

YENİLENEBİLİR ENERJİ FİNANSMANINDA FİNTEK VE BLOKZİNCİR UYGULAMALARI: TÜRKİYE AÇISINDAN BİR DEĞERLENDİRME

Melek AKSU¹

Öz

Enerjide dışa bağımlılık Türkiye'nin önemli problemlerinden biridir. Hem enerjide dışa bağımlılığın azaltılması hem de sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma noktasında yenilenebilir enerji önemli bir role sahiptir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması da finansman alternatiflerinin çeşitlendirilmesiyle mümkündür. Bu çalışmanın amacı yenilenebilir enerjinin finansmanında dijital dönüşümle birlikte ortaya çıkan FinTek uygulamalarından yeşil kitle fonlaması ve blokzincir uygulamalarından ilk kripto para arzını değerlendirmektir. Kitle fonlaması ve blokzincir uygulamalarının yenilenebilir enerjinin finansmanında kullanımına ilişkin literatür araştırması yapılmış ve uygulama örneklerine yer verilmiştir. Kitle fonlaması ve blokzincir uygulamaları, yenilenebilir enerji finansmanında uluslararası düzeyde kullanılırken, Türkiye'de henüz yaygın bir kullanım alanı bulamamıştır. Bu çalışmanın, Türkiye'de yenilenebilir enerji finansmanında yüksek potansiyele sahip FinTek ve blokzincir uygulamalarını ele alarak bu alandaki akademik literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, FinTek, Kitle Fonlaması, Blokzincir, İlk Para Arzı

JEL Kodları: Q13, Q16, Q55, Q56

FINTECH INSTRUMENTS FOR FINANCING RENEWABLE ENERGY INVESTMENTS AND EVALUATION FOR TURKEY

Abstract

Foreign dependence on energy is one of the significant problems of Turkey. Renewable energy has an important role in both reducing foreign dependence on energy and achieving sustainable development goals. Increasing renewable energy investments is also possible by diversifying financing alternatives. This study aims to evaluate green crowdfunding and initial coin offerings of blockchain applications, which are FinTech applications that emerged with the digital transformation in the financing of renewable energy. A literature review was conducted on the use of crowdfunding and blockchain applications in the funding of renewable energy and application examples were given. While crowdfunding and blockchain applications are used internationally in renewable energy financing, they have not yet found widespread use in Turkey. It is expected that this study will contribute to the academic literature in this field by addressing FinTech and blockchain applications that have high potential in renewable energy financing in Turkey.

Keywords: Renewable Energy, Digital Transformation, FinTech, Crowdfunding, Blockchain, Initial Coin Offering

JEL Codes: Q13, Q16, Q55, Q56

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Balıkesir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, maksu@balikesir.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-2906-1117>

GİRİŞ

Sürdürülebilir kalkınma; bugünün ihtiyaçlarını gelecek nesillerin ihtiyaçlarından ödün vermeden karşılamayı ifade etmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması amacıyla Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı on yedi tane sürdürülebilir kalkınma amacı belirlemiştir. Yenilenebilir enerji, sürdürülebilir kalkınma amaçları arasında yer alan “Yoksulluğa Son” (UNDP, 2005), “Açlığa Son” (Khan ve Hanjra, 2009), “İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme” (Alper, 2018; Kula, 2014), “Erişilebilir ve Temiz Enerji” ve “İklim Eylemi” amaçlarına ulaşılmasında oldukça önemli bir etkiye sahiptir.

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında önemli bir role sahip olan yenilenebilir enerji projeleri için finansman süreci oldukça zorlayıcıdır. Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanının zorlukları arasında finansman ihtiyacı yüksek olan ve finansmanı etkili bir şekilde kullanabilecek kesimin finansmana erişiminin sağlanamaması, finansman sürecinin yavaş olması ve fon tahsisinde riskten kaçınma sayılabilmektedir (Ritter ve Black-Layne, 2013, s. 3-4). Enerji üretim tesislerinin verimliliğinin doğru belirlenememesi, beklenen karlılığın düşük olması veya verimsizlik gibi unsurlar gelecekteki nakit akışlarının belirsizliğine yol açarak girişimcilerin ve bankaların yenilenebilir enerji projelerine yatırım yapma isteğini azaltabilmektedir (Bonzanini, Giudici ve Patrucco, 2016, s. 429). Margolis ve Zuboy (2006) çalışmalarında yenilenebilir enerji teknolojileri arasında yer alan güneş enerjisi yatırımlarını engelleyen önemli unsurlardan birinin yetersiz finansman alternatifi olduğunu belirtmiştir.

Sürdürülebilir kalkınma amaçları doğrultusunda yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında sürdürülebilir finansal araçların kullanımı daha uygundur. Geleneksel finans, sadece finansal risk ve getiri üzerine odaklanırken, sürdürülebilir finans; bu odağın tam tersine, finansal, sosyal ve çevresel getirilerin kombinasyonunu dikkate alarak bildiğimiz dar anlamdaki ortaklık modelinden, daha geniş kapsamlı paydaşlık modeline geçişin anahtarıdır (Schoenmaker, 2017, s. 8). Son yıllarda hız kazanan sürdürülebilirlik ve dijitalleşme süreci finansal ürünleri, piyasa yapılarını ve aktörlerini değiştirmiştir. Dijital finansla birlikte kripto devrimi, kişiler arası ödünç verme, kitle fonlama platformları gibi yeni finansal alternatifler ortaya çıkmıştır (Dell’Erba, 2021, s. 61, 63).

Yeşil finansman alternatifleri üzerine yapılmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Dorfleitner ve Braun (2019) çalışmalarında yeşil finansman alternatiflerinden robo danışman, kitlesel fonlama, ilk kriptopara arzı, karbon kredisi mekanizmasını ve temiz enerji ticaretini; Neves ve Prata (2018), iklim finansmanında blokzincir uygulamalarının katkısını; Schwerhoff ve Sy (2017) yenilenebilir enerjinin finansmanında kalkınma kuruluşlarının rolünü ve iklim fonlarını; Schletz, Nassiry, ve Lee (2020) yeşil finansmanda blokzincir uygulamalarından menkul kıymet jetonu arzını güçlü ve zayıf yönleriyle değerlendirmiştir. Vasileiadou, Huijben ve Raven (2016) çalışmalarında Hollanda’da yenilenebilir enerji projeleri için kitle

fonlaması potansiyelini değerlendirmiş ve kitle fonlaması hacminin düşük olduğunu ama yüksek bir potansiyele sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımlarının finansman alternatiflerinin değerlendirildiği çeşitli çalışmalar mevcuttur (Akdağ ve Gözen, 2020; Altunkaya ve Özcan, 2020; Sevim ve Karaman, 2019; Karakaş Ulusoy, 2019; Ulusoy, 2017; Kandır ve Yakar, 2017; Yıldırım, 2016; Gediz Oral ve Arpazlı Fazlılar, 2016). Bu çalışmalar yenilenebilir enerjide kamu-özel sektör işbirlikleri, yabancı kaynak finansmanı, hibeler, leasing, sendikasyon kredisi gibi geleneksel finansman yöntemleri ile yeni nesil finansman yöntemlerinden yeşil tahvil ve yeşil sertifika gibi finansman yöntemleri üzerine odaklanmıştır. Altunkaya ve Özcan (2020) çalışmalarında yenilenebilir enerji finansmanında yeşil tahvil ve yeşil kredi mekanizmalarıyla birlikte kitle fonlamasını da değerlendirmiştir. Aksu (2019), Türkiye’de yenilenebilir enerji finansmanında kitlesel fonlama platformlarının kullanımını değerlendirdiği çalışmada yenilenebilir enerji projelerinin kitle fonlama yöntemine başvurmadığı sonucuna ulaşmıştır. Aksu’nun (2019) elde etmiş olduğu bu sonuç Türkiye’de yenilenebilir enerji finansmanında yüksek potansiyele sahip kitle fonlamasının değerlendirilmesini ve tanınırlığının artırılmasını önemli kılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmada kilit role sahip yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında kullanılabilecek finansal teknoloji (FinTek) uygulamalarından yeşil kitle fonlaması ve blokzincir altyapısını kullanan ilk kriptopara arzı uygulamalarını değerlendirmektir. Bu çalışmanın Türkiye’nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasında önemli bir rolü olan yenilenebilir enerji finansmanında yüksek potansiyele sahip FinTek ve blokzincir uygulamalarını ele alarak bu alandaki ulusal literatüre ve yenilenebilir enerji piyasası aktörlerine katkı sağlaması beklenmektedir.

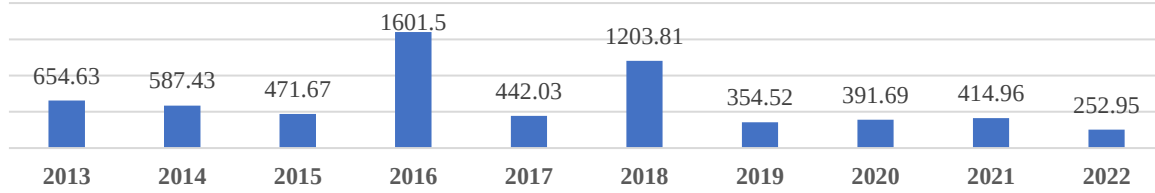
TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARININ DURUMU

Türkiye’nin artan nüfusu, büyüyen ekonomisi ve COVID’19 sonrası artan dijitalleşme hamleleri ülkenin enerji ihtiyacını artırmaktadır. Artan enerji ihtiyacının sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu olarak yenilenebilir kaynaklardan sağlanması gereklidir. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimdeki payının artırılması enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasını sağlamaktadır. Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığının azalması ve sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşması yenilenebilir enerji yatırımlarının desteklenmesi ve finansman alternatiflerinin çeşitlendirilmesiyle mümkün olabilecektir.

EY Yenilenebilir Enerji Ülke Çekiciliği Endeksine göre Türkiye’nin yenilenebilir enerjide yabancı yatırımcıların ilgisini çekmede 40 ülke arasındaki sıralamasına bakıldığında 2013’ten 2018’e kadar beş yıllık dönemde 24’üncü sıradan 18’inci sıraya gelmesi Türkiye’nin yenilenebilir enerjide yabancı

yatırımcıların ilgisini daha fazla çektiğini göstermektedir. Türkiye, yenilenebilir enerji ülke çekiciliği sıralamasında 2024 yılında 31'inci sıraya gerilemiştir (EY, 2013, 2018, 2024). Şekil 1'de Türkiye'ye yenilenebilir enerji üretiminin desteklenmesi ve bu alanda araştırma geliştirme faaliyetleri için gelen uluslararası finansal akımın 2019-2022 yılları arasında önceki yıllara kıyasla düşük kaldığını göstermektedir.

Şekil 1. Hibrit sistemler de dahil olmak üzere temiz enerji araştırma ve geliştirme ile yenilenebilir enerji üretiminin desteklenmesi amacıyla Türkiye'ye uluslararası finansal akımlar (milyon dolar)



Kaynak: IRENA (2024)

Dijitalleşmeyle birlikte ortaya çıkan yeni finansman alternatiflerinin kullanımı Türkiye'nin yenilenebilir enerji yatırımlarında ivme kazanması ve yenilenebilir enerji piyasasının gelişimi açısından oldukça önemlidir.

YENİLENEBİLİR ENERJİ FİNANSMANINDA FİNTEK UYGULAMALARI

FinTek terimi, günümüzde modern dijital teknolojilerden faydalanarak oluşturulan finansal ürünler ve hizmetler ile bu ürünleri sağlayan işletmeler ve bu işletmelerden oluşan küresel sektörü tanımlamaktadır (CBFO, 2024). FinTek'ler, finans alanındaki en ileri teknolojik inovasyon olarak tanımlanabilmektedir. FinTek'ler blokzincir, kriptoparalar, dijital danışmanlık ve ticaret sistemleri, yapay zekâ ve makine öğrenimi, kişiler arası borç verme (P2P), öz sermaye kitle fonlaması ve mobil ödeme sistemleri gibi uygulamaları kapsamaktadır (Philippon, 2016, s. 2).

FinTek, finansal hizmetleri iyileştirmek, geliştirmek ve otomatize etmek için dijital inovasyon ve modern teknolojiyi kullanmaktadır. Firmalara, yatırımcılara ve müşterilere özel uygulamalar ve yazılımlar sunarak finansal faaliyetlerini yönetmelerine destek olmaktadır (Vergara ve Agudo, 2021, s. 3). FinTek'ler, finansal hizmetlere erişimi kolaylaştırarak finansal tabana yayılmayı teşvik etmektedir (Merello, Barberá ve De la Poza, 2022, s. 3). FinTek'ler ekonomiye olan katkıları ve sundukları yeni hizmet ve ürünlerle finansal sistemi şekillendirecek önemli bir fırsattır. Müşteri beklentilerinin değişimiyle birlikte artan dijital finansal

hizmet talebi, bilgi teknolojilerinin gelişimi ve finansal düzenlemeler günümüzde FinTek’lerin gelişimini ve yayılımını hızlandırmıştır (Sakarya ve Aksu, 2021, s. 12).

COVID’19 pandemisi sürdürülebilirlik, finans ve teknolojinin bağlantılı olduğunu göstermiştir. Bu nedenle ülkeler geleneksel modellerin yeniden inşasına ve teknoloji ile sürdürülebilirliğe daha fazla önem vermeye teşvik edilmelidir (Machiavello ve Siri, 2020, s. 36). Özel finans sektöründe, “daha düşük karbon ayak izine sahip bir bilanço elde etmek ve sorumlu yatırım ilkeleri ve uluslararası standartlarla uyumlu bir iş stratejisi geliştirmek” için “sürdürülebilirliği” karar verme sürecine dahil etmeyi amaçlayan çeşitli girişimler bulunmaktadır (Alonso ve Marqués, 2019, s. 5). Sürdürülebilirlikle ilgili bu yeni finansal hizmetler büyük oranda FinTek’ler tarafından sağlanmaktadır (Vergara ve Agudo, 2021, s. 8).

Sürdürülebilir enerji girişimlerinin finansman bulmakta zorluk yaşaması nedeniyle gelişimleri ve uygulamaları oldukça yavaş seyretmektedir. FinTek’ler yenilenebilir enerji projelerinin finansmanında büyük bir dönüşüm sürecini başlatmıştır. FinTek’ler, dijital uygulamalarla geleneksel finansal sistemi değiştirmektedir (Wang ve Wang, 2023, s. 120555). FinTek ekosistemi, ülkelerin yeşil bir finansal sisteme geçişinde ve sürdürülebilir ekonomik kalkınmasında kritik bir rol oynamaktadır. FinTek’ler yatırımcılar için bilgi asimetrisini azaltıp verimliliği teşvik ederek ve sürdürülebilir yaşam tarzlarını destekleyerek yeşil finansın gelişimini hızlandırmaktadır (Yang, Su ve Yao, 2021, s. 2). Bu nedenle yenilenebilir enerji potansiyeli yüksek bir ülke olan Türkiye’nin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşması için yenilenebilir enerji projelerinin finansman sürecinde FinTek uygulamaları arasında yer alan yeşil kitle fonlamanın kullanımının değerlendirilmesi gereklidir.

Yeşil Kitlesel Fonlama

Fintek uygulamaları arasında yer alan kitle fonlaması işletmelerin finansman ihtiyacını risk sermayedarları, iş melekleri ve bankalar gibi küçük bir grup uzman yatırımcı yerine internet aracılığıyla daha geniş bir kitleden sağladığı bir modeldir (Belleflamme, Lambert ve Schwienbacher, 2013). Kitle fonlama platformları, özellikle küçük ve yenilikçi işletmelerin finansmana erişiminde bankalar gibi geleneksel araçların yerini almaktadır (Dorfleitner ve Braun, 2019, s. 215).

Dört farklı kitle fonlama modeli bulunmaktadır: (1) Borç temelli kitle fonlaması bireysel veya kurumsal destekçilerin, önceden belirlenmiş ilkeler çerçevesinde belirlenmiş bir faiz karşılığında proje sahiplerine fon sağlamasıdır. (2) Öz sermaye temelli kitle fonlamasında destekçiler projeye hisse sahibi olunması karşılığında fon sağlamaktadır. (3) Ödül bazlı kitle fonlaması, destekçilerin, çoğunlukla önceden satın alınmış ürünler veya hizmetler biçiminde, parasal olmayan ödüller karşılığında finansman sağlamasını

ifade etmektedir. (4) Bağış bazlı kitle fonlaması ise maddi ödül beklentisi olmaksızın hayırseverliğe dayalı finansman sağlanmasıdır (Shneor, Zhao ve Flåten, 2020, s. 2).

Kitle fonlama modelleri, yatırımın süresi ve ölçeğine göre değerlendirildiğinde Lam ve Law (2016) yatırımın ilk döneminde bağış veya ödül bazlı kitle fonlama modelinin, projenin genişleme yatırımlarının yapılacağı ilerleyen yatırım dönemlerinde ise borç veya özsermaye temelli kitle fonlama modellerin uygun olduğunu belirtmişlerdir. Küçük ölçekli yenilenebilir enerji yatırımları ve yeşil inovasyon projelerinde bağış veya ödül temelli kitle fonlama modelleri, büyük ölçekli yenilenebilir enerji projelerinde ise ekonomik ömrün uzunluğu ve sermaye harcamalarının yüksekliğinden dolayı borç ve özsermaye temelli kitle fonlaması modelleriyle yeterli fon sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Yenilenebilir enerji projelerinde banka yatırımları ile devlet desteğinin azaldığı ve finansman açığının olduğu kriz dönemlerinde veya diğer finansman alternatiflerinin yeterli olmadığı durumlarda kitle fonlaması yenilenebilir enerjiye geçişi finanse etme gücüne sahiptir (Vasileiadou, Huijben ve Raven, 2016, s. 142). Enerji sektöründe kitlesel fonlama uygulaması; 2012 yılında karbondan arındırılmış enerji sistemlerine geçişte yatırımların azalması, sürdürülebilir ve düşük karbon ekonomisine geçişi dünya çapında desteklemek için sermayeye erişimin artırılması ihtiyacı ile başlamıştır (Candelise, 2016, s. 3). Zheng, Chakraborty, Sycara ve Xu (2015) çalışmalarında yenilenebilir enerji yatırımlarının kitle fonlaması modeliyle arttığını analitik olarak kanıtlamıştır.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında kitle fonlama modellerinin kullanılmasının çeşitli avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlar; sosyal medyanın gücüyle daha fazla yatırımcıya ulaşılması sonucunda toplanan fon miktarının yüksek olması (Lam ve Law, 2016, s. 12), finansmana geleneksel sermaye piyasaları ve bankalara kıyasla hızlı erişim sağlanması, çevresel açıdan sürdürülebilir firmaların finansman ve kaynakları daha hızlı, daha ucuz ve daha uygun maliyetli bir şekilde elde etmesi, yatırımcılara sürdürülebilir girişimlere yatırım yapma şansı sunması (Macchiavello ve Siri, 2020, s. 17,18), küçük ölçekli projelerin de kitle fonlaması yoluyla finansmana erişebilmesi, yeşil projeler hakkında toplumsal farkındalığın artması, bu projelere kitlelerin katılım sağlayabilmesi ve destek sunabilmesi (Bonzanini vd., 2016, s. 430), kitle fonlaması platformlarının projeler hakkındaki bilgilere ve yatırım alternatiflerine erişimi kolaylaştırarak maliyetleri düşürmesi, üyelik sürecinin basit olması ve projelere dünyanın her yerinden finansman sağlanabilmesidir (Vasileiadou vd., 2016, s. 149). Yenilenebilir enerji yatırımlarını artırmanın en etkin yollarından biri, bireyleri yeşil enerji üretimi ve yatırımına katılmaya teşvik etmektir ama tüm bireyler kendi evlerinde yenilenebilir enerji üretim tesisi kurmak istememekte veya kuramamaktadır (Zheng vd., 2015, s. 2669). Bireyler, kitlesel fonlama platformlarındaki yenilenebilir enerji projelerine fon

sağlayarak tek başına yapamayacakları enerji üretim tesislerine yatırım yapma imkânı elde etmektedir (Aksu, 2019, s.123).

Kitle fonlama modellerinin yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında kullanılmasının dezavantajları da bulunmaktadır. Geleneksel yatırımlara kıyasla bilgilerin doğrulanabilirliğinin kısıtlı olmasından dolayı hile olasılığı bulunmaktadır (Lam ve Law, 2016, s. 18). Platformlarda yer alan projelerin yeşil proje olarak nitelendirilmesi için yeknesak standartlar mevcut değildir (Dorfleitner ve Braun, 2019, s. 218). Kitle fonlamanın en büyük dezavantajı; şirketler ile fon sağlayıcılar için daha düşük yatırımcı koruması sunmasıdır. Ayrıca, çevrimiçi kampanyaları destekleyen ve yeterli bilgiye sahip olmayan yatırımcıların "sürü" davranışına göre hareket etmesi de kitle fonlama platformlarının dezavantajları arasındadır (Adhami, Giudici ve Anh, 2017, s. 9).

Yenilenebilir enerji projelerine şeffaf ve aracısız yatırım yapılması kitle fonlama modeli ile mümkün (Candelise, 2016, s. 8) hale gelmiştir. Yeşil kitle fonlamanın sunmuş olduğu şeffaf ve aracısız yatırım yapma olanağı, toplumun yenilenebilir enerji projelerine yatırım yapması konusunda da teşvik edici hale gelmiştir (CrowdFundRES Consortium, 2018, s.16). Bireyler (yüksek gelirli bireyler, aileler veya hanehalkı) 2015-2021 yılları arasında şebekeden bağımsız yenilenebilir enerji kaynaklarına, öncelikli olarak özel kitle fonlama platformları aracılığıyla yılda ortalama 20 milyon ABD doları yatırım yapmıştır (IRENA ve CPI, 2023, s. 29).

Tablo 1’de farklı ülkelerde faaliyet göstermekte olan aktif yeşil kitle fonlaması platformlarına yer verilmiştir. Aksu (2019) Türkiye’de yenilenebilir enerji ve sürdürülebilirlik yatırımlarının finansmanında kitle fonlamanın kullanımını değerlendirdiği çalışmasında projelerin fonlanmasında kullanılan yedi kitlesel fonlama platformundaki projeleri incelemiş olup yenilenebilir enerji alanı ile ilgili yedi proje tespit etmiş ve projelerin amaçlarının ürün/hizmet tasarımı ile ilgili olduğu sonucuna ulaşmıştır. İlgili çalışmada Türkiye’deki kitle fonlama platformlarında enerji santrali kurulması ile ilgili bir projeye rastlanmadığı belirtilmiştir. Aksu (2019) ayrıca Türkiye ile Almanya’nın yenilenebilir enerji alanındaki kitlesel fonlama uygulamalarını karşılaştırdığı çalışmasında Almanya’da 13 kitlesel fonlama platformunun sadece yenilenebilir enerji projelerine finansman toplanabilmesi amacıyla faaliyet gösterdiğini tespit etmiş ve kitle fonlama platformlarından Ecoligo.investments platformunu incelemiştir. İlgili çalışmada bu platformda yüksek bütçeli güneş enerjisi projelerinin başarıyla borç kitle fonlaması modeli ile finanse edildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Türkiye’de kitlesel fonlama platformlarında yenilenebilir enerji projelerinin yer alması; kitle fonlamasına ilişkin mevzuatın gelişmesi sonucu artacak olan yatırımcı güveni ile mümkün hale gelecektir.

Kitlesele fonlama platformlarının kullanılmasıyla finansmana hızlı erişimin sağlanması yenilenebilir enerji yatırımlarını artıracak ve enerji projelerinin finansman sağlayabiliyor oluşu Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasına destek olacaktır.

Tablo 1: Yeşil kitle fonlaması platformları

Platform	Web Sayfası	Lokasyon	Platform türü
Abundance	abundanceinvestment.com	İngiltere	Sürdürülebilir kitlesele fonlama (Yeşil enerji, enerji verimliliği)
Bettervest	bettervest.com	Almanya	Sürdürülebilir enerji projeleri için kitle fonlaması platformları
CollectiveSun	collectivesun.com	Amerika	Güneş enerjisi kitle fonlaması
Ecoligo.investments	ecoligo.com	Almanya	Güneş enerjisi kitle fonlaması
Econeers	econeers.de	Almanya	Yenilenebilir enerji kitle fonlaması
Ecozins	ecozins.de	Almanya	Yenilenebilir enerji teknolojileri, enerji verimliliği
Ecrowd!	ecrowdinvest.com	İspanya	Enerji, su, sağlık ve eğitimde sürdürülebilirlik
Enerfip	enerfip.fr	Fransa	Yenilebilir enerji teknolojileri kitle fonlaması
GreenVesting	greenvesting.com	Almanya	Yenilebilir enerji kitle fonlaması
Lumo	lumo-france.com	Fransa	Yenilebilir enerji kitle fonlaması
Oneplanetcrowd	oneplanetcrowd.com	Hollanda	Sürdürülebilirlik kitle fonlaması
Trine	jointrine.com	İsveç	Güneş enerjisi kitle fonlaması
Windcentrale	windcentrale.nl	Hollanda	Rüzgâr enerjisi kitle fonlaması
Wiwin	wiwin.de	Almanya	Sürdürülebilir yatırım ürünleri

Kaynak: Crowdfunding, t.y.; Dorfleitner ve Braun, 2019, s. 217

YENİLENEBİLİR ENERJİ FİNANSMANINDA BLOKZİNCİR UYGULAMALARI

Blokzincir veya Dağıtık Defter-i Kebir Teknolojisi (Distributed Ledger Technology) bir aracıya ihtiyaç duymadan bir verinin iki parti arasında doğrudan değiş tokuşunu mümkün kılan teknoloji protokolüdür. Ağdaki taraflar şifreli kimliklerle anonim bir şekilde işlemleri gerçekleştirirler. Her bir işlem değiştirilemeyen bir işlem zincirine eklenir ve ağdaki tüm kullanıcılara dağıtılır (Güven ve Şahinöz, 2021, s. 44).

Blokzincir teknolojisi günümüzde birçok farklı alanda değişime neden olan bir teknolojidir. En bilinen uygulamaları arasında uluslararası ödemeler, para transferleri, karmaşık finansal ürünler ve kripto

paralar gibi finansal uygulamalar yer almaktadır (Türkiye Bilişim Vakfı, 2021). Yeşil finansın mobilizasyonu üzerinde yararlı bir etkiye sahip olan blokzincir teknolojisine dayalı uygulamalar arasında kişiler arası finansman ve yatırım, kişiler arası ticaret platformları ve etki verilerinin ölçümü, raporlanması ve doğrulanması sayılabilmektedir (Dorfleitner ve Braun, 2019, s. 224).

Blokzincir ve enerji arasındaki tartışmalar son yıllarda madencilik (kripto para üretilmesi) operasyonlarında fosil enerji kaynaklarının yaygın kullanımı ve sürdürülebilirlik konusundaki endişelere odaklanmaktadır. Oysa blokzincir teknolojisi enerji piyasaları için birçok yeni iş modelinin uygulanmasını, gerçek zamanlı veri yönetimi ve paylaşımının, karbon kredileri veya yenilenebilir enerji sertifikaları gibi farklı finansman alternatiflerinin yaygın kullanımının önünü açarak büyük bir sektörel değişimin öncüsü olabilme potansiyeline sahiptir (Türkiye Bilişim Vakfı, 2021).

Yeşil finansmanın artırılması ve önündeki engellerin kaldırılmasında büyük bir etkiye sahip blokzincir teknolojisinin avantajları aşağıdaki gibi sayılabilmektedir (Dorfleitner ve Braun, 2019, s. 220; PwC, 2018):

- İşlem ve verinin izlenmesi, raporlanması ve doğrulanmasında şeffaflık, takip ve izlenebilirliğin artırılmasını sağlar.
- Değiştirilemez, güvenilir ve paylaşılabılır işlem kaydı; karbon ayak izinin değerlendirilmesi için ürünlerin tedarik zincirine ait bilgilerin güvenilir ve güvenli ölçümü, toplanması ve değerlendirilmesi açısından önemlidir.
- Blokzincir teknolojisi kişiler arası işlemlerin güvenilirliği ve güvenliğini akıllı sözleşmeler ile sağlayan merkeziyetsiz sistemlerdir. Blokzincir teknolojisinde araçların olmaması otomasyon işlem maliyetlerini azaltır.
- Blokzincir teknolojisindeki asimetrik şifreleme finansal işlemlerin daha güvenilir olmasını sağlamaktadır.
- Blokzincir teknolojisi, coğrafyadan bağımsız olarak yeşil yatırımlara küçük yatırımcıların da finansal katılımını sağlar.

Sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada finansman ihtiyacı artmaktadır. Sürdürülebilirlik yatırımlarının küresel olarak önemli yatırımlar olmasına, bu yatırımlarla birçok sürdürülebilirlik projesinin hayata geçirilmesine ve ayrıca mevcut endüstrilerin de yeşil dönüşümünün sağlanmasına rağmen, girişimlerin başarısı farklı coğrafyalar ve endüstriler arasında değişmektedir. Birçok durumda, para birimlerinin volatilitesi ve şeffaflık eksikliği nedeniyle yeşil projelerin başlatılması zor iken, birçok ülkede

de yolsuzluk riski yatırımcıları caydırmaktadır. Nesnelerin İnterneti (IoT), Yapay Zekâ (AI) ve blokzincir gibi teknolojileri kullanan FinTek çözümleri, bu riskleri azaltarak, verilerin toplanıp analiz edilmesini sağlayarak ve şeffaflığı artırarak sürdürülebilirlik yatırımlarının artmasına yardımcı olmaktadır. Özellikle blokzincir uygulamaları sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşılmasını hızlandırma potansiyeline sahiptir (Blakstad ve Allen, 2018, s. 186,198).

Blokzincir teknolojisinin sınırlılıkları arasında yüksek enerji tüketimi, yasal mevzuatının tamamlanmamış olması, veri kalitesinin insan faktöründen etkilenmesi ve gizlilik ikilemi bulunmaktadır (Neves ve Prata, 2018, s. 35-41).

2016 yılında jeneratör sayısını ve üretim çıktılarını kaydetmek için blokzincir teknolojisini kullanan yeşil varlık menkul kıymetleştirme bulut platformunu başlatan Çin Enerji Blokzincir Laboratuvarı yenilenebilir enerji üretimi alanında blokzincir kullanımının önemli bir örneğidir. Böylece üretim süreci görünür ve getiriler tahmin edilebilir hale gelmiştir. Bu platform, üretimin takibini sağlarken yatırımcılar için hem yatırım riskini azaltmış hem de finansman problemini çözmüştür (Zhu, Song, Lim, Wang ve Zhao, 2020, s. 3). Tablo 2’de blokzincir tabanlı yeşil ve sürdürülebilirlik uygulamalarından bazıları yer almaktadır.

Tablo 2: İklim ve sürdürülebilirlik odaklı blokzincir uygulamaları

Proje	Web Sayfası	Fayda
Carbon Coin	www.carboncoin.cc	Maliyet etkinliği
Carbonx	www.carbonx.ca	Maliyet etkinliği
Centre For Citizen Enterprise And Governance	www.cceg.org.uk	Maliyet etkinliği
Clean Coin	www.climateledger.org	Maliyet etkinliği
Climate Ledger Initiative	www.climateledger.org	Şeffaflık
Climate Chain	www.theclimatechain.org	Şeffaflık
Cryptoleaf	www.cryptoleaf.io	Maliyet etkinliği
Earth Token	www.earth-token.com	Şeffaflık
Energy Blockchain Labs	www.energy-blockchain.com	Maliyet etkinliği
Energy Web Foundation	www.energyweb.org	Merkeziyetsizlik
Fintech4good	www.fintech4good.co	Şeffaflık
Grid+	www.gridplus.io	Otomasyon
Dao Integral Platform For Climate Initiatives	www.ipci.io	Şeffaflık
MPQ (ImpactPPA)	www.impactppa.com	Maliyet etkinliği

Nithio	www.nithio.com	Varlık Yönetimi, Borç Finansmanı
Poseidon	www.poseidon.eco	Şeffaflık
Power Ledger	www.powerledger.io	Merkeziyetsizlik
Redd Chain	www.climateledger.org	Otomasyon
Solar Coin	www.solarcoin.org	Maliyet etkinliği
Sun Exchange (SUNEX)	thesunexchange.com	Maliyet etkinliği
Sun-E (Local-e)	www.local-e.us	Maliyet etkinliği
Veridium	www.veridium.io	İzlenebilirlik
Volt Markets	voltmarkets.com	Merkeziyetsizlik
WePower	www.wepower.network	Maliyet etkinliği
Xpansiv	www.xpansiv.com	Değişmezlik

Kaynak: Dorfleitner ve Braun, 2019, s. 222; Neves ve Prata, 2018, s. 33; Schmidt, 2021, s. 5

İlk Kripto Para Arzı

Dijital teknolojilerle yeşil projelerin finansman alternatifleri arasına katılan fon kaynaklarından biri kripto para arzıdır (initial coin offering-ICO). ESMA'nın (2019) tanımına göre ICO; işletmelerin, girişimcilerin, geliştiricilerin, destekleyicilerin kendi yarattıkları kripto varlıklar (çoğunlukla dijital token veya coin olarak isimlendirilen) karşılığında projeleri için finansman bulma faaliyetidir. ICO'lar birer akıllı sözleşme olmakla birlikte blokzinciri ve dağıtık kayıt teknolojisine dayanmaktadır (Kara, 2020, s. 66). ICO, kitle fonlamasına benzemektedir. Kitle fonlaması kripto para ile yapılırsa bu fonlama türüne ICO denir (Güven ve Şahinöz, 2021, s. 92). ICO sürecinde yatırımların finansmanı için jeton kullanılır. Yeni kripto para birimleri ve jetonlar yeşil enerji yatırımlarını kolaylaştırmaktadır. Örneğin, sistemde en yüksek paya sahip olanlara veya sosyal açıdan en faydalı hizmeti sağlayanlara kripto para verilebilir. Yenilenebilir enerji bağlamında, üreticiler en az karbon yoğun enerjiyi üretirlerse daha fazla para birimiyle ödüllendirilebilir (Schmidt, 2021, s. 5).

Blokzincir teknolojisinin faydaları arasında sayılan yeşil projelerin finansmanına finansal katılımı artırması, proje sahipleri ile yatırımcılar arasında bir aracının olmaması ve böylece maliyetlerin düşmesi gibi faydalar ICO için de geçerlidir.

ICO'ların sınırlılıkları arasında ICO sürecinde ortaya çıkan jeton fiyatlarının dalgalı olması ve jetonların yatırımın karlı olduğu durumlarda satılabileceği ikincil piyasanın olmamasıdır. Ayrıca ICO kullanılarak finanse edilen projeler daha başlangıç aşamasında olduğundan performansları henüz test

edilememiştir ve projeler hakkında bilgileri edinmede whitepaper yeterli olmamaktadır. Ayrıca siber saldırı ve manipülasyona karşı savunmasız olabilmektedir (BaFin, 2017).

Tablo 2’de yer alan blokzincir tabanlı yeşil ve sürdürülebilirlik uygulamaları jeton satışı yoluyla finansman sağlamaktadır. Cryptoleaf platformunda çevresel projelerin finansmanı CLF jetonları ile yapılmaktadır. WePower platformunda yeşil enerji üreticilerinin platformda fon toplaması WPR jetonları aracılığıyla sağlanmaktadır (Dorfleitner ve Braun, 2019, s. 226-227). SolarCoin ise güneş enerjisini teşvik eden bir kripto paradır (SolarCoin, t.y.). “Centre For Citizen Enterprise and Governance” projesinin finansmanında ise Seratio jetonları kullanılmaktadır (Seratio-coins.World, t.y.).

Local-e, bölgesel ve yenilenebilir enerji yatırımlarına finansman bulunması amacıyla Sun-e kripto para birimini ortaya çıkarmıştır. Yatırımcılar 100 kWh’lık enerji üretimi karşılığında üreticiye verilen Sun-e kripto paralarını alarak güneş enerjisi kurumlarını destekleyebilmektedir. ImpactPPA temiz enerji çözümleri uygulayan projeleri finanse etmek için bir jeton modeli kullanır. Jeton sahipleri, hangi projelerin finanse edileceğini oylayarak onaylamakta ve topluluğa yatırım kararlarında söz hakkı vermektedir (Schmidt, 2021, s. 5-6). Sun Exchange’in (t.y.) güneş enerjisi yatırımlarının desteklenmesi için kurduğu platformda, yatırımcılara desteklenen projelerden sağlanan ödemeler Bitcoin (BTC) olarak da verilebilmektedir (Sun Exchange, t.y.).

Yatırımcıların uğramaları muhtemel risklere karşı yine blokzinciri teknolojisi üzerinde işleyen ancak kendilerine daha güvenli ve somut haklar öneren bir ürüne olan talepleri doğrultusunda yeni bir kripto fonlama yöntemi olarak İlk Borsa Arzı (Initial Exchange Offering, IEO) ortaya çıkmıştır. IEO da temelde ICO’ya benzemekte olup IEO’da işlemler ihraççı şirket adına aktif bir kripto para borsası aracılığıyla bu borsaya ait platformda yürütülmektedir. Proje finansmanı kapsamında yatırım yapılan jeton, söz konusu kripto para borsasından alınmaktadır. İhraççı şirket yeni çıkardığı tokenlar karşılığında finansmana erişmektedir. Diğer taraftan Menkul Kıymet Jetonu Arzı (Security Token Offering, STO) yöntemi de temelde ICO’ya benzeyen fakat daha karmaşık ve maliyetli olup, daha güvenli bir alternatif finansman aracıdır. Bu yöntemde kullanılan menkul kıymet jetonları dijital menkul kıymete dönüştürülmüş finansal varlıklardır. STO’da yatırımcılara temettü ve faiz ödemeleri yapılabilmektedir (Atıcı, 2020, s. 102). Bu iki yöntem de gelecekte yenilenebilir enerji finansmanında kullanılabilme potansiyeline sahiptir.

SONUÇ, DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Günümüzde sürdürülebilirlik ve teknoloji toplumsal kalkınmada iki önemli güç haline gelmiştir. Küresel sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmada ülkeler teknolojik dönüşüme odaklanmaktadır. Hem sürdürülebilirlik amaçları hem de teknolojik dönüşüm yenilenebilir enerjiye olan talebi hızla artırmaktadır. Yetersiz finansman, yenilenebilir enerji yatırımlarını engelleyen önemli unsurlardan biridir. Yenilenebilir enerjinin finansmanı küresel çapta önem taşımakta ve dijital dönüşümle birlikte yeniden şekillenmektedir. Coğrafi sınırların kalmadığı yatırım ortamında enerji yatırımlarının küreselleşmesi, küçük yatırımcıların enerji yatırımlarına katılabilmesi ve enerji konusundaki toplumsal farkındalığın artması oldukça önemlidir.

Enerji yatırımlarının küreselleşme ve yatırımlara finansal katılımın artırılması FinTek'ler ve blokzincir teknolojisinin yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanına getirdiği yeni alternatifler ile mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada yenilenebilir enerjinin finansmanında dijitalleşmeyle birlikte ortaya çıkan FinTek uygulamalarından yeşil kitle fonlaması, blokzincir uygulamaları ve ilk kripto para arzı; tanımları, fayda ve sınırlılıkları ile örnek uygulamalar bağlamında değerlendirilmiştir.

Türkiye'nin yenilenebilir enerjide yabancı yatırımcıların ilgisini çekmede başarılı olabilmesi ve böylece enerjide dışa bağımlılığının azaltılabilmesi için enerji yatırımlarına ivme kazandırılması gereklidir. Türkiye'de, yenilenebilir enerji finansmanında kitle fonlama modeli henüz yaygın bir kullanım alanı bulamamıştır. Yenilenebilir enerji finansmanında önemli bir kaynak sağlama potansiyeline sahip kitle fonlamasının enerji yatırımlarına adapte edilebilmesi Türkiye'nin sürdürülebilir geleceği için oldukça önemlidir. Dijitalleşmeyle birlikte finansal düzeni şekillendiren kripto paralar da yenilenebilir enerji finansmanında önemli bir role sahiptir. Türkiye'de enerji yatırımlarının önündeki finansman engelini kaldırılması için ilk kripto para arzının yasal mevzuatının hızla tamamlanarak blokzincir uygulamaları ile kitle fonlaması platformları hakkında enerji yatırımcılarının bilgilendirilmesi gereklidir.

YAZAR BEYANI / AUTHOR STATEMENT

Araştırmacı makaledeki tüm katkının kendine ait olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Researcher declared that all contributions to the article were his own. Researcher have not declared any conflict of interest.

KAYNAKÇA

- Adhami, S., Giudici, G., & Anh, H. P. N. (2017). *Crowdfunding for green projects in Europe: Success factors and effects on the local environmental performance and wellbeing*. <http://www.crowdfundres.eu/wp-content/uploads/2017/11/Crowdfunding-for-green-projects-in-Europe-2017.pdf> adresinden erişildi.
- Akdağ, V., & Gözen, M. (2020). Yenilenebilir enerji projelerine yönelik güncel yatırım ve finansman modelleri: Karşılaştırmalı bir değerlendirme. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(Armağan Sayısı), 139-156.
- Aksu, M. (2019). Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında kitlesel fonlama modeli: Türkiye ve Almanya karşılaştırması. *ICOAEF VI International Conference on Applied Economics and Finance & Extended With Social Sciences*'de sunulan bildiri.
- Alonso, A., & Marqués, J.M. (2019). Financial innovation for a sustainable economy. *Banco de España Occasional Paper* (Rapor No:1916). Madrid.
- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: 1990-2017 Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 223-242.
- Altunkaya, S. M., & Özcan, M. (2020). Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında kullanılabilecek yeni nesil finansman mekanizmaları. *Elektrik-Elektronik ve Biyomedikal Mühendisliği Konferansı* 'nda sunulan bildiri.
- Atıcı, G. (2020). *Dijital ekonomi blokzinciri ve finansal sistem*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- BaFin. (2017, 9 Kasım). *Consumer warning: The risks of initial coin offerings*. https://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/EN/Meldung/2017/meldung_171109_ICOs_en.html adresinden erişildi.
- Belleflamme, P., Lambert, T., & Schwienbacher, A. (2013) Crowdfunding: Tapping the right crowd. *Journal of Business Venturing*, 29(5), 585-609.
- Blakstad, S., & Allen, R. (2018). *Fintech revolution: Universal inclusion in the new financial ecosystem*. Cham: Palgrave Macmillan.
- Bonzanini, D., Giudici, G., & Patrucco, A. (2016). The crowdfunding of renewable energy projects. Ramiah, V., & Gregorioui G. N. (Editörler). *Handbook of environmental and sustainable finance* içinde (s.429-444). Amsterdam: Elsevier.
- Candelise, C. (2016) Smart financing and empowerment: The use of crowdfunding in the energy sector, *57th Annual Conference for Italian Economic Association*'da sunulan bildiri.
- CBFO. (2024). *Finansal teknolojiler hakkında*. <https://www.cbfo.gov.tr/fintek> adresinden erişildi.
- CrowdFundRES Consortium. (2018). *Crowdfunding renewable energy: A practical guide for crowdfunding platforms, project developers, investors and policy makers*. CrowdFundRES Consortium: Brussels and Munich.

- Dell’Erba, M. (2021). Sustainable digital finance and the pursuit of environmental sustainability. Busch, D., Ferrarini, G., & Grünewald (Editörler), *Sustainable finance in Europe corporate governance, financial stability and financial markets* içinde (s.61-81). Switzerland: Springer.
- Dorfleitner, G., & Braun, D. (2019). Fintech, digitalization and blockchain: Possible applications for green finance. Migliorelli, M., & Dessertine, P. (Editörler), *The rise of green finance in Europe opportunities and challenges for issuers, investors and marketplaces* içinde (s.207-237). Cham: Palgrave Macmillan.
- ESMA. (2019). *Advice initial coin offerings and crypto-assets. european securities and markets authority*. https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/esma50-157-1391_crypto_advice.pdf adresinden erişildi.
- EY. (2013). *Renewable energy country attractiveness index*. 38, August 2013. Ernst & Young.
- EY. (2018). *Renewable energy country attractiveness index*. 52, November 2018. Ernst & Young.
- EY. (2024). *Renewable energy country attractiveness index*. 63, June 2024. Ernst & Young. <https://www.ey.com/content/dam/ey-unified-site/ey-com/en-gl/insights/energy-resources/documents/ey-gl-recal-63-top-40-ranking-06-2024.pdf> adresinden erişildi.
- Gediz Oral, B., & Arpazlı Fazlılar, T. (2016). Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında kamu-özel sektör işbirlikleri: Rüzgâr enerjisi santralleri örneği. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 3(1), 101-117.
- Güven, V., & Şahinöz, E. (2021). *Blokzincir-Kripto paralar-Bitcoin satoshi dünyayı değiştiriyor*. İstanbul: Kronik Yayıncılık.
- IRENA. (2024). *Renewable energy statistics 2024*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.S
- IRENA ve CPI. (2023). *Global landscape of renewable energy finance, 2023*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
- Kandır, S. Y., & Yakar, S. (2017). Yenilenebilir enerji yatırımları için yeni bir finansal araç: Yeşil tahviller. *Maliye Dergisi*, 172, 85-110.
- Kara, S. (2020). *Blok zinciri teknolojisi temelli kitlesel fonlama üzerine bir inceleme* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Karakaş Ulusoy, C. (2019) Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımındaki Gelişmeler; Güneş enerji sistemleri ve finansman modelleri. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 6(13), 65-84.
- Khan, S., & Hanjra, M. A. (2009). Footprints of water and energy inputs in food production–global perspectives. *Food Policy*, 34(2), 130-140.
- Kula, F. (2014). The long-run relationship between renewable electricity consumption and GDP: Evidence from panel data. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9(2), 156-160.

- Lam, P. T. I., & Law, A. O. K. (2016). Crowdfunding for renewable and sustainable energy projects: An exploratory case study approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 11–20. doi: 10.1016/j.rser.2016.01.046
- Macchiavello, E., & Siri, M. (2020). *Sustainable finance and fintech: Can technology contribute to achieving environmental goals? A preliminary assessment of green fintech* (The European Banking Institute Working Paper Series 2020, 71). https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3672989 adresinden erişildi.
- Margolis, R., & Zuboy, J. (2006). *Nontechnical barriers to solar energy use: Review of recent literature* (National Renewable Energy Laboratory Technical Report. 520-40116). <https://www.nrel.gov/docs/fy07osti/40116.pdf> adresinden erişildi.
- Merello, P., Barberá, A., & De la Poza, E. (2022). Is the sustainability profile of fintech companies a key driver of their value? *Technological Forecasting and Social Change*, 174.
- Neves, L. P., & Prata, G. A. (2018). *Blockchain contributions for the climate finance: Introducing a debate* Fundação Getulio Vargas International Intelligence Unit.
- Philippon, T. (2016). The fintech opportunity (NBER Working Paper No. w22476). SSRN. <https://ssrn.com/abstract=2819862>.
- PwC (2018). *Building block(chain)s for a better planet* <https://www.pwc.com/gx/en/sustainability/assets/blockchain-for-a-betterplanet.pdf> adresinden erişildi.
- Ritter, K., & Black-Layne, D. (2013). *Crowdfunding for climate change: A new source of finance for climate action at the local level?* European Capacity Building Initiative. <http://tinyurl.com/von-ritter-black-layne-2013> adresinden erişildi.
- Sakarya, Ş., & Aksu, M. (2021). Fintech ecosystem in Turkey: An evaluation in terms of financial markets and financial stability. S. Bozkuş Kahyaoğlu (Ed.), *The Impact of Artificial Intelligence on Governance, Economics and Finance Volume I* içinde (s.11-31). Springer.
- Schletz, M., Nassiry, D., & Lee, M.-K. (2020). *Blockchain and tokenized securities: The potential for green finance* (ADB Working Paper 1079). Tokyo: Asian Development Bank Institute.
- Schmidt, D. (2021). *Tokenizing green energy - policy parameters for blockchain applications in the energy sector* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Heidelberg, Alfred-Weber-Institut für Wirtschaftswissenschaften.
- Schoenmaker, D. (2017). *From risk to opportunity: A framework for sustainable finance*. Rotterdam: Erasmus University, Rotterdam School of Management.
- Schwerhoff, G., & Sy, M. (2017). Financing renewable energy in Africa–Key challenge of the sustainable development goals. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 393-401.
- Seratio-Coins.world. (t.y.). <https://seratio-coins.world/> adresinden erişildi.
- Sevim, U., & Karaman, G. (2019). Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımları ve finansman yöntemleri: geçmişten günümüze eğilimlerin incelenmesi, *Asya Studies*, 2(8), 97-109.

- Shneor, R., Zhao, L., & Flåten, B. T. (2020). Introduction: From Fundamentals to Advances in Crowdfunding Research and Practice. Shneor, R., Zhao, L., & Flåten, B. T. (Editörler). *Advances in Crowdfunding: Research and Practice* (s.1-19) içinde. Switzerland: Springer Nature.
- SolarCoin. (t.y.). *SolarCoin*. <https://solarcoin.org> adresinden erişildi.
- Sun Exchange. (t.y.). *Sun exchange*. thesunexchange.com/how-it-works adresinden erişildi.
- Türkiye Bilişim Vakfı (2021). Ülke genelinde uygulanabilir enerji sektörü blockchain kullanım alanları, avantajlar ve riskler. https://bctr.org/dokumanlar/Turkiye_Enerji_Sektorunde_Blockchain_Uygulama_Analizi.pdf adresinden erişildi.
- Ulusoy, T. (2017). Yenilenebilir enerji finansmanına güncel yaklaşımlar. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(1), 433-443.
- UNDP (2005). *Energizing the millennium development goals: A guide to energy's role in reducing poverty*. United Nations Development Programme.
- Vasileiadou, E., Huijben, J. C. C. M., & Raven, R. P. J. M. (2016). Three is a crowd? Exploring the potential of crowdfunding for renewable energy in the Netherlands, *Journal of Cleaner Production*, 128, 142-155.
- Vergara, C. C., & Agudo, L. F. (2021). Fintech and sustainability: Do they affect each other? *Sustainability*, 13, doi: 10.3390/su13137012.
- Wang, S., & Wang, C. (2023). How do Fintech and green bonds ensure clean energy production in China? Dynamics of green investment risk. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 120552–120563, doi: 10.1007/s11356-023-30491-y.
- Crowdfunding. (t.y.) *Crowdfunding*. www.crowdfunding.de adresinden erişildi.
- Yang, Y., Su, X., & Yao, S. (2021). Nexus between green finance, fintech, and high-quality economic development: Empirical evidence from China. *Resources Policy*, 74.
- Yıldırım, H. H. (2016). Türkiye’de yenilenebilir enerji projelerinin finansman yöntemleri. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(36), 725-746.
- Zheng, R., N. Chakraborty, K. Sycara, & Xu, Y. (2015). A crowdfunding model for green energy investment, *24th International Joint Conference on Artificial Intelligence*’de sunulan bildiri.
- Zhu, S., Song, M., Lim, M. K., Wang, J., & Zhao, J. (2020). The development of energy blockchain and its implications for China's energy sector. *Resources Policy*, 66.