



T.C.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

SOLAR ENERJİ İLE HAREKETİ SAĞLAYABİLEN ARAÇ PROJESİ

BİTİRME PROJESİ

329714 ABDULLAH TOLGA SAY

(II. ÖĞRETİM)

MAYIS 2021

TRABZON

Danışmanlar: Dr. Öğr. Üyesi Cevdet DEMİRTAŞ
Bölüm Başkanı: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın başlangıcından bitimine kadar her aşamada çalışmalarımı yönlendiren ve destekleyen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Cevdet DEMİRTAŞ hocama ve bununla birlikte bununla birlikte bu çalışmayı destekleyen Karadeniz Teknik Üniversitesi Rektörlüğü'ne, Mühendislik Fakültesi Dekanlığına ve Makina Mühendisliği Bölüm Başkanlığına desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

TRABZON, MAYIS 2021

ABDULAH TOLGA SAY

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	1
İÇİNDEKİLER.....	2
ÖZET.....	3
SUMMARY.....	4
AMAÇ VE KAPSAM.....	5
KISITLAR VE KOŞULLAR.....	5
GİRİŞ.....	6
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	7
HAFTALIK ÇALIŞMA PROGRAMI.....	9
MÜHENDİSLİK HESAP VE ANALİZLER.....	9
FOTOVOLTAİK PİLLERİN ÇALIŞMA İLKELERİ VE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ.....	10
GÜNEŞ ENERJİSİNİN TAŞITLARDA KULLANILMASI.....	11
KONSTRÜKSİYON.....	13
PANEL GRUBU VE MPPT DEVRELERİ.....	15
MOTOR VE KONTROL GRUBU.....	17
BATARYA GRUBU.....	29
MALİYET HESABI.....	20
ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ.....	22
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	22
KAYNAKLAR.....	23
EKLER.....	24

ÖZET

Son yıllarda, fosil yakıtların çevresel etkileri ve enerji talebinin sürekli olarak artması, dünya genelinde yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarına yönelik çalışmaları hızlandırmıştır. Alternatif enerji kaynakları arasında güneş enerjisi, temiz, güvenilir ve yenilenebilir olması bakımından büyük önem arz etmektedir. Güneş enerjisi günümüzde daha çok binalarda ısıtma, soğutma, sıcak su elde etme ve sokak aydınlatmalarında ayrıca havacılık ve uzay sanayinde özel uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu uygulama alanlarının yanında fotovoltaik pillerden üretilen elektrik enerjisiyle çalışan elektrikli taşıtlar da mevcuttur. Bu çalışmada fotovoltaik pillerin çalışma ilkeleri ve performans değerlendirmesi, güneş enerjisinin taşıtlarda kullanımının sonuçları incelenecektir.

Anahtar Kelimeler— Güneş enerjisi, fotovoltaik piller, güneş enerjili araçlar

SUMMARY

Recent years, environmental effects of fossil fuels and continuously increasing of energy demand has accelerated the researches about alternative and renewable energy. Solar energy in the types of alternative energies should be clear, reliable and renewable. Solar energy is used in buildings for heating, cooling, hot water supply and street lighting, also aerospace industry. There are electric vehicles that use electric energy generated from photovoltaic modules. In this research, the working principles and performance evaluation of photovoltaic batteries, the results of the use of solar energy in vehicles will be examined.

Keywords - Solar energy, photovoltaic cells, solar powered vehicles

AMAÇ VE KAPSAM

Bu çalışmanın amacı güneş enerjisinin taşıtlarda kullanılabilirlik düzeyinin araştırılması ve fotovoltaik uygulamaların ekonomiklik analizi olacaktır. Bununla birlikte yaptığım çizimler ve çalışmalarda sunulacaktır.

KISITLAR VE KOŞULLAR

- Projede kullanılan %22,5 verimli panellerin $0,9\text{kg/m}^2$ alan yoğunluğunda olması tercih sebebi sayılmış olup, yansıtma yüzey kaplaması istenmemiştir.
- Fotovoltaik sistemlerin yakıt maliyeti olmamasına rağmen kurulum maliyetlerinin yüksek oluşu üretilen enerjinin birim fiyatının 4 ila 6,5 katı olmasıyla sonuçlanacaktır.
- Taşıtın fonksiyonel bir araç olarak kullanılabilmesi noktasında bir batarya grubunun kullanılmasını zaruri kılmaktadır.
- Aracın yüzey kaplaması için genel olarak kullanılan Karbon-Fiber ve alüminyum sac yerine $0,8\text{kg/m}^2$ alan yoğunluğuna sahip polikarbon levha kullanılacaktır.
- Bataryanın 60V nominal gerilimde çalışması gerektiğinden 1C'de 15A sağladığı düşünülürse en az 3C'de deşarj olabilmelidir.

GİRİŞ

Güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahiptir. Güneş enerjisi ile çalışan elektrikli sistemler henüz birçok noktada uygulanabilirliğini kazanamamış olmakla birlikte her geçen gün geliştirilmektedir. Günümüzde dünya enerji ihtiyacının önemli bir kısmının fosil kaynaklarından sağlanması yanma kaynaklı çevre kirliliğine yol açmakla birlikte fosil kaynakların gelecek projeksiyonu dolayısıyla alternatif enerji kaynaklarına yönelmek kaçınılmaz hale gelmiştir. Ülkemizin coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde (DMİ) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre, ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat, ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl olduğu tespit edilmiştir. Devam etmekte olan ölçüm çalışmalarının sonucunda, Türkiye güneş enerjisi potansiyelinin mevcut değerlerden %20-25 daha fazla çıkması beklenmektedir. Bu potansiyelin etkin bir biçimde kullanılması enerji konusunda dışa bağımlılığımızı azaltıcı etkiler gösterecektir. Ülkemizde güneş enerjisinden çoğunlukla binalarda sıcak su elde etme amacıyla yararlanılmaktadır. Bunun yanı sıra sokak aydınlatmalarında ve trafik ikaz sistemlerinde de kullanılmaktadır. Ülkemizde kullanımı yaygınlaşmamış olmakla birlikte güneş enerjili taşıt uygulamaları da mevcuttur.

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Güneş enerjisi, küresel ısınmanın etkilerini hızla görmeye başlayan insanoğlu için birincil önemdeki yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul ediliyor. Uygun fiyatlı, tükenmez ve temiz güneş enerjisi teknolojilerinin geliştirilmesinin uzun vadede büyük faydalar sağlayacağı inkar edilemez bir gerçek olarak karşımızda duruyor. Güneş enerjisi tükenmez ve çoğunlukla ithalden bağımsız bir kaynağa dayanarak ülkelerin enerji güvenliğini artıracak niteliklere sahip. Sürdürülebilirliği artırmak, kirliliği ve küresel ısınmayı azaltmak için güneş enerjisi teknolojilerinin genel kullanıma sunulabilecek kadar geliştirilmesi gerekliliği tüm uluslararası kuruluşlarca kabul ediliyor.

Güneş enerjisi, güneş ışığının fotovoltaik hücreler yardımıyla doğrudan elektriğe dönüştürülmesi ile üretilir. Güneş pili olarak da adlandırılan fotovoltaik hücre (PV), fotovoltaik etkiye kullanarak ışığı elektrik akımına dönüştüren bir cihazdır. İlk güneş pili 1880'lerde Charles Fritts tarafından inşa edildi. Alman sanayici Ernst Werner von Siemens, bu keşfin önemini bilenler arasındaydı. 1931'de Alman mühendis Bruno Lange, prototip selenyum hücrelerinin, gelen ışığın % 1'inden daha azını elektriğe dönüştürmesine rağmen bakır oksit yerine gümüş selenit kullanan bir fotovoltaik hücre geliştirdi. 1940'larda önemli sonuçlara ulaşan Russell Ohl'un çalışmalarının ardından araştırmacılar Gerald Pearson, Calvin Fuller ve Daryl Chapin 1954'te ilk silikon güneş pili yarattılar. Bu erken dönem güneş hücreleri % 4.5-6'lık verime ulaşabilmişti.

1800'lerin ortalarından itibaren ilgi gören elektrikli araçların, özellikle 50'lerde belli bir verimlilik düzeyine ulaşan bu teknoloji ile ilişki kurması kaçınılmazdı. İcat edilen ilk güneş arabası General Motors çalışanı William G. Cobb tarafından yaratılmış olan küçük bir araçtı. Cobb, Sunmobile adı verilen bu aracı 1955 yılında Chicago, Powerama Kongresi'nde tanıttı. Sunmobile, 12 adet selenyum fotovoltaik hücre ve küçük bir elektrik motoru ile çalışıyordu.

Güneş enerjisi araçları genellikle tümüyle güneşten gelen güçle çalışırlar ancak bazı modeller bu gücü bir batarya kullanarak destekleyecek ya da bataryaları yeniden şarj etmek için güneş panelleri kullanabilir ya da çoğunlukla batarya kullanan bir otomobil için yardımcı sistemler çalıştırabilirler.

Güneş arabaları, güneş ışığını elektriğe dönüştürmek için fotovoltaik hücreleri (PV hücreleri) kullanan bir güneş dizisine bağlıdır. Güneş enerjisini ısıya dönüştüren solar termal enerjinin aksine PV hücreleri güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirir. Güneş ışığı (fotonlar) PV hücrelerine çarptığında elektronları harekete geçirir ve akmasına izin vererek elektrik akımı yaratır. PV hücreleri, silikon ve indiyum, galyum ve azot alaşımları gibi yarı iletken malzemelerden yapılmıştır. Kristal silikon, kullanılan en yaygın materyaldir ve %15-20'lik bir verimlilik oranına sahiptir.

Güneş enerjili arabaların geliştirilmesi 1980'lerden beri bir mühendislik hedefi olmuştur. Çok sayıda projenin yarıştığı pek çok etkinlik de yine bu yıllarda düzenlenmeye başlamıştır. 1987'den bu yana iki yılda bir düzenlenen Dünya Güneş Enerjisi Yarışması, üniversitelerden ve özel kuruluşlardan gelen takımların, Avustralya'nın merkezindeki Darwin'den diğer bir şehir olan Adelaide'a 3.021 kilometre yarıştığı, bir güneş enerjisiyle çalışan araba yarışıdır. 1987'de gerçekleştirilen ilk yarışmayı, GM'in Sunracer isimli arabası, ortalama 67 km/s hız ile kazandı. Sonuncusu 2017'de düzenlenen yarışmada Cruiser sınıfında kazanan, Eindhoven Teknoloji Üniversitesi'nin üretimi Stella Lux 76.73 km/s ortalama hıza erişti. Yıllar içinde geliştirilen yeni modeller ile ilerleyen teknolojisi sayesinde güneş enerjili arabalar sadece yarışlarda değil yollarda da görülmeye başlandı. İlk güneş enerjili aile arabası olarak kabul edilen Stella, 2013 yılında Hollanda'daki öğrenciler tarafından üretildi. Bu araç güneş ışığı altında bir şarjda 885 kilometre mesafe ket edebiliyordu. Dünya Güneş Enerjisi Yarışları'na son yıllarda damga vuran Stella Lux ise tek şarj ile yaklaşık 1500 kilometre giderek rekor kırdı.

Ticari olarak üretimleri denenen birçok model günden güne ortaya çıkıyor. Çinli güneş paneli üreticisi Hanergy, son tüketicilere yönelik olarak lityum-iyon pillerle donatılmış güneş araçları üretmeyi ve satmayı planlıyor. Hanergy, beş ila altı saatlik güneş ışığının otomobillerin ince film güneş pillerinin günde 8-10 kWh güç üretmesine olanak sağladığını söyleyerek testlerini yaptıkları otomobilin yalnızca güneş enerjisi ile yaklaşık 80 km seyahat edebildiğini, maksimum menzilin ise yaklaşık 350 km olduğunu belirtiyor.

Son dönem modelleri arasında dikkat çeken bir diğer güneş enerjili araba ise Alman üretimi Sion. Sono Motors'un Sion modeli, Temmuz 2016'da halka duyuruldu. İki prototip, crowdfunding tarafından finanse edildi ve test sürüşleri Ağustos 2017'de gerçekleşti. Satış fiyat 16.000 avro olarak belirlenen Sion'un kiralayabileceğiniz veya satın alabileceğiniz bataryaları ise 4.000 avronun altında fiyatlarla satılacağı öngörülüyor. Sono Motors'un web sitesi aracılığıyla verilebilen ön siparişlerin teslimatlarının 2019'un üçüncü çeyreğinde başlaması planlanıyor. Sion 5 kapılı ve maksimum 140 km/s hıza sahip 80kW'lık bir motoru var. Bataryası ise 250 km'lik gerçekçi bir menzile sahip olacak.

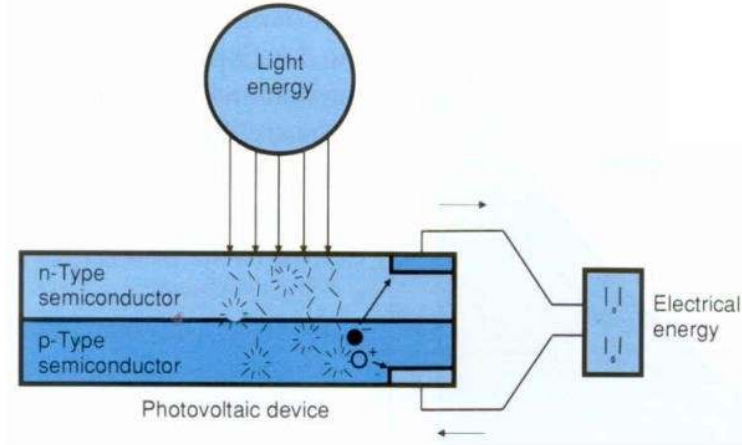
MÜHENDİSLİK HESAP VE ANALİZLERİ

Deney düzeneği SOLİDWORKS programında tasarlanmış ve imalat resimleri çizilmiştir. Tasarlanan deney düzeneğinin imalatı yapılacak ve belirlenen kısıt ve koşullar çerçevesinde gerekli ölçümler yapılacak, elde edilecek ampirik bağıntılar ile mühendislik hesap ve analizi yapılacaktır.

FOTOVOLTAİK PİLLERİN ÇALIŞMA İLKELERİ VE PERFORMANS

DEĞERLENDİRMESİ

“Güneş Elektriği (solar electricity)” veya “güneş pili” olarak da bilinen ve güneş ışığından elektrik enerjisi üreten PV’ler, ilk kez 1839 yılında Becquerel tarafından araştırılmış, 1954 yılında ise modern anlamdaki PV hücreler (solar cell) geliştirilerek uzay teknolojisi uydu araçlarında pahalı bir elektrik üretici olarak kullanılmaya başlanmıştır. Fotovoltaik hücreler yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddelerdir. Güneş enerjisi, güneş hücresinin yapısına bağlı olarak %5 ile %25 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir.



Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş hücresi birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş hücresi modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir.

Fotovoltaik pillerin üretimi sırasında, pilin ön yüzeyine yakın yerde bir iç elektrostatik bölge oluşturularak, elektronların serbest duruma geçmesi sağlanır. Silisyum kristali içine diğer elementler yerleştirilmiştir. Bu elementlerin kristal içinde bulunması, kristalin elektriksel olarak dengede olmasını önler. Işıkla karşılaşan malzemede, bu atomlar dengeyi bozar ve serbest elektronları diğer pile veya yüke gitmeleri için pilin yüzeyine doğru süpürürler. Milyonlarca foton pilin içine akarken, enerji kazanıp bir üst seviyeye çıkar, elektronlarda pil içindeki elektro-statik bölgeye ve oradan da pil dışına akarlar. İşte bu oluşan akış elektrik akımıdır. Fotovoltaik pillerin performansını etkileyen en önemli hususlar güneş ışınlarının pil yüzeyine düşme açısı, fotovoltaik pillerin ısınması ve yüzey kirlenmesi problemidir. Türkiye’de 1000 W/m² ışınım altında yapılan bir çalışmada da PV modül sıcaklığının artması durumunda gücün düştüğü, her 10 0C sıcaklık artışında verimin %1 düştüğü saptanmıştır. PV panelin arka yüzeyinin havalandırılması ve ışınım açısının panel eğiminin uygun seçilmesi durumunda, aşırı ısı yükleri de azaltılabilmektedir. Kullanıldığı yerde PV panellerin etkinliğinin düşmesine neden olan önemli faktör de yüzey kirlenmesidir. Yapılan araştırmalar, kirlenme durumunda PV performansının %3,5 oranında düştüğünü göstermektedir. Bu durum panel yüzeylerinin belirli zaman aralıklarıyla temizlenmesini zorunlu kılmaktadır.

Yapılan parametrik çalışmalara göre, şebekeye bağımlı ve şebekeden bağımsız fotovoltaik uygulamaların yıllık ürettikleri güç miktarı kullanılarak her iki sistem için ömür boyu maliyet sırasıyla 0.40 ve 0.67 \$/kWh olarak bulunmuştur. Nisan 2012 elektrik enerjisi birim fiyatı gündüz, puant ve gece değerlerinin ortalaması 0,184476 ¨/kWh olup güncel kur ile 0,1025 \$/kWh olmaktadır. Bu sonuçlarla fotovoltaik sistemlerin yakıt maliyeti olmamasına rağmen kurulum maliyetlerinin yüksek oluşu üretilen enerjinin birim fiyatının 4 ila 6,5 katı olmasıyla sonuçlanmaktadır. Buna rağmen şebeke bağlantısı bulunmayan bölgelerde fotovoltaik uygulamalar kullanılabilmektedir.

GÜNEŞ ENERJİSİNİN TAŞITLARDA KULLANILMASI

Fotovoltaik uygulamalarda elektrik enerjisinin üretilmesi kadar depolanması da güneş enerjisinin taşıtlarda kullanılabilirliğini etkilemektedir. Bu sebeple güneş enerjisinin taşıtlarda kullanımı, fotovoltaik piller ile batarya gruplarının birlikte değerlendirilmesini gerektirir.

Taşıtlarda alternatif enerji kullanımıyla ilgili tüm çalışmaların temelinde aracın bağımsız seyir mesafesini kullanım şartlarının altına düşürmeme gerekliliği bulunmaktadır. Yakıtlarının yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmaları dolayısıyla benzinli ve dizel motorlu araçların menzilleri ulaşılması güç değerler olarak görülmektedir.

Aşağıdaki tabloda toplam hareket dirençlerinin 1000N olacağı bir taşıtta farklı yakıt ve batarya türleri için enerji yoğunlukları ve menzil değeri verilmiştir. Menzil değerleri 100kg'lık ve 100 litrelik yakıt/bataryadan düşük enerjili olanı ile ulaşılabilecek en uzak mesafeyi göstermektedir. (İlk 4 yakıtın %30 verimle işe dönüştükleri, hidrojen yakıt pilinin %55 verimle elektrik ürettiği ve elektrik motorlarının %90 verimle çalıştığı kabul edilmiştir).

Enerji Kaynağı	Enerji Yoğunluğu		Menzil [km]
	Hacimsel	Kütlesel	
Benzin	34,8 MJ/l	44,4 MJ/kg	1044
Dizel	36,8 MJ/l	45,4 MJ/kg	1104
LPG	26,8 MJ/l	46 MJ/kg	804
CNG	9,7 MJ/l (@250bar)	55 MJ/kg	291
Hidrojen	1,876 MJ/l (@300bar)	142 MJ/kg	92,862
Li-Ion	146,1 Wh/l	92,5 Wh/kg	29,97
Pb-Asit	83,08 Wh/l	30 Wh/kg	10,8

Güneş enerjili araçlarda ise; taşıtın ihtiyaç duyacağı enerji eşzamanlı olarak araç üzerine yerleştirilmiş fotovoltaik pillerden karşılanmaktadır. Bu durum söz konusu taşıtın fonksiyonel bir araç olarak kullanılabilmesi noktasında bir batarya grubunun kullanılmasını zaruri kılmaktadır.

Bununla birlikte araç üzerine yerleştirilecek PV modüllerinin alan kısıtlaması mevcuttur. Fotovoltaik pillerin performans değerlendirmesi ile ışınım miktarı birlikte düşünülüğünde güneş enerjisi uygulamaları için taşıtlarda ışınımına muhatap panel alanı değeri de önem arz etmektedir.

Ayrıca güneş enerjili araçların tasarım ilkeleri ve malzeme kriterleri elektrikli araç tasarım şartlarını sağlamalıdır. Otomotiv sektöründe kullanılan malzeme ve tasarım özelliklerinin güneş enerjisiyle çalışan taşıtlara uygun olmadığından alternatif yaklaşımların geliştirilmesi gerekmektedir.

Taşıtlarda güneş enerjisi söz konusu kısıtlamalar nedeni ile işletilebilir bir kullanım düzeyi sunamamaktadır. Türkiye’de TÜBİTAK’ın düzenlediği Formula-G ve dünyada Solar Challenge olarak bilinen yarışmalarda güneş enerjili araçlar çok uzun mesafeler kat etseler de ekonomik işletilebilir düzeye ulaşamamışlardır.

Ayrıca özellikle yaz aylarında aracın klima yükünün hafifletilmesi için araç yüzeyindeki güneş ışınımının yutulması değil yansıtılması istenmektedir.

Aracın üzerine yerleştirilen fotovoltaik piller ısı üretmeleri bakımından bu noktada bir dezavantaj göstermektedirler.

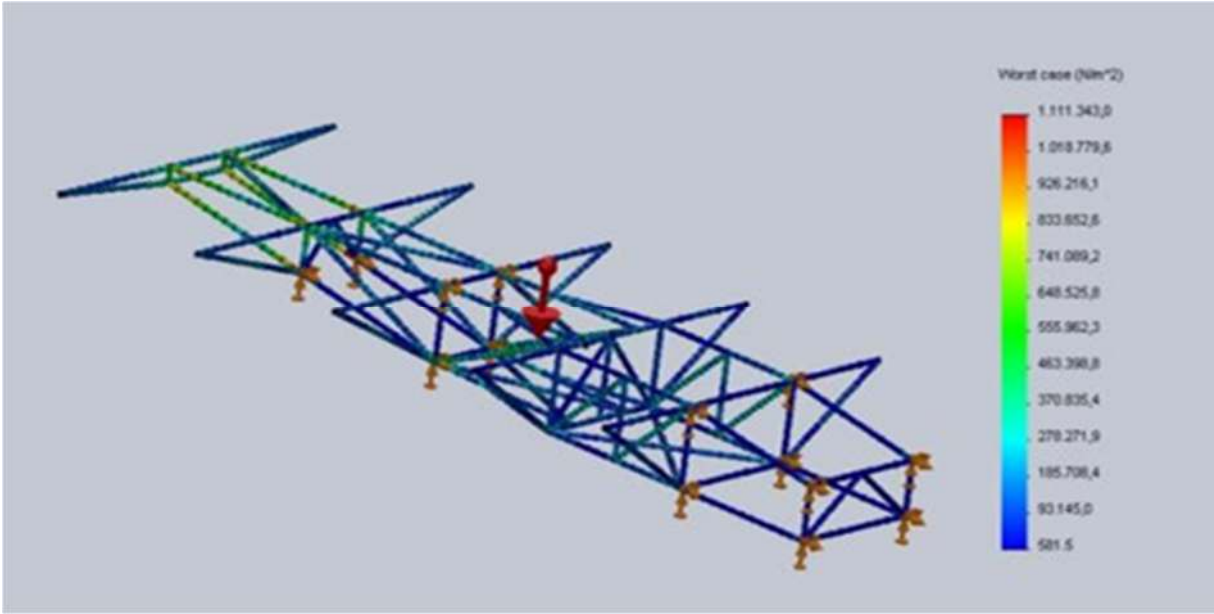
Tüm bu sebeplerle otomotiv sektöründe güneş enerjisi, Toyota’nın araç park halindeyken üzerine yerleştirilmiş fotovoltaik pillerden alınan enerjiyle beslenen ventilasyon sistemi çalışmasında olduğu gibi araçlarda ek enerji kaynağı olarak kullanılabilse de birincil enerji kaynağı olarak kullanıldığı uygulamalarda taşıt özelliklerini sunamamaktadır.

KONSTRÜKSİYON

Güneş enerjili araçlar için belirlenmiş standart bir tasarım olmadığından çeşitli şekil ve tiplerde araçlar mevcuttur. Temel tasarım kriteri, maksimum güneş etki alanı sağlarken, ağırlığı azaltmak ve aracı mümkün olan en güvenli hale getirmektir.

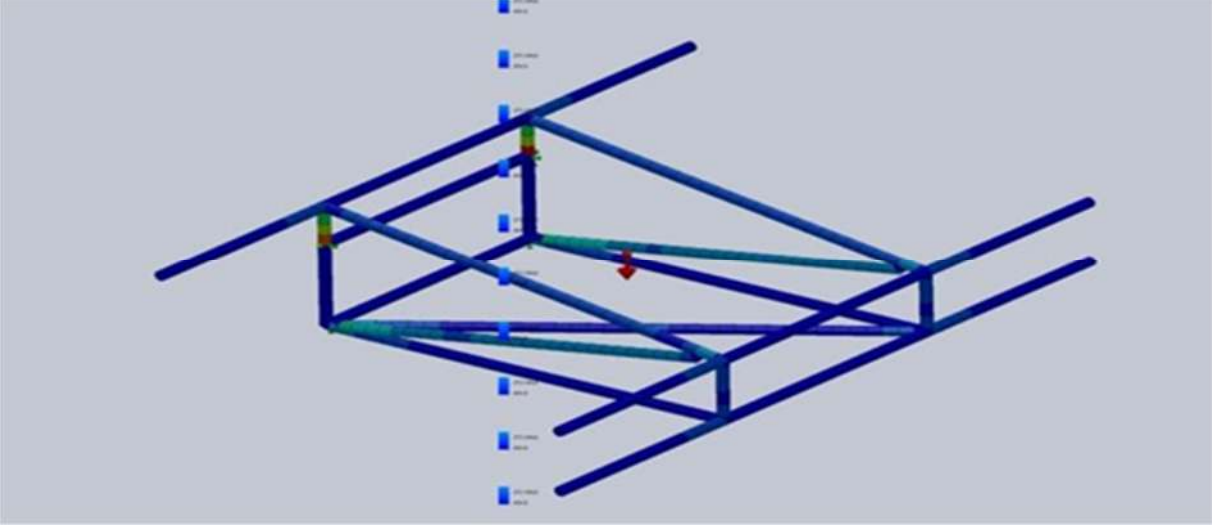
Şasi tasarımında aracın mümkün olduğu kadar hafif ve güvenli olması istenmektedir. Rüzgâr direncinin düşürülmesi için hava akımını izleyen hatlar seçilmiş SOLİDWORKS programı ile çeşitli aerodinamik analizler yapılmıştır.

Alüminyum şasi daha fazla panel alanı elde etmek için eklenen uzatma iskeletiyle birlikte kullanılmıştır. Şasinin gerilme ve von- Mises analizi hesaplamalı mühendislik yazılımları ile yapılmıştır.



Şekil 2. Şasi gerilme analizi

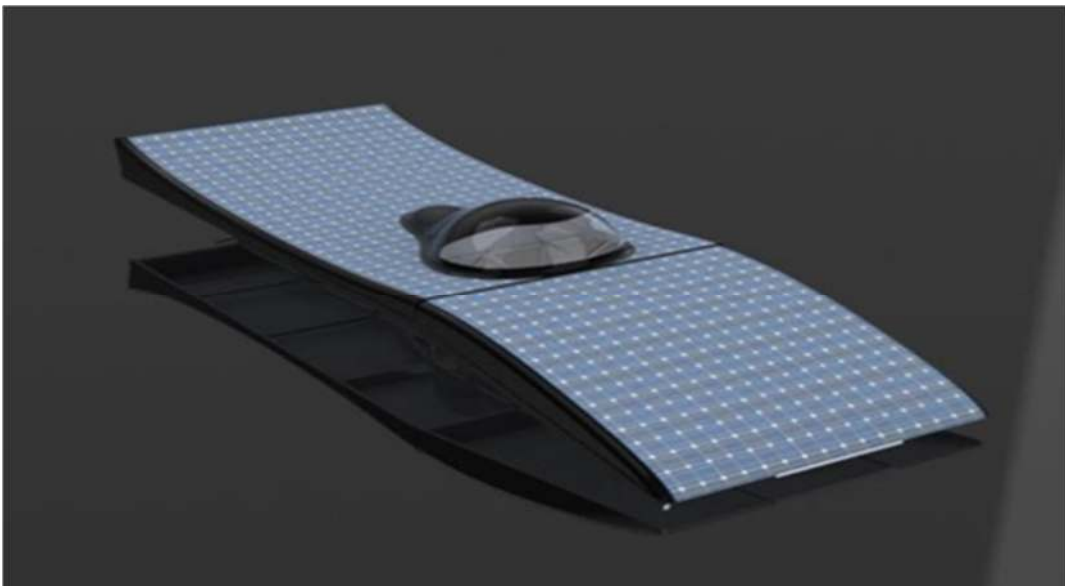
Etkin panel alanını artırmak amacıyla Şekil 3.'de görülen kısmın iskelete civatalı bağlantısı yapılmıştır.



Şekli 3. Şasiye yapılan ekleme

Şasi tasarımında alüminyum tercih edilecektir.

Aracın yüzey kaplaması için genel olarak kullanılan Karbon-Fiber ve alüminyum sac yerine 0,8kg/m² alan yoğunluğuna sahip polikarbon levha kullanılmıştır.



Şekil 4. Aracın katı modeli

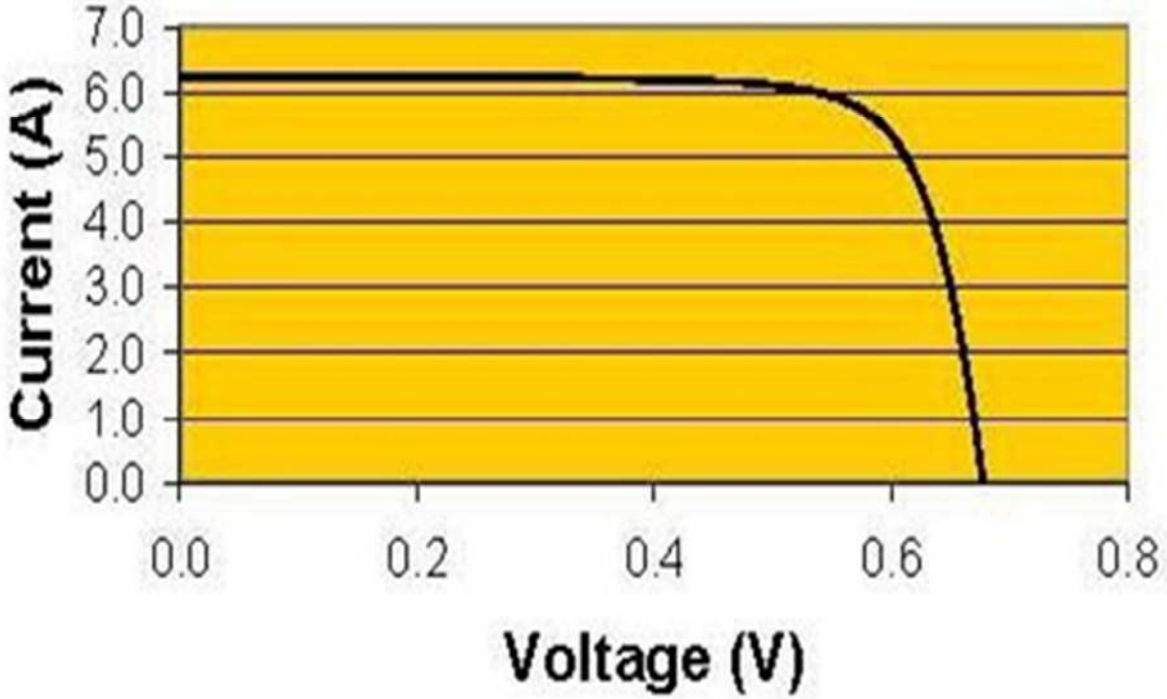
PANEL GRUBU VE MPPT DEVRELERİ

Projede %16 verimli 4,58 m² ve yeni alınan %22,5 verimli 2,76 m² güneş paneli kullanılacaktır. Toplam panel gücü ideal şartlarda 1350W olarak tasarlanmıştır.

Projede kullanılan %22,5 verimli panellerin 0,9kg/m² alan yoğunluğunda olması tercih sebebi sayılmış olup, yansıtma yüzey kaplaması istenmemiştir.

Fotovoltaik hücrelerin Şekil 5.'de verilen akım-gerilim grafikleri göz önünde bulundurulduğunda hücrelerden maksimum güç elde edilmesi için uygun noktada yüklenmeleri gerekir.

C65 CELL PERFORMANCE – TYPICAL I-V CURVE

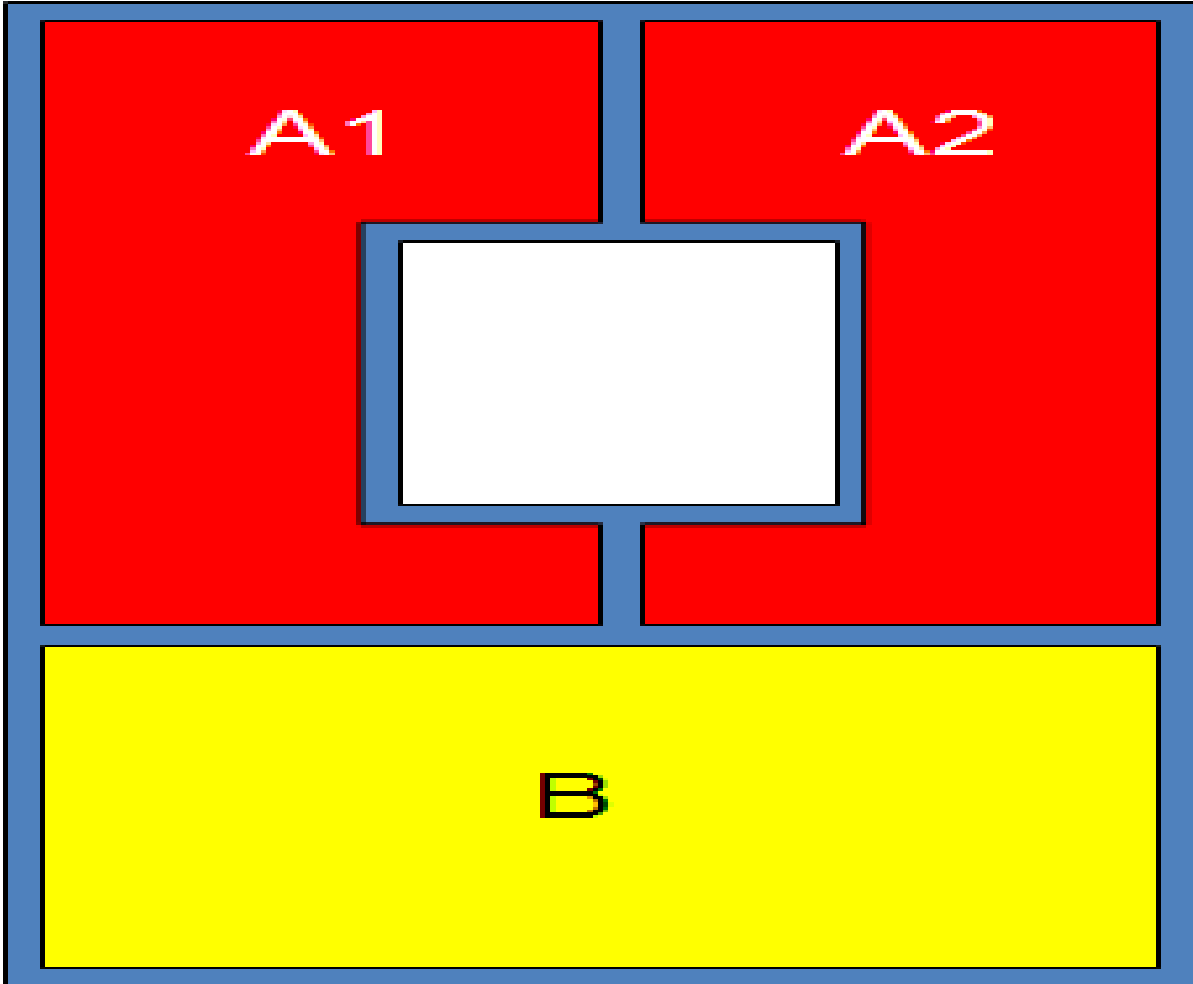


Şekil 5. %22,5 verimli hücrelerin akım-gerilim grafiği

Panel akımının sıcaklık ve gerilimle non-lineer bir değişim göstermesi, çalışma noktasının maksimum güç çıktısı için sürekli değiştirilmesini gerektirir. Bu sebeple MPPT devreleri kullanılmıştır. Kullanılan MPPT metodu ile %98 verim elde edilmektedir.

Projede %16 ve %22,5 verimli paneller A ve B grubuna ayrılarak araca Şekil 6.'da gösterildiği gibi yerleştirilmiştir. Her grup için bir MPPT kullanılmıştır. MPPT'lerin çalışma gerilimleri ve maksimum akım değerleri göz önünde bulundurularak A grubu paneller A1 ve A2 dallarına ayrılarak paralellenmiş, B grubu seri bağlanmıştır.

A grubu paneller 100 cm² lik 432 hücreden oluşmakta, açık devre gerilimleri 110V, kısa devre akımları 3A ve efektif güçleri 646,8W iken; B grubu paneller 225cm² lik 169 hücreden oluşmakta, açık devre gerilimleri 109V, kısa devre akımları 5,2A ve efektif güçleri 555,5W olmaktadır.



Şekil 6. Panel grupları yerleşimi

MOTOR VE KONTROL GRUBU

Projede kalıcı mıknatıslı fırçasız DC HUB motor kullanılacaktır.

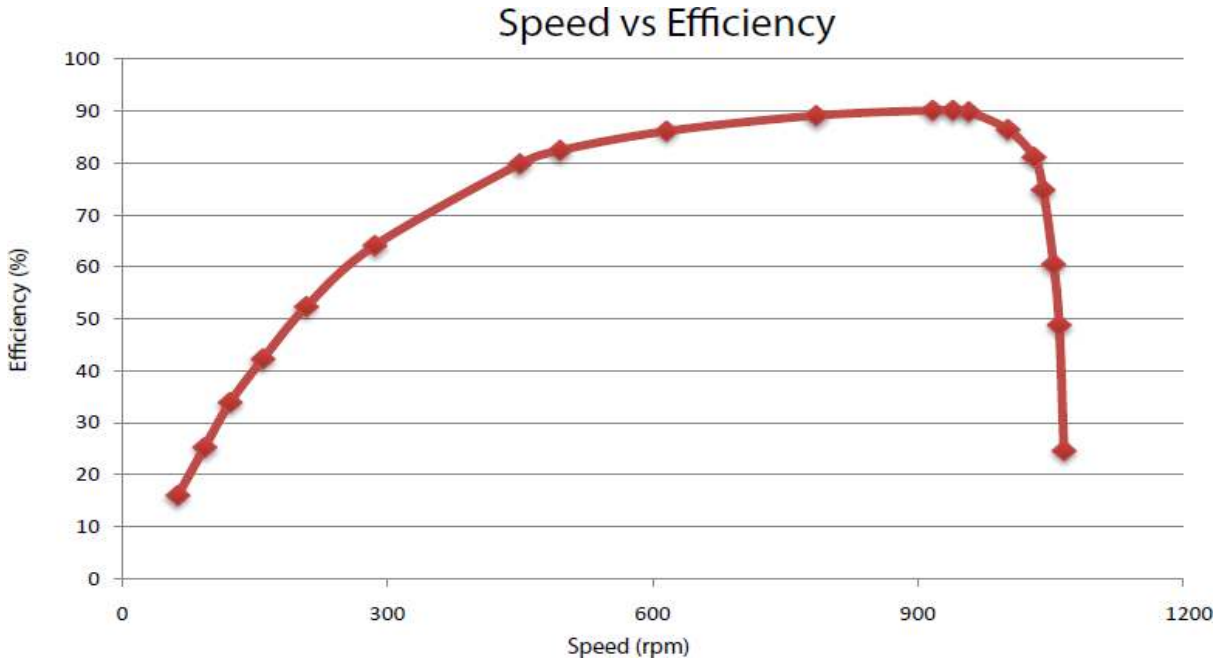
Sürüşün 1 saat üzerinden değerlendirilmesi üzerine 1kWh'lik batarya paketinden sürüş boyunca ortalama 1kW ve panel grubundan ortalama 1kW olmak üzere 2kW'lık güç çıktısının verimli olarak kullanılabilmesi için 3,5kW'lık motor modeli seçilmiştir.

Motorun maksimum devir sayısı 940rpm'dir. Bu devir sayısı ile araç maksimum 88,54km/h hıza çıkarabilmektedir.

Motor sürücüsü yazılımı bataryayı gerilim değeri 50V'a düşünceye kadar kullanmaya ve maksimum 50A akıma göre programlanacaktır.

Kullanılan motorda fren esnasında aracın kinetik enerjisini batarya şarjı için kullanan rejeneratif fren sistemi bulunmaktadır.

Motorun Şekil 6.'da verilen devir sayısı-verim grafiği incelenerek verimli bölgede sürülmesi için uygun lastik ebadı belirlenmiş ve yarış öngörülen hız aralığında tamamlanmaya çalışılmıştır.



Şekil 7. Motor verim karakteristiği

BATARYA GRUBU

Gravimetrik enerji kapasitesi bakımından aracın hafifletilmesi gereği düşünülerek Li-Po hücreler seçilmiştir.

Li-Po hücreler ayrıca projede seçilen motorun 60V nominal gerilimde efektif 2kW ile sürüldüğünde 35A akıma gereksinim duyması halindeki talebine karşılık verebilecek şekilde yerleştirilmiştir. Bataryanın 60V nominal gerilimde çalışması gerektiğinden 1C'de 15A sağladığı düşünülürse en az 3C'de deşarj olabilmelidir.

Kapasite	2100 mAh @ C5, 25 ⁰ C
Sürekli Deşarj Akımı	10C (21A)
Maksimum Gerilim	4,2V
Nominal Gerilim	3,7V
Minimum Gerilim	3V
Nominal Güç	7,77W
Ağırlık	48g
Bağlantı Şekli	18S7P

Tablo 2. Li-Po hücre özellikleri

Tablo 2.'de özellikleri verilen hücrelerin 18 seri 7 paralel bağlantı şekli ve hücre dengeleyicileri ile oluşturulan batarya paketinin özellikleri Tablo 3.'de verilmiştir.

Hücre Sayısı	126
Maksimum Gerilim	75,6V
Nominal Gerilim	66,6V
Minimum Gerilim	54V
Toplam Enerji Kapasitesi	979,02Wh
Toplam Ağırlık	6,05kg
Maksimum Akım	147A @10C
Gravimetrik Enerji Kapasitesi	161,82Wh/kg

Batarya paketi herhangi bir kısa devre ya da tehlike anında diğer devre elemanları gibi sigorta devrelerine bağlanmış ayrıca batarya paketinin delrin levhalar ile yangın izolasyonu sağlanmıştır.

MALİYET HESABI

MALZEME	Ölçüler (mm)	Fiyat (TL)
(PLA+) FLAMENT	10000	20 TL
Lİ-PO PİL	85X34X18	180 TL
POLİKARBON LEVHA	25X25X6	30TL
ALİMİNYUM	3000	25TL
GÜNEŞ PANELİ	70X100	30TL
MPPT DEVRELERİ	-	40TL
MOTOR	-	80TL
KONTROL GRUBU	-	40TL

ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ

Yapmış olduğumuz çalışmanın çevreyle olan etkileşimi incelendiğinde tasarımın çevre için oluşturabileceği gürültü kirliliği, hava kirliliği, çevreye zararlı katkıya da sıvı atıksal herhangi bir kirlilik söz konusu değildir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan araştırmaların sonuçları güneş enerjisinin taşıtlarda kullanımının önündeki engelleri ortaya koymuştur.

Fotovoltaik pillerin verim düzeyleri ve bataryaların enerji kapasiteleri taşıtların bağımsız seyir mesafesini birinci dereceden etkilemektedir. Bu kısıtların iyileştirilmesi güneş enerjisinin taşıtlarda kullanımını artıracak, güneş enerjisinin taşıtlarda ikincil enerji kaynağı olarak kullanılması ise elektrikli araçlarda menzil artırıcı ek bir tedbir olarak geliştirilecektir.

KAYNAKLAR

1. Güneş Pilleri, Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.
2. Solar Electricity, , Ed: Markvart T., John Wiley&Sons Ltd., West Sussex
3. “The History Of PV”, www.pvpower.com/pvhistory.html
4. Photovoltaics in Buildings - A Design Handbook for Architects and Engineers, Ed: Sick, F., Erge, T., The Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, Freiburg, Germany, 1996.
5. M. Karamanav, “Güneş Enerjisi ve Güneş Pilleri”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya,2007
6. Alaçakır, B., “Didim’de Kurulan Şebeke Bağlantılı Güneş Pili Sisteminin Tanıtılması ve Performansının İncelenmesi”, Güneş Günü Sempozyumu, Kayseri, 25-27 Haziran 1999.
7. Eiffert, P., Kiss, G. J. Building-Integrated Photovoltaic Designs for Commercial and Institutional Structures: A Sourcebook for Architects.
8. Energy in Architecture: The European Passive Solar Handbook, Ed: Goulding J. R., Lewis J. O., Steemers T. C., Batsford for the Commission of the European Communities, London, 1992.
9. Eysel Fotovoltaik Sistemlerin Ömür Boyu Maliyet Analizi, Öztürk M., Bozkurt Çırak B., Özek N., Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 18, Sayı 1, 2012, Sayfa 1-11
10. Hafif Kara Taşıtlarında Güneş Enerjisi Kullanımının Araç Tasarımı ve Malzeme Seçimi Üzerine Etkileri, Özkan T., Baykara M., Ulutaş İ., Alkan A., Gürol A., Savaş M., Mühendis ve Makina - Cilt: 46 Say : 548
11. Potential benefits of solar reflective car shells: Cooler cabins, fuel savings and emission reductions, Levinson R., Pan H., Ban-Weiss G., Rosado P., Paolini R., Akbari H., Applied Energy
12. Energy comparison of MPPT techniques for PV Systems, Faranda R., Leva S., WSEAS TRANSACTIONS on POWER SYSTEMS, Issue 6, Volume 3, June 2008

