İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'NİN ÇEŞİTLİ İLLERİNDE YAPILACAK ARAZİ TİPİ LİSANSSIZ GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ YATIRIMLARININ TEKNİK VE FİNANSAL ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Günay TEKKALE

Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

HAZİRAN 2018

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'NİN ÇEŞİTLİ İLLERİNDE YAPILACAK ARAZİ TİPİ LİSANSSIZ GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ YATIRIMLARININ TEKNİK VE FİNANSAL ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Günay TEKKALE
(301101020)

Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Önder GÜLER

HAZİRAN 2018

İTÜ, Enerji Enstitüsü'nün 301101020 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Günay TEKKALE, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "TÜRKİYE'NİN ÇEŞİTLİ İLLERİNDE YAPILACAK ARAZİ TİPİ LİSANSSIZ GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ YATIRIMLARININ TEKNİK VE FİNANSAL ANALİZİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :	**Prof. Dr. Önder GÜLER** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Prof. Dr. Özgür KAYALICA** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Dr. Öğr. Üyesi İsmail NAKİR Yıldız Teknik Üniversitesi	.....

Teslim Tarihi : 03 Mayıs 2018
Savunma Tarihi : 06 Haziran 2018

Aileme,

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda bana destek olan ve tecrübelerini benimle paylaşan tez danışmanım Prof. Dr. Önder GÜLER'e teşekkürü borç bilirim. Tüm eğitim hayatım boyunca beni destekleyen ve maddi manevi hep yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Haziran 2018

Günay TEKKALE
(Elektrik Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xi**
SEMBOLLER ..... **xiii**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xv**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xvii**
ÖZET… ..... **xix**
SUMMARY ..... **xxi**
1. GİRİŞ **1**
2. YENİLENEBİLİR ENERJİ **3**
2.1 Güneş Enerjisinin Tarihçesi 5
2.1.1 Güneş enerjisinin dünyadaki yeri ve gelişimi 6
3. TÜRKİYE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ VE TEŞVİKLER **9**
3.1 Enerji Piyasası Güncel Durumu 14
3.1.1 Lisanssız enerji piyasası teşvik mekanizması 15
3.2 Ülkemizin Güneş Enerjisi Potansiyeli 16
3.3 Ülkemizin ortalama sıcaklık analizi 17
4. GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ BİLEŞENLERİ VE ANALİZİ **19**
4.1 Fotovoltaik Modül 19
4.2 Evirici (Inverter) 21
4.3 Solar Ölçüm Modellemeleri 22
4.4 Pvsyst Analiz Programı 25
4.5 Ekonomik Analiz Yöntemleri 27
4.5.1 Geri ödeme süresi 27
4.5.2 İç verim oranı 27
4.5.3 Net bugünkü değer 27
4.5.4 LCOE (seviyelendirilmiş enerji maliyeti) 28
5. SAHADAN ALINMIŞ VERİLER İLE PVSYST VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI **29**
6. TÜRKİYE'DEKİ 8 FARKLI İLDE PVSYST İLE ÜRETİM VE MALİYET ANALİZİ **35**
6.1 Seçilen İllerin Sıcaklık Değerleri ve Gepa Değerleri 36
6.1.1 Ankara ili sıcaklık ve gepa değerleri 36
6.1.2 Antalya ili sıcaklık ve gepa değerleri 37
6.1.3 Aydın ili sıcaklık ve gepa değerleri 39
6.1.4 Balıkesir ili sıcaklık ve gepa değerleri 40
6.1.5 Edirne ili sıcaklık ve gepa değerleri 41
6.1.6 Malatya ili sıcaklık ve gepa değerleri 42
6.1.7 Şanlıurfa ili sıcaklık ve gepa değerleri 44
6.1.8 Van ili sıcaklık ve gepa değerleri 45
6.2 Seçilen Komponentlerin Uyumluluk Analizi 46

6.3 Seçilen İllerin PVSyst Üretim ve Maliyet Analizleri 50
6.3.1 Seçilen illerin pvsyst üretim analizleri 50
6.3.1.1 Panel açılarının üretime etkisi 50
6.3.2 Seçilen illerin maliyet ve finansal analizleri 51
6.4 Şanlıurfa ili Detaylı Analiz 53
6.4.1 Proje için kredi tabloları 53
6.4.2 Şanlıurfa projesi için farklı özsermaye ve kredi şartlarının analizi 57
7. SONUÇ VE ÖNERİLER 63
KAYNAKLAR 65
EKLER 67
ÖZGEÇMİŞ 137

KISALTMALAR

AC : Alternatif Akım
BNEF : Bloomberg New Energy Finance
BSMV : Banka Sigorta Muameleleri Vergisi
CdTe : Kadmiyum Tellür
CEF : Karbon Emisyon Faktörü
CIS : Bakır-İndiyum-Diselenid
DC : Doğru Akım
DMİ : Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DPT : Devlet Planlama Teşkilatı
EC JRC : Ortak Araştırma Merkezi
EPDK : Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EVA : Etilen Vinil Asetat
GaN : Galyum Nitrit
GEPA : Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
GES : Güneş Enerjisi Santrali
GIS : Coğrafi Bilgi Sistemi
GPS : Küresel Konumlama Sistemi
HES : Hidroelektrik Santral
HIT : Saf İnce Katman ile Farklı Bağlantı
IEA : Uluslararası Enerji Ajansı
IRR : İç Karlılık Oranı
KDV : Katma Değer Vergisi
KF : Kapasite Faktörü
KGM : Karayolları Genel Müdürlüğü
KKDF : Kaynak Kullanımı Destekleme Fonu
MTA : Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü
MGM : Meteoroloji Genel Müdürlüğü
NASA : Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
OG : Orta Gerilim
PMUM : Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi
PV : Fotovoltaik
PVGIS : Avrupa Birliği Fotovoltaik Coğrafi Bilgi Sistemleri Veri Tabanı
PVPS : Fotovoltaik Güç Sistemleri
SiC : Silikon-Carbide
TBMM : Türkiye Büyük Millet Meclisi
TCDD : Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları
TCO : Saydam İletken Oksit Tabaka
TEDAŞ : Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEİAŞ : Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
UYDM : Ulusal Yük Dağıtım Merkezi
YEGM : Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEK : Yenilenebilir Enerji Kanunu

SEMBOLLER

A : Anapara Ödemesi
Bn : Fayda
C : Kapasitör
c : Elektromanyetik bir dalganın hızı
Cn : Maliyet
F : Faiz Ödemesi
h : Plank sabiti
IDCDK : Devre kesicinin DC akımı
IGPKD : Güneş panelinin kısa devre akımı
Ik : Kısa devre akımı
Impp : Maksimum güç noktası akımı
Kbyb : Güneş enerjisinden elektrik üretim tesislerinin birim yatırım bedeli
KF : Kapasite faktörü
L : Bobin
n : Süre
Pmpp : Maksimum güç noktası gücü
PN : Santral nominal gücü
Ptop : Toplam güç
PTürkiye : Türkiye toplam kurulu gücü
Ps : Kurulacak güneş enerjisinden elektrik üretim tesisinin kurulu gücü
r : Faiz oranı
S : Mosfet
T : Toplam Kredi Ödemesi
Umpp : Maksimum güç noktası gerilimi
Uoc : Açık devre gerilimi
V : Vergi Ödemesi
v : Elektromanyetik bir dalganın frekansı
λ : Dalga boyu

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Elektrik enerjisi talep projeksiyonu 2014-2035 9
Çizelge 3.2 : Şubat 2018 sonu itibariyle türkiye elektrik sistemi kuruluş ve kaynaklara göre kurulu güç 12
Çizelge 3.3 : İllere gore kurulu güç ve il tüketimi karşılama oranları 12
Çizelge 3.4 : Yenilenebilir enerji kaynakları alım garantisi tutarları 16
Çizelge 4.1 : Bazı PV teknolojileri sınıflandırması 19
Çizelge 4.2 : PV piyasası spot ürün fiyatları ($/Wp) 21
Çizelge 4.3 : Evirici pazar dağılımı 22
Çizelge 4.4 : Farklı lokasyonlar için F katsayı sınırları 24
Çizelge 5.1 : Santrallerin konfigürasyon detayları 29
Çizelge 5.2 : Santrallerin PVSyst simülasyonu sonucu üretim değerleri 29
Çizelge 5.3 : Uşak ilindeki proje için gerçek veri ile PVSyst analizi karşılaştırması 30
Çizelge 5.4 : Kahramanmaraş ilindeki proje için gerçek veri ile PVSyst analizi karşılaştırması 31
Çizelge 5.5 : Çankırı ilindeki proje için gerçek veri ile PVSyst analizi karşılaştırması 32
Çizelge 5.6 : 3 ilde bulunan projeler için veri karşılaştırma sonuçları 33
Çizelge 6.1 : İllere gore en düşük-en yüksek sıcaklık değerleri ile en yüksek güneşlenme süreleri 36
Çizelge 6.2 : Ankara ili resmi meteorolojik istatistikler 37
Çizelge 6.3 : Antalya ili resmi meteorolojik istatistikler 38
Çizelge 6.4 : Aydın ili resmi meteorolojik istatistikler 40
Çizelge 6.5 : Balıkesir ili resmi meteorolojik istatistikler 41
Çizelge 6.6 : Edirne ili resmi meteorolojik istatistikler 42
Çizelge 6.7 : Malatya ili resmi meteorolojik istatistikler 43
Çizelge 6.8 : Şanlıurfa ili resmi meteorolojik istatistikler 45
Çizelge 6.9 : Van ili resmi meteorolojik istatistikler 46
Çizelge 6.10 : Seçilen konfigürasyon detayları 46
Çizelge 6.11 : Evirici teknik özellikleri 47
Çizelge 6.12 : Panel teknik özellikleri 47
Çizelge 6.13 : Seçilen iller için maksimum panel sıcaklıkları 48
Çizelge 6.14 : Maksimum gerilim değerleri 48
Çizelge 6.15 : Minimum gerilim değerleri 49
Çizelge 6.16 : MPPT giriş akımları 50
Çizelge 6.17 : 1140,48 kWp sistem için PVSyst üretim değerleri 50
Çizelge 6.18 : Panel açılarının üretime etkisinin analizi 51
Çizelge 6.19 : Ankara-Akyurt proje maliyetleri 52
Çizelge 6.20 : Seçilen iller için kurulum maliyetleri 53
Çizelge 6.21 : Tüm iller için finansal analiz sonuçları 53
Çizelge 6.22 : 1 yıl geri ödemesiz 25 taksitli ödeme planı 54

Çizelge 6.23 : 1 yıl geri ödemesiz 29 taksitli ödeme planı 54
Çizelge 6.24 : 1 yıl geri ödemesiz 33 taksitli ödeme planı 55
Çizelge 6.25 : %70 Kredi-%30 Özsermaye ve 29 taksit ile yapılacak Şanlıurfa GES proje yatırımının analiz ana girdiler 57
Çizelge 6.26 : %70 Kredi-%30 Özsermaye ve 29 taksit ile yapılacak Şanlıurfa GES proje yatırımının analiz detayları 58
Çizelge 6.27 : Şanlıurfa GES tüm şartlar için finansal analiz sonuçları 60
Çizelge A.1 : Antalya Korkuteli proje maliyetleri 69
Çizelge A.2 : Aydın Söke proje maliyetleri 70
Çizelge A.3 : Balıkesir Bigadiç proje maliyetleri 71
Çizelge A.4 : Edirne İpsala proje maliyetleri 72
Çizelge A.5 : Malatya Battalgazi proje maliyetleri. 73
Çizelge A.6 : Şanlıurfa Merkez proje maliyetleri 74
Çizelge A.7 : Van Edremit proje maliyetleri 75
Çizelge C.1 : %70 Kredi-%30 Özsermaye ve 25 taksit ile yapılacak Şanlıurfa GES proje yatırımının analiz detayları 129
Çizelge C.2 : %70 Kredi-%30 Özsermaye ve 33 taksit ile yapılacak Şanlıurfa GES proje yatırımının analiz detayları 131

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Seçili yenilenebilir enerji kaynaklarında seviyelendirilmiş enerji maliyetlerinde 2009 ile 2016 arasındaki değişim ($/MWh) 4
Şekil 2.2 : Yenilenebilir enerji kaynaklarına 2004-2016 arasında yeni yapılan yeni yatırımlar (Milyar $) 4
Şekil 2.3 : Yenilenebilir Enerji kaynaklarının 2007-2016 arasındaki kapasite ve üretim oranı değişimi (%) 5
Şekil 2.4 : Güneş enerjisi sistemlerinin 2006-2016 arasındaki kapasite değişimi..... 6
Şekil 2.5 : İlk 10 ülkenin 2016 sonu itibariyle kurulu güç durumları (GW) 7
Şekil 2.6 : Örnek bir güneş enerjisi santralinin çalışma prensibi 7
Şekil 3.1 : Türkiye'de elektrik enerjisi kurulu gücünün değişimi (1970-2016) 11
Şekil 3.2 : Türkiye'de elektrik enerjisi üretiminin değişimi (1970-2016)..... 11
Şekil 3.3 : Güneş enerjisi potansiyel atlası-GEPA 16
Şekil 3.4 : Türkiye global radyasyon değerleri (kWh/m²/gün)..... 17
Şekil 3.5 : Türkiye güneşlenme süreleri (saat) 17
Şekil 3.6 : Türkiye ortalama sıcaklık değerleri (°C)..... 18
Şekil 3.7 : Türkiye ortalama sıcaklık dağılımı haritası (°C)..... 18
Şekil 4.1 : PV modül üretim adımları..... 20
Şekil 4.2 : Silikon PV hücre fiyatları..... 20
Şekil 4.3 : Eğimli yüzeylerde solar radyasyon çeşitleri..... 23
Şekil 4.4 : PVSyst arayüzü 26
Şekil 4.5 : PVSyst arayüzü-2..... 26
Şekil 6.1 : Seçilen iller..... 35
Şekil 6.2 : Ankara ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^2yıl)..... 36
Şekil 6.3 : Ankara ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri 37
Şekil 6.4 : Antalya ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^2yıl)..... 38
Şekil 6.5 : Antalya ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri..... 38
Şekil 6.6 : Aydın ili toplam güneş radyasyonu..... 39
Şekil 6.7 : Aydın ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri 39
Şekil 6.8 : Balıkesir ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^2 -yıl)..... 40
Şekil 6.9 : Balıkesir ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri..... 40
Şekil 6.10 : Edirne ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^2 -yıl)..... 41
Şekil 6.11 : Edirne ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri..... 42
Şekil 6.12 : Malatya ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^2 -yıl) 43
Şekil 6.13 : Malatya ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri 43
Şekil 6.14 : Şanlıurfa ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^2 -yıl)..... 44
Şekil 6.15 : Şanlıurfa ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri..... 44
Şekil 6.16 : Van ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^2 -yıl)..... 45
Şekil 6.17 : Van ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri..... 45
Şekil 6.18 : Edirne ve Antalya ili için optimum panel açıları 51
Şekil 6.19 : Şanlıurfa GES tüm şartlar için finansal analiz sonuçları (İç Verim Oranı %) 61

Şekil 6.20 : Şanlıurfa GES tüm şartlar için finansal analiz sonuçları (LCOE $/kWh) 61
Şekil 6.21 : Şanlıurfa GES tüm şartlar için finansal analiz sonuçları (Yıl) 62
Şekil B.1 : Ankara ili PVSyst analiz raporu 77
Şekil B.2 : Antalya ili PVSyst analiz raporu 81
Şekil B.3 : Aydın ili PVSyst analiz raporu 85
Şekil B.4 : Balıkesir ili PVSyst analiz raporu 89
Şekil B.5 : Edirne ili PVSyst analiz raporu 93
Şekil B.6 : Malatya ili PVSyst analiz raporu 97
Şekil B.7 : Şanlıurfa ili PVSyst analiz raporu 101
Şekil B.8 : Van ili PVSyst analiz raporu 105
Şekil B.9 : Uşak ili PVSyst analiz raporu 109
Şekil B.10 : Kahramanmaraş ili PVSyst analiz raporu 113
Şekil B.11 : Çankırı ili PVSyst analiz raporu 117
Şekil B.12 : Antalya ili 30′ PVSyst analiz raporu 121
Şekil B.13 : Edirne ili 30′ PVSyst analiz raporu 125
Şekil D.1 : Panel datasheeti 133
Şekil E.1 : Evirici datasheeti 135

TÜRKİYE'NİN ÇEŞİTLİ İLLERİNDE YAPILACAK ARAZİ TİPİ LİSANSSIZ GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ YATIRIMLARININ TEKNİK VE FİNANSAL ANALİZİ

ÖZET

Enerji, ekonomik gelişimin en önemli girdilerinden biri olarak görülmekte ve devlet bağımsızlıklarının en önemli yapıtaşlarından biri olarak yerini almaktadır. Bu noktada konvansiyonel enerji kaynaklarına ulaşım zorluğu, kaynakların azalması ve sürekli değişen girdi maliyetleri son yıllarda yenilenebilir enerjiye olan ilgiyi arttırmıştır. Bütün dünyada enerji bağımsızlığını arttırabilmek adına yenilenebilir enerji kaynakları, enerji politikaları içerisindeki yerini günden güne arttırmakta ve yine bununla birlikte yenilenebilir enerji kaynak kullanımının arttırılabilmesi için teşvik mekanizmalarının oluşmasına sebep olmaktadır.

Türkiye gibi dışa bağımlılığın yüksek, konvansiyonel kaynakların yetersiz olduğu ülkelerde enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konuları önem arz etmektedir. Bilindiği üzere Türkiye rüzgar ve güneş potansiyeli olarak dünya ortalamasının üzerinde olup bu potansiyelin büyük kısmını kullanmaya başlamamıştır. Bu bağlamda Türkiye son 10 yılda önemli ilerleme göstermiş ve yenilenebilir enerji özelinde önemli teşvikleri ön plana çıkartmıştır. Hızla düşen kurulum maliyetleri, bu teşvikleri ön plana çıkartmış ve birçok yatırımcının bu alana yönlenmesine sebep olmuştur. Bu husus, çevre bilincinden ziyade yatırımın karlı olmasından dolayı bu alana yatırımları arttırmıştır. Türkiye, teşvik dönemi bitişinde de sosyal olarak bu gelişimi sürdürmeye devam edebilmeli, halka ve işletmelere enerjinin yenilenebilir enerjiden üretilmesinin önemi aşılanmalı ve teşviksiz üretim santrallerinin kurulumunun da önü açılabilmelidir. Bunun yanında bu hususlar ile birlikte devlet tarafından bürokrasinin azaltılması santrallerin sayılarının artmasına önemli katkı sağlayacaktır.

Çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarından güneşin ülkemizin çeşitli bölgelerindeki potansiyeli incelenmiştir. Öncelikle çalışmada kullanılacak PVSyst programının veri doğruluğunun kontrolü yapılmış, bu hususta halihazırda üretime devam eden 3 adet güneş enerjisinden elektrik üretim santralinin gerçek verileri PVSyst verileri ile karşılaştırılmıştır. P50, P75 ve P90 belirsizliklerine göre üretim hesabı yapılmış, gerçek veriler ile P50 verileri arasında %0,31, P75 verileri arasında %3,73 ve P90 verileri arasında %7,04 fark bulunmaktadır. Bu noktada ileride oluşabilecek riskler de gözönüne alınarak finans kuruluşlarının da sıklıkla kullandığı P75 belirsizlik ile yapılan analiz sonuçları finansal analiz için kullanılacaktır.

Karşılaştırma sonuçları ışığında; belirlenen 8 şehir için de uygun, performans oranı % 80 nin üzerinde bir konfigürasyon seçilmiş, bu konfigürasyon için her şehrin verileri hesaba katılarak panel-evirici uyumluluk analizleri yapılmıştır. Sonrasında her şehir için uygun noktalar belirlenmiş olup arazi fiyatları incelenmiş, illere göre geliştirme ve kurulum maliyetleri hesaplanmış, PVSyst aracılığıyla üretim verileri elde edilmiştir. Seçilen 8 şehir için %100 özsermaye ile finansal analiz yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile birlikte en hızlı geri dönüşe sahip Şanlıurfa için finans

kuruluşlarının birinden ilk yılı geri ödemesiz 3 ayda bir ödemeli 25, 29 ve 33 taksitli kredi seçenekleri alınmış olup Şanlıurfa şehri için detaylı analiz yapılmıştır. Detaylı analizde seviyelendirilmiş enerji üretim maliyeti, yatırımın geri dönüş süresi, iç verim oranı ve net bugünkü değer hesabı yapılmıştır. Uygun proje seçiminde iç verim oranı üzerinden seçim yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlar ışığında yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla kullanılması, bölgesel teşviklerin ve bilgilendirmelerin arttırılması hususunda çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

TECHNICAL AND FINANCIAL ANALYSIS OF UNLICENSED GROUND MOUNTED PV PLANTS INVESTMENTS IN SEVERAL PROVINCES OF TURKEY

SUMMARY

Energy is seen as one of the most important inputs to economic development and is one of the most important milestone of countries' independence. After near past of oil crisis, the energy indepence come more important for all countries. All the countries started to find out new ideas to be more indepent about energy.

At this point, due to the difficulty of accessing conventional energy sources, the reduction of resources and the constantly changing input costs has increased the interest to renewable energies in recent years. In order to increase energy independence all over the world, renewable energy sources increase their place from day to day and cause incentive mechanisms to increase renewable resource utilization. As it is focused in the study, solar energy is one of the main sources of renewable energy. Because of sun is endless source, solar energy has no limitation via borders of the countries.

In countries like Turkey with high external dependency and inadequate conventional resources, usage of renewable sources and energy efficiency are important.In Turkey first renewable energy law introduced in 2005 as Use of Renewable Energy sources for the purpose of Electricity Generation. However, investments in renewable energy sources remained limited until 2010 due to lack of secondary legislations and low feed in tariff compared to investment costs. Together with the amendment of renewable energy law as higher feed in tariff and decreased cost of invesments, Turkey started to get more invesment than previous years for renewable energy sources. As it is known, Turkey is above the world average as wind and solar potential and it is still not started to use a large part of this potential. In this context, Turkey has made extreme progress in the last 10 years period and has brought important incentives mechanism specially for renewable energy. Turkey also has renewable energy setup targets for 100th year of the republic of turkey as national strategy. In the last 5 years number of solar and wind project increased extremely.

Rapidly falling installation costs have brought these incentives to the forefront and led many investors to focus on this area. This issue has increased investments in this area as investments are profitable rather than environmental awareness. Turkey should be able to continue this developments socially after the end of the incentive period, the public and legal entities should be told about the important points of generating energy from renewable sources and the establishment of production power plants without incentives should be supported. In addition to this, the reduction of the bureaucracy by the state will make an important contribution to the increase of the numbers of the power plants.

In the study, potential of solar energy as one of the renewable energy sources has been studied in various parts of the country. The study has 2 different steps. Firstly,

the data validity of the PVSyst program is checked and inside of this part 3 projects are selected which are already in operation for 3 months. The real data got from the plant owners via their remote control system. General infos are collected about panel and inverter's brand, tilt on the structure, number of panel and inverter which are used actual solar power plants. Then together with all collected infos simulations are prepared in PVSyst and production calculation were made according to P50, P75 and P90 uncertainties together with all the losses(temperature losses, cable losses, general panel and inverter losses, shading and missmatch losses, etc.) At the end all datas compared with real data and there is a difference of 0,31% between actual data and P50 data, 3,73% difference with P75 and 7,04% difference with P90 data. At this point, the results of the analysis with P75 uncertainty, which is frequently used by financial institutions, will be used for financial analysis, taking into account the risks that may arise in the future.

Secondly In the light of comparison results; a configuration with a performance ratio of more than 80% was chosen for the selected 8 cities. For this configuration, panel-inverter compatibility is calculated via proper equities which is shown in this study. Mainly MPPT input current, minimum and maximum voltage of strings are the most important paremeters for operation of inverter and panels. For this comparation minimum and maximum temperature datas collected via turkish state meteorogical service website. Then via this temperature numbers, maximum panel temperatures put into effect in the equites for MPPT input current, minimum and maximum voltage of strings. This calculation made for each cities which are selected to analyze deeply to get financial result.

Afterwards, appropriate costs were determined for each city. Feasibility study has been made together with the initial cost of investments via real market conditions. For each city land prices has been searched via real estate agency and land prices selected as average of this discussions. Then general costs of development phases studied via market players. For the phase of zoning plan and project approval part infos collected from project owners which are already operating solar energy power plant operators. General construction costs calculated via collected data and general market pricing. Together with all results Şanlıurfa has the highest development cost and lowest construction cost. When we have a look together with both development and construction cost, Edirne has the lowest total cost. At the end of the day as it seen from the investment costs, investment cost is not the main point of solar investment. Another important point is coming from solar resource study and credit situation. For the financial analysis development and construction costs used together with production data were obtained through PVSyst.

Financial analysis was carried out with 100% equity for 8 selected cities and the quickest project calculated more deeply. At the results of financial analysis, together with the payback time method, fastest one Şanlıurfa is selected for detailed analysis. Depends on the Şanlıurfa project's detailed expenses, credit tables were obtained from one of the financial institutions for 25-29-33 installments (payments will be done each 3 months) with 1 year grace period together with 70% of credit and from 10% to 90% credit tables is calculated via this main tables. In the detailed analysis, calculation of the levelized cost of energy, net present value,payback time and internal rate of return are made.

The selection of the appropriate project was based on the internal rate of return. In light of the results, various proposals have been made to arise the use of renewable resources, regional incentives and information.

1. GİRİŞ

Günümüz şartlarında sürekli artış gösteren sanayileşme ve artan nufüs enerjiye olan talebi arttırmaktadır. Bununla birlikte fosil enerji kaynaklarının yarattığı çevre kirliliği, dünyanın yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesini sağlamış ve son yıllarda teknolojik gelişimine önemli katkılar sağlanmasına destek olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının girdileri sayesinde ekosistem içerisinde oluşabilecek dengesizliklerin önüne geçmeye yardımcı olacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde hidroelektrik, rüzgar, güneş, biyokütle ve jeotermal öncülük etmektedir. Ülkemiz hidroelektrik, rüzgar, güneş ve jeotermal alanında önemli kaynaklara sahip bulunmaktadır. Bu kaynaklardan özelllikle güneş ve rüzgar enerjisi son yıllarda önemli ilerleme kaydetmiştir.

Yenilenebilir kaynaklar ülkeler açısından enerji bağımsızlığına birer adım olarak da görülmektedir. Bu sebeple iklim değişikliği yanında enerji bağımsızlığının bir adımı olarak gelişmiş ülkeler yenilenebilir enerji ile ilgili gelişmelere katkı sağlamak için politikalar geliştirmektedirler. Dünyanın önde gelen ülkelerinde alım garantileri veya farklı teşvik sistemleriyle ülkelerinin şebekelerine yenilenebilir enerji sistemlerinin eklenmesinin önü açılmıştır. Teşvik mekanizmaları Avrupa'da 2010 yılların başında devreye girmiş olup 20-25 yıl süresince alım garantileri sunmuştur. Türkiye ise ikinci dalga alım garantilerine yetişmiş, 2015 yılında makul seviyede olan alım garantileri devreye girmiştir. Bu hususta güneş enerjisi santralleri için Türkiye'de bulunan teşvik bedelleri detaylı incelenerek (KDV ve Gümrük Vergisi teşvikleri hariç) teşvik süresi olan 10 yıl içerisindeki geri dönüş süreleri hesaplanmıştır.

Tez çalışmasında Güneş enerjisi santrali yatırımları incelenecek olup; öncelikle dünyada ve Türkiye'de güneş enerjisinin yeri, Türkiye'deki teşvik sistemi, farklı coğrafi bölgelerden seçilen şehirlerin güneş enerjisi potansiyelleri ve bunların farklı kredi modellemelerine istinaden yatırım geri dönüşlerinin hesaplamalarına yer verilmiştir.

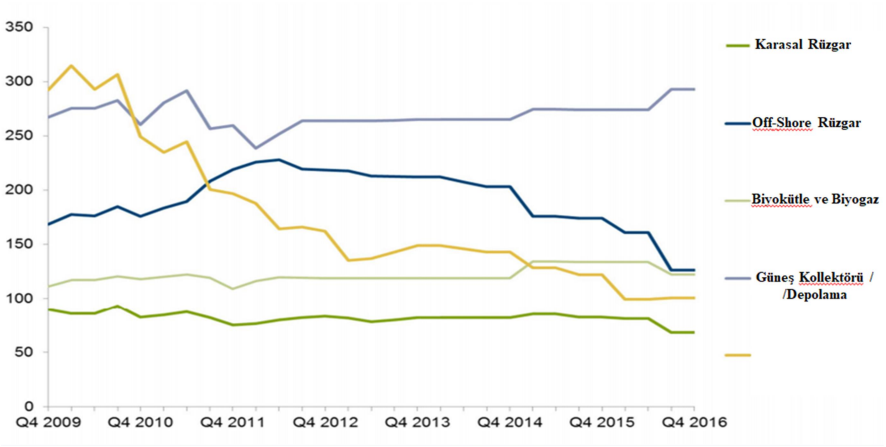
2. YENİLENEBİLİR ENERJİ

Yenilenebilir enerji, yenilenebilir kaynaklardan gelen enerji türüdür. Örneklemek gerekirse Güneş aracılığıyla edindiğimiz ışık gibi limitsiz ve sürekliliğine güvenilir bir enerji kaynağıdır.

Yenilenebilir enerji kaynakları sonsuz kaynağa sahip olmaları sebebi ile yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre düşük enerji akım yoğunluğu dezavantajına karşı avantajlı konumdadır. Geniş bir coğrafyada olması sebebi ile kaynağa ulaşımın kolay olması ve kaynak maliyetlerinin düşüklüğüne karşılık sistemde kullanılan ekipman ve makinelerin yüksek fiyatlı olması yenilenebilir enerjinin diğer bir dezavantajıdır (Özdemir, 2012: 20-24).

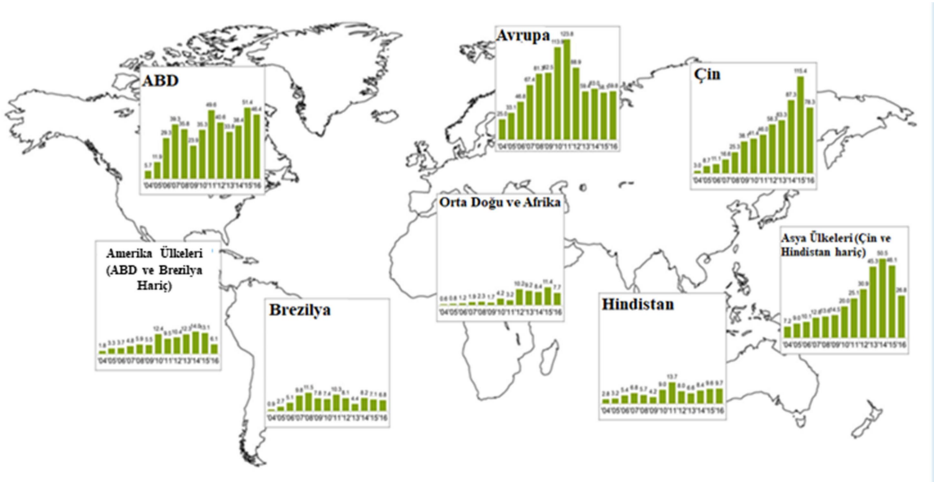
Şu anda yenilenebilir enerji; güneş, rüzgar, su, biyogaz ve jeotermal olarak 5 ana başlıkta toplanmaktadır. Yenilenebilir enerji yeni bir olgu olmamasına rağmen, son yıllarda çevreye olan düşük zararından dolayı kömür, petrol, doğalgaz gibi konvansiyonel yakıtlara alternatif oluştumaya başlamıştır. ‘’REN21 Renewables 2017 Global Status Report’’ a göre 2016 sonu itibariyle toplam elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı %24,5 e ulaşmıştır [%16,6 Hidroelektrik Enerji, %4 Rüzgar Enerjisi, %2 Biyolojik Enerji(Biyogaz vs.), %1,5 Fotovoltaik Güneş Enerjisi ve %0,4 (Okyanus, Jeotermal ve CSP Enerji)] (REN21, 2018). Şekil 2.1 de de belirtildiği üzere BNEF Outlook 2017 raporuna göre 2009 dan 2016 ya kadar seviyelendirilmiş enerji fiyatlarında özellikle Güneş Enerjisi özelinde önemli ölçüde düşme kaydedilmiştir (BNEF, 2017).

Yükselen enerji talebi, enerji arz güvenliği ve iklim değişikliği gibi sebepler; konvansiyonel enerjiden yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişe zemin hazırlamış, hükümetler tarafından teşvik ve sektör lehine ortaya çıkarılan politikalar son yıllarda oluşan bu artışa ön ayak olmuştur.



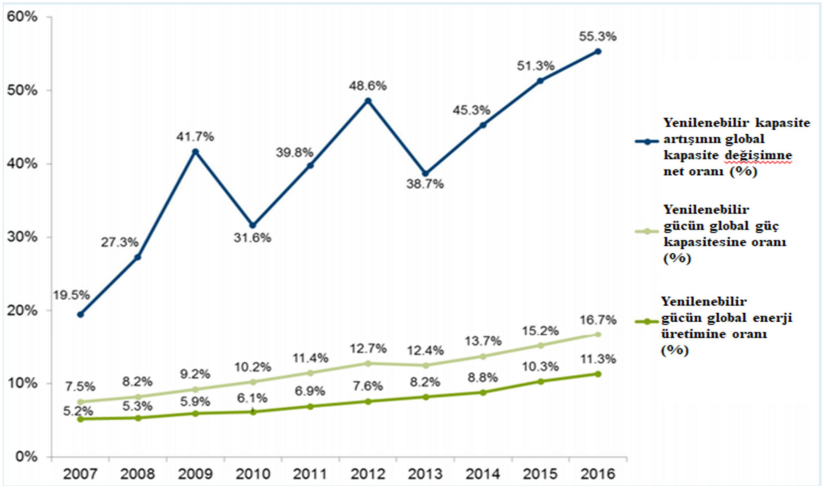
Şekil 2.1 : Seçili yenilenebilir enerji kaynaklarında seviyelendirilmiş enerji maliyetlerinde 2009 ile 2016 arasındaki değişim ($/MWh)(BNEF, 2017).

Son 10 yılda hükümetler tarafından temiz enerji üretimine verilen 20 yıl ve uzun süreli yüksek bedelli alım garantileri, sübvansiyonlar bu yatırımların düşük riskli ve istikrarlı gelire sahip olmalarını sağlamıştır. Şekil 2.2'ye bakıldığında teşvik mekanizmlarının devreye girdiği yıllarda yatırımlar önemli ölçüde sıçrama yapmıştır.



Şekil 2.2 : Yenilenebilir enerji kaynaklarına 2004-2016 arasında yeni yapılan yeni yatırımlar (Milyar $)(BNEF, 2017).

Yine Şekil 2.3 de de belirtilen BNEF Outlook 2017 raporuna göre yenilenebilir enerjinin payı büyük hidroelektrik santraller hariç 2007 de global enerji kapasitesinin %7,5 ine ve yine 2007 de global enerji üretiminin %5,2 sine sahipken; 2016 da bu rakamlar tüm bu etkiler ile birlikte global enerjisi kapasitesinde %16,7 ye, global enerji üretiminde %11,3 e yükselmiştir (BNEF, 2017).



Şekil 2.3 : Yenilenebilir Enerji kaynaklarının 2007-2016 arasındaki kapasite ve üretim oranı değişimi (%)(BNEF, 2017).

2.1 Güneş Enerjisinin Tarihçesi

Güneş enerjisinin kullanımı efsanelere göre 2. yüzyılda Arşimet zamanına dayandırılmaktadır. Arşimet'in güneş ışınları kıyı şeridindeki aynaları kullanmak suretiyle aynı noktada toplayarak düşman gemilerini yaktığı söylenmektedir.

Aslında güneş enerjisi teknolojisinin çıkış noktası, 1839 yılında A.E. Becquerel'in bazı malzemeler üzerinde parlayan ışığın elektrik akımı yarattığını gözlemlemesidir.

1883 yılında Charles Fritts, selenyum ve altın kullanarak ilk solar hücreyi üretmiştir. Bu üretilen hücrenin verimliliği %1'in altındadır. Bu da demek oluyor ki güneş ışınlarının %1 den daha az kısma enerjiye dönüştürülebilmiştir.

1921 yılında ''Fotoelektrik Etki Kanunu'' ile Nobel fizik ödülüne layık görülen Albert Einstein, modern fotovoltaik teknolojisinin temellerini atmıştır.

1946 yılında ise Russell Ohl tarafından modern fotovoltaik hücre patenti alınmıştır.

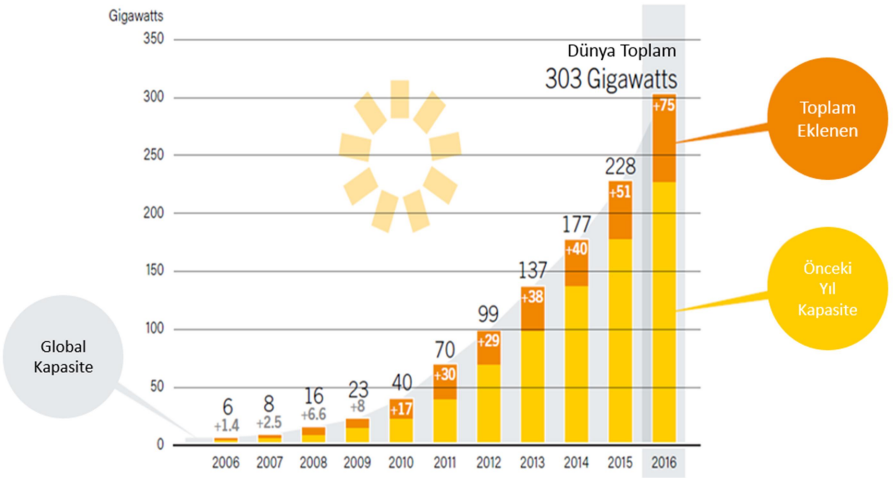
1973 yılına kadar petrolün ön planda olması sebebiyle büyük çalışmalara konu edilmemiş yenilenebilir enerji kaynakları, bu yıl patlak veren petrol krizi sonrası ar-ge çalışmalarına konu edilmeye başlanmıştır.

2000 li yıllara gelindiğinde küresel anlamda ortaya çıkan küresel ısınma ve karbondioksit emisyon problemleri güneş enerjisinin önünü açmış, bu sayede güneş enerjisi endüstrisi hızla yükselmiştir.

2.1.1 Güneş enerjisinin dünyadaki yeri ve gelişimi

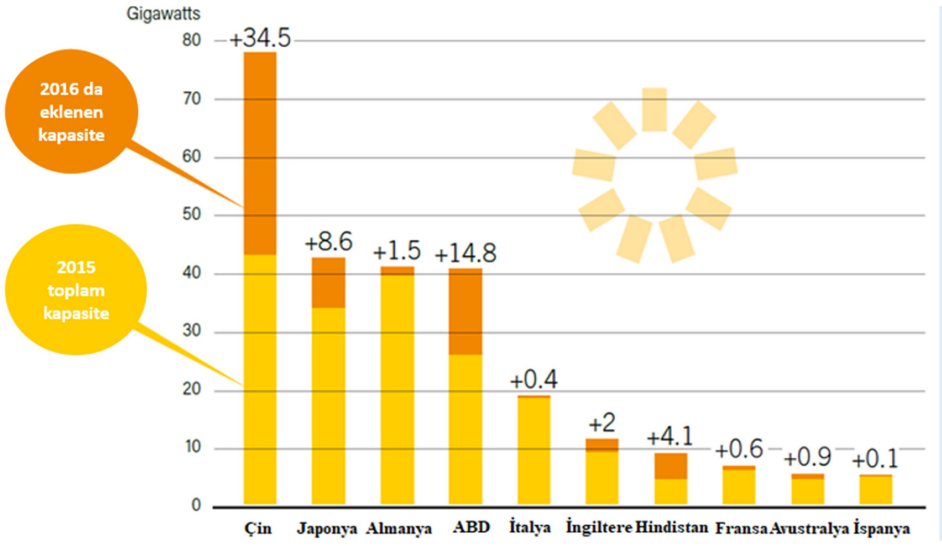
Güneş en önemli yenilenebilir enerji kaynağı olarak göze çarpmaktadır. Bunun en önemli sebebi, güneşin hidroelektrik ve fosil enerji sistemlerinin de asıl kaynağı olan ve yüksek miktardaki ısı ve ışık enerjisiyle, yerkürenin hem ısınma hem de aydınlanma kaynağı olmasıdır. Güneşte hidrojenin helyuma dönüşmesi sonucu ortaya çıkan büyük bir enerjinin milyonlarca yıl daha devam etmesi nedeniyle güneş dünyamız için sonsuz bir enerji kaynağı olarak düşünülebilir. Güneş'in bu sonsuz kaynak özelliğinden yararlanmakta gecikilmiş olsa da, yürütülen çalışmalar gelecek için umut verici niteliktedir. Dünyaya güneş ışınlarıyla 170 milyar MW'lık enerji ulaşmaktadır. Bu miktar, mevcutta dünyada tüketilen enerjinin 15-16 bin katıdır. Mevcutta dünyaya ulaşan güneş enerjisinden fayda sağlama hususunda iki yöntem kullanılmaktadır. Birincisi güneş enerjisinden elektrik üretimi, ikincisi ise ısı enerjisi üretimidir (İstemi, 2004: 36).

Hükümetler tarafından ortaya çıkarılan teşvik mekanizmaları ve hızla düşen kurulum maliyetleri güneş enerjisi sistemleri yatırımları ve kapasite artışını Şekil 2.4 teki tabloda görülebileceği üzere arttırmıştır.



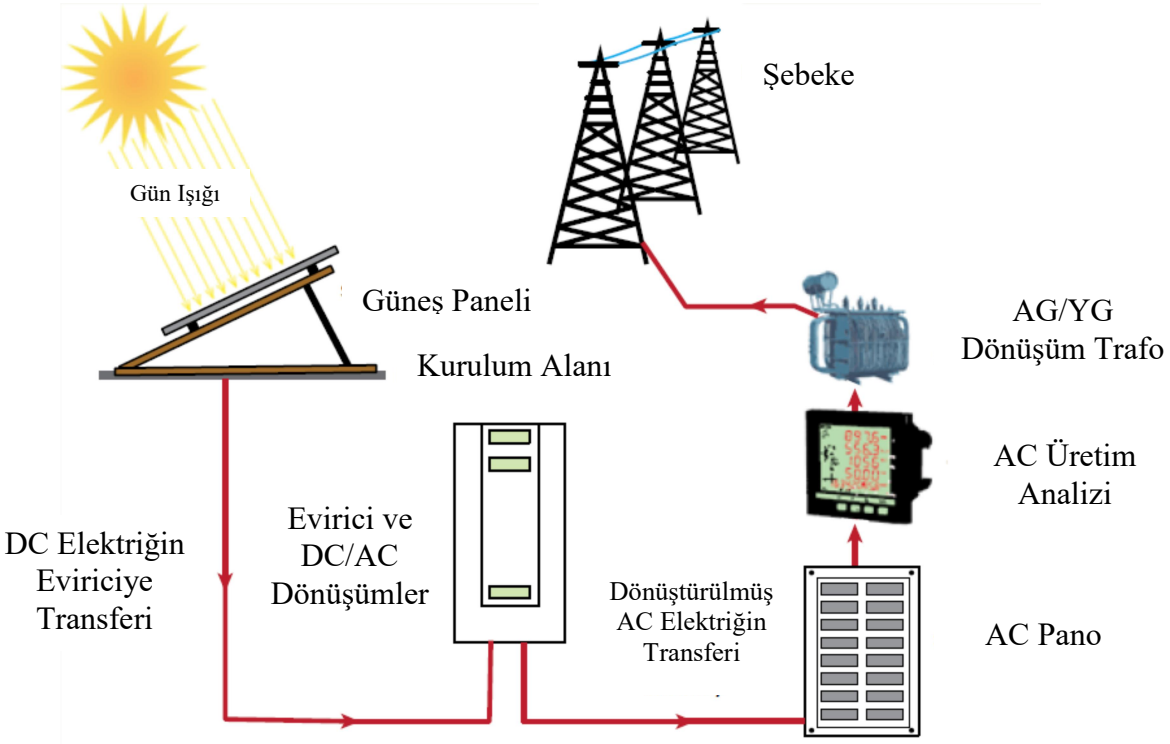
Şekil 2.4 : Güneş enerjisi sistemlerinin 2006-2016 arasındaki kapasite değişimi (GW)(REN21, 2018).

Şekil 2.5 de de görüleceği üzere azalan kurulum maliyetleri ve devlet desteği ile Çin'de 34,5 GW kurulum 1 yıl içerisinde gerçekleşmiştir. Yine Amerika'da kurulu güce 2016 yılı içerisinde 14,8 GW eklenmiştir.



Şekil 2.5 : İlk 10 ülkenin 2016 sonu itibariyle kurulu güç durumları (GW)(REN21, 2018).

Bu bilgilerle birlikte Şekil 2.6 da örnek bir güneş santralinin gün ışığının alınmasından şebekeye kadar olan prosesi gösterilmektedir.



Şekil 2.6 : Örnek bir güneş enerjisi santralinin çalışma prensibi (IFC, 2015).

3. TÜRKİYE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ VE TEŞVİKLER

Ülkelerin siyasi ve ekonomik ilişkilerinin temelinde yüzyıllardır enerji konusu yatmaktadır. Ülkelerin kendi refah ve kalkınmalarını sürdürebilmeleri için her geçen gün artan enerji ihtiyacını karşılamaları gerekmektedir. Ülkemiz stratejik konumu nedeniyle enerji konusunda bir çok ülkeye göre avantajlı konumda olmasına rağmen sahip olduğu enerji kaynakları göz önünde bulundurulduğunda kendi kendine yetebilen bir ülke olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte ülkemiz bu stratejik konumu kullanarak son yıllardaki ekonomik büyümesine eş değer bir şekilde dünya enerji piyasasında en hızlı büyüyen ülkelerden biri haline gelmiştir.

Türkiye, Tedaş verilerine göre 1970 yılında 7.308 GWh net elektrik tüketimine sahipken, net elektrik tüketimi artan sanayi adımlarıyla yükselmeye devam etmiştir. 2004 yılından beri %198 artış olmuştur. 2009 yılında dönemin ekonomik gelişmelerinden ötürü %5,6 civarında düşüş gözlenmiş ancak 2010 yılında %12,8 düzeyinde bir sıçramayla talepte artış olmuştur. 2016 yılına geldiğimizde 231.204 GWh net elektrik tüketimine ulaşmıştır (TEDAŞ, 2017).

Türketimdeki artışın devam etmesi elektrik enerjisi için artan talep anlamına gelmektedir. Türkiye'nin bölgesel ve dünya enerji piyasasındaki önemini arttırmaktadır. Talebe ilişkin yapılan tahminler artışın devam edeceği sonuçlarına ulaşılmaktadır. Bu hususta arz-talep dengesini makul seviyede tutabilmek adına yeni enerji kaynaklarına yatırım yapılmalıdır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının hazırladığı 2035 yılını kapsayan Elektrik enerjisi talebi tahmini ve yine Çizelge 3.1 de gösterilmektedir (ETKB, 2014).

Çizelge 3.1 : Elektrik enerjisi talep projeksiyonu 2014-2035 (ETKB, 2014).

Yıllar	Yüksek Talep (TWh)	Yüksek Talep Artışı %	Referans Talep (TWh)	Referans Talep Artışı %	Düşük Talep (TWh)	Düşük Talep Artışı %
2014	256,46	4,1	255,80	3,8	255,14	3,6
2015	275,14	7,3	268,82	5,1	264,35	3,6
2016	297,01	8,0	284,56	5,9	278,16	5,2
2017	320,47	7,9	301,16	5,8	293,15	5,4
2018	340,58	6,3	318,43	5,7	307,72	5,0
2019	361,81	6,2	336,73	5,7	322,62	4,8
2020	384,22	6,2	355,88	5,7	338,06	4,8

Çizelge 3.1 (devam): Elektrik enerjisi talep projeksiyonu 2014-2035 (ETKB, 2014).

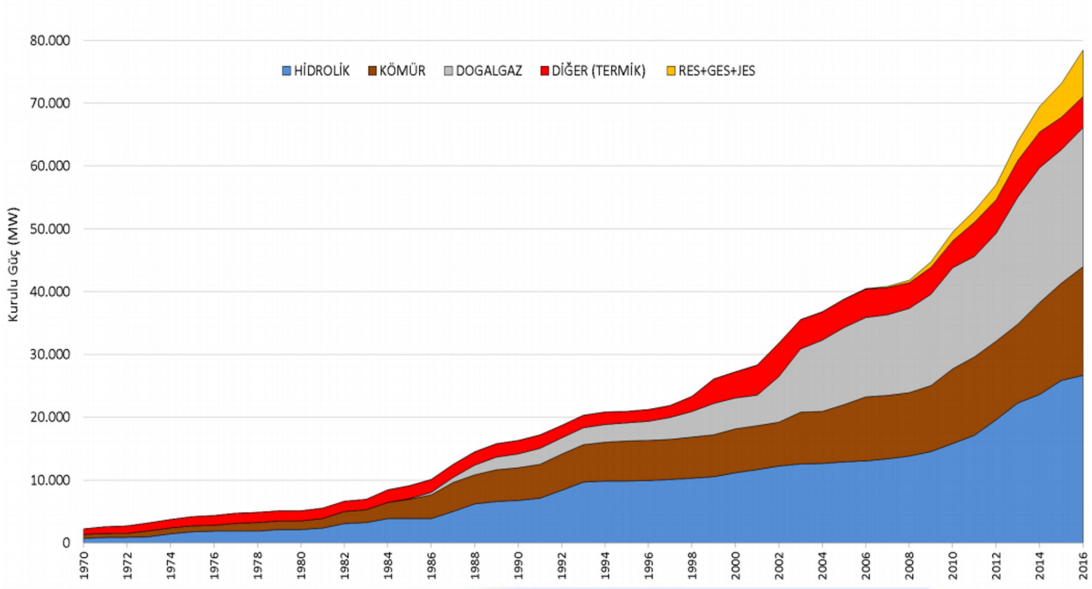
Yıllar	Yüksek Talep (TWh)	Yüksek Talep Artışı %	Referans Talep (TWh)	Referans Talep Artışı %	Düşük Talep (TWh)	Düşük Talep Artışı %
2021	404,92	5,4	374,57	5,3	352,95	4,4
2022	426,61	5,4	393,91	5,2	368,20	4,3
2023	449,32	5,3	413,98	5,1	383,94	4,3
2024	473,10	5,3	435,01	5,1	400,65	4,4
2025	498,01	5,3	456,88	5,0	417,96	4,3
2026	524,08	5,2	479,66	5,0	435,91	4,3
2027	551,37	5,2	503,39	4,9	454,51	4,3
2028	579,93	5,2	528,11	4,9	473,79	4,2
2029	609,81	5,2	553,85	4,9	493,78	4,2
2030	641,08	5,1	580,67	4,8	514,50	4,2
2031	669,11	4,4	606,74	4,5	534,98	4,0
2032	698,23	4,4	633,58	4,4	555,90	3,9
2033	728,48	4,3	661,28	4,4	577,45	3,9
2034	763,98	4,9	689,91	4,3	599,70	3,9
2035	802,18	5,0	719,54	4,3	622,68	3,8

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının hazırladığı veriler değerlendirildiğinde Türkiye'de elektrik enerjisi kullanımı 2016 ile 2035 yılları arasında ortalama yıllık %5 civarında büyüme oranıyla artacağı ve on yılda yaklaşık iki katına çıkacağı görülmektedir.

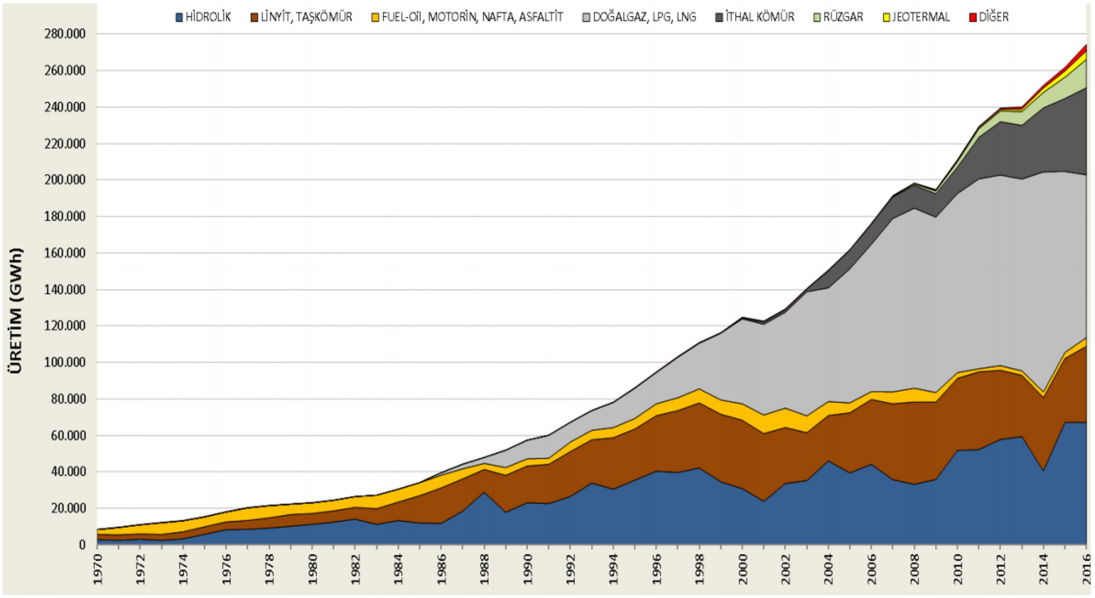
Elektrik üretiminin ithalata dayalı olduğu Türkiye'de kaynak bazında büyük ölçüde doğalgaz, petrol ve kömürden karşılanmanktadır. Artan enerji talebinin ve mevcut elektrik ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması önem taşımaktadır.

Ayrıca güneş enerjisi sistemlerinden elektrik üretiminin de içinde bulunduğu yenilenebilir enerji üretimine devlet tarafından alım garantisi verilmesi hususları dikkate alındığında talep açısından GES'den elde edilecek elektrikte talep açısından olumsuz bir durum olmayacağı öngörülmektedir. Alım garantileri makul seviyelerde yer aldığından yatırım geri dönüş süreleri de hızlı olacaktır. Bu noktada asıl konu Türkiye'nin 10 yıl sonunda lisanssız üretim yapan santraller ile ilgili tasarrufunun ne olacağıdır.

Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 deki grafikte de görüleceği üzere 2000 li yıllara kadar ülkemizde hidroelektrik enerji santralleri hariç herhangi bir yenilenebilir enerji kaynağından üretim yapılmadığı görülmektedir (Url-1). Bu hususta ülkemizde konvansiyonel enerji santrallerinin yanında, yenilenebilir enerji kaynaklarına da yatırımı hızlandırabilmek adına önemli teşvikler verilmeye başlanmıştır.



Şekil 3.1 : Türkiye'de elektrik enerjisi kurulu gücünün değişimi (1970-2016) (Url-1).



Şekil 3.2 : Türkiye'de elektrik enerjisi üretiminin değişimi (1970-2016) (Url-1).

Ülkemizde 2000 li yılların başından beri yaşanan doğalgaz ve petrol arz problemleri, 2017 yılı itibariyle lisanssız elektrik üretiminde alım garantisinin dolaylı yoldan önemli ölçüde düşmüş olması yenilenebilir enerji kaynaklarını öne çıkarmış; bu hususta 2018 yılı Şubat ayı itibariyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu güçteki payını Çizelge 3.2 deki tabloda da görüleceği üzere önemli ölçüde arttırdığı görülmektedir. Özellikle Lisanssız Güneş Enerjisi Santralleri son 3 yılda 4 GW sınırına dayanmmış ve ulusal üretim ağında %4,60 seviyesine ulaşmıştır (Url-2).

Çizelge 3.2 : Şubat 2018 sonu itibariyle türkiye elektrik sistemi kuruluş ve kaynaklara göre kurulu güç (Url-2).

YAKIT CİNSLERİ	28 ŞUBAT 2018 SONU İTİBARİYLE		
	KURULU GÜÇ MW	KATKI %	SANTRAL SAYISI ADET
FUEL-OİL + NAFTA + MOTORİN	303,60	0,40	12
YERLİ KÖMÜR	9.872,60	11,50	30
İTHAL KÖMÜR	8.793,90	10,20	11
DOĞALGAZ + LNG	23.181,20	26,90	249
YENİLEN.+ATIK+ATIKISI+PRLTK. YAĞ	580,70	0,70	99
ÇOK YAKITLILAR KATI+SIVI	706,90	0,80	22
ÇOK YAKITLILAR SIVI+D.GAZ	3.412,10	4,00	47
JEOTERMAL	1.063,70	1,20	40
HİDROLİK BARAJLI	19.914,00	23,10	118
HİDROLİK AKARSU	7535,10	8,70	506
RÜZGAR	6523,60	7,60	162
GÜNEŞ	22,90	0,00	3
TERMİK (LİSANSSIZ)	231,20	0,30	79
RÜZGAR (LİSANSSIZ)	46,90	0,10	62
HİDROLİK(LİSANSSIZ)	7,40	0,00	10
GÜNEŞ (LİSANSSIZ)	3.919,20	4,60	4704
TOPLAM	86.114,90	100.00	6154

Çizelge 3.3'e göre kurulu güç illere göre değerlendirildiğinde, Kahramanmaraş en yüksek kapasiteli il, Ağrı ise en düşük kapasiteli il olara ortaya çıkmaktadır. Ege Denizi kıyıları ve Akdeniz'in doğusu RES'lerin, Fırat-Dicle ve Çoruh havzası hidroelektrik santralleri, kıyı illerinde ithal kömür santralleri, maden bulunan bölgelerde kömür santralleri, tüketimin yüksek olduğu bölgelerde doğalgaz santralleri ve Türkiye'nin güneyine doğru GES'ler yoğunlaşmaktadır (Url-3).

Çizelge 3.3 : İllere gore kurulu güç ve il tüketimi karşılama oranları (Url-3).

Sıra	İller	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Yaklaşık Üretim(GWh)	Üretim / Tüketim Oranı
1	K.maraş	4.267	6.386	% 117
2	İzmir	4.252	18.480	% 85
3	Adana	3.741	15.388	% 201
4	Çanakkale	3.588	21.408	% 444
5	Şanlıurfa	3.431	10.164	% 135
6	Zonguldak	3.336	13.332	% 366
7	Samsun	3.300	10.006	% 294
8	Bursa	2.837	7.842	% 60
9	İstanbul	2.726	8.025	% 18
10	Hatay	2.719	14.518	% 172
11	Balıkesir	2.717	10.039	% 279
12	Ankara	2.523	11.097	% 79
13	Sakarya	2.421	15.571	% 505
14	Elazığ	2.284	7.852	% 479
15	Diyarbakır	2.253	7.460	% 129
16	Manisa	2.192	9.569	% 219
17	Muğla	2.187	11.363	% 342
18	Kocaeli	2.119	7.613	% 49
19	Antalya	2.051	5.603	% 70
20	Kırıkkale	1.946	8.797	% 1071
21	Kırklareli	1.765	2.053	% 66

Çizelge 3.3 (devam): İllere gore kurulu güç ve il tüketimi karşılama oranları (Url-3).

Sıra	İller	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Yaklaşık Üretim(GWh)	Üretim / Tüketim Oranı
22	Artvin	1.728	3.975	% 969
23	Denizli	1.641	6.913	% 190
24	Tekirdağ	1.589	9.055	% 155
25	Aydın	1.087	4.535	% 171
26	Kütahya	1.062	6.122	% 364
27	Osmaniye	1.057	3.336	% 99
28	Mersin	1.045	3.716	% 74
29	Sivas	988	3.815	% 197
30	Giresun	831	1.788	% 247
31	Kayseri	830	2.245	% 64
32	Erzurum	790	1.607	% 116
33	Gaziantep	640	1.959	% 32
34	Gümüşhane	624	1.231	% 538
35	Trabzon	606	1.386	% 95
36	Şırnak	578	2.901	% 164
37	Konya	563	710	% 11
38	Tokat	563	1.417	% 138
39	Sinop	561	918	% 204
40	Eskişehir	558	1.745	% 65
41	Karaman	553	1.440	% 299
42	Ordu	487	1.252	% 89
43	Bolu	410	1.892	% 164
44	Çorum	366	815	% 81
45	Bingöl	353	1.004	% 378
46	Afyon	351	452	% 29
47	Siirt	345	884	% 109
48	Rize	323	978	% 102
49	Erzincan	322	921	% 271
50	Kırşehir	310	494	% 94
51	Isparta	301	721	% 58
52	Amasya	285	679	% 102
53	Adıyaman	248	675	% 49
54	Yalova	243	1.085	% 110
55	Muş	183	380	% 67
56	Edirne	166	409	% 29
58	Ardahan	161	372	% 323
59	Mardin	159	68	% 1
60	Kars	158	287	% 63
61	Burdur	128	326	% 31
62	Bilecik	112	196	% 11
63	Nevşehir	111	307	% 38
64	Düzce	107	253	% 24
65	Tunceli	107	282	% 238
66	Niğde	86	121	% 12
67	Uşak	85	245	% 18
68	Kastamonu	84	188	% 21
69	Malatya	77	207	% 12
70	Van	67	197	% 9
71	Batman	63	173	% 9
72	Hakkari	49	122	% 16
73	Aksaray	41	34	% 5
74	Bayburt	30	81	% 60
75	Yozgat	27	81	% 10
76	Bartın	27	56	% 13
77	Iğdır	23	76	% 36
78	Kilis	8	11	% 6

Çizelge 3.3 (devam): İllere gore kurulu güç ve il tüketimi karşılama oranları (Url-3).

Sıra	İller	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Yaklaşık Üretim(GWh)	Üretim / Tüketim Oranı
79	Çankırı	5	16	% 4
80	Bitlis	1	3	% 0,38
81	Ağrı	0	0	% 0,00

3.1 Enerji Piyasası Güncel Durumu

Enerjiye olan talebin artması ve enerji üretiminin çevreye olan zararın azaltılmasına yönelik politikalar yenilenebilir enerjiye olan ilgiyi arttırmakta ve bu kaynaklar arasında kurulum ve işletme kolaylığı ile öne çıkan güneş ve rüzgar enerjisi, elektrik üretimindeki payını arttırarak önemli bir yatırım aracı haline gelmektedir.

Ülkemizde yenilenebilir enerji sistemleri, 14/3/2013 tarihli 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanun ve 10/5/2015 tarihli 5346 nolu Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun hükümlerine tabidir.

Lisanslı projeler; 2 Kasım 2013 tarih ve 28809 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan ve 15 Aralık 2017 tarihinde 30271 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan tadil ile son halini alan "Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği'' hükümleri kapsamındadır.

Çalışma kapsamında Lisanssız Güneş Enerjisi Santrali inceleneceği için lisanssız projelerin işleyişi detaylı şekilde incelenmiştir.

Lisanssız projeler ise; 2 Ekim 2013 tarih ve 28783 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan ve 17 Ocak 2018 tarihinde 30304 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan tadil ile son halini alan "Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik hükümleri kapsamındadır. Ayrıca ilgili yönetmeliğin uygulanmasına yönelik yürürlüğe giren tebliğ; 2 Ekim 2013 tarihinde 28783 sayılı Resmi Gazetede yayınlanmış ve 15 Mayıs 2017 tarihinde 30067 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan tadil ile son halini almıştır.

İlgili yönetmelikte; ön lisans ve lisans alma ile birlikte şirket kurma muafiyeti, bağlantı başvurusu süreci ve başvurusuna ilişkin detaylar, elektrik üretim ve tüketim değerlerinin belirlenmesi, ihtiyaç fazlası elektrik üretiminin belirlenmesi ve satın alınması, denetimi, yasaklı durumları, yaptırımları, üretim tesisinin devredilmesi gibi hususlar düzenlenmiştir.

Çalışmaya konu tesislerin mevzuat hükümleri bağlamında, her birinin projelendirilen kurulu gücü en çok 1 MW olup, şirket kurma ve ön lisans ile lisans zorunluluğu

yoktur. Üretilen elektriğin ihtiyaç fazlası kısmı tesisin kurulduğu bölgedeki lisans sahibi dağıtım şirketi aracılığıyla YEK destekleme mekanizması kapsamında değerlendirilecektir. Ayrıca güneş ve rüzgâra dayalı lisanssız üretim tesisleri için ölçüm yapma mecburiyeti bulunmamaktadır.

Güneşe dayalı lisanssız üretim tesislerinin kurulabilmesi ve üretilen elektriğin ihtiyaç fazlası kısmının satılabilmesi için öncelikle ilgili dağıtım şirketinden bağlantı anlaşmasına çağrı mektubunun alınması gerekmektedir. Başvurular dağıtım şirketi tarafından kapasite ve teknik yeterlilikler kapsamında değerlendirilerek uygun bulunan başvurulara talep edilen uygulama şartlarını içeren bağlantı anlaşmasına Çağrı Mektubu gönderilir.

Çağrı mektubunu alan proje sahipleri, hazırlayacakları tesis projesini TEDAŞ'ne onaylatmalıdırlar.

3.1.1 Lisanssız enerji piyasası teşvik mekanizması

Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik'in 5'inci maddesinin ikinci fıkrası uyarınca elektrik üretimini yenilenebilir kaynaklar ile gerçekleştiren tüzel ve gerçek kişilerin, ürettiği ihtiyaç fazlası elektrik ilgili tedarik şirketi tarafından YEKDEM kapsamında değerlendirilmektedir.

İlgili yönetmelik maddesinde bildirilen tüketim tesisinden harcanamayan enerji miktarı, ihtiyaç fazlası elektrik enerjisi olarak ilgili tedarik şirketi tarafından YEK Kanununa ekli I sayılı Cetvelde kaynak bazında belirlenen fiyattan, YEKDEM kapsamında, üretim tesisinin sisteme enerji verme tarihi itibariyle 10 yıl boyunca satın alma işlemi yapılacağı belirtilmektedir.

18.05.2005 tarih ve 25819 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan, 5346 sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun" ve 29.12.2010 tarih ve 6094 sayılı Kanunla yapılan değişiklikle yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretimlerde alım garantisi tahsis edilmiştir.

Yönetmelik uyarınca hidrolektrik, rüzgar, jeotermal, biyokütle ve güneş enerjisine dayalı üretim tesisleri için tesis tipine bağlı olarak alım garantisi tutarları EPDK tarafından belirlenmiştir. Belirlenen garanti edilen alım tutarları Çizelge 3.4 deki tabloda gösterilmektedir.

Çizelge 3.4 : Yenilenebilir enerji kaynakları alım garantisi tutarları.

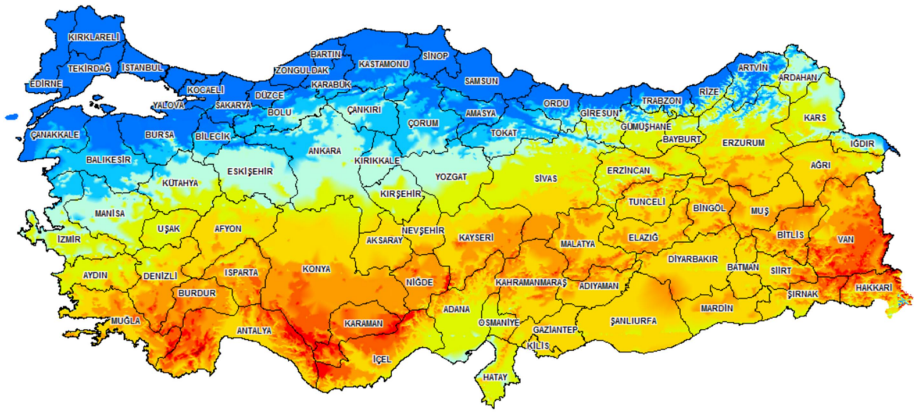
Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Cent/kwh
Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
Biyokütleye dayalı üretim tesisi (çöp gazı dâhil)	13,3
Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

YEK Kanunu'nun resmi gazetede yayınlanıp yürürlüğe girdiği 18 Mayıs 2005 tarihinden 31 Aralık 2020 tarihine kadar işletmeye girmiş ya da girecek YEK destekleme mekanizmasına tabi üretim lisansı sahipleri yada lisanssız santral sahipleri için bu fiyatlar 10 yıl süreyle uygulanacaktır.

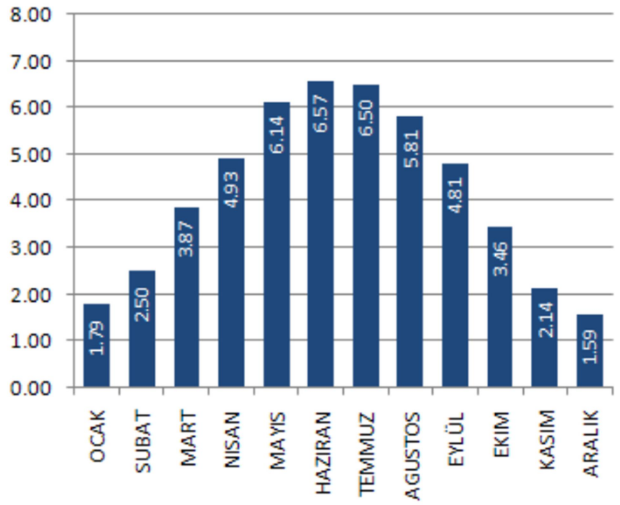
Bütün bu bilgilerin yanında gider kalemleri arasında en önemli yeri tutan sistem kullanım bedeli; 28 Aralık 2017 tarihindeki kurulda belirlenip 30 Aralık 2017 tarihinde 30286 sayılı 1.Mükerrer Resmi Gazete de yayımlanan 7617 nolu kurul kararıyla 11,3104 kuruş/kWh olarak belirlenmiş ve ekonomik hesaplamalarda bu rakam kullanılmıştır.

3.2 Ülkemizin Güneş Enerjisi Potansiyeli

Türkiye'nin konumu ile güneş enerjisi potansiyeli açısından şanslı ülkeler arasındadır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) tarafından sağlanan verilere göre 36° - 42° Kuzey enlemleri arasında yer alan Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.640 saat ve günde toplam 7,2 saat olarak belirlenmiştir. Ortalama toplam ışınım şiddeti ise 1311 kWh/m2-yıl ve günlük toplam 3,6 kWh/m2 olarak tespit edilmiştir. Güneş enerjisi radyasyonun ülke dağılımı Şekil 3.3 te gösterilmiştir. Şekil 3.4 te ise YEGM aracılığıyla edinilen Türkiye aylık global radyasyon ortalamaları belirtilmiştir (Url-4).

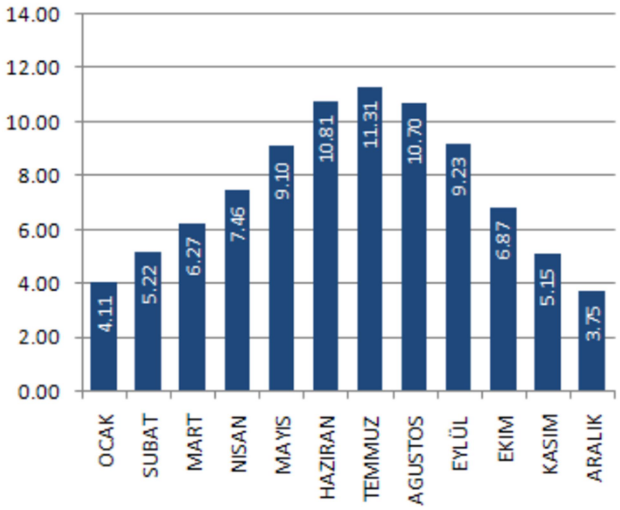


Şekil 3.3 : Güneş enerjisi potansiyel atlası-GEPA(Url-4).



Şekil 3.4 : Türkiye global radyasyon değerleri (kWh/m²/gün)(Url-4).

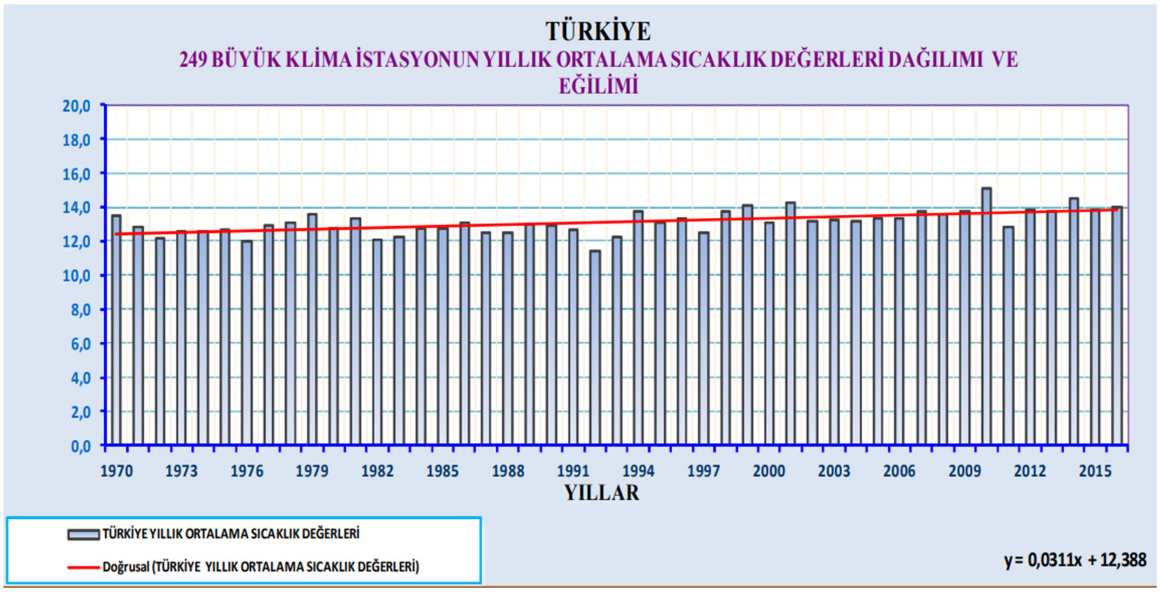
YEGM verileri dikkate alındığında Şekil 3.5 de de belirtildiği üzere Türkiye de en uzun güneşlenme süresi 11,3 saat ile Temmuz da gerçekleşirken, en yüksek günlük 6,57 kWh/m²-gün ile Haziran ayında ulaşılmaktadır.



Şekil 3.5 : Türkiye güneşlenme süreleri (saat)(Url-4).

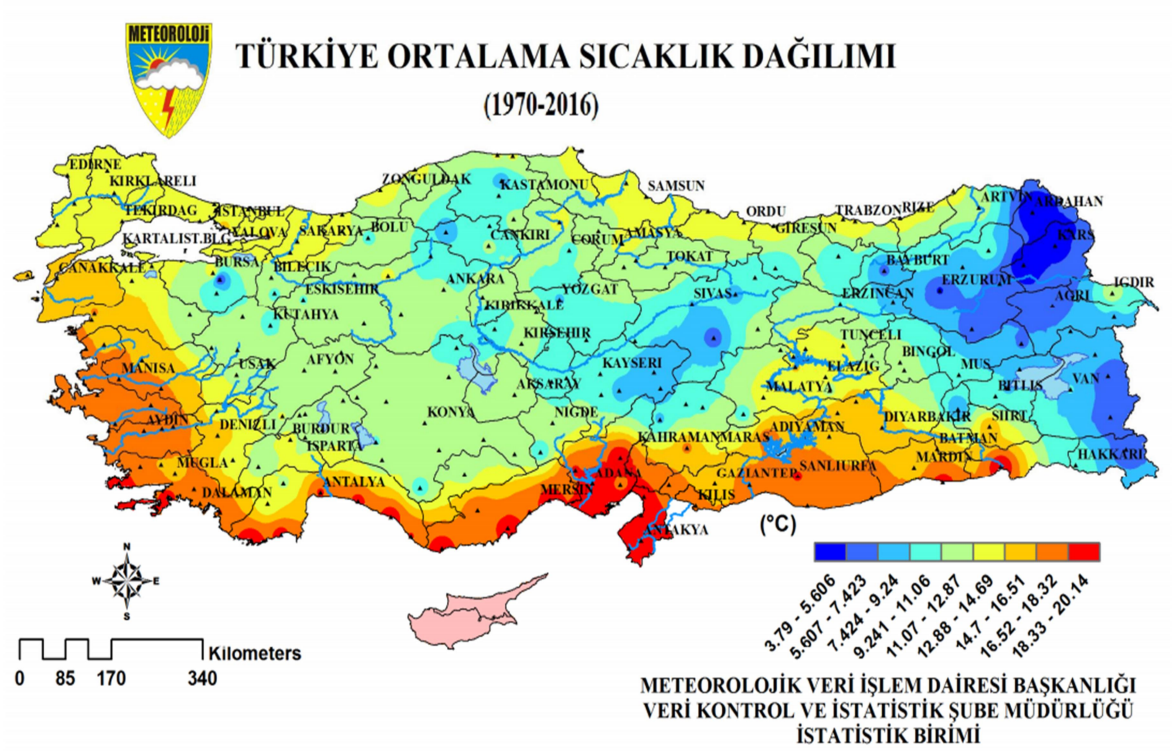
3.3 Ülkemizin ortalama sıcaklık analizi

Türkiye'nin yıllık sıcaklık değerleri çok geniş olmayan bir skala içerisinde yer almaktadır. MGM verilerine göre Şekil 3.6 de de görüleceği üzere 1970-2016 arasında Türkiye'nin ortalama sıcaklığı 13,1 °C iken; 2010 yılı ortalama 15,1 °C ile en yüksek, 1992 yılı ise 11,4 °C ile en düşük ortalama sıcaklığı sahip yıl olmuştur (Url-5).



Şekil 3.6 : Türkiye ortalama sıcaklık değerleri (°C)(Url-5).

Türkiye'de en soğuk bölgeler Doğu Anadolu Bölgesinde bulunuyorken, en sıcak bölgeler Akdeniz bölgesinde yer almaktadır. Ortalama sıcaklık dağılım haritası Şekil 3.7 de gösterilmiştir (Url-5).



Şekil 3.7 : Türkiye ortalama sıcaklık dağılımı haritası (°C)(Url-5).

4. GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ BİLEŞENLERİ VE ANALİZİ

Bu bölümde GES projesinin en önemli teknik bileşenleri olan fotovoltaik modül ve evirici analiz edilmiştir.

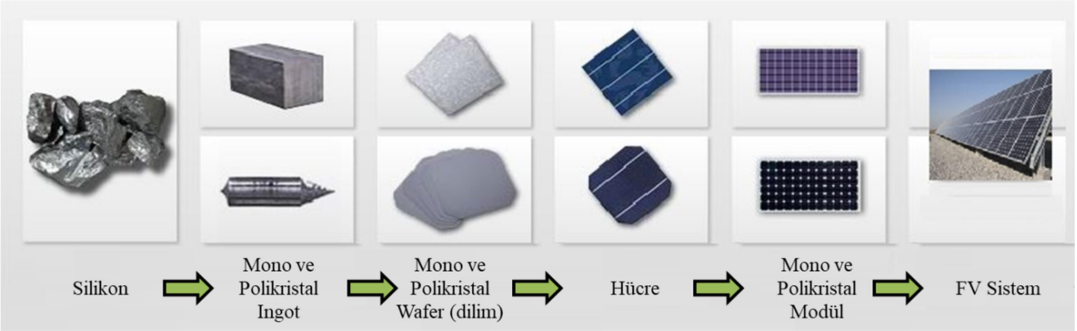
4.1 Fotovoltaik Modül

Fotovaltaik modül, fotovoltaik etkisiyle güneş radyasyonunu doğrudan elektriğe çeviren, hareketli parçalar gerektirmeyen, tamamen sessiz ve temiz işlemle çalışan bir sistemdir. Güneş radyasyonunun yarı iletken PV hücreleri üzerine düşmesi ile PV hücresi üzerinde elektron hareketini sağlayan yarı iletkenlik etkisi Fotovoltaik etki olarak adlandırılır. Piyasada en yaygın kullanılan yarı iletken ham maddesi Silikon olmakla birlikte, Cadmium Telluride (CdTe) ve Copper Indium Selenide (CIS) maddeleri de PV modül üretiminde kullanılan etkin hammadelerdir. PV panelleri piyasada kristalin silikon ve ince film paneller olarak ikiye ayrılır. Kristal yapılı modüller PV hücrelerinin biraraya getirilip birleştirilmesi ile birlikte şeffaf bir ön tabaka (genellikle cam) ve arka tabaka (genellikle plastik veya cam) arasına kapsüllenmesi şeklinde gerçekleştirilir. Bu tür modüllerin üretim tekniği oldukça basittir; eritilmiş poli-silikon dikkatli şekilde döküm yöntemiyle bir kalıba yerleştirilir ve daha sonra wafer oluşturmak üzere dilimlenir. Bu şekilde üretilen poli-kristal yapılı modüller mono-kristal yapılı modüllerden daha ucuz maliyetle üretilirler. Laboratuvar şartlarında mono-kristal modüller poli-kristal modüllerden daha verimli olduğu gözlemlenirken, arazi şartlarında verimlilikleri neredeyse aynıdır. Çizelge 4.1 de bazı PV teknojilerinin sınıflandırılması gösterilmiş, Şekil 4.1 de ise modül üretim adımlarından bahsedilmiştir (IFC, 2015).

Çizelge 4.1 : Bazı PV teknolojileri sınıflandırması (IFC, 2015).

Teknoloji	Kristal Silikon	Mono ince kristal silikon	Düzensiz Silikon	Cadmium Telluride	Copper Indium Selenide
Kategori	c-Si	HIT	a-Si	CdTe	CIS
Ticari Verimlilik	%13-%21	%18-%20	%6-%9	%8-%16	%8-%14
Isı katsayısı*	-%0,45	%0,29	-%0,21	-%0,25	-%0,35

* Enerji üretimi sıcaklığın yükselmesiyle ilişkilidir. Modül sıcaklığı yükseldikçe genellikle modülün gücü düşer.

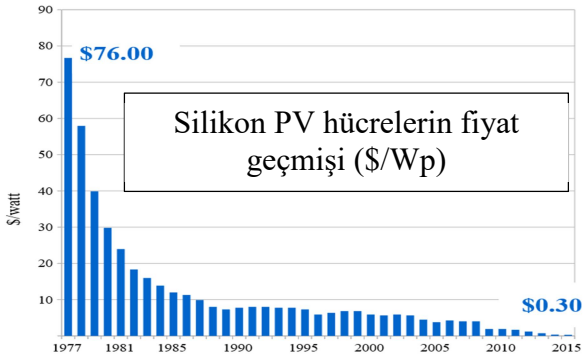


Şekil 4.1 : PV modül üretim adımları.

Güneş PV hücresinden çıkan elektrik doğru akım (DC) şeklindedir. Bir PV enerji tesisinde gerekli DC enerji çıktısını elde etmek için birçok hücrenin biraraya gelmesiyle oluşan modüllleri, bir çok modülün biraraya gelmesiyle oluşan diziler vardır. Modüller birbirleriyle seri veya paralel şekilde bağlanıp bir modül dizisi oluşturabilirler. Modül dizisi seri bağlandığında gerilim artışı, paralel bağlandığında akım artışı olacaktır.

PV modüllerinde uzun ömürlülük ve güvenilirlik için ürünün sahip olmuş olduğu standartlara bakmak gerekir. Üretim garantileri genelde 20-25 yıl arasında verilmektedir. Kristal yapılı PV modüllerde başlıca aranılan standart IEC 61215 iken ince film modüllerde ise IEC 61646 standartıdır. Bu, standart test şartlarında termal dönüşüm, nem ve donma, mekanik gerilme ve burkulma, kar ve dolu direnci, performans testlerini kapsar.

Şekil 4.2 deki tabloda BNEF Outlook 2016 verilerine göre 1977 de bu yana $76,00/Wp olan silikon PV hücre fiyatları 2015 yılında yine BNEF Outlook 2016 verilene göre $0,30/Wp seviyesine inmiştir. PV hücre fiyatları 2018 Nisan ayı pvinsights.com verilerine göre ortalama $0,177/Wp seviyesine ulaşmıştır.



Şekil 4.2 : Silikon PV hücre fiyatları (BNEF, 2016).

Bu hususla birlikte Çizelge 4.2 de belirtildiği üzere Polikristalli modül fiyatları yine 2018 Nisan ayı pvinsights.com verilerine göre ortalama $0,30/Wp seviyesine ulaşmıştır. Bu fiyatlar spot fiyatlardır ve herhangi bir vergi yada nakliye dahil edilmemiştir (Url-6).

Çizelge 4.2 : PV piyasası spot ürün fiyatları ($/Wp)(Url-6).

	Yüksek	Düşük	Ortalama
Multi Hücre Fiyatı	0,240	0,160	0,177
Çin Dışı Poli Hücre Fiyatı	0,240	0,160	0,179
Poli PERC Hücre Fiyatı	0,240	0,180	0,194
Çin Dışı Poli PERC Hücre Fiyatı	0,240	0,180	0,195
Mono PERC Hücre Fiyatı	0,260	0,200	0,210
Çin Dışı Mono PERC Hücre Fiyatı	0,260	0,200	0,213
Polikristalli Solar Modül Fiyatı	0,41	0,27	0,30
Poli PERC Modül Fiyatı	0,45	0,32	0,35
Mono PERC Modül Fiyatı	0,55	0,33	0,38

4.2 Evirici (Inverter)

Eviriciler, güneş modüllerinde üretilen DC akımı, AC akıma çevrilmesine yarayan cihazlardır. Güneş enerjisi santrallerinin en önemli ekipmanlarından biridir. Standart olarak eviriciler yazılımlarıyla maksimum güç ayarı yapmaya yararlar. Bunun yanında üretime ait veriler eviriciler tarafından toplanır ve istenirse yapılacak bağlantı aracılığıyla uzaktan izlenebilir. Hem AC hem de DC tarafta aşırı akım, aşırı gerilim, PV serilerinde oluşacak sorunlar gibi hatalara karşı koruyucu özellikleri mevcuttur.

Eviriciler için en önemli olay panel dizilerinin birbirine uygun olarak oluşturulmasıdır. Bu bağlamda aynı yerleşim açıları, aynı gölgelenme, kirlenme yada farklı sıcaklıklara sahip olabilecek paneller dizi haline getirilmelidir.

Eviriciler; Merkezi ve Dizi (string) olarak ikiye ayrılmaktadır. Merkezi eviriciler yüksek verimli ve düşük maliyete sahiptirler. Bakım maliyeti olarak da dizi eviricilere göre avantajlıdır. Merkezi eviriciler arıza durumunda sistemin tamamen devre dışı kalmasına sebep olabilmektedir ve bu husus sistem sürdürülebildiğini de riske atmaktadır. Bunun önüne geçebilmek için merkezi eviriciler genelde kendi içlerinde kaset mantığıyla 2 yada daha fazla sisteme ayrılabilmektedir. Merkezi eviricinin çıkışı büyük çoğunlukla şebekeye çok yakın noktada olduğu için AC kablo kayıpları açısından avantajlıdır.

Dizi eviricilerde fotovoltaik modüller daha küçük kümeler halinde bulunmaktadır. Her bir fotovoltaik dizi eviricilerin özelliğine göre MPPT'lere bağlanmaktadır. Her bir MPPT donanımsal evirici olarak çalışmaktadır. Dizi eviricilerde diyot bulunmadığından diyot kaybı da yoktur. Dizi eviricilerde AC kablo boyu uzayıp, DC kablo mesafeleri kısalır. Bu hususta dizi eviriciler DC kablo kayıpları açısında avantaj sağlamaktadır.

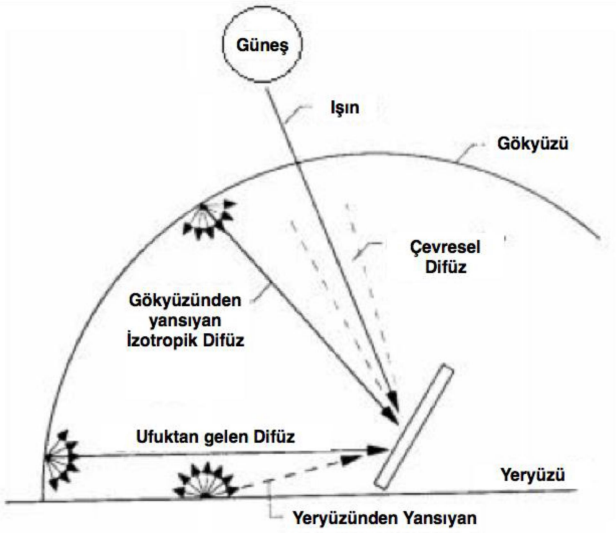
Evirici verimlilikleri en son teknolojilerle birlikte %98 ve üzerine çıkmıştır. Dizi eviricilerin market payı %42 lere ulaşmış durumdadır.Bu eviriciler çoğunlukla konut, küçük ve orta ölçekli ticari uygulamalarda kullanılmaktadır. Merkezi eviricilerin market payı ise çoğunlukla büyük ticari uygulamalarda kullanılmakla beraber %54 mertebesindedir. Geri kalan market payı mikro evirici ve diğer ekipmanlara aittir. Eviriciler yenilikçi yarı iletkenlerin de yardımıyla (Sic ve GaN) şebeke stabilizasyonu, öz tüketim optimazyonu noktalarında ve yine bunun yanında kompaktlaşan tasarımları ve verim artışlarıyla teknolojilik ilerlemelerine hızla devam etmektedir (ISE,2018-9). Çizelge 4.3 de ise eviricilerin Pazar dağılımı detaylı şekilde verilmiştir.

Çizelge 4.3 : Evirici pazar dağılımı (ISE, 2018).

Evirici	Verimlilik	Pazar	Notlar
Dizi Evirici 100 kW'a kadar	~ %98	~ %42	Değişim Kolaylığı.
Merkezi Evirici 100 kWp'dan büyük	~ %98,5	~ %54	Servis kontratı ile birlikte satılır.
Mikro Evirici (Modül Gücüne bağlı)	~ %90-%95	~ %1	Değişim Kolaylığı.
DC/DC Konvertör (Güç Optimizatörü)	~ %98,8	~ %3	Optimize edilmiş DC Akım. DC/AC evirici gerekliliği bulunuyor.

4.3 Solar Ölçüm Modellemeleri

Yatay düzleme paralel şekilde yapılan solar ölçümlere karşın, fotovaltaik paneller maksimum enerji kazanımları için eğimli şekilde konumlandırılırlar. Yatay düzleme paralel şekilde alınan verilerin çeşitli modelleme teknikleri kullanılarak eğimli yüzeylere dönüştürülmesi gereklidir. Bu konuda farklı teknikler kullanılabilir. Bu modelleme teknikleri hesaplamalarında kullanılan difüz radyasyon parametrelerine göre farklılık göstermektedir. Eğimli yüzeylerede solar radyasyon çeşitleri Şekil 4.3 te detaylı şekilde gösterilmiştir. İzotropik, Lui ve Jordan, Iqbal ve anizotropik Hay&Davis, Perez modelleri bunlara örnek olarak gösterilebilir (Myers, 2013).



Şekil 4.3 : Eğimli yüzeylerde solar radyasyon çeşitleri (Duffie ve Beckman 1991).

Difüz radyasyonun gökyüzünün her yerinde eşit olması (izotropik) kabulü ile oluşturulan Lui ve Jordan (1962), Iqbal (1980) gibi modellerde buna karşılık olarak çevresel difüz radyasyon da dikkate alınmaktadır. Buna ek olarak çevresel difüz radyasyon ve beam radyasyonun aynı doğrultuda geldiği kabulu de yapılır. Atmosferin geçirgenliğini tanımlayan Ai anizotropi endeksi denklem (4.1)'de verilmiştir. Io burada atmosfer dışından gelen radyasyon olarak tanımlanır (Hay&Davis, 1980).

$$A_i = \frac{I_{b,n}}{I_{o,n}} = \frac{I_b}{I_o} \tag{4.1}$$

Böylece, β eğim açılı yüzeydeki toplam ışınım denklem (4.2) deki şekilde tanımlanır.

$$I_T = \left(I_{h,b} + I_{h,d}A_i\right)R_b + I_{h,d}(1 - A_i)\left(\frac{1+\cos\beta}{2}\right) + I_{h\rho}\left(\frac{1-\cos\beta}{2}\right) \tag{4.2}$$

PVSOL ve PVSyst gibi enerji üretim hesaplarının yapıldığı yazılımlarda kullanılan bu modeller difüz radyasyonun fazla olduğu ve daha detaylı hesaplamaların yapılması gereken durumlarda yetersiz kalabilmektedir.

Hay & Davis modeline ek olarak difüz radyasyonun üçüncü parametresi olan horizontal brightening burada hesaplamalara katılır. Böylece, β eğim açılı yüzeydeki toplam ışınım denklem (4.3) deki şekilde tanımlanır.

$$I_T = I_{h,b}R_b + I_{h,d}\left[(1 - F_1)\left(\frac{1+\cos\beta}{2}\right) + F_1\frac{a}{b} + F_2\sin\beta\right] + I_{h\rho}\left(\frac{1-\cos\beta}{2}\right) \quad (4.3)$$

F_1 ve F_2 circumsolar ve horizontal brightness katsayılarıdır. Bu katsayılar, zenith açısı, berraklık ve parlaklık parametrelerine bağlıdır. Denklem (4.4), denklem (4.5), denklem (4.6) ve denklem (4.7) de tanımlanmıştır. Burada m, hava kütlesini ve Io, n atmosfer dışından gelen ışını için kullanılmıştır.

$$\varepsilon = \frac{\frac{I_{h,d} + I_n}{I_{h,d}} + 5{,}535 * 10^{-6}\theta_z^3}{1 + 5{,}535 * 10^{-6}\theta_z^3} \quad (4.4)$$

$$\Delta = m\frac{I_{h,d}}{I_{o,n}} \quad (4.5)$$

$$F_1 = \max\left[0, (f_{11} + f_{12}\Delta + \frac{\pi\theta_z}{180}f_{13}\right] \quad (4.6)$$

$$F_2 = f_{21} + f_{22}\Delta + \frac{\pi\theta_z}{180}f_{23} \quad (4.7)$$

f_{11}, f_{12}, f_{13}, f_{21}, f_{22}, f_{23} farklı lokasyonlar için (Perez, Stewart, Seals, ve Guertin, 1988) tarafından türetilmiştir. Katsayı sınırları Çizelge 4.4 te detaylı gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 : Farklı lokasyonlar için F katsayı sınırları (Perez, 1988).

Sınırlar	*f11*	*f12*	*f13*	*f21*	*f 22*	*f 23*
0 - 1.065	-0,196	1,084	-0,006	-0,114	0,18	-0,019
1.065 - 1.230	0,236	0,519	-0,18	-0,011	0,02	-0,038
1.230 - 1.500	0,454	0,321	-0,255	0,072	-0,098	-0,046
1.500 - 1.950	0,866	-0,381	-0,375	0,203	-0,403	-0,049
1.950 - 2.800	1,026	-0,711	-0,426	0,273	-0,602	-0,061
2.800 - 4.500	0,978	-0,986	-0,35	0,28	-0,915	-0,024
4.500 - 6.200	0,748	-0,913	-0,236	0,173	-1,045	0,065
6.200 -	0,318	-0,757	0,103	0,062	-1,698	0,236

Pierre Ineichen'in çalışmalarına göre Perez modeli, dünyanın her yerinde, en az yanılma payına sahip model olarak görülmektedir (Ineichen, 2011). Bu modeli Hay&Davis modeli izlemiştir. Hay&Davis modeli, dünyadaki farklı simulasyon yazılımlarının modellemesi içerisinde en çok tercih edilendir. PVsyst yazılımında ise hem Hay&Davis, hem de Perez modeliyle analiz yapılabilmektedir.

4.4 Pvsyst Analiz Programı

PVSyst, Cenevre Üniversitesi bünyesinde hayata geçirilmiş dünyanın en önde gelen simülasyon programlarından bir tanesidir. PVsyst kullanılarak, güneş enerjisinden elektrik üreten sistemler için detaylı analiz, üretim raporlaması, boyutlandırma ve simülasyon işlemleri yapılabilmektedir. Yazılımın hedef kitlesi, üzerine çalışacak sahayı hızla incelemek isteyebilecek mimar, mühendis ve araştırmacılardır. Bu yazılım ile hem şebekeye bağlı hem de şebekeden bağımsız sistemler için analizler yapılabilmektedir (Girgin,2011).

Finans kuruluşları tarafından kabul gören nadir simülasyon programlarından biri olan PVsyst in programlama işlemleri C programlama dili aracılığıyla yapılmıştır (Girgin,2011).

PVsyst yazılımı hesaplamalarına birden çok ince detay katmaktadır.

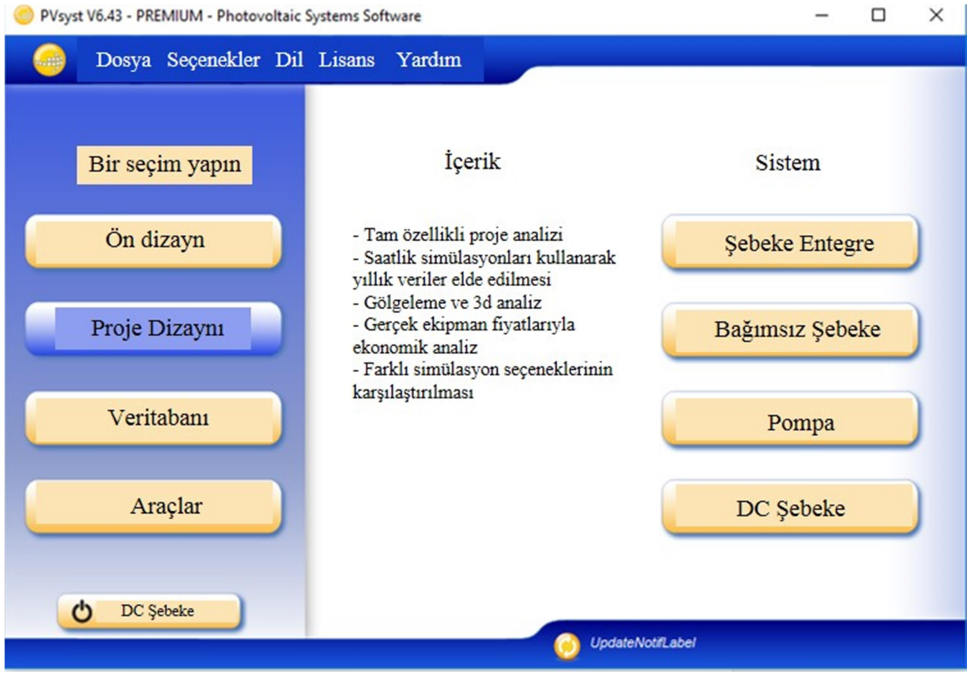
Bu detaylar arasında;

- Güneş paneli teknik detayları
- Güneş panelleri yıllık degradrasyon hesapları
- Evirici teknik detayları
- Kablolama detayları
- Meteorolojik veriler
- Bölgesel Kirlilik durumları
- Detaylı güneş ışınım verileri
- Gölgelenme detayları
- Albedo oranları (Yansıma)
- Detaylı santral yerleşimleri
- Panel açı ve yönü
- Bağlantı sayıları
- Şebeke analizi

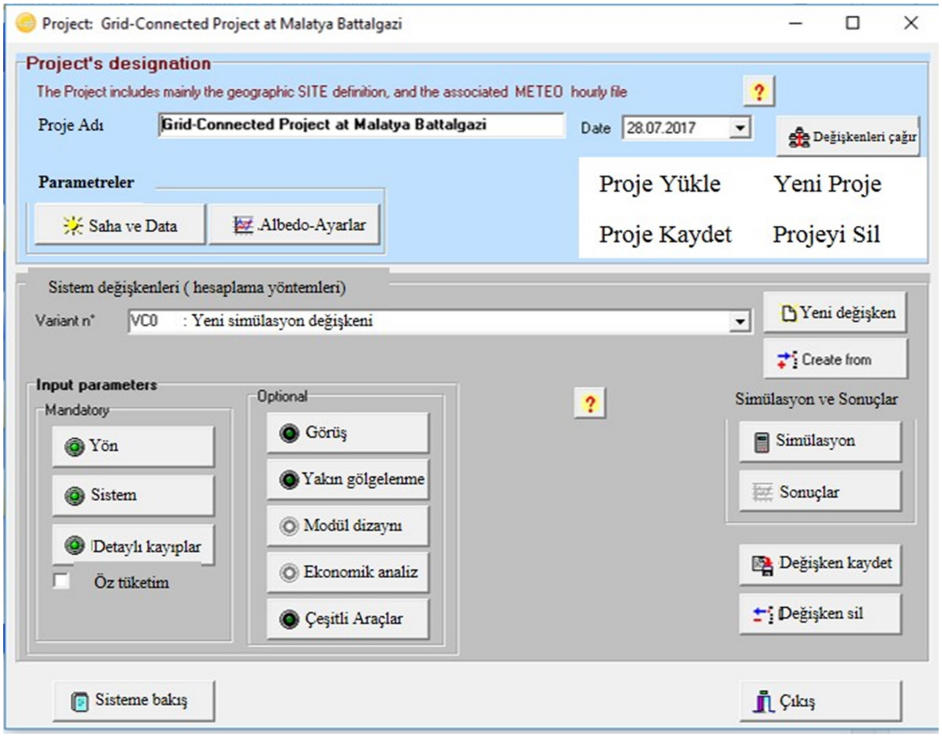
gibi farklı noktalardan detaylar bulunmaktadır.

Bu çalışmada PVSYST 6.43 versiyonu ile analiz yapılmış olup, PVSyst'in ara yüzü Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te gösterilmektedir.

Arayüzde görülen bilgilerin çoğunluğu yazılımın kütüphanesinden coğrafi bilgiler girilerek elde edilebilmektedir. Evirici ve panel verilerinin büyük bölümü de yine yazılım içerisinde bulunmakta olup, eksik olan veriler datasheetlerin kütüphaneye işlenmesiyle tamamlanmaktadır.



Şekil 4.4 : PVSyst arayüzü.



Şekil 4.5 : PVSyst arayüzü-2.

Kullanılabilirlik açısından minimum bilgiye sahip bireyler dahi, basit bir eğitim ile PVSyst kullanabilecek düzeye gelebilirler. PVSyst programının içerisinde her adımda sistemin nasıl çalıştığına dair eğitim fasikülleri de bulunmaktadır. Arayüzün basit oluşu ve hataları anında gösteriyor olması yazılımın en büyük avantajları olarak göze çarpmaktadır.

4.5 Ekonomik Analiz Yöntemleri

Ekonomik analiz yöntemleri genellikle, gelir getirmesi beklenen projelerde yoğun olarak uygulanmaktadır. Bunun yanında toplumlarda artan farkındalık ve paydaşların bazı projelere gösterdiği duyarlılıkta artış nedenleriyle kısmen proje analizlerine ekonomik analizin haricinde sosyal ve çevresel analizlerde etki etmeye başlamıştır.

Ekonomik analiz genellikle; bir projenin uygulanıp uygulanmaması kararını vermek , alternatif projeler arasında daha uygun ve öncelikli olanları seçmek ve desteklemek, analiz ile belirlenen yetersizliklerin giderilmesi için proje dizaynının geliştirilmesi için yapılmaktadır.

4.5.1 Geri ödeme süresi

Geri ödeme süresi; yapılmış ve yapılacak olan tüm masrafların hangi zamana kadar geri ödeneceğini hesaplamada kullanılan basit bir yöntem olarak adlandılır. Hesaplamalar sonucunda ulaşılan geri ödeme süresi, beklenen geri ödeme süresinin altında ise yatırım yapılması uygun olduğu anlamını taşımaktadır. Hesaplama yöntemi denklem (4.8) de gösterilmiştir.

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = \frac{\text{Yatırım Bedeli}}{\text{Yıllık Net Kazanç}} \tag{4.8}$$

4.5.2 İç verim oranı

İç verim oranı, nakit girişlerin bugünkü değerini, nakit çıkışların bugünkü değerine eşitleyen orana iç verim oranı denir. Yapılacak yatırımın NPV(net present value) değerini sıfıra eşitleyen indirim oranı olarak da adlandırlır. Yatırım yapılabilir kararı bu oranı ile verilebilir. Aynı zamanda projenin karlılığı da iç verim oranından görülebilmektedir. (Brigham,1979). Yatırım periyodu sadece bir yıl olup sonraki periyotta pozitif nakit akışı sunan bir projenin iç verim oranı denklem (4.9) da gösterildiği şekilde hesaplanır:

$$\sum_{i=1}^{T} \frac{C_i}{(1+IRR)^i} = 0 \tag{4.9}$$

4.5.3 Net bugünkü değer

Belli bir indirim oranına göre indirgenen net gelirler ile indirgenen giderler toplamları ve bunlara ek olarak hurdanın bugünkü değeri toplamı arasındaki farka bir

yatırımın net bugünkü değeri (NBD) denir (Sarıaslan, 1990). NBD > 0 yani bir başka deyişle, fark pozitif ise projenin yapılabilir olduğu kabul edilir. Proje sayısının birde fazla olması durumunda NBD'i yüksek olan proje tercih edilecektir. Eğer NBD = 0 olursa yıllık hâsılat girdilerinin işletme maliyetleri ve yatırım maliyetlerini karşılamakta güçlük çektiği anlaşılacaktır. Hesaplama ise denklem (4.10) da gösterildiği şekilde yapılmaktadır.

$$\sum_{i=1}^{T} \frac{C_i}{(1+r)^i} - C_0 \tag{4.10}$$

4.5.4 LCOE (seviyelendirilmiş enerji maliyeti)

Enerji santralinin yatırım, işletme, yenilenme, bakım, finansman gibi tüm masrafları dahil edilerek hesaplanan enerji birim maliyetine seviyelendirilmiş enerji maliyeti denir. Bir diğer deyişle maliyeti karşılamak için enerjinin satılması gereken minimum fiyatı tanımlar. Hesap yöntemi denklem (4.11) de gösterilmektedir.

$$\text{LCOE} = \frac{\text{Santralin Ömrü Boyunca Maliyeti}}{\text{Santral Ömrü Boyunca Üretilen Enerji}} \tag{4.11}$$

Ekonomik analiz genellikle gelir getirmesi beklenen projelerde yoğun olarak uygulanmaktadır. Bunun yanında toplumlarda artan farkındalık ve paydaşların bazı projelere gösterdiği duyarlılıkta artış nedenleriyle kısmen proje analizlerine ekonomik analizin haricinde sosyal ve çevresel analizlerde etki etmeye başlamıştır. Ekonomik analiz genellikle; bir projenin uygulanıp uygulanmaması kararını vermek , alternatif projeler arasında daha uygun ve öncelikli olanları seçmek ve desteklemek, analiz ile belirlenen yetersizliklerin giderilmesi için proje dizaynının geliştirilmesi için yapılmaktadır.

5. SAHADAN ALINMIŞ VERİLER İLE PVSYST VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI

Bu bölümde tez çalışmasında PVSyst 6.43 versiyonu ile yapmış olduğumuz analizlerin tutarlılığının karşılaştırılması maksadı ile mevcut sahalardan edinmiş olduğumuz 3 aylık veriler ile PVSyst üzerinden yapmış olduğumuz analiz veriler P50, P75 ve P90 şeklinde analiz edilmiştir. Karşılaştırma çalışması için mevcutta üretime devam eden; Çankırı, Uşak ve Kahramanmaraş'tan faklı güç ve komponentlere sahip 3 santral verisi elde edilmiştir. Santrallerin konfigürasyon detayları Çizelge 5.1 de gösterilmektedir.

Çizelge 5.1 : Santrallerin konfigürasyon detayları.

Konum	Kurulu Güç (kWp)	Evirici Gücü (kW) ve Adedi	Panel Gücü (Wp) ve Adedi
Uşak	1069,20	60,00 kW 16 adet	270 Wp 3960 Adet
K.maraş	1084,38	27,60 kW 31 Adet	265 Wp 4092 Adet
Çankırı	1192,32	66,00 kW 17 adet	270 Wp 4416 Adet

Projelere ilişkin PVSyst analizleri yer alan 3 saha için elde edilen veriler Çizelge 5.2 de gösterilmektedir. Verilerin detaylı gösterimi Ek-B içerisinde verilmiştir. Çizelge 5.1 de belirtilen konfigürasyonlar birebir sahada işleme alınmış ve üretime devam eden güneş enerjisinden elektrik üretim tesisleridir. Bu santrallerin verileri elde edilmiş, birebir konfigürasyonlar PVSyst aracılığıyla simüle edilmiştir. Yükselti eğrileri ve koordinat bilgileri yatırımcılardan temin edilmiştir. İklim verileri yine meteonorm aracılığıyla elde edilmiş, korelasyon yapılmış ve çalışma bu veriler üzerinden yapılmıştır. Çizelge 5.3, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5 içerisinde Uşak, Kahramanmaraş ve Çankırı ilindeki gerçek üretim değerleriyle PVSyst analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

Çizelge 5.2 : Santrallerin PVSyst simülasyonu sonucu üretim değerleri.

İl	Glb. Radyasyon (kWh/m²)	Üretim Değerleri (kWh)		
		P50	P75	P90
Uşak	1614,8	1618518,13	1557520,83	15012499,33
Kahramanmaraş	1790,2	1792196,68	1724653,94	1663728,24
Çankırı	1471,3	1709000,00	1669000,00	1632000,00

Çizelge 5.3 : Uşak ilindeki proje için gerçek veri ile PVSyst analizi karşılaştırması.

Aylar	Proje Sahası Küresel Işınım (kWh/m^2)	PVSYST E Grid P50 (kWh)	PVSYST E Grid P75 (kWh)	PVSYST E Grid P90 (kWh)	Gerçek Veri (kWh)	Karşılaştırma Gerçek Veri / E Grid P50 kWh (%)	Karşılaştırma Gerçek Veri E Grid P75 kWh (%)	Karşılaştırma Gerçek Veri E Grid P90 kWh (%)
Ocak	76,80	75,80	72,95	70,37	72,8	%-3,96	%-0,20	%3,45
Şubat	75,80	74,20	71,41	68,89	73,2	%-1,35	%2,51	%6,26
Mart	125,10	120,20	115,68	111,59				
Nisan	158,30	148,30	142,72	137,68				
Mayıs	190,30	171,80	165,34	159,50				
Haziran	206,40	181,50	174,67	168,50				
Temmuz	230,00	197,60	190,17	183,45				
Ağustos	225,40	194,60	187,28	180,66				
Eylül	185,60	164,70	158,50	152,90				
Ekim	136,20	126,50	121,74	117,44				
Kasım	99,00	94,50	90,95	87,73				
Aralık	71,20	68,70	66,12	63,78	67,9	%-1,16	%2,70	%6,46
TOPLAM	1780,10	1618,40	1557,52	1502,49				
					ORTALAMA ORAN	%-2,16	%1,67	%5,39

Çizelge 5.4 : Kahramanmaraş ilindeki proje için gerçek veri ile PVSyst analizi karşılaştırması.

Aylar	Proje Sahası Küresel Işınım (kWh/m^2)	PVSYST E Grid P50 (kWh)	PVSYST E Grid P75 (kWh)	PVSYST E Grid P90 (kWh)	Gerçek Veri (kWh)	Karşılaştırma Gerçek Veri / E Grid P50 kWh (%)	Karşılaştırma Gerçek Veri E Grid P75 kWh (%)	Karşılaştırma Gerçek Veri E Grid P90 kWh (%)
Ocak	98,90	97,00	93,34	90,04	100,2	%3,30	%7,35	%11,28
Şubat	107,00	101,70	97,86	94,40	103,4	%1,67	%5,66	%9,53
Mart	156,10	143,50	138,08	133,21				
Nisan	173,00	156,20	150,30	144,99				
Mayıs	191,60	166,50	160,22	154,56				
Haziran	218,30	183,70	176,77	170,52				
Temmuz	233,60	191,60	184,37	177,85				
Ağustos	236,30	194,00	186,68	180,08				
Eylül	207,90	177,20	170,51	164,49				
Ekim	173,70	153,50	147,71	142,49				
Kasım	129,20	121,10	116,53	112,41				
Aralık	110,20	106,30	102,29	98,67	105,8	%-0,47	%3,43	%7,22
TOPLAM	2035,80	1792,30	1724,65	1663,72				
					ORTALAMA ORAN	%1,50	%5,48	%9,34

Çizelge 5.5 : Çankırı ilindeki proje için gerçek veri ile PVSyst analizi karşılaştırması.

Aylar	Proje Sahası Küresel Işınım (kWh/m^2)	PVSYST E Grid P50 (kWh)	PVSYST E Grid P75 (kWh)	PVSYST E Grid P90 (kWh)	Gerçek Veri (kWh)	Karşılaştırma Gerçek Veri / E Grid P50 kWh (%)	Karşılaştırma Gerçek Veri E Grid P75 kWh (%)	Karşılaştırma Gerçek Veri E Grid P90 kWh (%)
Ocak	59,30	66,90	65,32	63,87	67,8	%1,35	%3,79	%6,15
Şubat	83,60	93,50	91,30	89,27	95,2	%1,82	%4,28	%6,64
Mart	132,80	143,60	140,21	137,11				
Nisan	149,50	158,30	154,57	151,14				
Mayıs	177,30	183,60	179,27	175,30				
Haziran	185,40	186,80	182,40	178,35				
Temmuz	206,50	202,60	197,82	193,44				
Ağustos	203,10	200,60	195,87	191,53				
Eylül	167,40	170,40	166,38	162,69				
Ekim	130,10	136,90	133,67	130,71				
Kasım	91,50	100,50	98,13	95,96				
Aralık	58,90	65,60	64,05	62,63	66,63	%1,57	%4,02	%6,38
TOPLAM	1645,40	1709,30	1669,00	1632,00				
					ORTALAMA ORAN	%1,58	%4,03	%6,39

Çizelge 5.3, Çizelge 5.4 ve Çizelge 5.5 de belirtilen veriler karşılaştırıldığında Çizelge 5.6 te belirtilen sonuçlar elde edilmiştir. Bu bağlamda elde edilen sonuçlara göre PVSyst verileri ve gerçek veriler birbirlerine çok yakın durumdadır.

Sonuçlar incelendiğinde gerçek veriler ortalama olarak P90 verilerinin %7,04, P75 verilerinin %3,73 ve P50 verilerinin ise %0,31 üzerinde değere sahiptir. Elde edilen sonuçlar P50 verilerine daha yakın olsa da oluşabilecek riskler de gözönüne alınarak finansal analizler için finansal kuruluşlar nezdinde de kabul gören P75 belirsizliklerine sahip üretim değerleri kullanılacaktır.

Çizelge 5.6 : 3 ilde bulunan projeler için veri karşılaştırma sonuçları.

Konum	Karşılaştırma Gerçek Veri / E Grid P50 kWh (%)	Karşılaştırma Gerçek Veri/ E Grid P75 kWh (%)	Karşılaştırma Gerçek Veri / E Grid P90 kWh (%)
Çankırı	%1,58	%4,03	%6,39
Uşak	%-2,16	%1,67	%5,39
Kahramanmaraş	%1,50	%5,48	%9,34
Toplam	%0,31	%3,73	%7,04

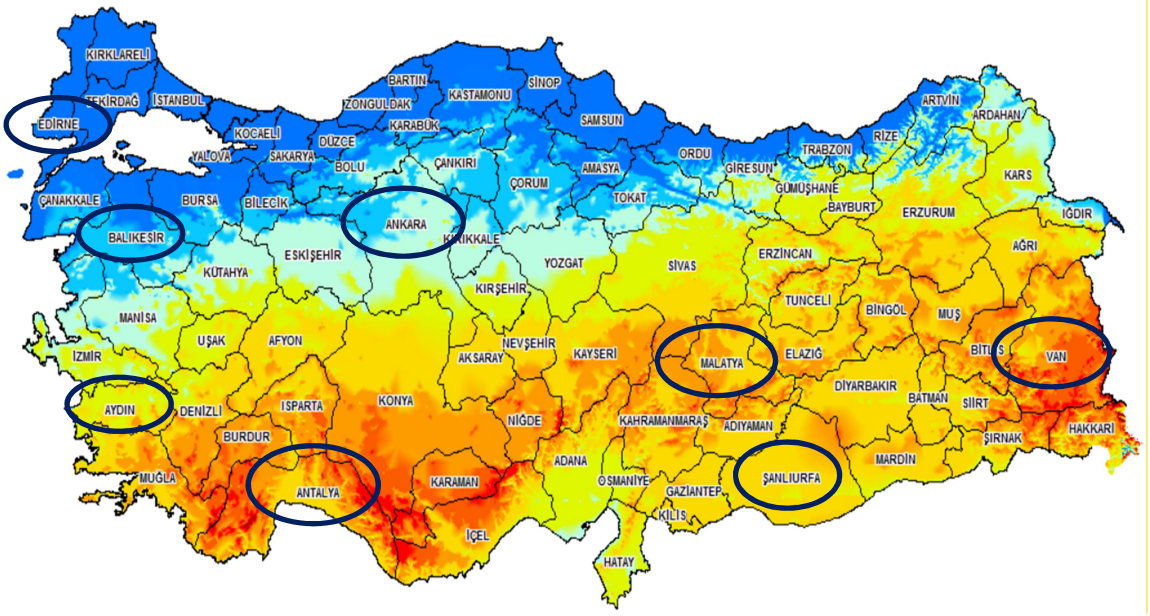
Seçilen bölgelerde simülasyon ile gerçek veriler arasında tutarlılık olduğu gözükmekte; fakat arazi tipinin daha bozuk olduğu, dağ vb yapıların fazlasıyla bulunduğu alanlarda değerlerin sapma seviyesi artmaktadır. Bu tip durumlarda spesifik analizlerin yapılması daha makul sonuçlar doğuracaktır.

6. TÜRKİYE'DEKİ 8 FARKLI İLDE PVSYST İLE ÜRETİM VE MALİYET ANALİZİ

Tez kapsamında farklı yapılarıyla ve bölgeleriyle seçilmiş illerde, 20.000 m² araziye sahip olduğu varsayılan projelerde aynı konfigürasyon ve komponentler ile 25° açıya sabitlenmiş santraller incelenmiş olup bunların üretim değerleri karşılaştırılmıştır. Bunların yanında her bir il için piyasa araştırması yapılmış; iller arasındaki arazi , kurulum, izinler ve mühendislik maliyetlerinin karşılaştırılması da yapılmıştır. Şekil 6.1 de seçilen iller belirtilmiştir.

Seçilen İler;

- Ankara
- Antalya
- Aydın
- Balıkesir
- Edirne
- Malatya
- Şanlıurfa
- Van



Şekil 6.1 : Seçilen iller.

6.1 Seçilen İllerin Sıcaklık Değerleri ve Gepa Değerleri

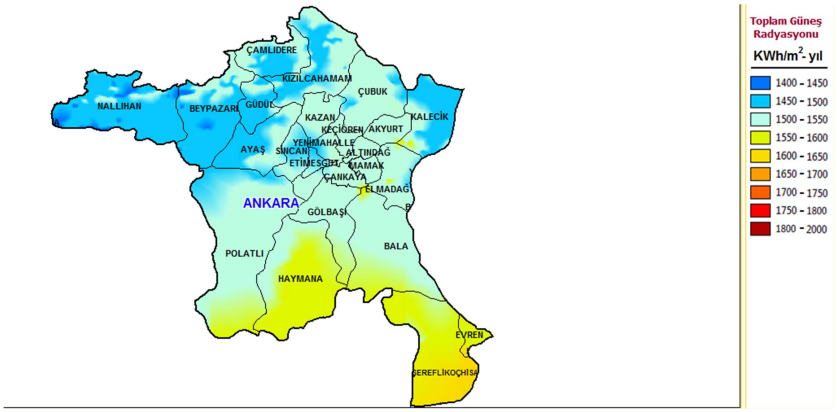
Elde edilecek değerler; panel ve evirici uyumluluk hesaplarında kullanılacaktır. Bu hususta en önemli değerler geçmişe yönelik en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri olacaktır (Url-4). Bu değerler Çizelge 6.1 de belirtilmiştir.

Çizelge 6.1 : İllere gore en düşük-en yüksek sıcaklık değerleri ile en yüksek güneşlenme süreleri (Url-4).

İl	Sıcaklık (°C)		Güneşlenme Süreleri
	En Yüksek	En Düşük	(Saat/Gün)
Ankara	41,0	-24,9	10,90
Antalya	45,4	-4,6	11,93
Aydın	44,8	-11,0	12,05
Balıkesir	43,7	-18,8	11,27
Edirne	44,1	-19,5	11,47
Malatya	42,2	-25,1	12,34
Şanlıurfa	46,8	-12,4	12,45
Van	37,5	- 28,7	11,62

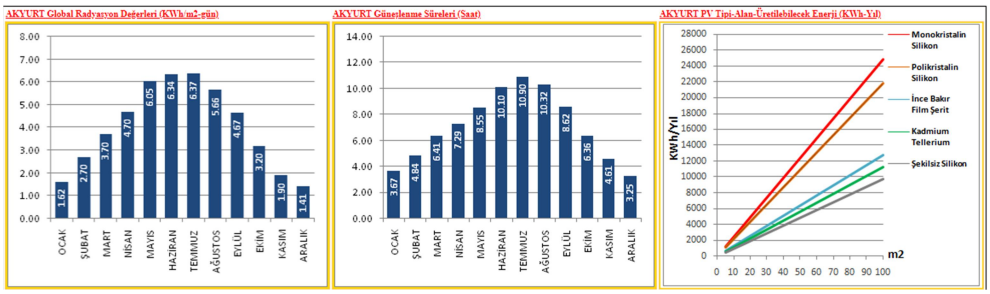
6.1.1 Ankara ili sıcaklık ve gepa değerleri

Çalışmaya konu saha Ankara İli Akyurt ilçesinde yer almaktadır. En uzun güneşlenme süresi verilere göre Temmuz ayında 10,90 saat olmaktadır. Aynı ayda Türkiye için en uzun güneşlenme süresi ise 11,31 saattir. Şekil 6.2 de Ankara ili güneş radyasyonu haritası gösterilmekte, Şekil 6.3 te ise toplam güneş radyasyonu detayları verilmiştir.



Şekil 6.2 : Ankara ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^{2}yıl)(Url-7).

Güneş radyasyonu verileri ele alındığında Ankara, Türkiye ortalamasına göre düşük bir konumda yer almaktadır. Ankara'nın güney kesimleri ile kuzey kesimleri arasında veriler ışığında 100 kWh/m² kadar bir fark bulunmaktadır.



Şekil 6.3 : Ankara ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri (Url-7).

MGM'den temin edilen verilere 1927 – 2017 yılları arasında Ankara'da meydana gelen en yüksek sıcaklık 41°C, en düşük sıcaklık ise -24,9 °C dir. Bu değerler sıcaklık etkisinin PV modülün üzerinde yarattığı etkiyi bulabilmek için panel-evirici uyumluluk hesaplarında kullanılacaktır. Çizelge 6.2 de Ankara ili resmi meteorolojik istatistikleri verilmiştir.

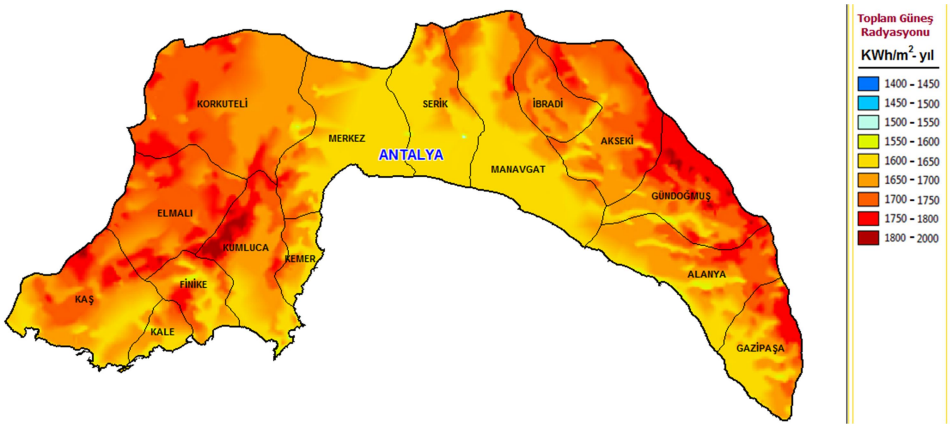
Çizelge 6.2 : Ankara ili resmi meteorolojik istatistikler(Url-8).

Ay	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	0,2	4,1	-3,3	2,7	16,6	-24,9
Şubat	1,6	6,3	-2,4	3,9	21,3	-24,2
Mart	5,7	11,4	0,5	5,2	27,8	-19,2
Nisan	11,3	17,3	5,2	6,5	31,6	-7,2
Mayıs	16,1	22,3	9,6	8,5	34,4	-1,6
Haziran	20,1	26,6	12,8	10,1	37,0	3,8
Temmuz	23,5	30,2	15,7	11,4	41,0	4,5
Ağustos	23,4	30,3	15,9	10,8	40,4	5,5
Eylül	18,8	25,9	11,7	9,2	37,7	-1,5
Ekim	12,9	19,8	7,0	6,7	33,3	-9,8
Kasım	7,1	12,9	2,4	4,6	24,7	-17,5
Aralık	2,4	6,4	-0,8	2,5	20,4	-24,2
Yıllık	11,9	17,8	6,2	82,1	41,0	-24,9

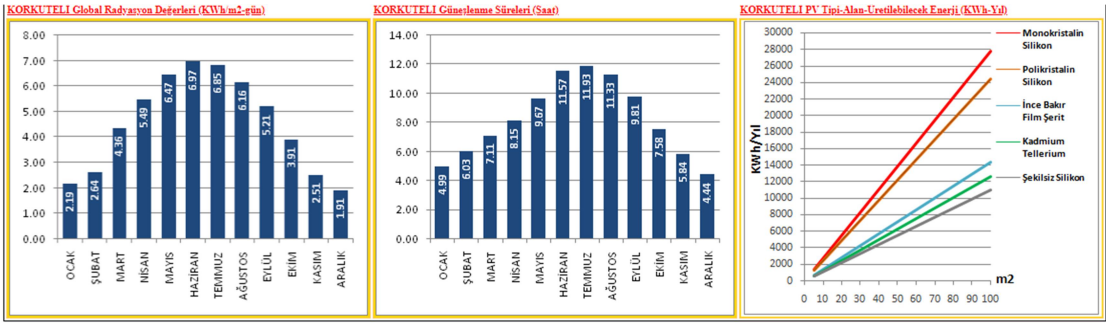
6.1.2 Antalya ili sıcaklık ve gepa değerleri

Çalışmaya konu santral sahası Antalya İli Korkuteli ilçesinde yer almaktadır. En uzun güneşlenme süresi verilere göre Temmuz ayında 11,93 saat olmaktadır. Aynı ayda Türkiye için en uzun güneşlenme süresi ise 11,31 saattir. Şekil 6.4 te Antalya ili güneş radyasyonu haritası gösterilmekte, Şekil 6.5 te ise toplam güneş radyasyonu detayları verilmiştir.

Güneş radyasyonu verileri ele alındığında Antalya, Türkiye ortalamasına göre yüksek bir konumda yer almaktadır. Antalya yapısı itibariye doğu-batı ve kuzey-güney yönlerinde yakın bir performans sergilemektedir.



Şekil 6.4 : Antalya ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^{2}yıl)(Url-9).



Şekil 6.5 : Antalya ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri (Url-9).

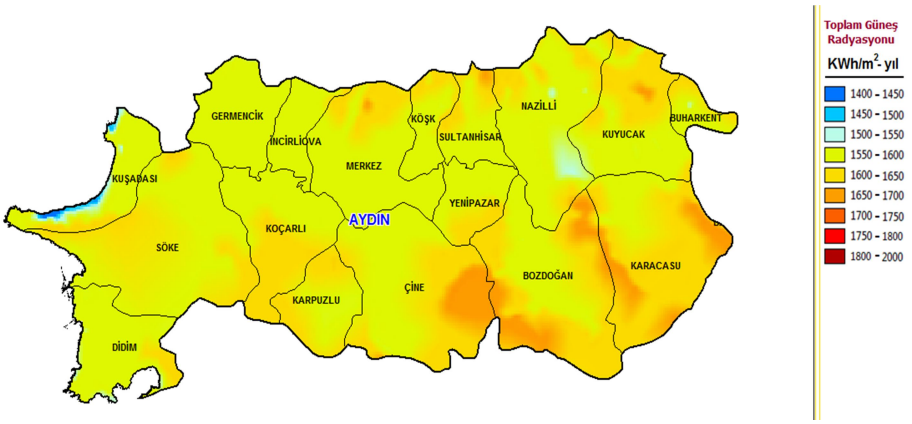
MGM'den temin edilen verilere 1929 – 2017 yılları arasında Antalya'da meydana gelen en yüksek sıcaklık 45.4°C, en düşük sıcaklık ise -4,6 °C dir. Bu değerler sıcaklık etkisinin PV modülün üzerinde yarattığı etkiyi bulabilmek için panel-evirici uyumluluk hesaplarında kullanılacaktır. Çizelge 6.3 te Antalya ili resmi meteorolojik istatistikleri verilmiştir.

Çizelge 6.3 : Antalya ili resmi meteorolojik istatistikler (Url-10).

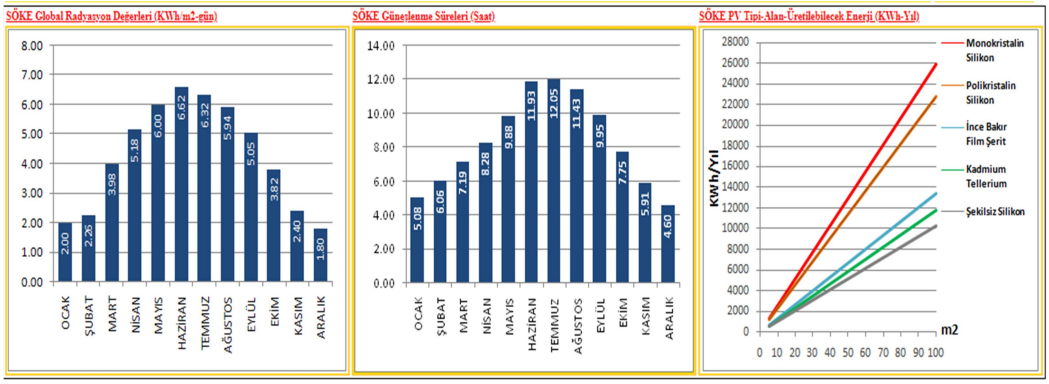
Ay	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	10,0	14,9	5,9	5,0	23,9	-4,3
Şubat	10,7	15,5	6,3	5,7	26,7	-4,6
Mart	12,8	17,9	8,0	6,7	30,7	-1,6
Nisan	16,3	21,3	11,1	7,9	36,4	1,3
Mayıs	20,5	25,5	15,1	9,6	38,7	6,7
Haziran	25,3	30,7	19,5	11,3	44,8	11,1
Temmuz	28,4	34,0	22,6	11,7	45,4	14,8
Ağustos	28,3	34,0	22,6	11,2	44,6	13,6
Eylül	25,1	31,0	19,3	9,7	42,5	10,3
Ekim	20,4	26,5	15,1	7,7	38,7	0,9
Kasım	15,4	21,2	10,7	6,3	33,0	0,0
Aralık	11,6	16,6	7,5	4,8	26,1	-1,9
Yıllık	18,7	24,1	13,6	97,6	45,4	-4,6

6.1.3 Aydın ili sıcaklık ve gepa değerleri

Çalışmaya konu santral sahası Aydın İli Söke ilçesinde yer almaktadır. En uzun güneşlenme süresi verilere göre Temmuz ayında 12,05 saat olmaktadır. Aynı ayda Türkiye için en uzun güneşlenme süresi ise 11,31 saattir. Şekil 6.6 da Aydın ili güneş radyasyonu haritası gösterilmekte, Şekil 6.7 de ise toplam güneş radyasyonu detayları verilmiştir.



Şekil 6.6 : Aydın ili toplam güneş radyasyonu (Url-11).



Şekil 6.7 : Aydın ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri (Url-11).

MGM'den temin edilen verilere 1940 – 2017 yılları arasında Aydın'da meydana gelen en yüksek sıcaklık 44,8°C, en düşük sıcaklık ise -11,0 °C dir. Bu değerler sıcaklık etkisinin PV modülün üzerinde yarattığı etkiyi bulabilmek için panel-evirici uyumluluk hesaplarında kullanılacaktır. Çizelge 6.4 te Aydın ili resmi meteorolojik istatistikleri verilmiştir.

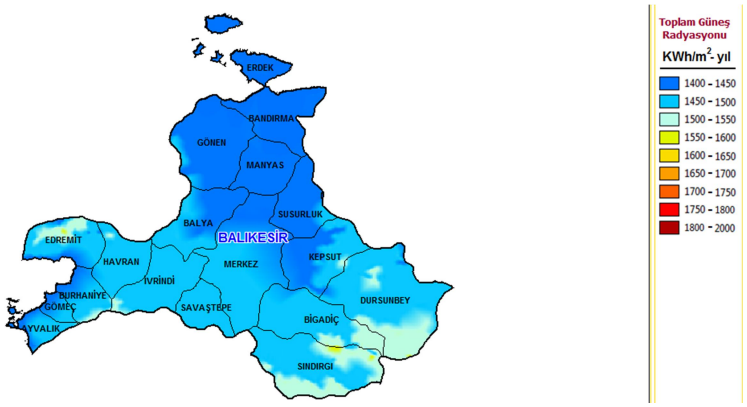
Güneş radyasyonu verileri ele alındığında Aydın Türkiye ortalamasına göre yüksek bir konumda yer almaktadır. Aydın'ın güney kesimleri ile kuzey kesimleri arasında veriler ışığında 50 kWh/m² kadar bir fark bulunmaktadır.

Çizelge 6.4 : Aydın ili resmi meteorolojik istatistikler(Url-12).

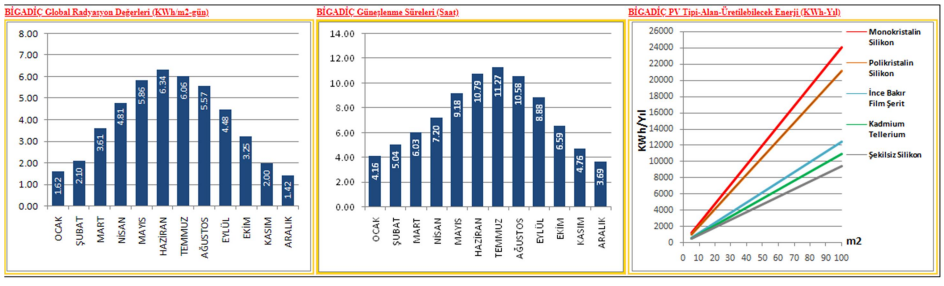
Ay	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	8,1	12,9	4,2	4,1	23,2	-11,0
Şubat	9,3	14,6	4,9	4,7	27,4	-5,4
Mart	11,7	17,7	6,6	5,8	32,4	-5,0
Nisan	15,9	22,5	10,0	7,1	35,4	-0,8
Mayıs	20,9	28,1	14,1	8,5	41,5	4,6
Haziran	25,8	33,2	18,0	10,1	44,4	8,4
Temmuz	28,4	36,0	20,4	10,9	44,8	13,4
Ağustos	27,6	35,6	20,2	10,3	43,8	11,8
Eylül	23,5	31,9	16,6	9,0	43,3	7,6
Ekim	18,4	26,2	12,6	6,9	38,0	1,6
Kasım	13,4	19,7	8,7	4,9	30,7	-4,7
Aralık	9,5	14,4	5,6	4,1	25,9	-5,3
Yıllık	17,7	24,4	11,8	86,4	44,8	-11,0

6.1.4 Balıkesir ili sıcaklık ve gepa değerleri

Çalışmaya konu santral sahası Balıkesir İli Bigadiç ilçesinde yer almaktadır. En uzun güneşlenme süresi verilere göre Temmuz ayında 11,27 saat olmaktadır. Aynı ayda Türkiye için en uzun güneşlenme süresi ise 11,31 saattir. Şekil 6.8 de Balıkesir ili güneş radyasyonu haritası gösterilmekte, Şekil 6.9 da ise toplam güneş radyasyonu detayları verilmiştir.



Şekil 6.8 : Balıkesir ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^2 -yıl)(Url-13).



Şekil 6.9 : Balıkesir ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri (Url-13).

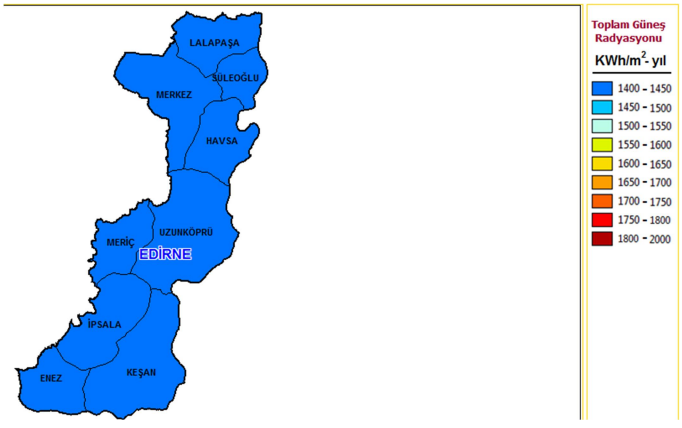
MGM'den temin edilen verilere 1938 – 2017 yılları arasında Balıkesir'de meydana gelen en yüksek sıcaklık 43,7°C, en düşük sıcaklık ise -18,8 °C dir. Bu değerler sıcaklık etkisinin PV modülün üzerinde yarattığı etkiyi bulabilmek için panel-evirici uyumluluk hesaplarında kullanılacaktır. Çizelge 6.5 te Balıkesir ili resmi meteorolojik istatistikleri verilmiştir.

Çizelge 6.5 : Balıkesir ili resmi meteorolojik istatistikler(Url-14).

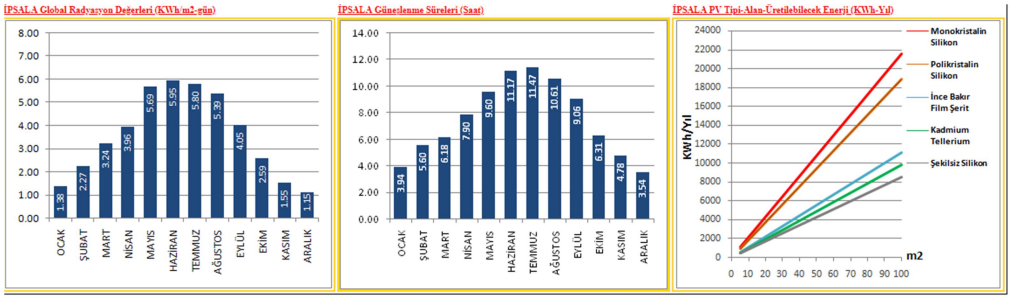
Ay	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	4,8	8,8	1,3	2,9	23,5	-18,6
Şubat	5,9	10,5	1,9	3,6	25,2	-18,8
Mart	8,2	13,6	3,3	4,8	30,7	-8,0
Nisan	12,9	19,3	6,9	6,3	35,2	-4,0
Mayıs	17,8	24,5	11,0	8,7	38,5	0,6
Haziran	22,4	29,2	15,0	10,7	42,5	4,0
Temmuz	24,8	31,2	17,7	11,6	43,2	9,1
Ağustos	24,6	31,2	17,9	10,9	43,7	6,0
Eylül	20,7	27,7	14,1	8,6	40,3	4,0
Ekim	15,7	22,0	10,2	6,2	36,4	-2,3
Kasım	10,5	15,9	6,0	4,2	29,9	-7,9
Aralık	6,6	10,6	3,1	2,5	26,1	-12,9
Yıllık	14,6	20,4	9,0	81,0	43,7	-18,8

6.1.5 Edirne ili sıcaklık ve gepa değerleri

Çalışmaya konu santral sahası Edirne İli İpsala ilçesinde yer almaktadır. En uzun güneşlenme süresi verilere göre Temmuz ayında 11,47 saat olmaktadır. Aynı ayda Türkiye için en uzun güneşlenme süresi ise 11,31 saattir. Şekil 6.10 te Edirne ili güneş radyasyonu haritası gösterilmekte, Şekil 6.11 te ise toplam güneş radyasyonu detayları verilmiştir.



Şekil 6.10 : Edirne ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^2 -yıl)(Url-15).



Şekil 6.11 : Edirne ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri (Url-15).

MGM'den temin edilen verilere 1930 – 2017 yılları arasında Edirne'de meydana gelen en yüksek sıcaklık 44,1°C, en düşük sıcaklık ise -19,5 °C dir. Bu değerler sıcaklık etkisinin PV modülün üzerinde yarattığı etkiyi bulabilmek için panel-evirici uyumluluk hesaplarında kullanılacaktır. Çizelge 6.6 da Edirne ili resmi meteorolojik istatistikleri verilmiştir.

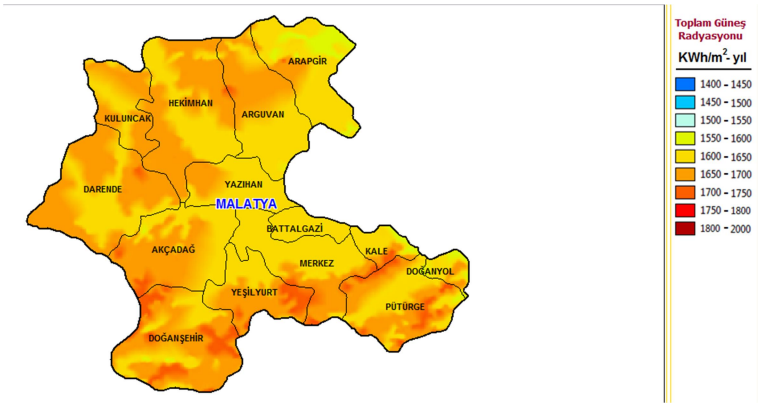
Çizelge 6.6 : Edirne ili resmi meteorolojik istatistikler(Url-16).

Ay	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	2,7	6,4	-0,6	2,5	20,5	-19,5
Şubat	4,5	9,1	0,3	3,7	23,3	-19,0
Mart	7,6	13,2	2,8	4,6	28,0	-12,0
Nisan	12,9	19,1	7,0	6,5	33,5	-4,1
Mayıs	18,1	24,6	11,6	8,5	37,1	0,7
Haziran	22,4	29,1	15,3	9,9	42,6	6,0
Temmuz	24,8	31,7	17,2	11,0	44,1	8,0
Ağustos	24,4	31,7	17,1	10,4	40,8	8,9
Eylül	19,9	27,2	13,3	8,0	37,8	0,2
Ekim	14,2	20,5	9,1	5,5	35,8	-3,7
Kasım	9,1	13,9	5,0	3,4	28,0	-9,4
Aralık	4,6	8,3	1,2	2,3	21,5	-14,9
Yıllık	13,8	19,6	8,3	76,3	44,1	-19,5

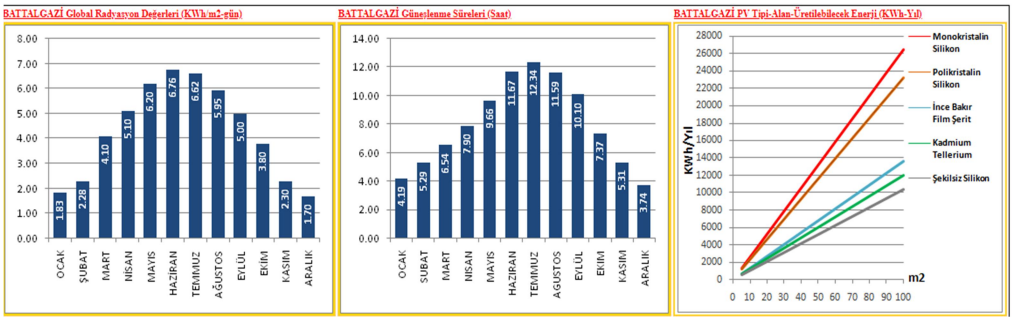
6.1.6 Malatya ili sıcaklık ve gepa değerleri

Çalışmaya konu santral sahası Malatya İli Battalgazi ilçesinde yer almaktadır. En uzun güneşlenme süresi verilere göre Temmuz ayında 12,34 saat olmaktadır. Aynı ayda Türkiye için en uzun güneşlenme süresi ise 11,31 saattir. Şekil 6.12 te Malatya ili güneş radyasyonu haritası gösterilmekte, Şekil 6.13 te ise toplam güneş radyasyonu detayları verilmiştir.

Güneş radyasyonu verileri ele alındığında Malatya, Türkiye ortalamasına göre yüksek bir konumda yer almaktadır. Malatya'nın güney kesimleri ile kuzey kesimleri arasında veriler ışığında 50 kWh/m² kadar bir fark bulunmaktadır.



Şekil 6.12 : Malatya ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^2 -yıl)(Url-17).



Şekil 6.13 : Malatya ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri (Url-17).

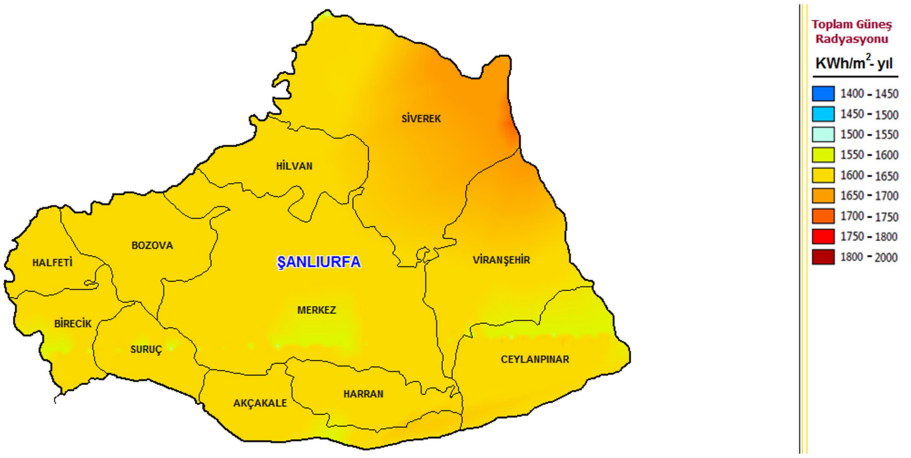
MGM'den temin edilen verilere 1929 – 2017 yılları arasında Malatya'de meydana gelen en yüksek sıcaklık 42,2 °C, en düşük sıcaklık ise -25,1 °C dir. Bu değerler sıcaklık etkisinin PV modülün üzerinde yarattığı etkiyi bulabilmek için panel-evirici uyumluluk hesaplarında kullanılacaktır. Çizelge 6.7 de Malatya ili resmi meteorolojik istatistikleri verilmiştir.

Çizelge 6.7 : Malatya ili resmi meteorolojik istatistikler(Url-18).

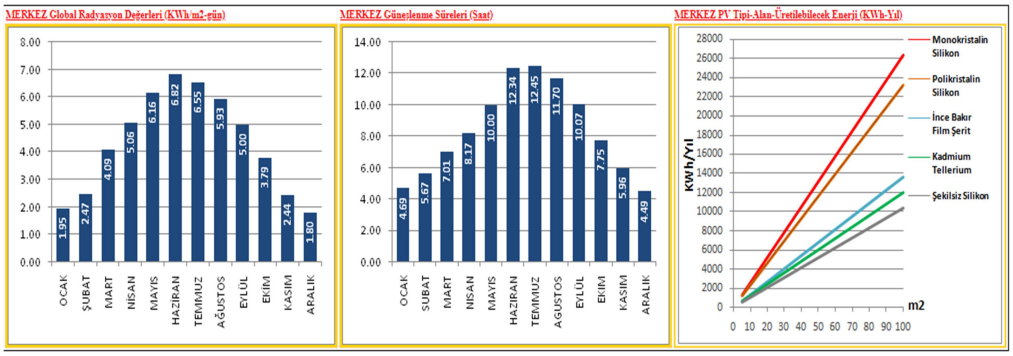
Ay	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	-0,4	3,0	-3,4	3,3	15,4	-25,1
Şubat	1,4	5,3	-2,1	4,4	20,3	-21,2
Mart	6,7	11,5	2,1	5,7	27,2	-13,9
Nisan	12,9	18,3	7,4	7,3	33,7	-6,6
Mayıs	17,9	23,8	11,8	9,3	36,0	0,1
Haziran	23,0	29,5	16,1	11,6	40,0	4,9
Temmuz	27,0	33,8	19,8	12,5	42,2	10,0
Ağustos	27,0	33,7	19,8	11,8	41,9	9,3
Eylül	22,4	29,0	15,4	10,0	38,8	3,2
Ekim	15,5	21,2	9,8	7,5	34,4	-1,2
Kasım	7,9	12,4	3,9	5,2	25,0	-12,0
Aralık	2,0	5,3	-0,8	3,1	18,0	-22,2
Yıllık	13,6	18,9	8,3	91,7	42,2	-25,1

6.1.7 Şanlıurfa ili sıcaklık ve gepa değerleri

Çalışmaya konu santral sahası Şanlıurfa İli Merkez ilçesinde yer almaktadır. En uzun güneşlenme süresi verilere göre Temmuz ayında 12,45 saat olmaktadır. Aynı ayda Türkiye için en uzun güneşlenme süresi ise 11,31 saattir. Şekil 6.14 te Şanlıurfa ili güneş radyasyonu haritası gösterilmekte, Şekil 6.15 te ise toplam güneş radyasyonu detayları verilmiştir.



Şekil 6.14 : Şanlıurfa ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^2 -yıl)(Url-19).



Şekil 6.15 : Şanlıurfa ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri (Url-19).

MGM'den temin edilen verilere 1929 – 2017 yılları arasında Şanlıurfa'da meydana gelen en yüksek sıcaklık 46,8 °C, en düşük sıcaklık ise -12,4 °C dir. Bu değerler sıcaklık etkisinin PV modülün üzerinde yarattığı etkiyi bulabilmek için panel-evirici uyumluluk hesaplarında kullanılacaktır. Çizelge 6.8 de Şanlıurfa ili resmi meteorolojik istatistikleri verilmiştir.

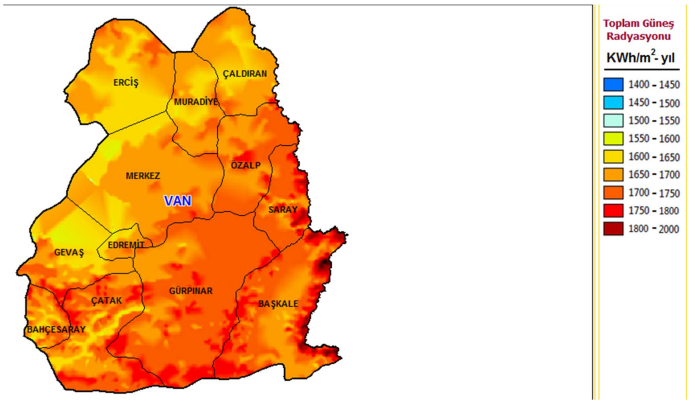
Güneş radyasyonu verileri ele alındığında Şanlıurfa, Türkiye ortalamasına göre yüksek bir konumda yer almaktadır. Şanlıurfa'nın güney kesimleri ile kuzey kesimleri arasında veriler ışığında 50 kWh/m² kadar bir fark bulunmaktadır.

Çizelge 6.8 : Şanlıurfa ili resmi meteorolojik istatistikler(Url-20).

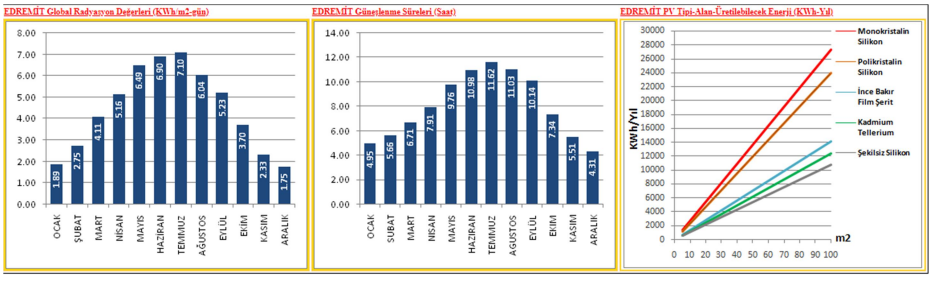
Ay	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	5,5	9,8	1,9	4,1	21,6	-10,6
Şubat	6,9	11,8	2,8	5,1	25,5	-12,4
Mart	10,7	16,3	5,7	6,3	29,5	-7,3
Nisan	16,1	22,2	10,2	7,8	36,4	-3,2
Mayıs	22,1	28,6	15,1	9,9	40,0	2,5
Haziran	28,1	34,5	20,4	12,1	44,0	8,3
Temmuz	31,9	38,4	24,2	12,3	46,8	15,0
Ağustos	31,3	38,1	23,8	11,4	46,2	16,0
Eylül	26,8	33,8	19,8	9,9	42,1	10,0
Ekim	20,1	26,9	14,4	7,8	37,8	1,9
Kasım	12,8	18,7	8,3	5,8	30,8	-6,0
Aralık	7,5	11,9	3,9	4,0	26,6	-6,4
Yıllık	18,3	24,2	12,5	96,5	46,8	-12,4

6.1.8 Van ili sıcaklık ve gepa değerleri

Çalışmaya konu santral sahası Van İli Edremit ilçesinde yer almaktadır. En uzun güneşlenme süresi verilere göre Temmuz ayında 11,62 saat olmaktadır. Aynı ayda Türkiye için en uzun güneşlenme süresi ise 11,31 saattir. Şekil 6.16 da Van ili güneş radyasyonu haritası gösterilmekte, Şekil 6.17 de ise toplam güneş radyasyonu detayları verilmiştir.



Şekil 6.16 : Van ili toplam güneş radyasyonu (kWh/m^2 -yıl)(Url-21).



Şekil 6.17 : Van ili yıllık güneşlenme ve radyasyon verileri (Url-21).

Güneş radyasyonu verileri ele alındığında Van, Türkiye ortalamasına göre yüksek bir konumda yer almaktadır. Aydın'ın güney kesimleri ile kuzey kesimleri arasında veriler ışığında 100 kWh/m² kadar bir fark bulunmaktadır.

MGM'den temin edilen verilere 1938 – 2017 yılları arasında Şanlıurfa'da meydana gelen en yüksek sıcaklık 37,5 °C, en düşük sıcaklık ise -28,7 °C dir. Bu değerler sıcaklık etkisinin PV modülün üzerinde yarattığı etkiyi bulabilmek için panel-evirici uyumluluk hesaplarında kullanılacaktır. Çizelge 6.9 da Van ili resmi meteorolojik istatistikleri verilmiştir.

Çizelge 6.9 : Van ili resmi meteorolojik istatistikler(Url-22).

Ay	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	5,5	9,8	1,9	4,1	21,6	-10,6
Şubat	6,9	11,8	2,8	5,1	25,5	-12,4
Mart	10,7	16,3	5,7	6,3	29,5	-7,3
Nisan	16,1	22,2	10,2	7,8	36,4	-3,2
Mayıs	22,1	28,6	15,1	9,9	40,0	2,5
Haziran	28,1	34,5	20,4	12,1	44,0	8,3
Temmuz	31,9	38,4	24,2	12,3	46,8	15,0
Ağustos	31,3	38,1	23,8	11,4	46,2	16,0
Eylül	26,8	33,8	19,8	9,9	42,1	10,0
Ekim	20,1	26,9	14,4	7,8	37,8	1,9
Kasım	12,8	18,7	8,3	5,8	30,8	-6,0
Aralık	7,5	11,9	3,9	4,0	26,6	-6,4
Yıllık	18,3	24,2	12,5	96,5	46,8	-12,4

6.2 Seçilen Komponentlerin Uyumluluk Analizi

Seçilmiş panel ve eviricinin teknik detayları ile birlikte, belirlenen iller için elde edilmiş sıcaklık verileri kullanılarak uyumluluk analizi yapılacaktır. Seçilen konfigürasyon detayları Çizelge 6.10 de belirtilmiştir.

Çizelge 6.10 : Seçilen konfigürasyon detayları.

Kurulu Güç(kWp)	Evirici Gücü(kW) ve Adedi	Panel Güç(Wp) ve Adedi	Dizide Panel Sayısı
1140,48	Huawei SUN 2000-36k TL 40,00 kWAC 24 adet	CSUN270-60P 270 Wp 4224 Adet	22

Panel – Evirici uyumluluk hesaplamalarında Çizelge 6.11 de özellikleri verilen Huawei SUN 36 KTL evirici ve Çizelge 6.12 de özellikleri verilen CSUN 270-60P 270 W PV modülü esas alınarak yapılmıştır.

Çizelge 6.11 : Evirici teknik özellikleri.

Marka	HUAWEI
Model	36 KTL
Maksimum giriş gücü (P_(PV,max))	40,8 kW
DC gerilim aralığı, (mpp)	200 – 1000 Volt
Maksimum DC gerilim	1100 Volt
Maksimum DC akım	30 Amper
Korumalı DC girişi sayısı	8 adet
Nominal çıkış (AC) akımı	60,8 Amper
Maksimum çıkış gücü	36 kW / 40 kVA
Çıkış frekansı	50/60 Hz
Verim (Euro-eta)	%98,6
Öz tüketim	< 1 W
En / Yükseklik / Derinlik [mm]	950/550/260
Kütle [kg]	55
Çalışma sıcaklık aralığı (˚C)	-25 ile +60 arası

Çizelge 6.12 : Panel teknik özellikleri.

Standart Test Şartları (1000W/m², Spectrum AM 1.5 G, 25˚C) tolerans ±%3	
Model	CSUN 270-60P
Çıkış gücü (P_{mpp})	270 Wp
Çalışma gerilimi (V_{mpp})	30,7 V
Çalışma akımı (I_{mpp})	8,80 A
Açık devre gerilimi (V_{oc})	37,9 V
Kısa devre akımı (I_{sc})	9,80 A
Modül verimi (%)	%16,63
Maksimum sistem gerilimi (V_{sys})	1500 V
Sınırlayıcı ters akım (I_R)	20 A
NOCT şartlarında 45˚C hücre sıcaklığı (800W/m², 20˚C hava sıcaklığı, spectrum AM 1.5 G, tolerans ±%5)	
Çıkış gücü (P_{mpp})	198 W
Çalışma gerilimi (V_{mpp})	28,3 V
Çalışma akımı (I_{mpp})	7,01 A
Açık devre gerilimi (V_{oc})	35,5 V
Kısa devre akımı (I_{sc})	7,3 A
Sıcaklık Özellikleri	
Modül çalışma sıcaklık aralığı (˚C)	-40 ile +85 arası
V_{oc} sıcaklık katsayısı (K_{Voc})	-0,292 %/˚K
P_{mpp} sıcaklık katsayısı (K_{Pmpp})	-0,408 %/˚K
I_{SC} sıcaklık katsayısı ($K_{I_{SC}}$)	-0,045 %/˚K

Panel dizilerinin maksimum gerilimi denklem (6.1) ile hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kullanılan minimum ve maksimum sıcaklık değerleri için, Meteoroloji Genel Müdürlüğünün veritabanı aracılığıyla edinilen şehre bağlı olmak ile birlikte 50-70 yıllık veriler esas alınmıştır. En yüksek panel sıcaklığı, bölge sıcaklıklarına göre kavramsal olarak belirlenmiştir. Seçilen iller ve lokasyon için uygun maksimum panel sıcaklıkları seçildikten sonra elde edilen esas maksimum panel sıcaklıkları Çizelge 6.13 te belirtilmiştir. Elde edilen panel sıcaklıkları hesaplamaların ana bileşenini oluşturmaktadır.

Çizelge 6.13 : Seçilen iller için maksimum panel sıcaklıkları.

İl	Sıcaklık (°C)		Panel Sıcaklıkları (°C)
	En Yüksek	En Düşük	En Yüksek
Ankara	41,0	-24,9	65
Antalya	45,4	-4,6	70
Aydın	44,8	-11,0	70
Balıkesir	43,7	-18,8	70
Edirne	44,1	-19,5	70
Malatya	42,2	-25,1	65
Şanlıurfa	46,8	-12,4	70
Van	37,5	- 28,7	60

Ankara için hesaplamalar denklem (6.1), denklem (6.2) ve denklem (6.3) aracılığıyla yapılmış, diğer şehirler için sonuçlar Çizelge 6.14 da gösterilmiştir.

$$\Delta V_{oc} = \frac{V_{oc}(\Delta TK_{Voc})}{100} \tag{6.1}$$

$$[37{,}90\ x\ (-24{,}9 - 25)\ x\ (-0{,}292)]/100 = 5{,}52\ V \tag{6.1a}$$

$$-24{,}9\ ℃\ \text{modül gerilimi} = V_{oc} + \Delta V_{oc} = 37{,}90 + 5{,}52 = 43{,}42\ V \tag{6.2}$$

$$22'\text{li panel dizisi için maksimum gerilim} = 43{,}32\ \text{x}\ 22 = 955{,}24\ V \tag{6.3}$$

Çizelge 6.14 : Maksimum gerilim değerleri.

İl	Sıcaklık (°C)	Maksimum Gerilim Değeri (V)
	En Düşük	En Yüksek
Ankara	-24,9	955,24
Antalya	-4,6	905,87
Aydın	-11,0	921,45
Balıkesir	-18,8	940,44
Edirne	-19,5	942,15
Malatya	-25,1	955,78
Şanlıurfa	-12,4	924,86
Van	- 28,7	964,55

DC taraf maksimum sistem gerilimi için modül üreticisi beyanı 1500 V ve evirici üreticisinin beyanı 1.000 V'tur. 22 seriden oluşan modül dizileri her şehir için 1000 V 'un altında olduğu için tasarıma uygundur.

Ortam sıcaklığı arttıkça fotovoltaik modüllerin gerilimleri düşer. Gerilim, evirici verim sınırlarının dışına çıkarsa üretilen enerjinin bir kısmının kaybolması söz konusudur. Bu yüzden PV modül serilerinin çalışma koşullarındaki en düşük sistem geriliminin evirici maksimum verim sınırları içinde kalması önemlidir. Modül serilerinin en düşük sistem gerilimini bulmak için denklem (6.4), denklem (6.5) ve denklem (6.6) dan faydalanılmıştır ve sonuçlar Çizelge 6.15 de gösterilmiştir.

$$\Delta V_{mpp} = \frac{V_{mpp}(\Delta TK_{Pmpp})}{100} \quad (6.4)$$

Yine Ankara ili için gözlemlenen en yüksek sıcaklık değeri 41 ˚C'dir. Bu ortam sıcaklığı için tahmini modül sıcaklığı 65 ˚C varsayılmıştır.

$$[30{,}70 \text{ x } (65 - 25) \text{ x } (-0{,}408)]/100 = -5{,}01 \text{ V} \quad (6.4a)$$

$$65\ ℃ \text{ modül gerilimi} = V_{mpp} + \Delta V_{mpp} = 30{,}70 - 5{,}01 = 25{,}69 \text{ V} \quad (6.5)$$

$$22'\text{li panel dizisi için minimum voltaj} = 25{,}69 \text{ x } 22 = 565{,}17 \text{ V} \quad (6.6)$$

Çizelge 6.15 : Minimum gerilim değerleri.

İl	Panel Sıcaklıkları (°C)	Minimum Gerilim Değeri (V)
	En Yüksek	En Düşük
Ankara	65	565,17
Antalya	70	551,40
Aydın	70	551,40
Balıkesir	70	551,40
Edirne	70	551,40
Malatya	65	565,17
Şanlıurfa	70	551,40
Van	60	578,95

Evirici üreticisinin beyanında maksimum verim için 480 – 850 V gerilim aralığı verilmiştir. Bu açıdan gerilim değerleri uygundur.

Modül serilerinin en yüksek kısa devre akımını bulmak için denklem (6.7) ve denklem (6.8), denklem (6.9) dan faydalanılmıştır ve işlemler sonucu elde edilen sonuçlar Çizelge 6.16 de gösterilmiştir.

$$\Delta I_{ısc} = \frac{I_{ısc}(\Delta TK_ı)}{100} \quad (6.7)$$

Ankara ili için öngörülen en yüksek modül sıcaklığı olan 65 ˚C için:

$$[9{,}08\ x\ (65 - 25)\ x\ (0{,}045)]/100 = 0{,}16344\ A \quad (6.7a)$$

$$65\ ℃ \text{ modül akımı} = I_{ısc} + \Delta I_{ısc} = 9{,}08 + 0.16344 = 9{,}2434 \text{ A} \quad (6.8)$$

$$4 \text{ paralel bağlantıda Mppt giriş akımı} = 9{,}2434 \text{ A X } 4 = 36{,}97 \text{ A} \quad (6.9)$$

Çizelge 6.16 : MPPT giriş akımları.

İl	Panel Sıcaklıkları (°C)	MPPT Giriş Akımı (A)
	En Yüksek	En Yüksek
Ankara	65	36,97
Antalya	70	37,06
Aydın	70	37,06
Balıkesir	70	37,06
Edirne	70	37,06
Malatya	65	36,97
Şanlıurfa	70	37,06
Van	60	36,89

Üretici tarafından beyan edilen 4 MPPT girişi için toplam maksimum giriş akımı 88 A olduğu için sistem çalışma akımı açısından uygundur.

Yapılan hesaplamalar ve incelemelerden de görüleceği üzere seçilen konfigürasyon bütün bölgeler için uygundur.

6.3 Seçilen İllerin PVSyst Üretim ve Maliyet Analizleri

6.3.1 Seçilen illerin pvsyst üretim analizleri

Seçili illerin analizleri bölümün başında da belirtildiği üzere 1140,48 kWp DC kurulu güç ve 25° eğime sahip sabit konstrüksiyonlarla yapılmıştır. Çizelge 6.10 de belirtilen konfigürasyon için elde edilen üretim değerleri Çizelge 6.17 da belirtilmiştir.

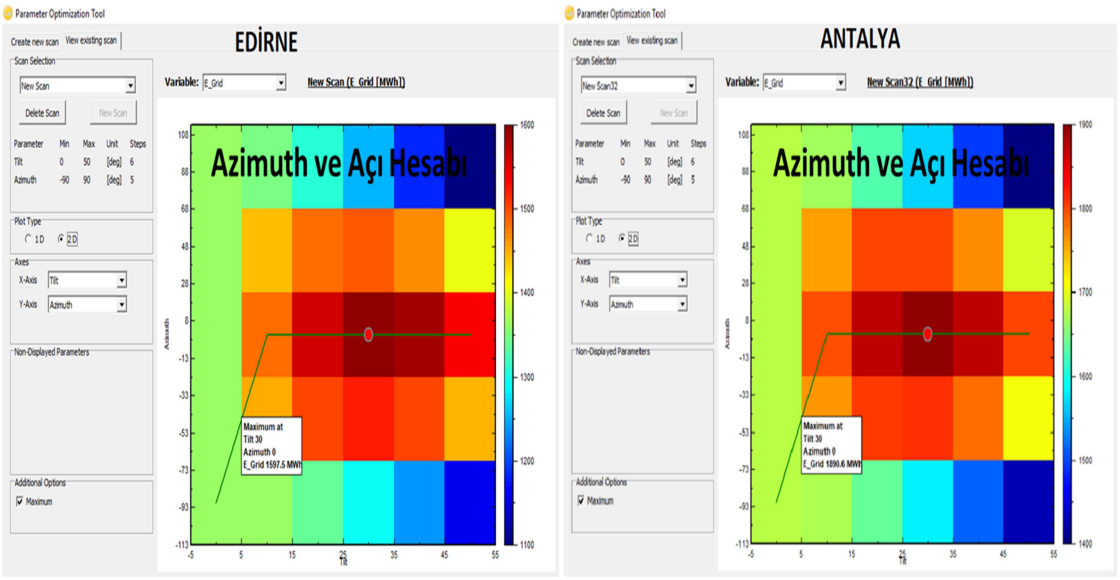
Çizelge 6.17 : 1140,48 kWp sistem için PVSyst üretim değerleri.

İl	Glb. Radyasyon (kWh/m²)	Performans Oranı (%)	Üretim Değerleri (kWh)		
			P50	P75	P90
Ankara	1512,0	%87,7	1699465,00	1635417,00	1577644,00
Antalya	1708,4	%86,8	1884935,00	1813897,00	1749819,00
Aydın	1628,6	%88,3	1800146,00	1752846,00	1710181,00
Balıkesir	1511,9	%86,8	1671594,00	1621272,00	1575879,00
Edirne	1479,6	%87,1	1656500,00	1606632,00	1561650,00
Malatya	1598,3	%86,2	1761651,00	1707729,00	1659089,00
Şanlıurfa	1835,9	%84,8	2020577,00	1965153,00	1915159,00
Van	1653,3	%87,4	1816738,00	1770581,00	1728945,00

6.3.1.1 Panel açılarının üretime etkisi

Panel açıları ülkemizde genel olarak 25′ olarak seçilmektedir. Bu hususun genel manada üretime etkisini görmek için seçilen 8 ilden en kuzey ve en güney noktalarda bulunan Edirne ve Antalya için PVSyst aracılığıyla panel açısı optimizasyon ekipmanı çalıştırılmıştır. Sonuç ile elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Program

aracılığıyla hem azimuth açısı hem de panel açıları hesabı yapılmıştır. Optimum azimuth açısı standart olan seçilmiş olan 0′ olarak bulunmuştur. Buna istinaden azimuth açıları ile herhangi bir değişiklik oluşmamış ve farklı bir hesaba konu olmamışlardır. Her iki il için de optimum panel açısı 30′ olarak bulunmuştur. Buna istinaden standart olarak seçilen 25′ ve optimizasyon programı ile birlikte bulunan 30′ lik panel açıları ile üretim analizleri yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 6.18 de belirtilmiş olup, üretim değerleri Çizelge 6.18 da karşılaştırılmıştır.



Şekil 6.18 : Edirne ve Antalya ili için optimum panel açıları.

Çizelge 6.18 : Panel açılarının üretime etkisinin analizi.

İl	Glb. Radyasyon (kWh/m²)	Performans Oranı (%)	Üretim Değerleri (kWh)(P75)	Fark
Antalya 25′	1708,4	%86,8	1813897,00	%0,30
Antalya 30′	1708,4	%86,8	1819376,04	
Edirne 25′	1479,6	%87,1	1606632,00	%0,63
Edirne 30′	1479,6	%87,2	1616722,00	

Elde edilen sonuçlar ışığında panel açılarının üretim değerlerine etkisi maksimum %0,63 olarak elde edilmiştir. Seçilecek yatırım bölgesi için detaylı panel açısı çalışması yapılması üretim değerlerinde az bile olsa yükselmeye neden olacaktır. Mevcut çalışmada 25′ lik panel açılarıyla analizlere devam edilmiştir. 30′ lik Edirne ve Antalya illerine ait simülasyon raporları EK-B de verilmiştir.

6.3.2 Seçilen illerin maliyet ve finansal analizleri

Seçilen illerde analizler yapılırken maliyetler; geliştirme ve kurulum olmak üzere iki farklı kalemde ele alınmıştır. Seçilen iller arasından alfabetik isim sırasına göre

Ankara seçilmiş ve Çizelge 6.19 de Ankara daki projenin maliyetleri belirtilmiş, diğer illerin toplam bedelleri Çizelge 6.20 da belirtilmiştir. Bunun yanında her il için proje maliyetleri detaylı olarak EK-A da gösterilmiştir.

Elde edilen geliştirme ve kurulum bedelleri finansal çalışmanın ana giderlerini oluşturmaktadır. Finansal analizler yapılırken bu bedellerin yanına bakım&onarım, yıllık sistem kullanım bedelleri gibi yıllık giderler de eklenecektir.

Çizelge 6.19 : Ankara-Akyurt proje maliyetleri.

	No	Yapılacak İş ve Malzemeler	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Toplam Fiyat
GELİŞTİRME	1	Proje Geliştirme (Uygun Saha Bulunması)	Adet	1	$20.000,00	$20.000,00
	2	Arazi Bedeli (20.000 m²)	m²	20000	$2,00	$40.000,00
	3	Dağıtım Şirketine Başvurulması	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	4	TEDAŞ Projeleri (Onay Bedelleri ile)	Adet	1	$7.000,00	$7.000,00
	5	Jeolojik Analiz veHaritalar	Adet	1	$6.000,00	$6.000,00
	6	İmar Planlarının Hazırlanması (1/1000 ve 1/5000 planlar)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	7	İmar Harçları	m²	20000	$1,00	$20.000,00
	8	Diğer (Genel Masraflar, Resmi Harçlar)	Adet	1	$10.000,00	$10.000,00
		Toplam Geliştirme Fiyatı			$ 113.000,00	
KURULUM	9	Güneş Paneli Polikristal, 60 hücre, 270 Wp Panel (0,41 $/Wp)	Adet	4224	$ 110,70	$ 467.596,80
	10	Güneş Enerjisi Taşıyıcı Sistemler Galvanizlenmiş çelik taşıyıcı sistem	Set	1	$ 86.000,00	$ 86.000,00
	11	Inverterler (Huawei 36 KTL)	Adet	24	$ 2.480,00	$ 59.520,00
	12	Panolar	Set	1		
	13	Trafo Merkezi Köşk Binası, 1250 kVA Trafo Kablo, Konnektörler	Set	1		
	14	1x6 mm2 DC kablo, alçak ve yüksek gerilim AC kablolar, Enerji Nakil Hattı	Set	1		
	15	Topraklama ve Yıldırımdan Korunma Sistemleri Galvanizli Malzemeler	Set	1		
	16	Scada ve Uzaktan İzleme Sistemi Yerel Dağıtım Şirketinin gereksinimlerinin sağlanması ve uzaktan izleme	Set	1	$ 335.000,00	$ 335.000,00
	17	Kurulum, Mekanik ve Elektrik montajları, sigortalar, konaklama ve ulaşım masrafları	Set	1		
	18	Güvenlik İşleri, Tel Çit ve Kamera Sistemi	Set	1		
	19	Arazi Düzenleme İşleri İnşaat sahasının düzenlenmesi, topraklama kazıları, dolgu işleri, beton işleri ve iç yollar.	Set	1		
	20	Genel Dizayn, mühendislik, proje yönetimi, ulaşım, all risk sigortası, test ve devreye alma	Set	1		
		Toplam Kurulum Fiyat ($) 1140,48 kWp			$957.116,80	
		Toplam Fiyat ($) (Kurulum +Geliştirme)			$ 1.070.116,80	

Çizelge 6.20 : Seçilen iller için kurulum maliyetleri.

İl	Proje Maliyetleri ($)		
	Geliştirme Bedeli	EPC Bedeli	Toplam
Ankara	$ 113.000,00	$ 957.116,80	$ 1.070.116,80
Antalya	$ 99.500,00	$ 941.116,80	$ 1.040.616,80
Aydın	$ 90.000,00	$ 944.116,80	$ 1.034.116,80
Balıkesir	$ 76.500,00	$ 951.116,80	$ 1.027.616,80
Edirne	$ 77.500,00	$ 938.116,80	$ 1.015.616,80
Malatya	$ 107.000,00	$ 941.116,80	$ 1.048.116,80
Şanlıurfa	$ 127.500,00	$ 935.116,80	$ 1.062.616,80
Van	$ 90.000,00	$ 953.116,80	$ 1.043.116,80

%100 öz sermaye ile yapılan analizlerde yatırım geri ödeme oranı, yatırım geri ödeme süresi, seviyelendirilmiş enerji maliyeti ve net bugünkü değer analizi yapılmıştır. Elde edilen finansal analiz sonuçları Çizelge 6.21 da belirtilmiştir. Bu hususta en iyi sonuç veren şehir için analizler farklı öz sermaye şartları ile hesaplanmıştır. Bu husus ile birlikte detaylı analiz için Şanlıurfa ili seçilmiştir.

Çizelge 6.21 : Tüm iller için finansal analiz sonuçları.

İl	Finansal Analizler				
	Geri Ödeme Süreleri (YIL-AY)		LCOE ($)	İç Verim Oranı (%)	Net Bugünkü Değer Farkı ($)
Ankara	6	10,69	$ 0,059	%7,26	$ 272.468,51
Antalya	5	11,78	$ 0,055	%10,42	$ 458.022,88
Aydın	6	2,51	$ 0,056	%9,54	$ 399.200,12
Balıkesir	6	8,46	$ 0,058	%7,84	$ 295.231,64
Edirne	6	8,28	$ 0,058	%7,88	$ 294.497,90
Malatya	6	5,54	$ 0,057	%8,65	$ 350.445,22
Şanlıurfa	5	7,62	$ 0,054	%11,81	$ 556.224,47
Van	6	2,39	$ 0,056	%9,57	$ 404.678,72

Finansal değerlere bakıldığında en iyi durumda Şanlıurfa projesi gözükmektedir. Bu proje üzerinden farklı finansman modelleriyle bu analizler yapılacaktır.

6.4 Şanlıurfa ili Detaylı Analiz

6.4.1 Proje için kredi tabloları

Şanlıurfa projesi için 1 yılı geri ödemesiz olmak üzere 3 aylık ödemelere sahip 3 adet kredi planı (25, 29 ve 33 kez ödemeli) edinilmiştir. Bu tablolar güncel piyasa şartlarında oluşturulmuştur. Çizelge 6.22, Çizelge 6.23 ve Çizelge 6.24 te %30 özsermayeye sahip projeler için edinilmiş kredi tabloları bulunmaktadır. Diğer özsermaye şartları bu 3 kredi tablosu üzerinden hesaplanmıştır.

Çizelge 6.22 : 1 yıl geri ödemesiz 25 taksitli ödeme planı.

No	Vade Tarihi	Tutar ($)	Anapara Taksit Miktarı ($)	Kredi ($)	BSMV ($)	Kalan Anapara ($)	Yıl	Yıllık Ödeme ($)	Kredi+BSMV ($)
1	28.03.2019	39.677	-	37.788	1.889	761.125			
2	28.06.2019	39.677	7.317	30.819	1.541	736.515			
3	30.09.2019	39.677	25.934	13.088	654	710.580	#1	158.708	99.039
4	30.12.2019	39.677	26.418	12.627	631	684.162			
5	30.03.2020	39.677	26.911	12.158	608	657.251			
6	29.06.2020	39.677	27.413	11.680	584	629.838			
7	28.09.2020	39.677	27.925	11.193	560	601.913	#2	158.708	48.013
8	28.12.2020	39.677	28.446	10.696	535	573.467			
9	29.03.2021	39.677	28.977	10.191	510	544.490			
10	28.06.2021	39.677	29.517	9.676	484	514.973			
11	28.09.2021	39.677	30.068	9.151	458	484.905	#3	158.708	39.517
12	28.12.2021	39.677	30.629	8.617	431	454.276			
13	28.03.2022	39.677	31.201	8.073	404	423.075			
14	28.06.2022	39.677	31.783	7.518	376	391.292			
15	28.09.2022	39.677	32.376	6.954	348	358.916	#4	158.708	30.369
16	28.12.2022	39.677	32.980	6.378	319	325.936			
17	28.03.2023	39.677	33.595	5.792	290	292.341			
18	3.07.2023	39.677	34.222	5.195	260	258.119			
19	28.09.2023	39.677	34.861	4.587	229	223.258	#5	158.708	20.519
20	28.12.2023	39.677	35.511	3.967	198	187.746			
21	28.03.2024	39.677	36.174	3.336	167	151.573			
22	28.06.2024	39.677	36.849	2.694	135	114.724			
23	30.09.2024	39.677	37.536	2.039	102	77.187	#6	158.708	9.912
24	30.12.2024	39.677	38.237	1.372	69	38.950			
25	28.03.2025	39.677	38.950	692	35	-	#7	39.677	727
		991.927,16	743.831,76	236.281,33	11.814,07				

Çizelge 6.23 : 1 yıl geri ödemesiz 29 taksitli ödeme planı.

No	Vade Tarihi	Tutar ($)	Anapara Taksit Miktarı ($)	Kredi ($)	BSMV ($)	Kalan Anapara ($)	Yıl	Yıllık Ödeme ($)	Kredi+BSMV ($)
1	28.03.2019	35.529	-	33.837	1.692	765.831			
2	28.06.2019	35.529	-	33.837	1.692	745.784			
3	30.09.2019	35.529	19.377	15.382	769	724.454	#1	142.116	100.908
4	30.12.2019	35.529	21.831	13.046	652	702.623			

Çizelge 6.23 (devam): 1 yıl geri ödemesiz 29 taksitli ödeme planı.

No	Vade Tarihi	Tutar ($)	Anapara Taksit Miktarı ($)	Kredi ($)	BSMV ($)	Kalan Anapara ($)	Yıl	Yıllık Ödeme ($)	Kredi+BSMV ($)
5	30.03.2020	35.529	22.244	12.653	633	680.380			
6	29.06.2020	35.529	22.664	12.252	613	657.715			
7	28.09.2020	35.529	23.093	11.844	592	634.622	#2	142.116	50.586
8	28.12.2020	35.529	23.530	11.428	571	611.093			
9	29.03.2021	35.529	23.974	11.004	550	587.119			
10	28.06.2021	35.529	24.428	10.573	529	562.691			
11	28.09.2021	35.529	24.890	10.133	507	537.801	#3	142.116	43.464
12	28.12.2021	35.529	25.360	9.685	484	512.441			
13	28.03.2022	35.529	25.840	9.228	461	486.601			
14	28.06.2022	35.529	26.328	8.763	438	460.273			
15	28.09.2022	35.529	26.826	8.288	414	433.447	#4	142.116	35.789
16	28.12.2022	35.529	27.333	7.805	390	406.114			
17	28.03.2023	35.529	27.850	7.313	366	378.263			
18	3.07.2023	35.529	28.377	6.812	341	349.887			
19	28.09.2023	35.529	28.913	6.301	315	320.973	#5	142.116	27.516
20	28.12.2023	35.529	29.460	5.780	289	291.513			
21	28.03.2024	35.529	30.017	5.249	262	261.496			
22	28.06.2024	35.529	30.585	4.709	235	230.912			
23	30.09.2024	35.529	31.163	4.158	208	199.749	#6	142.116	18.599
24	30.12.2024	35.529	31.752	3.597	180	167.996			
25	28.03.2025	35.529	32.353	3.025	151	135.644			
26	30.06.2025	35.529	32.964	2.443	122	102.680			
27	29.09.2025	35.529	33.588	1.849	92	69.092	#7	142.116	8.989
28	29.12.2025	35.529	34.223	1.244	62	34.870			
29	30.03.2026	35.529	34.870	628	31	-	#8	39.677	727
		1.030.341,39	743.831,76	272.866,32	13.643,31				

Çizelge 6.24 : 1 yıl geri ödemesiz 33 taksitli ödeme planı.

No	Vade Tarihi	Tutar ($)	Anapara Taksit Miktarı ($)	Kredi ($)	BSMV ($)	Kalan Anapara ($)	Yıl	Yıllık Ödeme ($)	Kredi+ BSMV ($)
1	28.03.2019	32.588	-	31.036	1.552	770.142			
2	28.06.2019	32.588	-	31.036	1.552	753.340			
3	30.09.2019	32.588	7.985	23.431	1.172	735.847	#1	130.350	104.057
4	30.12.2019	32.588	18.308	13.599	680	717.538			

Çizelge 6.24 (devam): 1 yıl geri ödemesiz 33 taksitli ödeme planı.

No	Vade Tarihi	Tutar ($)	Anapara Taksit Miktarı ($)	Kredi ($)	BSMV ($)	Kalan Anapara ($)	Yıl	Yıllık Ödeme ($)	Kredi+ BSMV ($)
5	30.03.2020	32.588	18.663	13.261	663	698.875			
6	29.06.2020	32.588	19.026	12.916	646	679.850	#2	130.350	53.495
7	28.09.2020	32.588	19.395	12.565	628	660.455			
8	28.12.2020	32.588	19.771	12.206	610	640.684			
9	29.03.2021	32.588	20.155	11.841	592	620.529			
10	28.06.2021	32.588	20.546	11.468	573	599.983	#3	130.350	47.354
11	28.09.2021	32.588	20.945	11.089	554	579.039			
12	28.12.2021	32.588	21.351	10.701	535	557.688			
13	28.03.2022	32.588	21.765	10.307	515	535.922			
14	28.06.2022	32.588	22.188	9.905	495	513.735	#4	130.350	40.722
15	28.09.2022	32.588	22.618	9.495	475	491.116			
16	28.12.2022	32.588	23.057	9.077	454	468.059			
17	28.03.2023	32.588	23.505	8.650	433	444.555			
18	3.07.2023	32.588	23.961	8.216	411	420.594	#5	130.350	33.559
19	28.09.2023	32.588	24.426	7.773	389	396.168			
20	28.12.2023	32.588	24.900	7.322	366	371.268			
21	28.03.2024	32.588	25.383	6.862	343	345.886			
22	28.06.2024	32.588	25.875	6.392	320	320.010	#6	130.350	25.825
23	30.09.2024	32.588	26.378	5.914	296	293.633			
24	30.12.2024	32.588	26.889	5.427	271	266.743			
25	28.03.2025	32.588	27.411	4.930	246	239.332			
26	30.06.2025	32.588	27.943	4.423	221	211.389	#7	130.350	17.472
27	29.09.2025	32.588	28.485	3.907	195	182.903			
28	29.12.2025	32.588	29.038	3.380	169	153.865			
29	30.03.2026	32.588	29.602	2.844	142	124.263			
30	29.06.2026	32.588	30.176	2.297	115	94.087	#8	130.350	8.452
31	28.09.2026	32.588	30.762	1.739	87	63.325			
32	28.12.2026	32.588	31.359	1.170	59	31.967			
33	29.03.2027	32.587	31.967	591	30	-	#9	32.587	620
		1.075.387,80	743.831,76	315.767,62	15.788,42				

6.4.2 Şanlıurfa projesi için farklı özsermaye ve kredi şartlarının analizi

Bu bölümde 3 farklı kredi tablosuyla birlikte %20 den %100 kadar özsermaye oranlarıyla hesap yapılmıştır. Örnek olması sebebiyle %30 sermaye şartında oluşan 1 yılı ödemesiz 29 taksitli ödeme şartları ile seviyelendirilmiş enerji maliyeti, geri ödeme süresi, iç verim oranı ve net bugünkü değer hesaplaması yapılmış, detayları Çizelge 6.25 ve Çizelge 6.26 da verilmiştir.

2017 yılı öncesinde lisanslı projeler ile aynı kategoride değerlendirilen sistem kullanım bedeli 2016 yılının sonunda alınan bir kararla 2017 yılı bitiminden itibaren lisanslı projelerden farklı bir kategoriye kaydırılmış ve sistem kullanım bedeline önemli ölçüde artış yapılmıştır. 2016 sonunda EPDK tarafından alınan sistem kullanım bedelinde yapılacak olan yüksek artış kararının uygulamaya konması 2018 başına ertelenmiş, bu yüzden 2017 yılı lisanssız güneş enerjisi santrallerinin kurulumlarının Türkiye açısından en yüksek olduğu dönem olmuştur. Türkiye her bölgesinde yatırımlar yapılmış, son aylara gelindiğinde malzeme ve işçilik tedariğindeki zorluklardan dolayı yatırım bedelleri çok yükselmiştir. 2018 yılı itibariyle malzeme fiyatlarındaki hızlı düşüş, artan sistem kullanım bedelleriyle bile yatırımların yapılabilirliğinin devam etmesine sebep olmuştur.

EPDK kurul kararıyla belirlenen sistem kullanım bedeli 11,3104 TLkuruş/kWh olarak belirlemiştir. Dolar kuru ise hesaplamalarda 3,90 TL, 10 yıl sonunda enerji satış fiyatı 5 USD/kWh olarak belirlenmiştir. Yine sabit bakım ve onarım masrafı olarak 10.000 USD belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında 25, 29 ve 33 taksit ödemeleri seçenekler %20 ila %100 özsermaye şartlarında incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 6.27 de gösterilmiştir.

Çizelge 6.25 : %70 Kredi-%30 Özsermaye ve 29 taksit ile yapılacak Şanlıurfa GES proje yatırımının analiz ana girdiler.

Dağıtım Sistemi Kullanım Bedeli (krş/kWh)	11,3104
1 USD	3,90 ₺
PPA [USD/MWh]	133,00
Kurulum + Geliştirme	$ 1.062.616,80
Öz Kaynak	$ 318.785,04
Kredi	$ 743.831,76
Öz Kaynak Oranı	% 30
Yıllık Bono Getiri ($) (%) (k)	% 5
Dolar Enflasyonu (%) (Π)	% 2,4
İndirgeme oranı (i)	[(1+k)/(1+ Π)]-1
Yıllık İndirgeme Oranı (i)	% 2,54
NBD (10 Yıllık)	$ 711.790,02
25 yıl sonra Hurda Değeri (%20) ($)	$ 212.523,36

Çizelge 6.26 : %70 Kredi-%30 Özsermaye ve 29 taksit ile yapılacak Şanlıurfa GES proje yatırımının analiz detayları.

YILLAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Üretim P75 [kWh]	0,00	1965153,00	1933486,67	1919952,27	1886238,94	1873035,27	1859924,02	1846904,56	1833976,22	1821138,39	1808390,42	1795731,69	1783161,57
Toplam Gelir [USD]	0,00	261365,35	257153,73	255353,65	250869,78	249113,69	247369,90	245638,31	243918,84	242211,41	240515,93	89786,58	89158,08
Kurulum	1062616,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
İşl-Bakım	0,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00
Dağıtım	0,00	56991,45	56073,10	55680,58	54702,86	54319,94	53939,70	53562,13	53187,19	52814,88	52445,18	52078,06	51713,51
Toplam Gider [USD]	1062616,80	66991,45	66073,10	65680,58	64702,86	64319,94	63939,70	63562,13	63187,19	62814,88	62445,18	62078,06	61713,51
Kredi	743831,76	0,00	142116,08	142116,08	142116,08	142116,08	142116,08	142116,08	142116,08	35528,83	0,00	0,00	0,00
Faiz+BSMV	0,00	0,00	100.907,72	50.585,65	43.464,14	35.788,56	27.515,77	18.599,33	8.989,14	659,32	0,00	0,00	0,00
Yıllık Kazanç	-318785,04	194373,90	48964,55	47556,99	44050,84	42677,67	41314,11	39960,10	38615,57	143867,69	178070,75	27708,52	27444,56
Toplam Kazanç	-318785,04	-124411,14	-75446,59	-27889,61	16161,23	58838,90	100153,01	140113,11	178728,67	322596,37	500667,12	528375,64	555820,20
Kümülatif Nakit Akışı	-318785,04	194373,90	243338,45	290895,43	334946,27	377623,94	418938,05	458898,15	497513,71	641381,41	819452,16	847160,68	874605,24
Geri Ödeme	-1062616,80	-868242,90	-778069,99	-638982,58	-496279,80	-347274,61	-191360,19	-27883,34	143859,16	322596,37	500667,12	528375,64	555820,20

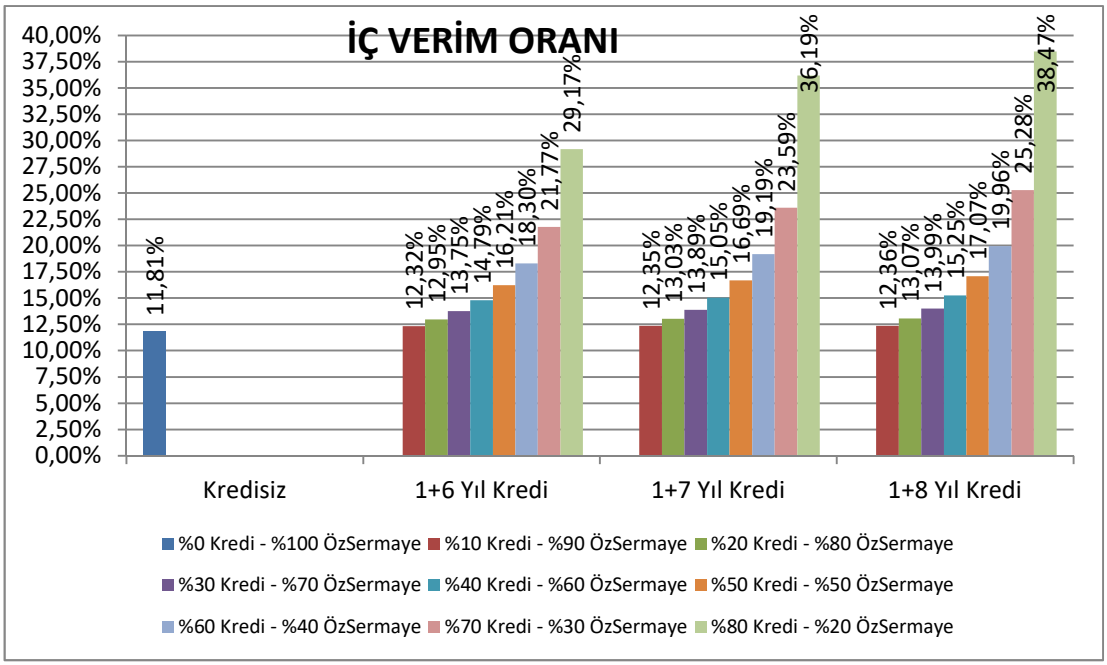
Çizelge 6.26 (devam): %70 Kredi-%30 Özsermaye ve 29 taksit ile yapılacak Şanlıurfa GES proje yatırımının analiz detayları.

YILLAR	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Üretim P75 [kWh]	1770679,44	1758284,68	1745976,69	1733754,85	1721618,57	1709567,24	1697600,27	1685717,06	1673917,04	1662199,62	1650564,23	1639010,28	1627537,21
Toplam Gelir [USD]	88533,97	87914,23	87298,83	86687,74	86080,93	85478,36	84880,01	84285,85	83695,85	83109,98	82528,21	81950,51	81376,86
Kurulum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
İşl-Bakım	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00
Dağıtım	51351,52	50992,06	50635,11	50280,67	49928,70	49579,20	49232,15	48887,52	48545,31	48205,49	47868,06	47532,98	47200,25
Toplam Gider [USD]	61351,52	60992,06	60635,11	60280,67	59928,70	59579,20	59232,15	58887,52	58545,31	58205,49	57868,06	57532,98	57200,25
Kredi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Faiz+BSMV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yıllık Kazanç	27182,45	26922,17	26663,72	26407,07	26152,22	25899,16	25647,86	25398,33	25150,54	24904,49	24660,16	24417,53	24176,61
Toplam Kazanç	583002,66	609924,83	636588,55	662995,62	689147,85	715047,01	740694,87	766093,20	791243,74	816148,23	840808,39	865225,92	889402,53
Kümülatif Nakit Akışı	901787,70	928709,87	955373,59	981780,66	1007932,89	1033832,05	1059479,91	1084878,24	1110028,78	1134933,27	1159593,43	1184010,96	1208187,57
Geri Ödeme	583002,66	609924,83	636588,55	662995,62	689147,85	715047,01	740694,87	766093,20	791243,74	816148,23	840808,39	865225,92	889402,53

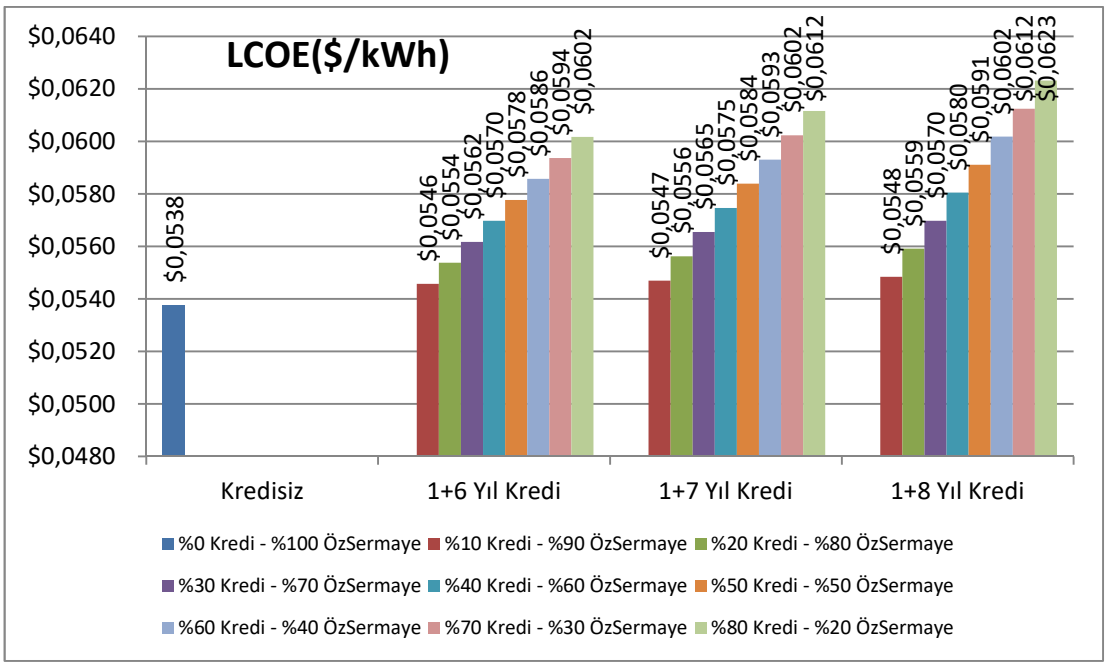
Çizelge 6.27 : Şanlıurfa GES tüm şartlar için finansal analiz sonuçları.

Taksitler	Sermaye Oranı	Finansal Analizler				
		Geri Ödeme Süreleri (Yıl-Ay)		LCOE ($/kWh)	İç Verim Oranı (%)	Net Bugünkü Değer Farkı ($)
	Kredisiz %100 ÖzSermaye	5	7,62	$ 0,0538	%11,81	$556.224,47
1 Yıl Ödemesiz 25 Taksit	%10 Kredi - %90 ÖzSermaye	5	9,81	$ 0,0546	%12,32	$536.215,86
	%20 Kredi - %80 ÖzSermaye	6	0,06	$ 0,0554	%12,95	$516.207,25
	%30 Kredi - %70 ÖzSermaye	6	2,35	$ 0,0562	%13,75	$496.198,64
	%40 Kredi - %60 ÖzSermaye	6	4,68	$ 0,0570	%14,79	$476.190,02
	%50 Kredi - %50 ÖzSermaye	6	7,04	$ 0,0578	%16,21	$456.181,41
	%60 Kredi - %40 ÖzSermaye	6	9,45	$ 0,0586	%18,30	$436.172,80
	%70 Kredi - %30 ÖzSermaye	6	11,99	$ 0,0594	%21,77	$416.164,19
	%80 Kredi - %20 ÖzSermaye	7	2,25	$ 0,0602	%29,17	$396.155,58
1 Yıl Ödemesiz 29 Taksit	%10 Kredi - %90 ÖzSermaye	5	9,99	$0,0547	%12,35	$ 532.907,40
	%20 Kredi - %80 ÖzSermaye	6	0,47	$0,0556	%13,03	$ 509.590,33
	%30 Kredi - %70 ÖzSermaye	6	3,02	$0,0565	%13,89	$ 486.273,26
	%40 Kredi - %60 ÖzSermaye	6	5,65	$0,0575	%15,05	$ 462.956,19
	%50 Kredi - %50 ÖzSermaye	6	8,36	$0,0584	%16,69	$ 439.639,12
	%60 Kredi - %40 ÖzSermaye	6	11,16	$0,0593	%19,19	$ 416.322,05
	%70 Kredi - %30 ÖzSermaye	7	1,9	0,0602	%23,59	$ 393.004,98
	%80 Kredi - %20 ÖzSermaye	7	4,75	$0,0612	%36,19	$ 388.518,85
1 Yıl Ödemesiz 33 Taksit	%10 Kredi - %90 ÖzSermaye	5	10,19	$ 0,0548	%12,36	$528.867,75
	%20 Kredi - %80 ÖzSermaye	6	0,88	$ 0,0559	%13,07	$501.511,03
	%30 Kredi - %70 ÖzSermaye	6	3,70	$ 0,0570	%13,99	$474.154,32
	%40 Kredi - %60 ÖzSermaye	6	6,64	$ 0,0580	%15,25	$446.797,60
	%50 Kredi - %50 ÖzSermaye	6	9,72	$ 0,0591	%17,07	$419.440,89
	%60 Kredi - %40 ÖzSermaye	7	0,89	$ 0,0602	%19,96	$392.084,17
	%70 Kredi - %30 ÖzSermaye	7	4,1	$ 0,0612	%25,28	$364.727,46
	%80 Kredi - %20 ÖzSermaye	7	7,44	$ 0,0623	%38,47	$337.370,74

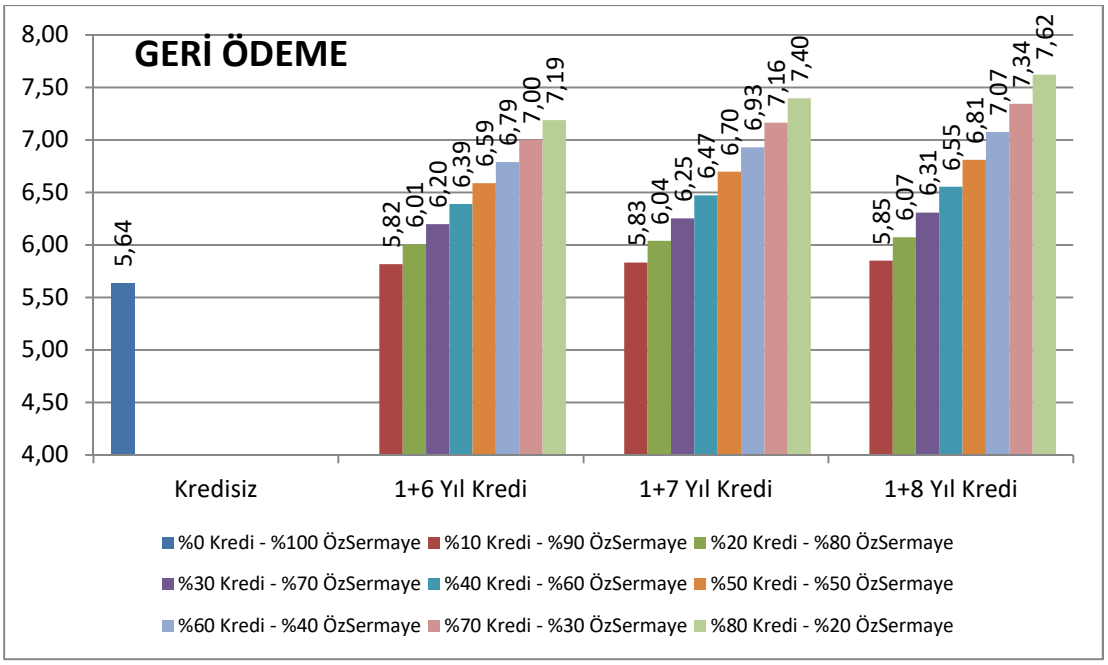
Yapılan hesaplamalarda farklı perspektiflerden bakış açıları içeren yatırımın alım garantisinin devam ettiği 10 yıllık periyor için geri ödeme süreleri, 25 yıllık bazda veri ile dolar kuru ve enerji satış maliyetlerini de varsayımsal olarak içeren seviyelendirilmiş enerji maliyeti, yatırıma özsermaye olarak konacak tutarın 10 yıl bazında iç verim oranının hesaplanması ve son ilgili yatırımın yapılmayıp yatırımın farklı şekilde değerlendirilmesi durumunda elde edilecek gelirin ilgili yatırım ile arasındaki farkı bulduğumuz net bugünkü değer hesabı yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılmalı ve detaylı olarak Şekil 6.19, Şekil 6.20 ve Şekil 6.21 da belirtilmiştir.



Şekil 6.19 : Şanlıurfa GES tüm şartlar için finansal analiz sonuçları (İç Verim Oranı %).



Şekil 6.20 : Şanlıurfa GES tüm şartlar için finansal analiz sonuçları (LCOE $/kWh).



Şekil 6.21 : Şanlıurfa GES tüm şartlar için finansal analiz sonuçları (Yıl).

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son 10 yılda, dünya genelinde hızla azalan güneş paneli fiyatları ve yenilenebilir enerjiye olan ilginin artması güneş enerjisi santrallerinin sayısının artmasına sebep olmuş, ülkemiz de verilen teşviklerle birlikte bu santrallere fazlasıyla ev sahipliği yapmaya başlamıştır. Ülkemizde yapılan projeler genel manada belirli bölgelere yoğunlaşmış ve bu husus arazi fiyatlarını yukarı çekmiş, bunun yanında nakil hatlarında dengesizliğe yol açmıştır. Bu çalışmada da belirtildiği üzere yatırım geri dönüş süreleri arasında çok büyük farklar oluşmamaktadır. Ülkemizde 10 yıla kadar ödeme garantisi verildiği için, yatırımların tüketim yapılan yerlere yakın olması 10 yıl sonra yeni bir teşvik mekanizması oluşmadığı takdirde öz tüketim için kullanılabilecektir. Bunun yanında üretim santrallerinin ülkenin daha fazla tüketim yapılan yerlerine yayılmasına sebep olabilecektir.

Bu çalışmada; aralarında kayda değer ışınım farkları olan çeşitli bölgelerde 1140,48 kWp kurulu güce sahip birebir aynı konfigürasyonlara sahip güneş enerjisi santrallerinin yapılabilirlik durumları gözlemlenmiştir. Bu hususta %100 öz sermaye ile en hızlı geri dönüşe sahip Şanlıurfa detaylı analiz için seçilmiş ve 1 yıl geri ödemesiz 25, 29 ve 33 taksitli kredi geri ödeme seçenekleriyle analiz edilmiştir. Analizlerin hepsinde seviyelendirilmiş enerji maliyeti, net bugünkü değer, geri ödeme süresi ve iç verim oranı analizi yapılmıştır. En uygun seçenek için iç verim oranı üzerinden seçim yapılmıştır.

Analiz çalışmaları, edinilen bilgilere göre finans kuruluşları tarafından da kabul edilen PVSyst 6.43 versiyonu ile gerçekleştirilmiştir. Analizlerin verileri yine programın kütüphanesi aracılığıyla edinilmiştir.

Çalışma sonucunda; yatırım geri dönüş süresi, en yüksek ışınım değerine sahip olan Şanlıurfa'da bu hususa bağlı olarak diğer şehirlere göre daha hızlıdır. Yine bu bilgiler ile birlikte daha düşük ışınıma sahip seçili illerde de yatırım geri dönüş süreleri Şanlıurfa ilinin çok uzağında değildir. Şanlıurfa ilinde %100 özsermaye ile 5 yıl 7,62 ay geri ödeme süresine sahip iken 8 il arasında en uzun geri ödeme süresine sahip Ankara için sure 6 yıl 10,69 aydır. Diğer iller bu skala içerisinde yer

almaktadır. Hesaplamalardan da görüleceği üzere şehirler arasında geliştirme ve kurulum maliyetleri de eklenerek yapılan analizlerde geri ödeme süreleri arasında ki fark 1 yıl kadardır.

Tüm bu bilgilerin ışığında, Şanlıurfa ilinde mevcut şartlar altında %100 özsermaye ile geri ödeme süresi 5 yıl 7,62 ay iken, 1 yıl geri ödemesiz 25 taksitli ödeme ve %20 özsermaye ile 7 yıl 2,25 ay, 1 yıl geri ödemesiz 29 taksitli ödeme ve %20 özsermaye ile 7 yıl 4,75 ay ve yine 1 yıl geri ödemesiz 33 taksitli ödeme ve %20 özsermaye ile inceleme yapıldığında geri ödeme süresi 7 yıl 7,44 aya çıkacaktır. Yine seviyelendirilmiş enerji maliyeti %100 özsermaye ile 0,0538 $/kWh iken, 1 yıl geri ödemesiz 25 taksitli ödeme ve %20 özsermaye ile 0,0602 $/kWh, 1 yıl geri ödemesiz 29 taksitli ödeme ve %20 özsermaye ile 0,0612 $/kWh ve yine 1 yıl geri ödemesiz 33 taksitli ödeme ve %20 özsermaye ile 0,0623 $/kWh'a ulaşmaktadır. Mevcut piyasa şartlarında geri ödeme süreleri devlet tarafından sunulan alım garantisi süresi olan 10 yıl içerisinde kaldığından yapılacak üretim garantisi ve detaylı sigorta ile yatırımı minimum özsermaye ile yapmak en güvenilir seçenek olacaktır. Bunun yanında bölgesel teşvikler takip edilerek, ek teşvik alınabilecek bölgelere de yatırım planlanabilir.

KAYNAKLAR

BNEF. (2016). *Bloomberg new energy finance outlook report.*

BNEF. (2017). *Bloomberg new energy finance outlook report.*

Duffie, J.A., Beckman, W.A. (1991). Solar engineering of thermal processes, (Second Edition). Newyork: John Wiley&Sons.

Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği. (2013). T.C. Resmi Gazete, 28783, 2 Kasım 2013.

Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik. (2013). T.C. Resmi Gazete, 28783, 2 Ekim 2013.

EPDK 7617 nlu Kurul Kararı. (2013). T. C. Resmi Gazete, 30286, 30 Aralık 2017.

E.T.K.B, (2014). *Türkiye elektrik enerjisi talep projeksiyonu raporu.* (Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı)

Girgin, M.H. (2011). *Bir fotovoltaik güneş enerjisi santralinin fizibilitesi,karaman bölgesinde 5 mw'lik güneş enerjisi santrali için enerji üretim değerlendirmesi ve ekonomik analizi,* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul.

Hay, J. E., & Davies, J. A. (1980). Calculation of the solar radiation incident on an inclined surface. *First Canadian Solar Radiation Data Workshop*.

IFC. (2015). *Project Developer's Guide to Utility-scale Solar Photovoltaic Power Plants.*

Ineichen, P. (2011). *Global irradiance on tilted and oriented planes: model validations.*

Iqbal, M. (1980). Prediction of hourly diffuse solar radiation from measured hourly global radiation on a horizontal surface. *Solar Energy,* 24, 491–503.

ISE Fraunhofer(Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems)**.** (2018). *Photovoltaics Report.*

İstemi, Ü. (2004). *Enerji Gündemi ve Sorunlarımız,* TMMOB, EMO Yayını, Ankara.

Liu, B.Y.H., ve R.C. Jordan. (1962). Daily insolation on surfaces tilted towards the equator. *Transactions of the ASHRAE*, 67, 526–541.

Myers, D. (2013). Solar radiation practical modeling for renewable energy applications, *Energy and the Enviroment*, 91-100.

Özdemir, F.Ö. (2012). Yenilenebilir Enerji Kavramı ve Ülkemizdeki Durumu, *Gencay Dergisi,* Aralık 2012.

Perez, Stewart, Seals, ve Guertin. (1988). The Development and Verification of the Perez Diffuse Radiation Model.

REN21. (2018). *Renewables 2017 global status report.*

TEDAŞ. (2017). *Türkiye Elektrik Dağıtım ve Tüketim İstatistikleri.*

Url-1< *http://www.emo.org.tr/ekler/da44881c9619855_ek.pdf*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-2<*https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2018-03/kurulu_guc.pdf*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-3< *http://www.enerjiatlasi.com/sehir*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-4< *http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-5< *https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/Turkiye-Ortalama-Sicaklik.pdf*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-6< *http://pvinsights.com/index.php*>, erişim tarihi 01.04.2018.

Url-7<*http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/06.aspx*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-8<*https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ANKARA*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-9<*http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/07.aspx*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-10<*https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ANTALYA*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-11<*http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/09.aspx*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-12<*https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=AYDIN*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-13<*http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/10.aspx*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-14<*https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BALIKESIR*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-15<*http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/22.aspx*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-16<*https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=EDIRNE*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-17<*http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/44.aspx*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-18<*https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MALATYA*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-19<*http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/63.aspx*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-20<*https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=SANLIURFA*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-21<*http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/65.aspx*>, erişim tarihi 01.02.2018.

Url-22<*https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=VAN*>, erişim tarihi 01.02.2018.

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun. (2005). T.C. Resmi Gazete, 25819, 18 Mayıs 2005.

6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu. (2013). T.C. Resmi Gazete, 11981, 14 Mart 2013.

EKLER

EK A: Proje maliyetleri.

EK B: Her il için PVSyst analiz sonuçları.

EK C: Farklı taksit seçenekleri ile Şanlıurfa GES projesi için yatırım analizleri.

EK D: Panel datasheeti.

EK E: Evirici datasheeti.

EK A Proje maliyetleri

Çizelge A.1 : Antalya Korkuteli proje maliyetleri.

	No	Yapılacak İş ve Malzemeler	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Toplam Fiyat
GELİŞTİRME	1	Proje Geliştirme Bedeli (Uygun Arazinin Bulunması)	Adet	1	$20.000,00	$20.000,00
	2	Arazi Bedeli (20.000 m^2 olarak hesaplanmıştır.)	m²	20000	$1,75	$35.000,00
	3	Dağıtım Şirketi Başvurularının Yapılması (İlgili Dökümanların Takip Edilmesi)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	4	TEDAŞ Onaylı Projelerin Hazırlanması (Onay Bedelleri İle Birlikte)	Adet	1	$7.000,00	$7.000,00
	5	Jeolojik Analiz ve İlgili Haritaların Hazırlanması	Adet	1	$5.500,00	$5.500,00
	6	İmar Planlarının Hazırlanması (Kurum Görüşleri ile Birlikte) (1/1000 ve 1/5000 planlar)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	7	İmar Harçları (Her şehirde alınmamaktadır.)	m²	20000	$0,60	$12.000,00
	8	Diğer (Genel Yol Masrafları, Kurum Harç Bedelleri)	Adet	1	$10.000,00	$10.000,00
		TOPLAM GELİŞTİRME FİYATI			$ 99.500,00	
KURULUM	9	Güneş Paneli Polikristal, 60 hücre, 270 Wp Panel (0,41 $/Wp)	Adet	4224	$ 110,70	$ 467.596,80
	10	Güneş Enerjisi Taşıyıcı Sistemler Galvanizlenmiş çelik taşıyıcı sistem	Set	1	$ 86.000,00	$ 86.000,00
	11	Inverterler (Huawei 36 KTL)	Adet	24	$ 2.480,00	$ 59.520,00
	12	Panolar(Ana Pano, İhtiyaç Panosu)	Set	1		
	13	Trafo Merkezi Köşk Binası, 1250 kVA Trafo, Koruma Ekipmanları	Set	1		
	14	Kablo, Konnektör ve Etiketler 1x6 mm2 DC kablo, alçak gerilim ve yüksek gerilim AC kablolar, kablo konnektörleri, Enerji Nakil Hattı bağlantıları	Set	1		
	15	Topraklama ve Yıldırımdan Korunma Sistemleri Galvanizli Malzemeler ve topraklama kazıkları	Set	1		
	16	Scada ve Uzaktan İzleme Sistemi Yerel Dağıtım Şirketinin gereksinimlerinin sağlanması ve Huawei üzerinden izleme.	Set	1	$ 328.000,00	$ 328.000,00
	17	Kurulum İşleri Mekanik ve Elektrik montajları, çalışan işçi ve teknisyenlerin sigortaları, kalacak yer ve ulaşım masrafları	Set	1		
	18	Güvenlik İşleri,Tel Çit, Kamera Sistemi ve merkezi kontrol odası	Set	1		
	19	Arazi Düzenleme İşleri İnşaat sahasının düzenlenmesi, topraklama kazıları, dolgu işleri, beton işleri ve iç yollar.	Set	1		
	20	Genel Dizayn, mühendislik, proje yönetimi, ulaşım, all risk sigortası, test ve devreye alma	Set	1		
		TOPLAM KURULUM FİYAT ($) 1140,48 kWp			$941.116,80	
		TOPLAM FİYAT ($) (KURULUM+GELİŞTİRME)			$ 1.040.616,80	

Çizelge A.2 : Aydın Söke proje maliyetleri.

	No	Yapılacak İş ve Malzemeler	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Toplam Fiyat
GELİŞTİRME	1	Proje Geliştirme Bedeli (Uygun Arazinin Bulunması)	Adet	1	$20.000,00	$20.000,00
	2	Arazi Bedeli (20.000 m^2 olarak hesaplanmıştır.)	m²	20000	$1,75	$35.000,00
	3	Dağıtım Şirketi Başvurularının Yapılması (İlgili Dökümanların Takip Edilmesi)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	4	TEDAŞ Onaylı Projelerin Hazırlanması (Onay Bedelleri İle Birlikte)	Adet	1	$7.000,00	$7.000,00
	5	Jeolojik Analiz ve İlgili Haritaların Hazırlanması	Adet	1	$5.500,00	$5.500,00
	6	İmar Planlarının Hazırlanması (Kurum Görüşleri ile Birlikte) (1/1000 ve 1/5000 planlar)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	7	İmar Harçları (Her şehirde alınmamaktadır.)	m²	20000	$0,60	$12.000,00
	8	Diğer (Genel Yol Masrafları, Kurum Harç Bedelleri)	Adet	1	$10.000,00	$10.000,00
		TOPLAM GELİŞTİRME FİYATI			$ 99.500,00	
KURULUM	9	Güneş Paneli Polikristal, 60 hücre, 270 Wp Panel (0,41 $/Wp)	Adet	4224	$ 110,70	$ 467.596,80
	10	Güneş Enerjisi Taşıyıcı Sistemler Galvanizlenmiş çelik taşıyıcı sistem	Set	1	$ 86.000,00	$ 86.000,00
	11	Inverterler (Huawei 36 KTL)	Adet	24	$ 2.480,00	$ 59.520,00
	12	Panolar(Ana Pano, İhtiyaç Panosu)	Set	1		
	13	Trafo Merkezi Köşk Binası, 1250 kVA Trafo, Koruma Ekipmanları	Set	1		
	14	Kablo, Konnektör ve Etiketler 1x6 mm2 DC kablo, alçak gerilim ve yüksek gerilim AC kablolar, kablo konnektörleri, Enerji Nakil Hattı bağlantıları	Set	1		
	15	Topraklama ve Yıldırımdan Korunma Sistemleri Galvanizli Malzemeler ve topraklama kazıkları	Set	1		
	16	Scada ve Uzaktan İzleme Sistemi Yerel Dağıtım Şirketinin gereksinimlerinin sağlanması ve Huawei üzerinden izleme.	Set	1	$ 331.000,00	$ 331.000,00
	17	Kurulum İşleri Mekanik ve Elektrik montajları, çalışan işçi ve teknisyenlerin sigortaları, kalacak yer ve ulaşım masrafları	Set	1		
	18	Güvenlik İşleri,Tel Çit, Kamera Sistemi ve merkezi kontrol odası	Set	1		
	19	Arazi Düzenleme İşleri İnşaat sahasının düzenlenmesi, topraklama kazıları, dolgu işleri, beton işleri ve iç yollar.	Set	1		
	20	Genel Dizayn, mühendislik, proje yönetimi, ulaşım, all risk sigortası, test ve devreye alma	Set	1		
		TOPLAM KURULUM FİYAT ($) 1140,48 kWp			$944.116,80	
		TOPLAM FİYAT ($) (KURULUM+GELİŞTİRME)			$ 1.034.116,80	

Çizelge A.3 : Balıkesir Bigadiç proje maliyetleri.

	No	Yapılacak İş ve Malzemeler	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Toplam Fiyat
GELİŞTİRME	1	Proje Geliştirme Bedeli (Uygun Arazinin Bulunması)	Adet	1	$20.000,00	$20.000,00
	2	Arazi Bedeli (20.000 m^2 olarak hesaplanmıştır.)	m²	20000	$0,50	$10.000,00
	3	Dağıtım Şirketi Başvurularının Yapılması (İlgili Dökümanların Takip Edilmesi)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	4	TEDAŞ Onaylı Projelerin Hazırlanması (Onay Bedelleri İle Birlikte)	Adet	1	$7.000,00	$7.000,00
	5	Jeolojik Analiz ve İlgili Haritaların Hazırlanması	Adet	1	$6.500,00	$6.500,00
	6	İmar Planlarının Hazırlanması (Kurum Görüşleri ile Birlikte) (1/1000 ve 1/5000 planlar)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	7	İmar Harçları (Her şehirde alınmamaktadır.)	m²	20000	$0,65	$13.000,00
	8	Diğer (Genel Yol Masrafları, Kurum Harç Bedelleri)	Adet	1	$10.000,00	$10.000,00
		TOPLAM GELİŞTİRME FİYATI			$ 76.500,00	
KURULUM	9	Güneş Paneli Polikristal, 60 hücre, 270 Wp Panel (0,41 $/Wp)	Adet	4224	$ 110,70	$ 467.596,80
	10	Güneş Enerjisi Taşıyıcı Sistemler Galvanizlenmiş çelik taşıyıcı sistem	Set	1	$ 86.000,00	$ 86.000,00
	11	Inverterler (Huawei 36 KTL)	Adet	24	$ 2.480,00	$ 59.520,00
	12	Panolar(Ana Pano, İhtiyaç Panosu)	Set	1		
	13	Trafo Merkezi Köşk Binası, 1250 kVA Trafo, Koruma Ekipmanları	Set	1		
	14	Kablo, Konnektör ve Etiketler 1x6 mm2 DC kablo, alçak gerilim ve yüksek gerilim AC kablolar, kablo konnektörleri, Enerji Nakil Hattı bağlantıları	Set	1		
	15	Topraklama ve Yıldırımdan Korunma Sistemleri Galvanizli Malzemeler ve topraklama kazıkları	Set	1		
	16	Scada ve Uzaktan İzleme Sistemi Yerel Dağıtım Şirketinin gereksinimlerinin sağlanması ve Huawei üzerinden izleme.	Set	1	$ 338.000,00	$ 338.000,00
	17	Kurulum İşleri Mekanik ve Elektrik montajları, çalışan işçi ve teknisyenlerin sigortaları, kalacak yer ve ulaşım masrafları	Set	1		
	18	Güvenlik İşleri,Tel Çit, Kamera Sistemi ve merkezi kontrol odası	Set	1		
	19	Arazi Düzenleme İşleri İnşaat sahasının düzenlenmesi, topraklama kazıları, dolgu işleri, beton işleri ve iç yollar.	Set	1		
	20	Genel Dizayn, mühendislik, proje yönetimi, ulaşım, all risk sigortası, test ve devreye alma	Set	1		
		TOPLAM KURULUM FİYAT ($) 1140,48 kWp			$951.116,80	
		TOPLAM FİYAT ($) (KURULUM+GELİŞTİRME)			$ 1.027.616,80	

Çizelge A.4 : Edirne İpsala proje maliyetleri.

	No	Yapılacak İş ve Malzemeler	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Toplam Fiyat
GELİŞTİRME	1	Proje Geliştirme Bedeli (Uygun Arazinin Bulunması)	Adet	1	$20.000,00	$20.000,00
	2	Arazi Bedeli (20.000 m^2 olarak hesaplanmıştır.)	m²	20000	$1,10	$22.000,00
	3	Dağıtım Şirketi Başvurularının Yapılması (İlgili Dökümanların Takip Edilmesi)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	4	TEDAŞ Onaylı Projelerin Hazırlanması (Onay Bedelleri İle Birlikte)	Adet	1	$7.000,00	$7.000,00
	5	Jeolojik Analiz ve İlgili Haritaların Hazırlanması	Adet	1	$6.500,00	$6.500,00
	6	İmar Planlarının Hazırlanması (Kurum Görüşleri ile Birlikte) (1/1000 ve 1/5000 planlar)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	7	İmar Harçları (Her şehirde alınmamaktadır.)	m²	20000	$0,10	$2.000,00
	8	Diğer (Genel Yol Masrafları, Kurum Harç Bedelleri)	Adet	1	$10.000,00	$10.000,00
		TOPLAM GELİŞTİRME FİYATI			**$ 77.500,00**	
KURULUM	9	Güneş Paneli Polikristal, 60 hücre, 270 Wp Panel (0,41 $/Wp)	Adet	4224	$ 110,70	$ 467.596,80
	10	Güneş Enerjisi Taşıyıcı Sistemler Galvanizlenmiş çelik taşıyıcı sistem	Set	1	$ 86.000,00	$ 86.000,00
	11	Inverterler (Huawei 36 KTL)	Adet	24	$ 2.480,00	$ 59.520,00
	12	Panolar(Ana Pano, İhtiyaç Panosu)	Set	1		
	13	Trafo Merkezi Köşk Binası, 1250 kVA Trafo, Koruma Ekipmanları	Set	1		
	14	Kablo, Konnektör ve Etiketler 1x6 mm2 DC kablo, alçak gerilim ve yüksek gerilim AC kablolar, kablo konnektörleri, Enerji Nakil Hattı bağlantıları	Set	1		
	15	Topraklama ve Yıldırımdan Korunma Sistemleri Galvanizli Malzemeler ve topraklama kazıkları	Set	1		
	16	Scada ve Uzaktan İzleme Sistemi Yerel Dağıtım Şirketinin gereksinimlerinin sağlanması ve Huawei üzerinden izleme.	Set	1	$ 325.000,00	$ 325.000,00
	17	Kurulum İşleri Mekanik ve Elektrik montajları, çalışan işçi ve teknisyenlerin sigortaları, kalacak yer ve ulaşım masrafları	Set	1		
	18	Güvenlik İşleri,Tel Çit, Kamera Sistemi ve merkezi kontrol odası	Set	1		
	19	Arazi Düzenleme İşleri İnşaat sahasının düzenlenmesi, topraklama kazıları, dolgu işleri, beton işleri ve iç yollar.	Set	1		
	20	Genel Dizayn, mühendislik, proje yönetimi, ulaşım, all risk sigortası, test ve devreye alma	Set	1		
		TOPLAM KURULUM FİYAT ($) 1140,48 kWp			**$938.116,80**	
		TOPLAM FİYAT ($) (KURULUM+GELİŞTİRME)			**$ 1.015.616,80**	

Çizelge A.5 : Malatya Battalgazi proje maliyetleri.

	No	Yapılacak İş ve Malzemeler	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Toplam Fiyat
GELİŞTİRME	1	Proje Geliştirme Bedeli (Uygun Arazinin Bulunması)	Adet	1	$20.000,00	$20.000,00
	2	Arazi Bedeli (20.000 m^2 olarak hesaplanmıştır.)	m²	20000	$1,80	$36.000,00
	3	Dağıtım Şirketi Başvurularının Yapılması (İlgili Dökümanların Takip Edilmesi)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	4	TEDAŞ Onaylı Projelerin Hazırlanması (Onay Bedelleri İle Birlikte)	Adet	1	$7.000,00	$7.000,00
	5	Jeolojik Analiz ve İlgili Haritaların Hazırlanması	Adet	1	$6.000,00	$6.000,00
	6	İmar Planlarının Hazırlanması (Kurum Görüşleri ile Birlikte) (1/1000 ve 1/5000 planlar)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	7	İmar Harçları (Her şehirde alınmamaktadır.)	m²	20000	$0,90	$18.000,00
	8	Diğer (Genel Yol Masrafları, Kurum Harç Bedelleri)	Adet	1	$10.000,00	$10.000,00
		TOPLAM GELİŞTİRME FİYATI			**$ 107.000,00**	
KURULUM	9	Güneş Paneli Polikristal, 60 hücre, 270 Wp Panel (0,41 $/Wp)	Adet	4224	$ 110,70	$ 467.596,80
	10	Güneş Enerjisi Taşıyıcı Sistemler Galvanizlenmiş çelik taşıyıcı sistem	Set	1	$ 86.000,00	$ 86.000,00
	11	Inverterler (Huawei 36 KTL)	Adet	24	$ 2.480,00	$ 59.520,00
	12	Panolar(Ana Pano, İhtiyaç Panosu)	Set	1		
	13	Trafo Merkezi Köşk Binası, 1250 kVA Trafo, Koruma Ekipmanları	Set	1		
	14	Kablo, Konnektör ve Etiketler 1x6 mm2 DC kablo, alçak gerilim ve yüksek gerilim AC kablolar, kablo konnektörleri, Enerji Nakil Hattı bağlantıları	Set	1		
	15	Topraklama ve Yıldırımdan Korunma Sistemleri Galvanizli Malzemeler ve topraklama kazıkları	Set	1		
	16	Scada ve Uzaktan İzleme Sistemi Yerel Dağıtım Şirketinin gereksinimlerinin sağlanması ve Huawei üzerinden izleme.	Set	1	$ 328.000,00	$ 328.000,00
	17	Kurulum İşleri Mekanik ve Elektrik montajları, çalışan işçi ve teknisyenlerin sigortaları, kalacak yer ve ulaşım masrafları	Set	1		
	18	Güvenlik İşleri,Tel Çit, Kamera Sistemi ve merkezi kontrol odası	Set	1		
	19	Arazi Düzenleme İşleri İnşaat sahasının düzenlenmesi, topraklama kazıları, dolgu işleri, beton işleri ve iç yollar.	Set	1		
	20	Genel Dizayn, mühendislik, proje yönetimi, ulaşım, all risk sigortası, test ve devreye alma	Set	1		
		TOPLAM KURULUM FİYAT ($) 1140,48 kWp			**$941.116,80**	
		TOPLAM FİYAT ($) (KURULUM+GELİŞTİRME)			**$ 1.048.116,80**	

Çizelge A.6 : Şanlıurfa Merkez proje maliyetleri.

	No	Yapılacak İş ve Malzemeler	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Toplam Fiyat
GELİŞTİRME	1	Proje Geliştirme Bedeli (Uygun Arazinin Bulunması)	Adet	1	$20.000,00	$20.000,00
	2	Arazi Bedeli (20.000 m^2 olarak hesaplanmıştır.)	m²	20000	$3,00	$60.000,00
	3	Dağıtım Şirketi Başvurularının Yapılması (İlgili Dökümanların Takip Edilmesi)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	4	TEDAŞ Onaylı Projelerin Hazırlanması (Onay Bedelleri İle Birlikte)	Adet	1	$7.000,00	$7.000,00
	5	Jeolojik Analiz ve İlgili Haritaların Hazırlanması	Adet	1	$4.500,00	$4.500,00
	6	İmar Planlarının Hazırlanması (Kurum Görüşleri ile Birlikte) (1/1000 ve 1/5000 planlar)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	7	İmar Harçları (Her şehirde alınmamaktadır.)	m²	20000	$0,80	$16.000,00
	8	Diğer (Genel Yol Masrafları, Kurum Harç Bedelleri)	Adet	1	$10.000,00	$10.000,00
		TOPLAM GELİŞTİRME FİYATI			**$ 127.500,00**	
KURULUM	9	Güneş Paneli Polikristal, 60 hücre, 270 Wp Panel (0,41 $/Wp)	Adet	4224	$ 110,70	$ 467.596,80
	10	Güneş Enerjisi Taşıyıcı Sistemler Galvanizlenmiş çelik taşıyıcı sistem	Set	1	$ 86.000,00	$ 86.000,00
	11	Inverterler (Huawei 36 KTL)	Adet	24	$ 2.480,00	$ 59.520,00
	12	Panolar(Ana Pano, İhtiyaç Panosu)	Set	1		
	13	Trafo Merkezi Köşk Binası, 1250 kVA Trafo, Koruma Ekipmanları	Set	1		
	14	Kablo, Konnektör ve Etiketler 1x6 mm2 DC kablo, alçak gerilim ve yüksek gerilim AC kablolar, kablo konnektörleri, Enerji Nakil Hattı bağlantıları	Set	1		
	15	Topraklama ve Yıldırımdan Korunma Sistemleri Galvanizli Malzemeler ve topraklama kazıkları	Set	1		
	16	Scada ve Uzaktan İzleme Sistemi Yerel Dağıtım Şirketinin gereksinimlerinin sağlanması ve Huawei üzerinden izleme.	Set	1	$ 322.000,00	$ 322.000,00
	17	Kurulum İşleri Mekanik ve Elektrik montajları, çalışan işçi ve teknisyenlerin sigortaları, kalacak yer ve ulaşım masrafları	Set	1		
	18	Güvenlik İşleri,Tel Çit, Kamera Sistemi ve merkezi kontrol odası	Set	1		
	19	Arazi Düzenleme İşleri İnşaat sahasının düzenlenmesi, topraklama kazıları, dolgu işleri, beton işleri ve iç yollar.	Set	1		
	20	Genel Dizayn, mühendislik, proje yönetimi, ulaşım, all risk sigortası, test ve devreye alma	Set	1		
		TOPLAM KURULUM FİYAT ($) 1140,48 kWp			**$935.116,80**	
		TOPLAM FİYAT ($) (KURULUM+GELİŞTİRME)			**$ 1.062.616,80**	

Çizelge A.7 : Van Edremit proje maliyetleri.

	No	Yapılacak İş ve Malzemeler	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Toplam Fiyat
GELİŞTİRME	1	Proje Geliştirme Bedeli (Uygun Arazinin Bulunması)	Adet	1	$20.000,00	$20.000,00
	2	Arazi Bedeli (20.000 m^2 olarak hesaplanmıştır.)	m²	20000	$1,80	$36.000,00
	3	Dağıtım Şirketi Başvurularının Yapılması (İlgili Dökümanların Takip Edilmesi)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	4	TEDAŞ Onaylı Projelerin Hazırlanması (Onay Bedelleri İle Birlikte)	Adet	1	$7.000,00	$7.000,00
	5	Jeolojik Analiz ve İlgili Haritaların Hazırlanması	Adet	1	$6.000,00	$6.000,00
	6	İmar Planlarının Hazırlanması (Kurum Görüşleri ile Birlikte) (1/1000 ve 1/5000 planlar)	Adet	1	$5.000,00	$5.000,00
	7	İmar Harçları (Her şehirde alınmamaktadır.)	m²	20000	$0,90	$18.000,00
	8	Diğer (Genel Yol Masrafları, Kurum Harç Bedelleri)	Adet	1	$10.000,00	$10.000,00
		TOPLAM GELİŞTİRME FİYATI			**$ 107.000,00**	
KURULUM	9	Güneş Paneli Polikristal, 60 hücre, 270 Wp Panel (0,41 $/Wp)	Adet	4224	$ 110,70	$ 467.596,80
	10	Güneş Enerjisi Taşıyıcı Sistemler Galvanizlenmiş çelik taşıyıcı sistem	Set	1	$ 86.000,00	$ 86.000,00
	11	Inverterler (Huawei 36 KTL)	Adet	24	$ 2.480,00	$ 59.520,00
	12	Panolar(Ana Pano, İhtiyaç Panosu)	Set	1		
	13	Trafo Merkezi Köşk Binası, 1250 kVA Trafo, Koruma Ekipmanları	Set	1		
	14	Kablo, Konnektör ve Etiketler 1x6 mm2 DC kablo, alçak gerilim ve yüksek gerilim AC kablolar, kablo konnektörleri, Enerji Nakil Hattı bağlantıları	Set	1		
	15	Topraklama ve Yıldırımdan Korunma Sistemleri Galvanizli Malzemeler ve topraklama kazıkları	Set	1		
	16	Scada ve Uzaktan İzleme Sistemi Yerel Dağıtım Şirketinin gereksinimlerinin sağlanması ve Huawei üzerinden izleme.	Set	1	$ 328.000,00	$ 328.000,00
	17	Kurulum İşleri Mekanik ve Elektrik montajları, çalışan işçi ve teknisyenlerin sigortaları, kalacak yer ve ulaşım masrafları	Set	1		
	18	Güvenlik İşleri,Tel Çit, Kamera Sistemi ve merkezi kontrol odası	Set	1		
	19	Arazi Düzenleme İşleri İnşaat sahasının düzenlenmesi, topraklama kazıları, dolgu işleri, beton işleri ve iç yollar.	Set	1		
	20	Genel Dizayn, mühendislik, proje yönetimi, ulaşım, all risk sigortası, test ve devreye alma	Set	1		
		TOPLAM KURULUM FİYAT ($) 1140,48 kWp			**$941.116,80**	
		TOPLAM FİYAT ($) (KURULUM+GELİŞTİRME)			**$ 1.048.116,80**	

EK B Her il için PVSyst analiz sonuçları.

PVSYST V6.43		23/03/18	Page 1/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: Simülasyon parametreleri

Proje :	**Ankara Şebeke Bağlantılı Proje**				
Coğrafik konum	**Ankara**		Ülke	**Türkiye**	
Durum	Enlem	40.2°N	Boylam	33.1°E	
İlgili zaman	Zaman dilimi	Time zone UT+3	Rakım	923 m	
	Albedo	0.20			
Meteorolojik data:	**Ankara**	MeteoNorm 7.1 (2004-2010), Sat=67% - Sentetik			

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Simülasyon zamanı 23/03/18 13h02

Simülasyon parametreleri

Toplayıcı düzlem oryantasyonu	Eğim	25°	Azimuth	0°
Kullanılan model	Transpozisyon	Perez	Difüz	Perez, Meteonorm
Görüş	Açık Görüş			
Yakın Gölgeleme	Gölgeleme yok			

PV Dizi Karakteristikleri

PV Modül	Si-poly	Model	**CSUN270-60P**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	China Sunergy	
PV modül sayısı		Seri	22 modül	Paralel 192 strings
Toplam PV modül sayısı		Modül sayısı	4224 adet	Birim nominal güç 270 Wp
Dizi global gücü		Nominal (STC)	**1140 kWp**	İşletme esnasında 1033 kWp (50°C)
Dizi işletme karakteristikleri (50°C)		U mpp	622 V	I mpp 1660 A
Toplam alan		Modül alanı	**6858 m²**	

Inverter	Model	**SUN2000-36k TL**		
Özel parametreler tanımı	Üretici	Huawei Technologies		
Karakteristik	İşletme Voltajı	400-800 V	Birim nominal güç	40.0 kWac
Inverter paketi	İnverter sayısı	24 adet	Toplam güç	960 kWac

PV Dizi kaybı faktörleri

Termal Kayıp Faktörü	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Kablolama Omik kayıplar	Global array res.	6.3 mOhm	Kayıp küsürat	1.5 % at STC
Modül kalite kaybı			Kayıp küsürat	-0.8 %
Modül uyuşmazlık kaybı			Kayıp küsürat	1.0 % at MPP
Insidans etkisi, ASHRAE parametrelendirme	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param.	0.05

Kullanıcı ihtiyacı : Sonsuz yük (şebeke)

Şekil B.1 : Ankara ili PVSyst analiz raporu.

Şebeke Bağlantılı Sistem: Ana sonuçlar

Proje : **Ankara Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

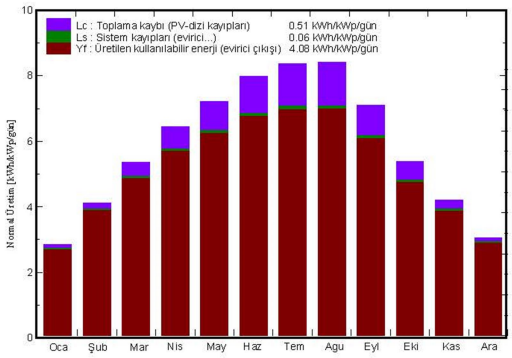
Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Ana sistem sonuçları

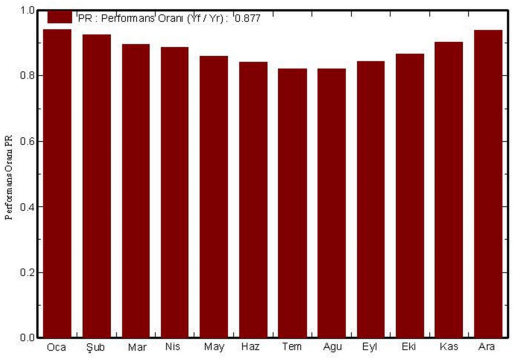
Sistem üretimi — **Üretilen Enerji 1699 MWh/year** — Spesifik ürt. 1490 kWh/kWp/year

Performans Oranı PR 87.7 %

Normal üretimler (her bir kWp için): Nominal güç 1140 kWp



Performans Oranı PR



Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sonuçlar

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Ocak	49.8	-2.01	68.9	66.6	76.5	75.2	16.18	15.90
Şubat	69.3	-0.59	90.7	87.8	99.7	98.1	16.03	15.78
Mart	111.0	4.95	131.1	127.2	138.4	136.3	15.39	15.15
Nisan	142.1	9.25	153.0	148.1	157.0	154.6	14.96	14.74
Mayıs	177.7	14.11	177.3	171.7	177.8	175.2	14.62	14.40
Haziran	196.2	18.32	190.1	184.0	186.7	183.9	14.31	14.10
Temmuz	209.4	22.33	205.9	199.5	198.8	195.9	14.08	13.87
Ağustos	195.0	22.46	207.2	201.4	199.1	196.1	14.01	13.80
Eylül	144.4	16.68	168.8	163.8	168.0	165.6	14.52	14.31
Ekim	101.0	11.65	131.9	128.0	135.1	133.0	14.93	14.70
Kasım	67.3	4.88	99.6	96.4	106.3	104.7	15.57	15.33
Aralık	48.7	-0.21	74.4	71.9	82.2	80.9	16.11	15.85
Yıllık	1512.0	10.22	1699.1	1646.3	1725.5	1699.5	14.81	14.58

Lejant:	GlobHor	Yatay küresel ışınım	EArray	Dizi çıkışındaki Efektik enerji
	T Amb	Ortam sıcaklığı	E_Grid	Şebekeye enjekte edilen Enerji
	GlobInc	Toplayıcı düzeyindeki global ışınım	EffArrR	Dizi çıkışı verim / kaba alan
	GlobEff	IAM ve gölgelemeler için Küresel etki	EffSysR	Şebeke girişi verim / kaba alan

Şekil B.1 (devam): Ankara ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		23/03/18	Page 3/4

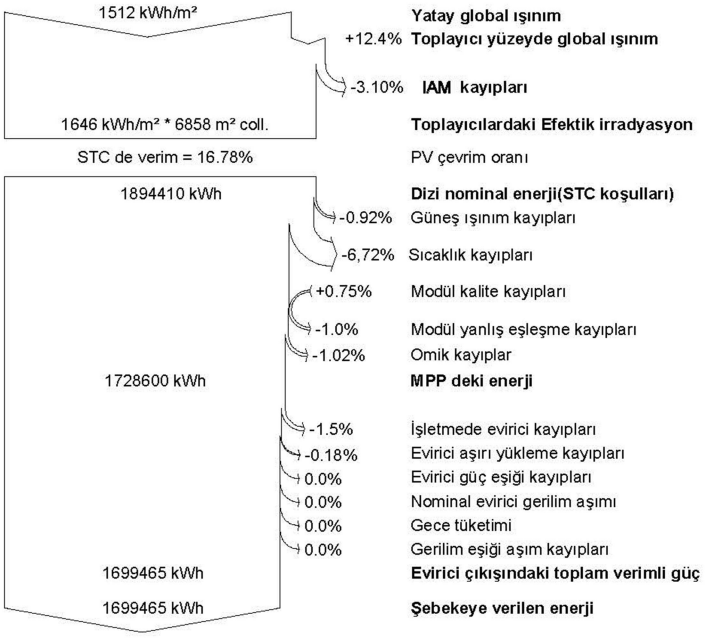
Şebeke Bağlantılı Sistem: Kayıp Diyagramı

Proje : **Ankara Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Tüm yıl kayıp diyagramı



Şekil B.1 (devam): Ankara ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		23/03/18	Page 4/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: P50-P90 hesaplar

Proje : **Ankara Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Üretim tahminlerinin olasılıklarının değerlendirilmesi

Farklı yıllar için sistem üretim tahminlerinin olasılık dağılımı esas olarak bağımlıdır.
Simülasyon için kullanılan metot verileri ve aşağıdaki seçeneklere bağlıdır:

Meteo. veri kaynağı	MeteoNorm 7.1 (2004-2010), Sat=67%		
Meteo. verileri	Çeşit	Aylık ortalama	Sentetik Uzun yıl ortalama
Belirtilen Sapma	İklim değişikliği	0.0 %	
Yıldan yıla değişkenlik	Varyans	5.0 %	

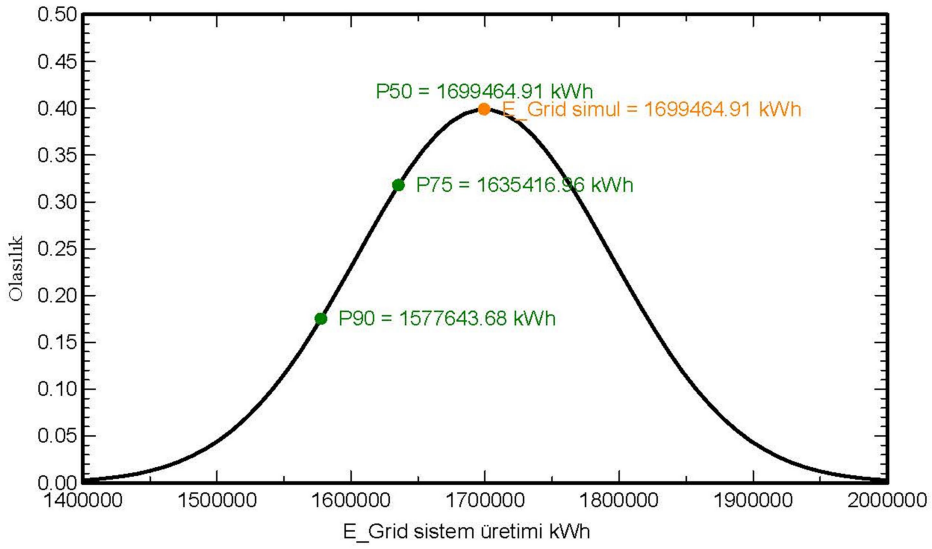
Olasılık dağılımı varyansı bazı sistem parametreleri belirsizliklerine de bağlıdır.

PV modül modelleme/parametre belirtilen sapma	2.0 %	
Evirici verimlilik belirsizliği	0.5 %	
Kirlenme ve uyumsızluk belirsizliği	1.0 %	
Degradrasyon belirsizliği	1.0 %	
Küresel değişkenlik (meteo + sistem)	Varyans 5.6 %	(ikinci derecede toplam)

Yıllık üretim olasılığı **Değişkenlik 95003 kWh**

P50 1699465 kWh
P90 1577644 kWh
P75 1635417 kWh

Olasılık Dağılımı



Şekil B.1 (devam): Ankara ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		23/03/18	Page 1/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: Simülasyon parametreleri

Proje : **Korkuteli Antalya Şebeke Bağlantılı Proje**

Coğrafik konum	**Korkuteli**		Ülke	**Türkiye**
Durum	Enlem	37.1°N	Boylam	30.3°E
İlgili zaman	Zaman dilimi	UT+3	Rakım	923 m
	Albedo	0.20		
Meteorolojik data:	**Korkuteli**	MeteoNorm 7.1 - Sentetik		

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Simülasyon zamanı 23/03/18 10h52

Simülasyon parametreleri

Toplayıcı düzlem oryantasyonu	Eğim	25°	Azimuth	0°
Kullanılan model	Transpozisyon	Perez	Difüz	Perez, Meteonorm
Görüş	Açık Görüş			
Yakın Gölgeleme	Gölgeleme yok			

PV Dizi Karakteristikleri

PV Modül	Si-poly	Model	**CSUN270-60P**		
Özel parametreler tanımı		Üretici	China Sunergy		
PV modül sayısı		Seri	22 modül	Paralel	192 strings
Toplam PV modül sayısı		Modül sayısı	4224 adet	Birim nominal güç	270 Wp
Dizi global gücü		Nominal (STC)	**1140 kWp**	İşletme esnasında	1033 kWp (50°C)
Dizi işletme karakteristikleri (50°C)		U mpp	622 V	I mpp	1660 A
Toplam alan		Modül alanı	**6858 m²**		

Inverter	Model	**SUN2000-36k TL**		
Özel parametreler tanımı	Üretici	Huawei Technologies		
Karakteristik	İşletme Voltajı	400-800 V	Birim nominal güç	40.0 kWac
Inverter paketi	İnverter sayısı	24 adet	Toplam güç	960 kWac

PV Dizi kaybı faktörleri

Termal Kayıp Faktörü	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Kablolama Omik kayıplar	Global array res.	6.3 mOhm	Kayıp küsürat	1.5 % at STC
Modül kalite kaybı			Kayıp küsürat	-0.8 %
Modül uyuşmazlık kaybı			Kayıp küsürat	1.0 % at MPP
Insidans etkisi, ASHRAE parametrelendirme	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param.	0.05

Kullanıcı ihtiyacı : Sonsuz yük (şebeke)

Şekil B.2 : Antalya ili PVSyst analiz raporu.

Şebeke Bağlantılı Sistem: Ana sonuçlar

Proje : **Korkuteli Antalya Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

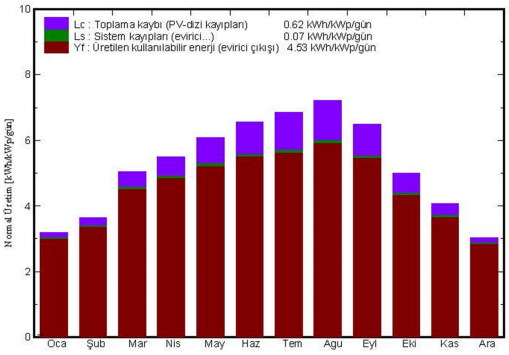
Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Ana sistem sonuçları

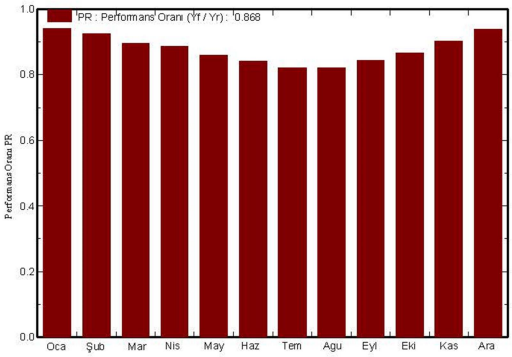
Sistem üretimi — **Üretilen Enerji 1885 MWh/year** — Spesifik ürt. 1653 kWh/kWp/year

Performans Oranı PR 86.8 %

Normal üretimler (her bir kWp için): Nominal güç 1140 kWp



Performans Oranı PR



Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sonuçlar

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Ocak	68.0	2.30	95.4	92.4	104.1	102.4	15.91	15.66
Şubat	77.8	3.20	99.2	96.2	106.6	105.0	15.68	15.44
Mart	130.6	7.50	154.5	150.0	160.8	158.5	15.18	14.95
Nisan	156.7	11.10	165.6	160.1	169.9	167.5	14.96	14.75
Mayıs	194.4	16.10	192.3	186.5	191.3	188.5	14.51	14.29
Haziran	213.8	21.10	202.4	195.9	196.7	193.9	14.18	13.97
Temmuz	225.5	24.80	217.9	211.5	207.4	204.3	13.88	13.67
Ağustos	216.2	24.50	226.3	220.2	215.0	211.8	13.85	13.65
Eylül	165.7	19.10	192.9	187.4	188.6	185.9	14.26	14.05
Ekim	116.2	14.10	151.0	147.0	152.0	149.8	14.68	14.46
Kasım	81.1	8.00	117.1	113.7	122.8	121.0	15.29	15.06
Aralık	62.4	3.70	89.9	87.0	97.9	96.4	15.88	15.63
Yıl	1708.4	13.02	1904.6	1848.0	1913.3	1884.9	14.65	14.43

Lejant:	GlobHor	Yatay küresel ışınım	EArray	Dizi çıkışındaki Efektik enerji
	T Amb	Ortam sıcaklığı	E_Grid	Şebekeye enjekte edilen Enerji
	GlobInc	Toplayıcı düzeyindeki global ışınım	EffArrR	Dizi çıkışı verim / kaba alan
	GlobEff	IAM ve gölgelemeler için Küresel etki	EffSysR	Şebeke girişi verim / kaba alan

Şekil B.2 (devam): Antalya ili PVSyst analiz raporu.

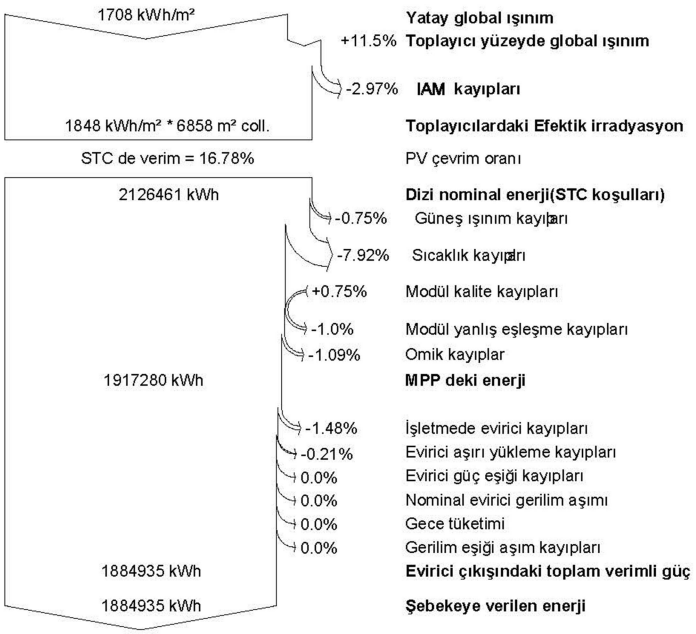
Şebeke Bağlantılı Sistem: Kayıp Diyagramı

Proje : **Korkuteli Antalya Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Tüm yıl kayıp diyagramı



Şekil B.2 (devam): Antalya ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		23/03/18	Page 4/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: P50-P90 hesaplar

Proje : **Korkuteli Antalya Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Üretim tahminlerinin olasılıklarının değerlendirilmesi

Farklı yıllar için sistem üretim tahminlerinin olasılık dağılımı esas olarak bağımlıdır.
Simülasyon için kullanılan metot verileri ve aşağıdaki seçeneklere bağlıdır:

Meteo. veri kaynağı		MeteoNorm 7.1	
Meteo. verileri	Çeşit	Spesifik yıl	Yıl 1995
Belirtilen Sapma	Ortalamaya göre yıllık değişkenlik	3 %	
Yıldan yıla değişkenlik	Varyans	5.0 %	

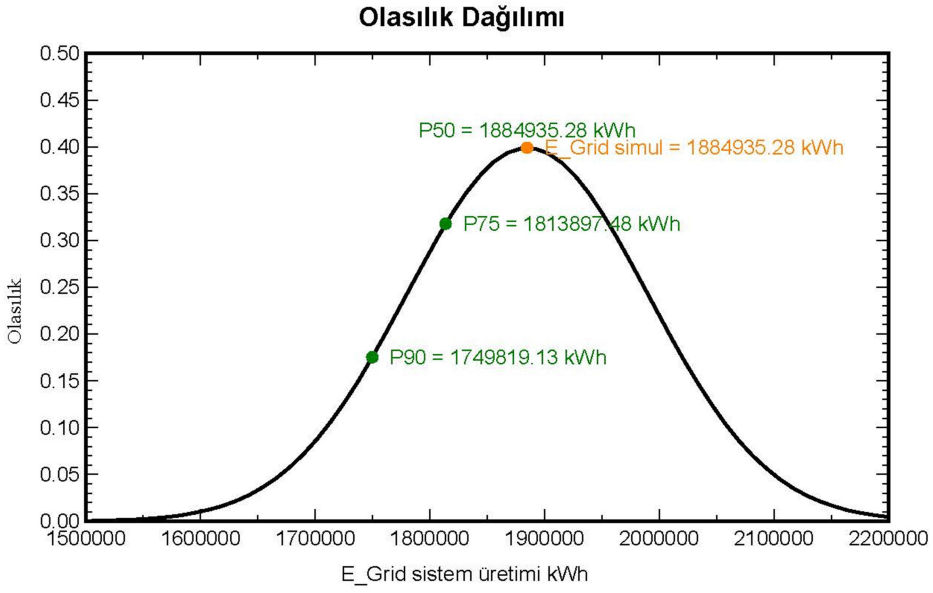
Olasılık dağılımı varyansı bazı sistem parametreleri belirsizliklerine de bağlıdır.

PV modül modelleme/parametre belirtilen sapma	2.0 %
Evirici verimlilk belirsizliği	0.5 %
Kirlenme ve uyumsızluk belirsizliği	1.0 %
Degradrasyon belirsizliği	1.0 %

Küresel değişkenlik (meteo + sistem) Varyans 5.6 % (ikinci derecede toplam)

Yıllık üretim olasılığı **Değişkenlik 105371 kWh**

P50 1884935 kWh
P90 1749819 kWh
P75 1813897 kWh



Şekil B.2 (devam): Antalya ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		11/03/18	Page 1/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: Simülasyon parametreleri

Proje : **Aydın Şebeke Bağlantılı Proje**

Coğrafik konum	**Aydın**		Ülke	**Türkiye**
Durum	Enlem	37.8°N	Boylam	27.3°E
İlgili zaman	Zaman dilimi	UT+3	Rakım	273 m
	Albedo	0.20		
Meteorolojik data:	**Aydın** MeteoNorm 7.1 (2004-2010), Sat=100% - Sentetik			

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Simülasyon zamanı 11/03/18 13h11

Simülasyon parametreleri

Toplayıcı düzlem oryantasyonu	Eğim	25°	Azimuth	0°
Kullanılan model	Transpozisyon	Perez	Difüz	Perez, Meteonorm
Görüş	Açık Görüş			
Yakın Gölgeleme	Gölgeleme yok			

PV Dizi Karakteristikleri

PV Modül	Si-poly	Model	**CSUN270-60P**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	China Sunergy	
PV modül sayısı		Seri	22 modül	Paralel 192 strings
Toplam PV modül sayısı		Modül sayısı	4224 adet	Birim nominal güç 270 Wp
Dizi global gücü		Nominal (STC)	**1140 kWp**	İşletme esnasında 1033 kWp (50°C)
Dizi işletme karakteristikleri (50°C)		U mpp	622 V	I mpp 1660 A
Toplam alan		Modül alanı	**6858 m²**	

Inverter		Model	**SUN2000-36k TL**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	Huawei Technologies	
Karakteristik		İşletme Voltajı	400-800 V	Birim nominal güç 40.0 kWac
Inverter paketi		İnverter sayısı	24 adet	Toplam güç 960 kWac

PV Dizi kaybı faktörleri

Termal Kayıp Faktörü		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s
Kablolama Omik kayıplar		Global array res.	6.3 mOhm	Kayıp küsürat 1.5 % at STC
Modül kalite kaybı				Kayıp küsürat -0.8 %
Modül uyuşmazlık kaybı				Kayıp küsürat 1.0 % at MPP
Insidans etkisi, ASHRAE parametrelendirme		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param. 0.05

Kullanıcı ihtiyacı : Sonsuz yük (şebeke)

Şekil B.3 : Aydın ili PVSyst analiz raporu.

Şebeke Bağlantılı Sistem: Ana sonuçlar

Proje : **Aydın Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

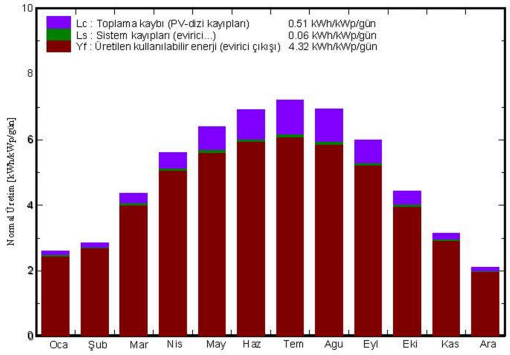
Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Ana sistem sonuçları

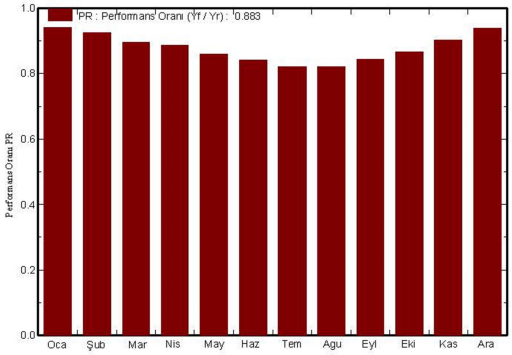
Sistem üretimi — **Üretilen Enerji 1800 MWh/year** — Spesifik ürt. 1578 kWh/kWp/year

Performans Oranı PR 88.3 %

Normal üretimler (her bir kWp için): Nominal güç 1140 kWp



Performans Oranı PR



Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sonuçlar

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Ocak	56.6	7.78	80.5	77.9	88.2	86.7	15.97	15.72
Şubat	66.2	8.41	79.8	77.2	87.2	85.8	15.92	15.66
Mart	117.1	11.92	135.6	131.3	144.0	141.9	15.49	15.26
Nisan	157.9	15.40	168.6	163.2	176.1	173.6	15.24	15.02
Mayıs	200.1	20.75	198.5	192.4	201.3	198.4	14.79	14.57
Haziran	217.5	25.77	208.0	201.5	206.3	203.3	14.46	14.25
Temmuz	229.3	28.89	223.9	217.3	218.2	215.0	14.21	14.00
Ağustos	204.7	28.34	215.0	208.9	210.6	207.5	14.28	14.07
Eylül	156.3	23.01	180.2	175.0	181.2	178.6	14.66	14.45
Ekim	107.5	18.75	137.6	133.7	142.2	140.1	15.07	14.85
Kasım	68.1	12.84	94.6	91.7	101.3	99.7	15.60	15.36
Aralık	47.3	9.18	65.2	63.1	70.7	69.5	15.80	15.54
Yıllık	1628.6	17.64	1787.6	1733.2	1827.0	1800.1	14.90	14.68

Lejant:

GlobHor	Yatay küresel ışınım	EArray	Dizi çıkışındaki Efektik enerji
T Amb	Ortam sıcaklığı	E_Grid	Şebekeye enjekte edilen Enerji
GlobInc	Toplayıcı düzeyindeki global ışınım	EffArrR	Dizi çıkışı verim / kaba alan
GlobEff	IAM ve gölgelemeler için Küresel etki	EffSysR	Şebeke girişi verim / kaba alan

Şekil B.3 (devam): Aydın ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		11/03/18	Page 3/4

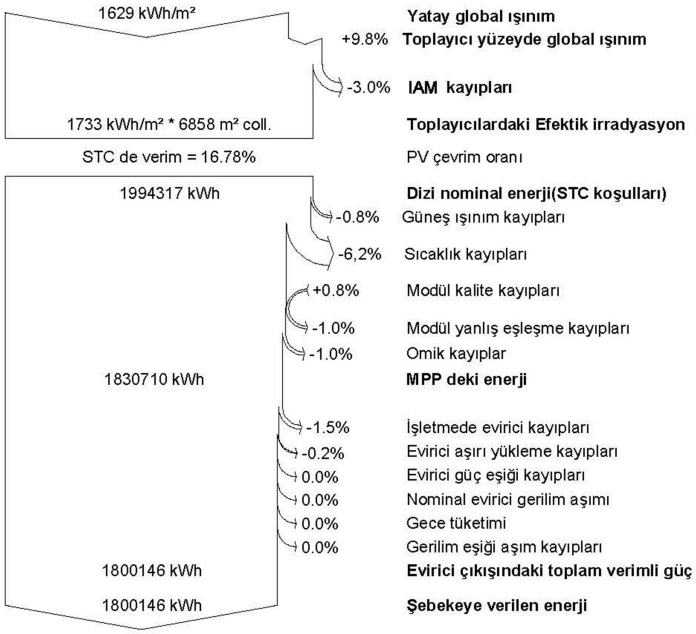
Şebeke Bağlantılı Sistem: Kayıp Diyagramı

Proje : **Aydın Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Tüm yıl kayıp diyagramı



Şekil B.3 (devam): Aydın ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		11/03/18	Page 4/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: P50-P90 hesaplar

Proje : **Aydın Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Üretim tahminlerinin olasılıklarının değerlendirilmesi

Farklı yıllar için sistem üretim tahminlerinin olasılık dağılımı esas olarak bağımlıdır.
Simülasyon için kullanılan metot verileri ve aşağıdaki seçeneklere bağlıdır:

Meteo. veri kaynağı	MeteoNorm 7.1 (2004-2010), Sat=100%		
Meteo. verileri	Çeşit	Aylık ortalama	Sentetik Uzun yıl ortalama
Belirtilen Sapma	İklim değişikliği	0.0 %	
Yıldan yıla değişkenlik	Varyans	3.0 %	

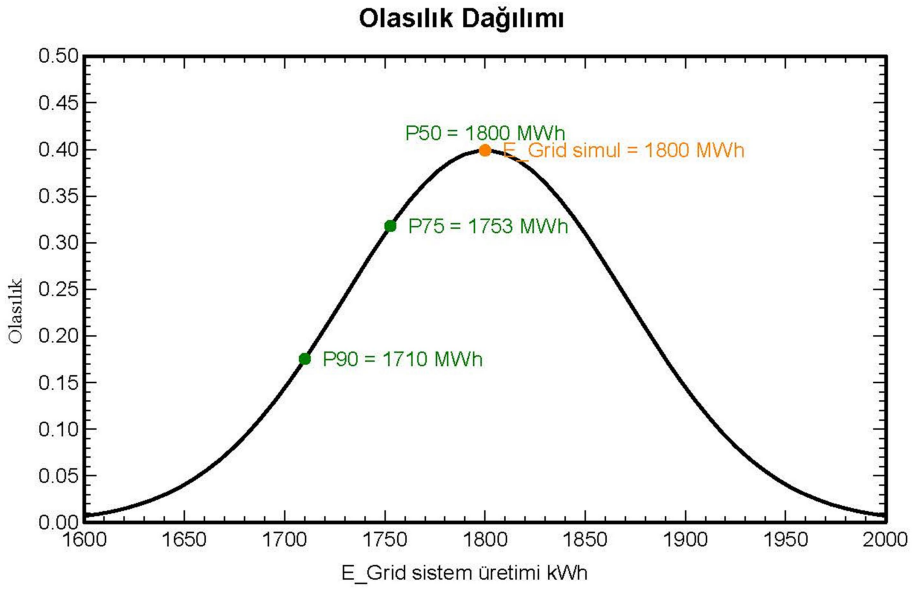
Olasılık dağılımı varyansı bazı sistem parametreleri belirsizliklerine de bağlıdır.

PV modül modelleme/parametre belirtilen sapma	2.0 %
Evirici verimlilk belirsizliği	0.5 %
Kirlenme ve uyumsızluk belirsizliği	1.0 %
Degradrasyon belirsizliği	1.0 %

Küresel değişkenlik (meteo + sistem) Varyans 3.9 % (ikinci derecede toplam)

Yıllık üretim olasılığı **Değişkenlik 70160 kWh**

P50 1800146 kWh
P90 1710181 kWh
P75 1752846 kWh



Şekil B.3 (devam): Aydın ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		16/03/18	Page 1/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: Simülasyon parametreleri

Proje : **Balıkesir Şebeke Bağlantılı Proje**

Coğrafik konum	**Balıkesir**		Ülke	**Türkiye**
Durum	Enlem	39.4°N	Boylam	28.3°E
İlgili zaman	Zaman dilimi	UT+3	Rakım	599 m
	Albedo	0.20		

Meteorolojik data: **Balıkesir** MeteoNorm 7.1 (2003-2013), Sat=100% - Sentetik

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Simülasyon zamanı 16/03/18 11h38

Simülasyon parametreleri

Toplayıcı düzlem oryantasyonu	Eğim	25°	Azimuth	0°
Kullanılan model	Transpozisyon	Perez	Difüz	Perez, Meteonorm
Görüş	Açık Görüş			
Yakın Gölgeleme	Gölgeleme yok			

PV Dizi Karakteristikleri

PV Modül	Si-poly	Model	**CSUN270-60P**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	China Sunergy	
PV modül sayısı		Seri	22 modül	Paralel 192 strings
Toplam PV modül sayısı		Modül sayısı	4224 adet	Birim nominal güç 270 Wp
Dizi global gücü		Nominal (STC)	**1140 kWp**	İşletme esnasında 1033 kWp (50°C)
Dizi işletme karakteristikleri (50°C)		U mpp	622 V	I mpp 1660 A
Toplam alan		Modül alanı	**6858 m²**	

Inverter		Model	**SUN2000-36k TL**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	Huawei Technologies	
Karakteristik		İşletme Voltajı	400-800 V	Birim nominal güç 40.0 kWac
Inverter paketi		İnverter sayısı	24 adet	Toplam güç 960 kWac

PV Dizi kaybı faktörleri

Termal Kayıp Faktörü		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s
Kablolama Omik kayıplar		Global array res.	6.3 mOhm	Kayıp küsürat 1.5 % at STC
Modül kalite kaybı				Kayıp küsürat -0.8 %
Modül uyuşmazlık kaybı				Kayıp küsürat 1.0 % at MPP
Insidans etkisi, ASHRAE parametrelendirme		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param. 0.05

Kullanıcı ihtiyacı : Sonsuz yük (şebeke)

Şekil B.4 : Balıkesir ili PVSyst analiz raporu.

Şebeke Bağlantılı Sistem: Ana sonuçlar

Proje : **Balıkesir Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

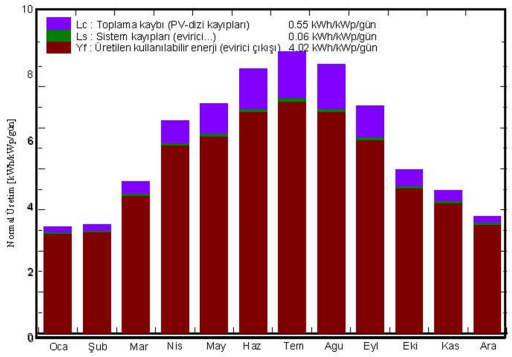
Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Ana sistem sonuçları

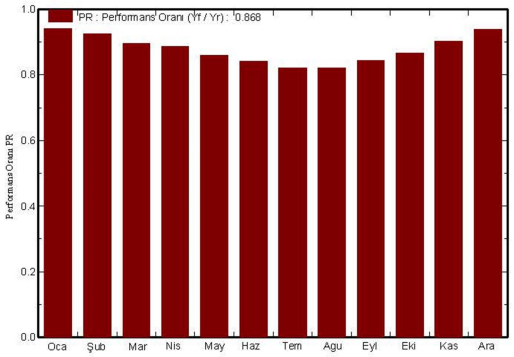
Sistem üretimi — **Üretilen Enerji 1672 MWh/year** — Spesifik ürt. 1466 kWh/kWp/year

Performans Oranı PR 86.8 %

Normal üretimler (her bir kWp için): Nominal güç 1140 kWp



Performans Oranı PR



Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sonuçlar

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Ocak	54.5	3.33	80.2	77.7	87.2	85.8	15.85	15.60
Şubat	59.8	4.22	74.0	71.6	79.9	78.5	15.73	15.47
Mart	99.6	8.28	114.2	110.5	120.5	118.7	15.38	15.14
Nisan	144.7	12.06	155.1	150.3	158.8	156.5	14.93	14.71
Mayıs	174.2	17.46	173.6	168.2	172.1	169.5	14.46	14.24
Haziran	200.6	21.89	193.4	187.4	187.1	184.3	14.11	13.90
Temmuz	216.1	25.30	212.7	206.4	202.6	199.6	13.89	13.68
Ağustos	192.5	25.04	203.3	197.6	193.4	190.5	13.87	13.66
Eylül	143.4	19.64	165.9	161.0	163.5	161.2	14.37	14.17
Ekim	97.8	15.13	123.6	119.8	126.6	124.7	14.93	14.71
Kasım	71.0	8.90	104.5	101.3	110.4	108.7	15.40	15.17
Aralık	57.6	4.95	88.0	85.1	95.2	93.8	15.78	15.54
Yıllık	1511.9	13.91	1688.5	1636.8	1697.3	1671.6	14.66	14.44

Lejant:	GlobHor	Yatay küresel ışınım	EArray	Dizi çıkışındaki Efektik enerji
	T Amb	Ortam sıcaklığı	E_Grid	Şebekeye enjekte edilen Enerji
	GlobInc	Toplayıcı düzeyindeki global ışınım	EffArrR	Dizi çıkışı verim / kaba alan
	GlobEff	IAM ve gölgelemeler için Küresel etki	EffSysR	Şebeke girişi verim / kaba alan

Şekil B.4 (devam): Balıkesir ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		16/03/18	Page 3/4

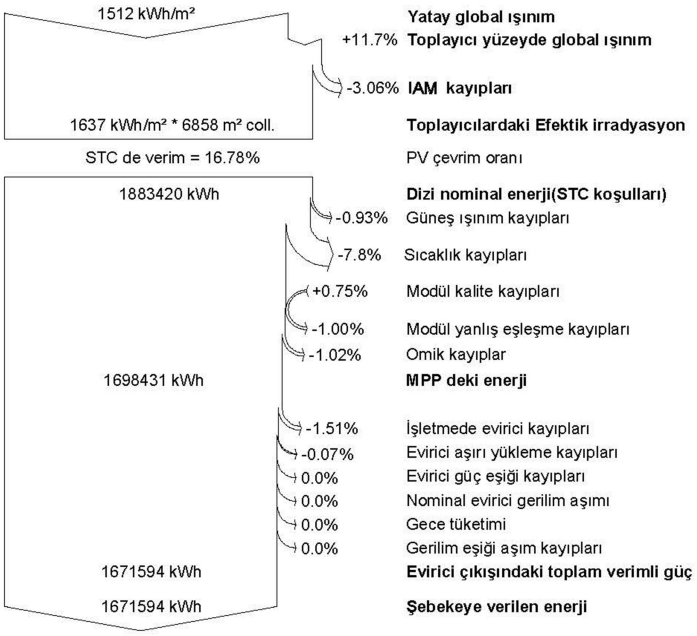
Şebeke Bağlantılı Sistem: Kayıp Diyagramı

Proje : **Balıkesir Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**		
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)			

Tüm yıl kayıp diyagramı



Şekil B.4 (devam): Balıkesir ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		16/03/18	Page 4/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: P50-P90 hesaplar

Proje : **Balıkesir Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)			

Üretim tahminlerinin olasılıklarının değerlendirilmesi

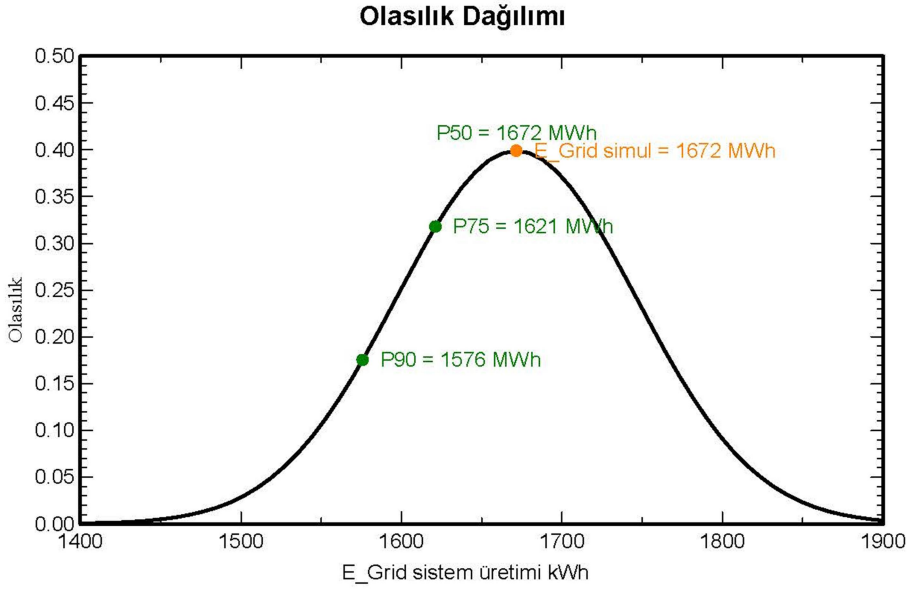
Farklı yıllar için sistem üretim tahminlerinin olasılık dağılımı esas olarak bağımlıdır.
Simülasyon için kullanılan metot verileri ve aşağıdaki seçeneklere bağlıdır:

Meteo. veri kaynağı	MeteoNorm 7.1 (2003-2013), Sat=100%		
Meteo. verileri	Çeşit	Aylık ortalama	Sentetik Uzun yıl ortalama
Belirtilen Sapma	İklim değişikliği	0.0 %	
Yıldan yıla değişkenlik	Varyans 3.7%		

Olasılık dağılımı varyansı bazı sistem parametreleri belirsizliklerine de bağlıdır.

PV modül modelleme/parametre belirtilen sapma	2.0 %	
Evirici verimlilk belirsizliği	0.5 %	
Kirlenme ve uyumsızluk belirsizliği	1.0 %	
Degradrasyon belirsizliği	1.0 %	
Küresel değişkenlik (meteo + sistem)	Varyans 4.5 %	(ikinci derecede toplam)

Yıllık üretim olasılığı	**Değişkenlik**	**74644 kWh**
	P50	**1671594 kWh**
	P90	**1575879 kWh**
	P75	**1621272 kWh**



Şekil B.4 (devam): Balıkesir ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		16/03/18	Page 1/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: Simülasyon parametreleri

Proje : **Edirne Şebeke Bağlantılı Proje**

Coğrafik konum	**Edirne**		Ülke	**Türkiye**
Durum	Enlem	41.0°N	Boylam	26.4°E
İlgili zaman	Zaman dilimi	UT+3	Rakım	49 m
	Albedo	0.20		
Meteorolojik data:	**Edirne** MeteoNorm 7.1 (2004-2010), Sat=100% - Sentetik			

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Simülasyon zamanı 16/03/18 11h43

Simülasyon parametreleri

Toplayıcı düzlem oryantasyonu	Eğim	25°	Azimuth	0°
Kullanılan model	Transpozisyon	Perez	Difüz	Perez, Meteonorm
Görüş	Açık Görüş			
Yakın Gölgeleme	Gölgeleme yok			

PV Dizi Karakteristikleri

PV Modül	Si-poly	Model	**CSUN270-60P**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	China Sunergy	
PV modül sayısı		Seri	22 modül	Paralel 192 strings
Toplam PV modül sayısı		Modül sayısı	4224 adet	Birim nominal güç 270 Wp
Dizi global gücü		Nominal (STC)	**1140 kWp**	İşletme esnasında 1033 kWp (50°C)
Dizi işletme karakteristikleri (50°C)		U mpp	622 V	I mpp 1660 A
Toplam alan		Modül alanı	**6858 m²**	

Inverter		Model	**SUN2000-36k TL**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	Huawei Technologies	
Karakteristik		İşletme Voltajı	400-800 V	Birim nominal güç 40.0 kWac
Inverter paketi		İnverter sayısı	24 adet	Toplam güç 960 kWac

PV Dizi kaybı faktörleri

Termal Kayıp Faktörü	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Kablolama Omik kayıplar	Global array res.	6.3 mOhm	Kayıp küsürat	1.5 % at STC
Modül kalite kaybı			Kayıp küsürat	-0.8 %
Modül uyuşmazlık kaybı			Kayıp küsürat	1.0 % at MPP
Insidans etkisi, ASHRAE parametrelendirme	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param.	0.05

Kullanıcı ihtiyacı : Sonsuz yük (şebeke)

Şekil B.5 : Edirne ili PVSyst analiz raporu.

Şebeke Bağlantılı Sistem: Ana sonuçlar

Proje : **Edirne Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

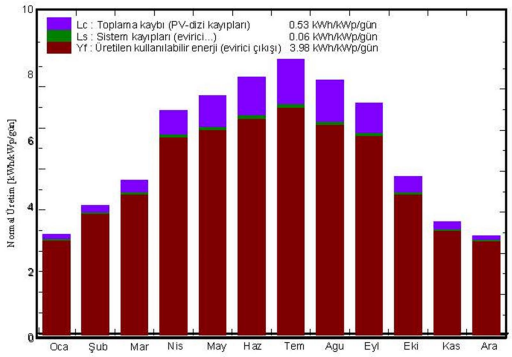
Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**		
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)			

Ana sistem sonuçları

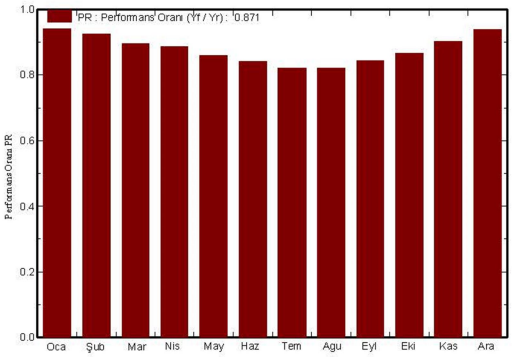
Sistem üretimi — **Üretilen Enerji 1657 MWh/year** — Spesifik ürt. 1452 kWh/kWp/year

Performans Oranı PR 87.1 %

Normal üretimler (her bir kWp için): Nominal güç 1140 kWp



Performans Oranı PR



Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sonuçlar

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Ocak	52.0	3.70	76.5	73.9	83.5	82.2	15.92	15.66
Şubat	67.5	4.90	88.5	85.7	96.1	94.6	15.83	15.58
Mart	101.0	9.00	117.1	113.3	123.7	121.9	15.40	15.17
Nisan	150.3	13.10	164.5	159.6	167.6	165.1	14.85	14.64
Mayıs	179.9	18.70	181.0	175.2	179.8	177.1	14.49	14.27
Haziran	193.7	23.10	189.0	182.8	183.6	180.9	14.17	13.96
Temmuz	209.7	26.20	208.7	202.0	199.4	196.5	13.94	13.73
Ağustos	181.8	25.80	192.8	186.9	184.5	181.7	13.95	13.75
Eylül	143.6	20.00	170.2	165.3	168.9	166.4	14.47	14.26
Ekim	92.9	15.40	120.3	116.5	123.5	121.6	14.97	14.75
Kasım	58.9	9.80	83.4	80.7	88.8	87.4	15.52	15.27
Aralık	48.3	5.40	75.2	72.6	82.4	81.1	15.98	15.72
Yıllık	1479.6	14.65	1667.1	1614.7	1681.8	1656.5	14.71	14.49

Lejant:				
GlobHor	Yatay küresel ışınım	EArray	Dizi çıkışındaki Efektik enerji
T Amb	Ortam sıcaklığı	E_Grid	Şebekeye enjekte edilen Enerji
GlobInc	Toplayıcı düzeyindeki global ışınım	EffArrR	Dizi çıkışı verim / kaba alan
GlobEff	IAM ve gölgelemeler için Küresel etki	EffSysR	Şebeke girişi verim / kaba alan

Şekil B.5 (devam): Edirne ili PVSyst analiz raporu.

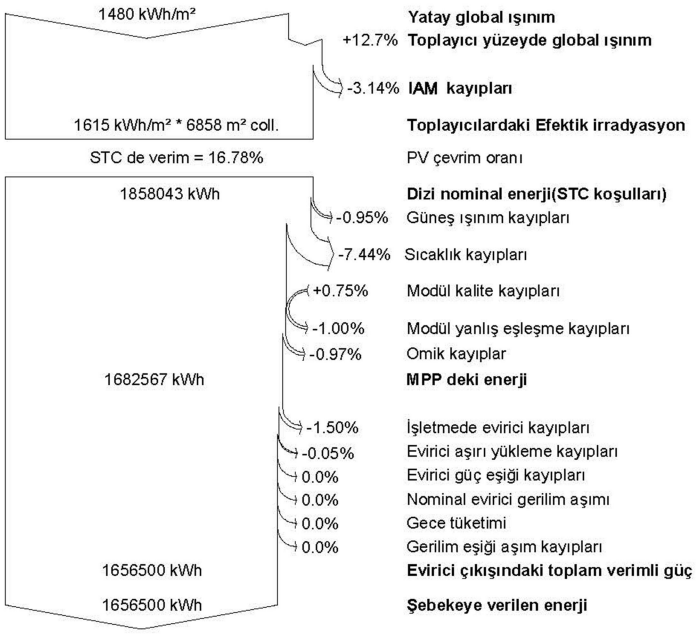
Şebeke Bağlantılı Sistem: Kayıp Diyagramı

Proje : **Edirne Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)			

Tüm yıl kayıp diyagramı



Şekil B.5 (devam): Edirne ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		16/03/18	Page 4/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: P50-P90 hesaplar

Proje : **Edirne Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)			

Üretim tahminlerinin olasılıklarının değerlendirilmesi

Farklı yıllar için sistem üretim tahminlerinin olasılık dağılımı esas olarak bağımlıdır.
Simülasyon için kullanılan metot verileri ve aşağıdaki seçeneklere bağlıdır:

Meteo. veri kaynağı		MeteoNorm 7.1 (2004-2010), Sat=100%	
Meteo. verileri	Çeşit	Aylık ortalama	Sentetik Uzun yıl ortalama
Belirtilen Sapma	İklim değişikliği	0.0 %	
Yıldan yıla değişkenlik		Varyans 3.7%	

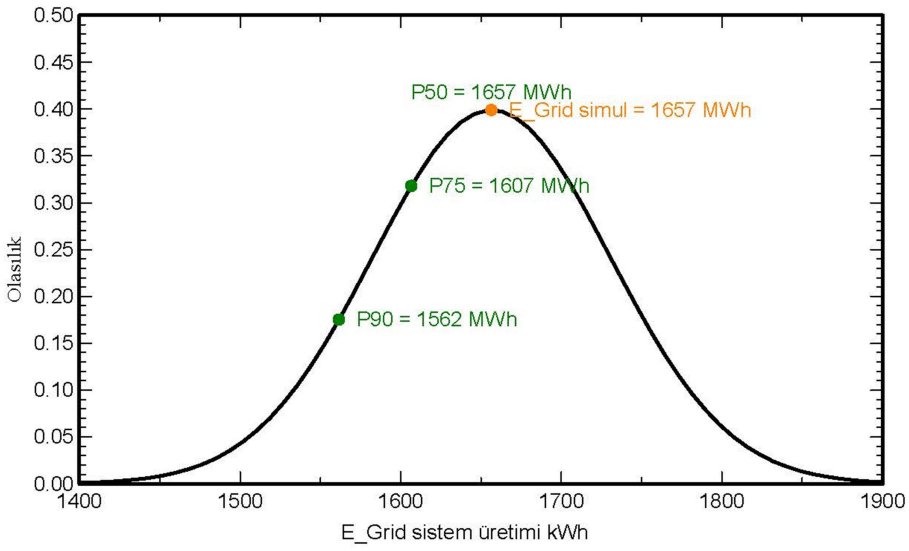
Olasılık dağılımı varyansı bazı sistem parametreleri belirsizliklerine de bağlıdır.

PV modül modelleme/parametre belirtilen sapma	2.0 %	
Evirici verimlilk belirsizliği	0.5 %	
Kirlenme ve uyumsızluk belirsizliği	1.0 %	
Degradrasyon belirsizliği	1.0 %	
Küresel değişkenlik (meteo + sistem)	Varyans 4.5 %	(ikinci derecede toplam)

Yıllık üretim olasılığı **Değişkenlik 73970 kWh**

P50 1656500 kWh
P90 1561650 kWh
P75 1606632 kWh

Olasılık Dağılımı



Şekil B.5 (devam): Edirne ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		23/03/18	Page 1/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: Simülasyon parametreleri

Proje : **Malatya Şebeke Bağlantılı Proje**

Coğrafik konum	**Malatya**		Ülke	**Türkiye**
Durum	Enlem	38.4°N	Boylam	38.4°E
İlgili zaman	Zaman dilimi	UT+3	Rakım	907 m
	Albedo	0.20		
Meteorolojik data:	**Malatya**	MeteoNorm 7.1(2003-2012), Sat=17% - - Sentetik		

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Simülasyon zamanı 23/03/18 13h21

Simülasyon parametreleri

Toplayıcı düzlem oryantasyonu	Eğim	25°	Azimuth	0°
Kullanılan model	Transpozisyon	Perez	Difüz	Perez, Meteonorm
Görüş	Açık Görüş			
Yakın Gölgeleme	Gölgeleme yok			

PV Dizi Karakteristikleri

PV Modül	Si-poly	Model	**CSUN270-60P**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	China Sunergy	
PV modül sayısı		Seri	22 modül	Paralel 192 strings
Toplam PV modül sayısı		Modül sayısı	4224 adet	Birim nominal güç 270 Wp
Dizi global gücü		Nominal (STC)	**1140 kWp**	İşletme esnasında 1033 kWp (50°C)
Dizi işletme karakteristikleri (50°C)		U mpp	622 V	I mpp 1660 A
Toplam alan		Modül alanı	**6858 m²**	

Inverter		Model	**SUN2000-36k TL**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	Huawei Technologies	
Karakteristik		İşletme Voltajı	400-800 V	Birim nominal güç 40.0 kWac
Inverter paketi		İnverter sayısı	24 adet	Toplam güç 960 kWac

PV Dizi kaybı faktörleri

Termal Kayıp Faktörü		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s
Kablolama Omik kayıplar		Global array res.	6.3 mOhm	Kayıp küsürat 1.5 % at STC
Modül kalite kaybı				Kayıp küsürat -0.8 %
Modül uyuşmazlık kaybı				Kayıp küsürat 1.0 % at MPP
Insidans etkisi, ASHRAE parametrelendirme		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param. 0.05

Kullanıcı ihtiyacı : Sonsuz yük (şebeke)

Şekil B.6 : Malatya ili PVSyst analiz raporu.

Şebeke Bağlantılı Sistem: Ana sonuçlar

Proje : **Malatya Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

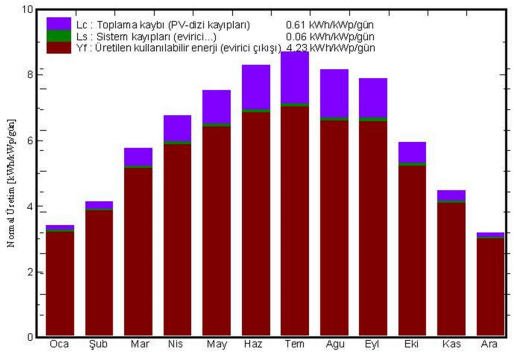
Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Ana sistem sonuçları

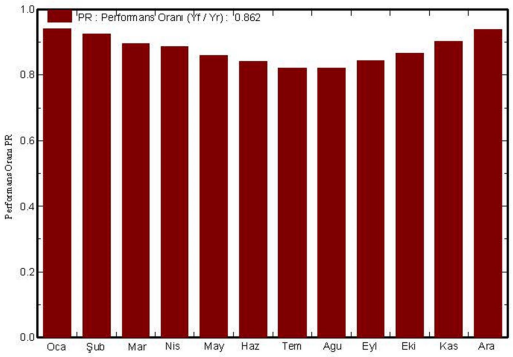
Sistem üretimi — **Üretilen Enerji 1762 MWh/year** — Spesifik ürt. 1545 kWh/kWp/year

Performans Oranı PR 86.2 %

Normal üretimler (her bir kWp için): Nominal güç 1140 kWp



Performans Oranı PR



Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sonuçlar

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Ocak	57.0	-0.34	82.9	80.3	91.4	90.0	16.08	15.82
Şubat	71.7	1.61	91.2	88.3	99.2	97.6	15.86	15.61
Mart	120.8	7.64	141.6	137.5	146.8	144.6	15.12	14.90
Nisan	150.0	12.66	160.8	156.1	162.0	159.6	14.69	14.47
Mayıs	185.2	17.84	184.9	178.7	183.3	180.6	14.45	14.24
Haziran	205.6	23.57	197.8	191.4	189.1	186.2	13.94	13.72
Temmuz	217.8	28.17	214.3	207.5	200.5	197.4	13.64	13.43
Ağustos	191.9	27.80	200.8	194.4	188.1	185.3	13.66	13.46
Eylül	160.2	21.47	188.1	183.1	181.8	179.1	14.09	13.88
Ekim	112.9	14.79	146.0	141.8	148.9	146.8	14.86	14.65
Kasım	71.8	6.70	106.2	102.9	112.5	110.8	15.45	15.21
Aralık	51.5	1.59	77.6	75.0	85.2	83.8	16.01	15.74
Yıl	1596.3	13.70	1792.1	1737.1	1788.7	1761.7	14.55	14.33

Lejant:	GlobHor	Yatay küresel ışınım	EArray	Dizi çıkışındaki Efektik enerji
	T Amb	Ortam sıcaklığı	E_Grid	Şebekeye enjekte edilen Enerji
	GlobInc	Toplayıcı düzeyindeki global ışınım	EffArrR	Dizi çıkışı verim / kaba alan
	GlobEff	IAM ve gölgelemeler için Küresel etki	EffSysR	Şebeke girişi verim / kaba alan

Şekil B.6 (devam): Malatya ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		23/03/18	Page 3/4

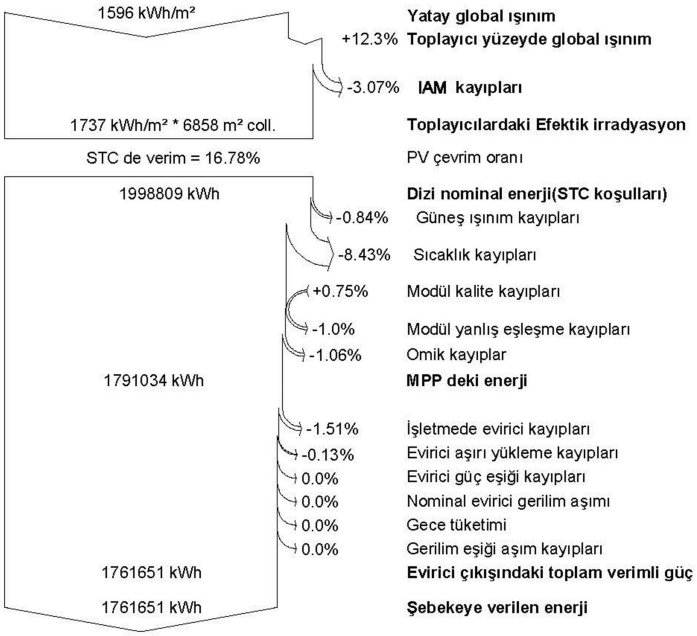
Şebeke Bağlantılı Sistem: Kayıp Diyagramı

Proje : **Malatya Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Tüm yıl kayıp diyagramı



Şekil B.6 (devam): Malatya ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		23/03/18	Page 4/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: P50-P90 hesaplar

Proje : **Malatya Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Üretim tahminlerinin olasılıklarının değerlendirilmesi

Farklı yıllar için sistem üretim tahminlerinin olasılık dağılımı esas olarak bağımlıdır.
Simülasyon için kullanılan metot verileri ve aşağıdaki seçeneklere bağlıdır:

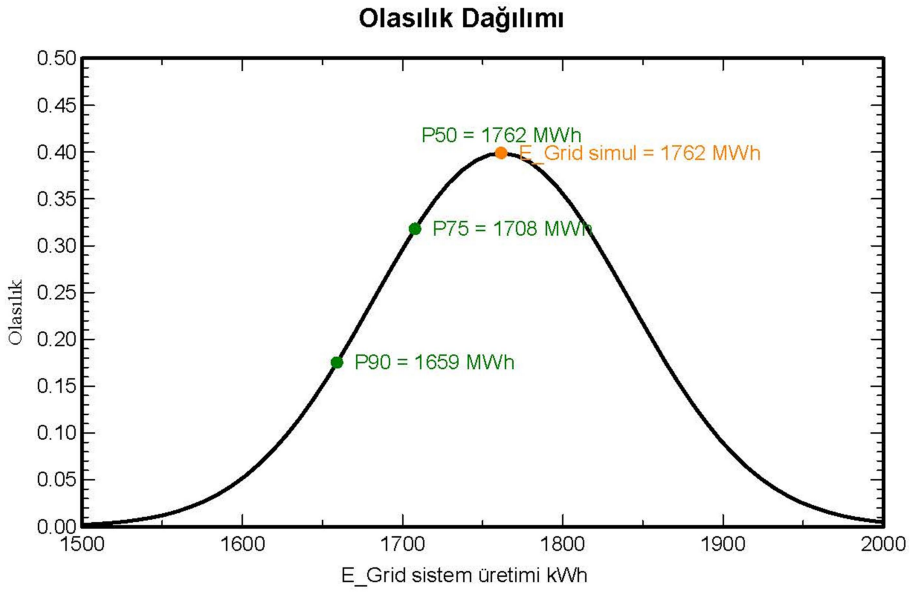
Meteo. veri kaynağı		MeteoNorm 7.1 (2003-2012), Sat=17%	
Meteo. verileri	Çeşit	Aylık ortalama	Sentetik ortalama yıl
Belirtilen Sapma	İklim değişikliği	0 %	
Yıldan yıla değişkenlik	Varyans	3.8 %	

Olasılık dağılımı varyansı bazı sistem parametreleri belirsizliklerine de bağlıdır.

PV modül modelleme/parametre belirtilen sapma	2.0 %	
Evirici verimlilk belirsizliği	0.5 %	
Kirlenme ve uyumsızluk belirsizliği	1.0 %	
Degradrasyon belirsizliği	1.0 %	
Küresel değişkenlik (meteo + sistem)	Varyans 4.5%	(ikinci derecede toplam)

Yıllık üretim olasılığı

Değişkenlik	**79984 kWh**
P50	**1761651 kWh**
P90	**1659089 kWh**
P75	**1707729 kWh**



Şekil B.6 (devam): Malatya ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		16/03/18	Page 1/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: Simülasyon parametreleri

Proje : **Şanlıurfa Şebeke Bağlantılı Proje**

Coğrafik konum	**Şanlıurfa**		Ülke	**Türkiye**
Durum	Enlem	38.2°N	Boylam	38.9°E
İlgili zaman	Zaman dilimi	UT+3	Rakım	548 m
	Albedo	0.20		
Meteorolojik data:	**Şanlıurfa** MeteoNorm 7.1 (2006-2013), Sat=100% - Sentetik			

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Simülasyon zamanı 16/03/18 12h09

Simülasyon parametreleri

Toplayıcı düzlem oryantasyonu	Eğim	25°	Azimuth	0°
Kullanılan model	Transpozisyon	Perez	Difüz	Perez, Meteonorm
Görüş	Açık Görüş			
Yakın Gölgeleme	Gölgeleme yok			

PV Dizi Karakteristikleri

PV Modül	Si-poly	Model	**CSUN270-60P**		
Özel parametreler tanımı		Üretici	China Sunergy		
PV modül sayısı		Seri	22 modül	Paralel	192 strings
Toplam PV modül sayısı		Modül sayısı	4224 adet	Birim nominal güç	270 Wp
Dizi global gücü		Nominal (STC)	**1140 kWp**	İşletme esnasında	1033 kWp (50°C)
Dizi işletme karakteristikleri (50°C)		U mpp	622 V	I mpp	1660 A
Toplam alan		Modül alanı	**6858 m²**		

Inverter		Model	**SUN2000-36k TL**		
Özel parametreler tanımı		Üretici	Huawei Technologies		
Karakteristik		İşletme Voltajı	400-800 V	Birim nominal güç	40.0 kWac
Inverter paketi		İnverter sayısı	24 adet	Toplam güç	960 kWac

PV Dizi kaybı faktörleri

Termal Kayıp Faktörü	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Kablolama Omik kayıplar	Global array res.	6.3 mOhm	Kayıp küsürat	1.5 % at STC
Modül kalite kaybı			Kayıp küsürat	-0.8 %
Modül uyuşmazlık kaybı			Kayıp küsürat	1.0 % at MPP
Insidans etkisi, ASHRAE parametrelendirme	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param.	0.05

Kullanıcı ihtiyacı : Sonsuz yük (şebeke)

Şekil B.7 : Şanlıurfa ili PVSyst analiz raporu.

Şebeke Bağlantılı Sistem: Ana sonuçlar

Proje : **Şanlıurfa Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

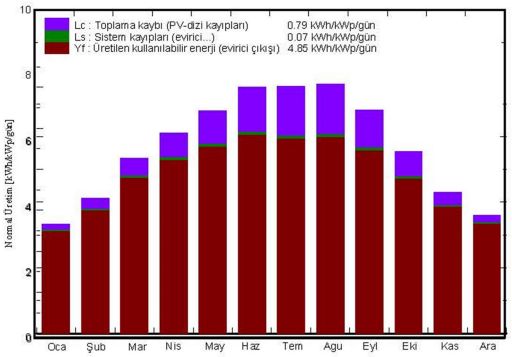
Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Ana sistem sonuçları

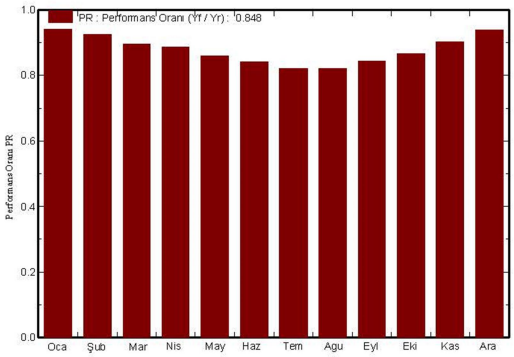
Sistem üretimi — **Üretilen Enerji 2021 MWh/year** — Spesifik ürt. 1772 kWh/kWp/year

Performans Oranı PR 84.8 %

Normal üretimler (her bir kWp için): Nominal güç 1140 kWp



Performans Oranı PR



Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sonuçlar

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Ocak	70.7	3.27	103.1	99.9	112.3	110.6	15.89	15.65
Şubat	86.6	5.26	115.1	112.0	121.7	119.9	15.42	15.19
Mart	138.5	10.25	165.9	161.2	170.6	168.1	15.00	14.78
Nisan	170.2	14.48	183.1	177.8	184.0	181.3	14.66	14.44
Mayıs	211.7	20.36	210.5	204.1	204.6	201.6	14.17	13.96
Haziran	235.2	26.86	225.5	218.6	210.9	207.7	13.64	13.43
Temmuz	238.4	31.38	233.3	226.1	213.6	210.3	13.35	13.14
Ağustos	223.9	30.68	235.4	228.8	215.3	212.0	13.34	13.13
Eylül	173.9	24.86	204.6	199.5	194.2	191.3	13.84	13.63
Ekim	129.5	19.02	171.6	167.2	169.7	167.2	14.42	14.21
Kasım	87.1	10.38	128.7	125.1	134.1	132.1	15.18	14.96
Aralık	70.0	5.28	111.7	108.3	120.1	118.3	15.67	15.44
Yıllık	1835.9	16.91	2088.6	2028.5	2051.0	2020.6	14.32	14.11

Lejant:	GlobHor	Yatay küresel ışınım	EArray	Dizi çıkışındaki Efektik enerji
	T Amb	Ortam sıcaklığı	E_Grid	Şebekeye enjekte edilen Enerji
	GlobInc	Toplayıcı düzeyindeki global ışınım	EffArrR	Dizi çıkışı verim / kaba alan
	GlobEff	IAM ve gölgelemeler için Küresel etki	EffSysR	Şebeke girişi verim / kaba alan

Şekil B.7 (devam): Şanlıurfa ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		16/03/18	Page 3/4

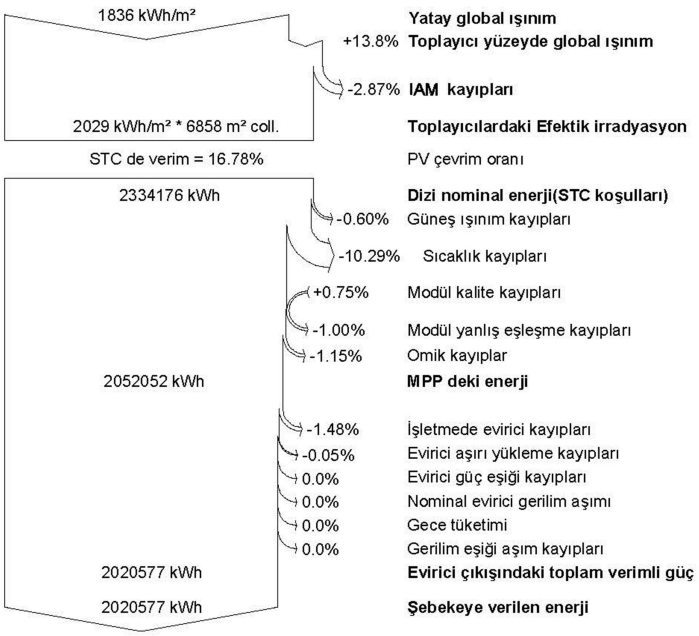
Şebeke Bağlantılı Sistem: Kayıp Diyagramı

Proje : **Şanlıurfa Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Tüm yıl kayıp diyagramı



Şekil B.7 (devam): Şanlıurfa ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		16/03/18	Page 4/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: P50-P90 hesaplar

Proje : **Şanlıurfa Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)			

Üretim tahminlerinin olasılıklarının değerlendirilmesi

Farklı yıllar için sistem üretim tahminlerinin olasılık dağılımı esas olarak bağımlıdır.
Simülasyon için kullanılan metot verileri ve aşağıdaki seçeneklere bağlıdır:

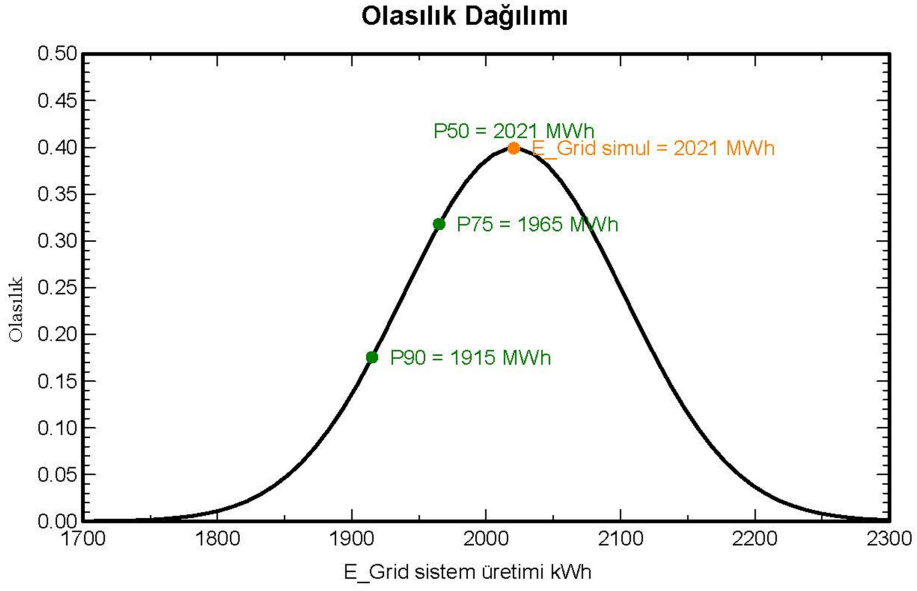
Meteo. veri kaynağı	MeteoNorm 7.1 (2003-2013), Sat=100%		
Meteo. verileri	Çeşit	Aylık ortalama	Sentetik Uzun yıl ortalama
Belirtilen Sapma	İklim değişikliği	0.0 %	
Yıldan yıla değişkenlik	Varyans	3.2%	

Olasılık dağılımı varyansı bazı sistem parametreleri belirsizliklerine de bağlıdır.

PV modül modelleme/parametre belirtilen sapma	2.0 %	
Evirici verimlilk belirsizliği	0.5 %	
Kirlenme ve uyumsızluk belirsizliği	1.0 %	
Degradrasyon belirsizliği	1.0 %	
Küresel değişkenlik (meteo + sistem)	Varyans 4.1 %	(ikinci derecede toplam)

Yıllık üretim olasılığı

Değişkenlik	**82211 kWh**
P50	**2020577 kWh**
P90	**1915159 kWh**
P75	**1965153 kWh**



Şekil B.7 (devam): Şanlıurfa ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		23/03/18	Page 1/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: Simülasyon parametreleri

Proje : **Van Şebeke Bağlantılı Proje**

Coğrafik konum	**Van**		Ülke	**Türkiye**
Durum	Enlem	38.4°N	Boylam	43.2°E
İlgili zaman	Zaman dilimi	UT+3	Rakım	1871 m
	Albedo	0.20		
Meteorolojik data:	**Van**	MeteoNorm 7.1 (2003-2010), Sat=100% -Sentetik		

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Simülasyon zamanı 23/03/18 12h49

Simülasyon parametreleri

Toplayıcı düzlem oryantasyonu	Eğim	25°	Azimuth	0°
Kullanılan model	Transpozisyon	Perez	Difüz	Perez, Meteonorm
Görüş	Açık Görüş			
Yakın Gölgeleme	Gölgeleme yok			

PV Dizi Karakteristikleri

PV Modül	Si-poly	Model	**CSUN270-60P**		
Özel parametreler tanımı		Üretici	China Sunergy		
PV modül sayısı		Seri	22 modül	Paralel	192 strings
Toplam PV modül sayısı		Modül sayısı	4224 adet	Birim nominal güç	270 Wp
Dizi global gücü		Nominal (STC)	**1140 kWp**	İşletme esnasında	1033 kWp (50°C)
Dizi işletme karakteristikleri (50°C)		U mpp	622 V	I mpp	1660 A
Toplam alan		Modül alanı	**6858 m²**		

Inverter	Model	**SUN2000-36k TL**		
Özel parametreler tanımı	Üretici	Huawei Technologies		
Karakteristik	İşletme Voltajı	400-800 V	Birim nominal güç	40.0 kWac
Inverter paketi	İnverter sayısı	24 adet	Toplam güç	960 kWac

PV Dizi kaybı faktörleri

Termal Kayıp Faktörü	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Kablolama Omik kayıplar	Global array res.	6.3 mOhm	Kayıp küsürat	1.5 % at STC
Modül kalite kaybı			Kayıp küsürat	-0.8 %
Modül uyuşmazlık kaybı			Kayıp küsürat	1.0 % at MPP
Insidans etkisi, ASHRAE parametrelendirme	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param.	0.05

Kullanıcı ihtiyacı : Sonsuz yük (şebeke)

Şekil B.8 : Van ili PVSyst analiz raporu.

Şebeke Bağlantılı Sistem: Ana sonuçlar

Proje : **Van Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

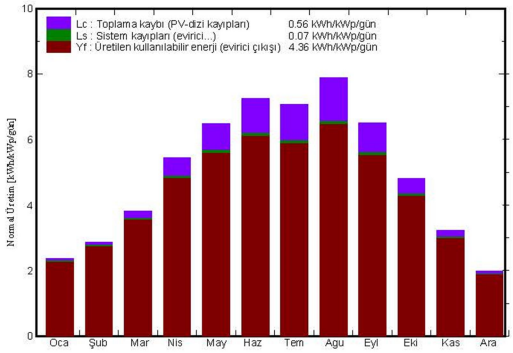
Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Ana sistem sonuçları

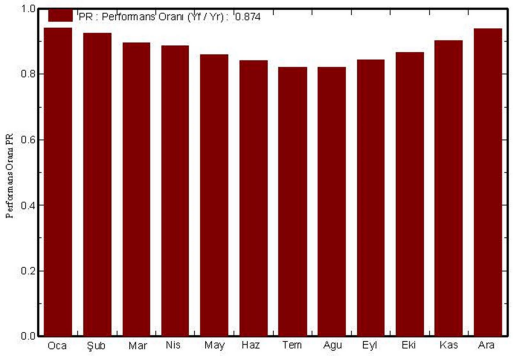
Sistem üretimi — **Üretilen Enerji 1817 MWh/year** — Spesifik ürt. 1593 kWh/kWp/year

Performans Oranı PR 87.4 %

Normal üretimler (her bir kWp için): Nominal güç 1140 kWp



Performans Oranı PR



Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sonuçlar

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Ocak	51.2	-4.33	73.7	71.3	82.1	80.7	16.25	15.97
Şubat	64.6	-2.49	80.4	77.7	89.5	88.0	16.24	15.97
Mart	104.3	2.22	118.6	114.6	128.1	126.1	15.76	15.51
Nisan	153.1	7.29	163.6	158.6	168.0	165.5	14.97	14.75
Mayıs	202.8	12.28	200.9	194.9	201.2	198.3	14.60	14.39
Haziran	227.5	17.07	217.5	211.2	212.8	209.7	14.26	14.06
Temmuz	225.9	20.99	219.5	212.9	211.7	208.6	14.06	13.85
Ağustos	230.7	21.17	244.6	238.2	232.7	229.3	13.87	13.67
Eylül	166.5	16.39	194.9	189.4	192.2	189.5	14.38	14.17
Ekim	115.5	11.14	149.4	145.0	153.8	151.6	15.01	14.80
Kasım	67.5	3.54	97.0	94.1	104.3	102.7	15.68	15.43
Aralık	43.7	-1.79	61.4	59.2	67.9	66.7	16.13	15.84
Yıl	1653.3	8.69	1821.6	1767.1	1844.3	1816.7	14.76	14.54

Lejant:	GlobHor	Yatay küresel ışınım	EArray	Dizi çıkışındaki Efektik enerji
	T Amb	Ortam sıcaklığı	E_Grid	Şebekeye enjekte edilen Enerji
	GlobInc	Toplayıcı düzeyindeki global ışınım	EffArrR	Dizi çıkışı verim / kaba alan
	GlobEff	IAM ve gölgelemeler için Küresel etki	EffSysR	Şebeke girişi verim / kaba alan

Şekil B.8 (devam): Van ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		23/03/18	Page 3/4

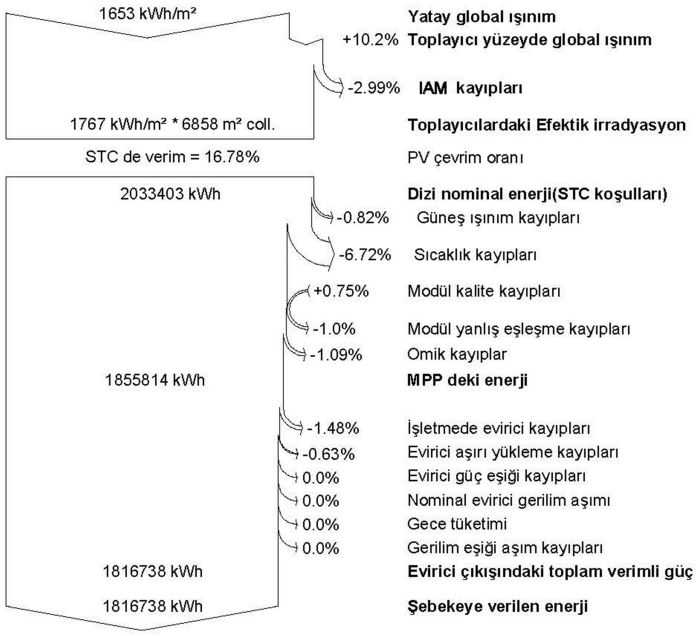
Şebeke Bağlantılı Sistem: Kayıp Diyagramı

Proje : **Van Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Tüm yıl kayıp diyagramı



Şekil B.8 (devam): Van ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		23/03/18	Page 4/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: P50-P90 hesaplar

Proje : **Van Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)			

Üretim tahminlerinin olasılıklarının değerlendirilmesi

Farklı yıllar için sistem üretim tahminlerinin olasılık dağılımı esas olarak bağımlıdır.
Simülasyon için kullanılan metot verileri ve aşağıdaki seçeneklere bağlıdır:

Meteo. veri kaynağı		MeteoNorm 7.1 (2003-2010), Sat=100%	
Meteo. verileri	Çeşit	Aylık Ortalama	Sentetik Uzun yıl ortalama
Belirtilen Sapma	İklim değişikliği	0 %	
Yıldan yıla değişkenlik	Varyans	2.8 %	

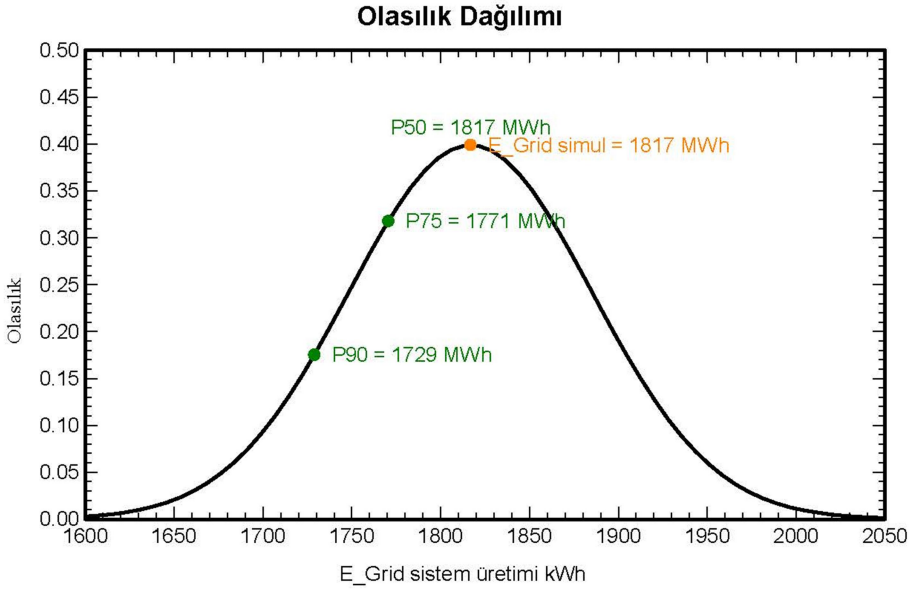
Olasılık dağılımı varyansı bazı sistem parametreleri belirsizliklerine de bağlıdır.

PV modül modelleme/parametre belirtilen sapma	2.0 %
Evirici verimlilk belirsizliği	0.5 %
Kirlenme ve uyumsızluk belirsizliği	1.0 %
Degradrasyon belirsizliği	1.0 %

Küresel değişkenlik (meteo + sistem) Varyans 3.8 % (ikinci derecede toplam)

Yıllık üretim olasılığı **Değişkenlik 68466 kWh**

P50 1816738 kWh
P90 1728945 kWh
P75 1770581 kWh



Şekil B.8 (devam): Van ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		22/02/18	Page 1/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: Simülasyon parametreleri

Proje : **Usak Şebeke Bağlantılı Proje**

Coğrafik konum	**Usak**		Ülke	**Türkiye**
Durum	Enlem	38.3°N	Boylam	28.9°E
İlgili zaman	Zaman dilimi	Time zone UT+3	Rakım	939 m
	Albedo	0.20		
Meteorolojik data:	**Usak**	MeteoNorm 7.1 (2004-2010), Sat=100% - Sentetik		

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Simülasyon zamanı 22/02/18 12h04

Simülasyon parametreleri

Toplayıcı düzlem oryantasyonu	Eğim	25°	Azimuth	0°
Kullanılan model	Transpozisyon	Perez	Difüz	Perez, Meteonorm
Görüş	Açık Görüş			
Yakın Gölgeleme	Gölgeleme yok			

PV Dizi Karakteristikleri

PV Modül (Özel parametreler tanımı)	Si-poly	Model	**CSUN270-60P**	
		Üretici	China Sunergy	
PV modül sayısı		Seri	22 modül	Paralel 180 strings
Toplam PV modül sayısı		Modül sayısı	4224 adet	Birim nominal güç 270 Wp
Dizi global gücü		Nominal (STC)	**1069 kWp**	İşletme esnasında 961 kWp (50°C)
Dizi işletme karakteristikleri (50°C)		U mpp	618 V	I mpp 1554 A
Toplam alan		Modül alanı	**6429 m²**	

Inverter (Özel parametreler tanımı)		Model	**Sunny Tripower 60-10**	
		Üretici	SMA	
Karakteristik		İşletme Voltajı	570-800 V	Birim nominal güç 60.0 kWac
Inverter paketi		İnverter sayısı	16 adet	Toplam güç 960 kWac

PV Dizi kaybı faktörleri

Termal Kayıp Faktörü		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s
Kablolama Omik kayıplar		Global array res.	6.7 mOhm	Kayıp küsürat 1.5 % at STC
Modül kalite kaybı				Kayıp küsürat -0.5 %
Modül uyuşmazlık kaybı				Kayıp küsürat 1.0 % at MPP
Insidans etkisi, ASHRAE parametrelendirme		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param. 0.05

Kullanıcı ihtiyacı : Sonsuz yük (şebeke)

Şekil B.9 : Uşak ili PVSyst analiz raporu.

Şebeke Bağlantılı Sistem: Ana sonuçlar

Proje : **Usak Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

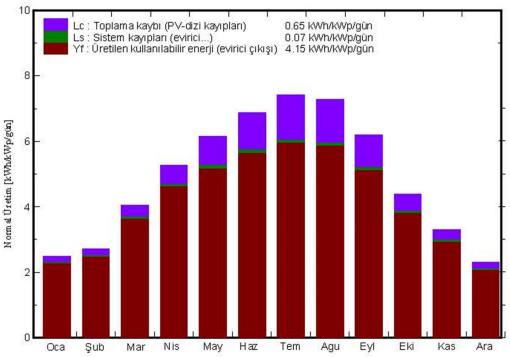
Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	3960	Pnom total	**1069 kWp**	
Evirici	Model	Sunny Tripower 60-10	Pnom	60.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	16.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Ana sistem sonuçları

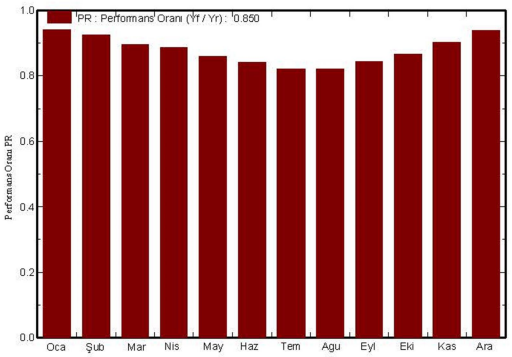
Sistem üretimi — **Üretilen Enerji 1619 MWh/year** — Spesifik ürt. 1514 kWh/kWp/year

Performans Oranı PR 85.0 %

Normal üretimler (her bir kWp için): Nominal güç 1069 kWp



Performans Oranı PR



Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sonuçlar

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Ocak	55.8	2.52	76.8	74.3	77.3	75.8	15.64	15.34
Şubat	61.1	3.02	75.8	73.4	75.7	74.2	15.52	15.22
Mart	107.9	7.25	125.1	120.9	122.5	120.2	15.23	14.95
Nisan	148.3	11.04	158.3	153.1	151.0	148.3	14.84	14.58
Mayıs	192.4	16.48	190.3	184.4	174.9	171.8	14.30	14.04
Haziran	216.5	20.93	206.4	200.0	184.7	181.5	13.92	13.68
Temmuz	235.6	24.81	230.0	223.5	201.0	197.6	13.59	13.36
Ağustos	213.7	24.53	225.4	219.2	197.9	194.6	13.66	13.43
Eylül	159.1	18.86	185.6	180.5	167.6	164.7	14.05	13.80
Ekim	106.4	14.28	136.2	132.2	128.8	126.5	14.71	14.45
Kasım	69.0	8.40	99.0	96.0	96.3	94.5	15.13	14.85
Aralık	49.1	4.17	71.2	68.9	70.1	68.7	15.31	15.00
Yıllık	1614.8	13.09	1779.9	1726.2	1647.7	1618.5	14.40	14.14

Lejant:

GlobHor	Yatay küresel ışınım	EArray	Dizi çıkışındaki Efektik enerji
T Amb	Ortam sıcaklığı	E_Grid	Şebekeye enjekte edilen Enerji
GlobInc	Toplayıcı düzeyindeki global ışınım	EffArrR	Dizi çıkışı verim / kaba alan
GlobEff	IAM ve gölgelemeler için Küresel etki	EffSysR	Şebeke girişi verim / kaba alan

Şekil B.9 (devam): Uşak ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		22/02/18	Page 3/4

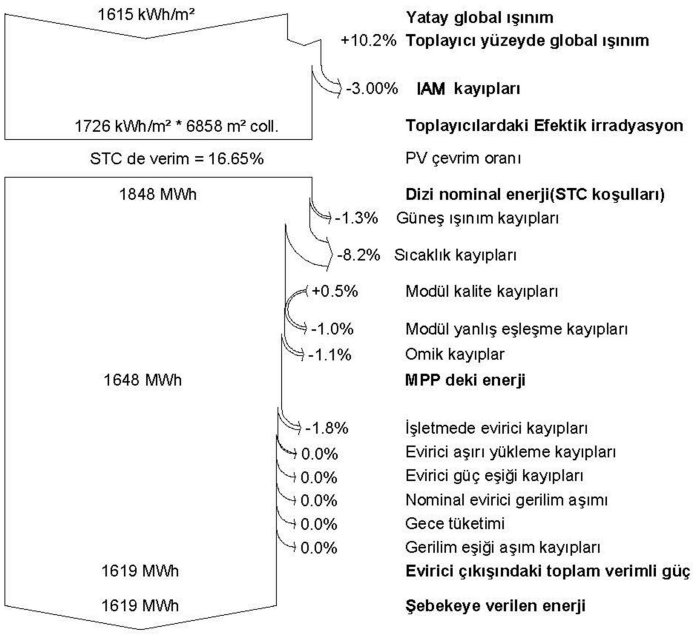
Şebeke Bağlantılı Sistem: Kayıp Diyagramı

Proje : **Usak Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	3960	Pnom total	**1069 kWp**	
Evirici	Model	Sunny Tripower 60-10	Pnom	60.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	16.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Tüm yıl kayıp diyagramı



Şekil B.9 (devam): Uşak ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		22/02/18	Page 4/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: P50-P90 hesaplar

Proje : **Usak Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	3960	Pnom total	**1069 kWp**	
Evirici	Model	Sunny Tripower 60-10	Pnom	60.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	16.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Üretim tahminlerinin olasılıklarının değerlendirilmesi

Farklı yıllar için sistem üretim tahminlerinin olasılık dağılımı esas olarak bağımlıdır.
Simülasyon için kullanılan metot verileri ve aşağıdaki seçeneklere bağlıdır:

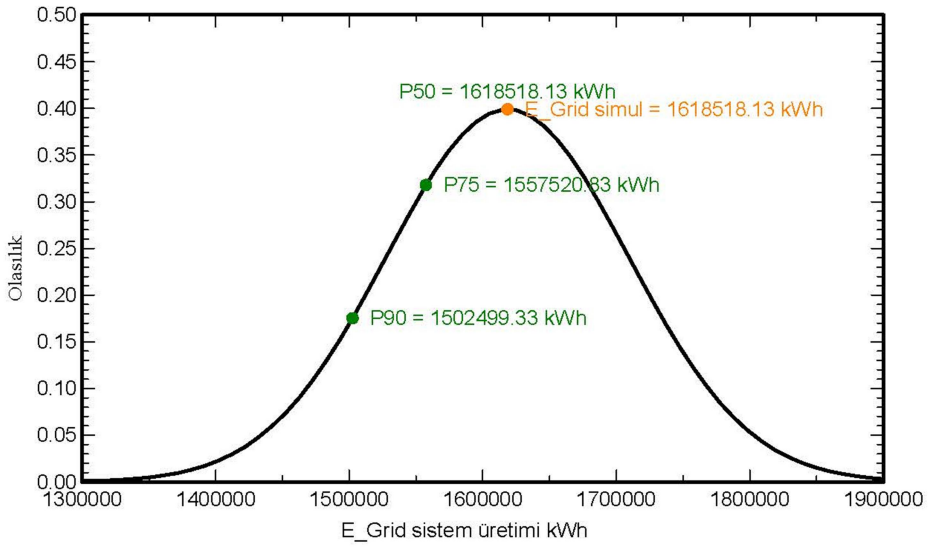
Meteo. veri kaynağı		MeteoNorm 7.1 (2004-2010), Sat=100%
Meteo. verileri	Çeşit	Yıllık ortalama
Belirtilen Sapma	İklim değişikliği	0.0 %
Yıldan yıla değişkenlik	Varyans	5.0 %

Olasılık dağılımı varyansı bazı sistem parametreleri belirsizliklerine de bağlıdır.

PV modül modelleme/parametre belirtilen sapma	2.0 %	
Evirici verimlilk belirsizliği	0.5 %	
Kirlenme ve uyumsızluk belirsizliği	1.0 %	
Degradrasyon belirsizliği	1.0 %	
Küresel değişkenlik (meteo + sistem)	Varyans 5.6 %	(ikinci derecede toplam)

Yıllık üretim olasılığı	**Değişkenlik**	**90 MWh**
	P50	**1619 MWh**
	P90	**1502 MWh**
	P75	**1558 MWh**

Olasılık Dağılımı



Şekil B.9 (devam): Uşak ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		14/09/17	Page 1/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: Simülasyon parametreleri

Proje : **KahramanmarasŞebeke Bağlantılı Proje**

Coğrafik konum	**Kahramanmaras**		Ülke	**Türkiye**
Durum	Enlem	37.8°N	Boylam	36.9°E
İlgili zaman	Zaman dilimi	Time zone UT+3	Rakım	944 m
	Albedo	0.20		
Meteorolojik data:	**Kahramanmaras**	MeteoNorm 7.1 (2004-2010), Sat=100% - Sentetik		

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Simülasyon zamanı 14/09/17 15h46

Simülasyon parametreleri

Toplayıcı düzlem oryantasyonu	Eğim	30°	Azimuth	0°
Kullanılan model	Transpozisyon	Perez	Difüz	Perez, Meteonorm
Görüş	Ortalama Yükselti 4.3°			
Yakın Gölgeleme	Gölgeleme yok			

PV Dizi Karakteristikleri

PV Modül	Si-poly	Model	**SF(P)60**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	Zahitsolarfield	
PV modül sayısı		Seri	22 modül	Paralel 186 strings
Toplam PV modül sayısı		Modül sayısı	4092 adet	Birim nominal güç 270 Wp
Dizi global gücü		Nominal (STC)	**1084 kWp**	İşletme esnasında 965 kWp (50°C)
Dizi işletme karakteristikleri (50°C)		U mpp	610 V	I mpp 1583 A
Toplam alan		Modül alanı	**6663 m²**	

Inverter		Model	**TRIO-27_6-TL-OUTD-S1-USL**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	ABB	
Karakteristik		İşletme Voltajı	200-950 V	Birim nominal güç 27.6 kWac
Inverter paketi		İnverter sayısı	31 adet	Toplam güç 856 kWac

PV Dizi kaybı faktörleri

Termal Kayıp Faktörü		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s
Kablolama Omik kayıplar		Global array res.	6.5 mOhm	Kayıp küsürat 1.5 % at STC
Modül kalite kaybı				Kayıp küsürat -0.8 %
Modül uyuşmazlık kaybı				Kayıp küsürat 1.0 % at MPP
Insidans etkisi, ASHRAE parametrelendirme		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param. 0.05

Kullanıcı ihtiyacı : Sonsuz yük (şebeke)

Çıkış gücü limiti : Aktif güç 930 kW

Şekil B.10 : Kahramanmaraş ili PVSyst analiz raporu.

Şebeke Bağlantılı Sistem: Ana sonuçlar

Proje : **Kahramanmaras Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

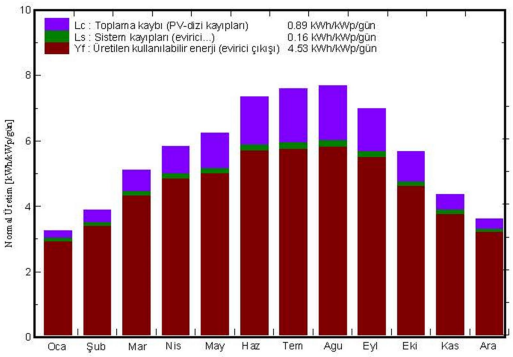
Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	30°	azimuth	0°	
PV modül	Model	SF(P)60	Pnom	265Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4092	Pnom total	**1084 kWp**	
Evirici	Model	TRIO-27_6-TL-OUTD-S1-US	Pnom	27.6 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	31.0	Pnom total	**856 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Ana sistem sonuçları

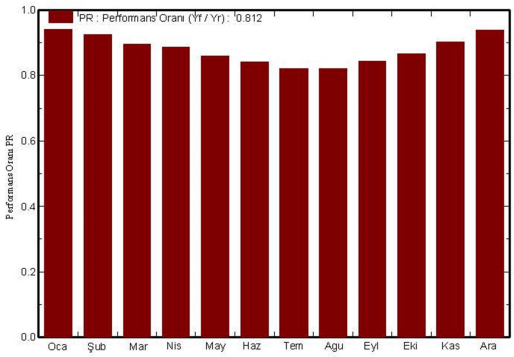
Sistem üretimi — **Üretilen Enerji 1792 MWh/year** — Spesifik ürt. 1653 kWh/kWp/year

Performans Oranı PR 81.2 %

Normal üretimler (her bir kWp için): Nominal güç 1084 kWp



Performans Oranı PR



Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sonuçlar

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Ocak	66.7	2.21	98.9	95.2	100.2	97.0	15.21	14.71
Şubat	78.4	3.99	107.0	103.0	105.2	101.7	14.76	14.28
Mart	129.9	9.03	156.1	150.6	148.3	143.5	14.25	13.79
Nisan	161.6	13.49	173.0	166.3	161.6	156.2	14.02	13.55
Mayıs	197.8	19.07	191.6	183.5	172.3	166.5	13.50	13.04
Haziran	233.2	24.98	218.3	209.8	190.2	183.7	13.08	12.63
Temmuz	245.0	29.39	233.6	225.0	198.3	191.6	12.74	12.31
Ağustos	226.7	28.76	236.3	228.4	200.8	194.0	12.76	12.32
Eylül	175.1	23.00	207.9	201.5	183.3	177.2	13.23	12.79
Ekim	126.6	16.95	173.7	167.9	158.6	153.5	13.70	13.26
Kasım	83.3	8.83	129.2	124.9	125.1	121.1	14.52	14.06
Aralık	65.9	3.80	110.2	105.7	109.8	106.3	14.96	14.48
Yıllık	1790.2	15.36	2035.7	1961.7	1853.6	1792.2	13.67	13.21

Lejant:

GlobHor	Yatay küresel ışınım	EArray	Dizi çıkışındaki Efektik enerji
T Amb	Ortam sıcaklığı	E_Grid	Şebekeye enjekte edilen Enerji
GlobInc	Toplayıcı düzeyindeki global ışınım	EffArrR	Dizi çıkışı verim / kaba alan
GlobEff	IAM ve gölgelemeler için Küresel etki	EffSysR	Şebeke girişi verim / kaba alan

Şekil B.10 (devam): Kahramanmaraş ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		14/09/17	Page 3/4

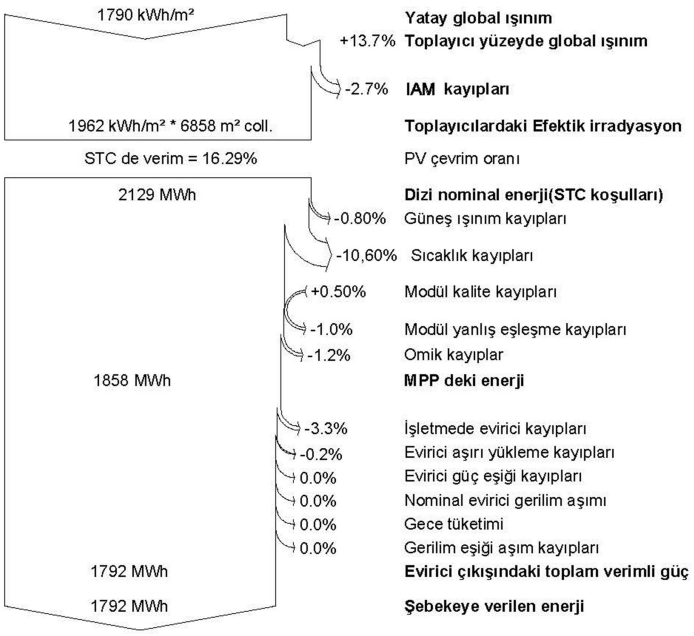
Şebeke Bağlantılı Sistem: Kayıp Diyagramı

Proje : **Kahramanmaras Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**		
PV Panel Eğimi	tilt	30°	azimuth	0°
PV modül	Model	SF(P)60	Pnom	265Wp
PV Dizisi	Modül adedi	4092	Pnom total	**1084 kWp**
Evirici	Model	TRIO-27_6-TL-OUTD-S1-US	Pnom	27.6 kW ac
Evirici Paketi	Ürün adedi	31.0	Pnom total	**856 kW ac**
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)			

Tüm yıl kayıp diyagramı



Şekil B.10 (devam): Kahramanmaraş ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		14/09/17	Page 4/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: P50-P90 hesaplar

Proje : **Kahramanmaras Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	30°	azimuth	0°	
PV modül	Model	SF(P)60	Pnom	265Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4092	Pnom total	**1084 kWp**	
Evirici	Model	TRIO-27_6-TL-OUTD-S1-US	Pnom	27.6 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	31.0	Pnom total	**856 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Üretim tahminlerinin olasılıklarının değerlendirilmesi

Farklı yıllar için sistem üretim tahminlerinin olasılık dağılımı esas olarak bağımlıdır.
Simülasyon için kullanılan metot verileri ve aşağıdaki seçeneklere bağlıdır:

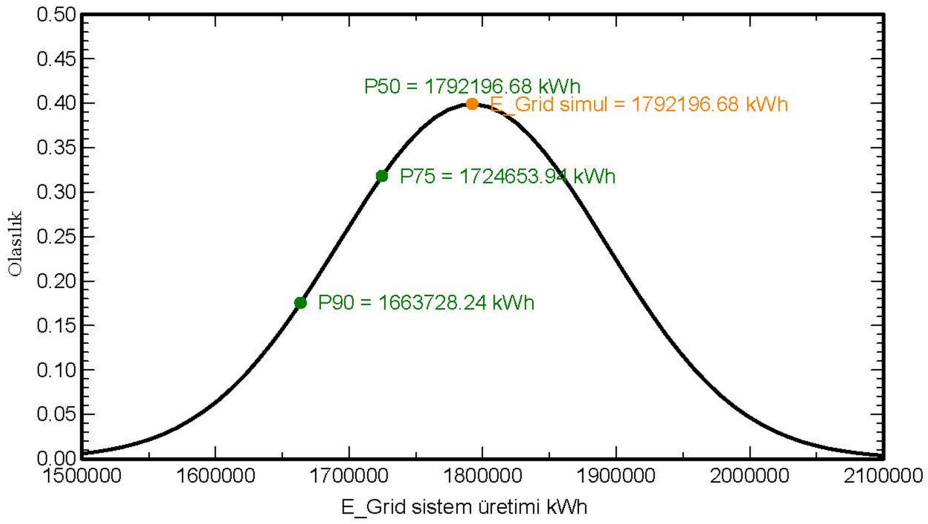
Meteo. veri kaynağı	MeteoNorm 7.1 (2006-2013), Sat=67%		
Meteo. verileri	Çeşit	Aylık ortalama	Sentetik Uzun yıl ortalama
Belirtilen Sapma	İklim değişikliği	0.0 %	
Yıldan yıla değişkenlik	Varyans	5.0 %	

Olasılık dağılımı varyansı bazı sistem parametreleri belirsizliklerine de bağlıdır.

PV modül modelleme/parametre belirtilen sapma	2.0 %	
Evirici verimlilk belirsizliği	0.5 %	
Kirlenme ve uyumsızluk belirsizliği	1.0 %	
Degradrasyon belirsizliği	1.0 %	
Küresel değişkenlik (meteo + sistem)	Varyans 5.6 %	(ikinci derecede toplam)

Yıllık üretim olasılığı	**Değişkenlik**	**100 MWh**
	P50	**1792 MWh**
	P90	**1664 MWh**
	P75	**1725 MWh**

Olasılık Dağılımı



Şekil B.10 (devam): Kahramanmaraş ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		22/02/18	Page 1/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: Simülasyon parametreleri

Proje : **Cankiri Şebeke Bağlantılı Proje**

Coğrafik konum	**Ankara**		Ülke	**Türkiye**
Durum	Enlem	40.8°N	Boylam	33.3°E
İlgili zaman	Zaman dilimi	Time zone UT+3	Rakım	1232 m
	Albedo	0.20		
Meteorolojik data:	**Cankiri**	MeteoNorm 7.1 (2004-2010), Sat=100% - Sentetik		

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Simülasyon zamanı 22/02/18 12h27

Simülasyon parametreleri

Toplayıcı düzlem oryantasyonu	Eğim	25°	Azimuth	0°
Kullanılan model	Transpozisyon	Perez	Difüz	Perez, Meteonorm
Görüş	Açık Görüş			
Yakın Gölgeleme	Gölgeleme yok			

PV Dizi Karakteristikleri

PV Modül	Si-poly	Model	**CSUN270-60P**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	China Sunergy	
PV modül sayısı		Seri	23 modül	Paralel 192 strings
Toplam PV modül sayısı		Modül sayısı	4416 adet	Birim nominal güç 270 Wp
Dizi global gücü		Nominal (STC)	**1192 kWp**	İşletme esnasında 1077 kWp (50°C)
Dizi işletme karakteristikleri (50°C)		U mpp	649 V	I mpp 1660 A
Toplam alan		Modül alanı	**7170 m²**	

Inverter	Model		**Conext CL-60E 66kW**	
Özel parametreler tanımı	Üretici		Schneider Electric	
Karakteristik	İşletme Voltajı		570-850 V	Birim nominal güç 66.0 kWac
Inverter paketi	İnverter sayısı		16 adet	Toplam güç 1056 kWac

PV Dizi kaybı faktörleri

Termal Kayıp Faktörü	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Kablolama Omik kayıplar	Global array res.	6.6 mOhm	Kayıp küsürat	1.5 % at STC
Modül kalite kaybı			Kayıp küsürat	-0.8 %
Modül uyuşmazlık kaybı			Kayıp küsürat	1.0 % at MPP
Insidans etkisi, ASHRAE parametrelendirme	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param.	0.05

Kullanıcı ihtiyacı : Sonsuz yük (şebeke)

Şekil B.11 : Çankırı ili PVSyst analiz raporu.

Şebeke Bağlantılı Sistem: Ana sonuçlar

Proje : **Cankiri Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

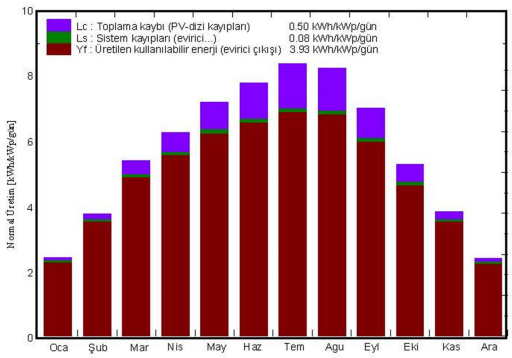
Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4416	Pnom total	**1192 kWp**	
Evirici	Model	Conext CL-60E 66kW	Pnom	66.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	16.0	Pnom total	**1056 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Ana sistem sonuçları

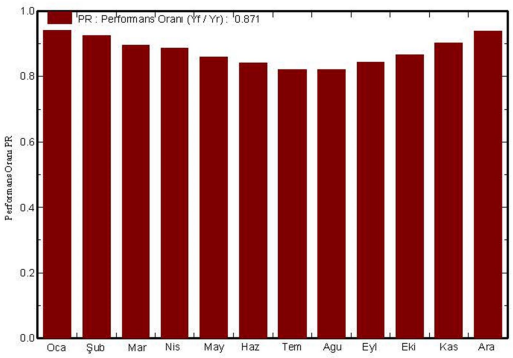
Sistem üretimi — **Üretilen Enerji 1709 MWh/year** — Spesifik ürt. 1434 kWh/kWp/year

Performans Oranı PR 87.1 %

Normal üretimler (her bir kWp için): Nominal güç 1140 kWp



Performans Oranı PR



Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sonuçlar

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Ocak	43.3	-1.64	59.3	57.2	68.7	66.9	16.16	15.73
Şubat	63.4	-0.15	83.6	80.9	95.7	93.5	15.97	15.61
Mart	110.3	5.14	132.8	128.9	146.6	143.6	15.40	15.09
Nisan	139.1	9.54	149.5	144.7	161.5	158.3	15.07	14.77
Mayıs	177.2	14.33	177.3	171.3	187.1	183.6	14.72	14.44
Haziran	190.9	18.31	185.4	179.4	190.3	186.8	14.31	14.05
Temmuz	209.4	22.24	206.5	200.2	206.3	202.6	13.94	13.69
Ağustos	191.9	22.35	203.1	197.2	204.2	200.6	14.02	13.78
Eylül	144.2	16.79	167.4	162.5	173.4	170.4	14.45	14.19
Ekim	99.8	11.75	130.1	126.1	139.6	136.9	14.96	14.67
Kasım	62.1	5.03	91.5	88.5	102.7	100.5	15.65	15.31
Aralık	39.6	0.12	58.9	56.8	67.4	65.6	15.97	15.55
Yıllık	1471.3	10.38	1645.4	1593.6	1743.6	1709.4	14.78	14.49

Lejant:

GlobHor	Yatay küresel ışınım	EArray	Dizi çıkışındaki Efektik enerji
T Amb	Ortam sıcaklığı	E_Grid	Şebekeye enjekte edilen Enerji
GlobInc	Toplayıcı düzeyindeki global ışınım	EffArrR	Dizi çıkışı verim / kaba alan
GlobEff	IAM ve gölgelemeler için Küresel etki	EffSysR	Şebeke girişi verim / kaba alan

Şekil B.11 (devam): Çankırı ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		22/02/18	Page 3/4

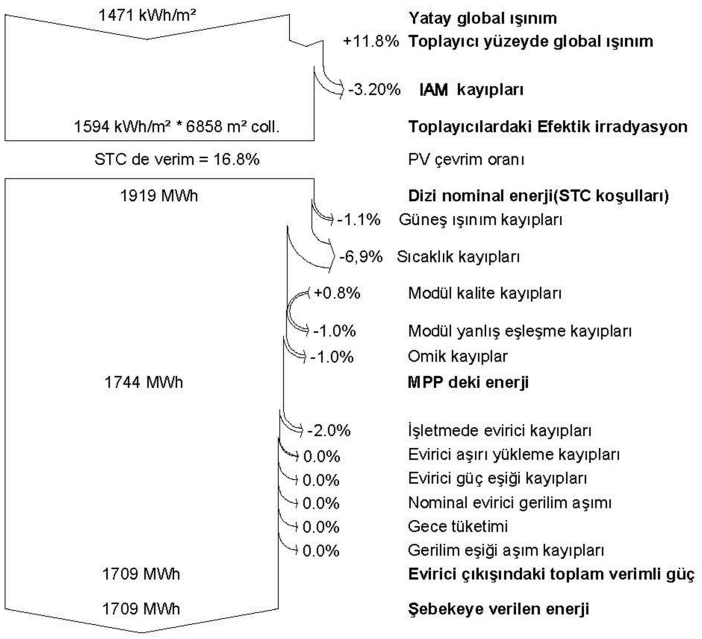
Şebeke Bağlantılı Sistem: Kayıp Diyagramı

Proje : **Cankiri Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4416	Pnom total	**1192 kWp**	
Evirici	Model	Conext CL-60E 66kW	Pnom	66.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	16.0	Pnom total	**1056 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Tüm yıl kayıp diyagramı



Şekil B.11 (devam): Çankırı ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		22/02/18	Page 4/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: P50-P90 hesaplar

Proje : **Cankiri Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**		
PV Panel Eğimi	tilt	25°	azimuth	0°
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp
PV Dizisi	Modül adedi	4416	Pnom total	**1192 kWp**
Evirici	Model	Conext CL-60E 66kW	Pnom	66.0 kW ac
Evirici Paketi	Ürün adedi	16.0	Pnom total	**1056 kW ac**
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)			

Üretim tahminlerinin olasılıklarının değerlendirilmesi

Farklı yıllar için sistem üretim tahminlerinin olasılık dağılımı esas olarak bağımlıdır.
Simülasyon için kullanılan metot verileri ve aşağıdaki seçeneklere bağlıdır:

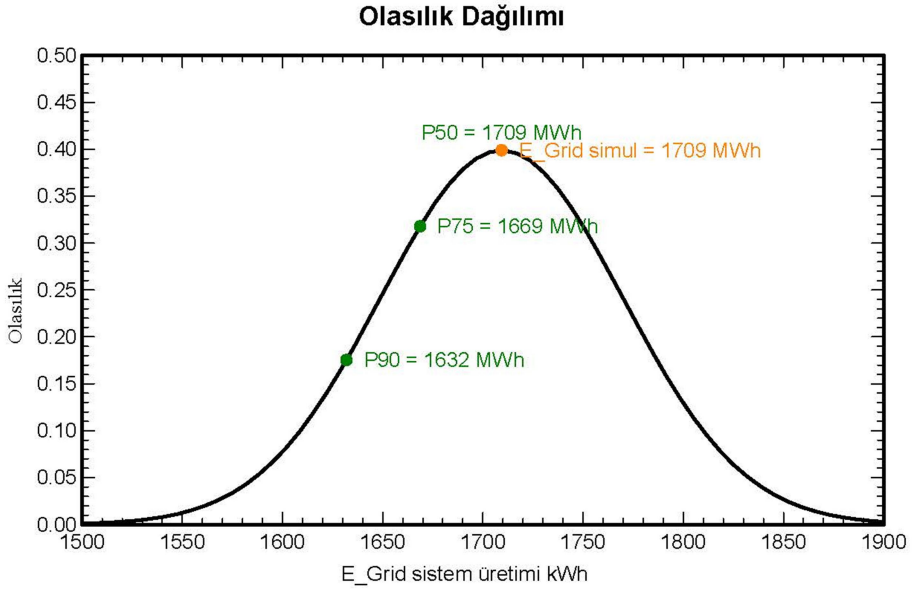
Meteo. veri kaynağı	MeteoNorm 7.1 (2004-2010), Sat=100%		
Meteo. verileri	Çeşit	Aylık ortalama	Sentetik Uzun yıl ortalama
Belirtilen Sapma	İklim değişikliği	0.0 %	
Yıldan yıla değişkenlik	Varyans	2.5 %	

Olasılık dağılımı varyansı bazı sistem parametreleri belirsizliklerine de bağlıdır.

PV modül modelleme/parametre belirtilen sapma	2.0 %	
Evirici verimlilk belirsizliği	0.5 %	
Kirlenme ve uyumsızluk belirsizliği	1.0 %	
Degradrasyon belirsizliği	1.0 %	
Küresel değişkenlik (meteo + sistem)	Varyans 3.5 %	(ikinci derecede toplam)

Yıllık üretim olasılığı

Değişkenlik	**60 MWh**
P50	**1709 MWh**
P90	**1632 MWh**
P75	**1669 MWh**



Şekil B.11 (devam): Çankırı ili PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		06/06/18	Page 1/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: Simülasyon parametreleri

Proje : **Korkuteli Antalya Şebeke Bağlantılı Proje**

Coğrafik konum	**Korkuteli**		Ülke	**Türkiye**
Durum	Enlem	37.1°N	Boylam	30.3°E
İlgili zaman	Zaman dilimi	UT+3	Rakım	923 m
	Albedo	0.20		
Meteorolojik data:	**Korkuteli**	MeteoNorm 7.1 - Sentetik		

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Simülasyon zamanı 06/06/18 17h31

Simülasyon parametreleri

Toplayıcı düzlem oryantasyonu	Eğim	30°	Azimuth	0°
Kullanılan model	Transpozisyon	Perez	Difüz	Perez, Meteonorm
Görüş	Açık Görüş			
Yakın Gölgeleme	Gölgeleme yok			

PV Dizi Karakteristikleri

PV Modül	Si-poly	Model	**CSUN270-60P**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	China Sunergy	
PV modül sayısı		Seri	22 modül	Paralel 192 strings
Toplam PV modül sayısı		Modül sayısı	4224 adet	Birim nominal güç 270 Wp
Dizi global gücü		Nominal (STC)	**1140 kWp**	İşletme esnasında 1033 kWp (50°C)
Dizi işletme karakteristikleri (50°C)		U mpp	622 V	I mpp 1660 A
Toplam alan		Modül alanı	**6858 m²**	

Inverter		Model	**SUN2000-36k TL**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	Huawei Technologies	
Karakteristik		İşletme Voltajı	400-800 V	Birim nominal güç 40.0 kWac
Inverter paketi		İnverter sayısı	24 adet	Toplam güç 960 kWac

PV Dizi kaybı faktörleri

Termal Kayıp Faktörü		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s
Kablolama Omik kayıplar		Global array res.	6.3 mOhm	Kayıp küsürat 1.5 % at STC
Modül kalite kaybı				Kayıp küsürat -0.8 %
Modül uyuşmazlık kaybı				Kayıp küsürat 1.0 % at MPP
Insidans etkisi, ASHRAE parametrelendirme		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param. 0.05

Kullanıcı ihtiyacı : Sonsuz yük (şebeke)

Şekil B.12 : Antalya ili 30´ PVSyst analiz raporu.

Şebeke Bağlantılı Sistem: Ana sonuçlar

Proje : **Korkuteli Antalya Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

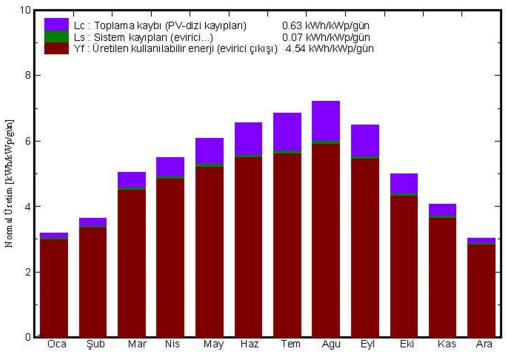
Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	30°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Ana sistem sonuçları

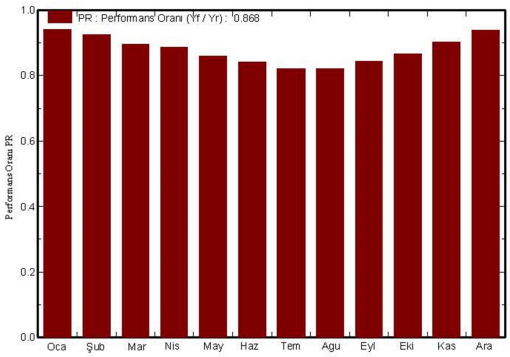
Sistem üretimi — **Üretilen Enerji 1891 MWh/year** — Spesifik ürt. 1658 kWh/kWp/year

Performans Oranı PR 86.8 %

Normal üretimler (her bir kWp için): Nominal güç 1140 kWp



Performans Oranı PR



Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sonuçlar

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Ocak	68.0	2.30	99.3	96.5	108.2	106.5	15.89	15.64
Şubat	77.8	3.20	101.8	99.0	109.1	107.4	15.63	15.39
Mart	130.6	7.50	156.7	152.3	162.5	160.1	15.13	14.90
Nisan	156.7	11.10	164.6	159.1	168.8	166.4	14.96	14.74
Mayıs	194.4	16.10	188.6	182.7	187.7	184.9	14.51	14.30
Haziran	213.8	21.10	196.9	190.3	191.6	188.8	14.19	13.98
Temmuz	225.5	24.80	212.7	206.1	202.5	199.5	13.88	13.68
Ağustos	216.2	24.50	224.0	217.9	212.8	209.6	13.85	13.64
Eylül	165.7	19.10	194.8	189.4	190.0	187.3	14.22	14.02
Ekim	116.2	14.10	155.3	151.5	155.9	153.6	14.64	14.42
Kasım	81.1	8.00	122.3	119.2	127.6	125.8	15.22	14.99
Aralık	62.4	3.70	93.9	91.2	102.3	100.7	15.87	15.62
Yıl	1708.4	13.02	1910.9	1855.1	1919.1	1890.6	14.64	14.43

Lejant:

GlobHor	Yatay küresel ışınım	EArray	Dizi çıkışındaki Efektik enerji
T Amb	Ortam sıcaklığı	E_Grid	Şebekeye enjekte edilen Enerji
GlobInc	Toplayıcı düzeyindeki global ışınım	EffArrR	Dizi çıkışı verim / kaba alan
GlobEff	IAM ve gölgelemeler için Küresel etki	EffSysR	Şebeke girişi verim / kaba alan

Şekil B.12 (devam): Antalya ili 30´ PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		06/06/18	Page 3/4

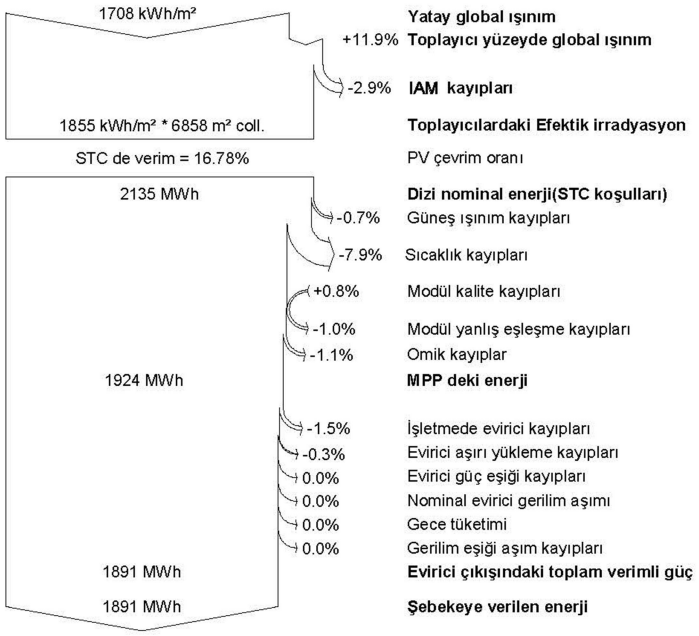
Şebeke Bağlantılı Sistem: Kayıp Diyagramı

Proje : **Korkuteli Antalya Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	30°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Tüm yıl kayıp diyagramı



Şekil B.12 (devam): Antalya ili 30′ PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		06/06/18	Page 4/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: P50-P90 hesaplar

Proje : **Korkuteli Antalya Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	30°	azimuth	0°	
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp	
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**	
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac	
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**	
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)				

Üretim tahminlerinin olasılıklarının değerlendirilmesi

Farklı yıllar için sistem üretim tahminlerinin olasılık dağılımı esas olarak bağımlıdır.
Simülasyon için kullanılan metot verileri ve aşağıdaki seçeneklere bağlıdır:

Meteo. veri kaynağı	MeteoNorm 7.1		
Meteo. verileri	Çeşit	Spesifik yıl	Yıl Sentetik
Belirtilen Sapma	Ortalamaya göre yıllık değişkenlik	0.0 %	
Yıldan yıla değişkenlik	Varyans	5.0 %	

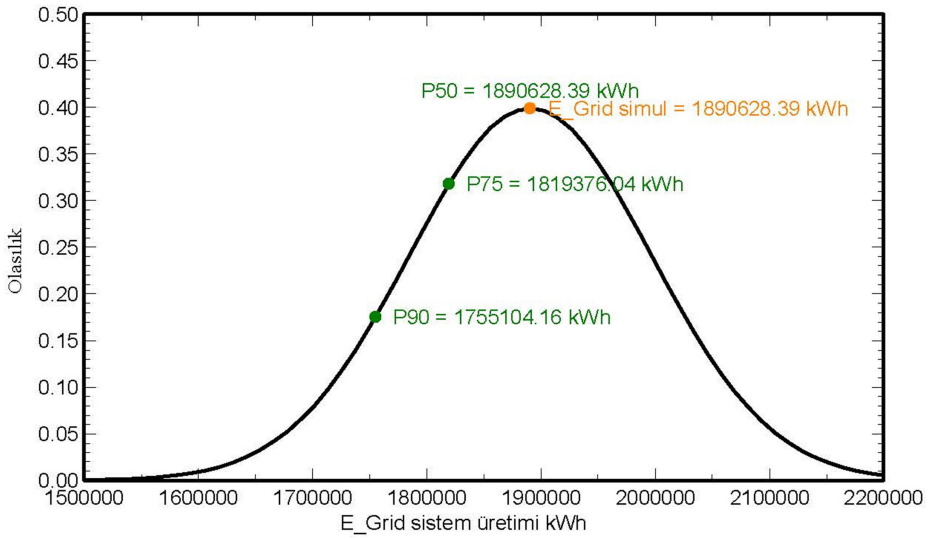
Olasılık dağılımı varyansı bazı sistem parametreleri belirsizliklerine de bağlıdır.

PV modül modelleme/parametre belirtilen sapma	2.0 %	
Evirici verimlilk belirsizliği	0.5 %	
Kirlenme ve uyumsızluk belirsizliği	1.0 %	
Degradrasyon belirsizliği	1.0 %	
Küresel değişkenlik (meteo + sistem)	Varyans 5.6 %	(ikinci derecede toplam)

Yıllık üretim olasılığı

Değişkenlik	**106 MWh**
P50	**1891 MWh**
P90	**1755 MWh**
P75	**1819 MWh**

Olasılık Dağılımı



Şekil B.12 (devam): Antalya ili 30′ PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		06/06/18	Page 1/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: Simülasyon parametreleri

Proje : **Edirne Şebeke Bağlantılı Proje**

Coğrafik konum	**Edirne**		Ülke	**Türkiye**
Durum	Enlem	41.0°N	Boylam	26.4°E
İlgili zaman	Zaman dilimi	UT+3	Rakım	49 m
	Albedo	0.20		
Meteorolojik data:	**Edirne** MeteoNorm 7.1 (2004-2010), Sat=100% - Sentetik			

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Simülasyon zamanı 06/06/18 17h29

Simülasyon parametreleri

Toplayıcı düzlem oryantasyonu	Eğim	30°	Azimuth	0°
Kullanılan model	Transpozisyon	Perez	Difüz	Perez, Meteonorm
Görüş	Açık Görüş			
Yakın Gölgeleme	Gölgeleme yok			

PV Dizi Karakteristikleri

PV Modül	Si-poly	Model	**CSUN270-60P**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	China Sunergy	
PV modül sayısı		Seri	22 modül	Paralel 192 strings
Toplam PV modül sayısı		Modül sayısı	4224 adet	Birim nominal güç 270 Wp
Dizi global gücü		Nominal (STC)	**1140 kWp**	İşletme esnasında 1033 kWp (50°C)
Dizi işletme karakteristikleri (50°C)		U mpp	622 V	I mpp 1660 A
Toplam alan		Modül alanı	**6858 m²**	

Inverter		Model	**SUN2000-36k TL**	
Özel parametreler tanımı		Üretici	Huawei Technologies	
Karakteristik		İşletme Voltajı	400-800 V	Birim nominal güç 40.0 kWac
Inverter paketi		İnverter sayısı	24 adet	Toplam güç 960 kWac

PV Dizi kaybı faktörleri

Termal Kayıp Faktörü		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s
Kablolama Omik kayıplar		Global array res.	6.3 mOhm	Kayıp küsürat 1.5 % at STC
Modül kalite kaybı				Kayıp küsürat -0.8 %
Modül uyuşmazlık kaybı				Kayıp küsürat 1.0 % at MPP
Insidans etkisi, ASHRAE parametrelendirme		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param. 0.05

Kullanıcı ihtiyacı : Sonsuz yük (şebeke)

Şekil B.13 : Edirne ili 30′ PVSyst analiz raporu.

Şebeke Bağlantılı Sistem: Ana sonuçlar

Proje : **Edirne Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

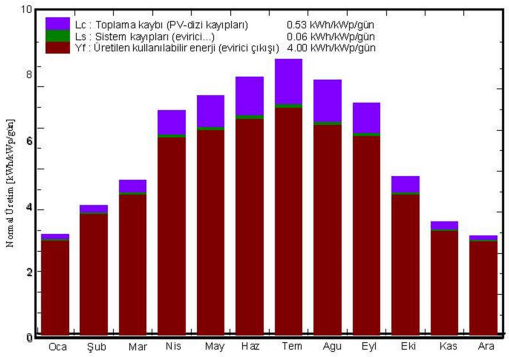
Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**		
PV Panel Eğimi	tilt	30°	azimuth	0°
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)			

Ana sistem sonuçları

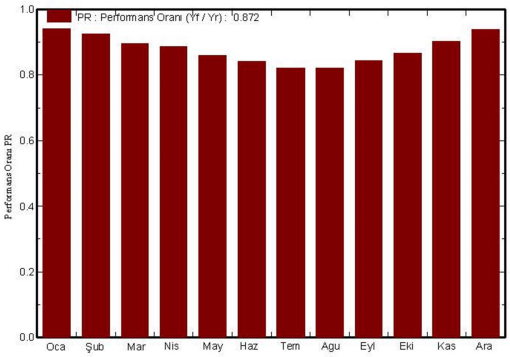
Sistem üretimi — **Üretilen Enerji 1667 MWh/year** — Spesifik ürt. 1462 kWh/kWp/year

Performans Oranı PR 87.2%

Normal üretimler (her bir kWp için): Nominal güç 1140 kWp



Performans Oranı PR



Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sonuçlar

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Ocak	52.0	3.70	80.2	77.7	87.6	86.2	15.92	15.67
Şubat	67.5	4.90	91.3	88.6	99.1	97.5	15.82	15.57
Mart	101.0	9.00	118.5	114.8	125.1	123.1	15.39	15.15
Nisan	150.3	13.10	164.4	159.6	167.2	164.8	14.83	14.61
Mayıs	179.9	18.70	178.3	172.6	177.2	174.6	14.50	14.28
Haziran	193.7	23.10	184.8	178.8	179.8	177.1	14.19	13.98
Temmuz	209.7	26.20	204.7	198.2	195.8	192.9	13.94	13.74
Ağustos	181.8	25.80	191.5	185.8	183.3	180.5	13.95	13.75
Eylül	143.6	20.00	172.4	167.7	170.9	168.4	14.45	14.24
Ekim	92.9	15.40	123.7	120.2	126.9	125.0	14.95	14.73
Kasım	58.9	9.80	87.0	84.4	92.5	91.1	15.52	15.27
Aralık	48.3	5.40	79.3	77.0	87.0	85.6	15.99	15.74
Yıllık	1479.6	14.65	1676.2	1625.5	1692.4	1666.9	14.72	14.50

Lejant:

GlobHor	Yatay küresel ışınım	EArray	Dizi çıkışındaki Efektik enerji
T Amb	Ortam sıcaklığı	E_Grid	Şebekeye enjekte edilen Enerji
GlobInc	Toplayıcı düzeyindeki global ışınım	EffArrR	Dizi çıkışı verim / kaba alan
GlobEff	IAM ve gölgelemeler için Küresel etki	EffSysR	Şebeke girişi verim / kaba alan

Şekil B.13 (devam): Edirne ili 30´ PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		06/06/18	Page 3/4

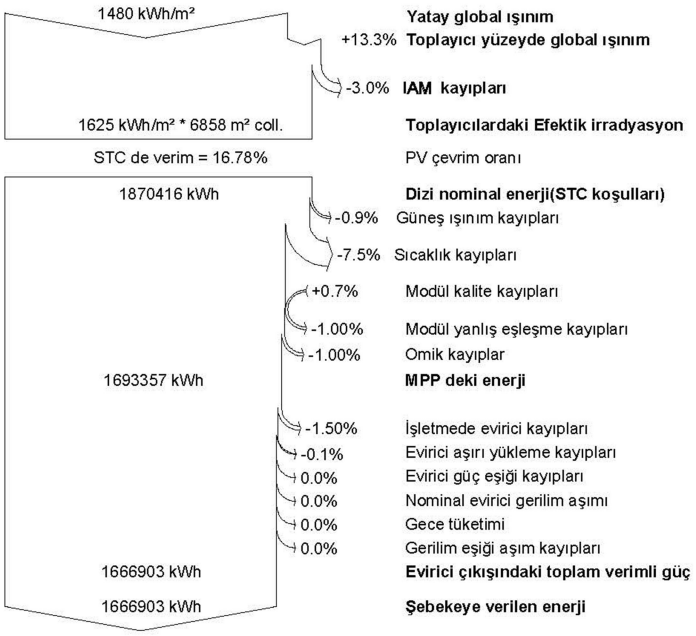
Şebeke Bağlantılı Sistem: Kayıp Diyagramı

Proje : **Edirne Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	30°	azimuth	0°
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)			

Tüm yıl kayıp diyagramı



Şekil B.13 (devam): Edirne ili 30´ PVSyst analiz raporu.

PVSYST V6.43		16/03/18	Page 4/4

Şebeke Bağlantılı Sistem: P50-P90 hesaplar

Proje : **Edirne Şebeke Bağlantılı Proje**

Simülasyon değişkenleri: Yeni simülasyon değişkenleri

Ana sistem parametreleri	Sistem Tipi	**Şebekeye bağlı**			
PV Panel Eğimi	tilt	30°	azimuth	0°
PV modül	Model	CSUN270-60P	Pnom	270 Wp
PV Dizisi	Modül adedi	4224	Pnom total	**1140 kWp**
Evirici	Model	SUN2000-36k TL	Pnom	40.0 kW ac
Evirici Paketi	Ürün adedi	24.0	Pnom total	**960 kW ac**
Kullanıcı ihtiyacı	Sonsuz Yük(Şebeke)			

Üretim tahminlerinin olasılıklarının değerlendirilmesi

Farklı yıllar için sistem üretim tahminlerinin olasılık dağılımı esas olarak bağımlıdır.
Simülasyon için kullanılan metot verileri ve aşağıdaki seçeneklere bağlıdır:

Meteo. veri kaynağı		MeteoNorm 7.1 (2004-2010), Sat=100%	
Meteo. verileri	Çeşit	Tanımsız	Yıl 1995
Belirtilen Sapma		Yıl ortalama 3.0%	
Yıldan yıla değişkenlik		Varyans 3.7%	

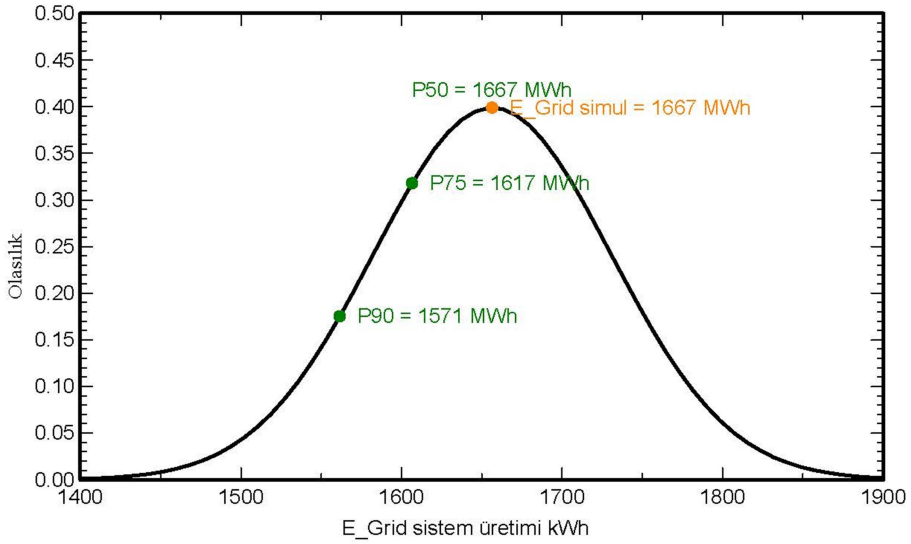
Olasılık dağılımı varyansı bazı sistem parametreleri belirsizliklerine de bağlıdır.

PV modül modelleme/parametre belirtilen sapma	2.0 %	
Evirici verimlilk belirsizliği	0.5 %	
Kirlenme ve uyumsızluk belirsizliği	1.0 %	
Degradrasyon belirsizliği	1.0 %	
Küresel değişkenlik (meteo + sistem)	Varyans 4.5 %	(ikinci derecede toplam)

Yıllık üretim olasılığı **Değişkenlik 74434 kWh**

P50 1666903 kWh
P90 1571457 kWh
P75 1616722 kWh

Olasılık Dağılımı



Şekil B.13 (devam): Edirne ili 30´ PVSyst analiz raporu.

EK C Farklı taksit seçenekleri ile Şanlıurfa GES projesi için yatırım analizleri.

Çizelge C.1 : %70 Kredi-%30 Özsermaye ve 25 taksit ile yapılacak Şanlıurfa GES proje yatırımının analiz detayları.

YILLAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Üretim P75 [kWh]	0,00	1965153,00	1933486,67	1919952,27	1886238,94	1873035,27	1859924,02	1846904,56	1833976,22	1821138,39	1808390,42	1795731,69	1783161,57
Toplam Gelir [USD]	0,00	261365,35	257153,73	255353,65	250869,78	249113,69	247369,90	245638,31	243918,84	242211,41	240515,93	89786,58	89158,08
Kurulum	1062616,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
İşl-Bakım	0,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00
Dağıtım	0,00	56991,45	56073,10	55680,58	54702,86	54319,94	53939,70	53562,13	53187,19	52814,88	52445,18	52078,06	51713,51
Toplam Gider [USD]	1062616,80	66991,45	66073,10	65680,58	64702,86	64319,94	63939,70	63562,13	63187,19	62814,88	62445,18	62078,06	61713,51
Kredi	743831,76	0,00	158708,32	158708,32	158708,32	158708,32	158708,32	158708,32	39677,24	0,00	0,00	0,00	0,00
Faiz+BSMV	0,00	0,00	99.038,66	48.013,10	39.517,04	30.368,91	20.518,60	9.912,31	726,78	0,00	0,00	0,00	0,00
Yıllık Kazanç	-318785,04	194373,90	32372,31	30964,75	27458,60	26085,43	24721,87	23367,86	141054,41	179396,52	178070,75	27708,52	27444,56
Toplam Kazanç	-318785,04	-124411,14	-92038,83	-61074,09	-33615,49	-7530,06	17191,81	40559,67	181614,07	361010,60	539081,35	566789,87	594234,43
Kümülatif Nakit Akışı	-318785,04	194373,90	226746,21	257710,95	285169,55	311254,98	335976,85	359344,71	500399,11	679795,64	857866,39	885574,91	913019,47
Geri Ödeme	-1062616,80	-868242,90	-776200,93	-634540,97	-487891,09	-333466,25	-170554,66	1609,21	181614,07	361010,60	539081,35	566789,87	594234,43

Çizelge C.1 (devam): %70 Kredi-%30 Özsermaye ve 25 taksit ile yapılacak Şanlıurfa GES proje yatırımının analiz detayları.

YILLAR	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Üretim P75 [kWh]	1770679,44	1758284,68	1745976,69	1733754,85	1721618,57	1709567,24	1697600,27	1685717,06	1673917,04	1662199,62	1650564,23	1639010,28	1627537,21
Toplam Gelir [USD]	88533,97	87914,23	87298,83	86687,74	86080,93	85478,36	84880,01	84285,85	83695,85	83109,98	82528,21	81950,51	81376,86
Kurulum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
İşl-Bakım	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00
Dağıtım	51351,52	50992,06	50635,11	50280,67	49928,70	49579,20	49232,15	48887,52	48545,31	48205,49	47868,06	47532,98	47200,25
Toplam Gider [USD]	61351,52	60992,06	60635,11	60280,67	59928,70	59579,20	59232,15	58887,52	58545,31	58205,49	57868,06	57532,98	57200,25
Kredi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Faiz+BSMV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yıllık Kazanç	27182,45	26922,17	26663,72	26407,07	26152,22	25899,16	25647,86	25398,33	25150,54	24904,49	24660,16	24417,53	24176,61
Toplam Kazanç	621416,89	648339,06	675002,78	701409,85	727562,08	753461,24	779109,10	804507,43	829657,97	854562,46	879222,62	903640,15	927816,76
Kümülatif Nakit Akışı	940201,93	967124,10	993787,82	1020194 ,89	1046347 ,12	1072246 ,28	1097894 ,14	1123292 ,47	1148443 ,01	1173347 ,50	1198007 ,66	1222425 ,19	1246601 ,80
Geri Ödeme	621416,89	648339,06	675002,78	701409,85	727562,08	753461,24	779109,10	804507,43	829657,97	854562,46	879222,62	903640,15	927816,76

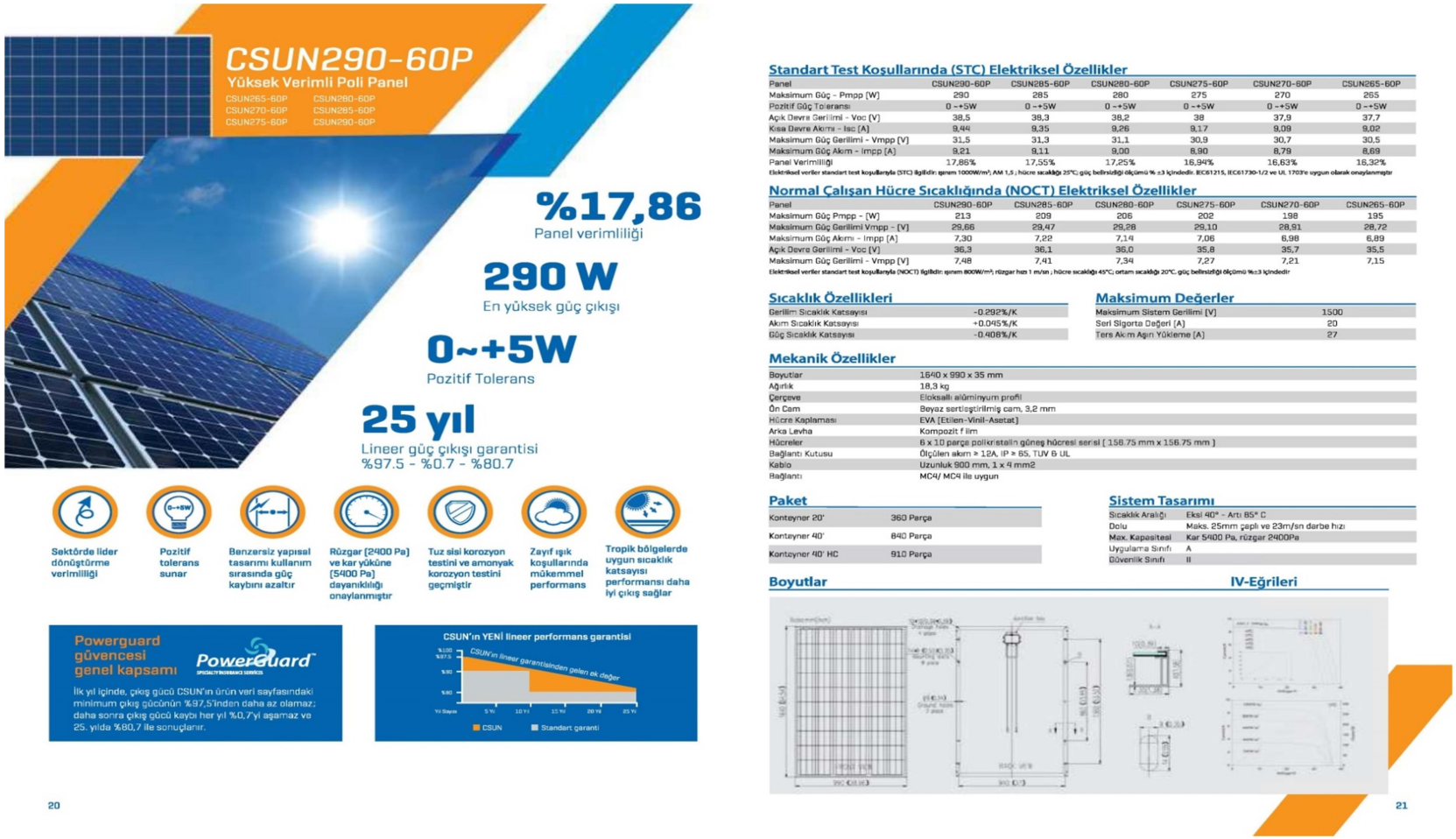
Çizelge C.2 : %70 Kredi-%30 Özsermaye ve 33 taksit ile yapılacak Şanlıurfa GES proje yatırımının analiz detayları.

YILLAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Üretim P75 [kWh]	0,00	1965153,00	1933486,67	1919952,27	1886238,94	1873035,27	1859924,02	1846904,56	1833976,22	1821138,39	1808390,42	1795731,69	1783161,57
Toplam Gelir [USD]	0,00	261365,35	257153,73	255353,65	250869,78	249113,69	247369,90	245638,31	243918,84	242211,41	240515,93	89786,58	89158,08
Kurulum	1062616,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
İşl-Bakım	0,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00
Dağıtım	0,00	56991,45	56073,10	55680,58	54702,86	54319,94	53939,70	53562,13	53187,19	52814,88	52445,18	52078,06	51713,51
Toplam Gider [USD]	1062616,80	66991,45	66073,10	65680,58	64702,86	64319,94	63939,70	63562,13	63187,19	62814,88	62445,18	62078,06	61713,51
Kredi	743831,76	0,00	130350,09	130350,08	130350,08	130350,08	130350,08	130350,08	130350,08	130350,08	32587,15	0,00	0,00
Faiz+BSMV		0,00	104056,79	53495,41	47353,89	40721,62	33559,35	25824,73	17472,05	8451,87	620,33	0,00	0,00
Yıllık Kazanç	-318785,04	194373,90	60730,54	59322,99	55816,84	54443,67	53080,11	51726,10	50381,57	49046,44	145483,60	27708,52	27444,56
Toplam Kazanç	-318785,04	-124411,14	-63680,60	-4357,62	51459,22	105902,89	158983,00	210709,10	261090,66	310137,11	455620,71	483329,23	510773,79
Kümülatif Nakit Akışı	-318785,04	194373,90	255104,44	314427,42	370244,26	424687,93	477768,04	529494,14	579875,70	628922,15	774405,75	802114,27	829558,83
Geri Ödeme	-1062616,80	-868242,90	-781219,06	-645041,41	-506228,38	-362156,25	-212285,41	-56033,96	107225,63	278170,29	455620,71	483329,23	510773,79

Çizelge C.2 (devam): %70 Kredi-%30 Özsermaye ve 33 taksit ile yapılacak Şanlıurfa GES proje yatırımının analiz detayları.

YILLAR	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Üretim P75 [kWh]	1770679,44	1758284,68	1745976,69	1733754,85	1721618,57	1709567,24	1697600,27	1685717,06	1673917,04	1662199,62	1650564,23	1639010,28	1627537,21
Toplam Gelir [USD]	88533,97	87914,23	87298,83	86687,74	86080,93	85478,36	84880,01	84285,85	83695,85	83109,98	82528,21	81950,51	81376,86
Kurulum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
İşl-Bakım	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00
Dağıtım	51351,52	50992,06	50635,11	50280,67	49928,70	49579,20	49232,15	48887,52	48545,31	48205,49	47868,06	47532,98	47200,25
Toplam Gider [USD]	61351,52	60992,06	60635,11	60280,67	59928,70	59579,20	59232,15	58887,52	58545,31	58205,49	57868,06	57532,98	57200,25
Kredi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Faiz+BSMV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yıllık Kazanç	27182,45	26922,17	26663,72	26407,07	26152,22	25899,16	25647,86	25398,33	25150,54	24904,49	24660,16	24417,53	24176,61
Toplam Kazanç	537956,25	564878,42	591542,14	617949,21	644101,44	670000,60	695648,46	721046,79	746197,33	771101,82	795761,98	820179,51	844356,12
Kümülatif Nakit Akışı	856741,29	883663,46	910327,18	936734,25	962886,48	988785,64	1014433,50	1039831,83	1064982,37	1089886,86	1114547,02	1138964,55	1163141,16
Geri Ödeme	537956,25	564878,42	591542,14	617949,21	644101,44	670000,60	695648,46	721046,79	746197,33	771101,82	795761,98	820179,51	844356,12

EK D Panel datasheeti.



Şekil D.1 : Panel datasheeti.

EK E Evirici datasheeti.

Smart String Inverter (SUN2000-36KTL)

HUAWEI



Smart

- 4 MPPTs for versatile adaptions to different layouts
- 8 strings intelligent monitoring and fast trouble-shooting
- Power Line Communication (PLC) supported
- Smart String I-V Diagnosis supported

Safe

- DC disconnect integrated, safe and convenient for maintenance
- Type II surge arresters for both DC and AC
- Ground fault protection
- Residual Current Monitoring Unit (RCMU) integrated inside

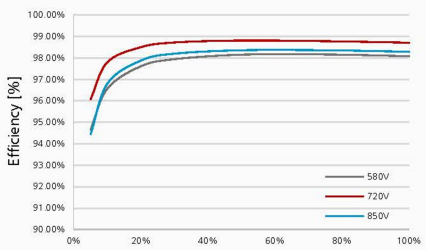
Efficient

- Max. efficiency 98.8%, European efficiency 98.6% (@480Vac)
- Max. efficiency 98.6%, European efficiency 98.4% (@380Vac / 400Vac)

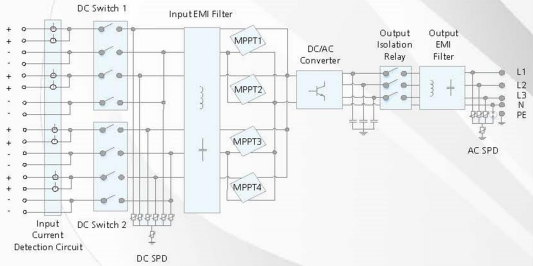
Reliable

- No need for external fans with natural cooling technology
- Protection rating of IP65

Efficiency Curve



Circuit Diagram



SUN2000-36KTL

Always Available for Highest Yields

http://solar.huawei.com

Şekil E.1 : Evirici datasheeti.

Smart String Inverter (SUN2000-36KTL)

HUAWEI

Technical Specifications	SUN2000-36KTL
	Efficiency
Max. Efficiency	98.8% @480Vac 98.6% @380Vac / 400Vac
European Efficiency	98.6% @480Vac 98.4% @380Vac / 400Vac
	Input
Max. DC Usable Power	40,800 W
Max. Input Voltage	1,100 V
Max. Current per MPPT	22 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	30 A
Min. Operating Voltage / Start Input Voltage	200 V / 250 V
Full Power MPPT Voltage Range	480 V ~ 850 V @380Vac / 400Vac 580V~850V @480Vac
MPPT Operating Voltage Range	200 V ~ 1000 V
Rated Input Voltage	620 V @380Vac / 400Vac 720V @480Vac
Max. Number of Inputs	8
Number of MPP Trackers	4
	Output
Rated AC Active Power	36,000 W
Max. AC Apparent Power	40,000 VA
Max. AC Active Power ($\cos\phi$=1)	Default 40,000W; 36,000W optional in settings
Rated Output Voltage	220V / 380V, 230V / 400V, default 3W+N+PE; 3W+PE optional in settings 277V/480V, 3W+PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Max. Output Current(@380V/400V/480V)	60.8 A / 57.8 A / 48.2 A
Adjustable Power Factor	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
	Protection
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-Islanding Protection	Yes
DC Reverse-Polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
Insulation Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
	Communication
Display	LED Indicators
USB / Bluetooth +APP	Yes
RS485	Yes
PLC	Yes
	General
Dimensions (W×H×D, with mounting plate)	930 × 550 × 283 mm (36.6 x 21.7 x 11.1 inches)
Weight	60 kg (132.3 lb.), without mounting plate 62 kg (136.7 lb.), with mounting plate
Operation Temperature Range	-25 °C ~ 60 °C (-13°F ~ 140°F)
Cooling	Natural Convection
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol Helios H4
AC Connector	Waterproof PG Terminal + OT Connector
Protection Rating	IP65
Topology	Transformerless
	Standards Compliance
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2
Grid Code	IEC 61727, IEC62116, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW 2008, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661/2007, RD 1699/2011, RD 413/2014, PO 12.3, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, PEA, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1

Always Available for Highest Yields

http://solar.huawei.com

Şekil E.1 (devam): Evirici Datasheeti.

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Günay TEKKALE

Doğum Tarihi ve Yeri : 12.10.1988 - BURSA

E-posta : gunaytekkale@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2010, Yıldız Teknik Ünivertesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2011-2012 Hochschule Offenburg'da Kojenerasyon'dan Trijenerasyon' geçiş projesinde çalıştı.
- 2012 den bu yana Futuro&Ambiente Gün.Rüz. En. Yatırımları firmasında İş Geliştirme Sorumlusu olarak çalışmaya devam ediyor.