

HAVALİMANLARINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ YÖNETİMİ KAPSAMINDA GÜNEŞ ENERJİSİNİN KULLANIMI

Demet Dağlı

İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul Gelişim MYO, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü
ddagli@gelisim.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3610-6897

Hakan Rodoplu

Kocaeli Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Havacılık Yönetimi Bölümü
hakan.rodoplu@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9670-814X

Özet

Havalimanları, havayolu taşımacılığı sisteminin altyapı sağlayıcıları olarak vazgeçilmez parçalarıdır. Günümüzde havacılık endüstrisinin gelişmesi ve havayolu taşımacılığına yönelik talebin sürekli artış göstermesi havalimanı sayısında da artışa neden olmaktadır. Sayısı gittikçe artan, çevresel etkileri yüksek ve son derece enerji yoğun alanlar olan havalimanları için günümüzde sürdürülebilir enerji yönetimi uygulamaları daha önemli hale gelmektedir. Bu bağlamda, birçok havalimanı çevresel etkileri ve özellikle enerji tüketimini azaltmak için alternatif enerji kaynaklarına yönelmektedir. Geniş alanlara inşa edilen havalimanlarına kolayca uyumlanabilen sistemlere sahip güneş enerjisi, dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan alternatif enerji kaynağıdır. Bu çalışmanın amacı, havalimanlarında sürdürülebilir enerji yönetimi kapsamında güneş enerjisinin kullanım uygulamalarının incelenmesidir. Çalışma kapsamında, havalimanlarında sürdürülebilir enerji yönetimi kapsamında güneş enerjisinin kullanımı, uygulamadan örnekler yardımıyla açıklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Havalimanları, Sürdürülebilir Enerji Yönetimi.

USE OF SOLAR ENERGY WITHIN THE SCOPE OF SUSTAINABLE ENERGY MANAGEMENT AT AIRPORTS

Abstract

Airports are indispensable parts of the airline transport system as infrastructure providers. Today, the development of the aviation industry and the continuous increase in the demand for air transport cause an increase in the number of airports. Sustainable energy management practices are becoming more important today for the increasing number of airports that have high environmental impacts and are extremely energy-intensive areas. In this context, many airports turn to alternative energy sources to reduce environmental impacts and especially energy consumption. Solar energy, which has systems that can be easily adapted to airports built on large areas, is the most widely used alternative energy source worldwide. The purpose of this study is to examine the applications of solar energy within the scope of sustainable energy management at airports. Within the scope of the study, the use of solar energy within the scope of sustainable energy management at airports is explained with the help of examples from practice.

Keywords: Solar Energy, Airports, Sustainable Energy Management.

1. Giriş

Enerji verimliliği, ekonomik, teknolojik ve sosyal büyümedeki merkezi rolü nedeniyle, en sanayileşmiş ülkelerin enerji politikaları için kilit bir konudur. Günümüzde, enerji kaynaklarına olan yüksek ihtiyaç, çevresel sürdürülebilirliğin önemi ve ekonomik gerileme göz önüne alındığında, enerji verimliliğinde ilerleme beklentileri artmaktadır. Enerji verimliliği, çevresel hedeflere ulaşmak, enerji gereksinimlerini karşılamak için gereken harcamaların optimizasyonu ve yeterli enerji güvenliği seviyelerine ulaşmak için temel bir unsur olarak değerlendirilmektedir (de Rubeis vd., 2016: 261). Hava taşımacılığı endüstrisi günümüzde en hızlı büyüyen endüstrilerden biridir. Hava trafiği büyüdükçe, havacılığın çevre üzerindeki genel etkisi de artarken bu etkilerin yerel, bölgesel ve küresel düzeylerde geniş kapsamlı etkileri de artmaktadır (Nam, 2019: 61). Öte yandan, hava taşımacılığı endüstrisinin enerji tüketimi, çevre kirliliğini etkileyen diğer endüstrilerden daha hızlı artmaktadır (Kazda ve Caves, 2015: 535).

Havalimanları, dünya hava taşımacılığı sisteminin ayrılmaz bir bileşenidir - havayollarının ve müşterilerin birleştiği yerlerdir. Hava taşımacılığı endüstrisinin çevresel etkilerinin artmasıyla havalimanı endüstrisi de artan çevresel baskının etkileriyle karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle, küresel topluluk günümüzde havalimanlarının çevre üzerindeki etkisine daha fazla önem verirken, havalimanları da daha çevre dostu operasyonlar yürütmek için çaba göstermeye devam etmektedir (Baxter vd., 2018: 334).

Bu çalışmanın amacı, havalimanlarında sürdürülebilir enerji yönetimi kapsamında güneş enerjisi kullanım uygulamalarının incelenmesidir. Çalışma kapsamında, giriş kısmından sonra ikinci bölümde öncelikle havalimanlarında sürdürülebilir enerji yönetiminden bahsedilmektedir. Ardından, çalışmanın üçüncü bölümünde havalimanlarında güneş enerjisinin kullanımı uygulamadan örneklerle açıklanmakta ve son olarak sonuç kısmında da çalışmanın bulguları ile ilgili genel bir değerlendirme yapılmaktadır.

2. Havalimanlarında Sürdürülebilir Enerji Yönetimi

Havalimanları hem inşaat aşamasında hem de işletme aşamasında çok yoğun enerji ve güç tüketen yatırımlardır (Kılış, 2014: 109). Bunun temel nedeni, ısıtma ve iklimlendirme sistemleri ile donatılmış büyük binalar (hem yolcu terminalleri hem de yolcu olmayan alanlar) ve aydınlatma ve elektrik ekipmanı için yüksek güç talebi ve içinde bulunan birçok tesisten gelen enerji gereksinimleridir. Havalimanı terminal binalarında tüketilen enerjinin yaklaşık % 70'i klima, soğutma ve ısıtma amaçlı kullanılmaktadır. Soğuk iklime sahip ülkelerde bu oran daha yüksek olabilmektedir. Hava taşımacılığı operasyonlarına yardımcı olmak için gerekli olan elektrik enerjisinin sağlanmasının yanı sıra, havalimanı binaları, uçak askıları ve diğer havalimanı tesisleri için de elektrik enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle ısıtma, havalandırma, iklimlendirme ve aydınlatmayı içeren enerji yönetimi havalimanları için son derece kritiktir (Baxter vd., 2019: 82).

Havalimanları, hizmet ortaklarından ve yolcularından gelen en yüksek talebi karşılamak ve dolayısıyla operasyonel kapasitelerini optimize etmek için garantili, uygun fiyatlı ve güvenli bir enerji arzına ihtiyaç duyarlar. Yolcu konforunu sağlamak için havalimanı yolcu terminallerinde ortam sıcaklığının ve hava kalitesinin korunması, genellikle çoğu havalimanında enerji kullanımına ve yönetimine en önemli katkıyı temsil eder. Havalimanları, uzun vadeli işletme maliyetlerini azaltmak ve enerji talebinin ortaya çıktığında karşılanmasını sağlamak için, terminal binalarının tasarımında (ve işletiminde) enerji tasarrufu önlemlerine daha fazla odaklanıyor. Bazı havalimanları da kendi enerji üretim sistemlerini geliştirmiş ve işletmektedir. Ayrıca havalimanları, düşük enerjili ekipman ve sistemlerin devreye sokulması yoluyla enerji tüketimini azaltmak için genellikle kiracılar, imtiyaz sahipleri ve hizmet ortaklarıyla yakın işbirliği içinde çalışıyorlar (Baxter vd., 2014: 230).

Havalimanı terminalleri, artan yolcu hacimlerine ve uçak tasarımının gelişen doğasına yanıt olarak sık sık dahili değişime ve harici büyümeye tabidir. Enerji talebinde ortaya çıkan artış, onları çok enerji yoğun ortamlara ve gezegenimizdeki kilometre kare başına en büyük enerji tüketen merkezlerden birine dönüştürdü. Havalimanlarının enerji kullanımı fiili olarak küçük şehirlerinkiyle karşılaştırılabilir düzeydedir. Büyük bir havalimanında kullanılan tipik elektrik enerjisi 100-300 GWh / yıl arasındadır ve bu da 30.000 ila 100.000 hanenin tüketimine karşılık gelmektedir. Terminal binaları aydınlatma, ısıtma, havalandırma, iklimlendirme ve taşıma sistemleri için büyük miktarda enerji kullanır (Kotopouleas ve Nikolopoulou, 2016: 184).

Havalimanı enerji verimliliğini artırmak için, ilk adım olarak, ne kadar enerji kullanıldığını ve kullanımın benzer binalar ve diğer tesislerinkiyle karşılaştırıldığında nasıl olduğunu anlamak için bir enerji denetimi yapmak gerekir. Bir enerji denetimi, bir bina veya tesisteki elektrik, su, gaz ve diğer hizmetlerin kapsamlı bir değerlendirmesinden oluşur (Kazda ve Caves, 2015: 535). Pek çok havalimanı enerji denetimlerini üstlenir ve bu tür sistemlerin optimum kontrolünü sağlamak için etkili bina yönetim sistemlerine sahiptir (Graham, 2018: 391). Uzun vadeli işletme maliyetlerini azaltmak ve enerji talebinin ortaya çıktığında karşılanmasını sağlamak için havalimanları, günümüzde terminal binalarının tasarımında (ve işletiminde) enerji tasarrufu önlemlerine daha fazla odaklanmaktadır (Baxter vd., 2015). Günümüzde havalimanlarında enerji verimliliği için yenilenebilir enerjilerin kullanılması gittikçe yaygınlaşmaktadır. Yenilenebilir enerji, güneş, rüzgar, jeotermal, hidro ve bazı biyokütle türleri gibi

ortak kaynaklardan oluşan, kullanıldığında tükenmeyen bir kaynaktan gelen enerji olarak tanımlanmaktadır. Havalimanlarının enerji ihtiyaçları için mevcut seçenekleri artıran yenilenebilir enerjinin faydası oldukça dikkat çekicidir. Çoğu havalimanı bir güç sağlayıcısından elektrik satın alır ve bu da enerjinin havalimanı için büyük bir işletme maliyeti olmasını sağlar; bu nedenle enerji verimliliği, temel bir maliyet kontrol ölçüsüdür. Aynı zamanda daha az emisyon üretmek ve karbon ayak izini azaltmak gibi başka avantajlar da sağlar (Nam, 2019: 61).

3. Havalimanlarında Güneş Enerjisinin Kullanımı

Dünyadaki yaşam için güneş enerjisi gereklidir. Güneş enerjisi dünyanın iklimine güç verir, besin zincirinin temeli olarak bitkilerin büyümesini ve aynı zamanda yaşamın gelişebileceği ısı ve çevresel koşulları sağlar (ICAO, 2017: 18). Bununla birlikte, güneş radyasyonu fosil enerji tüketiminin yan etkilerine sahip değildir ve sürdürülebilirliğin temel hedefi de söz konusu yan etkileri azaltmaktır. Güneş enerjisi tamamen yenilenebilir, belirli bir yerde ve zamanda ısıya veya elektriğe dönüştürülür ve miktarı ne olursa olsun, ertesi gün daha fazla güneş enerjisi dönüştürülüp kullanılabilir, böylelikle bölgesel bir güneş radyasyonu asla bozulamaz. Başka bir deyişle güneş enerjisi kullanıldıkça tükenmeyen bir kaynaktır (Riahi Dehkordia vd., 2019: 1614).

Güneş enerjisi, güneş ışınımının bolluğu ve tükenmezliği nedeniyle özellikle çekicidir ve uygun şekilde kullanıldığında tüm küresel enerji gereksinimlerini karşılama potansiyeline sahiptir. Kullanım noktasından kilometrelerce uzakta bulunan elektrik santrallerine kıyasla güneş enerjisi sistemleri yerinde kurulduğu ve elektrik ürettiği için çevre dostudur ve uygulanması kapsamlı ve pahalı bir altyapı gerektirmez (Khan vd., 2014: 479). Dünya çapında yaklaşık 100 havalimanında, 400 megawatt'ın üzerinde enerji üreten güneş enerjisi tesisleri bulunmaktadır¹¹⁹.

Güneş enerjisinin bir enerji kaynağı olarak modern kullanımı hem elektrik üretimi hem de ısı üretimi amacıyla gerçekleştirilmektedir (ICAO, 2017: 18). Havalimanlarında enerji verimliliği için güneş enerjisinin kullanımı fotovoltaik sistemler ve termal sistemler aracılığıyla iki şekilde gerçekleştirilmektedir.

3.1. Fotovoltaik Güneş Enerji Sistemleri

Fotovoltaik güneş enerji sistemleri, elektrik jeneratörlerine güç sağlamak için ısıyı yansıtmak yerine emmek üzere tasarlanmış düz paneller kullanan güneş enerjisi sistemleridir. Bu sistemler, aralarında başka bir adım olmaksızın doğrudan güneş radyasyonunu elektriğe dönüştürürler (Mills, 2011). Havalimanı sahalarındaki en yaygın şekilde uygulanabilen yenilenebilir enerji projeleri arasında, güneş ışığını elektriğe dönüştüren fotovoltaik (PV) sistemler bulunmaktadır (ICAO, 2017: 9).

Fotovoltaik sistemler çok az bakım gerektirir, gürültü yapmaz ve hareketli parça olmadan ve hava kirliliği veya sera gazı üretmeden çalışır. Fotovoltaik sistem dizileri, binalara ve yapılara (otoparklar gibi) monte edilebilir veya destek direkleri veya raflar üzerine zemine monte edilebilir. Diziler, şebeke kalitesinde alternatif akımı elektriğe koşullandırılabilen veya pilleri şarj etmek için kullanılabilen doğru akım üretir. Tipik bir fotovoltaik sistem hücresi, yüzeyine çarpan güneş enerjisinin yaklaşık % 14'ünü kullanılabilir elektriğe dönüştürür. Bir sistemin ürettiği elektrik miktarı, sistem tipine, yönüne ve mevcut güneş kaynağına bağlıdır. Daha yüksek bir güneş kaynağı, güneş enerjisinin daha fazlasının yüzeye ulaşması anlamına gelir ve bu, fotovoltaik sistem performansı için en uygundur (Kandt ve Romero, 2014: 2).

Havalimanları, özellikle güneş fotovoltaikleri için sahada yenilenebilir enerjinin finansal uygulanabilirliğini artıran özelliklere sahiptir. Havalimanı arazisi ve binaları, başka türlü finansal fayda sağlamayan güneş enerjisi tesisleri için uygun alanlar sağlayabilir. Güvenli havalimanı yönetimi için gerekli olan havalimanlarının açık peyzajı ve coğrafi konumu, yenilenebilir enerjiyi besleyen doğal kaynakların yakalanmasını da kolaylaştırır. Ayrıca havalimanları, fazla enerjiyi elektrik şebekesine geri satarak potansiyel getiri de elde edebilirler (Baxter vd. , 2018: 335).

¹¹⁹ <https://aviationbenefits.org/case-studies/power-from-the-sun/>

Hindistan'da bulunan Cochin Uluslararası Havalimanı tamamen güneş enerjisi ile işletilen dünyadaki ilk havalimanıdır. Havalimanında toplam 46,150 panelden oluşan fotovoltaik güneş enerjisi sistemi mevcuttur. Sistemin toplam enerji üretim kapasitesi 12MWp iken sistem her gün ortalama 48,000 kilowatt saat enerji üretmektedir ve üretilen enerji havalimanının enerji ihtiyacının tamamını karşılamaktadır¹²⁰.

Kopenhag havalimanı ise Danimarka'da fotovoltaik güneş enerji sistemlerini uygulayan ilk havalimanıdır. Havalimanına toplam 9,300m²'lik fotovoltaik sistem yerleştirilmiştir ve sistemin toplam üretim kapasitesi 1,8 MWp olarak belirtilmektedir. Havalimanında fotovoltaik güneş enerji sistemi aracılığıyla üretilen enerji havalimanının toplam enerji ihtiyacının %0.89'unu karşılayabilecek niteliktedir¹²¹.

Avusturya'da fotovoltaik güneş enerji sistemlerini kullanan ilk havalimanı ise Adelaide Havalimanı'dır. Havalimanında toplam 4,500 panelden oluşan fotovoltaik güneş enerji sistemi mevcuttur. Sistemin üretim kapasitesi 1,17MW iken üretilen enerji ile havalimanının toplam enerji ihtiyacının %8.5'i karşılanmaktadır¹²².

George Uluslararası Havalimanı Afrika'da güneş enerji sistemlerini kullanan ilk havalimanıdır. Havalimanında toplam 3,000 panelden oluşan fotovoltaik güneş enerji sistemi mevcuttur. Sistem, 750 kW üretim kapasitesine sahip iken sistem aracılığıyla üretilen enerji havalimanının toplam enerji ihtiyacının %41'ini karşılamaktadır¹²³.

Tennessee merkezli Chattanooga Metropolitan Havalimanı ABD'de tamamen güneş enerjisi ile işletilen ilk havalimanı olmuştur. Üç aşamada tamamlanan projenin ilk aşamasında 3.848 panelden oluşan 1 MW'lık bir güneş enerjisi çiftliği kurulmuştur. 2013 yılında ikinci aşamada, kapasite 1.1MW daha artırılarak 3.542 panel daha inşa edildi. 2019 yılında ise üretim kapasitesi 641kW daha artırılarak 1.886 panel ek panel inşa edilerek proje tamamlandı. Havalimanı ilk aşamanın inşa edilmesinden bu yana yaklaşık 20 GW saat enerji üretmiştir¹²⁴.

Son olarak, Türkiye'de fotovoltaik güneş enerji sistemlerini kullanan ilk havalimanlarından birisi Erzincan Havalimanı'dır. Havalimanına toplam üretim kapasitesi 2.09 MWp olan toplam 3,779 panel inşa edilmiştir. Sistem havalimanının toplam enerji ihtiyacının yaklaşık %50'sini karşılayacak düzeydedir. Bununla birlikte Antalya havalimanı'nda 260 W gücünde 250 kWp üretim kapasitesine sahip toplam 962 adet fotovoltaik panelden oluşan bir fotovoltaik sistem mevcuttur (Yıldız vd., 2020: 171).

3.2. Termal Güneş Enerji Sistemleri

Termal güneş enerji sistemleri güneş ışığını ısıya dönüştürerek hem elektrik üretmek hem de fotovoltaik sistemlerden farklı olarak güneş ışığını ısıya dönüştürmek amacıyla kullanılmaktadır. Termal sistemler güneş ışığından elde edilen ısıyı konsantre güneş enerji sistemleri (CSP) aracılığıyla elektriğe dönüştürebilir, hava geçirgen güneş kolektörleri aracılığıyla havalandırma sistemlerine gönderilerek ısıtma amacıyla kullanılabilir veya binalarda kullanılan suyun ısıtılması amacıyla kullanılabilir (FAA, 2016: 5-9).

Yerinde kullanım için, termal güneş enerjisi panelleri tipik olarak hizmet verdikleri binaya ısıyı geri verebilecek şekilde binaların üstüne yerleştirilir. Su veya benzer bir çözelti ile doldurulmuş tüpler panelden geçer ve ısıtıldıkça çözelti, binanın ısıtılması ve sıcak su dahil olmak üzere tipik evsel amaçlar için ısı sağlamak üzere binanın içine hareket eder. Solar PV'de olduğu gibi, güneş ısısı modülerdir ve proje hedeflerine ve mevcut alana göre tasarlanmasını ve genişletilmesini nispeten kolaylaştırır. Termal

¹²⁰ https://airport.nridigital.com/air_nov20/solar_power_airports

¹²¹ https://www.cph.dk/495dd5/globalassets/8.-om-cph/6.-investor/arsrapporter/2020/kl_ar_2020_uk_final.pdf

¹²² <https://www.adelaideairport.com.au/corporate/wp-content/uploads/2014/11/Solar-PV-information-sheet.pdf>

¹²³ <https://www.airports.co.za/news?item=131>

¹²⁴ https://airport.nridigital.com/air_nov20/solar_power_airports

güneş enerji sistemleri, sıcak su için çeşitli ihtiyaçlar göz önüne alındığında, konut kullanımları için özellikle başarılı olmuştur (ICAO, 2017: 27).

Bununla birlikte havalimanlarının tipik olarak yüksek sıcak su gereksinimleri olmadığından, termal güneş enerji sistemleri ile ilgili çok fazla çalışma mevcut değildir. Ek olarak, termal güneş enerji sistemleri daha pahalı olduğu için havalimanlarında daha çok PV sistemleri edilmiştir. Yine de Cenevre, Toronto ve Minnesota'daki bazı küçük havalimanlarında örneklerini görmek mümkündür (ICAO, 2017: 27).

Örneğin Vancouver Uluslararası Havalimanı'nda Otoritesi, havalimanının iç hatlar terminal binasına, yılda yaklaşık 67.500 ABD Doları tasarruf sağlayacak güneş enerjisiyle çalışan sıcak su ısıtma sistemi mevcuttur. Binanın çatısına monte edilen 100 güneş paneli, Vancouver Uluslararası Havalimanı'nda saatte ortalama 800 galon sıcak suyu ısıtmak için yeterli enerjinin üretilmesine yardımcı olmaktadır¹²⁵.

Sonuç

Bu çalışmada, havalimanlarında kullanılan güneş enerjisi sistemleri incelenmiştir. Havacılık endüstrisinin gelişimi ve özellikle havalimanı sayısının artması, çevresel etkileri yüksek olan havalimanlarını sürdürülebilir enerji yönetimi kapsamında, alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. Günümüzde çok fazla sayıda havalimanında yenilenebilir enerji sistemleri kullanılmakta ve en yaygın örneklerinin güneş enerjisi sistemleri olduğu görülmektedir. Havalimanlarında güneş enerjisi sistemleri fotovoltaiik sistemler veya termal güneş enerjisi sistemleri olarak iki farklı şekilde kullanılmaktadır.

Fotovoltaiik sistemler hem uygun fiyatlı olmaları hem de yüksek miktarda elektrik enerjisi üretebildikleri için havalimanları tarafından daha çok tercih edilebilmektedir. Bir çok havalimanında fotovoltaiik güneş enerji sistemleri kullanılırken, tamamen güneş enerjisi ile işletilen havalimanlarının sayısının da gün geçtikçe arttığı görülmektedir. Çalışma kapsamında örnek olarak değerlendirilen ve henüz tamamen güneş enerjisi ile işletilmeyen birçok havalimanının da sürdürülebilirlik uygulamaları kapsamında enerji üretim kapasitelerini arttıracakları görülmektedir. Bununla birlikte, havalimanlarında termal güneş enerjisi sistemleri fotovoltaiik sistemlere göre daha az ve genellikle küçük havalimanlarında kullanılmaktadır. Bunun en temel nedeni, termal güneş enerjisi sistemlerinin daha pahalı olması ve daha çok konut kullanımları için uygun olduğunun düşünülmesidir.

Güneş enerjisinin bir enerji kaynağı olarak havalimanlarında kullanılması hem enerji tasarrufu sağlamakta hem de havalimanlarının çevresel etkilerinin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Gelecek zamanlarda dünya genelinde diğer havalimanlarında da güneş enerjisi sistemlerinin kullanımının daha da yaygınlaşacağı ön görülmektedir. Bu durum havacılık endüstrisinin çevresel etkileri göz önüne alındığında dünya genelinde sürdürülebilir bir yaşam için umut verici olarak değerlendirilebilir.

Kaynakça

- Adelaide Airport (2014). <https://www.adelaideairport.com.au/corporate/wp-content/uploads/2014/11/Solar-PV-information-sheet.pdf> Erişim tarihi: 18.05.2021
- Baxter, G., Wild, G., & Sabatini, R. (2014, November). A sustainable approach to airport design and operations: Case study of Munich airport. In *PRCC 2014 Engineers Australia Convention* (pp. 227-237).
- Baxter, G., Sabatini, R., & Wild, G. (2015, May). Sustainable airport energy management: A case study of Copenhagen Airport. In *Proceedings of the International Symposium on Sustainable Aviation, Istanbul, Turkey* (Vol. 31).
- Baxter, G., Srisaeng, P., & Wild, G. (2018). Sustainable airport energy management: The case of kansai international airport. *International Journal for Traffic & Transport Engineering*, 8(3).
- Baxter, G., Srisaeng, P., & Wild, G. (2019). Environmentally sustainable airport energy management using solar power technology: The case of Adelaide Airport, Australia. *International Journal for Traffic & Transport Engineering*, 9(1).

¹²⁵<https://www.renewableenergyworld.com/baseload/solar-power-heats-water-for-canadian-airport-9708/#gref>

- Copenhagen Airport (2020). https://www.cph.dk/495dd5/globalassets/8.-om-cph/6.-investor/arsrapporter/2020/kl_ar_2020_uk_final.pdf Erişim tarihi: 18.05.2021
- de Rubeis, T., Nardi, I., Paoletti, D., Di Leonardo, A., Ambrosini, D., Poli, R., & Sfarra, S. (2016). Multi-year consumption analysis and innovative energy perspectives: the case study of Leonardo da Vinci International Airport of Rome. *Energy Conversion and Management*, 128, 261-272.
- Enerji günlüğü, <https://www.enerjigunlugu.net/erzincan-havalimani-ges-uretime-gecti-35679h.htm> Erişim tarihi: 18.05.2021
- FAA, (2018). Technical Guidance for Evaluating Selected Solar Technologies on Airports, Version 1.1. https://www.faa.gov/airports/environmental/policy_guidance/media/FAA-Airport-Solar-Guide-2018.pdf Erişim tarihi: 18.05.2021
- Graham, A. (2018). *Managing airports: An international perspective*. Routledge.
- ICAO, A Focus on the Production of Renewable Energy at the Airport Site. Québec, Canada: International Civil Aviation Organization, 2017.
- Kandt, A., & Romero, R. (2014). *Implementing Solar Technologies at Airports* (No. NREL/TP-7A40-62349). National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States).
- Khan, K., Azabany, A., & Ahmed, W. (2014). Reductions in Co2 emissions from electricity generation from solar energy at Sulaymanyah airport in Kurdistan, Iraq. *Asian Journal of Science and Technology*, 5(8), 479-481.
- Kazda, T., & Caves, B. (2015). Environmental Control. In *Airport Design and Operation: Third Edition*. Emerald Group Publishing Limited.
- Kılış, B. (2014). Energy consumption and CO2 emission responsibilities of terminal buildings: A case study for the future Istanbul International Airport. *Energy and buildings*, 76, 109-118.
- Kotopouleas, A., & Nikolopoulou, M. (2016). Thermal comfort conditions in airport terminals: Indoor or transition spaces?. *Building and environment*, 99, 184-199.
- Mills, R. (2011). Airport solar and geothermal power.
- Nam, V. H. (2019). "Green Sustainable Airports: The Deployment of Renewable Energy at Vietnam Airports. Is that Feasible?". *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 61-65.
- Riahi Dehkordi, E., Karimi, A., Karimi, R., & Aslan Beygi, M. (2019). Sustainable design for airport terminals, by integrated photovoltaic (PV) system (adopting bench-marking approach). *International Journal of Green Energy*, 16(15), 1611-1616.
- Sukumaran, S., & Sudhakar, K. (2017). Fully solar powered airport: A case study of Cochin International airport. *Journal of Air Transport Management*, 62, 176-188.
- Yıldız, Ö. F., Yılmaz, M., Çelik, A., & Edip, İ. M. İ. K. (2020). Havalimanlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması. *Journal of Aviation*, 4(1), 162-174.
- <https://www.airports.co.za/news?item=131> Erişim tarihi: 18.05.2021
- https://airport.nridigital.com/air_nov20/solar_power_airports Erişim tarihi: 18.05.2021
- <https://www.renewableenergyworld.com/baseload/solar-power-heats-water-for-canadian-airport-9708/#gref> Erişim tarihi: 18.05.2021