

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

NEVŞEHİR HAVALİMANI ÇEVRESEL ETKİLERİNİN  
“YEŞİL HAVAALANI PROJESİ” KAPSAMINDA İNCELENMESİ

Fatih TÜRKOĞLU

ŞUBAT 2014

**Makine Anabilim Dalında** Fatih TÜRKOĞLU tarafından hazırlanan NEVŞEHİR HAVALİMANI ÇEVRESEL ETKİLERİNİN “YEŞİL HAVAALANI PROJESİ” KAPSAMINDA İNCELENMESİ adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Ali ERİŞEN  
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Battal DOĞAN  
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Ali ERİŞEN \_\_\_\_\_  
Üye (Danışman) :Doç. Dr. Ali Payidar AKGÜNGÖR \_\_\_\_\_  
Üye : Yrd. Doç. Dr. Battal DOĞAN \_\_\_\_\_

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

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Doç. Dr. Erdem Kamil YILDIRIM  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖZET

### NEVŞEHİR HAVALİMANI ÇEVRESEL ETKİLERİNİN “YEŞİL HAVAALANI PROJESİ” KAPSAMINDA İNCELENMESİ

TÜRKOĞLU, Fatih

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Battal DOĞAN

Şubat 2014, 154 sayfa

Havaalanlarının çevreye olumsuz etkilerinin azaltılması amacıyla, havaalanlarının belirli şartları yerine getirmeleri durumunda, o havaalanının “Yeşil Havaalanı” unvanı alacağı “Yeşil Havaalanı Projesi”, 25/06/2009 tarihinde Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından başlatılmıştır. Bu çalışmanın amacı bir havaalanında olumsuz çevresel etkilerin incelenmesi, bu etkilerin giderilmesi, azaltılması ve mümkünse önlenilmesidir.

Çalışmada “Yeşil Havaalanı Projesi” kapsamında, Nevşehir Kapadokya Havalimanı'nın çevresel etkilerinin, gürültü, emisyon ve atık yönetimi yönünden incelenmesini amaçlamaktadır. Ayrıca bu çalışmada, Kapadokya Havalimanı'nın “Yeşil Havaalanı” unvanını alması için öneriler sunulmuştur.

Gürültünün, Havalimanı çevresine etkisini inceleyebilmek için Nevşehir Kapadokya Havalimanı yakınında bulunan Tuzköy Kasabası ve Gülşehir ilçelerinde gürültü ölçümleri yapılmış ve bu ölçümler mevzuata göre değerlendirilmiştir. Gündüz ve akşam yapılan ölçümlerin mevzuattaki sınır değerleri aşmadığı görülmüş, ancak Havalimanına gece seferleri yapılması durumunda sınır değerlerin aşılabacağı tespit edilmiştir.

Kapadokya Havalimanında uçaklardan kaynaklanan sera gazı emisyonları belirlenmiştir. Emisyon hesaplamaları sırasında IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) tarafından önerilmiş ve Tier yaklaşımlarıyla belirlenmiş olan metodoloji kullanılmıştır. Ulaştırma sektöründe açığa çıkan sera gazlarının içinde büyük oranda CO<sub>2</sub> gazı bulunmasından dolayı, özellikle CO<sub>2</sub> gazlarının analizi

önemlidir. CO<sub>2</sub> dışında, NO<sub>x</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, NMVOC, N<sub>2</sub>O ve SO<sub>2</sub> gazları da hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda bütün sera gazı emisyonlarında ve özellikle yakıt tüketimlerinin artması sonucunda CO<sub>2</sub> emisyonlarının hızla arttığı gözlemlenmiştir.

Havalimanında diğer bir emisyon kaynağı olan ısı merkezinde baca gazı analizleri yapılmış ve mevzuattaki sınır değerlerin aşılmadığı görülmüştür.

Havalimanında oluşan atıklar ve miktarları takip edilmiş, uygun şekilde depolanmaları ve geri kazanım/dönüşüm durumları incelenmiştir.

Daha önce atık su arıtma tesisi bulunmayan Havalimanına, atık su arıtma tesisi projesi hazırlanarak tesis kurulmuş, tesiste deşarj edilen suyun bahçe sulanmasında kullanılabilmesi için gerekli tertibat hazırlanmıştır.

Enerjiyi daha verimli kullanmak için bir trijenerasyon sistemi tasarımı yapılmış ve sistemin fizibilitesi incelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Gürültü, Emisyon, Atık Yönetimi, Yeşil Havaalanı,  
Trijenerasyon

## ABSTRACT

RESEARCH ON ENVIRONMENTAL EFFECTS  
WITHIN THE SCOPE OF “GREEN AIRPORT PROJECT”  
IN NEVSEHIR INTERNATIONAL AIRPORT

TÜRKOĞLU, Fatih

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mechanical, Master Thesis

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Battal DOĞAN

February 2014, 154 pages

For the purpose of reducing the negative effects of Airports on environment, “Green Airport Project” has been initiated by Directorate General of Civil Aviation in 06/25/2006. The airports will be called “Green Airport” when the requirements of this project were met. The aim of this study is research of negative environmental effect on an airport, elimination, reducing and prevention of these effects.

This study intends to examine the environmental effect in Nevsehir Kapadokya Airport in the context of “Green Airport Project” with regard to noise, emission and waste management. In addition, this study offers some recommendations, for Kapadokya Airport to be defined as “Green Airprot”

To examine the noise effect on places around Airport in Tuzkoy and Gulsehir, noise level was measured. These measurements of noise level were assessed according to legislations. Measurements made in daylight and evening hours were found not to exceed the legislation level but in the case of landing-take off of an aircraft in the night hours, noise levels will exceed legislation limits.

The amounts of greenhouse gas emission caused by aircraft in Kapadokya Airport were determined. In the calculations of emission, the method which was recommended by IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) and determined by Tier techniques has been used. Because there is great amount of CO<sub>2</sub>

within greenhouse gas in transportation sector, analysis of CO<sub>2</sub> is particularly important. Besides CO<sub>2</sub>; NO<sub>x</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, NMVOC, N<sub>2</sub>O and SO<sub>2</sub> gases were calculated. As a result of these calculations it has been monitored that all greenhouse emission and especially fuel consumption caused CO<sub>2</sub> emission to rise.

Emission of chimney gas which is another emission sources in the airport was analyzed and the limit values were seen not to exceed legislation level.

Types and amounts of wastes in airport were monitored, storage and recycle was watched to be made properly.

Water purification system was built in airport which has no this system before. The necessary equipments were prepared to drain the water discharged by purification system for garden irrigation.

A trigeneration system was designed for using energy more efficiently and feasibility of the system was analyzed.

**Key Words:** Noise, Emission, Waste Management, Green Airport,  
Trigeneration

## TEŐEKKÖR

Tezimin hazırlanması esnasında hiçbir yardımcı esirgemeyen ve biz araŐtırmacılara büyük destek olan, bilimsel deney imkânlarını sonuna kadar bizlerin hizmetine veren, tez yöneticisi hocam, Sayın Yrd. Doç. Dr. Battal DOĞAN' a, büyük fedakârlıklarla bana destek olan arkadaşlarım Kapadokya Havalimanı Makine personeli Volkan DUR, M. Baki ÜNAL, Mehmet DEMİRAL, Talat ER, Hava Trafik personeli İbrahim CEYLAN, H.İbrahim DİLAVER, Hatice KILIÇ TUĞLUK ve bana destek olan herkese teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	v
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	vi
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	x
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	xiii
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	xv
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	xvi
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1. Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (DHMI).....	2
1.2. Nevşehir Kapadokya Havalimanı .....	4
<b>2. HAVAALANLARININ ÇEVREYE OLAN ETKİLERİ</b> .....	7
2.1. Gürültü .....	9
2.1.1. Temel Kavramlar.....	9
2.1.2. Gürültünün Sınıflandırılması.....	15
2.1.3. Gürültünün İnsan Sağlığına Etkileri.....	16
2.1.4. Gürültü Ölçüm Parametreleri.....	18
2.1.4.1. Frekans Ağırlıkları.....	20
2.1.4.2. Zaman Ağırlıkları.....	20
2.1.4.3. Eşdeğer Gürültü Seviyesi ( $L_{eg}$ ).....	21
2.1.4.4. Maksimum Ses Seviyesi ( $L_{max}$ ).....	21
2.1.5. Uçak Gürültüsü.....	22
2.1.5.1. Uçak Gürültüsünün Kaynağında Azaltılması.....	24
2.1.5.2. Havaalanlarında Gürültü Azaltılması İçin İşletmeye Dayalı Önlemler.....	26
2.1.6. Meteorolojik Koşulların Gürültüye Etkisi .....	30
2.1.7. Gürültü Ölçümü İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	31
2.1.7.1. Gürültü Ölçümlerinin Yapıldığı Yerleşim Yerleri.....	31
2.1.7.2. Gürültü Ölçümünün Yapıldığı Cihazın Tanıtımı.....	32



2.1.7.3. Ölçüm Yapılan Noktalar.....	32
2.1.7.4. Elde Edilen Ölçüm Sonuçları.....	36
2.1.7.5. Değerlendirme.....	38
2.2. Gaz Emisyonları .....	40
2.2.1. Hava Kirliliği.....	40
2.2.2. Hava Kirleticileri .....	40
2.2.2.1. Eksik Yanma.....	46
2.2.2.2. Yakıt Safsızlıkları .....	47
2.2.3. Havaalanlarında Uçaklardan Kaynaklanan Emisyon.....	48
2.2.3.1. Uçak Emisyonlarının Belirlenmesinde IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change)Yöntemi....	51
2.2.3.2. Nevşehir Kapadokya Havalimanı Uçak Emisyonlarının IPCC Yöntemiyle Belirlenmesi .....	56
2.2.3.3. Uçak Emisyonlarının Azaltılması.....	57
2.2.4. Başka Kaynaklardan Emisyonlar.....	59
2.2.5. Kapadokya Havalimanı Baca Gazı Emisyonu Ölçüm Çalışması..	60
2.2.6. Nevşehir İlinin Hava Kalite Değerleri.....	65
2.2.7. Değerlendirme.....	67
2.3. Atık Yönetimi .....	68
2.3.1. Atık Tanımı ve Atıkların Sınıflandırılması.....	68
2.3.2. Katı Atık Yönetimi.....	69
2.3.2.1. Önleme .....	70
2.3.2.2. Azaltma .....	70
2.3.2.3. Tekrar Kullanım .....	71
2.3.2.4. Geri Dönüşüm .....	71
2.3.2.5. Geri Kazanım .....	71
2.3.3. Türkiye’de Atık ve Yönetimi .....	72
2.3.4. Nevşehir Kapadokya Havalimanında Atık ve Yönetimi .....	78
2.3.4.1. Nevşehir Kapadokya Havalimanında Atık Azaltımına Yönelik Alınacak Tedbirler .....	82
2.3.4.2. Kapadokya Havalimanında Atık Depolama Çalışmaları....	83
2.3.5. Atık Su Arıtma Tesisi .....	86
2.3.5.1. Debi Hesabı .....	88

2.3.5.2. Deşarj Yeri .....	88
2.3.5.3. Tasarım Esasları .....	88
2.3.5.4. Seçilen Atık Su Arıtma Tesisi Prosesinin Açıklanması ....	89
2.3.5.5. Dengeleme Havuzu .....	90
2.3.5.6. Paket Arıtma Sistemi Ölçüleri .....	91
2.3.5.7. Reaksiyon Havuzu .....	91
2.3.5.8. Filtrasyon Sistemi .....	92
2.3.5.9. Klorlama Havuzu .....	93
2.3.5.10. Atık su Arıtma Tesisi Skada ve Otomasyon Bilgileri .....	94
2.3.5.11. Kullanılacak Mekanik Ekipman Listesi, Özellikleri .....	94
2.3.5.12. İşletme ve Bakım .....	95
2.3.5.13. Bakım ve Kontrol .....	97
2.3.5.14. Sistemin Devreye Alınması .....	97
2.3.5.15. Acil Durum .....	98
2.3.5.16. Atık Su Arıtma Tesisinin Kroki ve Resimleri .....	98
2.3.5.17. Atık Su Analiz Raporu .....	99
<b>3. YAKIT, ELEKTRİK, SU SARFIYATI VE TESİSAT ŞEMALARI .....</b>	<b>102</b>
<b>4. TRİJENERASYON SİSTEM TASARIMI .....</b>	<b>103</b>
4.1. Trijenerasyon Sisteminin Termodinamik Yönden Modellenmesi .....	105
4.1.1. Havalimanının Isı İhtiyacı Kapasitesinin Belirlenmesi .....	106
4.1.2. Sistem Parametrelerinin Belirlenmesi .....	106
4.1.2.1. Isı Değişirici .....	109
4.1.2.2. Kaynatıcı .....	110
4.1.2.3. Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi .....	111
4.1.2.4. Alçak Basınç Pompası .....	113
4.1.2.5. Havalandırıcı .....	116
4.1.2.6. Yüksek Basınç Pompası .....	117
4.1.2.7. Türbin .....	119
4.1.2.8. Buhar Kazanı .....	121
4.1.2.9. Sistemde Kullanılacak Yakıt Miktarı .....	122
4.1.2.10. Mevcut Sitemle Trijenerasyon Sisteminin Maliyet Karşılaştırması ve Öneriler .....	123
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>124</b>

<b>EKLER</b> .....	127
EK-1. Nevşehir Havalimanında için 2007-2011 yılları için hesaplanan emisyonlar ve enerji tüketimleri .....	127
EK-2 : Nevşehir Havalimanı Tesisat Hat Şemaları .....	133
EK-3. Yeşil Havaalanı Projesi Uygulama Esasları .....	136
EK.4. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından “Yeşil Kuruluş” ünvanı verilen kuruluşlar .....	149
<b>KAYNAKLAR</b> .....	150

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Türkiye’de 2003-2012 yılları arasında uçak trafiği .....	3
1.2. Nevşehir Kapadokya Havalimanı uçak trafiği .....	5
2.1. Sesin bazı ortamlarda 21 °C’ deki yayılma hızları .....	11
2.1. Sesin bazı ortamlarda 21 °C’ deki yayılma hızları (devam) .....	12
2.2. Çeşitli ses kaynaklarının tipik ses güçleri ve ses gücü seviyeleri .....	13
2.3. Oktav bant merkez frekansları .....	15
2.4. Seviyelerine göre gürültünün etkileri .....	17
2.5. ICAO Annex 16, Cilt 1’in içeriği .....	25
2.5. ICAO Annex 16, Cilt 1’in içeriği (devam) .....	26
2.6. Gürültü ölçüm sonuçları .....	36
2.6. Gürültü ölçüm sonuçları (devam) .....	37
2.7. Havaalanı çevresel gürültü sınır değerleri .....	38
2.8. Dünya’da azot oksitlerin tüketim değerleri .....	41
2.8. Dünya’da azot oksitlerin tüketim değerleri (devam) .....	42
2.9. Seragazı emisyonları .....	45
2.10. LTO’nun modları ve süreleri .....	51
2.11. Farklı uçak tipleri için LTO emisyon faktörleri .....	54
2.11. Farklı uçak tipleri için LTO emisyon faktörleri (devam) .....	55
2.12. 2011 yılı için Nevşehir Havalimanında emisyon değerleri .....	56
2.13. Havalimanında bulunan ısıtma kazanına ait bilgiler .....	60
2.14. 2012 Kasım ayı için baca gazı hızları .....	61
2.15. Baca yüksekliği.....	61
2.16. 1 numaralı kazanda oluşan emisyon ölçüm sonuçları .....	62
2.16. 1 numaralı kazanda oluşan emisyon ölçüm sonuçları (devam) .....	63
2.17. 2 numaralı kazanda oluşan emisyon ölçüm sonuçları .....	63
2.17. 2 numaralı kazanda oluşan emisyon ölçüm sonuçları (devam) .....	64
2.18. Tesisin tümü için toplam emisyonlar .....	64
2.19. Kullanılan metot veya standart ve ölçüm esnasında kullanılan cihazlar ...	65
2.20. Hava kalite indeksi .....	67

2.21.	Havaalanlarında atık türleri ve atık kaynakları .....	78
2.22.	Tehlikeli atık miktarları ve gelecek yıllar için tahminler .....	78
2.22.	Tehlikeli atık miktarları ve gelecek yıllar için tahminler (devam) .....	79
2.23.	Tehlikesiz atık miktarları ve gelecek yıllar için tahminler .....	80
2.24.	Toplama-ayırma veya geri kazanım ve bertaraf tesisleri .....	81
2.24.	Toplama-ayırma veya geri kazanım ve bertaraf tesisleri (devam) .....	82
2.25.	Arıtma tesisinde kullanılacak pompaların çalışma zamanları ve güçleri ...	92
2.26.	Arıtma tesisinde kullanılacak ekipman ve özellikleri .....	94
2.26.	Arıtma tesisinde kullanılacak ekipman ve özellikleri (devam) .....	95
2.27.	Atık su numunesinin analiz raporu .....	99
4.1.	Isı değiştiricisi akımlarının termodinamik özellikleri .....	109
4.2.	Kaynatıcının termodinamik özellikleri .....	111
4.3.	Absorbsiyonlu soğutma sistemi termodinamik özellikleri .....	112
4.4.	Alçak basınç pompası giriş termodinamik özellikleri .....	114
4.5.	Alçak basınç pompası çıkış termodinamik özellikleri .....	115
4.6.	Havalandırıcı termodinamik özellikleri .....	116
4.7.	Yüksek basınç pompası giriş termodinamik özellikleri .....	117
4.8.	Yüksek basınç pompası çıkış termodinamik özellikleri .....	119
4.9.	Türbin termodinamik özellikleri .....	120
4.10.	Buhar kazanı termodinamik özellikleri .....	121
4.11.	Trijenerasyon sistemindeki tüm akımların termodinamik özellikleri .....	122
4.12.	Maliyet karşılaştırılması .....	123

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Türkiye’de 2003-2012 yılları arasında uçak trafiği .....	2
1.2. DHMİ Genel Müdürlüğü tarafından işletilen Havalimanları .....	4
1.3. Nevşehir Kapadokya Havalimanı uçak trafiği .....	5
1.4. Nevşehir Kapadokya Havalimanı ve yakın yerleşim yerleri .....	6
1.5. Nevşehir Kapadokya Havalimanı’ndan bir görüntü .....	6
2.1. Ses basıncının zamanla değişimi .....	10
2.2. Basit harmonik bir ses dalgasının bir yönde ilerleyişi .....	11
2.3. A,B,C ve D ağırlık eğrileri .....	20
2.4. Turbo fan ve turbo jet uçağın uçuş seyrindeki zamansal hareketleri .....	23
2.5. Örnek gürültü sertifikası .....	26
2.6. Gürültüyü azaltmak için kalkış şekli .....	27
2.7. Havalimanlarında sınırlayıcı ve gürültüye bağlı iniş ücretleri .....	29
2.8. Hamburg-Fuhlsbüttel Havalimanındaki gürültü hangarı .....	30
2.9. Ölçümde kullanılan gürültü ölçüm cihazı .....	32
2.10. Tuzköy Kasabası gürültü ölçüm noktaları .....	34
2.11. Gülşehir İlçesi gürültü ölçüm noktaları .....	35
2.12. Gündüz ölçümlerinin sınır değerle kıyaslanması .....	39
2.13. Akşam ölçümlerinin sınır değerle kıyaslanması .....	39
2.14. Yanma ile ilgili kirliliğin bileşenleri .....	46
2.15. Dünya’da CO <sub>2</sub> emisyonlarının sektörel dağılımı .....	49
2.16. Dünyada havacılık sektöründen kaynaklanan CO <sub>2</sub> miktarları .....	49
2.17. LTO çevrimi .....	53
2.18. ICAO tarafından izlenen alternatif yakıtlı uçakların uçuş sayısı .....	59
2.19. 2009-2012 yıllarında Nevşehir İlinde partiküler madde (PM <sub>10</sub> ) emisyonları (µg/m <sup>3</sup> ) .....	66
2.20. 2009-2012 yıllarında Nevşehir İlinde SO <sub>2</sub> emisyonları (µg/m <sup>3</sup> ) .....	66
2.21. Atık yönetim hiyerarşisi .....	70
2.22. Atık hizmeti verilen belediye sayısı .....	74
2.23. Belediyelerde toplanan atık miktarları .....	75

2.24.	Kişi başı ortalama atık miktarı .....	75
2.25.	1994 ve 2010 yılındaki atık bertaraf yöntemleri (bin ton /yıl) .....	76
2.26.	Türkiye’de toplam tehlikeli atık miktarları .....	77
2.27.	Atık kutuları .....	84
2.28.	Ambalaj atık deposu .....	84
2.29.	Tehlikeli atık deposu .....	85
2.30.	Tehlikeli atık deposu .....	85
2.31.	Tehlikeli atık deposu .....	86
2.32.	Kanalizasyon hatlarındaki arızalara ilişkin örnekler .....	87
2.33.	Kurulan atık su arıtma tesisi .....	98
2.34.	Kurulan atık su arıtma tesisi .....	99
2.35.	Kurulan atık su arıtma tesisinin yerleşim planı .....	100
2.36.	Atık su arıtma tesisinin akım şeması .....	101
4.1.	Trijenerasyon sisteminin şematik görünümü .....	103
4.2.	Absorbsiyonlu soğutma sistemi .....	104
4.3.	Tasarlanan trijenerasyon sisteminin akış şeması .....	108
4.4.	Isı değiştirici akım şeması .....	109
4.5.	Kaynatıcı akım şeması .....	110
4.6.	Absorbsiyonlu soğutma sistemi akım şeması .....	112
4.7.	Alçak basınç pompası akım şeması .....	113
4.8.	Havalandırıcı akım şeması .....	116
4.9.	Yüksek basınç pompası akım şeması .....	117
4.10.	Türbin akım şeması .....	119
4.11.	Buhar kazanı akım şeması .....	121
E.1.	LTO sayıları .....	127
E.2.	LTO safhasındaki yakıt tüketimleri .....	127
E.3.	CO <sub>2</sub> emisy onları .....	128
E.4.	CO <sub>4</sub> emisy onları .....	128
E.5.	N <sub>2</sub> O emisy onları .....	128
E.6.	NO <sub>X</sub> emisy onları .....	129
E.7.	CO emisy onları .....	129
E.8.	NM VOC emisy onları .....	129
E.9.	SO <sub>2</sub> emisy onları .....	130

E.10.	Toplam kurşunsuz benzin tüketimleri (lt) .....	130
E.11.	Toplam motorin tüketimleri (lt) .....	130
E.12.	Toplam kalorifer yakıtı (Fuel-Oil 4) tüketimleri (lt) .....	131
E.13.	Toplam elektrojen grupları motorin tüketimleri (lt) .....	131
E.14.	Toplam elektrik sarfiyatı (kwh) .....	131
E.15.	Bahçe sulama için kullanılan su tüketimleri (lt) .....	132
E.16.	Aylara göre içme suyu hattında kullanılan su tüketimleri (lt) .....	132
E.17.	Kanalizasyon hattı şeması .....	133
E.18.	İçme suyu hattı şeması .....	134
E.19.	Yangın hidrant hattı şeması .....	135



## SİMGELER DİZİNİ

$c$	Ses yayılma hızı
$dB$	Desibel
$f$	Frekans
$Hz$	Hertz
$I$	Ses gücü
$L_{eg}$	Eşdeğer Gürültü Seviyesi
$L_I$	Ses şiddeti seviyesi
$L_p$	Ses basıncı seviyesi
$L_w$	Ses gücü seviyesi
$L_{max}$	Maksimum Ses Seviyesi
$Pa$	Pascal
$T$	Periyot
$t$	Zaman
$\lambda$	Dalga boyu
$W$	Ses şiddeti
$\varphi$	Yoğunluk

## KISALTMALAR DİZİNİ

DHMI	Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü
ECAC	Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (European Civil Aviation Conference)
FAA	ABD Hava İşletmeleri İdaresi
ICAO	Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (International Civil Aviation Organization)
ILS	Instrument Landing System (Aletli İniş Sistemi)
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change
LTO	Landing- Take off (İniş-kalkış)
ppm	Parts per million (milyonda bir kısım)
SHGM	Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UNSD	Birleşmiş Milletler İstatistik Dairesi

## 1.GİRİŞ

Havalimanlarının çevreye verdikleri olumsuz etkilerin en önemlileri gürültü, emisyonlar ve atıklardır. Etkisinin en fazla ve en kısa sürede hissedilmesi sebebiyle gürültü, en önemli olumsuz etkidir. Havaalanındaki uçak hareketlerinin etkilerini incelemek üzere “Trabzon Havaalanı Uçak Hareketlerinin Yakın Yerleşim Birimleri Üzerindeki Çevresel Etkileri” isimli çalışma yapılmıştır[1]. Trabzon Havaalanında gürültünün insan üzerindeki etkileri araştırılmıştır[2]. Ankara Esenboğa Havaalanında uçakların, Havaalanı çalışanları üzerindeki olumsuz etkileri araştırılmıştır[3]. Gürültü üzerine sadece Havaalanlarında değil, şehrin etkisi de araştırma konusu yapılmıştır. Kırklareli İlinin gürültü düzeylerini belirlenerek gürültü haritası oluşturulmuştur[4].

Havaalanlarında üretilen emisyonlarla ilgili olarak, İç Hat uçuşlarında kullanılan uçak tiplerinin çevreye ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini araştırılmış ve alınabilecek önlemleri belirlenmiştir[5]. Uçaklardan kaynaklanan emisyonların çevresel etkilerinin araştırılarak gün geçtikçe etkilerin arttığını ortaya konmuştur [6].

Havaalanlarında çevre bilincinin oluşması için çevre yönetim sistemleri kurulması gerektiği alınan idari kararlarında çevresel etkilerin de göz önünde bulundurulmasının önemini araştırılmıştır,[7].

Bu çalışmada, Kapadokya Havaalanı'nın gürültü, emisyonlar ve atık yönetimi yönünden etkileri incelenmiştir. Havaalanına yakın yerleşim yerlerinde gürültü ölçümleri yapılmıştır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesini imzalayan ülkeler tarafından kabul edilen Tier yaklaşımıyla, Kapadokya Havaalanındaki uçak emisyonları hesaplanmıştır.

Daha önce atık su arıtma tesisi olmayan Havaalanına atık su tesisi kurulmuş, elektrik, ısınma, soğutma ihtiyacını konvansiyonel yöntemlerle karşılayan Havaalanı için trijenerasyon sistemi tasarımı yapılmıştır. Tez çalışması ile öngörülen çalışmalar doğrultusunda Havaalanında düzenlemeler yapılmış ve sonuçta “Yeşil Havaalanı” sertifikası alınmıştır. Enerjinin verimli kullanılması ve çevresel etkilerin azaltılması ile birlikte havaalanında kaynaklı riskler azaltılmıştır. Özellikle insanları direk olarak etkileyecek fiziksel etkiler gibi doğrudan etkileyen çevresel etkiler ayrıntılı olarak incelenmiştir.

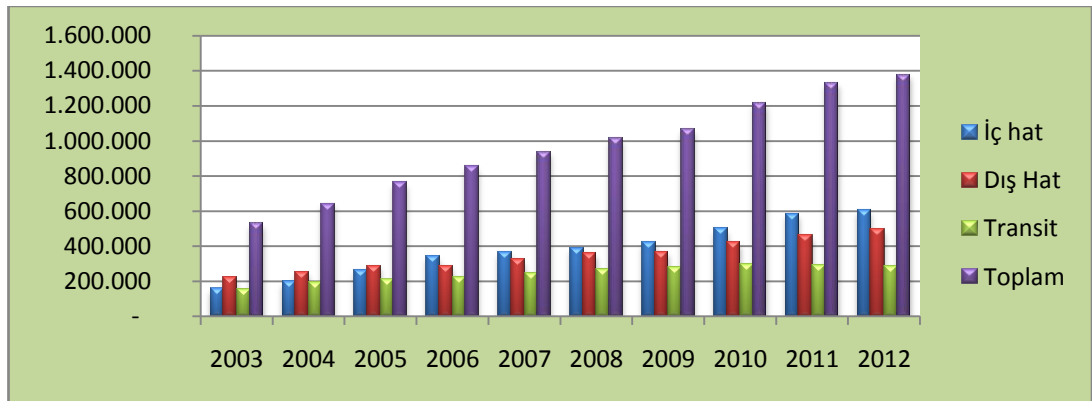
## 1.1.Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (DHMI)

Türkiye Havalimanlarının işletilmesi ile Türkiye Hava sahasındaki hava trafiğinin düzenlenmesi ve kontrolü görevi, Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI) Genel Müdürlüğüne yerine getirilmektedir.

Türk Sivil Havacılık sektörünün altyapısını oluşturan tesis ve donanımıyla, 1933 yılından bu yana değişik isim ve statülerle hizmetlerini yürütmekte olan kuruluş, 233 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname ve Ana Statüsü çerçevesinde 1984 yılından itibaren faaliyetlerini Kamu İktisadi Teşebbüsü olarak sürdürmektedir[8].

Sivil havacılık faaliyetlerinin gereği olan hava taşımacılığı, havalimanlarının işletilmesi, meydan yer hizmetlerinin yapılması, hava trafik kontrol hizmetlerinin ifası, seyrüsefer sistem ve kolaylıklarının kurulması ve işletilmesi, bu faaliyetler ile ilgili diğer tesis ve sistemlerin kurulması, işletilmesi ve modern havacılık düzeyine çıkarılmasını sağlamak kuruluşun amaç ve faaliyet konularıdır.

Türkiye’de 2003 yılında toplam 529.205 olan havayolu trafiği, 2012 yılına kadar %160 büyüyerek 1.376.486’ya ulaşmıştır. 2012 yılında toplam uçak trafiğinin 600.818’i % 43,65 pay ile iç hat uçuşlardan, 492.229’u %35,76 pay ile dış hat uçuşlardan ve 283.439’sı da %20,59 pay ile transit geçişlerden oluşmuştur. 2003 ile 2012 yıllarındaki uçak trafik istatistikleri aşağıdaki Şekil (1.1) ve Çizelge (1.1)’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Türkiye’de 2003-2012 yılları arasında uçak trafiği

**Çizelge 1.1.** Türkiye’de 2003-2012 yılları arasında uçak trafiği

2003-2012 Yılları Arasındaki Gerçekleşen Uçak Trafiği										
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>İç hat</b>	156.582	196.207	265.113	341.262	365.117	385.764	419.422	496.865	581.271	600.818
<b>Dış Hat</b>	218.405	253.286	286.867	286.139	323.471	356.001	369.047	420.596	460.218	492.229
<b>Transit</b>	154.218	191.056	206.003	224.774	247.099	268.328	277.584	294.934	290.346	283.439
<b>Toplam</b>	529.205	640.549	757.983	852.175	935.687	1.010.093	1.066.053	1.212.395	1.331.835	1.376.486

DHMİ 50 adet havaalanında faaliyet göstermekte olup, havaalanlarının çevreye olumsuz etkilerini azaltmak ve her bir havaalanında “Yeşil Havaalanı” unvanını alabilmek için çalışmalarını yürütmektedir. Proje, Havaalanlarında;

Çevre politikası oluşturulması,

Çevre amaç ve hedeflerinin oluşturulması,

Çevre sorumlusu belirlenmesi,

Çevresel risk analizi yapılması,

Katı atık yönetim planı oluşturulması,

Her türlü atıkların kaynağında toplanarak lisanslı firmalara verilerek bertaraf edilmesi veya geri kazanılması,

Gürültü haritalarının hazırlanması ve gürültü çalışma komisyonu kurulması,

Isınmadan kaynaklanan emisyonların ölçülerek emisyon izni alınması,

Katı atıkların kontrolü ve kaynağında ayrışımının sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için kuruluş personelinin bilinçlendirilmesi ve eğitim verilmesini istemektedir.



**Şekil.1.2.** DHMİ Genel Müdürlüğü tarafından işletilen Havalimanları

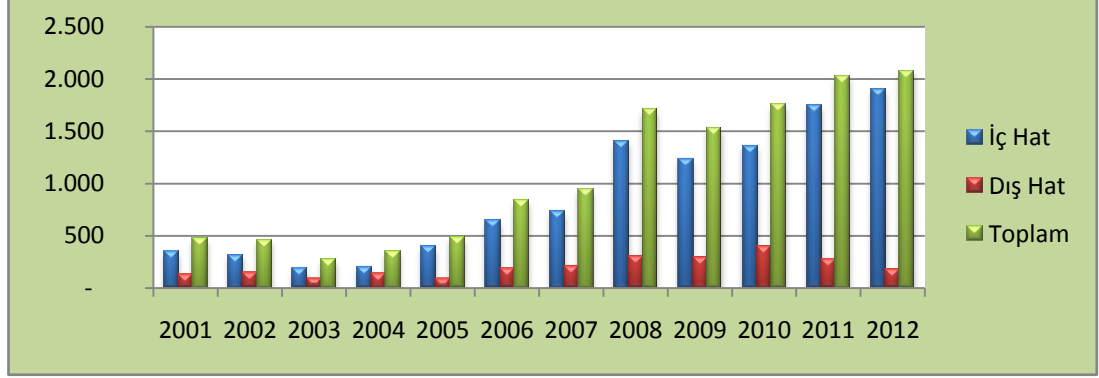
## 1.2. Nevşehir Kapadokya Havalimanı

Nevşehir Kapadokya Havalimanı, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü tarafından işletilen Havalimanlarından birisidir. Hâlihazırda her türlü sivil – askeri trafiğe, uluslararası standartlarda hizmet verecek alt yapı, üst yapı, tesisleri ile teknik donanım ve teçhizata sahip olup, Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı'nın (ICAO) yaptığı sınıflandırma kriterlerine göre kategori I (CAT – I) niteliklerinde 24 saat esasına göre hizmet vermektedir.

1500 m<sup>2</sup> iç hatlar terminali,2000 m<sup>2</sup> dış hatlar terminali, 3000x45 m. boyutlarında beton kaplama pisti, 240x120 m. ebadında 5 uçak (büyük gövdeli) kapasiteli apronu, 238x24 m. Boyutlarında taksi yolu, Arama Kurtarma Yangın Binası, ısı merkezi, güç merkezi, tamir – bakım atölyesi mevcut olup, toplam 2.495.500 m<sup>2</sup> alan üzerine kurulmuştur.Bunun yanı sıra 24 saat hizmet veren Meteoroloji İstasyonu, Poaş ve Thy-Opet'a ait akaryakıt ikmal tesisleri, Gümrük Müdürlüğü, Havaş Yer Hizmet Kuruluşu ve 400 araç kapasiteli otoparkı bulunmaktadır.

Havalimanında 100 DHMİ personeli görev yapmakta olup, ayrıca 21 personel ile Teknik İşletim Destek Hizmeti ve 22 personel ile Temizlik Hizmeti satın alınarak işletme faaliyeti yürütülmektedir. Havalimanının toplam 3500 m<sup>2</sup>-lik ortak kullanımlı, 700.000 Yolcu/Yıl kapasiteli iç ve dış hatlar terminali mevcuttur.

Nevşehir Kapadokya Havalimanı'nın 2001-2012 yılları arasındaki uçak trafik istatistikleri ise Şekil (1.3) ve Çizelge (1.2) 'de gösterilmiştir.



Şekil 1.3. Nevşehir Kapadokya Havalimanı uçak trafiği

Çizelge 1.2. Nevşehir Kapadokya Havalimanı uçak trafiği

Nevşehir Kapadokya Havalimanında 2002-2012 Yılları Arasında Gerçekleşen Uçak Trafikleri											
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>İç hat</b>	315	189	205	394	650	731	1.407	1.231	1.361	1.743	1.899
<b>Dışhat</b>	144	88	142	90	183	213	302	293	392	274	179
<b>Toplam</b>	459	277	347	484	833	944	1.709	1.524	1.753	2.017	2.078

Şekil (1.4)'de Nevşehir Kapadokya Havalimanı ve yakın yerleşim yerleri ve Şekil (1.5)'de de Havalimanından bir görüntü görülmektedir.



**Şekil 1.4.** Nevşehir Kapadokya Havalimanı ve yakın yerleşim yerleri



**Şekil 1.5.** Nevşehir Kapadokya Havalimanı'ndan bir görüntü



## 2. HAVAALANLARININ ÇEVREYE OLAN ETKİLERİ

Artan nüfus ve endüstrileşmeye paralel olarak gelişen havaalanları sayesinde, insanlar gidecekleri yerlere en kısa ve en rahat bir şekilde ulaşabilmektedir. Hava taşımacılığının sosyal ve ekonomik getirilerinin yanı sıra, bu sektörün çevreye olan etkilerini de dikkate almak gerekir. Havaalanlarının çevreye olumsuz etkileri;

- a) Gürültü,
- b) Hava kirliliği,
- c) Katı, sıvı ve tehlikeli atıklar yoluyla toprağın ve suyun kirlenmesi,
- d) Doğal yaşam alanlarına olan etkiler
- e) Enerji ihtiyacı için elektrik, akaryakıt ve suyun verimli kullanılmamasıdır.

Teknolojik gelişmelerle daha sessiz uçaklar üretilmesine rağmen, uçak hareket sayısındaki artış ve havaalanı faaliyetleri, gürültünün de artmasına sebep olmuştur. Gürültüyü, insanların fizyolojik ve psikolojik dengesini bozan, iş başarısını azaltan, çevrenin sessizliğini bozarak ya da yok ederek niteliğini değiştiren, hoş gitmeyen seslerden oluşan, önemli bir çevre kirleticisi olarak tanımlayabiliriz. Havaalanlarının çevreye olan en olumsuz etkisi gürültüdür. Gürültü kirliliği, havaalanına iniş ve kalkış yapan uçaklardan, havaalanında yer alan mekanik ünitelerden ve havaalanına bağlantılı karayolu ulaşımından kaynaklanmaktadır. Yapılan araştırmalarda mevcut çevre gürültüsüne 59-60 dB seviyesinde istenmeyen gürültü karıştığında çevre halkının şikâyetlerine rastlanmaktadır. İstenmeyen gürültü seviyesi 63-75dB seviyesine geldiğinde şikâyetlerin de arttığı gözlenmiştir[9]. Özellikle havaalanlarının şehirlerle iç içe olması gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri artırmaktadır. Bu etki sonucunda, geçici ve sürekli işitme bozuklukları, dolaşım bozuklukları, davranış bozuklukları, aşırı sinirlilik, stres, iş veriminin düşmesi, konsantrasyon bozuklukları gibi rahatsızlıklar oluşmaktadır. Endüstri alanında yapılan araştırmalar göstermiştir ki; işyeri gürültüsü azaltıldığında işin zorluğu da azalmakta, verim yükselmekte ve iş kazaları azalmaktadır.

Diğer bir olumsuz etki, uçakların yanı sıra, havaalanı içerisindeki araçların, ısıtma sistemlerinin ve diğer faaliyetlerin oluşturduğu hava kirliliğidir. Havaalanlarında gerçekleştirilen faaliyetler yerel ve küresel ölçekte hava kalitesini olumsuz yönde etkileyen çok miktarda emisyonu açmaktadır. Fosil kökenli yakıt

kullanımına bağı olarak havaalanı faaliyetleri sonucu atmosfere sera gazı yayılmakta ve iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Toksik emisyon ile ilgili olarak havaalanları büyük endüstriyel fabrikalar ile karşılaştırıldığında, nitrojen oksit ve uçucu organik bileşiklerin emisyonunda petrol rafinerileri, enerji istasyonları ve kimyasal ürünler üreten fabrikalar ile birlikte ilk dörde girdiği görülmektedir. Örneğin; JFK havaalanının, New York şehrindeki en büyük nitrojen oksit ve ikinci en büyük uçucu organik bileşiklerin kaynağı olduğu bilinmektedir. Almanya'nın en büyük havaalanı olan Frankfurt Havaalanında yapılan bir çalışma; havaalanının bu bölgede yanmamış hidrokarbonların % 74'ünden, karbon monoksit, sülfür dioksit ve nitrojen dioksinin %40-44'ünden sorumlu olduğunu göstermiştir[10].

Havaalanlarında oluşan katı ve sıvı atıklar ise, toprağı ve suyu kirleterek başka bir olumsuz etkiye sebep olmaktadırlar. Canlılığın kaynağı sayılabilecek toprağın yapısına katılan ve doğal olmayan maddeler toprak kirliliğine neden olur. Böyle topraklarda bitkiler yetişmez ve toprağı havalandırarak yarar sağlayan solucan vb. hayvanlar yaşayamaz duruma gelir. Topraktan bitkilere geçen kirletici maddeler, besin zinciri yoluyla insana kadar ulaşır. Su kirliliğı, doğal çevre içindeki yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının, havaalanı faaliyetlerinden doğan kirleticilerin kontrolsüz olarak bu kaynaklara karışması şeklinde tanımlanabilir. Kirleticiler, havaalanı faaliyetleri sonucu doğrudan suya ve toprağı karışabildiğı gibi bazen de dolaylı yollardan karışabilir. Örneğin, havaalanı kanalizasyon sistemi içinde bir arıtma uygulanmadığında, bu kirleticiler doğrudan çevredeki su kaynaklarına karışmaktadır. Yeraltı yakıt depolarından gelen sızıntılar, havaalanı içinde meydana gelen uçak kazaları gibi etkenler dolaylı yollardan bu kirleticilerin kontrolsüz olarak çevredeki su kaynaklarına karışmasına sebep olmaktadır.

Havaalanı içinde su kaynaklarına olan etkileşim iki farklı şekilde ele alınabilir: Öncelikle yağın yağmur suları ve bunların temas ettiği olası kirleticiler göz önüne alınarak yapılan yüzey sularının uygun boşaltım sistemi, ikincisi ise havaalanı içinde yer alan faaliyetlerde kullanılan suyun olası kirleticilerle teması sonrasındaki boşaltım sistemidir. Yağmur suları uygun drenaj sistemi kullanarak kirletici riskinin daha fazla olduğu açık alanlardan, ayrı bir kanalizasyon sistemi ile toplanmasını gerektirebilir. Böylece, hem yeraltı hem de yerüstü sularına karışacak kirleticiler kontrol altına alınabilir. Ayrıca, havaalanı içerisinde yer alan kirlenmiş

kullanım sularının uygun tahliye sistemleri ile bir atık su arıtma sisteminden geçirilmelidir.

Havaalanlarındaki su kirliliğine sebep olan faktörleri; bakım ve ikmal faaliyetleri sırasındaki yağ ve yakıtın dökülmesi ve yere sıçramaları; havaalanı yer hizmet araçlarının ve hava araçlarının yıkanması; çeşitli kimyasalların dolmuş ve boşaltım sırasında dökülmesi ve yere sıçramaları, karayollarının, apron ve pistin temizliği; sıvı depolarından sızıntı; uygun şekilde depolanmayan veya araziye bırakılan malzeme; inorganik tarım ilaçları; atıkların uygun olmayan şekilde araziye bırakılması; terminal binası atık su sistemi; yangın söndürme faaliyeti ve eğitimi; uçak kazaları; havaalanı inşaatı şeklinde sıralamak mümkündür. Bu faktörler incelendiğinde su kirliliğine neden olan faaliyetlerin sadece suyu kirletmeye neden olmadıkları beraberinde toprak kirliliğine ve havaalanı çevresindeki doğal hayatın da olumsuz şekilde etkilenmesine yol açtığı görülmektedir. Bu nedenle, su kirliliğine karşı alınacak önlemler aynı zamanda toprak kirliliği ve doğal hayatı korumaya da yönelik olmaktadır. Öncelikle havaalanı sahası içinde yer alan yeraltı ve yerüstü kaynak sularının mevcut durumu inceleyerek yukarıda sıralanan faaliyetlerin olası sonuçları tahmin edilerek bu yönde havaalanı yüzey suları drenaj sistemi kurulmalıdır. Daha sonra uygun arıtma sistemi kurularak atık kullanım suları işlenmeli ve içlerindeki kirleticiler belirli oranlara düşürülerek tahliyeleri sağlanmalıdır[10].

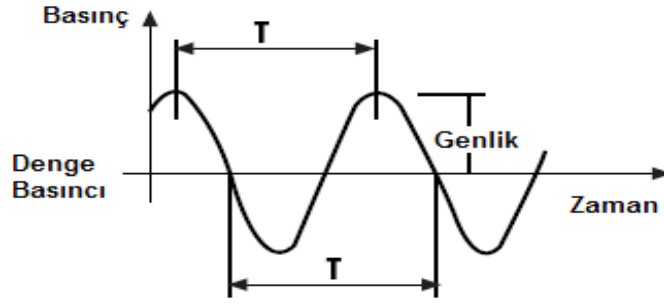
## **2.1. Gürültü**

### **2.1.1. Temel Kavramlar**

Elastik bir ortamda işitme duyusunun algılayabildiği küçük basınç dalgalanmalarına ya da değişimlerine ses denir. Ortamın denge basıncı civarında oluşan bu basınç dalgalanmalarının ses olarak algılanabilmesi için belirli özelliklere(büyüklik ve dalgalanma hızları açısından) sahip olması gerekir. Sesin oluşumu için bir ses kaynağına ve basınç dalgalanmalarının içinde yayılacağı kütleli olan bir elastik ortama gereksinim vardır.

İstenmeyen sesler gürültü olarak nitelendirilir. Bir kişinin müzik olarak algıladığı bir ses, diğer bir kişi tarafından gürültü olarak tanımlanabilir. Endüstriyel gürültü vb. gürültü türleri kişilerin beğenisine bağlı olmaksızın her koşulda gürültü olarak değerlendirilir[11].

Hava basıncının değişme miktarı ise ses basıncıdır. Basınç dalgalanmalarının büyüklüğünü ifade etmek için genlik terimi kullanılır. Denge basıncı etrafında ölçülen en büyük sapma ya da değişim değeri olarak tanımlanabilen dalga genliği, basınç birimi olan Pascal (Pa) ya da (N/m<sup>2</sup>) cinsinden ifade edilir. Ses dalgasının kendisini yinelemesi için geçen süreye periyot(T) denir. Periyot genellikle saniye (s) cinsinden ifade edilir. Şekil (2.1)'de basit harmonik bir ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncının zamanla değişimi gösterilmiştir.

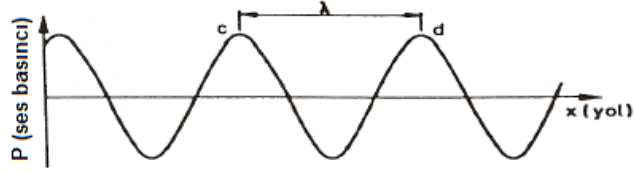


**Şekil 2.1.** Ses basıncının zamanla değişimi

Basınç dalgalanmalarının birim zamanda (genellikle bir saniyede) uğradıkları değişim ya da devir sayısı frekans olarak tanımlanır. Diğer bir deyişle frekans, basınç dalgalanmasının kendini yineleme hızı olarak da nitelendirilebilir. Frekansı yüksek olan sesler tiz, düşük olanlar ise pes ya da bas olarak tanımlanır. Ses dalgasının frekansı (f), dalganın periyodunun (T) tersine eşit olup,

$$f = \frac{1}{T} \quad (2.1)$$

eşitliğiyle verilir. Frekans, Hertz (Hz) cinsinden ifade edilir. Harmonik bir ses dalgasının bir periyoduna eşit süre içinde aldığı yola sesin dalga boyu adı verilir ve  $\lambda$  ile gösterilir. Yani Şekil (2.2)'de gösterildiği gibi birbirini izleyen iki benzer nokta (örneğin c ve d) arasındaki uzaklık “dalga boyu” ( $\lambda$ ) olacaktır. Birimi santimetre ve metredir.



**Şekil 2.2.** Basit harmonik bir ses dalgasının bir yönde ilerleyişi

Ses dalgalarına özgü olarak sesin yayılma hızı ile dalga boyu ve frekansı arasında

$$c = f \cdot \lambda \quad (2.2.)$$

şeklinde bir ilişki vardır. Çizelge (2.1)'de sesin bazı ortamlarda 21°C deki yayılma hızları verilmiştir.

**Çizelge 2.1.** Sesin bazı ortamlarda 21 °C’ deki yayılma hızları [4]

Ortam	Yayılma Hızı (m/sn)
Hava	344
Mantar	500
Kurşun	1200
Su	1400
Sert Kauçuk	1400-2400
Beton	3000-2400
Tahta	3300-3400

**Çizelge 2.1. (devam)**

Dökme Demir	3700
Çelik-Aleminyum	5100
Cam	5200

Harmonik bir ses dalgası, periyodu ya da frekansı ve genliği biliniyorsa tanımlanabilir. Ses dalgaları periyodik olabilir veya olmayabilir. Periyodik olsa da olmasa da, harmonik olmayan bir ses basınç dalgasının yüksekliği, ses dalgasının genliğiyle tanımlanamaz. Bu durumda, ses basıncı hakkındaki en önemli bilgiyi, ses basıncının “rms değeri” adı verilen “ses basınç seviyelerinin karelerin ortalamasının karekökü” verir. Ses basıncının zamanla değişimi  $p(t)$  ise, bu ses basıncının rms değeri,

$$P_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} P^2(t) dt} \quad (2.3)$$

eşitliği ile ifade edilir. Burada  $T_0$  ölçüm ya da hesaplama süresini,  $t$  ise zaman değişkenini gösterir. Periyodik basınç dalgalanmaları için hesaplama süresi ses dalgasının periyoduna eşit olarak alınır.

İnsan işitme sisteminin algılayabileceği en küçük basınç dalgalanmasının rms değeri olarak tanımlanan işitme eşiğinin ortalama değeri  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa’dır. Bu değer, ses ile ilgili uluslararası standartlarda temel olarak alınmaktadır.

Ses basıncı seviyesi, ölçülen bir değer referans bir değere oranının 10 tabanına göre logaritmasının 10 katına eşittir. Bu birim Alexandre Graham Bell’ in anısına “ Bell “ ile ifade edilir. Aşağıdaki denklemde yer alan 10 katsayısı günlük hayata uyum sağlayabilmek için Bell’i Desibel (dB)’e dönüştürmek amacıyla kullanılmıştır. Desibel ile ölçtüğümüz büyüklüklere ses basıncı seviyesi ( $L_p$ )denir.

$$L_p = 10 \log \left( \frac{P_{rms}^2}{[2(10^{-5})]^2} \right) \quad (2.4)$$

İnsan kulağının dayanabileceği en büyük basınç dalgalanmasının rms değeri olarak tanımlanan ağrı eşiğinin sayısal değeri ortalama 200 Pa olarak bulunmuştur. Yukarıdaki eşitlikte gösterilen ses basıncı seviyelerini ( $L_p$ ) nicelendirmede kullanılan desibel ölçeği ise duyma eşiği olan  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa ile ağrı eşiği (200 Pa) arasındaki büyük değer farkını, kullanım açısından basit, yararlı ve uygulama kolaylığı getiren 0 dB ile 140dB aralığına dönüştürmektedir.

Bir ses kaynağının yaydığı ses enerjisinin gücüne ses gücü veya akustik güç, bu gücün seviyesine ise ses gücü seviyesi ( $L_w$ ) adı verilir. Ses gücü “watt” cinsinden ölçülür. Ses gücünün, uluslar arası standartlarla belirlenmiş bulunan referans güç değeri  $10^{-12}$  W’ a oranının on tabanına göre logaritmasının 10 katı ses gücü düzeyi  $L_w$  olarak tanımlanmaktadır. Ses gücü düzeyi

$$L_w = 10 \log \left( \frac{W}{10^{-12}} \right) \quad (2.5)$$

ifadesiyle tanımlı olup yine desibel ile ölçülür. Çeşitli ses kaynaklarının ses gücü ve ses gücü seviyeleri aşağıdaki Çizelge (2.2)’de verilmiştir.

**Çizelge 2.2.** Çeşitli ses kaynaklarının tipik ses güçleri ve ses gücü seviyeleri [12]

<b>Kaynak</b>	<b>Ses Gücü (Watt)</b>	<b>Ses Gücü Seviyesi (dB, <math>W=10^{-12}</math> Watt)</b>
Fısıltı	$10^{-9}$	30
Normal Konuşma	$10^{-5}$	70
Bağırarak Konuşma	$10^{-3}$	90
Kamyon Kornası	$10^{-1}$	110
Pervaneli Uçak Motoru	1	20
Senfoni Orkestrası	10	130
Dört Pervaneli Uçak	100	140
Dört Jet Motorlu Uçak	$5 \times 10^4$	167
Satürn Roketi	$5 \times 10^7$	197

Sesin dalga hareketi sırasında birim alandan geçen ses gücü ya da akustik güç, ses şiddeti olarak tanımlanır ve  $W/m^2$  cinsinden ölçülür. Ses şiddetini tanımlamak için “W” ses gücüne sahip bir ses kaynağından çıkan ses dalgalarının “A” alanından geçtiğini düşünürsek birim alandaki güç,

$$I = \frac{W}{A} \quad (2.6)$$

olur. Ses şiddetini ölçmek zordur, fakat ses şiddetiyle ses basıncı arasındaki düzlemsel dalgalar için verilen ve kaynaktan uzakta ve diğer dalga tipleri için de geçerli olan,

$$I = \frac{P_{rms}^2}{(\varphi \cdot c)} \quad (\text{Watt/m}^2) \quad (2.7)$$

bağıntısı kullanılarak ölçülen “rms” değerinden (P) ve sesin iletiği ortamın yoğunluğu  $\varphi$  ile bu ortamdaki sesin yayılma hızı ( c ) ’den ses şiddeti “I” hesaplanabilir. Ses şiddeti seviyesi “ $L_I$ ” ise,

$$L_I = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad (\text{dB}) \quad (2.8)$$

Uluslararası referans ses şiddeti olarak,  $I_0 = 10^{-12}$  Watt/m<sup>2</sup> kabul edilmektedir.

İşittiğimiz sesler, 20–20.000 Hz arasında yaklaşık olarak 20.000 tane frekanstan oluşur, bu 20.000 tane frekansta işlem yapmak oldukça zor ve zahmetli olduğundan 20.000 tane frekans bazı aralıklara bölünmüştür. Ses analizlerinde incelenecek frekans aralıklarına oktav bandı denir ve bir oktav bandında, bandın üst limit frekansı alt limit frekansının iki katına eşittir. Frekans bantlarının belirlenmesinde işitme sistemi temel alınmış olup, bu bantlar yine uluslararası standartlarla belirlenmiştir. Her oktav bandında çok sayıda frekans bulunmaktadır. Bu frekansları temsil etmek için merkez frekanslar bulunur. Merkez frekanslar bandın geometrik ortalamasını verirler. Yani;

$$f_{\text{merkez}} = \sqrt{f_{\text{alt}} \cdot f_{\text{üst}}} \quad (2.9)$$



$$f_{\text{üst}}=2.f_{\text{alt}} \quad (2.10)$$

Standart olarak kabul edilen çevresel gürültü ölçümlerinde sıklıkla kullanılan oktav bantları ve merkez frekansları Çizelge (2.3) de gösterilmiştir [12].

**Çizelge 2.3.** Oktav bant merkez frekansları

<b>Kuşak Merkez Frekansı (Hz)</b>	<b>Kuşak Alt Sınır Frekansı (Hz)</b>	<b>Kuşak Üst Sınır Frekansı (Hz)</b>
16	11	22
31,5	22	44
63	44	88
125	88	176
250	176	353
500	353	707
1000	707	1414
2000	1414	2825
4000	2825	5650
8000	5650	11300
16000	11300	22500

### 2.1.2. Gürültünün Sınıflandırılması

Gürültü genel olarak, frekans dağılımına, seviyesinin zamanla değişimine bağlı olarak sınıflandırılabilir.

#### A- Frekans Dağılımına Göre Gürültü Türleri

a) Sürekli Geniş Bant Gürültüsü: Gürültüyü oluşturan seslerin frekansları geniş bir aralığa dağıldığında söz konusu olmaktadır. Yani, gürültünün frekans dağılımı hiçbir frekans bandında toplanmamış, tüm frekans bandı boyunca yayılmıştır. Her frekanstaki katkının aynı olduğu sürekli geniş bant gürültüsüne ise beyaz gürültü adı verilir (örnek; makine gürültüsü).

b) Sürekli Dar Bant Gürültüsü: Geniş bant gürültüsünün tersine, gürültünün frekans dağılımı belli bir frekans bandında toplandığında söz konusu olmaktadır. Diğer bir tanımla, gürültüyü oluşturan seslerden frekansı belli bir aralıkta olan ses baskın olmaktadır. Döner testerenin gürültüsü buna örnektir.

#### B- Zamana Bağlı Olan Gürültü Türleri

a) Kararlı Gürültü: Gözlem süresinde, gürültü seviyesinde önemli değişiklikler olmayan gürültülere denir.

b) Kararsız Gürültü: Gürültü düzeyi zamanla önemli ölçüde değişen gürültülere denir. Üçe ayrılır:

- Dalgalı Gürültü: Gözlem süresince seviyesinde sürekli ve önemli ölçüde değişiklikler olan gürültülerdir.

- Kesikli Gürültü: Gözlem süresince seviyesi aniden ortam gürültü seviyesine düşen ve ortam gürültü seviyesi üzerindeki değeri bir saniye veya daha fazla sürede sabit olarak devam eden gürültüdür.

- Anlık Gürültü: Çarpma ya da patlamalardan kaynaklanan ani gürültüdür. Her biri bir saniyeden daha az süren ve bir veya birden fazla vuruşun çıkardığı gürültüdür. Çekiç gürültüsü anlık gürültüye örnek olarak verilebilir.

### 2.1.3. Gürültünün İnsan Sağlığına Etkileri

Gürültüye gösterilen tepkiler kişisel ve toplumsal olarak değişiklik göstermekle birlikte, ses düzeyi 65 dBA ve üzerinde olduğunda insanların büyük bir çoğunluğunun gürültüden rahatsız olduğu saptanmıştır. Oluşturdukları olumsuz etkilere dayanarak gürültü düzeyleri Çizelge (2.4)'de gösterildiği gibi derecelendirilebilir.

**Çizelge 2.4.** Seviyelerine göre gürültünün etkileri

Sınıflandırma	Gürültü Düzeyi dB(A)	Gürültü Etkileri
1.Derece	30-65	Konforsuzluk, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, uyku ve konsantrasyon bozukluğu
2.Derece	65-90	Fizyolojik tepkiler, kan basıncının artması, kalp atışı ve solunum hızlanması, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler
3.Derece	90-120	Fizyolojik tepkilerin artması, baş ağrıları
4.Derece	120-140	İç kulakta sürekli hasar ve dengenin bozulması
5.Derece	>140	Ciddi beyin tahribatı

Gürültünün insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri temel olarak üç başlık altında belirtilmektedir:

1. Fizyolojik etkiler: Gürültünün en önemli etkisi işitme kaybı, işitme duyusu ve işitme organında zarar, aşırı adrenalini artışına bağlı rahatsızlıklar.

2. Psikolojik etkiler: Davranış bozuklukları, sinir sisteminde bozukluklar, huzursuzluk, zihinsel işlevlerde yavaşlama, konsantrasyon bozukluğu, uyku düzeninin bozulması.

3. Sosyal yaşama etkisi: İş verimi ve üretkenliğin azalması

Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkilerine yönelik yapılan çalışmalarda gürültünün solunum sistemi aracılığıyla ortaya çıkan etkisinin de olduğu ortaya çıkmıştır. ABD’de yapılan bir çalışmada havaalanında çalışan 18-59 yaş grubundaki 2348 işçiden sigaranın işitme kaybı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Hiç sigara içmeyenler, kontrol grubu olarak alındığında; sigara içenlerde, gürültüye bağlı işitme kaybının anlamlı ölçüde yüksek olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalar, gürültünün bir stres faktörü gibi davranıp kan basıncı ve nabız artışında etkin olduğunu, gürültüye bağlı işitme kaybı olanlarda, hipertansiyon sıklığının, gürültüye bağlı işitme kaybı olmayanlara göre daha yüksek olduğunu, hücre hasarına yol açtığı ve karaciğer enzimlerinde artışa sebep olduğunu göstermiştir[3].

Avrupa’daki önemli bilimsel dergiler arasında yer alan European Heart Journal Dergisi’nde, evi havaalanına yakın ya da işlek cadde üzerinde olanların,

hipertansiyon hastası olmaya aday oldukları belirtilmiştir. European Heart Journal Dergisi'nde, Oxford Üniversitesi'nden bir bilim adamının imzasını taşıyan makalede, çarpıcı bir araştırmaya yer verilmiştir [13].

Söz konusu araştırmada, 140 gönüllü üzerinde yapılan çalışmada gürültünün kan basıncı artışı üzerine etkisi araştırılmıştır. Havaalanına yakın evlerde veya işlek bir cadde üzerinde oturanlarda, uyku sırasında 15 dakika aralıklarla kan basıncı ve yatak odalarındaki gürültü ölçümü yapıp, uçak ve araç gürültüsünün uykudaki insanların kan basıncında anlamlı yükselmeye yol açtığı tespit edilmiştir. Özellikle yatak odalarında 35 desibelin üzerinde gürültü olan evlerde yaşayanlarda, hipertansiyon görülme oranının ciddi olarak arttığı sonucuna varılmıştır.

En az 5 yıl süre ile havaalanına yakın bir yerde veya işlek bir cadde üzerinde ikamet edenlerde beyin kanaması, kalp krizi, böbrek yetmezliği gibi ciddi rahatsızlıklara yol açabilen yüksek tansiyonun ortaya çıkma ihtimalinin, büyük oranda arttığı tespit edilmiştir. Araştırmaya göre, yatak odasındaki 35 desibellik gürültüde meydana gelecek 10 desibellik artış, bu kişilerde hipertansiyonun ortaya çıkma ihtimalini yüzde 14 oranında artırıyor.

#### **2.1.4. Gürültü Ölçüm Parametreleri**

Uçak gürültüsünü ölçmek için uygulanabilecek iki farklı yaklaşım vardır. Bu metotlar bize iki farklı çeşit bilgi sağlar. İlk metot bir uçağın iniş ya da kalkışı gibi tek bir olayın ölçümünü içerir. İkinci metot havaalanı yakınlarında bulunanların maruz kaldığı ortalama gürültü seviyesini ölçer.

Tek Bir Uçuşun Ölçümü: Maksimum Ses Seviyesi ( $L_{max}$ ) metodu bir uçağın hareketi gibi tek bir olaydan kaynaklanan maksimum ses seviyesini tanımlar. Bu metot genellikle uçuş gürültüsünü ölçerken A ağırlıklı desibel ile açıklanır. Ancak Maksimum Ses Seviyesi Metodu olayın süresini göz önünde bulundurmadığı için havaalanı yakınındaki insanlar üzerinde uçuş gürültüsünü değerlendirmede yeterli olduğu düşünülmez.

Sese Maruz Kalma Seviyesi ( $L_E$ ) metodu bir kişinin uçağın hareketi süresince maruz kaldığı sesin tamamını ölçer. Yani bu metot tek bir olayın hem yoğunluğunu hem de süresini göz önünde bulundurur. Farklı tekil olaylar arasında kıyaslama

yapmak için ölçülen toplam ses enerjisinin bir saniyenin üstünde ortalaması alınır. Böylece bir saniyeden daha uzun süren tekil bir olay için Sese Maruz Kalma Seviyesi aynı olay için Maksimum Ses Seviyesinden daha yüksek olabilir. Aynı Maksimum Ses Seviyesine sahip olan ancak daha uzun süren bir olay, daha kısa sürenden daha yüksek desibele sahip olacaktır.

**Birden Çok Uçuşun Ölçümü:** Gürültüye maruz kalmanın toplu ölçümünü sağlar. Toplumunu etkileyen Gürültüye Maruz Kalma Seviyesi bir gün boyunca havaalanındaki uçuş sayısı, uçakların tipi ve bir uçaktaki motor tipi ve sayısı gibi faktörlere bağlıdır.

Eşdeğer Ses Seviyesi (Leq) ya da Ortalama Ses Seviyesi Metodu bir saniyeden daha fazla ortalama gürültü seviyesini ölçer. Önceki bahsedilen metotların aksine bu ölçüm, olayların kaç kez meydana geldiğini de göz önünde bulundurur. Bu metot logaritmik bir ortalamaya dayalı olduğu için yüksek olan gürültü seviyelerine düşük olanlardan daha fazla ağırlık verir. Örneğin, ses yarım saat 50 dB(A), yarım saatte 100 dB(A) ölçülürse tüm saat için Eşdeğer Ses Seviyesi Ölçümü 75 değil 97 dB' dir. Bu metot tüm uçuşları eşit olarak değerlendirilir.

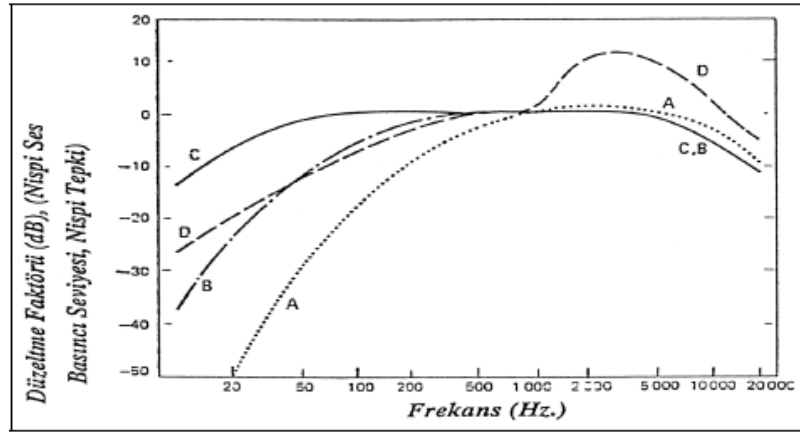
Gündüz-Gece Ortalama Ses Seviyesi ( $L_{DN}$ ) 24 saatlik periyot için "Eşdeğer Ses Seviyesi" metodu ile aynıdır, ancak gece uçuşlarına daha fazla ağırlık verir. (22.00-07.00) Gece uçuşlarına daha fazla ağırlık verilmesinin sebebi insanların sese gecelere daha hassas olmalarından dolayıdır. Gece saatlerinde arka plan gürültüsünün çok daha düşük oluşu bu hassasiyeti artırmaktadır. Gündüz-Gece Ortalama Ses seviyesi Metodu bir gece uçuşunu 10 eşdeğer gündüz uçuşu olarak değerlendirir. Bu, her gece uçuşuna 10 desibel ilave etmek demektir. Örneğin, eğer gece saatlerinde 5 uçuş gerçekleşmişse Gürültüye Maruz Kalma Seviyesine bu 50 uçuş hareketi eşdeğeri olarak yansıtılır. Algılanan Gürültü Seviyesi (PNL) uçak gürültüsüne karşı bir gözlemcinin tepkisini ve saf tonların rahatsız edici etkisini hesaplamakta kullanılır. Uçak gürültüsü rahatsızlığını en iyi şekilde tanımladığı kabul edilen PNL değeri her zaman aralığında gürültünün zamansal değişimi ve frekans dağılımını hesaba katarak hesaplanır [2].

Bir ses ölçme sistemi tarafından bir sesin ölçümü sırasında, değerlendirilen ses, havadaki basınç değişimlerine duyarlı hassas diyaframlara sahip mikrofonlar tarafından elektrik akımlarına ve yükselteç (amplifikatör) vasıtası ile uygun akım sinyallerine dönüştürülür. Elde edilen sinyallerin analizi için çeşitli ağırlıklama

filtreleri kullanılır. Bu filtreler, sesin frekansına ve kullanılan ekipmanın değerlendirilen sese karşı tepki zamanına bağlı olarak frekans ve zaman ağırlıklı olarak ikiye ayrılır [12].

#### 2.1.4.1. Frekans Ağırlıkları

Kullanılan gürültü ölçüm cihazları tarafından ölçülen sesin insan kulağı tarafından nasıl algılandığını gösteren bu filtreler genellikle A,B,C ve D ağırlıklı olarak bilinirler. Bu ağırlıklar ses seviyelerine göre kullanılır. Bu ağırlıklar arasında çevresel gürültü ölçüm ve değerlendirmelerinde genellikle A ağırlığı kullanılır. Bunun sebebi, insan kulağının frekansa bağlı olarak sese olan duyarlılığını en iyi A ağırlık eğrisi temsil etmesidir. A ölçümlü ses basınç seviyesinin birimi dB(A) dır. Şekil (2.3)'te A, B, C, D ağırlık eğrilerini göstermektedir.



Şekil 2.3. A,B,C ve D ağırlık eğrileri

#### 2.1.4.2. Zaman Ağırlıkları

Çevresel gürültüler zamanla büyük değişimler gösterebilirler. Gürültü ölçüm cihazları, tasarımlarında kaynaklanan sebeplerden dolayı, bu ani değişimlere anında

ulaşamazlar. Bu yükselme ve alçalma seviyelerini yakalayabilmeleri için kısa da olsa bir yükselme ve sönümlenme süreleri vardır.

Ses ölçüm cihazlarının sabit tondaki sinyallere karşı vereceği tepkiler Uluslararası Elektroteknik Komitesi (IEC) tarafından standart hale getirilmiştir. Çevresel gürültü ölçümlerinde kullanılan ses seviyesi ölçerlerin tepki süresini belirlemek üzere üç farklı zaman ağırlığı seçilebilir. Ölçülecek gürültünün karakterine göre, hızlı, yavaş ve darbeli zaman ağırlıkları seçilmelidir.

Hızlı (F) zaman ağırlıklı ölçüm,1 saniyede 8 ölçüm kaydının yapıldığı, hızlı ölçüm modu olarak anılan, çabuk değişim gösterebilen gürültünün değerlendirilmesinde kullanılan moddur. Yavaş (S) zaman ağırlıklı ölçüm, saniyede bir ölçüm kaydının yapıldığı, zamanla fazla değişmeyen gürültüler için veya ani ve istenmeyen gürültülerin (kapı çarpması gibi) ölçümü etkilememesi için değişim göstermeyen kararlı gürültünün değerlendirilmesinde kullanılan ölçüm modudur. Darbeli (I) zaman ağırlıklı ölçüm ise,35 mikro saniyede bir ölçüm kaydının yapıldığı ve patlama, darbe gibi çok ani olarak değişim gösteren gürültülerin değerlendirilmesinde kullanılan ölçüm modudur.

#### **2.1.4.3. Eşdeğer Gürültü Seviyesi ( $L_{eg}$ )**

Eşdeğer gürültü seviyesi, belli bir süre içinde oluşan, genellikle A ağırlıklı olarak ölçülen gürültü seviyelerinin ortalamasıdır[14,15].Eşdeğer gürültü seviyesi logaritmik bir ortalamaaya dayalı olduğu için yüksek olan gürültü seviyelerine düşük olanlardan daha fazla ağırlık verir. Örneğin, ses yarım saat 50 dB(A), yarım saatte 100 dB(A) ölçülürse tüm saat için Eşdeğer Ses Seviyesi Ölçümü 75 değil 97 dB' dir.

#### **2.1.4.4. Maksimum Ses Seviyesi ( $L_{max}$ )**

Maksimum ses seviyesi bir uçağın hareketi gibi tek bir olaydan kaynaklanan maksimum ses seviyesini tanımlar. Maksimum ses seviyesi olayın süresini göz önünde bulundurmadığı için havaalanı yakınındaki insanlar üzerinde uçuş gürültüsünü değerlendirmede yeterli olduğu düşünülmez.

### 2.1.5. Uçak Gürültüsü

Çok kolay algılanması ve insanlara en çabuk etkiyi göstermesi sebebiyle, uçak iniş ve kalkışlarının oluşturduğu gürültü, havaalanlarının en önemli çevresel etkisidir. Uçak gürültüsü en çok, en fazla gücün harcandığı kalkış esnasında oluşur. Diğer gürültüler ise uçağın iniş, taksi yapması ve park esnasında motorun çalıştırılması esnasında oluşur. Gürültü kirliliği, insanlarda uyku düzensizlikleri, konsantrasyon kayıpları, ruh sağlıklarının bozulmaları gibi etkilere yol açmaktadır. Havaalanlarında uçakların inişi ve kalkışı, havaalanı faaliyetleri, inşaat çalışmaları ve havaalanlarındaki taşıtların hareketleri gürültü oluşturmaktadır.

Havaalanı gürültüsünün oluşumunda, uçak gürültüsü, buna bağlı olarak da uçak motor tipi, uçağın hacmi ve aerodinamik gürültü etkili olmaktadır. Uçak motor yapısına bağlı olarak, uçak gürültüsüne bakıldığında:

- 1- Jetlerin gürültüsü,
- 2- Turbo-prop uçakların gürültüsü,
- 3- Pervaneli uçakların gürültüsü,
- 4- Helikopterlerin gürültüsü,
- 5- Süpersonik (ses ötesi) uçakların gürültüsü, olmak üzere beş grup oluşturulabilir.

Genel olarak uçaklarda üç tür gürültü kaynağı vardır:

- 1- Kompresör gürültüsü ve kompresöre hava girişinden kaynaklanan aerodinamik gürültü,
- 2- Motor titreşiminden yayılan gürültü,
- 3- Egzoz gürültüsü (aerodinamik jet gürültüsü).

Havaalanında oluşan gürültü uçak hareketlerine göre üç grupta toplanabilir:

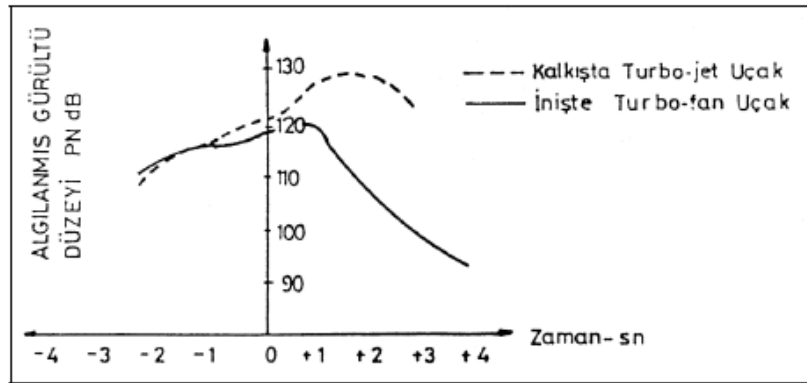
1. Uçan, inen ve kalkış yapan uçakların gürültüsü,
2. Uçakların yerdeki işlemleri sonucu ortaya çıkan gürültü (yerde manevra yapan uçakların gürültüsü),
3. Servis ve bakım alanlarında oluşan gürültü.

Uçakların neden olduğu havaalanı gürültüsü, uçağın üç farklı konumu ile birlikte değerlendirilmekte olup bu konumlar uçağın zeminde çalışması, uçağın iniş-kalkış anındaki konumu ve uçağın tepe üstü uçuş konumlarıdır. Bu konumlardan en fazla gürültü üretilen konum, maksimum itmenin verildiği kalkış pozisyonudur. En



sık, jet motorlu uçakların iniş ve daha çok kalkış manevraları sırasında oluşan havayolu gürültüsü, havalimanı yakınındaki yerleşim bölgelerini, gün içinde saatlerce yaklaşık 100 dB(A) gürültü düzeyi ile tehdit etmektedir. Bu değerler, askeri uçaklarda 110 dB(A) seviyelerine ulaşmakta ve kalıcı işitme bozukluklarına neden olabilmektedir.

Uçakların, havada, kalkışta, inişte ve yer işlemleri sırasında çıkardıkları gürültünün yalnız düzeyi değil frekans dağılımı da farklıdır. Gürültünün zamansal davranışı yapacağı rahatsızlık düzeyi açısından önemlidir.(Şekil 2.4)'te turbo jet ve turbo fan teçhizatla donanmış iki uçağın uçuş seyrindeki zamansal hareketleri karşılaştırılmıştır. Buna göre uçağın gözlem noktasına yaklaşması negatif saniyelerle anlatılırken, turbo jet uçakta duyulan ilk gürültü, uçağın ilerlemesiyle birlikte kompresörden yayılan gürültüdür. Uçak tam tepe üstünden geçerken zaman sıfırdır. Gürültü, jet egzozunun devreye girmesinden dolayı değişir ve tepe üstü geçişinden hemen sonra maksimum düzeye ulaşır. Bu durum şekilde pozitif saniyelerle anlatılmıştır. Turbo fan uçakta ise, yaklaşma ve tepe üstü geçişinden hemen sonra fan gürültüsü duyulur. Turbo fanda maksimum gürültü tepe üstünden geçtikten hemen sonra duyulmaktadır. Bu sebepten dolayı gürültü kaynağı olarak fan gürültüsünün yayılması arkaya doğrudur.



**Şekil 2.4.** Turbo fan ve turbo jet uçağın uçuş seyrindeki zamansal hareketleri

Düzgün uçmakta olan bir uçağın frekans dağılımına bakıldığında, uçak yaklaşırken jete giren havanın oluşturduğu gürültünün hâkim olduğu ve ses düzeyinin gittikçe azaldığı görülmektedir.

Jetlerin gürültüsü, kalkışta makinelerin yüksek güçte çalıştırılması sırasında en yüksek düzeydedir. Uçak yükseldikçe azalır. İnişte ise, motor sesi azalmakla birlikte kompresör ve türbinden gürültü duyulur.

### **2.1.5.1. Uçak Gürültüsünün Kaynağında Azaltılması**

Uçak gürültüsünün kaynağında azaltılması, en büyük başarıyı sağlamaktadır; ancak gürültü seviyesinin sonradan azaltılması, esas olarak yüksek maliyetlere yol açmaktadır. Bu yüzden hava taşıtlarının tasarımının oluşturulması aşamasında, uçak gürültüsünün azaltılması yönünde gerekli önlemlerin alınması için tüm çabaların sarf edilmesi gerekir.

Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) havaalanlarındaki gürültü sorunlarını daha duyarlı bir şekilde ele alan ve idare eden “Dengeli Yaklaşım” adı altında getirdiği uygulamanın ana prensipleri şu unsurları kapsamaktadır:

1. Gürültünün kaynağında azaltılması
2. Arazi kullanımının planlanması ve yönetimi
3. Gürültüyle mücadelede uygulanacak prosedürler
4. Uçak hareketlerinin kısıtlanması

Bu yaklaşımın hedefi bu unsurlar arasından en uygun önlemi ya da önlemleri seçerek, gürültü sorunlarını azaltmaktır.

Uçak gürültüsünün kaynağında azaltılmasına yönelik olarak gürültü ruhsat yönetmeliklerinin uygulamaya konması ile kesin olarak bir ilerleme sağlandığı görülmüştür.

1960’lı yıllarda jet motorlu uçakların kullanılması, aşırı bir şekilde gürültünün artmasına sebep olmuştur. Bunun üzerine 1969 yılında ABD Hava İşletmeleri İdaresinin (FAA) gürültü ruhsat yönetmeliği hazırlamıştır. Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu (ICAO) 1974 yılında bu yönetmelik üzerinde değişiklikler yaparak Chicago Sözleşmesinin 16. Eki (Annex 16) olarak yayınlamıştır. 1981 yılında Annex 16’ya hava taşıtlarının atık gazlarıyla ilgili ikinci

cilt ilave edilmiştir. Çizelge (2.5) 'te içeriği verilen Annex 16'da ki her bir bölüm için uygulanabilirlik, gürültü ölçüm işlemleri, ölçüm noktaları, azami gürültü sınır değerleri, izin verilen sınır aşımaları, uçak gürültü ruhsatına dair referans uçuş işlemleri ve test işlemleri ile ilgili detaylı bilgiler içermektedir. Annex 16, uçakların gürültü performanslarında önemli iyileştirmeler getirmiştir. 70'li yıllardan bu yana uçaklardan gelen gürültü en az %75 oranında azalmıştır[16].

Uçak gürültüsü ruhsat işlemi, hem hava taşıtı açısından (motora bağlı olarak), hem de genel olarak uçak üreticilerinin içinde buldukları tüm olumsuz gürültü durumlarını kapsayacak şekilde özel işletme şartlarını tanımlamaktadır. Çizelge (2.5)'de ICAO (Annex 16, Cilt 1)'in [17] içeriği gösterilmiştir.

**Çizelge 2.5.** ICAO Annex 16, Cilt 1'in içeriği

<b>Bölüm</b>	<b>Hava Taşıtı Tipi</b>	<b>Ruhsat Uygulaması</b>
1	Genel Hususlar	
2	Sessiz Jet Uçaklar	1977'ye kadar
3	Sessiz Jet Uçaklar,5700 kg üstündeki Pervaneli Uçaklar ve 8618 kg üzerindeki Pervaneli Uçaklar	1977'den 2006'ya kadar
4	Sessiz Jet Uçaklar ve 8618 kg üzerindeki Pervaneli Uçaklar	2006'dan itibaren
5	5700 kg üstündeki Pervaneli Uçaklar	1985'ten önce
6	8616 kg altındaki Pervaneli Uçaklar	1988'den önce
7	Stol Uçaklar	
8	Helikopterler	1985'den sonra
9	Monte Edilmiş Yedek Güç Üniteleri (APU) ve uçakla ilgili yerdeki işlemler	
10	8616 kg altındaki Pervaneli Uçaklar	1988'den sonra
11	3175 kg altındaki Helikopterler	1993'ten sonra

## Çizelge 2.5. (devam)

12	Sesüstü Uçaklar	1975'ten sonra
13	Tilt Rotor Uçaklar	

T.C. ULAŞTIRMA BAKANLIĞI SİVİL HAVACILIK GENEL MÜDÜRLÜĞÜ REPUBLIC OF TURKEY MINISTRY OF COMMUNICATIONS General Directorate of Civil Aviation		
<b>GÜRÜLTÜ SERTİFİKASI</b> NOISE CERTIFICATE		
SERTİFİKA NO CERTIFICATE NO ..1440		
1. Milliyeti ve tesvil işareti (Nationality and Registration mark) T.C. JFZ	2. İmalatçı, tipi ve modeli (Manufacturer, type and model) BOEING CO. B737-800	3. Seri Numarası (Serial number) 29784
4. İmalat Yılı (Year of Manufacture) 2000	5. Motor Tipi (Engine Type) CFM56-7	6. Propeller Tipi (Propeller Type)
7. Dava Değişiklikleri (Additional Modifications)	8. Azami Görülen Sertifikasyon Ağırlığı (Max. Noise Certification weight) 79.015 Kg.	
<p>Bu sertifika, Yukarıda belirtilen hava aracına 7 ARALIK 1944 tarihli Milletlerarası Sivil Havacılık Antlaşması ve Ulaştırma Bakanlığı 19 EKİM 1983 tarih ve 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu hükümlerine uygun olarak verilmiştir.</p> <p>This Noise Certificate is issued, pursuant to the Convention on International Civil Aviation dated 7th December 1944 and the regulations given by or by virtue of the Turkish laws in respect of above mentioned aircraft.</p> <p>Verildiği tarih ve yer: (Place and date of issue)</p> <p style="text-align: center;">22 / 05 /2000 ANKARA</p> <p style="text-align: center;">H. AKSO Başkan Daire Başkanı ULAŞTIRMA BAKANLIĞI Ministry of Communication</p>		

Ölçüm Noktası (Measurement Point)	Gürültü Düzeyleri (Noise Levels)	Gürültü Limitleri (Noise Limits)	%90 Eminiyet Sınırı (90 Percent Confidence)
Yanal Gürültü Ölçüm Noktası (Side-Line Noise Measurement Point)	93.8	97.01	
Yaklaşma Gürültü Ölçüm Noktası (Approach Noise Measurement Point)	96.4	100.73	
Uçuş Gürültü Ölçüm Noktası (Start take off Measurement Point)	87.03	91.87	

Gürültü seviyeleri ICAO Annex 16 Bölüm 3 şartlarını sağlamaktadır.  
The noise levels are in compliance with the requirements of ICAO Annex 16 Chapter 3.

I hereby certify that this is a true copy from the original document.

TURKISH AIRLINES INC.

Production Pln. and Cont. Dept.  
Signature: *[Signature]* Date: 25.01.05

Şekil 2.5. Örnek gürültü sertifikası [18]

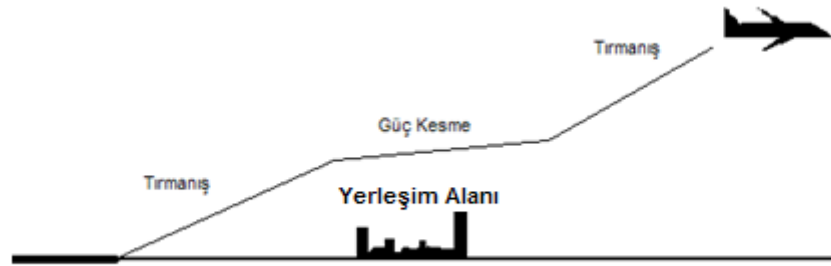
### 2.1.5.2. Havaalanlarında Gürültü Azaltılması İçin İşletmeye Dayalı Önlemler

Havaalanı gürültüsü denetimi beş başlık altında toplanabilir:

1. Uçuş operasyonuna dayalı önlemler,
2. Planlı önlemler ile uçak gürültüsünün azaltılması,
3. Ekonomik önlemlerle uçak gürültüsünün azaltılması,
4. Motor Takımı test sürüşlerinde uçak gürültüsünün azaltımı,
5. Yapısal ses koruma önemlerine dayalı olarak uçak gürültüsünün azaltımı.

1.Uçuş operasyonuna dayalı önlemler: İnişte ve kalkışta belli rotaları izleyen uçakların, uygun pisti kullanmadaki tercih sebepleri rüzgâr yönü olmaktadır. Uçaklar kolaylık sağladığı için rüzgâra doğru iniş ve kalkış yaparlar. Uçakların iniş ve kalkış prosedürlerinin uygularken gürültü faktörünü de düşünmeleri de gerekir.Uçaklar kalkışta rotalarına daha çabuk oturabilmek için azami güçte dik bir kalkış yaparlar. Bu sebepten dolayı en fazla gürültü kalkış esnasında olur. İnişte ise hızlarını azaltmaları sebebiyle daha az gürültü oluştururlar.

Uçaklar iniş ve kalkış açıları da gürültü açısından etkilidir. Uçaklar 2,5 – 3 – 3,5 – 4,5 – 6 derecelik iniş ve kalkış açılarını kullanırlar. Kalkış veya iniş açısının yüksek olması gürültüden etkilenecek alanı daraltır. Ancak daha dik bir açıyla kalkış için uçak daha fazla güç harcayacağından kalkışta havaalanına yakın yerleşim yerlerindeki etkilenme artacaktır. Bu nedenle, yerleşim bölgeleri piste çok yakın değilse, uçakların tam güçle ve olabildiğince dik bir açıyla kalkış yapmaları önerilir. Yerleşim bölgelerinin piste biraz yakın olması durumunda, uçak kalktıktan sonra düşük bir eğimle ve düşük bir itme gücüyle yerleşim bölgelerinin üzerinden geçmesi, sonra tekrar dik bir açıyla normal uçuş yüksekliğine kadar yükselmesi önerilir. (Şekil2.6.)



**Şekil 2.6.** Gürültüyü azaltmak için kalkış şekli

2. Planlı önlemler ile uçak gürültüsünün azaltılması: Havaalanlarında gürültü yaşanmasının sebeplerinden birisi de havaalanlarının yerleşim yerlerine çok yakın olmasıdır. Bu yüzden yerleşim bölgeleri ile gürültü kaynaklarının mümkün olduğunca birbirinden ayrı tutmak için gerekli tüm çabaların sarf edilmesi gerekir.

Bunun için planlı önlemlerle ilgili daha çok hava alanlarının hemen yakınında uygulanabilecek hem rota planlaması, hem de yerleşim planının ele alınması gerekmektedir.

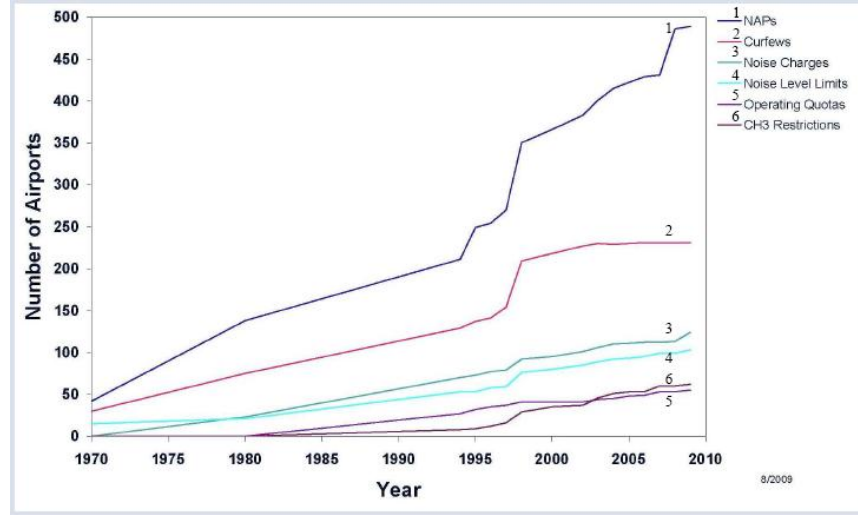
Uçuş rotalarının planlanmasında çok özel vakalarda başarı elde edilebilmektedir. Bunun için bir yandan topoğrafik şartlar ile var olan ya da planlanmış yerleşim yeri yapısının dikkate alınması gerekir. Diğer yandan ise rotalar uçuşu gerçekleştirebilir nitelikte ve güvenli olmalı, hem trafik akışını hem de yolcuların konforunu olumsuz etkilememelidir.

Genel olarak varış rotalarında yaratıcılık çok sınırlıdır. Buna karşılık kalkış hattında belirgin bir biçimde daha fazla imkân mevcuttur. Esas itibariyle rotaların yerleşim bölgelerinin üzerinden alçak irtifada geçirilmemesi gerekir. Eğer mümkünse uçakları yerleşim yerlerinin mümkün olduğunca yükseğinde tutmak gerekir, çünkü hava taşıtı ile gürültüden etkilenenlerin arasındaki mesafeyi artırmak çoğu zaman yapılacak en iyi seçimdir. Şayet her yerleşim yerinin çevresinden dolaşarak geçilebiliyorsa, uçağın ana rüzgâr yönüne dönük olan tarafı ile ve yerleşim yerlerinin etrafından dolaşarak uçulmalıdır. Çoğu durumda bu yöntem, ses alanının geçiş esnasında yerleşim yerine doğru yayılmasını önlemektedir.

3. Ekonomik önlemlerle uçak gürültüsünün azaltılması: Yalnızca teknik ve planlı önlemler ile uçak gürültü azaltılması tek başına işlerlik kazanmaz. Bu teknik önlemleri test eden, uygulamaya koyan ve uygulatan imkânların da olması gerekir. Bunun için çoğu zaman katılımcılara uygulanacak belli oranda bir baskının, ekonomik önlemlerin olması gerekebilir. Bu tür önlemlerin uygulamaya konulduğu hava limanlarının sayısının sürekli arttığı anlaşılmaktadır.

Şekil (2.7)' de bu artış, açık bir biçimde gösterilmekte olup burada gece uçuş sınırlamaları (Curfews), gürültüye bağlı ücretler (noise charges), maksimum gürültü seviyesinin sınırlandırılması (Noise Level Limits), trafik bedeli sınırlandırması (Noise Quotas) ve uçak modellerine sınırlama (CH3 Restrictions) getirilmesi hususları söz konusudur. (NAPs = Number of Airports; sınırlamanın olduğu hava limanlarının toplam sayısını vermektedir). 1995 ve 2000 yılları arasında, özellikle gece uçuş sınırlaması bulunan ve gürültüye bağlı ücretlendirmeye tabi olan hava alanı sayısı yüksek oranda artmıştır. Bu önlemlerin tamamı, daha gürültülü uçakların gürültü sorunu yaşanan havalimanlarından uzaklaştırılmasını hedeflemektedir. Bunun anlamı, daha gürültülü uçaklarla ilgili dezavantajların ortaya çıkacağı ve daha

sessiz uçakların tercih edileceği sonucunun doğacağıdır. Prensipite ise en geniş anlamıyla ekonomik önlemlerin alınması anlamına gelmektedir [19].



Şekil 2.7.Havalimanlarında sınırlayıcı ve gürültüye bağlı iniş ücretleri [20]

ICAO Düzenlemeleri EK I (ICAO Doc. 9082/6) de yer alan "Gürültünün Önlenmesi ve Azaltılması" konu başlığı altında havalimanı ücretleri tespit edilirken, gürültü maliyetlerinin de dikkate alındığı ve özellikle de gürültüye bağlı iniş ücretleri ile karşılanabilecek aşağıda yer alan hizmetler, önlemler ve sistemler sıralanmıştır:

-Gürültü izleme sistemleri, gürültü önleme donanım ve gürültü bariyerleri

- Hava limanı çevresinden arazi ya da bina alınması

- Hukuken ya da hükümet tarafından ön görülen önlemlerden kaynaklanan havalimanı yakınlarındaki binalarda gürültü azaltma önlemleri ve diğer gürültü azaltma önlemleri [21]

Gürültüye bağlı iniş ücretleri, Almanya'da uzun yıllardan beri alınmaktadır. Ücretler, miktar ve şekil itibariyle hava limanına göre farklılık göstermektedir.

4. Motor takımı test sürüşlerinde uçak gürültüsü azaltılması: Motor takımı test sürüşleri için gürültüden korunma sistemleri, hava alanının kullanım yoğunluğuna ve hava alanı çevresindeki yapılaşmayla ilgili yerel şartlara ve hava limanı alanındaki sunulan yere bağlı olarak farklı şekillerde kurulmaktadır.

Gürültü koruma sistemlerine bir örnek olarak, yakın yerleşim yerleri nedeniyle çok sorunlu olan Hamburg-Fuhlsbüttel Havalimanındaki hangar Şekil (2.8)'de görülmektedir.



**Şekil 2.8.** Hamburg-Fuhlsbüttel Havalimanındaki gürültü hangarı

5.Yapısal ses koruma önemlerine dayalı olarak uçak gürültü azaltılması: Havaalanı çevresindeki yapılarda, ses yalıtımı yoluyla alınabilecek birçok önlem vardır. Duvarların ve çatıların ses yalıtımının yapılması, pencerelerde çift ya da üçlü cam düzeneğinin kullanılması, doğramaların lastik contalı olması, detaylarda ses köprülerinin kesilmesi, ses yutucu yüzeylerin kullanılması yapılarda gürültü kontrolü sağlayacak önlemlerdir [2].

### **2.1.6. Meteorolojik Koşulların Gürültüye Etkisi**

Çevresel gürültü ölçümlerine meteorolojik koşullar etki ettiğinden dolayı gürültü ölçümleri sırasında aşağıdaki hususlara dikkat etmek gerekir:

- 15 km/h den fazla rüzgâr
- $-10^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$  arasındaki hava sıcaklığı
- %90 dan fazla nem oranı

Yüksek rüzgâr hızı ölçüm cihazının mikrofonunun etrafında türbülans oluşturur. Bu türbülans mikrofonda ses olarak basınç dalgalanmalarına sebep olur. Bu yalancı ses, genellikle ölçülecek gerçek sestten daha yüksek seviyede olur. Ayrıca,



ölçü aletinin müsaade ettiği değerin üzerindeki sıcak hava şartlarında da ölçüm yapılmamalıdır.

Yüksek nem de yanlış ölçüm sonuçlarına sebep olabilir. Birçok gürültü ölçüm cihazı %90 'ın üzerinde ki nem oranında doğru sonuç vermezler[22]. Sesin havada emilmesi son derece karmaşık bir biçimde sesin frekansına, havanın sıcaklığına ve neme göre farklılaşır. Sesin havada emilmesi sıcaklıkla artar ve yüksek frekanslarda daha da artış gösterir, fakat nemliliğin yükselmesiyle azalır[1].

### **2.1.7. Gürültü Ölçümü İle İlgili Yapılan Çalışmalar**

#### **2.1.7.1. Gürültü Ölçümlerinin Yapıldığı Yerleşim Yerleri**

Gülşehir: Gülşehir, Nevşehir iline bağlı, Nevşehir'e 16 km mesafede, Kızılırmak'ın güney kenarında bulunan bir ilçedir. İlçenin Kapadokya Havalimanına uzaklığı 10 km. dir. İç Anadolu Bölgesi'nin orta kısmında yer alan ilçe, Nevşehir ilini Hacıbektaş, Kırşehir ve Ankara'ya bağlayan yol üzerinde kurulmuştur. Gülşehir, güneyde Nevşehir ili; kuzeyde Hacıbektaş ilçesi; doğuda Avanos ilçesi; batıda Kırşehir ve Aksaray illeri ile çevrilidir. İlçeye bağlı 5 kasaba ve 28 köy bulunmaktadır.

İlçenin denizden yüksekliği 885 metre olup yüzölçümü 931 km<sup>2</sup> dir. Gülşehir, yazları sıcak ve kurak; kışları ise soğuk ve yağışlı geçen tipik karasal iklime sahiptir. İlçedeki bitki örtüsü hâkim bozkır bitkilerinden oluşmaktadır. Geniş verimli nitelikte orman olmamasına rağmen Hırka Dağı'nda meşe ağaçları yer alır. İlçenin en önemli dağı Hırka Dağı'dır. Yüksekliği 1683 m. olan bu dağ, Gülşehir ile Hacıbektaş arasında yükselmekte ve doğu-batı yönünde Kızılırmak Vadisine paralel uzanmaktadır. İlçenin belli başlı akarsuyu Kızılırmak'tır. Ayrıca ilçe sınırları içerisinde üç de gölet bulunmaktadır [23].

Tuzköy: Tuzköy Kasabası Nevşehir İlinin Gülşehir ilçesine bağlı yaklaşık 2900 nüfusun yaşadığı küçük bir Anadolu kasabasıdır. 1958 Yılında belediye teşkilatı kurulmuştur. Tuzköy Kasabası Gülşehir'e 12 km., Nevşehir'e 30 Km. Kayseri 'ye 100 km. uzaklıktadır. Kasabanın Kapadokya Havalimanına uzaklığı 3 km. dir [24].

### 2.1.7.2. Gürültü Ölçümünün Yapıldığı Cihazın Tanıtımı

Yapılan ölçümlerde SL 5868P tipi gürültü ölçüm cihazı kullanılmıştır. Çevresel gürültü ve iş sağlığı alanında kullanılabilen, nemli ve tozlu ortamlarda da ölçüm yapabilen, hafif ve kullanışlı bir ayardır. IEC 651 tip 2 ve ANSI 1.4 Tip 2 standartlarına uygun olarak üretilmiştir. 20 Hz-12.5 kHz frekans aralığında ölçüm yapabilmektedir. Zaman aralığı S (slow) ve F (fast) dir. Ölçüm aralığı 30-130 dBA,35-130 dBC ve 35-130 dBF dir. Ayrıca 10 sn., 1dk., 5 dk., 10 dk., 15 dk., 30 dk., 1 saat., 8 saat ve 24 saatlik dilimler için eşdeğer gürültü seviye ( $L_{eq}$ ) ölçümü yapabilmektedir. Gürültü ölçüm cihazına ait resim, Şekil (2.9)'de gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Ölçümde kullanılan gürültü ölçüm cihazı

### 2.1.7.3. Ölçüm Yapılan Noktalar

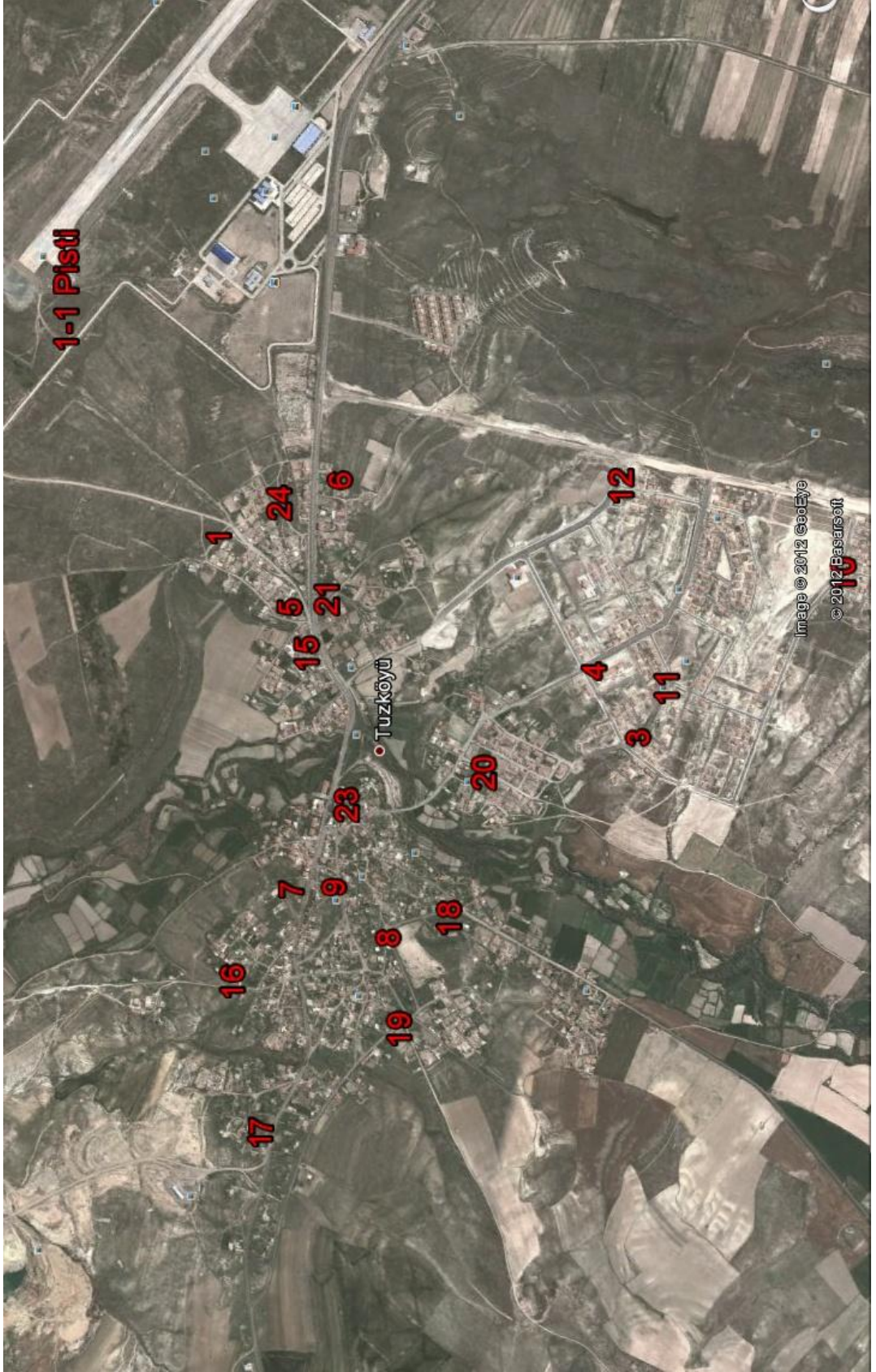
Yapılan gürültü ölçüm çalışması toplam 41 ölçümden oluşmaktadır. Ölçüm yapılan nokta sayısı ise 26' dır. Bu ölçüm noktalarının 6 tanesi Gülşehir İlçesi'nde, 20 tanesi de Tuzköy Kasabası'nda bulunmaktadır.

Gülşehir İlçesi'nden yapılan ölçüm sayılarının az olmasının sebebi, Havalimanında bulunan aletli iniş sisteminin (ILS) Tuzköy Kasabası tarafında bulunan 1-1 pistine doğru olması, İstanbul'dan gelen uçakların geliş ve kalkış istikametlerin 1-1 pistine doğru olmasıdır. Bu yüzden rüzgâr yönü ve hızı uygun

olduğu takdirde uçaklar sürekli Tuzköy istikametini kullanmaktadırlar. Ancak rüzgâr faktörü zorunlu kılıyorsa 2-9 pisti istikametinde bunan Glehir üzerinden inişler ve kalkışlar yapılmaktadır. Glehir İlçesi üzerinden yapılan iniş kalkışların, Tuzköy Kasabasına göre çok az olması sebebiyle ölçüm sayısı Glehir İlçesi'nde az olmuştur. (Şekil 1.4)

Nevşehir Kapadokya Havalimanı'na gece saat 23:00'ten sonra tarifeli uçuş olmaması sebebiylede gece 23:00'ten sonra ölçüm yapılmamıştır.

Aşğıda Şekil (2.10)'te Tuzköy Kasabası'nda, Şekil (2.11) 'de ise Glehir İlçesinde yapılan ölçüm noktaları görülmektedir.



Şekil 2.10. Tuzköy Kasabası gürültü ölçüm noktaları



Şekil 2.11. Gölşehir İlçesi gürültü ölçüm noktaları

#### 2.1.7.4. Elde Edilen Ölçüm Sonuçları

Uçakların inişlerinde ve kalkışlarında yerleşim yerlerine yaklaşık 1 dakikalık bir etkinin olduğu gözlemlendiğinden dolayı eşdeğer gürültü seviye ölçümlerinde ( $L_{eq}$ ) 1 dakika olarak ayarlanmıştır. Gürültü ölçüm cihazı A ağırlıkta ve S (slow) konumda kullanılmıştır.

Her bir ölçüm yapılırken tarih, saat, uçağın iniş kalkış durumu ve meteorolojik şartlar kaydedilmiştir. Rüzgâr yönü, kuzey yönü  $0^0$ , doğu yönü  $90^0$ , güney yönü  $180^0$  ve batı yönü de  $270^0$  olmak üzere tanımlanmıştır. Rüzgâr yönleri, rüzgârın geldiği yönleri göstermektedir. Rüzgâr hızı, knot (1 knot=0,514 m/sn), bulutluluk yüksekliği feet (1 feet=0,3048 m) ve bulutluluk oranı da 8 paydalık ölçü cinsinden tanımlanmıştır. Çizelge (2.7)' da gösterilen Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirlenen sınır değer üzerindeki ölçümler kırmızı renkle gösterilmiştir. Ölçüm yapılan noktalara göre gürültü ölçüm sonuçları Çizelge (2.6)'da gösterilmiştir.

**Çizelge 2.6.** Gürültü ölçüm sonuçları

Ölçüm No	Ölçüm Nok.	Tarih-Saat	İniş-Kalkış	Ölçüm Sonucu (Leq) dB(A)	Rüzgar Yönü ve Hızı (knot)	Sıc. $^0C$	Bulutluluk Yüksekliği ve Oranı	Nem %	Bas. (hPa)
1	1	01.11.2012 10:50	İniş	<b>42.4</b>	$90^0-5$	19	4000 ft 2/8	48	1020
2	2	01.11.2012 12:00	Kalkış	<b>60.7</b>	$240^0-3$	20	4000 ft 2/8	42	1019
3	2	01.11.2012 15:10	İniş	<b>54.4</b>	$360^0-2$	22	4000 ft 2/8	37	1018
4	3	02.11.2012 21:40	İniş	<b>45.2</b>	$120^0-7$	11	4000ft 2/8	8	1018
5	3	03.11.2012 22:05	Kalkış	<b>59.1</b>	$150^0-4$	9	4000 ft 2/8	7	1021
6	4	03.11.2012 21:00	İniş	<b>47.9</b>	$110^0-6$	11	4000 ft 2/8	8	1021
7	3	03.11.2012 10:50	İniş	<b>37.8</b>	$90^0-4$	16	4000 ft 2/8	8	1020
8	3	03.11.2012 11:56	Kalkış	<b>45.6</b>	$60^0-3$	17	4000 ft 2/8	9	1019
9	1	05.11.2012 12:05	Kalkış	<b>57.2</b>	$240^0-4$	23	4000 ft 2/8	5	1019
10	1	05.11.2012 21:11	İniş	<b>52.6</b>	$120^0-10$	12	Açık	3	1019
11	5	06.11.2012 11:20	İniş	<b>47.3</b>	$240^0-3$	22	Açık	4	1018
12	5	06.11.2012 11:40	Kalkış	<b>56.6</b>	$250^0-14$	23	Açık	2	1017
13	5	06.11.2012 12:15	Kalkış	<b>57.7</b>	$240^0-17$	23	Açık	1	1017

**Çizelge 2.6. (devam)**

14	5	06.11.2012 21:00	İniş	<b><u>51,3</u></b>	130 <sup>0</sup> -7	10	Açık	3	1019
15	4	07.11.2012 22:03	Kalkış	<b><u>45,2</u></b>	330 <sup>0</sup> -3	13	1000 ft 6/8	46	1016
16	6	08.11.2012 11:00	İniş	<b><u>48,0</u></b>	240 <sup>0</sup> -8	16	1000 ft 7/8	4	1012
17	6	08.11.2012 12:05	Kalkış	<b><u>59,1</u></b>	270 <sup>0</sup> -8	14	10000 ft 7/8	2	1012
18	6	08.11.2012 21:05	İniş	<b><u>49,0</u></b>	Sakin	9	1500 ft 2/8	8	1014
19	7	08.11.2012 22:30	Kalkış	<b><u>60,8</u></b>	Sakin	9	2000 ft 2/8	8	1013
20	8	10.11.2012 20:15	İniş	<b><u>63,3</u></b>	20 <sup>0</sup> -24	8	3500 ft 6/8	84	1013
21	9	10.11.2012 21:35	İniş	<b><u>61,7</u></b>	20 <sup>0</sup> -26	8	3500 ft 6/8	84	1013
22	10	10.11.2012 22:20	Kalkış	<b><u>58,5</u></b>	20 <sup>0</sup> -21	7	3500 ft 6/8	85	1013
23	11	11.11.2012 10:42	İniş	<b><u>45,8</u></b>	30 <sup>0</sup> -19	7	2000 ft 2/8	80	1016
24	12	11.11.2012 11:03	İniş	<b><u>50,5</u></b>	20 <sup>0</sup> -20	7	3000 ft 6/8	78	1016
25	11	11.11.2012 11:57	Kalkış	<b><u>49,3</u></b>	20 <sup>0</sup> -20	7	2000 ft 2/8	78	1016
26	12	11.11.2012 12:05	Kalkış	<b><u>52,4</u></b>	20 <sup>0</sup> -2	7	2000 ft 2/8	78	1016
27	13	12.11.2012 20:45	İniş	<b><u>55,3</u></b>	220 <sup>0</sup> -7	10	4000 ft 3/8	5	1023
28	8	12.11.2012 22:07	Kalkış	<b><u>57,2</u></b>	340 <sup>0</sup> -5	10	4000 ft 3/8	6	1023
29	14	13.11.2012 20:55	İniş	<b><u>55,1</u></b>	300 <sup>0</sup> -2	9	3000 ft 6/8	83	1023
30	15	13.11.2012 22:00	Kalkış	<b><u>57,9</u></b>	220 <sup>0</sup> -3	9	3000 ft 6/8	81	1023
31	16	14.11.2012 12:05	Kalkış	<b><u>54,7</u></b>	Sakin	12	4000 ft 4/8	7	1022
32	17	14.11.2012 21:55	Kalkış	<b><u>52,3</u></b>	Sakin	4	4000 ft 3/8	3	1023
33	18	15.11.2012 21:05	İniş	<b><u>49,2</u></b>	Sakin	6	500 ft 2/8	95	1024
34	19	16.11.2012 12:35	İniş	<b><u>47,2</u></b>	290 <sup>0</sup> -3	5	700 ft 5/8	99	1025
35	20	18.11.2012 12:05	Kalkış	<b><u>48,2</u></b>	270 <sup>0</sup> -5	6	700 ft 5/8	4	1020
36	21	18.11.2012 21:24	İniş	<b><u>46,6</u></b>	270 <sup>0</sup> -4	5	300 ft 5/8	5	1021
37	22	19.11.2012 12:00	Kalkış	<b><u>60,4</u></b>	240 <sup>0</sup> -5	4	600 ft 6/8	93	1022
38	23	20.11.2012 12:05	Kalkış	<b><u>59,4</u></b>	Sakin	5	1100 ft 6/8	2	1023
39	24	20.11.2012 14:05	Kalkış	<b><u>61,9</u></b>	240 <sup>0</sup> -4	5	1100 ft 6/8	3	1022
40	25	23.11.2012 11:30	Kalkış	<b><u>42,4</u></b>	270 <sup>0</sup> -3	5	Açık	4	1020
41	26	23.11.2012 11:40	Kalkış	<b><u>44,1</u></b>	270 <sup>0</sup> -3	5	Açık	4	1020

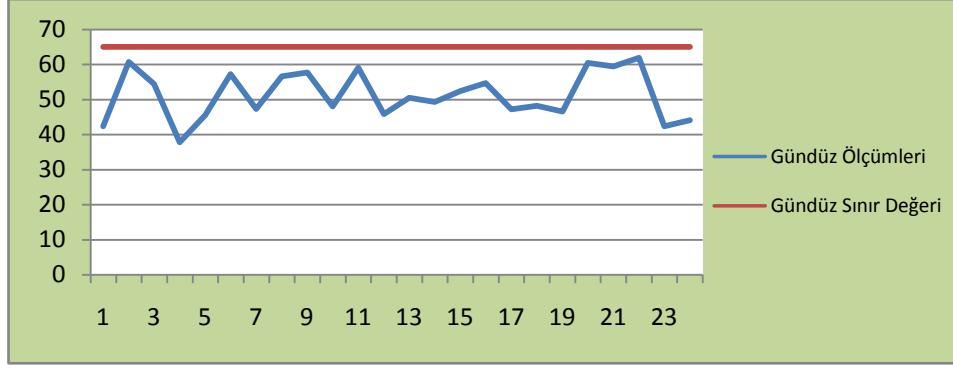
### 2.1.7.5. Değerlendirme

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğine göre, Havaalanlarından çevreye yayılan gürültü maksimum seviyeleri Çizelge (2.7)'de verilen sınır değerleri aşamaz.

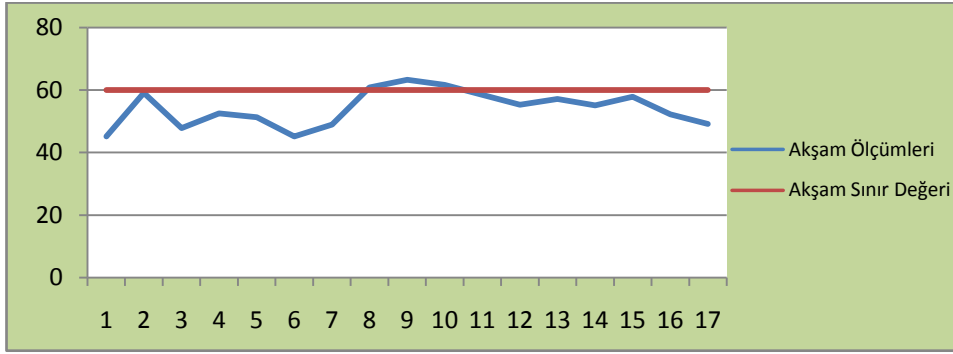
**Çizelge 2.7.** Havaalanı çevresel gürültü sınır değerleri

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)		
	L <sub>gündüz</sub> (dBA)	L <sub>ağşam</sub> (dBA)	L <sub>gece</sub> (dBA)	L <sub>gündüz</sub> (dBA)	L <sub>ağşam</sub> (dBA)	L <sub>gece</sub> (dBA)
Gürültüye hassas kullanımlardan eğitim, kültür ve sağlık alanları ile yazlık ve kamp yerlerinin 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





**Şekil 2.12.** Gündüz ölçümlerinin sınır değerle kıyaslanması



**Şekil 2.13.** Akşam ölçümlerinin sınır değerle kıyaslanması

Çizelge (2.7)' deki gürültü sınır değerleri olan  $L_{gündüz}=65$  dBA,  $L_{akşam}=60$  dBA ve  $L_{gece}=55$  dBA dikkate alınarak, yapılan çalışmalarda elde sonuçlara bakıldığında, sadece 7, 8 ve 9 numaralı ölçüm noktalarında yapılan 19, 20 ve 21 numaralı ölçümlerin sınır değerleri aştığı görülmektedir. 8 ve 9 numaralı ölçümlerin yapıldığı sırada nem oranının %84 olması, rüzgârın kalkış pistinden ölçüm noktasına doğru 24 knot (yaklaşık 45 km/sa) ve 26 knot (yaklaşık 48 km/sa) hızlarla esiyor olmasının etkisinin büyük olduğu görülmektedir.

Gülşehir'den 2, 13, 14, 22, 40 ve 41 numaralı ölçüm noktalarından yapılan ölçümlerde sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir.

Yine uçakların kalkışları esnasında oluşturdukları gürültünün, inişte oluşturdukları gürültüden daha fazla olduğu görülmüştür.

## 2.2. Gaz Emisyonları

### 2.2.1. Hava Kirliliği

Hava kirliliği sebeplerini dört ana başlık altında toplayabiliriz:

1. Konutların ısınmasından kaynaklanan hava kirliliği
2. Endüstri tesislerinden kaynaklanan hava kirliliği
3. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan hava kirliliği
4. Atmosferik özellikler ve yer şekilleri (topoğrafya)

### 2.2.2. Hava Kirleticileri

Atmosfer kirleticileri başlıca beş gruba ayrılır:

- 1) Azot oksitler ( $\text{NO}_x$ )
- 2) Kükürt Oksitler ( $\text{SO}_x$ )
- 3) Karbonmonoksit ( $\text{CO}$ )
- 4) Hidrokarbonlar ( $\text{HC}$ )
- 5) Partiküller

Sayılan bu kirleticilerden bazıları doğrudan doğruya kirletici kaynaktan atıldıkları şekilde havada bulunurlar. Bunlar birincil kirleticilerdir. Diğer bir kısım kirleticiler ise, havaya karışan bu birincil maddelerin, havada bulunan diğer bazı türlerle atmosferde reaksiyona girmesiyle oluşan reaksiyonların atıklarıdır. Bunlarada ikincil kirleticiler denir. Örneğin bacalardan atılan  $\text{SO}_2$  veya bataklıklardan yükselen  $\text{H}_2\text{S}$  gazı birincil; sülfid ve sülfat partikülleri ile sülfürik asit sisi ise ikincil kirleticilerdir[25].

1)Azot oksitler( $\text{NO}_x$ ):Azot oksit ( $\text{NO}$ ) ve azot dioksit ( $\text{NO}_2$ ) önemli hava kirleticilerindendir. Bunlardan  $\text{NO}_2$  daha zehirlidir[26].Atmosfere karışan  $\text{NO}$  gazının yaklaşık %80'i doğal kaynaklardan, %20'si de antropojenik (insan müdahalesi ile ortaya çıkan) kaynaklardan gelir[27].  $\text{NO}$  in canlılar üzerinde

sakıncalı bir etkisi yoktur. Ancak havadaki oksijenle süratli bir şekilde NO<sub>2</sub>' ye dönüştüğünden dolayı fotokimyasal süreçlerde önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir.

Havanın oksijen ve azotu ortam sıcaklıklarında reaksiyona girmezlerse de, 800 °C ve daha üstündeki sıcaklıklarda süratle tepkime verirler ve NO oluşur. Bu reaksiyonun maksimum hızı 1003 °C nin üstünde görülür.



Fosil yakıtlarda aminoasit kalıntısı şeklinde azot bulunabildiğinden, bu azot



şeklinde bir reaksiyon verir[25].

Birleşmiş Milletler İstatistik Dairesi (UNSD) tarafından hesaplanan kişi başına düşen azot oksit emisyonu bazı ülkeler için Çizelge (2.8)'de gösterilmiştir [26,28].

**Çizelge 2.8.** Dünya'da azot oksitlerin tüketim değerleri

Ülke Adı	Ölçüm Yapılan Son Yıl	NO <sub>x</sub> Emisyonu 1000 ton	1990'dan değişim yüzdesi %
A.B.D.	2006	15159.55	-30,1
Paraguay	1994	6919.57	6184,8
Rusya	2006	4808.03	-47,6
Gabon	1994	3839.04	-
Avusturya	2006	2484.58	37,7
Brezilya	1994	2301.30	10,8
Japonya	2006	1943.63	-4,7
İngiltere	2006	1594.65	-46,3
İspanya	2006	1466.08	19,1
Meksika	2002	1444.41	16,3

**Çizelge 2.8. (devam)**

Almanya	2006	1394.31	-51,3
Fransa	2006	1392.26	-25,1
Türkiye	2006	1120.26	72,4
İtalya	2006	1061.60	-45,4
Tanzanya	1994	979.07	524,9
Ukrayna	2006	928.56	-57,4
Endonezya	1994	928.33	670,4
Polonya	2006	879.48	-31,3
Arjantin	2000	675.79	31,1
Romanya	2006	347.84	-24,7
Hollanda	2006	316.51	-41,9
Yunanistan	2006	315.62	12,6

2) Kükürt Oksitler (SO<sub>x</sub>): Hava kirliliği çalışmalarında SO<sub>2</sub> ve SO<sub>3</sub> kükürdün en çok ilgilenilen iki oksididir. SO<sub>2</sub>, renksiz, keskin kokulu reaktif bir gaz olup, kömür, fuel-oil gibi kükürt içeren yakıtların yanması sırasında, metal ergitme işlemleri ve diğer endüstriyel prosesler sonucunda oluşur. Ana kaynakları, termik santraller ve endüstriyel kazanlardır. Genel olarak, en yüksek SO<sub>2</sub>konsantrasyonları, büyük endüstriyel kaynakların yakınlarında bulunur.

Kükürt dioksit atmosfere atıldıktan sonra bir dizi reaksiyona uğramaktadır. Bunlardan biri de OH<sup>-</sup> serbest radikali ile olanıdır. Burada,



meydana gelir. SO<sub>3</sub> aşağıda görüldüğü gibi havadaki su buharı ile reaksiyona girerek asit yağmurlarının temel sebebi olan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ' e dönüşür[29].



Asit yağışlarının başlıca iki etkisi bilinmektedir. Bunlardan biri asitli suların alıcı ortamdaki doğal dengeyi bozmasıdır. Tatlı su göllerinde balık ölümleri, flora ve fauna değişmelerine yol açmasıdır. Diğeri de toprağın üzerindeki bitki örtüsünde zararlar meydana getirmesidir. Asit yağışlarının sanat ve kültür yapılarına da zarar verdiği gözlenmiştir[26].

3) Karbon Monoksit (CO):Karbon monoksit, antropojenik ve doğal olmak üzere iki kaynaktan gelir. Otomobil egzoz gazlarında önemli oranda karbon monoksit bulunur. Ayrıca yanmanın iyi olmadığı diğer bütün antropojenik aktiviteler sonucunda da (fabrika, gemi, lokomotif, kalorifer bacalarından) önemli oranda karbon monoksit çıkar ve atmosfere karışır.

Böyle antropojenik kaynaklardan CO meydana geldiği çok eskiden beri bilinmesine rağmen, doğal kaynaklarda CO meydana geldiğinin tespiti oldukça yenidir. 1972 yılına kadar doğal kaynaklardan atmosfere karışan karbon monoksitin antropojenik kaynaklardan atmosfere karışanlar yanında ihmal edilecek kadar az olduğu düşünülmekte ve kabul edilmekteydi. Fakat 1972 yılından sonra yapılan çalışmalar bunun doğru olmadığını ve doğal kaynaklardan atmosfere büyük oranda CO karıştığını göstermiştir. Atmosferdeki metanın kaynağı, bataklıklara gömülmüş organik maddeler, pirinç ziraatından geriye kalan artıklar ve ormanlardaki çürümelerdir. Metan, atmosferde çok karışık bir takım fotokimyasal reaksiyonlar sonunda oksitlenir ve karbon monoksit verir [27].

Motorlu taşıtlar, enerji üretim tesisleri ve ısınma amaçlı kullanılan sistemlerde yanmanın kalitesini yanmaya katılan hava/yakıt oranı belirlemekte ve bu oran CO ile CO<sub>2</sub> üretimini önemli ölçüde etkilemektedir. CO'nin oluşması ile CO<sub>2</sub>'in oluşması arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Yanma işlemlerinde tam yanma olmadığı durumlarda bölgesel eksik yanmalar meydana gelir ve CO oluşumu artar, buna bağlı olarak da CO<sub>2</sub> gazı da düşmektedir. Buna karşılık; yanma yeteri kadar iyi olmadığı için yüksek sıcaklığa ulaşılmaz ve dolayısıyla azot oksitler azalmaktadır. Eğer yakıtta göre hava miktarı stokiyometrik orandan fazla ise bunun tersi görülmektedir[30].

Karbon monoksit gazının insan sağlığı üzerinde de birçok olumsuz etkileri vardır. CO, insan vücuduna dâhil olduğu zaman, kanın hemoglobininin merkez atomu demire bağlanarak insan sağlığında bozulmalara ve ölüme sebep olur. Bu zehirlenme çizelgesine bakıldığı zaman baş ağrısı, görme bozuklukları, uyku hali,

zihni bulanıklık ve koma gibi semptomların görüldüğü bilinmektedir. Kişilerde genel olarak yargı kabiliyeti bozulur ve sezgi kaybolur. Sonuçta karbon monoksit maruz kalan bir kişide kalıcı beyin hasarı meydana getirir.

4) Hidrokarbonlar (HC): Atmosferdeki ana kirleticilerden birisi de HC'lardır. HC'lar hidrojen ile karbonun belirli oranlarda katılımı ile oluşan bileşiklerdir. Alifatik ve aromatik olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. Alifatik hidrokarbonlar düz zincirli doymuş HC'lardır. Bu gruptaki HC'lar alkanlar, akenler ve alkinlerdir. Aromatik HC'lar ise doymamış halkalı bileşiklerden oluşur. Bu gruptaki HC'lara ise benzen ve naftalini örnek verebiliriz. HC'ların ana kaynağı petroldür. Doğrudan etkisi bilinen tek organik gaz kirletici etilen olarak bilinmektedir. Etilenin atmosferde belirli bir dozu aşması sonucu bitki büyümesinde gecikme olmaktadır. Yanmamış HC'ların da kanser yapıcı etkisi olduğu bulunmuştur. HC'ların atmosfere yayılmasında en önemli kaynak benzinli motorlar olmaktadır. Yanan benzinin içeriğinde üretildiği ham petrolün yapısına bağlı olarak doymuş HC'lar bulunmaktadır [5].

Aromatik hidrokarbonlar, özellikle çok halkalı aromatiklerin mukozada tahrişeyol açtığı, buharlarının solunması durumunda sistemik etki gösterdikleri ve bu etki limitinin 25 ppm olduğu belirlenmiştir. HC'ların sağlık üzerine önemli ölçüde etki gösteren Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH)'ın ise kanserojen etkisi kesin olarak belirlenmiştir. Yüzlerce çeşit PAH arasında en çok bilineni benzopiren'dir. Benzopiren, motorlu araçlardan atmosfere yayılır. Solunum aracılığıyla vücuda alınan PAH'ların akciğer kanserine neden olduğu tespit edilmiştir[31].

5) Partiküller: Saf su damlacıkları hariç, atmosferde bulunan çok küçük katı parçacıklarına ve sıvı damlacıklarına partikül denir. Partiküller de gazlar gibi atmosfer kirletici maddelerdir. Partiküller, gaz moleküllerinden binlerce defa daha büyük olduklarından, er veya geç tekrar yeryüzüne dönerler. Atmosfer kirliliği söz konusu olduğu zaman, partikül kelimesinden başka bir de aerosol kelimesi kullanılır. Aerosol tanımı de partikül tanımına benzer. Bir katı veya sıvının bir gaz içinde çok küçük parçacıklar halinde dağılmış şekline aerosol denir. Partiküllerden başlıcaları şunlardır; sis veya pus (mist, fog), duman veya tütsü (smog, fume), toz (dust), is (smoke).

Sis veya pus havadaki çok küçük su kürecikleridir. Bunlardan bazıları havadaki su buharının yoğunlaşmasıyla, bazıları da deniz suyunun sıçramasıyla

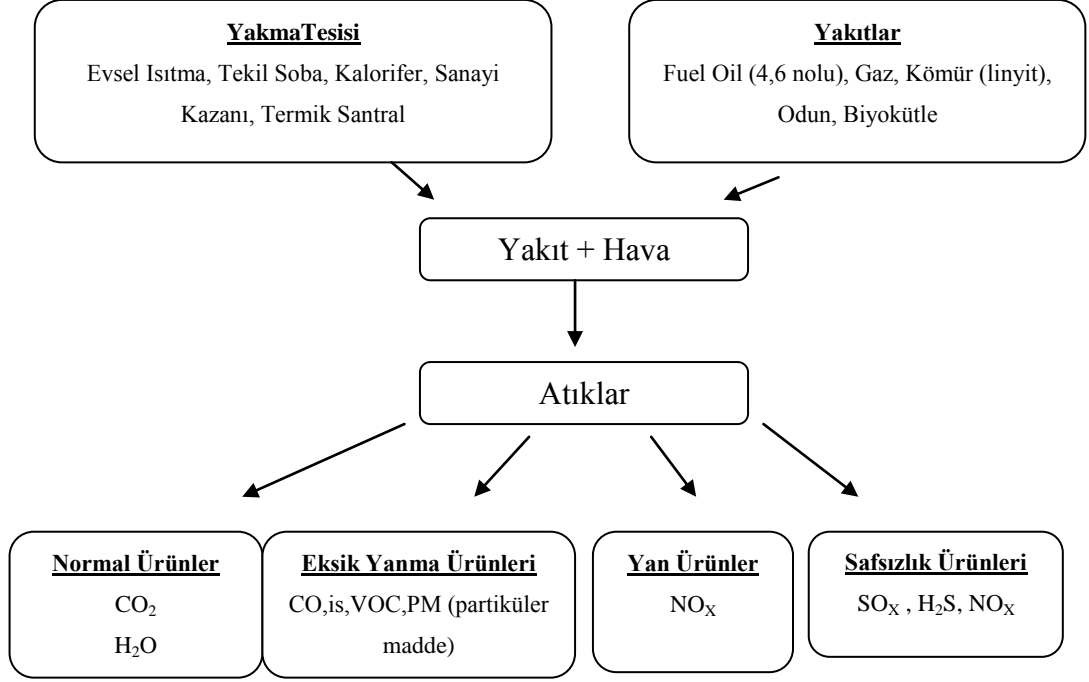
meydana gelir. Duman, inorganik ve organik buharların havada yoğunlaşması sonucu meydana gelen parçacıklardır. Toz, büyük katı maddelerin ufalanmaları sonucu meydana gelen parçacıklardır (mermer ve mozaik fabrikalarında olduğu gibi). İş yanma sonucu meydana gelen siyah parçacıklardır. İse kurum da denir (baca kurumu gibi)[27].

Türkiye İstatistik Kurumu'nun yayınladığı verilere göre 1990-2010 yılları arasında Türkiye'deki emisyon miktarları Çizelge (2.9)'da verilmiştir.

**Çizelge 2.9.** Seragazi emisyonları (milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri), 1990 – 2010 (Arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliğinden kaynaklanan emisyonlar ve yutaklar dahil değildir.)

Yıl	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	F Gazları	Toplam
<b>1990</b>	141,56	34,05	12,22	0,60	<b>188,43</b>
<b>1991</b>	148,55	38,19	13,17	0,74	<b>200,65</b>
<b>1992</b>	154,17	41,64	15,23	0,68	<b>211,73</b>
<b>1993</b>	162,76	43,90	15,74	0,69	<b>223,08</b>
<b>1994</b>	161,01	44,28	12,64	0,60	<b>218,53</b>
<b>1995</b>	174,09	47,39	16,82	0,52	<b>238,82</b>
<b>1996</b>	192,20	49,85	17,00	0,89	<b>259,94</b>
<b>1997</b>	205,37	51,14	15,54	1,13	<b>273,17</b>
<b>1998</b>	204,50	52,44	17,19	1,18	<b>275,31</b>
<b>1999</b>	203,85	53,67	17,47	1,03	<b>276,02</b>
<b>2000</b>	225,61	53,81	17,14	1,66	<b>298,21</b>
<b>2001</b>	209,15	53,20	15,19	1,70	<b>279,25</b>
<b>2002</b>	218,19	50,81	15,80	2,41	<b>287,22</b>
<b>2003</b>	232,80	52,01	16,16	2,80	<b>303,77</b>
<b>2004</b>	243,58	49,75	16,48	3,46	<b>313,27</b>
<b>2005</b>	259,77	52,82	14,67	3,73	<b>330,98</b>
<b>2006</b>	276,88	53,76	16,05	4,05	<b>350,74</b>
<b>2007</b>	308,07	55,90	12,85	4,13	<b>380,95</b>
<b>2008</b>	297,28	54,36	12,05	3,51	<b>367,21</b>
<b>2009</b>	299,27	54,11	13,00	3,64	<b>370,01</b>
<b>2010</b>	326,55	57,59	13,08	4,89	<b>402,10</b>
<b>2011</b>	344,69	58,81	12,65	6,26	<b>422,42</b>

İnsanın en temel ihtiyacı olan enerjiyi sağlamak üzere, içerisinde organik maddeler içeren yakıtların yanması sonucunda açığa çıkan bu maddelerin yakma tesisleri ve yakıtlar arasındaki ilişki Şekil (2.14)'da gösterilmiştir.



Şekil 2.14. Yanma ile ilgili kirliliğin bileşenleri [25]

### 2.2.2.1. Eksik Yanma

En mükemmel teknolojilerle üretilen fosil yakıtlı reaktörler bile, temel oksitlenme ürünleri olan CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O buharı havaya salar. Yanmanın bu ürünlerle sonuçlanması için;

- Yakıt ve ideal miktardaki yanma havası tam karışmalı
- Yanma odasındaki sıcaklıklar, yanmayı başlatacak kadar yüksek olmalı, ani soğumalar ve soğuk bölgeler bulunmamalı,
- Yanma odasında gazlar yeterince uzun süre beklememelidir.

Aksi halde şu zararlı maddeler eksik yanma deneni olay sonrasında meydana gelmeye başlar:



- a) CO
- b)  $C_nH_m$  formülüyle gösterebileceğimiz yanmamış hidrokarbonlar. Bunlar kısaca uçucu organik maddeler olan VOC'ler grubundandır. (VOC: Volatile Organic Compound)
- c) Eksik yanma ürünü hidrokarbonlardan meydana gelen is niteliğindeki iri halka yapısındaki organik maddeler (naftalin, benzo-pirenler, antrasen grupları vb.)

### 2.2.2.2. Yakıt Safsızlıkları

Yakıt içerisinde kalmış olan aminoasit kalıntıları organik yapıya girmiş olarak azot ve kükürt elementlerini içerir. Yakıt içerisinde bulunan organik azot, amin (R-NH<sub>2</sub>) amid (R-CO-NH<sub>2</sub>), nitro (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-NO<sub>2</sub>), pridin (C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>N) bileşikleri halinde olabilmektedir. Bunlar fue-oillerde %0,1-0,6 ve kömürde %0,8 seviyelerinde organik bağlı azotun bulunmasına yol açarlar. Prensip olarak aşağıda açıklanan NO<sub>x</sub> indirgenme reaksiyonları da dikkate alındığında bile kömürde en çok, fuel-oillerde daha az, gaz yakıtlarda ise en az seviyede olmak üzere yakıtta bağlı NO<sub>x</sub> oluşumu gözlenmektedir.

Safsızlık olarak yakıtta bulunan amin formunda organik bağlı azot düşük sıcaklıklarda bile,



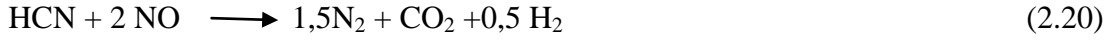
şeklinde bir reaksiyonla oksitlenir. Yakıtta bulunan organik azot (örneğin amonyak) alev içerisinde yakıt parçacıkları veya is üzerinde indirgenerek molekül formunda N<sub>2</sub> gazına kadar ayrışabilir. Örneğin;



Alev bölgesinde oluşan NO ise benzeri bir indirgen mekanizma ile CO yardımıyla,



veya yan ürün NO<sub>x</sub> oluşturma mekanizmalarından biri olan ani (prompt) oluşumlar sırasına oksijen eksikliğine bağlı olarak alevin içerisinde oluşan HCN ile



şeklindeki indirgenmelere uğrar ve NO<sub>x</sub> azalması meydana gelebilir.

Yakıt safsızlıkları arasında bir diğer önemli madde olan kükürt, pirit (metal sülfürler) veya organik bağlı kükürt olarak yakıtta bulunduğu tıpkı karbon gibi oksitlenir ve enerji verir. Fosil yakıtlardaki aminoasit kalıntılarında bulunan organik kükürt element halinde S<sup>0</sup> gibi), veya pirit formundaki kükürt (S<sup>-2</sup>),

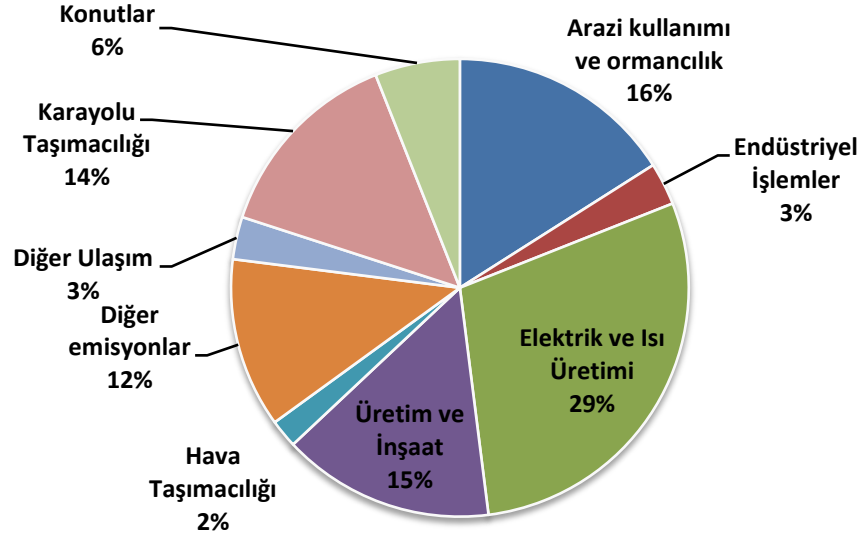


reaksiyonu uyarınca oksitlenir. Bu reaksiyonla ortaya çıkan SO<sub>2</sub> gazı sülfürik asit gibi maddeler ve en sonunda da sülfatlara dönüşerek uzun süre havada etkili olabilmektedir[25].

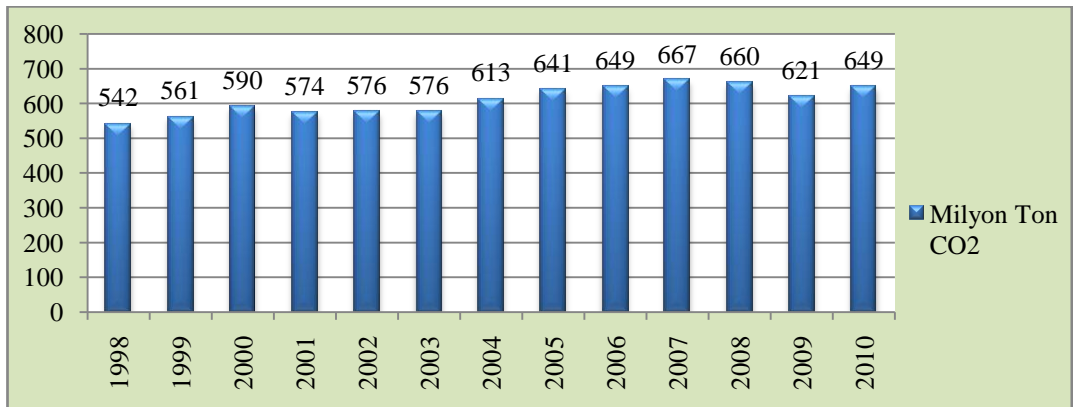
### 2.2.3. Havaalanlarında Uçaklardan Kaynaklanan Emisyon

Havaalanlarında uçak hareketlerinin yanı sıra, uçuş öncesi araçlar, yer destek ekipmanları, kara tarafında bulunan araçlar, güç ve ısı üretim merkezleri de emisyon kaynaklarıdır. Bunların kaynakların başında gelen yolcu uçakları, 'Jet A1' olarak adlandırılan gaz yağının bir türevini kullanmaktadır. Dünya yakıt tüketiminin % 5-6'sı yolcu uçakları tarafından gerçekleştirilmektedir. Yeni yolcu uçaklarında 100 kilometre mesafede yolcu başına ortalama 3-3.5 litre yakıt harcanmaktadır. Eski uçaklarda ise bu oran 12 litreye yükselmektedir. Uçakların motorlarından çıkan emisyonlar genel olarak %70 CO<sub>2</sub>, %29 H<sub>2</sub>O ve %1 civarında ise NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>x</sub>, partiküller ve zararlı hava kirleticileri de kapsayan iz elementleri içerir. Uçaklardan salınan gazlar uçak motorunun tipine, kullanılan yakıtı, uçuş mesafesine ve yüksekliğine göre değişmektedir[10]. Bir kilogram yakıtın yanması sonucunda yaklaşık olarak 3,15 kg karbondioksit (CO<sub>2</sub>), 1,24 kg su (H<sub>2</sub>O) ve kurşundan kaynaklanan 0.6 g sülfür dioksit (SO<sub>2</sub>) oluşur [5].

Uçak motorunda 350 litrelik yakıttan yaklaşık 1 ton CO<sub>2</sub> ortaya çıkmaktadır. Dünyada birçok hava işletmecisinin üyesi olduğu The Air Transport Action Group (ATAG) verilerine göre, 2010 yılında havacılık sektöründe üretilen CO<sub>2</sub> miktarının 649 milyon ton olduğunu ve bunun da dünyadaki toplam CO<sub>2</sub> emisyonunun yüzde 2'sine tekabül ettiğini ortaya koymaktadır. (Şekil 2.15.)



Şekil 2.15. Dünya'da CO<sub>2</sub> emisyonlarının sektörel dağılımı [32]



Şekil 2.16. Dünyada havacılık sektöründen kaynaklanan CO<sub>2</sub> miktarları [32]

Yakıtın yüksek basınç ve sıcaklıkla yakılması neticesinde zincirleme reaksiyonlar sonucunda bir yan ürün olarak NO<sub>x</sub> emisyonları meydana gelmektedir. Yakılan 1 kg yakıttan yaklaşık olarak 11-18 gr NO<sub>x</sub> meydana gelmektedir. NO<sub>x</sub> emisyonları özellikle yüksek itiş güçlü motorlarda daha fazla oluşmaktadır. Bu emisyonlarda ozon tabakasına zarar vermektedir.

Alçak irtifalarda ise CO çevreyi etkilemektedir. Uçakların yerde motor çalıştırması (idling and taxiing), kalkış (take-off) ve inişlerde (landing) oluşturdukları CO, doğrudan atmosfere karışmaktadır. Ortalama bir değer olarak uçaklardan yılda 1.3 milyon ton CO emisyonu meydana gelmektedir. Havacılık raporlarına göre 2015 yılında bu değer % 50 artarak 2 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Diğer emisyonlara göre daha az oluşan hidrokarbon (HC) emisyonu ise yılda 0.26 ton civarındadır. Kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) emisyonları ise doğrudan motor ile ilgili olmayıp yakıt içindeki kükürt bileşenlerine bağlıdır. Bu emisyonlar asit yağmurlarına ile tekrar toprağa karışmaktadır. SO<sub>2</sub>'yi yakıttan tamamen bertaraf etmek mümkün olsa da motor yağlama işlemi nedeniyle bazı organik asitlerin yakıtta ilâve edilmesi gerekmektedir.

CO<sub>2</sub> emisyonları açısından 500 km'nin altındaki seyahatler (örneğin Londra'dan Amsterdam'a) mukayese edilirse kilometre başına düşen yolcu sayısına göre oluşan CO<sub>2</sub> emisyonları hava taşımacılığı için 0.17 kg/km, otomobil yolculuğu için 0.14 kg/km, demiryolu yolculuğu için 0.052 kg/km ve gemi yolculuğu için 0.047 kg/km olarak verilmiştir. Görüldüğü gibi CO<sub>2</sub> emisyonları açısından 500 km'den daha az mesafelerdeki seyahatlerde kilometre başına düşen yolcu sayısına göre hava yolculuğundan kaynaklanan CO<sub>2</sub> emisyonları, demiryolu taşımacılığına göre 3 kattan fazladır. Bu sebeple Avrupa'da 330 km'ye kadar olan mesafeler için hızlı tren bağlantısı yapılarak uçak seferleri kaldırılmıştır. Bu durum hava taşımacılığından kaynaklanan emisyonların etkisini azaltmaya katkı sağlamakla birlikte aynı zamandan daha önemli uçuşlar için hava trafiğinin tıkanmasını engellemiştir[6].

Uçak motorlarından kaynaklanan iki ana emisyon problemi vardır. Bunların ilki; yer manevralarında düşük güçle yüksek yakma verimi elde etmek için yüksek miktarda yakıtın yakılması sonucu çok miktarda yanmamış hidrokarbon açığa çıkması ve bu hidrokarbon miktarının azaltılma gerekliliğidir.

İkinci ana emisyon problemi ise; kalkış, tırmanış ve seyir sırasında uçakların verdiği nitrojen oksitlerdir. Bu problemlerin giderilmesi için ICAO dünya çapında

LTO (Landing/Take Off) çevrimini ve yüksek seviyedeki seyir için belirli standartlar oluşturdu. Bu standartlarla hava alanlarında hava kirliliğinin ve yüksek atmosferde ozonun deformasyonunun kontrol altına alınması amaçlanmıştır. İki motorlu uçaklarda LTO çevrimi içinde toplam emisyonun %25'i, bunun yanında yükseliş, seyir ve alçalış sırasında atmosfere verilen toplam emisyonun %86'sı NO<sub>x</sub>'tir [10].

Düz uçuş haricindeki kalan safhaya, iniş-kalkış safhası(LTO – Landing and Take off) denilir. LTO safhaları ve ortalama süreleri Çizelge (2.10)'de verilmiştir[5].

**Çizelge 2.10.** LTO'nun modları ve süreleri

Çalışma Modu	Motor Performansı (%)	Süresi (dakika)
Kalkış	100	0,7
Tırmanma	85	2,2
Yaklaşma	30	4,0
Taksi	7	26,0

### **2.2.3.1. Uçak Emisyonlarının Belirlenmesinde IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) Yöntemi**

1992 yılında Rio de Janeiro'da 150 civarında ülke tarafından imzalanan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) ile küresel olarak, çevreye ve ekonomik gelişmeye karşı temel tehlikenin iklim değişikliği olduğu kabul edilmiştir. Sözleşme temel olarak, iklim sistemine insan etkisi sonucu verilen sera gazları ile oluşacak zararı düzenlemeyi amaçlamaktadır. Sözleşme ayrıca bütün taraflara; periyodik olarak ulusal envanterlerini geliştirmesi, yenilemesi ve yayınlaması, ve sera gazı emisyon envanterlerinde kıyaslamalı metodolojiler kullanması için çağrıda bulunmaktadır. Tekrar düzenlenmiş olan 1996 IPCC Kılavuzuyla, bu bahsedilen hedefleri tamamlamak isteyen sözleşmeye taraf olan ülkelere yardımcı olunması amaçlanmaktadır.

IPCC Kılavuzu 3 kitaptan oluşmaktadır. Birinci kitap, ulusal envanter oluşturmak için, adım adım nasıl veri toplanacağı, bu verilerin nasıl değerlendirileceği ve elde edilen sonuçların en son adımda nasıl bildirileceğini içeren

raporlama bilgilerini içermektedir. İkinci kitap, raporlamada kullanılacak olan Çizelgeleri içeren ve hesaplamaların nasıl yapılacağını gösteren bir çalışma kitabıdır. Üçüncü kitap ise kullanılabilir metotları anlatan, ülkelerin kendi başlarına elde edemediği verilerin yerine kullanılabilir ortalama değerleri içeren referans kitabıdır. Sera gazı envanteri hesaplamalarında IPCC ana başlıklar aşağıda yazıldığı şekli ile verilmektedir:

- Enerji
- Endüstriyel İşlemler
- Solvent ve diğer ürünlerin kullanımı
- Tarım
- Yeryüzü coğrafyasının ve ormanların kullanımı
- Atıklar

Ulaştırma kısmında, havacılık sektörüne bağlı faaliyetlerinde kullanılan yakıtların yakılması ve buharlaşmasından kaynaklanan emisyonlar hesaplanmaktadır.

Enerji sistemlerinden kaynaklanan emisyon envanterinde CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO ve NMVOC ile beraber SO<sub>2</sub> emisyonu gibi doğrudan ve dolaylı sera gazı özelliği içeren emisyonlar hesaplanmaktadır. Enerji sistemlerindeki emisyonlar, yakıtın yanmasından kaynaklanan emisyonlar ve kaçak emisyonlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Alt başlık olan ulaştırma sektöründen kaynaklanan emisyonlar doğrudan yakıtın yanmasıyla ilgilidir. Özellikle CO<sub>2</sub> gazı diğer gazlardan farklı olarak daha kesin hesaplanabilmektedir, çünkü doğrudan yakıtın yakılmasıyla ilişkili bir gazdır. Yanma sonucunda ortaya çıkan CO<sub>2</sub>, o yakıtın ne kadar verimli yakıldığına da bir göstergesidir, çünkü CO<sub>2</sub> yanmanın doğal ürünüdür. CO<sub>2</sub> emisyonu, yakıt satış veya tüketim değerlerinin kullanılarak birkaç düzeltme yardımıyla kolayca hesaplanabilmektedir.

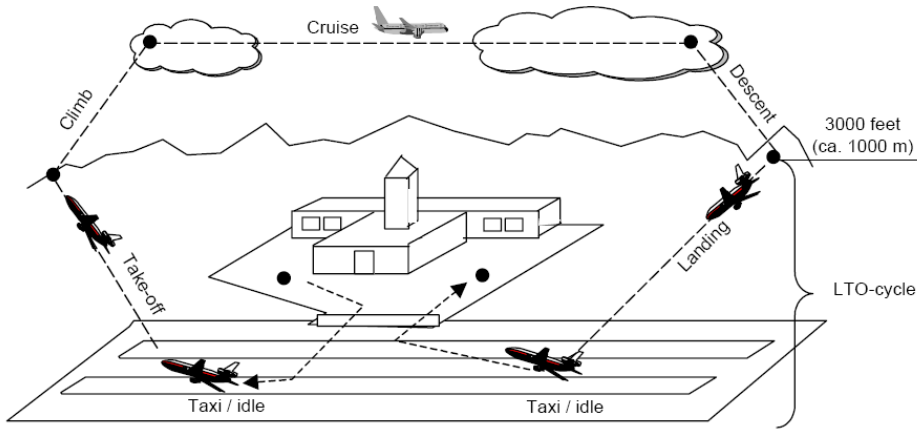
IPCC Kılavuzu, önceden hesaplanmış olan ortalama değerlere sahiptir. Ama ulusal envanter aşamasında, o ülke eğer böyle bir imkana sahipse, kendi emisyon faktörlerini oluşturup bunları kullanması tavsiye edilmektedir. CO<sub>2</sub> gazından farklı olarak, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO ve NMVOC gazlarının hesabında daha detaylı bilgiye gerek duyulmaktadır.

Havayolu emisyon hesabında kullanılan faaliyet değerleri, sivil ticari kullanımdaki yolcu ve yük taşımacılığında, tarifeli veya charter uçakların trafiğini kapsamaktadır. Askeri ve özel kullanımlar bu trafiğe dahil değildir. Havacılık

sektöründe uçaklardan kaynaklanan emisyonların (HC, CO, NO<sub>x</sub>, Sox, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> ve diğer toksik maddeler) sınıflandırılması oluşum yerlerine göre iki başlık altında toplanmaktadır. Bunlar İniş/Kalkış faaliyetleri (Landing/Take-Off, LTO) ve Seyir faaliyetleri (Cruise) olarak isimlendirilir.

1. İniş/Kalkış Faaliyetleri: İngilizce literatür ifadesi ile Landing/Take Off cycle (LTO), 1000 m (3000 feet) altında hava meydanı civarında gerçekleşen bütün motor çalışır konumdaki, bekleme, yolcu indirme ve bindirme, tırmanma ve iniş aktivitelerini içermektedir.

2. Seyir Faaliyetleri: 1000 metre üstündeki bütün aktiviteleri içerir (Literatürde “Cruiseactivity” şeklinde geçmektedir). Bir üst sınırı yoktur. 1000 metre üstündeki tırmanma veya iniş aktivitesi de seyir durumundaki aktivitelerdir[10].



Şekil 2.17. LTO çevrimi [10]

IPCC, emisyon belirlemede iki çeşit “Tier” yöntemi önermektedir. “Tier 1” yöntemi basit bir yöntem olup, kullanılan yakıt miktarına göre emisyon belirlemesi yaparken, “Tier 2” yöntemi LTO sayısına göre emisyon belirlemesi yapmaktadır.

Tier 1 yöntemi, ortalama emisyon faktörlerinin, toplam yakıt tüketimiyle çarpımı üzerine kurulmuş basit bir yöntemdir.

Aşağıda varsayılan emisyon faktörleri verilmiştir:

CO<sub>2</sub> : 19,5 ton C / PJ (petajoule= 10<sup>15</sup> joule)

CH<sub>4</sub> : 0.5 kg/PJ

N<sub>2</sub>O : 2 kg/PJ

Tier 2 yöntemi ise yer ile 1000 m seviye arasında gerçekleşen uçuşlarda atmosfere verilen emisyon miktarını yaklaşık olarak vermektedir. Tier 2 yöntemi Tier 1 yöntemine göre daha kesin sonuç vermektedir. Tier 2 yönteminde, LTO aşamasında kullanılan yakıt ve verilen emisyon miktarları her uçak çeşidi için verilen LTO istatistikleri yardımı ile tahmin edilir[33]. Çizelge (2.11) iç ve dış hatlarda genel olarak kullanılan yaygın uçak çeşitlerini ve bunların her bir LTO fazı için yaklaşık emisyon faktörlerini içermektedir.

**Çizelge 2.11.** Farklı uçak tipleri için LTO emisyon faktörleri [10,34]

	Uçak Tipi	LTO Emisyon Faktörleri (kg/LTO)							LTO Yakıt Tüketimi Kg/LTO
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC	SO <sub>2</sub>	
BÜYÜK TİCARİ UÇAKLAR	A300	5450	0,12	0,2	25,86	14,8	1,12	1,72	1720
	A310	4760	0,63	0,2	19,46	28,3	5,67	1,51	1510
	A319	2310	0,06	0,1	8,73	6,35	0,54	0,73	730
	A320	2440	0,06	0,1	9,01	6,19	0,51	0,77	770
	A321	3020	0,14	0,1	16,72	7,55	1,27	0,96	960
	A330-200/300	7050	0,13	0,2	35,57	16,2	1,15	2,23	2230
	A340-200	5890	0,42	0,2	28,31	26,19	3,78	1,86	1860
	A340-400	6380	0,39	0,2	34,81	25,23	3,51	2,02	2020
	A340-500/600	10660	0,01	0,3	64,45	15,31	0,13	3,37	3370
	707	5890	9,75	0,2	10,96	92,37	87,71	1,86	1860
	717	2140	0,01	0,1	6,68	6,78	0,05	0,68	680
	727-100	3970	0,69	0,1	9,23	24,44	6,25	1,26	1260
	727-200	4610	0,81	0,1	11,97	27,16	7,32	1,46	1460
	737-100/200	2740	0,45	0,1	6,74	16,04	4,06	0,87	870
	737-300/400/500	2480	0,08	0,1	7,19	13,03	0,75	0,78	780
	737-600	2280	0,1	0,1	7,66	8,65	0,91	0,72	720
	737-700	2460	0,09	0,1	9,12	8	0,78	0,78	780
	737-800/900	2780	0,07	0,1	12,3	7,07	0,65	0,88	880
	747-100	10140	4,84	0,3	49,17	114,59	43,59	3,21	3210
	747-200	11370	1,82	0,4	49,52	79,78	16,41	3,6	3600
	747-300	11080	0,27	0,4	65	17,84	2,46	3,51	3510
747-400	10240	0,22	0,3	42,88	26,72	2,02	3,24	3240	
757-200	4320	0,02	0,1	23,43	8,08	0,2	1,37	1370	



**Çizelge 2.11. (devam)**

<b>BÜYÜK TİCARİ UÇAKLAR</b>	757-300	4630	0,01	0,1	17,85	11,62	0,1	1,46	1460
	767-200	4620	0,33	0,1	23,76	14,8	2,99	1,46	1460
	767-300	5610	0,12	0,2	28,19	14,47	1,07	1,77	1780
	767-400	5520	0,1	0,2	24,8	12,37	0,88	1,75	1750
	777-200/300	8100	0,07	0,3	52,81	12,76	0,59	2,56	2560
	DC-10	7290	0,24	0,2	35,65	20,59	2,13	2,31	2310
	DC-8-50/60/70	5360	0,15	0,2	15,62	26,31	1,36	1,7	1700
	DC-9	2650	0,46	0,1	6,16	16,29	4,17	0,84	840
	L-1011	7300	7,4	0,2	31,64	103,33	66,56	2,31	2310
	MD-11	7290	0,24	0,2	35,65	20,59	2,13	2,31	2310
	MD-80	3180	0,19	0,1	11,97	6,46	1,69	1,01	1010
	MD-90	2760	0,01	0,1	10,76	5,53	0,06	0,87	870
	TU-134	2930	1,8	0,1	8,68	27,98	16,19	0,93	930
	TU-154-M	5960	1,32	0,2	12	82,88	11,85	1,89	1890
TU-154-B	7030	11,9	0,2	14,33	143,05	107,13	2,22	2230	
<b>JETLER</b>	RJ-RJ85	1910	0,13	0,1	4,34	11,21	1,21	0,6	600
	BAE 146	1800	0,14	0,1	4,07	11,18	1,27	0,57	570
	CRJ-100ER	1060	0,06	0,03	2,27	6,7	0,56	0,33	330
	ERJ-145	990	0,06	0,03	2,69	6,18	0,5	0,31	310
	Fokker100/70/28	2390	0,14	0,1	5,75	13,84	1,29	0,76	760
	BAC11	2520	0,15	0,1	7,4	13,07	1,36	0,8	800
	Dornier 328JET	870	0,06	0,03	2,99	5,35	0,52	0,27	280
	Gulfstream IV	2160	0,14	0,1	5,63	8,88	1,23	0,68	680
	Gulfstream V	1890	0,03	0,1	5,58	8,42	0,28	0,6	600
	Yak-42M	2880	0,25	0,1	10,66	10,22	2,27	0,91	910
<b>Turbopros</b>	Beech King Air	230	0,06	0,01	0,3	2,97	0,58	0,07	70
	DHC8-100	640	0	0,02	1,51	2,24	0	0,2	200
	ATR72-500	620	0,03	0,02	1,82	2,33	0,26	0,2	200

Havayolu trafiğinden kaynaklanan emisyonlar, kullanılan yakıt tipine, egzoz gazının salındığı yüksekliğe, motorun tipi ve verimine, uçuşun uzunluğuna bağlıdır. Emisyonlar, uçaklarda yakıt olarak kullanılan jet kerosen ve uçak benzininden kaynaklanmaktadır. 1996 IPCC Kılavuzunda önerilen Tier 2 metodu sadece jet yakıtı kullanan jet uçaklarında geçerlidir. Uçak benzini küçük uçaklarda kullanılmaktadır ve havacılıkta kullanılan tüm yakıtın %1 gibi bir miktarına karşılık gelmektedir. Enerji kullanımı ve bu nedenle oluşan emisyonların miktarı, uçağın çalışma

koşullarına ve her kademede (LTO veya seyir durumu) harcadığı zamana bağlıdır. Bu yaklaşımın uygulanabilmesi için hem iç hatlar hem de dış hatlar uçak sefer sayısı ve uçak çeşidi bilinmesi gerekmektedir. Bu yöntemde kullanılan formül aşağıda verilmiştir.

$$\text{LTO Emisyonu} = \text{LTO Sayısı} \times \text{LTO Emisyon Faktörleri} \quad (2.22)$$

### 2.2.3.2.Nevşehir Kapadokya Havalimanı Uçak Emisyonlarının IPCC Yöntemiyle Belirlenmesi

IPCC Tier 2 yöntemiyle Nevşehir Kapadokya Havalimanı uçak emisyonlarının belirlenmesi için 2007-2011 yılları arasındaki uçak tipleri ve bu uçakların uçuş sayılarından faydalanılmıştır [35]. Küçük uçaklar havacılıkta kullanılan tüm yakıtın %1'i gibi bir orana karşılık geldiğinden bu uçakların emisyonları hesaplanmamıştır. Nevşehir Havalimanı için hesaplanan sonuçlar EK-1 de şekiller halinde gösterilmiştir.

**Çizelge 2.12.** 2011 yılı için Nevşehir Havalimanında emisyon değerleri

Uçak Tipi	LTO Sayısı	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC	SO <sub>2</sub>	Yakıt Tüketimi (KG)
A319	174	401.940	10	17	1.519	1.105	94	127	127.020
A320	506	1.234.640	30	51	4.559	3.132	258	390	389.620
A321	130	392.600	18	13	2.174	982	165	125	124.800
B737-400	96	238.080	8	10	690	1.251	72	75	74.880
B737-700	70	172.200	6	7	638	560	55	55	54.600
B737-800	472	1.312.160	33	47	5.806	3.337	307	415	415.360
B737-900	4	11.120	0	0	49	28	3	4	3.520
B747-400	2	20.480	0	1	86	53	4	6	6.480
B757-200	8	34.560	0	1	187	65	2	11	10.960
G550	4	7.560	0	0	22	34	1	2	2.400
GLF4	16	34.560	2	89	90	142	20	11	10.880
GLF5	10	18.900	0	1	56	84	3	6	6.000
<b>TOPLAM</b>	<b>1.492</b>	<b>3.878.800</b>	<b>110</b>	<b>237</b>	<b>15.877</b>	<b>10.773</b>	<b>982</b>	<b>1.227</b>	<b>1.226.520</b>

IPCC Tier 2 yöntemiyle yapılan emisyonların belirlenmelerinde elde edilen sonuçlara göre Havalimanı' da 2007-2011 yılları arasında LTO sayısı % 131, bu safhada tüketilen yakıt miktarı % 115 artmıştır. CO<sub>2</sub>emisyonu %115, CH<sub>4</sub> emisyonu %75, NO<sub>2</sub> emisyonu %316, NO<sub>x</sub> emisyonu %111, CO emisyonu %105, NMVOC emisyonu %71, SO<sub>2</sub> emisyonu %102 artmıştır.

Yıllık ortalama artış oranları ise, LTO sayısında % 25, LTO safhasındaki yakıt tüketiminde %22, CO<sub>2</sub>emisyonunda %22, CH<sub>4</sub> emisyonunda %15, N<sub>2</sub>O emisyonunda %51, NO<sub>x</sub> emisyonunda %21, CO emisyonunda %25, NMVOC emisyonunda %15, SO<sub>2</sub> emisyonunda %22 dir.

### **2.2.3.3. Nevşehir Havalimanı'nda Uçak Emisyonlarının Azaltılması**

Havaalanlarında emisyonların azaltılmasına ilişkin önlemler teknolojik ve operasyonel olarak iki kısımda alınabilir. Teknolojik önlemler; çevre dostu uçak motorlarının geliştirilmesi ve alternatif yakıtlar olarak değerlendirilebilir. Operasyonel önlemlerle ise hava trafik yönetimi ve havaalanı içerisinde alınacak diğer önlemler olarak değerlendirilebilir.

Yenilenebilir enerji, çevre ve sürdürülebilirlik kavramları artık hayatımızda sıkça kullanılmaya başlamıştır. Her yıl ortalama %4,8 oranında bir büyüme gösteren havayolu taşımacılığının dünya enerji tüketimindeki payı %2,5-5 arasındadır.

Son yıllara kadar havacılıkta alternatif enerji, sadece hidrojen enerji ile ilişkilendirilmekteydi. İlk kez 1956'da bir B-57 bombardıman uçağının motorlarından biri hidrojen ile çalışacak şekilde modifiye edilip başarıyla denenmiştir. Daha sonra 1988'de TU-154'ün modifiye edilmiş hali olan TU-155 ile denemeler yapılmıştır. Üç motorlu bir yolcu uçağı olan TU-155'in yeni motorlarından bir tanesi sıvı hidrojenle çalıştırılmış, gövdenin belli bölümleri sıvı hidrojen için yakıt depoları ile donatılmıştır. Bu denemelerin her ikisi de birde fazla motorlu uçaklarda sadece tek bir motorun hidrojenle çalıştırılması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Diğer bir örnek deneme ise yine 1988 yılında tek motorlu Grumman Cheetah'ın piston motoru hidrojenle çalışabilecek şekilde küçük modifiyeler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Çok kısa sürmesine rağmen bu deneme, bir uçağın yalnızca hidrojen yakıtı kullanılarak uçuşu gerçekleştiren ilk deneme olması

bakımından önemlidir. Daha sonra 2000 yılında Alma-Rus ortak projesi Cryoplane başlatılmış ve bir A-310 uçağının sıvı hidrojenle çalıştırılması üzerine araştırmalar yapılmıştır.

2005 yılında sıvı hidrojenle çalışması öngörülen ilk insansız hava aracı “Global Observer” test edilmeye başlanmıştır. 2008 Nisan ayında ise Boeing, motorlu bir planörü (Dimona) yakıt pili ile deneyerek ilk insanlı hidrojenle çalışan uçağı test etmiştir. Aynı yıl, bir A-320 uçağında, aileron, rudder ve diğer bazı uçuş kumanda sistemlerini çalıştıran mavi hidrolik sisteme ait bir elektrik motoru yakıt pilinden sağlanan 20 kW güç ile başarıyla denenmiştir.

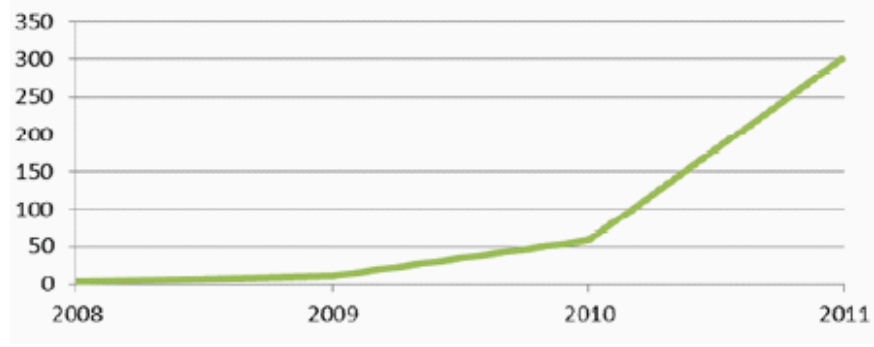
Havacılık alanında alternatif enerji anlamında hidrojenle birlikte biodizel denemeleri de yapılmaya başlanmıştır. 2007 ABD Hava Kuvvetleri, 8 motorlu bir B-52 bombardıman uçağında yakıtta %50 oranında syngaz karıştırarak bir uçuş gerçekleştirmiştir. Aynı yıl içerisinde bu deneme iki motorlu bir C-17 uçağında da yapılmıştır. 2008’de bir F-15 savaş uçağı JP8’e %50 oranında karıştırılmış doğal gaz bazlı sentetik bir yakıtla başarılı bir şekilde uçurulmuştur.

2008 yılında Virgin Havayollarına ait dört motorlu bir B-747 uçağının bir motoru %20 oranında bioyakıt kullanarak yaklaşık 320 km mesafeyi 7620 m irtifada 40 dakikada uçarak başarılı bir uçuş gerçekleştirmiştir. Diğer havayollarının başka uçak tipleri üzerine benzer çalışmaları bulunmaktadır. Bunlar arasında en dikkat çekici olanı A-380’in 2008 yılında İngiltere-Fransa arasına motorlarından birine %40 oranında syngaz kullanarak uçuşudur. Bu uçuş 3 saat sürmüştür ve yaklaşık 11 ton yakıt kullanılmıştır.

Bütün bu örneklerden daha farklı olanı %100 bioyakıt ile uçan ve sıcaklığın -4<sup>0</sup>C olduğu 5182 m. irtifaya çıkan L-29 uçuşudur. Bu uçuş 2007 yılında gerçekleştirilmiştir.

Yukarıdaki örneklerde de anlaşılacağı üzere özellikle son birkaç yıl içerisinde havacılıkta alternatif yakıt olarak bioyakıt kullanımı ile ilgili bir çok çalışma yapılmaktadır. Bununla birlikte her ne kadar bioyakıtların kerosenden daha ucuz ve daha temiz olmaları önemli bir avantaj olarak kabul edilsede bioyakıtların kullanılması ile CO<sub>2</sub> emisyonu önlememektedir[36].

Dünya Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) izlenen, alternatif yakıtla yapılan uçuş sayıları Şekil (2.18) ’de gösterilmiştir.



**Şekil 2.18.** ICAO tarafından izlenen alternatif yakıtlı uçakların uçuş sayısı[37]

Operasyonel önlemlerin başında iniş kalkış sürelerinin planlanması gelmektedir. Uçakların en fazla emisyonu oluşturdukları iniş kalkış safhaları (LTO-Landing And Take off) 0,7 dk. ile kalkış, 2,2 dk. ile tırmanma, 4 dk. ile yaklaşma ve 26 dk. ile taksi safhalarından oluşmaktadır. Türkiye'deki 40 hava alanının LTO safhasındaki egzoz emisyon değerlerinin tahmini üzerine çalışma yapılmıştır. 2001 yılında, LTO safhasında yılda ortalama 7614,34 ile 8338,79 ton egzoz emisyonu üretildiği tahmin edilmiş ve LTO safhasında yaklaşık % 25'lik bir azalma söz konusu olduğunda, üretilen toplam emisyon miktarında % 31 ile % 33 arasında bir azalma olabileceği gösterilmiştir. Bunun haricinde, taksi süresinin 2 dakika azaltılması ile LTO safhası egzoz emisyon değerinde % 6 azalma olabileceği belirtilmiştir[5]. Bahsedilen operasyonel önlemlerin alınması ile Nevşehir Havalimanı'nda uçaklardan kaynaklanan emisyonlarda önemli ölçüde azalma olacağı tahmin edilebilir.

Yine, kısa ve orta menzilli, dar ve geniş gövdeli uçaklara nazaran daha az yolcu kapasiteli uçaklar olan bölgesel jetlerin kullanılması da operasyonel önlemlerden birisidir. Yapılan bir çalışma 2006-2009 tarihlerinde bölgesel jet uçakları kullanılsaydı uçakların insan sağlığı üzerindeki etkisinin % 62,72, ekosistem kalitesi üzerindeki etkisinin ise % 68,10 azalma olacağını göstermiştir[5].

#### **2.2.4. Başka Kaynaklardan Emisyonlar**

Havaalanlarında emisyonlarının kaynakları sadece uçaklar değildir. Havaalanı içerisinde bulunan uçuş öncesi araçlar, yer destek ekipmanları, kara tarafında

bulunan araçlar (arabalar, taksiler, trenler vs.) ve sabit güç üretim tesisleri gibi başka önemli emisyon kaynakları da bulunmaktadır. Bu kaynaklar, düzenli bakım ve işletim faaliyetlerini içermektedir. Devam eden izleme ve araştırmalar, uçaklarla ilgili NO<sub>x</sub> emisyonlarının, diğer havaalanı faaliyetlerinden ve havaalanı etrafındaki yol trafiğinden kaynaklanan toplam miktara göre, nispeten düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Uçakların katkısı pistten uzaklaştıkça da azalmaktadır.

### 2.2.5. Kapadokya Havalimanı Baca Gazı Emisyonu Ölçüm Çalışması

Nevşehir Kapadokya Havalimanı'nda bulunan emisyon kaynaklarından birisi olan ısıtma amaçlı kullanılan kazanla ilgili veriler Çizelge (2.13)'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.13.** Havalimanında bulunan ısıtma kazanına ait bilgiler

EMİSYON KAYNAĞI	YAKMA TEKNİĞİ	BİRİM ZAMANDA BESLENEN YAKIT MİKTARI	YAKITIN ISIL GÜCÜ (MW)	VERİM (%)
Sıcak Su Kazanı – 1	Brülörlü	114,6 kg / saat	1,278	84,7
Sıcak Su Kazanı – 2	Brülörlü	114,6 kg / saat	1,278	83,9

Baca gazı analizleri için 2012 yılının Kasım ayında analiz yapılmıştır. Baca gazı hızlarının, baca yüksekliğinin ve zararlı gaz emisyonlarının tespit edildiği ölçüm sonuçları şu şekildedir:

#### Baca Gazı Hızı:

Atık gazlar serbest hava akımı tarafından, engellenmeden taşınabilecek biçimde dikey çıkışla atmosfere verilmelidir. Bu amaçla; baca kullanılmalı, anma ısı gücü 500 kW'ın üzerindeki tesisler için, gazların bacadan çıkış hızları en az 4 m/s olmalıdır. Tesisin üretimi ve dizaynı gereği; baca çapının daraltılmadığı ve cebri çekişin uygulanmadığı hallerde baca gazı hızı en az 3 m/s olmalıdır.  $300 \text{ kW} \leq$

Anma ısı gücü  $\leq 500$  kW olan tesislerde baca gazı hızı en az 2 m/s olmalıdır. Anma ısı gücü 300 kW'ın altında olan tesislerde baca gazı hızı 2 m/s'nin altında olabilir.

2012 yılı Kasım ayı için baca gazı hızı ölçüm değerleri:

**Çizelge 2.14.** 2012 Kasım ayı için baca gazı hızları

EMİSYON KAYNAĞI	ANMA ISIL GÜCÜ (MW)	ALT SINIR DEĞER (m/sn)	GAZ HIZI (m/sn)
Kazan-1	1,278	4	6,99
Kazan-2	1,278	4	7,11

Baca gazı hızlarının yönetmelikte istenen sınır değerleri sağladığı görülmüştür.

Baca Yüksekliği:

Büyük ölçekli tesislerde asgari baca yüksekliği değerlendirildiğinde; anma ısı gücü 1,2 MW ve üzerinde olan tesislerde baca yüksekliği aşağıda verilen esaslara göre ve abak kullanılarak belirlenir. Bacanın tabandan yüksekliği en az 10 m ve çatı üstünden yüksekliği ise en az 3 m olmalıdır. Çatı eğimi 200'un altında ise baca yüksekliği hesabı çatı yüksekliği 200'lik eğim kabul edilerek yapılır.

**Çizelge 2.15.** Baca yüksekliği

Emisyon Kaynağı	Anma Isıl Gücü (MW)	Çatı Durumu	Bacanın Yerden Yüksekliği (m)	Bacanın Çatıdan Yüksekliği (m)	Yerden Olması İstenen Yükseklik (m)	Çatıdan Olması İstenen Yükseklik (m)
Kazan-1	1,278	Eğik	17	7	10	3
Kazan-2	1,278	Eğik	17	7	10	3

Baca yüksekliklerinin yönetmelikte istenen sınır değerleri sağladığı görülmüştür.

Gaz Emisyon Ölçüm Sonuçları:

2012 yılı Kasım ayı için baca gazı ölçüm sonuçları:

1 numaralı kazan için tespit edilen emisyon ölçüm sonuçları Çizelge (2.16)'da verilmiştir.

**Çizelge 2.16.** 1 numaralı kazanda oluşan emisyon ölçüm sonuçları

Yakıt Tipi	4 Nolu Fuel-oil				
Yakıt Isıl Gücü (MW)	1,278				
Verim %	79,6				
Baca Çapı (m)	0,55*0,65				
Baca Yüksekliği (Yerden) (m)	17				
Baca Yüksekliği (Çatıdan) (m)	7				
	1.ÖLÇÜM	2.ÖLÇÜM	3.ÖLÇÜM	ORTALAMA	SINIR DEĞER
Ölçüm Tarihi	22.11.2012	22.11.2012	22.11.2012		
Gaz Sıcaklığı (°C)	226	226	226	226	
Gaz Nemi (%)	3	3	3	3	
Gaz Basıncı (Kpa)	89,036	89,090	89,120	89,082	
Gaz Hızı (m/sn)	7,28	6,82	6,88	6,99	4
Baca Kesiti (m <sup>2</sup> )	0.358	0.358	0.358	0.358	
Gaz Debisi (m <sup>3</sup> /saat) (İşletme Şartlarında)	9369	8777	8855	8996,1	
Gaz Debisi (Nm <sup>3</sup> /saat) (Normal Şartlarda)	4371	4097	4134	4200,7	
Toz Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> )	0,526	0,337	0,337	0,400	
Toz Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> ) (%3 Ref. O <sub>2</sub> )	1,36	0,87	0,88	1,04	150
Toz Emisyonu (kg/saat)	0,0023	0,0014	0,0014	0,0017	10
CO Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> )	15	15	15	15	
CO Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> ) (% 3 Ref O <sub>2</sub> )	38,9	38,9	38,9	38,9	150
CO Emisyonu (kg/saat)	0,066	0,061	0,062	0,063	5



**Çizelge 2.16. (devam)**

SO <sub>2</sub> Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> )	231,4	231,4	228,3	230,5	
SO <sub>2</sub> Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> ) (% 3 Ref O <sub>2</sub> )	600,2	600,2	592,8	597,8	1700
SO <sub>2</sub> Emisyonu (kg/saat)	1,01	0,95	0,95	0,97	60
NO Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> )	40,18	40,18	40,18	40,18	
NO Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> ) (% 3 Ref O <sub>2</sub> )	104,21	104,21	104,21	104,21	
NO Emisyonu (kg/saat)	0,18	0,16	0,17	0,17	20
NO <sub>2</sub> Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> )	64,85	64,85	64,85	64,85	
NO <sub>2</sub> Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> ) (% 3 Ref O <sub>2</sub> )	168,20	168,20	168,20	168,20	
NO <sub>2</sub> Emisyonu (kg/saat)	0,28	0,27	0,27	0,27	
O <sub>2</sub> Konsantrasyonu (%)	14,06	14,06	14,06	14,06	
CO <sub>2</sub> Konsantrasyonu (%)	5,06	5,06	5,06	5,06	

2 numaralı kazan için tespit edilen emisyon ölçüm sonuçları Çizelge (2.17)'de verilmiştir.

**Çizelge 2.17. 2 numaralı kazanda oluşan emisyon ölçüm sonuçları**

Yakıt Tipi	4 Nolu Fuel-oil				
Yakıt Isıl Gücü (MW)	1,278				
Verim %	80,6				
Baca Çapı (m)	0,5*0,5				
Baca Yüksekliği (Yerden) (m)	17				
Baca Yüksekliği (Çatıdan) (m)	7				
	1.ÖLÇÜM	2.ÖLÇÜM	3.ÖLÇÜM	ORTALAMA	SINIR DEĞER
Ölçüm Tarihi	22.11.2012	22.11.2012	22.11.2012		
Gaz Sıcaklığı (°C)	212	212	212	212	
Gaz Nemi (%)	3	3	3	3	
Gaz Basıncı (Kpa)	89,330	89,420	89,365	89,372	
Gaz Hızı (m/sn)	7,11	7,18	7,05	7,11	4
Baca Kesiti (m <sup>2</sup> )	0,25	0,25	0,25	0,25	
Gaz Debisi (m <sup>3</sup> /saat) (İşletme Şartlarında)	6399	6462	6345	6399	

**Çizelge 2.17 (devam)**

Gaz Debisi (Nm <sup>3</sup> /saat) (Normal Şartlarda)	3081	3115	3057	3084,3	
Toz Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> )	0,58	0,58	0,58	0,58	
Toz Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> ) (%3 Ref. O <sub>2</sub> )	1,610	1,597	1,596	1,601	150
Toz Emisyonu (kg/saat)	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018	10
CO Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> )	17,5	17,5	15,0	16,67	
CO Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> ) (% 3 Ref O <sub>2</sub> )	48,3	48,2	41,5	46	150
CO Emisyonu (kg/saat)	0,054	0,055	0,046	0,051	5
SO <sub>2</sub> Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> )	208,6	208,6	208,6	208,6	
SO <sub>2</sub> Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> ) (% 3 Ref O <sub>2</sub> )	575,8	574,9	576,7	575,8	1700
SO <sub>2</sub> Emisyonu (kg/saat)	0,643	0,650	0,638	0,643	60
NO Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> )	48,21	48,21	49,55	48,66	
NO Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> ) (% 3 Ref O <sub>2</sub> )	133,11	132,90	137,01	134,34	
NO Emisyonu (kg/saat)	0,15	0,15	0,15	0,15	20
NO <sub>2</sub> Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> )	77,82	77,82	79,87	78,50	
NO <sub>2</sub> Konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> ) (% 3 Ref O <sub>2</sub> )	214,84	214,51	220,85	216,73	
NO <sub>2</sub> Emisyonu (kg/saat)	0,24	0,24	0,24	0,24	
O <sub>2</sub> Konsantrasyonu (%)	14,48	14,47	14,49	14,48	
CO <sub>2</sub> Konsantrasyonu (%)	4,76	4,76	4,75	4,76	

2012 yılının Kasım ayı için tesisin tümünde oluşan toplam emisyonlar Çizelge (2.18)'de görülmektedir.

**Çizelge 2.18. Tesisin tümü için toplam emisyonlar**

Kirletici Cinsi	Toplam Emisyonlar (kg/saat)	Sınır Değerler (kg/saat)
CO	0,114	500
SO <sub>2</sub>	1,613	60
NO <sub>2</sub>	0,51	40
TOZ	0,0035	10

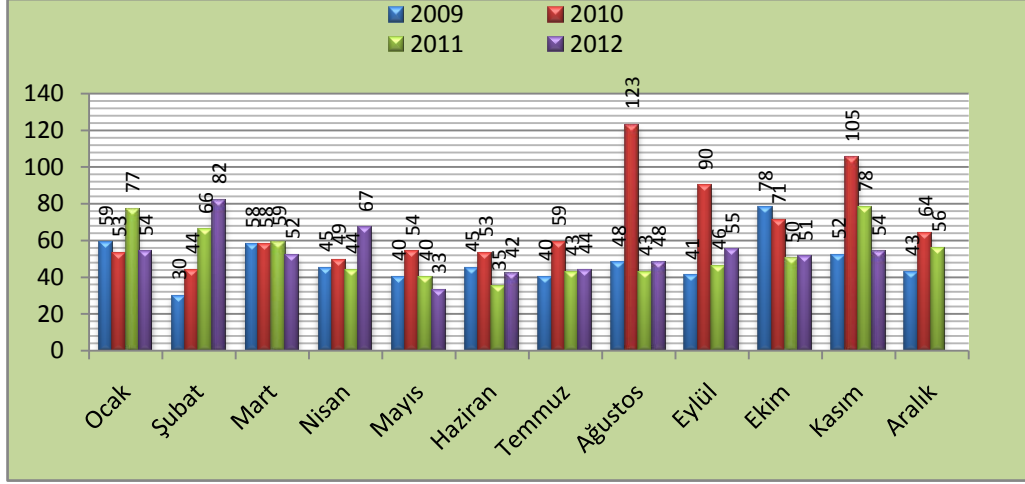
Baca gazı analizleri Türk Akreditasyon Kurumu (TURKAK) tarafından akredite edilmiş olan Bilim Mühendislik Çevre Teknolojileri ve Ölçüm Hizm. İnş. Tic. San. Ltd. Şti ile beraber yapılmış olup ölçüm metodu ve ölçüm esnasında kullanılan cihazlar Çizelge (2.19)'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.19.** Kullanılan metot veya standart ve ölçüm esnasında kullanılan cihazlar

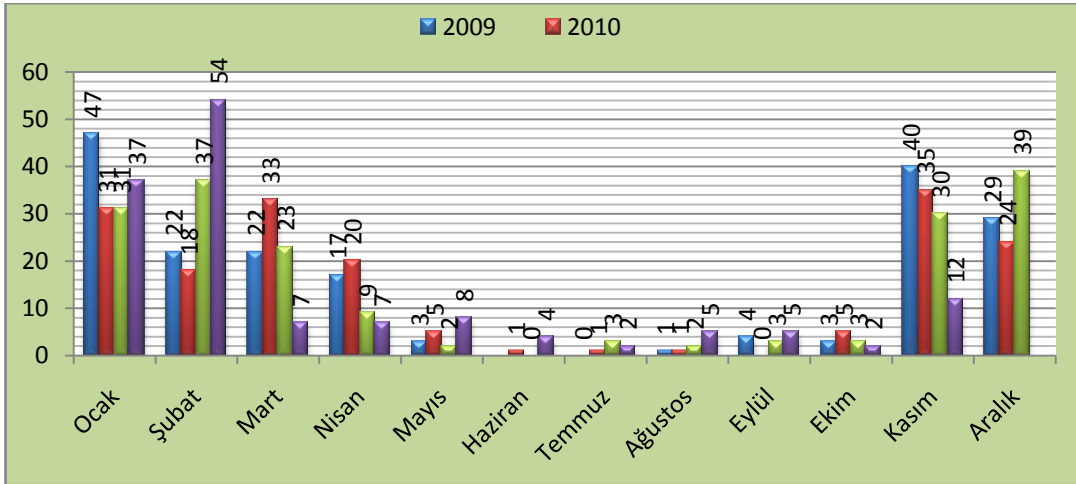
<b>Ölçüm Parametresi</b>	<b>Kullanılan Metot veya Standart</b>	<b>Kullanılan Cihaz</b>
Baca Gazı (CO,O <sub>2</sub> ,CO <sub>2</sub> )	TS ISO 12039:2005	MADUR GA-21 PLUS
Baca Gazı (SO <sub>2</sub> )	TS ISO 7935:1999	MADUR GA-21 PLUS
Baca Gazı (NO,NO <sub>2</sub> )	EPA CTM-022:1998	MADUR GA-21 PLUS
Toz	TS ISO 9096:2004	TECORA

#### **2.2.6. Nevşehir İlinin Hava Kalite Değerleri**

Nevşehir İlinde, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hava kalitesi ölçüm istasyonunda ölçümler yapılmaktadır. Bu ölçüm istasyonunda sadece partikül madde (PM) ve SO<sub>2</sub> ölçümleri yapılmakta olup, CO, NO<sub>x</sub> ve hidrokarbon ölçümleri yapılmamaktadır. Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı kapsamında Çevre ve Şehircilik Bakanlığının kurduğu ölçüm istasyonunda ölçülen 2009-2012 yılları arasındaki veriler Şekil (2.19) ve Şekil (2.20)' de gösterilmiştir.



**Şekil 2.19.** 2009-2012 yıllarında Nevşehir İlinde partiküler madde (PM<sub>10</sub>) emisyonları (µg/m<sup>3</sup>)



**Şekil 2.20.** 2009-2012 yıllarında Nevşehir İlinde SO<sub>2</sub> emisyonları (µg/m<sup>3</sup>)

Hava kalitesi ölçümlerinde önemli parametrelerden olan NO<sub>x</sub> ve CO' nun Nevşehir'de ölçülemeyişi, hava kirliliği gözlemlerinde önemli bir eksiklik olup, giderilmesi gerekmektedir. Aşağıdaki Çizelge (2.20)'de verilen hava kalite endekslerine göre bu ölçümler değerlendirilirse, PM10 emisyonunda özellikle son yıllarda 2(iyi) olduğu,SO2 emisyonunda hava kalite indeksinin 1 (çok iyi) olduğu, görülür.

**Çizelge 2.20.** Hava kalite indeksi [38]

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM10
Hava Kalitesi İndeksi	1 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama	1 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama
	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[mg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
1 (Çok İyi)	0 -50	0 – 45	0 – 1,9	0 – 35	0 – 25
2 (İyi)	51-199	46 – 89	2,0 – 7,9	36 – 89	26-69
3 (Yeterli)	200-399	90 – 179	8,0 – 10,9	90 – 179	70-109
4 (Orta)	400-899	180 – 299	11 – 13,9	180 – 239	110-139
5 (Kötü)	900-1499	300- 699	14,0 – 39,9	240 – 359	140-599
6 (Çok Kötü)	>1500	> 700	> 40,0	> 360	> 600

### 2.2.7. Değerlendirme

Uçaklardan kaynaklanan emisyonlar; atmosfere ve yukarı troposfere etki etmektedir. Emisyonların yalnız çevre üzerinde değil sağlık üzerinde de olumsuz etkileri vardır. Bu nedenlerden dolayı son zamanlarda emisyonların miktarlarının bilinmesi de önem kazanmıştır. Uçak motoru üreticileri tarafından alternatif yakıtlarla çalışan motorların üretilmesinin yanı sıra havaalanı işlemecileri emisyonların azaltılmasıyla ilgili operasyonel çözümlere yönelmelidirler. Özellikle yüksek emisyonların meydana geldiği LTO çevriminde yapılacak bazı modifikasyonlar ile daha az kirletici emisyonu sağlanmalıdır.

Nevşehir Kapadokya Havalimanı'nın diğer bir emisyon kaynağı olan ısı merkezinde yapılan baca gazı analizleri neticesinde, tesisteki emisyon kaynaklarının toplam emisyon kütleli debileri, 2012 yılı için Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği gereğince tesisin tümünden atmosfere atılan toplam kütleli debiler için verilen sınır değerleri aşmamakta olup yönetmelikte istenilen şartların sağlanmış olduğu görülmüştür.

## 2.3. Atık Yönetimi

### 2.3.1. Atık Tanımı ve Atıkların Sınıflandırılması

Atık en basit tanımı ile ihtiyaçlarımızı karşılamak için kullandığımız maddelerin, o an için kullanılmayan veya kullanıldıktan sonra atılan kısmıdır. Atık hakkındaki genel kanaatlere göre, atıkların karakteristiğini belirleyen ortak özellikler;

- Kullanım sonrası ortaya çıkmaları,
- Çevreyi olumsuz etkilemeleri,
- Bertaraf edilme ihtiyaçlarıdır.

Ancak bu bakış açısı, atıkların günümüzde artı bir değer ifade ettiği anlayışından uzak görülmektedir. Konuyu sadece istenmeyen, uzaklaştırılması gereken bir bakış açısıyla dar bir çerçevede değerlendirmek, içinde bulunduğumuz koşullarda atık minimizasyonu gibi yeni stratejilerin uygulanabilirliğini olumsuz etkileyecektir. O halde günümüzde atık tanımı şu şekilde yapılabilir:

“İlkesel olarak öncelikle önlenmeleri, önlenemiyorsa yeniden kullanım veya geri dönüşüm olanaklarının araştırılması, bunların da mümkün olmadığı durumlarda çevreye ve insan sağlığını riske atmayacak şekilde bertaraf edilmesi gereken maddelerdir.” [39].

Atıklar çeşitli kaynaklarda çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadırlar. Ancak genel hatları ile atıklar; katı, sıvı ve gaz halde bulunurlar. Daha ayrıntılı bir sınıflandırma şu şekilde yapılabilir:

#### 1.Katı Atıklar

- a. Tehlikeli atıklar
- b. Ambalaj ve ambalaj atıkları
- c. Atık pil ve akümülatörler
- d. Tıbbi atıklar
- e. Evsel Atıklar

#### 2. Sıvı Atıklar

- a. Atık Su
- b.Endüstriyel sıvı atıklar

#### 3. Gaz Atıklar

- a.Trafik nedeniyle oluşan gaz atıkları

b.Endüstriyel gaz atıkları

c. Konutlarda ısınmadan dolayı oluşan baca gazları [40]

### 2.3.2. Katı Atık Yönetimi

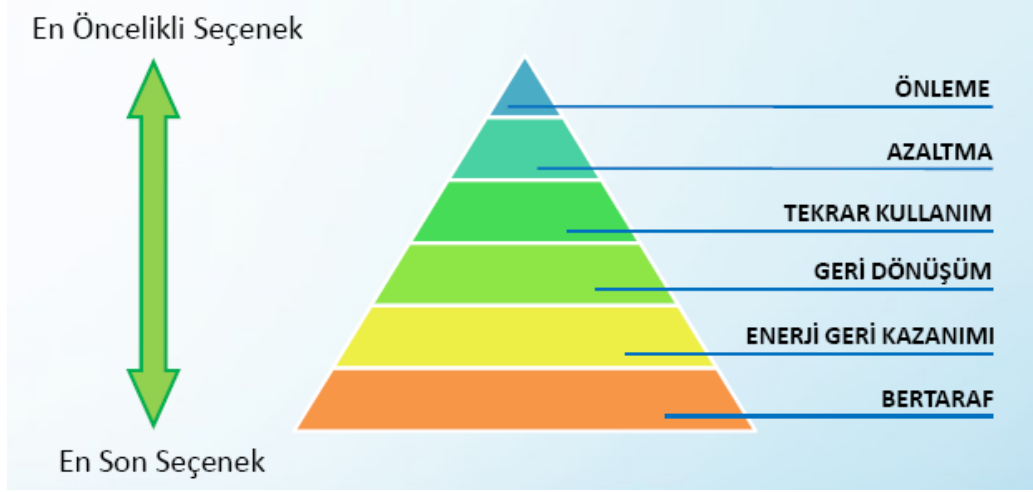
Atık yönetimi, Evsel, tıbbi, tehlikeli ve tehlikesiz atıkların minimizasyonu, kaynağında ayrı toplanması, ara depolanması, gerekli olduğu durumda atıklar için aktarma merkezleri oluşturulması, atıkların taşınması, geri kazanılması, bertarafı, geri kazanım ve bertaraf tesislerinin işletilmesi ile kapatma, kapatma sonrası bakım, izleme-kontrol süreçlerini içeren bir yönetim biçimidir. Atık yönetiminin amacı atıkların oluşumlarından bertaraflarına kadar çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yönetimlerinin sağlanmasına yönelik genel esasların belirlenmesidir.

Günümüzde atık yönetimi için altı esas stratejinin uygulanması öngörülmektedir:

- Atık önleme
- Atık azaltma
- Yeniden kullanım
- Geri dönüşüm
- Enerji geri kazanım
- Bertaraf

Bu stratejiler bağımsız olmayıp aralarında karşılıklı ilişkiler söz konusudur. Ayrıca atık yönetim seçeneklerinin de mantıklı bir öncelik sırasına göre uygulanması gereklidir. Örneğin geri dönüşüm, kaynakta atık azaltımı ile ilgili pratik olarak uygulanabilecek her şey yapıldıktan sonra düşünülmelidir [41].

Uluslar arası genel kabul görmüş atık yönetimi yaklaşımı Şekil (2.21)'da ki atık yönetimi hiyerarşisi grafiğinde yansıtılmaktadır. Atığı en az miktarda üretmek en çok tercih edilmesi gereken yaklaşımdır. En az tercih edilmesi gereken ise atığın “atılarak” bertaraf edilmesi yaklaşımıdır.



**Şekil 2.21.** Atık yönetim hiyerarşisi

Katı atık yönetiminde sorumluluk tek bir birime verilemez. Sorumluluk, örgütsel ve bireysel olarak tüm aktörlerindir. Başta merkezi yönetim olmak üzere Çevre Bakanlığı ve diğer bakanlıklar, yerel yönetimler, iş çevreleri, çıkar grupları meslek örgütleri, sivil toplum örgütleri ve bireyler hep birlikte bu konudan sorumludur [40].

### 2.3.2.1. Önleme

Bu yöntem“sıfır atık” olarak da bilinmekle beraber, amaç atığın hiç üretilmemesini sağlamaktır. Fakat teknik ve sosyal açıdan bunun olması mümkün değildir.

### 2.3.2.2. Azaltma

Bu yöntemde atık miktarının en aza indirgenmesinin yanı sıra, atık içerisinde tehlikeli atık özelliklerinin de bulunmaması istenmektedir. Bu yöntemde örnek olarak, üretimde yöntem ve hammadde seçerken atık miktarını azaltacak değişikliklere gidilmesi, ürünlerin ömrünü uzatacak teknik ve yöntemlerin bulunması, kesilen



bahçe atıklarının toplanmaması verilebilir. Örneğin, üretimde solvent bazlı madde yerine, su bazlı maddelerin kullanılması, hem atık miktarının hem de tehlikeli atık içeriğinin azaltımında çok önemli bir rol oynar. Tüketicinin bilinçlendirilmesi atık azaltımında önemli rol oynayan diğer bir faktördür. Örneğin, bisiklet kullanımının artırılması, yakıt tüketimi ve otopark maliyetlerinde önemli bir tasarruf sağlarken, otomobillerin üretiminden hurda bertarafına kadar olan süreçte çevreye verilen zarar azaltılmış olacaktır.

### **2.3.2.3. Tekrar Kullanım**

Atıkların herhangi bir işleme tabi tutulmadan tekrar kullanılmasıdır. Tekrar kullanım uygulamalarına verebileceğimiz örnekler şunlardır; birkaç kez kullanılan ürünlerin üretimini tekrar gözden geçirmek, depozito uygulamak, atık borsası oluşturmak, ikinci el satış yerlerinin açılmasını desteklemek, boya ve kimyasal atıkların bırakılması için belli bir merkez kurmak ve ihtiyacı olanların buradan teminini sağlamak.

### **2.3.2.4. Geri Dönüşüm**

Geri dönüşüm prosesinde, atıklar tekrar hammadde olarak kullanılmak üzere fiziksel veya kimyasal işlemlerden geçer. Bu uygulama için atıkları kaynağında gruplara ayırarak biriktirmek en etkili yöntemdir. Atıkların geri dönüşümü sadece doğal kaynaklar da değil, enerji kaynaklarının kullanımında da önemli bir azalma sağlar. Örneğin, metal ve plastiklerin ilk üretiminde kullanılan enerjinin çok az bir oranıyla bu atıklar geri kazanılabilir.

### **2.3.2.5. Geri Kazanım**

Atık veya bileşenlerinin, fiziksel kimyasal ve biyokimyasal yöntemlerle yeni bir ürüne veya enerjiye dönüşmesidir. Bu yöntemin içine atıkların geri dönüşümü ve

tekrar kullanımı da girmektedir. Organik maddelerin kompost işleminde dönüştürülerek tarımda kullanılması, yakarak enerji elde etme, depolama gazını enerji üretiminde kullanmak, yakılma sonucu oluşan kül ve cürufun asfalt yapımında kullanılması geri kazanıma verilebilecek örneklerdir [42].

### 2.3.3. Türkiye’de Atık ve Yönetimi

Gelişmiş ülkeler, katı atık yönetimi ile ilgili süreci 80’li yıllarda tamamlayarak “sürdürülebilir atık yönetimi”, “atık etiği”, “atık yönetimi etiği” gibi olguları ciddi biçimde tartışırken Türkiye’de atık yönetimi konusundaki gelişmeler yavaş bir seyir göstermekle birlikte konu, fiilen “gözden uzak olsun” anlayışı ile yürütülmüş ve büyük ölçüde uluslararası gelişmelerin itici gücüyle ilerleyen yıllarda “yönetilmesi gereken” bir sorun olarak algılanmaya başlamıştır.

Ekonomik açıdan gelişmekte olan bir ülke olması, sanayileşme ve artan yaşam standartları Türkiye’de katı atık miktarının artmasını ve dolayısıyla bu atıkların bertaraf edilmesi sorununu beraberinde getirmiştir. Katı atıkların bertarafında, atıkların açık alanlarda depolanması şeklindeki geleneksel metodu kullanan Türkiye’de, 28 Nisan 1993 tarihinde Ümraniye açık depolama sahasında gaz sıkışması sonucu yaşanan ve 39 kişinin ölümü ile sonuçlanan patlama, katı atıkların bertarafında yeni bir dönemin başlangıcı olmuştur [43].

Ulusal politika öncelikleri arasında atık yönetimine yer verilmemesi, atık yönetiminin kurumsal altyapıya kavuşturulmamış olması, atık yönetimi hizmetlerine yeterli kaynak ayrılmaması ve bu alanda verilen hizmet karşılığında alınan vergi ve ücretlerin yetersiz oluşu, altyapı tesislerinin sayıca ve teknolojik olarak yetersiz koşullarda olması, AB normlarına ve uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilen yasal düzenlemelerin uygulamaya yeterli düzeyde yansıtılmaması, denetim ve izleme faaliyetlerinin yetersiz olması gibi sebepler dolayısıyla ülkemizde etkin bir atık yönetim sistemi oluşturulamamıştır.

Türkiye’de üretilen tehlikeli atık miktarları, uzun yıllar sağlıklı ve sistemli çalışmaların gerçekleştirilememesi nedeniyle hep spekülasyon rakamlarını ifade ettiği bir tablo yaşanmıştır. Her yıl düzenli olarak tehlikeli atıklara ilişkin durumunu Basel Sekreteryası’na rapor etmesine rağmen, üretilen tehlikeli atık miktarları, ithalat ve

ihracat rakamları bildirilmemekte ya da sağlıklı verilerin bulunmamasından dolayı bildirilememektedir. OECD kaynaklı verilerde de Türkiye adına üretilen tehlikeli atık miktarları hakkında bir kayıta rastlanmamaktadır.

Öyle ki 2000 yılında TÜİK tarafından gerçekleştirilen çalışmada tehlikeli atık üretimine ilişkin olarak elde edilen veriler bulunmasına rağmen, Basel Sekreteriyasından elde edilen 2001 raporunda üretim miktarına ilişkin bir verinin bildirilmediği, sadece ithalat ve ihracata ilişkin verilerin bulunduğu görülmektedir.

Türkiye 1994 yılından beri taraf olduğu Basel Sözleşmesi uyarınca sunması gereken yıllık raporları hakkında gereken özeni göstermediği gibi raporlamalarına esas teşkil edecek verilerin sistemli ve periyodik bir şekilde elde edilmesi amacıyla etkili politikalar gerçekleştirememektedir. Nitekim 2000 yılında elde edilen verilerden ancak 4 yıl sonra yeni bir çalışma ile söz konusu veriler güncelleştirilmiş, bu son çalışmadan sonra 2007 yılı itibariyle yeni bir çalışma gerçekleştirilmemiştir[39].

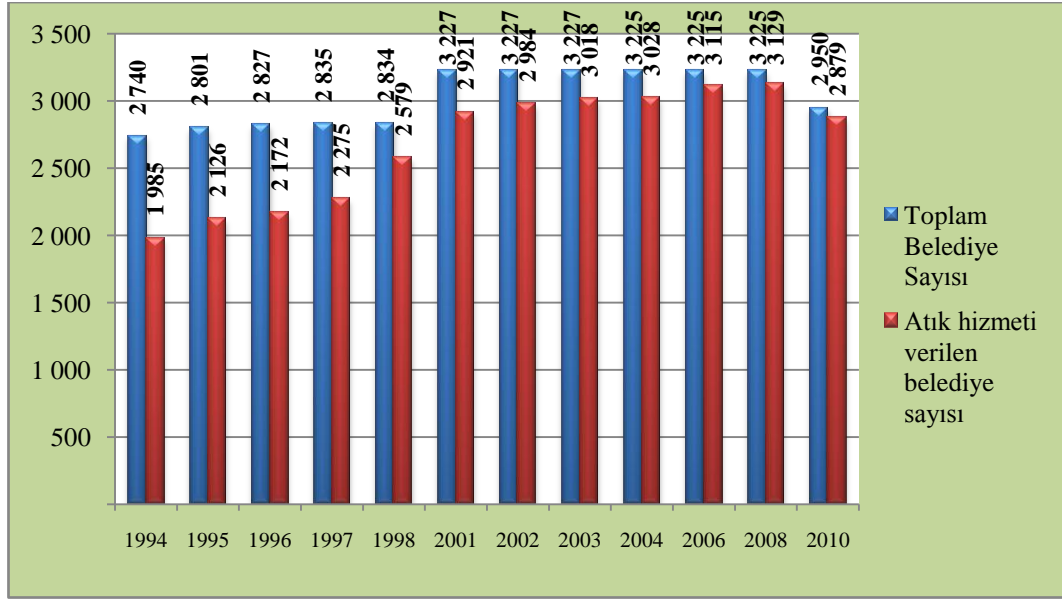
Türkiye’de katı atık yönetiminin mevcut durumunun belirlenmesi 2005 yılında uluslararası bir konsorsiyum tarafından hazırlanmış olan Türkiye için Yüksek Maliyetli Çevre Yatırımlarının Planlaması (YMÇYP) AB Projesi’nde ele alınmıştır. Bu proje kapsamında Türkiye’nin katı atık sektörü alanında mevcut durumu belirlenmiş ve AB Düzenli Depolama Direktifi ile Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi’ne uyum için finansman ihtiyacı analizi yapılmıştır. YMÇYP Projesi’ne göre Türkiye’de yaygın olarak kullanılan atık toplama metodu, kaldırım kenarına bırakılan plastik torbalar ve çok katlı binalarda yaşayan nüfusa hizmet veren büyük atık konteynırlarından oluşmaktadır. Türkiye’de atık toplama sıklığının şehirlerde her gün iken küçük yerleşimlerde haftada 1-3 sefere kadar değiştiği belirtilmiştir. Türkiye genelinde toplama araçlarının hacmi genellikle 7 m<sup>3</sup> ile 13 m<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Nüfusu 2000 kişinin altındaki yerleşimlerde yaşayan kırsal nüfus haricinde, belediyenin hizmet alanında yer alan nüfusun yaklaşık olarak tümü düzenli atık toplama hizmetlerinden yararlanmaktadır.

Türkiye’de genellikle atıklar kontrolsüz bir şekilde düzensiz depolama alanlarına dökülmektedir. Toplam 2000 küçük ölçekli ve 50 büyük ölçekli düzensiz depolama sahası bulunmaktadır[44].

Türkiye’de tehlike atıklar konusunda da çok sınırlı bilgiler vardır. Tehlikeli atıklar konusunda en önemli bilgiler, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verileri üzerinden

Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) tarafından yayınlanan istatistikler ve Tugal Çevre Teknolojileri-Zinerji konsorsiyumunun Çevre ve Şehircilik Bakanlığı için gerçekleştirdiği “Tehlikeli Atık Yönetimi” adı verilen ve tehlikeli atık envanterinin çıkartıldığı projesidir[45].

Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) verilerine göre 1994-2010 yılları arasındaki belediye atık göstergeleriyle ilgili istatistikler Şekil (2.22) de gösterilmiştir.



Şekil 2.22. Atık hizmeti verilen belediye sayısı (TUİK)

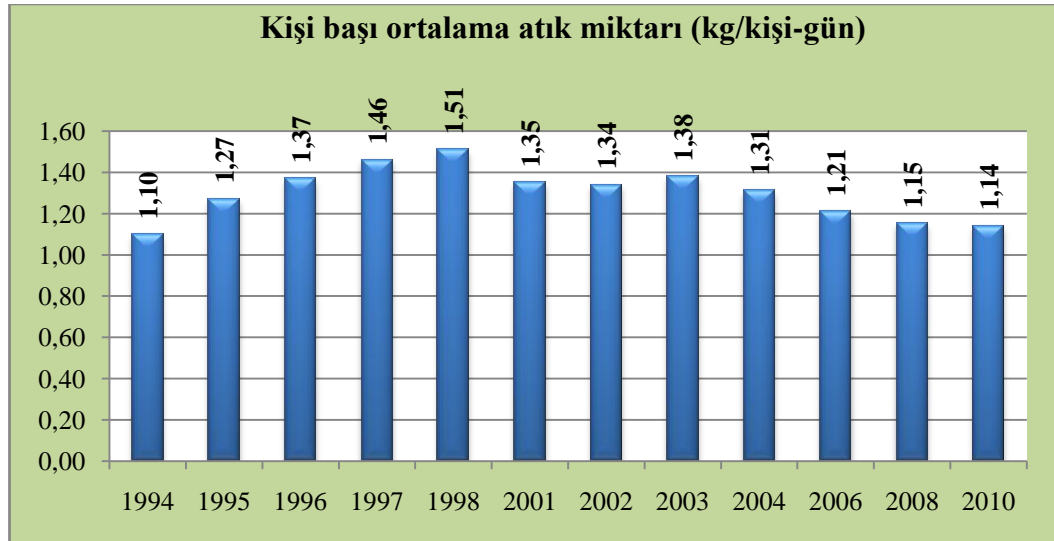
1994 yılında belediyelerin % 72 ‘si atık hizmeti verirken, 2010 yılında bu oran %98 olmuştur. Belediyelerde toplanan atık miktarları ise Şekil (2.23) de gösterilmiştir.



**Şekil 2.23.** Belediyelerde toplanan atık miktarları (TUIK)

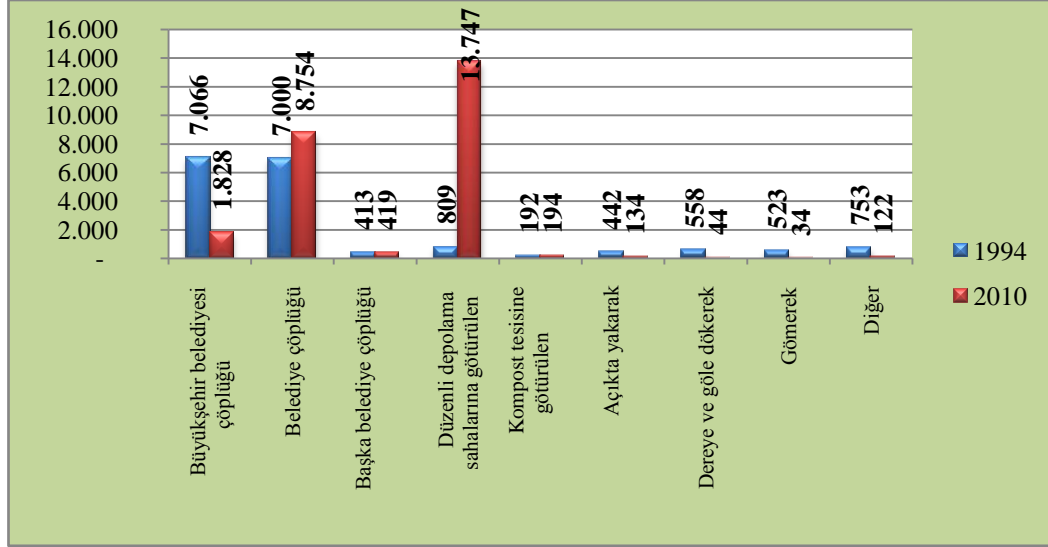
Nüfusun artmasıyla birlikte 1994 yılında 17.757.000 ton olan atık miktarı 2010 yılına kadar %142 oranında artarak 25.277.000 ton olmuştur.

Belediyelerde toplanan atık miktarlarının, bu belediyelerde yaşanan nüfusa oranıyla da kişi başına düşen atık miktarı bulunabilir.



**Şekil 2.24.** Kişi başı ortalama atık miktarı (TUIK)

Belediyelerin topladığı atıkları bertaraf yöntemlerinin 1994 yılı ile 2010 yılındaki karşılaştırmalı çizelgesi ise Şekil (2.25) de gösterilmiştir.



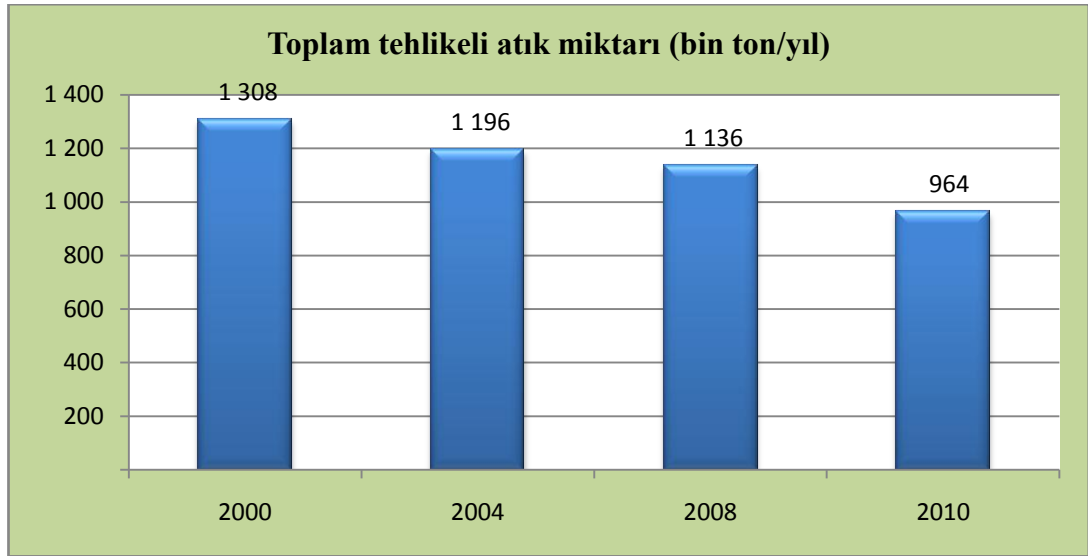
Şekil 2.25. 1994 ve 2010 yılındaki atık bertaraf yöntemleri (bin ton /yıl)(TUİK)

Şekil (2.25)'de görülen diğer üzücü durum, herkesçe bilinen, ama ifade edilemeyen bir durumun istatistiklere yansımadır. O da sanayi atıklarının çöplüklere atıldığının beyan edilmesidir. Bu ise ülkemizde çevre bilincin oluşmadığının en açık göstergesidir. Çizelgelerden de açıkça ortaya çıkan husus şudur ki, Türkiye'de atık yönetimiyle ilgili sağlıklı bir sistem kurulamamış, ne halkımızda ne de idari yönetimlerde çevre bilinci oluşmamıştır. Türkiye'de evsel nitelikli atıklar bir işleme tabi tutulmadan atık depolama alanlarına gönderilmektedir. Evsel ve endüstriyel atıkların hala Karadeniz bölgesinde denize döküldüğü gözlemlenmektedir. Birçok kırsal bölgede çöpler en yakındaki alana ya da nehir ve göllere atılmaktadır. Ülkemizde sadece 37 adet düzenli depolama alanı bulunduğundan atıkların %45'lik bir kısmı buralara gönderilirken, % 50 oranındaki kısmı büyükşehir belediyesi ve belediye çöplüklerine gönderilmektedir. Geri kalan kısmı ise açıkta yakılarak ve kompost tesislerinde, bir kısımda başka belediye çöplüklerine gönderilerek bertaraf edilmektedir. Halen çok az bir miktarda olsa bir kısım atığın göl ve nehirlere döküldüğü bir gerçektir. Çöplük alanlarından yeraltına

sızan sular toplum sağlığını tehdit eden bir unsurdur. Örneğin, Isparta ilinde yapılan bir çalışmada yeraltı sularının büyük bir kısmının kanalizasyon sistemi ve açık alanlardaki çöp sahaları sebebiyle meydana gelen sızmalarla tehlikeli madde içeriği sınırlarının aştığı tespit edilmiştir[42].

Türkiye’de imalat sanayi tarafından yılda 20 milyon ton civarında atık üretilmekte olup, bunun yaklaşık 1.12 milyon tonu tehlikeli atıktır. Maalesef tehlikeli atık verileri imalat sanayinden gelenlerle sınırlıdır. İmalattan gelen tehlikeli atıklarda ilk 5 sırayı, ana metal sanayi, kimya sanayi, yiyecek içecek üretimi, petrol ve kömür faaliyetleri ve motorlu taşıt üretim ve bakımı almaktadır. Tehlikeli atıkların bertarafı henüz istenen seviyede değildir[42].

TUİK verilerine göre ölkemizde oluşan tehlikeli atık miktarları ise Şekil (2.26)’de gösterilmiştir.



**Şekil 2.26.** Türkiye’de toplam tehlikeli atık miktarları (TUİK)

İmalat sanayi sektörünün 2010 yılında tehlikeli atık miktarı hususunda vermiş olduğu beyan %26 azalmıştır. Sadece imalat sanayine ait olan bu miktarlara, tarım, madencilik, enerji gibi diğer sektörlerdeki üretimler ve tüm sektörler bazında sıvı tehlikeli atıklar da eklendiğinde, kabaca bir tahminle 2 milyon tonun üzerindeki tehlikeli atık üretim miktarlarına ulaşılabilmektedir.

#### **2.3.4. Nevşehir Kapadokya Havalimanında Atık ve Yönetimi**

Havaalanlarında kış aylarında; pistlerin, taksi yollarının ve apronun buzdan temizlenebilmesi için organik kimyasal maddelerin kullanılması ve yaz aylarında; uçak ve diğer havaalanı hizmet araçlarının yıkanması, yağ ve yakıt ikmali, uçak bakımı sırasında oluşan sızıntılar, araç park yerlerinin deterjan ile temizlenmesi ve yeşil alanlarda gübre kullanılması sonucu çevredeki toprak ve su kaynaklarının kirliliğine yol açılmaktadır. Bu kirliliği azaltabilmek için faaliyetleri gerçekleştirecek personelin bilinçlendirilmesi, sıkı güvenlik tedbirlerinin alınması ve kuralların konulması, çevreye daha az zararlı kimyasal maddelerin kullanılması önerilmektedir[7].

Türkiye’de faaliyet gösteren, uluslararası trafiğe açık havaalanlarında Çevre Yönetim Sistemi geliştirilmiş olup, havaalanlarının tamamı TS EN ISO 14001:2004 şartlarına uygun bir Çevre Yönetim Sistemine sahiptir. Havaalanlarında çöp toplama ve arıtım sistemi, atık su arıtım projesi, ısınma sistemlerinde petrol ve kömür yerine LPG kullanımı gibi çeşitli çevresel etkinliklerde bulunmaktadırlar. Çevre bilincinin uluslararası boyutta önem kazanması, Türkiye’nin de üyesi olduğu uluslararası sivil havacılık örgütlerinin de standartlarını ve beklentilerini yükseltmeye yol açmaktadır. Bu nedenle, söz konusu havaalanları da uluslar arası düzenlemelere uyum sağlamak amacıyla gerekli çevre yönetim sistemini geliştirmektedirler.

Havaalanlarında, çevre tarafından doğal yollarla çözülemeyen ve zararlı partiküllerin kalmasından dolayı atılmadan önce işlenmesi gereken toksinler ve kontrolü bir şekilde atılmaları sonucunda çevre tarafından doğal bir şekilde parçalanabildiği için tehlikeli olmayan atıklar mevcuttur. Havaalanlarında oluşan atık türleri ve bu atıkların kaynakları Çizelge (2.21)’de gösterilmiştir.



**Çizelge 2.21.** Havaalanlarında atık türleri ve atık kaynakları

ATIK TÜRÜ		ATIĞIN KAYNAĞI
Tehlikesiz Atıklar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kağıt ve kartonlar</li> <li>- Hurda metaller</li> <li>- Ahşap atıkları</li> <li>- Evsel atık yağlar</li> <li>- Cam</li> <li>- Plastik</li> <li>- Ömrünü tamamlamış lastikler</li> <li>- Ambalaj atıkları</li> <li>- Sıvı maddeler</li> <li>- İnşaat ve yıkım atıkları</li> <li>- Atık su arıtma çamuru</li> <li>- Tıbbi atıklar (Kesiciler, farmasyon atıkları)</li> <li>- Bahçe ve park atıkları</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terminallerin temizlenmesi</li> <li>- Restoran ve işyerleri</li> <li>- Çalışma ofisler</li> <li>- Tesislerin bakımı ve çevre düzenlemeleri</li> <li>- Uçakların temizlenmesi</li> <li>- Sağlık hizmetleri</li> </ul>
Tehlikeli Atıklar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrik ve elektronik ekipmanlar</li> <li>- Kirlenmiş emici maddeler</li> <li>- Kirlenmiş ambalajlar</li> <li>- Kullanılmış yağ</li> <li>- Yağ filtreleri</li> <li>- Kurşun bataryalar, piller</li> <li>- Flüoresan lambalar</li> <li>- Bozulmuş yakıtlar</li> <li>- Yazıcı ve fotokopi tonerleri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Araçların, tesislerin, terminallerin, güç ve ısı santrallerinin bakımları</li> <li>- Atık su arıtma tesislerinin temizlenmesi</li> <li>- Arama kurtarma personelinin eğitimi</li> <li>- Uçaklar tarafından harcanan yakıt ve yağlar</li> <li>- Çalışma ofisleri</li> </ul>

Nevşehir Kapadokya Havalimanında 2011 ve 2012 yılında oluşan atık miktarları ve gelecek iki yıl için atık miktar tahminleri Çizelge (2.22) ve Çizelge (2.23' de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.22.** Tehlikeli atık miktarları ve gelecek yıllar için tahminler

Atık Kodu	2011 yılında Oluşan Net Atık Miktarı	2012 yılında Oluşan Net Atık Miktarı	Gelecek 2 Yıl İçin Tahmini Atık Miktarı		Atıkların Değerlendirilme Yöntemleri ve Oranları	
	2011 Yılı (kg/yıl)	2012 Yılı (Kg/yıl)	2013 Yılı (Kg/yıl)	2014 Yılı (Kg/yıl)	Yöntem	Oran (%)
08 03 17	8	15	13	10	R12	100
13 02 08	250	600	550	500	R1	100
13 05 02	-	30	27	25	R13	100
13 05 06	-	50	45	40	R13	100

**Çizelge 2.22. (devam)**

13 05 07	-	8	5	4	R13	100
15 01 10	15	13	13	10	R13	100
15 02 02	30	35	33	30	R13	100
16 01 03	50	45	40	40	R1	100
16 01 07	25	23	20	20	R13	100
16 02 13	5	6	5	3	R13	100
16 06 01	45	40	40	35	R4	100
16 06 02	7	5	5	4	R13	100
20 01 21	15	15	13	13	R13	100
20 01 26	50	50	45	40	R9	100

**Çizelge 2.23. Tehlikesiz atık miktarları ve gelecek yıllar için tahminler**

Atık Kodu	2011 yılında Oluşan Net Atık Miktarı	2012 yılında Oluşan Net Atık Miktarı	Gelecek 2 Yıl İçin Tahmini Atık Miktarı		Atıkların Değerlendirilme Yöntemleri ve Oranları	
	2011 Yılı (kg/yıl)	2012 Yılı (Kg/yıl)	2013 Yılı (Kg/yıl)	2014 Yılı (Kg/yıl)	Yöntem	Oran (%)
20 01 01	-	430	450	460	R13	100
20 01 02	-	400	430	450	R13	100
20 01 39	300	300	250	200	R13	100
20 01 40	400	400	350	300	R13	100

Atıkların toplama-ayırma veya geri kazanım ve bertaraf için verildiği işletmelerin isimleri ise aşağıdaki Çizelge (2.24)' te gösterilmiştir.

**Çizelge 2.24.** Toplama-ayırma veya geri kazanım ve bertaraf tesisleri

<b>Atık Kodu</b>	<b>Atık Türü</b>	<b>Toplama-Ayırma veya Geri Kazanım ve Bertaraf Tesisleri</b>
08 03 17	Tehlikeli maddeler içeren atık baskı tonerleri	Anel Doğa Entegre Geri Dönüşüm Endüstri
13 02 08	Diğer motor, şanzıman ve yağlama yağları	Çimsa Çimento San ve Tic. A.Ş. Kayseri Fabrikası
13 05 02	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	Aytaç Hanoğlu Ambalaj Atık Toplama Ve Geri Dönüşüm İşleri (Geri Kazanım)
13 05 06	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	Aytaç Hanoğlu Ambalaj Atık Toplama Ve Geri Dönüşüm İşleri (Geri Kazanım)
13 05 07	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	Aytaç Hanoğlu Ambalaj Atık Toplama Ve Geri Dönüşüm İşleri (Geri Kazanım)
15 01 10	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	Aytaç Hanoğlu Ambalaj Atık Toplama Ve Geri Dönüşüm İşleri (Geri Kazanım)
15 02 02	Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	Aytaç Hanoğlu Ambalaj Atık Toplama Ve Geri Dönüşüm İşleri (Geri Kazanım)
16 01 03	Ömrünü tamamlamış lastikler	Denizli Çimento Sanayi Türk Anonim Şirketi
16 01 07	Yağ filtreleri	Aytaç Hanoğlu Ambalaj Atık Toplama Ve Geri Dönüşüm İşleri (Geri Kazanım)
16 02 13	16 02 09'dan 16 02 12'ye kadar olanların dışındaki tehlikeli parçalar içeren iskarta ekipmanlar	Aytaç Hanoğlu Ambalaj Atık Toplama Ve Geri Dönüşüm İşleri (Geri Kazanım)
16 06 01	Kurşunlu piller	AKÜDER
16 06 02	Nikel kadmiyum piller	Taşınabilir Pil Üreticileri ve İthalatçıları Derneği(TAP)

### Çizelge 2.24. (devam)

20 01 21	Flüoresan lambalar ve diğer cıva içeren atıklar	Aytaç Hanoğlu Ambalaj Atık Toplama Ve Geri Dönüşüm İşleri (Geri Kazanım)
20 01 26	20 01 25 dışındaki sıvı ve katı yağlar	Ezici Yağ Enerji Ve Biodizel Üretimlab. Hiz. İnş. San. Ve Tic. A.Ş.
20 01 01	Kağıt ve karton	Kahraman Eko
20 01 02	Cam	Kahraman Eko
20 01 39	Plastikler	Kahraman Eko
20 01 40	Metaller	Makine Kimya Endüstrisi Kurumu

#### 2.3.4.1. Nevşehir Kapadokya Havalimanında Atık Azaltımına Yönelik Alınacak Tedbirler

Nevşehir Kapadokya Havalimanı Başmüdürlüğü sorumluluğunda yürütülen faaliyetler esnasında ve sonucunda oluşacak atık miktarlarının azaltılması Çevre Politikaları'nın ve Atık Yönetimi'nin en öncelikli unsurlarındandır. Bu bağlamda;

1. Nevşehir Kapadokya Havalimanı Başmüdürlüğü personellerinin atık azaltımı ve atık yönetimi ile ilgili en son bilgi ve teknolojileri yakından takip edebilmesi amacıyla güncel eğitimler alması ve eğitici ve bilinç düzeyini artırıcı faaliyetlerde bulunması sağlanmalıdır.

2. Nevşehir Kapadokya Havalimanı Başmüdürlüğü sorumluluğunda yürütülen çalışmaların ve verilen hizmetlerin sorunsuz ve kesintisiz devam edebilmesi yanı sıra mevcut sistemlerin verimliliklerinin artırılması hususunda düzeltici faaliyetler yürütülmelidir.

3. Gerekli görülmesi ve uygun bulunması durumunda mevcut sistemlerin verimliliklerini arttıracak şekilde revize edilmesi, bunun mümkün olmadığı durumlarda ise verimliliği daha yüksek sistemler ile değiştirilmesi sağlanmalıdır.

4. Nevşehir Kapadokya Havalimanı Başmüdürlüğü tarafından benimsenen Sürdürülebilir Yönetim ve Enerji Verimliliği politikaları doğrultusunda bütün

kaynakların daha verimli kullanılması, her türlü kaynağın israfını önleyecek tedbirlerin alınması ve verilen hizmetler esnasında ve sonrasında her türlü kaynağın korunması konularında en üst düzeyde özen gösterilmelidir.

5. Ürün temini ve stoklama aşamalarında verilen hizmetlerin eksiksiz ve sorunsuz sürdürülebilirliğine olanak tanıyacak en düşük miktarlarda alım yapılmalıdır.

6. Ürün temini yapılırken son kullanma tarihi yaklaşmamış ve uzun ömürlü ürünler tercih edilmelidir.

7. Stoklanan ürünlerin kontaminasyona uğramaması, dökülmemesi ve zarar görmemesi için uygun ambalajlarda olmasına ve uygun koşullarsa saklanmasına üst düzeyde önem verilmelidir.

8. Tesis bünyesinde oluşan atıkların kaynakta ayrı toplanması konusunda gerekli çalışmalar dikkatle yürütülecek, alınan önlemlere rağmen atıkların karışması ihtimaline karşı atıklar ayrıştırma işlemine tabi tutularak yeniden kullanılabilir ve geri kazanılabilir nitelikli atıkların bertaraf edilecek atıklardan mümkün olan en yüksek verimle ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **2.3.4.2. Kapadokya Havalimanında Atık Depolama Çalışmaları**

Kapadokya Havalimanı'nda daha önceki yıllarda olmayan atık ayrıştırma ve depolama çalışmaları 2012 yılı itibariyle tamamlanmıştır. Havalimanına standartlara uygun ambalaj atık deposu ve tehlikeli atık deposu yapılmıştır. Yapılan çalışmalara ilişkin şekiller aşağıdadır.



Şekil 2.27. Atık kutuları



Şekil 2.28. Ambalaj atık deposu



Şekil 2.29. Tehlikeli atık deposu



Şekil 2.30. Tehlikeli atık deposu



**Şekil 2.31.** Tehlikeli atık deposu

### **2.3.5. Atık Su Arıtma Tesisi**

Nevşehir-Kapadokya Hava Limanı 1998 yılında hizmete açıldığında atık su arıtma tesisine yetersiz miktarda atık gelmesi ve altyapıda oluşan aksaklıklar sebebiyle atık su arıtma tesisi gayri faal halde bulunuyordu. Öncelikle yaklaşık olarak 3 km. uzunluğundaki kanalizasyon hatları kamera ile görüntülenip altyapıda aksaklıkların olduğu noktalar tespit edilmiştir. Bu aksaklıklara ilişkin örnek resimler aşağıda sunulmuştur.





**Şekil 2.32.** Kanalizasyon hatlarındaki arızalara ilişkin örnekler

Kanalizasyon altyapısında kameralarla tespit edilen arızalar giderildikten sonra Havalimanında oluşan evsel nitelikli atık suların arıtılması için düşünülen arıtma tesisi prensiplerini içeren proje hazırlanmıştır. Atık su arıtma tesisinin proje, imalat ve gerekli izinlerin alınması GPM Arıtma Sistemleri ile çalışılarak gerçekleştirilmiştir. Evsel atık suların arıtılmadan alıcı ortamlara verilmesi doğadaki ekolojik dengenin bozulmasına, estetik problemlerin ortaya çıkmasına ve pissu kökenli hastalıkların çoğalmasına neden olmaktadır. Bu bakımdan evsel atık suların alıcı ortama verilmeden önce ekolojik, estetik ve sağlık açısından kabul edilebilir kirletici değerlere sahip olması gerekir. Bu projede bu konuya çözüm getirilmesi amaçlanmıştır.

### 2.3.5.1. Debi Hesabı

Proje debi hesabı ve atık su miktarlarının hesabında Havalimanında bulunması düşünölen 375 kişiden kaynaklanan atık su miktarı esas alınmıştır. Mevsimsel olarak atık su miktarı değışiklik göstermeyecektir.

Kişi Sayısı	: 375 kişi
Su tüketim miktarı	: 200 lt / kişi.gün
Atık su Miktarı	: 375 kişi x 200 lt / kişi.gün = 75000lt/gün = 75 m <sup>3</sup> /gün

### 2.3.5.2. Deşarj Yeri

Yapılan bu tahmini hesaba göre 75 m<sup>3</sup>/gün kapasiteli bir atık su arıtma tesisi kurulması planlanmıştır. Arıtma tesisi çıkış suyu kuru dere yatağına bırakılacaktır. Deşarj izninin alınmasına müteakip gerekli analizler yaptırılarak deşarj kriterlerini sağlayabilmek için adına kum – karbon filtreden ve dezenfeksiyon sisteminden geçirilerek arıtma tesisi çıkış suyu (arıtılmış su) temiz su deposuna alınarak, yazın, tesis içerisinde bulunan bahçe sulama, işlerinde kullanılacaktır, kışın ise tesisin 30 m mesafesinde bulunan dere yatağına ulaştırılacaktır.

### 2.3.5.3. Tasarım Esasları

Paket atık su arıtma sistemi doldur boşalt sistemine göre kesikli olarak çalışacaktır. Sisteme düzenli olarak su sağlamak açısından dengeleme havuzları kullanılmaktadır. Bu sayede sisteme verilen atık su karakterizasyonundaki dalgalanmalar giderilerek homojen özelliklerde suyun paket arıtma sistemine verilmesi sağlanacaktır. Arıtma yöntemi olarak kesikli aktif çamur sistemi kullanılacaktır.

Ardışık kesikli reaktör sisteminin avantajları;

- Birleşik azot ve fosfor giderimi için sistem oldukça esnektir.
- Prosesi çalıştırmak oldukça kolaydır.
- Esnek işletme şartları sağlarlar.

- Çamur hidrolik değişikliklerde deşarj edilmez.
- Fosfor giderimi yanında azot giderimi de sağlanır.

Ardışık Kesikli Reaktör sisteminin en önemli avantajı sistemde geri devire gerek duyulmamasıdır. Biyolojik çamur kaybı olmamakta ve böylece havalandırma tankında eksilen çamuru giderme gereksinimi kalmamaktadır. Klasik Aktif Çamur sistemi ile arıtılabilen her atık su, bu sistemle de arıtılabilir.

#### **2.3.5.4. Seçilen Atık Su Arıtma Tesisinin Açıklanması**

Paket atık su arıtma sistemi doldur boşalt sistemine göre kesikli olarak çalışacaktır. Sisteme düzenli olarak su sağlamak açısından dengeleme havuzları kullanılmaktadır. Bu sayede sisteme verilen atık su karakterizasyonundaki dalgalanmalar giderilerek homojen özelliklerde suyun paket arıtma sistemine verilmesi sağlanacaktır.

Arıtma yöntemi olarak kesikli aktif çamur sistemi kullanılacaktır. Kesikli aktif çamur sistemlerinde arıtma işlemi 4 evreden oluşmaktadır. Her evrede 18.75 m<sup>3</sup> suyun arıtılması sağlanır. Her evre 6 saatten oluşmaktadır.

1. Evre – Doldurma : Bu evrede paket arıtma tesisine su doldurma işlemi yapılmaktadır. Su doldurma işlemi yapılırken dengeleme havuzu bünyesinde bulunan besleme pompası tankın dolumu gerçekleştirilir ve bu arada suya blower tarafından hava verilerek su içerisine oksijen transferi sağlanır. Bu evre paket tankın dolumu ve doldurma zamanının sonlanması ile tamamlanmaktadır.
2. Evre – Reaksiyon : 2. Evrenin başlaması ile birlikte besleme pompası durarak tanka su alma işlemi tamamlanır. Suyun arıtılabilmesi için su içerisindeki oksijen konsantrasyonunun 1.5-4 mg/lit değerleri arasında olması gerekmektedir. Bu nedenle Blower reaksiyon evresi süresince çalışarak su içerisine oksijen transferi sağlar. Bu evrede mikroorganizmalar atıksu içerisindeki kirletici maddeleri besin kaynağı olarak kullanarak su içerisinde kirlilik yaratmayacak son ürünlere dönüşmesini gerçekleştirirler.
3. Evre – Çökelme : 3. Evre blowerın durması ile başlar. Blower durduğunda tank içerisindeki karışım sona erer ve su durgun hale gelir.

Suyun durulması sonucunda organizmalar yerçekimi etkisi ile birlikte dibe doğru çökmeye başlarlar. Çökme süresi tamamlandığında tank tabanında organizmalar toplanır ve tank üzerinde arıtılmış su kalır.

4. Evre – Boşaltma : Boşaltma evresinde tank içerisinde bulunan Temiz Su Pompası çalışarak üst tabakada bulunan temiz suyun deşarj hattına gönderilmesi sağlanır. Temiz su Pompası ile birlikte klor pompası çalışarak suyun içerisinde olabilecek patojenik organizmaların giderilmesi sağlanır. Alt seviye şamandırasının ikazı ile birlikte 4. Evre tamamlanarak döngü yeniden başlar.

#### **2.3.5.5. Dengeleme Havuzu**

Paket atık su arıtma sistemi doldur boşalt sistemine göre kesikli olarak çalışacaktır. Sisteme düzenli olarak su sağlamak açısından dengeleme havuzları kullanılmaktadır. Bu sayede sisteme verilen atık su karakterizasyonundaki dalgalanmalar giderilerek homojen özelliklerde suyun paket arıtma sistemine verilmesi sağlanacaktır.

Dengeleme tankında kanalizasyon sisteminden gelen suyun depolanması sağlanacaktır. Planlanan havuz betonarme olarak inşa edilecektir, içerisinde 1 adet besleme pompası ve 1 adet şamandıra bulunacaktır. Besleme Pompasının görevi, dengeleme havuzunda biriken suyun paket arıtma ünitesine iletilmesini sağlamaktır.

Şamandıranın görevi ise, besleme pompasının havuzda su olmadığı dönemlerde çalışmasını engelleyerek pompanın korunmasını sağlamaktır.

Dengeleme havuzu hacmini, paket arıtma sistemine her bir evrede girecek olan atık su miktarı belirlemektedir. Projelendirme yapılırken toplam suyun günlük olarak 4 evrede arıtılacağı ve her evrede ise  $18.75 \text{ m}^3$  suyun arıtılması baz alınmıştır.

Bu nedenle dengeleme havuzunun şantiyedeki faaliyetler düşünülerek  $50 \text{ m}^3$  hacminde olması düşünülmüştür.

Bu durumda bekleme süresi (T);

$$T = V / Q \quad (2.23)$$

T : Bekleme Süresi  
V : Dengeleme Havuzu Hacmi , (50 m<sup>3</sup>)  
Q : Atık su Miktarı, (75 m<sup>3</sup> / gün)  
T = (50 m<sup>3</sup>) / (75 m<sup>3</sup> / gün)  
**T = 0.67 gün = 16 saat**

#### Dengeleme Havuzu Boyutları (Mevcut)

Uzunluk : 4.00 m  
Genişlik : 4.00 m  
Yükseklik : 3.00 m  
Havuz Hacmi : 50.00 m<sup>3</sup>

#### **2.3.5.6. Paket Arıtma Sistemi Ölçüleri**

Paket arıtma sisteminin hesaplamaları yapılarak projelendirme yapılmış ve çözüm üretilmiştir.

Tank : 7.5m x 2.0m x 3.0m : Reaksiyon Havuzu, Temiz Su Terfi Havuzu

#### **2.3.5.7. Reaksiyon Havuzu**

Biyolojik arıtma, atık suda bulunan organik kirleticilerin, mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılmak suretiyle atık sudan uzaklaştırılmaları esasına dayanmaktadır. Ardışık kesikli reaktörler (AKR), özellikle küçük ve orta nüfuslu yerleşim yerlerinde yaygın olarak kullanılan aktif çamur sistemleridir.

Biyokimyasal süreçlerin sonunda, ayrışabilen organik madde elektron verip yükseltgenerek (oksitlenme) kararlı son ürün olan CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O'ya dönüşmektedir. Dolayısı ile ayrışabilen organik maddelerin bir kısmı biokütleyle, diğer kısmı ise enerjiye çevrilmektedir.

Biyolojik arıtmada kullanılan en yaygın yöntem aktif çamur sistemleridir. Bu sistem organik kirliliğin, askıda tutulan mikroorganizmalar (heterotrofik bakteriler) yardımıyla giderildiği bir arıtma metodudur.

Evre sayısı : 4 evre / gün

Atık su Miktarı : 75 m<sup>3</sup>/gün

Evre Kapasitesi : (75 m<sup>3</sup>/gün) / (4 evre / gün) = 18.75 m<sup>3</sup> / evre

Evre Süresi : (24 saat/gün) / (4 evre/gün) = 6 saat

Her evrede 18.75 m<sup>3</sup> suyun arıtılması sağlanır ve bu işlem 6 saat içerisinde tamamlanır. Pompaların çalışma zamanları, şamandıra durumları ve güçleri Çizelge (2.25)'de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.25.** Arıtma tesisinde kullanılacak pompaların çalışma zamanları ve güçleri

<u>Motor Adı</u>	<u>Besleme</u>	<u>Güç</u>	<u>Amper</u>	<u>Seviye</u>	<u>Zaman Saati</u>
Terfi Pompası	Trifaze	1.1	3.2	L1-L2	00:00/01:00 06:00/07:00 12:00/13:00 18:00/19:00
Blower	Trifaze	3	6.5		00:00/03:00 06:00/09:00 12:00/15:00 18:00/21:00
Temiz Su Pompası	Monofaze	1.1	3.2	L3	05:00/06:00 11:00/12:00 17:00/18:00 23:00/00:00
Filtre Besleme Pompası	Trifaze		3.4	L4-L6	
Klor Pompası	Monafaze	0.1		Filtre Pompası ile çalışacaktır.	

### 2.3.5.8. Filtrasyon Sistemi

Arıtılmış su, kum filtresi ve karbon filtresine iletilecektir. Kum filtresi ve karbon filtresinden geçen su bahçe ve beton sulama, çevre yıkama işlerinde kullanılmak üzere temiz su deposuna iletilecektir.

### Kum ve Karbon Filtresi

Tip	: Yandan vanalı
Kapasite	: 25 m <sup>3</sup> /sa
Aksesuar	: 6 yollu vana, manometre
Miktar	: 1 Adet Kum Filtresi, 1 Adet Karbon Filtresi

### **2.3.5.9. Klorlama Havuzu**

Dezenfeksiyonla, hücre duvarının parçalanması, hücre geçirgenliğinin bozulması, hücre protoplazmasının kolloid yapısının bozulması ve enzim aktivitesinin inhibisyonu yoluyla arıtma sisteminden kaçabilecek mikroorganizmalar inaktif hale getirilmektedir. Klor dozaj pompası, filtre besleme pompası ile birlikte devreye gireceğinden dolayı günlük olarak 4 saat süre ile çalışacaktır.

### Klor Pompası Teknik Özellikleri

Marka	: AQUA
Tip	: Diyaframlı
Kapasite	: 5 lt /sa – 5 bar
Özellik	: %0-100 ayar yapılabilen
Miktar	: 1 Adet

### Klor Tankı Teknik Özellikleri

Marka	: AKRO
Malzeme	: Polietilen
Kapasite	: 100 lt
Miktar	: 1 Adet

### 2.3.5.10. Atık su Arıtma Tesisi Skada ve Otomasyon Bilgileri

Arıtma tesisinin işletmesinin sağlanması otomasyon panosu tarafından yapılacaktır. Sistemde bulunan tüm elektrik motorlarının çalışması otomasyon panosu tarafından sağlanacaktır. Pano içerisinde sigortalar, termik manyetik şarteller, kontaktörler, röleler ve faz koruma rölesi mevcut olacaktır. Acil durumlarda ekipmanlara manuel olarak ta müdahale edilebilecektir. Pano üzerinde elektrik motorlarının devrede olup olmadığını belirten ve arıza durumunu gösteren LED' ler olacaktır.

### 2.3.5.11. Kullanılacak Mekanik Ekipman Listesi, Özellikleri

Tasarımda kullanılacak ekipman ve özellikleri Çizelge (2.26)' de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.26.** Arıtma tesisinde kullanılacak ekipman ve özellikleri

<b>Ekipman Adı</b>	<b>Özellikleri</b>	<b>Miktar</b>
Dengeleme Havuzu (Mevcut)	Uzunluk : 4.00 m Genişlik : 4.00 m Yükseklik : 3.00 m	1 Adet
Biyolojik Reaktör	Uzunluk : 7.50 m Genişlik : 2.00 m Yükseklik : 2.80 m Malzeme : ST37	1 Adet
Besleme Pompası	Marka : CITY POMP Tip : Dalgıç Kapasite : 25 m <sup>3</sup> /sa Basma Yük. : 6 mss Güç : 1.1 kW	1+1 Adet
Blower	Marka : FPZ Kapasite : 150 m <sup>3</sup> Basınç : 250 mbar Güç : 3 kW Aksesuar : Hava emiş filtresi	1+1 Adet



**Çizelge 2.26. (devam)**

Difüzör	Marka : Aquaflex Tip : Disk Kapasite : 2 – 8 m <sup>3</sup> /sa Malzeme : EPDM-silikon Aksesuar : Kolay montaj aparatı	24 Adet
Temiz Su Pompası	Marka : CITY POMP Tip : Dalgıç Kapasite : 25 m <sup>3</sup> /sa Basma Yük.: 20 mss Güç : 1.1 kW	1+1 Adet
Şamandıra	Tip : Bilye Kontaklı Kontrol : Besleme Pompası	1 Adet
Kum Filtresi	Tip : Yandan vanalı Kapasite : 25 m <sup>3</sup> /sa Aksesuar : 6 yollu vana, manometre	1 Adet
Karbon Filtresi	Tip : Yandan vanalı Kapasite : 25m <sup>3</sup> /sa Aksesuar : 6 yollu vana, manometre	1 Adet
Klor Pompası	Marka : AQUA Kapasite : 0-5 lt /sa – 5 bar Özellik : %0-100 ayar yapılabilen	1 Adet
Klor Tankı	Marka : AKRO Malzeme : Polietilen Kapasite : 100 lt	1 Adet

### **2.3.5.12. İşletme ve Bakım**

Atık su arıtma tesisi otomatik olarak tasarlanmıştır. Gerekli hallerde el ile kumanda edilebilmesi mümkündür. Tesis kontrol paneli üzerindeki şalterlerin otomatik hale getirilmesi ile çalışır. El ile kumanda edilmek istendiğinde şalterler manuel konuma getirilmelidir. Atık su besleme pompası elektrik kumanda panosu üzerindeki şalterlerin otomatik hale getirilmesi ile devreye girer. Dengeleme havuzunda bulunan şamandıraya bağlı olarak çalışır. Dalgıç pompa atık suyu dengeleme tankından paket arıtma tankına iletacaktır. Dalgıç pompa ve flatörün düzgün çalıştığı kontrol edilmelidir.

Sistemde bulunan blower, kontrol paneli üzerindeki şalterlerin otomatik hale getirilmesi ile devreye girer. Ve otomatik konumda pano üzerinde bulunan zaman saatine bağlı olarak çalışır. Normal işletme şartlarında blower havalandırma tankında atıksu yok ise çalıştırılmamalıdır. Blower üzerinde hava emiş filtresi vardır. Bu filtre devamlı şekilde kontrol edilmeli ve gerektiğinde temizlenmelidir. (Normal şartlarda 5 günde bir temizlenmelidir.) Blower hava filtresiz kesinlikle çalıştırılmamalıdır. Bu nedenle hava filtresi blower çalışmadığı zamanlarda sökülerek temizlenmeli veya yedeği ile değiştirilmelidir.

Arıtma prosesinde bulunan ve sabit tutulması istenen mikroorganizma konsantrasyonunun normalde 3,000 mg/l civarında olması beklenmektedir. Sistemde belirli bir zaman sonra fazla atık çamur oluşacaktır. Fazla çamurun uzaklaştırılması amacıyla havalandırma tankı altına vana yerleştirilmiştir. Bu vana açılarak fazla çamur uzaklaştırılacaktır.

Sistemde oluşan fazla çamurun alınmasına ve miktarına laboratuarda yapılacak analizlerin sonucunda karar verilmesi doğru olanıdır. Fakat bu seçenek daima sağlanamamaktadır. Pratikte işletme esnasında belirli periyotlarda havalandırma tankından alınan su numunesi 1 litrelik çamur hunisinde bekletmeye alınır, bir saat sonra çamur hunisinde çöken miktar ölçülür. Eğer çamur miktarı 300 ml' nin üzerinde ise sistemde fazla çamur olduğu varsayılır. 300 ml üzerinde biriken her 100 ml çamur için, sistemden yaklaşık 3 m<sup>3</sup> sulu çamurun alınarak uzaklaştırılması uygun olacaktır. Çamur atımı yapılırken sistem tamamen durdurulur. 1 saat sonrasında havalandırma tankının altında bulunan vana açılarak test sonucunda ortaya çıkan çamur miktarı sistemden uzaklaştırılacaktır.

Elektrik arızası durumunda, elektrik panosuna yetkili uzman elektrikçiler dışında müdahale edilmemelidir.

Uzun süreli kullanılmama durumlarında tesis tahliye vanaları açılarak boşaltılmalı ve temiz su ile yıkanmalıdır. Tesisin çalıştırılmadan dolu tutulması hava deliklerinin tıkanmasına, aktif çamur içindeki mikroorganizmaların ölmesine ve aşırı korozyona yol açabilir.

### **2.3.5.13. Bakım ve Kontrol**

Atık su terfi pompalarının çalışması ve dengeleme tankı su yüksekliği günde en az bir defa kontrol edilmelidir. Sistemde bulunan blowerın (hava körüğü) çalıştığı günde en az bir defa kontrol edilmelidir.

Blower özel bir mekanik bakım gerektirmez. Haftada bir defa hava emiş filtresi kontrol edilmeli, kirli ve tıkanık filtrenin temizlenmesi gerekmektedir. Blower hava filtresi sökülmeden önce blower mutlaka stop edilmeli ve filtre yerine takılmadan blower kesinlikle çalıştırılmamalıdır. Blower basma hattında bulunan basınç manometresinde okunan değerlerin zamanla büyük farklılıklar göstermediği gözlemlenmeli ve kontrol edilmelidir. Blowerın çalışmasında gözlemlenebilecek olan, olağan dışı gürültü, vibrasyon vs. bulgular blowerın doğru işletilmediğine ve hata vereceğine işaret edebilir.

Elektrik panosu üzerindeki şalterlerin uygun pozisyonda oldukları gözlemlenmeli ve kontrol edilmelidir. Elektrik panosu dışı ve içi her gün gözle ile kontrol edilmeli, kablolarda gevşeklik, yanma vs. olmadığı gözlemlenmelidir.

### **2.3.5.14. Sistemin Devreye Alınması**

Sistemde bulunan tüm motorlar kuruda çalıştırılarak (3-5sn) motor yönleri kontrol edilmelidir. Şamandıra ayarları kontrol edilmelidir. Klor pompası ayarlanarak klor çözeltisi hazırlanmalıdır. Tüm aksamlar gözlemlenmeli bir aksaklık olup olmadığı kontrol edilmelidir. Zaman saatleri istenilen değerlere set edilir. Besleme Pompası “oto” konumuna alınır. Bu durumda tank içerisine su dolmaya başlar.

Su seviyesi, tank tabanında bulunan difüzörlerin 100 cm üzerine çıkana kadar tanka su doldurma işlemine devam edilir. Bu seviyeye ulaştığında Blower, Temiz su Pompası ve Klor Pompası “oto” konumuna alınır. Üst seviye şamandırasının sinyali ile Besleme Pompası duracak ve Blower’ın çalışması devam edecektir. Bu esnada Blower basınç değeri okunacaktır. Bu değer 0.2-0.3 bar arasında olması istenmektedir. Eğer sisteme fazla hava geldiği tespit edilirse fazla hava atma

vanasının açılması ile bu değer ayarlanmalıdır. Sistem tamamen otomatik olarak çalışacaktır.

### **2.3.5.15. Acil Durum**

Arıtma tesisinde herhangi bir elektriksel arıza olma ihtimaline karşı, otomasyon panosuna, acil durdurma butonu konulacaktır. Acil durumlarda bu butona basılarak tesis elektriği kesilecektir.

### **2.3.5.16. Atık Su Arıtma Tesisinin Kroki ve Resimleri**

Atık su arıtma tesisine ait yerleşim planı, proje ve imalattan sonrasına ait Şekil (2.33) ve Şekil (2.34)' de aşağıda sunulmuştur.



**Şekil 2.33.** Kurulan atık su arıtma tesisi



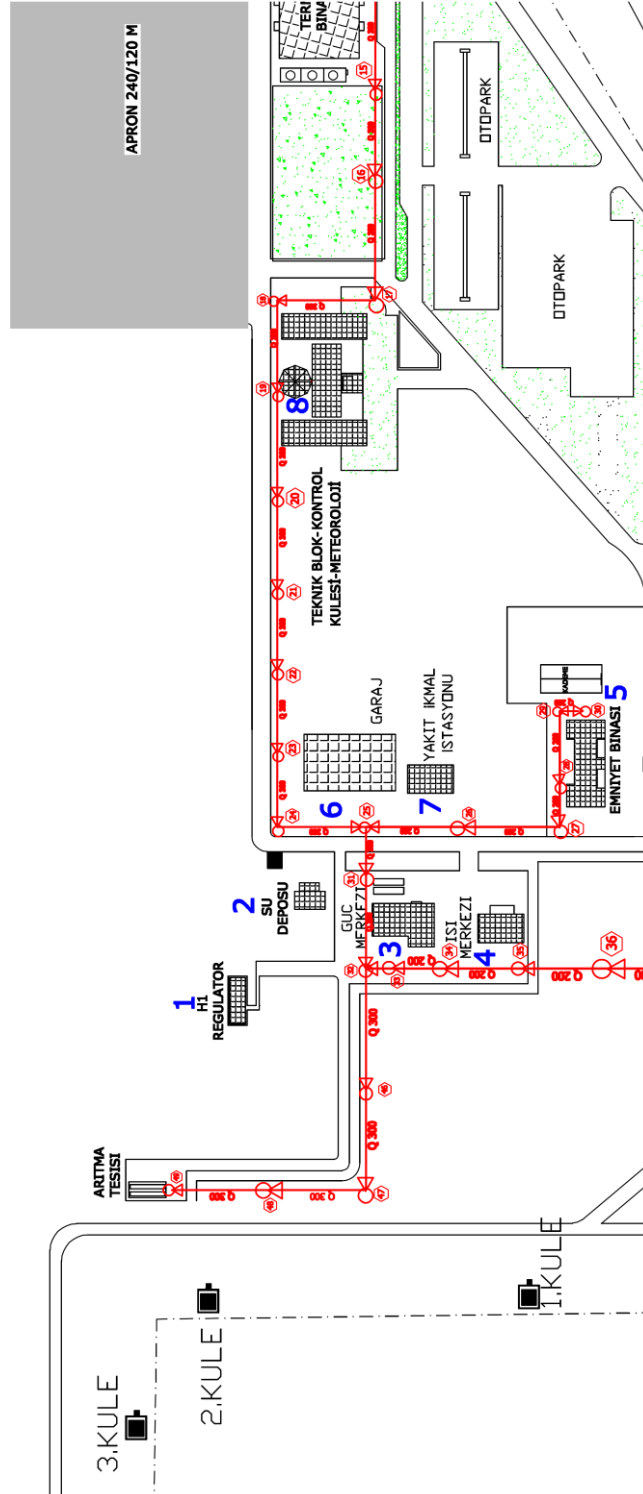
**Şekil 2.34.** Kurulan atık su arıtma tesisi

### 2.3.5.17. Atık Su Analiz Raporu

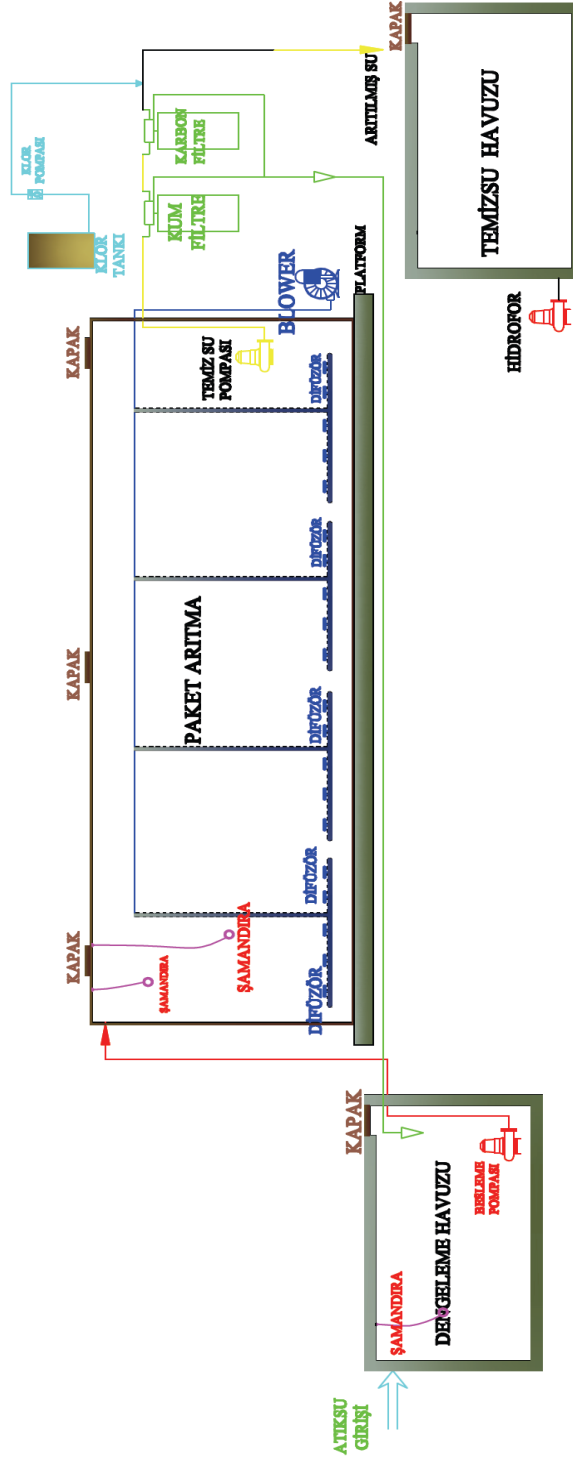
Havalimanına yeni kurulan atık su arıtma tesisinin deşarj noktasından alınan atık su numunesi, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine (SKKY) göre analizi Turkak akrediteli Segal Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarına yaptırılmış olup, yönetmelikte belirtilen kriterleri sağladığı görülmüştür. Analiz parametrelerinin, yönetmelik kriterlerin ve analiz sonuçlarının gösterildiği Çizelge (2.27)' da sunulmuştur.

**Çizelge 2.27.** Atık su numunesinin analiz raporu

Parametre-Birim	Analiz Sonucu	SKKY Sınır Değerleri	Ölçüm Belirsizliği	Analiz Metodu
pH	8,0	6-9	%+- 0,65	TS 3263 ISO 10523
Askıda Katı Madde (mg/L)	<10	70	%+- 4,16	TS EN 872
BOİ (mg/L)	7,6	50	%+- 3,34	SM 5210 B
KOİ (mg/L)	22	180	%+- 3,10	SM 5220B



Şekil 2.35. Kurulan atık su arıtma tesisinin yerleşim planı



Şekil 2.36. Atık su arıtma tesisinin akım şeması

### **3. YAKIT, ELEKTRİK, SU SARFIYATI VE TESİSAT ŞEMALARI**

Nevşehir Kapadokya Havalimanında kullanılan özel maksatlı araçlar (kar küreme araçları, pist temizleme araçları, yükselebilir platformlu araçlar, buz önleme araçlar vs.), itfaiye araçları ve genel maksatlı araçlarda kullanılan akaryakıtların depolanması için 10.000 lt. kapasiteli bir adet motorin tankı, 10.000 lt. kapasiteli bir adet benzin tankı bulunmaktadır.

Isıtma ihtiyacını karşılayabilmek için ısı merkezinde 70.000 kg. kapasiteli Fuel-Oil tankı bulunmaktadır. Elektrik kesintilerinde, Havalimanı'nın elektrik ihtiyacını karşılayabilmek için iki adet 775 KVA lık jeneratöre ait 32.000 lt kapasiteli motorin tankı bulunmaktadır. Son yıllarda bu tanklarda sarf edilen motorin, kurşunsuz benzin, fuel-oil sarfiyatı ve Havalimanı'nda sarf edilen elektrik ve su miktarları Ek-2 de ki çizelgelerde gösterilmiştir.

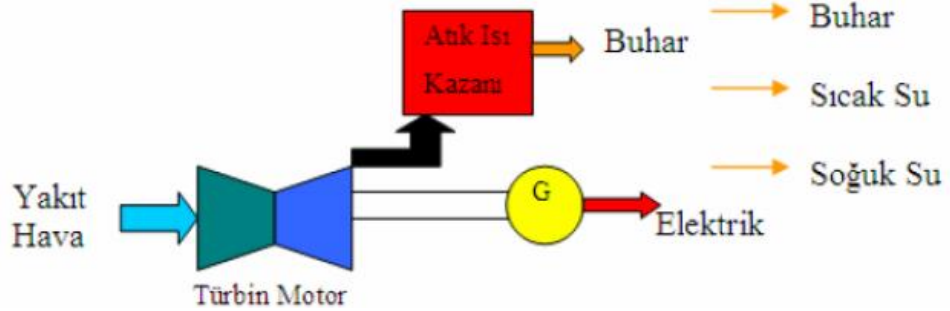
Yine Ek-2 de ki şekillerde Kapadokya Havalimanı'na ait kanalizasyon hattı, içme suyu hattı ve yangın hidrant tesisat hattı gösterilmiştir.



#### 4. TRİJENERASYON SİSTEM TASARIMI

Bu bölümde ısınma ihtiyacını ısıtma kazanından, elektrik ihtiyacını şehir şebekesinden ve motorinle çalışan jeneratörden, soğutma sistemini de klima santrallerinden karşılayan Nevşehir-Kapadokya Havalimanına enerji tasarrufu yapmak maksadıyla buhar kazanı, buhar türbini ve absorpsiyonlu soğutma sisteminden oluşan trijenerasyon sistemi tasarımı yapılmıştır. Bunun için sistemin elemanları kısaca tanımlanmış ve sistemin her bir aşamasındaki parametrelerin termodinamik analizleri yapılmıştır. Daha sonra ise mevcut sisteme göre tasarlanan sistemin maliyet analizi yapılmıştır.

“Üçlü Üretim” anlamına gelen trijenerasyon sistemleri ısı ve elektrik enerjisinin yanı sıra kojenerasyonun atık gazından elde edilen sıcak su veya buhar ile soğuk suyun elde edildiği sistemlerdir.

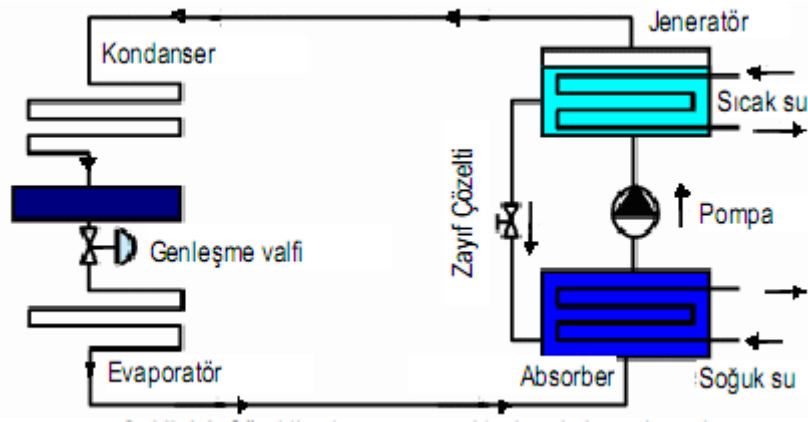


Şekil 4.1. Trijenerasyon sisteminin şematik görünümü

Kojenerasyon tesislerine, çeşitli şekillerde sistemler eklenerek trijenerasyon sağlanabilir. Bunlardan ilki, tesisten atılan ısıyı geri kazanım şeklinde alıp bir absorpsiyonlu soğutma sistemine vererek soğutulmuş su elde etme uygulamasıdır. İkinci olarak da, buhar sıkıştırılmalı bir çevrim ile soğutulmuş su sağlanmasıdır ve bu soğutma için ihtiyaç duyulan şaft gücünün direk olarak motordan veya türbinden elde edilmesi yöntemi ile sistemler birleştirilebilir. Diğer bir yöntem ise tamamen dönen kısımlardan bağımsız, elektrik ile çalışan bir buhar sıkıştırılmalı konvansiyonel

makine ile soğutma sağlanmasıdır. Bu yöntemler içinde en verimli ve en çok uygulaması olan, absorpsiyonlu soğutma sistemidir[46].

Absorpsiyonlu soğutma sisteminin çalışma prensibi düşük sıcaklıkta suyun evaporasyonu (kaynatılması) sayesinde alçak enerji seviyesindeki kaynağın ısısının alınması esasına dayanır. Sistem evaporatör, kondenser, absorber, jeneratör ve solüsyon ve refrejerant pompasından oluşur. Sistem atmosfer basıncının çok yani vakum altında çalışır. Sistemde suyu emen yani sisteme adını veren absorbe eden lityum bromid (bir çeşit tuz) ve refrejerant olarakta su kullanılmaktadır.



Şekil 4.2. Absorpsiyonlu soğutma sistemi

Solüsyon pompası vasıtasıyla ön ısıtma eşanjöründen üst kısımdaki jeneratöre gelen solüsyon (lityum bromid), bu bölümdeki buhar/sıcak su bataryası vasıtasıyla yüksek sıcaklıklarda ısıtılır (işte burada güneş enerjisi, atık ısı, doğal gaz ya da baca gazı kullanılır) ve içinde ihtiva ettiği suyun bir miktarı buharlaşarak ayrılır. Ayrılan su - soğutucu akışkan buharı kondenser bölümüne geçer ve geride kalan Li - Br oranı artmış solüsyon, zengin karışım (strong solution) haline gelir ve buradan tekrar aşağıya ısı eşanjörüne indirilerek, kendisi gibi absorberden jeneratöre pompalanan fakir karışım tarafından soğutulur.

Jeneratörden gelen su buharı, eliminatörden geçerek bu bölümdeki soğutma kulesinden gönderilen soğutma suyu ihtiva eden batarya vasıtasıyla ısısı alınarak kondenserde yoğunlaştırılır ve su haline getirilerek alt tavada biriktirilir.

Kondenserde biriken su buradan evaporatörde nozüller vasıtasıyla soğutma bataryası üzerine püskürtülür. Bu haznedeki alçak basınç (6 mm Hg), su zerreciklerinin 3 – 4 °C gibi sıcaklıklarda buharlaşmasına sebebiyet verir. Buharlaşmanın etkisi ile soğutma bataryası içinden geçmekte olan akışkanın ısısı alınarak soğutma işlemi yapılır. Buharlaşmayan su partikülleri evaporatörün alt kısmındaki tavada biriktirilerek buradan pompa vasıtasıyla tekrar nozullara gönderilir. Bu şekilde buharlaşmayan buharlaşamayan su tekrar kullanılmış olur.

Jeneratörden gelip, ısı eşanjöründe bir miktar soğutulan orta konsantreli Li-Br çözümü, bu bölümdeki nozullardan püskürtülür. Püskürtülen Li-Br zerrecikleri, evaporatördeki su buharını absorber bölümüne çekme ve emme gücünü göstererek evaporatör de ekstra bir vakum etkisi yapar. Absorber kısmına çekilen su buharı, gene bu bölümde mevcut soğutma suyu bataryası (soğutma kulesinden gelen su, kondansere oradan da absorbere gönderilmektedir.) ile ısı alınıp yoğunlaştırılır. Absorberin alt kısmında Li-Br ile karışıp seyreltilmiş fakir karışım haline gelir. Böylelikle gene çevrimin başlangıç noktasına gelinmiş olunur.

#### 4.1. Trijenerasyon Sisteminin Termodinamik Yönden Modellenmesi

Sürekli akışlı açık sistemde, kontrol hacminin toplam enerjisinde değişim olmaz. Böylece sürekli akışlı açık sistemde, kontrol hacmine ısı, iş veya kütle akışı olarak giren enerjinin çıkan enerjiye eşit olması zorunludur.

Enerjinin korunumu ilkesi sürekli akışlı açık sistemler için aşağıdaki gibi yazılır:

$$\begin{bmatrix} \text{Birim zamanda} \\ \text{ısı veya iş olarak} \\ \text{sınırları geçen} \\ \text{toplam enerji} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Birim zamanda} \\ \text{kütle ile birlikte} \\ \text{KH'den çıkan} \\ \text{toplam enerji} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \text{Birim zamanda} \\ \text{kütle ile birlikte} \\ \text{KH'ye giren} \\ \text{toplam enerji} \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

Veya

$$\dot{Q} - \dot{W} = \sum \dot{m}_c \theta_c - \sum \dot{m}_g \theta_g \quad (4.2)$$

Burada,  $\theta$  akış işi de içinde olmak üzere akışkanın birim kütesinin toplam enerjisidir. Giriş ve çıkış halleri sırasıyla 1 ve 2 indisleriyle gösterilir, kütle debisinin değişmediği göz önüne alınırsa, ayrıca potansiyel ve kinetik enerjilerin değişmediği

kabul edilirse, bir geçişli ve bir çıkışlı sürekli akışlı açık sistem için enerjinin korunumu denklemi;

$$\dot{Q} = \dot{m} (h_2 - h_1) \quad (4.3)$$

şeklinde yazılır[47].

#### **4.1.1. Havalimanının Isı İhtiyacı Kapasitesinin Belirlenmesi**

Havalimanında ısınma ihtiyacını karşılamak üzere yıllık olarak yaklaşık 190.000.kg fuel-oil 4 (kalorifer yakıtı) kullanılmaktadır. Fueloil 4 ün ortalama ısıl değeri 10100 kcal/h olarak alınır, Havalimanının yıllık ısı ihtiyacı;

$$190.000 \text{ kg} \times 10100 \text{ kcal/kg} = 1.919.000.000 \text{ kcal}$$

Isıtma sistemlerinin yaklaşık olarak 6 ay boyunca günlük ortalama 10 saat çalıştığı düşünülürse sistemin çalışma saati;

$$6 \text{ ay} \times 30 \text{ gün} \times 10 \text{ saat} = 1.800 \text{ saat}$$

olur. Saatlik ısı ihtiyacı ise;

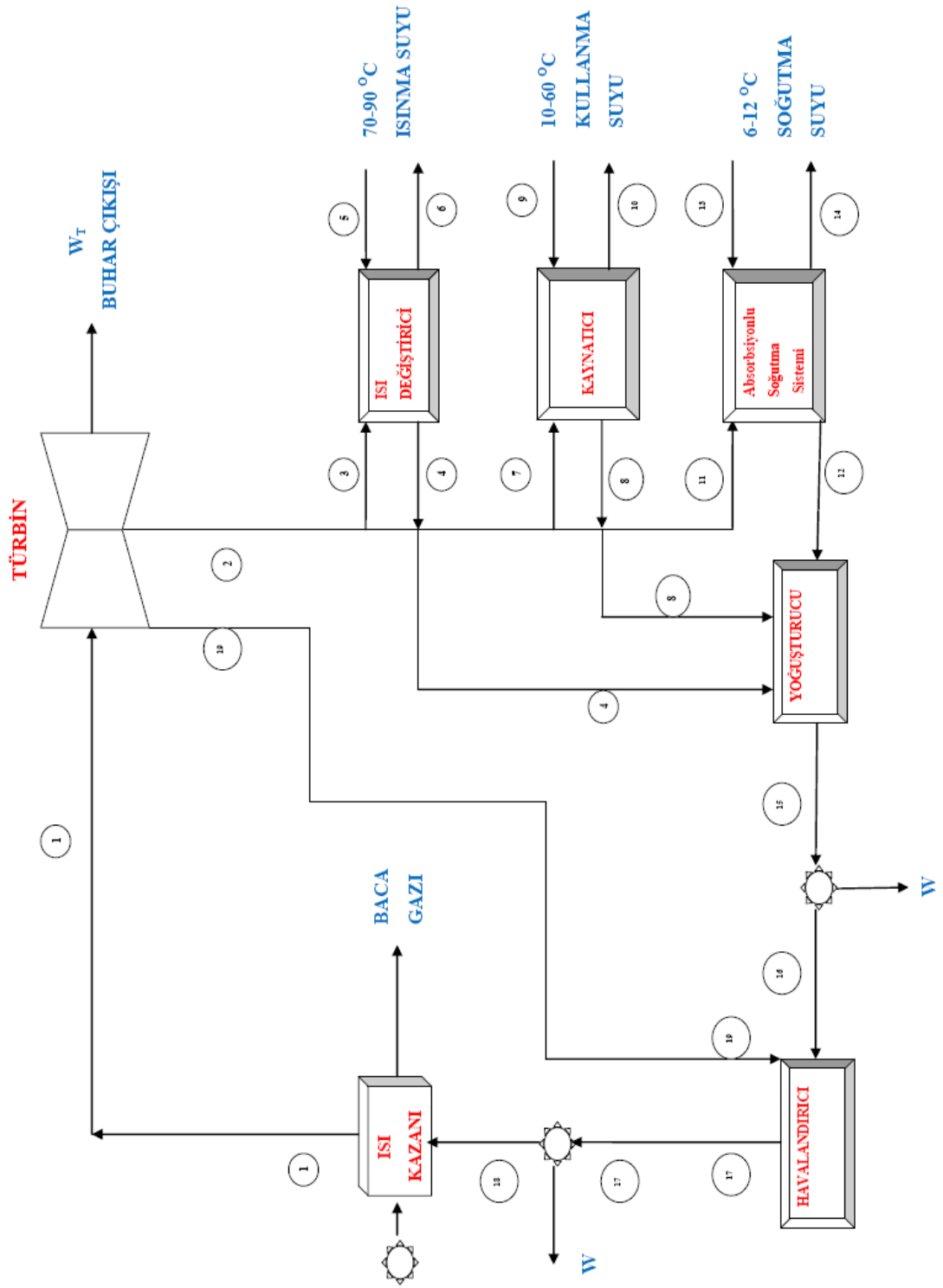
$$1.919.000.000 \text{ kcal} / 1.800 \text{ saat} = 1.066.111 \text{ kcal/h}$$

olur. Havalimanında da 1.100.000 kcal/h biri yedek olmak üzere iki adet ısıtma kazanı bulunmaktadır.

#### **4.1.2. Sistem Parametrelerinin Belirlenmesi**

Havalimanının elektrik ihtiyacını karşılamak için türbin, soğutma ihtiyacını karşılamak için absorpsiyonlu soğutma grubu, kapasiteleri karşılayacak şekilde yoğuşma tankı, havalandırıcı, pompalar ve buhar kazanı eklenerek sistemin elektrik,

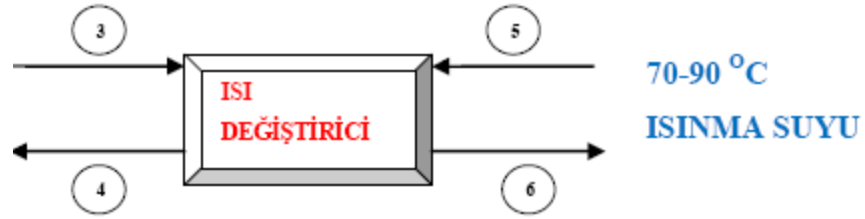
soğutma ve ısıtma ihtiyaçlarını karşılayacak bir trijenerasyon sistemi kurulacaktır. Kurulacak olan sistemin akım şeması Şekil (4.3)'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Tasarlanan trijenerasyon sisteminin akış şeması

Havalimanı kullanımına sunulmak üzere 6-12 °C soğutma suyu, 70-90 °C ısıtma suyu ve 60 °C kullanma suyu elde edilecektir. Yeni kurulacak olan trijenerasyon sistemi de bu parametrelerle çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Öncelikle sistemimizin tasarımına, mevcut ihtiyaçlara göre hatlardaki buhar debileri ve su debileri hesaplanarak başlanmıştır. Termodinamik parametrelerin tespiti için su ve su buharı tablolarından faydalanılmıştır[48].

#### 4.1.2.1. Isı Değiştirici



Şekil 4.4. Isı değiştirici akım şeması

Sistemde bulunan ısı değiştirici Havalimanının ısınma ihtiyacı için kullanılacaktır. Havalimanının ısı ihtiyacı 1.100.000 kcal/h idi. Bu değeri kW birimine çevirirsek;

$$1.100.000 \text{ kcal/h} \times \frac{1 \text{ kw}}{859,85 \text{ kcal/h}} = 1.280 \text{ kW}$$

Çizelge 4.1. Isı değiştiricisi akımlarının termodinamik özellikleri

Akım Numarası	3	4	5	6
P (bar)	8	8	5	5
T (°C)	170,4	170,4	70	90
h (kJ/kg)	2667,5	719,09	293,45	377,37
s (kJ/kgK)	6,6596	2,0416	0,9549	1,1926

Buhar debisi;

$$\dot{Q} = \dot{m}_3 (h_3 - h_4)$$

$$1280 \text{ kW} = \dot{m}_3 (2667,5 - 719,09) \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_3 = \frac{1280}{1948,41} = 0,6569 \frac{\text{kW.kg}}{\text{kJ}} = 0,6569 \frac{\text{kW.kg}}{\text{kJ}} \cdot 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}}$$

$$\dot{m}_3 = 2365 \text{ kg/h}$$

Sıcak su debisi;

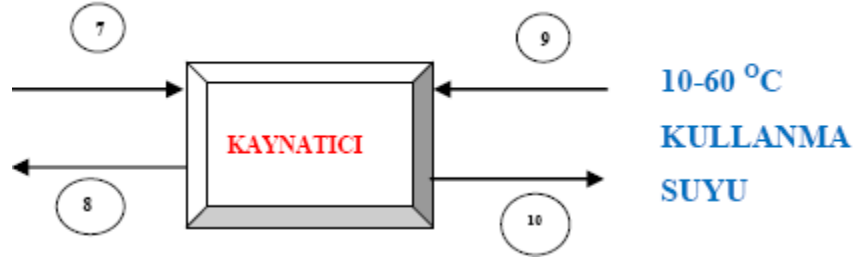
$$\dot{Q} = \dot{m}_6 (h_6 - h_5)$$

$$1280 \text{ kW} = \dot{m}_6 (377,37 - 293,45) \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_6 = \frac{1280}{83,92} = 15,25 \frac{\text{kW.kg}}{\text{kJ}} = 15,25 \frac{\text{kW.kg}}{\text{kJ}} \cdot 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}}$$

$$\dot{m}_6 = 55 \text{ kg/h}$$

#### 4.1.2.2. Kaynatıcı



Şekil 4.5. Kaynatıcı akım şeması

Kaynatıcı, Havalimanının 60°C deki sıcak kullanma suyu ihtiyacını karşılayacaktır. Kapasitesi 120 kW olarak düşünülmüş olup, kullandığı kaynak türbinden çıkan 8 bar doymuş buhardır.



**Çizelge 4.2.**Kaynatıcının termodinamik özellikleri

Akım Numarası	7	8	9	10
P (bar)	8	8	5	5
T (°C)	170,4	170,4	10	60
h (kJ/kg)	2667,5	719,09	42,51	251,58
s (kJ/kgK)	6,6596	2,0416	0,151	0,831

Buhar debisi;

$$\dot{Q} = \dot{m}_7 (h_7 - h_8)$$

$$120 \text{ kW} = \dot{m}_7 (2667,5 - 719,09) \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_7 = \frac{120}{1948,41} = 0,6159 \frac{\text{kW.kg}}{\text{kJ}} = 0,6159 \frac{\text{kW.kg}}{\text{kJ}} \cdot 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}}$$

$$\dot{m}_7 = 222,7 \text{ kg/h}$$

Sıcak su debisi;

$$\dot{Q} = \dot{m}_{10} (h_{10} - h_9)$$

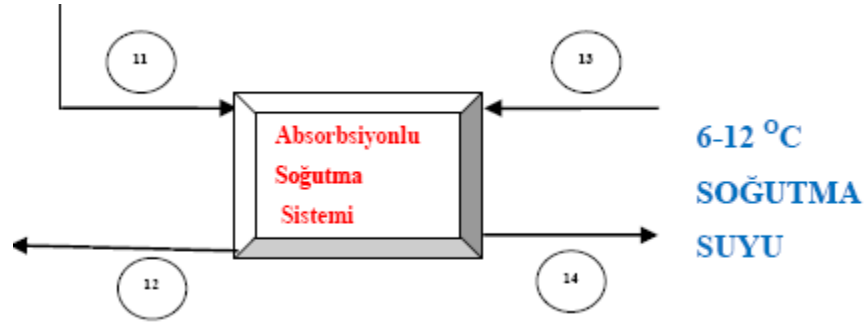
$$120 \text{ kW} = \dot{m}_{10} (251,58 - 42,51) \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_{10} = \frac{120}{209,07} = 0,574 \frac{\text{kW.kg}}{\text{kJ}} = 0,574 \frac{\text{kW.kg}}{\text{kJ}} \cdot 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}}$$

$$\dot{m}_{10} = 2066 \text{ kg/h}$$

#### 4.1.2.3. Absorbsiyonlu Soğutma Sistemi

Soğutma sistemi kapasitesi belirlenirken mevcut soğutma sistemi kapasitesi esas alınmıştır. Havalimanında Terminal Binasında 226,2 kW lık 2 adet ve Teknik Bloкта da 124,3 kW ve 47,8 kW lık 2 adet soğutma grubu bulunmaktadır. Bu sebepten Havalimanının soğutma için toplam enerji miktarı 630 kW dır. Klima santrali COP (performans katsayısı değeri) 1,50 alınırsa parametre değerler şu şekilde olur;



Şekil 4.6. Absorbsiyonlu soğutma sistemi akım şeması

Çizelge 4.3. Absorbsiyonlu soğutma sistemi termodinamik özellikleri

Akım Numarası	11	12	13	14
P (bar)	8	8	5	5
T (°C)	170,4	170,4	12	6
h (kJ/kg)	2667,5	719,09	50,89	25,72
s (kJ/kgK)	6,6596	2,0416	0,1804	0,091

$$\dot{Q}_{\text{buhar}} = \frac{\dot{Q}_{\text{soğ}}}{\text{COP}} \quad (4.4)$$

$$\dot{Q}_{\text{buhar}} = \frac{630}{1,50} = 420 \text{ kW}$$

Buhar debisi;

$$\dot{Q} = \dot{m}_{11}(h_{11} - h_{12})$$

$$420 \text{ kW} = \dot{m}_{11} (2667,5 - 719,09) \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_{11} = \frac{420}{1948,41} = 0,2156 \frac{\text{kW.kg}}{\text{kJ}} = 0,2156 \frac{\text{kW.kg}}{\text{kJ}} \cdot 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}}$$

$$\dot{m}_{11} = 776,12 \text{ kg/h}$$

Soğuk su debisi;

$$\dot{Q} = \dot{m}_{13}(h_{13}-h_{14})$$

$$630 \text{ kW} = \dot{m}_{13} (50,89 - 25,72) \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_{13} = \frac{630}{25,17} = 25,03 \frac{\text{kW.kg}}{\text{kJ}} = 25,03 \frac{\text{kW.kg}}{\text{kJ}} \cdot 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}}$$

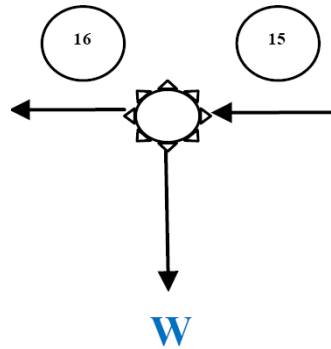
$$\dot{m}_{13} = 90107 \text{ kg/h}$$

#### 4.1.2.4. Alçak Basınç Pompası

Alçak basınç pompası ön basınçlandırma yapmak amacıyla suyu 8 bardan 14 bara çıkarmak için kullanılmaktadır. Yani pompanın basınçlandırma yapacağı miktar 6 bardır. Debi ise ısı değiştirici, kullanma suyu ve absorpsiyonlu soğutma sisteminden gelen yoğuşma sularının toplam debisidir.

$$\dot{m}_{15} = \dot{m}_4 + \dot{m}_8 + \dot{m}_{12}$$

$$\dot{m}_{15} = 2364 + 222,7 + 776,12 = 3362,82 \text{ kg/h}$$



**Şekil 4.7.** Alçak basınç pompası akım şeması

Bir pompanın adiyabatik verimi, sıvının verilen basınca izantropik hal değişimiyle sıkıştırmak için gerekli isin, gerçek ise oranı biçiminde tanımlanır. Bu bir bağıntı olarak ifade edilirse,

$$\eta_p = \frac{\text{izotropik pompa işi}}{\text{gerçek pompa işi}} \quad (4.5)$$

şeklinde yazılabilir. Basıncı artırılan sıvının kinetik ve potansiyel enerji değişimleri küçük olduğu zaman, adiyabatik pompanın sıkıştırma işi entalpi değişimine eşit olur ve Formül (4.5.) şöyle yazılabilir[47];

$$\eta_p = \frac{v(P_2 - P_1)}{h_2 - h_1} \quad (4.6)$$

**Çizelge 4.4.** Alçak basınç pompası giriş termodinamik özellikleri

<b>Akım Numarası</b>	<b>15</b>
<b><math>\dot{m}</math>(kg/h)</b>	3362,82
<b>P (bar)</b>	8
<b>T (°C)</b>	170,4
<b>h (kJ/kg)</b>	719,09
<b>s (kJ/kgK)</b>	2,0416
<b>v (m<sup>3</sup>/kg)</b>	0,001114

Pompa gücü;

$$w_p = v(P_{16} - P_{15})$$

$$0,001 \frac{m^3}{kg} (1400 - 800) \text{kPa} = h_{16s} - 719,09 \frac{kJ}{kg}$$

$$h_{16s} = 719,69 \frac{kJ}{kg}$$

Bulunan  $h_{16s}$  değeri pompadaki kayıpların hesaba katılmadığı, sabit entropi prosesinde gerçekleşecek çıkış entalpisidir. Pompa verimini %60 olarak düşünüp hesaba katarsak,

$$\eta_p = \frac{(h_{16s} - h_{15})}{h_{16} - h_{15}}$$

$$0,6 = \frac{719,69 - 719,09}{h_{16} - 719,09}$$

$$h_{16} = 720,09 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{W}_p = \dot{m}_{15} (h_{16} - h_{15})$$

$$\dot{W}_p = 3362,82 (720,09 - 719,09)$$

$$\dot{W}_p = 3362,82 \text{ kJ/h} = 0,94 \text{ kW}$$

Dolayısıyla %60 verim ve yaklaşık 1 kW motor gücünde bir pompa yeterli olacaktır. Pompadaki sıkıştırma prosesinde gerçekleşen entropi artışını hesaplamak için aşağıdaki denklemden faydalanılmıştır[47].

$$i = \left[ \frac{1}{\eta_p} - 1 \right] \frac{T_0 \Delta P}{T} = T_0 \Delta s \quad (4.7)$$

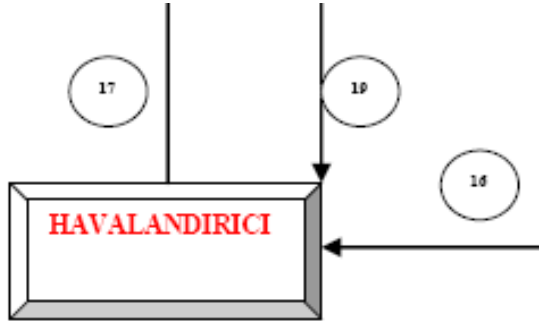
$$\left( \frac{1}{0,6} - 1 \right) \frac{1,1114 \frac{\text{cm}^3}{\text{gr}} \cdot 0,6 \text{ MPa}}{444 \text{ K}} = s_{16} - s_{15} = s_{16} - 2,0416$$

$$s_{16} = 2,0426 \text{ kJ/kgK}$$

**Çizelge 4.5.** Alçak basınç pompası çıkış termodinamik özellikleri

<b>Akım Numarası</b>	<b>16</b>
<b><math>\dot{m}</math>(kg/h)</b>	3362,82
<b>P (bar)</b>	14
<b>T (°C)</b>	170,4
<b>h (kJ/kg)</b>	720,09
<b>s (kJ/kgK)</b>	2,0426
<b><math>\nu</math> (m<sup>3</sup>/kg)</b>	0,001114

#### 4.1.2.5. Havalandırıcı



Şekil 4.8. Havalandırıcı akım şeması

Yoğuşma suyunda oluşacak gazları sistemden uzaklaştırabilmek için türbinden 14 bar basınçta 220°C’de çektiğimiz ara buharla sistemden havalandırıcıya gelen yoğuşma suyunu doyma sıcaklığına ulaştırmaktayız.

Çizelge 4.6. Havalandırıcı termodinamik özellikleri

Akım Numarası	16	17	19
$\dot{m}$ (kg/h)	3362,82	x+3362,82	x
P (bar)	14	14	14
T (°C)	170,7	195,04	220
h (kJ/kg)	720,09	829,97	2855,5
s (kJ/kgK)	2,0426	2,2835	6,6062

$$\dot{m}_{16}h_{16} + \dot{m}_{19}h_{19} = \dot{m}_{17}h_{17}$$

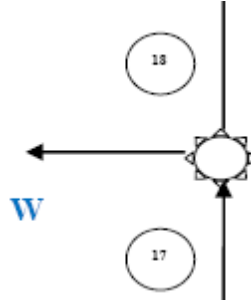
$$3362,82 \frac{\text{kg}}{\text{h}} 720,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + x \cdot 2855,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = (x+3362,82) \frac{\text{kg}}{\text{h}} 829,97 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$x = \dot{m}_{19} = 182,4 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{17} = 182,4 + 3362,82 = 3545,22 \text{ kg/h}$$

#### 4.1.2.6. Yüksek Basınç Pompası

Havalandırıcıdan çıkan 14 bar basıncındaki yoğuşma suyunu kazan çalışma basıncı olan 35 bara çıkarmak kullanılır. Basınçlandırma miktarı 21 bardır.



Şekil 4.9. Yüksek basınç pompası akım şeması

Çizelge 4.7. Yüksek basınç pompası giriş termodinamik özellikleri

<b>Akım Numarası</b>	<b>17</b>
<b><math>\dot{m}</math>(kg/h)</b>	3362,82
<b>P (bar)</b>	14
<b>T (°C)</b>	195,4
<b>h (kJ/kg)</b>	829,97
<b>s (kJ/kgK)</b>	2,2835
<b><math>v</math> (m<sup>3</sup>/kg)</b>	0,001114

Pompa gücü

$$w_p = v(P_{18}-P_{17})=h_{18s}-h_{17}$$

$$0,001 \frac{m^3}{kg} (3500-1400) kPa = h_{18s} - 829,97 \frac{kJ}{kg}$$

$$h_{18s} = 832,07 \frac{kJ}{kg}$$

Bulunan  $h_{18s}$  değeri pompadaki kayıpların hesaba katılmadığı, sabit entropi prosesinde gerçekleşecek çıkış entalpisidir. Pompa verimini % 60 olarak düşünüp hesaba katarsak,

$$\eta_p = \frac{(h_{18s}-h_{17})}{h_{18}-h_{17}}$$

$$0,6 = \frac{832,07-829,97}{h_{18}-829,97}$$

$$h_{18} = 833,47 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{W}_p = \dot{m}_{18} (h_{18}-h_{17})$$

$$\dot{W}_p = 3362,82 (833,47 - 829,97)$$

$$\dot{W}_p = 11769,87 \text{ kJ/h} = 3,27 \text{ kW}$$

Dolayısıyla %60 verim ve yaklaşık 4 kW motor gücünde bir pompa yeterli olacaktır. Pompadaki sıkıştırma prosesinde gerçekleşen entropi artışı ise;

$$i = \left[ \frac{1}{\eta_p} - 1 \right] \frac{T_0 \Delta P}{T} = T_0 \Delta s \quad (4.8)$$



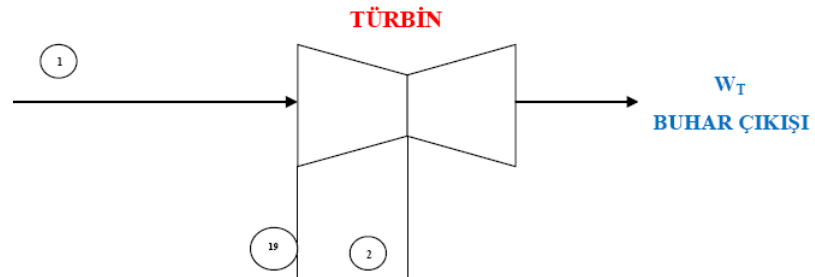
$$\left(\frac{1}{0,6} - 1\right) \frac{1,1114 \frac{\text{cm}^3}{\text{gr}} 2,1 \text{ MPa}}{470 \text{ K}} = s_{18} - s_{17} = s_{18} - 2,2835$$

$$s_{18} = 2,2868 \text{ kJ/kgK}$$

**Çizelge 4.8.**Yüksek basınç pompası çıkış termodinamik özellikleri

<b>Akım Numarası</b>	<b>18</b>
<b><math>\dot{m}</math>(kg/h)</b>	3362,82
<b>P (bar)</b>	35
<b>T (°C)</b>	195,04
<b>h (kJ/kg)</b>	833,47
<b>s (kJ/kgK)</b>	2,2868
<b><math>\nu</math> (m<sup>3</sup>/kg)</b>	0,001114

#### 4.1.2.7. Türbin



**Şekil 4.10.**Türbin akım şeması

Kazandan gelen 35 bar 325°C de kızgın buhar türbine girer. Burada bir kısım enerjile elektrik üretilir. Bir kısım buharda 14 bar basınçla havalandırıcıya gider. Türbin verim %90 olarak düşünülmüştür. Türbine giren kızgın buharın 8 bar

basınçtaki entalpisi su buharı tablosundan 2667,5 kJ/kg olarak okunur. Türbinin gerçek çıkış entalpisi,

$$\eta = \frac{(h_1 - h_2)}{h_1 - h_{2s}}$$

$$0,90 = \frac{(3043,1 - h_2)}{3043,1 - 2667,5}$$

$$h_2 = 2705,06 \text{ kJ/kg}$$

**Çizelge 4.9.** Türbin termodinamik özellikleri

<b>Akım Numarası</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>19</b>
<b><math>\dot{m}</math>(kg/h)</b>	3362,82	3180,42	182,4
<b>P (bar)</b>	35	14	14
<b>T (°C)</b>	325	170,7	220
<b>h (kJ/kg)</b>	3043,1	2705,06	2855,5
<b>s (kJ/kgK)</b>	6,5588	6,6616	6,6062

Türbinde üretilen güç ise;

$$\dot{w}_t = \dot{m}_1 h_1 - (\dot{m}_2 h_2 + \dot{m}_{19} h_{19})$$

$$\dot{w}_t = 3362,82 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 3043,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} - (3180,42 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 2705,06 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} + 182,4 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 2855,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}})$$

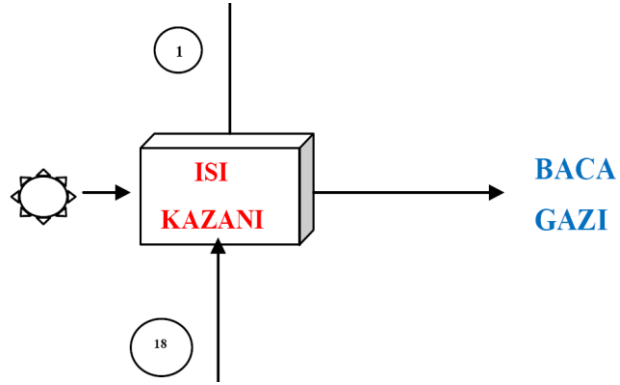
$$\dot{w}_t = 1109327,41 \text{ kJ/kg} = 308 \text{ kW}$$

Çizelge E.18' de görüleceği gibi Havalimanında ortalama aylık elektrik tüketimi 150.000 kW civarındadır. Saatlik elektrik tüketimi ise

$$150000 \frac{\text{kW}}{\text{ay}} \frac{1 \text{ ay}}{30 \text{ gün}} \frac{1 \text{ gün}}{24 \text{ sa.}} = 209 \text{ kW}$$

olur. Dolayısıyla türbinde üretilen 308 kW lık elektrik enerjisi Havalimanının ihtiyacını karşılamaya yetecektir.

#### 4.1.2.8. Buhar Kazanı



Şekil 4.11. Buhar kazanı akım şeması

Kazanda LNG nin (sıvılaştırılmış doğalgaz) yakılmasıyla, ısı kazanına gelen yoğuşma suyundan 35 bar 325<sup>o</sup>C de kızgın buhar elde edilir.

Çizelge 4.10. Buhar kazanı termodinamik özellikleri

Akım Numarası	18	1
$\dot{m}$ (kg/h)	3362,82	3362,82
P (bar)	35	35
T ( <sup>o</sup> C)	195,04	325
h (kJ/kg)	833,47	3043,1
s (kJ/kgK)	2,2868	6,5588

Isıtma kazanına gerekli olan enerji miktarı ise;

$$\dot{Q} = \dot{m}(h_1 - h_{18}) = 3362,82 (3043,1 - 833,47)$$

$$\dot{Q} = 7430588 \text{ kJ/h} \cdot \frac{1 \text{ kcal}}{4,1868 \text{ kJ}} = 1774765 \text{ kcal} = 2.064 \text{ Kw}$$

Trijenerasyon sisteminin tüm akım noktalarındaki termodinamik değerleri ise Çizelge 4.11. de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.11.** Trijenerasyon sistemindeki tüm akımların termodinamik özellikleri

Akım No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\dot{m}(\text{kg/h})$	3362,82	3180,42	2365	2365	55	55	222,7	222,7	2066	2066
<b>P (bar)</b>	35	14	8	8	5	5	8	8	5	5
<b>T (°C)</b>	325	170,7	170,4	170,4	70	90	170,4	170,4	10	60
<b>h (kJ/kg)</b>	3043,1	2705,06	2667,5	719,09	293,45	377,37	2667,5	719,09	42,51	251,58
<b>s (kJ/kgK)</b>	6,5588	6,6616	6,6596	2,0416	0,9549	1,1926	6,6596	2,0416	0,151	0,831

Akım No	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$\dot{m}(\text{kg/h})$	776,12	776,12	90107	90107	3362,82	3362,82	3545,22	3362,82	182,4
<b>P (bar)</b>	8	8	5	5	8	14	14	35	14
<b>T (°C)</b>	170,4	170,4	12	6	170,4	170,4	195,04	195,04	220
<b>h (kJ/kg)</b>	2667,5	719,09	50,89	25,72	719,09	720,09	829,97	833,47	2855,5
<b>s (kJ/kgK)</b>	6,6596	2,0416	0,1804	0,091	2,0416	2,0426	2,2835	2,2868	6,6062

#### 4.1.2.9. Sistemde Kullanılacak Yakıt Miktarı

Sistemde yakıt olarak LNG (sıvılaştırılmış doğalgaz) kullanılacaktır. LNG nin ısıl değeri 9155 kcal/m<sup>3</sup>tür. Tüketilen yıllık LNG miktarı şu formülle hesaplanır;

$$B_y = \frac{\dot{Q}_k \cdot Z_g \cdot Z_y}{2 \cdot H_u \cdot \eta_k} \quad (4.9)$$

Burada  $\dot{Q}_k$  kazan kapasitesi,  $Z_g$  günlük çalışma saati,  $Z_y$  yıllık çalışma günü,  $H_u$  yakıt alt ısıl değeri,  $\eta_k$  kazan ısıl verimidir.

$$B_y = \frac{1774765 \text{ kcal} \times 10 \text{ saat} \times 360 \text{ gün}}{2 \times 9155 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3} \times 0,90} = 387.715 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

#### 4.1.2.10. Mevcut Sitemle Trijenerasyon Sisteminin Maliyet Karşılaştırması ve Öneriler

Havalimanında bulunan mevcut sistem ile kurulması tasarlanan trijenerasyon sisteminin maliyet karşılaştırılması yapıldığında yıllık tasarrufun yaklaşık 344.300 TL civarında olduğu görülmektedir. Bu ise 4.330.000 TL lik yatırım maliyeti göz önüne alındığında yaklaşık 12 yılda sistem kendisini amorti edecektir. Sistemin ömrünün 25 yıl olduğu düşünülürse geriye kalan 13 yılda yaklaşık 4.400.000 TL tasarruf edilecektir. Çizelge (4.12)' de, Havalimanında bulunan mevcut sistemle, tasarlanan trijenerasyon sisteminin maliyet karşılaştırılması verilmiştir.

**Çizelge 4.12.** Maliyet karşılaştırılması

Mevcut Sistem		
	Miktar	Tutar (TL) (2013 Kasım ayına göre)
Kalorifer Yakıtı (kg)	190.000	418.000
Elektrik Enerjisi (kWh)	1.700.000	493.000
Jeneratör Motorin (kg)	4.000	14.813
		925.813

Trijenerasyon Sistemi				
Yatırım Maliyeti (TL)			Miktar (m3)	Tutar (TL)
Trijenerasyon Sistemi (1kW $\cong$ 750 €)	4.180.000	LNG Sarfiyatı	387.715	581.500
LNG Dönüşümü	150.000			
	4.330.000			581.500

Yıllık Tasarruf (TL)	344.300
Amortisman Süresi	12 yıl

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Nevşehir Kapadokya Havalimanı yakınındaki yerleşim yerleri olan Tuzköy Kasabası ve Gülşehir İlçelerinde yapılan gürültü ölçümlerinde  $L_{gündüz}=65$  dB(A) ve  $L_{akşam}=60$  dB(A) sınırlarının aşılmadığı görülmüştür. Havalimanına gece saat 23.00'dan sonra tarifeli uçuş yapılmaması sebebiyle bu saatten sonra gürültü ölçümü yapılmamış, dolayısıyla  $L_{gece}$  değerleri irdelenememiştir. Ancak bulgulardan açıkça görülmektedir ki 23:00-07:00 arasında yapılacak gece uçuşlarında  $L_{gece}=55$  dBA sınır değeri, hem Tuzköy'de, hem de Gülşehir'de aşılacaktır. Bu sebeple;

- Daha sessiz uçak üretimi ve kullanımı hususunda önlemler alınması gereklidir.
- Yapılarda ses yalıtımı yapılmalı ve çift cam kullanılmalıdır.
- 1-1 pistinden Gülşehir istikametine doğru olan uçuşlarda, uçuş operasyon tekniğinden kaynaklanan sebeplerle kalkış maksimum hız limit 205 knot ( $1\text{knot}=1,852$  km/sa) olarak belirlenmesine rağmen, 2-9 pistinden Tuzköy Kasabası istikametine doğru olan kalkışlarda herhangi bir kalkış hız limiti belirlenmemiştir. Tuzköy' de yapılan ölçüm çalışmalarında kalkış esnasında gürültü seviyelerinin daha fazla olması sebebiyle, özellikle gece saatleri için bu yöne doğru yapılan kalkışlarda maksimum kalkış hız limitleri getirilebilir.
- Gürültü yayılma alanlarında farklı zemin örtüleri kullanılarak gürültünün etkileri azaltılabilir.
- Şekil (2.6)'da gösterildiği şekilde uçuş operasyonuna yönelik önlemler alınabilir.

Emisyonlarla ilgili olarak, uçak trafiğindeki azlık sebebiyle uçaklardan kaynaklanan emisyon miktarları oldukça azdır. Diğer emisyon kaynaklarından olan ısı merkezi baca gazları emisyon miktarları da ilgili yönetmelikteki sınır değerleri aşmamaktadır. Ayrıca Havalimanı içerisindeki tüm araçların egzoz emisyon kontrolleri her yıl düzenli olarak yaptırılmakta ve kontrol edilmektedir. Havaalanları, çeşitli önlemler alarak emisyonların azaltılmasında katkıda bulunabilirler:

- Uçak taksi sürelerini, uçakların gereksiz yere rölantide bırakılmasını ve kapıda beklemelerini azaltmak üzere optimal düzeye getirilmiş havaalanı tasarımı,

- Geliştirilmiş ekipman bakımı, lojistiğin optimal düzeye getirilmesi, katalitik konverterlerin, tesis edilmesi, elektrikle çalışan araçların ve yakıt pili teknolojisinin uygulamaya konulması ve kapılarda sabit elektrik yer gücüne dönüştürme yoluyla daha temiz ve daha verimli yer destek ekipman operasyonları,
- Toplu taşımanın, trenlerin ve diğer elektrikli araçların ve hatta bisikletlerin kullanımını teşvik ederek yolcular, ziyaretçiler ve personel için temiz havaalanı erişimi, birlikte çalışanların arabalarını nöbetleşe kullanmalarını teşvik etmek,
- Bagaj işlem sistemlerinin, yolcu taşıma bantlarının, yürüyen merdivenlerin, klima tertibatının ve aydınlatmanın elektrik tüketiminin izlenmesi,
- Jeotermal enerji kullanımı, geri dönüşümlü olmayan malzemelerin yakılması, güneş enerjisi ve kombine ısı ve elektrik tesislerinin kullanımı gibi alternatif ısıtma yöntemleri,
- Isıtma, aydınlatma ve havalandırma sistemi için otomatik sistemlerle desteklenen ofis binalarında enerji saklama,
- Enerji tasarruflarını artırmaya yönelik çevre bilinci kampanyaları,
- Tüm makine ve ekipmanların motorlarının ve egzoz sistemlerinin ilgili kanunlarda belirtilen emisyon limitlerini aşmamaları için üretici firmanın gösterdiği şekilde bakımının yapılması,
- Makine ve ekipmanların motorlarının gereksiz yere çalışır durumda bırakılmaması,
- Herhangi bir alana sabitlenerek kullanılacak makine ve ekipmanların (ör: jeneratör) egzozlarının, çıkan gazların yeterli dağılımını sağlamak için yeterli yükseklikte bulunacak şekilde yerleştirilmesi,

Havalimanında oluşan atıklarla ilgili olarak atıkların uygun bir şekilde ayrıştırıldığı, depolandığı ve geri dönüşüm firmalarına teslim edildiği görülmüştür. Kış aylarında uçakların buzlanmasını önleyen de-icing uygulama alanı oluşturulmuş ve atık sıvının toprağa karışmadan uygun bir şekilde biriktirilmesi sağlanmıştır.

Bu çalışmada tasarımı yapılan trijenerasyon sisteminin kurulması halinde yıllık yaklaşık 344.000.-TL tasarruf sağlanacağı ve bu tasarrufla sistemin kendisini 12 yılda amorti edebileceği hesaplanmıştır.

Hızla nüfusu artan dünyada, enerji kaynaklarının insanlar tarafından bilinçsizce tüketilmesi sonucunda, kaynakların tükenmesi ve çevre sorunları ile karşılaşmıştır. Çevre sorunları en önemlileri hava, su, toprak ve gürültü kirliliğidir. İnsanların çeşitli aktiviteleri sonucunda meydana gelen ve sera gazları olarak nitelenen bazı gazların, atmosferde yoğun bir şekilde artması sonucunda, yeryüzüne yakın atmosfer tabakaları ile yeryüzü sıcaklığının yapay olarak artmasıyla küresel ısınma meydana gelmiştir. Bu ısınmanın sonucunda, kara ve deniz buzullarının erimesi, kar ve buz örtüsünün alansal daralması, deniz seviyesinin yükselmesi, şiddetli hava olaylarının sıklığının ve şiddetinin artması, kuraklık, çölleşme, salgın hastalıkların ve zararlıların artması gibi, dünya ölçeğinde sosyoekonomik sektörleri, ekolojik sistemleri ve insan yaşamını doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyecek önemli sonuçların olacağı öngörülmektedir.

Dünyada su tüketimi hızla artarken çevre kirliliğinin de artması sonucunda su kaynakları da azalmaktadır. 1900 yılından bu yana dünya sulak arazilerinin yarısı kaybolmuştur.

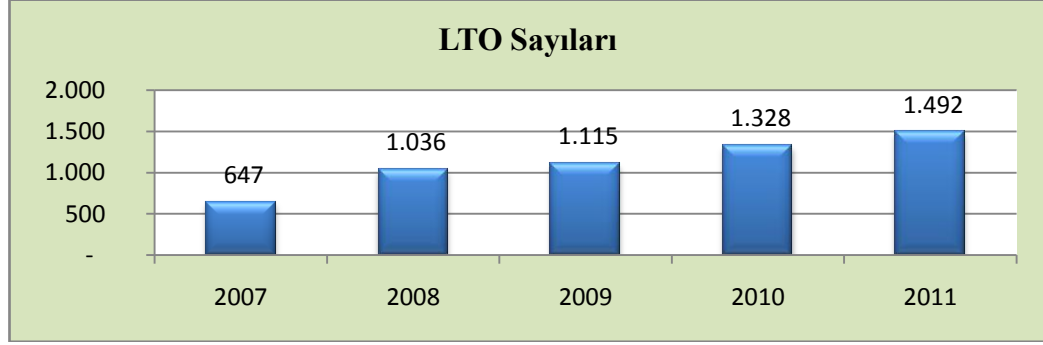
Fosil yakıt rezervlerinin hızla ve bilinçsizce tüketilmesi sonucunda, yapılan tahminlere göre, rezervlerinin kullanılabilir süreleri petrol için 40 yıl, doğalgaz için 65 yıl ve kömür için 155 yıldır. Dolayısıyla alternatif enerjilerin gündeme gelmesi kaçınılmaz olmaktadır.

Tüm dünyayı etkileyen çevre sorunlarının kaynaklarından biri olan havaalanlarında da hava, su, toprak ve gürültü kirliliğinin azaltılması ve giderilmesi konusuna hassasiyet gösterilmesi gerekmektedir. Bu hassasiyetin bir sonucu olan “Yeşil Havaalanı Projesi” nin hayata geçirilmesiyle çevre dostu havaalanları oluşmaya başlamıştır. Çalışmada model olarak seçilen Nevşehir Kapadokya Havalimanı, çevreye etkileri en aza indirgenmiş bir kuruluş olarak çevreye sosyal ve ekonomik açıdan katkıda bulunacaktır.

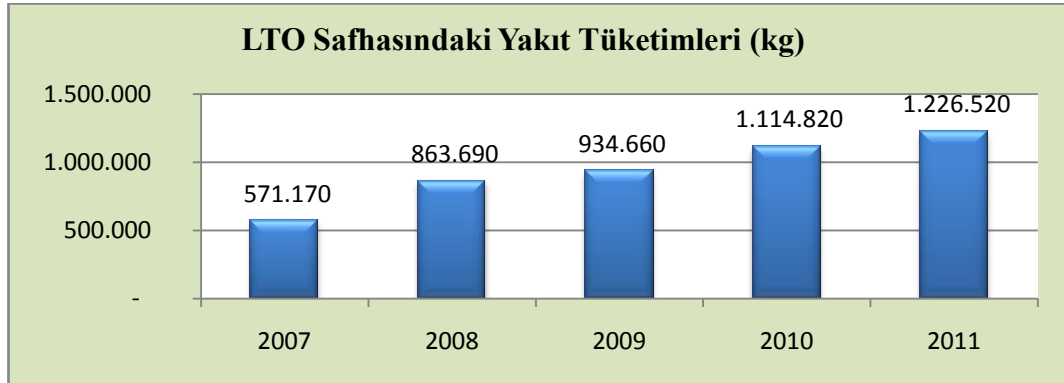


## EKLER

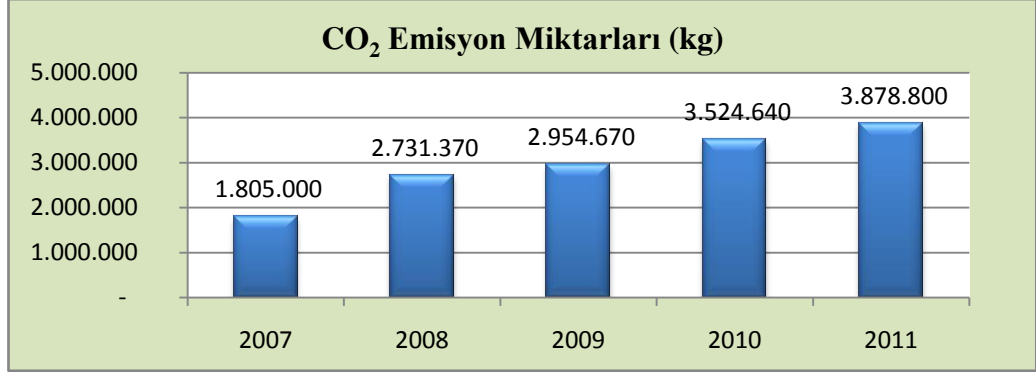
EK-1: Nevşehir Havalimanında için 2007-2011 yılları için hesaplanan emisyonlar ve enerji tüketimleri



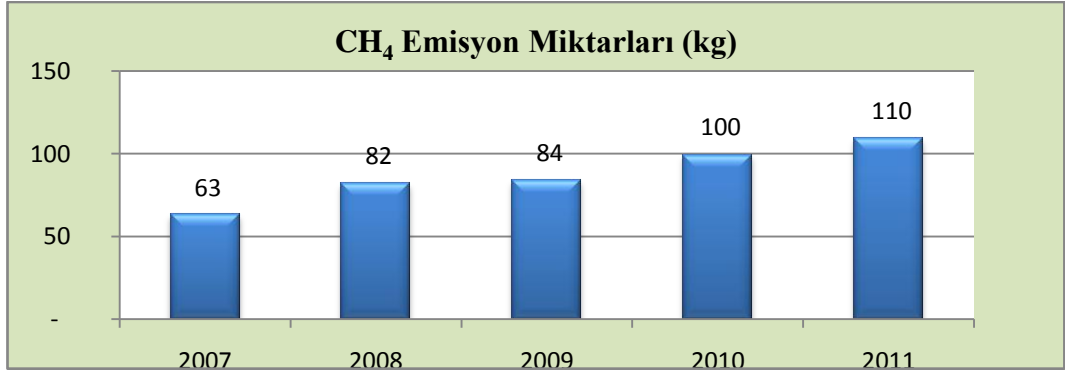
Şekil E.1. LTO sayıları



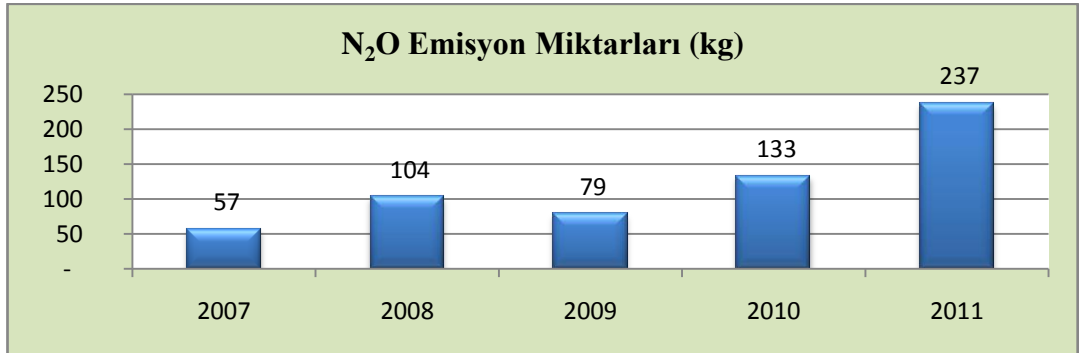
Şekil E.2. LTO safhasındaki yakıt tüketimleri



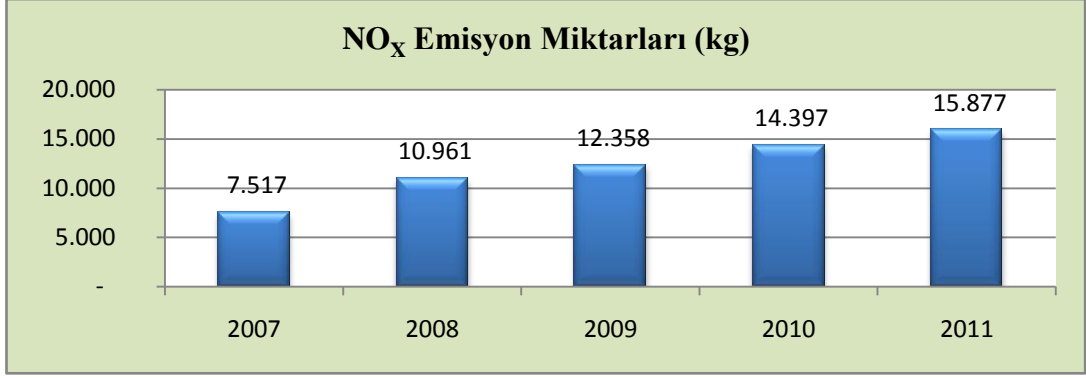
Şekil E.3. CO<sub>2</sub> emisyonları



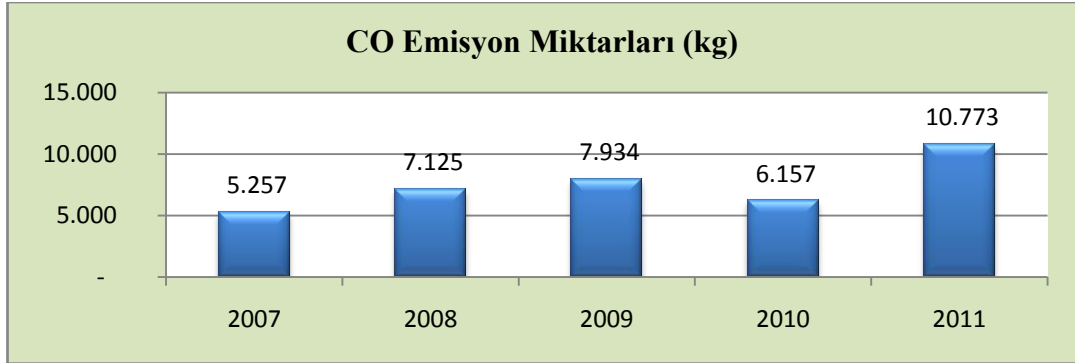
Şekil E.4. CO<sub>4</sub> emisyonları



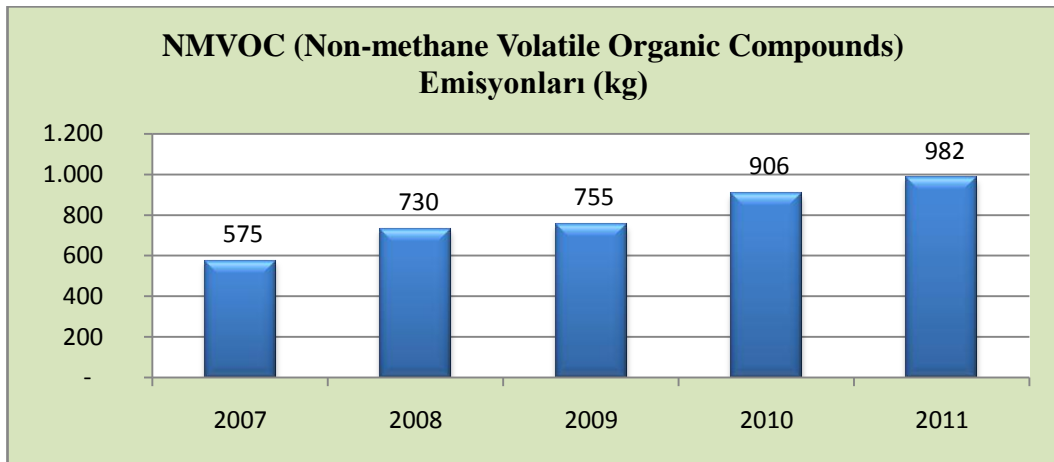
Şekil E.5. N<sub>2</sub>O emisyonları



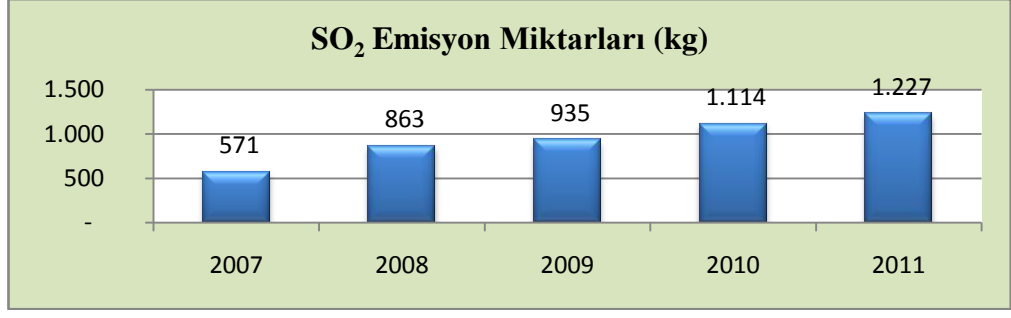
**Şekil E.6.** NO<sub>x</sub> emisyonları



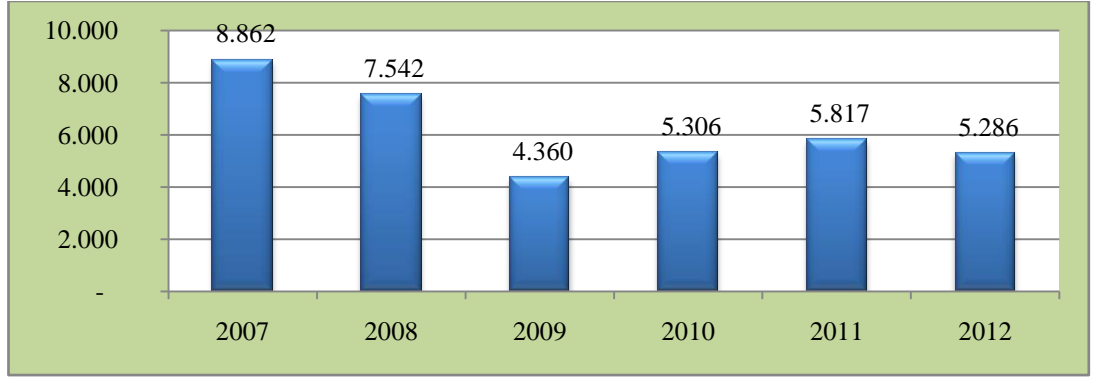
**Şekil E.7.** CO emisyonları



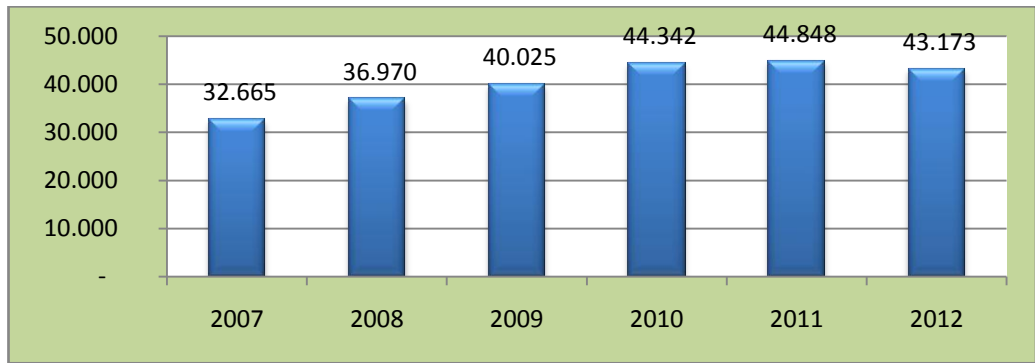
**Şekil E.8.** NMVOC emisyonları



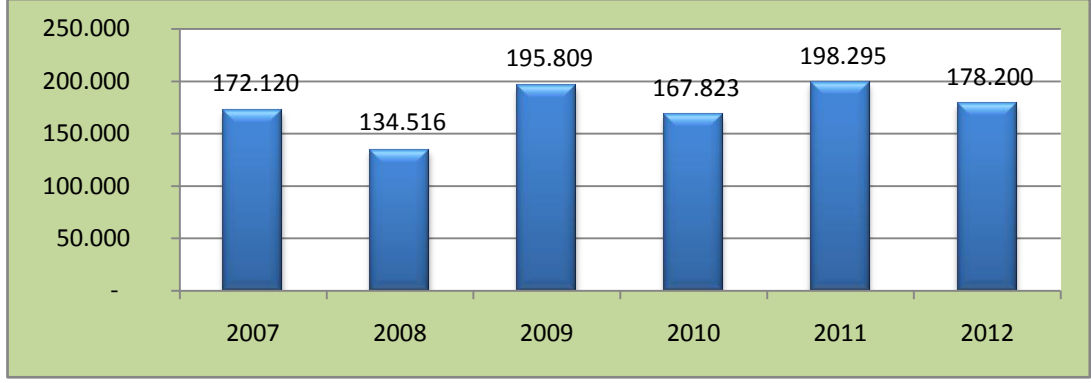
**Şekil E.9.** SO<sub>2</sub> emisyonları



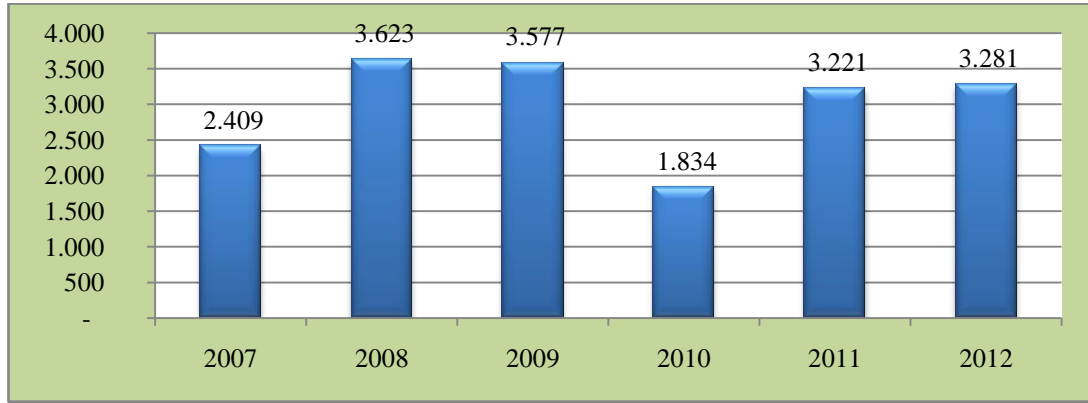
**Şekil E.10.** Toplam kurşunsuz benzin tüketimleri (lt)



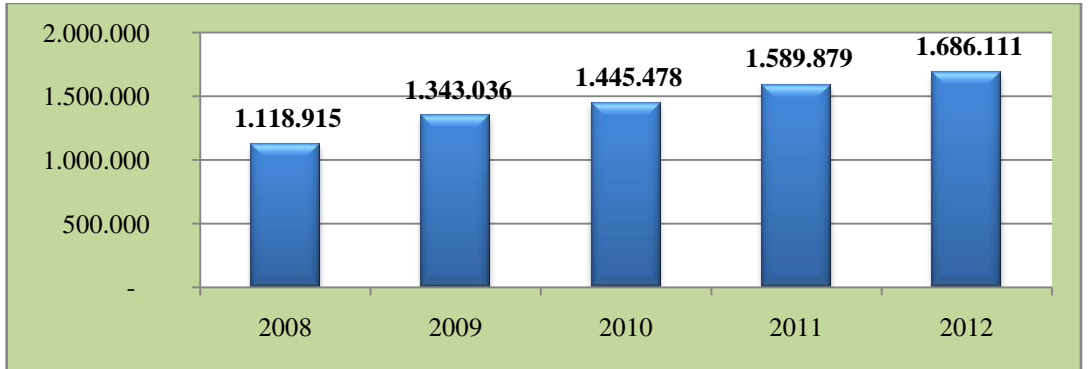
**Şekil E.11.** Toplam motorin tüketimleri (lt)



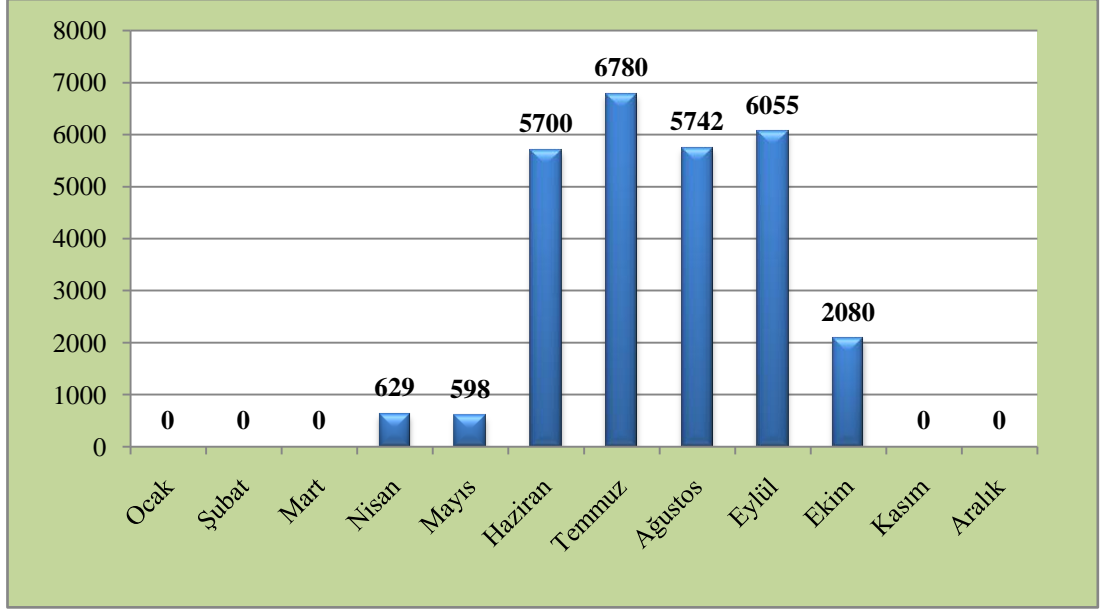
Şekil E.12. Toplam kalorifer yakıtı (Fuel-Oil 4) tüketimleri (lt)



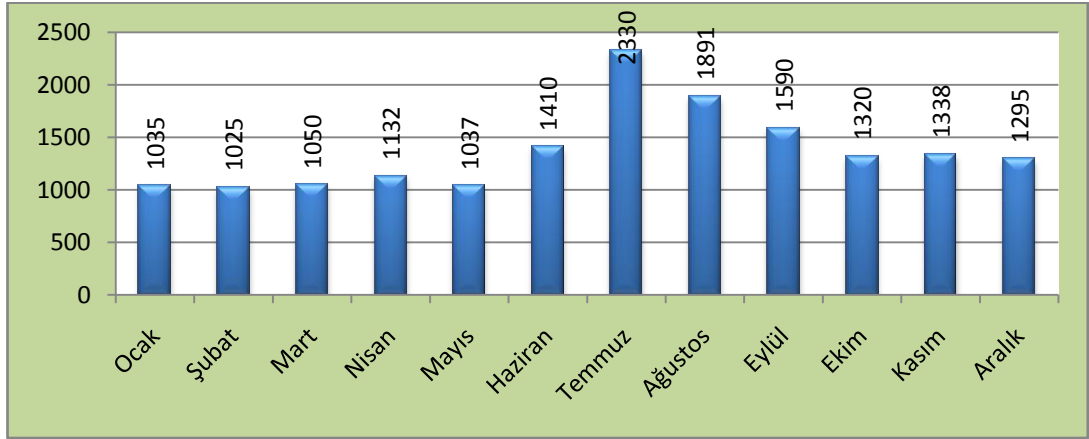
Şekil E.13. Toplam elektrojen grupları motorin tüketimleri (lt)



Şekil E.14. Toplam elektrik sarfiyatı (kwh)

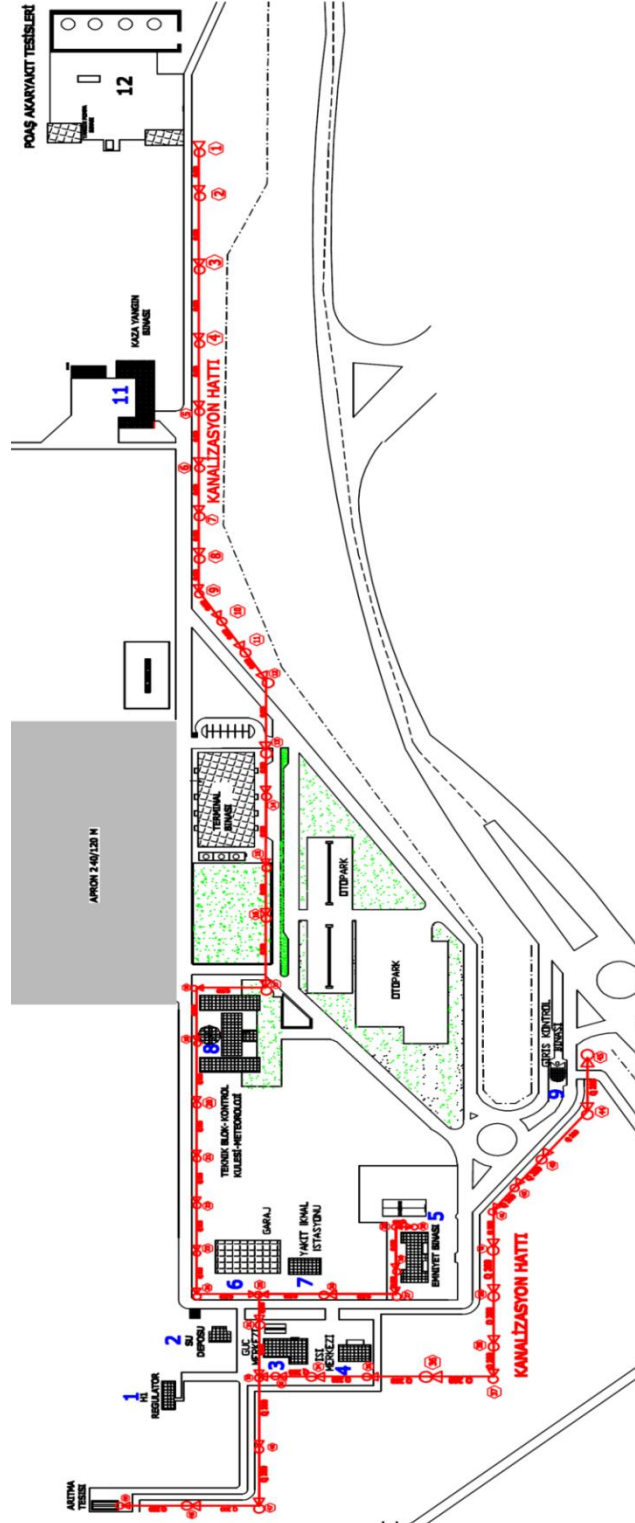


Şekil E.15. Bahçe sulama için kullanılan su tüketimleri (lt)

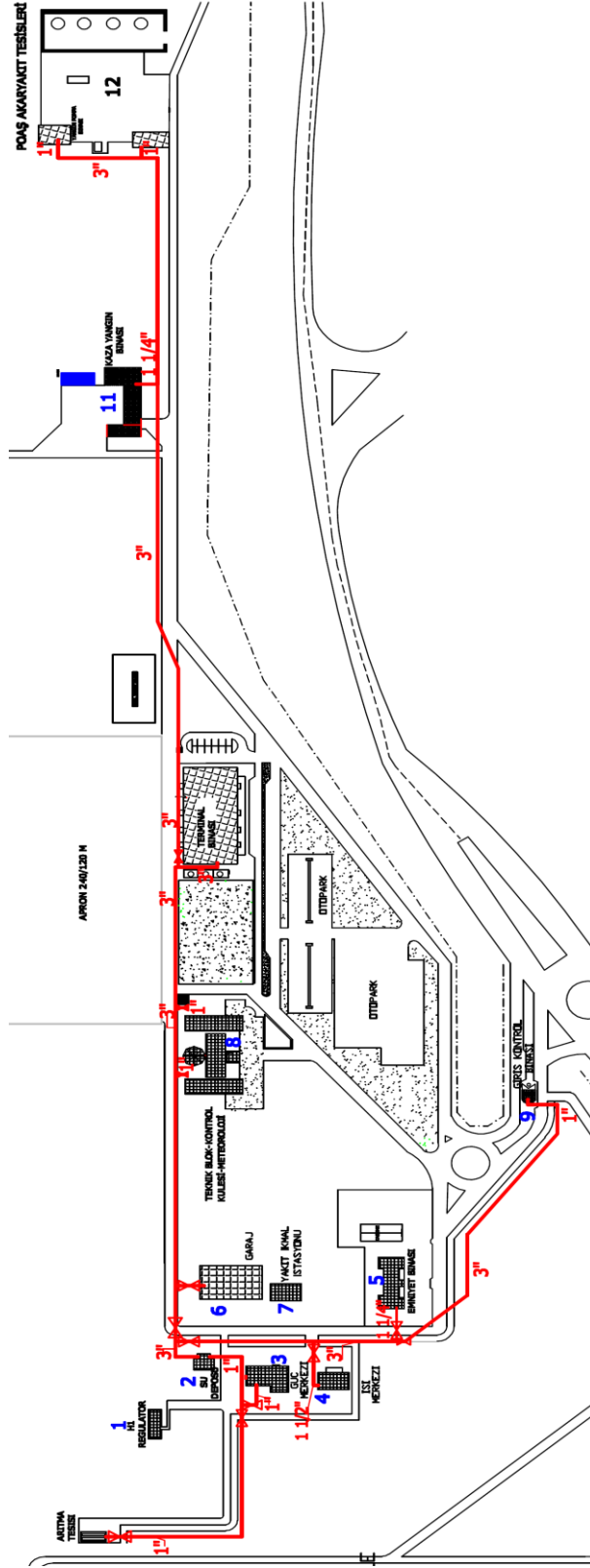


Şekil E.16. Aylara göre içme suyu hattında kullanılan su tüketimleri (lt)

EK-2 : Nevşehir-Kapadokya Havalimanı Tesisat Hat Şemaları

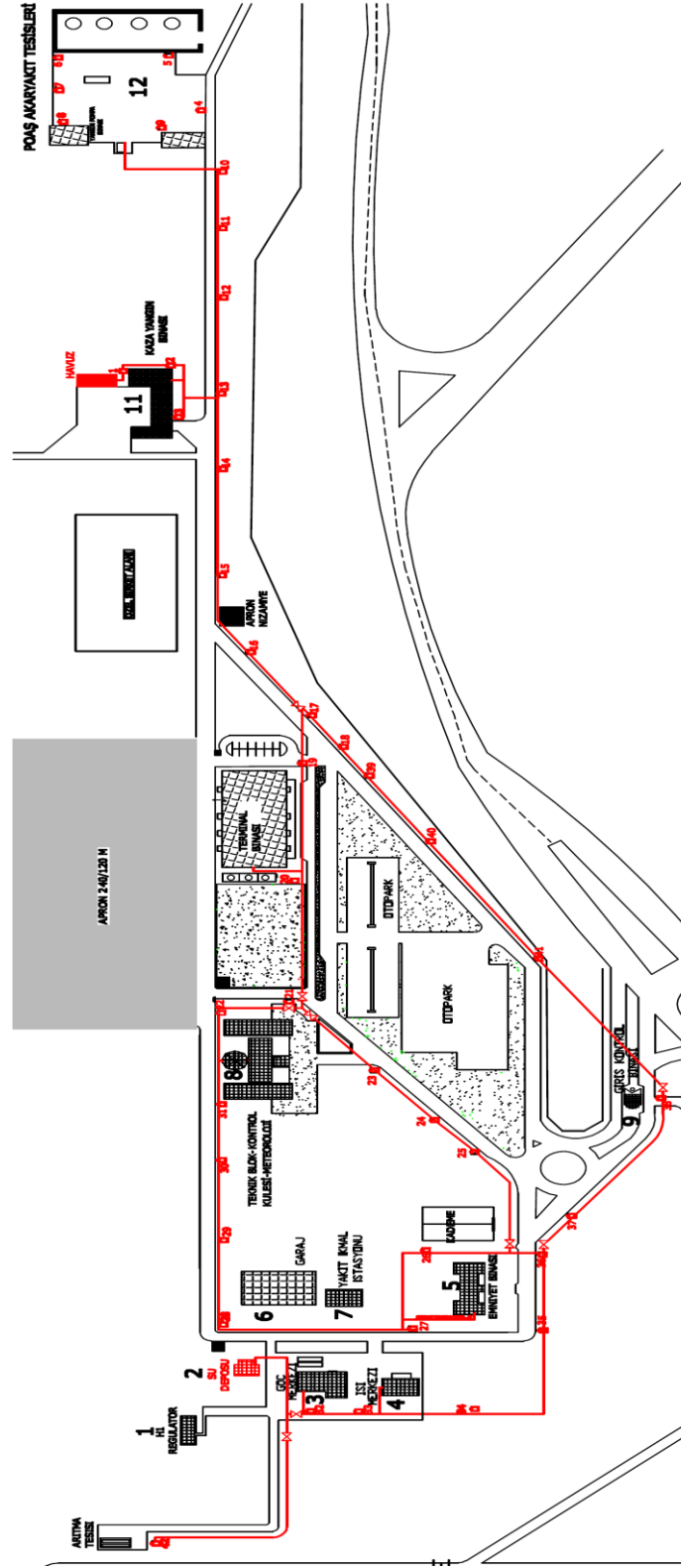


Şekil E.17.Kanalizasyon hattı şeması



Şekil E.18.İçme suyu hattı şeması





Şekil E.19. Yangın hidrant hattı şeması

EK-3 :Yeşil Havaalanı Projesi Uygulama Esasları

T.C.  
ULAŞTIRMA BAKANLIĞI  
Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü

Sayı : B.11.1.SHG.0.10.01.08-3311-3715 / 16178

17.12.2010

Konu : Yeşil Havaalanı (Green Airport) Projesi

DEVLET HAVA MEYDANLARI İŞLETMESİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜNE

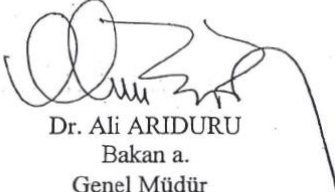
İlgi : 15/12/2010 tarih ve B.11.1.SHG.0.10.01.07-3111/3698/16031 sayılı Bakanlık Oluru.

Bilindiği üzere, 25/06/2009 tarihli ve 9416 sayılı Makam Oluru ile Genel Müdürlüğümüz tarafından, havaalanlarında faaliyet gösteren kuruluşların çevreye verdikleri veya verebilecekleri zararların sistematik bir şekilde azaltılması ve mümkün ise ortadan kaldırılması için "Yeşil Havaalanı (Green Airport) Projesi" başlatılmış olup; Söz konusu Makam Oluru'nda belirtilen şartları yerine getiren kuruluşların Genel Müdürlüğümüze ödeyecekleri yetki belgesi, ruhsat, sertifika gibi izin belgelerinin temdit ücretlerine %20 indirim yapılmasına, bir havaalanındaki tüm kuruluşların söz konusu şartları yerine getirmesi halinde ise o havaalanına "Yeşil Havaalanı" unvanı verilmesine, "Yeşil Havaalanı" unvanı almış havaalanında hizmet veren kuruluşlara Genel Müdürlüğümüz tarafından verilen yetki belgesi, ruhsat, sertifika gibi izin belgelerinin temdit ücretlerinde %50 indirim yapılmasına karar verilmiştir.

"Yeşil Havaalanı (Green Airport) Projesi"nin başlatıldığı günden itibaren birçok kuruluş tarafından talep görmesinin, Genel Müdürlüğümüzün bu konudaki çalışmalarının başarıya ulaştığının bir göstergesi olduğu düşünülmekle beraber; söz konusu projenin geliştirilmesi ve daha iyi şartlarda uygulanabilmesi amacıyla çeşitli düzenlemelerin yapılması ihtiyacı hasıl olmuş ve bu kapsamda İlgi'de kayıtlı, 15/12/2010 tarihli ve 16031 sayılı Bakanlık Oluru ile "Yeşil Havaalanı (Green Airport) Projesi"nde düzenleme yapılmıştır.

Bu kapsamda, Yeşil Kuruluş" unvanı almış kuruluşların 30/12/2011 tarihine kadar yeni düzenlemelere uyum sağlayarak proje kapsamında istenen belgeleri Genel Müdürlüğümüze göndermesi; proje kapsamında Genel Müdürlüğümüze başvuruda bulunmuş ancak henüz "Yeşil Kuruluş" unvanı almamış kuruluşların ise yeni düzenlemeler doğrultusunda yeniden başvuru yapması gerekmektedir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

  
Dr. Ali ARIDURU  
Bakan a.  
Genel Müdür

EK:

- İlgi'de kayıtlı Bakanlık Oluru örneği (7 Sayfa)

DAĞITIM:

-İlgili kurum ve kuruluşlar

# YEŞİL HAVAALANI PROJESİ UYGULAMA ESASLARI

## 1. TANIMLAR VE KISALTMALAR

- 1.1 AYP: Atık Yönetim Planı.
- 1.2 Birinci (1.) sınıf emisyon: İşletmenin doğrudan kontrolü altında olan emisyonlar.
- 1.3 ÇYSEK: Çevre Yönetim Sistemi Elkitabı.
- 1.4 Form / formlar: Yeşil Havaalanı Projesi Başvuru Dosyası İnceleme Formu, Yeşil Havaalanı Projesi Mahallinde İnceleme Formu, AYP, Atık Teslim Kayıt Formu gibi SHGM tarafından proje kapsamında yayımlanmış ve müteakip süreçte yayımlanabilecek formlar.
- 1.5 İkinci (2.) sınıf emisyon: Elektrik, ısınma, buhar ve benzeri gibi işletmenin doğrudan kontrol edemediği; ancak, kendi faaliyetleri sırasında oluşan emisyonlar.
- 1.6 İşletme: 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu ve 5431 sayılı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun kapsamında yetkilendirilmiş havacılık işletmesi.
- 1.7 Proje: Yeşil Havaalanı Projesi.
- 1.8 SGYP: Sera Gazı Yönetim Planı.
- 1.9 SHGM: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü.
- 1.10 Şirket: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca verilen Çevre Danışmanlık Yeterlik Belgesi'ne sahip şirketler.

## 2. YEŞİL HAVAALANI PROJESİ BAŞVURULARI

- 2.1 Başvurular yalnızca şirketler tarafından, yalnızca havaalanında bulunan işletmeler için yapılacaktır.
- 2.2 Şirketler:
  - Mahallindeki uygulamaları incelemelidir.
  - Uygulamaları ve formlarda belirtilen hususları ispatlayıcı resim ve benzeri tüm belgeleri içerecek şekilde başvuru dosyasını eksiksiz hazırlamalıdır.
  - Formları, formlarda belirtilen şekilde doldurmalıdır.
- 2.3 Formlar, şirket yetkilisi tarafından imzalanmalı ve kaşelenmeli / mühürlenmelidir.

- 2.4 Şirketler tarafından hazırlanan başvuru dosyası, sayısal ortamda (CD, DVD ve benzeri materyal içerisinde, imzalı belgelerin taranması suretiyle) SHGM'ye gönderilecektir. Formlar ise fiziksel ortamda da SHGM'ye gönderilecektir.
- 2.5 SHGM tarafından, formlarda, başvuru dosyasında veya mahallinde yapılabilecek incelemeler neticesinde eksiklik ve/veya hatalı uygulama yapıldığının tespit edilmesi durumunda, şirket tarafından proje kapsamında yapılacak yeni başvurular 6 (altı) ay süreyle kabul edilmeyecektir. Ayrıca, işletme de başka bir şirket aracılığıyla 6 (altı) ay süreyle müracaatta bulunamayacaktır.
- 2.6 Başvurular, SHGM bünyesinde oluşturulmuş / oluşturulacak olan "Yeşil Havaalanı Projesi Değerlendirme Komisyonu" tarafından değerlendirilecektir.

### **3. PROJE KAPSAMINDA YERİNE GETİRİLECEK HUSUSLAR**

#### **3.1 Tüm İşletmelerin Sağlaması Gereken Hususlar**

3.1.1 İşletme tarafından ÇYSEK oluşturulmalıdır. Çevre Sorumlusu ve üst yönetim tarafından onaylanacak olan ÇYSEK, işletme tarafından belirlenebilecek diğer hususlarla beraber şu hususları da içermelidir:<sup>1</sup>

3.1.1.1 Amaç.

3.1.1.2 Kapsam.

3.1.1.3 Yükümlülükler.

3.1.1.4 İşletmenin adı, iletişim bilgileri.

3.1.1.5 Çevre politikası.<sup>2</sup>

3.1.1.6 Çevre amaçları.

3.1.1.7 Çevre hedefleri.<sup>3</sup>

3.1.1.8 Risk analizinin yapılma yöntemlerine ilişkin açıklayıcı bilgiler.

3.1.1.9 AYP'ye ilişkin özet bilgiler.<sup>4</sup>

---

1 Çevre Yönetim Sistemi Elkitabı, "Yeşil Havaalanı" Projesi kapsamında uygulanacak usul ve esasları belirleyeceğinden genel hususları içermelidir. Açıklayıcı bilgiler ise Ek olarak verilmelidir.

2 Çevre politikası, İşletme içerisinde ve çalışma alanlarında, tüm kullanıcılar tarafından görülebilecek şekilde muhtelif bölgelere asılmalıdır. Çevre politikasının muhtelif bölgelere asılacak nüshaları üzerinde, çevre sorumlusunun iletişim bilgileri yer almalıdır.

3 Hedef değerlerin belirli dönemler için belirlendiği ve bu değerlerin AYP'de yer aldığı belirtilmelidir. Ayrıca, AYP'de yer alan hedef değerlerin sağlanamaması durumunda uygulanacak usul ve esaslar da bu bölümde belirtilmelidir.

4 AYP, Çevre Yönetim Sistemi Elkitabı'ndan bağımsız, Ek olarak sunulmalıdır. Özet bilgiler ise, AYP'nin oluşturulmasında ve güncellenmesinde, AYP kapsamında yapılacak kayıt işlemlerinde, AYP'nin her güncellenmesi halinde SHGM'ye gönderilmesinde ve işletme ve/veya SHGM ile diğer ilgililer tarafından gerekli görülen diğer hususlarda uygulanacak usul ve esasları içermelidir.

- 3.1.1.10 Atıkların toplanması, geçici depolanması,<sup>5</sup> taşınması ve bertaraf edilmesinde uygulanacak usul ve esaslar.
- 3.1.1.11 Risk analizlerinin yapılma usullerine ilişkin açıklayıcı bilgiler.
- 3.1.1.12 Çevre sorumlusunun görev, yetki ve sorumlulukları; organizasyon şemasında birim olarak yeri; alması gereken eğitimler ve bu eğitimlerin önemini açıklayıcı bilgiler.<sup>6</sup>
- 3.1.1.13 Çevre sorumlusuna ulaşımın gerekebileceği durumlar.
- 3.1.1.14 İşletme içinden ve/veya dışından kişilerin, herhangi bir olumsuzluğu, şikayeti, öneriyi veya diğer hususları çevre sorumlusuna aktarmasının önemini açıklayıcı bilgiler.
- 3.1.1.15 Çevre sorumlusu ve daha üst yönetim ile ilgili birimler tarafından yapılabilecek denetlemeler ve bu denetlemeler sonucu tespit edilen bulguların giderilmesine yönelik yapılacak işlemlere ilişkin açıklayıcı bilgiler.
- 3.1.1.16 İşletme tarafından, yaşanan / yaşanabilecek olumsuzlukların giderilmesine yönelik alınacak tedbirlere ve bu tedbirlere uyulmaması durumunda uygulanacak yaptırımlara ilişkin açıklayıcı bilgiler.
- 3.1.1.17 Olası acil durumlar ve müdahalelere ilişkin açıklayıcı bilgiler.
- 3.1.1.18 İşletmede atık oluşan bölgeler ile geçici depolama alanlarını gösteren vaziyet planı.<sup>7</sup>

3.1.2 İşletme tarafından ÇYSEK Ek'i olarak oluşturulacak AYP doğrultusunda:

- Evsel katı atıklar, park, bahçe ve yeşil alanlardan atılan bitki atıkları, iri katı atıklar, zararlı atık olmamakla birlikte evsel katı atık özelliklerine sahip sanayi ve ticarethane atıkları, evsel atık su arıtma tesislerinden elde edilen (atılan) arıtma çamurları ile ilgili tüm uygulamalarda, 05/04/2005 tarihli ve 25777 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen hususların dikkate alınması,
- Plastik, metal, cam, kağıt-karton, kompozit ve benzeri malzemelerden yapılmış bütün ambalajlar ve bu ambalajların atıkları ile ilgili tüm uygulamalarda, 24/06/2007 tarihli ve 26562 sayılı Resmi Gazete'de

<sup>5</sup> Geçici depolama ile ilgili kayıtların tutulması: Kapsamına girdiği yönetmelik ve/veya diğer mevzuat hükümlerinde azami geçici depolama süreleri belirtilmiş tüm atıkların geçici depolama alanlarında, herhangi bir olumsuzluğa mahal vermemek için söz konusu süreler, depolamayı gerçekleştiren kişilerin rahatlıkla görebileceği büyüklükte yazılarla belirtilmelidir. Her depolama alanında ve Çevre Sorumlusu'nda kayıt çizelgesi bulunmalıdır. Depolama tarihi, depolamayı yapan kişi, atık miktarı, İşletme ve/veya SHGM ile diğer ilgililer tarafından gerekli görülebilecek diğer hususlar ile ilgili bilgileri içeren ve tablo şeklinde düzenlenmiş kayıt çizelgeleri, depolama alanlarında depolamayı gerçekleştiren kişiler tarafından; kayıtların tutulduğu birimlerde ise Çevre Sorumlusu tarafından doldurulacaktır. Azami geçici depolama süreleri belirlenmiş atıkların geçici depolanmasında söz konusu sürelerin aşılması sağlanmalıdır. Miktarların tespit edilebilmesi için İşletme tarafından gerekli tertibatın/düzeneğin kurulması sağlanmalıdır.

<sup>6</sup> Çevre sorumlusu ile ilgili detaylı bilgiler Ek olarak verilmelidir.  
7297mm x 420mm boyutunda hazırlanacak olan vaziyet planı, Ek olarak verilmelidir.

yayımlanan Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği ile 06/11/2008 tarihli ve 27046 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik’te belirtilen hususların dikkate alınması,

- Atık pil ve akümülatörler ile ilgili tüm uygulamalarda, 31/08/2004 tarihli ve 25569 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Atık Pil ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliği ile 30/03/2010 tarihli ve 27537 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Atık Pil Ve Akümülatörlerin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik’te belirtilen hususların dikkate alınması,
- Tehlikeli atıklar ile ilgili tüm uygulamalarda, 14/03/2005 tarihli ve 25755 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’nde belirtilen hususların dikkate alınması,
- Atık yağlar ile ilgili tüm uygulamalarda, 30/07/2008 tarihli ve 26952 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği’nde belirtilen hususların dikkate alınması,
- Bitkisel atık yağlar ile ilgili tüm uygulamalarda, 19/04/2005 tarihli ve 25791 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği’nde belirtilen hususların dikkate alınması,
- Eysel nitelikli sıvı atıklar ile ilgili tüm uygulamalarda, 31/12/2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ile 13/02/2008 tarihli ve 26786 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik’te belirtilen hususların dikkate alınması,
- Ömrünü tamamlamış lastikler ile ilgili tüm uygulamalarda, 25/11/2006 tarihli ve 26357 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği’nde belirtilen hususların dikkate alınması,
- Hafriyat toprağı ile inşaat ve yıkıntı atıkları ile ilgili tüm uygulamalarda, 18/03/2004 tarihli ve 25406 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği’nde belirtilen hususların dikkate alınması,
- İşletme tarafından PAT Sahaları da dahil olmak üzere havaalanı ve/veya hava araçlarının bakımı, temizliği ve benzeri ile ilgili bir faaliyette bulunuluyorsa, söz konusu faaliyet esnasında kullanılan müstahzarların (kimyasal maddelerin) çevreye olan etkilerinin asgari düzeye çekilmesi için önlemler alınması; hava araçlarının bakımı, temizliği ve benzeri ile ilgili faaliyetler için havaalanında ayrı bir alan belirlenmesi; uygulamalarda başta 08/06/2010 tarihli ve 27605 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirilenmiş

Sahalara Dair Yönetmelik hükümleri olmak üzere, oluşabilecek atıklarla ilgili diğer mevzuat hükümlerinin dikkate alınması,

- Diğer atıklarla ilgili tüm uygulamalarda, söz konusu atıklar ile ilgili mevzuatta belirtilen hususların dikkate alınması,

ayrıca,

- AYP'nin tehlikeli atıkları kapsayan kısımlarının ilgili Valilikçe onaylanmasının sağlanması,
- 29/04/2009 tarihli ve 27214 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Çevre Kanununca Alınması Gereken İzin ve Lisanslar Hakkında Yönetmelik'te belirtilen hususların dikkate alınması,

gerekmektedir.

- 3.1.3 Havaalanı sınırları içerisinde araçları bulunan ve havaalanı sınırları dışına araçları çıkmayan işletmeler tarafından söz konusu araçların egzoz emisyon ölçümü yaptırılmalı ve uygunluk belgesi alınmalıdır.<sup>8</sup>
- 3.1.4 Havaalanı ve terminal işletmecileri hariç olmak üzere,<sup>9</sup> işletmenin 1. sınıf ve 2. sınıf emisyon oluşturan emisyon kaynakları mevcut ise, bunlar belirlenerek söz konusu kaynaklarla ilgili veriler toplanmalı ve bir önceki yılda oluşan sera gazı emisyonları hesaplanmalıdır.
- 3.1.5 Havaalanı ve terminal işletmecileri hariç olmak üzere,<sup>10</sup> işletmenin süreklilik arz eden emisyon salınımı mevcutsa, ISO 14064'e uygunluğu Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından konu hakkında yetkilendirilmiş firmalarca doğrulanacak "Karbon Ayak İzi Raporu" oluşturulmalıdır. "Karbon Ayak İzi Raporu"na ilaveten sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik olarak yapılan çalışmaları ispatlayıcı belgeler ile birlikte, SGYP hazırlanmalı ve uygulanmalıdır.<sup>11</sup>
- 3.1.6 Havaalanı ve terminal işletmecileri hariç olmak üzere,<sup>12</sup> uygulanacak SGYP doğrultusunda, sera gazı emisyonları her yıl bir önceki yıla göre en az %1 oranında azaltılmalıdır.<sup>13</sup>

<sup>8</sup>Havaalanı sınırları dışına da çıkan araçlar için söz konusu belgelerin başvuru dosyasında bulunması gerekmemektedir. Ayrıca, havaalanı sınırları dışına çıkmayan araçların listesi başvuru dosyasında bulunmalıdır.

<sup>9</sup>Havaalanı ve terminal işletmecilerinin, proje kapsamında sera gazı emisyonu ile ilgili yapmaları gereken çalışmalar olduğundan, bu maddede belirtilen hususları yerine getirmeleri gerekmemektedir.

<sup>10</sup>Havaalanı ve terminal işletmecilerinin, proje kapsamında sera gazı emisyonu ile ilgili yapmaları gereken çalışmalar olduğundan, bu maddede belirtilen hususları yerine getirmeleri gerekmemektedir.

<sup>11</sup>Belirtilen hususların uygulandığını ispat eden belgeler SHGM'ye gönderilmelidir.

<sup>12</sup>Havaalanı ve terminal işletmecilerinin, proje kapsamında sera gazı emisyonu ile ilgili yapmaları gereken çalışmalar olduğundan, bu maddede belirtilen hususları yerine getirmeleri gerekmemektedir.

<sup>13</sup>Yer hizmetleri, ikram, akaryakıt, ikram, bakım faaliyetlerinde bulunan işletmeler, hizmet verdikleri hava aracı başına belirlenecek emisyonlarını; hava yolu işletmeleri taşıdıkları yolcular da dahil olmak üzere kişi başına belirlenecek emisyonlarını; sağlıkla ilgili faaliyetlerde bulunan işletmeler hizmet verdikleri kişiler de dahil olmak üzere kişi başına belirlenecek emisyonlarını azaltacaklardır. Belirtilen işletmeler haricindeki işletmeler ise projeye başvuru yapmadan önce emisyonlarını hangi birime (hava aracı başına, hizmet verdikleri hava aracı başına, kişi başına, yolcu başına ve benzeri birime) göre azaltacakları hususunda yapacakları çalışmayı, gerekçeleri ile birlikte SHGM'ye gönderecekler ve öncelikle SHGM'nin olumlu görüşünü alacaklardır.

Ayrıca, işletmeler söz konusu emisyonların azaltıldığını ispatlayıcı belgeleri, her yıl için SHGM'ye göndermelidir.

Diğer taraftan, işletme sera gazı emisyonlarını azaltmazsa, sera gazı emisyonları bir önceki yıla göre %1 oranında azalınca kadar işletmeye verilmiş olan "Yeşil Kuruluş (Green Company)" sertifikası ve işletmenin proje kapsamında kazanmış olduğu haklar askıya alınır.

- 3.1.7 İşletme tarafından atıkların kaynağında ayrışmalarının sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için gerekli tedbirler alınmalıdır.
- 3.1.8 İşletme tarafından, işletme içinden ve/veya dışından kişilerin, herhangi bir olumsuzluğu, şikayeti, öneriyi veya diğer hususları çevre sorumlusuna aktarabilmesi amacıyla kullanılacak standart form, çizelge ve benzeri belge düzenlenmelidir.
- 3.1.9 İşletme tarafından atıkların kontrol edilebilmesi için, işletmede oluşan / oluşabilecek tüm atık tiplerini kapsayacak şekilde, tüm personelin yetkili makamlardan eğitim alması sağlanmalıdır.<sup>14</sup>

## **3.2 Havaalanı İşletmecilerinin Sağlaması Gereken İlave Hususlar**

- 3.2.1 Havaalanında, havaalanı işletmecisinin koordinesinde ve havaalanı kullanıcılarının katılımı ile "Gürültü Çalışma Komisyonu" adı altında bir komisyon oluşturularak 04/06/2010 tarihli ve 27601 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği hükümleri çerçevesinde gürültü ölçümleri yaptırılmalı, gürültü haritası ve gürültü eylem planları hazırlanmalıdır.

Ayrıca, yılda elli binden fazla iniş/kalkışın yapıldığı havaalanlarında havaalanı çevresinde çevresel gürültü seviyesini tespit etmek amacıyla gürültü ölçüm/kontrol/izleme sistemi kurulmalıdır.

- 3.2.2 Isınmadan kaynaklanan emisyonlar için 13/01/2005 tarihli ve 25699 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği ve 07/02/2009 tarihli ve 27134 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik'te belirtilen hususlar dikkate alınmalıdır.
- 3.2.3 Havaalanı sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik olarak aşağıda belirtilen çalışmalar yapılmalıdır:
- 3.2.3.1 İşletmenin sorumlu olduğu sahalar belirlenmelidir.<sup>15</sup>
- 3.2.3.2 Belirlenen bu sahalar içerisinde, 1. sınıf ve 2. sınıf emisyon oluşturan emisyon kaynakları belirlenmelidir.
- 3.2.3.3 Söz konusu emisyon kaynakları ile ilgili veriler toplanmalıdır.

<sup>14</sup> Eğitimler, çevre ile ilgili eğitimleri almış olan ve SHGM tarafından yayımlanmış Eğitim Talimatı'nın güncel halinde belirtilen şekilde "Eğitiminin Eğitimi Sertifikası"na sahip "Çevre Sorumlusu" tarafından da verilebilir. Atıklarla ilgili karşılaşılabilecek acil durumlarda uygulanacak usul ve esaslar da bu eğitimin içeriğine dahil edilmelidir. Projeye dahil olma sürecinde sıkıntı yaşanmaması amacıyla, eğitim sonrasında işe başlama ve benzeri nedenlerden dolayı eğitim alamamış personelin, işe başlama tarihinden itibaren en geç 1 yıl içerisinde söz konusu eğitimi alma gerekliliği sağlanmalıdır. Belirtilen şekilde uygulamanın yapılması durumunda, eğitimler ile ilgili belgeler belirtilen süre içerisinde SHGM'ye gönderilmelidir.

<sup>15</sup> Havaalanı sera gazı emisyonları, proje kapsamında havaalanı işletmecileri ve terminal işletmecilerinin sorumluluğunda olacağından, sorumlu olunan sahalar, terminal işletmecisi ile havaalanı işletmecisi tarafından koordineli olarak belirlenmelidir. Terminal işletmecisinin sorumlu olduğu sahalar dışında kalan sahaların tümü, havaalanı işletmecisinin sorumluluğundadır. Sivil-askeri ortak kullanımlı havaalanlarında, havaalanı sınırları, sivil statüde olan havaalanı işletmecisine tahsis edilmiş olan sahalar olarak kabul edilmektedir. [Sınırların ve söz konusu sahaların belirlenmesinde resmi ve ilgililer (havaalanı işletmecisi, terminal işletmecisi, -varsa- askeri birimler ve benzeri ilgililer) tarafından onaylanmış belgeler dikkate alınacak olup, söz konusu belgeler SHGM'ye gönderilmelidir.]



3.2.3.4 Elde edilen veriler kullanılarak, bir önceki yılda oluşan sera gazı emisyonları hesaplanmalıdır.

3.2.3.5 "Karbon Ayak İzi Raporu" oluşturulmalıdır.

3.2.3.6 "Karbon Ayak İzi Raporu"nun ISO 14064'e uygunluğu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından konu hakkında yetkilendirilmiş firmalar tarafından doğrulanmalıdır.

3.2.3.7 Doğrulan rapor, işletmenin en üst yönetimi tarafından imzalanmalıdır.<sup>16</sup>

3.2.3.8 Aşağıdaki hususları içerecek şekilde SGYP hazırlanmalı ve uygulanmalıdır:

- İklim değişikliği / sera gazı / enerji konularından sorumlu bir üst komite veya kurul oluşturulması.
- Sera gazı kontrolü için prosedür düzenlenmesi.
- Yakıt ve enerji tüketiminin izlenmesi.
- Sera gazı / enerji azaltma hedeflerinin geliştirilmesi.
- Operasyonlarda emisyonların en aza indirilmesinin sağlanması için programlar ve kontrol mekanizmaları oluşturulması.
- Personelin emisyonun farkında olmasını sağlamak için, tüm personelin<sup>17</sup> eğitim almasının sağlanması.
- 1.sınıf ve 2. sınıf emisyonların üç yıllık ortalamasına göre sera gazı emisyonlarındaki azalmanın gösterilmesi de dahil olmak üzere, işletme tarafından SGYP'nin uygulandığını gösteren belgelerin hazırlanması.

3.2.4 Uygulanacak SGYP doğrultusunda, havaalanını kullanan yolcular da dahil olmak üzere kişi başına sera gazı emisyonları her yıl bir önceki yıla göre en az %1 oranında azaltılmalıdır.<sup>18</sup>

3.2.5 Sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik olarak yapılan çalışmaları ispatlayıcı belgeler SHGM'ye gönderilmelidir.

### **3.3 Sağlık Tesislerinin Sağlanması Gereken İlave Hususlar**

3.3.1 Havaalanlarında mevcut olan poliklinikler, revir ve benzeri sağlık kuruluşlarında oluşan tıbbi atıklar ile ilgili uygulamalarda 22/07/2005 tarihli

<sup>16</sup>İşletmenin en üst yönetimi, en az, havaalanında bulunan en üst seviyedeki müdür olarak kabul edilmektedir.

<sup>17</sup>Projeye dahil olma sürecinde sıkıntı yaşanmaması amacıyla, eğitim sonrasında işe başlama ve benzeri nedenlerden dolayı eğitim alamamış personelin, işe başlama tarihinden itibaren en geç 1 yıl içerisinde söz konusu eğitimi alma gerekliliği sağlanmalıdır. Belirtilen şekilde uygulamanın yapılması durumunda, eğitimler ile ilgili belgeler belirtilen süre içerisinde SHGM'ye gönderilmelidir.

<sup>18</sup>İşletmeler söz konusu emisyonların azaltıldığını ispatlayıcı belgeleri, her yıl için SHGM'ye göndermelidir.

Diğer taraftan, işletme sera gazı emisyonlarını azaltmazsa, sera gazı emisyonları bir önceki yıla göre %1 oranında azalmaya kadar işletmeye verilmiş olan "Yeşil Kuruluş (Green Company)" sertifikası ve işletmenin proje kapsamında kazanmış olduğu haklar askıya alınır.

ve 25883 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümleri dikkate alınmalıdır.

### **3.4 Bakım Kuruluşlarının Sağlaması Gereken İlave Hususlar**

- 3.4.1 İnsan sağlığına zararlı ortam oluşturmaya neden olan akaryakıt ile çalışan araçlar yerine, çevre dostu teknolojiyle (elektrik enerjisi) ile hareket eden araçlar kullanılmalıdır.
- 3.4.2 Çevresel gürültü seviyelerinin belirlendiği ve sınır değerlerin aşılmadığını gösteren "akustik rapor" veya "çevresel gürültü seviyesi değerlendirme raporu" alınmalı; sınır değerlerin aşılması durumunda 04/06/2010 tarihli ve 27601 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği hükümleri çerçevesinde gerekli tüm tedbirler alınmalıdır.

### **3.5 Yer Hizmetleri Kuruluşlarının Sağlaması Gereken İlave Hususlar**

- 3.5.1 Bagaj ayırım sahalarında, insan sağlığına zararlı ortam oluşturmaya neden olan akaryakıt ile çalışan araçlar yerine, çevre dostu teknolojiyle (elektrik enerjisi) ile hareket eden araçlar kullanılmalıdır.

### **3.6 Terminal İşletmecilerinin Sağlaması Gereken İlave Hususlar**

- 3.6.1 Terminal işletmecisi tarafından, terminal içerisinde yer alan büfe, gazete bayii, döviz bürosu, banka, PTT gibi küçük çapta faaliyet gösteren kuruluşların yararlanabileceği düzenlemeler yapılmalı ve bu kuruluşların uygulamalara uyumu sağlanmalıdır.
- 3.6.2 Havaalanı sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik olarak aşağıda belirtilen çalışmalar yapılmalıdır:
- 3.6.2.1 İşletmenin sorumlu olduğu sahalar belirlenmelidir.<sup>19</sup>
- 3.6.2.2 Belirlenen bu sahalar içerisinde, 1. sınıf ve 2. sınıf emisyon oluşturan emisyon kaynakları belirlenmelidir.
- 3.6.2.3 Söz konusu emisyon kaynakları ile ilgili veriler toplanmalıdır.
- 3.6.2.4 Elde edilen veriler kullanılarak, bir önceki yılda oluşan sera gazı emisyonları hesaplanmalıdır.
- 3.6.2.5 "Karbon Ayak İzi Raporu" oluşturulmalıdır.

---

<sup>19</sup>Havaalanı sera gazı emisyonları, proje kapsamında havaalanı işletmecileri ve terminal işletmecilerinin sorumluluğunda olacağından, sorumlu olunan sahalar, terminal işletmecisi ile havaalanı işletmecisi tarafından koordineli olarak belirlenmelidir. Terminal işletmecisinin sorumlu olduğu sahalar dışında kalan sahaların tümü, havaalanı işletmecisinin sorumluluğundadır. Sivil-askeri ortak kullanımlı havaalanlarında, havaalanı sınırları, sivil statüde olan havaalanı işletmecisine tahsis edilmiş olan sahalar olarak kabul edilmektedir. [Sınırların ve söz konusu sahaların belirlenmesinde resmi ve ilgililer (havaalanı işletmecisi, terminal işletmecisi, -varsa- askeri birimler ve benzeri ilgililer) tarafından onaylanmış belgeler dikkate alınacak olup, söz konusu belgeler SHGM'ye gönderilmektedir.]

3.6.2.6 "Karbon Ayak İzi Raporu"nun ISO 14064'e uygunluğu, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından konu hakkında yetkilendirilmiş firmalar tarafından doğrulanmalıdır.

3.6.2.7 Doğrulan rapor, işletmenin en üst yönetimi tarafından imzalanmalıdır.<sup>20</sup>

3.6.2.8 Aşağıdaki hususları içerecek şekilde SGYP hazırlanmalı ve uygulanmalıdır:

- İklim değişikliği / sera gazı / enerji konularından sorumlu bir üst komite veya kurul oluşturulması.
- Sera gazı kontrolü için prosedür düzenlenmesi.
- Yakıt ve enerji tüketiminin izlenmesi.
- Sera gazı / enerji azaltma hedeflerinin geliştirilmesi.
- Operasyonlarda emisyonların en aza indirilmesinin sağlanması için programlar ve kontrol mekanizmaları oluşturulması.
- Personelin emisyonun farkında olmasını sağlamak için, tüm personelin<sup>21</sup> eğitim almasının sağlanması.
- 1.sınıf ve 2. sınıf emisyonların üç yıllık ortalamasına göre sera gazı emisyonlarındaki azalmanın gösterilmesi de dahil olmak üzere, işletme tarafından SGYP'nin uygulandığını gösteren belgelerin hazırlanması.

3.6.3 Uygulanacak SGYP doğrultusunda, terminali kullanan yolcular da dahil olmak üzere kişi başına sera gazı emisyonları her yıl bir önceki yıla göre en az %1 oranında azaltılmalıdır.<sup>22</sup>

3.6.4 Sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik olarak yapılan çalışmaları ispatlayıcı belgeler SHGM'ye gönderilmelidir.

## **4. DİĞER HUSUSLAR**

### **4.1 Tüm İşletmelerin AYP Hazırlarken Uyması Gereken Hususlar**

İşletmeler tarafından, 05/07/2008 tarihli ve 26927 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik ve SHGM ile diğer ilgililer tarafından belirlenebilecek diğer gereklilikler çerçevesinde (tablo şeklinde) hazırlanacak olan AYP şu hususları içermelidir:

#### **4.1.1 Atığın türü.<sup>23</sup>**

<sup>20</sup>İşletmenin en üst yönetimi, en az, havaalanında bulunan en üst seviyedeki müdür olarak kabul edilmektedir.

<sup>21</sup>Projeye dahil olma sürecinde sıkıntı yaşanmaması amacıyla, eğitim sonrasında işe başlama ve benzeri nedenlerden dolayı eğitim alamamış personelin, işe başlama tarihinden itibaren en geç 1 yıl içerisinde söz konusu eğitimi alma gerekliliği sağlanmalıdır. Belirtilen şekilde uygulamanın yapılması durumunda, eğitimler ile ilgili belgeler belirtilen süre içerisinde SHGM'ye gönderilmelidir.

<sup>22</sup>İşletmeler söz konusu emisyonların azaltıldığını ispatlayıcı belgeleri, her yıl için SHGM'ye göndermelidir.

Diğer taraftan, işletme sera gazı emisyonlarını azaltamazsa, sera gazı emisyonları bir önceki yıla göre %1 oranında azalınca kadar işletmeye verilmiş olan "Yeşil Kuruluş (Green Company)" sertifikası ve işletmenin proje kapsamında kazanmış olduğu haklar askıya alınır.

<sup>23</sup> Atığın, kapsamına girdiği yönetmelik ve/veya diğer mevzuat hükümlerine uygun olarak belirlenmelidir.

4.1.2 Atığın kodu.<sup>24</sup>

4.1.3 Atığın, kapsamına girdiği yönetmelik ve/veya diğer mevzuat hükümleri.

4.1.4 Atığın oluştuğu bölge ve birimler (atığın kaynağı).

4.1.5 Atığın oluştuğu faaliyet türü.

4.1.6 Atıkla ilgili risk analizi.<sup>25</sup>

4.1.7 Hedeflenen atık miktarları.<sup>26</sup>

4.1.8 Atığın, kapsamına girdiği yönetmelik ve/veya diğer mevzuat hükümlerinde "mali sorumluluk sigortası"nın yaptırılması gerektiği belirtiliyorsa:

- Sözleşme yapılan işletmenin tam adı.
- Sözleşmenin son geçerlilik tarihi.<sup>27</sup>

4.1.9 Geçici depolama ile ilgili hususlar:

- İşletme içerisinde atıkları kaynağından alarak geçici depolamanın yapılacağı alana taşıyabilecek yetkili kişilerin tanımlanması.
- Atığın, kapsamına girdiği yönetmelik ve/veya diğer mevzuat hükümlerinde belirlenmişse İşletme içerisinde atıkların kaynağından alınarak geçici depolamanın yapılacağı alana taşınması sırasında dikkat edilecek hususların belirtilmesi.<sup>28</sup>
- Atığın, kapsamına girdiği yönetmelik ve/veya diğer mevzuat hükümlerine uygun olarak belirlenmiş, geçici depolanın yapılacağı alanın/alanların belirtilmesi.
- Atığın, kapsamına girdiği yönetmelik ve/veya diğer mevzuat hükümlerinde belirlenmişse azami depolama sürelerinin belirtilmesi.<sup>29</sup>
- Geçici depolama alanının/alanlarının dönemsel olarak temizlenmesi/bakımlarının yapılmasına ilişkin hususların belirtilmesi.<sup>30</sup>

4.1.10 Taşıma ile ilgili bilgiler:

24 Atığın, kapsamına girdiği yönetmelik ve/veya diğer mevzuat hükümlerine uygun ve altı haneli olarak belirlenmelidir.

25"Etki derecesi = etki yoğunluğu x etki sıklığı" formülüyle hesaplanacak olan etki derecesine göre, atığın önem durumu tespit edilecektir.

26 Hedeflenen atık miktarları, her yılın Eylül ayı sonunda en fazla 3'er aylık dönemler için belirlenmelidir. 3'er aylık dönemler ise Ocak-Şubat-Mart/Nisan-Mayıs-Haziran/Temmuz-Ağustos-Eylül/Ekim-Kasım-Aralık aylarını kapsayacak şekilde oluşturulmalıdır.

27Sözleşmenin bir örneği AYP'nin Ek'inde yer almalıdır. Şayet sözleşme süresi uzatılmışsa, bu durum sözleşmeden ayrı bir resmi yazı ile belgelendirilmelidir. Proje kapsamında, miktarına bakılmaksızın tehlikeli atıklar için mali sorumluluk sigortası yaptırılmalıdır.

28 Bu bölümde, İşletme ve/veya SHGM ile diğer ilgililer tarafından gerekli görülebilecek diğer hususların varlığına dair özet bilgi verilmelidir. Detaylı bilgiler ise AYP'nin Ek'inde yer almalıdır.

29 Uygulamada bu sürelerin aşılması gerekmektedir.

30Bu bölümde, İşletme ve/veya SHGM ile diğer ilgililer tarafından gerekli görülebilecek diğer hususların varlığına dair özet bilgi verilmelidir.(Örneğin, deponun temizlenmesi esnasında kullanılacak kimyasal malzemelerin belirlenmesi vb. gibi) Detaylı bilgiler ise AYP'nin Ek'inde yer almalıdır.

- Taşımayı yapan kurum / kuruluşun tam adı.
- Taşımayı yapan kurum / kuruluşun Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan almış olduğu yetki belgesinin son geçerlilik tarihi.<sup>31</sup>
- Taşımayı yapan kurum / kuruluşun ile yapılan sözleşmenin son geçerlilik tarihi.<sup>32</sup>

#### 4.1.11 Bertaraf ile ilgili bilgiler:

- Atığı bertaraf eden kurum / kuruluşun tam adı.
- Atığı bertaraf eden kurum / kuruluşun Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan almış olduğu yetki belgesinin son geçerlilik tarihi.<sup>33</sup>
- Atığın bertaraf edildiği tesisin tam adı.
- Teslim edilen atıklarla ilgili teslim tarihleri, miktarları ile İşletme ve/veya SHGM ile diğer ilgililer tarafından gerekli görülebilecek diğer hususları içeren bilgiler.<sup>34</sup>
- Hedef miktarlar ile teslim edilen miktarlar arasında yapılan kıyaslama.<sup>35</sup>
- Hedef miktarlara ulaşılma durumu.<sup>36</sup>
- Hedef miktarlara ulaşılamamışsa yapılan düzeltici çalışmalara ilişkin özet bilgi.<sup>37</sup>

## 4.2 Tüm İşletmelerin Çevre Sorumlusu İle İlgili SHGM'ye Sunması Gereken Bilgi ve Belgeler

### 4.2.1 Çevre sorumlusunun görevlendirildiği resmi yazı örneği.

### 4.2.2 Çevre sorumlusu Çevre Mühendisi değilse, kuruluşta oluşan tüm atıklarla ilgili aldığı eğitimlerin belgeleri.

### 4.2.3 Çevre sorumlusu ile ilgili iletişim bilgileri.

<sup>31</sup> Yetki belgesinin bir örneği AYP'nin Ek'inde yer almalıdır. Atığın, kapsamına girdiği yönetmelik ve/veya diğer mevzuat hükümlerinde belirtilmesi şartıyla taşınması Belediye vb. işletme tarafından yapılıyorsa, taşımanın Belediye vb. işletme tarafından yapıldığını gösterir resmi yazı yeterlidir.

<sup>32</sup> Sözleşmenin bir örneği AYP'nin Ek'inde yer almalıdır. Şayet sözleşme süresi uzatılmışsa, bu durum sözleşmeden ayrı bir resmi yazı ile belgelendirilmelidir.

<sup>33</sup> Yetki belgesinin bir örneği AYP'nin Ek'inde yer almalıdır. Atığın, kapsamına girdiği yönetmelik ve/veya diğer mevzuat hükümlerinde belirtilmesi şartıyla bertaraf edilmesi Belediye vb. işletme tarafından yapılıyorsa, bertaraf edilme işleminin Belediye vb. işletme tarafından yapıldığını gösterir resmi yazı yeterlidir.

<sup>34</sup> Teslim edilen toplam miktarlar en fazla 3'er aylık dönemlerin sonunda (-şayet 3'er aylık dönemler tercih edilmişse - Mart, Haziran, Eylül ve Aralık ayları sonunda olmak üzere) belirtilmelidir. Tüm teslim-tesellüm belgeleri ve/veya Ulusal Atık Taşıma Formları dosyalanmak suretiyle muhafaza edilmelidir.

<sup>35</sup> Kıyaslamalar, hedeflenen miktarlara göre  $\pm$  %'lik değerlerde, en fazla 3'er aylık dönemlerin sonunda (-şayet 3'er aylık dönemler tercih edilmişse-Mart, Haziran, Eylül ve Aralık ayları sonunda olmak üzere) yapılmalıdır.

<sup>36</sup> Bu bölümde en fazla 3'er aylık dönemlerin sonunda (-şayet 3'er aylık dönemler tercih edilmişse - Mart, Haziran, Eylül ve Aralık ayları sonunda olmak üzere) hedef miktarlara ulaşılma durumu belirtilmelidir.

<sup>37</sup> Bu bölümde özet bilgileri belirtilen çalışmalar mutlak surette kayıt altına alınmalıdır. Şayet, ilerleyen dönemlerde de İşletme ve/veya SHGM ile diğer ilgililer tarafından hedef miktarların sağlanamayacağı kanaatine varılırsa; hedef miktarlar revize edilmeli, yeni hedef değerler üst yönetim tarafından ve - varsa AYP'yi onaylaması gereken- başka işletme tarafından onaylanarak, değerlendirilmek üzere SHGM'ye gönderilmelidir.

- 4.3 Proje kapsamında, belirtilen mevzuatın revize edilmesi durumunda, mevzuatın revize edilmiş son hallerinde belirtilen hükümlerin dikkate alınması gerekmektedir.
- 4.4 Uygulamalarla ilgili karşılaşılabilecek aksaklıkların giderilmesine yönelik gerekli düzenlemeler SHGM tarafından yapılacaktır.
- 4.5 Proje kapsamında, işletmeler, SHGM tarafından istenebilecek diğer bilgi ve belgeleri SHGM'ye sunmak zorundadır.

EK-4 : Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından “Yeşil Kuruluş” unvanı verilen kuruluşlar

	İŞLETMENİN ADI	İŞLETMENİN BULUNDUĞU HAVAALANI	SERTİFİKA VERİLİŞ TARİHİ
1	MRO TEKNİK SERVİS SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	İSTANBUL SABİHA GÖKÇEN	10 Aralık 2009
2	TÜRK HAVA YOLLARI TEKNİK A.Ş.	İSTANBUL ATATÜRK	10 Aralık 2009
3	HEZARFEN HAVACILIK TİCARET A.Ş.	İSTANBUL HEZARFEN	1 Şubat 2010
4	TAV İSTANBUL TERMİNAL İŞLETMECİLİĞİ A.Ş.	İSTANBUL ATATÜRK	1 Şubat 2010
5	ATM HAVALİMANI YAPIM VE İŞLETME A.Ş.	MUĞLA DALAMAN	1 Şubat 2010
6	FRAPORT IC İÇTAŞ ANTALYA HAVALİMANI TERMİNAL VE YATIRIM İŞLETMECİLİĞİ A.Ş.	ANTALYA	1 Şubat 2010
7	ÇELEBİ HAVA SERVİSİ A.Ş.	İZMİR ADNAN MENDERES	9 Mart 2010
8	HAVAŞ HAVAALANLARI YER HİZMETLERİ A.Ş.	MUĞLA MİLAS BODRUM	21 Mayıs 2010
9	TAV İZMİR TERMİNAL İŞLETMECİLİĞİ A.Ş.	İZMİR ADNAN MENDERES	21 Mayıs 2010
10	AYJET ANADOLU YILDIZLARI HAVA TAŞIMACILIĞI VE UÇUŞ EĞİTİMİ HİZMETLERİ A.Ş.	İSTANBUL HEZARFEN	12 Temmuz 2010
11	GÜNEŞ EKSPRES HAVACILIK A.Ş. (SUN EXPRESS)	ANTALYA	4 Ocak 2012
12	HAVAŞ HAVAALANLARI YER HİZMETLERİ A.Ş.	ANTALYA	30 Mart 2012
13	İSG İSTANBUL SABİHA GÖKÇEN HAVALİMANI YATIRIM YAPIM VE İŞLETME A.Ş.	İSTANBUL SABİHA GÖKÇEN	17 Mayıs 2012
14	TGS YER HİZMETLERİ A.Ş.	ANTALYA	22 Mayıs 2012
15	HAVAŞ HAVAALANLARI YER HİZMETLERİ A.Ş.	MUĞLA DALAMAN	4 Haziran 2012
16	ADRİYATİK TAŞIMACILIK LİMİTED ŞİRKETİ	ANTALYA	7 Ağustos 2012
17	DHMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ DALAMAN HAVALİMANI BAŞMÜDÜRLÜĞÜ	MUĞLA DALAMAN	8 Ağustos 2012
18	ÇELEBİ HAVA SERVİSİ A.Ş.	ANTALYA	5 Eylül 2012
19	S SİSTEM LOJİSTİK HİZMETLER A.Ş.	ATATÜRK	1 Ekim 2012
20	ÇELEBİ HAVA SERVİSİ A.Ş.	MUĞLA MİLAS BODRUM	4 Ekim 2012
21	TGS YER HİZMETLERİ A.Ş.	ADANA	28 Kasım 2012
22	TGS YER HİZMETLERİ A.Ş.	İZMİR ADNAN MENDERES	1 Şubat 2013
23	THY OPET HAVACILIK YAKITLARI A.Ş.	VAN FERİT MELEN	21 Ekim 2013
24	THY OPET HAVACILIK YAKITLARI A.Ş.	SAMSUN ÇARŞAMBA	19 Kasım 2013
25	THY OPET HAVACILIK YAKITLARI A.Ş.	MUĞLA DALAMAN	19 Kasım 2013
26	S SİSTEM LOJİSTİK HİZMETLER A.Ş.	ANTALYA	19 Kasım 2013
27	THY OPET HAVACILIK YAKITLARI A.Ş.	TEKİRDAĞ ÇORLU	25 Kasım 2013
28	THY OPET HAVACILIK YAKITLARI A.Ş.	ANKARA ESENBOĞA	25 Kasım 2013
29	THY OPET HAVACILIK YAKITLARI A.Ş.	ERZURUM	25 Kasım 2013
30	PEGASUS HAVA TAŞIMACILIĞI A.Ş.	İSTANBUL SABİHA GÖKÇEN	25 Kasım 2013

## KAYNAKLAR

- [1] Çapa,E. Trabzon Havaalanı Uçak Hareketlerinin Yakın Yerleşim Birimleri Üzerindeki Çevresel Etkileri.Yüksek Lisans Tezi. KTÜ, Trabzon, 2008
- [2] Şahin, G.Y., Trabzon Havalimanı Gürültüsü ve İnsan Üzerindeki Etkileri.Yüksek Lisans Tezi. KTÜ, Trabzon, 2007.
- [3] Akyıldız Dalgıç,Dr.N., Gürültünün Ankara Esenboğa Hava Limanındaki İşçilerin Sağlığı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Uzmanlık Tezi.Ankara Üniversitesi, Ankara,1991.
- [4] Öztürk,H.,Kırklareli İl Merkezinde Gürültü Düzeyleri Belirlenerek Gürültü Haritası Oluşturulması.Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Edirne, 2010
- [5] Karakoç H.,Altuntaş Ö., Türkiye’deki Bazı Hava Alanlarında İç Hat Uçuşları İçin Uçak Seçiminde Çevresel Etkilerin Göz Önünde Bulundurulmasının İncelenmesi, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi,Cilt 5, Sayı 1, s. 11-18,Ocak 2011
- [6] Yetimezsoy K.,Uçaklardan Kaynaklanan Emisyonların Çevresel Etkileri,Uted Havacılık Dergisi, Sayı: 171, s. 33-35, Şubat2006
- [7] Korul,V.,Havaalanı Çevre Yönetim Sistemi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 3, Sayı: 1, s. 99-120, 2003
- [8] <http://www.dhmi.gov.tr/DHMIpage.aspx?PageID=1> (Erişim tarihi: 11.10.2012)
- [9] Korul, V., “Havaalanları ve Gürültü Kirliliği”. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Bülteni, Sayı: 57, S.8-9, Ocak-Şubat 2003



- [10] Çağatan,K.,İstanbul Atatürk Havalimanı İçin Uçak Emisyonlarının Belirlenmesi ve Çevresel Etkileri, Yüksek Lisans Tezi. İTÜ, 2011
- [11] Çalışkan, Prof.Dr.M.,Gürültü:Temel Kavramlar. Türk Tesisat Mühendisleri Dergisi, Sayı:39, s. 9-20, Eylül-Ekim 2005
- [12] Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Kılavuzu. Çevre ve Orman Bakanlığı,2011
- [13] Acute Effects of Night-Time Noise Exposure Onblood Pressure in Populations Living Near Airports. European Heart Journal, Cilt: 29, s. 658–664, 2008
- [14] Newman, J.S.,Beattie, K.R., Aviation Noise Effects,Federal Aviation Administration Report,1985
- [15] Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, Çevre ve Orman Bakanlığı,2010
- [16] Havaalanlarında Çevresel Etkiler, SHGM Yayınları,2010
- [17] Environmental Protection,AircraftNoise, International Civil Aviation Organization (ICAO), Annex 16
- [18] Özenç,R.F.,Atatürk Havalimanının Neden Olduğu Çevresel Gürültünün Modellemesi ve Kontrolü. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2008
- [19] Gürültü Azaltım Önlemleri El Kitabı, Çevre ve Orman Bakanlığı,2008
- [20] Airplane Noise, Boeing,2008
- [21] ICAO's Policies onCharges for Airports andAir Navigation Services, Doc 9082, 2009

- [22] Chiu,C.,Krawczyniuk,R.,Ramakrishnan,R.,Schroter,V.,Introductory Environmental Noise Course Manuel, Ontario Publications, 1988
- [23] <http://www.gulsehir.bel.tr/> (Erişim tarihi:17.10.2012)
- [24] [http://www.gulsehir.gov.tr/default\\_B0.aspx?content=1038](http://www.gulsehir.gov.tr/default_B0.aspx?content=1038)(Erişim tarihi:17.10.2012)
- [25] Müezzinoğlu, Prof.Dr.A., Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Yayınları,2000
- [26] Flagan, R.,C., Seinfeld, J.,H., Fundamentals of Air Pollution Engineering. California Institute of Technology,1988
- [27] Taş F., Hava Kirliliği ve Kastamonu Şehir Merkezi İçin Değerlendirme. Yüksek Lisans Tezi.Gazi Üniversitesi, Ankara, 2006
- [28] UNSD (United Nations Statistics Division),Environmental Indicators, Airpollution: Total NOXEmissions, [http://unstats.un.org/unsd/environment/air\\_nox\\_emissions.htm](http://unstats.un.org/unsd/environment/air_nox_emissions.htm)(Erişim tarihi: 21.10.2012)
- [29] Kılıç,E., Bayburt İli Hava Kalitesini Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 2008
- [30] Alınaner,Y., Emisyon Ölçümleri ve Sonuçların Ulusal- Uluslararası Mevzuata Göre Değerlendirilmesi.Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 2010
- [31] Coşkun A., Şehir Atmosferinde Taşıt Emisyonlarından Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi.Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2008

- [32] Beginner Guide to Aviation Biofuels.The Air Transport Action Group (ATAG), 2011
- [33] Rypdal,K., Aircraft Emission, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC Publication, [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/2\\_5\\_Aircraft.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/2_5_Aircraft.pdf) (Erişim tarihi: 22.10.2012)
- [34] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, The Reference Manual (Volume 3), 1996
- [35] DHMİ İstatistik Yıllığı 2007, 2008, 2009, 2010, 2011
- [36] Turgut, E.T., Tunca F.,Yılmaz Ö., Sarıaydın H., Karakoç T.H., Havacılıkta Yenilenebilir Enerji ve Sürdürülebilirlik, VII.Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Aralık 2008, s. 65-73, 2008
- [37]. Report on Alternative Fuels, International Air Transport Association (IATA), 2011
- [38] <http://www.havaizleme.gov.tr/hava.html> (Erişim tarihi: 25.10.2012)
- [39] Tenikler, G., Türkiye’de Tehlikeli Atık Yönetimi ve Avrupa Birliği Ülkeleri ile Karşılaştırılmalı Bir Analiz. Doktora Tezi.Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2007
- [40] Çolakoğlu,O., Askeri Eğitim Tesislerinde Atık Yönetimi.Yüksek Lisans Tezi.İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, 2007
- [41] Büyükbektaş,F., Varınca K.,B., Entegre Atık Yönetimi Kavramı ve AB Uyum Sürecinde Atık Çerçeve Yönetmeliği,Üniversite Öğrencileri III. Çevre Sorunları Kongresi (ÇESKO 2008), Kongre Kitabı.15-16 Mayıs 2008, Fatih Üniversitesi, İstanbul,s. 73-81, 2008

- [42] Battal E.,R., Entegre Katı Atık Yönetimi Türkiye Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, Gebze, 2011
- [43] Yılmaz A., Bozkurt Y., Türkiye’de Kentsel Katı Atık Yönetimi Uygulamaları ve Kütayha Katı Atık Birliği (Kükap Örneği).Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari BilimlerFakültesi Dergisi, Cilt: 15, Sayı:1 s.11-28, 2010
- [44] İlgün A., Katı Atık Yönetimi ve Ters Lojistik. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, 2010
- [45] Evin, H., Hazardous Waste Management in the World and Turkey: A Comparative Analysis. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 19, Sayı:2, s.197-208, 2009
- [46] İster, İ. Mevcut Bir Fabrikada Trijenerasyon Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2006
- [47] Haberdar F., Bir İlaç Firmasında Trijenerasyon Sistemi Kurulmasının Termodinamik Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2009
- [48] Öztürk A., Kılıç A., Çözümlü Problemlerle Termodinamik. Çağlayan Kitabevi, 1993