



BELTEK

FOTOVOLTAİK GÜNEŞ ENERJİ SİSTEM TASARIMI

**3.Hafta
1. Ders**

İÇİNDEKİLER

- Off Grid Sistemler
- 1) Güneş Paneli Dizaynı
- 2) Şarj Kontrol Cihazı Dizaynı
- 3) Batarya Grubu Dizaynı
- 4) Şebekeden Bağımsız İnverter Seçimi
- Örnek Off Grid Sistem Hesabı
- I. Aşama: Çalışmanın Amacı
- II. Aşama: Elektrik Tüketiminin Belirlenmesi
- III. Aşama: Sistem Tasarımının Yapılması
- IV. Aşama: Sistem Tasarımına Uygun Enerji Üretimi
- V. Aşama: Tesis Yatırım Tutarı Hesabı
- VI. Aşama: Tesis Gider-tasarruf (Gelir) Hesabı
- VII. Aşama: Amortisman Hesabı
- Off Grid Sistem Tasarımı Ödev



Off Grid Sistemler

- Bu derste şebekeden bağımsız off-grid solar sistemlerin çalışma prensibinden başlayarak en doğru sistem dizaynını nasıl yapacağını göreceğiz.
- Sistem dizaynı sizleri teknik detaylara boğmayacak şekilde sade ve anlaşılabilir bir dilde derlenmiştir. İlk başta sistem elemanlarını hesaplarken dikkate almanız gereken parametrelere değineceğiz. Ardından da bir örnek ile bunları nasıl uygulayacağınızı göreceksiniz.
- Şebekeden bağımsız off grid solar sistemler; elektrik şebekesinden bağımsız olarak fotovoltaik (PV) panellerde üretilen elektrik, şarj kontrol cihazlarında düzenlenerek akülerde depolanır. Akülerde depolanan DC (Doğru Akım) enerjisi inverterler ile AC (Alternatif Akım) haline getirilerek kullanımımıza sunulur. Off-grid sistemler 4 temel elemandan oluşur. Bunlar; Güneş paneli, şarj kontrol cihazı, batarya ve inverterlerdir.



1) Güneş Paneli Dizaynı

- Güneş paneli kapasitesi hesaplanması aşağıda belirtilen parametrelere göre değişiklik gösterir.
- Günlük toplam enerji tüketimi
- Solar sistemin kurulacağı bölgede kış aylarına göre ortalama günlük güneşlenme süresi (Hesabı her zaman en düşük güneşlenme süresine göre yapın.)
- Batarya grubunun çıkış voltajı
- Kullanılacak inverter gücü ve çalışma voltajı
- Bu parametreler güneş panelinin gücünü ve adedini belirlemede önemlidir. Bu da şebekeden bağımsız solar sistem tasarımı için önemlidir.



2) Şarj Kontrol Cihazı Dizaynı

- Şebekeden bağımsız şarj kontrol cihazları önceki yazıda da belirttiğim gibi panelden gelen elektriği düzenleyip akülerin kontrollü şarjı için kullanılır. Ayrıca panelleri ters akımdan, aküleri ise aşırı şarjdan korur. Şarj kontrol cihazı kapasitesini belirlemede aşağıdaki parametreler önemlidir.
- Güneş panel grubunun toplam voltaj ve akım değeri,
- Batarya grubunun toplam voltaj değeri
- Bu parametreler şarj kontrol cihazının kapasitesini belirlemekte kullanılır.



3) Batarya Grubu Dizaynı

- Batarya, şebekeden bağımsız sistemlerin kalbidir ve kalitesi sistem için çok önemlidir. Ayrıca kapasitesinin de çok iyi belirlenmesi gerekmektedir. Bataryalar kesinlikle uzun ömürlü, yüksek sıcaklığa dayanıklı, yüksek çevrim verimliliğine sahip ve gaz sızıntısı minimum olmalıdır. Batarya adedi ve kapasitesinin belirlenmesinde aşağıdaki parametreler önemlidir.
- Günlük enerji tüketiminin ortalama bulutlu gün sayısına bağlı olarak en az 2 katı seçilmelidir. Sıcaklıktan meydana gelen verim kaybı, akü verimliliği ve dc/ac dönüşüm kayıpları da hesaba katılarak kapasite belirlenmelidir.
- Seçilen inverterin çalışma voltajı da batarya adedinin net olarak belirlenmesinde önemlidir.
- Bulutluluk faktörü dikkate alınmalıdır. Karadeniz bölgesi gibi yerlerde batarya kapasitesi bulutluluk derecesine göre arttırılmalıdır.
- Uzun ömürlü bir şebekeden bağımsız sistem batarya grubunun iyi bir şekilde tasarlanmasına ve kaliteli aküler kullanılmasına bağlıdır.



4) Şebekeden Bağımsız İnverter Seçimi

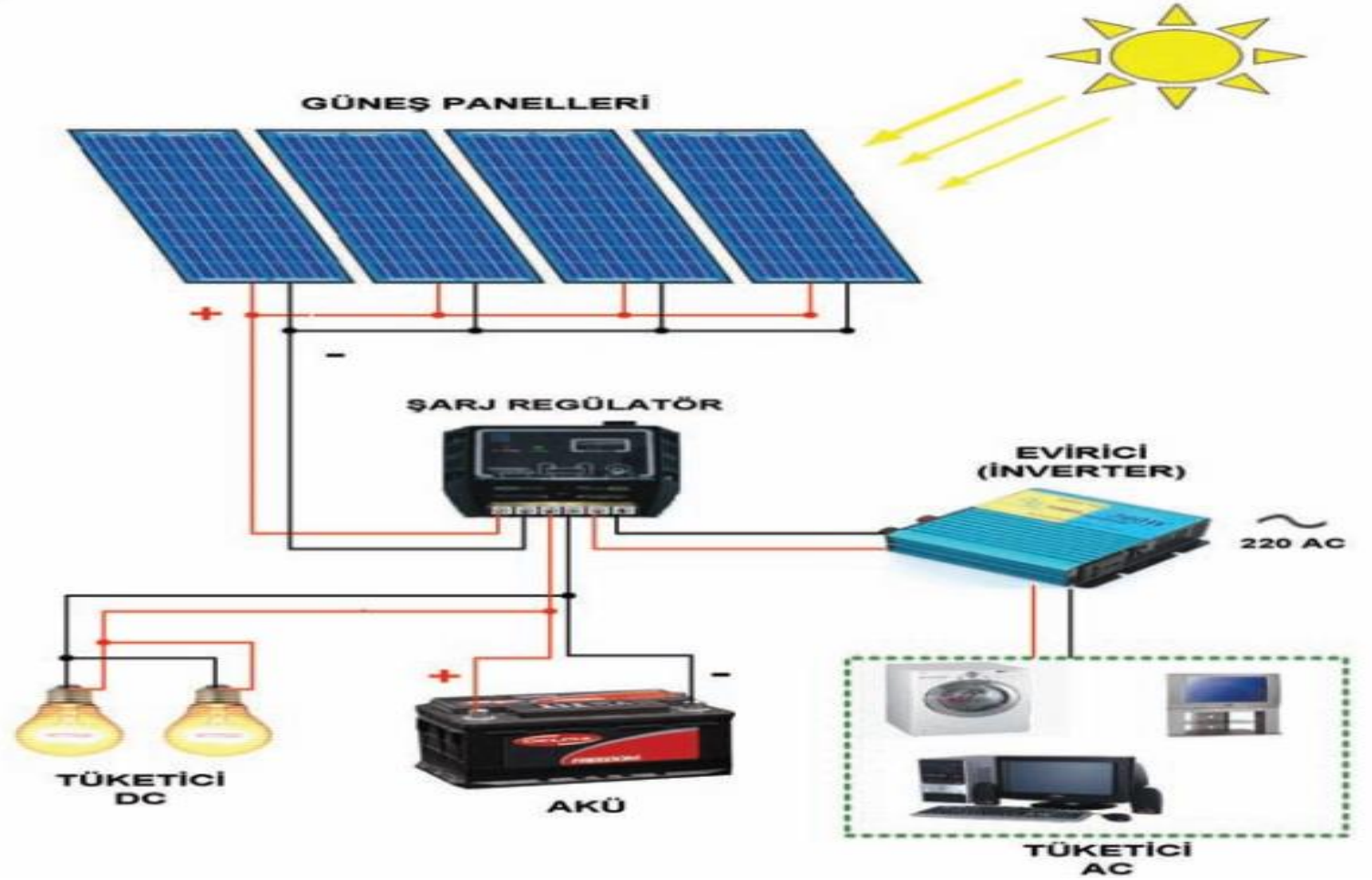
- Şebekeden bağımsız off grid inverter seçimi aynı anda kullanılacak cihazların toplam olarak anlık çektiği güce göre belirlenir. Anlık çekilen gücün 1.5 katına sahip inverter kullanılmalıdır. Şebekeden bağımsız inverter seçiminde tam sinüs veya modifiye inverter seçimi de önemlidir. Büyük buzdolabı, çamaşır makinesi, su motoru gibi cihazlarda tam sinüs modelleri kullanmanız cihazlarınız için daha sağlıklı olacaktır. Akıllı tip inverterlerin bünyesinde şarj kontrol cihazı bulunur. Bu şarj kontrol cihazlarının kapasiteleri 12V/24V 50A veya 48V/50A'dır.
- Not: Şebekeden bağımsız inverter hesabı yaparken motorlu cihazların demiraj akımları (motorlu cihazların ilk çalışma sırasında çektiği yüksek akımlardır) göz önünde bulundurulmalıdır. Bu yüzden kullanıcı zorunlu değilse tüm motorlu cihazları aynı anda kullanmamalıdır. Eğer aynı anda kullanmak istiyorsa demiraj akımlar göz önüne alınarak inverter seçimi yapılmalıdır. Örneğin 1 hp (0,75kW) su motorunun anlık güç çekimi başlangıçta etiket değerinin 3-3.5 katına çıkar. Bu faktör şebekeden bağımsız sistem tasarımında göz önünde bulundurulmalıdır.



Örnek Off Grid Sistem Hesabı

I. Aşama: Çalışmanın Amacı

- Tesisin kurulacağı yer Karaman ili Başyayla ilçesi sınırlarında yer alan ve elektrik şebekesinin olmadığı villa tipi bir meskendir. Bu villa içerisinde yer alan elektronik malzemelerin ihtiyaç doğrultusunda kullanımı için gerekli olan elektrik enerjisi PV güneş enerjisi - jel akü tasarımı ile karşılanacak olup bu çalışmada ilgili meskene en uygun çözüm bulunmaya çalışılmıştır.



II. Aşama: Elektrik Tüketiminin Belirlenmesi











- Villa tipi mesken mahalde kullanılan elektronik cihazlar aşağıda sıralanmıştır

- 1) Arçelik 584611 E1 A+++ Çift Kapılı No Frost Buzdolabı
- 2) LG 55NANO816NA 55 inç 139 Ekran 4K NanoCell LED TV
- 3) Arçelik 10144 WF1 A+++ 1400 Devir 10 kg Inox Çamaşır Makinesi
- 4) Arçelik 6588 IONFRESH A+++ 8 Programlı Bulaşık Makinesi
- 5) Phillips Essential 9W E27 Duy LED Ampul Beyaz (12 Adet)
- 6) Xiaomi Yüksek Emişli Akıllı Robot Süpürge- Mi Vacuum Cleaner
- 7) Phillips PSG9050/20 Perfectcare 9000 Serisi Buhar Kazanlı Ütü
- 8) Fakir Capello Profesyonel Saç Kurutma Makinesi
- 9) Tefal Family 6 Dilim Izgara ve Tost Makinesi
- 10) Tefal Tea Expert Paslanmaz Çelik Çay Makinesi

II. Aşama: Elektrik Tüketiminin Belirlenmesi

- Yukarıda listelenmiş olan elektronik aletlerin datasheetleri incelenmiş ve yapılan inceleme sonucunda aletlerin güçleri ile ortalama çalışma süreleri çıkarılmıştır. Bu doğrultuda CK Boğaziçi EDAŞ sitesinde yer alan elektrik tüketimi hesaplama aracı kullanılarak villanın aylık ve yıllık elektrik tüketimi değerleri hesaplanmıştır.
- Yapılan elektrik tüketimi hesaplamasına ilişkin çıktı ise Tablo 1’de sunulmuştur. (Tabloda yer alan cihazlar yukarıda açıklanan ürünleri temsi etmekte olup tablodaki isimlerle cihaz isimleri arasında farklılıklar bulunabilmektedir.)
- Tablo 1.’de belirtildiği üzere villanın aylık elektrik tüketimi **136,4 kWh**, yıllık elektrik tüketimi **1.636,94 kWh**, günlük elektrik tüketimi ise ortalama **4,54 kWh** olarak hesaplanmıştır.

II. Aşama: Elektrik Tüketiminin Belirlenmesi

Ürün	Cihaz Adeti (Adet)	Tüketimi (W)	Çalışma Süresi (Saat)	Haftalık Kullanım (Defa)	Yılda kaç ay kullanılıyor	Aylık Tüketimi (kWh/TL)	Yıllık Tüketimi (kWh/TL)
 49 inc LED Ekran A+	1	98	4	7	12	10.98 kWh 8.67 TL	131.71 kWh 104.05 TL
 520 L Buzdolabı A+	1	41	24	7	12	27.55 kWh 21.77 TL	330.62 kWh 261.19 TL
 Çamaşır Makinesi A+	1	275	3,7	4	12	16.28 kWh 12.86 TL	195.36 kWh 154.33 TL
 Elektrik Süpürgesi	1	55	2	4	12	1.76 kWh 1.39 TL	21.12 kWh 16.68 TL
 Bulaşık Makinesi A+	1	250	3,8	5	12	19.00 kWh 15.01 TL	228.00 kWh 180.12 TL
 Otu	1	3100	0,5	3	12	18.60 kWh 14.69 TL	223.20 kWh 176.33 TL
 Saç Kurutma Makinesi	1	2200	0,2	5	12	8.80 kWh 6.95 TL	105.60 kWh 83.42 TL
 Kettle	1	1650	0,3	7	12	13.86 kWh 10.95 TL	166.32 kWh 131.39 TL
 Tost Makinesi	1	1800	0,4	4	12	11.52 kWh 9.10 TL	138.24 kWh 109.21 TL
 LED Ampul (3 Adet)	4	9	8	7	12	8.06 kWh 6.37 TL	96.77 kWh 76.45 TL

Ortalama Aylık Tüketiminiz:
136.41 kWh
107.77 TL

Toplam Yıllık Tüketiminiz:
1636.94 kWh
1293.18 TL

Tablo 1. Villa İçerisindeki Cihazların Elektrik Tüketimi Bilgileri

III. Aşama: Sistem Tasarımının Yapılması

- Sistem tasarımı yapılırken dikkat edilen en önemli husus, ilgili mahalde güneş ışınlamı en az ay olan Ocak ayında dahi **136,4 kWh** aylık enerjiyi üretebilecek kapasiteye sistemi hayata geçirecek hesaplamalar yapmak olmuştur. Bu doğrultuda; Karaman ili Başyayla ilçesi sınırlarında PVGIS-SARAH verileri kullanılarak global ışınlam miktarları ve sıcaklık değerleri aylık bazda ve toplamda Tablo 2.'de sunulmuştur

Ay	Global Işınlam Değeri (kWh/m ²)	Sıcaklık (°C)
Ocak	54,8	-8,71
Şubat	56,4	-5,85
Mart	136,3	-0,41
Nisan	173,1	4,54
Mayıs	191,7	11,04
Haziran	240,5	18,66
Temmuz	243,4	23,31
Ağustos	223,5	22,77
Eylül	149,9	14,21
Ekim	129,9	6,41
Kasım	77,3	-0,69
Aralık	64,0	-6,56
TOPLAM	1740,6	6,63

Tablo 2. Mahal Çevresinin Global Işınlam ve Sıcaklık Değerleri

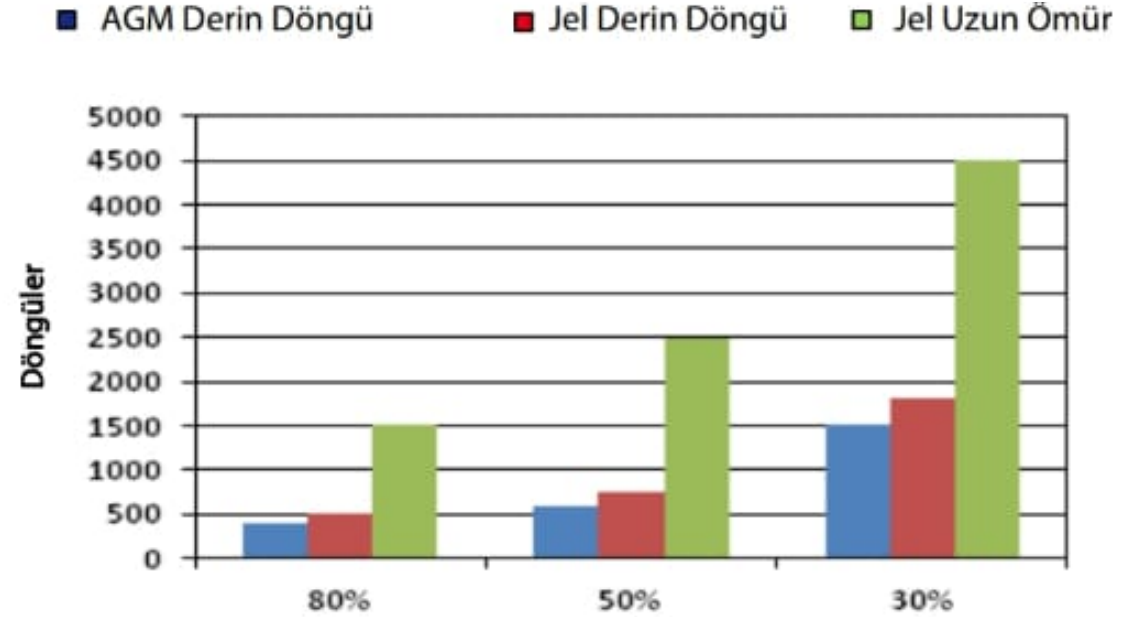
III. Aşama: Sistem Tasarımının Yapılması

- Tasarım yapılırken bulutluluk süresi 1 gün olarak kabul edilmiştir. Bu doğrultuda; günlük elektrik ihtiyacı **4,54 kWh** olan villa için; bataryanın depth of charge oranı 0,50 smart invertörün verimliliği ise 0,95 olarak kabul edilmiş olup bataryada depolanacak toplam enerji aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.
- Bunun yanında Depth of Charge oranı farklı değerler kabul edilebilmektedir ancak Şekil 1.'den anlaşılabacağı üzere %50 oranı bataryalar için ortalama ve kabul edilebilir bir değerdir.

Depolanması Gereken Enerji = (Günlük Enerji İhtiyacı / Depth of Charge) / İnvetör Verimi

Depolanması Gereken Enerji = (4,54 kWh/ 0,50) / 0,95

Depolanması Gereken Enerji = 9,55 kWh olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1. Batarya Döngüsü Ömür Grafiği

III. Aşama: Sistem Tasarımının Yapılması

- Sistemde 12 V 200 Ah kapasiteye sahip Victron marka Jel Akülerin kullanılacağı öngörülmüştür. Dolayısıyla bu akülerin elektrik kapasiteleri 2400 Wh 'tır. Bu anlamda 9,55 kWh elektrik enerjisinin depolanması için gerekli batarya sayısı;
- Batarya Sayısı = Depolanması Gereken Enerji / Batarya Kapasitesi
- Batarya Sayısı = 9,55 kWh / 2,4 kWh
- **Batarya Sayısı** = 3,98 olarak çıkmakta olup seçilen **batarya 4 adet** olarak bulunmuş ve bataryaların birbirine seri bağlanacağı düşünülmüştür.
- Sistemde kullanılacak panel sayısı hesabı yapılırken; güneş ışınımının ve güneşlenme süresinin en az olduğu ay dikkate alınması gerekmektedir. Dolayısıyla bu değerlere Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün sitesinden erişim sağlanmıştır. Şekil 2'de görüleceği üzere Karaman ilinin en düşük güneşlenme süresi 3,5 saattir.

III. Aşama: Sistem Tasarımının Yapılması

KARAMAN	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1951 - 2020)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	0.5	2.0	6.4	11.5	16.1	20.2	23.4	23.0	18.8	13.1	6.9	2.6	12.0
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	5.5	7.4	12.6	18.1	23.2	27.7	31.1	31.0	27.2	20.7	13.6	7.6	18.8
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-3.7	-2.6	0.6	5.0	8.9	12.5	15.2	14.6	10.4	5.8	1.1	-1.7	5.5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.5	4.6	6.3	7.8	9.8	11.7	12.7	11.9	10.2	7.6	5.5	3.5	7.9
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	10.0	9.1	9.9	9.6	10.0	6.0	1.9	1.3	2.5	6.6	7.0	9.9	83.8
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	42.8	35.0	36.4	36.7	34.8	24.5	5.3	6.7	8.8	28.7	33.6	46.5	339.8

Şekil 2. Karaman İli Güneşlenme Süresi Verileri

Sistemde, kullanılacak paneller Phono Solar marka PS300M-24/T model panellerdir. Dolayısıyla bir panelden elde edilecek minimum enerji miktarı;

Minimum Enerji Üretimi = $300 \text{ W} \times 3,5 \text{ h} = 1,05 \text{ kWh}$ 'dir.

Sistemin günlük enerji ihtiyacı 9,55 kWh olacağından minimum panel sayısı hesabı;

Minimum Panel Sayısı = Sistemin günlük enerji ihtiyacı / Günlük minimum enerji üretimi

Minimum Panel Sayısı = $9,55 \text{ kWh} / 1,05 \text{ kWh}$

Minimum Panel Sayısı = 9,1 olarak çıkmakta olup **minimum panel sayısı 10 adet** seçilmiştir.

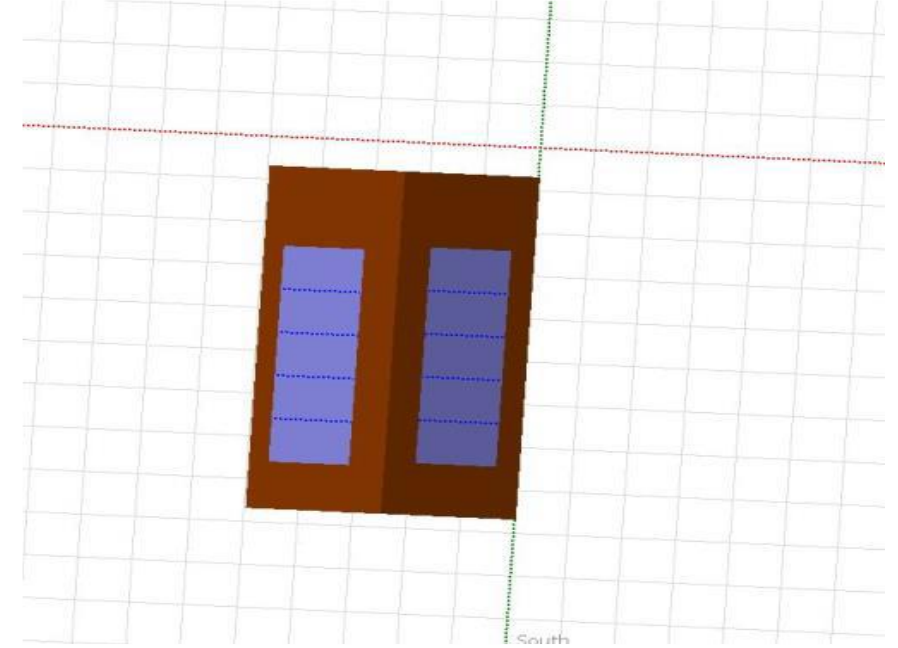
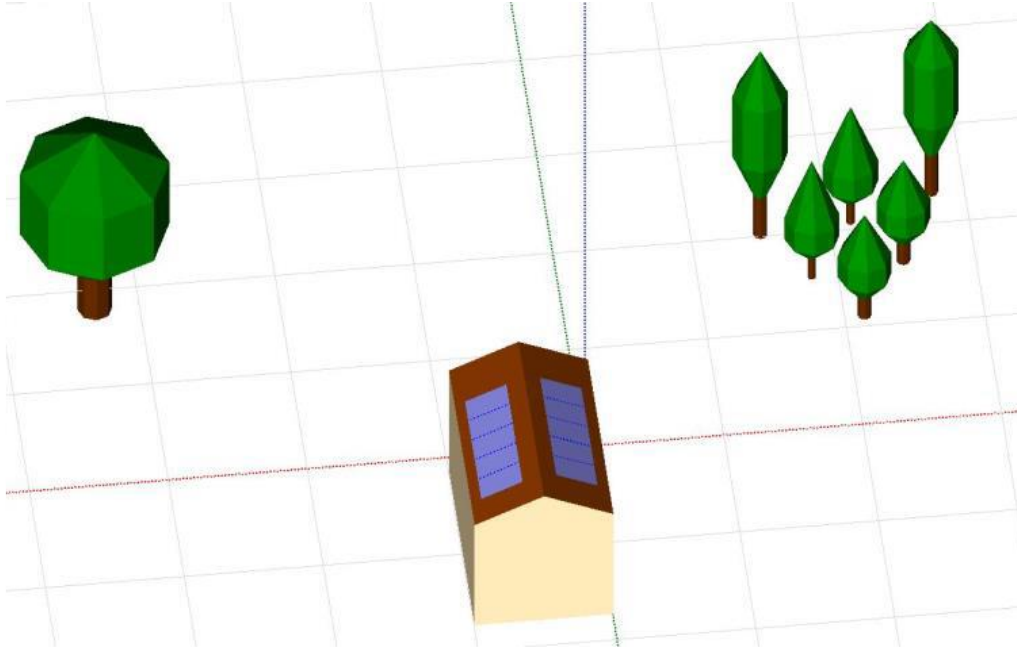
III. Aşama: Sistem Tasarımının Yapılması

- Sistemde, kullanılacak **smart inverter** (şarj kontrol ünitesi entegre) **Huawei Technologies marka SUN2000L-4.95KTL-JP modeldir**. Bu invertörün seçilmesinin sebebi, off-grid sistemlere uyumlu olarak çalışabilmesi ve entegre şarj kontrol ünitesinin bulunmasıdır. 4,95 kWe kapasiteye sahip olmasının sebebi de, villada buzdolabı, ütü ve tost makinesinin beraber çalışması durumunda sistemden çekebileceği yükün 4,94 kWe olmasıdır. Bu anlamda 24 saat çalışan buzdolabının yanında gücü fazla olan ütü ve tost makinesi seçilerek hesaplama yapılmıştır. Dolayısıyla gücü çok fazla olan aletler en fazla 2 si bir arada kullanılmalı ya da sırayla tek tek kullanılmalıdır.



IV. Aşama: Sistem Tasarımına Uygun Enerji Üretimi

- Sistem tasarımına uygun enerji üretimi yapabilmek adına PVsyst programı kullanılmıştır. Bu programda villaya doğu-batı yönünde güneş paneli yerleşimi yapılarak (Şekil 3) daha önce Tablo 2.'de kullanılmış olan ışıınım verilerinden ve 3.kısımda belirtilmiş ekipman sayı ve markaları kullanılarak enerji üretimi hesabı gerçekleştirilmiştir. PVsyst tasarımı gerçekleştirilirken villa çatısının doğal eğimi 25° olarak kabul edilmiştir. Yapılan tasarımda kullanılan ekipmanlar, dizileme ve devre şeması Şekil 4.'te gösterilmiştir. Gerçekleştirilen enerji üretimi verileri ise Tablo 3.'de sunulmuştur.



Şekil 3. Güneş Paneli Yerleşimi Yapılan Villa

IV. Aşama: Sistem Tasarımına Uygun Enerji Üretimi

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer	Phono Solar
Model	PS300M-24/T

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power	300 Wp
Number of PV modules	10 units
Nominal (STC)	3000 Wp
Modules	2 Strings x 5 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp	2679 Wp
U mpp	165 V
I mpp	16 A

Total PV power

Nominal (STC)	3 kWp
Total	10 modules
Module area	19.4 m ²
Cell area	17.1 m ²

Inverter

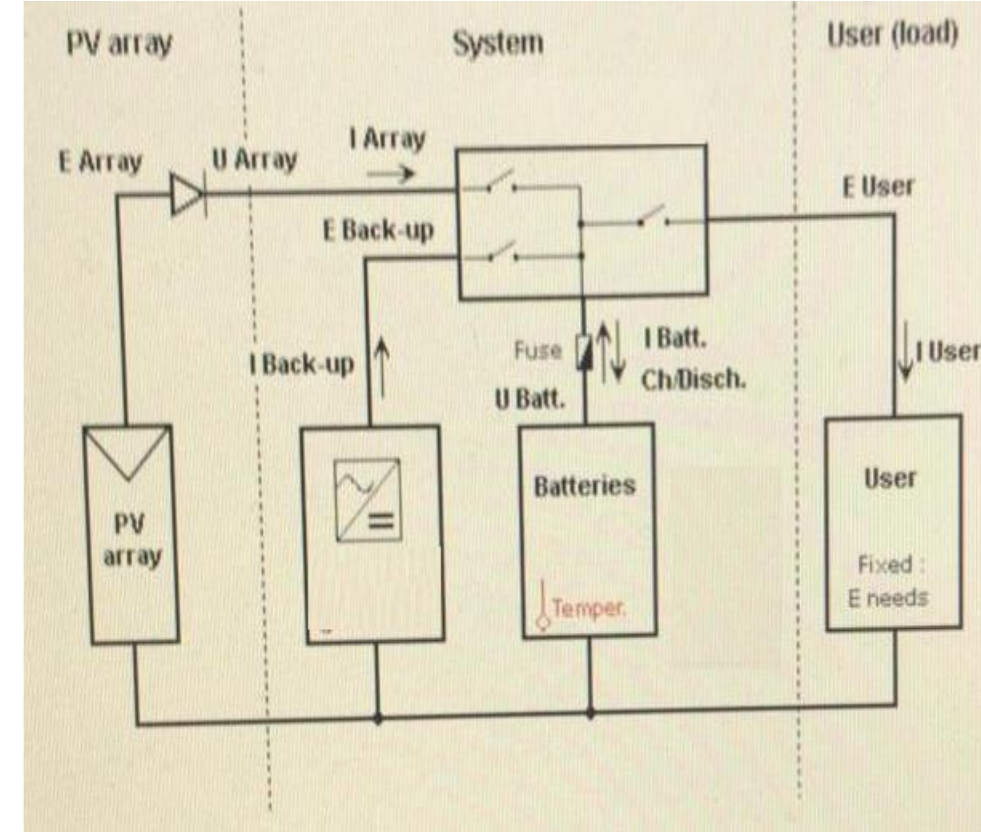
Manufacturer	Huawei Technologies
Model	SUN2000L-4.95KTL-JP

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power	4.95 kWac
Number of inverters	1 Unit
Total power	5.0 kWac
Operating voltage	90-500 V
Pnom ratio (DC:AC)	0.61

Total inverter power

Total power	5 kWac
Nb. of inverters	1 Unit
Pnom ratio	0.61



Şekil 4. Sistemde Kullanılan Ekipmanlar ve Devre Şeması

IV. Aşama: Sistem Tasarimina Uygun Enerji Üretimi

Üretilen enerji verilerinden de anlaşılacağı üzere villada kullanılan elektrik enerjisi miktarı hiçbir zaman villada üretilen elektrik enerjisi miktarından fazla olmamaktadır. Bu anlamda sistem villadaki mevcut eşyalar ile şebekeden tam bağımsız olarak çalışabilecektir. Bunun yanında özellikle yaz aylarında sisteme ek eşyalar dahil olabilecektir.

	E_G kWh	PR ratio
January	136.4	0.865
February	138.1	0.855
March	330.0	0.842
April	404.2	0.817
May	434.2	0.791
June	516.1	0.752
July	509.0	0.733
August	473.7	0.740
September	340.4	0.783
October	306.1	0.815
November	189.7	0.841
December	161.4	0.861
Year	3939.3	0.788

Tablo 3. Enerji Üretimi Verileri

V. Aşama: Tesis Yatırım Tutarı Hesabi

- Tesiste yatırım tutarı kalemleri Tablo 4.'te gösterilmiş olup ilgili değerler piyasada mevcut güncel değerler dikkate alınarak yazılmıştır.

YATIRIM KALEMLERİ TABLOSU (KDV DÂHİL)				
#	YATIRIM KALEMİ	BİRİM MALİYET (TL.)	BİRİM	TOPLAM MALİYET (TL.)
1	Güneş Paneli (300 W Monoperc)	600,00	8 adet	4.800,00
2	Smart Inverter (5 kW)	2.500,00	1 adet	2.500,00
3	Batarya (12 V, 200 Ah)	2.250,00	4 adet	9.000,00
4	1 x 6 mm ² Solar Kablo	2,00	200 metre	400,00
5	Mühendislik ve Proje Giderleri	3.000,00	1 kalem	3.000,00
6	Kurulum ve Nakliye Giderleri	6.000,00	1 kalem	6.000,00
TOPLAM				25.700,00

Tablo 4. Tesis Yatırım Kalemleri Tablosu

VI. Aşama: Tesis Gider-tasarruf (Gelir) Hesabi

- **İşletme Bakım Giderleri:** Tesisin yıllık işletme bakım giderinin 100 TL olacağı düşünülmektedir. Bunun yanında bu bedelin yıllık %16,04 oranında artacağı hesaplanmıştır.
- **Genel Giderler:** Tesisin genel giderinin yılda 50 TL olacağı öngörülmektedir. Bunun yanında bu bedelin yıllık %16,04 oranında artacağı hesaplanmıştır.

Bu anlamda giderler Tablo 5.'te yıllara sari olarak özetlenmiştir.

GİDERLER KALEMLERİ TABLOSU										
YILLAR										
Gider Kalemleri (TL)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
İşletme-Bakım Bedeli (TL)	100	116,04	134,653	156,251	181,3138	210,4	244,14	283,3	328,75	381,478
Genel Giderler (TL)	50	58,02	67,3264	78,1256	90,6569	105,2	122,07	141,65	164,37	190,739
TOPLAM (TL)	150	174,06	201,979	234,377	271,9707	315,59	366,22	424,96	493,12	572,217

Tablo 5. Yıllara Sâri Giderler Tablosu

VI. Aşama: Tesis Gider-tasarruf (Gelir) Hesabi

- **Tasarruf Edilen Bedel:** Tesisin kurulumuyla aylık **136,4 kWh** yıllık ise **1634,4 kWh** elektrik enerjisinden tasarruf edilmektedir. Elektriğin alış bedeli **0,71 TL/kWh** olarak kabul edilmiş ve bu alış bedelinin her sene yıllık %16,04 artacağı öngörülmüştür.
- Bunun yanında K.D.V. den de her bir kWh için %18 tasarruf sağlanacaktır. Sonuç olarak elde edilen toplam tasarruf miktarı Tablo 6.'da yıllara sâri olarak gösterilmiştir.

GELİR KALEMLERİ TABLOSU										
YILLAR										
Gelir Kalemleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Elektrik Bedeli (TL./kWh)	0,71	0,823948	0,956183	1,109641	1,287727	1,494395	1,73423	2,012557	2,335552	2,710385
Tüketilen Elektrikten (kWh)	1634,4	1634,4	1634,4	1634,4	1634,4	1634,4	1634,4	1634,4	1634,4	1634,4
Elektrikten Sağlanan Tasarruf (TL.)	1.160,42	1.346,66	1.562,79	1.813,60	2.104,66	2.442,44	2.834,43	3.289,32	3.817,23	4.429,85
KDV Tassarufu (TL.)	208,88	242,40	281,30	326,45	378,84	439,64	510,20	592,08	687,10	797,37
Sağlanan Tasarruf (TL.)	1.369,30	1.589,06	1.844,09	2.140,05	2.483,50	2.882,08	3.344,62	3.881,40	4.504,33	5.227,23

Tablo 5. Yıllara Sâri Tasarruf (Gelir) Tablosu

VII. Aşama: Amortisman Hesabi

- Hesaplamalar tamamen yatırımcının öz kaynak kullandığı kabulüne dayanarak yapılmış olup herhangi bir kredi finansman modeli dikkate alınmamıştır. Yıllara sari Ebitda miktarı Tablo 6.'da ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

NAKİT AKIŞI TABLOSU										
YILLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TASARRUF MİKTARI (TL)	1.369,30	1.589,06	1.844,09	2.140,05	2.483,50	2.882,08	3.344,62	3.881,40	4.504,33	5.227,23
GİDERLER (TL)	150	174,06	201,979224	234,3766915	271,9707129	315,5948152	366,2162235	424,9573058	493,12046	572,2169791
NET TASARRUF MİKTARI (TL) (EBITDA)	1.219,30	1.415,00	1.642,11	1.905,67	2.211,53	2.566,48	2.978,41	3.456,44	4.011,21	4.655,01

Tablo 6. Yıllara Sâri EBITDA Tablosu

VII. Aşama: Amortisman Hesabi

- Bu anlamda;
- **Amortisman Süresi**
- $= \{ \text{Toplam Yatırım Tutarı} / [(\text{Toplam Yıllık Tasarruf}) - (\text{Toplam Yıllık Gider})] \}$ şeklinde hesaplanmaktadır.
- Payda kısmının EBITDA olduğu dikkate alınarak Tablo 7.'de amortisman süresi belirlenmiştir.

AMORTİSMAN SAYACI	-25700	-24.480,70	-23.065,70	-21.423,59	-19.517,92	-17.306,39	-14.739,91	-11.761,50	-8.305,06	-4.293,85	361,16
AMORTİSMAN SENESİ	9,92										

Tablo 7. Amortisman Tablosu

Yatırımın geri dönüşü süresi Tablo 7.'de gösterildiği üzere 9,92 sene olarak bulunmuştur.

Off Grid Sistem Tasarımı Ödev

- **ÖDEV:** Tüm öğrenciler doğduğu ilde (Nüfusa kayıtlı olduğu il) bulunan bir villanın (4 kişilik bir aile: Anne, Baba ve iki çocuk (18 ve 20 yaşında)) elektrik enerjisi ihtiyacını Off-Grid Fotovoltaik Güneş Enerjisi Sistemi ile karşılayacak sistem tasarımını yapınız. Tasarlamış olduğunuz sistemin maliyet, amortisman süresini belirleyiniz.

VİLLADA BULUNAN ELEKTRİKLİ EV ALETLERİ			
Sıra No	Elektrikli Ev Aleti	Özelliği	Adet
1	Led Ekran Televizyon	55" (inç), A+, 151 kWh/yıl	1
2	Buzdolabı	A++, 381 kWh/yıl	1
3	Çamaşır Makinesi	A+++, 173 kWh/yıl	1
4	Bulaşık Makinesi	A+++, 0.83 kWh	1
5	Elektrik süpürgesi	800Watt	1
6	Ütü	Kazanlı, 2700 Watt	1
7	Saç Kurutma Makinesi	2300 Watt	1
8	Fırın	2500 Watt	1
9	Mikrodalga Fırın	800 Watt	1
10	Laptop	100 Watt	2
11	Aspiratör	230 Watt	1
12	Telefon Şarj Aleti	5 Watt	4
13	Kettle	200 Watt	1
14	Tost Makinesi	1750 Watt	1
15	Led Lamba	10 Watt	10
16	Led Lamba	5 Watt	10

DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER

Arş. Gör. Oğuz Kaan ÇİNİCİ

Gazi Üniversitesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği