

Binalardaki Fotovoltaik Uygulamasının Teknik, Çevresel ve Ekonomik İncelenmesi: Meram Tıp Fakültesi Hastanesi Örneği

Technical, Environmental and Financial Review of Photovoltaic Applications for Buildings: Meram Medical Faculty Hospital

Rıza BÜYÜKZEREN¹, Hasan Basri ALTINTAŞ², Kerim MARTİN³, Ali KAHRAMAN⁴

¹Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi
Necmettin Erbakan Üniversitesi
rbuyukzeren@konya.edu.tr

²Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi
Necmettin Erbakan Üniversitesi
hbaltintas@konya.edu.tr

³Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi
Necmettin Erbakan Üniversitesi
kmartin@konya.edu.tr

⁴Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi
Necmettin Erbakan Üniversitesi
akahraman@konya.edu.tr

Özet

Bu çalışmada; Konya'nın mevsimsel güneşlenme verileri dikkate alınarak RETScreen programı ile enerji analizi ve mali analiz yapılarak, Konya Meram Tıp Fakültesi hastanesinde uygulanabilecek bir güneş enerjisi santralının fizibilitesi iki farklı senaryo ile değerlendirilmiştir. Hastanenin mimari projesi doğrultusunda panel kurulumu için uygun alanlar belirlenmiş ve 900 kW kurulu güçlü PV sistemi tasarlanmıştır. Her iki senaryoda da elektrik alım birim fiyatının 13.3 \$ Cent/kWh olduğu dikkate alınmıştır. İlk senaryoda sera gazı emisyon azaltım desteğinin olmadığı durum değerlendirilmiş ve sistemin geri ödeme süresi 5.1 yıl olarak bulunmuştur. İkinci senaryoda ise sera gazı emisyon azaltım desteği 15\$/ ton CO₂ olarak kabul edilmiş ve sistemin geri ödeme süresi 4.8 yıl olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu sistem ile Meram Tıp Fakültesi Hastanesinin yıllık elektrik ihtiyacının ortalama %16'sı karşılayabileceği hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Enerji fizibilitesi, RETScreen, PV, Sera gazı emisyon azaltımı, Finansal Destek.

Abstract

In this study, energy and financial analyses for solar power plant of Meram Medical Faculty Hospital was evaluated with two different scenarios taking account of seasonal weather data of Konya. Applicable areas for installation of solar

panels were determined in accordance with architectural project of the hospital and 900 kW installed capacity power plant was designed. Unit purchase price of electricity is 13.3 \$ Cent/kWh for both scenarios. In the first scenario, payback period was calculated as 5.1 years without greenhouse gas emission reduction incentive and in the second scenario, payback period was calculated as 4.8 years with 15 \$/tonne CO₂ greenhouse gas emission reduction incentive. Furthermore, the solar power plant energy production capacity which can meet 16% of the hospital's electricity annual consumption was calculated.

Keywords: Energy Feasibility, RETScreen, PV, Greenhouse Gas Reduction, Financial Support.

1. Giriş

Türkiye'nin enerji talebi her yıl yaklaşık %9 oranında artmaktadır. Bu enerjinin karşılanması için daha fazla fosil yakıtı ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat fosil yakıt kaynaklarının sınırlı ve yakın bir zamanda bitecek olmasından dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artmaktadır. Türkiye'de yenilenebilir enerjinin toplam üretimdeki payı ise 2006 yılından itibaren artış göstermektedir [1]. Türkiye sahip olduğu hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, dalga ve akıntı gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilerek ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin sağlanabilmesi açısından stratejik öneme sahiptir. Bu nedenle

Stratejik Plan kapsamında yenilenebilir enerjinin elektrik enerjisi üretimindeki payının artırılması ve ayrıca ısı enerjisi kaynağı olarak da kullanımının sağlanabilmesi hedeflenmiştir [2].

Günümüzde ise yenilenebilir enerji dünya üzerindeki birincil enerjinin yalnızca %11'ni oluşturmaktadır ve 2070'e kadar bu oranın %60'a çıkarılması ön görülmektedir [3]. PV hücrelerle elektrik üretiminin gelecekte önemli bir rol oynayacağı açıkça görülmektedir.

Türkiye'nin çevresel olarak karşılaştığı en büyük sorun hava kirliliği ve karbon emisyonudur. 2013 yılında toplam sera gazı emisyonu CO₂ eşdeğeri, 459.1 milyon ton (Mt) olarak hesaplanmıştır. 2013 yılı emisyonlarında CO₂ eşdeğeri olarak en büyük payı % 67.8 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken, bunu sırasıyla % 15.7 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, %10.8 ile tarımsal faaliyetler ve % 5.7 ile atık takip etmektedir. Bölgesel ve global çapta karbon emisyon oranını azaltılması büyük önem taşımaktadır [4]. Karbon salınım oranını azaltılması için, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının artırılması gerekmektedir. Dünyada çeşitli ülkeler tarafından sera gazı emisyon azaltım desteği verilmektedir. Örneğin, İngiltere'de sera gazı emisyon azaltımı için 29.6 \$/ ton CO₂ destek verilmektedir. Türkiye 'de ise böyle bir destek verilmemektedir [5].

Fotovoltaik enerji güç sistemleri yenilenebilir enerji sistemleri arasında en baskın kaynak olarak yer alacaktır. Bunun en büyük sebebi güneş enerjisinin sınırsız ve temiz enerjiye sahip olmasıdır [6]. Son yıllarda çevresel problemler dünya çapında önemsenmekte ve güneş enerjisi sistemleri bu problemleri çözmek için beklenmedik bir şekilde talep görmektedir [7]. Güneş enerjisi diğer enerji kaynaklarına kıyasla çevre dostu olduğu için büyük avantaja sahiptir. Fotovoltaik sistemler diğer sürdürülebilir enerji kaynaklarına kıyasla sessizliği, sıfır karbon salımlı olması, kurulum esnekliği, işletme ve bakım kolaylığı sayesinde elektrik üretimi için oldukça caziptir. Güneş enerjisi dönüştürme sistemlerinin tasarımı için bölgenin güneş radyasyon miktarına ve güneşlenme süresini ihtiyaç vardır [8]. Fotovoltaik hücrelerden üretilen elektrik enerjisi, küçük çaplı tüketicilerden büyük çaplı güç sağlayan şebekelere kadar geniş ölçekli uygulamalarda kullanılmaktadır. 2000'li yıllarda 0.3 GW olan yıllık kurulum oranı 2012 yılında 31 GW' a ulaşmıştır. Bu değerler göz önüne alındığında yıllık % 48'lik bir büyüme oranı ile son on yılda fotovoltaik enerji sektörü inanılmaz bir değişim yaşamıştır [9]. Türkiye'de güneş enerjisi sistemlerinin kurulumu; elektrik alım tarifesinin yüksek, PV panel maliyetinin düşük ve güneşlenme potansiyelinin yüksek olmasından dolayı avantajlıdır. Ancak evirici, bataryalar ve diğer kurulum ekipmanları ithal edildiği için maliyetler yükselmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde yatırım avantajları dezavantajlardan daha fazla olduğu için Türkiye'de güneş enerji santrali kurulumu her geçen gün daha cazip hale gelmektedir. Türkiye'de sera gazı emisyon azaltım desteği de verilmesiyle güneş enerjisi santrali kurulumu daha da cazip olacaktır. Bu çalışmadaki amacımız; gerçek bir kurulum işlemi yapılmadan önce PV sistemin farklı bileşenleri bir araya getirilerek, sistemin performansı ile uygunluğunu analiz etmek ve sera gazı emisyon azaltım desteği hakkında farkındalık oluşturmaktır. Bu çalışma Konya Meram Tıp Fakültesi hastanesinde özel olarak uygulanarak şebeke bağlantılı PV

sistemin teknik ve ekonomik simülasyonu yapılmıştır. Bu simülasyon sayesinde hastanede kurulacak olan PV sistemin avantajları ve dezavantajları net bir şekilde görülmüştür. Bu simülasyonlar iki farklı şekilde yapılmıştır. İlk simülasyonda sera gazı azaltım emüsyon desteği dahil edilmemiş, diğerinde ise bu destek dahil edilerek çeşitli çıkarımlar yapılmıştır.

RETSscreen temiz enerji proje analiz yazılımı dünyanın önde gelen temiz enerji simülasyon programlarından. Retscreen potansiyel enerji projelerini tanımlanması ve değerlendirilmesine bağlı olarak hem finansal hem de zamansal açıdan maliyetleri önemli ölçüde düşürür. Ön fizibilite, fizibilite, gelişme ve mühendislik aşamalarında ortaya çıkan bu maliyetler yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği teknolojilerinin yayılmasında önemli engeller olabilir. RETScreen programı bu engellerin ortadan kaldırılmasına yardım ederek, projede meydana gelebilecek ekstra maliyetleri azaltır.

RETSscreen programı, önerilen yenilenebilir enerji projesinin yapılıp yapılamayacağı konusunda ve enerji verimliliğinin ya da finansal uygunluğunun belirlenmesinde karar vericilere yardımcı olmaktadır. Eğer proje uygun ya da değilse RETScreen programı karar vericinin hızlı, net bir şekilde ve minimum maliyette uygulanacak projeyi anlamalarına yardımcı olacaktır [10].

RETSscreen programı NASA 'dan alınan iklimsel veriler sayesinde bölgenin konumu dahil edilerek gerekli enerji ve mali analizlerin yapılmasında yardımcı olmaktadır. Bu çalışmanın aşamaları aşağıdaki gibi devam etmektedir; 2. Bölümde yapılan fizibilitenin yöntemleri açıklanmıştır, 3. bölümde enerji, çevre ve mali analiz yapılarak fizibilite desteklenmiştir, 4. Bölümde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. Yöntem

Meram Tıp Fakültesi Hastanesi'nin mimari projesi dikkate alınarak güneş panellerinin yerleştirilebileceği güney cephe çatılarının alanları hesaplanarak, kullanılacak olan panel adedi belirlenmiştir. Kullanılan panellerin bilgileri, eviricilerin bilgileri, eğim açısı, azimut açısı ve konum bilgileri RETScreen programına girilerek sistemin enerji analizi ve mali analiz yapılmış, tablo ve grafikler oluşturulmuştur. Bu tablo ve grafikler yorumlanarak projenin uygulanabilir olduğu belirlenmiştir.

2.1. Meram Tıp Fakültesi Hastanesinin GES Kapasitesinin Belirlenmesi

Meram Tıp Fakültesi Hastanesi, 20 Temmuz 1982 yılında Selçuk Üniversitesi bünyesinde kurulmuş olup, 27 Aralık 2011 yılında Selçuk Üniversitesi'nden ayrılarak Necmettin Erbakan Üniversitesi bünyesinde hizmet vermeye başlamıştır. Konya'nın Meram ilçesinde yer alan fakülte kampüsü yaklaşık 85.415 m²'lik bir alanda faaliyet göstermektedir ve 14 bina ve yaklaşık 70.000 m² kapalı alandan oluşmaktadır.



Şekil 1: Meram Tıp Fakültesi Hastanesi Krokisi

Meram Tıp Fakültesi Hastanesi krokisi Şekil 1’de görülmektedir. Doğu-Batı doğrultusunda, Güney cepheli çatılar PV uygulaması için belirlenmiş ve krokide kullanılabilir alanlar m² cinsinden belirtilmiştir. Toplamda 5965 m²’lik güney cepheli ve PV montajı için uygun çatı alanı bulunmaktadır ve bu alanlar 1000’er m²’lik iki adet, 800’er m²’lik iki adet ve 600 m²’lik bir adet başlıca uygulama çatı alanlarını içermektedir. Sistem için belirlenen ve ilerleyen bölümlerde teknik özellikleri verilecek olan 270 W’lık fotovoltaik panellerin yüzey boyutu 1.627 m²’dir ve kullanılması düşünülen 3334 adet 900 kW’lık santrale ait paneller için fakülte hastanesi çatılarında 5424 m²’lik alana ihtiyaç duyulmaktadır.

Tablo 1: PV Panel özellikleri, RETScreen verileri

Hücre	Poly-Kristal 156x156mm 60 Adet (6x10)	
Maksimum Güç	Wp	270
Tolerans Güç	Wp	0 + 6
Nominal Güç Voltajı (V _{MP})	V	31.7
Nominal Güç Akımı (I _{MP})	A	8.52
Açık Devre Voltajı (V _{OC})	V	38.7
Kısa Devre Akımı (I _{SC})	A	9.22
Modül Verimliliği	%	16.6
RETScreen Verileri		
Tip		Poly-Si
Güç Kapasitesi	kW	900.00
Verimlilik	%	16.6
Nominal Çalışma Hücresi Sıcaklığı	°C	45
Sıcaklık Katsayısı	%/°C	0.40
Güneş Kolektörü Alanı	m ²	5.422
Çeşitli Kayıplar	%	1
Evirici		
Verimlilik	%	98.2
Kapasite	kW	30x30
Çeşitli Kayıplar	%	0.0
Özet		
Kapasite Faktörü	%	19.6
Şebekeye Verilen Elektrik		
	MWh	1.547,45

2.2. Sistem Dizaynı

2.2.1. Fotovoltaik Panel

Meram Tıp Fakültesi Hastanesi GES için seçilen santral kapasitesi 900kW’dir. Bu değer, önceki bölümde fizibilitesi yapılan güney cepheli çatı alanları temel alınarak belirlenmiştir. Santralde 1.627 m² alana sahip 3334 adet panel kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan panellerin her biri 270 W güç kapasitesine sahiptir. Bu değer piyasadaki muadil paneller karşısında küçük alanda yüksek güç üretimi avantajını sunmaktadır. Panel ve elde edilen RETScreen verilerine Tablo 1’de yer verilmiştir.

2.2.2. Eviriciler

Günümüzde her alanda kullanılan eviriciler doğru akımı alternatif akıma çeviren elektronik cihazlardır. PV sistemlerde kullanılan eviriciler genellikle şebeke bağlantılı ve şebeke bağlantısız olmak üzere iki çeşittir. Ve verimleri %70-96 arasında değişmektedir [11]. Yapılan fizibilitede 30 adet 30 kW’lık güce sahip eviriciler kullanılmıştır. Kullanılan evirici özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Evirici özellikleri

Evirici	
Nominal Giriş Gücü	28600W
Mutlak Maksimum DC Giriş Gerilimi	1000V
Nominal Çıkış Gücü	27600W
Maksimum Çıkış Gücü	30000W
Verim	%98.2

3. Analiz

3.1. Enerji Analizi

RetScreen programında meteorolojik bilgiler kullanılarak yapılan analiz neticesinde aylık ve yıllık toplam enerji üretimleri elde edilmiştir. Tablo 3’te elde edilen verilere göre aylık bazdaki en az enerji üretimi 76.46 MWh ile Aralık ayında, en yüksek enerji üretimi ise 172.93 MWh ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir. Tablo 3’te verilen RETScreen analizi sonucu yıllık toplam 1547.45 MWh’lik enerji üretimi elde edilmiştir. Yıllık üretime göre günlük ortalama 4.239 MWh’lik enerji üretimi söz konusudur. PV sistem tarafından üretilen aylık enerji miktarı meteorolojik değişimlerden dolayı yıl boyunca değişiklik göstermektedir.

3.2. Çevresel Analiz

Fosil yakıtlı enerji üreten santrallerin yerine yenilenebilir enerji santrallerinin görev alması çevrede pozitif bir etki oluşturacaktır. Fosil yakıt kullanımı ile çalışan enerji santralleri çevreye nitrojen oksit (NO_x), Sülfür dioksit (SO₂), Karbondioksit (CO₂) gibi sera gazlarının yanı sıra büyük miktarda kül de yaymaktadır [12]. Tablo 4’te görüldüğü gibi 900 kW’lık güneş enerjisi santrali sayesinde 711.2 ton sera gazı azaltımı sağlanmıştır.

Tablo 3: Aylık ve yıllık enerji üretim miktarları

Ay	Günlük Güneş Radyasyonu Yatay kWh/m ² /g	Günlük Güneş Radyasyonu Eğimli kWh/m ² /g	Elektrik İhracat Fiyatı \$/MWh	Şebekeye Verilen Elektrik MWh
Ocak	2.28	3.25	133	90.98
Şubat	3.09	3.92	133	98.04
Mart	4.26	4.85	133	131.23
Nisan	5.16	5.3	133	135.57
Mayıs	6.12	5.89	133	152.54
Haziran	7.13	6.64	133	162.19
Temmuz	7.39	6.98	133	172.93
Ağustos	6.59	6.66	133	164.91
Eylül	5.51	6.13	133	149.73
Ekim	3.77	4.62	133	120.92
Kasım	2.52	3.49	133	91.94
Aralık	1.90	2.74	133	76.46
Yıllık	4.65	5.05	133	1547.45

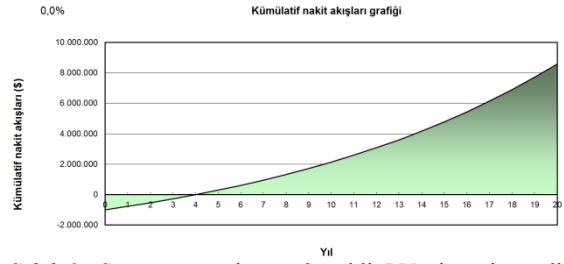
Tablo 4: Yıllık sera gazı azaltım miktarı

Baz Durum Elektrik Sistemi (Temel) Ülke-Bölge	Yakıt Türü	Sera Gazı Emisyon Faktörü tCO ₂ /MWh
Türkiye	Tüm Tipler	0,460
Sera Gazı Emisyonu	Birim	Miktar
Baz Durum	tCO ₂	711.2
Önerilen Durum	tCO ₂	0.0
Brüt Yıllık Sera Gazı Emisyonu Emisyonu Azaltımı	tCO ₂	711.2
Net Yıllık Seragazı Emisyonu Azalması	tCO ₂	711.2
Sera Gazı Azaltma Kredi Oranı	\$/tCO ₂	15

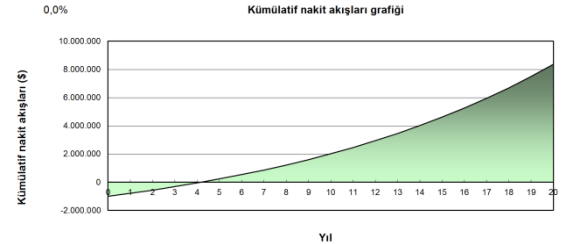
3.3. Mali Analiz

Konya bölgesinde yapılan fiyat araştırmaları neticesinde kullanılacak sistem bileşenlerinin maliyeti Tablo 6'da gösterilmiştir. Sistem malzemelerinin fiyat oranları farklı markalara ve tedarikçilere göre değişmektedir. Türkiye'de devlet on yıl boyunca 0.133 \$/kWh'ten enerji alım garantisi vermektedir. Sistemin üreteceği bir yıllık elektrik enerjisi miktarı göz önünde bulundurulduğunda santralden yıllık 1547.45 MWh x 133 \$/MWh = 205810 \$ gelir elde edilecektir. Bu gelire sera gazı emisyon desteği de ilave edildiğinde yıllık 216478 \$ gelir elde edilmiştir. Böylece iki farklı mali analiz yapılmıştır. İlk analizde sera gazı emisyon azaltım desteği ilave edilmemiş ve basit geri ödeme süresi 5.1 yıl, diğerinde ise 15\$/tCO₂ ile yıllık 10668\$ destek ilave edilmiş ve basit geri ödeme süresi 4.8 yıl olarak hesaplanmıştır. Sistemin her iki senaryo için mali akış grafiği

Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir. Finansal analiz parametreleri ise Tablo 5'te verilmiştir.



Şekil 2: Sera gazı emisyon destekli PV sistemin mali akış grafiği (Öz sermaye geri ödeme 4.0 yıl)



Şekil 3: Sera gazı emisyon desteksiz PV sistemin mali akış grafiği (Öz sermaye geri ödeme 4.2 yıl)

Tablo 5: Finansal analiz tablosu

Finansal Parametreler		
Enflasyon Oranı	%	7.7
Proje Ömrü	yıl	20
Borç Oranı	%	-
İlk Maliyetler		
Elektrik Sistemi	\$	990000
Diğer	\$	10000
Toplam İlk Maliyetler	\$	1000000
Teşvikler ve Hibeler		
	\$	-
Yıllık Maliyet ve Borç Ödemeleri		
İşletme ve Bakım Maliyetleri	\$	10000
Yakıt Maliyeti – Önerilen Durum	\$	0
Toplam Yıllık Maliyetler	\$	10000
Yıllık Tasarruflar ve Gelir		
Yakıt Maliyeti – Baz Durum	\$	0
Elektrik İhracat Geliri	\$	205810
Sera Gazı Azaltma Geliri	\$	0
		10688*
Toplam Yıllık Tasarruflar ve Gelir	\$	205810
		216478*
Finansal Sürdürülebilirlik		
Vergi Öncesi İGO – varlıklar	%	28.2
		29.1%*
Basit Geri Ödeme	yıl	5.1
		4.8*
Öz Sermaye Geri Ödeme	yıl	4.2
		4.0*

*Sera Gazı Azaltma Geliri dâhil edilmiş finansal analiz verileri

Tablo 6: PV sistem maliyet bileşenleri

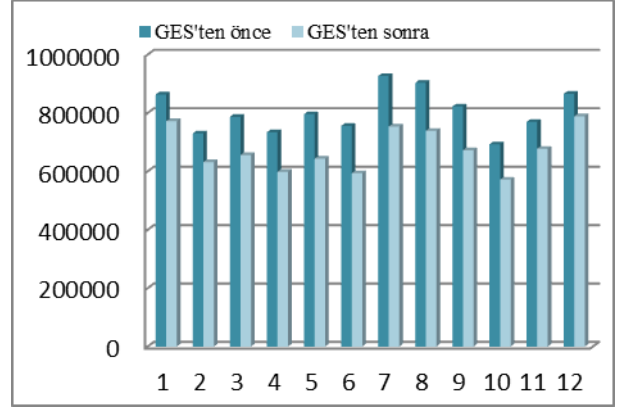
PV Sistem Maliyet Bileşenleri	Birim	Miktar
PV	\$/W	1
Evirici, Kablo, Konstrüksiyon	\$/W	0.1
Diğer	\$/W	0.011
Toplam	\$/W	1.1
Sistem Toplam Maliyeti: 900kW x 1.111\$/W = 1000000\$		
Yıllık Bakım Maliyeti		= 10000 \$

4. Sonuç ve Değerlendirme

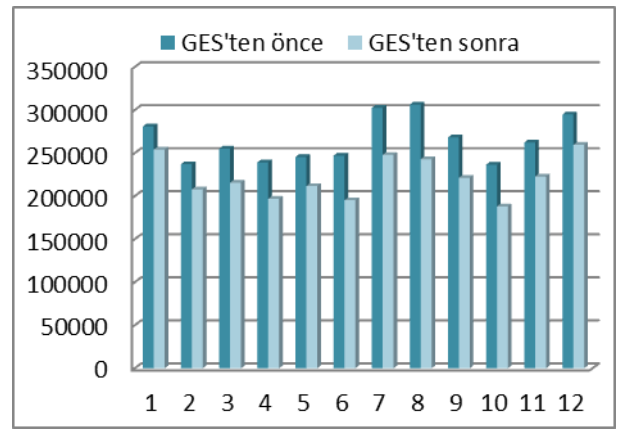
Elde edilen sonuçlar ışığında, güneş enerjisi santralinden yıllık toplam 1547.45 MWh enerji elde edilmiştir. Temmuz ayının güneşlenme süresi ve güneş radyasyon miktarının yüksek olmasından dolayı 172.93 MWh'lik enerji üretilmiştir. Bunun yanı sıra Aralık ayında ise güneşlenme süresi ve radyasyon miktarının en düşük olmasından dolayı 76.46 MWh enerji üretilmiştir.

Şekil 4'te görüldüğü gibi Temmuz ayında hastanenin elektrik ihtiyacı maksimum düzeydedir. Aynı zamanda Temmuz ayında santralin ürettiği enerji miktarı da maksimum düzeydedir. Dolayısıyla en fazla tüketimin olduğu ayda en büyük kar elde edilmiştir. Bunun yanı sıra Şekil 5'teki grafiğe göre elektrik faturalarında aylık ortalama 42.682,72 TL kar elde edilmiştir.

Mali analiz bölümünde değerlendirilen iki farklı senaryoya göre; sisteme sera gazı azaltım desteği ilave edildiği zaman yıllık 10668\$ ek kar elde edilmiştir ve sistemin basit geri ödeme süresi 5.1 yıldan 4.8 yıla düşürülmüştür. Bu senaryoda da görüldüğü üzere sera gazı azaltım desteğinin yatırım maliyetlerini düşürdüğü ve sistem geri ödeme süresini kısalttığı gözlemlenmiştir. Bu destek sayesinde hem devlet tarafından sera gazı azaltımı farkındalığı oluşturulacak, hem de yatırımcılar için yenilenebilir enerji santrali kurulumu daha cazip hale getirilecektir.



Şekil 4: GES öncesi ve GES sonrası Şebeke Aylık Elektrik Tüketimi Grafiği (KWh)



Şekil 5: GES öncesi ve GES sonrası Aylık Elektrik Giderleri Grafiği (TL)

NECMEETİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ MERAM TIP FAKÜLTESİ HASTANESİ GES ELEKTRİK ÜRETİMİ (KWh) RETScreen Verilerine göre		ŞEBEKE ELEKTRİK TÜKETİMİ (KWh) GES'ten önce	ŞEBEKE ELEKTRİK TÜKETİMİ (KWh) GES'ten sonra	ELEKTRİK GİDERLERİ (TL) GES'ten önce	BEKLENEN ELEKTRİK GİDERLERİ (TL) GES'ten sonra
OCAK	90980	863213	772233	280960,55	254064,657
ŞUBAT	98040	729898,5	631858,5	237141,25	207881,4465
MART	131230	786870	655640	255217,5	215705,56
NİSAN	135570	734064	598494	239242,55	196904,526
MAYIS	152540	796024	643484	245575,9	211706,236
HAZİRAN	162190	755861	593671	247094,45	195317,759
TEMMUZ	172930	926648,5	753718,5	302663	247973,3865
AĞUSTOS	164910	903665,5	738755,5	306429,2	243050,5595
EYLÜL	149730	822339,5	672609,5	268335,65	221288,5255
EKİM	120920	692729	571809	236600,95	188125,161
KASIM	91940	769425,5	677485,5	262420,65	222892,7295
ARALIK	76460	865468,5	789008,5	295005,3	259583,7965

Şekil 6: GES öncesi ve GES sonrası Aylık Elektrik Tüketimi ve Giderleri

5. Kaynaklar

- [1]TÜİK, “Enerji İstatistikleri”, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1029, Son erişim: 15.09.2015.
- [2]Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “2015-2019 Stratejik planı”, 35-39, 2014.
- [3]Hossain, A.K., Badr, O. “Prospects of renewable energy utilization for electricity generation in Bangladesh.” Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11:1617–49, 2007.
- [4]TÜİK, “Sera gazı Emisyon Envanteri”, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18744.2013>, Son erişim: 15.09.2015.
- [5]The World Bank, “Pricing Carbon”, <http://www.worldbank.org/en/programs/pricing-carbon>, Son erişim: 15.09.2015.
- [6]Dinçer F., “The analysis on photovoltaic electricity generation status, potential and policies of the leading countries in solar energy”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 713- 720, 2011.
- [7]Yamashita, K., Miyazawa, A., Sannomiya, H., “Research and development on recycling and reuse treatment technologies for crystalline silicon photovoltaic modules”,

Proceedings of 3rd World Conference on (Volume 2), 1996 – 1999, 2003.

[8]Ho, D.T., Frunt, J., Myrzik, J.M.A., “Photovoltaic energy in power market”, 6th international conference on the European, 1–5, 2009.

[9]Winneker, C., “Global Market Outlookfor Photovoltaics 2013-2017”, European Photovoltaic Industry Association Brussels, <http://www.epia.org/news/publications/global-market-outlook-for-photovoltaics-2013-2017/S>, Son erişim: 15.09.2015.

[10]Natural Resources Canada, “RETSscreen nedir?”, http://www.etscreen.net/ang/what_is_etscreen.php, Son erişim: 15.09.2015

[11]Mirzahosseini, A. H., Taheri, T., “Environmental, technical and financial feasibility study of solar power plants by RETScreen, according to the targeting of energy subsidies in Iran”, Renewable and Sustainable Energy Reviews 16 (5), 2806-2811., 2012.

[12] Agai F., Caka, N., Komoni, V., “Design optimization and simulation of the photovoltaic systems on buildings in southeast Europe”, International Journal of Advances in Engineering & Technology ,58-68, 2011.