



**SÜRDÜRÜLEBİLİR HAVALİMANI YÖNETİMİ: İNSAN HAREKETİNDEN
ENERJİ ÜRETİMİ ALGISI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Yüksek Lisans Tezi

Billur ÜNSAL

Eskişehir 2023

**SÜRDÜRÜLEBİLİR HAVALİMANI YÖNETİMİ: İNSAN HAREKETİNDEN
ENERJİ ÜRETİMİ ALGISI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Billur ÜNSAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Vildan DURMAZ

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Haziran 2023

...../...../.....

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Billur ÜNSAL'ın "Sürdürülebilir Havalimanı Yönetimi: İnsan Hareketinden Enerji Üretimi Algısı Üzerine Bir Araştırma" başlıklı tezi 15/06/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Havacılık Yönetimi Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı Adı Soyadı

İmza

Üye

: Doç. Dr. Vildan DURMAZ

Üye

: Doç. Dr. Savaş Selahattin ATEŞ

Üye

: Doç. Dr. Mustafa ASLAN

Prof. Dr. Semra KURAMA

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

...../...../.....

DANIŞMAN ONAYI

Danışmanlığını yürüttüğüm Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı öğrencisi Billur ÜNSAL “Sürdürülebilir Havalimanı Yönetimi: İnsan Hareketinden Enerji Üretimi Algısı Üzerine Bir Araştırma” başlıklı tez çalışmasını tamamlamıştır. Hazırlamış olduğu tez tarafımda incelenmiş ve öğrencinin tez savunma sınavına alınması bilimsel ve etik açıdan uygun görülmüştür.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Vildan DURMAZ

ÖZET

SÜRDÜRÜLEBİLİR HAVALİMANI YÖNETİMİ: İNSAN HAREKETİNDEN ENERJİ ÜRETİMİ ALGISI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Billur ÜNSAL

Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Haziran 2023

Danışman: Doç. Dr. Vildan DURMAZ

Sivil havacılık tarihi boyunca gelişen teknoloji, yolcuların değişen istek ve ihtiyaçları, paydaşların beklentileri, sürdürülebilirlik hakkında artan farkındalık havalimanlarının yapısını ve sunduğu olanakları değiştirmiştir. Sürdürülebilirlik hakkında artan farkındalık insanoğlunu konvansiyonel olmayan enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Güneş, rüzgâr, biyokütle ve su gücü enerjisi olarak sıralanan konvansiyonel olmayan enerji kaynaklarının havalimanlarında kullanım miktarları giderek artmaktadır. Kaynağı havalimanı terminallerinde yoğun olarak bulunan ve konvansiyonel olmayan enerji kaynakları arasında yer alan insan enerjisi, kas gücü ile elektrik üretimi ve piezoelektrik prensibi ile elektrik üretimi başlıkları altında incelenmiştir. Araştırmanın temel amacı, havalimanlarında yolcu hareketliliğinden doğan kinetik enerjinin elektrik enerjisine dönüşüm yöntemlerini belirleyerek, terminal alanlarında yolcuların enerji üretimine katıldığı ortamlar yaratmak, havacılık profesyonellerinin yolcu hareketliliği bağlamında post modern enerji üretimine bakış açılarını değerlendirmek ve konu hakkında farkındalığın ilk adımını oluşturmaktır. Bu amaç doğrultusunda hazırlanan vignetteler aracılığıyla havacılık alanında profesyonel olan kişilerle yapılan görüşmeler ile araştırmaya temel olan veriler elde edilmiştir. Literatürün ve küresel çapta güncel uygulamaların ışığında, bisiklet pedalı çevirerek ve terminal binalarındaki çocuk oyun alanlarında zemine basınç uygulayarak elektrik üretme yöntemleri hakkında hem sürdürülebilirlik konusunda farkındalık yaratması hem de havalimanı işletmesinin imajını güçlendirmesi için iki ayrı vignette oluşturulmuştur. Bu vignetteler kullanılarak yapılan görüşmeler doğrultusunda elde edilen veriler, tümevarımsal yaklaşım ve içerik analizi ile değerlendirilmiştir.

Araştırma sonucunda postmodern elektrik üretme yöntemleri profesyonellerin gözlem ve tecrübeleri yardımıyla ele alınmış, kas gücü ve piezoelektrik prensibi uygulaması değerlemesi temalarına ulaşılmış ve bu temalara ait avantajların ön plana çıktığı ortaya konulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Havalimanı Terminali, Yolcu Hareketi, Kas Gücü, Piezoelektrik Prensibi, Vignette.

ABSTRACT

SUSTAINABLE AIRPORT MANAGEMENT: A RESEARCH ON THE PERCEPTION OF ENERGY PRODUCTION FROM HUMAN MOVEMENT

Billur ÜNSAL

Department of Civil Aviation Management

Eskisehir Technical University, Institution of Graduate Schools, June 2023

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Vildan DURMAZ

Developing technology throughout the history of civil aviation, changing demands and needs of passengers, expectations of stakeholders, increasing awareness about sustainability have changed the structure and opportunities of airports. Increasing awareness about sustainability has led human beings to non-conventional energy sources. Main purpose of research is to determine methods of conversion of kinetic energy arising from passenger mobility in airports to electrical energy, to create environments in which passengers participate in energy production in terminal areas, to evaluate the perspectives of aviation professionals on post-modern energy production in the context of passenger mobility, and to create the first step of awareness on the subject. The data, which are the basis of the research, were obtained through interviews with people who are professionals in the field of aviation through the vignettes prepared. In the light of the literature and global current practices, two separate vignettes have been created to both raise awareness about sustainability and strengthen the image of the airport operator about the methods of generating electricity by pedaling the bicycle and applying pressure to the ground in children's playgrounds. The data obtained in line with the interviews made using these vignettes were evaluated with an inductive approach and content analysis.

As a result of the research, postmodern electricity generation methods were handled with the help of the observation and experience of the professionals, the themes of muscle power and piezoelectric principle application evaluation were reached and it was revealed that the advantages of these themes came to the fore.

Keywords: Airport Terminal, Passenger Movement, Muscle Power, Piezoelectric Principle, Vignette.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında büyük emeği olan, beni her zaman destekleyen, fikirleriyle ufkumu genişleten tez danışman hocam Sayın Doç. Dr. Vildan DURMAZ'a, beni hem akademik hem de sosyal açıdan her zaman destekleyen değerli hocam Doç. Dr. Didem RODOPLU ŞAHİN'e teşekkürü bir borç bilirim. Doç. Dr. Savaş Selahattin ATEŞ, Doç. Dr. Mustafa ASLAN, Doç. Dr. Demet SEVER ve Dr. Öğr. Üyesi Sultan GEDİK GÖÇER hocalarıma da desteklerinden ötürü sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Süreç içinde tecrübesi ile yolumu aydınlatan, havacılık sektörüne değerli katkılar sunan Sayın Hakan DEMİRAY'a verdiği fikirler için teşekkür ederim.

Maddi ve manevi açıdan her daim yanımda olduklarını bildiğim, desteğini ve sevgisini benden bir gün bile esirgemeyen annem Nilüfer ÜNSAL'a ve babam İsmail Cumhur ÜNSAL'a, her zaman yanımda olan ve beni motive eden sevgili Muhammet Ali AKDAŞ'a sonsuz teşekkür ederim.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Billur ÜNSAL

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI.....	I
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	II
DANIŞMAN ONAYI.....	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
TEŞEKKÜR.....	VI
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
TABLOLAR DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
KISALTMALAR DİZİNİ.....	XII
1. GİRİŞ.....	1
2. KONVANSİYONEL OLMAYAN ENERJİ KAYNAKLARI.....	2
2.1 Güneş Enerjisi	5
2.2 Rüzgâr Enerjisi.....	9
2.3 Biyokütle Enerjisi	11
2.4 Su Gücü Enerjisi.....	12
2.4.1 Jeotermal enerji	12
2.4.2 Hidrolik enerji	13
2.4.3 Deniz kökenli enerji.....	14
3. İNSAN HAREKETİ TEMELLİ POSTMODERN KONVANSİYONEL OLMAYAN ENERJİ KAYNAKLARI	15
3.1 Kas Gücü ile Elektrik Üretimi.....	15
3.1.1 Kas Gücü ile Elektrik Üretiminin Gelişimi	15
3.1.2 Kas gücü ile elektrik üretiminde güncel uygulamalar	18
3.2 Piezoelektrik Prensibi ile Elektrik Üretimi	23
3.2.1 Taşımacılıkta piezoelektrik prensibi ile elektrik üretiminin gelişimi	26
3.2.2 Piezoelektrik prensibi ile elektrik üretiminde güncel uygulamalar	29
4. HAVALİMANLARINDA POSTMODERN ENERJİ ÜRETME VİNYETLERİ VE UYGULAMASI	35
4.1 Araştırmanın Amacı.....	35
4.2 Araştırmanın Sınırlılıkları.....	35

4.3 Araştırmanın Yöntemi	36
4.3.1 Araştırma süreci	39
4.3.2 Katılımcılar ve veri toplama yöntemi	39
4.3.3 Verilerin analizi	46
4.3.4. Araştırmacının rolü	47
4.3.5. Etik kurallara uygunluk	47
4.4 Araştırmanın Bulguları.....	47
4.5 Araştırmanın Bulgularının Değerlendirilmesi.....	65
5. SONUÇ	67
KAYNAKÇA	70
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Seçilen Ülkeler İçin Endüstriyel Enerji Kullanımları.....	2
Tablo 4.1. Katılımcılara Ait Demografik Bilgiler.....	46
Tablo 4.2. Birinci Vignette Doğrultusunda İşaretlenen Seçeneklerin Frekans Değerleri.....	47
Tablo 4.3. İkinci Vignette Doğrultusunda İşaretlenen Seçeneklerin Frekans Değerleri.....	48
Tablo 4.4. Birinci Vignette Kodlaması.....	50
Tablo 4.5 İkinci Vignette Kodlaması.....	52
Tablo 4.6. Birinci Vignetteye Ait Geçici Kategoriler.....	55
Tablo 4.7. İkinci Vignetteye Ait Geçici Kategoriler.....	58
Tablo 4.8. Birinci Vignetteye Ait Ana Kategori ve Kategoriler.....	62
Tablo 4.9. İkinci Vignetteye Ait Ana Kategori ve Kategoriler.....	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması	4
Şekil 2.2. Indianapolis Havalimanı Güneş Enerjisi Santrali.....	8
Şekil 2.3. Kuala Lumpur Havalimanı Güneş Enerjisi Santrali.....	8
Şekil 2.4. Cochin Havalimanı Güneş Enerjisi Santrali.....	8
Şekil 2.5. Erzincan Havalimanı Güneş Enerjisi Santrali.....	9
Şekil 3.1. Egzersiz Bisikletleri.....	15
Şekil 3.2. Elektrik Üreten Bisiklet-1.....	16
Şekil 3.3. Elektrik Üreten Bisiklet-2.....	16
Şekil 3.4. Spor Salonunda Toplu Bisiklet Sınıfı.....	17
Şekil 3.5. Elektrik Üreten Bisikletlerin Kullanım Alanları.....	21
Şekil 3.6. Piezoelektrik Prensibi.....	22
Şekil 3.7. Heathrow Havalimanı Piezoelektrik Yürüyüş Yolu-1.....	31
Şekil 3.8. Heathrow Havalimanı Piezoelektrik Yürüyüş Yolu-2.....	31
Şekil 3.9. Abu Dabi Havalimanı Piezoelektrik Yürüyüş Yolu-1.....	32
Şekil 3.10. Abu Dabi Havalimanı Piezoelektrik Yürüyüş Yolu-2.....	32
Şekil 3.11. Piezoelektrik Prensibinin Taşımacılıktaki Uygulamaları.....	33
Şekil 4.1. Araştırma Süreci.....	37
Şekil 4.2. Veri Toplama Aracı Vignettenin Aşamaları.....	41

KISALTMALAR DİZİNİ

ARGE	: Araştırma ve Geliştirme
CO ₂	: Karbondioksit (Carbon Dioxide)
EASA	: Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı (European Aviation Safety Agency)
EJ	: Exajoule (Enerji ölçü birimidir)
f-PEH	: Esnek Piezoelektrik Enerji Hasadı (Flexible Piezoelectric Energy Harvester)
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)
KLIA	: Kuala Lumpur Uluslararası Havalimanı (Kuala Lumpur International Airport)
MIT	: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (Massachusetts Institute of Technology)
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

1. GİRİŞ

Konvansiyonel (yenilenemeyen) enerji kaynaklarının artan tüketimi küresel bir enerji krizi ve çevre kirliliği yaratmakta ve sivil havacılık faaliyetleri günden güne yoğunlaşan operasyonları ile söz konusu kriz ve kirliliklere sebebiyet vermektedir. Bu nedenle her sektörde olduğu gibi sivil havacılık sektöründe de sürdürülebilirlik kavramının önemi giderek artmakta ve havalimanı işletmecileri, havayolları, yer hizmeti sağlayıcıları gibi paydaşlar operasyonlarında sürdürülebilir uygulamalara sıklıkla yer vermektedir. Konvansiyonel olmayan (yenilenebilir) enerji kaynaklarını iş süreçlerine entegre eden ve enerji üreterek kaynak kullanımını azaltmayı hedefleyen paydaşlar, zamanla daha inovatif yatırımlara ihtiyaç duymaktadır.

Yapılan literatür taraması ve araştırmalar doğrultusunda konvansiyonel olmayan enerji kaynaklarından insan gücü enerjisinin sivil havacılık alanında nispeten daha zayıf kaldığı saptanmıştır. İnsan gücü enerjisi hakkında farkındalığın ilk adımını oluşturmak ve uzman bakış açılarını değerlendirmek için hali hazırda var olan insan gücü enerjisinin havalimanı terminal binalarında etkin bir şekilde kullanıldığı iki ayrı vignette (kısa hikâye) havacılık profesyonellerine yöneltilmiş ve kendileri ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler sonucu elde edilen veriler içerik analizi ile değerlendirilmiştir.

Bu araştırmanın birinci bölümünde konvansiyonel olmayan (yenilenebilir) enerji kaynaklarından güneş, rüzgâr, biyokütle ve su gücü enerjisi ve bu enerjilerin havalimanlarında kullanım alanları, ikinci bölümünde postmodern konvansiyonel olmayan enerji kaynağı olan insan gücü, insan kas gücü ile elektrik üretimi ve piezoelektrik prensibi ile elektrik üretimi üzerinde durulmaktadır. Araştırmanın üçüncü bölümünde ise araştırmanın amacı, sınırlılıkları, yöntemi, bulguları ve bulgularının değerlendirilmesi yer almaktadır. Ardından sonuçlara yer verilmektedir.

2. KONVANSİYONEL OLMAYAN ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji talebindeki hızlı artış son yıllarda meydana gelen önemli bir endişedir. İklim değişikliği ve küresel ısınma gibi mevcut enerji kaynaklarının sebebiyet verdiği çevresel sorunlar insanoğlunu konvansiyonel olmayan (yenilenebilir/ alternatif) enerji kaynaklarının kullanımına zorlamaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization- WHO) tarafından yayınlanan istatistiklere göre iklim değişikliğinin doğrudan ve dolaylı etkileri yılda 160.000 kişinin ölümüne sebep olmaktadır. İklim değişikliği sel, kuraklık vb. doğal afetlere neden olmakta ve atmosfer sıcaklığında önemli değişiklikler yaratmaktadır. Halihazırda mevcut enerji kaynakları, küresel enerji tüketiminin yaklaşık %80'ini oluşturmaktadır. Enerji kaynaklarının acilen ikame edilmesi ihtiyacı, 20. yüzyılın ortalarında fosil yakıtların devreye girmesi ile ertelenmiştir. Konvansiyonel olmayan enerji kaynakları, insanlığın fosil yakıtlara bağımlı kalmadan yeryüzünde yaşamını sürdürebileceği enerji kaynaklarıdır. Güneş, rüzgâr, biyokütle, su gücü enerjileri gibi yenilenebilir enerji kaynakları, karbondioksit (CO₂) içermeyen umut verici alternatiflerdir. Yenilenebilir enerji kullanımının avantajları genel olarak bilinse de 2006 yılında dünya enerji talebinin yalnızca %1,5'ine katkıda bulunmuştur. Eğilimin 2030 yılında %1,8'e yükseleceği tahmin edilmektedir. Enerjinin büyük bir kısmı endüstriyel süreçlerde kullanıldığından, endüstriyel gelişmede enerjinin önemi çok büyüktür.

Tablo 2.1. Seçilen Ülkeler İçin Endüstriyel Enerji Kullanımları (Mekhilef, Saidur ve Safari, 2011, s. 1778)

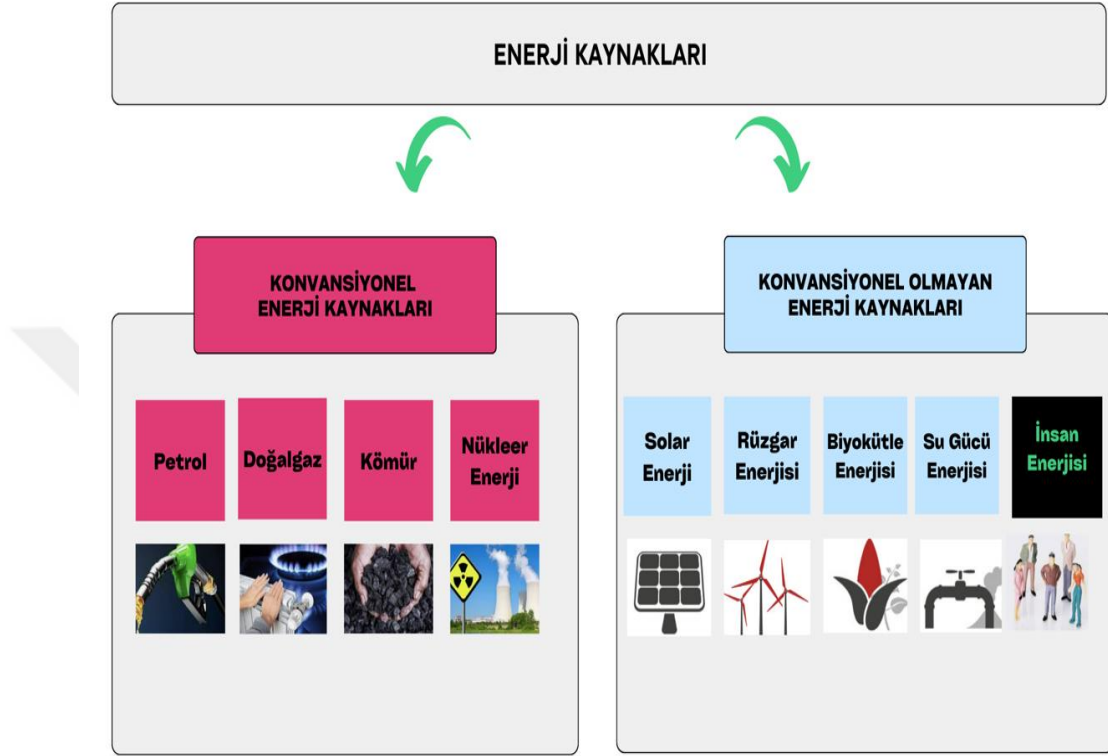
Ülke	Endüstriyel Enerji Kullanımı (%)
Çin	70
Malezya	48
Türkiye	35
Amerika Birleşik Devletleri	33

Tablo 2.1'de dünya çapında seçilmiş birkaç ülke için endüstriyel enerji kullanımı gösterilmektedir. Söz konusu endüstriyel enerjileri 4 ana alt sektörde kullanılmaktadır. Bunlar; inşaat, tarım, madencilik ve imalatır. Konvansiyonel enerji fiyatlarındaki hızlı artış ve çevresel kısıtlamalar nedeniyle, işletmeler artık

endüstriyel faaliyetlerde fosil yakıtları kullanmaya yönelmemektedir. Konvansiyonel olmayan enerjiye dayalı sistemlerin endüstrilerde uygulanmasıyla sera gazı emisyonları önemli ölçüde azaltılabilecektir. Bu nedenle, geleneksel enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynakları tercih edilmeli ve endüstrilerde yeni teknolojiler geliştirilmeli ve uygulanmalıdır (Mekhilef, Saidur ve Safari, 2011, s. 1777-1778).

Enerji, toplumun yaşam kalitesini sağlayıp korumak ve ülke ekonomilerinin diğer tüm unsurlarını desteklemek için gereklidir. Yenilenebilir enerji teknolojileri, güneş, rüzgâr, su gücü gibi kendi kendini yenileyen kaynaklardan toplanan temiz enerjiyi sunmaktadır. Dünyanın neredeyse tüm bölgeleri yenilenebilir kaynaklara sahiptir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin her biri farklı bir araştırma, geliştirme ve ticarileşme seviyesindedir ve hepsinin mevcut ve gelecekte beklenen maliyetleri ve sera gazı emisyonları üzerindeki potansiyel etkileri bakımından farklılıkları bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojileri, geleneksel enerji kaynaklarına kıyasla önemli faydalar sağlamaktadır. Örneğin, dünya çapında tüketilen tüm fosil yakıtların açığa çıkardığı enerjinin 1000 katı daha fazla enerji güneşten yeryüzüne ulaşmaktadır. Fosil yakıtlara benzer şekilde, yenilenebilir enerji kaynakları dünya çapında eşit bir şekilde dağılmamaktadır. Ancak, her bölgenin bir miktar yenilenebilir enerji kaynağı bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, asit yağmurlarına, kentsel kirliliğe ve sağlık sorunlarına sebep olan herhangi bir atık veya kirleticiyi çok az üretmekte veya hiç üretmemektedir. Güneş, rüzgâr ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynakları karbondioksit salımı yapmadığından atmosferdeki aşırı karbondioksit ve diğer gazların neden olduğu küresel iklim değişikliğine neden olmamaktadır. Güneş ve rüzgârın enerjisi insanlık tarafından binlerce yıldır kullanılmasına rağmen, yenilenebilir enerji teknolojilerinin modern uygulamaları yaklaşık son kırk yıldır ciddi bir gelişme içindedir (Bull, 2001, s. 1216). Çünkü alışlagelmiş enerji kaynaklarının gelecekte tükeneceği açıkça ifade edilmektedir. Günümüz dünyası için vazgeçilmez bir kaynak olan enerji ülkelerin en büyük problemlerinden birini oluşturmaktadır. Söz konusu problem, fosil yakıtların sınırlı ömrü ve kullanımının küresel iklim değişikliği üzerindeki etkileri göz önüne alındığında yenilenebilir enerji kaynakları hakkında yeni arayışlar doğmaktadır. Bu arayışlar kurum ve kuruluşlar tarafından

desteklenmekte ve ilgili projelere yatırımlar yapılmaktadır (Yelmen, Çakır, 2011, s. 1). Hükümetler, başta CO2 emisyonları olmak üzere enerjiyle ilgili sorunları azaltmak için önemli teknolojiler olarak gördükleri yenilenebilir enerjiye büyük ölçüde yatırım yapmaktadır.



Şekil 2.1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması (Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur)

Şekil 2.1’de konvansiyonel ve konvansiyonel olmayan enerji kaynaklarının sınıflandırılmasına yer verilmektedir. Petrol, doğalgaz, kömür ve nükleer enerji konvansiyonel enerji kaynaklarını oluştururken güneş, rüzgâr, biyokütle, su gücü ve insan enerjisi konvansiyonel olmayan enerji kaynaklarını oluşturmaktadır. Çalışmanın odak noktası olan konvansiyonel olmayan enerji kaynaklarından insan enerjisine ikinci bölümde detaylıca yer verilmektedir.

Petrol, doğalgaz, kömür gibi konvansiyonel (yenilenemeyen) enerji kaynaklarının rezervlerinin tükenmeye başlaması ve çevreye verdiği zararlar sebebi ile konvansiyonel olmayan (yenilenebilir) enerji kaynaklarına olan talep giderek artmaktadır (Şenpınar, Gençoğlu, 2006, s. 49).

Yeşil enerji olarak da adlandırılan başlıca konvansiyonel olmayan enerji kaynakları Güneş Enerjisi, Rüzgâr Enerjisi, Biyokütle Enerjisi ve Su Gücü Enerjisi

olarak sıralanabilmektedir. İlgili enerji çeşitleri detaylı şekilde aşağıda verilmektedir.

2.1 Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi (solar enerji) teknolojilerinin geliştirilmesi, dünya çapında artan enerji talebini karşılamaya yönelik birçok önemli çözümden biri olarak kabul edilmektedir. Güneş, Dünya için önemli bir enerji kaynağıdır. Teorik olarak, güneş enerjisi, dünyanın enerji talebinin büyük bir kısmını karşılama potansiyeline sahiptir. Yılda yaklaşık dört milyon exajoule (EJ) ($1 \text{ EJ} = 10^{18} \text{ J}$) güneş enerjisi yeryüzüne ulaşmakta, yaklaşık 5×10^4 EJ'sinin hasat edilebilir olduğu iddia edilmektedir. Bu büyük miktara, bilinçlenmeye ve farkındalık artışına rağmen, güneş enerjisinin küresel enerji arzına katkısı hala yok denecek kadar azdır. Çoğu yenilenebilir enerji kaynağı gibi güneş enerjisinin mevcudiyeti de bir coğrafi bölgeden diğerine, bir günde, mevsimler arasında ve yıl boyunca büyük ölçüde değişim göstermektedir. Güneş enerjisi teknolojileri için hükümet ve sivil toplum kuruluşları tarafından uygulanan çeşitli politikalar, yatırımlar ve destekler (araştırma finansmanı gibi) bu yenilenebilir enerji sisteminin kullanımı için sağlam bir temel oluşturulmasını sağlamıştır.

Güneş enerjisi, küresel çapta çevresel, sosyal ve ekonomik sorunlardan olan karbon emisyonlarını ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yöneliktir. Örneğin, Kaliforniya'da 113.533 eve güneş enerjisi sisteminin kurulmasıyla 696.544 metrik ton CO₂ emisyonu azaltılmıştır (Kabir, Kumar, Adelodun, Kim, 2018, s. 894).

Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency- IEA) tarafından yayınlanan dünya enerji tüketimine ilişkin bir araştırma, 2050 yılında güneş enerjisi santrallerinin dünyadaki enerji talebinin yaklaşık %45'ini karşılayacağını göstermektedir. Güneş enerjisi endüstriyel uygulamalarda günden güne sıklıkla kullanılmaktadır. Elektrik üretmek, kimyasalları işlemek, kapalı alanları ısıtmak için bir alternatiftir. Gıda, tekstil, inşaat, kimya endüstrilerinde kullanılabilmektedir. Ayrıca, telekomünikasyon, tarım ve inşaat endüstrisindeki lambalarda, pompalarda, motorlarda ve fanlarda alışlagelmişin dışında kullanımları mevcuttur (Mekhilef, Saidur ve Safari, 2011, s. 1778).

Güneş enerjisi, enerji bağımsızlığı sağlayabilen sabit bir güç kaynağıdır. Bu enerji türü sadece bireyler için değil, aynı zamanda işletmelerin, toplumların, devletlerin ve ulusların sosyo-ekonomik refahı için de son derece önemlidir. Bununla birlikte, güneş enerjisi günümüzde birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede enerji ihtiyacını karşılamak için elektrik üretiminin doğal ve önemli bir parçası olarak kabul edilmektedir. Fakat kullanımıyla ilişkili faydaların yanı sıra birtakım sınırlamaları da bulunmaktadır.

Yüksek ilk kurulum maliyeti, güneş enerjisi sisteminin en önemli dezavantajlarından biridir. Örneğin, 2016 yılında ABD'de güneş enerjisi için watt başına ortalama fiyat 3,70 dolardır. Ev başına ortalama 5 kW'lık bir güneş enerjisi sisteminin kurulması, yaklaşık 13.000 dolara mal olmaktadır. Ayrıca, çoğu standart güneş panelinin verimliliği düşüktür daha verimli güneş panelleri de daha yüksek fiyatlara sahiptir. Pil ve invertörler gibi diğer sistem bileşenleri de imha edilme sürecinde endişe oluşturmaktadır. Güneş panelleri gümüş, tellür veya indiyum gibi nadir veya değerli metallerden yapıldığından, kullanılmış panelleri geri dönüştürmek için yeterli tesisler kolaylıkla bulunamamaktadır. Güneş enerjisi sistemlerinin kurulumu, bakımı, denetimi, onarımı ve değerlendirilmesinde rol oynayacak nitelikli insan gücünün de yetersiz olması bir başka kısıtlamadır. Ek olarak, güneş enerjisinin yalnızca gün boyunca kullanılabilmesi ve performans veriminin güneşli havalarda yüksek olması da kısıt oluşturmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir olmayan hava veya iklim koşullarına sahip bölgelerde güneş enerjisinden istenilen verim alınamamaktadır. Son kısıtı ise kurulum alanındaki hava kirliliği seviyesinin güneş panel pillerinin etkinliğini etkilemesidir. Egzoz dumanlarına ve aerosollere maruz kalan silikon güneş pillerinin akımının etkilendiği ve verimliliğinin azaldığı ortaya çıkmıştır (Kabir vd., 2018, s. 897-898).

Güneş enerjisinin havalimanlarına kolaylıkla entegre edilebilmesi sebebiyle sivil havacılıkta en sık tercih edilen yenilenebilir enerji kaynağı olduğu görülmektedir. Güneş enerjisi panelleri karmaşık olmayan yapıları ile havacılık faaliyeti gerçekleştirilmeyen alanlara rahatlıkla kurulabilmektedir. Panellerin konumu yapıların çatısı veya dış kısımları olabilmektedir. Güneş panellerinin havacılık özelinde emniyeti etkileme potansiyeli olduğundan kurulumu ve kullanımı üzerine tartışmalar söz konusudur fakat paneller düşük yüksekliklere sahip olduklarından hava sahasını etkilememekte aynı zamanda mesafeden ötürü

radar sistemlerini etkileyecek elektromanyetik dalgalar yayamayıp sinyal karışıklığına sebep olmamaktadırlar. Parlama yaratıp pilot ve hava trafik kontrol kulesi görevlilerini rahatsız etmemeleri için kurulundan önce parlama modelleme aracı yardımı ile test edilmektedirler (Yıldız vd., 2020, s. 165).

Aşağıda güneş enerji sistemlerinin sivil havacılıktaki örnekleri verilmektedir.

Srenaath, Sudhakar ve Yusop (2019), örnek olay olarak Indianapolis Havalimanını, Kuala Lumpur Havalimanını ve Cochin Havalimanını incelemişlerdir. 183 dönümlük havaalanı arazisini kaplayan Indianapolis Havalimanı güneş enerjisi santrali 3650 Amerikan evine güç sağlayabilecek büyüklükte (yılda 36,1 milyon kilovat-saat) elektrik üretmektedir. Kuala Lumpur Havalimanı Güneydoğu Asya'daki en büyük havalimanlarından biridir. Havalimanının 2018 sürdürülebilirlik raporuna göre 2014 yılından bu yana, güneş enerjisi sistemi 93.096 milyon temiz elektrik enerjisi üretmektedir. Havalimanı işletmesinin elektrik faturalarında yılda 2,1 milyon Malezya Ringgiti tasarruf etmesi beklenmektedir. Ayrıca güneş enerjisi kullanımı karbondioksit emisyonunu yılda 18 milyon kilogram azaltmaktadır. Cochin Havalimanı dünyanın tamamen güneş enerjisiyle çalışan ilk havalimanıdır (Srenaath, Sudhakar ve Yusop, 2019, s. 846-849). 18 Ağustos 2015'te, 45 dönümlük bir alanda 46.150 güneş paneli ile oluşturulmuştur (Paramashivaiah, Chakraborty, Shashidhar, 2018, s. 14).

Türkiye'de de güneş enerjisi sistemlerinin kullanıldığı havalimanları bulunmaktadır. İlk kez Erzincan Havalimanı'nda güneş enerjisi santrali kurulmuştur. 6310 m²'lik arazide, 3779 adet güneş paneli bulunmaktadır. Milas Bodrum Havalimanı'nda otopark alanlarının üzerinde güneş panelleri mevcuttur. İzmir Adnan Menderes Havalimanı, Dalaman Havalimanı ve Antalya Havalimanı'nda da söz konusu enerji kaynağından yararlanılmaktadır (Yılmaz, Korkmaz, 2021, s. 82).



Şekil 2.1. *Indianapolis Havalimanı Güneş Enerjisi Santrali* (<http-1>).

Şekil 2.2’de Indianapolis Havalimanı’nda 183 dönümlük arazide yer kaplamakta olan güneş enerjisi santralinin görseline yer verilmektedir.



Şekil 2.2. *Kuala Lumpur Havalimanı Güneş Enerjisi Santrali* (<http-2>).

Şekil 2.3’te Güneydoğu Asya’daki en büyük havalimanlarından biri olan Kuala Lumpur Havalimanı’ndaki temiz elektrik enerjisi üretmeye yardımcı güneş enerjisi santralinin görseli bulunmaktadır.



Şekil 2.3. *Cochin Havalimanı Güneş Enerjisi Santrali (http-3).*

Şekil 2.4'te Hindistan'da yer alan, dünyanın tamamen güneş enerjisiyle çalışan ilk havalimanı olan Cochin Havalimanı'nın güneş enerjisi santrali görülmektedir.



Şekil 2.4. *Erzincan Havalimanı Güneş Enerjisi Santrali (http-4).*

Şekil 2.5'te Türkiye'de Erzincan Havalimanı'nda konumlandırılmış olan güneş enerjisi santralinin görseli yer almaktadır.

2.2 Rüzgâr Enerjisi

Enerji, sosyo-ekonomik kalkınmanın ve ekonomik büyümenin temel bir bileşenidir. Rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Rüzgâr enerjisi, küresel enerjinin tükendiği bir dönemde, çevre dostu bir seçenek sağlamaktadır. Zehirli gaz salımı yapmaması, az alan kaplayarak tarım faaliyetlerine engel olmaması, sisteme yapılan yatırımın yaklaşık üç ay içerisinde karşılanması rüzgâr enerjisinin avantajlarından. Türbinlerden oluşan sesin gürültü yaratması, rüzgârın şiddetinin belirsiz olması, çevredeki kanatlı canlılara potansiyel tehlike yaratması, bulunduğu bölgedeki elektromanyetik dalga dengesini etkilemesi rüzgâr enerjisinin dezavantajlarını oluşturmaktadır (Özkan, Uslu, Gedikli, 2022, s. 29).

Rüzgâr, uygarlık tarihinin erken dönemlerinde, önce yelkenli gemileri hareketlendirmek için daha sonra genellikle tahıl öğütmek ve su pompalamak için kullanılan yel değirmenlerini çalıştırmak için kullanılmıştır. 20. yüzyılın başlarında

rüzgâr enerjisi bilimi temelleri oluşturulmuş özellikle elektrik üretiminde uygulanmıştır. O zamandan beri, rüzgâr enerjisi büyüyerek küresel elektrik üretiminin yaklaşık %5'ini sağlamıştır. Bazı ülkelerdeki düzeyler, bu küresel ortalamanın çok ötesine geçerek dünya çapında birçok ülkede %10, %20 veya daha fazlasına ulaşmaktadır (Veers vd., 2019, s. 1).

Fosil yakıt rezervleri, küresel ekonominin uzun vadeli sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Rüzgâr enerjisi, rüzgârın istenilen düzeyde olduğu noktalarda, geleneksel fosil yakıt teknolojileriyle rekabet edebilmektedir. Rüzgâr enerjisinin gelecekte ulusal enerji sahnesinde giderek daha önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir (Herbert vd., 2007, s. 1117-1118). Rüzgâr enerjisi doğrudan mekanik güç olarak kullanılabilmesi gibi rüzgârın kinetik enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle dolaylı olarak da kullanılabilir. Bir rüzgâr enerjisi sisteminin en önemli parçası, rüzgâr enerjisini çeşitli uygulamalarda kullanılacak mekanik güce dönüştüren rüzgâr türbini. Elektrik üretimi için ilk rüzgâr türbini 20. yüzyılın başında geliştirilmiştir. Rüzgâr türbinlerinin tasarımı zamanla geliştikçe üretilen güç çıkışında ve verimlilikte önemli artışlar sağlanmıştır (Kumar vd., 2016, s. 210-211).

Havacılık dünyada en hızlı büyüyen sektörlerden biridir. Artan nüfus ile daha hızlı, daha emniyetli ve güvenli, ekonomik ve çevre dostu ulaşım araçlarına, daha fazla sayıda havalimanına ihtiyaç duyulmaktadır. Havalimanlarının işletilmesi için yıl boyunca sürekli bir enerji kaynağına gerek duyulmaktadır. Artan bu enerji talebine çözüm olarak havalimanlarının elektrik ihtiyacı rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları ile desteklenebilmektedir. Her havalimanı, hava tarafı ve kara tarafı operasyonları için günde yaklaşık 40.000 kWh harcar ve bu güç yenilenebilir enerji sistemleri ile desteklenebilirse, havalimanları tamamen harici güç kaynaklarına bağlı olmadan bağımsız olarak çalışabilir.

Rüzgâr enerjisi, küçük boyutlu bir dizi rüzgâr türbini kullanılarak havalimanlarının yakınında toplanabilmektedir. Bu tür küçük türbinler, havacılık düzenlemelerine aykırı olmadan havalimanlarının etrafına yerleştirilebilmektedir. Sivil havacılık mevzuatı, havalimanlarının çevresinde 500 feetin (Metrik ifade) üzerindeki herhangi yüksek bir yapının bulunmasını yasaklamaktadır. Bu havacılık mevzuatına uymak için, birkaç büyük ticari türbin kurmak yerine, havalimanlarının çevresine bir dizi küçük boyutlu rüzgâr türbini kurulabileceği önerilmektedir. Söz

konusu görece daha küçük türbinler, rüzgâr enerjisini etkili bir şekilde toplayabilmekte ve elde edilen kümülatif güç, birkaç büyük rüzgâr türbininden elde edilebilecek olanla aynı düzeyde olabilmektedir (Hariprasad vd., 2017, s. 748). Hariprasad ve ark. (2017), çalışmalarında rüzgâr enerjisi sistemi aracılığıyla havalimanının enerji ihtiyacını karşılamanın fizibilitesini incelemek için bir girişimde bulunmuşlardır.

Havacılık otoriteleri radar sistemler tarafından algılanamayan türbinlerin geliştirilmesi ve türbinlere yerleştirilen ve yerel kapsama alanı sağlayan küçük radar sensörlerinin kullanılması dahil olmak üzere potansiyel çözümler araştırmaktadır (DeVault vd., 2012, s. 518).

2.3 Biyokütle Enerjisi

Biyokütle terimi, belirli veya karma türlerden oluşan organizmaların bir toplulukta yarattığı toplam kütle olarak açıklanabilmektedir. Söz konusu kütleden açığa çıkarılan enerji ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır (Karayılmazlar vd., 2011, s. 64).

Biyokütle enerjisi, dünyanın toplam birincil enerji arzının %10,4'ünü veya küresel yenilenebilir enerji arzının %77,4'ünü temsil eden açık ara en büyük yenilenebilir enerji kaynağıdır (Tun vd., 2019, s.2). Son yıllarda biyokütle enerjisine olan ilgi yeniden canlanmaktadır çünkü biyokütle, sıklıkla kullanımı küresel ısınmaya ve okyanus asitlenmesine yol açan, karbon salımı yapan fosil yakıtların aksine karbon nötr bir enerji kaynağıdır. Çeşitli biyokütller, enerji için yakmak, bir veya daha fazla yakıt üretmek için kullanılabilir. Ancak bazı türler, diğer türlere göre daha düşük maliyetle daha kaliteli yakıt sağlamaktadır. Biyokütleden enerji elde etme sistemleri bu türler etrafında inşa edilmektedir. Bunlar; şeker kamışı, mısır, soya fasulyesi, buğday, şeker pancarı, hurma ve ayçiçeği yağları gibi bitkisel yağlardır. Atık saman, sebze/meyve kabukları, yapraklar, yemek ve belediye atıkları gibi biyokütle bileşenleri önemli miktarda enerji üretilmeyi sağlamaktadır çünkü bu bileşenlerden küresel olarak tonlarca bulunmaktadır.

Ancak enerjiyi gerçekten temiz ve uygun maliyetli bir şekilde çıkarmak, henüz üstesinden gelinmesi gereken büyük bir zorluktur. En büyük sorunlardan biri, bu atıkların lignoselülozik bileşeninin daha sonra etanol ve bütanol gibi temiz

yakıtlara biyokimyasal dönüşümünü sağlamak için daha basit şekerlere nasıl hızlı ve ekonomik bir şekilde dönüştürüleceğidir (Abbasi, Abbasi, 2009, s. 919-922).

Biyokütle enerjisi hammadde sağlanabilirliğine bağlı olarak havalimanları için yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Terminal binalarının aydınlatması, ısıtması ve soğutması gibi farklı uygulamalar için yakıt olarak tüketilebilmektedir. Yukarıda bahsi geçen güneş ve rüzgâr enerjilerinde, enerji kaynaklarına erişim için ücret söz konusu olmaması, yapılan yatırımı uzun vadede ekonomik şekilde karşılamaktadır fakat biyokütle enerjisi için hammadde gerekmektedir. Havalimanlarında, arazilerde biyokütle hammaddesi elde etmek adına yetiştiricilik yapılmakta veya hammaddeyi yakarak enerji elde edilmektedir. Biyokütleden enerji elde etme sürecinde emisyon oluşması sebebiyle biyokütlenin yenilenebilir enerji olup olmadığı konusunda tartışmalar bulunmakta fakat salınan karbon miktarının hammadde yaşamı boyunca yakaladığı karbon miktarına eşit olduğu göz önünde bulundurulduğunda karbon nötr enerji şeklinde adlandırılabilir (Yıldız vd., 2020, s. 166). Koroneos, Xydis, Polyzakis (2010), yaptıkları çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarının geleneksel enerji kaynaklarının yerini alma oranlarını ortaya koymuşlardır. Bir çalışmada Selanik Uluslararası Havalimanı örnek olayı incelenmiştir. Biyokütle sistemlerinin ısıtma ihtiyacına katkısı toplam enerji ihtiyacının %8'ine, soğutma ihtiyacının %56'sına, aydınlatma ihtiyacına katkısı, havalimanının toplam enerji ihtiyacının %15'ine denk gelmiştir. Gatwick Havalimanı atık işleme tesisinde organik atıklar, işleme tesisine güç sağlamak ve kuzey terminalini ısıtmak üzere biyokütle yakıtına dönüştürülmektedir ([http-34](http://34)).

2.4 Su Gücü Enerjisi

Su gücü enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerji ve deniz kökenli enerji şeklinde üçe ayrılmaktadır. Aşağıda söz konusu enerji türlerine ait açıklamalar yer almaktadır.

2.4.1 Jeotermal enerji

Jeotermal enerji, Dünya'nın iç kısmında ısı olarak bulunan enerji türüdür. Doğal buhar ve sıcak su olarak bulunan jeotermal enerji, onlarca yıldır elektrik

üretmek için ve hem alan ısıtmada hem de endüstriyel süreçlerde kullanılmaktadır (Barbier, 2002, s.3). Kullanımı son otuz yılda artan jeotermal enerji, ticari olarak 1913'ten beri hem elektrik üretimi hem de doğrudan kullanım için yüzlerce watt üretilmektedir. 20. yüzyılda jeotermal enerji, alan ısıtma, endüstri ve elektrik üretimi için büyük ölçekte kullanıldı. Prens Piero Ginori Conti, 1904 yılında Toskana, Larderello'da jeotermal buharla elektrik enerjisi üretimini başlattı. İlk büyük ölçekli bölgesel ısıtma hizmeti 1930'da İzlanda'da bir belediyede başladı (Fridleifsson, 2001, s.301).

Jeotermal enerjiye dair çeşitli sınıflandırmalar bulunsa da genel olarak düşük sıcaklıklı (20-70°C), orta sıcaklıklı (70-150 °C) ve yüksek sıcaklıklı (150 °C'dan fazla) olarak üçe ayrılmaktadır. Düşük ve orta sıcaklıklı enerjiler genellikle ısıtma amaçlı kullanılırken, yüksek sıcaklıklı enerjiler elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Jeotermal enerji sistemlerinin maliyetine bakıldığında ise, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir (Kaymakçıoğlu, Çirkin, 2005, s.1).

2020 yılında Henri Coanda Bükreş Uluslararası Havalimanı'nda ilk etapta teknik alanın ısıtılmasını sağlayacak bir jeotermal enerji santrali projesi üzerinde çalışmalar başlatılmıştır. Çıkarılan jeotermal su sıcaklığı 60 – 65 °C ulaşabilmektedir ([http-35](http://35)).

2.4.2 Hidrolik enerji

Hidrolik enerji, suyun sahip olduğu potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile açığa çıkan enerjidir. Olumsuz çevresel etkilerinin alt seviyelerde olması ve bakım, işletim maliyetinin düşük olması sebebiyle günden güne daha çok tercih edilen bir alternatif enerji haline gelmektedir. Akarsular üzerine barajlar inşa edilerek hidrolik enerji üretimi gerçekleştirilmektedir (Yelmen, Çakır, 2011, s.4).

Delhi Havalimanı, elektrik ihtiyacının %6'sını tesis içindeki güneş enerjisi santrallerinden, geri kalan %94'ünü hidroelektrik santrallerinden sağlamaktadır. Havalimanı işleticisi, havalimanına hidroelektrik santralinden tedarik etmek üzere 2036 yılına kadar uzun vadeli bir enerji satın alma anlaşması imzalamıştır ([http-5](http://5)).

2.4.3 Deniz kökenli enerji

Gel-git (medcezir) hareketleri, dalgalar ve akıntılar deniz kökenli enerji kaynaklarıdır. Gel-git, ay ve güneş hareketlerinden ötürü oluşmakta olup baraj enerjisi ve akım enerjisi olarak ikiye ayrılmaktadır. Baraj enerjisi için santral kurulum maliyetlerinin çok yüksek olması enerjinin yaygınlaşması adına engel teşkil etmektedir. Diğer engeller ise enerjinin sürekli olarak elde edilemeyişi ve sadece belirli bölgelerde oluşmasıdır. Deniz ve okyanusların üzerindeki rüzgârın yarattığı dalgalar bünyelerinde enerji barındırmaktadır. 90'lı yıllarda önem kazansa da dalga enerjisinin enerji üretimi için istenilen ilgiyi çekemediği görülmektedir (Çukurçayır, Sağır, 2008, s.268)

3. İNSAN HAREKETİ TEMELLİ POSTMODERN KONVANSİYONEL OLMAYAN ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji kaynaklarının sınırlı ve günden güne azalıyor olması insanoğlu için bir tehdit oluşturmaktadır. Günlük yaşantıda, ulaşımda ve üretimde sürdürülebilir ve çevre dostu enerji elde edebilmek adına piezoelektrik prensibi veya kas gücü ile elektrik üretimi gibi ileri teknoloji uygulamalarına başvurulmaktadır. Kas gücünden ve piezoelektrik malzemelerden üretilen enerjinin hasadı, konvansiyonel olmayan kaynaklar arasında önemli bir yer tutmaktadır (Dokur vd., 2014, s.53).

3.1 Kas Gücü ile Elektrik Üretimi

Enerji, yaşam döngüsünü idame ettirmek ve iyileştirmek adına kilit noktayı oluşturmaktadır. Enerji tüketimi, insanlığın ilerlemesi ile doğru orantılı olmaktadır. Enerjiden tasarruf etmek günümüzde literatürde giderek artan bir şekilde dikkate değer bir araştırma konusu haline gelmektedir. Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, su gücü enerjisi ve biyokütle enerjisi gibi konvansiyonel olmayan enerji kaynakları kullanarak güç üretimine yönelme popüler hale gelmektedir. Konvansiyonel olmayan enerji kaynakları içerisinde insan gücü de bulunmaktadır (Bidwai, Jaykar, Shinde, 2017, s.424). Aşağıda kas gücü ile elektrik üretiminin gelişimine ve ilgili gücün süreçteki kullanım uygulamalarına yer verilmektedir.

3.1.1 Kas Gücü ile Elektrik Üretiminin Gelişimi

İnsanoğlunun dünyadaki enerji kaynaklarını kullanma ve enerjiyi faydalı işlere dönüştürme becerisi, uygarlıktaki ilerlemeyi hızlandırmakta ve neredeyse herkesin yaşam kalitesini artırmaktadır. Hayvanların evcilleştirilmesi ve tarım uygulamalarında yaşanan gelişmeler ile nüfus artışı hızlanmış ve insan enerjisi, ilk uygarlıklarda bol bir kaynak haline gelmiştir. Yoğun derecede kas gücüne hükmeden uygarlıklar, karmaşık projeleri tamamlamaya ve günümüzde hala görülebilen Çin seddi ve Mısır piramitleri gibi mega yapıları inşa etmeye başlamışlardır. Fosil yakıtlar, 19. ve 20. yüzyıllar boyunca birincil enerji kaynakları olarak yerini almış ve sıklıkla kullanılmış böylece sanayileşmiş ülkeler, yaşam kalitelerini sürdürmek için fosil enerjiye bağımlı hale gelmiştir. Elektrik, kömür tüketimini artırarak günlük hayatımızın önemli bir parçası haline gelmiştir. İçten yanmalı motorlar, otomobil endüstrisini başlatmış ve 1960 yılına kadar 60

milyonun üzerinde motorlu araç tescil edilmiştir. 1990 yılına kadar yollardaki araçların sayısı iki kattan fazla artmış ve fosil yakıta bağımlılık havayolu ve demiryolu taşımacılığı, inşaat ve tarım sektörlerinde de tavan yapmıştır (Dale, Douglass, 2018, s.3).

Sürdürülebilirlik insanların yaşamında giderek daha fazla yer edindikçe, insan faaliyetlerinden enerji elde etmek günden güne popülerlik kazanmaktadır (Paulides vd., 2009, s.440).

1950’li yıllardan beri bisiklet pedalının çevrilmesi ile enerji üretme üzerine çalışmalar yapılmakta ve günden güne enerjinin üretilmesi ve depolanması üzerine gelişmeler yaşanmaktadır. 2013 yılında MIT’deki araştırmacıların ‘Copenhagen Wheel’ isimli çalışması ile önü açılan ve teknolojisi daha da iyileştirilen elektrik üretebilen bisikletler yaygınlaşmaktadır. Bu enerji elde etme yöntemi temelde bireyin pedal çevirdikçe, çevirdiği pedalın içindeki dişli mekanizmanın elde ettiği enerjiyi üzerinde bulunan bataryaya aktarabilmesine dayanmaktadır. Aşağıda ilgili enerji üretme yöntemi hakkında yapılan çalışmalara yer verilmiştir (<http-6>).



Şekil 3.1. Egzersiz Bisikletleri (Duraklar, Şen, Atasoy, 2013)

Şekil 3.1’de standart görünümdeki egzersiz bisikletleri yer almaktadır.



Şekil 3.2. Elektrik Üreten Bisiklet-1 (<http-7>)



Şekil 3.3. Elektrik Üreten Bisiklet-2 (<http-8>)

Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te iki farklı markaya ait iki farklı elektrik üreten bisiklet görseli bulunmaktadır.



Şekil 3.4. Spor Salonunda Toplu Bisiklet Sınıfı (<http-9>)

Şekil 3.4'te bir spor salonundaki bisiklet egzersiz alanı ve bu alanda spor yapan bireyler yer almaktadır. Elektrik üreten bisikletlerin kullanımlarının çoğunlukla spor salonlarında tercih edildiği bilinmektedir.

3.1.2 Kas gücü ile elektrik üretiminde güncel uygulamalar

Danimarka'da bir otel, konuklarına kondisyon bisikletlerinde elektrik üretmeleri karşılığında yemek kuponu kazanabildikleri bir uygulama sunmuştur. Kopenhag'daki bu otel, konukların zindeliğini artırmanın ve karbon ayak izlerini küçültmenin bir yolu olarak söz konusu uygulamayı öne sürmüştür. Bisikletler, ortalama kondisyona sahip konukların 10 watt-saat elektrik üretmek için yaklaşık 15 dakika pedal çevirmesini gerektiren jeneratörlere bağlı durumdadır (<http-10>).

Duraklar, Şen ve Atasoy (2013), çalışmalarında spor salonlarında müşterilerin harcadıkları enerjiyi etkili kullanıp boşa sarf olmasını önlemek adına söz konusu enerjiyi elektrik enerjisine çevirerek depolamayı amaçlamıştır. Spor salonundaki bisikletler çalışmanın ana unsuru olarak belirlenmiştir. Bisikletlerden ortalama olarak 150 W enerji elde edildiği göz önüne alındığında, fazla miktarda bisikletin bulunduğu bir spor salonundaki elektrik ihtiyacının tamamının karşılanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Portakal, Adıgüzel ve Sayar (2014), çalışmalarında pedal çevirerek elektrik enerjisi üretmiş ve bu enerjiyi aküye aktararak depolamış sonrasında cep telefonu

ve tablet bilgisayarları şarj etmek için kullanmışlardır. Böylece etkili kullanılamayan ve boşa sarf edilen mekanik enerji elektrik enerjisine dönüşmüştür.

‘Kondisyon Bisikleti ile Elektrik Üretimi’ başlıklı proje Karadeniz Teknik Üniversitesi öğrencileri tarafından yürütülmüş ve boşa sarfedilen fiziksel enerjinin geri kazanılması ile cep telefonu ve tablet bilgisayarlar gibi teknolojik aletlerin şarj edilmesi sağlanmıştır.

Her geçen gün artan enerji talebi ile insanın atık enerjiyi kullanabilmesi önem arz etmektedir. Spor salonlarında egzersiz sırasında açığa çıkan enerji boşa harcanmaktadır. Söz konusu enerjiyi üreten insan gücü, yenilenebilir enerji kaynağı olarak enerji üretmek adına kullanılabilir. Bidwai, Jaykar, Shinde (2017), çalışmalarında spor salonlarındaki jimnastik bisikletlerinden enerji elde etmek üzerinde durmuşlardır çünkü spor salonunda egzersiz yapmak modern yaşamda önemli bir yer tutmakta ve insanların spor salonu egzersizlerine olan ilgisi giderek artmaktadır. Böylece spor salonu ekipmanı sayısı arttıkça spor salonu bisikletinden üretilen toplam enerji de artacaktır.

Zaman vd., (2017), çalışmalarında spor salonu bisikleti aracılığıyla insanın hareketinden elde edilen enerjiyi kullanarak elektriği toplamayı amaçlamışlardır. Bangladeş gelişmekte olan bir ülkedir fakat elektrik üretimi için sınırlı kaynaklara sahiptir. Bangladeş'te enerjinin çoğu konvansiyonel enerji kaynakları kullanılarak üretilmekte ve gün geçtikçe azalmaktadır. Öte yandan, konvansiyonel enerji kaynakları çevresel kirliliğe ve küresel ısınmaya sebebiyet vermektedir. Bu nedenle çevre dostu, temiz ve sürdürülebilir enerji üretimini geliştirmek adına geleneksel olmayan enerji kaynaklarına ihtiyaç doğduğu için bu çalışmada insanın israf olan enerjisinden yenilenebilir enerji üretmek için bir sistem sunulmuştur.

İnsan vücudunda, anatomisi gereği hareket halinde iken daha fazla elektrik enerjisi üretebilme potansiyeli mevcuttur. Elektrik enerjisi üretirken aynı zamanda çevre dostu bir yaklaşıma sahip tasarımlar hakkında çalışmakta olan ReRev, Green Revolution ve Human Dynamo gibi işletmeler ön plana çıkmaktadır. Söz konusu işletmelerin piyasaya sunduğu bisikletler profesyonel sporcular tarafından kullanıldığı takdirde saatte 400 W elektrik üretebilirken, standart kullanımda 50 ila 150 W aralığında üretebilmektedir ([http-11](http://11)).

Yadav vd., (2018), doğru tasarlanmış mekanizmalar ile insan gücünün daha etkin kullanılmasının sağlanabileceğine inanmış ve insan gücünü verimli

kullanmak için uygun ve en etkili teknolojinin bisiklet teknolojisi olduğunu belirtmişlerdir. Hindistan'ın köylerinde bisiklet önemli bir ulaşım aracıdır ve bu köylerin çoğunda elektriğe erişim yoktur. Köyde yaşayan insanlar pedal çevirerek ürettikleri gücü, dinamo veya alternatör aracılığıyla mekanik enerjiden elektrik enerjisine dönüştürebilmektedir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İETT desteği ile Tarihi Tünel Karaköy istasyonuna elektrik enerjisi üretebilen bir bisiklet yerleştirmiştir. Söz konusu bisiklette bireyler pedal çevirdikçe telefonlarını şarj edebilmektedir. İlgili bisikletin zorluk seviyesi değiştikçe şarj etme süresi değişmektedir. Projenin desteklenmesinde konu hakkında farkındalık yaratma amacı önemli bir paya sahiptir (<http-12>).

Giresun'da bir ilkokulda 'Elektrik Üretiyorum, Ülkemi Seviyorum' başlıklı proje kapsamında okul koridorlarına beş adet elektrik üretebilen bisiklet yerleştirildi. Öğrenciler teneffüslerde pedal çevirerek led lambalara güç sağlayabilmekte böylece erken yaşta farkındalık sahibi olmaktadır. Öğrencilerin gösterdiği yoğun ilgi sonucu bisiklet sayısını beşten yirmi beşe çıkarmak hedeflenmektedir (<http-13>).

Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletinde birtakım farklı özelliklere sahip spor aletlerinin (koşu bandı ve bisiklet) yer aldığı spor salonunda, müşteriler aletleri kullandıkça elektrik üretimi gerçekleşmektedir. Söz konusu üretim sonucu binanın tüm elektriği karşılanmaktadır. Tıpkı rüzgâr gülü ve güneş panelleri ile aynı sisteme sahip olan özel spor aletlerine yerleştirilen cihazın, fazla miktarda ürettiği elektriği ise karanlık ortamların aydınlatmasında kullanılmaktadır. Bisiklet antrenman sınıfında 1000 ile 2500 watt arasında elektrik üretilmekte ve bu miktar normal sarfiyatta bir buzdolabını çalıştırabilmektedir. Tüm bu enerji kazanımının yanında aynı zamanda çevre ve sürdürülebilirlik bilincinin gelişmesi ile talebin arttığı da görülmektedir (<http-14>).

Hollanda nüfusunun %68'i günlük hayatında ulaşımında kullanmak üzere bisikleti tercih etmektedir. Ortalama olarak 1 günde 2 milyon kilometre katedildiği düşünülmektedir. Bu mesafe yaklaşık 19 milyon watt enerji üretmeye yetebilecek seviyededir. Bu potansiyelin boşa harcanmaması adına çalışmaya başlayan iki tasarımcı, bisikleti sürerken ön tekerleğe yerleştirilen bataryada biriken kinetik enerjiyi bisiklet park edildiğinde şebekeye aktaran bir sistem yaratmıştır. Söz

konusu sistem Amsterdam’da ‘Temiz Enerji Hareketi’ kapsamında ortaya atılmıştır (http-6).

TÜBİTAK destekli liseler arası proje yarışmasında pedal çevirerek hem egzersiz yapabilme hem de elektrik enerjisi üretebilme imkânı sunan ‘Hareketli Yaşa Enerjin Tükенmesin’ başlıklı proje ile cep telefonu ve tablet bilgisayarlar şarj edilebilmektedir (http-15).

Diyarbakır Kayapınar Belediyesi, bünyesindeki ARGE biriminde yer alan ekibin elektrik üreterek telefon şarj edebilen ve aydınlatma için enerji sağlayabilen bisiklet projesine destek olmak adına ‘Kendi Elektriğini Üret’ sloganı ile ilgili bisikleti belediye binası bahçesine yerleştirmiştir. Farkındalık yaratmayı teşvik eden belediye aynı zamanda spor ve sağlıklı yaşama da dikkat çekmektedir (http-16).

İzmir Karşıyaka Belediyesi Sıfır Karbon Noktası Eğitim Merkezi’nde iki adet bisiklet bulunmaktadır. Kinetik enerjiden elektrik enerjisi üretebilen bu bisikletler ile küçük elektronik aletler şarj edilebilmektedir (http-17).

Bisiklet ile elektrik üretiminin örnekleri ülkemizde de bulunmaktadır. Antalya Büyükşehir Belediyesi ilkökul öğrencilerinin elektrik üreten bisiklet projesini desteklemektedir. Pedalları çevrildiğinde telefon şarj edebilen veya vantilatör çalıştırabilen bisikletler belediyenin desteği ile şehrin belirli bölgelerinde konumlandırılacaktır (http-18).

Hintli yatırımcı ve iş insanı Manoj Bhargava, tasarladığı ve geliştirdiği bisiklet ile bir hanenin bir günlük enerjisini 1 saat içinde üretebileceğini ortaya atmıştır. Elektriğe ulaşımı kısıtlı olan bölgelere ilgili bisikletin tedarikini sağlayacağını ve o bölgelere elektrik enerjisi ulaştırmayı amaçlamıştır. Bir adet bisiklet 100 dolar maliyette olup, her bisikletçinin üretebileceği özelliklere sahiptir. Pedal, batarya ve jeneratörden oluşan bisiklet öncelikle küçük köylerde test edilmek üzere planlanmıştır (http-19). Küçük köylerde, kırsal kesimlerde, ampul ile aydınlatma ve telefon şarj etme gibi görece daha düşük elektrik tüketen durumlarda kullanılabilecek olan bisiklet, pazarda enerji tüketimi 4,5 watt gibi az olan ampulleri 24 saat çalıştırabilmekte ve bir akıllı telefonu günde 2,5 kez şarj edilmektedir (http-20).



Bisiklet ile Elektrik Üretimi



Spor salonlarında

Belediyelerde



Okullarda



Otellerde



Şekil 3.5. Elektrik Üreten Bisikletlerin Kullanım Alanları (Şekil yazar tarafından geliştirilmiştir)

Şekil 3.5'te literatürden elde edilen bilgilerin özeti niteliğinde olan elektrik üreten bisikletlerin kullanım alanlarına yer verilmektedir. Kullanım alanları başta spor salonları olmak üzere belediyeler, okullar, oteller şeklinde sıralanabilmektedir.

3.2 Piezoelektrik Prensibi ile Elektrik Üretimi

Yunan dilinde basıncı ifade eden piezo kavramı 18. yüzyılda Fransız bilim insanları J. ve P. Curie tarafından ortaya çıkarılmıştır. Piezoelektrik özellik, malzemelere uygulanan basınç sonucu elektrik alandaki mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirmektedir. Piezoelektrik uygulamalarında kurşun-zirkonyum-titanyum (PZT) seramiğe sıklıkla başvurulmaktadır (Çalışır, Akçay, Sürmeli, 2020, s.1).



Şekil 3.6. Piezoelektrik Prensibi (Şekil yazar tarafından geliştirilmiştir)

Şekil 3.6'da piezoelektrik prensibinin basınç uygulandığında elektrik alan oluştuğu ardından oluşan elektrik alandan elektrik enerjisi üretildiği üç aşamada gösterilmektedir.

Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine titreşimler aracılığıyla çeviren en popüler uygulama piezoelektrik prensibidir. Uygulamanın temelleri bir köpeğin kaburgalarına piezoelektrik implantı konumlandıran Hasler tarafından atılmış sayılmaktadır. Konumlandırılan implant sayesinde $17\mu\text{W}$ 'lık enerji üretilmiştir. Starner ise piezoelektrik polimeri ayakkabı tabanına yerleştirmiş böylece giyilebilir enerji temellerini oluşturmuştur. Yaklaşık 50 kilogram ağırlığındaki bir bireyin adım attıkça 5 W elektrik üretimi gerçekleştirebileceğini ön görmüştür (Tüfekçioğlu, 2014, s.17).

Khaligh, Zeng, Zheng (2010), çalışmalarında çoğu makinede ve biyolojik sistemde, kinetik enerjinin titreşimler, düzenli veya rastgele yer değiştirmeler ve itici güçler şeklinde bulunduğunu vurgulamış, söz konusu titreşimlerin ev eşyalarında, otomobil ve uçaklar gibi hareketli yapılarda, binalarda, köprülerde ve insan hareketinde yaygın olarak bulunduğunu belirtmişlerdir. Piezoelektrik malzemeler uzun süredir mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmek için kullanılmaktadır. Literatürde birçok çalışmada farklı piezoelektrik jeneratör çeşitleri önerilmiştir. İnsan gücü temelli piezoelektrik jeneratörü hakkında çalışan yazarlar saniyede 2 adım hızla yürüyen ve 5 cm topuk hareketi yapan 68 kg'lık bir kişinin üretebileceği maksimum gücün 67 W olduğunu tespit etmişlerdir.

Piezoelektrik teknolojisinin uygulamalarından biri de Rotterdam'da Watt isimli gece kulübünün enerjisinin bir kısmının müşterilerin dans hareketlerinden elde edilmesidir. Dans pisti piezoelektrik döşemeler ile kaplıdır ve dans edenler hareket ettikçe sistem elektrik üretmektedir. Watt'ın dans pistinin üreticilerine göre, üzerinde bir yetişkin dans ederken her bir döşeme 20 W güç üretmektedir. Bu döşemelerin maksimum 160 tanesi birbirine bağlanabilmekte ve insanlar dans ederken tüm dans pistine 3200 W enerji üretme kapasitesi sağlamaktadır. Yapılan modelleme sonucu piezoelektrik sistemin bir gece kulübüne güç sağlamaktansa küçük ölçekli üretim için daha yararlı olabileceği sonucuna varılmıştır (Winger, 2010).

İnsan enerjisini kullanmak için son yıllarda çeşitli yöntemler araştırılmış ancak üretilen voltaj çok düşük bulunmuştur. Kol sallama, vücut esnetme ve

yürüme gibi insan hareketleri, yüksek hareket güçleri ve geniş hareket mesafeleri nedeniyle enerji hasadı için olası enerji kaynakları olarak kabul edilmektedir. İnsan hareketinin kullanımı, yer, zaman ve diğer çevresel durumların neden olduğu kısıtlamalardan etkilenmemektedir. Piezoelektrik mekanizma kullanan enerji hasadı cihazları, harici güç kaynakları olmadan mekanik enerjiden elektrik enerjisi üretebilmektedir. Dolayısıyla bir piezoelektrik mekanizma, enerji dönüşümü için en popüler yöntemlerden biridir. Ancak çoğu cihaz, normalde rasgele ve çok yavaş olan insan hareketinden veri toplamak için uygun olmadığından Yang ve Yun (2011), çalışmalarında giyilebilir piezoelektrik polimer önerisini sunmuşlardır.

Wei, Hu, He, (2013), insan hareketi temelli enerji hasadı üzerinde çalışmışlar ve bir prototip geliştirip deney gerçekleştirmişlerdir. Enerji toplayan mekanizmayı, insanın bacağına monte etmişler ve koşu bandında yürürken elde edilen titreşimi yüksek frekanslı titreşimlere dönüştürmüş ve çıkış voltajını osiloskop aracılığıyla ölçmüşlerdir.

Aslan, Bilgin ve Erfidan (2016), çalışmalarında piezoseramikleri kullanarak bir prototip geliştirmişlerdir. X-Ray cihazlarının önüne ve arkasına yerleştirdikleri uygun boyuttaki sistem, enerji üretebilmekte ve depolayabilmektedir. Yapılan deney ve analizler sonucu sadece 1 adet seramik ile elde edilen enerjinin az olduğu fakat birden çok seramiğin aynı anda kullanıldığı durumlarda elde edilen enerji miktarının arttığı gözlemlenmiştir.

Khan vd., (2019), çalışmalarında düzensiz insan hareketinden enerji hasadını sağlamak için yeni bir enerji toplama devresi f-PEH (flexible piezoelectric energy harvester- esnek piezoelektrik enerji hasadı) önermiştir. Geleneksel bir empedans eşleştirme yaklaşımı kullanmak yerine, f-PEH aracılığıyla kapasitif yükü en aza indirerek enerji çıkışını önemli ölçüde arttırarak ortalama %408'e yükseltmişler, çıkış voltajını 101 V'a kadar maksimize etmişlerdir.

Karayollarından enerji toplamak son yıllardaki araştırmaların odağında olmakla beraber ayrıca piezoelektrik malzemeler yardımıyla okyanus dalgasından ve insan hareketi gibi düşük frekanslı kaynaklardan enerji toplamak odakta yer alan konulardandır. Izadgoshasb vd., (2019) çalışmalarında, insan bacak ve kol sallama hareketini incelemiştir.

Qian, Xu, Zuo (2019), çalışmalarında yaptıkları sayısal simülasyonlar ile vücut ağırlığı 84 kg ve boyu 172 cm olan bir erkek denekten 3,5 mph (5,6 km/s)

yürüme hızında ortalama 12,8 mW güç çıkışı ve 204,7 mW tepe güç çıkışının elde edilebileceğini göstermişlerdir.

2019 yılında düzenlenen Maker ve Bilim Festivali'nde İstanbul Aydın Üniversitesi öğrencileri 'Baskazan' isimli projelerinde piezoelektrik prensibi ile elektrik üretmeye odaklanmışlardır. Bireylerin günlük yaşamda zemine uyguladıkları basıncı elektriğe dönüştürmeyi amaçlamışlardır. Projelerinin uygulama alanını Mecidiyeköy metrobüs durağı olarak belirlemişlerdir. İlgili duraktaki ulaşım kartı dolum makinesi ve turnikeler günlük yaklaşık 12-16 kilowatt enerji harcamaktadır. Kurulacak sistem ile günde yaklaşık 18 kilowatt elektrik elde edilebilecek olup söz konusu miktar tamamen duraktaki bireylerin zeminde oluşturduğu basınç ile üretilmiş olacaktır (http-21).

3.2.1 Taşımacılıkta piezoelektrik prensibi ile elektrik üretiminin gelişimi

Aşağıda piezoelektrik prensibi ile elektrik üretiminin karayolu, demiryolu ve denizyolu taşımacılığındaki kullanım alanlarında bahsedilmektedir.

Karayolu

Karayollarında var olan mekanik enerji, trafik ışıklarına güç vermek, yolların yapısal sağlığını izlemek, kendi kendine çalışan araç tartım sistemine enerji sağlamak gibi çeşitli amaçlar için kullanılabilir.

Dokur vd., (2014), karayolu ve demiryolu ulaşımında uygulanması amaçlanan, titreşimden faydalanan piezoelektrik malzemelerin kullanıldığı elektrik üretim sistemi prototipi geliştirmişlerdir. Elde edilen enerji, aydınlatma araçlarına entegre edilmiştir. İleri tarihlerde ilgili teknolojinin gelişmesi ve konu ile ilgili araştırmaların sayısının artması ile piezoelektrik sistemlerden elde edilen verimin artacağı, maliyetlerin azalacağı tahmininde bulunulmuştur.

Kim, Shen ve Ahad (2015), çalışmalarında 5 ila 20 V arasında değişen voltajlar üreten iki adet piezoelektrik enerji toplama ünitesini simüle ederek test etmişlerdir.

Bir aracın hız tümseği üzerinden geçmesiyle üretilen kinetik enerji, kablosuz algılayıcı düğümler için elektrik gücüne dönüştürülebilmektedir. Chen vd., (2017) yoldaki hız tümsekleri için titreşim kaynaklı piezoelektrik devrenin oluşturduğu bir enerji toplama sistemi tasarlamıştır. Tasarlanan sistemin uyku modu

fonksiyonunun, enerji kayıplarını önemli ölçüde azalttığı ve hız tümseği enerji toplayıcının verimliliğini arttırdığı kaydedilmiştir.

Papagiannakis vd., (2017), makalelerinde karayolu trafiğinin hareketinden enerji toplayabilen birkaç piezoelektrik prototipin geliştirilmesini amaçlamışlardır. Hasat için mevcut olan enerji miktarını, hareketli lastik yükleri altındaki kaplamalarda simüle ederek hesaplamışlardır. Güç çıkışını enerjiye dönüştürmek için bir dizi trafik senaryosu oluşturmuşlardır. Hasat makinelerinin tahmini yıllık maliyetini ve yılda üretilen elektrik enerjisi miktarını hesaplamışlardır. Trafik seviyesine bağlı olarak 19 \$/kWh ile 4,8 \$/kWh arasında olduğu bulunmuştur.

Jasim vd., (2017), karayolunda araç yükü altında oluşan enerjinin hasadı için optimize edilmiş geometriye sahip yeni bir piezoelektrik dönüştürücü tasarımı geliştirmeyi amaçlamışlardır. Enerji çıkışını artırmak için yeni bir kutuplama teknolojisi ve yeni bir tasarıma sahip dönüştürücü önermişlerdir.

Li vd., (2018), çalışmalarında yol kaplamasının piezoelektrik üretme kapasitesini belirlemek için testler yapmışlar ve 65,2 V'luk maksimum voltaj elde etmişlerdir. Günde 0,8 kW/saat elektrik kapasitesi ile trafik ışıklarına güç sağlamak için yeterli olacak şekilde elektrik üretilebileceğini ortaya koymuşlardır.

Roshani vd., (2018), çalışmalarında titreşime dayalı bir karayolu enerji hasadı sistemi geliştirmeyi amaçlayan teorik ve deneysel bir çalışmanın sonuçlarını sunmuşlardır. Geliştirilen sistem ile yol kenarında elektrik hattı bulunmayan kırsal alanlarda kendi kendine ayakta duran ve ışık yayan LED ışıklarına güç sağlayacağını keşfetmişlerdir.

Birleşik Krallık Lancaster Üniversitesi'ndeki mühendisler yolların yüzeyine entegre edilecek ve üzerinden geçen araçların yarattığı titreşimlerin elektrik enerjisine çevrileceği, piezoelektrik özelliğine sahip akıllı seramikler projesi hakkında çalışma yapmaktadırlar. Yaklaşık 2000 ile 3000 aracın geçtiği bir saatlik dilim normal trafik olarak adlandırılmakta ve söz konusu projede kilometrede 1 ile 2 mega watt enerjinin geri kazanılması amaçlanmaktadır. Geri kazanılan enerji depolandığı takdirde 2000 ile 4000 sokak lambasının aydınlatması için gerekli enerjiyi sağlayabilecektir. İlgili sistemin kurulması ve işletilmesinin maliyetinin, bahsi geçen nicelikteki sokak lambalarının günlük maliyetinin yaklaşık %20'si kadar olacağı saptanmıştır ([http-22](http://22)).

Demiryolu

Nelson vd., (2009), önemli bir kısmının nispeten uzak bölgelerde bulunduğu demiryollarının elektrik altyapısının maliyeti nedeniyle uyarı ışığı sistemleri bakımından zayıf olması sebebiyle uzak demiryolu sistemleri için uzun vadeli, az bakım gerektiren bir güç kaynağı arayışının çözümünü piezoelektrik prensibinde bulmuşlardır.

Pasquale, Soma, Fraccarollo (2012), demiryolu araçlarının mekanik titreşimlerini, bir piezoelektrik enerji toplayıcı aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürmüştür. Hasat edilen güç, demiryolu araçlarında yapısal izleme enerjisini sağlamak için kullanılmıştır.

Tianchen vd., (2014), çalışmalarında demiryolundaki kablolu sensörlere güç sağlamak için ray titreşiminden enerji toplamaya odaklanmışlardır. Rayın titreşim enerjisine sahip olduğu göz önünde bulundurularak, piezoelektrik etkiye dayalı enerji toplamak için yeni bir yöntem önermişlerdir. Dönüştürücü adı verilen piezoelektrik jeneratörü, titreşim tabanlı enerji hasadı için kilit unsurdur. Dönüştürücünün modeli kurulmuş ve simülasyon sonuçları operasyonda 100 mW üretebileceğini göstermiştir. Ayrıca deney düzeneği geliştirilmiş ve titreşim modeli oluşturulmuştur. Simülasyon ve deney sonuçları, trenin piezoelektrik jeneratörünün devre voltajının yaklaşık 50–70 V olduğunu göstermiştir.

Pourghodrat vd., (2014), çalışmalarında demiryolu taşımacılığı sistemlerinde emniyeti artırmak adına sensörlerinin yanı sıra otomatik uyarı sistemlerine de elektrik sağlamak için mevcut trafikten enerji toplamayı amaçlamışlardır. Piezoelektrik düzeneklerin demiryolu ulaşım sistemlerinde düşük güç uygulamaları için uygulanabilir olduğunu göstermişlerdir.

Wang vd., (2015), çalışmalarında demiryolu sistemlerinden enerji hasadını incelemişlerdir. Çelik bir rayın altına yerleştirilen piezoelektrik transdüserlerin voltajını ve elektrik gücünü analitik olarak elde etmişlerdir. Daha önceki çalışmalarla ve deneysel sonuçlarla yapılan karşılaştırmalar, mevcut çözümlerin mantığını doğrulamıştır. Piezoelektrik dönüştürücülerin enerji performansını için sayısal analiz sunmuşlardır.

Gao vd., (2016), çalışmalarında demiryolunda raylardan doğan enerjiyi toplamak için 200 mm × 170 mm × 80 mm piezoelektrik jeneratör önermişlerdir. Durumu simüle etmek için 140 kilonewton'luk bir uyarma kuvvetine sahip hidrolik

bir sistem kullanmışlardır. Piezoelektrik teknolojisini kullanan raylı sistemlerde enerji hasadı ile ilgili mevcut araştırmalar sınırlı olsa da bu çalışmada demiryolu alanında enerji hasadı hakkında genel bilgiler mevcuttur.

Yang vd., (2021), demiryolu titreşiminden enerji toplamak için verimli bir demiryolu kaynaklı piezoelektrik enerji toplayıcı sunmuş ve ilgili modeli kurmuştur. Önerilen piezoelektrik enerji toplayıcı, laboratuvar deneyleri ve teorik analizler ile değerlendirilmiştir.

Denizyolu

Yük gemileri için sürdürülebilir enerji üretimi hakkında önemli araştırma alanları vardır. Ulhôa vd., (2017), çalışmalarında bir kargo yük gemisinin enerji talebini piezoelektrik sistemler aracılığıyla sağlamaya yönelik alternatif geliştirmişlerdir. Çalışmalarının amacı, denizcilik sektörü için bir enerji yeniliği sağlamak ve yük gemileri tarafından ortaya çıkan kirleticilerin emisyonunu azaltmaktır. Çevre kirliliği bağlamının tamamını ve enerji üretimi için temiz alternatifler geliştirme ihtiyacını dikkate alan bu çalışmanın odak noktası, piezoelektrik malzemenin kargo yük gemilerinde uygulanmasına ilişkin kavramsal bir çalışma yürütmek ve ne kadar enerji üretilebileceğini bulmaktır. Piezoelektrik malzeme, geminin genel verimliliğini en üst düzeye çıkarmakta ve üretilen kirliliği en aza indirmek için kullanılabilmektedir.

3.2.2 Piezoelektrik prensibi ile elektrik üretiminde güncel uygulamalar

Üzerinde basınç olduğu an elektrik üretebilen yarı iletken malzemelerden oluşan piezoelektrik, büyük elektrik üretim sistemlerine odaklanan insanoğluna, kullanılabilir daha küçük boyuttaki enerjilerin uzun vadede tasarruf getirebileceğini göstermektedir. Günümüzde küçük boyutlu sistemlerde sıklıkla kullanımına başvuru piezoelektrik, led ve sensörlerde yaygın olarak bulunmaktadır.

Bireylerin günlük yaşamındaki hareketinden doğan ve zemine uyguladıkları basınç ile elektrik enerjisine dönüşen elektrik üretim sistemi diğer elektrik üretim sistemlerine kıyasla nadir bulunmakta fakat çeşitli ülkelerde söz konusu sistem üzerinde çalışmalar sürdürülmektedir. Özellikle araç trafiğinin çok olduğu merkezlerde tasarlanmakta, ilgili yol üzerindeki trafik ışıkları ve sokak lambaları için gereken enerjiyi sağlayacak projeler üzerinde çalışılmaktadır ([http-23](http://23)).

Havalimanları, ülkeleri uluslararası anlamda birbirine bağlayan en kapsamlı hava taşımacılığı hizmeti sağlayıcıları olmayı hedefleyen hem altyapı hem de bilgi yapısı açısından daha büyük ölçekli ve daha sofistike inşa edilen yapılardır. Uluslararası bir havalimanının günlük operasyonlarına bakıldığında, enerji tüketiminin çok yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, havalimanlarına güç sağlamak ve operasyonları günlük olarak yürütmek için fosil yakıtlara başvurmak birçok olumsuz sosyo-çevresel etkiye yol açmaktadır. Bugüne kadar, dünyanın önde gelen uluslararası havalimanlarından birkaçı, fosil yakıt tüketimini ve sera gazlarını azaltmaya yönelik olarak güneş enerjisine odaklanan yenilenebilir enerjiyi benimsemeye başlamıştır. Chew vd., (2017), çalışmalarında 2014 yılında Kuala Lumpur Uluslararası Havalimanı'nda (KLIA) güneş enerjisinin benimsenmesinden bu yana farklı düşünmekten ilham alarak, bir fizibilite çalışması olarak KLIA'ya yenilenebilir enerji piezoelektrik teknolojisinin başka bir şekilde uyarlamasını önermiştir.

Ortamdaki titreşim enerjisi kaynaklarından yararlanmak, enerji hasadı alanında yükselen bir trend haline gelmektedir. Enerji toplamak adına piezoelektrik sistemlerin etkili bir şekilde uygulanması için, büyük miktarda titreşim enerjisinin kullanılabileceği kaynakları veya alanları tanımak önemlidir. Agarwal ve Sharma (2014), çalışmalarında havalimanı pistlerinden titreşim enerjisi hasadı için kullanılacak bir piezoelektrik sistem sunmuşlardır.

Şu anda, dünya çapında havalimanlarının ve demiryollarının yolcu terminallerinde alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Dhingra vd., (2012), enerji hasadında piezoelektrik temellerini incelemişler, ayakkabılardan enerji elde etmek, terminallerdeki uygulamalar, yaya trafiğinden aydınlatma sağlayabilmek hakkında çalışmalar yapmışlardır. Havalimanları, yeni enerji teknolojilerinden büyük ölçüde yararlanacak ulaşım merkezleridir. Yeşil enerji türlerinin sayesinde daha temiz günlük operasyonların yanı sıra daha düşük maliyetler, havalimanlarının daha verimli ve etkili bir şekilde çalışmasına olanak sağlayacaktır. Bu ortama çok iyi uyan bir seçenek yolcu/yaya trafiğinden kinetik enerjinin yakalanmasıdır. Bu fikir sadece temiz değil, aynı zamanda alternatif enerji sunmaktadır. Havalimanı terminallerinin altına yaya trafiğinden enerji yakalamak için kullanılan piezoelektrik malzemelerin yerleştirilmesi, elektrik enerjisini etkili bir şekilde hasat edebilir. Sistem check-in

alanına kurulabilir ve orada bulunan yolcuların yarattığı titreşimlerden elektrik üretimi gerçekleştirilebilir.

Havalimanı terminalleri ve biniş kapıları günün her saati en kalabalık yerler olmaktadır. Bu nedenle, piezoelektrik sistemler zemin yapısına uygun şekilde küçük boyutlarından dolayı kullanılabilir. Kavirat (2017), check-in kontuarları, pasaport kontrolü, duty free ve uçağa biniş kapıları gibi yoğun nüfuslu havalimanı terminal alanlarında kullanılmak üzere piezoelektrik döşemeler önermiştir. Bireylerin yürüme hızındaki dikey kuvvetin genliği, insan vücut ağırlığının yaklaşık 1,0 ila 1,5'idir (ortalama 1,2 alınır). Yazar ortalama bir insanın 60 kg ağırlığında olduğu ve yıllık yolcu sayısının 83,6 milyon olduğu (2016'da Dubai Uluslararası Havalimanı'nda) varsayımını kullanarak ortalama enerji üretimini hesaplamıştır.

Havalimanlarında piezoelektrik döşemeler gibi en yeni ve çevre dostu enerji teknolojilerinin kullanımı, yeşil imajı küresel olarak etkileyecektir. Dolayısıyla, söz konusu enerji üretimi yönteminin kapsamı, taksi yollarından, park yerlerine kadar genişletilebilir. Hibrit enerji üretiminin uygulanması, havalimanlarının işletme maliyetlerini azaltacak ve çevreyi olumlu yönde etkileyecektir.

Salim, Abdulrazig (2020), çalışmalarında sürekli enerji talebinin varlığı, yüksek maliyetler ve doğal kaynakların tükenmesi nedeniyle, çevre ve ekonomi ile uyumlu enerji üretiminde ikincil çözümler sunmanın öneminden bahsetmişlerdir. Yeterli ve temiz elektrik enerjisi elde etmek için piezoelektrik malzemeleri kullanarak elektrik üretmeye yönelik teorik bir çalışma gerçekleştiren yazarlar, piezoelektriğin çeşitli alanlardaki uygulamalarına örnekler verirken havalimanı terminallerinde yolcu trafiğinin olduğu noktalarda piezoelektrik sistemlerin kullanılmasından da bahsetmişlerdir.

Havalimanları, yolcuları için keyifli deneyimler yaratmak istemektedir. Heathrow Havalimanı da ziyaretçilerine benzersiz, unutulmaz, yenilikçi ve heyecan verici bir seyahat deneyimi sunmak istemiş, yolcuların ayaklarının altına piezoelektrik döşemeler yerleştirmiştir. En işlek terminallerden birinin yüksek yolcu trafiğinden yararlanmışlardır. Yolcular, ilgili koridordaki yürüyüş yolunda yürürken aydınlatma ekranları için enerji üretebilmektedirler ([http-24](http://24)).

'Power Floor' projesi Heathrow Havalimanı'nda etkileşimli koridor konsepti ile hizmete açılmıştır. Heathrow Havaalanı Terminal 3'te bulunan zemin, yolcuların

adımlarından kinetik enerjiyi yakalayıp elektriğe dönüştüren 100 renkli karodan oluşan bir panelden oluşmaktadır. Terminal 3 bekleme alanını gidiş kapılarına bağlayan koridordan her gün 5.000'den fazla yolcu geçmektedir. Söz konusu hareketlilik, günde 18 saat boyunca yolcuların adımlarını elektriğe dönüştürürken, alanı aydınlatan kinetik enerjiyi sağlamaktadır. Havalimanı işletmesi, ilgili teknolojinin gelecek için sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak sunduğu olanaklar konusunda oldukça olumlu düşüncelere sahiptir (http-25).



Şekil 3.7. Heathrow Havalimanı Piezoelektrik Yürüyüş Yolu-1 (http-24)



Şekil 3.8. Heathrow Havalimanı Piezoelektrik Yürüyüş Yolu-2 (http-24)

Şekil 3.7 ve Şekil 3.8’de Londra’da bulunan Heathrow Havalimanı’nda yer alan piezoelektrik prensibi ile çalışan yürüyüş yollarına ait görseller bulunmaktadır.

Abu Dabi Havalimanı yolcularının hatırlayacağı, sürdürülebilirliğe dayanan keyifli bir seyahat deneyimi yaratmaya çalışarak, piezoelektrik prensibinden faydalanıp terminalde 16 metrelik enerji üreten bir yürüyüş yolu inşa etmiştir (http-26).



Şekil 3.9. Abu Dabi Havalimanı Piezoelektrik Yürüyüş Yolu-1 ([http-26](http://26))



Şekil 3.10. Abu Dabi Havalimanı Piezoelektrik Yürüyüş Yolu-2 ([http-26](http://26))

Şekil 3.9 ve Şekil 3.10'da Abu Dabi Havalimanı'nda yer alan piezoelektrik prensibi ile çalışan yürüyüş yollarına ait görseller bulunmaktadır.



Şekil 3.11. *Piezoelektrik Prensibinin Taşımacılıktaki Uygulamaları (Şekil, yazar tarafından oluşturulmuştur)*

Şekil 3.11’de piezoelektrik prensibinin karayolunda, demiryolunda ve havayolunda ne amaçla kullanıldığı literatürden elde edilen bilgilerin özeti şeklinde sunulmaktadır. Karayolunda çoğunlukla trafik ışıklarına, araç tartım sistemlerine ve yolların yapısal sağlık izleme sistemlerine güç sağlamak adına kullanıldığı görülmektedir. Demiryolunda da benzer şekilde demiryolu yapısal sağlık izleme sistemlerine, sensör ve otomatik uyarı sistemlerine güç sağlamak için kullanıldığına ulaşılmaktadır. Havayolunda ise terminal binası aydınlatmasına güç sağlama için kullanıldığı örnekler mevcuttur.



4. HAVALİMANLARINDA POSTMODERN ENERJİ ÜRETME VİNYETLERİ VE UYGULAMASI

4.1 Araştırmanın Amacı

Mevcut konvansiyonel enerji kaynaklarının çevreye vermiş olduğu zararlar ve sınırlı ömürleri düşünüldüğünde insanoğlunun gündeminde yer alan konvansiyonel olmayan, ‘sürdürülebilir’ enerji kaynakları önem kazanmaktadır. Birçok sektörde konvansiyonel olmayan enerji kaynaklarının kullanımına teşvik ve yönelim olmasıyla beraber söz konusu kullanım sivil havacılık sektöründeki operasyonlarda da geçerlidir.

Çalışmanın amacı, havalimanlarında yolcu hareketliliğinden doğan kinetik enerjinin elektrik enerjisine dönüşüm yöntemlerini belirleyerek, terminal alanlarında yolcuların enerji üretimine katıldığı ortamlar yaratmaktır.

Bu amaç doğrultusunda çalışmada, hazırlanan kısa hikayeler aracılığıyla uzmanların yolcu hareketliliği bağlamında post modern enerji üretimine bakış açıları değerlendirilmektedir.

Bu amaç doğrultusunda araştırma sorusu,

- Havalimanı terminal binalarında kas gücü ve piezoelektrik prensibi kullanılarak sürdürülebilir enerji üretimine nasıl katkı sağlanabilir?

olarak belirlenmiştir.

Bu amacı gerçekleştirmek için insan hareketliliğini temel alan kas gücü ve piezoelektrik prensibi ile elektrik üretme konusunun önemi vurgulanmış, terminal binalarında yer alabilecek potansiyel sürdürülebilir elektrik üretme yöntemleri vignetteler aracılığı ile uzmanlara yöneltilmiş, bu yöntemlerin geçerliliği ve uygulanabilirliği değerlendirilerek öneriler sunulmuştur.

4.2 Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın temelini oluşturan kas gücü ve piezoelektrik prensibi ile elektrik üretiminin, terminalde check-in kontuarlarındaki bilgisayarlara güç sağlamada veya belirli bölgelerin aydınlatmasını sağlamada kullanılması üzerine yola çıkılmış olup, yapılan araştırmalar ve gerçekleştirilen görüşmeler sonucu bu kazanımların istenilen boyutlarda olmayacağına ulaşılmıştır. Öncelikli olarak farkındalık ve imaj yaratması amacıyla oluşturulan vignetteler sivil havacılık alanında profesyonel

yaşamına devam eden katılımcılara yöneltilmiş ve görüşlerine başvurulmuştur. Yedi profesyonel ile görüşme gerçekleştirilmiştir.

4.3 Araştırmanın Yöntemi

Araştırmanın yöntemi başlığı altında araştırma modeli, katılımcılar ve veri toplama yöntemi, verilerin analizi, araştırmacının rolü ve etik kurallara uygunluk hakkında bilgi verilmektedir.

20. yüzyıla kadar hemen her alanda etkisini sürdüren pozitivizm zamanla tartışılan bir konu haline gelmiş, öznel ve sosyal olguların bütüncül bir yaklaşımla incelenmesi gerektiği kabul görmüş, özellikle psikoloji, sosyoloji ve pedagoji alanlarında nitel araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Sıralanan bu farklı disiplinler nitel araştırmaya çeşitli yaklaşımlar sunmuş ve yöntemleri geliştirmede aktif rol oynamıştır. Sosyal olguların sürekli aynı kaldığı düşünülemez, haklarında genellemeler yapılamaz ve evrenselleştirilemezler. Bu bakımdan tek bir doğrunun varlığını kabul eden ve genellenebilir sonuçlara ulaşan nicel araştırma yöntemlerinin aksine sosyal bilimlerde, genelden uzak daha detaylı sonuçlara varmamıza yardımcı olan nitel araştırmalar önemli bir yere sahiptir. Nitel araştırmalarda nitel bilgi toplama yöntemleri (görüşmeler, doküman analizleri ve gözlemler, vignetteler vb.) kullanılmaktadır. Nitel çalışmalarda genellikle doğruluğu veya yanlışlığı sınanan herhangi bir varsayım bulunmamaktadır. Her nitel araştırma özgündür çünkü her biri farklı ortamlarda farklı desen ve analiz yöntemleri ile incelenmektedir.

Tek bir gerçek olduğunu savunan pozitivist anlayışın etkisi altında olan nicel yöntemler, fen bilimleri çalışmalarına sıklıkla rehber olurken nitel yöntemler ise sosyal bilimlerde daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Nitel araştırmalar, anlamlar üzerine yoğunlaşıp durumların neden ve nasılını incelemektedir. Nicel araştırmanın aksine nitel araştırmanın amacı önceden belirlenmiş olan hipotezleri sınamak değildir. Belirli bir olguyu, fenomeni tanımlamak, yorumlamak, derinlemesine detaylı bir şekilde incelemektir (Yıldırım, 1999; Baltacı, 2019; Hays ve Singh, 2012).

Araştırma sorusuna yönelik, oluşturulan vignettelerin katılımcıya aktarılmasının ardından gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucu

elde edilecek veriler nitel veriler olacağından, çalışmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiştir.

Nitel verileri analiz etmek için iki temel yaklaşım vardır. Bu yaklaşımlar; tündengelim yaklaşımı ve tümevarım yaklaşımıdır. Tündengelim yaklaşımında, verileri analiz etmek için bir yapı veya önceden belirlenmiş bir çerçeve kullanılmaktadır. Araştırmacı verilere kendi yapısını veya teorilerini empoze etmekte ve ardından bunları görüşme dökümlerini analiz etmek için kullanmaktadır. Söz konusu yaklaşım, araştırmacıların görüşmelerden elde ettikleri yanıtların zaten farkında olduğu çalışmalarda kullanışlı olmaktadır. Tümevarımsal yaklaşım çok az belirlenmiş veya önceden belirlenmiş teori, yapı veya çerçeve olmadan verilerin analiz edilmesini içerir ve analiz yapısını türetmek için gerçek verilerin kendisini kullanır.

Görüşme transkriptleri, çalışmanın tanımlayıcısıdır fakat açıklama sağlamamaktadırlar. Toplanan verileri keşfedip ve yorumlayıp anlamlandırmak araştırmacının sorumluluğundadır.

Verilerin elle veya bilgisayar yazılımı kullanılarak analiz edildiği tematik içerik analizi süreci temelde aynıdır. Araştırmacı her bir katılımcının ifadesini okumakta ve ifade ettiklerini özetleyen kelimeler, teoriler veya kısa ifadeler ile kenarlarına notlar almaktadır. Bu genellikle açık kodlama olarak adlandırılmaktadır. Amaç, katılımcının ifadelerinde var olan her bir unsur için bir özet ifade veya kelime sunmaktır. Ardından araştırmacı katılımcıların ifadelerini özetleyen kelimeleri kategorilendirmektedir. Yapılan kodlamalar kategori listelerinde toplanmaktadır. Maksimum on iki kategoriye kadar liste hazırlanabilmektedir. Kategori listeleri de indirgenip son hali meydana getirilmektedir. Sonucunda araştırmacı düzenli bir veri seti elde etmiş olmaktadır.

Literatür incelendiğinde nitel çalışmalarda örneklem büyüklüğü hakkında farklı görüşlerin bulunduğu, ilgili görüşlerdeki en büyük örneklem sayısının 50 olduğu görülmektedir. Bazı görüşler, homojen bir popülasyondan örneklem alındığı takdirde 10 kişilik bir örneklem büyüklüğünün nitel çalışmalar için yeterli olduğunu öne sürmektedir (Sandelowski, 1995). Creswell (1998)'e göre 20-30 kişilik örneklem bir teori oluşturmak için yeterli büyüklüktedir. Marshall vd. (2013), ise 20 kişilik bir örneklemin küçük, 40 kişilik bir örneklemin ise büyük olduğunu, 30 kişiden oluşacak bir örneklemin yeterli olduğunu düşünmektedirler. Sandelowski

(1995), 50 kişilik bir örneklem büyüklüğünün nitel bir çalışma için çok büyük bir örneklem olduğunu belirtmektedir. Ek olarak, örneklem büyüklüğü araştırma öncesinden belirlenememekte, veri doygunluğuna erişilene kadar araştırmanın devam ettirilmesi gerektiği savunulmaktadır (Blaikie, 2018; Sim vd., 2018). Sim vd., (2018)'e göre, örneklem büyüklüğü teori geliştirme araştırmaları için 5-35 kişi aralığında, bir vaka çalışması için 4-30 kişi aralığında olmalıdır.

Çok büyük veri setleriyle gerçekleştirilen bir nitel araştırma söz konusu ise analiz sürecinde bilgisayar programları daha faydalı olabilmektedir. Fakat ilgili program ve yazılımları kullanmak isteyen araştırmacıların öncelikle uygun eğitimi alması gerekmektedir.

Nitel verilerin analizi, elbette çalışma bulgularının yorumlanmasını içerir. Bununla birlikte, bu süreç öznel birtakım özellikler taşımaktadır. Sosyal bilimciler arasında sosyal gerçekliğin nesnel ve kesin bir görüşünün olmadığına dair ortak bir inanç söz konusudur. Bu durum, nitel veri analizinin doğrulanabilirliği sorununa sebep olmaktadır. Bu nedenle, nitel araştırmacıların analizlerinin üçüncü bir kişi tarafından doğrulanması veya onaylanmasının gerekliliği doğmaktadır. Doğrulama ve onaylamanın, analizi daha titiz ve yansız şekilde yansıtacağı ileri sürülmektedir. Analizler, katılımcı veya akranlar tarafından doğrulanıp onaylanabilmektedir. Katılımcı doğrulamasında yapılan analizler tekrar katılımcıların onayına sunulmaktadır. Akran doğrulamasında ise başka bir nitel araştırmacının verilerin analizini değerlendirmesi istenmektedir. Katılımcı doğrulaması, yanıtlayanlara geri dönülmesini ve araştırmacının yorumlarını doğrulamak veya çürütmek için veri analizini dikkatlice okumalarının istenmesini içermektedir. Bu, tartışmaya açık bir şekilde tema ve teori geliştirmeyi iyileştirmeye yardımcı olsa da süreç oldukça zaman alıcı olmakta ve veri toplama ve analizden sonra nispeten kısa bir süre sonra gerçekleşmediği takdirde katılımcılar geçen zaman sebebiyle nedeniyle algılarını ve görüşlerini değiştirmiş olabilmektedirler. Tüm tartışmalara rağmen, nitel analizde geçerlilik konusunda kesin bir cevap bulunmamaktadır. Ancak, analiz sürecinin sistematik ve titiz olmasını sağlamak için toplanan tüm verilerin detaylıca analiz edilmesi gerekmektedir.

Nitel araştırmanın bulgularını yazmak için iki yaklaşım bulunmaktadır. Birincisi geleneksel yaklaşım olarak adlandırılmakta ve temel bulguları her bir ana tema veya kategori altında, bu bulguları göstermek için uygun birebir alıntılar kullanarak rapor

etmektedir. Bulgular ayrı bir tartışma bölümünde verilmektedir. Kombine edilmiş yaklaşım olarak anılan ikinci yaklaşımda ise tartışma bulgular bölümüne dahildir. Ayrı bir bölümde bulunmamaktadır (Burnard vd., 2008).

4.3.1 Araştırma süreci



Şekil 4.1. Araştırma Süreci (Şekil yazar tarafından geliştirilmiştir)

Şekil 4.1’de araştırmanın sürecine yer verilmektedir. En başta yer alan beyin fırtınası aşamasında sürdürülebilirlik, yenilenebilir enerji, sürdürülebilir havalimanı operasyonları, post modern enerji üretme yöntemleri kavramları üzerinde durulmuş ve birtakım ön araştırmalar gerçekleştirilmiş, sektörden üç yönetici ile görüşülmüştür. Ardından çalışmanın konusu, amacı ve kapsamı ortaya koyulduktan sonra, ilgili literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Ulusal ve uluslararası yayınlar incelenmiş, sivil havacılığı konu alan online haber siteleri ve havalimanı işletmelerinin web siteleri takip edilmiştir. Sonrasında uygun araştırma yöntemine karar verilmiştir. Yöntem ile ilgili literatür taraması yapılmış, söz konusu yöntem hakkında uzman araştırmacıya danışılmıştır. Daha sonra veriler toplanmış, analizleri gerçekleştirilmiş, bulgular ortaya koyulup değerlendirmeleri yapılmıştır. Son olarak ise sonuç ve öneriler paylaşılmıştır.

4.3.2 Katılımcılar ve veri toplama yöntemi

Araştırmanın katılımcılarını, sivil havacılık alanındaki profesyoneller oluşturmaktadır. Havalimanı operasyonları hakkında tecrübe sahibi, sektörel bilgisi gelişmiş ve aynı zamanda havalimanı müşterisi ve havayolu yolcusu olan katılımcılara veri toplama aracı olarak hazırlanan vignetteler sunulmuş ardından tecrübeleri ışığında genel bir fikir oluşturmak amacı ile katılımcıların görüşleri alınmıştır.

Vignetteler, ilk olarak Kuzey Amerika'daki psikologlar tarafından nicel araştırmalarda kullanılmış olsa da nitel araştırmalarda da kullanılmaktadır.

Vignetteler, alan yazında tercih edildikçe nitel araştırmalar için önemli bir konuma gelmişlerdir.

Finch (1987)'e göre vignetteler, belirli durumlarda oluşturulan ve görüşülen kişinin yanıt vermesini gerektiren kısa öyküler, hikayelerdir. Hikayeler, bağlamın özelliklerini barındırmakta ve duruma özgü olan belirli açık uçlu soru biçimlerini mümkün kılmaktadır. Azman ve Mahadhir (2017)'e göre hikayeler, değerleri, algıları, izlenimleri ve kabul edilmiş sosyal normları ortaya çıkaracak yanıtları bulmayı amaçlayan tipik senaryoların kısa tasvirleridir. Hughes (1998)'e göre, vignetteler, belirli durumlar hakkında yazılan somut senaryolar veya kısa öyküler olarak adlandırılmaktadır. Bir veri ortaya çıkarma tekniği olarak vignettelerin kullanılması, katılımcıların tasvir edildiği gibi somut senaryolara ve durumlara yanıt verirken veya bunlar hakkında yorum yaparken algılarının, fikirlerinin, inançlarının ve tutumlarının ifade edilmesini teşvik etmektedir. Nitel araştırmalarda vignetteler çoğunlukla, görüşme gibi diğer birkaç yöntemle birlikte kullanıldığı görölmektedir.

Tasar (2006)'a göre vignetteler, özellikle nitel ve küçük örneklemlilerde çalışmalarda derinlemesine bilgi toplama avantajına sahiptir. Sosyal bilimlerde vignetteler alanında uzman kişilerin fikirlerine veya yaşanmış tecrübe edilmiş durumlara dayalı olarak da tasarlanabilen birer veri toplama aracıdır. Örnek olay çalışması olmadığının unutulmaması gereken vignetteler 50 ila 250 kelime ile sınırlandırılmalı ve çok uzun olmamalıdır. Durumu basit ve anlaşılır şekilde aktarmalıdır (Kemer ve Aslan, 2022: 42).

Campbell (1996)'a göre, vignetteleri oluşturmak için üç adım bulunmaktadır. Adımlardan ilki, vignettelerin konusunu ve kimlere uygulanacağını belirlemektir. Ardından, vignettelerin uygulanacağı kişiler için gerçekçi ve anlaşılır vignetteler oluşturmak gelmektedir. Son adımda ise vignettelerin yeterince anlaşılır, açık, net ve hedefe uygun olup olmadığı sınamak adına pilot çalışma uygulamak bulunmaktadır.

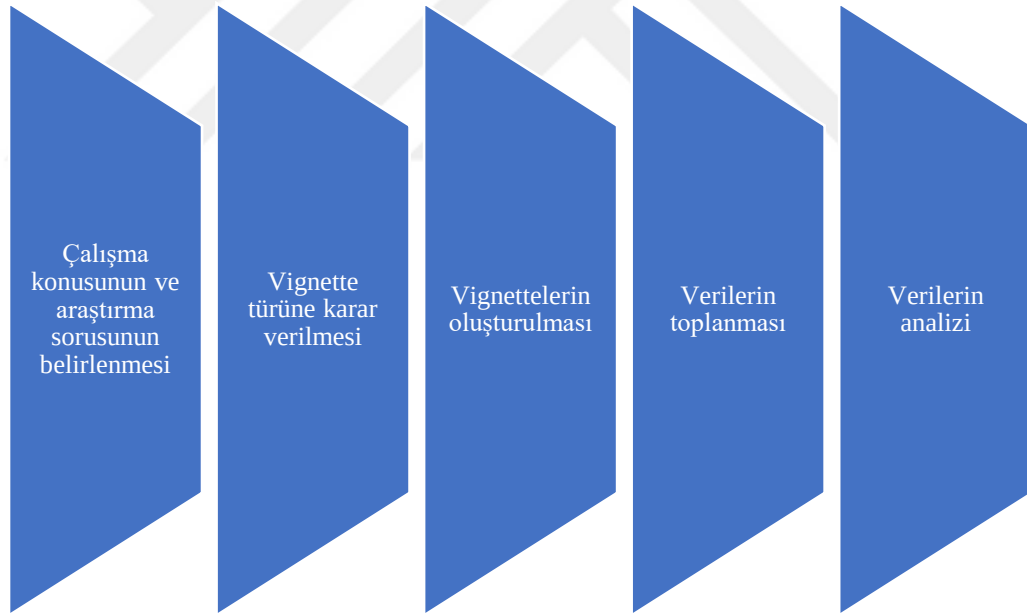
Vignetteler oluşturulurken ayrıntı, anlaşılabilirlik, inandırıcılık, çevresel faktörler, yapı ve format şeklinde sıralanan altı faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıntılar, çok olmamakla beraber vignetteyi destekleyecek ve kişinin zihninde daha iyi canlanmasına yardımcı olacak şekilde verilmelidir. Vignetteler anlaşılabilir olmalı, gerçekçi durumları yansıtır inandırıcı olmalı,

durumun çevresel faktörlerini iyi betimlemeli, hedefe uygun bir yapıya sahip olmalıdır. Vignetteler çoğunlukla yazılı formatta sunulsa da video, ses dosyası şeklinde de sunulabilmektedirler (Kaya ve Kaya, 2013, s. 133).

Aşağıda literatür taraması sonucu elde edilen vignette yöntemini kullanan çalışmalara yer verilmiştir.

- Soydan ve Stal (1994), çalışmalarında kültürlerarası karşılaştırmalı sosyal hizmet araştırmalarında vignette tekniğini kullanmışlardır.
- Carlson (1996), çalışmasında flört şiddeti ve istismarı ile ilgili vignetteleri lisans ve lisansüstü öğrenciler yöneltip, değerlendirmeler yapmıştır.
- Kaya ve Kaya (2013), çalışmalarında vignette yöntemini öğretmen eğitimi konusu üzerinden incelemiştir.
- Polat ve Taşar (2013), çalışmalarında bilimin doğası ile ilgili fen bilgisi öğretmeni adaylarına vignette yöntemini uygulamışlar ve yöntemin etkililiğini göstermeyi amaçlamışlardır.
- Turhan, Karabatak ve Polat (2014), çalışmalarında örgütsel öğrenme engellerini okullar tarafından incelemiş, öğretmenlerle çalışarak vignette yönteminden yararlanmışlardır.
- Yalçın (2014), doktora tezinde ahlaki yargı ve davranışlar üzerinde çalışmış ve birtakım ahlaki ihlaller içeren vignetteler oluşturup bunlar üzerinden tutarlılık değerlendirmesi yapmıştır.
- Aktaş (2017), Obsesif Kompulsif Bozukluğu ile ilgili yüksek lisans tezinde vignette yöntemini kullanmıştır.
- Valentino vd., (2017) çalışmalarında ekonomik mi yoksa kültürel tehditlerin mi göçmenlere karşı tutumu etkilediğini ortaya koyabilmek için vignette yöntemini kullanmıştır.
- Yaraş (2019), çalışmasında amaçlı örnekleme yoluyla seçmiş olduğu öğretmenlere vignette yöntemini uygulamıştır. Uygulama sonucu elde ettiği verileri içerik analizi ile çözümlemiştir.
- Irwin, Sedlar ve Hamlet (2020), çalışmalarında genel havacılık pilotlarının risk algısını ve karar verme süreçlerini vignette yöntemini kullanarak incelemişlerdir.

- Erol Korkmaz (2021), çalışmasında örgütsel çatışmayı ele almış ve vignette yönteminden yararlanarak lisansüstü öğrencilerden veriler elde etmiştir.
- Kemer ve Aslan (2022), çalışmalarında turizm sektöründe yer alan kadınların, turizm sektörünü tercih ederken ve yönetici konumuna gelirken yaşadıklarını vignette yöntemi ile araştırmışlardır.
- Göksal ve Künüroğlu (2022), çalışmalarında etik boyutu yüksek bir konu olan göç araştırmaları ile ilgilenmiş ve vignette yöntemi hakkında derinlemesine bilgiler sunmuşlardır.
- Toprak ve Yaşar (2022), çalışmalarında vignette yöntemini Türkçeyi yabancı dil olarak öğrenen öğrencilere uygulamışlardır.



Şekil 4.2. Veri Toplama Aracı Vignettenin Aşamaları (Şekil, Göksal ve Künüroğlu (2022)'den esinlenilerek oluşturulmuştur)

Şekil 4.2'de vignette çalışmasının aşamaları beş başlıkta özetlenmiştir. Çalışmada öncelikle konu ve yukarıda yer verilen araştırma sorusuna karar verilmiştir. Ardından uygun vignette türüne karar verilmiştir. Sonrasında vignetteler oluşturulmuştur. Bu aşamada oluşturulan vignetteler -Campbell (1996)'in vignette oluşturma adımları temel alınarak- doktora öğrencilerine

sunulmuş, anlaşılabilirliği test edilmiştir. Ardından iki öğretmen üyesinden, bir öğretmen görevlisinden, iki araştırma görevlisinden vignetteler hakkında görüşleri alınmıştır. Elde edilen tüm geri dönüşler ile seçenekler revize edilip kullanıma hazır hale getirilmiştir. Amaçlı örneklem ile çalışılmış ve maksimum çeşitlilik hedeflenmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme yolu ile nitel veriler toplanmıştır. Son olarak elde edilen veriler tümevarımsal içerik analizi ile analiz edilmiştir. Aşağıda oluşturulan ve katılımcılara yöneltilen ilk vignette bulunmaktadır.

Vignette 1: Bisiklet Pedalı Çevirerek Elektrik Üretimi

Havalimanı terminal binalarının belirli bölgelerinde pedalı çevrildikçe elektrik enerjisi üreten bisikletlerin olduğu bir alan bulunmaktadır. Söz konusu alanda bir bisiklet kullanılarak cep telefonları, diz üstü bilgisayarlar ve tabletler şarj edilebilmektedir. Yolcu, bisikleti kullanarak kendi kas gücünden elektronik cihazlarına enerji sağlayabilecek bunu gerçekleştirirken çevreye olumsuz bir etkisi olmayacak aynı zamanda da sağlıklı bir yaşam için gereken hareketliliği sağlamış olacaktır. Toplam seyahat süresinin bir kısmında yolcu, farklı bir aktivite gerçekleştirip daha keyifli vakit geçirecektir. İlgili bisikletlerin kullanımını teşvik etmek amacıyla uygulamaya katılan yolcuya, anlaşmalı yeme içme hizmet sağlayıcılarından ve otopark işletmecisinden indirim kuponu sağlanacaktır. Kuponlar ile sunulan indirim miktarı bisikleti kullanma süresi ile doğru orantılı olarak artacaktır. Yarım saatlik bir bisiklet kullanma periyodunda yeme içme hizmet sağlayıcılarında geçerli ‘%5 indirim kuponu’, otopark işletmesinde geçerli ‘park süresinin 15 dakikasını ücretsiz kullanma hakkı’ elde edilecektir. Yolcular bu indirim bir yıl içerisinde yine aynı havalimanında kullanma hakkına sahip olacaklardır.

- Yukarıdaki vignetteye göre aşağıdaki şıklardan hangisini seçerdiniz?
 - a) İlgimi çeken ve desteklediğim bir uygulama olurdu. Kesinlikle vakit ayırıp katılırdım.
 - b) İlgimi çekmedi fakat uygulamaya vakit ayırmazdım.
 - c) İlgilenmezdim. Havalimanında geçirdiğim sürede bu uygulamaya vakit ayırmak istemezdim.
- Seçtiğiniz şıkkı neden tercih ettiğinizi birkaç cümle ile açıklayabilir misiniz?

Aşağıda havalimanlarında çocuk oyun alanları hakkında bilgiler ve oluşturulan, katılımcılara yöneltilen ikinci vignette bulunmaktadır.

EASA (European Aviation Safety Agency- Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı)'ya göre 0-24 ay arası bireyler bebek (infant) olarak, 24 ay-12 yıl arası ise çocuk (children) olarak tanımlanmaktadır ([http-27](http://27)).

Havalimanı işletmeleri son yıllarda çocuk yolculara yönelik alanlar tasarlamakta ve çocukları ile seyahat eden ailelerin konforunu arttıracak değişimler yaratmaktadır. Bireylerin en hareketli olduğu evrelerin başında gelen çocukluk evresinde bireyler için var olan enerjilerini atabilecekleri alanlar ve vakitler kıymetli olmaktadır. Söz konusu durumun öneminin farkına vararak uygulamaya geçen havalimanları kendilerini yeni nesil çocuk ve aile dostu havalimanı olarak tanımlamaktadırlar.

Uluslararası platforma bakıldığında ilgili örneklerle rastlanmaktadır.

- Chicago O'Hare Havalimanı'nda havacılık konseptli oyun alanları bulunmakta, çocuklar mini kontrol kulesinde, helikopterde ve uçakta zaman geçirebilmektedir.
- Londra Heathrow Havalimanı'nda ücret karşılığında çocukların oynayabilecekleri alanlar bulunmaktadır.
- Singapur Changi Havalimanı'nda çok katlı büyük kaydırakların bulunduğu, oyun konsollarının yer aldığı, akvaryumlardaki balıkların beslenebildiği oyun alanları yer almaktadır.
- Taipei Taoyuan Havalimanı'nda ise başta Hello Kitty çizgi film karakterine ait diğer çizgi film karakterlerini de barındıran pembe konseptli alanlar bulunmaktadır.
- Münih Havalimanı'nın bünyesinde tıpkı Chicago O'Hare Havalimanı'nda olduğu gibi havacılık konseptinden uzaklaşılmayan, içerisinde Junkers Ju52, Constellation ve DC3 uçaklarının yer aldığı alanlar bulunmaktadır.
- Paris Charles De Gaulle Havalimanı'nda da oyun alanlarının yanı sıra biraz daha ileri yaş grubu çocuklar için Playstation oynama imkânı sunan birimler bulunmaktadır ([http-28](http://28)).
- Ülkemizdeki havalimanlarında da yukarıda sıralanan örneklerle benzer uygulamalara rastlanmaktadır.

- İstanbul Havalimanı (İGA), çocuk ve aile dostu havalimanı konsepti ile çocuklar için tasarlamış olduğu oyun alanlarını ücretsiz şekilde hizmete sunmaktadır.

Doğa, deniz, uzay ve havacılık konseptli oyun alanı toplam 700 metrekarelik alanı kaplamaktadır. Aile bireyleri uçuş saatinin gelmesini beklerken çocukları ilgili alanlarda televizyon izleyebilmekte, oyun oynayıp eğlenceli vakit geçirebilmektedir. Aileler yeme içme alanlarında dinlenirken oyun alanlarındaki çocukları ekranlardan izleyebilmektedir ([http-29](#)).

- İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı'nda 23 Nisan Ulusal Egemenlik ve Çocuk Bayramı sebebiyle çocuklar için mevcut oyun alanlarının dışında tasarlanan seksek alanı yoğun ilgi gördükten sonra işletme seksek alanlarının sayıca artırılmasına kararı vermiştir ([http-30](#)).
- Antalya Havalimanı'nda ise çocuklar için teleferik temalı oyun parkı bulunmaktadır. 2015 yılından bu yana havalimanının iç ve dış hat terminallerinde faaliyet gösteren alanlar ilgi odağındadır ([http-31](#)).
- İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nda iç ve dış hatlar Primeclass Lounge'lerde çocuklar için tasarlanmış oyun alanları bulunmaktadır ([http-32](#)).
- Hatay Havalimanı'nda da çocukları ile seyahat eden ailelerin uçuşlarını beklerken terminalde geçirdikleri zamanın daha eğlenceli ve konforlu olmasına yardımcı oyun alanları bulunmaktadır. 53 metrekare alan üzerine kurulan çocuk oyun alanında 1 adet trambolin 2x2, 1 adet top havuzu 2x2, 1 adet kaydırak ve salıncak, 1 adet tahterevalli, zemin için 53 metrekare tatami kullanılmıştır ([http-33](#)).

Yukarıda ulusal ve uluslararası ölçekte havalimanlarında çocuk oyun alanları örneklerine yer verilmiştir. Bu örnekler söz konusu oyun alanlarının gerekliliği ve önemini destekler niteliktedir. Başta havalimanı işletmeleri olmak üzere çeşitli paydaşların üzerinde yoğunlaştığı oyun alanı tasarımları hava taşımacılığı hizmetinden faydalanan yolcuların konforu üzerinde pozitif etki yaratacaktır. Ailelerin bekleme sürelerinde daha kaliteli zaman geçirmelerine yardımcı olan bu alanlar, genellikle enerji dolu çocuklar için enerjilerini dışa aktarma, rahatlama ve eğlenme imkânı sunan yerlerdir.

Vignette 2: Terminal Binalarındaki Çocuk Oyun Alanlarına Piezoelektrik Döşeme Uygulaması

Çocuklarda halihazırda var olan enerjinin boşa sarf edilmemesi adına havalimanı terminal binalarının belirli bölgelerindeki oyun alanlarının zeminlerine piezoelektrik sistemler döşenerek etkili şekilde değerlendirilemeyen mevcut enerjinin hasat edildiği noktalar bulunmaktadır. Yolcu, toplam seyahat süresi içerisinde beraberindeki çocuk yolcunun daha eğlenceli vakit geçirmesini amaçlayarak ilgili terminal binalarındaki ilgili çocuk oyun alanından faydalanmayı isteyecektir. Çeşitli oyuncaklar ile zenginleştirilmiş eğlence imkânı sunulan alanlarda, çocuklar hareket edip zemine basınç uyguladıkça elektrik üretimine katkı sağlayacaklardır. Çocukların hareketinden elde edilecek enerji alandaki şerit led aydınlatma gereçlerine güç sağlayıp çalıştıracak ve farklı renklerde yanıp sönecektir. Böylece çocuklar kendi ürettikleri enerjinin kullanıldığını görerek küçük yaşlarda çevre bilinci kazanmaya, konu hakkında farkındalıkları oluşmaya ve gelişmeye başlayacaktır.

- Yukarıdaki vignetteye göre aşağıdaki şıklardan hangisini seçerdiniz?
 - a) Dikkatimi çeken bir uygulama olurdu. Kesinlikle vakit ayırıp katılırdım.
 - b) İlğimi çekerdi fakat uygulamaya vakit ayırmazdım.
 - c) İlğilenmezdim. Bu uygulamaya vakit ayırmak istemezdim.
- Seçtiğiniz şıkkı neden tercih ettiğinizi birkaç cümle ile açıklayabilir misiniz?

4.3.3 Verilerin analizi

Nitel verilerin analizi süreci, toplanan verilerden bir anlam elde etmeye dair değerlendirmeler geliştirmek adına yapılan bir sınıflandırmayı ve yorumlamayı kapsamaktadır. Analiz, elde edilen verilerin miktarını azaltarak, verilerin özünden mantıklı anlamlar elde etmeyi sağlamaktadır (Çelik, Baykal ve Memur, 2020, s. 380-381.).

Creswell (2002)'e göre nitel veri analizi altı adımda sınıflandırılmaktadır. Söz konusu altı adım; analiz için verileri hazırlaması ve düzenlemesi, verilerin kodlanması, temaların oluşturulması, bulguların raporlanması, bulguların yorumlanması ve bulguların doğruluğunun sınanmasıdır.

Wolcott (1994)'e göre, nitel veri analizi betimsel analiz ve içerik analizi olarak ikiye ayrılmaktadır. İçerik Analizi, elde edilen verilerin derinlemesine

analizidir ve temaların yaratılmasına imkân yaratmaktadır. İçerik analizinin temelinde, benzer verileri birtakım temalara entegre etmek ve bunları hedef kitle için yorumlamak yatmaktadır.

Araştırmada kodlama, kategorilere ve temalara ayırma gerçekleştirerek elde edilen verilerin sahip olduğu kavram ve ilişkileri açığa çıkaran tümevarımsal içerik analizi gerçekleştirilmiştir.

4.3.4. Araştırmacının rolü

Araştırmacı; çalışma kapsamında araştırma konusunun ve sorusunun belirlenmesi, literatür taramasının gerçekleştirilmesi, veri toplama aracının oluşturulması, görüşmelerin gerçekleştirilmesinde aktif rol oynamıştır. Araştırmacı, görüşmeler sonucu elde edilen verilerin analizinde, kategorilerin oluşturulmasında ve bulguların yorumlanmasında da aktif rol almıştır. Araştırmacının Eskişehir Teknik Üniversitesi'nde lisans ve yüksek lisans seviyesinde Havaalanı Yönetimi, Havaalanı ve Çevre, Havaalanı Faaliyetleri ve Yönetimi, Hava Taşımacılığında Güncel Yönetim Uygulamaları, Havacılıkta Örnek Olaylar ve Havayolu Taşımacılığı Yönetimi gibi aldığı dersler ilgili araştırmayı yürütmekte destek sağlamıştır.

4.3.5. Etik kurallara uygunluk

Araştırma için 13.04.2023 tarihinde, E-60850919-300-2300020021 sayılı etik kurul başvurusu yapılmış olup, 16.05.2023 tarihinde E-87914409-050.03.04-2300025331 sayılı etik kurul başvurusu Sosyal ve Beşerî Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği kurulu tarafından incelenmiş olup etik açıdan uygun bulunmuştur.

4.4 Araştırmanın Bulguları

Araştırma kapsamında sivil havacılık alanında profesyoneller ile görüşülmüş ve bulgular ortaya koyulmuştur. Katılımcılara K1, K2, K3, K4, K5, K6 ve K7 şeklinde kodlar verilmiştir. Araştırmaya katılan profesyonellerin demografik bilgileri aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4.1. Katılımcılara Ait Demografik Bilgiler

Katılımcı	Cinsiyet	Yaş Aralığı	Kurum	Uçuş Sıklığı
K1	Erkek	18-28	Havayolu işletmesi	Yılda 15 kez ve üstü
K2	Kadın	18-28	Diğer	Yılda 5'ten az
K3	Erkek	28-38	Yer hizmetleri işletmesi	Yılda 15 kez ve üstü
K4	Erkek	28-38	Yer hizmetleri işletmesi	Yılda 5-10 kez
K5	Kadın	28-38	Diğer	Yılda 5'ten az
K6	Kadın	18-28	Havayolu işletmesi	Yılda 5'ten az
K7	Kadın	48 ve üstü	Diğer	Yılda 15 kez ve üstü

Tablo 4.1’de K1, K2, ... K7 şeklinde kodlanan katılımcıların cinsiyet, yaş, çalıştıkları kurum ve bir yıl içerisindeki uçuş sıklığı hakkında bilgiler yer almaktadır. Katılımcılar, sivil havacılık sektöründe; yer hizmeti sağlayan işletmelerde, terminal ve havayolu işletmelerinde çalışmaktadır. Yolcuların istek ve ihtiyaçlarını yakından gözlemlene imkânı bulan ve fikirlerini duyabilen katılımcılar sürdürülebilirlik, havalimanı ve çevre konuları ile ilgili, güncel gelişmeleri takip eden, çeşitli uluslararası havalimanlarında bulunmuş tecrübeli uzmanlardır.

Tablo 4.2. Birinci Vignette Doğrultusunda İşaretlenen Seçeneklerin Frekans Değerleri

Seçenek	Frekans
İlgimi çeken ve desteklediğim bir uygulama olurdu. Kesinlikle vakit ayırıp katılırdım.	3
İlgimi çekerdi fakat uygulamaya vakit ayırmazdım.	4
İlgilenmezdim. Havalimanında geçirdiğim sürede bu uygulamaya vakit ayırmak istemezdim.	0

Tablo 4.2’de görüldüğü üzere Bisiklet Pedalı Çevirerek Elektrik Üretimi başlıklı birinci vignette için ilgilenmezdim seçeneğini tercih eden katılımcı olmamıştır. Bu durum vignettenin katılımcıların dikkatini ve ilgisini çektiğini göstermektedir. İlgimi çekerdi fakat vakit ayırmazdım seçeneği (f=4) en çok tercih edilen seçenek olmuştur. Ardından ilgimi çeken ve desteklediğim bir uygulama olurdu, kesinlikle vakit ayırıp katılırdım (f=3) seçeneği gelmiştir. Katılımcıların birinci vignette hakkında öne çıkan bazı ifadelerine aşağıda yer verilmektedir.

‘Yolcular havalimanlarında telefonlarını, bilgisayarlarını şarj etme gereksinimi duymaktalar. Bunu kendi hareketleriyle çevreci bir şekilde yapmaları çok güzel bir deneyim. Gözlemlerime dayanarak örneğin, İstanbul Havalimanı’nda böyle bir uygulamanın çok fazla kullanılabileceğini düşünüyorum. Çünkü transit uçuşların çok sıklıkla gerçekleştiği bir havalimanı.’ K5.

‘İlgimi çeken ve desteklediğim bir uygulama olurdu. Kesinlikle vakit ayırıp katılırdım, uçuşlarda ve terminalde yaptığım gözlemler sonucu indirim kuponlarının biraz daha teşvik edici olduğu takdirde uygulamanın daha çok tercih edileceğini düşünmekteyim. 2013 yılında Bangkok Havalimanı’nda benzer bir uygulama ile tişört kazanmıştım. O zamandan beri saklamaktayım.’ K3.

‘İndirim miktarlarını genel olarak az buldum. Yolcu profilini düşündüğümde, yoğun bir kullanım elde etmek isteniyorsa yolcuların biraz daha teşvik edilmesi gerektiğini kanaatindeyim. Özellikle genç nesli hedeflediğimizde bisiklet çevirirken bir ekranda bazı içerikleri izleme imkânı olursa daha cazip gelebilir uygulama.’ K1.

Tablo 4.3. İkinci Vignette Doğrultusunda İşaretlenen Seçeneklerin Frekans Değerleri

Seçenek	Frekans
İlgimi ve dikkatimi çeken bir uygulama olurdu. Kesinlikle vakit ayırıp katılırdım.	7
İlgimi çekerdi fakat uygulamaya vakit ayırmazdım.	0
İlgilenmezdim. Bu uygulamaya vakit ayırmak istemezdim.	0

Tablo 4.3'te görüldüğü üzere Terminal Binalarındaki Çocuk Oyun Alanlarına Piezoelektrik Döşeme Uygulaması başlıklı ikinci vignette için tüm katılımcılar (f=7) ilgimi ve dikkatimi çeken bir uygulama olurdu, kesinlikle vakit ayırıp katılırdım seçeneğini tercih etmişlerdir.

Katılımcıların ikinci vignette hakkında öne çıkan bazı ifadelerine aşağıda yer verilmektedir.

'Halihazırda var olan çocuk oyun alanları özellikle farklı kültürlerden çocukları bir araya getirmesinden ötürü zaten beğendiğim bir aktivite alanyken böyle bir amaca hizmet vermesi de ekstra olumlu fikirler yarattı. Çocuklarda küçük yaşta bilincin oyun aracılığı ile kazandırılması ve geliştirmesi daha etkili ve akılda kalıcı olacaktır. Çocukların enerjisinin boşa harcanmaması ve uçağı beklerken sıkılmamaları da uygulamanın çok yönlülüğünü göstermekte. Bakıldığında aslında yetişkinlerin de bilinçlenmesini sağlayacak bir uygulama.' K6.

'Çocukların ufkunun açılması, hayal dünyalarının gelişmesi için çok etkili olacağını düşündüğüm bir uygulama.' K4.

'Çocuğu ile seyahat eden bir yolcu profilinin kesinlikle ilgileneceği bir uygulama olacaktır. Çocuğun enerjisini atması ve uçuşu daha sakin geçirmesi adına da etkili olacaktır oyun alanları. Çocuk için dikkat çekici bir uygulama iken ebeveynleri için de farkındalık yaratan bir durum olacağını düşünüyorum.' K2.

'Yolculuk, yolcu için stresli bir süreç iken çocuk için daha da stresli bir süreç haline gelebilmektedir. Uçuş operasyon tecrübelerime dayanarak çocukların bu süreçte huzursuzlaştığını defalarca gözlemledim. Uçuşlar çocukta birtakım fizyolojik dengesizlikler yaratmaktadır... Özellikle çocukların eğlenmesi, oyuncaklarla vakit geçirmesi noktasında- enerji üretmiyor olması durumunda bile-ebeveynleri ve çocukları rahatlatacak, yolculuğu daha konforlu hale getirecek bir alan. Bunun yanında elektrik enerjisine katkı sağlaması noktasında çocuklar için ayrıca ilgi çekici olacaktır. Ek olarak sürdürülebilirlik bilinci çocuğa ne kadar erken yerleşirse ileri de o kadar etkin rol oynayacağına inanıyorum. Daha küçük yaşlardaki çocukların süreci anlayamama ihtimali olmasına rağmen ilk etapta farkındalık yaratılmış olunuyor. İlgili kazanım o an sağlanmasa da çocuk büyüdüğü zaman gelişecektir.' K5.

Aşağıda Bisiklet Pedalı Çevirerek Elektrik Üretimi başlıklı birinci vignette ile ilgili gerçekleştirilen görüşmelerden alıntılara ve yapılan kodlamalara yer verilmektedir.

Tablo 4.4. Birinci Vignette Kodlaması

Metin	Kodlar
K1: İndirim miktarlarını genel olarak az buldum. Yolcu profilini düşündüğümde, yoğun bir kullanım elde etmek isteniyorsa yolcuların biraz daha teşvik edilmesi gerektiğini kanaatindeyim.	Yetersiz indirim Daha fazla teşvik
K1: ...yolcular terlemeyi ve kendilerini çok yormayı istemeyebilirler...	Terlemek Yorgunluk
K2: Uçuş vaktine yakın saatlerde havalimanına gelen birçok yolcu uygulama için ekstra zamana sahip olmayacaktır. Bu ilgi çekici olmadığını anlamına gelmiyor fakat bir an önce uçağa yetişmeyi isteyen profil için tercih edilmeyebilir.	Yetersiz zaman İlgi çekici Yetişme telaşı

K3: İndirim kuponlarının miktarını az buldum. Özellikle terminaldeki yeme içme seçeneklerinin fiyatlarını düşündüğümüzde indirim kuponu %5'ten daha çok olursa tercih edilirliliği artacaktır.

Yetersiz indirim

K3: ...ilgimi çeken ve desteklediğim bir uygulama olurdu. Kesinlikle vakit ayırıp katıldım... 2013 yılında Bangkok Havalimanında benzer bir uygulama ile tişört kazanmıştım. O zamandan beri saklamaktayım.

İlgi çekici

Deneyim sahibi

K4: ...terminalde gözlemlediğim yolcu hareketleri sonucu dış hat yerine iç hat uçuşlarda indirimi almak için daha çok katılım olacağını düşünmekteyim...

İç hat uçuşlarda daha yüksek katılım

K5: ... havalimanındaki bekleme sürecindeki stresi sıkıntıyı atmak için bence çok iyi olacaktır çünkü yolculuk olarak adlandırdığımız şey yolcu için hiçbir zaman çok keyifli olmuyor, özellikle havalimanına girişten sonraki süreçlerde ya beklemek gerekiyor ya bir yere yetişmek... bence bu süreçleri keyifli hale getirebilir bu uygulama.

Stresli yolculuk sürecinde keyif verecek bir uygulama

K5: ... kendi hareketleriyle çevreci bir şekilde yapmaları çok güzel bir deneyim...

Çevre dostu

K6: Amacı çok güzel bir uygulama, eğlenceli olması dikkatleri üzerine çekecektir. Sağlıklı yaşam, enerji üretiminin sürdürülebilir şekilde olması olumlu yanlarından.	Eğlenceli Sağlıklı yaşamı destekleme Sürdürülebilirlik
K6: Yolculuk hali hazırda yorucu bir süreç. Şarja veya indirim ihtiyacı olmayan bireylerin ekstra yorulmak istemeyeceğini düşünüyorum.	Yorucu yolculuk süreci Yorgunluk
K7: İnovatif bir uygulama ve çocuklarıma da model olmak isterim.	Yenilikçi uygulama

Tablo 4.4'te görüldüğü üzere birinci vignetteye ait görüşmeler sonucu yetersiz indirim, daha fazla teşvik, terlemek, yorgunluk, yetersiz zaman, ilgi çekici, yetişme telaşı, deneyim sahibi, iç hat uçuşlarda daha yüksek katılım, stresli yolculuk sürecinde keyif verecek bir uygulama, çevre dostu, eğlenceli, sağlıklı yaşamı destekleme, sürdürülebilirlik, yorucu yolculuk süreci ve yenilikçi uygulama kodları oluşturulmuştur.

Aşağıda Terminal Binalarındaki Çocuk Oyun Alanlarına Piezoelektrik Döşeme Uygulaması başlıklı ikinci vignette ile ilgili gerçekleştirilen görüşmelerden alıntılara ve yapılan kodlamalara yer verilmektedir.

Tablo 4.5. İkinci Vignette Kodlaması

Metin	Kodlar
K1: Zamanım varsa ve gerekli hijyen koşulları sağlandıysa kesinlikle katılıp desteklediğim bir uygulama olurdu.	Yeterli zaman gerekliliği Sağlanan hijyen
K1: ...bedava olan bu alanları, hiç düşünmeden ben bile yetişkin olarak oynamak isterdim.	Cezbedici, ilgi çekici

K2: Çocuğu ile seyahat eden bir yolcu profilinin kesinlikle ilgileneceğı bir uygulama olacaktır. Çocuğun enerjisini atması ve uçuşu daha sakin geçirmesi adına da etkili olacaktır oyun alanları. K2: Çocuk için dikkat çekici bir uygulama iken ebeveynleri için de farkındalık yaratan bir durum olacağını düşünüyorum.	İlgi çekici Çocuğun enerji atması Çocuğun uçuş esnasında sakin olması
K3: ...anlık olarak çocuğun ilgisini çekecektir. K3: ...anlık orada havalimanında çocuğumun iyi vakit geçiriyor olması benim havalimanına olan bakış açımı olumlu yönde etkileyecektir. K3: ...çocuğum enerji sarf edecek dolayısıyla yorulup belki uzun bir uçak seyahatinde uyuyacak.	Dikkat çekici Farkındalık yaratma Ebeveyn farkındalığı İlgi çekici Havalimanına karşı gelişen olumlu bakış açısı Çocuğun enerji atması Çocuğun uçuş esnasında sakin olması
K4: Çocukların ufkunun açılması, hayal dünyalarının gelişmesi için çok etkili olacağını düşündüğüm bir uygulama.	Çocuklar üzerinde etkili bir uygulama
K5: Yolculuk, yolcu için stresli bir süreç iken çocuk için daha da stresli bir süreç haline gelebilmektedir. Uçuş operasyon tecrübelerime dayanarak çocukların bu süreçte huzursuzlaştığını defalarca	Stresli yolculuk süreci

Tablo 4.5. (Devam) İkinci Vignette Kodlaması

<i>gözlemledim. Uçuşlar çocukta birtakım fizyolojik dengesizlikler yaratmaktadır.</i> K5: Özellikle çocukların eğlenmesi, oyuncaklarla vakit geçirmesi noktasında-enerji üretmiyor olması durumunda bile-ebeveynleri ve çocukları rahatlatacak, yolculuğu daha konforlu hale getirecek bir alan.	Çocuk için daha da stresli yolculuk süreci Fizyolojik dengesizlik ve huzursuzluk Keyif verecek bir uygulama Konforlu ve rahatlatıcı
Tablo 4.5. (Devam) İkinci Vignette Kodlaması	
K5: Bunun yanında elektrik enerjisine katkı sağlaması noktasında çocuklar için ayrıca ilgi çekici olacaktır. Ek olarak sürdürülebilirlik bilinci çocuğa ne kadar erken yerleşirse ileri de o kadar etkin rol oynayacağına inanıyorum. Daha küçük yaşlardaki çocukların süreci anlayamama ihtimali olmasına rağmen ilk etapta farkındalık yaratılmış olunuyor. İlgili kazanım o an sağlanmasa da çocuk büyüdüğü zaman gelişecektir. K6: Halihazırda var olan çocuk oyun alanları özellikle farklı kültürlerden çocukları bir araya getirmesinden ötürü zaten beğendiğim bir aktivite alanıyken böyle bir amaca hizmet vermesi de ekstra olumlu fikirler yarattı. K6: Çocuklarda küçük yaşta bilincin oyun aracılığı ile kazandırılması ve geliştirmesi daha etkili ve akılda kalıcı olacaktır. Çocukların enerjisinin boşa harcanmaması ve	İlgi çekici Sürdürülebilirlik Farkındalık yaratma Kültürlerarası etkileşim Etkin amaç Bilinç oluşması Çocuğun enerji atması

<i>uçağı beklerken sıkılmamaları da uygulamanın çok yönlülüğünü göstermekte. Bakıldığında aslında yetişkinlerin de bilinçlenmesini sağlayacak bir uygulama.</i> K7: Çocuklar küçük yaşta elektrik-devre-akım yani fen bilgisinin en temel konularına hâkim olacak ve konuyu merak edip araştırarak diye düşünür çok heyecanlandırdım. K7: Çok ilgilenirdim. Çağdaş ve çocuklarının gelişimi ile ilgilenen bir bilim insanı olarak daima destekler ve çevreme de anlatırdım.	Ebeveyn farkındalığı Çok yönlülük Farkındalık yaratma İlgi çekici
--	---

Tablo 4.5’te görüldüğü üzere ikinci vignetteye ait görüşmeler sonucu yeterli zaman gerekliliği, sağlanan hijyen, cezbedici, ilgi çekici, çocuğun enerji atması, çocuğun uçuş esnasında sakin olması, dikkat çekici, farkındalık yaratma, ebeveyn farkındalığı, havalimanına karşı gelişen olumlu bakış açısı, çocuklar üzerinde etkili bir uygulama, stresli yolculuk süreci, çocuk için daha da stresli yolculuk süreci, fizyolojik dengesizlik ve huzursuzluk, keyif verecek bir uygulama, konforlu ve rahatlatıcı, sürdürülebilirlik, kültürlerarası etkileşim, etkin amaç, bilinç oluşması, çok yönlülük kodları oluşturulmuştur.

Aşağıda Bisiklet Pedalı Çevirerek Elektrik Üretimi başlıklı birinci vignette ile ilgili yapılan kodlamalara ve kodların geçici kategorilere dönüştürülmesine yer verilmektedir.

Tablo 4.6. Birinci Vignetteye Ait Geçici Kategoriler

Metin	Kodlar	Geçici Kategoriler
K1: İndirim miktarlarını genel olarak az buldum. Yolcu profilini düşündüğümde, yoğun bir kullanım elde etmek isteniyorsa yolcuların	Az miktarda indirim Daha fazla teşvik	Yetersiz kazanç

<i>biraz daha teşvik edilmesi gerektiğini kanaatindeyim.</i> K1: ...yolcular terlemeyi ve kendilerini çok yormayı istemeyebilirler...	Terlemek Yorgunluk	Fiziksel olumsuzluklar
K2: Uçuş vaktine yakın saatlerde havalimanına gelen birçok yolcu uygulama için ekstra zamana sahip olmayacaktır. Bu ilgi çekici olmadığını anlamına gelmiyor fakat bir an önce uçağa yetiştirmeyi isteyen profil için tercih edilmeyebilir.	Yetersiz zaman İlgi çekici Yetişme telaşı	Süre kısıtı Cazip uygulama
K3: İndirim kuponlarının miktarını az buldum. Özellikle terminaldeki yeme içme seçeneklerinin fiyatlarını düşündüğümüzde indirim kuponu %5'ten daha çok olursa tercih edilirliliği artacaktır.	Az miktarda indirim	Yetersiz kazanç
K3: ...ilgimi çeken ve desteklediğim bir uygulama olurdu. Kesinlikle vakit ayırıp		Cazip uygulama

Tablo 4.6. (Devam) Birinci Vignetteye Ait Geçici Kategoriler

<i>katırdım... 2013 yılında Bangkok Havalimanında benzer bir uygulama ile tişört kazanmışım. O zamandan beri saklamaktayım.</i> K4: ...terminalde gözlemlediğim yolcu hareketleri sonucu dış hat yerine iç hat uçuşlarda indirim almak için daha çok katılım olacağını düşünmüyordum...	İlgi çekici Deneyim sahibi İç hat uçuşlarda daha yüksek katılım	Cazip uygulama
K5: ... havalimanındaki bekleme sürecindeki stresi sıkıntıyı atmak için bence çok iyi olacaktır çünkü yolculuk olarak adlandırdığımız şey yolcu için hiçbir zaman çok keyifli olmuyor, özellikle havalimanına girişten sonraki süreçlerde ya beklemek gerekiyor ya bir yere yetişmek... bence bu süreçleri keyifli hale getirebilir bu uygulama. K5: ... kendi hareketleriyle çevreci bir şekilde yapmaları çok güzel bir deneyim...	Stresli yolculuk sürecinde keyif verecek bir uygulama Çevre dostu	Sürdürülebilir uygulama Cazip uygulama

Tablo 4.6. (Devam) Birinci Vignetteye Ait Geçici Kategoriler

K6: Amacı çok güzel bir uygulama, eğlenceli olması dikkatleri üzerine çekecektir. Sağlıklı yaşam, enerji üretiminin sürdürülebilir şekilde olması olumlu	Eğlenceli Sağlıklı yaşamı destekleme Sürdürülebilirlik	Sürdürülebilir uygulama
K6: Yolculuk hali hazırda yorucu bir süreç. Şarja veya indirim ihtiyacı olmayan bireylerin ekstra yorulmak istemeyeceğini düşünüyorum.	Yorucu yolculuk süreci Yorgunluk	Fiziksel olumsuzluklar
K7: İnovatif bir uygulama ve çocuklarıma da model olmak isterim.	Yenilikçi uygulama	Cazip uygulama

Tablo 4.6 (Devam) Birinci Vignetteye Ait Geçici Kategoriler

Tablo 4.6. (Devam) Birinci Vignetteye Ait Geçici Kategoriler

Tablo 4.6’da görüldüğü üzere birinci vignetteye ait görüşmeler sonucu yetersiz kazanç, fiziksel olumsuzluklar, süre kısıtı, cazip uygulama, sürdürülebilir uygulama geçici kategorileri oluşturulmuştur.

Aşağıda Terminal Binalarındaki Çocuk Oyun Alanlarına Piezoelektrik Döşeme Uygulaması başlıklı ikinci vignette ile ilgili yapılan kodlamalara ve kodların geçici kategorilere dönüştürülmesine yer verilmektedir.

Tablo 4.7. İkinci Vignetteye Ait Geçici Kategoriler

Metin	Kodlar	Geçici Kategoriler
K1: Zamanım varsa ve gerekli hijyen koşulları sağlandıysa kesinlikle	Yeterli zaman gerekliliği Sağlanan hijyen	Süre kısıtı

<i>katılıp desteklediğim bir uygulama olurdu.</i> K1: ... bedava olan bu alanları, hiç düşünmeden ben bile yetişkin olarak oynamak isterdim. K2: Çocuğu ile seyahat eden bir yolcu profilinin kesinlikle ilgileneyeği bir uygulama olacaktır. Çocuğun enerjisini atması ve uçuşu daha sakın geçirmesi adına da etkili olacaktır oyun alanları.	Cezbedici, ilgi çekici İlgi çekici Çocuğun enerji atması Çocuğun uçuş esnasında sakın olması	Cazip uygulama Cazip uygulama Sakinleşme
K2: Çocuk için dikkat çekici bir uygulama iken ebeveynleri için de farkındalık yaratan bir durum olacağını düşünüyorum. K3: ...anlık olarak çocuğun ilgisini çekecektir. K3: ...anlık orada havalimanında çocuğumun iyi vakit geçiriyor olması benim havalimanına olan bakış	Farkındalık yaratma Ebeveyn farkındalığı İlgi çekici Havalimanına karşı gelişen olumlu bakış açısı Çocuğun enerji atması	Cazip uygulama Bilinç sahibi olma Cazip uygulama Artan işletme imajı

Tablo 4.7. (Devam) İkinci Vignetteye Ait Geçerli Kategoriler

<i>açımı olumlu yönde etkileyecektir.</i> K3: ...çocuğum enerji sarf edecek dolayısıyla yorulup belki uzun bir uçak seyahatinde uyuyacak. K4: Çocukların ufkunun açılması, hayal dünyalarının gelişmesi için çok etkili olacağını düşündüğüm bir uygulama.	Çocuğun uçuş esnasında sakin olması Çocuklar üzerinde etkili bir uygulama Stresli yolculuk süreci Çocuk için daha da stresli yolculuk süreci Fizyolojik dengesizlik ve huzursuzluk	Sakinleşme Hedef kitlenin etkinliği, etkin uygulama Sakinleşme
K5: Yolculuk, yolcu için stresli bir süreç iken çocuk için daha da stresli bir süreç haline gelebilmektedir. Uçuş operasyon tecrübelerime dayanarak çocukların bu süreçte huzursuzlaştığını defalarca gözlemledim. Uçuşlar çocukta birtakım fizyolojik dengesizlikler yaratmaktadır. K5: Özellikle çocukların eğlenmesi, oyuncaklarla vakit geçirmesi noktasında- enerji üretmiyor olması	Keyif verecek bir uygulama Konforlu ve rahatlatıcı	Cazip Uygulama Sakinleşme

Tablo 4.7. (Devam) İkinci Vignetteye Ait Geçici Kategoriler

<i>durumunda bile- ebeveynleri ve çocukları rahatlatacak, yolculuğu daha konforlu hale getirecek bir alan.</i>	İlgi çekici Sürdürülebilirlik Farkındalık yaratma	Cazip Uygulama Sürdürülebilir uygulama Bilinç sahibi olma
<i>K5: Bunun yanında elektrik enerjisine katkı sağlaması noktasında çocuklar için ayrıca ilgi çekici olacaktır. Ek olarak sürdürülebilirlik bilinci çocuğa ne kadar erken yerleşirse ileri de o kadar etkin rol oynayacağına inanıyorum.</i>	Kültürlerarası etkileşim Etkin amaç	
<i>Daha küçük yaşlardaki çocukların süreci anlayamama ihtimali olmasına rağmen ilk etapta farkındalık yaratılmış olunuyor. İlgili kazanım o an sağlanmasa da çocuk büyüdüğü zaman gelişecektir.</i>	Bilinç oluşması Çocuğun enerji atması Ebeveyn farkındalığı Çok yönlülük	Etkin uygulama Bilinç sahibi olma Sakinleşme
<i>K6: Halihazırda var olan çocuk oyun alanları özellikle farklı kültürlerden çocukları bir araya getirmesinden ötürü zaten beğendiğim bir aktivite alanyken böyle bir amaca hizmet</i>		

Tablo 4.7. (Devam) İkinci Vignetteye Ait Geçici Kategoriler

<i>vermesi de ekstra olumlu fikirler yarattı.</i> K6: Çocuklarda küçük yaşta bilincin oyun aracılığı ile kazandırılması ve geliştirmesi daha etkili ve akılda kalıcı olacaktır. Çocukların enerjisinin boşa harcanmaması ve uçağı beklerken sıkılmamaları da uygulamanın çok yönlülüğünü göstermekte. Bakıldığında aslında yetişkinlerin de bilinçlenmesini sağlayacak bir uygulama.	Farkındalık yaratma İlgi çekici	Çeşitli kazanımlar Bilinç sahibi olma
K7: Çocuklar küçük yaşta elektrik-devre-akım yani fen bilgisinin en temel konularına hâkim olacak ve konuyu merak edip araştırarak diye düşünür çok heyecanlanırdım. K7: Çok ilgilenirdim. Çağdaş ve çocuklarının gelişimi ile ilgilenen bir bilim insanı olarak daima destekler ve çevreme de anlatırdım.	İlgi çekici	Cazip uygulama Cazip uygulama

Tablo 4.7. (Devam) İkinci Vignetteye Ait Geçici Kategoriler

Tablo 4.7’de görüldüğü üzere ikinci vignetteye ait görüşmeler sonucu cazip uygulama, sakinleşme, bilinç sahibi olma, artan işletme imajı, etkin uygulama, sürdürülebilir uygulama, çeşitli kazanımlar, süre kısıtı geçici kategorileri oluşturulmuştur.

Tablo 4.8. Birinci Vignetteye Ait Ana Kategori ve Kategoriler

Ana Kategori (Tema)	Kategoriler	Geçici Kategoriler
Kas Gücü Uygulaması Değerlemesi	Avantajlar	Cazip uygulama Sürdürülebilir uygulama
	Dezavantajlar	Yetersiz kazanç Fiziksel olumsuzluklar Süre kısıtı

Tablo 4.8’de birinci vignetteye ait görüşmeler sonucu kategoriler avantajlar ve dezavantajlar olarak belirlenmiştir. Tema ise kas gücü uygulaması değerlemesi olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.9. İkinci Vignetteye Ait Ana Kategori ve Kategoriler

Ana Kategori (Tema)	Kategoriler	Geçici Kategoriler
Piezoelektrik Prensibi Uygulaması Değerlemesi	Avantajlar	Cazip uygulama Sakinleşme Bilinç sahibi olma Artan işletme imajı Etkin uygulama Sürdürülebilir uygulama Çeşitli kazanımlar
	Dezavantajlar	Süre kısıtı

Tablo 4.9’da ikinci vignetteye ait görüşmeler sonucu kategoriler avantajlar ve dezavantajlar olarak belirlenmiştir. Tema ise piezoelektrik prensibi uygulaması değerlemesi olarak belirlenmiştir.

4.5 Araştırmanın Bulgularının Değerlendirilmesi

Birinci vignetteye ait bulgular incelendiğinde, *‘ilgilenmezdim, ilgili uygulamaya vakit ayırmak istemezdim’* seçeneğini tercih eden katılımcının olmaması uygulamanın kabul gördüğü ve dikkatleri üzerine çektiği yorumunu yapmayı mümkün kılmaktadır. Vakıit ayırıp katılma noktasında ise birbirinden ayrışan birtakım yanıtlar bulunmaktadır. Bunun ana sebebi katılımcıların terlemek ve yorulmak gibi fizyolojik sonuçların oluşmasını istememeleridir. Ek olarak yeme içme hizmet sağlayıcılarında ve otopark işletmesinde geçerli olacak indirim kuponunun miktarı az bulunmuştur.

Anlamalı çoğunluk uygulamayı, stresli ve sıkıcı olabilen yolculuk sürecine hareket katan, eğlenceli hale getiren tüm bunların yanında sağlıklı yaşamı destekleyen yenilikçi bir uygulama olarak değerlendirilmiştir.

K3 olarak kodlanan katılımcı, 2013 yılında Bangkok Suvarnabhumi Uluslararası Havalimanı’nda benzer bir uygulama ile karşılaştığını belirtmiştir. Orada ilgisini çeken uygulamayı denemek için bisikletleri kullanmış, pedal çevirmesi sonucunda kazandığı tişörtü anı olarak halen saklamakta olduğunu da eklemiştir. Araştırmada yer alan katılımcılardan birinin daha önce benzer bir uygulamayı deneyimlemiş biri olarak yorum yapabilmesine katkı sağlamıştır.

Sürdürülebilirlik boyutu olan ve ihtiyaç duyulan enerjiyi çevre dostu şekilde temin eden bisikletlerin kullanımı fikri tüm katılımcılar tarafından desteklenmiştir. Katılımcıların yıllardır sivil havacılık sektöründe yer almaları, iklim, çevre ve sürdürülebilirlik hakkında yaşanan güncel gelişmeleri takip etmeleri ve tüm sivil havacılık paydaşlarının sürdürülebilirlik konusunda ortak bir paydada buluşması bilincine sahip olmaları verilen cevapları şekillendirmiştir.

İkinci vignetteye ait bulgular incelendiğinde, *‘İlgimi ve dikkatimi çeken bir uygulama olurdu. Kesinlikle vakit ayırıp katılırdım.’* seçeneğinin tüm katılımcılar tarafından tercih edildiği görülmektedir. Terminal binalarındaki çocuk oyun alanlarına piezoelektrik döşeme uygulamasının her katılımcı tarafından

desteklenmiş olması uygulamanın ilgi çekici bulunduğunu ve kabul gördüğünü göstermektedir. Sürdürülebilirliğe vurgu yapan bu uygulamanın, hitap ettiği hedef kitlede erken yaşta farkındalık yaratma hedefi gütmesiyle bilinç oluşumuna destek olduğu için katılımcılar tarafından onaylandığı düşünülmektedir.

Hedef kitlenin sadece çocuklar ile sınırlı kalmayacağını aynı zamanda ebeveynlerin de konu hakkında bilinçleneceğini K2 '*Çocuk için dikkat çekici bir uygulama iken ebeveynleri için de farkındalık yaratan bir durum olacağını düşünüyorum.*' ifadesinde belirtmiştir. Bu açıdan bakıldığında sadece çocuklar ile sınırlı kalmış bir uygulama olmadığı, etki alanının geniş olduğu görülmektedir. Tıpkı birinci vignette ile ilgili yapılan görüşmelerde belirtildiği gibi stresli ve sıkıcı olabilen yolculuk süreci öncesinde çocukların ve ebeveynlerin daha eğlenceli vakit geçirmesine, çocukların fazla enerjilerini üstlerinden atabilmelerine ve bunun uçuş esnasında kabin içerisindeki tutum ve davranışlarına da yansımaya olanak sağladığı için desteklenen bir uygulama olmuştur.

5. SONUÇ

Konvansiyonel olmayan enerji kaynaklarına olan yönelim sivil havacılık sektöründeki tüm paydaşlar gibi havalimanlarını da etkisi altına almaktadır. Havalimanları güneş, rüzgâr ve biyokütle gibi konvansiyonel olmayan enerji kaynaklarını etkin şekilde kullanmayı hedeflemektedir. Sahip oldukları yoğun trafiğin sağladığı insan gücü bu araştırmanın temelini oluşturmuştur. Söz konusu insan gücü enerjisinden elektrik üretimi; kas gücü ve piezoelektrik prensibi ile elektrik üretimi olarak iki alt başlıkta incelenmiştir.

Literatürde kas gücü ile elektrik üretimi kapsamında bisiklet pedalı çevirerek elektrik üretimi hakkında çok sayıda çalışma mevcuttur. Piezoelektrik prensibi ile elektrik üretimi çalışmaları da literatürde sıklıkla yer almaktadır. Piezoelektriğin çeşitli ulaşım modlarındaki kullanım alanlarını ortaya koyan çalışmalarda ve projelerde sivil havacılık alanında ve havalimanı terminal binalarında da kullanım örnekleri bulunmaktadır.

Bu çalışmada insan enerjisi ile elektrik üretimi yöntemlerinden kas gücünün ve piezoelektrik prensibinin havalimanlarında uygulanabilecek senaryolarına yer verilmiştir. Hazırlanan vignetteler aracılığı ile havacılık profesyonellerinin ilgili konu hakkında görüşleri alınmıştır. Gerçekleştirilen içerik analizi sonucunda kas gücü uygulaması değerlemesi ve piezoelektrik prensibi uygulaması değerlemesi olacak şekilde iki vignetteye ait iki ayrı tema elde edilmiştir.

Kas gücü uygulaması değerlemesi teması avantajlar ve dezavantajlar kategorisinden oluşmaktadır. Avantajlar kategorisi cazip uygulama ve sürdürülebilir uygulamadan, dezavantajlar kategorisi yetersiz kazanç, fiziksel olumsuzluklar ve süre kısıtı geçici kategorilerinden oluşmaktadır. Geçici kategoriler, yetersiz indirim, daha fazla teşvik, terlemek, yorgunluk, yetersiz zaman, ilgi çekici, yetişme telaşı, deneyim sahibi, iç hat uçuşlarda daha yüksek katılım, stresli yolculuk sürecinde keyif verecek bir uygulama, çevre dostu, eğlenceli, sağlıklı yaşamı destekleme, sürdürülebilirlik, yorucu yolculuk süreci ve yenilikçi uygulama kodlarından oluşturulmuştur.

Bisiklet Pedalı Çevirerek Elektrik Üretimi başlıklı birinci vignette havacılık profesyonelleri tarafından anlamlı çoğunlukla ilgi çekici olarak nitelendirilse de sunulan teşvikler açısından yetersiz olarak değerlendirilmiştir. Uygulama fiziki efor sarf etmeyi gerektirdiğinden oluşturabileceği yorgunluk hissi ve terleme

uygulamaya karşı bir çekince yaratmıştır. Ek olarak, havalimanında uçuş öncesi yeterli vakti olmayan yolcuların uygulamaya katılmasının pek mümkün olmayacağı sonucuna varılmıştır. Öte yandan sürdürülebilirlik noktasında fark yaratması, çevre dostu ve yenilikçi bir vizyona sahip olması, sağlıklı yaşamı desteklemesi, sıkıcı olabilen bekleme zamanını eğlenceli kılması katılımcılar tarafından uygulamanın olumlu yanları olarak belirlenmiştir.

Piezoelektrik prensibi uygulaması değerlemesi teması avantajlar ve dezavantajlar kategorisinden oluşmaktadır. Avantajlar kategorisi cazip uygulama, sakinleşme, bilinç sahibi olma, artan işletme imajı, etkin uygulama, sürdürülebilir uygulama, çeşitli kazanımlardan, dezavantajlar kategorisi süre kısıtından oluşmaktadır. Geçici kategoriler yeterli zaman gerekliliği, sağlanan hijyen, cezbedici, ilgi çekici, çocuğun enerji atması, çocuğun uçuş esnasında sakin olması, dikkat çekici, farkındalık yaratma, ebeveyn farkındalığı, havalimanına karşı gelişen olumlu bakış açısı, çocuklar üzerinde etkili bir uygulama, stresli yolculuk süreci, çocuk için daha da stresli yolculuk süreci, fizyolojik dengesizlik ve huzursuzluk, keyif verecek bir uygulama, konforlu ve rahatlatıcı, sürdürülebilirlik, kültürlerarası etkileşim, etkin amaç, bilinç oluşması, çok yönlülük kodlarından oluşturulmuştur.

Terminal Binalarındaki Çocuk Oyun Alanlarına Piezoelektrik Döşeme Uygulaması başlıklı ikinci vignette, görüşme gerçekleştirilen tüm havacılık profesyonelleri tarafından *‘İlgimi ve dikkatimi çeken bir uygulama olurdu. Kesinlikle vakit ayırıp katılırdım.’* seçeneği tercih edilerek ilgi çeken ve cazip görünen bir uygulama olmuştur. Havalimanında yolcuların uçuş öncesi süre kısıtı bulunması durumunda alanların etkin bir şekilde kullanılamayacağı ifade edilmiş, oyun alanındaki uluslararası hareketlilik sonucu hijyen şartlarının sağlanması gerekliliği vurgulanmıştır. Özellikle çocuklar için stresli olan yolculuğun öncesini eğlenceli hale getirmesi, fazla enerjilerini atmasını sağlaması ve tüm bunların yanında sürdürülebilirlik ve çevre dostu enerji üretimi hakkında farkındalık kazandırması açısından desteklenen bir uygulama olmuştur.

Tüm bu değerlendirmeler sivil havacılık sektöründe yer alan profesyonellerin tecrübeleri ve görüşleri sonucu yapılmıştır. Günümüzde önemli bir kavram olan sürdürülebilirlik hakkında bilgi ve farkındalık sahibi olmaları, terminal operasyonlarını ve yolcu profillerini iyi tanımaları ilgili görüşleri sunmalarında rol oynamıştır.

İnsan enerjisi temelli postmodern enerji üretme uygulamalarının havalimanı işletmesinin imajına olumlu etki etmesi, küresel vitrinde dikkatleri üzerine çekmesi araştırmanın beklenen çıktılarını oluşturmaktadır.

Elde edilen bulgular neticesinde havalimanı terminallerinde uygulamaya geçirilebilecek insan hareketi temelli post modern enerji üretme yöntemlerinin gelecekteki araştırmalara ve operasyonlara temel teşkil edeceği düşünülmektedir.

İlerleyen çalışmalarda vignetteler kuşak farkı gözetilerek farklı gruplara yönlitilebilir, oyun alanlarını kullanabilecek yaştaki çocuklar ile ebeveynlerinin refakatinde görüşmeler gerçekleştirilebilir. Bunların sonucunda araştırmadan farklı sonuçlar elde edilebilir.



KAYNAKÇA

- Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2009). Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization. *Renewable and sustainable energy reviews*, 14(3), 919-937.
- Agarwal, S., & Sharma, A. (2014). "PiezoPort" Energy harvesting on airport runway using piezoelectric devices. In *2014 IEEE Innovations in Technology Conference*, 1-6.
- Ahsan-uz-Zaman, K. M., Ullah, K. M., Mishir, M., & Alam, M. (2017, December). Generation of electrical power using gymnasium bicycle. In *2017 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)*, 198-200.
- Aktaş, A. (2017). Obsesif Kompulsif Bozukluğa Yönelik Sosyal Damgalama Üzerinde Psikoeğitim ve Temastan Oluşan Müdahale Yönteminin Etkisinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Psikoloji Anabilim Dalı. İzmir.
- Aslan, E., Bilgin, M. Z., & Erfidan, T. (2016). Piezoseramik Malzemelerle Elektrik Enerjisi Üretilmesi ve Depolanması. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 5(2), 66-76.
- Azman, H., & Mahadhir, M. (2017). Application of the vignette technique in a qualitative paradigm. *GEMA Online Journal of Language Studies*, 17(4), 27-44.
- Baltacı, A. (2019). Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır? *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 368-388.
- Barbier, E. (2002). Geothermal energy technology and current status: an overview. *Renewable and sustainable energy reviews*, 6(1-2), 3-65.
- Benzerga, R., Laur, V., Lebullenger, R., Le Gendre, L., Genty, S., Sharaiha, A., & Queffelec, P. (2015). Waste-glass recycling: A step toward microwave applications. *Materials research bulletin*, 67, 261-265.
- Bidwai, M. S., Jaykar, M. A., Shinde, M. S., & Shinde, S. (2017). Gym power station: turning workout into electricity. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(03), 424-426.
- Blaikie, N. (2018). Confounding issues related to determining sample size in qualitative research? *International Journal of Social Research Methodology*, 21(5), 635-641. DOI: <https://doi.org/10.1080/13645579.2018.1454644>.
- Bull, S. R. (2001). Renewable energy today and tomorrow. *Proceedings of the IEEE*, 89(8), 1216-1226.
- Burnard, P., Gill, P., Stewart, K., Treasure, E., & Chadwick, B. (2008). Analysing and presenting qualitative data. *British dental journal*, 204(8), 429-432.
- Campbell, P.B. (1996). How Would I Handle That? Using Vignettes to Promote Good Math and Science Education. American Association for the Advancement of Science. Washington, D.C.
- Carbajales-Dale, M., & Douglass, B. (2018). Human-Powered Electricity Generation as a Renewable Resource. *BioPhysical Economics and Resource Quality*, 3(1), 1-10.
- Carlson, B. E. (1996). Dating violence: Student beliefs about consequences. *Journal of Interpersonal Violence*, 11(1), 3-18.

- Chew, B. C., Loo, H. S., Bohari, I. A., Hamid, S. R., Sukri, F. H., & Kusumarwadani, R. (2017, March). Feasibility of piezoelectric tiles adoption: A case study at Kuala Lumpur International Airport (KLIA) Malaysia. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1818, No. 1, p. 020009). AIP Publishing LLC.
- Creswell, J. W. (2002). Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research. *Pearson Education, Inc.*
- Çalışır, A., Sürmeli, B., & Akçay, M. T. (2020). Metro istasyonlarında piezoelektrik malzeme kullanarak elektrik enerjisi üretilmesi. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 1-6.
- Çelik, H., Baykal, N. B., & Memur, H. N. K. (2020). Nitel veri analizi ve temel ilkeleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 8(1), 379-406.
- Çukurçayır, M. A., & Sağır, H. (2008). Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (20), 257-278.
- De Pasquale, G., Somà, A., & Fraccarollo, F. (2012). Piezoelectric energy harvesting for autonomous sensors network on safety-improved railway vehicles. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 226(4), 1107-1117.
- DeVault, T. L., Belant, J. L., Blackwell, B. F., Martin, J. A., Schmidt, J. A., Wes Burger, L., & Patterson, J. W. (2012). Airports offer unrealized potential for alternative energy production. *Environmental Management*, 49(3), 517-522.
- Dhingra, P., Biswas, J., Prasad, A., & Meher, S. S. (2012). Energy Harvesting using Piezoelectric Materials. In *International Conference on Electronic Design and Signal Processing (ICEDSP)*. 38-42.
- Dokur, E., Gökhasan, O., Örs, O. & Kurban, M. (2016). Ulaşım Sistemlerinde Titreşim Tabanlı Enerji Hasadı ve Uygulamalı Analizi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 52-58.
- Duraklar, K., Şen, B., & Atasoy, F. (2013). Enerji Üretimi İçin Kullanılan Bir Egzersiz Bisikleti İçin Fiziksel Aktivite Monitörü Tasarlanması.
- Erol Korkmaz, H. T. (2021). Örgütsel çatışma: Neye baktığımız mı, nereden baktığımız mı önemli?. *Nesne*, 9(21), 495-510.
- Finch, J. (1987). The vignette technique in survey research. *Sociology*, 21(1), 105-114.
- Fridleifsson, I. B. (2001). Geothermal energy for the benefit of the people. *Renewable and sustainable energy reviews*, 5(3), 299-312.
- Gao, M. Y., Wang, P., Cao, Y., Chen, R., & Liu, C. (2016). A rail-borne piezoelectric transducer for energy harvesting of railway vibration. *Journal of vibroengineering*, 18(7), 4647-4663.
- Göksal, S. ve Künüroğlu, F. (2022). Göç araştırmalarında deneysel vinyet çalışmaları: tasarımdan uygulamaya yöntemsel konular. *Nesne*, 10(24), 316-335.
- Hariprasad, V., Anand, A. V., Sahana, J., Priya, P. S., Christopher, A., Singh, R. A., & Jayalakshmi, S. (2017, April). Energy support to airports by wind systems. In *2017 International conference of Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)* (Vol. 2, pp. 748-751). IEEE.

- Hays, D. ve Singh, A. (2012). Qualitative inquiry in clinical and educational settings. New York: *The Guilford Press*.
- Herbert, G. J., Iniyan, S., Sreevalsan, E., & Rajapandian, S. (2007). A review of wind energy technologies. *Renewable and sustainable energy Reviews*, 11(6), 1117-1145.
- Hughes, R. (1998). Considering the vignette technique and its application to a study of drug injecting and HIV risk and safer behaviour. *Sociology of Health & illness*, 20(3), 381-400.
- Irwin, A., Sedlar, N., & Hamlet, O. (2020). Flying solo: General aviation pilot risk perception and decision-making. *Aviation Psychology and Applied Human Factors*. 10(4), 1-11.
- Izadgoshasb, I., Lim, Y. Y., Tang, L., Padilla, R. V., Tang, Z. S., & Sedighi, M. (2019). Improving efficiency of piezoelectric based energy harvesting from human motions using double pendulum system. *Energy Conversion and Management*, 184, 559-570.
- Jasim, A., Wang, H., Yesner, G., Safari, A., & Maher, A. (2017). Optimized design of layered bridge transducer for piezoelectric energy harvesting from roadway. *Energy*, 141, 1133-1145.
- Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K. H. (2018). Solar energy: Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 894-900.
- Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y., & Kurt, R. (2011). Biyokütlenin Türkiye’de enerji üretiminde değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 13(19), 63-75.
- Kavirat, S. R. K. (2017). Study of Hybrid Energy Generation through Solar Power and Piezoelectricity for Dubai Airports. Emirates Aviation University. 1-7. DOI: [10.13140/RG.2.2.24316.95367](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24316.95367)
- Kaya, Z., & Kaya, O. N. (2013). Öğretmen eğitiminde vignette tekniği ve uygulamaları. *Eğitim ve Bilim*, 38(168), 129- 142.
- Kaymakçıoğlu, F., Çirkin, T. (2005). Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi ve Elektrik Üretimi. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Mersin: EMO Y, 1-5.
- Kemer, E., & Aslan, Z. (2022). Konaklama İşletmelerinde Kadın Yönetici Olmak: Vignette Tekniği Uygulaması. *Turizm Akademik Dergisi*, 9(2), 39-53.
- Khaligh, A., Zeng, P., & Zheng, C. (2009). Kinetic energy harvesting using piezoelectric and electromagnetic technologies—state of the art. *IEEE transactions on industrial electronics*, 57(3), 850-860.
- Khan, M. B., Kim, D. H., Han, J. H., Saif, H., Lee, H., Lee, Y., ... & Lee, Y. (2019). Performance improvement of flexible piezoelectric energy harvester for irregular human motion with energy extraction enhancement circuit. *Nano Energy*, 58, 211-219.
- Kim, S., Shen, J., & Ahad, M. (2015). Piezoelectric-based energy harvesting technology for roadway sustainability. *International Journal of Applied Science and Technology*, 5(1).

- Konyalı, İ. (2019.) Türkiye İçin Mevcut Enerji Üretimine Alternatif Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji Kaynaklarının Seçimi. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı. Ankara
- Koroneos, C., Xydis, G., & Polyzakis, A. (2010). The optimal use of renewable energy sources—The case of the new international “Makedonia” airport of Thessaloniki, Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(6), 1622-1628.
- Kumar, Y., Ringenberg, J., Depuru, S. S., Devabhaktuni, V. K., Lee, J. W., Nikolaidis, E., ... & Afjeh, A. (2016). Wind energy: Trends and enabling technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 209-224.
- Marshall, B., Cardon, P., Poddar, A. and Fontenot, R. (2013). Does sample size matter in qualitative research?: a review of qualitative interviews in IS research, *Journal of Computer Information Systems*, 54(1), 11-22. DOI: <https://doi.org/10.1080/08874417.2013.11645667>
- Mekhilef, S., Saidur, R., & Safari, A. (2011). A review on solar energy use in industries. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(4), 1777-1790.
- N. Chen, H.J. Jung, H. Jabbar, T.H. Sung, T. Wei, A piezoelectric impact-induced vibration cantilever energy harvester from speed bump with a low-power power management circuit, *Sens. Actuators A Phys.* 254 (2017) 134–144.
- Nelson, C. A., Platt, S. R., Hansen, S. E., & Fateh, M. (2009, April). Power harvesting for railroad track safety enhancement using vertical track displacement. In *Active and Passive Smart Structures and Integrated Systems 2009* Vol. 7288, 398-408.
- Özkan, A., Uslu, Y., & Gedikli, E. (2022). Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Potansiyelinde Rüzgâr Gücü ve Danimarka Örneği. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 22(2), 26-35.
- Papagiannakis, A. T., Montoya, A., Dessouky, S., & Helffrich, J. (2017). Development and evaluation of piezoelectric prototypes for roadway energy harvesting. *Journal of Energy Engineering*, 143(5), 04017034.
- Paramashivaiah, P., Chakraborty, S., & Shashidhar, R. (2018). Illuminating an Airport with Sustainable Energy: Case of Cochin International Airport. *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 11(11), 11-16.
- Paulides, J. J., Jansen, J. W., Encica, L., Lomonova, E. A., & Smit, M. (2009). Human-powered small-scale generation system for a sustainable dance club. In *2009 IEEE International Electric Machines and Drives Conference* 439-444.
- Polat, M., & Taşar, M. (2013). Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşlerin Değerlendirilmesinde Alternatif Bir Yöntem: Kısa Hikâyeler Yöntemi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 258-274.
- Portakal, S., Adıgüzel S. A., Sayar B. (2014). Zayıflama Bisikleti İle Elektrik Üretimi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü. Trabzon
- Pourghodrat, A., Nelson, C. A., Hansen, S. E., Kamarajugadda, V., & Platt, S. R. (2014). Power harvesting systems design for railroad safety. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 228(5), 504-521.

- Qian, F., Xu, T. B., & Zuo, L. (2019). Piezoelectric energy harvesting from human walking using a two-stage amplification mechanism. *Energy*, 189, 116140.
- R. Li, Y. Yu, B. Zhou, Q. Guo, M. Li & J. Pei. (2018). Harvesting energy from pavementbased on piezoelectric effects: fabrication and electric properties of piezoelectricvibrator, *J. Renew. Sustain. Energy* 10 (5), 1–11.
- Roshani, H., Jagtap, P., Dessouky, S., Montoya, A., & Papagiannakis, A. T. (2018). Theoretical and experimental evaluation of two roadway piezoelectric-based energy harvesting prototypes. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 30(2), 04017264.
- Salim, S. M., & Abdulrazig, O. D. (2020). Using Smart-Piezoelectric Materials to Generate Electricity. *Bright Star Journal For Scientis Research*. 1, 1-9.
- Sandelowski, M. (1995). Sample size in qualitative research. *Research in nursing & health*, 18(2), 179-183. DOI: <https://doi.org/10.1002/nur.4770180211>
- Sayar, Ş. (2012). Sakarya ili entegre atık yönetimi ve ambalaj atıklarının geri dönüşümü. *Yüksek Lisans Tezi*, Sakarya Üniversitesi, FEN Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.
- Sim, J., Saunders, B., Waterfield, J. ve Kinston, T. (2018). Can sample size in qualitative research be determined a priori? *International Journal of Social Research Methodology*, 21(5), 619-634. DOI: <https://doi.org/10.1080/13645579.2018.1454643>.
- Soydan, H., & Stål, R. (1994). How to use the vignette technique in cross-cultural social work research. *Scandinavian Journal of Social Welfare*, 3(2), 75-80.
- Sreenath, S., Sudhakar, K., & Yusop, A. F. (2020). Airport-based photovoltaic applications. *Progress in photovoltaics: Research and Applications*, 28(8), 833-853.
- Şenpınar, A., & Gençoğlu, M. T. (2006). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri Açısından Karşılaştırılması. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 49-54.
- Tasar, M. F. (2006). Probing preservice teachers' understandings of scientific knowledge by using a vignette in conjunction with a paper and pencil test. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(1), 53-70.
- Tianchen, Y., Jian, Y., Ruigang, S., & Xiaowei, L. (2014). Vibration energy harvesting system for railroad safety based on running vehicles. *Smart materials and structures*, 23(12), 125046.
- Toprak, S., Yasar, E. (2022) The use of listening skills with vignette in teaching Turkish as a foreign language: Example C1, *Cumhuriyet International Journal of Education*, 11(1), 206-218.
- Tun, M. M., Juchelkova, D., Win, M. M., Thu, A. M., & Puchor, T. (2019). Biomass energy: An overview of biomass sources, energy potential, and management in Southeast Asian countries. *Resources*, 8(2), 1-19.
- Turhan, M., Karabatak, S., & Polat, M. (2014). Okullarda örgütsel öğrenme engellerinin Vignette tekniği ile incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 66-83.

- Tüfekçioğlu, E. (2014). Piezoelektrik Malzemelerle Enerji Hasadı. *Doktora Tezi*. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Ulhoa, F. C. P., Magalhães, P. A. A., de Souza Floriano, R. A., & Coutinho, V. N. (2017, April). Electric power generation with piezoelectricity for cargo ships. In *2017 Twelfth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER)*, 1-8.
- Valentino, N. A., Soroka, S. N., Iyengar, S., Aalberg, T., Duch, R., Fraile, M., ... & Kobayashi, T. (2019). Economic and cultural drivers of immigrant support worldwide. *British Journal of Political Science*, 49(4), 1201-1226.
- Veers, P., Dykes, K., Lantz, E., Barth, S., Bottasso, C. L., Carlson, O., ... & Wiser, R. (2019). Grand challenges in the science of wind energy. *Science*, 366(6464).
- Wang, J., Shi, Z., Xiang, H., & Song, G. (2015). Modeling on energy harvesting from a railway system using piezoelectric transducers. *Smart Materials and Structures*, 24(10), 105017.
- Wei, S., Hu, H., & He, S. (2013). Modeling and experimental investigation of an impact-driven piezoelectric energy harvester from human motion. *Smart Materials and Structures*, 22(10), 105020.
- Winger, S. (2010). Piezoelectricity From Dancing. Physics 240, Stanford University.
- Wolcott, H. F. (1994). Transforming qualitative data: Description, analysis, and interpretation. Sage.
- Yadav, S. M., Thakur, A. K., Adil, M., Kumar, R., Naithani, A., Kumar, D., & Singh, A. (2018). Power Generation Using Bicycle Mechanism as an Alternative Energy Source. *Power*, 5(4), 809- 816.
- Yalçın, Ö. (2014). Ahlaki İhlallere Tanıklıkta Ahlaki Geri Çekilme: Ahlaki Temel ve İçgrup/Dışgrup Durumlarında Gözlenen Farklılıklar. *Doktora Tezi*. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Psikoloji Anabilim Dalı. Ankara.
- Yang, B., & Yun, K. S. (2011, June). Efficient energy harvesting from human motion using wearable piezoelectric shell structures. In *2011 16th International Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems Conference*. 2646-2649.
- Yang, F., Gao, M., Wang, P., Zuo, J., Dai, J., & Cong, J. (2021). Efficient piezoelectric harvester for random broadband vibration of rail. *Energy*, 218, 119559.
- Yaraş, Z. (2019). Whistleblowing ve Etik Çatışması: Etik İkilemler Çerçevesinde Vignette Tekniği ile Nitel Bir Değerlendirme. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(6), 667-673.
- Yelmen. B., Çakır. M.T., (2011). “Yeşil Enerji Kaynakları ve Teknolojileri” Aksaray Üniversitesi, Politeknik Dergisi, 14(4), 1-11
- Yıldırım, A. (1999). Nitel araştırma yöntemlerinin temel özellikleri ve eğitim araştırmalarındaki yeri ve önemi. *Eğitim ve Bilim*, 23(112), 7-17.
- Yılmaz, D., & Korkmaz, F. Havalimanlarında Güneş Enerji Sistemlerinin Kullanılması ile İşletme Maliyetinin Azaltılması. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 4(2), 79-87.

- http-1:** <http://www.solarbos.com/Indianapolis-Airport-Project> (Erişim Tarihi: 14.01.2023)
- http-2:** <https://www.prnewswire.com/news-releases/solar-power-to-save-kuala-lumpur-international-21-million-rm-per-year-in-energy-costs-242373351.html> (Erişim Tarihi: 14.01.2023)
- http-3:** <https://www.downtoearth.org.in/blog/energy/cochin-airport-powered-by-the-sun-67780> (Erişim Tarihi: 14.01.2023)
- http-4:** <https://www.donanimhaber.com/erzincan-havalimani-nda-gunesten-elektrik-elde-edilmeye-baslandi--117756> (Erişim Tarihi: 14.01.2023)
- http-5:** <https://simpleflying.com/delhi-airport-hydro-and-solar-power/> (Erişim Tarihi: 12.12.2022)
- http-6:** <https://www.enerjiportali.com/hollanda-enerji-ureten-bisiklet-surerek-enerji-verimliligine-katki-sagliyor/> (Erişim Tarihi: 25.01.2023)
- http-7:** <https://energym.io/blogs/news/can-i-buy-an-electricity-generating-bike> (Erişim Tarihi: 22.02.2023)
- http-8:** <http://www.thesmoothiebikecompany.co.uk/electricity-generating-bikes> (Erişim Tarihi: 28.02.2023)
- http-9:** <https://balkangreenenergynews.com/new-reality-of-home-workout-generate-power-on-your-spin-bike/> (Erişim Tarihi: 22.02.2023)
- http-10:** <https://www.popsci.com/technology/article/2010-04/hotel-pays-guests-meal-vouchers-generate-electricity-exercise-bikes/> (Erişim Tarihi: 05.03.2023)
- http-11:** <https://muhendistan.com/gunes-pilleri-nasil-calisir/> (Erişim Tarihi: 17.01.2023)
- http-12:** <https://www.haberturk.com/istanbul-haberleri/15878255-pedal-cevir-telefonun-sarj-olsun> (Erişim Tarihi: 25.01.2023)
- http-13:** <https://ekolojist.net/giresunda-ogrenciler-bisiklete-binerek-elektrik-uretiyor/> (Erişim Tarihi: 27.01.2023)
- http-14:** <https://tr.euronews.com/2019/07/13/video-bu-spor-salonu-binanin-elektrigini-musterilerinden-elde-ediyor>. (Erişim Tarihi: 17.01.2023)
- http-15:** <https://www.aa.com.tr/tr/yasam/oturdugu-verde-hem-spor-yapiyor-hem-de-elektrik-uretiyor/1933260> (Erişim Tarihi: 17.01.2023)
- http-16:** <https://www.diyarbakirgazete.com/kayapinar-belediyesi-elektrik-ureten-bisiklet-yapti/> (Erişim Tarihi: 25.01.2023)
- http-17:** <https://www.karsiyaka.bel.tr/karsiyakaya-temiz-enerji-ussu> (Erişim Tarihi: 27.01.2023)
- http-18:** <https://www.enerjiportali.com/belediye-ogrencilerin-enerji-projelerine-destek-oluyor/> (Erişim Tarihi: 25.01.2023)
- http-19:** <https://teknosafari.net/1-saat-cevrilme-ile-ev-icin-1-gunluk-elektrik-ureten-bir-yatay-bisiklet-gelistirildi/> (Erişim Tarihi: 18.01.2023)

- http-20:** <https://teyit.org/analiz-bir-is-insaninin-bir-saat-cevrildigi-zaman-tum-gunluk-elektrik-ihtiyacini-ureten-yatay-bisiklet-gelistirdigi-iddiasi> (Erişim Tarihi: 18.01.2023)
- http-21:** <https://www.hurriyet.com.tr/yazarlar/vahap-munyar/durakta-atilan-adimlar-elektrik-uretmeye-yeter-mi-41201661> (Erişim Tarihi: 28.02.2023)
- http-22:** <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/trafikten-elektrik-ureten-akilli-yollar> (Erişim Tarihi: 25.12.2022)
- http-23:** <https://www.enerjigazetesi.ist/gelecegin-enerjisi-insan-gucu/> (Erişim Tarihi: 25.12.2022)
- http-24:** <https://www.pavegen.com/en/case-studies/heathrow-airport>. (Erişim Tarihi: 22.02.2023)
- http-25:** <https://blog.ferrovial.com/en/2014/08/heathrow-inaugurates-flow-corridor-illuminated-travellers-footsteps/> (Erişim Tarihi: 22.02.2023)
- http-26:** <https://www.pavegen.com/en/case-studies/abu-dhabi-airport-0> (Erişim Tarihi: 22.02.2023)
- http-27:** <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Flying-with-children.pdf> (Erişim Tarihi: 29.01.2023)
- http-28:** <https://www.okko.com.tr/haberler/cocuk-dostu-havalimanlari> (Erişim Tarihi: 29.01.2023)
- http-29:** <https://haber.aero/sivil-havacilik/istanbul-havalimaninda-cocuk-oyun-alanlari-ucretsiz-hizmet-veriyor/> (Erişim Tarihi: 29.01.2023)
- http-30:** <https://www.gokyuzuhaberci.com/cocuk-dostu-havalimani-sabiha-gokcen-45119.html> (Erişim Tarihi: 29.01.2023)
- http-31:** <https://www.milliyet.com.tr/yerel-haberler/antalya/antalya-havalimanina-teleferik-cocuk-alani-11077121> (Erişim Tarihi: 29.01.2023)
- http-32:** <https://adnanmenderesairport.com/tr-TR/terminal-servisleri/page/cocuk-oyun> (Erişim Tarihi: 29.01.2023)
- http-33:** <https://www.airporthaber.com/havacilik-haberleri/hatay-havalimaninda-cocuk-parki-surprizi.html> (Erişim Tarihi: 29.01.2023)
- http-34:** <https://www.airport-technology.com/analysis/featuregatwick-turning-waste-to-energy-5711024/> (Erişim Tarihi: 09.12.2022)
- http-35:** <https://www.bucharestairports.ro/cnab/en/media/press-releases/cnab-starts-works-for-the-exploration-of-geothermal-water-from-otopeni-perimeter-bucharest-henri-coanda-international-airport> (Erişim Tarihi: 12.12.2022)

EKLER

Ek 1- Etik Kurul Onayı



T.C.
ESKİŞEHİR TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Kurulları Sekreteryası

Sayı : E-87914409-050.03.04-2300025331
Konu : Etik Kurulu Kararı Hk.

16.05.2023

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 13.04.2023 tarihli ve E-60850919-300-2300020021 sayılı yazınız.

İlgi yazınıza istinaden; Rektörlüğümüze gönderilen danışmanlığını Doç. Dr. Vildan DURMAZ'ın yaptığı ve yazarlığını Billur ÜNSAL'ın yaptığı "**Havalimanlarında Enerji Üretimine Yeni Bir Bakış Açısı: İnsan Hareketli Postmodern Yaklaşım**" yüksek lisans tez çalışmasının etik kurul başvurusu Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği kurulu tarafından incelenmiş olup etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve uygulama dosyasının hazırlanmasında, ilgili kurumun bulunması halinde Etik Kurulu yönergelerinin dikkate alınması hususunda gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Yunus ÖZDEMİR
Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel
Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Başkanı

Belge Doğrulama Kodu: D73FD4D

Bu belge, güvenli elektronik imza ile onaylanmıştır.

Belge Takip Adresi:

<https://ubys.eskisehir.edu.tr/ERMS/RecordConfirmation?appofinden>

Adres: Eskişehir Teknik Üniversitesi İktisadi Kampüsü 26555 Taşpazarı/ESKİŞEHİR

Bilgi Açık:

Fatma Yazar

Telefon No: (0 222) 2137777 - 7453

Faks No: (0 222) 2137070

Telefon No:

(0 222) 2137329 - 7329

e-Posta:

İnternet Adresi:

Diğerli Not:

Kayıt Adresi: etik.kurulu@eskutecni.edu.tr



ÖZGEÇMİŞ

ORCID No : 0000-0002-3333-6315
Adı Soyadı : Billur ÜNSAL
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Geçmişi:

2023, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı

2021, Anadolu Üniversitesi, Açık Öğretim Fakültesi, İşletme

2021, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Havacılık Yönetimi

Yayınları:

Ünsal, B., Durmaz, V. (2023). Postmodern Non-Conventional Energy Generation From Passenger Movement At Airports. *3rd International Artemis Congress On Life, Engineering, And Applied Sciences Congress Proceedings Book*. ISBN: 978- 605- 725 63-2-4. Pp.171-184.

Ünsal, B., & Şahin Rodoplu, D. (2023). Evaluation Of the Climate Change Practices of Civil Aviation Authorities in Terms of Governance Principles. *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, 8(1), pp.10-22.

Ünsal, B., Durmaz, V. (2022). Technological Change Management: A Research On The Attitude Of Aviation Management Students. *International "Artemis" Congress On Life, Social, Health, And Sports Sciences Proceedings Book*. ISBN: 978- 605- 73228 -3-8. pp.35.

Ünsal, B., Şahin Rodoplu, D. (2022). Evaluation Of Climate Change And Civil Aviation In Terms Of Governance. *International Congress of Management Economy and Policy Abstract Book*. ISBN: 978-605-5100-85-8. pp.13.

Ünsal, B., Ateş, S.S, (2022). The Relationship Between The European Union And The United States Of America's Aircraft Accidents Statistics, *PressAcademia Procedia (PAP)*, 15, pp.177-179.

Ünsal, B., Durmaz, V. (2022). Yaşam Safhaları ve Kariyer İlişkisi. *Örnek Olay ve Uygulamalar ile Kariyer Yönetimi ve Planlaması*. (Ed). MERT, Gözde. 81-100. Artikel Akademi. ISBN: 978-625-8088-25-0. Ankara.

Ünsal, B., Durmaz, V. (2022). Havacılıkta Sürdürülebilir Yenilikte Deneyimsel Uygulamalar. *Havacılıkta Yenilik Süreçleri ve Deneyimsel Uygulamalar*. (Ed). POLAT, İnci. 301-321. Paradigma Akademi. ISBN:978-625-8240-33-7. Çanakkale.