



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASTANELERDE ENERJİ YÖNETİMİNİN MODELLENMESİ

Ömer Ahmet ÖZTÜRK

**DANIŞMAN
Doç. Dr. İbrahim GÜNEŞ**

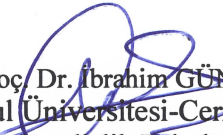
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2019

Bu çalışma 08.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ


Doç. Dr. İbrahim GÜNEŞ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi


Doç. Dr. Aysel ERSOY YILMAZ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi


Dr. Öğr. Üyesi Oktay ARIKAN
Yıldız Teknik Üniversitesi
Elektrik Elektronik Fakültesi



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa’nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin FYL-2018-29239 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans tezimin hazırlama aşamasında bana bilgi birikimi ile yol gösteren, çalışmalarımda vaktini ayıran ve her zaman desteğini hissettiğim kıymetli danışmanım Doç. Dr. İbrahim GÜNEŞ'e en içten sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu tezi, varlıkları benim için her zaman enerji ve güç kaynağı olan sevgili annem Emine ÖZTÜRK ve babam Ercan ÖZTÜRK'e ithaf ediyorum.

Desteklerini esirgemeyen ve beni bu süreçte motive eden arkadaşlarım Namık KARADENİZ, Muhammed KARADENİZ, Esat GÖZCÜ'ye ve yoğun iş temposu içersinde elinden gelen her türlü desteği sağlayan şefim Ömer Ferat KIVIRCI'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

Haziran 2019

Ömer Ahmet ÖZTÜRK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	x
ÖZET	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR.....	5
2.1 AYDINLATMA SİSTEMLERİ.....	5
2.1.1 Aydınlatma Sistemlerinin İncelenmesi.....	5
2.1.2 Aydınlatma Sistemlerinde Yeni Teknolojiler ve Verimliliğin Sağlanması.....	11
2.2 ELEKTRİK MOTORLARI VE SÜRÜCÜLER	18
2.2.1 Farklı Motor Tipleri ve Tüketimleri	22
2.2.2 Elektrikli Motor Sistemlerinin Verimlilikleri.....	26
2.2.3 Elektrikli Motor Sistemlerinde Tasarruf	27
2.3 HVAC SİSTEMLER.....	29
2.3.1 Soğutma Sistemleri.....	30
2.3.2 Isıtma Sistemleri.....	32
2.3.3 Kojenerasyon ve Trijenerasyon Sistemler	32
2.3.4 HVAC Sistemlerde Tasarruflar	34
2.4 GÜNEŞ ENERJİSİ ÜRETİM SİSTEMLERİ İLE SAĞLANABİLECEK TASARRUF	35
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	47
3.1 SAHRA TİPİ HASTANE BÖLGE VERİLERİ.....	47
3.2 SAHRA TİPİ HASTANE ENERJİ TÜKETEN TEMEL EKİPMANLAR	48
3.3 PVSYST SİMÜLASYONU	57
4. BULGULAR.....	72
4.1 HASTANE ENERJİ YÖNETİMİNDE YAPILABİLECEKLER.....	72
4.2 GÜNEŞ ENERJİSİ İLE ENERJİ İHTİYACININ MODELLENMESİ.....	73

5. TARTIşMA VE SONUÇ	79
KAYNAKLAR.....	81
EKLER.....	87
EK-A: PVSYST SİSTEMİ SAHRA HASTANESİ MODELLEMESİ RAPORU	88
ÖZGEÇMİş	91



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1 Yeni Teknolojilerin Kullanımı ile Sağlanan Enerji Kazanımı	16
Şekil 2.2 IEC 60034-30:2008 ya göre Motor Verimlilik Sınıfları	19
Şekil 2.3 Motor Kayıpları.....	21
Şekil 2.4 VSD Sistem Şematiği.....	24
Şekil 2.5 Genel HVAC Sistem Çalışma Şematiği.....	29
Şekil 2.6 Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası Güneş Radyasyonu Haritası.....	35
Şekil 2.7 Aylara Göre Güneşlenme Süresi ve Radyasyon Değerleri Grafikleri.....	36
Şekil 2.8 Küresel Güneş Enerji Haritası.....	36
Şekil 2.9 Güneş Pili Yapısı.....	38
Şekil 2.10 Şebeke Bağlantılı Güneş Enerjisi Sistem Şematiği.....	42
Şekil 2.11 İnvertör	43
Şekil 2.12 Şarj Regülatörü.....	44
Şekil 2.13 Şebeke Bağımsız Güneş Enerji Sistem Şematiği	46
Şekil 3.1 T.C. Sağlık Bakanlığı Karkamış Sahra Hastanesi.....	47
Şekil 3.2 Gaziantep Karkamış ilçesi Güneş Radyasyonu Verisi	48
Şekil 3.3 Gaziantep-Karkamış Güneşlenme Süresi ve Radyasyon Değerleri	48
Şekil 3.4 Seyyar Röntgen Cihazı.....	50
Şekil 3.5 Ventilator Cihazı	51
Şekil 3.6 Santrifüj Cihazı	52
Şekil 3.7 EKG Cihazı	52
Şekil 3.8 Kan Saklama Dolapları	53
Şekil 3.9 Pvsyst Yeni Koordinat Tanıtma	57
Şekil 3.10 Meteo Data Karkamış Güneşlenme Verileri	58

Şekil 3.11 PVsyst Oryantasyon Ayarı	59
Şekil 3.12 Pvsyst Kullanıcı Enerji Tüketimi İhtiyacı Arayüzü	61
Şekil 3.13 Günlük Enerji Tüketim Değerlerinin Pvsyst'e girilmesi.....	62
Şekil 3.14 Aylık Toplam Tüketim Grafiği ve Yıllık Toplam Tüketim Değeri	63
Şekil 3.15 Sitem Tarafından Önerilen Nominal Güç Tercihleri.....	64
Şekil 3.16 Sistem Özerklik İlkesinin Seçimi	65
Şekil 3.17 Batarya Seçiminin Yapılması.....	68
Şekil 3.18 PV modül seçiminin yapılması	69
Şekil 3.19 Pvsyst Sistem Şeması	70

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1 Genel Lamba Karakteristikleri	7
Tablo 2.2 Varlık-Yokluk Sensörü Potansiyel Enerji Kazancı Tablosu	14
Tablo 2.3 IE4 ile IE1 Arasındaki Ortalama verim farkı (%)	20
Tablo 2.4 Motor Kayıplarını Azaltma Yolları	22
Tablo 2.5 VSD kullanılarak sağlanan potansiyel kazanç	25
Tablo 2.6 Ülkelere Göre Güneş Enerji Santrali Kurulu Gücü	37
Tablo 3.1 Temel Hastane Ekipmanları Günlük Enerji İhtiyacı	49
Tablo 3.2 Temel Servislerin Tükettiği Günlük Enerji	55
Tablo 3.3 Aylara Göre Günlük Ortalama Güç Tüketimi	56
Tablo 4.1 Elektrik Birim Fiyatı	77

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
ABS_{vSD}	: Ayarlanabilir Hız Sürücüleri ile Sağlanan Yıllık Fatura Kazancı
AES	: Yıllık Enerji Tasarrufu
CO₂	: Karbon Dioksit
cosϕ	: Güç Faktörü
E_{ee}	: Enerji-Verimli Motor Verimlilik Yüzdesi (%)
E_{std}	: Standard Motor Verim Yüzdesi (%)
ES_{vSD}	: Ayarlanabilir Hız Sürücüleri ile Enerji Tasarrufu
H_{avg_usage}	: Yıllık Ortalama Kullanım Süresi
hp	: Beygir Gücü
hr	: Kullanım Saati
Hz	: Frekans
I	: Akım
kg/kWh	: Kilogram/Kilowatt saat
kW	: Kilowatt
LF	: Yük Faktörü
n	: Motor Sayısı
P	: Güç
V	: Voltaj
VSD	: Ayarlanabilir Hız Sürücüleri
η	: Motor Verimi
°C	: Santigrad Derece

Kısaltmalar	Açıklama
AC	: Alternatif Akım
AES	: Yıllık Enerji Kazancı
AHU	: Klima Santrali
CCHP	: Trijenerasyon
CFL	: Kompakt floresan ampül
CHP	: Kojenerasyon
CHWP	: Soğutulmuş Su Pompası
COP	: Performans Katsayısı
CRI	: Renk Oluşturma İndeksi
CT	: Renk Sıcaklığı
CVP	: Konsantre Güneş Panelleri
DC	: Doğru Akım
DOD	: Batarya Boşalma Yüzdesi
DX	: DX Bataryalı Klima Santrali
ECsg	: Enerji Korunumu
EFF	: Verimlilik Seviyesi
EUR	: Avro
FL	: Florasan Lamba
HID	: Yüksek Yoğunluklu Deşarj Lambası
HPS	: Sodyum Ampüller
HVAC	: Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme
HWP	: Isıtma Suyu Pompası
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
IEC	: Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
LED	: Işık Yayan Diyot
LID	: Düşük Yoğunluklu Deşarj Lambası
LOL	: Yük Kaybı Değeri
LPNa	: Düşük Basıncılı Sodyum
MH	: Metal Halide Lamba
NOx	: Nitrojen Oksit
OLED	: Organik LED
PV	: Fotovoltaik
SOx	: Sülfür Oksit

SSL	: Katı Hal Aydınlatması
TCF	: Trilyon Kübik Fit
TL	: Türk Lirası
UPS	: Kesintisiz Güç Kaynağı
VAV	: Değişken Hava Hacmi
VRF	: Değişken soğutucu akışkan
VRV	: Değişken soğutucu akışkan hacmi
VSD	: Ayarlanabilir Hız Sürücüsü



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASTANELERDE ENERJİ YÖNETİMİNİN MODELLENMESİ

Ömer Ahmet ÖZTÜRK

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. İbrahim GÜNEŞ

Enerji verimliliği, enerji kullanımını azaltarak, daha az enerji ile aynı işi yapabilme metodu olarak tanımlanabilir. Enerji verimliliği alanında yapılan çalışmalar, ekonomik faydalarının yanı sıra sera gazı salınımlarının azaltılmasında oynadığı kilit rol nedeniyle, ulusal ve uluslararası ölçekte hassasiyetle ele alınması gerekmektedir.

Enerji verimliliği sağlanması gereken en önemli bina tiplerinden birisi hastanelerdir. Bu kapsamda hastanelerde enerji yönetiminin modellenmesi önem arz etmektedir. Hastaneler enerji kullanımının en yoğun olduğu bina türleri arasında gösterilmiştir. Hastanelerde ise enerji kullanımını arttıran 5 temel alan, aydınlatma, sıcak su sağlanması, ortam ısıtma ve soğutması, havalandırma ve kullanılan spesifik cihazların harcadığı enerjiler olarak sınıflandırılabilir.

Bu çalışmada hastanelerde enerji verimliliğinin sağlanabilmesi için belirtilen parametrelerin kullanımına ilişkin incelemelerde bulunulacak ve bunlara ilişkin maliyetlerin nasıl azaltılabileceğine yönelik çıkarımlar yapılacaktır.

Tüketim maliyetlerinden tasarruf sağlamanın yanı sıra elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hem fosil yakıtların çevreye verdikleri zararı azaltmak hem de enerji tasarrufu sağlamak adına önemli bir kazanç olarak görülmektedir.

Lisansız elektrik üretim yönetmeliğinin yürürlüğe girmesinden sonra Türkiye’de de özellikle güneş enerjisinden fotovoltaik yolla elektrik üreten sistemlerin kurulumu hızla artmaktadır. Bu çalışma çerçevesinde, mobilize birimler olan sahra hastanelerinin enerji tüketiminin güneş enerjisi sistemleri ile karşılanabilmesine yönelik simülasyon çalışması yapılacaktır.

Fotovoltaik güneş enerji santrallerinin tasarımında ve analizinde simülasyon programlarının kullanımı da oldukça önemlidir. PVSyst simülasyon programı, fotovoltaik sistem simülasyonu için sunduğu araçlar ile detaylı analiz yapabilme olanağıyla bu programlar içerisinde öne çıkmaktadır. Bu çalışma çerçevesinde PVSyst simülasyon programı ile temel donanımlara sahip sahra tip bir hastanenin enerji kullanımının güneş enerjisi ile karşılanması simülasyonu yapılmıştır.

Haziran 2019, 107 sayfa.

Anahtar kelimeler: Sahra Hastanesi, Yenilenebilir Enerji, Hastanelerde Enerji Yönetimi, Güneş Enerjisi

SUMMARY

M.Sc. THESIS

MODELING of ENERGY MANAGEMENT in HOSPITALS

Ömer Ahmet ÖZTÜRK

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Electrical and Electronic Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. İbrahim GÜNEŞ

Energy efficiency refers to a method of reducing energy consumption by using less energy to attain the same amount of useful output. Energy efficiency studies should be handled with precision regarding to its national and international key role on economic benefits and also the reduction of greenhouse gas emissions.

Considering the variety of energy used, hospitals are one type of buildings where energy efficiency is needed. In that manner, modeling of energy management in hospitals is essential. Hospitals are one of the most intensive users of energy among building types. In hospitals, 5 main areas that increase energy usage can be classified as lighting, hot water supply, ambient heating and cooling, ventilation and energies of specific devices used.

In order to achieve energy efficiency in hospitals, this study will examine the usage of these parameters in hospitals and deduce about how to reduce these costs.

In addition to saving on consumption costs, the use of renewable energy sources in electricity generation can be considered as an crucial gain in order to reduce the environmental impact of fossil fuels and to save energy.

Photovoltaic solar energy systems for electricity production are rapidly increasing, soon after the unlicensed electricity generation regulations are commenced in Turkey. In this study, a simulation will be carried out with solar energy system in order to meet the energy consumption of field hospitals which are mobilized units.

The use of simulation softwares in the design and analysis of photovoltaic solar power plants is also critical. PVsyst simulation software stands out among these simulation softwares with the possibility of detailed analysis with the tools it offers for photovoltaic system simulation. Within the scope of this study, the PVsyst simulation program is planned to simulate the use of solar energy in a field hospital with standart equipment.

June 2019, 107 pages.

Keywords: Field Hospital, Renewable Energy, Energy Management in Hospitals ,Solar Energy

1. GİRİŞ

Bu tez çalışması çerçevesinde birinci kısımda, yerleşik tip hastanelerde enerji tüketiminin başlıca parametreleri başlıklar halinde incelenerek, literatür taraması yapılacaktır. Aynı zamanda “Sahra Tip Hastaneler için yenilenebilir bir kaynak olan güneş enerjisi sistemleri ile alakalı literatür taraması ve incelemeler yapılmıştır.

İkinci kısımda Sahra Tip bir hastanenin enerji tüketiminin karşılanmasında kullanılacak Pvsyst programının kullanımı gösterilecektir. PVsyst yazılım yardımı ile fotovoltaik sistemlerin tasarım ve analiz değerlendirmeleri yapılabilmektedir. Ayrıca PVsyst güneş enerjisi simüle etme yazılımı ile üç boyutlu modellemeler yapılarak gölgelenme değerleri analizi yapılabilmektedir. Sahra hastaneleri yüzyıllardan beri, savaş ve doğal afet gibi durumlarda hasta ve yaralılara gerekli tıbbi hizmeti sağlayan hayati öneme haiz birimlerdir. Eski dönemlerde sahra hastaneleri ancak ilk müdahalenin yapıldığı, imkanları kısıtlı birimler gibi görülse de günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte gerekli donanımına sahip daha kompleks birimler haline gelmişlerdir. Savaş bölgelerinden merkez bölgelere ulaşımın mümkün olmadığı durumlarda, ansızın her bölgeyi vurabilecek doğal afet anlarında sağlık hizmeti sahra tipi hastaneler ile sağlanır. Bunun yanı sıra yüksek nüfuslu yerleşim birimlerinde yaşanan afetlerde sağlık birimi sayısı yetersiz kalacağından acil durum sahra hastaneleri hazır bulunmalıdır. (Yalbaz, 2008) Proje çerçevesinde bir sahra hastanesinin enerji kullanımının fosil yakıtlar yerine, yenilenebilir kaynaklarla modellenmesi hedeflenmiştir. Sürekli artan enerji ihtiyacımızın yanı sıra fosil yakıtların, gerek çevre için oluşturduğu problemler, gerek rezervlerinin sınırlı oluşu sebebiyle yenilenebilir enerjinin önemi ortaya çıkmaktadır. Sahra tip hastaneler mobilize olarak faaliyet gösterdiğinden yenilenebilir kaynaklar ile enerji ihtiyacının sağlanması durumunda büyük bir enerji tasarrufu ve hareket alanı sağlanmış olacaktır. Türkiye güneş enerjisi potansiyeli bakımından bir çok ülkeye göre oldukça avantajlı konumdadır. Aynı zamanda doğal afet ve savaş gibi durumlarda gerekli enerji ihtiyacının fosil yakıtlarla sürekli olarak sağlanamama riski bulunmaktadır (Öztürk & Güneş, 2019). Bu çerçevede enerji tüketimi güneş enerji panelleri ile karşılanan bir sahra hastanesi tasarlanacaktır. Hastanenin kullandığı tıbbi cihazların ve diğer enerji tüketen sistemlerin temel enerji tüketim parametreleri belirlenecektir. Hastanenin tüketim profili ortaya çıkarıldıktan sonra ihtiyaç duyulan enerjiyi üretebilecek bir güneş enerjisi üretim sisteminin teknik özellikleri incelenecek ve sistem

tasarlanacaktır. Bu sayede sahra hastanelerinin savaş ve doğal afet gibi durumlarda aksamaya uğraması muhtemel enerji ihtiyaçlarının kesintisiz, temiz, güvenilir bir biçimde elde edilmesi mümkün olacaktır.

ABD Enerji Bakanlığı tarafından 2003 yılında gerçekleştirilen çalışmaya göre, hastaneler enerji kullanımının en yoğun olduğu bina türleri arasında gösterilmiştir. Hastanelerde ise enerji kullanımını arttıran 5 temel alan, aydınlatma, sıcak su sağlanması, ortam ısıtma ve soğutması, havalandırma ve kullanılan spesifik cihazların harcadığı enerjiler olarak sınıflandırılabilir (Sauer, 2012).

Aydınlatma:

Aydınlatma sistemleri üzerinde yapılacak çalışma ile daha yeni ve verimliliği yüksek aydınlatma sistemlerinin kullanımı sayesinde enerji kullanımında ve enerji giderleri üzerinde önemli oranda kazanç sağlanacaktır. Işıklandırmada tasarruf için dimmerler, varlık dedektörleri ve fotosel dedektörler elektrik kullanımının azaltılmasında önemli oranda etki edecektir. Aşırı aydınlatmadan kaynaklı alanlarda yapılacak çalışma ile lamba sayılarının düzenlenmesi ile de enerji tüketimi azaltılabilecektir. Aydınlatmada gereksiz kullanımın düşürülmesi sayesinde, aydınlatma enerjisinde tasarruf sağlanırken aynı zamanda yaz aylarında soğutma giderlerinin azalması için de olumlu bir etki oluşacaktır.

Havalandırma:

Havalandırma sistemlerinde tasarruf sağlamak amacıyla ekonomizör kullanmak oldukça elverişli bir yöntemdir. Hava koşulları uygun olduğunda sıcaklık kontrolünü dışarıdaki hava ile sirküle ederek havalandırmayı sağlayan bu system oldukça kullanışlıdır. Ancak havanın elverişsiz olduğu durumlarda ekonomizör döngüsünün elemanları aşırı güç tüketme durumuna gelebilir. Bu sebeple devreye alma ve devreden çıkarma işlemleri yapılmalıdır. Ekonomizer, enerji tüketimini azaltmak için kullanılan mekanik bir cihazdır. Ekonomizörler, bir sistem içinde üretilen enerjiyi geri dönüştürür veya verimlilik iyileştirmelerine ulaşmak için çevresel sıcaklık farklılıklarından faydalanır.

Ekonomizörler, bilgisayar dairesi klimaları (CRAC) veya soğutucular gibi soğutma cihazlarını tamamlamak veya değiştirmek için veri merkezlerinde yaygın olarak kullanılır. Veri merkezi ekonomizörleri genellikle donanımlara zarar verebilecek parçacıkları yakalamak için bir veya

daha fazla filtre grubuna sahiptir. Bu filtreler, dış ortama bir veri merkezine bağlanan kanal çalışmasına yüklenir. ASHRAE'ye göre, dış hava da uygun nem seviyeleri için % 40 ila % 55 bağıl nem seviyesinde izlenmeli ve koşullandırılmalıdır.

Veri merkezlerinde kullanılan cihazın iki versiyonu vardır: hava tarafı ekonomizörleri ve su tarafı ekonomizörleri.

Havalı ekonomizörler, aşırı ısınmayı önlemek için havayı doğrudan dışarıya çeker.

Su tarafı ekonomizörleri, dış su kulesini soğutmak için soğuk hava kullanırlar. Kuleden gelen soğutulmuş su, daha sonra mekanik soğutulmuş su yerine veri merkezinin içindeki klimalarda kullanılır ve enerji maliyetlerini azaltır. Su tarafı ekonomizörleri genellikle daha soğuk ortam sıcaklıklarından yararlanmak için gece boyunca çalışırlar.

Ekonomizörler veri merkezi operatörlerini önemli işletme maliyetlerinden koruyabilir. Ekonomileşme, bir merkezin enerji tüketiminin yıllık maliyetini yüzde 60'tan fazla azaltma potansiyeline sahip. Donanımı korumak için daha soğuk dış ortam sıcaklıklarının kullanılması, genel olarak sürdürülebilir yeşil bilgi işlem uygulamalarında önemli bir bileşendir. Ancak, ekonomizörler sadece soğuk iklimlerde bulunan veri merkezleri için kullanışlıdır.

Su Isıtma:

Su ısıtma sistemleri hastanelerde yüksek oranda enerji giderine sebep olmaktadır. Düşük akışlı sıhhi tesisat armatürleri ve varlık dedektörlü armatürlerin kullanılmasıyla su kullanımı azaltılarak enerji kullanımı da azaltılmış olur. Hastanelerin soğutulmuş su sistemlerinin kondanser ısısı kullanılarak, sıcak suyu ön ısıya tabi tutmak için yapılacak önemli ve iyi bir yatırımdır. Bu sayede önemli miktarlarda kazanç sağlanabilir. Kondenser, soğutma malzemesinin, gaz halde sisteme alındıktan sonra ısısını ortama vererek sıvı durumuna geçtiği sistem bölümüdür. Soğutma sistemlerinin dışında veya yalıtım malzemesinin içinde depolanabilir. Düz boru kıvrımlarının sayısını artırarak, kondansatörün ısıyı havaya boşaltması ve böylece soğutucunun aşırı soğutulmuş sıvıya geçmesine izin verilmesi kolaylaştırılmıştır.

Ortam Isıtma ve Soğutması:

Mevcut hastanelerin çoğu, binanın ısıtma sistemi için buhar oluşturan büyük buhar kapanlarına sahiptir. Buhar kapanları, buharın buhar sisteminden kondens dönüş sistemine geçmesini önlemek için tasarlanmıştır.

İyi bir buhar tutucu bakım programı, büyük miktarda enerji tasarrufu sağlayan, buhar kapanının sızmasını önleyebilir. Aşırı havalandırma alanlarındaki hava hacimlerinin azaltılması, hem yeniden ısıtma hem de ısıtma enerjisinden tasarruf etmek için gereken yeniden ısıtma miktarını azaltabilir.

Merkezi soğutma sistemleri, binadan dış ortama ısı aktarımı için enerji kullanır. Bu sistemler yoğun enerji harcayan ve değişen koşullara uygundur.

Bu sistemlerin kontrolünü optimize etmek ve enerji kullanımını en aza indirmek için teknoloji artık mevcut. Bu teknoloji kurulum maliyetlerini karşılamaktadır ve kurulmaya değer olduğu gözükmemektedir.

Bu tez çalışması ile hedeflenen hastanelerde enerji tüketimini meydana getiren temel bileşenleri tespit etmek ve bu bileşenler ile ilgili tüketimlerin en aza indirilimesi için kullanılabilecek yeni teknoloji ve yöntemleri tespit etmektir. Bunun yanısıra sahra tipi bir hastanenin temel enerji harcamasının, yenilenebilir bir kaynak olan güneş enerjisi ile modellemesinin bir simülasyon programı ile yapılması hedeflenmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1 AYDINLATMA SİSTEMLERİ

Uluslararası Enerji Ajansı raporuna göre dünyadaki elektrik tüketiminin yaklaşık %19'u aydınlatma giderlerinden oluşmaktadır (Waide, 2006). Aydınlatmada kullanılan enerji miktarı giderek artmaktadır. Bu rakamlar göz önüne alındığında, aydınlatma giderlerinden tasarruf sağlanması enerji verimliliğinin sağlanmasında en etkin yöntemlerden biri olarak gözükmektedir. Aşağıdaki bölümlerde lamba tipleri, lambaların genel özellikleri, çeşitli tasarruf yöntemleri ve aydınlatma sistemleri incelenecektir.

Aydınlatma, enerji tüketim sistemleri içerisinde çok önemli bir yer tutmaktadır. Soğutma ve Isıtma gibi sistemlerin ardından gelen en önemli enerji tüketim sistemlerinden bir tanesi aydınlatma sistemleridir. Elektrik enerjisi tüketiminin endüstriyel işletmeler için %20 'si, mağaza türü işletmeler için %30'u, ofis tipi işletmelerde ise yaklaşık olarak %40'ı aydınlatma amaçlı elektrik tüketiminden oluşmaktadır. Bu veriler aydınlatma sistemlerinde yapılan harcamaların düşürülmesi ve bu alanda ekonomik alternatif ve çözümlerin ortaya konulması gerekliliğini göstermektedir. Etkin ışık kaynaklarının ve aydınlatmada verimli aydınlatma armatürlerinin kullanılmasıyla önemli oranlarda enerji tasarrufu sağlanabilir. Kontrolü sağlanamayan, olması gereken yerde, olması gereken zamanda, gerektiği kadar aydınlatma yapma kabiliyetine sahip olamayan aydınlatma sistemleri günümüz ekonomisi ve teknolojik şartları için sağlıklı değildir.

Hastaneler gibi sağlık birimleri birçok endüstriyel ticari işletmenin harcadığından çok daha fazla enerji harcaması yapmaktadır. Bu çerçevede, CO₂ salınımı ve enerji tüketimi sıradan bir işletmeye göre ortalama iki kata kadar daha yüksek olabilmektedir. Ticari işletmeler içerisinde sağlık birimleri tüketimin ortalama % 11'lik kısmını kullanmaktadır. Bu konuda yapılan bazı çalışmalar, sağlık birimlerinin enerji harcaması içerisinde %16'lık elektrik harcamasında yaklaşık %44 lük yer tuttuğunu belirlemiştir (Yüce, Perdahçı, & Ünsalan, Ekim, 2017).

2.1.1 Aydınlatma Sistemlerinin İncelenmesi

. Işık akısı, ışık kaynağından yayılan ışık miktarıdır. Işık akısı, enerji taşınırken kayıpların oluşmaması adına önem taşır. Aydınlatma veya aydınlatma, pratik veya estetik bir etki sağlamak için ışığın bilinçli bir biçimde kullanımıdır. Aydınlatma, lambalar ve aydınlatma

armatürleri gibi yapay ışık kaynaklarının yanı sıra gün ışığını yakalayarak doğal aydınlatmanın kullanımını içerir. Armatür tasarımına dahil edilmiş estetik özelliklerin yanı sıra, armatürün ışık mimarisi detaylarına girebilme kabiliyeti de kesinlikle önemlidir.

Hastanelerde hastanın algıladığı ışık kalitesi ve iyileşme ortamı üzerindeki etkiler de kritik bir faktördür. Aydınlatma, hastaların iyileştirilmesi sürecine ve ayrıca tesis güvenliğine artırabilir ve katkıda bulunur.

Enerji verimliliği açısından ışık akısı önemli bir kavram olarak göze çarpmaktadır. Akı kaynaktan yayılan ışık miktarıdır. Akının sembolü (Φ) birimi lümen (lm) dir.

Aşağıda bazı kaynakların akıları verilmiştir:

8 Watt LED - 470 Lm

100 Watt Akkor Lamba - 1200 Lm

36 Watt Floresan Lamba - 3350 Lm değerlerine sahip olabilmektedir.

Tüketilen enerjiye karşın verilen ışık miktarının değerlendirilmesi lambanın lümen değerinden daha önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır.

Etkinlik faktörünü hesaplamak için ışık akısı ile harcanan elektrik oranına bakılır. Işık akısı / harcanan elektrik (lm/w) olarak hesaplamalar yapılabilir.

Örneğin 8 Watt lık LED için bu faktör $470 \text{ Lümen} / 8 \text{ Watt} = 59$ olarak hesaplanır. Bu değer küçük olması tüketimin fazla olduğu anlamına gelir.

Aydınlatma noktasına, ışık akısının armatürden daha verimli olarak iletilmesine armatürün geriverimi denir. İki farklı sistem olarak armatürler incelenebilir.

Lamba ve armatürün ayrı olduğu geleneksel dizayn,

Lamba ve armatürün birlikte olduğu LED dizaynı

İlk sistemde verim ayrı ölçülür ve referans olarak alınır. Armatürden çıkan ışık miktarı ise ayrı olarak ölçülür. Bu değerler arasındaki oran verimliliği ifade eder. Yani Verimlilik Armatürden çıkan ışık miktarının, lambadan çıkan ışık miktarına oranı olarak ifade edilebilir.

LED lerde bir mekanizma içersinde armatür ve lamba birliktedir. Bundan dolayı verimlilik LEDlerde genel bir bütün olarak karşımıza çıkar.

LEDlerde akı 4000 Lümeden fazladır, verimlilik ise 115 Lm/W civarındadır.

Tablo 2.1 Genel Lamba Karakteristikleri

Lamba	Tip	Güç (W)	Verim (lumen/W)	Ömür (x1000 h)	CT (K)	CRI
INC	-	3-150	4-18	1	2400-3100	98-100
Halogen	-		15-33	2-6	3000-3100	98-100
HID	-	40-400	14-140	6-28	2900-5700	15-62
LID	LPNa	26-180	70-200	7.5-30	1700-7500	75-95
	T12	14-90	60-105	7-20	3000-6500	62-75
	T8				3000-6500	75-98
	T5				3000-6500	75
CFL	Ballast İntegrated	4-120	35-80	5-15	3000-6500	75-90
CFL	External Ballasts	40-95	60-80	10-20	2700-6500	80-85
White SSL	LED	1-20	25-55 160(lab.)	20-40	5000-6000	70-80
	OLED	1-20	<18	<4	3000-6000	80

Lümen LED'lerin verimliliğini etkileyen ana faktörlerdir. Sürücü kalitesi LEDler için oldukça önemlidir. Sürüş akımı önemli bir faktördür. Sürüş akımı çoğunlukla 350 mA'dır ve 700 mA'e çıkarsa, lümen çıkışı artar. Bu çıkış artışı bir süre sonra bağlantı sıcaklığını artırır. Bu, daha hızlı bir biçimde ışık akısının azalması ve kısaltılmış LED ömrü ile neticelenir. LED'de, ışık oluşumu esnasında bir sıcaklık açığa çıkar. Bu sıcaklık, birleşme bölgesinden hızla uzaklaştırılmalıdır. Bu nedenle LED yapımında ısı iletken malzemeler kullanılması önem arz etmektedir.

Sonuç itibarıyla bu sistemlerde verimi etkileyen faktörler; LED'in kaliteli olması, Sürücünün kaliteli olması, Sürüş akımı ve Isıl İletkenlik olarak ön plana çıkar.

Aydınlatma için genel olarak aşağıda verilen veriler benimsenmiştir, buna göre;

Okuma Aydınlatması:

430 – 1000 lümen / 2700 – 4000 Kelvin renk sıcaklığına sahip enerji tasarruflu lambaların veya LED ampullerin seçilmesi faydalı olacaktır.

Akşam Aydınlatması:

430 – 800 lümen / 2500 – 3000 Kelvin renk sıcaklığına sahip enerji tasarruflu lambaların seçilmesi faydalı olacaktır. Daha fazla aydınlatma isteniyorsa 1000 lümen değerinde bir aydınlatma tercih edilebilir.

Genel Aydınlatma:

430 – 800 lümen / 2500 – 3000 Kelvin renk sıcaklığına sahip enerji tasarruflu lambaların seçilmesi faydalı olacaktır. Hali hazırda halojen spotlar kullanılıyorsa onların yerine enerji tasarruflu halojen lambalar tercih edilebilir. LED teknolojisi hızla gelişmektedir. Yeni teknoloji LED lambalar ve ürünlerin takip edilmesi önemlidir.

Çalışma Aydınlatması:

430 – 1000 lümen / 2500 – 4000 Kelvin renk sıcaklığına sahip enerji tasarruflu lambaların seçilmesi yararlı olacaktır, LED lambalar yahut CFL seçilmesi yararlı olacaktır.

Banyo Aydınlatması:

Genel aydınlatma için 430 – 800 lümen / 2500 – 3000 Kelvin renk sıcaklığına sahip enerji tasarruflu lambaların seçilmesi yararlı olacaktır. Daha yüksek aydınlık istendiği takdirde 1000 lümen parlaklık tercih edilmelidir. Halojen spotlar yerine enerji tasarruflu halojenler yada LED lamba seçimi yapılabilir.

Dimmer ışığı:

Tüm halojen ampuller ve LED ampullerin çoğu daha verimli olması açısından dimmer ile kullanılabilir. Bazı enerji tasarruflu ampullerde de dimmer ile kullanım mümkündür. Bu şekilde bir kullanımda ışıktaki renk değişikliği olacaktır.

Ambiyanslı ortam ışığı:

125 – 470 lümen / 2500 – 3000 Kelvin renk sıcaklığına sahip enerji tasarruflu yahut LED lambaların seçilmesi yararlı olacaktır. LED aydınlatmanın büyük çoğunluğuna dimmerler takılarak tasarruf sağlanabilir (Bertilsson & Annell, 2011).

Bunun yanı sıra ampul seçimi ile;

Halojen lambaların kullanımı sayesinde % 30 – 50 arasında bir oranda tasarruf sağlanabilir. Halojen lambalar, teli kaplayan kapsülün içinde yer alan halojenden oluşmaktadır. Günümüzde avizelerde kullanılan lambaların yerine kullanılmaktadır. Elektrik ampüllerine çok benzeyen tipleri vardır. Dayanıklılık süreleri oldukça uzundur. Elektrik ampüllerinin üç katına kadar daha fazla dayanma süresi gösterebilirler. Bu da ciddi bir tasarruf sağlaması manasına gelir.

Enerji tasarruflu lambalar ile sağlanan tasarruf oranı % 75- 80 leri bulmaktadır. Bu lambalar bir katlanmış ince bir florasan lambaya benzetilebilirler. Bu lambalar normal elektrik ampullerine göre %75-80 oranında tasarruflu olmasının yanı sıra 10 kata kadar uzun ömre sahip olabilmektedirler.

LED lambalar ile %85 oranlarına varan enerji kazancı sağlanabilir. LED- ampülleri aslında diyot ampülleridir. Teknolojisi hızlı bir biçimde gelişmektedir. Bu lambalar en tasarruflu lamba tipleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Kazanılan yüksek tasarruf oranının yanı sıra yirmi beş kata kadar daha uzun ömür vererek önemli oranda dayanıklı bir tercih olduğu görülmektedir. Cıva bulundurmaması sebebiyle güvenli bir tercih olarak ta nitelendirilebilir.

Hastanelerde ise bu durum standartlarla kontrol altına alınmaktadır. EN12464-1 standardı her bir bölgenin aydınlatma miktarlarını vermektedir. Buna mukabil bizim yapmamız gereken bu verimlilikleri hangi ampullerle sağlayabileceğimizi belirlemek olacaktır.

Hastanelerde bulunan bölümlerin birbirinden farklı kullanım amaçları olması nedeniyle, aydınlatma sistemlerinde farklı olması gerekebilir. Aynı bölüm içerisinde bile birbirinden farklı bölgelerde, birbirinden farklı aydınlatma ihtayıcı söz konusu olabilir. Bu nedenle hastaneler, aydınlatma tasarımcıları, mühendisler ve mimarlar için komplike bir durum oluşturur.

Hastanelerde aydınlatma, kimi durumda yalnızca yapay aydınlatmalarla, kimi durumda da yapay aydınlatmanın, doğal aydınlatmaya birleşimi şeklinde sağlanabilir.

Işık kalitesi, insan sağlık açısından önemli tesirlere haizdir. Kaliteli bir şekilde aydınlatılmış bir sağlık birimi, hastanın tedavi sürecine olumlu fayda sunabilir. Aydınlatmanın iyi ya da kötü oluşunun hem hasta, hem hastane çalışanları açısından direkt etki edebilecek potansiyeldedir. Hatta hasta yakınları için bile bu konu önem arz etmektedir.

Enerji tasarrufu önemli konular arasındadır fakat sağlık kuruluşlarında enerji tasarrufundan daha öncelikli olan husus gerekli aydınlatma koşullarının uygun seviyelere ulaştırılması ve bu ortamı oluştururken hastaların memnuniyetini olumsuz yönde etkilememesine dikkat edilmelidir.

Bu durumda kamaşmanın önemli bir etken olduğu ortaya konmaktadır. Nedeninin ise hastaların uzun süre hareket etmeden yatar pozisyonda tedavi görmeleri ve bu pozisyonda sürekli olarak ışığa maruz kalmalarıdır. Işığa maruz kalan bir hastanın gözleri rahatsız olabilir bu da hastanın sağlık problemlerini arttırabilir.

Bu sıkıntıların giderilmesi için ışıktaki titreşim hareketi minimum seviyede olması zaruri bir hale gelmektedir. Bu konu üzerinde yapılan çalışmalar bu etkinin gözde yorgunluk ve baş ağrısı gibi sağlık sorunlarına neden olduğunu ortaya çıkarmıştır.. Bu nedenle hastanelerde ışık titreşiminin olmadığı aydınlatmalarının kullanılması doğru bir seçim olacaktır.

Sağlık birimlerinde farklı bölümlerde, farklı kullanım amaçlarına göre 100 lüks ile 100000 Lüks'e kadar değişken aydınlatma ihtiyaçları bulunmaktadır.

Gözlem, yoğun bakım ünitesi, merdiven ve koridorlarda 100, bekleme odaları ve resepsiyonlarda 150, genel amaç ile kullanılan odalarda 200, personel, tarama, dezenfeksiyon, sterilizasyon odaları bunun yanı sıra kulak ve göz muayenesi, doğumhane bölümlerinde 300, genel muayene, tedavi, lüks otopsi odaları, eczaneler, laboratuvarlar ve morglarda 500 ameliyathanelerde ise 1000 lüks aydınlatma seviyesi önerilmektedir.

İlgili standartta bu bölümler için kamaşma sınırlama katsayısı UGRL 19 ve 22 olarak verilmiştir.

CRI Renksel Geridönüş indeksi bazı kısımlarda 80 bazı kısımlarda ise 90'dan daha fazla olması beklenmektedir.

Sağlık birimleri için aydınlatmaya ilişkin veriler EN 12464-1 uluslararası standardında içerilmektedir. Tasarım yapılırken standardın detaylı olarak incelenmesi, her bölümün iç gereksinimlerinin karşılanması mühim bir konudur (Yılmaz, 2018).

2.1.2 Aydınlatma Sistemlerinde Yeni Teknolojiler ve Verimliliğin Sağlanması

Aydınlatma sistemlerinde, enerji tasarrufu için aşağıdaki yöntemler ön plana çıkmaktadır:

Verimli aydınlatma, geleneksel manyetik balastların değiştirilmesi, ayarlamalı dimmer kullanımı ve yeni teknoloji lambaların (LED'lerin) kullanımına ilişkin konulara odaklanarak incelenebilir.

Hem elektromanyetik balastlar hem de elektronik balastlar pozitif ve negatif özelliklere sahiptir. Elektronik balastlar, yüksek etkinlik, daha iyi aydınlatma kalitesi, daha uzun lamba ömrü ve daha küçük boyut gibi manyetik balastlara göre birçok avantaja sahiptir. Elektromanyetik balastlar, son derece yüksek güvenilirlik, uzun ömür, geçici voltaj

dalgalanmasına karşı sağlamlık ve çalışma ortamının avantajlarına sahiptir. Ayrıca, indüktör göbek malzemeleri ve sarım malzemeleri geri dönüştürülebilir. Floresan lambalar için elektronik balastlar yaygın şekilde kullanılmış ve kullanımlarının genel ekonomik faydalara sahip olduğu gösterilmiştir. Yüksek giriş gücü faktörü, düşük giriş akımı toplam harmonik bozulma, düşük elektromanyetik girişim, iyi lamba akımı tepe faktörü ve düşük titreşim gibi iyi teknik performans özelliklerine sahiptirler. Manyetik balastların, balastın kendisinde, ışık kaynağının enerji tüketiminin %15-20'si kadar büyük miktarda enerjinin kaybolmasının dezavantajına sahip olduğu belirtilmektedir. Öte yandan, elektronik balastlar sadece %1 veya %2 oranında kayıptadır. Manyetik balastlar halen 5-10 yaş arası hastanelerde yaygın olarak kullanılmaya meyillidir. Aydınlatmanın yaklaşık %70'i kadarı şu anda eski ve geleneksel manyetik balastlarla donatılmıştır (Timur, 2013). Enerji verimli, akıllı dış mekan aydınlatma yönetimi ve izleme sisteminin deneysel gelişimini uzaktan kumanda ile tanıtmaktadır. Bir aylık kurulumdan sonra, enerjinin% 37'sinin sorunlara neden olmadan veya günlük yönlendirme ve güvenliği rahatsız etmeden tasarruf edilebileceği doğrulanmıştır. Benzer şekilde, IET eski lambaları ve lamba armatürlerini haberlerle birlikte yükseltir. Avrupa'daki çeşitli ülkelerde etkin aydınlatma ile ilgili pratik çalışmalar yapılmıştır.

Balastlar, flüoresan lambalarda ark başlamadan önce çekilen akım çok düşük, tüpe uygulanması gereken gerilim değeri ise yüksektir. Tüp tutuştuktan sonra tüp üzerinden geçen akım şiddeti büyür, sonuç olarak tüpün uçları arasındaki gerilim değeri azalır. Tüp negatif empedans özelliği göstermeye başlar. Balastlar akım sınırlayıcı özellik gösterdiği için flüoresan lambaların beslenmesinde işe yarar. İdeal bir flüoresan lamba balastının görevlerini temel olarak üçe ayırabiliriz; Deşarjı başlatmak için gerekli olan başlama gerilimini sağlamak, çalışma anında çalışma akımını doğru değerinde sınırlamak ve elektron yayılımı sağlamak için flamları ısıtmak olarak sıralanabilir.

Floresan lambalar cıva buharlı deşarj lambalarıdır ve yüksek verimlilik faktörleri, düşük işletme maliyetleri ve kamaşmaya sebep olmamaları, uzun süreli kullanım özelliği olması gibi özellikleri ile kaliteli ve verimli ışıklandırma için önemli bir konumda durmaktadır.

Flüoresan çeşitlerinden olan Argon ve Kripton farklı özellikler gösterir. Argon lambalar sıcak ateşleme prensibi gereği 350V'ta, Kripton ise soğuk ateşleme prensibi gereğince 900V'ta ateşlenir. 26 mm.lik lambalar ekonomik sebeplerden dolayı günümüzde 38 mm.lik lambaların yerini almıştır.

İyi bir aydınlatma için lamba çeşidine özel olarak tasarlanmış balastlar seçilmelidir.

Klasik sac balastlı devre 220V'luk şebeke gerilimine tabi tutulduğunda lamba ışık vermez çünkü tutuşma gerilimi sağlanmamıştır, tutuşma için 300V civarında gerilime ihtiyaç vardır. Tutuşmayı sağlamak amacıyla ek eleman olarak otomatik bir anahtar olan Starter kullanılabilir. Argon veya neon gazı ile doldurulmuş bir cam balonun içinde iki elektrotlu silindirik metal şeritten oluşur. Şebeke gerilimi, Şebeke gerilimi Starter'lerin uçlarına uygulandığında, birbirine yakın olan Starter elektrotları ısınır ve birbirlerine dokunur. Starter kısa devre olduğunda, flüoresan lambasından yüksek bir akım geçer ve flamanlar kızarır. Starter elektrotları kapalıyken, ark kesilir ve starterin elektrotları yavaş yavaş soğur. Soğumanın ardından elektrotlar açılmaya başlar ve orijinal hallerine dönerler. Starter devresinin açılması sonucu balast üzerinde endüklenen gerilim sebebiyle lamba tutuşur. Lamba yanmazsa, lamba yanana kadar bu süreç tekrar edilir. Deşarj ilk başlangıcından sonra sönmez. Lamba akımı ve gerilimi balast aracılığı ile belli seviyelerde tutulur. Lambanın çalışma akımı Flamanların üzerinden aktığı için flamanlar sıcak kalır ve elektron yayar. Lambanın startere oranla harekete geçme gerilimi daha küçüktür ve bu sebepten starter açık devre olarak kalır.

Uzun yıllardır kullanılan manyetik balastlarda, 50Hz'lik gerilim ile çalışması sonucu ışık akısı 1 saniye içerisinde 100 kere kesilir ve sonuç olarak ışıktaki titreşim meydana gelmektedir. VAR kompanzasyonu için kondansatör ve ateşleme için startere gereksinim vardır.

Son yıllarda, yaygın olarak kullanılan flüoresan lambanın verimliliğini artırma ve ışığın titreşimsiz hale gelebilmesi için son zamanlarda flüoresan lamba ile birlikte yüksek frekansa sahip elektronik balastlar kullanılmaktadır.

Geleneksel manyetik balastlardan farklı şekilde çalışan elektronik balastlar sıcak ateşleme prensibi kullanır. Lamba katotları, ateşleme öncesinde çok kısa bir süre ufak bir miktar ısıtılır ardından ateşleme gerçekleştirilir. Sıcak ateşleme soğuk ateşlemeye oranla üç kat daha fazla açma-kapama yapabilir bu da lambanın ömrünü artırır. Açma sırasında ışığın titreşimi elektron balastalar ile önlenir. Manyetik balastlar gibi sesli çalışmaktan ziyade sessiz çalışırlar.

Elektronik balastlar 30-40 kHz mertebesinde oldukça yüksek frekanslarda çalışır. Radyo frekans parazitleri oluşmaması için bu frekans aralığının iyi filtre edilmesi gerekir. Bilgisayar, Tv, müzik ve Radyo yayınları gibi sistemler bu parazitlerden etkilenir ve bunun sonucunda ses ve görüntü bozukluğu meydana gelir.

Bunun yanısıra gün ışığı sensörleri, varlık-yokluk sensörleri ve zamanlayıcılar kullanılarak önemli tasarruflar sağlanmaktadır.

Gün ışığı sensörü, güneş ışığı veya gün ışığını almadığı zaman mekan aydınlatmasını yakmak üzere tasarlanan otomatik ışıklardır. Çalıştığı ortamda gün ışığı gittiği anda çalışmaya başlar. Bu nedenle günışığı sensörleri önemli oranda tasarruf sağlar. Günışığı sensörü kullanım alanlarına bakacak olursak, geniş bir alanda kullanımını görebiliriz. İçeriside yer alan sensör ile birlikte gereksiz enerji kullanımını azaltır. Bunun yanı sıra anahtar priz ile lambayı yakmaya çalışırken ortaya çıkabilecek kazaları da önleyebilir. İşte günışığı sensörünün en önemli avantajları bunlar olarak sayılabilir. Günışığı sensörü kullanım alanları konusunda örnek vermemiz gerekirse ilk olarak sokak lambalarını gösterebiliriz. Sonuçta gün ışığı kaybolduktan sonra sokak lambaları devreye girmektedir. Bunun dışında bahçelerimizde bulunan güneş enerjili lambalarda kendini güneş ile şarj eder ve güneş veya gün ışığı kaybolduktan sonra yanmaya başlar. Günışığı sensörleri ışığa duyarlı diyebiliriz. Çünkü günışığı gittiği anda devreye girer ve etrafı aydınlatmaya başlar. Diğer taraftan da gün ışığı tekrar ortaya çıktığında aydınlatma kendini kapatır. Günışığı sensörlerinin kullanılabilmesi için aşağıdaki özelliklere sahip olmaları gerekmektedir. Kurşun sülfür, Talyum sülfür, kadminyum sülfür, germanyum, selenyum, Antimon-sezyum alaşımı gibi bileşenler gün ışığı sensörü için oldukça önemlidir. Çünkü sensörü oluşturan ana bileşenler bu maddelerdir. Günışığı sensörlerinin özelliklerine göre değişmekte olup birçok yeni model de karanlık artıkça aydınlatma oranı da artmaktadır. Günümüzde artık birçok binada sensörlü aydınlatmalar kullanılmaktadır. Bu birçok açıdan avantaj sağlar.

Varlık-yokluk sensörleri hareketleri algılar. Birisi bu tip sensörlerden birindeki bir odaya girdiğinde anahtar açılır ve ışık yanacaktır. Birisi odadan çıktığında, anahtar tekrar kapanır ve ortam karanlık olur. Bu sensörler, insanlar odadan çıkmadan önce kararmalarını önlemek için gecikme rölesi ile birlikte verilmelidir. Tablo 2.2’de varlık-yokluk sensörleri ile enerji tasarrufu potansiyelini göstermektedir (Association, 1997).

Tablo 2.2 Varlık-Yokluk Sensörü Potansiyel Enerji Kazancı Tablosu

Kullanım Alanı	Potansiyel Enerji Kazanım
Özel Ofisler	25-50%
Açık Alan Ofisler	20-25%
Lavabolar	30-75%
Koridorlar	30-40%

Depolama Alanı	45-65%
Toplantı Salonları	45-65%
Konferans Salonları	45-65%
Depolar	50-75%

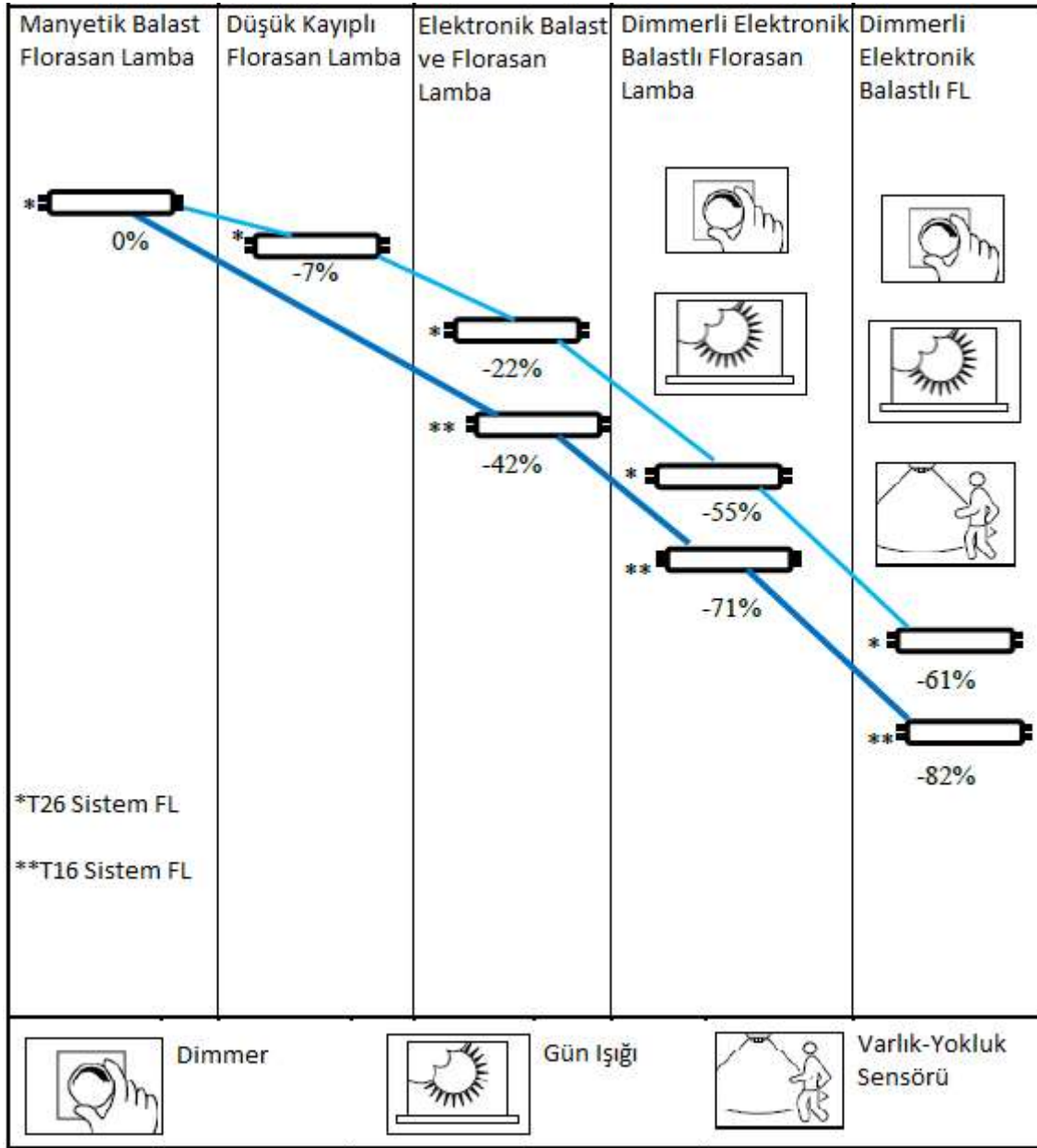
Zaman kontrolü, önceden programlanmış zamanlamayı kullanarak aydınlatma süresini azaltarak enerji tasarrufu sağlar. Zaman saati ekipmanı, tek bir elektrik yükünü kontrol etmek için tasarlanmış basit cihazlardan, birkaç aydınlatma bölgesini kontrol eden sofistike sistemlere kadar uzanır. Bunlar mevcut en basit, en ucuz ve en verimli enerji yönetimi cihazlarından biridir.

Basit zaman anahtarları aşağıda belirtilen özelliklere sahip olabilir;

- Belirlenmiş bir sürenin ardından ışıkları, fanları veya diğer elektronik cihazları otomatik olarak kapatır.
- Çok kanallı zaman kontrolleri birçok görevi kontrol etme yeteneğine sahiptir.
- Özel amaçlı zaman kontrolleri, tekrarlayan kısa süreli döngüler için peryot sayıcıları veya zaman saati ile foto sensör teknolojilerini birleştiren dış aydınlatma zaman kontrollerini içerir.

Şekil 2.1'de (Timur, 2013) geleneksel ve modern tasarruf sistemleri şematik olarak gösterilmektedir. Dimmer, gün ışığı ve varlık-yokluk sensörlü modern kontrol sistemleri kullanılarak enerji tasarrufu yüzdesi artırılabilir.

Şekil 2.1 Yeni Teknolojilerin Kullanımı ile Sağlanan Enerji Kazanımı



LED'ler, bugüne kadar bilinen birçok uygulama için en iyi enerji tasarruflu lambalardır. Uzun ömür, sağlam yapı, enerji tasarrufu potansiyeli, düşük başlangıç ve montaj maliyetleri gibi avantajlarından dolayı diğer klasik lamba tipleri yerine tercih edilebilirler. Ev aydınlatma lambalarının performansı incelenmiştir. Çalışmaları arasında ayrıntılı bir karşılaştırmalı analiz sunuyor.

Çalışmaları, yapay ışık üretmek için kullanılan ev aydınlatma lambaları (DLL) arasında detaylı bir karşılaştırmalı analiz sunmaktadır. DLL'ler akkor lamba (INC), floresan lamba (FL) ve kompakt floresan lamba (CFL) içerir. LED tabanlı lamba teknolojisi, geleneksel akkor lamba ve deşarj lambalarına kıyasla nispeten yenidir. Işık, INC lambalarında tungsten filamentinin ısıtılmasıyla üretilir. INC'nin etkinliği, yapılarına ve filament çalışma sıcaklığına bağlı olarak 10-20 lm / W aralığındadır. Boşaltma lambaları, ışığın bir gaz veya buhar içinde elektriksel bir boşalmayla üretildiği lambalardır. Aydınlatma amacıyla floresan tüpüne az miktarda cıva “Hg” eklenir. Mor ötesi ışığı görünür ışık çıkıtısına dönüştürmek için özel fosfor materyali kullanılır. Deşarj lambaları, INC'den çok daha yüksek bir etkinliğe ve daha uzun ömre sahiptir. Floresan ve CFL deşarj lambası kategorisine girer. Ayrıca hem pozitif hem de negatif özelliklere sahip elektromanyetik ve elektronik balastlar ve yarı iletken cihazlar olan, gazlarla dolu ve farklı fosfor malzemeleri ile kaplanmış LED'ler incelenmiştir. INC, deşarj lambaları ve LED'ler arasındaki karşılaştırmadan sonra, aşağıdaki kilit noktaya varılabilir.

1. INC'nin enerji tasarruflu cihazlarla değiştirilmesi, tüketici için olduğu kadar fayda için de kullanışlıdır. FL ve CFL, yüksek etkinlikleri ve daha uzun ömürleri nedeniyle INC'ye karşı iyi bir seçim olabilir.
2. FL'nin CFL ile değiştirilmesi, tüketici ve fayda bakış açısından uygun değildir. Bu, güç tasarrufu yerine, aynı seviyede aydınlatma için önemli derecede harmonik bozulma ve yüksek güç tüketimi artışına yol açabilir.
3. Mevcut gelişme, LED aydınlatma performansında ve aynı zamanda teknoloji maliyetlerinde büyük bir iyileşme olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, aydınlatma sisteminin büyük bir kısmının yakın gelecekte LED lambalar tarafından temin edilmesi beklenmektedir.

2.2 ELEKTRİK MOTORLARI VE SÜRÜCÜLER

Elektrik motorları geniş uygulama alanlarına sahiptir. Sanayi, ticaret, kamu hizmetleri, hastaneler ve elektrikli ev aletleri, havalandırmalar, su pompaları, kompresörler ve makine aletleri gibi çeşitli ekipmanlara güç sağlayan geniş uygulama alanlarına sahiptir.

Elektrik motorları endüstriyel olarak gelişmiş ülkelerde ve büyük gelişmekte olan ülkelerde, toplam ulusal elektrik tüketiminin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. İstatistikler, elektrik motorlarının genellikle her bir ülkedeki endüstriyel enerji tüketiminin yaklaşık %65'inden veya toplam enerji tüketiminin yaklaşık %40'ından sorumlu olduğunu göstermektedir. Bir hastanedeki elektrik motorları toplam enerji tüketiminin yaklaşık %19'unu temsil eder. Tahminlere göre, bu enerjinin yaklaşık %11-18'i enerji tasarruf yöntemleri kullanılarak tasarruf edilebilir (Hasanuzzaman, N.; Rahim, N.A.; Saidur, Rahman;, 2010).

Hastanelerde, eğer emme chiller soğutucuları kullanılmıyorsa, klima sistemi toplam elektriğin yaklaşık %70'ini tüketecektir. Bunlar arasında soğutucular, soğutulmuş su pompaları ve soğutma kulelerinin fanı toplam elektriğin %43.94'üne ihtiyaç duyacaktır. Aydınlatma sistemi elektriğin yaklaşık %20'sini tüketmektedir. Türkiye'de toplam elektrik tüketiminin yaklaşık %65'i elektrik motorları tarafından tüketilmektedir (Hasanuzzaman, N.; Rahim, N.A.; Saidur, Rahman;, 2010). Ayrıca, toplam enerjinin yaklaşık% 35'i Türkiye'deki sanayi sektöründe kullanılmaktadır (Hasanuzzaman, N.; Rahim, N.A.; Saidur, Rahman;, 2010). Dünyada, sanayi sektörü diğer son kullanım sektörlerinden daha fazla enerji kullanmaktadır ve şu anda bu sektör dünyanın toplam teslim enerjisinin% 37'sini tüketmektedir (Abdelaziz, Saidur, & Mekhilef, 2010).

Verimlilik kavramı, bir elektrik motorunun elektrik enerjisini mekanik enerjiye ne kadar verimli dönüştürdüğünü açıklar. CEMEP (Avrupa Elektrik Makinaları ve Güç Elektroniği İmalatçıları Komitesi) tarafından 1998 yılında, nihai kullanıcıyı korumak ve haksız kazanca dayalı rekabeti engellemek adına elektrik motorlarında verimliliği sağlamak ve bir standart oluşturmak adına EFF3, EFF2 ve EFF1 verimlilik sınıfları uygulaması kabul görmüştür. 1,1 kilowatt ve 90 kilowatt arasındaki motorların kapsandığı bu uygulamada EFF3 en düşük verimlilik sınıfıdır. EFF1 en yüksek verimlilik sınıfı olarak değerlendirilmiştir.

Sonrasında bu verimlilik sınıflarında gelişmeler yaşanmıştır. IEC 60034-30:2008 standardı verimlilik sınıflarını IE1, IE2, IE3, IE4 şeklinde yeni bir tanımlama ile ifade etmiştir. Bu tanımlama 2008 yılında IEC tarafından yayınlanmıştır. 2009’da CENELEC ile Avrupa tarafından bir standart norm halini almıştır. Ülkemizde ise 2010 yılında TSE tarafından TS EN 60034-30 standardı yayınlanmış ve bu verimlilik sınıfları devreye girmiştir.

Bu çerçevede motor verimlilik sınıfları Şekil 2.2’de gösterildiği gibi verilmiştir (CEMEP, 2011).

Şekil 2.2 IEC 60034-30:2008 ya göre Motor Verimlilik Sınıfları

P _N in kW	IE1, 50 Hz			IE2, 50 Hz			IE3, 50 Hz		
	Kutup Sayısı								
	2	4	6	2	4	6	2	4	6
0.75	72.1	72.1	70.0	77.4	79.6	75.9	80.7	82.5	78.9
1.1	75.0	75.0	72.9	79.6	81.4	78.1	82.7	84.1	81.0
1.5	77.2	77.2	75.2	81.3	82.8	79.8	84.2	85.3	82.5
2.2	79.7	79.7	77.7	83.2	84.3	81.8	85.9	86.7	84.3
3	81.5	81.5	79.7	84.6	85.5	83.3	87.1	87.7	85.6
4	83.1	83.1	81.4	85.8	86.6	84.6	88.1	88.6	86.8
5.5	84.7	84.7	83.1	87.0	87.7	86.0	89.2	89.6	88.0
7.5	86.0	86.0	84.7	88.1	88.7	87.2	90.1	90.4	89.1
11	87.6	87.6	86.4	89.4	89.8	88.7	91.2	91.4	90.3
15	88.7	88.7	87.7	90.3	90.6	89.7	91.9	92.1	91.2
18.5	89.3	89.3	88.6	90.9	91.2	90.4	92.4	92.6	91.7
22	89.9	89.9	89.2	91.3	91.6	90.9	92.7	93.0	92.2
30	90.7	90.7	90.2	92.0	92.3	91.7	93.3	93.6	92.9
37	91.2	91.2	90.8	92.5	92.7	92.2	93.7	93.9	93.3
45	91.7	91.7	91.4	92.9	93.1	92.7	94.0	94.2	93.7
55	92.1	92.1	91.9	93.2	93.5	93.1	94.3	94.6	94.1
75	92.7	92.7	92.6	93.8	94.0	93.7	94.7	95.0	94.6
90	93.0	93.0	92.9	94.1	94.2	94.0	95.0	95.2	94.9
110	93.3	93.3	93.3	94.3	94.5	94.3	95.2	95.4	95.1
132	93.5	93.5	93.5	94.6	94.7	94.6	95.4	95.6	95.4
160	93.8	93.8	93.8	94.8	94.9	94.8	95.6	95.8	95.6
200 ~ 375	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8

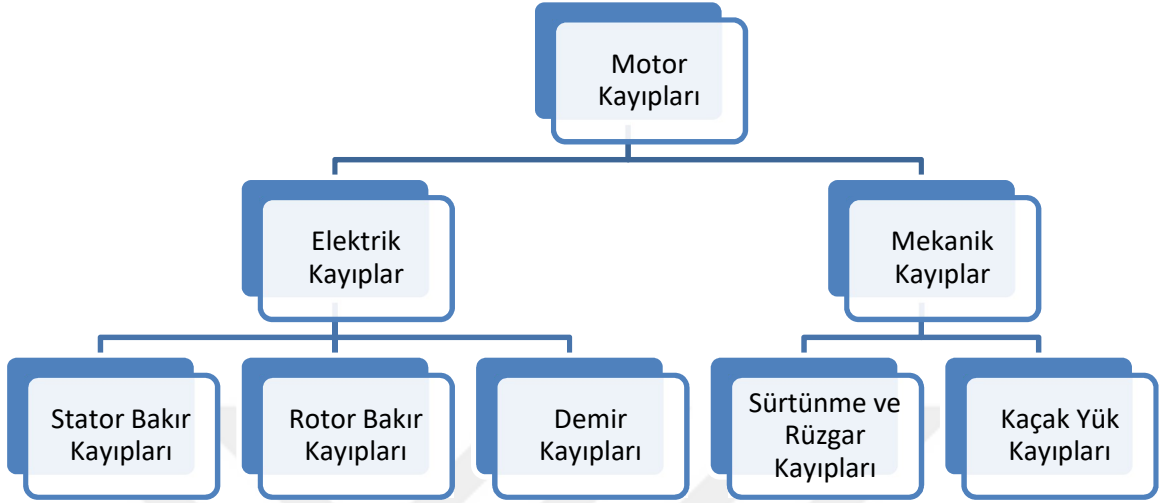
Yeni standart çerçevesinde EFF2’nin yerini IE1 almıştır. EFF1’in karşılığı ise IE2 olmuştur. IE1 sınıf standard verimli, IE2 sınıf yüksek verimli, IE3 sınıf çok yüksek verimli ve son olarak IE4 süper çok yüksek verimli motorlar olarak yeni standartta yer almıştır. Bu çalışmaya göre IE1 ve IE4 verimlilik seviyesindeki motorlar arasındaki verim farkı Tablo 2.3 te gösterilmiştir (Esen, 2015).

Tablo 2.3 IE4 ile IE1 Arasındaki Ortalama verim farkı (%)

Güç Aralığı	Ortalama IE1 - IE4 verim Farkı (%)
0,12-0,75 kW	17
0,75-7,5 kW	10
7,5-90 kW	5
90-1000 kW	3

Konuyla alakalı olarak (Hasanuzzaman, N.; Rahim, N.A.; Saidur, Rahman;, 2010) tarafından yapılan çalışmalar, enerji kullanımının analizi ve elektrik motorlarının enerji tasarrufuna odaklanan en kapsamlı çalışmalardan biridir. Bu çalışmada elektrik motoru enerji analizi ile ilgili en son literatürleri derlemekte ve elektrik motoru enerji kullanımı, kayıpları, verimliliği ve enerji tasarrufu stratejileri üzerine analizler yapmaktadır. Bir motorda meydana gelen farklı kayıp tipleri tanımlanmış ve bu kayıpların üstesinden gelme yolları ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Motor enerji israflarını belirlemek için bir enerji denetimi kapsamlı bir şekilde tartışılmıştır. Motorlar ana enerji kullanıcıları olduğu için, yüksek verimli motor kullanımı, değişken hızlı (frekans) tahrik (VSD) ve güç faktörünü iyileştirmek için kapasitör bankası gibi farklı enerji tasarruf stratejileri gözden geçirilmiştir. (Saidur, 2010) 'da elektrik motorlarının enerji kullanımını analiz etmeye yönelik bilgisayar araçları tartışılmıştır. Ekonomik analiz yapmak için maliyet parametreleri de gösterilmiştir. Ayrıca, farklı enerji tasarrufu stratejileri için geri ödeme süreleri belirlenmiştir. Buna Göre Farklı Tipteki Motor Kayıpları Şekil 2.3'te gösterildiği gibi listelenmiştir.

Şekil 2.3 Motor Kayıpları



Motor verimliliğini arttırmanın tek yolu motor kayıplarını azaltmaktır. Motor kayıpları ısı ürettiğinden, kayıpları azaltmak sadece doğrudan enerji tasarrufu sağlamakla kalmaz, aynı zamanda bir tesisin klima sistemindeki soğutma yükünü de azaltır. Tablo 2.4'te motor kayıplarını azaltma yollarını özetlemektedir (Saidur, Rahim, & Hasanuzzaman, 2010).

Tablo 2.4 Motor Kayıplarını Azaltma Yolları

Kayıp Türü	Kayıp Azaltma Yolu
Stator Kayıpları	Daha fazla bakır ve daha büyük iletkenlerin kullanılması, stator sargılarının kesit alanını arttırır. Bu, sargıların direncini düşürür ve mevcut I^2R kayıplarından kaynaklanan kayıpları stator yuvası tasarımını değiştirerek veya stator içindeki tel hacmini artırmak için yalıtım kalınlığını azaltarak azaltılabilir. Senkron hızı daha yakın motor çalışması da I^2R kayıplarını azaltır.
Rotor Kayıpları	Daha büyük motor iletken çubuklarının kullanılması kesiti arttırır, böylece iletken direnci ve mevcut akıştan kaynaklanan kayıpları azaltır.
Demir Kayıpları	Daha düşük master çeliği, girdap akım kayıplarını azalttığı için daha ince master kullanımı. Daha uzun çekirdek, tasarıma daha fazla çelik ekler ve bu da daha düşük işletme akısı yoğunlukları nedeniyle kayıpları azaltır. Çekirdek kayıpları, geliştirilmiş geçirgenlik elektromanyetik (silikon) çelik kullanılarak ve manyetik akı yoğunluklarını azaltmak için çekirdeğin uzatılmasıyla azaltılabilir. İnce çelik laminasyonları kullanılarak girdap akımı kayıpları azaltılabilir.
Sürtünme ve Rüzgar Kayıpları	Düşük kayıplı fan tasarımının kullanılması, hava hareketinden kaynaklanan kayıpları azaltır. Düşük sürtünmeli rulman kullanımı.
Kaçak Yük Kayıpları	En iyi duruma getirilmiş tasarımın ve sıkı kalite kontrol prosedürlerinin kullanılması, kaçak yük kayıplarını en aza indirir.

2.2.1 Farklı Motor Tipleri ve Tüketimleri

Verimli çalışmak için uygun güçte bir elektrik motoru seçmek çok önemlidir. Motor büyüklüğü, karşılaşılan ve düzeltilmesi zor olan en sık yapılan yanlış uygulamalardan biridir. Büyük boy, genellikle motor uygulamalarında bulunan verimlilik sorunlarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Genel olarak, ekstra yük taleplerini karşılamak için motorlar büyük kapasitede

seçilir. Büyük kapasiteler, motorların düşük yükte verimsiz çalışmasına neden olur. Normalde, motorlar nominal yükün% 75'inde ve üzerinde daha verimli bir şekilde çalıştırılır. Tercih edilen optimum çalışma bölgesi, motorlar için nominal yükün% 60 ila% 90'ı arasındadır; ideal değer, motorun tam yükte çalışması durumundadır. Büyük boy, az yüklü motorlar derhal daha küçük premium enerji tasarruflu motorlarla değiştirilmelidir veya yeni motorlar satın alırken, enerji tasarruflu motorlar tercih edilmelidir (Saidur, Rahim, & Hasanuzzaman, 2010).

Sanayi tesisinin pompalarında yapılan çalışmalara göre elektrik motoru tarafından çekilen elektrik gücü, debi, basınç ve sıcaklık, her pompa için farklı çalışma koşullarında ve maksimum yükte ölçülmüştür. Mevcut pompaların ve elektrik motorunun verimliliği ölçülen veriler kullanılarak hesaplanmıştır. Gerekli yatırımlar belirlenmiş ve basit geri ödeme süreleri hesaplanmıştır.

Enerji tasarrufu sağlayan başlıca fırsatlar;

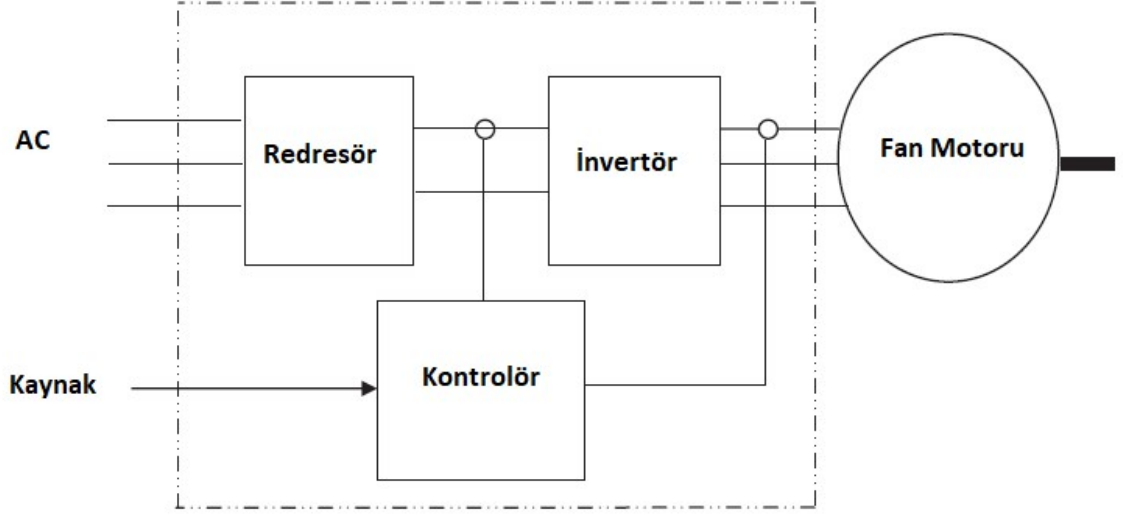
- Mevcut düşük verimli pompaların değiştirilmeleri,
- Verimleri belirli aralıklarda düşmeye başlayan pompaların bakımı
- Yüksek güçte elektrik motorlarının, uygun güce sahip elektrik motorları ile değiştirilmesi
- Yüksek verimli elektrik motorlarının kullanılması ve kavitasyon problemlerinin ortadan kaldırılması.

AC endüksiyon motoru, çalıştırırken tam hızda gereken torktan daha fazla tork geliştirir. Bu gerilme, mekanik şanzıman sistemine aktarılır ve bu da aşırı aşınma ve zincirlerin, kayışların, dişlilerin, mekanik contaların vs. erken bozulmasına neden olur. Ek olarak, hızlı ivmelenmeyle normal ani akımın% 600-800'ünü çeken yüksek ani akımların elektrik arz ücretleri üzerinde de büyük etkisi vardır. Yumuşak yolverici, motora kontrollü bir güç salımı sağlayarak bu sorunlara güvenilir ve ekonomik bir çözüm sunar, böylece sorunsuz, kademesiz hızlanma ve yavaşlama sağlar. Sargıların ve yatakların zarar görmesi nedeniyle motor ömrü uzar.

VSD yumuşak bir marşın yerini alabilir çünkü çoğu sürücü elektrik motorunu başlatmak ve durdurmak için akım sınırlama rampasını da tatmin edebilir. VSD, standart bir AC endüksiyon motorunu çalıştırmak ve motorun hızını, torkunu ve mekanik güç çıkışını modüle etmek ve kontrol etmek için kullanılabilecek çok fazlı, değişken frekanslı bir çıkış üreten bir elektronik güç dönüştürücüsüdür. VSD ile uygulama birçok hastane ve endüstriyel uygulamada

uygulanırsa önemli bir enerji tasarrufu sağlar. Bir endüksiyon motorunun hızını kontrol etmek için mümkün olan birçok devreden biri Şekil 2.4'te gösterilmiştir (Abdelaziz, Saidur, & Mekhilef, 2010).

Şekil 2.4 VSD Sistem Şematiği



Bir VSD'nin temel bileşenleri bir redresör, bir invertör ve bir kontrolördür. Doğrultucu, alternatif akım giriş gücünü alır ve doğru akıma dönüştürür. İnvertör, DC gücünü tekrar AC gücüne değiştirir. Kaynak sinyaline göre, genel darbeler, nominal torku üretmek için doğru voltaj / frekans (V / Hz) oranını korumak için kontrol edilir.

Binalarda kullanılan endüksiyon motorlarının çoğu fanlara veya pompalara takılır. Boru ve kanal sistemleri için geleneksel yaklaşım, tasarım aşamasında pompaları ve fanları fazla boyutlandırmak ve daha sonra sistem direncini artırarak akış hızını kontrol etmek için devreye alma vanaları ve damperleri kullanmak olmuştur. Mekanik daralmalar fanlar ve pompalar tarafından sağlanan debiyi kontrol edebiliyorken, daralmanın kendisi sistem direncini artırır ve artan enerji kaybıyla sonuçlanır.

Valflerin ve damperlerin kullanımına alternatif bir yaklaşım, fanın veya pompa motorunun hızını VSD yoluyla azaltarak akış hızını kontrol etmektir. VSD kurulumu enerji verimliliğini artırır, enerji tüketimini azaltır, güç faktörü ve proses hassasiyetini iyileştirir, yumuşak başlatma ve aşırı hız özelliği. Ayrıca mekanik veya elektromekanik ayarlanabilir hız teknolojileri ve pahalı enerji israfına bağlı azaltma mekanizmalarını ve sürtünme kayıplarını da

ortadan kaldırır. VSD'ler, motor gereksinimlerini yük gereksinimlerini karşılayacak şekilde ayarlayarak ekipmanın ömrünü uzatır. Genel olarak, enerji tasarrufu maliyet tasarrufuna ve sera gazı emisyonlarında azalmaya yol açar (Hasanuzzaman, N.; Rahim, N.A.; Saidur, Rahman;, 2010). VSD kullanılarak sağlanması beklenen potansiyel kazançlar Tablo 2.5'te gösterilmiştir (Saidur, Rahim, & Hasanuzzaman, 2010).

Tablo 2.5 VSD kullanılarak sağlanan potansiyel kazanç

Ortalama Hız Düşümü(%)	Potansiyel Enerji Kazancı (%)
10	22
20	44
30	61
40	73
50	83
60	89

Benzeşim yasaları (kübik yasalar da denir), pompa çıkışının veya akışının, pompanın hızı ile doğrudan orantılı olduğunu belirtir. Bu nedenle,% 50 akış üretmek için pompa% 50 hızda çalıştırılır. Bu çalışma noktasında, pompa yalnızca% 12,5 nominal beygir gücüne ihtiyaç duyar ($0,5 * 0,5 * 0,5 = 0,125$ veya% 12,5).

VSD ayrıca önemli bir yıllık fatura tasarrufu ve emisyon azaltımı sunmaktadır. Örneğin, İngiltere'deki gıda üreticisi Northern Foods, yıllık 769 MWh / yıl enerji tasarrufu, 30.000 £ üzerinde elektrik maliyeti sağlamıştır. Sadece 10 aylık geri ödeme süresine tekabül etmektedir. Yıllık 338 ton CO² azaltımı elde etti. Başka bir örnekte, düşük yüklerde gerekmeyen fazla hava miktarını azaltmak için (VSD) kullanılarak bir fan motoru hızının 1450'den 255 rpm'ye düşürüldüğünü göstermektedir. VSD'nin uygulanmasından sonra, elde edilen sonuçlar bir ay içinde kazan verimliliğini %2,5 arttırmış 8000 kWh elektrik tasarrufu ve 1,8 ay geri ödeme süresi sağlamıştır (Abdelaziz, Saidur, & Mekhilef, 2010).

2.2.2 Elektrikli Motor Sistemlerinin Verimlilikleri

3 fazlı indüksiyon motorun enerji verimliliği hesabı Eşitlik 2.1 kullanılarak yapılır.

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos\phi * \eta \quad (2.1)$$

$$\eta = \frac{P}{\sqrt{3} * V * I * \cos\phi} \quad (2.2)$$

Örneğin, 15 kW 3-fazlı asenkron motorun, 0.83'lük bir güç faktörü ile tahmini enerji verimliliği Eşitlik 2.2 kullanılarak hesaplanabilir. Motor anma akımı 30 A ve motor anma gerilimi 380 V'tur.

$$\eta = \frac{15000}{\sqrt{3} * 380 * 30 * 0,83} = \frac{15000}{16369,26} = 0,92$$

Yıllık Enerji Kazancı Eşitlik 2.3 te gösterildiği gibi hesaplanır.

$$AES = Hp * n * LF * 0,746 * hr * \left[\frac{1}{E_{std}} - \frac{1}{E_{ee}} \right] = \frac{15000}{16369,26} = 0,92 \quad (2.3)$$

Burada n motor sayısı, Hp motor beygir gücü, LF yük faktörüdür.

Estd standart motor verimlilik yüzdesi, Eee ise enerji verimli motorun enerji verimlilik yüzdesidir.

5 beygir gücünde 3 motor kullanılırsa, toplam tüketim gücü $5 \times 0.746 \times 3 = 11,19$ kW olacaktır. Klimanın 15 kW'lık fan motoru değiştirildiğinde, 1460 rpm motor düşük verimli motorun (verimlilik değeri% 92), aynı büyüklük ve tipteki birinci sınıf verimlilik (verimlilik değeri% 95.8) ile değiştirilen tahmini AES değeri Eşitlik 2.3 ile hesaplanır. Bu hesaplama, her iki motorun da aynı yük faktörüne sahip olduğunu,% 74 olduğunu ve yıllık çalışma saatlerinin 3.600 saat alındığını varsayar.

$$AES = 15 * 1 * 0,74 * 1 * 3600 * \left[\frac{1}{92} - \frac{1}{95.8} \right] * 100 = 1718,28 \text{ kWh/yıl şeklinde hesaplanır.}$$

AES denklemi, yıllık enerji tasarrufu maliyetini bulmak için elektriğin birim fiyatı ile çarpılmalıdır. Türkiye'de elektriğin birim fiyatı ortalama 0.42 TL. Tüm vergiler bu fiyata dahildir.

= 1718,28 kWh/yıl * 0,42 TL/kWh = 721,68 TL/yıl olarak hesaplanır.

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = \left[\frac{\text{Yeni Motor Fiyatı}}{\text{Yıllık Kazanç}} \right] \quad (2.5)$$

Yeni motor fiyatı 3500TL olarak alındığında geri ödemek için gerekli süre;

$$= 3500 \text{ TL} / 721,68 \text{ TL} = 4,85 \text{ yıl olarak bulunur.}$$

Burada yüksek verimlilikli motor kullanımının önemi ortaya çıkmaktadır. Eski motorlar yüksek verimlilikli yeni motorlar ile değiştirilmelidir. Hastanelerde tasarruf sağlamak için bu önemlidir.

2.2.3 Elektrikli Motor Sistemlerinde Tasarruf

- Yüksek verimli motor kullanmak : Geçmişte, motorlar verimlilik standartlarına göre EFF1, EFF2 ve EFF3 olarak sınıflandırılmıştı. IEC (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu) yani IE1 (standart verimlilik), IE2 (yüksek verimlilik), IE3 (yüksek verimlilik) ve IE4 (süper yüksek verimlilik) tarafından motorların verimlilik sınıfları için yeni bir uluslararası standart geliştirilmiştir. Eski standartlar yeni standartlarla karşılaştırıldığında, EFF2 yerine IE1, EFF1 yerine IE2 kullanılır. Yeni verimlilik standartlarında karşılaştırılabilir bir EFF3 standardı yoktur. Avrupa Birliği, EFF2 kriterlerini karşılamayan motorların satışını yasaklamıştır. Bu, EFF3 standardına sahip düşük verimli motorların artık kullanılamayacağı anlamına gelir.
- AC endüksiyon motorunun ilk satın alma fiyatı ömür boyu maliyetlerinin sadece% 2'si kadardır. Düşük verimli motor aynı güç değerinde yüksek verimli motorla değiştirilirse, geri ödeme süresi yaklaşık 4-5 yıl olacaktır. Örneğin,% 92,1 verimle 90 kW EFF3 elektrik motoru,% 94,8 verimle EFF1 elektrik motoruyla değiştirildiğinde, geri ödeme süresi 0,81 yıl olarak hesaplanır.
- VSD lerin kullanımı, sürücü ve motorun efektif bir biçimde belirlenmesi ve bunun yanı sıra enerji tasarrufu fizibilitesi etken bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yolla çok ciddi kazançlar elde edilecektir.
- Motoru besleyen elektrik enerjisi kalitesi önemli etken parametrelerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Gerilim dalgalanmaları, uzun ve yanlış hat kesitleri, motor yük değişimlerinin gerilim değişim ve dalgalanmalara neden olması tasarruf açısından

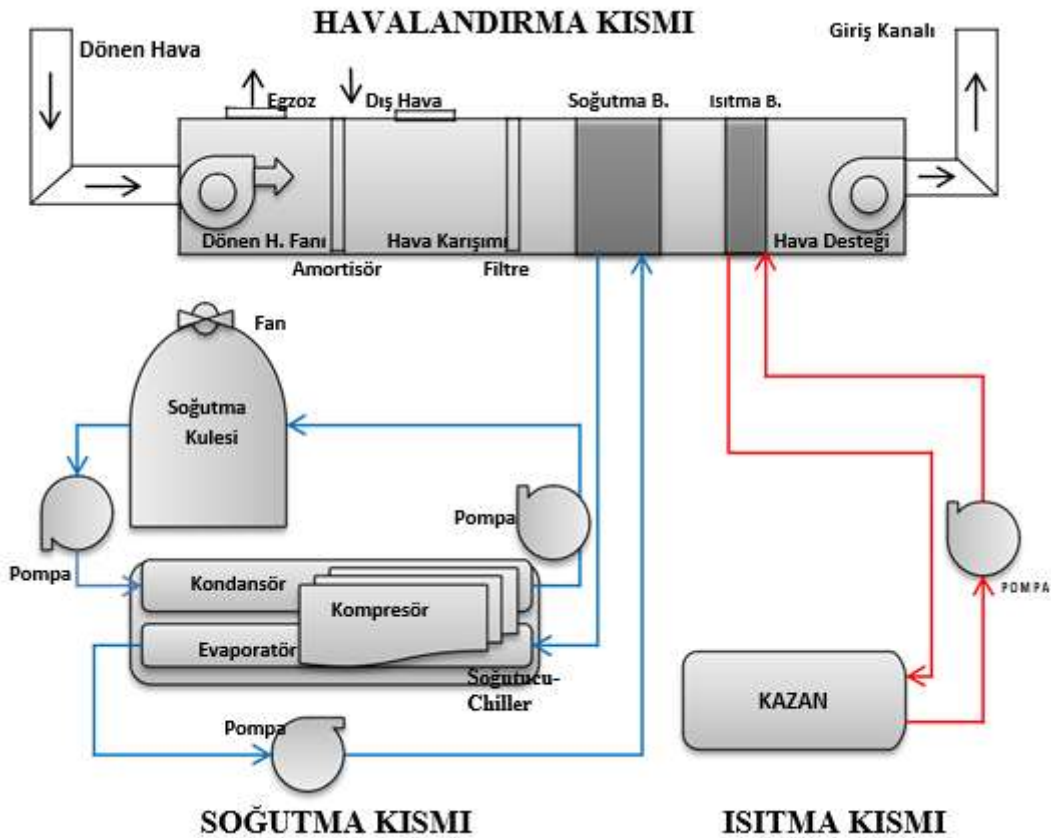
önemlidir. Doğru gerilimle motorun beslenmesi önem arz etmektedir, yüksek ve düşük vermemek, tesisatın gereken yeterlilikte olmasını sağlamak gerekmektedir.

- Aktarma elemanındaki uygunsuzluklar giderilmelidir. Kayış gerginlik, cins, sayısı doğru seçilmelidir. Yükteki dinamik balans dengesizlikleri titreşim sebebiyle önemli oranlarda enerji kaybına sebep olabilmektedir. EFF1 motor kullanılsa bile bu kayıplar ciddi miktarlarda olduğundan tasarruf sağlanamamış olacaktır. Motor yükündeki balans dengesizliklerinden kaynaklanan titreşim kuvvetleri devrin karesi ile orantılı olarak artarak önemli oranda kayıplara sebebiyet vermesi muhtemel olacaktır.
- Klepe, damper, vana gibi hava ve akışkan ayarlama unsurları yerine VSD kullanılmalıdır.
- Motor Gücü seçimi yük gereksinime uygun olmalı, gerekenden büyük seçilmemeli, maksimum verim motor anma gücünden %20 düşük değerlerde alınmaktadır (Bodur, 2013).
- Arıza gösteren motorların onarılması tasarruf gibi gözükebilir ancak bu gibi durumlarda doğru fizibilite çalışması ile kar zarar hesabı yapılmalıdır. Bunun yerine yüksek verimlilikli motorlar kullanmak daha kullanışlı olabilecektir (Bodur, 2013).
- Tipik bir basınçlı hava sisteminin genel verimliliği % 10 ila % 15 kadar düşük olabilir. Yüksek verimli motorların kullanımı (geri ödeme süresi 0,53 ila 5,05 yıl arasında), VSD (geri ödeme süresi 0,4 ila 1,5 yıl arasında değişmektedir), sızıntı önleme geri ödeme süresi 0,3 ila 0,75 yıl arasında değişmektedir, dış hava girişinin kullanılması, basınç düşüşünün azaltılması, geri kazanım atık ısı, verimli meme kullanımı ve basınçlı hava enerjisinden tasarruf etmek için değişken deplasmanlı kompresör kullanımı, çeşitli enerji tasarruf önlemlerinden sayılabilir (Saidur, Rahim, & Hasanuzzaman, 2010).

2.3 HVAC SİSTEMLER

HVAC sistemleri, hastaneler, havaalanları, endüstriyel ve ofis binalarındaki insanlara ve yerlere şartlandırılmış hava (soğutma, havalandırma, termal konfor ve nem kontrolü) sağlar. HVAC sistemleri binaların ve yerlerin içindeki sıcaklığı, nemi ve hava kalitesini kontrol eder. Genellikle büyük ofis binalarında veya hastaneler, ofisler, oteller ve hükümet binaları gibi iklim kontrollü yerlerde kullanılırlar. Bu tez çalışmasında, su soğutmalı chiller bulunan merkezi HVAC sistemi, ayrı sistemler yerine ele alınmıştır. Merkezi sistem, soğutma ortamını ısı vermek ve şartlandırılmış havayı bir noktadan birden fazla odaya vermek üzere dağıtmak için bir dizi ekipman kullanan bir klima sistemidir. Merkezi HVAC sistemi, kazandan, havalandırma ünitesinden, fanlardan oluşur ve soğutma ünitesinden, Şekil 2.5'de gösterildiği gibi soğutucudan oluşur (Sugarman, 2005).

Şekil 2.5 Genel HVAC Sistem Çalışma Şematiği



HVAC sistemi, binalardaki en büyük enerji tüketicisidir. Bir binadaki toplam enerji maliyetinin yaklaşık% 60'ını oluşturur. Bir hastanenin enerji tüketimi dağılımı, elektrik enerjisi tüketim türlerine göre sınıflandırılabilir. HVAC (özellikle soğutma ve havalandırma) sistemleri, elektrik

enerjisi tüketiminin en büyük kısmıdır. Soğutucu soğutucu kullanımda değilse, klima sistemi toplam elektrik tüketiminin yaklaşık% 70'inden sorumludur. Bunlar arasında soğutucular, soğutulmuş su pompaları ve soğutma kuleleri fanının toplam elektriğin% 43.94'üne ihtiyacı olacaktır (Timur, 2013). Isıtma fonksiyonu genellikle soğuk iklimlerde, soğutma işlevi ise ılık ve sıcak iklimlerde kullanılır. Klima, iç ortam hava neminin giderilmesi anlamına gelir. Orta veya büyük binalarda, merkezi HVAC sistemleri genel olarak kullanılır, ancak evler gibi küçük binalarda, bölünmüş sistem gibi doğrudan genleşme sistemleri tercih edilir

HVAC sistemleri doğrudan genişleme (DX) ve merkezi sistemler olmak üzere iki kısma ayrılır. DX sistemleri soğutucuyu doğrudan soğutma ortamı olarak kullanır. Buharlaştırıcı içindeki soğutucu akışkan, mekan şartlandırma için kullanılan havadan doğrudan ısıyı emer. Merkezi sistem, soğutma ortamını dağıtmak ve ısı vermek ve şartlandırılmış havayı bir noktadan birden fazla odaya vermek için ekipman serisini kullanan bir klima sistemidir. Kullanılan kondansatör tipine göre, DX sistemi ya hava soğutmalı ya da su soğutmalı sistemlerdir ve benzer şekilde, merkezi klima sistemi ya hava soğutmalı ya da su soğutmalı sistemdir. Hava soğutmalı ve su soğutmalı sistemler kapasiteleri ve verimleri ile kategorize edilir.

2.3.1 Soğutma Sistemleri

Endüstriyel su soğutucular (chiller), soğutulmuş su veya sıvının proses ekipmanı aracılığıyla dolaştırıldığı çeşitli uygulamalarda kullanılır. Genellikle ürünleri ve makineleri soğutmak için kullanılan su soğutucuları, enjeksiyon kalıplama, alet ve kalıp kesme, yiyecek ve içecek, kimyasallar, lazerler, makine aleti, yarı iletkenler ve daha fazlası dahil olmak üzere çok çeşitli uygulamalarda kullanılır.

Endüstriyel bir soğutucunun işlevi, ısıyı bir yerden (genellikle işleme ekipmanı veya ürününü) başka bir yere (genellikle üretim tesisinin dışındaki havaya) taşımaktır. Isıyı, chiller'e ve proses chiller'in bir rezervuar ve pompalama sistemine sahip olmasını gerektirebilecek chiller'den transfer etmek için su veya su / glikol çözeltisinin kullanılması çok yaygındır. Sektörünüz ve süreciniz ne olursa olsun, yeterli soğutmaya sahip olduğunuzdan emin olmak verimlilik ve maliyet tasarrufu için çok önemlidir.

Eğer hastanelerde endüstriyel su soğutucuları kullanılmıyorsa, klima sistemi toplam elektriğin yaklaşık% 70'ini tüketecektir.

Hava Soğutmalı Chiller: Hava soğutmalı chiller, işlem suyundan ısıyı emer ve daha sonra ısı, soğutucu ünite etrafındaki havaya aktarılır. Kışın bir tesisi ısıtmak için aşırı sıcaklığı kullanmak genellikle pratiktir, bu nedenle ek maliyet tasarrufu sağlar. Hava soğutmalı chillerler, özellikle küçük ve orta ölçekli ticari ve ofis tipi binalarda çok yaygındır. Genellikle çatıya ya da zemin seviyesine kadar dışarıda bulunurlar. Bunun nedeni, Hava Soğutmalı Chiller'lerin soğutma kuleleri kullanmaması, bunun yerine ısılarını ortam havasına atmaları ve bu nedenle binadan istenmeyen ısıyı atmak amacıyla çok fazla taze havaya erişmeye gereksinim duymalarıdır.

Su Soğutmalı Chiller: Su soğutmalı chiller sistemi, kapalı devre sistemindeki sudan soğutma sistemine ısı değişimini artırmak için kullanılan mekanik bir sistemdir. Daha sonra, sistem soğutucu akışkanı, atık ısının atmosfere aktarılabilceği bir yere pompalar. Ortam sıcaklığının altındaki suyun sıcaklığını düşürmek için kullanılır. Bu soğutucu sistemi, günümüzde, kullanıcıların ekipmaları ve binadaki havayı soğutmak için kullandığı klimada giderek daha fazla kullanılmaktadır. Özellikle otellerde olduğu gibi odaların çoğunun ayrı ayrı kontrol edilmesinin gerekli olduğu durumlarda, bu çok önemlidir. Hastanelerde de oda oda soğutma gerçekleştiği göz önüne alındığında bu sistemlerin kullanılması oldukça önemli bir hale gelmektedir.

Su soğutmalı chiller sistemi, havayı soğutmak için klima cihazından bir soğutucu akışkan pompalayan normal klima sistemlerinden oldukça farklıdır. Chiller'in suyu ne ölçüde soğuttuğu büyük ölçüde dışarıdaki sıcaklığa, havadaki bağıl nem seviyesine ve atmosferik basınca bağlıdır. Bu tür soğutucular; pompalar, elektrikli kontrol ekipmanları ve soğutma kulelerinden oluşur. Su soğutmalı chiller sistemnde önemli bir avantajı, kayda değer ölçüde düşük sermaye harcamaları gerektirmesidir ancak verimliliğini ve etkinliğini arttırmak ve binadaki dayanıklılığını veya uzun süreli kullanımını arttırmak için düzenli bakım gerekir.

Hava soğutmalı ve Su soğutmalı chiller grupları arasında aşağıdaki gibi belli farklar vardır,

- Hava soğutmalı soğutma grupları, su soğutmalı ünitelerden daha az bakım gerektirir.
- Hava soğutmalı soğutucular soğutma kulesi veya kondenser su pompası gerektirmez.
- Isıyı kuru yüzeylerden daha iyi ileten ıslak yüzeyler nedeniyle su soğutmalı ünitelerden yaklaşık% 10 daha fazla güç tüketin.

Chillerler, soğutma suyunun ihtiyaç olduğu hemen hemen tüm proseslerde kullanılmaktadır. Bunların başında HVAC (iklimlendirme sistemleri) olmak üzere, plastik, metal, gıda sanayi, soğuk hava depoculuğu, MR cihazları, lazer ile işlem yapan cihazlar, kaynak hatları, tekstil sektöründe iplik nemlendirilmesi ve benzeri sektörlerde kendisine uygulama alanı bulmaktadır.

2.3.2 Isıtma Sistemleri

Isıtma sisteminin ana bileşeni bir kazandır. Kazan, basınçlı kap sınıfının bir üyesidir ve sıcaklık, basınç, kapasite, brülör tiplerine vb. Göre farklı tiplerde sınıflandırılabilir. Kazanlar buhar üretmek ve sıcak su elde etmek için tasarlanmıştır. Bir kazan içerisinde üretilen sıcak su, binaların içine buhar boru hatları ile gönderilir. Kolektörler boru hatlarındaki basınç kayıplarını önlemek için kullanılır. Toplayıcı noktaları binalara yerleştirilir ve buharı başka yerlere iletir. Bir kazanda yanma, enerjiyi doğrudan verimli şekilde etkiler. Brülör, yanma gerçekleştirmek için kullanılan bir cihazdır. Verilen hava, havanın ve yakıtın karıştırılması, sıcaklık ve yanma için yanma süresi gibi bazı önemli faktörler vardır.

Ticari binaların yaklaşık %40'ı alan ısıtma için kazan kullanır. Kazanların % 65'i gaz yakıtlı, % 28'i yağ ve %7'si elektrikli tiptedir. Eski kazanların yanma verimi genellikle %65 ile %75 arasındadır, ancak verimsiz kazanlar % 40 ile % 60 arasında verime sahiptir. Enerji tasarruflu gaz yakıtlı veya yağ yakıtlı kazan sistemleri %85 - 95 arasında verime sahip olabilir

HVAC sistemlerinin ısıtma bölümü üzerinde durulduğunda, ekonomizörlerin önemli olduğu gerçeği ortaya çıkar. Ekonomizörler, baca gazlarının atık ısısı kullanılarak kazan besleme suyunu ısıtmak için kullanılır. Ekonomizer bir tür ısı eşanjörü olarak düşünülebilir.

2.3.3 Kojenerasyon ve Trijenerasyon Sistemler

Kojenerasyon kelimesi; İngilizce kökenlidir. Enerji formunu Isıtma ve elektrik enerjisini ayrı olarak değil aynı yerden üretmetir. Bir kojenerasyon sistemi, aynı anda elektrik ve ısı sağlayan sistemdir. Yakıtın kimyasal enerjisi, daha önce de belirtildiği gibi kısmen elektrik gücüne, diğer kısmı da ısıya dönüştürülür. Elektrik verimi %40 gibi düşük olsa bile, üretilen ısı kullanılarak toplam verim %80'lere yükseltilebilir. Doğalgaz, propan, kok gazı enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Elektrik üretimi yapan bir türbin girdiyi %30-40 seviyelerinde elektriğe çevirirken kojenerasyon bu seviyeyi ısı üretimi de sağlayarak %80'lere çıkarmaktadır.

Çalışma sıcaklığı 200 °C lere kadar çıkabilmektedir. Bu seviyeler sıcak su üretmek için kullanılabilir. 120-150 °C çerçevesinde su buharı oluşmaktadır. 60°C de ki su yerel uygulamalarda mutfak banyo gibi sıcak su ihtiyacı olan birimlere verilmektedir.

Kojenerasyon sisteminin sorunlardan biri ne kadar elektrik gücünün üretilmesi gerektiği ve ne kadar sıcak su bulunması gerektiğidir. Pratik sıcak su miktarı, ısı değiştiricinin kapasitesi tarafından belirlenir. Sıcak su veya elektrik talebi, günün saatine ve yılın mevsimine bağlı olarak değişmektedir ve iki talebin varyasyonları her zaman aynı değildir. Bu nedenle, örneğin kışın elektrikten daha fazla ısı gerektiğinde veya yazın elektrikten daha az ısıya ihtiyaç duyulduğunda sıcak su sıkıntısı olabilir. Bu nedenle talebi karşılamak için iki çıktının dengelenmesi gerekir.

Trijenerasyonların sistemlerde kojenerasyon sisteme ilave olarak soğutma özelliği de bulunmaktadır. Trijenerasyon sistemi elektrik ve ısı sağlamanın yanısıra soğutma sistemi desteği ile soğuk su desteği sağlamaktadır. Bu soğutma desteği Chiller soğutma sistemi yoluyla sağlanır.

Bir kojenerasyon tesisinin bir absorpsiyonlu soğutma sistemi ile birleştirilmesi, soğutma için mevsimsel aşırı ısının kullanılmasına izin verir. Tesisin soğutma devresinden gelen sıcak su, emme soğutucu için tahrik enerjisi olarak hizmet eder. Gaz motorundan gelen sıcak egzoz gazı ayrıca buhar üretimi için bir enerji kaynağı olarak da kullanılabilir, bu daha sonra yüksek verimli, çift etkili bir buhar soğutucusu için bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Kojenerasyon tesisinin termal çıktısının% 80'ine kadar soğutulmuş suya dönüştürülür. Bu şekilde, yıl boyunca kapasite kullanımı ve kojenerasyon tesisinin toplam verimliliği önemli ölçüde arttırılabilir.

Ülkemizde doğalgazın gittikçe yaygınlaşması ve Devlet tarafından kendi elektriğini üretme konusu daha kolay hale getirildiğinden dolayı kojenerasyon ve trijenerasyon uygulamaları gittikçe yaygınlaşmaktadır.

Sağlık birimlerinde, 24 saat boyunca kesintisiz elektrik, ısıtma ve soğutma enerjisine ihtiyaç duyar. Odalarda ayrı ayrı ısıtma sağlanması, sıcak kullanım suyu verilmesi, gerekli yerlerde buharın aksamadan sağlanabilmesi için bu sistemler önem arz etmektedir.

Sene boyunca sağlık birimlerinde belirlenen yerlerde soğutma hattı ve sıcaklık takviyesi sağlanması adına kojenerasyon ve trijenerasyon sistemlerin bu birimlerde kullanılması oldukça mühimdir (Yaylamış, 2017).

2.3.4 HVAC Sistemlerde Tasarruflar

Uluslararası standartlara göre, istenen iç ortam sıcaklığı genellikle 20-24 ° C'dir ve önerilen iç ortam bağıl nem seviyeleri %30-60 Rh'tır. Bu seviye ve değerler hastaneler için oldukça önemlidir.

HVAC sistemlerinde soğutma ünitesinin kalbi chiller, HVAC sistemindeki ısıtma ünitesinin kalbi kazandır. Kondenser tipine göre, soğutucular su soğutmalı ve hava soğutmalı olarak sınıflandırılabilir. Soğutucuların % 69'u hava soğutmalı, soğutucular % 25'i su soğutmalı, % 4' kanallı su soğutmalı ve %2'si yoğuşmasızdır. Benzer şekilde, kazanların% 65'i gaz yakıtlı, kazanların% 28'i yağ ve %7'si elektrikli olarak sınıflandırılabilir.

Soğutma sistemlerinde su soğutmalı enerji kullanımı, %69'u chiller'de, %11'i kondenser su pompasında, %11'i chiller su pompasında ve %9 soğutma kulesi fanlarında kullanılmaktadır.

Gnel vaziyette kullanılan soğutma gruplarının çoğu hava soğutmalı olsa da, ilk kurulumunda hastanelerde alınan eski HVAC sistemleri nedeniyle hastanelerdeki soğutma grupları su soğutmalı oranları oldukça yüksek olabilmektedir. Isıtma tarafında ise, mevcut durumda çoğu kazan gazla yakılsa da, birçok hastane ve tesiste ısı merkezindeki kazanlar akaryakıtlı çalışmaktadır.

Özellikle doğal gazlı sistemlerde, enerji verimliliği için kojenerasyon veya trijenerasyon sistemleri kullanılmalıdır. Geleneksel sistemin toplam verimliliği% 60'a yakındır ve kojenerasyon sisteminin toplam verimliliği% 85'e yakındır. Trijenerasyon sistemleri, kojenerasyon sistemlerinden daha verimlidir. Trijenerasyon tesisleri% 90'ı aşan sistem verimliliklerine ulaşabilir. Proje türüne ve projelerin boyutuna bağlı olarak, geri ödeme süreleri 2,5 ve 5 yıl arasında değişebilmektedir.

VSD'ler pompa motorları, VAV fanları ve soğutma kulesi motorları gibi HVAC bileşenlerinde kullanılmalıdır. VSD'li bir pompa sisteminde, pompa hızı% 10'a düştüğünde, enerji tasarrufunu % 27 mertebelerinde olacaktır (Timur, 2013).

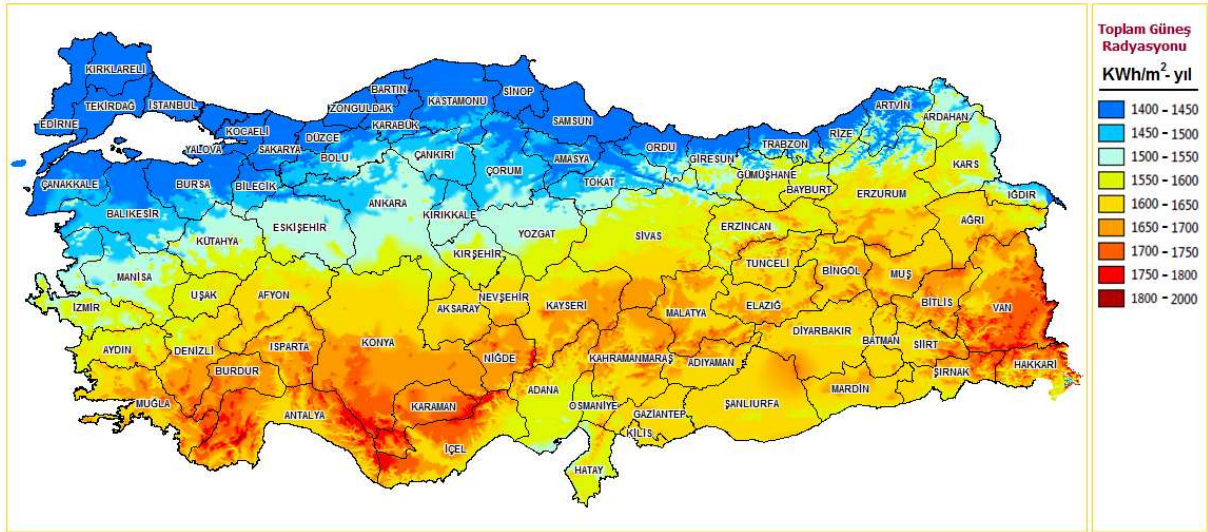
2.4 GÜNEŞ ENERJİSİ ÜRETİM SİSTEMLERİ İLE SAĞLANABİLECEK TASARRUF

Bu bölüme kadar hastanelerin enerji yönetiminde yapılabilecek başlıca tasarruflar incelenmiştir. Bu kısımda ise güneş enerjisi üretim sistemleri incelenecek ve alternatif bir kaynak olan güneş enerjisi ile sahra tipi bir hastanenin enerji ihtiyacının karşılanıp karşılanamayacağı konusunda çalışma yapılacaktır.

Öncelikli olarak güneş enerji sistemlerini incelenecek ardından PVsyst simülasyon programı yardımıyla Sahra Tip bir hastanenin enerji ihtiyacının ne düzeyde karşılanabileceği incelenecektir.

Türkiye için “Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası” nda belirtilen yıllık ortalama güneşlenme haritası Şekil 2.6’da gösterilmiştir.

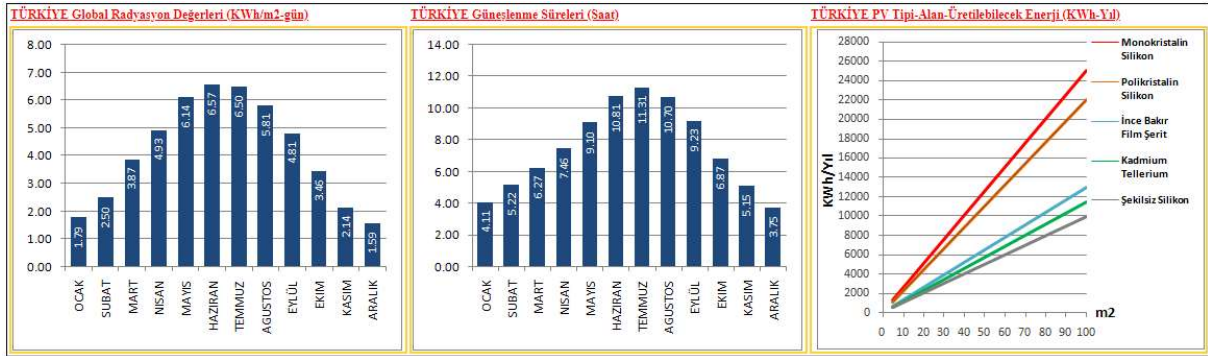
Şekil 2.6 Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası Güneş Radyasyonu Haritası



Şekil 2.7’de ise Türkiye’ye ait yıllık güneş radyasyonu ve güneşlenme süreleri verilmiştir (Bakanlığı, Güneş Enerji Potansiyel Atlası, 2019).

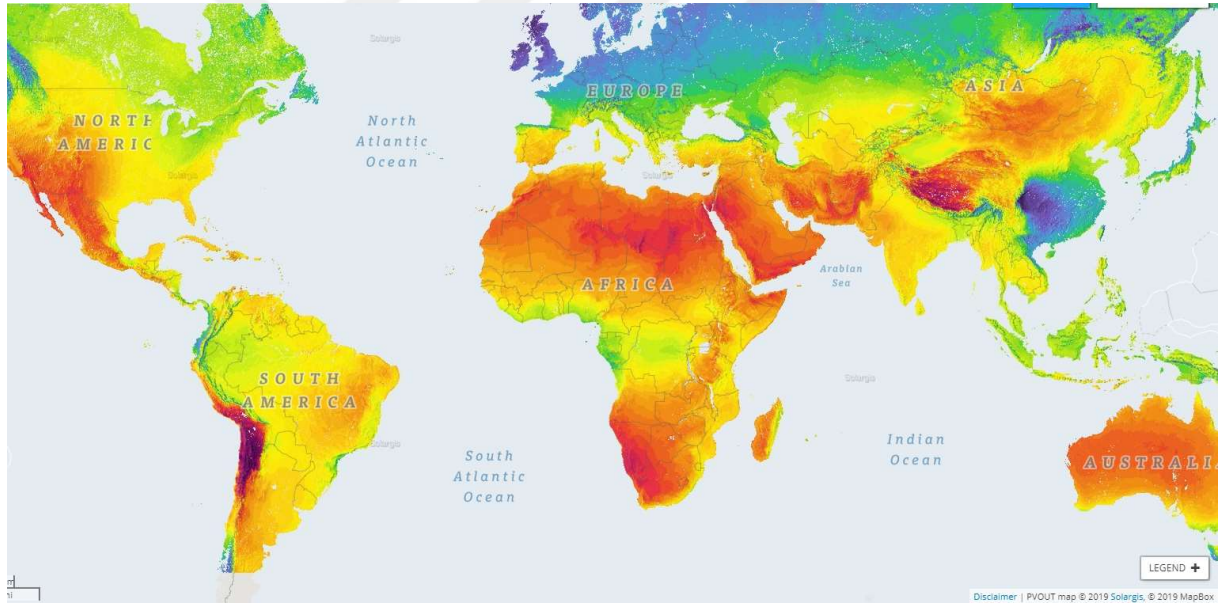
Türkiye için ortalama güneşlenme süresi yılda 2623 saat, ortalama Güneş radyasyonu enerjisi yılda 1500 kWh/m² olarak görülmektedir (Bakanlığı, Güneş Enerji Potansiyel Atlası, 2019).

Şekil 2.7 Aylara Göre Güneşlenme Süresi ve Radyasyon Değerleri Grafikleri



Ülkemiz güneş enerji potansiyeli bakımından oldukça avantajlı bir konumda bulunmaktadır. Bu potansiyelin daha iyi bir biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir. Küresel güneş enerji potansiyel haritası Şekil 2.8’te gösterilmiştir.

Şekil 2.8 Küresel Güneş Enerji Haritası



Gelişen teknoloji ile birlikte güneş enerjisi yatırım maliyetleri düşmekte dolayısıyla bu yatırımlar çok daha cazip hale gelmektedir. Tablo 2.6’da ülkelere göre kurulu güç değeri verilmiştir (Atlası, 2019).

Günümüzde tüm ülkelerde güneş enerjisi ile elektrik üretimi için çalışmalarda bulunmaktadır ve çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Ancak resmi verilere göre ulusların şebeke ile bağlantılı olmayan santraller diğer bir ifadeyle off-grid santraller bu verilere dahil edilmezler. Dünyada şebeke bağlantılı başka bir ifadeyle on-grid sistemlerin ülkelere dağılımına

bakıldığında, Çin kurulu gücü ile lider konumdadır. Çin Halk Cumhuriyeti'ni sırasıyla Japonya, Almanya, ABD, İtalya, Birleşik Krallık ve Hindistan takip etmektedir.

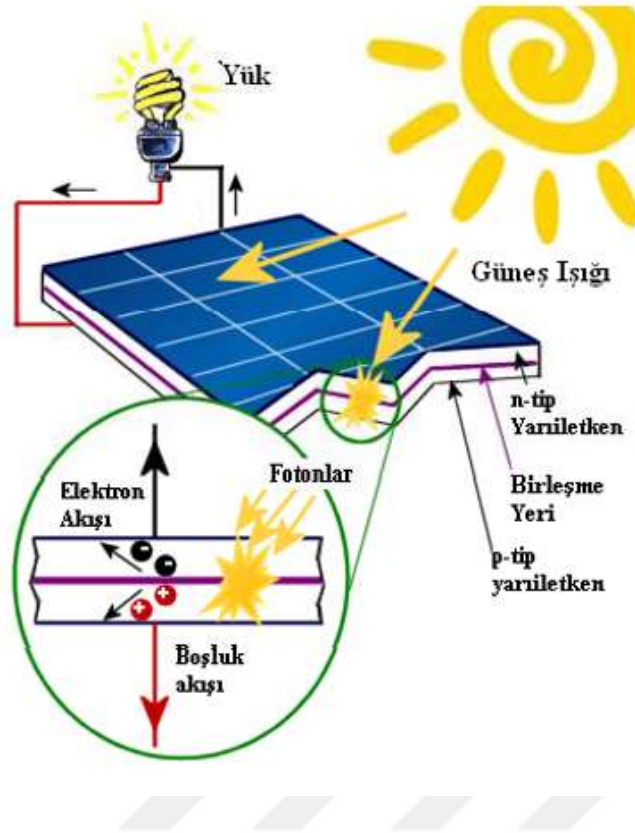
Tablo 2.6 Ülkelere Göre Güneş Enerji Santrali Kurulu Gücü

S	Ülke	Güncelleme Tarihi	Kurulu Güç (MW)
1	Çin	Ara.17	131000
2	Amerika Birleşik Devletleri	Ara.17	51000
3	Japonya	Ara.17	49000
4	Almanya	Kas.18	45550
5	İtalya	Ara.17	19700
6	Hindistan	Ara.17	18300
7	Birleşik Krallık	Ara.17	12700
8	Fransa	Ara.17	8000
9	Avusturalya	Ara.17	7200
10	İspanya	Tem.17	6730
11	Güney Kore	Ara.17	5600
12	Türkiye	Ara.18	5095
13	Belçika	Ara.17	3800
14	Hollanda	Ara.17	2900
15	Kanada	Ara.17	2900
16	Tayland	Ara.17	2700
17	Yunanistan	Ara.16	2610
18	Çekya	Ara.17	2193
19	Şili	Ağu.17	2053
20	Güney Afrika	Eyl.17	1779

Güneş pillerinin çalışma ilkesi, Fotovoltaik olayına dayanır. Fotovoltaik etki ilkesine göre üzerine ışıkdüşen malzemelerde elektron hareketi olayı gözlemlenir. Güneş pilleri (fotovoltaikler) üzerine güneş ışığı düştüğünde, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren yarıiletken malzemelerden oluşan düzeneklerdir.

Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm² civarında, kalınlıkları ise 0.2-0.4 mm arasındadır (Kıncay, Bekiroğlu, & Yumurtacı, -).

Şekil 2.9 Güneş Pili Yapısı



Güneş panelleri, çok sayıda hücreden oluşur. Bu hücreler silikon adı verilen elementlerden oluşur. Herbir hücre, pillerde de olduğu gibi, elektrik akımı oluşturmak için pozitif ve negatif bir katmandan oluşur. Güneş pili yapısı Şekil 2.9’da gösterilmiştir (Curtis, 2013).

Güneşten gelen fotonlar güneş panelinin üzerinde bulunan bahsettiğimiz bu hücreler tarafından emildiklerinde, açığa çıkan enerji elektronların özgürce hareket etmelerine yol açar.

Güneş Enerji Panellerinin başlıca hücreler aşağıdaki gibi sayılabilir.

- Monokristal güneş paneli (Monocrystalline Silicon Solar Module)
- Polikristal güneş paneli (Polycrystalline Silicon Solar Module)
- İnce-Film Güneş Panelleri
- Amorf-Silisyum Güneş Paneli
- Kadmiyum Tellürid Güneş Paneli
- Biyohibrid Güneş Paneli
- Konsantre Güneş Panelleri

Monokristal güneş paneli: Geleneksel tip panellerdir. Bu tip güneş panelleri (monokristal silikondan yapılmış) en saf olanıdır. Düzgün koyu görünüm ve yuvarlatılmış kenarlara sahip biçimlerinde ayırt edilebilir. Silikonun yüksek saflığı bu tür güneş panellerinin en yüksek verim oranlarından birine sahip olmasını sağlar. Yeni olanların verimleri %20'lere varabilmektedir. Monokristal paneller yüksek güç çıkışına sahiptir, daha az yer kaplar ve daha uzun süre dayanırlar. Tabii ki, bu aynı zamanda diğer gruplar arasında en pahalısı olmasına sebep olmaktadır. Dikkate değer bir diğer avantaj ise, polikristal panellere kıyasla yüksek sıcaklıklardan biraz daha az etkilenme eğiliminde olmalarıdır.

Polikristal güneş paneli: Geleneksel tip panellerdir. Dökme silisyum bloklardan dilimlenerek elde edilen Polikristal Silisyum güneş pilleri ise daha ucuza üretilmekte, ancak verim de daha düşük olmaktadır. Bu panelleri diğerlerinden kolaylıkla ayırt edilebilir, çünkü bu güneş panellerin kareleri vardır, açıları kesilmez ve mavi, benekli bir görünüme sahiptir. Monokristal panellerde kullanılanlardan daha hızlı ve daha ucuz bir işlem olan ham silikону eriterek yapılırlar.

Bu, daha düşük bir fiyat, aynı zamanda daha düşük bir verimlilik (yaklaşık %15), daha düşük alan verimliliği ve daha yüksek bir sıcaklığa maruz kaldıklarından daha kısa bir ömre yol açar. Bununla birlikte, mono ve polikristal tip güneş panelleri arasındaki farklar çok önemli değildir ve seçim kesinlikle sizin özel durumunuza bağlı olacaktır. İlk seçenek, biraz daha yüksek bir fiyatla biraz daha yüksek bir alan verimliliği sunar, ancak güç çıkışları temelde aynıdır.

İnce-Film Güneş Panelleri: Daha ucuz bir seçenek için tercih edilebilecek panellerdir. İnce film güneş panelleri, bir tabaka üzerine bir veya daha fazla fotovoltaiik malzeme filmi (silikon, kadmiyum veya bakır gibi) yerleştirilerek üretilir. Bu tür güneş panelleri üretilmesi en kolay olanıdır ve üretimi için daha az malzemeye ihtiyaç duyulduğundan alternatiflerinden daha ucuz olmasını sağlar.

Bunlar aynı zamanda esnektir (alternatif uygulamalar için birçok fırsat sunar) ve yüksek sıcaklıklardan daha az etkilenir. Asıl mesele, çok fazla yer kaplamaları ve genellikle konut kurulumları için uygun olmamalarıdır. Dahası, ömürleri mono ve polikristal tip güneş panellerinden daha kısa olduğu için garanti yönünden zayıf bir seçenek olarak karşımıza

ıkarlar. Ancak, yeterli alanın bulunduğu durumlarda farklı güneş paneli tipleri arasından seçim yapılacağında kayda değer bir seçenek olabilirler.

Amorf-Silisyum Güneş Paneli: Kristal yapı özelliği göstermemektedir. Bu tip paneller, bir çok kişinin karşısına güneş enerjili hesap makineleri vesileysiyle çıkmış olması muhtemeldir. şekilsiz silikon solar hücre, esas olarak bu tür cep hesap makinelerinde kullanılan farklı güneş panelleri arasındadır. Bu tip güneş paneli, ince film çeşitliliğinin en iyisi olan üç katmanlı teknolojiyi kullanır.

Sadece “ince” nin ne anlama geldiğine dair kısa bir izlenim vermek için, bu durumda, 1 mikrometre (metrenin bir milyonda biri) kalınlığından söz ediyoruz. Sadece% 7 verimlilik oranıyla, bu hücreler %18 civarında bir verimlilik oranına sahip olan kristalin silikon hücrelere göre daha az etkilidir, ancak bunun avantajı A-Si hücrelerinin maliyetinin nispeten düşük olmasıdır.

Kadmiyum Tellürid Güneş Paneli: Farklı güneş panellerinin toplanması arasında, bu fotovoltatik teknik, nispeten düşük bir maliyetle güneş pillerinin üretilmesini sağlayan ve böylece daha kısa bir geri ödeme süresi (bir yıldan daha az) sağlayan Kadmiyum Tellridi kullanır. Tüm güneş enerjisi teknolojilerinin arasında, üretim için en az miktarda su gerektiren budur. Kısa enerji geri ödeme süresini göz önünde bulundurarak CdTe güneş pilleri karbon ayakizinizi mümkün olduğunca düşük tutacaktır. Kadmiyum Telluride kullanmanın tek dezavantajı, yutulduğunda veya solunduğunda toksik olma özelliğidir. Özellikle Avrupa'da, bu tür güneş panellerinin arkasındaki teknolojiyi kullanmak konusunda çok endişeli olduklarından, bu açılması gereken en büyük engellerden biridir. İlerleyen zamanlarda maliyeti çok önemli miktarda aşağı çekeceği düşünülmektedir.

Biyohibrid Güneş Paneli: Halen araştırma aşamasında olan solar panel türlerinden biridir. Vanderbilt niversitesi'ndeki uzman bir ekip tarafından keşfedilmiştir. Yeni teknolojinin arkasındaki temel fikir, doğal fotosentez sürecini taklit etmektir. Bu hücrede kullanılan malzemelerin birçoğu geleneksel yöntemlere benzer, ancak yalnızca çoklu fotosistem katmanları ile birleştirildiğinde, kimyasaldan elektrik enerjisine dönüşüm çok daha etkili hale gelir (Geleneksel tipten çok daha verimli olması beklenmektedir.).

Konsantre Güneş Panelleri: Konsantre PV hücreleri, geleneksel fotovoltaik sistemlerin yaptığı gibi elektrik enerjisi üretir. Bu çok kavşaklı güneş paneli türleri, tüm fotovoltaik sistemler arasında şu ana kadar en yüksek olan %41'e varan verimlilik oranına sahiptir.

Bu tür hücrelerinin adı, diğer güneş panelleri ile karşılaştırıldığında onları bu kadar verimli kılan şeylerle ilgilidir: kavisli ayna yüzeyleri, lensler ve hatta güneş ışınlarını birleştirmek ve böylece verimlerini artırmak için soğutma sistemleri kullanılır.

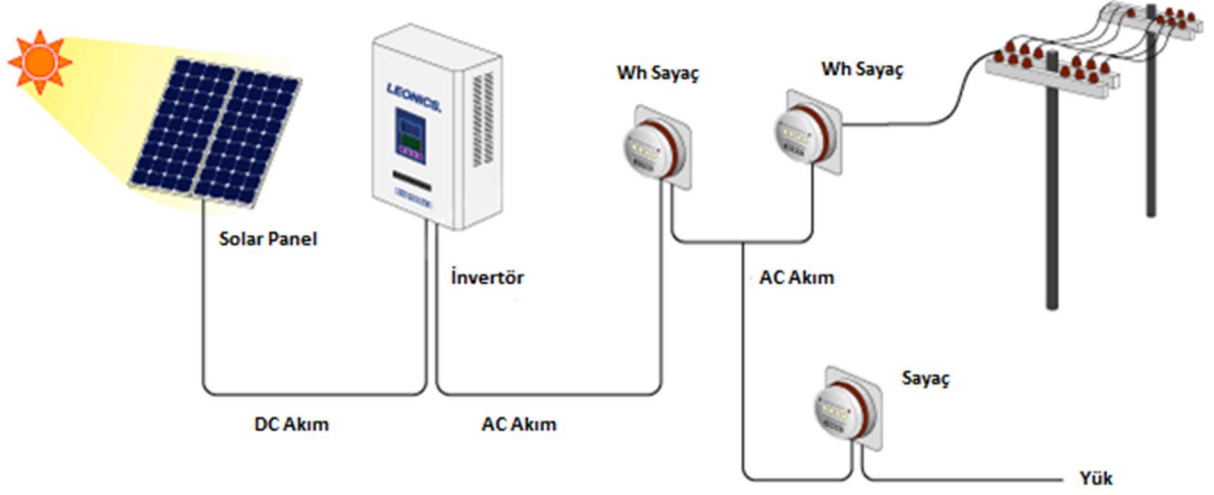
Bu sayede CVP hücreleri,% 41'e varan yüksek performans ve verim oranına sahip en verimli güneş panellerinden biri haline gelmiştir. Kalan gerçek şu ki, bu tür CVP güneş panelleri, yalnızca güneşe mükemmel bir açıdan bakarlarsa verimli olabilirler. Bu kadar yüksek verimlilik oranlarına ulaşmak için güneş panelinin içindeki güneş izleyicileri güneşi takip etmekten sorumludur.

Güneş Enerjisi sistemleri şebekeye bağlantılı (on-grid) sistemler ve şebekeden bağımsız (off-grid) sistemler olmak üzere iki sınıfta incelenebilir.

Şebekeye Bağlı (ongrid) Sistemler : Şehir şebekesi ile eş zamanlı olarak kullanılmak üzere tasarlanan sistemlerdir. Şebekeden bağımsız sistemlerden ayıran en önemli etken, batarya gruplarının olmamasıdır. Bir diğer fark ise bu sistemlerde kullanılan invertörlerin şebeke bağımsız sistemlerde kullanılan invertörlerden farklı özelliklere sahip olmasıdır. İnvertörler DC gerilimi gerekli cihazların kullanımı için AC gerilime çevirirler. Bu gibi şebeke bağlantılı sistemlerde kullanılan invertörler şebeke ile eş zamanlı çalışmasıdır. Bu invertörler evlerdeki dağıtım tablolarımıza bağlanabileceği gibi şehir şebekesinin girişine de çift taraflı sayaçlar sayesinde bağlanabilir. Şekil 2.10 da şebeke bağlantılı sistem şematığı verilmiştir (Amplussolar, 2013).

Bu sistemlerde üretilen fazla enerji şebekeye satılabilir, yapılan iş için enerjinin yetersiz kaldığı durumlarda ise şebekeden enerji satın alınabilir.

Şekil 2.10 Şebeke Bağlantılı Güneş Enerjisi Sistem Şematığı



Şebekeden Bağımsız (offgrid) Sistemler: Son zamanlarda, özellikle ev tipi batarya depolama teknolojisindeki sıçrama olmuştur. Şebekeden bağımsız güneş paneli sistemlerinin popüleritesinde büyük bir artış oldu. Şebeke dışı bir sistemde enerjinin aküler ile depolanması gerekir, çünkü elektrik şebekesine bağlı değildirler. DC güç invertörler ile AC'ye çevrilerek kullanılır. Gerekli ve uygun yerlerde doğrudan DC olarak da kullanım mümkündür.

Şebeke dışı bir güneş enerjisi sistemi kurmaya gelince en önemli şeylerden biri, tasarıma çok dikkat etmektir. Çünkü akü kapasitesinin yanı sıra yıl boyunca ne kadar güç üreteceğini de belirliyor olmanız gerekmektedir..

Bu güneş panelleri, elektrik şebekesinden uzak olan su kuyusuna ait motorlar, dağ evleri, şehirden uzak çiftlikler, tekneler ve benzeri şebekeden uzak bölgelerde enerjisinin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca şebeke dışı güneş pili sistemleri pazarı, kentsel alanlarda bile hızla büyüyor.

Özünde, şebekeden bağımsız güneş enerjisi sistemi, güneş panellerinden elektrik üretmek ve bu enerjiyi şarj kontrolerleri aracılığıyla bataryaları şarj etmek için kullanmak üzere tasarlanmıştır. Ardından inverter bu elektriği dönüştürür ve gerekli cihazlara ihtiyaç duyulan gücü sağlar. Bu şekilde, daha az güneş ışığına maruz kaldığı durumlarda da enerji eksikliği yaşanmadan sistem akülerde depolanan şarj ile kendini döndürebilecek durumda olacaktır.

Şebekede bağımsız PV sistemler temel olarak aşağıdaki komponentlerden oluşmaktadır.

- **Güneş Panelleri:** Doğal olarak, bu şebekeden bağımsız yapının en önemli komponenti güneş panelleridir. Güneş panellerinin büyüklüğü ve üretim yetenekleri büyük ölçüde şebeke dışı güneş panelleri kurmayı planlanan alandaki güneş ışığı miktarına, enerji tüketimine ve son olarak da kullanılabilir alana bağlı olacak şekilde bir tasarım yapılması gerekmektedir.
- **Batarya Monitörü:** Batarya grubu hakkında temel bilgiler sağlar, ancak şebekeden bağımsız güneş panellerinin hepsinde yoktur. Batarya grubunun şarj durumu, bakım ve sorun giderme bilgileri ve benzeri kritik bilgileri sağlayacaktır.
- **İnvertör:** Bazen solar çevirici veya PV invertör olarak da adlandırılan invertör, öncelikle güneş paneli dizisi tarafından toplanan doğru akımı (DC), ev aletlerinin ve elektronik parçaların çoğunu çalıştırmak için alternatif akıma (AC) dönüştürmek için kullanılır. Şebeke dışı güneş enerjisi sistemi kullanmak söz konusu olduğunda, bağımsız bir inverter doğru seçim olacaktır. Sistemin en önemli unsurlarından bir tanesidir. İnvertör gücü tasarlanan sistem gücüne uyumlu şekilde belirlenmelidir.

Şekil 2.11 İnvertör



- **Şarj regülatörü:** Pili korumak için solar şarj cihazı bulundurulmalıdır. Ayrıca, bu şarj cihazı, bataryanın zarar görmesini önleyen güneş pilinin aldığı voltajı ve akımı düzenler. Bu cihazların seçiminde verim önemli bir etken parametredir.

Şekil 2.12 Şarj Regülatörü



- Batarya Grubu:** Şebeke dışı bir güneş sistemi kullanırken, elektrik şebekesine erişiminiz olmadığından, bir batarya grubuna ihtiyaç duyulacaktır. Güneş enerjisi çeşitli cihazlar tarafından kullanırken, fazla güç batarya grubuna gönderilecektir. Bunun en önemli avantajı, güneş sisteminiz çalışmayı durdurduğunda yahut enerji üretmek için yeterli güneş radyasyonu temin edilemediği durumlarda, bataryalardan güç çekmeye başlayacaktır. Bu sayede sistem daima çalışır vaziyette kalacaktır. Batarya grubunun kapasitesi sistemin ne kadar süreyle yeni enerji desteği olmadan çalışabileceğini gösterecektir.
- Tepe Güç İzleyici:** Bir panelin üretebileceği en yüksek güç, tepe gücü (birimi Wp wattpeak) olarak tanımlanmıştır. Bir hücreden alınabilen güç, üzerine düşen ışıınım (solar radiation) ile orantılıdır yani ışıınım artarsa, güçte artar. Her güneş panelinin kataloğunda 1000 W/m² güneş enerjisi için 25 °C sıcaklık ve 1.5'lik hava kütleinin olduğu şartlarda ürettiği maksimum güç yazar. Bu değerlerde farklılık olduğunda üretilen güçte değişir. Yani sıcaklık ve hava kütlesi gibi değerler etken parametrelerdir. Tepe güç izleyici cihazı özel bir şarj regülatörüdür. Güneş panelinden en iyi düzeyde elektrik enerjisi elde edilmesini sağlar. Kapalı ve soğuk havalarda verimin arttırılmasını sağlar. Özellikle şebekeden bağımsız sistemlerde tercih edilir.

Tüm bu komponentlerin yanısıra sistem kurulumu için ;

Uzaktan sıcaklık sensörü, DC sigorta, AC Sigorta Paneli, PV birleştirici kutusu, akü kabloları, güneş paneli kabloları (MC3 ve MC4 kabloları) ve diğer bazı elektronik cihazlara ihtiyaç duyulabilir.

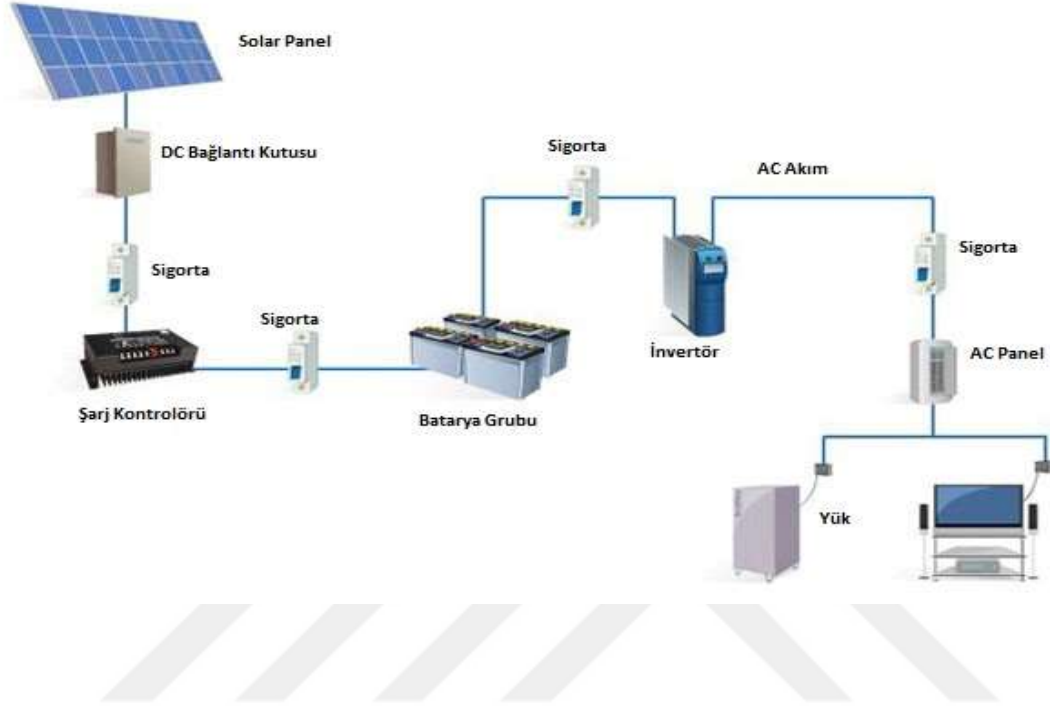
Şebeke bağımsız güneş enerjisi sistemlerinin bir çok avantajı vardır. Bu güneş sistemlerinin en büyük ve en önemli avantajlarından biri, güneşten gelen ışığı, size temiz bir enerji kaynağı ve kullanılabilir bir enerjiye dönüştürmeleridir. Diğer bazı avantajlar şunlardır:

- Şebeke dışı güneş enerjisi sistemi tasarımı, daha sonra yedek güç olarak kullanılabilecek enerji depolamaya uygundur.
- Bu sistemler oldukça verimlidir.
- Rüzgar türbinleri ve jeotermal enerji kaynakları gibi, bu sistemler karbon salınımını en aza indirebilir. Başka bir deyişle, çevre dostudur.
- Depolanan enerji potansiyel felaket ve kazalarda kullanıma hazırdır. Bu nedenle daima ek bir güce sahip olunacaktır.
- Güneş enerjisi sistemi ile uzun vadede mali yönden tasarruf edilir.
- Kırsal alanlar için önemli bir alternatiftir. Kendi gücünüzü kontrol edilebilir olacaktır ve neredeyse istediğiniz her yerde bu güç kullanılabilir hale gelecektir.
- Şebeke dışı güneş paneli sistemleri çok daha kolay bir kurulum sağlar, çünkü ışık gereken yere yerleştirilebilir. İhtiyacınız olan gücü elde etmek için mevcut kutupları ve altyapıları kullanmanız gereken geleneksel ızgaralarla birlikte, neredeyse istediğiniz her yere şebekesiz güneş panelleri takabilirsiniz.

Sahra hastanesi için kullanılması planlanan sistem şebekeden bağımsız bir sistem olacaktır. Bunun en büyük avantajı Sahra hastanelerinin mobil olması ve herhangi bir durumda enerjiye ulaşabilmesinde bir sıkıntı yaşanmamasını temin etmektir. Ekonomik kaygılar yatırımları yaparken ön planda gözüksede bu çalışmada uzun süre içersinde bir ekonomik kazanç planlanmasının yanısıra önemli bir ihtiyaca cevap verilecektir. Deprem, sel, heyelan gibi doğal afetler ve savaş durumlarında Sahra hastaneleri mobilize olarak hizmet verebilmelidir. Ve bu durumlarda şebeke sistemleride zarar görebileceğinden Alternatif enerji ile bu ihtiyacı karşılamak yüksek bir önem teşkil etmektedir.

Şekil 2.13'te Şebeke bağımsız bir güneş enerji sisteminin planı gösterilmiştir (SmileySolar, 2014).

Şekil 2.13 Şebeke Bağımsız Güneş Enerji Sistem Şematiği



Sahra tip hastaneler mobilize olarak faaliyet gösterdiğinden yenilenebilir kaynaklar ile enerji ihtiyacının sağlanması durumunda büyük bir enerji tasarrufu sağlanacaktır. Bu sebeple şebekeden bağımsız bir sistem kurulması önem arz etmektedir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 SAHRA TİPİ HASTANE BÖLGE VERİLERİ

Planlama yapılırken Bölge olarak Gaziantep'in Karkamış ilçesi seçilmiştir. Sağlık Bakanlığı tarafından Karkamış'ta kurulmuş bir sahra hastanesi vardır. Bu bölge sahra hastanesi için gerekli bir bölge olduğundan bu bölgede bir simülasyon yapılmıştır. Aynı zamanda bölge hem Toplam güneş radyasyonu açısından verimli bir bölgede yer almaktadır.

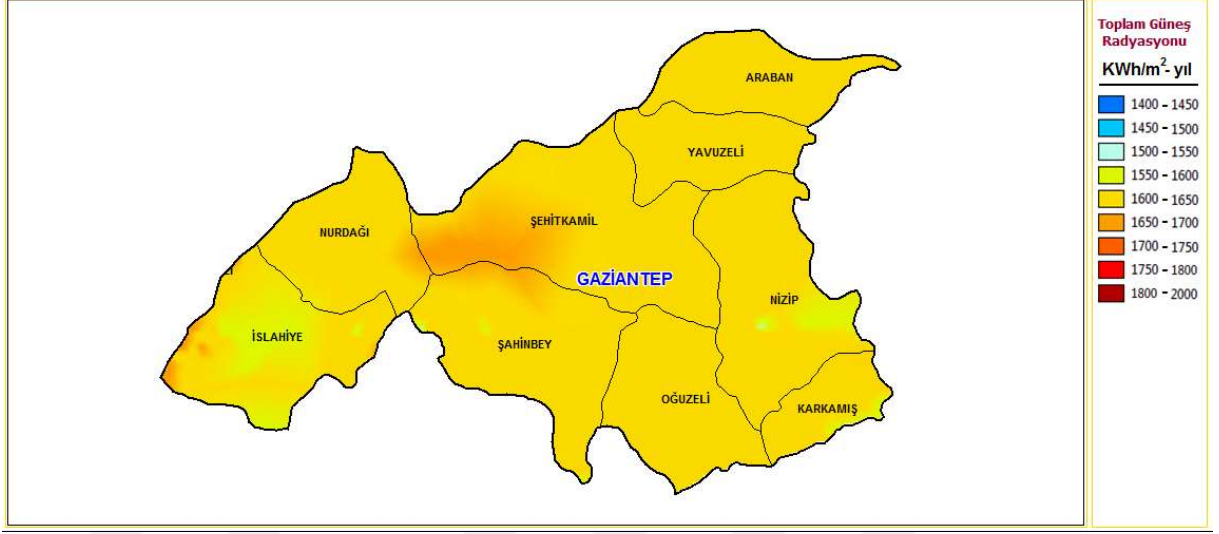
Şekil 3.1 T.C. Sağlık Bakanlığı Karkamış Sahra Hastanesi



Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi potansiyeline sahip bölgesi Güneydoğu Anadolu bölgesi olup bunu sırasıyla Akdeniz, Doğu Anadolu, İç Anadolu, Ege, Marmara ve Karadeniz bölgeleri izlemektedir.

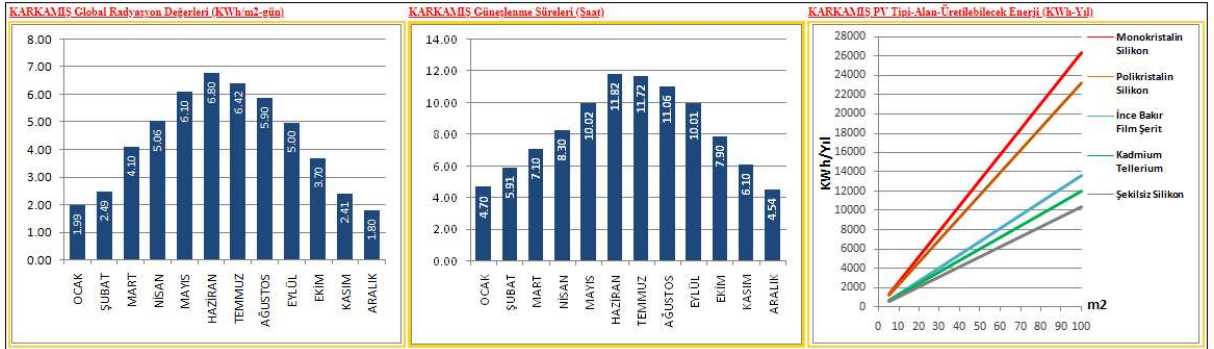
Karkamış İlçesine ait güneş radyasyonu verisi aşağıdaki gibidir.

Şekil 3.2 Gaziantep Karkamış ilçesi Güneş Radyasyonu Verisi



Karkamış ilçesinin aylara göre güneşlenme haritası süresi ve radyasyon değerleri grafikleri de Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’de gösterilmiştir (Bakanlığı, Güneş Enerji Potansiyel Atlası, 2019).

Şekil 3.3 Gaziantep-Karkamış Güneşlenme Süresi ve Radyasyon Değerleri



3.2 SAHRA TİPİ HASTANE ENERJİ TÜKETEN TEMEL EKİPMANLAR

Bu bölümde sahra hastanelerinde kullanılan temel medikal cihazlar tanımlanacaktır. Ayrıca bu kısımda verilen cihazların kullandığı enerji maliyetleri simülasyon hesabında değerlendirmeye katılacaktır.

Tablo 3.1’de hastanelerde olması gereken Temel ekipmanlar ve enerji ihtiyaçları listelenmiştir (Franco, Shaker, Kalubi, & Hostettler, 2017). Bu veriler kullanılarak sahra tip bir hastane için enerji modellemesinin çıkarılması hedeflenmektedir.

Tablo 3.1 Temel Hastane Ekipmanları Günlük Enerji İhtiyacı

Temel Servisler				
Ekipman	Güç(W)	Günlük Kullanım Saati	Günlük Kullanılan Enerji	Öncelik Durumu
Tüm Sağlık Tesisleri				
Işıklar(floresan)	11	6	66	Öncelikli
Cep Telefonu Şarj Cihazı	5-20	8	40-160	Kritik değil
Tavan vantilatörü	30-100	10	300-1000	Öncelikli değil
Su pompası	100	6	600	Öncelikli değil
Bilgisayar	15-200	4	60-800	Öncelikli değil
Elektrikli Isıtıcı / Klima	1000-1500	4	4000-7500	Kritik değil
Radyo	2-30	8	16-240	Öncelikli değil
Genel Kullanım				
Yazıcı	65-1000	4	260-4000	Öncelikli değil
Çöp Öğütücü	600-6000	1	600-6000	Kritik değil
Sağlık Ekipmanları				
Sterilizatör	500-1560	2	1000-3120	Öncelikli değil
Tıbbi Emme Ekipmanı	24	10	240	Öncelikli değil
Nabız oksimetresi	24	2	48	Öncelikli değil
Su arıtıcısı	260-570	8	2080-4560	Kritik değil
Sağlık Merkezleri ve Hastaneler				
X-ray cihazı(Dental)	200	0,5	100	Öncelikli
X-ray cihazı (Taşınabilir)	3000	0,5	1500	Öncelikli
Kuvöz	420	24	10080	Öncelikli
Suni teneffüs cihazı	200	10	2000	Öncelikli değil
Ultrason tarayıcı	75	2-3	150-225	Öncelikli değil
EKG cihazı	50-80	0,5	25-40	Öncelikli değil
Nebülizör	180	3-5	540-900	Öncelikli değil
Laboratuvar Ekipmanları				
Kan Saklama Dolabı (165L)	40-500	4	160-2000	Öncelikli değil
Mikroskop	30	2	60	Öncelikli değil
Laboratuvar				
Santrifüj cihazı	600	2	1200	Öncelikli değil
Spektrofotometre	63	1	63	Öncelikli
Kan analizörü	45	2	90	Öncelikli
Hematoloji Analizörü	230	2	460	Öncelikli
Kan Gazları Analiz Cihazı	250	0.5	125	Öncelikli

Röntgen Cihazları: X ışınları yardımıyla kemik, göğüs, kas dokuları gibi vücudun iç bölgesindeki dokularda beliren bazı rahatsızlıklar tespit etmek amacıyla geliştirilmiş radyolojik tanıda kullanılan cihazdır. Bu cihazlar, sağlık hizmetlerinde, kemik yapılarının görselleştirilmesinde, ameliyatlarda sırasında (özellikle ortopedik) cerrahlara, kırık kemiklerin vidalarla veya yapısal plakalarla tekrar bağlanmalarında, kardiyologların tıkalı arterleri yerleştirmelerinde ve stent yerleştirmelerinde veya anjiyoplasti yapmalarında yardımcı olmak için kullanılır. Tıbbi olmayan uygulamalar güvenlik ve malzeme analizi gibi çalışmaların yapılmasında kullanılır.

Tablo 3.4 de gösterildiği üzere kullanılacak seyyar röntgen cihazı için 3000W lık enerji tüketimi belirlenmiştir.

Şekil 3.4 Seyyar Röntgen Cihazı



Ventilatör (Suni Solunum) Cihazları: Havayı akciğerlerin içine ve dışına hareket ettirerek mekanik havalandırma sağlamak, fiziksel olarak nefes alamayan veya yetersiz nefes alan bir hastaya nefes vermek için tasarlanmış bir makinedir. Hastalar basit, elle çalıştırılan bir torba valf maskesi ile havalandırılabilirler de Modern ventilatörler bilgisayarlı makinelerdir. Sahra tip planlanan bir hastanede kullanımı öncelikli değildir ancak tasarlanan sistemde bu cihazlardan da bulundurulması planlanmıştır. En basit haliyle, modern bir pozitif basınç ventilatörü, sıkıştırılabilir bir hava rezervuarı veya türbin, hava ve oksijen kaynakları, bir dizi valf ve tüp ve tek kullanımlık veya yeniden kullanılabilen "hasta devresi"nden oluşur. Hava rezervuarı, havayı veya çoğu durumda hastaya bir hava / oksijen karışımı vermek için dakikada birkaç kez pnömatik olarak sıkıştırılır. Bir türbin kullanılırsa, türbin hastaya özgü parametreleri karşılamak için bir akış valfi ayar basıncına sahip ventilatörden havayı iter. Aşırı basınç tahliye

edildiğinde, hasta akciğerlerin elastikiyetinden dolayı pasif olarak nefes alacaktır, ekshalasyon havası genellikle hasta manifoldu adı verilen hasta devresi içindeki tek yönlü bir valf aracılığıyla salınır. Bu cihazlar için belirlenen enerji tüketimi 200W seviyesindedir.

Şekil 3.5 Ventilator Cihazı



Sterilizatörler: Sterilizasyon, belirtilen her türlü yaşam formunu ve diğer insan sağlığına zarar verebilecek biyolojik etmenleri (örneğin mantarlar, bakteri, virüsler, spor formları, prionlar, Plasmodium gibi tek hücreli ökaryotik organizmalar gibi) ortadan kaldıran, öldüren veya deaktive eden herhangi bir prosesi ifade eder. Bu gibi cihazların saatlik ortalama güç tüketimi 500-1560W arasında olduğu değerlendirilmektedir.

Santrifüj cihazları: Bir santrifüj, bir nesneyi sabit bir eksen etrafında döndüren (bir dairede döner), çok güçlü olabilen dönüş eksenine (dışa doğru) dikey bir kuvvet uygulayan bir ekipman parçasıdır. Santrifüj, santrifüj ivmesinin daha yoğun maddelerin ve partiküllerin radyal yönde dışarı doğru hareket etmesine neden olduğu sedimentasyon prensibini kullanarak çalışır. Aynı zamanda, daha az yoğun olan nesneler yerinden çıkar ve merkeze doğru hareket eder. Örnek tüpleri kullanan bir laboratuvar santrifüjünde, radyal hızlanma daha yoğun parçacıkların tüpün dibine çökmesine neden olurken, düşük yoğunluklu maddeler üste çıkar. Plazma, serum ayırtırmada; Beyin omurilik sıvısı, idrar, ve diğer bazı vücut sıvılarının incelenmesi için hücrelerin yoğunlaştırılması amacıyla bulundurulur. Şekil 3.6’te bir santrifüj cihazı görülmektedir. Santrifüj cihazının saatlik ortalama güç tüketimi 600W olduğu görülmektedir.

Şekil 3.6 Santrifüj Cihazı



Elektrokardiyografi Cihazı (EKG): Cilde bağlanan elektrotlar vasıtasıyla grafik dökümü şeklinde kalbin faaliyetini (atışı ritmi, frekansı, yayılmasını ve rekasiyonun yok oluşunu) kaydeden bir cihazdır.

Elektrokardiyografi (EKG), kalbin karıncık ve kulakçıklarda gevşeme ve kasılma hareketlerini, kalbin uyarılması ve uyarının iletilmesi esnasında meydana gelen elektriksel hareketleri milimetrik kağıda yazdırarak incelenmesine olanak tanıyan bir muayene aracıdır. Kalbin elektriksel aktivitesinin görüntüsüdür. Kalbin şekline dair bilgi edinilmesini de sağlayabilir. Bu cihazın verdiği kayıtlara elektrokardiyogram denir. EKG cihazının saatlik ortalama güç tüketimi 50-80W aralığında olduğu görülmektedir. Şekil 3.7’te bir EKG cihazı görülmektedir.

Şekil 3.7 EKG Cihazı



Mikroskoplar: Mikroskop, çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük olan nesneleri görmek için kullanılan bir araçtır. Bir çok farklı çeşidi vardır ancak temelde aynı işlevi görürler. Sağlık

birimlerinde tanı ve araştırma amacı ile kullanılmaktadır. Mikroskopların saatlik ortalama güç tüketiminin 30W olduğu görülmektedir.

Kan saklama dolapları: Sağlık birimlerinde kan ve kan ürünlerinin bir süre boyunca, olması gereken ortam şartlarını sağlayarak saklanması sağlayan cihazlara “Kan Saklama Dolabı” denir. Trombositler hafifçe çalkalanmak suretiyle oda şartlarında muhafaza edilmelidir. Eritrositler ve tam kan 4 °C ortamda üç hafta boyunca muhafaza edilebilir. Plazma ise donmuş halde derin dondurucularda birkaç ay boyunca muhafaza edilebilir. Kan saklama dolabının saatlik ortalama güç tüketimi 40-500W olduğu görülmektedir. Ayrıca şekil 3.8’de kan saklama dolabı çeşitleri yer almaktadır.

Şekil 3.8 Kan Saklama Dolapları



Kan gazları analiz cihazları: Kandaki PCO₂, PO₂, PH, değerlerini ölçümünün yapılmasında kullanılan cihazlara kan gazları analiz cihazı denir. Ölçülen bu değerlerin beraberinde kandaki Hgb, Hct, Cl, K, Na değerlerinin ölçülmesini de sağlar. Büyük sağlık birimlerinin ameliyathane ve yoğun bakım ünitelerinde bulunabileceği gibi esasen laboratuvarlarda bulundurulur. Kan gazları analiz cihazlarının saatlik ortalama güç tüketiminin 250W olduğu görülmektedir.

Cerrahi aspiratör: Ameliyatlar esnasında müdahale edilen kısımda biriken kan ve sıvıların ameliyat bölgesinden uzaklaştırılmasını sağlamak için kullanılan cihazlardır. Emme pompası ve emilen maddenin toplanacağı bir hazneden oluşmaktadır. Bu olay esnasında aspirasyon sondasının, dokuların tıkanmasını önlemek amacıyla vakum kullanılmaz. Bunun yerine negatif basınç pompası ile işlem gerçekleştirilir. Cerrahi aspiratör cihazının saatlik ortalama güç tüketiminin 3000W olduğu görülmektedir.

Ultrason Cihazları: Ultrason, insan işitme duyusunun üst duyulabilir sınırından daha yüksek frekanslara sahip ses dalgalarıdır. Ultrason, fiziksel olarak "normal" (duyulabilir) seslerden farklı değildir, ancak insanlar onu duyamazlar. Bu sınır kişiden kişiye değişir ve sağlıklı genç erişkinlerde yaklaşık 20 kilohertz (20.000 hertz) 'dır. Ultrason cihazları, 20 kHz'den birkaç gigahertz'e kadar olan frekanslarla çalışır. Ultrasonda işlemi radyasyonsuzdur. Bu sebeple hamilelik durumlarında tercih edilir. Hastan vücudundan yansıyan ses dalgaları, cihaz tarafından tekrar algılanır. Yansıma seviyeleri organlara göre farklılıklar gösterir. Farklı yansımalar farklı görüntüler verir. Tümör ve kist gibi yapılar sesi farklı yansıtacağından normal dokulardan bu yolla ayrılabilir. Ultrason cihazının saatlik ortalama güç tüketiminin 75W olduğu görülmektedir.

Kan sayım cihazları: Bu ekipmanlar, birim kan hacmindeki alyuvar yada akyuvar sayısını ölçen ekipmanlardır. İletkenlik ölçüm esasına göre çalışırlar. Hücre sayısı ve hacimlerine bakarak trombosit sayısı, hemogloblin ve konsantrasyonu, ortalama hücre hacmi ve ortalama hücre hemoglobini, hematokrit gibi değerlerin değerlendirilmesine yarar. Kan sayım cihazının saatlik ortalama güç tüketiminin 250W olduğu görülmektedir.

Kuvöz: Yoğun bakım kreşi olarak da bilinen yenidoğan yoğun bakım ünitesi, hasta veya prematüre yenidoğan bebeklerin bakımında kullanılan yoğun bir bakım ünitesidir. Yenidoğan ifadesi yaşamın ilk 28 gününü ifade eder. Bir inkübatör, bir yenidoğan bebeğe uygun çevresel koşulları sağlamak için kullanılan bir cihazdır. Erken doğumlarda veya bazı tam zamanlı bebeklerde kullanılır. Kuvözler yenidoğan bebeklerin yada bazı rahatsızlıklar ile birlikte dünyaya gelen bebeklerin hayati fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için anne karnına benzer bir ortam sıcaklık ve nemi, temiz ve gerekli steril havayı girilen değerler doğrultusunda sağlar. Bebeğin bakımının yapılmasına uygun şartlarda tasarlanmış steril ve bazı ilave elektronik donanımlara sahip olabilen ünitelerdir. Kuvöz için saatlik ortalama güç tüketiminin 450W olduğu görülmektedir.

Buradan yola çıkarak Sahra hastanesinde kullanılması planlanan temel medikal cihazların adedi, günlük ortalama kullanım süreleri ve günlük güç tüketimleri Tablo 3.2'de gösterildiği gibi olacaktır.

Tablo 3.2 Temel Servislerin Tükettiği Günlük Enerji

Temel Servisler				
Ekipman	Güç(W)	Günlük Kullanım Saati	Adet	Günlük Kullanılan Enerji (W)
Tüm Sağlık Tesisleri				
Işıklar(floresan)	11	8,00	10,00	880,00
Cep Telefonu Şarj Cihazı	10	8,00	2,00	160,00
Tavan vantilatörü	50	10,00	2,00	1000,00
Su pompası	100,00	6,00	1,00	600,00
Bilgisayar	100	8,00	8,00	6400,00
Elektrikli Isıtıcı	1000	10,00	2,00	20000,00
Klima	1000	6,00	2,00	12000,00
Radyo	10	8,00	1,00	80,00
Genel Kullanım				
Yazıcı	150	2,00	1,00	300,00
Çöp Öğütücü	1000	1,00	1,00	1000,00
Sağlık Ekipmanları				
Sterilizatör	1000	2,00	1,00	2000,00
Tıbbi Emme Ekipmanı	24	10,00	1,00	240,00
Nabız oksimetresi	24	2,00	1,00	48,00
Su arıtıcısı	400	8,00	1,00	3200,00
Sağlık Merkezleri ve Hastaneler				
X-ray cihazı(Dental)	200	0,50	1,00	100,00
X-ray cihazı (Taşınabilir)	3000	0,50	1,00	1500,00
Kuvöz	420,00	8,00	2,00	6720,00
Suni teneffüs cihazı	200,00	8,00	2,00	3200,00
Ultrason tarayıcı	75,00	2,00	1,00	150,00
EKG cihazı	80	0,50	1,00	40,00
Nebülizör	180,00	4,00	2,00	1440,00
Laboratuvar Ekipmanları				
Kan Saklama Dolabı (165L)	300,00	4,00	1,00	1200,00
Mikroskop	30,00	2,00	1,00	60,00
Laboratuvar				
Santrifüj cihazı	600,00	2,00	1,00	1200,00
Spektrofotometre	63,00	1,00	1,00	63,00
Kan analizörü	45,00	2,00	1,00	90,00
Hematoloji Analizörü	230,00	2,00	1,00	460,00
Kan Gazları Analiz Cihazı	250,00	0,50	1,00	125,00
Klima-Isıtıcı Hariç Toplam =				32256,00

Gaziantep Karkamış ilçesinin aylık ortalama sıcaklık değerleri göz önüne alınarak, hangi aylarda klima yhut ısıtıcı kullanılması gerektiğine dair bir yaklaşım yürütölmüş ve aylara göre günlük bazda güç tüketim planı oluşturulmuştur.

Haziran-Temmuz-Ağustos ayları için klima kullanımı,

Aralık-Ocak-Şubat ayları için Isıtıcı kullanımı,

Kasım-Mart aylarında kısmi olarak ısıtıcı kullanımı değerlendirilmiştir. Bu aylarda ısıtıcının zaman zaman kullanılması gerekebilecek olduğundan yarı tüketim hesaba katılacaktır.

Tablo 3.2 deki veriler ışığında günlük enerji tüketiminin aylara göre dağılım Tablo 3.3'teki gibi olması planlanmıştır.

Tablo 3.3 Aylara Göre Günlük Ortalama Güç Tüketimi

AYLAR	GÜÇ TÜKETİMİ(W/gün)
Ocak	52256 Watt
Şubat	52256 Watt
Mart	42256 Watt
Nisan	32256 Watt
Mayıs	32256 Watt
Haziran	44256 Watt
Temmuz	44256 Watt
Ağustos	44256 Watt
Eylöl	32256 Watt
Ekim	32256 Watt
Kasım	42256 Watt
Aralık	52256 Watt

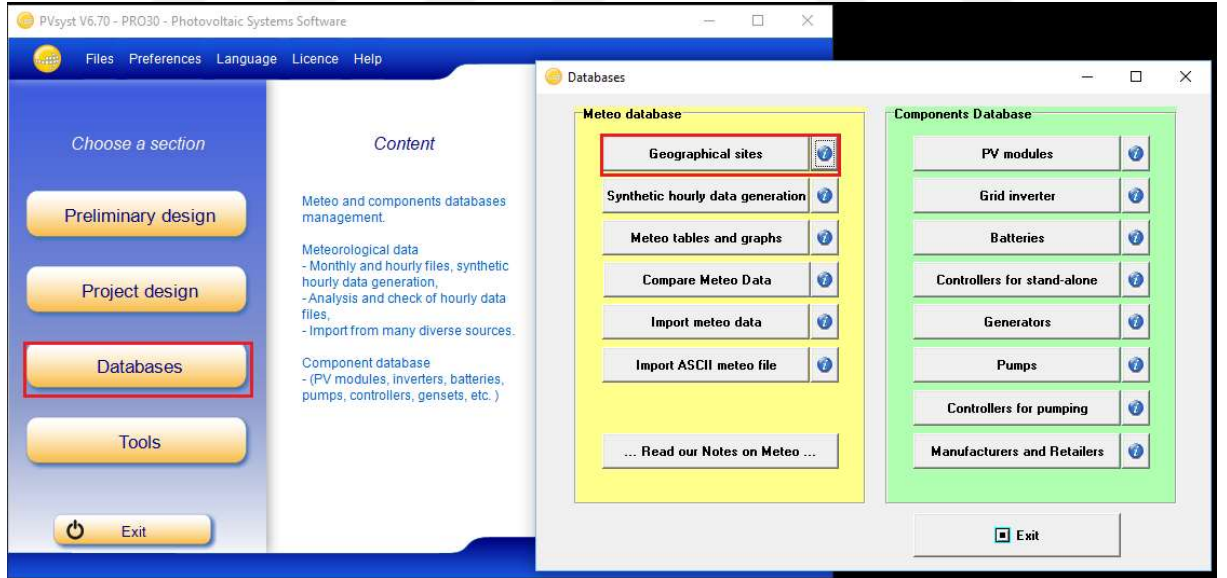
3.3 PVSYST SİMÜLASYONU

Fotovoltaik güneş enerji santrallerinin tasarımında ve analizinde simülasyon programlarının kullanımı da oldukça önemlidir. PVsyst simülasyon programı, fotovoltaik sistem simülasyonu için sunduğu araçlar ile detaylı analiz yapabilme olanağıyla bu programlar içerisinde öne çıkmaktadır. Bu çalışma çerçevesinde PVsyst simülasyon programı ile temel donanımlara sahip sahra tip bir hastanenin enerji kullanımının güneş enerjisi ile karşılanması simülasyonu yapılması planlanmaktadır.

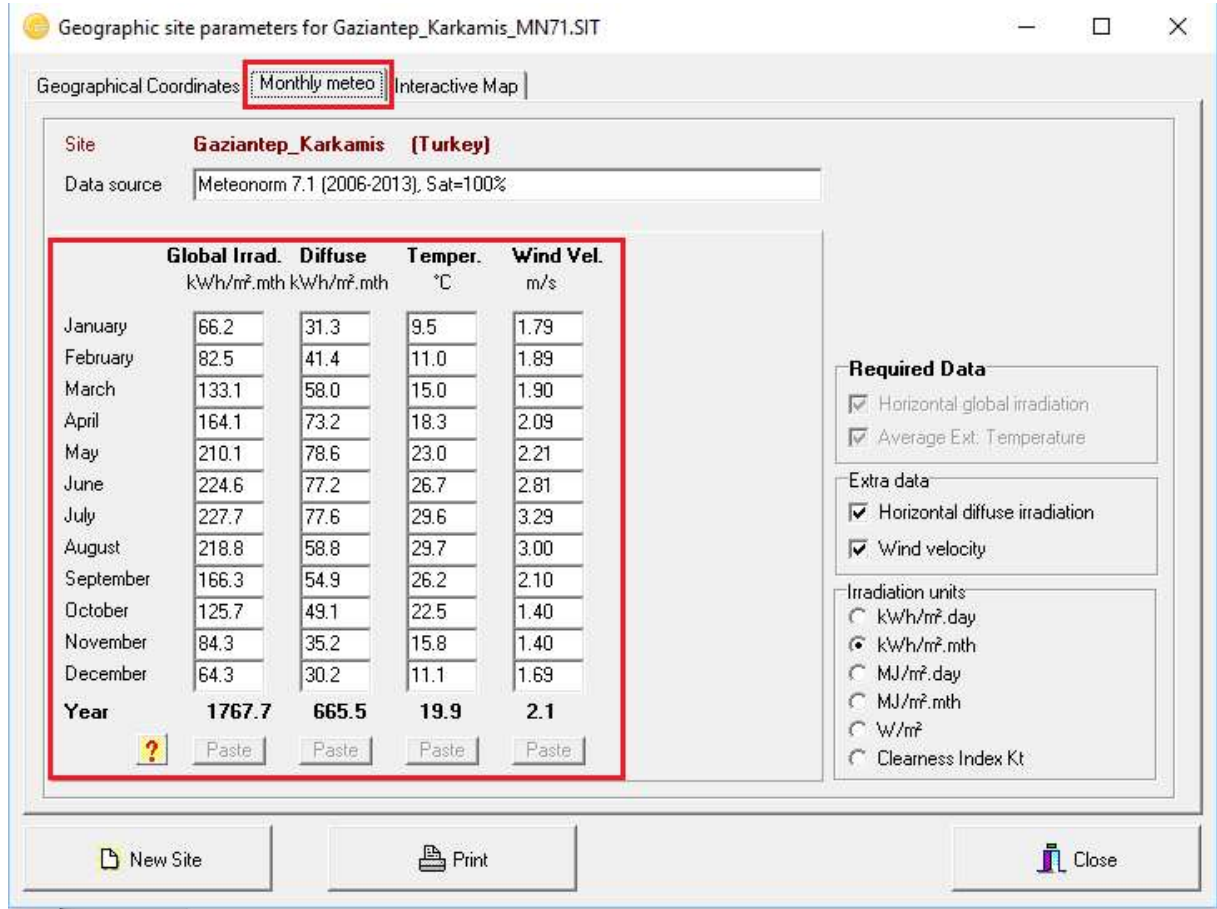
Öncelikli olarak programa Gaziantep Karkamış ilçesinin Meteo verileri çekilecektir.

Şekil 3.9 te görüldüğü gibi Geographical Sites sekmesine gelinerek Karkamış için verilen koordinatlar programa girilir ve sistem veri havuzundan Karkamış'a ait güneşlenme verileri çekilir. (Şekil 3.10) Bu kısımda PVsyst programı verileri meteodata aracılığı ile sunmaktadır. Aynı zamanda NASA'ya ait güneşlenme verilerinin program aracılığı ile kullanımı da mümkündür. Biz meteodata verilerini kullanarak çalışmaya devam edeceğiz.

Şekil 3.9 Pvsyst Yeni Koordinat Tanıtma



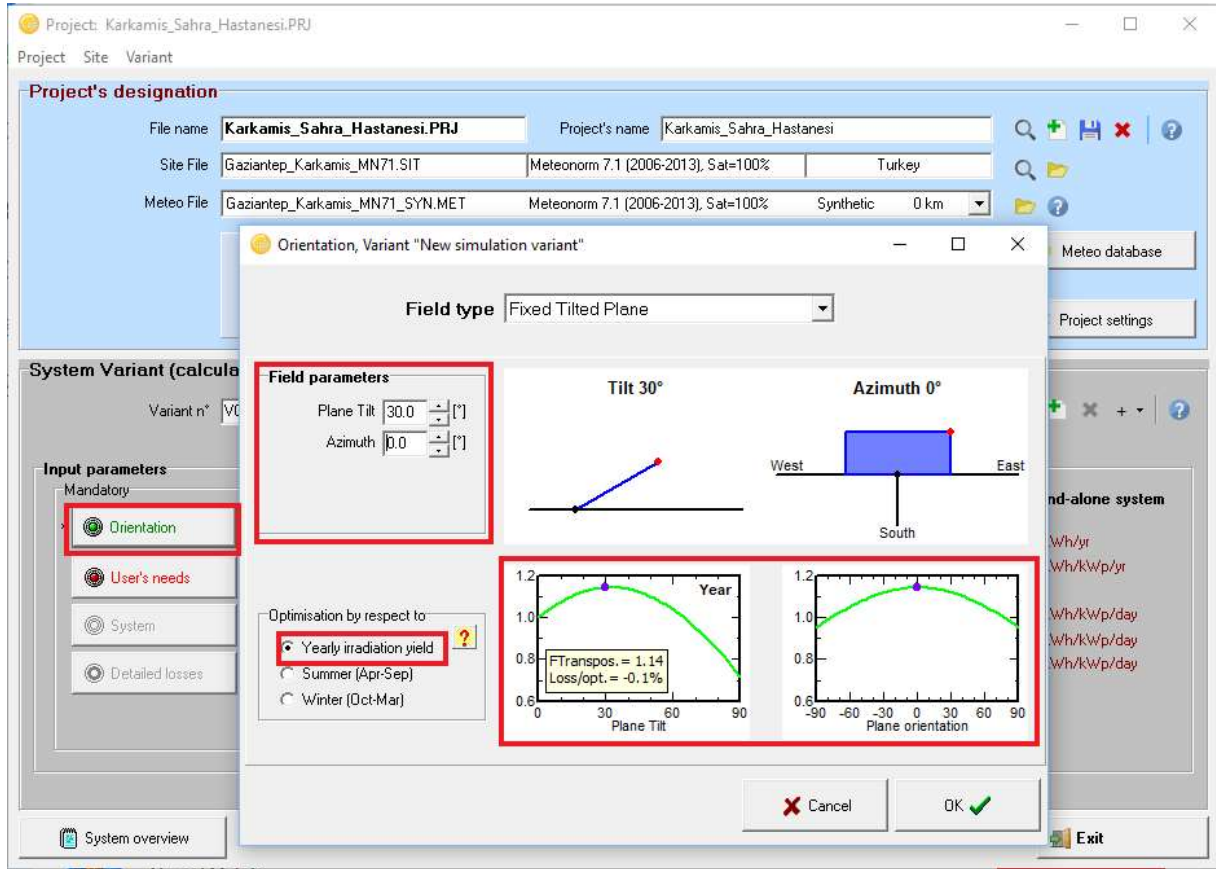
Şekil 3.10 Meteo Data Karkamış Güneşlenme Verileri



Bu noktada Meteo'nun Karkamış için verdiği şekil 3.10'te görülen yıllık güneşlenme verilerinin YEGM tarafından verilen şekil 3.3'teki verilerden bir miktar farklı olduğu görülmektedir.

Daha sonra Panel Oryantasyonları seçimi şekil 3.11'te gösterildiği şekilde yapılacaktır. Bölgemiz için 30° lik tilt ve 0° lik azimuth değerleri alınacaktır. Yıllık bir modelleme yapılacağından Bu seçenek seçilecektir.

Şekil 3.11 Pvsyst Oryantasyon Ayarı



Pvsyst programı simülasyonu yaparken kullanıcıyı yönlendiren, gözden kaçmaması gereken noktaları gösteren bir programdır. Bu noktadan sonra kullanıcı olarak enerji tüketim ihtiyaçlarımızın seçimini yapmamız gerekmektedir. Bunun için programdaki User's needs seçeneği seçilir. Bu kısımdan yapacağımız tercihe göre enerji tüketim profilimizi oluşturmamız istenecektir. Pvsyst, kullanıcının veya sistemin enerji tüketim ihtiyaçlarını tanımlamak için büyük esneklik sunar.

Bu kısımda farklı seçenekler seçilebilmektedir;

Sabit Yük (Fixed Constant Load): Kullanıcının ihtiyaçlarını tanımlamanın en kolay yolunu sunar. Bunu sadece sabit güç veya yıllık enerji olarak tanımlamanız gerekir.

Aylık Değerler (Monthly Values): Simülasyon tarafından her ay boyunca sabit olarak kullanılacak olan aylık ortalamaları tanımlama imkanı verir (bu seçenek içerisinde günlük modülasyon yoktur). Değerler özel bir grafik aracı kullanılarak tanımlanır.

Günlük Profiller (Daily Profiles): Grafik arayüz üzerinden kullanıcı tarafından kullanım saatleri seçilerek değerler tanımlanabilir.

Mevsimsel modülasyon: Her mevsim için dört özel günlük profil (Haziran-Ağustos, Eylül-Kasım, Aralık-Şubat, Mart-Mayıs olarak tanımlanır).

Aylık normalleştirmeler: genliği verilen aylık toplam değerlere göre modüle edilen sadece bir günlük profil.

Haftalık modülasyon: "iş günleri" için belirli bir günlük profil ve "hafta sonları" için başka bir profil oluşturulur. Bunların her biri yıl boyunca sabit kaldığı varsayılır. Bir haftadaki "İş günleri" sayısı kullanıcı tarafından tanımlanır.

Olasılık Profilleri (Probability Profiles): Belirli bir anda yük tarafından absorbe edilebilen gücün olasılık dağılımıdır. Bu, özellikle toplu taşıma araçları için DC şebekesine uygundur. Olası güç yükü, verilen değerlerin 12 sınıfa ayrılır; kullanıcı, her bir saat için olasılık dağılım değerlerini belirler. Bu profil;

Yıl boyunca sabit: Yıl boyunca aynı profil olacak şekilde,

Mevsimsel modülasyon: Her mevsim için belirli bir günlük profil olacak şekilde (yukarıdaki gibi).

Haftalık modülasyon: "iş günleri" için belirli bir günlük profil ve "hafta sonları" için başka bir profil olacak şekilde tanımlanabilir.

Günlük Evsel Tüketim (Daily Household Consumers) : Bağımsız sistemler için varsayılan kullanıcının ihtiyaç tanımıdır. Ünite gücü ve günlük kullanım süresi ile en sık kullanılan ev aletlerinin bir listesini sunar. Değerler şöyle tanımlanabilir:

Yıl boyunca sabit: tüm yıl boyunca aynı günlük yük değerini,

Mevsimsel modülasyon: Her mevsim için belirli bir günlük yük.

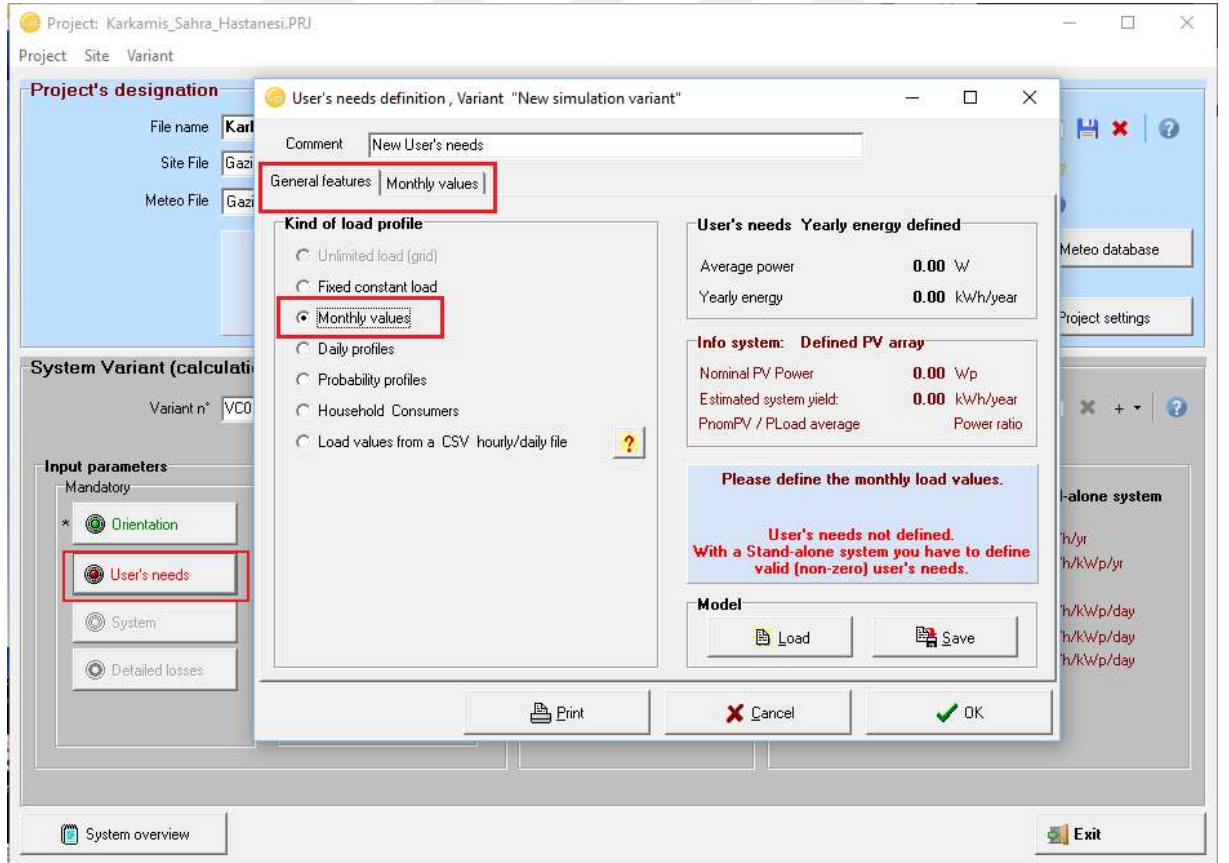
Aylık tanımlar: Her ay için belirli bir cihaz dağılımı.

Bu araçla Haftalık bir modülasyon seçeneği her mevsim veya ay için bağımsız olarak kullanılabilir, yalnızca bazı "hafta sonu" günlerini kullanılmaz şekilde beklemeye koymak için kullanılabilir.

Bu tanımlama biçimi, yükü kullanıcının bakış açısından değerlendirmek için “offgrid” şebeke bağımsız sistemler için bir hazırlık aracı olarak düşünülmektedir. Önceden, simülasyon sürecinde tanımlanan değerlerin etkin kullanımı sabit bir yüke veya mevsimsel veya aylık sabit değerlere eşdeğerdir. Detaylı simülasyonda, üst üste bindirilmiş bir günlük profil tanımlanabilir.

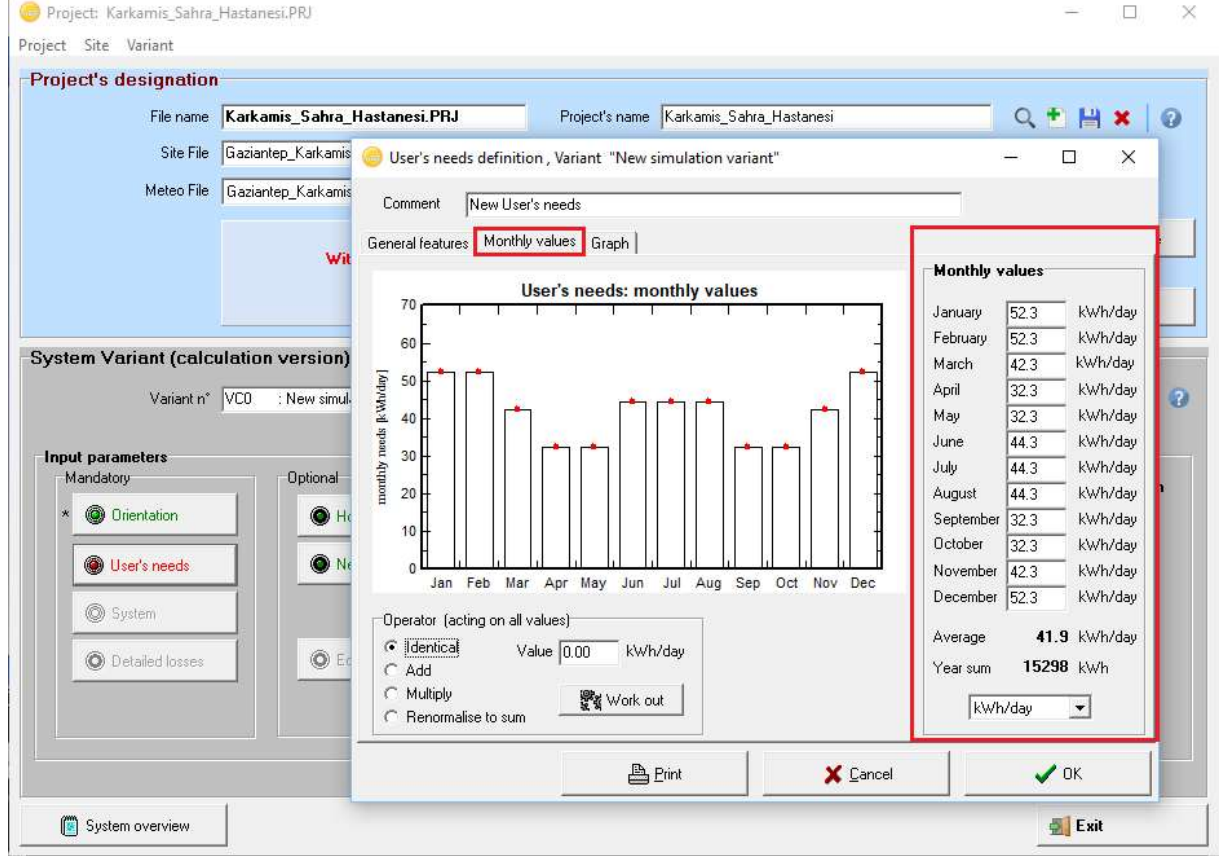
Dosya İçe Aktarma (Load Values from a CSV hourly/daily File): En esnek yük tanımıdır: İstenilen yük profili (saatlik veya günlük değerlerde) bir elektronik tablo düzenleyicide veya herhangi bir ASCII dosyasında düzenlenebilir ve Pvsyst'te içe aktarabilir.

Şekil 3.12 Pvsyst Kullanıcı Enerji Tüketimi İhtiyacı Arayüzü



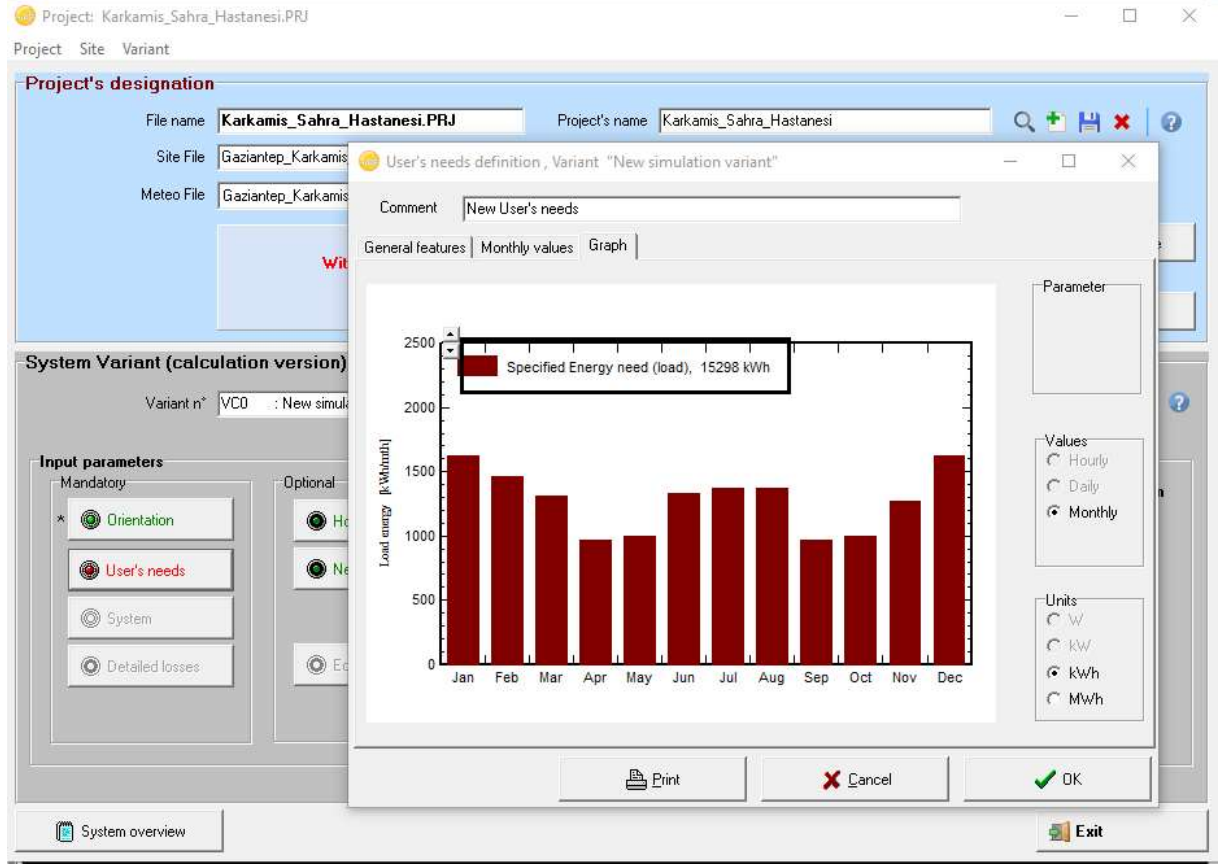
Bu kısımda değer dağılımı yapılırken aylık bazda günlük tüketim değerleri üzerinden planlama yapılmıştır. Günlük planlamanın bir ay boyunca yayıldığı varsayılarak hesap yapılacaktır. Tablo 3.3'te hesaplanan tüketim değerleri pvsyst programına girilir (şekil 3.13).

şekil 3.13 Günlük Enerji Tüketim Değerlerinin Pvsyst'e girilmesi



Bu değerler neticisinde hesaplanan aylık toplam enerji tüketim profili grafiği ise şekil 3.14'te görüldüğü gibi olacaktır.

Şekil 3.14 Aylık Toplam Tüketim Grafiği ve Yıllık Toplam Tüketim Değeri



Şekilde görüleceği üzere toplam yıllık tüketim 15.298 kWh/yıl olarak grafiğin üst kısmında gösterilmektedir. Buradan ortalama saatlik tüketim 1746 Wh olarak hesaplanmış ve Genel özellikler kısmından görülebilmektedir.

Yıllık tüketim ihtiyaçları belirlendikten sonra Sistem gereksinimleri belirlenecektir. Simülasyon programında "System" kısmına girilir.(Şekil 3.15)

Bu kısımda öncelikli tasarım önerileri yaptığımız enerji tüketim ihtiyaçları göz önünde bulundurularak program tarafından verilir. Bu öneriler çerçevesinde önerilen kapasite ve fotovoltaik nominal güç değerleri belirlenmiş olur.

Burada öncelikli tasarım önerileri kısmında (Pre-sizing suggestion) kabul edilebilir yük kaybı değeri (Enter Accepted LOL) girişi yapılır. Bu değer, kullanıcının ihtiyaçlarının karşılanamaması ihtimalidir (yani, "Düşük şarj" regülatör güvenliği nedeniyle akünün bağlantısının kesildiği zaman oranı).

“Güneş fraksiyonunun” bir tamamlayıcısı olarak anlaşılabilir (enerji yerine zamanla tanımlanmasına rağmen).

Boyutlandırma işlemi sırasında, LOL gereksinimi, belirli bir pil kapasitesi için gereken PV dizi boyutunun belirlenmesine izin verir.

LOL, basitleştirilmiş ve hızlı bir yıllık simülasyon kullanılarak hesaplanır: program, aylık meteo değerlerini, her gün 3 döneme ayrılan 365 gün (Collares-Pereira modeline göre) gerçekçi bir rasgele diziye ayırır: sabah - gün (güneş ile kazançlar) - ve akşam. Daha sonra günlük olarak bir bakiye gerçekleştirir ve yıllık bir gerçekçi "LOL" değeri biriktirmek için günlük sistem durumunu rapor eder. Bu durumda Tablo 3.1’de verilen ve öncelikli olmayan ve kritik olmayan ekipmanlar da değerlendirildiğinde %5 lik bir değer olarak belirlenmiştir.

Bu işlem, gerekli "LOL" ile eşleşen tam PV boyutunu bulmak için farklı PV dizi boyutlarıyla tekrarlanır. Bu işlem neticesinde program Şekil 3.14’te de gösterildiği üzere önerilen nominal güç değerini hesaplar.

Şekil 3.15 Sitem Tarafından Önerilen Nominal Güç Tercihleri

The screenshot displays the 'Design of a Standalone system' software interface. The main window is titled 'Design of a Standalone system, Variant: "New simulation variant"'. It features a sidebar on the left with 'Project's designation' and 'System Variant (calculator)' sections. The 'System Variant (calculator)' section has a 'Variant n°' dropdown set to 'VCO' and a list of input parameters: 'Orientation', 'User's needs', 'System' (highlighted with a red box), and 'Detailed losses'. The 'System' parameter is selected, showing its value as '42.0 kWh/day'. The main window has three tabs: 'Specified User's needs', 'Pre-sizing suggestions' (active), and 'System summary'. The 'Pre-sizing suggestions' tab shows 'Av. daily needs: 42.0 kWh/day' and 'Enter accepted LOL: 5.0 %'. Below this, 'Enter requested autonomy: 1.0 day(s)' is shown. A 'Detailed pre-sizing' button is also present. The 'System summary' tab shows 'Battery (user) voltage: 96 V', 'Suggested capacity: 641 Ah', and 'Suggested PV power: 17.73 kWp (nom.)'. Below the tabs, there is a 'Procedure' section with four steps: 1. Pre-sizing, 2. Storage, 3. PV Array design, and 4. Back-up. The 'Specify the Battery set' section allows sorting batteries by 'voltage', 'capacity', or 'manufacturer'. It shows 'Generic' as the selected technology and 'All technol.' as the selected range. The 'Number of batteries' is set to 1, and the 'Number of elements' is set to 1. The 'Battery pack voltage' is 2 V, 'Global capacity' is 100 Ah, 'Stored energy (80% DOD)' is 0.2 kWh, 'Total weight' is 0 kg, 'Nb. cycles at 50% DOD' is 1475, and 'Total stored energy during the battery life' is 164 kWh. The 'Operating battery temperature' section shows 'Temper. mode' set to 'Fixed (tempered local)' and 'Fixed temperature' set to 20 °C. A red box highlights the 'System' parameter in the sidebar and the 'Suggested PV power' value in the summary.

Sonrasında değerlendirilmesi gereken bir diğer parametre ise talep edilen özerklik (Requested Autonomy) parametresidir.

Ön Tasarım işleminde, önerilen batarya paketi kapasitesi, sistemin gerekli özerkliğine göre gün bazında belirlenir.

Özerklik, "tam şarjlı" bir pil durumundan başlayarak, güneş girişleri olmadan yükün yalnızca pil ile karşılanabileceği zaman olarak tanımlanır. Sabit olmayan yüklerde (mevsimsel veya aylık tanım, haftalık kullanım), bu durum yılın en kötü durumu olarak kabul edilir.

Hesaplama minimum SOC(Batarya durumu) bağlantı kesme eşiği ve "enerji verimliliği" dikkate alınmaktadır. Ayrıca, bu kullanım modu genellikle oldukça düşük bir deşarj hızında meydana geldiğinden, bir kapasite düzeltmesi uygulamak zorundadır.

Çok büyük bir özerklik tanımlarken, global sistem optimizasyon işlemi sadece gerekli "LOL" i karşılayan "minimum" PV boyutunu seçecektir. Bu, yılın büyük dönemlerinde, bataryaya oldukça zarar veren çok düşük bir ortalama Şarj Durumu değerine yol açabilir.

Bu kısımda bizim özerklik değerimiz 1 gün olarak seçilerek işlem yapılacaktır.

Şekil 3.16 Sistem Özerklik İlkesinin Seçimi

Project: Karkamis_Sahra_Has

Design of a Standalone system, Variant "New simulation variant"

Specified User's needs | Pre-sizing suggestions | System summary

Av. daily needs: 42.0 kWh/day

Enter accepted LOL: 5.0 %

Enter requested autonomy: 1.0 day(s)

Battery (user) voltage: 96 V

Suggested capacity: 641 Ah

Suggested PV power: 17.69 kWp (nom.)

Storage | PV Array | Back-up | Schema

Procedure

The Pre-sizing suggestions are based on the Monthly meteo and the user's needs definition

1. - Pre-sizing: Define the desired Pre-sizing conditions (LOL, Autonomy, Battery voltage)
2. - Storage: Define the battery pack. (default checkboxes will approach the pre-sizing)
3. - PV Array design: Design the PV array (PV module) and the control mode. You are advised to begin with a universal controller.
4. - Back-up: Define an eventual Genset

Specify the Battery set

Sort Batteries by: ☒ voltage ☐ capacity ☐ manufacturer

All Manufacturers | 12 V | 296 Ah | Pb Sealed Plates | 12-CS-11PS | Rolls | [Open](#)

All technol. | [Open](#)

8 ☒ Batteries in serie | Number of batteries: 16

2 ☒ Batteries in parallel | Number of elements: 96

Battery pack voltage: 96 V

Global capacity: 592 Ah

Stored energy (80% DOD): 45.5 kWh

Total weight: 2144 kg

Nb. cycles at 50% DOD: 3200

Total stored energy during the battery life: 100.9 MWh

Operating battery temperature

Temper. mode: Fixed (tempered local)

Fixed temperature: 20 °C

The battery temperature is important for the ageing of the battery. An increase of 10 °C divides the "static" battery life by a factor of 2.

Please choose the PV module. !

Project's designation

File name: Ka

Site File: Ga

Meteo File: Ga

System Variant (calculat

Variant n°: VCD

Input parameters

Mandatory

* Orientation

* User's needs

* System

* Detailed losses

System overview

Bu kısımda öneriler dikkate alınarak işlemler tamamlandıktan sonra batarya seçimi kısmına geçilecektir. Batarya seçimi oldukça önemlidir.

Kullanıcıya doğrudan bağlantıya sahip bağımsız bir PV sisteminde (invertörsüz), akü voltajı dağıtım voltajını belirler. Günümüzde 12V, 24V gibi birçok DC voltaj ile çalışan cihaz bulunabildiği için, bu seçim, sistemik veya cihaz gücüne ve aynı zamanda otantik kablolama kayıplarını en aza indirmek için planlı dağıtım şebekesinin uzatılmasına göre yapılmalıdır.

Bu seçim bir kurulumun erken planlama aşamasında yapılmalıdır, çünkü mevcut cihaz voltajı genellikle değiştirilemez ve voltaj çeviricileri pahalı olacak ve % 100 verimli olmayacaktır.

Nominal dağıtım değerleri aşağıdaki kriterlere göre seçilebilir (doğrudan batarya kısmına bağlı invertör ile):

12V: aydınlatma ve TV için küçük sistemler:

Cihaz maksimum gücü <300 W

Karşılık gelen akım 25 A

İnvertör: yaklaşık <1 kW

24V: orta boy, buzdolabı ve küçük ev aletli ev veya 10 metreden uzun kablo uzatması.

Cihaz maksimum gücü <1000 W

Karşılık gelen akım 42 A

İnvertör: yaklaşık <5 kW

48V: özel endüstriyel veya tarımsal kullanım

Cihaz maksimum gücü <3 kW

Karşılık gelen akım 62 A

İnvertör: yaklaşık <15 kW

Daha yüksek güçler, yüksek DC voltajları (özel cihazlar) veya inverterden AC beslemesi gerektirir.

Bir batarya grubunda, bir hücre diğerlerinden daha zayıf olduğunda, daha önce deşarj olur. Tüm hücreler seri olarak bağlandıklarında, yani aynı akımla, derin deşarjlara veya hatta ters polarizasyonla (zorlanan akım, bir PV dizisindeki Sıcak nokta için olduğu gibi polariteyi tersine çevirebilir) karşılaşabilir. Bu zayıf hücreye zarar verecektir. Aynı şekilde, şarj işlemi sırasında, kapasite düşürüldüğü için aşırı şarj koşulları, diğer hücrelerin önünde Gazlanma meydana getirerek elektrolit kaybına neden olur.

Bu nedenle, yüksek voltajlı akü paketlerinde, dikkatli bir bakım veya telafi edici stratejilerin bulunmaması durumunda, arıza riski büyük ölçüde artar.

Bizim çalışmamızda yüksek bir enerji güçler içerdiğinden dolayı 96V luk batarya grubu kullanılacaktır.

Buradan yola çıkarak sistem özerk çalışma gününün 1 gün olduğunu varsayarak kaç adet batarya gerekeceğine ilişkin aşağıdaki şekilde bir hesap yapabiliriz.

$$\text{Gerekli Batarya AH} = \frac{(\text{Batarya'ya Gelen Toplam kWh} * \text{Özerk Gün})}{(\text{Volt} * \text{DOD})}$$

$$\text{Gerekli Batarya Ah} = \frac{(52,3*1)}{(12 * 0,8)} = 5,4 \text{ kAh}$$

Batarya DOD değerimiz bataryanın ne kadar boşalacağına ilişkin belirlediğimiz bir yüzde değeridir. Bu çalışmada %80 bir boşaltma faktörü olarak işlem yapacağız.

12 V 160Ah lik bataryalar kullanarak sistemimizi tasarlayacağız.

Bu durumda 96V'luk besleme için $96/12=8$ Adet batarya seri bağlanacaktır.

Paralel Bağlanacak Batarya Sayısı ise; $5400/8*160= 4,2$ adet paralel bağlantı hesap edilmiş olur.

Yani 8 adet seri 4 adet paralel olmak üzere toplam 32 adet 12V 160 Ah lik batarya ile sistemimizi tasarlayacağız.

PVsyst programında da 96V luk batarya voltajı sistemimiz için önerilmiştir. Kullanacağımız batarya olarak 12V 160Ah lik batarya seçerek devam ettiğimizde sistem 8 adet seri 4 adet paralel toplam 32 Adet batarya ile kurulmuş olacaktır.

Şekil 3.17 Batarya Seçiminin Yapılması

Project: Karkamis_Sahra_Has... Design of a Standalone system, Variant: "New simulation variant"

Specified User's needs: Pre-sizing suggestions | System summary

Av. daily needs: 42.0 kWh/day Enter accepted LOL: 5.0 % Enter requested autonomy: 1.0 day(s)

Battery (user) voltage: 96 V Suggested capacity: 641 Ah Suggested PV power: 17.89 kWp (nom.)

Storage | PV Array | Back-up | Schema

Procedure

The Pre-sizing suggestions are based on the Monthly meteo and the user's needs definition

1. - Pre-sizing: Define the desired Pre-sizing conditions (LOL, Autonomy, Battery voltage)
2. - Storage: Define the battery pack (default checkboxes will approach the pre-sizing)
3. - PV Array design: Design the PV array (PV module) and the control mode. You are advised to begin with a universal controller.
4. - Back-up: Define an eventual Genset

Specify the Battery set

Sort Batteries by: voltage capacity manufacturer

All Manufacturers: 12 V 160 Ah Pb Sealed Gel Solar 12V / 160 Ah Generic

All technol.

8 Batteries in serie 4 Batteries in parallel

Number of batteries: 32 Number of elements: 192

Battery pack voltage: 96 V Global capacity: 640 Ah Stored energy (80% DOD): 49.2 kWh Total weight: 2374 kg Nb. cycles at 50% DOD: 2700 Total stored energy during the battery life: 88.6 MWh

Operating battery temperature

Temper. mode: Fixed (tempered local)

Fixed temperature: 20 °C

The battery temperature is important for the ageing of the battery. An increase of 10 °C divides the "static" battery life by a factor of 2.

Please choose the PV module. !

Bu kısımda aynı zamanda Batarya'ya ait bazı bilgiler verilmektedir.

Batarya seti toplam 2374 kg ağırlığında olmaktadır. %50 DOD ile 2700 kez tekrar doldur boşalt yapılabileceği bu kısımda görülmektedir.

Bu noktadan sonra PV modüllerin seçimi yapılacaktır.

260W 24V luk paneller seçildiğinde PVsyst tarafından 70 adet panel ve 115m² lik bir alan kaplayacağı verileri blirlenmiştir.

Şekil 3.18 PV modül seçiminin yapılması

The screenshot displays the PVsyst software interface for the 'Design of a Standalone system, Variant: "New simulation variant"'. The 'System Variant (calculator)' tab is active, and the 'System' option is selected under 'Input parameters'. The 'PV Array design' section shows 70 modules and 115 m² area. The 'PV Array design' section also shows the number of modules and strings, and the 'PV Array design' section also shows the number of modules and strings.

Specified User's needs		Pre-sizing suggestions		System summary	
Av. daily needs :	42.0 kWh/day	Enter accepted LOL	5.0 %	Battery (user) voltage	96 V
		Enter requested autonomy	1.0 day(s)	Suggested capacity	641 Ah
				Suggested PV power	17.89 kWp (nom.)

Storage PV Array Back-up Schema

Sub-array name and Orientation: PV Array

Orient: Fixed Tilted Plane Tilt: 30° Azimut: 0°

Presizing help

No Sizing Enter planned power: 17.80 kWp

... or available area: 0 m²

Select the PV module

All modules: Sort modules by: power technology

All Manufacturers: 260 Wp 24V Si-poly TSM-260-PD05.08D Max Trina Solar Manufacturer 201

Sizing voltages: Vmpp (60°C) 25.4 V Voc (-10°C) 39.6 V

Select the control mode and the controller

Universal controller All Manufacturers

Operating mode: Direct coupling MPPT converter DC-DC converter

PV Array design

Number of modules and strings

Mod. in serie: 5 5 mod. nominal

Nb. strings: 14 Between 11 and 17

Nb modules: 70 Area: 115 m²

Operating conditions:

Vmpp (60°C) 127 V Vmpp (20°C) 148 V Voc (-10°C) 198 V

Plane irradiance: 1000 W/m²

Imp (STC) 124 A Isc (STC) 133 A Isc (at STC) 133 A

Max. operating power: 16.4 kW at 1000 W/m² and 50°C

Array's nom. power (STC) 18.2 kWp

Şebekeden bağımsız sistem çalışmasının ilk aşamasında, temel konu sistem boyutlandırmasıdır; yani, Batarya grubunun, kullanıcının ihtiyaçları ve hava koşullarını göz önünde bulundurarak PV dizisi gücünün belirlenmesi. Hızlı boyutlandırma öncesi değerlendirmeden sonra, sonuçların (PLOL, kullanılmayan enerji) detaylı bir saatlik simülasyonla değerlendirilmesi gerekir.

Kontrol kısıtlamalarından kurtulmak için PVsyst, 3 farklı strateji için genel amaçlı "genel" evrensel kontrol ünitelerini sunar: Doğrudan bağlantı, MPPT dönüştürücü veya DC-DC dönüştürücü.

Boyutlandırma işlemi sırasında (pil takımının ve PV dizisinin belirtilmesi), bu özel cihazlar, saatlik simülasyon sırasında kontrol kaybı olmadan her zaman normal davranışla uyumlu kalmak için parametrelerini sisteme uyarlar.

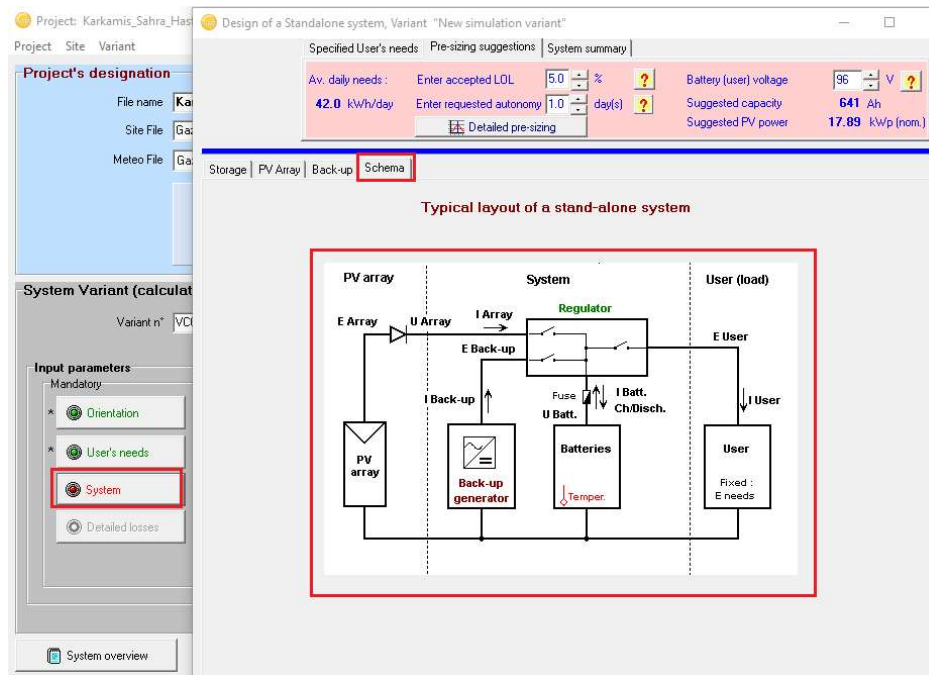
Uyarlanacak ana parametreler:

- Kontrol eşikleri: varsayılan değerleri SOC cinsinden "Gizli parametreler" de belirtilir. Ancak bunları eşğin bağımlılık çalışmaları için değiştirebilir ve sonunda bunları Batarya voltajı cinsinden tanımlayabilirsiniz.
- Akü voltajı eşikleri için sıcaklık düzeltmeleri
- Güç koşullandırma üniteleriyle, dizilimdeki modüllere göre Voltaj ve Güç girişini ve ayrıca verimlilik eğrisini kullanın. Verimlilik değerleri açıkça değiştirilebilir.
- Maksimum Şarj, Yük ve Yedekleme akımları,
- Bir Jeneratör belirtilmişse yedek kontrolün yönetimi.

Tüm bu parametreler pvsyst tarafından hesaba katılır.

Bu seçimler neticesinde Sistem Şeması Şekil 3.20’de gösterildiği gibi oluşmuştur.

Şekil 3.19 Pvsyst Sistem Şeması



Belirlenen datalar neticesinde program simülasyonu yapılmış, sistem çıktıları Pvsyst tarafından raporlanmış ve bu sistem raporu EK-1’de sunulmuştur.



4. BULGULAR

4.1 HASTANE ENERJİ YÖNETİMİNDE YAPILABİLECEKLER

- Aydınlatma ile ilgili yapılan literatür çalışmaları neticesinde,

LED aydınlatma sistemlerinde en son teknolojidir. Uzun ömür ve yüksek verimlilik gibi pozitif özellikler seçilmeleri için en önemli faktördür. LED'lerin ilk kurulum maliyetleri diğer lambalardan daha pahalıdır. Genellikle ilk maliyetleri nedeniyle tercih edilmezler. LED'ler iç ve dış aydınlatma olmak üzere iki bölüme ayrılabilir. CFL'lerle karşılaştırıldığında, LED'lerin CFL'lerden daha verimli olduğu ancak geri ödeme süresinin yaklaşık 10 yıl kadar uzun olduğu gösterilmiştir. Harici veya çevresel aydınlatmada, LED'ler MH ve HPS gibi eski lambalarla karşılaştırıldığında, geri ödeme süresi 5 yıl veya daha az olacaktır. Özellikle dış aydınlatmada, LED maliyetinin günden güne azalması ve verimliliğin artması LED seçimi seviyesini yükseltecektir.

Aydınlatma sisteminde otomatik kontrol sistemleri kullanılmalıdır. Bu sistemler aydınlatma sistemlerini kontrol etmek için sensörler kullanır. Gün ışığı veya doluluk sensörleri örnek olarak gösterilebilir. Bu sensörlerin kombinasyonu veya tek bir sensör kullanımı kontrol sistemlerinde mümkündür. Aydınlatmada kontrol sistemlerinin kullanılmasıyla (özellikle iç aydınlatmada) yaklaşık% 35 ila% 55 oranında enerji tasarrufu sağlanabilir. Kontrol sistemlerine ve lamba numaralarına bağlı olarak geri ödeme süresi 1,5 ile 5 yıl arasındadır. Bu oldukça verimli bir dönüşüm olduğundan bu sistemlere sahip olmayan hastanelerin bu sistemlere geçmesi önemli bir avantaj sağlayabilecektir.

- Elektrik Motor ve Sürücülere İlişkin yapılan araştırmalar neticesinde bu konuda da önemli tasarruflar sağlanabildiği görülmüştür.

AC endüksiyon motorunun ilk satın alma fiyatı ömür boyu maliyetlerinin sadece% 2'si kadardır. Düşük verimli motor aynı güç değerinde yüksek verimli motorla değiştirilirse, geri ödeme süresi yaklaşık 4-5 yıl olacaktır. Örneğin,% 92,1 verimle 90 kW EFF3 elektrik motoru,% 94,8 verimle EFF1 elektrik motoruyla değiştirildiğinde, geri ödeme süresi 0,81 yıl olarak hesaplanır. VSD kullanmak: Doğru sürücü, doğru motor seçimi, Enerji tasarrufu fizibilitesi çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu yolla çok ciddi kazançlar elde edilecektir.

- HVAC sistemlerinde yapılabilecek tasarrufların hastane enerji tasarrufunda çok önemli bir yer tuttuğu görülmektedir.

Özellikle kojenerasyon ve trijenerasyon tesisleri, hastanelerde uygulandığında hastanelerin enerji verimliliğine katkı sağlamakta ve enerji maliyetlerini önemli derecede düşürmektedir.

Enerjiyi en verimli şekilde kullanmak, sürekli enerji ihtiyacı olan tesisler için her daim değerlidir. Artan enerji talebi ile elektrik enerjisi anlamında dışa bağımlılığın azalması, sistemin çevre dostu olması ve kullanım rahatlığı ile de hastanelerde kojenerasyon ve trijenerasyon tesisleri tercih sebebi olmalıdır.

4.2 GÜNEŞ ENERJİSİ İLE ENERJİ İHTİYACININ MODELLENMESİ

Güneş enerjisi ile beslenen bir sahra hastanesi için gerekli komponentler ve bunun için gereken yaklaşık maliyet hesabı aşağıdaki gibidir.

- 70 Adet Güneş Paneli 260W 24V Poly

Marka/Model : Güneş Paneli Ayetek Solar 260 W 24V POLY[51]

Panelin Teknik Özellikleri :

Model : Panel AS 260P

Hücre Tipi : Polikristalin

Ağırlık : 19,6 kg

Boyut : 1642x998x40

Fiyat : 738 TL x 70 Adet = 51660 TL

- 32 Adet Derby Jel Akü 150Ah 12V

Marka/Model : 12V-150 Ah Deep Cycle AGM Akü- Bağımsız Tip Akü[52]

Teknik Özellikler:

Asit akıtmama

Çok düşük oranda deşarj akımı özelliği

Çevre dostu kompakt yapı

Nominal Voltaj : 12 Volt

Nominal akım : 150 Ah(Amper-saat)

Ebat : 485x175x241mm

Ağırlık :44.5 Kg

Malzeme Yapısı : ABS

Fiyat : 1449 TL x 32 Adet = 46368 TL

- 2 Adet Tam Sinüs İnvertör/Şarj Cihazı SS 5000VA/4000W 48VDC

Marka/Model : Tam Sinüs İnverter/Şarj Cihazı SS 5000VA/4000W 48VDC Paralellenebilir-Ayetek Solar

Özellikler :

Tam sinüs inverter

Uygulamaya göre seçilebilir şarj akımı

Şebeke gerilimi, jeneratör ve güneş paneline uyumlu

LCD ekran sayesinde doğru akım (şebeke/jeneratör) veya güneş panelinden şarj olma önceliği

Güç kaybından sonra otomatik yeniden başlatma

Aşırı yük ve kısa devre koruması

Soğuk başlangıç fonksiyonu

Fiyat : 2550 TL x 2 Adet = 5100 TL

- 4 Adet Şarj Kontrol Cihazı SS 30A-48V / LCD

Marka/Model : Solar Şarj Regülatörü 30A 48V (LCD)- Savior Marka, Ürün kodu: S-MAX30-48

Özellikler :

1 yıl hafızalı LCD Ekran

Night Mode (Gece Modu)

Herhangi bir mekanik anahtarı olmadan, elektronik anahtar ile MOSFET kullanım.

12/24V otomatik tanıma, yük çalışma modu: ON / OFF

Jel, Mühürlü ve Sulu pil tipi akü uyumluluğu

1-15 saat seçeneği ile Akıllı zamanlayıcı fonksiyonu

Sıcaklık kompanzasyonu

Ters Bağlantı koruması: Güneş modülü ve bataryanın herhangi bir kombinasyonu

Fiyat : : 235 TL x 4 Adet = 940 TL

- 1 Adet Solar Kablo 6mm Kırmızı (60 metre)

Fiyat : Solar Kablo Kırmızı 10 Metre 6mm = 60TL

60 x 6 Adet = 360 TL (60 metre ihtiyacımız olduğu için)

- 1 Adet Solar Kablo 6mm Siyah (60 metre)

6mm Solar Kablo (Güneş Panel Kablosu) 1 mt Siyah = 6TL

6 x 60 = 360 TL (60 metre ihtiyacımız olduğu için)

- 12 Adet MC4 Konnektör Seti - Tekli Bağlantı - 1 Dişi 1 Erkek

Marka/Model : MC4 Konnektör - Tekli Bağlantı - 1 Dişi 1 Erkek

Ürün Kodu : 153.015.0001

Fiyat : 7.5 TL x 12 = 90 TL

104878

- 12 Adet 2 Adet 260 W Panel İçin Montaj Sistemi

Fiyat : 375 TL x 12 = 4500 TL (Ortalama)

Toplam Maliyet Hesabı

- 70 Adet Güneş Paneli 260W = 51560 TL
- 32 Adet Derby Jel Akü = 46368 TL
- 2 Adet Tam Sinüs İnverter SS 5000VA/4000W 48VDC = 5100 TL
- 4 Adet Şarj Kontrol Cihazı SS 30A-48V/LCD = 940 TL
- 60 Metre Kırmızı Solar Kablo = 360 TL
- 60 Metre Siyah Solar Kablo = 360 TL
- 12 Adet MC4 Konnektör Seti = 90 TL
- 12 Adet Montaj Sistemi = 4500 TL
- Toplam = TL + 10000 (Ortalama Nakliye ve İşçilik Ücreti) = 119278 TL

Yatırım Amorti Hesabı;

Bu projede şebekeden bağımsız (off-grid) bir sistem tasarlanmıştır. Yatırım geri dönüşü hesabı ise aynı tüketimdeki bir mobil hastanenin şebekeye bağlı (on-grid) olduğu duruma göre yapılmıştır. Mobil hastanenin yıllık toplam güç tüketimi 15238 kWh civarındadır. Aylık ortalama güç tüketimi ise 1269 kWh civarında olacağı hesaplanmıştır.

2019 2. Dönem için vergiler dahil elektrik birim fiyatı dikkate alınarak mobil hastanenin tüketeceği enerji miktarına karşılık ödenecek ücret hesabı aşağıdaki gibi yapılmıştır. Ticarethane elektrik tarifesı, işyeri vasfındaki tüm ticarethaneler için geçerli olan tek terimli tek zamanlı alçak gerilim ticarethane tarifesı Tablo 4.1’de gösterilen kalemlerden oluşmaktadır.

Tablo 4.1 Elektrik Birim Fiyatı

Tüketim Miktarı	1 kWh
Elektrik Ücreti	0,398861 TL
Dağıtım Bedeli	0,174991 TL
Enerji Fonu (%1)	0,003989 TL
TRT Payı (%2)	0,007977 TL
BTV * (%5)	0,019943 TL
KDV Matrahı	0,605761 TL
KDV (%18)	0,109037 TL
Elektrik Fiyatı	0,714798 TL

Aktif birim fiyatı: 0,398861 TL/ kWh

Elektrik dağıtım bedeli: 0,174991 TL/ kWh

Enerji fonu bedeli, elektrik tüketim vergisi bedeli, TRT payı bedeli ve KDV yüzdelik üzerinden hesaplanmaktadır. EPDK perakende satış tarifesinde ticarethane grubu için, iki sınıf belirlemiştir bunlar tek ve üç zamanlıdır. Tek zamanlı tarife için kilowatt saat başına ücret 0.7148 TL'dir. Tüm bu hesaplar sonucunda bir ticari birim olarak değerlendirebileceğimiz mobil hastanenin aylık elektrik faturası bedeli 907,68 TL olarak hesaplanmıştır.

Yıllık enflasyon ve zam oranları dikkate alınmadan bu mobil hastane için yapılan yenilenebilir enerji yatırımının kendini amorti etme süresi başka bir deyişle yatırımımızın geri dönüş süresi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Yatırım Geri Dönüşü = Yatırımın Toplam Başlangıç Maliyeti / Yıllık Tüketim Bedeli(Aylık Bedel x 12)

Yatırım Geri Dönüşü = 119278 / (907,68 x 12) = 10,95 yıl olarak hesaplanır.

Yukarıdaki hesaptan görüleceği üzere bir sahra hastanesinin enerji ihtiyacını karşılamak üzere kurulan bir yenilenebilir enerji sistemi yıllık enflasyon ve zam oranları dahil edilmeden kendisini yaklaşık 11 yılda amorti eder. Bahsedilen oranların da hesaba katılmasıyla bu sürenin kısalması mümkündür ancak oranlar net bir şekilde öngörülemediği için yatırımın geri dönüş süresinin 8-10 yıl arasında olacağı beklenmektedir. Bu şuanki teknoloji ve imkanlar dahilinde iyi bir yatırım olarak gözükebilmektedir. Sağlık konusunda mobilize olmanın ve şebeke

bağımsız yenilenebilir bir sistem kurmanın önemi düşünüldüğünde yatırım değerlendirilebilir hale gelmektedir.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada öncelikli olarak kurulu tip bir hastanede hastanelerin temel enerji ihtiyacının karşılanması sırasında enerji giderlerinden nasıl tasarruf edilebileceği konusunda incelemeler yapılmıştır. Bu incelemeler neticesinde belli başlıklar altında önemli tasarrufların sağlanabildiği daha önce yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur.

Güneş Enerjisi kullanılarak sahra tipi bir hastanenin enerjisini tümüyle şebekeden bağımsız olarak sağlanması ile ilgili projemizde Gaziantep'in Karkamış ilçesinde kurulması planlanan bir sahra hastanesi için gerekli incelemeler yapılmıştır. Planlanan hastanede ilk ve acil durumlarda kullanılması gereken temel medikal cihazlar ve diğer cihazlar için günlük ortalama güç hesabı yapılmıştır.

Yapılan çalışmada PV panellerin 115 m² gibi bir alan kapladığı tespit edilmiştir. Bu sistem tırlar ile taşınabilir hale getirilebilir olacaktır. Proje için 2 adet inverter düşünülmüş ancak gerekli görüldüğü durumda panellerin dağılımına göre sayı arttırılabilecektir.

Bu sahra hastanesi şebekeden bağımsız bir şekilde, tamamen yenilenebilir bir kaynak olan güneş enerjisi ile çalışmaktadır. Bu seçimin nedenleri verimliliğinin daha fazla olması, taşınabilir ve kolay monte edilebilir olmalarıdır. Ayrıca seçilen konumda uygun olmasıdır.

Bu sistemde güneş enerjisi için 70 adet 260 W PV panel, 32 adet derby jel akü , 2 adet tam sinüs inverter, 4 adet şarj kontrol cihazı, 12 adet MC4 konnektör seti ve montaj aparatları kullanılmıştır.

Güneş mevcut olduğunda yük doğrudan beslenmekte ve hastanenin enerji ihtiyacı karşılanmaktadır. Mevcut olmadığı durumlarda ise bataryalar üzerinde depolanan enerji kullanılmaktadır. Depolanan enerji 1 gün süre ile hiçbir enerji girişi olmadan batarya beslemesi ile kullanılabilir.

Projenin maliyeti yaklaşık olarak 119.278,00 TL olarak hesaplanmıştır, periyodik bakım veya onarım maliyetleri bu fiyata dahil değildir.

Günümüzde doğal afet, savaş veya kıtlık yaşanan bölgeler için sahra hastaneleri hayati bir öneme sahiptir. Fakat bu bölgelerde bazen şebekeye ulaşım mümkün olmadığı için yahut

şebeke enerjisinin afet sebebiyle erişilemez olduğu durumlarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı bu soruna etkili bir çözüm sunacaktır. Ayrıca teknolojinin gelişmesiyle her geçen gün yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetleri azalmakta ve kullanılan sistemlerin verimleri artmaktadır. Bu nedenle gelecekte sıklıkla kullanılmaları mümkün olacaktır.

Projemizde modelleme tümüyle güneş enerjisi kaynağı ile yapılmıştır. Dolayısıyla güneş radyasyonunun yeterli olmadığı durumlarda enerji konusunda sıkıntılar çıkabilme ihtimali ortaya çıkmaktadır. Bunun önüne geçmek için daha büyük batarya grupları ile çalışmalar yürütülebilir yahut başka alternatif enerjilerin sisteme dahil edilmesi sağlanarak hibrit bir sistem kurulabilir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı her geçen gün hızla artmakta ve bununla ilişkili teknolojiler yaygınlaşmaktadır. Bu konudaki çalışmaların devam etmesi dünyamızın en önemli ihtiyacı olan enerji sorunun çözümünde önemli rol üstlenecektir.

Yenilenebilir Enerji Sistemleri karbon emisyonu içermeyen yöntemlerle elde edilen kaynaklardır. Güneş enerjisi ile Fotovoltaik sistemler aracılığı ile elektrik üretilir, bu sistemlerde elektrik DC akım ve gerilim, mekanik riskler, batarya ünitesinde yer alan kimyasal riskler başlıca tehlike kaynaklarıdır.

Bu tip bir çalışmanın en büyük dezavantajı uzun süreli güneş enerjisinin elde edilememesi durumu olarak ele alınabilir. Buna dönük olarak sorunlar gelecek çalışmalarda ele alınabilir. Özellikle böyle bir tesisin enerji modellemesinin sadece güneş enerjisine bağlı kalarak planlamak yerine diğer alternatif enerji kaynakları da devreye sokularak hibrit bir sistemin tasarlanması ile önemli ölçüde bu gibi sorunların çözümüne ışık tutulabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdelaziz, E., Saidur, R., & Mekhilef, S. (2010). A review on energy saving strategies in industrial sector. *Elsevier Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150-168.
- Adıgüzel, C. (2011). Enerjinin Verimli ve Etkin Kullanımına Yönelik Verimlilik Arttırıcı Proje Geliştirilmesi ve Bir İş Merkezinde Uygulanması. *Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
- Akçay, G. (2016). *Sağlık Tesislerinde Enerji Verimliliği*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü.
- Amplussolar. (2013). *On Grid Solar*. amplussolar.com: <https://amplussolar.com/about> adresinden alındı
- Association, N. E. (1997). *An In-Depth Examination of an Energy: Occupancy Controls for Lighting*. USA: PG&E Energy Efficiency Information.
- Atlası, E. (2019). *Ülkelere Göre Güneş Enerjisi*. Enerji Atlası: <https://www.enerjiatlası.com/ulkelere-gore-gunes-enerjisi.html> adresinden alındı
- Bagner, A. Mohammad; Vahid, M.M. Abadi; Mohsen, Mirhabibi;. (2015). Types of Solar Cells and Application. *Science Publishing Group*, 94-113.
- Bakanlığı, T. E. (2007). *Enerji İşleri Genel Müdürlüğü*. Gönüllü Anlaşmalar: http://www.yegm.gov.tr/verimlilik/d_gon_anlasmalar.aspx adresinden alındı
- Bakanlığı, T. E. (2009). *Enerji Verimliliği Destekleri*. Enerji Verimliliği Destekleri: <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Enerji-Verimliliği-Destekleri> adresinden alındı
- Bakanlığı, T. E. (2019). *Güneş Enerji Potansiyel Atlası*. GEPA: <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/> adresinden alındı
- Bertilsson, C., & Annell, E. (2011). *İsveç Enerji Ajansı Yeni Aydınlatma Rehberi*. Stockholm, İsveç: İsveç Enerji Ajansı.

- Bodur, F. (2013). *Elektrik Motorlarında ve Uygulamalarında Enerji Verimliliği*. İstanbul: Bakioğlu Holding.
- Butcher, L. (2014, Kasım 08). *Modern Healthcare Metrics*. 2019 tarihinde Modern Healthcare Metrics:
<https://www.modernhealthcare.com/article/20141108/MAGAZINE/311089981/hospitals-shift-from-fossil-fuel-to-renewable-energy-sources> adresinden alındı
- CADDET. (2005). *Saving energy with Energy Efficiency in Hospitals*. Sittard, Nedherlands: Centre For The Analysis And Dissemination Of Demonstrated Energy Technologies.
- CEMEP. (2011). *Electric Motors and Variable Speed Drives, Standards and legal requirements for the energy efficiency of*. Frankfurt, Almanya: CEMEP.
- Curtis, R. (2013). *Solar Energy*. MSU: <https://msu.edu/~whiteb29/solar.html> adresinden alındı
- Çebi, D. (2017). Improving Building Energy Efficiency: A Case Study in Wildau Germany. *Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla*.
- Çıkım, A. (2012). Enerji Üretimi, Termal Yönetim Ve Biomedikal Uygulamaları için Enerji Verimliliği Yüksek Minyatür Cihazların Tasarım Ve Geliştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Sabancı Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
- Dedeoğlu, P. (2017, Eylül 08). *Türk Tabipler Birliği*. Depremlerde Sağlık Hizmetleri: https://ttb.org.tr/yayin_goster.php?Guid=672ada86-e0d9-11e7-ae04-02a94b7a8425&1534-D83A_1933715A=3b1b48ad031c28a0ac39fe915de8aa456a317738 adresinden alındı
- EN 12464-1, E. (. (2002, Kasım). Light and Lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor Work Places. *EN 12464-1:2002*.
- Energy, L. (2019). *Limitless Energy*. 2019 tarihinde Is Renewable Energy a Realistic Option for Hospitals?: <http://limitlessenergy.org/blog/renewable-energy-for-hospitals/> adresinden alındı

- Esen, G. K. (2015). *Türkiye Ve Dünyada Elektrik Motorlari Enerji Tüketimi Ve Ilgili Teknik Mevzuat*. Gebze, Kocaeli: Türk Standartları Enstitüsü, Elektroteknik Laboratuvarı Gebze Müdürlüğü.
- Franco, A., Shaker, M., Kalubi, D., & Hostettler, S. (2017). A Review of Sustainable Energy Access and Technologies for Healthcare Facilities in the Global South. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 22, 92-105.
- Gençoğlu, M. (2005). İç Aydınlatmada Enerji Tasarrufu. *Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, ELAZIĞ*, 141-150.
- Gençoğlu, M., & Özbay, E. (2006). Aydınlatmada Enerji Verimliliği Yöntemleri. *Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Elazığ*, 1-5.
- Güneş, İ., & Öztürk, Ö. A. (2018). Risk Sources in Renewable Energy Systems. *International Congress on Occupational Safety-Health* (s. 608). İstanbul: Republic of Turkey Ministry of Labour and Social Security.
- Güneş, İ., & Öztürk, Ö. A. (2018). Yenilenebilir Enerji Sistemleri Kurulumunda Çalışan Güvenliği. *Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Kongresi ve Fuarı* (s. 183-184). İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi.
- Hasanuzzaman, N.; Rahim, N.A.; Saidur, Rahman;. (2010). Analysis of Energy Savings for Rewinding and Replacement of Industrial Motor. *2010 IEEE International Conference on Power and Energy* (s. 213-217). Kuala Lumpur, Malaysia: IEEE.
- Haydaroğlu, C., & Gümüş, B. (2016, 09 01). Dicle Üniversitesi Güneş Enerjisi Santralinin PVsyst ile Simülasyonu ve Performans Parametrelerinin İncelenmesi. *Mühendislik Dergisi*, 7(3), 491-500.
- Hempel, D. (2018, Temmuz 20). *Science Service*. 2019 tarihinde Science Service Health Network: <https://www.dr-hempel-network.com/digital-health-technology/green-hospitals-energy-efficiency/> adresinden alındı
- Hepbaşlı, P. D. (2010). Enerji Verimliliği ve Yönetim Sistemleri. İstanbul: Schneider Elektrik.

- Hu, S., Chen, J., & Chuah, Y. (2004). Enery Cost And Consumption In A Large Acute Hospital. *International Journal on Architectural Science*, 5(1), 11-19.
- Irving, L. (2017, Mayıs 1). *Customer First Renewables*. 2019 tarihinde Three Ways Renewable Energy Can Make Your Hospital Healthier: https://www.customerfirstrenewables.com/2017/05/01/renewable_hospitals/ adresinden alındı
- Karamanav, M. (2007, Mayıs). Güneş Enerjisi Ve Güneş Pilleri. *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Bilgisayar Eğitimi*, s. 28-31.
- Kıncay, O., Bekiroğlu, N., & Yumurtacı, Z. (-). *Güneş Pilleri*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Köklükaya, F. S. (2018). *Anadolu Hastanesi Enerji Etüt Raporu*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü.
- Lycke, J. (2012). Energy Use in Hospital Wards: An Analysis based on Activity Related Key Performance Indicators. *Master of Science Thesis, Chalmers University Of Technology, Department of Energy and Environment, Division of Building Services Engineering*.
- Nichev, N. (2018). Energy Requirement Of The Military Personnel. “Vasil Levski” National Military University, Veliko Tarnovo, Bulgaria (s. 338-344). Tırnova, Bulgaristan: De Gruyter-International Conference Knowledge-Based Organization.
- Özenç, S., & Künar, A. (2013). *Hastane Aydınlatma Sistemlerinde; Verimlilik, Tasarruf, Konfor Ve Performans*.
- Öztürk, Ö. A., & Güneş, İ. (2019). Sahra Tipi Hastanelerde Enerji İhtiyacının Güneş Enerjisi ile Karşılanması. 4. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi* (s. 1113). Yalova: Yalova Üniversitesi.
- Pravadalıoğlu, S. (2011). Yerinde Enerji Üretimi - Kojenerasyon Sistemler. *EMO İzmir*, 1-6.
- Saidur, R., Rahim, N., & Hasanuzzaman, M. (2010). Renewable and Sustainable Energy Reviews. *Elsevier*, 1136-1153.

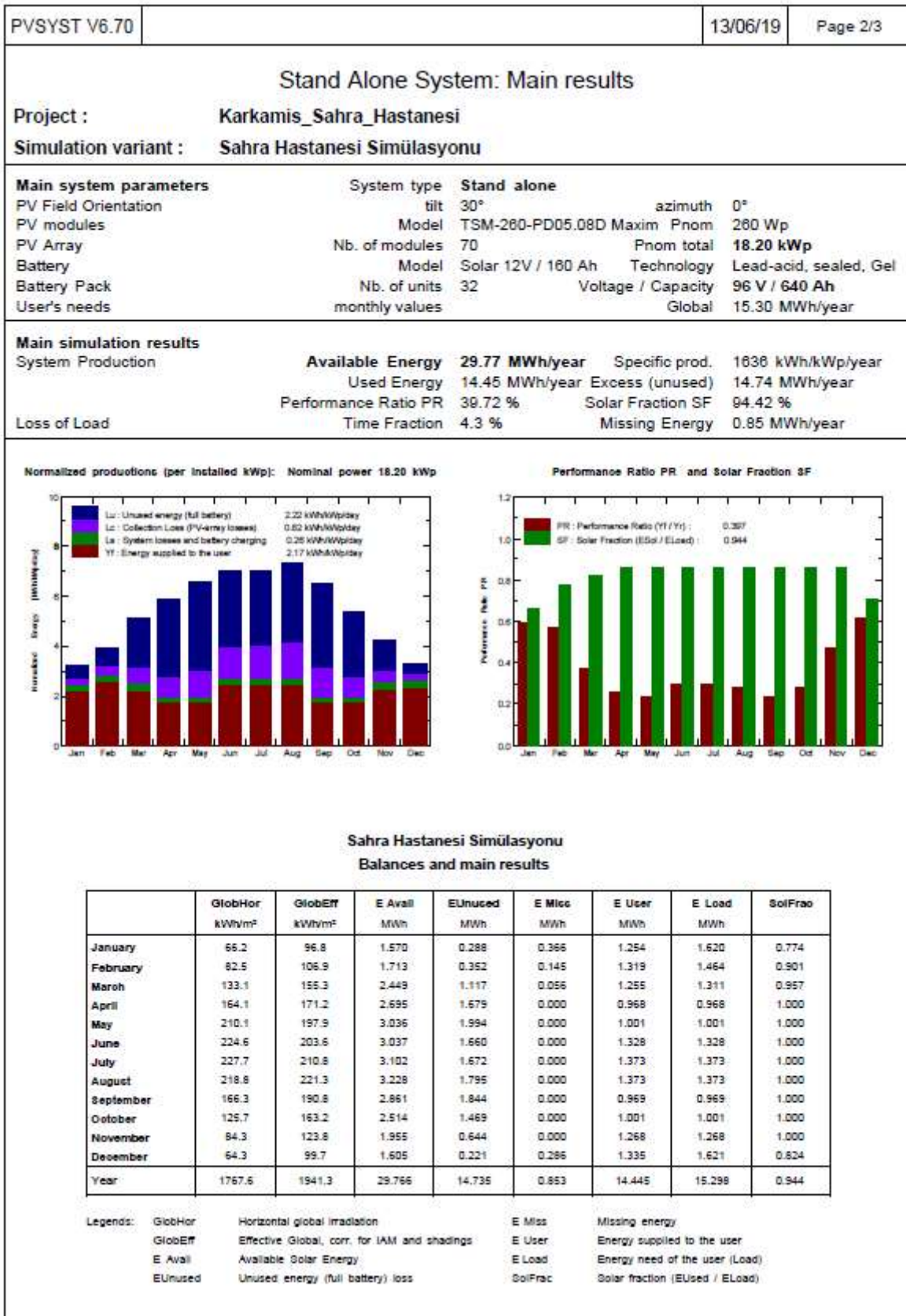
- Sauer, J. (2012, Temmuz). *Healthcare Design*. Top 5 Things That Save Energy in Hospitals: <https://www.healthcaredesignmagazine.com/architecture/top-5-things-save-energy-hospitals/> adresinden alındı
- Semprius. (2019). *The Ultimate Guide: How to Choose the Best Off-Grid Solar System For Your Home*. Semprius: <https://www.semprius.com/best-off-grid-solar-system/> adresinden alındı
- Sheppy, M., Pless, S., & Kung, F. (2014). *Healthcare Energy End-Use Monitoring*. Office of Scientific and Technical Information, U.S. Department of Energy. Denver, USA: National Renewable Energy Laboratory. Researching Energy Use in Hospitals: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/09/f18/61064.pdf> adresinden alındı
- SmileySolar. (2014). *Off Grid PV System*. Smileysolar: <http://www.smileysolar.ph/off-grid-pv-system/> adresinden alındı
- Sugarman, S. C. (2005). *HVAC Fundamentals*. Lilburn, USA: The Fairmont Press Inc.
- Taddonio, K. (2011). *Renewables Make a Powerful Case as Hospital Energy Source*. Washington, D.C.: US Department of Energy.
- Taşçı, G. (2017). A New Approach To Increase Energy Efficiency Of Luxury High-Rise Residential Buildings Through An Advanced facade Component. *Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
- Teksan, A. E., Koçar, G., Eryaşar, A., & Aytav, E. (2011). Hastanelerde Kojenerasyon / Trijenerasyon Uygulamalarının Sağladığı Faydanın Vaka Analizi Üzerinden İncelenmesi. *Ege Üniversitesi; TEKSAN Genrator Factory*, 1-7.
- Timur, O. (2013). Çukurova Üniversitesi Balcalı Hastanesinde Enerji Verimliliğinin İyileştirilmesi Ve Enerji Tasarrufu Fırsatları. *Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana*.
- Tombal, N. Y. (2018). *İstanbul Florence Nightingale Hastanesi Verimlilik Arttırıcı Proje*. İstanbul.

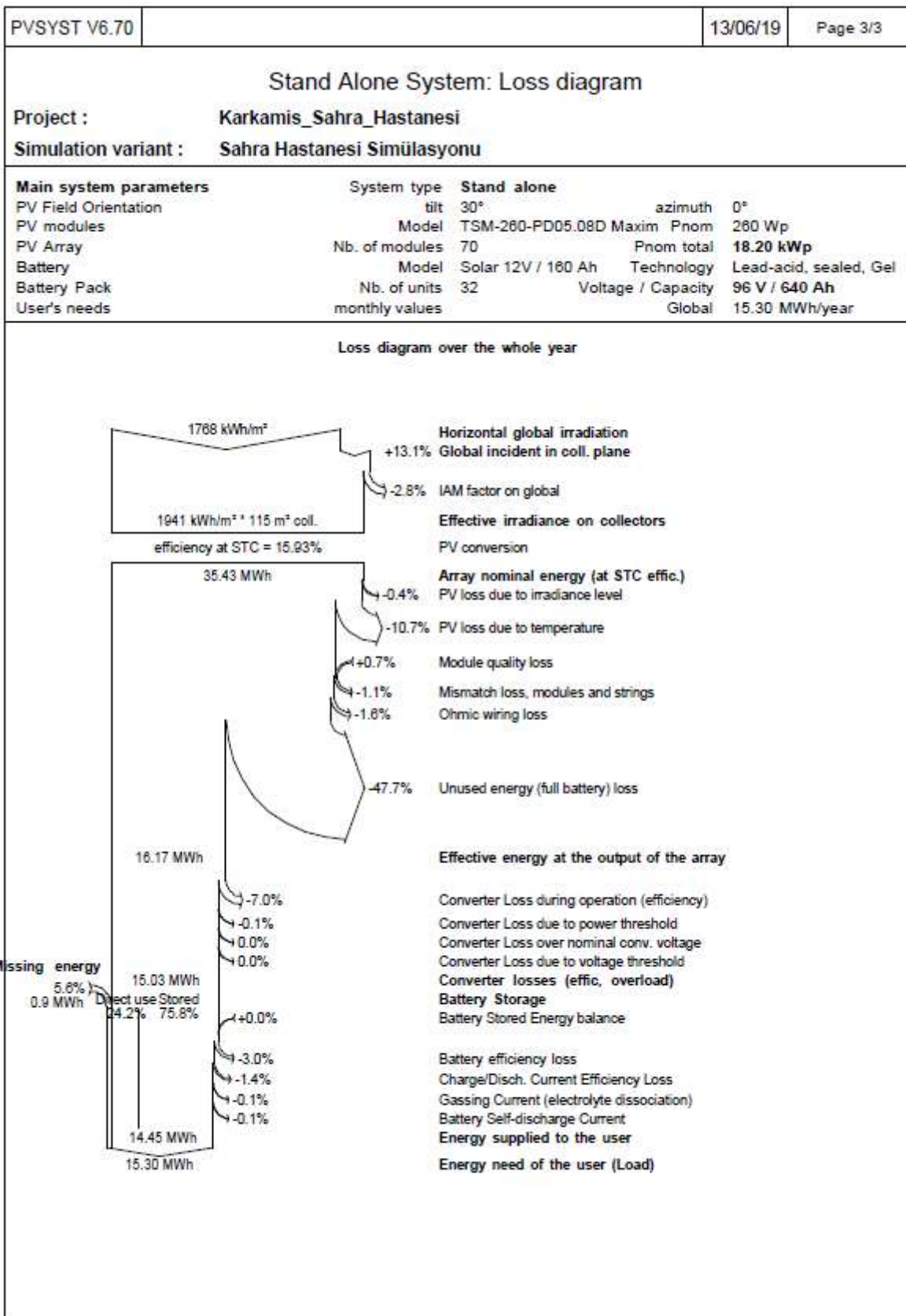
- Uyar, F. (2016, Şubat 13). *Solar Panel Çeşitleri Nelerdir?* enerjibes: <https://www.enerjibes.com/solar-panel-cesitleri-nelerdir/> adresinden alındı
- Varınca, K., & Gönüllü, M. (2006). Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma. *I. Ulusal Güneş Ve Hidrojen Enerjisi Kongresi* (s. 270-275). Eskişehir: UGHEK (Ulusal Güneş Ve Hidrojen Enerjisi Kongresi).
- Waide, P. (2006). *BBC News Website*. Lighting the key to energy saving: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/5128478.stm> adresinden alındı
- Yalbaz, İ. S. (2008). Afet-Aciliyet Yönetim Sürecinde Sahra-Acil Durum Hastaneleri ve Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Hastane ve Sağlık Kuruluşlarında Yönetim Bilim Dalı, İstanbul*, s. 1-2.
- Yaylamlı, E. (2017, Aralık 28). *Elektrik Port*. Hastanelerde Kojenerasyon ve Trijenerasyon Sistemleri Uygulaması: <https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/hastanelerde-kojenerasyon-ve-trijenerasyon-sistemleri-uygulamasi/21392#ad-image-0> adresinden alındı
- YEGM. (2018). *Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Etüdü*. İstanbul: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü.
- Yılmaz, E. (2018). *Aydınlatma*. Hastane Aydınlatması: <http://www.aydinlatma.org/hastane-aydinlatmasi-nasil-yapilir.html> adresinden alındı
- Yüce, D., Perdahçı, C., & Ünsalan, H. (Ekim, 2017). Hastane Aydınlatmalarında Led Lamba Kullanımı Ve Analizi. *İzmir Bölgesi Enerji Forumu* (s. 1-10). İzmir: Elektrik Mühendisleri Odası (EMO).

EKLER

EK-A: PVSYST SİSTEMİ SAHRA HASTANESİ MODELLEMESİ RAPORU

PVSYST V6.70											13/06/19	Page 1/3	
Stand Alone System: Simulation parameters													
Project :		Karkamis_Sahra_Hastanesi											
Geographical Site		Gaziantep_Karkamis						Country		Turkey			
Situation		Latitude		38.83° N		Longitude		38.00° E					
Time defined as		Legal Time		Time zone UT+3		Altitude		0 m					
		Albedo		0.20									
Meteo data:		Gaziantep_Karkamis						Meteonorm 7.1 (2006-2013), Sat=100% - Synthetic					
Simulation variant :		Sahra Hastanesi Simülasyonu											
Simulation date 13/06/19 19h14													
Simulation parameters		System type		Stand-alone system									
Collector Plane Orientation		Tilt		30°		Azimuth		0°					
Models used		Transposition		Perez		Diffuse		Perez, Meteonorm					
PV Array Characteristics													
PV module		Si-poly		Model		TSM-260-PD05.08D Maxim							
Custom parameters definition		Manufacturer		Trina Solar									
Number of PV modules		In series		5 modules		In parallel		14 strings					
Total number of PV modules		Nb. modules		70		Unit Nom. Power		280 Wp					
Array global power		Nominal (STC)		18.20 kWp		At operating cond.		16.38 kWp (50°C)					
Array operating characteristics (50°C)		U mpp		132 V		I mpp		124 A					
Total area		Module area		115 m²		Cell area		102 m²					
PV Array loss factors													
Thermal Loss factor		Uc (const)		20.0 W/m²K		Uv (wind)		0.0 W/m²K / m/s					
Wiring Ohmic Loss		Global array res.		17 mOhm		Loss Fraction		1.5 % at STC					
Serie Diode Loss		Voltage Drop		0.7 V		Loss Fraction		0.5 % at STC					
Module Quality Loss						Loss Fraction		-0.8 %					
Module Mismatch Losses						Loss Fraction		1.0 % at MPP					
Strings Mismatch loss						Loss Fraction		0.10 %					
Incidence effect, ASHRAE parametrization		IAM =		1 - bo (1/cos i - 1)		bo Param.		0.05					
System Parameter		System type		Stand Alone System									
Battery		Model		Solar 12V / 160 Ah									
		Manufacturer		Generic									
Battery Pack Characteristics		Voltage		96 V		Nominal Capacity		640 Ah					
		Nb. of units		8 in series x 4 in parallel									
		Temperature		Fixed (20°C)									
Controller		Model		Universal controller with MPPT converter									
		Technology		MPPT converter		Temp coeff.		-5.0 mV/°C/elem.					
Converter		Maxi and EURO efficiencies		97.0 / 95.0 %									
Battery Management control		Threshold commands as		SOC calculation									
		Charging		SOC = 0.90 / 0.75		i.e. approx.		108.9 / 100.3 V					
		Discharging		SOC = 0.20 / 0.45		i.e. approx.		94.2 / 97.7 V					
User's needs :		monthly values											
Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
52.3	52.3	42.3	32.3	32.3	44.3	44.3	44.3	32.3	32.3	42.3	52.3	41.9	kWh/day





ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Ömer Ahmet ÖZTÜRK
Doğum Yeri	İSTANBUL
Doğum Tarihi	28.06.1991
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
Telefon	05382354659
E-Posta Adresi	omerahmetozturk@gmail.com
Web Adresi	-



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Mezuniyet Yılı	2014

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Elektrik-Elektronik Mühendisliği Programı

Makale ve Bildiriler	
Öztürk, Ö. A., & Güneş, İ. (14-17 Şubat 2019). Sahra Tipi Hastanelerde Enerji İhtiyacının Güneş Enerjisi ile Karşılanması. 4. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi (s. 1113). Yalova: Yalova Üniversitesi.	
Güneş, İ., & Öztürk, Ö. A. (6-9 Mayıs 2018). Risk Sources in Renewable Energy Systems. International Congress on Occupational Safety-Health (s. 608). İstanbul: Republic of Turkey Ministry of Labour and Social Security.	
Güneş, İ., & Öztürk, Ö. A. (13-15 Aralık 2018). Yenilenebilir Enerji Sistemleri Kurulumunda Çalışan Güvenliği. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Kongresi ve Fuarı (s. 183-184). İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi.	