



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL of ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/humder>

İstanbul Avrasya Gösteri ve Etkinlik Alanı Alternatif Enerji Yatırımı Fizibilite Çalışması

Istanbul Eurasia Exhibition Center and Event Area Alternative Energy Investment Feasibility Study

Yazar(lar) (Author(s)): Mehmet Emin ACAR¹

¹ORCID ID: 0000-0002-1036-1489

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): ACAR M.E., "İstanbul Avrasya Gösteri ve Etkinlik Alanı Alternatif Enerji Yatırımı Fizibilite Çalışması", *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(3): 72-96, (2019).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.gov.tr/humder/archive>



İstanbul Avrasya Gösteri ve Etkinlik Alanı Alternatif Enerji Yatırımı Fizibilite Çalışması

Mehmet Emin ACAR^{1,*}

¹İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, 34295, Küçükçekmece/İSTANBUL

Öz

Son yıllarda küresel dünyada enerjinin dönüşümü, fosil enerji kaynaklarının sınırlı rezerv durumu ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimini arttırmıştır. Türkiye’de de sanayileşmenin gelişmesiyle birlikte enerji ve elektriğe olan ihtiyaç aynı şekilde artmaktadır. Yapılan bu çalışmada, dünya geneli ve ülkemize ait yenilenebilir enerjinin kaynaklarının güncel durumuna değinilmiştir. HeliScope isimli yazılımla ile çeşitli modeller simüle edilip, otopark alanında optimum yatırım ve amortisman ile maksimum verim sağlayacak model aranmıştır. Ele alınan iki çalışmada, mevcut alanda ağaç gölge etkisiz ve ağaç gölge etkili olmak üzere iki ayrı sistem modellenmiştir. Bu iki sistemin, yıllık enerji üretim miktarları, işletme ve yatırım maliyetleri incelenmiştir. Sonuç olarak gölgeli modelde gölge etkisi ve alanın düzensiz kullanımı sebebiyle uygulamanın makul olmadığı kanaatine varılarak, gölgesiz modelin gölgeli modele göre enerji üretimi bakımından %70 daha verimli olduğu tespit edilmiştir.

Makale Bilgisi

Başvuru: 14/06/2019
Düzeltilme: 25/07/2019
Kabul: 26/08/2019

Anahtar Kelimeler

Yenilenebilir Enerji,
Güneş Enerjisi,
Simülasyon,
Maliyet Analizi,
Amortisman Süresi.

Keywords

Renewable Energy,
Solar Energy,
Simulation,
Cost Analysis,
Amortization Time.

Istanbul Eurasia Exhibition Center and Event Area Alternative Energy Investment Feasibility Study

Abstract

In recent years, the transformation of energy in the global world has increased its orientation towards alternative renewable energy sources due to the limited reserve status of fossil energy resources and the negative impacts on the environment. The development of industrialization of Turkey is also increasing demand for energy and electricity in the same way with. In this study, the current state of the sources of renewable energy belonging to our country and of the world are mentioned. With HeliScope software, various models have been simulated and the model has been searched for optimum efficiency with maximum investment and depreciation in the parking area. In the two studies discussed, the tree was modeled as two separate systems; the shadow was ineffective and the tree shadow effect was present. The annual energy production amounts, operating and investment costs of these two systems were examined. As a result, it was found that the shadowless model was 70% more efficient than the shaded model in terms of energy production compared to the shaded model.

1.GİRİŞ

İnsanoğlunun yaşamını sürdürebilmesi, refah seviyesini yükseltebilmesi, ülkelerin ekonomik açıdan güçlü olmaları ve medeniyetlerini geliştirebilmesini sağlayan en önemli sebeplerden biridir enerji. Global dünyada enerjinin dönüşüm içerisinde olması, fosil enerji kaynaklarının sınırlı rezerv durumları ve çevreye vermiş olduğu olumsuz etkileri sebebiyle son yıllarda alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi arttırmaktadır.Günümüzde ve gelecek yıllar için ülkelerin enerji yatırımlarını ve politikalarını gözden geçirip ekonominin büyük bir bölümünü oluşturan enerjinin kaynak planlamasını yaparak yeni nesil enerji dönüşümüne hazırlıklı olmaları gerekmektedir.

Türkiye’de de sanayileşmenin günden güne gelişip artmasına paralel olarak enerji ve elektriğe olan ihtiyaç da aynı şekilde artmaktadır. Türkiye elektrik enerjisi tüketimi 2017 yılında 294,9 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Elektrik üretimi ise bir önceki yıla göre 7,7 oranında artarak 295,5 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Elektrik tüketiminin 2023 yılında baz senaryoya göre yıllık ortalama %4,8 artışla 385 TWh'e ulaşması beklenmektedir. 2017 yılı ilk yarısı itibariyle elektrik üretimimizin, %37 'ü doğal gazdan, %33'ü kömürden, %20'ü hidrolik enerjiden, %6'sı rüzgârdan, %2'si jeotermal enerjiden ve %3'ü diğer kaynaklardan elde edilmiştir. 2018 yılı ilk yarısı itibariyle toplam elektrik kurulu gücümüzde 87,139 MW'a ulaşmıştır. 2018 yılı ilk yarısı sonunda kurulu gücümüzün kaynaklara göre dağılımı; %32,0'si hidrolik enerji, %26,4'ü doğal gaz, %21,4'ü kömür, %7,7'si rüzgâr, %5,4'ü güneş, %1,3'ü jeotermal ve %5,8'i ise diğer kaynaklar şeklindedir. Ayrıca Ülkemizde elektrik enerjisi üretim santrali sayısı, 2018 yılı ilk yarısı itibarıyla 6,886'ya (Lisanssız santraller dahil) yükselmiştir. Mevcut santrallerin 636 adedi hidroelektrik, 41 adedi kömür, 232 adedi rüzgâr, 40 adedi jeotermal, 303 adedi doğal gaz, 5,422 adedi güneş, 212 adedi ise diğer kaynaklı santrallerdir. [1]

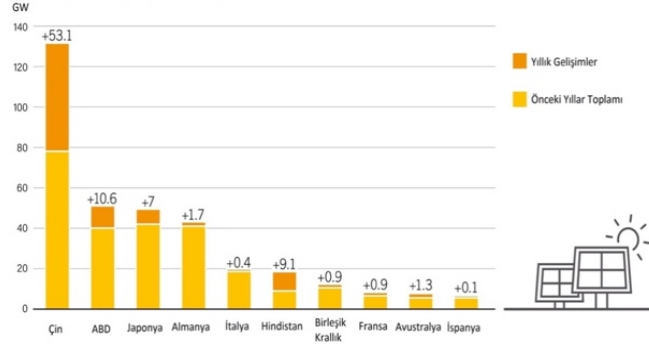
Enerji talebinin karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi en çok uygulanan alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarından. Ülkemizin, yarı iletken malzemeden yapılmış fotovoltaik paneller yardımıyla güneş enerjisinden elektrik üretim potansiyeli oldukça yüksektir. Yapılan güneş enerji potansiyel atlası yardımıyla (GEPA) il ve ilçelerin ay ve yıl boyunca ortalama güneşlenme süreleri belirlenmiştir. Bu sebeple yatırım yapılabilecek yerler için devlet de yeni kanun ve yönetmelikler çıkararak bu alanda teşvik çalışmalarını her geçen gün güncelleyerek sürdürmektedir. [2]

2. DÜNYA GENELİNDE GÜNEŞ ENERJİSİ

Enerji hayatın vazgeçilmez bir parçasıdır. Fosil yakıtların (kömür, petrol, doğal gaz vb.) yakın zamanda tükeneceği öngörüsü ve çevreye olumsuz etkilerinden dolayı, alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarına eğilimleri arttırmıştır. Alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarından biri de dünyanın en büyük enerji kaynağı olan güneş enerjisidir. Güneş enerjisinin çevreci, işletme ve bakım maliyetlerinin düşük, coğrafi olarak uygulamasının kolay olması sebebiyle güneş enerjisi ile elektrik üretim çalışmaları artmıştır.

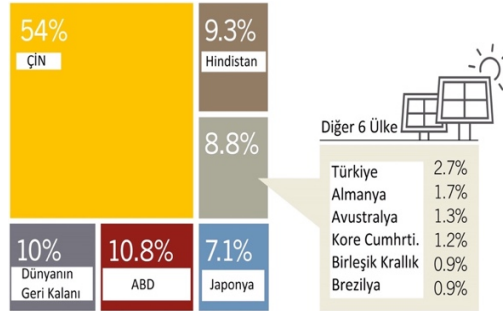
Güneş enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları uygulamaları arasında göze çarpan ilerleme içerisinde. Çevreci, uygulaması kolay dışa bağımlılığı ortadan kaldıran bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisinin uygulama alanları; sanayii, konut, tarım, elektrik santralleri, iletişim, endüstri ve askeri hizmetler olarak görülebilir.

Dünyanın enerji dönüşümüne katkısı en çok olan yenilenebilir enerji kaynaklarından biri de güneş enerjisidir. 2017 yılında özellikle fotovoltaik güneş panellerinden enerji üretim kapasitesinde ciddi ilerlemeler kaydedildi. Güneş enerjisinin ilerleyen yıllarda etkisinin çok daha fazla olacağı kaçınılmaz gibi gözüküyor. Şekil 2.1'te görüldüğü üzere 2017 yılında, önceki yıllara göre güneş enerji kapasitesini en çok arttıran ilk 10 ülke görülmektedir. Verilen istatistiklere göre listesinin başında Çin var, önceki yılların toplamına göre +53,1 GW kapasite artırımı yaparak yaklaşık 135 GW seviyelerine gelmiştir. En yakın rakibi olan ABD +10,6 GW artırım yaparak 51 GW seviyelerine yaklaşmıştır.



Şekil 2.1: 2017 Yılı Dünya Genel Fotovoltaik Güneş Enerji Kapasite Gelişimi (Gw) [3]

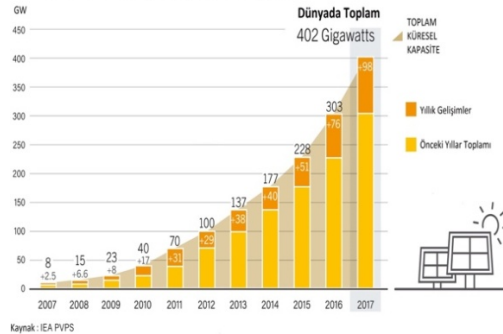
2017 yılı güneş enerji uygulamalarına bakıldığında Şekil 2.2’te görüldüğü üzere ilk 5 ülke arasında Çin’in %54’ lük bir oranla dünyanın bütün ülkelerinden daha fazla güneş enerjisi uygulaması yaptığı, kendisinin en yakın rakibi olan ABD’nin %10,8’de kaldığı, ABD ‘den sonra %9,3’le Hindistan’ın, hemen ardından %7,1 ile Japonya’nın geldiğini görülebilir. Türkiye’nin dünya genelinde 2017 yılında %2,7 ile 6. sırada yer aldığını, Avrupa’da ise 2017 yılında en çok uygulama yapan ülke olduğu görülmektedir.



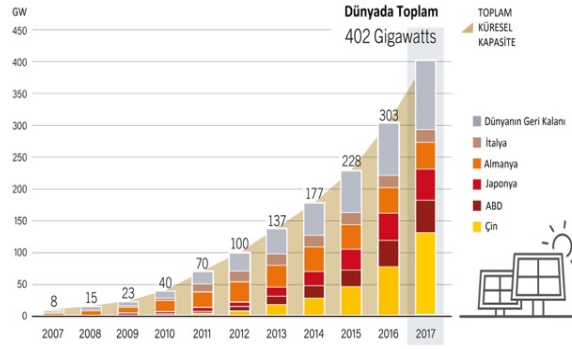
Şekil 2.2: 2017 Yılı Dünyada Güneş Enerji Uygulama Oranı Bakımından İlk 10 Ülke [3]

2.1 Dünya Geneli Fotovoltaik Güneş Enerji Üretim Kapasitesi

Dünya genelinde güneş enerji üretim kapasitesinin son 10 yılda değişim grafiği incelendiğinde 2007-2017 yılları arasında üretim kapasitesinin yaklaşık 50 kat arttığı görülmektedir. 2017 yılında rekor kırılarak bir önceki yıla göre %33’lük bir oran ve 98 GW’lık artış ile dünya genelinde güneş enerji üretim kapasitesi 402 GW’a ulaştığı görülmektedir.



Şekil 2.3: 2007-17 Yılları Fotovoltaik Güneş Enerji Üretimi [3]

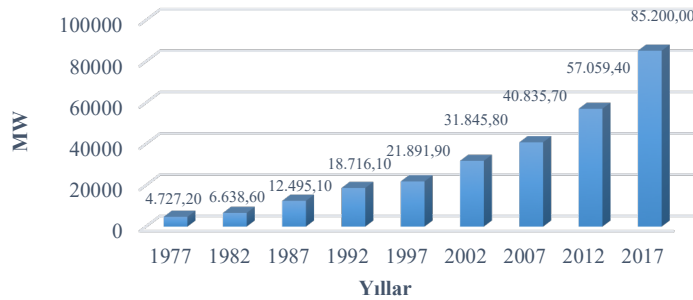


Şekil 2.4: 2007-17 Yılları Ülkelere Göre Fotovoltaik Güneş Enerji Üretim Kapasitesi (Gw) [3]

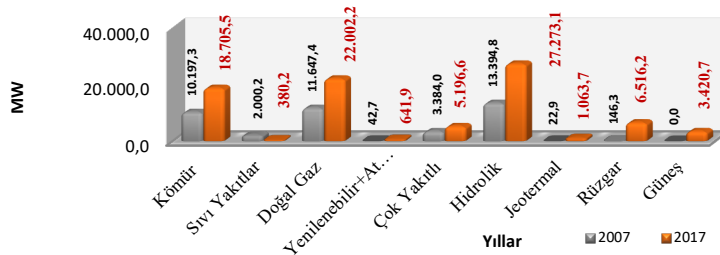
3.TÜRKİYE GENELİ YENİLENEBİLİR ENERJİ

Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli, bulunduğu konum sebebiyle oldukça yüksek bir durumdadır. Gerek güneş gerek rüzgâr gerek jeotermal gerek hidrolik ve gerekse biokütle enerji potansiyeli olarak dünyanın sayılı ülkeleri arasındadır. Ancak teknolojik gelişim yetersizliği, yasal düzenlemeler ve yatırım maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle mevcut potansiyelin kullanımı maalesef istenen durumda değildir. Bu durum enerjide dışa bağımlığa sebebiyet vermektedir. Son yıllarda yenilenebilir enerji potansiyelini kullanıma dönük çeşitli yasal düzenleme ve devlet teşvikleri ile beraber ivme kazanan yenilenebilir enerji uygulamaları sayesinde dışa bağımlılık oranı her geçen gün azalmaktadır.

2017 yılı sonu itibariyle, 46,9 MW'ı termik, 1.063 MW'ı jeotermal, 27.273 MW'ı hidrolik, 6.516 MW'ı rüzgâr ve 3.420 MW'ı güneş olmak üzere Türkiye toplam kurulu gücü 85.200 MW'a ulaşmıştır. 2017 yılı sonu itibariyle brüt elektrik enerjisi talebi 294,9 milyar kWh, puant güç talebi ise 47.660 MW olarak gerçekleşmiştir. Toplam 295,5 Milyar kWh üretim gerçekleştirilirken 2,7 Milyar kWh ithalat yapılmış, arz edilen toplam elektrik enerjisinden 3,3 Milyar kWh ihracat gerçekleştirilmiştir. [4]



Şekil 3.1: Türkiye Elektrik Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi [4]



Şekil 3.2: 2007-17 Yılları Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Türkiye Kurulu Gücü [4]

3.1 Türkiye Güneş Enerji Potansiyeli

Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre, yıllık toplam güneşlenme süresi 2.737 saat (günlük toplam 7,5 saat), yıllık toplam gelen güneş enerjisi 1.527 kWh/m².yıl (günlük toplam 4,2 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir.[5]

Ülkemiz, Konumu bakımından diğer ülkelere göre çok avantajlı bir durumdadır. Ülkemizin en yoğun güneş alan yeri olarak Güney doğu Anadolu bölgesi almaktadır. En az güneş alan bölge ise iklim bakımından en fazla yağış alan Karadeniz bölgesidir.

Ülkemiz ısısal enerji kullanımı ve üretimi bakımından dünyada dördüncü sırayı almaktadır. Ülkemizin net olamayan enerji miktarı 87,5 milyon ton eşdeğer petrol olarak görülmektedir. [6]

Tablo 3.1: Türkiye Bölgelere Göre Yıllık Güneş Enerjisi Potansiyeli

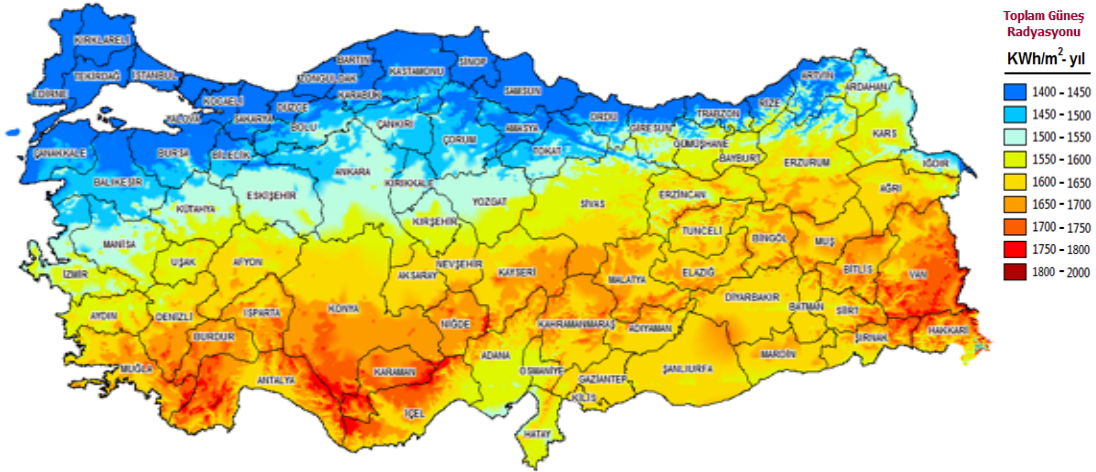
Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı		
BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ(kWh/m ² -yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/yıl)
G.DOĞU ANADOLU	1460	2993
AKDENİZ	1390	2956
DOĞU ANADOLU	1365	2664
İÇ ANADOLU	1314	2628
EGE	1304	2738
MARMARA	1168	2409
KARADENİZ	1120	1971

Tablo 3.2: Türkiye Radyasyon Miktarı Ve Güneşlenme Süresi

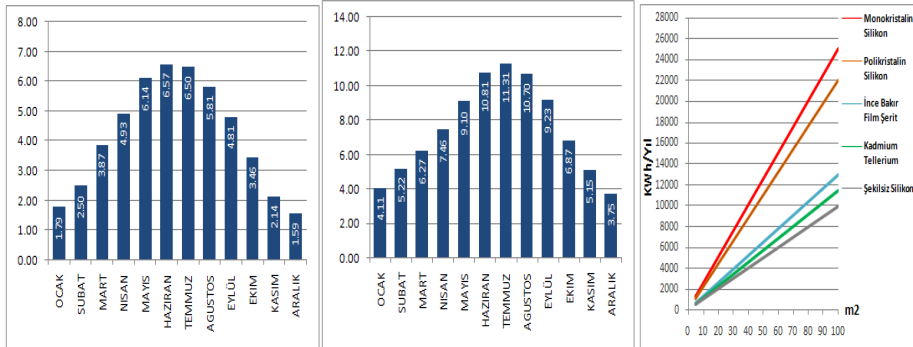
TÜRKİYE İÇİN				
AYLAR	Aylık Toplam Güneş Enerjisi		Güneşlenme Süresi	
	KWh/m ² -gün	KWh/m ² -ay	Saat	Ay
Ocak	1,79	53,70	4,11	123,30
Şubat	2,50	70,00	5,22	146,16
Mart	3,87	119,97	6,27	194,37
Nisan	4,93	147,90	7,46	223,80
Mayıs	6,14	190,34	9,10	282,10
Haziran	6,57	197,10	10,81	324,30
Temmuz	6,50	201,50	11,31	350,61
Ağustos	5,81	180,11	10,70	331,70
Eylül	4,81	144,30	9,23	276,90
Ekim	3,46	107,26	6,87	212,97
Kasım	2,14	64,20	5,15	154,50
Aralık	1,59	49,29	3,75	116,25
Toplam	50,11	1.525,67	89,98	2.736,96
Ortalama	4,18	127,14	7,50	228,08

Tablo 3.3: Fatih İlçesi Radyasyon Ve Güneşlenme Süreleri

FATİH İLÇESİ İÇİN				
AYLAR	Aylık Toplam Güneş Enerjisi		Güneşlenme Süresi	
	KWh/m ² -gün	KWh/m ² -ay	Saat	Ay
Ocak	1,38	41,40	3,40	102,00
Şubat	2,20	61,60	4,30	120,40
Mart	3,11	96,41	5,30	164,30
Nisan	4,38	131,40	6,79	203,70
Mayıs	5,59	173,29	8,61	266,91
Haziran	5,97	179,10	10,21	306,30
Temmuz	5,69	176,39	10,80	334,80
Ağustos	5,20	161,20	9,80	303,80
Eylül	4,10	123,00	7,91	237,30
Ekim	2,79	86,49	5,20	161,20
Kasım	1,60	48,00	3,90	117,00
Aralık	1,20	37,20	3,00	93,00
Toplam	43,21	1.315,48	79,22	2.410,71
Ortalama	3,60	109,62	6,60	200,89



Şekil 3.3: Türkiye Güneş Enerji Atlası [7]

Şekil 3.4: Türkiye Global Radyasyon Miktarı [Kwh/M² -Gün] [7]

Şekil 3.5: Türkiye Güneşlenme Süreleri [Saat] [7]

Şekil 3.6: Türkiye Pv-Tipi-Alan Üretilebilecek Enerji[Kwh-Yıl] [7]

4. AVRASYA GÖSTERİ MERKEZİ İSPARK OTOPARKI İÇİN GES PROJE TASARIMI



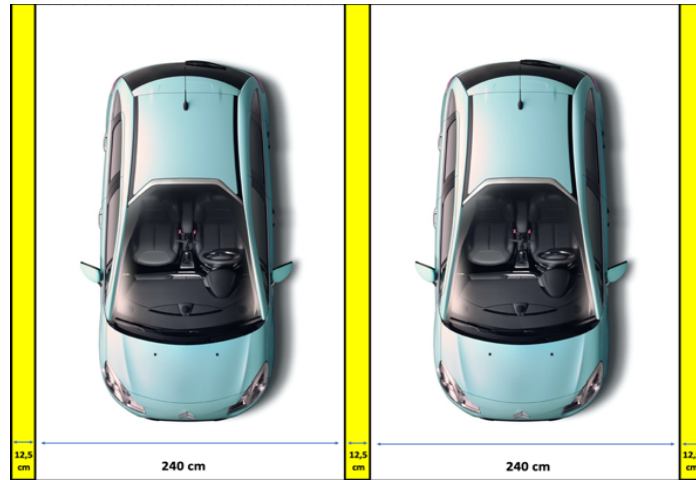
Şekil 4.1: Proje Alanı Ve Çevresi

Güneş enerji santrali uygulamalarında çevresel ve fiziki faktörler çok önemlidir. Bu projede Türkiye’deki ve özelde İstanbul’daki güneş enerji potansiyeli göz önünden bulundurulurken çevre ve fiziki şartları müsait olan, hemen yanında Yenikapı etkinlik alanı, Yenikapı miting alanı ve Avrasya gösteri merkezi bulunan ve İSPARK A.Ş.’ ne ait açık otopark tercih edilmiştir.

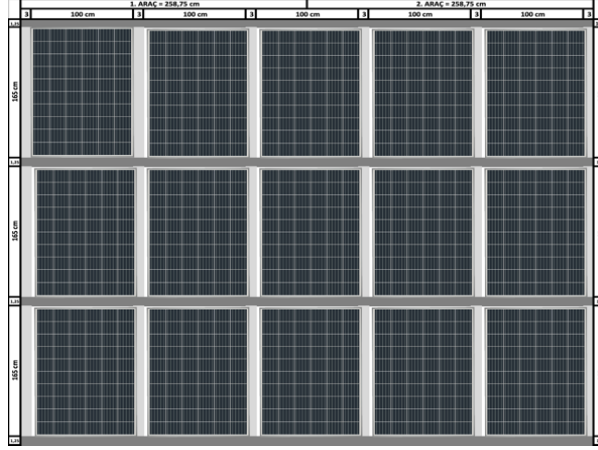
Yenikapı etkinlik alanı ve gösteri merkezi etkinlikleri için aktif kullanılan İspark Açık Otoparkı, yaklaşık 16.500 m² alanında 894 araç kapasitesine sahiptir.

4.1 Güneş Panel Montajı İçin Kullanım Alanı

Tasarlanan projede 1,65 m x 1 m = 1,65 m² ebatlarında 270W 6.703 adet polikristal güneş paneli kullanılarak 894 araç üstü alana çelik konstrüksiyon profiller vasıtasıyla montajı yapılabilecek (5 m x 2,58 m x 894 Araç) 11.565 m² alan mevcuttur. Panel montaj boşlukları çıkarıldığında güneş radyasyonuna maruz kalan net alan 11.060 m²’dir. Şekil 4.2’de 2 araç için park alanı yerleşim planı ve Şekil 4.3’te araç üstü alüminyum profillere güneş paneli yerleşim planı mevcuttur.



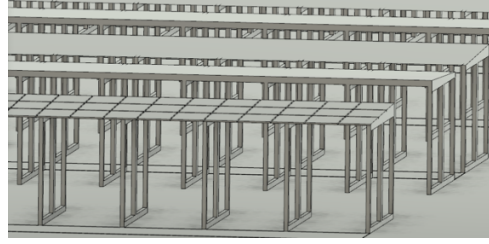
Şekil 4.2: İki Araç İçin Otopark Yerleşim Planı Ölçüleri



Şekil 4.3: İki Araç Üstü Güneş Panel Yerleşim Planı

4.2 Proje Güç Kapasitesi

894 araç üstü alan olan 11.565 m² alana montajı yapılabilecek 6.703 adet 270 W Polikristal güneş paneli ile 6.703 x 270 W = 1.809.810 W yani yaklaşık olarak 1.81 MW Kapasiteli güneş enerji santrali kurulumu imkânı mevcuttur.



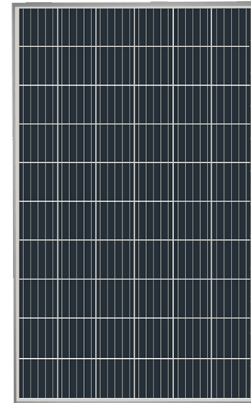
Şekil 4.4: Proje Alanı Araç Üstü Güneş Paneli Montaj Gösterimi

4.3 Güneş Paneli Seçimi

Fotovoltaik paneller güneşten gelen ışığı elektriğe çeviren hücrelerden oluşmaktadır. Piyasada kullanılan Monokristal, Polikristal ve Amorf İnce Film olmak üzere üç tip panel mevcuttur. Bu projede yapılan hesaplamalarda Polikristal güneş panel verileri kullanılmıştır.

Tablo 4.1: Projede Kullanılan Güneş Paneli Verileri

Güneş Paneli Temel-Elektriksel-Mekanik Verileri		
Hücre Tipi	Polikristal	Elektriksel Veriler
Hücre Sayısı	60	
Bypass Diyot Sayısı	3	
Genişlik (mm)	992	Mekanik Veriler
Uzunluk (mm)	1650	
Derinlik (mm)	40	
Çerçeve Genişliği (mm)	11	
Ağırlık (kg)	19	
Güneş Yüzey Alanı (m ²)	1,65	



Tablo 4.2: Projede Kullanılan Güneş Paneli Standart Test Koşulları Özellikleri

Standart Test Koşullarında Akım ve Gerilim Özellikleri	
Tip	JKM270P-60
Voltaj (V)	31,7
Akım (A)	8,52
Güç (W)	270
Verim (%)	16,36%

Maksimum güç noktası, güneş panelinin güç çıkışının en yüksek olduğu seviyedir. Bu noktanın gerilim ve akımı yalnız standart test koşulları olan 25°C panel sıcaklığı ve 1000 W/m² ışınım için geçerlidir ve çekilen maksimum güç $P_m = I_m * V_m$ denklemi ile bulunur.

$$P_m = 8,52 * 31,7 = 270 \text{ W (25°C panel sıcaklığı ve 1000 W/m}^2 \text{ ışınım)}$$

Standart test koşullarında (STK) güneş panel verimliliği için,

$$P_m = \text{Güç Derecesi (STC)} = 1000 \text{ W/m}^2 * \eta \text{ (STC)} * \text{Aktif Güneş Yüzey Alanı}$$

Denklemleri ile bulunabilir.

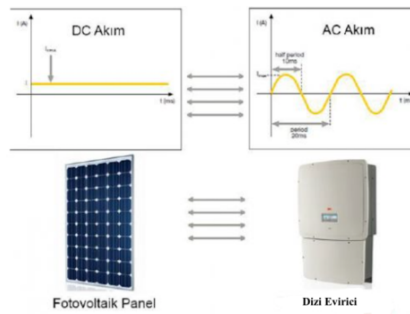
$$\eta = \text{Verim,}$$

$$\text{STC} = \text{Standart Test Koşulları (25°C panel sıcaklığı ve 1000 W/m}^2 \text{ ışınım)}$$

$$\eta = 270 / (1000 * 1.65) = \%16,36 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

4.4 Evirici Seçimi

Güneş enerji santrali eviricileri, panellerden gelen direk (DC) elektrik akımını, alternatif (AC) elektrik akımına çeviren cihazlardır.



Şekil 4.5: Fv Panelde Üretilen Doğru Akımın (DC) Evirici İle Alternatif Akıma (AC) Çevrimi

Güneş enerjisi sistemlerinde kullanılan evirici çeşitlerini şebeke bağlantılı ve şebekeden ayrı olarak ikiye ayırılır. Şebeke bağlantılı eviriciler şebekenin voltaj seviyesi ve frekansına göre enerji beslemesini sisteme vermektelerdir. Buna karşın şebekeden ayrı eviriciler akü grupları ile tüketici arasında güç çevirimini gerçekleştirmektedir.

Şebeke bağlantılı eviriciler uygulama alanlarına göre dizi ve merkezi olarak sınıflandırılabilirler. Evirici seçiminde birçok parametre değerlendirilmek durumundadır.

Burada 3 temel seçim kriteri öne çıkmaktadır;

1. Kurulacak fotovoltaik sistemin gücü
2. Kurulum yüzeyinin durumu
3. Fotovoltaik sistemin hangi bölgede kurulduğu

Bu projede, 15 ayrı güneş enerji panel bölmesi olması, her birinin birbirinden bağımsız olması, herhangi bir arıza nedeniyle tüm sistemin hata vermesinin önlenmesi sebebiyle dizi evirici kullanımı yapılmıştır.

4.5 Mevcut Otopark Alanı ve Proje Varsayımları Hakkında

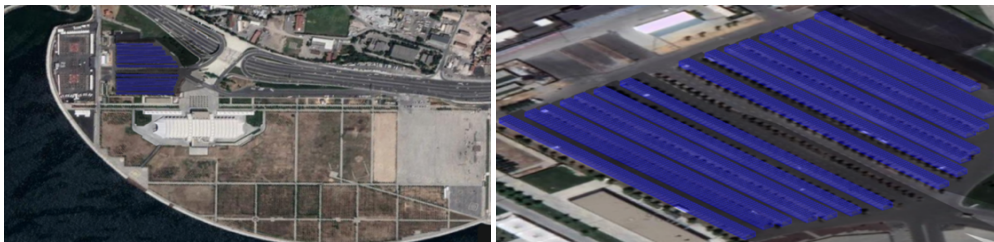
Avrasya Gösteri Merkezi İSPARK Otopark'ının mevcut yerinde araç park yerleri arasına bölme oluşturması için peyzaj çalışması ve ağaç dikimi önceden yapılmıştır. HelioScope yazılımında yapacağımız 2 simülasyon modeliyle önce ağaç faktörünü yok sayarak herhangi bir gölgeleme durumunu olmaksızın bir çalışma yapıp neticelerine, ardından da ağaçları ve gölgeleme faktörünü de ele alıp sonuçlarını birbiriyle kıyaslayacağız.



Şekil 4.6: Mevcut Otopark

Proje kapsamında yapılan finansal analizler Dolar (\$) bazlı olup, dolar kurunun 5,30 TL/\$ olduğu esas alınmıştır. Dolar bazlı finansal analizin temel sebebi, projede kullanılan malzeme ve ekipmanların satışının dolar bazlı olmasıdır. *Proje süresince devalüasyon ve enflasyon düzeylerinin yaklaşık olarak eşit oranda yükseleceği, dolayısıyla Dolar bazında işçilik ve malzeme maliyetlerinde dikkate değer bir değişiklik yaşanmayacağı varsayılmış olup finansal analizlerin tümü Dolar'a göre gerçekleştirilmiştir.* Ekonomik analiz içinde elektrik satış gelirlerinin hesaplanmasında 08.01.2011 tarih 27809 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerji Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun Esas alınmıştır. [8] Bu kapsamda her iki modelden üretilen enerjinin satış bedeli 13,3 \$-cent/kWh olarak kabul edilmiştir.

5.GÖLGESİZ MODEL



Şekil 5.1: Gölgesiz Model Simülasyonu

5.1 Gölgesiz Model Raporu

Tablo 5.1 Sistem Çıktıları, Aylık Üretim Ve Sistem Kayıp Kaynakları

RAPOR		SİSTEM ÇIKTILARI		PROJE YERİ
Proje Adı	Avrasya Gösteri Merkezi Otoparkı	Tasarım	Gölgesiz Model	
Proje Açıklaması	Güneş Enerji Santrali	Kapasite	1,81 MW	
Proje Adresi	Yenikapı/FATİH	Yıllık Üretim	2,291 GWh	
Tasarımı Yapan	Mehmet Emin ACAR	Evirici Kapasitesi	1.5 MW (Yük Oranı 1.21)	
		Performans Oranı	79,60%	
GÖLGESİZ MODEL ENERJİ ÜRETİMİ		kWh/kWp	1,265.8	
AYLAR	kWh/Ay	Hava Durumu	İstanbul/Türkiye	
OCAK	75.486,8			
ŞUBAT	98.316,1			
MART	177.230,0			
NİSAN	222.328,1			
MAYIS	292.591,9			
HAZİRAN	308.805,7			
TEMMUZ	320.269,9			
AĞUSTOS	284.575,3			
EYLÜL	207.856,4			
EKİM	145.008,9			
KASIM	93.397,8			
ARALIK	64.978,0			
				SİSTEM KAYIP KAYNAKLARI
		AC Sistem	0,70%	
		Eviriciler	1,50%	
		Kablolama	0,40%	
		Uygunsuz Montaj	3,10%	
		Sıcaklık	9,70%	
		Işınlama	0,80%	
		Kirlenme	2%	
		Yansımaya	4,10%	

Tablo 5.2: Yıllık Üretim, Proje Durum Seti

YILLIK ÜRETİM				DURUM SETİ	
	Açıklama	Çıktı	% Düşme Miktarı	Açıklama	Set 1
Işınlama (kWh/m ²)	Yıllık Küresel Yatay Işınlama	1.568,0		Hava Durumu Veri Kümesi	İstanbul, Türkiye
	Yansımadan Sonra Işınlama	1.591,0	4,10%	Kirlenme (%2)	Her Ay İçin
	Kirlenmeden Sonra Işınlama	1.495,9	-2%		2
	Toplam Kollektör Işınlama	1.495,9	0,00%	Işınlama Varyansı	5%
Enerji (kWh)	Tabela	2.708.169,1		Hücre Sıcaklık Yayılması	4°C
	Işınlama Seviyelerinde Çıkış	2.686.840,6	-0,80%	Modül Aralığı	%-2,5 - %2,5
	Hücre Sıcaklığı Çıkışı	2.424.990,0	-9,70%	AC Sistem Veri	%0.50
	Eşleşmeden Sonra Çıkış	2.350.386,7	3,10%	Modül Karakterizasyonu	JKM270P (Jinko Solar)
	En Uygun DC Çıkışı	2.341.878,4	-0,40%	Bileşen Karakterizasyonu	GW60K-MT (GoodWe)
	Evirici Çıkışı	2.306.750,0	-1,50%		
	Enerji Çıkışı	2.290.840,0	-0,70%		
Sıcaklık Bilgileri					
Ort. Çalışma Sıcaklığı			17.8°C		
Ort. İşletim Hücresi Sıcaklığı			35.1°C		

Tablo 5.3: Gölgesiz Model Bileşenler

Bileşenler			
Bileşen	İsim	Adet	Toplam Miktar
Eviriciler	GW60KW-MT (GoodWe)	25	1.5 MW
AC Kablolama	1/0 AWG (Alüminyum)	25	5365,5 m
Bakır Kablo	10 AWG (Bakır)	300	24298,9 m
Güneş Paneli	Jinko Solar, JKM270P(270W)	6703	1.81 MW

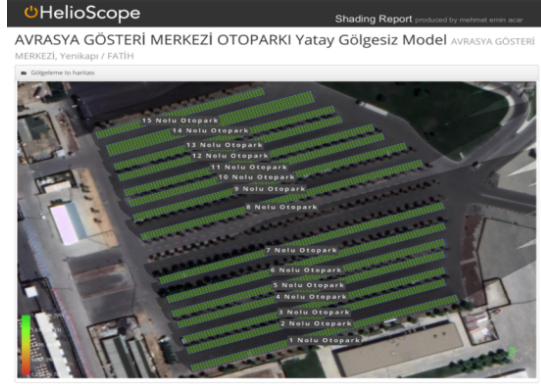
Tablo 5.3'te görüldüğü üzere;

-6703 adet (JKM270P) 270 W Güneş Paneli,

-25 adet 60 KW-MT Evirici,

-10 AWG 24.299 m bakır kablo

-1/0 AWG 5365,5 m alüminyum kablo kullanılmıştır.



Şekil 5.2: Gölgesiz Model Gölgeleme Isı Haritası

Tablo 5.4: Otopark Bölmelerine Göre Güneş Erişimi

Otopark Bölmelerine Göre Gölgeleme							
Açıklama	Eğim	Azimet Açısı	Güneş Panel Miktarı (Adet)	Tabela	Gölgeli Işınlama	AC Enerjisi	Güneş Erişimi
1 Nolu Otopark	2°	162°	460	124,2 kWp	1591.0 kWh/m2	157,2 MWh	100%
2 Nolu Otopark	2°	162°	445	120,2 kWp	1591.0 kWh/m2	152,1 MWh	100%
3 Nolu Otopark	2°	162°	450	121,5 kWp	1591.0 kWh/m2	153,8 MWh	100%
4 Nolu Otopark	2°	162°	460	124,2 kWp	1591.0 kWh/m2	157,2 MWh	100%
5 Nolu Otopark	2°	162°	470	126,9 kWp	1591.0 kWh/m2	160,6 MWh	100%
6 Nolu Otopark	2°	162°	480	129,6 kWp	1591.0 kWh/m2	164 MWh	100%
7 Nolu Otopark	2°	162°	490	132,3 kWp	1591.0 kWh/m2	167,5 MWh	100%
8 Nolu Otopark	2°	162°	485	131 kWp	1591.0 kWh/m2	165,8 MWh	100%
9 Nolu Otopark	2°	162°	470	126,9 kWp	1591.0 kWh/m2	160,6 MWh	100%
10 Nolu Otopark	2°	162°	440	118,8 kWp	1591.0 kWh/m2	150,4 MWh	100%
11 Nolu Otopark	2°	162°	430	116,1 kWp	1591.0 kWh/m2	147 MWh	100%
12 Nolu Otopark	2°	162°	385	104 kWp	1591.0 kWh/m2	131,6 MWh	100%
13 Nolu Otopark	2°	162°	380	102,6 kWp	1591.0 kWh/m2	129,9 MWh	100%
14 Nolu Otopark	2°	162°	568	153,4 kWp	1591.0 kWh/m2	194,1 MWh	100%
15 Nolu Otopark	2°	162°	290	78,3 kWp	1591.0 kWh/m2	99,1 MWh	100%
Toplam			6703			2,29 GWh	

5.2 Gölgesiz Model Amortisman Süresi Fizibilite Hesabı

Tablo 5.6: Malzeme, İşçilik Ve Diğer Maliyetler

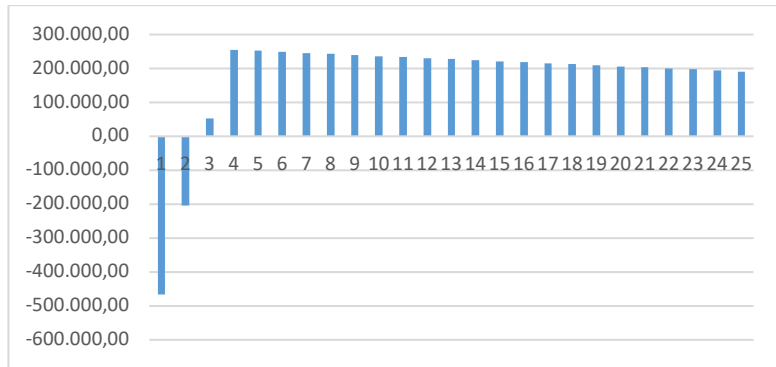
Yatırımın Maliyeti	Miktar	Birim Fiyat	Toplam Fiyat	Birim
Güneş Paneli				
60 Modül Polikristal 270 W 100 X 165 cm Panel	1.810	280	506.800	\$
Eviriciler				
60 kW- AC (200-850 V Trafosuz)	1.500	55	82.500	\$
Çelik Konstrüksiyon				
Malzeme	1.810	55	99.550	\$
İşçilik	1.810	15	27.150	\$
1810 kW GES için Diğer Giderler Maliyeti				
Çift Yönlü Sayaç	1	300	300	\$
Güneş Panelleri için Kablo Kanalı Maliyeti	2.500	4	9.375	\$
Solar Kablo (Fotovoltaik Kablo) Maliyeti	25.000	1	12.500	\$
Paratoner (Yıldırımdan Koruma) Maliyeti	3	850	2.550	\$
Enerji Nakil Hattı ve Trafo Tesisi Maliyeti	1	25.000	25.000	\$
Yaklaşık Nakliye Maliyeti	1	3.000	3.000	\$
İşçilik, SSK Primleri, Yemek ve Konaklama Maliyetleri	10	2.500	25.000	\$
Gözden kaçan giderler	1	2.500	2.500	\$
Proje Bedeli	1	3.500	3.500	\$
Proje Onay	1	1.500	1.500	\$
Ağaç Taşıma	400	25	10.000	\$
			95.225	\$

Tablo 5.7: Gölgesiz Model Toplam Maliyet

TERCİH EDİLEN ÜRÜNLER VE TOPLAM MALİYETİ		
60 Modül Polikristalin 270 W 100 cm x 165 cm Panel	506.800	\$
60 kW- AC (200-850 V, Trafosuz)	82.500	\$
Çelik Konstrüksiyon	126.700	\$
Diğer Giderler	95.225	\$
	811.225	\$

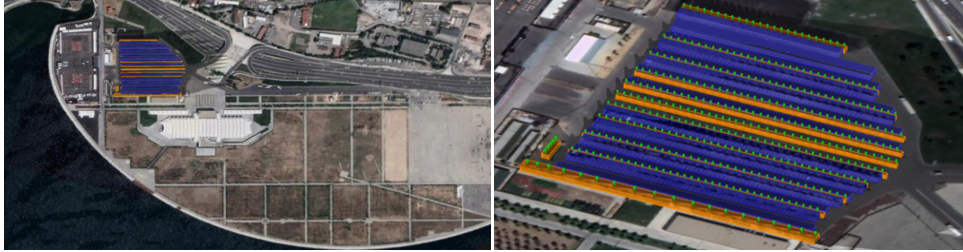
Tablo 5.8: Gölgesiz Model Amortisman Süresi Hesabı

GÖLGESİZ MODEL AMORTİSMAN SÜRESİ ve YAKLAŞIK GELİR HESABI								
Yıl	Güneş Paneli Verim Kaybı	Güneş Panel Verim Kaybı	Enerji Üretimi kWh/yıl	Elektrik Satış Fiyatı S-Cent /kWh	Yıllık Gelir S	Yatırım Bedeli S	Yıllık Gider S (Yatırım Bedelinin %5'i)	Yatırımın Geri Dönüşü S
1	100%	100%	2.290.844,90	0,133	304.682,37	-811.225,00	-40.561,00	-465.981,63
2		0,99	2.267.936,45	0,133	301.635,55		-40.561,00	-204.907,08
3		0,98	2.245.028,00	0,133	298.588,72		-40.561,00	53.120,64
4		0,97	2.222.119,55	0,133	295.541,90		-40.561,00	254.980,90
5		0,96	2.199.211,10	0,133	292.495,08		-40.561,00	251.934,08
6		0,95	2.176.302,66	0,133	289.448,25		-40.561,00	248.887,25
7		0,94	2.153.394,21	0,133	286.401,43		-40.561,00	245.840,43
8		0,93	2.130.485,76	0,133	283.354,61		-40.561,00	242.793,61
9		0,92	2.107.577,31	0,133	280.307,78		-40.561,00	239.746,78
10		0,91	2.084.668,86	0,133	277.260,96		-40.561,00	236.699,96
11	90%	0,9	2.061.760,41	0,133	274.214,13		-40.561,00	233.653,13
12		0,89	2.038.851,96	0,133	271.167,31		-40.561,00	230.606,31
13		0,88	2.015.943,51	0,133	268.120,49		-40.561,00	227.559,49
14		0,87	1.993.035,06	0,133	265.073,66		-40.561,00	224.512,66
15		0,86	1.970.126,61	0,133	262.026,84		-40.561,00	221.465,84
16		0,85	1.947.218,17	0,133	258.980,02		-40.561,00	218.419,02
17		0,84	1.924.309,72	0,133	255.933,19		-40.561,00	215.372,19
18		0,83	1.901.401,27	0,133	252.886,37		-40.561,00	212.325,37
19		0,82	1.878.492,82	0,133	249.839,54		-40.561,00	209.278,54
20		0,81	1.855.584,37	0,133	246.792,72		-40.561,00	206.231,72
21		0,8	1.832.675,92	0,133	243.745,90		-40.561,00	203.184,90
22		0,79	1.809.767,47	0,133	240.699,07		-40.561,00	200.138,07
23		0,78	1.786.859,02	0,133	237.652,25		-40.561,00	197.091,25
24		0,77	1.763.950,57	0,133	234.605,43		-40.561,00	194.044,43
25	80%	0,76	1.741.042,12	0,133	231.558,60		-40.561,00	190.997,60
25 Yıl İçinde Amortisman Bedeli Hariç Toplam Yaklaşık Gelir ==>>>								4.905.763,53

**Şekil 5.3: Gölgesiz Model Amortisman Grafiği**

1.81 MW kapasiteli yıllık yaklaşık olarak 2.291 GWh elektrik üretim potansiyeline sahip gölgesiz model simülasyonu yaklaşık 811.225 \$ yatırım ile 3 yıl süre içerisinde kendisini amorti ederken 10. yıla kadar 1.7748.003,65 \$, bu süreden sonra devlet alım teşvikini sürdürse 25. yıl sonunda 4.905.763,53 \$ kazanç sağlayabilir.

6. GÖLGELİ MODEL/AĞAÇ GÖLGE ETKİSİ



Şekil 6.1: Gölge Model (Ağaç Etkisi) Güneş Enerji Santrali Uygulaması

6.1 Gölge Model (Ağaç Etkisi) Raporu

Tablo 6.1: Sistem Metrikleri, Aylık Üretim Ve Sistem Kayıpları

RAPOR		SİSTEM ÇIKTILARI		PROJE YERİ
Proje Adı	Avrasya Gösteri Merkezi Otoparkı	Tasarım	Gölge Model	
Proje Açıklaması	Güneş Enerji Santrali	Kapasite	531,07 MW	
Proje Adresi	Yenikapı/FATİH	Yıllık Üretim	665 MWh	
Tasarımı Yapan	Mehmet Emin ACAR	Evirici Kapasitesi	480 kW (Yük Oranı 1.1)	
		Performans Oranı	78,70%	
GÖLGELİ MODEL ENERJİ ÜRETİMİ		kWh/kWp	1,252.1	
AYLAR	kWh/Ay	Hava Durumu	İstanbul/Türkiye	
OCAK	21.843,8			
ŞUBAT	28.441,1			
MART	51.364,6			
NİSAN	64.509,6			
MAYIS	84.914,5			
HAZİRAN	89.652,4			
TEMMUZ	93.080,3			
AĞUSTOS	82.832,2			
EYLÜL	60.398,0			
EKİM	42.105,2			
KASIM	27.061,7			
ARALIK	18.798,4			
				SİSTEM KAYIP KAYNAKLARI
				Gölgeleme
		AC Sistem	0,80%	
		Eviriciler	1,50%	
		Kablolama	0,40%	
		Uygunsuz Montaj	3,10%	
		Sıcaklık	9,70%	
		Işınlama	0,80%	
		Kirlenme	2%	
		Yansıma	3,90%	

1.81 MW'tan gölge faktörünün etkisi ile **531,1 kW** kapasiteye düşen gölgeli model şekilde gösterilen sistem kayıpları ve gölgenin de etkisi ile **yaklaşık %70** oranında düşüş yaşayarak yıllık **665 MWh** elektrik üretimi yapabilmektedir.

Tablo 6.2: Yıllık Üretim Proje Durum Seti

YILLIK ÜRETİM				DURUM SETİ	
	Açıklama	Çıktı	% Düşme Miktarı	Açıklama	Set 1
Işınlama (kWh/m ²)	Yıllık Küresel Yatay Işınlama	1.568,0		Hava Durumu Veri Kümesi	İstanbul, Türkiye
	Yansımadan Sonra Işınlama	1.513,0	-3,90%	Kirlenme (%2)	Her Ay İçin
	Kirlenmeden Sonra Işınlama	1.482,7	-2%		2
	Toplam Kollektör Işınlama	1.482,7	0,00%	Işınlama Varyansı	5%
Enerji (kWh)	Tabela	787.716,2		Hücre Sıcaklık Yayılması	4°C
	Işınlama Seviyelerinde Çıkış	781.396,9	-0,80%	Modül Aralığı	%-2,5 - %2,5
	Hücre Sıcaklığı Çıkışı	705.626,9	-9,70%	AC Sistem Veri	%0.50
	Eşleşmeden Sonra Çıkış	683.502,8	-3,10%	Modül Karakterizasyonu	JKM270P (Jinko Solar)
	En Uygun DC Çıkışı	680.850,3	-0,40%	Bileşen Karakterizasyonu	GW60K-MT (GoodWe)
	Evirici Çıkışı	670.637,0	-1,50%		
	Enerji Çıkışı	665.002,0	-0,80%		
Sıcaklık Bilgileri					
Ort. Çalışma Sıcaklığı			17.8°C		
Ort. İşletim Hücresi Sıcaklığı			35.1°C		

Tablo 6.3: Gölgesiz Model Bileşenleri

Bileşenler			
Bileşen	İsim	Adet	Toplam Miktar
Eviriciler	GW60KW-MT (GoodWe)	8	480 kW
AC Kablolama	1/0 AWG (Alüminyum)	8	2284,0 m
Bakır Kablo	10 AWG (Bakır)	88	7886,3 m
Güneş Paneli	Jinko Solar, JKM270P(270W)	1967	531,07 kW

Tablo 6.3' te görüldüğü üzere projede gölge etkisi ile yaklaşık %70 düşüş yaşanarak,

-1967 adet (JKM270P)270 W Güneş Paneli,

-8 adet 60 KW-MT Evirici,

-10 AWG 7.886 m bakır kablo,

-1/0 AWG 2.284 m alüminyum kablo kullanılmıştır.

Tablo 6.4: Gölge Model Elektrik Üretimi

GÖLGELİ MODEL (AĞAÇ ETKİSİ) AYLIK ÜRETİM	
AYLAR	Enerji Üretimi kWh/Ay
OCAK	21.843,80
ŞUBAT	28.441,10
MART	51.364,60
NİSAN	64.509,60
MAYIS	84.914,50
HAZİRAN	89.652,40
TEMMUZ	93.080,30
AĞUSTOS	82.832,20
EYLÜL	60.398,00
EKİM	42.105,20
KASIM	27.061,70
ARALIK	18.798,40
Toplam	665.001,80

**Şekil 6.2:** Gölge Model Isı Haritası

Tablo 6.5: Gölgenin Etkisi İle Enerji Üretimi Düşen Otopark Bölmeleri

Otopark Bölmelerine Göre Gölgeleme							
Açıklama	Eğim	Azimet Açısı	Güneş Panel Miktarı (Adet)	Tabela	Gölgeli Işınlama	AC Enerjisi	Güneş Erişimi
1 Nolu Otopark	2°	162°	1	270 Wp	1587.0 kWh/m2	342,9 kWh	100%
2 Nolu Otopark	2°	162°	290	78,3 kWp	1565.9 kWh/m2	97,7 MWh	99%
3 Nolu Otopark	0	0	0	0	0	0	0%
4 Nolu Otopark	2°	162°	150	40,5 kWp	1565.9 kWh/m2	50,3 MWh	98%
5 Nolu Otopark	0	0	0	0	0	0	0%
6 Nolu Otopark	2°	162°	267	72,1 kWp	1561.7 kWh/m2	89,2 MWh	98%
7 Nolu Otopark	2°	162°	60	16,2 kWp	1559.7 kWh/m2	20 MWh	98%
8 Nolu Otopark	0	0	0	0	0	0	0%
9 Nolu Otopark	0	0	0	0	0	0	0%
10 Nolu Otopark	2°	162°	246	66,4 kWp	1564.0 kWh/m2	82,3 MWh	89%
11 Nolu Otopark	0	0	0	0	0	0	0%
12 Nolu Otopark	2°	162°	232	62,6 kWp	1566.9 kWh/m2	77,9 MWh	89%
13 Nolu Otopark	0	0	0	0	0	0	0%
14 Nolu Otopark	2°	162°	431	116,4 kWp	1590.7 kWh/m2	148,2 MWh	90%
15 Nolu Otopark	2°	162°	290	78,3 kWp	1584.3 kWh/m2	99,1 MWh	90%
Toplam			1967			665 kWh	

Tablo 6.5’de otopark bölümlerindeki mevcut güç kapasitesi ve projenin toplam güç kapasitesi görülebiliyor. Ağaç gölgelerinin etkisi ile 3, 5, 8, 9, 11, 13 no.lu otopark bölmelerinde enerji üretimi yapılamamaktadır.

6.2 Gölge Model (Ağaç Etkisi) Amortisman Süresi Fizibilite Hesabı**Tablo 6.7: Malzeme İşçilik Ve Diğer Maliyetler**

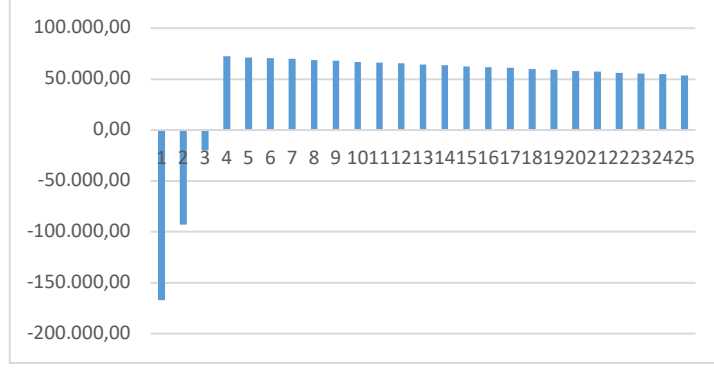
Yatırımın Maliyeti	Miktar	Birim Fiyat	Toplam Fiyat	Birim
Güneş Paneli				
60 Modül Polikristal 270 W 100 cm X 165 cm Panel	531	280	148.708	\$
Evirici				
60 kW-AC (200-850 V Trafosuz)	480	55	26.400	\$
Çelik Konstrüksiyon				
Malzeme	531	55	29.211	\$
İşçilik	531	15	7.967	\$
531,07 kW GES için Diğer Giderler Maliyeti				
Çift Yönlü Sayaç	1	300	300	\$
Güneş Panelleri için Kablo Kanalı Maliyeti	1.500	4	5.625	\$
Solar Kablo (Fotovoltaik Kablo) Maliyeti	8.000	1	4.000	\$
Paratoner (Yıldırımdan Koruma) Maliyeti	1	850	850	\$
Enerji Nakil Hattı ve Trafo Tesisi Maliyeti	1	25.000	25.000	\$
Yaklaşık Nakliye Maliyeti.	1	3.000	3.000	\$
İşçilik, SSK Primleri, Yemek ve Konaklama Maliyetleri	5	2.500	12.500	\$
Gözden kaçan giderler	1	1.500	1.500	\$
Proje Bedeli	1	2.500	2.500	\$
Proje Onay	1	1.500	1.500	\$
			56.775	\$

Tablo 6.8: Gölge Model Toplam Maliyet

TERCİH EDİLEN ÜRÜNLER VE TOPLAM MALİYETİ		
60 Modül Polikristalin 270 W 100 cm x 165 cm Panel	148.708	\$
60 kW-AC (200-850 V, Trafosuz)	26.400	\$
Çelik Konstrüksiyon	37.177	\$
Diğer Giderler	56.775	\$
	269.060	\$

Tablo 6.9: Gölge Model Amortisman Süresi Hesabı

GÖLGELİ MODEL AMORTİSMAN SÜRESİ ve YAKLAŞIK GELİR HESABI								
Yıl	Güneş Paneli Verim Kaybı	Güneş Panel Verim Kaybı	Enerji Üretimi kWh/yıl	Elektrik Satış Fiyatı S-Cent /kWh	Yıllık Gelir S	Yatırım Bedeli S	Yıllık Gider S (Yatırım Bedelinin %5'i)	Yatırımın Geri Dönüşü S
1	100%	100%	665.001,80	0,133	88.445,24	-269.060,00	-13.453,00	-167.161,76
2		0,99	658.351,78	0,133	87.560,79		-13.453,00	-93.053,97
3		0,98	651.701,76	0,133	86.676,33		-13.453,00	-19.830,64
4		0,97	645.051,75	0,133	85.791,88		-13.453,00	72.338,88
5		0,96	638.401,73	0,133	84.907,43		-13.453,00	71.454,43
6		0,95	631.751,71	0,133	84.022,98		-13.453,00	70.569,98
7		0,94	625.101,69	0,133	83.138,53		-13.453,00	69.685,53
8		0,93	618.451,67	0,133	82.254,07		-13.453,00	68.801,07
9		0,92	611.801,66	0,133	81.369,62		-13.453,00	67.916,62
10		0,91	605.151,64	0,133	80.485,17		-13.453,00	67.032,17
11	90%	0,9	598.501,62	0,133	79.600,72		-13.453,00	66.147,72
12		0,89	591.851,60	0,133	78.716,26		-13.453,00	65.263,26
13		0,88	585.201,58	0,133	77.831,81		-13.453,00	64.378,81
14		0,87	578.551,57	0,133	76.947,36		-13.453,00	63.494,36
15		0,86	571.901,55	0,133	76.062,91		-13.453,00	62.609,91
16		0,85	565.251,53	0,133	75.178,45		-13.453,00	61.725,45
17		0,84	558.601,51	0,133	74.294,00		-13.453,00	60.841,00
18		0,83	551.951,49	0,133	73.409,55		-13.453,00	59.956,55
19		0,82	545.301,48	0,133	72.525,10		-13.453,00	59.072,10
20		0,81	538.651,46	0,133	71.640,64		-13.453,00	58.187,64
21		0,8	532.001,44	0,133	70.756,19		-13.453,00	57.303,19
22		0,79	525.351,42	0,133	69.871,74		-13.453,00	56.418,74
23		0,78	518.701,40	0,133	68.987,29		-13.453,00	55.534,29
24		0,77	512.051,39	0,133	68.102,83		-13.453,00	54.649,83
25	80%	0,76	505.401,37	0,133	67.218,38		-13.453,00	53.765,38
25 Yıl İçinde Amortisman Bedeli Hariç Toplam Yaklaşık Gelir ==>>>								1.387.146,91



Şekil 6.3: Gölge Model Amortisman Grafiği

Mevcut alandaki ağaçların etkisiyle **531,07 kW** kapasiteli yıllık yaklaşık olarak **665 kWh** elektrik üretim potansiyeline sahip gölge model simülasyonu yaklaşık **269.060 \$** yatırım ile **4 yıl** süre içerisinde kendisini amorti ederken 10. yıla kadar **487.798,68 \$**, bu süreden sonra devlet alım teşvikini sürdürse 25. yıl sonunda **899.347,23 \$** kazanç sağlayabilir.

7.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tablo 7.1: Panel Verimine Göre Gepa Ve Model Kıyaslaması

AYLAR	GÜNEŞ PANELİ TOPLAM MONTAJ ALANI	GEPAYA GÖRE FATİH İLÇESİ RADYASYOM DEĞERLERİ	270 W GÜNEŞ PANELİ VERİMİ	GEPAYA GÖRE AYLIK ÜRETİM	GÖLGESİZ MODEL ENERJİ ÜRETİMİ
	m2	kWh/m2-Ay	%	kWh/Ay	kWh/Ay
OCAK	11.060,0	41,4	16,36%	74.909,8	75.486,8
ŞUBAT	11.060,0	66,0	16,36%	119.421,5	98.316,1
MART	11.060,0	93,3	16,36%	168.818,5	177.230,0
NİSAN	11.060,0	131,4	16,36%	237.757,3	222.328,1
MAYIS	11.060,0	167,7	16,36%	303.439,1	292.591,9
HAZİRAN	11.060,0	179,1	16,36%	324.066,4	308.805,7
TEMMUZ	11.060,0	170,7	16,36%	308.867,3	320.269,9
AĞUSTOS	11.060,0	156,0	16,36%	282.268,9	284.575,3
EYLÜL	11.060,0	123,0	16,36%	222.558,2	207.856,4
EKİM	11.060,0	83,7	16,36%	151.448,1	145.008,9
KASIM	11.060,0	48,0	16,36%	86.852,0	93.397,8
ARALIK	11.060,0	36,0	16,36%	65.139,0	64.978,0
				2.345.546,0	2.290.844,9

AYLAR	GÜNEŞ PANELİ TOPLAM MONTAJ ALANI	GEPAYA GÖRE FATİH İLÇESİ RADYASYOM DEĞERLERİ	270 W GÜNEŞ PANELİ VERİMİ	GEPAYA GÖRE AYLIK ÜRETİM	GÖLGELİ MODEL ENERJİ ÜRETİMİ
	m2	kWh/m2-Ay	%	kWh/Ay	kWh/Ay
OCAK	3.245,0	41,4	16,36%	21.978,5	21.843,8
ŞUBAT	3.245,0	66,0	16,36%	35.038,2	28.441,1
MART	3.245,0	93,3	16,36%	49.531,3	51.364,6
NİSAN	3.245,0	131,4	16,36%	69.757,9	64.509,6
MAYIS	3.245,0	167,7	16,36%	89.028,9	84.914,5

HAZİRAN	3.245,0	179,1	16,36%	95.081,0	89.652,4
TEMMUZ	3.245,0	170,7	16,36%	90.621,6	93.080,3
AĞUSTOS	3.245,0	156,0	16,36%	82.817,6	82.832,2
EYLÜL	3.245,0	123,0	16,36%	65.298,5	60.398,0
EKİM	3.245,0	83,7	16,36%	44.434,8	42.105,2
KASIM	3.245,0	48,0	16,36%	25.482,3	27.061,7
ARALIK	3.245,0	36,0	16,36%	19.111,8	18.798,4
				688.182,3	665.001,8

Tablo 7.1 de görüldüğü üzere Türkiye Güneş Enerji Potansiyeli Atlası (GEPA) ile HelioScope yazılımında yapılan gölgeli ve gölgesiz modele ait veriler ile toplam enerji üretim miktarları kıyaslandığında gölgesiz model %2,3, gölgeli modelde %3,3 oranında bir sapma olduğu görülebilir.

Tablo 7.2: Gölge ve Gölgesiz Model Bileşen Karşılaştırması

Bileşenler (Gölgesiz Model)			
Bileşen	İsim	Adet	Toplam Miktar
Evriciler	GW60KW-MT	25	1.5 MW
AC Kablolama	1/0 AWG (Alüminyum)	25	5365,5 m
Bakır Kablo	10 AWG (Bakır)	300	24298,9 m
Güneş Paneli	JKM270P(270W)	6703	1.81 MW

Bileşenler (Gölge Model)			
Bileşen	İsim	Adet	Toplam Miktar
Evriciler	GW60KW-MT	8	480 kW
AC Kablolama	1/0 AWG (Alüminyum)	8	2284,0 m
Bakır Kablo	10 AWG (Bakır)	88	7886,3 m
Güneş Paneli	JKM270P(270W)	1967	531,07 kW

Tablo 7.3: İki Model Karşılaştırması

1.81 MW GES PROJESİ (Gölgesiz Model)	
Proje Uygulama Yeri:	İstanbul Avrasya Gösteri Merkezi Açık Otoparkı
Proje Uygulama Alanı:	16 500 m ²
Kurulu Gücü:	1.81 MW
Yıllık Tahmini Elektrik Üretimi:	2.291 GWh
Yatırım Maliyeti:	811.225 \$
Yaklaşık Yıllık Geliri:	310.000 \$
Amortisman Süresi:	3 Yıl

531,07 kW GES PROJESİ (Gölgeli Model)	
Proje Uygulama Yeri:	İstanbul Avrasya Gösteri Merkezi Açık Otoparkı
Proje Uygulama Alanı:	16.500 m ²
Kurulu Gücü:	531,07 kW
Yıllık Tahmini Elektrik Üretimi:	665 MWh
Yatırım Maliyeti:	269.060 \$
Yaklaşık Yıllık Geliri:	90.000 \$
Amortisman Süresi:	4

HelioScope yazılımında tasarlanan iki farklı model için çıkan sonuçlara göre; gölgesiz modelde yıllık 2.291 GWh elektrik üretebilirken, gölgeli modelde mevcut alandaki ağaçların etkisi ile %70 oranında potansiyel kapasite düşerek 665 kWh elektrik üretimi yapılabilmektedir. Yatırım maliyetlerinin amorti süresinde 1 yıl oynamaktadır.

Yetkililerden alınan son bilgilere göre Avrasya Gösteri Merkezi'nin yıllık 1.000.000 *¹ kWh elektrik tüketimi oluyor. Aynı alanda bulunan Yenikapı etkinlik alanında da yılın değişik zamanlarında ciddi elektrik tüketimi olan etkinlikler yapılıyor. Dahası Yenikapı miting alanı aydınlatmaları, mesire alanı aydınlatmaları, İSPARK otopark alanı aydınlatmaları ve güvenlik kameraları için elektrik ihtiyacını da göz önünde bulundurursak bölgenin yıllık yaklaşık 1.500.000 *² kWh Elektrik tüketimi mevcuttur.

Sonuç olarak gölgesiz modelin hem elektrik üretim kapasitesi olarak gerek şebekeye direk aktarma gerekse de Avrasya Gösteri Merkezi ve çevresindeki bölge için elektrik tüketim değerlerinin yanı sıra yıllık yaklaşık 791 kWh fazla enerji üretebileceği göz önüne alındığında mevcut otopark alanındaki yaklaşık 400 ağacın, hemen yakında bulunan mesire alanına yapılacak transfer ile mevcut alanın potansiyelinin maksimum seviyede kullanılmasını ve elektrik ihtiyacının temiz yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden elde edilmesini önerilmektedir.

8.KAYNAKÇA

- [1] "Türkiye Elektrik Üretimi", <https://www.enerji.gov.tr/tr-tr/sayfalar/elektrik> (Erişim Tarihi 15 Eylül, 2018)
- [2] "Türkiye Güneş Enerji Potansiyel Atlası", <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/> (Erişim Tarihi 9 Ekim, 2018)
- [3] "2018 Yılı Yenilenebilir Enerji Küresel Durum Raporu" <http://www.ren21.net/gsr-2018/> (Erişim Tarihi 20 Ekim, 2018)
- [4] "Türkiye Elektrik Kurulu Güç Verileri", <https://www.teias.gov.tr/tr/i-kurulu-guc> (Erişim Tarihi 23 Ekim 2018)
- [5] "Türkiye Güneş Enerji Potansiyeli", <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> (Erişim Tarihi 10 Eylül 2018)
- [6] Kumbur H. , Özer Z. , Özsoy H.D. , Avcı E.D. "Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması", http://www.emo.org.tr/ekler/3f445b0ff5a783e_ek.pdf (Erişim Tarihi 25 Ekim 2018)

*¹Resmi doküman paylaşımı yapılmadığı için sözlü alınmış bilgidir.

*² Verilen rakam tahmini olup net tüketim değeri değildir.

- [7] "Türkiye Güneş Enerji Potansiyeli", <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> (Erişim Tarihi 27 Ekim, 2018)
- [8] "08.01.2011 tarih 27809 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerji Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun" <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/01/20110108-3-1.pdf> (Erişim Tarihi 20 Kasım 2018)