



**KTO KARATAY  
ÜNİVERSİTESİ**

**T.C.**

**KTO Karatay Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**


**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı**

**TÜRKİYE’NİN 3.ISINIM BÖLGESİNDE FARKLI İLLERİN EVSEL  
ELEKTRİK İHTİYACININ ŞEBEKE BAĞLANTILI FOTOVOLTAİK  
SİSTEMLER İLE KARŞILANMASI**

**Tuba PULCU**

**KONYA  
KASIM-2016**

Fen Bilimleri Enstitü Onayı



Doç. Dr. Hüseyin Bekir YILDIZ  
Enstitü Müdürü

Bu tezli yüksek lisans tezinin yapılması gereken bütün gerekliliklerinin yerine getirdiğini onaylıyorum.



Doç. Dr. Atilla ÖZÜTOK  
Anabilim Dalı Başkanı

Tuba PULCU tarafından hazırlanan Türkiye'nin 3.İsınım Bölgesinde Farklı İllerin Evsel Elektrik İhtiyacının Şebeke Bağlantılı Fotovoltaik Sistemler ile Karşılanması başlıklı bu çalışma 21.11.2016 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jüri tarafından tezli yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



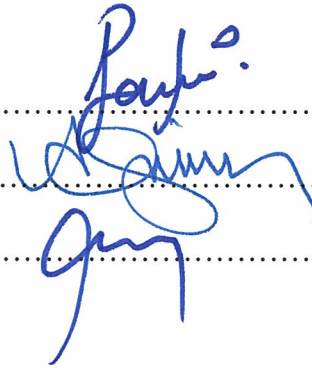
Yrd. Doç. Dr. S. Kamil AKIN  
Tez Danışmanı

Jüri Üyeleri

Başkan: Doç. Dr. M. Sami DÖNDÜREN.....

Üye: Yrd. Doç. Dr. Abdülkerim İLGÜN .....

Üye: Yrd. Doç. Dr. S. Kamil AKIN .....





## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak ve kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Tuba PULCU



## ÖZET

### TÜRKİYE’NİN 3.İSİNİM BÖLGESİNDE FARKLI İLLERİN EVSEL ELEKTRİK İHTİYACININ ŞEBEKE BAĞLANTILI FOTOVOLTAİK SİSTEMLER İLE KARŞILANMASI

PULCU, Tuba

Yüksek Lisans-İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. S. Kamil AKIN

Kasım 2016

Türkiye, güneş enerjisi bakımından yüksek bir kaynak varlığına sahiptir. Ülkemizde güneş enerjisi sistemlerinin geliştirilmesi için çalışmaların devam etmesine rağmen kullanım alanlarında sınırlılıklar bulunmaktadır. Bu çalışmada evsel elektrik ihtiyacının güneş panelleri ile karşılanmasına yönelik bir araştırma yapmak amaçlandı. Güneş enerjisi potansiyelinden yararlanma konusunda Türkiye'nin 3.ısınım bölgesinde, KOP projesinde yer alan Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illerinde günlük enerji tüketim ve günlük güneşlenme süresine göre sistemde kullanılması gereken panel sayısı, çevirici kapasitesi, çeviriciden kaynaklanan güç kayıpları, panellerin ürettiği günlük elektrik üretimi, aylık elektrik üretimi, net üretim, aylık net kazanç ve toplam kazanç hesapları yapıp her il için maliyet hesapları da yapıldıktan sonra amorti süreleri hesaplanmıştır. Isınma amaçlı ısı pompasının günlük kullanım enerjisi de eklenerek toplam günlük enerji tüketim değerine göre panel sayısı, çevirici kapasitesi hesaplanarak maliyet hesabı tablosu oluşturulmuştur. Seçilen panellerin ve invörterin birim fiyatına göre toplam maliyet hesaplandıktan sonra buna bağlı olarak amorti süreleri hesaplanmıştır. Isı pompasının günlük kullanım enerjisi eklendikten sonra panel sayısının artması ve çevirici kapasitesinin artması sonucunda toplam maliyet artmıştır. Buna rağmen amorti süresinde çok fazla değişiklik olmamıştır. Bunun sebebi ise panel sayısının artması sonucunda yıllık net kazancında artmış olmasıdır. Bu tip sistemler elektriğin tüketildiği yerde üretilmesi esasına dayanır. Şebeke bağlantılı fotovoltaik sistemler, konutlardaki elektrik talebinin bir kısmını ya da tamamını karşılar, fazla üretilen elektrik ise şebekeye satılır. Akü gerekli olmadığı için şebekeden bağımsız PV sistemdeki maliyete göre daha az bir maliyetle daha kısa sürede kendini amorti etmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş pili, güneş paneli, güneş enerjisi, Şebekeye bağlı PV sistemler.

## ABSTRACT

### TURKEY 3.EXPLORE FROM THE AREA NETWORKS OF DIFFERENT PROVINCES NEED DEPENDENT ELECTRICITY DOMESTIC PHOTOVOLTAIC SYSTEMS AND FULFILLMENT

PULCU, Tuba

M.Sc. Civil Engineering

Thesis Advisor: Yrd. Doç. Dr. S. Kamil AKIN

November 2016

Turkey has a high resource availability for solar energy. Despite the continuation of efforts to develop solar energy systems in our country, there are limitations on their usage areas. In this study, it was aimed to carry out a research for meeting the need of domestic electricity with solar panels. The number of panels to be used in the system in terms of daily energy consumption and sunshine duration in Konya, Karaman, Aksaray and Niğde provinces in the 3 rd district of Turkey in terms of utilizing the solar energy potential, power losses due to inverter, Electricity generation, monthly electricity generation, net production, monthly net earnings and total earnings are calculated and the amortization periods are calculated after cost calculations are made for each province. By adding the daily usage energy of the heat pump for heating purposes, a cost account table was created by calculating the panel number and converter capacity according to the total daily energy consumption value. After calculating the total cost according to the unit prices of the selected panellists and inverters, depreciation periods are calculated accordingly. After the heat pump's daily use energy has been added, the total cost has increased as the number of panels increases and the converter capacity increases. Despite this, there has not been much change in the amortization schedule. The reason for this is the increase in annual net income as a result of the increase in the number of panels. Such systems are based on the principle that electricity is consumed where it is consumed. Grid-connected photovoltaic systems meet some or all of the electricity demand in the houses, and the excess electricity is sold to the grid. Since the battery is not needed, the independent PV system has paid off in less time with less cost than the cost of the PV system.

**Key Words:** Solar cell, solar panel, solar energy, grid-connected PV systems.

## TEŐEKKÖR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Yrd. Doç. Dr. S. Kamil AKIN'a ve kıymetli tecrübelerinden faydalandığım KTO Karatay Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine teőekkürü bir borç bilirim.

Tuba PULCU

Kasım-2016



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	ivi
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR	xvi
SEMBOL LİSTESİ	xvii
1. GİRİŞ	1
2. GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMİ	2
2.1. Güneş Pilleri (Fotovoltaik Hücreler)	4
2.2. Güneş Pillerinin Yapısı	5
2.3. Güneş Pillerinin Çalışması	6
2.4. Güneş Takip Sistemleri	8
2.5. Aküler	9
2.6. Çeviriciler	10
2.7. Şarj Regülatörleri	11
2.8. Diğer Sistem Elemanları	11
3. FOTOVOLTAİK SİSTEM TÜRLERİ	12
3.1. Bağımsız PV Sistemler	12
3.2. Şebeke Bağlantılı PV Sistemler	14
4. GÜNEŞ PANELLERİNİN YERLEŞTİRİLMESİ	15
5. FOTOVOLTAİK SİSTEM TASARIMINDA KULLANILAN PARAMETRELER	16
5.1. KOP Bölgesi için Hesaplamalar	19
5.2. Konya İli için Şebeke Bağlantılı Hesaplamalar	20
5.2.1. Sistemde Kullanılacak Güneş Panellerinin Sayısının Belirlenmesi	22
5.2.2. Sistemde Bulunması Gereken Çevirici Kapasitesinin Hesaplanması	22
5.2.3. Sistemde Bulunan Çeviriciden Kaynaklanan Güç Kayıpları	23

5.2.4. Sistemde Yüzey Kirliliğinden Oluşabilecek Güç Kayıplarının Bulunması	24
5.3. Karaman İli için Şebeke Bağlantılı Hesaplamalar	28
5.3.1. Sistemde Kullanılacak Güneş Panellerinin Sayısının Belirlenmesi	29
5.3.2. Sistemde Bulunması Gereken Çevirici Kapasitesinin Hesaplanması	30
5.3.3. Sistemde Bulunan Çeviriciden Kaynaklanan Güç Kayıpları	30
5.3.4. Sistemde Yüzey Kirliliğinden Oluşabilecek Güç Kayıplarının Bulunması	31
5.4. Aksaray İli için Şebeke Bağlantılı Hesaplamalar	34
5.4.1. Sistemde Kullanılacak Güneş Panellerinin Sayısının Belirlenmesi	35
5.4.2. Sistemde Bulunması Gereken Çevirici Kapasitesinin Hesaplanması	36
5.4.3. Sistemde Bulunan Çeviriciden Kaynaklanan Güç Kayıpları	36
5.4.4. Sistemde Yüzey Kirliliğinden Oluşabilecek Güç Kayıplarının Bulunması	37
5.5. Niğde İli için Şebeke Bağlantılı Hesaplamalar	40
5.5.1. Sistemde Kullanılacak Güneş Panellerinin Sayısının Belirlenmesi	41
5.5.2. Sistemde Bulunması Gereken Çevirici Kapasitesinin Hesaplanması	42
5.5.3. Sistemde Bulunan Çeviriciden Kaynaklanan Güç Kayıpları	42
5.5.4. Sistemde Yüzey Kirliliğinden Oluşabilecek Güç Kayıplarının Bulunması	43
5.6. Konya İli için Şebekeden Bağımsız Hesaplamalar	46
5.6.1. Sistemde Bulunması Gereken Akü Sayısı	46
5.6.2. Sistemde Bulunması Gereken Akü Şarj Cihazının Kapasitesinin Hesaplanması	47
5.7. Karaman İli için Şebekeden Bağımsız Hesaplamalar	50
5.7.1. Sistemde Bulunması Gereken Akü Sayısı	50
5.7.2. Sistemde Bulunması Gereken Akü Şarj Cihazının Kapasitesinin Hesaplanması	51
5.8. Aksaray İli için Şebekeden Bağımsız Hesaplamalar	54
5.8.1. Sistemde Bulunması Gereken Akü Sayısı	54
5.8.2. Sistemde Bulunması Gereken Akü Şarj Cihazının Kapasitesinin Hesaplanması	55
5.9. Niğde İli için Şebekeden Bağımsız Hesaplamalar	58
5.9.1. Sistemde Bulunması Gereken Akü Sayısı	58
5.9.2. Sistemde Bulunması Gereken Akü Şarj Cihazının Kapasitesinin Hesaplanması	59
5.10. Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illeri için Şebeke Bağlantılı Çizelge 5,2'ye göre 102 Panel için Toplam Kazanç Tablosu	62
5.11. Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illeri için Şebekeden Bağımsız Çizelge 5,2'ye göre 102 Panel için Toplam Kazanç Tablosu	66



6. ŞEBEKE BAĞLANTILI MALİYET HESABI	70
7. ŞEBEKEDEN BAĞIMSIZ MALİYET HESABI	85
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	90
KAYNAKÇA	94
ÖZGEÇMİŞ	96

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.1. Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerleri	17
Çizelge 5.2. Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerleri	18
Çizelge 5.3. Konya İli Tuzlukçu İlçesi Çizelge 5.1'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	26
Çizelge 5.4. Konya İli Tuzlukçu İlçesi Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	27
Çizelge 5.5. Karaman İli Kazımkarabekir İlçesi Çizelge 5.1'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	32
Çizelge 5.6. Karaman İli Kazımkarabekir İlçesi Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	33
Çizelge 5.7. Aksaray İli Sarıyahşi İlçesi Çizelge 5.1'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	38
Çizelge 5.8. Aksaray İli Sarıyahşi İlçesi Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	39
Çizelge 5.9. Niğde İli Bor İlçesi Çizelge 5.1'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	44
Çizelge 5.10. Niğde İli Bor İlçesi Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	45
Çizelge 5.11. Konya İli Tuzlukçu İlçesi Çizelge 5.1'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	48
Çizelge 5.12. Konya İli Tuzlukçu İlçesi Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	49
Çizelge 5.13. Karaman İli Kazımkarabekir İlçesi Çizelge 5.1'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	52
Çizelge 5.14. Karaman İli Kazımkarabekir İlçesi Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	53

Çizelge 5.15. Aksaray İli Sarıyahşi İlçesi Çizelge 5.1'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	56
Çizelge 5.16. Aksaray İli Sarıyahşi İlçesi Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	57
Çizelge 5.17. Niğde İli Bor İlçesi Çizelge 5.1'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	60
Çizelge 5.18. Niğde İli Bor İlçesi Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç	61
Çizelge 5.19. Konya İli Tuzlukçu İlçesi Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç	62
Çizelge 5.20. Karaman ili Kazımkarabekir İlçesi için Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç	63
Çizelge 5.21. Aksaray ili Sarıyahşi İlçesi için Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç	64
Çizelge 5.22. Niğde ili Bor İlçesi için Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç	65
Çizelge 5.23. Konya İli Tuzlukçu İlçesi Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç	66
Çizelge 5.24. Karaman ili Kazımkarabekir İlçesi için Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç	67
Çizelge 5.25. Aksaray ili Sarıyahşi İlçesi için Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç	68
Çizelge 5.26. Niğde ili Bor İlçesi için Çizelge 5.2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç	69
Çizelge 6.1. Çizelge 5.1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı	70
Çizelge 6.2. Çizelge 5.1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı	71
Çizelge 6.3. Çizelge 5.1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı	72

Çizelge 6.4. Çizelge 5.1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı	73
Çizelge 6.5. Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı	74
Çizelge 6.6. Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı	75
Çizelge 6.7. Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı	76
Çizelge 6.8. Çizelge 5.1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illerinin Toplam Kazanç Tablosu	77
Çizelge 6.9. Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illerinin Toplam Kazanç Tablosu	80
Çizelge 6.10. Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre 102 panel sayısı için maliyet hesabı	83
Çizelge 6.11. Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre 102 panel sayısı için hesaplanan Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illerinin Toplam Kazanç Tablosu	84
Çizelge 7.1. Çizelge 5.1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına, akü sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı	85
Çizelge 7.2. Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına, akü sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı	87
Çizelge 7.3. Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına, akü sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı	88
Çizelge 7.4. Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre 102 panel sayısı için maliyet hesabı	89



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Türkiyenin Güneşlenme Haritası	3
Şekil 2.2. Güneş pili, hücre, modül ve panel	5
Şekil 2.3. Fotovoltaik hücre yapısı ve fotovoltaik olay	6
Şekil 2.4. Fotovoltaik Pilin Çalışması	7
Şekil 2.5. Güneşi Tek Eksende İzleyen Panelin Hareketi	8
Şekil 2.6. Güneşi İki Eksende İzleyen Panelin Hareketi	9
Şekil 2.7. İnverter Bağlanma Şekli	10
Şekil 3.1. Bağımsız fotovoltaik sistem örneği	12
Şekil 3.2. Direk bağlı, bağımsız fotovoltaik sistem	12
Şekil 3.3. Akü grubu depolamalı, bağımsız fotovoltaik sistem	13
Şekil 3.4. Şarj kontrollü ve akü grubu depolamalı bağımsız fotovoltaik sistem	13
Şekil 3.5. A.A ve D.A yük barındıran bağımsız fotovoltaik sistem	14
Şekil 3.6. Şebeke bağlantılı sistem	15
Şekil 4.1. Panellerin yerleştirilmesi	15
Şekil 5.1. KOP bölgesi illeri haritası	19
Şekil 5.1.1. Güneşlenme saatleri	20
Şekil 5.2. Konya ili haritası	20
Şekil 5.2.1. Konya ili güneş enerjisi potansiyel atlası	21
Şekil 5.2.2. Konya ili tuzlukçu ilçesi güneşlenme süreleri	21

Şekil 5.3. Karaman ili haritası	28
Şekil 5.3.1. Karaman ili güneş enerjisi potansiyel atlası	28
Şekil 5.3.2. Karaman ili kazımkarabekir ilçesi güneşlenme süreleri	29
Şekil 5.4. Aksaray ili haritası	34
Şekil 5.4.1. Aksaray ili güneş enerjisi potansiyel atlası	34
Şekil 5.4.2. Aksaray ili sarıyahşi ilçesi güneşlenme süreleri	35
Şekil 5.5. Niğde ili haritası	40
Şekil 5.5.1. Niğde ili güneş enerjisi potansiyel atlası	40
Şekil 5.5.2. Niğde ili bor ilçesi güneşlenme süreleri	41
Şekil 6.1. Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği	70
Şekil 6.2. Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği	71
Şekil 6.3. Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği	72
Şekil 6.4. Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği	73
Şekil 6.5. Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği	74
Şekil 6.6. Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği	75
Şekil 6.7. Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği	76
Şekil 6.8. Konya Toplam Kazanç Grafiği	77
Şekil 6.9. Karaman Toplam Kazanç Grafiği	78
Şekil 6.10. Aksaray Toplam Kazanç Grafiği	78
Şekil 6.11. Niğde Toplam Kazanç Grafiği	79
Şekil 6.12. Konya Toplam Kazanç Grafiği	80
Şekil 6.13. Karaman Toplam Kazanç Grafiği	81
Şekil 6.14. Aksaray Toplam Kazanç Grafiği	81
Şekil 6.15. Niğde Toplam Kazanç Grafiği	82
Şekil 6.16. Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği	83



Şekil 7.1. Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği	85
Şekil 7.2. Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği	87
Şekil 7.3. Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği	88
Şekil 7.4. Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği	89

## KISALTMALAR

### Kısaltmalar Açıklama

A	Amper
DMİ	Devlet meteoroloji işleri genel müdürlüğü
EİE	Elektrik işleri etüt idaresi
J	Joule
K	Kelvin
KWh	Kilo watt saat
PV	Fotovoltaik
V	Volt
W	Watt

## SEMBOL LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
$c$	Işığın boşluktaki hızı (m/s)
$E$	Foton Enerjisi (ev)
$f$	Şebeke frekansı (Hz)
$h$	Planck sabiti (J/s)
$I$	Devreden geçen akım (A)
$I$	Yıllık toplam ışıma miktarı ( $\text{kW/m}^2$ )
$T$	Sıcaklık (K)
$V$	Devre Üzerine Düşen Voltaj (V)
$\lambda$	Dalga boyu (nm)
\$	Dolar

## 1. GİRİŞ

Enerji, günlük yaşamımızı etkileyen ve biçimlendiren en önemli faktörlerdendir. Su ve gıda gibi temel yaşam ihtiyaçlarının elde edilmesi ve taşınması da enerjiyle olmaktadır. Bu nedenle, enerjinin kaliteli ve kesintisiz olması temel bir ihtiyaçtır.

Artan yakıt fiyatları, çevre kirliliği ve sera gazları gibi sebeplerden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneliş hızlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları kendilerini devamlı yeniledikleri için tükenmezler. Yenilenebilir enerji kaynaklarının bir diğer avantajı da çevre dostu olmalarıdır. Buna karşın, fosil yakıtların kullanılmasıyla CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> ve (NO)<sub>x</sub> gibi gazlar açığa çıkmaktadır. Bu gazlar da insan sağlığını ve çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisinin, çevreyi kirletmemesi, hammadde maliyeti olmaması, ülkenin kendi kaynağı olup dışa bağımlılık yaratmaması gibi avantajları ile de öne çıkmaktadır [1].

Türkiye, güneş enerjisi bakımından yüksek bir kaynak varlığına sahiptir. Ülkemizde güneş enerjisi sistemlerinin geliştirilmesi için çalışmaların devam etmesine rağmen kullanım alanlarında sınırlılıklar bulunmaktadır.

Bu çalışmada evsel elektrik ihtiyacının güneş panelleri ile karşılanmasına yönelik bir araştırma yapmak amaçlandı. Güneş enerjisi potansiyelinden yararlanma konusunda Türkiye'nin 3. ısı bölgesinde yer alan Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illerinde günlük enerji tüketim ve günlük güneşlenme süresine göre sistemde kullanılması gereken panel sayısı, çevirici kapasitesi, çeviriciden kaynaklanan güç kayıpları, panellerin ürettiği günlük elektrik üretimi, aylık elektrik üretimi, net üretim, aylık net kazanç ve toplam kazanç hesapları yapıp her il için maliyet hesaplarında yapıldıktan sonra amorti süreleri hesaplanmıştır.

4628 sayılı Kanununun 3 üncü maddesinin üçüncü fıkrası kapsamında kurulacak yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri için başvuru yapılması, izin verilmesi, denetim yapılması ile teknik ve mali usul ve esaslar, Bakanlık, İçişleri Bakanlığı ve DSİ'nin görüşleri alınarak EPDK tarafından çıkartılacak bir yönetmelikle düzenlenir.

Bu madde kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten gerçek ve tüzel kişiler; ihtiyaçlarının üzerinde ürettikleri elektrik enerjisini dağıtım sistemine vermeleri halinde, I sayılı Cetveldeki fiyatlardan on yıl süre ile faydalanabilir. Bu kapsamda dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisinin perakende satış lisansını haiz ilgili dağıtım şirketi tarafından satın alınması zorunludur. İlgili şirketlerin bu madde gereğince satın aldıkları elektrik enerjisi, söz konusu dağıtım şirketlerce YEK Destekleme Mekanizması kapsamında üretilmiş ve sisteme verilmiş kabul edilir [2].

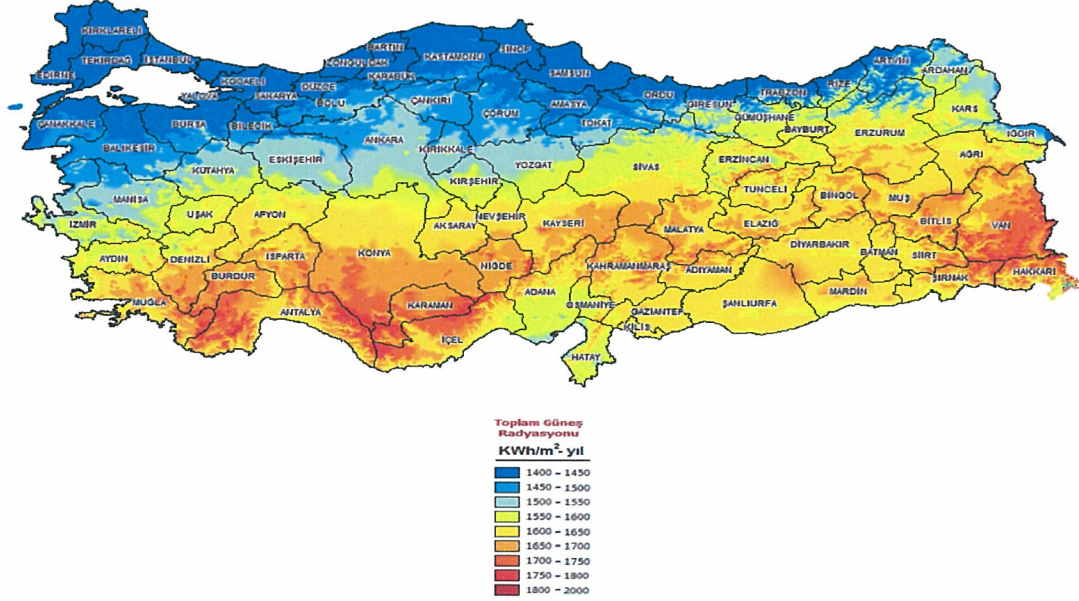
## 2. GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMİ

Güneş dünya ve içindeki canlılar için en önemli enerji kaynağıdır. Dünyada kullanılmakta olan doğal enerji kaynaklarının kökeni güneş enerjisidir. Güneş, kendisini oluşturan maddelerin birbirlerini çekmeleri sonucunda oluşmuştur. Evrensel toz bulutlarındaki parçacıkların birbirlerini kütle çekimiyle çekmesi sonucu oluşan yoğunlaşma ile birbirlerine doğru yaklaşan ve yaklaşırken de hızlanan parçacıklar, kütle çekim enerjisini kinetik enerjiye dönüştürerek güneş sıcaklığının artmasına yol açmışlardır. Bu sıcaklıklardaki çekirdeksel tepkimeler sonucu oluşan ışınlamaların ortaya çıkarttığı basınç, güneşin daha fazla yoğunlaşarak çökmesini engellemiş ve güneşin bugünkü boyutlarını oluşturmuştur.

Güneş içerisinde barındırdığı hidrojen ve helyum gazlarından oluşmaktadır. Güneş'in mevcut yüksek sıcaklığından dolayı füzyon tepkimesiyle hidrojenler birleşerek helyuma dönüşürler ve bu tepkime sonucu çok yüksek oranda bir enerji açığa çıkar. Bu enerji ısı ve ışık enerjisi olarak uzaya yayılmaktadır. Bu yayılan enerjinin bir bölümü de dünyaya ulaşmakta ve bu enerji hayatın devamlılığını sağlamaktadır. Güneşten dünyaya ulaşan enerji miktarı yıllık  $4 \times 10^{18}$  Joule kadardır. Dünya'ya gelen bu ışınımın enerji miktarı  $1300-1400 \text{ Watt/m}^2$  arasında değişmektedir. Bu enerjinin yaklaşık %20'si atmosfer tarafından yansıtılmakta veya yutulmaktadır. Bu durumda yeryüzüne ulaşabilen enerji miktarı açık ve güneşli bir havada en çok  $1000 \text{ W/m}^2$  olabilmektedir [3].



Türkiye'nin, dünya üzerindeki konumu itibariyle güneş enerjisinden faydalanma açısından avantajlı durumda olduğu söylenilebilir. Bu konuda Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE)'nin hazırladığı Türkiye'nin güneşlenme haritası Şekil 2.1'de verilmiştir [4].



Şekil 2.1. Türkiye'nin güneşlenme haritası [4].

Ülkemizde EİE ve DMI'nin yaptığı ölçümler neticesinde günlük güneşlenme sürelerinin en fazla yaz aylarında olduğu ve ortalama 11 saat civarında seyrettiği tespit edilmiştir. Buna paralel olarak metrekare başına düşen güneş ışınımı miktarı da yaz aylarında ortalama 6.30 kWh/m<sup>2</sup> ile en fazla oranda gerçekleşmektedir [4].

Güneşten gelen ışık foton enerjisine sahiptir. Foton enerjisi atomların en son enerji düzeyinde bulunan elektronlara etki ederek onları harekete geçirmektedir.

Foton enerjisi;

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} \quad (2.1)$$

ile bulunmaktadır. Burada “λ” dalga boyu, “c” ışığın hızı (c=2,99792458.10<sup>8</sup>m/s),

“h” Planck sabiti (h=6,6260755.10<sup>-34</sup>J/s) olarak verilmektedir.



Buna bağı olarak ışığın dalga boyuna göre taşıdığı foton enerjisi 13,59 eV olduğu durumda hidrojen atomunun ilk orbitalinde bulunan atomların, diğer orbitallere geçişi sağlanmaktadır.

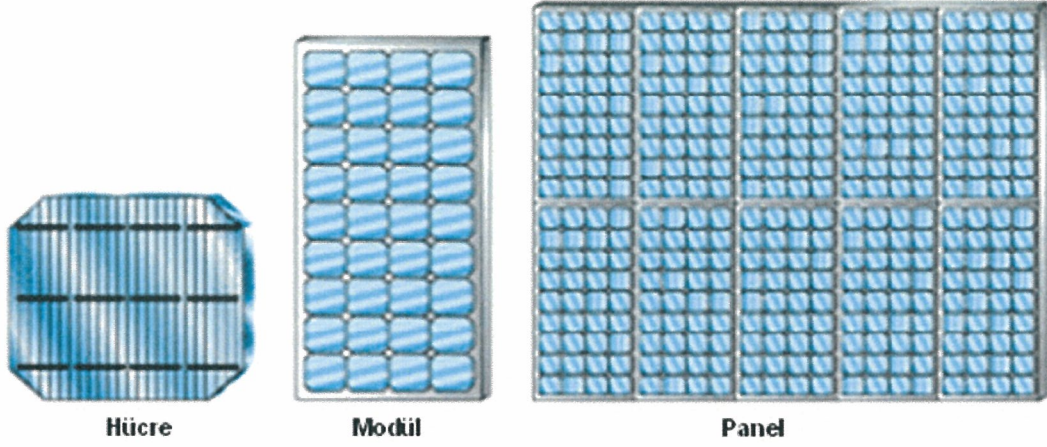
Güneş pillerinin çalışma prensibi; “Güneş ışınımının sahip olduğu enerji, pillerin yapısını oluşturan atomlarının son yörüngesindeki elektronları hareketlendirerek pillerin elektrik üretmesini sağlamaktadır.” olarak açıklanmaktadır [5].

### **2.1. Güneş Pilleri (Fotovoltaik Hücreler)**

Fotovoltaik terimi “foto” ve “volta” kelimelerinden oluşmaktadır. Foto “ışık”, Volta ise elektrik birimi olarak kullanılmaktadır. Fotovoltaik “güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirme” anlamına gelmektedir. Fotovoltaikler için kullanılan ortak kısaltma PV’dir.

Fotovoltaik hücrelerin tarihsel gelişimine bakıldığında ilk olarak 1839 yılında Antoine-Cesar Becquerel tarafından kimyasal yapıdaki bir bataryanın güneş ışığına maruz kaldığında üzerine gelen ışınımın %1’i oranında gerilim ürettiği görülmüştür. Daha sonra Willoughby Smith tarafından selenyum maddesinin güneşe karşı hassas olduğu keşfedilmiştir. Bundan sonra 1877 yılında selenyum maddesine güneş ışığı etki ettiğinde akım üretebildiği gözlemlenmiştir. 1880’lerde Charles Fritts altın kaplama selenyum ile %1 verimli ilk güneş hücresini yapmıştır. Bu buluşun güneş pilleri açısından bir dönüm noktası olduğu söylenebilir. Daha sonraki süreçte güneş pillerinde gelişim ve dolayısıyla verimlilik artmıştır. 1954 yılında yarı iletken teknolojisi kullanılarak üretilen %4 verimli ilk silikon fotovoltaik hücrenin üretilmesi güneş pilleri açısından büyük gelişmeleri beraberinde getirmiştir [6]. Sonraki yıllarda güneş pillerinin verimlilikleri sürekli olarak artarak, laboratuvar şartlarında silikon yapılu güneş pillerinin verimlilikleri %25 seviyelerine ulaşmıştır.

Güç çıkışı artırmak için, Şekil 2.2’de görüldüğü gibi çok sayıdaki hücreler seri veya paralel bağlanarak modülleri, modüller birleştirilerek panelleri, paneller birleştirilerek solar dizisi elde edilir [4].



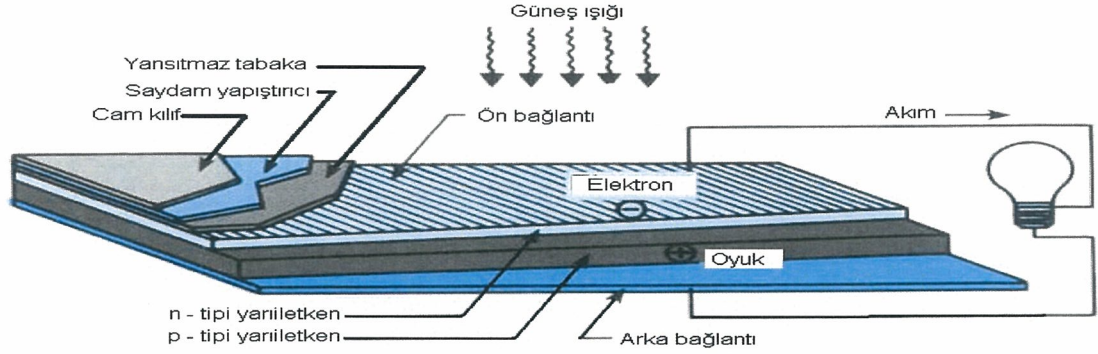
**Şekil 2.2.** Güneş pili, Hücre, Modül, Panel [5].

Fotovoltaik hücreler üretim yapısına bağlı olarak güneş enerjisi, % 5 ile % 20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir. Hücrelerin üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında bir potansiyel fark (gerilim) oluşur. Bu hücrelerden elde edilen elektrik enerjisinin kaynağı, panellerin yüzeyine gelen güneş enerjisidir [6].

## **2.2. Güneş Pillerinin Yapısı**

Güneş pilleri (fotovoltaik piller), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddelerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm<sup>2</sup> civarında, kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm arasındadır. Güneş pilleri fotovoltaik ilkeye dayalı olarak çalışırlar [4].

Güneş pilleri birçok farklı maddeden üretilmektedir. Günümüzde en çok kullanılan yarı iletkenler; Kristal Silisyum, Amorf Silisyum, Galyum Arsenit, Kadmiyum Tellürid, Bakır İndiyum Diseleneid'tir [3]. Elektronik sanayisinin en önemli malzemelerinden olan silisyum kristali, bugün güneş pillerinin çoğunluğunun üretiminde kullanılmaktadır. Silisyum, teknolojik önemi nedeni ile en iyi bilinen yarı-iletken malzemelerden biridir.



Şekil 2.3. Fotovoltaik hücre yapısı ve fotovoltaik olay [7].

“n” tipi ve “p” tipi yarıiletken maddeler geniş bir yüzeyde birleştirilirse p/n eklemi oluşur. Yapımı ve çalışması açısından diyotlara benzeyen güneş pillerinin uyarılması ışıkla sağlanıp elektrik akımı ve dolayısıyla elektromotor kuvveti meydana gelir. Hücre yapısı ve fotovoltaik olay Şekil 2.3’te görülmektedir [7].

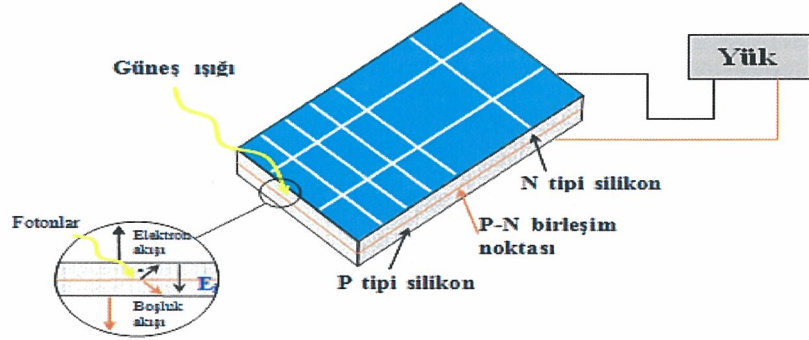
### 2.3. Güneş Pillerinin Çalışması

Güneş pilleri de, yarıiletken maddelerden yapılırlar. Yarı iletken özellik gösteren birçok madde arasında güneş pili yapmak için en elverişli olanlar, silisyum, galyum arsenit, kadmiyum tellür gibi maddelerdir. Yarı iletken maddelerin güneş pili olarak kullanılabilmesi için n ya da p tipi katkıları gereklidir. Katkılama, saf yarı iletken eriyik içerisine istenilen katkı maddelerinin kontrollü olarak eklenmesiyle yapılır. Elde edilen yarı iletkenin n ya da p tipi olması katkı maddesine bağlıdır. En yaygın güneş pili maddesi olarak kullanılan silisyumdan n tipi silisyum elde etmek için silisyum eriyiğine periyodik cetvelin 5. grubundan bir element, örneğin fosfor eklenir. Silisyum’ un dış yörüngesinde 4, fosforun dış yörüngesinde 5 elektron olduğu için, fosforun fazla olan tek elektronu kristal yapıya bir elektron verir. Bu nedenle V. grup elementlerine "verici" ya da "n tipi" katkı maddesi denir.

P tipi silisyum elde etmek için ise, eriyiğe 3. gruptan bir element (alüminyum, indiyum, bor gibi) eklenir. Bu elementlerin son yörüngesinde 3 elektron olduğu için kristalde bir elektron eksikliği oluşur, bu elektron yokluğuna hol ya da boşluk denir ve pozitif yük taşıdığı varsayılır.



Bu tür maddelere de "p tipi" ya da "alıcı" katkı maddeleri denir. P ya da n tipi ana malzemenin içerisine gerekli katkı maddelerinin katılması ile yarı iletken eklemeler oluşturulur. N tipi yarı iletkenlerde elektronlar, p tipi yarı iletkenlerde holler çoğunluk taşıyıcısıdır. P ve n tipi yarı iletkenler bir araya gelmeden önce, her iki madde de elektriksel bakımdan nötrdür. Yani p tipinde negatif enerji seviyeleri ile hol sayıları eşit, n tipinde pozitif enerji seviyeleri ile elektron sayıları eşittir. PN eklemesi oluştuğunda, n tipindeki çoğunluk taşıyıcısı olan elektronlar, p tipine doğru akım oluştururlar. Bu olay her iki tarafta da yük dengesi oluşana kadar devam eder. PN tipi maddenin ara yüzeyinde, yani eklem bölgesinde, P bölgesi tarafında negatif, N bölgesi tarafında pozitif yük birikir. Bu eklem bölgesine "geçiş bölgesi" ya da "yükten arındırılmış bölge" denir. Bu bölgede oluşan elektrik alan "yapısal elektrik alan" olarak adlandırılır. Yarı iletken eklemesinin güneş pili olarak çalışması için eklem bölgesinde fotovoltaj dönüşümünün sağlanması gerekir. Bu dönüşüm iki aşamada olur, ilk olarak, eklem bölgesine ışık düşürülerek elektron-boşluk çiftleri oluşturulur, ikinci olarak ise, bunlar bölgedeki elektrik alan yardımıyla birbirlerinden ayrılır [4].

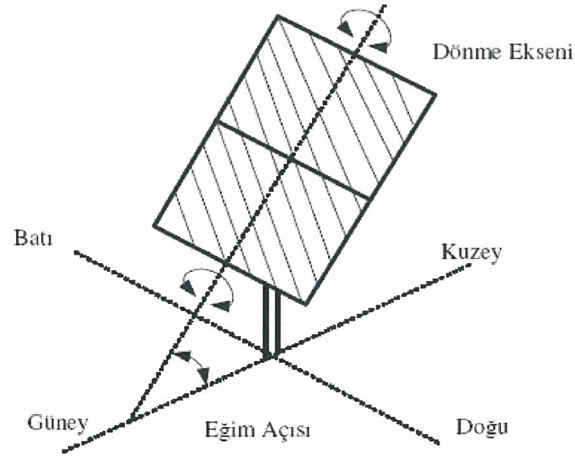


**Şekil 2.4.** Fotovoltaj pilin çalışması [8].

## 2.4. Güneş Takip Sistemleri

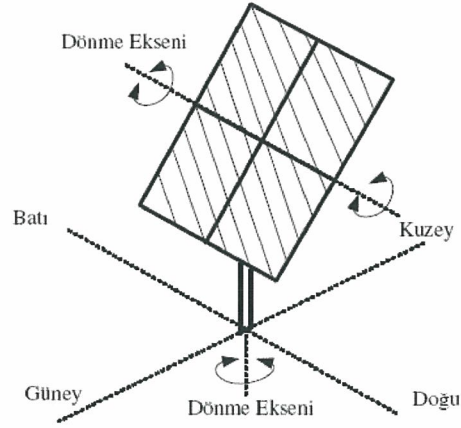
Güneş enerjisinden elektrik üretimi amacıyla kullanılan güneş panellerinin verimini etkileyen önemli faktörlerden biri de, güneşlenme. Güneşlenmenin günün her saatinde en yüksek seviyede tutulabilmesi için, panellerin güneşi takip etmesi gerekmektedir. Güneş ile panel yüzeyi arasındaki açı, günün her saatinde dik olursa güneşlenmede en yüksek seviyede olur. Panellerin güneşi dik açı ile görebilmeleri için, sabah gün doğumundan akşam gün batımına kadar güneşi takip etmeleri gerekir. Ancak gün boyu yapılan takip işlemi yılın her mevsimi için aynı verimi sağlamaz. Çünkü dünyanın güneş eksenindeki hareketine bağlı olarak yıl içerisinde güneş her mevsim farklı yörüngeleri takip etmektedir. Güneş takip sistemlerine sahip tasarımlarda sabit sistemlere göre yıl boyunca %40 a varan enerji artışı sağlanabilir [1].

Güneş takip sistemleri de tek ve iki eksenli olarak iki çeşittir. Tek eksenli güneş takip sistemi, güneşi gün boyunca doğu-batı doğrultusunda takip eder. Tek eksenli güneş takip sisteminin hareketini gösteren çizim Şekil 2.5'deki gibidir [1].



Şekil 2.5. Güneşi Tek Eksende İzleyen Panelin Hareketi [1].

İki eksenli güneş takip sistemleri de güneşi hem kuzey-güney hem de doğu-batı ekseninde takip eder. Bu tür uygulamaların verimi tek eksenli olanlara göre daha fazladır. İki eksenli güneş takip sisteminin hareketini gösteren çizim ise, Şekil 2.6'da verilmiştir [1].



Şekil 2.6. Güneşi İki Eksende İzleyen Panelin Hareketi [1].

## 2.5. Aküler

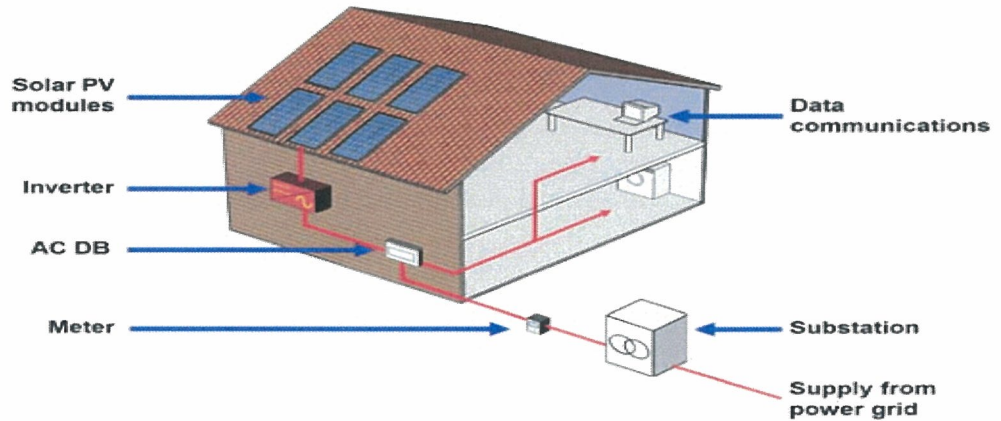
Aküler, PV modüllerin gün boyunca üretmiş olduğu enerjiyi gece ya da güneş olmadığı durumlarda kullanabilmek için depolama görevi yapan birimlerdir [5]. Aküler enerjiyi elektro-kimyasal biçimde depolar ve birçok uygulamada kullanılır. Elektrokimyasal enerji, elektrik enerjisi ve ısı enerjisi biçimleri arasında yarı düzenli bir formdur [9]. Yani, akülerdeki enerji deşarj anında kimyasal enerjiden elektrik enerjisine dönüşür. Şarj anında ise bunun tersi gerçekleşir yani elektrik enerjisi kimyasal enerjiye dönüşür. Tek yönlü dönüşüm verimi %85-90 arasındadır. Akü hücresinin kapasitesi  $C$  ile gösterilir. Farklı akü tiplerinin farklı  $C$  değerleri vardır ve verimli çalıştırılabilmeleri için uygun  $C$  değerlerinde şarj ve deşarj edilmelidirler. Akü üreticileri ürünlerinin hangi  $C$  değerlerinde kullanılması gerektiğini belirtirler [9].



## 2.6. Çeviriciler

Fotovoltaik sistemler doğru akım üretmelerine karşılık evlerde kullandığımız elektrikli cihazlar alternatif akımda çalışmaktadır. Günümüzde doğru akımı alternatif akıma dönüştürmeye yarayan güç elektroniği cihazları çeviricilerdir [4]. Başka bir deyişle, 12, 24 veya 48V DC akü voltajını, 230V AC 50 Hz voltaja çevirirler. Çevirici kullanılması ile %15'e kadar varan önemli bir güç kaybı meydana gelmesine rağmen ancak alternatif akım standart ev aletlerinin kullanılmasına imkân vermektedir.

Çıkış dalga özelliklerine göre eviriciler; kare dalga (modifiye sinüs), düzeltilmiş sinüs dalga ve tam sinüs dalga olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Kare dalga ve düzeltilmiş sinüs dalga eviriciler daha ekonomik olmalarına rağmen lazer printer ve flüoresan lambalarda verim kaybına, müzik aletlerinde hışırtıya sebep olmaktadır. Buna karşılık tam sinüs eviriciler şebeke ile aynı kalitede hatta çoğu zaman daha yüksek kalitede çıkış verip hiçbir elektrikli aletin çalışmasında sorun çıkarmamaktadır. Şebekeye enerji aktarabilmek için tam sinüs evirici kullanılması gerekmektedir. Avantajları; ucuz olmaları, TV, bilgisayar, küçük ev aletleri, lambaları vs. sorunsuz çalıştırır. Çok ince bu farkı bazı televizyon ve bilgisayarlar, özellikle profesyonel ve endüstriyel cihazlar anlayabilir. Bu cihaza zarar vermez ama can sıkabilir [10].



Şekil 2.7. İnverter bağlanma şekli [11].

## 2.7. Şarj Regülatörleri

Güvenlik açısından akülerin aşırı şarj edilmesi mutlaka önlenmelidir. Fazla şarj, Pb-asit aküde iç gaz oluşturarak akünün suyunun tükenmesine ve akü ömrünün çok çabuk tükenmesine sebep olur. Şarj regülatörleri, (aşırı şarjı) gaz çıkışı olmasını engelleyerek maksimum şarj miktarını sağlar. Aşırı şarj noktasında şarj akımı kesilerek, tam dolu şarja uygun biçimde geçilmesi için azar azar şarj moduna geçilir [9].

Şarj regülatörleri, kullanılacak sisteme göre 12V / 24V / 48V ve / veya 10A / 20A / 40A / 60A gibi değerlerde değişir. Şarj regülatörleri aynı zamanda DC voltaj çıkışları olduğundan doğru akımla çalışan cihazları doğrudan beslerler. Şarj regülatörleri 2 farklı modda çalışırlar. PV panel gerilimi fazla iken azaltan modda, batarya gerilimi az iken (yükü beslemek için) yükselten modda çalışır [12]. Bir regülatör seçerken dikkat edilmesi gereken en önemli parametre, regülatörün gerekli olan maksimum akıma dayanıklı olmasıdır. Seçilen regülatörün, kullanılan batarya voltajı ile uyumlu olmasına da dikkat edilmelidir.

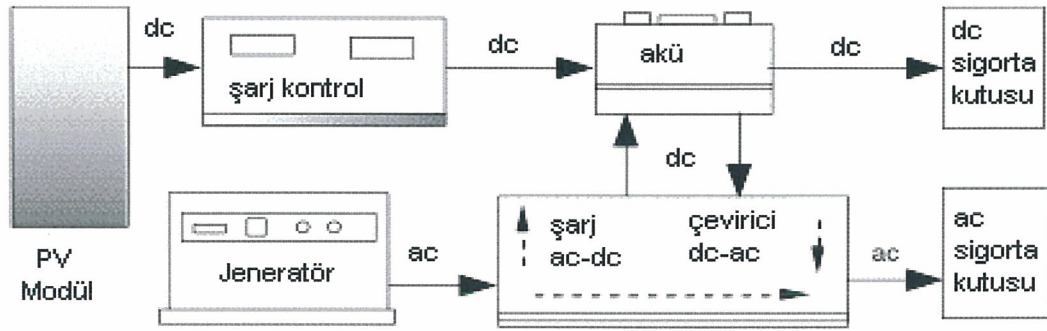
## 2.8. Diğer Sistem Elemanları

Sistemi dengeleyici diğer unsurlar kablolar, bağlantı elemanları, devre anahtarları (şalterler), bağlantı kutuları, elektrik sigortaları ve diğer küçük parçalardan oluşmaktadır. Bunlardan birçoğu açık alanda monte edilmiştir ve bu yüzden sert hava koşullarına maruz kalır. Eğer sistemin iyi çalışması isteniyorsa, bu elemanların mutlaka iyi kaliteli ve dikkatli bir şekilde yerleştirilmiş olması gerekmektedir. Çürük veya hasarlı bağlantılar sisteme verilebilecek elektrik miktarını azaltır ve sistemin bütünüyle işlemez hale gelmesine neden olabilir [5].

### 3. PV SİSTEM TÜRLERİ

#### 3.1. Bağımsız PV Sistemler

Bağımsız PV sistemler şebeke bağlantısının kurulmasının zor olduğu yerlerde çalışmak üzere oluşturulmuş sistemlerdir. Bu sistemde üretilen elektrik enerjisi anında kullanılır ya da güneşin yetersiz olduğu durumlarda kullanılmak üzere aküde depolanır. Bu yüzden şebeke bağlantılı sistemlere göre daha pahalıdırlar. Bağımsız PV sistemler genellikle kırsal kesim elektrik ihtiyacını karşılamada kullanılmaktadırlar [5].



Şekil 3.1. Bağımsız fotovoltaik sistem örneği [5].

Bağımsız sistemleri de kendi arasında sınıflandırılabilir:

**Direk bağlı sistemler:** Direk bağlı sistemler bağımsız fotovoltaik sistemlerin en basit çeşididir. Bu sistemde bir doğru akım yükü, fotovoltaik panele veya dizisine eksi ve artı uçları karşılıklı gelecek şekilde direk bağlanır. Elektrik depolayıcı barındırmayan bu sistem yalnız, fotovoltaik dizi tarafından üretilen gücün ve yükün aynı yerde olduğu durumlarda kullanılabilir [7].



Şekil 3.2. Direk bağlı bağımsız fotovoltaik sistem [7].



**Bataryalı sistemler:** Fotovoltaik dizi tarafından güç üretilir üretilmez her zaman üretilen bu gücün kullanımı söz konusu olmayabilir. Bağımsız fotovoltaik sistemlerde, akü grupları tarafından enerji depolanması genellikle gereklidir. Bu çeşit sistemlerin bazısında akü grubu şarj kontrolü kullanılmaz. Yük profiline iyi tanımlandığı yerler ile bataryanın fotovoltaik diziye oranla daha büyük değerde olduğu yerlerde bu sistemler kullanılır. Bu, düşük şarj değerini doğurur. İlgili blok şema Şekil 3.3'te görülmektedir [7].



Şekil 3.3. Akü grubu depolamalı bağımsız fotovoltaik sistem [7].

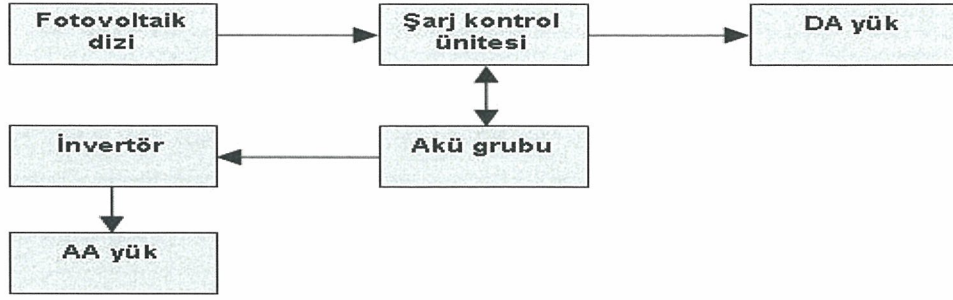
**Şarj kontrollü bataryalı sistemler:** Yükün değişken ve iyi tanımlanamadığı durumlar ile bataryanın, yük ve fotovoltaik dizinin birbirine göre optimal veya sınırdan ölçülendirildiği durumlarda bataryayı aşırı şarj ve deşarjdan korumak için gerekli olmaktadır. Bu durum Şekil 3.4'te görülmektedir [7].



Şekil 3.4. Şarj kontrollü ve akü grubu depolamalı bağımsız fotovoltaik sistem [7].

**Batarya depolamalı ve AA ile DA yükler:** Bazı hallerde alternatif akım ve doğru akım yükler için her iki gerilim türüne de ihtiyaç duyulur. Bu durumda bir invertör gereklidir. AA ve DA yük barındıran bağımsız fotovoltaik sistemler Şekil 3.5'te görülmektedir [7].

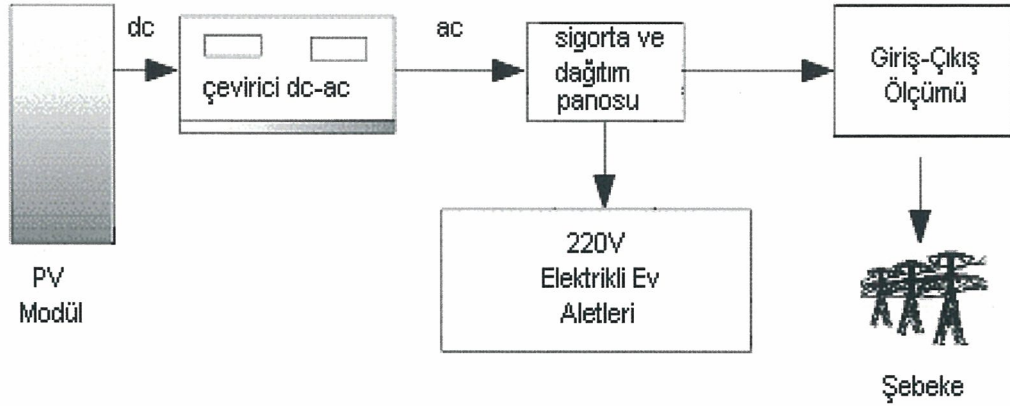




Şekil 3.5. AA ve DA yük barındıran bağımsız fotovoltaik sistemler [7].

### 3.2. Şebeke Bağlantılı PV Sistemler

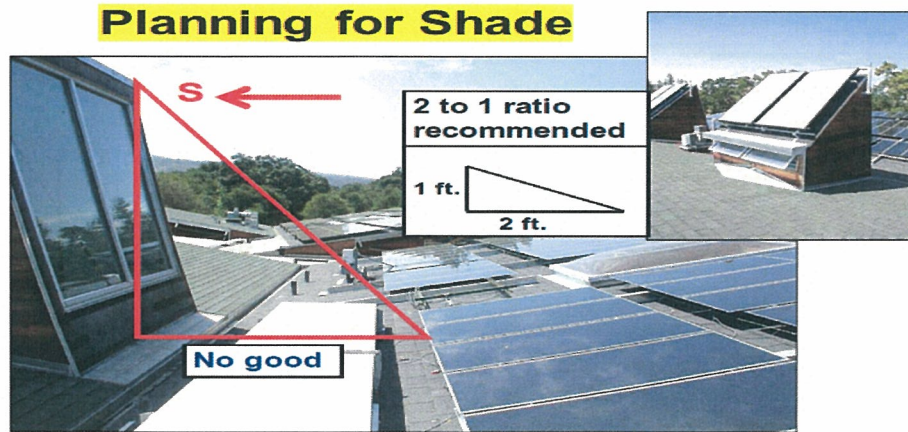
Elektrik şebekesine bağlı sistemler; evlere ait sistemler ve ticari/endüstriyel sistemler olarak ikiye ayrılır. Evlerde kullanılan fotovoltaik sistemler, 2-5 kW güç aralığındadır. Güneş pili modülleri, sistemi elektrik şebekesi ile senkronize eden bir DC/AC çeviriciye bağlanır. Gündüz üretim olduğunda, çeviriciden gelen güç yükleri beslemekte, fazla enerji ise şebekeye verilmektedir. Araya yerleştirilen bir ölçüm aleti de şebekeye verilen veya şebekeden alınan enerjiyi ölçmektedir. Eğer şebeke elektriğinin kalitesi düşerse veya kesilirse çevirici emniyet için kendini kapatmalıdır. Şebeke bağlantılı sistemler yaygın olarak aküsüz düşünülmekte, sadece gündüz güneş enerjisinin olduğu sürede kullanılmaktadır. Şebeke bağlantılı sistem örneği Şekil 3.2.1'de görülmektedir. Şebeke bağlantılı sistemlerin kullanıldığı bir başka alan Ticari-Endüstriyel sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu fotovoltaik sistemler 10-100 kW güç aralığında çalışmaktadır. PV panellerin çıkışı yüksek performansa sahip 3 fazlı çeviriciye bağlanmakta ve çevirici şebeke ile senkronize çalışmaktadır [5].



Şekil 3.6. Şebeke bağlantılı sistem [5].

#### 4. GÜNEŞ PANELLERİNİN YERLEŞTİRİLMESİ

Güneş panellerinin yerleştirileceği bölgenin seçimi oldukça önemlidir. Ağaç, bina gibi gölge edici nesnelere bulunabilir. İlk kurulumda bunların durumu göz önüne alınmalıdır. Ayrıca panellerin birbirlerini de gölgelemesine engel olacak düzenleme yapılmalıdır [6].



Şekil 4.1. Panellerin Yerleştirilmesi [13].

## 5. FOTOVOLTAİK SİSTEM TASARIMINDA KULLANILAN PARAMETRELER

Fotovoltaik bir sistemin kurulması için öncelikli olarak günlük tüketilecek miktarın belirlenmesi gerekmektedir. Bu değer kullanıcı isteklerine göre belirlendikten sonra, sistemin enerji ihtiyacını elde edecek panel türü seçilmelidir. Her bir panel için enerji çevrim verimlilikleri göz önüne alınarak sistemdeki panel sayısı bulunmaktadır. Elde edilen ve depolanan gerilim doğru akım olduğu için evlerde kullanımına uygun hale getirmek için çevirici kapasitesi bulunmalıdır. Çeviriciler girişine gelen doğru akımı %85'e yakın bir oranla alternatif akıma dönüştürmektedirler.

Evlerde kullanılan günlük enerji ihtiyacı, kullanılan ev aletlerinin harcamış olduğu güç miktarı ile çalışma sürelerinin çarpımı sonucunda bulunmaktadır. Çizelge 5'de önerilen çalışma süreleri cihazların genel olarak haftada kaç saat kullanıldıklarını;

Cihazın günlük harcadığı güç= Cihazın gücü x kullanım süresi  
bulunacak güç miktarının toplanması ile bulunmaktadır.



Çizelge 5.1. Elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerler

Cihaz Türü	Haftalık Çalışma Süresi	Gücü (Watt)	Toplam Güç (Haftalık)
Buzdolabı No-Frost	(7 Gün)	2000 W/gün	14000 Wh
Bulaşık Makinası	(7 Saat)	1200 W	8400 Wh
Elektrikli Süpürge	(5 Saat)	1400 W	7000 Wh
Bilgisayar	(28 Saat)	250 W	7000 Wh
Elektrikli Fırın	(3 Saat)	2000 W	6000 Wh
Elektrikli Ocak (çiftli)	(3 Saat)	2500 W	7500 Wh
Aspiratör	(7 Saat)	80 W	560 Wh
84 Ekran Televizyon	(42 Saat)	180 W	7560 Wh
Narenciye Sıkacağı	(1 Saat)	20 W	20 Wh
Tost Grill	(2 Saat)	1400 W	2800 Wh
Mini Blender	(1 Saat)	140 W	140 Wh
Ütü	(2 Saat)	1200 W	2400 Wh
Aydınlatma	(4 Adet x 9 Saat)	60 W	2160 Wh
Çamaşır Makinası	(5 Saat)	1180 W	5900 Wh
Mutfak Robotu	(1 Saat)	450 W	450 Wh
Su Isıtıcısı	(2 Saat)	1850 W	3700 Wh
Çay-Kahve Makinası	(7 Saat)	1000 W	7000 Wh
Saç Kurutma Makinası	(1 Saat)	1200 W	1200 Wh
Haftalık Kullanılan Toplam Güç:			83790 Wh
Günlük Enerji Toplamı:			11970 Wh



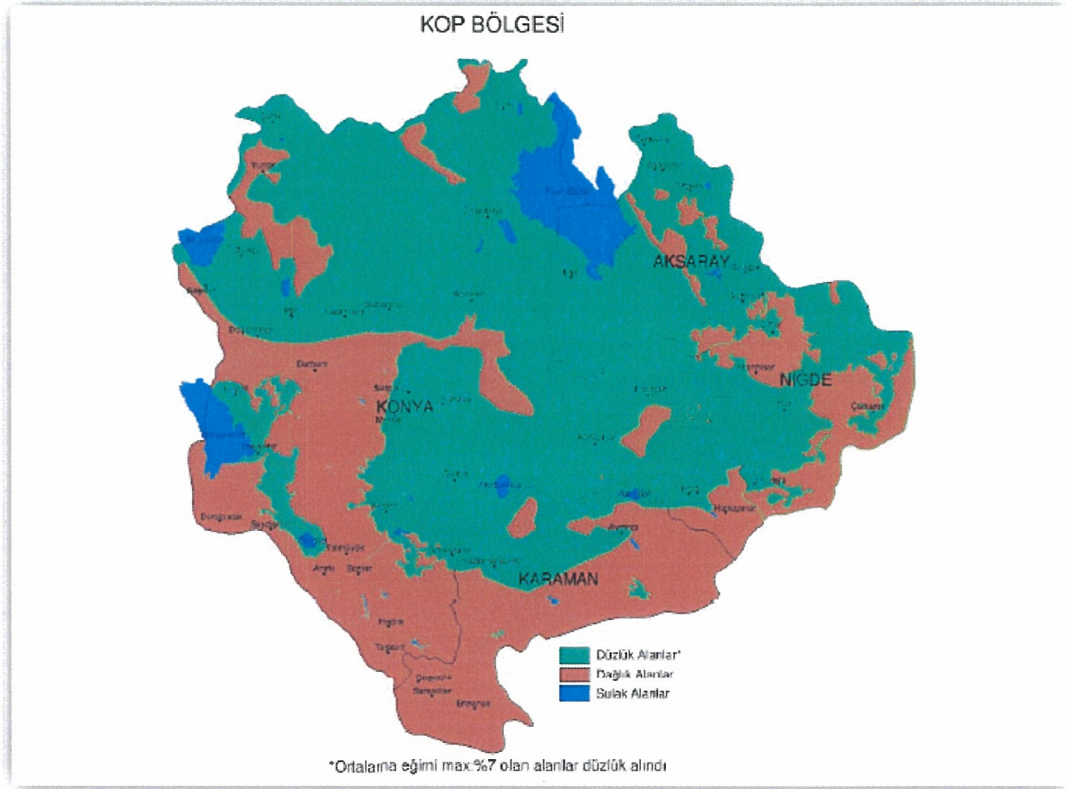
Çizelge 5.2. Elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerler

Cihaz Türü	Haftalık Çalışma Süresi	Gücü (Watt)	Toplam Güç (Haftalık)
Buzdolabı No-Frost	(7 Gün)	2000 W/gün	14000 Wh
Bulaşık Makinası	(7 Saat)	1200 W	8400 Wh
Elektrikli Süpürge	(3 Saat)	1400 W	4200 Wh
Bilgisayar	(28 Saat)	250 W	7000 Wh
Elektrikli Fırın	(2 Saat)	2000 W	4000 Wh
Elektrikli Ocak (çiftli)	(3 Saat)	2500 W	7500 Wh
Aspiratör	(7 Saat)	80 W	560 Wh
84 Ekran Televizyon	(42 Saat)	180 W	7560 Wh
Narenciye Sıkacağı	(1 Saat)	20 W	20 Wh
Tost Grill	(1 Saat)	1400 W	1400 Wh
Mini Blender	(1 Saat)	140 W	140 Wh
Ütü	(1 Saat)	1200 W	1200 Wh
Aydınlatma	(2 Adet x 42 Saat)	60 W	5040 Wh
Çamaşır Makinası	(4 Saat)	1180 W	4720 Wh
Mutfak Robotu	(1 Saat)	450 W	450 Wh
Su Isıtıcısı	(1 Saat)	1850 W	1850 Wh
Çay-Kahve Makinası	(5 Saat)	1000 W	5000 Wh
Saç Kurutma Makinası	(1 Saat)	1200 W	1200 Wh
Isı Pompası	(7 Gün)	68000 W/gün	476000 Wh
<b>Haftalık Kullanılan Toplam Güç:</b>			<b>550240 Wh</b>
<b>Günlük Enerji Toplamı:</b>			<b>78606 Wh</b>

Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illeri 3. Isınım Bölgesinde yer almaktadır. 3. ısınım bölgesi için kış aylarında minimum Ocak ayındaki ortalama dış sıcaklık değeri -0,3 C'dir. Bundan dolayı ısı pompasının bir günde harcanan elektrik gücü, 0 C dış hava şartlarında harcanan elektrik miktarı esas alınmıştır [14].

## 5.1. KOP Bölgesi İçin Hesaplamalar

**KOP Bölgesi Yüzölçümü:** Aksaray, Karaman, Konya ve Niğde illerini içine alan KOP Bölgesi'nin yüzölçümü 65.014 km<sup>2</sup> olup, Türkiye'nin %8,3'ünü oluşturmaktadır [15].

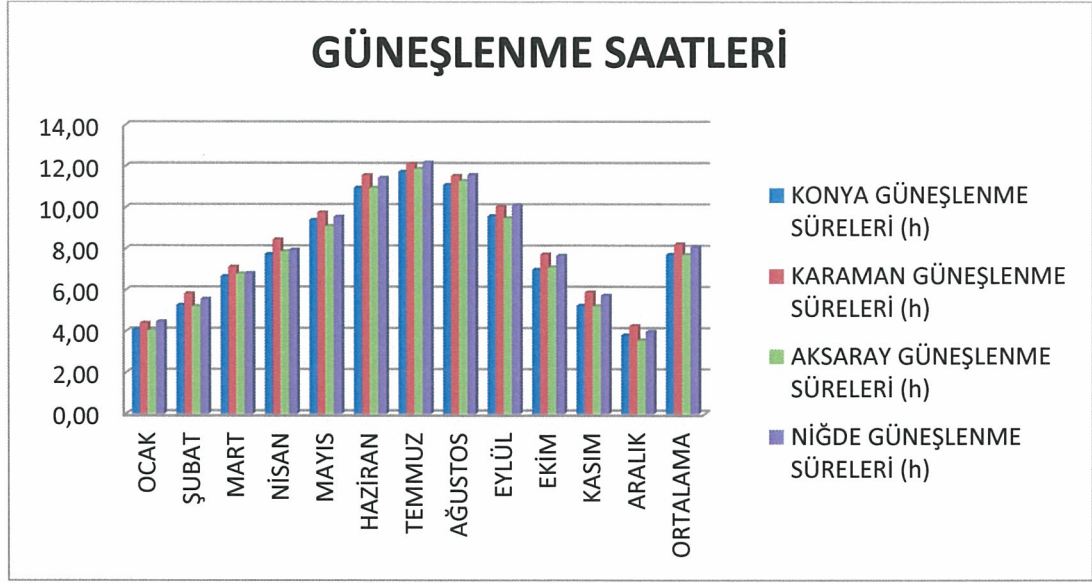


Şekil 5.1. KOP Bölgesi İlleri Haritası [15].

KOP Bölgesi İlleri Haritasına göre Karaman ilinin düzlük alanlar içinde yer alan güneye daha yakın olan Kâzımkarabekir ilçesi, Niğde ilinin düzlük alanlar içinde yer alan doğuya daha yakın olan Bor ilçesi, Konya ilinin düzlük alanlar içinde yer alan batıya daha yakın olan Tuzlukçu ilçesi, Aksaray ilinin düzlük alanlar içinde yer alan kuzeye daha yakın olan Sarıyahşi ilçesi seçilip hesaplamalar bu seçilen ilçelerin güneşlenme süreleri dikkate alınarak yapılmıştır.

Aşağıdaki grafikte Konya ili Tuzlukçu ilçesi, Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesi, Aksaray ili Sarıyahşi ilçesi, Niğde ili Bor ilçelerinin güneşlenme saatleri kıyaslaması gösterilmiştir.

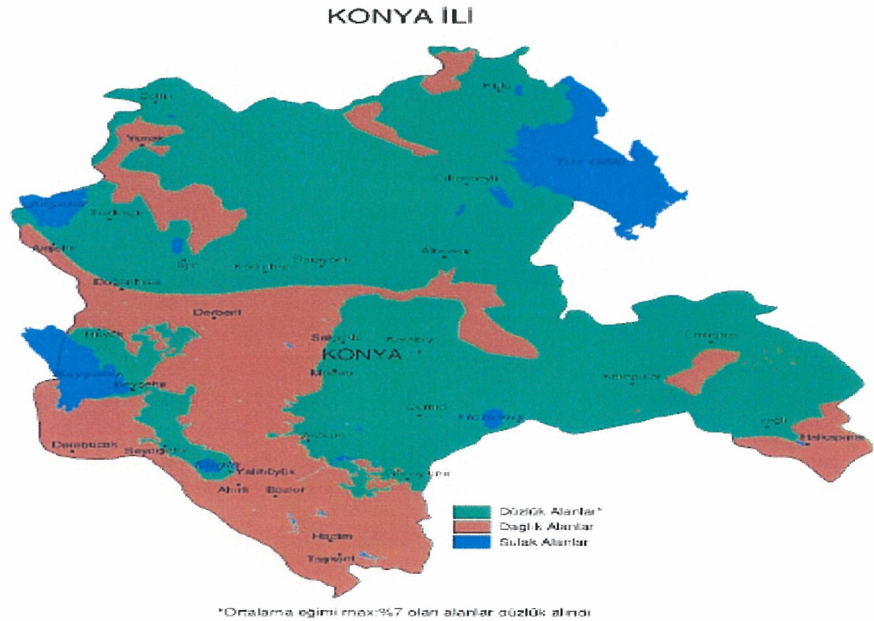




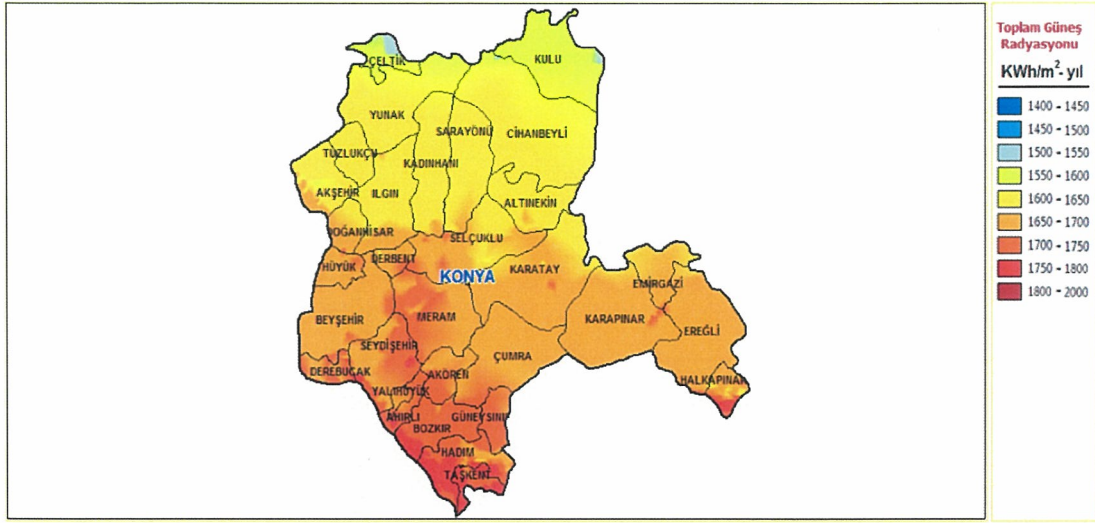
Şekil 5.1.1. Güneşlenme Saatleri

## 5.2. Konya İli İçin Şebeke Bağlantılı Hesaplamalar

Türkiye'nin en büyük yüzölçümüne sahip ili durumunda olan Konya ilinin yüzölçümü 40.814 km<sup>2</sup>, nüfusu 2.079.225 kişidir. Konya ilinin toplam 4.081.400 ha alanının içerisinde, 2.587.608 ha (%63,4) düzlük, 1.306.048 ha (%32) dağlık, 183.663 ha (%4,5) sulak alan bulunmaktadır [15].



Şekil 5.2. Konya İli Haritası [15].



Şekil 5.2.1. Konya ili Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA), [4].



Şekil 5.2.2. Konya ili, Tuzlukçu İlçesi Güneşlenme Süreleri (GEPA), [4].



### 5.2.1. Sistemde Kullanılacak Güneş Panellerinin Sayısının Belirlenmesi

Konya ili, Tuzlukçu ilçesi için günlük enerji tüketim değeri Çizelge 5,1'de ve Çizelge 5,2'de verilmiştir. Konya ili, Tuzlukçu ilçesi Aralık ayı için güneşlenme süresi 3,81 h olarak alınmıştır.

$$\text{Panel Sayısı} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Sistem Verimliliği}}{\text{Bir modülün Üreteceği Güç} \times \text{Günlük Ortalama Güneşlenme Süresi}} \quad (5.2.1)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre panel sayısı,

$$\text{Panel Sayısı} = \frac{11970 \text{ Wh} \times 1,15}{250 \text{ W} \times 3,81 \text{ h}} = 14,45 = 15 \text{ adet}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre panel sayısı,

$$\text{Panel Sayısı} = \frac{78606 \text{ Wh} \times 1,15}{250 \text{ W} \times 3,81 \text{ h}} = 94,9 = 95 \text{ adet}$$

Sistemin Konya ilinde, Tuzlukçu ilçesinde Çizelge 5,1'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden on beş adet, Çizelge 5,2'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden doksan beş adet kullanılabilir.

### 5.2.2. Sistemde bulunması gereken çevirici kapasitesinin Hesaplanması

Çevirici kapasitesi belirlenirken bir saatte kullanılan ortalama güç miktarına bakılmaktadır. Kapasite hesaplanırken çeviricinin kendisinden kaynaklanan kayıplarda sisteme dâhil edilmiştir. Genel çevirici kayıpları %10 olarak alınmıştır.

$$\text{Çevirici Kapasitesi} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Çevirici Kaybı}}{\text{Günlük Güneşlenme Süresi}} \quad (5.2.2)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çevirici kapasitesi,

$$\text{Çevirici Kapasitesi} = \frac{11970 \text{ Wh} \times 1,10}{3,81 \text{ h}} = 3455,91 \text{ VA}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çevirici kapasitesi,

$$\text{Çevirici Kapasitesi} = \frac{78606 \text{ Wh} \times 1,10}{3,81 \text{ h}} = 22694,65 \text{ VA}$$

Bu özellikleri karşılamak amacıyla sistemde Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 1 adet 5000 W kapasiteye sahip çevirici, Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 1 adet 20-25 Kw kapasiteye sahip çevirici kullanılabilir.

### **5.2.3. Sistemde bulunan çeviriciden kaynaklanan güç kayıpları**

Çeviriciden kaynaklanan kayıplar çevirici etkinliği %90 olarak alındığında,

$$P_{ac} = P_{dc(STC)} \times \text{Çevrim Etkinliği} \quad (5.2.3)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çeviriciden kaynaklanan güç kaybı,

$$P_{ac} = 3455,91 \times 0,1 = 345,6 \text{ W}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çeviriciden kaynaklanan güç kaybı,

$$P_{ac} = 22694,65 \times 0,1 = 2269,5 \text{ W}$$

#### 5.2.4. Sistemde Yüzey Kirliliğinden Oluşabilecek Güç Kayıplarının Bulunması

Kullanıldığı yerde PV panellerin etkinliğinin düşmesine neden olan önemli faktör de yüzey kirlenmesidir. Yapılan araştırmalar, kirlenme durumunda PV performansının %3,5 oranında düştüğünü göstermektedir.

$$P_{\text{KİRLİLİK}} = (P_{\text{max}} \times 0,035) \times \text{Panel Sayısı} \quad (5.2.4)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre hesaplanan panel sayısına göre yüzey kirliliğinden oluşabilecek güç kaybı,

$$P_{\text{KİRLİLİK}} = (250 \times 0,035) \times 15 = 131,25 \text{ W}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre hesaplanan panel sayısına göre yüzey kirliliğinden oluşabilecek güç kaybı,

$$P_{\text{KİRLİLİK}} = (250 \times 0,035) \times 95 = 831,25 \text{ W}$$

#### **Çizelge 5,3' ün hesaplanma şekli;**

Tesisin Ocak ayında bir gün içinde 4,09 saat ışıınım aldığı için bir gün içinde tesiste;

Günlük Panellerin Ürettiği Enerji = 250 W x 15 panel x 4,09 h = 15,338 kW  
elektrik enerjisi üretilebileceği sonucuna ulaşılır. Her ayın güneşlenme süreleri dikkate alınarak günlük panellerin ürettiği enerji çizelge 6,2 de hesaplanmıştır.

#### Ocak ayı için kazanç;

$$\text{Aylık Panellerin Ürettiği Enerji} = 15,338 \times 31 = 475,463 \text{ kWh}$$

$$\text{Aylık Net Elektrik Üretimi} = 475,463 \text{ kWh} - (475,463 \times 0,15) \text{ kWh} = 404,143 \text{ kWh}$$

Bir gün içinde evin 11,970 kWh enerji tükettiği varsayılırsa, aylık evin enerji tüketimi;

$$\text{Aylık Evin Enerji Tüketimi} = 11,970 \text{ kWh} \times 31 = 371,07 \text{ kWh}$$

$$\text{Kazanç} = 404,143 \text{ kWh} - 371,07 \text{ kWh} = 33,073 \text{ kWh}$$

Ocak ayı için Net Kazanç:

$$\text{Aylık Net Kazanç (Şebekeye Satılan)} = 33,073 \text{ kWh} \times 0,133 \frac{\$}{\text{kWh}} = 4,399 \$ = 13,145 \text{ ₺}$$

$$\text{Evin Aylık Enerji Tüketimi} = 11,970 \text{ kWh} \times 31 = 371,07 \text{ kWh}$$

$$\text{Evin Aylık Fatura Tutarı} = 371,07 \text{ kWh} \times 0,4117 = 152,769 \text{ ₺} = 51,264 \$$$

$$\text{Toplam Kazanç} = 4,399 \$ + 51,264 \$ = 55,664 \$$$

$$\text{Evin Yıllık Fatura Tutarı} = 4381,020 \text{ kWh} \times 0,4117 = 1803,666 \text{ ₺} = 603,687 \$$$

$$\text{Yıllık Net Kazanç} = 4632,369 \text{ kWh} \times 0,133 \frac{\$}{\text{kWh}} = 616,105 \$ = 1841,045 \text{ ₺}$$



**Çizelge 5.3.** Konya ili, Tuzlukçu İlçesi için Çizelge 5.1. Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK NET KAZANÇ(\$)	TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	31	4,09	15,338	475,463	404,143	33,073	4,399	55,664
ŞUBAT	29	5,28	19,800	574,200	488,070	140,940	18,745	66,703
MART	31	6,67	25,013	775,388	659,079	288,009	38,305	89,570
NİSAN	30	7,75	29,063	871,875	741,094	381,994	50,805	100,416
MAYIS	31	9,40	35,250	1.092,750	928,838	557,768	74,183	125,448
HAZİRAN	30	10,96	41,100	1.233,000	1.048,050	688,950	91,630	141,242
TEMMUZ	31	11,74	44,025	1.364,775	1.160,059	788,989	104,936	156,200
AĞUSTOS	31	11,10	41,625	1.290,375	1.096,819	725,749	96,525	147,790
EYLÜL	30	9,59	35,963	1.078,875	917,044	557,944	74,207	123,818
EKİM	31	7,00	26,250	813,750	691,688	320,618	42,642	93,907
KASIM	30	5,25	19,688	590,625	502,031	142,931	19,010	68,621
ARALIK	31	3,81	14,288	442,913	376,476	5,406	0,719	51,984
TOPLAM	366	7,72	347,400	10.603,988	9.013,389	4.632,369	616,105	1.221,362

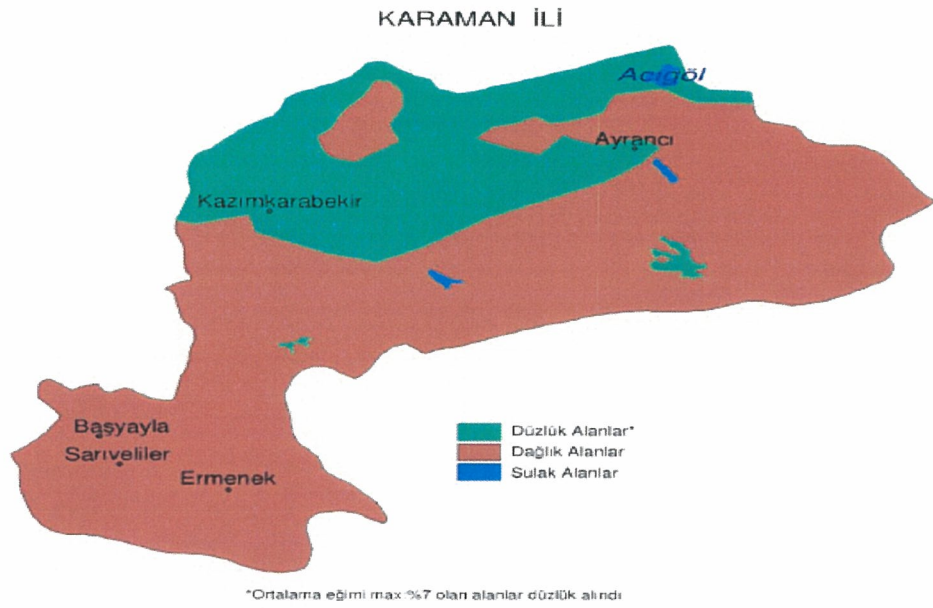
**Çizelge 5.4.** Konya ili, Tuzlukçu İlçesi için Çizelge 5.2. Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK NET KAZANÇ (\$)	TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	31	4,09	97,138	3.011,263	2.559,573	122,787	16,331	352,983
ŞUBAT	29	5,28	125,400	3.636,600	3.091,110	811,536	107,934	422,867
MART	31	6,67	158,413	4.910,788	4.174,169	1.737,383	231,072	567,725
NİSAN	30	7,75	184,063	5.521,875	4.693,594	2.335,414	310,610	636,403
MAYIS	31	9,40	223,250	6.920,750	5.882,638	5.511,568	733,038	784,303
HAZİRAN	30	10,96	260,300	7.809,000	6.637,650	6.278,550	835,047	884,658
TEMMUZ	31	11,74	278,825	8.643,575	7.347,039	6.975,969	927,804	979,069
AĞUSTOS	31	11,10	263,625	8.172,375	6.946,519	6.575,449	874,535	925,800
EYLÜL	30	9,59	227,763	6.832,875	5.807,944	5.448,844	724,696	774,307
EKİM	31	7,00	166,250	5.153,750	4.380,688	4.009,618	533,279	584,544
KASIM	30	5,25	124,688	3.740,625	3.179,531	821,351	109,240	435,033
ARALIK	31	3,81	90,488	2.805,113	2.384,346	-52,440	-6,975	329,678
TOPLAM	366	7,72	2.200,200	67.158,588	57.084,799	40.576,027	5396,612	7.677,371

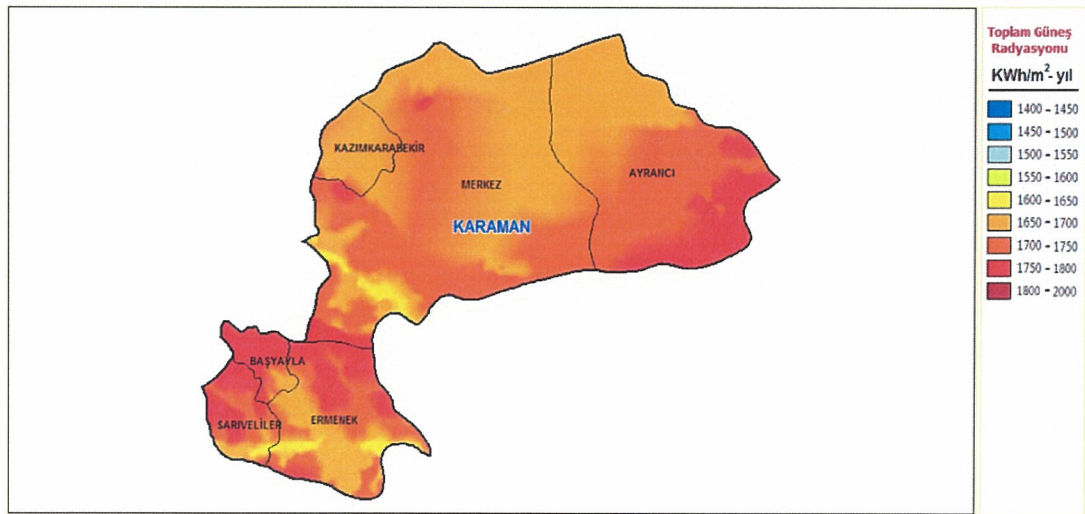


### 5.3. Karaman İli İçin Şebeke Bağlantılı Hesaplamalar

Karaman ilinin yüzölçümü 8.869 km<sup>2</sup> olup, KOP Bölgesi illeri arasında alan büyüklüğü olarak 2.sırada yer almaktadır. Nüfus büyüklüğü 237.939 kişidir. Karaman ilinin 886.900 ha alanının, 228.820 ha'lık kısım (%25,8) düzlük, 653.645 ha'lık alanı (%73,7) dağlık, 3.548 ha'lık (%0,4) kısmı ise sulak alandan oluşmaktadır [15].

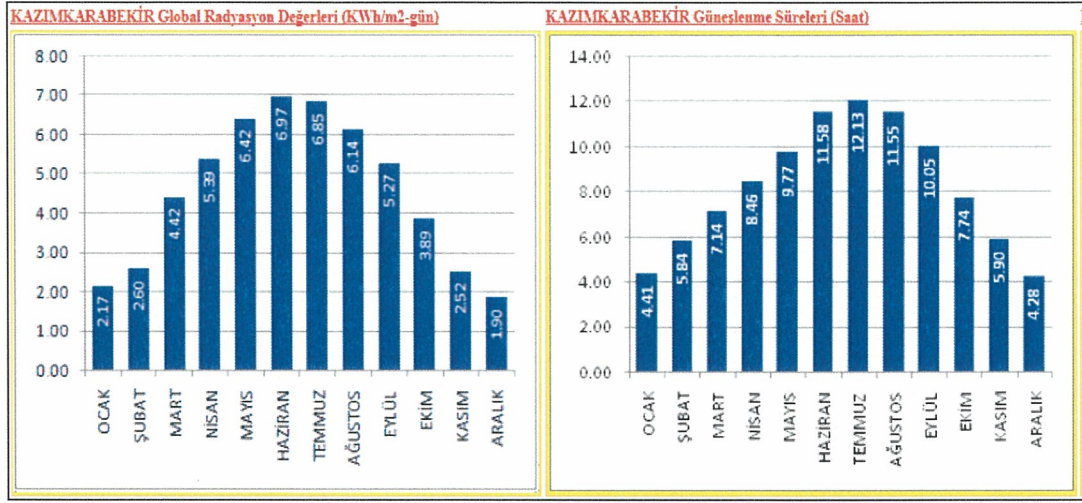


Şekil 5.3. Karaman İli Haritası [15].



Şekil 5.3.1. Karaman ili Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA), [4].





Şekil 5.3.2. Karaman ili, Kâzımkarabekir İlçesi Güneşlenme Süreleri (GEPA), [4].

### 5.3.1. Sistemde Kullanılacak Güneş Panellerinin Sayısının Belirlenmesi

Karaman ili, Kâzımkarabekir ilçesi için günlük enerji tüketim değeri Çizelge 5,1'de ve Çizelge 5,2'de verilmiştir. Karaman ili, Kâzımkarabekir ilçesi aralık ayı için güneşlenme süresi 4,28 h olarak alınmıştır.

$$\text{Panel Sayısı} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Sistem Verimliliği}}{\text{Bir modülün Üreteceği Güç} \times \text{Günlük Ortalama Güneşlenme Süresi}} \quad (5.3.1)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre panel sayısı,

$$\text{Panel Sayısı} = \frac{11970 \text{ Wh} \times 1,15}{250 \text{ W} \times 4,28 \text{ h}} = 12,86 = 13 \text{ adet}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre panel sayısı,

$$\text{Panel Sayısı} = \frac{78606 \text{ Wh} \times 1,15}{250 \text{ W} \times 4,28 \text{ h}} = 84,48 = 85 \text{ adet}$$

Sistemin Karaman ilinde, Kâzımkarabekir ilçesinde Çizelge 5,1'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden on üç adet, Çizelge 5,2'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden seksen beş adet kullanılabilir.

### 5.3.2. Sistemde bulunması gereken çevirici kapasitesinin Hesaplanması

Çevirici kapasitesi belirlenirken bir saatte kullanılan ortalama güç miktarına bakılmaktadır. Kapasite hesaplanırken çeviricinin kendisinden kaynaklanan kayıplarda sisteme dâhil edilmiştir. Genel çevirici kayıpları %10 olarak alınmıştır.

$$\text{Çevirici Kapasitesi} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Çevirici Kaybı}}{\text{Günlük Güneşlenme Süresi}} \quad (5.3.2)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çevirici kapasitesi,

$$\text{Çevirici Kapasitesi} = \frac{11970 \text{ Wh} \times 1,10}{4,28 \text{ h}} = 3076,40 \text{ VA}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çevirici kapasitesi,

$$\text{Çevirici Kapasitesi} = \frac{78606 \text{ Wh} \times 1,10}{4,28 \text{ h}} = 20202,48 \text{ VA}$$

Bu özellikleri karşılamak amacıyla sistemde Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 1 adet 5000 W kapasiteye sahip çevirici, Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 1 adet 20-25 Kw kapasiteye sahip çevirici kullanılabilir.

### 5.3.3. Sistemde bulunan çeviriciden kaynaklanan güç kayıpları

Çeviriciden kaynaklanan kayıplar çevirici etkinliği %90 olarak alındığında,

$$P_{ac} = P_{dc(STC)} \times \text{Çevrim Etkinliği} \quad (5.3.3)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çeviriciden kaynaklanan güç kaybı,

$$P_{ac} = 3076,40 \times 0,1 = 307,64 \text{ W}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çeviriciden kaynaklanan güç kaybı,

$$P_{ac} = 20202,48 \times 0,1 = 2020,248 \text{ W}$$

#### 5.3.4. Sistemde Yüzey Kirliliğinden Oluşabilecek Güç Kayıpların Bulunması

Kullanıldığı yerde PV panellerin etkinliğinin düşmesine neden olan önemli faktör de yüzey kirlenmesidir. Yapılan araştırmalar, kirlenme durumunda PV performansının %3,5 oranında düştüğünü göstermektedir.

$$P_{KİRLİLİK} = (P_{max} \times 0,035) \times \text{Panel Sayısı} \quad (5.3.4)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre hesaplanan panel sayısına göre yüzey kirliliğinden oluşabilecek güç kaybı,

$$P_{KİRLİLİK} = (250 \times 0,035) \times 13 = 113,75 \text{ W}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre hesaplanan panel sayısına göre yüzey kirliliğinden oluşabilecek güç kaybı,

$$P_{KİRLİLİK} = (250 \times 0,035) \times 85 = 743,75 \text{ W}$$



**Çizelge 5.5.** Karaman ili, Kazımkarabekir İlçesi için Çizelge 5.1. Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK NET KAZANÇ(\$)	TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	31	4,41	14,333	444,308	377,661	6,591	0,877	52,142
ŞUBAT	29	5,84	18,980	550,420	467,857	120,727	16,057	64,014
MART	31	7,14	23,205	719,355	611,452	240,382	31,971	83,236
NİSAN	30	8,46	27,495	824,850	701,123	342,023	45,489	95,100
MAYIS	31	9,77	31,753	984,328	836,678	465,608	61,926	113,191
HAZİRAN	30	11,58	37,635	1.129,050	959,693	600,593	79,879	129,490
TEMMUZ	31	12,13	39,423	1.222,098	1.038,783	667,713	88,806	140,071
AĞUSTOS	31	11,55	37,538	1.163,663	989,113	618,043	82,200	133,465
EYLÜL	30	10,05	32,663	979,875	832,894	473,794	63,015	112,626
EKİM	31	7,74	25,155	779,805	662,834	291,764	38,805	90,070
KASIM	30	5,9	19,175	575,250	488,963	129,863	17,272	66,883
ARALIK	31	4,28	13,910	431,210	366,529	-4,542	-0,604	50,661
TOPLAM	366	8,2375	321,263	9.804,210	8.333,579	3.952,559	525,690	1.130,947

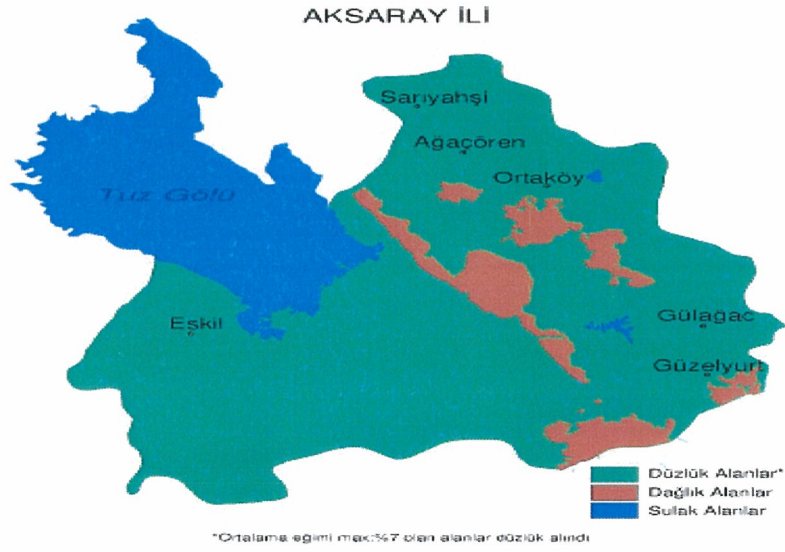


**Çizelge 5.6.** Karaman ili, Kazımkarabekir İlçesi için Çizelge 5.2. Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

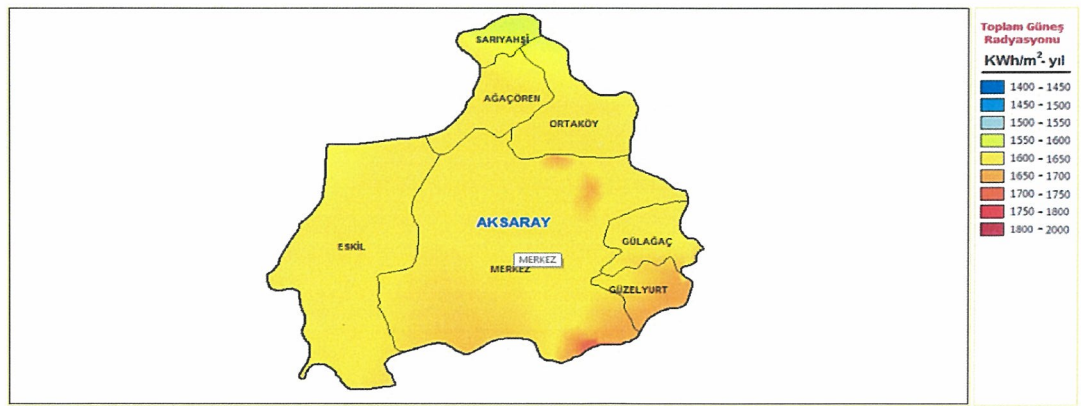
AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kW/h)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK NET KAZANÇ (\$)	TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	31	4,41	93,713	2.905,088	2.469,324	32,538	4,328	340,980
ŞUBAT	29	5,84	124,100	3.598,900	3.059,065	779,491	103,672	418,605
MART	31	7,14	151,725	4.703,475	3.997,954	1.561,168	207,635	544,288
NİSAN	30	8,46	179,775	5.393,250	4.584,263	2.226,083	296,069	621,862
MAYIS	31	9,77	207,613	6.435,988	5.470,589	5.099,519	678,236	729,501
HAZİRAN	30	11,58	246,075	7.382,250	6.274,913	5.915,813	786,803	836,414
TEMMUZ	31	12,13	257,763	7.990,638	6.792,042	6.420,972	853,989	905,254
AĞUSTOS	31	11,55	245,438	7.608,563	6.467,278	6.096,208	810,796	862,061
EYLÜL	30	10,05	213,563	6.406,875	5.445,844	5.086,744	676,537	726,148
EKİM	31	7,74	164,475	5.098,725	4.333,916	3.962,846	527,059	578,323
KASIM	30	5,9	125,375	3.761,250	3.197,063	838,883	111,571	437,364
ARALIK	31	4,28	90,950	2.819,450	2.396,533	-40,253	-5,354	331,299
TOPLAM	366	8,2375	2.100,563	64.104,450	54.488,783	37.980,011	5051,341	7.332,100

#### 5.4. Aksaray İli İçin Şebeke Bağlantılı Hesaplamalar

Aksaray ilinin yüzölçümü 7.966 km<sup>2</sup> olup, KOP Bölgesi illeri arasında alan büyüklüğü olarak 3. sırada yer almaktadır. Nüfusu 382.806 kişidir. Aksaray ilinin 796.600 ha alanının, 653.212 ha'lık kısmı (%82) düzlük, 70.897 ha'lık kısmı (%8,9) dağlık, 72.491 ha'lık kısmı (%9,1) ise sulak alandan oluşmaktadır [15].

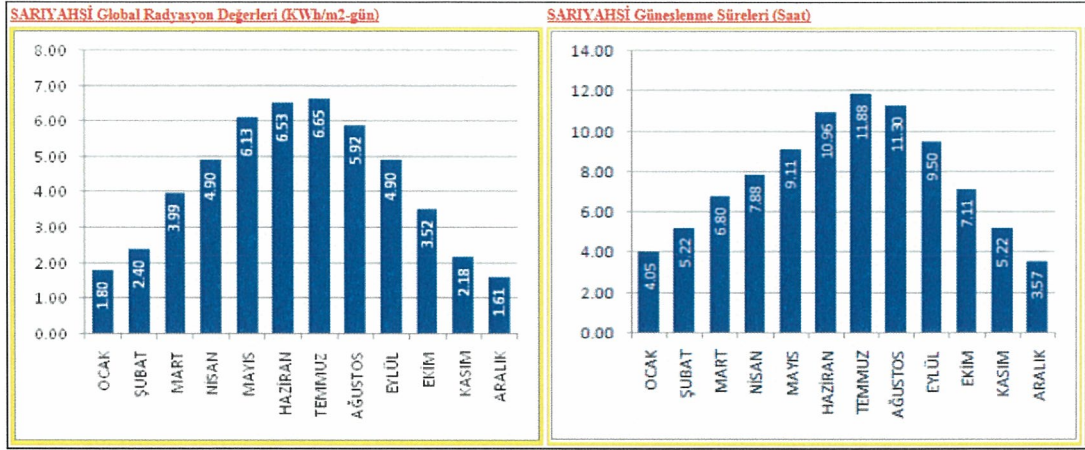


Şekil 5.4. Aksaray İli Haritası [15].



Şekil 5.4.1. Aksaray ili Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA), [4].





Şekil 5.4.2. Aksaray ili, Sarıyahşi İlçesi Güneşlenme Süreleri (GEPA), [4].

#### 5.4.1. Sistemde Kullanılacak Güneş Panellerinin Sayısının Belirlenmesi

Aksaray ili, Sarıyahşi ilçesi için günlük enerji tüketim değeri Çizelge 5,1 ve Çizelge 5,2’de verilmiştir. Aksaray ili, Sarıyahşi ilçesi Aralık ayı için güneşlenme süresi 3,57 h olarak alınmıştır.

$$\text{Panel Sayısı} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Sistem Verimliliği}}{\text{Bir modülün Üreteceği Güç} \times \text{Günlük Ortalama Güneşlenme Süresi}} \quad (5.4.1)$$

Çizelge 5,1’deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre panel sayısı,

$$\text{Panel Sayısı} = \frac{11970 \text{ Wh} \times 1,15}{250 \text{ W} \times 3,57 \text{ h}} = 15,42 = 16 \text{ adet}$$

Çizelge 5,2’deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre panel sayısı,

$$\text{Panel Sayısı} = \frac{78606 \text{ Wh} \times 1,15}{250 \text{ W} \times 3,57 \text{ h}} = 101,29 = 102 \text{ adet}$$

Sistemin Aksaray ilinde, Sarıyahşi ilçesinde Çizelge 5,1’deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden on altı adet, Çizelge 5,2’deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden yüz iki adet kullanılabilir.

#### 5.4.2. Sistemde bulunması gereken çevirici kapasitesinin Hesaplanması

Çevirici kapasitesi belirlenirken bir saatte kullanılan ortalama güç miktarına bakılmaktadır. Kapasite hesaplanırken çeviricinin kendisinden kaynaklanan kayıplarda sisteme dâhil edilmiştir. Genel çevirici kayıpları %10 olarak alınmıştır.

$$\text{Çevirici Kapasitesi} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Çevirici Kaybı}}{\text{Günlük Güneşlenme Süresi}} \quad (5.4.2)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çevirici kapasitesi,

$$\text{Çevirici Kapasitesi} = \frac{11970 \text{ Wh} \times 1,10}{3,57 \text{ h}} = 3688,23 \text{ VA}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çevirici kapasitesi,

$$\text{Çevirici Kapasitesi} = \frac{78606 \text{ Wh} \times 1,10}{3,57 \text{ h}} = 24220,34 \text{ VA}$$

Bu özellikleri karşılamak amacıyla sistemde Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 1 adet 5000 W kapasiteye sahip çevirici, Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 1 adet 20-25 Kw kapasiteye sahip çevirici kullanılabilir.

#### 5.4.3. Sistemde bulunan çeviriciden kaynaklanan güç kayıpları

Çeviriciden kaynaklanan kayıplar çevirici etkinliği %90 olarak alındığında,

$$P_{ac} = P_{dc(STC)} \times \text{Çevrim Etkinliği} \quad (5.4.3)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çeviriciden kaynaklanan güç kaybı,

$$P_{ac} = 3688,23 \times 0,1 = 368,82 \text{ W}$$



Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çeviriciden kaynaklanan güç kaybı,

$$P_{ac} = 24220,34 \times 0,1 = 2422,034 \text{ W}$$

#### 5.4.4. Sistemde Yüzey Kirliliğinden Oluşabilecek Güç Kayıpların Bulunması

Kullanıldığı yerde PV panellerin etkinliğinin düşmesine neden olan önemli faktör de yüzey kirlenmesidir. Yapılan araştırmalar, kirlenme durumunda PV performansının %3,5 oranında düştüğünü göstermektedir.

$$P_{KİRLİLİK} = (P_{max} \times 0,035) \times \text{Panel Sayısı} \quad (5.4.4)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre hesaplanan panel sayısına göre yüzey kirliliğinden oluşabilecek güç kaybı,

$$P_{KİRLİLİK} = (250 \times 0,035) \times 16 = 140 \text{ W}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre hesaplanan panel sayısına göre yüzey kirliliğinden oluşabilecek güç kaybı,

$$P_{KİRLİLİK} = (250 \times 0,035) \times 102 = 892,5 \text{ W}$$

**Çizelge 5.7.** Aksaray ili, Sarıyahşi İlçesi için Çizelge 5.1. Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK NET KAZANÇ (\$)	TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	31	4,05	16,200	502,200	426,870	55,800	7,421	58,686
ŞUBAT	29	5,22	20,880	605,520	514,692	167,562	22,286	70,243
MART	31	6,80	27,200	843,200	716,720	345,650	45,971	97,236
NİSAN	30	7,88	31,520	945,600	803,760	444,660	59,140	108,751
MAYIS	31	9,11	36,440	1.129,640	960,194	589,124	78,353	129,618
HAZİRAN	30	10,96	43,840	1.315,200	1.117,920	758,820	100,923	150,534
TEMMUZ	31	11,88	47,520	1.473,120	1.252,152	881,082	117,184	168,449
AĞUSTOS	31	11,30	45,200	1.401,200	1.191,020	819,950	109,053	160,318
EYLÜL	30	9,50	38,000	1.140,000	969,000	609,900	81,117	130,728
EKİM	31	7,11	28,440	881,640	749,394	378,324	50,317	101,582
KASIM	30	5,22	20,880	626,400	532,440	173,340	23,054	72,665
ARALIK	31	3,57	14,280	442,680	376,278	5,208	0,693	51,958
TOPLAM	366	7,72	370,400	11.306,400	9.610,440	5.229,420	695,513	1.300,770

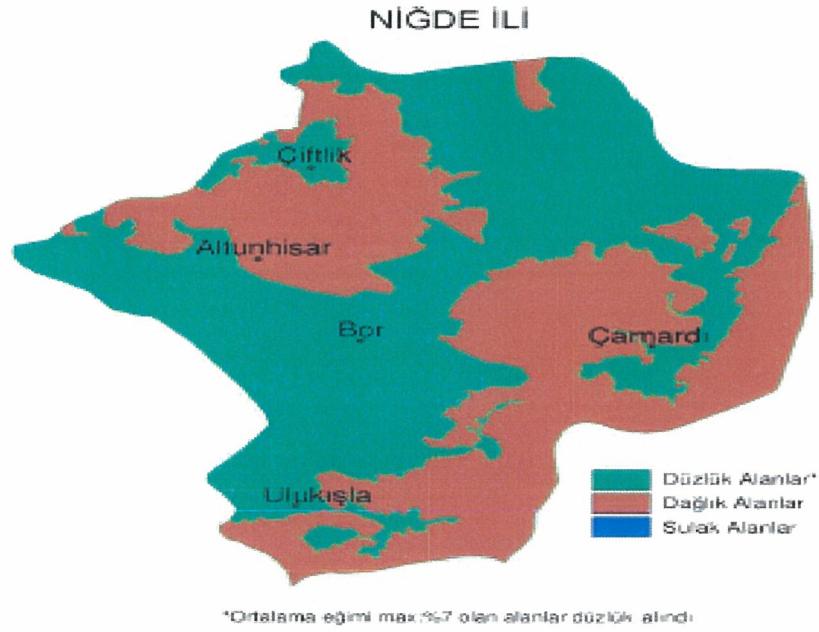


**Çizelge 5.8.** Aksaray ili, Sarıyahşi İlçesi için Çizelge 5.2. Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

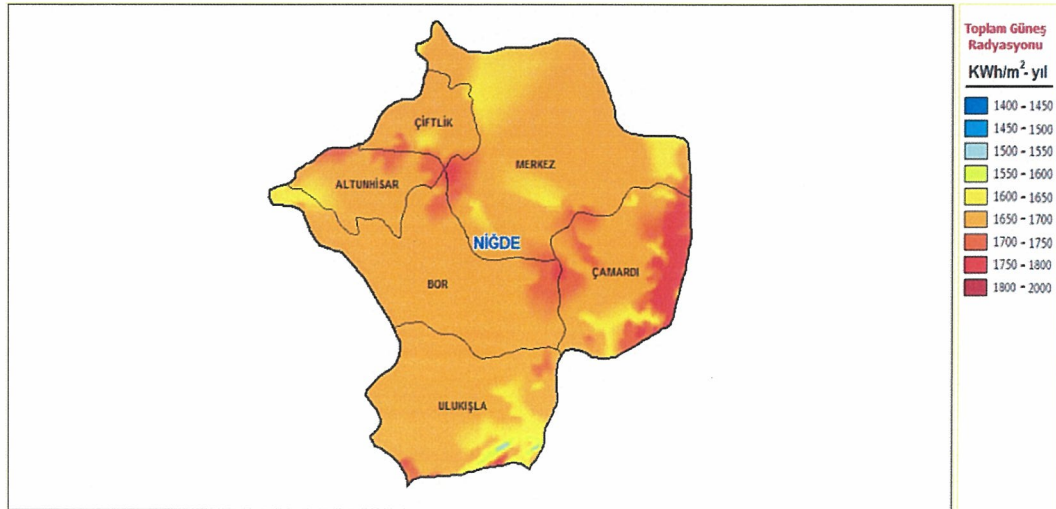
AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞ LENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK NET KAZANÇ (\$)	TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	31	4,05	103,275	3.201,525	2.721,296	284,510	37,840	374,492
ŞUBAT	29	5,22	133,110	3.860,190	3.281,162	1.001,588	133,211	448,144
MART	31	6,80	173,400	5.375,400	4.569,090	2.132,304	283,596	620,249
NİSAN	30	7,88	200,940	6.028,200	5.123,970	2.765,790	367,850	693,643
MAYIS	31	9,11	232,305	7.201,455	6.121,237	5.750,167	764,772	816,037
HAZİRAN	30	10,96	279,480	8.384,400	7.126,740	6.767,640	900,096	949,707
TEMMUZ	31	11,88	302,940	9.391,140	7.982,469	7.611,399	1012,316	1063,581
AĞUSTOS	31	11,30	288,150	8.932,650	7.592,753	7.221,683	960,484	1011,749
EYLÜL	30	9,50	242,250	7.267,500	6.177,375	5.818,275	773,831	823,442
EKİM	31	7,11	181,305	5.620,455	4.777,387	4.406,317	586,040	637,305
KASIM	30	5,22	133,110	3.993,300	3.394,305	1.036,125	137,805	463,597
ARALIK	31	3,57	91,035	2.822,085	2.398,772	-38,014	-5,056	331,597
TOPLAM	366	7,72	2.361,300	72.078,300	61.266,555	44.757,783	5952,785	8.233,544

### 5.5. Niğde İli İçin Şebeke Bağlantılı Hesaplamalar

Niğde ilinin yüzölçümü 7.365 km<sup>2</sup> olup, KOP Bölgesi illeri arasında alan büyüklüğü olarak 4. sırada yer almaktadır. Nüfus büyüklüğü 343.658 kişidir. Niğde ilinin toplam 736.500 ha alanının içerisinde, Niğde ilinin 392.555 ha'lık kısmı (%53,3) düzlük, 343.946 ha'lık kısmı (%46,7) dağlık, 35.352 ha'lık (%4,8) kısmı ise sulak alandan oluşmaktadır [15].



Şekil 5.5. Niğde İli Haritası [15].



Şekil 5.5.1. Niğde ili Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA), [4].





Şekil 5.5.2. Niğde ili, Bor İlçesi Güneşlenme Süreleri (GEPA), [4].

### 5.5.1. Sistemde Kullanılacak Güneş Panellerinin Sayısının Belirlenmesi

Niğde ili, Bor ilçesi için günlük enerji tüketim değeri Çizelge 3,1'de verilmiştir. Niğde ili, Bor ilçesi Aralık ayı için güneşlenme süresi 3,99 h olarak alınmıştır.

$$\text{Panel Sayısı} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Sistem Verimliliği}}{\text{Bir modülün Üreteceği Güç} \times \text{Günlük Ortalama Güneşlenme Süresi}} \quad (5.5.1)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre panel sayısı,

$$\text{Panel Sayısı} = \frac{11970 \text{ Wh} \times 1,15}{250 \text{ W} \times 3,99 \text{ h}} = 13,8 = 14 \text{ adet}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre panel sayısı,

$$\text{Panel Sayısı} = \frac{78606 \text{ Wh} \times 1,15}{250 \text{ W} \times 3,99 \text{ h}} = 90,62 = 91 \text{ adet}$$

Sistemin Niğde ilinde, Bor ilçesinde Çizelge 5,1'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden on dört adet, Çizelge 5,2'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden doksan bir adet kullanılabilir.

### 5.5.2. Sistemde bulunması gereken çevirici kapasitesinin Hesaplanması

Çevirici kapasitesi belirlenirken bir saatte kullanılan ortalama güç miktarına bakılmaktadır. Kapasite hesaplanırken çeviricinin kendisinden kaynaklanan kayıplarda sisteme dâhil edilmiştir. Genel çevirici kayıpları %10 olarak alınmıştır.

$$\text{Çevirici Kapasitesi} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Çevirici Kaybı}}{\text{Günlük Güneşlenme Süresi}} \quad (5.5.2)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çevirici kapasitesi,

$$\text{Çevirici Kapasitesi} = \frac{11970 \text{ Wh} \times 1,10}{3,99 \text{ h}} = 3300 \text{ VA}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çevirici kapasitesi,

$$\text{Çevirici Kapasitesi} = \frac{78606 \text{ Wh} \times 1,10}{3,99 \text{ h}} = 21670,83 \text{ VA}$$

Bu özellikleri karşılamak amacıyla sistemde Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 1 adet 5000 W kapasiteye sahip çevirici, Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 1 adet 20-25 Kw kapasiteye sahip çevirici kullanılabilir.

### 5.5.3. Sistemde bulunan çeviriciden kaynaklanan güç kayıpları

Çeviriciden kaynaklanan kayıplar çevirici etkinliği %90 olarak alındığında,

$$P_{ac} = P_{dc(STC)} \times \text{Çevrim Etkinliği} \quad (5.5.3)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çeviriciden kaynaklanan güç kaybı,

$$P_{ac} = 3300 \times 0,1 = 330 \text{ W}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre çeviriciden kaynaklanan güç kaybı,

$$P_{ac} = 21670,83 \times 0,1 = 2167,08 \text{ W}$$

#### 5.5.4. Sistemde Yüzey Kirliliğinden Oluşabilecek Güç Kayıpların Bulunması

Kullanıldığı yerde PV panellerin etkinliğinin düşmesine neden olan önemli faktör de yüzey kirlenmesidir. Yapılan araştırmalar, kirlenme durumunda PV performansının %3,5 oranında düştüğünü göstermektedir.

$$P_{KİRLİLİK} = (P_{max} \times 0,035) \times \text{Panel Sayısı} \quad (5.5.4)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre hesaplanan panel sayısına göre yüzey kirliliğinden oluşabilecek güç kaybı,

$$P_{KİRLİLİK} = (250 \times 0,035) \times 14 = 122,5 \text{ W}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre hesaplanan panel sayısına göre yüzey kirliliğinden oluşabilecek güç kaybı,

$$P_{KİRLİLİK} = (250 \times 0,035) \times 91 = 796,25 \text{ W}$$



**Çizelge 5.9.** Niğde ili, Bor İlçesi için Çizelge 5.1. Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK NET KAZANÇ (\$)	TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	31	4,48	15,680	486,080	413,168	42,098	5,599	56,864
ŞUBAT	29	5,58	19,530	566,370	481,415	134,285	17,860	65,817
MART	31	6,82	23,870	739,970	628,975	257,905	34,301	85,566
NİSAN	30	7,96	27,860	835,800	710,430	351,330	46,727	96,338
MAYIS	31	9,56	33,460	1.037,260	881,671	510,601	67,910	119,175
HAZİRAN	30	11,45	40,075	1.202,250	1.021,913	662,813	88,154	137,765
TEMMUZ	31	12,19	42,665	1.322,615	1.124,223	753,153	100,169	151,434
AĞUSTOS	31	11,59	40,565	1.257,515	1.068,888	697,818	92,810	144,075
EYLÜL	30	10,11	35,385	1.061,550	902,318	543,218	72,248	121,859
EKİM	31	7,67	26,845	832,195	707,366	336,296	44,727	95,992
KASIM	30	5,74	20,090	602,700	512,295	153,195	20,375	69,986
ARALIK	31	3,99	13,965	432,915	367,978	-3,092	-0,411	50,854
TOPLAM	366	8,10	339,990	10.377,220	8.820,637	4.439,617	590,469	1.195,726

**Çizelge 5.10.** Niğde ili, Bor İlçesi için Çizelge 5.2. Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK NET KAZANÇ (\$)	TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	31	4,48	101,920	3.159,520	2.685,592	248,806	33,091	369,744
ŞUBAT	29	5,58	126,945	3.681,405	3.129,194	849,620	112,999	427,933
MART	31	6,82	155,155	4.809,805	4.088,334	1.651,548	219,656	556,309
NİSAN	30	7,96	181,090	5.432,700	4.617,795	2.259,615	300,529	626,322
MAYIS	31	9,56	217,490	6.742,190	5.730,862	5.359,792	712,852	764,117
HAZİRAN	30	11,45	260,488	7.814,625	6.642,431	6.283,331	835,683	885,294
TEMMUZ	31	12,19	277,323	8.596,998	7.307,448	6.936,378	922,538	973,803
AĞUSTOS	31	11,59	263,673	8.173,848	6.947,770	6.576,700	874,701	925,966
EYLÜL	30	10,11	230,003	6.900,075	5.865,064	5.505,964	732,293	781,904
EKİM	31	7,67	174,493	5.409,268	4.597,877	4.226,807	562,165	613,430
KASIM	30	5,74	130,585	3.917,550	3.329,918	971,738	129,241	455,034
ARALIK	31	3,99	90,773	2.813,948	2.391,855	-44,931	-5,976	330,677
TOPLAM	366	8,10	2.209,935	67.451,930	57.334,141	40.825,369	5429,774	7.710,533



## 5.6. Konya İli İçin Şebekeden Bağımsız Hesaplamalar

Konya ili, Tuzlukçu ilçesi için günlük enerji tüketim değeri Çizelge 5,1'de ve Çizelge 5,2'de verilmiştir. Konya ili, Tuzlukçu ilçesi Aralık ayı için güneşlenme süresi 3,81 h olarak alınmıştır. Sistemin Konya ilinde, Tuzlukçu ilçesinde Çizelge 5,1'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden on beş adet, Çizelge 5,2'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden doksan beş adet kullanabileceği denk.5.2.1'e göre hesaplanmıştır. Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre sistemde kullanılacak çevirici kapasitesi denk.5.2.2'e göre 3455,91 VA olarak hesaplanmıştır. Bu özellikleri karşılamak amacıyla sistemde 1 adet 5000 W kapasiteye sahip çevirici kullanılabilir. Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre sistemde kullanılacak çevirici kapasitesi denk.5.2.2'e göre 22694,65 VA olarak hesaplanmıştır. Bu özellikleri karşılamak amacıyla sistemde 1 adet 20-25 kW kapasiteye sahip çevirici kullanılabilir.

### 5.6.1. Sistemde Bulunması Gereken Akü Sayısı

Sistemde kullanılacak akü sayısı belirlenirken seçilen akünün üretmiş olduğu gerilim (V) ve kapasitesi (Ah) gerekmektedir.

$$\text{Akü Sayısı} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Akü Kayıpları}}{\text{Akü Gerilimi} \times \text{Akü Kapasitesi}} \quad (5.6.1)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü sayısı hesabı,

$$\text{Akü Sayısı} = \frac{11970 \text{ Wh} \times 1,10}{12 \text{ V} \times 200 \text{ Ah}} = 5,49 = 6 \text{ adet}$$



Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü sayısı hesabı,

$$\text{Akü Sayısı} = \frac{78606 \text{ Wh} \times 1.10}{12 \text{ V} \times 200 \text{ Ah}} = 36,03 = 37 \text{ adet}$$

Sistemde belirtilen sürede üretilen doğru akımın depolanmasını sağlamak amacıyla Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 6 adet 12V 200 Ah jel aküden, Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 37 adet 12V 200 Ah jel aküden kullanılabilir.

#### **5.6.2. Sistemde bulunması gereken akü şarj cihazının kapasitesinin Hesaplanması**

Akü şarj cihazları akülerin sistem içinde düşük veya fazla şarjdan korunmasını önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu amaçla sistemin bir saat içinde depolayacağı güç miktarına göre şarj cihazları seçilmektedir.

$$\text{Akü Şarj Cihazı} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı}}{\text{Günlük Güneşlenme Süresi}} \quad (5.6.2)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü şarj cihazı hesabı,

$$\text{Akü Şarj Cihazı} = \frac{11970 \text{ Wh}}{3,81 \text{ h}} = 3141,73 \text{ W}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü şarj cihazı hesabı,

$$\text{Akü Şarj Cihazı} = \frac{78606 \text{ Wh}}{3,81 \text{ h}} = 20631,50 \text{ W}$$

**Çizelge 5.11.** Konya ili Tuzlukçu ilçesi için Çizelge 5,1'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK GİDER (kWh)	AYLIK FATURA TUTARI (TL)	AKÜ SAYISI
OCAK	31	4,09	15,338	475,463	404,143	33,073	371,07	152,770	0,49
ŞUBAT	29	5,28	19,800	574,200	488,070	140,940	347,13	142,913	2,23
MART	31	6,67	25,013	775,388	659,079	288,009	371,07	152,770	4,26
NİSAN	30	7,75	29,063	871,875	741,094	381,994	359,1	147,841	5,84
MAYIS	31	9,40	35,250	1.092,750	928,838	557,768	371,07	152,770	8,25
HAZİRAN	30	10,96	41,100	1.233,000	1.048,050	688,950	359,1	147,841	10,53
TEMMUZ	31	11,74	44,025	1.364,775	1.160,059	788,989	371,07	152,770	11,67
AĞUSTOS	31	11,10	41,625	1.290,375	1.096,819	725,749	371,07	152,770	10,73
EYLÜL	30	9,59	35,963	1.078,875	917,044	557,944	359,1	147,841	8,52
EKİM	31	7,00	26,250	813,750	691,688	320,618	371,07	152,770	4,74
KASIM	30	5,25	19,688	590,625	502,031	142,931	359,1	147,841	2,18
ARALIK	31	3,81	14,288	442,913	376,476	5,406	371,07	152,770	0,08
TOPLAM	366	7,72	347,400	10.603,988	9.013,389	4.632,369	4381,020	1.803,666	



**Çizelge 5.12.** Konya ili Tuzlukçu ilçesi için Çizelge 5,2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK GİDER (kWh)	AYLIK FATURA TUTARI (TL)	AKÜ SAYISI
OCAK	31	4,09	97,138	3.011,263	2.559,573	122,787	2436,786	1003,225	1,82
ŞUBAT	29	5,28	125,400	3.636,600	3.091,110	811,536	2279,574	938,501	12,83
MART	31	6,67	158,413	4.910,788	4.174,169	1.737,383	2436,786	1003,225	25,69
NİSAN	30	7,75	184,063	5.521,875	4.693,594	2.335,414	2358,18	970,863	35,68
MAYIS	31	9,40	223,250	6.920,750	5.882,638	5.511,568	371,07	152,770	81,49
HAZİRAN	30	10,96	260,300	7.809,000	6.637,650	6.278,550	359,1	147,841	95,92
TEMMUZ	31	11,74	278,825	8.643,575	7.347,039	6.975,969	371,07	152,770	103,14
AĞUSTOS	31	11,10	263,625	8.172,375	6.946,519	6.575,449	371,07	152,770	97,22
EYLÜL	30	9,59	227,763	6.832,875	5.807,944	5.448,844	359,1	147,841	83,25
EKİM	31	7,00	166,250	5.153,750	4.380,688	4.009,618	371,07	152,770	59,28
KASIM	30	5,25	124,688	3.740,625	3.179,531	821,351	2358,18	970,863	12,55
ARALIK	31	3,81	90,488	2.805,113	2.384,346	-52,440	2436,786	1003,225	-0,78
TOPLAM	366	7,72	2.200,200	67.158,588	57.084,799	40.576,027	16508,772	6.796,661	



## 5.7. Karaman İli İçin Şebekeden Bağımsız Hesaplamalar

Karaman ili, Kâzımkarabekir ilçesi için günlük enerji tüketim değeri Çizelge 5,1'de ve Çizelge 5,2'de verilmiştir. Karaman ili, Kâzımkarabekir ilçesi Aralık ayı için güneşlenme süresi 4,28 h olarak alınmıştır. Sistemin Karaman ilinde, Kâzımkarabekir ilçesinde Çizelge 5,1'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden on üç adet, Çizelge 5,2'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden seksen beş adet kullanabileceği denk.5.3.1'e göre hesaplanmıştır. Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre sistemde kullanılacak çevirici kapasitesi denk.5.3.2'e göre 3076,40 VA olarak hesaplanmıştır. Bu özellikleri karşılamak amacıyla sistemde 1 adet 5000 W kapasiteye sahip çevirici kullanılabilir. Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre sistemde kullanılacak çevirici kapasitesi denk.5.3.2'e göre 20202,48 VA olarak hesaplanmıştır. Bu özellikleri karşılamak amacıyla sistemde 1 adet 20-25 kW kapasiteye sahip çevirici kullanılabilir.

### 5.7.1. Sistemde Bulunması Gereken Akü Sayısı

Sistemde kullanılacak akü sayısı belirlenirken seçilen akünün üretmiş olduğu gerilim (V) ve kapasitesi (Ah) gerekmektedir.

$$\text{Akü Sayısı} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Akü Kayıpları}}{\text{Akü Gerilimi} \times \text{Akü Kapasitesi}} \quad (5.7.1)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü sayısı hesabı,

$$\text{Akü Sayısı} = \frac{11970 \text{ Wh} \times 1,10}{12 \text{ V} \times 200 \text{ Ah}} = 5,49 = 6 \text{ adet}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü sayısı hesabı,

$$\text{Akü Sayısı} = \frac{78606 \text{ Wh} \times 1.10}{12 \text{ V} \times 200 \text{ Ah}} = 36,03 = 37 \text{ adet}$$

Sistemde belirtilen sürede üretilen doğru akımın depolanmasını sağlamak amacıyla Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 6 adet 12V 200 Ah jel aküden, Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 37 adet 12V 200 Ah jel aküden kullanılabilir.

### 5.7.2. Sistemde bulunması gereken akü şarj cihazının kapasitesinin Hesaplanması

Akü şarj cihazları akülerin sistem içinde düşük veya fazla şarjdan korunmasını önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu amaçla sistemin bir saat içinde depolayacağı güç miktarına göre şarj cihazları seçilmektedir.

$$\text{Akü Şarj Cihazı} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı}}{\text{Günlük Güneşlenme Süresi}} \quad (5.7.2)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü şarj cihazı hesabı,

$$\text{Akü Şarj Cihazı} = \frac{11970 \text{ Wh}}{4,28 \text{ h}} = 2796,73 \text{ W}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü şarj cihazı hesabı,

$$\text{Akü Şarj Cihazı} = \frac{78606 \text{ Wh}}{4,28 \text{ h}} = 18365,89 \text{ W}$$

**Çizelge 5.13.** Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesi için Çizelge 5,1'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK GİDER (kWh)	AYLIK FATURA TUTARI (TL)	AKÜ SAYISI
OCAK	31	4,41	14,333	444,308	377,661	6,591	371,070	152,770	0,10
ŞUBAT	29	5,84	18,980	550,420	467,857	120,727	347,130	142,913	1,91
MART	31	7,14	23,205	719,355	611,452	240,382	371,070	152,770	3,55
NİSAN	30	8,46	27,495	824,850	701,123	342,023	359,100	147,841	5,23
MAYIS	31	9,77	31,753	984,328	836,678	465,608	371,070	152,770	6,88
HAZİRAN	30	11,58	37,635	1.129,050	959,693	600,593	359,100	147,841	9,18
TEMMUZ	31	12,13	39,423	1.222,098	1.038,783	667,713	371,070	152,770	9,87
AĞUSTOS	31	11,55	37,538	1.163,663	989,113	618,043	371,070	152,770	9,14
EYLÜL	30	10,05	32,663	979,875	832,894	473,794	359,100	147,841	7,24
EKİM	31	7,74	25,155	779,805	662,834	291,764	371,070	152,770	4,31
KASIM	30	5,9	19,175	575,250	488,963	129,863	359,100	147,841	1,98
ARALIK	31	4,28	13,910	431,210	366,529	-4,542	371,070	152,770	-0,07
TOPLAM	366	8,2375	321,263	9.804,210	8.333,579	3.952,559	4381,020	1.803,666	



**Çizelge 5.14.** Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesi için Çizelge 5,2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK GİDER (kWh)	AYLIK FATURA TUTARI (TL)	AKÜ SAYISI
OCAK	31	4,41	93,713	2.905,088	2.469,324	32,538	2436,786	1003,225	0,48
ŞUBAT	29	5,84	124,100	3.598,900	3.059,065	779,491	2279,574	938,501	12,32
MART	31	7,14	151,725	4.703,475	3.997,954	1.561,168	2436,786	1003,225	23,08
NİSAN	30	8,46	179,775	5.393,250	4.584,263	2.226,083	2358,180	970,863	34,01
MAYIS	31	9,77	207,613	6.435,988	5.470,589	5.099,519	371,070	152,770	75,40
HAZİRAN	30	11,58	246,075	7.382,250	6.274,913	5.915,813	359,100	147,841	90,38
TEMMUZ	31	12,13	257,763	7.990,638	6.792,042	6.420,972	371,070	152,770	94,93
AĞUSTOS	31	11,55	245,438	7.608,563	6.467,278	6.096,208	371,070	152,770	90,13
EYLÜL	30	10,05	213,563	6.406,875	5.445,844	5.086,744	359,100	147,841	77,71
EKİM	31	7,74	164,475	5.098,725	4.333,916	3.962,846	371,070	152,770	58,59
KASIM	30	5,9	125,375	3.761,250	3.197,063	838,883	2358,180	970,863	12,82
ARALIK	31	4,28	90,950	2.819,450	2.396,533	-40,253	2436,786	1003,225	-0,60
TOPLAM	366	8,2375	2.100,563	64.104,450	54.488,783	37.980,011	16508,772	6.796,661	

## 5.8. Aksaray İli İçin Şebekeden Bağımsız Hesaplamalar

Aksaray ili, Sarıyahşi ilçesi için günlük enerji tüketim değeri Çizelge 5,1'de ve Çizelge 5,2'de verilmiştir. Karaman ili, Kâzımkarabekir ilçesi Aralık ayı için güneşlenme süresi 3,57 h olarak alınmıştır. Sistemin Aksaray ilinde, Sarıyahşi ilçesinde Çizelge 5,1'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden on altı adet, Çizelge 5,2'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden yüz iki adet kullanabileceği denk.5.4.1'e göre hesaplanmıştır. Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre sistemde kullanılacak çevirici kapasitesi denk.5.4.2'e göre 3688,23 VA olarak hesaplanmıştır. Bu özellikleri karşılamak amacıyla sistemde 1 adet 5000 W kapasiteye sahip çevirici kullanılabilir. Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre sistemde kullanılacak çevirici kapasitesi denk.5.4.2'e göre 24220,34 VA olarak hesaplanmıştır. Bu özellikleri karşılamak amacıyla sistemde 1 adet 20-25 kW kapasiteye sahip çevirici kullanılabilir.

### 5.8.1. Sistemde Bulunması Gereken Akü Sayısı

Sistemde kullanılacak akü sayısı belirlenirken seçilen akünün üretmiş olduğu gerilim (V) ve kapasitesi (Ah) gerekmektedir.

$$\text{Akü Sayısı} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Akü Kayıpları}}{\text{Akü Gerilimi} \times \text{Akü Kapasitesi}} \quad (5.8.1)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü sayısı hesabı,

$$\text{Akü Sayısı} = \frac{11970 \text{ Wh} \times 1,10}{12 \text{ V} \times 200 \text{ Ah}} = 5,49 = 6 \text{ adet}$$



Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü sayısı hesabı,

$$\text{Akü Sayısı} = \frac{78606 \text{ Wh} \times 1.10}{12 \text{ V} \times 200 \text{ Ah}} = 36,03 = 37 \text{ adet}$$

Sistemde belirtilen sürede üretilen doğru akımın depolanmasını sağlamak amacıyla Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 6 adet 12V 200 Ah jel aküden, Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 37 adet 12V 200 Ah jel aküden kullanılabilir.

### 5.8.2. Sistemde bulunması gereken akü şarj cihazının kapasitesinin Hesaplanması

Akü şarj cihazları akülerin sistem içinde düşük veya fazla şarjdan korunmasını önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu amaçla sistemin bir saat içinde depolayacağı güç miktarına göre şarj cihazları seçilmektedir.

$$\text{Akü Şarj Cihazı} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı}}{\text{Günlük Güneşlenme Süresi}} \quad (5.8.2)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü şarj cihazı hesabı,

$$\text{Akü Şarj Cihazı} = \frac{11970 \text{ Wh}}{3,57 \text{ h}} = 3352,94 \text{ W}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü şarj cihazı hesabı,

$$\text{Akü Şarj Cihazı} = \frac{78606 \text{ Wh}}{3,57 \text{ h}} = 22018,49 \text{ W}$$



**Çizelge 5.15.** Aksaray ili Sarıyahşi ilçesi için Çizelge 5,1'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK GİDER (kWh)	AYLIK FATURA TUTARI (TL)	AKÜ SAYISI
OCAK	31	4,05	16,200	502,200	426,870	55,800	371,070	152,770	0,83
ŞUBAT	29	5,22	20,880	605,520	514,692	167,562	347,130	142,913	2,65
MART	31	6,80	27,200	843,200	716,720	345,650	371,070	152,770	5,11
NİSAN	30	7,88	31,520	945,600	803,760	444,660	359,100	147,841	6,79
MAYIS	31	9,11	36,440	1.129,640	960,194	589,124	371,070	152,770	8,71
HAZİRAN	30	10,96	43,840	1.315,200	1.117,920	758,820	359,100	147,841	11,59
TEMMUZ	31	11,88	47,520	1.473,120	1.252,152	881,082	371,070	152,770	13,03
AĞUSTOS	31	11,30	45,200	1.401,200	1.191,020	819,950	371,070	152,770	12,12
EYLÜL	30	9,50	38,000	1.140,000	969,000	609,900	359,100	147,841	9,32
EKİM	31	7,11	28,440	881,640	749,394	378,324	371,070	152,770	5,59
KASIM	30	5,22	20,880	626,400	532,440	173,340	359,100	147,841	2,65
ARALIK	31	3,57	14,280	442,680	376,278	5,208	371,070	152,770	0,08
TOPLAM	366	7,72	370,400	11.306,400	9.610,440	5.229,420	4381,020	1.803,666	



**Çizelge 5.16.** Aksaray ili Sarıyahşi ilçesi için Çizelge 5,2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK GİDER (kWh)	AYLIK FATURA TUTARI (TL)	AKÜ SAYISI
OCAK	31	4,05	103,275	3.201,525	2.721,296	284,510	2436,786	1003,225	4,21
ŞUBAT	29	5,22	133,110	3.860,190	3.281,162	1.001,588	2279,574	938,501	15,83
MART	31	6,80	173,400	5.375,400	4.569,090	2.132,304	2436,786	1003,225	31,53
NİSAN	30	7,88	200,940	6.028,200	5.123,970	2.765,790	2358,180	970,863	42,26
MAYIS	31	9,11	232,305	7.201,455	6.121,237	5.750,167	371,070	152,770	85,02
HAZİRAN	30	10,96	279,480	8.384,400	7.126,740	6.767,640	359,100	147,841	103,39
TEMMUZ	31	11,88	302,940	9.391,140	7.982,469	7.611,399	371,070	152,770	112,53
AĞUSTOS	31	11,30	288,150	8.932,650	7.592,753	7.221,683	371,070	152,770	106,77
EYLÜL	30	9,50	242,250	7.267,500	6.177,375	5.818,275	359,100	147,841	88,89
EKİM	31	7,11	181,305	5.620,455	4.777,387	4.406,317	371,070	152,770	65,15
KASIM	30	5,22	133,110	3.993,300	3.394,305	1.036,125	2358,180	970,863	15,83
ARALIK	31	3,57	91,035	2.822,085	2.398,772	-38,014	2436,786	1003,225	-0,56
TOPLAM	366	7,72	2.361,300	72.078,300	61.266,555	44.757,783	16508,772	6.796,661	

## 5.9. Niğde İli İçin Şebekeden Bağımsız Hesaplamalar

Niğde ili, Bor ilçesi için günlük enerji tüketim değeri Çizelge 5,1'de ve Çizelge 5,2'de verilmiştir. Niğde ili, Bor ilçesi Aralık ayı için güneşlenme süresi 3,99 h olarak alınmıştır. Sistemin Niğde ilinde, Bor ilçesinde Çizelge 5,1'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden on dört adet, Çizelge 5,2'deki istenen elektrik enerjisi değerini Aralık ayında üretebilmesi için PV M-250W modeldeki panelden doksan bir adet kullanabileceği denk.5.5.1'e göre hesaplanmıştır. Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre sistemde kullanılacak çevirici kapasitesi denk.5.5.2'e göre 3300 VA olarak hesaplanmıştır. Bu özellikleri karşılamak amacıyla sistemde 1 adet 5000 W kapasiteye sahip çevirici kullanılabilir. Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre sistemde kullanılacak çevirici kapasitesi denk.5.5.2'e göre 21670,83 VA olarak hesaplanmıştır. Bu özellikleri karşılamak amacıyla sistemde 1 adet 20-25 kW kapasiteye sahip çevirici kullanılabilir.

### 5.9.1. Sistemde Bulunması Gereken Akü Sayısı

Sistemde kullanılacak akü sayısı belirlenirken seçilen akünün üretmiş olduğu gerilim (V) ve kapasitesi (Ah) gerekmektedir.

$$\text{Akü Sayısı} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı} \times \text{Akü Kayıpları}}{\text{Akü Gerilimi} \times \text{Akü Kapasitesi}} \quad (5.9.1)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü sayısı hesabı,

$$\text{Akü Sayısı} = \frac{11970 \text{ Wh} \times 1,10}{12 \text{ V} \times 200 \text{ Ah}} = 5,49 = 6 \text{ adet}$$



Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü sayısı hesabı,

$$\text{Akü Sayısı} = \frac{78606 \text{ Wh} \times 1.10}{12 \text{ V} \times 200 \text{ Ah}} = 36,03 = 37 \text{ adet}$$

Sistemde belirtilen sürede üretilen doğru akımın depolanmasını sağlamak amacıyla Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 6 adet 12V 200 Ah jel aküden, Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre 37 adet 12V 200 Ah jelaküden kullanılabilir.

#### **5.9.2. Sistemde bulunması gereken akü şarj cihazının kapasitesinin Hesaplanması**

Akü şarj cihazları akülerin sistem içinde düşük veya fazla şarjdan korunmasını önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu amaçla sistemin bir saat içinde depolayacağı güç miktarına göre şarj cihazları seçilmektedir.

$$\text{Akü Şarj Cihazı} = \frac{\text{Günlük Enerji İhtiyacı}}{\text{Günlük Güneşlenme Süresi}} \quad (5.9.2)$$

Çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü şarj cihazı hesabı,

$$\text{Akü Şarj Cihazı} = \frac{11970 \text{ Wh}}{3,99 \text{ h}} = 3000 \text{ W}$$

Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerine göre akü şarj cihazı hesabı,

$$\text{Akü Şarj Cihazı} = \frac{78606 \text{ Wh}}{3,99 \text{ h}} = 19700,75 \text{ W}$$

**Çizelge 5.17.** Niğde ili Bor ilçesi için Çizelge 5,1'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK GİDER (kWh)	AYLIK FATURA TUTARI (TL)	AKÜ SAYISI
OCAK	31	4,48	15,680	486,080	413,168	42,098	371,070	152,770	0,62
ŞUBAT	29	5,58	19,530	566,370	481,415	134,285	347,130	142,913	2,12
MART	31	6,82	23,870	739,970	628,975	257,905	371,070	152,770	3,81
NİSAN	30	7,96	27,860	835,800	710,430	351,330	359,100	147,841	5,37
MAYIS	31	9,56	33,460	1.037,260	881,671	510,601	371,070	152,770	7,55
HAZİRAN	30	11,45	40,075	1.202,250	1.021,913	662,813	359,100	147,841	10,13
TEMMUZ	31	12,19	42,665	1.322,615	1.124,223	753,153	371,070	152,770	11,14
AĞUSTOS	31	11,59	40,565	1.257,515	1.068,888	697,818	371,070	152,770	10,32
EYLÜL	30	10,11	35,385	1.061,550	902,318	543,218	359,100	147,841	8,30
EKİM	31	7,67	26,845	832,195	707,366	336,296	371,070	152,770	4,97
KASIM	30	5,74	20,090	602,700	512,295	153,195	359,100	147,841	2,34
ARALIK	31	3,99	13,965	432,915	367,978	-3,092	371,070	152,770	-0,05
TOPLAM	366	8,10	339,990	10.377,220	8.820,637	4.439,617	4381,020	1.803,666	



**Çizelge 5.18.** Niğde ili Bor ilçesi için Çizelge 5,2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK GİDER (kWh)	AYLIK FATURA TUTARI(TL)	AKÜ SAYISI
OCAK	31	4,48	101,920	3.159,520	2.685,592	248,806	2436,786	1003,225	3,68
ŞUBAT	29	5,58	126,945	3.681,405	3.129,194	849,620	2279,574	938,501	13,43
MART	31	6,82	155,155	4.809,805	4.088,334	1.651,548	2436,786	1003,225	24,42
NİSAN	30	7,96	181,090	5.432,700	4.617,795	2.259,615	2358,180	970,863	34,52
MAYIS	31	9,56	217,490	6.742,190	5.730,862	5.359,792	371,070	152,770	79,24
HAZİRAN	30	11,45	260,488	7.814,625	6.642,431	6.283,331	359,100	147,841	96,00
TEMMUZ	31	12,19	277,323	8.596,998	7.307,448	6.936,378	371,070	152,770	102,55
AĞUSTOS	31	11,59	263,673	8.173,848	6.947,770	6.576,700	371,070	152,770	97,24
EYLÜL	30	10,11	230,003	6.900,075	5.865,064	5.505,964	359,100	147,841	84,12
EKİM	31	7,67	174,493	5.409,268	4.597,877	4.226,807	371,070	152,770	62,49
KASIM	30	5,74	130,585	3.917,550	3.329,918	971,738	2358,180	970,863	14,85
ARALIK	31	3,99	90,773	2.813,948	2.391,855	-44,931	2436,786	1003,225	-0,66
TOPLAM	366	8,10	2.209,935	67.451,930	57.334,141	40.825,369	16508,772	6.796,661	



5.10. Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illeri için Şebeke Bağlantılı Çizelge 5,2'ye göre 102 Panel için Toplam Kazanç Tablosu

Çizelge 5.19. Konya ili Tuzlukçu İlçesi için Çizelge 5,2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK NET KAZANÇ (\$)	TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	31	4,09	104,295	3.233,145	2.748,173	311,387	41,415	378,067
ŞUBAT	29	5,28	134,640	3.904,560	3.318,876	1.039,302	138,227	453,160
MART	31	6,67	170,085	5.272,635	4.481,740	2.044,954	271,979	608,631
NİSAN	30	7,75	197,625	5.928,750	5.039,438	2.681,258	356,607	682,400
MAYIS	31	9,40	239,700	7.430,700	6.316,095	5.945,025	790,688	841,953
HAZİRAN	30	10,96	279,480	8.384,400	7.126,740	6.767,640	900,096	949,707
TEMMUZ	31	11,74	299,370	9.280,470	7.888,400	7.517,330	999,805	1051,070
AĞUSTOS	31	11,10	283,050	8.774,550	7.458,368	7.087,298	942,611	993,876
EYLÜL	30	9,59	244,545	7.336,350	6.235,898	5.876,798	781,614	831,225
EKİM	31	7,00	178,500	5.533,500	4.703,475	4.332,405	576,210	627,475
KASIM	30	5,25	133,875	4.016,250	3.413,813	1.055,633	140,399	466,192
ARALIK	31	3,81	97,155	3.011,805	2.560,034	123,248	16,392	353,045
TOPLAM	366	7,72	2.362,320	72.107,115	61.291,048	44.782,276	5956,043	8.236,802



**Çizelge 5.20.** Karaman ili Kâzımkarabekir İlçesi için Çizelge 5,2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK NET KAZANÇ (\$)	TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	31	4,41	112,455	3.486,105	2.963,189	526,403	70,012	406,664
ŞUBAT	29	5,84	148,920	4.318,680	3.670,878	1.391,304	185,043	499,977
MART	31	7,14	182,070	5.644,170	4.797,545	2.360,759	313,981	650,633
NİSAN	30	8,46	215,730	6.471,900	5.501,115	3.142,935	418,010	743,803
MAYIS	31	9,77	249,135	7.723,185	6.564,707	6.193,637	823,754	875,019
HAZİRAN	30	11,58	295,290	8.858,700	7.529,895	7.170,795	953,716	1003,327
TEMMUZ	31	12,13	309,315	9.588,765	8.150,450	7.779,380	1034,658	1085,923
AĞUSTOS	31	11,55	294,525	9.130,275	7.760,734	7.389,664	982,825	1034,090
EYLÜL	30	10,05	256,275	7.688,250	6.535,013	6.175,913	821,396	871,008
EKİM	31	7,74	197,370	6.118,470	5.200,700	4.829,630	642,341	693,606
KASIM	30	5,9	150,450	4.513,500	3.836,475	1.478,295	196,613	522,406
ARALIK	31	4,28	109,140	3.383,340	2.875,839	439,053	58,394	395,047
TOPLAM	366	8,2375	2.520,675	76.925,340	65.386,539	48.877,767	6500,743	8.781,502



**Çizelge 5.21.** Aksaray ili Sarıyahşi İlçesi için Çizelge 5,2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK NET KAZANÇ (\$)	TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	31	4,05	103,275	3.201,525	2.721,296	284,510	37,840	374,492
ŞUBAT	29	5,22	133,110	3.860,190	3.281,162	1.001,588	133,211	448,144
MART	31	6,80	173,400	5.375,400	4.569,090	2.132,304	283,596	620,249
NİSAN	30	7,88	200,940	6.028,200	5.123,970	2.765,790	367,850	693,643
MAYIS	31	9,11	232,305	7.201,455	6.121,237	5.750,167	764,772	816,037
HAZİRAN	30	10,96	279,480	8.384,400	7.126,740	6.767,640	900,096	949,707
TEMMUZ	31	11,88	302,940	9.391,140	7.982,469	7.611,399	1012,316	1063,581
AĞUSTOS	31	11,30	288,150	8.932,650	7.592,753	7.221,683	960,484	1011,749
EYLÜL	30	9,50	242,250	7.267,500	6.177,375	5.818,275	773,831	823,442
EKİM	31	7,11	181,305	5.620,455	4.777,387	4.406,317	586,040	637,305
KASIM	30	5,22	133,110	3.993,300	3.394,305	1.036,125	137,805	463,597
ARALIK	31	3,57	91,035	2.822,085	2.398,772	-38,014	-5,056	331,597
TOPLAM	366	7,72	2.361,300	72.078,300	61.266,555	44.757,783	5952,785	8.233,544



**Çizelge 5.22.** Niğde ili Bor İlçesi için Çizelge 5,2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK NET KAZANÇ (\$)	TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	31	4,48	114,240	3.541,440	3.010,224	573,438	76,267	412,920
ŞUBAT	29	5,58	142,290	4.126,410	3.507,449	1.227,875	163,307	478,240
MART	31	6,82	173,910	5.391,210	4.582,529	2.145,743	285,384	622,036
NİSAN	30	7,96	202,980	6.089,400	5.175,990	2.817,810	374,769	700,562
MAYIS	31	9,56	243,780	7.557,180	6.423,603	6.052,533	804,987	856,252
HAZİRAN	30	11,45	291,975	8.759,250	7.445,363	7.086,263	942,473	992,084
TEMMUZ	31	12,19	310,845	9.636,195	8.190,766	7.819,696	1040,020	1091,284
AĞUSTOS	31	11,59	295,545	9.161,895	7.787,611	7.416,541	986,400	1037,665
EYLÜL	30	10,11	257,805	7.734,150	6.574,028	6.214,928	826,585	876,197
EKİM	31	7,67	195,585	6.063,135	5.153,665	4.782,595	636,085	687,350
KASIM	30	5,74	146,370	4.391,100	3.732,435	1.374,255	182,776	508,569
ARALIK	31	3,99	101,745	3.154,095	2.680,981	244,195	32,478	369,131
TOPLAM	366	8,10	2.477,070	75.605,460	64.264,641	47.755,869	6351,531	8.632,289

5.11. Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illeri için Şebekeden Bağımsız Çizelge 5,2'ye göre 102 Panel için Toplam Kazanç Tablosu

Çizelge 5.23. Konya ili Tuzlukçu İlçesi için Çizelge 5,2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK GİDER (kWh)	AYLIK FATURA TUTARI (TL)	AKÜ SAYISI
OCAK	31	4,09	104,295	3.233,145	2.748,173	311,387	2436,786	1003,225	4,60
ŞUBAT	29	5,28	134,640	3.904,560	3.318,876	1.039,302	2279,574	938,501	16,43
MART	31	6,67	170,085	5.272,635	4.481,740	2.044,954	2436,786	1003,225	30,23
NİSAN	30	7,75	197,625	5.928,750	5.039,438	2.681,258	2358,18	970,863	40,96
MAYIS	31	9,40	239,700	7.430,700	6.316,095	5.945,025	371,07	152,770	87,90
HAZİRAN	30	10,96	279,480	8.384,400	7.126,740	6.767,640	359,1	147,841	103,39
TEMMUZ	31	11,74	299,370	9.280,470	7.888,400	7.517,330	371,07	152,770	111,14
AĞUSTOS	31	11,10	283,050	8.774,550	7.458,368	7.087,298	371,07	152,770	104,79
EYLÜL	30	9,59	244,545	7.336,350	6.235,898	5.876,798	359,1	147,841	89,78
EKİM	31	7,00	178,500	5.533,500	4.703,475	4.332,405	371,07	152,770	64,05
KASIM	30	5,25	133,875	4.016,250	3.413,813	1.055,633	2358,18	970,863	16,13
ARALIK	31	3,81	97,155	3.011,805	2.560,034	123,248	2436,786	1003,225	1,82
TOPLAM	366	7,72	2.362,320	72.107,115	61.291,048	44.782,276	16508,772	6.796,661	



**Çizelge 5.24.** Karaman ili Kâzımkarabekir İlçesi için Çizelge 5,2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK GİDER (kWh)	AYLIK FATURA TUTARI (TL)	AKÜ SAYISI
OCAK	31	4,41	112,455	3.486,105	2.963,189	526,403	2436,786	1003,225	7,78
ŞUBAT	29	5,84	148,920	4.318,680	3.670,878	1.391,304	2279,574	938,501	21,99
MART	31	7,14	182,070	5.644,170	4.797,545	2.360,759	2436,786	1003,225	34,90
NİSAN	30	8,46	215,730	6.471,900	5.501,115	3.142,935	2358,180	970,863	48,02
MAYIS	31	9,77	249,135	7.723,185	6.564,707	6.193,637	371,070	152,770	91,57
HAZİRAN	30	11,58	295,290	8.858,700	7.529,895	7.170,795	359,100	147,841	109,55
TEMMUZ	31	12,13	309,315	9.588,765	8.150,450	7.779,380	371,070	152,770	115,02
AĞUSTOS	31	11,55	294,525	9.130,275	7.760,734	7.389,664	371,070	152,770	109,26
EYLÜL	30	10,05	256,275	7.688,250	6.535,013	6.175,913	359,100	147,841	94,35
EKİM	31	7,74	197,370	6.118,470	5.200,700	4.829,630	371,070	152,770	71,41
KASIM	30	5,9	150,450	4.513,500	3.836,475	1.478,295	2358,180	970,863	22,59
ARALIK	31	4,28	109,140	3.383,340	2.875,839	439,053	2436,786	1003,225	6,49
TOPLAM	366	8,2375	2.520,675	76.925,340	65.386,539	48.877,767	16508,772	6.796,661	



**Çizelge 5.25.** Aksaray ili Sarıyahşi İlçesi için Çizelge 5,2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç

AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK GİDER (kWh)	AYLIK FATURA TUTARI (TL)	AKÜ SAYISI
OCAK	31	4,05	103,275	3.201,525	2.721,296	284,510	2436,786	1003,225	4,21
ŞUBAT	29	5,22	133,110	3.860,190	3.281,162	1.001,588	2279,574	938,501	15,83
MART	31	6,80	173,400	5.375,400	4.569,090	2.132,304	2436,786	1003,225	31,53
NİSAN	30	7,88	200,940	6.028,200	5.123,970	2.765,790	2358,180	970,863	42,26
MAYIS	31	9,11	232,305	7.201,455	6.121,237	5.750,167	371,070	152,770	85,02
HAZİRAN	30	10,96	279,480	8.384,400	7.126,740	6.767,640	359,100	147,841	103,39
TEMMUZ	31	11,88	302,940	9.391,140	7.982,469	7.611,399	371,070	152,770	112,53
AĞUSTOS	31	11,30	288,150	8.932,650	7.592,753	7.221,683	371,070	152,770	106,77
EYLÜL	30	9,50	242,250	7.267,500	6.177,375	5.818,275	359,100	147,841	88,89
EKİM	31	7,11	181,305	5.620,455	4.777,387	4.406,317	371,070	152,770	65,15
KASIM	30	5,22	133,110	3.993,300	3.394,305	1.036,125	2358,180	970,863	15,83
ARALIK	31	3,57	91,035	2.822,085	2.398,772	-38,014	2436,786	1003,225	-0,56
TOPLAM	366	7,72	2.361,300	72.078,300	61.266,555	44.757,783	16508,772	6.796,661	

**Çizelge 5.26. Niğde ili Bor İlçesi için Çizelge 5,2'deki Elektrikli Ev Aletlerine ait Enerji Tüketim Değerlerine göre 102 Panel için Beklenen Minimum Sonuç**

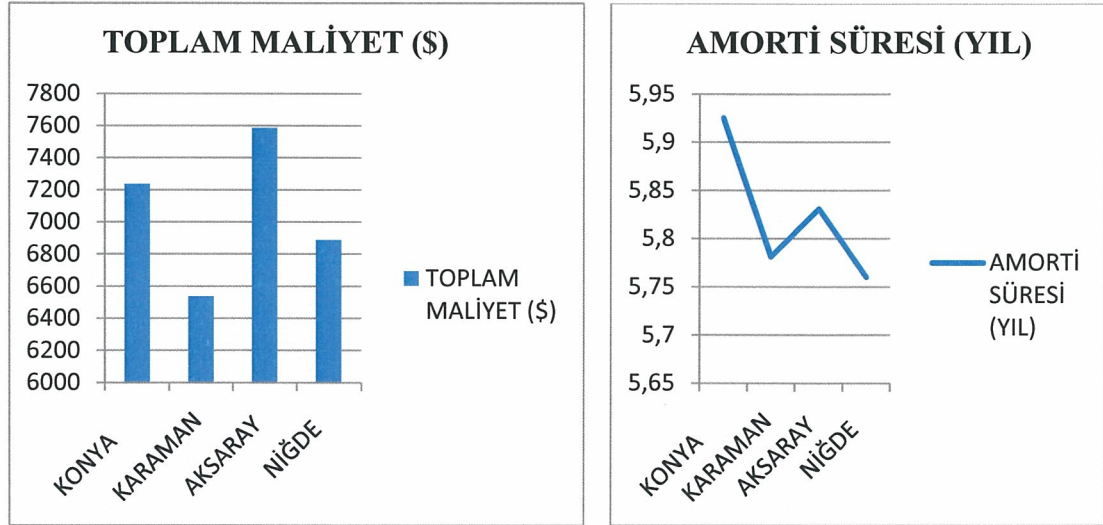
AYLAR	GÜN SAYISI	GÜNEŞLENME SÜRELERİ (h)	GÜNLÜK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	AYLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ (kWh)	% 15 KAYIP (kWh)	KAZANÇ (kWh)	AYLIK GİDER (kWh)	AYLIK FATURA TUTARI (TL)	AKÜ SAYISI
OCAK	31	4,48	114,240	3.541,440	3.010,224	573,438	2436,786	1003,225	8,48
ŞUBAT	29	5,58	142,290	4.126,410	3.507,449	1.227,875	2279,574	938,501	19,41
MART	31	6,82	173,910	5.391,210	4.582,529	2.145,743	2436,786	1003,225	31,72
NİSAN	30	7,96	202,980	6.089,400	5.175,990	2.817,810	2358,180	970,863	43,05
MAYIS	31	9,56	243,780	7.557,180	6.423,603	6.052,533	371,070	152,770	89,49
HAZİRAN	30	11,45	291,975	8.759,250	7.445,363	7.086,263	359,100	147,841	108,26
TEMMUZ	31	12,19	310,845	9.636,195	8.190,766	7.819,696	371,070	152,770	115,61
AĞUSTOS	31	11,59	295,545	9.161,895	7.787,611	7.416,541	371,070	152,770	109,65
EYLÜL	30	10,11	257,805	7.734,150	6.574,028	6.214,928	359,100	147,841	94,95
EKİM	31	7,67	195,585	6.063,135	5.153,665	4.782,595	371,070	152,770	70,71
KASIM	30	5,74	146,370	4.391,100	3.732,435	1.374,255	2358,180	970,863	21,00
ARALIK	31	3,99	101,745	3.154,095	2.680,981	244,195	2436,786	1003,225	3,61
TOPLAM	366	8,10	2.477,070	75.605,460	64.264,641	47.755,869	16508,772	6.796,661	



## 6. ŞEBEKE BAĞLANTILI MALİYET HESABI

Çizelge 6.1. Çizelge 5.1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı [16].

	BİRİM FİYAT (\$)	KONYA (\$)	KARAMAN (\$)	AKSARAY (\$)	NİĞDE (\$)
PANEL (250 W) (SOLARWORLD PROTECT 250 POLY)	276,817	4152,255	3598,621	4429,072	3875,438
İNVERTER (SMA-SUNNY TRİPOWER 5000 VA)	1.868,653	1868,653	1868,653	1868,653	1868,653
SOLAR KABLO (100m)	132,504	132,504	132,504	132,504	132,504
KURULUM EKİPMANLARI	288,792	1082,970	938,574	1155,168	1010,772
TOPLAM MALİYET (\$)		7236,379	6538,349	7585,394	6887,364
TOPLAM KAZANÇ (\$)		1221,362	1130,947	1300,770	1195,726
AMORTİ SÜRESİ (YIL)		5,925	5,781	5,831	5,760

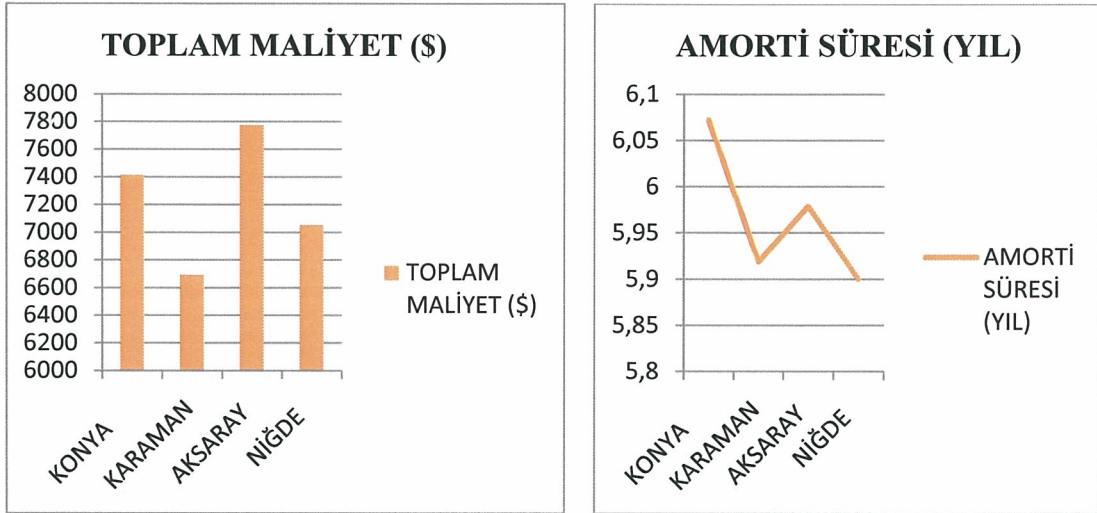


Şekil 6.1. Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği



**Çizelge 6.2.** Çizelge 5.1’deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı [16].

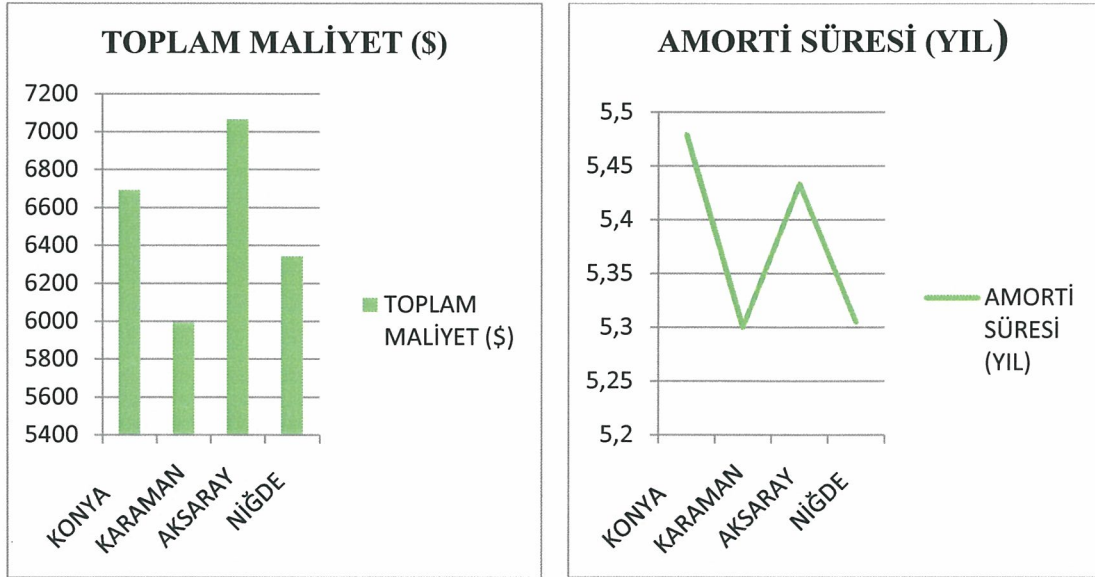
	BİRİM FİYAT (\$)	KONYA (\$)	KARAMAN (\$)	AKSARAY (\$)	NİĞDE (\$)
PANEL (250 W) (YINGLI SOLAR PANEL)	288,792	4331,88	3754,296	4620,672	4043,088
İNVERTER (SMA SUNNY TRİPOWER 5000 VA)	1.868,65	1868,653	1868,653	1868,653	1868,653
SOLAR KABLO (100m)	132,504	132,504	132,504	132,504	132,504
KURULUM EKİPMANLARI	288,792	1082,970	938,574	1155,168	1010,772
TOPLAM MALİYET (\$)		7416,004	6694,024	7776,994	7055,014
TOPLAM KAZANÇ (\$)		1221,362	1130,947	1300,770	1195,726
AMORTİ SÜRESİ (YIL)		6,072	5,919	5,979	5,900



**Şekil 6.2.** Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği

**Çizelge 6.3.** Çizelge 5.1’deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı [16].

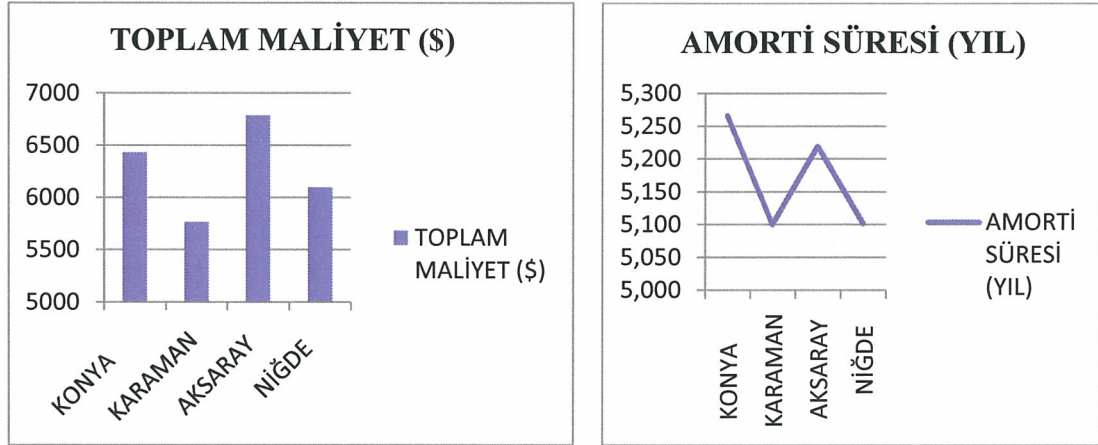
	BİRİM FİYAT (\$)	KONYA (\$)	KARAMAN (\$)	AKSARAY (\$)	NİĞDE (\$)
<b>PANEL (250 W) (SOLARWORLD PROTECT 250 POLY)</b>	276,817	4152,255	3598,621	4429,072	3875,438
<b>İNVERTER (SMA SUNNY BOY 3600- 4000 VA)</b>	1.324,253	1324,253	1324,253	1349,726	1324,253
<b>SOLAR KABLO (100m)</b>	132,504	132,504	132,504	132,504	132,504
<b>KURULUM EKİPMANLARI</b>	288,792	1082,970	938,574	1155,168	1010,772
<b>TOPLAM MALİYET (\$)</b>		6691,982	5993,952	7066,47	6342,967
<b>TOPLAM KAZANÇ (\$)</b>		1221,362	1130,947	1300,770	1195,726
<b>AMORTİ SÜRESİ (YIL)</b>		5,479	5,300	5,433	5,305



**Şekil 6.3.** Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği

**Çizelge 6.4.** Çizelge 5.1’deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı [16].

	BİRİM FİYAT (\$)	KONYA (\$)	KARAMAN (\$)	AKSARAY (\$)	NİĞDE (\$)
<b>PANEL (250 W) (SOLAR WORLD SW 250 POLY)</b>	259,446	3891,69	3372,798	4151,136	3632,244
<b>İNVERTER (SMA SUNNY BOY 3600-4000 VA)</b>	1.324,25	1324,253	1324,253	1349,726	1324,253
<b>SOLAR KABLO (100m)</b>	132,504	132,504	132,504	132,504	132,504
<b>KURULUM EKİPMANLARI</b>	288,792	1082,970	938,574	1155,168	1010,772
<b>TOPLAM MALİYET (\$)</b>		6431,417	5768,129	6788,534	6099,773
<b>TOPLAM KAZANÇ (\$)</b>		1221,362	1130,947	1300,770	1195,726
<b>AMORTİ SÜRESİ (YIL)</b>		5,266	5,100	5,219	5,101



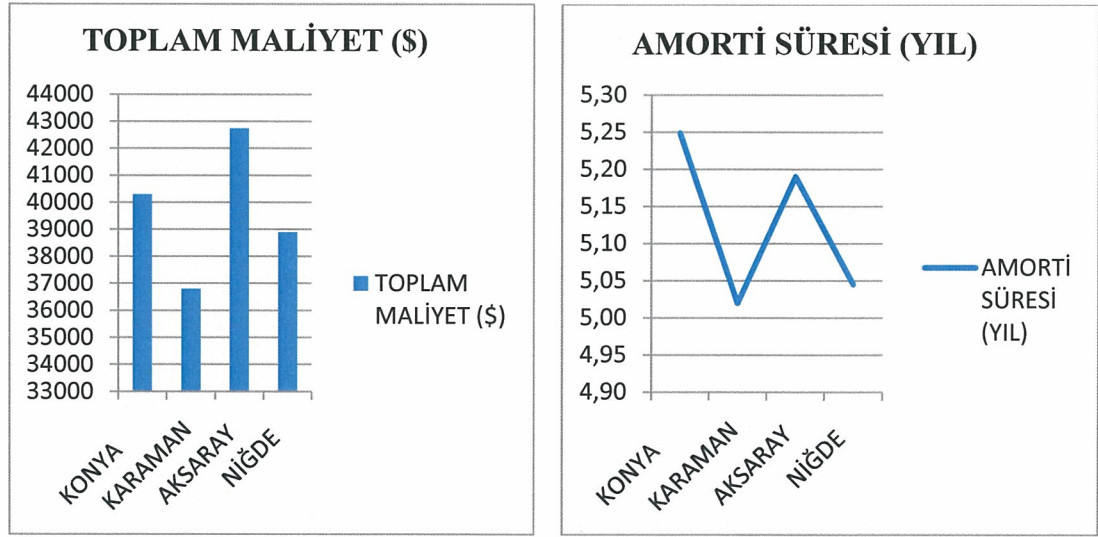
**Şekil 6.4.** Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği

Sonuç olarak çizelge 5,1’deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerleri ve Konya ili Tuzlukçu ilçesi, Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesi, Niğde ili Bor ilçesi, Aksaray ili Sarıyahşi ilçesi güneşlenme süreleri dikkate alınarak yapılan panel sayısı ve çevirici kapasitesine göre 4 farklı maliyet hesabı tablosu oluşturulmuştur. Seçilen panellerin ve invertörün birim fiyatına göre toplam maliyet hesaplandıktan sonra toplam maliyet / toplam kazançtan amorti süreleri hesaplanmıştır. Maliyetimizi etkileyen faktörlerden biri seçilen invertör olmuştur. 5000 VA seçilen invörtöre göre yapılan maliyet daha yüksek çıkmıştır. Buna bağlı olarak da amorti süreleri artmıştır. 3600/4000 VA seçilen invörtöre göre yapılan maliyet daha düşük çıkmıştır. Buna bağlı olarak da amorti süreleri azalmıştır. Aynı şekilde seçilen panel türüne göre de maliyet ve amorti süreleri değişmektedir.



**Çizelge 6.5.** Çizelge 5.2’deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı [16].

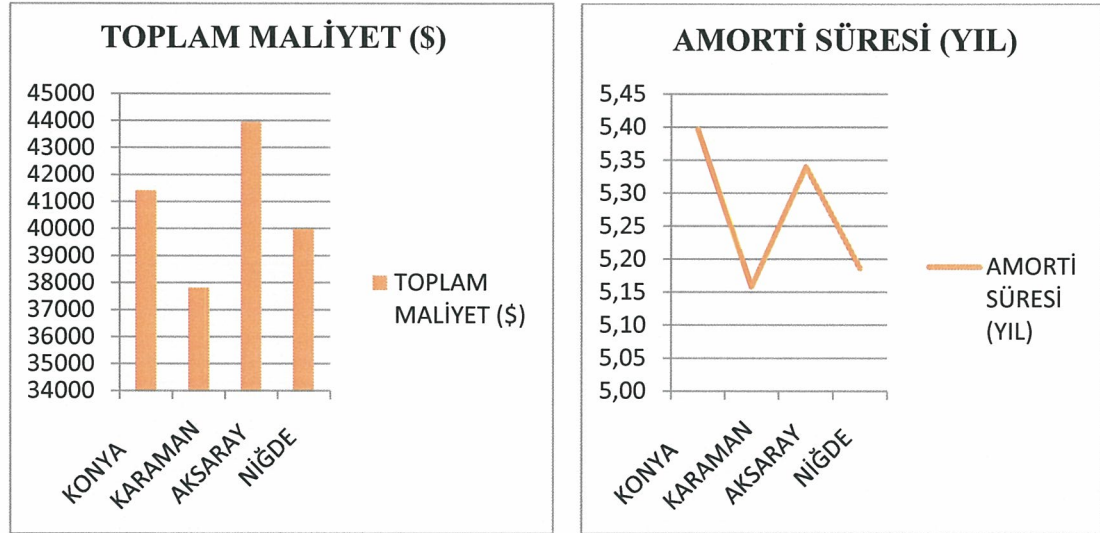
	BİRİM FİYAT (\$)	KONYA (\$)	KARAMAN (\$)	AKSARAY (\$)	NİĞDE (\$)
<b>PANEL (SOLARWORLD PROTECT 250 POLY)</b>	276,817	26297,615	23529,445	28235,334	25190,347
<b>İNVERTER (SMA SUNNY TRİPOWER 25 kW)</b>	6.455,16	6455,16	6455,16	6455,16	6455,16
<b>SOLAR KABLO (500m)</b>	682,97	682,97	682,97	682,97	682,97
<b>KURULUM EKİPMANLARI</b>	288,792	6858,81	6136,83	7364,196	6570,018
<b>TOPLAM MALİYET (\$)</b>		40294,555	36804,405	42737,66	38898,495
<b>TOPLAM KAZANÇ (\$)</b>		7677,371	7332,100	8233,544	7710,533
<b>AMORTİ SÜRESİ (YIL)</b>		5,25	5,02	5,19	5,04



**Şekil 6.5.** Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği

**Çizelge 6.6.** Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı [16].

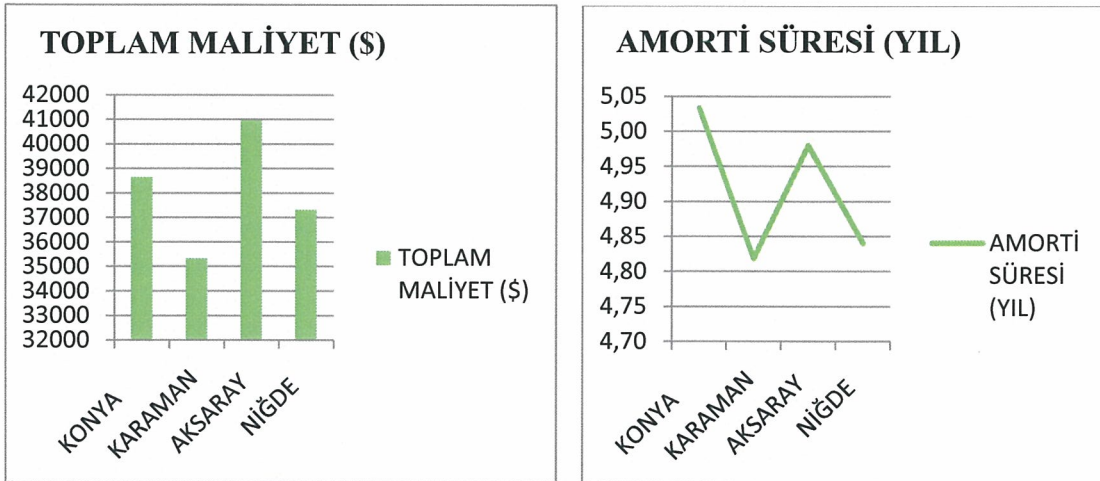
	BİRİM FİYAT (\$)	KONYA (\$)	KARAMAN (\$)	AKSARAY (\$)	NİĞDE (\$)
<b>PANEL (250 W) (YINGLI SOLAR PANEL)</b>	288,792	27435,24	24547,32	29456,784	26280,072
<b>İNVERTER (SMA SUNNY TRİPOWER 25 kW)</b>	6.455,16	6455,16	6455,16	6455,16	6455,16
<b>SOLAR KABLO (500m)</b>	682,97	682,97	682,97	682,97	682,97
<b>KURULUM EKİPMANLARI</b>	288,792	6858,81	6136,83	7364,196	6570,018
<b>TOPLAM MALİYET (\$)</b>		41432,18	37822,28	43959,11	39988,22
<b>TOPLAM KAZANÇ (\$)</b>		7677,371	7332,100	8233,544	7710,533
<b>AMORTİ SÜRESİ (YIL)</b>		5,40	5,16	5,34	5,19



**Şekil 6.6.** Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği

**Çizelge 6.7.** Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı [16].

	BİRİM FİYAT (\$)	KONYA (\$)	KARAMAN (\$)	AKSARAY (\$)	NİĞDE (\$)
<b>PANEL (SOLAR WORLD SW 250 POLY)</b>	259,446	24647,37	22052,91	26463,492	23609,586
<b>İNVERTER (SMA SUNNY TRIPOWER 25 kW)</b>	6.455,16	6455,16	6455,16	6455,16	6455,16
<b>SOLAR KABLO (500m)</b>	682,97	682,97	682,97	682,97	682,97
<b>KURULUM EKİPMANLARI</b>	288,792	6858,81	6136,83	7364,196	6570,018
<b>TOPLAM MALİYET (\$)</b>		38644,31	35327,87	40965,818	37317,734
<b>TOPLAM KAZANÇ (\$)</b>		7677,371	7332,100	8233,544	7710,533
<b>AMORTİ SÜRESİ (YIL)</b>		5,03	4,82	4,98	4,84



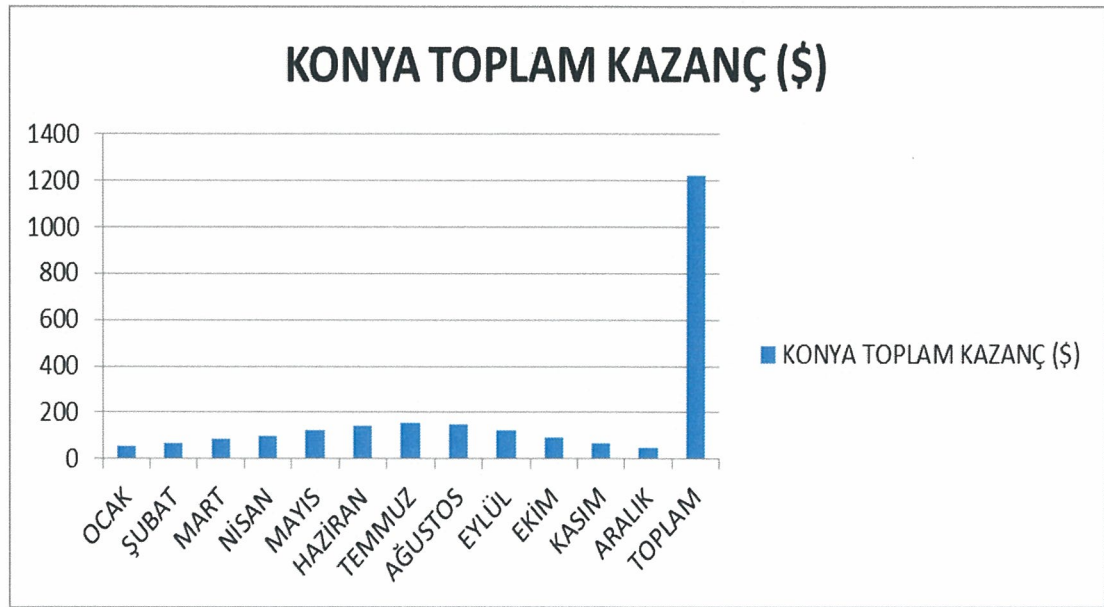
**Şekil 6.7.** Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği

Çizelge 5,2'de ısınma amaçlı ısı pompasının günlük kullanım enerjisi de eklenerek toplam günlük enerji tüketim değerine göre panel sayısı, çevirici kapasitesi hesaplanarak üç farklı maliyet hesabı tablosu oluşturulmuştur. Seçilen panellerin ve inverterlerin birim fiyatına göre toplam maliyet hesaplandıktan sonra toplam maliyet / toplam kazançtan amorti süreleri hesaplanmıştır. Isı pompasının günlük kullanım enerjisi eklendikten sonra panel sayısının artması ve çevirici kapasitesinin artması sonucunda toplam maliyet artmıştır. Buna rağmen amorti süresinde çok fazla değişiklik olmamıştır. Bunun sebebi ise panel sayısının artması sonucunda yıllık net kazancında artmış olmasıdır.

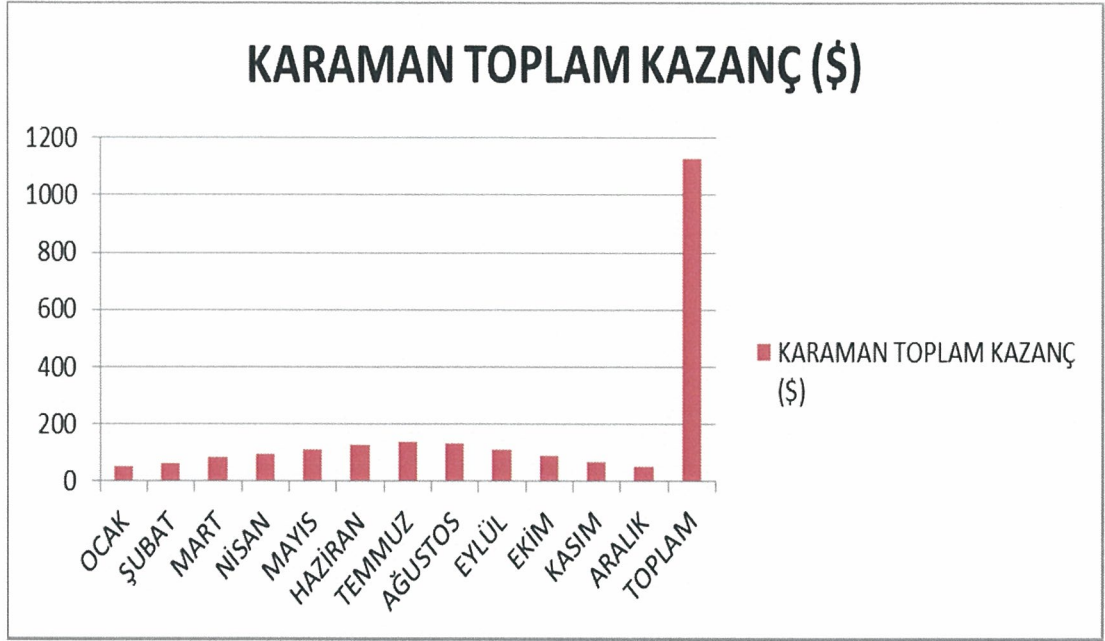


**Çizelge 6.8.** Çizelge 5.1’deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illerinin toplam kazanç tablosu

AYLAR	KONYA TOPLAM KAZANÇ (\$)	KARAMAN TOPLAM KAZANÇ (\$)	AKSARAY TOPLAM KAZANÇ (\$)	NİĞDE TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	55,664	52,142	58,686	56,864
ŞUBAT	66,703	64,014	70,243	65,817
MART	89,57	83,236	97,236	85,566
NİSAN	100,416	95,1	108,751	96,338
MAYIS	125,448	113,191	129,618	119,175
HAZİRAN	141,242	129,49	150,534	137,765
TEMMUZ	156,2	140,071	168,449	151,434
AĞUSTOS	147,79	133,465	160,318	144,075
EYLÜL	123,818	112,626	130,728	121,859
EKİM	93,907	90,07	101,582	95,992
KASIM	68,621	66,883	72,665	69,986
ARALIK	51,984	50,661	51,958	50,854
TOPLAM	1.221,36	1.130,95	1.300,77	1.195,73



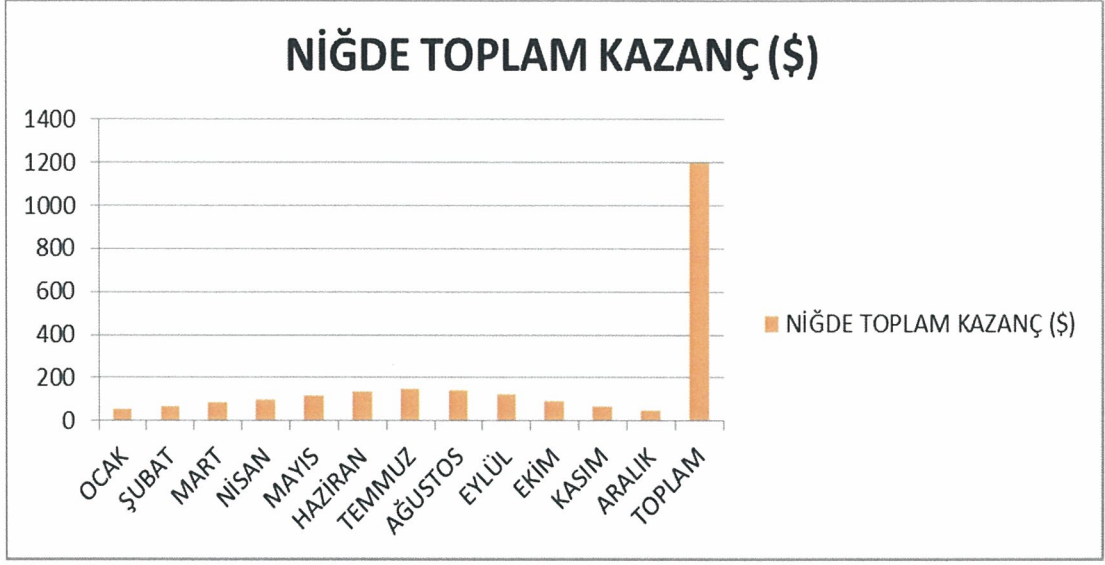
**Şekil 6.8.** Konya Toplam Kazanç Grafiği



Şekil 6.9. Karaman Toplam Kazanç Grafiği



Şekil 6.10. Aksaray Toplam Kazanç Grafiği



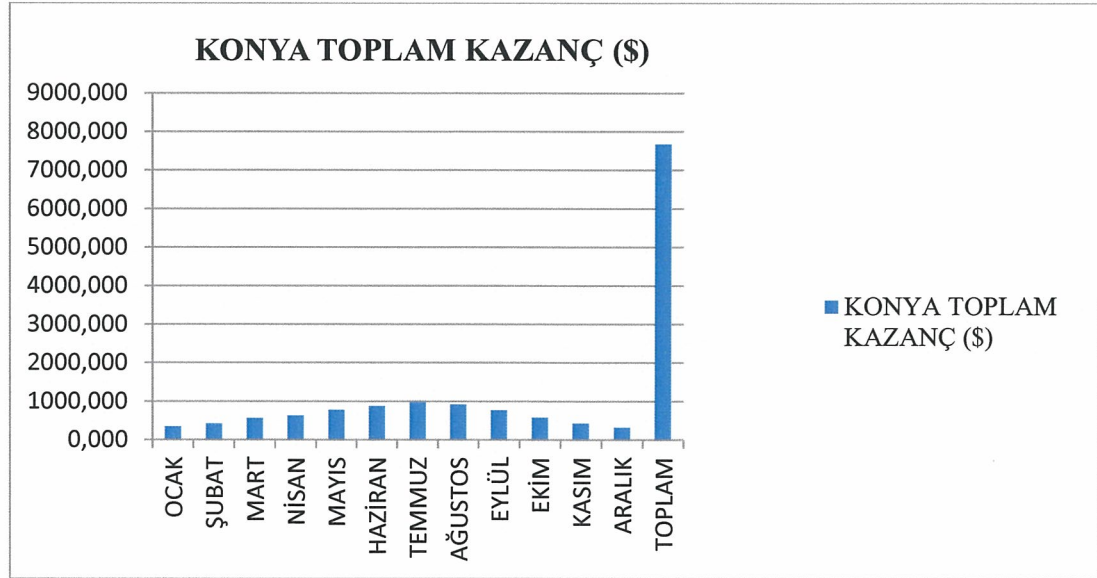
**Şekil 6.11.** Niğde Toplam Kazanç Grafiği

Yukarıda Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illerine ait toplam kazanç tablosu ve grafikleri verilmiştir. Konya ili Tuzlukçu ilçesi, Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesi, Niğde ili Bor ilçesi, Aksaray ili Sarıyahşi ilçesi güneşlenme süreleri dikkate alınarak yapılan panel sayısı Karaman=13 adet < Niğde=14 adet < Konya=15 adet < Aksaray= 16 adet olduğu için en fazla yıllık toplam kazanç Aksaray, en düşük yıllık toplam kazanç ise Karaman olmuştur.

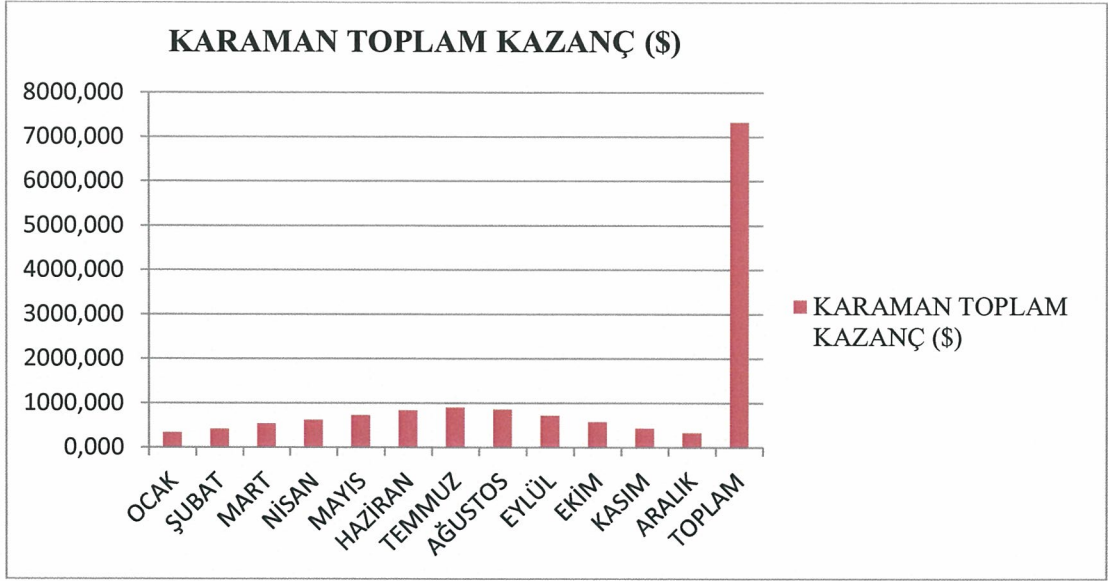


**Çizelge 6.9.** Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illerinin toplam kazanç tablosu

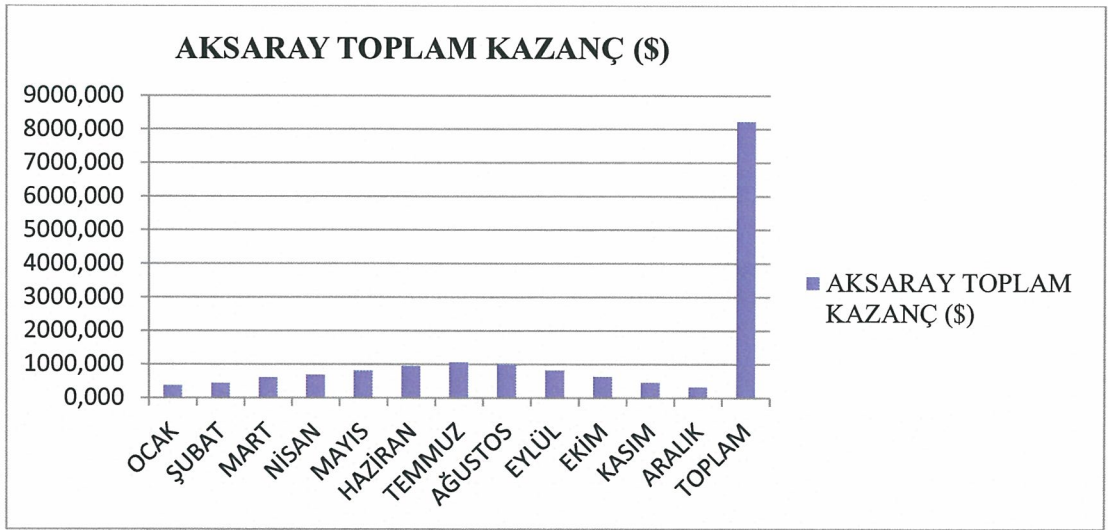
AYLAR	KONYA TOPLAM KAZANÇ (\$)	KARAMAN TOPLAM KAZANÇ (\$)	AKSARAY TOPLAM KAZANÇ (\$)	NİĞDE TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	352,983	340,980	374,492	369,744
ŞUBAT	422,867	418,605	448,144	427,933
MART	567,725	544,288	620,249	556,309
NİSAN	636,403	621,862	693,643	626,322
MAYIS	784,303	729,501	816,037	764,117
HAZİRAN	884,658	836,414	949,707	885,294
TEMMUZ	979,069	905,254	1063,581	973,803
AĞUSTOS	925,800	862,061	1011,749	925,966
EYLÜL	774,307	726,148	823,442	781,904
EKİM	584,544	578,323	637,305	613,430
KASIM	435,033	437,364	463,597	455,034
ARALIK	329,678	331,299	331,597	330,677
TOPLAM	7677,371	7332,100	8233,544	7710,533



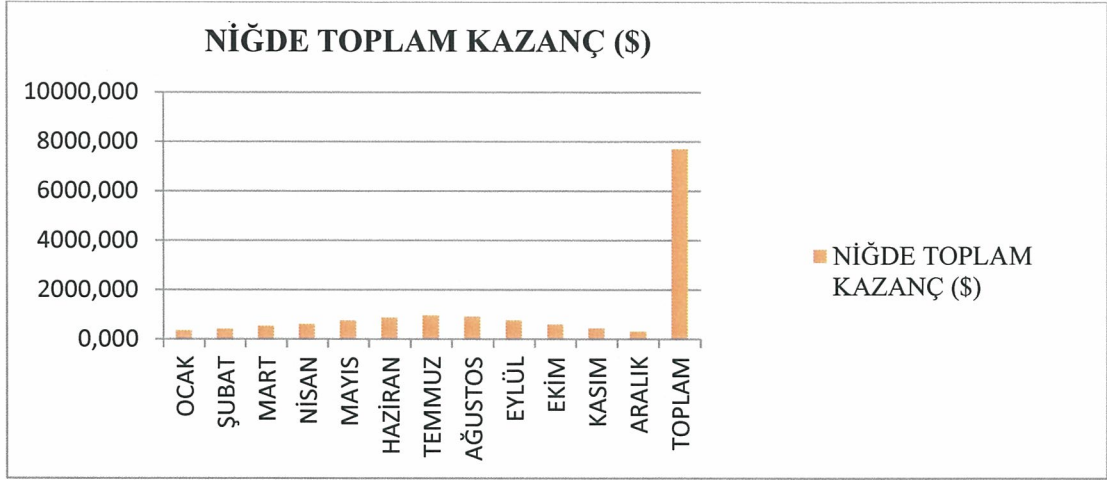
**Şekil 6.12.** Konya Toplam Kazanç Grafiği



**Şekil 6.13.** Karaman Toplam Kazanç Grafiği



**Şekil 6.14.** Aksaray Toplam Kazanç Grafiği



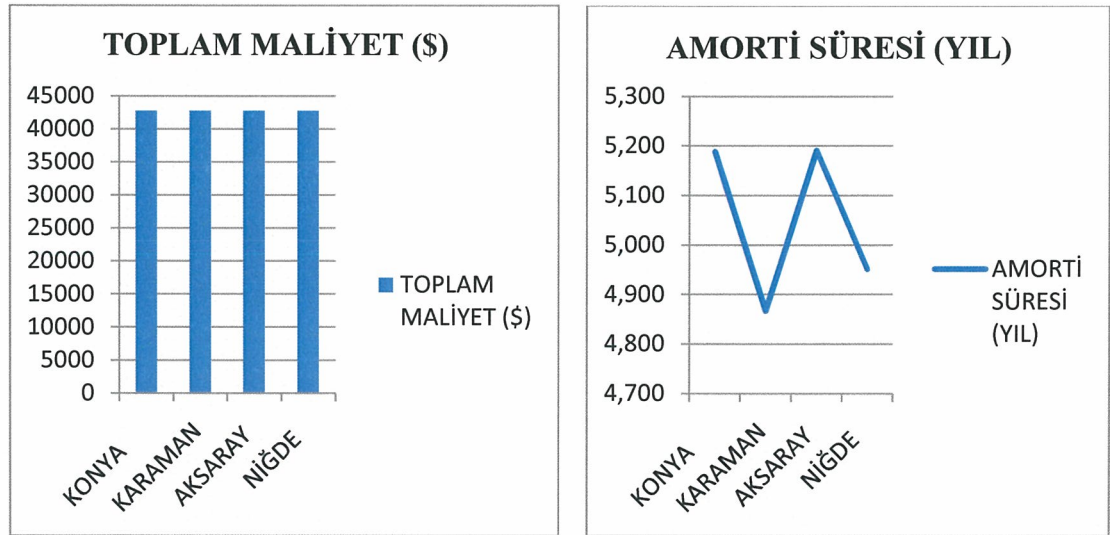
**Şekil 6.15.** Niğde Toplam Kazanç Grafiği

Yukarıda Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illerine ait toplam kazanç tablosu ve grafikleri verilmiştir. Konya ili Tuzlukçu ilçesi, Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesi, Niğde ili Bor ilçesi, Aksaray ili Sarıyahşi ilçesi güneşlenme süreleri dikkate alınarak yapılan panel sayısı Karaman=85 adet < Niğde=91 adet < Konya=95 adet < Aksaray= 102 adet olduğu için en fazla yıllık toplam kazanç Aksaray, en düşük yıllık toplam kazanç ise Karaman olmuştur.



**Çizelge 6.10.** Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre 102 panel sayısı için maliyet hesabı [16].

	BİRİM FİYAT (\$)	KONYA (\$)	KARAMAN (\$)	AKSARAY (\$)	NİĞDE (\$)
<b>PANEL (SOLARWORLD PROTECT 250 POLY)</b>	276,817	28235,334	28235,334	28235,334	28235,334
<b>İNVERTER (SMA SUNNY TRIPOWER 25 kW)</b>	6.455,16	6455,16	6455,16	6.455,16	6455,16
<b>SOLAR KABLO (500m)</b>	682,97	682,97	682,97	682,97	682,97
<b>KURULUM EKİPMANLARI</b>	288,792	7364,196	7364,196	7364,196	7364,196
<b>TOPLAM MALİYET (\$)</b>		42737,66	42737,66	42737,66	42737,66
<b>TOPLAM KAZANÇ (\$)</b>		8236,802	8781,502	8233,544	8632,289
<b>AMORTİ SÜRESİ (YIL)</b>		5,19	4,87	5,19	4,95



**Şekil 6.16.** Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği

Yukarıda Konya ili Tuzlukçu ilçesi, Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesi, Niğde ili Bor ilçesi, Aksaray ili Sarıyahşi ilçelerinde 102 panel için hesaplama yapılmıştır. Panel sayısı arttığı için toplam maliyet artmıştır fakat günlük elektrik üretimi arttığı için şebekeye verilen net kazanç da artmıştır. Bundan dolayı amorti süreleri azalmıştır.

**Çizelge 6.11.** Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre 102 panel sayısı için hesaplanan Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illerinin Toplam Kazanç Tablosu

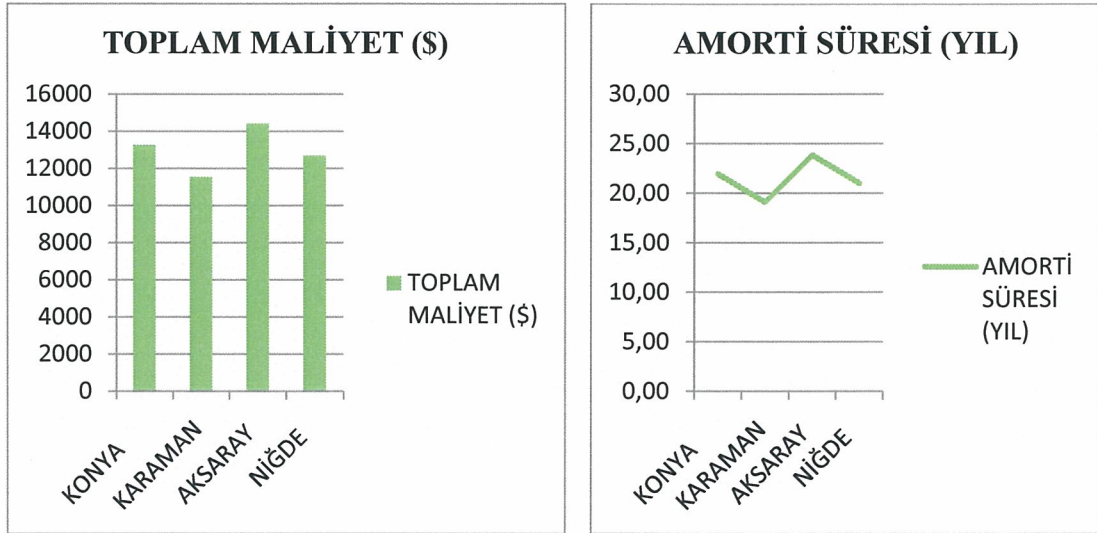
AYLAR	KONYA TOPLAM KAZANÇ (\$)	KARAMAN TOPLAM KAZANÇ (\$)	AKSARAY TOPLAM KAZANÇ (\$)	NİĞDE TOPLAM KAZANÇ (\$)
OCAK	378,067	406,664	374,492	412,920
ŞUBAT	453,160	499,977	448,144	478,240
MART	608,631	650,633	620,249	622,036
NİSAN	682,400	743,803	693,643	700,562
MAYIS	841,953	875,019	816,037	856,252
HAZİRAN	949,707	1003,327	949,707	992,084
TEMMUZ	1051,070	1085,923	1063,581	1091,284
AĞUSTOS	993,876	1034,090	1011,749	1037,665
EYLÜL	831,225	871,008	823,442	876,197
EKİM	627,475	693,606	637,305	687,350
KASIM	466,192	522,406	463,597	508,569
ARALIK	353,045	395,047	331,597	369,131
TOPLAM	8236,802	8781,502	8233,544	8632,289

Yukarıda Konya ili Tuzlukçu ilçesi, Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesi, Niğde ili Bor ilçesi, Aksaray ili Sarıyahşi ilçelerinde 102 panel için hesaplama yapılmıştır. Güneşlenme süresi en fazla Karaman'da en az Aksaray'da olduğu için yıllık toplam kazanç en fazla Karaman'da, en az ise Aksaray'da olmuştur. Şebekeye verilen net kazanç arttığı için amorti süresi azalmıştır.

## 7. ŞEBEKEDEN BAĞIMSIZ MALİYET HESABI

**Çizelge 7.1.** Çizelge 5.1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına, akü sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı [16].

	BİRİM FİYAT (\$)	KONYA (\$)	KARAMAN (\$)	AKSARAY (\$)	NIĞDE (\$)
<b>PANEL (SOLARWORLD PROTECT 250 POLY)</b>	276,817	4152,255	3598,621	4429,072	3875,438
<b>AKÜ (YIĞIT JEL AKÜ 12 V-200 AH)</b>	439,06	5268,72	4390,6	6146,84	5268,72
<b>İNVERTER (SD 5000VA)</b>	702,14	702,141	702,141	702,141	702,141
<b>ŞARJ REGÜLATÖRÜ</b>	702,11	702,11	702,11	702,11	702,11
<b>SOLAR KABLO (100m)</b>	132,504	132,504	132,504	132,504	132,504
<b>KURULUM EKİPMANLARI</b>	288,792	2310,336	2021,544	2310,336	2021,544
<b>TOPLAM MALİYET (\$)</b>		13268,066	11547,52	14423,003	12702,457
<b>AYLIK FATURA TUTARI (TL)</b>		1803,666	1803,666	1803,666	1803,666
<b>AMORTİ SÜRESİ (YIL)</b>		21,92	19,08	23,83	20,99



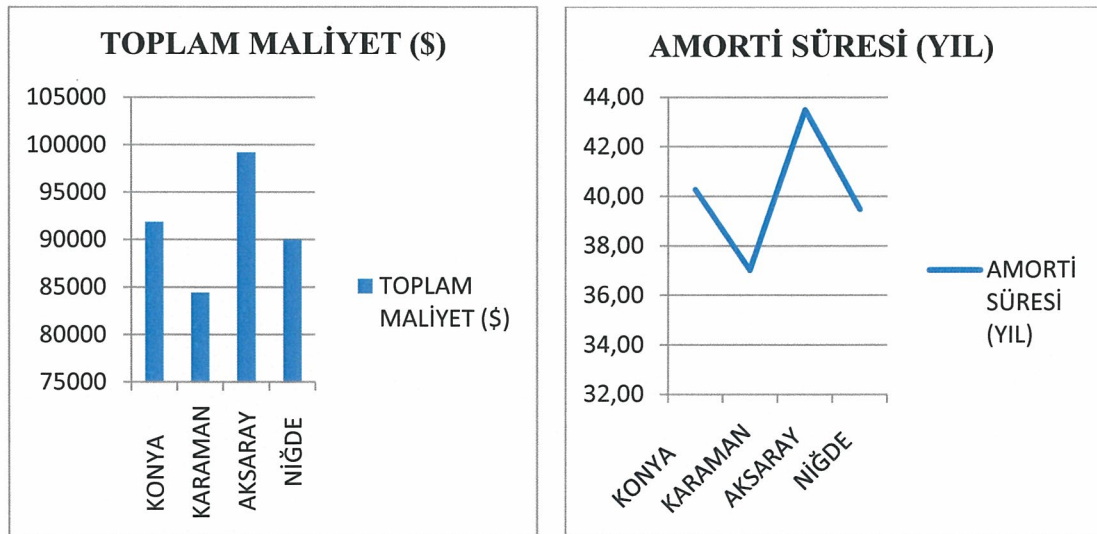
**Şekil 7.1.** Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği



Sonuç olarak çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerleri ve Konya ili Tuzlukçu ilçesi, Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesi, Niğde ili Bor ilçesi, Aksaray ili Sarıyahşi ilçesi aralık ayı güneşlenme süreleri dikkate alınarak yapılan panel sayısı, akü sayısı, akü şarj cihazı hesabı ve çevirici kapasitesi hesabına göre maliyet hesabı tablosu oluşturulmuştur. Seçilen panellerin, akünün, akü şarj cihazının ve invertörün birim fiyatına göre toplam maliyeti hesaplandıktan sonra toplam maliyet / aylık fatura tutarından amorti süreleri hesaplanmıştır. Aylık fatura değeri tabloda Türk lirası olarak hesaplanmıştır. Amorti süresi, aylık fatura tutarını dolara çevirdikten sonra hesaplanmıştır. Maliyetimizi etkileyen faktörlerden biri akü sayısı olmuştur. Bunun sebebi ise güneşlenme süresinin en düşük olduğu aralık ayının güneşlenme süresine göre panel sayısı hesabı yapılmıştır. Güneşlenme süresi diğer aylarda daha fazla olduğunda evin günlük enerji değeri karşılandıktan sonra fazla enerjinin depolanması için aküye ihtiyaç duyulmaktadır. Yaz aylarında daha fazla enerji üretildiği için akü sayısı artmaktadır. Maliyet tablosunu yaz aylarında ışınım değeri fazla olan aya göre akü sayısını hesaplayıp, en fazla akü sayısına göre maliyet tablosu oluşturulmuştur. Buna bağlı olarak da amorti süreleri artmıştır.

**Çizelge 7.2.** Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına, akü sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı [16].

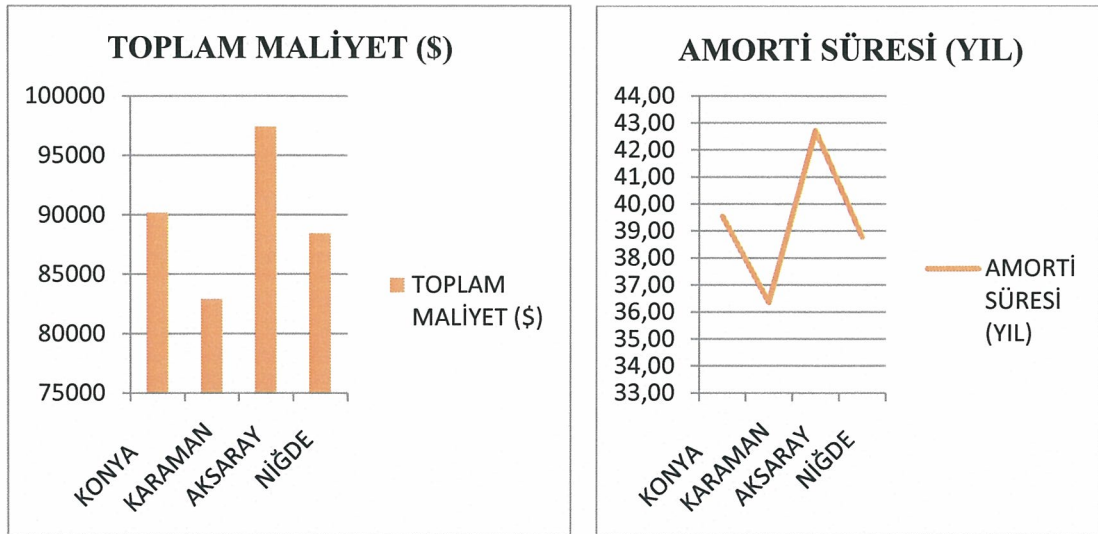
	BİRİM FİYAT (\$)	KONYA (\$)	KARAMAN (\$)	AKSARAY (\$)	NİĞDE (\$)
<b>PANEL (SOLARWORLD PROTECT 250 POLY)</b>	276,817	26297,615	23529,445	28235,334	25190,347
<b>AKÜ (YİĞİT JEL AKÜ 12 V-200 AH)</b>	439,06	45662,24	41710,7	49613,78	45223,18
<b>İNVERTER (CONEXT CL-NA THREE 25KW)</b>	8.617,33	8617,33	8617,33	8617,33	8617,33
<b>ŞARJ REGÜLATÖRÜ</b>	935,60	3742,416	3742,416	4678,02	3742,416
<b>SOLAR KABLO (500m)</b>	682,97	682,97	682,97	682,97	682,97
<b>KURULUM EKİPMANLARI</b>	288,792	6858,81	6136,83	7364,196	6570,018
<b>TOPLAM MALİYET (\$)</b>		91861,381	84419,691	99191,63	90026,261
<b>AYLIK FATURA TUTARI (TL)</b>		6796,661	6796,661	6796,661	6796,661
<b>AMORTİ SÜRESİ (YIL)</b>		40,28	37,01	43,49	39,47



**Şekil 7.2.** Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği

**Çizelge 7.3.** Çizelge 5.2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısına, akü sayısına ve çevirici kapasitesine göre maliyet hesabı [16].

	BİRİM FİYAT (\$)	KONYA (\$)	KARAMAN (\$)	AKSARAY (\$)	NIĞDE (\$)
<b>PANEL (SOLAR WORLD SW 250 POLY)</b>	259,446	24647,37	22052,91	26463,492	23609,586
<b>AKÜ (YİĞİT JEL AKÜ 12 V-200 AH)</b>	439,06	45662,24	41710,7	49613,78	45223,18
<b>İNVERTER (CONEXT CL-NA THREE 25KW)</b>	8.617,33	8617,33	8617,33	8617,33	8617,33
<b>ŞARJ REGÜLATÖRÜ</b>	935,60	3742,416	3742,416	4678,02	3742,416
<b>SOLAR KABLO (500m)</b>	682,97	682,97	682,97	682,97	682,97
<b>KURULUM EKİPMANLARI</b>	288,792	6858,81	6136,83	7364,196	6570,018
<b>TOPLAM MALİYET (\$)</b>		90211,136	82943,156	97419,788	88445,5
<b>AYLIK FATURA TUTARI (TL)</b>		6796,661	6796,661	6796,661	6796,661
<b>AMORTİ SÜRESİ (YIL)</b>		39,55	36,37	42,71	38,78



**Şekil 7.3.** Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği

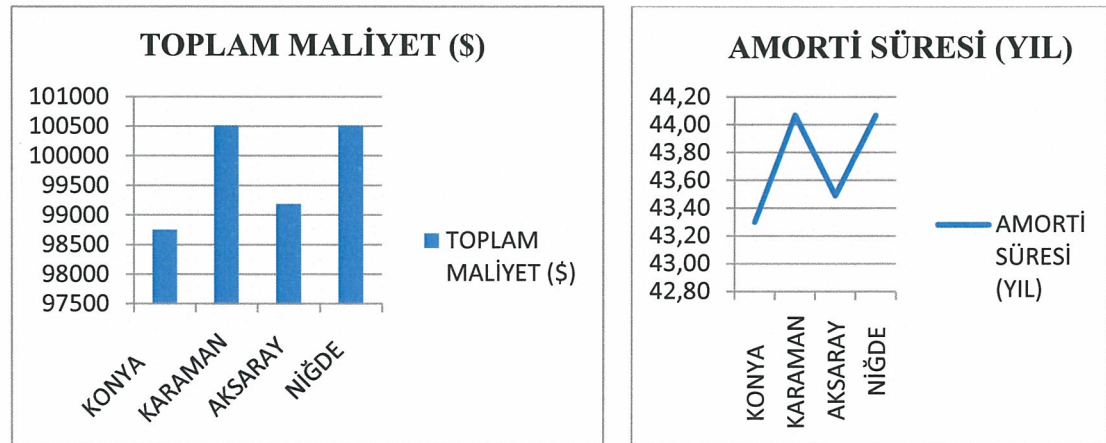
Çizelge 5,2'de ısıtma amaçlı ısı pompasının günlük kullanım enerjisi de eklenerek toplam günlük enerji tüketim değerine göre panel sayısı, akü sayısı, akü şarj cihazı hesabı ve çevirici kapasitesi hesabına göre maliyet hesabı tablosu oluşturulmuştur.. Seçilen panellerin, akünün, akü şarj cihazının ve invertörün birim fiyatına göre toplam maliyeti hesaplandıktan sonra toplam maliyet / aylık fatura tutarından amorti süreleri hesaplanmıştır.



Aylık fatura değeri tabloda Türk lirası olarak hesaplanmıştır. Amorti süresi, aylık fatura tutarını dolara çevirdikten sonra hesaplanmıştır. Amorti süreleri çok fazla çıkmıştır. Bunun sebebi ise ısı pompasının günlük kullanım enerjisi eklendikten sonra panel sayısının artması, akü sayısının artması ve çevirici kapasitesinin artması sonucunda toplam maliyet artmıştır.

**Çizelge 7.4.** Çizelge 5,2'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre 102 panel sayısı için maliyet hesabı [16].

	BİRİM FİYAT (\$)	KONYA (\$)	KARAMAN (\$)	AKSARAY (\$)	NIĞDE (\$)
<b>PANEL (SOLARWORLD PROTECT 250 POLY)</b>	276,817	28235,334	28235,334	28235,334	28235,334
<b>AKÜ (YİĞİT JEL AKÜ 12 V-200 AH)</b>	439,06	49174,72	50930,96	49613,78	50930,96
<b>İNVERTER (CONEXT CL-NA THREE 25KW)</b>	8.617,33	8617,33	8617,33	8617,33	8617,33
<b>ŞARJ REGÜLATÖRÜ</b>	935,60	4678,02	4678,02	4678,02	4678,02
<b>SOLAR KABLO (500m)</b>	682,97	682,97	682,97	682,97	682,97
<b>KURULUM EKİPMANLARI</b>	288,792	7364,196	7364,196	7364,196	7364,196
<b>TOPLAM MALİYET (\$)</b>		98752,57	100508,81	99191,63	100508,81
<b>AYLIK FATURA TUTARI (TL)</b>		6796,661	6796,661	6796,661	6796,661
<b>AMORTİ SÜRESİ (YIL)</b>		43,30	44,07	43,49	44,07



**Şekil 7.4.** Toplam Maliyet Grafiği ve Amorti Süresi Grafiği

Panel sayısının artması ile günlük elektrik üretimi artmıştır. Fazla enerjinin depolanması için akü sayısı da artmıştır. Bundan dolayı toplam maliyetin artması sonucunda amorti süreleri de artmaktadır.

## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğal enerji kaynaklarının pek çoğunun kökeni olan güneş enerjisinden, ısıtma ve elektrik elde etme gibi amaçlarla doğrudan yararlanılmaktadır. Yakıt sorununu olmaması, işletme kolaylığı, modüler olması, çok kısa zamanda devreye alınabilmesi, uzun yıllar sorunsuz olarak çalışması ve temiz bir enerji kaynağı olması nedeniyle dünya genelinde fotovoltaik elektrik enerjisi kullanımı sürekli artmaktadır.

Bu çalışmada şebeke bağlantılı PV sistemler ile bir güneş paneli sisteminde, evsel elektrik ihtiyacının güneş panelleri ile karşılanmasına yönelik Türkiye'nin 3. ısınım bölgesinde, KOP projesinde yer alan Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illerinde günlük enerji tüketim ve günlük güneşlenme süresine göre sistemde kullanılması gereken panel sayısı, çevirici kapasitesi, çeviriciden kaynaklanan güç kayıpları, panellerin ürettiği günlük elektrik üretimi, aylık elektrik üretimi, net üretim, aylık net kazanç ve toplam kazanç hesapları yapıp her il için maliyet hesaplarında yapıldıktan sonra amorti süreleri hesaplanmıştır. Bir evin günlük elektrik tüketimi kW-Saat cinsinden hesaplanmaktadır. Evlerde kullanılan her cihazın tükettiği güç bellidir. Günlük elektrik tüketimi aylık elektrik faturasındaki tüketim miktarından yola çıkarak kW-saat cinsinden hesaplanmıştır. Fotovoltaik panellerinde saatlik üretim miktarı aynı şekildedir. 3. ısı bölgesinde yer alan Konya, Karaman, Aksaray, Niğde illerinin panel hesaplamaları, aralık ayındaki en düşük güneşlenme süresi alınarak yapılmıştır. Aralık ayında çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerlerine göre hesaplanan panel sayısı, Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesinde 13 panelle, Niğde ili Bor ilçesinde 14 panelle, Konya ili Tuzlukçu ilçesinde 15 panelle, Aksaray ili Sarıyahşi ilçesinde 16 panelle karşılanmaktadır.

Çizelge 5,2'ye ısınma amaçlı ısı pompasının günlük kullanım enerjisi de eklenerek toplam günlük enerji tüketim değerine göre Aralık ayındaki güneşlenme süresi alınarak hesaplanan panel sayısı, Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesinde 85 panelle, Niğde ili Bor ilçesinde 91 panelle, Konya ili Tuzlukçu ilçesinde 95 panelle, Aksaray ili Sarıyahşi ilçesinde 102 panelle karşılanmaktadır. Bahar ve yaz aylarında daha fazla güneşlenme süresi olduğundan elektrik üretimi daha fazla olacaktır. Kasım, aralık, ocak, şubat, mart, nisan aylarında çizelge 5,2'deki toplam günlük enerji değeri kullanılarak aylık net kazanç hesaplanmıştır.



Diğer aylarda ise ısı pompasının günlük kullanım enerjisinin eklenmemiş hali olan çizelge 5,1'e göre aylık net kazanç hesaplanmıştır. Yaz aylarında üretilen fazla elektrik şebekeye verildiği için yıllık toplam kazanç artmıştır. Şebeke bağlantılı PV sistemlerde akü gerekli olmayıp üretilen enerji uygun inverter (evirici) yardımı ile şebeke hattına verilir. Bu sistemde, çift yönlü sayaç kullanılarak, üretilen ve tüketilen enerji kaydedilir. Böylelikle, üretim ve tüketim miktarları arasındaki fark belirlenir. Bu farka göre, fatura ödememenin yanı sıra gelir elde etmekte mümkün olur.

Son olarak günümüz koşullarında belirlenmiş malzeme birim fiyatlarına göre şebeke bağlantılı hesaplar sonucunda çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerleri ve Konya ili Tuzlukçu ilçesi, Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesi, Niğde ili Bor ilçesi, Aksaray ili Sarıyahşi ilçesi güneşlenme süreleri dikkate alınarak yapılan panel sayısı ve çevirici kapasitesine göre dört farklı maliyet hesabı tablosu oluşturulmuştur. Seçilen panellerin ve invertörün birim fiyatına göre toplam maliyet hesaplandıktan sonra buna bağlı olarak amorti süreleri hesaplanmıştır. Maliyetimizi etkileyen faktörlerden biri seçilen invertör olmuştur. 5000 VA seçilen invörtöre göre yapılan maliyet daha yüksek çıkmıştır. Buna bağlı olarakta amorti süreleri artmıştır. 3600/4000 VA seçilen invörtöre göre yapılan maliyet daha düşük çıkmıştır. Buna bağlı olarak da amorti süreleri azalmıştır. Aynı şekilde seçilen panel türüne göre de maliyet ve amorti süreleri değişmektedir.

Çizelge 5,2'de ısınma amaçlı ısı pompasının günlük kullanım enerjisi de eklenerek toplam günlük enerji tüketim değerine göre panel sayısı, çevirici kapasitesi hesaplanarak üç farklı maliyet hesabı tablosu oluşturulmuştur. Seçilen panellerin ve invörterin birim fiyatına göre toplam maliyet hesaplandıktan sonra buna bağlı olarak amorti süreleri hesaplanmıştır. Isı pompasının günlük kullanım enerjisi eklendikten sonra panel sayısının artması ve çevirici kapasitesinin artması sonucunda toplam maliyet artmıştır. Buna rağmen amorti süresinde çok fazla değişiklik olmamıştır. Bunun sebebi ise panel sayısının artması sonucunda yıllık net kazancında artmış olmasıdır.

Şebekeden bağımsız hesaplamalar sonucunda çizelge 5,1'deki elektrikli ev aletlerine ait enerji tüketim değerleri ve Konya ili Tuzlukçu ilçesi, Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesi, Niğde ili Bor ilçesi, Aksaray ili Sarıyahşi ilçesi aralık ayı güneşlenme süreleri dikkate alınarak yapılan panel sayısı, akü sayısı, akü şarj cihazı



hesabı ve çevirici kapasitesi hesabına göre maliyet hesabı tablosu oluşturulmuştur. Seçilen panellerin, akünün, akü şarj cihazının ve invertörün birim fiyatına göre toplam maliyeti hesaplandıktan sonra buna bağlı olarak amorti süreleri hesaplanmıştır. Çizelge 5,2’de ısınma amaçlı ısı pompasının günlük kullanım enerjisi de eklenerek toplam günlük enerji tüketim değerine göre panel sayısı, akü sayısı, akü şarj cihazı hesabı ve çevirici kapasitesi hesabına göre maliyet hesabı tablosu oluşturulmuştur. Seçilen panellerin, akünün, akü şarj cihazının ve invertörün birim fiyatına göre toplam maliyeti hesaplandıktan sonra buna bağlı olarak amorti süreleri hesaplanmıştır. Amorti süreleri çok fazla çıkmıştır. Bunun sebebi ise ısı pompasının günlük kullanım enerjisi eklendikten sonra panel sayısının artması, akü sayısının artması ve çevirici kapasitesinin artması sonucunda toplam maliyet artmıştır. Şebekeden bağımsız hesaplar sonucunda maliyetimizi etkileyen faktörlerden biri akü sayısı olmuştur. Bunun sebebi ise güneşlenme süresinin en düşük olduğu aralık ayının güneşlenme süresine göre panel sayısı hesabı yapılmıştır. Güneşlenme süresi diğer aylarda daha fazla olduğunda evin günlük enerji değeri karşılandıktan sonra fazla enerjinin depolanması için aküye ihtiyaç duyulmaktadır. Yaz aylarında daha fazla enerji üretildiği için akü sayısı artmaktadır. Maliyet tablosunu yaz aylarında ışıınım değeri fazla olan aya göre akü sayısını hesaplayıp, en fazla akü sayısına göre maliyet tablosu oluşturulmuştur. Buna bağlı olarak da amorti süreleri artmıştır.

Konya ili Tuzlukçu ilçesi, Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesi, Niğde ili Bor ilçesi, Aksaray ili Sarıyahşi ilçelerinde şebeke bağlantılı, çizelge 5,2’ye göre 102 panel için hesaplama yapılmıştır. Güneşlenme süresi en fazla Karaman’da en az Aksaray’da olduğu için yıllık toplam kazanç en fazla Karaman’da, en az ise Aksaray’da hesaplanmıştır. Şebekeye verilen net kazanç arttığı için amorti süresi azalmıştır. Evin çatı alanında gerekli alan mevcut ise panel sayısı artırılarak şebekeye verilen net kazanç artırılabilir. Buna bağlı olarak da amorti süresi azaltılabilir.

Konya ili Tuzlukçu ilçesi, Karaman ili Kâzımkarabekir ilçesi, Niğde ili Bor ilçesi, Aksaray ili Sarıyahşi ilçelerinde şebekeden bağımsız, çizelge 5,2’ye göre 102 panel için hesaplama yapılmıştır. Panel sayısının artması sonucunda günlük elektrik üretimi artmıştır. Evin günlük enerji değeri karşılandıktan sonra fazla enerjinin depolanması için daha fazla aküye ihtiyaç duyulmaktadır.

Bundan dolayı toplam maliyet artması sonucunda amorti süreleri artmaktadır. Sonuç olarak yapılan hesaplamalar sonucunda şebeke bağlantılı sistemin daha kısa sürede kendini amorti ettiği görülmektedir. Bu tip sistemler elektriğin tüketildiği yerde üretilmesi esasına dayanır. Şebeke bağlantılı fotovoltaik sistemler, konutlardaki elektrik talebinin bir kısmını ya da tamamını karşılar, fazla üretilen elektrik ise şebekeye satılır. Akü gerekli olmadığı için şebekeden bağımsız PV sistemdeki maliyete göre daha az bir maliyetle daha kısa sürede kendini amorti etmiştir. Günümüz şartlarında hesaplandığında ve ilerleyen yıllar hesaplandığında bugünkü elektriğin fiyatı ile 7-8 yıl sonraki fiyatının aynı olmayacağıdır. Mevcut koşullarda bir evin elektrik ihtiyacını PV sistemle karşılamak için bir ilk yatırım masrafı yapmak gerekmektedir fakat ilk yatırım masrafı çıktıktan sonra yıllarca bedava enerji kullanılacaktır. Bireysel çatı projeleriyle ilgili mevzuatta ve uygulamada maalesef daha çok belirsizlikler ve zorluklar mevcuttur. Güneş enerji sistemi ile çatı projelerinde bir evin ihtiyacı olan elektrik enerjisinin üretilmesi için belirsizliklerin ortadan kaldırılması ve destek verilmesi gerekmektedir.

Güneş enerji sistemleri en temiz ve güvenilir enerji kaynaklarından biridir. Ayrıca enerjide dışa bağımlılığı azaltmakta ve elektriğin tüketildiği yere yakın olarak üretilmesi sonucunda enerji iletim kayıplarında azalmaktadır. Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları yönünden dünyanın en zengin ülkelerinden birisidir. Güneş enerjisinde yılda 380 milyar kwh/yıl elektrik elde edebilecek potansiyeli mevcuttur. Avrupa ülkelerinde güneş ışınım miktarı daha az olmasına rağmen güneş enerjisinden daha verimli bir şekilde faydalanmaktadırlar. Güneş enerjisinden yararlanma konusunda çeşitli yöntemler kullanılarak kullanıcıların bilgilendirilmesine ihtiyaç vardır. Güneş panelleri ile elektrik üretilmesi konusunda bütün bölgelerde kullanıcıları teşvik edilmesi gerekmektedir.



## KAYNAKÇA

- [1] Dinçsoy, M., E., 2010, “Orta Ölçekli Bir Otelin Elektrik Enerjisinin Hibrit Sistemler ile Modellenmesi ve Optimizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi , İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Kanun 5346:2005 – Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi amaçlı Kullanımına ilişkin Kanun
- [3] “Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Güneş ve Enerji” erişim adresi: <http://www.enerji.gov.tr>, erişim tarihi: 02 Ağustos 2016.
- [4] “Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, EİE Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası” erişim adresi: <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>, erişim tarihi: 02 Ağustos 2016.
- [5] Keçel, S., 2007, “ Türkiye'nin Değişik Bölgelerinde Evsel Elektrik İhtiyacının Güneş Panelleri ile Karşılmasına Yönelik Model Geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [6] Elma, O., 2011, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Beslenen Şebekeden Bağımsız bir Ev için Talep ve Kaynak Dinamikleri Dikkate Alınarak Sistem Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7] Zan, B., 2006, “ Bir Fotovoltaik Sistemden Optimal Gücün Sağlanması”, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- [8] Aktaş, A., 2013, “3 Fazlı 4 Telli Şebeke Bağlantılı Fotovoltaik Sistemler için Maksimum Güç İzleyen 4 Kollu Evirici Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- [9] Yılmaz, U., 2008, “Gökçe adada Yenilenebilir Enerji Kaynaklarıyla Elektrik Üretimi ”, Yüksek Lisans Tezi , İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [10] Erişim adresi: <http://yucelsenol.com/fotovoltaik-sistemlerde-kullanilan-invertorler-eviriciler>, erişim tarihi: 02 Ağustos 2016.
- [11] Handbook for, Solar Photovoltaic (PV) System.
- [12] Erişim adresi: <http://Gunesenerjisi.uzerine.com/index.jsp?objid=703>, erişim tarihi: 02 Ağustos 2016.
- [13] Shoemaker, B., “ Basics of Photovoltaic Systems for Grid-Tied Applications”.
- [14] TS-EN 825:2009 - Binalarda Isı Yalıtım Kuralları





## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

**Soyadı, adı** : PULCU, Tuba  
**Uyruğu** : T.C  
**Doğum tarihi ve yeri** : 25.01.1987 Karaman  
**Medeni hali** : Bekar  
**Telefon** : 0 538 841 78 18  
**e-mail** : tubapulcu@gmail.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lise	Karaman Lisesi, Merkez, Karaman	2004
Üniversite	Selçuk Üniversitesi (Fizik), Selçuklu, Konya	2010
Üniversite	Selçuk Üniversitesi (Pedagojik Formasyon Sertifikası), Selçuklu, Konya	2011
Üniversite	Selçuk Üniversitesi (İnşaat Mühendisi), Selçuklu, Konya	2012
ÇSGB	İş Güvenliği Uzmanlığı Belgesi (C Sınıfı)	2014
Yüksek Lisans	KTO Karatay Üniversitesi, Karatay, Konya	-

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012-2015	Hane Yapı Denetim (Konya)	Kontrol Elemanı
2015-2016	Yükselti Yapı Denetim (Karaman)	Kontrol Elemanı

### Yabancı Dil

İngilizce