Premium e-Journal of Social Sciences

Premium Sosyal Bilimler E-Dergisi
Uluslararası Hakemli Dergi- International Refereed Journal
ISSN: 2687-5640

Received / Makale Geliş Tarihi 13.06.2026
Published / Yayınlanma Tarihi 30.09.2026
Volume (Issue) Cilt (Sayı) 10 (70)
pp / ss 1354-1377

Research Article /Araştırma Makalesi
10.5281/zenodo.23067943
Mail: editor@pejoss.com

Prof. Dr. Harun Yakışık
https://orcid.org/0000-0001-9542-1614
Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü, Çankırı / TÜRKİYE
haruny@karatekin.edu.tr
ROR Id: https://ror.org/011y7xt38

Türkiye'de Karbon ve Su Ayak İzi Göstergelerinin Sürdürülebilir Kalkınma Politikalarındaki Yeri: Uzman Görüşlerine Dayalı Nitel Bir Değerlendirme

Integrating Carbon and Water Footprint Indicators into Sustainable Development Policies in Türkiye: Evidence from Expert-Based Qualitative Analysis

ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'nin çevre politikaları, kurumsal kapasitesi ve karar alma süreçlerini çevresel ayak izi göstergeleri bağlamında alan uzmanlarının değerlendirmelerine dayalı nitel bir yaklaşımla incelemektedir. Karbon ayak izi (KAİ) ve su ayak izi (SAİ) göstergeleri çoğunlukla çevresel performansın ölçülmesinde kullanılan teknik araçlar olarak ele alınmakta; ancak bu göstergelerin politika oluşturma ve uygulama süreçlerine ne ölçüde yansıtıldığı sınırlı düzeyde incelenmektedir. Bu çalışma, söz konusu boşluğa katkı sağlamayı amaçlayarak karbon ve su ayak izi göstergelerinin Türkiye'deki çevre politikaları ve kurumsal uygulamalar açısından nasıl değerlendirildiğini uzman görüşleri temelinde ortaya koymaktadır.

Araştırma, sürdürülebilir kalkınma ve çevre politikaları alanında uzman beş akademisyenin yazılı değerlendirmelerinin betimsel analizine dayanmaktadır. Bulgular, Türkiye'de karbon ayak izi konusunda farkındalığın son yıllarda arttığını; ancak bu farkındalığın politika uygulamalarına ve kurumsal karar alma süreçlerine yeterince yansımadığını göstermektedir. Buna karşılık su ayak izi kavramının hem kamuoyu hem de politika süreçlerinde görece sınırlı düzeyde kullanıldığı belirlenmiştir. Uzman değerlendirmeleri, kurumsal koordinasyon eksikliği, fosil yakıt bağımlılığı ve tarımsal sulamadaki yapısal sorunları temel engeller olarak öne çıkarırken; yenilenebilir enerji yatırımları, çevre eğitiminin yaygınlaştırılması, dijital teknolojilerin kullanımı ve bütüncül politika yaklaşımı önemli fırsatlar olarak değerlendirilmektedir. Bu çerçevede çalışma, sürdürülebilir kalkınma politikalarının çevresel ayak izi göstergelerini yalnızca teknik ölçüm araçları olarak değil, politika tasarımı, uygulama ve izleme süreçlerini destekleyen stratejik karar araçları olarak ele alacak biçimde yeniden yapılandırılması gerektiğini vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Karbon Ayak İzi, Su Ayak İzi, Çevre Politikaları, Sürdürülebilir Kalkınma, Nitel Araştırma

ABSTRACT

This study examines Türkiye's environmental policies, institutional capacity, and decision-making processes within the context of environmental footprint indicators through a qualitative approach based on expert evaluations. Carbon footprint (CF) and water footprint (WF) indicators are generally regarded as technical tools for measuring environmental performance; however, the extent to which these indicators are integrated into environmental policymaking and implementation remains insufficiently explored. Addressing this gap, the study investigates how carbon and water footprint indicators are perceived and evaluated within Türkiye's environmental policy framework through expert assessments.

The research is based on a descriptive analysis of written evaluations provided by five academics specializing in sustainable development and environmental policy. The findings reveal that awareness of the carbon footprint has increased in Türkiye in recent years; however, this awareness has not been adequately translated into policy implementation or institutional decision-making processes. In contrast, the concept of the water footprint continues to play a relatively limited role in both public discourse and environmental policymaking. Expert evaluations identify inadequate institutional coordination, continued dependence on fossil fuels, and structural deficiencies in agricultural irrigation as the primary challenges, while renewable energy investments, environmental education, digitalization, and integrated policy approaches emerge as significant opportunities. Accordingly, the study argues that environmental footprint indicators should be reconsidered not merely as technical measurement tools but also as strategic policy instruments capable of strengthening environmental governance, institutional coordination, policy implementation, and sustainability-oriented decision-making.
Keywords: Carbon Footprint, Water Footprint, Environmental Policy, Sustainable Development, Qualitative Research.

1. GİRİŞ

Son yıllarda iklim değişikliği, doğal kaynakların hızla tükenmesi, biyolojik çeşitlilik kaybı ve çevresel bozulmanın derinleşmesi, sürdürülebilir kalkınmayı küresel gündemin temel politika önceliklerinden biri hâline getirmiştir. Bu gelişmeler, ekonomik büyümenin çevresel sınırlar dikkate alınmaksızın sürdürülebilir olmadığını ortaya koyarken, üretim ve tüketim faaliyetlerinin çevresel etkilerinin daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu çerçevede karbon ayak izi (KAİ) ve su ayak izi (SAİ), yalnızca çevresel performansı ölçen teknik göstergeler olmanın ötesinde, doğal kaynak kullanımının sürdürülebilirliğini değerlendiren ve çevre politikalarının etkinliğini izlemeye imkân sağlayan stratejik araçlar olarak öne çıkmaktadır. Özellikle Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne (SKH) ulaşma sürecinde KAİ ve SAİ göstergeleri, çevresel sürdürülebilirliğin izlenmesi, değerlendirilmesi ve politika performansının ölçülmesinde temel göstergeler arasında kabul edilmektedir (Harris, 2000; Damtoft vd., 2008). Bununla birlikte güncel literatür, çevresel ayak izi göstergelerinin özellikle gelişmekte olan ülkelerde politika oluşturma ve uygulama süreçlerine yeterince entegre edilemediğini; bu nedenle söz konusu göstergelerin kurumsal kapasiteyi destekleyen ve karar alma süreçlerini yönlendiren etkili politika araçlarına dönüştürülmesinde önemli güçlüklerle karşılaşıldığını ortaya koymaktadır (Georgescu ve Kinnunen, 2024; Lyu vd., 2024; Sohag vd., 2024).

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun 1987 tarihli Brundtland Raporu'nda, "gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama olanaklarından ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma" olarak tanımlanmıştır (World Commission on Environment and Development (WCED), 1987). Bu tanım, kalkınmanın yalnızca ekonomik büyüme göstergeleriyle değerlendirilemeyeceğini; ekonomik, çevresel ve sosyal boyutların birbirini tamamlayan bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Nitekim literatür, çevresel bozulma ile ekonomik büyüme ve refah arasındaki ilişkinin güçlü olmakla birlikte doğrusal bir yapı sergilemediğini; sürdürülebilir kalkınmanın çevresel korumanın yanı sıra makroekonomik istikrarın, kaynak verimliliğinin ve uzun dönemli toplumsal refahın sağlanması açısından da temel bir politika önceliği olduğunu vurgulamaktadır (Nathaniel, 2021; Pata ve Caglar, 2021). Türkiye de bu yaklaşımı benimseyerek 2024–2028 dönemini kapsayan 12. Kalkınma Planı kapsamında su kaynaklarının etkin yönetimini, karbon emisyonlarının azaltılmasını ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin yaygınlaştırılmasını öncelikli politika alanları arasında değerlendirmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (SBB), 2023).

Bununla birlikte, literatür incelendiğinde karbon ayak izi ve su ayak izi konularındaki çalışmaların büyük ölçüde ikincil verilere dayalı nicel analizler üzerine yoğunlaştığı, buna karşılık çevresel ayak izi göstergelerinin politika yapım süreçleri, çevresel yönetişim ve kurumsal işleyişle ilişkisini nitel bir perspektiften inceleyen araştırmaların görece sınırlı kaldığı görülmektedir. Mevcut çalışmalar, çevresel göstergelerin çoğunlukla ölçülebilir performans göstergeleri olarak değerlendirilmesine odaklanırken, bu göstergelerin karar alma süreçlerine nasıl yansıdığı, uygulamada nasıl kullanıldığı ve politika süreçlerini hangi mekanizmalar aracılığıyla etkilediği yeterince açıklanamamaktadır. Özellikle enerji tüketimi, karbon emisyonları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri inceleyen ampirik araştırmalar, çevresel ayak izi göstergelerinin politika geliştirilmesinde önemli bir analitik çerçeve sunduğunu ortaya koymakta; ancak bu bulguların kurumsal uygulamalara ve yönetişim mekanizmalarına nasıl dönüştüğü sınırlı biçimde tartışılmaktadır (Shahbaz vd., 2020; Wang ve Dong, 2019, ss. 169–171; Magazzino, 2024). Dolayısıyla çevresel ayak izi göstergelerinin sürdürülebilir kalkınmadaki rolünün yalnızca nicel ölçüm sonuçları üzerinden değil, bu göstergelerin politika aktörleri tarafından nasıl yorumlandığı, kurumsal yapılara nasıl entegre edildiği ve uygulama süreçlerini ne ölçüde yönlendirdiği çerçevesinde de değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu araştırma boşluğu, özellikle su stresi literatüründe daha belirgin biçimde ortaya çıkmaktadır. Güncel çalışmalar, su yönetişimine ilişkin kavramsal çerçevenin henüz yeterince gelişmediğini; politika süreçleri ile uygulama arasındaki koordinasyon eksikliği ve kurumsal kapasite sorunlarının ise literatürde sınırlı düzeyde ele alındığını göstermektedir (Bilalova vd., 2026; Linh vd., 2025). Bu durum, çevresel ayak izi göstergelerinin yalnızca teknik ölçüm araçları olarak değil, aynı zamanda çevresel yönetişim ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının etkinliğini değerlendiren stratejik göstergeler olarak ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Bu araştırma, söz konusu boşluğu gidermeyi amaçlayarak su stresi ve çevresel ayak izi literatürüne üç temel katkı sunmaktadır. İlk olarak, çalışma su stresini yalnızca kişi başına düşen su miktarı gibi fiziksel göstergelerle açıklayan geleneksel yaklaşımların (White, 1945; World Bank, 2015a) ötesine geçmekte; karbon ayak izi, enerji politikaları ve kurumsal kapasite arasındaki etkileşimi birlikte değerlendiren disiplinler arası bir yaklaşım önermektedir. Bu yönüyle su stresi, yalnızca fiziksel su arzına ilişkin bir sorun olarak değil; kurumlar arası koordinasyon, yönetişim kapasitesi ve tüketim temelli çevresel baskılar tarafından şekillenen çok boyutlu bir sürdürülebilirlik sorunu olarak ele alınmaktadır.

İkinci olarak, çalışma uzman görüşlerine dayalı nitel araştırma yöntemi aracılığıyla, büyük ölçüde ikincil verilere ve nicel analizlere dayanan mevcut literatürü tamamlayıcı bir bakış açısıyla zenginleştirmektedir. Bu kapsamda karbon ayak izi ve su ayak izi göstergelerinin politika süreçlerinde neden sınırlı bir işlev üstlendiği; kurumsal, yönetsel ve sektörel dinamikler çerçevesinde değerlendirilerek çevresel göstergelerin uygulama kapasitesini etkileyen temel unsurlar ortaya konulmaktadır.

Üçüncü olarak, araştırma su stresiyle mücadelenin yalnızca arz artırıcı teknik çözümlerle sınırlandırılamayacağını; talep yönetimi, yenilenebilir enerji, kaynak verimliliği ve bütüncül çevre politikalarının birlikte uygulanmasını gerektirdiğini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda karbon ayak izi ve su ayak izi göstergeleri, sürdürülebilir kalkınma politikalarının birbirini tamamlayan stratejik bileşenleri olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak çalışma, çevresel ayak izi göstergelerinin yalnızca teknik ölçüm araçları olarak kullanılmasının sürdürülebilirlik hedeflerine katkısını sınırlı düzeyde bıraktığını; buna karşılık bu göstergelerin politika süreçleri, kurumsal kapasite ve karar alma mekanizmalarıyla bütünleştirilmesi hâlinde çevresel yönetişimin etkinliğini artırabilecek stratejik politika araçları hâline gelebileceğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye özelinde karbon ayak izi ve su ayak izi göstergeleri ile sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkiyi, uzman görüşlerine dayalı nitel bir yaklaşımla değerlendirmektir. Bu doğrultuda araştırma, çevresel ayak izi göstergelerinin politika oluşturma, kurumsal kapasite ve karar alma süreçlerindeki rolünü ortaya koymayı; mevcut uygulamaları değerlendirmeyi ve geleceğe yönelik politika önerileri geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Türkiye'nin bu araştırma açısından önemli bir örnek oluşturmasının temel nedenlerinden biri, çevresel sürdürülebilirlik alanında son yıllarda önemli politika girişimleri hayata geçirilmesine rağmen doğal kaynak yönetimi, tarımsal su kullanımı, enerji dönüşümü ve çevresel yönetişim alanlarında yapısal sorunların devam etmesidir. Türkiye üzerine gerçekleştirilen güncel çalışmalar, çevresel ayak izi baskısının özellikle tarım sektörü, üretim yapısı ve bölgesel kaynak yönetimi politikalarıyla yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bunun yanında tarım, hayvancılık ve su ürünleri üretiminin ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerinin yanı sıra yenilenebilir enerji kullanımı, orman varlığı, kentleşme süreçleri, yeşil üretim uygulamaları, ticari küreselleşme ve enerji yapısındaki dönüşümün çevresel sürdürülebilirlik üzerinde belirleyici bir rol oynadığı ortaya konulmaktadır (Usta, 2023; Polat vd., 2026; Aktürk ve Gültekin, 2025; Afreefir ve Khalifa, 2025). Bu özellikleriyle Türkiye, çevresel ayak izi göstergelerinin politika süreçlerine yansımasını değerlendirmek açısından güncel, dinamik ve anlamlı bir araştırma bağlamı sunmaktadır.

Araştırma kapsamında sürdürülebilir kalkınma, çevre politikaları ve doğal kaynak yönetimi alanlarında uzmanlaşmış beş akademisyenin değerlendirmeleri analiz edilmiştir. Çalışma, uzman görüşlerine dayalı nitel bir araştırma desenini benimsemektedir. Veriler, açık uçlu sorulardan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla toplanmış (Bogner vd., 2009; Pan vd., 2011); uzmanlardan yalnızca mevcut duruma ilişkin değerlendirmeleri değil, aynı zamanda çevresel ayak izi göstergelerinin politika süreçlerine entegrasyonu, kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi ve sürdürülebilir kalkınmaya yönelik çözüm önerilerine ilişkin görüşlerini de paylaşmaları istenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölüm, çalışmanın kuramsal temelini oluşturan ekolojik ayak izi, karbon ayak izi, su ayak izi ve sürdürülebilir kalkınma literatürünü bütüncül bir perspektifle incelemektedir. Çevresel ayak izi göstergeleri, başlangıçta doğal kaynak kullanımı ile çevresel baskının nicel olarak ölçülmesine yönelik teknik araçlar olarak geliştirilmiş olsa da günümüzde enerji dönüşümü, doğal kaynak yönetimi, çevresel yönetişim ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının değerlendirilmesinde stratejik göstergeler olarak kabul edilmektedir. Bu doğrultuda literatür, çevresel ayak izi göstergelerinin yalnızca çevresel performansı ölçen nicel göstergeler olmadığını; aynı zamanda politika süreçleri, uygulama kapasitesi ve kurumsal etkinliğin

değerlendirilmesine katkı sağlayan önemli analitik araçlar olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bu göstergelerin birlikte ele alınması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik politika uyumunun, kurumsal kapasitenin ve çevresel yönetişim süreçlerinin bütüncül biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Bu çerçevede literatür incelemesi dört aşamada yapılandırılmıştır. İlk olarak, çevresel ayak izi yaklaşımının temelini oluşturan ekolojik ayak izi kavramı incelenmekte ve karbon ayak izi ile su ayak izinin bu bütüncül yaklaşım içerisindeki yeri açıklanmaktadır. İkinci olarak, karbon ayak izi literatürü; emisyonların belirleyicileri, ölçüm yaklaşımları, kurumsal uygulamalar ve çevre politikaları bağlamında değerlendirilmektedir. Üçüncü olarak, su ayak izi literatürü; su stresi, doğal kaynak yönetimi, tarımsal üretim yapıları ve yönetişim boyutları çerçevesinde ele alınmaktadır. Son olarak ise sürdürülebilir kalkınma literatürü, çevresel ayak izi göstergeleriyle ilişkilendirilerek araştırmanın kuramsal çerçevesi oluşturulmakta ve sonraki analiz ile tartışma bölümlerine kavramsal bir temel sunulmaktadır.

2.1. Ekolojik Ayak İzi

Ekolojik ayak izi, bireylerin, toplulukların veya ülkelerin üretim ve tüketim faaliyetleri sonucunda doğal kaynak kullanımı ile ekosistemlerin taşıma kapasitesi üzerindeki baskıyı değerlendiren bütüncül bir sürdürülebilirlik göstergesidir (Wackernagel ve Rees, 1996 ss. 35–48; Wu vd., 2025). Bu yaklaşım, üretim ve tüketim faaliyetlerinin gerektirdiği biyolojik olarak üretken alan ile ortaya çıkan atıkların, özellikle karbon emisyonlarının, doğal sistemler tarafından absorbe edilme kapasitesini birlikte dikkate alarak insan faaliyetlerinin ekosistemler üzerindeki etkisini nicel olarak ortaya koymaktadır. Bu yönüyle ekolojik ayak izi, doğal kaynak talebi ile biyokapasite arasındaki ilişkiyi bütüncül biçimde değerlendiren ve çevresel sürdürülebilirliğin ölçülmesine imkân sağlayan temel göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir.

Global Footprint Network tarafından geliştirilen National Footprint Accounts (Ulusal Ayak İzi Hesapları) metodolojisi, ekolojik ayak izi yaklaşımını uluslararası karşılaştırmalara olanak sağlayan standartlaştırılmış bir hesaplama sistemine dönüştürmüş; ülkelerin ekolojik ayak izi ile biyokapasite düzeylerinin karşılaştırmalı olarak analiz edilmesini mümkün kılmıştır (Wackernagel ve Beyers, 2019, ss. 12–20; Lin vd., 2018). Böylece ekolojik ayak izi, yalnızca çevresel baskının ölçülmesine değil, aynı zamanda ülkelerin doğal kaynak kullanımının sürdürülebilirliğinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesine de katkı sağlamaktadır.

Bununla birlikte ekolojik ayak izinin çok boyutlu yapısı, bu göstergenin politika geliştirme ve uygulama süreçlerinde tek başına kullanılmasını güçleştirebilmektedir. Çünkü ekolojik ayak izi, çevresel baskının genel düzeyini ortaya koymakta; ancak bu baskının enerji, üretim, tüketim veya doğal kaynak yönetimi gibi hangi alanlardan kaynaklandığını ayrıntılı biçimde açıklayamamaktadır. Bu nedenle güncel literatür, ekolojik ayak izinin alt bileşenleri olan karbon ayak izi ve su ayak izi göstergelerine daha fazla odaklanmakta; bu göstergeleri enerji dönüşümü, doğal kaynak yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının tasarlanması, uygulanması ve izlenmesinde daha işlevsel politika araçları olarak değerlendirmektedir (Tosunoğlu, 2014; Galli vd., 2012; Lyu vd., 2024; Wackernagel ve Beyers, 2019).

Öte yandan ekolojik ayak izi göstergeleri yalnızca çevresel performansın değerlendirilmesine katkı sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda toplumsal farkındalık ve davranış değişikliğinin teşvik edilmesinde de önemli bir işlev üstlenmektedir. Özellikle yükseköğretim düzeyinde gerçekleştirilen çalışmalar, çevresel ayak izi farkındalığının bireylerin çevresel sorumluluk algısını ve sürdürülebilir tüketim davranışlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Temizkan ve Ceyhanlı, 2020; Aguilos vd., 2025, s. 432). Bu yaklaşımdan hareketle çalışmada ekolojik ayak izi, çevresel sürdürülebilirliği açıklayan üst kuramsal çerçeve olarak ele alınmakta; analiz ise politika süreçleriyle daha doğrudan ilişkilendirilebilen karbon ayak izi ve su ayak izi göstergeleri üzerinden yapılandırılmaktadır.

2.2. Sürdürülebilirlik Literatüründe Karbon Ayak İzi

Karbon ayak izi literatürü, bireylerin, kurumların ve ülkelerin üretim ile tüketim faaliyetleri sonucunda atmosfere salınan sera gazı emisyonlarının ölçülmesi ve değerlendirilmesine odaklanmaktadır. Karbon ayak izi, bir faaliyetin, ürünün veya hizmetin yaşam döngüsü boyunca doğrudan ve dolaylı olarak neden olduğu toplam sera gazı emisyonlarının karbondioksit eşdeğeri (CO_2e) cinsinden ifade edilmesi olarak tanımlanmaktadır (Wiedmann ve Minx, 2008, s. 3; Lynas, 2007). Bu yönüyle karbon ayak izi, doğrudan ve dolaylı emisyon kaynaklarını birlikte dikkate alan, üretim ve tüketim süreçlerinin çevresel etkilerini bütüncül biçimde ortaya koyan kapsamlı bir çevresel performans göstergesidir. Enerji tüketimi, ulaşım faaliyetleri, üretim süreçleri ve tüketim kalıpları karbon ayak izinin oluşumunu belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır.

Karbon ayak izi araştırmaları, analiz düzeyine göre farklı odak noktalarına sahiptir. Bireysel düzeyde gerçekleştirilen çalışmalar, hane halkı enerji tüketimi, ulaşım tercihleri, tüketim alışkanlıkları ve beslenme davranışları gibi bireysel emisyon kaynaklarına odaklanırken (Lynas, 2007; Gálos vd., 2011), kurumsal düzeydeki araştırmalar işletmelerin ve kamu kurumlarının faaliyetlerinden kaynaklanan toplam sera gazı emisyonlarının ölçülmesi, raporlanması ve yönetimini incelemektedir (Ertekin, 2012; Pelisser vd., 2012). Bu kapsamda emisyonlar; kuruluş tarafından doğrudan oluşturulan emisyonlar, satın alınan enerji kullanımından kaynaklanan dolaylı emisyonlar ve tedarik zinciri ile ürün yaşam döngüsünden kaynaklanan diğer dolaylı emisyonlar olmak üzere üç temel kategoride sınıflandırılmaktadır (Bekiroğlu, 2011; Uddin ve Holtedahl, 2013; Matthews vd., 2008). Bu sınıflandırma, karbon ayak izi hesaplamalarının yalnızca doğrudan emisyonları değil, üretimden nihai tüketime kadar uzanan tüm değer zincirini kapsayan bütüncül bir değerlendirme yaklaşımına dayandığını göstermektedir. Bununla birlikte, mevcut literatürün büyük ölçüde emisyon hesaplama yöntemleri, ölçüm teknikleri ve emisyon envanterlerinin geliştirilmesine odaklandığı; karbon ayak izi göstergelerinin politika geliştirme, kurumsal karar alma ve çevresel yönetişim süreçlerindeki işlevinin ise görece sınırlı biçimde ele alındığı görülmektedir.

Ampirik literatür, enerji tüketimi, karbon emisyonları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin çevre politikalarının tasarlanması ve sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin geliştirilmesi açısından belirleyici bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkeler üzerine gerçekleştirilen çalışmalar, fosil yakıtlara dayalı enerji tüketimi ile ekonomik faaliyetlerdeki artışın karbon emisyonlarını önemli ölçüde yükselttiğini göstermektedir (Shahbaz vd., 2020; Wang ve Dong, 2019, ss. 169–171; Liu vd., 2023). Bununla birlikte, söz konusu araştırmalar ağırlıklı olarak bu ilişkinin ekonometrik boyutuna odaklanmakta; karbon ayak izi göstergelerinin kurumsal kapasite, yönetişim yapıları ve politika uygulama süreçleriyle nasıl bütünleştirildiği görece sınırlı biçimde incelenmektedir. Dolayısıyla, karbon ayak izi göstergelerinin yalnızca emisyon düzeylerini ortaya koyan teknik ölçüm araçları olarak değil, aynı zamanda çevre politikalarının geliştirilmesini, uygulanmasını ve değerlendirilmesini destekleyen kurumsal ve yönetsel araçlar olarak ele alınmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Güncel literatür, karbon ayak izini yalnızca emisyon düzeylerini açıklayan teknik bir gösterge olarak değil, ekonomik, kurumsal ve yönetsel dinamiklerle etkileşim içinde şekillenen çok boyutlu bir olgu olarak değerlendirmektedir. Bu kapsamda Raihan ve Tuspekova (2022), Meksika örneğinde ekonomik büyüme, fosil yakıt kullanımı ve kentleşmenin karbon emisyonlarını artırdığını; buna karşılık yenilenebilir enerji kullanımı ile tarımsal verimlilik artışının emisyonların azaltılmasına katkı sağladığını göstermektedir. Benzer şekilde, Sikder vd. (2022) ile Ozcan vd. (2023) da yenilenebilir enerji yatırımlarının düşük karbonlu kalkınma sürecinde karbon emisyonlarının azaltılmasında önemli bir rol üstlendiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, karbon ayak izinin yalnızca enerji tüketiminin bir sonucu olmadığını; enerji dönüşümü, üretim yapısı ve ekonomik gelişme dinamikleriyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

Karbon ayak izi literatüründe giderek önem kazanan bir diğer yaklaşım ise çevresel performansın kurumsal kapasite ve yönetişim yapılarıyla birlikte değerlendirilmesidir. Bu doğrultuda Al-Zubairi vd. (2022), finansal gelişme, yenilenebilir enerji yatırımları ve politik istikrar tarafından desteklenmeyen karbon azaltım politikalarının çevresel performans üzerindeki etkisinin sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır. Benzer biçimde Destek ve Sarkodie (2019) ile He ve Ren (2023), karbon yutaklarını destekleyen sigorta ve sübvansiyon mekanizmalarının yanı sıra enerji dönüşümü ve finansal gelişmenin çevresel performans üzerindeki etkilerini inceleyerek kurumsal ve finansal kapasitenin sürdürülebilir çevre politikalarının başarısında belirleyici bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Bu çalışmalar, düşük karbonlu dönüşümün yalnızca teknolojik ilerlemeye değil, aynı zamanda güçlü kurumsal yapı, finansal destek mekanizmaları ve etkin yönetişim süreçlerine bağlı olduğunu göstermektedir.

Söz konusu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, karbon ayak izi göstergelerinin literatürde yalnızca sera gazı emisyonlarını ölçen teknik araçlar olarak değil, çevresel yönetişim, kurumsal kapasite ve politika etkinliğini değerlendiren stratejik göstergeler olarak ele alınmaya başlandığı görülmektedir. Bu yaklaşımı destekleyen Guo vd. (2017), karbon emisyonlarını yalnızca sayısal göstergeler üzerinden değil, karbon dengesi yaklaşımı çerçevesinde değerlendirerek düşük karbonlu kalkınmanın yerel sürdürülebilirlik performansı ve yönetişim kapasitesiyle birlikte analiz edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Benzer biçimde Wan vd. (2025), düşük karbonlu dönüşüm süreçlerinin toplumsal yapı, ekonomik dönüşüm ve kurumsal entegrasyon birlikte değerlendirilmeden sürdürülebilir sonuçlar üretmesinin güç olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca ulaşım ve endüstriyel üretim faaliyetlerinin küresel sera gazı emisyonları içerisindeki yüksek payı ile mevcut eğilimlerin devam etmesi hâlinde bu payın daha da artacağının öngörülmesi, karbon ayak izi göstergelerini ulusal sürdürülebilirlik politikalarının temel bileşenlerinden biri hâline getirmektedir (World Economic Forum (WEF), 2024a; Montoya-Torres vd., 2025).

Türkiye bağlamında sera gazı emisyonlarının izlenmesi ve raporlanmasında ISO 14064-1 standardının, ürün bazlı değerlendirmelerde ise ISO 14067 standardının benimsenmesi, karbon ayak izi ölçümlerinin uluslararası standartlarla uyumlu kurumsal bir çerçeveye kavuşturulması açısından önemli bir gelişme olarak değerlendirilmektedir (ISO, 2018). Bunun yanında yaşam döngüsü analizi (Life Cycle Assessment–LCA) yaklaşımı, ürün ve hizmetlerin çevresel etkilerini üretimden nihai tüketime kadar bütüncül biçimde değerlendirerek sürdürülebilir üretim süreçlerinin geliştirilmesine önemli katkılar sunmaktadır (Finkbeiner, 2014; Guinée vd., 2008; Hertwich, 2005; Akbarian-Saravi vd., 2025). Bununla birlikte mevcut çalışmalar, karbon ayak izi verilerinin politika geliştirilmesi ve uygulama süreçleriyle bütünleştirilmediği durumlarda ölçüm faaliyetlerinin tek başına çevresel iyileşme sağlamada yeterli olmadığını göstermektedir. Bu bulguyu destekleyen Nsabiyeze vd. (2023), tarım sektörüne ilişkin analizlerinde karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik politikaların başarısının uygulama kapasitesi, politika yaptırım gücü ve kurumlar arası eşgüdüm ile doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Wang ve Guan (2025) ile IPCC (2022), dijital dönüşüm, kurumsal kalite ve yönetişim mekanizmalarının tarımsal karbon emisyonlarının azaltılmasında kritik bir rol üstlendiğini göstermektedir. Bu bulgular, karbon ayak izi göstergelerinin etkinliğinin yalnızca doğru ölçüm tekniklerine değil, aynı zamanda güçlü kurumsal altyapı ve uygulama kapasitesine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Karbon ayak izi literatüründeki güncel tartışmalar, Avrupa Birliği tarafından yürürlüğe konulan Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) ile yeni bir boyut kazanmıştır. SKDM, gömülü karbon içeriğini ticaret, rekabetçilik ve sanayi politikalarıyla doğrudan ilişkilendirerek karbon ayak izi göstergelerini gönüllü raporlama uygulamalarının ötesine taşıyan bağlayıcı bir politika aracına dönüştürmektedir (Bektaş vd., 2024; SKDM, 2023). Bu gelişme, karbon ayak izi göstergelerinin dönüştürücü bir etki yaratabilmesinin yalnızca teknik ölçüm kapasitesine değil; çevre, enerji, ticaret ve sanayi politikalarının bütünleşik biçimde yürütüldüğü etkin bir yönetişim yapısına ve güçlü kurumsal koordinasyona bağlı olduğunu göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde karbon ayak izi literatürü, emisyonların ölçümü ve belirleyicileri konusunda kapsamlı bir ampirik bilgi birikimi sunmaktadır. Özellikle enerji bileşimi, kentleşme ve ekonomik büyüme gibi değişkenlerin karbon emisyonları üzerindeki etkileri ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Buna karşın sürdürülebilirliğin diğer temel boyutunu oluşturan su kullanımı, su kalitesi ve ekosistemler üzerindeki baskılar karbon ayak izi literatürüyle çoğu zaman ayrı araştırma alanları olarak ele alınmaktadır. Oysa iklim değişikliğiyle mücadele ve doğal kaynak yönetimi politikaları uygulamada ortak kurumsal kapasite, yönetişim mekanizmaları ve politika uyumu gerektirmektedir. Bu nedenle karbon ayak izi ile su ayak izi göstergelerinin birlikte değerlendirilmesi, çevresel sürdürülebilirliğin daha bütüncül biçimde analiz edilmesine olanak sağlamaktadır (Giwa ve Dindi, 2017; World Bank, 2015a; Platis vd., 2025, ss. 611–616). Bu doğrultuda izleyen bölümde su ayak izi literatürü, su stresi, tarımsal üretim yapıları ve kurumsal kapasite ekseninde incelenerek çalışmanın kuramsal çerçevesi tamamlanmaktadır.

2.3. Su Ayak İzi

Su ayak izi kavramı, bireylerin, toplumların veya ülkelerin tükettiği ürün ve hizmetlerin üretim süreçlerinde doğrudan ve dolaylı olarak kullanılan toplam tatlı su miktarını ifade eden kapsamlı bir çevresel gösterge olarak tanımlanmaktadır (Hoekstra, 2003, ss. 9–12). Bu yaklaşım, yalnızca doğrudan su kullanımını değil, üretim zinciri boyunca gizli (sanal) biçimde tüketilen su miktarını da dikkate alarak insan faaliyetlerinin su kaynakları üzerindeki gerçek baskısını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu yönüyle su ayak izi, üretim ve tüketim kalıplarının su kaynakları üzerindeki etkilerini bütüncül biçimde değerlendiren ve sürdürülebilir su yönetimine ilişkin karar süreçlerini destekleyen önemli bir analitik çerçeve sunmaktadır.

Su ayak izi yaklaşımının uygulamaya dönük niteliği, farklı ürün grupları ve tüketim kalıpları üzerine gerçekleştirilen ampirik çalışmalarla ortaya konulmuştur. Örneğin, Chapagain ve Hoekstra'ya (2007, s. 115) göre, Hollanda'da kahve ve çay tüketiminin neden olduğu su ayak izini ayrıntılı biçimde inceleyerek tüketim temelli yaklaşımların su kaynakları üzerindeki dolaylı baskıları görünür hâle getirdiğini göstermektedir. Benzer biçimde, Chapagain vd., (2006, ss. 188–191) ile Demeke vd. (2024), pamuk tüketiminin su ayak izini üretici ülkelerdeki su kaynakları üzerindeki etkileriyle birlikte değerlendirerek küresel ticaretin su kaynakları üzerindeki mekânsal eşitsizlikleri nasıl derinleştirdiğini ortaya koymaktadır. Bunun yanında Hoekstra'nın (2011, ss. 22–29) geliştirdiği yeşil, mavi ve gri su ayak izi ayrımı, su kullanımının yalnızca niceliksel boyutunu değil, su kalitesi ve kirlilik üzerindeki etkilerini de değerlendirmeye dâhil ederek kavramın analitik kapsamını önemli ölçüde genişletmiştir.

Güncel literatür, özellikle tarım sektörünün küresel ölçekte toplam su ayak izinin en büyük bölümünü oluşturduğunu ve su ayak izi baskısının büyük ölçüde tarımsal üretim yapılarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir (FAO, 2017; Novoa vd., 2023; Govoni vd., 2024). Nüfus artışı, kentleşme ve tüketim kalıplarındaki dönüşümle birlikte küresel su talebinin önümüzdeki yıllarda daha da artacağı öngörülmekte; bu durum su ayak izi göstergelerinin sürdürülebilir kalkınma politikaları açısından stratejik önemini daha da artırmaktadır (Burek vd., 2016; Shi vd., 2022). Bununla birlikte son dönem çalışmaları, su stresini yalnızca kişi başına düşen su miktarına dayalı niceliksel eşikler üzerinden açıklayan yaklaşımların yetersiz kaldığını ortaya koymaktadır. Akbar vd. (2022), su stresinin yalnızca suyun miktarıyla değil; su kalitesi, çevresel akışların sürdürülebilirliği ve su kaynaklarının nasıl yönetildiğiyle de doğrudan ilişkili çok boyutlu bir kurumsal sorun olduğunu ileri sürmektedir. Bu yaklaşım, su ayak izinin teknik bir ölçüm aracının ötesinde, sürdürülebilir kalkınma politikalarının etkinliğini değerlendiren stratejik bir gösterge olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Literatürde bu tartışmayı farklı bir perspektiften ele alan Vanham ve Mekonnen (2021), özellikle kıtlık ağırlıklı su ayak izi gibi bileşik göstergelerin bazı durumlarda sürdürülebilir üretim performansını yanıltıcı biçimde değerlendirebildiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle araştırmacılar, su stresi ile su verimliliğinin politika oluşturma süreçlerinde birbirini tamamlayan, ancak analitik olarak birbirinden ayrıştırılması gereken göstergeler olduğunu savunmaktadır. Bu değerlendirme, su ayak izi göstergelerinin tek başına nihai bir politika ölçütü olarak kullanılmasının yeterli olmadığını; bu göstergelerin daha geniş bir kurumsal kapasite, yönetişim ve karar alma çerçevesi içerisinde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Su ayak izi hesaplamalarına yönelik uluslararası standartlaşma çalışmaları da literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Bu kapsamda geliştirilen ISO 14046 standardı, su kullanımının çevresel etkilerinin yaşam döngüsü perspektifiyle daha kapsamlı biçimde ölçülmesini ve yönetilmesini amaçlayarak su ayak izi göstergelerinin kurumsal uygulamalara entegrasyonunu desteklemektedir. Bunun yanında sanal su ticareti yaklaşımı, uluslararası ticaret yoluyla su kaynaklarının dolaylı biçimde ülkeler arasında transfer edildiğini ortaya koyarak su ayak izi tartışmasını küresel değer zincirleri ve uluslararası ticaret bağlamına taşımaktadır (Hoekstra ve Hung, 2002; Liu vd., 2018; Higazy vd., 2024). Böylece su ayak izi, yalnızca ulusal su yönetimi açısından değil, aynı zamanda küresel üretim ağları ve uluslararası ticaret ilişkileri bakımından da stratejik bir sürdürülebilirlik göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

Su stresi ve su yoksulluğunu değerlendirmek amacıyla geliştirilen Falkenmark Su Kıtlığı İndeksi ile Su Yoksulluğu İndeksi, suya erişimin niceliksel boyutunu ölçmede yaygın olarak kullanılan göstergeler arasında yer almaktadır. Bununla birlikte, bu göstergeler su kaynaklarının yönetimi, kurumsal kapasite ve uygulama performansı gibi sürdürülebilir su yönetiminin kritik boyutlarını sınırlı ölçüde yansıtmaktadır (Falkenmark vd., 1989; Lawrence, 2007). Bu nedenle güncel literatürde, su stresi tartışmasının yalnızca fiziksel su arzı üzerinden değil, yönetişim, kurumsal kapasite ve politika uygulamalarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiği yönünde giderek güçlenen bir görüş bulunmaktadır. Bu doğrultuda Giwa ve Dindi (2017), su stresini yalnızca fiziksel su kıtlığına indirgememekte; iklim değişikliği, nüfus artışı, verimsiz su kullanımı ve kurumsal kapasite yetersizlikleriyle birlikte ele alınması gereken çok boyutlu bir sürdürülebilirlik sorunu olarak tanımlamaktadır. Benzer şekilde, Birleşmiş Milletler ve Dünya Bankası sınıflandırmalarında kişi başına yıllık 1.700 m^3'ün altındaki su arzı "su stresi", 1.000 m^3'ün altındaki değerler ise "su kıtlığı" olarak kabul edilmekle birlikte, güncel çalışmalar su stresinin temel belirleyicisinin yalnızca su arzındaki yetersizlik olmadığını ortaya koymaktadır (World Bank, 2015a; FAO, 2015).

Literatür, su stresinin oluşumunda kurumsal ve yönetsel faktörlerin belirleyici rol oynadığına işaret etmektedir. Özellikle tarımsal sulamada altyapı sistemlerindeki verimsizlik, maliyetleri yansıtmayan fiyatlandırma mekanizmaları ve kurumlar arası koordinasyon eksikliği su kaynakları üzerindeki baskıyı artıran temel unsurlar arasında gösterilmektedir (World Bank, 2015b). Benzer biçimde, Nsabiyeze vd. (2023), tarım sektöründe karbon emisyonlarının azaltılmasına yönelik politikaların da güçlü bir kurumsal altyapı ve etkin uygulama kapasitesi olmaksızın sınırlı çevresel iyileşme sağlayabildiğini ortaya koymaktadır. Bunun yanında geleneksel sulama yöntemleri mavi su kaynakları üzerindeki baskıyı artırırken, yeterince arıtılmamış drenaj sularının geri dönüşü gri su yükünü yükselterek ekosistemlerin çevresel kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (FAO, 2015). Ayrıca fosil yakıt temelli tuzdan arındırma uygulamalarının kısa vadede su arzını artırmasına rağmen uzun vadede karbon ayak izini yükselterek yeni çevresel kırılganlıklar oluşturması, su–enerji–iklim politikalarının birbirinden bağımsız değil, bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini göstermektedir (Giwa ve Dindi, 2017; World Bank, 2015a).

Türkiye üzerine gerçekleştirilen güncel çalışmalar da küresel literatürde ortaya konulan bu değerlendirmelerle büyük ölçüde örtüşmektedir. Araştırmalar, Türkiye'de su ayak izi baskısının özellikle tarım sektörü ve bölgesel su yönetimi politikalarıyla yakından ilişkili olduğunu ve bu baskının sürdürülebilir kalkınma hedeflerini doğrudan etkilediğini göstermektedir (Usta, 2023). Benzer biçimde Topdağ vd. (2020), Türkiye'nin su ayak izi yapısının büyük ölçüde tarımsal üretim yapısı ve sulama uygulamaları tarafından belirlendiğini; sürdürülebilir su yönetiminin ise yalnızca fiziksel su arzına değil, suyun hangi sektörlerde kullanıldığına, nasıl yönetildiğine ve kaynak tahsisinin ne ölçüde etkin gerçekleştirildiğine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, Türkiye'de su yönetimine ilişkin sorunların yalnızca doğal kaynak yetersizliğinden değil, aynı zamanda kurumsal kapasite ve yönetişim yapılarından da kaynaklandığını göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, su ayak izi literatürü su kullanımının niceliksel ve niteliksel bileşenlerini (yeşil, mavi ve gri su) ayrıştırarak suyun ekosistemler üzerindeki etkilerini daha görünür hâle getirmektedir (Hoekstra, 2011). Bununla birlikte güncel çalışmalar, su stresinin yalnızca fiziksel su arzı göstergeleriyle açıklanamayacağını; tarımsal üretim uygulamaları, fiyatlandırma mekanizmaları, kurumsal koordinasyon ve yönetişim kapasitesi gibi faktörlerin de belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır (World Bank, 2015b; FAO, 2015). Bu yaklaşım, çevresel göstergelerin sürdürülebilirlik üzerindeki etkisinin yalnızca ölçüm doğruluğuna değil, elde edilen bulguların politika oluşturma süreçlerine ve uygulama kapasitesine ne ölçüde dönüştürülebildiğine bağlı olduğunu göstermektedir (Akbar vd., 2022; Vanham ve Mekonnen, 2021). Dolayısıyla karbon ayak izi ile su ayak izi göstergeleri, sürdürülebilir kalkınma literatüründe ölçüm–yönetişim–uygulama ilişkisini birlikte değerlendiren ve birbirini tamamlayan stratejik politika araçları olarak ele alınmalıdır. Bu doğrultuda izleyen bölümde sürdürülebilir kalkınma literatürü, çevresel ayak izi göstergeleri ile kurumsal kapasite arasındaki ilişki temelinde incelenerek çalışmanın kuramsal çerçevesi tamamlanmaktadır.

2.4. Sürdürülebilir Kalkınma Literatürü

Sürdürülebilir kalkınma literatürü, doğal çevrenin korunması ile ekonomik büyüme ve toplumsal refahın eş zamanlı olarak gerçekleştirilmesini amaçlayan çok boyutlu bir yaklaşım etrafında şekillenmektedir (Littig ve Griebler, 2005; Le Blanc, 2015). Sanayi Devrimi sonrasında hız kazanan doğal kaynak tüketimi, çevresel bozulma ve ekolojik baskılar, kalkınmanın yalnızca ekonomik büyüme göstergeleriyle değerlendirilemeyeceğini ortaya koymuş; kamu kurumları, özel sektör ve bireylerin çevresel ve toplumsal sorumluluk üstlendiği bütüncül bir kalkınma anlayışını gerekli kılmıştır (McKenzie, 2004; Ozanne vd., 2016). Bu yaklaşımın kuramsal temelini oluşturan Brundtland Raporu, sürdürülebilir kalkınmayı ekonomik, çevresel ve sosyal olmak üzere üç temel boyut çerçevesinde tanımlamakta ve bu boyutların birlikte gözetilmesini sürdürülebilir kalkınmanın temel koşulu olarak kabul etmektedir (WCED, 1987). Nitekim literatürde, bu üç boyutun dengeli ve bütünleşik biçimde ele alınmadığı durumlarda kalkınma politikalarının çevresel bozulmayı derinleştirdiği, sosyal eşitsizlikleri artırdığı ve uzun dönemli ekonomik istikrarı zayıflattığı vurgulanmaktadır (Diesendorf, 2000; Harris, 2000; McKeown vd., 2002; Wang ve Ke, 2024, ss. 592–596).

Son dönem çalışmaları da çevresel sürdürülebilirliğin ekonomik büyüme ve toplumsal refahtan bağımsız biçimde ele alınmasının kalkınma politikalarının uzun dönemli başarısını olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır. Özellikle çevresel bozulmanın makroekonomik performans üzerindeki gecikmeli etkileri, sürdürülebilir kalkınmanın yalnızca normatif veya kavramsal bir hedef olmadığını; aynı zamanda ekonomik istikrarın, kaynak verimliliğinin ve toplumsal refahın sürdürülebilirliği açısından temel bir politika bileşeni olduğunu göstermektedir (Nathaniel, 2021; Tam vd., 2021; Ozcan vd., 2023). Bu nedenle güncel literatür, ekonomik büyüme ile çevresel koruma arasında tercih yapılması gerektiği yönündeki geleneksel yaklaşım yerine, çevresel sürdürülebilirliği kalkınma politikalarının ayrılmaz bir bileşeni olarak değerlendiren bütünleşik politika anlayışını benimsemektedir.

Bu çerçevede Birleşmiş Milletler tarafından kabul edilen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH), sürdürülebilir kalkınma anlayışının küresel ölçekte kurumsallaştırılmasına yönelik en kapsamlı politika çerçevelerinden birini oluşturmaktadır. Bununla birlikte literatürde, SKH'lerin çevresel ayak izi göstergeleriyle ilişkilendirilmesine rağmen bu göstergelerin ulusal politika tasarımına, uygulama süreçlerine ve kurumsal mekanizmalara yeterli ölçüde entegre edilemediği yönünde önemli eleştiriler bulunmaktadır (Hametner, 2022; Kim, 2023). Başka bir ifadeyle, çevresel göstergelerin ölçülmesi ile bu göstergelerin bağlayıcı politika araçlarına dönüştürülmesi arasında önemli bir uygulama açığı bulunduğu ve bu durumun sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin uygulama etkinliğini sınırlandırdığı ifade edilmektedir.

Türkiye açısından değerlendirildiğinde, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin kalkınma planlarına dâhil edilmesi önemli bir kurumsal gelişme olarak değerlendirilebilir. Nitekim 12. Kalkınma Planı (2024–2028), su kaynaklarının etkin yönetimi, karbon emisyonlarının azaltılması ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin desteklenmesini temel politika öncelikleri arasında göstermektedir (SBB, 2023). Bununla birlikte güncel çalışmalar, çevresel ayak izi göstergelerinin kurumsal karar alma süreçleriyle bütünleşmediği, uygulama kapasitesini destekleyen bağlayıcı politika araçlarıyla güçlendirilmediği durumlarda sürdürülebilir kalkınma politikalarının büyük ölçüde izleme ve raporlama düzeyinde kalma riski taşıdığını ortaya koymaktadır (Kaman ve Bozkurt, 2025; Güldal, 2025). Bu bulgular, karbon ayak izi ve su ayak izi göstergelerinin yalnızca çevresel performansı ölçen teknik göstergeler olarak değil, aynı zamanda politika tutarlılığını, kurumsal kapasiteyi ve uygulama etkinliğini değerlendiren stratejik yönetişim araçları olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Bu doğrultuda sürdürülebilir kalkınma literatüründe giderek daha fazla vurgulanan temel kavramlardan biri ölçüm–uygulama boşluğudur. Bu kavram, çevresel ayak izi göstergelerinin bilimsel olarak güvenilir biçimde ölçülmesine rağmen, söz konusu göstergelerin politika oluşturma süreçlerine ve kurumsal uygulamalara yeterince yansıtılamamasını ifade etmektedir (Bogner vd., 2009; Pan vd., 2011). Dolayısıyla sürdürülebilir kalkınmanın başarısı, yalnızca çevresel göstergelerin doğru biçimde hesaplanmasına değil; bu göstergelerin karar alma mekanizmalarına entegre edilmesine, kurumsal koordinasyonun güçlendirilmesine ve uygulama kapasitesini destekleyen politika araçlarıyla bütünleştirilmesine bağlıdır. Bu çerçevede çalışmanın izleyen bölümlerinde, Türkiye özelinde karbon ayak izi ve su ayak izi göstergelerinin sürdürülebilir kalkınma ile ilişkisi, uzman görüşlerine dayalı nitel bulgular üzerinden değerlendirilmekte ve çevresel göstergeler ile politika uygulamaları arasındaki ölçüm–uygulama boşluğu kurumsal kapasite perspektifinden tartışılmaktadır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın yöntemsel yaklaşımı, veri toplama süreci, çalışma örnekleminin özellikleri, veri analiz yöntemi ile araştırmanın geçerlilik, güvenirlik ve etik ilkeleri açıklanmaktadır. Araştırma, KAİ, SAİ ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkinin politika oluşturma süreçleri, kurumsal kapasite ve yönetişim boyutları çerçevesinde değerlendirilmesini amaçlayan nitel araştırma yaklaşımı temelinde yürütülmüştür. Bu kapsamda, sürdürülebilir kalkınma ve çevre politikaları alanında uzman akademisyenlerin değerlendirmeleri sistematik biçimde analiz edilerek çevresel ayak izi göstergelerinin politika süreçlerindeki rolüne ilişkin çözümleyici bulgular elde edilmiştir.

Nitel araştırma yaklaşımı, çevresel ayak izi göstergelerinin yalnızca ölçülebilir teknik göstergeler olarak değil; politika yapıcılar, uzmanlar ve kurumlar tarafından nasıl algılandığını, yorumlandığını ve karar alma süreçlerine nasıl yansıtıldığını ortaya koymaya olanak sağlamaktadır. Bu yönüyle nitel yöntem, çevresel göstergelerin kurumsal kapasite, yönetişim ve politika uygulamalarıyla kurduğu ilişkinin derinlemesine incelenmesine imkân veren uygun bir araştırma yöntemi sunmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2018; Caggiano ve Weber, 2023). Özellikle mevcut literatürde karbon ayak izi ve su ayak izi çalışmalarının büyük ölçüde ikincil verilere dayalı nicel analizlerden oluştuğu dikkate alındığında, uzman görüşlerine dayalı nitel bir yaklaşımın tercih edilmesi, çevresel göstergelerin uygulama süreçlerinde karşılaşılan kurumsal sorunların ve politika önceliklerinin daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Bu doğrultuda araştırmada, uzman görüşleri yarı yapılandırılmış soru formu aracılığıyla elde edilmiş ve veriler betimsel analiz yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Betimsel analiz, katılımcıların görüşlerini önceden belirlenen temalar çerçevesinde sistematik biçimde sınıflandırmaya ve araştırmanın temel sorularına doğrudan yanıt oluşturacak şekilde yorumlamaya imkân sağlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Böylece karbon ayak izi, su ayak izi ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkinin yalnızca teknik ölçüm boyutu değil; politika geliştirme, kurumsal kapasite ve uygulama süreçleri bağlamındaki yansımaları da bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir.

3.1. Araştırma Yöntemi ve Gerekçesi

Bu araştırma, KAİ, SAİ ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkinin politika oluşturma süreçleri, kurumsal kapasite ve yönetişim boyutları çerçevesinde değerlendirilmesini amaçlayan nitel bir araştırma yaklaşımını benimsemektedir. Çevresel ayak izi göstergeleri çoğu zaman nicel ölçüm teknikleriyle analiz edilmesine rağmen, bu göstergelerin politika süreçlerinde nasıl yorumlandığı, hangi öncelikler doğrultusunda kullanıldığı ve karar alma mekanizmalarına nasıl yansıdığı büyük ölçüde uzman değerlendirmelerine bağlıdır. Bu nedenle uzman görüşlerine dayalı nitel araştırma yaklaşımı, çevresel ayak

izi göstergelerinin kurumsal ve yönetsel boyutlarının anlaşılmasına yönelik tamamlayıcı bir analitik çerçeve sunmaktadır.

Karbon ayak izi, su ayak izi ve sürdürülebilir kalkınma gibi çok boyutlu konuların yalnızca nicel göstergeler aracılığıyla değerlendirilmesi, politika uygulamalarını şekillendiren kurumsal dinamiklerin ve yönetişim süreçlerinin açıklanmasında yetersiz kalabilmektedir. Buna karşılık uzman görüşleri; mevcut uygulamaların güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesine, politika önceliklerinin ortaya konulmasına ve çözüm önerilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle nitel araştırma yaklaşımı, nicel bulguların açıklama gücünü destekleyen ve çevresel göstergelerin politika süreçlerindeki işlevini daha kapsamlı biçimde değerlendirmeye olanak tanıyan analitik bir perspektif sunmaktadır (Bogner vd., 2009; Pan vd., 2011).

Araştırmanın temel amacı, değişkenler arasında nedensel ilişkiler kurmak veya bunları istatistiksel olarak test etmekten ziyade, çevresel ayak izi göstergelerinin mevcut kurumsal yapı içerisinde nasıl algılandığını, hangi politika öncelikleri çerçevesinde değerlendirildiğini ve karar alma süreçlerine neden sınırlı ölçüde yansıtılabildiğini ortaya koymaktır. Bu doğrultuda çalışma, uzmanların deneyim ve değerlendirmelerinden hareketle çevresel ayak izi göstergelerinin politika oluşturma ve uygulama süreçlerindeki rolünü analiz etmeyi amaçlamaktadır.

Mevcut literatürde yer alan nicel çalışmalar, karbon ayak izi ve su ayak izi göstergelerinin çevresel baskıyı ve doğal kaynaklar üzerindeki etkileri ortaya koymada önemli katkılar sunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte bu göstergeler, kurumsal koordinasyon, yönetişim kapasitesi, politika tutarlılığı ve uygulama performansı gibi sürdürülebilir kalkınmanın başarısını belirleyen unsurları tek başına açıklamakta yeterli olmayabilmektedir. Bu nedenle çalışmada benimsenen nitel araştırma yaklaşımı, çevresel ayak izi göstergeleri ile politika uygulamaları arasındaki ilişkiyi uzman görüşleri temelinde değerlendirerek, literatürde sıklıkla vurgulanan ölçüm–uygulama boşluğunun kurumsal nedenlerini açıklamaya yönelik tamamlayıcı bir analitik çerçeve sunmaktadır.

3.2. Uzman Profili

Araştırmanın çalışma grubunu, sürdürülebilir kalkınma, çevre politikaları, ekolojik ayak izi ve ilişkili alanlarda uzmanlaşmış beş akademisyen oluşturmaktadır. Uzmanlar, çevresel ayak izi göstergelerinin yalnızca teknik boyutunun değil; ekonomik, yönetsel ve kurumsal boyutlarının da birlikte değerlendirilebilmesini sağlamak amacıyla amaçlı örnekleme yöntemlerinden alan uzmanlığına dayalı örnekleme yaklaşımı kullanılarak seçilmiştir. Bu yöntem, araştırma problemine ilişkin derinlemesine bilgi ve deneyime sahip katılımcılardan veri elde edilmesini amaçlayan ve nitel araştırmalarda yaygın olarak tercih edilen örnekleme tekniklerinden biridir (Patton, 2002).

Araştırmaya dâhil edilen uzmanların farklı disiplinlerden seçilmesi, karbon ayak izi ve su ayak izi göstergelerinin sürdürülebilir kalkınma bağlamında disiplinler arası bir bakış açısıyla değerlendirilmesine katkı sağlamıştır. Böylece çevresel göstergelerin teknik, çevresel, ekonomik ve kurumsal boyutlarının birlikte ele alınması ve araştırma sorularının çok yönlü biçimde analiz edilmesi hedeflenmiştir.

Uzmanların akademik uzmanlık alanları aşağıda özetlenmektedir:

- U1: Toprak kirliliği, çevre teknolojileri ve katı atık bertaraf sistemleri alanlarında uzmanlaşmış olup çevresel yönetim ve proje geliştirme deneyimine sahiptir.
- U2: Atıksu yönetimi, tehlikeli atık yönetimi ve kirlilik önleme teknolojileri alanlarında uzmanlaşmış olup çevresel yenilikler konusunda fikri mülkiyet ve patent başvurularına sahiptir.
- U3: Malzeme bilimi ve kimya disiplinleri kapsamında karbon nanopartikül katkılı malzemeler ve ileri malzeme teknolojileri üzerine çalışmalar yürütmektedir.
- U4: Üretim planlaması, mühendislik yönetimi, kurumsal kaynak planlaması (ERP) ve operasyon yönetimi alanlarında uzmanlaşmıştır.
- U5: Ekonomik büyüme, kalkınma ekonomisi, dış ticaret, enerji ekonomisi ve sürdürülebilir kalkınma politikaları alanlarında çalışmalar yürütmektedir.

Veri toplama süreci öncesinde uzmanlarla yüz yüze ve telefon aracılığıyla ön görüşmeler gerçekleştirilmiş; araştırmanın amacı, kapsamı ve veri toplama süreci hakkında ayrıntılı bilgilendirme yapılmıştır. Gönüllü katılım esasına dayalı olarak araştırmaya katılmayı kabul eden uzmanlardan bilgilendirilmiş gönüllü onam alınmış, ardından yarı yapılandırılmış soru formu elektronik posta aracılığıyla iletilerek veri toplama süreci

tamamlanmıştır. Uzmanların kimlikleri etik ilkeler doğrultusunda anonimleştirilmiş ve analiz sürecinde katılımcılar U1–U5 kodları kullanılarak raporlanmıştır.

Nitel araştırmalarda örneklem yeterliliği, nicel araştırmalarda olduğu gibi istatistiksel temsil gücüne değil, araştırma sorularını açıklayabilecek bilgi açısından zengin katılımcıların seçimine dayanmaktadır. Bu doğrultuda Flyvbjerg (2006), bilgi açısından zengin sınırlı sayıdaki örnek olayın, geniş örneklemlere dayanan betimleyici analizlere kıyasla daha güçlü kuramsal ve analitik açıklamalar sunabileceğini belirtmektedir. Bu nedenle çalışmada yer alan uzmanlar, nicel anlamda temsil gücü yüksek bir örneklem olarak değil; karbon ayak izi, su ayak izi ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının oluşumu, uygulanması ve kurumsallaşmasına ilişkin derinlemesine bilgi sağlayan bilgi açısından zengin katılımcılar olarak değerlendirilmiştir.

Benzer biçimde Malterud vd. (2016) tarafından geliştirilen bilgi gücü yaklaşımı, araştırmanın amacı açık biçimde tanımlandığında, katılımcılar yüksek düzeyde uzmanlık bilgisine sahip olduğunda ve veri toplama araçları araştırma sorularıyla uyumlu biçimde tasarlandığında, sınırlı sayıda katılımcının analitik açıdan yeterli veri sağlayabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca Guest vd. (2006), uzmanlık düzeyi yüksek ve araştırma konusu bakımından homojen özellikler taşıyan katılımcılarla yürütülen nitel çalışmalarda tematik doygunluğa görece erken ulaşılabildiğini göstermektedir.

Bu çerçevede araştırmada yer alan beş uzmandan (n = 5) elde edilen verilerin, karbon ayak izi, su ayak izi ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkinin kurumsal ve politika boyutlarının değerlendirilmesi açısından yeterli analitik derinliği sağladığı kabul edilmiştir. Dolayısıyla örneklem büyüklüğü, nicel araştırmalarda olduğu gibi istatistiksel genelleme amacıyla değil; uzman katılımcıların bilgi birikimi, deneyimi ve analitik katkısı esas alınarak belirlenmiş olup, araştırmanın yöntemi ve amacıyla uyumlu bir örneklem yapısı sunmaktadır.

3.3. Veri Toplama Aracı ve Süreci

Veri toplama süreci 15 Ekim 2025–15 Kasım 2025 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırma verileri, açık uçlu sorulardan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla toplanmıştır. Formlar elektronik posta yoluyla uzmanlara iletilmiş ve katılımcılara görüşlerini ayrıntılı biçimde ifade edebilmeleri amacıyla 30 günlük cevaplama süresi tanınmıştır. Belirlenen süre içerisinde dönüş yapmayan katılımcılara veri kaybını en aza indirmek amacıyla en fazla iki kez hatırlatma e-postası gönderilmiştir. Veri toplama süreci tamamlandıktan sonra tüm yanıtlar araştırma veri tabanına aktarılmış, etik ilkeler doğrultusunda uzman kimlikleri anonimleştirilmiş ve analiz sürecinde U1–U5 kodları kullanılmıştır.

Veri toplama aracının hazırlanmasında karbon ayak izi, su ayak izi ve sürdürülebilir kalkınma literatürü temel alınmış; araştırmanın amacı doğrultusunda kuramsal ve uygulamaya yönelik boyutları birlikte kapsayan bir soru yapısı oluşturulmuştur. Hazırlanan yarı yapılandırılmış form, yalnızca mevcut durumun betimlenmesini değil; uzmanların çevresel ayak izi göstergelerinin politika süreçlerindeki işlevine ilişkin değerlendirmelerini, karşılaşılan sorunlara yönelik çözüm önerilerini ve geleceğe ilişkin öngörülerini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu yönüyle veri toplama aracı, katılımcıların konuya ilişkin bilgi ve deneyimlerini ayrıntılı biçimde aktarabilecekleri esnek bir görüşme çerçevesi sunmaktadır (Bogner vd., 2009; Pan vd., 2011).

Veri toplama sürecine geçilmeden önce hazırlanan soru formu, çevre ekonomisi ve sürdürülebilir kalkınma alanında uzman bir akademisyenin görüşüne sunularak kapsam, açıklık ve anlaşılırlık açısından değerlendirilmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda soru ifadelerinde gerekli düzenlemeler yapılmış ve veri toplama aracının kapsam geçerliği güçlendirilmiştir. Böylece soruların araştırmanın amacıyla uyumlu, açık ve yönlendirici olmayan bir yapıda olması sağlanmıştır.

Yarı yapılandırılmış soru formu üç temel tematik eksen etrafında oluşturulmuştur. İlk bölümde uzmanların karbon ayak izi, su ayak izi ve sürdürülebilir kalkınmaya ilişkin genel değerlendirmeleri alınmıştır. İkinci bölümde çevresel ayak izi göstergelerinin politika yapım süreçleri, kurumsal kapasite ve uygulama mekanizmalarıyla ilişkisine yönelik görüşleri sorgulanmıştır. Son bölümde ise çevresel sürdürülebilirliğin güçlendirilmesine yönelik politika önerileri, kurumsal iyileştirme alanları ve geleceğe ilişkin değerlendirmeler ele alınmıştır. Bu yapı sayesinde araştırma, çevresel ayak izi göstergelerinin yalnızca ölçüm boyutunu değil; aynı zamanda politika oluşturma ve uygulama süreçlerindeki rolünü uzman bakış açısıyla kapsamlı biçimde analiz etmeyi amaçlamaktadır.

3.4. Verilerin Analizi ve Kodlama

Araştırma kapsamında elde edilen nitel veriler, betimsel analiz yaklaşımı temel alınarak değerlendirilmiştir. Betimsel analiz, araştırma soruları doğrultusunda elde edilen verilerin sistematik biçimde düzenlenmesi, ortak temaların belirlenmesi ve bulguların kuramsal çerçeveyle ilişkilendirilerek yorumlanmasına olanak sağlayan bir analiz tekniğidir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu doğrultuda uzmanlardan elde edilen yazılı değerlendirmeler, karbon ayak izi, su ayak izi ve sürdürülebilir kalkınma literatüründe öne çıkan kavramsal çerçeve esas alınarak kodlanmış ve analiz edilmiştir (Caggiano ve Weber, 2023).

Analiz sürecinde öncelikle tüm uzman görüşleri ayrıntılı biçimde okunmuş, her bir görüş anlam bütünlüğünü temsil eden analiz birimlerine ayrıştırılmıştır. Daha sonra benzer içerik taşıyan ifadeler ortak kodlar altında bir araya getirilmiş; oluşturulan kodlar araştırmanın kuramsal çerçevesiyle uyumlu biçimde daha üst düzey temalar altında sınıflandırılmıştır. Böylece katılımcı ifadeleri yalnızca betimlenmekle kalmamış, aynı zamanda çevresel ayak izi göstergelerinin kurumsal kapasite, politika uygulamaları ve sürdürülebilir kalkınma ile ilişkisini ortaya koyan analitik bir yapı içerisinde değerlendirilmiştir.

Veri analizi süreci dört aşamada yürütülmüştür:

1. Verilerin okunması ve ön kodlamanın gerçekleştirilmesi: Uzman görüşleri ayrıntılı biçimde incelenmiş ve anlamlı ifadeler ilk kodlara dönüştürülmüştür.
2. Kodların benzerliklerine göre tematik gruplandırılması: Birbiriyle ilişkili kodlar bir araya getirilerek karbon ayak izi, su ayak izi, kurumsal kapasite, çevre politikaları ve sürdürülebilir kalkınma ekseninde temalar oluşturulmuştur.
3. Temaların gözden geçirilmesi ve kavramsal tutarlılığın sağlanması: Oluşturulan temalar literatürdeki kavramsal çerçeve doğrultusunda yeniden değerlendirilmiş; benzer içerik taşıyan kodlar birleştirilmiş, gerektiğinde alt temalara ayrılmış ve içerik bütünlüğü kontrol edilmiştir.
4. Temaların yorumlanması ve literatürle ilişkilendirilmesi: Son aşamada elde edilen temalar ilgili literatür bulgularıyla karşılaştırmalı olarak yorumlanmış ve araştırmanın amaçları doğrultusunda analitik değerlendirmeler yapılmıştır.

Araştırmada elde edilen temalar, çalışmanın kuramsal çerçevesiyle uyumlu biçimde SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats; Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar ve Tehditler) analizi kullanılarak yapılandırılmıştır. SWOT analizinin tercih edilmesinin temel nedeni, uzman görüşlerinden elde edilen nitel bulguların yalnızca betimlenmesini değil; aynı zamanda güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler ekseninde sistematik biçimde sınıflandırılarak politika geliştirme süreçlerine aktarılmasına olanak sağlamasıdır. Böylece çevresel ayak izi göstergelerine ilişkin uzman değerlendirmeleri stratejik bir bakış açısıyla analiz edilmiş ve politika yapıcılar açısından uygulanabilir önerilere dönüştürülebilecek analitik bir çerçeve oluşturulmuştur.

Literatürde SWOT analizinin, özellikle politika analizi, stratejik planlama ve kurumsal değerlendirme çalışmalarında farklı veri kaynaklarından elde edilen bulguların bütüncül biçimde yorumlanmasına imkân sağlayan etkili bir yöntem olduğu vurgulanmaktadır (Pickton ve Wright, 1998; Hill ve Westbrook, 1997; Helms ve Nixon, 2010). Bu nedenle SWOT analizi, çevresel ayak izi göstergeleri ile kurumsal kapasite, yönetişim ve sürdürülebilir kalkınma politikaları arasındaki ilişkilerin sistematik biçimde değerlendirilmesi açısından araştırmanın amacıyla uyumlu bir analiz çerçevesi sunmaktadır.

Analiz sürecinde bazı alt temalar (örneğin karbon raporlama kapasitesi, SKDM'ye uyum eksiklikleri ve kurumsal koordinasyon sorunları) uzman görüşlerinde bağımsız kodlar olarak değil, daha geniş temaların açıklayıcı bileşenleri olarak ortaya çıkmıştır. Bu nedenle söz konusu alt temalar için ayrı bir frekans (f) hesaplanmamış; ilgili ana tema içerisinde politika uygulamalarını etkileyen yapısal kırılganlık alanları olarak değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım, nitel araştırmalarda kodların yalnızca tekrar sıklığına göre değil, araştırma sorularına yaptığı analitik katkı dikkate alınarak yorumlanması gerektiğini savunan metodolojik yaklaşımlarla da uyumludur (Bogner vd., 2009; Patton, 2002).

3.5. Etik İlkeler ve Güvenirlik

Araştırma süreci, nitel araştırmalarda benimsenen etik ilkelere uygun olarak yürütülmüştür. Araştırmaya katılan tüm uzmanlara çalışmanın amacı, kapsamı ve veri kullanım süreci hakkında bilgi verilmiş; katılım tamamen gönüllülük esasına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Veri toplama öncesinde uzmanlardan elektronik posta aracılığıyla bilgilendirilmiş onam alınmış, katılımcıların araştırmadan istedikleri aşamada çekilebilecekleri açıkça belirtilmiştir. Katılımcıların kimlik bilgileri gizli tutulmuş, tüm veriler yalnızca bilimsel araştırma amacıyla kullanılmış ve analiz sürecinde uzmanlar U1–U5 kodlarıyla anonimleştirilmiştir. Böylece katılımcı gizliliği ve veri güvenliği araştırmanın bütün aşamalarında korunmuştur.

Araştırmanın bilimsel niteliğini güçlendirmek amacıyla, nitel araştırmalarda yaygın olarak kabul gören Lincoln ve Guba'nın (1985) güvenilirlik ve inandırıcılık yaklaşımı esas alınmıştır. Bu yaklaşım; inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlılık ve doğrulanabilirlik olmak üzere dört temel ölçüt çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Araştırmanın inandırıcılığı, sürdürülebilir kalkınma, çevre politikaları, ekolojik ayak izi ve ilgili alanlarda uzmanlaşmış akademisyenlerin amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilmesi, veri toplama aracının ilgili literatüre dayalı olarak geliştirilmesi ve uzman görüşlerinin doğrudan araştırma soruları doğrultusunda analiz edilmesiyle güçlendirilmiştir. Ayrıca yarı yapılandırılmış soru formunun uygulama öncesinde alan uzmanı tarafından değerlendirilmesi, veri toplama aracının kapsam geçerliğini desteklemiştir (Bogner vd., 2009; Patton, 2002).

Araştırmanın aktarılabilirliği, çalışma bağlamının, örneklem özelliklerinin, veri toplama sürecinin ve analiz aşamalarının ayrıntılı biçimde açıklanmasıyla desteklenmiştir. Bunun yanında elde edilen bulguların Türkiye'nin çevre politikaları, kurumsal kapasitesi ve sürdürülebilir kalkınma uygulamaları bağlamında değerlendirilmesi, benzer araştırmalarla karşılaştırılabilir analitik bir çerçeve sunmaktadır.

Araştırmanın tutarlılığı, veri toplama, kodlama, tema oluşturma ve SWOT temelli analiz sürecinin sistematik ve şeffaf biçimde raporlanmasıyla sağlanmıştır. Kodlama sürecinde benzer içerik taşıyan uzman görüşleri ortak temalar altında değerlendirilmiş, kavramsal bütünlük düzenli olarak gözden geçirilmiş ve analiz sürecinde izlenen yöntem ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Çalışmada yer verilen frekans (f) değerleri ise nicel genelleme amacıyla değil, uzman görüşlerinde belirli temaların göreli ağırlığını ve tekrar düzeyini göstermek amacıyla kullanılmıştır.

Araştırmanın doğrulanabilirliği ise elde edilen bulguların araştırmacı yorumlarından ziyade uzman değerlendirmelerine ve literatürde yer alan kuramsal çerçeveye dayandırılmasıyla güçlendirilmiştir. Analiz sürecinde geliştirilen kodlar ve temalar araştırmanın amacı doğrultusunda sistematik biçimde oluşturulmuş; yorumlar uzman görüşleri ile ilgili literatür birlikte değerlendirilerek gerçekleştirilmiştir. Böylece araştırma bulgularının kişisel yargılardan ziyade elde edilen verilere dayanması amaçlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2018; Caggiano ve Weber, 2023).

Sonuç olarak, araştırmada izlenen veri toplama, kodlama ve analiz süreçlerinin ayrıntılı biçimde raporlanması; etik ilkelere bağlı kalınması ve Lincoln ve Guba'nın (1985) güvenilirlik ölçütlerinin esas alınması, çalışmanın metodolojik sağlamlığını ve bilimsel niteliğini desteklemektedir.

4. SWOT ANALİZİNE DAYALI BULGULAR

Bu bölümde araştırma kapsamında elde edilen uzman görüşleri, SWOT analizi çerçevesinde sunulmaktadır. Bulguların raporlanmasında kullanılan frekans (f) değerleri, ilgili tema veya kavramın kaç farklı uzman tarafından dile getirildiğini göstermektedir. Bu frekanslar, nitel verileri nicel olarak genelleme amacı taşımamakta; yalnızca uzman görüşlerinde belirli temaların göreli görünürlüğünü ve tekrar düzeyini şeffaf biçimde ortaya koymaktadır. Dolayısıyla frekans değerleri, temalar arasında istatistiksel karşılaştırma yapmak için değil, uzman değerlendirmelerinde öne çıkan eğilimleri betimlemek amacıyla kullanılmıştır (Bogner vd., 2009; Patton, 2002; Caggiano ve Weber, 2023).

SWOT analizi sonucunda elde edilen bulgular, Türkiye'nin karbon ayak izi ve su ayak izi temelli sürdürülebilirlik politikalarında hem önemli potansiyellere hem de yapısal sınırlılıklara sahip olduğunu göstermektedir. Uzman değerlendirmeleri, mevcut durumun yalnızca çevresel göstergeler açısından değil, aynı zamanda kurumsal kapasite, politika uygulamaları ve yönetişim mekanizmaları açısından da değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

4.1. Güçlü Yönler

Uzman görüşlerine göre Türkiye'nin en belirgin güçlü yönü, karbon ayak izi konusunda artan farkındalık düzeyidir (f=7). Katılımcılar, özellikle akademik çevrelerde, büyükşehir belediyelerinde ve çevre alanında faaliyet gösteren bazı kurumlarda karbon ayak izi kavramının önceki yıllara göre daha görünür hâle geldiğini ifade etmektedir. Bu durum, çevresel sürdürülebilirlik tartışmalarının kamuoyu ve kurumsal gündemde daha fazla yer bulmaya başladığını göstermektedir.

Bir diğer güçlü yön ise yerel yönetimlerin çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarındaki rolüdür (f=). Uzmanlar, belediyelerin özellikle atık yönetimi, yenilenebilir enerji uygulamaları ve iklim eylem planları gibi alanlarda merkezi yönetime kıyasla daha hızlı uygulama geliştirebildiğini belirtmektedir. Yerel düzeyde geliştirilen uygulamaların çevresel politikaların yaygınlaştırılması açısından önemli bir uygulama kapasitesi oluşturduğu değerlendirilmektedir.

4.2. Zayıf Yönler

SWOT analizinin zayıf yönler boyutu, Türkiye'nin sürdürülebilirlik politikalarının uygulanmasında karşılaşılan yapısal sorunları ortaya koymaktadır. Uzmanların en sık dile getirdiği sorun, enerji üretiminde fosil yakıtlara olan yüksek bağımlılıktır (f=6). Kömür ve doğal gaz ağırlıklı enerji üretim yapısının karbon emisyonlarının azaltılmasına yönelik politikaların etkinliğini sınırlandırdığı ifade edilmektedir.

Benzer biçimde, çevre, enerji, iklim ve su politikaları arasında yeterli kurumsal koordinasyonun sağlanamaması da önemli bir zayıflık alanı olarak öne çıkmaktadır (f=6). Uzmanlar, farklı kurumlar arasında politika bütünlüğünün sağlanamamasının sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmayı zorlaştırdığını belirtmektedir.

Diğer taraftan, su ayak izi konusunda farkındalığın karbon ayak izine kıyasla daha düşük düzeyde olduğu (f=5) ifade edilmektedir. Uzmanlara göre bu durum, su kaynakları üzerindeki baskının yeterince görünür olmamasına ve su yönetimi politikalarının sınırlı kalmasına neden olmaktadır.

Ayrıca tarım sektöründe yaygın olarak kullanılan geleneksel sulama yöntemleri (f=5) su kaynaklarının verimli kullanımını sınırlandıran temel yapısal sorunlardan biri olarak değerlendirilmektedir. Uzmanlar, özellikle su verimliliğini artıracak modern sulama tekniklerinin yaygınlaştırılmasının sürdürülebilir su yönetimi açısından önemli olduğunu vurgulamaktadır.

4.3. Fırsatlar

Uzman görüşleri, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma sürecinde sahip olduğu en önemli fırsatın yenilenebilir enerji potansiyeli olduğunu göstermektedir (f=8). Özellikle güneş, rüzgâr ve jeotermal enerji kaynaklarının daha etkin değerlendirilmesinin hem karbon emisyonlarının azaltılmasına hem de enerji arz güvenliğinin güçlendirilmesine katkı sağlayabileceği ifade edilmektedir.

Bir diğer önemli fırsat alanı çevre eğitiminin yaygınlaştırılmasıdır (f=7). Uzmanlar, karbon ayak izi ve su ayak izi kavramlarının eğitim yoluyla toplumun farklı kesimlerinde daha fazla benimsenebileceğini ve çevresel farkındalığın artırılabileceğini belirtmektedir.

Bunun yanında çevre dostu teknolojilerin ve dijital uygulamaların yaygınlaştırılması (f=6) da sürdürülebilirlik politikalarının etkinliğini artırabilecek önemli fırsatlar arasında değerlendirilmektedir. Özellikle dijital izleme sistemleri, veri yönetimi ve karbon raporlama altyapılarının geliştirilmesinin çevresel performansın iyileştirilmesine katkı sağlayabileceği ifade edilmektedir.

4.4. Tehditler

SWOT analizinin tehditler boyutunda uzmanlar tarafından en fazla vurgulanan unsur Avrupa Birliği Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizmasıdır (SKDM) (f=6). Uzmanlar, karbon yoğun üretime sahip sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler açısından bu düzenlemenin önemli maliyet artışlarına ve uluslararası rekabet baskısına yol açabileceğini belirtmektedir.

Bunun yanında, gömülü karbonun ölçülmesi, raporlanması ve doğrulanmasına ilişkin kurumsal kapasite eksikliklerinin devam etmesi hâlinde SKDM'ye uyum sürecinde önemli güçlüklerle karşılaşılabileceği ifade edilmektedir. Uzman değerlendirmeleri, teknik altyapı ve kurumsal koordinasyonun güçlendirilmemesi durumunda bu düzenlemenin Türkiye açısından önemli bir dışsal risk oluşturabileceğine işaret etmektedir.

Genel olarak SWOT analizi bulguları, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma sürecinde önemli fırsatlara ve güçlü yönlere sahip olduğunu; buna karşılık enerji yapısı, kurumsal koordinasyon, su yönetimi ve

uluslararası düzenlemelere uyum kapasitesi bakımından önemli yapısal kırılganlıkların devam ettiğini göstermektedir. Araştırma kapsamında uzman görüşlerinden elde edilen güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler Tablo 1'de bütüncül olarak sunulmaktadır.

Tablo 1. Türkiye'de karbon ve su ayak izi göstergelerine dayalı sürdürülebilirlik politikalarının SWOT analizi

Güçlü Yönler (Strengths)	Zayıf Yönler (Weaknesses)
Karbon ayak izi farkındalığında artış (f=7)	Fosil yakıtlara dayalı enerji yapısı (f=6)
Yerel yönetimlerin uygulama kapasitesi (f=5)	Kurumsal koordinasyon eksikliği (f=6)
	Su ayak izi bilincinin yetersizliği (f=5)
	Verimsiz tarımsal sulama uygulamaları (f=5)
Fırsatlar (Opportunities)	**Tehditler (Threats)**
Yenilenebilir enerji potansiyeli (f=8)	AB Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (f=6)
Çevre eğitimi ve toplumsal farkındalık (f=7)	Karbon raporlama ve SKDM'ye uyum kapasitesi eksiklikleri*
Dijitalleşme ve çevre dostu teknolojiler (f=6)	

Not: Karbon raporlama ve SKDM'ye uyum kapasitesi eksiklikleri, uzman görüşlerinde bağımsız bir tema olarak değil, Avrupa Birliği Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) kapsamında değerlendirilen yapısal bir risk alanı olarak ortaya çıkmıştır. Bu nedenle söz konusu alt tema için ayrı bir frekans (f) değeri hesaplanmamış; analitik değerlendirme kapsamında yorumlanmıştır. Frekans değerleri, ilgili temanın kaç farklı uzman tarafından dile getirildiğini göstermekte olup istatistiksel genelleme amacı taşımamaktadır.

Tablo 1, uzman görüşlerinden elde edilen bulguların SWOT analizi çerçevesinde sistematik biçimde sınıflandırıldığını göstermektedir. Bulgular, Türkiye'nin karbon ayak izi ve su ayak izi temelli sürdürülebilirlik politikalarında önemli güçlü yönler ve fırsatlar barındırmakla birlikte, yapısal nitelikte bazı zayıflıklar ve dışsal tehditlerle de karşı karşıya olduğunu ortaya koymaktadır. Güçlü yönler, karbon ayak izi farkındalığındaki artış ile yerel yönetimlerin çevresel uygulama kapasitesinde yoğunlaşırken; zayıf yönler enerji üretiminde fosil yakıtlara bağımlılık, kurumlar arası koordinasyon eksikliği, su ayak izi bilincinin sınırlı olması ve tarımsal sulamadaki verimsizlikler etrafında şekillenmektedir. Buna karşılık yenilenebilir enerji potansiyeli, çevre eğitimi ve dijitalleşme süreçleri sürdürülebilir kalkınma açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Tehditler boyutunda ise özellikle Avrupa Birliği Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) ve buna uyum sürecinde ortaya çıkabilecek kurumsal kapasite eksiklikleri öne çıkmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde SWOT analizi, çevresel ayak izi göstergelerinin yalnızca çevresel performansı ölçen teknik göstergeler olmadığını; aynı zamanda kurumsal kapasiteyi, politika tutarlılığını ve sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin uygulanabilirliğini değerlendirmeye imkân sağlayan stratejik politika araçları olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir.

5. TARTIŞMA

SWOT analizi kapsamında elde edilen bulgular, uzman görüşlerine dayalı nitel veriler ışığında değerlendirilerek çevresel ayak izi ve sürdürülebilir kalkınma literatürüyle karşılaştırılmıştır. Bu bölümün amacı, SWOT analizi sonucunda belirlenen güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditleri yalnızca betimlemek değil; bu bulguların mevcut literatüre sağladığı kuramsal ve uygulamaya yönelik katkıları ortaya koymaktır. Bu doğrultuda çalışma, karbon ayak izi ve su ayak izi göstergelerinin yalnızca çevresel performansı ölçen teknik araçlar olarak değil, aynı zamanda kurumsal kapasiteyi, politika tutarlılığını ve yönetişim süreçlerini değerlendiren stratejik politika göstergeleri olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. Bu yaklaşım, çevresel ayak izi göstergelerinin politika araçlarına dönüştürülmesinde yaşanan sınırlılıkları vurgulayan çalışmalarla büyük ölçüde örtüşmektedir (Akbar vd., 2022; Raskin vd., 1996; Harmancıoğlu vd., 2013).

Araştırmanın bulguları, Türkiye'de karbon ayak izi konusunda son yıllarda belirgin bir farkındalık artışı yaşandığını ortaya koymaktadır. Özellikle üniversiteler, yerel yönetimler ve çevresel sürdürülebilirlik alanında faaliyet gösteren kurumlarda karbon ayak izi kavramının daha görünür hâle geldiği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte uzman görüşleri, söz konusu farkındalığın politika uygulamalarına ve kurumsal dönüşüme aynı ölçüde yansımadığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle karbon ayak izi kavramı politika söyleminde giderek daha fazla yer bulmasına rağmen, enerji politikaları, yatırım kararları ve kurumsal uygulamalar üzerinde aynı düzeyde belirleyici bir etki oluşturamamaktadır. Bu bulgu, çevresel ayak izi göstergelerinin tek başına ölçülmesinin sürdürülebilir kalkınma açısından yeterli olmadığını; bu göstergelerin zorunlu politika araçları, kurumsal koordinasyon mekanizmaları ve uygulama kapasitesiyle desteklenmediği sürece kalıcı çevresel iyileşme sağlamasının güç olduğunu ortaya koyan çalışmalarla uyumludur (Hametner, 2022; Kim, 2023; Zhang vd., 2021).

Araştırmanın ortaya koyduğu önemli bulgulardan biri de karbon ayak izi konusunda artan farkındalığa rağmen enerji üretiminde fosil yakıtlara olan bağımlılığın ve kurumlar arası koordinasyon eksikliğinin sürdürülebilirlik politikalarının etkinliğini sınırlandırmasıdır. Uzman değerlendirmeleri, çevre, enerji, sanayi ve iklim politikalarının birbirinden bağımsız biçimde yürütülmesinin çevresel hedeflere ulaşmayı güçleştirdiğini göstermektedir. Bu durum, çevresel ayak izi göstergelerinin yalnızca ölçülmesinin yeterli olmadığını; söz konusu göstergelerin enerji dönüşümü, yatırım planlaması ve kurumsal yönetişim mekanizmalarıyla bütünleşik biçimde ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Elde edilen bu bulgu, karbon emisyonlarının azaltılmasında kurumsal kapasitenin ve politika bütünlüğünün belirleyici rolünü vurgulayan literatürle önemli ölçüde paralellik göstermektedir (Bekiroğlu, 2011; World Economic Forum (WEF), 2024b).

Karbon ayak izine ilişkin bulguların aksine, uzman değerlendirmeleri su ayak izi kavramının Türkiye'de henüz aynı düzeyde kurumsallaşmadığını göstermektedir. Su yönetimi büyük ölçüde altyapı yatırımları ve fiziksel su arzı çerçevesinde ele alınırken, su ayak izi yaklaşımının politika geliştirme süreçlerinde yeterince kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Uzmanlar özellikle tarımsal sulamada yaygın olarak kullanılan geleneksel yöntemlerin mavi su kaynakları üzerindeki baskıyı artırdığına, yetersiz arıtılmış geri dönüşlerin ise gri su yükünü yükselttiğine dikkat çekmektedir. Bu değerlendirmeler, su stresini yalnızca kişi başına düşen su miktarıyla açıklamayan; tarımsal üretim yapıları, enerji politikaları ve kurumsal yönetişim süreçlerini birlikte değerlendiren güncel çalışmalarla uyumludur (Hoekstra ve Hung, 2002; Hoekstra ve Mekonnen, 2012; FAO, 2017; Giwa ve Dindi, 2017).

Araştırmanın fırsatlar boyutuna ilişkin bulguları ise Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma sürecinde önemli avantajlara sahip olduğunu göstermektedir. Uzmanların ortak değerlendirmesine göre güneş, rüzgâr ve jeotermal enerji kaynakları, karbon emisyonlarının azaltılması ve enerji arz güvenliğinin güçlendirilmesi bakımından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Bunun yanında çevre eğitiminin yaygınlaştırılması ve dijital teknolojilerin çevre politikalarına entegre edilmesi, çevresel ayak izi göstergelerinin daha etkin kullanılmasını destekleyebilecek temel araçlar arasında görülmektedir. Bu değerlendirmeler, yenilenebilir enerji yatırımlarının karbon emisyonlarını azaltmadaki rolünü ve çevre eğitiminin uzun dönemli davranış değişikliği üzerindeki etkisini ortaya koyan çalışmalarla büyük ölçüde örtüşmektedir (Morelli, 2011; McKeown vd., 2002; Finkbeiner, 2014; Hametner, 2022; Kim, 2023). Özellikle çevresel ayak izi kavramlarının eğitim sistemine erken yaşlardan itibaren dâhil edilmesi, bireysel farkındalığın kurumsal ve toplumsal davranış değişikliğine dönüşmesi açısından önemli bir politika aracı olarak değerlendirilebilir.

Araştırmanın dikkat çekici bulgularından biri de Avrupa Birliği tarafından uygulamaya konulan Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) ile ilgilidir. Uzman görüşleri, SKDM'nin yalnızca dış ticareti etkileyen teknik bir düzenleme olmadığını; aynı zamanda ülkelerin karbon yönetimi, raporlama altyapısı ve kurumsal kapasitesini doğrudan sınayan yeni bir yönetişim mekanizmasına dönüştüğünü göstermektedir. Karbon raporlama altyapısındaki eksikliklerin ve emisyon yoğun üretim yapısının devam etmesi hâlinde Türkiye'nin uluslararası rekabet gücünün olumsuz etkilenebileceği değerlendirilmektedir. Bu nedenle SKDM, yalnızca çevre politikaları açısından değil; dış ticaret, sanayi politikaları ve kurumsal dönüşüm açısından da önemli bir yapısal eşik olarak görülmelidir. Bu değerlendirme, karbon azaltım politikalarının başarısının yenilenebilir enerji yatırımları, kurumsal reformlar ve zorunlu uygulama mekanizmalarıyla desteklenmesi gerektiğini ortaya koyan çalışmalarla uyumludur (Bektaş vd., 2024; Raihan ve Tuspekova, 2022; Al-Zubairi vd., 2022; Ameh, 2024).

Araştırmanın genel bulguları, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma sürecinde eş zamanlı olarak önemli fırsatlara ve güçlü yönlere sahip olduğunu; ancak enerji dönüşümü, su yönetimi, kurumsal koordinasyon ve politika uygulama kapasitesi bakımından yapısal sınırlılıkların devam ettiğini göstermektedir. Uzman görüşleri, karbon ayak izi ve su ayak izi göstergelerinin yalnızca çevresel performansı izleyen teknik göstergeler olarak değerlendirilmesinin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak açısından yeterli olmadığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık bu göstergelerin kurumsal kapasiteyi güçlendiren, politika tutarlılığını destekleyen ve yönetişim kalitesini artıran stratejik politika araçları olarak kullanılması, sürdürülebilirlik performansının geliştirilmesine daha güçlü katkı sağlayacaktır.

Bu yönüyle çalışma, çevresel ayak izi literatüründe ağırlıklı olarak nicel veri ve ekonometrik analizlere dayanan mevcut araştırmaları uzman görüşlerine dayalı nitel bulgularla tamamlayarak literatüre özgün bir katkı sunmaktadır. Aynı zamanda karbon ayak izi ve su ayak izi göstergelerinin yalnızca ölçüm araçları değil; politika tasarımı, kurumsal kapasite ve sürdürülebilir kalkınma uygulamalarının değerlendirilmesinde kullanılabilecek stratejik yönetişim göstergeleri olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuç, çevresel ayak izi göstergelerinin politika süreçlerinde nasıl kullanılacağına ilişkin

metodolojik ve kurumsal tartışmalara da yeni bir bakış açısı kazandırmaktadır (Vanham ve Mekonnen, 2021; Zhang ve Jin, 2023).

6. SONUÇ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Bu çalışma, Türkiye bağlamında karbon ayak izi (KAİ) ve su ayak izi (SAİ) göstergeleri ile sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkiyi, uzman görüşlerine dayalı nitel bir araştırma yaklaşımıyla incelemiştir. Elde edilen bulgular, çevresel ayak izi göstergelerine yönelik farkındalığın son yıllarda artmasına rağmen, bu farkındalığın politika uygulamaları ve kurumsal kapasiteye aynı ölçüde yansımadığını ortaya koymaktadır. Özellikle karbon ayak izi kavramının akademik çevrelerde, yerel yönetimlerde ve belirli ölçüde özel sektörde daha görünür hâle geldiği; buna karşılık su ayak izi yaklaşımının karar alma süreçlerinde görece sınırlı bir yer bulduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, karbon ayak izinin su ayak izine kıyasla daha gelişmiş kurumsal ve düzenleyici bir çerçeveye sahip olduğunu ortaya koyan çalışmalarla uyumludur (Hoekstra, 2011; Topdağ vd., 2020).

Araştırmanın bulguları, Türkiye'de çevresel ayak izi göstergelerinin teknik olarak üretildiğini ve çeşitli politika belgelerinde yer aldığını; ancak bu göstergelerin uygulama süreçlerine etkin biçimde aktarılmasında önemli yapısal sınırlılıkların bulunduğunu göstermektedir. Uzman değerlendirmeleri, özellikle kurumlar arası koordinasyon eksikliği, sektörler arasında politika bütünlüğünün yeterince sağlanamaması ve uygulama kapasitesindeki yetersizliklerin, karbon ve su ayak izi göstergelerinin sürdürülebilir kalkınma politikalarına beklenen düzeyde katkı sunmasını engellediğini ortaya koymaktadır. Bu durum, çevresel göstergelerin yalnızca ölçülmesinin yeterli olmadığını; bu göstergelerin kurumsal mekanizmalar ve bağlayıcı politika araçlarıyla desteklenmesi gerektiğini vurgulayan literatürle örtüşmektedir (Hametner, 2022; Kim, 2023).

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular, su yönetimi açısından da önemli sonuçlar ortaya koymaktadır. Özellikle tarım sektöründe yaygın biçimde kullanılan geleneksel sulama yöntemleri, veri paylaşımındaki yetersizlikler ve kurumsal koordinasyon eksikliği, su kaynaklarının verimli kullanılmasını güçleştirmekte ve gri su yükünü artırmaktadır. Bu değerlendirmeler, su yönetiminde yaşanan yapısal sorunların çevresel ayak izi üzerinde belirleyici etkiler oluşturduğunu ortaya koyan çalışmalarla uyumludur (FAO, 2017; Hoekstra ve Hung, 2002). Dolayısıyla su stresinin yalnızca fiziksel su arzıyla açıklanamayacağı; su yönetimi, tarımsal üretim sistemleri, enerji politikaları ve yönetişim kapasitesiyle birlikte değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bununla birlikte çalışma, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma açısından önemli fırsatlara da sahip olduğunu göstermektedir. Uzman görüşleri, güneş, rüzgâr ve jeotermal enerji potansiyelinin daha etkin değerlendirilmesi hâlinde hem karbon emisyonlarının azaltılabileceğini hem de enerji arz güvenliğinin güçlendirilebileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca çevre eğitiminin yaygınlaştırılması ve dijital teknolojilerin çevresel yönetişim süreçlerine entegre edilmesi, karbon ve su ayak izi göstergelerinin kurumsallaşmasına katkı sağlayabilecek temel politika araçları olarak öne çıkmaktadır. Bu sonuçlar, yenilenebilir enerji ve çevre eğitiminin sürdürülebilir kalkınmadaki önemini vurgulayan çalışmalarla paralellik göstermektedir (Morelli, 2011; McKeown vd., 2002; Ozanne vd., 2016).

Araştırmanın dikkat çekici sonuçlarından biri de Avrupa Birliği'nin Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) ile ilgilidir. Uzman değerlendirmeleri, SKDM'nin yalnızca ticareti düzenleyen teknik bir mekanizma olmadığını; aynı zamanda ülkelerin karbon yönetimi, raporlama altyapısı ve kurumsal kapasitesini değerlendiren yeni bir yönetişim çerçevesi oluşturduğunu göstermektedir. Karbon raporlama altyapısındaki eksiklikler, karbon yoğun üretim yapısı ve yeşil teknoloji yatırımlarındaki yetersizlikler, Türkiye açısından uyum maliyetlerini artırabilecek temel risk alanları olarak değerlendirilmektedir. Bu yönüyle SKDM, karbon ayak izi göstergelerinin yalnızca ölçüm aracı olarak kalıp kalmadığını değil; politika ve kurumsal uygulamalara ne ölçüde dönüştürülebildiğini ortaya koyan önemli bir yapısal eşik niteliği taşımaktadır. Bu değerlendirme, çevresel göstergelerin düzenleyici politika araçlarıyla desteklenmediği durumlarda emisyon azaltımının kalıcı hâle gelemediğini ortaya koyan çalışmalarla uyumludur (Guo vd., 2017; Zhang vd., 2021; Al-Zubairi vd., 2022; Zhang ve Jin, 2023).

Bu çalışmanın literatüre en önemli katkısı, karbon ayak izi ve su ayak izi göstergelerini yalnızca çevresel performans göstergeleri olarak değil; kurumsal kapasite, politika bütünlüğü ve yönetişim süreçleri bağlamında değerlendiren bütüncül bir analiz çerçevesi önermesidir. Mevcut literatürde ağırlıklı olarak nicel yöntemler ve ekonometrik analizler kullanılmasına karşın, bu çalışma uzman görüşlerine dayalı nitel yaklaşımıyla çevresel göstergelerin politika süreçlerine neden sınırlı ölçüde yansıtılabildiğini açıklamaya çalışmakta ve böylece literatürdeki ölçüm–uygulama boşluğu tartışmasına özgün bir katkı sunmaktadır.

Bununla birlikte çalışmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Araştırma, farklı disiplinlerden beş uzmanın görüşlerine dayalı nitel bulgularla sınırlıdır. Bu nedenle ulaşılan sonuçlar istatistiksel genelleme amacı taşımamakta; analitik genelleme çerçevesinde değerlendirilmelidir. Gelecekte yapılacak araştırmalarda farklı paydaş gruplarının (kamu kurumları, özel sektör, yerel yönetimler ve sivil toplum kuruluşları) katılımıyla daha geniş örneklemler kullanılarak karma yöntemli çalışmaların gerçekleştirilmesi, çevresel ayak izi göstergelerinin politika süreçlerine etkisinin daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmesi, karbon ve su ayak izi göstergelerinin yalnızca teknik ölçüm araçları olarak kullanılmasının ötesine geçilmesini gerektirmektedir. Bu göstergelerin hukuki ve kurumsal düzenlemelerle desteklenen, yaptırım kapasitesi bulunan ve karar alma süreçlerini yönlendiren stratejik politika araçlarına dönüştürülmesi büyük önem taşımaktadır. Böyle bir dönüşüm, çevresel göstergelerin raporlama işlevinin ötesine geçerek politika bütünlüğünü güçlendiren, kurumsal kapasiteyi artıran ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin uygulanabilirliğini destekleyen etkin bir yönetişim yapısının oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Afreefir, M. A., ve Khalifa, W. M. S. (2025). Achieving Environmental Sustainability in Turkey: The Role of Green Production Processes, Trade Globalization, Renewable Energy Consumption and Economic Growth. *Sustainability*, *17*(21), 9823. https://doi.org/10.3390/su17219823

Aguilos, M., Leggett, Z., Jeffries, S., Lupek, M., ve Ardon, M. (2025). University students' ecological footprint and lifestyle changes: awareness vs. action. *Education Sciences*, *15*(4), 432. https://doi.org/10.3390/educsci15040432

Akbar, A., Rehman, A., Ullah, S., ve Khan, M. A. (2022). Water stress, governance quality and environmental sustainability: Evidence from developing economies. *Journal of Environmental Management*, *322*, 116084. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116084

Akbarian-Saravi, N., Larizadeh, R., Gupta, A., Shum, D., ve Milani, A. S. (2025). Life cycle assessment sheds new insights toward sustainable management of biodegradable resin blends used in packaging: A case study on PBAT. *Sustainability*, *17*(19), 8645. https://doi.org/10.3390/su17198645

Aktürk, E., ve Gültekin, S. (2025). *The impact of food production on ecological footprint in Turkey: An analysis across agriculture, livestock, and aquaculture. Environment, Development and Sustainability, 27***,** 30903–30928. https://doi.org/10.1007/s10668-024-04944-4

Al-Zubairi, A., Al-Akheli, A., ve Elfarra, B. (2022). The impact of financial development, renewable energy and political stability on carbon emissions: Sustainable development prospective for Arab economies. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*, 73534–73550. https://doi.org/10.1007/s11356-022-21086-7

Ameh, B. (2024). Digital tools and AI: Using technology to monitor carbon emissions and waste at each stage of the supply chain. *International Journal of Science and Research Archive*, *13*(1), 2741–2754. https://doi.org/10.30574/ijsra.2024.13.1.1995

Bekiroğlu, O. (2011). *Sürdürülebilir kalkınmanın yeni kuralı: Karbon ayak izi* (II. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi bildirisi). Elektrik Mühendisleri Odası. http://www.emo.org.tr/ekler/49c17cab08ed10e_ek.pdf

Bektaş, H., Yıldız, R., ve Demir, M. (2024). *AB sınırda karbon düzenlemesi ve Türkiye sanayisine etkileri*. TÜSİAD. https://www.tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/11420-ab-sinirda-karbon-duzenlemesi-ve-turkiye-sanayisine-etkileri

Bilalova, S., Jäger, N. W., Newig, J., Huitema, D., ve Koehler, J. K. L. (2026). Paradigms of water governance: a systematic review. *Ecology and Society, 31(1), 8.* https://doi.org/10.5751/ES-16482-310108

Bogner, A., Littig, B., ve Menz, W. (Eds.). (2009). *Interviewing experts: An introduction to a new methodological debate* (ECPR Research Methods). Palgrave Macmillan.

Burek, P., Satoh, Y., Fischer, G., Kahil, T., Scherzer, A., Tramberend, S., Nava Jiménez, L. F., Wada, Y., Eisner, S., Flörke, M., Hanasaki, N., Magnuszewski, P., Cosgrove, B., ve Wiberg, D. (2016). *Water futures and solutions initiative: Fast track assessment to 2050* (IIASA Working Paper WP-16-006). International Institute for Applied Systems Analysis. https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/13008/1/WP-16-006.pdf

Caggiano, H., ve Weber, E. U. (2023). Advances in qualitative methods in environmental research. *Annual Review of Environment and Resources, 48,* 3.1-3.19. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112321-080106

Chapagain, A. K., ve Hoekstra, A. Y. (2007). The water footprint of coffee and tea consumption in the Netherlands. *Ecological Economics, 64*(1), 109–118. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.022

Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., Savenije, H. H. G., ve Gautam, R. (2006). The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological Economics, 60*(1), 186–203. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.11.027

Damtoft, J. S., Lukasik, J., Herfort, D., Sorrentino, D., ve Gartner, E. M. (2008). Sustainable development and climate change initiatives. *Cement and Concrete Research, 38*(2), 115–127. https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2007.09.008

Demeke, B. W., Rathore, L. S., Mekonnen, M. M., ve Liu, W. (2024). Spatiotemporal dynamics of the water footprint and virtual water trade in global cotton production and trade. *Cleaner Production Letters, 7*, 100074. https://doi.org/10.1016/j.clpl.2024.100074

Destek, M. A., ve Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: The role of energy and financial development. *Science of the Total Environment, 650*, 2483–2489. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.017

Diesendorf, M. (2000). Sustainability and sustainable development. In D. Dunphy, J. Benveniste, A. Griffiths, ve P. Sutton (Eds.), *Sustainability: The corporate challenge of the 21st century* (pp. 19–37). Allen ve Unwin.

Ertekin, P. (2012). *Sürdürülebilir kaynak kullanımına yönelik çevre eğitimi uygulamalarının ilköğretim öğrencilerinin karbon ayak izi konusunda bilinçlenmeleri üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.

Falkenmark, M., Lundqvist, J., ve Widstrand, C. (1989). Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches: Aspects of vulnerability in semi-arid development. *Natural Resources Forum, 13*(4), 258–267. https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.1989.tb00348.x

FAO. (2015). *AQUASTAT main database*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/aquastat/

FAO. (2017). *Water for sustainable food and agriculture: A report produced for the G20 Presidency of Germany*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/3/i7959e/i7959e.pdf

Finkbeiner, M. (2014). Introduction to life cycle assessment. In W. Klöpffer ve M. Curran (Eds.), *LCA compendium – The complete world of life cycle assessment*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8697-3

Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry, 12*(2), 219–245. https://doi.org/10.1177/1077800405284363

Galli, A., Wiedmann, T., Ercin, E., Knoblauch, D., ve Giljum, S. (2012). Integrating ecological, carbon and water footprint into a "Footprint Family" of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet. *Ecological Indicators.* https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.017

Gálos, B., Mátyás, C., ve Jacob, D. (2011). Regional characteristics of climate change altering effects of afforestation. *Environmental Research Letters, 6*(4), 044010. https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/4/044010

Georgescu, I., ve Kinnunen, J. (2024). Dynamic interactions between GDP, renewable energy, innovation, and CO_2 emissions in Finland: A Fourier-augmented ARDL analysis. *Letters in Spatial and Resource Sciences, 17*(1), 1–23. https://doi.org/10.1007/s12076-023-00312-1

Giwa, A., ve Dindi, A. (2017). An investigation of the feasibility of proposed solutions for water sustainability and security in water-stressed environment. *Journal of Cleaner Production, 165*, 721–733. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.120

Govoni, C., Chiarelli, D. D., ve Rulli, M. C. (2024). A global dataset of the national green and blue water footprint of livestock feeds. *Scientific Data, 11*, 98. https://doi.org/10.1038/s41597-024-04264-2

Guest, G., Bunce, A., ve Johnson, L. (2006). How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. *Field Methods, 18*(1), 59–82. https://doi.org/10.1177/1525822X05279903

Guinée, J. B., Heijungs, R., ve van der Voet, E. (2008). A framework for life cycle impact assessment. *Journal of Cleaner Production, 16*(5), 549–558. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.02.002

Guo, R., Zhao, Y., Shi, Y., Li, F., Hu, J., ve Yang, H. (2017). Low carbon development and local sustainability from a carbon balance perspective. *Resources, Conservation and Recycling, 122*, 270–279. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.02.019

Güldal, H. T. (2025). Türkiye'de sürdürülebilir kalkınma amaçlarının tarım ve çevreyle ilgili hedeflerinde zamansal eğilim analizi (2000–2023). *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, 60(3)*, 2248-2260. https://doi.org/10.63556/tisej.2025.1558

Hametner, M. (2022). Economics without ecology: How the SDGs fail to align socioeconomic development with environmental sustainability. *Ecological Economics, 199*, 107490. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107490

Harmancıoğlu, N. B., Barbaros, F., ve Çetinkaya, C. P. (2013). Sustainability issues in water management. *Water Resources Management, 27*, 1867–1891. https://doi.org/10.1007/s11269-012-0172-4

Harris, J. M. (2000). *Basic principles of sustainable development* (Working Paper No. 00-04). Global Development and Environment Institute, Tufts University. https://doi.org/10.22004/ag.econ.15600

He, Y., ve Ren, Y. (2023). Can carbon sink insurance and financial subsidies improve the carbon sequestration capacity of forestry? *Journal of Cleaner Production, 397*, 136618. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136618

Helms, M. M., ve Nixon, J. (2010). Exploring SWOT analysis—Where are we now? A review of academic research from the last decade. *Journal of Strategy and Management, 3*(3), 215–251. https://doi.org/10.1108/17554251011064837

Hertwich, E. G. (2005). Life cycle approaches to sustainable consumption: A critical review. *Environmental Science & Technology, 39*(13), 4673–4684. https://doi.org/10.1021/es0497375

Higazy, N., Merabet, S., Khalifa, R., Saleh, A., Al-Sayegh, S., Hosseini, H., Wahib, S., Alabsi, R., Zarif, L., Mohamed, M. S., ve Ben Hamadou, R. (2024). Water footprint assessment and virtual water trade in the globally most water-stressed country, Qatar. *Water, 16*(8), 1185. https://doi.org/10.3390/w16081185

Hill, T., ve Westbrook, R. (1997). SWOT analysis: It's time for a product recall. *Long Range Planning, 30*(1), 46–52. https://doi.org/10.1016/S0024-6301(96)00095-7

Hoekstra, A. Y. (2011). *The water footprint of modern consumer society*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781849775526

Hoekstra, A. Y. (Ed.). (2003). *Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade* (Value of Water Research Report Series No. 12). UNESCO-IHE Institute for Water Education. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/HOEKSTRA%202003%20Virtual%20Water%20Trade.pdf

Hoekstra, A. Y., ve Hung, P. Q. (2002). *Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade* (Value of Water Research Report Series No. 11). UNESCO-IHE. https://www.waterfootprint.org/media/downloads/Report11.pdf

Hoekstra, A. Y., ve Mekonnen, M. M. (2012). The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 109*(9), 3232–3237. https://doi.org/10.1073/pnas.1109936109

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Mitigation of climate change (Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the IPCC).* Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157926

International Organization for Standardization-ISO. (2018). *ISO 14067:2018 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification*. https://www.iso.org/standard/71206.html

Kaman, D., ve Bozkurt, Y. (2025). Sürdürülebilir kalkınma ve çevre: Geleceği şekillendirecek stratejiler. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (83),* 299-316. https://doi.org/10.51290/dpusbe.1581194

Kim, R. E. (2023). Augment the SDG indicator framework. *Environmental Science ve Policy, 142*, 62–67. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.02.004

Lawrence, D. P. (2007). Impact significance determination—Pushing the boundaries. *Environmental Impact Assessment Review, 27*(8), 770–788. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2007.02.010

Le Blanc, D. (2015). Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets. *Sustainable Development, 23*(3), 176–187. https://doi.org/10.1002/sd.1582

Lin, D., Hanscom, L., Murthy, A., Galli, A., Evans, M., Neill, E., Mancini, M. S., Martindill, J., Medouar, F.-Z., Huang, S., ve Wackernagel, M. (2018). Ecological Footprint Accounting for Countries: Updates and Results of the National Footprint Accounts, 2012–2018. *Resources, 7*(3), 58. https://doi.org/10.3390/resources7030058

Lincoln, Y. S., ve Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.

Linh, H. T., Truc, D. T., Binh, N. T., ve Tri, V. P. D. (2025). *Assessing Water Governance Trends and Challenges at a Local Level—An Application of the OECD Water Governance Framework in Soc Trang Province, Vietnam. Water, 17(3), 320.* https://doi.org/10.3390/w1703032

Littig, B., ve Griebler, E. (2005). Social sustainability: A catchword between political pragmatism and social theory. *International Journal of Sustainable Development, 8*(1/2), 65–79. https://doi.org/10.1504/IJSD.2005.007375

Liu, T., Guan, X., Wei, Y., Xue, S., ve Xu, L. (2023). Impact of economic policy uncertainty on the volatility of China's emission trading scheme pilots. *Energy Economics, 121*, 106626. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106626

Liu, W., Yang, H., Liu, Y., Kummu, M., Hoekstra, A. Y., Liu, J., ve Schulin, R. (2018). Water resources conservation and nitrogen pollution reduction under global food trade and agricultural intensification. *Science of the Total Environment, 633*, 1591–1601. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.306

Lynas, M. (2007). *Carbon counter: Your essential guide to measuring and reducing your carbon footprint*. Collins.

Lyu, K., Tian, J., Zheng, J., Zhang, C., ve Yu, L. (2024). Evaluation of water–carbon–ecological footprint and its spatial–temporal changes in the North China Plain. *Land, 13*(8), 1327. https://doi.org/10.3390/land13081327

Magazzino, C. (2024). *Ecological footprint, electricity consumption and economic growth in China: geopolitical risk and natural resources governance*. *Empirical Economics, 66*(1), 1–25. https://doi.org/10.1007/s00181-023-02460-4

Malterud, K., Siersma, V. D., ve Guassora, A. D. (2016). Sample size in qualitative interview studies: Guided by information power. *Qualitative Health Research, 26*(13), 1753–1760. https://doi.org/10.1177/1049732315617444

Matthews, H. S., Hendrickson, C. T., ve Weber, C. L. (2008). The importance of carbon footprint estimation boundaries. *Environmental Science ve Technology, 42*(16), 5839–5842. https://doi.org/10.1021/es703112w

McKenzie, S. (2004). Social sustainability: Towards some definitions. Hawke Research Institute for Sustainable Societies.

McKeown, R., Hopkins, C., Rizzi, R., ve Chrystalbridge, M. (2002). *Education for sustainable development toolkit* (2nd ed.). University of Tennessee. https://www.gdrc.org/uem/footprints/ESD_Toolkit_v2.pdf

Montoya-Torres, J., Dillman, K. J., ve Heinonen, J. (2025). Life-cycle environmental impacts of passenger and freight transport: A comparison between the Global North and South. *Circular Economy and Sustainability, 5*(7), 6571–6592. https://doi.org/10.1007/s43615-025-00612-5

Morelli, J. (2011). Environmental sustainability: A definition for environmental professionals. *Journal of Environmental Sustainability, 1*(1), 1–9. https://doi.org/10.14448/jes.01.0002

Nathaniel, S. P. (2021). Ecological footprint, urbanization, and energy consumption in MENA countries: Implications for sustainability. *Environmental Science and Pollution Research, 28,* 1610–1620. https://doi.org/10.1007/s11356-020-10536-0

Novoa, V., Rojas, O., Ahumada-Rudolph, R., Arumí, J. L., Munizaga, J., de la Barrera, F., ve Cabrera-Pardo, J. R. (2023). Water footprint and virtual water flows from the Global South: Foundations for sustainable agriculture in periods of drought. *Science of the Total Environment, 869,* 161526. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161526

Nsabiyeze, A., Ma, R., Li, J., Luo, H., Zhao, Q., Tomka, J., ve Zhang, M. (2023). Tackling climate change in agriculture: A global evaluation of the effectiveness of carbon emission reduction policies. *Journal of Cleaner Production, 389,* 136048. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136048

Ozanne, L. K., Le, C., ve Cahill, D. (2016). Educating for sustainability: Engaging students in real world problem solving. *International Journal of Sustainability in Higher Education, 17*(3), 243–259. https://doi.org/10.1108/IJSHE-10-2014-0152

Ozcan, H., El-Emam, R. S., ve Amini Horri, B. (2023). Thermochemical looping technologies for clean hydrogen production – Current status and recent advances. *Journal of Cleaner Production, 382,* 135295. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135295

Pan, T., Zhu, X., ve Ye, Y. (2011). Estimate of life-cycle greenhouse gas emissions from a vertical subsurface flow constructed wetland and conventional wastewater treatment plants: A case study in China. *Ecological Engineering, 37*(2), 248–254. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.11.014

Pata, U. K., ve Caglar, A. E. (2021). Investigating the EKC hypothesis with renewable energy consumption, human capital, globalization and trade openness for China: Evidence from augmented ARDL approach with a structural break. *Energy, 216,* 119220. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119220

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Sage Publications.

Pelisser, F., Barcelos, A., Santos, D., Peterson, M., ve Bernardin, A. M. (2012). Lightweight concrete production with low Portland cement consumption. *Journal of Cleaner Production, 23*(1), 68–74. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.10.010

Pickton, D. W., ve Wright, S. (1998). What's SWOT in strategic analysis? *Strategic Change, 7*(2), 101–109. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1697(199803/04)7:2<101::AID-JSC332>3.0.CO;2-6

Platis, D. P., Menexes, G. C., Anagnostopoulos, C. D., Tsaboula, A. D., Kalburtji, K. L., ve Mamolos, A. P. (2025). Assessing agricultural sustainability: analysis of energy use, carbon and water footprint to maintain ecosystem services in Larissa, Greece. *Energy, Ecology and Environment, 10*, 607–622. https://doi.org/10.1007/s40974-025-00374-8

Polat, İ. H., Doğan, M. S., ve Tosunoğlu, M. (2026). *Ecological Footprint Dynamics in Türkiye: An Econometric Assessment Within The Framework of Renewable Energy, Forest Areas, Economic Growth, and Urbanization. International Journal of Economics, Politics and Humanities Studies, 9*(1), 30–53. https://doi.org/10.59445/ijephss.1771253

Raihan, A., ve Tuspekova, A. (2022). Towards sustainability: Dynamic nexus between carbon emission and its determining factors in Mexico. *Energy Nexus, 8,* 100148. https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100148

Raskin, P. D., Hansen, E., ve Margolis, R. M. (1996). *Water and sustainability: Global patterns and long-range problems. Natural Resources Forum, 20*(1), 1–15. https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.1996.tb00629.x

Shahbaz, M., Balsalobre-Lorente, D., ve Jahanger, A. (2020). The relationship between income inequality, economic growth and environmental quality: Fresh evidence from EU. *Environmental Science and Pollution Research, 27*, 41252–41267. https://doi.org/10.1007/s11356-020-09998-9

Shi, C., Wu, C., Zhang, J., Zhang, C., ve Xiao, Q. (2022). Impact of urban and rural food consumption on water demand in China—From the perspective of water footprint. *Sustainable Production and Consumption, 34*, 148–162. https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.09.006

Sınırda Karbon Düzenlemesi-SKDM. (2023). *Sınırda karbon düzenlemesi mekanizması (CBAM) ve Türk ihracatçısı için yol haritası*. https://www.casem.com.tr/skdm-nedir/

Sikder, M., Wang, C., Yao, X., Huai, X., Wu, L., KwameYeboah, F., … Dou, X. (2022). The integrated impact of GDP growth, industrialization, energy use, and urbanization on CO_2 emissions in developing countries: Evidence from the panel ARDL approach. *Science of the Total Environment, 837*, 155795. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155795

Sohag, K., Husain, S., ve Soytas, U. (2024). *Environmental policy stringency and ecological footprint linkage: Mitigation measures of renewable energy and innovation*. ***Energy Economics, 107***(Article 107721). https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.107721

Tam, V. W. Y., Butera, A., ve Le, K. N. (2021). Mechanical properties of CO_2 concrete utilising practical carbonation variables. *Journal of Cleaner Production, 294*, 126307. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126307

Temizkan, R., ve Ceyhanlı, K. (2020). Turizm lisans öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalıkları. *Turizm Akademik Dergisi, 7*(2), 203–223. https://dergipark.org.tr/tr/pub/touraj/issue/58493/629480

Topdağ, S., Şimşek, Ö., ve Kırca, S. (2020). Türkiye'nin su ayak izi ve sürdürülebilir su kullanımı. *Çevre Bilimleri Dergisi, 13*(2), 45–59. https://dergipark.org.tr/tr/pub/cevrebilim/issue/58236/822825

Tosunoğlu, B. T. (2014). Sürdürülebilir küresel refah göstergesi olarak ekolojik ayak izi. *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 3*(5), 154–171. https://avesis.anadolu.edu.tr/yayin/2c25c1c9-8f7d-446a-81ae-10de3386703c/surdurulebilir-kuresel-refah-gostergesi-olarak-ekolojik-ayak-izi

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (SBB). (2023). *On İkinci Kalkınma Planı (2024–2028)*. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf

Uddin, N., ve Holtedahl, P. (2013). Emission trading schemes – avenues for unified accounting practices. *Journal of Cleaner Production, 52*, 46–52. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.017

Usta, A. (2023). Ekonomik büyüme ve çevresel bozulma: Türkiye üzerine zaman serisi analizi. *İktisat ve Toplum Dergisi, 55*, 78–91. https://iktisatvetoplum.com/2023/03/ekonomik-buyume-ve-cevresel-bozulma-turkiye-uzerine-zaman-serisi-analizi/

Vanham, D., ve Mekonnen, M. M. (2021). The scarcity-weighted water footprint provides misleading water sustainability rankings. *Environmental Research Letters, 16*(4), 044032. https://doi.org/10.1088/1748-9326/abe491

Wackernagel, M., ve Beyers, B. (2019). *Ecological footprint: Managing our biocapacity budget*. New Society Publishers.

Wackernagel, M., ve Rees, W. E. (1996). *Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth*. New Society Publishers.

Wan, S., Liu, L., Chen, G., Wang, P., Lan, Y., ve Zhang, M. (2025). Low-Carbon Transformation of Tourism in Characteristic Towns under the Carbon Neutral Goal: A Three-Dimensional Mechanism Analysis of Tourists, Residents, and Enterprises. *Sustainability, 17*(11), 5142. https://doi.org/10.3390/su17115142

Wang, K., ve Ke, Y. (2024). Social sustainability of communities: A systematic literature review. *Sustainable Production and Consumption, 47*, 585–597. https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.04.031

Wang, Z., ve Dong, K. (2019). What drives environmental degradation? Evidence from 14 Sub-Saharan African countries. *Science of the Total Environment, 658*, 312–322. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.104

Wang, Z., ve Guan, B. (2025). Research on effect of the digital economy on agricultural carbon emission reduction – based on the moderating effect of institutional quality. *Sustainability*, *17*(24), 10984. https://doi.org/10.3390/su172410984

White, G. F. (1945). *Human adjustment to floods* (Research Paper No. 29). The University of Chicago Press.

Wiedmann, T., ve Minx, J. (2008). A definition of "carbon footprint". In C. C. Pertsova (Ed.), *Ecological economics research trends* (pp. 1–11). Nova Science Publishers.

World Bank. (2015a). *High and dry: Climate change, water, and the economy*. World Bank Group. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0381-5

World Bank. (2015b). *Water security for sustainable development*. World Bank Group. https://www.worldbank.org/en/topic/water/publication/water-security-for-sustainable-development

World Commission on Environment and Development-WCED. (1987). *Our common future*. Oxford University Press. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf

World Economic Forum (WEF). (2024a). *Fostering clean energy transitions in emerging economies*. World Economic Forum. https://www.weforum.org/reports/fostering-clean-energy-transitions-in-emerging-economies/

World Economic Forum (WEF). (2024b). The global risks report 2024 (19th ed.). World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2024.pdf

Wu, J., Yu, H., Cao, N., Zhang, J., Khan, J., ve Lee, D. (2025). *Ecological footprint analysis as a tool for advancing Sustainable Development Goals (SDGs): Evidence from China*. ***Ecological Indicators, 176***, 113653. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.113653

Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Zhang, J., Zhang, N., ve Bai, S. (2021). Assessing the carbon emission changing for sustainability and high-quality economic development. *Environmental Technology ve Innovation*, *22*, 101464. https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101464

Zheng, S., ve Jin, S. (2023). Can companies reduce carbon emission intensity to enhance sustainability? *Systems*, *11*(5), 249. https://doi.org/10.3390/systems1105024