

İNSANSIZ HAVA ARAÇLARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR VE YENİLİKÇİ ENERJİ KAYNAKLARININ ROLÜ

Dr. Öğr. Üyesi Emre Özbek

Eskişehir Teknik Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi Pilotaj Bölümü
emreozbek@eskisehir.edu.tr

Giriş

Havacılık endüstrisi, tarihsel olarak fosil yakıtlara bağımlı bir sektör olmuştur. Uçakların operasyonel verimliliği ve havayolu şirketlerinin ekonomik sürekliliği, büyük ölçüde yakıt tedarikine ve fiyat dalgalanmalarına bağlıdır. Fosil yakıt rezervlerinin tükenmesi, insanlık için önemli bir sorun olarak görülmektedir [1]. Bunun yanı sıra, fosil yakıt kullanımından kaynaklanan emisyonlar, iklim değişikliğini hızlandırarak sera etkisini artırmaktadır [2]. Havacılık sektörü, karbon dioksit emisyonları açısından büyük bir paydaş konumundadır.

Bu nedenlerle, biyoyakıtlar ve yakıt hücreleri, güneş panelleri gibi alternatif enerji uygulamaları, son yıllarda havacılık alanında popüler hale gelmiştir. Ancak, atmosferik koşullar ve batarya sınırları nedeniyle güneş enerjisinin yolcu uçaklarında kullanılması mevcut teknolojiyle mümkün değildir. Bununla birlikte, insansız hava araçları, genel havacılık uçakları ve bölgesel taşımacılık uçakları için alternatif yakıtlı ve elektrikli çözümler geliştirilmektedir.

Alternatif Enerji Kaynaklarının Havacılığa Uygulanmasındaki Motivasyonlar

Havacılık sektörünün alternatif enerji kaynaklarına yönelmesinin temelinde çevresel, ekonomik, düzenleyici ve teknolojik faktörler yatmaktadır.

Çevresel Faktörler: Fosil yakıt kullanımı, sera gazı emisyonlarını artırarak iklim değişikliğine neden olmaktadır. Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (IATA), karbon nötr büyümeyi sağlamak için sürdürülebilir yakıt alternatiflerine geçişin kaçınılmaz olduğunu belirtmektedir [3]. Daha düşük karbon salınımı, havacılık sektörünün çevresel sürdürülebilirliğini sağlamak için önemli bir adımdır.

Ekonomik Faktörler: Fosil yakıt fiyatları küresel ekonomik ve politik gelişmelere bağlı olarak dalgalanmakta ve havayolu şirketleri için büyük bir maliyet unsuru oluş-

turmaktadır. Alternatif enerji kaynakları, uzun vadede yakıt maliyetlerini azaltarak havayolu işletmeciliğini daha ekonomik hale getirebilir.

Regülasyonlar ve Politik Baskılar: Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) ve Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı (EASA) gibi kurumlar, havacılık sektöründeki emisyonları azaltmaya yönelik katı düzenlemeler getirmektedir [4]. 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedefleri, sektörün sürdürülebilir enerji çözümlerine yatırım yapmasını zorunlu kılmaktadır.

Teknolojik Gelişmeler: Son yıllarda batarya teknolojilerindeki ilerlemeler, hidrojen yakıt hücreleri ve hibrit-elektrikli tahrik sistemlerinin geliştirilmesi, havacılıkta alternatif enerji kaynaklarının daha uygulanabilir hale gelmesini sağlamaktadır. Özellikle elektrikli hava araçları, kısa ve orta mesafeli uçuşlar için giderek daha cazip hale gelmektedir.

Enerji Bağımsızlığı: Geleneksel fosil yakıtlar belirli bölgelerden temin edilmekte ve tedarik zincirlerine bağımlılık yaratmaktadır. Alternatif enerji kaynaklarının kullanımı, enerji arz güvenliğini artırarak sektörde daha bağımsız bir yakıt politikası oluşturulmasına olanak tanımaktadır.

Bu motivasyonlar doğrultusunda havacılık sektörü, sürdürülebilir ve yenilikçi enerji çözümlerine yönelmekte, insansız hava araçları gibi platformlar ise bu teknolojilerin test edilmesi ve uygulanması için kritik bir rol oynamaktadır.

Havacılık Uygulamalarında Karşılaşılan Alternatif Enerji Kaynakları

Biyo yakıtlar, mevcut uçak motorlarında doğrudan kullanılacak ve fosil yakıtlara kıyasla karbon emisyonlarını azaltabilecek bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Söz konusu biyo yakıtlar, bitkisel yağ bazlı, hayvansal atıklardan ya da sentetik yollarla üretilmektedir. Bazı havayolu şirketleri, karbondioksit salınımını düşürmek

adına biyo yakıtlarla hibrit motorları test etmeye başlamıştır [5].

Güneş enerjisi de havacılık alanında önemli bir yenilik olarak görülmektedir. Güneş panelleriyle kaplanmış kanatlar sayesinde gündüz saatlerinde enerji toplanarak elektrik motorlarına güç sağlanabilir ve hatta bataryalar yardımıyla gece uçuşları için depolanabilir. Bu konsept, Solar Impulse gibi deneysel projelerde başarıyla denenmiştir [6].

Yakıt hücreleri de çevreci enerji dönüşümlerinin havacılıkta uygulanabilirliğini artıran bir diğer teknolojidir. Hidrojen bazlı yakıt hücreleri, yanma yerine elektrokimyasal bir süreçle enerji üreterek karbon emisyonlarını tamamen ortadan kaldırabilir. Airbus gibi büyük havacılık firmaları, hidrojenle çalışan uçak konseptleri üzerinde çalışmalar yürütmektedir [7].

Elektrifikasyon, havacılığın geleceğine yön veren bir diğer kritik unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Daha elektrikli ve tam elektrikli uçaklar, fosil yakıt tüketimini minimize ederek sıfır emisyon hedefine katkı sağlamaktadır [8]. Elektrikli motorların geleneksel içten yanmalı motorlara göre daha sessiz ve verimli olması, körfez ve şehir içi kısa mesafeli uçuşlarda önemli avantajlar sunmaktadır.

İnsansız Hava Araçlarının Alternatif Yakıt Testlerindeki Rolü

İnsansız hava araçları (İHA'lar), sürdürülebilir enerji kaynaklarının havacılık sektörüne entegrasyonu için kritik bir test platformu olarak kullanılmaktadır. Geleneksel uçaklara kıyasla daha düşük maliyetli olmaları, daha az güç tüketmeleri ve daha hafif olmaları, bu platformların yenilikçi enerji çözümlerinin denenmesinde ideal bir araç haline gelmesini sağlamaktadır.

İHA'lar, düşük maliyetli test ortamları sunarak yeni enerji sistemlerinin erken aşamada değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Büyük ticari uçaklara uygulanmadan önce, biyoyakıtlar, hidrojen yakıt hücreleri ve güneş panelleri gibi alternatif enerji kaynakları, İHA'lar üzerinde test edilerek performans ve güvenilirlik analizleri yapılmaktadır.

İHA'ların düşük güç tüketimi, yeni nesil enerji çözümlerinin uygulanabilirliğini artırmaktadır. Elektrikli ve hibrit-elektrikli sistemler, büyük yolcu uçaklarında sınırlı menzile sahip olmasına rağmen, İHA'lar için yeterli enerji sağlayabilmektedir. Bu durum, batarya teknolojilerinin sınırlarını test etmek ve hidrojen gibi alternatif yakıtların kullanım potansiyelini değerlendirmek için İHA'ları uygun bir test platformu haline getirmektedir.

İHA'ların hafif yapısı, enerji verimliliğini artırarak sürdürülebilir yakıt sistemlerinin daha etkin şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Geleneksel uçaklar, büyük yakıt kapasitelerine ihtiyaç duyarken, İHA'lar daha düşük enerji ile daha uzun süre havada kalabilmekte ve bu

sayede yeni enerji çözümlerinin performansını optimize etmek için değerli veriler sunmaktadır.

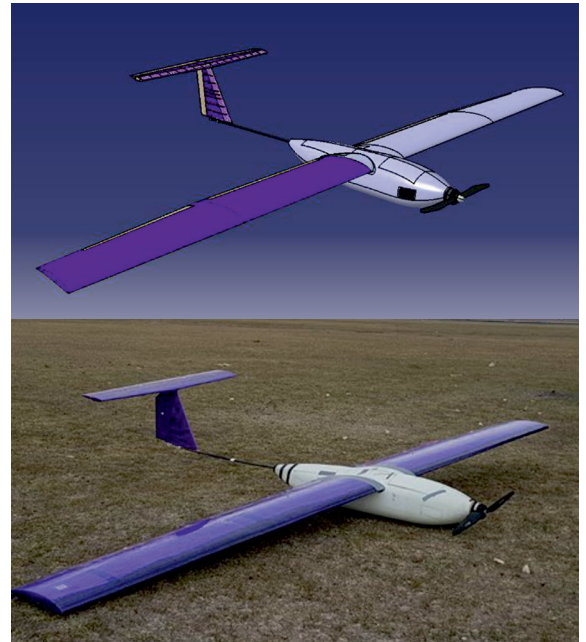
Ayrıca, İHA'ların insanlı uçuşlarda olduğu gibi can kaybı riski taşımaması, yeni enerji sistemlerinin güvenli bir şekilde test edilmesini ve olası arızaların risk oluşturmadan değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu durum, sürdürülebilir enerji kaynaklarının havacılık sektörüne entegrasyonu sürecini hızlandırmaktadır.

İHA'lar sürdürülebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve havacılık sektörüne entegrasyonu için kritik bir rol oynamaktadır. Biyo yakıtlar, güneş enerjisi ve hidrojen yakıt hücreleri gibi alternatif enerji kaynaklarının test edilmesi ve uygulanması için uygun bir platform sunarak, havacılığın daha çevreci ve sürdürülebilir bir geleceğe yönelmesine katkı sağlamaktadır.

Eskişehir Teknik Üniversitesi'nin Alternatif Yakıtlı İHA Projeleri

Hydra – PEM Yakıt Hücreli İHA Projesi:

Eskişehir Teknik Üniversitesi'nde gerçekleştirilen hidrojenli İHA projesi, sürdürülebilir havacılık çözümlerine yönelik önemli bir araştırma niteliği taşımaktadır. Çalışma kapsamında, hibrit bir tahrik sistemi (PEM fuel cell + lityum polimer batarya) ile çalışan Hydra İHA'nın tasarım felsefesi, metodolojisi ve karşılaşılan sınırlamalar detaylandırılmıştır. Ayrıca, teorik güç tüketimi tahminleri ile uçuş testlerinden elde edilen gerçek güç tüketim verileri karşılaştırılmıştır. Proje, 14 ay süren geliştirme süreci boyunca düşük maliyetli bir yaklaşımla yürütülmüştür. Uygulanan test metodolojisi sayesinde sistemin uçuş performansına ilişkin tüm önemli veriler elde edilmiştir [9].



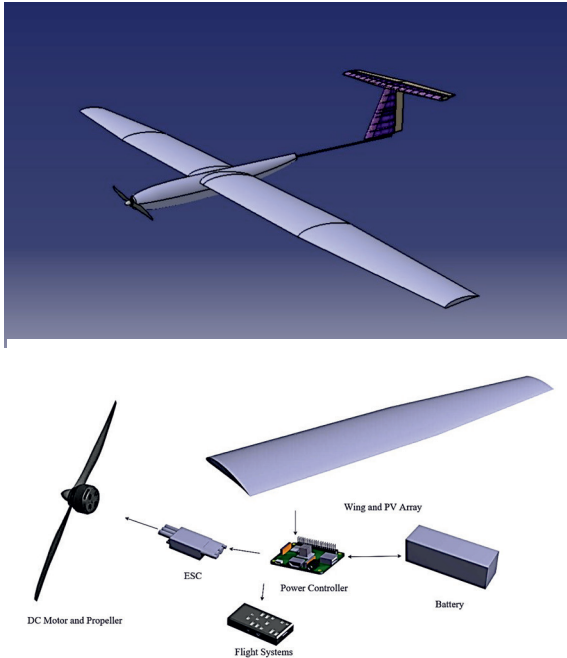
Görsel 1: Hydra Yakıt Hücreli İnsansız Hava Aracı

Gelecekte, proje kapsamındaki İHA'nın yakıt hücresi onarılacak testlerin tamamlanması ve ardından daha optimize bir gövde ve kanat tasarımına sahip "Hydra Mk.4" modelinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Yeni prototipte kapsamlı CFD analizleri, winglet tasarımları ve dinamik itki testleri gibi ileri mühendislik yöntemleri kullanılacaktır. Bu çalışma, hidrojen yakıt hücrelerinin İHA'lar üzerindeki uygulanabilirliğini ve sürdürülebilir havacılıktaki potansiyelini ortaya koyarak, benzer projeler için önemli bir referans niteliği taşımaktadır.

Icarus – Güneş Panelli İHA Projesi:

Bu çalışmada, altı saat havada kalabilen güneş enerjili bir insansız hava aracının (İHA) kavramsal tasarımı gerçekleştirilmiştir [10]. Çalışma kapsamında, literatür taraması ve güç aktarma mimarisi tasarımı yapılmış, güneş panelleri, batarya ve Maksimum Güç Noktası Takibi (MPPT) bileşenleri değerlendirilmiştir. Eskişehir ili, uçuş bölgesi olarak seçilmiş ve bu bölgedeki uçuş ortamı ile güneş enerjisi verimliliği analiz edilmiştir. Aylık güneşlenme süreleri hesaplanarak İHA'nın enerji ihtiyacıyla karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre, Eskişehir'de Nisan ve Ekim ayları arasında 6 saatlik sürekli uçuş sağlanabilmekte, bu süre zarfında 1.084 m² kanat alanı ile 472.29 Wh elektrik enerjisi üretilmektedir.

Çalışma, fotovoltaik paneller ile Li-Po bataryanın hibrit bir güç sistemine entegre edilmesini içermektedir. İHA'nın enerji tüketim verileri kullanılarak PV-LiPo hibrit güç aktarma sistemi tasarlanmıştır. Tasarım sürecinde, fotovoltaik hücre seçimi, MPPT ve batarya entegrasyonu, Eskişehir'in aylık güneşlenme süresi baz alınarak yapılmıştır. Çalışmada elde edilen temel sonuçlar şunlardır:



Görsel 2: Icarus İHA ve Güç Mimarisi

Güneş ve hidrojen yakıt hücreleriyle çalışan İHA'lar benzer tasarım gereksinimlerine sahip olsa da, gövde hacmi ve hava girişi gibi spesifik tasarım farklılıkları bulunmaktadır.

Fotovoltaik hücreler, hidrojen yakıt hücreleri ve tanklarına kıyasla daha hafif bir yapı sunmaktadır.

Yakıt hücreleri, bataryasız çalışabilirken, güneş panelli İHA'larda batarya kullanımı zorunludur.

Güneş panellerinin, MPPT ve batarya sistemlerinin seçimi, uçuş bölgesinin güneşlenme süresi göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

Güneş panelli İHA'ların uçuş süresi, hava koşulları ve güneşlenme süresine bağlıdır. Bu nedenle, proje kapsamında aylık güneşlenme sürelerinin detaylı analizi yapılmıştır.

Güneşlenme süresi, MPPT çıkış voltajını önemli ölçüde etkilemekte olup, sistem dinamiklerinin aylık bazda değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma, güneş enerjili İHA'ların tasarımında bölgesel iklim şartlarının dikkate alınmasının önemini vurgulamakta ve güneş enerjisinin havacılıkta nasıl daha verimli kullanılabileceğine dair kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır.

Eskişehir Teknik Üniversitesi bünyesinde faaliyet gösteren Anatolia Aero Design ekibi, farklı güç gereksinimlerine sahip 10 aktif elektrikli insansız hava aracı ile alternatif yakıtlar, hibrit itki sistemleri ve batarya teknolojilerinin test edilmesi için iş birliklerine açıktır. Bu platformlar, havacılık sektöründe sürdürülebilir enerji çözümlerinin geliştirilmesine önemli katkılar sunabilecek kapasitededir.

REFERANSLAR

- [1] Shafiee S, Topal E. When will fossil fuel reserves be diminished? Energy Policy 2009;37(1):181–9. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.016>.
- [2] Wuebbles DJ, Jain AK. Concerns about climate change and the role of fossil fuel use. Fuel Processing Technology 2001;71(1-3):99–119. [https://doi.org/10.1016/S0378-3820\(01\)00139-4](https://doi.org/10.1016/S0378-3820(01)00139-4).
- [3] Abrantes, I., Ferreira, A. F., Silva, A., & Costa, M. (2021). Sustainable aviation fuels and imminent technologies-CO2 emissions evolution towards 2050. Journal of Cleaner Production, 313, 127937.
- [4] Schmidt, L. (2023). Decarbonisation and Carbon Neutrality by Using Sustainable Aviation Fuels? A Business Case for Lufthansa (Master's thesis, Universidade Catolica Portuguesa (Portugal)).
- [5] Dong, S., Song, Z., Meng, Z., & Liu, Z. (2024). Biofuel–Electric Hybrid Aircraft Application—A Way to Reduce Carbon Emissions in Aviation. Aerospace, 11(7), 575.
- [6] Singh, R. (2019). Mini impulse solar plane for aircraft (Doctoral dissertation, College of Management and Economics Studies, UPES, Dehradun).
- [7] Champion, H. C., & Kabelac, S. (2017). Multifunctional fuel cell system for civil aircraft: Study of the cathode exhaust gas dehumidification. International Journal of Hydrogen Energy, 42(49), 29518–29531.
- [8] Ansell, P. J., & Haran, K. S. (2020). Electrified airplanes: A path to zero-emission air travel. IEEE Electrification Magazine, 8(2), 18–26.
- [9] Özbek, E., Yalin, G., Ekici, S., & Karakoc, T. H. (2020). Evaluation of design methodology, limitations, and iterations of a hydrogen fuelled hybrid fuel cell mini UAV. Energy, 213, 118757.
- [10] Turk, I., Ozbek, E., Ekici, S., & Karakoc, T. H. (2022). A conceptual design of a solar powered UAV and assessment for continental climate flight conditions. International Journal of Green Energy, 19(6), 638–648.