

# Elektrikli Uçaklar

Gök gürültüsüne benzer bir sesle irkilip başınızı göğe çevirdiğiniz çok olmuştur. Bu sesin nedeni gök gürültüsü değil de yakınlardan geçen bir uçaktır çoğu zaman. Özellikle geceleri, çevremizdeki seslerin sustuğu bir ortamda gece seferi yapan yolcu uçaklarının gürültüsü çok daha belirgin işitilir. Yolcu uçaklarının bu kadar gürültü çıkarmalarının nedeni, fosil yakıtlarla çalışan güçlü motorları. Uçaklarda bu motorların kullanılması sürdürüldükçe gece uykularımızdan daha çok uçaklar geçip gidecek. Bununla birlikte artık bu sorunun çözülebileceğine dair ipuçlarını görmek mümkün. Bilim adamlarının bir süredir bu sorunla ilgili bir proje üzerinde çalışıyor. Bu proje sorunu çözecek gibi görünüyor. Çözüm elektrikle çalışan motorlar kullanmaktan geçiyor. Bilim adamları böylece uçakların yalnızca sesiz değil, aynı zamanda çevreyi kirletmeyen doğayla dost uçuşlar yapabileceğini de söylüyorlar.

**N**ASA'ya bağlı mühendisler, elektrik enerjisiyle çalışan uçaklar konusunda yeni projeler üzerinde duruyorlar. Bu projeleri yakın gelecekte gerçekleştirilebilir buluyorlar hem de. Öne sürülen bu projeye göre yeni yolcu uçaklarının, başka bir deyişle elektro-jumboların görünüşleri bugün kullanmakta olduğumuz yolcu uçaklarından pek de farklı olmayacak. Metrelerce büyüklükteki türbinler, havayı emecek ve hızlandırarak dışarı atacaklar. Ama bu sefer uçağı hareket ettiren güç türbinlerden değil, güçlü elektrik motorlarından gelecek. Bu aşamada karşılaşılabilecek bir soruna değiniyor uzmanlar: Böylesine büyük bir elektrik enerjisini ne sağlayabilir? Uçağın elektrik motorları böyle bir gücü nasıl sağlayabilir? Herhalde akümülatörlerle değil. Akümülatörler bu iş için çok ağır olacaktır. Gerekli enerjiyi üretecek bir akünün çok ağır olması yalnızca uçaklar için değil, diğer taşıtlar için

de söz konusu. Sözelimi bugüne değin istenen ölçüde, normal bir otomobil kadar pratik çalışan elektrikli bir otomobil yapılamadı. Bunun birçok nedeni var. Bununla birlikte en büyük nedenlerden biri yine akümülatörlerdir. Aküler aracın hareket edebilmesi için gerekli elektriği üretecek boyut-

larda yapıldığında o kadar ağırlaşıyor ki, bunlara araçta yer ver olanaksız duruma gelmektedir.

Akülerin elektrikli araçlar yapmadaki umut kırıcı durumlarına karşın bu düşünce geçerliliğini yitirmiyor. Elektrikle çalışan otomobiller üretme düşüncesinin adındaki bazı firmalar gelecek için umutlandırıcı bir seçenek geliştirdiler: Yakıt hücreleri. NASA'daki mühendisler, bu yeni seçeneğin yalnızca otomobillerde değil, uçaklarda da kullanılabileceğini söylüyorlar. Bu seçenek gerçekleşirse uçakların geleceğini ciddi anlamda etkileyebilir.

Yakıt hücreleri bugün için sıklıkla kullanılsa bile yeni bir buluş sayılmaz. İlk yakıt hücresinin 1839 yılında İngiltere'de Sir William Grove tarafından yapıldığı biliniyor. 1894 yılında da başka bir bilim adamı yakıt hücrelerinin temel ilkelerini ortaya koymuştu. Bu bilim adamı, termodinamiğin üçüncü yasasını bulan ve sonradan Nobel ödülü kazanacak Walther Hermann Nernst'di. Nernst yakıt hücrelerinin



doğrudan elektrik akımı sağlayabileceği düşüncesini ortaya atmıştı.

Fosil yakıtlar kullanarak elde edilen ısıyla elektrik üretecek bir jeneratörün türbinleri çalıştırıldığında enerjinin bir kısmının kaybolduğu görülür. Bundan kaçınmak için ortaya atılan yakıt hücreleri düşüncesine göre ise randımanı daha yüksek hale getirmek için Nernst'in or-

taya attığı gibi yakıtlar doğrudan elektrik akımına çevrilebilmelidir. Aslında bir yakıt hücresinde yapılan işlem de budur.

Yakıt hücrelerinin yapıları bir ölçüde akümülatörlere benziyor. Ancak kimyasal maddenin elektrik akımına dönüşmesi farklı bir sürecin sonucunda oluyor. Sıvı hidrojen, platin kaplı bir elektrot aracılığıyla proton ve elektronlarına ayrılıyor ve protonları tutuluyor. Aynı anda ikinci bir elektrot da oksijenin elektronlarını tutuyor. İki elektrot farklı yüklü parçacıklara sahip olduklarından aralarında gerilim meydana geliyor. Bu yolla ortaya çıkan enerji, doğrudan kullanılabilir. Böylece, motorlar ya da diğer elektrikli araçlar işletilebiliyor.

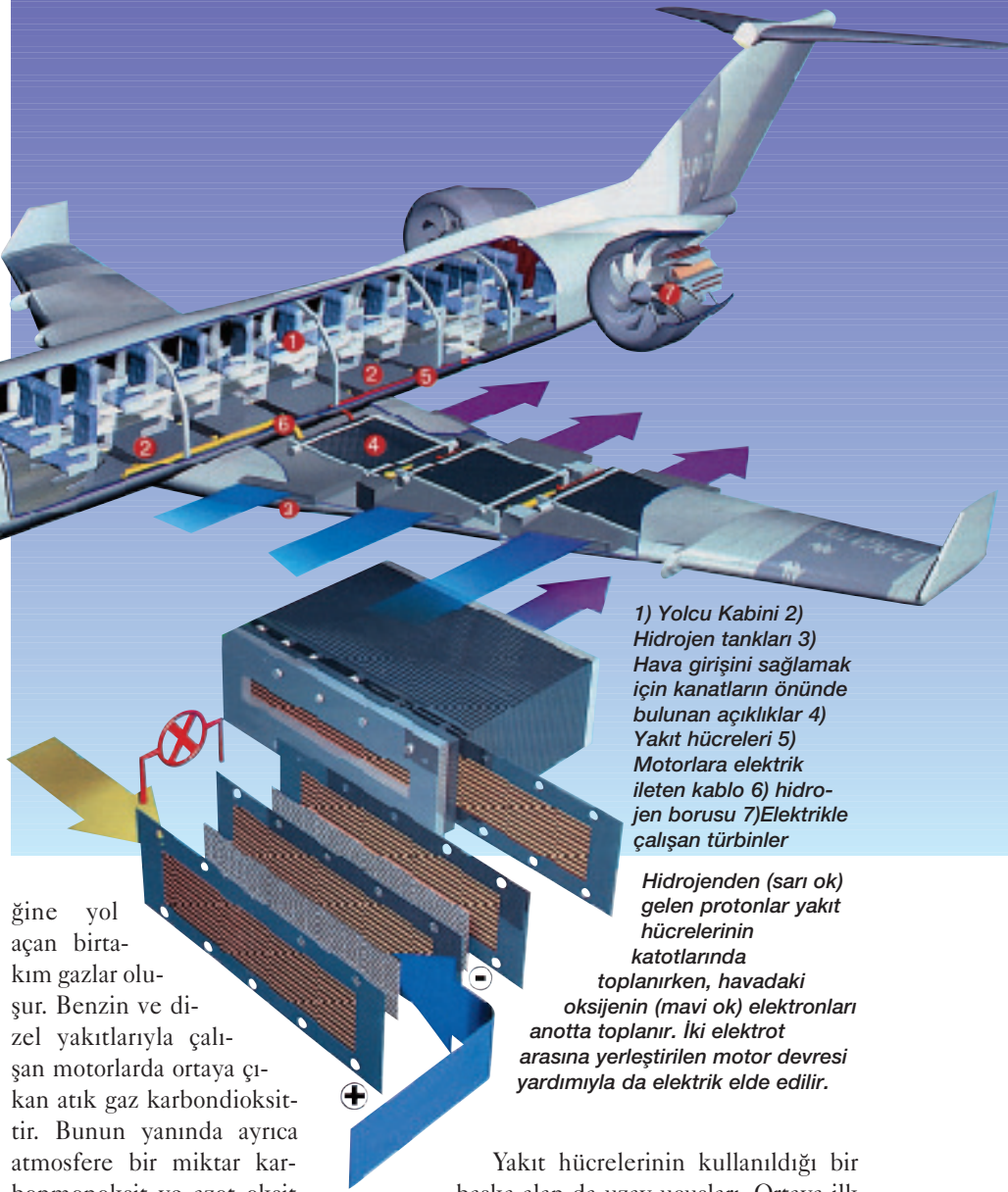
Yakıt hücrelerinin avantajları oldukça doyurucu görünüyor. Oldukça yüksek bir randımanla çalışabiliyor yakıt hücreleri; bunu oranı % 70 civarında. Bunun yanında yakıt hücrelerinin hareketli hiçbir parçaya sahip olmaması onların üstünlüklerinden biri olarak görülüyor. Yakıt hücrelerinin en büyük üstünlüğü ise çevre dostu olmaları. Normal motorların aksine son derece sessiz çalışmalarının yanı sıra atmosfere atık gaz da bırakmıyorlar. Normal bir taşıtın motorunda fosil yakıtların yanmasıyla atık madde olarak hava kirlili-

ğine yol açan birtakım gazlar oluşur. Benzin ve dizel yakıtlarıyla çalışan motorlarda ortaya çıkan atık gaz karbondioksittir. Bunun yanında ayrıca atmosfere bir miktar karbonmonoksit ve azot oksitleri de salınır. Oysa hidrojen kullanarak çalıştırılan yakıt hücrelerinde ortaya çıkan yan ürün yalnızca su buharı.

Yakıt hücrelerinin bugüne değin kullanıldığı alanlardan biri de denizcilik aslında. Konvansiyonel (nükleer olmayan) denizaltılarda sessiz dalış ya da dipte sessizce yol almak amacıyla kullanılıyor halen.



1) Oksijen tankları  
2) Elektrikle çalışan motor  
3) Dizel motoru 4)Yakıt hücreleri  
5) Hidrojen deposu



1) Yolcu Kabini 2) Hidrojen tankları 3) Hava girişini sağlamak için kanatların önünde bulunan açıklıklar 4) Yakıt hücreleri 5) Motorlara elektrik ileten kablo 6) hidrojen borusu 7) Elektrikle çalışan türbinler

Hidrojenden (sarı ok) gelen protonlar yakıt hücrelerinin katotlarında toplanırken, havadaki oksijenin (mavi ok) elektronları anotta toplanır. İki elektrot arasına yerleştirilen motor devresi yardımıyla da elektrik elde edilir.

Yakıt hücrelerinin kullanıldığı bir başka alan da uzay uçuşları. Ortaya ilk atılmalarından sonra yüz yılın üzerinde bir süre yakıt hücreleri kullanılabilir bir enerji kaynağı olarak görülmemişlerdi. 1950'li yıllara geldiğindeyse bu düşünce uzay uçuşlarında kullanılacak bir kaynak olarak NASA'nın ilgisini çekmeye başladı. O yıllarda uzay araçlarında kullanılacak elektrik için güneş panelleri, akümülatörler ya da nükleer güç kullanılması da gündemdeydi. Ancak bu üç seçeneğin de bazı olumsuz yanları vardı. Güneş enerjisi panelleri pahalıydı ve istenen randımanda enerji üretilmiyorlardı. Aküler hem oldukça ağırdı hem de ömürleri de oldukça sınırlıydı. Nükleer enerji yoluyla elektrik üretmekse araç mürettebatı için zararlı görülüyordu. Bu koşullar içinde yakıt hücrelerinin gündeme gelmesine şaşırılmamak gerek. Bir süre sonra bunların, uzay ortamı için ideal enerji kaynakları olduğu görülecekti. Yakıt hücreleri, bu performansları nedeniyle Gemini, Apollo gibi insan-

lı uzay uçuşu programlarında uzay araçlarının enerji gereksinimlerini karşıladı. Bugün uzay mekikleri de yakıt hücrelerinden aldıkları enerjiyle besleniyorlar. 12 kW'lık yakıt hücreleri mekiklerin elektrik gereksinimlerini karşılıyor.

Yakıt pillerinden elektrik enerjisi elde etme yöntemi, gündelik yaşamda kullanım için hâlâ çok pahalı. Bununla birlikte otomobil endüstrisindeki birçok firma bu sorunun çözümü için çalışıyor. Yakıt hücrelerinin nasıl daha basit, daha ucuz ve daha küçük yapabiliriz? Birçok bilim adamı ve mühendis kendilerine bu soruyu soruyor. Bu çalışmalarının ileride başarıya ulaşacağını ipuçları daha bugünden görülmeye başladı bile. Sözgelimi Daimler-Chrysler firması kısa süre önce NECAR 4 adını verdiği aracı dünyaya tanıttı. NECAR, aslında 1990'ların başlarında başlatılan bir projenin ortak adı. New Electric Car (Yeni Elektrikli Otomobil) sözcüklerinin kısaltması olan ilk NECAR otomobili 1994 yılının Mayıs ayında üretilmişti. Bu otomobilin üreticisi Daimler-Benz şirketi yakıt hücreleriyle üretmeyi tasarladığı araçlar için bir de takvim duyurmuştu. Buna göre şirket 2005 yılında yakıt hücrelerinden elde edilecek elektrikle çalışacak 100 000 araç yapmayı planlıyordu. 1994 yılında üretilen NECAR 1, iki kişiyi taşıyabiliyordu. Aracın menziliyse 130 km'ydi. İki yıl sonra şirket bu kez NECAR 2 adını verdiği aracı dünyaya tanıttı. NECAR 2 birçok bakımdan ilk modelden daha gelişmişti. Altı yolcu taşıyabiliyordu ve saatte 90 km hıza ulaşabiliyordu. NECAR 2'nin menzili geliştirilmiş, 250 km'ye çıkarılmıştı. NECAR serisinin üçüncü otomobili 1997 yılının Eylül ayında halka tanıtıldı. Aracın kendinden önceki modellere göre bir farkı vardı. Yakıt olarak hidrojen yerine metanol kullanıyordu. Metanoldeki hidrojen otomobilin

**Elektrikli planör Antares**

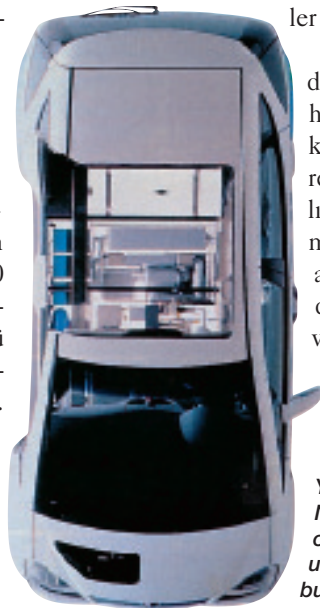


seyri sırasında ayrıştırılıp yakıt pillerine veriliyordu.

Yakıt hücrelerinde hidrojenin yanı sıra metanol, etanol, doğalgaz gibi maddeler de kullanılabilir. Bu yakıtlar benzin ya da mazot kadar çok olmasa da atık madde olarak zehirli ya da sera etkisine yol açan gazlar yayabiliyorlar. Bu anlamda hiçbiri hidrojenin çevre dostu niteliğine tam olarak sahip olamıyor. Bunun yanında hidrojenin sağladığı enerji verimine de ulaşamıyorlar. Öte yandan metanolün sahip olduğu üstünlükler de var. Metanol benzin gibi oda sıcaklığında sıvı bir madde. Hidrojenin depolanması için sıvı hale getirilmesi ve termos benzeri depolarda saklanması gerektiği hatırlanırsa metanolün ne denli üstün yanları olduğu anlaşılabilir. Taşıtlarda metanol için gereken yakıt deposu hidrojenkinden çok daha küçük ve hafif olacaktır. Bunun yanında gelecekte metanolle çalışan araçlar fosil yakıtlarla çalışan araçların yerini alırsa benzin istasyonlarında da büyük değişiklikler yapma gereği olmayacak.

Yakıt olarak önceki modellerinden farklı olarak hidrojen yerine metanol kullanan NECAR 3, 40 litre metanolla 400 km uzaklığa erişebiliyordu. Diğer modellerde olduğu gibi bu aracın egzoz borusundan da dışarı su buharı çıkıyor ve oldukça sessiz ilerliyordu. 1999 yılının Mart ayında dünyaya duyurulan NECAR 4, ilk iki

**Yakıt hücreleriyle çalışan NECAR serisi otomobiller gelecek için umut veriyor. NECAR 4, bunların en gelişmişisi.**

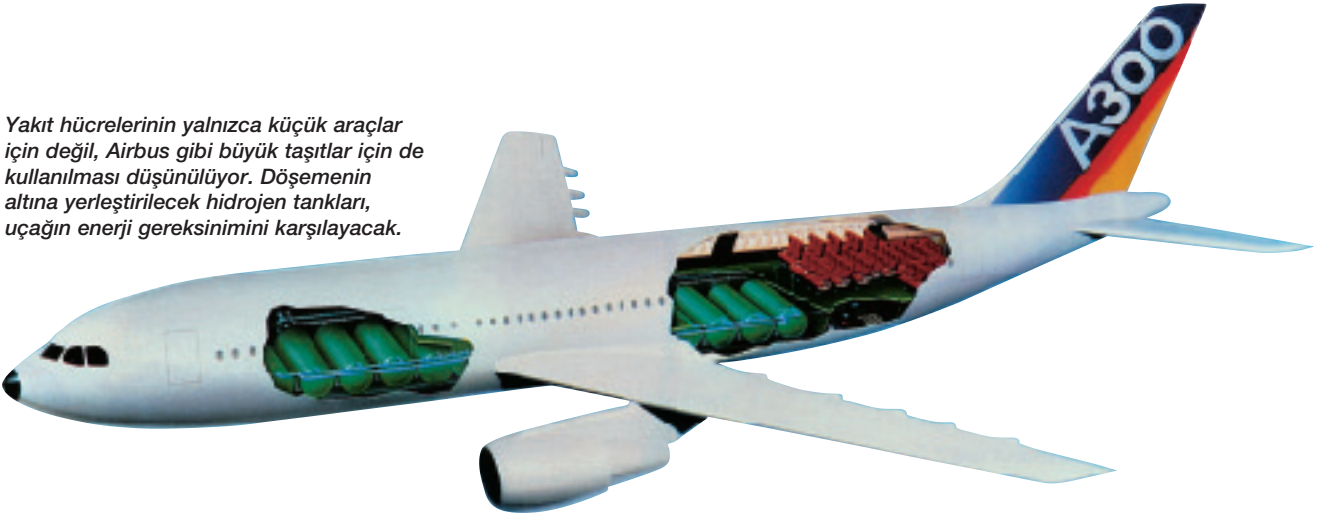


modelde olduğu gibi hidrojenle çalışan yakıt hücresi kullanıyordu. 55 kW'lık bir motora sahip olan NECAR 4, saatte 145 km hıza çıkabildiğini gösterdi. Aracın menziliyse öncekilerden daha ötelere, 450 km uzağa uzanıyor. NECAR 4 bugüne dek elektrikle çalışan otomobiller arasında en iyi özelliklere sahip olan araç. Bu da uzmanları umutlandırıyor. 2005 yılında üretilmesi planlanan ve gelecekte daha yaygın kullanılması beklenen araçların kısa sürede benimseneceğini söylüyorlar.

Yakıt hücreleriyle çalışan araçların araştırma geliştirme projelerine çok yüksek bütçeler ayrılıyor. Uzmanlar yakıt hücrelerinden sağlanan elektrikle çalışacak otomobillerin gündelik yaşama girmesinin ardından hızla yaygınlık kazanacağını düşünüyorlar. Bu aşamadan sonra beklenirse, yakıt hücreleriyle çalışan uçakların kullanılmaya başlaması. Aslında otomobillerin ardından gelecek elektrikle çalışan uçaklar tarihin tekrarı olarak görülebilir. Geçtiğimiz yüzyılın başlarında, içten yanmalı motorların otomobillerde kullanılmaya başlamasından kısa süre uçaklara da takılması günümüzde yaşananlara benzerlik gösteriyor. Uzmanlar benzer şekilde otomobillerin, bu yüzyılda da uçakların önünü açacak gelişmelerin kaynağı olacağı düşüncesini paylaşıyorlar.

İlk jet motorlu uçak 27 Ağustos 1939'da uçmuştu. Havacılıkta pervaneli uçakların egemen olduğu o yıllarda, Alman Heinkel firması tarafından üretilen He 178 modeli bir uçak, yeni geliştirilmiş bir motorun denemesini yapıyordu. Bu denemeyi 1941 yılında İngiltere'de gerçekleştirilen bir başka jet motorlu uçuş izledi. Bunun ardından gelişmeler peşpeşe geldi. Günümüzdeyse uçakların büyük çoğunluğunda jet motoru kullanılıyor. Uzmanlar şimdi şu soruyu soruyorlar kendilerine: Yakıt hücreleri aracılığıyla uçaklarda yeni bir devrim mi yaşanacak? Elektrikli motorlar jet motorlarının yarattığına benzer bir etki yaratabilecek mi? NASA mühendisleri buna neredeyse kesin gözüyle bakıyorlar. Bunun olması için de yakıt hücrelerini binlerce Megawatt güç üretebilecek seviyeye çıkarmak için çalışıyor-

*Yakıt hücrelerinin yalnızca küçük araçlar için değil, Airbus gibi büyük taşıtlar için de kullanılması düşünüyor. Döşemenin altına yerleştirilecek hidrojen tankları, uçağın enerji gereksinimini karşılayacak.*



lar bugünlerde. Bu hedef gerçekleştirildiğinde büyük bir yolcu uçağı, sözgelimi bir Airbus A340 için gerekli enerji sağlanmış olacak. Bir Airbus A340'ın havalanabilmesi için 70 tonluk bir itiş gücü gerekiyor. Bunun için binlerce kW güce gereksinim var. Bu da bir otomobilin hareket etmesi için gerekenin çok üzerinde. Bu nedenle bu güçte bir elektrik motorunun hafif, aynı zamanda da ucuz olması da gerek.

NASA mühendisleri yakıt hücreleriyle çalışacak bir uçağın işleyişini çoktan tasarlamışlar. Buna göre yakıt hücreleri uçağın kanatlarına yerleştirilecek. Halen uçaklarda kullanılan ve kerosin depolanan büyük tankların yerini uçağın gövdesine yerleştirilecek ve çok daha küçük olacak hidrojen tankları alacak. Uçuş sırasında kanatların önündeki kapakçıkların kaldırılmasıyla hava kanatlardan içeri girecek. Havadaki oksijenin elektronları yakıt hücrelerinin anotlarında toplanırken hidrojen gelen protonlar da katotlarında toplanır. İki elektrot arasına yerleştirilen motor devresinden de elektrik akımı geçer. Hidrojende elde edilecek protonla birlikte de elektrik akımı elde edilecek. Bu şekilde elde edilecek elektrik uçağın rahatlıkla uçmasını sağlayacak.

Bu projede elbette kimi zorluklar var. Sözgelimi hidrojen, tanklara kerosin kadar kolay depolanamıyor. Hidrojen gaz halindeyken çok yer kapladığı için sıvı halde, -180° C'de tutulması gerekiyor. Hidrojeni sürekli bu ısıda tutmak için bulunduğu tankların tıpkı bir termos gibi çevreden yalıtılmış olması gerekiyor. Bu yapıda bir yakıt tankının da uçağın ağırlığını artıracak olması bir başka sıkıntı nedeni. Bu soruna önerilen çözüm tıpkı yakıt hücre-

leriyle çalışan otomobillerde olduğu gibi hidrojen yerine metanol kullanılması. Yakıt hücrelerinde hidrojen kadar verimli olmasa da, düşük ısı ve yalıtma gerektirmeyen metanol de oldukça kullanışlı. Metanol uçaklarda benzin ya da kerosin kadar kolay depolanabildiği için hidrojenen daha kullanışlı görünüyor. Metanol kullanan bir yakıt hücresiyle elde edilecek elektrikle çalışacak bir uçakta yakıt tankları doğal olarak hidrojenli yakıt hücreleri kadar ağır olmayacak.

Aslında benzinle ya da kerosinle çalışan motorlar yerine hidrojen kullanılması çok da kolay olmayacak. Hidrojen kullanan yakıt hücrelerinin yaygınlaşması ve kullanımının pratikleşmesi için hidrojen üretiminin de artması ve ekonomikleşmesi gerekli. Benzin istasyonlarının yerini hidrojen istasyonlarının alması, dağıtımın yapılabilmesi için bir ağ kurulması için ciddi anlamda yapısal değişiklikler yaşanması gerekli. Bu da kısa sürede ucuz ve kolay bir iş olmayabilir. Günümüzde üretilen hidrojen miktarının böyle bir



**Yakıt hücreleri uzunca süredir uzay uçuşlarında fosil yakıtların alternatififi.**

projenin gereksinimlerini karşılayacak ölçüde olmadığı da açık.

Günümüzde gerek otomobillerde, gerekse uçaklarda olsun, yakıt hücreleri yoluyla elde edilecek elektrikle çalışan araçlar üzerinde gittikçe daha fazla durulduğunu söylemek mümkün. Bazı ülkeler küçük uçaklarda ya da helikopterlerde yakıt hücresiyle denemeler yapmaya, prototipler üretmeye başladı bile. NASA'nın elektrikle çalışan araçlar üzerinde ne kadar önemle durduğu biliniyor. Avusturya, Almanya gibi ülkeler de elektrikli uçaklar üzerinde projeler geliştiriyor. Avusturya'nın 25 yıldır sürdürdüğü elektrikli planör Brditschka HB 3 bunlardan biri. Uçağın pervaneli motoru bir akünün sağladığı elektrikle çalışıyor. Benzer bir elektrikli uçak projesi de Alman Antares projesi. 42 kW'lık bir motora sahip olan Antares, Metalhidrid akü yardımıyla 1800 metreye kadar tırmanabiliyor. Akülü motorları yardımıyla oldukça başarılı sonuçlar alan bu uçakların gelecekte yakıt hücresi ya da güneş paneli gibi yeni enerji kaynaklarıyla da donatılması düşünülüyor.

Görüldüğü gibi başımızın üzerinden geçen gürültülü uçaklara veda etmemiz kısa sürede mümkün olmayacak. Ama yine de elektrikli taşıtlar için çok fazla beklememiz de gerekmeyecek gibi görünüyor. Özellikle yakıt hücrelerinden elde edilen elektrikle çalışacak taşıtların gelecekte yaygınlaşacağını ve fosil yakıtla çalışan araçların yerini alacağını söylemek kehanet değildir artık.

Gökhan Tok

Kaynaklar:  
Pletschacher, P., Bald sollen sogar Jumbos mit Strom fliegen, P.M.,  
Mays 2000  
[http://www.enr.com/news/enr-stories/1999/03/031899/ncar4\\_2203.asp](http://www.enr.com/news/enr-stories/1999/03/031899/ncar4_2203.asp)  
<http://www.segelflug.de/firmen/lange.flugzeugbau/index.html>