

# EVSEL ÇÖZÜMLERDE FOTOVOLTAİK GÜNEŞ ENERJİSİ İLE ELEKTRİK ÜRETİMİ VE ISITMA SİSTEMİ ENTEGRASYONUNDA ENERJİ DEPOLAMANIN ÖNEMİ

*Importance of Energy Storage for Integration of Solar Energy in Residential Electric Generation and Heating Systems*

**Veli Özbek**

Mevcut veya yeni yapılacak evsel sistemlerde çatıya kurulacak olan fotovoltaik (PV) sistemin ısı pompalarına veya hali hazırda kurulmuş olan mekanik tesisata bağlanmasıyla üretilen elektrik enerjisi ile evin yüklerinin karşılanması mümkün olabilmektedir. Üretilen fazla elektrik enerjisinin bir sıcak su boylerine veya depolama tankına aktarılmasıyla öz tüketim oranı artırılarak sisteme destek sağlanmaktadır. Böylece PV sisteminden elde edilen elektrik daha verimli ve farklı amaçlarla kullanılabilir. PV sistemiyle beraber bataryalarda ve depolama tanklarında enerji depolanmasıyla çeşitli esnek çözümler üretilebilmektedir. Lityum iyon bataryalar enerji fazlasını elektrik olarak depolayıp akşam güneşin zayıfladığı veya güneşten gelen enerjinin yetersiz olduğu zamanlarda yükleri beslemektedir. Yaz boyunca PV panellerden evin elektrik yüklerini karşılamadan yanı sıra, üretilen fazla enerji ile sıcak su hazırlanması desteği ve/veya kalan enerjiyi araç şarj ünitelerine aktarmak mümkün olabilmektedir. Fazla enerjiyle hazırlanan sıcak su ayrıca depolama tankında daha sonra kullanım için saklanarak, güneşin olmadığı saatlerde enerji gerektirmeden sıcak su sağlanmaktadır. PV ile beraber enerji depolamaların kullanılması ile 100% öz tüketim elde edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş enerjisi, Fotovoltaik, Konutlar, Enerji depolama, Güneşle ısıtma.

## ABSTRACT

In this study, the effect of lighting and air-conditioning energy loads was evaluated on total electric consumption in office buildings. This evaluation took account of calculated values combined the lighting and the thermal condition effects. It was in terms of saved energy by using a daylight responsive different glazing system in comparison with an artificial lighting system by obtaining the numerical and experimental results during one year. Furthermore the weather conditions were considered by classifying the days as clear, mixed or overcast. Energy savings obtained by daylight responsiveness was investigated by evaluating the differences of glazing units according to the months and seasons. According to the results of this experimental study, up to 30% energy saving on total electric consumption could be obtained for suitable glazing units.

**Key Words:** Solar energy; Photovoltaics, Residential, Energy storage, Solar heating.

## 1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinin en köklü değişiminin gerçekleştiği bir dönemden geçiyoruz. Alışlagelen kalıplar, alışkanlıklar, teknikler her şey hızla yıkılıyor. Hayatımız artık daha mobil ve daha etkileşimli alanlara doğru değişiyor. Bununla birlikte yaşadığımız ve çalıştığımız mekanlar, kullandığımız araçlar için hem teknoloji hem de teknolojiyi kullanma alışkanlıklarımızda çok büyük değişiklikler yaşanıyor. Artık internet ve teknoloji hayatımızın vazgeçilmezi olmuştur. Herkesle her yerden bağlanmak, dünyanın her



yeriyle, her kesimiyle iletişimde kalmak istiyoruz. Tabii ki bu kadar etkileşimde kalmak farklı uygulama ve yaşam biçimlerinin bilinir olması ve yaygınlaşması anlamına geliyor. Bu durumlar aklımıza şu soruları getirmektedir :

- Tüm bu yenilikleri ve gelişmeleri nasıl sürdürüp, geliştireceğiz?
- Bu süreci bir sonraki aşamaya nasıl dönüştüreceğiz?

Bu gelişmelerle beraber pazar değişmekte ve firmalar uyum sağlamak için ürün/hizmetlerini değiştirmektedir. Devletler toplumu ve ekonomiyi kapsayacak hukuksal ve sosyal değişimler yaparak yeni kurulacak dünyaya hazırlanmaktadır. Geliştirilecek yeni ürünler diğer sektördeki ürünlerle uyum sağlamalıdır. Yaşadığımız her şeyin bu yeni sistemin bir parçası olduğunu unutmamalıyız. Bütünden ayrı, genel gidişi destekleyemeyecek bireysel bir çözüm için çaba göstermeliyiz.

Bu bilgiler ışığında enerji dünyasını incelediğimizde şu konular öne çıkmaktadır:

- Sürekli bağlana bilirlilik için enerjinin kesintisiz olması
- Hareketlilik ve otonom için taşınabilir enerjiye ihtiyaç duyulması
- Elektrifikasyonun zorunluluğu
- Yeni teknolojilerin kullanıcılarının çevreye ve insana karşı daha duyarlı olmalarının yenilenebilir kaynakların önemini ve kullanım alanlarını artırması
- Yeni finansal modeller geliştirilmesi, daha kısa geri dönüşüm süreleri olan hibrit çözümlerin sunulması

Bugün için enerji ihtiyaçlarımızı karşıladığımız fosil yakıtlar, buna bağlı santraller ve nükleer santraller hem çevre ve hem de maliyet açısından çok pahalı kaynaklardır. Yenilenebilir enerji kaynakları bu tür yakıtların kullanım oranını azaltmaktadır. Toplumda artan çevre bilinci elektrikli araçlar ve mikro şebekelere duyulan ilgi her geçen gün artmaktadır. Yenilenebilir kaynakların heterojen ve kesikli yapısından kaynaklanan temel sorun enerjinin depolanmasıyla aşılabilmektedir. Yenilenebilir kaynakların temel bir yük olarak kullanılmasını sağlayacak sistemlerde depolama sistemleri olmalıdır. Üretim süresince ihtiyaç fazlası enerjiyi depolamak, ısı enerjisine çevirmek veya bir ısı pompası üzerinden konutu, ofisi hatta büyük mekanları ısıtmak çok yakın zamanda hayatımıza girecektir. Böylelikle güneşin yeterli olmadığı durumlarda enerjimizi bu depolama sistemlerinden kesintisiz ve sürekli şekilde sağlamak mümkün olacaktır.

Bu bildiride evsel uygulamalarda güneş enerjisinden yararlanarak fotovoltaik ile elektrik üretimi, ısıtma, ve enerji depolama sistemleri tanıtılacaktır. Yerköy, Yozgat'da bulunan bir örnek sistemde kullanılan bileşenlerin özellikleri ve güneş enerjisinden yararlanma performansları verilecektir.

## 2. KENDİ ÇATINIZDAN GÜNEŞ ENERJİLİ YEŞİL ÇATILARA

Fotovoltaik sistem kendi kendinize elektrik üretmek için basit ve ucuz bir çözümdür. Kendi güneş enerjisi santralinizle, artan elektrik fiyatlarından bağımsızlık kazanır ve ekolojik ayak izinizi azaltabilirsiniz. Bu sistemlerin sağlayabileceği katkılar şunlardır:

- Maliyetleri azaltmak
- Güneş enerjisi ile en ucuz enerji türünü kullanmak
- Dış kaynaklara bağımlılığı azaltmak
- Piyasadan bağımsız olarak kendi elektriğinizi üretmek
- CO<sub>2</sub> tasarruf etmek
- Kendi güneş enerjisi santralinizle ekolojik ayak izinizi azaltmak

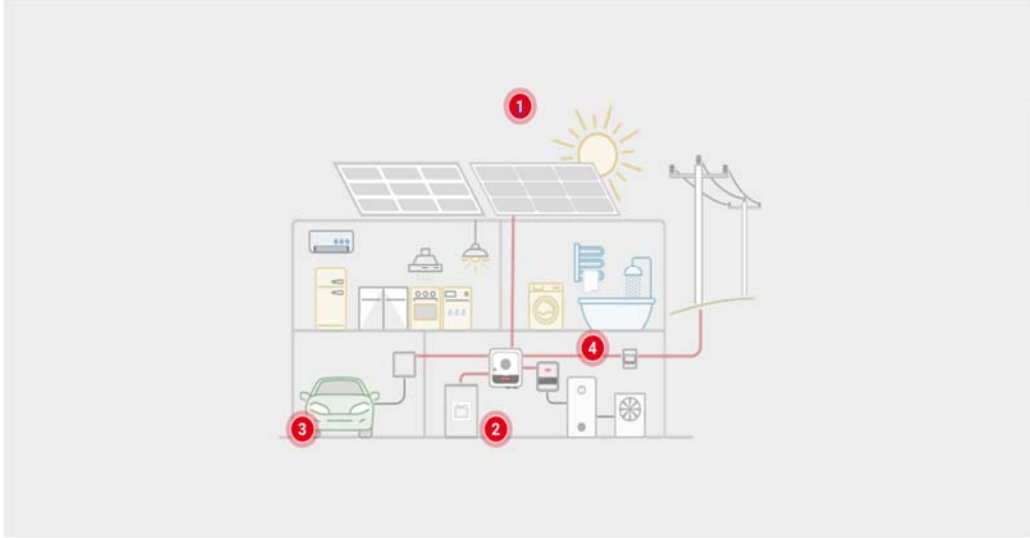
Fosil yakıtlardan kademeli olarak uzaklaşarak , ısıtma (modern ısı pompalı ısıtma sistemleri) ve mobilite (elektrikli arabalar) sektörlerinde daha fazla elektrik tüketeceğiz . Bu nedenle, artan elektrik

talebinin sürdürülebilir ve uygun maliyetli bir şekilde nasıl karşılanabileceği hakkında bugün düşünmeye başlamak akıllıca olacaktır.

Bir fotovoltaik sistem, sadece evinizin elektrik ihtiyaçlarını karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda ortam ısıtması, kullanım sıcak suyu üretimi ve/veya elektrikli araba şarjı gibi birçok evsel ihtiyaç için beraberce kullanılabilir.

## 2.1. Güneş Enerjisi Sistemi

Evsel çözümlerde kullanılacak güneş enerjisi sisteminin genel görünümü Şekil 1'de gösterilmiştir.



**Şekil 1.** Güneş enerjisi evsel uygulama genel görünüm [1] (kaynak)

Şekil 1'de verilen görünümdeki bileşenler şunlardır:

1. Fotovoltaik (PV) sistem: PV modülleri ve inverter sürdürülebilir bir enerji çözümünün temelini oluşturur. Bu bileşenlerle evinizin kendi çatısında elektrik üretebilirsiniz.
2. Depolama sistemi: PV sisteminizi bir depolama ünitesi ile genişleterek, kendi ürettiğiniz elektriği güneşin yetersiz olduğunda da kullanabilirsiniz.
3. E-mobilite sistemi: Elektrikli aracınızı kendi çatınızdan güneş enerjisi ile şarj ederek, aracınıza sadece yeşil enerji ile güç sağlamakla kalmaz, aynı zamanda şebekeden gelen elektriği de ödemek zorunda kalmazsınız.
4. Isıtma sistemi: PV sisteminizden gelen enerji ile örneğin kullanım suyu ısıtmak veya ısıtma tesisatı suyunu ısıtmak için kullanabilirsiniz. Bu PV sisteminizin kendini daha da hızlı amorti edeceği anlamına gelir.

## 2.2. Güneş Enerjisinin Esnek Kullanımı için Enerji Depolaması

PV sistemiyle, güneş parlarken kendi güneş enerjinizi üretir ve kullanırsınız. Güneş enerjisinden kesintisiz yararlanmak için bir depolama ünitesine ihtiyaç vardır. Kendi ürettiğiniz elektriğe ihtiyacınız olduğu anda, hatta güneşin olmadığı sabah ve akşam saatlerinde bile ulaşabilirsiniz.

### 2.2.1. Enerji Depolama Sistemlerinin Avantajları

Tipik bir evsel kullanımda elektrik talebi sabah ve akşam saatlerinde en yüksektir. Bu dönem tam olarak PV sisteminin çok az veya hiç elektrik ürettiği zaman dilimleridir. Aynı zamanda bu dilimler şebeke elektriğinin en pahalı olduğu saatlerdir. Elektrik talebini bu saatlerde depolama ünitesinden karşılayabiliriz. PV sistemlerin çoğu, şebeke kesintisi sırasında otomatik olarak şebekeden ayrılır ve kapatılır. Böylece karartma durumunda yedek güç kaynağı olarak işlev görür. Yedek güç işlevine ve



bir enerji depolama birimine sahip bir invertör, PV sisteminin şebeke bağlantısı kesildiğinde de çalıştığını ve elektrik kesintisi sırasında kendi enerjinizi kendinize sağlamaya devam edebileceğiniz anlamına gelir.

Enerji depolamasının sağladığı avantaj aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Daha düşük enerji maliyetleri – kendi güneş enerjinizden daha fazlasını kullanın, şebekeden daha az enerji çekin ve tasarruf edin.
- Bağımsızlığı artırın – depolama ünitesi ile artan elektrik fiyatlarından bağımsızlık kazanırsınız.
- Garantili güç kaynağı – elektrik kesintisi olduğunda, kendi güneş enerjinizi depolama ünitesinden sağlayabilirsiniz.

### 2.2.2. Enerji Depolamasıyla Esnek Kullanım

Üretilen güneş enerjisi evin her yerinde esnek bir şekilde enerji depolamasıyla kullanılabilir. İhtiyaca göre kullanım suyunu ısıtmak veya ısınma suyunu ısıtmak mümkündür. Burada kullanılan bir depolama tankıyla sıcak suyu üretiminin fazlası da depolanabilir. Böylece kendi güneş enerjinizin çoğunu kullanabilir ve daha fazla enerji maliyetinden tasarruf edebilirsiniz.

PV ile elektrik üretiminin yanı sıra sıcak su elde edilmesiyle sağlanan esneklikler ile şu kazanımlar yol açar:

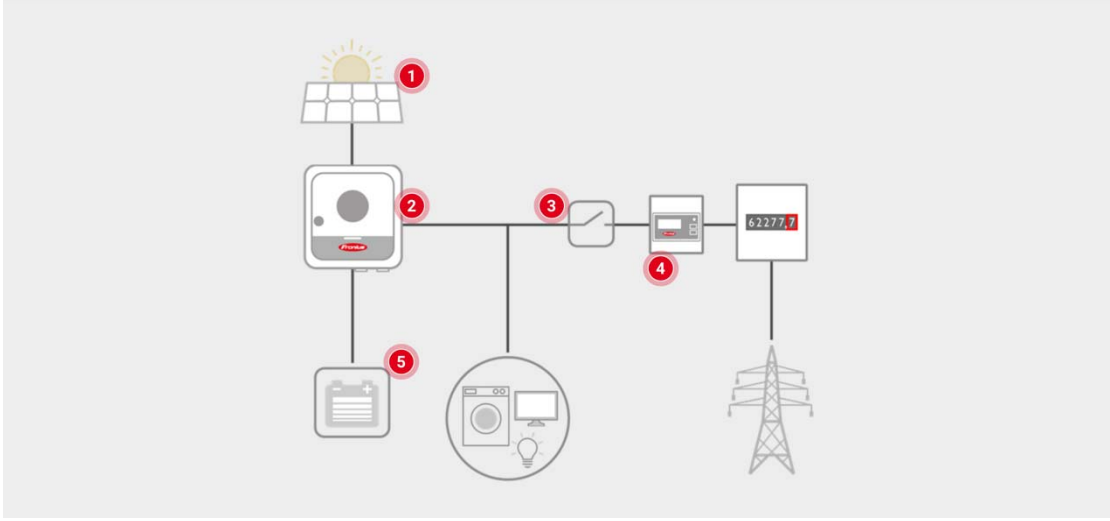
- Daha fazla güneş enerjisi kullanın – fazla güneş enerjisini şebekeye satmak yerine, sıcak su üretmek için kullanın, enerji maliyetlerinizi düşürün
- Isıtma sistemini koruyun – yaz aylarında tamamen kapatabileceğiniz ısıtma sisteminizin ömrünü uzatın, daha fazla tasarruf edin.
- Bağımsız olun ve iklimi koruyun – kendi temiz enerji kaynağınızı kullanın, fosil yakıt tüketmeyin

### 2.2.3. Enerji Depolaması PV Sistemi Entegrasyonu

Şekil 2 de PV sistemiyle enerji depolama bağlantısının bileşenleri şematik olarak gösterilmiştir. Bu sistemde aşağıdaki bileşenler bulunmaktadır:

1. PV modülleri
2. İnverter
3. Yedek güç devresi
4. Smart meter
5. Enerji depolama (Lityum iyon batarya)

Burada kullanılan “Smart Meter”, öz tüketimini optimize eden ve eve ait yük eğrisini kaydeden çift yönlü bir sayaçtır. Yüksek hassasiyetli ölçümler ve ara yüz üzerinden hızlı iletişim sayesinde besleme sınırları uygulandığında dinamik besleme kontrolü sayaca göre daha hızlı ve doğru sonuçlar elde edilir. Bu cihaz sayesinde evdeki güç tüketimini açık bir şekilde izlemek mümkündür. Çeşitli enerji akışlarının koordineli yönetimini sağlar ve genel enerji yönetimini optimize eder.



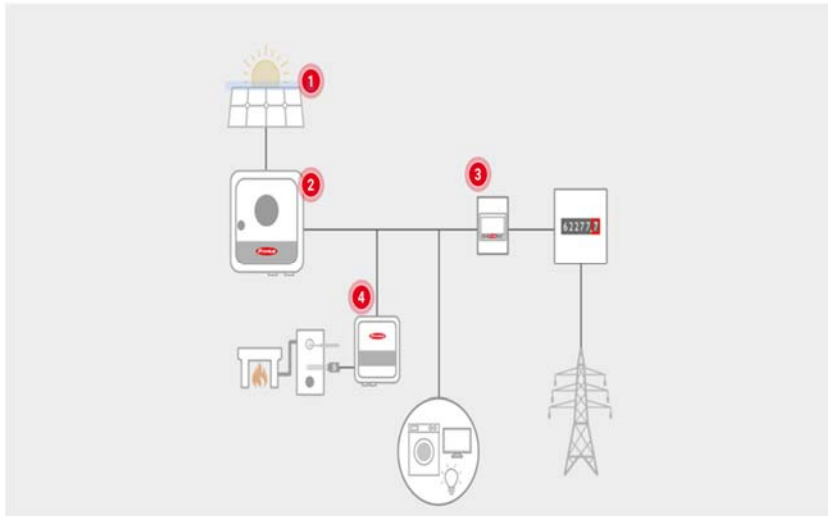
Şekil 2. PV sistemiyle enerji depolama bağlantısının bileşenlerinin şematik gösterimi

### 3. GÜNEŞ ENERJİSİ ISITMA SİSTEMİ ENTEGRASYONU

Evinizin ısı pompası veya gaz, yağ veya pelet kullanan mevcut ısıtma sistemini PV sistemiyle sistemini destekleyebilirsiniz. Güneşten elektrik üretiminin fazlası ısı üretmek için kullanılabilir. Şekil 3'de PV sistemine ısıtma sisteminin entegrasyonu görülmektedir. Buradaki bileşenler şunlardır:

1. PV modülleri
2. İnvörtör
3. Smart meter
4. Isıtma sistemine bağlantı sağlayan kontrol cihazı

Bu seçenek, yaz aylarında ısıtma sisteminizi tamamen kapatmanıza da olanak tanır ve az miktarda sıcak su için tüm ısıtma sistemini etkinleştirmeniz gerekmez. Böylece enerji maliyetlerinizi azaltmanın yanı sıra aynı zamanda ısıtma sisteminizin hizmet ömrü de uzatılır.



Şekil 3. Isıtma sistemi entegrasyonu

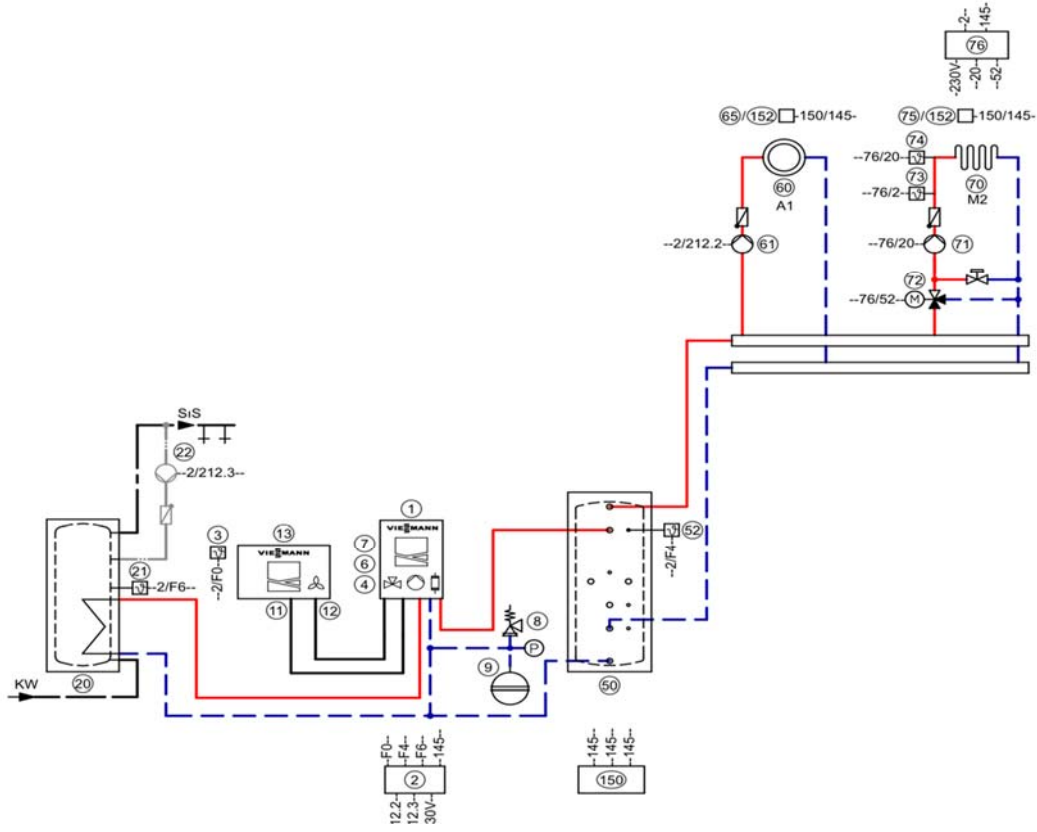
#### 4. EVSEL UYGULAMA ÖRNEĞİ

2018 Ekim ayında devreye alınan Yerköy, Yozgat'da bulunan evsel uygulamada kullanılan güneş enerjisi sisteminin bileşenleri ve özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Tüm ev yerden ısıtılmakta ve oda bazlı kontrol yapılabilmektedir. PV ile üretilen elektriğin ihtiyaç fazlası ısıtma için kullanılmaktadır. Ayrıca sistem Türk Hamamını da beslemektedir. Şekil 4'de uygulama şeması gösterilen sistem tamamıyla öz tüketime yönelik kurulmuştur.

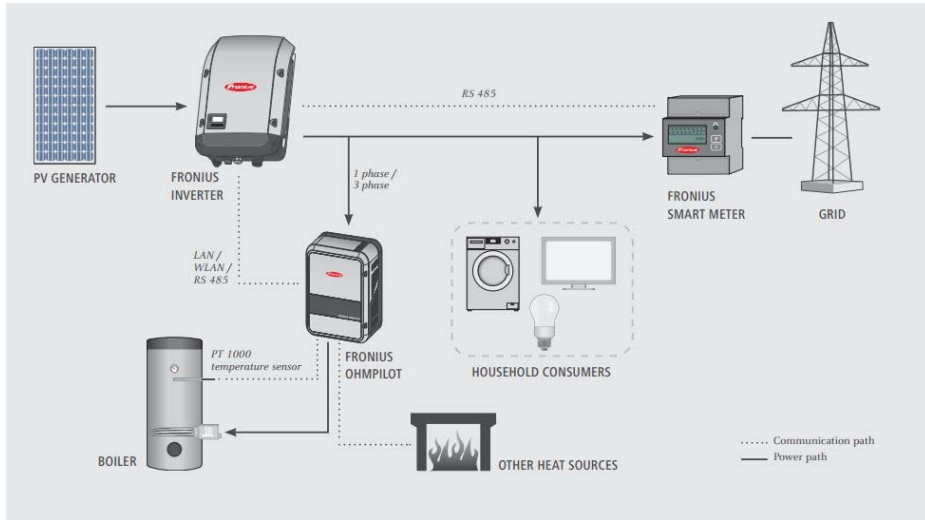
**Tablo 1.** Yozgat güneş enerjisi evsel uygulama bileşenleri ve özellikleri

Sistem Bileşenleri	Özellikler
Fotovoltaik Panel	275 W, 20 Adet
Hibrid İnverter	5 kW
Lityum iyon Batarya	9 kW
Isı Pompası	16 kW x 2 adet kaskad çalışma
Boyer	300 L
Depolama Tankı	400 L

Sistem öncelikle PV ile üretilen elektrik yükleri beslemekte ve aynı zamanda Lityum iyon bataryalarının şarjı sağlanmaktadır. Buradaki amaç üretilen enerjinin tüketim noktasında kullanmaktır. Sistemdeki bataryaların ömrü ortalama 8000 çevrim yani yaklaşık 20 yıl olarak hesaplanabilir. Bu özelliğiyle sistemin verimliliğini artırır. Şekil 5'de sistemin kontrolünde biri PV ile elektrik üretiminde diğeri sıcak su üretimine aktarımında olmak üzere iki kontrol cihazı bulunmaktadır. Gün içindeki fazla üretimden dolayı tüketilemeyen enerji Şekil 5'de gösterilen kontrol cihazıyla depolama tankı üzerindeki elektrikli rezistansa aktarılmaktadır. Böylece ısıtma suyunun sıcaklığı artırılarak ısı pompasının daha az çalışmasına ve uzun ömürlü olarak kullanılması sağlanmaktadır. Sisteme katkısının yanında öz tüketim oranının % 100'e kadar tamamlanmasına destek olmaktadır.



Şekil 4. Yozgat uygulaması sistem şeması



Şekil 5. PV elektrik üretiminin sıcak su üretimine aktarımı kontrol şeması

Şekil 6 da sistemin günlük tüketim ve katkı eğrisi gösterilmektedir. Burada sistemin güneşten anlık doğrudan tüketimini, sistemdeki depolama tankı üzerindeki anlık sıcaklık değerlerini, yüklerle ait tüketimlerin tamamını izlemek mümkündür. Yeşil ile gösterilen yeterli miktarda güneş olması durumunda bataryaya giden gücü göstermektedir.



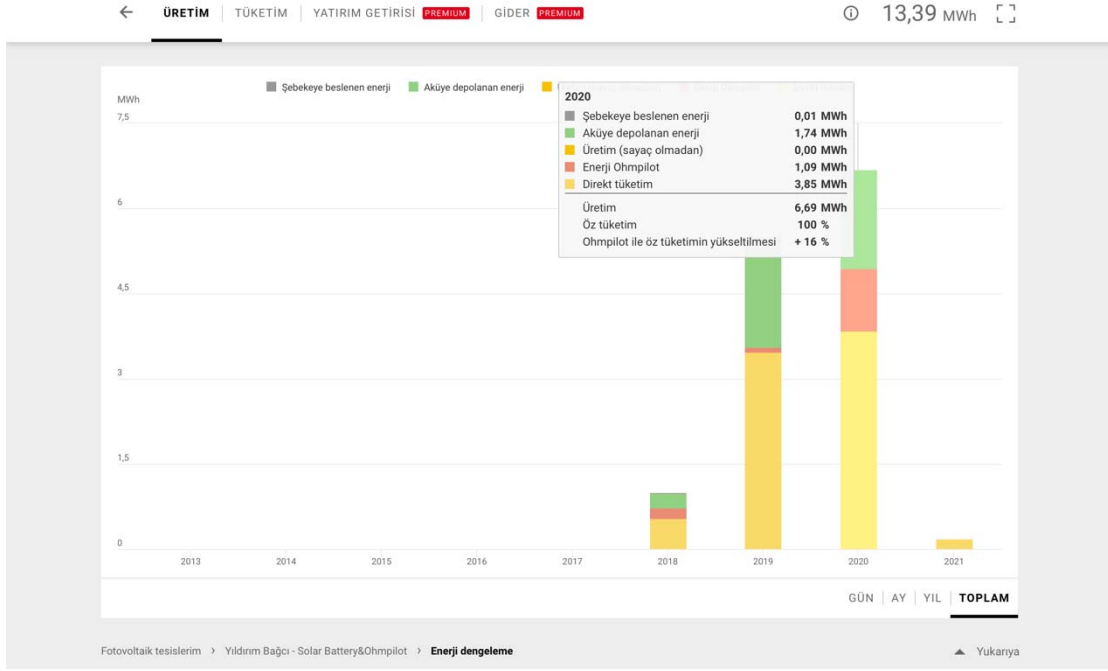
Şekil 6. Sistemin günlük tüketim ve katkı eğrisi

Şekil 7-8 de gerçekleşen sistem verileri gösterilmektedir. Şekil 7’de 2020 yılında aylara göre güneşten tüketilen enerjiyi, Lityum iyon bataryalarda depolama miktarını ve ısıtma sistemine katkısı sağlanan öz tüketim oranının değişimi görülmektedir. Mart 2020 için öz tüketim değeri %100 olarak gerçekleşmiştir. Şekil 8’de 2018-2020 arasındaki veriler gösterilmiştir. 2018 yılında Ekim ayında devreye alındığı için sistem yılın tamamında çalışmamıştır. 2020 yılının toplam verileri incelendiğinde 6,69 MWh üretilen enerjinin 3,85 MWh’nin doğrudan tüketildiği, 1,74 MWh’nin Lityum iyon bataryalarda depolandığı ve 1,09 MWh’nin kontrol cihazı aracılığıyla sıcak su üretimine aktarıldığı görülmektedir. Böylece %100 öz tüketim sağlanmıştır.



Şekil 7. 2020 yılı için güneşten elde edilen enerjinin dağılımı, Lityum iyon bataryalarda yapılan depolama miktarı ve ısıtma sistemine yapılan katkı





Şekil 8. 2018-2020 yılları için gerçekleşen güneş enerjisinden elde edilen enerjinin dağılımı

## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İklim değişikliği artık gelecek için uzak, kıyamet yüklü bir senaryo değil - tartışılmaz bir şekilde bugünün gerçeği haline gelmiştir. Sonuçlar dünya çapında artık açıkça hissedilmektedir. Şimdi harekete geçmeli ve düşüncemizi değiştirmeliyiz. İyi haber şu ki, iklimi korumaya yardımcı olmak için hepimizin yapabileceği bir şeyler var. Yaşanmaya değer bir gelecek yaratmada siz de rol oynayabilirsiniz. Sera gazlarının çoğu, fosil yakıtların ısıya ve elektriğe dönüştürülmesi sürecinde açığa çıkar ve ulaşım, emisyonlara bir başka önemli katkıda bulunur. Bu iki alanda da bireyler enerji ve mobilite çözümleri aracılığıyla gezegenimize yardımcı olmak için kişisel eylemlerde bulunabilirler .

Kendi elektriğinizi üretmenize olanak tanıyan güneş enerjisi çözümleriyle konutlarınızda, paradan tasarruf ederken karbon ayak izinizi önemli ölçüde azaltabilirsiniz. PV modüllerle enerji depolamasının beraber kullanılması esnek uygulamalarla elektrik üretimi-ısıtma-soğutma-sıcak su üretimi-elektrikli araba şarj hizmetlerini ihtiyaca göre optimize edilebilmektedir. Sistemde kullanılan akıllı kontrol cihazları ihtiyaçlar arasındaki dengeyi sağlayarak, fazlasını bataryalarda veya su tankında depolamaktadır.

Yerköy, Yozgat'da yapılan PV-ısı pompası-batarya-ısı depolama tankından oluşan uygulamada %100 öz tüketim sağlanabildiği görülmüştür. Fosil yakıtlardan sağlanan tasarruf CO2 emisyonlarının azaltılmasına yol açarken, pahalı saatteki elektrik yerine temiz ve öz kaynaktan yararlanılarak daha ekonomik enerji tüketimi sağlanmıştır.

Benzer uygulamaların yaygınlaştırılması ülke genelinde dışa bağımlı olmadan yerli ve güvenli enerji kaynaklarından yararlanılmasının önünü açacaktır. Eysel uygulamalarda PV değerli bir finansal yatırımdır, sadece çevre için iyi değil ülke ekonomisi için de önemlidir.



## KAYNAKLAR

[1] <https://www.fronius.com/en/solar-energy/installers-partners/products-solutions/residential-energy-solutions>

## ÖZGEÇMİŞ

### Veli ÖZBEK

1972 Ankara'da doğdum. 1998 yılında Orta Doğu Teknik üniversitesi Metalurji ve malzeme mühendisliği bölümünden mezun oldum. 1999 yılında askerlik görevini tamamladıktan sonra 1988 yılında kurduğumuz aile şirketinde çalışmaya başladım. 2000-2002 yılları arasında OVENTROP GmbH Alman firmasında Türkiye'de bulunmayan bazı ürünlerin ithalatını yaptım. 2013-2016 yılları arasında bu firmada Ankara ve Doğu Anadolu Bölge Sorumlusu olarak çalıştıktan sonra tekrar 2016 yılında kendi şirketimizde yenilenebilir enerji kaynaklarının çözümü ve uygulama alanında faaliyet göstermekteyiz. 2020 yılının haziran ayından itibaren İzmir ofisimizi açmış bulunmaktayız. Evli 2 çocuk babasıyım.