu, büyük ölçüde türev ürünler, karbon kredileri, emisyon tahsisatı sözleşmeleri ve sürdürülebilirlik temelli borçlanma araçları gibi finansal enstrümanlar aracılığıyla gerçekleşmekte olup; bu araçlar karbonun fiyatlanmasını, ticaretini ve risk yönetimi süreçlerini sermaye piyasalarının işleyişiyle doğrudan ilişkilendiren temel mekanizmalar olarak öne çıkmaktadır.

Karbon swapları, tarafların değişken ve sabit karbon fiyatlarını takas etmelerine olanak tanımakta, karbon fiyatlarının oynaklığı ve belirsizliği nedeniyle sağlam modelleme çalışmaları gerektirmektedir. Literatürde

türevlerin fiyatlandırılması için belirsiz diferansiyel denklemler ve rejim deęiŐtirme modelleri kullanılarak karbon piyasalarına maruz kalan firmaların risk yönetiminin iyileŐtirilmesine yönelik çalıŐmalar bulunmaktadır (Liu ve Li, 2024). Karbon kredileri ve emisyon azaltımlarının değerinin belirlenmesi için sinir ağları ve opsiyon fiyatlandırma çerçeveleri gibi gelişmiş modeller kullanılarak hem kurumsal yönetim hem de politika geliştirme desteklenmektedir (Liu vd., 2025).

Özellikle AB ve in’de, karbon vadeli iŐlemleri de uygulanan finansal araçlar arasında gelmektedir. Vadeli iŐlemler özellikle riskten korunma eğiliminde olan yatırımcılar açısından kilit öneme sahip olmaktadır (Sheng vd., 2020; El Amri, 2020). Ayrıca karbon tahsisatları ve ilgili varlıklar, geleneksel finansal araçlarla düşük korelasyon göstererek yatırım portföylerinde çeŐitlendirme avantajları ve risk azaltma imkânı sunmaktadır (Zhang vd., 2017; Tan vd., 2020).

Tahvil ve hisse senedi piyasalarında “karbon risk primi” hipotezinin aksine, karbon yoğun Őirketlerin tahvilleri genellikle daha düşük getiri sağlamakta olup bunun nedeninin yatırımcıların karbon risklerine yeterince tepki vermemeleri görülmektedir. Karbon riski hem hisse senetlerine hem de tahvillere giderek daha fazla yansıtılmakta ve bu da sermaye maliyetlerini ve değerlemeyi etkilemektedir (Duan vd., 2025). Bir diğer finansal araç olan yeşil tahvillerin fiyatlandırmasında, karbon ticareti mekanizmaları devlet sbvansiyonlarından etkilenmekte; modellerde karbon fiyatındaki dalgalanmalar ve düzenleyici etkiler hesaba katılmaktadır (Fatica vd., 2021; Hu vd., 2023).

Karbon fiyatlamasının giderek yaygınlaŐtıęı bir dönemde, gayrimenkul sektöründe emisyon azaltım yatırımlarının finansmanı için en etkili araçlardan biri yeşil tahviller olmuştur. Yeşil tahviller, gelirleri yalnızca çevresel ve iklim amaçlı projelere tahsis edilen sabit getirili finansal araçlar olup, gayrimenkul Őirketlerinin operasyonel karbonu 2030’a kadar, gömülü karbonu ise 2050’ye kadar azaltma hedefleriyle doğrudan uyumludur. Bu yönüyle yeşil tahviller, karbon fiyatlamasının yarattığı mali baskıları azaltmak ve düşük karbonlu dönüşümü hızlandırmak için kritik bir “geçiş finansmanı” mekanizması sunmaktadır. Küresel yatırımcı talebindeki artıŐ, yeşil tahvilleri gayrimenkulde önemli bir sermaye kanalına dönüştürmüştür. Kurumsal fonlar, emeklilik fonları ve devlet fonları giderek daha yüksek ESG standartları uygulamakta ve yeşil tahvillerde greenium olarak bilinen düşük getiriye rağmen yüksek talep göstermektedir. Bu durum, karbon fiyatlamasının yarattığı düşük karbonlu varlıklara yöneliŐin finansal bir yansımasıdır (Sharma ve Lanier, 2024).

Uluslararası finans kuruluşları, özellikle gelişmekte olan piyasalarda karbon azaltımının finansmanı açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Dünya Bankası Grubu'nun özel sektör kolu olan Uluslararası Finans Kurumu (IFC), düşük karbonlu dönüşümü hızlandıran en önemli kurumsal aktörlerden biridir. IFC'nin 2025 İklimle İlgili Açıklamalar Raporu, kurumun iklim finansmanını merkezine alan stratejik dönüşümünün somut çıktılarıyla dikkat çekmektedir. 2025 mali yılında IFC'nin uzun vadeli finansmanının %45'i iklim finansmanı olarak sınıflandırılmıştır; bu tutar 8.1 milyar \$ doğrudan finansman ve 16.4 milyar \$ mobilizasyon anlamına gelmektedir (IFC, 2025).

Gayrimenkul sektörüne yönelik IFC politikaları, özellikle yeşil binalar ve kentsel dönüşüm projeleri bakımından önemli dersler sunmaktadır. IFC'nin EDGE yeşil bina sistemi ve Building Resilience Index araçları, karbon emisyonlarının ölçümü, azaltım potansiyeli ve iklim dayanıklılığı gibi unsurları standartlaştırarak hem yatırımcılar hem de düzenleyiciler için karşılaştırılabilir veri setleri sağlamaktadır. Bu sistemler, karbon fiyatlamasının gayrimenkul yatırımlarında etkin biçimde kullanılabilmesi için gereken izleme-raporlama altyapısının geliştirilmesine katkı sunmaktadır (IFC, 2025). Bu çerçevede, karbon fiyatlamasının uygulanacağı ülkelerde IFC benzeri kurumların oluşturduğu yeşil finansman mekanizmaları, piyasa aktörlerine geçiş maliyetlerini yönetme ve karbon yoğun varlıklardan çıkış stratejilerini planlaması imkânı vermektedir.

Uluslararası sertifikasyon sistemleri, gayrimenkul yatırımlarında çevresel performansın şeffaf biçimde değerlendirilmesini ve finansal değerlemenin daha öngörülebilir hâle gelmesini sağlamaktadır. Yeşil bina sertifikaları, binaların enerji verimliliğini, karbon emisyonlarını ve sürdürülebilirlik düzeyini bağımsız biçimde doğruladığı için yatırımcılar açısından bir güven sinyali üretmektedir. Bu sinyal etkisi literatürde “piyasa tarafından kalite işareti olarak algılanan çevresel sertifikasyon” şeklinde açıklanmakta; sertifikalı binaların daha yüksek kira, satış fiyatı ve doluluk oranı elde etmesi “yeşil prim” kavramıyla ilişkilendirilmektedir (Eichholtz vd. 2010; Fuerst ve McAllister, 2011).

Sürdürülebilirlik sertifikasyonları finansman koşullarını da doğrudan etkilemektedir. Finans kuruluşları, operasyonel karbonu düşük ve enerji verimliliği yüksek varlıkların daha düşük geçiş riski taşıdığını kabul ederek bu varlıklara yeşil kredi, sürdürülebilirlik bağlantılı kredi (SLL) veya yeşil tahvil gibi daha avantajlı finansman modelleri sunmaktadır. Enerji verimliliğinin gayrimenkul sektöründe yalnızca çevresel bir özellik değil, aynı zamanda güçlü bir finansal performans belirleyicisi olduğu çeşitli ampirik

alıŐmalarla ortaya konmuŐtur. Almanya konut piyasasında gerçekleŐtirilen geniŐ ölçekli bir analiz, enerji tüketimindeki her %1'lik azalmanın yatırım getirisini yaklaşık %0.015, piyasa değerini ise %0.45 oranında artırdığını göstermektedir. Ayrıca Avrupa EPC sınıflandırmasında daha yüksek enerji performansına sahip (B, C ve D sınıfı) konut binaları, daha düşük performanslı binalara kıyasla %2.3 - %2.7 daha yüksek toplam getiri elde etmektedir (Cajias ve Piazzolo, 2013). Dolayısıyla sermaye maliyetinin düŐmesi, karbon fiyatlamasının giderek katılaŐtıęı piyasalarda sürdürülebilir binaları yatırımcılar ve geliŐtiriciler açısından daha cazip hâle getirmekte; böylelikle çevresel sertifikasyonlar yalnızca teknik bir performans ölçütü değil, aynı zamanda finansal değer yaratıcı bir unsur hâline gelmektedir.

5. Türkiye Perspektifinde Fırsatlar ve Zorluklar

Türkiye'de yeşil finansman piyasası, küresel eğilimlere kıyasla daha yavaŐ ilerlemektedir (zcan ve Durmuşoğlu, 2022). Yeşil tahvil piyasası henüz istenen düzeyde olmamasına rağmen (Kandır ve Yakar, 2017; zkan, 2019; Şimşek ve Tnalı, 2022), yeşil tahvil ve sukukların yenilenebilir enerji gibi uzun geri ödemeli, yüksek sermayeli altyapı projeleri için ideal finansman araçları olduğu belirtilmektedir (Şimşek ve Tnalı, 2022).

Türkiye'de de yeşil finansman, düşük faiz oranları ve banka masrafları gibi uygun fırsatlar sunarak evre dostu faydalı ürünlerin ve projelerin finanse edilmesini teşvik etmektedir. Bu finansman türü, sürdürülebilir küresel kalkınmanın önemli bir ayağı olarak görülmektedir (Kuloğlu ve ncel, 2015). Kreselde sürdürülebilir kalkınmanın önceliklendirilmesine yönelik gelişmeler Türkiye'de de kendine yer bulmuŐ ve ilk yeşil tahvil ihracı 2016 yılında Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TSKB) tarafından gerçekleştirilmiştir (nl, 2016; Kandır ve Yakar, 2017; zkan, 2019). Öte yandan gayrimenkul sektörüne yönelik finansman yöntemlerine de baŐvurulmuŐtur. Rönesans ve YDA İnaŐat gibi reel sektör kuruluşları da yeşil tahvil ihraçları gerçekleŐtirmiŐtir (zkan, 2019). İnaŐat sektöründe faaliyet gösteren bir Őirket, 2017 yılında yurt içi sermaye piyasalarında nitelikli yatırımcılara yönelik ilk yeşil/sürdürülebilir tahvil ihracını (400 milyon TL) gerçekleŐtirmiŐ ve gelirin bir kısmı yeşil bina uygulamalarında kullanılmıŐtır (zcan ve Durmuşoğlu, 2022).

Yeşil sukuk, faize dayalı getiri elde etmemeyi amaçlayan İslami finans ilkelerine uygun, evre dostu girişimleri finanse etmek için yapılandırılmıŐ varlığa dayalı finansal araçlar olarak tanımlanmaktadır (Rahim ve Mohamad, 2018; Ela, 2019). Türkiye'nin ilk sürdürülebilir sukuk (kira sertifikası) ihracı, 2020 yılında TSKB tarafından Zorlu Enerji adına, Uluslararası

Sermaye Piyasaları Birliği (ICMA) Yeşil Tahvil İlkelerine uygun olarak 450 milyon TL tutarında gerçekleştirilmiştir (Karlı, 2020; Şimşek ve Tunalı, 2022; Özcan ve Durmuşoğlu, 2022). Türkiye’de yeşil krediler ve yeşil sigorta uygulamaları da kullanılan diğer finansal araçlar arasında gelmektedir. Yeşil finansman alanında atılan bu adımlar önemli olmakla birlikte, Paris Anlaşması’nın hedefleri doğrultusunda uluslararası fonlara erişim ve AB’nin Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması gibi yeni küresel düzenlemelere uyum bakımından karbon temelli finansal enstrümanların geliştirilmesi kaçınılmaz hâle gelmiştir.

Türkiye’nin 2025 tarihli İklim Kanunu ile ulusal ETS kurma yönünde attığı adım, yeşil tahvil ve sukuk gibi araçların etkisini tamamlayacak şekilde karbon kredileri, karbon eşdeğeri tahsisatlar ve denkleştirme (offset) mekanizmalarını finans sistemine entegre etmeyi mümkün kılmaktadır. Türkiye’de 9 Temmuz 2025 tarihinde yürürlüğe giren İklim Kanunu karbon fiyatlandırmasına yönelik atılan adımlar anlamında önemlidir. İklim Kanunu, ulusal karbon yönetimini bütüncül bir çerçeveye oturtarak ETS kurulmasını, sera gazı emisyon izinlerinin alınmasını, doğrulama-raporlama (MRV) süreçlerinin zorunlu hâle getirilmesini ve tahsisatların ücretsiz ya da açık artırma yoluyla dağıtılmasını düzenlemektedir. Kanun, işletmelerin yıllık doğrulanmış emisyonları kadar tahsisat teslim etmesini zorunlu kılarak, eksik teslim hâlinde piyasa fiyatının iki katına kadar idari yaptırımlar öngörmektedir. Ayrıca karbon piyasasının işleyişi için Karbon Piyasası Kurulu ve İklim Değişikliği Başkanlığı gibi kurumsal yapılar oluşturulmuş; karbon kredilendirme ve denkleştirme mekanizmalarıyla gönüllü ve uyum piyasalarının entegrasyonu güvence altına alınmıştır. İthalatta Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) kurulmasına da imkân tanıyan kanun, Türkiye’nin net sıfır vizyonu doğrultusunda karbon fiyatlandırmasını, temiz teknolojileri, dögüsel ekonomiyi ve yeşil finansmanı destekleyen kapsamlı bir hukuki altyapı oluşturmakta, pilot dönem ve geçiş hükümleriyle de sektörlerin ETS’ye uyumunu kolaylaştırmaktadır.

Kanunda gayrimenkul sektörüne yönelik bir yasal düzenleme bulunmamakla birlikte, çimento ve demir-çelik gibi karbon yoğun inşaat malzemelerinin ETS kapsamına alınacak olması, gayrimenkul projelerinin maliyet yapısını değiştirmektedir. Bu durum, yapı sektöründe gömülü karbonun fiilen fiyatlandırıldığı yeni bir ekonomik çerçeve oluşturmaktadır. Ayrıca ulusal karbon standartları ve bina bazlı karbon doğrulama sistemi, binaların sadece enerji performansını değil, karbon performansını da izlemeyi zorunlu kılarak sürdürülebilir binalara yönelik talebi artırması olasıdır. Yerel yönetimlere getirilen iklim eylem planı hazırlama yükümlülüğü, özellikle kentsel dönüşüm projelerinde karbon azaltım stratejilerinin merkezî bir unsur

hâline gelmesini sağlamaktadır. Yapı sektörünün karbon yoğunluğunun artan düzenlemelerle mali bir karşılık kazanması, enerji verimli ve düşük karbonlu binaları yatırımcı açısından daha avantajlı hâle getirmektedir. Böylece karbon fiyatlaması, konut ve ticari gayrimenkullerde yeşil prim etkisini güçlendirmekte; enerji verimsiz binaların değer kaybetmesi olarak tanımlanan kahverengi iskonto riskini hızlandırmaktadır.

Yeni düzenlemeler sayesinde karbon fiyatının belirlenmesi, düşük karbonlu yatırımların finansal cazibesini artırarak yeşil finansman piyasasını derinleŐtiren olup paydaŐlara karbon performansını finansal bir gösterge olarak değerlendirme imkânı sağlayacaktır. Dolayısıyla Türkiye'nin yeşil finansman ekosisteminin küresel sürdürülebilirlik erevesleriyle uyumlu hâle gelmesi için, mevcut yeşil tahvil ve sukuk piyasasının karbon piyasası araçlarıyla entegre edilmesi, uluslararası yatırımcıların risk algısını azaltacak ve karbon-nötr dönüşümü hızlandıracak stratejik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

Türkiye'de karbon fiyatlamasının gayrimenkul sektöründeki etkisi doğrudan ETS kapsamından ziyade, inşaat malzemeleri, enerji verimliliği standartları ve kentsel düzenlemeler üzerinden dolaylı ancak güçlü bir dönüşüm oluşturmaktadır. İklim Kanunu, sektörde düşük karbonlu bina tasarımı, malzeme seimi ve sürdürülebilir finansman araçlarının kullanımını stratejik bir gereklilik hâline getirmektedir.

6. Sonuç ve Politika nerileri

ÇalıŐmada karbonun finansallaŐması süreci, gayrimenkul sektörünün küresel iklim politikalarıyla etkileŐimi ve düşük karbonlu dönüşümün ekonomiksonularıok boyutlu birerevdede ele alınmıştır. Bulgular, karbonun yalnızca çevresel bir değişken olmaktan çıkıp, gayrimenkul piyasalarında risk yönetimi, değerleme, yatırımcı davranıŐları ve finansal performans açısından belirleyici bir unsura dönüŐtüęünü açıkça göstermektedir. Operasyonel karbon emisyonlarının yanı sıra daha görünür hâle gelen gömülü karbonun, gayrimenkul varlıklarının yaşam döngüsü maliyetini Őekillendirdięi; karbon yoğunluğu yüksek binaların, düzenleyici baskılar, enerji maliyetleri ve piyasa mekanizmaları nedeniyle hızla değer kaybı riskiyle karşı karşıya olduğu görülmektedir. Buna karşılık sürdürülebilirlik kriterlerini karŐılayan, düşük karbonlu malzemeler ve enerji verimliliği teknolojileri ile donatılmıŐ binaların finansal açıdan daha dayanıklı ve daha fazla yatırımcı talebi çeken varlıklar hâline geldiği ortaya çıkmaktadır.

Gayrimenkul yatırımcıları için sürdürülebilirlik artık yalnızca çevresel bir sorumluluk değil, aynı zamanda kritik bir finansal strateji haline gelmiştir.

Yatırımcı ve kiracılar tarafından artan talep, sürdürülebilir binaların piyasada daha hızlı el değiştirmesine, daha yüksek istikrar sunmasına ve daha avantajlı finansmana erişmesine olanak vermektedir. Buna karşın eski ve karbon yoğun binalar, artan işletme maliyetleri, düşen kiracı memnuniyeti, daha yüksek boşluk oranları ve mevzuat uyumsuzluğu nedeniyle değer kaybetmektedir.

Türkiye bağlamında yapılan değerlendirme, 2025 tarihli İklim Kanunu ve ulusal Emisyon Ticaret Sistemi'nin (ETS) kurulmasıyla birlikte karbon fiyatlamasının gayrimenkul sektörü için yeni bir yönlendirici mekanizma oluşturduğunu göstermektedir. İnşaat sektöründe yoğun olarak kullanılan çimento, demir-çelik gibi karbon-yoğun girdilerin ETS kapsamına girmesi, gömülü karbonun proje maliyetlerinde ve yatırım fizibilitelelerinde daha görünür hâle gelmesine yol açacaktır. Aynı zamanda karbonun finansal bir değişkene dönüşmesi, proje geliştirme süreçlerinde yaşam döngüsü değerlendirmesi, karbon ayak izi hesaplaması, sertifikasyon sistemleri ve dijital karbon yönetimi araçlarının daha sistematik biçimde kullanılmasını gerektirmektedir. Bu dönüşüm, sektörün rekabet gücünü artırırken uluslararası finansman kaynaklarına erişimde de belirleyici rol oynayacaktır. Özellikle yeşil tahvil, yeşil sukuk ve sürdürülebilirlik bağlantılı krediler gibi finansal araçların etkin biçimde kullanılabilmesi için projelerin karbon performansının ölçülebilir, doğrulanabilir ve şeffaf hâle getirilmesi temel bir şart olarak ortaya çıkmaktadır.

Öte yandan sektörün geleceğine ilişkin iki temel konu dikkat çekmektedir; bunlar, sürdürülebilir gayrimenkule yapılan yatırımların orta-uzun vadede değer koruma ve getiri artırma kapasitesi ile karbon politikaları, bina performans standartları ve tüketici davranışlarındaki dönüşüm nedeniyle kahverengi binaların hızla finansal risk haline gelmesidir. Dolayısıyla yeşil prim ve kahverengi iskonto dinamiklerini dikkate alan yatırım stratejileri, gayrimenkul piyasasında rekabet üstünlüğü yaratmanın yanı sıra varlıkların iklim risklerine karşı dayanıklılığını güçlendirmektedir.

Politika yapımcılar açısından bulgular, ulusal karbon yönetimi kapasitesinin güçlendirilmesine yönelik stratejik adımların gerekliliğini ortaya koymaktadır. Öncelikle, bina ve gayrimenkul değerlendirme süreçlerinde yaşam döngüsü karbonunun düzenleyici çerçeveye entegre edilmesi ve bina bazlı karbon performansının zorunlu raporlama kapsamına alınması önem arz etmektedir. Ayrıca sürdürülebilir malzeme kullanımı, düşük karbonlu tedarik zincirleri, yeşil bina dönüşümü ve karbon izleme teknolojilerinin yaygınlaştırılması için teşvik mekanizmalarının güçlendirilmesi gerekmektedir. Kentsel dönüşüm projelerinde gömülü karbon azaltımına yönelik teknik rehberlerin oluşturulması ve finansal desteklerin bu kriterler çerçevesinde yeniden

düzenlenmesi iklim hedeflerine katkı sağlamakla birlikte ekonomik olarak daha dayanıklı Őehirlerin oluŐmasına zemin hazırlayacaktır.

Gelecek alıŐmalar açısından araŐtırmanın geniŐletilmesi gereken pek çok alan bulunmaktadır. Öncelikle Türkiye'deki gayrimenkul piyasasında karbon fiyatlamasının yatırımcı davranıŐları üzerindeki etkisinin ampirik olarak incelenmesi, karbon maliyeti-proje fizibilitesi iliŐkisini nicel modellerle analiz eden çalıŐmaların artırılması gereklidir. Ayrıca gömülü karbonun değerleme modellerine entegrasyonu, düşük karbonlu bina sertifikalarının piyasa fiyatlaması üzerindeki etkileri ve karbonun finansallaŐmasının konut eriŐilebilirlięi gibi sosyal boyutlara yansımaları ileride yapılacak araştırmalar için önemli konu baŐlıklarını oluşturmaktadır. Sonuç olarak, karbonun finansallaŐması küresel ekonomide olduğu gibi Türkiye'nin gayrimenkul sektöründe de dönüŐtürücü bir g hâline gelmiŐ olup; bu dönüşümün doğru yönetilmesi ve Türkiye'nin iklim hedeflerinin baŐarılması sektörün gelecekteki rekabet gücünün korunması açısından önemli olduğu vurgulanmalıdır.

Kaynaklar

- Akbulut, D. H., & Alagöz, H. M. (2024). Science Based Targets in Environmental Reporting: Explanations from E7 Countries and Türkiye. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 26(1), 30-52.
- Aldy, J. E., & Stavins, R. N. (2012). The promise and problems of pricing carbon: Theory and experience. *The Journal of Environment & Development*, 21(2), 152-180.
- Architecture 2030. (2025, October 31). *Why the built environment?*. <https://www.architecture2030.org/why-the-built-environment/>.
- Arimura, T. H. (2024). Property Right Approach and Emissions Trading Schemes. In *Introduction to Environmental Economics and Policy in Japan* (pp. 29-44). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Azizi, M. I., Xu, X., Duan, X., Qin, H., & Xu, B. (2025). Carbon pricing strategies and policies for a unified global carbon market. *Atmosphere*, 16(7), 836.
- Baranzini, A., Van den Bergh, J. C., Carattini, S., Howarth, R. B., Padilla, E., & Roca, J. (2017). Carbon pricing in climate policy: seven reasons, complementary instruments, and political economy considerations. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 8(4), e462.
- Cajias, M., & Piazzolo, D. (2013). Green performs better: energy efficiency and financial return on buildings. *Journal of Corporate Real Estate*, 15(1), 53-72.
- Chen, W., Yang, S., Zhang, X., Jordan, N. D., & Huang, J. (2022). Embodied energy and carbon emissions of building materials in China. *Building and environment*, 207, 108434.
- Deloitte, (2024, November 24). 2024 commercial real estate outlook: *Finding terra firma*. <https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/financial-services/financial-services-industry-outlooks/commercial-real-estate-outlook-2024.html>
- Digitemie, W. N., & Ekemezie, I. O. (2024). Assessing the role of carbon pricing in global climate change mitigation strategies. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 10(2), 022-031.
- Duan, T., Li, F. W., & Wen, Q. (2025). Is carbon risk priced in the cross section of corporate bond returns?. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 60(1), 1-35.
- Dulian, M. (2024). Revision of the Energy Performance of Buildings Directive-Fit for 55 package. *EU Legislation in Progress*, 19(01).
- Eichholtz, P., Kok, N., & Quigley, J. M. (2010). Doing well by doing good? Green office buildings. *American Economic Review*, 100(5), 2492-2509.

- El Amri, A., Boutti, R., Oulfarsi, S., Rodhain, F., & Bouzahir, B. (2020). Carbon financial markets underlying climate risk management, pricing and forecasting: Fundamental analysis. *Financial Markets, Institutions and Risks*, 4(4), 31-44.
- Ela, M. (2019). Yeşil Sukuk ve Türkiye’de Uygulanabilirliği. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 26(1), 221-237.
- Fatica, S., Panzica, R., & Rancan, M. (2021). The pricing of green bonds: are financial institutions special?. *Journal of Financial Stability*, 54, 100873.
- Fuerst, F., & McAllister, P. (2011). Green noise or green value? Measuring the effects of environmental certification on office values. *Real estate economics*, 39(1), 45-69.
- Hacker, J. N., De Saulles, T. P., Minson, A. J., & Holmes, M. J. (2008). Embodied and operational carbon dioxide emissions from housing: A case study on the effects of thermal mass and climate change. *Energy and buildings*, 40(3), 375-384.
- Hirsch, J., Spanner, M., & Bienert, S. (2019). The carbon risk real estate monitor—Developing a framework for science-based decarbonizing and reducing stranding risks within the commercial real estate sector. *Journal of Sustainable Real Estate*, 11(1), 174-190.
- Hu, Y., Tian, Y., & Zhang, L. (2023). Green bond pricing and optimization based on carbon emission trading and subsidies: from the perspective of externalities. *Sustainability*, 15(10), 8422.
- Huwe, V., & Frick, M. (2022). Far from optimal? Exploring the normative premises and politics of carbon pricing. *Energy Research & Social Science*, 86, 102458.
- IFC. (2025). *International Finance Corporation 2025*. Climate Related Disclosures.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*, Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.
- Kandır, S. Y., & Yakar, S. (2017). Yeşil Tahvil Piyasaları: Türkiye’de Yeşil Tahvil Piyasasının Geliştirilebilmesi İçin Öneriler. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 159-175.
- Karşlı, E.A. (2020). Turkey issues its first sustainable sukuk. Erişim Adresi: <http://www.gifiip.org/turkey-issues-its-first-sustainable-sukuk/>
- KPMG. (2023, November 24). *Embodied Carbon Management for Global Infrastructure*. file:///C:/Users/G%C3%BClnaz/Downloads/embodied-carbon-management-for-global-infrastructure.pdf
- Kuloğlu, E., & Öncel, M. (2015). Yeşil finans uygulaması ve Türkiye’de uygulanabilirliği. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 2-19.

- Lehnert, W., & Traum, Y. (2024). The ‘new’ Renewable Energy Directive (RED III): an overview. *European Energy & Climate Journal*, 12(2), 40-47.
- Liang, Y., Pan, Y., Yuan, X., Yang, Y., Fu, L., Li, J., ... & Kosonen, R. (2022). Assessment of operational carbon emission reduction of energy conservation measures for commercial buildings: Model development. *Energy and Buildings*, 268, 112189.
- Liu, Z., & Li, Y. (2024). Pricing and valuation of carbon swap in uncertain finance market. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 23(3), 319-336.
- Liu, J., Liu, Y., Wang, J., Chen, X., & Deng, L. (2025). Valuing Carbon Assets for Sustainability: A Dual-Approach Assessment of China’s Certified Emission Reductions. *Sustainability*, 17(11), 4777.
- Noda. (2025, November 18). *Green Premiums, Brown Discounts: The Commercial Value of Sustainability in Real Estate*. <https://noda.ai/insights/green-premiums-brown-discounts>
- Özcan, M., & Durmuşoğlu, S. M. (2022). Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında yeşil tahvillerin kullanımı. *Mühendis ve Makina*, 63(707), 279-313.
- Özkan, T. (2019). Yeşil Tahvil Piyasaları: Türkiye Örneği. *Pressacademia procedia*, 10(1), 73-75.
- Rahim, S. R. M., & Mohamad, Z. Z. (2018). Green sukuk for financing renewable energy projects. *TUJISE*, 5(2), 129.
- RICS. (2022). RICS Sustainability Report.
- Sharma, H. and Lanier, T. (2024). Green Bonds: Driving Sustainability in Real Estate, BDO, <https://www.bdo.co.uk/en-gb/insights/industries/real-estate/green-bonds-driving-sustainability-in-real-estate>
- Sheng, C., Wang, G., Geng, Y., & Chen, L. (2020). The correlation analysis of futures pricing mechanism in China’s carbon financial market. *Sustainability*, 12(18), 7317.
- Spash, C. L. (2021). 4. The Contested Conceptualisation of Pollution in Economics: Market Failure or Cost Shifting Success?. *Cahiers d’économie politique*, 79(1), 85-122.
- Stavins R. N. (2007). **A U.S. cap-and-trade system to address global climate change** (The Hamilton Project Discussion Paper 2007-13). Washington, DC: The Brookings Institution.
- Şimşek, O., & Tunalı, H. (2022). Yeşil finansman uygulamalarının sürdürülebilir kalkınma üzerindeki rolü: Türkiye projeksiyonu. *Ekonomi ve Finansal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 16-45.
- Tan, X., Sirichand, K., Vivian, A., & Wang, X. (2020). How connected is the carbon market to energy and financial markets? A systematic analysis of spillovers and dynamics. *Energy Economics*, 90, 104870.

- Thisted, E. V., & Thisted, R. V. (2019). The diffusion of carbon taxes and emission trading schemes: the emerging norm of carbon pricing. *Environmental Politics*, 29(5), 804–824. <https://doi.org/10.1080/09644016.2019.1661155>
- UNEP. (2014, September 27). About UNEP-SBCI. Why buildings, United Nations Environment Programme Sustainable Buildings and Climate Initiative. <http://www.unep.org/sbcI/AboutSBCI/Background.asp>
- UNEP FI. (2024). Banking on Green Buildings Background material to build capacities at commercial banks.
- UNEP. (2024). Sustainable Buildings. <https://www.unep.org/topics/cities/buildings-and-construction/sustainable-buildings>, Retrieved on 13th of May, 2024.
- UNFCCC. (1997). Kyoto Protocol. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol/history-of-the-kyoto-protocol/text-of-the-kyoto-protocol>, Retrieved on 24th of November, 2025.
- UNFCCC. (2016). The Paris Agreement. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/parisagreement_publication.pdf, Retrieved on 24th of November, 2025.
- Ünlü, D. E. (2016). Türkiye'nin ilk yeşil tahvili TSKB'den. URL: <https://www.dunya.com/surdurulebilir-dunya/turkiye039nin-ilk-yesil-tahvili-tskbden-haberi-316877>.
- Wara, M., & Victor, D. G. (2008). A realistic policy on international carbon offsets. *Program on Energy and Sustainable Development Working Paper*, 74, 1-24.
- WCED. (1987). Our Common Future, Oxford University Press, Oxford, U.K.
- World Bank. (2025). State and Trends of Carbon Pricing, <https://www.worldbank.org/en/publication/state-and-trends-of-carbon-pricing>, Erişim Tarihi: 25.11.2025
- Xiang, X., Zhou, N., Ma, M., Feng, W., & Yan, R. (2023). Global transition of operational carbon in residential buildings since the millennium. *Advances in Applied Energy*, 11, 100145.
- Xu, Y., Xu, Z., Zhou, Y., Su, C., & Guo, L. (2022). Interactions between carbon prices and the construction industry in China: Evidence based on Network-SVAR. *Building and Environment*, 215, 108936.
- Zhang, Y., Liu, Z., & Yu, X. (2017). The diversification benefits of including carbon assets in financial portfolios. *Sustainability*, 9(3), 437.

