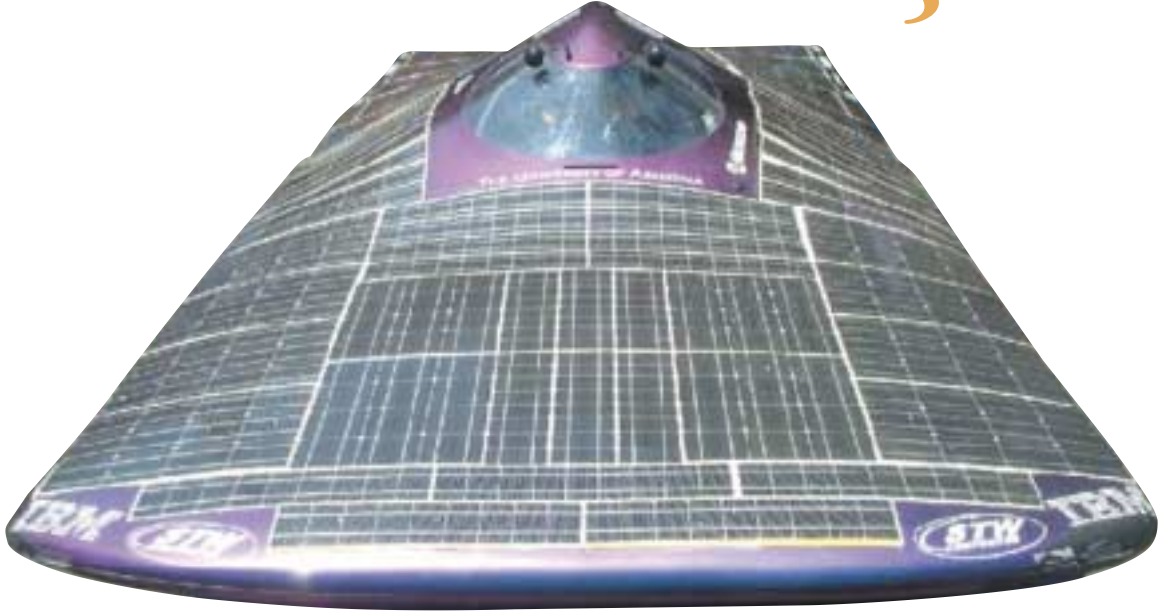


GÜNEŞ



ARABALARI

Yeryüzünde iki nokta arasında yolculuk ederken asıl yaptığımız iş, yerçekimi kaynaklı potansiyel enerjimizi değiştirmekten ibarettir. Fakat bu iş içten yanmalı motora sahip bir otomobile yapıldığında, motorun ürettiği mekanik enerjinin ancak %10 kadarı bu amaca hizmet eder. Kalan kısmı, sürtünme kuvvetlerine karşı yapılan iş olarak, bir bakıma ziyan olur. Motorun, kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürme verimi ise, zaten %25 civarında düşük bir düzeydedir. Dolayısıyla, eğer bitiş noktasının rakımı başlangıç noktasınınkinden yüksekse; yani eğer yükseklik kazanmışsak, kullandığımız benzinin içerdiği kimyasal enerjinin yalnızca, yaklaşık %2,5 kadarını potansiyel enerjimizdeki artışa dönüştürmüş oluruz. Hele eğer yokuş aşağı bir yolculuk yapıyorsak, hem potansiyel enerjimizden, hem de harcadığımız benzinin içerdiği kimyasal enerjinin tümünden olmuş oluruz.

Halbuki benzini elde ettiğimiz petrol, tükenmeye yüz tutmuş bir kaynak...

Bu verim düşüklüğü, beraberinde ek bir yakıt maliyeti getirdiği gibi, fosil yakıt kullanımının yolaçtığı çevre sorunlarını da misliyle katlıyor. Çünkü bilindiği üzere, egzoz çıktısının içerisinde atmosfere kükürtoksit (SO_x), nitrikoksit (NO_x) ve karbondioksit (CO₂) gibi kirletici veya sera gazlarıyla, parçacık kirleticiler salınıyor. Otomobile ulaşımın yoğun olarak kullanıldığı büyük yerleşim merkezlerinde hava kirliliği ve buna bağlı sağlık sorunları artarken, yaşam kalitesi düşüyor. Sonuç olarak, konvansiyonel kara taşıtlarıyla ulaşımın ağırlık vermekle, bir bakıma adeta daha fazla çevre sorunu yaratabilmek için daha fazla kaynak harcamak zorunda kalıyoruz. Dolayısıyla, temiz otomobil tasarımlarına yönelik yoğun arayışlar var.

Bu tasarımlardan birisi, yakıt olarak hidrojen kullanan araçlar. Gerçi,

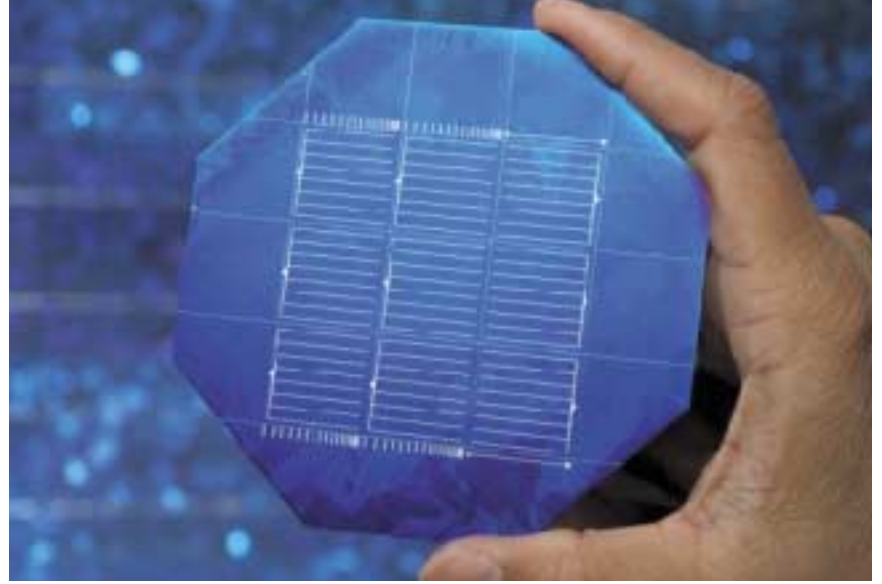
hidrojen hâlâ içten yanmalı bir motorda yakıldığından, verimlilik açısından pek bir iyileştirme getirmiyor. Fakat yanma ürünü olarak yalnızca su buharı ürettiğinden, aracın çalışması sı-



rasında atmosfere kirletici unsurlar salınmıyor. Dolayısıyla olumsuz çevre katkıları, eğer kullanılan hidrojen temiz yöntemlerle üretilmişse tümüyle ortadan kaldırılmış değilse de en azından otomobil kullanımının yoğun olduğu kentlerden uzaklaştırılıp, sözkonusu hidrojenin üretildiği merkezlere kaydırılmış oluyor. Bu tasarımlar prototip aşamasında olup, hidrojenin dağıtım ve depolanma sorunlarının çözümünü bekliyorlar.

Temiz ulaşım arayışlarındaki bir diğer tasarım, elektrikli ulaşım araçları. Elektrikli motorlar çok daha yüksek verimlerle çalışıyor ve çalışırken atmosfere kirletici yaymıyorlar. Buna karşılık, yüksek güç taleplerine yanıt vermekte zorlandıklarından, kısa sürelerde hızlanamıyor ve manevra yetenekleri sınırlı kalıyor. Öte yandan, kullandıkları elektriğin önceden depolanmış olması, bunun için de akülerin kullanılması gerekiyor. Halbuki yüksek güce sahip akülerin halen, boşalma süreleri kısa, yeniden doldurma süreleri uzun. Bu durum, tümüyle elektrikli araçların kullanılabilirliğini azaltıyor.

Bu soruna çözüm, aracın gereksinim duyduğu elektriği yolda üretebilmesinde yatıyor. Örneğin, hem elektrikli ve hem de sıvı yakıtla çalışan içten yanmalı birer motoru bulunan 'hibrid' araçlar bunu yapabiliyor. Bu araçların, şehir içindeyken çoğunlukla elektrikli motorunu, aküsünün zayıfladığı veya hızlı manevra gereksiniminin doğduğu durumlarda ve uzun sürelerle hız yapılan şehirlerarası yol-



Georgia Teknoloji Enstitüsü'nde üretilen düşük maliyetli, yüksek verimli bilgisayar ekranından basılmış çok kristalli silikon güneş hücresi.

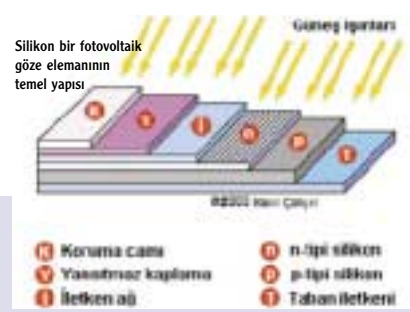
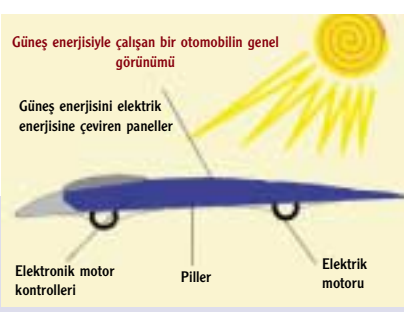
larda da içten yanmalı motorunu kullanması öngörülüyor. Sözkonusu iki motor birbirine seri ya da paralel olarak bağlanabiliyor. Seri bağlanmaları halinde, aracı yalnızca elektrikli motor sürüyor ve içten yanmalı motor yalnızca jeneratör olarak çalışıp, aküyü boşaldıkça dolduruyor. Paralel bağlanmaları halindeyse, aracın sürümü için motorlardan biri veya diğeri devreye girebiliyor. Bu türden 'hibrid' araçlar, piyasada halen mevcut. Ancak bu teknoloji, göreceli olarak pahalı ve yalnızca, şehirlerdeki hava kirliliğinin azaltılmasına katkıda bulunuyor. ulaşım sektörünün petrole olan bağımlılığını azaltmıyor.

Kimyasal enerjiyi doğrudan elektriğe dönüştüren, düşük sıcaklıklı yakıt

hücreleri teknolojisi, bu acıdan büyük ümit vaat ediyor. Çünkü söz konusu kimyasal enerjiyi, metanol veya hidrojen gibi çok çeşitli kaynaklardan sağlamak mümkün. Ancak halen, güç düzeyi ve maliyet açılarından çözüme muhtaç sorunları var. Bir de tabii, kimyasal enerji kaynağı olan hidrojen veya etanolu elde etmenin temiz yollarını bulup geliştirmek gerekiyor.

Halbuki, elektrikli bir aracın gereksinim duyduğu elektriği, fotovoltaik gözeler aracılığıyla güneş ışınlarından doğrudan elde etmek de mümkün. güneş panelli otomobil tasarımları, bu olasılık üzerinde çalışıyor. Böyle bir otomobilin aküsü de olmak zorunda. Göze sisteminin ihtiyaç fazlası elektrik üretebilmesi halinde akü





Güneş Pillerinin Yapısı ve Çalışması

Güneş pilleri ya da fotovoltaik piller, yüzeyleri gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddeler. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm² civarında, kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm arasında oluyor.

Fotovoltaik etki silisyum gibi yarıiletken maddelerin içinde oluşur. Fotopil denen fotovoltaik hücreler, bir P-N denklemi, yani iki katmanlı bir yarıiletken bölge içerir. Bunların birindeki ("delik" diye de adlandırılan ve + elektrik yüküyle sonuçlanan) elektron azlığı ve diğerindeki (- yük sağlayan) fazlalığı, bu bölgenin her iki tarafında bir elektrik alanının oluşmasına yol açar. Yarıiletken tarafından emilen ışık akısının fotonları, yarıiletken parçanın iki tarafında ayrı ayrı toplanan elektron-delik çiftlerini oluşturur. Bunun sonucunda, eklem aydınlanan yüzüyle ve buraya düşen ışığın yoğunluğuyla orantılı bir elektrik akımı meydana gelir. Açık, güneşli bir havada 1 desimetre çapında bir fotopil, yaklaşık olarak 1 watt üretir. Verimi (çıkış gücünün gelen ışık gücüne oranı) kullanılan malzemeye göre değişir.

Fotopiller genellikle çok kristalli ya da amorf (biçimsiz) silisyumdan yapılır. Çok kristalli silisyum yüksek güvenilirliğinden ve yüksek veriminden dolayı (yüzde 10-14) ilgi çekiyor. Buna karşılık amorf silisyumun verimi daha düşük (yüzde 7). Bununla birlikte, daha ince katmanlar halinde kullanılabilirliğinden daha az masraflı. Fotopiller, 1950'lerde uyduların elektrik elde etmesi için geliştirilmişti. Günümüzdeyse elektrik elde etmek için bir alternatif enerji kaynağı olarak düşünülmüyor.

Günümüz elektronik ürünlerinde kullanılan transistörler, doğrultucu diyotlar gibi güneş pilleri de, yarıiletken maddelerden yapılıyor. Yarıiletken özellik gösteren birçok madde arasında güneş pili yapmak için en elverişli olanlar, silisyum, galyum arsenit, kadmiyum tellür gibi maddeler. Yarıiletken maddelerin güneş pili olarak kullanılabilmesi için N ya da P tipi katkılamaları gerekli. Katkılama, saf yarıiletken eriyik içerisine istenilen katkı maddelerinin kontrollü olarak eklenmesiyle yapılır. Elde edilen yarıiletkenin N ya da P tipi olması katkı maddesine bağlı. En yaygın güneş pili maddesi olarak kullanılan silisyumdan N tipi silisyum elde etmek için, silisyum eriyiğine periyodik cetvelin 5. grubundan bir element, örneğin fosfor eklenir. Silisyumun dış yörüngesinde 4, fosforun dış yörüngesinde 5 elektron olduğu için, fosforun fazla olan tek elektronu kristal yapıya bir elektron verir. Bu nedenle 5. grup elementlerine "verici" ya da "N tipi" katkı maddesi denir.

P tipi silisyum elde etmek içinse, eriyiğe 3. gruptan bir element (alüminyum, indiyum, bor gibi) eklenir. Bu elementlerin son yörüngesinde 3 elektron olduğu için kristalde bir elektron eksikliği oluşur, bu elektron yokluğuna boşluk ya da delik denir ve pozitif yük taşıdığı varsayılır. Bu tür maddelere de "P tipi" ya da "alıcı" katkı maddeleri denir.

P ya da N tipi ana malzemenin içerisine gerekli katkı maddelerinin katılmasıyla yarıiletken eklemeler oluşturulur. N tipi yarıiletkende elektronlar, P tipi yarıiletkende delikler çoğunluk taşıyıcısıdır. P ve N tipi yarıiletkenler bir araya gelmeden önce, her iki madde de elektriksel bakımdan nötrdür. Yani P tipinde negatif enerji seviyeleri ile delik sayıları eşit, N tipinde pozitif enerji seviyeleri ile elektron sayıları eşittir. PN eklem oluştuğunda, N tipindeki çoğunluk taşıyıcısı olan elektronlar, P tipine doğru akım oluştururlar. Bu olay her iki tarafta da yük dengesi oluşana kadar devam eder. PN tipi maddenin ara yüzeyinde, yani eklem bölgesinde, P bölgesi tarafında negatif, N bölgesi tarafında pozitif yük birikir. Bu eklem bölgesine "geçiş bölgesi" ya da "yükten arındırılmış bölge" denir. Bu bölgede oluşan elektrik alan "yapısal elektrik alan" olarak adlandırılır. Yarıiletken eklem güneş pili olarak çalışması için eklem bölgesinde fotovoltaik dönüşümün sağlanması gerekir. Bu dönüşüm iki aşamada olur, ilk olarak, eklem bölgesine ışık düşürülerek elektron-delik çiftleri oluşturulur, ikinci olarak, bunlar bölgedeki elektrik alan yardımıyla birbirlerinden ayrılır.

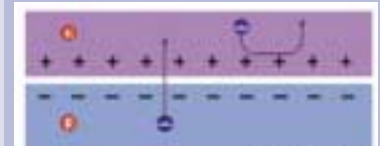
Yarıiletkenler, bir yasak enerji aralığı tarafından ayrılan iki enerji bandından oluşur. Bu bandlar valans bandı ve iletkenlik bandı adı alırlar. Bu yasak enerji aralığına eşit veya daha büyük enerjili bir foton, yarıiletken tarafından soğurulduğu zaman, enerjisini valans banddaki bir elektrona vererek, elektronun iletkenlik bandına çıkmasını sağlar. Böylece, elektron-delik çifti oluşur. Bu olay, PN eklem güneş pilinin ara yüzeyinde meydana gelmişse elektron-delik çiftleri buradaki elektrik alan tarafından birbirlerinden ayrılır. Bu şekilde güneş pili, elektronları N bölgesine, delikleri de P bölgesine iten bir pompa gibi çalışır. Birbirlerinden ayrılan elektron-delik çiftleri, güneş pilinin uçlarında yararlı bir güç çıkışı oluştururlar. Bu süreç yeniden bir fotonun pil yüzeyine çarpmasıyla aynı şekilde devam eder. Yarıiletkenin iç kısımlarında da, gelen fotonlar tarafından elektron-delik çiftleri oluşturulur. Fakat gerekli elektrik alan olmadığı için tekrar birleşerek kaybolurlar.

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreciyle açığa çıkan ışınım enerjisi, Güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanır. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, aşağı yukarı sabit ve 1370 W/m² değerindedir, ancak yeryüzünde 0-1100 W/m² değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazla. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazandı. Güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme gösterdi; çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirdi.

P-n Yonga

Özetle, serbest yük taşıyıcısı olarak; n-tipi yarıiletkende fosfor atomlarının fazlalık elektronları, p-tipi yarıiletkendeyse bor atomlarının elektron eksikliğinden kaynaklanan delikler vardır ve bu elektronlarla delikler bir araya gelebilirler, birleşip birbirlerinin elektrik yüklerini gidereceklerdir. Her iki tip yarıiletken de, olağan koşullar altında, ayrı ayrı yük-süzdür. Fakat, bu iki tip yarıiletken temasa getirildiğinde; n-tipindeki elektronlardan sınıra yakın olanlar, sınırın hemen öte tarafındaki deliklerin çekimine kapılır ve bazıları hızla sınırı geçip onlarla birleşmeye başlar. Sınırın n-tarafında elektron eksikliği, yani artı yük; p-tarafında ise elektron fazlalığı, yani eksi yük birikmektedir. Bu birikim, şekilde görüldüğü gibi, artı yükten eksi yüke, yani n-tarafından p-tarafına doğru bir elektrik alanının oluşmasına yol açar. Bu elektrik alanı, sadece sınır çizgisinin yakın komşuluğunu kapsar ve sınırdan uzak dış bölgelere ulaşamaz. Elektronlar sınırı geçtikçe alanın şiddeti artmakta, arkadan gelen elektronların geçişi giderek zorlaşmaktadır. Çünkü, elektronlar için elektrik alanı yönünde hareket etmek, yerçekimi kuvvetiyle bir benzetme yapılabilir olursa, yoğun yukarı tırmanmak gibidir. Sonuç olarak, sınırın öte tarafına belli bir miktar elektron geçtikten ve sınır civarındaki elektrik alanı belli bir şiddete eriştikten sonra, elektron geçişi durur.

Gerçi n-bölgesindeki serbest elektronların hepsi değil, sadece küçük bir orana karşılık gelen bazıları, p-bölgesindeki deliklerden bazılarıyla birleşmişlerdir. Ama her iki bölgenin de yüksüzlüğü bozulmuş ve artık yeni bir denge oluşmuştur. Bu denge çerçevesinde; sistemin n-tarafının sınıra komşu bölgesi artı, p-tarafının, keza sınıra komşu bölgesi eksi yüküdür. Sınırı köprüleyen elektrik alanı bir diyot oluşturur ve ortaya çıkabilecek yeni serbest elektronlara, p'den n'ye geçmeleri yönünde kuvvet uygularken, tersi yöndeki geçişlere izin vermez. Öte yandan bu elektrik alanı, iki yarıiletken arasında bir gerilimin var olduğu anlamına gelir. Eğer bu gerilim üzerinden yük akıtılabilecek olursa, yani akım geçirilebilirse; akım şiddeti çarpı gerilim (VxI) kadar güç üretilmiş olacaktır. Söz konusu akım, güneş ışınlarının yol açtığı serbest elektronlardan oluşacaktır.



Fotovoltaik bir gözedeği elektrik alanının etkisi



Fotovoltaik bir gözenin işleyişi

doldurulacak, üretimin yetersiz kaldığı sırada da, aküde depolanmış olan enerji kullanılacaktır. Fikir basit görünmekle beraber, böyle bir tasarım oldukça karmaşık mühendislik sorunları içerir.

Hareket halindeki bir otomobil, üç çeşit kuvvete karşı iş yapabilmek zorunda. Bunlardan birincisi, havanın ve lastiklerin sürtünme kuvvetine, ikincisi, ivmelenme sırasında maruz kalınan eylemsizlik kuvvetine, üçüncüsüyse, bir yokuş tırmanılıyorsa eğer, aracın ağırlığına etki eden yerçekimi kuvvetinin yokuş yüzeyi üzerindeki izdüşümüne karşı yapılan iş. yokuş aşağı hareket halinde, bu üçüncü kuvvete karşı yapılan iş negatif olur. Yani otomobil, yerçekiminden kaynaklanan potansiyel enerjisinden kaybederken, kinetik enerji kazanır. Bu istenmiyorsa eğer, yani hızının artmaması isteniyorsa, kaybedilen potansiyel enerjiyi kinetik enerji yerine, fren yapmak suretiyle ısı enerjisine dönüştürmek mümkün. Otomobilin tasarımını yapabilmek için, aracın maruz kalacağı bu kuvvetlerin tavan düzeylerinin önceden bilinmesi gerekir. Buysa, aracın geometrisinin ve kabaca ağırlığının önceden bilinmesini gerektirir.

Dolayısıyla, tüm otomobillerin olduğu gibi, güneş panelli bir aracın tasarımını da, bir bakıma sondan başlar: Hangi amaca hizmet edeceğinin karar-



laştırılmasından sonra, bu amaç için yeterli olacak bir ağırlık belirlenir. Diyelim ki bizim güneş panelli otomobilimiz, yaklaşık 70 kg ağırlığında bir sürücüyü taşıyacak. Yaklaşık olarak motorun ağırlığının 30 kg, akü ağırlığının da bir o kadar olduğunu varsayarsak, bu, araç gövdesinin kendi ağırlığına ek olarak 130 kg taşıyacağı anlamına gelir. Şimdi, bu unsurları taşıyacak bir gövde tasarlamak ve bunu yaparken de, sürtünme kuvvetlerini en alt düzeye indirgeyecek bir geometri seçmek gerekir.

Havanın sürtünme kuvvetini en aza indiren, yani hava dinamiği açısın-

dan en uygun araç profili, uçaklarda da kullanılan kanat geometrisi. Bu geometride aracın profili, ön tarafta kalın bir bombe şeklinde başlar ve arkaya doğru incelerek bir bıçak sırtına dönüşür. Dolayısıyla profile karşıdan gelip çarpan hava, profilin üst kısmında, alt kısmına oranla daha uzun bir yol izler ve sonuç olarak daha fazla kinetik enerji kaybeder. Dolayısıyla profilin arka kenarının üst kısmındaki basınç, alt kısmındaki oranla daha düşük olur. Bu durum, kanat geometrisi üzerinde bir kaldırma kuvveti oluşturur ve aracın ağırlığı, özellikle yüksek hızlarda, ciddi miktarlarda azaltılmış





olur. O kadar ki, sürücünün ağırlığı tasarımdakinden yeterince düşükse, araç havalanıp takla atabilir.

Kanat boyutları, sürücüyü, motoru ve diğer asgari donanımı barındırabilecek büyüklükte seçilir. Sıra, gövde

üzerine etki edecek olan kuvvetleri hesaplamaya gelmiştir. Bu iş, gerçek veya küçültülmüş model boyutlarıyla, rüzgar tünellerinde simülasyonla veya çok daha ucuz olarak, bu amaçla hazırlanmış özel programları kullanmak

suretiyle, bilgisayar simülasyonlarıyla yapılabilir. Gövdeye çarpan havanın hızı, olası en yüksek rüzgar hızıyla, aracın hareket hızının toplamıdır. söz konusu programlar, bu hızın verilmesi ve araç geometrisinin betimlenmesi

Güneş Otomobilleri Nasıl Yapılıyor?

Yalnızca elektrikle ilerleyen otomobiller düşünceyi 1900'lerin başından beri var. Ne var ki bu düşünce petrol ürünleriyle çalışan otomobiller arasında hep çok küçük bir orana sahip oldu. Bu anlamda güneş enerjisiyle çalışan otomobiller de aslında elektrikle çalışan otomobil demek. Güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılmasıyla otomobile itiş gücü sağlanması amaçlanıyor. Bunun için otomobilin üstüne yerleştirilen özel parçalar kullanılıyor. Elektrik enerjisine dönüştürülen güneş ışığı bir pillin içinde depolanıyor. Hans Tholstrup ve Larry Perkins'in 1983 yılında Avustralya'da Perth'ten Sydney'e kadar Güneş enerjili bir otomobile gitmesiyle gözler bir anda bu otomobillere çevrilmişti. Bu otomobiller geleceğin otomobilleri olabilir miydi? O tarihten günümüze dek pek çok kişi güneş arabaları üzerinde çalışmayı sürdürdü. Her yıl yapılan çeşitli yarışlarda bu otomobiller geliştiriliyor. Bununla birlikte güneş enerjisiyle çalışan bir otomobilin ana parçaları üç aşağı beş yukarı şöyle:

Motor: Otomobilin hareket etmesini sağlayan bölüm

Motor düzenleyicisi: Motora ne kadar elektrik gideceğini ayarlar, enerji akışını düzenler.

Güneş aksamı: Bu aksam otomobilin üzerinde bulunan güneş panellerinden oluşur. Bir otomobilin üzerinde kaç tane panel olacağı aracın tasarımına göre değişir.

Mppt (maximum point power tracker, Enerjiyi düzenleyen birim) Bu parça Güneş aksamından gelen enerjiyi en üst düzeye ulaştırır. Aracın üzerindeki güneş aksamı çeşitli bölümlere ayrılmıştır ve her bölüm mppt'ye bağlıdır. Bu birim her biri farklı oranlarda elektrik üreten birimlerin verimliliğini en üst noktaya çıkarır. Bu birim olmasa, otomobil yalnızca güneşten o anda gelen verimsiz bir enerjiye mahkumdur.

Piller: Burada elektrik depolanır. Bu piller olmasaydı güneş enerjili otomobillerin makul bir performans sergilemesinden söz edemedik. Güneş ener-

jiyle hareket eden bir otomobil, saatte ortalama olarak 70-120 km hıza ulaşabilir. Otomobil bu hızı, kullandığı pillerine borçludur. Araç, piller sayesinde ortalama hızını bulutlu havalarda, tünelde ya da yağmur altında koruyabilir. Oysa bu piller olmasaydı otomobillerin hızı saatte yalnızca 10-20 kilometre olabilir.

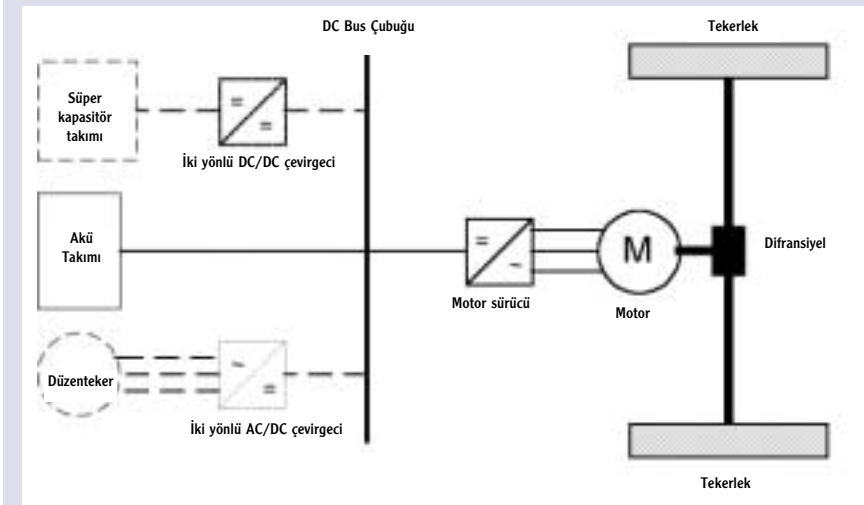
Gövde Tasarımı: Güneş enerjili otomobiller için bugüne dek birçok farklı tasarım kullanıldı. Formula 1 yarışlarında yarışan otomobillerin aksine, Güneş enerjisiyle çalışan otomobillerin yarışlarında belirlenmiş tek bir tasarım kullanılmıyor. Motoru soğutacak radyatör gibi parçaları olmadığı için normal otomobillere göre daha avantajlı oldukları bile söylenebilir. Güneş'ten olabildiğince yararlanmak için gövdeleri genellikle uzun ve geniş tasarlanır. Yere yakın ve düz olan yüzeylerle, sürtünmeye ve havanın direncine karşı daha dayanıklıdır.

Şasi: Aracın şasisi her şeyin üzerine kurulduğu ve aracı bir arada tutan parçadır. Aracın gövdesiyle şasisinin bir olduğu yumurta tipli tasarımlar olduğu gibi farklı geliştirilmiş otomobiller de bulunuyor.

Malzeme: Otomobillerin yapılmasında olabildiğince hafif malzemeler tercih ediliyor. Teknolojinin de gelişmesiyle oldukça hafif malzemeler üretilir oldu. Bazı tasarımcılar otomobillerini fiberglas ya da karbon fiberden yaparken, kimileri de bambu, pirinçten yapılmış kağıt gibi malzemeler kullanıyor.

Tekerlekler: Güneş enerjisiyle çalışan otomobillerin tekerlekleri normal otomobillerinki gibi değil. Onlar gibi seri halde üretilip her yerde bulunmuyor. Bununla birlikte bunları yapan üreticiler var. Normal bir otomobilde bir tekerleğin dönüş direnci 11-13 kg/ton iken, bu oran güneş enerjisiyle çalışan otomobillerde 2,5 kg/ton'a kadar düşüyor.

Frenler: Güneş enerjisiyle çalışan otomobillerde iki tür fren kullanılıyor. İlk tür fren elektrikli. Elektrik motoru, gerektiği zaman güç keserek aracın yavaşlamasını sağlıyor. Bunun yanında tıpkı normal





halinde, gövdeyi oluşturan parçalar üzerindeki yüklerin dağılımını verir. Örneğin VSAREO böyle bir aerodinamik modelleme programıdır.

Bu dağılımların hesaplanmasından sonra, sıra artık gövde bileşenlerinin

belirlenmesine gelmiştir. tüm bileşenlerin güçlü, fakat hafif malzemelerden yapılması lazımdır. Ön ve arka takım yuvalarıyla şasi, altyapıyı oluşturacaktır. Şasinin üzerinde; sürücüyü, motoru ve aküyle birlikte diğer aksamı taşı-

yacak olan bir zemin panosu yer alacak, bunun üzerinde de aerodinamik kabuk bulunacaktır. Örneğin McMaster Üniversitesi'nde tasarılan bir prototipte şasi; ikisi boylamasına, ikisi de enlemesine uzanan dört taşıyıcı

otomobillerdeki mekanik frenlerin benzerlerini görmek de mümkün. Ama Güneş enerjisiyle çalışan otomobillerin yavaşlamak için normal otomobillere göre daha az güce ihtiyacı olduğu için frenler daha küçük. Bunlardan başka bisiklet ve motosikletlerde kullanılan türden frenler de bu araçlarda kullanılabilir.

Tüm bunlardan başka, otomobilin performansını etkileyen başka şeyler de var elbette. Bunlardan biri güneş hücrelerinin verimliliği. Bir hücre ne kadar verimliyse o kadar iyi elektrik üretir. Bu verimlilik yüzde 8 ile yüzde 26 arasında değişebilir. Bunu daha iyi anlamak için şöyle düşünelim: Öğle sa-

atlerinde güneş, metrekarede 1000 watt enerji üretir. Bir Güneş pilini yüzde 20,5 verimle kullanırsak elde edeceğimiz enerji, metrekarede 205 watt olur. Güneş enerjisiyle çalışan ortalama bir otomobildeyse yaklaşık 8 metrekare güneş paneli bulunur.





elemandan oluşuyor ve karbon elyafıyla sandöviçlenmiş balpeteği katmanlarının birbirlerine yapıştırılmasıyla imal edilmiş bulunuyor. Zemin tabanı da keza benzeri bir yapıda ve şasiye soğuk kaynakla tutturulmuş durumda. Aerodinamik kabuksa, Kevlar kaplı fenolik balpeteği katmanlarından oluşmakta ve dış yüzeyinde, güneş gözelerini taşımakta. Tekerlek askıları krom çeliği alaşımından yapılmış olup, her bir tekerlek dağ bisikleti amortisörleri ve hidrolik fren balatalarıyla donatılmış. Tekerlekler alüminyumdan, lastiklerse, olağan tüpsüz lastiklerin hafiflerinden.

Gövde bileşenlerinin geometri ve malzemesi belirlendikten sonra, sürtünme kuvvetlerinin parçaların içinde oluşturacağı gerilim dağılımları hesaplanabilir. Örneğin NASTRAN, kompozit yapılar için gerilim dağılımı analizi yapan bir program.

Sürtünme kökenli gerilimlere bir de, eylemsizlik kuvvetinin yol açtığı gerilimleri eklemek gerekir. Bu gerilimlerin hesabıysa oldukça kolay. eğer aracın kalkış sırasında, örneğin 5 saniyede 30 km/saat hıza ulaşabilmesi isteniyorsa, tabii olacağı ivme ($v=a.t$) $a=30,000/5=6,000m/sn^2$ olacaktır. Gövdenin her birim hacminin tabii olduğu kuvvet, yani gerilim, o birim hacmin özgül ağırlığı ile bu ivmenin çarpımına eşit. Bu hesaplamalar sonucunda, gövde elemanlarının baştan seçilmiş olan malzeme ve boyutlarının, hesaplanmış olan gerilimleri taşımak için yeterli olup olmadığına bakılır. Gerekirse boyutlar veya malzeme değiştirilerek, hesaplamalar yeniden yapılır. Bu, optimal tasarımı yakalayana kadar tekrarlanan bir süreç.

Aküler zemin panosunun arka kısmına ve pano kalıbında bu amaçla oluşturulmuş olan yuvalara, motorsa,

örneğin sol arka tekerlek yuvasına yerleştirilebilir. Doğru akım motorları daha yüksek verime sahip olurlar. Fırçalı olanlar periyodik fırça bakımı gerektirdiğinden, fırçasız olanlar tercih edilmeli. 1kW civarında güç düzeyi yeterli. Sürtünme kayıplarını azaltmak amacıyla, dişli, kayış ya da zincir kullanmaksızın, motorun teker aksını doğrudan sürmesi sağlanabilir. Araç, motora giden akımın bir potansiyometre aracılığıyla artırılması sonucu ivmelendirilebilir ve aracı kullanan, bu durumu ayağının altındaki bir pedal aracılığıyla yönetebilir. Fren yapılması gerektiğinde, motorun bir jeneratöre dönüşmesi ve aracın kinetik enerjisini elektrik enerjisine dönüştürerek, tıpkı benzinli bir arabadaki alternatörün yaptığı gibi, aküyü doldurmak için kullanması sağlanabilir. Buna 'rejeneratif frenleme' deniyor.

McMaster Üniversitesi'nde tasarımı yapılan prototipte; 112 adet 'polimer prizmatik' akü kullanılıyor. Yaklaşık 28 kg ağırlığındaki bu akü sistemi, 5kWhsaat'lik enerji depolayabiliyor. Aerodinamik kabuk, 4,5 metrekare alana sahip ve üzerinde, %16 verimle çalışan 450 adet güneş gözesi bulunuyor. Göze sisteminin gücü, parlak güneşli bir günde 900W kadar. sürtünme kayıplarını azaltmak amacıyla, aracın yanlarına dikiz aynaları koymak yerine, aracın arkasına bir kamera yerleştirilmiş ve sürücünün, arkadan gelen trafiği bir LCD ekrandan izleyebilmesi sağlanmış.

Gökhan Tok
Prof. Dr. Vural Altın*
*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi
Yayın Kurulu Üyesi





Güneş Otomobili Yarışları

Güneş enerjisiyle çalışan otomobillerle yapılan yarışların ilki 1987'de Avustralya'da gerçekleştirildi. Hans Tholstrup ve Larry Perkins'in 1983 yılındaki yolculuklarının ardından Güneş enerjisini tanıtmaya ve kullanımını teşvik etmek için çeşitli yarışlar düzenlenmişti. Bununla birlikte 1987'deki yarış uluslararası nitelikteydi ve 23 katılımcısı olmuştu. İlerleyen yıllarda dünyada bu tür yarışların sayısı arttı. Bunların en bilinenleri "European Tour de Sol", "American Tour de Sol" ve "Sunrayce". Bu yarışlara bazı otomobil firmaları ve birçok üniversite takımı katılıyor. Bugün dünyadaki birçok üniversitede güneş enerjisiyle çalışan otomobiller yapan klüpler var. Bu klüpler her yıl yapılan yarışlarda yeni rekorlara imza atıyorlar. Bu yarışlarda en önemli amaç belli bir mesafeyi en hızlı olarak bitirmek. Bunun için yapılması gereken şey, güneş enerjisinden olabildiğince verimli bir biçimde yararlanmak. Elbette otomobilin sağlamlığı da önemli. Yarış mesafesini olabildiğince az hasarla ve arızayla geçen otomobillerin kazanma şansının daha yüksek olduğu bilinen bir şey. Bu aşamada otomobillerin tasarımının nasıl olması gerektiği ön plana çıkıyor. Yarışacak takımların güneş panelleri en yüksek verimi alacak şekilde otomobile yerleştirmeleri gerekiyor. Bunun yanında otomobilin hafifliği ve sürünmeyi en aza indirecek aerodinamik yapıda olması yarış kazanmayı etkileyebilecek diğer önemli etkenler. Tipik bir güneş arabasında üretilen enerji 700-1500 watt. Bu da yaklaşık 1-2 beygir gücüne denk geliyor.

Güneş enerjisiyle çalışan otomobillerle yapılan yarışların ve katılımcıların sayısı günden güne artıyor. Başlangıçta yalnızca Amerika ve Avustralya'da yapılan yarışlar, bugün artık Almanya, İs-

viçre ve Japonya'da da yapılıyor. İlki 2001 yılında yapılan "American Solar Challenge" yaklaşık 3700 km uzunluğuyla en uzun mesafeli yarış olma özelliğini taşıyor. Ülkemizdeki Güneş enerjisi potansiyeli göz önüne alındığında bu tür yarışların Türkiye'de de başarıyla yapılabileceğini söyleyebiliriz. Dünya çapındaki bu yarışlarda üniver-

te takımları oldukça etkin bir biçimde yer alıyorlar. Bu anlamda biz de başta üniversitemiz olmak üzere Güneş enerjisiyle ilgilenen herkese bir çağrı yapabiliriz. Geleceğin otomobillerini tasarlamak ve geliştirmek için bir yarış yapılabilir. Bu yarışlar da en az Formula 1 yarışları kadar zevkli ve çekişmeli geçecektir.

