

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: Hidron , Hidrojen Yakıtlı İHA

TAKIM ADI: SNTG Dron Takımı

TAKIM ID: T3-21278-162

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite-Mezun

DANIŞMAN ADI: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Burak Kaynar

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Hava araçlarında en büyük tasarım bileşeni ağırlıktır bu nedenle özellikle düşük taşıma kapasitesine sahip İHA'ların tasarımında kullanılacak bileşenlerin ağırlığı menzil ve havada kalma sürelerini yüksek oranda etkilemektedir.

Bu projede benzer boyutlu konvansiyonel İHA'lara göre 3 kata kadar daha uzun havada kalma süresine sahip hafif, taşınabilir ve hidrojen yakıt sistemi ile çalışan bir İHA geliştirilmiştir. Böylece ihtiyaç duyulduğu noktaya hızlı ve kolayca taşınabilecek bu İHA ile arama/tarama ve gözetleme ve taarruz görevleri kolaylıkla daha uzun sürelerde icra edilebilecektir.

Bu amaçla İHA'nın ihtiyaç duyduğu enerjinin üretimi için yüksek basınçta karbon fiber tank içinde depolanmış hidrojeni kullanarak elektrik üreten bir PEM yakıt hücresi kullanılmıştır. Böylece aynı ağırlıktaki batarya sistemine göre 3 kat daha fazla enerji depolayabilen böylece uçuş süresini 3 kata kadar uzatan bir sistem tasarlanmıştır.

2. Problem/Sorun:

Sivil ve askeri amaçlarla büyük boyutlu İHA'lar uzun süreler ve mesafelerde görevlerini icra edebilmelerine karşın hem işletme hem de üretim maliyetleri yüksektir. Küçük ölçekli İHA'lar ise taşınabilir, kolay kullanılabilir ve düşük maliyetli olmalarına karşın kısa süre havada kalabilirler. Bunun temel nedeni küçük boyutlu İHA'larda ihtiyaç duyulan enerjinin sağlandığı batarya sistemlerinin enerji yoğunluğunun nispeten düşük olmasıdır.

3. Çözüm

Bu projede 4500 psi basınçta kadar dayanabilen düşük kütleli karbon kompozit tank içerisinde depolanan hidrojenden bir PEM yakıt hücresi aracılığıyla üretilen elektriği kullanan ve böylece aynı boyuttaki konvansiyonel benzerlerine göre 3 kat daha uzun havada kalan bir İHA geliştirilmiştir.

Hidrojenin enerji yoğunluğu tüm diğer yakıtlardan yüksektir ancak güvenli şekilde saklamak için gerekli konvansiyonel olarak tankların ağırlığı küçük ölçekli uygulamalarda verimi çok düşürmektedir. Bu projede literatürden farklı olarak yüksek dayanımlı ve rakiplerine göre çok hafif olan karbon kompozit bir tank kullanılarak bu problem aşılmış ve bataryalı sistemlere göre çok daha hafif bir enerji depolama sistemi ortaya çıkarılmıştır. Karbon kompozit tank içerisinde depolanan hidrojen hafifletilmiş 250 W'lık bir PEM yakıt hücresi ile elektrik enerjisine çevilerek drone'un ihtiyaç duyduğu enerji üretilmiştir.

Toplamda 1.5 Kg ağırlığa sahip güç sistemi benzer ağırlıktaki bataryalara göre 3 kat daha fazla enerji depolayarak drone'un havada kalma süresini 15 dakikadan 45 dakikaya çıkarmıştır.

4. Yöntem

Günümüzde hidrokarbon kaynaklı yakıtlar giderek azalırken ülkelerin enerji ihtiyaçları da artmaktadır. T.C. Enerji Bakanlığı tarafından fosil yakıtların en önemlilerinden olan petrol rezervlerinin bu tüketim hızıyla 51 yıl sonra tükeneceğini öngörülmektedir. Amerika Enerji Bilgi Yönetim İdaresi (EIA) 2030 yılına kadar dünya enerji ihtiyacının %44 artacağını

öngörmektedir [1]. Bu nedenle tüm dünyada olduğu gibi alternatif enerji kaynakları ülkemizde de yoğun olarak araştırılmakta ve büyük yatırımlar yapılmaktadır.

Alternatif enerji kaynaklarının başında güneş enerjisi (güneş pilleri), rüzgar enerjisi, hidromekanik (barajlar), jeotermal ve biotermal enerjiler gelsede aslında tümünün kaynağı doğrudan ya da dolaylı olarak güneştir ve verimleri coğrafik ve günlük koşullara göre değişiklik gösterir. Bu nedenle düzenli bir enerji akışı için üretilen enerjinin depolanması gereklidir [2].

Alternatif enerji kaynaklarının büyük çoğunluğunda elde edilen son ürün elektrik enerjisidir ve elektrik enerjisinin verimli ve güvenli şekilde depolanması için geleneksel yöntem kimyasal bataryalardır [4]. Ancak her ne kadar bataryaların verim çarpanları yüksek olsa da birim ağırlıkları başına depolayabildikleri enerji miktarı halen düşüktür. Bunun yanı sıra kullanım ömürleri de görece kısadır ve geri dönüşümleri zordur [5,6]. Bu nedenle uzun süreli kullanımlarda maliyetleri yüksektir.

Elektrik enerjisinin depolanmasında bir diğer alternatif ise hidrojenidir. Hidrojen teknolojilerinin kullanılmaya başlaması 1970'li yıllara kadar dayanır [7]. Elektrik enerjisinin üretildiği bölgede elektroliz [8], buhar ile metan parçalanması [9] biokütle reaktörleri [10] ya da metal kataliz yöntemiyle kolaylıkla sudan üretilebilir ve pek çok farklı yöntemle kullanılacağı alana taşınabilir.

Günümüzde büyük ölçekte hidrojen depolanması ve taşınmasında 3 yöntem ticari olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler hidrojenin sıvılaştırılarak taşımak katı içerisinde bağ yaparak taşımak ya da yüksek basınçlı tanklarda saklamaktır. Sıvılaştırma yöntemi 20 K (-253 C) ye soğutulmuş sıvılaştırılan hidrojen basınçlı soğutulmuş tanklar içinde saklanmaktadır. Sıvı helyumun hacimsel yoğunluğu 70,8 kg/m³'tür. Ancak bu yöntemde sıvılaştırma ve krayojenik (soğuk) saklama için gerekli enerji net verimi çok düşürmektedir. Katı içerisinde depolanan hidrojenin hacimsel enerji yoğunluğu ise çok yüksek olmasına karşın kullanılan katının getirdiği ağırlık havacılık uygulamalarını sınırlamaktadır. Yüksek basınçta depolanacak hidrojenin problemi ise güvenli şekilde saklanmasında kullanılacak tank ağırlığıdır. Konvansiyonel tanklar genelde alüminyum alaşımları yada çelikten üretilmektedir buda küçük ölçekli uygulamalarda İHA'nın taşıyabileceği ağırlığın aşılmasına neden olmaktadır.

Bu projede ise son dönemde ticari olarak farklı uygulamalarda kullanılmaya başlanan ve çok yüksek basınç dayanımına sahip karbon kompozit tanklar kullanılarak bu problemin önüne geçilmiştir.

Ticari çelik tanklar 3000 psi basınca kadar dayanabilmektedir. Oysa bu projede kullanılan karbon kompozit tanklar 4500 psi'a kadar dayanıma sahiptir ve darbe dayanımları alüminyum tanklardan daha yüksektir.

Karbon kompozit tank içinde yüksek basınçta depolanan hidrojen bir hafifletilmiş PEM yakıt hücresi ile 250 W'lık bir PEM hidrojen yakıt hücresine bağlanarak elektrik üretilmiştir. Kullanılan PEM hidrojen yakıt hücresi atmosferik oksijeni kullanarak bir proton değiş tokuş membranı üzerinde hidrojen gazını suya dönüştürmekte ve bu arada ortaya çıkan elektronlar nedeniyle kutupları arasında bir potansiyel fark oluşmaktadır. Dolayısıyla bu fark bir pil gibi kullanılabilir.

PEM hidrojen yakıt hücresinden elde edilen gerilim bir regülasyon devresi ile elektrik motorunu ve kontrol devrelerini beslemekte kullanılmaktadır. Bu sayede aynı ağırlıktaki batarya sistemlerinden 3 kat daha fazla enerji depolanabilmektedir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Bu projenin yenilikçi yönü İHA'nın ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisinin bataryalardan değil yüksek basınçta depolanmış hidrojeni yakıt olarak kullanan PEM yakıt hücresinden sağlanmasıdır. Böylece İHA bataryalı versiyonlarına göre 3 kat daha uzun süre havada kalabilmektedir.

Literatürden farklı olarak hidrojen alüminyum tanklar içerisinde değil Karbon Kompozit tank içerisinde depolanarak sistemin toplam ağırlığı güvenlikten ödün vermeden küçük bir İHA'nın taşıyabileceği ağırlığa kadar düşürülmüştür. Böylece ilk hidrojen yakıtlı milli İHA üretilmiştir.

6. Uygulanabilirlik

Proje kapsamında geliştirilen drone benzer ağırlıktaki dronlardan 3 kat daha uzun havada kalma süresine sahiptir bu nedenle küçük boyutta İHA'ların kullanıldığı, gözetleme, arama/kurtarma ve taaruz görevlerinde rahatlıkla kullanılabilir. Bu nedenle ticari olarak üretilmesi halinde küçük İHA pazarından yüksek oranda pay alma potansiyeli yüksektir.

Tüm parçaları modüler olarak geliştirilen bu İHA seri üretime uygun haldedir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projede kullanılan bileşenler ve birim prototip maliyetleri aşağıdaki tabloda listelenmiştir.

Malzeme	Birim Fiyat	Miktar	Toplam Fiyat
Karbon kompozit tank (48 cc)	1100 TL	1 Adet	1100 TL
Basınç Regülatörü	250 TL	1 Adet	250 TL
Basınç Göstergesi	100 TL	1 Adet	100 TL
PEM yakıt Hücresi (250 W)	49000 TL	1 Adet	49000 TL
Regülasyon Devresi	50 TL	1 Adet	50 TL
Elektronik Sarf	250 TL	Muhtelif	250 TL
Drone üretimi	1500 TL	Muhtelif	1500 TL
		Toplam Maliyet	52250 TL

Tüm Proje Süreci aşağıda verilen tabloda özetlenmiştir.

İş Paketi	Ay					
	1	2	3	4	5	6
Tank ve PEM Temini	■					
Tank yüksek basınç testleri		■				
Tank PEM Montajı ve çalışma testleri		■	■			
Drone tasarımı ve üretimi				■	■	
Prototip Montajı					■	
Prototip Gerçek ortam testleri						■

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Projenin ana hedef kitlesi başta kara ve deniz kuvvetleri olmak üzere gözetleme, arama/kurtarma ve taaruz görevleri icra etmekte olan askeri ve sivil kolluk güçleri ile sivil savunma teşkilatlarıdır.

9. Riskler

Projede kullanılmakta olan PEM yakıt hücresinin ülkemiz dahilinde seri üretiminin olmaması yüksek adetli seri üretimde dışa bağımlılığa neden olabilecektir. Ülkemizde PEM yakıt hücresi tasarımı ve üretimi üzerine başarılı çalışmalar yürüten firmalar bulunmaktadır. Bu nedenle yüksek adetli üretime geçilirken bu firmalarla koordineli şekilde çalışılması tüm sistemin yerleştirilerek dışa bağımlılığın ortadan kaldırılmasını sağlayacaktır.

10. Proje Ekibi

Takım Lideri: Eren Tarık Özcan

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeyle veya problemle İlgili Tecrübesi
Eren Tarık Özcan	Hidrojen enerji sisteminin tasarımı ve üretimi	Hacettepe Üniversitesi	Gönüllü Araştırmacı Olarak üniversite bünyesinde SNTG araştırma grubunda hidrojen üretimi üzerine çalışmaktadır.
Abdulrahman Ebuhatıab	Drone üretimi ve testleri	Hacettepe Üniversitesi	Yaz Stajını Hidrojen tank tasarımı üzerine yapmıştır.
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Burak Kaynar	Danışman	Hacettepe Üniversitesi	SNTG Laboratuvarı bünyesinde hidrojen üretimi, depolama ve kullanımı ile ilgili araştırma projelerinde yer almaktadır.

11. Kaynaklar

- [1] Conti J.J., at. al. International Energy outlook, E.I. Administration, Editor. 2009
- [2] Prendergast J. W. Hydrogen Desorption and Absorption for activated Magnesium Hydride The University of Birminham 2010
- [3] Llewellyn Smith C., The need for fusion. Fusion Eng. Des., 2005. 74: p. 3
- [4] Dell R.M. and Rand D.A.J., Energy storage - a key technology for global energy sustainability. Journal of Power Sources, 2001. 100: p. 2

- [5] Rydh C.J. and Sandé B.A., Energy analysis of batteries in photovoltaic systems. Part II: Energy return factors and overall battery efficiencies. *Energ. Convers. Manage.*, 2005. 46: p. 1980
- [6] Kaiser R., Optimized battery-management system to improve storage lifetime in renewable energy systems. *J. Power Sources*, 2007. 168: p. 58.
- [7] Veziroglu T.N., Twenty Years of the Hydrogen Movement: 1974-1994. *Int. J. Hydrogen Energ.*, 1995. 20(1): p. 1
- [8] Momirlan M., Muresan L., Sayigh A.A.M., and Veriroglu T.N., The use of solar energy in hydrogen production. *Renew. Energ.*, 1996. 9(1-4): p. 1258.
- [9] Dell R.M. and Rand D.A.J., Energy storage - a key technology for global energy sustainability. *Journal of Power Sources*, 2001. 100: p. 2
- [10] Conte M., Iacobazzi A., Ronchetti M., and Vellone R., Hydrogen economy for a sustainable development: state-of-the-art and technological perspectives. *J. Power Sources*, 2001. 100: p. 171

