



Tarım GES
Bilgilendirme Notu

Haziran 2025

TSKB

Hazırlayanlar

Azize Türkan – Kurumsal Bankacılık Pazarlama
Ersin Türkmen – İklim Değişikliği ve Sürdürülebilirlik Yönetimi
Merve Özenler Toker – Kredi Yapılandırma ve Çözümleme
Özgücan Cengiz – Kurumsal Uyum
Sena Sinem Akar – Kredi Portföy Yönetimi ve Analitiği
Tuğçe Çingay Ataş – Mühendislik

Görüş ve önerileri için Başak Toprakçı ve Ezgi İpek Koçlu'ya teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

Yönetici Özeti	3
1. Tarım GES Sistemleri Nedir?	4
2. Tarım GES'lerin Etkileri, Avantaj ve Dezavantajları Nelerdir?.....	6
2.1 Avantajları.....	7
2.2 Dezavantajları	7
3. Dünyada ve Türkiye’de Uygulamalar	9
4. Tarım GES’in Düzenleyici Çerçevesi	11
5. Tarım GES, Dünya ve Türkiye Öngörülleri.....	13

Yönetici Özeti

Ekosistem krizi, artan enerji ihtiyacı ve tarımsal üretime yönelik artan zorluklar, bütüncül ve yenilikçi çözümlerin geliştirilmesini her zamankinden daha önemli ve anlamlı hale getirmektedir. Bu kapsamda, Tarım Güneş Enerjisi Santralleri (Tarım GES/Agrivoltaik), hem enerji güvenliği hem de gıda güvencesini birlikte ele alan yenilikçi bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Tarımsal üretim alanlarının sınırlı olduğu bir dünyada, bu sistemler arazi kullanım verimliliğini artırmakta ve aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sunmaktadır.

Bu raporda, Tarım GES'lerin temel işleyişi, avantajları ve teknik sınırları ele alınmakta; dünyanın farklı coğrafyalarında hayata geçirilen başarılı uygulama örnekleriyle sistemin olgunluk düzeyi ve büyüme potansiyeli ortaya konmaktadır. Özellikle Türkiye gibi yüksek güneşlenme potansiyeline sahip, aynı zamanda enerji güvenliği ve gıda güvencesini bir arada sağlamak isteyen ülkeler için Tarım GES'ler stratejik bir fırsat sunmaktadır. Ancak yasal düzenlemelerde netlik gerektiren bazı alanlar, yüksek başlangıç maliyetleri ve çiftçilerin bilgiye erişimde yaşadığı zorluklar gibi unsurlar, bu fırsatın hayata geçirilmesini yavaşlatmaktadır.

Bu çalışma, Tarım GES'lerin teknik, çevresel, ekonomik ve düzenleyici boyutlarını bütüncül bir yaklaşımla değerlendirerek; yatırımcılar ve finansal kuruluşlar için bilgilendirici bir çerçeve sunmayı amaçlamaktadır. Ayrıca Türkiye'nin potansiyelini ortaya koyacak finansal araçların değerlendirilmesiyle birlikte, Tarım GES'lerin enerji ve tarım sektörleri arasındaki olası iş birliklerinde nasıl bir rol oynayabileceği somut örneklerle incelenmektedir.

1. Tarım GES Nedir?

İnsanlar barınma, beslenme ve neslinin devamı gibi yaşamsal önceliklere odaklanmaktadır. Ancak teknolojik ilerlemeler, yaşam standartlarındaki artış ve dünya nüfusunun hızla büyümesi, bu ihtiyaçların karşılanma biçiminde köklü dönüşümler yaratmaktadır. Günümüz dünyasında milyarlarca insanın yeterli enerji ve gıdaya erişim sorunu hem sosyal refah hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir mesele haline gelmektedir. Bu bağlamda, enerji güvenliği ve gıda güvencesi, birlikte ele alınması gereken öncelikli alanlar olarak öne çıkmaktadır.

Enerji ve gıda üretimini aynı arazide birleştiren yenilikçi çözümlerden biri olan agrivoltaik sistemler, ilk kez 1980 lerin başında Goetzberger ve Zastrow tarafından önerilmiştir.¹ Toprağa dayalı tarım ile fotovoltaik (PV) panellerin aynı yerde entegre şekilde kullanılması anlamına gelen bu yaklaşım, günümüzde “Tarım GES” olarak da tanımlanmaktadır. Bu sistemlerde, güneş enerjisi panelleri elektrik üretmekte, panellerin altında ise tarımsal üretim yapılabilmektedir.



Tarım GES’ler, geleneksel GES’lerden farklı olarak aynı arazi üzerinde hem yenilenebilir enerjiden elektrik üretimini hem de tarımsal üretimi mümkün kılmaktadır. Bu çift kullanım yaklaşımı, özellikle tarım arazilerinin sınırlı olduğu bölgelerde alan verimliliğini artırmak açısından da önemlidir. Ayrıca, PV panellerin altındaki bitki örtüsü, sulama sayesinde oluşturduğu mikro iklimle panellerin aşırı ısınmasını önleyerek elektrik üretim verimliliğini de artırabilmektedir.² Bu karşılıklı etkileşim, hem enerji verimliliğini hem de tarımsal sürdürülebilirliği destekler niteliktedir.

Tarım GES’lerin önemi yalnızca çift yönlü üretim kapasitesiyle sınırlı değildir. Aynı zamanda ekosistem kriziyle mücadelede stratejik bir araç olarak da değerlendirilebilmektedir. 19. yüzyıldan bu yana

¹ Goetzberger, A., & Zastrow, A. (1982). *Potential of combining solar energy conversion with crop production*. International Journal of Solar Energy, 1(1), 55–69.

² Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., Schindele, S., & Högy, P. (2019). *Agrivoltaic systems: Applications, challenges, and opportunities. A review*. Agronomy for Sustainable Development, 39, 35.

sanayileşmenin hız kazanmasıyla birlikte artan sera gazı emisyonları, küresel sıcaklıkları artırmakta ve tarımın iklimsel koşullara duyarlılığını daha da belirgin hale getirmektedir. Konvansiyonel enerji üretim süreçleri çevresel baskıyı artırırken, yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımsal faaliyetlerle entegre edilmesi bu baskının azaltılması açısından bir yol sunmaktadır.

Türkiye özelinde değerlendirildiğinde, ülkenin yüksek güneşlenme potansiyeli Tarım GES uygulamaları açısından büyük bir avantaj sunmaktadır. Fransa ve İspanya gibi Avrupa ülkeleriyle karşılaştırıldığında, Türkiye'de güneşli geçen gün sayısı yaklaşık %30 daha fazladır.³ Bu potansiyel, Tarım GES'lerin yaygınlaştırılması için güçlü bir altyapı oluşturmaktadır. İki yüzeyli veya yarı geçirgen paneller gibi yeni nesil teknolojilerin kullanımı, sistemin esnekliğini ve ekonomik cazibesini artırmaktadır. Bununla birlikte, tarım ve elektrik üretimini aynı potada eriten bu sistemlerin gelecekte sürdürülebilir kalkınma politikalarının merkezinde yer alması beklenmektedir.

³ Solar3GW. (2023). *Türkiye'de Tarım GES Uygulamalarının Mevcut Durumu ve Potansiyeli*. Temiz Enerji Haber Portalı. Erişim: <https://temizenerji.org/2022/04/19/ges-tarim-agrivoltaic-sistemler/>

2. Tarım GES'lerin Etkileri, Avantaj ve Dezavantajları Nelerdir?

Çiftçiler, ekosistem krizinin etkileriyle uzun yıllardır mücadele etmektedir. Aşırı hava olaylarının gerçekleşme sıklığında ve şiddetindeki artış, tarım sektörü üzerinde neredeyse diğer tüm sektörlerden daha büyük bir etkiye sahiptir. Zaman zaman iklim koşulları son derece kuru ve sıcak seyretmekte, bazı durumlarda ise beklenmedik dolu fırtınaları ve seller ekinleri tehdit etmektedir. Bu noktada, PV sistemler; dolu tanelerinin ve sellerin etkisini azaltma ya da gölge sağlayarak ekinleri güneşe aşırı maruz kalmanın neden olduğu susuzluktan koruma gibi işlevler üstlenebilmektedir. Tarım GES'ler, doğru teknik tasarımıyla kurulduğu takdirde, PV modüllerin sertleşen iklim koşullarına karşı koruyucu etkisi sayesinde ekin dayanıklılığını ve mahsul verimini artırma potansiyeline de sahiptir.⁴

Arazi tipi GES'ler, diğer yenilenebilir enerji sistemleriyle karşılaştırıldığında maliyet açısından rekabetçi olmalarına rağmen, genellikle birim kilovatsaat (kWh) elektrik üretimi için daha fazla alana ihtiyaç duymaktadır.⁵ Bu bağlamda, Tarım GES'ler, aynı arazide hem elektrik hem de tarımsal üretimin eşzamanlı olarak gerçekleştirilebilmesi yönüyle, küresel ölçekte giderek azalan doğal kaynakların etkin yönetimi açısından önemli bir çözüm sunmaktadır. PV modüller, çiftçilerin giderek zorlaşan ve öngörülemez hale gelen iklim koşullarıyla başa çıkmasında, ürün verimliliğini artırmaya yönelik fiziksel koruma katkısı da sağlamaktadır. Ayrıca, elektrik üretimini optimize edilmesini mümkün kılmakta ve tüketim fazlası elektriğin şebekeye satılmasıyla ek gelir yaratma imkânı sunmaktadır.⁶ Bu sayede çiftlikler, elektrik ihtiyaçlarını güneş enerjisi ile karşılamakta ve şebekeden elektrik satın alma zorunluluğunu azaltmaktadır. Böylece hem giderlerinde tasarruf sağlamak hem de gelir kaynaklarını çeşitlendirmektedir.⁷

Fraunhofer Güneş Enerji Sistemleri Enstitüsü (Fraunhofer ISE) ve diğer paydaşlar tarafından 2014 yılında başlatılan APV-RESOLA (Agrivoltaics: Contribution to Resource-Efficient Land Use) projesi, agrivoltaik sistemlerin temel uygulanabilirliğini ortaya koymak amacıyla geliştirilmiştir. Bu proje kapsamında, Tarım GES'lerin ekonomik, teknik, sosyal ve çevresel boyutları, gerçek dünya koşullarında kapsamlı biçimde incelenmiştir. Heggelbach sahasında kurulan 194 kilovat (kW) gücündeki Tarım GES, bir hektarın üçte birini kapsayan ekilebilir arazi üzerine inşa edilmiş olup, 5 metre açıklığa ve 720 adet çift yüzeyli (bifacial) PV modüle sahiptir. Proje bulgularına göre, Tarım GES sistemiyle birlikte arazi kullanım verimliliği %60 ila %86 oranında artmakta; 2017 ve 2018 yıllarındaki kurak dönemlerde mahsullerin çevresel stres koşullarına daha etkili biçimde adapte olabildiği gözlemlenmektedir.

⁴ Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE clearenAgrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition A Guideline for Germany | February 2024 (<https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/studies/agrivoltaics-opportunities-for-agriculture-and-the-energy-transition.html>)

⁵ Report IEA-PVPS T13-29:2025 Dual Land Use for Agriculture and Solar Power Production: Overview and Performance of Agrivoltaic Systems 2025 (<https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2025/03/IEA-PVPS-T13-29-2025-REPORT-Dual-Land-Use.pdf>)

⁶ Solar3GW, Türkiye Güneş Enerjisi Sektörü, Tarım GES, 2023 (https://www.solar3gw.org/wp-content/uploads/2023/03/TarimGES_TR-1.pdf)

⁷ Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE clearenAgrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition A Guideline for Germany | February 2024 (<https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/studies/agrivoltaics-opportunities-for-agriculture-and-the-energy-transition.html>)

PV sistemleri ile tarım arasındaki potansiyel sinerjiden daha fazla yararlanılması durumunda, Tarım GES uygulamaları ile sağlanabilecek avantajlar aşağıda özetlenmektedir.^{8, 9, 10}

2.1 Avantajları

- Bölge ekonomisinin gelişimine katkı sağlamaktadır.
- Aşırı güneş ışığı ve sıcaklık, güçlü rüzgarlar, dolu, don ve yoğun yağış gibi aşırı hava koşullarının neden olduğu mahsul kayıplarına karşı koruma sağlamaktadır.
- Ekosistem kriziyle birlikte artan sıcaklıkların olumsuz etkilediği domates, brokoli, lahana ve ıspanak gibi tarımsal ürünler için gölgeleme sağlayarak daha verimli bir hasat elde edilmesine katkı sunmaktadır.
- Sulama ihtiyacını %20'ye kadar azaltabilmektedir; PV modüller, su kaybını önleyerek topraktaki nem dengesinin korunmasını sağlamakta, kuraklık yaşanan bölgelerde bazı mahsullerin verim ve kalitesini artırmaktadır.
- Sulama amacıyla yağmur suyunun toplanmasını mümkün kılmaktadır; uygun sistem tasarımıyla yağmur suyu toplanarak hem sulama hem de PV modül temizliğinde kullanılabilir.
- İyileştirilmiş konvektif soğutma etkisiyle PV modül verimliliği artırılabilir; altındaki bitkilerin terlemesi modüllere soğutucu etki yapmakta, böylece elektrik üretim performansı yükselmektedir.
- Yer ile PV modülleri arasındaki mesafenin artırılması sayesinde, her iki yüzeyinden ışık alarak elektrik üreten çift yüzeyli (bifacial) PV modüllerin verimliliği artırılabilir.
- Tarım faaliyetlerinde gerekli olan sulama pompası, aydınlatma, ısıtma vb. işlemlerde kullanılacak elektriğin yerinde ve düşük maliyetle üretilmesini sağlayarak çiftçinin gelir akışını desteklemektedir.

Bu noktada, özellikle mahsul verimliliğine ilişkin avantajların, her bitki türünün farklı iklimsel koşullara ihtiyaç duyması sebebiyle değişkenlik gösterebileceği ve sistemlerin buna göre analiz edilerek tasarlanması gerektiği unutulmamalıdır.

2.2 Dezavantajları

- İlk kurulum maliyeti, genellikle konvansiyonel arazi GES'lere kıyasla daha yüksek olmaktadır; bunun başlıca nedeni, daha yüksek ve karmaşık konstrüksiyon sistemleri ile PV modüllerinin özel olarak üretilmesi gerekliliği olmaktadır.
- Tam güneş ışığına ihtiyaç duyan bazı ürünlerin verimi, gölgeleme nedeniyle azalabilmektedir.
- Hareketli gölgeler nedeniyle ışık dağılımında eşitsizlikler oluşmakta ve bu durum üretim verimliliğini olumsuz etkileyebilmektedir.
- Panel yerleşimi, bazı tarım makinelerinin hareketini kısıtlayabilmektedir.

⁸ International Energy Agency – Photovoltaic Power Systems Programme (IEA PVPS), *Agrivoltaics: Synergies between Photovoltaic Systems and Agricultural Practices*, Report IEA-PVPS T1-37:2020.

⁹ Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE *clearenAgrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition A Guideline for Germany* | February 2024 (<https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/studies/agrivoltaics-opportunities-for-agriculture-and-the-energy-transition.html>)

¹⁰ SolarGW, *Global Agrivoltaics Report*, Şubat 2023. (https://www.solar3gw.org/wp-content/uploads/2023/03/TarimGES_ENG-sikistirilmis.pdf)

- Sistemlerin kurulumu ve bakımı teknik bilgi gerektirmektedir. Tarımsal ve elektriksel performansın tahmin edilmesinde gelişmiş modelleme ve simülasyon araçlarına ihtiyaç duyulduğu vurgulanmaktadır.¹¹ Operasyonel maliyetler ise (bakım, sigorta vb.) çiftçiler üzerinde ek maliyet yükü oluşturmaktadır.¹²
- Tarım GES'ler ile ilgili zorlukların başında, henüz bu alana özel bir mevzuatın bulunmaması ve sistemlerin yeterince tanınmaması gelmektedir. Bu durum, kurulumlara karşı önyargıların oluşmasına neden olabilmektedir.

Tarım GES'lerin etkinliğini ve sürdürülebilirliğini artırmak, büyük ölçüde doğru planlama süreçlerine bağlı bulunmaktadır. Özellikle tarımsal ürün seçiminin mikroiklim koşullarına ve gölgeleme dinamiklerine uygun şekilde yapılması, gölgeleme kaynaklı verim düşüşü riskini önemli ölçüde azaltabilmektedir. Benzer şekilde, panel yerleşiminin tarım makinelerinin erişimini engellemeyecek biçimde tasarlanması durumunda, operasyonel verimlilik korunabilmektedir. Bu nedenle, Tarım GES'lerin uygulamaya alınmasında teknik, tarımsal ve fiziksel değişkenlerin entegre bir yaklaşımla değerlendirilmesi, potansiyel dezavantajların en aza indirilmesi açısından kritik önemde bulunmaktadır.

¹¹ Report IEA-PVPS T13-29:2025 Dual Land Use for Agriculture and Solar Power Production: Overview and Performance of Agrivoltaic Systems 2025 (<https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2025/03/IEA-PVPS-T13-29-2025-REPORT-Dual-Land-Use.pdf>)

¹² T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı & SHURA Enerji Dönüşüm Merkezi, *Türkiye'de Tarım ve Enerjinin Kesişimi: TarımFV – Güncel Yazın Işığında Bir Ön Değerlendirme*, 2024

3. Dünyada ve Türkiye’de Uygulamalar

Tarım GES’ler dünya genelinde giderek yaygınlaşmakta, panel üreticileri ise bu alandaki Ar-Ge çalışmalarını sürdürmektedir. Yüksek potansiyele sahip olan ülkeler de Tarım GES uygulamalarının gelişimini teşvik etmekte ve düzenleyici çerçevelerle desteklemektedir.¹³

Kurulu güç bakımından katlanarak artmakta olan Tarım GES uygulamaları, küresel ölçekte 2012 yılındaki 5 megavat (MW) kapasiteden 2023 yıl sonu itibarıyla 14 bin MW’ı aşan bir seviyeye ulaşmıştır. Bu uygulamalara, Kenya gibi gelişmekte olan ve güneş potansiyeli yüksek ülkelere, İsveç gibi gelişmiş ve sınırlı güneş ışığına sahip ülkelere kadar çok çeşitli coğrafyalarda rastlanmaktadır.¹⁴

SolarPower Europe tarafından hazırlanan *Agrisolar Best Practices Guideline* çalışmasında, Avrupa’daki ekilebilir arazilerin yalnızca %1’lik kısmına güneş panelleri kurulması halinde bile teknik kapasitenin 900 bin MW’ı aşacağı; bunun da Avrupa Birliği’ndeki mevcut PV kapasitesinin 6 katından fazla olacağı belirtilmektedir.¹⁵

Devletlerin sağlamakta olduğu doğrudan fonlar ve sübvansiyonlar, Tarım GES gelişiminde önemli rol oynamaktadır. İlk uygulama 2004 yılında Japonya’da desteklenmiş; bunu Fransa, ABD, Almanya, Çin ve Güney Kore gibi ülkelere başlatılan teşvik programları izlemektedir.¹⁶

Dünyadaki öne çıkan Tarım GES projelerinden bazıları aşağıda sıralanmaktadır:

- Enel Green Power, İspanya’da Los Naranjos ve Las Corchas projeleri kapsamında, her biri 50 MW gücünde olmak üzere toplamda 100 MW kapasiteli ve yaklaşık 60 milyon euro yatırım değerinde Tarım GES projeleri gerçekleştirmiştir. Yıllık 202 gigavatsaat (GWh) elektrik üretimi ile yaklaşık 25.500 hanenin elektrik ihtiyacı karşılanmaktadır.
- Baofeng Group, Çin’in Ningxia şehrinde goji çileği üretim bölgesine bin MW’lık Tarım GES kurulumu planlamış; bunun 640 MW’lık kısmı tamamlanarak şebekeye bağlanmıştır.
- Almanya merkezli BayWa şirketi, Hollanda’da 4.500 tesis üzerinden yılda yaklaşık 400 haneye yetecek kadar elektrik üretmekte ve bunun yanı sıra 23 ton frenk üzümü hasat etmektedir.
- Enel Green Power, İtalya’nın Viterbo kentinde 170 MW kapasiteli Tarım GES tesisinin kurulumuna başlamıştır. Yıllık 280 GWh elektrik üretmesi planlanan tesisin, 111.000 haneye enerji sağlaması beklenmektedir.
- Avustralya’da Canadian Solar tarafından geliştirilen 121,6 MW’lık Carwarp Solar Farm ile Fotowatio Renewable Ventures tarafından geliştirilen 98,8 MW’lık Winton Solar Farm da öne çıkan projeler arasında yer almaktadır.¹⁷

¹³ PwC, *Türkiye’de Tarım ve Enerjinin Kesişimi: TarımFV – Güncel Yazın Işığında Bir Ön Değerlendirme*, Mart 2024.

¹⁴ SolarGW, *Global Agrivoltaics Report*, Şubat 2023. (https://www.solar3gw.org/wp-content/uploads/2023/03/TarimGES_ENG-sikistirilmis.pdf)

¹⁵ SolarPower Europe, *Agrisolar Best Practices Guideline*, 2022.

¹⁶ Seven Ağır, *TarımFV Politikaları ve Uygulamaları*, Haziran 2023.

¹⁷ PwC, *Türkiye’de Tarım ve Enerjinin Kesişimi: TarımFV – Güncel Yazın Işığında Bir Ön Değerlendirme*, Mart 2024.

Bunlara ek olarak; Hollanda’da ahududu üretimine odaklanan BayWa r.e. projesi, Fransa’nın Amance kasabasındaki çiftliğe yerleştirilen 5.000’den fazla panelle yoğun saatlerde 2,5 MW üretim kapasitesine ulaşan pilot proje ve İspanya ile Güney Kore’de güneş panelleri altında brokoli ve enginar gibi ürünlerin yetiştirildiği uygulamalar, dünya genelinde Tarım GES’lerin farklı varyasyonlarını yansıtmaktadır.

Ülkemiz açısından değerlendirildiğinde, yüksek güneşlenme potansiyeli sayesinde güneş enerjisi, hem enerji bağımlılığının azaltılması hem de yeşil dönüşüm sürecine katkı sağlaması açısından öncelikli enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Türkiye, Avrupa’da yüksek güneşlenme potansiyeline sahip Fransa ve İspanya’ya kıyasla %30 oranında daha fazla güneşlenme kapasitesine sahiptir. Bu potansiyelin tamamının değerlendirilmesi halinde, ülkenin elektrik talebinin %75’inin güneş enerjisi ile karşılanabileceği öngörülmektedir.¹⁸

İspanya, İtalya, Meksika ve Türkiye’deki seralar üzerine kurulacak güneş panelleri kıyaslandığında en yüksek elektrik üretim potansiyeline sahip ülke Türkiye’dir. Türkiye’deki seralar, ikinci sıradaki Meksika’ya kıyasla sera başına 2 kat daha fazla enerji üretebilmektedir. Aynı çalışmada, bu seraların %95 ila %114 oranında kendi enerji ihtiyaçlarını karşılayabileceği ve yalnızca Antalya’daki seraların Türkiye’nin elektrik arzının %6’sını sağlayabileceği ifade edilmektedir.¹⁹

Türkiye’deki mevcut Tarım GES uygulamaları aşağıdaki gibidir:

- Ankara’daki Ayaş Tarım GES, Türkiye’nin ilk güneş takip sistemli Tarım GES’i olma özelliği taşımaktadır. 122 kW kurulu güce sahip sistemde yükseltilmiş paneller tercih edilmiş; hem elektrik üretimi hem de tarımsal faaliyet eş zamanlı olarak yürütülmüştür. Proje ODTÜ-GÜNAM koordinasyonunda gerçekleştirilmiş; paneller Kalyon PV, invertörler ise CW Enerji tarafından sağlanmıştır. 2024 yılı için Kayseri’de 1, Bursa’da ise 2 yeni Tarım GES projesi planlanmaktadır.
- Enerjisa Üretim tarafından İstanbul’da Komşuköy projesi kapsamında hayata geçirilen 20 kW kapasiteli Tarım GES, 24 kW depolama kapasitesine sahiptir. Bu sistem, kendi tüketimi için enerji üretmekte ve aynı zamanda gölge toleransı yüksek bitkilerin verimliliği üzerine araştırmalara olanak tanımaktadır.
- Horizon Europe destekli PV4Plants projesi kapsamında Türkiye, İspanya ve Danimarka’da yürütülecek çalışmalarda; Kalyon PV liderliğinde, ODTÜ-GÜNAM, Yıldız Teknik Üniversitesi ve toplam 14 kuruluşun katılımıyla arazi kullanımı verimliliği, mahsul verimliliği ve yenilenebilir enerji üretiminin birlikte artırılması hedeflenmektedir.²⁰

¹⁸ Seven Ağır, *TarımFV Politikaları ve Uygulamaları*, Haziran 2023.

¹⁹ Fernández, et al., *Agrivoltaics for Greenhouse Energy Independence*, 2022.

²⁰ PwC, *Türkiye’de Tarım ve Enerjinin Kesişimi: TarımFV – Güncel Yazın Işığında Bir Ön Değerlendirme*, Mart 2024.

4. Tarım GES'lerin Düzenleyici Çerçevesi

Güncel durumda mevzuatımızda Tarım GES'lere yönelik ayrı bir düzenleme ve mevcut düzenlemeler içinde doğrudan Tarım GES'lere yönelik hükümler bulunmamaktadır. Tarımsal arazilerde güneş enerjisi kullanımına yönelik muhtelif düzenlemeler içinde yer alan hükümlerle Tarım GES'lerin mevzuatsal çerçevesi şekillenmektedir.

19.07.2005 tarihli 25880 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu, tarım arazilerinin kullanımını düzenlemektedir.²¹ Söz konusu Kanun'a göre mutlak tarım arazileri, özel ürün arazileri, dikili tarım arazileri ile sulu tarım arazileri tarımsal üretim amacı dışında kullanılamamaktadır.²² İstisnai olarak, alternatif alan bulunmaması ve Toprak Koruma Kurulu'nun uygun görmesi şartıyla Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun talebi üzerine Elektrik Piyasası Kanunu uyarınca yenilenebilir enerji kaynak alanlarının kullanımı ile ilgili yatırımlar için bu arazilerin amaç dışı kullanım taleplerine, toprak koruma projelerine uyulması kaydı ile Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından izin verilebilmektedir. Yukarıda sayılan türler dışında kalan tarım arazileri ise toprak koruma projelerine uyulması kaydı ile valilikler tarafından tarım dışı kullanımlara tahsis edilebilir.

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın 09.05.2023 tarihli 2023/6 sayılı Tarım Arazilerinin Korunması Kullanılması ve Planlanmasına Dair Genelgesi'nde²³ ise tarımsal arazide kurulabilecek GES'lerin kapsamı düzenlenmiştir.

- Tarımsal amaçlı yapı kapsamında yapılmak istenen sabit GES'ler sulama amacıyla sınırlandırılmakta, marjinal tarım arazilerinde tesisin ihtiyacı kadar enerji için tesisin öncelikle çatısına, yetmemesi durumunda tesis alanının en fazla %1,5'i kadar zemine yapılmasına izin verilebilmektedir.
- Sera üzerine yapılmak istenen GES'ler, bitkisel üretim tekniği açısından uygun olmaması ve serada yapılan bitkisel üretime olumsuz etkisinin olması nedeniyle uygun görülmemektedir. Bununla birlikte marjinal tarım arazilerine proje alanının en fazla %1,5'ine zemine GES kurulmasına izin verilebilmektedir.
- Tarımsal amaçlı yapı kapsamındaki taleplerde, güneş enerjisinden elektrik üreterek gelir elde etmek maksadıyla tarımsal üretimden vazgeçilmeyeceğine dair taahhüt temin edilmektedir.
- Tarım dışı amaçlı GES'lerin kurulması için ise kuru marjinal tarım arazisi sınıfında olan araziler uygun görülmektedir.

²¹ Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu, 13. Madde; <https://mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5403&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>

²² Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu'nun 8. Maddesine istinaden tarım arazileri; doğal özellikleri ve ülke tarımındaki önemine göre, nitelikleri Bakanlık tarafından belirlenen mutlak tarım arazileri, özel ürün arazileri, dikili tarım arazileri ve marjinal tarım arazileri olarak sınıflandırılır. Mutlak tarım arazisi: Bitkisel üretimde; toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin kombinasyonu yöre ortalamasında ürün alınabilmesi için sınırlayıcı olmayan, topografik sınırlamaları yok veya çok az olan; ülkesel, bölgesel veya yerel önemi bulunan, hâlihazır tarımsal üretimde kullanılan veya bu amaçla kullanıma elverişli olan arazileri; Özel ürün arazisi: Mutlak tarım arazileri dışında kalan, toprak ve topografik sınırlamaları nedeniyle yöreye adapte olmuş bitki türlerinin tamamının tarımının yapılamadığı ancak özel bitkisel ürünlerin yetiştiriciliği ile su ürünleri yetiştiriciliğinin ve avcılığının yapılabilirdiği, ülkesel, bölgesel veya yerel önemi bulunan arazileri; Dikili tarım arazisi: Mutlak ve özel ürün arazileri dışında kalan ve üzerinde yöre ekolojisine uygun çok yıllık ağaç, ağaççık ve çalı formundaki bitkilerin tarımı yapılan, ülkesel, bölgesel veya yerel önemi bulunan arazileri; Sulu tarım arazisi: Tarımı yapılan bitkilerin büyüme devresinde ihtiyaç duyduğu suyun, su kaynağından alınarak yeterli miktarda ve kontrollü bir şekilde karşılandığı arazileri; Marjinal tarım arazisi: Mutlak tarım arazileri, özel ürün arazileri ve dikili tarım arazileri dışında kalan, toprak ve topografik sınırlamalar nedeniyle üzerinde sadece geleneksel toprak işlemeli tarımın yapıldığı arazileri ifade eder; <https://mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5403&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>

²³ 2023/6 sayılı Tarım Arazilerinin Korunması Kullanılması ve Planlanmasına Dair Genelge; <https://kms.kaysis.gov.tr/Home/Goster/197998>

12.05.2019 tarihli 30772 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği²⁴ tarım arazilerinin bir kısmında lisanssız üretim tesisi kurulmasını tarımsal sulama amacı kapsamında düzenlemiştir. Bu kapsamda kurulacak üretim tesisinin kurulu gücünü ise sulama tesisinin bağlantı anlaşmasındaki sözleşme gücü ile sınırlamakta ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yürürlükteki mevzuat kapsamında verilen onay belgesini zorunlu tutmaktadır.

Ayrıca, 02.11.1985 tarihli 18196 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Plansız Alanlar İmar Yönetmeliği’nde²⁵ 22.07.2022 tarihinde gerçekleştirilen değişiklikle tarımsal amaçlı sulama sistemlerinin ihtiyacı için belirli şartlar dahilinde yapılacak olan güneş kaynaklı yenilenebilir enerji sistemleri yapı ruhsatı ve yapı kullanma iznine tabi değildir.

Tarım GES’lerin aynı arazinin tarımsal üretim ve elektrik üretimi için çift yönlü kullanımını amaçlayan yapısına karşın mevzuatımızda tarım arazilerinin kullanımı tarımsal veya tarım dışı arazi kullanımı olarak ayrılmaktadır. Bununla birlikte tarımsal arazide GES kurulumu tarımsal sulama amacı doğrultusunda düzenlenmektedir. Tarım GES’lerde gerek tarımsal üretim gerekse enerji üretimi ile amaçlanmakta olan uygulamalar ise söz konusu düzenlemeleri aşmaktadır.

Bununla birlikte resmi otoritelerin plan ve politikalarında tarımsal üretimde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ve Ar-Ge faaliyetlerine yönelik eylemler yer almaktadır:

- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın 2024 Yılı Faaliyet Raporu’nda²⁶ Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi Faaliyeti Kapsamında Yürütülen Çalışmalar arasında “ülkemizdeki tarım alanlarının üzerine tarımsal faaliyetlerin devam edeceği şekilde PV teknolojisine dayalı Tarım GES kurulumu yapılabilecek potansiyel kurulum kapasitesinin belirleme çalışmaları” yapıldığı;
- Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve 2. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı’nda²⁷ Tarımsal Üretimde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımının Özendirilmesi Geliştirilmesi kapsamında Ar-Ge faaliyetleri doğrultusunda özel çağrılı projelerin Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenmeye devam edileceği belirtilmektedir.

Bu doğrultuda gerçekleştirilen projelerle Tarım GES’ler uygulama alanı bulmaktadır. Gerçekleştirilen uygulamaların değerlendirilmesine istinaden Tarım GES’lere ilişkin mevzuatın da şekillenebileceği düşünülmektedir.

²⁴ Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği;

<https://mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=31502&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>

²⁵ Plansız Alanlar İmar Yönetmeliği; <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=4882&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>

²⁶ Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın 2024 Yılı Faaliyet Raporu;

https://enerji.gov.tr//Media/Dizin/SGB/tr/Faaliyet_Raporlari/2024/ETKB2024_FR.pdf

²⁷ Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve 2. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı;

https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/BHIM/tr/Duyurular/T%C3%BCrkiyeEnerjiVerimlili%C4%9Fi2030StratejisiVeIIUlusalEnerjiVerimlili%C4%9FiEylemPlan%C4%B1_202401161407.pdf

5. Tarım GES, Dünya ve Türkiye Öngörülleri

Tarım ve elektrik üretimini aynı anda gerçekleştiren Tarım GES'ler, küresel ölçekte giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bu sistemler, artan enerji ihtiyacı, ekosistem krizi ve tarımsal verimliliğin sürdürülebilirliği gibi küresel sorunlara eş zamanlı çözümler sunduğu için, ilerleyen dönemlerde bu sistemlerin önemi artmaya devam edecektir.

Tarım GES'ler, dünya genelinde yıllık %10'un üzerinde bileşik büyüme oranı ile hızla gelişmektedir. Fraunhofer ISE'ye göre, 2023 yılı itibarıyla küresel Tarım GES kapasitesi 14 GW'ı aşmış durumdadır. 2030 yılına kadar bu kapasitenin iki ya da üç katına çıkması beklenmektedir.²⁸

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA), 2050 yılına kadar küresel Tarım GES kapasitesinin, toplam güneş enerjisi kurulumlarının %10'una ulaşabileceğini öngörmektedir.²⁹ Tarım GES'ler, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde iklim uyum stratejileri açısından büyük avantajlar sağladığı için, su kıtlığı yaşayan Afrika, Orta Doğu ve Güney Asya ülkelerinde bu sistemlerin önemi daha da artacaktır.

Fransa, Almanya, Japonya ve ABD gibi ülkeler, Tarım GES yatırımlarını teşvik etmek amacıyla çeşitli destek mekanizmaları uygulamaktadır. Bu destekler arasında alım garantileri (*feed-in tariff*), tarımsal alan kullanım reformları ve yatırım teşvikleri yer almaktadır. Avrupa Birliği'nin Ortak Tarım Politikası (CAP) ve ABD'nin Enflasyon Düşürme Yasası (*Inflation Reduction Act*) gibi programlar, çift kullanımlı sistemler için özel fonlar ayırmaktadır. Bu destek mekanizmaları sayesinde, ilerleyen dönemlerde Tarım GES'lerin daha da yaygın hale gelmesi beklenmektedir.³⁰

Son yıllarda geliştirilen teknolojiler sayesinde Tarım GES'ler, hem elektrik hem de tarım verimliliğini artırmaktadır. Tarım GES sistemlerinin, yaşanan bu teknolojik gelişmeler ile ilerleyen dönemlerde ekosistem kriziyle mücadelede stratejik öneminin artması beklenmektedir.

Türkiye gibi gelişmekte olan pazarlar da potansiyelini değerlendirmeye başlamaktadır. Türkiye, ortalama yıllık 2.741 saat güneşlenme süresi ve geniş tarım arazileriyle Tarım GES'ler için oldukça uygun bir konumda yer almaktadır.³¹ Ancak Türkiye'de Tarım GES uygulamaları henüz başlangıç düzeyindedir. Solar3GW'ye göre, Türkiye'de Tarım GES'lerin yaygınlaşması için yasal düzenlemelerin yapılması büyük önem taşımaktadır. Tarım arazilerinin enerji üretimi için kullanılmasına ilişkin yasal düzenlemelerin yanı sıra, çiftçilerin Tarım GES'ler ile ilgili bilgi yetersizliği, teknolojiye erişim zorluğu ve yüksek yatırım maliyetleri, Türkiye'de bu sürecin ilerlemesinin önünde aşılması gereken engeller olarak sıralanmaktadır.

Türkiye'nin Tarım GES potansiyeli yaklaşık 15 GW olarak hesaplanmaktadır. Bu potansiyel, özellikle sulama ihtiyacının yüksek olduğu yarı kurak bölgelerde öne çıkmaktadır. Kayseri, Bursa ve Ankara'da gerçekleştirilen pilot projeler, çiftçilerin ilgisinin arttığını göstermektedir.³² Ancak mevzuatın

²⁸ Fraunhofer ISE (2023). Agrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition.

²⁹ IRENA (2022). Renewable Power Generation Costs in 2022.

³⁰ SolarPower Europe (2022). Agri-PV: A Growing Opportunity for EU Farming and Energy.

³¹ Coşkun (2024). Agrivoltaic systems for sustainable energy and agriculture integration in Turkey

³² SOLAR3GW. Türkiye Güneş Enerjisi Sektörü TarımGES

sadeleştirilmesi ve tarım arazilerinde güneş enerjisi üretiminin önü açılmadıkça, bu potansiyel tam olarak değerlendirilemeyecektir.³³

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın 2023-2027 Strateji Belgesi'nde, yenilenebilir enerjiyle entegre tarımsal uygulamalara yer verilmesi, önümüzdeki dönemde Tarım GES projelerinin yaygınlaşacağına işaret etmektedir. Türkiye'nin orta vadede, özellikle İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde 5 GW'lık Tarım GES potansiyeline ulaşabileceği tahmin edilmektedir.³⁴

Türkiye'de Tarım GES'lerin ilerleyen dönemlerde yaygınlaşması, bankacılık sektörü açısından önemli fırsatlar yaratacak ve finansal sistemin sürdürülebilirliğe yönelik dönüşümünü hızlandıracaktır. Bankacılık sektöründe son yıllarda artmakta olan sürdürülebilirlik ve yeşil finansman stratejileri kapsamında, Tarım GES'ler stratejik bir önem taşımaktadır.³⁵ Bankalar, tarım sektörüne özel finansal ürünler geliştirerek, Tarım GES'lerin yaygınlaşmasına katkıda bulunacaklardır.

³³ <https://temizenerji.org/2025/01/08/solar3gw-turkiye-tarimgesler-ile-15-gw-potansiyel-enerjiye-sahip/>

³⁴ TEİAŞ (2023). *Türkiye Elektrik Üretim Kapasite Projeksiyonu*.

³⁵ <https://temizenerji.org/2025/01/08/solar3gw-turkiye-tarimgesler-ile-15-gw-potansiyel-enerjiye-sahip/>



MECLİSİ MEBUSAN CAD.
NO:81 FINDIKLI İSTANBUL 34427, TÜRKİYE
T: +90 (212) 334 50 50 F: +90 (212) 334 52 34

Bu rapor, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TSKB) A.Ş.'nin uzman kadrosunca güvenilir olarak kabul edilen kaynaklardan elde edilen veriler kullanılarak hazırlanmıştır. Raporda yer alan görüşler ve öngörüler, teknik ve akademik bilgiler ile sektör temsilcileriyle yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçları yansıtmakta olup bu verilerin tamlığı ve doğruluğu konusunda TSKB'nin herhangi bir sorumluluğu bulunmamaktadır. Raporda yer verilen değerlendirme, görüş, düşünce ve öngörüler, TSKB nezdinde açık ya da gizli bir garanti ve beklenti oluşturmaz. Diğer bir ifadeyle; bu raporda yer alan tüm bilgi ve verileri kullanma ve uygulama sorumluluğu, doğrudan veya dolaylı olarak, bu rapora dayanarak yatırım kararı veren ya da finansman sağlayan kişilere aittir ve ortaya çıkan sonuçtan dolayı üçüncü kişilerin doğrudan ya da dolaylı olarak zarara uğramaları durumunda TSKB hiçbir şekilde sorumlu tutulamaz.

©2025 Bu raporun tüm hakları saklıdır. TSKB'nin izni olmadan raporun içeriği herhangi bir şekilde basılamaz, çoğaltılamaz, fotokopi veya teksir edilemez, dağıtılamaz.