

FİNANSAL TEKNOLOJİLERİN KAYNAK VERİMLİLİĞİ PERSPEKTİFİNDE EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE ETKİLERİ: G20 ÜLKELERİNDEN AMPİRİK KANITLAR

ÇABAŞ, Meral (Dr.) Bağımsız Araştırmacı, Çanakkale, Türkiye.
E-posta: dogacabas@hotmail.com ORCID: 0000-0002-3335-3297

Öz

Ekonomik faaliyetlerin neden olduğu ekolojik kaygı tüm dünyanın ortak sorunudur. İnsani gelişme yanında sürdürülebilir çevre de sürdürülebilir kalkınma hedeflerindedir. Çevreyle ilgili kaygılar finansal yönetim ile teknolojiyi bir araya getirmiş ve dijital dönüşüm yaratmıştır. Hızla yaygınlaşan finansal teknolojiler (fintek) sürdürülebilir kalkınmanın temel dinamiklerinden biri haline gelmiştir. Bu çalışma 19 G20 üyesi ülkeye yönelik fintek ile ekolojik bozulma arasındaki bağlantıyı kaynak verimliliği perspektifinde anlamaya odaklanmıştır. Bu doğrultuda kantil regresyon ve dinamik regresyon modellerinden yararlanılmıştır. Kantiller arasındaki marjinal etkileri ölçebilen MMQR ile elde edilen sonuçların sağlamlık kontrollerinde dinamik etkileri ölçebilen Sistem-GMM tahmincisi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular G20 ülkelerinde fintekin kaynak verimliliği kanalıyla ekolojik açıkları anlamlı bir şekilde giderdiğine işaret etmektedir. Ayrıca bu ülkelerdeki hızlı gelir artışı ve ticaret ekolojik ayak izini artırarak çevre tahribatına neden olmaktadır. Bu bulgular ışığında G20 ülkelerinin dijital dönüşüme entegrasyonu ekolojik kaygılardan kurtulmanın anahtarı gibi görülmektedir. Ekonomik ilerleme ve ticarete entegre edilen fintek yeşil finansman desteğiyle kaynak verimliliği perspektifinde sürdürülebilir bir ekolojinin kilidini açacaktır.

Anahtar Kelimeler: Fintek, Kaynak Verimliliği, Ekolojik Ayak İzi, MMQR Kantil Regresyon

EFFECTS OF FINANCIAL TECHNOLOGIES ON ECOLOGICAL SUSTAINABILITY IN RESOURCE EFFICIENCY PERSPECTIVE: EMPIRICAL EVIDENCE FROM G20 COUNTRIES

Abstract

Ecological concern caused by economic activities is a common problem of the whole world. In addition to human development, sustainable environment is one of the sustainable development goals. Environmental concerns have brought financial management and technology together, creating digital transformation. Rapidly expanding financial technologies (fintech) have become one of the key dynamics of sustainable development. This study focuses on analyzing the relationship between fintech and environmental degradation for 19 G20 countries from a resource efficiency perspective. To this end, quantile regression and dynamic regression models are used. MMQR, which measures marginal effects across quantiles, and the system GMM estimator, which measures dynamic effects, are used to check the robustness of the results. The results indicate that in the G20 countries, finance significantly reduces environmental deficits through the resource efficiency channel. Moreover, rapid income growth and trade in these countries increase the ecological footprint and cause. In light of these findings, the integration of G20 countries into digital transformation is seen as the key to getting rid of ecological concerns. Fintech integrated into economic progress and trade will unlock a sustainable ecology from a resource efficiency perspective with the support of green finance.

Keywords: Fintech, Resource Efficiency, Ecological Footprint, MMQR Quantile Regression

Atıf Bilgisi / Reference Information

Çabaş, M. (2024). Finansal teknolojilerin kaynak verimliliği perspektifinde ekolojik sürdürülebilirliğe etkileri: G20 ülkelerinden ampirik kanıtlar, *Elegest Elegeş*, 4(1), 45-57.

GİRİŞ

Paris İklim Değişikliği Anlaşması, iklim değişikliğinden kaynaklanan çevre ve toplumsal riskleri değerlendirmek amacıyla 2015 yılında oluşturulmuştur (Udegha & Muchapondwa, 2023). Dünya ekonomilerinin çoğu, sera gazı emisyonlarını azaltarak küresel ısınmayı 2 santigrat derecenin altında tutmayı, tercihen 1,5 santigrat derece veya sanayi öncesi seviyelerin altında bir düzeyde tutmayı hedefleyen yasal düzenlemeleri uygulamak zorundadır (Udegha & Ngepah, 2022). Fosil yakıtlara bağımlı olan ülkelerde karbondioksit (CO₂) artışı çevresel tehlikeleri dikkate almayan ancak ekonomik kalkınmaya önem veren ülkelerin kaygısını tetiklemiştir (Hao, Chen, & Research, 2023). Özellikle G20 ülkeleri gibi küresel ekonominin %85'ini, küresel ticaretin %80'ini ve ayrıca dünya nüfusunun üçte ikisini kapsayan büyük ekonomilerin, CO₂ emisyonları, hızlı ekonomik büyüme ve imalat sektöründeki genişlemeleriyle birlikte artmıştır. Bu emisyon artışları, iklim değişikliği ve çevresel bozulma gibi ciddi sonuçlara yol açabilmektedir (Huang vd., 2024). Çevresel endişelerin artması, teknoloji ve finansal yönetim alanlarında birçok yeniliğin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu yeniliklerden biri de dijital dönüşüm ve sürdürülebilir finans çerçevesinde finansal teknolojilerdir (fintek) (Chueca Vergara & Ferruz Agudo, 2021). Bu teknolojiler finansal hizmetlerde kullanılan ve finansal işlemlerin gerçekleştirilme biçiminde önemli değişiklikler yaratabilen yenilikçi teknolojiyi ifade etmektedir. İnternet, mobil internet, büyük veri, yapay zeka ve daha fazlası gibi teknolojileri kullanarak çevrimiçi şirketler veya finansal kurumlar tarafından sunulan yeni iş modellerini ve uygulamalarını içermektedir (Udegha & Ngepah, 2023).

Finansal teknolojiler, geleneksel finansla bilgi teknolojileri arasındaki boşluğu doldurarak fon sağlayıcıları arasındaki bilgi eksikliğini azaltıp daha iyi kararlar alınmasını sağlar. Ayrıca, işlem maliyetlerinin azalması, finansal işlemlerin daha verimli ve düşük maliyetli olmasını sağlar. Bu tür bir bağlantı, genellikle finansal teknolojiler veya dijital

platformlar aracılığıyla gerçekleştirilir (Muganyi vd., 2021). Fintek, küçük yatırımcılar için erişilebilir ve kullanışlı olduğu için, yatırım yapma imkanını genişletir ve onların finansal ihtiyaçlarını belirleme konusunda yardımcı olur. Ayrıca, yeşil finansmanın kullanılabilirliğini artırarak, maliyetleri ve bilgi asimetrisini azaltır, verimliliği teşvik eder ve doğal kaynakların değerini koruma bilincini artırır. Böylece, sürdürülebilir kalkınmayı destekler ve yeşil finansmanın gelişimine katkıda bulunur (Tao vd., 2022; Yang vd., 2021). Ekolojik zararları azaltmanın en bilinen ve etkili yöntemlerinden biri çevre teknolojileridir. Bu gelişmeler, enerji kullanımını anında azaltan ve enerji verimliliğini artıran en ileri teknik uygulamaları geliştirmektedir. Çevre dostu teknolojiler doğrudan ve dolaylı etkileriyle ekolojik zararın azaltılmasına katkıda bulunabilir. Çevre dostu teknolojiler aynı zamanda yenilenebilir kaynakların geliştirilmesi, enerji verimliliği ve geleneksel kaynakların yeşil ve verimli kullanımı dâhil olmak üzere diğer faktörleri de dolaylı olarak etkilemektedir (Costantini vd., 2017).

Sera gazı emisyonlarının neden olduğu çevresel ve iklimsel sorunların büyük bir kısmının kaynak kullanımıyla doğrudan ilişkilendirildiği düşünüldüğünde, dünya genelinde birçok önde gelen ekonomi için en büyük önceliklerden biri, kaynakların etkin kullanımı ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmaktır (Alola & Adebayo, 2022). Dolayısıyla toplumların refahının gelişmesi için kaynak verimliliğinin artırılması gerekmektedir. Bu da verilen hizmetin her faaliyet birimi başına çevresel kaynak kullanılarak daha verimli bir şekilde sunulmasıyla mümkün olmaktadır (Plank vd., 2021). Bu doğrultuda çalışmanın amacı 19 G20 üyesi ülkede fintek ile ekolojik bozulma arasındaki bağlantıyı kaynak verimliliği perspektifinde incelemektir. Bilindiği kadarıyla fintek konusu daha önce G20 perspektifinde analiz edilmemiştir. Çalışmanın bu anlamda literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışma dört bölüme ayrılmıştır. Birinci bölümde giriş, ikinci bölümde konu ile ilgili literatür tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde çalışmanın ampirik kısmı yer almakta ve

son bölümde ise çalışmadan elde edilen bulgular politika çıkarımı doğrultusunda değerlendirilmiştir.

1. LİTERATÜR DEĞERLENDİRMESİ

Fintek alanında yapılan araştırmaların yeni olması, bu alanda literatürün sınırlı olmasına yol açmaktadır. Ancak, fintek ve çevresel sürdürülebilirlik ile ilgili mevcut literatürde, bu konuya ilişkin az sayıda da olsa çalışma

bulunmaktadır. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında fintek şirketlerinin kaynak verimliliği ile birlikte çevresel ve iklimsel sorunları ele aldıkları ve ekonomilerin daha yeşil bir finansal sistem benimsemelerine odaklandıkları görülmektedir. Aşağıdaki Tablo 1 fintek ve kaynak verimliliğinin çevresel sürdürülebilirlik ile ilişkisini ortaya koyan çalışmalardan oluşmaktadır.

Tablo 1. Finansal teknoloji ve kaynak verimliliğinin çevre ile ilişkisini inceleyen çalışmalar

Yazar(lar)	Ülkeler/Örnek Grubu	Dönem	Metodoloji	Bulgular
Przychodzen vd. (2019)	Standard & Poor's 500 şirketleri	1999–2016	Boylamsal analiz	Fintek borsa değerlemelerinde önemli pozitif gecikmeli kazançlara yol açmaktadır.
Xie vd. (2022)	221 Çinli imalat firması	-	Boylamsal analiz	Fintek, firmaların finansal performansı üzerinde U şeklinde bir etkiye sahiptir.
Zhang vd. (2023)	166 Çin eyalet düzeyinde şehir	2004-2019	STIRPAT ve C-D üretim fonksiyonu modelleri	Yeşil teknoloji yeniliği, ekonomik kalkınma ve hava kalitesinin iyileştirilmesi üzerinde mekansal yayılma etkilerine sahiptir.
Alola vd. (2021)	28 Avrupa Birliği Ülkesi	2000-2017	ARDL model	Temiz enerji gelişimi çevresel sürdürülebilirliği artırmaktadır.
Baniya ve Aryal (2022)	Nepal	1993-2017	Etki-Tepki analizi	Yerel kaynak tüketiminin çevreyi kirlettiği sonucuna ulaşılmıştır.
Usman vd. (2022)	28 Avrupa Birliği Ülkesi	2000:Q1-2017:Q4	GMM analizi	Ev içi malzeme tüketimi çevreye yönelik çabaları etkilemektedir.
Álvarez-Herránz vd. (2017)	28 OECD Ülkesi	1990-2014	V-gecikme dağıtım modeli	Yeşil teknoloji yenilikleri karbon salımlarını ve çevre kirliliğini azaltabilecektir.
Yuan vd. (2022)	Çin	2005-2017	STIRPAT model	Yeşil inovasyon CO ₂ emisyonları üzerinde güçlü bir azaltıcı etki yaratmaktadır.
Du vd. (2019)	71 Ülke	1996-2012	Panel threshold model	Düşük gelir düzeyinde yeşil teknoloji yeniliklerinin CO ₂ emisyonlarını azaltma konusunda önemli bir etkisi yoktur.

2. YÖNTEM

2.1. Veri Seti ve Model

Çalışma G20 ülkelerinde finansal teknolojilerin (FİNTEK) ve kaynak verimliliğinin (KV) ekolojik sürdürülebilirliğe etkisini ekonometrik olarak analiz etmeyi amaçlamaktadır. Ekolojik sürdürülebilirlik ekolojik ayak izi (EAİ) ile temsil edilirken; kişi başı gelir (KGSYH), ticaret (TİC) ve nüfus yoğunluğu (NY) ile bağlantılarına dair ampirik kanıtlar da elde edilmiştir. G20 üyesi 19 ülkeye¹ yönelik yapılan çalışmada 2010-2021 dönemi yıllık panel veriler dikkate alınmıştır. Analiz döneminin 2010 yılında başlaması, fintek verilerine bu yıldan itibaren ulaşılması ile ilgilidir. Tüm değişkenler doğal logaritmaları alınarak modele dâhil edilmiş olup bu durum "L" önekiyle gösterilmiştir. Değişkenlere ait açıklayıcı bilgiler Tablo 2'de yer almaktadır.

Çalışmada kullanılan regresyon modeline ait genel ifade eşitlik 1'de, regresyon modeli de eşitlik 2'de gösterilmiştir.

$$LEA\dot{I}_{it}=f(LF\dot{I}NTEK_{it}, LKV_{it}, LT\dot{I}C_{it}, LKGSYH_{it}, LNY_{it}) \quad (1)$$

$$LEA\dot{I}_{it}=\alpha_0 + \alpha_1 LF\dot{I}NTEK_{it} + \alpha_2 LKV_{it} + \alpha_3 LT\dot{I}C_{it} + \alpha_4 LKGSYH_{it} + \alpha_5 LNY_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

Analiz kapsamındaki değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 3'te raporlanmıştır.

Tablo 3'ü incelediğimizde; ekolojik ayak izinin en yüksek 9.1 (Kanada) ve en düşük 0.9 (Hindistan) değeri aldığını görüyoruz. G20 ülkeleri içinde en yüksek FİNTEK öz sermayesi 176.259.000.000\$ ile ABD ve en düşük 100.000\$ ile Endonezya'ya aittir. Kişi başı gelirin en yüksek değeri aldığı ülke ABD (61829.85\$) ve en düşük değeri aldığı ülke Hindistan (1238.015\$)'dir. Panel genelinde km²'ye düşen kişi sayısı en yüksek Güney Kore (531.109) ve en düşük

Avustralya (2.86)'da kaydedilmiştir. En yüksek kaynak verimliliğini kaydeden ülke İngiltere (2.581) iken en düşük verimlilik Hindistan (0.3)'da kaydedilmiştir. Ticaret yüzdesi maksimum 105.5663 ile Güney Kore'ye minimum 22.48623 ile Arjantin'e aittir.

2.2. Metodoloji

Ekonometrik modelin panel tahminleri 2 ayrı tahminci ile hesaplanmıştır. İlk olarak MMQR kantil regresyon tahmincisi kullanılmış ve sonuçların sağlamlık kontrolü GMM (Genelleştirilmiş Momentler Modeli) dinamik regresyon tahmincisi ile kontrol edilmiştir. Sabit etkiler ve rastgele etiler gibi panel yöntemler ortalamaya göre tahmin yapmakta, heterojenliği ve koşullu dağılım etkilerini hesaba katmamaktadır (An vd., 2021). Bu durum bağımsız değişkenlerin farklı yüzdelik dilimlerdeki etkilerine yönelik tahminleri sınırlandırmaktadır. Bu kısıt neticesinde kantil regresyon yöntemleri geliştirilmiş ve benimsenmiştir. Panel momentler kantil regresyon (MMQR) tahmincisi bağımsız değişkenlerin heterojen ve dağılımsal etkilerini farklı kantillerde (yüzdelik dilimler) belirli bir ölçek ve konum yardımıyla tahmin etmektedir (Awan vd., 2022). Koşullu ortalama etkileri olmaksızın ya da bu etkilerin istatistiki olarak anlamsızlığı durumunda güçlü sonuçlara sahiptir (Binder & Coad, 2011). Aykırı değerlere karşı güçlü ve etkin sonuçlar verebilen tahminci için normal dağılım gerekmemektedir (Zheng vd., 2023).

Sağlamlık testi olarak uygulanan GMM dinamik regresyon tahmincisinin bilinmeyen parametre tahmini yapabilme yeteneği tahmincinin avantajlı özelliğidir. Ayrıca ekonometrik modellerde bağımlı değişken ile hata terimi arasındaki korelasyondan meydana gelebilecek içsellik sorununu da çözebilmektedir (Arellano & Bond, 1991). Bu sorun, bağımlı değişkenin bir gecikmeli değerinin regresyon eşitliğinin sağ tarafına eklenmesiyle giderilmektedir (Roodman, 2009).

¹ABD, Almanya, Arjantin, Avustralya, Brezilya, Çin, Endonezya, Fransa, Güney Afrika, Güney Kore, Hindistan, İngiltere, İtalya, Japonya, Kanada, Meksika, Rusya, Suudi Arabistan, Türkiye.

Arellano & Bond, (1991) tarafından popülaritesi artırılan bu tahminci Fark-GMM (F-GMM) olarak anılmaktadır. Arellona & Bover (1995) ve Blundell & Bond (1998) ise ek varsayımlarla dönüştürülmüş denklemler oluşturmuştur. Orijinal denklem ile dönüştürülmüş denklemin oluşturduğu sistemi tahmin eden tahminci Sistem-GMM (S-GMM) olarak anılmaktadır. S-GMM’de daha fazla araç değişkeni kullanılması tahmincinin verimliliğini artırmıştır

(Baltagi, 2005). GMM dinamik regresyon tahmincisi otokorelasyon ve değişen varyans problemlerini de çözebilen güçlü bir regresyon tahmincisidir. Çalışmada $N>T$ koşuluna uygun Blundell Bond GMM testi tercih edilmiştir.

Tablo 2. Değişkenlerin tanımları

Değişkenler	Değişkenlerin Açıklaması	Kaynak
EAI	Kişi başı ekolojik ayak izi (kha)	Global Ayak İzi Ağı
FİNTEK	Finansal teknoloji (\$)	PitchBook
KV	Kaynak verimliliği (GSYH/MF)	UR Çevre Programı
NY	Nüfus yoğunluğu (km ² arazi alanına düşen kişi sayısı)	Dünya Kalkınma Göstergeleri
KGSYH	Kişi başı gayri safi yurtiçi hasıla (sabit 2015\$)	Dünya Kalkınma Göstergeleri
TİC	Ticaret (% GSYH)	Dünya Kalkınma Göstergeleri

Tablo 3. Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler

	EAI	FİNTEK	KGSYH	NY	KV	TİC
Ortalama	4.437719	4.64E+09	24536.51	144.7112	1.162202	52.86353
Maksimum	9.100000	1.76E+11	61829.85	531.1090	2.581000	105.5663
Minimum	0.900000	100000.0	1238.015	2.867859	0.300000	22.48623
Std. Sapma	1.848151	1.70E+10	17927.65	152.5947	0.623166	18.06872
Gözlem Sayısı	228	228	228	228	228	228

arasındaki ilişkilerin yönünü ve büyüklüğünü anlamak adına korelasyon matrisi hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4’te raporlanmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde ekonometrik analizlerden elde ettiğimiz ampirik sonuçlar ve sonuçlara yönelik tartışmaya yer verilmiştir. İlk olarak değişkenler

Modeli oluşturan değişkenlerin karşılıklı ilişkilerine yönelik katsayılara baktığımızda G20 ülkelerinde finansal teknolojiler, kaynak verimliliği ve nüfus yoğunluğu ekolojik ayak iziyle negatif ilişkilidir. Bir başka ifade ile bu değişkenlerin çevreyi iyileştirici etkileri söz konusudur. Diğer taraftan kişi başı gelir ile ticaret değişkenlerinin pozitif olması bu ülkelerde

kişi başı gelir ve ticaretteki artışların ekolojik ayak izini artırarak çevreyi kirlettiği anlamına gelmektedir. Değişkenlerin katsayı tahminleri güçlü bir regresyon tahmincisi olan MMQR kantil regresyon tahmincisi ile tahmin edilmiş ve elde edilen bulgular Tablo 5'te raporlanmıştır.

Tablo 4. Korelasyon matrisi

	LEAİ	LFİNTEK	LKGSYH	LNİ	LKV	LTİC
LEAİ	1					
LFİNTEK	-0.1791160	1				
LKGSYH	0.7410155	0.3514774	1			
LNİ	-0.2611494	-0.0681822	-0.0005622	1		
LKV	-0.0369085	-0.0137800	-0.0607387	-0.0409009	1	
LTİC	0.1992343	-0.2253284	0.1070104	0.2990061	0.0128413	1

Tablo 5. MMQR Kantil Regresyon bulguları

	Konum	Ölçek	0.10	0.20	0.30	0.40
LFİNTEK	-0.0155*** [0.047]	-0.0084*** [0.030]	-0.0265*** [0.043]	-0.0240*** [0.039]	-0.0215*** [0.038]	-0.0200*** [0.040]
LKV	-0.1262** [0.037]	-0.0431** [0.023]	-0.1824** [0.033]	-0.1668** [0.030]	-0.1571** [0.030]	-0.1493** [0.031]
LKGSYH	0.4762*** [0.025]	0.4490*** [0.016]	0.5594*** [0.023]	0.5363*** [0.021]	0.5220*** [0.021]	0.5103*** [0.021]
LNİ	-0.0960*** [0.010]	-0.0285*** [0.006]	-0.0587*** [0.009]	-0.0691*** [0.008]	-0.0755*** [0.008]	-0.0807*** [0.008]
LTİC	0.1740*** [0.036]	0.0599*** [0.023]	0.0959*** [0.033]	0.1176*** [0.030]	0.1310*** [0.029]	0.1419*** [0.031]
	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	
LFİNTEK	-0.0181*** [0.044]	-0.0148*** [0.051]	-0.0085** [0.064]	-0.0045* [0.077]	-0.0032 [0.088]	
LKV	-0.1397** [0.034]	-0.1228** [0.038]	-0.0903** [0.048]	-0.0698* [0.06]	-0.0458 [0.070]	
LKGSYH	0.4961*** [0.024]	0.4711*** [0.027]	0.4230*** [0.034]	0.3927*** [0.041]	0.3571*** [0.048]	
LNİ	-0.0871*** [0.009]	-0.0983*** [0.010]	-0.1199*** [0.013]	-0.1334*** [0.016]	-0.1494*** [0.019]	
LTİC	0.1553*** [0.034]	0.1788*** [0.038]	0.2240*** [0.049]	0.2524*** [0.059]	0.2858*** [0.068]	

Not: [] içleri bootstrap standart hataları içerir, ***p<0.01,
**p<0.05, *p<0.1

Tablo 5'te görülen MMQR kantil regresyon tahminleri değişkenler arasındaki korelasyon

katsayıları ile tutarlı olarak elde edilmiştir. FİNTEK değişkeni tüm kantil seviyelerinde negatif, 0.10-0.60 kantillerde %1, 0.70 kantilde %5 ve 0.80 kantilde %10 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sadece en yüksek kantilde (0.90) istatistiksel olarak anlamsızdır. G20 ülkelerinde finansal teknolojilerdeki %1'lik artış 0.90 yüzdelik dilim hariç tüm kantillerde ekolojik ayak izini ortalama %0.014 oranında düşürerek çevreyi iyileştirmektedir. Finansal teknolojilerdeki gelişmeler çevre dostu yeşil yatırımları artırabilir (Bayram vd., 2022), CO₂ emisyonlarının kontrolünü sağlayan yeşil teknolojilere katkıda bulunabilir. Bu teknolojiler kaynağında FİNTEK bulunan yeşil krediler ile bağlantılıdır (Murshed, 2024). FİNTEK teknoloji kanalıyla CO₂ emisyonlarını düşürebilmekte (Kırıkkaleli & Adebayo, 2020), çevreye duyarlı yeşil teknolojilere sağladıkları finansal destekle ve yeşil teknolojik inovasyona katkısıyla sürdürülebilir çevreyi desteklemektedir (Tamazian vd., 2009). FİNTEK, işletmelerin atık üretimlerini değerlendirmelerine ve azaltmalarına yardımcı olabileceği gibi, kripto para birimleri ve benzeri yenilikçi platformlar aracılığıyla, yatırımcıların varlıklarını daha sürdürülebilir ve çevre dostu ürünlere yönlendirmelerine yardımcı olabilmektedir (Udeagha & Ngepah, 2023).

KV değişkenine ait katsayıyı ıcelediğimizde; tüm kantil seviyelerinde negatif ve 0.90 kantil hariç istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. G20 ülkelerinde kaynakların verimli kullanımı arttığında ekolojik iyileşme yaşanmaktadır. Bu etki ilk kantillerde daha yüksek iken sonraki kantillerde azalan ivmeyle hareket etmektedir. KV'deki %1'lik artış ekolojik ayak izini 0.10 ve 0.80 arası kantillerde ortalama %0.112 oranında düşürerek çevreyi sürdürülebilir hale getirmektedir. Elde edilen bu bulgu literatürdeki çalışmalarla tutarlı çıkmıştır (Li

vd., 2020; Plank vd., 2020; Alola & Adebayo, 2023). FİNTEK ile KV değişkenlerinin aynı kantillerde paralel etkilere sahip olması tesadüf olarak tanımlanamaz. Finansal teknolojiler kaynakların verimli kullanımını destekleyerek ekolojik açıkları kapatabilmektedir. FİNTEK'in enerji sektörüne sağladığı yeşil finansman yoluyla artan yeşil teknolojiler enerji tüketimini azaltarak CO₂ emisyonlarını düşürmektedir (Destek & Sarkodie, 2019). Dolayısıyla ekolojik ayak izi iyileşmektedir.

G20 ülkelerinde NY değişkeninin katsayısı tüm kantillerde negatif ve anlamlı ($p < 0.01$) olarak bulunmuştur. Nüfus yoğunluğunun beklenenin aksine ekolojik ayak izini iyileştirici etkisi, geliri belli bir seviyenin üstünde olan ülkelerde nüfusun farkındalığının da yüksek olması nedeniyle CO₂ emisyonlarının düşüklüğü ile açıklanabilmektedir (Fan vd., 2006). G20 ülkelerinde nüfus yoğunluğu ekolojik ayak izini tüm yüzdelik dilimler boyunca artan bir trendle düşürmektedir. Bu durum, G20 toplumlarında çevre hassasiyetinin gün geçtikçe arttığı sonucunu göstermektedir.

KGSYH ve TİC değişkenlerinin katsayılarına baktığımızda her iki değişken için katsayıların tüm kantiller boyunca pozitif ve anlamlı ($p < 0.01$) olduğunu görmekteyiz. Kişi başı gelir seviyesi arttıkça ekolojik ayak izi azalan bir trendle artmaktadır. Ticaretin artması ekolojik ayak izini artan bir trendle artırmaktadır. Gelir ile çevresel bozulma ilişkisine yönelik yapılan birçok çalışmada gelirin CO₂ emisyonlarını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Alam vd., 2016; Baloch vd., 2019; Hassan vd., 2019; Yasmeen vd., 2021).

MMQR kantil regresyon tahminiyle elde edilen katsayıların sağlamlığı GMM dinamik regresyon tahmincisi ile tahmin edilmiş ve bulgular Tablo 6'da raporlanmıştır.

Tablo 6. GMM Regresyon bulguları

LEAİ	Katsayı	WC Robust std. hata	z	P> z
LEAİ _{L1}	0.3137	0.5077	6.18	0.000
LFİNTEK	-0.0264	0.0018	-1.47	0.000***
LKV	-0.1488	0.0512	-2.90	0.004***
LKGSYH	0.6805	0.0573	11.86	0.000***
LNy	-1.3282	0.1951	-6.81	0.000***
LTİC	0.0478	0.0260	1.84	0.036**
Sargan-Hansen test	chi2(18) = 11.24503 Prob > chi2 = 0.8837			
Arellano-Bond otokorelasyon testi	AR(1): -2.2077 Prob > z = 0.0273 AR(2): 1.1227 Prob > z = 0.2616			

Tablo 6'daki Sargan-Hansen test sonucu araç değişkenlerinin geçerli olduğunu, Arellano-Bond testinin sonuçları da modelde otokorelasyon sorunu olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla GMM regresyon tahmincisinin varsayımları sağlanmıştır. GMM tahmin sonuçlarını incelediğimizde; MMQR sonuçları ile paralel olarak FİNTEK, KV ve NY değişkenlerinin ekolojik ayak izini anlamlı bir şekilde düşürdüğünü, KGSYH ve TİC değişkenlerinin de ekolojik ayak izini artırıcı etkileri olduğunu görmekteyiz.

SONUÇ

Gezegenin küresel problemlerinden biri olan iklim değişikliği ile mücadele edebilmek insanlık için kritik öneme sahiptir. Toplumların sosyal ve ekonomik faaliyetleri gün geçtikçe artmakta ve ekolojik tahribatı beraberinde getirmektedir. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin de odağında olan bu soruna ivedilikle çözüm getirilmelidir. Önlem alınmaması halinde artan CO₂ emisyonları ve sera gazı emisyonları dünyayı iklim felaketine doğru sürüklemektedir. Dünya üzerinde hızla yayılan dijital dönüşüm çevre tahribatıyla başa çıkabilmenin anahtarı olarak görülmektedir. Finansal teknolojiye sahip firmaların yeşil finansman imkânları sera gazı emisyonlarını düşürerek sürdürülebilir ekolojiye katkı sağlayabilmektedir. Fintekin bu anlamda yeni yeni yaygınlaşmaya başlaması ve sürdürülebilir

çevre için çok önemli bir misyona sahip olması çalışmanın odağını oluşturmuştur.

Çalışmada finansal teknolojiler, kaynak verimliliği, kişi başı gelir, ticaret ve nüfus yoğunluğunun G20 ülkelerinde ekolojik ayak izine etkileri 2010-2021 dönemi için ekonometrik olarak incelenmektedir. Değişkenlerin katsayı tahminleri, bağımsız değişkenlerin farklı zaman dilimlerine yönelik marjinal etkilerine güçlü çıkarımlar yapabilen MMQR kantil regresyon tahmincisi ile yapılmıştır. Elde ettiğimiz katsayıların sağlamlılığını yine güçlü bir tahminci olan ve değişkenler arasındaki dinamik etkileri ortaya koyabilen GMM yöntemiyle kontrol edilmiştir. G20 ülkelerinde analiz döneminde finansal teknolojiler kaynak verimliliğini artırarak çevreyi anlamlı bir şekilde iyileştirmektedir. Ayrıca nüfus yoğunluğunun da çevreyi anlamlı bir şekilde iyileştirmesi bu ülkelerin gelişmişlik seviyeleri ile açıklanabilmektedir. Öte yandan G20 ülkelerinde günden güne artan ticaret hacmi ve kişi başı gelir ekolojik tahribata yol açmaktadır.

Çalışmada elde edilen bulgular dikkate alındığında G20 ülkelerinde finansal teknolojiler yaygınlaştırılarak daha etkin kullanımı sağlanmalıdır. Bu doğrultuda gerek kamu kesimi gerek özel kesim fintek uygulamalarını artırmalıdır. G20 ülkeleri, yeşil tahviller, sürdürülebilir endeksler ve yeşil kredi ürünleri gibi sürdürülebilir finansal araçların oluşturulmasını ve yatırımcılara sunulmasını

desteklemelidir. Finansal teknolojilere paralel olarak kaynakların verimli kullanımı konusunda farkındalık yaratılmalıdır. Politika yapımcıların, sanayi kuruluşları ve nihai tüketicilerin enerji verimliliği farkındalıkları artırılmalıdır. Devletler kurumlarına hukuki, teknik ve finansal olarak destek vermeli ve çevre dostu enerji kullanımına teşvik etmelidir. G20 toplumlarının iklim değişikliğini azaltmak konusunda eğitim ve farkındalıkları artırılmalıdır.

Bu çalışma G20 ülkelerine ait panel verilerle gerçekleştirilmiştir. Gelecekteki çalışmalarda farklı ülke veya ülke grupları için fintekin çevreye etkisi

KAYNAKÇA

- Alam, M. M., Murad, M. W., Noman, A. H. M., & Ozturk, I. (2016). Relationships among carbon emissions, economic growth, energy consumption and population growth: Testing Environmental Kuznets Curve hypothesis for Brazil, China, India and Indonesia. *Ecological Indicators*, 70, 466-479.
- Alola, A. A., Akadiri, S. S., & Usman, O. (2021). Domestic material consumption and greenhouse gas emissions in the EU-28 countries: Implications for environmental sustainability targets. *Sustainable Development*, 29(2), 388-397. <https://doi.org/10.1002/sd.2154>
- Alola, A. A., & Adebayo, T. S. (2022). Are green resource productivity and environmental technologies the face of environmental sustainability in the Nordic region?. *Sustainable Development*, 31, 760-772.
- Alola, A. A., & Adebayo, T. S. (2023). The potency of resource efficiency and environmental technologies in carbon neutrality target for Finland. *Journal of Cleaner Production*, 389, 136127.
- Álvarez-Herránz, A., Balsalobre, D., Cantos, J. M., & Shahbaz, M. (2017). Energy innovations-GHG emissions nexus: Fresh empirical evidence

araştırılabilir. Çevreyle ilgili diğer faktörler ele alınarak derinlemesine politika önerileri verilebilir. Farklı ekonometrik teknik ve yöntemlerle ampirik kanıtlara ulaşılabilir.

Etik Kurul İzni

Bu makale etik kurul izni gerektiren bir çalışma grubunda yer almamaktadır.

from OECD countries. *Energy Policy*, 101, 90-100. doi: 10.1016/j.enpol.2016.11.030

- An, H., Razzaq, A., Haseeb, M., & Mihardjo, L. W. (2021). The role of technology innovation and people's connectivity in testing environmental Kuznets curve and pollution heaven hypotheses across the Belt and Road host countries: New evidence from method of moments quantile regression. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 5254-5270.
- Arellano, M. & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297.
- Arellano, M. & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 68(1), 29-51. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01642-D](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01642-D)
- Awan, A., Abbasi, K. R., Rej, S., Bandyopadhyay, A., & Lv, K. (2022). The impact of renewable energy, internet use and foreign direct investment on carbon dioxide emissions: A method of moments quantile analysis. *Renewable Energy*, 189, 454-466.
- Baloch, M.A., Zhang, J., Iqbal, K., & Iqbal, Z. (2019). The effect of financial development on ecological footprint in BRI countries: Evidence

- from panel data estimation. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 26, 6199–6208.
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric analysis of panel data*. 3rd Edition, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Baniya, B., & Aryal, P. P. (2022). Nepal's domestic material consumption— Projection and causal impact of external financial inflows, services value-added, population, and economic growth. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(22), 33674–33697. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18050-9>
- Bayram, O., Talay, I., & Feridun, M. (2022). Can FinTech promote sustainable finance? Policy lessons from the case of Turkey. *Sustainability*, 14(19), 12414.
- Binder, M., & Coad, A. (2011). From Average Joe's happiness to Miserable Jane and Cheerful John: Using quantile regressions to analyze the full subjective well-being distribution. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 79(3), 27590. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2011.02.005>.
- Blundell, R. & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), 115-43. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)
- Costantini, V., Crespi, F., Marin, G., & Paglialunga, E. (2017). Eco-innovation, sustainable supply chains and environmental performance in European industries. *Journal of Cleaner Production*, 155, 141-154.
- Chueca Vergara, C., & Ferruz Agudo, L. (2021). Fintek and sustainability: Do they affect each other?. *Sustainability*, 13(13), 7012. <https://doi.org/10.3390/su13137012>
- Destek, M. A., & 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.
- Du, K., Li, P., & Yan, Z. (2019). Do green technology innovations contribute to carbon dioxide emission reduction? Empirical evidence from patent data. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 146, 297–303. doi: 10.1016/j.techfore.2019.06.010
- Fan, Y., Liu, L. C., Wu, G., & Wei, Y. M. (2006). Analyzing impact factors of CO2 emissions using the STIRPAT model. *Environmental Impact Assessment Review*, 26(4), 377-395.
- Hassan, S. T., Baloch, M. A., Mahmood, N., & Zhang, J. (2019). Linking economic growth and ecological footprint through human capital and biocapacity. *Sustainable Cities and Society*, 47, 101516.
- Hao, Y., & Chen, P. (2023). Do renewable energy consumption and green innovation help to curb CO2 emissions? Evidence from E7 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(8), 21115-21131.
- Huang, Y., Rahman, S. U., Meo, M. S., Ali, M. S. E., & Khan, S. (2024). Revisiting the environmental Kuznets curve: assessing the impact of climate policy uncertainty in the Belt and Road Initiative. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-15.
- Kirikaleli, D. & Adebayo, T. S. (2020). Do renewable energy consumption and financial development matter for environmental sustainability? New global evidence. *Sustainable Development*, 29(4), 583-594. <https://doi.org/10.1002/sd.2159>.
- Li, G., Zakari, A., & Tawiah, V., (2020). Energy resource melioration and CO2 emissions in China and Nigeria: Efficiency and trade perspectives. *Resources Policy*, 68, 101769.
- Muganyi, T., Yan, L., & Sun, H. P. (2021). Green finance, fintek and environmental protection: Evidence from China. *Environ. Sci. Ecotechnol.* 7, 100-107.

- Murshed, M. (2024). The role of Fintech financing in correcting ecological problems caused by mineral resources: Testing the novel ecological deficit hypothesis. *Resources Policy*, 88, 104439.
- Plank, B., Eisenmenger, N., & Schaffartzik, A. (2021). Do material efficiency improvements backfire?: insights from an index decomposition analysis about the link between CO2 emissions and material use for Austria. *J. Ind. Ecol.* 25 (2), 511–522.
- Przychodzen, W., Leyva-de la Hiz, D., & Przychodzen, J. (2020). First-mover advantages in green innovation-Opportunities and threats for financial performance: A longitudinal analysis. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27 (1), 339–357. doi:10.1002/csr.1809.
- Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *The Stata Journal*, 9(1), 86-136.
- Sargan, J. D. (1958). The estimation of economic relationships using instrumental variables. *Econometrica*, 26 (3), 393-415.
- Tamazian, A., Chousa, J. P., & Vadlamannati, K. C. (2009). Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: Evidence from BRIC countries. *Energy Policy*, 37(1), 246-253.
- Tao, R., Su, C. W., Naqvi, B., & Rizvi, S. K. A. (2022). Can fintech development pave the way for a transition towards low-carbon economy: A global perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 174, 121278.
- Udeagha, M. C., & Ngepah, N. (2022). Disaggregating the environmental effects of renewable and non-renewable energy consumption in South Africa: Fresh evidence from the novel dynamic ARDL simulations approach. *Econ Change and Restructuring*, 55(3), 1767–1814. doi:https://doi.org/10.1007/s10644-021-09368-y.
- Udeagha, M. C., & Muchapondwa, E. (2023). Achieving regional sustainability and carbon neutrality target in BRICS economies: Understanding the importance of fiscal decentralization, export diversification and environmental innovation. *Sustain. Dev.* 31, 2620–2635, <https://doi.org/10.1002/sd.2535>.
- Udeagha, M. C. & Ngepah, N. (2023). The drivers of environmental sustainability in BRICS economies: Do green finance and fintech matter?. *World Development Sustainability*, 3, 100096.
- Usman, O., Alola, A. A., & Akadiri, S. S. (2022). Effects of domestic material consumption, renewable energy, and financial development on environmental sustainability in the EU-28: Evidence from a GMM panel VAR. *Renewable Energy*, 184, 239–251. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.11.086>
- Xie, X. M., Hoang, T. T., & Zhu, Q. W. (2022). Green process innovation and financial performance: The role of green social capital and customers' tacit green needs. *Journal of Innovation & Knowledge*, 7(1). doi:10.1016/j.jik.2022.100165 Article 100162.
- Yang, Y., Su, X., & Yao, S. (2021). Nexus between green finance, fintek, and high-quality economic development: *Empirical evidence from China. Resources Policy*, 74, 102445
- Yasmeen, H., Tan, Q., Zameer, H., Vo, X.V., & Shahbaz, M. (2021). Discovering the relationship between natural resources, energy consumption, gross capital formation with economic growth: Can lower financial openness change the curse into blessing. *Resources Policy*, 71, 102013.
- Yuan, B., Li, C., Yin, H., & Zeng, M. (2022). Green innovation and China's CO2 emissions—the moderating effect of institutional quality. *J. Environ. Plan. Manag.* 65, 877–906. doi: 10.1080/09640568.2021.1915260

Zhang, Z., Zhou, Z., Zeng, Z., & Zou, Y. (2023). How does heterogeneous green technology innovation affect air quality and economic development in Chinese cities? Spatial and nonlinear perspective analysis. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8, 100419.

Zheng, L., Yuan, L., Khan, Z., Badeeb, R. A., & Zhang, L. (2023). How G-7 countries are paving the way for net-zero emissions through energy efficient ecosystem?. *Energy Economics*, 117, 106428.