

## İZMİR İLİ İÇİN YENİLENEBİLİR HİBRİT ENERJİLİ ŞARJ İSTASYONU BOYUTLANDIRMASI

<sup>1</sup>Ç. Berk Güvel, <sup>1</sup>Orhan Ekren

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü 35100, Bornova / İZMİR  
[berkguvel@gmail.com](mailto:berkguvel@gmail.com), [orhanekren@gmail.com](mailto:orhanekren@gmail.com)

### ÖZET

Otomobiller Dünya'daki en çok kullanılan ulaşım araçlarıdır. Bu araçlar yıllardır içten yanmalı bir motor ile çalışmaktadır. Bu motor CO<sub>2</sub> gazı salınımı yapmakta, çevreyi kirletmekte ve küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Bu zararı azaltmak için tüm ülkelerde elektrikli araç kullanımı ile ilgili çalışmalar bulunmakta ve bazı ülkeler elektrikli otomobil kullanmaya başlamıştır.

Türkiye'de elektrikli ve hibrit otomobillerin artışı şarj istasyonlarına ihtiyaç doğuracaktır. Ülkemizde az da olsa şarj istasyonu bulunmaktadır. Fakat bu istasyonlar yeterli değildir ve gelecekte artan elektrikli araçlar için yetersiz kalacaktır. Elektrikli araçların artışıyla şebekede ortaya çıkan talep artışı güneş ve rüzgar enerjisi ile çalışan hibrit enerjili şarj istasyonları kurularak karşılanabilir.

Bu bildiriye, rüzgar güneş enerji hibrit şarj istasyonunun tasarımı ve boyutlandırması yapılmıştır. Tasarım bir benzin istasyonu gibi düşünülmüş, çatısına fotovoltaik paneller yerleştirilmiş ve rüzgar türbinleri ile desteklenmiştir. İzmir İli içinde istasyon için belirlenen bir noktada güneş ve rüzgar verileri ile gerekli boyutlandırma yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: elektrikli otomobil, hibrit otomobil, şarj istasyonu, güneş enerjisi, fotovoltaik panel, rüzgar enerjisi, rüzgar türbini, yenilenebilir hibrit enerjili şarj istasyonu

### 1. GİRİŞ

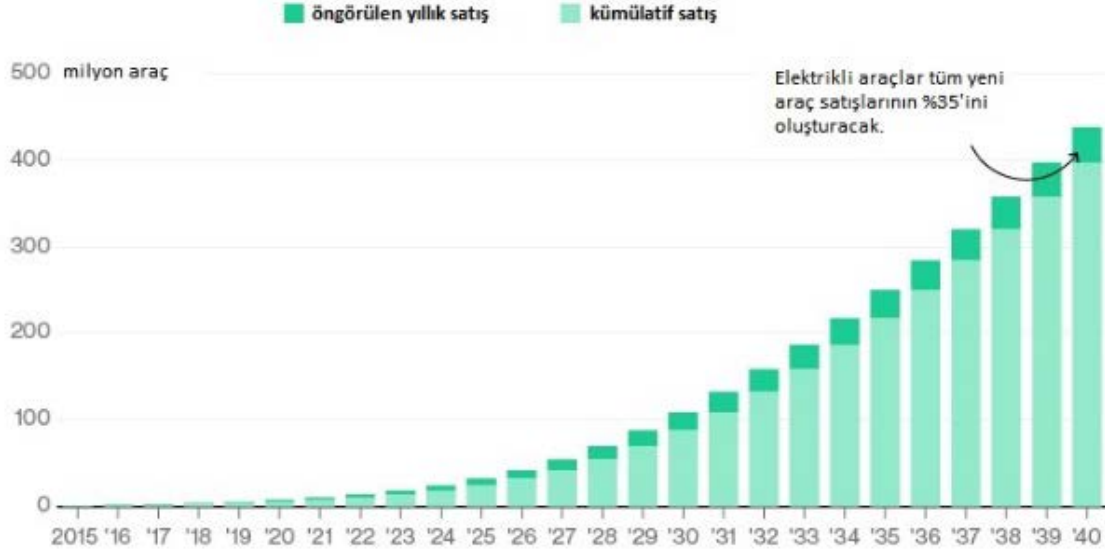
Küresel petrol rezervlerinin kademeli olarak azalması, dünyadaki sıkı CO<sub>2</sub> gazı emisyonu düzenlemelerine ek olarak, geliştirilmiş araç yakıt ekonomisi ihtiyacını daha da kritik hale getirmiştir [1, 2]. Bu nedenle otomobillerin fosil kaynaklı yakıt ile çalışmasının önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Günümüzde CO<sub>2</sub> gazı emisyonu yaratmadığı ve daha ucuz yakıt kullandığı için elektrikli otomobiller Dünya'da yaygınlaşmaya başlamıştır.

Elektrikli otomobiller sessiz çalışır, çevreyi kirletmez ve yakıt olarak elektrik enerjisi kullanırlar. Bu otomobiller bir bataryaya sahiptir ve bu batarya şarj üniteleri aracılığıyla elektrik enerjisi ile doldurulur. Elektrikli otomobillerin artışı aynı zamanda elektrik enerjisi ihtiyacında yeni bir artış anlamına gelmektedir. Türkiye'de de elektrikli otomobiller her geçen yıl artmaktadır. Bu artış ise şebekeye ek bir yüke sebep olacaktır.

Yapılan bu çalışma, bu enerji ihtiyacını karşılamak için yenilenebilir hibrit enerjili şarj istasyonu tasarımı ve boyutlandırmasını konu almaktadır. Bu şarj istasyonu güneş ve rüzgar enerjisi ile elektrik enerjisi üretecek veya depolayacaktır. Üretilen ya da depolanan bu enerji, elektrikli otomobillerin bataryalarının şarj edilmesi için kullanılacaktır.

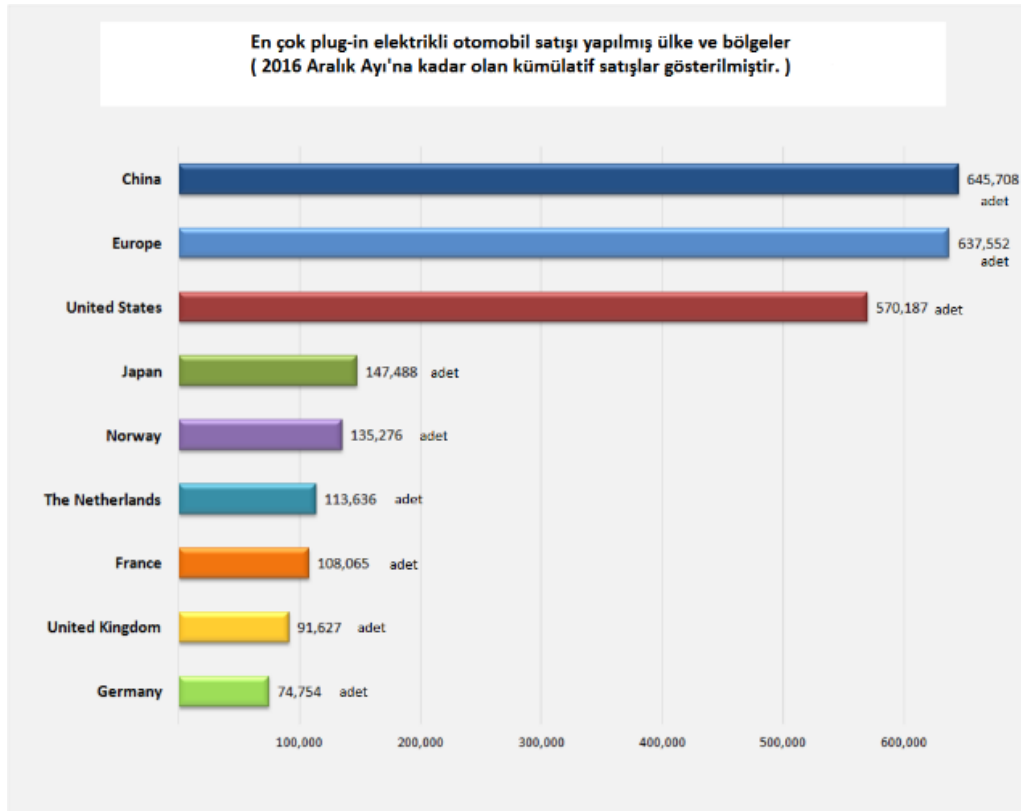
## 2. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE ELEKTRİKLİ OTOMOBİL ÖNGÖRÜSÜ

Dünya'da elektrikli otomobil sayısı her geçen yıl logaritmik artmaktadır [3]. Yapılan araştırmalara göre 2040 yılında, otomobil satışlarının %35'inin elektrikli otomobil olacağı öngörülmüştür. Bu öngörü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1 – Elektrikli Otomobil Öngörüsü [4]

Araştırmalara göre 2016 yılının Aralık ayında toplam elektrikli ve hibrit otomobil sayısı 2 milyonu geçmiştir [5]. 2016 yılına kadar olan toplam elektrikli ve hibrit otomobil sayısı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2 – Dünya'da Elektrikli ve Hibrit Otomobil Sayısı [6]

Türkiye'de 2013 yılına kadar 184 elektrikli otomobil satışı gerçekleşirken, 2013 yılı içinde 31, 2014'te 47, 2015'te 120 ve 2016'da 44 elektrikli otomobil satıldı. Türkiye'de 2016 yılı sonunda toplamda 426 adet elektrikli otomobil bulunmaktadır. Türkiye'de 2012 yılında elektrikli otomobillerin enerji talebi %0 iken, 2035 yılında %2,6'ya çıkacağı öngörülmektedir [7].

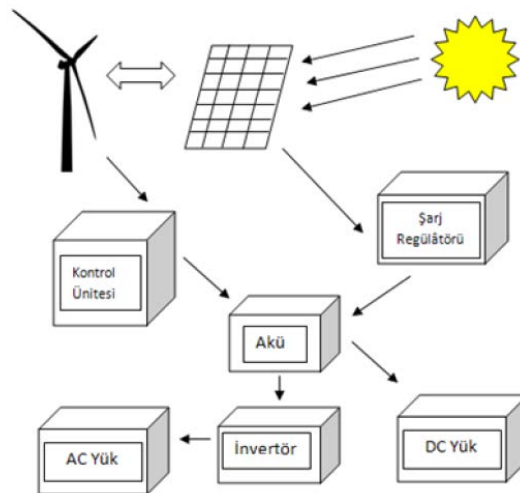
### 3. ELEKTRİKLİ OTOMOBİL VE ŞARJ İHTİYAÇLARI

Elektrikli otomobil, gücünün tamamını veya bir kısmını elektrik motoruyla üretebilen otomobillerdir. Bu otomobiller tam ve hibrit olarak iki ana kategoriye ayrılırlar. Hibrit otomobillerde içten yanmalı motor ile birlikte bir elektrik motoru bulunur. Bu elektrik motoru, hibrit otomobilin türüne göre içindeki aksesuarları çalıştırır, içten yanmalı motorun çalışmasını sağlarlar veya düşük devirlerde devreye girerek içten yanmalı motoru devre dışı bırakarak yakıt tasarrufu sağlarlar. Tam elektrikli otomobillerde ise sadece elektrik motoru bulunur [8]. İçten yanmalı motor olmadığı için CO<sub>2</sub> gazı emisyonu yaratmaz. Çok sessizdir ve yakıtı elektrik olduğu için ucuzdur.

Elektrikli ve hibrit otomobillerin plug-in türleri, harici bir şarj ünitesi ile şarj edilir. Şarj ünitelerinin ve şarj tiplerinin pek çok çeşidi bulunmaktadır. Şarj ünitelerinin çeşitli olması genellikle otomobillerin sahip olduğu batarya kapasitelerinin farklı olmasındandır. Şarj tipleri ise şarj süresi ve şarj akım-gerilim farklılıkları nedeniyle çeşitlidir. Plug-in özelliği bulunmayan otomobiller ise rejeneratif frenleme sayesinde bataryalarının bir kısmını doldururlar. Fren yapıldığı anda elektrik motoru jeneratör moduna geçer ve tekerleklerdeki kinetik enerji bataryaya aktarılır [9]. Dolayısıyla tekerleklerden gelen kinetik enerji elektrik enerjisi olarak bataryada depolanır. Rejeneratif frenleme sırasında geleneksel sürtümlü fren sistemi devreye girmez. Fakat ani fren yapıldığında otomobilin aniden durması için sürtümlü fren sistemi devreye girer.

### 4. GÜNEŞ-RÜZGAR HİBRİT GÜÇ SİSTEMİ

Rüzgâr ve güneş enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin, gün içinde süreksiz olmasından dolayı, hibrit güç sistemi düşüncesi ortaya çıkmıştır [10]. Hem güneş enerjisi hem de rüzgâr enerjisi kullanan hibrit sistemler, sistem verimliliğini, güç güvenilirliğini ve enerji depolama gereksinimlerini iyileştirdiği için sadece güneş temelli veya sadece rüzgâr temelli sistemlerden daha avantajlıdır. Hibrit sistemde enerji üreticisi olarak bulunan bileşenler, birbirini tamamlayarak sistemin süreksizliğini ortadan kaldırır. Bu bileşenler Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3 – Hibrit Güç Sistemi Bileşenleri

Hibrit sistem tasarımındaki en önemli nokta, sistemin doğru boyutlandırmasının yapılmasıdır. Tasarlanan sistem uygun şekilde boyutlandırılmaz ise, enerji ihtiyacını karşılayamadığı zamanlar görülebilir. Güneş ve rüzgar kaynaklarını verimli ve ekonomik olarak kullanmak için, hibrit sistemin en düşük enerji maliyetiyle en uygun boyutlandırılması gerçekleştirilmelidir. Sistemin kurulacağı yerdeki güneş ışınımı, rüzgar hızı ve hava sıcaklığı gibi iklim parametreleri, bu uygun boyutlandırılması için önemlidir [11].

## 5. YENİLENEBİLİR HİBRİT ŞARJ İSTASYONU BOYUTLANDIRMASI

### 5.1. Tasarım İçin Yapılan Kabuller

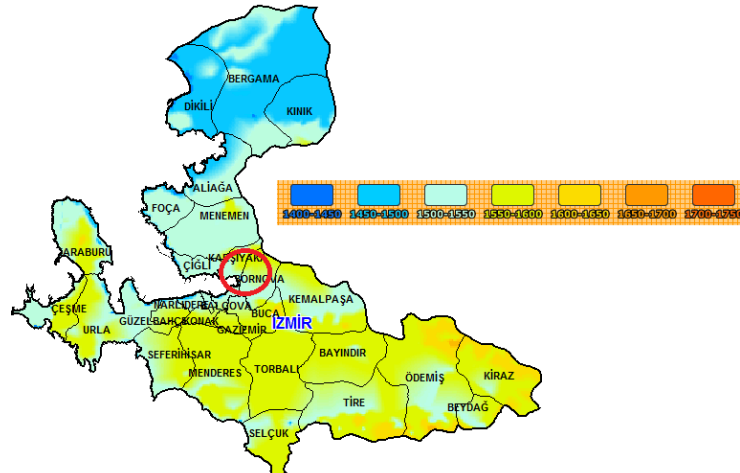
Türkiye’de bulunan elektrikli otomobil sayısı göz önünde bulundurulduğunda, şarj istasyonunun saatte 5 adet elektrikli otomobili tam şarj edeceği kabul edilmiştir. Araç sayısına göre enerji ihtiyacı Tablo 1’de verilmiştir.

GÜNLÜK ENERJİ İHTİYACI TABLOSU				
Her saatte şarj edilecek araç sayısı (adet)	5	10	15	20
Saatlik olarak üretilmesi gereken enerji (kWh)	150	300	450	600

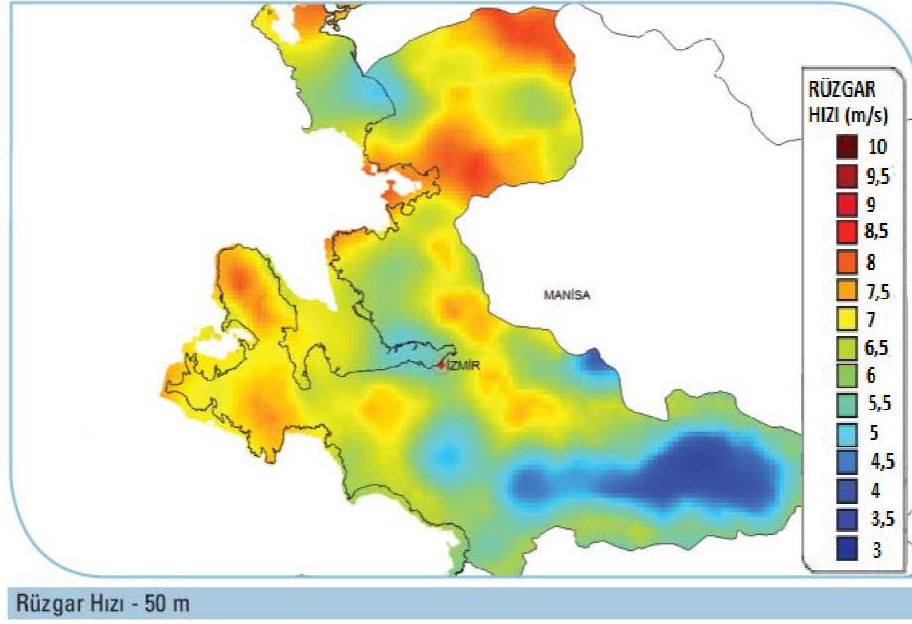
**Tablo 1** – Enerji İhtiyacı Tablosu

Mevzuata göre bir benzin istasyonu minimum 1600 m<sup>2</sup> alana sahip olmalıdır. Şarj istasyonunun bir benzin istasyonu formatıyla kullanılabilmesi yaklaşımla tasarlanan şarj istasyonunda kurulum alanı 2000 m<sup>2</sup> kabul edilmiştir.

Yenilenebilir hibrit enerjili şarj istasyonunun konumu, ihtiyaç olan alana, ulaşım kolaylığına, elektrikli araç trafiğinin güzergahına ve rüzgar ile güneş enerjisi potansiyeline göre seçilmiştir. Buna göre şarj istasyonu için seçilen konum İzmir çevreyolu üzerinde bulunmaktadır. Seçilen bölge Şekil 4 ve Şekil 5’te gösterilmiştir.



**Şekil 4** – İzmir Güneş Haritası

**RÜZGAR HIZ DAĞILIMI – 50 metre**

Şekil 5 – İzmir Rüzgar Haritası [12]

**5.2. Rüzgar Enerjisi Sistemi Boyutlandırması**

Rüzgâr, sürekli değişken bir davranış sergilediği için, rüzgâr enerjisinden elde edilen elektrik enerjisi de esme hızına, esme yönüne ve esme süresine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bir rüzgar türbininden elde edilen güç;

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^3 \cdot C_p \cdot \pi r^2 \quad (1)$$

denkleminde bulunur.

Havanın özgül kütlesi ( $\rho$ ), deniz seviyesi ve atmosfer şartlarında  $1,223 \text{ kg / m}^3$ 'tür. Güç faktörü ( $C_p$ ) ve rotor yarıçapı ( $r$ ), türbin özellikleridir. Tasarımda ele alınan rüzgar türbinlerinin güç faktörleri ve rotor çapları Tablo 2'de verilmiştir.

<b>Rüzgar Türbinlerinin Özellikleri</b>			
	Tip 1	Tip 2	Tip 3
Türbin Gücü ( kW )	30	50	100
Rotor Çapı ( m )	12,5	18	25
Direk Yüksekliği ( m )	18	25	30
Kanat Sayısı (adet)	3	3	3
Güç Faktörü (%)	13	20	25

Tablo 2 – Rüzgar Türbini Özellikleri [13]

Seçilen konumdaki rüzgarın esme hızı ( $V$ ) 2016 yılı için ortalama olarak Tablo 3'te gösterilmiştir.

Aylar	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)
Ocak	7,4
Şubat	7,2
Mart	7,9
Nisan	6,9
Mayıs	6,9
Haziran	8,8
Temmuz	6,8
Ağustos	7,5
Eylül	5,5
Ekim	7,2
Kasım	6,4
Aralık	8,8

**Tablo 3 – Ortalama Rüzgar Hızı [14]**

Türbin özelliklerinden rotor çapları ile güç faktörü ve bununla birlikte aylık ortalama rüzgar hızları ile, ele alınan türbinlerin her ay anlık üreteceği güçler hesaplanmış ve Tablo 4'te gösterilmiştir.

Aylar	30 kW ile Anlık Üretilen Güç (kW)	50 kW ile Anlık Üretilen Güç (kW)	100 kW ile Anlık Üretilen Güç (kW)
Ocak	3,96	12,63	30,44
Şubat	3,65	11,63	28,04
Mart	4,82	15,36	37,04
Nisan	3,21	10,24	24,68
Mayıs	3,21	10,24	24,68
Haziran	6,66	21,23	51,20
Temmuz	3,07	9,80	23,62
Ağustos	4,12	13,14	31,69
Eylül	1,62	5,18	12,50
Ekim	3,65	11,63	28,04
Kasım	2,56	8,17	19,69
Aralık	6,66	21,23	51,20

**Tablo 4 – Rüzgar Türbinlerinin Her Ay Ortalama Anlık Güç Üretimi**

Tablo 4'te bulunan değerlerin de ortalaması alınarak, yıllık bir ortalama elde edilmiştir. Rüzgar türbinlerinin yıllık ortalaması Tablo 5'te verilmiştir.

	30 kW Türbin	50 kW Türbin	100 kW Türbin
Anlık Güç Üretimi (kW)	3,93	12,54	30,24

**Tablo 5 – Rüzgar Türbinlerinin Anlık Güç Üretimi**

### 5.3. Güneş Enerjisi Hesapları

Birim alana gelen güneş ışınları, güneşe dik bir yüzey üzerinde ölçüldükleri zaman  $1366 \text{ W/m}^2$  olduğu görülmektedir. Bu değer güneş enerjisi sabiti olarak anılır. Atmosfer bu enerjinin %6'sını yansıtır, %16'sını da sönümler ve böylece deniz seviyesinde ulaşılabilen en yüksek güneş enerjisi ortalaması  $1020 \text{ W/m}^2$  olur [15].

Metrekareye düşen güneş ışınım değerleri, pek çok değişkene bağlıdır. Seçilen konumun güneş ışınım değerinin yıllık ortalaması Şekil 6'da gösterilmiştir.

#### AYLIK GÜNEŞ IŞINIMI

**Konum** :  $38^{\circ}25'25''$  Kuzey,  $27^{\circ}8'34''$  Doğu

**Optimal eğim açısı** :  $33^{\circ}$

Aylar	$H_h$	$H_{opt}$
Ocak	2280	3660
Şubat	2980	4180
Mart	4740	5820
Nisan	5820	6280
Mayıs	7140	6960
Haziran	8090	7480
Temmuz	7570	7170
Ağustos	6840	7130
Eylül	5730	6880
Ekim	4190	5810
Kasım	2760	4420
Aralık	1990	3320
<b>Yıllık Ortalama</b>	<b>5020</b>	<b>5770</b>

$H_h$  : Yatay yüzeye düşen ışınım (  $\text{Wh/m}^2/\text{gün}$  )

$H_{opt}$  : Optimal eğim açılı yüzeye düşen ışınım (  $\text{Wh/m}^2/\text{gün}$  )

Şekil 6 – İzmir Yıllık Ortalama Güneş Işınımı

Tasarımın optimizasyonunda kullanılacak maliyet analizi için fotovoltaik panel sayısı belirlenmelidir. Fotovoltaik panel sayısı;

$$N_{pv} = \frac{W_p \cdot h_{ort}}{A_{pv} \cdot \eta_{pv} \cdot H_{opt}} \quad (2)$$

denklemden bulunur.

Seçilen fotovoltaik panelin ve fotovoltaik sistemin özellikleri Tablo 6'da verilmiştir.

<b>Fotovoltaik Panel</b>	
Panel Gücü (W)	250
Panel Alanı (m <sup>2</sup> )	1,6
Panel Verimi (%)	15,78
<b>Fotovoltaik Sistem</b>	
Evirici Verimi (%)	97
Kablo Kayıpları (%)	2
Diğer Kayıplar (%)	10
Sistem Verimi (%)	13

**Tablo 6** – Fotovoltaik Panel ve Fotovoltaik Sistem Özellikleri

Yıllık ortalama güneş olan süre ( $h_{ort}$ ), 2016 yılına göre hesaplanıp aylık veriler olarak Tablo 7’de gösterilmiştir.

<b>Aylar</b>	<b>Aylık Ortalama Güneş Olan Süre (saat)</b>
Ocak	9,82
Şubat	10,77
Mart	11,72
Nisan	13,23
Mayıs	14,28
Haziran	14,80
Temmuz	14,53
Ağustos	13,61
Eylül	12,41
Ekim	11,16
Kasım	10,08
Aralık	9,52

**Tablo 7** – İzmir Aylık Ortalama Güneş Süresi [16]

Fotovoltaik sistemin üreteceği anlık güç ( $W_p$ ) için iterasyonlar yapılmıştır. Yapılan bu iterasyonlar ile ihtiyaç olan fotovoltaik panel sayıları hesaplanmıştır. Bu hesaplar Tablo 8’de verilmiştir.

<b>Anlık Güç</b>	<b>Gerekli Panel Sayısı</b>
%70 PV (105 kW)	1064
%60 PV (90 kW)	912
%50 PV (75 kW)	760
%40 PV (60 kW)	608
%30 PV (45 kW)	456

**Tablo 8** – Gerekli Fotovoltaik Panel Sayıları

Panel sayıları belirlendikten sonra, akü seçimi yapılacaktır. Her bir dizi 20 adet fotovoltaik panelden oluşacaktır ve her bir dize 5 adet diziden oluşacaktır. Böylelikle bir dizide 100 adet fotovoltaik panel olacaktır.



100 adet fotovoltaik panelin alanı 160 m<sup>2</sup>'dir.

Öncelikle akünün dahil olduğu sistemin verimi, Tablo 9'da verilen değerler ile hesaplanmalıdır;

$$\eta_s = \eta_{PV} \cdot \eta_{evirici} \cdot \eta_{kablo} \cdot \eta_{kayıplar} \cdot \eta_{akü} \quad (3)$$

Fotovoltaik Sistem Verimi	
Panel Verimi (%)	15,78
Evirici Verimi (%)	97
Kablo Kayıpları (%)	2
Diğer Kayıplar (%)	10
Akü Verimi (%)	70
Sistem Verimi (%)	9,50

**Tablo 9** – Fotovoltaik Sistem Verimi

$$E_{LD} = \eta_s \cdot A_{pv} \cdot H_{opt,d} \quad (4)$$

$$E_{LD} = 0,095 \cdot 160 \text{ m}^2 \cdot 3320 \text{ Wh/m}^2/\text{gün} = 50,464 \text{ kWh/gün}$$

$$\text{Gerekli Akü Kapasitesi (kWh)} = \frac{E_{LD}}{\eta_{akü}} t_a \quad (5)$$

$$\text{Gerekli Akü Kapasitesi (kWh)} = \frac{50,464 \frac{kWh}{gün} \cdot 2 \text{ gün}}{0,7} = 144,182 \text{ kWh}$$

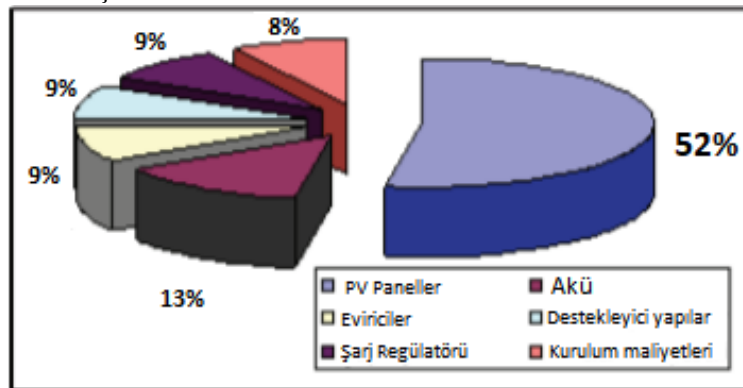
Seçilen panelin  $V_{mpp}$  değeri 30,8 V olduğundan, 24 V akü gerilimi şarja uygundur.

$$\text{Gerekli Akü Kapasitesi (Ah)} = \frac{144182,85 \text{ Wh}}{24 \text{ V}} \approx 6000 \text{ Ah}$$

Gerekli akü kapasitesi bir dizeye göre hesaplanmıştır. Tasarlanan şarj istasyonunda kaç adet dize olacağına göre akü seçimleri, Ah olarak hesaplanan bu gerekli akü kapasitesine göre yapılacaktır.

## 6. MALİYET ANALİZİ

Sistem tasarımını optimize etmek için maliyet analizi yapılmıştır. Bu analiz yapılırken Şekil 7'deki ve Tablo 10'daki veriler kullanılmıştır. Gerekli olan fotovoltaik panel adeti ve rüzgar türbini adeti, bu veriler ışığında Tablo 11'de toplanmış, toplam maliyet bulunmuş ve her bir iterasyon için gösterilmiştir.



**Şekil 7** – Güneş Enerjisi Maliyet Dağılımı [17]

Bileşenler	Toplam Maliyetteki Payı (%)
Teçhizat	70
İşçilik	10
Malzemeler	8
Altyapı işlemleri	6,3
Teçhizat kirası	5,2

Tablo 10 – Rüzgar Enerjisi Maliyet Dağılımı [18]

Anlık 150 kW Güç İçin PV + Rüzgar Türbini Maliyet Tablosu					
	PV Adedi	PV Sistemin Toplam Maliyeti (\$)	Türbin Adedi	Türbin Sisteminin Toplam Maliyeti (\$)	Toplam Maliyet (\$)
%70 PV - %30 Rüzgar	1064	152000	1 adet 30 kW 1 adet 50 kW 1 adet 100 kW	399890	551890
%60 PV - %40 Rüzgar	912	130285,71	2 adet 100 kW	404648,57	534934,29
%50 PV - %50 Rüzgar	760	108571,43	1 adet 30 kW 1 adet 50 kW 2 adet 100 kW	479807,14	588378,57
%40 PV - %60 Rüzgar	608	86857,14	3 adet 100 kW	606972,86	693830
%30 PV - %70 Rüzgar	456	65142,86	1 adet 30 kW 1 adet 50 kW 3 adet 100 kW	804538,57	869681,43

Tablo 11 – Maliyet Analizi Tablosu

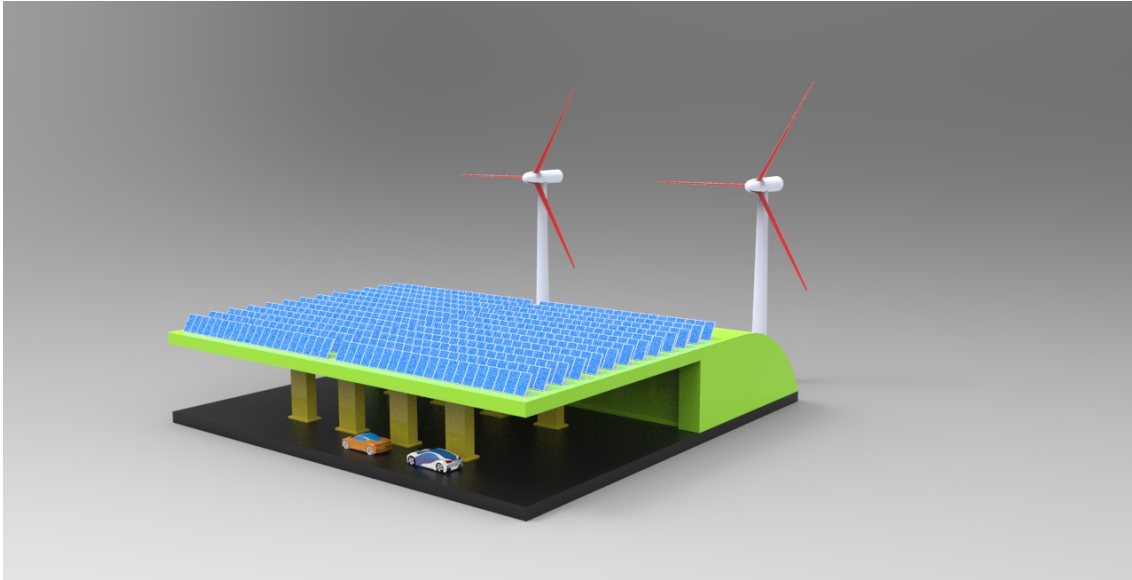
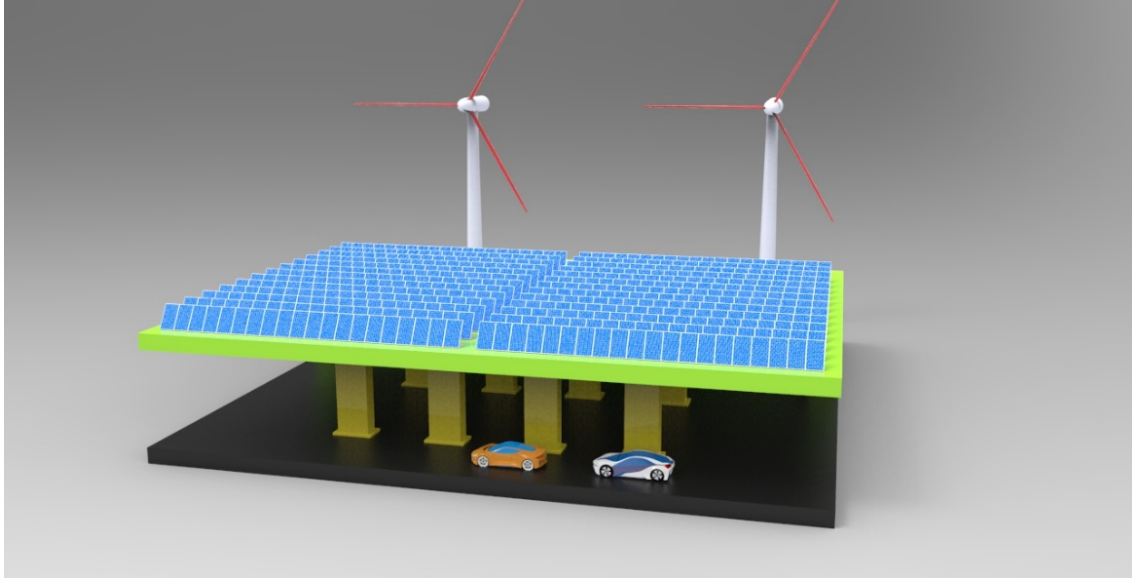
## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gürültü kirliliğini azaltmak, daha ucuz yakıt kullanmak ve en önemlisi, fosil yakıtların CO<sub>2</sub> gazı salınımı yaparak çevre verdiği zararı azaltmak için elektrikli otomobillerin kullanılması gerekmektedir. Tüm Dünyada giderek yaygınlaşmakta olan elektrikli otomobiller, ülkemizde de kullanılmaya başlamıştır. Elektrikli otomobillerdeki bu artış doğrudan, fosil yakıtlara olan dışa bağımlılığımızı azaltacaktır. Fakat bu azalma meydana gelirken de elektrik enerjisi talebi artacak ve bu artış şebekede ek yüke sebep olacaktır. Bu elektrik enerjisi talebinden doğan şebeke yükünü en aza indirmek için yenilenebilir enerjili hibrit şarj istasyonları bir çözüm olabilir. Bu amaçla tasarlanan istasyonun görünümü Şekil 8’de verilmiştir.

Tasarımı yapılan yenilenebilir hibrit enerjili şarj istasyonunun kurulu gücü 230 kW’lık fotovoltaik panel gücü ve 2 adet 100 kW rüzgar türbini ile toplamda 430 kW olmuştur.

Şarj istasyonu üreteceği enerjinin %60’ını güneşten, %40’ını ise rüzgardan elde edecektir.

Şarj istasyonu anlık 150 kW güç üretecektir. Bu sayede saatte 5 adet elektrikli otomobili boş durumdan tam şarj edebilecektir. Güneş olduğu süre içerisinde günde 60 adet elektrikli otomobili tam şarj edebilecektir. Güneşin yokluğunda ise rüzgar türbinleri sayesinde, saatte 2 adet elektrikli otomobil boş durumdan tam şarj edilebilecektir.



Şekil 8 – Yenilenebilir Hibrit Enerjili Şarj İstasyonu

#### SEMBOLLER

P: Güç ( W )

$\rho$ : Özgül Kütle ( kg / m<sup>3</sup> )

V: Rüzgar Hızı ( m / s )

C<sub>p</sub>: Güç Faktörü ( % )

r: Kanat Uzunluğu ( m )

N<sub>pv</sub>: Panel Sayısı ( adet )

W<sub>p</sub>: Anlık Güç ( W )

h<sub>ort</sub>: Ortalama Süre ( saat )

A<sub>pv</sub>: PV Panel Alanı ( m<sup>2</sup> )

$\eta_{pv}$ : PV Sistem Verimi ( % )

$\eta_{evirici}$ : Evirici Verimi ( % )

$\eta_{kablo}$ : Kablo Kayıpları ( % )

$\eta_{kayıplar}$ : Diğer Kayıplar ( % )

$\eta_{akü}$ : Akü Verimi ( % )

E<sub>LD</sub>: Günlük Enerji Tüketimi ( kWh / gün )

H<sub>opt</sub>: Yıllık Ortalama Güneş Işınımı ( Wh / m<sup>2</sup> / gün )

t<sub>a</sub>: Otonom Süresi ( gün )

**8. KAYNAKLAR**

- [1] **Brahma A, Guezennec Y, Rizzoni G.,** 2000. Dynamic optimization of mechanical/electrical power flow in parallel hybrid electric vehicles. In: Proceedings of the 5th international symposium in advanced vehicle control, Ann Arbor
- [2] **Wisdom Enang, Chris Bannister,** 2017. Modelling and control of hybrid electric vehicles (A comprehensive review) Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 74, July 2017, Pages 1210-1239
- [3] **Françoise Nemry, Martijn Brons,** Market Penetration Scenarios Of Electric-Drive Vehicles European Commission, Joint Research Centre (JRC), Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), c/Inca Garcilaso 3, 41092 Seville, Spain.
- [4] Bloomberg New Energy Finance, Marklines ( [www.bloomberg.com](http://www.bloomberg.com) )
- [5] **Aris Papaioannou,** Electric Vehicles : A Future Projection Interactive Qualifying, Project Sotirios
- [6] **Jeff Cobb,** 2017-01-16. "The World Just Bought Its Two-Millionth Plug-in Car"
- [7] **Zafer Öztürk,** Growth Of Electricity Demand For Electric Vehicles (EV) In Turkey: Bottom-Up Modelling Approach, And Benchmarking With Selected Countries, Bogazici University
- [8] **James Larminie, John Lowry,** Electric Vehicle Technology Explained, John Wiley & Sons
- [9] **Liang Li, Xujian Li, Xiangyu Wang, Jian Song, Kai He, Chenfeng Li,** 2016. Analysis of downshift's improvement to energy efficiency of an electric vehicle during regenerative braking Applied Energy, Volume 176, 15 August 2016
- [10] **Pattel, M. R.,** 1999. "Wind and Solar Power Systems", Ph. D., P.E, U.S. Merchant Marine Academy Kings Point, 50-84p., New York, 1999.
- [11] **W. Zhou, C. Lou, Z. Li, L. Lu, Yang Hongxing,** 2010. Current status of research on optimum sizing of stand-alone hybrid solar-wind power generation systems, Applied Energy, 87 (2010), pp. 380-389
- [12] Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) ( [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr) )
- [13] **Morgan McGovern,** PowerWorks Wind Turbines ( [www.powerworks.com](http://www.powerworks.com) )
- [14] **Orhan Ekren,** 2003. Optimization of a Hybrid Combination of a Photovoltaic System and a Wind Energy Conversion System: Izmir Institute of Technology Campus Area Case (2003)
- [15] **Messenger, R. A. ve Ventre J.,** 2004. "Photovoltaic Systems Engineering", CRC Press, 21-45p., London-New York -Washington DC, 2004.
- [16] Izmir Sunrise and Sunset Times ( [www.timeanddate.com](http://www.timeanddate.com) )
- [17] **Murat Öztürk, Burcu Bozkurt Çırak, Nuri Özek,** 2011. Eysel Fotovoltaik Sistemlerin Ömür Boyu Maliyet Analizi, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 18, Sayı 1, 2012
- [18] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Rüzgâr Enerjisi Çalışmaları