

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SABİHA GÖKÇEN HAVALİMANINDAKİ YOLCU UÇAĞI
GÜRÜLTÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

HAVVA GÜLENÇ

KOCAELİ 2022

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SABİHA GÖKÇEN HAVALİMANINDAKİ YOLCU UÇAĞI
GÜRÜLTÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

HAVVA GÜLENÇ

Dr. Öğr. Üyesi Kadriye OKTOR
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Doç. Dr. Ercan ARPAZ
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi
Doç. Dr. Asude ATEŞ
Jüri Üyesi, Sakarya Üniversitesi

.....

.....

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 12.01.2022

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmada,

- Bu tezin/projenin 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 Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı, beyan ederim.

☒ Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

☐ Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler tarafından no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....
(İmza)

.....
Havva GÜLENÇ

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır.

Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan ***“Lisanüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”*** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- ☐ Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- ☐ Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.
- ☒ Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

.....
(İmza)

.....
Havva GÜLENÇ

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, Sabiha Gökçen Havalimanı'nın çevreye yaydığı uçak gürültüsünün değerlendirilmesi ve önlenmesi konusunda alınabilecek tedbirlerin tespit edilmesi amacı ile yapılmıştır.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca görüşleri ile çalışmalarına katkıda bulunan, yön veren, desteğini esirgemeyen danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Kadriye OKTOR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda gösterdiği anlayış ve destekten ötürü Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünün çok kıymetli eğitimcilerinden olan Doç. Dr. Ercan ARPAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Şubat 2022

Havva GÜLENÇ



İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ.....	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. HAVACILIKTA GÜRÜLTÜ	3
2.1. Gürültünün Tanımı ve Özellikleri	5
2.2. Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	8
2.3. Havacılıkta Gürültü Kaynakları.....	10
2.3.1. Uçak Gövdesinden Kaynaklanan Gürültü	11
2.3.1.1. Kanatlar	11
2.3.1.2. Burun Kapakları	12
2.3.1.3. İniş Takımları	12
2.3.2. Uçak Motorundan Kaynaklanan Gürültü	13
2.4. Uçak Gürültüsü Azaltma Konusunda Alınan Gürültü Önlemleri.....	15
2.4.1. Kaynakta Alınan Gürültü Azaltma Önlemleri	16
2.4.1.1. Modern Sessiz Uçaklar İle Kaynakta Gürültü Azaltma Önlemleri.....	17
2.4.1.2. Uçak Kalkış Prosedürü İle Kaynakta Gürültü Azaltma Önlemleri.....	18
2.4.2. Kaynak İle Alıcı Ortam Arasında Alınan Gürültü Azaltma Önlemleri	21
2.4.3. Alıcı Ortamda Alınan Gürültü Azaltma Önlemleri.....	22
2.4.3.1. Rüzgârın Etkisi.....	22
2.4.3.2. Sıcaklık Değişiminin Etkisi.....	22
2.4.3.3. Nemin Etkisi	23
2.4.3.4. Sis Yağmur ve Kar Etkisi.....	23
2.4.3.5. Türbülansın Etkisi	23
2.4.3.6. Arazi Topografyasının Etkisi	23
2.4.3.7. Zemin Yutuculuğunun Etkisi	23
2.4.3.8. Yansıtıcı Yüzeylerin Etkisi	24
2.4.3.9. Ağaçlandırmanın Etkisi.....	24
2.5. Almanya’ da ve Bazı Havalimanlarında Alınan Gürültü Önlemleri	25
2.5.1. Berlin Havalimanı’nda Alınan Önlemler	26
2.5.2. Köln/Bonn Havalimanı’nda Alınan Önlemler	27
2.5.3. Bremen Havalimanı’nda Alınan Önlemler	27
2.5.4. Münih Havalimanı’nda Alınan Önlemler	28
2.5.5. Stuttgart Havalimanı’nda Alınan Önlemler	28
3. MATERYAL VE METOD.....	29
3.1. Çalışma Yapılan Alan.....	29
3.2. Ölçümde Kullanılan Cihaz	35

4. ÖLÇÜM SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRMELER	38
4.1. Pendik Bölgesi Uçuş Rotası.....	39
4.2. Tuzla Bölgesi Uçuş Rotası.....	40
4.3. Bulgular	41
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR.....	53
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	56
ÖZGEÇMİŞ.....	57



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Ses ve gürültü	6
Şekil 2.2.	Uçaklar da gürültüye sebep olan bölümler	10
Şekil 2.3.	Uçak gövdesinin şematik gösterimi.....	13
Şekil 2.4.	Uçak motorunun şematik gösterimi.....	14
Şekil 2.5.	Uçaklar da kullanılan motor türlerinin şematik gösterimi.....	14
Şekil 2.6.	Uçak motorlarının yaklaşma ve kalkış gürültüsü grafiği.....	15
Şekil 2.7.	Kalkış gürültüsü azaltma prosedürü A	19
Şekil 2.8.	Kalkış gürültüsü azaltma prosedürü B.....	19
Şekil 2.9.	Kalkış gürültü azaltma prosedürü 1	20
Şekil 2.10.	Kalkış gürültü azaltma prosedürü 2	20
Şekil 2.11.	Ramazanoğlu Mahallesi Aile Sokak.....	21
Şekil 3.1.	Sabiha Gökçen Havalimanı fotoğrafı	30
Şekil 3.2.	Düz (linear) tip apron.....	30
Şekil 3.3.	Sağ tarafta birinci pist ve sol tarafta yapılmakta olan ikinci pist.....	32
Şekil 3.4.	Sabiha Gökçen Havalimanı'na kuzey-batı ve güney batı yönünden gelen uçakların Marmara Denizini takiben 06 pist yönünde inmesi için izlemesi gereken rotaya örnek verilebilir.	33
Şekil 3.5.	Sabiha Gökçen Havalimanı'na kuzey ve kuzey batı yönünden gelen uçakların Karadeniz'i takiben 24 pist yönünde inmesi için izlemesi gereken rotaya örnek verilebilir.	33
Şekil 3.6.	Sabiha Gökçen Havalimanı'na Marmara Denizini takiben gelen uçakların, dolanarak Karadeniz'i takiben 24 pist yönünde inmesi için izlemesi gereken rotaya örnek verilebilir.	34
Şekil 3.7.	Sabiha Gökçen Havalimanından 06 pist yönünde kalkan uçakların Karadeniz'i takiben kuzey ve kuzey-doğu yönünde, Yalova'yı takiben güney yönünde ve Sakarya'yı takiben batı yönünde izlemesi gereken rotalara örnek verilebilir.	34
Şekil 3.8.	Sabiha Gökçen Havalimanı'ndan 24 pist yönünden kalkan uçağın Marmara Denizini takiben kuzey- batı ve güney-batı yönünde izlemesi gereken rotaya örnek verilebilir.	35
Şekil 3.9.	Gürültü ölçüm cihazının ön ve arka yüzleri	36
Şekil 3.10.	Maraşel Fevzi Çakmak Mahallesi ölçüm fotoğrafı	36
Şekil 3.11.	Sabiha Gökçen Havalimanı yıllara göre yolcu sayısı değişimi	37
Şekil 4.1.	Pendik uçuş rotası güzergâhında ölçüm yapılan noktaların harita üzerinde gösterimi	40
Şekil 4.2.	Tuzla uçuş rotası güzergâhında ölçüm yapılan noktaların haritada üzerinde gösterimi	41
Şekil 4.3.	Ramazanoğlu Mahallesi Aziziye Sokak ölçüm fotoğrafı	45
Şekil 4.4.	Ramazanoğlu Mahallesi Aile Sokak ölçüm fotoğrafı.....	46
Şekil 5.1.	Kaynarca Mahallesi ölçüm fotoğrafı	49

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Meydana getirdiği olumsuz etkilere göre gürültü düzeyleri.....	9
Tablo 3.1. Sabiha Gökçen Havalimanı 2020-2021 yılları arasında ki yolcu değişim yüzdesi	37
Tablo 4.1. Pendik uçuş güzergâhında gürültü ölçümü yapılan noktalar ve koordinatları.....	38
Tablo 4.2. Kurtköy uçuş güzergâhında gürültü ölçümü yapılan noktalar ve koordinatları.....	39
Tablo 4.3. Tablo 3 Havalimanı �evresel gürültü sınır değerleri	42
Tablo 4.4. Pendik rotası iniş ve kalkış güzergâhında yapılan gürültü ölçüm sonuçları.....	42
Tablo 4.5. Pendik rotasında iniş-kalkış esnasında �l��len Lmax, Lmin, Leq değerleri	43
Tablo 4.6. Uçak hareket durumuna göre oluşan gürültü değerleri.....	45
Tablo 4.7. Tuzla rotası iniş ve kalkış güzergâhında yapılan gürültü ölçüm sonuçları.....	46
Tablo 4.8. Tuzla rotasında iniş-kalkış esnasında �l��len Lmax, Lmin, Leq değerleri	47

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
dB	: Desibel
DHMI	: Devlet Hava Meydanları İşletmesi
ECAC	: European Civil Aviation Conference (Avrupa Sivil Havacılık Konferansı)
EEA	: European Environment Agency (Avrupa Çevre Ajansı)
EPNL	: Effective Perceived Noise Level (Algılanan Etkin Gürültü Seviyesi)
EUROCONTROL	: European Organisation for the Safety of Air Navigation (Avrupa Hava Seyrüsefer Güvenliği Örgütü)
ft	: Fit
Hz	: Hertz
ICAO	: International Civil Aviation Organisation (Uluslararası Sivil Havacılık Kurumu)
ILO	: International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
İSG	: İstanbul Sabiha Gökçen
kHz	: Kilohertz
KİK	: Kamu İktisadi Teşebbüsü
km/s	: Kilometer/ saat
Lakşam	: Akşam gürültü göstergesi
Leq	: Eşdeğer ses basıncı düzeyi
Lgece	: Gece gürültü göstergesi
Lgündüz	: Gündüz gürültü göstergesi
Lmax	: Maksimum gürültü düzeyi
Lmin	: Minimum gürültü düzeyi
m/sn	: Metre /saniye
Pa	: Pascal
SEL	: Ses etkileşim düzeyi
SPL	: Ses basıncı düzeyi
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

SABİHA GÖKÇEN HAVALİMANINDAKİ YOLCU UÇAĞI GÜRÜLTÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Dünya genelinde artan teknolojik iyileşmeler ve hızla artan nüfus yoğunluğu sebebi ile ulaşım araçlarına olan talep her geçen gün artmakta ve yeni ulaşım araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Artan bu talep doğrultusunda, hava taşıtlarının da kara taşıtları kadar yaygınlaştığı gözlemlenmektedir. Bu ihtiyaçlar neticesinde İstanbul’da ve ülkemizde birçok bölgede yeni havalimanları inşa edilmiştir. Bu durum hava trafiğinin artmasına ve yeni gürültü problemlerini ortaya çıkarmasına sebep olmaktadır. Mevcut şartlar bu konuda yeni önlemler alınmasını zaruri kılmaktadır.

Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesinde gürültü konusu ile ilgili Avrupa Birliği konseyi tarafından çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi ile ilgili 18.07.2002 tarihinde bir direktif yayınlanmıştır. Bu direktife ek olarak ülkemizde de gürültünün azaltılması amacı ile Çevresel Gürültü Direktifine uyumlu olarak “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği” yürürlüğe girmiştir. Türkiye ‘de gürültü ile ilgili bütün çalışmalar bu yönetmelik doğrultusunda yapılmaktadır.

Tez çalışması kapsamında Sabiha Gökçen Havalimanının bulunduğu coğrafi konumu, meteorolojik etkenler ve havalimanının mevcut özellikleri incelenmiştir. Havalimanı çevresinde uçakların iniş kalkış güzergâhlarında on üç farklı noktada gece, gündüz ve akşam zaman dilimlerinde ölçümler yapılmıştır. Ölçüm sonuçları Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği kapsamında değerlendirilmiştir. Havalimanlarında uçakların hareketleri sonucu gürültüye sebep olabilecek etkenler araştırılarak, uçak gürültüsünün önlenmesi ve azaltılması hususunda alınabilecek tedbirler belirlenmiştir. Ayrıca Almanya’da uçak gürültüsü konusunda alınan bazı önlemlere de yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hava Limanlarında Gürültü, Havacılık Tarihi, Uçak Gürültüsü.

NOISE OF PASSENGER AIRCRAFT AT SABIHA GÖKÇEN AIRPORT EVALUATION

ABSTRACT

Due to the increasing technological improvements and rapidly increasing population density throughout the world, the demand for transportation vehicles is increasing day by day and new transportation vehicles are needed. In line with this increasing demand, it is observed that air vehicles are becoming as widespread as land vehicles. As a result of these needs, new airports were built in Istanbul and in many regions in our country. This situation causes an increase in air traffic and new noise problems. Current conditions necessitate taking new measures in this regard.

A directive on the Evaluation and Management of Environmental Noise was published by the European Union Council on the subject of noise in the Official Journal of the European Communities on 18.07.2002. In addition to this directive, the "Regulation on Evaluation and Management of Environmental Noise" has been put into effect in accordance with the Environmental Noise Directive with the aim of reducing noise in our country. All studies related to noise in Turkey are carried out in line with this regulation.

Within the scope of the thesis study, the geographical location of Sabiha Gökçen Airport, meteorological factors and the current features of the airport were examined. Measurements were made at thirteen different points in the landing and take-off routes of the aircraft around the airport, during the night, day and evening time periods. The measurement results were evaluated within the scope of the Environmental Noise Evaluation and Management Regulation. The factors that can cause noise as a result of the movements of the aircraft at the airports were investigated, and the measures that could be taken to prevent and reduce the aircraft noise were determined. In addition, some measures taken in Germany about aircraft noise are also included.

Keywords: Noisy At Airports, Aviation History, Aircraft Noisy.

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun hayatında huzur ve sükûnetin değeri hiçbir varlık ile değıştirilemeyecek kadar yüksektir. Günümüzde yaşadığımız çevrenin kalitesini ve insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen önemli etkenlerden biri de gürültüdür. Gürültüyü, insanların psikolojik ve fizyolojik dengesini bozan, iş başarısını azaltan, çevrenin sessizliğini azaltarak ya da yok ederek niteliğini değıştiren hoşla gitmeyen seslerden oluşan önemli bir çevre kirleticisi olarak tanımlayabiliriz.

Sanayi devriminin ardından makineleşme ve endüstriyel gelişmelere bağılı olarak artan ulaşım faaliyetleri, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de en önemli gürültü kaynaklarının başında gelmektedir. Şehirlerde ulaşım araçlarına bağılı gürültüyü öncelikli olarak karayolu gürültüsü oluştursa da havalimanı ve uçuşlardan kaynaklanan gürültü de, özellikle havalimanı çevresindeki yapılarda, önemli bir etki oluşturmaktadır (Emekli, 2019).

Gürültü ile ilgili Avrupa Birliği konseyi tarafından çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi İle ilgili 18.07.2002 tarihli Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesinde (2002/49/EC) bir direktif yayınlanmıştır.

Ülkemizde çevresel gürültünün kontrolüne yönelik ilk hukuki düzenleme 1983 yılında 2872 sayılı Çevre Kanunu ile yapılmıştır. Çevre Kanunu'na istinaden ilk teknik düzenlemeler ise 1986 tarihli “Gürültü Kontrol Yönetmeliğı” ile yapılmıştır. Bu Yönetmelik, 2002/49/EC sayılı Çevresel Gürültü Yönetimi hakkında Avrupa Birliği Direktifi ile uyumlu hale getirilerek 4 Haziran 2010 tarihinde “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğı” adı altında yayımlanmıştır. Çevre Kanunu'nun hükümlerine uyulup uyulmadığının denetleme yetkisi Çevre ve Şehircilik Bakanlığına aittir.

Türkiye'de çevre gürültüsü ile ilgili düzenlemeler 18.11.2015 tarih ve 29536 sayılı Resmi Gazete ile değıştirilmiş olan Çevresel Gürültünün Değerlendirmesi ve Yönetimi Yönetmeliğı ve buna ek olarak çıkartılmış, 31.05.2017 tarih ve 30082 sayılı Resmi Gazetede yayınlanmış olan Binaların Gürültüye Karşı Korunması Hakkındaki Yönetmeliğı göre yapılmaktadır.

Yönetmeliğin amacı, muhtemel huzur ortamının bozulmasını önlemek ve çevre gürültüsüne maruz kalan insanların fiziksel ve ruhsal sağlıklarını korumak için gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktır.

Teknolojik gelişmeler ve hızlı nüfus artışı ile birlikte çeşitli ulaşım araçlarına olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Günümüzde hava taşıtlarının da kara taşıtları kadar yaygınlaştığını görmekte ve bu ihtiyaç neticesinde, ülkemizde birçok noktada yeni havalimanları inşa edilmektedir, artan hava trafiği yeni gürültü problemleri ortaya çıkarmakta ve bu konuda yeni önlemler alınmasını zaruri kılmaktadır (Danışman, 2010).

Çalışmanın amacı Sabiha Gökçen Havalimanının çevreye gürültü konusunda verdiği rahatsızlığın boyutunun tespit edilmesi ve elde edilen veriler ışığında gelişen teknoloji ile birlikte alınabilecek önlemlerin belirlenmesidir. Çalışma kapsamında gürültü kaynağı ile alıcı arasında, kaynakta ve alıcıda alınabilecek tedbirler irdelenmiş, Almanya havalimanlarında alınan gürültü önlemlerinden de kısaca bahsedilmiştir.

2. HAVACILIKTA GÜRÜLTÜ

Tarihte farklı zaman dilimlerinde farklı ulaşım araçları kullanılmıştır. 18. Yüzyıla kadar denizyolu taşımacılığı ön planda iken 18. Yüzyıl sonrasında demiryolu taşımacılığı önem kazanmıştır. Karayolu ve havayolu taşımacılığının ise 20. Yüz yıldan itibaren kullanımı başlamış ve yaygınlaşmıştır. Bütün ulaşım alt sistemleri dikkate alındığında havayolu taşımacılığı en yeni ulaşım alt sistemidir (Emekli, 2019).

Havacılığın kökeninin insanlık tarihi kadar derin ve insanlığı etkileme bakımından ise yalnız 100 yıllık bir geçmişe sahip olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalar neticesinde 1903 yılının son ayına gelindiğinde, tek bir motorlu uçak ile başlayan havacılıktaki köklü değişimler, 37 yıl sonra General Motors'a bağlı Allison Engineering'in ayda 1000 motor üretecek kapasiteye ulaşması ile birlikte önemli bir sektöre dönüşmeyi başarmıştır(Yalçın, 2016).

Havayolu ulaşımı 1. Dünya Savaşı öncesinde yalnızca askeri amaçlarla kullanılırken, savaş sonrasında ticari havacılık faaliyetleri başlamıştır. İlk askeri uçaklar ABD ordusunda yerlerini almıştır. Bu gelişmeye ek olarak 1910'da Fransa, 1911'de İngiltere ordularında havacılık ile ilgili oluşumlar kurulmaya başlanmıştır (Emekli, 2019).

Dünyada havacılığın gelişimine göz attığımızda uçaklarla ilgili yapılan çalışmalar çok eski tarihlere kadar gitmekteyse de şüphesiz ki uçaklarla ilgili en önemli gelişme 18. Yüzyılın sonlarına doğru başlamıştır. Uçaklar üzerinde birden çok bilim insanı çalışmalar yapmış, büyük çabalar göstermiş ve riskli denemeler yapmışlardır. Uçakların icat edilmesi sırasında, kuşların kanat çırpmasından ilham alınmış ve uçak tasarımı üzerine bu alanda yoğun çalışmalar yapılmıştır (Yalçın, 2016).

Wright Kardeşler, Orville, Wilburi 1903 yılında ilk motorlu uçağın havada kalabilmesini başaran ABD'li kardeşlerdir ve bu onların ilk icadıdır. Wilbur Wright ve Orville Wright uçağın ilk mucitleridir. İlk motorlu uçak ise Wright kardeşlerin defalarca yaptıkları deneyler neticesinde icat edilmiştir. İki mucit kardeş tarafından yapılan ilk motorlu uçak yaklaşık olarak 120 metre kadar uçmuş ve havada 12 saniye boyunca kalmayı başarabilmiştir. Uçak başarılı bir şekilde yere iniş yaptıktan sonra kardeşler,

insanlık açısından en önemli buluşlardan biri olacak olan uçağı icat ettiklerini açıklamışlardır.

Türkiye’de havacılık tarihi Osmanlı döneminde 1623-1640 yılları arasında yaşadığı bilinen Hazarfen Ahmed Çelebi’nin kuşlardan esinlenerek yaptığı bir çift kanat ile bir süre havada kalması ile başlamıştır. Dünyada ilk kez uçmayı başaran Türk bilginidir (URL-1).

Ülkemizde havacılığın temelleri, 1912 yılında, Sefaköy’de bugünkü Atatürk Hava Limanının hemen yakınında ki küçük bir meydan ve içerisinde yer alan iki adet hangardan oluşan bu alanda atılmıştır. 1925 yılında kurulan Türk Tayyare Cemiyeti ile Türk Sivil Havacılığının kurumsal temelleri atılmış ve daha sonra bu kurum Türk Hava Kurumu adını almıştır(URL-2).

Ülkemizde 28 Ocak 1925 tarihinde Vecihi Hürkuş tarafından ilk Türk yapımı uçak olma özelliğini taşıyan, Vecihi K-IV imal edilmiş ve ilk uçuş gerçekleştirilmiştir. Daha sonra Vecihi Hürkuş tarafından ilk Türk Sivil havacılık okulu açılmıştır.

Türkiye’de ilk defa 1933 yılında beş uçaktan oluşan küçük bir filo ile İlk Sivil Hava Taşımacılığı "Türk Hava Postaları" ismi ile başlamıştır. Cumhuriyetimizin kuruluşunun 10. yılında, Milli Savunma Bakanlığı bünyesinde kurulan "Havayolları Devlet İşletme İdaresi" daha sonra Türk Hava Kurumu adını almıştır. Bu kuruluşun görevi Türkiye’de sivil hava yolları kurmak ve taşıma yapmak olarak belirlenmiştir.

Aynı yıllarda özel teşebbüsler başlamış olup Nuri Demirağ tarafından İstanbul Beşiktaş’ta uçak fabrikası ve Sivas Divriği’nde uçak-motor fabrikası kurulmuştur. Bu girişimleri ile de yetinmeyen Nuri Demirağ İstanbul Yeşilköy’de Havaalanını ve Gök Okulu’nu açmıştır. 1940’lı yılların başında Türkiye Cumhuriyeti kamu ve özel sektör olarak havacılık endüstrisinde Avrupa’da üçüncü sırada yer almıştır. Türk Hava Kurumu, Ankara Etimesgut ve Kayseri’deki fabrikalarında motor ve uçak imal ederken, Nuri Demirağ sadece yerli mühendis ve yerli işçiler ile kendi imkânlarını kullanarak ilk Türk tipi yolcu uçağını üretmiştir. (Yılmaz, 2020).

Bugün, ülkemizdeki havacılık faaliyetleri, 2920 Sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu ve bu kapsamda yayımlanmış olan İdari ve Teknik Yönetmelikler ve Havacılık otoriteleri tarafından belirlenmiş talimatlar çerçevesinde yürütülmektedir.

Ülkemiz, yüksek teknoloji gerektiren uluslararası havacılık gelişmelerini yakından takip etmek ve çağın gereklerini yerine getirmek için çeşitli uluslararası teşkilatlara üye olmuştur. Uluslararası Sivil Havacılığın temelini oluşturan "Uluslararası Sivil Havacılık Anlaşması - Şikago Sözleşmesi"ne ülkemiz 1945 yılında taraf olmuş ve Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı-ICAO kurucu üyeleri arasında yer almıştır (URL-3).

1954 yılında Ulaştırma Bakanlığı bünyesinde "Sivil Havacılık Dairesi Başkanlığı" kurulmuştur. Teknolojik gelişmeler ve uluslar arası uçuş standartlarını takip etmek amacı Avrupa Sivil Havacılık Konferansı- ECAC'a 1956 yılında kurucu üye olan ülkemiz, Avrupa Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı EUROCONTROL'e de üye durumundadır. Bunlara ek olarak bölgesel düzeyde de çeşitli organizasyonlara üye olan ülkemiz, Havacılık faaliyetlerini ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak sürdürmektedir.

1 Mart 1989 tarihinde Türkiye, Avrupa hava trafik yönetimini ve emniyetini geliştirmeyi amaçlayan Avrupa Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı-EUROCONTROL'e üye olmuştur (Yılmaz, 2020).

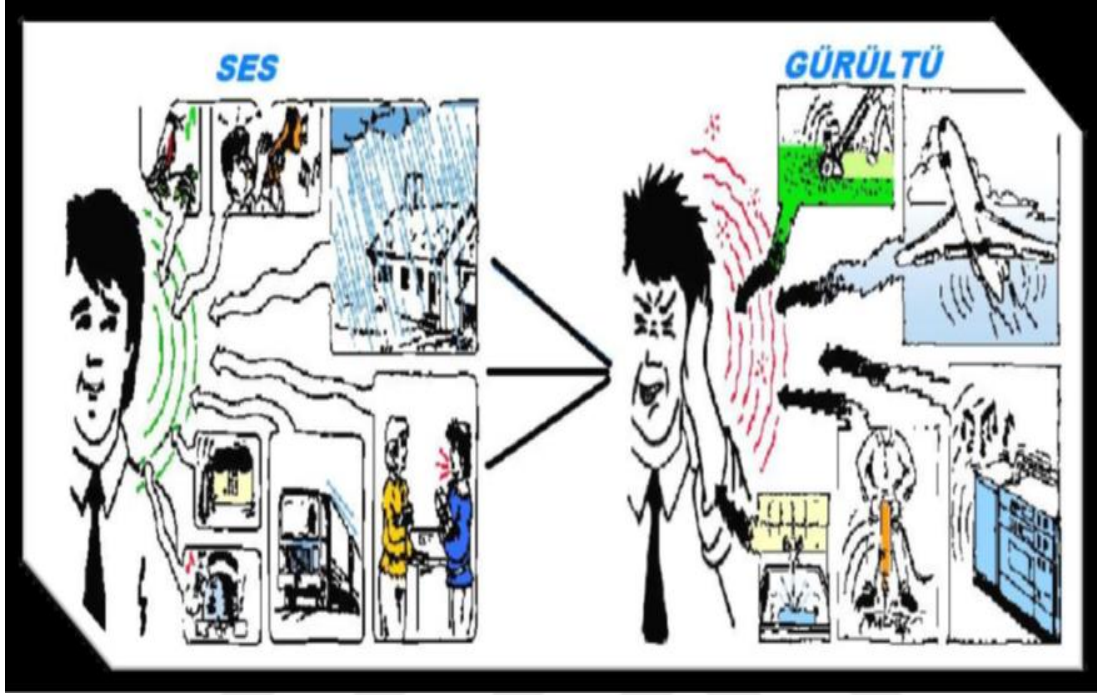
Artan hızlı nüfus ile birlikte hava limanlarına olan talep giderek artmakta ve yeni hava limanları inşa edilmektedir. Yerleşim yerlerine yakın inşa edilen bu hava limanları gürültü problemlerini de beraberinde getirmektedir. Problemlerin tespit edilmesi ve gerekli önlemlerin sunulması hususunda gürültü ile ilgili bazı tanımlamaların yapılması gerekmektedir.

2.1. Gürültünün Tanımı ve Özellikleri

Günlük yaşamda, seslerin varlığı, insanların kendilerini iyi hissetmesi için gereklidir. Konuşma, müzik, doğadaki sesler, yaşantımız için vazgeçilmezdir. Ancak, istenmeyen ses olarak tanımlanan gürültü, insan sağlığını olumsuz olarak etkilemektedir.

Ses herhangi bir maddenin moleküllerinin titreşmesi sonucu meydana gelen ve bu maddenin hava, sıvı veya gaz ortamda yayılması ile ortaya çıkan enerji dalgasıdır.

Fiziksel olarak ses bir tür dalga hareketidir, dalgalar halinde yayılır ve tüm dalga tepkisi gibi ses de frekansa sahiptir (Doğan ve Çataltepe, 2018).



Şekil 2.1. Ses ve gürültü

Sesin tanımı gürültü kontrol yönetmeliği içerisinde “ Titreşim yapan hava basıncındaki dalgalanmalar ile oluşan ve insanda işitme duyusunu uyaran fiziksel bir hadisedir” şeklinde yer almaktadır. Hava basıncının değişme miktarına da “ Ses Basıncı“ denir. Ses havada 340 m/sn, suda 1500 m/sn ve çelikte 5000 m/sn hızla yayılır (Atmaca, 1997).

Şekil 2.1’de ses ve gürültünün yayılımı görülmektedir. Sesin iki temel karakteristiği şiddet ve frekansıdır. Ses dalgalarının birim zamandaki titreşim sayısına frekans denir birimi Hertz (Hz) ile ifade edilir. Her titreşim kulak tarafından işitilmez, insan kulağı 20Hz -20.000Hz arasındaki sesleri işitebilir. İnsan kulağının en duyarlı olduğu frekans aralığı 1000-4000 Hz arasındır.

Bu frekans aralığı insanların yaşlarına, cinsiyetlerine sağlıklarına ve çalışma ortamlarına göre farklılık gösterir (Hodges, 1977). Ses basınç seviyesinin birimi desibeldir ve dB simgesi ile sembolize edilir. Ses seviyesinin birimi, kullanılan ağırlık eğrisine göre dBA, dBB, dBC dir (URL-4).

Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) 1977 yılında yayınladığı 148 sayılı gürültü ve titreşim hakkında sözleşme kararında “gürültü, insan sağlığına zararlı olan, işitme bozukluğuna sebep olabilecek tüm sesler olarak tanımlamaktadır” (ILO C148, 1977). Gürültünün sözlük anlamı ise aralarında uyum bulunmayan düzensiz seslerin bütünü, patırtı, şamata olarak tanımlanmaktadır.

Gürültü; istenmeyen, rahatsız edici ya da sağlıksız sesler olarak adlandırılabilir. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de toplum sağlığını ve konforunu çeşitli biçimlerde etkileyen yaygın kirlilik türlerinden biri gürültü kirliliğidir, dB(A) olarak ölçülmektedir. dB(A) skalası logaritmik bir yapıya sahiptir. Duyma sınırı eşiği 0 dB(A) olup, 120–130 dB(A) ise insan kulağının ağrı eşiğidir. Bir ses yaklaşık olarak 6–10 dB(A) arası artırılırsa insan kulağının bu sesi iki kat şiddette hissetmesi mümkündür.

Ölçümde genel olarak bilinmesi gereken parametreler ve tanımları;

- Leq, LAeq (Eşdeğer gürültü düzeyi) : Gürültünün enerji açısından eşdeğeri olan sabit seviyedir, belli zaman aralıkları içinde ses seviyeleri değişim gösterirken, genellikle A ağırlıklı ses seviyesi olarak ölçülür
- Lgündüz (Gündüz gürültü göstergesi) : Senenin gündüz süreleri tanımına göre belirlenen ve gündüz süresince rahatsızlık düzeyidir. A ağırlıklı uzun dönem ses, düzeyi ortalamasıdır.
- Lakşam (Akşam gürültü göstergesi) : Yılın akşam sürelerinin tamamına göre belirlenir ve akşam süresince rahatsızlık düzeyidir. A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalamasıdır.
- Lgece (Gece gürültü göstergesi) : Yılın gece sürelerinin tamamına göre belirlenen ve gece boyunca uyku kaçıracı rahatsızlığı ifade etmekte kullanılan etkileşim seviyesidir. A ağırlıklı uzun dönem ses seviyesinin enerji ortalamasıdır.
- LA max : Ölçüm süresi içerisinde A ağırlıklı ses düzeyinin en büyük değerini (dBA olarak ölçülür.),
- LA mim : Ölçüm süresi içerisinde A ağırlıklı ses düzeyinin en küçük değerini (dBA olarak ölçülür.),
- LC max : dBC olarak ölçülen, ölçüm süresi içerisinde C ağırlıklı rms tabanlı ses seviyesinin en büyük değerini,

- LC min : dBC olarak ölçülen, ölçüm süresi içerisinde C ağırlıklı rms tabanlı ses seviyesinin en küçük değerini,

Gürültü değerleri frekans spektrumuna göre, Geniş bant ve Dar bant olarak adlandırılmaktadır.

- Geniş bant gürültü: Gürültüyü oluşturan seslerin frekansları geniş bir aralığı kapsar. Gürültünün spektrumu yaygındır ve herhangi bir frekans bandında toplanmaz.
- Dar bant gürültü: Geniş bant gürültünün tersine, bu tür gürültünün frekans dağılımı, belli bir frekans bandında toplanmış bir grafik gösterir. Diğer bir deyişle, gürültüyü oluşturan arı seslerden frekansı belli bir aralıkta olanlar baskındır (Arpacı, 1995)

Zaman ile değişimine göre, kararlı gürültü ve kararsız gürültü olarak iki grupta incelenebilir.

- Genellikle zaman içindeki değişimleri 5 dB(A) içinde kalan bir gürültü, kararlı gürültü olarak adlandırılır. Yani gürültünün seviyesinde zamanla bir değişme gözlenmez ve bu tarz gürültüler için genellikle ani gürültü düzeyi ölçümü (Lp) yeterlidir.
- Kararsız gürültü seviyeleri ise zaman içinde önemli değişiklikler gösterir. Ayrıca kararsız gürültünün değerlendirilmesi esansında, aynı ses enerjisine sahip, ancak kararlı bir gürültünün dB cinsinden ses seviyesi tanımlanır. Bu tip gürültüler için genellikle eşdeğer gürültü seviyesi ölçümü (Leq) yapılır.(URL-5)

2.2. Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nın gürültüyü “Kişinin fiziksel, zihinsel ve sosyal yönden tam bir iyilik hali” şeklinde tanımlamaktadır. Gürültü insanların sağlığı açısından bir risk olmasının yanı sıra, insan davranışlarını kısıtlaması, ciddi bir stres ve rahatsızlık oluşturmaları nedeniyle, kısaca “kabul edilmeyen ve sakıncalı ses” olarak tarif edilmektedir.

Yaşadığımız ortam da sosyal hayatın fazla karmaşık olması, çalışanların ruhen ve bedenlen yıpranmaları, gürültüye olan toleransı ve tahammülü giderek azaltmaktadır. Günümüzde gürültü problemlerine gereken önem verilmiyor gibi görünmektedir. Bu problemler diğer çevresel sorunlar gibi farklı boyutlara sahiptir. Gelişerek büyüyen

ülkemizde bu problem hızla artış göstermekte ve rahatsızlıklar ortaya çıkmaktadır, fakat alınan tedbirler yetersiz kalmaktadır. Gürültünün neden olduğu çevresel problemler, gürültüye sebep olan etken ortadan kalkınca ani olarak son bulmakta ve geride herhangi bir kalıntı bırakmamaktadır. (Doğan ve Çataltepe, 2018)

Yaşanılan yerin hava, su, toprak, gürültü ve görüntü kirliliğinden tutunda, insanlar arasındaki iletişim bozukluklarına kadar her türlü olumsuz çevre koşulları insanın biyolojik, ruhsal, bilişsel ve sosyal yapılarını olumsuz etkiler. Bu durumların her birinin ayrı ayrı etkilerini açıklamak çok uzun olacaktır. Çalışma alanlarında, beden ve ruh sağlığını olumsuz etkileyen, çalışanlarda verim düşüklüğüne neden olan birçok çevresel faktör vardır. Bu çevresel faktörlerden biri olan gürültü kirliliğinin insanda yarattığı olumsuz etkileri aşağıda yer almaktadır. Gürültü, insanda psikolojik ve fizyolojik olmak üzere birçok sağlık sorununa neden olmaktadır. Tablo 2.1’de gürültü düzeylerinin insan sağlığı üzerine etkileri görülmektedir. Gürültünün insan sağlığına etkileri 4’e ayrılabilir.

1. Fizyolojik etkileri: Vücutta ki kan basıncının artması, dolaşım bozuklukları, solunumda hızlanma, kalp atışlarında ani artışlar.
2. Fiziksel etkileri: Daimi veya sürekli işitme bozuklukları.
3. Psikolojik etkileri: Hal ve tavırlarda bozukluklar, aşırı sinir ve stres.
4. Performans etkileri: İş performansının düşmesi, yoğunlaşma bozukluğu, hareketlerin yavaşlaması. (Şahin, 2007)

Tablo 2.1. Meydana getirdiği olumsuz etkilere göre gürültü düzeyleri. (Demirkale ve Aşçıgil, 2007)

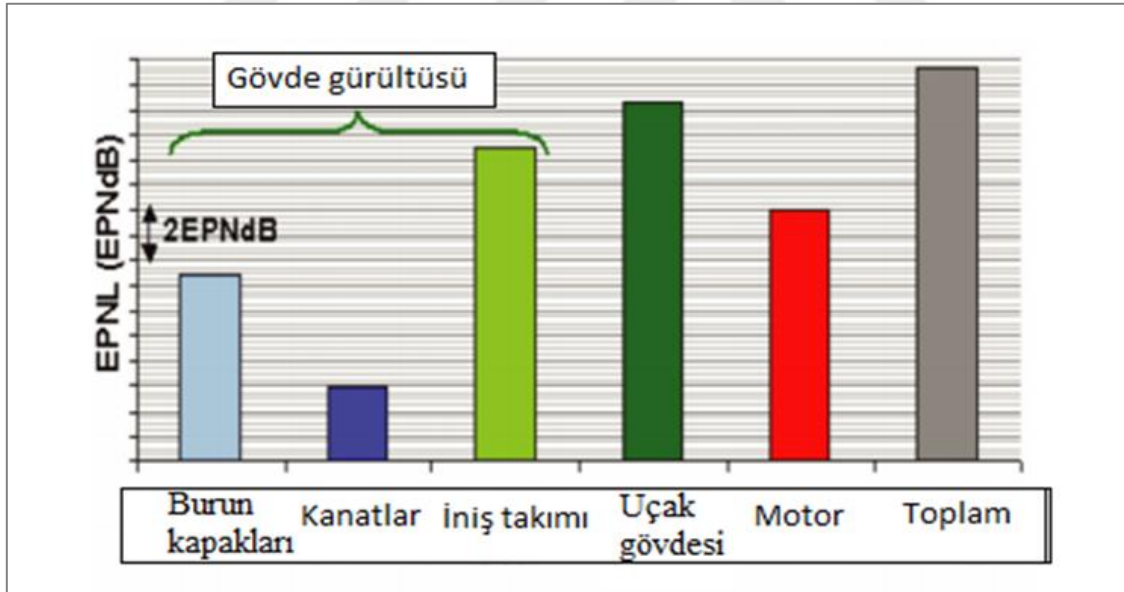
30-65 dBA	I. Derecedeki Gürültüler Konforsuzluk Konsantrasyon ve uyku bozukluğu Kızgınlık
65-90 dBA	II. Derecedeki Gürültüler Fizyolojik gürültü Kalp atışlarının değişimi Beyindeki basıncın azalması
90-120 dBA	III. Derecedeki Gürültüler Fizyolojik gürültü Baş ağrısı
120-140 dBA	IV. Derecedeki Gürültüler İç kulakta bozukluk
140>dBA üstü	V. Derecedeki Gürültüler Kulak zarının patlaması

2.3. Havacılıkta Gürültü Kaynakları

Gelişen teknolojinin beraberinde getirdiği temel sorunlardan bir tanesi de gürültü problemleridir. Teknolojik gelişmeler ve artan nüfus artışı ile birlikte uçak seyahatleri ve havalimanlarına olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu ihtiyaç neticesinde yeni havalimanları inşa edilmekte, artan nüfus artışı ile birlikte havalimanları ve yerleşim yerlerinin giderek birbirine yaklaştığı görülmektedir.

Uçaklardan kaynaklanan gürültü birçok faktöre bağlıdır. En önemli faktör uçak tipleri ve motorlarıdır. Uçakların meydana getirdiği gürültü; uçak özelliklerine göre değişmektedir. Farklı uçak tipleri farklı şiddetlerde gürültü oluşturmaktadır.

Genel olarak, uçak gürültü kaynakları iki prensibe ayrılabilir motor ve uçak gövde gürültüsü. Şekil 2.2’de uçak parçalarının çıkarttığı gürültü miktarları görülmektedir. Gövde gürültüsü, çıtalar, kanatlar ve iniş takımlarından oluşmaktadır. (Zhao ve diğ., 2020)



Şekil 2.2. Uçaklar da gürültüye sebep olan bölümler (Zhao ve diğ., 2020)

Havacılık sektöründe gürültünün temel kaynakları, uçağın motorları, basınçlama, havalandırma sistemi ve hidrolik sistemlerden gelen seslerdir. En büyük gürültü problemleri ise helikopterlerde ile pervaneli uçaklarda ve yüksek performanslı savaş uçaklarında ortaya çıkmaktadır. Uçakların çevrede yarattığı gürültü, kalkış, iniş, alçak

uçuş manevraları ve (askeri havacılıkta) atış görevleri sırasında ortaya çıkar; uçağın türüne ve mesafeye göre değişmekle birlikte 120-160 dB, sivil havacılıkta 70 dB civarındır (URL-6).

Uçak gürültüsü, uçağın motorlarının meydana getirmiş olduğu aerodinamikten kaynaklanmaktadır. Bu aerodinamik gürültü, uçağın kontrol yüzeylerine, gövdesine ve iniş takımlarına sürtünen havanın yaptığı gürültüdür. Ancak en önemli gürültü kaynağı uçağın motorudur. Dolayısıyla uçak gürültüsü, uçağın tipine, türüne, hacmine ve diğer mevcut özelliklerine bağlıdır. Örneğin pervaneler gibi hızlı hareket eden parçalar, jet egzoz gazları kadar gürültüye katkıda bulunurlar. Uçuş esnasında en fazla gürültü üretilen konum, maksimum itmenin verildiği kalkış pozisyonudur. Uçak kalkış manevrası sırasında en iyi itme gücüyle tırmanır ve bu esnada motorlar en yüksek kapasite ile çalışır, belli bir yüksekliğe ulaşan uçak, motor gücünü düşürerek uçuşa uygun, daha düşük motor gücü ile seyrine devam eder.

Uçağın iniş-kalkış manevraları sırasında oluşan gürültü seviyesi birden fazla faktöre bağlıdır. Uçağın ağırlığı, motor tipi ve sayısı bunlardan en önemlileridir. Uçak gürültüsünün bağlı olduğu bir diğer faktör ise uçağın sahip olduğu hacimdir. Daha geniş motorlu uçaklar daha büyük gürültülere sebep olur (Şahin, 2007).

2.3.1. Uçak Gövdesinden Kaynaklanan Gürültü

Uçak gövde gürültüsü; kanatlar, burun kapakları (slat) ve iniş takımı gürültüsü olmak üzere üç bölümde incelenebilir. Bu bölümler şekil 2.3 'de görülmektedir.

2.3.1.1. Kanatlar

Bu bölüm uçağın yan kanatları ve kuyruk yüzeyleri de dahil olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Uçağın yan kanatları üzerinde flap, slats ve spoiler bölümleri yer almaktadır. Kantlardaki yoğun gürültünün asıl sebebi uçağın açılmış iniş kapakları (flap), burun kapakları (slats) ve fren kapaklarıdır (spoiler).

Spoiler kanat üst kısmında flapların önünde bulunan yukarı doğru açılan kumanda yüzeyleridir. Kanatın üst kısmındaki hava akımını karıştırmak ve geri sürüklemek kuvvetini artırmak için kullanılırken aynı anda belirli açılarda açılarak kanat üstündeki

hava akımını karıştırır, hem kaldırma gücünü azaltırlar, hem de hava akışını engelleyerek geri sürüklemeyi artırarak uçağın hızını motor gücüyle oynamadan yavaşlatır. Bu şekilde uçak yatay uçuş pozisyonunda kontrollü bir şekilde irtifasını azaltabilir.

Flaplar ise uçak kanatlarının gövdeye yakın kısımlarında yer alır. Bunlar kanatçıklara benzeseler de sağ ve sol flapların yönleri hep aşağı yöndedir. Bir nevi hava freni görevi gören flaplar havada ve iniş esnasında uçuk süratini azaltmak için kullanılırlar.

İnişte tekerler yere değdiğinde hepsi birden açılarak hava freni görevi görürler. Ve aileronlarla aynı anda açılıp kapanarak yatış kontrolünde aileronlara yardımcı olurlar.

2.3.1.2. Burun Kapakları

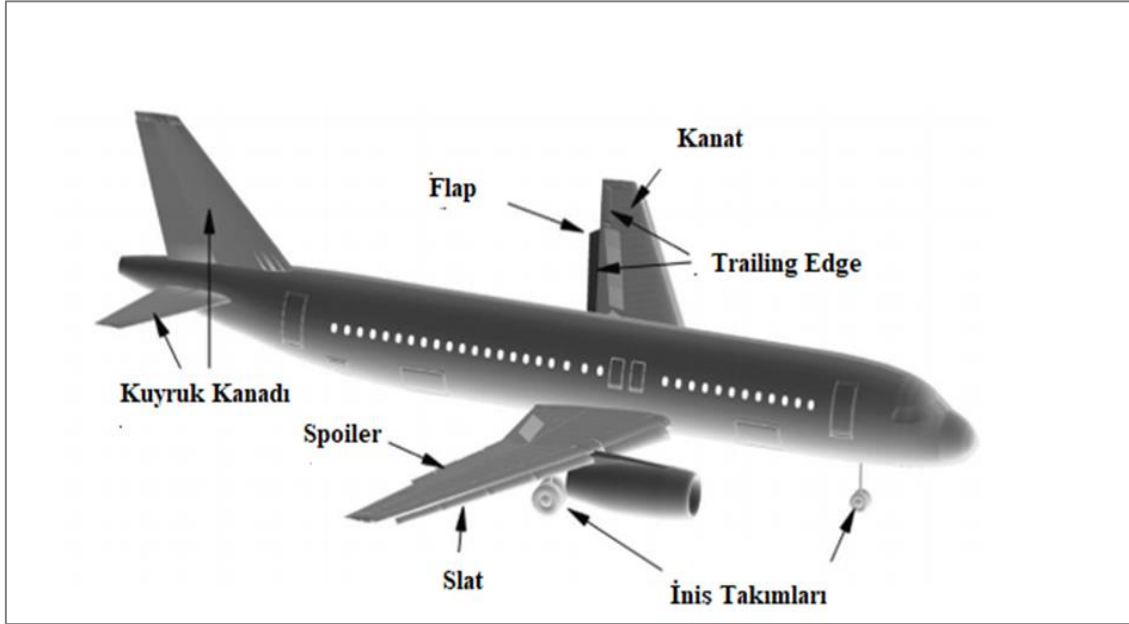
Slatslar kanatların ön tarafında bulunurlar. Uçuş esnasında hücum açısını ayarlayarak kanadın taşıma kuvvetini arttırmak için kullanılırlar. Bunu kanadın kamburluğunu artırarak sağlarlar. Bu durum uçağın daha düşük hızlarda stall olmadan uçabilmesini sağlar. Uçuş esnasında açık durumda olan ön kanat kenarında ki burun kapakları ve arka kanat kenarında ki iniş kapakları kalkış esnasında ve iniş esnasında daha yüksek itiş gücüne neden olurken, kanat yüzeyindeki direncin artması ile uçağın frenlenmesi için kullanılmaktadır.

2.3.1.3. İniş Takımları

Diğer bir önemli gürültü kaynağı da kalkış ve iniş esnasında açılan iniş takımlarıdır. Uçak iniş takımları ana ve burun tekerlekleri, ayaklar, akslar, tekerlek yuvaları gibi bölümlerden oluşmaktadır. Günümüzde üretilen iniş takımları, dar bir alan içinde çalışmakta ve birbirlerini karşılıklı etkileyen çok sayıda ses kaynağından oluşmaktadır. Kalkış esnasında iniş takımlarında ki yüksek oranda hava direnci nedeniyle iniş takımları, havalandıktan sonra mümkün olduğunca çabuk içeri alınmalı ve bu sayede gürültü önemli ölçüde azaltılmalıdır.

Uçak gövdesinde yer alan tüm gürültü kaynakları, çevreye yayılan gürültüye aynı seviyede katkıda bulunmaz. Şekil 2.3 de gösterildiği gibi, iniş takımı yaklaşımda

önemli bir katkı sağlar. İstatistiksel olarak, iniş takımı sistemi gürültüye yaklaşık % 30 katkıda bulunur (Zhao ve diğ., 2020).



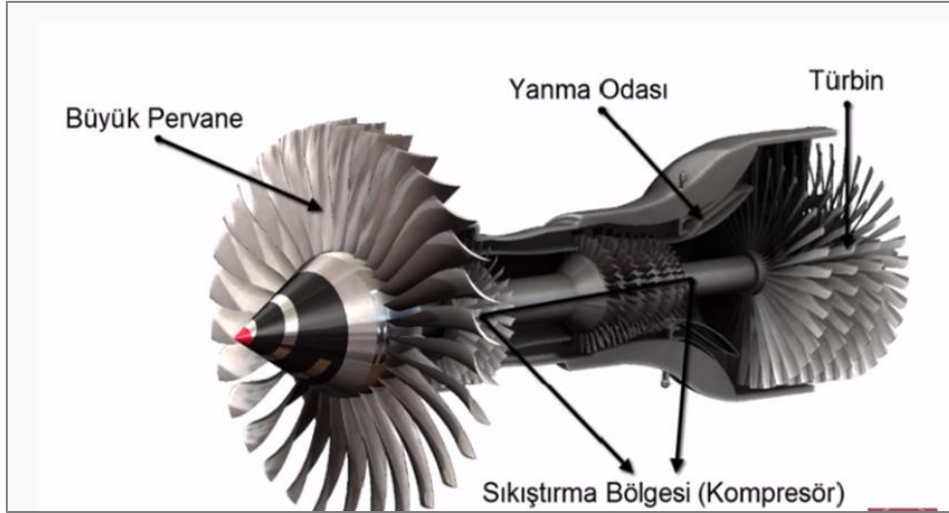
Şekil 2.3. Uçak gövdesinin şematik gösterimi

2.3.2. Uçak Motorundan Kaynaklanan Gürültü

Uçak motorları Newton'un üçüncü hareket yasası olarak bilinen "Her etkiye karşılık eşit kuvvette ters yönde bir tepki vardır" prensibi ile çalışmaktadır. Uçak motorları büyük pervane vasıtası ile atmosferden aldığı havayı sıkıştırıp yakıtla yakarak ısıtır. Bu ısıtma neticesinde ortaya çıkan gazları, hızla dışarı püskürterek, ters yönde bir itme gücü oluşturur ve bu güç ile de motorun bağlı olduğu aracın hareket etmesi sağlanır. Motor kaynaklı gürültüleri pervaneler, kompresör, yanma odası ve tribün ve egzoz bölümlerinden oluşturmaktadır. Şekil 2.4'de görülmektedir.

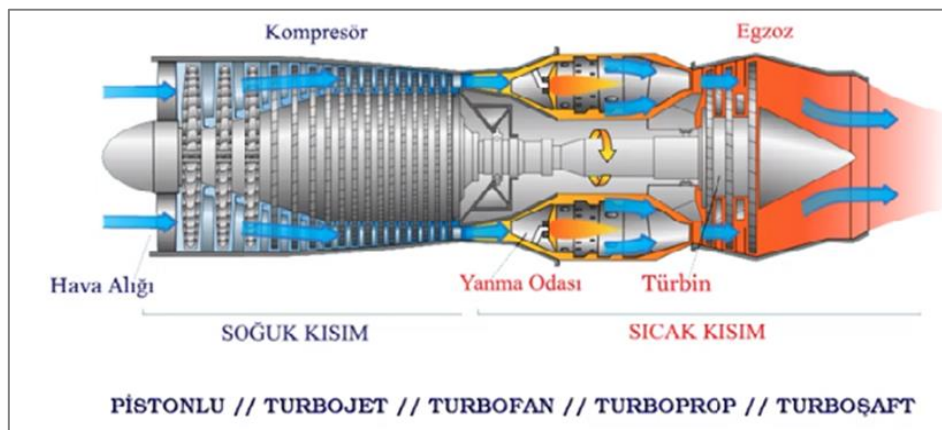
Bu tip motorlarda uçak gürültüsü, ağırlıklı olarak atık gazların dışarı atılması esnasında oluşur. Atık gazın püskürtülmesi esnasında oluşan girdaplar, farklı frekanslarda farklı gürültüler meydana getirir.

Uçak motorlarının gürültüsünü azaltmak amacı ile geliştirilen yeni nesil motorlarda püskürtme hızı düşürülmüştür. Bu durum daha önce göz ardı edilen kompresör, yanma odası türbin gibi kısımların gürültüsünün ön plana çıkmasına neden olmuştur.



Şekil 2.4. Uçak motorunun şematik gösterimi (Keskin, 2014)

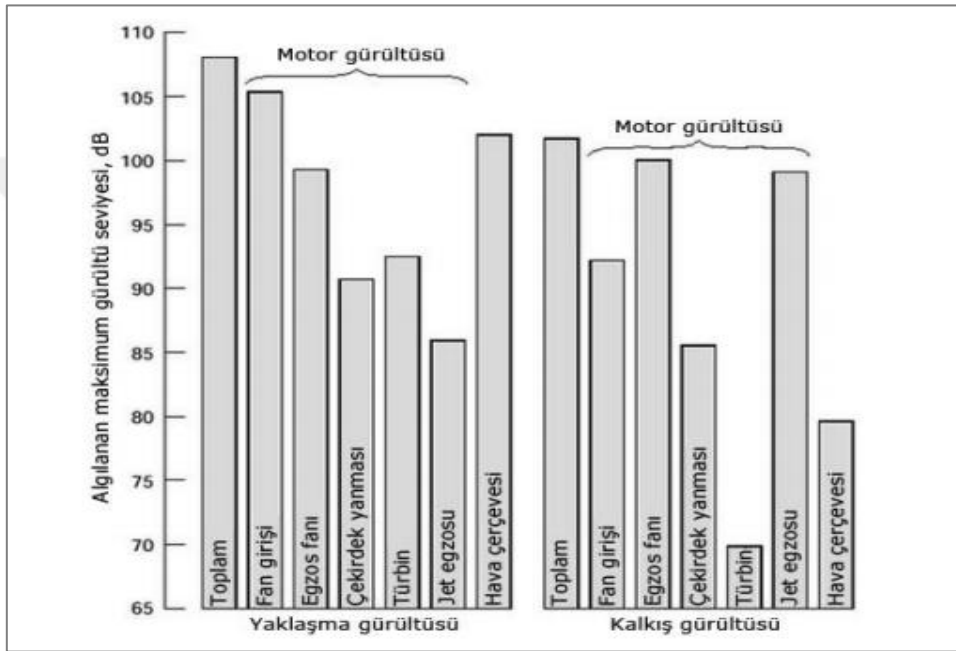
- Pistonlu motorlar: Daha sık genel havacılık kategorisine giren 1-4 kişilik uçaklarda kullanılmaktadır.
- Turboprop motorlar: Küçük ticari yolcu uçaklarında yüksek verimliliklerinden dolayı tercih edilmektedir.
- Turbofan motorlar: Genel olarak orta ve büyük yolcu uçaklarında kullanılmaktadır.
- Turbojet motorlar: Genellikle süpersonik hızların gerektiği askeri uçaklarda tercih edilmektedir
- Turboşaft motorlar: Yüksek güç çıkışı ve yüksek güvenilirlik gerektiren helikopterlerde kullanılmaktadır (URL-7).



Şekil 2.5. Uçaklar da kullanılan motor türlerinin şematik gösterimi

Özellikle kalkış ve tırmanış sırasında maksimum güçle çalışan uçak motorlarının hava alanları yakınında ki yerleşme bölgelerinde, rahatsız edici gürültüye sebep olmaması

istenir. Pistonlu uçak motorlarının en büyük problemi pistonların gidip gelme hareketi sonucu oluşan motor gürültüsü ve titreşimdir. Şekil 2.5’de uçaklarda kullanılan motor türlerinin şematik gösterimi görülmektedir. Bir turboprop motorunun mekanik gürültüsü pervane gürültüsüne nazaran daha azdır. Uçağın içinde oturanlar bakımından jet motoru en sessiz motor tipidir, fakat yerden bakan bir gözlemciye göre, özellikle kalkış ve yaklaşma safhalarında maksimum gürültü seviyesine sahiptir. Turbofan motor, daha yavaş motor gaz çıkış hızı nedeniyle turbojet motordan daha sessizdir. (Şahin, 2007).



Şekil 2.6. Uçak motorlarının yaklaşma ve kalkış gürültüsü grafiği

Uçak kalkış manevrası sırasında en iyi itme gücüyle tırmanır ve bu esnada motorlar en yüksek kapasite ile çalışır, belli bir yüksekliğe ulaşan uçak, motor gücünü düşürerek uçuşa uygun, daha düşük motor gücü ile seyrine devam eder. Uçak iniş manevrası sırasında motorlar daha düşük güçte çalışmaktadır. Bu durum uçakların kalkış manevrası sırasında iniş manevrasına göre daha fazla gürültü oluşturmalarına sebep olur. Şekil 2.6’ da da görüldüğü gibi uçak kalkış gürültüsü uçak yaklaşma gürültüsünden daha fazladır (Jeppesen, 2020).

2.4. Uçak Gürültüsü Azaltma Konusunda Alınan Gürültü Önlemleri

Türkiye’de uçak gürültüsü ile ilgili yılda elli binden fazla iniş/kalkışın yapıldığı hava alanlarında işletmeciler tarafından; çevresel gürültünün tespitinde kullanılmak ve

bu Yönetmeliğin 13 üncü maddesi kapsamında hazırlanan mevzuat çerçevesinde getirilen esasları sağlamak amacıyla TS 2605 standardı esas alınarak gürültü ölçüm/kontrol/izleme sistemi kurulmaktadır.

Yönetmeliğin uygulanmasının bilimsel bir zemine oturtulması amacıyla teknik çalışmaların tam ve doğru yapılması, güncel verilerin takip edilmesi ve gürültü haritalarının hazırlanması önem arz etmektedir. Bu kapsamda, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı olarak uygulamalı projeler yürütülmektedir.

Bu projeler kapsamında ANSM (Havalimanı Gürültü Ölçüm İzleme ve Kontrol Sistemleri) Alman menşeli Topsonic firması tarafından; Ankara Esenboğa, Antalya ve İzmir Adnan Menderes Havalimanlarına tesis edilmiş olup, sistemler aktif olarak çalışmakta ve gürültü emisyonları aktif olarak izlenmektedir.

Havalimanı Gürültü Ölçme Sisteminin temel görevi; havalimanına yakın bölgelerde gürültü ölçümü yapmak, havalimanı trafik verilerinin örneklemesini çıkarmak, gürültüsü ölçülen uçaklar ile bağ kurmak, havalimanları ve yetkili merciler için rapor oluşturmak ve yerleşim yerine etkisi olan uçak gürültüsünün ortalama değerini hesaplamaktır. Ek olarak Türkiye'yi temsil edecek şekilde Adana, İzmir, İstanbul, Bursa ve Ankara illerindeki seçilen pilot alanlarda belirli gürültü kaynakları için örnek gürültü haritaları ve eylem planları hazırlanmıştır. Ayrıca, gürültü azaltım tedbirleri el kitabı, gürültü haritalama kılavuzu ve gürültü eylem planlamasına yönelik faydalı bilgileri içeren dokümanlar hazırlanmıştır.

Artan gürültü problemleri daha sıkı önlemler alınmasını zaruri kılmaktadır. Bu önlemler aşağıda ki başlıklar ile gösterilebilir.

- Kaynakta denetim
- Kaynakla alıcı arasında denetim
- Alıcıda denetim

2.4.1. Kaynakta Alınan Gürültü Azaltma Önlemleri

Gürültü önlemlerinin temelini kaynakta oluşan gürültünün alıcıya ulaşmasını önlemek amacı ile kaynakta alınan önlemler, alıcıda alınan önlemler ve kaynak ile aracı arasında alınan önlemler kapsamaktadır. Havalimanı inşa edilmeden önce çevresel etki

değerlendirme ve gürültü eylem planları hazırlanmalıdır. Havalimanı gürültü maruziyeti azaltma konusunda en temel önlemler havalimanı yapılacak arazinin seçimi ile başlamaktadır. Havalimanı yapılacak arazi yerleşim yerlerinden uzakta konumlandırılmalıdır. Havalimanı faaliyete geçtikten sonra da etrafı mümkün olduğunca yerleşime açılmamalı ve bölgeye ait imar planları bu doğrultuda düzenlenmelidir.

2.4.1.1. Modern Sessiz Uçaklar İle Kaynakta Gürültü Azaltma Önlemleri

Kaynakta alınacak önlemlerden bir diğeri de gürültünün kaynağı olan uçaktır. Bu konuda gerekli çalışmaların yapılarak modern sessiz uçakların faaliyete geçirilmesi planlanmaktadır.

İletim fan motorları aracılığı ile gürültü azaltma önlemi bu konuya örnek verilebilir. Dişli fan motorları, çok yüksek verimlilikle beraber tamamen yeni bir motor mimarisine dayanmaktadır. Geleneksel motorlar aksine dişli fan, insan işitme aralığının çok üstünde olan yüksek frekanslı sesler çıkarmaktadır. İnsanlar bu sesleri duyamadığı için insanların işittiği uçak gürültüsü önemli ölçüde azalmaktadır (URL-8).

Aktif gürültü koruması havacılık kanununda düzenlenmiştir ve temel olarak hava sanayisinde gürültüyü en aza indirmeyi planlamaktadır. Havaalanları alınacak bu önlemler için zaten uygundur. Havaalanlarında ki olay ek olarak hangi önlemlerin uygulanabileceğini düzenlemektir.

Mevcut araştırma projeleri aktif gürültü korumasına odaklanmaktadır. Avrupa Havacılık Araştırmaları Danışma Konseyi, ACARE, Strateji belgesinde "Flightpath 2050", yeni uçakların gürültüsünü 2050 yılına kadar yüzde 65 oranında azaltmayı planlamaktadır. Bu 2000 yılında üretilen yeni uçakların çıkardığı gürültüden 15 desibel daha az bir orandır. ACARE, Avrupa Komisyonu, Avrupa üniversitelerinde ve büyük araştırma kurumları ile Avrupa Havacılık Endüstrisinden meydana gelmektedir. Trend belirleyen bu araştırma gündemine göre, uçak ve motor üreticileri, havacılık endüstrisi, ulusal ve uluslararası düzeydeki bilim ve politika unsurları yakın işbirliği içinde çalışmakta ve ARGE faaliyetlerine milyonlarca avro yatırım yapmaktadır. Havacılık endüstrisi,

özellikle motor alanındaki yenilikleri ile uçak gürültüsünün azaltılmasına önemli katkılarda bulunmaktadır (URL-8).

Alıcı konutlar üzerinde ki gürültü maruziyetini azaltmak amacı ile gelişen teknolojiye ayak uydurarak daha modern, daha sessiz uçakların kullanılması ve düzenli bakımlarının yapılması şiddetle önerilmektedir.

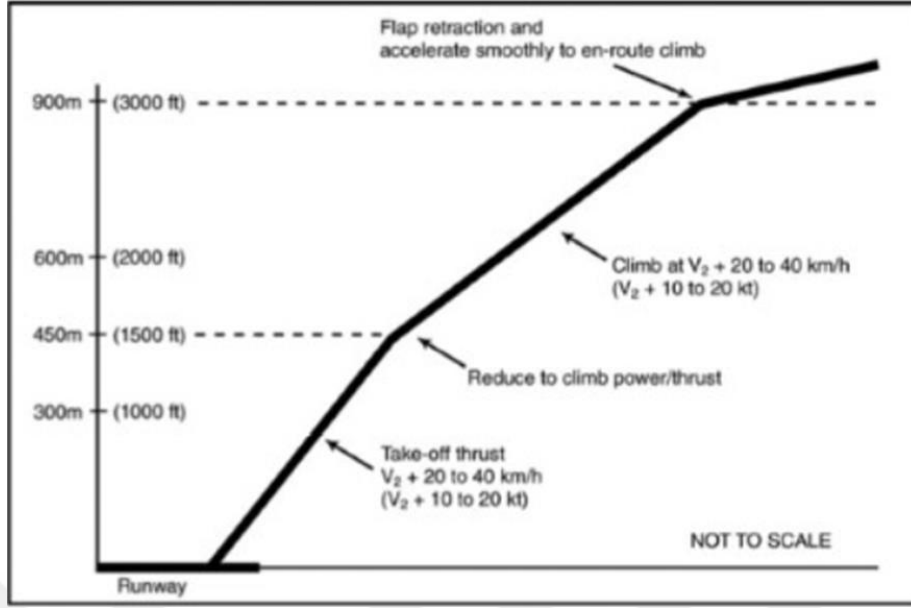
2.4.1.2. Uçak Kalkış Prosedürü İle Kaynakta Gürültü Azaltma Önlemleri

Uçak gürültüsü en çok uçakların kalkış manevrası esnasında görülmektedir. Türkiye’de de uçak gürültüsünün azaltılması konusunda uçakların kalkışı esnasında bir takım uçuş prosedürleri uygulanmaktadır. Bu prosedürlerin örnekleri aşağıda mevcuttur.

Uçuş prosedürleri konusunda son yıllarda havaalanları çevresinde birçok araştırma ve test gerçekleştirilmiştir. Amaç, mümkün olduğunca sessiz uçuş prosedürleri bulabilmektir. Önlemler, iniş sırasında uçakların yüksek rakımlarda daha uzun kalması ve kalkıştan sonra daha hızlı yükselmesi şeklindedir. Çünkü uçak yerden ne kadar uzak olursa, o kadar az gürültü gelir. Tüm değişiklikler Uçak Gürültü Komisyonu tarafından yerinde dikkatle incelenmeli ve tavsiye edilmelidir.

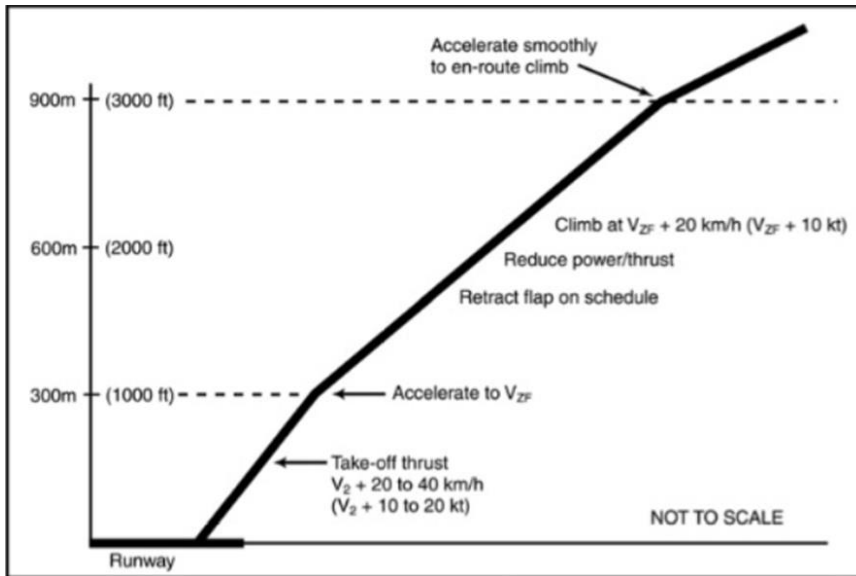
Bir yerde gürültü azaltma yönelik alınan önlem başka bir yerde gürültü seviyesinde bir artışa ve dolayısıyla yeni şikâyetlere yol açabilir. Mümkünse bu durumdan kaçınılmalıdır (Peris ve diğ., 2019).

Bu prosedür kanatların geri çekilerek başlatılmasını içerir minimum irtifa ile yükselindiği ön görülür (havalimanından 240 m/800ft yükseklik üstünde) sonra ön görülen maximum irtifaya erişilir. (Havalimanından 900m 3000ft yükseklik üstünde) Kanatlar planlanan şekilde geri çekilirken pozitif rotada tırmanış sürdürülür. Gerekirse performans için ön görülen minimum irtifanın altında olunabilir. Tatmin edici hızlanma performansı sağlayan bir noktada hızlanma segmenti boyunca başlatmada güç veya itme azaltılır. Ön görülen maksimum irtifada normal yolda tırmanma prosedürüne geçiş yapılır. Bu başlatma tırmanış hızı gürültü azaltmanın başladığı noktada en iyi tırmanma hızı olan $V_2 + 20\text{km/h}$ dan daha az olmaktadır. ($V_2 + 10\text{kt}$)



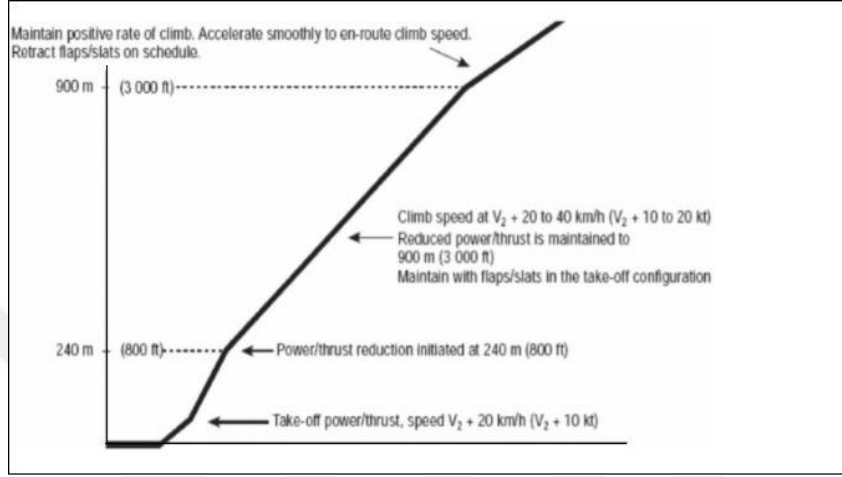
Şekil 2.7. Kalkış gürültüsü azaltma prosedürü A

Şekil 2.7’de pistten havalanan uçak havalimanı üzerinde en iyi tırmanma hızı ile 450m (1500ft) yüksekliğe ulaştıktan sonra, 450m (1500ft) ve 900m (3000ft) arasında daha az itme gücü ve daha düşük açı ile yükselmeye devam eder. 900m (3000ft) üzerine tırmanmayı artırmak için sorunsuz bir hızlanma ile birlikte planlan şekilde kanatlar geri çekilir. Bu prosedürlerin amacı için metre ve fit olarak verilen yükseklikler ve kilometre / saat ve deniz mili olarak verilen hızlar operasyonel olarak kabul edilebilir eşdeğerler olarak kabul edilmektedir.



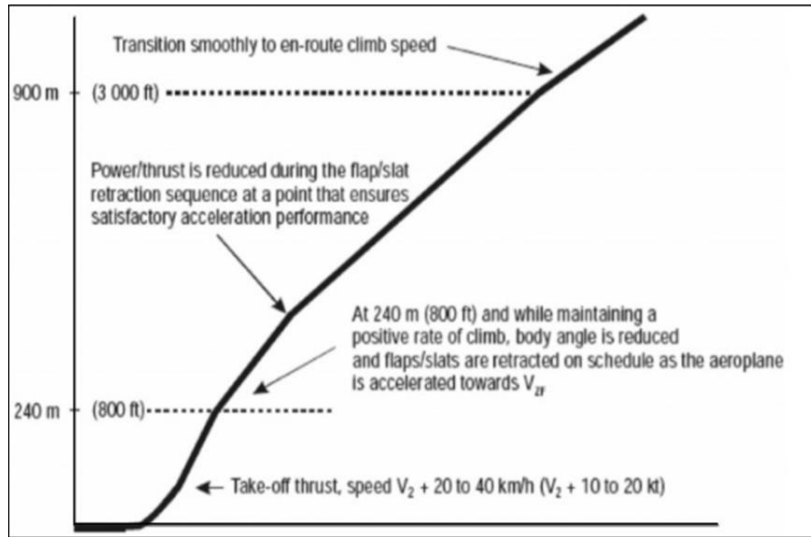
Şekil 2.8. Kalkış gürültüsü azaltma prosedürü B

Şekil 2.8’de pistten havalanan uçak havalimanı üzerinde en iyi tırmanma hızı ile 300m (1000ft) yüksekliğe ulaştıktan sonra, 300m (1000ft) ve 900m (3000ft) arasında itme gücünü azaltarak daha düşük açı ile planlanan şekilde kanatlar geri çekilerek yükselmeye devam eder 900m (3000ft) üzerine tırmanırken sorunsuz bir şekilde hızlanma devam etmektedir.



Şekil 2.9. Kalkış gürültü azaltma prosedürü 1

Şekil 2.9’da pistten havalanan uçak havalimanı üzerinde en iyi tırmanma hızı ile 240m (800ft) yüksekliğe ulaştıktan sonra, 240m (800ft) ve 900m (3000ft) arasında itme gücünü azaltarak daha düşük açı ile planlanan şekilde kanatlar geri çekilerek yükselmeye devam eder. 900m (3000ft) üzerine tırmanırken sorunsuz bir şekilde hızlanma devam ederken ve planlanan şekilde kanatlar geri çekilmektedir.



Şekil 2.10. Kalkış gürültü azaltma prosedürü 2

Şekil 2.10’da pistten havalanan uçak havalimanı üzerinde en iyi tırmanma hızı ile 240m (800ft) yüksekliğe ulaştıktan sonra, uçak 240m (800ft) de pozitif yönde tırmanışını sürdürürken, gövde açısını azaltır ve uçak doğru hızlanırken, kanatlar planlanan şekilde geri çekilir. Uçak 900m (3000ft)’e tırmanırken itme gücünü azaltarak daha düşük açı ile planlanan şekilde kanatlar geri çekilerek yükselmeye devam eder. Yeterli hızlanma performansının sağlandığı bir noktada kanatlar geri çekilirken, güç azaltılır. 900m (800)ft sonrasında sorunsuz tırmanma hızı ile rotada devam edilir.

Uçakların gürültü azaltma prosedürü uygulayıp uygulamayacağı, eğer uygulayacak ise hangi gürültü azaltma prosedürünü uygulayacağı uçuş yapılan hava limanı kule personeli tarafından pilotlara bildirilmektedir.

2.4.2. Kaynak İle Alıcı Ortam Arasında Alınan Gürültü Azaltma Önlemleri

Kaynak ile alıcı ortam arasında alınan gürültü önlemleri genellikle tren ve kara yolu gürültüsünde kullanılan ses bariyerleri şeklinde olmaktadır. Engel kullanılan alanlarda gürültü kaynağının engele yakın olması gerekmektedir, fakat hava limanlarında böyle bir durum çok da mümkün olamamaktadır. Ancak belirli yüksekliklerde ki ses bariyerleri ile pist dibinde yer alan konutların, havalimanı uçak hareket gürültüsünden daha az etkilenmesi sağlanabilmektedir. Havalimanı kalkış ve iniş rotası konutlardan uzak noktalarda seçilebilir, aynı şekilde alıcı konutlar havalimanı iniş ve kalkış rotasına ters yönde konumlandırılarak daha gürültüsüz bir ortam elde edilebilir.



Şekil 2.11. Ramazanoğlu Mahallesi Aile Sokak (Çekim tarihi: 26.10.2020)

Şekil 2.11’de havalimanı uçak park alanının konutlara yakınlığı görülmektedir. Tablo 4.6’da bu noktada yer alan ölçüm değerleri incelendiğinde, Tablo 4.3’de yer alan sınır değerlerin birçok noktada aşıldığı görülmektedir. Bu noktada alıcı konutlar üzerinde gürültünün etkisini azaltmak amacı ile uçuş güvenliğini riske atmayacak şekilde ses bariyeri yapılması önerilmektedir.

2.4.3. Alıcı Ortamda Alınan Gürültü Azaltma Önlemleri

Gürültünün yayıldığı alanda kontrol edilebilmesi için öncelikli olarak bilinmesi gereken parametreler vardır. Havada yayılan gürültünün insanlara ulaşması pek çok etkene bağlıdır. Gürültü kaynağına olan uzaklık, gürültü kaynağı ile alıcı ortam arasındaki engeller gürültüye olan maruziyeti değiştirmektedir. Örneğin; Gürültü kaynağından uzaklaştıkça gürültüye maruziyet oranı giderek azalmaktadır. Buna ek olarak bulunan ortamın şartları, coğrafi koşullar, mevcut hava koşulları da gürültünün yayılması konusunda belirleyici olmaktadır.

2.4.3.1. Rüzgârın Etkisi

Rüzgâr bir hava hareketi olduğu için ses dalgalarını rüzgâr ile aynı yönde sürükler ve ses şiddetinin rüzgâr yönünde artmasını, rüzgârın tersi yönde azalmasını sağlar. Rüzgâr hızının yüksek olduğu durumlarda rüzgârın da bir gürültü kaynağı olarak ölçülen gürültü değerini yükseltebileceği öngörüsüyle rüzgâr hızının 5 m/sn yi geçtiği durumlarda ölçüm işlemi yapılmaması gerekmektedir.

2.4.3.2. Sıcaklık Değişiminin Etkisi

“Ses dalgalarının yayılma hızı, hava sıcaklığı ile değişmektedir. Atmosferdeki farklı sıcaklıklardaki mevcut hava tabakaları ses dalgalarının kırılmasına neden olmaktadır.” Sıcaklık yükseldikçe ses dalgalarında ki kırılma artmakta, yere yakın olan ses dalgaları yukarı yönde bükülmekte ve kaynağın iki yanında sessiz bölgeler meydana gelmektedir. Sıcaklık azaldıkça ses dalgaları yeryüzüne doğru bükülmekte ve çok uzak mesafelerden duyulabilmektedir. Bu durumda ses dalgalarının geceleri uzak mesafelerden duyulmasına sebep olmaktadır (Bilgen, 2017).

2.4.3.3. Nemin Etkisi

Atmosferde bağıl nem arttıkça ses şiddeti azalmaktadır. Bunun sebebi, havadaki su buharının artması ile daha yoğun bir ortam oluşması ve bu ortamın ses dalgalarını daha fazla tutmasından kaynaklanmaktadır. Bu özellik düşük frekanslarda etkisiz olup yüksek frekanslarda artmaktadır (Bilgen, 2017).

2.4.3.4. Sis Yağmur ve Kar Etkisi

Havanın bulutlu olması basıncın düşük olduğunun göstergesi olduğundan bu durum ölçüm esnasında göz önünde bulundurulur. Yağışlı havalardaki yağışın oluşturduğu ekstra sesler, yüksek nem ve yağış cihazların duyarlılığına zarar vermekte ve düzgün ölçüm yapılamamasına neden olmaktadır. Karlı havalarda ise kaynaktan yayılan gürültü kar taneciklerinde sönümlenmekte ve etrafa yayılan gürültü değerini azalmaktadır.

2.4.3.5. Türbülansın Etkisi

Gün saatlerindeki dengesiz ve çalkantılı atmosfer, zemin boyunca yayılan ve alıcıya ulaşan ses dalgasında değişimlere neden olur. Zeminin engebeleri ve meteorolojik etkilerle yaratılan türbülans, dış gürültünün yayılmasını, enerjiyi her yöne saçarak etkiler. Ancak bu etki, gölge bölgelerde önemli olup, kırılma ve zemin etkisi nedeniyle olan azalmayı sınırlamaktadır (Atmaca, 1997).

2.4.3.6. Arazi Topografyasının Etkisi

Gürültü kaynağı ile alıcı ortam arasındaki eğim, tepe ve engebeler gürültünün yayılma oranı konusunda belirleyici olabilir. Düz arazilerde gürültü herhangi bir engel ile karşılaşmadığı için daha kolay yayılırken, eğimli arazide tepeler engel görevi görür.

2.4.3.7. Zemin Yutuculuğunun Etkisi

Herhangi bir faaliyet sonucu oluşan gürültü, etrafındaki yüzeylere çarparak yayılır. Gürültü bir yüzey ile temas ettiğinde bir kısmı zemin tarafından emilirken bir kısmı da etrafa yansımaktadır, yutuculuk oranı yüksek olan zeminler gürültünün daha az hissedilmesine neden olurlar.

2.4.3.8. Yansıtıcı Yüzeylerin Etkisi

Yola yakın çevrelerde bulunan binalar, alçak duvaralar gibi sert yapılar yüzeylerine gelen gürültüyü geri yansıtacaklarından, hissedilen gürültü, yansıtıcı yüzeyin yapısına ve gürültü kaynağı ile yansıtıcı yüzey arasındaki mesafeye bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Atmaca, 1997).

2.4.3.9. Ağaçlandırmanın Etkisi

Orman ve ağaç kaplı alanların sesi boğarak ses şiddetini azalttığı bilinmektedir. Gürültü problemlerinin giderilmesi konusunda gürültü kaynağı ile alıcı ortama arsına ağaç ve çalılardan oluşan belli genişliklerde alanlar oluşturularak, doğal gürültü bariyerleri oluşturulmaktadır.

Hava araçlarının oluşturduğu gürültü düşünüldüğünde alıcı olarak konut cepheleri dikkate alınabilir. Konut cephelerinin en zayıf bölümleri genellikle cam doğrama ve bunların bağlantı noktalarıdır. Gerek materyal olarak gerek ses geçirgenlik özelliklerinin zayıf olması nedeniyle bu yapılar diğer cephe elemanlarından daha düşük yalıtım performansı göstermektedir.

Bina cephelerinde oluşan gürültünün, iç ortamda kabul edilebilir düzeylere indirilebilmesi için yapı elemanlarının iyileştirilmesi dışında birçok çalışmanın hem akademik hem de sektörel olarak yapıldığı bilinmektedir. Uçak gürültüsünün yerel olarak azaltılması, yapısal önlemlerle sağlanabilmektedir. Binaların montajı gibi binalarda akustik iyileştirmeler, sakinlerin ses geçirmez pencereleri içeride daha az gürültü olmasını sağlamaktadır. Bazı havalimanlarında ise alıcı konutlarda alınan gürültü önleme amaçlı izolasyon maliyetlerinin havalimanı yetkilileri tarafından karşılanabilmesi de önerilmektedir.

Ayrıca özel gürültü koruma yapılarının yapımı ile motor test çalışmaları için inşa edilen salonlar gibi havalimanlarında insanları aşırı gürültüden korunmasını sağlar, mevcut havalimanlarının içerisinde bakım ve test çalışmaları için yeterli düzeyde hangar benzeri alanların oluşturulmasının da gürültü konusunda faydalı olacağı öngörülmektedir.

2.5. Almanya’ da ve Bazı Havalimanlarında Alınan Gürültü Önlemleri

Bugün uçaklar otuz yıl öncesine göre % 75 daha sessizdir fakat buna rağmen havalimanı yakınlarındaki gürültü ve şikâyetlerde bir azalma görülmediği gözlemlenmiştir. Devam eden havaalanı gelişimi ve havacılık gürültüsünün başlı başına bir sorun olduğu gözlemlenmekte ve bu konuda bir dizi önlem alınması zaruri hale gelmektedir (Heyes ve diğ., 2021).

Taoyuan ve Kaohsiung havalimanı yakınlarında toplam 1000 katılımcı ile havalimanı gürültüsünün de konu alındığı birçok konunun irdelendiği bir anket ve tez çalışması yapılmıştır. Gürültüye maruz kalan halka tazminat ödenmesi, vergi ve sağlık sigortasında ücret indirimi gibi önlemler denenmiştir. Gürültü sorununun telafi edilmesi için para teklif edilmesinin bölge sakinlerinin protestolarını yalnızca geçici olarak durdurduğu belirlenmiştir. Çalışma sonunda, halkı memnun etmek için kirliliğin giderilmesi, (örneğin, motor ve uçak gövdesi teknolojileri ve yenilikçi operasyonel prosedürler) gürültünün azaltılması için yatırım yapılmasının gerekliliği vurgulanmıştır (Yang, 2020).

Almanya havacılık konusunda Avrupa’nın önde gelen isimleri arasında yer almaktadır. Almanya’da uçak gürültüsünü azaltmak amacı ile uçuşlar da ücret tarifiesi uygulanmaktadır. Daha sessiz uçak kullanan havayolları daha az havaalanı ücreti ödemektedirler. Bu finansal teşvik sistemi, 1970’lerde Alman havaalanları tarafından tanıtılmıştır. Almanya’daki havaalanları da 2012 yılından bu yana yasal olarak bu tedbiri almakla yükümlüdür. Havaalanları, havayolu şirketlerinin daha sessiz uçak kullanmasını teşvik etmek için sürekli olarak gürültü ödeme sistemleri geliştirmektedir. Gürültüye sebep olan uçaklar iki kat daha fazla ücret ödemektedir. Ölçülen gürültü seviyelerine göre çeşitli havaalanlarında hali hazırda kurulmuş olan gürültü ücretleri ve onay değerlerine göre oluşan farklılaşma, gürültüyü azaltmak için uygun bir ortam sağlamaktadır (URL-8).

Alman havaalanları pasif gürültü korumada öncüdür. 2007 Uçak Gürültü Koruma Yasası 2007 ve uygulama yönetmeliklerinde yapılan değişikliklerle, mevcut gürültü etkisi araştırmasına dayanan koruma kriterleri ve sınır değerleri bağlayıcı hale getirilmiştir.

Uçak gürültüsünün yerel düzeyde azaltılabilmesi için yapısal önlemlere başvurulmuştur. Bu aşamada yapılarda akustik iyileştirmeler yapılmıştır. Örnek olarak; binalarda ses geçirmez pencereler kullanılmıştır. Böylece insanların yaşadığı kısımlara daha az gürültü girmesi sağlanmıştır. Ayrıca havaalanlarında özel gürültü koruma yapıları inşa edilmiştir. Örneğin motor test çalışma salonları yapılmıştır: Bu sayede insanların aşırı gürültüden daha az etkilenmeleri amaçlanmıştır. Aşağıda Almanya'da bazı havaalanlarında alınan gürültü tedbirlerine örnekler sunulmuştur.

2.5.1. Berlin Havalimanı'nda Alınan Önlemler

Berlin havaalanı Almanya'da uçuşun yoğun olduğu alanlardandır. Berlin Havalimanı'nın yoğun nüfuslu alanların yakınında olması nedeniyle, gürültü koruma açısından rota rehberliğinin uygulanması zor olan bir bölgedir. Yerleşim ve rekreasyon alanlarının uçak gürültüsü nedeniyle bozulması, gürültü optimizasyonu uçuş rotası planlamasıyla bile önlenemez. Bu nedenle, uçak gürültüsünü azaltmak için mevcut tüm seçeneklerin kullanılması önemli olmaktadır. Hava trafiğinden kaçınmaya ve kısa mesafeli hava trafiğini, daha çevre dostu ulaşım araçlarına (özellikle demiryolu) kaydırmaya yönelik enstrümanlara ek olarak, aşağıdaki yaklaşımlarda mevcuttur.

Genel hava trafiği daha sessiz bir uçak filosu ile sağlanırsa, bu uçakların kalktığı ve indiği her havaalanındaki uçak gürültü kirliliğinin azalacağı öngörülmektedir.

Bu nedenle, hava taşıtlarının emisyon seviyesini azaltmak için önemli bir araç, yeni kullanıma sokulan hava taşıtları için uluslararası düzenlenmiş gürültü onay limiti değerlerinin sürekli güncellenmesidir. Bu nedenle, ICAO'nun önemli bir görevi uçaklar için kabul edilebilecek gürültü düzenlemelerini uluslararası düzeyde sertleştirmesidir (sıkı önlemler almak). Böylece üreticiler erken aşamada bu değerler içinde bulunan uçak ve motor üretim imkânına sahip olabilirler. Ek olarak havalimanları da bu sürece katkıda bulunabilirler. Bu katkı daha az gürültü çıkaran hava araçları için ekonomik teşvikler sağlamamasıdır. Berlin-Schönefeld Havalimanı'nda yürürlükte olan gürültüye bağlı iniş ücreti sistemi önemli ölçüde daha da geliştirilebilir.

Çeşitli uçuş operasyonları önlemleri ile uçak gürültüsünde bir azalma da sağlanabilir. Bunlar arasında gürültü azaltıcı kalkış ve iniş prosedürlerinin kullanımı, uçuş rotası

kılavuzunun gürültü ile ilgili optimizasyonu ve gece uçuş kısıtlamaları ve ayrıca gürültü koruma nedenlerinden dolayı tercih edilen kullanım yönünün tanımlanması (tercihli Pist Sistemi) bulunmaktadır. Esas olarak gece 22:00 sabah 06:00 arasında bir uçuş yasağı uygulanabilir. Bu sayede insan rejenerasyonu için çok önemli olan gece uykusunun uçak gürültüsü ile bölünmesi engellenmiş olur.

Yukarıda listelenen uçak gürültüsü azaltma seçeneklerinden bazıları Berlin Havaalanı'nda zaten uygulanmıştır. Bununla birlikte, yine de önemli ölçüde genişletilebilir ve optimize edilebilirler. Bu nedenle, Brandenburg ve Berlin'in sorumlu havalimanlarına ve havaalanı şirketine uçak gürültüsünü azaltmak için mevcut bütün seçeneklerden yararlanma çağrısı yapılmaktadır (URL-9).

2.5.2. Köln/Bonn Havalimanı'nda Alınan Önlemler

Her zamanki uygulama prosedürüne ek olarak, Köln / Bonn Havaalanı'nın ses yalıtım önlemleri, düzenli ses ölçümleri, kapsamlı bilgi ve desteğe dayanır. Yerel sakinler randevular aracılığıyla bilgilendirilir örneğin alternatif yalıtım konseptleri, yüksek kaliteli ses yalıtımı, pencere veya çatı izolasyonu için optimizasyonlar. Kurulum sırasında soru, kusur veya hasar olması durumunda, gürültü koruma görevlisi bunu ustalarla ve mülk sahibi ile tartışır, alternatif prosedürleri kontrol eder ve maliyet sorumluluklarını düzenler. Havaalanı şirketi inşaat işlerine eşlik eder ve tüm inşaat işlerinin doğru yapılıp yapılmadığını kontrol eder. Havaalanı şirketi masrafları belirli bir süre içinde geri öder, böylece mülk sahibin genellikle cebinden ödeme yapması gerekmez. Bu çalışmalardan sonra yapılan yazılı memnuniyet anketleri, ankete katılanların yaklaşık yüzde 90'ının sonuçlardan memnun olduğunu göstermektedir. Önlemler tatmin edici veya çok tatmin edici olarak değerlendirilmiştir (URL-10).

2.5.3. Bremen Havalimanı'nda Alınan Önlemler

Gürültü ve gürültünün korunması konusu Bremen Havalimanı için de özellikle önemlidir. 2013 yılında başlatılan Calmar gürültü koruma programı sayesinde, sakinler yasal gürültü koruma prosedürüne ek olarak özel gürültü koruma önlemlerinden yararlanmıştır. Evlerindeki salonlarda ve yatak odalarında gürültüye karşı aldıkları bütün önlemlerin bütün masrafları hızlı ve kolay bir şekilde geri ödenmiştir. Prosedür

aynı yasal çerçeveye dayanmaktadır, ancak birçok alanda daha esnektir. Her mal sahibine kişisel tavsiye verilir ve bu tavsiye ve uzman görüşleri için peşin ödeme yapmak zorunda değildirler (URL-11).

2.5.4. Münih Havalimanı'nda Alınan Önlemler

Pasif gürültü koruması söz konusu olduğunda Münih Havaalanı yerel sakinler yanlısı bir tutum sergilemektedir. Sert ve katı bir şekilde düzenlenmiş prosedüre rağmen havalimanı her sorunu bireysel olarak ele alır ve sorunu olan kişilerle diyalog içinde her iki tarafında kabul edeceği çözümler bulmaya çalışır. Bunun yanında havalimanı vatandaşlara ve belediyelere pasif gürültü koruması konusundaki her sorunda danışır. Münih Havalimanı gürültü farklılığına dayanan ücretlendirme sistemi ile uçuşta kullanılan uçakları etkiler. Sessiz uçaklar kullanan havayolu şirketleri aşamalı ve yaygın bir ücretlendirme sisteminden faydalanır. Sesli inişler ve kalkışlar yapan uçaklar daha az ses çıkaran uçaklara göre sekiz kat daha fazla ücret ödemektedirler (URL-12).

2.5.5. Stuttgart Havalimanı'nda Alınan Önlemler

Stuttgart Havalimanı'nda katı gece uçuş yönetmelikleri geçerlidir. Sadece birkaç uçuş hareketi katı düzenlemelerden muaftır, örneğin gecikmeli inişler gece yarısı 12 ye kadar, askeri uçuşlar, gece ucan posta uçakları, acil durumlar ve alternatif inişler. Havaalanı yakınında ikamet edenlerin geceleri gürültü ile rahatsız edilmesini engellemek için fonlar ayrılmıştır. Bu insanların özellikle geceleri hava trafiğinden rahatsız olmasını engellemek için havaalanı operatörü, örneğin ses yalıtım fanlarının kurulumuna destek olmaktadır. Evlerde pencereler kapalı olsa bile havalandırmanın sağlanması için imkân sağlanmaktadır. Uçak gürültüsünün korunmasına ilişkin yasa finansman programının temelini oluşturmaktadır. Bu yasa kapsamında daha önce masrafların karşılanmadığı bölgelerde bile, yatak odalarında yapısal gürültü korumasının sağlanmasına ilişkin tedbirler desteklenmiştir. Bu program, yasal olarak tanımlanmış gündüz koruma bölgesi ve gece koruma bölgesi içinde ev ve apartman sahibi olanlara yöneliktir (URL-13).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Çalışma Yapılan Alan

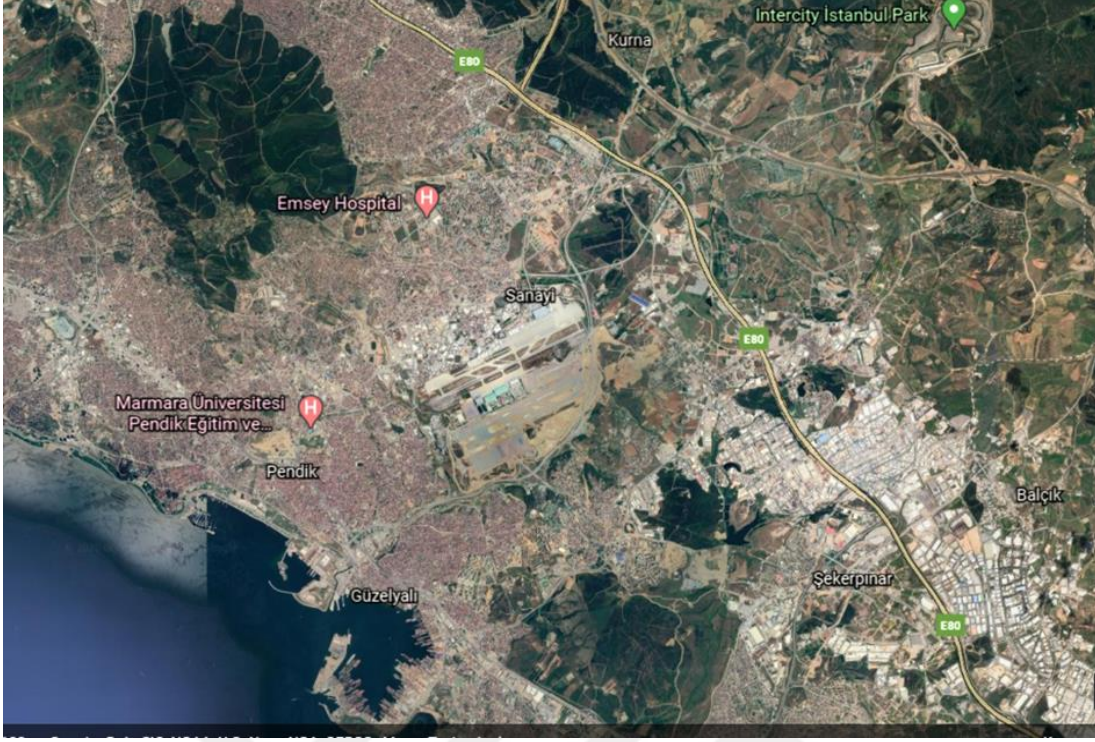
Türkiye’de toplam 53 il olmak üzere faaliyette bulunan 56 hava limanı yer almaktadır. Bu hava limanlarının 37 sinde uluslararası uçuşlar gerçekleştirilmekte ve 18’i de askeri amaçla kullanılmaktadır. Ayrıca ülkemizde yalnızca askeri amaçla kullanılan 18 hava limanı vardır.

Sabiha Gökçen Havalimanı, İstanbul’un en büyük ilçeleri arasında yer alan Pendik’ te faaliyetine başlamıştır. Havalimanı ismini, Türkiye'nin ilk kadın pilotu ve dünyanın ilk kadın savaş pilotu olan Sabiha Gökçen'den almıştır. 2001 yılında hizmete giren 2019 yılında toplam 35.560.610 ve 2020 yılında 16.951.190 yolcu trafiğine ev sahipliği yapmıştır. Sabiha Gökçen Havalimanı ülkenin en çok iniş, kalkış yapılan ikinci havalimanıdır. 2019 ve 2020 yılları arasındaki yolcu düşüşünün sebebi dünyayı etkisi altına alan pandemi salgınıdır. Bu veriler Devlet Hava Meydanları sitesinin istatistik bölümünden güncel olarak takip edilebilir (URL-14).

Havalimanının işletmesi Malaysia Airports tarafından yapılmaktadır. Sabiha Gökçen Havalimanında verilen yer hizmetleri, kargo güvenlik işlemleri gibi operasyonlar kısa adı ISG olan İstanbul Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı Yatırım Yapım ve İşletme A.Ş. tarafından yürütülmektedir.

İstanbul'un 2.büyük havalimanı olan Sabiha Gökçen, Kadıköy'e 35km, Taksim'e 40km ve İzmit şehir merkezine 69km uzaklıktadır. Havalimanı'ndan Koz yatağı, Kadıköy, Levent ve Bostancı'ya belediye otobüsleriyle, İzmit ve Taksim'e de havalimanı yolcu servisleriyle toplu ulaşım sağlanmaktadır.

Sabiha Gökçen Havalimanı koordinatları 29°18'33" Doğu ve 40°53'54" Kuzey olup rakımı 95m (312ft)'dir. Şekil 3.1’de Havalimanının konumu gösterilmiştir ve şekil 3.2’den de görüldüğü gibi Havalimanında bulunan apron tasarımı ‘düz (linear)’ olarak adlandırılmaktadır. Bu apron düzeninde, terminal binası içerisindeki yolcu ve bilet işlemleri için daha fazla alandan yararlanılmaktadır (Keskin, 2014).



Şekil 3.1. Sabiha Gökçen Havalimanı fotoğrafı (Google Earth, 2020)



Şekil 3.2. Düz (linear) tip apron (Google Earth, 2020)

Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı (SGIA), İstanbul İli içerisinde, Anadolu Yakası'nın doğu bölgesinde ve Boğaziçi Köprüsü'nün 28 km güneydoğusunda

konumlandırılmıştır. Sabiha Gökçen Havalimanının içerisinde 06/24 yönünde konumlandırılmış 3000m uzunlukta x 45m genişlikte 1 adet pist mevcuttur.

Sabiha Gökçen Havalimanının içerisinde mevcut durumda 4 adet apron, 1 adet pist ve pistlere ait taksirutlar bulunmaktadır. Ek olarak iç ve dış hatlar terminal binası, giriş kontrol binası, kule, itfaiye binası, garaj, emniyet binası, regülatör binası, güç merkezi, ısı merkezi, su deposu, gümrük binası bulunmaktadır

Bölge, ticari alanlarını barındırmasının yanında aynı zamanda yoğun miktar da yerleşim yapıları da içermektedir. Sabiha Gökçen Havalimanının kuzey kesiminde çoğunluk olarak ticari binalar ile fabrika yapıları bulunurken, doğuda ticari yapı ve fabrikalara ek olarak konut alanları da bulunmaktadır. Buna ek olarak güneyde ve batı bölgelerde ise çoğunlukla boş araziler olduğu gözlemlenirken yer yer küçük konut alanları ve özellikle batıda da bazı fabrika bölgelerine rastlanmaktadır. Bölgede bulunan boş arazilerin yoğunluğu ve gün geçtikçe artan yapılanma göz önüne alındığında, bu durum gürültü kaynaklarının kontrolünü de beraberinde getirmektedir. Havalimanı çevresinde meydana gelen gürültünün etkisi incelenmesi gereken bir durumdur. Sabiha Gökçen Havalimanı bünyesinde bulunan tek pist 06/24 olarak isimlendirilen pisttir ve uzunluğu 3000m (9.842ft)'dir. Pist 06/24 konumu Şekil 3.3'te verilmiştir (Keskin, 2014).

Sabiha Gökçen Havalimanına ek olarak mevcut piste paralel olacak şekilde 60 m x 3500 m boyutunda 2. bir pistin yapılması planlanmaktadır. Bağımsız operasyonlu paralel pist, A 380 dâhil tüm uçaklara hizmet verebilecektir. 2014 yılı, başlarında başlayan projenin 2020 yılsonuna kadar tamamlanacağı planlanmaktadır. Havalimanında gerçekleşen uçuş operasyonları, Türkiye içerisinde olduğu gibi, yurt dışında birçok ülkeye de gerçekleşmektedir.

Pist kullanım yönünü belirlemek için en önemli etken şüphesiz ki rüzgâr yönüdür. Rüzgâr, havanın yüksek basınç noktasından alçak basınç noktasına hareketi ile olur ve bir bölgede yıl içerisinde rüzgarın en fazla estiği yöne 'hakim rüzgar yönü' denilmektedir. Bir bölgede hakim rüzgar yönü yer şekillerine göre ortaya çıkmaktadır. Bu noktada, İstanbul'daki hakim rüzgar yönü boğazın uzanış doğrultusu ile paralellik göstermektedir. Rüzgar frekans gülü aracılığı ile hakim rüzgar yönü hakkında bilgi edinilebilir. İstanbul'da yıl içerisinde hakim olan rüzgar yönü kuzeydoğu rüzgarı yani

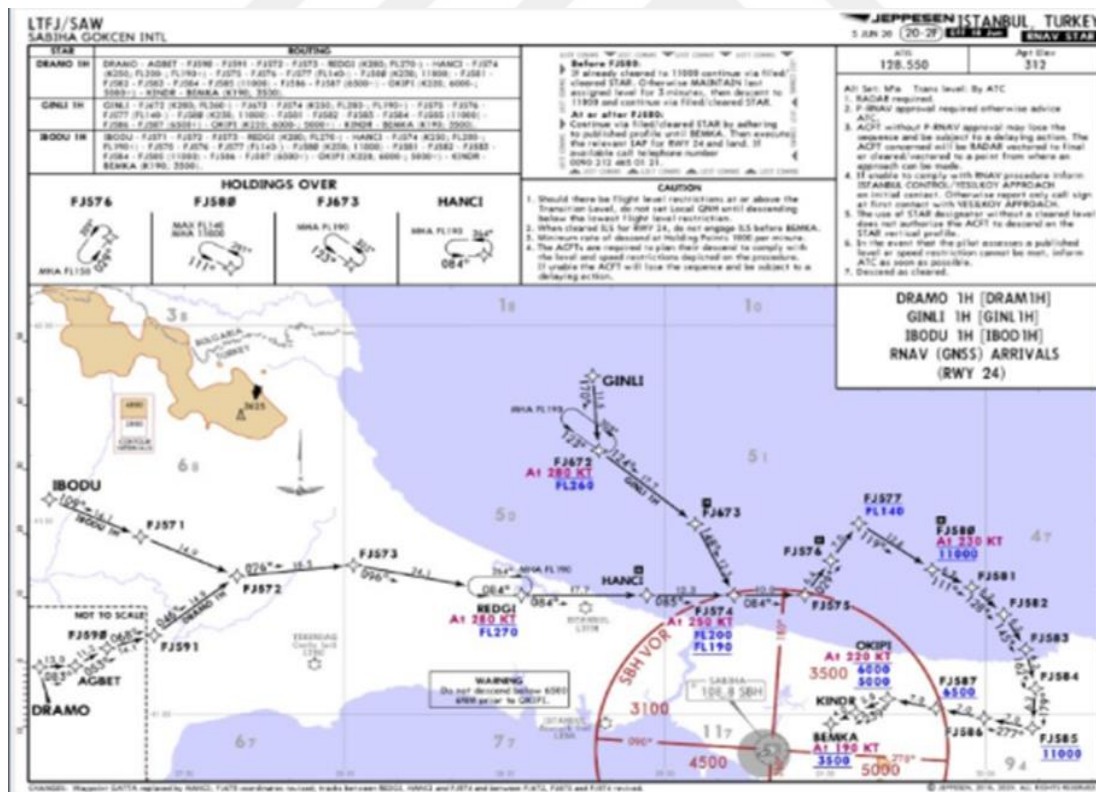
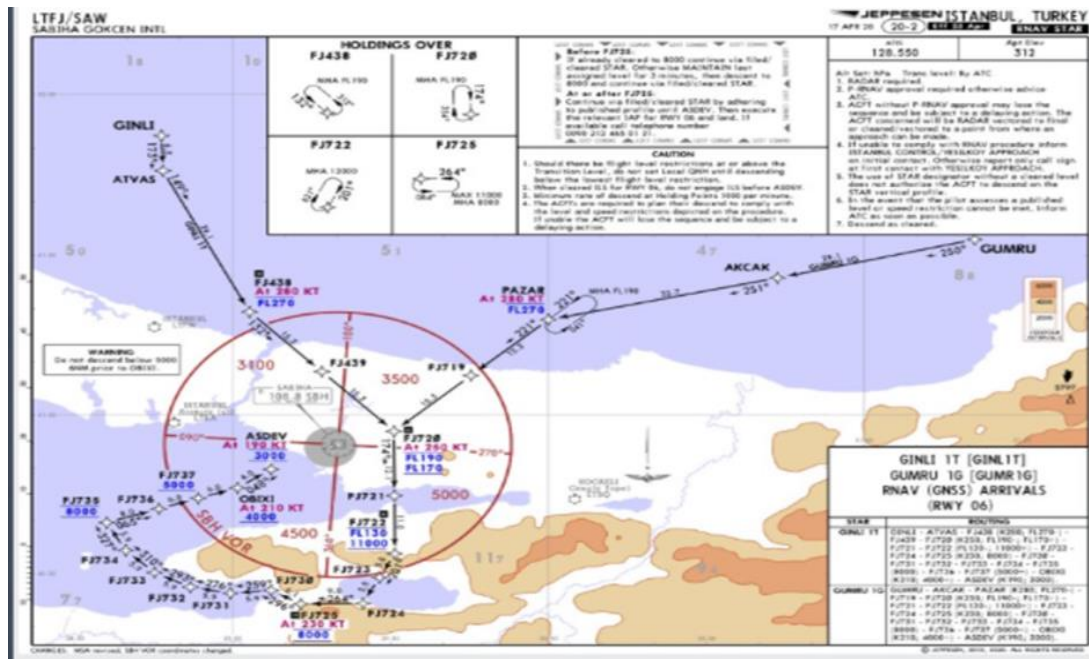
Poyraz'dır. Dönem dönem güney-batı rüzgarı olan Lodos bölgeye hakim olmaktadır. Bu noktada Sabiha Gökçen Havalimanı pist konumu incelendiğinde, 06/24 pisti için 06 (kuzey-doğu) pist yönünün Poyraz sırasında, 24 (güney-batı) pist yönünün ise Lodos meydana geldiğinde kullanıma açıldığını söylemek mümkündür. Çünkü uçak, rüzgârı karşısına alarak kalkış yapmaktadır (Keskin, 2014).

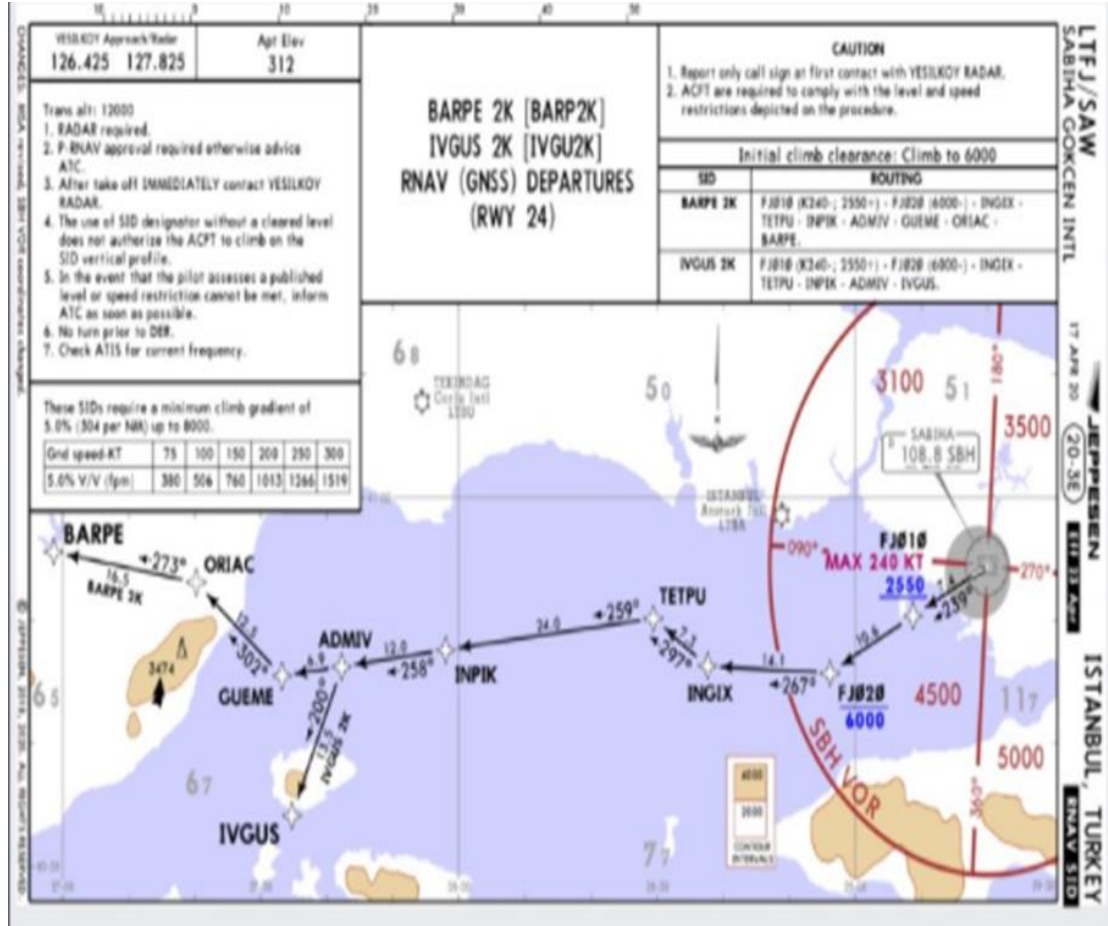


Şekil 3.3. Sağ tarafta birinci pist ve sol tarafta yapılmakta olan ikinci pist (Google Earth, 2020)

Kalkışta hava limanı tarafından belirlenen yükseklik 06 pisti yönü için 7 mil (1400ft) , 24 pist yönü için 8mil (1300ft) dir. Bu durum her hava limanı ve pist için farklılık göstermektedir. Havalimanı yakınındaki yükseltilere, uçağın türüne ve hacmine göre bu değerler değişebilmektedir.

Şekil 3.4'ten Şekil 3.8'e kadar olan resimlerde de görüleceği üzere Sabiha Gökçen havalimanında uçaklar 06 ve 24 pist yönünde havalandıktan sonra kule tarafından kendilerine verilen rota doğrultusunda birçok yönde uçuş gerçekleştirebilirler. Havalimanına çok farklı yönlerden gelen uçaklar da rüzgârın yönüne göre 06 ve 24 pist yönünde iniş gerçekleştirebilir. Aşağıda kullanılan resimler uçuşta kullanılan rotalara örnek teşkil etmektedir.





Şekil 3.8. Sabiha Gökçen Havalimanı'ndan 24 pist yönünden kalkan uçağın Marmara Denizini takiben kuzey- batı ve güney-batı yönünde izlemesi gereken rotaya örnek verilebilir.

3.2. Ölçümde Kullanılan Cihaz

Ölçüm esnasında en modern el tipi ölçüm cihazları olan 2250-Light, Brüel & Kjaer'in 2250 ailesine ait, sadece akustik uygulamalar için özelleştirilmiş cihazı kullanılmıştır. İsteğe bağlı olarak 1/1 ve 1/3 oktav bantlarında detaylı frekans analizi yapabildiği için araştırma-geliştirme ve kalite kontrol amaçlı kullanımı da mümkündür.

120 dB dinamik aralık (20 - 140 dB aralığında - kademe ayarı gerektirmeyen), 5 Hz - 20 kHz geniş bant aralık, 12.5 Hz - 16 kHz oktav bant filtreleri mevcuttur. Tip 1 türünde bir cihazdır. İş güvenliği ve çevre kapsamında yapılan gürültü ölçümlerinin gerektirdiği tüm parametreleri ölçebilen bir cihazdır. USB ara yüzüyle bilgisayara veri transferi yapılabilmektedir. Şekil 3.9'da gürültü ölçüm cihazının resmi görülmektedir.

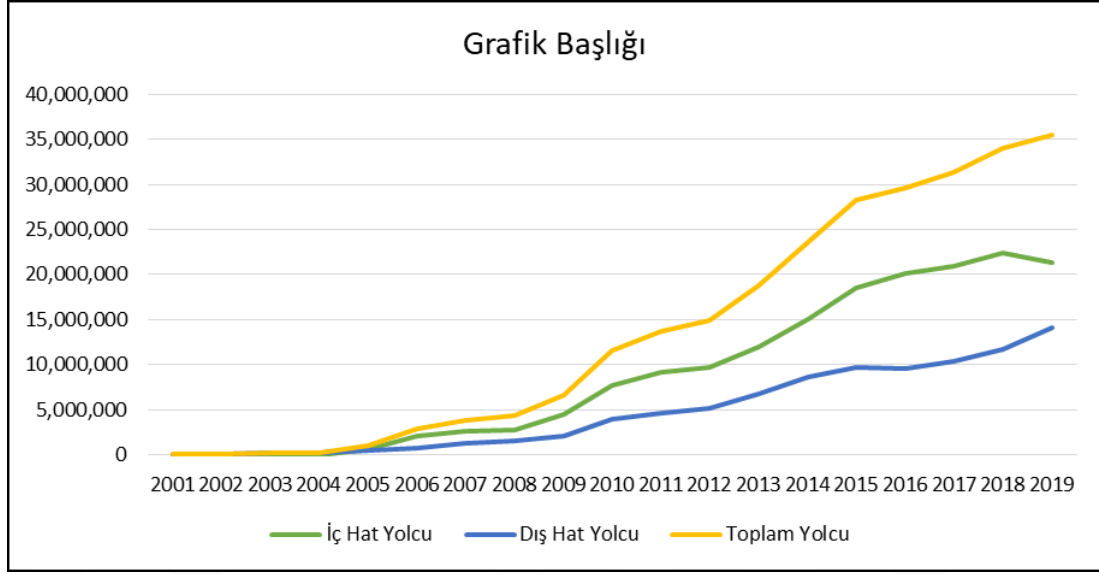


Şekil 3.9. Gürültü ölçüm cihazının ön ve arka yüzleri (Çekim tarihi: 16.04.2020)

Cihazın yardımcı aparatları; ölçüme yardımcı yazılım, ses düzeyi kalibratörü SD hafıza kartı, tripod, mikrofon, mikrofon uzatma kablosu, veri transfer kablosudur. Measurement Partner Suite (MPS) ile ses ölçüm cihazında yapılan ölçümler belirlenen rapor şablonuna uygun şekilde çok kısa süre içinde raporlanabilir. Cihaz kullanıldığı esnada yetkili bir laboratuvara kalibrasyon işlemi yaptırılmış olmalıdır. Ölçüme başlamadan önce her ölçüm öncesi ses düzeyi kalibratörü ile kalibre edilmelidir. Şekil 3.10' da Maraşel Fevzi Çakmak Mahallesi ölçüm fotoğrafı gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Maraşel Fevzi Çakmak Mahallesi ölçüm fotoğrafı (Çekim tarihi: 19.02.2020)



Şekil 3.11. Sabiha Gökçen Havalimanı yıllara göre yolcu sayısı değişimi (URL-15)

Tablo 3.1. Sabiha Gökçen Havalimanı 2020-2021 yılları arasında ki yolcu değişim yüzdesi

Dönem	İç Hat Yolcu Sayıları	Dış Hat Yolcu Sayıları	Toplam Yolcu Sayıları
2020 Ocak-Eylül	8.491.971	3.907.181	12.399.152
2021 Ocak-Eylül	11.969.929	5.664.231	17.634.160
% Değişim	% 41	% 45	% 42

Şekil 3.11 ve Tablo 3.1’ de Sabiha Gökçen Havalimanı’nın iç hat ve dış hat yolcu sayısının yıllara göre hızla arttığı görülmektedir (URL-15).

4. ÖLÇÜM SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRMELER

Bulunulan ortam şartları da ölçüm sonucu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Uçak ile alıcı ortam arasındaki mesafe, alıcı ortamın bulunduğu arazi koşulları, alıcı ortamın tepe de veya çukur bir bölgede yer alışı, var ise alıcı ortam etrafındaki yüksek yapılar, ağaçlandırmalar, ölçüm yapılan bölgenin yumuşak veya sert bir zeminde oluşu gibi birçok etken ölçüm sonuçlarını net olarak etkilemektedir. Ölçüm yapılan ortamın hava şartları da ölçüm sonucunu direk olarak etkilemektedir. Örneğin yağmurlu havalarda yapılan ölçümlerde, yağmur sesi ölçüm sonuçlarının yükselmesine katkı sağlayarak, sağlıklı bir ölçüm yapılamamasına sebep olur. Aynı şekilde aşırı sıcak, aşırı rüzgârlı havalarda da sağlıklı bir gürültü ölçümü yapılamamaktadır. Rüzgâr hızının 5m/sn.yi geçtiği durumlarda gürültü ölçümü yapılmaması önerilir.

Tez çalışması kapsamında Kurtköy ve Pendik üzerinde iki farklı rota seçilerek, gürültüye maruz kalma ihtimali yüksek noktalar belirlenmiş ve bu noktalar üzerinde gürültü ölçüm işlemi yapılmıştır. Tablo 4.1. Pendik ve Tablo 4.2. Kurtköy uçuş güzergâhı olarak belirlenmiştir. Ölçüm işlemleri yağmursuz hava koşullarında ve ölçüm değerlerini etkilemeyecek engelsiz, düz zeminli alanlarda gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.1. Pendik uçuş güzergâhında gürültü ölçümü yapılan noktalar ve koordinatları

Nokta	Adres	Koordinat
		Enlem Boylam
1	Kurtköy Mah. Kanarya Cad.	40.912624,29.309973
2	Mareşal Fevzi Çakmak Mah. Yonca(Anılar) Sok.	40.886771,29.267460
3	Batı Mah. Gezi Boyu Cad.	40.874966,29.226034
4	Doğu Mah. Feti Bey Sok.	40.877721,29.238543
5	Kaynarca Mah. Ecenil Sok.	40.878888,29.249790
6	Ramazanoğlu Mah. Uğur (Aziziye) Sok.	40.891056,29.28570
7	Ramazanoğlu Mah. Mutlu (Aile) Sok.	40.895576,29.28825

Tablo 4.2. Kurtköy uçuş güzergâhında gürültü ölçümü yapılan noktalar ve koordinatları

Nokta	Adres	Koordinat
		Enlem Boylam
1	Tepeören Mah. Atacan Sok.	40.917856,29.375084
2	Fatih Mah. Süleyman Sağlık Cad.	40.919390,29.345666
3	Fatih Mah. Efe Sok.	40.915774,29.349858
4	Orhanlı Mah. Hoşgörü Cad.	40.901767,29.351378
5	Orhanlı Mah. Kavaklı Sok.	40.901663,29.362188
6	Orhanlı Mah. Ağaç Sok.	40.904453,29.345090

Ölçüm işlemi Çevre ve Orman Bakanlığı'nın 2011 yılında hazırlamış olduğu Çevre Yönetim Genel Müdürlüğü Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Klavuzu'nda yer alan şartlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm işlemi mevzuatta belirtilen şartlara uygun eğitilmiş, personeller tarafından gerçekleştirilmiştir.

Sabiha Gökçen Havalimanı uçuş rotalarına göre iniş ve kalkış güzergâhında bulunan iki farklı rota toplam on üç farklı nokta önceden keşif yapılarak Pendik ve Tuzla sınırları içerisinde belirlenmiştir. Tablo 4.1 ve 4.2 'de ölçüm noktaları görülmektedir. Şekil 4.1 ve 4.2'de de harita üzerinde ölçüm noktaları işaretlenmiştir. Ölçüm işlemlerinin tamamı 19.02.2020, 26.10.2020, 27.10.2020 ve 19.11.2020 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.1 ve 4.2'de belirtilen noktalarda her bir noktada gece, gündüz ve akşam olmak üzere her biri yaklaşık yirmi saniyelik olmak üzere, yedi farklı noktada toplam otuz dokuz adet anlık ölçüm alınmıştır.

4.1. Pendik Bölgesi Uçuş Rotası

4,11,14 nolu ölçümler Doğu Mahallesinde, 1,7,8 nolu ölçümler Kurtköy Mahallesinde, 3,12,13 nolu ölçümler Batı Mahallesinde, 5,10,15 nolu ölçümler Kaynarca Mahallesinde, ve 2,6,9 nolu ölçümler Maraşel Fevzi Çakmak Mahallesinde, 16,18,20

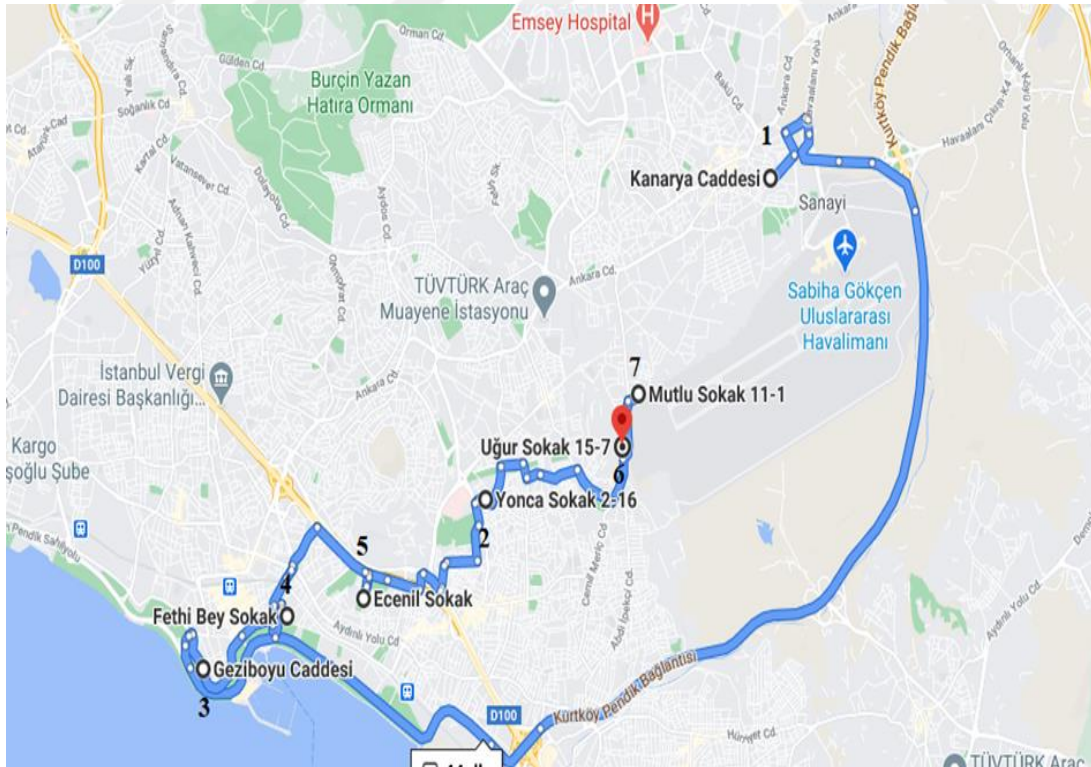
nolu ölçümler Ramazanoğlu Mahallesinde, 17,18,21 nolu ölçümler Ramazanoğlu Mahallesinde pist kenarında anlık olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm işlemi 2250-Light, Brüel & Kjør'in en modern el tipi ölçüm cihazı, yerden 1,5 m yükseklikte tripod ile sabitlenerek gerçekleştirilmiştir.

Yönetmelikte belirtilen gece, gündüz ve akşam zaman dilimlerine bağlı olarak ölçüm işlemleri tamamlanmıştır. Ölçüm yapılan noktalar Şekil 4.1'de görülmektedir.

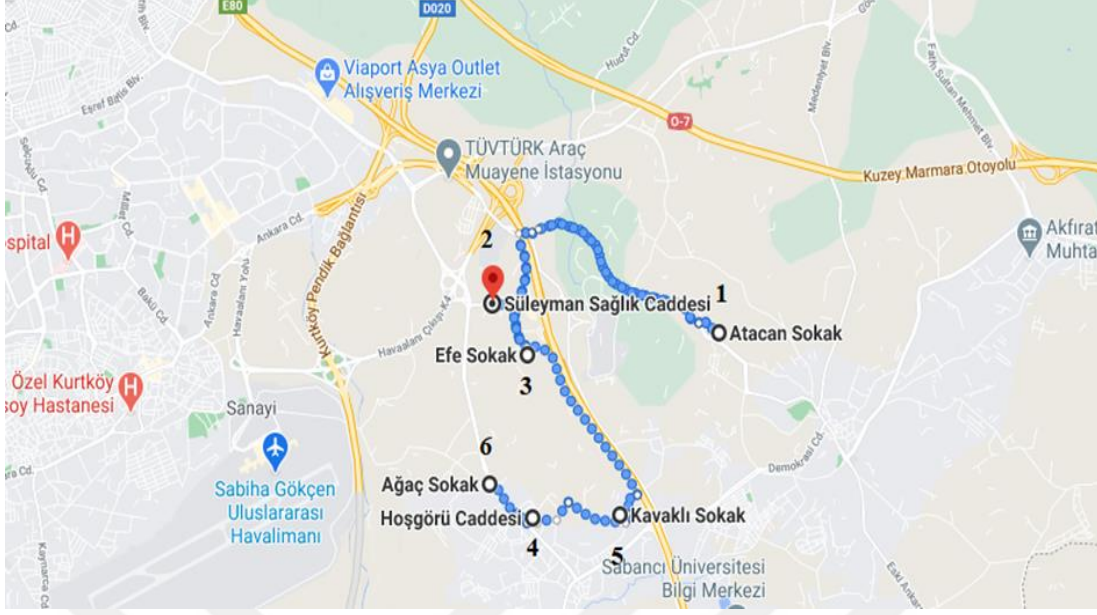
4.2. Tuzla Bölgesi Uçuş Rotası

1,11,16 nolu ölçümler Orhanlı Mahallesi Hoşgörü Caddesinde, 2,9,18 nolu ölçümler Orhanlı Mahallesi Ağaç Sokakta, 3,10,17 nolu ölçümler Orhanlı Mahallesi Kavaklı Sokakta, 4,12,13 nolu ölçümler Tepeören Mahallesi Atacan Sokakta, 5,8,14 nolu ölçümler Fatih Mahallesi Efe Sokakta, 6,7,15 nolu ölçümler Fatih Mahallesi Süleyman Sağlık Caddesinde anlık olarak gerçekleştirilmiştir.

Ölçüm işlemi yönetmelikte belirtilen gece, gündüz ve akşam zaman dilimlerine bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm yapılan noktalar Şekil 4.2'de görülmektedir.



Şekil 4.1. Pendik uçuş rotası güzergâhında ölçüm yapılan noktaların harita üzerinde gösterimi



Şekil 4.2. Tuzla uçuş rotası güzergâhında ölçüm yapılan noktaların haritada üzerinde gösterimi

4.3. Bulgular

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilebilmesi için bazı parametrelerin bilinmesi gerekmektedir. Bunlardan bazıları aşağıda açıklanmıştır.

- **Gündüz** : TS ISO 1996-2 de tanımlandığı gibi A ağırlıklı uzun dönem ses seviyesinin enerji ortalaması olup, yılın gündüz zaman diliminin tamamına göre belirlenmiştir.
- **Lakşam** : TS ISO 1996-2 de tanımlandığı gibi A ağırlıklı uzun dönem ses seviyesinin enerji ortalaması olup, yılın akşam zaman diliminin tamamına göre belirlenmiştir.
- **Lgece** : TS ISO 1996-2 de tanımlandığı gibi A ağırlıklı uzun dönem ses seviyesinin enerji ortalaması olup, yılın gece zaman diliminin tamamına göre belirlenmiştir.

Yönetmelikte belirtilen gece, gündüz ve akşam zaman dilimleri;

- **Gündüz aralığı** : 07.00'den 19.00'a kadar olmak üzere toplam 12 saat,
- **Akşam aralığı** : 19.00'dan 23.00'e kadar olmak üzere toplam 4 saat,
- **Gece aralığı** : 23.00'den 07.00'ye kadar olmak üzere toplam 8 saattir.

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetmeliği'nde yer alan havalimanları çevresel gürültü kriterlerinin 23 maddesinin 1 fıkrasının (a) bendinde '' Stratejik gürültü haritası hazırlanması zorunlu olan hava alanının bulunduğu alan ve zaman dilimine bağlı olarak; bu Yönetmeliğin 20.nci maddesinin (a) bendi çerçevesinde yapılan değerlendirme sonuçlarına göre, hava alanı çevresel gürültü düzeyleri Lgündüz ve Lgece cinsinden Tablo-3.3'de verilen sınır değerleri aşamaz.'' ibaresi yer almaktadır. Bu değerler Tablo4.3' te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Yönetmelikte Tablo 3.3'de yer alan havalimanı çevresel gürültü sınır değerleri (Resmi Gazete 27601, 2010)

Alanlar	Küçük hava alanları (yılda elli binin altında iniş/ kalkışın olduğu hava alanları)			Büyük hava alanları (yılda elli bin ve üstü iniş/ kalkışın olduğu hava alanları)		
	Lgündüz (dBA)	Lakşam (dBA)	Lgece (dBA)	Lgündüz (dBA)	Lakşam (dBA)	Lgece (dBA)
Gürültüye hassas kullanımlardan eğitim, kültür ve sağlık alanları ile yazlık ve kamp ağırlıklı olduğu alanlar	63	58	53	65	60	55
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar	65	60	55	68	63	58
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu alanlar	67	62	57	72	67	62
Endüstriyel alanlar	70	65	60	75	70	65

Tablo 4.4. Pendik rotası iniş ve kalkış güzergâhında yapılan gürültü ölçüm sonuçları

Nokta	Lgece	Lgündüz	Lakşam	Sıcaklık	Rüzgâr
1	61,02	59,31	61,66	4-22 derece	0,3m/s
2	68,22	72,46	70,04		0,1m/s
3	65,04	71,28	66,18		0,1m/s
4	66,6	72,62	66,64		0,1m/s
5	74,56	65,56	70,67		0,3/sa
6	76,42	79,65	71,41		0,1m/s
7	61,9	60,63	70,36		0,2m/s

Tablo 4.5. Pendik rotasında iniş-kalkış esnasında ölçülen Lmax, Lmin, Leq değerleri

Ölçüm No	Tarih	Leq	Lmax	Lmin	Yön
1	19.02.2020/06:34	62,23	65,73	55,43	İniş yönünde
2	19.02.2020/07:00	68,22	75,98	55,4	İniş yönünde
3	19.02.2020/16:11	71,28	76,71	60,57	Kalkış yönünde
4	19.02.2020/16:24	72,62	78,05	59,82	Kalkış yönünde
5	19.02.2020/16:36	65,56	74,2	50,85	Kalkış yönünde
6	19.02.2020/16:48	72,46	80,26	57,83	Kalkış yönünde
7	19.02.2020/18:43	59,31	63,78	55,82	İniş yönünde
8	19.02.2020/19:07	61,66	65,05	58,48	Kalkış yönünde
9	19.02.2020/19:33	70,04	78,03	61,16	İniş yönünde
10	19.02.2020/19:41	70,67	84,07	50,63	İniş yönünde
11	19.02.2020/22:43	66,64	73,86	52,16	İniş yönünde
12	19.02.2020/22:51	66,18	71,29	55,98	İniş yönünde
13	19.02.2020/23:01	65,04	71,9	47,7	İniş yönünde
14	19.02.2020/23:11	66,6	73,74	52,3	İniş yönünde
15	19.02.2020/23:19	74,56	81,54	61,12	İniş yönünde
16	19.11.2020 18:01	79,65	84,15	67,65	İniş yönünde
17	19.11.2020 18:36	60,63	68,55	56,1	İniş yönünde
18	19.11.2020 19:07	70,36	74,21	67,5	Kalkış yönünde
19	19.11.2020 22:51	71,41	75,74	65,2	İniş yönünde
20	19.11.2020 23:05	76,42	80,32	60,21	İniş yönünde
21	19.11.2020 23:12	61,9	66,42	54,28	İniş yönünde

Sabiha Gökçen Havalimanı yılda elli binin üzerinde iniş/kalkışın olduğu büyük havalimanları arasında yer almaktadır. Gürültü ölçümü yapılan on üç farklı noktada yerleşim alanı kategorisindedir, bu sebep ile Lgündüz değeri 70 dB ve Lgece değeri 60 dB kabul edilerek değerlendirme yapılmıştır.

Pendik rotası için Tablo 4.4’de yer alan ölçüm sonuçları c’de yer alan sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan değerlendirme sonucunda 2, 3, 4 ve 6 numaralı adreslerde 70 dB olan Lgündüz sınır değerinin aşıldığı görülmüştür. 60 dB olan Lgece sınır değeri karşılaştırıldığında 1,2, 3, 4, 5, 6 ve 7 numaralı adreslerde yani tüm ölçüm noktalarında sınır değerin aşıldığı tespit edilmiştir.

En yüksek ölçüm değeri 76,40 dB ile Ramazanoğlu Mahallesi Aziziye Sokakta kaydedilmiştir, ayrıca yapılan ölçüm esnasında bu noktada uçağın diğer noktalara göre konutlara daha yakın olduğu gözlenmiştir. Şekil 4.3 de ölçüm anı görülmektedir. Kaydedilen en düşük ölçüm değeri ise 59,31 dB ile Kurtköy Mahallesinde kaydedilmiştir. Ölçüm noktaları arasında uçağın konutlara en yakın olduğu alanın Kaynarca Mahallesi, Mareşal Fevzi Çakmak Mahallesi ve Ramazanoğlu Mahallesinin yer aldığı 2, 5 ve 6 nolu alanlar, uçağın konutlara en uzak olduğu alanın ise Kurtköy Mahallesinde yer alan 1 nolu alan olduğu gözlemlenmiştir. Bu veriler ışığında alıcı konut ile uçaklar arasında ki mesafe arttıkça maruz kalınan gürültü desibelinin azaldığı, mesafe azaldıkça maruz kalınan gürültü desibelinin arttığı yorumu yapılabilmektedir.

Tablo 4.5'e baktığımızda 4,11,14 nolu ölçümlerin Doğu Mahallesinde, 1,7,8 nolu ölçümlerin Kurtköy Mahallesinde, 3,12,13 nolu ölçümlerin Batı Mahallesinde, 5,10,15 nolu ölçümlerin Kaynarca Mahallesin de, ve 2,6,9 nolu ölçümlerin Maraşel Fevzi Çakmak Mahallesinde, 16,18,20 nolu ölçümlerin Ramazanoğlu Mahallesi Aziziye Sokakta, 17,18,21 nolu ölçümlerin Ramazanoğlu Mahallesi Aile Sokakta pist kenarında gerçekleştirildiği bilinmektedir.

Eşdeğer sürekli ses düzeyine (Leq) göre iniş ve kalkış yönündeki uçuş değerleri incelendiğinde, alınan ölçümlerin ağırlıklı olarak kalkış yönünde olduğu görülmektedir. Kalkış yönünde kaydedilen altı adet ölçüm arasında en yüksek değer 72,46 dB ile Kaynarca Mahallesinde, en düşük değer ise 61,66 dB ile Kurtköy Mahallesinde kaydedilmiştir.

İniş yönündeki uçuşları eşdeğer sürekli ses seviyesine göre değerlendirdiğimizde iniş yönünde en yüksek değer 79,65 dB ile Ramazanoğlu Mahallesi Aziziye Sokakta, en düşük değer ise 59,31 dB ile Kurtköy Mahallesinde kaydedilmiştir. Bu iki sonuçta daha önce bahsettiğimiz mesafe ile maruz kalınan gürültü arasındaki ilişki yorumunu destekler niteliktedir.

Ramazanoğlu Mahallesi Aile Sokak Sabiha Gökçen Havalimanı pist kenarında yer almaktadır. Pistin alıcı konutlara yakınlığı Şekil 4.4'de görülmektedir. Pist kenarında uçakların pistte hareketi, park etme manevrası, iniş, kalkış faaliyetleri sırasında çıkardıkları gürültü kıyaslamak amacı ile anlık olarak ölçüm işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.3. Ramazanoğlu Mahallesi Aziziye Sokak ölçüm fotoğrafı (Çekim tarihi: 26.10.2020)

Tablo 4.6. Uçak hareket durumuna göre oluşan gürültü değerleri

Uçak Hareket Durumu	Lgece	Lgündüz	Lakşam	Sıcaklık	Rüzgâr
Uçak pistte hareket halinde	69,75	72,97	71,93	4-22 derece	0,3m/sn
Uçak faaliyette değil(arka plan)	48,75	54,08	51,22		0,0m/sn
Uçak iniş kalkış manevrasında	61,9	60,63	70,36		0,2m/sn

Havalimanı pist dibinde yapılan ölçümde aynı noktada gece gündüz ve akşam ölçümleri alınmıştır. Ayrıca gürültünün ortama katkısını tespit etmek amacı ile de uçaklar faaliyette değilken arka plan gürültüsü ölçülmüştür. Tablo 4.6 incelendiğinde uçakların faaliyette olmadığı an ile faaliyette olduğu an arasında 10dB'in üzerinde bir fark olduğu görülmüştür. Tablo 4.6'da yer verilen değerlere bakıldığında, uçakların pist üzerinde hareket halindeyken, iniş ve kalkış manevralarından daha gürültülü olduğu sonucuna varılabilmektedir. Uçak iniş, kalkış manevrası esnasında Lgece 61,9dB ve Lgündüz 60,63dB değerleri iniş manevrası Lakşam 70.36dB değeri ise kalkış manevrası

esnasında kaydedilmiştir. Bu durum da bize uçakların kalkış manevrası esansında, iniş manevrasına göre daha gürültülü çalıştığını gösterir niteliktedir.



Şekil 4.4. Ramazanoğlu Mahallesi Aile Sokak ölçüm fotoğrafı (Çekim tarihi: 26.10.2020)

Mevcut havalimanı Pendik sınırları içerisinde bulunmaktadır, Yeni yapılacak ikinci pist için Tuzla ilçesi sınırlarında 180 hektarlık alan kamulaştırılmıştır.

Tablo 4.7. Tuzla rotası iniş ve kalkış güzergâhında yapılan gürültü ölçüm sonuçları

Nokta	Lgece	Lgündüz	Lakşam	Sıcaklık	Rüzgâr
1	65,95	63,5	64,62	4-13 derece	3m/sa
2	75,7	59,95	59,52		1,m/sa
3	77,63	69,44	72,12		1,m/sa
4	66,38	55,54	54,96		2,m/sa
5	62,72	54,33	51,59		1,m/sa
6	64,08	58,38	60,33		3m/sa

Tablo 4.8. Tuzla rotasında iniş-kalkış esnasında ölçülen Lmax, Lmin, Leq değerleri

Ölçm No	Tarih	Leq	Lmax	Lmin	Yön
1	26.10.2020 16:40	55,54	62,44	49,27	İniş yönünde
2	26.10.2020 17:43	58,38	65,1	53,02	İniş yönünde
3	26.10.2020 17:54	54,33	63,79	48,21	İniş yönünde
4	26.10.2020 18:31	63,5	70,95	49,25	İniş yönünde
5	26.10.2020 18:43	69,44	76,31	53,37	İniş yönünde
6	26.10.2020 18:53	59,95	71,78	55,1	İniş yönünde
7	26.10.2020 19:02	59,52	65,24	53,26	İniş yönünde
8	26.10.2020 19:08	72,12	81,32	54,16	İniş yönünde
9	26.10.2020 19:30	60,33	67,06	52,12	İniş yönünde
10	26.10.2020 19:42	51,59	63,43	48,43	İniş yönünde
11	26.10.2020 19:53	54,96	62,43	47,32	İniş yönünde
12	26.10.2020 22:47	64,62	71,38	52,93	İniş yönünde
13	26.10.2020 23:09	65,95	71,16	51,13	İniş yönünde
14	26.10.2020 23:22	77,63	84,07	57,31	Kalkış yönünde
15	26.10.2020 23:30	75,7	81,04	65,04	İniş yönünde
16	26.10.2020 23:46	66,38	71,91	53,9	İniş yönünde
17	26.10.2020 23:55	62,72	67,27	56,51	İniş yönünde
18	27.10.2020 00:22	64,08	70,76	51,25	Kalkış yönünde

Gürültü ölçümü yapılan altı farklı noktada yerleşim alanı kategorisindedir, bu sebep ile Lgündüz değeri 70 dB ve Lgece değeri 60 dB kabul edilerek değerlendirme yapılmıştır.

Tuzla rotası için Tablo 4.7’de yer alan ölçüm sonuçları Tablo 4.3’de yer alan sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan değerlendirme sonucunda hiç bir adreslerde 70 dB olan Lgündüz sınır değerinin aşılmadığı görülmüş, fakat 3 numaralı adreste 69.44 dB değeri ile sınıra yaklaşıldığı görülmüştür. 60 dB olan Lgece sınır değeri karşılaştırıldığında 1,2, 3, 4, 5 ve 6 numaralı adreslerde yani tüm ölçüm noktalarında sınır değerin aşıldığı tespit edilmiştir.

En yüksek ölçüm değeri 77.63 dB ile Fatih Mahallesi Efe Sokakta kaydedilmiştir, ayrıca yapılan ölçüm esnasında bu noktada uçağın diğer noktalara göre yere çok yakın mesafede hareket ettiği, bu noktanın uçakların iniş, kalkış yaptığı piste oldukça yakın olduğu gözlemlenmiştir. Kaydedilen en düşük ölçüm değeri ise 51.59 dB ile Orhanlı Mahallesi Kavaklı sokakta kaydedilmiştir. Ölçüm noktaları arasında uçağın konutlara

en yakın olduğu alanın Tepeören Mahallesi Atacan Sokak, Fatih Mahallesi Süleyman Sağlık Caddesi ve Fatih Mahallesi Efe Sokak'ın yer aldığı 1, 2 ve 3 nolu alanlar, uçağın konutlara en uzak olduğu alanın ise Fatih Mahallesi Efe Sokak ve Fatih Mahallesi Süleyman Sağlık Caddesinde yer alan 4 ve 5 nolu alan olduğu gözlemlenmiştir. Buradan Pendik rotasında da görüldüğü gibi alıcı konut ile uçaklar arasında ki mesafe arttıkça maruz kalınan gürültü desibelinin azaldığı, mesafe azaldıkça maruz kalınan gürültü desibelinin arttığı yorumu yapılabilmektedir.

Tablo 4.8'a baktığımızda 1,11,16 nolu ölçümlerin Orhanlı Mahallesi Hoşgörü Caddesinde, 2,9,18 nolu ölçümlerin Orhanlı Mahallesi Ağaç Sokakta, 3,10,17 nolu ölçümlerin Orhanlı Mahallesi Kavaklı Sokakta, 4,12,13 nolu ölçümlerin Tepeören Mahallesi Atacan Sokakta, 5,8,14 nolu ölçümlerin Fatih Mahallesi Efe Sokakta ve 6,7,15 nolu ölçümlerin Fatih Mahallesi Süleyman Sağlık Caddesinde gerçekleştirildiği bilinmektedir.

Eşdeğer sürekli ses düzeyine (Leq) göre iniş ve kalkış yönündeki uçuş değerleri incelendiğinde, alınan ölçümlerin ağırlıklı olarak iniş yönünde olduğu görülmektedir. Kalkış yönünde kaydedilen iki adet ölçüm arasında en yüksek değer 77,63 dB ile Fatih Mahallesi Efe Sokakta, en düşük değer ise 64,08 dB ile Orhanlı Mahallesi Ağaç Sokakta kaydedilmiştir. İniş yönündeki uçuşları eşdeğer sürekli ses seviyesine göre değerlendirdiğimizde iniş yönünde en yüksek değer 75,7 dB ile Fatih Mahallesi Süleyman Sağlık Caddesinde, en düşük değer ise 51,59 dB ile Orhanlı Mahallesi Kavaklı Sokakta kaydedilmiştir. Bu iki sonuçta daha önce bahsettiğimiz mesafe ile maruz kalınan gürültü arasındaki ilişki yorumunu destekler niteliktedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında Sabiha Gökçen Havalimanının genel özellikleri bulunduğu coğrafi konum incelemiş olup, havalimanı çevresinde uçakların gürültüleri ölçülmüş ve ölçüm sonuçları değerlendirilmiştir. Türkiye’de faaliyette bulunan toplam 56 hava limanı yer almaktadır.

Bu çalışma da Sabiha Gökçen Havalimanının çevreye yaydığı gürültü değerleri tespit edilmek istenmiştir. Bu kapsamda Pendik ve Tuzla uçuş güzergâhlarında 13 farklı noktada gece gündüz ve akşam olmak üzere toplam 39 gürültü ölçüm değeri kaydedilmiştir.

Tablo 4.4 Pendik rotası ve Tablo 4.7 Tuzla rotasına da gece, gündüz ve akşam dilimlerinde anlık olarak alınan, ölçüm sonuçları incelendiğinde Lgece ölçüm sonuçlarının yönetmelikte belirtilen sınır değerleri hiçbir noktada sağlamadığı görülmüştür. Her iki güzergâhta kaydedilen ölçüm değerleri incelendiğinde, havaalanı pistine yakın alanlarda, uzak alanlara göre daha yüksek gürültüye maruz kalındığı görülmektedir. Bu durum daha önce bahsettiğimiz mesafe ile maruz kalınan gürültü arasındaki ilişki yorumunu destekler niteliktedir.



Şekil 5.1. Kaynarca Mahallesi ölçüm fotoğrafı (Çekim tarihi: 26.10.2020)

Şekil 5.1’de uçakların Pendik uçuş rotasında, iniş manevrası esnasında alçaldığı ve konutlara daha da çok yaklaştığı görülmektedir. Bu noktada alınan gürültü ölçüm sonuçlarının yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin biraz üzerinde olduğu görülmüştür. Bu durum uçaklar konutlara yaklaştıkça gürültünün konutlar üzerindeki maruziyetinin arttığı yorumunu da destekler niteliktedir.

Ek olarak da Şekil 4.4’te görülen alanda Ramazanoğlu Mahallesi Aile Sokak da pist dibinde gece gündüz ve akşam olmak üzere Tablo 4.6 ‘ da yer alan ölçüm değerleri kaydedilmiştir.

Tablo 4.6’da yer verilen değerler incelendiğinde, uçakların pist üzerinde hareket halindeyken, iniş ve kalkış manevralarına göre daha gürültülü çalıştığı sonucuna varılmaktadır. Uçak iniş, kalkış manevrası esnasında Lgece 61,9dB ve Lgündüz 60,63dB değerleri iniş manevrası Lakşam 70.36dB değeri ise kalkış manevrası esnasında kaydedilmiştir. Bu durum da bize uçakların kalkış manevrası esnasında, iniş manevrasına göre daha gürültülü çalıştığını gösterir niteliktedir. Anlık alınan ölçüm sonuçları yorumlandığında belli noktalarda Çevresel Gürültü Seviyesi Değerlendirme Yönetmeliğinde yer alan sınır değerlerin aşıldığı görülmüştür.

Havalimanı çevresinde yayılmış olan karayolları fabrika ve konut alanları da hesaba katılarak stratejik gürültü haritaları oluşturulmalıdır. Havalimanı çevresine yeni yapılar yapılmadan önce ekstra gürültü çalışmaları yapılmalıdır. Çalışma kapsamında yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin sağlanamadığı alanlara konut yapımının, kontrollü gerçekleştirilmesi ve minimum düzeyde tutulması önerilmektedir.(Keskin ve Yılmaz, 2015)

Mevcut verilere göre, uçak gürültüsünün kentsel alanlarda gündüz-akşam-gece döneminde yaklaşık 3 milyon insanı 55 dB veya daha yüksek seviyelere çıkardığı tahmin edilmektedir. Bu rakama ek olarak, kentsel alanların dışındaki büyük havaalanlarında gürültüye maruz kalan insan sayısının 1 milyon olduğu tahmin edilmektedir. Gece gürültüsü açısından, rakamlar sırasıyla 1 ve 0.5 milyondur. Bu değerler toplam AB nüfusunun çok küçük bir oranını temsil etmektedir. Ancak, önemli bir gürültü kaynağıdır, çünkü karayolu veya demiryolu gürültüsünden daha sinir bozucu

olarak kabul edilmektedir (Peris ve diğ., 2019). Bu durum uçak gürültüsü konusunda önlem alınmasını zaruri kılmaktadır.

Avrupa Çevre Ajansı'nın 2017 yılına ait Çevresel Gösterge Raporunda yedinci çevre eylem programının öncelikli hedefleri arasında gürültü kirliliğini önemli ölçüde azaltması da yer almaktadır (Mourelatou ve diğ., 2017).

Toplamda, END (Çevresel Gürültü Direktifi) kapsamında bulunan ve gürültüye maruz kalmanın değerlendirileceği 89 büyük havaalanı bulunmaktadır.

İtalya, Lüksemburg, Malta ve Portekiz ile AÇA ortalaması % 2'dir. Bu sonuçlar muhtemelen bir dereceye kadar bir ülkedeki havaalanı sayısına ve havaalanlarının kentleşmiş alanlardan ne kadar uzak olduğuna bağlıdır. Örneğin, Fransa, Almanya, İtalya, İspanya ve Birleşik Krallık 'ta, ülkenin büyüklüğüne bağlı olarak, genellikle bir ila üç havalimanı olan diğer ülkelerden çok daha fazla havaalanı vardır. Lüksemburg ve diğer ülkeler arasındaki çarpıcı fark, büyük bir havalimanından gürültüye maruz kalan sadece bir yığılmadan elde edilen verilerin rapor edilmesidir, oysa diğer büyük ülkelerden gelen veriler, maruz kalmayanlar da dahil olmak üzere tüm yığılmalar üzerinde bir ortalamaı temsil etmektedir. Daha yüksek gürültü bantlarında (≥ 70 dB) uçak gürültüsüne maruz kalmanın ülkelerin çoğunda bulunmadığı da görülebilir, daha büyük kentsel alanlarda genellikle uçak gürültüsüne maruz kalan daha fazla insan vardır. Şaşırtıcı olmayan bir şekilde, Amsterdam, Berlin, Brüksel, Lizbon, Londra, Lüksemburg veya Roma gibi başkentlerin daha az insanın uçak gürültü seviyelerine en az 55 dB Lden maruz kaldığı görülmektedir.

Sistematik olarak 55 dB veya daha yüksek gündüz-akşam-gece seviyelerine maruz kalan insanların en yüksek olduğu kentsel alanlara rastlanabilmektedir. Örneğin, bu değişkenlik, hava taşıtının trafik hacimlerine ve bir havaalanının konumu ve çevresi gibi yerel faktörlere de bağlı olabilmektedir (Peris ve diğ., 2019).

Mevcut havalimanı Pendik sınırları içerisinde bulunmaktadır, Yeni yapılacak ikinci pist için Tuzla ilçesi sınırlarında 180 hektarlık alan kamulaştırılmıştır. Bu durum ile birlikte hava limanının konutlara biraz daha yakınlaşacak ve uçak yoğunluğu giderek artacaktır.

Artan uçak yoğunluğu ile birlikte gürültü problemlerinin de giderek artacağı ön görülmektedir.

Şekil 3.11 ve Tablo 3.1’de Sabiha Gökçen Havalimanı’nda ki yolcu sayısının nüfus ile birlikte giderek arttığı görülmektedir.

Teknolojik gelişmeler ve hızlı nüfus artışı ile birlikte havalimanı yakınlarındaki yerleşim alanlarının yeniden düzenlenmesi ve yerleşim yerleri ile havalimanı arasında tampon bölgeler oluşturulması, havalimanı yakınındaki alanların tarım alanı olarak kullanılması ve ağaçlandırılması alınabilecek önlemler arasında yer almaktadır. Ayrıca havalimanının çevresinde gürültü kontrol izleme merkezlerinin kurulması, personelin bu konuda bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Artan teknoloji ile birlikte yerleşim yerlerine yakın havalimanlarında yer alan uçak gürültüsü toplum huzurunu derinden etkileyen önemli bir sorun haline gelmektedir. Üniversite-Sanayi-Belediyeler ile iş birliği içerisinde daha kapsamlı çalışmalar yapılarak konu üzerinde daha fazla veriler elde edilebilir. Bu verilere dayanılarak hayata geçirilebilecek fikirlere ulaşılabilir. Yapılan çalışmalar esansında yerel halkın da konuya dahil edilmesi gürültü problemlerinin çözümü açısından oldukça önemlidir.

Bu konularda yapılacak çalışmaların hem temiz çevre, hem de ekonomik yönden, gelecek dünya için fayda sağlayacağı düşünüldüğünden desteklenmesi oldukça önemlidir (Peris ve diğ., 2019).

KAYNAKLAR

- Arpacı, A.S. (1995), Gürültü Kirliliğinin İncelenmesi ve Öneri Getirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 46933.
- Atmaca, E. (1997), Sivas'ta Trafik ve Endüstriden Kaynaklanan Trafik Gürültüsünün Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 65215.
- Bilgen, İ. (2017), Nevşehir il Merkezinde Trafik Kaynaklı Gürültü Düzeyleri Ölçümü ve Gürültü Haritasının Hazırlanması, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacıbektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir, 490395.
- Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi Ve Yönetimi Yönetmeliği (2010). *T.C. Resmi Gazete* (27601, 4 Haziran 2010). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Danışman, A. (2010), Havalimanı Kaynaklı Çevresel Etkiler: Ankara Esenboğa Havalimanı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 269782.
- Demirkale, S. Y., Aşçıgil M. (2007), Sağlıklı Kentlerle ve Yapılarla İlgili Türkiye'nin Gürültü Politikası, *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, Türkiye, 25-28 Ekim 2007.
- Doğan, H. (2018), Çataltepe Ö.A., Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, *Journal of Science Health and Sport*, 1(1), 29-38.
- Emekli, M.A. (2019), Havalimanı Çevresindeki yapılarda Gürültü Denetiminde Kaynağa İlişkin özelliklerin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 596929.
- Heyes, G., Hooper, P., Raju, F., Sheppard, J. (2021), The Case For A Design-Led, End-User Focused Airport Noise Management Process, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 95(1), 102847.
- Hodges, L. (1977), *Environmental Pollution* (2nd ed.), New York: Holt, Rinehart and Winston.
- ILO C148 (1977), Working Environment (Air Pollution, Noise and Vibration) Convention, *International Labour Organization*.
- Jeppesen (2020), *Jeppesen Airway Manual, Europe – Mediterranean* (1st ed.), JEPPESEN A Boeing Company.
- Keskin, O. (2014), Havalimanı Gürültü Haritalarının Hazırlanması; İstanbul Sabiha Gökçen Hava Limanı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 355988.

- Keskin, O., Yılmaz, S.(2015), İstanbul Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı Kalkış Gece Gürültüsü Haritalama Çalışması, *11. Ulusal Ulaştırma Kongresi*, İstanbul, Türkiye, 27-29 Mayıs 2015.
- Mourelatou, A., Ortiz, A.G., Vicenta, A. S., Reichel, A., Arceredilo, A.T., Barbu, A. (2018), Environmental Indicator Report, *European Environment Agency*, 19/2018, 21, 19.
- Peris, E., Blanes, N., Fons, J., Maza, M.S., Ramos, M. J., Domingues, F. (2019), Environmental Indicator Report, *European Environment Agency*, DF7_DF10, 22, 31-33.
- Şahin, G.Y. (2007), Trabzon Havalimanı Gürültüsü ve İnsan Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 212069.
- URL-1: <https://gataairlines.com/dunya-havacilik-tarihi-ve-bizim-hikayemiz/> , (Ziyaret tarihi: 10 Nisan 2012).
- URL-2: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. <http://web.shgm.gov.tr/tr/kurumsal/4006-faaliyet-raporlarimiz>, (Ziyaret tarihi: 27 Kasım 2020).
- URL-3:Tarihçe, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, <http://web.shgm.gov.tr/tr/s/1--tarihce>, (Ziyaret tarihi: 27 Kasım 2020).
- URL-4: Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Klavuzu (2011), T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/cevresel-gurultu-olcum-ve-degerlend-rme-klavuzu-20180209145104.pdf> (Ziyaret tarihi: 10 Mayıs 2021).
- URL-5:Oren U., MAK 4026 SES ve Gürültü Kontrolü, Slideplayer, <https://slideplayer.biz.tr/slide/3192078/> (Ziyaret tarihi: 8 Mayıs 2021).
- URL-6: Çetingüç M., Havacılıkta Gürültü ve Vibrasyon, Havacılık Tıbbi Derneği, <http://www.hvtd.org/?p=525> (Ziyaret tarihi: 21 Haziran 2021).
- URL-7: Bakırcı Ç.M., Uçak Motoru Nasıl Çalışır? İtki Kuvveti Nedir?, Evrim Ağacı, <https://evrimagaci.org/ucak-motoru-nasil-calisir-itki-kuvveti-nedir-8982> (Ziyaret tarihi: 18 Haziran 2021).
- URL-8:Flughafenverband, FLUGLÄRMSCHUTZ IM BLICK Die erfolgreiche Strategie der Luftverkehrsbranche, Flughafenverband, <https://www.adv.aero/wp-content/uploads/2018/09/Flugl%C3%A4rmschutz-im-Blick.pdf> (Ziyaret tarihi: 18 Haziran 2021).
- URL-9:Umwelt Bundes Amt, Lärmfachliche Bewertung der Flugrouten für den Verkehrsflughafen Berlin Brandenburg (BER), UBA,

<https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4209.pdf> (Ziyaret tarihi: 18 Temmuz 2021).

URL-10: <https://www.koeln-bonn-airport.de/unternehmen/umwelt-und-laermschutz/passiver-schallschutz.html> , (Ziyaret tarihi: 18 Temmuz 2021).

URL-11: <https://www.bremen-airport.com/umwelt/nachbarschaftsdialog#c5053> , (Ziyaret tarihi: 22 Temmuz 2021).

URL-12: <https://www.munich-airport.de/laermschutz-87229> , (Ziyaret tarihi: 22 Temmuz 2021).

URL-13: <https://www.flughafen-stuttgart.de/fairport-str/fluglaerm-schallschutz/> , (Ziyaret tarihi: 22 Temmuz 2021).

URL-14: <https://www.dhmi.gov.tr/Lists/Istatislikler/Attachments/201/YOLCU.pdf> , (Ziyaret Tarihi: 24 Ekim 2021).

URL-15: <https://www.sabihagokcen.aero/kurumsal-bilgiler/havalimani/havalimani-trafik-raporu> , (Ziyaret Tarihi: 24 Ekim 2021).

Yalçın O. (2016), Havacılık, Hava Gücünün Doğuşu ve Birinci Dünya Savaşına Etkisi, *Ankara Üniversitesi Türk İnkılâp Tarihi Enstitüsü Atatürk Yolu Dergisi*, 59(Güz), 181-236.

Yang, Y.L. (2020), Comparison Of Public Perception And Risk Management Decisions Of Aircraft Noise Near Taoyuan And Kaohsiung International Airports, *Journal of Air Transport Management*, 85(1),101797.

Yılmaz, F. (2020), Türkiye’de Sivil Havacılık Sektörünün Tarihsel Gelişimi Ve 2003-2018 Yılları Arasında Sektörün Değerlendirilmesi, *116 Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 7(1), 113-129.

Zhao, K., Okolo, P., Neri, E., Chen, P., Kennedy, J., Bennett, G. J. (2020), Noise reduction technologies for aircraft landing gear-A bibliographic review, *Progress in Aerospace Sciences*, 122(1), 1-23.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Gülenç, H. (2020), Hava Limanlarında Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi, *International Marmara Sciences Congress (IMASCON)*, Kocaeli, Türkiye, 19-20 Haziran 2020.



ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2007 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 2012 yılında mezun oldu. 2017 yılında başladığı Kocaeli Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.

