

## **SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi Hakkında**

European Climate Foundation (ECF), Agora Energiewende ve Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi (IPM) tarafından kurulan SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi, yenilikçi bir enerji dönüşüm platformu olarak enerji sektörünün karbonsuzlaştırılmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda Türkiye'deki enerji sektörünün politik, teknolojik ve ekonomik yönleri üzerine yapılan tartışmalarda sürdürülebilir ve kabul görmüş bir ortak zemine olan ihtiyacını karşılamayı hedeflemektedir. SHURA gerçeklere dayalı analizler ve en güncel veriler ışığında, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji üzerinden düşük karbonlu bir enerji sistemine geçişi desteklemeyi odağına almaktadır. Farklı paydaşların bakış açılarını göz önünde bulundurarak bu geçişin ekonomik potansiyeli, teknik fizibilitesi ve ilgili politika araçlarına yönelik bir anlayışın oluşturulmasına yardımcı olmaktadır.

## **Yazar**

Ahmet Acar, Ayşe Ceren Sarı ve Yael Taranto (SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi)

## **Teşekkürler**

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi direktörü Dr. Değer Saygın raporun hazırlanması esnasında yönlendirme ve geri bildirimleriyle katkıda bulunmuştur. SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi Yönlendirme Komitesi üyeleri Selahattin Hakman ve Mustafa Özgür Berke, Bülent Cindil (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH), Oğuz Kürşat Kabakçı (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) ve Bengisu Özenç (Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı) raporu inceleyerek geri bildirimde bulunmuştur. Sağlanmış olan tüm değerli inceleme, geri bildirim ve görüşler için teşekkür ederiz.

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi, bu rapor için European Climate Foundation (ECF) tarafından sağlanan cömert finansmana müteşekkirdir.

Bu rapor, [www.shura.org.tr](http://www.shura.org.tr) sitesinden indirilebilir.

Daha ayrıntılı bilgi almak veya geri bildirimde bulunmak için [info@shura.org.tr](mailto:info@shura.org.tr) adresinden SHURA ekibiyle temasa geçiniz.

## **Tasarım**

Tasarımhane Tanıtım Ltd. Şti.

Telif Hakkı © 2020 Sabancı Üniversitesi

**ISBN** 978-605-2095-83-6

## **Sorumluluk Reddi**

Bu rapordaki yorumlar ve çıkarılan sonuçlar yalnızca yazarlara aittir ve SHURA'nın resmi görüşünü yansıtmamaktadır.

**Binalarda çatı üstü güneş enerjisi potansiyeli - Türkiye'de çatı üstü güneş enerjisi sistemlerinin hayata geçmesi için finansman modelleri ve politikalar**





Şekil Listesi	4
Tablo Listesi	4
Bilgi Kutusu Listesi	5
Kısaltmalar	5
Yönetici Özeti	7
1. Giriş	11
2. Bina stoğu güncel verileri ve Türkiye'deki binaların enerji tüketimi	13
2.1 Bina stok verileri	13
2.2 Bina tipi ve iklim bölgelerine göre enerji tüketimi	15
3. Türkiye'deki binalarda çatı üstü sistemlerin potansiyeli	19
4. Çatı üstü sistemlerin maliyet fayda analizi	25
5. Çatı üstü sistemler için finansman mekanizmaları	31
5.1 İmtiyazlı krediler	34
5.1.1 Partner finansal kuruluşlar	34
5.1.2 Birleştiriciler/Teknoloji sağlayıcılar/EPC firmaları/ESCO firmaları	34
5.1.3 Üreticilere doğrudan krediler	35
5.2 Hibeler ve teknik yardım	35
5.3 Risk paylaşımı mekanizmaları	35
5.3.1 Kredi garantileri	35
5.3.2 Diğer mekanizmalar	35
5.4 Ticari krediler	35
5.4.1 Tüketici/Türetici Kredileri	35
5.4.2 Leasing	35
5.5 Diğer mekanizmalar	35
5.5.1 Kitlesele fonlama	35
5.5.2 Özsermaye finansmanı	36
5.6 Türkiye'deki mevcut destek ve sigorta mekanizmalarına örnekleri	37
5.6.1 Tüketici Kredisi - Örnek	37
5.6.2 İmtiyazlı Kredi - Örnek 1	38
5.6.3 İmtiyazlı Kredi - Örnek 2	38
5.6.4 İmtiyazlı Kredi - Örnek 3	38
5.6.5 İmtiyazlı Kredi - Örnek 4	39
5.6.6 İmtiyazlı Kredi - Örnek 5	39
5.6.7 Enerji Fonu - Örnek	39
5.6.8 Leasing - Örnek 1	40
5.6.9 Leasing - Örnek 2	40
5.6.10 Sigorta - Örnek	42

6. Dağıtık üretim düzenleyici politika mekanizmaları	45
6.1 Garantili satın alım tarifesi	45
6.2 NET-garantili satın alım tarifesi	46
6.3 Prim sistemi	46
6.4 Mahsuplaşma	47
6.5 Net-billing	48
7. Sonuç	53
8. Referanslar	55

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Türkiye İklim Bölgeleri	13
Şekil 2: Bina Tipine Göre Toplam Sayı Dağılımı	14
Şekil 3: Çatı Üstü Sistemlerin Teorik ve Teknik Potansiyel Kapasiteleri	19
Şekil 4: Güneş Işıma Haritası	20
Şekil 5: Çatı Üstü Sistemlerin Yıllık Elektrik Üretim Kapasiteleri	20
Şekil 6: Farklı Bina Tiplerinde Bina Başına Panel Miktarı	21
Şekil 7: Farklı İklim Bölgelerinde Bina Alanı Başına Sistem Elektrik Üretim Potansiyelleri	22
Şekil 8: Çatı Üstü Sistem Kullanımıyla Farklı Bina Tiplerinde Enerji Verimlilik Potansiyeli	23
Şekil 9: Çatı Üstü Sistemlerin %25 Enerji Tüketimini Karşılama İçin Gerekli Alanlar	24
Şekil 10: Farklı Bina Tiplerinde Seviyelendirilmiş Elektrik Üretim Maliyetinin İklim Bölgelerine Göre Dağılımı	26
Şekil 11: Bina Tipleri Seviyelendirilmiş Elektrik Üretim Maliyetlerinin Şebeke Fiyatlarıyla Karşılaştırması	27
Şekil 12: Yatırım Planlaması	41
Şekil 13: Kaynak Kullanım Modeli	42

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Türkiye Genelinde Farklı Bina Tiplerinin Toplam İnşaat Alanları	14
Tablo 2: Bina Tipine Göre Enerji Tüketim Dağılımı	16
Tablo 3: Bina Tiplerine Göre kW Başına Fotovoltaik Yatırım Maliyeti	25
Tablo 4: Türkiye Genelinde Fotovoltaik Yatırımı Geri Ödeme Süreleri ve Diğer Göstergeler (Tüm İklim Bölgeleri)	28
Tablo 5: %30 Düşük Maliyet ve %5 İskonto Oranı İle Fotovoltaik Yatırımı Geri Ödeme Süreleri ve Diğer Göstergeler (Dördüncü İklim Bölgesi)	29
Tablo 6: %30 Düşük İlk Yatırım ile Seviyelendirilmiş Üretim Maliyetleri	29
Tablo 7: Örnek Kredi Ödeme Tablosu	37

## BİLGİ KUTULARI LİSTESİ

Bilgi Kutusu 1: Seferihisar Belediyesi Pazar Yeri – 170 kW	15
Bilgi Kutusu 2: Muğla Büyükşehir Belediyesi Bodrum Otogarı – 630 kW	17
Bilgi Kutusu 3: Muğla Büyükşehir Belediyesi Menteşe Otogarı – 280 kW	24
Bilgi Kutusu 4: Muğla Büyükşehir Belediyesi Konacık Hizmet Binası – 52,4 kW	30
Bilgi Kutusu 5: Yerel Yönetimler Dışında Çatı Üstü Sistem Kapasite Örnekleri	32
Bilgi Kutusu 6: Dağıtık Üretim Türeticiyi Güçlendiriyor	36
Bilgi Kutusu 7: Esneklik Yöntemleriyle Çatı Üstü Sistemler	43
Bilgi Kutusu 8: İstanbul İlçe Belediyelerinin Çevre ve Enerji Performansı	50
Bilgi Kutusu 9: Cezeri Teknik Meslek Lisesi - Ankara	51

## KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD\$	Amerika Birleşik Devletleri doları
AVM	alışveriş merkezi
bcm	milyar metreküp (billion cubic meter)
BEP-TR	binalarda enerji verimliliği uygulaması
BIPV	binaya entegre fotovoltaik (building integrated photovoltaic)
CAPEX	yatırım maliyeti (capital expenditure)
CO <sub>2</sub>	karbondioksit
EEG	Almanya yenilenebilir enerji yasası
EİGM	Enerji İşleri Genel Müdürlüğü
EPC	mühendislik tedarik kurulum (engineering procurement construction)
ESCO	enerji servis şirketi (energy service company)
EMO	Elektrik Mühendisleri Odası
EPDK	Türkiye Cumhuriyeti Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
FV	fotovoltaik
GEPA	güneş enerjisi potansiyeli atlası
GES	güneş enerji santrali
GIZ	Alman Uluslararası İşbirliği Kurumu (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH)
GSYİH	gayri safi yurt içi hasıla
GÜNDER	Uluslararası Güneş Enerjisi Topluluğu Türkiye Bölümü
GÜYAD	Güneş Enerjisi Yatırımcıları Derneği
GW	gigavat
IEEFA	Enerji Ekonomisi ve Finansal Analiz Enstitüsü (Institute for Energy Economics & Financial Analysis)
IRENA	Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (International Renewable Energy Agency)
IRR	iç verim oranı (internal rate of return)
İZKA	İzmir Kalkınma Ajansı
İZODER	Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği
LCOE	seviyelendirilmiş elektrik üretim maliyeti (levelized cost of electricity)

KFK	kalkınma finansmanı kuruluşu
kg	kilogram
KOBİ	küçük ve orta büyüklükteki işletmeler
kVA	kilovoltamper
kW	kilovat
MJ	megajoule
Mt	milyon ton
Mtep	milyon ton eşdeğeri petrol
MW	megavat
m <sup>2</sup>	metrekare
NPV	net bugünkü değer (net present value)
OPEX	işletme masrafı (operating expense)
P2P	eşler arası (peer to peer)
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TL	Türk Lirası
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TSKB	Türkiye Sınai Kalkınma Bankası
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜREB	Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği
TÜROB	Türkiye Otelciler Birliği
TWh	teravat-saat



Türkiye'nin nihai enerji tüketimi içerisinde binalar, sanayi sektörünün ardından en yüksek paya sahiptir. 2018 yılı sonu itibarıyla, Türkiye'nin toplam nihai enerji tüketimi 109 milyon ton eşdeğer petrol (Mtep) seviyesine ulaşmıştır. Bu toplamın yaklaşık üçte biri, 33 Mtep kadarı binalar (konut, ticari ve kamu) tarafından tüketilmektedir (EİGM, 2018). Binalardaki toplam enerji ihtiyacının hızlı şehirleşme ve nüfus artışı nedeniyle daha da artması beklenmektedir. Geleneksel enerji üretim teknolojilerine ek olarak, yenilenebilir enerji üretim sistemleri giderek artan bir eğilimle binaların enerji tüketimini karşılama yolunda öncü bir potansiyel olarak durmaktadır. Bu teknolojiler büyük ölçüde çatı üstü fotovoltaik (*photovoltaic*, FV) sistemleri içermektedir. Çatı üstü FV sistemlerle elektrik öz üretimi, şebeke elektriğine bağımlılığı azaltılabilecek ve yerinde üretim ile dağıtım kayıplarını azaltma yoluyla sistem verimliliğini artırmaya katkıda bulunabilecektir.

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi'nin bu çalışması kapsamında gerçekleştirilen analize göre, ülkenin sahip olduğu binalarda kurulabilecek çatı üstü FV sistemlerin toplam teknik potansiyeli 2019 yılı verileri doğrultusunda 14,9 gigavat (GW) olarak tahmin edilmektedir. Bu potansiyel, Türkiye'deki mevcut kurulu güneş enerjisi gücünün neredeyse 3 katıdır. Bu kapasite yıllık 22 teravat-saat (TWh) elektrik üretimi anlamına gelmektedir (Türkiye'nin mevcut elektrik üretiminin %6'sından biraz daha fazla). Bu potansiyel, tüm çatıların güneş alanlarının kullanılması durumunda hesaplanan teorik 55 GW potansiyelin yaklaşık dörtte birine eşdeğerdir. Bu sistemler Türkiye'deki binaların tüm elektrik ihtiyacının (soğutma, aydınlatma, havalandırma ve kısmen ısıtma ve sıcak su) %17'sini karşılayabilmektedir. Birincil enerji bağlamında, yüzde yüz öz-tüketim varsayımıyla, çatı üstü FV sistemler ile Türkiye'deki binaların enerji ihtiyacında (elektrikli ev aletleri, ofis ekipmanı ve yemek pişirmeyle ilgili enerji tüketimi hariç) %11 oranında tasarruf sağlanabilmektedir.

Çatı üstü FV sistemlerin toplam potansiyel gücünün yaklaşık %70'i konutlarda bulunmasına karşın, bu sistemlerin konutlar için seviyelendirilmiş elektrik üretim maliyeti, güncel elektrik tarifesinden %30 ila %50 oranında daha fazladır. Tüm binalardaki toplam teknik potansiyelin %30'u şebeke paritesine erişmektedir (4,5 GW).<sup>1</sup> Türkiye çapında konut binalarında şebeke paritesine ulaşmak, çatı üstü FV sistemlerin düşük kapasite büyüklükleri için kilovat (kW) başına 1.500-2.000 ABD\$ arasında değişen ilk yatırım maliyetlerinin 1.200 ABD\$/kW ve altındaki seviyelere düşmesini gerektirmektedir. Ticari binalardaki 600-1.000 ABD\$/kW ve diğer binalardaki 700-1.200 ABD\$/kW'lık ilk yatırım maliyetleri yüzde 8 iskonto oranıyla seviyelendirilip, bakım ve onarım maliyetleri de göz önünde bulundurulduğunda mevcut durumda şebeke tarife fiyatlarının altında kalmaktadır.

Hesaplara göre konut binalarında FV yatırımlarının geri ödeme süreleri, bugünkü maliyetlerle 14 ila 16 yıl arasında değişirken, ticari binalarda bu süre 4 ila 5 yıl arasındadır. Örnek olarak %30 daha düşük ilk yatırım maliyetleri varsayıldığında, konutlarda 8 ila 10 yıllık geri ödeme sürelerine imkân sağlanırken, ticari binalarda bu süre 3 yıla kadar düşmektedir.

<sup>1</sup> Bu çalışmada şebeke paritesi, çatı üstü FV sistemlerin seviyelendirilmiş elektrik üretim maliyetinin perakende elektrik fiyatına eşit olduğu seviyeye işaret etmektedir.

Türkiye’de çatı üstü FV sistemlerin 4,5 GW ekonomik potansiyele sahip olduğu ticari ve kamusal binalarda, bu potansiyelin hayata geçirilmesi iş fırsatları, enerji güvenliği ve iklim değişikliğinin önlenmesi konularında büyük faydalar sağlayacaktır. Ekonomik potansiyele göre çatı üstü FV sistemler için toplam yatırım ihtiyacı 6,2 milyar ABD\$ olarak tahmin edilmektedir. Toplam olarak, ithal edilen yaklaşık 1,3 milyar metreküp (*billion cubic meter, bcm*) hacmindeki doğalgaz (Türkiye’nin 44,5 bcm hacmindeki 2019 yılı toplam gaz ithalatının yaklaşık %2,9’u) girdisinden tasarruf edilebilmektedir. Bu değer, Türkiye’nin gaz ithalatında yıllık 0,3 milyar ABD\$ tasarruf anlamına gelmektedir. Çatı üstü FV sistemlerin kömürden elektrik üretiminin yerini aldığı varsayıldığında, yılda 5,6 milyon ton (Mt) CO<sub>2</sub> salımı (Türkiye elektrik sektörünün toplam CO<sub>2</sub> salımının yaklaşık %3,5’i) önlenebilmektedir.

Çatı üstü FV sistemlerin hayata geçmesi konusunda dünyada geliştirilmiş birçok finansman aracı ve politika mekanizması mevcuttur. İmtiyazlı krediler, hibeler, risk paylaşım mekanizmaları, tüketici kredileri, sigortalar ve leasing sistemleri yatırımcıları cesaretlendirecek yöntemler olarak kaydedilmektedir. Politika modellerinde ise güncel olan mahsuplaşma (*net metering*) yöntemine ek olarak, garantili satın alım tarifeleri, prim sistemi ve net billing yöntemleri öne çıkmaktadır.

Politika mekanizmaları ve finansman araçlarına ek olarak, destekleyici bir mevzuat ile küçük üreticinin tüketim fazlasını şebekeye veya diğer tüketicilere satması ve elektrik alışverişinin yönetimi üzerine kurulu iş modelleri ise yerinde üretimi daha yüksek bir ivmeye sahip kılacaktır. Gelecek dönemde ilk yatırım maliyetlerinin ve faiz oranlarının düşmesi ile çatı üstü sistemler daha cazip hale gelebilecektir.





# 1. Giriş

Türkiye'nin toplam elektrik tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı 2019 sonu itibariyle yaklaşık %44'tür (TEİAŞ, 2020). Bu değer, önceki senelerde gözlemlenmiş olan üçte bir seviyesinden çok daha yüksektir. Toplamda 5,9 GW FV (TEİAŞ, 2019) ve yaklaşık 7,6 GW kara üstü rüzgar enerjisi kapasitesi (TÜREB, 2019) ülkenin toplam kurulu elektrik üretim kapasitesinin yaklaşık %14'ünü oluşturmaktadır. Güneş ve kara üstü rüzgar türbinlerinin toplam elektrik üretimi 2019 yılında Türkiye'nin toplam yıllık elektrik talebinin %10'unu karşılamıştır (GÜYAD, 2019a). Ancak bu üretimin neredeyse tamamı şebeke ölçeğinde olmuş, dağıtık enerji üretiminin payı düşük kalmıştır. Oysa son yıllarda küresel alandaki asıl gelişmeler dağıtık enerji üretimi alanında olmuştur (IEA, 2019).

*Çatı üstü FV sistemlerin kurulması sayesinde hem yenilenebilir enerjinin toplam kurulu güçteki payı artacak, hem de uygulanabilecek esneklik yöntemleri ile enerji verimliliğinde iyileştirme yapılabilir.*

Mayıs 2019'da yayımlanan mahsuplaşma yasasına (Resmi Gazete, 2019) göre artık gerçek veya tüzel kişiler, lisans alma veya şirket kurma yükümlülüğü olmaksızın elektrik enerjisi üretebilecek ve ihtiyaç fazlası üretimlerini şebekeye verebilecektir. Bu yasayla birlikte, dağıtık çatı üstü yenilenebilir enerji üretiminde bir artış söz konusu olabilecektir. Bu artışı hayata geçirebilmek ve sağlam bir dayanak oluşturabilmek için çatı üstü FV potansiyelini öğrenmek önemli hale gelmiştir. Dünya Bankası (World Bank, 2018), Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA) (IEEFA, 2019) ve Uluslararası Güneş Enerjisi Topluluğu Türkiye Bölümü (GÜNDER) (GÜNDER, 2019a) gibi kuruluşlar tarafından bu konuyla ilgili Türkiye çapında bazı çalışmalar yayımlanmış olup, bugüne kadar bina verileri kullanılarak tümevarım yaklaşımıyla bir çalışma ortaya konmamıştır.

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi'nin (SHURA, 2018a) raporunda en erken 2026'ya kadar toplam 10 GW'lık güneş enerjisi kurulu gücünün dağıtık olarak yerleştirilmesinin (çatı tipi ve diğer sistemler), diğer senaryolara kıyasla şebeke maliyeti faydalarından bahsedilmiştir. Çatı üstü FV sistemlerin kurulması sayesinde hem yenilenebilir enerjinin toplam kurulu güçteki payı artacak, hem de uygulanabilecek esneklik yöntemleri ile enerji verimliliğinde iyileştirme yapılabilir. Ayrıca, dağıtım sistemi operatörleri kendilerini bu dönüşüme hazırladığı ölçüde, binalar ve şebeke arasında entegrasyon sağlanabilecektir.

Bahsedilen dağıtık üretim potansiyeli dikkate alındığında, çatı üstü FV sistemlerin entegrasyonu için gerekli teknik bilginin geliştirilmesinde fayda görülmektedir. Dünya Bankası, bu konuda Şubat 2018'de yayımladığı raporda Türkiye'de çatı üstü FV sistemlerin yaygınlaşması için gerekli yasal düzenlemelerin yanında, teknik kapasitenin geliştirilmesi ve çok yönlü planlama yapılması gerekliliğini vurgulamıştır (World Bank, 2018). Dağıtık üretim sistemlerinin potansiyelini ortaya koymak için binalardaki enerji ihtiyacı ve üretim kapasitesinden yola çıkılarak çeşitli analizler yapılması gerekmektedir. Bu konudaki bilgi açığının kapatılmasına katkıda bulunmak amacıyla SHURA, bu çalışma kapsamında, sunulan bina çatı alanları ve bina enerji tüketim verilerine dayanarak tümevarım yaklaşımıyla bir analiz gerçekleştirmiştir.

Bu çalışmanın amacı, bugüne kadar yapılmış diğer çalışmalardaki veri ve metodolojileri başlangıç noktası olarak çatı üstü FV teknolojilerinin, Türkiye bina sektörü güncel enerji tüketimini karşılama noktasındaki teknik ve ekonomik potansiyeli hakkında kısa bir değerlendirme yapmaktır. Bir sonraki bölüm, yapı stoğu ve enerji tüketim verilerine genel bakış ve bu çalışmanın amacı için yürütülen metodolojiyi sunarken, ilerleyen bölümler sırasıyla FV sistemlerin potansiyelini ve maliyet-fayda analizini göstermektedir. Son olarak bu sistemlerin yaygınlaşmasına destek olabilecek finansman araçları, politika mekanizmaları ve mevcut uygulamalarla ilgili bilgiler yer almaktadır.

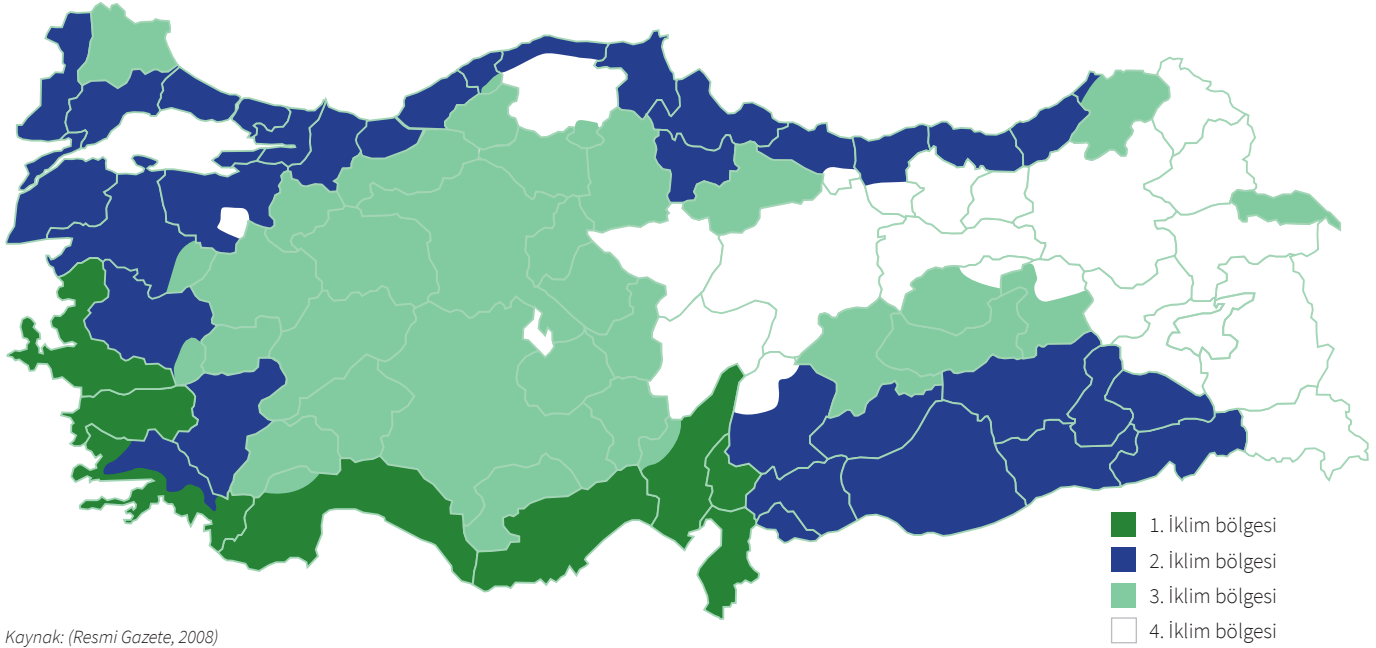


## 2. Bina stoğu güncel verileri ve Türkiye'deki binaların enerji tüketimi

Türkiye yıllık yaklaşık %2 oranında büyüyen, hızlı bir şehirleşme eğilimine sahiptir. Yapı stoğunun hızlı büyümesi, ortalama yapı ömrünün kısa olmasının da etkisiyle, sıklıkla %4'ü geçen yeni inşaat oranına doğrudan bağlıdır (Ecofys, İstanbul Aydın Üniversitesi ve İZODER, 2018). İnşaat sektörü Türkiye ekonomisinin en önemli sürükleyici güçlerinden biridir ve 2019 ilk çeyreği itibariyle gerçek gayri safi yurtiçi hasılanın (GSYİH) %6'sında pay sahibidir (İNTES, 2019). Yapı stoğu verilerinin sağlıklı şekilde elde edilebilmesi ve doğru analizi, binaların enerji tüketimini ve çatı üstü FV sistemlerin potansiyel faydasını belirlemede önemli bir temel oluşturmaktadır.

Nihai kullanımlara göre Türkiye'deki farklı bina tiplerinin toplam enerji tüketimini değerlendirme noktasında, toplam bina stoğunu, bina kullanım alanı başına ortalama enerji tüketimini ve nihai kullanımlara göre toplam enerji tüketimini ortaya koyan bir literatür taraması yürütülmüştür. Binalardaki enerji ihtiyacı verileri farklı bina tipleri ve farklı iklim bölgelerindeki ihtiyacı yansıtmaktadır. Bu yaklaşım, Türkiye'de TS 825 (Resmi Gazete, 2008) yönetmeliği uyarınca oluşturulmuş dört farklı iklim bölgesini, ayrı ayrı ele almaktadır. İklim bölgeleri haritası Şekil 1'de gösterilmektedir.

Şekil 1: Türkiye İklim Bölgeleri



Raporun bu kısmındaki gelecek iki başlık, bina stoğu ve binaların enerji tüketimi konusunda izlenen metodolojiyi ve varsayımları kapsamaktadır.

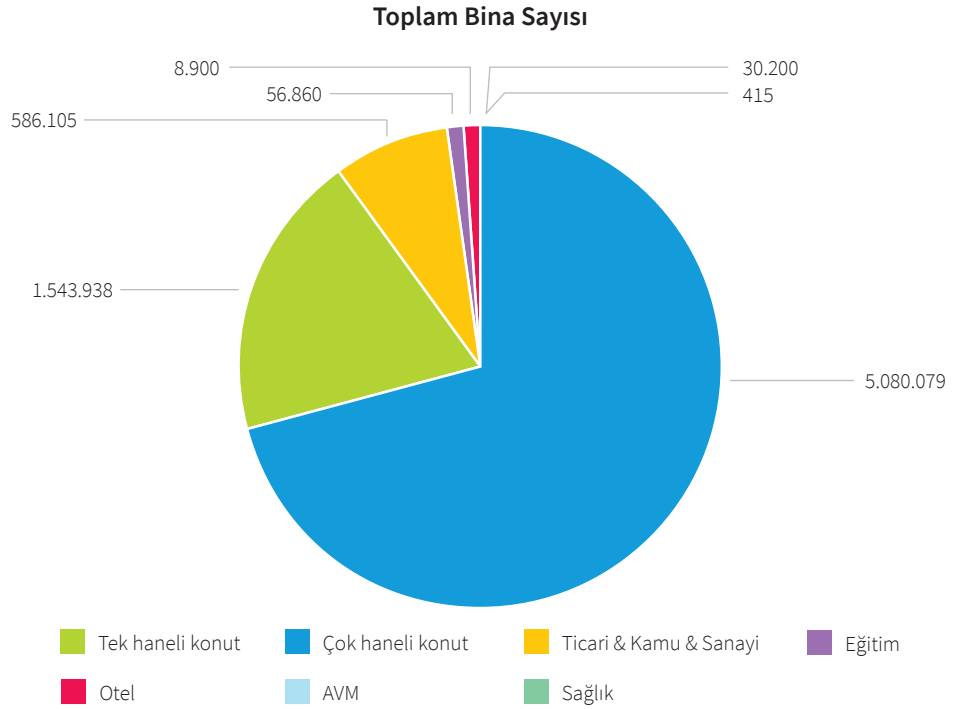
### 2.1 Bina stok verileri

Türkiye'de 2018 itibariyle toplam 9,1 milyon bina bulunmaktadır (Kabakçı, 2018). Bu binalardan sağlıklı veri toplanabilen, yapım yılı 1970 ve sonrası olanların sayısı toplam 7,3 milyon civarındadır (TÜİK, 2019). 1970 öncesi yapılmış binalar tanım gereği hesap dışı tutulmuş olup, çatı üstü paneller için uygun çatı yapısına sahip olmadıkları varsayılmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verisine göre yaklaşık 1,5 milyon tek haneli konut (müstakil ev) ve 5 milyon çok haneli konut (apartman)

bulunmaktadır. TÜİK verilerine göre 1970-2000 yılları arasında yapılan tek haneli ve çok haneli konutların birbirlerine oranının, genel konut oranına dayanarak 1/4 olduğu varsayılmıştır.

1970 yılından beri bina stoğunda yer alan ticari, kamu ve sanayi binalarının toplam sayısı yaklaşık 0,6 milyondur. 57 bine yakın bina eğitim amaçlı kullanılmaktadır, yaklaşık 9 bin otel binası bulunmaktadır (GM Dergi, 2019 | TÜROB, 2019). 30 bine yakın hastane ve sağlık binası ile 400'ün üzerinde AVM mevcuttur (TÜİK, 2019). Depo, lojman ve tarım binaları analize dahil edilmemiştir. Toplam bina sayılarının kırılımı Şekil 2'de verilmiştir.

**Şekil 2:** Bina tipine göre toplam sayı dağılımı



Kaynak: (TÜİK, 2019)

Toplam inşaat alanları Tablo 1'de verilmektedir. 2018 itibariyle konut binaları toplam 2,4 milyar metrekare (m<sup>2</sup>) kullanım alanına sahiptir. Bunun 1,9 milyar m<sup>2</sup>'lik kısmı çok haneli konutlara, 0,5 milyar m<sup>2</sup>'lik kısmı tek haneli konutlara aittir (ortalama daire alanı: 96 m<sup>2</sup>). Konut dışı binalar 0,5 milyar m<sup>2</sup> alana sahiptir (Ecofys, İstanbul Aydın Üniversitesi ve İZODER, 2018). SHURA hesaplarına göre, ticari, kamu ve sanayi binaları toplam 0,4 milyar m<sup>2</sup>'lik bir alana sahiptir. Eğitim amaçlı binalar 48 milyon m<sup>2</sup>, oteller 8 milyon m<sup>2</sup>, sağlık binaları 25 milyon m<sup>2</sup> ve alışveriş merkezleri 6 milyon m<sup>2</sup> olarak değerlendirilmektedir.

**Tablo 1:** Türkiye genelinde farklı bina tiplerinin toplam inşaat alanları

	Tek Haneli Konut	Çok Haneli Konut	Ticari & Kamu & Sanayi	Eğitim	Otel	Sağlık	AVM
(milyon m <sup>2</sup> )	500	1.900	416	48	8	25	6

Kaynak: (Ecofys, İstanbul Aydın University, ve İzoder 2018) ve SHURA hesaplamaları



Paydaş görüşmeleri sonucunda, FV sistemlerin kurulması için baz alınan çatı alanları; çok haneli konutlar için bir katta iki daire olduğu varsayımıyla bina başına 150-250 m<sup>2</sup>, tek haneli konutlar için 80-120 m<sup>2</sup>, ticari ve kamu binaları için 350-650 m<sup>2</sup> ve eğitim binaları için 900-1500 m<sup>2</sup> olarak alınmıştır. Bunların haricindeki bina başına çatı alanları oteller için 350-550 m<sup>2</sup>, sağlık binaları için 300-700 m<sup>2</sup> ve alışveriş merkezleri için 1.100-1.500 m<sup>2</sup> olarak alınmıştır.

Türkiye’de konut binalarının büyük çoğunluğunun kırma çatıya sahip olduğu varsayımıyla, tüm bina tiplerinde çatı üstü FV sistemlere uygun minimum çatı alanı, toplam çatı alanının dörtte biri olarak alınmıştır. Çatı alanının dörtte birine tekabül eden, güneye bakan alanlarda çatı üstü FV sistemlerin kurulabileceği varsayılmaktadır. Konut dışı binalarda ise çoğunlukla düz çatı mevcuttur. Çeşitli konut dışı bina sahipleri ve işletmecileriyle yapılan görüşmelerde, çatı alanlarının dörtte birinin FV sistemler için kullanılabileceği anlaşılmıştır. Kalan alanların diğer ekipmanlar için ayrılabilmesi öngörülmüştür. Şehirlerde oluşan gölgeleme etkenlerinin kapasite faktörlerine dahil olduğu varsayılmıştır.

### Bilgi Kutusu 1: Seferihisar Belediyesi Pazar Yeri – 170 kW

2014 yılında İzmir Kalkınma Ajansı’ndan (İZKA) alınan 880.000 TL tutarındaki hibeyle pazar yeri çatısı üzerine kurulan güç santrali, yılda ortalama 310.000 kWh enerji üretiyor ve böylelikle belediyenin ısıtma, soğutma ve aydınlatma ihtiyacı karşılanıyor. Ayrıca bu sayede 180.000 kilogram (kg) CO<sub>2</sub> salımı da engellenmiş oluyor. Sistem temiz enerji kullanılarak yılda 125.000 TL tasarruf etmenin mümkün olduğunu gösteren bir örnek olarak faaliyet gösteriyor.

Kaynak: (Yeşilist, 2019)



## 2.2 Bina tipi ve iklim bölgelerine göre enerji tüketimi

Türkiye’de, farklı bina tipleri için alan başına enerji tüketim değerleri; konutlarda 100-250 kWh/m<sup>2</sup>yıl (Öz, 2011), ticari, kamu ve sanayi binalarında 50-300 kWh/m<sup>2</sup>yıl, eğitim binalarında 60-150 kWh/m<sup>2</sup>yıl, otel ve konaklama binalarında 100-350 kWh/m<sup>2</sup>yıl, hastane ve sağlık binalarında 200-600 kWh/m<sup>2</sup>yıl ve AVM binalarında 150-250 kWh/m<sup>2</sup>yıl olarak alınmıştır (Kabakçı, 2018 ve paydaş görüşmeleri). Türkiye’deki binalar için bu değerlerin ortalaması alınmıştır. Tek haneli ve çok haneli konutların birim enerji tüketim değerlerinin eşit olduğu varsayılmıştır.

Türkiye’de, TS 825 - Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı’nca belirlenmiş dört iklim bölgesi bulunmaktadır (Resmi Gazete, 2008). Enerji Verimliliği Teknoloji Atlası (Ecofys, İstanbul Aydın Üniversitesi ve İZODER, 2018) raporuna göre, dördüncü iklim bölgesinde ısıtma ihtiyacı birinci bölgeye oranla 2-2,5 kat fazla iken, birinci iklim bölgesinde soğutma ihtiyacı dördüncü bölgeye oranla 2,5-3 kat fazladır. İklim bölgelerine özgü değerler, Enerji Verimliliği Teknoloji Atlası (Ecofys, İstanbul Aydın Üniversitesi ve İZODER, 2018) raporu doğrultusunda, bölgelerin birbiriyle olan talep ilişkisi ve aralarındaki farklılıklara dayanarak hesaplanmıştır. Tüketim değerleri Türkiye ortalamalarını vermektedir. Bina tipleri incelendiğinde konutlarda birim enerji

tüketimi, dördüncü bölgede birinci bölgenin 2 katı olmuştur. Ticari, kamu, sanayi binalarında dördüncü ve birinci bölgenin birim enerji tüketim oranı 2,5 kat, eğitim binalarında 2 kat, otellerde 1,25 kat, sağlık binalarında 2 kat ve AVM'lerde yaklaşık 1,5 kat olarak alınmıştır. İkinci ve üçüncü iklim bölgelerinde tüketim değerleri birinci bölge değerlerinin ortalama 1,1 ila 1,4 katı olarak belirlenmiştir.

Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü iklim bölgelerinde toplam bina alan oranları tek haneli konutlar için sırasıyla %19, %, 42, %, 24 ve %15; çok haneli konutlar için %17, %54, %23 ve %6; konut dışı binalar için ise %19, %48, %27 ve %6 olarak kaydedilmektedir (Ecofys, İstanbul Aydın Üniversitesi ve İZODER, 2018).

Farklı bina tiplerine özgü enerji tüketim değerlerinin; BEP-TR tanımında olduğu gibi ısıtma-soğutma, sıcak su, havalandırma ve aydınlatma kategorilerini içermekte olduğu, birincil enerji<sup>2</sup> olarak ifade edilmekte olduğu ve cihazlar, ofis ekipmanı, yemek pişirme ve diğer tüketim kategorilerinden hariç kabul edildiği varsayılmaktadır. Veriler toplam inşaat alanlarına dayanmayıp, iklimlendirilen alanları temel almaktadır. İnşaat alanı kullanılabilir alanları ifade ederken, iklimlendirilen alan doğrudan veya dolaylı ısıtma ve soğutmaya maruz kalan alanları kapsar. Konutlarda iklimlendirilen alanlar inşaat alanlarının %80-90'ı, diğer binalarda %60-70'i ve ortalama olarak tüm binalarda %75'i olarak varsayılmıştır.

### Toplam Enerji Tüketimi

Türkiye'deki bina tiplerinin toplam enerji tüketim dağılımı Tablo 2'dedir. TWh/yıl değerleri, alan başına enerji tüketimleri iklimlendirilen alanlarla çarpılarak elde edilmiştir.

Birincil Enerji Tüketimi (TWh/yıl) = Bina İklimlendirilen Alan (m<sup>2</sup>) x Birincil Spesifik Enerji (kWh/m<sup>2</sup>yıl)

**Tablo 2:** Bina tipine göre enerji tüketim dağılımı

Birim	Tek Haneli Konut	Çok Haneli Konut	Ticari & Kamu & Sanayi	Eğitim	Otel	Sağlık	AVM	Toplam
(TWh/yıl)	42-106	148-371	13-78	2,4-5,9	0,6-2,0	4,1-12,2	0,6-0,9	211-575
(Mtep/yıl)	3,6-9,1	12,7-31,9	1,1-6,7	0,2-0,5	0,1-0,2	0,4-1,1	0,1-0,1	18-50

Kaynak: SHURA hesaplamaları

Yukarıdaki çalışmalara dayanarak tümevarım yaklaşımıyla, binaların toplam birincil enerji tüketimi yıllık 18,2-49,5 Mtep aralığında hesaplanmıştır. Bu çalışmanın geri kalanında, bu aralığın aritmetik ortalaması (33,82 Mtep) baz alınmıştır. 2018 yılında Türkiye'deki binaların toplam nihai enerji tüketimi ise 33,08 Mtep olarak raporlanmıştır (EİGM Denge, 2018). Bu değer 10,96 Mtep elektrik ve 22,12 Mtep elektrik dışı olarak ikiye ayrılmaktadır. Nihai elektrik tüketimini birincil enerjiye çevirmek için 2,07 katsayısını (EİGM Denge, 2018) varsaydığımızda, 2018 yılında Türkiye'deki binaların toplam birincil enerji tüketimi 44,81 Mtep olarak ortaya çıkmaktadır. Buna göre, tümevarımsal

<sup>2</sup> Kullanıldıklarında esas nitelikleri değiştirilmeden doğrudan doğruya enerji veren kaynaklar birincil enerji kaynaklarıdır. Kömür, nükleer, biyokütle, hidrolik, dalga enerjisi bu kategoride sayılabilecek enerji kaynaklarıdır. Doğal nitelikleri farklı bir enerji kaynağı durumuna getirildikten sonra yararlanılan enerji kaynakları nihai enerji kaynaklarıdır. Elektrik, benzin, mazot, ikincil kömür, kok, LPG enerjisi bu kategoride sayılabilecek enerji kaynaklarıdır (Enerji Kaynakları, 2018).

değerlendirme Türkiye'deki binaların toplam birincil enerji tüketiminin %75'ini kapsamaktadır. Kalan enerji kullanımı cihazlar, ofis ekipmanı, yemek pişirme ve diğer kategorilere ait olmaktadır.

#### **Bilgi Kutusu 2: Muğla Büyükşehir Belediyesi Bodrum Otogarı – 630 kW**



Bodrum otogarında bir ilk olarak 6 adet elektrikli araç şarj istasyonu yer alıyor. 630 kW gücünde güneş enerji santralinin kurulacağı Bodrum otogarının çatısını oluşturacak güneş panellerinin maliyeti 4 milyon TL, yani kW başına yaklaşık 1.250 ABD\$ olarak açıklandı.

*Kaynak: (Solarist, 2018)*



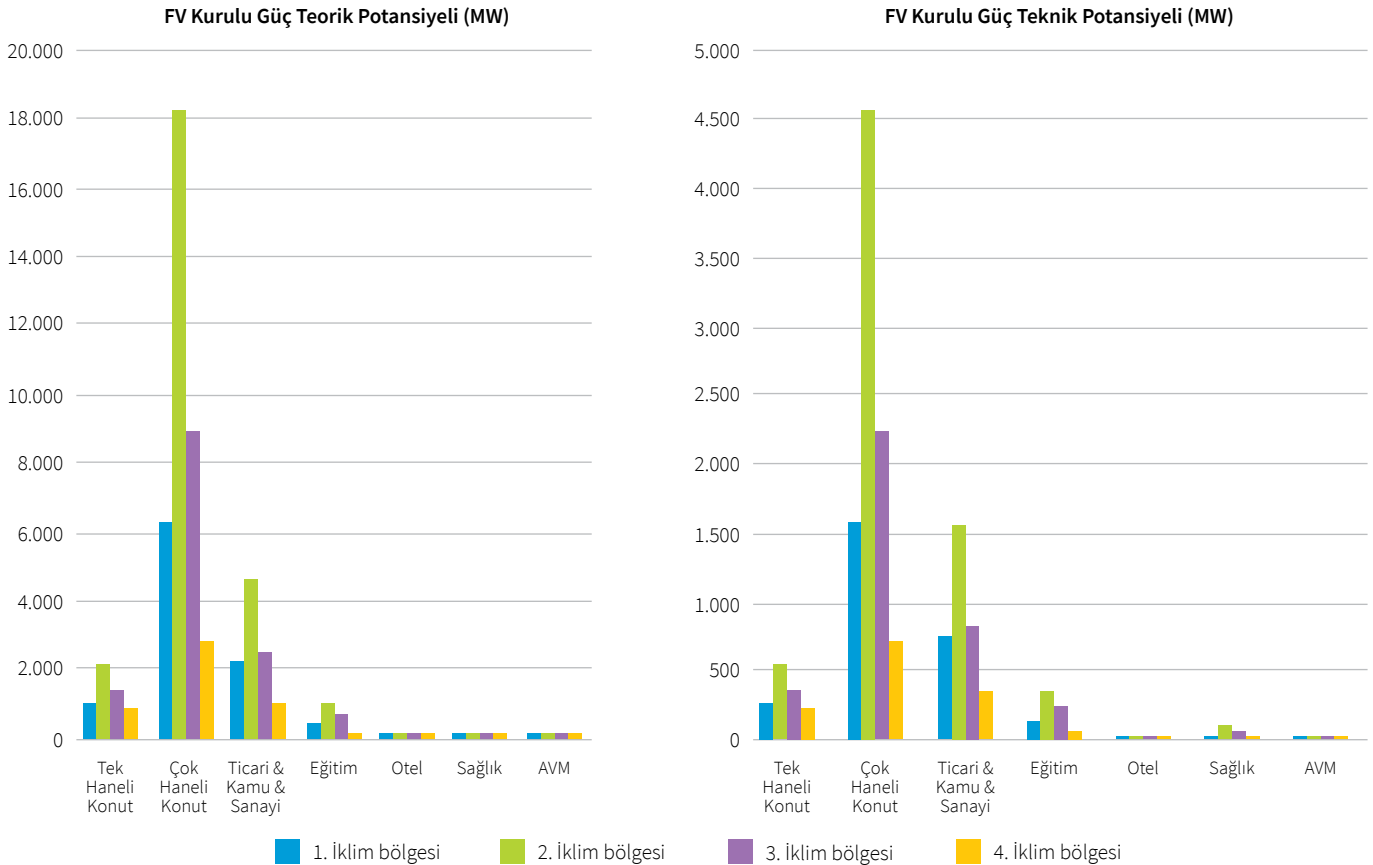
### 3. Türkiye'deki binalarda çatı üstü FV sistemlerin potansiyeli

Türkiye'de her yıl çatı üstü FV sistemleri taşıyabilir yapıda olan yaklaşık 100 bin yeni bina yapı stoğuna eklenmektedir (TÜİK, 2019). Ayrıca Türkiye'de her yıl 300 bin konut binasının yıkılıp yeniden yapılması gündemdedir ve bu sayının üçte biri İstanbul'dadır (Kentsel Dönüşüm, 2019). Yıllık 100 bin yeni bina, geçtiğimiz 10 yılda yapılmış 1 milyon yeni bina anlamına gelmektedir ve bugünkü toplam stoğun %10'undan fazlasını oluşturmaktadır. Geçmiş 10 yıldan önce mevcut olan toplam konut stoğunun ayrıca %15'lik bir kısmının çatı üstü FV sistemlere uyumlu olduğu varsayıldığında, toplamda her dört konut binasından biri kullanılabilir. Alışveriş merkezi gibi daha yeni yapıların ise %50'sinin FV sistemler için kullanılabilirliği varsayılmıştır. Diğer tüm binalarda, yeni ve eski yapı karışımından yola çıkılarak üçte birlik bir oran varsayılmaktadır. Çatı üstü FV sistemlerde kW başına gereken toplam alan 7 m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır (EMO, 2019).

**Türkiye'de çatı üstü FV kapasitesi kurulumu için 14,9 GW'lık teknik potansiyel görünmektedir.**

Türkiye'de tüm güneşe bakan çatı alanlarının kullanılması durumunda, çatı üstü FV sistemlerin teorik potansiyelinin 55 GW olduğu hesaplanmıştır. Yukarıda bahsedilen uygun çatı alanı oranlarına göre hesaplandığında ise çatı üstü FV kapasitesi kurulumu için 14,9 GW'lık teknik potansiyel görünmektedir. Bu potansiyel, Türkiye'deki yaklaşık 6 GW'lık mevcut şebeke ölçeğinde toplam FV kurulu gücüyle karşılaştırıldığında dikkat çekicidir. Mevcut durumda 6 GW kapasitenin yaklaşık %15'i (0,9 GW) çatı üstü FV sistemlerle, çoğunlukla ticari, kamu ve sanayi binalarında sağlanmaktadır (GÜYAD, 2019b). İlerleyen bölümlerde FV sistemlerin ekonomik potansiyeli de değerlendirilecektir. Teorik ve teknik potansiyellerin bina tipi ve iklim bölgelerine göre dağılımı Şekil 3'te gösterilmiştir. Çok haneli konut binaları kurulu güç potansiyelinde, büyük farkla diğer binaların önünde görünmektedir.

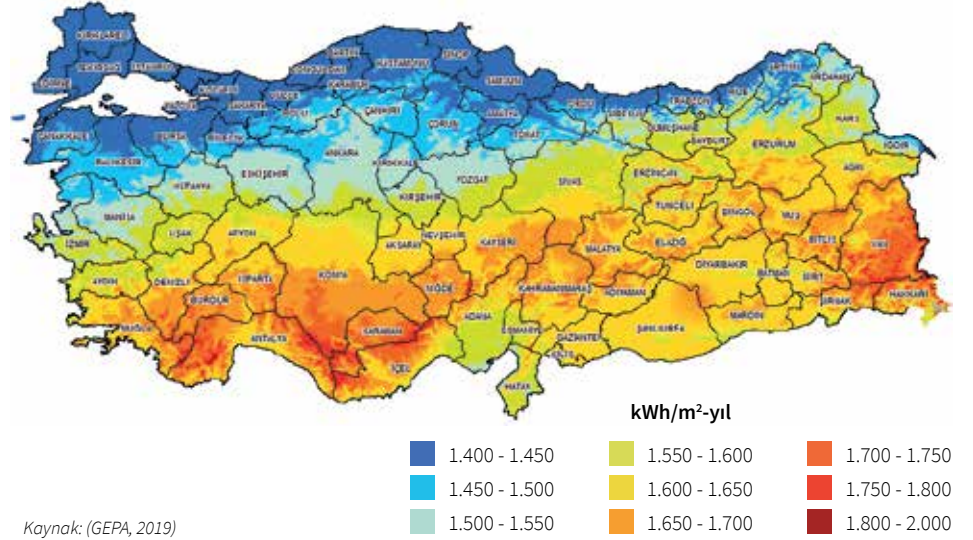
**Şekil 3:** Çatı üstü FV sistemlerin teorik ve teknik potansiyel kapasiteleri



Kaynak: SHURA hesaplamaları

FV sistemlerin kapasite faktörleri bölgelere göre değişmektedir. Ortalama olarak, Türkiye düzeyinde kapasite faktörü şebeke ölçeği için %22 civarındadır (SHURA, 2018a). Farklı iklim bölgelerindeki sistemler için birinci ve üçüncü bölgelerde %21,5, ikinci bölgede %20 ve dördüncü bölgede %22'dir. Işıma haritası Şekil 4'te verilmiştir (GEPA, 2019). Çatı üstü FV sistemlerin şebeke ölçekli sistemlere göre %20 daha düşük kapasite faktörlerinin olduğu kabul edilmiştir (Roger Andrews, 2016). Gölgelemenin de bu kapasite faktörlerine dahil olduğu varsayılmıştır.

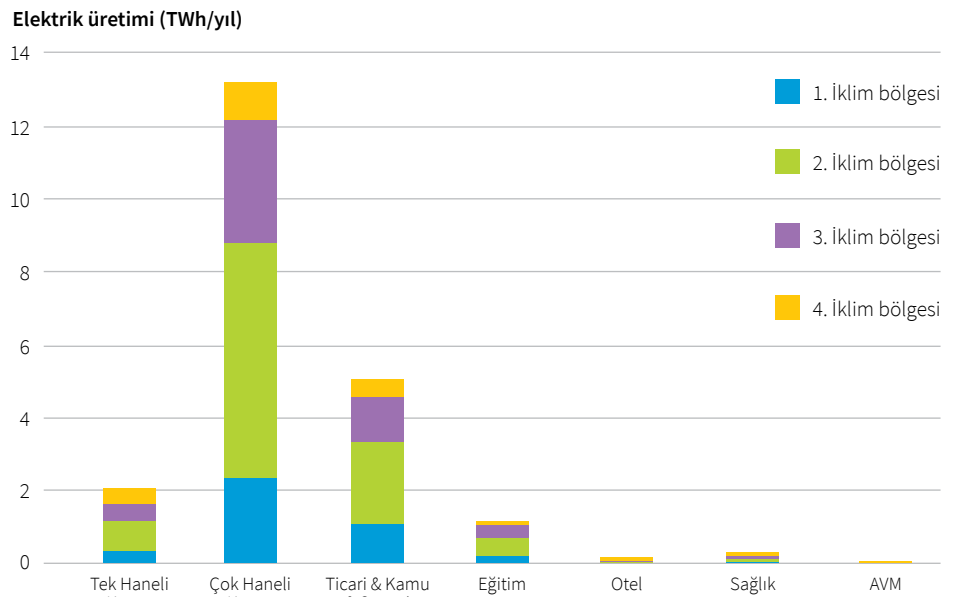
**Şekil 4:** Güneş ışıma haritası



Kaynak: (GEPA, 2019)

İklim bölgesi bazında kapasite faktörleriyle çarpılarak bulunan, farklı bina tipleri için çatı üstü FV sistemlerin yıllık elektrik üretim potansiyel değerleri Şekil 5'te verilmektedir. Teknik potansiyele göre çok haneli konutlar, yaklaşık 13,2 TWh/yıl ile başı çekmektedir. Ticari, kamu ve sanayi binaları bunu 5,1 TWh/yıl ile takip ederken, tek haneli konutlarda çatı alanlarına göre potansiyel elektrik üretimi 2 TWh/yıl olmuştur. Toplam potansiyelin yarısını, ikinci iklim bölgesindeki çeşitli bina tipleri oluşturmaktadır.

**Şekil 5:** Çatı üstü FV sistemlerin yıllık elektrik üretim kapasiteleri

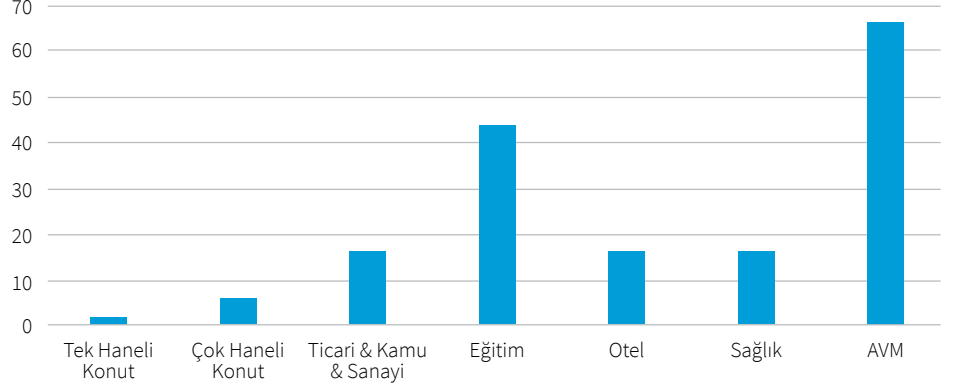


Kaynak: SHURA hesaplamaları

Teknik potansiyellerden yola çıkılarak panel başına 350 W kapasite varsayıldığında, farklı çatı alanına sahip bina tiplerinde, bina başına gereken panel sayısı Şekil 6'da verilmiştir. Buna göre AVM ve eğitim binaları, geniş çatı alanı nedeniyle yüksek potansiyele sahip olarak diğer bina tiplerine oranla en az 2-3 kat fazla sayıda panel taşıyabilmektedir.

**Şekil 6:** Farklı bina tiplerinde bina başına panel miktarı

**Bina başına panel sayısı (1 panel 350 W)**



Kaynak: SHURA hesaplamaları

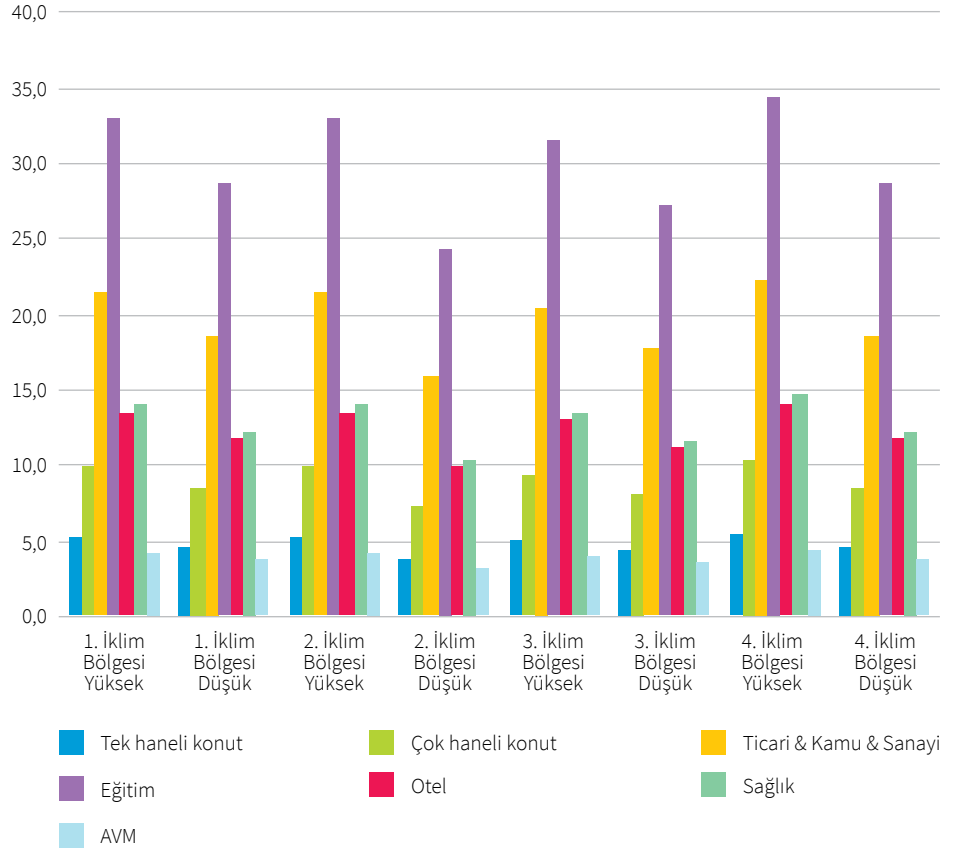
*Çatı alanının iklimlendirilen alanına oranı fazla olan eğitim ve ticari binalarda yüksek değerler dikkat çekerken, sınırlı çatı alanı dolayısıyla konutlardaki alan başına elektrik üretimi daha düşük görünmektedir.*

Her iklim bölgesinde şehirlerin farklı yapı yoğunluğu, toplam çatı alanları ve farklı güneşlenme oranları, FV üretim potansiyelini tanımlamada farklı göstergelerle ilerleme ihtiyacını doğurmuştur. Aynı iklim bölgesinde yapı yoğunluğu benzer iki şehrin elektrik üretim ve bina enerji ihtiyacını karşılama kapasitesi arasında sağlıklı bir karşılaştırma yapılabilmesi ve güneşlenme potansiyel farkının daha net görülebilmesi amacıyla, yüksek ve düşük kapasiteye sahip temsili şehirlerde alan başına elektrik üretimi göstergesi dahil edilmiştir. Her iklim bölgesinde bina birim iklimlendirilen alan başına çatı üstü FV sistem elektrik üretim potansiyeli Şekil 7'de verilmektedir.

Tüm binalarda yüksek ve düşük kaynak değerleri arasında ortalama olarak %12 ila %25 arasında fark bulunmaktadır. Bu durum, güneşlenme kapasitesinin yarattığı potansiyel farkını ortaya koymuştur. Çatı alanının iklimlendirilen alanına oranı fazla olan bina tiplerinden eğitim ve ticari binalardaki yüksek değerler dikkat çekerken, sınırlı çatı alanı dolayısıyla konutlardaki alan başına üretim daha düşük görünmektedir. Hesaplara göre dördüncü bölge en yüksek, ikinci bölge en düşük değerleri almıştır.

**Şekil 7:** Farklı iklim bölgelerinde bina alanı başına FV sistem elektrik üretim potansiyelleri

**FV Elektrik Üretimi (kWh/m<sup>2</sup>)**



Kaynak: SHURA hesaplamaları

Çatı üstü FV sistemler önemli ölçüde enerji verimliliği imkânı sağlayabilmektedir. Bu çalışmada enerji verimliliği, öz-tüketim sayesinde toplam bina enerji ihtiyacının ne kadarlık bir oranının güneş enerji sistemlerinden karşılanabileceği olarak tanımlanmıştır. Enerji verimliliği potansiyeli, toplam FV üretim değerinin 2,07 katsayısı (EİGM Denge, 2018) ile çarpılarak birincil enerji cinsine çevrilmesi ve binanın toplam birincil enerji tüketim değerine oranlanmasıyla bulunmuştur.

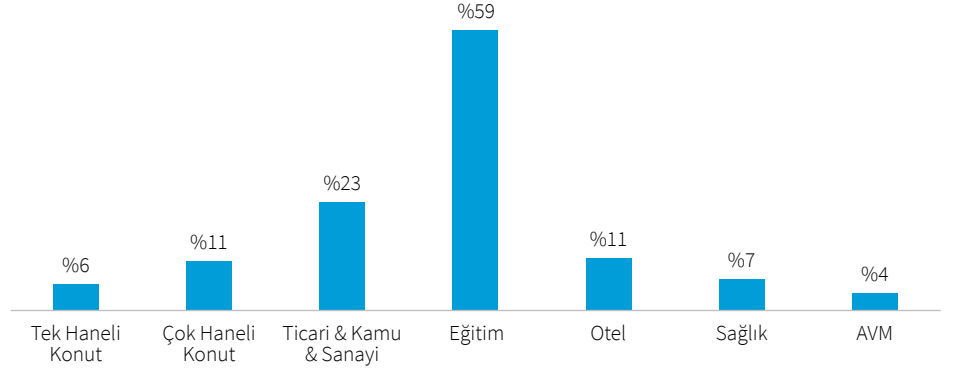
14,9 GW'lık kurulu FV sistemden üretilen yıllık toplam elektrik miktarı 22 TWh olacaktır. 22 TWh'lik elektrik üretimi, 46 TWh'lik birincil enerji miktarına denk düşmektedir. Bu da Türkiye'deki binaların tümevarım yaklaşımıyla hesaplanan toplam birincil enerji tüketiminin %11'inde verimlilik elde edilmesi anlamına gelmektedir. Ayrıca bu değer, Türkiye'deki binaların 128 TWh'lik (EİGM Denge, 2018) toplam elektrik ihtiyacının %17'sini karşılamak için yeterlidir. Tüm kapasite hesapları yüzde yüz öz-tüketim varsayımıyla yapılmıştır.

Yapılan hesaplar sonucunda farklı bina tiplerinde enerji verimlilik düzeyleri değişmektedir. En büyük potansiyel %59'luk oranla eğitim binalarına aittir. Ticari, kamu ve sanayi binaları %23'lük bir potansiyelle bunu izlemektedir. Tek haneli konutlarda bu potansiyel %6 iken, çok haneli konutlarda %11 olarak kayda geçmektedir (Şekil 8). Belirli bina tiplerindeki yüksek potansiyelin nedeni, toplam çatı alanlarının fazla olmasının yanında, enerji tüketim düzeylerinin diğer geniş çatılı bina tiplerine oranla düşük olmasıdır.



### Şekil 8: Çatı üstü FV sistem kullanımıyla farklı bina tiplerinde enerji verimlilik potansiyeli

#### Enerji verimlilik potansiyeli



Kaynak: SHURA hesaplamaları

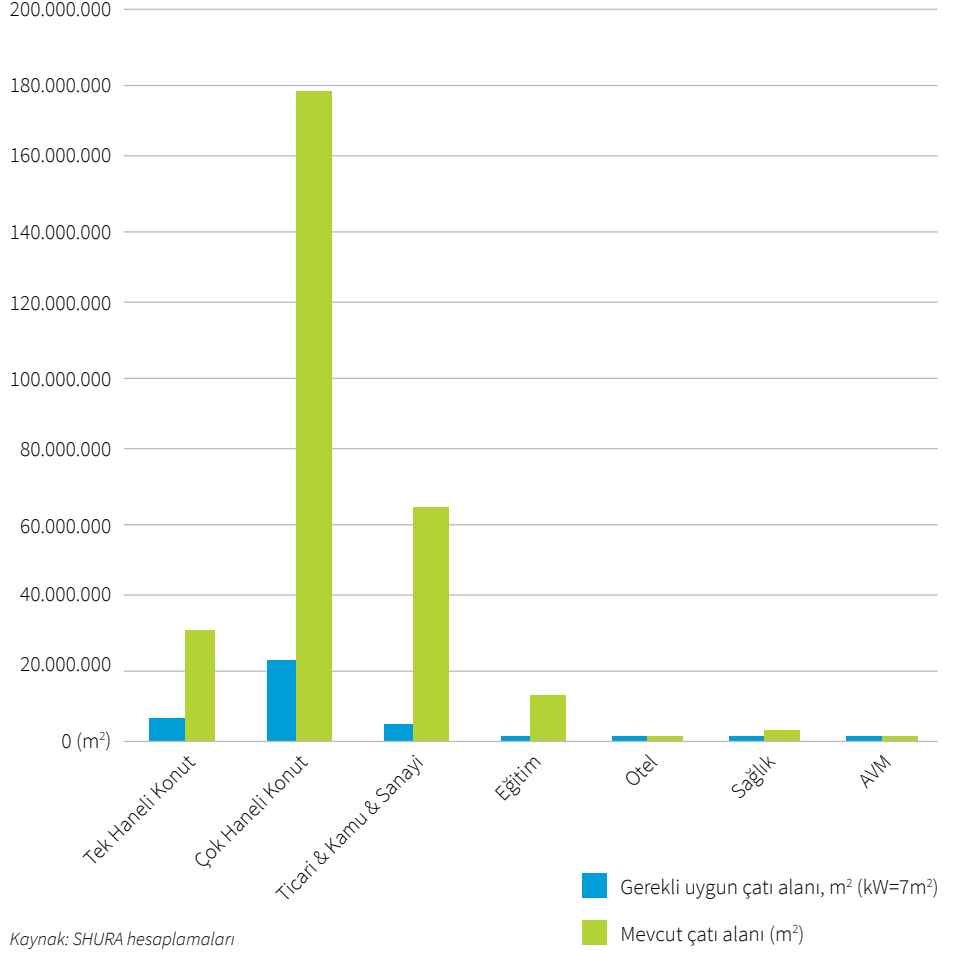
Türkiye'deki binaların enerji tüketimini karşılamada çatı üstü FV sistemlerin potansiyelini ölçmek için farklı bir yöntem daha uygulanmıştır. Binaların enerji tüketiminden yola çıkılarak %25'lik enerji verimliliği potansiyelinin elde edilmesi için bina başına gerekli çatı alanları hesaplanmıştır. Bu hesaba göre farklı bina tiplerinde çatı alanlarının yeterliliği sorgulanmıştır. Birinci iklim bölgesi örnek karşılaştırması Şekil 9'da verilmektedir.

Hesaplara göre tek haneli konutlarda enerji tüketiminin %25'inin karşılanması için gerekli çatı alanı toplam çatı alanının yaklaşık %20'si, çok haneli konutlarda yaklaşık %12'si, ticari, kamu ve sanayi binalarında yaklaşık %6'sı, eğitim binalarında yaklaşık %3'ü, otel binalarında yaklaşık %18'i, sağlık binalarında yaklaşık %28'i ve AVM binalarında yaklaşık %63'üdür.

Sonuç olarak, tüm iklim bölgelerinde tüm bina tiplerinin çatı alanları, %25 enerji tüketimini karşılayacak FV sistem gerekli alanının üzerinde görünmektedir. Ancak, bu kapasiteyi karşılama noktasında yeterli ışınım ve FV verimliliği sağlanması açısından uygun çatı alanlarının gözden geçirilmesi gerekmektedir. Çatı güney yönleri ve bina tiplerinde FV uygunluğu varsayımları bu alanlara göre değerlendirilmeli, gerekirse tanımlar güncellenmeli veya hesaplar tekrar ele alınmalıdır.

Şekil 9: FV sistemlerin %25 enerji tüketimini karşılaması için gerekli alanlar

1. İklim Bölgesi



**Bilgi Kutusu 3: Muğla Büyükşehir Belediyesi Mentеше Otogarı – 280 kW**



Muğla Büyükşehir Belediyesi'nin Mentеше ilçesine, 11.000.000 TL yatırımla kazandırdığı ve yapıya entegre güneş enerjisine sahip çatısı ile Türkiye'de ilk olan Mentеше Şehirlerarası Otogarı, tükettiği enerjinin iki buçuk katını üreterek, çevreye ve belediye bütçesine büyük katkı sağladı. 2019 Ekim ayı verilerine göre toplam 25.636,679 kWh, yaklaşık 20.000 TL değerinde, elektrik üreten Mentеше Şehirlerarası Otogarı, bu elektriğin 9.636 kWh'ini kullandı. Tükettiği enerjiden 16.000 kWh fazla elektrik üreten otogarı, bu enerjiden 12.300 TL de kâr sağladı.

Türkiye'nin ilk güneş enerjili otogarı olmasının yanı sıra Türkiye'nin en büyük binaya entegre güneş enerjisi sistemine sahip olan Muğla Mentеше Otogarı, 2019 yılının Şubat ayında açıldı. 19.550 m<sup>2</sup>'lik arsa üzerinde 4.670 m<sup>2</sup> işletme alanı bulunan otogarı çatısı ise 3.840 m<sup>2</sup> alana sahip. Çatı üzerine 1.760 adet solar panel yerleştirilmiş durumda.

Kaynak: (Enerji Günlüğü, 2019)

## 4. Çatı üstü FV sistemlerin maliyet fayda analizi

2020'de Türkiye'deki konut binalarında 1.500-2.000 ABD\$/kW düzeyinde bir maliyet öngörülmektedir. Diğer bina tiplerinde yatırım maliyetleri kW başına 600 ABD\$' ile 1.200 ABD\$ arasında değişebilecektir.

Türkiye'de 2018 yılında yeni şebeke ölçeğinde FV santrallerinin ortalama ilk kurulum maliyeti 1.200 ABD\$/kW olarak gerçekleşmiştir (IRENA, 2019a). 2016'nın ikinci çeyreğinde, dünyanın farklı yerlerinde konut FV sistem maliyetleri kW başına 1.800-5.000 ABD\$ arasında değişmekteydi (IRENA, 2017). FV sistemlerin yatırım maliyetleri her yıl %10 ila %15 arasında azalmaktadır. Paydaşlarla yapılan görüşmelere göre, 2020'de Türkiye için konut binalarında 1.500-2.000 ABD\$/kW düzeyinde bir maliyet beklenmelidir. Diğer bina tiplerindeki daha büyük sistemler için (10 ile 1.000 kW arası) yatırım maliyetleri kW başına 600 ABD\$ ile 1.200 ABD\$ arasında değişmektedir.

Farklı bina tiplerinde fizibilite karşılaştırması yapabilmek amacıyla FV yatırımının seviyelendirilmiş üretim maliyetleri hesaplanmıştır. Seviyelendirilmiş elektrik üretim maliyeti hesaplamalarında %8'lik bir iskonto oranı (Türkiye'deki enerji projelerinin iç verim oranını yansıtmaktadır), 20 yıllık ekonomik ömür, %2'lik bir operasyon maliyeti ve %0 verim kaybı varsayılmıştır (ETIP, 2018).

Üretim maliyeti hesaplarında, paydaşlarla yapılan görüşmeler sonucunda her bina tipi için Tablo 3'teki yatırım maliyetleri göz önüne alınmıştır. Tek haneli konutlarda 1-5 kW, çok hanelilerde 1-10 kW, diğer bina tiplerinde ise 10-1.000 kW arası değişen referans kapasiteler varsayılmıştır.

**Tablo 3:** Bina tiplerine göre kW başına FV yatırım maliyeti

	Tek Haneli Konut	Çok Haneli Konut	Ticari & Kamu & Sanayi	Eğitim	Otel	Sağlık	AVM
Yatırım maliyeti (ABD\$/kW)	1.800	1.600	600-1.000	700-1.200	700-1.200	700-1.200	700-1.200

Kaynak: Paydaş görüşmeleri

Seviyelendirilmiş elektrik üretim maliyeti ve geri ödeme süresi formülleri aşağıda verilmiştir;

$$LCOE = ((CAPEX * (8\% / (1 - (1 + 8\%)^{-20})) + CAPEX * 0,02)) / ((365 * 24 * Kapasite Faktörü / 100)) * 100$$

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = CAPEX / (\text{Yıllık Tasarruf} - OPEX)$$

LCOE: seviyelendirilmiş elektrik üretim maliyeti (ABD\$/kWh)

CAPEX: yatırım maliyeti (ABD\$/kW)

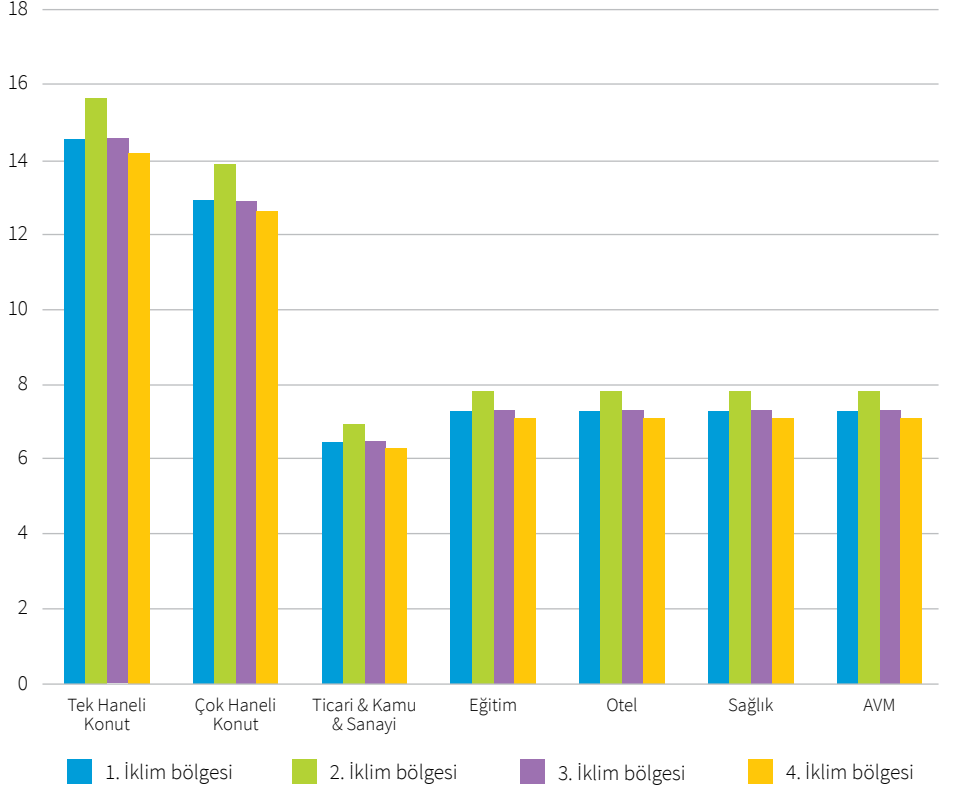
OPEX: işletme masrafı (ABD\$/kW yıl)

Yıllık tasarruf (ABD\$/yıl)

Hesaplara göre elektrik üretiminin seviyelendirilmiş maliyeti, ticari binalara kurulmuş sistemlerde kWh başına yaklaşık 6,3 ABD\$/sent ile 2. iklim bölgesindeki bir tek haneli konutta kWh başına 15,6 ABD\$/sent arasında değişmektedir. Çok haneli konutlarda seviyelendirilmiş üretim maliyeti, tek haneli konutlara yakın seyretmektedir. Eğitim, otel, sağlık ve AVM binalarında ise yaklaşık 7-8 ABD\$/sent/kWh olarak kaydedilmiştir. İkinci iklim bölgesinde kapasite faktörünün diğerlerine kıyasla düşük olması, birim maliyeti artırmıştır. Seviyelendirilmiş maliyetler Şekil 10'da gösterilmiştir.

**Şekil 10:** Farklı bina tiplerinde seviyelendirilmiş elektrik üretim maliyetinin iklim bölgelerine göre dağılımı

**Seviyelendirilmiş elektrik üretim maliyeti (ABD\$sent/kWh)**



Kaynak: SHURA hesaplamaları

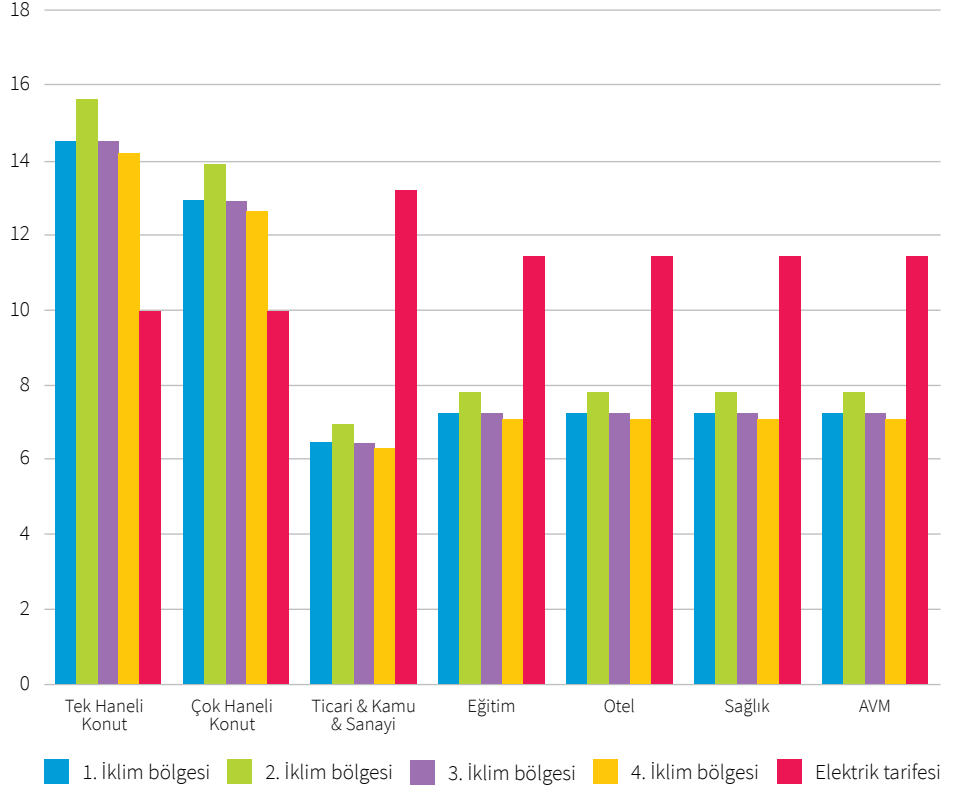
1 Ekim 2019 itibarıyla (ABD\$=5,73 TL) konutlar için şebeke elektrik fiyatı kWh başına (alçak gerilim, tek terimli tarife, vergi ve fonlar hariç) yaklaşık 10 ABD\$sent iken, ticari binalar için kWh başına 13,21 ABD\$sent, sanayi binaları için 11,46 ABD\$sent düzeyindedir (TEDAŞ, 2019).

**Konutlarda seviyelendirilmiş elektrik üretim maliyeti, şebeke elektrik fiyatından yaklaşık %30-50 daha yüksektir. Konut dışı binalar için maliyetler ise şebeke fiyatlarından çok düşük düzeylerde gözlemlenmektedir.**

Şekil 11'de seviyelendirilmiş elektrik üretim maliyetleri, bina tipi ve iklim bölgesi bazında şebeke elektrik tarifeleriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada konut dışı tüm binalar için elektrik tarifesi olarak, sanayi ve ticari bina tarifelerinin ortalaması olan 12,34 ABD\$sent alınmıştır (TEDAŞ, 2019). Bu grafiğe göre, konutlar için çatı üstü FV sistemlerle elektrik üretim maliyeti, şebeke elektrik fiyatından yaklaşık %30-50 daha yüksektir. Konut dışı binalar için maliyetler ise şebeke fiyatlarından çok düşük düzeylerde gözlemlenmektedir. Binaların yaklaşık %10'u için fiyatlar şebeke paritesindedir (14,9 GW'lık teknik toplam potansiyelin %30'u). Bu durum toplam yaklaşık 6,6 TWh'lik bir ekonomik potansiyel (4,49 GW ile) ortaya koymaktadır. Şebeke paritesi, çatı üstü FV sistemlerin fiyat rekabetçiliğini değerlendiren bir gösterge olarak kullanılmaktadır.

**Şekil 11:** Bina tipleri seviyelendirilmiş elektrik üretim maliyetlerinin şebeke fiyatlarıyla karşılaştırması

**Seviyelendirilmiş elektrik üretim maliyeti (ABD\$sent/kWh)**



Kaynak: SHURA hesaplamaları

**Konutlarda FV yatırım geri dönüş süreleri yaklaşık 14-16 yıl olup, uzunluğu 4-6 yıl arasında değişen diğer bina tiplerine kıyasla oldukça uzundur.**

Farklı bina tiplerinde FV yatırım geri dönüş süreleri ve diğer göstergeler Tablo 4'te verilmiştir. Tabloya göre mevcut durumda tek haneli ve çok haneli konutlarda FV yatırım geri dönüş süreleri yaklaşık 14-16 yıl olup uzunluğu 4-6 yıl arasında değişen diğer bina tiplerine kıyasla oldukça uzundur. En kısa geri ödeme süresi ticari, kamu ve sanayi binalarına ait olup yaklaşık 4,5 yıldır. İç verim oranı<sup>3</sup> ise ticari, kamu ve sanayi binalarında %21,8 ile önde görünmektedir.

<sup>3</sup> İç verim oranı, bir yatırım projesinin net bugünkü değerini sıfıra eşitleyen; diğer bir deyişle nakit girişlerinin bugünkü değerini nakit çıkışlarının bugünkü değerine eşitleyen iskonto oranı olarak tanımlanır. İç verim oranı aynı zamanda yatırımın ne oranda katma değer yaratacağını ifade eder.

**Tablo 4:** Türkiye genelinde FV yatırımı geri ödeme süreleri ve diğer göstergeler (tüm iklim bölgeleri)

Bina Tipi	Toplam Yatırım Maliyeti (ABD\$)	Aylık Tasarruf (ABD\$/ay)	Net Bugünkü Değer (Net Present Value, NPV) (ABD\$)	İç Verim Oranı (Internal Rate of Return, IRR) (%)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
Tek Haneli Konut	2.481.328.929	16.914.511	(854.170.007)	%2,74	16,18
Çok Haneli Konut	14.514.511.429	110.104.857	(3.778.619.346)	%4,12	14,08
Ticari & Kamu & Sanayi	2.763.066.429	55.629.147	3.062.734.099	%21,77	4,51
Eğitim	723.746.571	11.230.000	437.738.717	%15,82	6,02
Otel	42.481.607	657.633	25.526.715	%15,78	6,03
Sağlık	160.167.857	2.480.990	96.409.420	%15,79	6,03
AVM	8.670.536	134.754	5.267.892	%15,86	6,01

Kaynak: SHURA hesaplamaları

Mevcut durumda herhangi bir finansal destek paketi olmadığı varsayıldığında, yatırımcıya yansıyan sonuçlar Tablo 4 doğrultusunda gerçekleşmektedir. Bu sistemlerin konutlar için yatırım maliyetlerinin 1.200 ABD\$/kW ve altına düşmesi ile şebeke paritesine ulaşılabilecektir. Buna ek olarak, yaklaşık %5'lik bir iskonto oranı, bu sistemleri maliyet rekabetçi bir konuma getirecektir.

Hızla değişen ilk yatırım maliyetlerinin küresel ve Türkiye'deki gelişmeler doğrultusunda %30 oranında düştüğü ve iskonto oranının %5 olduğu varsayıldığında ise farklı iklim bölgeleri ve bina tiplerinde Tablo 5'teki değerler ortaya çıkmaktadır.

Tabloya göre geri ödeme süreleri konutlarda yaklaşık 8-10 yıl, diğer bina tiplerinde ise yaklaşık 3-4 yıl arasında değişmektedir. En kısa geri dönüş süreleri yine ticari, kamu ve sanayi binalarında olmuştur. Ekonomik göstergelere göre en iyi performans, tüm binalar için, dördüncü iklim bölgesindedir. Diğer iklim bölgeleri göstergeleri Ek'te verilmiştir. 2030 yılına kadar ilk yatırım maliyetlerinin düşmesi ile FV yatırımı daha cazip hale gelecektir. Konut binalarına uygulanacak teşvik ve vergi indirim gibi destekler de konutlara yapılacak FV yatırımlarının getirisini diğer binalarinkine yaklaştıracaktır.

**Tablo 5:** Düşük maliyet ve %5 iskonto oranı ile FV yatırımı geri ödeme süreleri ve diğer göstergeler (dördüncü iklim bölgesi)

Bina Tipi	Toplam Yatırım Maliyeti (ABD\$)	Aylık Tasarruf (ABD\$/ay)	Net Bugünkü Değer (Net Present Value, NPV) (ABD\$)	İç Verim Oranı (Internal Rate of Return, IRR) (%)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
Tek Haneli Konut	292.986.044	2.987.528	76.917.372	% 8,07	9,77
Çok Haneli Konut	781.139.087	8.960.781	346.876.389	% 10,02	8,50
Ticari & Kamu & Sanayi	186.111.562	5.640.579	581.933.492	% 34,27	2,91
Eğitim	37.236.763	870.265	79.645.042	% 25,78	3,84
Otel	2.540.043	59.364	5.432.853	% 25,78	3,84
Sağlık	8.248.716	192.782	17.643.030	% 25,78	3,84
AVM	601.133	14.049	1.285.753	% 25,78	3,84

Kaynak: SHURA hesaplamaları

Yine Ekim 2019 için ilk yatırım değerleri üzerinden %30 indirim ile %5 iskonto oranı, 20 yıllık ömür ve %2 oranında operasyon maliyeti varsayıldığında, Tablo 6'daki seviyelendirilmiş üretim maliyetleri bulunmaktadır. Bu değerlerin tamamı şebeke tarifisinin altında görünmektedir.

**Tablo 6:** %30 düşük ilk yatırım ile seviyelendirilmiş üretim maliyetleri

(ABD\$sent/kWh)	Tek Haneli Konut	Çok Haneli Konut	Ticari & Kamu & Sanayi	Eğitim	Otel	Sağlık	AVM
1. İklim Bölgesi	8,4	7,5	3,7	4,2	4,2	4,2	4,2
2. İklim Bölgesi	9,0	8,0	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5
3. İklim Bölgesi	8,4	7,5	3,7	4,2	4,2	4,2	4,2
4. İklim Bölgesi	8,2	7,3	3,6	4,1	4,1	4,1	4,1

Kaynak: SHURA hesaplamaları

Azaltılmış ilk yatırım maliyetine ve iskonto oranına ek olarak, %1'e kadar düşen operasyonel maliyetler ve %20 oranında vergi-fon dahil edilmiş tarife fiyatları uygulandığında, SHURA hesaplarına göre konutlarda 6-7 yıla düşen geri ödeme süreleri gözlemlenmektedir. Ticari ve diğer bina tiplerinde ise bu süreler 2-3 yıla kadar düşmektedir. Üretim fazlasının çeşitli satın alım politikalarıyla desteklendiği olası sistemlerle bu süreler daha da düşme potansiyeline sahip olabilecektir.

**Azaltılmış maliyetler ve iskonto oranlarıyla konutlarda 6-7 yıla düşen geri ödeme süreleri, ticari ve diğer bina tiplerinde 2-3 yıla kadar düşmektedir.**

14,9 GW'lık potansiyele sahip bir çatı üstü FV sistemini kurmak, toplamda yaklaşık 20,7 milyar ABD\$ yatırım hacmi gerektirmektedir. Binaların enerji ihtiyacını karşılamada çatı üstü FV sistemlere geçilmesinin çevresel etkilerine bakıldığında ise çarpıcı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Karbon emisyonuz elektrik üreten çatı üstü FV sistemlerle ekonomik potansiyele göre yıllık 6,6 TWh elektrik üretmek CO<sub>2</sub> salımlarını azaltacaktır. Eğer aynı miktarda elektrik, 855 gram CO<sub>2</sub>/kWh salım yoğunluklu kömür yerine çatı üstü FV sistemlerle üretilirse, her yıl 5,6 milyon ton (Mt) CO<sub>2</sub> salımı azaltılabilecektir. Bu değer Türkiye elektrik sektörü toplam CO<sub>2</sub> salımının %3,5'ine denk gelmektedir.

FV sistemlerin kullanımı, elektrik üretimi için ithal edilen fosil yakıt maliyetini de düşürecektir. Yıllık 6,6 TWh elektrik üretiminde kullanılacak olan doğalgaz yerine FV düşünüldüğünde, yakıt ithalatında 0,3 milyar ABD\$ tasarruf sağlanabilmektedir (%40 güç santrali verimliliği, 36,6 MJ/m<sup>3</sup> gaz ısı değeri ve 250 ABD\$/1000m<sup>3</sup> gaz ithalat maliyeti, tümü alt ısı değeri üzerinden) (SHURA, 2019). Bu değer yaklaşık olarak Türkiye'nin toplam enerji ithalat harcamasının %0,8'ine denk düşmektedir. (Enerji İthalatı, 2019)

#### **Bilgi Kutusu 4: Muğla Büyükşehir Belediyesi Konacak Hizmet Binası – 52,4 kW**

Büyükşehir Belediye tesislerinden Menteşe Terminali Türkiye'de ilk yapıya entegre GES 280 kWh kurulu güç, Menteşe Mezbaha Tesisi GES 105,4 kWh kurulu güç, Konacak İdari Bina çatısı GES 52,4 kWh kurulu güç ve yapımı devam eden Bodrum Terminal Çatısına kurulumu yapılacak GES 630 kWh ile Büyükşehir Belediyesinin tüm tesisleri 1.067 kWh kurulu güce sahip olacak. Tüm güneş enerji santrallerinin sorunsuz çalışması ile Muğla Büyükşehir Belediyesi yılda yaklaşık 1.000 hanenin elektrik tüketimine eşit enerjiyi güneşten karşılayacak. Yılda 1.400 MWh enerji üretecek tesisler 1.000 hanenin elektrik üretimi yanında 30 ton kağıdın geri dönüşümünü sağlayacak ve 840 ton CO<sub>2</sub>'nin atmosfere salınımını engelleyecek.



*Kaynak: (Enerji Günlüğü, 2019)*



## 5. Çatı üstü FV sistemler için finansman mekanizmaları

SHURA Ekim 2019'da "Türkiye'de Enerji Dönüşümünün Finansmanı" raporunu yayınlamıştır. Yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve dağıtık enerji üretiminin incelendiği raporda çatı üstü FV sistemlere özellikle vurgu yapılmıştır. Bu konuyla ilgili sektör görüşleri, beklentiler, öngörüler ve çözüm önerilerinin dikkate alınması; dağıtık enerji üretiminin yaygınlaşması ve güvenilir hale gelmesi açısından son derece kritik görünmektedir (SHURA, 2019).

*Dağıtık sistem, yenilenebilir enerji kaynaklarından yerinde tüketime yönelik üretim anlamına gelmektedir.*

Dağıtık sistem, yenilenebilir enerji kaynaklarından yerinde tüketime yönelik üretim, öz-tüketime yönelik üretim, sanayi ve ticari tüzel kişiliklerin yanında hane halklarının da "türetici" olarak konumlanması anlamına gelmektedir. Talep tarafı katılımının artırılarak kaynak ve piyasa etkinliğinin sağlanması süreçleri başta olmak üzere, değişken yenilenebilir enerji teknolojilerindeki gelişmeler, akıllı şebekeler başta olmak üzere dijitalleşme olanaklarındaki artıştan daha fazla yararlanmayı ifade etmektedir.

Yerel bankalar ve leasing şirketleri, sanayi ve ticaret kuruluşlarının öztüketim yatırımlarını finanse etmeye yönelik ürünler geliştirmektedir. Çatı sistemleri ya da aynı trafoya bağlı arazilerde kurulan güneş yatırımlarına, 10 yıla ulaşan vadelerde TL finansman sağlanabilmektedir (SHURA, 2019). Kurumsal ve mali yapısı güçlü kuruluşların seçildiği belirtilirken, elektrik giderlerinden sağlanan tasarruf ve varsa sisteme satış gelirine dayalı teminatlandırma yapılmaktadır. Ancak öztüketim yatırımlarının yaygınlaşmasının önünde hem teminat hem de teknik risklerden kaynaklanan bariyerler bulunduğu; ek mevzuat düzenlemesi, sigorta ürünleri geliştirilmesi gibi ihtiyaçlara işaret edilmektedir. Ayrıca mevcut koşullarda yatırımların yabancı para cinsinden olmasının yerel para finansmanına dayalı bir genişlemeyi mümkün kılmadığına işaret edilmektedir.

Kamu binaları, yerel yönetim binaları ve arazileri; özellikle otopark, pazar yeri gibi kamusal alanlar da dağıtık sistem yatırımları için yüksek potansiyele sahiptir. Bireysel segmente yönelik müstakil konut çatı sistemleri konusunda pilot çalışmalar bulunmakla birlikte; özellikle çok katlı/konutlu binalara yönelik çatı sistemleri için teknolojinin biraz daha gelişmesi, panellerin küçülmesi ve yatırım tutarlarının düşmesi gerektiği belirtilmektedir. Güneşlenmenin yüksek olduğu bölgelerde müstakil bina çatısı ya da arazisine kurulan sistemlerin geri dönüş sürelerinin kısa olduğu ve yatırım yapılabilir olduğu değerlendirilmeleri ile bu doğrultuda ürün geliştirme çabaları bulunmaktadır. Öztüketime yönelik çatı sistemlerinde önceliğin sanayi ve ticari binalarda olduğu, bireysel segment için zaman olduğu görüşü ağırlık taşımaktadır.

Türkiye'de bankacılık sistemi tarafından sağlanan uzun vadeli kredi kullanımına dayalı finansman modeli önemini koruyacaktır. Ancak mevcut finansman modellerine alternatif finansman modelleri geliştirilmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımlarında farklılaşan yatırım ölçekleri ve değişen iş modelleri, yeni enstrümanlara yönelik ihtiyacı artırmaktadır. Nitekim, bireysel segmente yönelik çatı sistemlerinin tüketici finansmanı kuruluşları tarafından finanse edilmesine yönelik çalışmalar, perakende çözümlerin de gündeme gelebileceğine işaret etmektedir.

Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği finansmanında bankalara alternatif olarak leasing şirketlerinin finansmana dahil olması söz konusu olmuştur. Teminatlandırma sıkıntılarını kısmen aşmaya yardımcı olmaları, öz-tüketim ve çatı sistemleri finansmanında leasing modelinin daha yaygın kullanımına olanak tanımaktadır.

*Yenilenebilir enerji yatırımlarında farklılaşan yatırım ölçekleri ve değişen iş modelleri, yeni enstrümanlara yönelik ihtiyacı artırmaktadır.*

Dağıtık sistem projelerinde yerel yönetimler, belediye ağı/sistemi önem taşımaktadır. Belediye fonlarının merkezi olarak belirlenmesi yerine, fon sağlayıcıların doğrudan belediye üstünden gitmesi; yerel yönetimlere yönelik finansman modellerinin geliştirilmesini sağlayabilir. Belediye projeleri, küçük çaplı olsa da bonoya dönüşme açısından da uygun görünmekte, dünyada da iyi örnekleri bulunmaktadır.

Dağıtık sistem finansmanında kurumsal ve ticari kredilere ek olarak bireysel kredilere dayanan modellerin gelişim alanı bulunmaktadır. Bireysel kredilerin riski azaltması, bankaların ilgisini artıracaktır (SHURA, 2019).

#### Bilgi Kutusu 5: Yerel Yönetimler Dışında Çatı Üstü FV Sistem Kapasite Örnekleri

Yıl	Proje	Konum	Güç
2014	Has Çelik Güneş Santrali	Kayseri	4,43 MW
2017	Tiryaki Agro Mersin Tarsus OSB GES	Mersin	4,00 MW
2017	Mimar Sinan OSB GES	Kayseri	3,92 MW
	Güven tekstil GES	Kahramanmaraş	2,00 MW
2016	Irmak Oto GES	İzmir	2,00 MW
2015	Arena (Stadyum) GES	Antalya	1,24 MW
2016	EMTA Kablo GES	Osmaniye	1,17 MW
2015	Saray Tarım Hayvancılık GES	Kayseri	1,15 MW
2017	Özdörtler Gıda GES	Kayseri	1,12 MW
2015	Germencik Tavuk Çiftliği GES	Aydın	1 MW
2014	Beşler Tekstil GES	Kayseri	1 MW
2015	Dimer Mermer GES	Diyarbakır	1 MW
2019	PMS Aluminium Bursa GES	Bursa	900 kW
2017	Nalpaş Gıda GES	Kayseri	770 kW
2017	Erciyes Çay GES	Kayseri	758 kW

Kaynak: (Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası, 2019)

### **Finansman modellerinin geliştirilmesi için gereksinim ve öneriler**

Dağıtık sistem finansmanında yatırım ölçeklerinin küçülmesi, yeni finansman türlerinin gelişimi için fırsatlar sunmaktadır. Yatırım ölçeğinin küçülmesi bir yandan kaynak-yatırım eşleşmesinde belirsizlikler yaratırken, eşleşmenin sağlanması için iklim finansmanı kaynaklarından KOBİ ya da bireysel segmente yönelik finansmanı sağlayacak model ve araçların geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bireysel segmente yönelik ürün geliştirirken kredi geri ödeme riskinin düşüklüğü dikkate alınmalıdır. Dağıtık sisteme yönelik daha belirgin bir kamu politikasının geliştirilmesi; doğrudan bu alanın finansmanına yönelik kaynak tahsisi ve uygun finansman modellerinin, özellikle perakende ürünlerin geliştirilmesi, riskleri azaltacak kapsayıcılığı yüksek sigorta ürünleri üzerinde çalışılması ve finansman paketlerine dahil edilmesi; dağıtık sistem yatırımlarının iletim kaybını azaltmasıyla sağlanacak faydanın, belli bir süre yatırım teşviği olarak kullanılması, bu eylem alanı kapsamında geliştirilen önerilerdir.

### **Dağıtık sisteme yönelik daha yönlendirici bir kamu politikasının oluşturulması**

Dağıtık sistem finansmanının iklim finansmanı kaynaklarından yapılabilmesi için daha yönlendirici bir kamu politikası oluşturulması ve daha net tanımlama ihtiyaçları öne çıkmaktadır.

Uluslararası finans kuruluşlarının yerel bankalar aracılığıyla kullanılacak dağıtık sisteme özel kaynak tahsisinin yanısıra, yerel bankaların da söz konusu kaynaklarla projelerin eşleşmesini sağlayacak finansman modeli ve araçlar geliştirmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda yerel bankaların bölge ve şube düzeyinde kapasite geliştirme ihtiyacı bulunmaktadır. Enerji şirketleri, dağıtık sistem kapasitesinin geliştirilmesine destek, yatırımcı ya da enerji hizmeti yöneticisi olarak yeni iş modellerinin geliştirilmesine katkı sunabilecektir. Aynı zamanda, dağıtık sistem yatırımlarının birleştirilerek konsolide edilmesi potansiyeli de, uluslararası kurumsal yatırımcıları çekmek açısından bir fırsat olacaktır.

### **Dağıtık sistem yatırımlarının finansmanına yönelik kaynak sağlanması, portföyün ölçümlenebilmesi**

Dağıtık sisteme ilişkin yaklaşım oluştururken, politika mekanizmasının da farklı kurgulanması ihtiyacına dikkat çekilmektedir. Kâr elde etme amaçlı yatırımlarla, dağıtık sistem kapsamındaki yatırımların ayrıştırılmasına yönelik düzenlemelerin sürmesi; öz-tüketime yönelik sanayi, ticaret ya da mesken yatırımlarının farklı değerlendirilmesi, söz konusu farklılığın finansman modelleri ve araçları geliştirirken de dikkate alınması önerilmektedir. Uluslararası finans kuruluşlarının kaynak sağlarken dağıtık sistem yatırımlarının finansmanına yönelik kaynakları ayrıştırması ve artırması; yerel finans kuruluşlarının, özellikle perakende kapsamına giren ürünleri, uygun maliyet ve vade yapısıyla geliştirmesi gerekmektedir. Enerji kooperatifleri ve yerel yönetimlere dönük kitlesel fonlama, hibe, vb. fonların harekete geçirilmesi de önem taşımaktadır.

### **Çatı sistemlerine yönelik riskleri azaltıcı ürünler geliştirilmesi, sigortacılık ürünlerinin daha kapsayıcı hale getirilmesi, yatırım paketlerine finansmanla birlikte dahil edilmesi**

Çatı sistemlerine, özellikle de mesken yatırımları gibi küçük ölçekli yatırımlara yönelik sigortacılık ürünlerinin daha kapsayıcı hale getirilmesi, teknoloji, teknik uygulama vb riskleri minimize etmek açısından önem taşımaktadır. Yanlış teknoloji seçimi, uygulama hataları vb konularda gelişim aşamasında yanlış örneklerin yaratacağı olumsuzlukları azaltacak, iyi uygulama örneklerinin oluşmasını sağlayacaktır. Sigortacılık ürünlerinin finansman paketlerine dahil edilmesi, daha gelişkin finansal

ürünler geliştirilmesine de yardımcı olacaktır. Yerel finans kuruluşları bu kapsamda yönlendiricilik kapasitesine sahiptir.

### **Dağıtık sistemde, iletim kaybında sağlanacak tasarrufun birkaç yıl süreyle teşvik olarak kullanılması**

Dağıtık sistem yatırımları, şebekeye bağlanma ihtiyacını azaltacak ve iletim sırasında oluşan kayıpların da azalmasına yardımcı olacaktır. Bu şekilde sağlanan faydanın genel olarak enerji dönüşümü, özel olarak dağıtık sistem yatırımlarına yönelik bir destek fonu olarak kullanılması önerilmektedir.

Çatı üstü FV sistemler için uygulanabilecek finansman destek mekanizmaları aşağıda açıklanmaktadır.

#### **5.1 İmtiyazlı krediler**

*Kredilerde elverişli faiz oranları ve yatırımların geri ödeme süresini dikkate alan vadelere ek olarak, kullanıcılara sağlanabilecek teknik destek, çatı üstü sistemlerin yaygınlaşmasında etkili olacaktır*

Kalkınma finansmanı kuruluşları (KFK) tarafından geliştirilecek imtiyazlı krediler çatı üstü güneş enerjisi sistemlerinin finansmanı için önemli bir araç olacaktır. İmtiyazlı krediler özellikle yatırım fizibilitelerinin ve tanınırlığın görece düşük olduğu başlangıç aşamasında yararlı olacaktır. Bu kredilerin elverişli faiz oranları ve yatırımların geri ödeme süresini dikkate alan vadeler; partner kuruluşlara, kullanıcılara ve uygulayıcılara yönelik teknik destek ve kurumsal gelişim desteği içermesi de, çatı üstü sistemlerin yaygınlaşmasında etkili olacaktır. Dünya Bankası'nın Türkiye için çatı üstü sistemlere özel bir kredi paketi hazırlığı içinde olduğu bilinmektedir.

Çatı üstü sistemler için imtiyazlı kredilerin kullanımının üç kanaldan yapılacağı öngörülmektedir:

##### **5.1.1 Partner finansal kuruluşlar**

KFK'lar tarafından sağlanan krediler; Türkiye'deki kalkınma bankaları, ticari bankalar ve leasing kuruluşları aracılığıyla çatı üstü sistemlere yatırım yapan kuruluşlara kullanılabilir. Bu kanal KFK'ların Türkiye'deki yatırımlar için sağladıkları kredilerde sıklıkla kullanılmıştır. Bu bakımdan hem mevcut bağlantıların kullanılması hem de yerel bankaların mevcut müşteri portföylerine erişim açısından en avantajlı yöntemlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu kanalın konut ve küçük işletmeler ve bireysel tüketicilere erişimde bazı kısıtlarla karşılaşma olasılığı, aşağıda yer alan alternatif kanalları da gündeme getirmiştir.

##### **5.1.2 Birleştiriciler/Teknoloji sağlayıcılar/EPC firmaları/ESCO firmaları**

Çatı üstü sistemlerde çok küçük ve ticari olmayan tüketicisi ("prosumer") finansmanı da gündeme gelebileceği için kredilerin birleştiriciler aracılığıyla kullanılmasının söz konusu olması beklenmektedir. Birleştiricilerin çok sayıda tüketicinin projesini birleştirip, teknik destek ve kurulum sağlayabilen taraflardan oluşacağı tahmin edilmektedir. Birleştiricilerin, kurulumun yapılacağı tüketicilere vadeli ekipman satışı benzeri modellerle finansman sağlayabileceği veya "tasarruf paylaşımı" benzeri modellerle enerji satışı yapabileceği düşünülmektedir. Bu model kapsamında KFK'lar tarafından sağlanacak kredinin belirlenen koşullarda birleştiricilere kullanılması ve birleştiricilerin tüketicilere uygun finansal koşullarda kurulum/danışmanlık yapması öngörülmektedir.

### 5.1.3 Üreticilere doğrudan krediler

KFK'lar tarafından kullanılacak imtiyazlı kredilerin doğrudan üreticilere kullanılması da mümkündür. Ancak, ölçeklerin çok küçük ve parçalı olması nedeniyle bu kanalın daha az kullanılabilmesi düşünülmektedir. Bu kapsamda bazı büyük sanayi kuruluşlarının ve enerji kooperatiflerinin finansmanı mümkün görünmektedir.

## 5.2 Hibeler ve teknik yardım

Hibeler ve teknik yardım, Türkiye için henüz yeni bir teknoloji olan çatı üstü güneş enerjisinin yaygınlaşmasında önemli rol oynayacaktır. Özellikle mevcut koşullarda fizibilitesi çok düşük olan apartman ve konut çatılarındaki uygulamalar için uluslararası kuruluşlar ve kamu tarafından sağlanacak hibelerin ve teknik yardımın etkili olacağı düşünülmektedir. KFK'lar tarafından sağlanan kredi paketleri, belli oranlarda hibe ve teknik yardım da içerebilmektedir. Teknik yardıma özellikle montaj için nitelikli elemanların yetiştirilmesi, finansman, hukuk, elektrik dağıtımı gibi alanlarda çatı uygulamalarına yönelik konuların ele alınması gibi alanlarda ihtiyaç duyulmaktadır.

## 5.3 Risk Paylaşımı mekanizmaları

### 5.3.1 Kredi garantileri

Kredi garanti fonu benzeri mekanizmaların oluşturulması, finansal kuruluşlar tarafından kredi kullanımını kolaylaştırarak çatı üstü sistemlere yatırımların yaygınlaşmasını artıracaktır.

### 5.3.2 Diğer mekanizmalar

Bu kapsamda, özellikle gelirleri ve ekipmanın teknik performansını teminat altına alan sigorta ürünleri, yatırımların yaygınlaşmasında etkili olacaktır.

## 5.4 Ticari Krediler

### 5.4.1 Tüketici/Türetici Kredileri

Zaman içinde elektrik tarifelerinde artışlar ve çatı üstü sistemlerin tanınırlığının artmasıyla birlikte imtiyazlı kredilerin dışında, çatı üstü sistemlere yönelik ticari ve bireysel kredilerin de gelişeceği düşünülmektedir. Bu kapsamda özellikle kredi geri ödemesi dönemi boyunca mevcut elektrik faturası tutarlarına yakın taksitlerle ödenebilecek kredi ürünlerinin ve esnek teminatlandırma yöntemlerinin geliştirilmesi yatırımların yaygınlığını artıracaktır.

### 5.4.2 Leasing

Ticari kredilere benzer şekilde leasing kapsamında yine uzun vadeli ve elektrik faturası tutarlarına yakın taksitlerle ödenebilecek ve esnek teminatlandırma yöntemlerinin uygulanacağı leasing ürünleri de yatırımların desteklenmesi için fayda sağlayacaktır.

## 5.5 Diğer mekanizmalar

### 5.5.1 Kitlesele fonlama

Hukuki altyapının da uygun hale gelmesiyle birlikte Türkiye'de henüz uygulaması olmayan kitlesele fonlamanın uluslararası fonların da katılımıyla gelişeceği düşünülmektedir. Özellikle enerji kooperatiflerinin ve benzer yapıların uluslararası fonların da katılımıyla kitlesele fonlamadan yararlanabileceği tahmin edilmektedir.

Kitlesel fonlama yöntemiyle orta-uzun vadede yurt içinden de alternatif kaynaklar yaratılması gündeme gelebilecektir.

### 5.5.2 Özsermaye finansmanı

Girişim sermayesi, risk sermayesi ve benzeri özsermaye finansmanı yöntemlerinin, özellikle birleştirici finansmanına yönelik olarak orta-uzun vadede gelişeceği düşünülmektedir. Bu kapsamda uluslararası fonların mobilizasyonu önem taşıyacaktır.

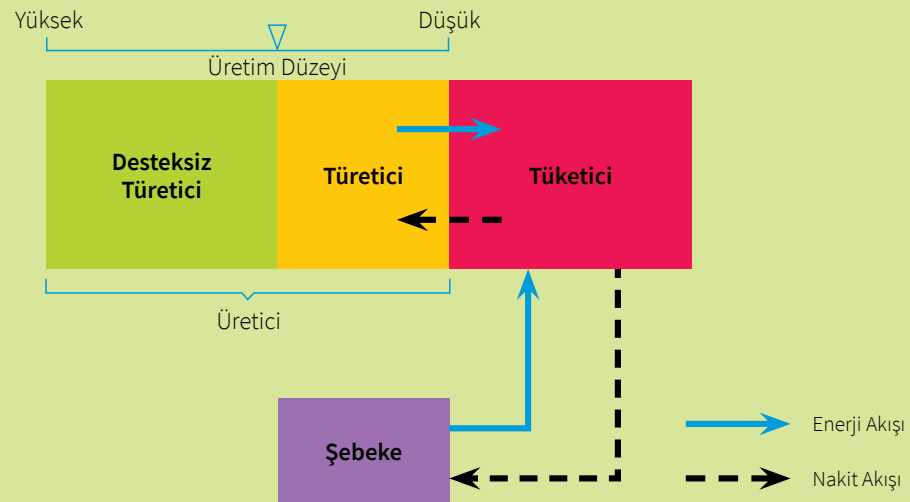
## Bilgi Kutusu 6: Dağıtık Üretim Türeticiyi Güçlendiriyor

Son tüketiciler de artık aktif birer paydaş. Son tüketiciler enerji dönüşümünün arz güvenliği, ekonomik erişimin sağlanması ve sürdürülebilirlik hedeflerinin baş aktörü konumunda. Son tüketici verimliliği konusunda ise bugüne kadar istenilen seviyeye gelinebilmiş olmasının öne çıkan sebepleri;

- sürekli devinim gösteren enerji piyasasının belirsizlikleri,
- son tüketicilerin enerji kullanım alışkanlıkları,
- enerji tüketiminin anlık ve şeffaf olarak takip edilememesi,

şeklinde özetlenebilir. Başlı başına bir araştırma konusu olan verimlilikte yol kat etmek için bu temel sebeplerin her birine ayrı ayrı eğilmek gerekli. Umut verici olan ise, enerji dönüşümünün son tüketici verimliliğine doğrudan katkı sağlayacak yöntemleri, araçları ve düşünce yapısını içinde barındırıyor olması. Enerji dönüşümü ile güçlenecek ve öngörülebilirliği artacak olan piyasaların yanında, yenilikçilik ve dijitalleşme ile gelecek şeffaflaşma ve takip kolaylığı; verimlilik ile ilgili atılacak adımları destekleyecek nitelikte olacak. Bu yola girildiği zaman, tüketici alışkanlıklarının da geçmişte olduğu gibi kalmayacağını ve olumlu bir evrim geçireceğini öngörebiliriz. Bu adımlar, özel sektör işletmelerine asıl faaliyet alanlarında da fayda sağlayacak. Ürün veya hizmet üreten araçların tamamına yakınının enerjiye bağımlı çalıştığı gerçeğinden hareketle; bu araçların enerji verimliliğinin takibi, üretim sisteminin bütünsel verimliliğine de ışık tutacak ve işletim optimizasyonu için gerekli veri altyapısını hazırlayacak. Bu sayede, özel sektör işletmeleri yalnızca enerjisini verimli kullanmakla kalmayacak, operasyonunda iyileştirme yapması gereken kısımları da tespit edebilecek (SHURA, 2018b).

Dünyada dağıtık enerji üretimi yaygınlaştıkça, türeticiler için yeni fırsatlar ve mekanizmalar gelişmeye başladı. Artık çatı üstü FV'lerle elektrik üreten türeticiler, ürettikleri elektriğin fazlasını komşularına satarak yeni gelir kapıları yaratabilecekler. Bu sistem yerleştiği ölçüde sosyo-ekonomik faydaları hızlanarak artabilecek, kitleler üretime katılarak enerji yoksulluğunu azaltabilecek. Böylece enerjiye sürekli erişim mümkün olabileceği gibi, üretici de kendi tükettiği elektriği daha verimli kullanarak hem enerji verimliliğine katkıda bulunabilecek hem de gelirini artıracak. Dünyada gelişen mekanizmalar aşağıdaki örnekte gösterildiği gibi doğrudan türetici-tüketici ilişkisini destekliyor.



Yeni eşler arası (P2P) enerji ticareti

Kaynak: (Kuruseelan, S. ve Vaithilingam, C., 2019)

## 5.6 Türkiye'deki mevcut destek ve sigorta mekanizma örnekleri

### 5.6.1 Tüketici Kredisi – Örnek

Bu kredide enerji firması katkısı çatı üstü FV sistemlerde yüzdesel olarak mevcuttur, yani müşterinin ödeyeceği faize enerji firması başlangıçta anapara desteği yaparak ödenecek faizin daha düşük olmasını sağlamaktadır. Projenin teslimi yapıldıktan sonra enerji firması ödemeyi bankadan almakta ve müşteri taksitlendirmiş olduğu kredinin ödemelerini bankaya yapmaktadır. Böylece elektrik faturası ödemesine benzer şekilde, kurduğunu sistemini faturasını enerji firması desteği ile bankaya ödemektedir. Ödemede 8 aya kadar %0 faiz imkanı sağlanmaktadır. Tablo 7'de 100.000 TL'lik bir tesisin kredi ödeme tablosu yer almaktadır. Faiz oranları her ay güncellenmektedir.

**Tablo 7:** Örnek kredi ödeme tablosu

**Kredi Tutarı: 100.000,00**

Vade	TÜKETİCİ İÇİN		
	Faiz Oranı	Taksit Tutarı (TL)	Taksitler Toplamı (TL)
3	%0.00	33.333,33	100.000,00
4	%0.00	25.000,00	100.000,00
5	%0.00	20.000,00	100.000,00
6	%0.00	16.666,67	100.000,00
7	%0.00	14.258,71	100.000,00
8	%0.00	12.500,00	100.000,00
9	%0.09	11.168,82	100.519,4
10	%0.21	10.139,82	101.393,7
11	%0.31	9.297,53	102.272,8
12	%0.40	8.596,40	103.156,7
13	%0.48	8.003,51	104.045,6
14	%0.54	7.495,66	104.939,3
15	%0.60	7.055,86	105.837,9
16	%0.65	6.671,34	106.741,4
17	%0.69	6.332,34	107.649,8
18	%0.73	6.031,28	108.563,0
19	%0.77	5.762,17	109.481,2
20	%0.80	5.520,21	110.404,2
21	%0.83	4.921,86	111.332,2
22	%0.86	5.102,95	112.265,0
23	%0.88	4.921,86	113.202,7
24	%0.91	4.756,05	114.145,3
25	%0.96	4.603,71	115.092,7
26	%0.95	4.463,27	116.045,0
27	%0.96	4.333,41	117.002,2
28	%0.98	4.312,01	117.964,2
29	%1.00	4.101,07	118.931,0
30	%1.01	3.996,76	119.902,7
31	%1.02	3.899,33	120.879,3
32	%1.04	3.808,31	121.860,6
33	%1.05	3.722,63	122.846,8
34	%1.06	3.642,29	123.837,7
35	%1.07	3.566,67	124.833,5
36	%1.08	3.495,39	125.834,1

Kaynak: CW Enerji

Konutlar ve küçük işletmeler için, enerji firması perakende satış fiyatı üzerinden; tüzel kişiliğin veya bireysel müşterinin banka tarafından istenen kişisel bilgileri, bankanın açmış olduğu ekrandan sisteme girilmektedir. Tüzel kişiliğin veya bireysel müşterinin kredibilitesi banka tarafından bir saat içerisinde sorgulandıktan sonra kredibilitenin yeterli olması durumunda müşteriye kredi onay bilgisi gitmektedir. Müşteri 30 günlük süre içerisinde ön anlaşmayı yaparak kredisini onaylayabilmektedir.

#### 5.6.2 İmtiyazlı Kredi – Örnek 1

Banka, hayata geçirdiği krediyle öz-tüketim amaçlı çatı üstü FV yatırımları için cazip koşullarda finansman desteği sunmaktadır.

Yatırımcılar, kredi ile azami 1 yıl anapara geri ödemesiz, 10 yıla varan vadelerde TL, ABD\$ veya Euro cinsinden kullanım gerçekleştirebilmekte; esnek veya fatura gibi aylık eşit taksitlerle geri ödeme yapabilmektedir.

Mevcut durumda çoğunlukla endüstriyel ve ticari binalara verilen kredi sayesinde, işletmeler tasarruf ederek sektörel rekabette öne çıkabilme potansiyelini yakalayabilmektedir.

#### 5.6.3 İmtiyazlı Kredi – Örnek 2

Örnek finansman programı, uluslararası bankanın özel sektörde KOBİ ölçeğindeki şirketlere, uygun bulunan enerji verimliliği ve küçük ölçekli yenilenebilir enerji yatırımlarının finanse edilmesi için katılımcı bankalar aracılığıyla sağladığı yaklaşık 500 milyon Euro tutarındaki kredi paketidir. 2010 yılından bu yana yürütülmekte olan programda yerel katılımcı bankalar yer almıştır. Bu program kapsamında belirli ölçüde enerji verimliliği sağlayan projeleri bulunan yatırımcılar, 5 milyon Euro'ya kadar finansman alabilmektedir. Müşteriler kredi kullanmaya uygun finansal özellikler taşımalı, katılımcı bankaların kredi kriterlerini karşılamalı ve bu bankaların kredi onay süreçlerinden geçmelidirler. 2015 sonu itibarıyla bu program kapsamında çeşitli lisanssız projelerde yaklaşık 152 MW'lık FV finansmanı sağlanmıştır (GÜNDER, 2019b).

Aylık bazda mahsuplaşma başta olmak üzere, yeni gelen lisanssız elektrik üretim yönetmeliği; kendi elektriğini üretmek isteyen kişiler için bir fırsat sunmaktadır. Finansman programının anlaşmalı banka ve leasing kurumları, işletmede kurulacak çatı üstü FV sistemi için avantajlı kredi seçenekleri oluşturmuştur. Bu finansmana şu kişiler başvurabilmektedir:

- Çatı üstü FV yatırımı yapmak isteyen sanayi ve ticari işletmeler, tam zamanlı çalışan sayısı 250'nin altında olan ve maksimum cirosu 50 milyon Euro'yu ve toplam yıllık bilançosu 43 milyon Euro'yu aşmayan firmalar,
- Çatı üstü FV yatırımı yapmak isteyen belediyeler ve diğer kamu kurumları,
- Enerji performans sözleşmesi ile başvuru yapan büyük ölçekli işletmeler.

Finansman programı danışmanları projenin doğru bir şekilde uygulandığının kontrolünü sağlamaktadır (Enerji Panorama, 2019).

#### 5.6.4 İmtiyazlı Kredi – Örnek 3

Yerel banka, büyük enerji üreticilerinin yanı sıra tesis kurulumu 1 MW altında olan, lisanssız elektrik üretim projeleri ve tesis kurulumu için finansman desteği sunmaktadır. Bu kredi ile 2 yıla varan geri ödemesiz kredi imkanı sunulmaktadır. Kredi şartları;



- En az bir elektrik aboneliği bulunan ve güneş enerjisinden 1 MW ve altında lisanssız elektrik üretmek isteyen gerçek veya tüzel kişiler başvurabilir.
- Kredi kullanılabilmesi için, elektrik şebeke işletmecisiyle Bağlantı Anlaşması imzalanmış olmalıdır.
- 2 yıla varan şekilde geri ödemesiz bir plan sunulabilmektedir.
- KOBİ ve sabit gelirli kişiler için nakit akışlarına uygun şekilde kredi vadeli olarak yapılır.
- Kredi TL cinsinden veya ABD\$ cinsinden olabilmektedir.
- Tüketim 1 MWh altında ise kalan üretim yasal düzenleme ile devlete satılarak kredi ödemelerinde destek alınabilir. Yasalara göre 10 yıl satın alım garantisi mevcuttur.

#### 5.6.5 İmtiyazlı Kredi – Örnek 4

Yerel Banka, uluslararası bir başka banka ile yeni kredi anlaşması imzalayarak 200 milyon ABD\$ değerinde sürdürülebilir enerji ve altyapı kredisi temin etmiştir.

Hazine ve Maliye Bakanlığı geri ödeme garantisiyle temin edilen kredi, Türkiye genelinde özel sektörde yer alan firmaların yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, ulaşım, enerji iletimi, atık su yönetimi ve telekomünikasyon yatırımlarının finansmanında kullanılmaktadır.

Yerel bankanın kredi portföyünün yüzde 68'i sürdürülebilirlik temalı yatırımlardan oluşmaktadır. Bu alanda 2002'den bu yana orta ve uzun vadeli fonlarla, 245 yenilenebilir enerji ve 78 enerji verimliliği projesine finansman sağlanmıştır.

Asya bölgesinde sürdürülebilir altyapı projelerini desteklemek amacıyla 2016 yılında kurulan ve üye ülkelerdeki yatırımlara doğrudan finansman sağlayan uluslararası bankadan temin edilen kredi dünya çapında bir ilk olarak kayda geçmektedir (TSKB, 2019).

#### 5.6.6 İmtiyazlı Kredi – Örnek 5

Almanya'nın iki bankası arasında T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı'nın ikrazı ile 45 milyon Euro tutarında bir kredi anlaşması imzalanmıştır.

Banka tarafından yapılan açıklamaya göre bankanın 40 yıl vadeli olarak sağladığı kaynak Türkiye'deki FV yatırımları için kullanılmaktadır.

Krediden nüfusun sosyo-ekonomik koşullarına ve çevreye katkı sağlayan, Türkiye Çevre Mevzuatı ile uyumlu, biyoçeşitlilik üzerine olumsuz etkisi olmayan güneş enerjisine yönelik projeler geliştiren yatırımcılar yararlanabilmektedir (Yeşil Ekonomi, 2019).

#### 5.6.7 Enerji Fonu – Örnek

Dünya Bankası ile "Türkiye'de Kamu Binalarında Enerji Verimliliği" projesi kapsamında Türkiye'ye 200 milyon ABD\$ kaynak sağlanması 5 Kasım 2019 tarihinde onaylanmıştır. Kaynağın 150 milyon ABD\$ kadarı bir başka uluslararası bankadan, 50 milyon ABD\$'lık bölümü ise Temiz Enerji Fonu tarafından sağlanmaktadır.

Hazine ve Maliye Bakanlığının mali garantörlüğünde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı işbirliğinde yürütülecek olan projenin ana hedefi, kamu binalarında enerji kullanımını azaltmak ve ulusal bir programı desteklemek için uygun sürdürülebilir finansman ve kurumsal mekanizmalar geliştirmek amacıyla bir geçiş planı oluşturmak olacaktır.

5 yıl sürecek proje kapsamında, Türkiye’de yer alan kamu binalarının (okul, hastane, idari binalar, üniversite kampüsleri vb) enerji etütlerinin yapılması, enerji kimlik belgelerinin düzenlenmesi, enerji verimlilik düzeylerinin ve elde edilecek tasarruf seviyelerinin tespit edilerek yatırım maliyetleri ile birlikte raporlanması ve uygun bulunan kamu binalarının mekanik ve elektrik tadilat projelerinin hazırlanarak enerji verimliliği iyileştirmelerinin gerçekleştirilmesi planlanmıştır.

Proje ile kamu binalarında enerji verimliliğinin sağlanarak enerji maliyetinde düşüş ve tasarrufun kanıtlanması, ulusal düzeyde sosyal ve ekonomik fayda sağlanması, kamu binalarının öncü olarak enerji verimliliği konusunda farkındalığın artırılması hedeflenmiştir (Yeşil Ekonomi, 2019).

#### 5.6.8 Leasing – Örnek 1

Banka Leasing ve Solarçatı Kurulum Hizmetleri arasında çatı üstü FV sistemi kurulumu projelerini kapsayan bir iş birliği protokolü imzalandı. Konuya ilişkin şirketten yapılan açıklamaya göre, protokol çerçevesinde danışmanlık ve kurulum hizmetleri Solarçatı tarafından yapılan çatı üstü FV projelerinde Banka Leasing çözüm ortağı olarak yer almaktadır.

Güneş enerjisi sektöründe hayata geçirilen son yönetmelik değişiklikleriyle birlikte işletmeciler ilk 5 yıl leasing taksidi ödeyerek çatı üstü FV sahibi olabilmektedir (Enerji Panorama, 2019).

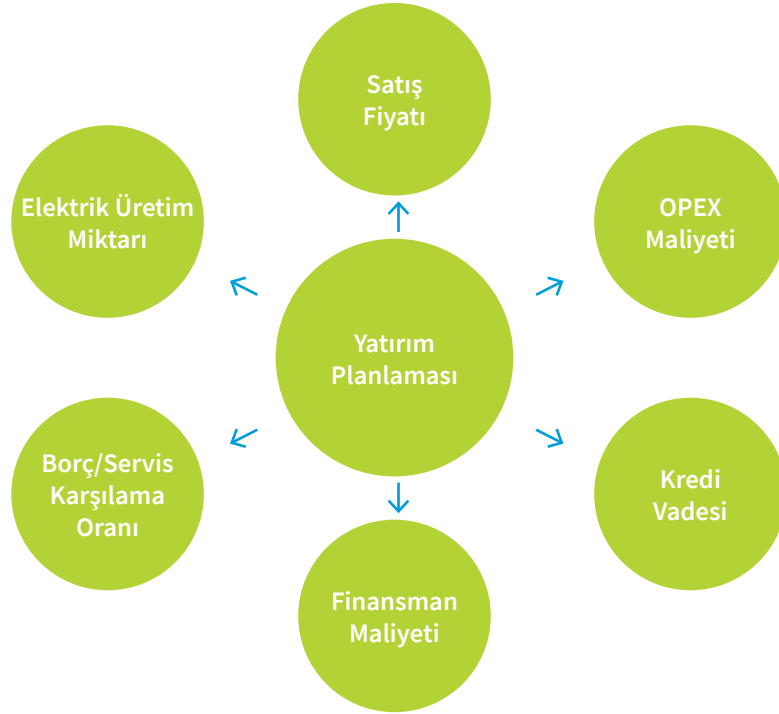
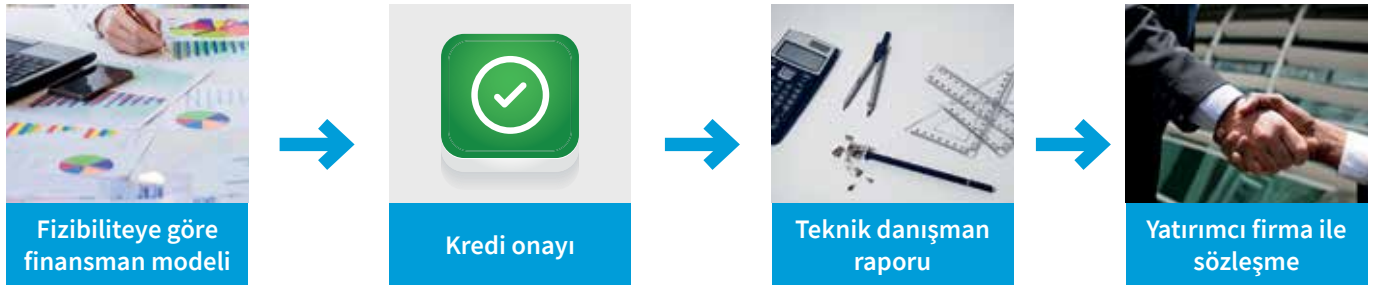
#### 5.6.9 Leasing – Örnek 2

Banka finansal hizmetler grubunun bir iştiraki olarak Finansal Kiralama A.Ş. bünyesinde, ilgili mevzuat değişikliklerinin yapıldığı 2013 yılından bu yana 150 MW seviyelerinde operasyonel ve yeni kurulum lisanssız/lisanslı saha FV finansmanı sağlanmıştır ve saha FV uygulamalarının finansmanına devam edilmektedir.

Bu yönüyle hem finansal alandaki ilk finansman modelini, hem de sürdürülebilir finansman için 120 aya ulaşan ABD\$ bazlı vadeleri yatırımcıların ve yenilenebilir enerji sektörünün kullanımına sunan ilk kuruluşlardandır.

Saha FV finansman modelinde, Şekil 12’deki şema dahilinde proje özelinde ve projenin ihtiyaçları doğrultusunda finansal modelleme/yatırım planlaması yapılmaktadır.

Şekil 12: Yatırım planlaması



Kaynak: Denizbank

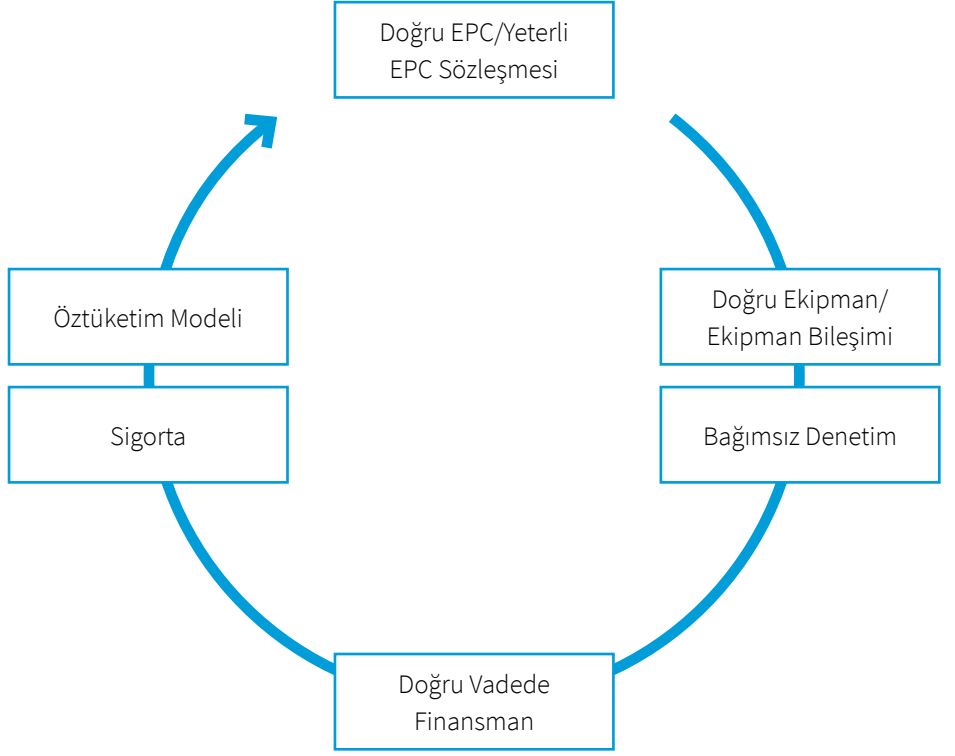
Onay mekanizması teyidi ile çalışılan enerji performans sözleşmeleri (*energy performance contract*, EPC), ekipman ve teknik danışmanlık raporları ile analiz edilen projeler için fizibiliteye göre finansman sağlanarak, proje süresince üretilen nakdin, proje OPEX kalemlerinin yanı sıra yatırımcıya da gelir sağlayabileceği bir yatırım dönemi projekte edilmektedir.

Türkiye'nin farklı dağıtım bölgeleri, yükseklikleri, yönleri ve nokta konumlarına dağılmış projelerden alınan veriler, zaman zaman meteorolojik beklenti ve uyarılar ile nakit akış döngüsü revize edilebilmekte ya da yatırımcılar yönlendirilebilmektedir.

Sektörde, ana takip ve çalışma konusu yenilenebilir enerjinin finansmanı olan, doğrudan yönetime bağlı ve tüm banka hizmet hattına ulaşan proje finansmanı ekiplerinden birine sahip olan kurum, 12/05/2019 tarihli son çatı ve cephe FV mevzuatı (GÜNDER, 2019a) çerçevesinde, yaklaşık 3 yıldır devam eden çalışmalarını daha somut hale getirmiş ve 50 MW seviyelerinde çatı üstü FV için de finansman hazırlıklarını oluşturduğu öz-tüketim nakit akışı modeliyle yatırımcıların dikkatine sunmuştur.

Öz-tüketime yönelik FV projelerinin finansmanında düşük maliyetli kaynak kullanımı ve kullandırımı oranı ile Şekil 13'teki model doğrultusunda çalışmalar hızla sürmektedir.

Şekil 13: Kaynak kullanım modeli



Kaynak: Denizbank

#### 5.6.10 Sigorta - Örnek

Sigorta şirketi, FV sistemlerin fizibilite araştırma sürecinde verdiği teminatların yanı sıra; bu sistemlerin mücbir sebeplerle uğradığı hasarlar sonrası cihazlar, donanımlar vb. sistem bileşenleri için sigorta teminatları ve buna ek olarak kâr kaybı ve performans kaybı teminatları sağlamaktadır.

**Kâr Kaybı:** Gerçekleşen hasar sonrası (yangın, fırtına, voltaj dalgalanması, makine kırılmaları vb.) cihazların bozulması sebebiyle enerji üretiminde yaşanan azalmalar tazmin edilmektedir.

**Performans Kaybı:** Düşük güneşlenme sebebiyle enerji üretiminde yaşanan azalmalar tazmin edilmektedir.

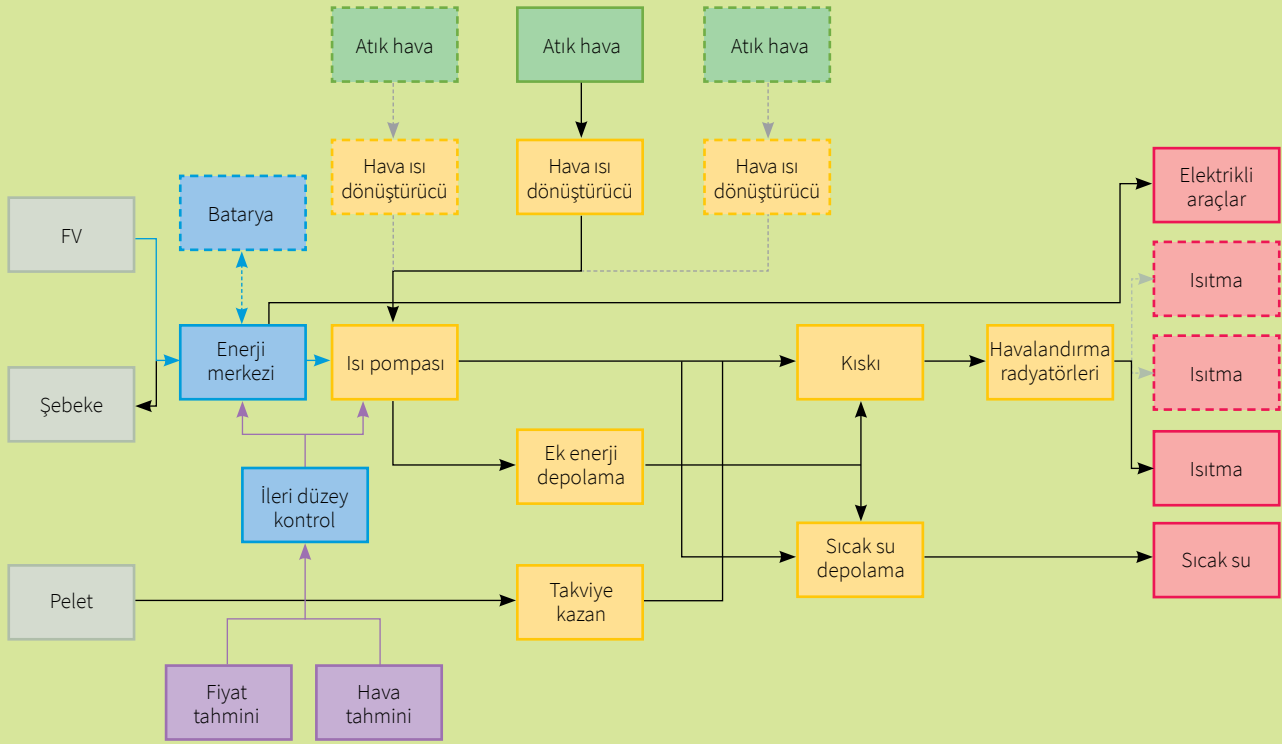
Her iki teminatın da işleyiş şekli şöyle açıklanmaktadır;

Ödenecek tazminatın hesaplanmasında, enerji üretim raporuna göre tahmini yıllık üretilen enerjinin %90'ı, sigortalı FV ünitesinin çıkış sayacında ölçülen fiili yıllık enerji üreticisiyle karşılaştırılır. İlgili sigorta yılının başındaki ve sonundaki sayaç okumaları kayıt edilir. Fiili yıllık enerji üretiminin daha düşük olduğu tespit edilirse bir üretim eksikliği ortaya çıkar ve bu miktar, ilgili enerji tedarik şirketi tarafından ödenen tarife garantisıyla çarpılır.

Özellikle performans ve kâr kaybı teminatları, yatırımcıların finansal istikrarını ve yatırım kararlarını daha kolay almalarını sağlamaktadır.

## Bilgi Kutusu 7: Esneklik Yöntemleriyle Çatı Üstü FV Sistemler

Dünyada dağıtık enerji üretimine geçiş sürecinde, hem yenilenebilir enerji üretimini artırmak hem de bu üretimi verimli hale getirmek amacıyla binalarda uygulanabilecek esneklik modelleri yaygınlaşmaya başladı. Bu esneklik modelleri elektrikli araçların şarj edilmesi, talep taraflı katılım ve ısı pompaları kullanımıyla ısıtma ve soğutmanın elektrifikasyonu yöntemlerini içeriyor. Binalarda bu entegre yapının çalışma prensibi basitçe, çatı üstü FV sistemden üretilen zaman değişken elektriğin tüketimden fazla olduğu noktalarda elektrikli araç gibi öğelerin şarj edilmesi veya bataryalara depolanması; tüketimden az olduğu noktalarda ise bu depoların kullanılması, akıllı enerji yönetimiyle tüketimin azaltılması ve değişken tarife anlaşmalarının uygulanması olarak sayılabilir. Isı pompaları elektrik talebi yaratacak ve karbon azaltacak bir yöntem olarak doğalgaz bazlı ısıtmanın yerini alırken, elektrikli araçlar da aynı amaçla ulaşımda karbonsuzlaşmaya bir destek yaratabilecek. Bu bütünlük sistemlerin optimum verimlilik ve faydayla çalışması için araştırmalar sürüyor. Örnek bir sistem şeması burada gösteriliyor.



Kaynak: (Huang vd, 2019)



## 6. Dağıtık üretimi düzenleyici politika mekanizmaları

Dağıtık enerjinin payı dünya genelinde hızla artmaktadır. Dünyadaki toplam güneş enerjisi kurulu gücünün ortalama %40'ı dağıtık sistemler ile yerleştirilmiştir ve bunu çoğunlukla çatı tipi sistemler oluşturmaktadır. Bu çalışmada bina çatı ve enerji tüketim değerleri üzerinden hesaplanan 14,9 GW'lık bir teknik potansiyel ve 4,5 GW'lık bir ekonomik potansiyel ortaya çıkmıştır. Tüm bunların dışında, SHURA'nın 2018 Mayıs ve Ekim aylarında yayınlanan şebeke çalışmalarından ortaya çıkan, iletim şebeke işletim modellemesi sonuçları üzerine hesaplanmış 10 GW'lık bir minimum potansiyel mevcuttur (SHURA, 2018a) (SHURA, 2018c). Tüm bu potansiyeller Dünya Bankası'nın yeni çalışması olan 5 GW'lık ve bunun yanında Şubat 2018'de yayımlanan yine Dünya Bankası çalışmasının (World Bank, 2018) 4-47 GW'lık aralığı içinde kalmaktadır. Ayrıca bugüne kadar Türkiye'de sözü geçen 10-30 GW (Enerji Panorama, 2019) aralığı içerisinde bulunmaktadır.

*Dağıtık enerji kapasite kurulumundaki artışın başarılı bir şekilde sağlanması için elektrik tarife sisteminin iyi anlaşılması ve tasarlanması gerekmektedir.*

Dağıtık enerji kapasite kurulumundaki artışın başarılı bir şekilde sağlanması için elektrik tarife sisteminin iyi tasarlanması ve anlaşılması gerekmektedir. Dünyada uygulanan farklı elektrik tarife sistemlerine dair modeller Ek Bilgi kutucuğunda anlatılmıştır. Ayrıca elektrik talep yapısı, sistem kurulum ve işletimine dair CAPEX ve OPEX, vergi yükümlülükleri ve şebeke ücretleri hakkında da farkındalığın yüksek olması gerekmektedir (SHURA, 2020).

Dağıtık enerji sistemleriyle üretilen elektrik miktarı ile sistem kullanıcıları tarafından tüketilen elektrik miktarı çoğu zaman birbirinden farklıdır. Elektrik talebi değişiklik gösterebilir veya sistem yatırım maliyetinin geri dönüşünü desteklemek için elektriğin bir kısmının şebekeye satılması gerekebilir. Bu durum ve süreçlere uygun olarak dünyada birçok düzenleyici politika mekanizması uygulanmaktadır. Bu bölümün devamında dünyada yaygın olarak uygulanan bu politika mekanizması seçeneklerinin öne çıkanları tanıtılmıştır.

### 6.1 Garantili satın alım tarifesi

Garantili satın alım tarifesi uygulaması kapsamında, dağıtık enerji üreticilerine genellikle yenilenebilir enerji üretimi için sabit bir miktar (örneğin üretiminin %100'ü) üzerinden ödeme yapılmaktadır. Almanya'nın garantili satın alım tarifesi uygulamasında böyle bir durum söz konusudur. Bu uygulama, ürettikleri tüm enerjiyi şebekeye satarak vatandaşların ve işletmelerin bireysel güneş enerjisi sistemlerini finanse etmelerine olanak sağlamaktadır. Son yıllarda, sunulan garantili satın alım tarifesi miktarları azaldıkça, giderek artan sayıda kullanıcı ürettiği enerjiyi tüketmeye başlamıştır ve elektrik fiyatları yükseldikçe şebekeden elektrik tüketimini azaltma yönelimi artmıştır.

*Ülke örneği:* Almanya'da dağıtık üretimde garantili satın alım tarifesi uygulanmaktadır. Almanya örneği, özel sektör ve sivil toplumun yatırım yapması için gerekli olan güvenli ve uzun vadeli politika çerçevesinin oluşturulmasında hükümetlerin oynadığı kritik rolün altını çizmektedir. 1990'lardan bu yana, Almanya'da yenilenebilir enerjinin yaygınlaşması, 2000'de yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Yasası (*Erneuerbare Energien Gesetz*, EEG) başta olmak üzere çeşitli düzenleyici araçlarla desteklenmektedir. EEG, yenilenebilir elektrik üreticilerine güvenilir yatırım koşulları sağlamaktadır. Bu dönemde, küçük ve orta ölçekteki işletmeler (KOBİ) ve vatandaşlar enerji dönüşümünü benimsemiş, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji hakkında ulusal bir fikir birliğine varılmıştır. Büyük ve küçük ölçekli yenilenebilir enerji üreticileri için sağlanan garantili

satın alım tarifeleri, yatırımları teşvik ederek ülke çapında 1,65 milyondan fazla güneş enerjisi kurulumu ve 30 bin rüzgâr türbininin hizmete sokulmasını sağlamıştır. Bunların birçoğu, yerel kooperatiflerin geliştirdiği ve mülkiyetini aldığı rüzgâr türbinleri veya özel konutlardaki çatı üstü FV sistemleridir.

## 6.2 Net-garantili satın alım tarifiesi

Net-garantili satın alım tarifiesi, müşterinin net üretim fazlası (sistem tarafından yerinde üretilen enerji miktarının sistem kullanıcısı tarafından tüketilemeyen kısmı) için uygulanmaktadır. Bu tarife, garantili satın alım tarifesindeki gibi sistemin tüm (veya brüt) üretimi için değil, sadece net üretim fazlası için kullanılmaktadır.

*Ülke örneği:* Avustralya örneğinde, üretim fazlası satın alınarak “net-garantili satın alım tarifiesi” sistemi uygulanmaktadır. Bu sistemde, güneş enerjisi üreticilerine hane yapılan üretimden sonra yalnızca hane içinde tüketilmeyen ve şebekeye verilen fazla enerji için ödeme yapılır. Örneğin, gün içinde hane dışındayken tüketilmeyen elektrik, şebekeye satılabilir.

Avustralya’da uygulanan net-garantili satın alım tarifeleri, özellikle konut ölçeğinde dağıtık güneş enerjisi üretimine destek sağlamaya odaklanır. Bu politika mekanizması için maksimum proje limitleri belirlemiştir (10 kW gibi). Bu tarife sistemi, yalnızca FV sistemleri destekler, güneş termal projelerini veya şebeke ölçeğinde rüzgâr kapasite kurulumlarını kapsamaz.

## 6.3 Prim sistemleri

Bazı ülkeler sabit bir garantili satın alım tarifiesi uygulaması yerine, toptan piyasa fiyatının üstünde sabit veya dalgalı bir prim sistemini uygulamaktadır.

Primler gibi piyasa temelli destek programları, biyokütle ve jeotermal gibi üretimin talebe göre ayarlanabildiği yenilenebilir enerji teknolojileri için çok uygundur. Rüzgâr ve güneş gibi değişken üretimi olan yenilenebilir enerji teknolojileri ise arz miktarını ayarlayarak piyasa fiyat sinyallerine uyum sağlama konusunda sınırlı olanaklara sahiptir. Bu teknolojiler için, prim tarifeleri ek maliyetler doğurabilir.

Danimarka’nın bugüne kadar yenilenebilir enerji teknolojilerini güçlendirmek için kullandığı en önemli teşvik araçlarından biri, şebekeye satış primleri olmuştur. Danimarka, prim tarifiesi yoluyla yenilenebilir elektrik üretimini teşvik etmektedir. Tesis operatörleri, piyasa fiyatının üstünde değişken bir prim alırlar. Prim ve piyasa fiyatının toplamı, belirli bir tesisin bağlantı tarihine ve kullanılan enerji kaynağına bağlı olarak belirlenmiş olan bir yasal azami değeri aşmamalıdır. Bazı durumlarda, tesis operatörlerine piyasa fiyatı üzerinden garanti edilen bir prim miktarı sağlanır. Bu gibi durumlarda maksimum destek tutarı yasa tarafından tanımlanmamıştır.

*Ülke örneği:* Almanya’da 2014 yılında EEG reformu ile uygulanmaya başlayan piyasa prim sistemi, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektriği destekleyen temel program haline gelmiştir. Bu sistem yalnızca belirli büyüklükteki projeler için geçerlidir. Prim, sabit bir satın alım fiyat seviyesi ile satılan elektriğin aylık piyasa değeri arasındaki fark olarak hesaplanmaktadır. Tesis işletmecisi elektriğini doğrudan şebekeye satmak zorundadır. Bu bir kurumsal satın alım anlaşmasıyla üçüncü bir tarafa yapılabilir veya spot piyasada gerçekleştirilebilir. EEG’de 2017’de



yapılan değişikliğe göre çoğu teknolojiye yönelik olan prim seviyesi ihale sistemi ile belirlenmektedir.

#### 6.4 Mahsuplaşma (Net-Metering)

Mahsuplaşma politika mekanizması, garantili satın alım tarifesi, prim sistemi ve net-garantili satın alım tarifesinin aksine, elektriğin doğrudan satışını kapsamaz. Yerinde üretim sistemi kuran ve dağıtım şebekesine bağlanan müşteriler, net elektrik üretimi fazlalarını perakende fiyatı üzerinden şebekeye satarlar. Şebekeye yapılan bu elektrik satışı, bir sonraki ayın faturasından düşülür. Mahsuplaşma genellikle belirli bir kapasite üst limiti olan sistemlere uygulanmakta ve mahsuplaşma süresi saatlerden aylara kadar değişiklik gösterebilmektedir. Mahsuplaşma modellerinin ülke/bölge/kullanım alanına göre değişebilecek ihtiyaçlara uygun hale getirilmesi ve düzenli olarak güncellenmesi önerilmektedir.

*Türkiye’de Mayıs 2019’da yayımlanan mahsuplaşma yönetmeliğine göre, güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinde öz-tüketim fazlası şebekeye satılabilmekte ve üretim-tüketim farkı aylık mahsuplaşmaya tabi olmaktadır.*

Türkiye’de Mayıs 2019’da yayımlanan Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği ile aylık mahsuplaşma uygulaması başlamış bulunmaktadır. Böylece, güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin sadece çatı ve cephe uygulaması olarak elektrik üretebildiği düzenlemeye göre, mesken aboneleri için 10 kW, tüm işletmeler ve kamu kurumlarında 5 MW’a kadar kurulacak sistemlerin öz-tüketim fazlasının satılabilmesinin önü açılmıştır. Uygulamaya göre, şebekeye verilecek enerji ile şebekeden çekilen enerji, her ayın 6’ncı günü yapılacak hesaplamalarla aylık mahsuplaşmaya tabi olmaktadır (GÜNDER, 2019a).

*Ülke örneği:* Mahsuplaşma, AB üyesi ülkeler, ABD ve Malezya dâhil olmak üzere, dünyadaki birçok ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır. ABD’de 44 eyalette mahsuplaşma vardır, merkezi olmayan küçük ölçekli elektrik üretim sistemlerinin şebekeye olan fayda ve maliyetlerini ayrıntılı bir şekilde değerlendirmek için ileri düzeyde yöntemler de geliştirilmiştir.

ABD’nin Massachusetts eyaletinde aylık mahsuplaşma modeli uygulanmaktadır. Her ayın sonunda, öz üretimle şebekeden kullanılan elektrik miktarı karşılaştırılır. Kullanıcının ay sonunda net üretim fazlası olması durumunda, bir sonraki ayın elektrik faturalarına kredi (kullanım hakkı) olarak yansıtılır. Aralık 2015’te, ABD’nin Nevada eyaletinde bulunan Nevada Kamu Hizmetleri Komisyonu, mahsuplaşmanın Nevada’nın güneyindeki çatı üstü FV kurulumuna sahip müşterilerine olan maliyette kayma tespit etti. Komisyon harekete geçti ve devletin mahsuplaşma politikasını güncelleyerek mahsuplaşma için ödenen oranı, diğer güç kaynakları için ödenen orana eşitleme amacıyla güncelledi. Komisyon ayrıca çatı üstü FV sistemine sahip müşteriler için küçük miktarda bir enerji bedeli ekledi ve ayrı bir müşteri sınıfı yarattı. Bunun nedeni, bu müşteri sınıfının sistem üzerindeki etkilerinin diğer tüketicilerden farklı olmasıydı.

Danimarka’da ise saatlik mahsuplaşma modeli uygulanmaktadır. Ülkedeki Öz İhtiyaçlar için Elektrik Tüketicileri için Mahsuplaşma (*Net-metering for the Producers of Electricity for Own Needs*) Yönetmeliği’ne göre, elektrik öz-tüketicileri şebekeye sattıkları elektrik için vergilerden muaftır. Bu muafiyetten, jeotermal enerji dışında yenilenebilir enerji teknolojileriyle elektrik üreten tüm öz-tüketiciler yararlanabilir. Burada şart, kurulumların şebekeye bağlanması, tüketimin gerçekleştiği yerde kurulması ve tüketiciye ait olmasıdır. Fazla elektrik üretiminin kredilendirilmesi, garantili satın alım tarifesi üzerinden yapılmaktadır.

Hollanda'da yıllık mahsuplaşma modeli uygulanmaktadır. Belirlenmiş olan kurulu güç sınırlamaları içerisinde kalan ve kullanıcısı "küçük kullanıcı" olarak belirlenmiş (kapasitesi 3 x 80 amperden küçük olan FV sistem sahipleri) dağıtık enerji kurulumları yıllık mahsuplaşma seçeneğini kullanma hakkına sahiptir. Anında tüketilmeyen tüm elektrik, şebekeye verilir ve gelecekte gerçekleşecek tüketime karşı kredilendirilir. Fazla üretim için önceden belirlenmiş bir fiyat seviyesi (kWh başına 5 ABD\$sent) üzerinden kredilendirme yapılır.

### 6.5 Net-billing

Bazı ülkeler ve eyaletler, mahsuplaşma (net metering) uygulamak yerine "net-billing" sistemini kullanmaya başlamıştır. Bu uygulamaya göre, üretilen fazla elektrik şebekeye perakende satış fiyatından farklı bir oranda fiyatlandırılarak satılır.

*Ülke örneği:* İtalya, "scambio sul posto" isimli net-billing sistemi aracılığıyla tüketilen ve üretilen elektrik için farklı fiyatlar belirler. Ayrıca garantili ihracat fiyatı gibi ek özelliklere sahip finansal tazminat sağlar. Türeticilerin, belirli bir anda üretilen ve şebekeye verilen elektrikle, şebekeden alınan ve kullanılan elektriği dengelemesine olanak verir. Elektrik sistemi, üretilen ancak öz-tüketimi gerçekleşmeyen elektriğin, üretildiği anda sanal olarak depolanması için bir araç olarak kullanılır. Scambio sul posto vergi indirimleri gibi araçlarla da birleştirilebilmektedir.

#### Ek Bilgi: Elektrik kullanım zamanına göre fiyatlandırma sistemi

Gerçek zaman esasına dayalı olarak türeticiler için kullanım zamanına göre fiyatlandırma sistemi, dağıtık enerji kullanımını destekleyen önemli bir kolaylaştırıcı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu kolaylaştırıcı üreticinin üretim fazlasını doğrudan spot piyasasına satmasının talep edilmesiyle ya da piyasa fiyatı üzerinden elektrik kullanım zamanına göre ayrı bir fiyat yapısının belirlenmesiyle uygulanabilir. Bu fiyat yapısı kullanıcılara sistem durumunu belirten fiyat sinyalleri gönderir ve türeticiye iki aşamalı fayda sağlar: İlk olarak, türetici yoğun saatlerde şebekeye verdiği üretim fazlası için daha fazla ödeme alabilecektir. İkincisi, bu saatlerde kendi elektriğini kendi tüketerek yüksek piyasa fiyatlarından kaçınabilecektir. Ticari müşterilerin sahip olduğu büyük ölçekli güneş enerjisi sistemleri için farklı fiyatlandırma sistemleri uygulanabilir. Ayrıca, küçük miktarlardaki üretim fazlasının gerçek zaman esasına dayandırılmasının masraflı bir ölçüm altyapısı gerektirdiği durumlarda kümeleyiciler (aggregators), çok sayıda farklı türeticiye paket hizmet sunarak yardımcı olabilmekte, birçok sistem faydasının ortaya çıkmasını sağlayabilmektedir: talep taraflı katılımın artması, tepe yükün ve yatırım gerekliliğinin azalması gibi. Otomasyon için dijital teknolojiler, toptan satış ve perakende piyasalarını birbirine bağlayan dinamik fiyatlandırma gibi yöntemlerin kullanılması, tüm bu süreçleri kolaylaştırıcaktır.

Elektrik kullanım zamanına göre fiyatlandırma sisteminin birçok modeli bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

**Gerçek zamanlı elektrik fiyatlandırması (Dinamik fiyatlandırma)** - Gerçek zamanlı elektrik fiyatlandırmasında, elektrik oranları gün boyunca sık sık değişir. Fiyatlar çok kısa aralıklarla (örneğin saatte bir) değişir ve tüketici her bir zaman aralığı için farklı bir fiyat sinyali alır. Bu sinyal, ilgili zaman aralığı içerisindeki

elektrik üretim maliyetlerini yansıtır. Bu tür fiyatlandırma genellikle büyük ticari müşteriler için kullanılır. Bunun nedeni, yüksek fiyat değişkenliğine cevap vermeye daha uygun olmalarıdır. Örneğin, fiyatlar belirli bir limitin üzerine çıktığında, kullandıkları makineleri kapatan teknolojiler kullanabilirler.

**Uygulama örneği:** ABD'de New York'taki büyük ticari müşteriler zorunlu gerçek zamanlı (saatlik) elektrik fiyatlandırmasına tabidir. Illinois eyaletinde ise iki kuruluş (Commonwealth Edison ve Ameren) konut kullanıcıları için gerçek zamanlı elektrik fiyatlandırması modelini uygulamaya başlamıştır. Bu tür bir fiyatlandırma, gün içerisinde ayrıntılı elektrik kullanım verisi sağlayan ve hizmet sağlayıcısının her bir saat aralığı boyunca enerji kullanımını ölçmesine ve kaydetmesine olanak sağlayan akıllı bir sayaç kullanılmasını gerektirir.

**Kullanım zamanı fiyatlandırması (Statik fiyatlandırma)** - En yaygın kullanılan elektrik kullanım zamanına göre fiyatlandırma sistemi olan kullanım zamanı fiyatlandırması, günü iki veya üç büyük aralığa böler ve her biri için farklı bir elektrik fiyatı belirler. Fiyatlar, pik-dışı fiyatlar (genellikle gecenin orta saatlerinden sabahın erken saatlerine kadar), yarı-pik fiyatlar (gündüz saatleri ve akşam) ve pik-fiyatlar (elektrik talebinin en yüksek olduğu saatler - genellikle öğleden sonra/akşam saatleri) olarak belirlenebilir. Bu oranlar, bir mevsim boyunca her gün sabit kalmakta, bir sonraki mevsim güncellenebilmektedir. Bu basit fiyatlandırma yöntemi elektrik tüketicilerini, talebin yüksek olduğu saatlerde elektrik kullanımını azaltmaya teşvik eder. Bununla birlikte, yıl içerisinde gerçekleşen sıcak hava dalgaları gibi önemli pik zamanlarda elektrik kullanımını azaltmaya teşvik etmemektedir. ABD'deki çoğu dağıtım şirketi elektrik kullanıcılarına gönüllü kullanım zamanı fiyatlandırması sunmaktadır ancak bu fiyatlandırma sisteminin kullanılma oranı oldukça düşüktür.

**Değişken puant yük fiyatlandırması** - Statik ve dinamik fiyatlandırma yöntemlerinin bir karışımıdır. Bu modelde farklı fiyatlandırma periyodları önceden tanımlanmıştır. Puant yük dönemi için gerçekleşen fiyatlar piyasa koşullarına göre değişmektedir.

**Kritik puant yük fiyatlandırması** - Bu fiyatlandırma ile kullanıcılar, elektrik fiyatının ertesi gün veya sonraki saatler içerisinde önemli ölçüde artacağını bildiren bir sinyal (e-posta veya metin alırlar ya da telefonla aranılırlar) alırlar. Müşteri, elektrik fiyatının yüksek olduğu dönemlerde kullanımını azaltarak, öz-tüketim ve/veya şebekeye elektrik satışı yaparak yüksek fiyatlar ödemekten kaçınabilir ve/veya gelir elde edebilir. Kritik puant yük fiyatlandırması, ABD genelindeki pilot programlar yoluyla çeşitli eyaletler ve kuruluşlar tarafından uygulanmıştır (örneğin Oklahoma).

**Kritik puant yük indirimi** - Kritik puant yük fiyatlandırmasına benzer şekilde, kritik puant yük indiriminde dağıtım şirketleri, elektrik kullanıcılarına kritik tepe zamanlarında, normal ortalama miktardan azaltılan her kWh elektrik için ödeme yapar. Kritik puant yük indirimi modeli, ABD'nin Washington DC ve Baltimore eyaletlerinde tüm kullanıcılara sunulmuştur.

*Kaynak: (IRENA, 2019b)*

## Bilgi Kutusu 8: İstanbul İlçe Belediyelerinin Çevre ve Enerji Performansı

Yeşil Gelecek Derneği, İstanbul'daki ilçe belediyelerinin çevre konusundaki mevcut durumunu ve yaklaşımını incelemek üzere bir araştırma yürütmüştür. Bu kapsamda İklim Krizi, Biyoçeşitlilik, Atık, Hava, Su, Ulaşım, Arazi Kullanımı, Enerji, Çevre Yönetimi ve Gürültü-Görüntü-Elektromanyetik-Işık genel başlıkları altında analizler yapılmıştır. Belediyelerin genel puanı ve her başlık altında aldığı puanlar belirlenmiş ve bu puanlama doğrultusunda Yeşil Belediye Karneleri ortaya çıkmıştır. İstanbul'da ilçe belediyelerinin 2015-2019 dönemi stratejik planı, 2016'dan başlayarak 2019'a kadar olan performans raporları, faaliyet raporları ve belediye resmi internet siteleri incelenerek değerlendirilmeye alınmış ve puanlaması yapılmıştır. 37 ilçe belediyesinin belirtilen belgelerine bakılarak gösterge setinde yer alan sorulardan evet yanıtına ulaşılanlara '1', hayır yanıtına ulaşılanlara ise '0' yazılmış; 249 gösterge doğrultusunda analizler yapılmıştır.

Bu göstergelerin Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği ile ilgili olanları aşağıda verilmiştir:

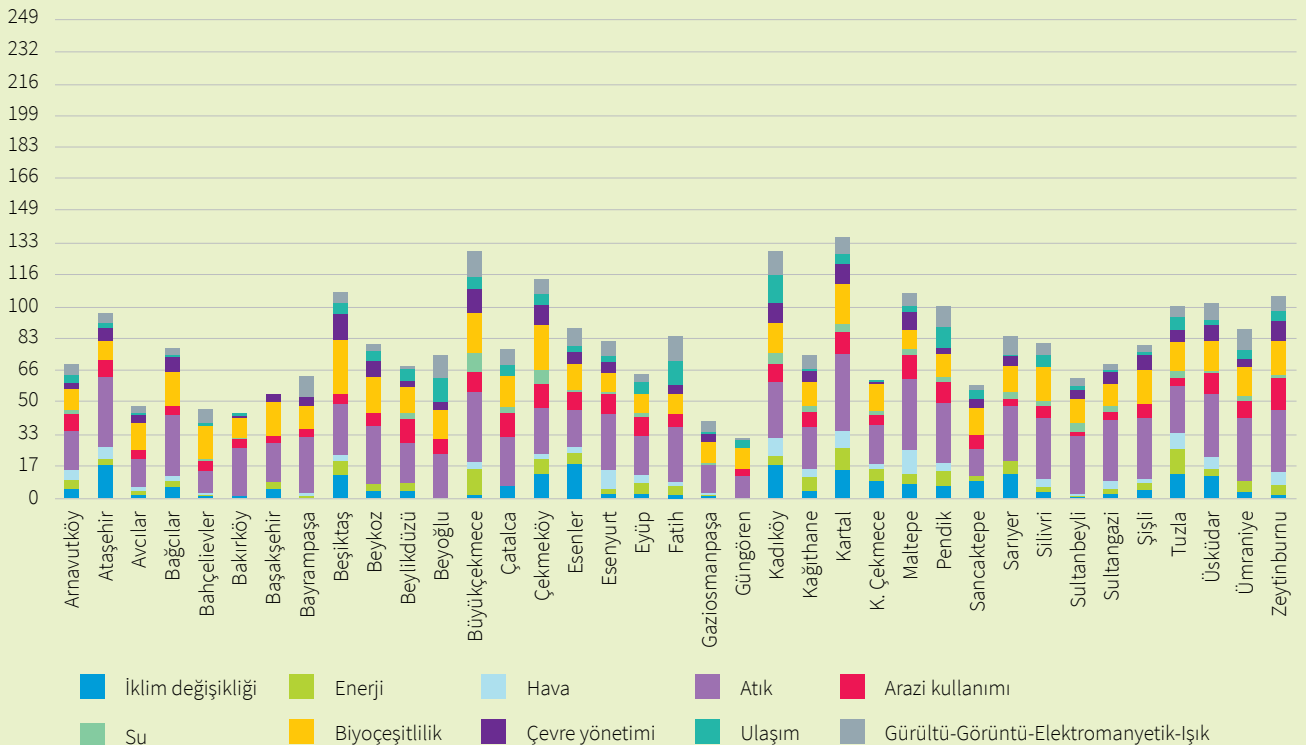
*Belediye bünyesinde enerji birimi var mıdır? / Temiz yenilenebilir enerji santralleri bulunuyor mu? / Temiz yenilenebilir enerji santrallerinin nicelik ve niteliği kamuya paylaşıyor mu? / Elektrik tasarrufu üzerine çalışması bulunmakta mı? / Web sitesi ve yerel kaynaklar aracılığıyla enerji tasarrufu konusunda yaptığı çalışmalarla ilgili kamuya bilgi veriliyor mu? / Temiz yenilenebilir enerji üretimini destekliyor mu? / Yenilenebilir enerji üretimini desteklediğini duyuruyor mu? / Kurum içi temiz yenilenebilir enerji konusuyla ilgili eğitim yapılıyor mu? / Kurum içi temiz yenilenebilir enerji konusuyla ilgili eğitimin niteliği ve içeriğini kamuya paylaşıyor mu?*

*Kurum içi enerji verimliliği ile ilgili eğitim veriliyor mu? / Kurum içi enerji verimliliği ile ilgili eğitimin niteliği ve içeriğini kamuya paylaşıyor mu? / Kurum binalarında ısı yalıtımı sağlanıyor mu? / Kurum binalarında uygulanan ısı yalıtımının niceliği ve niteliği kamuya paylaşıyor mu? / İlçe sınırları içinde enerji verimliliğine yönelik kamuyu teşvik edici çalışmalar yürütüyor mu? / İlçe sınırları içinde enerji verimliliğine yönelik kamuyu teşvik edici yürütülen çalışmalar duyuruluyor mu? / Şehir aydınlatmasına yönelik tasarruf çalışmaları var mı? / Şehir aydınlatmasına yönelik tasarruf çalışmaları duyuruluyor mu?*

Bu araştırmadan çıkan sonuçlara göre belediyelerin her başlıktaki performansı aşağıdaki gibidir.

### Yeşil Belediye Karnesinde Belirtilen Göstergelerin İlçelere Göre Uygulama Sayıları

#### Yeşil Belediye Karnesi Toplam Gösterge Adedi



Kaynak: (Yeşil Gelecek Derneği, 2019)

## Bilgi Kutusu 9: Cezeri Teknik Meslek Lisesi - Ankara

Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması Projesi kapsamında bütünleşik bina tasarımı yaklaşımı ile tasarlanan Cezeri Yeşil Teknoloji Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Yerleşkesi, Türkiye’de kamu binalarında enerji tüketimi ve buna bağlı sera gazı salımlarının maliyet etkin bir şekilde azaltılabileceği bir örnek bina olmak üzere inşa edildi. Bu tasarım Ekodenge liderliğinde, Alman mimarlık firması olan Willen Associates, İngiliz sürdürülebilirlik mühendisliği firması olan Atelier Ten ekipleri ve bu uluslararası çatı altında yer alan değerli uzmanların katkılarıyla gerçekleştirildi. Disiplinlerarası bir ekiple, yenilikçi ve araştırma odaklı bir tasarım süreci oldu. Bu süreçte en önemli hedef, bütünleşik bina yaklaşımıyla tasarlanacak çevre dostu yapının ülkemiz koşullarında gerçekleştirilebilir ve yaygınlaştırılabilir bir model oluşturmasıydı.



Sosyal, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik kriterlerinin her aşamada ve her açıdan değerlendirildiği ve çözümlerin sunulduğu bir tasarım yapıldı. Tasarım sürecinde, tüm çalışmalar, bina performansının ve kullanıcı konfor ve sağlığının en üst seviyede olması hedefine odaklandı. Teknik özelliklerin ve enerji verimliliğine ilişkin parametrelerin analizi için Bina Bilgi ve Enerji Modelleme çalışmaları gerçekleştirildi. Bina yönelimi, iklim verileri, bina dış kabuğu, ısıtma, soğutma, iklimlendirme ve termal konfor, yenilenebilir enerji sistemleri, aydınlatma gibi analizler ışığında tasarım kararları verildi. Maliyet ve yaşam döngüsü etki analizleri gerçekleştirildi. İyileştirmeler sonucunda da uygulama projeleri ve çevre dostu tasarım şartnameleri oluşturuldu. Bu süreçte mimari ürün, sürdürülebilirlik üzerine bir eğitim aracı olarak da ele alındı.

Enerji ve malzeme verimliliği için, mimari ve pasif tasarım prensipleri öncelikli olarak değerlendirildi. Bina kütleleri, güneş yönelimi ile ilgili prensipler ışığında şekillendi. Yüksek performanslı bina kabuğu tasarlanarak doğrama özellikleri ve detay çözümleriyle ısı kayıpları en aza indirildi. Peyzaj tasarımı yapının bir bileşeni olarak ele alındı ve enerji verimliliğini destekleyecek kriterlerle oluşturuldu. Güneş enerjisi, yenilenebilir enerji sistemleri ve ısı geri kazanımlı klima santralleri gibi güncel teknolojiler tasarıma dahil edildi. Entegre edilen tüm sistemlerin birarada ve doğru çalışmasını sağlayacak bir otomasyon sistemi ile yapıların işletme sürecinin de yönetilmesi hedeflendi.

*Kaynak: (Arkiv, 2017)*



## 7. Sonuç

Çatı üstü FV sistemlerin, Türkiye'deki binaların enerji tüketimini yüzde yüz öztüketim varsayımıyla karşılama potansiyelini teknik ve ekonomik açılardan değerlendiren bu çalışmadan önemli sonuçlar çıkmıştır. Binaların elektrikli ekipmanlar ve yemek pişirme hariç tüm elektrik ihtiyacının %17'sini karşılayabilen FV sistemler, tüm birincil enerji ihtiyacının da %11'ini sağlayabilmektedir. 55 GW'lık teorik potansiyele karşın, 14,9 GW'lık toplam teknik potansiyel yıllık 22 TWh elektrik üretebilmektedir. Şebeke paritesindeki ekonomik potansiyel ise 4,5 GW olarak öne çıkmaktadır. Özellikle konut binalarında çatı üstü FV sistemlerin uygulanabilir olması ilk yatırım maliyetlerinin 1.200 ABD\$/kW ve altına düşmesine doğrudan bağlıdır.

Ekonomik değerlendirmede aksi belirtilmedikçe maliyetler ve diğer göstergeler herhangi bir finansal destek varsayılmadan hesaplanmıştır. Bina tipi bazında ticari, kamu ve sanayi binaları ve iklim bölgesi bazında dördüncü bölge ekonomik performans açısından önde görünmektedir. Konut binaları için destek paketleri, diğer binalardaki getirileri elde etme açısından gereklidir. Maliyet-fayda analizinin ardından çatı üstü FV sistemlerin uygulanması konusunda politika mekanizmaları ve olası finansman araçları ile Türkiye'deki mevcut sistem örnekleri verilmiştir. Mahsuplaşmaya alternatif olarak, garantili satın alım tarifeleri, prim sistemleri ve net-billing gibi yöntemler bulunmakta olup bu sistemlerin de maliyet ve faydalarını analiz etme gerekliliği doğmaktadır. Ayrıca çatı üstü FV sistemlerin hayata geçmesini destekleyebilecek krediler, hibeler ve sigortalar gibi birçok finansman mekanizması da bulunmaktadır.

Bu araştırma bir yol haritası olmaktan çok, çatı üstü FV sistemlerin potansiyelinin değerlendirildiği bir çalışma olmuştur. İzlenecek politikalar ve uygulamalar konusunda daha derinlemesine analiz amacıyla bu çalışma baz alınarak, 2023 ve 2030 yılları için projeksiyonlar yapılması ve planlama oluşturulması önerilmektedir.





## 8. Referanslar

- Ecofys, İstanbul Aydın University ve İZODER, 2018. "Türkiye Bina Sektörü Enerji Verimliliği Teknoloji Atlası". Ankara: GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. <https://www.giz.de/de/downloads/giz2019-en-turkish-building-sector.pdf>.
- EİGM Denge, 2018. <http://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari>.
- EMO, 2019. [http://www.emo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=93667](http://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=93667).
- Enerji Atlası, 2019. "Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası". <https://www.enerjiatlas.com/gunes-enerjisi-haritasi/turkiye>.
- Enerji Günlüğü, 2019. <https://www.enerjigunlugu.net/mentese-otogari-gunesle-tukettiginden-fazla-elektrik-uretti-35059h.htm>.
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018. "Enerji Denge Tablolari". <http://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari>.
- Enerji İthalatı, 2019. BloombergHT. <https://www.bloomberght.com/enerji/haber/2194843-enerji-ithalati-faturasi-2018-de-yuzde-15-6-artti>.
- Enerji Kaynakları, 2018. Enerji Portalı (blog). <https://www.enerjiportali.com/enerji-nedir-enerji-kaynaklari-nelerdir/>.
- Enerji Panorama, 2019. <http://www.tenva.org/wp-content/uploads/2013/08/EnerjiPanorama-KAPAK-Kas%C4%B1m-2019-SMALL.pdf>.
- ETIP, 2018. <https://etip-pv.eu/publications/etip-pv-publications/>.
- GEPA, 2019. <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/>.
- GM Dergi, 2019. <https://www.gmdergi.com/guncel/dunya-otel-haritasinda-turkiye-12-sirada>.
- GÜNDER, 2019b. <https://gunder.org.tr/wp-content/uploads/F%C4%B1nansman-modelleri.pdf>.
- GÜNDER, 2019a. <https://www.gunder.org.tr/gunder-mahsuplasma-yonetmeligi-ile-turkiyede-gunes-catilardan-yukselecek/>. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/05/20190512-1.htm>.
- GÜYAD, 2019b. <http://www.guyad.org/Eklenti/155,2019-yili-kasim-ayi-sonu-itibariyle-ulkemizin-birincil-.pdf?0>.
- GÜYAD, 2019a. <http://www.guyad.org/TR,183/2018-yenilenebilirin-yili-oldu.html>.
- Huang vd, 2019. <http://www.diva-portal.org/smash/search.jsf?dsid=-5637>.
- IEA, 2019. <https://www.iea.org/reports/renewables-2019/distributed-solar-pv#abstract>.
- IEEFA, 2019. "Accelerating the Transition to a Diverse, Sustainable and Profitable Energy Economy". [https://ieefa.org/wp-content/uploads/2019/12/TR\\_New-Incentives-Brighten-Turkey-Rooftop-Solar-Sector\\_December-2019.pdf](https://ieefa.org/wp-content/uploads/2019/12/TR_New-Incentives-Brighten-Turkey-Rooftop-Solar-Sector_December-2019.pdf).
- İNTEs, 2019. [https://intes.org.tr/wp-content/uploads/2019/08/insaat\\_raporu-a%C4%B1Fustos](https://intes.org.tr/wp-content/uploads/2019/08/insaat_raporu-a%C4%B1Fustos).
- IRENA, 2019b. Innovation Landscape for a Renewable-Powered Future: Solutions to Integrate Variable Renewables. [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Feb/IRENA\\_Innovation\\_Landscape\\_2019\\_report.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Feb/IRENA_Innovation_Landscape_2019_report.pdf).

- IRENA, 2017. "Boosting solar PV markets\_IRENA". <https://www.irena.org/publications/2017/Sep/Boosting-solar-PV-markets-The-role-of-quality-infrastructure>.
- IRENA, 2019a. "Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf" [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA\\_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf).
- Kabakçı, Oğuz Kürşat, 2018. "BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ". <https://docplayer.biz.tr/167985960-Binalarda-enerji-verimliliği-oguz-kursat-kabakci-enerji-ve-tabii-kaynaklar-uzmani-enerji-verimliliği-ve-cevre-dairesi-baskanlığı.html>.
- Kentsel Dönüşüm, 2019. <https://csb.gov.tr/kentsel-donusum-eylem-plani-aciklandi-bakanlik-faaliyetleri-28602>.
- Arkiv, 2017. "Cezeri Yeşil Teknoloji Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Binası". <http://www.arkiv.com.tr/proje/cezeri-yesil-teknoloji-teknik-ve-endustri-meslek-lisesi-binasi/7271>.
- Resmi Gazete, 2019. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/05/20190512-1.htm>.
- Resmi Gazete, 2008. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/10/20081009-2.htm>.
- Roger Andrews, 2016. "Solar PV Capacity Factors in the US – the EIA Data". Energy Matters (blog). <http://euanmearns.com/solar-pv-capacity-factors-in-the-us-the-eia-data/>.
- Kuruseelan, S. ve Vaithilingam, C., 2019. "Peer-to-Peer Energy Trading of a Community Connected with an AC and DC Microgrid". Energies 12 (19): 3709. <https://doi.org/10.3390/en12193709>.
- SHURA, 2018c. "Rüzgar ve Güneş Enerjisi Yatırımlarının Sistem Odaklı Yerleştirilmesi". SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi. [https://www.shura.org.tr/wp-content/uploads/2018/10/rapor\\_TRweb.pdf](https://www.shura.org.tr/wp-content/uploads/2018/10/rapor_TRweb.pdf).
- SHURA, 2018b. "Türkiye’de Enerji Dönüşümü ve Özel Sektörün Rolü" <https://www.shura.org.tr/turkiyede-enerji-donusumu-ve-ozel-sektorun-rolu/>.
- SHURA, 2018a. "Türkiye’nin Enerji Sisteminde Yenilenebilir Kaynakların Artan Payı: İletimde Genişleme ve Esneklik Seçenekleri". SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi. <https://www.shura.org.tr/turkiyenin-enerji-sisteminde-yenilenebilir-kaynakların-artan-payı-iletimde-genisleme-ve-esneklik-secenekleri/>.
- SHURA, 2019. SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi (blog). [https://www.shura.org.tr/turkiyede\\_enerji\\_donusumunun\\_finansmanı/](https://www.shura.org.tr/turkiyede_enerji_donusumunun_finansmanı/).
- SHURA, 2020. "Türkiye enerji dönüşümünü hızlandırmak için 2020 yılı sonrası düzenleyici politika mekanizması seçenekleri: şebeke ölçeğinde rüzgar ve güneş enerjisi kapasite kurulumları. SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi". [https://www.shura.org.tr/turkiye\\_enerji\\_donusumunu\\_hizlandirmak\\_icin\\_2020\\_yili\\_sonrasi\\_duzenleyici\\_politika\\_mekanizması\\_secenekleri\\_sebeke\\_olceginde\\_ruzgar\\_ve\\_gunes\\_enerjisi\\_kapasite\\_kurulumları-2/](https://www.shura.org.tr/turkiye_enerji_donusumunu_hizlandirmak_icin_2020_yili_sonrasi_duzenleyici_politika_mekanizması_secenekleri_sebeke_olceginde_ruzgar_ve_gunes_enerjisi_kapasite_kurulumları-2/).
- TEDAŞ, 2019. "2019 Ekim Tarifeleri". [http://www.tedas.gov.tr/sx.web.docs/tedas/docs/elektriktarifeleri//2019Ekim\\_Elektriktarifeleri.pdf](http://www.tedas.gov.tr/sx.web.docs/tedas/docs/elektriktarifeleri//2019Ekim_Elektriktarifeleri.pdf).
- TEİAŞ, 2019. "YÜK TEVZİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI - KURULU GÜÇ RAPORU-KASIM 2019". TÜRKİYE ELEKTRİK İLETİM A.Ş. [https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2019-12/kurulu\\_guc\\_kasim\\_2019.pdf](https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2019-12/kurulu_guc_kasim_2019.pdf).
- TEİAŞ, 2020. <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/aylik-elektrik-uretim-tuketim-raporlari>.

- TMMOB, 2009. [http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/cf3e258fbdf3eb7\\_ek.pdf](http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/cf3e258fbdf3eb7_ek.pdf).
- TSKB, 2019. <https://www.aa.com.tr/tr/sirkethaberleri/finans/tskb-aiib-ile-yeni-kredi-anlasmasi-imzaladi/646521>.
- TÜREB, 2019. <https://www.tureb.com.tr/en>.
- TÜROB, 2019. <http://www.turob.com/tr>.
- TÜİK, 2019. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1055](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1055).
- Ugur, Emin, 2011. “Konutlarda Enerji Kullanım Eğilimleri ve Tüketime Çevre Faktörleri ile İlişkisi, Bursa Örneği”. [http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/297644a5f701766\\_ek.pdf?dergi=1148](http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/297644a5f701766_ek.pdf?dergi=1148).
- World Bank, 2018. “Turkey - Rooftop solar PV market assessment : final report”. <http://documents.worldbank.org/curated/en/318801537299381731/Turkey-Rooftop-solar-PV-market-assessment-final-report>.
- Yeşil Ekonomi, 2019. <https://yesilekonomi.com/alman-hukümetinden-türkiye-güneş-yatırımcılarına-45-milyon-avro-kredi/>.
- Yeşil Gelecek Derneği, 2019. “YEŞİL BELEDİYE KARNESİ” <https://yesilgelecekdernegi.org/yesil-belediye-karnesi-2/>.
- Yeşilist, 2019. <https://www.yesilist.com/seferihisar-kendi-elektrigini-uretiyor/>.

# EK – İklim bölgelerinde %30 düşük yatırım maliyeti varsayımıyla ekonomik göstergeler

## Birinci İklim Bölgesi

Bina Tipi	Toplam Yatırım Maliyeti (ABD\$)	Aylık Tasarruf (ABD\$/ay)	NPV (ABD\$)	IRR (%)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
Tek Haneli Konut	328.533.702	3.273.864	75.405.923	%7,70	10,04
Çok Haneli Konut	1.775.513.353	19.904.773	722.514.125	%9,63	8,73
Ticari & Kamu & Sanayi	418.118.686	12.384.135	1.266.354.269	%33,44	2,98
Eğitim	93.735.492	2.140.915	193.397.987	%25,12	3,94
Otel	5.808.962	132.676	11.985.231	%25,12	3,94
Sağlık	19.164.884	437.725	39.541.586	%25,12	3,94
AVM	1.345.005	30.720	2.775.056	%25,12	3,94

## İkinci İklim Bölgesi

Bina Tipi	Toplam Yatırım Maliyeti (ABD\$)	Aylık Tasarruf (ABD\$/ay)	NPV (ABD\$)	IRR (%)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
Tek Haneli Konut	664.571.478	6.160.472	86.728.688	%6,57	10,96
Çok Haneli Konut	5.115.978.388	53.352.346	1.511.953.848	%8,43	9,51
Ticari & Kamu & Sanayi	864.279.820	23.812.885	2.363.273.859	%30,92	3,22
Eğitim	226.559.700	4.813.595	416.026.712	%23,13	4,26
Otel	14.377.979	305.481	26.401.973	%23,13	4,26
Sağlık	52.809.362	1.122.013	96.972.698	%23,13	4,26
AVM	2.629.251	55.862	4.828.037	%23,13	4,26

## Üçüncü İklim Bölgesi

Bina Tipi	Toplam Yatırım Maliyeti (ABD\$)	Aylık Tasarruf (ABD\$/ay)	NPV (ABD\$)	IRR (%)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
Tek Haneli Konut	450.839.026	4.492.647	103.477.765	%7,70	10,04
Çok Haneli Konut	2.487.527.171	27.886.956	1.012.255.704	%9,63	8,73
Ticari & Kamu & Sanayi	465.636.433	13.791.549	1.410.271.065	%33,44	2,98
Eğitim	149.090.646	3.405.225	307.608.464	%25,12	3,94
Otel	7.010.141	160.111	14.463.541	%25,12	3,94
Sağlık	31.894.538	728.470	65.805.804	%25,12	3,94
AVM	1.493.986	34.123	3.082.438	%25,12	3,94





### **İstanbul Politikalar Merkezi**

İstanbul Politikalar Merkez (İPM) demokratikleşmeden iklim değişikliğine, transatlantik ilişkilerden çatışma analizi ve çözümüne kadar, önemli siyasal ve sosyal konularda uzmanlığa sahip, çalışmalarını küresel düzeyde sürdüren bir politika araştırma kuruluşudur. İPM araştırma çalışmalarını üç ana başlık altında yürütmektedir: İPM-Sabancı Üniversitesi-Stiftung Mercator Girişimi, Demokratikleşme ve Kurumsal Reform, Çatışma Çözümü ve Arbuluculuk. 2001 yılından bu yana İPM, karar alıcılara, kanaat önderlerine ve paydaşlara uzmanlık alanına giren konularda tarafsız analiz ve yenilikçi politika önerilerinde bulunmaktadır.

### **European Climate Foundation**

European Climate Foundation (ECF) Avrupa'nın düşük karbonlu bir toplum haline gelmesine yardımcı olabilmek ve iklim değişikliğiyle mücadelede uluslararası alanda güçlü bir lider rolü oynayabilmek amacıyla kurulmuştur. ECF, her türlü ideolojiden uzak kalarak düşük karbonlu bir topluma geçişin "nasıl" olacağı konusunu odağına alır. Ortaklarıyla yaptığı iş birliği kapsamında ECF, bu geçişte kilit rol oynayacak patikaları ve farklı alternatiflerin sonuçlarını ortaya çıkararak bu tartışmalara katkı sağlamayı hedefler.

### **Agora Energiewende**

Agora Energiewende; Özellikle Almanya ve Avrupa olmak üzere tüm dünyada temiz enerjiye başarılı bir geçiş yapılmasını sağlamak amacıyla veri odaklı, politik açıdan uygulanabilir stratejiler geliştirir. Bir düşünce kuruluşu ve politika laboratuvarı olan Agora; yapıcı bir fikir alışverişi sağlarken siyaset, iş ve akademi dünyasından paydaşlarla da bilgi birikimini paylaşmayı hedefler. Kâr amacı gütmeyen ve bağışlarla finanse edilen Agora, kendini kurumsal ve siyasi çıkarılara değil, iklim değişikliğiyle mücadeleye adanmıştır.



Evliya Çelebi Mh. Kibelezade  
Sk. Eminbey Apt. No:16 K:3 D:4  
34430 Beyoğlu / İstanbul  
Tel: +90 212 243 21 90  
E-mail: info@shura.org.tr  
[www.shura.org.tr](http://www.shura.org.tr)

SHURA Kurucu Ortakları:

