

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

KOCAELİ BÖLGESİNDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİKLİ HİBRİT ARABA AKÜSÜ ŞARJ EDİLMESİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Zafer DÜLGER¹, Engin ÖZDEMİR², Levent İLTER³

¹ Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,

² Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi,

³ Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,

KOCAELİ BÖLGESİNDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİKLİ HİBRİT ARABA AKÜSÜ ŞARJ EDİLMESİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

1- GİRİŞ

Kara, deniz ve hava taşımacılığı, büyük miktarlarda petrol kaynaklı yakıt kullanımını gerektirmektedir. Yakıt tüketimini azaltmak için üzerinde çalışılan konular; içten yanmalı motor teknolojileri ve verim iyileştirme, gelişmiş aktarma sistemleri ve alternatif enerji kaynakları kullanımınıdır. İçten yanmalı motorlar taşımacılık sektöründe önemli bir rol oynamaya devam edecek olsa da, prize takılabilir hibrit elektrikli araçlar (PHEA) çok daha yaygın uygulama alanı bulacaklardır.

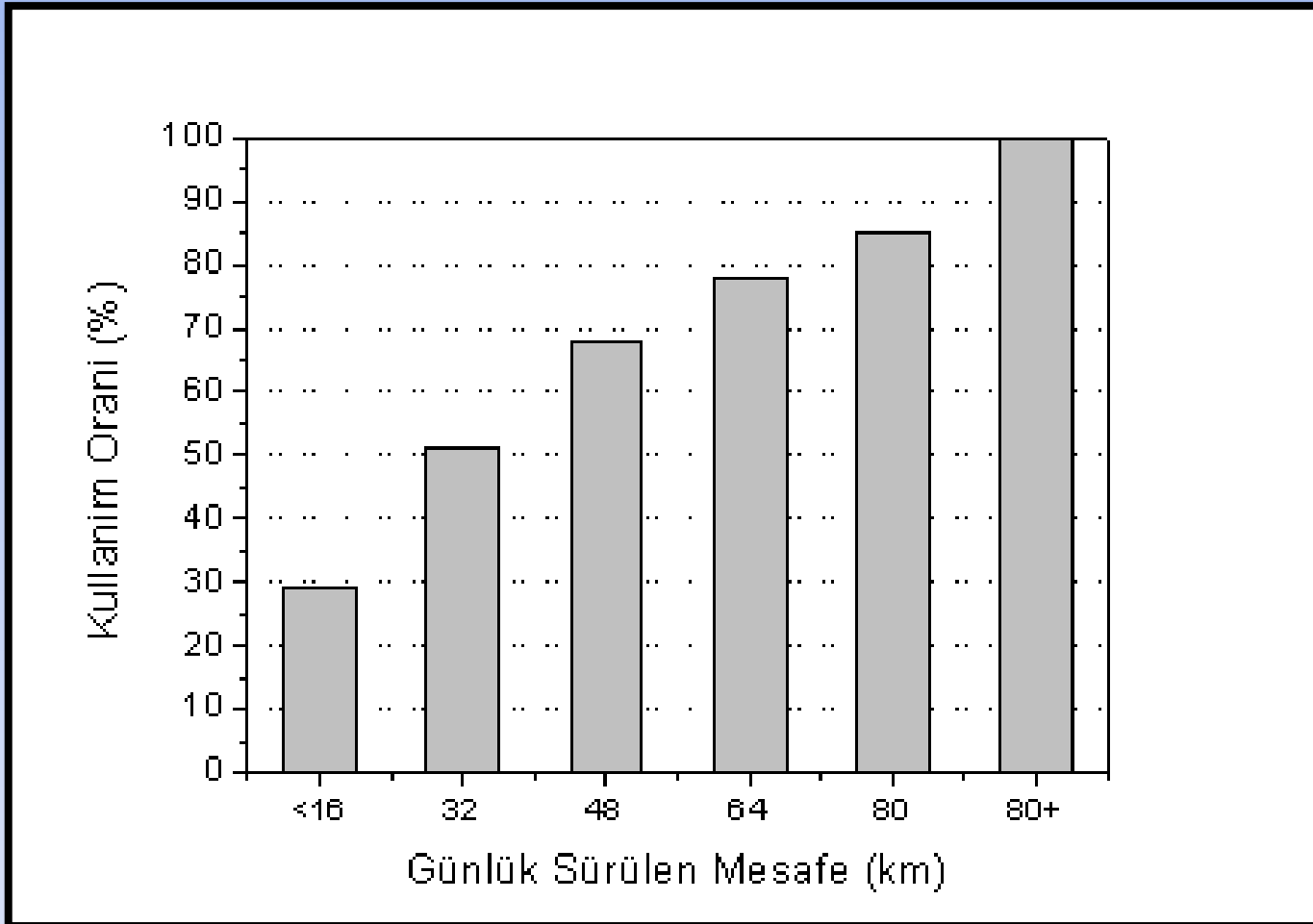
KOCAELİ BÖLGESİNDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİKLİ HİBRİT ARABA AKÜSÜ ŞARJ EDİLMESİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Prize takılabilir hibrit elektrikli araçlar, şebekeden gelen elektrik enerjisini aküsü vasıtasıyla depolayan ve kullanan araçlar olarak tanımlanabilir. Başka bir tanımı ise; en az 4 kilowatt-saat sürüş enerjisini aküden sağlayan araç şeklindedir. Bu özellikler PHEA'ları, şebekeden elektrik enerjisi kullanmayan diğer hibrit araçlardan ayırır. Ayrıca bu araçlarda içten yanmalı motor da mevcuttur. Ancak diğer hibrit araçlardakine nazaran daha küçük bir motor vardır. Bu motor akünün şarjı eşik değerin altına düştüğü zaman aküyü şarj etmek için kullanılır. Şarj edilebilme ve petrol kaynaklı yakıtlar yerine alternatif enerji kaynaklarından yararlanma yetenekleri ile bu araçlar geleceğin ulaşım teknolojisi için önemli bir aday olarak kabul edilmektedir. Bu araçları kullanmanın amaçları; emisyonları ve yakıt tüketimini azaltmak, ayrıca enerji çeşitliliğini arttırmaktır. Eğer bu araçların akülerini şarj etmek için kullanılan enerji temiz ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilirse, bu araçlar elektrikli sürüş modunda hiç petrol kökenli yakıt kullanmayacak ve CO₂ emisyonu yaymayacaktır.

KOCAELİ BÖLGESİNDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİKLİ HİBRİT ARABA AKÜSÜ ŞARJ EDİLMESİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

İnsanların araçlarını nasıl kullandığı, araçların tasarım stratejilerini belirler. Günlük araç kullanımının %78'i 64 km'nin altındadır (Şekil 1). Kullanım oranı, yatay ekseninde gösterilen mesafeye eşit ya da daha az günlük sürüş mesafesinin toplam sürüş zamanına oranı olarak tanımlanmıştır. PHEA tasarımı tipik günlük sürüş mesafesinin 64 km'den az olması bilgisine ve gerçeğine dayanır. Günlük sürüş mesafesi 64 km'nin ötesinde olduğu durumlarda, günlük kullanımın büyük bir bölümünde elektrik enerjisinden istifade etmek önemli miktarda yakıt tasarrufu sağlayacaktır. Tam elektrikli menzil 64 km den az olsa bile, yine önemli oranda tasarruf sağlanacaktır. Araç ve akü şarj istasyonları, tam elektrik modunda aracı 32 km götürecektir şekilde tasarlanırsa günlük yakıt kullanımının %50 azaltılması mümkün olacaktır.

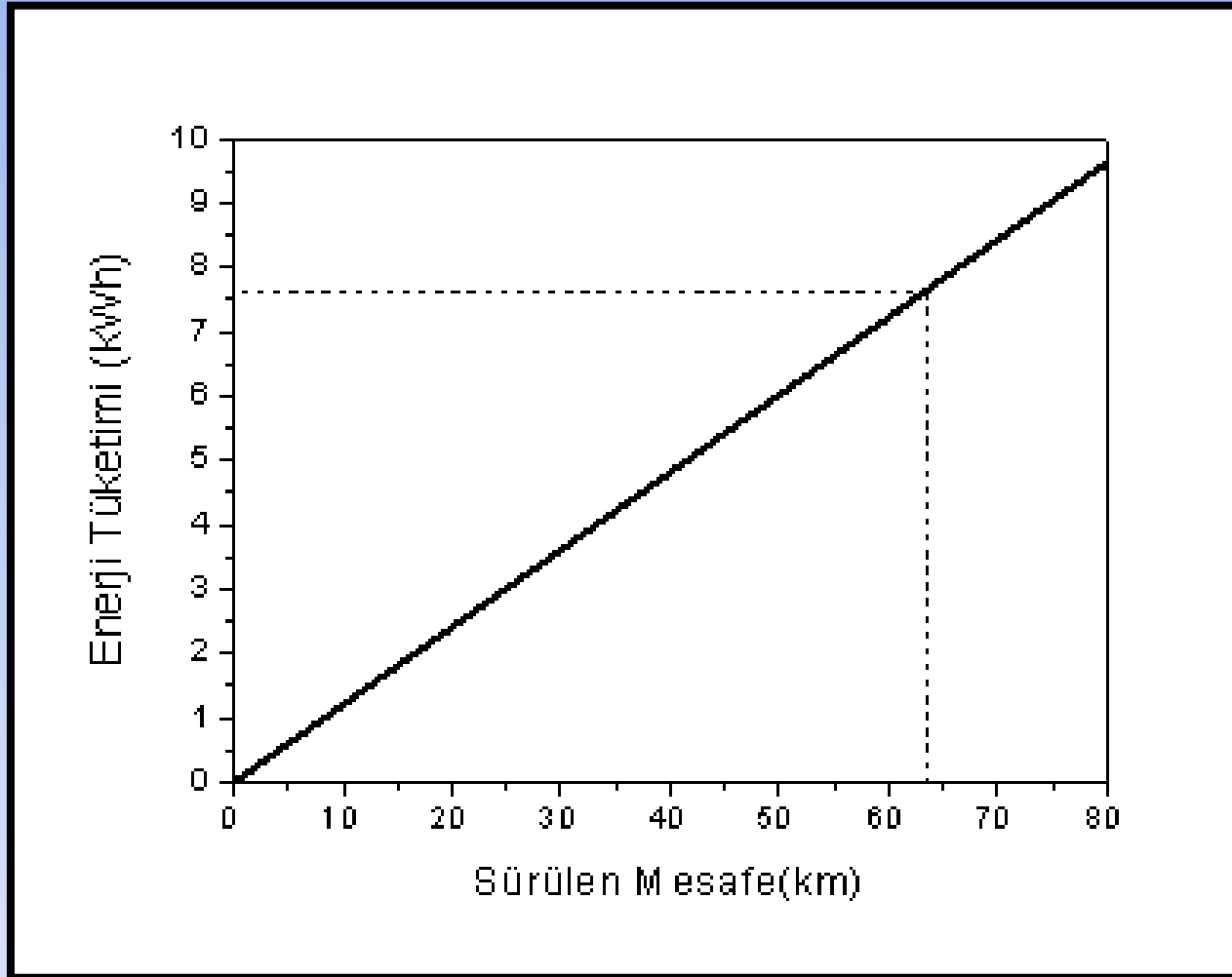
Şekil 1. Araç ile gidilen günlük mesafeler



KOCAELİ BÖLGESİNDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİKLİ HİBRİT ARABA AKÜSÜ ŞARJ EDİLMESİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Bununla birlikte bu araçların tasarımında sürüş sırasında ne kadar enerji tüketildiği ve bataryasında ne kadar enerji kullanılabilir ve saklanabilir olduğunun bilinmesi çok önemlidir. Orta sınıf bir aracın FTP75 sürüş çevriminde tükettiği enerji miktarı Şekil 2’de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi 64 km mesafe gitmek için gereken enerji tüketimi 7,5 kWh dır. Bu durum kilometre başına 0,12 kWh enerji tüketimine karşılık gelir. Yakıt tüketimi bilgileri de bu değeri doğrulamaktadır. Eğer bir araç 100 km de 7,5 litre benzin tüketiyorsa ve bu aracın toplam verimi %18 kabul edilirse, enerji ihtiyacı kilometre başına 0,13 kWh olarak hesaplanır. Dolayısıyla güneş paneli temelli akü şarj sisteminin tasarımı da bu değere göre yapılmıştır.

Şekil 2. Orta sınıf bir aracın enerji gereksinimi



KOCAELİ BÖLGESİNDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİKLİ HİBRİT ARABA AKÜSÜ ŞARJ EDİLMESİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Aracın hareket edebilmesi için gerekli olan enerji 0,13 kWh olarak gösterilirken, aküde depolanması gereken enerji miktarı, güç elektroniğinde ve elektrik motorundaki kayıplar nedeni ile daha yüksek olmalıdır. Motor ve güç elektroniğinin verimleri sırasıyla 0,85 ve 0,95 olarak kabul edilirse, aracın gittiği kilometre başına aküde depolanması gereken enerji miktarı 0,16 kWh olacaktır. Böylece 32 km'lik bir günlük sürüş için aracın aküsünde depolanan enerji 5,15 kWh olacaktır. Benzer şekilde 64 km'lik bir mesafe için de gereken enerji miktarı 10,3 kWh olacaktır.

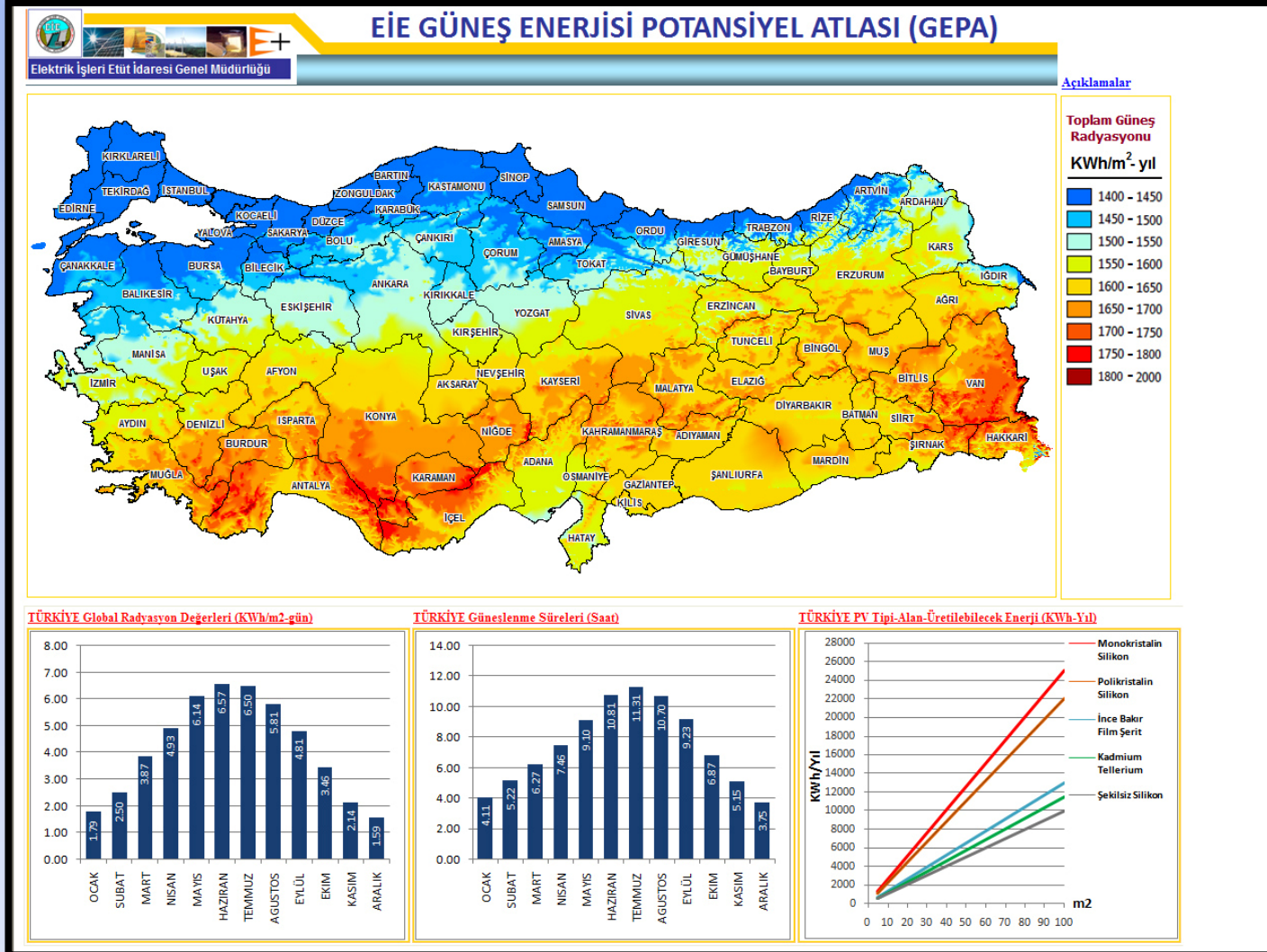
Bu çalışmanın kapsamı, bir PHEA'nın tam elektrik modunda günlük 32 km yol gidebilmesini ve bu amaçla yakıt tüketiminin %50 oranında düşürülmesini sağlayacak güneş enerjisi sistemi tasarlamaktır.

KOCAELİ BÖLGESİNDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİKLİ HİBRİT ARABA AKÜSÜ ŞARJ EDİLMESİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

2. GÜNEŞ PANELİ TEMELLİ AKÜ ŞARJ SİSTEMİ

Türkiye'nin yıllık ortalama güneş ışınımı 1303 kWh/m²yıl, ortalama yıllık güneşlenme süresi ise 2623 saattir. Bu rakam günlük 3,6 kWh/m² enerjiye, günde yaklaşık 7,2 saat, toplamda ise 110 günlük bir güneşlenme süresine denk gelmektedir. 9,8 milyon TEP (ton eşdeğer petrol) ısıl uygulamalara olmak üzere yıllık 26,2 milyon TEP enerji potansiyeli mevcuttur. Yılın 10 ayı boyunca teknik ve ekonomik olarak ülke yüzölçümünün %63'ünde ve tüm yıl boyunca %17'sinde güneş enerjisinden yararlanılabilir. Şekil 3'de Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli atlası verilmiştir.

Şekil 3. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli atlası.



KOCAELİ BÖLGESİNDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİKLİ HİBRİT ARABA AKÜSÜ ŞARJ EDİLMESİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Yakın bir gelecekte prize takılabilir hibrit elektrikli araçların en uygun şarj yerleri araç sahiplerinin garajı veya park yerleri olacaktır. Bu çalışmada her evin çatısında gün boyu şarj eden güneş paneli olduğu öngörülmektedir. Bu fikrin incelenmesi için deneysel bir sistem Kocaeli’de kurulmuştur. Sistemin görünüşü Şekil 4’de verilmiştir. Güneş panelinde üretilen elektrik enerjisi aküde depolanmaktadır. Depolanan ve transfer edilen enerjinin miktarı kontrol ünitesi vasıtasıyla ölçülmektedir. Sistemde ayrıca nominal gücü 600 W olan bir rüzgar türbini de bulunmaktadır. Bu türbinin kullanım amacı, güneş radyasyonunun yeterli veya hiç olmadığı bulutlu ve rüzgârlı havalarda aküyü şarj etmek için yardımcı olmaktır. Ancak sistemin kurulduğu konumdan dolayı rüzgâr türbini ile enerji üretiminin çok düşük olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bu çalışmada sadece güneş enerjisi dikkate alınmıştır.

Şekil 4. Sistemin genel görünüşü.



KOCAELİ BÖLGESİNDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİKLİ HİBRİT ARABA AKÜSÜ ŞARJ EDİLMESİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Monokristal güneş panelin nominal gücü 1 m² yüzey alanı için 190 W'dır. Güneş panelinin teknik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Sistemin gücünün düşük seçilmesinin sebebi, birim panel yüzeyi kullanılarak depolanabilecek enerji miktarını hesaplamak ve bu bilgi kullanılarak istenilen enerji miktarını verecek panel yüzey alanına geçebilmektir. Sistemin boyutlarının çevrede ve evde yaşayanlara rahatsızlık vermeyecek ve çatıya kurulabilecek boyutlarda olması gerekir. Şekil 5'de akü şarj sistemi görülmektedir. Şarj denetleyici, aküye depolanan enerji miktarını ölçmekte ve netbook da bu verileri depolamaktadır. Netbook'un bataryası bir invertör sayesinde şarj olmaktadır. Burada invertör, sistemin bataryasındaki doğru akımı alternatif akıma çevirmek için kullanılmıştır. Şekil 6 da sistemin blok diyagramı gösterilmiştir. Ledli lamba gerektiğinde akünün deşarjı için kontrol ünitesi tarafından çalıştırılmaktadır.

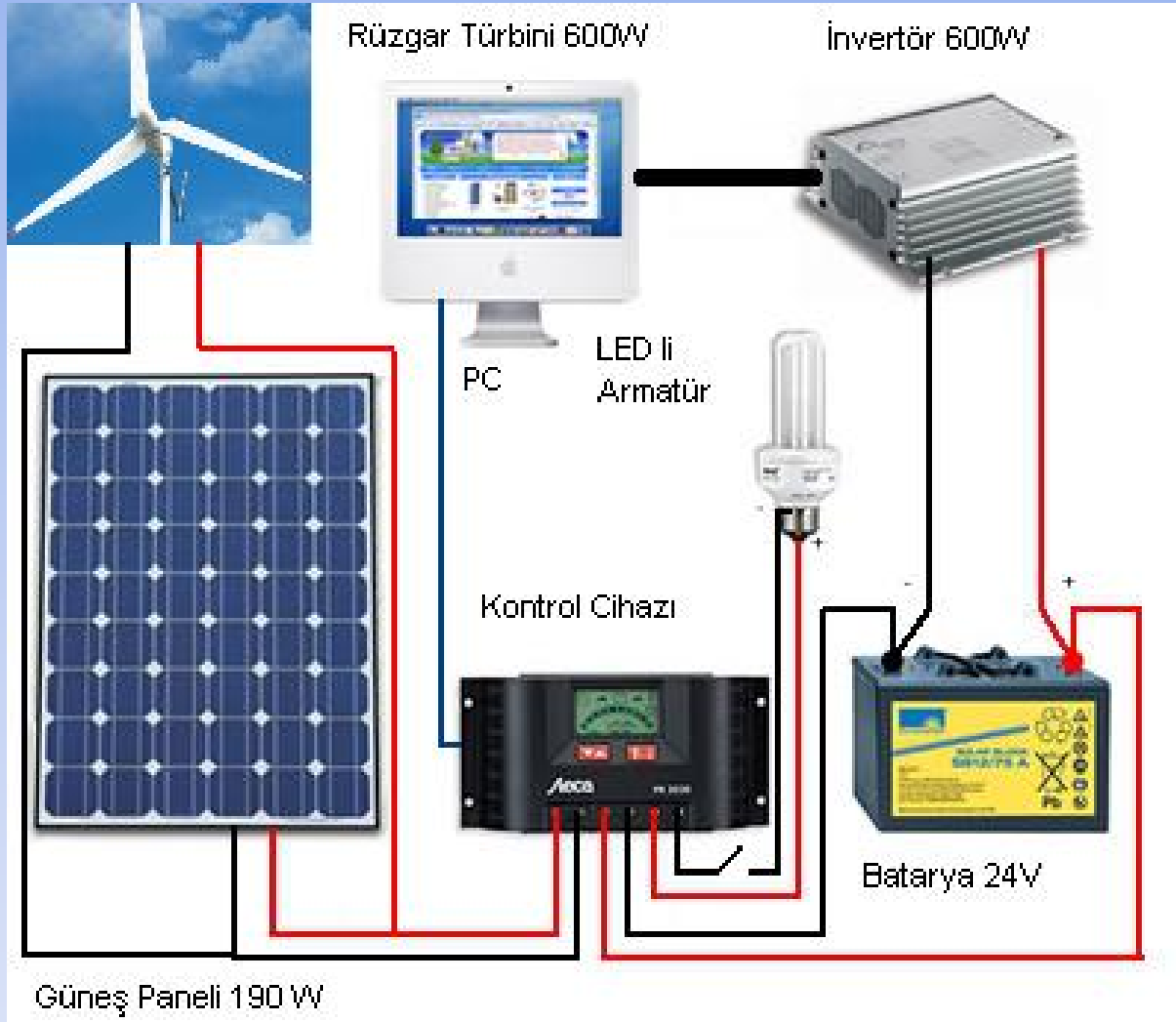
Tablo 1. Güneş panelinin teknik özellikleri.

Nominal Güç (W)	190
Hücre Cinsi	Monokristal
Hücre Sayısı	72 (6x12)
Hücre Verimi	%18
Modül Ebatları (mm)	1580x808x46
Yüzey Yük Kapasitesi (rüzgâr ve kar)	60 m/s – 200 kg/m ²
Ağırlık (kg)	16
Çıkış Toleransı	± %5
Çerçeve	Alüminyum
Maksimum Güç Gerilimi (V)	37,08
Maksimum Güç Akımı (A)	5,12
Açık Devre Gerilimi (V)	44,48
Açık Devre Akımı (A)	5,54
Maksimum Sistem Gerilimi (V)	1000
Sıcaklık Aralığı	-40 °C / +85 °C

Şekil 5. Şarj kontrol ünitesi, veri kaydedici ve aküler.



Şekil 6. Sistemin blok diyagramı.



KOCAELİ BÖLGESİNDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİKLİ HİBRİT ARABA AKÜSÜ ŞARJ EDİLMESİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Günlük ve mevsimsel değişiklikleri mümkün olduğunca en aza indirmek amacıyla, şarj sisteminin potansiyeli ve güneş enerjisinin kullanılabilirliğini bulmak için ölçümler 5 aylık bir zaman diliminde alınmıştır. Bu çalışmanın sonuçları elektrikli araçların akülerini şarj etmek için bölgede bir şarj istasyonunun kurulmasına temel oluşturacaktır.

Güneş panelleri ile üretilen enerji araç akülerine iki şekilde aktarılabilir:

- 1- Güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisini taşıt üzerinde veya sabit bir mekanda bulunan şarj cihazları kullanarak araç aküsüne aktarmak,
- 2- Değiştirilebilir aküler kullanarak akü değişimi yapmaktır.

KOCAELİ BÖLGESİNDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİKLİ HİBRİT ARABA AKÜSÜ ŞARJ EDİLMESİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Eğer birinci sistem kullanılırsa aracın park ettiği mekandaki güneş enerjisi aküde depolanır. Güneş enerjisi sadece araç park halindeyken akülere aktarılabilecektir. Bu nedenle taşıt üzerinde veya sabit bir mekanda bulunan şarj cihazlarının kullanıldığı sistemlerin, park yerlerinde ya da araç gün boyu nerede bulunuyorsa orada kurulması gerekmektedir.

İkinci sistem kullanılırsa aküler evlere kurulan güneş enerjisi sistemleri ile şarj edilebilir. Bu uygulama söz konusu çalışmanın kapsamı için de en uygun sistemdir. Böylece araç gün boyunca bir önceki günde depolanan güneş enerjisini kullanacaktır. Akü değişimi ayrıca, rüzgar türbini kullanılması halinde gece vakti akülerin şarj edilmesini de mümkün kılacaktır. İşe gidilmeden önce aracın boşalmış aküsü, şarj edilmiş akü ile değiştirilecek ve boş akü ertesi sabaha kadar şarj edilmek üzere sisteme bağlanacaktır. Bu işlem bir döngü halinde sürecektir.

KOCAELİ BÖLGESİNDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİKLİ HİBRİT ARABA AKÜSÜ ŞARJ EDİLMESİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

3. SONUÇ VE YORUMLAR

Akülerde depolanan enerjinin miktarı kontrol ünitesi vasıtasıyla sürekli olarak ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Günlük ve mevsimsel değişimleri azaltmak için 5 aylık bir süreçte (Ağustos 2010 – Aralık 2010) ölçümler alınmıştır. Depolanan güneş enerjisi miktarı elbette hava koşullarına bağlıdır. Bulutlu günlerde alınan veriler değerlendirme dışı tutulmuştur ve sistemin enerji depolama potansiyelinin değerlendirilmesinde dikkate alınmamıştır. Eğer toplam günlük depolanan enerji miktarı 100 Wh'in altında ise, bu değer göz önüne alınmamıştır. Şekil 7, 5 aylık süreçte akülerde depolanan günlük enerjinin ortalamasını göstermektedir. Kocaeli'de 1 m² yüzey alanına sahip bir güneş panelinden günlük olarak akülerde 400 Wh enerji depolanabileceği görülmektedir. Bazı çok güneşli günlerde depolanan enerji 600 Wh'a kadar çıkabilmektedir (Şekil 7). 25 Ekim 2010 tarihinde alınan veriler Tablo 2'de verilmiştir. Veriler 11 dakikada bir alınmıştır. Saat 08:00 ile 17:00 arası hava çok güneşli olduğu için 585,03 Wh enerji depolanmıştır.

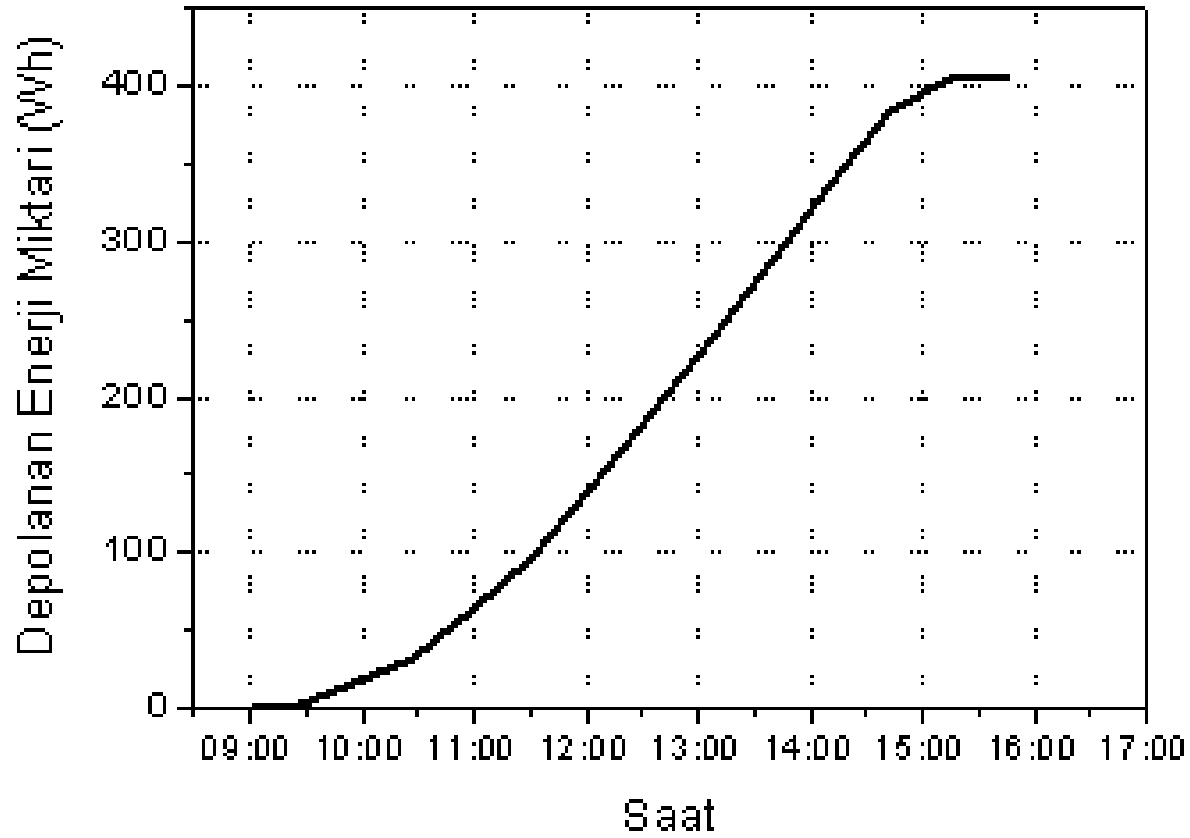
Tablo 2. 25 Ekim 2010 tarihinde alınan veriler.

Time	Battery Voltage(V)	Battery Current(A)	Battery Power(W)	Sun Voltage(V)	Sun Power(W)	Sun Current(A)	Depo (Wh)
08:02	29,70	0,00	0,00	24,40	0,00	0,00	0,00
08:19	29,70	0,00	0,00	24,40	0,00	0,00	0,00
08:24	29,70	0,10	2,40	24,40	2,40	0,10	0,00
08:35	29,70	0,10	2,40	24,40	2,40	0,10	0,00
08:46	29,70	0,10	2,40	24,40	2,40	0,10	0,00
08:57	29,70	0,10	2,40	24,40	2,40	0,20	0,00
09:08	29,70	0,21	4,90	24,40	4,90	0,20	0,00
09:19	29,70	0,21	4,90	24,40	4,90	0,20	0,00
09:30	29,70	0,21	4,90	24,40	4,90	0,20	0,00
09:41	29,70	0,41	9,80	24,40	9,80	0,40	0,00
09:52	29,80	0,52	12,90	24,60	12,90	0,50	0,00
10:03	29,90	0,82	19,70	24,60	19,70	0,80	0,41
10:14	24,00	1,09	24,80	24,80	24,80	1,00	6,41
10:25	24,20	1,94	32,50	25,00	32,50	1,90	12,41
10:36	24,40	1,65	40,90	25,20	40,90	1,60	18,41
10:47	24,60	1,96	48,20	25,40	48,20	1,90	24,41
10:58	24,70	2,26	55,90	25,40	55,90	2,20	31,51
11:09	24,80	2,58	64,00	25,60	64,00	2,50	43,51
11:20	24,80	2,89	71,70	25,60	71,70	2,80	55,51
11:31	24,90	3,08	76,80	25,60	76,80	3,00	67,51
11:42	24,90	3,99	84,50	25,60	84,50	3,90	79,51
11:53	24,90	3,79	92,90	25,80	92,90	3,60	93,24
12:04	25,00	3,92	98,00	25,80	98,00	3,80	111,24
12:15	25,00	4,19	103,20	25,80	103,20	4,00	129,24
12:26	25,10	4,92	108,40	25,80	108,40	4,20	147,24
12:37	25,10	4,42	110,90	25,80	110,90	4,90	165,24
12:48	25,20	4,64	117,00	26,00	117,00	4,50	183,24

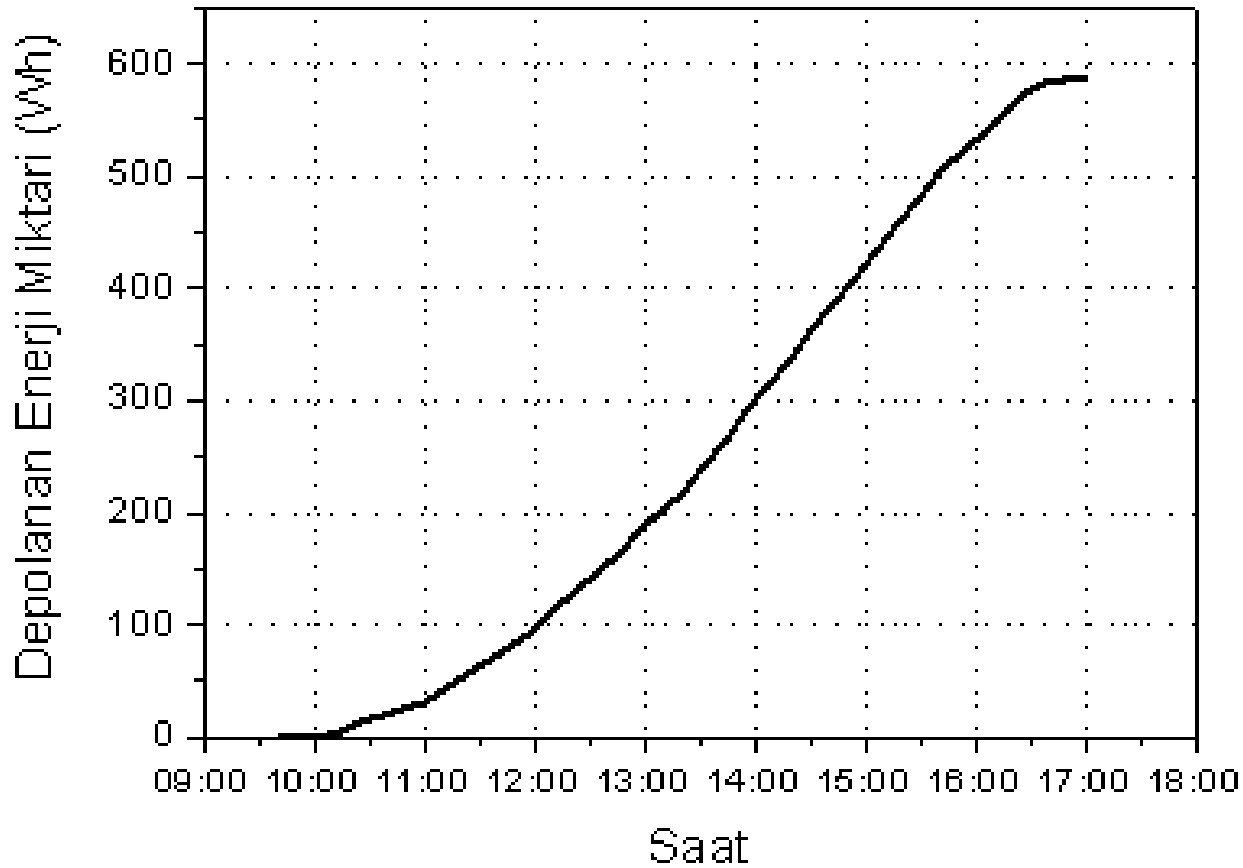
Tablo 2. 25 Ekim 2010 tarihinde alınan veriler.

12:59	25,20	4,75	119,60	26,00	119,60	4,60	201,24
13:10	25,90	4,99	124,80	26,00	124,80	4,80	219,26
13:21	25,90	5,04	127,40	26,00	127,40	4,90	241,89
13:32	25,90	5,18	131,00	26,20	131,00	5,00	265,89
13:43	25,40	5,26	133,60	26,20	133,60	5,10	289,89
13:54	25,40	5,26	133,60	26,20	133,60	5,10	313,89
14:05	25,40	5,26	133,60	26,20	133,60	5,10	337,89
14:16	25,50	5,94	136,20	26,20	136,20	5,20	361,89
14:27	25,50	5,94	136,20	26,20	136,20	5,20	385,89
14:38	25,60	5,96	137,90	26,40	137,90	5,20	409,89
14:49	25,60	5,26	134,60	26,40	134,60	5,10	433,89
15:00	25,60	5,05	129,40	26,40	129,40	4,90	457,75
15:11	25,60	5,05	129,40	26,40	129,40	4,90	481,75
15:22	25,60	4,85	124,10	26,40	124,10	4,70	505,44
15:33	25,60	4,64	118,80	26,40	118,80	4,50	521,44
15:44	25,60	3,71	95,00	26,40	95,00	3,60	539,44
15:55	25,60	4,19	105,60	26,40	105,60	4,00	557,02
16:06	25,60	3,71	95,00	26,40	95,00	3,60	573,80
16:17	25,10	0,72	18,00	25,80	18,00	0,70	583,66
16:28	24,90	0,91	7,70	25,60	7,70	0,90	585,09
16:39	24,80	0,21	5,10	25,60	5,10	0,20	585,09
16:50	24,80	0,21	5,10	25,40	5,10	0,20	585,09
17:01	24,70	0,10	2,50	25,40	2,50	0,10	585,09
17:12	24,70	0,10	2,50	25,40	2,50	0,10	585,09
17:23	24,70	0,00	0,00	25,40	0,00	0,00	585,09
17:34	24,70	0,00	0,00	25,20	0,00	0,00	585,09

Şekil 7. Ortalama günlük depolanan güneş enerjisi



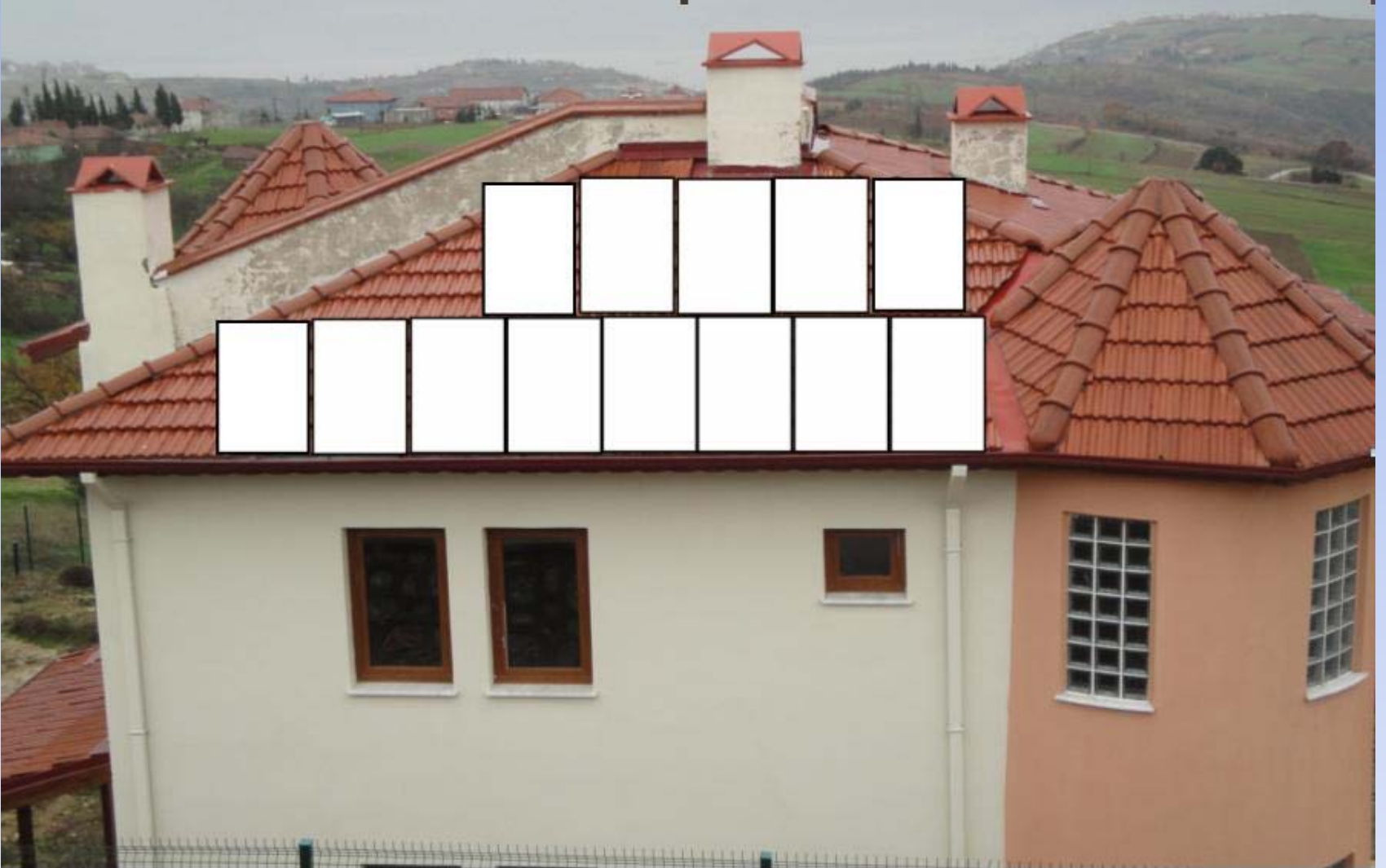
Şekil 8. 25 Ekim 2010 tarihli depolanan güneş enerjisi



KOCAELİ BÖLGESİNDEKİ GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİNİN ELEKTRİKLİ HİBRİT ARABA AKÜSÜ ŞARJ EDİLMESİ İÇİN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Çatının yüzeyinin sadece bir tarafının akülere gerekli enerjiyi sağlayacağı açıktır. Akü şarj etme altyapısının tasarımı kabul edilebilir uygunlukta ve çevresinde yaşayan insanlara herhangi bir rahatsızlık vermeyecek şekildedir. Test sonuçları, bir aracın günlük enerji gereksiniminin %50'sinin evsel bir güneş paneli sistemi kullanılarak karşılanabileceğini göstermiştir. Eğer bir güneş izleyici kullanılırsa, depolanan enerji miktarını daha da artırmak mümkün olacaktır. Bu sistemi kullanacak PHEA araçlarda menzil kaygısı yaşanmayacaktır. Bunun sebebi yedek olarak bulunan bir içten yanmalı motorun her zaman kullanıma hazır beklemesidir. Daha az yakıt tüketen ve daha az CO₂ yayan bu hibrit araçlar, günlük kullanım için uygun ve yeterlidir. Test sonuçları, evsel bir güneş panelli akü şarj sistemi kullanımının taşıt enerji gereksinimini karşılama potansiyelini ortaya koymaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanan PHEA yakın gelecekte ulaşım alanında önemli roller üstlenecektir.

Şekil 9. Çatıya kurulan güneş panelleri



DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİZ