



DOĞUŞ ÜNİVERSİTESİ DERGİSİ DOGUS UNIVERSITY JOURNAL

e-ISSN: 1308-6979

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/doujournal>

6 ŞUBAT TARİHLİ AFET BÖLGESİNİN İNŞASINDA GÜNEŞ ENERJİSİ KULLANIMI, FİNANSMAN MODELİ VE SAĞLAYACAĞI KATKILAR*

*USE OF SOLAR ENERGY IN THE CONSTRUCTION OF THE DISASTER
ZONE DATED FEBRUARY 6TH, ITS FINANCING MODEL AND ITS
CONTRIBUTIONS*

Candan ZAFER¹, Nazan CÖMERT BAECHLER²

Öz: Küresel nüfus artışı, iklim değişikliğinin etkileri, jeopolitik gerilimler ve fosil yakıtların hem çevresel olumsuzlukları hem de tükenebilir oluşu, yenilenebilir enerji kaynaklarının stratejik önemini her geçen gün artırmaktadır. Enerji ithalatçısı bir ülke konumunda olan Türkiye açısından değerlendirildiğinde; fosil yakıt ithalatının dış ticaret dengesi üzerindeki olumsuz etkisi, uluslararası iklim taahhütleri, Avrupa Birliği tarafından uygulamaya konulması planlanan sınırdaki karbon düzenlemeleri ve artan elektrik talebi gibi unsurlar, yeşil enerjiye geçişin bir tercih değil, zorunluluk olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, Türkiye’de yeşil enerjiye geçişe yönelik kapsamlı ve sürdürülebilir politikaların geliştirilmesi gerekmektedir. Diğer taraftan, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli olarak meydana gelen depremler, bölgede ciddi bir yıkıma neden olmuş ve barınma ihtiyacını öncelikli hale getirmiştir. Bu bağlamda, afet bölgesinde yeniden inşa sürecinin hızlı ve planlı bir şekilde yürütülmesi elzemdir. Bu çalışma, söz konusu yeniden inşa sürecinde konut ihtiyacının karşılanmasına yönelik olarak inşa edilecek yapıların çatılarına güneş panelleri entegre edilmesinin ekonomik, jeopolitik, çevresel ve sosyal kazanımlarını analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu hedef doğrultusunda, “söz konusu yatırımların hangi finansman modeliyle gerçekleştirilebileceği” sorusuna yanıt aranmaktadır. Çalışmada önerilen modelin, çevresel duyarlılığı önceleyen kentsel dönüşüm projelerinin finansman yapısına da katkı sunabileceği öngörülmektedir.

* Bu çalışma 2024 tarih ve 900832 nolu "6 Şubat Afet Bölgesinin İnşa Edilmesinde Güneş Enerjisi Kullanımının Sağlayacağı Katkılar: Bir Finansman Modeli Önerisi" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

¹ Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi (Fransızca), candanzafer@yahoo.com, ORCID no: 0009-0005-3611-1962

² Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi (Fransızca), nazan.baechler@marmara.edu.tr, ORCID no: 0000-0002-0242-542X

Atıf bilgisi: Zafer, C, Cömert Baechler, N. (2026). 6 Şubat tarihli afet bölgesinin inşasında güneş enerjisi kullanımı, finansman modeli ve sağlayacağı katkılar. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 27(1), 99-122, DOI: 10.31671/doujournal.1630453

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Güneş Enerjisi, Enerji Finansmanı, Afet Konutları

Abstract: *Global population growth, the impacts of climate change, geopolitical tensions, and the depletion of fossil fuels—along with their detrimental environmental effects—are increasingly elevating the importance of renewable energy sources. In the case of Turkey, a country heavily dependent on energy imports, factors such as the adverse effects of fossil fuel imports on the trade balance, international climate commitments, the European Union’s proposed Carbon Border Adjustment Mechanism, and rising electricity demand collectively demonstrate that transitioning to green energy is not merely a choice but a necessity. In this context, it is imperative that comprehensive and sustainable policies be developed to facilitate the shift toward green energy in Turkey. Meanwhile, the devastating earthquakes centered in Kahramanmaraş on February 6, 2023, have brought issue of housing to the forefront, as they caused severe destruction in the region. The construction process must therefore be rapid, strategic, and sustainable. Against this backdrop, this study analyzes the economic, geopolitical, environmental, and social benefits of integrating rooftop solar panels into residential buildings that will be constructed to address post-disaster housing needs. In line with this objective, the study seeks to answer the question of what kind of financing model could be implemented for such investments. The proposed model in this study may also shed light on the financing model of environmentally friendly urban transformation projects.*

Keywords: Renewable Energy, Solar Energy, Energy Financing, Lodgment Post-Disaster

JEL: Q20, Q4, Q48

1. Giriş

Fosil enerji kaynaklarının tükenecek olması konusunun 1970’li yıllardan beri gündemde olması, çevre ve özellikle iklim üzerindeki geri dönülemez etkileri ve jeopolitik gerilimlerle birlikte artan enerji ihtiyacı, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesinin önemini her geçen gün arttırmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında doğada en bol ve sürdürülebilir enerji kaynaklarından birisi güneş enerjisidir. Güneş’ten gelen ışık, güneş panelleri ile elektriğe dönüştürülebilmekte, düşük işletme maliyetleri ve kısa yatırım geri dönüş süresi ile uygun ve sürdürülebilir enerji çözümlerinden biri olarak öne çıkmaktadır.

Aralık 2023 itibarıyla elektrik üretim santralleri kurulu gücü 106.668 MW olan Türkiye, bunun, 11.316 MW’ını güneş enerjisi ile sağlamakta, bu da ülkenin toplam elektrik santralleri kurulu gücünün yüzde 10’unu temsil etmektedir (EPDK, Aralık 2023). Buna karşın Türkiye, mevcut güneş santrali kurulu gücünün, 50 katını temsil eden kapasitede güneş enerjisi potansiyeline sahip bir ülkedir (Tunç, 2010).

Türkiye, 2023 yılında, elektrik ihtiyacının %58’ini fosil yakıtlardan (doğalgaz, kömür), %42’sini ise yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayarak, yenilenebilir enerji kullanım oranı açısından dünya ortalamalarına yakın düzeydedir (ENERDATA, 2023). Fosil enerjide dışa bağımlı olup, petrol, doğalgaz ve kömür ihtiyacını %92 ile %99 arasında ithalat yaparak karşılayan ülke, 2023 yılında 69 milyar ABD Doları enerji ithalatından kaynaklanmak üzere toplam 106 milyar ABD Doları dış ticaret açığı vermiştir. Bununla birlikte, 2021 yılında imzalanan Paris Anlaşması çerçevesindeki iklim taahhütleri, Avrupa Birliği’nin 2026’dan itibaren

geçerli olacak yeni “sınırdaki karbon mekanizması” direktifi ve artan elektrik talebi gibi faktörler, Türkiye'nin yeşil enerjiye geçişine ilişkin geliştireceği politikaların son derece önem arz ettiğini göstermektedir.

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen deprem, Türkiye'nin 10 ilini etkileyen büyük bir yıkıma yol açmıştır. Richter ölçeğine göre 7.8 büyüklüğünde ölçülen deprem kaynaklı bu afet, çok sayıda bina ve altyapının çökmesine, binlerce can kaybına ve ciddi maddi hasara neden olmuştur. Deprem bölgesinde inşa edilmesi planlanan konut adedi ve 2025 yılına kadar teslim edilen konut adedi Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Planlanan Deprem Konut Adedi ve Teslim Edilenler

il	İnşa edilmesi planlanan konut adedi	Teslim edilen	Teslim edilme oranı (%)
Hatay	153.248	46.167	30%
K.maraş	74.187	34.630	47%
Malatya	79.420	26.325	33%
Adıyaman	43.573	31.406	72%
Gaziantep	29.500	22.475	76%
Diyarbakır	17.577	7.920	45%
Osmaniye	12.218	7.337	60%
Adana	12.522	6.817	54%
Elazığ	13.142	8.834	67%
Şanlıurfa	14.735	7.513	51%
Kilis	2.861	2.156	75%
TOPLAM	452.983	201.580	45%
Kalan inşa adedi (*)		251.403	
<i>(*) Bakanlık tarafından 2025 sonuna kadar teslim edileceği bildirilmiştir.</i>			

Kaynak: (Cumhurbaşkanlığı Strateji Ofisi, 2025)

Tablo 1’de görüleceği üzere Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından, depremde hasar gören konutların yerine, toplam 452 bin konut inşa edileceği bildirilmiş olup, Ocak 2025 itibarıyla 201.580 adedi sahiplerine teslim edilmiştir. Bakanlık, 2025 sonuna kadar kalan 251 bin adet konutun teslim edileceğini bildirmiştir. Ancak, 2 yılda 201 bin adet konutun tamamlanabildiği göz önünde bulundurulduğunda, zamanın çok sınırlı olduğu düşünülmektedir.

Diğer taraftan 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli yaşanan depremlerin yarattığı büyük yıkımın ortaya koyduğu konut ihtiyacına yönelik büyük ölçekli yeniden inşa faaliyetleri sürecinde, depreme dayanıklı konut ve kent tasarımı ile birlikte enerji verimli ve yeşil enerjili konut ve kent inşası konularının birlikte ele alınabileceği düşünülmektedir. Zira, Dünya Bankası, Avrupa Yatırım Bankası gibi uluslararası kuruluşlar da yeşil enerji projelerine finansman sağladıklarını ilan etmişlerdir (World Bank Group, 2023) (GEFF / EBRD, 2022). Bu çalışmanın amacı, bir yandan afet bölgesinde yeniden inşa edilecek konutların çatılarında yenilenebilir enerji kaynağı olarak güneş enerjisi panellerinin kullanımının sağlayacağı faydaları ortaya koymak, diğer yandan ise kentsel dönüşüm gibi büyük ölçekli imar ve inşa faaliyetlerinde bu tür uygulamaların kullanılabilirliğine ışık tutmaktır.

Bu çalışmada, ilk olarak 6 Şubat 2023 tarihli Deprem Bölgesinin yeniden inşa faaliyetlerinde kullanılacak çatı üstü güneş panellerinin, Türkiye’de yenilenebilir elektrik üretim santralleri kurulu gücünü arttırmak için bir fırsat olabilir mi sorusuna yanıt aranmıştır. Buradan hareketle öncelikle dünyada ve Türkiye’de artan enerji talepleri karşısındaki güncel enerji arzı tablosu ve geleceğe yönelik ihtiyaç ve kapasite durumu incelenmiştir. Akabinde 6 Şubat tarihli deprem bölgesindeki konutlara yapılacak çatı üstü güneş paneli yatırımı örneğinde, yatırımın *Türkiye’ye ne gibi*

faydalar sağlayabileceği sosyal, ekonomik, iklimsel ve jeopolitik açıdan irdelenecektir.

2. Literatür Taraması ve Çalışmanın Özgünlüğü

“Çatı üstü güneş paneli finansmanı” anahtar kelimesiyle, literatürde tarama yapılmıştır. Yapılan literatür taramasında, genel olarak “yenilenebilir enerji finansmanı” anahtar kelimesine isabet eden çalışmalar olduğu görülmüştür. Yenilenebilir proje finansman çeşitleri olarak, uluslararası literatürde, banka kredileri, kitle fonlaması, melek yatırımcı, girişim sermayesi gibi yöntemler olduğu görülmektedir (Lam, 2016) (Ottinger, 2015). Türkiye özelinde yapılan çalışmalarda ise genellikle devlet kurumları tarafından verilen hibeler, yeşil enerjiyi finanse eden uluslararası finansman kaynakları (TurSeFF, MidSEFF gibi Avrupa Yatırım Bankasının geliştirdiği finansman programları vs.), banka proje finansman kredileri, finansal kiralama (Ulusoy, 2019), kitle fonlaması, yeşil tahvil ’in (Arslan, 2023) ön planda olduğu görülmektedir.

Literatürde, Kamu-Özel-İş birliği (KÖİ) finansman modeli ile deprem sonrası büyük bir şantiye alanına dönen geniş bir alanda çatı üstü güneş paneli finansmanına yönelik bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışma konusunun özgün ve orijinal olduğu düşünülmektedir.

3. Artan Enerji Talebi Karşısında Yenilebilir Enerji

3.1. Dünyada Yenilenebilir Enerji Talep Artışının Nedenleri

Nüfus artışı baskısı ve toplumların refah düzeylerinin artmasına paralel olarak dünyanın enerji ihtiyacı her geçen gün artmaktadır (Yılmaz, 2012). Birincil enerji tüketimi ve dünya nüfusu gelişimleri Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. Birincil Enerji Tüketimi ve Dünya Nüfusu

Dünya birincil enerji tüketimi ve Dünya nüfusu gelişimi									
TWh		1950		1980		2000		2022	
Enerji kaynağı tipi									
Toplam fosil enerji tüketimi	Petrol	5.444	19%	35.525	40%	42.978	35%	52.970	30%
	Kömür	12.603	44%	20.858	24%	27.435	22%	44.854	25%
	Doğal gaz	2.092	7%	14.237	16%	23.994	20%	39.413	22%
	Nükleer	0	0%	2.020	2%	7.323	6%	6.702	4%
		20.139	71%	72.640	83%	101.730	83%	143.939	80%
Diğer yenilenebilir enerji	Rüzgar	0	0%	1	0%	93	0%	5.488	3%
	Güneş	0	0%	1	0%	3	0%	3.448	2%
	Hidroelektrik	925	3%	5.120	6%	7.826	6%	11.300	6%
	Biokütle	7.500	26%	10.000	11%	12.500	10%	11.111	6%
		0	0%	187	0%	705	1%	3.613	2%
Topl.yenileneb.enerji tüketimi		8.425	29%	15.309	17%	21.127	17%	34.960	20%
GENEL TOPLAM		28.564	100%	87.949	100%	122.857	100%	178.899	100%
Dünya nüfusu ('000 000 000)		2,4		4,4		6,1		7,9	

Kaynak 1: (Ritche, Rosado, & Roser, 2024)

Kaynak 2: (Worldometer, 2024)

Tablo 2’de 1950- 2022 yılları arasında nüfus %229 artarken, enerji tüketiminin %526 arttığını göstermektedir. Tablo, dünyada artan enerji tüketimini karşılamak için, dünyanın daha fazla enerjiye ihtiyacı olduğunu işaret etmektedir. 2022 yılında, küresel enerji tüketiminin büyük bir kısmı (%80) fosil enerji kaynaklarından karşılanmıştır.

Bilimsel çalışmalar, fosil yakıt tüketiminin atmosferdeki sera gazı birikimini artırarak küresel ısınmaya neden olduğunu ortaya koymuştur. Bu tespitler ve küresel siyasi yükümlülükler doğrultusunda, 2000’li yıllardan itibaren yenilenebilir enerji

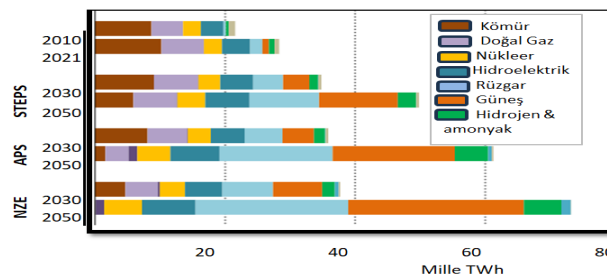
kaynaklarının kullanımında artış gözlemlenmektedir. Küresel ve nesiller arası boyuta sahip iklim değişikliği ile mücadelede izlenecek politikaların ve yol haritalarının belirlenmesi amacıyla Kyoto Protokolü (2005) ve sonrasında Paris Anlaşması (2015) imzalanmıştır. Paris Anlaşması'nda belirlenen hedef, küresel sıcaklık artışını sanayileşme öncesi döneme kıyasla 2°C (ya da mümkünse 1,5 derece) kadar düşük tutmaktır (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2023).

Paris Anlaşması'nın uygulanması çerçevesinde, yalnızca devletlerin değil, aynı zamanda kent yerel yönetimlerinin de önemli sorumlulukları bulunmaktadır. Kentler, dünya nüfusunun büyük bir kısmını barındırmakta ve sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmını üretmektedir. Bu nedenle, kent yerel yönetimleri küresel karbon azaltma hedeflerine katkı sağlayan önemli aktörler haline gelmiştir. Birçok şehir, düşük karbonlu ulaşım sistemleri, enerji verimliliği projeleri, yenilenebilir enerji kullanımı ve yeşil alanların artırılması gibi uygulamalarla emisyonları azaltma ve sürdürülebilir şehirler inşa etme yolunda kritik bir öneme sahiptir. 2021 yılında imzalanan Paris İklim Anlaşması'na göre Türkiye, sera gazı emisyonlarını 2030 yılına kadar %41 oranında azaltmayı hedeflemektedir. (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2023). Bununla birlikte, Avrupa Birliği'nin 2026 yılından itibaren, belirli bir sera gazı emisyon kotasını aşan ithal ürünlere sınırda karbon vergisi uygulayacağını ilan etmesi, ihracatının %50'sine yakınına Avrupa Birliği'ne yapan Türkiye'yi bu süreçten en fazla etkilenecek ülkelerden biri haline getirmektedir (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2023). Dolayısıyla, ülkemizin yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik edici politikalara önem vermesi gerektiği açıktır.

3.2. Yenilenebilir Enerjilerin Dünyadaki Yeri ile İlgili Öngörüler

Uluslararası Enerji Ajansı, "Dünya Enerji Görünümü 2022 Raporu'nda (Uluslararası Enerji Ajansı, 2022) küresel elektrik arz ve talebinin geleceğini 3 senaryoya (STEPS³, APS⁴, NZE⁵) dayalı olarak Şekil 1'de gösterildiği şekilde öngörmüştür. Rapora göre;

- 2021 yılında küresel elektriğin yaklaşık %72'si fosil yakıtlardan (kömür %36, doğalgaz %23, petrol %2, nükleer %10) ve %28'i yenilenebilir enerjilerden üretilmiştir. Şekil 1'e göre elektrik üretiminde yenilenebilir enerjilerin payı, 2030 ve 2050 yıllarına kadar senaryoya bağlı olarak önemli ölçüde artacaktır.



Kaynak: (Uluslararası Enerji Ajansı, 2022)

Şekil 1. Kaynaklara ve Senaryolara Göre Küresel Elektrik Arzı (TWh) Öngörüsü

³ STEPS senaryosu mevcut hükümetin enerji politikalarını dikkate almaktadır

⁴ APS senaryosu, sıcaklık artışının stabilizasyonuna ilişkin devletlerin iklim taahhütlerinin yerine getirileceğini varsaymaktadır

⁵ NZE senaryosu, 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedefine ulaşılacağını varsaymaktadır.

Şekil 1'e göre, yenilenebilir enerjinin payının; STEPS senaryosuna göre, 2021'de %28'den 2030'da %44'e, APS senaryosuna göre; 2021'de %28'den 2030'da %49'a, NZE senaryosuna göre ise 2021'de %28'den 2030'da %61'e çıkacağı öngörülmektedir.

Rapor, 2050 yılına kadar elektrik talebindeki artışın başlıca nedenleri olarak dünya nüfusundaki artış, artan klima kullanımı ve ulaştırma sektöründe elektrikli araçların payının artması olarak açıklamaktadır.

3.3. Yenilenebilir Enerjilerin Türkiye'deki Yeri ve Teşvik Politikaları

Tablo3'te Türkiye'nin kaynaklara göre elektrik santrallerinin kurulu gücü ve elektrik üretim bilgileri yer almaktadır.

Tablo 3. Elektrik Santralleri Kurulu Gücü (MW)

Türkiye'de Elektrik Üretim Kurulu Gücü ve Elektrik Üretim Miktarı						
Santral tipi	KURULU KAPASİTE (MW)				TOPLAM ÜRETİM (MWh)	
	2016 ARALIK	(%)	2023 ARALIK	(%)	2023 OCAK - ARALIK (MWh)	(%)
	(MW)		(MW)			
Hidrolik	26.543	34%	31.964	29,97%	63.854.222	19,66%
Rüzgar	5.737	7%	11.803	11,07%	34.069.728	10,49%
Güneş	13	0%	11.316	10,61%	18.606.601	5,73%
Jeotermal	821	1%	1.691	1,59%	10.997.593	3,39%
Biokütle	466	1%	2.077	1,95%	9.706.500	2,99%
YENİLENEBİLİR	33.580	43%	58.851	55,17%	137.234.644	42,25%
Doğalgaz	25.467	33%	25.735	24,13%	68.562.812	21,11%
Linyit	9.267	12%	10.194	9,56%	40.929.632	12,60%
İthal Kömür	7.474	10%	10.374	9,73%	72.123.041	22,21%
Taş Kömürü	594	1%	841	0,79%	3.650.625	1,12%
Asfalt	405	1%	405	0,38%	1.588.317	0,49%
Fuel Oil	755	1%	260	0,24%	702.474	0,22%
Nafta	17	0%	5	0,00%	0	0,00%
LNG	2	0%	2	0,00%	0	0,00%
Motorin	1	0%	1	0,00%	2.307	0,00%
TERMİK	43.982	57%	47.816	44,83%	187.559.208	57,75%
TOPLAM	77.562	100%	106.668	100%	324.793.851	100,00%

Kaynak: (EPDK, Aralık 2023)

Tablo 3'te görüldüğü üzere, Aralık 2016 ile Aralık 2023 arasında Türkiye'nin kurulu elektrik üretim kapasitesi 77.561 MW'tan 106.668 MW'a yükselmiş, yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretim santrallerinin kurulu güç içindeki payı %43'ten %55'e artmıştır. Aralık 2023'te yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretim santralleri arasında en büyük pay hidroelektrik santrallere aittir. Elektrik üretiminde en büyük artış güneş enerjisi santrallerinde görülmektedir. Aralık 2016'da 13 MW kurulu güce sahip olan güneş enerjisi santralleri, Aralık 2023'te 11.316 MW'a ulaşmıştır. Bu artışta, devletin uyguladığı yeni politika ve düzenlemeler itici gücü oluşturmuştur. Bu politika ve düzenlemeler şunlardır:

- **Elektrik piyasasının yeniden yapılandırılması:** 2015 yılında elektrik borsası kurularak, EPIAŞ, bu piyasanın işletilmesinden sorumlu kamu kurumu olmuştur. Elektrik fiyatları, elektrik borsasında; gün öncesi, gün içi ve dengeleme güç piyasalarındaki arz-talep sonucu oluşmaktadır. Elektrik borsasında, yenilenebilir enerji santrallerine arz önceliği verilmiş (gün öncesi piyasası), arzın yetersiz olması halinde fosil enerjili santraller devreye girmektedir (dengeleme güç piyasası). Böylece, piyasada yenilenebilir enerji santrallerinden elektrik teminine öncelik verilmektedir.

- **Yenilenebilir enerji destek mekanizması:** Yenilenebilir enerji santral yatırımlarını teşvik etmek amacıyla, devlet Tablo 4'te belirtilen fiyatlardan elektrik alım destekleri (YEKDEM) vermektedir.

Tablo 4. Mayıs 2023'te Yürürlüğe Alınan Son YEKDEM Tarife Garantisi

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	YEKDEM FİYATI						
	1/7/2021 Öncesi usd cent/kwh (*)	1/7/2021 Sonrası TL kuruş /kwh (**)	Destekle me süresi (**) (yıl)	Taban fiyat Usd cent/kwh (**) (yıl)	Tavan fiyat usd cent/kwh (**) (yıl)	Yerli Ekipman Katkı Fiyatı TL kuruş /kwh (**) (yıl)	Yerli Ekipman Destekle me süresi (**) (yıl)
Hidroelektrik (HES) - Rezervuarlı	7,3	144,00	10	6,75	8,25	28,80	5
Hidroelektrik (HES) - Rezervuarsız	7,3	135,00	10	6,30	7,70	28,80	5
Rüzgar (RES) - Karasal	7,3	106,00	10	4,95	6,05	28,80	5
Rüzgar (RES) - Deniz üstü	7,3	144,00	10	6,75	8,25	38,45	5
Jeotermal (JES)	202	54,00	15	9,45	11,55	28,80	5
Biyokütle							
Çöpgazı - Atık Lastik	13,3	106,00	10	4,95	6,05	28,80	5
Biyometanizasyon	13,3	173,00	10	8,10	9,90	28,80	5
Termal Bertaraf	13,3	134,90	10	5,75	8,00	21,58	5
Güneş (GES)	13,3	106,00	10	4,95	6,05	28,80	5
Rüzgar veya güneş enerjisine dayalı bütünleşik elektrik depolama tesisi	-	125,00	10	5,85	7,15	38,45	10
Pompaj depolamalı hidroelektrik üretim tesisi	-	202,00	15	9,45	11,55	38,45	10
Dalga veya akıntı enerjisine dayalı elektrik üretim tesisi	-	135,00	10	6,30	7,70	38,45	10

(*) 01.07.2021 tarihine kadar işletmeye girecek olan YEK belgeli elektrik üretim tesislerine 10 yıl süre ile ödenecek YEKDEM bedeli

(**) 01.07.2021 - 31.12.2030 tarihleri arasında işletmeye girecek olan YEK belgeli elektrik üretim tesislerine aylık dönemlerde ÜFE-TÜFE oranları ve döviz kurlarındaki değişimlere göre yapılacak YEKDEM ödemesi

Kaynak: (T.C. Resmi Gazete no. 32177, 01 Mayıs 2023)

- **Güneş enerjisi santralleri başta olmak üzere lisanslı ve lisanssız elektrik üretimine ilişkin yeni düzenlemeler:** İlk olarak 22.10.2016 tarih ve 29865 sayılı Resmî Gazete 'de lisanssız yenilenebilir enerji santral yatırımlarının önü açılarak, daha küçük yatırımcıların da sektöre girmesi kolaylaştırılmıştır.
- **2017'den itibaren yenilenebilir enerji kaynak bölgeleri (YEKA) ihalelerinin düzenlenmesi:** Güneş ve rüzgâr kaynağına dayalı elektrik üretim santral yatırımlarının teşvik edilmesi amacıyla, devlet tarafından tahsis edilen arazilerde ve devletin belli bir süre boyunca vereceği elektrik satın alım garanti fiyatları ile düzenlenen ihalelerdir.

Yenilenebilir enerji santral yatırımlarının olumlu yönde etkilendiği göz önünde bulundurulduğunda, teşvik politikalarına devam edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

3.4. Yenilenebilir Enerji Santrallerine Yönelik Teşvik Politikalarının Hedefleri

Türkiye'nin yenilenebilir enerji santral yatırımlarını teşvik etmeye yönelik uygulamaya koyduğu teşvik politikalarının ana hedefleri şunlardır:

Talep artışının karşılanması: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın (TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022) projeksiyon çalışmasına göre, elektrik talebinin 2035 yılında 510 TWh'ye (2021 yılında brüt elektrik talebi 332 TWh ve brüt üretim 334 TWh idi) ulaşması beklenmektedir. Bu durum, devletin yatırımları teşvik etmeye devam etmesi gerektiğini göstermektedir.

İklim değişikliğinin önlenmesine ilişkin taahhütlerin yerine getirilmesi: Ekim 2021'de Paris İklim Anlaşması'nı imzalayan Türkiye, sera gazı emisyonlarını azaltma yönünde hedefler belirlemiştir. Türkiye, Birleşmiş Milletler'e sunduğu "ulusal katkı beyanı" kapsamında, alınan tedbirler sayesinde sera gazı emisyonlarının 2030 yılına

kadar sektörler itibarıyla %41 oranında azaltılması ve 2053 yılına kadar net sıfır emisyon hedefini teyit etmiştir (TC Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023). Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 10 Mayıs 2023 tarih ve 2023/956 sayılı tüzüğüne göre, Avrupa Birliği, 2026 yılından itibaren ithal ettiği ürünlere sınırda karbon vergisi uygulayacaktır (Avrupa Birliği Resmi Gazete-16/5/2023-L130/52, 2023). Bu vesileyle, Türkiye Dış Ekonomik İlişkiler Konseyi, Avrupa Birliği'nin uygulayacağı farklı miktarlardaki karbon vergisi ve Türkiye'nin hedeflediği karbon emisyonunun azaltılması senaryolarına bağlı olarak sektörlerin maruz kalabileceği maliyetleri hesaplamıştır. Bu çalışmaya göre, en çok etkilenecek ve en yüksek sınırda karbon vergisine maruz kalacak sektörün enerji sektörü olacağı öngörülmektedir (%21 karbon azaltım senaryosuna göre, sınırda karbon vergisinin 100 EUR/tCO₂e olması halinde, elektrik üretim sektörünün maruz kalacağı maliyet 3,1 milyar USD civarındadır) (DEİK-Dış Ekonomik İlişkiler Kurulu, 2022).

Türkiye'nin dış ticaret dengesi üzerindeki baskının azaltılması: Türkiye'nin dış ticaret dengesi ve fosil yakıtların ithalat içerisindeki payı Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 5. Türkiye'nin Dış Ticaret Dengesi

<i>milyon ABD Doları</i>	2019	2020	2021	2022	2023	2024
İthalat	210.345	219.517	271.426	363.711	361.774	344.020
Yanıcı Mineraller	41.731	28.925	50.692	96.549	69.115	65.590
ithalatın içindeki payı	19,8%	13,2%	18,7%	26,5%	19,1%	19,1%
İhracat	180.838	169.638	225.214	254.172	255.777	261.855
Dış ticaret dengesi	-29.507	-49.879	-46.212	-109.539	-105.997	-82.165

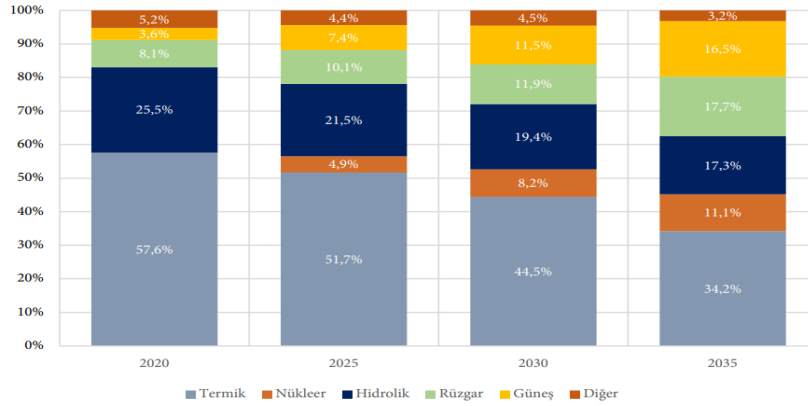
Kaynak: (TÜİK, 2024)

Tablo 5'te görüleceği üzere, TÜİK verilerine göre dış denge açığının büyük bir kısmını (2021'de %18,7, 2022'de %26,5, 2023'te %19,1, 2024'te %19,1) akaryakıt ithalatı (petrol, doğalgaz ve kömür) oluşturmaktadır. 2022 yılında; elektrik üretiminde kullanılan ithal fosil yakıtların (doğalgaz ve kömür) payının yaklaşık 16,43 milyar dolar, ulaştırma sektöründe kullanılan payın ise 17 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye'de ithal fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kullanılması ve elektrikli araçlara yatırım yapılmasıyla toplamda 33,43 milyar dolar (Türkiye'nin gayri safi milli gelirinin %4'ü ve Türkiye ithalatının %9'u) tasarruf sağlanabileceği tahmin edilmektedir.

3.5. Türkiye Yenilenebilir Enerji Projeksiyonları

Enerji Bakanlığı Ulusal Enerji Planı'na göre (Şekil 2), elektrik üretiminde en büyük artışın güneş enerjisi santralleri tarafında olması (2020'de %3,6'dan 2035'te %16,5'e artış), fosil yakıtlı santrallerin 2020'de %57,6 olan elektrik üretim payının ise 2035'te %34,2'ye düşmesi beklenmektedir.

Mersin Akkuyu Nükleer Santrali ve planlanan Sinop İnceburun Nükleer Santrali'nin devreye girmesi ile birlikte, 2035 yılında Türkiye'nin elektrik üretiminin %11,1'inin nükleer santrallerden sağlanması öngörülmektedir.



Kaynak: (TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022)

Şekil 2. Yıllara Göre Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılım Projeksiyonu (%)

2030 yılı için Türkiye’de Yenilenebilir enerji santrallerinden beklenen elektrik üretimi, uluslararası enerji ajansının yayınladığı dünya yenilebilir enerjiden elektrik üretim öngörülerıyla paraleldir. Şöyle ki, Enerji Bakanlığı’nın 2030 senaryosunda, Türkiye’de yenilenebilir enerji payı %42, Enerji Ajansı’nın raporunda ise dünyada %44 (STEPS senaryosu) şeklinde öngörülmüştür.

3.6. Yenilenebilir Enerji Santral Yatırımlarında Karşılaşılabilecek Sorunlar

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmeliğe göre, Rüzgâr, Güneş, Jeotermal, Biokütle, Hidroelektrik (15 km²’den küçük rezervuar alanına sahip olanlar) santralleri vs. gibi santraller yenilenebilir enerji santralleri kapsamındadır. Pek çok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de yenilenebilir enerjinin geliştirilmesinde aşılması gereken birçok zorluk bulunmaktadır. Bu zorluklar şöyle sıralanabilir:

- **Yasal izinlerin alınması esnasında karşılaşılabilecek bürokratik sorunlar:** Örneğin, yenilenebilir enerji projelerinin geliştirilmesi esnasında özel arazilerin kamulaştırılması süreci, yatırımın maliyetini ve süresini artırabilir (Döner & Kaya, 2021).
- **Proje alanında yaşayan halkın protestoları:** Çevre, yaşam kalitesi ve mülkler üzerindeki olumsuz etkilerinden endişe duyan yerel halk, zaman zaman yenilenebilir enerji santral yatırımlarına karşı çıkabilmektedir.
- **Finansman kaynağı sorunları:** Yenilenebilir enerji santral yatırımları, özellikle küçük işletmeler ve yeni kurulan işletmeler için, finansman kaynağı bulma açısından sıkıntılı ve yüksek kredi faiz oranları açısından maliyetli olabilmektedir (Yüksel, Dinçer, & Çelebi, 2022).
- **Geniş arazi gereksinimi:** Güneş enerjisi santralleri gibi bazı yenilenebilir enerji santral projeleri büyük miktarda arazi gerektirebilir. Bu durum, arazi mevcudiyeti ve ek maliyetler konusunda sorunlara yol açabilir.
- **Yedek parça ve makinelerin yerli üretiminin yetersiz olması/Yenilenebilir enerji teknolojisinde yerli markanın bulunmaması,** yatırım maliyetini arttırması ve tedarikte sorun oluşabilmesi risklerini içermektedir.

- **Yenilenebilir santral yatırımlarında yanlış tasarım ve maliyet aşım riskleri:** Deneyimsiz inşaat firmaları tarafından, yanlış tasarım yapılması veya inşaat maliyetinin yanlış hesaplanması gibi riskler ortaya çıkabilmektedir.
- **Deneyimsiz yatırımcıların uygun fizibilite olmadan yatırım yapmaları, maliyet artışı ve teknik sorunlara yol açabilecektir.**
- **Jeotermal santrallerde, açılan kuyularda yeterli rezerv olmaması, bu kuyuların açılmasının çok maliyetli olması ve bankalarca finanse edilmemesi hususları yatırımcıların karşılaştığı sorunlardan biridir.**
- **Yenilenebilir santrallerin performans riskleri:** yenilenebilir enerji santrallerinin elektrik üretimi, güneş, rüzgâr, yağış rejimi gibi doğa olaylarına bağlı olduğundan, üretimleri kesintiye uğrayabilmektedir. Batarya endüstrisi henüz pahalı bir sistem olduğundan, elektrik depolama sorunu tam olarak çözüme kavuşmamıştır (Yüksel, Dinçer, & Çelebi, 2022).
- **Küresel iklim değişikliğinin etkileri** özellikle hidroelektrik santraller için bir tehdit unsurudur.
- **Elektrik borsasındaki elektrik fiyatlarının öngörülemezliği:** elektrik borsasında, elektrik fiyatları TL olarak belirlenmekte olup, döviz karşısında düşük kalma ihtimali bulunmaktadır. Bu durum, yatırımcıların, özellikle döviz cinsinden yatırım kredisi kullananların projeksiyonlarını negatif yönde etkileyebilecektir.
- **Bu tür santraller, yüksek teknolojiye sahip makine ekipmanlara sahip olduğundan, bozulma riski taşımaktadır.**
- **Ulusal şebeke ağının yetersiz oluşu, yeni santral yatırımlarının önünde bir engel teşkil etmektedir.**

4. 6 Şubat Tarihli Afet Bölgesinde Güneş Paneli Yatırımına Yönelik Model Önerisi

4.1. Türkiye'nin Fotovoltaik Potansiyeli ve Fotovoltaik Yatırımların Teknik Detayı

Türkiye yenilenebilir enerji santralleri arasında güneş potansiyeli yüksek bir ülkedir. Makina Mühendisleri Odası'nın hazırladığı rapora göre Türkiye'nin mevcut teknoloji ve şebeke altyapısı göz önünde bulundurulduğunda, 500 bin MW'lık bir güneş enerjisi santrali potansiyeline sahip olduğu öne sürülmüştür (Tunç, 2010). Bu potansiyel, güneş enerjisi santralının mevcut kurulu gücünün (Aralık 2023 itibarıyla 11.316 MW) yaklaşık 50 katına karşılık gelmektedir.

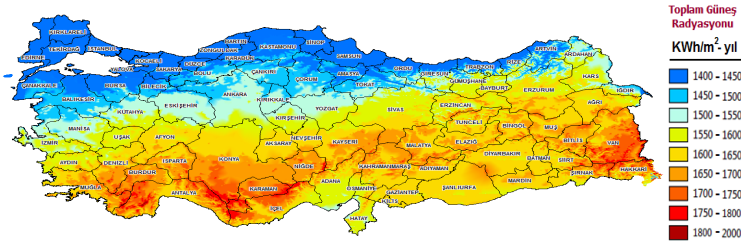
Güneş santrallerinin avantajları:

- Güneş enerjisi, dünyanın her yerinde elde edilebilen ve doğaya zarar vermeyen temiz bir kaynaktır.
- Teknolojik gelişmeler sayesinde yatırım maliyetleri azalmış ve verimlilik daha da artmıştır.
- Kurulum süreleri (azami 9 ay) diğer yenilenebilir enerji santrallerine (hidroelektrik, rüzgâr, jeotermal- 1 yıldan uzun) kıyasla çok kısadır.

- Rüzgâr ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kullanan diğer santrallerle karşılaştırıldığında, işletme maliyetleri daha düşük olduğundan FAVÖK⁶ marjı da en yüksek seviyededir.
- Güneş panelleri çeşitli yerlerde kurulabilir: Binaların çatılarında, parklar ve bahçelerde, hastane, otel, benzin istasyonu gibi yerlerde, sinyalizasyon sistemleri ve aydınlatma için sokaklarda vb.
- Türkiye’de son yıllarda milli panel üretim fabrikalarının kurulması maliyet avantajı açısından önemli bir gelişmeyi temsil etmektedir (Yeşil Haber, 2024).

Türkiye’nin güneş enerjisi potansiyeli:

Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası’na (GEPA) göre (Şekil 3), Türkiye’de günlük güneşlenme (radyasyon) değerleri 3,29kWh/m²-5,48 kWh/m² arasında değişmektedir. Fotovoltaik sistemin verimli çalışması açısından bölgedeki güneş ışınımının günlük 4,5 kWh/m² (yıllık 1.642,5 kWh/m²) civarında olması gerekmektedir (Şenlik, 2017).



Kaynak: (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024)

Şekil 3. GEPA Atlası

Türkiye’nin mevcut güneş enerjisi potansiyel kapasitesinin altında bir kurulu güce sahip olmasının nedenlerinden biri, trafolardaki bağlantı kapasite yetersizliğinden (ulusal ağ kısıtı) kaynaklanmaktadır (KPMG, 2024) (Yeşil Ekonomi, 2024) (Energy Baba, 2018). Ulusal ağ devlet tarafından (TEİAŞ) yapılmakta olup, yatırım süresi uzun sürebilecektir (TEİAŞ, 2019). Bu çalışmada ulusal ağ kısıtı göz ardı edilmiştir.

Güneş santrali yatırımlarında göz önünde bulundurulması gereken hususlar:

Yatırımcıların güneş enerjisi santrali yatırımı yapmadan önce yatırımlarının başarılı olabilmesi için bazı önemli noktaları dikkate almaları gerekmektedir. Dikkate alınması gereken önemli faktörlere, sorumlu yazarın mesleki deneyimi⁷ dolayısıyla kanaati de eklenerek, aşağıda yer verilmiştir:

- Yatırıma başlamadan önce, yatırım maliyeti daha önce başarılı kurulum yapmış, kurulum firmaları tarafından teyit edilmiş olmalıdır.
- Tiplerine göre, güneş panellerinin elektrik üretim verimleri %14 ile %24 arasında değişmektedir. Polikristal paneller %14-16 arası, Monokristal paneller ise %24 civarında verimliliğe sahiptir (Enerjievi). Projenin ekonomik modeli hesaplanırken, kullanılacak panel tipine göre bu husus dikkate alınmalıdır.

⁶ Faiz, amortisman, vergi öncesi kar

⁷ Banka proje finansman kredileri tahsis ve izleme bölümü

- Yüksek teknoloji ürünleri olduklarından, panel ve diğer ekipmanların tedarikçi garantileri, tedarik anlaşmaları içerisinde temin edilmiş olmalıdır.
- Yatırımcılar, ekonomik model hazırlarken, panel ve diğer ekipmanların ekonomik sürelerini dikkate almalıdır.
- Yatırım yapılacak arazinin tarım dışı arazi statüsünde⁸ olması gerekmektedir (Yalılı, 2021).
- Fotovoltaik kurulumun, sağlıklı ve sorunsuz çalışabilmesi için kurulum yapılacak arazinin meteorolojik geçmişi (karlı, yağışlı, rüzgârlı, güneşli vs.) incelenmiş olmalıdır (Şenlik, 2017) (Yalılı, 2021).
- Fotovoltaik kurulumun yapılacağı yerin, ulusal şebekeye yakın olması ve ulusal şebekeye bağlantı yapılacak noktadaki trafoda yeterli bağlantı kapasitesinin olması gerekmektedir. Ayrıca, bakım onarım faaliyetlerinin düzenli olarak yapılabilmesi açısından, ulaşım yollarına yakınlığı da önemli bir husustur (Şenlik, 2017).
- Kurulum yapılacak arazinin engebese bir diğer önemli hususlardan biridir. Panellerin yerleştirileceği yerlerin eğimi en fazla %3 olmalıdır (Şenlik, 2017).
- Pvsyst⁹ gibi programlarla, kurulacak güneş santralinin verimi hesaplanmalıdır.
- Bölgedeki günlük güneş ışıınımı değeri 4,5 kWh/m² civarında olmalıdır. Bunun altındaki ışıınım değerlerinde daha düşük verimle çalışan bir kurulum olacağı göz önünde bulundurulmalıdır (Şenlik, 2017).
- Çatı üstü güneş panellerinde arazi gereksinimi olmayacaktır.

Güneş santrallerinin yatırım maliyeti:

Projenin türüne (çatı uygulaması veya arazi tipi güneş enerjisi santrali) bağlı olarak yatırım maliyeti değişmektedir.

Arazi tipi güneş santrallerinde MW başı maliyet 430.000 – 500.000 USD arası değişmektedir (Solarex, 2024).

Çatı tipi güneş paneli kurulumunda ise, 10 kW kapasitede bir yatırım için, 3 farklı danışmanlık firmasının web sitelerinde yayınlanan maliyetler şu şekildedir:

- 3.352 - 10.638 dolar civarı (Piagrid, 2024),
- 5.164-14.572 dolar civarı (CW Enerji, 2024)
- 12 000- 13 000 dolar civarı (Solarex, 2024)

Bu çalışmada kullanılacak 10 kW'lık çatı üstü güneş panellerinin ortalama maliyetinin, ağırlıklı olarak Türkiye'de üretilen güneş panellerinin kullanılacağı ve çok fazla miktarda üretim yapılacağından maliyetin daha düşük olabileceği göz önünde bulundurularak, 7.000 ABD Doları tutarında olacağı varsayılmıştır.

⁸ Tarımsal üretim için ideal olmayan araziler

⁹ Pvsyst programı, güneş panellerinin performans oranını ve sistemde oluşan kayıp oranlarını test etmek amacıyla İsviçre Cenevre Üniversitesi tarafından geliştirilen bir simülasyon programıdır. (Akcan, Kuncan, & Minaz, 2020)

4.2. 23 Şubat Depreminden Etkilenen Bölgede Güneş Paneli Yatırımının Getirileri: Bir Finansman Modeli Önerisi

6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye saati ile 04:17 ve 13:24'te Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde merkez üssü ile Mw 7,7 (odak derinliği = 8,6 km) ve Mw 7,6 (odak derinliği= 7 kilometre) büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiştir. Türkiye'nin güneyindeki 11 şehri içine alan geniş bir coğrafyası bu iki depremle sarsılmış ve bölge büyük bir enkaz alanına dönüşmüştür.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın deprem bölgesinde yaptığı incelemeler sonucunda, bölgedeki 1.712.182 binanın (konut, otel, okul, hastane vb.) durumu, Türkiye Cumhuriyeti Strateji ve Bütçe Başkanlığı (Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Mart 2023) tarafından yayımlanan Deprem Sonrası Değerlendirme Raporu'nda Tablo 8'de gösterilen şekilde sınıflandırılmıştır:

Tablo 8. Deprem Bölgesindeki Binaların Hasar Durumu

Bina Tipi	Bina sayısı	Bağımsız Bölüm
Hasarsız bina	860.006	2.387.163
Az hasarlı bina	431.421	1.615.817
Orta hasarlı Bina	40.228	166.132
Ağır hasarlı bina	179.786	494.588
Yıkık bina	35.355	96.100
Acil yıkım gereken bina	17.491	60.728
Henüz keşfi yapılmayan bina	147.895	296.508
TOPLAM	1.712.182	5.117.036

Kaynak: (Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Mart 2023)

Yukarıdaki tabloda gösterildiği gibi, yeni inşa edilecek 179.786 ağır hasarlı + 35.355 yıkık + 17.491 acil yıkılması gereken olmak üzere toplam 232.632 binanın (Konut, otel, okul, hastane vb.) tüm çatılarına ve sağlam raporu alan 860.006 adet binanın %30'unun (toplamda 258.002 binanın gönüllü olarak yararlanmak isteyeceği varsayıldı) çatılarına güneş panelleri kurulacaktır (Bkz Tablo 9). Depremden hasar görmemiş sağlam raporu almış binaların %30'unun gönüllü olarak çatı panel yatırımından faydalanmak isteyeceği varsayımına dayanak olarak, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının yayınladığı Ulusal Enerji planında meskenlerin elektrik tüketiminin 2020-2030 yılları arasında %36,9 oranında artacağı hususu dikkate alınmıştır (TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022).

Tüm bu analizler, Türk ulusal şebeke kısıtlamaları göz ardı edilerek gerçekleştirilmiştir. Şöyle ki; 11.08.2022 tarih ve 31920 no.lu Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği'ne göre, çatı üstü güneş paneli sahiplerinin tüketim fazlası elektrik üretimini sisteme satma imkanları olduğundan, yatırımın yapılacağı bölgedeki trafoda sisteme bağlantı için yeterli kapasitenin mevcut olup olmadığı önem arz etmektedir. Bu durum binanın konumu özelinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Şekil 3'e göre, çalışma konusu deprem bölgesinde yıllık ışıınım değeri 1.550 – 1.700 kWh/m² arasında olduğu tahmin edilmektedir. Yıllık 1.642,5 kWh/m²'den az olan bölgelerde fotovoltaiik panellerin çalışma veriminin standarttan biraz daha düşük olabileceği hususu çalışmanın kısıtlarından biridir. Buna göre, panel çalışma verimliliği maksimum verimin biraz altında alınarak model çalışılmıştır (%24 yerine %22 verim alındı) (Enerjievi).

Maliyet tahmini için, çalışmanın ait olduğu dönemin şartlarına göre, danışmanlık şirketlerinin web sitelerinden yararlanılmıştır.

Binalara yerleştirilecek güneş panellerinin kurulu gücü ve toplam maliyeti Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. Güneş Paneli Yerleştirilecek Binalar

Bina Tipi	Bina sayısı	Kurulacak güneş paneli toplam gücü (MW) (2)	Panel sayısı (3)	Toplam Yatırım Maliyeti USD (4)
Ağır Hasarlı Bina + Yıkık Bina + Acil Yıkım gereken Bina	232.632	2.326	5.583.168	1.628.424.000
Hasarsız Bina (1)	258.002	2.580	6.192.043	1.806.012.600
TOTAL	490.634	4.906	11.775.211	3.434.436.600
(1) Hasarsız binaların %30’u gönüllü olarak güneş paneli kurulumundan faydalanmak isteyenleri varsayılmıştır (860.006 * 30%)				
(2) 10 kW / Bina başına				
(3) 24 güneş paneli / Bina başına				
(4) 7 000 USD / bina başına maliyet (10 kw için)				

Tablo 9’da gösterildiği üzere, toplam 490.634 binaya uygulanacak bina başı 10 kW gücündeki güneş panelleri ile birlikte, toplam 4.906 MW bir kurulu güce ulaşılabilecektir. 10 kW gücündeki her bir kurulumun 7.000 USD civarında olacağı tahmin edildiğinde, toplam 3,4 milyar USD civarında bir yatırım bedeli ortaya çıkacaktır. 10 kW gücündeki güneş panelleri 24 panelden oluşmaktadır. Her panel 2 m² alana sahiptir. Bu paneller için çatıda 60 m²’lik bir alan yeterli olacaktır.

Panellerin %22 net verim ile çalıştığı varsayıldığında (yıllık %1 verim düşüşü göz ardı edilmiştir); yıllık 10 kW x 24 saat x 365 gün x 0,22 verim = 19.272 kWh elektrik üretimi olacaktır.

4 kişilik bir hanenin aylık yaklaşık 200 kWh, yıllık ise 2.400 kWh elektrik tükettiği düşünüldüğünde; 10 kW’lık bir güneş panelinin 8 eve elektrik sağladığını söyleyebiliriz (19.272 / 2.400 = 8). Binalar 3 ila 4 katı geçmeyeceği için 10 kW’lık güneş panelleri binanın aylık elektrik ihtiyacının yaklaşık tamamını karşılayabileceği düşünülmektedir.

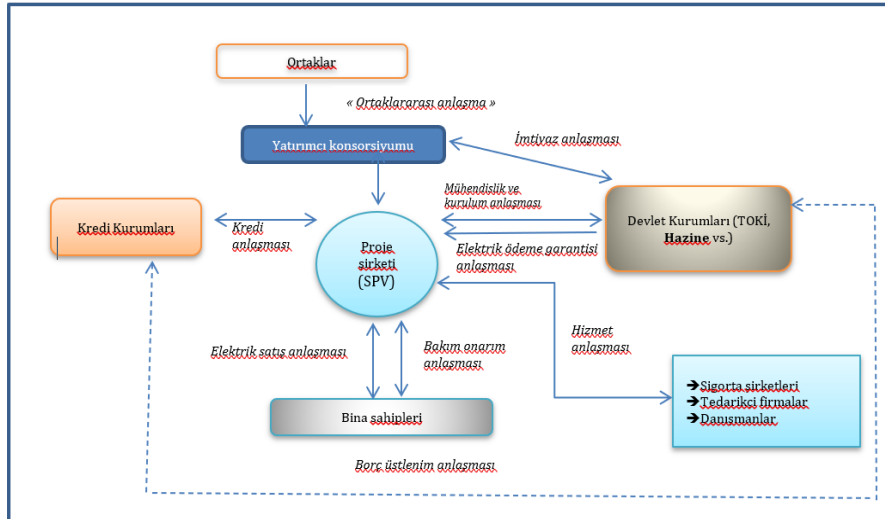
Bu varsayımlara göre, ülkenin toplam kurulu gücü 106.667 MW’tan (Aralık 2023 verilerine göre) 111.573 MW’a (4.906 MW güneş paneli yerleştirilmesi ile birlikte) yükselebilecektir (bkz tablo 9). Türkiye’de yıllık 20.000 MW kapasiteye sahip 37 panel üretim fabrikası bulunmaktadır (Yeşil Haber, 2024). Dolayısıyla, 4.906 MW yerli üreticiler tarafından karşılanabilir düzeyde olup, maliyet de daha uygun olabilecektir.

Yatırım miktarı yüksek olması, kamu yararını ilgilendiren bir yatırım olması, çok taraflı bir proje olması sebeplerinden dolayı, bu çalışmada, KÖİ (Kamu-Özel İşbirliği) modeli gibi bir yatırım modelinin uygun olabileceği düşünülmüştür. Bu modelde;

- Devlet, panel kurulumu için, yatırımcı kriterleri, yapım-işletme-devir süresi, elektrik satış fiyatı, yatırım maliyeti, panel kurulum süresi gibi koşulların belirleneceği bir ihale düzenleyecektir.
- İhale şartnamesinde, panel yatırım aşamalarının, konutların TOKİ tarafından tamamlanmasına paralel olacağı, kurulum süresinin 6 ayı geçmeyeceği ve azami yatırım tutarının 3,4 milyar ABD doları olacağı belirtilecektir.

- İhaleye katılan yatırımcıların panel üreticisi ve/veya çatılara güneş paneli kurulumu yapmış deneyimli bir firma olması tercih edilecektir.
- Yatırımcı sadece bu yatırım için proje şirketi kuracaktır (özel amaçlı şirket-SPV).
- Yatırımcı, yatırım maliyetinin en az %20'sini temsil eden özsermaye sağlayacak ve geriye kalan kısmın finansmanı banka kredisi ile sağlanmış olacaktır.
- Devlet, ihale çağrısı kapsamında panellerden üretilen elektriğin yatırımcıdan 10 yıl süreyle 0,0663 ABD Doları/kwh karşılığında satın alınmasını garanti edecek ve bina sahipleri tarafından yapılacak elektrik ödemesi devlet tarafından yatırımcıya garanti edilecektir.
- “3996 sayılı Bazı Yatırım ve Hizmetlerin Yap-İşlet-Devret Modeli Kapsamında Yürütülmesi Hakkında Kanununun Uygulama Usul ve Esaslarına İlişkin Karar” (T.C. Resmî Gazete 27961- 11/6/2011) uyarınca, Devlet Hazinesi, yatırımcıya kredi veren yabancı kredi kuruluşlarına (bunlar Türkiye’deki bankaların yurtdışı iştirakleri olabilir) garanti verecektir.
- Elektrik ödemeleri 10 yıl süreyle bina sahipleri tarafından yatırımcı firmaya yapılacak, 10'uncu yıldan itibaren ise yatırım yapan firma, güneş panellerinin kullanımını, hiçbir ücret talep etmeden bina sahiplerine devredecektir.
- Devlet, zamanında tahsil edemediği elektriğin bedelinin tamamını tahsil etmeden, 10 yıl sonra konut sahibine elektriğin ücretsiz kullanım hakkını devretmeyecektir.
- Proje KDV ve kurumlar vergisinden muaf olacaktır.
- Kullanılacak ekipmanların en az %70'i yerli ekipman olacaktır.
- İhale makamı, başvuran yatırımcılar arasından şartları sağlayan yatırımcıyı yarışma yoluyla belirleyecektir.

Projenin tarafları ve imzalanacak sözleşmeler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir:



Şekil 4. Projenin Tarafları

Şekil 4'te önerilen modelin taraflar açısından önemli kazanımları şunlardır:

• *Bina sahipleri*

10 yıl sonra mülk sahipleri elektriği ücretsiz kullanma hakkına sahip olacaktır. Yalnızca yıllık bakım ve onarım ücreti ödeyeceklerdir. Ayrıca 10 yıl boyunca ödeyecekleri 0,0663 USD/kWh elektrik ücreti, son 10 yılın (2013-2023) ortalama elektrik fiyatı seviyesindedir.

• *Devlet*

Devlet, yenilenebilir enerji yatırımlarını artıracak olup, bu yeni yatırımın cari açığının bir kısmını kapatacak ve bu yatırıma bütçe ayırmamış olacaktır.

• *Yatırımcı*

Tablo 10'da yatırımcının nakit akışı modeli ve tablo 11'de önerilen modelin yatırımcıya dönüşü sunulmuştur. Ekonomik modelde kullanılan parametreler günün koşullarına göre değişebileceği varsayımı göz önünde bulundurulmalıdır. Nakit akışı modelinde binanın çatısına kurulan güneş panellerinin ürettiği elektriğin %100'ünün tüketilmesi beklenmektedir. Yani sisteme elektrik satışı öngörülmemiştir. Böylece üretilen elektrik şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{Kurulu kapasite} \times 24 \text{ saat} \times 365 \text{ gün} \times \text{Verimlilik} =$$

$$4.906 \text{ MW} \times 24 \times 365 \times \%22 = 9.454.843.200 \text{ kwh (üretilen brüt elektrik/yıl)}$$

Üretilen net elektrik / yıl = Yıllık verimdeki düşüş oranı (%1) ve iç tüketim oranı (%0,05) üretilen yıllık brüt elektrikten düşülmüştür.

$$\begin{aligned} \text{Üretilen net elektrik / yıl} &= 9.454.843.200 \text{ kwh} - (9.454.843.200 \text{ kwh} \times \\ &(\%1 + 0,05\%)) = 9.346.112.503 \text{ kwh (nakit akışının 1. yılı için)} \end{aligned}$$

Bina sahiplerinin elektrik kullanım miktarına bağlı olarak yatırımcıya ödeyeceği elektrik fiyatı 0,0663 USD/kWh¹⁰ olarak alınmıştır. Yatırımcının yıllık gelirini tahmin etmek için hanelerin kullandığı elektrik miktarı, yıllık 0,0663 ABD Doları/kWh ile çarpılmaktadır.

$$\text{Yatırımcının Geliri/yıl} = \text{Ortalama elektrik satış fiyatı USD/kWh} \times \text{Üretilen net elektrik/yıl}$$

$$\text{Yatırımcının Geliri/yıl} = 0,0663 \text{ USD/kWh} \times 9.346.112.503 \text{ kwh} = 619.647.259 \text{ USD (nakit akışının 1. yılı için)}$$

Aşağıdaki giderler yıllık olarak gelirden düşülmüştür:

- Sistem işletme maliyetleri (yıllık olarak gösterilen tarife göre TEİAŞ'a ödenir – 2023 için 34,06 TL/MW)
- Sistem işletme maliyetleri (yıllık olarak gösterilen tarife göre TEİAŞ'a ödenir – 2023 için 58,22 TL/MW)
- Sigorta masrafları (genellikle ekipman maliyetinin %0,25'i)
- Bakım ve onarım maliyetleri (genellikle yatırımın %1'i)

¹⁰ Elektrik piyasasının 2013 – 2023 yılları arasındaki piyasa takas fiyatının ortalaması

Vergi Usul Kanunu -333 Genel Tebliği (29081 Sayılı Resmî Gazete, 2014) uyarınca güneş panellerinin ortalama ekonomik ömrü 10 yıl olarak belirlenmiştir. Basit amortisman yöntemine göre, yıllık amortisman oranı, ekipman (panel ve invertör) maliyetinin her yıl için %10'u kadar alınmaktadır.

Nakit akışı modelinde şirketin özkaynaklarının %20'sini yatırıma aktaracağı ve %80'ini 10 yıl vadeli banka kredisinden alacağı varsayılmaktadır. Banka kredisinin faiz oranı %6 olarak alınmıştır. Sermaye maliyeti ise %4,31 (10 yıllık ABD tahvil faiz oranı - Bloomberght 2/5/2025) alınmış olup, NBD¹¹ hesaplamasında iskonto oranı olarak kullanılmıştır.

Tablo 10. Yatırımcı Nakit Akışı

VARSAYIMLAR											
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Kapasite (MW)	4.906	4.906	4.906	4.906	4.906	4.906	4.906	4.906	4.906	4.906	4.906
Verimlilik	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%	22%
Brüt elektrik üretimi (kwh)	9.454.843.200	9.454.843.200	9.454.843.200	9.454.843.200	9.454.843.200	9.454.843.200	9.454.843.200	9.454.843.200	9.454.843.200	9.454.843.200	9.454.843.200
verim kaybı %	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
İç tüketim oranı %	0,15%	0,15%	0,15%	0,15%	0,15%	0,15%	0,15%	0,15%	0,15%	0,15%	0,15%
Net elektrik üretimi (kwh)	9.346.112.503	9.238.632.209	9.132.387.939	9.027.365.478	8.923.550.775	8.820.929.941	8.719.489.246	8.619.215.120	8.520.094.146	8.422.113.064	8.422.113.064
elektrik satış fiyatı (\$/kwh)	0,0663	0,0663	0,0663	0,0663	0,0663	0,0663	0,0663	0,0663	0,0663	0,0663	0,0663
Sistem işletim gideri \$/kwh	10.048.578	11.760.473	11.192.661	10.982.731	10.856.430	10.731.581	10.608.168	10.486.174	10.365.583	10.246.379	10.128.545
Sistem kullanım gideri \$/MW	18.065.131	20.102.605	19.132.023	18.773.183	18.557.291	18.343.883	18.132.928	17.924.399	17.718.269	17.514.509	17.313.092
Sigorta Gid (Ekipmanın %0,25'i)	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025
Bakım onarım (yatırımın %1'i)	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000
Toplam yatırım maliyeti	3.434.200.000										
1MW maliyeti	700.000										

YATIRIMCI NAKİT AKIŞI (USD)											
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
GELİR	619.647.259	612.521.315	605.477.320	598.514.331	591.631.416	584.827.655	578.102.137	571.453.962	564.882.242	558.386.096	558.386.096
Giderler	0	259.808.103	258.269.709	257.700.939	257.358.746	257.020.488	256.686.121	256.355.598	256.028.876	255.705.912	255.386.662
Sistem İşletim Gideri	0	11.760.473	11.192.661	10.982.731	10.856.430	10.731.581	10.608.168	10.486.174	10.365.583	10.246.379	10.128.545
Sistem kullanım gideri	0	20.102.605	19.132.023	18.773.183	18.557.291	18.343.883	18.132.928	17.924.399	17.718.269	17.514.509	17.313.092
Sigorta gideri	0	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025	4.722.025
Bakım Onarım Gideri	0	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000	34.342.000
Amortisman	188.881.000	188.881.000	188.881.000	188.881.000	188.881.000	188.881.000	188.881.000	188.881.000	188.881.000	188.881.000	188.881.000
Faaliyet Geliri	359.839.156	354.251.606	347.776.381	341.155.585	334.610.928	328.141.534	321.746.539	315.425.086	309.176.330	302.999.434	302.999.434
FAVÖK	548.720.156	543.132.606	536.657.381	530.036.585	523.491.928	517.022.534	510.627.539	504.306.086	498.057.330	491.880.434	491.880.434
FAVÖK %	89%	89%	89%	89%	89%	88%	88%	88%	88%	88%	88%
YATIRIM GİDERİ	3.434.200.000										
anahatlar teslim yatırım gideri	3.434.200.000										
FINANSMAN	3.516.620.800										
Özkaynak katkısı	686.840.000										
Banka kredisi kullanımı	2.747.360.000										
Ortak fonu	82.420.800										
BORÇ SERVİSİ	82.420.800	439.577.600	423.093.440	406.609.280	390.125.120	373.640.960	357.156.800	340.672.640	324.188.480	307.704.320	291.220.160
Banka krd anapara ödemesi		274.736.000	274.736.000	274.736.000	274.736.000	274.736.000	274.736.000	274.736.000	274.736.000	274.736.000	274.736.000
Banka krd faiz ödemesi	82.420.800	164.841.600	148.357.440	131.873.280	115.389.120	98.904.960	82.420.800	65.936.640	49.452.480	32.968.320	16.484.160
BORÇ SERVİSİ SONRASI NAKİT AKIŞI	0	109.142.556	120.039.166	130.048.101	139.911.465	149.850.968	159.865.734	169.954.899	180.117.606	190.353.010	200.660.274

Tablo 11'de baz senaryo ve duyarlılık senaryoları için NBD, iç verim oranı ve yatırımcı için proje geri dönüş süresi hesaplanmıştır. Ayrıca, panel verimlilik oranı, kredi faiz oranı, elektrik fiyatı ve Mw başı maliyet parametreleri ile duyarlılık çalışılmıştır.

¹¹ Net bugünkü değer

Tablo 11. Farklı Duyarlılık Senaryolarına Göre Projenin Yatırımcıya Geri Dönüşü

Projenin yatırımcıya geri dönüşü (USD)								
Varsayımlar	BAZ senaryo	Duyarlılık 1	Duyarlılık 2	Duyarlılık 3	Duyarlılık 4	Duyarlılık 5	Duyarlılık 6	Duyarlılık 7
Panel verimlilik oranı	22%	20%	22%	20%	22%	20%	20%	20%
Banka krd faiz oranı	6%	6%	5%	5%	6%	6%	6%	6%
Sermaye maliyeti	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%
Elektrik satış fiyatı	0,0663	0,0663	0,0663	0,0663	0,0700	0,0750	0,0663	0,0663
MW başı yatırım maliyeti	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	650.000	600.000
Özkaynak oranı %	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Bankka kredisi oranı %	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
NBD (net bugünkü değeri)	440.708.125	32.873.856	582.751.081	174.916.812	704.099.051	595.896.228	322.429.138	611.319.198
Yatırımın geri dönüş süresi	6,4	9,3	5,3	8,7	5,7	5,2	7,9	5,7
İç verim oranı	9%	1%	12%	4%	14%	12%	7%	14%

Tablo 11'deki varsayımlarla, Tablo 10'da oluşturulan nakit akış modeline göre, baz senaryoda projenin geri dönüşü 6,4 yıl ve iç verim oranı %9 olarak hesaplanmıştır. Yapılan duyarlılık çalışmalarına göre, yatırımcı açısından, projenin ekonomik geri dönüş süresinin, panel verimliliği, panel maliyeti ve elektrik fiyatına duyarlı olduğu gözükmemektedir. Duyarlılık 1 senaryosunda, panel verimliliği %22'den %20'ye düştüğünde, yatırımcı açısından yatırım cazip gözükmemektedir. Ancak, yatırımcının, panel üreticisi bir firma olması halinde çoklu tedarikte maliyet avantajı sağlayacağından, duyarlılık 6 ve 7 senaryolarının gerçekleşme potansiyeli bulunmakta, bu durumda, yatırımın geri dönüş süresinin 5,7 – 7,9 yıl arası ve iç verim oranının %7-%14 arası olabileceği tahmin edilmektedir. Tüm bu sonuçlardan yola çıkışla, projenin yatırımcı için “yapılabilir bir proje” olduğu düşünülmektedir.

5. Tartışma

Yapılan çalışma sonucunda, çalışmanın kısıtları da olduğu göz ardı edilmemek kaydıyla, 6 Şubat 2023 tarihli Deprem Bölgesinin yeniden inşa edilmesinde, kullanılacak çatı üstü güneş panelleri Türkiye'de yenilenebilir elektrik üretim santralleri kurulu gücünü 106.667 MW'tan (Aralık 2023 verilerine göre) 111.573 MW'a (afet bölgesine 4.906 MW güneş paneli yatırımı ile) arttırabileceği hipotezimizi güçlendirmiştir.

Böyle bir yatırımın Türkiye'ye ne gibi faydalar sağlayabileceği konusunu ise ekonomik, sosyal, iklim angajmanları ve jeopolitik durumlar çerçevesinde ortaya koymak gerekmektedir.

a) Ekonomik Katkıları

- Türkiye'nin kurulu elektrik üretim kapasitesi 106.667 MW'tan (Aralık 2023 verilerine göre) 111.573 MW'a (afet bölgesine 4.906 MW güneş paneli yatırımı ile) çıkabilecektir. Böylece Türkiye'nin toplam kurulu elektrik üretim kapasitesi yüzde 5 oranında artabilecektir. Ayrıca, Aralık 2023 itibarıyla 58.851 MW olan yenilenebilir enerji santrallerinin kurulu gücü yüzde 8,5 artışla 63 bin 857 MW olacaktır. Bu şekilde fosil yakıt ithalatında yüzde 8,5 civarında tasarruf sağlanabilecek ve Türkiye'nin dış ticaret açığına olumlu etkisi olabilecektir.
- Türkiye yenilenebilir enerjiyi teşvik için, yenilenebilir elektrik santrallerine belli bir fiyattan elektrik alım garantisi (YEKDEM) ödemesi yapmaktadır. 2023 yılında 169,2 milyar TL YEKDEM ödemesi yapılmıştır (EPDK, 2024). Ayrıca, Elektrik Piyasası Kapasite Mekanizması Yönetmeliği'ne göre, “Sistem İşletmecisi, elektrik piyasasında arz güvenliğinin temini için gerekli yedek kapasite de dâhil olmak üzere yeterli kurulu güç kapasitesinin oluşturulması

ve/veya muhafazası için yıllık olarak belirlenen bütçe dahilinde üretim lisansı sahibi tüzel kişilere kapasite ödemesi yapar.” denmektedir. Buna göre, emre amade olmasına karşın piyasaya satış yapamayan veya elektrik üretim maliyeti piyasada oluşan piyasa takas fiyatının altında kalan kömür ve doğalgaz santrallerine ilave ödeme yapılmaktadır. 2023 yılı için 3,5 milyar TL kapasite mekanizması ödemesi yapılmıştır. Bu ödemelerin %52’si doğal gaz santrallerine, %47’si ise kömür santrallerine yapılmıştır (APlus, 2024). 2023 yılında kapasite mekanizması ödemesi ve YEKDEM ödemesi toplamı 172,7 milyar TL’dir. Fosil yakıtlara bağımlılık azaldıkça, YEKDEM teşviklerine gerek kalmayacak ve yenilenebilir enerjiden elektrik üreten santrallerin elektrik arzında yetersiz kalmasından dolayı, fosil yakıtlı santrallere emre amadelikleri için kapasite mekanizması adı altında ödeme yapmaya gerek kalmayacaktır. Ayrıca, YEKDEM ve kapasite mekanizması ödemeleri, tüketici elektrik faturalarına yansıtıldığından, elektrik tüketim fiyatları düşebilecektir.

- Önerilen finansman modeli (Kamu-Özel Ortaklığı modeli) sayesinde, Devlet bu yatırıma bütçe ayırmamış olacaktır. Ayrıca, geri dönüş süresi 6 yıl civarı olan bir yatırım modeli yatırımcıların ilgisini çekebilecektir.
- Yerli panel üreticilerinin satış hacmi artarak sektörün büyümesine olanak sağlanacaktır. Servis sağlayıcılar (bakım onarım firmaları, yedek parça satıcıları vb.) gibi alt sektörler büyüyecek, sigorta şirketlerine de gelir kaynağı olabilecektir. Bu durumun istihdama da olumlu katkısı olabileceği düşünülmektedir.
- Fosil yakıtlara bağımlılık azaldıkça, ihracatının yaklaşık yüzde 50’sini Avrupa’ya yapan Türkiye, yeni “sınırdaki karbon vergisi düzenlemesi” direktifinin uygulanmasından daha az etkilenebilecektir. Türkiye’nin karbon emisyonlarının %71,8’i fosil yakıt kullanımından kaynaklandığı için (TC Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024) ülkenin gelecekte karbon emisyonları ve ihracat maliyetleri de azalabilecektir.
- DEİK tarafından, sınırdaki karbon vergisinin hayata geçmesiyle birlikte, Türkiye’nin elektrik üretim sektöründen kaynaklanabilecek maliyetin 3,1 milyar ABD dolarına kadar çıkabileceği hesaplanmıştır (DEİK-Dış Ekonomik İlişkiler Kurulu, 2022). Yenilenebilir enerji elektrik üretim kaynaklarının payının artması bu maliyeti azaltabilecektir.

b) Sosyal Katkılar

- 10 yıl içinde depremde etkilenen bölge sakinleri elektriği ücretsiz kullanma hakkına sahip olacaktır.
- Bu model yeni teknolojilerin geliştirilmesini teşvik edecektir. Örneğin pencerelere uygulanan ince film güneş panelleri, araçlarda kullanılan güneş panelleri vb. Ayrıca güneş panelleriyle donatılmış binalar elektrikli araçların şarj edilmesi için de kullanılabilir.
- Akıllı binaların kullanımının yaygınlaşmasının önü açılacaktır. Güneş paneli uygulamalarıyla, uzaktan kontrol edilebilen akıllı sistemler geliştirilebilecek ve binalarda kullanılabilir. Binalar enerji kullanımlarını daha etkin yönetebileceklerdir. Binalarda enerji verimliliği sağlanabilecektir.

- Sera gazı emisyonlarının %11'i binaların elektrik ve ısınma için kullandıkları fosil enerjiden kaynaklanmaktadır (TC Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024). Binaların yeşil enerji kullanımına geçmesiyle birlikte, hava kirliliğinde de azalma meydana gelebilecek, buna bağlı ortaya çıkan hastalıkların önüne geçilebilecek ve halk sağlığı açısından da önemli bir iyileşme sağlanabilecektir.
- Bu proje ülke çapındaki kentsel dönüşüm projeleri gibi yatırımlara da örnek teşkil edebilecektir.
- Buna benzer projelerin hayata geçirilmesiyle birlikte, panel sektörüne bağlı alt sektörler gelişebilecek ve yeni istihdam sahaları oluşabilecektir.

c) İklim Değişikliği Angajmanlarına İlişkin Katkılar

- 2000-2022 arasında, Türkiye sera gazı emisyonları %94 oranında artış göstermiştir (International Energy Agency, 2023). Dolayısıyla, çalışma konusu benzer projeler, Türkiye'nin taraf olduğu Paris İklim Anlaşması'nda sera gazı emisyonlarının 2030 yılına kadar azaltılması hedefine olumlu katkı sağlanacaktır.

d) Jeopolitik Katkılar

- Ülkenin uluslararası sürdürülebilirlik imajına olumlu katkı sağlayabilecektir. 2020 yılında, yenilenebilir enerjinin sürdürülebilirlik üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, “*şirketlerin faaliyetlerini devam ettirebilmeleri ve kar edebilmeleri için, özellikle operasyonlarını yürüttükleri çevrede yaşayan topluluklardan yazılı olmayan bir onay veya güvenoyu almak zorundadırlar*” şeklinde bir sonuca ulaşılmıştır (Öymen & Ömeroğlu, 2020). Çevre dostu üretim sağlayan firmalar gerek ulusal gerekse uluslararası pazarlarda daha fazla kabul göreceklidir. Ülkede, yeşil enerji kaynaklarından üretilen elektrik kullanılarak üretim yapılması ile birlikte, uluslararası alanda Türk malları rekabet açısından olumlu ayrışabilecektir. Dolayısıyla, Türk şirketleri uluslararası ticaretten de olumlu etkilenebilecektir.
- Bu tür projelerin artmasıyla ülkenin enerjide dışa bağımlılığı azalacak ve ülke jeopolitik olarak daha güçlü bir güç hale gelebilecektir. Elektrik üretiminde dışa bağımlılığı çok düşük olup, büyük oranda yeşil enerji kaynakları ile üretim yapan ülkeler mevcuttur. *Örneğin*, Norveç (hidro %89,1, rüzgar %9,2), İsveç (hidro %56, nükleer %33, güneş %6), İsveç (hidro %40, rüzgar %20,5, nükleer %29, biofuel %5,2) (International Energy Agency, 2023)

Sonuç olarak bu çalışma, büyük bir imar faaliyeti konusu haline gelen deprem bölgesinde, güneş panelleri kullanarak çevreye duyarlı, sürdürülebilir binalar ve siteler inşa etme imkanının olabilirliğini göstermiştir. Bu bağlamda, literatürde “çevre dostu” kentler oluşturma fikri tartışılmakta, dünyada da örnekleri (Masdar şehri / Abu Dabi, Astana kenti / Kazakistan, Hamburg eco-city projesi, Stockholm) bulunmaktadır (Tosun, 2017). Bir diğer örnek ise, yüzde yüz yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılacağı, inşa halindeki Neom (Suudi Arabistan) projesi sayılabilir. Neom şehri 500 milyar ABD Dolar bütçeli 26.500 km²'lik alana sahip fütüristik bir şehir projesidir (Frag, 2019).

Çalışmamızda, konvansiyonel çatı üstü güneş paneli yatırımı incelenmiş olup, batarya depolama sistemi ile kurulacak çatı üstü güneş panelinin ilave getireceği ekonomik avantaj ve bunların kentsel dönüşüm projelerinde kullanımı hususu gelecekteki araştırmalar için potansiyel alanlar olabilecektir. Ayrıca, bireysel konut sahiplerinin

çatı üstü güneş paneli finansmanına erişimi üzerine yapılan çalışmaların sınırlı olması, bu alanda bir araştırma boşluğuna işaret etmekte olup, potansiyel araştırma alanı teşkil etmektedir.

6 Şubat depreminin etkilediği afet bölgesinde, TOKİ kanalıyla planlanan konutların Ocak 2025 itibarıyla %45'inin tamamlanmış ve teslim edilmiş olması sebebiyle, 2025 yıl sonuna kadar teslim edilmesi planlanan 251 bin konutun inşasında önerilen bina üzeri güneş paneli projesinin planlanmasında zaman yetersizliği olabileceği düşünülmektedir. Ancak bu çalışmada önerilen model uygulaması, afet bölgesi imar faaliyetlerinde dikkate alınabilecek bir vaka çalışması olarak değerlendirilebileceği gibi, çevreye duyarlı kentsel dönüşüm projelerinin hayata geçirilmesinde de yol gösterici olabilecektir. Özellikle Dünya Bankası, Avrupa Yatırım Bankası (EBRD) gibi yabancı kurumların yenilenebilir enerji için sağlayacağı fonlar ile Kentsel dönüşüm projelerinde, bu tür KÖİ projeleri uygulanabilir kanaatindeyiz.

Referanslar:

- Akcan, E., Kuncan, M., & Minaz, M. R. (2020). PVsyst yazılımı ile 30 kW şebekeye bağlı fotovoltaik sistemin modellenmesi ve simülasyonu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(18), 248-261. doi:10.31590/ejosat.685909
- APLus. (2024). *Türkiye elektrik piyasasında kapasite mekanizması ve yerli kömür santrallerinin mekanizma içindeki yeri*. chrome-extension:https://www.aplusenerji.com.tr/wp-content/uploads/2024/01/APLUSEnerji_KapasiteMekanizmas%C4%B1_20240118.pdf adresinden alındı
- Arslan, H. (2023). Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansman modelleri. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 10(4), 833-846. Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansman modelleri adresinden alındı
- Avrupa Birliği Resmi Gazete-16/5/2023-L130/52. (2023). *Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 establishing a carbon border adjustment mechanism*. 2 19, 2024 tarihinde EUR-Lex - Access to european Union Law: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2023.130.01.0052.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2023%3A130%3ATOC adresinden alındı
- Cumhurbaşkanlığı Strateji Ofisi. (2025). *201 bininci konut teslim edildi*. Cumhurbaşkanlığı Strateji Ofisi: <https://www.csb.gov.tr/201-bininci-konut-teslim-edildi-bakanlik-faaliyetleri-40485> adresinden alındı
- Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (Mart 2023). *Kahramanmaraş-ve-Hatay-depremleri-raporu*. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/03/2023-Kahramanmaraş-ve-Hatay-Depremleri-Raporu.pdf> adresinden alındı
- CW Enerji. (2024). *Bir eve yetecek güneş paneli fiyatı*. CW Enerji: <https://cw-enerji.com/tr/cw-enerji-kutuphanesi/bir-eve-yetecek-gunes-paneli-fiyati-24> adresinden alındı
- DEİK-Dış Ekonomik İlişkiler Kurulu. (2022). *Yeşil dönüşüm*. <https://www.deik.org.tr/contents-fileaction-28960> adresinden alındı
- Döner, F., & Kaya, E. (2021). Enerji nakil hattı projelerinin uygulanmasında arazi mülkiyetinin kazanılması sürecinin değerlendirilmesi. *Geomatik Dergisi*, 6(3), 189-197. doi:10.29128/geomatik.733149

- ENERDATA. (2023). *World energy&climate statistics, yearbook 2023, share of renewables in electricity production*. <https://yearbook.enerdata.net/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html> adresinden alındı
- Energy Baba. (2018). *Endüstriyel çatı üstü GES'ler nasıl yayılır?* . Energy Baba - Haberleri- Köşe yazıları: <https://enerjibaba.com/2018/03/18/endustriyel-cati-ustu-gesler-nasil-yayilir-hasan-yigit/> adresinden alındı
- Enerjievi. (tarih yok). *Polikristal Solar Panel ve Monokristal Solar Panel Arasındaki Farlılıklar Nelerdir?* Enerjievi: <https://www.enerjievi.com/blog/icerik/polikristal-solar-panel-ve-monokristal-solar-panel-arasindaki-farliliklar-nelerdir> adresinden alındı
- EPDK. (2024). *Elektrik piyasası sektör raporu*. Enerji Piyasası Denetleme Kurumu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar> adresinden alındı
- EPDK. (Aralık 2023). *2023 Aralık ayı elektrik piyasası sektör raporu*. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-23/aylik-sektor-raporu> adresinden alındı
- Farag, A. (2019). The Story of NEOM City: Opportunities and Challenges. *New cities and community extensions in Egypt and the Middle East: Visions and challenges*, 35-49. https://d1wqtxs1xzle7.cloudfront.net/65090853/Chapter_3_The_Story_of_NEOM_City-libre.pdf?1606948395=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DThe_Story_of_NEOM_City_Opportunities_and.pdf&Expire adresinden alındı
- GEFF / EBRD. (2022). *EBRD, Türkiye'de yeşil dönüşümü desteklemek için 500 milyon Avro'luk finansman programı başlattı*. GEFF- Green Economy Financing Facility / European Bank for Reconstruction and Development: <https://ebrdgeff.com/tr/tr/ebird-and-green-climate-fund-to-continue-partnership/> adresinden alındı
- International Energy Agency. (2023). *Enerji güvenliği*. Uluslararası enerj ajansı: <https://www.iea.org/topics/energy-security> adresinden alındı
- KPMG. (2024). *Enerji Sektör Raporu 2024*. KPMG / Aplus Enerji. chrome-extension://https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/tr/pdf/2024/10/KPMG%20Aplus%20Enerji%20Sekt%C3%B6r%20Raporu.pdf adresinden alındı
- Lam, P. T. (2016). Crowdfunding for renewable and sustainable energy projects: An exploratory case study approach. . *Renewable and sustainable energy reviews*, 60, 11-20. https://ira.lib.polyu.edu.hk/bitstream/10397/44202/1/Lam_Crowdfunding_Renewable_Sustainable.pdf adresinden alındı
- Ottinger, R. L. (2015). Innovative financing for renewable energy. *Pace Envtl. L. Rev.*, 32, 701. <https://digitalcommons.pace.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1778&context=peplr> adresinden alındı
- Öymen, G., & Ömeroğlu, M. (2020, 3). Yenilenebilir enerjinin sürdürülebilirlik üzerindeki rolü. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(39), 1069-1087. 2025 tarihinde <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1200875> adresinden alındı
- Piagrid. (2024). *Ev için güneş paneli*. <https://www.piagrid.com/gunes-enerjisi/ev-icin-gunes-enerjisi> adresinden alındı

- Ritche, H., Rosado, P., & Roser, M. (2024). *Energy production and consumption*. 2024 tarihinde Our world in data: <https://ourworldindata.org/energy-production-consumption> adresinden alındı
- Solarexen. (2024). *1 Megawatt (GES) Güneş Enerji Santrali Kurulum Maliyeti 2024*. <https://solarexen.com/tr/blog/1-megawatt-ges-gunes-enerji-santrali-kurulum-maliyeti-2023#:~:text=Sonu%C3%A7%20olarak%2C%201%20MW%20g%C3%Bcne%C5%9F,750.000%2D850.000%20%24'd%C4%B1r.> adresinden alındı
- Solarexen. (2024). *Ev tipi 10 KW güneş enerjisi kurulum maliyeti*. Solarexen: <https://solarexen.com/tr/blog/ev-tipi-10-kw-gunes-enerjisi-kurulum-maliyeti> adresinden alındı
- Şenlik. (2017). Güneş enerjisi santrallerinin yer seçimi. *Elektrik Mühendisliği 2017 Ekim*. Sayı-462, https://www.emo.org.tr/ekler/38bcc4b92d0ddf_ek.pdf?dergi=1114.
- T.C. Dışişleri Bakanlığı. (2023). *Paris anlaşması*. <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa> adresinden alındı
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2024). *Güneş enerji atlası*. <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/> adresinden alındı
- T.C. Resmi Gazete no. 32177. (01 Mayıs 2023). Yenilenebilir enerji destekleme mekanizması. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/05/20230501-7.pdf>.
- T.C. Ticaret Bakanlığı. (2023). *AB SKDM bilgi notu*. <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-sinirda-karbon-duzenleme-mekanizmasi/ab-skdm-bilgi-notu> adresinden alındı
- TC Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). *T.C. Birinci ulusal katkı beyanı*. Ankara: <https://iklim.gov.tr/db/turkce/dokumanlar/turkiye-cumhuriyeti--8230-102-20230512125223.pdf>.
- TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). *Türkiye ulusal enerji planı*. https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EIGM/tr/Raporlar/TUEP/T%C3%BCrkiye_Ulusal_Enerji_Plan%C4%B1.pdf adresinden alındı
- TC Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024). *2053 uzun dönemli iklim stratejisi*. Ekonomik Görünüm- 2022 Yılı Sera Gaz Emisyonlarının Sektörel Dağılımı <https://iklim.gov.tr/db/turkce/icerikler/files/T%C3%BCrkiye%27nin%20Uzun%20D%C3%B6nemli%20%C4%B0kl%C3%BCm%20Stratejisi.pdf> adresinden alındı
- TEİAŞ. (2019). *Yatırım programları türkiye elektrik iletim AŞ*. TEİAŞ: <https://www.teias.gov.tr/yatirim-programlari> adresinden alındı
- Tosun, E. K. (2017). Sürdürülebilirlik bağlamında ekolojik kent söylemi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(4), 169-189. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/533908> adresinden alındı
- Tunç, Ş. (2010). Güneş enerjisinden elektrik üretimi. *Mühendis ve Makina*, 52(617), 70-73. https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/a5b8a67081cb4bf_ek.pdf adresinden alındı
- TÜİK. (2024, 12). *İstatistik veri portalı*. 02 2024 tarihinde Fasıllara göre dış ticaret: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=dis-ticaret-104> adresinden alındı
- Uluslararası Enerji Ajansı. (2022). *Yenilenebilir enerji 2022*. UEA. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ada7af90-e280-46c4-a577-df2e4fb44254/Renewables2022.pdf> adresinden alındı

- Ulusoy, C. K. (2019). Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımındaki gelişmeler; güneş enerji sistemleri ve finansman modelleri. 65-84. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/705399> adresinden alındı
- World Bank Group. (2023, Kasım 9). *Türkiye'deki şirketlerin yeşil dönüşümü için sermaye finansmanını arttırmaya yönelik 155 Milyon ABD\$ Dünya Bankası kredisi*. World Bank Group - Basın Bülteni: <https://www.worldbank.org/tr/news/press-release/2023/11/09/-155-million-world-bank-loan-to-expand-equity-finance-for-the-greening-of-turkish-firms> adresinden alındı
- Worldometer. (2024). *World population*. 2024 tarihinde Worldometer: <https://www.worldometers.info/world-population/#pastfuture> adresinden alındı
- Yalılı. (2021). Lisanslı fotovoltaik güneş enerji santrali yatırımının finansal analizi: Van ili örneği. *BEU Journal of Science* 10 (3), 1055-1074, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1654895>.
- Yeşil Ekonomi. (2024). *Lisanssız güneş yatırımlarının kapasite sorunu Sıfır Geri Besleme ile çözülebilir*. Yeşil Ekonomi: <https://yesilekonomi.com/lisanssiz-gunes-yatirimlarinin-kapasite-sorunu-sifir-geri-besleme-ile-cozulebilir/> adresinden alındı
- Yeşil Haber. (2024). *Türkiye'de güneş paneli üretici sayısı 37'nin üzerinde*. <https://yesilhaber.net/turkiyede-37-gunes-paneli-ureticisi-var/> adresinden alındı
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi açısından önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 33-34. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/564995> adresinden alındı
- Yüksel, S., Dinçer, H., & Çelebi, B. (2022). Priority analysis of problems encountered in renewable energy investments. *Maruf İktisat İslam İktisadi Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 21-34. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2795360> adresinden alındı