
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

NOKTASAL KAYNAKLI GÜRÜLTÜNÜN İNCELENMESİ: ARAÇ YIKAMA TESİSİ ÖRNEĞİ

Müberra Nur HATİPOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAYIS 2022

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Müberra Nur HATİPOĞLU

30/05/2022

NOKTASAL KAYNAKLI GÜRÜLTÜNÜN İNCELENMESİ: ARAÇ YIKAMA TESİSİ ÖRNEĞİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Müberra Nur HATİPOĞLU

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs,2022

ÖZET

Gürültünün dolaylı ve dolaysız, geçici ve kalıcı çeşitli zararları vardır. Gürültünün insan sağlığı ve davranışları üzerindeki zararlı etkileri; işitme hasarlarına yol açan fiziksel etkiler, vücut aktivitesinde görülen fizyolojik rahatsızlıklar, sinirlilik gibi psikolojik etkiler ve iş veriminin azalması, işitilen seslerin anlaşılmaması gibi performans etkileri olarak sıralanabilir. Gürültünün olumsuz etkilerini önlemek ve işitsel konforu sağlamak amacı ile ulusal ve uluslararası direktif ve yönetmeliklerde, yapı dışında ve yapı içinde aşılmaması gereken gürültü düzeyleri belirlenmiştir. Tüm dünyada, ortaya çıkan bu rahatsızlıktan dolayı gürültü ile ilgili ciddi çalışmalar yapılmakta, gerek hazırlanan yönetmeliklerle gerekse yapılan uygulamalarla gürültü olabildiğince denetim altına alınmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmada bina dışı gürültü kaynaklarından olan yerleşim yerleri yakınlarında bulunan iş yerlerinden kaynaklanan gürültü düzeyleri ölçülmeye çalışılmış, Ankara İli'nde bulunan bir akaryakıt istasyonun araç yıkama kısmında yer alan gürültü kaynaklarının tespit edilmesi, ve gürültünün önlenmesi için çözüm önerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bilim Kodu : 90302

Anahtar Kelimeler : Gürültü, Gürültü Kaynağı, Gürültü Ölçümü.

Sayfa Adedi : 99

Danışman : Prof. Dr. Beril SALMAN AKIN

EVALUTION OF POINT SOURCE NOISE: THE CASE OF A CARWASH

(M. Sc. Thesis)

Müberra Nur HATİPOĞLU

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

May, 2022

ABSTRACT

There are various direct and indirect, temporary and permanent damages of noise. The harmful effects of noise on human health and behavior; Physical, physiological discomfort in body activity, nervousness that cause hearing damage, psychological and performance effects such as decreased work efficiency, and not understanding the sounds heard. In order to prevent the negative effects of noise and to provide auditory comfort, the noise levels that should not be exceeded outside and inside the building have been determined in national and international directives and regulations. In order to prevent the negative effects of noise and provide auditory comfort, the noise levels that should not be exceeded outside and inside the building are determined in national and international directives and regulations. All over the world, serious studies on noise are carried out against this disturbance, and noise is tried to be controlled as much as possible with the regulations prepared and the practices made. In this study, noise levels arising from workplaces located near residential areas, which are outside the building noise sources, were tried to be measured, it was aimed to identify the noise sources in the car wash section of a fuel station in Ankara and to develop solutions to prevent noise.

Science Code : 90302

Key Words : noise, noise source, noise measurement.

Page Number : 99

Supervisor : Prof .Dr. Beril SALMAN AKIN

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı yürütürken desteğini ve özellikle sabrını esirgemeyen hocam Prof. Dr. Beril SALMAN AKIN'a, çalışmalarım süresince çocuklarım ile ilgilenerek bana sürekli destek olan babam Zafer SAZAK ve annem Sultan SAZAK'a, çalışmama izin verdikleri için kızım Meryem Zülal ve oğlum Mustafa Taha'ya, manevi desteğini benden esirgemediği için eşim Mehmet Tahir'e ve çalışmalarımda büyük veya küçük desteğini esirgemeyen herkese teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ xi

ŞEKİLLERİN LİSTESİ xii

1. GİRİŞ 1

2. GENEL BİLGİLER KAVRAMSAL OLARAK SESİN TANIMI 3

2.1. Sesin Fiziksel Özellikleri 3

2.2. Ses Dalgalarının Özellikleri 3

2.2.1. Frekans, periyot, dalga boyu ve yayılma hızı 3

2.2.2. Ses basıncı 5

2.2.3. Desibel 5

2.2.4. Titreşim ve etkileri 6

2.3. Ses Kaynakları 7

2.3.1. Düzlem kaynak 8

2.3.2. Noktasal kaynak 8

2.3.3. Çizgisel kaynak 9

2.4. Ses Olayları 9

2.4.1. Yansıma olayı 9

2.4.2. Saçılma olayı 9

2.4.3. Yutulma olayı 9

2.4.4. Sesin katı ortamlarda iletimi 10

Sayfa

2.4.5. Kıvrılma (eğilme) olayı 10

2.4.6. Kırılma olayı 10

2.4.7. Uzaklıkla azalım 10

2.5. Serbest Alanda Sesin Yayılması 11

2.5.1. Sesin açık alanda (serbest alanda) yayılması koşullarında kaynağın özellikleri 11

2.6. Kapalı Mekânlarda Sesin Yayılması 12

2.6.1. Sesin yansıması 12

2.6.2. Sesin yutulması 13

2.6.3. Sesin yayılması (saçılması) 14

2.6.4. Sesin kırılması 15

3. GÜRÜLTÜ 17

3.1. Gürültü Kavramı 17

3.2. Gürültü Kaynakları 18

3.2.1. Yapı dışı gürültü kaynakları 20

3.2.2. Yapı içi gürültü kaynakları 21

3.3. Gürültü Tipleri 23

3.3.1. Frekans spektrumuna göre 23

3.3.2. Zamana bağlı olarak 24

3.4. Gürültü Ölçümü 24

3.4.1. Gürültü ölçümün amaçları 25

3.4.2. Gürültünün spektral çözümlemesi 25

3.5. Gürültü Birimleri ve Göstergeleri 26

3.5.1. A ağırlıklı ses basınç düzeyi dB(A) 27

3.5.2. Eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi (LAeq veya Leq, dBA, SEL) 27

Sayfa

3.6. Referans Zaman Aralığı ve Lgag (gündüz, akşam, gece düzeyi) 33

3.7. Gürültü Kontrolü 33

3.7.1. Gürültü haritaları..... 34

3.7.2. Yetki devri 36

3.8. Çevresel Şartların Gürültüye Olan Etkileri 37

3.9. Atmosferik Şartların Gürültüye Olan Etkileri 37

3.10. Gürültüden Korunma Yolları 38

3.10.1. Gürültü önleyici koruma metotları 39

3.10.2. Gürültü önleyici bentler (bariyerler) 40

3.10.3. Bitki örtüsünden faydalanarak gürültünün azaltılması 40

3.10.4. Binaların tasarımlarından faydalanarak gürültünün azaltılması 41

3.11. Yasal Mevzuat 41

3.12. Konu İle İlgili Literatür Çalışması 44

4. YÖNTEM 57

4.1. Gürültü Ölçüm Noktalarının Belirlenmesi 57

4.2. Gürültü Ölçümünde Kullanılan Cihaz 58

4.3. Gürültü Ölçüm Metodu 59

5. BULGULAR VE TARTIŞMA 63

5.1. Gündüz Ölçümleri 63

5.2. Akşam Ölçümleri 70

5.3. 1 Adet Kompresörün Kaldırılması Durumunda Gündüz Ölçümleri 76

5.4. 1 Adet Kompresörün Kaldırılması Durumunda Akşam Ölçümleri 82

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 89

6.1. Sonuç 89

Sayfa

6.2. Öneriler 93

KAYNAKLAR 95

ÖZGEÇMİŞ 99

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. Farklı platformlardaki sesin yayılma hızı 5

Çizelge 2.2. Ses basıncı ve ses basınç düzeyleri arasındaki ilişki, pascal ve desibel ölçekleri 6

Çizelge 3.1. Desibellerde toplama işlemi 32

Çizelge 3.2. Desibellerde çıkarma işlemi 32

Çizelge 5.1. Gündüz 1 ve 2 no'lu ölçüm noktasında ölçüm sonuçları 67

Çizelge 5.2. Gündüz 1 ve 2 no'lu ölçüm noktasında arka plan ölçüm sonuçları 67

Çizelge 5.3. Saf gürültü çizelgesu-1- 68

Çizelge 5.4. Saf gürültü çizelgesu-2- 69

Çizelge 5.5. Akşam 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında ölçüm sonuçları 73

Çizelge 5.6. Akşam 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında arka plan ölçüm sonuçları 73

Çizelge 5.7. Saf gürültü çizelgesi-5- 74

Çizelge 5.8. Saf gürültü çizelgesi-6- 75

Çizelge 5.9. Gündüz 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında ölçüm sonuçları 79

Çizelge 5.10. Gündüz 1 ve 2 no'lu ölçüm noktasında arka plan ölçüm sonuçları 79

Çizelge 5.11. Saf gürültü çizelgesi-7- 80

Çizelge 5.12. Saf gürültü çizelgesi-8- 81

Çizelge 5.13. Akşam 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında ölçüm sonuçları 85

Çizelge 5.14. Akşam 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında arka plan ölçüm sonuçları 85

Çizelge 5.15. Saf gürültü çizelgesi-5- 86

Çizelge 5.16. Saf gürültü çizelgesi-6- 87

Çizelge 6.1. Hesaplama sonuçlarının karşılaştırılma çizelgesi 90

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. Ses dalgasının meydana getirdiği ses basıncının kaynağa olan uzaklıkla ilişkisi 4

Şekil 2.2. Basit harmonik ses dalgasının bir noktada meydana getirdiği ses basıncının belirli bir sürede değişimi 4

Şekil 2.3. Titreşimin insanlar üzerindeki etkileri 7

Şekil 2.4. Sesin yansımasına etki eden etkenler 8

Şekil 2.5. Yansıma olabilmesi için dalga boyu ve yüzey ilişkisi 13

Şekil 2.6. Gözenekli bir tabakadaki yutuculuğun şematik gösterimi 14

Şekil 2.7. Sesin saçılmasını sağlayan yapıdan kuşbakışı görünüş 15

Şekil 2.8. Kırılma olma koşulu 15

Şekil 3.1. L_{eq} ve SEL arasındaki ilişki 28

Şekil 3.2. SEL değerinin farklı gürültülerin kıyaslanmasında kullanımı 30

Şekil 4.1. Çalışma alanı uydu görüntüsü 58

Şekil 4.2. Svantek Svan 955 marka Tip 1 Sonometre 59

Şekil 5.1. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) - 1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz) 64

Şekil 5.2. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) - 2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz) 64

Şekil 5.3. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) - 3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz) 64

Şekil 5.4. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) arka plan ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (gündüz) 65

Şekil 5.5. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) - 1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz) 65

Şekil 5.6. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) - 2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (gündüz) 65

Şekil 5.7. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) - 3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (gündüz) 66

Şekil **Sayfa**

Şekil 5.8. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) arka plan gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz) 66

Şekil 5.9. 1 No'lu ölçüm noktası(pencere açık)-1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam) 70

Şekil 5.10. 1 No'lu ölçüm noktası(pencere açık)-2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam) 70

Şekil 5.11. 1 No'lu ölçüm noktası(pencere açık)-3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam) 71

Şekil 5.12. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) arka plan gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (akşam) 71

Şekil 5.13. 2 No'lu ölçüm noktası(pencere kapalı)-1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam) 71

Şekil 5.14. 2 No'lu ölçüm noktası(pencere kapalı)-2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam) 72

Şekil 5.15. 2 No'lu ölçüm noktası(pencere kapalı)-3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (akşam) 72

Şekil 5.16. 2 No'lu ölçüm (pencere kapalı) arka plan ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam) 72

Şekil 5.17. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) - 1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz) 76

Şekil 5.18. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) - 2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz) 76

Şekil 5.19. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) - 3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz) 77

Şekil 5.20. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) arka plan ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (gündüz) 77

Şekil 5.21. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) - 1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz) 77

Şekil 5.22. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) - 2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (gündüz) 78

Şekil 5.23. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) - 3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (gündüz) 78

Şekil **Sayfa**

Şekil 5.24. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) arka plan gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz) 78

Şekil 5.25. 1 no'lu ölçüm noktası(pencere açık)-1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam) 82

Şekil 5.26. 1 No'lu ölçüm noktası(pencere açık)-2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam) 82

Şekil 5.27. 1 No'lu ölçüm noktası(pencere açık)-3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam) 83

Şekil 5.28. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) arka plan gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (akşam) 83

Şekil 5.29. 2 No'lu ölçüm noktası(pencere kapalı)-1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam) 83

Şekil 5.30. 2 No'lu ölçüm noktası(pencere kapalı)-2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam) 84

Şekil 5.31. 2 No'lu ölçüm noktası(pencere kapalı)-3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (akşam) 84

Şekil 5.32. 2 No'lu ölçüm (pencere kapalı) arka plan ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam) 84

1. GİRİŞ

Akaryakıt istasyonları, motorlu araç yakıtı olarak kullanılan sıvıların depolandığı ve bu sıvıların sabit olarak tesis edilmiş cihazlarla motorlu kara yolu araçlarının yakıt depolarına veya yakıt kaplarına doldurulduğu bunun yanı sıra oto lastiği, akümülatör, oto yıkama ve market hizmetlerinin verildiği yerlerdir. Bazı akaryakıt istasyonlarında yıkama-yağlama, araç muayenesi, ayar-fren sistemi tamiratlarının yapıldığı bölümler de bulunur.

Günlük yaşamımızın ayrılmaz bir parçası haline gelen akaryakıt istasyonları yeraltı depolama tankları, tanka doldurmakta kullanılan ofset dolum boru hatları ve tanklardan pompalara yakıtı sevk eden hatlarda meydana gelebilecek kaçaklar sebebiyle çevre, insan sağlığı ve güvenliği için risk yaratmaktadır. Çalışmamızda akaryakıt istasyonu içerisinde bulunan oto yıkamadan kaynaklı gürültüyü inceleyeceğiz.

Kişilerin içinde bulundukları mekânlarda yükümlülüklerini işitsel açıdan konforlu ortamlarda, gürültüden etkilenmeden sürdürebilmeleri için gürültü kontrolü konusuna planlı bir şekilde yaklaşmak gerekir. Günümüzde ses kulağa hoş gelmeyen bir şekle dönüşmüş ve adeta kirlenmiştir. Müzik sesleriyle gürültü arasındaki fark gürültünün genellikle sönümlü ve birbiriyle uyumsuz çeşitli titreşimlerin üst üste gelmesinden doğmasıdır. Gürültü birçok toplumsal ve ekonomik gelişme sorunu arasında olduğu kadar çevre sorunları içerisinde de önemli bir yer tutmamıştır. Fakat son yıllarda gürültünün insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkileri önem kazandıkça, bu konudaki araştırmaların sayısında da bir artış görülmüştür. Literatürde gürültü kaynaklarına ilişkin çalışmalar bulunmaktadır. Gürültünün özellikle bina dışından kaynaklanması bireylerin yaşamlarına olumsuz etki etmektedir. Bina dışı gürültü kaynakları; konuşma, adım sesi, trafik sesi ve dış ortamdan gelen konuşma sesi ile harici ekipmanlardan kaynaklanan ve maruziyet oluşturan kaynaklardır. Ancak bina içerisinde müzik sesine veya çocuk koşma sesi gibi canlılardan kaynaklı rahatsızlıklar gürültü kaynağının mevcut olup olmaması durumu kontrol edilemediğinden denk maruziyet oluşturmamaktadır. Bu çalışmada da bina dışı gürültü kaynaklarından olan yerleşim yerleri yakınlarında bulunan\ iş yerlerinden kaynaklanan gürültü düzeyleri ölçülmeye çalışılmıştır.

Gürültünün dolaylı ve dolaysız, geçici ve kalıcı çeşitli zararları vardır. Gürültünün insan sağlığı ve davranışları üzerindeki zararlı etkileri; işitme hasarlarına yol açan fiziksel, vücut aktivitesinde görülen fizyolojik rahatsızlık, sinirlilik gibi psikolojik rahatsızlıklar ile iş veriminin azalması, işitilen seslerin anlaşılmaması gibi performans etkileri olarak sıralanabilir. Gürültünün olumsuz etkilerini önlemek ve işitsel konforu sağlamak amacı ile ulusal ve uluslararası direktif ve yönetmeliklerde, yapı dışında ve yapı içinde aşılmaması gereken gürültü düzeyleri belirlenmiştir. İşitsel konforun sağlanabildiği ortamlarda, kişilerin daha mutlu, verimli, fizyolojik ve psikolojik açıdan daha sağlıklı olacağı açıktır. Tüm dünyada meydana gelen bu rahatsızlıktan ötürü gürültü hakkında ciddi çalışmalar yapılmakta olup yönetmeliklerle ve uygulamalarla gürültü mümkün olduğunca denetim altına alınmaya çalışılmaktadır.

Belirtilen bu çerçevede bu tez çalışmasında pilot bir çalışma gerçekleştirilerek Ankara ilinde bulunan bir akaryakıt istasyonunun araç yıkama kısmında yer alan gürültü kaynaklarının tespit edilmesi, tespit edilen kaynakların hepsinin aynı anda çalıştırılarak tesisten kaynaklı maksimum gürültü düzeyinin belirlenmesi ve gürültünün önlenmesi için çözüm önerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Özellikle şehiriçi akaryakıt istasyonlarında yer alan araç yıkama yerlerine dönük literatür konusunda önemli boşluklar bulunması bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Gürültünün incelenmesine dönük çalışmaların az olması bu çalışmayı mevcut çalışmalardan farklı kılmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER KAVRAMSAL OLARAK SESİN TANIMI

Nesnel bir kavram olan ses, ortamda bulunan hareket halindeki basınç dalgalarına denilmektedir. Varlığı kişiye bağlı olarak değişmeyen ses belirli bir bilimsel ifade ile tanımlanıp ölçülebilmektedir (Özgüven, 2008). Ses, titreşen bir kaynaktan ortaya çıkan hava basıncı dalgalarının meydana getirdiği ve insanı uyaran fiziksel bir olaydır (Harris, 1979).

2.1. Sesin Fiziksel Özellikleri

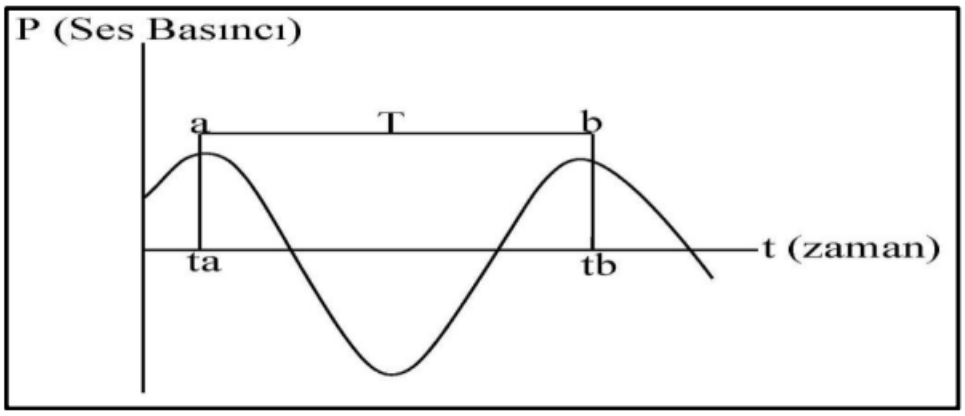
Fiziksel olay olarak tanımlanan ses, titreşim oluşturan bir kaynağın havada basınç değişimi ile dalgalar halinde kulağa ulaşıp insanın işitme duyusunu uyarmaktadır. Fakat gelişen teknoloji insan kulağının duymadığı başka seslerin de olduğunu ispatlamıştır (Aydın, 2015). Sesin oluşabilmesi için, bir titreşim kaynağı ve bu titreşim kaynağından çıkan etkilerin iletildiği bir ortam gereklidir. Titreşim kaynağından çıkan titreşimin iletilebileceği bir ortam olmadan ses iletilemez. Boşlukta yayılması mümkün olmayan sesin yayılması için, örneğin katı, sıvı ya da gaz gibi bir ortam olması gerekmektedir.

2.2. Ses Dalgalarının Özellikleri

2.2.1. Frekans, periyot, dalga boyu ve yayılma hızı

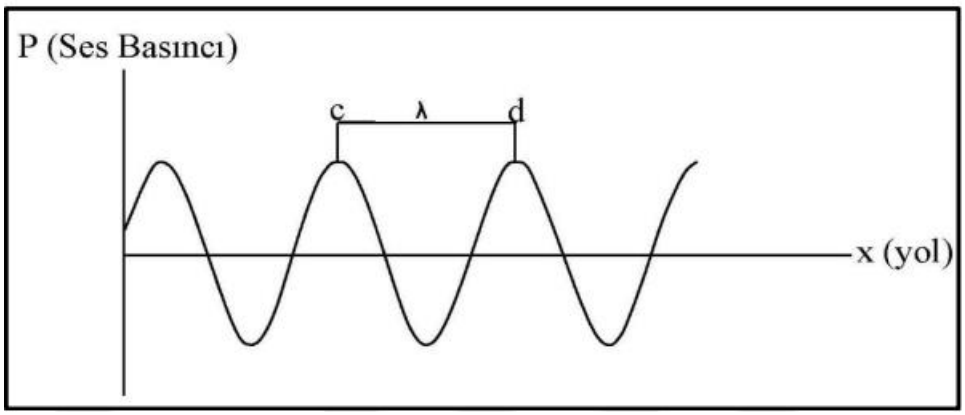
Seste iki temel özellik bulunmaktadır. Bunlar “frekans” ve “genlik” terimleri olarak adlandırılmaktadır. Frekansın birimi hertz olup Hz ile gösterilmektedir. Birim zamandaki basınç dalgası sayısı frekans olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2011). Başka bir deyişle doğadaki birçok dalga bir önceki dalgacığı sabit bir zaman aralığında takip eden dalgacık serilerinden oluşur. Birim zamanda üretilen dalgacık sayısına, yani birim zamandaki (1 sn) titreşim sayısına frekans denir. Birimi Hertz (Hz) olarak geçmektedir (Bozkurt ve Selek, 2019).

Basıncın birbirini takip eden en yüksek iki değeri arasında geçen süreye (tb - ta) periyot denir (Şekil 2.1). Birimi saniye olup T sembolü ile gösterilmektedir (Özgüven, 2008).



Şekil 2.1. Ses dalgasının meydana getirdiği ses basıncının kaynağa olan uzaklıkla ilişkisi (Karadayı, 2001)

Birbirini takip eden iki komşu dalga arasında geçen zamana dalga boyu denir ve λ sembolü ile gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Basit harmonik ses dalgasının bir noktada meydana getirdiği ses basıncının belirli bir sürede değişimi (Karadayı, 2001)

Dalganın yayılma hızı, C= λ/T'dir. Bu demektedir ki T sürede, dalga boyu λ olan ses dalgası kendi boyu kadar yol kat etmektedir (Zannin vd., 2002). bazı platformlardaki sesin yayılma hızları Çizelge 2.1'de gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, her bir malzeme için birebir değer vermek, birebir değer tanımlamak olası değildir. Şöyle ki malzemelerin kimyasal içerikleri farklı olduğundan, birden çok fiziksel ya da metalürjik şekilleri bulunduğundan sesin yayılma hızı etkilenir. Bu yüzden aynı malzeme için farklı kaynaklardan birbirinden değişik değerler çıkabilir. Çizelge 2.1'de çeşitli kaynaklarda bulunan değerler gösterilmektedir. Çizelgede bazı materyaller ve malzeme için belirtilen sebeplerden tek bir değer yerine aralık değerleri verilmiştir (Özgüven, 2008).

Çizelge 2.1. Farklı platformlardaki sesin yayılma hızı (Özgüven, 2008)

Platform	Yayılma Hızı (m/sn)
Hava (0ºC'de)	331
Hava (21ºC'de)	344
Mantar	500
Kurşun	1200-2400
Çelik	5800-6000

2.2.2. Ses basıncı

Ses basıncı, bir saniyede eşit miktarda enerjiye sahip sabit ses seviyesidir. (Anonim, 2017a).

Ses basıncının lineer olarak ölçülmesi zor bir metot olduğundan bu konudaki araştırmalarda problemler oluşturmaktadır. İnsan kulağının işitebildiği en düşük ses seviyesi 1000 Hz'dir. 1000 Hz ses seviyesinin basıncı 20 mPaskal olarak ifade edilmektedir. Bu rakamların gürültüyle ilgili çalışmalarda kullanılması çok büyük rakamlarla çalışmayı gerektirmektedir. İnsan kulağının sese karşı gösterdiği duyarlılık lineer olmadığından, akustik parametrelerin ölçülen standart değerlere oranının logaritmik olması, ölçümlerde daha fazla pratiklik sağlamaktadır. Bu nedenle gürültü basıncı seviyelerinin ölçülmesinde logaritmik desibel ifadesi kullanılmaktadır. Gürültü basınç seviyesi aşağıdaki denklemde,

$GBS = 10 \log \frac{P}{P_0}$ olarak ifade edilmektedir. *P* ölçülen gürültü basıncı, *Po* ise referans

gürültü basıncıdır ve ekseri 20mPa olarak alınır. 0 dB işitme eşiğini, 120 dB ise insan kulağında ağrının başladığı değeri göstermektedir (Karpuzcu, 2007).

2.2.3. Desibel

Seslerin ölçülüp, sahip oldukları güç, şiddet ve basınçlarının işitilebilen en hafif sesin referans olarak kabul edildiği değere göre kıyaslanarak logaritmik olarak ifadesine "düzey" adı verilir. Düzey birim olarak "desibel" ile ifade edilmektedir. Çizelge 2.2'de görüldüğü üzere gerçekte ses; güç, şiddet ve basınç değerleri gibi kendi fiziksel birimleri (Watt,

Watt/m2, Pa) ile verildiğinde çok küçük değerlerdir. Bu nedenle logaritmik (sıkıştırılmış) ölçek yardımıyla ses büyüklüklerini daha basit sayılar ile belirtmek pratikte daha uygundur. Bu ölçekte temel birime "bell", bell'in 1/10'una "desibel" denir ve "dB" ile gösterilir (Kurra, 2009a).

Çizelge 2.2. Ses basıncı ve ses basınç düzeyleri arasındaki ilişki, pascal ve desibel ölçekleri (Kurra, 2009a)

Ses Basıncı (Pa)	Basıncı Düzeyi (Db)
10^{2}	140
10	120
1	100
10^{-1}	80
10^{-2}	60
10^{-3}	40
10^{-4}	20
10^{-5}	0

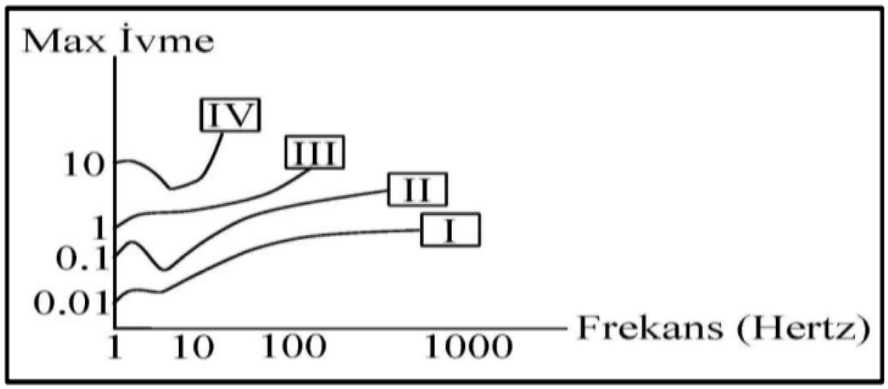
2.2.4. Titreşim ve etkileri

Titreşim teknik literatürde vibrasyon olarak da karşımıza çıkmaktadır. Herhangi bir yapının ya da sistemin dengesini kaybetmeden salınımlar yapması ile oluşur. Başka bir ifade ile iki enerji türü olan kinetik ve statik enerjiler arasındaki geçişler olarak da tanımlanabilir.

Frekansı ve şiddeti titreşimin özelliğini belirler. Titreşimin salınımları periyodik olabileceği gibi, rastgele de olabilir. Titreşim genelde istenmeyen bir harekettir. Boşa enerji harcar. Arzu edilmeyen ses ve gürültüyü oluşturur.

Katı ortamdan aktarılan titreşim çoğunlukla dikey karakterini korur. Sesle iletilen titreşim en büyük etkisini yayılma yönünde ve özellikle dik ve titreşen yüzeylerde gösterir. Havacılık mühendisliği alanları dışında, çoğunlukla katı ortamlardan iletilen titreşimin yanı

sıra sesle iletilen titreşimin etkileri de dikkate alınmayabilir. Sesle iletilen titreşimin akustik sonuçları daha etkilidir. Titreşimin insanlar üzerindeki etkileri Şekil 2.3'te gösterilmiştir (Karadayı, 2001).



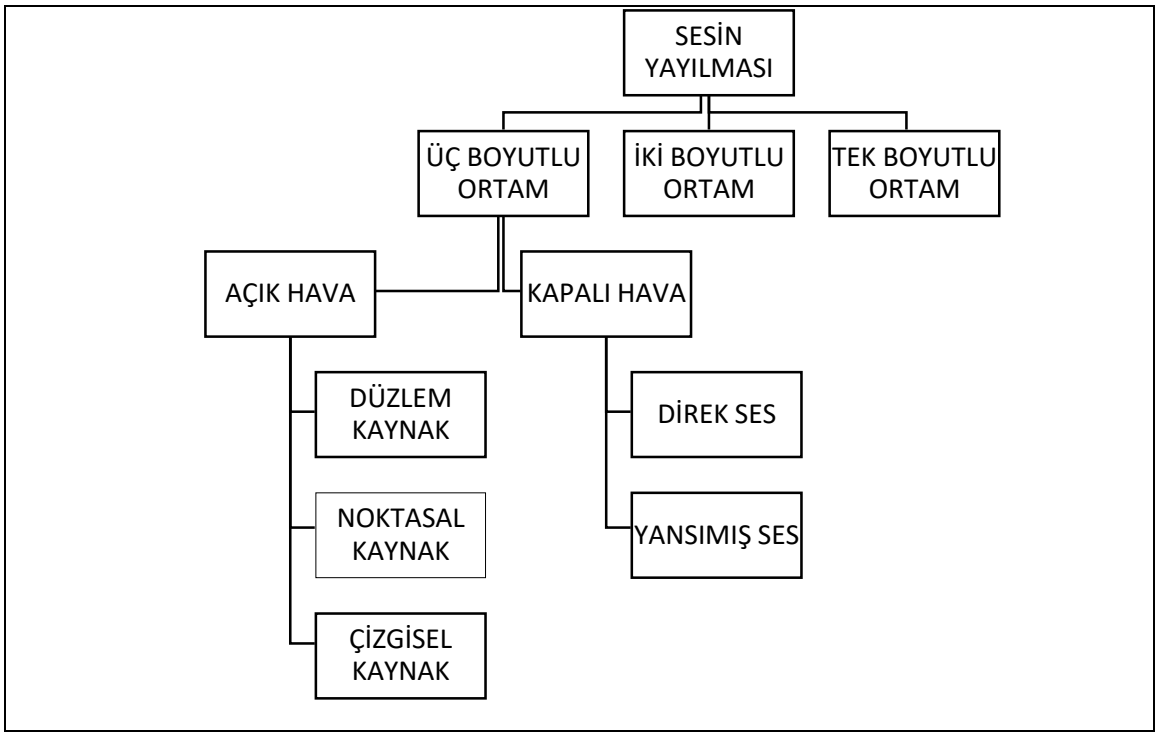
Şekil 2.3. Titreşimin insanlar üzerindeki etkileri (Karadayı, 2001)

Yukarıdaki şekilde gösterilen imgeler I: Düşük şiddette hissedilebiliyor, II: Dayanılabiliyor ancak memnuniyetsiz edici, III: 15 dakikadan fazla dayanılamıyor, IV: Az bir süre de olsa dayanılamıyor, etkilerini göstermektedir (Karadayı, 2001).

2.3. Ses Kaynakları

Ortamın fiziksel özelliklerine göre yayılması değişkenlik gösteren sesin, yayılmasındaki etkenler şematik olarak basite indirgenmiş bir şekilde Şekil 2.4'te gösterilmiştir.

Kanallar ve borular tek boyutlu ortam, asma tavanlar ise iki boyutlu ortam, açık hava veya kapalı mekân ise üç boyutlu ortam olarak tanımlanmaktadır. Şekil 2.4'te boyutların her birisi diğerlerinin onda birinden küçük olan ortamları ifade etmektedir.



Şekil 2.4. Sesin yansımasına etki eden etkenler (Demirkale, 1994)

2.3.1. Düzlem kaynak

Noktasal kaynakların bir düzlem üzerinde bir araya gelmeleri ile düzlem kaynak oluşur ve düzlemsel dalgalar yayarlar. Örneğin, r uzaklıktaki bir binanın tüm duvarları ve tavanı ses yayıyorsa r yarıçaplı bir yarıküre üzerinde ses enerjisi hesaplanabilir. Bu tip kaynağa ender rastlanır.

2.3.2. Noktasal kaynak

Gürültü düzeyi uzaklık arttıkça azalacağından alıcıya uzak bir gürültü kaynağı nokta kaynak olarak kabul edilir (Tunçer, 2013). Başka bir ifade ile noktasal kaynak, her yöne eşit olarak dağıtım yapan, çapı ürettiği sesin dalga boyundan çok küçük olan kaynaklar olarak tanımlanmaktadır.

2.3.3. Çizgisel kaynak

Çizgisel kaynaklar, ses dalgalarının çizgisel bir şekilde yayılmasına yol açan kaynaklar olarak adlandırılmakta olup genel olarak ardı ardına bir dizi halinde birbirini takip eden noktasal kaynaklardan oluşmaktadır (Aslan, 2009).

2.4. Ses Olayları

2.4.1. Yansıma olayı

Ses ışınlarının yayılma yolu üzerinde dalga boyundan (λ) daha küçük boyutlu bir eleman bulunduğunda, ses ışınları eğilme ile elemanın arkasına geçer. Boyutları λ/4'ten büyük olan düzgün ve gözenekli olmayan bir sert yüzeye çarpan ses dalgası ise geometrik yansıma kuralına uygun biçimde geri döner, bu olay "ses yansıması" olayıdır (Bies ve Hansen, 2002).

2.4.2. Saçılma olayı

Ses dalgalarının çarptıkları yüzeyin boyutları dalga boyuna göre küçük ise yüzey girintili çıkıntılı, köşeli veya dalgalı ise düz bir yüzey üzerinde boyutu dalga boyundan çok küçük engeller ile boyutları eşit ve az farklı yüzeyler ve sivrilikler bulunuyorsa ses ışınları geometrik yansıma yerine her yöne eşit olarak dağılır. Bu olay "ses saçılması" diye adlandırılır (Bies ve Hansen, 2002).

2.4.3. Yutulma olayı

Ses dalgalarının, yayılma ortamında dalga boyundan büyük boyutlu cisimlerle karşılaştıklarında, yüzey özelliklerine bağlı olarak enerjilerinin bir bölümünün sürtünme ile yitirilmesi "ses yutulması" olayıdır (Kurra, 2009a).

Absorbe yeteneği olan yumuşak maddeler ve hatta insanlar bile çevrelerini saran ve kendilerine çarpan ses dalgalarının büyük bir kısmının yutulmasına neden olmaktadırlar (Aslan, 2009).

2.4.4. Sesin katı ortamlarda iletimi

Ses dalgalarının, bir elemana çarpması durumunda ses enerjisi, elemanın modlarını harekete geçirerek ve değişik biçimlerde dalgalara dönüşerek eleman içinde yayılır. Katı ortamlarda yayılan ses dalgaları, kesme dalgaları, eğilme dalgaları, bükülme dalgaları ve uzunluğuna dalgalardır (Ver ve Beranek, 2005).

2.4.5. Kıvrılma (eğilme) olayı

Düzgün doğrusal yayılan ses ışınlarının farklı yayılım ortamlarında eğrilerek doğrultusunu değiştirmesidir. Ses dalgaları iki etken ile eğrilmeye uğrar;

- Dalgalarının hızının ortam sıcaklığına bağlı olarak değişmesi: Dalga önleri sıcak ortamlarda daha hızlı hareket eder.
- Dalgaların ek bir güç altında (örneğin rüzgâr gücü ile) yayılma hızının ve yönünün değişmesi: Dalga, hızların vektörel toplamına uygun olarak hareket eder (Tunçer, 2013).

2.4.6. Kırılma olayı

Ses dalgalarının boyutları sesin dalga boyundan büyük elemanlar ile karşılaşması durumunda, Huygens kuramına göre ses ışınlarının elemanın arkasındaki gölge bölgesine doğru yön değiştirerek ve enerji yitirerek ulaşması olayıdır. Kırılan ışının yönü geometrik akustik ile belirlenir. Boyutları yeterli ise elemanın (engelin) arkasında büyük bir azalım elde edilebilir (Kurra, 2009a).

2.4.7. Uzaklıkla azalım

Ses enerjisi kaynaktan olan uzaklıkla azalıma uğrar. Azalımın miktarı kaynağın akustik özelliğine göre değişir. Azalım miktarı noktasal kaynak için uzaklığın iki katında 6 dB, çizgisel kaynakta ise 3 dB'dir. Düzlemsel kaynakta ise belirli bir uzaklığa kadar azalım yoktur. Daha sonra önce çizgisel kaynak sonra da noktasal kaynak azaltımı elde edilir. Örneğin, ses düzeyi noktasal kaynaktan 1 metre uzakta 80 dB ise, 2 metre uzakta 74 dB, 4 metre uzakta 68 dB ve 128 metre uzakta 38 dB olur (Tufaner, 2009).

2.5. Serbest Alanda Sesin Yayılması

2.5.1. Sesin açık alanda (serbest alanda) yayılması koşullarında kaynağın özellikleri

Bu konu aşağıda tanımlı yönlerle incelenmektedir;

1. Akustik özellikleri yönünden (ses gücü ve basıncı)
2. Sesin sahip olduğu gücün zamana bağlı değişimi
3. Sesin gücünün frekansa bağlı değişimi
4. Ses kaynağının çevresinde bulunan alanlar (yakın ve uzak alanlar, bunların büyüklüğü ve güçleri)
5. Yöneltim özellikleri (Aslan, 2009).

Nokta kaynak

Ürettiği sesin dalga boyundan çok daha küçük çapta olan, her yöne eşit olarak dağıtım yapan (küresel) kaynaklar olarak tanımlanmaktadır.

Çizgi kaynak

Çizgi kaynak olarak adlandırılan ses dalgalarının çizgisel bir biçimde yayılmasına yol açan kaynakların genellikle bir dizi halinde birbirini izlemesi ile oluşmaktadır.

Düzlem kaynak

Bir düzlem üzerindeki ses kaynakları bu duruma örnek teşkil etmektedir. Örneğin, düzlem kaynağa örnek olarak fabrika içerisinde çalışan makine parkurunun oluşturduğu pozisyon verilebilmektedir. Sesin yayılmasına serbest alanda etki eden faktörler: Zemin faktörü, uzaklık faktörü, engel faktörü, sınırlı yol görüşü, meteorolojik faktörler (sıcaklık, rüzgâr) ve havanın yutuculuğu olarak belirtilmektedir (Demirkale, 1994).

2.6. Kapalı Mekânlarda Sesin Yayılması

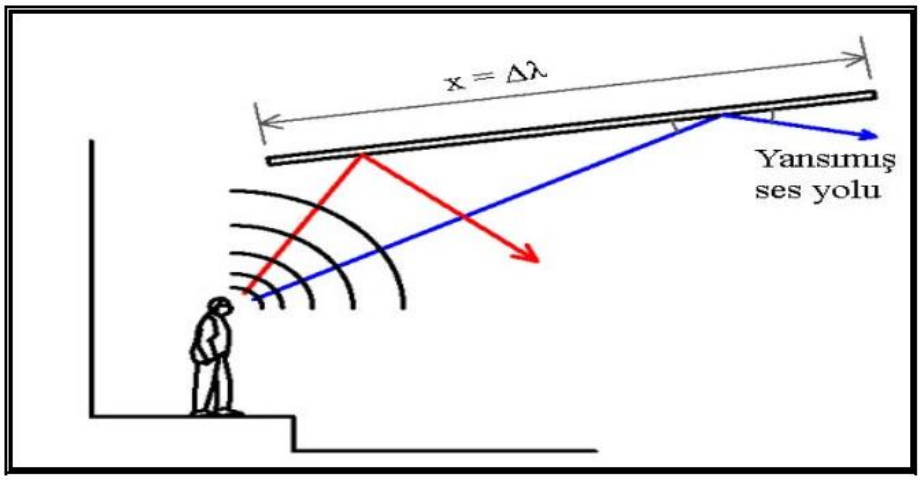
Kapalı mekânlarda sesin davranışı, sesin yutulması, yayılması, kırılması, çınlama süresi, oda modları, eko ve tekrarlayan eko, sesin odaklanması, bozulma ve ses bölgeleri olarak incelenmektedir.

2.6.1. Sesin yansıması

Bir ses kaynağından çıkan ses, bir engel-bir duvar ile karşılaştığında, bu sesin engelin yapısına göre bir kısmı yansımakta-emilmekte ve iletilmektedir. Gelen sesin dalga boyu, yüzey boyutlarından küçük tutularak ses dalgalarının yansıma açısının geliş açısına eşit olması sağlanmaktadır. Kapalı bir hacim içerisinde bulunan dinleyici, ilk önce ses kaynağından gelen sesi direkt olarak duymakta, sonra da yansımış sesi duymaktadır. Bu iki duyuş arasındaki zaman farkı, direkt ve yansımış ses yolları arasındaki uzunluk farkına dayanmaktadır.

Ses dalga ışınlarının yansıması, geometrik optik yansımayla aynı prensiplere dayanmaktadır. Düzlem yüzeyde yansıma olduğunda geliş açısıyla aynı değere sahip bir açıyla yansıma gerçekleşmektedir. Ancak sesin dalga boyu yansıtıcı yüzey boyutundan büyük ise yansıma açısı geliş açısından farklı olmakta ve ses dağılarak saçılmaktadır (Aslan, 2009).

Aşağıda bulunan Şekil 2.5'te, yansıma olabilmesi için sesin dalga boyu (λ) ile sesin ulaştığı yüzeyin boyutu (x) arasındaki ilişki gösterilmiştir. Görüldüğü üzere yüzeyin boyutu, sesin dalga boyundan büyük ($x > \lambda$) olduğu zaman yansıma olayı meydana gelmektedir. Ses ışınlarının farklı yüzey biçimlerinden yansıması Şekil 2.5'te verilmiştir.



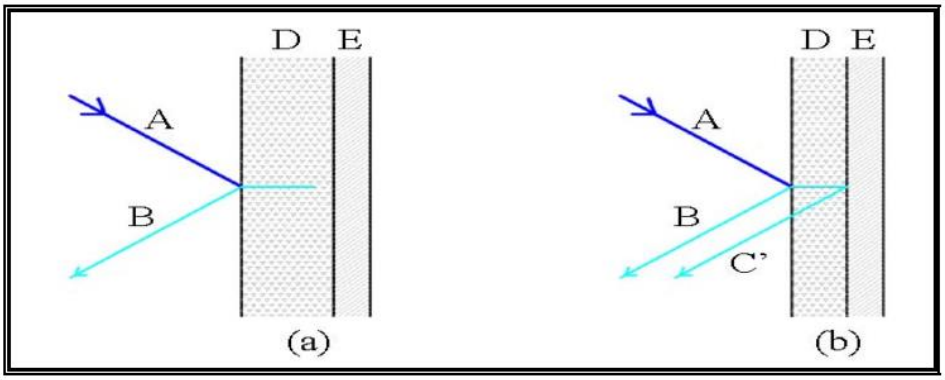
Şekil 2.5. Yansıma için dalga boyu ve yüzey ilişkisi (Sipahioğlu, 1995)

Dışbükey yansıtıcı bir yüzeyden, normal aksına simetrik bir şekilde yansıtılan ses dalgasının her geliş açısı farklılık gösterebilir. Yansıtıcı yüzeyin merkezi normal aksın belirlenmesinde esas alınmaktadır. Temas noktasından çizilen teğet ve kaynak noktası (S) ile zahiri kaynak noktası (S') bulunur. Zahiri kaynak noktası ve temas noktası hizasında oluşan yansımış ışın, Şekil 2.5'te görüldüğü gibi dış bükey yüzeylerden dağılarak yansımaktadır.

İç bükey yansıtıcı yüzeyden de aynı mantıkla ses dalgası yansımaktadır. Dış bükey yansımadan farkı, ses dalgasının dairesel yansıtıcı yüzeyin merkezine doğru odaklanarak yansımasıdır.

2.6.2. Sesin yutulması

Bir engele veya bir hacmin yüzeylerinden birisine ya da birkaçına çarpan ses dalgasının enerjisinin bir kısmının başka bir enerjiye dönüşmesi olayına "sesin yutulması" denilmektedir.



Şekil 2.6. Gözenekli bir tabakadaki yutuculuğun şematik gösterimi (Sipahioğlu, 1995)

Yukarıdaki şekilde görülen A gelen sesi, B yansımış sesi, C tabaka tarafından yutulan sesi, C' arka duvar tarafından yansıtılan sesi, D gözenekli tabakayı ve E rijit arka duvarı belirtmektedir.

Bir malzeme içinden geçerken ya da bir yüzeye çarptığı zaman ses enerjisi bir başka forma girmekte ve bu durum sesin yutuculuğu olarak tanımlanmaktadır. Dönüştürülen ısı enerjisinin miktarı çok azdır (Aslan, 2009).

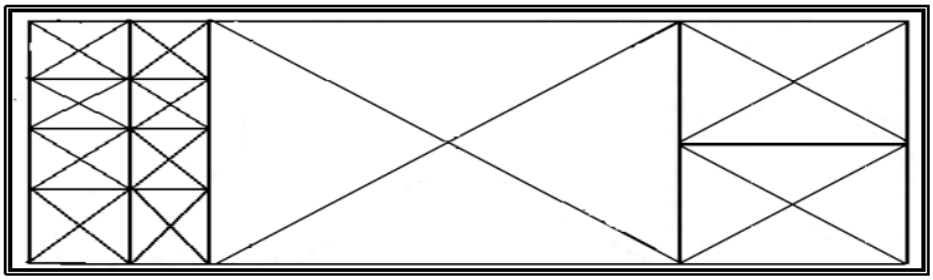
Yapı malzemelerinin tümü sesi belirli miktarlarda yutmaktadır. Yüzeye gelen ses enerjisinin yutulan ya da yansıtılmayan oranı, yüzeyin ses tutuculuk katsayısı α ile gösterilmektedir. Yüzey tutuculuk katsayısı 0-1 arasında değişmektedir. Örneğin tuğla-beton gibi sert yüzeylere sahip malzemeler ses enerjisinin ancak %5'ini yutmaktadır. Bu da bu malzemelerin 0,05 oranında yutuculuk katsayısı var demektir.

2.6.3. Sesin yayılması (saçılması)

Ses dalgalarının yüzeyden rastgele yayılmasına veya saçılmasına yayılma denilmektedir. Yüzey boyutu ile sesin dalga boyutunun eşit olması durumunda meydana gelmektedir. Ses ışınının dalga boyu ile geldiği yüzeyin boyutları arasındaki ilişki, yayılma olayının gerçekleşmesi için çok önem arz etmektedir.

Şekil 2.7'de sesin saçılması yani çeşitli yüzeylerde yayılması için elemanın görünüşü verilmektedir. Sesin hacim içinde yayılması, birçok yolla sağlanmakta olup; en çok kullanılanları, ses yansıtıcı ve yutucu yüzeylerin ardışık düzenlenmeleri ve ses yutucu

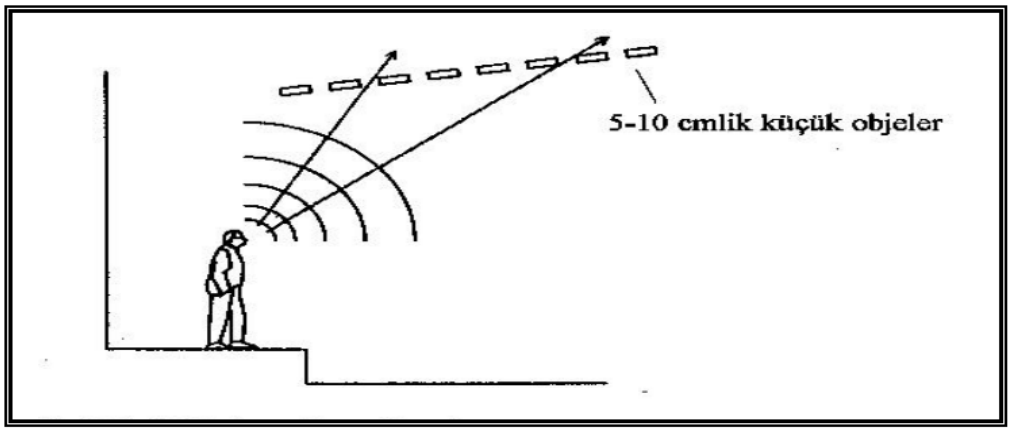
malzemelerin gelişigüzel-düzensiz dağılımı olarak adlandırılmaktadır. Malzeme yüzeylerinde girinti-çıkıntı, malzeme farklılıkları gibi düzensizlikler ve ses saçıcı elemanların yaygın olarak kullanılması sonucu ortaya çıkar.



Şekil 2.7. Sesin saçılmasını sağlayan yapıdan kuşbakışı görünüş (Sipahioğlu, 1995)

2.6.4. Sesin kırılması

Ses dalgalarının bir obje etrafında veya bir açıklık boyunca akması veya eğilmesidir. Sesin dalga boyu her bir küçük elemanının boyutlarından büyük olursa kırılma olayı gerçekleşmektedir.



Şekil 2.8. Kırılma olma koşulu (Sipahioğlu, 1995)

Düzgün hacme sahip ve küçük yansıtıcı yüzeyler, istenmeyen kırılma etkileri meydana getirmektedir. Yukarıdaki Şekil 2.8'den anlaşılacağı üzere kırılma, ses dalgalarının kolonlar-kirişler gibi engellerde bükülerek uzaklaşması veya saçılmasıdır.

Kırılma, yüksek frekanstan çok düşük frekanslara kadar geniş bir aralıkta meydana gelmektedir (Sipahioğlu, 1995).

3. GÜRÜLTÜ

Teknolojideki gelişmeye dayalı olarak gelişmiş ülkelerde meydana gelen gürültü günümüzdeki en önemli sorunlardan biridir ancak Türkiye'de pek önemsenmemektedir. Gürültü, bireylerin duyma sağlığını ve algısını negatif olarak etkileyerek bireylerin fizyolojik ve ruhsal dengesini bozabilir. Ayrıca içsel performansları azaltarak çevrenin güzelliğini ve sükûnetini yok eder (Bıçakcı ve Selek, 2012: 116). Çevreden yayılan gürültü, genellikle binaların haricinde yer alan, tesir müddeti kısa olmayan; kısa, orta ve uzun dönemde sağlıkla ve konforla ilgili problemler oluşturan kaynaklardır. Son 50 senede gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar, insanların sağlığı ve rahatlığı üstünde negatif tesirlerinden dolayı gürültüyü bir çevre kirliliği türü şeklinde ele almaya başlamıştır (Savaş, 2019: 4).

Son on yılda büyük bir hızla artan kentleşme, biyolojik çeşitliliği, enerji akışı ve döngülerini, çevresel gürültüyü ve en önemlisi insan sağlığını doğrudan etkilemiştir. Modern dünyada gürültü, insanı fiziksel ve çevresel açıdan olumsuz bir şekilde etkileyen ciddi bir çevre sorunu haline gelmiştir. Çevresel gürültü, önemli bir çevre kalite göstergesidir (Yerli vd., 2019: 126). Bununla birlikte gürültü, yaygın maruz kalma sıklığına rağmen tarihsel olarak kimyasal veya radyolojik nitelikteki kirleticilerden ve özellikle hava kirliliğinden farklı şekilde ele alınmaktadır. Günümüzde gürültüye maruz kalma büyük bir kamu meselesi olarak algılanmaktadır (Hammer vd., 2014: 116).

3.1. Gürültü Kavramı

Nüfusun artması ve teknolojideki gelişmelerin neticesinde hayat kalitesinin yükselmesiyle çevresel kirlilik çağımızın en güncel ve ciddi sorunlarından biri olmuştur. Farklı sahaları içeren "kirlilik" teriminin bir tipi olan gürültü kirliliği, gittikçe artan ve gündelik yaşam şartları içinde bireyleri kaygılandıran bir toplumsal ve çevresel sorun olmaya başlamıştır. Havada, suda ve topraktaki sorunlar, zaman ilerledikçe farklılık arz ederek ileri boyutlara ulaşmıştır. Bu çerçevede hızlı kentleşmenin beraberinde meydana gelen nüfus artışı, trafik yoğunluğu vs. etkenler çözülmesi zor çevresel problemlerden birisi olan gürültü kirliliğini oluşturmaktadır (Delikanlı vd., 2014: 22).

Gürültü ayırıcı bir yapıya sahip olmayan, kapsadığı öğeler ile bireye bedeni ve ruhi olarak tesirde bulunabilen ses düzensizliğidir. Ayrıca, istenilmeyen ve hoşlanılmayan seslerin tanımlanması için de tercih edilen genel bir tanımlamadır. Bireyde rahatsızlık oluşturan ses çeşitleri gürültü kirliliğine yol açmaktadır. Ses objektif bir kavram olması dolayısıyla ölçülebilir ve mevcudiyeti bireyden bireye değişmemektedir. Gürültüyse sübjektiftir. Gürültü, açıklamasından da anlaşılacağı üzere istenmez. Bireylere göre değişiklik arz eden yapısından dolayı sinir sisteminde ve psikolojik yapıda farklı etkilere sahiptir. Toplu hayatın icaplarından olan ses, bazen gürültü şeklinde algılanmaktadır (Bıçakcı ve Selek, 2012: 116).

Gürültü, bireyler üstünde negatif etkide bulunan ve hoşa gitmeyen seslerdir. Gürültünün insan sağlığı için tahrip edici özellikler göstermesi de oldukça normaldir. Bütün bu açıklamalar ışığında görülmektedir ki gürültü, insanın konforunu bozmaktadır. Gürültü, istenmeyen düzeye ulaştığında kirlilik oluşturur. Gürültü kirliliği de fiziki ve ruhi rahatsızlıklara neden olabilir. Gürültü kirliliğinin pek çok nedeni bulunmaktadır ama en önemlileri nüfus artışı, endüstrileşme, hızlı ve çarpık kentleşmedir (Soylu ve Gökkuş, 2016: 2).

Gürültüye maruz kalma işitsel ve işitsel olmayan sağlık etkilerine yol açabilir. Gürültünün sağlık etkileri arasında rahatsızlık, uyku bozukluğu, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, depresyon ve bilişsel bozukluklar sayılabilir (Sieber, 2017: 1262). Gürültü kirliliğinin başlıca etkileri arasında iletişim ve azalan verimlilik ile etkileşim de bulunmaktadır. Sağırlık ve zihinsel bozulma gibi aşırı etkiler de göz ardı edilmez (Singh ve Davar, 2017: 181). Çevresel gürültü, gürültüden rahatsız olduğunu bildiren kişiler için sadece bir sağlık riski değildir. Aynı zamanda bu bireylerin başka sağlık problemleri yaşama riski de vardır. Gürültülü ortamlardaki çocukların okul performansı düşüktür. Bu durum strese ve yanlış davranışlara yol açar. Aynı zamanda öğrenme, okuduğunu yanlış ya da az anlama ve konsantrasyonda azaltmaya sebep olmaktadır (Hammer vd., 2014: 117).

3.2. Gürültü Kaynakları

Gürültü kirliliği, dünya genelindeki şehirlerde önemli bir sorun olarak görülmektedir. Şehir yönetimlerinin gürültüye karşı mevcut yöntemleri değerlendirmek ve geliştirmek gibi sorumlulukları vardır (Maisonneuve, 2010: 51). Gürültü

kaynakları arasında karayolu ve demiryolu trafiği, hava taşımacılığı ile mesleki ve endüstriyel faaliyetler bulunmaktadır. Bununla birlikte bireysel düzeydeki mağduriyetler arasında ise güçlendirilmiş müzik, eğlence etkinlikleri (konserler ve spor etkinlikleri dâhil) ve ateşli silahlar sayılabilir. Çoğu zaman eğlence faaliyetlerinden ve müzikten kaynaklanan mağduriyetler, istenmeyen ses olma anlamında "gürültü" olarak değerlendirilmemektedir (Hammer vd., 2014:117).

Gürültü frekansı, gürültünün ortamdaki süresi, noktasal, düzlemsel ya da çizgisel kaynaktan kaynaklanıp kaynaklanmadığı, gürültüye maruz kalanların yaşı, fiziksel ve psikolojik durumları, ortamda gürültünün zamana göre dağılımı gürültünün alıcılar tarafından rahatsızlığa sebep olup olmadığına dair algıda etkilidir (Delikanlı vd., 2014: 23).

Gürültü genelde insana bağlı faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Bu kaynaklardan biri olan kent gürültüsü başlıca üç ana bölümde incelenebilir;

- Birinci sırada, trafik ve taşımacılıktan kaynaklanan gürültüler bulunmaktadır. Hava, deniz ve demiryolundan kaynaklanan gürültüler bölgesel nitelik göstermektedir. Ancak karayolu taşımacılığından kaynaklanan gürültünün, geniş bir insan topluluğunu etkilemesi ve kentin tümünde yaygın olarak kendini göstermesi nedeniyle ayrı bir önemi bulunmaktadır.
- Sanayi gürültüsü, özellikle çarpık kentleşmenin söz konusu olduğu ve konut ile sanayi bölgelerinin iç içe bulunduğu durumlarda oldukça büyük sorun haline dönüşmektedir. Genelde bölgesel nitelik gösteren sanayi gürültüleri fabrika, atölye vb. çalışma alanlarından kaynaklanmaktadır.
- Spor, alışveriş, eğlence gibi açık hava etkinliklerinden kaynaklanan gürültüler de kent gürültüsü olarak adlandırılmaktadır. Spor alanları, açık pazar yerleri, çocuk ve oyun bahçeleri, parklar, fuarlar, açık konser alanları, okul bahçeleri bu tür gürültülerin yaşandığı bölgelerdir (Önder ve Gülgün, 2010: 55).
- Kentleşmenin hızlı olması, plansızlığı da yanında getirmektedir. Toplumsal ve teknik donatı sahaları yeterli olmayan, ulaşım planlaması gerçekleştirilmemiş sanayi tesislerinin hayat ve dinlenme alanlarıyla iç içe girdiği bir şehir görüntüsü oluşturmuştur. Kentleşmenin bu hali, pek çok çevre problemini de meydana getirmektedir. Çevre problemlerinin en önemlilerinden birini gürültü kirliliği teşkil etmektedir. Değişik biçimlerde tasnif edilebilen çevresel gürültü kaynakları,

göndericilerin ve alıcıların çevresel pozisyonlarına ve yayılma yönlerine dayalı olarak "yapı dışı çevre gürültüleri" ve "yapı içi çevre gürültüleri" olarak iki başlıkta toplanabilir (Taşkaya ve Sesli, 2019: 2).

3.2.1. Yapı dışı gürültü kaynakları

Yapıların dış kısmında bulunan kaynakların ortaya çıkardığı, içerisindeki ve dışarıdaki bireylere etkide bulunan gürültü tipidir. Bunlar karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu taşımacılığı, endüstriyel amaçlarla kullanılan araçlardan ve makinelerden, inşaat işlerinin yapıldığı şantiyelerden ve buralarda bulunan makineler ile eğlence mekânlarından, yüksek sesle konuşma ve müzik dinleme gibi beşerî faaliyetlerin yapıldığı yerlerden çıkan seslerdir (Aydın, 2018: 4). Bu sesler, şu şekilde gruplandırılabilmektedir;

- Ulaşım gürültüleri: Motorlu araç trafiği (hafif, orta ve ağır taşıtlar), denizyolu (yolcu ve yük gemileri, tekneler vb.), demiryolu (yolcu ve yük trenleri, tramvaylar vb.), hava ulaşımı (uçaklar, helikopterler, havaalanı işlemleri, roketler vb.) gürültüleri.
- Endüstri gürültüleri: Endüstriyel araçlar, gereçler ve makinelerle işyerlerindeki farklı çalışmalardan kaynaklanan gürültülerdir (fabrika, atölye, üretim, tamir yerleri, egzoz fanları vb.).
- Yapım (şantiye) gürültüleri: Yol ve bina inşaatlarından ve buralarda kullanılan makinelerden kaynaklanan gürültüler (toprak kaldırma, yıkım, yapım, taşıma vb.).

İnsan faaliyetleriyle ilgili gürültüler: Yüksek sesle konuşma, çocuk sesleri, atış sahaları, televizyon, bağırma, spor sahaları, radyo, müzik sesleri, vb.

- Ticari ve eğlence mekân gürültüleri: eğlence mekânları, açık hava sinemaları, yükseltilmiş reklamlar, satıcıların sesleri, plakçıların ve kasetçilerin müzik sesleri vb.

İlk üç grupta yer alan gürültüler, kaynak verilerinin doğru saptanmasına bağlı olarak modellenebilir, düzeyleri hesaplanabilir. Ancak beşerî etkinliklerle ilgili gürültülerle eğlence ve ticari amaçlı gürültüler, çoğu değişkenlikleri nedeniyle ölçümler yapılarak incelenebilir ancak modelleme yapılması güçtür (Tunçer, 2013: 15).

3.2.2. Yapı içi gürültü kaynakları

Yapı içi gürültü kaynakları, yaydıkları ses tonundan dolayı açık sahadaki gürültü kaynaklarına benzer şiddette değildir ve genellikle insanların yaşamlarını tehdit etmez. Yapı içi gürültü kaynakları Çevre Şehircilik ve İklimlendirme Bakanlığının "Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Kılavuzu" 'nda, "konuşma sesleri, adım sesleri, ev araçlarının gürültüleri, yükseltilmiş müzik sesleri, darbe veya eşya sürtünme sesleri, kapı çarpmaları, büro gürültüleri, garaj gürültüleri, asansör ya da tesisat gibi çeşitli makine ve donanımların gürültüleri ile yapı içerisinde yer alan her türlü işyerinden gelen özel gürültüler" biçiminde ifade edilmektedir (Sezgin ve Mutlu, 2017: 680). Bina gibi yapıların içindeki teknolojik olan mekanik veya elektronik sistemlerle farklı yaşam faaliyetlerinden oluşan gürültülerdir. Bu gürültüler bitişik veya ayrı yapıdaki canlıları da etkilemektedir(Coşgun vd., 2008: 66). Şu şekilde sınıflandırılır;

- Evde kullanılan aletler
- Televizyon, radyo vb. gibi yükseltilmiş sesler
- Konuşma, bağırma sonucunda oluşan insan sesleri
- Büro sesleri
- Çeşitli ani darbe veya eşya sesleri
- Ayak sesleri
- Asansör, klima gibi çeşitli makinelerin gürültüleri (Katrancı, 2018: 11).

Kapalı ortamlarda durağan dalgalar oluşur. Bu dalgalar duvar yapısında kullanılan malzemenin ses dalgasına verdiği tepkiye yani ses yalıtım katsayısına göre değişiklik gösterir. Bu ortamlar çok küçük olduğu için yalıtım malzemesi ile ses dalgaları iç mekanda sürekli yankılanıyorsa, oda içindeki ölçümlerde yansıyan ses dalgalarını dikkate almak gerekir (Akdemir ve Akdemir, 2019: 72). Yapı içi gürültü kaynakları kendi içerisinde noktasal, çizgisel ve düzlemsel gürültü kaynakları olarak üç farklı şekilde değerlendirilir.

Noktasal gürültü kaynakları

Gürültüyü meydana getiren kaynakla gürültünün etkilediği alıcının arasında bulunan uzaklığın kaynağın büyüklüğünün iki katından fazla olması durumunda bu gürültü kaynağı "noktasal kaynak" şeklinde isimlendirilir. Diğer bir deyişle meydana getirdiği sesin dalga

boyutundan daha büyük boyuttaki ve her cepheye eşit şekilde ses dalgası yollayan kaynaklar "noktasal gürültü" kaynaklarıdır. Mesela alıcılara yeteri kadar uzak bir mesafedeki tek bir eğlence yeri noktasal gürültü kaynağıdır (Aydın, 2018: 5).

Çapı, meydana getirdiği sesin dalga boyundan çok küçük olan ve her cepheye eşit olarak dağıtım yapan (global) kaynaklar olarak da ifade edilirler. Nokta kaynak olarak tek bir taşıt incelenirken taşıtta gürültüyü oluşturan motor, lastik ve yol yüzeyi gibi faktörler etkili olmaktadır. Tek bir motorlu araçtan kaynaklanan gürültü, ayrı ve tanımlanabilir birçok kaynaktan oluşmaktadır. Araçtaki gürültü kaynakları, motor, frenler, fan, soğutma sistemi, yol fren etkileşimi ve egzoz gürültüsü olarak sıralanmaktadır. Bu faktörlerin etkisi, aracın tipine ve büyüklüğüne, hızına, yüküne ve bakımına bağlı olarak değişmektedir (Aslan, 2009: 20).

Çizgisel gürültü kaynakları

Aynı çizgide, yan yana dizilmiş noktasal gürültü kaynakları "çizgisel gürültü kaynağı" şeklinde isimlendirilir. Çizgisel gürültü kaynaklarına alıcının pozisyonu, alıcıyla kaynak arasında bulunan mesafe ve kaynağın uzunluğuna göre işlek olan bir yolla yan yana bulunan ve alıcıya olumsuz olarak tesirde bulunan pek çok faktör etki etmektedir (Aydın, 2018: 5).

Düzlemsel gürültü kaynakları

Bir düzlemin üstündeki gürültü kaynakları "düzlemsel kaynak"tır. Alıcıya oldukça yakın olan bir eğlence mekanına "düzlemsel gürültü kaynağı" denmektedir (Aydın, 2018: 5). Bir düzlem üzerindeki ses kaynakları bu duruma örnek teşkil etmektedir. Örneğin, fabrika içerisinde çalışan makinelerin oluşturduğu pozisyon düzlemsel kaynağa örnektir.

Serbest alanda sesin yayılmasında tesiri bulunan etkenler şunlardır:

- Mesafe etkeni,
- Yol görüşünün sınırlı olması,
- Meteorolojik etkenler (sıcaklık, rüzgâr ve havanın yutuculuğu),
- Havanın yutuculuğu,

- Zemin etkeni
- Engel faktörü (Aslan, 2009: 21).

3.3. Gürültü Tipleri

Teknolojideki ilerleme insanlığa büyük fayda, kolaylık ve konfor sağlar iken gün geçtikçe insan sağlığı üstünde negatif etkilere de neden olmaktadır. 20. yüzyılın başlarında gelişen endüstrinin neticesi, sanayi makinelerinden çıkan sesler, ilerlemenin ve daha iyi bir yaşamın simgeleri şeklinde görülürken bugünlerde gelişmenin negatif etkenleri şeklinde de değerlendirilmektedir. Söz konusu negatif etkenlerin en önemlilerinden biri de gürültüdür. Gürültü, teknolojik gelişmelerin neden olduğu atıklardandır. Çünkü neredeyse tüm üretim çeşitlerinde veya faaliyette, bu üretim ve faaliyete has atıkların yanında gürültü de yer almaktadır. Tabii olarak gürültünün çağımızda en büyük çevre kirliliği faktörü olması da normaldir (Koçer vd., 2017: 677).

3.3.1. Frekans spektrumuna göre

Bir ses dalgasında basınç düzeyleriyle frekanslarının arasındaki ilişkiyi ortaya koyan grafiğe (diyagrama) "frekans spektrumu" denir. Diğer bir deyişle frekans spektrumu, bir ses dalgasının içinde bulunan çeşitli tonal bileşenlerin basınçlarını gösterir (Tunçer, 2013: 11). Frekans Spektrumu "sürekli dar bandı gürültüsü" ve "sürekli geniş bandı gürültüsü" şeklinde iki başlıkta değerlendirilebilir:

Sürekli geniş bandı gürültüsü: Gürültüye neden olan arı seslerinin frekans aralığı geniştir. Yani, gürültünün frekans spektrumu belirli bir frekansta dağılmamış veya kümelenmemiştir. Sürekli bant gürültüsü beyaz gürültü olarak da tanımlanır ve makine gürültüsü gibi çalışma düzenine sahip bütün frekans aralıklarında spektrumlu seslerden oluşmaktadır (Zengin, 2019: 15)

Sürekli dar bant gürültüsü: Geniş bant gürültünün aksine bu gürültü grafiğindeki frekans dağılımı belirli bir frekans bandında toplanır. Arı seslerden meydana gelen sesler daha baskındır. Sürekli dar bant gürültüsü rutin hareketli makine gürültülerinin sahip olduğu birkaç frekansı temsil etmektedir. Örneğin, döner daire testere bunlardan biridir (Katrancı, 2018: 10).

3.3.2. Zamana bağlı olarak

Zaman bağlı olarak gürültü "stabil" ve "stabil olmayan gürültü" şeklinde ele alınmaktadır: *Stabil gürültü:* Gürültünün düzeyinde zaman içinde ciddi bir değişim yoktur. Sabit süratte ve güçte çalışan bir motorun oluşturacağı gürültü örnek verilebilir (Zengin, 2019: 15).

Stabil olmayan gürültü: Gözlem sürecinde gürültü düzeyinde ciddi değişimler bulunur. Stabil olmayan gürültüler üçe ayrılmaktadır;

1. Dalgalı gürültü: Zaman içerisinde düzeyi önemli ölçüde ve sürekli değişiklikler gösterir.
2. Kesikli gürültü: Zaman içerisinde düzeyi bir anda ortamın gürültü düzeyine düşen ve ortamın gürültü düzeyi üstündeki değeri bir saniye ya da daha fazla süre içinde sabitlenerek süren gürültü türüdür. Trafiğin gürültüsü ve durup tekrar çalışan vantilatörler buna örnektir.
3. Darbe gürültüsü: Tamamı bir saniye gibi çok az bir zaman içinde bir ya da daha çok vuruşla ortaya çıkan gürültü çeşididir. Buna maden ocaklarındaki patlamalar, perçin ve çekiç makinelerinin sesleri örnektir (Zengin, 2019: 16).

3.4. Gürültü Ölçümü

Ses seviye ölçerler ile havadaki basınç dalgaları bir mikrofon ile algılanarak evvela elektriksel sinyale çevrilir. Ardından global bir standart değer temel alınıp desibel cinsinden ses basıncı seviyesi şeklinde ifadelendirilir. Gürültü ölçüm aletlerine genel olarak "sonometre" adı verilir. Bu aletler gelen sesin enerjisini toplayıp bunları ölçme süresinin ardından eşdeğer gürültü seviyesi cinsinden verir. Akustik alanda kullanılan cihaz ve dönüştürücülerin kontrolü ve yapılan ölçümlerin doğruluğunun ve güvenirliliğinin garantisi, ölçüm cihazlarının düzenli aralıklarla kalibrasyonlarının yapılması ile mümkün olur. Kalibrasyon, tespit edilmiş şartlar altında ölçüm cihazı ya da ölçme sisteminin ortaya koyduğu değerler ya da maddi ölçütle gösterilen değerlerle ölçülebilen büyüklüğün bunlara karşılık geldiği değerler arasında bulunan ilişki biçimini ortaya koyan işlemlerdir. Gürültü ölçümü yapılan aletlerin kalibrasyonları Uluslararası Standardizasyon Örgütünün (ISO) kurallarına göre yapılmalıdır (Tunçer, 2013: 16).

3.4.1. Gürültü ölçümün amaçları

"Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü (OECD)" tarafından 1996 senesinde yayımlanan bir rapora göre gürültünün herkese tesir ettiği belirtilmiştir. Rahatsız eden gürültünün değeri 55-60 dB (A), rahatsızlığın belirgin olarak artmasına neden olan değer 60-65 dB (A) ve gürültü değeri de 65 dB (A) üzeri olarak ifade edilmiştir (Ateş ve Alagöz, 2018: 15). Gürültü ölçümünün amaçlarıysa üç maddeyle belirtilmiştir;

- Gürültüye neden olan kaynakların akustik bakımdan tanımlanması,
- Gürültünün insan sağlığı ve konforu bakımından tesirlerinin tespiti,
- Gürültü problemlerine karşı alınacak tedbirlerin tespiti ve tedbirlerin analizi.

Çevresel gürültü ölçümlerinde tatbik edilen metotların belirlenmesi, tercih edilecek cihazların tespiti sağlanan değerlerin, metotlara göre analiz edilerek neticelerin gayelere uygun biçimde analiz edilmesi gereklidir (Uyar, 2018: 26).

3.4.2. Gürültünün spektral çözümlemesi

İşitilen frekanslar geniş bir aralığı kapsadığından uygulamalı akustikte ve müzikte frekans değerlerinin belirtilmesinde sıkıştırılmış değerleri içeren logaritmik ölçek kullanılır. Bu ölçekte, sürekli bir spektrum artarda gelen frekans aralıklarında (bantlarında) ölçülmekte ve analiz edilmektedir. Her üst frekansın, alt frekansların geometrik ortalaması olan bir orta değeri vardır ve bantlar bu orta değer ile isimlendirilir. ISO tarafından standardize edilmiş frekans aralıkları, alt ve üst bant sınırlarının oranına bağlı olarak oktav ve 1/3 oktav bantlar olarak adlandırılır (Tunçer, 2013: 11).

Oktav bantlar

Ses analizleri esnasında değerlendirilecek olan frekans aralıklarına "oktav bandı" denilmektedir. Gürültü enerjisinin frekans bakımından değişimini belirlemekte kullanılan alt ve üst frekans sınırlarının birbirinin iki katı olan frekans bandı ve bant genişliğinin merkez frekansının %70'ine eşit olduğu bandı ortaya koyar. Ses ve gürültü değerlendirmesinde, oktav bantları ve 1/n oktav bantları kullanılıp standartlaşma sağlanmaya çalışılmıştır. Pratikte genel olarak 1/3 ve 1/12 oktav analizi yapılır. Bunlar için bir oktav aralık sırasıyla üçe veya on ikiye bölünür;

- 63-250 Hz arası frekanslar- düşük frekans
- 500-1000 Hz arası frekanslar- orta frekans
- 2000-8000 Hz arası frekanslar- yüksek frekans şeklinde isimlendirilir (Uyar, 2018: 21).

1/3 Oktav bantlar

50-10.000 Hz arasında 24 adet 1/3 oktav bant bulunur. Örneğin 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250… vb. gibi. Kimi kaynakların spektrumları zaman içinde değişebilir. Bu durumda üç boyutlu çözümlemeler gerekir. Spektrum çözümleyicileri ve ses süzgeçleri, oktav bant veya 1/3 oktav bant ses düzeyleri olarak işitilebilir frekans aralığı olan 16 Hz ile 20 Khz arasında ki seslerin analizlerinde kullanılır (Tunçer, 2013: 12).

3.5. Gürültü Birimleri ve Göstergeleri

Ses basınç seviyesinin belirli bir eğriye uygun ağırlığıdır. Kompleks seslerin ses yüksekliğini tek bir değer ile açıklamak mümkün olur. Üç tip ağırlık eğrisi vardır. A eğrisi düşük seviyede, B eğrisi orta seviyede, C eğrisiyse yüksek seviyede sesler için kullanılır. Çağımızda A eğrisi her yükseklikteki ses seviyesi için kullanılır. Bunun sebebi A eğrisinin kulak hassasiyet eğrisiyle direkt olarak ilgili olmasıdır. A, B ve C eğrileri kullanılıp gürültü ölçümleri yapılabilir. Bir sesin oktav bant ya da 1/3 oktav bant ses basınç seviyesi belliyse o sesin toplam ses seviyesinin tespiti de olasıdır (Aslan, 2009: 12).

Ses basıncının lineer olarak ölçülmesi zor bir metot olduğundan bu konudaki araştırmalarda problemler oluşturmaktadır. İnsan kulağının işitebildiği en düşük ses seviyesi 1000 Hz'dir. 1000 Hz ses seviyesinin basıncı 20 mPaskal olarak ifade edilmektedir. Bu rakamların gürültüyle ilgili çalışmalarda kullanılması çok büyük rakamlarla çalışmayı gerektirmektedir. Ayrıca insan kulağının sese karşı gösterdiği duyarlılık lineer olmadığından, akustik parametrelerin ölçülen standart değerlere oranının logaritmik olması, ölçümlerde daha pratik olmaktır (Savaş, 2019: 6).

Alexander Graham Bell'in hatırasını yaşatmak için 2 büyüklüğün oranının logaritma "bel" denilen birimle tanımlanmaktadır. O zaman 1 bel, 10 kat olan oranları ile 2 büyüklüğünü göstermektedir. Bu oran, rakamın daha fazla olmasından dolayı "desibel (dB)" ismini

almıştır. Genellikle açıklamalarda “oranların logaritmasının 10 katı” biçiminde kullanılır. Bunlardan biri bilinen bir sayı olduğundan desibel, bu büyüklüğün referans büyüklüğe oranının logaritmasının 10 katı olmaktadır. Desibel, genel olarak güç veya eşdeğeri, büyüklüğü ölçmek için tercih edilir. Desibelle (dB) ölçülen büyüklüklere “seviye” denir (Zengin, 2019: 10).

3.5.1. A ağırlıklı ses basınç düzeyi dB(A)

İnsanoğlunun kulaklarının çok duyarlı olduğu orta ve yüksek frekansların özellikle vurgulandığı bir ses değeridir. Bu durum ses yüksekliğinin öznel değerlendirmesiyle de alakalıdır. İnsan kulağının frekansa dayalı olarak sese olan duyarlılığını en iyi A ağırlık eğrisi temsil eder ve genel olarak bu eğri kullanılır (Aslan, 2009: 12). İşitme duyusunun hassas olduğu frekanslara öncelik verip kulağın hassas olmadığı ses basıncı seviyelerini azaltarak toplamda ortaya çıkan ses basıncı seviyesi kulağın duyabileceği hangi sese hassas olduğunun ölçüsüdür.

İnsanları fizyolojik ve psikolojik yönden etkileyen sesler için genelde A tipi ses seviyesi kullanılır. A tipi ses seviyesinin kullanımının sebebi ise ses eğrisinin kulak duyarlılık seviyeleriyle doğru oranlı olmasından kaynaklanmaktadır. Gelen basınçla beraber oluşan frekans ve ses seviyelerini veren ölçüm cihazına "desibelmetre" ya da "ses seviye ölçer" denilir (Katrancı, 2018: 4).

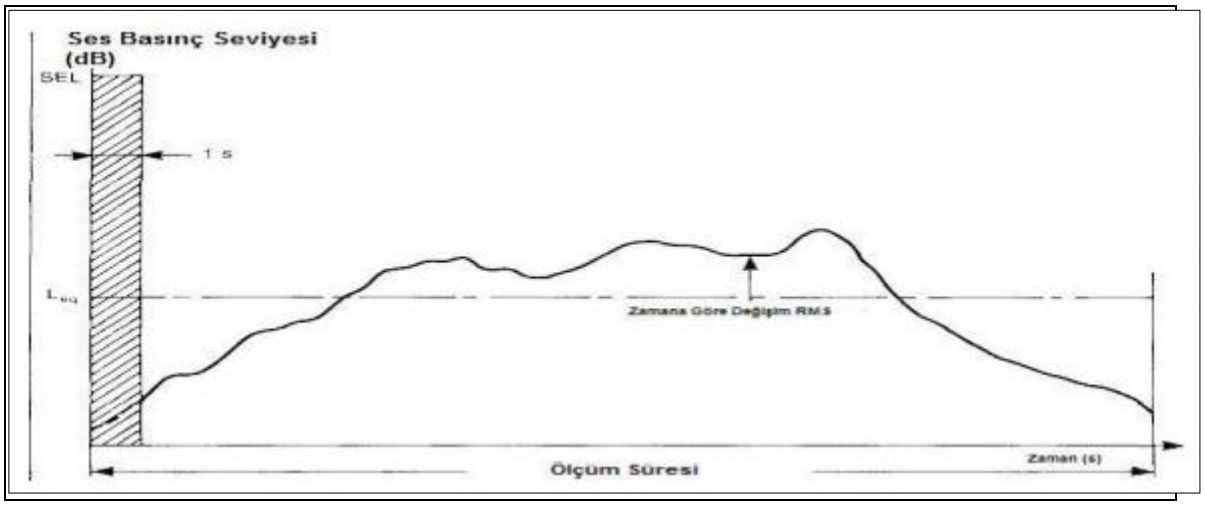
3.5.2. Eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi (LAeq veya Leq, dBA, SEL)

Seste alçalma yükselmelerin bulunduğu veya seviyesinin zaman içinde rastgele değiştiği gürültülerin analizinde ses seviyesinin zaman içinde değişmesinin değerlendirilmesinin yerine sesin eşdeğer sürekli seviyesi kullanılır. Genel olarak, “Leq” sözüyle ifadesini bulur. Belli bir zaman aralığında, bu sesle aynı toplam enerjiye sahip sabit seviyedeki sesin seviyesidir. Leq’in işlevi tespit edilmiş bir periyotta zaman değişkeni dikkate alınarak tek sayı ölçüler sağlamak üzere kullanılır. Topluluğun içinden çıkan sesler kamyon otomobil, havalimanı gürültüsü ve sanayi gürültüleri Leq değerinin analiz edilmesi için Leq tipi örnekler arasında bulunur (Aslan, 2009: 13).

Leq, yani “eşdeğer sürekli ses düzeyi” “ortalama ses” şeklinde de tanımlanmaktadır. Belli bir sürede gerçek dalgalanan gürültüyle aynı toplam enerjiye sahip olan basınç düzeyi de

denir. Bu sayede Leq esas olarak ölçümle RMS ses düzeyi ortalama zaman şeklinde kullanılmaktadır. Toplumsal gürültüler ve endüstriyel gürültü ölçümlerinde A ağırlıklı Leq ya da Leq kullanılır. Eşdeğer ses düzeyi, ses düzeyinin zaman içinde değişme grafiği üzerinden hesaplansa da kimi ses ölçüm cihazları istenen zaman aralığındaki eşdeğer sürekli ses düzeyini direkt olarak hesaplayıp da vermektedir. Zaman aralığı olarak ölçülecek sesin düzeyi, değişimin meydana geldiği süreci yakalar (Zengin, 2019: 11).

L_{eq} ve SEL parametreleri, ses enerjilerinin seviyelerindeki değişimlerinin gösteriminde kullanılan parametrelerdir. SEL ve L_{eq} parametreleri birbirlerine yakın anlama sahiptirler. L_{eq} parametresinde belli bir süre içinde ölçülen ses enerjisini ölçülen zamana yayarak ortalama değer bulunurken SEL (Ses etkilenim seviyesi) parametresinde ise aynı ses enerjisi yalnızca 1 sn lik referans zamana yayılır ve L_{eq} parametresindeki gibi herhangi bir ortalama alınmaz. Bir ölçüm süresince ortaya çıkan toplam akustik enerjiye eşit akustik enerjiyi kapsayan bir saniyelik sabit ses seviyesi tanımı da yapılabilir. Bu durum Şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. L_{eq} ve SEL arasındaki ilişki

Genellikle ses seviyesi ölçümleri doğrudan enerji ile ilgili olduğu için RMS değerleri cinsinden yapılır. Bundan dolayı klasik ses ölçerlerin zamana göre RMS değişimlerini gösteren „Fast": Hızlı (F), „Slow":Yavaş (S) ağırlıklama tercihleri vardır. Ölçülen seste durağanlılık varsa F modu durağan bir yapı göstermektedir. Çoğunlukla klasik olan ses ölçüm cihazları ile L_{eq} değeri ve ölçüm sürelerinin hesaplanabilmesi için değerlendirilecek olan sesin durağan olması ya da çok uzun süre durağanlık göstermiş olması gerekmektedir.

Ancak sesin çok dalgalanma göstermesi durumunda, zamana göre toplam enerjinin ortalama değerinin alınabilmesi için integral alabilecek olan ses ölçerlerin kullanılması bir gerekliliktir. Yükseldikten sonra alçalan seslerin ve kısa süren seslerin değerlendirilmesinde, eşdeğer sürekli ses seviyesi (L_{eq}) yeterli bilgiyi bize sağlamaz. Böyle durumlarda SEL parametresi 1 saniyeye göre normalize edildiğinden ölçüm süreleri birbirinden ayrı olan olayların karşılaştırılabilmesinde de kullanılabilen bir parametredir.

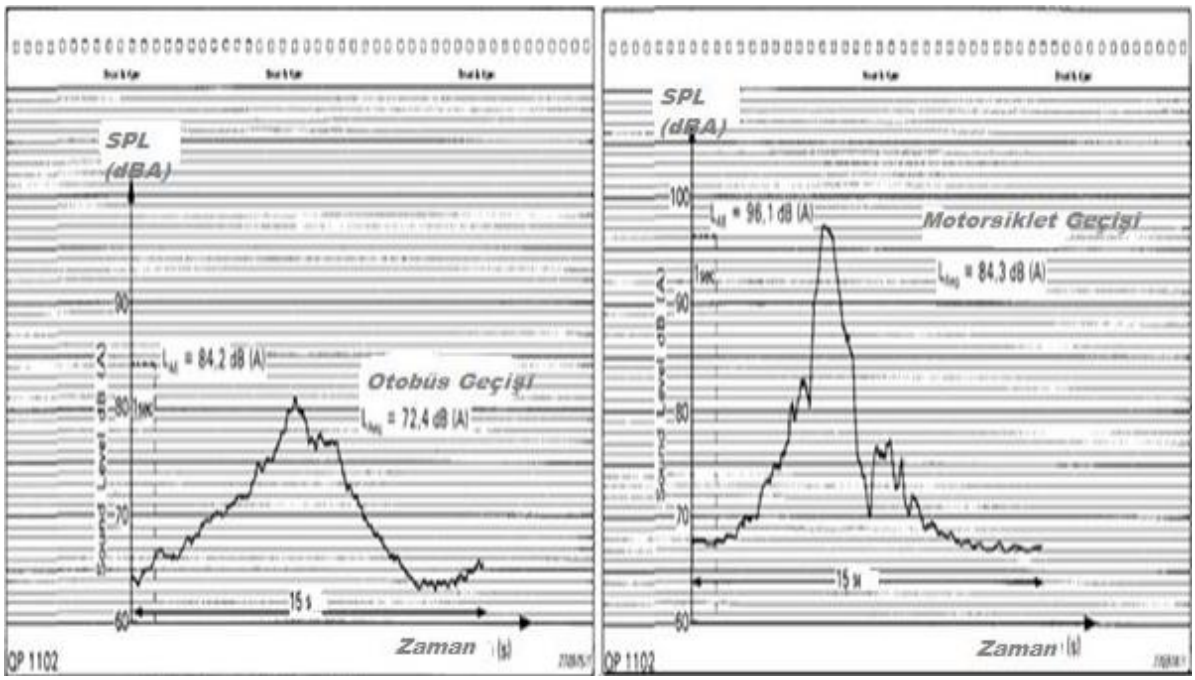
L_{eq} ölçümleri bize birçok faydalı sonuçlar sunmasına rağmen geçici gürültülerin olduğu durumlarda belirsizliği ortadan kaldıramamaktadır. Böyle durumlarda arkaplan gürültü düzeyi ile büyük değişimler olabilmektedir. Eğer ki yalnızca maksimum değer kaydedilmiş ise değerlendirilen gürültünün ne kadar sürdüğüne dair herhangi bir bilgi verememektedir. Bu durumda da yavaş ve hızlı olayların karşılaştırılması ve gürültünün tahmin edilmesi mümkün olamayacaktır.

Ölçülecek sesin özelliğine bağlı olarak ölçüm süresi seçmek mümkün ancak bu durumda önemli olan, ölçülecek gürültünün değişiminin gösterildiği süreyi kapsayan bir ölçüm süresi olmasıdır. Gürültü ölçümlerine, sonucun değişmeyeceğinden emin oluncaya kadar devam edilmelidir.

Teknolojik ilerlemeler neticesinde integral tip ölçüm cihazlarında L_{eq} parametresi, doğrudan ölçüm cihazı üzerinden takip edilebilmektedir. L_{eq} parametre değeri aynı zamanda bir enerji ortalama değeri olduğundan, ölçüm periyodu içerisindeki maksimum değer (L_{max}) da toplam değere büyük katkı sağlayacaktır. Arka plan değeri ile başlayan ve arka plan değeri ile biten bir gürültü ölçümü varsa, L_{eq} değeri ölçüm süresine bağlı olacaktır.

Bu gibi durumlarda, SEL kullanımı ölçüm süresinin etkisini ortadan kaldıracaktır. Çünkü ses enerjisi L_{eq} değerinde ölçüm periyodu boyunca entegre olurken, SEL değerinde bu değer 1 saniye olan referans süresi üzerinden entegre edilir ve gerçek sıkıntı daha iyi değerlendirilebilir. Bu sebeple SEL değeri toplamda sayısal olarak aynı ses enerjisine eşitken, L_{eq} ise toplam ses gücü ortalaması ile orantılı olmaktadır.

SEL parametresi iki tane ana uygulamaya sahip bir parametredir. Bu uygulamalardan birincisi, aşağıda bulunan şekilde gösterildiği gibi, farklı kaynaklara ait olan geçiş gürültülerinin kıyaslanabilmesidir.

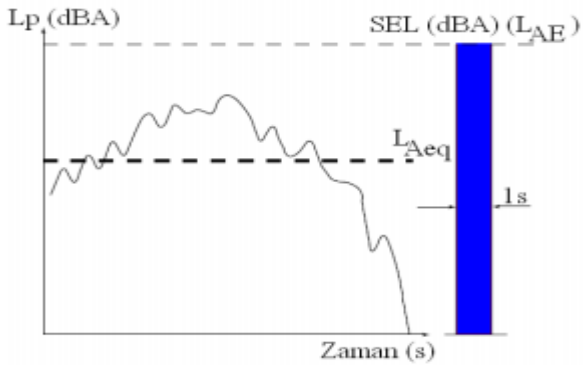


Şekil 3.2. SEL değerinin farklı gürültülerin kıyaslanmasında kullanımı

Yukarıda gösterildiği gibi aynı geçiş sürelerine sahip motosiklet ve otobüs araçlarının ölçüm sonuçları verilmiştir. Verilen araçların gürültü kaynaklarının ürettiği gürültünün maksimum değerleri arasında 16 dB fark varken, SEL değerleri arasındaki fark 12 dB'ye düşmektedir. Bu bize daha düşük seviyeli gürültülerin daha uzun süre devam edebileceğini göstermektedir. Bu durum, geçiş gürültülerinin tanımında maksimum değerlerin yeterli bir belirleyici olmadığını göstermektedir.

SEL parametresinin ikinci uygulaması ise belirlenen bir ölçüm süresinde tekil SEL parameter değerlerini kullanarak L_{eq} parametre değerinin elde edilmesidir. Aralarındaki ilişki ise aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir;

$$L_{eq} = SEL - 10log\frac{T}{T_0} \qquad T_0 = 1s$$



Birden fazla tekil SEL parametre değerinin olması halinde ise SEL parametre değeri aşağıdaki denklem ile hesaplanmaktadır:

$$L_{eq} = 10log\sum_{1}^{10} 10^{\frac{SEL_i}{10}} \quad - \quad 10log\frac{T}{T_0}$$

Belirli bir referans miktar veya güç seviyesinde olan oranı belirten Desibel, genellikle ses şiddeti için kullanılan logaritmik ve boyutu olmayan, iki değer arasında karşılaştırma olan bir birim olarak ifade edilir. dB ile gösterilir ve Bel biriminin 10 da biri kadardır. Logaritmik oranın 10 ile çarpılması sonucunda Bel yerine dB elde edilir.

Bir telefon hattında 1.6 km sonra oluşan ses sinyalindeki kayba BEL (Transmission Unit) denmektedir.

$$dB = 10\log_{10}(p_2/p_1)$$

p_1: ilk sinyalin watt cinsinden gücü

(p_2: ikinci sinyalin watt cinsinden gücü

Desibelde toplama işlemi; Desibel logaritma tabanlı bir işlem olduğu için iki veya daha fazla farklı seviyenin eklenmesi aritmetik olarak yapılmaz, bu nedenle birden fazla seviyenin oluşturduğu toplam gürültünün hesabı aşağıdaki denklem ile formüle edilir.

$$SPL_{\Sigma=} 10.\log(10^{\frac{SPL_{1\,Kaynak}}{10}} + 10^{\frac{SPL_{2\,Kaynak}}{10}} + \cdots 10^{\frac{SPL_{n\,Kaynak}}{10}})$$

Desibelde çıkarma işlemi; Desibel logaritma tabanlı bir işlem olduğu için farklı iki seviyenin çıkarılması aritmetik olarak yapılmamakta bu yüzden de iki seviye arasındaki fark aşağıdaki şekilde formülize edilmektedir;

$$SPL = 10.\log(10^{\frac{SPL_{1\,Kaynak}}{10}} - \frac{SPL_{2\,Kaynak}}{10})$$

SPL(sound pressure level): ses basınç seviyesi

Desibellerde basit yöntemler; Desibeller ile ilgili olan toplama ve çıkarma işlemlerinde grafikler ve bunlara bağlı Çizelgeler oluşturularak hesaplamalar daha da kolaylaştırılabilir. Desibellerde toplama işlemine ait olan Çizelge aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Desibellerde toplama işlemi

Desibellerde Toplama İşlemi											
Seviye Farkı	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Düzeltme	3	2,5	2,1	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0
Kısaca	3	2				1					0

Toplama işlemi Çizelgesinin kullanımı;

Toplanacak iki ölçüm değeri arasındaki fark aritmetik olarak alınır.

1. Seviye farkı kesin bir değer değilse, bu değer en yakın tam değere yuvarlanır ve Grafiğin "seviye farkı" ile başlayan satıra yazılır.
2. Farkın yer aldığı sütuna bakılarak düzeltme ile başlayan satırdaki karşılığına bakılır.
3. Çıkan değer yüksek olan seviyeye eklenir.
4. İkiden fazla değerin toplanması gereken durumlarda, önce 2 seviye eklenir, ardından diğer seviyeler bulunan toplam değerle birer birer eklenir.

Desibellerde çıkarma işlemine ait olan Çizelge aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 3.2. Desibellerde çıkarma işlemi

Desibellerde Çıkarma								
Seviye Farkı	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Düzeltme	3	2,2	1,7	1,3	1	0,7	0,6	0
Kısaca		-2		-1				0

Çıkarma işlemi Çizelgesinin kullanımı;

1. Çıkarılacak iki ölçülen değer arasındaki fark aritmetik olarak bulunur.
2. Seviye farkı kesin bir değer değilse, bu fark değeri en yakın tam değere yuvarlanır ve "seviye farkı" ile başlayan Tablo satırına yazılır.
3. Farkın bulunduğu sütuna bakıldığında, "düzeltme" satıra karşılık gelir..
4. Bulunan bu değer yüksek olan seviye hangisi ise ondan düşülür.

3.6. Referans Zaman Aralığı ve Lgag (gündüz, akşam, gece düzeyi)

İnsanlar aynı düzeydeki gürültüye günün farklı zamanlarında farklı tepkiler göstermektedir. Bu nedenle 24 saate karşılık gelen eşdeğer gürültü düzeyi yerine insanların gürültüye daha hassas oldukları saatlerde ölçülen eşdeğer gürültü düzeylerinin zaman ağırlıklı ortalaması alınarak oluşturulan gösterge tercih edilmektedir. AB ülkelerinde ve ülkemizde çevre gürültüsünün değerlendirilmesinde kullanılan gösterge, gündüz-akşam-gece gürültü düzeyi (Lden) ya da AB direktiflerindeki ve ülkemizdeki ilgili yönetmelikteki ifadesiyle, gündüz-akşam-gece gürültü göstergesi (Lgag)'dir. Gündüz – akşam - gece gürültü düzeyi (Lden), gece (23.00-07.00 arasındaki 8 saat) süresindeki eşdeğer gürültü düzeyinin (Lgece) 10 dB, akşam (19.00-23.00 arasındaki 4 saat) süresindeki eşdeğer gürültü düzeyinin (Lakşam) 5 dB artırılıp, gündüz (07.00-19.00 arasındaki 12 saat) süresindeki eşdeğer gürültü düzeyi (Lgündüz) ile ağırlıklı ortalamalarının alınmasıyla bulunmaktadır. Gündüz - akşam - gece gürültü düzeyi de LDN gibi 24 saati kapsayan bir eşdeğer gürültü düzeyini ifade etmektedir. Ancak akşam ve gece ölçülen ya da bu sürelerdeki çeşitli ölçümler esas alınarak hesaplanan eşdeğer gürültü düzeyleri sırasıyla 5 ve 10 dB artırılarak hesaplamalarda kullanılmaktadır. Lden A ağırlıklı gürültü düzeyini verdiği için LDN gibi dB (A) olarak ölçülmektedir (Aslan, 2009: 17).

3.7. Gürültü Kontrolü

Gürültü, dünya genelinde ülkelerin yaşadığı temel sıkıntıların başında gelmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerinde Avrupa kentsel nüfusunun yaklaşık %50'si gürültü problemine maruz kaldığını göstermektedir (Sieber, 2017: 1262). Gürültünün kontrol edilmesi, belli bir ses kaynağından dağılan gürültü özelliğine sahip sesleri, kabul edilebilen düzeye indirgemek, sessel özelliğini değiştirmek, tesir süresini azaltmak, hoşa giden ya da

rahatsızlığı az olan bir diğer sesle örtmek gibi metotlar ile zararlı tesirlerini tamamıyla gidermek ya da kabul edilebilir bir düzeye indirgemektir (Önder ve Gülgün, 2010: 55).

Gürültü kontrolünün en başta hangi şartlar altında ne gibi etkilerinin olduğunu belirlemek için öncelikle ses seviyesi ölçümü desibelmetre ile belirlenen ölçümün frekansı, şiddeti belirlenir. Belirlenen ses sonrasında sesin zaman ağırlıklı ortalaması belirlenir ve 90 dB ses düzeyin üzerindeki her 5 dB için etkilenim süresi yani vardiya süresi yarıya düşürülmelidir. Gürültü kontrolüne yönelik alınan birçok önlem bulunmaktadır. Ses emici ve titreşim azaltıcı gibi önlemler bunlardan biridir. Ancak kişisel koruyuculardan önce gürültü kontrolünü öncelikle kaynakta kontrol, sonrasında ise oluşan gürültünün kişilerin yaşama alanına ulaşmasını engelleyecek önlemler olarak alınması gerekmektedir (Katrancı, 2018: 28).

Gürültünün negatif tesirlerini ortadan kaldırmak ya da bu hususta oluşturulan standart ses değerlerine indirgemek üzere ergonomik metotlar geliştirmek, diğer bir ifadeyle gürültü kontrol metotları geliştirerek tatbik etmek endüstri tesisleri için bir gereklilik olmuştur. Ölçülebilen gürültü düzeyiyle standart gürültü düzeyi arasında bulunan farklılık, gürültü düzeyinde ne denli bir azalmaya gidilmesi gerektiğini ortaya koyar. Gürültünün kontrolünde ilk aşama, frekans analizlerinin yardımıyla toplam gürültü düzeyine katkıda bulunan en fazla ses çıkaran gürültü kaynağının ve bunların tiplerinin belirlenmesidir (Uyar, 2018: 36).

3.7.1. Gürültü haritaları

Gürültü haritaları bilgi ortamını değiştirmek ve gürültü kontrol politikasının nesnel ve doğru bilgilere dayanmasını sağlamanın bir yoludur. Gürültü haritaları ile bilgi teknolojisi ve entegre veri sistemlerine erişimi genişletmek ve artırmak hedeflenmektedir (Hammer vd., 2014: 118). Gelişmiş devletlerde, gürültü ölçme merkezlerine konan cihazlara "gürültü kadastrosu" yapılmak suretiyle neticeler haritalar şeklinde ortaya konmaktadır (Özdemir vd., 1999: 1180).

Gürültünün haritalanması halen kullanılan tüm sınır değerlerin geçilip geçilmediğini ortaya koymak amacıyla belli bir sahada etkilenen birey ve bu seslere maruz kalan konutların sayısı da dâhil olmak üzere mevcut bulunan ya da ileride meydana gelebilecek bir

gürültüye ilişkin verilerin gürültü göstergesi kullanılıp bu sahanın fiziki haritası üstünde standartlara uygun belirtilmesi şeklinde açıklanmıştır (Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, 2010).

Türkiye'de de "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği" kapsamında 250 binden fazla nüfusa sahip bölgeleri ilgilendiren, dolaylı ya da doğrudan gürültüyle alakalı olarak farklı hükümler vardır. Bu çalışmaların her beş yılda bir güncellenmesi de yine aynı yönetmelikte geçmektedir. 100 binden fazla nüfusu bulunan yerleşim yerleri, yılda 3 milyondan fazla vasıtanın geçtiği ana karayolları, senede 30 binden fazla trenin geçtiği ana demiryolları için stratejik gürültü haritalarının oluşturulması istenmektedir. Ayrıca aynı yönetmelik gereği gürültü haritası hazırlanacak yerleşim alanları gibi nüfus yoğunluğunun kilometre kare başına 1000 kişiden fazla olduğu alanlar için de stratejik gürültü haritalarının oluşturulması istenmektedir (Likos, 2019: 5).

Belli bir sahada sese maruz kalan yapı ve etkilenen birey sayısıyla mevzuattaki tüm sınır değerlerinin geçilip geçilmediğini belirlemek için eldeki ya da gelecekteki gürültü durumlarına ilişkin verilerin gürültüye dair raporlar kullanılmak suretiyle bu sahanın standartlara uygun olarak fiziki haritası üstünde ortaya konması gerekmektedir. Gürültü haritaları bina bilgileri, yükseklik eğrileri, nüfus gibi bilgilere bakılarak hazırlanmaktadır. Kaynak bilgilerse sanayi için makine veya gürültü kaynağı verileri gibi; karayolu için taşıt sayıları, türleri, hızları ve yol özellikleri gibi; havayolları için uçuş yönleri ve türleri gibi ulaşılabilen bilgilerdir. Gürültü haritalaması hiçbir ölçüme ihtiyaç hissedilmeksizin verilerin gürültü haritalama programına aktarılması ile gerçekleştirilmektedir. Gürültü haritalama metodu, belli bir sahada sese maruz kalan konut ve etki alan birey sayısıyla yönetmelikteki tüm sınır değerlerin geçilip geçilmediğini ortaya koymak için mevcut ya da ilerideki tarihlerde gerçekleşebilecek gürültü durumuna ilişkin verilerin gürültü raporları kullanılıp bu sahanın standartlarına dayalı olarak fiziki harita üstünde belirtilmesidir (Zengin, 2019: 34).

Gürültü haritalarının oluşturulabilmesi için ilk olarak haritalanacak alandaki gürültü ölçüm noktalarının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu ölçüm noktalarının seçimi çok önemlidir. Seçilen ölçüm noktası, sesi doğru bir biçimde tanımlayabilmelidir. Gürültü cihazı ile belirlenen sayıdaki ölçüm istasyonunda gündüz, akşam ve gece vakitlerinde gürültünün ölçümlenmesi yapılmaktadır. Ölçüm sonucu elde edilen gürültü değerleri ve istasyon

koordinatları bir program kullanılarak kontur eğrileri şeklinde hazırlanan haritaya girilir ve bu harita gündüz, akşam ve gece saatlerinde gürültü kirliliğini gösterir. Bu şekilde o bölge için bir gürültü haritası oluşturulur (Likos, 2019: 9). Türkiye'de cadde, otoyol ve havalimanları için gürültünün derecesini ortaya koyan haritalar bulunmaktadır. Bu veriler, gürültünün etrafa yaptığı baskıyı ortaya koyan ve alınacak tedbirlere ışık tutan kıymetli veriler olmaktadır (Özdemir vd., 1999: 1180).

3.7.2. Yetki devri

2872 Sayılı Çevre Kanunu'nun 14. maddesine göre yayımlanarak yürürlüğe giren "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği"nin etkin bir biçimde tatbikini temin etmek, kamuoyunun isteklerini aktif bir biçimde yanıtlamak için "2872 sayılı Çevre Kanunu"nun 12. maddesi gereğince yetki devri gerçekleştirilmektedir. Çevre Kanunu ve buna göre hazırlanan 2006/16 sayılı "Yetki Devri" konulu genelge çerçevesinde getirilen koşullardan;

- "Çevre Denetim Birimi"nin kurulması,
- Bu birimde gürültü hususunda görev yapacak A tipi sertifika programına katılan minimum bir adet 4 senelik ve bir adet 2 senelik yüksekokul ya da lise mezuniyetine sahip çalışanın varlığı,
- Uygun ölçüm ekipmanlarına sahip olunması halinde alakalı kurum/kuruluşa, belediye sınırları içinde şikâyetleri değerlendirmek, denetim yapmak ve ihlalin tespiti durumunda idari yaptırımın uygulanması konusunda yetki devri yapılmaktadır.
- "T.C. Çevre Şehircilik ve İklimlendirme Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Gürültü ve Titreşim Kontrolü Şube Müdürlüğü" yetki devri talebinde bulunan kurum/kuruluşların Bakanlığa sunması gereken bilgi ve belgeler ile bakanlıkça uygun görülerek yetki devri yapılan kurum/kuruluş listesi yer almaktadır (Uyar, 2018: 39).

Gürültülü makinelerin bulunduğu iş yerlerinde gerekli ölçümlerin yapılmasından sonra işyeri gürültü haritalarının Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığınca tespit edilmiş akredite kuruluşlarca hazırlanması gerekir. İşveren gerekli önlemlerin alınması ve tedbirlerin uygulanmasını denetlemekle yükümlüdür. Personelin "Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğin" 8. maddesine göre "maruziyetin önlenmesi ve azaltılması"na dair sorumluluk işverene aittir. İşveren gerekli önlemlerin alınmasını ve

tedbirlerin uygulanmasını denetlemekle yükümlüdür. Çalışanların "Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik"in 5. maddesine göre maruziyet eylem değerleri "en düşük 80 dB(A), en yüksek 85 dB(A), maruziyet sınır değeri ise 87 dB(A)" olarak verilmiştir. Buna göre işyerlerinde verilen değerler aşıldığı takdirde işveren sırası ile gürültünün kaynağında, yansıtma yapan kaynakları yok ederek ve çalışanlarla gürültü kaynağı arasında bulunan mesafeyi artırarak tedbir almalıdır. Bu tedbirler alınamıyor ise bireysel tedbirler alınmalıdır. Yani personelin bireysel koruyucu donanımlar arasında bulunan kulak koruyucusunu kullanması işveren tarafından temin edilmelidir (Özce vd., 2018: 31).

3.8. Çevresel Şartların Gürültüye Olan Etkileri

Kentsel alanlarda gürültü kirliliğinin vatandaşlar üzerinde birçok zararlı etkisi vardır. Trafik gürültüsü bu kirliliğin en yaygınlarındandır. Burada daha az fark edilen nokta, ses seviyesinin gürültü kirliliğinin kapsamını ve yoğunluğunu gösteren tek parametre olmamasıdır. Çevre şartlarının durumu, nüfus merkezlerinin dağılımı ve geçit türleri gürültü kirliliğini etkilemektedir (Abbaspour vd., 2015: 95). Günümüzde büyük bir problem olan ve bir kirlilik olarak mevzuatta yerini alan gürültü kirliliği, 04.06.2010 tarihinde 27601 sayısı Resmî Gazete'de yayımlanan "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği"ndeki standartlar çerçevesinde değerlendirilmesi ve yönetilmesi yasal zorunluluk haline gelmiştir. Yönetmeliğe göre "arka plan gürültüsünün 5 dB üzerine çıkılması" gerekli önlemlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bunun yanı sıra yine aynı yönetmelikte sektörel bazda çevresel gürültünün direkt standardı verilmiştir (Likos, 2019: 7).

3.9. Atmosferik Şartların Gürültüye Olan Etkileri

Atmosfer koşullarının gürültü üzerindeki etkileri ayrı başlıklar altında incelenmektedir.

Rüzgârın etkisi: Atmosfer -0 derece ve 1 atmosfer basınç altında gerçek bir akışkan olduğu için akışkanların tüm özelliklerini bünyesinde barındırır. Hava moleküllerinin dünya yüzeyinde hareketsiz olmasının nedeni, havanın viskoz bir ortam olmasıdır. Bu noktada sınır tabakası oluşur. Kaynaktan yayılan gürültü dalgaları atmosferin belirli bir katmanına geldiğinde farklı yüksekliklerde ve yönlerde farklı hızlarda bulunabilirler.

Sıcaklığın etkisi: Hava sıcaklığı, gürültü dalgalarının hızı ile doğru orantılıdır. Ancak atmosferdeki hava sıcaklığı daha yüksek noktalarda düşer. Yükselen gürültü dalgaları farklı bir atmosferik katmana girdiğinde, o atmosferik katmanın sıcaklığı düşükse yayılma hızlarını kaybederler ve aynı zamanda ses dalgaları bu farklı katmanların sınırında kırılır. Sonuç olarak, rüzgarsız havada zemin yüzeyinden yayılan gürültü dalgaları, hız gradyanı büyükse bükülür ve ölü noktalar oluşturur. Ayrıca inversiyon tabakasının oluştuğu durumlarda atmosferde irtifa arttıkça hava sıcaklığı ve gürültü yayılma hızı artar ve ölü noktalar oluşmaz.

Nemin etkisi: Bağıl nem, atmosferdeki ses yoğunluğu ile ters orantılıdır. Bunun nedeni yoğun bir ortam oluşturan havadaki su buharı oranının artması ve bu yoğun ortamın ses dalgalarını daha fazla emmesidir. Bu özellik daha yüksek frekanslarda daha çok artar (Eren, 2018: 18).

3.10. Gürültüden Korunma Yolları

Çevresel gürültü kirliliğinin azaltılması ülkelerin gürültüyü önleme hedefleri arasındadır. Bu durum son yıllarda dünya genelinde daha önemli hale gelmektedir (Hammer vd., 2014: 115). Özellikle çağdaş toplum algısına olan ihtiyacın artmasıyla insan hayatının niteliğini azaltan tüm olumsuz etkenlerden insanların korunması sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu nedenle pek çok olumsuz etkiye sahip (işitme kaybı, fizyolojik ve ruhsal etkiler) olan çevresel gürültünün de incelenmesi ve denetlenmesi oldukça önemli olmuştur (Şensöğüt ve Çınar, 2006: 132).

Gürültünün kontrol edilmesi, evvela bireysel ya da sosyal etkilenme seviyesine göre gürültüye ait limitlerin tespit edilmesine ve bunlara bağlı olarak temin edilecek gürültü azaltım oranına uygun olarak gerçekleştirilmektedir. “Gürültü kontrolü elemanları, gürültü kaynağı, çevre ve etkilenenlerden (kişi ve toplum) oluşan bir sistemsel sorun olarak değerlendirilmektedir. Kaynaktaki kontrolde kaynağın oluşumunu üstlenen kişiler, üretenler, işletimini yapanlar, kaynağı kullanan ya da gürültüyü yapanlar gibi kaynak ile direkt ilişkisi olanlar bakımından önemli olduğundan emisyon kontrolünün sahasına girmektedir. Kullanıcı da kişisel kontrolse işitme korunma cihazları, işitme korunma yazılımları (etkileme süresi düzenlemeleri) ve etkin sistemlerin kullanılmasıdır. Çevrede gürültü kontrolüne dair genel stratejiler, uygun şehir planlaması (mekân tercihi), ulaşım

ağlarının planlanması, tampon bölgeler, bina gruplarının uygun konumda olması ve şekillendirilmesi, gürültü perdeleri ve öteki fiziki çevre etkenlerinden faydalanma ve yapıların uygun şekilde projelendirilmesi ve ses yalıtımı uygulamalarıdır. Ekonomik araçlarsa özendirmeler, vergiler, ceza sistemleri ve tazminatlardır (Tunçer, 2013: 22).

Gürültüyü engelleyebilmek üzere evvela bütün seslerin kaynağı olan titreşimin olabildiğince azaltılması lazımdır. Edilgen gürültü kontrolü, esas olarak malzemelerin sesi emme niteliğinden yararlanılarak gerçekleştirilir. Sesi emme niteliğine sahip malzemeler, gürültü kaynağına veya gürültü kaynağının etrafına konur. Kaynakta azaltma metodunun tatbik edildiği gürültü kontrol metotlarına örnek otomobillerin egzozlarına takılan susturucular, pek çok makineye konan ses izole eden malzemeler, otoyol ve havalimanlarının etrafına konan gürültü bariyerleridir. Gürültülerin azaltılmasında başvurulan bu metot yüksek frekanslarda verimlidir ama düşük frekanslarda istenen neticeler sağlanmaz (Sezgin ve Mutlu, 2017: 682).

3.10.1. Gürültü önleyici koruma metotları

Gürültü kirliliğinin engellenmesi için AB kanunları çerçevesinde hazırlanmış olan mevzuat uygulamaya konmuştur ve bu çerçevede gürültü kirliliği üstüne Türkiye'de pek çok araştırma yapılmaktadır (Özer, 2014: 7). Gürültünün tesirlerinden korunmak için tercih edilen metotlar "teknik koruyucu metotlar" ve "tıbbi koruyucu metotlar" olmak üzere iki temel başlıkta incelenmektedir. Teknik koruma metotları proses ve işlemlerdeki izolasyon, ortamdaki izolasyon iyileştirmeleri ve bireysel koruyucu tedbirlerdir. Diğer bir tasnifteyse tedbirler kaynağında azaltma, alıcıya ulaşmadan önleme ve bireysel koruyucu donanım kullanma biçiminde dizilebilir.

En çok kullanılan teknik koruma metodu, bireysel koruyucu metottur. Bu metotta personelin gürültüden korunması için, kulak tıkaçlarıyla kulaklık kullanılır. Kulak tıkacının kullanımıyla gürültünün iyileştirmesi hemen hemen 10–20 dB (A) düzeylerindeyken kulaklıklarla söz konusu iyileştirme 20–40 dB (A) düzeyine ulaşır. Bu iki metot arasındaki verim farklılığının sebebi, korunmada esas alınan fiziki materyallerin farklı olmasıdır. Kulaklar için kullanılan tıkaçlar, kulakta hava yolunu örten bir fiziki iyileştirme yaparken kulaklık kulağın arkasındaki kemiği (Mastoid) kapatan bir yapıda olduğundan kemik yoluyla iç kulağa aktarılan seslerin izole edilmesini temin eder. İzolasyon amacıyla tercih

edilen panel, perde ve ses duvarları öteki teknik koruma metotları arasında bulunur. Buna ek olarak, gürültüye neden olan süreç ve ekipmanları da eşdeğer iş verimi temin eden ve daha az gürültü emisyonu bulunan ekipmanlar ile değiştirmek de gürültüyü azaltma metotları arasındadır. İkinci temel başlık olan "tıbbi korunma yöntemleri" ise, işe başlamadan önceki evreyi ve devamlı muayeneleri kapsamaktır. Gürültü değerinin tehlikeli olduğu bilinen ünitelerde çalışan personel, işten önce odyometrik muayeneye tabi tutulmalı ve bulgular sağlık dosyasına ilave edilmelidir. Bu muayenelerle çalışanın işe başlamadan evvelki durumuyla iş sonrasındaki fiziki durumu karşılaştırılır. Bu karşılaştırmayla ünite bazındaki gürültünün işçi sağlığı üstündeki tehlike salınımı tespit edilmiş olur (Soylu ve Gökkuş, 2016: 3).

3.10.2. Gürültü önleyici bentler (bariyerler)

Kaynakla alıcının arasına gürültüyü önleyen bir bariyer yerleştirip gürültünün kontrolü gerçekleştirilebilir. Tasarımda dikkat edilmesi gereken hususlar; engelin akustik etkisi, ekonomik olarak uygunluğu ve görsel olarak çekici olmasıdır. Suni bariyerlerde tercih edilen malzemenin türü, konumu ve biçimi sesin kontrolü üstünde etkili olur. Yaygın olarak kullanılan bariyer malzemesi betonlar, taşlar, ahşap malzemeler, metaller ve saydam plastiklerdir. Bu bariyerlerin malzemesinin türüne dayalı olarak 6-12 dB (A) kadar bir gürültünün azalması sağlanmaktadır. Bariyerlerin belirli bir yüzey ağırlığına (6-12 kg/m2) sahip olması geçiş sesini azaltmada aktif rol oynamaktadır. Bariyerin yüksekliği ve mesafesi, alıcı ve kaynak arasındaki görüş hattını kapatacak şekilde olmalıdır. (Önder ve Gülgün, 2010: 56).

3.10.3. Bitki örtüsünden faydalanarak gürültünün azaltılması

Gürültüyü önleme yöntemlerinden birisi de bitki örtüsünden faydalanmadır. Gürültü şeridinin kurulmasında, gürültü yönünden başlayarak evvela çalılar dikkate alınmalı ve iç kısma doğru ağaççıkları ve kısa boylu ağaçları, en içteyse boylu yapraklı ve iğne yapraklı ağaçları kullanmak gereklidir. Gürültüyü azaltmak için sıklık oldukça önemli olmaktadır. Mesela genişliği 30 m olan sık bir ağaç topluluğunun gürültüyü azaltmada, seyrek bitkiler ve ağaçlardan oluşan 140 m genişliğindeki bir parkın gürültüyü azaltmasına eşit olduğu bilinir. Bitkisel gürültü perdelerinden istenen neticenin alınması için tercih edilen bitkisel

malzemenin nitelikleri ve türüyle uygulama prensipleri önemsenmelidir. Gürültüyü azaltmada tercih edilen bitkilerdeki nitelikler şöyledir:

- Çok büyük ve sert yaprakları bulunanlar,
- Yaprakları ses yönüne dik ve birbirini örtecek şekilde dizilenler,
- Sık bir yaprak dokusu bulunanlar,
- Kış mevsiminde yaprağını dökmeyenler,
- Yere kadar sık dalları ve yaprak dokusu bulunanlar,
- Sık sıralar teşkil eden bitkiler,
- Yukarıda sıralanan özellikler ile boyu yüksek olanlar (Önder ve Gülgün, 2010: 58).

3.10.4. Binaların tasarımlarından faydalanarak gürültünün azaltılması

Enerji ve çevre tasarımında liderlik gibi sürdürülebilir bina tasarım programları, iyi akustik tasarım ile binalarda gürültü azaltma elde etme imkânı sunar. Bununla birlikte inşaat malzemelerindeki iyileştirmeler, oturma durumları (örneğin evler ve okullar gibi hassas yapıların yüksek trafik yolları ve hastaneler gibi gürültü kaynaklarından çok uzakta konumlandırılması) ve tasarım, binalardaki gürültü seviyeleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir ve bina sakinlerinin yaşam kalitesini iyileştirebilir (Hammer vd., 2014: 119). Gürültünün kaynağının bir trafik yolu olması halinde, hızı azaltmak, vitesi değiştirmek ve fren basmak gibi nedenler gürültüde artmaya yol açar. Genel olarak, ağır ve duraklı trafiğin bulunduğu yolların kenarına veya trafik kavşağının yakınlarına binalar konumlandırılmamalıdır. Yapının ana aksını yola dik olacak biçimde pozisyonlandırmak ve yapı içerisindeki gürültüye oldukça duyarlı olan hacimli eşyaları, yoldan uzakta bulunan bölümlere koymak lazımdır. Bina yola koşutsa dış cephedeki gürültünün kontrolü için farklı tedbirler almak gerekir, yola bakan kısımlara gürültüye duyarlı odalar konmamalıdır. Binaların yanlış pozisyonlandırılması ekoya dolayısıyla gürültüde artışa yol açar (Koçer vd., 2017: 678).

3.11. Yasal Mevzuat

20. yüzyılın sonlarına doğru hissedilmeye başlayan gürültü sorunları, çevresel gürültü ile mücadelede ülkelere ciddi sorumluluklar yüklemiştir. Aslında 2002/49/EC sayılı Çevresel

Gürültü Direktifine göre nüfusu yüz bin ve üzeri olan Avrupa şehirlerinde ulaşım ve sanayi kaynaklı stratejik gürültü haritaları hazırlanmalıdır (Likos, 2019: 5).

Çevrenin kirletilmesiyle ilgili bir kavram olan gürültü, Sanayi Devrimi'yle beraber bilhassa sanayinin bulunduğu çevrelerde daha etkili olmuştur. Söz konusu dönemden başlayarak devletlerde gürültü hususunda belli bir anlayış oluşmuş ve kanunlarda gürültü ile alakalı farklı önlemler alınmıştır. 1936 senesinde İngiltere'de yayımlanan "Halk Sağlığı Yasası"nda ilk defa gürültünün azaltılmasıyla ilgili ifadeler yer almıştır. AB bünyesindeyse gürültüyle alakalı ilk yönerge 1970 senesinde yayımlanmış ve motorlu vasıtaların egzozlarından yayılan sesin azaltması hedeflenmiştir (Sezgin ve Mutlu, 2017: 678).

1977 yılında "Uluslararası Çalışma Örgütü Genel Konferansı" işyerlerinde hava kirliliği, ses ve titreşimlerden dolayı personelin mesleksel tehlikelerden korunması için 148 sayılı sözleşmeyi onaylamıştır. Söz konusu metin, engelleme ve korunma tedbirlerine dikkat ederek mesleksel gürültüye dönük ölçütlerin ve maruz kalma konusundaki sınırların tespit edilmesi, mesleksel sağlık çalışmalarının özendirilmesi ve maruz kalanın sağlığı için resmi tanınma ve kaygı olarak 24 maddeyle mevzuatı temellendirmiştir. Söz konusu metnin kabul edilmesi, pek çok ülkede buna benzeyen kanuni düzenlemelerin yapılmasını sağlamıştır. Diğer ülkeler hava ve ses gibi kirleticilerin sadece bir bölümüyle sınırlandırılan ancak titreşimin kapsam dışı tutulduğu metni kabul etmiştir.

Çok yaygın olarak kullanılan standartlardan birisi de ISO 1999'dur. Bu milletler arası uzlaşma standardı, gürültüye maruz kalan nüfusun farklı santil bölgelerinde belli odyometrik frekanslar içinde ortaya çıkan işitme yitimini, maruz kalma düzeyi ve sürenin bir işlevi olarak varsaymak için kullanılabilir. ISO 1999'un mesleksel gürültüyle ilgili yönetmelikte ya da her bir devletteki mevzuatta tanımlanan mesleksel maruz kalma düzeyi için sınırları açıkça tespit edilmediğini belirtmek önem arz eder. Kimi devletlerde teknik standartlar, yönetmeliğe ya da düzenlemeye imkân vermeksizin ISO standartlarını kopyalayabilir (Uyar, 2018: 40).

Müsaade edilen gürültü seviyesi, gürültü seviyesinin yüksekliğine ve gürültünün etkisi altında kalma müddetine bağlıdır. Pek çok ülkenin standartlarına göre müsaade edilen gürültü seviyesi, 8 saatlik bir iş günü süresince genel olarak 85–90 dB (A)'dır (Koç, 1997). 85 dB (A)'nın üstündeki seslerin geçici ya da kalıcı işitme kabiliyeti yitimleri gibi tesirleri

bulunmaktadır. Bu nedenle Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) 85 dB (A)'yı uyarı sınırı, 90 dB (A)'lık gürültü seviyesini tehlike sınırı olarak benimsemiştir (Özgüven, 2012: 46).

Gürültü ile alakalı Türkiye'deki ilk çalışmalarsa 1950'li yıllardan başlayarak İstanbul Teknik Üniversitesinde Prof. Z. Süder'in "Telekominikasyon Tekniği" çerçevesinde gürültünün tesirlerinin incelenmesi ve Y. Durusoy'la beraber laboratuarda ölçümler yapılması gösterilirken, hukuksal manadaki ilk düzenlemeninse 1983 senesinde yayımlanan "Çevre Kanunu"yla gerçekleştiği bilinmektedir (Sezgin ve Mutlu, 2017: 678).

Türkiye'de gürültünün kontrol edilmesiyle ilgili yönetmelik ilk olarak 11 Aralık 1986 tarihinde çıkmıştır. Yönetmeliğin hedefi; bireylerin sükûnetini ve huzurunu, vücut ve ruh sağlığını gürültüyle bozmayacak bir çevre ortamının oluşmasını sağlamak olarak belirtilmiştir (Gürültü Kontrol Yönetmeliği, 1986). Bu yönetmelik ile gürültü kirliliği ilk kez teknik ve hukuki boyutları ile mevzuat kapsamına alınmış, çeşitli gürültü kaynaklarında çevre planlamasından başlayarak ses yalıtımına kadar alınacak önlemler belirtilmiştir. Alınacak önlemler konusunda büyük ilerlemelerin olmasına karşın teknik sorunların çözülemediği gerçeği, var olan mevzuatın eğitimle desteklenmedikçe fayda sağlamayacağı, gürültü konusuna bir sosyal sorun ve çevre sorunu olarak yaklaşıp toplum bilincinin arttırılmasının bir gereksinim olduğu vurgulanmıştır (Bulunuz ve Akyün, 2019: 537).

İşyerlerindeki çalışma verimliliğine etkide bulunan gürültünün, insan sağlığı üstündeki tesirleri tartışılamayacak denli fazla olduğu için Türkiye'de Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığınca "Gürültü Yönetmeliği (GY)" yayımlanmıştır. 15 Şubat 2003 tarihli ve 2003/10/EC sayılı "Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi" baz alınıp da hazırlanan "Gürültü Yönetmeliği"ne göre izin verilebilir gürültü düzeyleri, gürültüye maruz kalınan süre şeklinde değerlendirilmiştir. Mevzuata göre 8 saatlik iş günü için anlık darbeli gürültünün de içinde bulunduğu gürültüye maruz kalma sınır değeri 87 dB (A)'dır (Şensöğüt ve Çınar, 2006: 132).

Türkiye'de çevresel gürültü denetimiyle alakalı mevzuatı incelendiğinde;

- "*1971 tarih ve 1475 sayılı İş Kanunu'nun İsçi Sağlığı ve Güvenliği başlığını taşıyan bölümünün 73 ve 74. maddeleri gereğince çıkarılan 1973 tarihli İşçi Sağlığı ve İş*

Güvenliği Tüzüğü'nün 22. ve 525. maddeleri ile çalışanların gürültüden etkilenmelerini azaltmak için gürültüye karşı sınırlamalar ve önlemler getirilmiştir.

- *11.08.1983 tarih ve 18132 sayılı Resmî Gazete ile yayımlanan 09.08.1983 kabul tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 14. maddesi ile kişilerin huzur ve sükûnunu, beden ve ruh sağlığını gürültü ile bozmayacak bir çevrenin geliştirilmesi amaçlanmıştır.*
- *Çevre Kanunu'nun 14. maddesi hükmüne dayanılarak 11.12.1986 tarih ve 19308 sayılı Resmî Gazete ile Gürültü Kontrol Yönetmeliği hazırlanmıştır.*
- *4857 sayılı İş Kanunu'nun 78. maddesine göre 23 Aralık 2003 tarih ve 25325 sayı ile de Gürültü Yönetmeliği düzenlenmiştir.*
- *01.05.2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanun'un 9. maddesinin birinci fıkrasının (b) bendi ile 09.08.1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 14. maddesine dayanılarak (Değişik madde: 26.4.2006 – 5491 S.K/11.mad.), 25.06.2002 tarihli 2002/49/EC Çevresel Gürültünün Yönetimi ve Değerlendirilmesi Direktifine paralel olarak 1 Temmuz 2005 tarih ve 25862 sayılı Resmî Gazete ile Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği yayınlanmıştır. Daha sonra uygulamalarda yaşanan sıkıntılar dikkate alınarak 7 Mart 2008 ve 4 Haziran 2010 tarihlerinde yönetmelikte revizeler yapılmıştır. En son 27.04.2011 tarih ve 27917 sayılı Resmî Gazete ile yeniden revize edilmiş ve yürürlüğe girmiştir."* (Tunçer, 2013: 28).

3.12. Konu İle İlgili Literatür Çalışması

Gürültü, günlük yaşamda her zaman karşılaşılabilecek bir çevre kirliliğidir. Yaşamın tüm sahalarındaki çevre kirliliği tipi olan gürültü; şiddetine, maruz kalma süresine ve maruz kalanın özelliklerine göre canlılar üstünde farklı negatif etkilere sahiptir ve bu negatif tesirlerin minimuma indirgenmesi için AB'de ve Türkiye'de farklı kanuni düzenlemelere gidilmiştir (Sezgin ve Mutlu, 2017: 676).

Tunçer (2019)'e göre, kalabalıklaşan şehirlerde kent kullanıcılarının hayatını olumsuz yönde etkileyen gürültü önemli bir çevre, yaşam ve sağlık sorunudur. İnsanların çalışma hayatına uzun süreler ayırması ve değişen yaşam şartları stresi artırmakta ve stresten kurtulmak isteyen insanlar, farklı aktiviteler yapmaya yönelmektedir. İşte bu aktivitelerin

bir tanesini de eğlence hayatı oluşturmaktadır. Eğlence yerleri, toplumun bir kısmının eğlenme ihtiyacını karşılarken bir kısmı için ise önemli bir gürültü kaynağı olmaktadır. Bu çalışmada eğlence yerlerinin yoğun olduğu Samsun Atakum'da bulunan Adnan Menderes Bulvarında çevresel gürültü düzeylerinin belirlenmesi amacıyla 2 km'lik alanda 3 Mayıs 2013 tarihi ile 6 Temmuz 2013 tarihleri arasındaki cuma ve cumartesi günleri olmak üzere toplam 16 noktada çevresel gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sabah 05.00-07.30 saatleri arasında, akşam 17.30-20.00 saatleri arasında ve gece 21.00-23.30 saatleri arasında her bir noktada 5'er dakika yapılmıştır. Ölçümler ortalama olarak değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama gürültü değeri 71,1 dB (A) ile cuma günü 21.00-23.30 saatleri arasındaki ölçümlerde tespit edilmiştir. Tüm ölçümler dikkate alındığında, en yüksek gürültü seviyelerinin 5 numaralı ölçüm noktasında olduğu belirlenmiştir. Mevzuat ile değerlendirildiğinde, bölgede L gündüz değerleri toplam 10 kez, L akşam değerleri 169 kez ve L gece değerleri 12 kez aşılmıştır. Netice itibari ile Atakum Adnan Menderes Bulvarında eğlence yerleri kaynaklı bir gürültü kirliliği tespit edilmiştir.

Savaş (2019)'a göre gürültü, insanlar üstünde negatif etkiler yaratan ve güzel olmayan sesler şeklinde ifade edilmektedir. Çalışmada, İstanbul'da karayolu yakınında Beykoz Kavacık Mevkii'nde bulunan Hisar Evleri'nde yaşayanların gürültü kirliliğini önlemeye yönelik çalışmalar üzerinde durulmuştur. Bölgeye ait sayısal haritalar kullanılarak SoundPlan 7.4 programı ile Beykoz - Kavacık bölgesinde karayolundan kaynaklanan karayolu gürültüsü için bölgenin gürültü haritaları oluşturulmuştur. Hisar Evlerindeki gürültülerin rahatsızlık oluşturmasından kaynaklı olarak mevcut gürültü seviyelerini azaltmak için çözüm önerisi olarak otoyolların kenarlarına 4 metre yükseklikte tek taraflı yutucu niteliği olan gürültü bariyeri önerilmiştir. Gürültü bariyeri oluşturulması sonrasında SoundPlan 7.4 programı kullanılarak yeni durumdaki gürültü haritaları oluşturulmuş ve mevcut durumdan ne kadar gürültü seviyesinde azalma olacağı hesaplanmıştır. Gürültü bariyeri modelleme çalışmaları sonucunda, yerleşim bölgesindeki gürültü seviyelerinin sınır değerlerinin sağlandığı gürültü haritaları ile görülmüştür. Çalışmadan çıkan sonuçlar değerlendirildiğinde büyükşehirlerde gürültü haritalarının ivedi şekilde oluşturulması, her bölgedeki gürültü düzeylerinin bulunması, gürültü bariyeri uygulanabilecek bölgelerde fizibilite çalışmalarının düzenlenmesi, gerekli noktalara gürültü bariyerlerinin yerleştirilmesi; hastane, okul, konut gibi hassas ve çok hassas kullanım alanlarında ulaşımdan kaynaklanan gürültü kirliliğinin önüne geçilmesi gerekmektedir.

Likos (2019) gürültü haritaları ile sorunun tespit edilmesi sonucunda gürültünün kontrol edileceğini belirtmektedir. Gürültüye dair haritaların teşkil edilmesi, belirlenen bölgede gürültü seviyelerinin tespit edilmesini, yasal sınırların ihlal durumunun gözlemlenmesini, sınır ihlali halinde bu gürültüye ne kadar maruz kalındığını, önlem alınabilmesi değerlendirilmesini ve nasıl önlemler alınabileceğini değerlendirme imkânı sağlar. Çalışmada Sakarya Eğitim Araştırma Hastanesinin bulunduğu alanın gürültü haritalarının hazırlanması amaçlanmakta ve çevre kirliliği türlerinden biri olan ancak hava, toprak, su kirliliği kadar önemli görülmeyen bu kirliliğin neden olduğu sorunları belirlemek ve çok hassas alanlarda gürültü kirliliğinin etkilerini değerlendirmektir. Çalışma alanı hassas yapı olarak nitelendirilen Sakarya Eğitim Araştırma Hastanesi/Sakarya Kadın Doğum ve Çocuk Hastanesinin seçilmiştir. Çalışma alanı etrafında bulunan karayolları hastane binalarına negatif tesirinin olup olmadığının tespiti ve gerekiyor ise tedbir alınması için gürültü haritalarının çıkarılması lazımdır. Bu doğrultuda bölgenin ızgaralı gürültü haritaları SoundPLAN programı yardımıyla hazırlanmıştır. Yapılan eylem planları sonucunda hastanenin ön ve yan cephesine ulaşan gürültü belirlenmiştir, bu cephelerde oluşturulan gürültü perdeleriyle gürültünün 3-5 dB düşürüldüğü görülmüştür.

Zengin (2019)'e göre karayollarından kaynaklanan trafik gürültüsü en aktif gürültü kirliliklerinden birisidir. Yaptığı çalışmada, Erzurum kent merkezinde trafik akışının yoğunlaştığı yerlerde gürültünün boyutunun incelenmesi ve tedbirlerin alınması konusu ele alınmıştır. Gürültüden kaynaklı kirlilik çarpık ve sağlıksız şehirleşmenin en ciddi etkenlerinden biridir. Erzurum kent merkezinde gürültü modellemesi için trafiğin yoğunlaştığı dört yer tespit edilmiştir. Trafiğin yoğunlaştığı sabah 07.30-09.30 arasında, öğlen 11.00-13.00 arasında, öğleden sonra 16.00-18.00 arasında ve akşam 19.00-20.00 arasında araç sayımı gerçekleştirilmiştir. Nüfustaki artışa koşut olarak, vasıta sayıları artmakta ve karayolları ihtiyacı karşılayamaz durumdadır. Sürücülerin eğitiminin eksiklikten ve davranışlarındaki bozukluktan dolayı gürültü kirliliği oluşmaktadır. Çalışmadaki yaklaşım, AB direktifi çerçevesinde havayolu, sanayi, karayolu ve demiryolundan kaynaklı gürültü hesabının yapılması için daha geniş çerçeveli yazılımın önemini artırmaktadır. Kent merkezinde, karayolundan kaynaklanan trafik gürültüsünün tespit edilip belli yerlerde SoundPLAN yazılımı kullanılmak suretiyle alınacak olan önlemler ile modelleme hesabı yapılıp gürültü haritaları çıkarılarak değerlendirilmiştir. Netice itibarıyla Erzurum kent merkezindeki gürültü kaynakları tespit edilmiştir. Bunların

etrafa verdiği kirlilik düzeyi ölçülüp kirlilik parametresi haritalama metoduyla gösterilmiştir.

Bulunuz ve Akyün (2019)'ün yaptıkları çalışmanın amacı Bursa'nın Osmangazi ilçesindeki bir ilkokulun gürültü düzeyini belirleyerek okulun akustik tasarımı ve fiziksel donanımını değerlendirmektir. Araştırmada verileri elde etme vasıtası olarak ses ölçme aletiyle gözlem formu kullanılmıştır. Toplanan veriler tasviri, araştırma metodu kullanılmak suretiyle incelenmiştir. Okuldaki gürültü ölçümünden elde edilen neticeler, gürültünün teneffüslerde 80,31 dB (A) seviyesine ulaştığını, ders saatlerindeyse 68 dB (A) düzeyinde olduğunu göstermektedir. Ölçülen bu değerler, mevzuatta eğitim tesisleri için kabul edilebilir en düşük C sınıfı akustik performans üst sınırının [39dB(A)] bile oldukça üzerindedir. Gözlem sonucuna göre okul genelinde ses emici akustik malzeme kullanılmadığı gözlenmiştir. Buna ek olarak bina içinde zil sesi, anons, elektrikli süpürge sesi ve öğrencilerin gürültücü davranışlarının yaygın olduğu gözlenmiştir. Sağlıklı bir öğrenme atmosferi ve okul iklimi teşkil etmek amacıyla MEB liderliğinde il ve ilçe milli eğitim müdürlükleri, okullardaki işitsel ortam kalitesinin uygun bir hale getirilmesine dönük planlar yapmaya özendirilmelidir. Okuldaki paydaşlar arasında gürültüsüz bir şekilde kapalı mekânı kullanma konusunda ortak bilinç ve kültür geliştirmesine yönelik projeler yürütülmelidir.

Yerli vd. (2019)'ne göre, açık ve yeşil kentsel alanlar çevresel gürültü ile mücadelede önemlidir. Kampüsler sadece eğitim faaliyetlerinin yürütüldüğü yerler olmayıp, kullanım alanları ile şehirlerin açık ve yeşil alan sistemlerine de büyük katkı sağlamaktadır. Çalışma kapsamında Düzce Üniversitesi Konuralp Yerleşkesinin gürültü haritasının çıkarılması hedeflenmektedir. Bu amaçla kampüs içerisinde belirlenen 15 ölçüm noktasında gürültü ölçümleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında enterpolasyon yöntemi ile değerlendirilerek kampüsün gürültü haritası oluşturulmuştur. Sonuçlara göre trafik gürültü düzeyinin ana belirleyicisidir. En yüksek gürültü seviyeleri kampüsün batı ve güney kesimlerinden elde edilmiştir. Bunun nedeni kampüsün batı ve güney sınırlarından geçen yolların ve tüm şehre hizmet veren hastanenin kampüsün batısında yer almasıdır.

Akdemir ve Akdemir (2019)'e göre, gürültü kirliliğinin insan sağlığı için son derece önemli olması ve trafik kaynaklı gürültü kirliliğinin her geçen gün artması şehirlerde

gürültü kirliliğinin ölçülmesini ve gürültü haritalarının oluşturulmasını zorunlu hale getirmiştir. Gürültü kirliliği ölçümlerinde kullanılan gürültü cihazlarının maliyetleri göz önüne alındığında, daha fazla ölçüm noktasından veri almak ve ölçüm maliyetlerini azaltmak amacıyla son yıllarda akıllı telefonlarda gürültü ölçüm yazılımları kullanılmaya başlanmıştır. Çalışama da veriler laboratuvar ortamında gürültü ölçüm cihazı ile farklı telefon ve yazılımların gürültü ölçüm hassasiyetleri araştırılmıştır. Gürültü ölçümlerinde Noise Meter ve Sound Meter Pro yazılımının performansları değerlendirilmiştir. Telefonlardaki mikrofon sistemlerine ve Android ve iOS sistemlere bağlı olarak, yazılımın trafik gürültüsü ölçümleri, sürekli ölçüm cihazının sonuçlarına göre değişmektedir. Yazılımın hassasiyeti artırılarak sürekli ölçüm cihazlarının verdiği sonuçların elde edilebileceği, daha fazla noktada düşük maliyetle hassas ve doğru ölçümler yapılabileceği düşünülmektedir.

Taşkaya ve Sesli (2019) çalışmalarında gürültünün öteki çevresel kirlilikler gibi önemsenmesi gereken ve gerekli önemlerin alınmasını ve kontrolü gerektiren bir unsur olduğu ortaya konmuştur. İç ve dış mekanlarda gürültüye neden olan pek çok kaynak vardır. Gürültü kontrolünün sağlanmaması halinde gündelik yaşamımızın her sahasında karşı karşıya kalabileceğimiz ve daimî rahatsızlıklara neden olacak bir faktör olmaya başlamıştır. Bu da uzun veya kısa sürede, daimî ya da anlık pek çok sağlık problemi oluşturmuştur. Gürültünün kontrol edilmesinde gürültü haritalarının rolü vardır. Gürültü haritalarının yapılması, seçilen bölgede gürültü seviyelerinin tespit edilmesi, müsaade edilebilir değerlerin geçilip geçilmediğinin belirlenmesi, eğer sınır değerler aşılıyor ise ne kadarlık bir sayının bu değerlere maruz kaldığını, ne kadarlık bir azaltma sağlanmasının gerektiğini ve bu azaltmayı sağlayacak tedbirlerin neler olabileceğini ele alma olanağı vermektedir.

2015 ve 2016 senelerinde “TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM)” tarafından gerçekleştirilen gürültü ölçümleriyle Elazığ’ın hangi gürültü kaynaklarından, ne denli etkilendiği tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmadaysa TÜBİTAK MAM tarafından yapılan araştırmanın gerçek sonuçlarının yanında kent insanının gürültü kaynaklarının hangisinden daha çok etkilendiği fikri araştırılmaya gayret edilmiştir. Nüfusun, günün her vaktinde yoğunlaştığı “Gazi Caddesi, Vali Fahribey Caddesi, Şehit İlhanlar Caddesi, Hükümet Konağı, Öğretmenevi Önü ve İzzetpaşa Meydanı” bölgelerinde 57 günlük bir çalışmayla 1723 kişiye gün içerisinde hangi vakitlerde, hangi gürültülerden

etkilendikleriyle ilgili bir anket uygulanmıştır. Anket çalışma sahası, nüfus sayısı yaklaşık 12 400 olarak düşünülmüştür. Power analiziyle %95 güven ve %5 kabul edilebilir hatayla çalışma sahasındaki nüfusa göre örneklem sayıları tespit edilmiş, test güven ve güç oranlarına uygun olarak anket sonucuyla etkilenen nüfusta en az bulunması gereken kişi sayısı belirlenmiştir.

Uyar (2018) çalışmasında, gürültü kirliliğinin kaynaklarından biri olan eğlence yerlerinden çıkan gürültünün Samsun Atakum Sahili'nde incelenmesini hedeflemiştir. Gürültü kirliliğine dair problem, çarpık ve sağlıksız şehirleşmenin önemli kriterlerinden biridir. Atakum Sahili'nde gürültü kirliliğine dair ölçümlerin yapılması ve haritalarının hazırlanabilmesi amacıyla eğlence yerlerinin dolu olduğu saatlerle arka plan seslerin gürültüsüne dair ölçümlerin gerçekleşebilmesi için firmaların kapalı bulunduğu zamanlar seçilmiştir. Nüfustaki artışa koşut olarak artan toplumsal çalışmalar ve vasıta yoğunluğuyla beraber insanların bu kirlilikle alakalı şuursuzluğu ve dikkatsizliği, gürültünün seviyesini artırmaktadır. Ölçümlerin neticeleri, "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği"ndeki kriterlere uygun olarak eğlence yerleri gürültüsü için tespit edilmiş sınır değerlerle kıyaslanmıştır. Ölçümlerden elde edilen bulgular çoğunlukla sınır değerlerini vermektedir.

Eren (2018) Safranbolu ilçe merkezinde trafiğin ve turistlerin yoğun olduğu alanlarda gürültü düzeylerinin bulunması, gürültüye neden olan etkilerin incelenmesi ve elde edilen verilerle gürültü haritalarının çizilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla ilçe merkezinde gürültü ölçümü için 47 ölçüm noktası seçilmiştir. Aynı zamanda kentte yaşayanların gürültü farkındalığını belirlemek ve gürültüye karşı alınması gereken önlemlere ilişkin bilgi düzeylerini ölçmek amacıyla 500 kişi üzerinde anket çalışması yapılmıştır. Yapılan gürültü ölçüm değerleri ArcGIS ortamına aktarılarak Safranbolu ilçe merkezinin yaz ve kış mevsimlerinde hafta içi ve hafta sonu sabah, öğle ve akşam olmak üzere toplam 16 gürültü kirliliği haritası oluşturulmuştur. Elde edilen haritalar ve elde edilen veriler değerlendirilerek ilçe merkezinde gürültü kirliliğinin azaltılması ve kontrol altına alınması için gerekli tedbirler ortaya konmuştur.

Özce vd. (2018) çalışmalarında, gürültü makinelerinin bulunduğu işyerindeki personelin gündelik çalışma süreleri içinde gürültüye maruz kalması sonucu oluşan sağlık problemlerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Gürültülü makinelerin bulunduğu işyerlerinde

gereken ölçümlemenin yapılması, gereken tedbirlerin alınması ve bunların uygulanması lazımdır. Çalışmada bir üretim şirketinde imalat tezgahlarının faaliyetleri sırasında ortaya çıkan gürültü ölçülmüştür. Makinelerin yalnız başına çalışmasına göre bir arada çalışmasında daha büyük gürültü ortaya çıkmıştır. Kimi makinelerin ve kullanılan aletlerin gürültüsü "Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik"teki değerleri aşmıştır. Tornayla aynı anda çalışan büyük spiral 99,5 dB, küçük ve büyük spirallerin diğerleri ile aynı anda çalışmasında sırası ile 92,8-97,6 dB, uzun seneler kullanılan ve bakımı yapılmayan tezgâh yalnız başına çalıştığı zaman 84,4 dB ve argon kaynak yalnız çalıştığı zaman 79,4 dB gürültü değerleri ölçülmüştür. Bunlara göre, personel sağlığının korunması için işveren sırası ile gürültünün kaynağında, yansıma kaynaklarını yok ederek çalışanlarla gürültü kaynağı arasındaki uzaklığı artırmak suretiyle tedbir almak durumundadır. Bu tedbirler alınamıyor ise bireysel tedbirler alınmalıdır. Personelin bireysel koruyucu donanım olan kulak koruyucularını kullanması, işveren tarafından temin edilmelidir.

Bulunuz vd. (2017)'ne göre, gürültüden kaynaklı kirlilik okul ortamı içinde öğrenmeyi önleyen, insanların sağlığına fizyolojik ve ruhsal olarak tesir eden çok önemli bir problemdir. Yaptıkları çalışmanın amacı, akustik iyileştirmesi gerçekleştirilmiş bir okulun gürültü seviyesinin sebeplerini ve tesirlerini ele almaktır. Çalışma, Antalya il merkezinde akustik iyileştirmesi yapılmış bir ortaokulda gerçekleşmiştir. Veri toplama vasıtası olarak ses ölçüm cihazı kullanılıp sağlanan verilerle öğretmen ve idareciden alınan anket ve görüşme verileri kullanılmıştır. Akustik iyileştirmesi yapılan ve yapılmayan sınıfların içinde gürültü ve çınlama ölçümü Bruel & Kjaer 2250-AD00 el tipi analizörüyle yapılmıştır. Anket 19 öğretmene tatbik edilmiş ve elde edilen verilerin SPSS'le frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Görüşmede okul müdürü ve bir öğretmenle yapılmıştır. Gürültü ölçümü akustik önlem alınan katların içinde gürültü seviyesinin ve çınlamanın süresinde gelişme bulunduğunu göstermiştir. Anketin neticelerine göre, öğretmenlerin hemen hemen %70'e yakın kısmı genellikle okulun gürültüsünün düşük ve orta seviyede olduğunu söylemiştir. Gerçekleştirilen görüşmelerde akustik iyileştirmenin neticesinde bir öğretmen baş ağrısının bittiğini, okul müdürüyse konuşmaların duyulduğunu ve anlaşıldığını belirtmiştir. Buna rağmen öğretmenlerin pek çoğu teneffüste oluşan gürültü düzeyinin yüksekliğine vurgu yapmıştır. Bu neticeler tüm okullarda gürültü ve çınlamanın ölçümleri gerçekleştirilerek gereken akustik önlemlerin alınmasına dönük girişimlerin

gerçekleştirilmesinin yanında okuldaki bütün paydaşlara gürültü konusunda farkındalık eğitimi verilmesinin gereklilik olduğunu ortaya koymuştur.

Sezgin ve Mutlu (2017)'nun çalışmalarında gürültünün bir çevresel sorun olarak görülmesi konusunda farkındalık yaratılması amaçlanmıştır. Nicel araştırma metodu tercih edilmiş, Şişli ilçesinde oturanlardan tesadüfi örneklem tercihi yapılıp 390 geçerli anket hazırlanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuç ise, gürültünün Şişli ilçesi sakinlerince bir çevre kirliliği türü olarak düşünülmemesidir. Araştırmanın öteki çıktılarıysa; gürültü katılımcıların üstünde pek çok negatif tesir oluşturmakta ve katılımcılarca bir suç şeklinde görülmektedir. Katılımcılar, karar alıcıların gürültü ile yeteri kadar mücadele etmediğini düşünmektedir.

Koçer vd. (2017), çalışmalarında Elazığ şehir merkezinde meydana gelen gürültü kirliliğine trafiğin, endüstrinin ve ticari çalışmaların tesiri olduğu varsayımında bulunmuştur. Gürültü ölçümleri, trafiğin yoğunlaştığı kavşak ve kavşağa benzeyen noktalar, tren garı ve Elazığ Atatürk Havalimanı'nda, sanayi bölgesinde, meskun alanlarda gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, gün boyunca 3 farklı saat diliminde, sabah (07.00-09.00), öğle (11.00-13.00) ve akşam (17.00-19.00) gerçekleştirilmiştir. Kentin tamamında ortalama gürültü düzeyinin mevzuat sınırlarını geçtiği anlaşılmıştır. Bilhassa Elazığ şehir merkezinin trafik kaynaklı gürültüye çok fazla maruz kaldığı belirlenmiştir.

Akdağ vd. (2017)'ne göre, gürültü kaynağına göre yapıların yerleşimi hem açık kullanım alanlarına hem de yapı yüzeylerine ulaşan gürültü seviyesi açısından önemli bir parametredir. Çalışmada toplu konut yerleşimi türünün gürültü açısından uygun açık kullanım alanlarının büyüklüğü üzerindeki etkisini ortaya koymak amaçlanmıştır. Üç farklı yol gürültüsünden etkilenmesi durumunda 25 toplu konut alternatifinde konforlu açık kullanım alanları belirlenmiştir. Simülasyon sonuçlarının güvenilirliği, yerinde gürültü seviyesi ölçümleri ile doğrulanır. Sonuç olarak, lineer, L, C ve U tipi alternatiflerde nokta tipi bloklardan daha iyi sonuçların elde edildiği görülmektedir. Özellikle nokta ve lineer tip bloklardan oluşan alternatiflerde, gürültü seviyesi 75 Leq'in dB (A) üzerindeyse rahat açık kullanım alanlarının yüzdesi çok düşüktür.

Soylu ve Gökkuş (2016)'un çalışmalarına göre, sanayiden kaynaklanan kirliliğin oluşturduğu yük dikkate alındığında ilk sırayı hava ve su kirliliği gibi etmenler almasına

karşın gürültü düzeylerinin istenmeyen hatta tahrip edici seviyelerde olduğu bilinmektedir. Ortamda meydana gelen gürültü kirliliği, çalışmaların işleyişine ve verimine hatta işçilerin sağlığına önemli zararlar vermektedir. Gürültü kirliliği, oluşumundaki sıklık ve maruziyet süresi dikkate alındığında, gürültünün pek çok negatif tesirin ana sebebi olduğu anlaşılmıştır. Çalışmada endüstriden kaynaklanan bir kirlilik türü olan gürültü kirliliğinin, meydana gelme ve tesir araçları ele alınmıştır. Bu doğrultuda Kayseri şehrindeki bir tekstil fabrikasının dokuma kısmında maruz kalınan gürültü değerlerini tespit etmek için gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sağlanan değerler ele alındığında, tespit edilen ortalama eşdeğer gürültü seviyesi 73,4'le 94,4 dB (A) aralığındadır. Ölçümler esnasında dokuma ünitesinin kimi kısımlarında gürültü seviyelerinin, "Gürültü Kontrolü Yönetmeliği Çizelge 4"te izin verilen değerlerin üstünde olduğu görülmüştür. Tespit edilen eşdeğer gürültü seviye değerleri, çalışanların işitme özellikleri ve kayıpları hususunda ele alınmış ve tesirleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmayla gürültünün kaynağında azaltılması ve işçilerin gürültünün negatif tesirlerinden korunmasına dönük tavsiyelerde bulunulmuştur.

Kavraz (2015)'a göre, gürültü bakımından ele alındığında eğitim yapıları öncelikle dikkate alınması gerekli olan yapılardır. Buralarda eğitim sırasında sesin optimum şartlarda algılanması için mekân içindeki hacim akustiği şartlarının optimum seviyelerde ve bilhassa dışarıdan içeriye gelen gürültünün mevzuatta ifade edilen en yüksek gürültü seviyesinin altında olması gereklidir. KTÜ Kanuni Kampüsü, "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Taslağı" bakımından ele alındığında bölümlerin, yönetsel ve toplumsal yapıların, trafik gürültüsünün tesiri altında bulunduğu anlaşılmıştır. Çalışma çerçevesinde, KTÜ Kanuni Kampüsü'nde önemli oranda gürültüye maruz kaldığı gözlenen binaların, aynı ve farklı işlevlerinin bulunduğu iç mekanlarda gürültü seviyesi ölçülmüştür. Ölçümler, "sınıf, laboratuvar, konferans salonu, kütüphane, öğretim elemanı odalarında" yapılmıştır. Mekânların yer aldığı katların seçilmesi gürültü kaynaklarıyla yapının içinde bulunduğu durum dikkate alınarak tespit edilmiştir. Ölçümlerde sağlanan değerler, mevzuatta ifade edilen mekanlar için en yüksek gürültü seviye değerleriyle kıyaslanmıştır. Ortaya konan gürültü düzeyinin değerlerinin aşıldığı iç mekanlarda mevcut gürültü seviyesinin optimum seviyenin altına indirilmesi için tavsiyelerde bulunulmuştur.

Delikanlı vd. (2014)'ne göre, şehir planlaması yapılırken gürültü kirliliği dikkate alınması gerekli olan en önemli etkenlerden birisidir. Yaptıkları çalışmanın amacı, Bartın'da araç trafiğinin gürültü kirliliğine yaptığı etkiyi belirlemek ve çevresel gürültü düzeyini

ölçümlemektir. Bu doğrultuda gürültü ölçümleri araç trafiğinin yoğunlaştığı 7 yerde yapılmıştır. Ölçümler haftada 3 gün (Çarşamba, Cuma ve Pazar) sabah (08.00-09.30) ve akşam (17.00-18.30) olarak iki ayrı zamanda gerçekleştirilmiştir. Çalışılan günler bütün olarak ele alındığında, sabah ölçümlerinin ortalama gürültü seviyesi 65,9 dB (A) iken akşam ölçümlerinin ortalama gürültü seviyesiyse 68,9 dB (A) şeklinde saptanmıştır. Sağlanan bulgulara göre gürültü seviyelerinin "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği" sınırlarını geçtiği tespit edilmiştir.

Özer (2014) çalışmasında, gürültü kirliliğinin şehirlerdeki araç sayısının artmasına dayalı olduğunu ve yaşamın her sahasında insanlara etkide bulunduğunu araştırmıştır. Bu sahaların biri de şehir parklarıdır. Oysa şehir parkları, mümkün olduğunca sessiz olması gereken yerlerdendir. Çalışma Doğu Anadolu Bölgesi'nin büyük şehirlerinden biri olan Erzurum şehir merkezinde, önemli bir yerde bulunan Aziziye Parkı'ndaki gürültü kirlik seviyesinin tespiti için gerçekleştirilmiştir. Parkta sabah, öğle ve akşam vakitlerinde gerçekleştirilen ölçümler neticesinde, gürültü kirliliğinin akşam vaktinde 69,00 dB (A)'ya ortalama olarak ise 67,69 dB (A)'ya ulaştığı tespit edilmiştir. Bu değerlerin "Gürültü Kontrol Yönetmeliği"nce müsaade edilen sınır değerlerini çok aştığı belirlenmiştir. İstatistiksel olarak ($p<0,01$) sabah, öğle ve akşam gürültü değerleri arasında bulunan fark önemsizdir ve neticede parktaki gürültü kirliliğinin azaltılmasına dönük bazı çözüm önerileri sunulmuştur.

Bıçakcı ve Selek (2012) çalışmalarında, gürültü kirliliğindeki önemli kaynaklardan biri olan karayollarındaki trafik gürültüsünün Çukurova Üniversitesi kampüsünün etrafında araştırılmasını ve alınacak tedbirlerin tespit edilmesini amaçlamıştır. Onlara göre gürültünün neden olduğu kirlilik, çarpık ve sağlıksız şehirleşmenin önemli kriterlerinden biridir. Çukurova Üniversitesinin merkez kampüs sahasında, gürültü kirliliği haritasının oluşturulması için trafiğin yoğunlaştığı kavşakta yedi farklı nokta tespit edilmiştir. Trafiğin yoğunlaştığı 07.00-10.00 arasında sabah, 11.00-14.00 arasında öğle, 16.00-18.00 arasında akşam ve 19.00-20.00 arasında araç sayımı gerçekleştirilmiştir. Nüfustaki artışa koşut olarak taşıtların yoğunluğunun artması, halihazırdaki karayollarının buna yanıt verecek seviyede bulunmaması ve sürücülerin eğitimsel eksiklerinden doğan yanlış davranışlardan dolayı gürültü seviyesi artmıştır. Araştırmada kullanılan yazılım, bilhassa AB devletlerinde havaalanı, karayolu, demiryolu ve sanayiden kaynaklanan gürültülerin hesaplanması için geniş çerçeveli bir programdır. Kampüsteki karayollarından kaynaklı trafik gürültüsünün

tespiti ve sıcak nokta olarak tespit edilen noktalarda SoundPLAN programı kullanılarak alınabilecek tedbirlerle ilgili hesaplamalar gerçekleştirilerek gürültü haritası oluşturulmuş ve değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, Çukurova Üniversitesinin merkez kampüsünün halihazırdaki gürültü kaynakları tespit edilmiş ve bunların çevreye verdiği rahatsızlık ölçülmek suretiyle kirlilik kaynaklarının haritalama yöntemiyle yoğunluk noktaları belirlenmiştir.

Önder ve Gülgün (2010)'e göre gürültü, istenmeyen ses olarak tanımlanmıştır. Teknolojik gelişmeler, plansız kentleşme ve sanayileşme ile artan gürültü, günümüzde önemli bir sağlık sorunu olmuştur. Gürültünün önlenmesi mümkün değilse yayılma alanında etkisini azaltmak için gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Gürültü perdeleri bu mevzuda devreye girmektedir. Bitkiler, bu perdelerin kurulmasında sağlayacağı diğer ekolojik, estetik ve ekonomik faydalardan dolayı tercih edilmelidir. Düzgün kurulmuş bitkisel gürültü perdeleri, gürültüyü 12 dB (A) kadar azaltır.

Coşgun vd. (2008) yaptıkları çalışmada, tünel kalıp sistemiyle imal edilen örnek bir yapının iç cephelerinde, değişik gürültü kaynakları nedeniyle meydana gelen gürültü düzeylerinin ölçüm neticeleri ve yapılan analizler sunulmaktadır. Bunun için bilgisayar destekli gürültü ölçme aleti "Extech Instruments, Digital Sound Level Meter-Model 40776" kurulmak suretiyle bu binanın iç cephelerinde öteki dairelerdeki gürültü kaynaklarından meydana gelen gürültü ölçüm değerleri araştırmada ayrıntılı şekilde verilmiştir. Gerçekleştirilen ölçmelerden sağlanan en fazla değerler ile "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği"ndeki sınır değerler beraber ele alındığında üst kattaki dairede gürültü kaynaklarından dolayı (bilhassa utla şarkı söylenmesi ve terlikle yürünmesi halinde) alt kattaki dairenin iç kısımlarında ölçümlenen gürültü değerlerinin 7 Mart 2008 gün ve 26809 sayılı Resmî Gazete'yle yürürlük kazanan "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (2002/49/EC)"ndeki iç ortam gürültü düzeyi sınır değerlerinin üstünde olduğu anlaşılmıştır.

Şensöğüt ve Çınar (2006), çalışmalarında birden çok gürültü kaynağının bulunması durumunu, 10 000 m^2'lik bir sahada kurulmuş olan 121 ölçüm istasyonu ile öteki bütün gürültülerden arındırılan bir sahada 7 farklı bant merkez frekans değerlerinde gerçekleştirilmişlerdir. Bunun yanı sıra ısı, nem, basınç, rüzgârın hızı ve yönü gibi meteorolojik etkenler de araştırma esnasında dikkate alınmıştır. Yüzeyden akseden

dalgaların tesiri yine deneylerle ele alınmıştır. Sağlanan verilerinin incelenmesinde SPSS programı tercih edilmiş ve bütün parametreleri beraber ele alabilecek bir ifade üretilmiştir. Bütün parametreler beraber ele alındığında kullanılabilir aralık, kuramsal araştırmaların gerçekleştiği alanla sınırlandırılmıştır. Farklı hallerde çok az bile olsa değişimin yaşanabileceği fark edilmiştir. Kuramsal araştırmaların devam ettirildiği saha içindeki mesafeye göre değişim 70,71 m, akseden dalgaların tesirli olduğu saha 28,28 m ve kaynakların arasındaki gürültü düzeyi arasındaki fark en fazla 10 dB (A), en az 0,5 dB (A) olarak limitlenmiştir.

Özdemir (1999)'e göre, çağımızda insan sağlığını negatif olarak etkileyen çevre sorunlarından biri olan gürültü kirliliği ile alakalı çalışmalar, konunun giderek önemli olan bir halk sağlığı problemi olduğunu göstermektedir. Çalışmasında öncelikle farklı yaşlardan ve mesleklerden 200 kişi üstünde "Gürültünün Psikolojik Etkileri" adlı "Hamilton Ankesiyete Testi" ve bir anket tatbik edilmiştir. Konya'da, 66 noktada gürültü düzeyi ölçümleri yapılıp gürültü düzeyinin birçok noktada sınır değerleri geçtiği fark edilmiş ve bunlara göre Konya'nın gürültü haritası ortaya konmuştur.

4. YÖNTEM

4.1. Gürültü Ölçüm Noktalarının Belirlenmesi

Çalışmanın uygulama kısmı için seçilen tesis Ankara ilinde bulunmaktadır. Tesis Akaryakıt İstasyonu olarak faaliyet göstermektedir. Tesis yılda yaklaşık 365 gün, günde 24 saat faaliyet göstermektedir. Gürültüye sebebiyet veren oto yıkama bölümü iste saat 08:00 ile 20:00 saatleri arasında çalışmaktadır. İşletme yaklaşık 3000 m^2 kapalı ve açık alanda kurulmuştur. Tesis çevresindeki diğer yapılar hastane ve çoğunlukla konut olarak kullanılan yapılardır. Tesiste gürültü kaynağına en yakın hassas/çok hassas yapı tesisin doğu cephesinden 26,44 metre mesafe de bulunan hastane olarak kullanılan 6 katlı yapıdır. İşletmede bulunan gürültü kaynağı 2 adet kompresör, süpürge ve basınçlı su sistemidir. Tesiste oto yıkama sistemleri açık alanda bulunmaktadır. İşletme kapalı ve açık alanda hizmet vermektedir. Tesiste gürültüye sebep olan oto yıkama sistemleri açık alanda bulunmaktadır. Ön ölçümler yapılarak rahatsız edici gürültü kaynakları tespit edilmiştir. İşletme kapalı ve açık alanda hizmet vermekte olup bulunduğu yapı betonarme bir yapıdır. Betonarme yapının duvarları tuğla duvardır. Tesis camları ise tamperli camdır. İşletme faaliyeti esnasında tesis pencere ve kapıları müşteri giriş çıkışları dışında kapalı bulunmaktadır. Gürültü kaynağının sebebi olan oto yıkama ekipmanları açık alanda bulunmaktadır ve zemin yapısı betondur. Tesise malzeme giriş çıkışları tesis giriş kapısından olmaktadır. Tesisin park alanı bulunmamaktadır. Tesisin çevresinde hassas-çok hassas kullanım alanı olarak hastane ve konutlar bulunmaktadır. Ayrıca tesisin kuzey batı cephesinde yoğun trafikli yol bulunmaktadır (Şekil 11).



Şekil 4.1. Çalışma alanı uydu görüntüsü

4.2. Gürültü Ölçümünde Kullanılan Cihaz

Bu çalışmada SVAN–955 tip 1 doğruluğuna sahip olan ve (IEC 651, IEC 804 ve IEC 61672–1 standartlarına göre) bir ses derece sayacı (SLM) dijital geçirim bandı filtreleri ile paralel işleyen 1/1 oktav ve 1/3 oktav gerçek zaman analizörünün (real time analyser) kombinasyonundan oluşan bir cihaz kullanılmıştır.



Şekil 4.2. Svantek Svan 955 marka Tip 1 Sonometre

İşletmede TS 9798 (ISO 1996-2) ve TS 9315 (ISO 1996-1) standartlarına göre ölçümler yapılmıştır. Mikrofon konumu olarak işletmeye en yakın mesafede bulunan hastane seçilmiştir.

Ölçümler işletmeye en yakın mesafedeki hastanede pencere açık ve pencere kapalı olmak üzere iki farklı şekilde, gürültü kaynakları çalışırken ve çalışmazken olmak üzere iki farklı zamanda yapılmıştır.

4.3. Gürültü Ölçüm Metodu

Akaryakıt istasyonlarında ki oto yıkama tesislerinden kaynaklanan gürültünün etkilerinin anlaşılabilmesi amacıyla, oto yıkamanın çalıştığı gündüz zaman diliminde "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği"nde belirtilen şekilde çevresel gürültü ölçümleri yapılmıştır. İşletmede ki gürültü kaynağı, 2 adet kompresör, süpürge ve basınçlı su sistemleridir. İşletmeler de gürültüye sebep olan sesin iletimi ağırlıklı olarak açık alandan, kapı pencere kaçaklarından, bulunduğu yapının fiziki durumundan dolayı duvarlardan ve direkt hava yoluyla olmaktadır. Ölçüm yapılan tesiste ise gürültü kaynakları ağırlıklı olarak açık alanda bulunduğundan ses iletimi direkt olarak hava yoluyla olmaktadır. 55 rüzgâr hızının 5 m/s,,nin altında olduğu ve yağışın olmadığı zamanlarda ölçümler yapılmıştır. Sıcaklık, nispi nem, basınç ve rüzgar hızı gibi

meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmıştır. Bu yüzden de meteorolojik faktörler ölçümü etkilememiştir.

Yapılan her ölçüm diliminden önce harici kalibratör ile cihaz kalibre edildikten sonra ölçümlere başlanılmıştır. Ölçüm süresi TS İSO 1996-2 standardına göre minimum 5 dakika olmalıdır maddesine göre ölçümler 5 dakika da yapılmıştır. Ayrıca ölçüm süresi TS İSO 1996-2 standardına göre Ölçme zaman aralığı gürültü emisyonu ve yayılmasındaki bütün anlamlı sapmaları kapsayacak şekilde yapılmalıdır maddesine göre;

- İşletmeden yayılan gürültü emisyonu kapsayacak şekilde yapılmalıdır açıklamasında belirtildiği üzere İşletmede bulunan gürültü kaynakları çalışırken ölçüm yapılmıştır.
- Yayılmasındaki bütün anlamlı sapmaları kapsayacak şekilde yapılmalıdır açıklamasında belirtildiği üzere yayılımı etkileyen kapıların, pencerelerin kapalı olması vb. durumunda ölçümler yapılmıştır.

İnsan kulağının algılayabildiği ve yoğun olduğu aralık olan 40dB ile 120dB aralığında ölçümler yapılmıştır.

LN olarak gösterilen istatistiki ses seviyesi, belirli bir zaman dilimi içinde ölçülmüş gürültü ortamını anlatmakta olup zamanın yüzde N inde aşılmış gürültü seviyesi anlamına gelmektedir. Çevresel gürültünün değerlendirilmesinde, istatistiksel dağılımların ölçülmesi ve incelenmesi oldukça faydalıdır. İstatistiki ses seviyesi, belirli bir olay sırasında (örneğin araç trafiği) dalgalanan gürültü seviyelerini belirtir. Kapsadığı zaman herhangi bir uzunlukta olabilir, fakat genellikle bir saat ya da daha fazla olur. Değişik ağırlık faktörleri de kullanılabilir ama genellikle A-ağırlıklı ses seviyesi kullanılır. L10, L50, L90 en çok kullanılan istatistiki değerlerdir. L10, yüksek düzey ve kısa süreli gürültülerin ortalama bir ölçümünü verir. L50, orta ses seviyesidir ve zamanın %50 sinde aşılan ses seviyesini gösterir. L90 ise zamanın %90 ında aşılan ses seviyesini gösterir. L10 ile L90, arasındaki fark, gürültü seviyelerinin zamanın yüzde 80'inde geçirdiği alanı gösterir. Belirli bir zamanda, gürültü seviyelerinin standart sapması, istatistiki dalgalanmayı gösterir.

L10, toplam gürültü, ölçüm süresinin %10"u kadar bir süre içinde aşılan gürültü seviyesini gösterir. Geri kalan %90"lık sürede, gürültü seviyesi bu seviyenin altında kalmıştır. Bu parametre, ölçülen gürültünün maksimum seviyesi hakkında bilgi içerir. L50, toplam

gürültü, ölçüm süresinin %50‟si kadar bir süre içinde aşılan gürültü seviyesini gösterir. Bu parametre, ölçümü yapılan çevresel gürültünün ortalama seviyesi hakkında bilgi içerir. L90, toplam gürültü, ölçüm süresinin %90‟ı kadar bir süre içinde aşılan gürültü seviyesini gösterir. Geri kalan %10‟luk sürede, gürültü seviyesi bu seviyenin altında kalmıştır. Bu parametre, ölçümü yapılan çevresel gürültünün arka plan seviyesi hakkında bilgi içerir.

Gözlem altındaki bir gürültü kaynağının yaydığı gürültü seviyesinin belirlenmesinde; Kaynağın gürültü seviyesi, logaritmik olarak ölçülen değerden arka plan gürültü değeri çıkarılarak belirlenmelidir.

Çalışma bölgesinde gündüz ve akşam saatleri olmak üzere toplam 32 ölçüm yapılmıştır. Tesiste ki gürültüden en fazla etkilenen yapı olarak öngörülen ve tesisin bulunduğu oto yıkama grubunun olduğu cephede 26,44 m mesafedeki hastanenin 4. Katında pencere açık ve kapalı olacak şekilde ölçümler alınmıştır. Bu ölçümlerden 4 tanesi pencere açık ve gündüz saatlerinde, 4 tanesi pencere kapalı ve gündüz saatlerinde, 4 tanesi pencere açık ve akşam saatlerinde, 4 tanesi pencere kapalı akşam saatlerinde, diğer 16 ölçüm de aynı noktalarda 2 adet kompresörden 1 tanesinin kaldırılması ile yapılmıştır.

Ölçümlerde TS 9315 ISO 1996-1 Akustik - çevre gürültüsünün tarifi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi şeklinde tespitler yer almaktadır. Ayrıca temel büyüklükler ve değerlendirme işlemleri ve TS ISO 1996-2 Akustik - Çevre gürültüsünün tarifi, ölçülmesi ve değerlendirilmesinde çevre gürültü seviyelerinin tayin standartları kullanılmıştır. Ölçüm cihazı olarak Svantek Marka Svan957 marka cihaz kullanılmıştır. 1/3 Oktav Bandta, A, C ve A impulse ağırlıklandırılmalarda ölçümler yapılmıştır.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1. Gündüz Ölçümleri

Gürültü ölçümleri, cam açık olan 1 No'lu ölçüm noktasında ve camın kapalı olduğu 2 No'lu ölçüm noktasında yapılmıştır. İşletme çevresinde mevcut olan iş yerleri ve insan seslerinden dolayı arka plan gürültüsü oluşmaktadır.

Arka plan gürültüsünü de ölçmek için Arka Plan ölçümleri yapılmış olup ölçmek istediğimiz tesis gürültüsü ile aralarındaki fark bulunarak olası nicel etkiler giderilmiştir. Arka plan gürültüsü, ölçülen ses basıncı seviyesinden 10 dB veya daha düşükse, düzeltmeye gerek yoktur. Ölçülen değer, doğrudan kaynak gürültü değerini verir.

- Arka plan gürültüsü ile ölçülen ses basınç seviyesi arasındaki fark 3-10 dB aralığındaysa denklemde

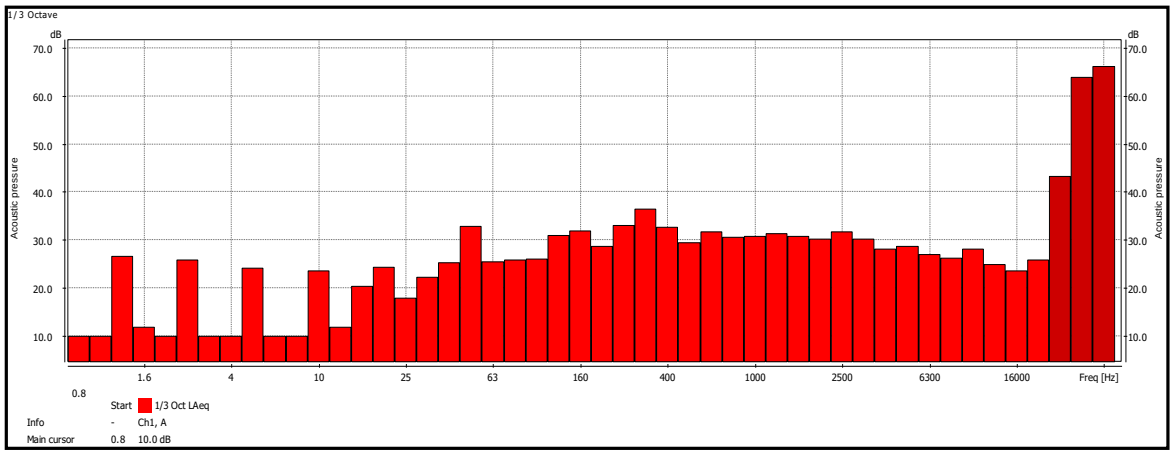
$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{L ölçülmüş/10}-10^{Larkaplan/10})dB$

verildiği gibi saf kaynak gürültüsü logaritmik çıkartma yapılarak hesaplanmalıdır.

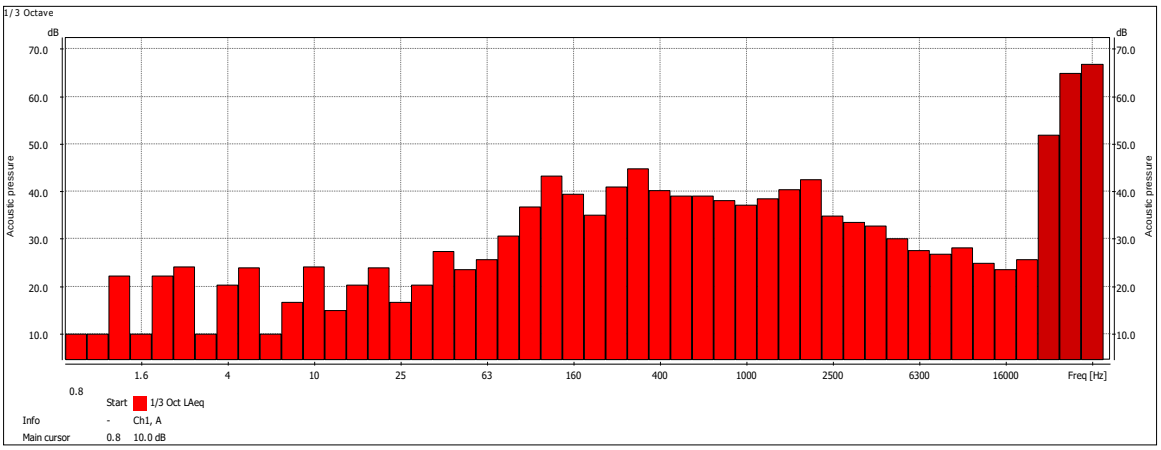
- Arkaplan gürültüsü, ölçülen ses basınç seviyesinden 3 dB den az ise belirsizlik çok yüksek olduğu için düzeltme tavsiye edilmemekte, bu gibi durumlarda, ölçüm noktalarının değiştirilerek ölçümlerin yenilenmesi daha sağlıklı olacağı düşünülmektedir.

Gürültü kaynağı susturulduğunda arka plan ölçümlerinde bir sorun çıkmamıştır. İşletme yakınlarında benzer nitelikte kaynak bulunmamaktadır.

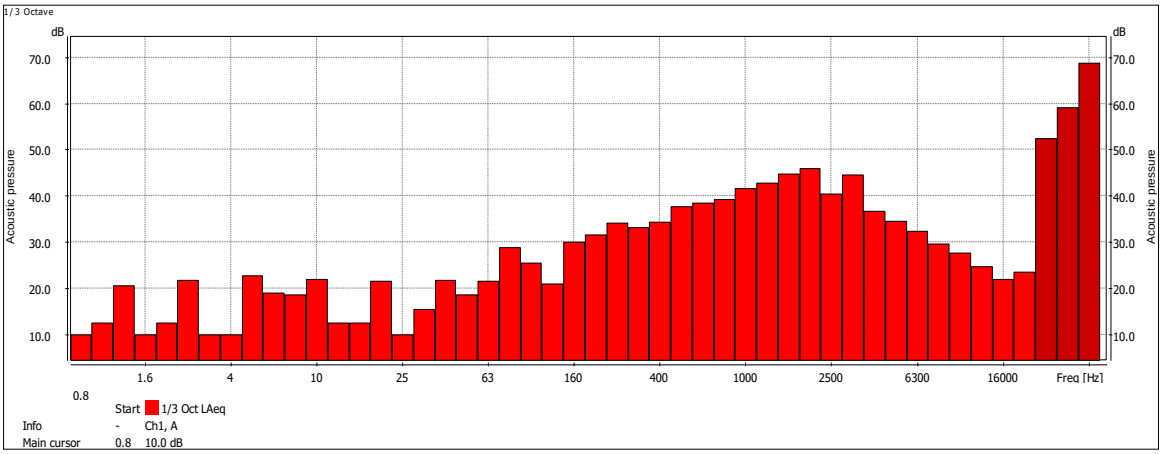
Gürültü kaynağı çalışırken; gündüz 1 ve 2 No'lu ölçüm noktalarında ölçülen değerler ile gürültü kaynağı kapalıyken (Arka Plan) gündüz 1 ve 2 No'lu ölçüm noktalarında ölçülen değerler Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'da verilmiştir.



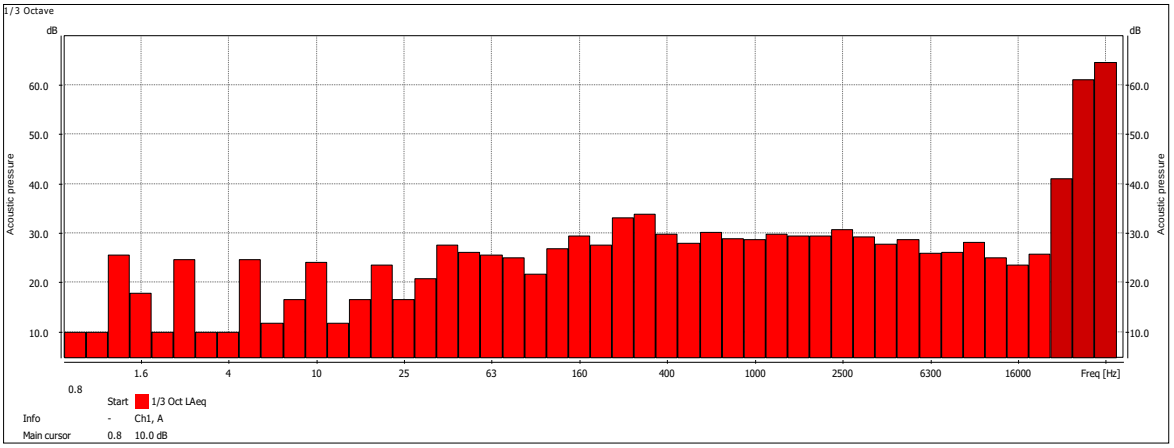
Şekil 5.1. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) - 1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz)



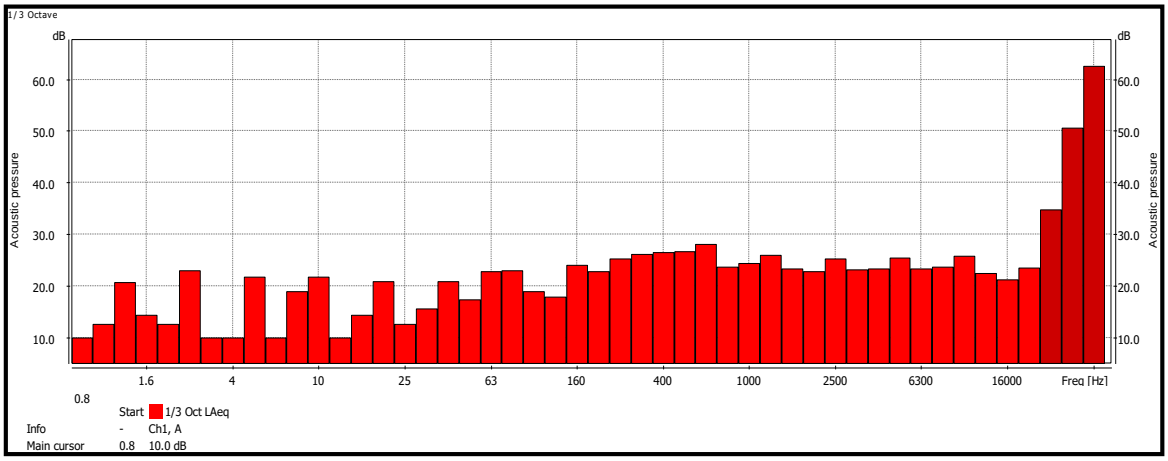
Şekil 5.2. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) - 2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz)



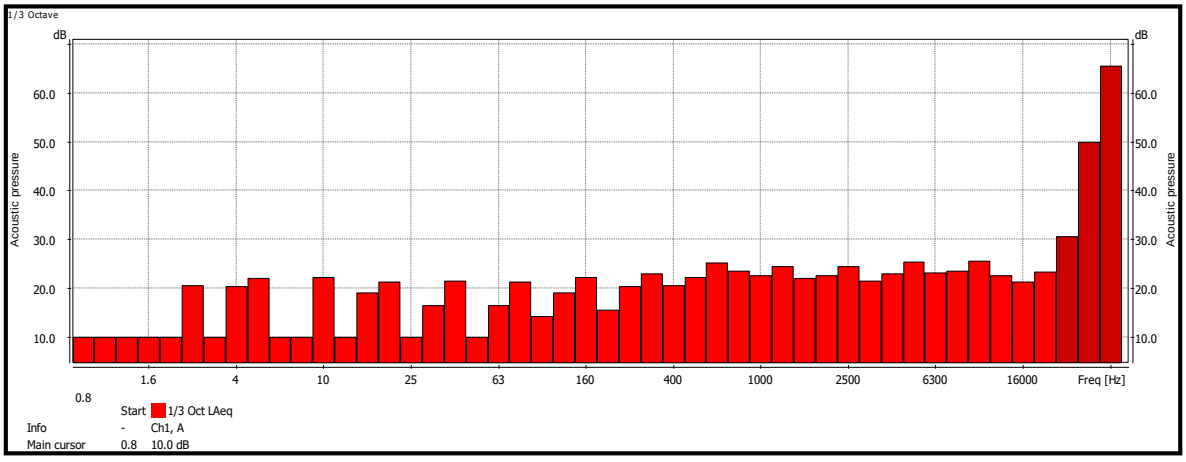
Şekil 5.3. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) - 3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz)



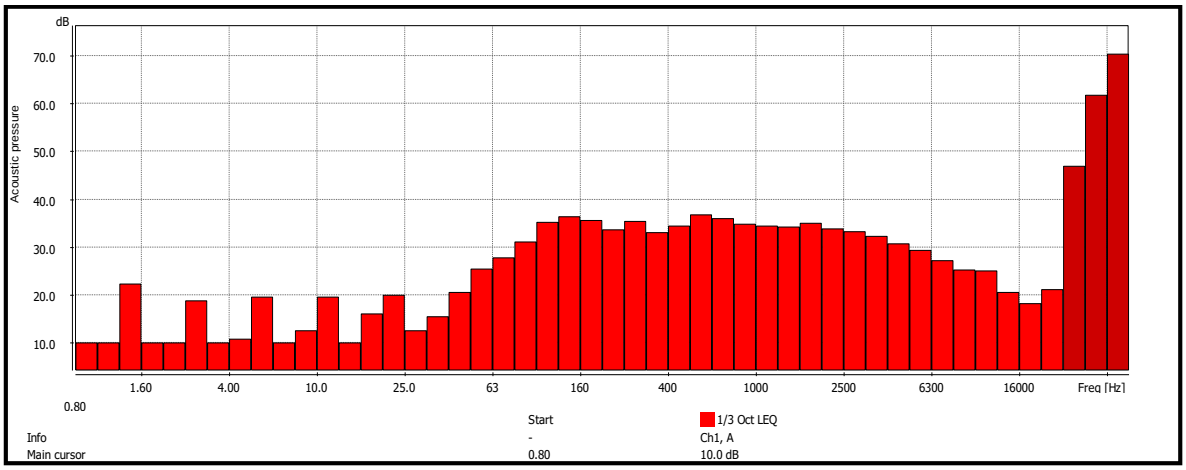
Şekil 5.4. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) arka plan ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (gündüz)



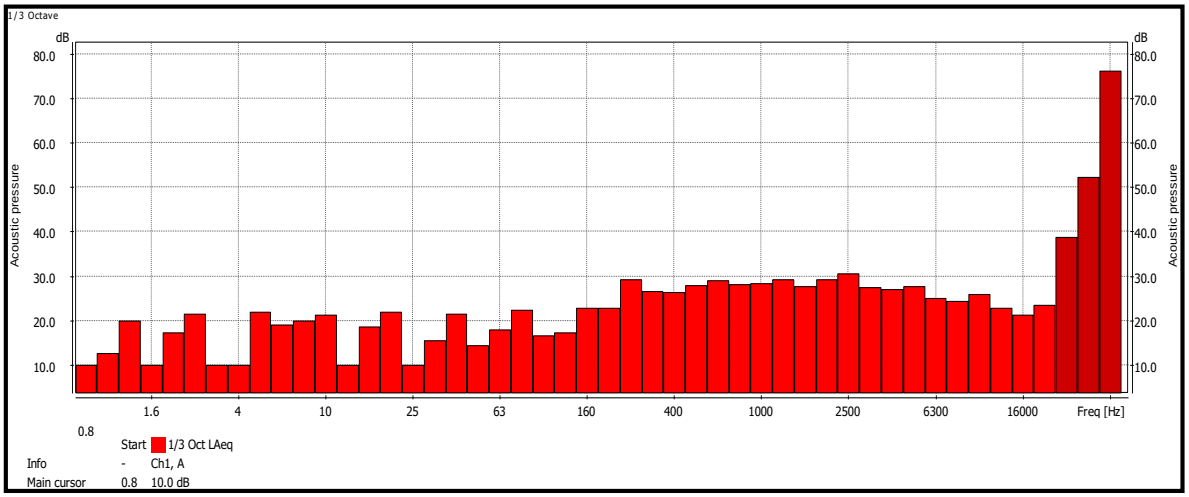
Şekil 5.5. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) - 1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz)



Şekil 5.6. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) - 2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (gündüz)



Şekil 5.7. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) - 3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (gündüz)



Şekil 5.8. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) arka plan gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz)

Çizelge 5.1. Gündüz 1 ve 2 no'lu ölçüm noktasında ölçüm sonuçları

GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM SONUÇLARI									
Ölçüm Anı	Ölçüm Yeri/Konumu	Ölçüm Başlama Zamanı	Ölçüm Bitiş Zamanı	Ölçüm Sonuçları					
				A – Ağırlıklama			C - Ağırlıklama		
				L_{eq}	L_{10}	L_{90}	L_{eq}	L_{10}**	L_{90}**
GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI ÇALIŞIRKEN	1 No'lu Ölçüm Noktası-1 (Cam Açık)	15:03:25	15:08:25	48,4	53,5	41,2	51,9	53,5	41,2
	1 No'lu Ölçüm Noktası-2 (Cam Açık)	15:09:36	15:14:36	47,6	51,9	40,8	51,4	51,9	40,8
	1 No'lu Ölçüm Noktası-3 (Cam Açık)	15:15:14	15:20:14	47,9	52,8	41,5	52,1	52,8	41,5
	2 No'lu Ölçüm Noktası-1 (Cam Kapalı)	15:22:38	15:27:38	36,8	39,2	32,9	40,2	39,2	32,9
	2 No'lu Ölçüm Noktası-2 (Cam Kapalı)	15:21:03	15:26:03	36,2	38,9	33,1	39,9	38,9	33,1
	2 No'lu Ölçüm Noktası-3 (Cam Kapalı)	15:12:35	15:17:35	37,1	40,6	34,3	40,5	40,6	34,3
** İşareti ile gösterilen parametrelerin ölçümleri kullanılan cihazların uygun olmaması durumunda yapılmayabilir.									

Çizelge 5.2. Gündüz 1 ve 2 no'lu ölçüm noktasında arka plan ölçüm sonuçları

GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM SONUÇLARI									
Ölçüm Anı	Ölçüm Yeri/Konumu	Ölçüm Başlama Zamanı	Ölçüm Bitiş Zamanı	Ölçüm Sonuçları					
				A – Ağırlıklama			C - Ağırlıklama		
				L_{eq}	L_{10}	L_{90}	L_{eq}	L_{10}**	L_{90}**
GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI DURURKEN	1 No'lu Ölçüm Noktası (Cam Açık)	15:30:26	15:35:26	43,9	55,7	37,8	47,7	55,7	37,8
	2 No'lu Ölçüm Noktası (Cam Kapalı)	15:37:09	15:42:09	32,8	35	30,9	35,6	45,7	33,8
** İşareti ile gösterilen parametrelerin ölçümleri kullanılan cihazların uygun olmaması durumunda yapılmayabilir.									

Yukarıdaki çizelgelerde arka plan ve kaynak çalışırken yapılan ölçüm değerleri verilmiştir. 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında gürültü kaynağı çalışırken aynı zaman dilimi içerisinde 3 adet ölçüm gerçekleştiğinden bu 3 ölçüm içerisindeki en yüksek Leq değeri dikkate alınarak işlemlerin yapılması gerekmektedir. Bu nedenle 1 No'lu ölçüm noktasında en yüksek değer olan Leq = 48,4 dBA değeri, 2 No'lu ölçüm noktasında ise Leq = 37,1 dBA değeri göz önüne alınarak işlemler yapılacaktır.

1 Nolu ölçüm noktasında;

Arka Plan + Kaynak = 48,4 dBA

Arka Plan = 43,9 dBA'dır.

Kaynağın saf gürültüsünün hesaplanması;

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{Lölçülmüş/10}-10^{Larkaplan/10})dB$

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{48,4/10}-10^{43,9/10})$

$L_{düzeltilmiş}=46,5$ dB

Arkaplanı aşma miktarı

46,5 – 43,9 = 2,6 dB

Buna göre kaynağın saf gürültüsü Çizelge'ye göre hesaplanacak olursa;

Çizelge 5.3. Saf gürültü çizelgesi-1-

Desibellerde Çıkartma								
Seviye Farkı	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Düzeltme	3	2,2	1,7	1,3	1	0,7	0,6	0
Kısaca		-2		-1				0

Çıkarma işlemi yapılacak iki değer arasındaki aritmetik fark;

- 48,4 - 43,9 = 4,5 dB

Bulunan değer en yakın sayıya yuvarlanarak Çizelgenin „seviye farkı" ile başlayan satırındaki yerine konulduğunda (5 dB) yüksek düzeyden çıkarılacak değer Çizelgeden bakıldığında „düzeltme" ile başlayan satırdaki karşılığı;

- 1,7 dB

Bulunan değer yüksek olan seviyeden düşülünce;

48,4 – 1,7 = 46,7 dB (Saf Kaynak Gürültüsü)

Arkaplanı aşma miktarı

46,7 – 43,9 = 2,8 dB

Yapılan hesaplamadan da anlaşılacağı üzere 1 No'lu ölçüm noktasında gündüz zaman diliminde gürültü seviyesi yasal sınır olan 5 dB'in altında kalmaktadır.

2 Nolu ölçüm noktasında;

Arka Plan + Kaynak = 37,1 dBA

Arka Plan = 32,8 dBA'dır.

Kaynağın saf gürültüsünün hesaplanması;

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{Lölçülmüş/10}-10^{Larkaplan/10})dB$

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{37,1/10}-10^{32,8/10})$

$L_{düzeltilmiş}=35$ dB

Arkaplanı aşma miktarı

35 – 32,8 = 2,2 dB

Buna göre kaynağın saf gürültüsü Çizelge'ye göre hesaplanacak olursa;

Çizelge 5.4. Saf gürültü çizelgesi-2-

Desibellerde Çıkartma								
Seviye Farkı	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Düzeltme	3	2,2	1,7	1,3	1	0,7	0,6	0
Kısaca		-2		-1				0

- 37,1 – 32,8 = 4,3 dB

Bulunan değer en yakın sayıya yuvarlanarak Çizelgenin „seviye farkı" ile başlayan satırındaki yerine konulduğunda (4 dB) yüksek düzeyden çıkarılacak değer Çizelgeden bakıldığında „düzeltme" ile başlayan satırdaki karşılığı;

- 2,2 dB

37,1 – 2,2 = 34,9 dB (Saf Kaynak Gürültüsü)

Arkaplanı aşma miktarı

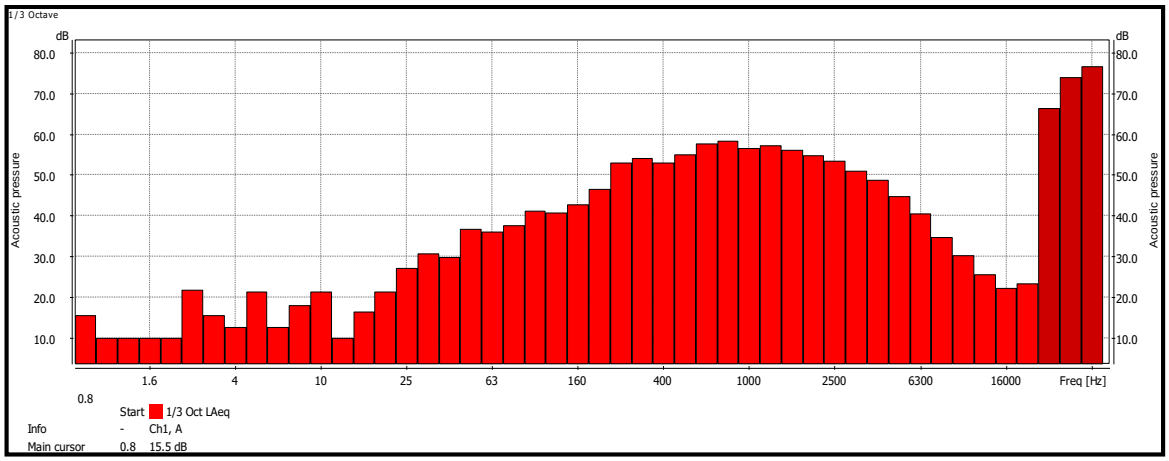
34,9 – 32,8 = 2,1 dB

Yapılan hesaplamadan da anlaşılacağı üzere gündüz zaman diliminde 2 No'lu ölçüm noktasında gürültü seviyesi yasal sınır olan 5 dB'in altında kalmaktadır.

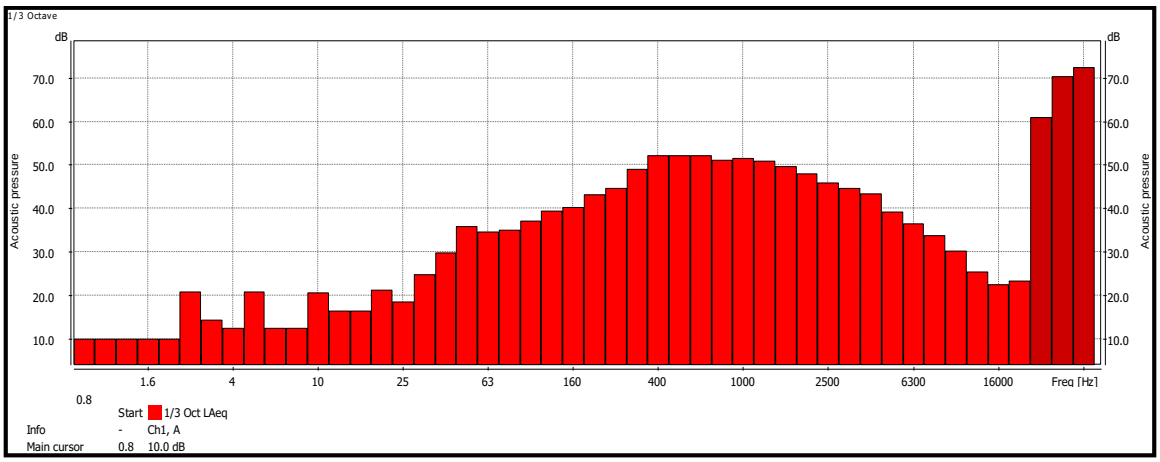
Yapılan iki hesaplama sonucunda akaryakıt istasyonundan gündüz saat diliminde gürültü kaynaklarının rahatsız edici seviyede gürültü oluşturmadıkları görülmektedir.

5.2. Akşam Ölçümleri

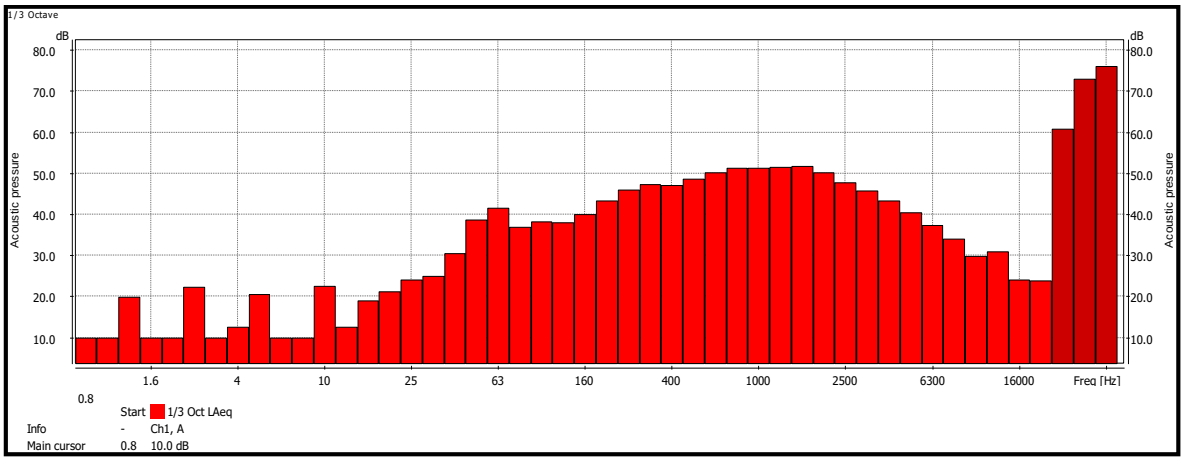
Gürültü kaynağı çalışırken; akşam 1 ve 2 No'lu ölçüm noktalarında ölçülen değerler ile gürültü kaynağı kapalıyken (Arka Plan) akşam 1 ve 2 No'lu ölçüm noktalarında ölçülen değerler Çizelge 5.5, Çizelge 5.6, Şekil 5.5, Şekil 5.6, Şekil 5.7, Şekil 5.8, Şekil 5.9, Şekil 5.10, Şekil 5.11, Şekil 5.12'de verilmiştir.



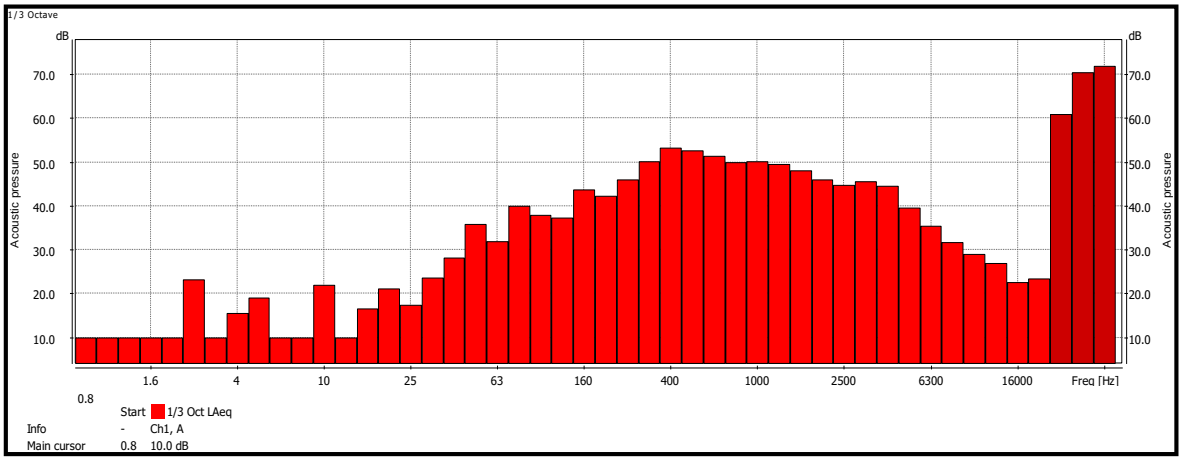
Şekil 5.9. 1 No'lu ölçüm noktası(pencere açık)-1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam)



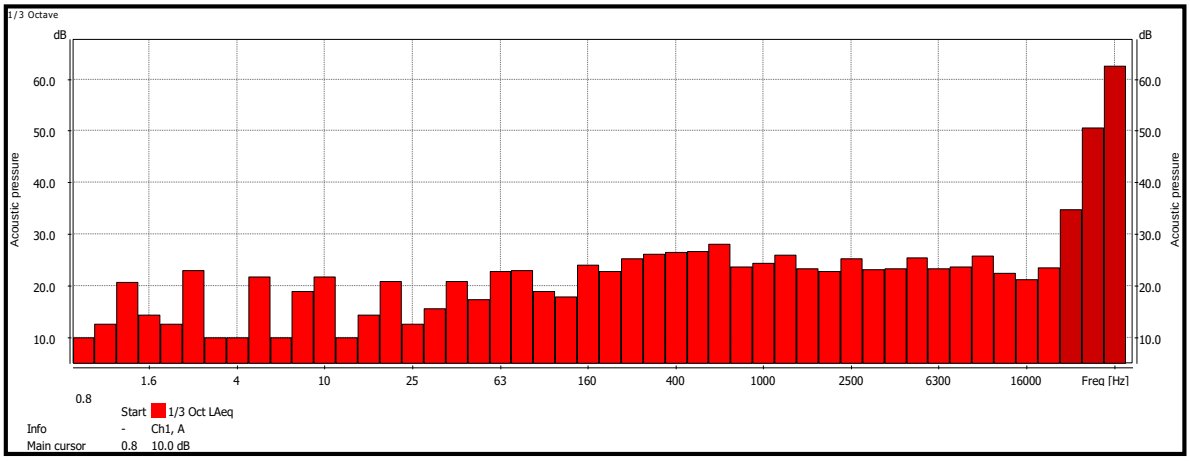
Şekil 5.10. 1 No'lu ölçüm noktası(pencere açık)-2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam)



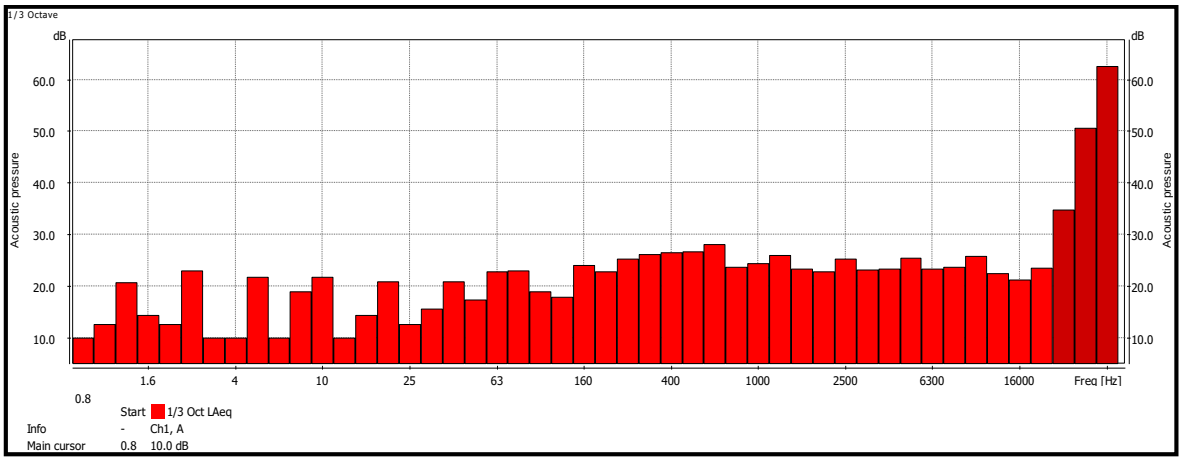
Şekil 5.11. 1 No'lu ölçüm noktası(pencere açık)-3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam)



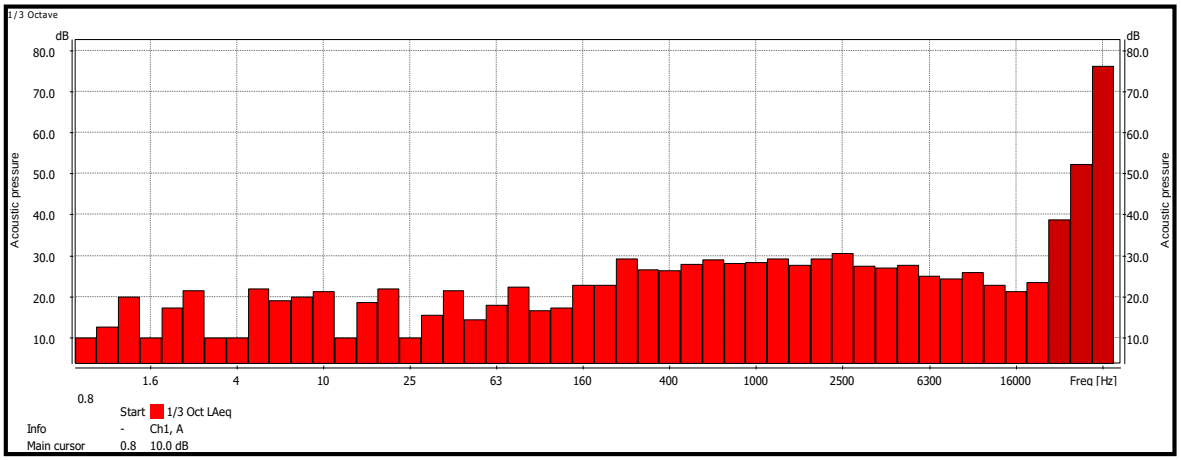
Şekil 5.12. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) arka plan gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (akşam)



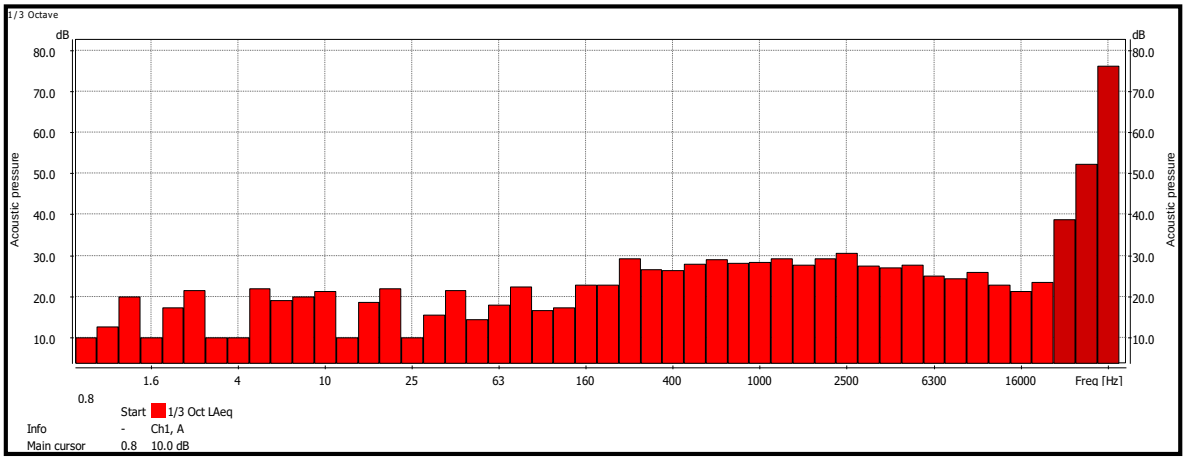
Şekil 5.13. 2 No'lu ölçüm noktası(pencere kapalı)-1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam)



Şekil 5.14. 2 No'lu ölçüm noktası(pencere kapalı)-2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam)



Şekil 5.15. 2 No'lu ölçüm noktası(pencere kapalı)-3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (akşam)



Şekil 5.16. 2 No'lu ölçüm (pencere kapalı) arka plan ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam)

Çizelge 5.5. Akşam 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında ölçüm sonuçları

GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM SONUÇLARI									
Ölçüm Anı	Ölçüm Yeri/Konumu	Ölçüm Başlama Zamanı	Ölçüm Bitiş Zamanı	Ölçüm Sonuçları					
				A - Ağırlıklama			C - Ağırlıklama		
				L_{eq}	L_{10}	L_{90}	L_{eq}	L_{10}**	L_{90}**
GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI ÇALIŞIRKEN	1 No'lu Ölçüm Noktası-1 (Cam Açık)	19:13:05	19:18:05	47,1	51,5	42,4	51,2	51,5	42,4
	1 No'lu Ölçüm Noktası-2 (Cam Açık)	19:19:36	19:24:36	46,8	52,1	40,8	53,4	52,1	40,8
	1 No'lu Ölçüm Noktası-3 (Cam Açık)	19:25:37	19:30:37	47,5	55,2	41,7	55,1	55,2	41,7
	2 No'lu Ölçüm Noktası-1 (Cam Kapalı)	19:32:24	19:37:24	37,6	42,4	31,2	40,5	42,4	31,2
	2 No'lu Ölçüm Noktası-2 (Cam Kapalı)	19:38:35	19:43:35	36,4	41,9	30,9	39,9	41,9	30,9
	2 No'lu Ölçüm Noktası-3 (Cam Kapalı)	19:44:57	19:49:57	37,5	42,5	30,1	41,2	42,5	30,1
** İşareti ile gösterilen parametrelerin ölçümleri kullanılan cihazların uygun olmaması durumunda yapılmayabilir.									

Çizelge 5.6. Akşam 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında arka plan ölçüm sonuçları

GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM SONUÇLARI									
Ölçüm Anı	Ölçüm Yeri/Konumu	Ölçüm Başlama Zamanı	Ölçüm Bitiş Zamanı	Ölçüm Sonuçları					
				A - Ağırlıklama			C - Ağırlıklama		
				L_{eq}	L_{10}	L_{90}	L_{eq}	L_{10}**	L_{90}**
GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI DURURKEN	1 No'lu Ölçüm Noktası (Cam Açık)	19:53:37	19:58:37	40,9	51,8	35,9	46,1	51,8	35,9
	2 No'lu Ölçüm Noktası (Cam Kapalı)	20:00:06	20:05:06	30,8	35	30,7	35,6	35	30,7
** İşareti ile gösterilen parametrelerin ölçümleri kullanılan cihazların uygun olmaması durumunda yapılmayabilir.									

Yukarıdaki çizelgede arka plan ve kaynak çalışırken yapılan ölçüm değerleri verilmiştir. 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında gürültü kaynağı çalışırken aynı zaman dilimi içerisinde 3 adet ölçüm gerçekleştiğinden bu 3 ölçüm içerisindeki en yüksek Leq değeri dikkate alınarak işlemlerin yapılması gerekmektedir. Bu nedenle 1 No'lu ölçüm noktasında en yüksek değer olan Leq = 47,5 dBA değeri, 2 No'lu ölçüm noktasında ise Leq =37,6 dBA göz önüne alınarak işlemler yapılacaktır.

1 Nolu ölçüm noktasında;

Arka Plan + Kaynak = 47,5 dBA

Arka Plan = 40,9 dBA'dır.

Kaynağın saf gürültüsünün hesaplanması;

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{Lölçülmüş/10}-10^{Larkaplan/10})dB$

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{47,5/10}-10^{40,9/10})$

$L_{düzeltilmiş}=46,4$ dB

Arkaplanı aşma miktarı

46,4 – 40,9 = 5,5 dB

Buna göre kaynağın saf gürültüsü Çizelge'ye göre hesaplanacak olursa;

Çizelge 5.7. Saf gürültü çizelgesi-5-

Desibellerde Çıkartma								
Seviye Farkı	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Düzeltme	3	2,2	1,7	1,3	1	0,7	0,6	0
Kısaca		-2		-1				0

Çıkarma işlemi yapılacak iki değer arasındaki aritmetik olarak;

- 47,5 - 40,9 = 6,6 dB

Bulunan değer en yakın sayıya yuvarlanarak Çizelgenin „seviye farkı" ile başlayan satırındaki yerine konulduğunda (7 dB) yüksek düzeyden çıkarılacak değer Çizelgeden bakıldığında „düzeltme" ile başlayan satırdaki karşılığı;

- 1 dB

Bulunan değer yüksek olan seviyeden düşülür.

47,5 – 1 = 46,5 dB (Saf Kaynak Gürültüsü)

Arkaplanı aşma miktarı

46,5 – 40,9 = 5,6 dB

Yapılan hesaplamadan da anlaşılacağı üzere 1 No'lu ölçüm noktasında akşam zaman diliminde gürültü seviyesi yasal sınır olan 5 dB'in üzerindedir.

2 Nolu ölçüm noktasında;

Arka Plan + Kaynak = 37,6 dBA

Arka Plan = 30,8 dBA'dır.

Kaynağın saf gürültüsünün hesaplanması;

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{Lölçülmüş/10}-10^{Larkaplan/10})dB$

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{37,6/10}-10^{30,8/10})$

$L_{düzeltilmiş}=36,6$ dB

Arkaplanı aşma miktarı

36,6 – 30,8 = 5,8 dB

Buna göre kaynağın saf gürültüsü Çizelgeden hesaplanacak olursa;

Çizelge 5.8. Saf gürültü çizelgesi-6-

Desibellerde Çıkartma								
Seviye Farkı	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Düzeltme	3	2,2	1,7	1,3	1	0,7	0,6	0
Kısaca		-2		-1				0

- 37,6 – 30,8 = 6,8 dB

Bulunan değer en yakın sayıya yuvarlanarak Çizelgenin „seviye farkı" ile başlayan satırındaki yerine konulduğunda (7 dB) yüksek düzeyden çıkarılacak değer Çizelgeden bakıldığında „düzeltme" ile başlayan satırdaki karşılığı;

- 1 dB

37,6 – 1 = 36,6 dB (Saf Kaynak Gürültüsü)

Arkaplanı aşma miktarı

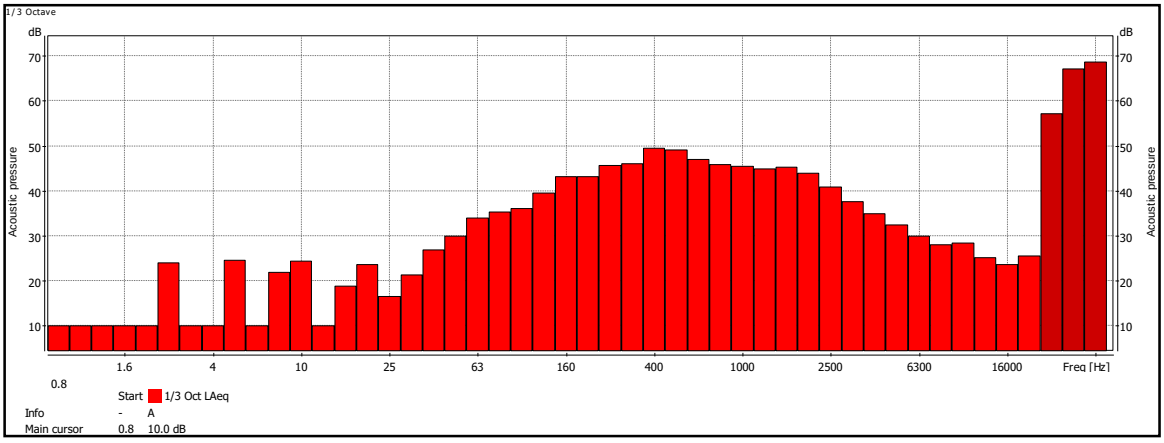
36,6 – 30,8 = 5,8 dB

Yapılan hesaplamadan da anlaşılacağı üzere akşam zaman diliminde 2 No'lu ölçüm noktasında gürültü seviyesi yasal sınır olan 5 dB'in üzerindedir.

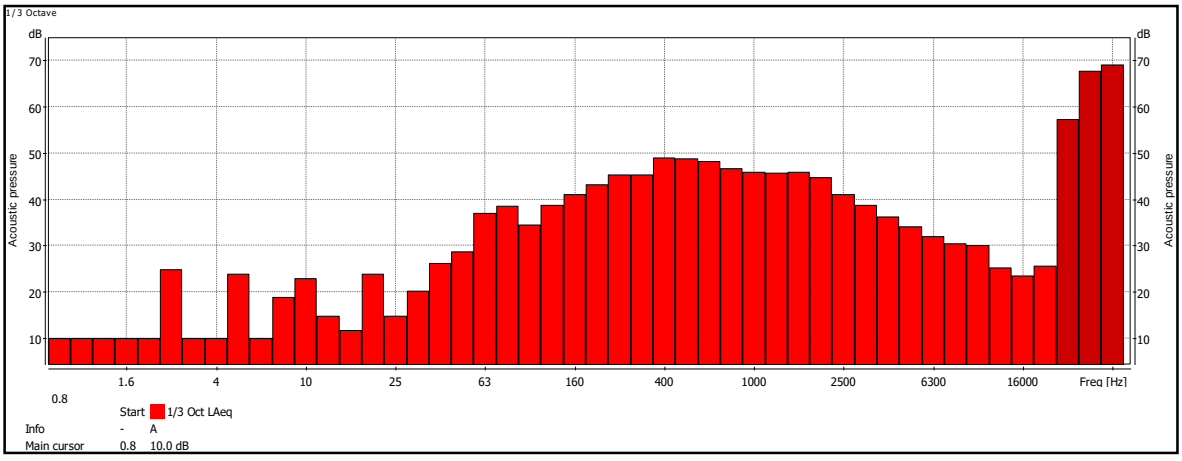
Yapılan iki hesaplama sonucu akaryakıt istasyonunda akşam saat diliminde gürültü kaynaklarının rahatsız edici seviyede gürültü oluşturdukları görülmektedir. Akşam saatlerinde sessizliğin artması sonucunda tesiste oluşan gürültü rahatsız edecek boyuta ulaşmaktadır.

5.3. 1 Adet Kompresörün Kaldırılması Durumunda Gündüz Ölçümleri

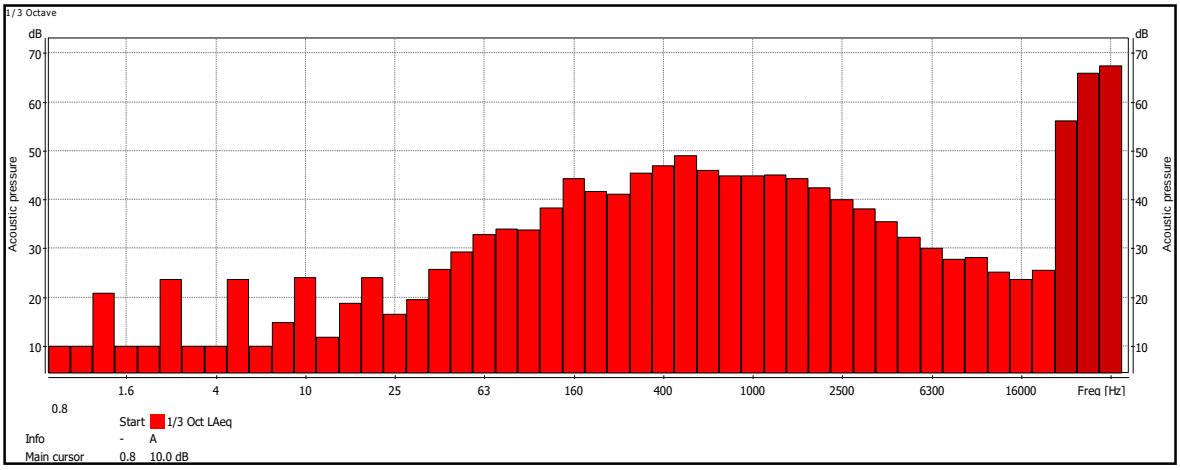
Gürültü kaynağı çalışırken; Gündüz 1 ve 2 No'lu ölçüm noktalarında ölçülen değerler ile gürültü kaynağı kapalıyken (Arka Plan) gündüz 1 ve 2 No'lu ölçüm noktalarında ölçülen değerler Çizelge 5.7, Çizelge 5.8, Şekil 5.12, Şekil 5.13, Şekil 5.14, Şekil 5.15, Şekil 5.16, Şekil 5.17, Şekil 5.18, Şekil 5.20'de verilmiştir.



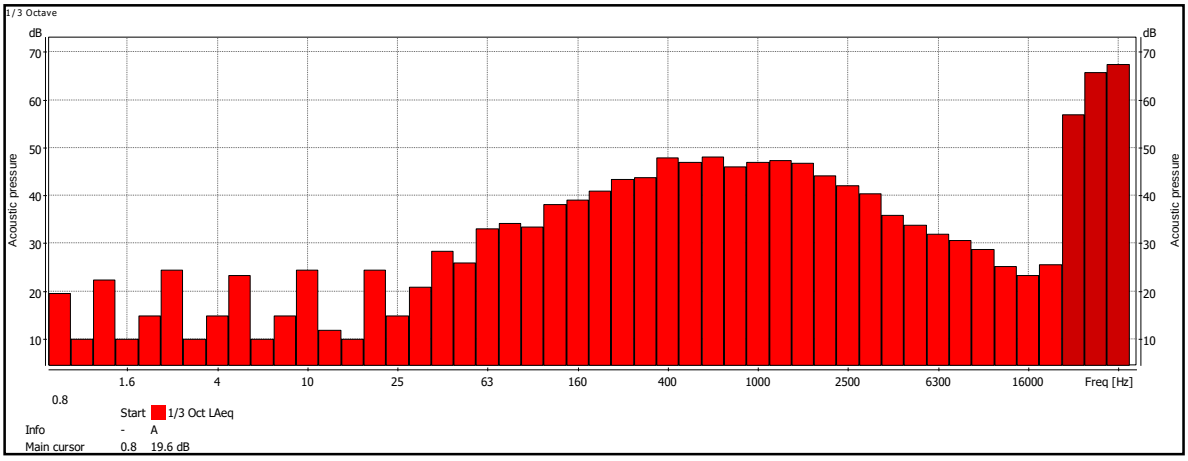
Şekil 5.17. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) - 1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz)



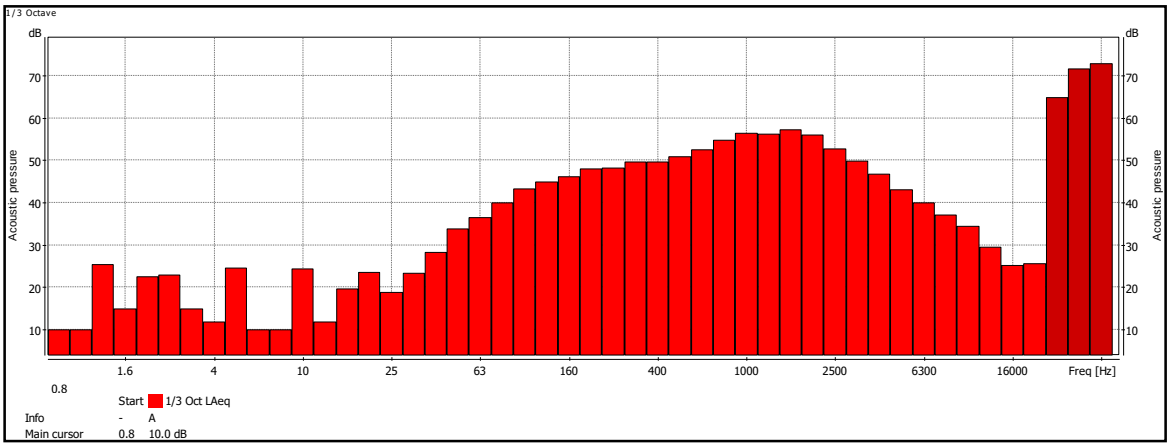
Şekil 5.18. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) - 2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz)



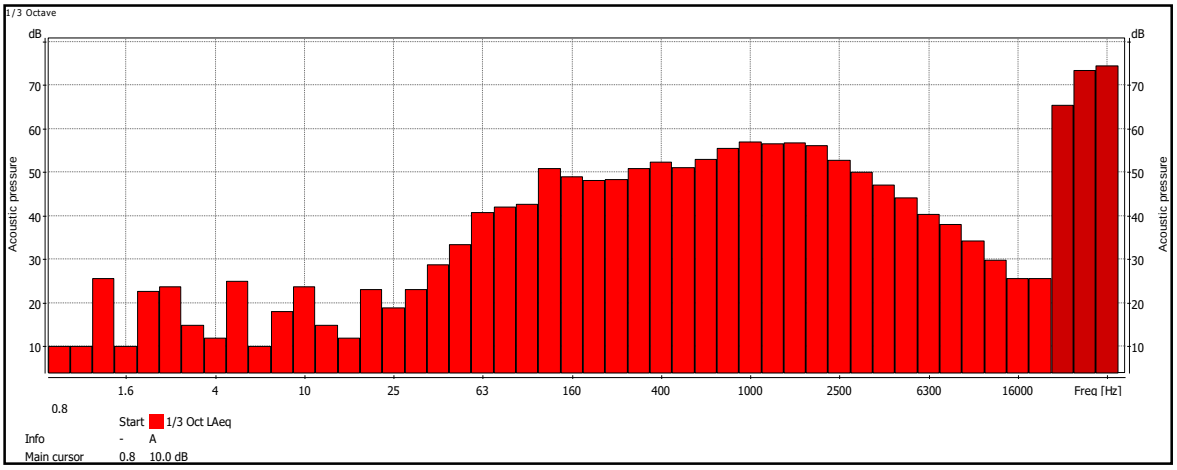
Şekil 5.19. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) - 3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz)



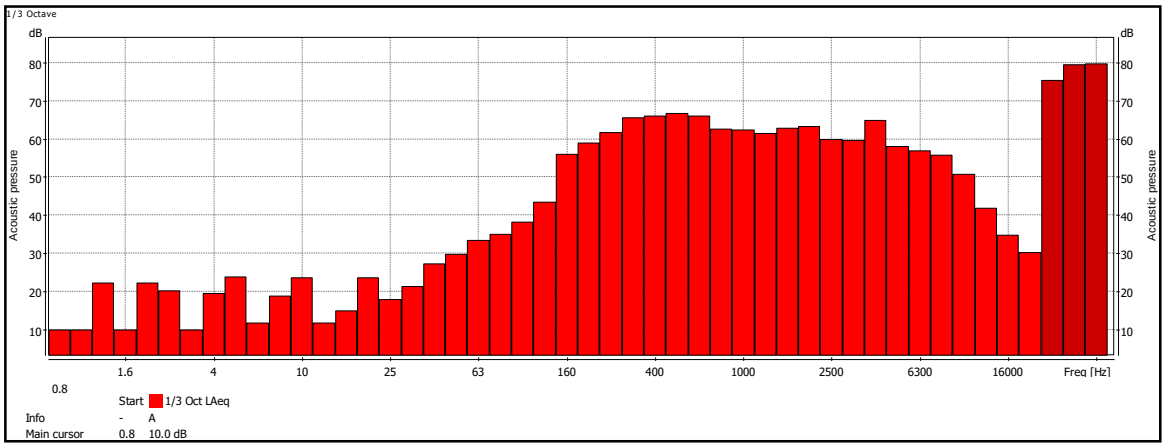
Şekil 5.20. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) arka plan ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (gündüz)



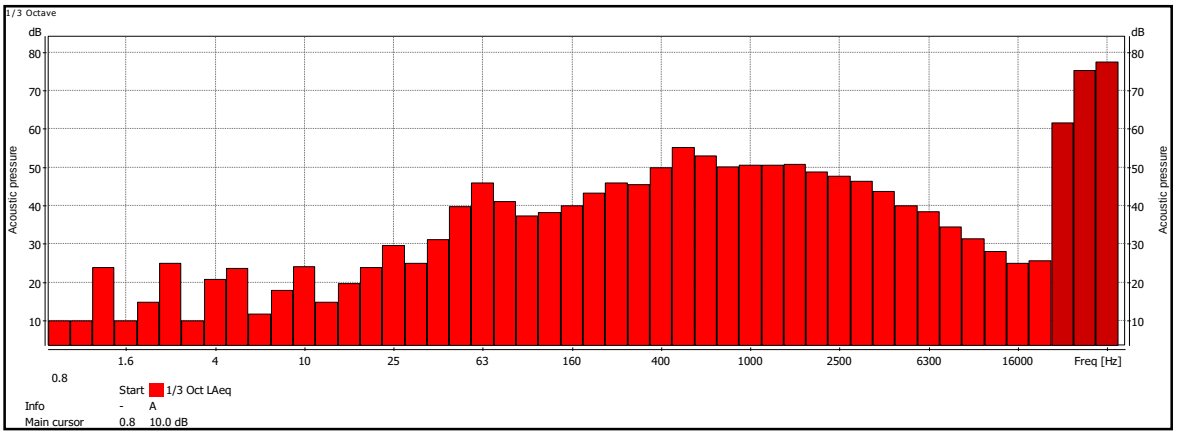
Şekil 5.21. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) - 1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz)



Şekil 5.22. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) - 2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (gündüz)



Şekil 5.23. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) - 3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (gündüz)



Şekil 5.24. 2 No'lu ölçüm noktası (pencere kapalı) arka plan gürültüsü ölçümleri 1/3 octaveband spektrumu (gündüz)

Çizelge 5.9. Gündüz 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında ölçüm sonuçları

GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM SONUÇLARI									
Ölçüm Anı	Ölçüm Yeri/Konumu	Ölçüm Başlama Zamanı	Ölçüm Bitiş Zamanı	Ölçüm Sonuçları					
				A - Ağırlıklama			C - Ağırlıklama		
				L_{eq}	L_{10}	L_{90}	L_{eq}	L_{10}^{**}	L_{90}^{**}
GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI ÇALIŞIRKEN	1 No'lu Ölçüm Noktası-1 (Cam Açık)	15:10:42	15:15:42	54,2	59,9	50,7	62,1	59,9	50,7
	1 No'lu Ölçüm Noktası-2 (Cam Açık)	15:15:57	15:20:57	53,9	59,2	50,9	61,5	59,2	50,9
	1 No'lu Ölçüm Noktası-3 (Cam Açık)	15:21:14	15:26:14	54,3	60,3	49,4	62,4	60,3	49,4
	2 No'lu Ölçüm Noktası-1 (Cam Kapalı)	15:29:14	15:34:14	50,8	57,1	45,2	58,1	57,1	45,2
	2 No'lu Ölçüm Noktası-2 (Cam Kapalı)	15:35:02	15:40:02	50,4	58,3	46,1	58,2	58,3	46,1
	2 No'lu Ölçüm Noktası-3 (Cam Kapalı)	15:40:52	15:45:52	50,7	55,3	42,3	57,9	55,3	42,3
** İşareti ile gösterilen parametrelerin ölçümleri kullanılan cihazların uygun olmaması durumunda yapılmayabilir.									

Çizelge 5.10. Gündüz 1 ve 2 no'lu ölçüm noktasında arka plan ölçüm sonuçları

GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM SONUÇLARI									
Ölçüm Anı	Ölçüm Yeri/Konumu	Ölçüm Başlama Zamanı	Ölçüm Bitiş Zamanı	Ölçüm Sonuçları					
				A - Ağırlıklama			C - Ağırlıklama		
				L_{eq}	L_{10}	L_{90}	L_{eq}	L_{10}^{**}	L_{90}^{**}
GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI ÇALIŞIRKEN	1 No'lu Ölçüm Noktası (Cam Açık)	16:19:32	16:24:32	51,3	58,1	47,2	60,2	58,1	47,2
	2 No'lu Ölçüm Noktası (Cam Kapalı)	16:29:51	16:34:51	48,2	57,1	42,9	55,2	57,1	42,9
** İşareti ile gösterilen parametrelerin ölçümleri kullanılan cihazların uygun olmaması durumunda yapılmayabilir.									

Yukarıdaki çizelgelerde arka plan ve kaynak çalışırken yapılan ölçüm değerleri verilmiştir. 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında gürültü kaynağı çalışırken aynı zaman dilimi içerisinde 3 adet ölçüm gerçekleştiğinden bu 3 ölçüm içerisindeki en yüksek Leq değeri dikkate alınarak işlemlerin yapılması gerekmektedir. Bu nedenle 1 No'lu ölçüm noktasında en yüksek değer olan Leq = 54,3 dBA değeri, 2 No'lu ölçüm noktasında ise Leq = 50,8 dBA değeri göz önüne alınarak işlemler yapılacaktır.

1 Nolu ölçüm noktasında;

Arka Plan + Kaynak = 54,3 dBA

Arka Plan = 51,3 dBA'dır.

Kaynağın saf gürültüsünün hesaplanması;

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{Lölçülmüş/10}-10^{Larkaplan/10})dB$

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{54,3/10}-10^{51,3/10})$

$L_{düzeltilmiş}=51,3$ dB

Arkaplanı aşma miktarı

51,3 – 51,3 = 0 dB

Buna göre kaynağın saf gürültüsü Çizelge'ye göre hesaplanacak olursa;

Çizelge 5.11. Saf gürültü çizelgesi-7-

Desibellerde Çıkartma								
Seviye Farkı	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Düzeltme	3	2,2	1,7	1,3	1	0,7	0,6	0
Kısaca		-2		-1				0

Çıkarma işlemi yapılacak iki değer arasındaki aritmetik fark;

- 54,3 – 51,3 = 3 dB

Bulunan değer en yakın sayıya yuvarlanarak Çizelgenin „seviye farkı" ile başlayan satırındaki yerine konulduğunda (3 dB) yüksek düzeyden çıkarılacak değer Çizelgeden bakıldığında „düzeltme" ile başlayan satırdaki karşılığı;

- 3 dB

Bulunan değer yüksek olan seviyeden düşüldüğünde;

54,3 – 3 = 51,3 dB (Saf Kaynak Gürültüsü)

Arkaplanı aşma miktarı

51,3 – 51,3 = 0 dB

Yapılan hesaplamadan da anlaşılacağı üzere 1 No'lu ölçüm noktasında gündüz zaman diliminde gürültü seviyesi yasal sınır olan 5 dB'in altında kalmaktadır.

2 Nolu ölçüm noktasında;

Arka Plan + Kaynak = 50,8 dBA

Arka Plan = 48,2 dBA'dır.

Kaynağın saf gürültüsünün hesaplanması;

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{L ölçülmüş/10}-10^{Larkaplan/10})dB$

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{50,8/10}-10^{48,2/10})$

$L_{düzeltilmiş}=47,4$ dB

Arkaplanı aşma miktarı

47,4 - 48,2 = -0,8 dB

Buna göre kaynağın saf gürültüsü Çizelgeden hesaplanacak olursa;

Çizelge 5.12. Saf gürültü çizelgesi-8-

Desibellerde Çıkartma								
Seviye Farkı	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Düzeltme	3	2,2	1,7	1,3	1	0,7	0,6	0
Kısaca		-2		-1				0

- 50,8 – 48,2 = 2,6 dB

Bulunan değer en yakın sayıya yuvarlanarak Çizelgenin „seviye farkı" ile başlayan satırındaki yerine konulduğunda (3 dB) yüksek düzeyden çıkarılacak değer Çizelgeden bakıldığında „düzeltme" ile başlayan satırdaki karşılığı;

- 3 dB

50,8 – 3 = 47,8 dB (Saf Kaynak Gürültüsü)

Arkaplanı aşma miktarı

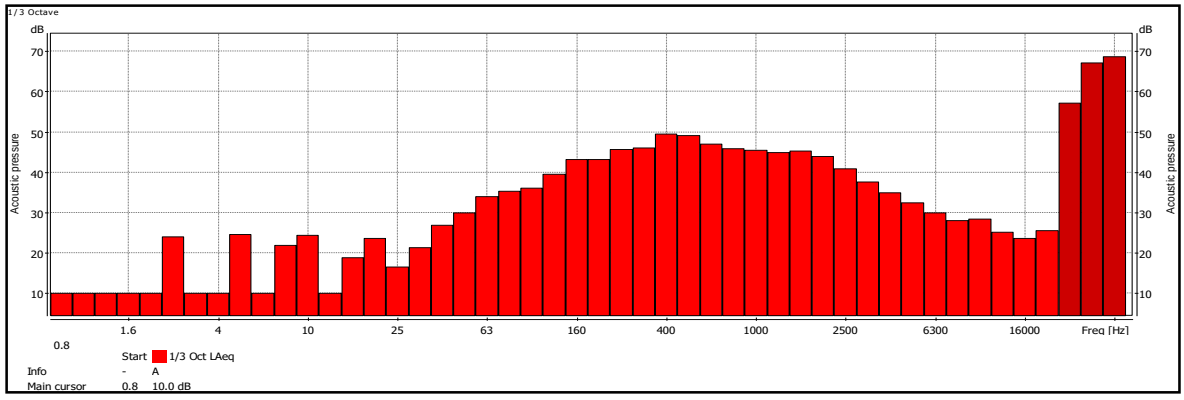
47,8 – 48,2 = - 0,4 dB

Yapılan hesaplamadan da anlaşılacağı üzere gündüz zaman diliminde 2 No'lu ölçüm noktasında gürültü seviyesi yasal sınır olan 5 dB'in altında kaldığı gibi saf kaynak gürültüsü arkaplan gürültüsünün de altında kalmaktadır.

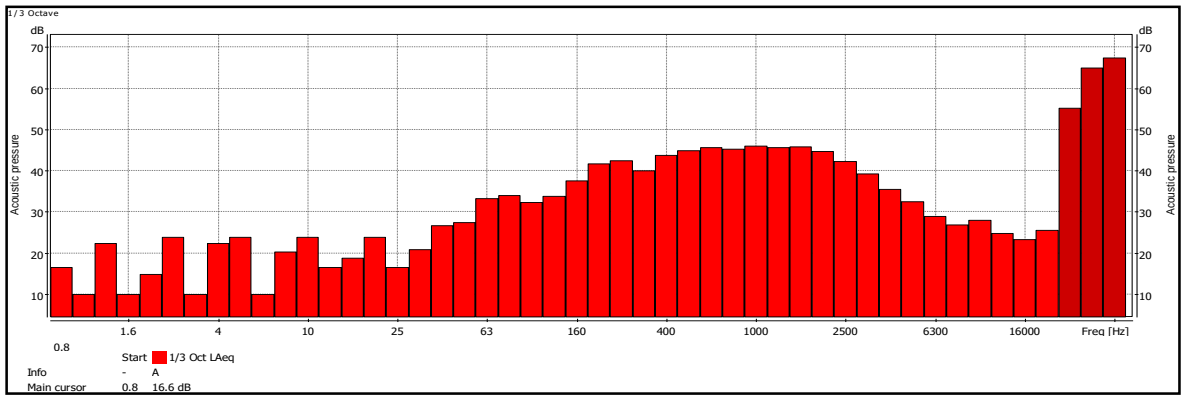
Yapılan iki hesaplama sonucunda akaryakıt istasyonundan gündüz saat diliminde gürültü kaynaklarının rahatsız edici seviyede gürültü oluşturmadıkları görülmektedir.

5.4. 1 Adet Kompresörün Kaldırılması Durumunda Akşam Ölçümleri

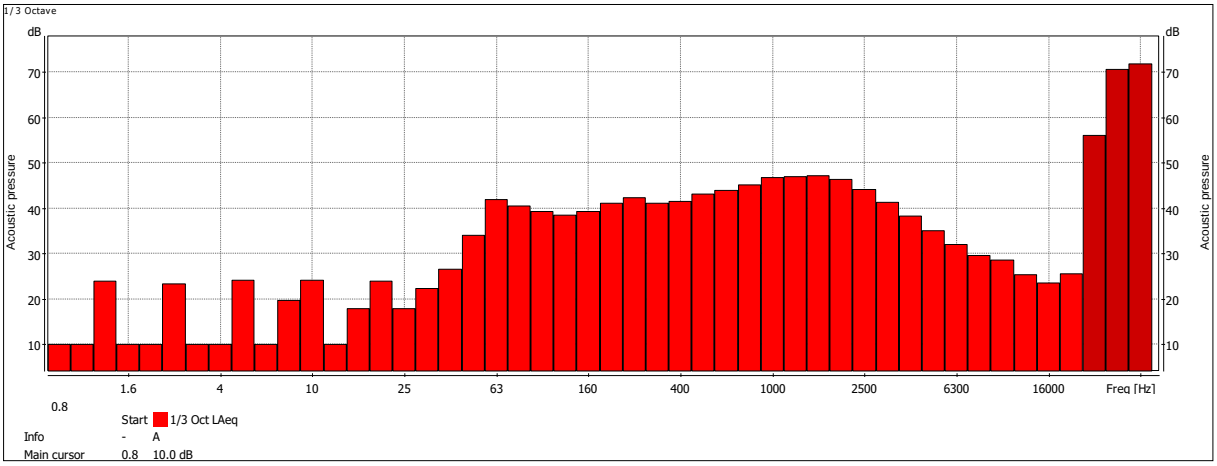
Gürültü kaynağı çalışırken; akşam 1 ve 2 No'lu ölçüm noktalarında ölçülen değerler ile gürültü kaynağı kapalıyken (Arka Plan) akşam 1 ve 2 No'lu ölçüm noktalarında ölçülen değerler Çizelge 9, Çizelge 10, Şekil 33, Şekil 34, Şekil 35, Şekil 36, Şekil 37, Şekil 38, Şekil 39, Şekil 40'da verilmiştir.



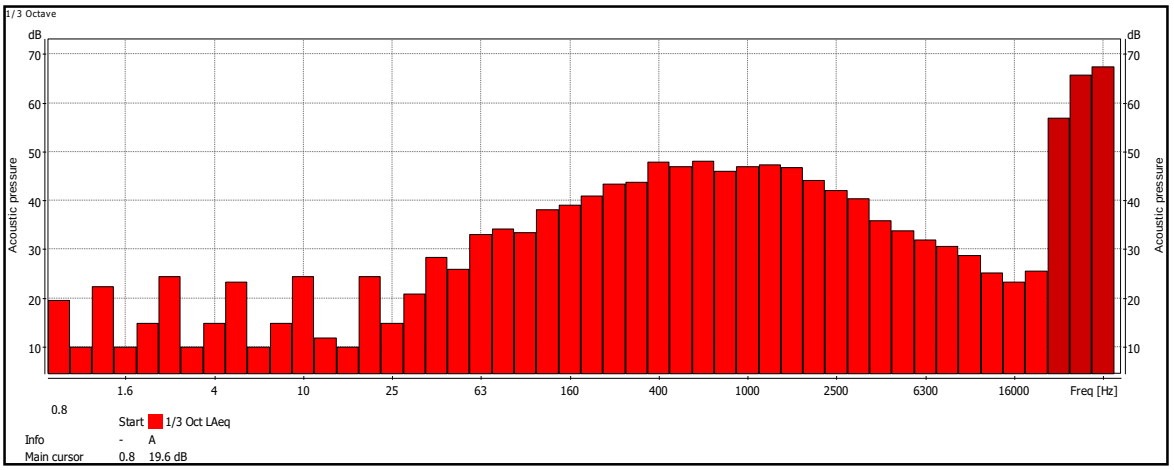
Şekil 5.25. 1 no'lu ölçüm noktası(pencere açık)-1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam)



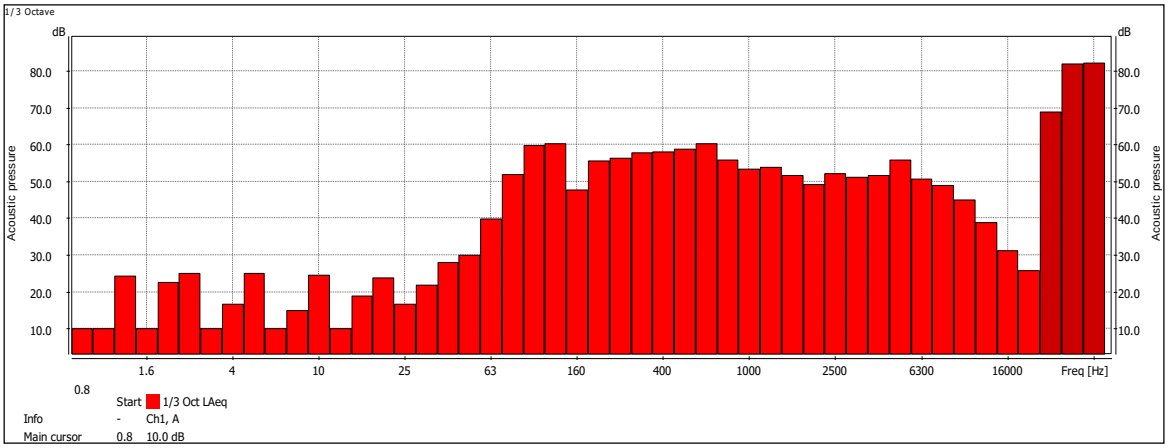
Şekil 5.26. 1 No'lu ölçüm noktası(pencere açık)-2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam)



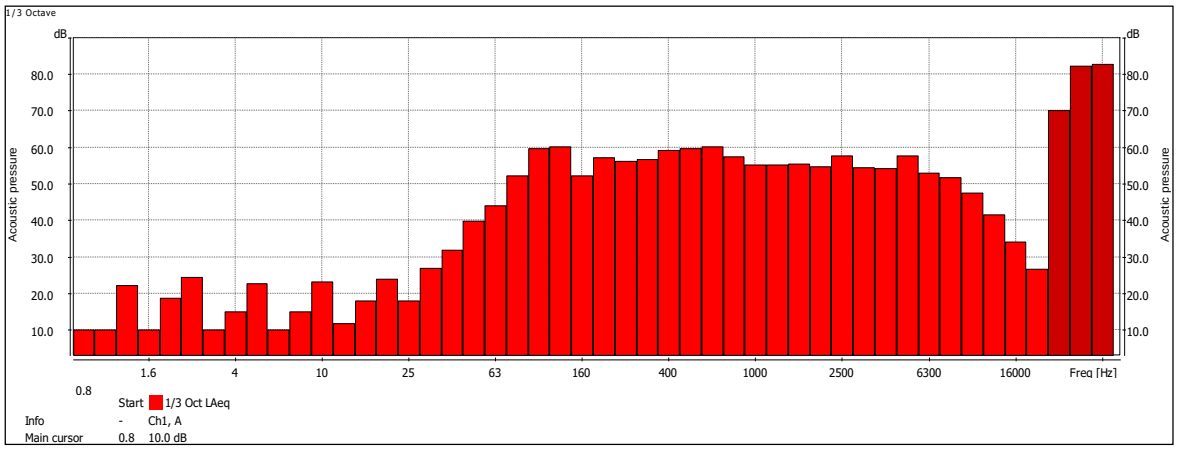
Şekil 5.27. 1 No'lu ölçüm noktası(pencere açık)-3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam)



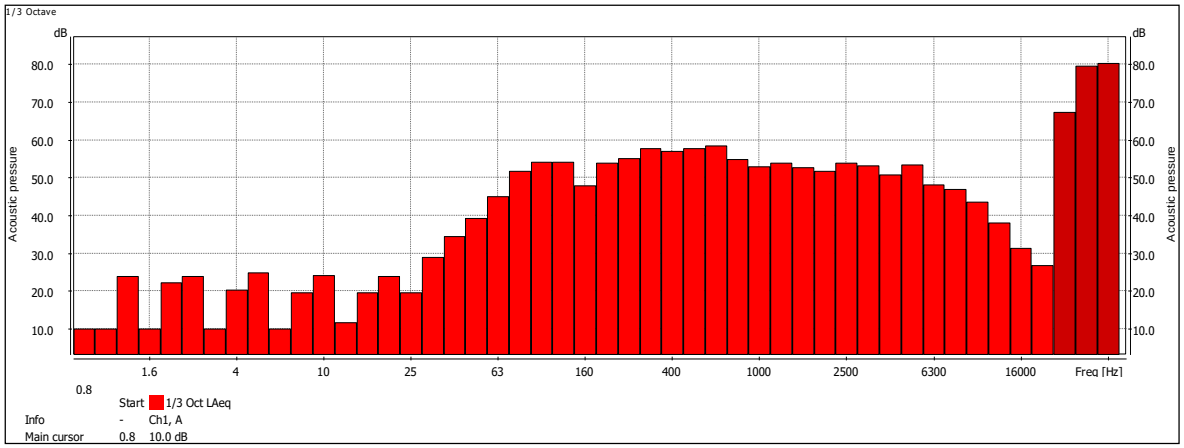
Şekil 5.28. 1 No'lu ölçüm noktası (pencere açık) arka plan gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (akşam)



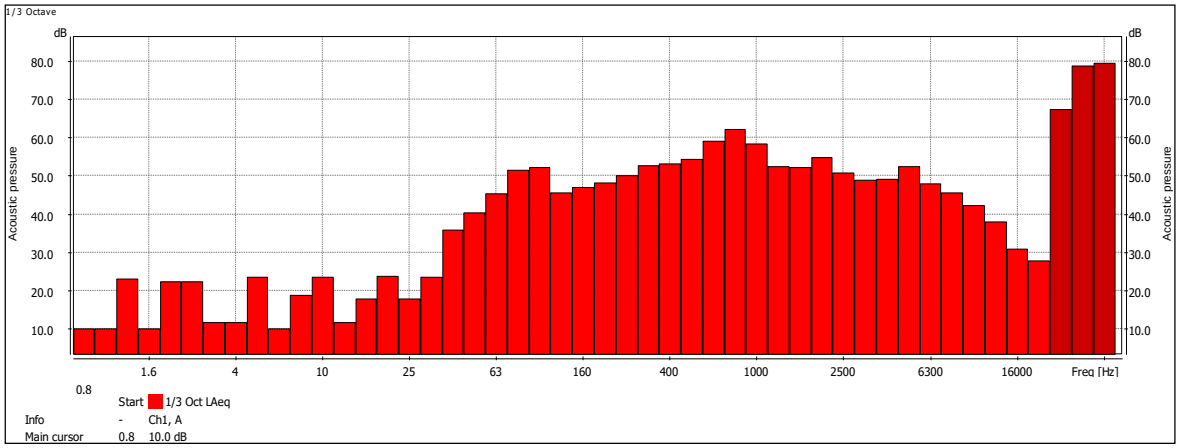
Şekil 5.29. 2 No'lu ölçüm noktası(pencere kapalı)-1 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam)



Şekil 5.30. 2 No'lu ölçüm noktası(pencere kapalı)-2 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam)



Şekil 5.31. 2 No'lu ölçüm noktası(pencere kapalı)-3 tesis gürültüsü ölçümleri 1/3 octave band spektrumu (akşam)



Şekil 5.32. 2 No'lu ölçüm (pencere kapalı) arka plan ölçümleri 1/3 octave band spektrumu(akşam)

Çizelge 5.13. Akşam 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında ölçüm sonuçları

GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM SONUÇLARI									
Ölçüm Anı	Ölçüm Yeri/Konumu	Ölçüm Başlama Zamanı	Ölçüm Bitiş Zamanı	Ölçüm Sonuçları					
				A – Ağırlıklama			C - Ağırlıklama		
				L_{eq}	L_{10}	L_{90}	L_{eq}	L_{10}**	L_{90}**
GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI ÇALIŞIRKEN	1 No'lu Ölçüm Noktası-1 (Cam Açık)	19:00:17	19:05:17	52,9	57,6	48,1	60,4	57,6	48,1
	1 No'lu Ölçüm Noktası-2 (Cam Açık)	19:05:43	19:10:43	52,5	58,1	46,1	60,7	58,1	46,1
	1 No'lu Ölçüm Noktası-3 (Cam Açık)	19:11:17	19:16:17	52	57,3	47,2	60,5	57,3	47,2
	2 No'lu Ölçüm Noktası-1 (Cam Kapalı)	19:19:24	19:24:24	48,5	54,1	42,2	56,9	54,1	42,2
	2 No'lu Ölçüm Noktası-2 (Cam Kapalı)	19:24:38	19:29:38	49,6	54,9	45,1	57,2	54,9	45,1
	2 No'lu Ölçüm Noktası-3 (Cam Kapalı)	19:30:19	19:35:19	48,1	52,9	43,3	56,5	52,9	43,3
** İşareti ile gösterilen parametrelerin ölçümleri kullanılan cihazların uygun olmaması durumunda yapılmayabilir.									

Çizelge 5.14. Akşam 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında arka plan ölçüm sonuçları

GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM SONUÇLARI									
Ölçüm Anı	Ölçüm Yeri/Konumu	Ölçüm Başlama Zamanı	Ölçüm Bitiş Zamanı	Ölçüm Sonuçları					
				A - Ağırlıklama			C - Ağırlıklama		
				L_{eq}	L_{10}	L_{90}	L_{eq}	L_{10}**	L_{90}**
GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI DURURKEN	1 No'lu Ölçüm Noktası (Cam Açık)	20:11:19	20:16:19	50,2	54,3	45,1	58,1	54,3	45,1
	2 No'lu Ölçüm Noktası (Cam Kapalı)	20:19:14	20:34:09	47,3	56,4	41,9	54,9	56,4	41,9
** İşareti ile gösterilen parametrelerin ölçümleri kullanılan cihazların uygun olmaması durumunda yapılmayabilir.									

Yukarıdaki çizelgelerde arka plan ve kaynak çalışırken yapılan ölçüm değerleri verilmiştir. 1 ve 2 no'lu ölçüm noktalarında gürültü kaynağı çalışırken aynı zaman dilimi içerisinde 3 adet ölçüm gerçekleştiğinden bu 3 ölçüm içerisindeki en yüksek Leq değeri dikkate alınarak işlemlerin yapılması gerekmektedir. Bu nedenle 1 No'lu ölçüm noktasında en yüksek değer olan Leq = 52,9 dBA değeri, 2 No'lu ölçüm noktasında ise Leq =48,8 dBA göz önüne alınarak işlemler yapılacaktır.

1 Nolu ölçüm noktasında;

Arka Plan + Kaynak = 52,9 dBA

Arka Plan = 50,2 dBA'dır.

Kaynağın saf gürültüsünün hesaplanması;

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{Lölçülmüş/10}-10^{Larkaplan/10})dB$

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{52,9/10}-10^{50,2/10})$

$L_{düzeltilmiş}=49,6$ dB

Arkaplanı aşma miktarı

49,6 – 50,2 = -0,6 dB

Buna göre kaynağın saf gürültüsü Çizelge'ye göre hesaplanacak olursa;

Çizelge 5.15. Saf gürültü çizelgesi-5-

Desibellerde Çıkartma								
Seviye Farkı	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Düzeltme	3	2,2	1,7	1,3	1	0,7	0,6	0
Kısaca		-2		-1				0

Çıkarma işlemi yapılacak iki değer arasındaki aritmetik fark;

- 52,9 – 50,2 = 2,7 dB

Bulunan değer en yakın sayıya yuvarlanarak Çizelgenin „seviye farkı" ile başlayan satırındaki yerine konulduğunda (3 dB) yüksek düzeyden çıkarılacak değer Çizelgeden bakıldığında „düzeltme" ile başlayan satırdaki karşılığı;

- 3 dB

Bulunan değer yüksek olan seviyeden düşüldüğünde;

52,9 – 3 = 49,9 dB (Saf Kaynak Gürültüsü)

Arkaplanı aşma miktarı

49,9 – 50,2 = -0,3 dB

Yapılan hesaplamadan da anlaşılacağı üzere 1 No'lu ölçüm noktasında akşam zaman diliminde gürültü seviyesi yasal sınır olan 5 dB'in altında kalmaktadır.

2 Nolu ölçüm noktasında;

Arka Plan + Kaynak = 49,6 dBA

Arka Plan = 47,3 dBA'dır.

Kaynağın saf gürültüsünün hesaplanması;

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{Lölçülmüş/10}-10^{Larkaplan/10})dB$

$L_{düzeltilmiş}=10\log(10^{49,6/10}-10^{47,3/10})$

$L_{düzeltilmiş}=45,8$ dB

Arkaplanı aşma miktarı

45,8– 47,3 = -1,5 dB

Buna göre kaynağın saf gürültüsü Çizelgeden hesaplanacak olursa;

Çizelge 5.16. Saf gürültü çizelgesi-6-

Desibellerde Çıkartma								
Seviye Farkı	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Düzeltme	3	2,2	1,7	1,3	1	0,7	0,6	0
Kısaca		-2		-1				0

- 49,6 – 47,3 = 2,3 dB

Bulunan değer en yakın sayıya yuvarlanarak Çizelgenin „seviye farkı" ile başlayan satırındaki yerine konulduğunda (3 dB) yüksek düzeyden çıkarılacak değer Çizelgeden bakıldığında „düzeltme" ile başlayan satırdaki karşılığı;

- 3 dB

49,6 – 3 = 46,6 dB (Saf Kaynak Gürültüsü)

Arkaplanı aşma miktarı

46,6 – 47,3 = -0,7 dB

Yapılan hesaplamadan da anlaşılacağı üzere akşam zaman diliminde 2 No'lu ölçüm noktasında gürültü seviyesi yasal sınır olan 5 dB'in altında kalmaktadır.

Yapılan iki hesaplama sonucu akaryakıt istasyonunda akşam saat diliminde gürültü kaynaklarının yasal sınırlar içerisinde kaldığı görülmektedir. Kompresörlerden 1 tanesinin

kaldırılması sonucu kaynak gürültüsünün arkaplan gürültüsünden çok daha düşük seviyelere düştüğü görülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Çalışmada Ankara ilinde faaliyette bulunan Akaryakıt İstasyonu tesisinden kaynaklanan gürültü düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Akaryakıt istasyonlarında ki oto yıkama tesislerinden kaynaklanan gürültünün etkilerinin anlaşılabilmesi amacıyla, oto yıkamanın çalıştığı gündüz ve akşam zaman dilimlerinde "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği"nde belirtilen şekilde çevresel gürültü ölçümleri yapılmıştır. İşletmede ki gürültü kaynağı, işletmede bulunan 2 adet kompresör, süpürge ve basınçlı su sistemleridir. İşletmelerde üretilen sesin iletimi ağırlıklı olarak kapı ve pencere kaçaklarından, bulunduğu yapının fiziki durumundan dolayı duvarlardan ve direkt hava yoluyla olmaktadır. Çalışmanın yapıldığı tesiste gürültü kaynakları açık alanda bulunduğundan ses iletimi direkt olarak hava yoluyla olmaktadır. 55 rüzgâr hızının 5 m/s„nin altında olduğu ve yağışın olmadığı zamanlarda ölçümler yapılmıştır. Sıcaklık, nıspi nem, basınç ve rüzgar hızı gibi meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmıştır. Bu yüzden de meteorolojik faktörler ölçümü etkilememiştir.

Yapılan ölçümler öncesinde harici kalibratör ile cihaz kalibre edilmiş, sonrasında TS İSO 1996-2 standardına göre minimum 5 dakika ve insan kulağının algılayabildiği ve yoğun olduğu aralık olan 40dB ile 120dB aralığında yapılmıştır.

Çalışma bölgesinde gündüz ve akşam saatleri olmak üzere toplam 32 ölçüm yapılmıştır. Tesiste gürültüden en fazla etkilenen yapı olarak öngörülen ve tesisin bulunduğu oto yıkama grubunun olduğu cephede 26,44 m mesafedeki hastanenin 4. katında pencere açık ve kapalı olacak şekilde ölçümler alınmıştır. Bu ölçümlerden 4 tanesi pencere açık ve gündüz saatlerinde, 4 tanesi pencere kapalı ve gündüz saatlerinde, 4 tanesi pencere açık ve akşam saatlerinde, 4 tanesi ise pencere kapalı ve akşam saatlerinde, diğer 16 tanesi ise aynı noktalarda 2 adet olan kompresörün 1 tanesi kaldırılarak yapılmıştır. İşletmede ölçümler karayolu, komşuluk vb arka plan gürültüsünün minimum olacağı zaman diliminde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 6.1. Hesaplama sonuçlarının karşılaştırılma çizelgesi

FORMÜL VE ÇİZELGE ÜZERİNDEN YAPILAN HESAPLAMA SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI					
				Formül Üzerinden Yapılan Hesaplama Sonuçları	**Çizelge Üzerinden Yapılan Hesaplama Sonuçları**
2 Adet Kompresör, Süpürge ve Basınçlı Su Sistemi	**Gündüz**	Cam Açık	Saf Kaynak Gürültüsü	46,5	46,7
			Arka Planı Aşma Miktarı	2,6	2,8
		Cam Kapalı	Saf Kaynak Gürültüsü	35	34,9
			Arka Planı Aşma Miktarı	2,2	2,1
	Akşam	Cam Açık	Saf Kaynak Gürültüsü	46,4	46,5
			Arka Planı Aşma Miktarı	5,5	5,6
		Cam Kapalı	Saf Kaynak Gürültüsü	36,6	36,6
			Arka Planı Aşma Miktarı	5,8	5,8
1 Adet Kompresör, Süpürge ve Basınçlı Su Sistemi	**Gündüz**	Cam Açık	Saf Kaynak Gürültüsü	51,3	51,3
			Arka Planı Aşma Miktarı	0	0
		Cam Kapalı	Saf Kaynak Gürültüsü	47,4	47,8
			Arka Planı Aşma Miktarı	-0,8	-0,4
	Akşam	Cam Açık	Saf Kaynak Gürültüsü	49,6	49,9
			Arka Planı Aşma Miktarı	-0,6	-0,3
		Cam Kapalı	Saf Kaynak Gürültüsü	45,8	46,6
			Arka Planı Aşma Miktarı	-1,5	-0,7

Yukarıdaki çizelgede yapılan ölçüm sonuçlarının logaritmik hesaplama ve çizelge kullanılarak yapılan hesaplama sonuçları karşılaştırılmış bulunan değerlerin birbirini doğrular nitelikte olduğu görülmüştür.

Ölçümler incelendiğinde; gündüz zaman diliminde 1 ve 2 No'lu ölçüm noktalarında gürültü seviyesi yasal sınır olan 5 dB'in altında kalmaktadır. Yapılan hesaplamalar sonucunda akaryakıt istasyonundan gündüz saat diliminde gürültü kaynaklarının rahatsız edici seviyede gürültü oluşturmadıkları görülmektedir. Akşam zaman diliminde 1 ve 2 No'lu ölçüm noktalarında gürültü seviyesi yasal sınır olan 5 dB'in üzerindedir. Yapılan hesaplamalar sonucu akaryakıt istasyonunda akşam saat diliminde gürültü kaynaklarının

rahatsız edici seviyede gürültü oluşturdukları görülmektedir. Akşam saatlerinde sessizliğin artması sonucunda tesiste oluşan gürültü rahatsız edecek boyuta ulaşmaktadır.

2 adet kompresör, süpürge ve basınçlı su sistemlerinin hepsinin aynı anda çalıştığı durumda akşam saatlerinde yapılan ölçüm sonuçlarına göre yapılan hesaplamalar sonucunda cam açık halde arka planı aşma miktarı 5,6 dB iken cam kapalı halde 5,8 dB çıkmıştır. Ölçümlerin yapıldığı yer hastane olduğundan cam kapalı halde yapılan ölçümde iç mekan gürültüsü tamamen durdurulamamıştır. Bu nedenle cam kapalı iken yapılan ölçüm sonucu cam açıkken yapılan ölçüm sonucundan daha yüksek çıkmıştır.

Bununla birlikte Tunçer (2019)'in Atakum Adnan Menderes Bulvarında eğlence yerleri kaynaklı gürültü kirliliği tespit etmek amacı ile yaptığı çalışma sonucunda, bölgede gündüz değerleri toplam 10 kez aşılırken, akşam değerleri 169 kez ve gece değerleri 12 kez aşılmıştır. Yani akşam saatlerinde gürültü rahatsız edici seviyede olmuştur. Zengin (2019)'e göre karayollarından kaynaklanan trafik gürültüsü en aktif gürültü kirliliklerinden birisidir. Yaptığı çalışmada, Erzurum kent merkezinde trafik akışının yoğunlaştığı yerlerde gürültünün boyutunun incelenmesi ve tedbirlerin alınması konusu ele alınmıştır. Gürültüden kaynaklı kirlilik çarpık ve sağlıksız şehirleşmenin en ciddi etkenlerinden biridir. Erzurum kent merkezinde gürültü modellemesi için trafiğin yoğunlaştığı dört yer tespit edilmiştir. Trafikten kaynaklı gürültünün akşam saatlerinde daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Eren (2018) Safranbolu ilçe merkezinde trafiğin ve turistlerin yoğun olduğu bölgelerdeki gürültü düzeylerinin belirlenmesi amacı ile yaptığı çalışmada, Safranbolu ilçe merkezine ait yaz ve kış mevsimlerinde hafta içi ve hafta sonu sabah, öğle ve akşam olmak üzere ölçümler yapmış ve Zengin'in yaptığı çalışmaya benzer sonuçlar elde etmiştir. Delikanlı vd. (2014)'nin Bartın'da araç trafiğinin gürültü kirliliğine yaptığı etkiyi belirlemek ve çevresel gürültü düzeyini ölçmek amacı ile yaptıkları çalışmada, sabah ölçümlerinin ortalama gürültü seviyesi 65,9 dB (A) iken akşam ölçümlerinin ortalama gürültü seviyesiyse 68,9 dB (A) şeklinde saptanmıştır. Akşam saatlerindeki gürültü seviyesinin rahatsızlık verici olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sakarya şehir merkezinde bazı önemli yerlerin gürültü seviye ölçümleri için yaptıkları çalışmada Morgül vd. (2012) yaptıkları çalışmada, gürültüye hassas yerlerde (hastane, okul vb. gibi) , trafiğin yoğun olduğu yollar ve kavşaklarda gürültü ölçümü yapmak için belirli noktalar seçmişlerdir. Bir ay süresince, belirlenen noktalarda maksimum gürültü

düzeylerini belirleyebilmek için sabah 07.00 - gece 01.00 saatleri arasındaki birçok farklı zaman diliminde yaklaşık olarak 700 adet ölçüm yapmışlar ve yapılan ölçüm ve değerlendirme sonucunda, çalışma için belirlenen noktaların çoğunun maksimum gürültü düzeylerinin, ölçülen zaman dilimlerinde, 65 dBA (Çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi yönetmeliği) ve 55 dBA'yı (World Health Organization- WHO) aştığı belirlenmiştir.

Konya'da Dalkılıç vd. (2019)'nin yaptıkları çalışmada, toplam nüfusun %23'ü 60 dB (A) ve üzeri gürültüye maruz kaldığı belirlenmiştir. Çalışmada belirlenen demiryolu, karayolu, eğlence tesisleri ve sanayinin etkileri değerlendirildiğinde bu alanlardan ana yola yakın mahaller en yüksek derece etkilenen yerleşim yerleridir. gürültü haritalarına bakıldığında nüfusun en fazla etkilendiği gürültü kaynağını, karayolu olarak saptanmıştır.

Cansara (2019)'nın Amasya ili için gürültü düzeyini belirlediği çalışmada, hafta içi gürültü ortalama değerinin 74,20 dbA, hafta sonu gürültü ortalama değerinin 70,30 dbA, aylık genel ortalamanın 73,18 dbA seviyesinde olduğunu tespit edilmiştir. Ölçülen bu değer yönetmelikte sınır değer olarak belirtilen 65 dbA'nın üzerinde olan bir değerdir. Amasya ilindeki tespit edilen gürültünün en önemli kaynağının kalabalık insan topluluğu ve sınır değer olan trafiği olduğu görülmüştür.

Bilecik ili özelinde Çerçevik vd. (2018)'nin şehir içi gürültü ölçümleri için yaptıkları çalışmada, ölçüm sonuçları ortalama 75-85 dBA olarak belirlenmiştir. Bazı noktalarda gürültü değerlerinin anlık olarak 100 dBA'nın üstüne çıktığı görülmüştür Ölçülen bütün değerler "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği" sınır değerlerinin üzerindedir.

Sarayönü ilçe merkezinin trafik kaynaklı gürültü kirliliğinin araştırıldığı Öden vd. (2017)'nin çalışmasında, ilçe merkezinin toplam 44 (kırk dört) farklı noktasında gürültü seviyesinin belirlemesi amacı ile ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda, trafik gürültüsünün olduğu ana cadde üzerindeki gürültü seviyelerinin sabah 45-103 dBA, öğlen 44-90 dBA ve akşam 39-82 dBA aralığında olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerler "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeli"ği (ÇGDYY) ile kıyaslanmıştır ve ölçüm ortalamalarına bakıldığında ise 50-70 dBA aralığında olduğu belirlenmiştir.

Kalıpçı vd. (2017)'in Nevşehir il merkezi için yaptıkları gürültü ölçüm çalışmasında, kavşaklar ve ana arterler üzerinde 60 adet ölçüm noktası belirlenerek gürültü ölçümü yapılmıştır. Gürültü ölçümleri, 2016 yılının Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz aylarında trafiğin daha yoğun olduğu saatlerde; sabahları 07.00 - 09.00 saatleri, öğlenleri 12.00 - 14.00 saatleri, akşamları 19.00 - 21.00 arasında yapılarak, elde edilen değerler "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği"nde (ÇGDYY) belirtilen sınır değerlerle kıyaslanmıştır. Yapılan ölçümlerin tamamında ÇGDYY sınır düzeylerinin aşılmış olması, Nevşehir il merkezinde trafik kaynaklı gürültü kirliliği probleminin ciddi boyutlara ulaştığını göstermektedir.

Literatüre bakıldığında yapılan çalışmaların genelinde yapılan gürültü ölçüm sonuçlarının yüksek çıktığı ve gürültü kirliliği probleminin olduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışmada da diğer çalışmalara benzer sonuçlar elde edilmiştir.

6.2. Öneriler

Ölçüm sonuçları incelendiğinde: ÇGDY (Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi) Yönetmeliği 22-b Maddesinde "Gürültüye hassas kullanımları etkileyebilecek şekilde yakınında, bitişiğinde, altında veya üstünde faaliyetini sürdüren; her bir işyeri, atölye, imalathane ve benzeri işletmelerden hava yoluyla çevreye yayılan veya ortak bölme elemanları, ara döşemeler, tavan veya bitişik duvarlar aracılığıyla gürültüye hassas kullanımlara iletilen çevresel gürültü seviyesi Leq gürültü göstergesi cinsinden arka plan gürültü seviyesini 5 dBA'dan fazla aşamaz" denilmektedir; bu madde göz önüne alındığında ölçüm yapılan bu işletme sınır değerlere uygun çalışmamaktadır.

Yasal zorunluluklar dışında akaryakıt istasyonları tarafından ve belediyelerce alınacak bazı tedbirler ile de gürültü kirliliği önlenebilir veya azaltılabilir. İşletmede bulunan cihazın (jeneratör gibi) çevresi yalıtım malzemeleriyle kaplanarak sesin tek yönde çıkışı sağlanabilir ya da yarı açık veya kapalı alana alınabilir, sayı azaltılabilir. İşletmedeki yapı elemanları ve etkilediği alan göz önüne alınarak yapılacak mühendislik hesaplamalar ile gürültünün işletme dışına çıkmasını engelleyecek ses yalıtım çalışmaları yapılabilir. Gürültü kaynağından çok hassas ve hassas kullanım alanlarına doğru ağaçlandırma ve yeşillendirme yapılması gürültünün azaltılmasına katkı sağlayabilir.

Bu çalışmada gürültü kaynakları aynı anda çalıştırılarak ölçümler yapılmış olduğundan gürültünün kullanılmakta olan cihazların seslerinin üst üste binmesi sebebi ile rahatsız edici boyutlara ulaştığını söylemek mümkündür.

Bu nedenle yapmış olduğumuz çalışmada açık alanda bulunan ve toplamda 2 adet olan kompresör sayısı 1'e düşürülmüş ve ölçümler tekrarlanmıştır. Bu durumda gürültü seviyesinin "ÇGDY (Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi) Yönetmeliği 22-b Maddesinde" belirtildiği şekilde arkaplan gürültü seviyesini 5dBA'dan fazla aşmadığı, sınır değerler içerisinde kaldığı hatta kaynak gürültüsünün arkaplan gürültüsünden daha düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın devamında işletmenin bulunduğu caddeye açılan ara yollar ile cadde üzerinde bulunan konutlarda da çevresel gürültü ölçümleri yapılarak gürültü dağılım modeli oluşturulabilir.

KAYNAKLAR

Abbaspour, M., Karimi, E., Nassiri, P., Monazzam, M. R. ve Taghavi, L. (2015). Hierarchal assessment of noise pollution in urban areas–a case study. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 34, 95-103.

Akdağ, N. Y., Gedik, G. Z., Kiraz, F. ve Şener, B. (2017). Effect of mass housing settlement type on the comfortable open areas in terms of noise. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(10), 504.

Akdemir, Ü. Ö. ve Akdemir, A. (2019), Gürültü seviyesi ölçümlerinde akıllı telefon uygulamaları. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(4), 71-78.

Aslan, Ç. (2009). *Yerleşim Alanlarındaki Eğlence Yerlerinde Gürültü Ölçümü ve Değerlendirilmesi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Ateş, E. ve Alagöz, M. (2018). Tarım makinaları imalatı yapan bir firmada gürültü analizi. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 2(1), 13-22.

Aydın, Z. (2018), *Konya İli Selçuklu İlçesi'ndeki Eğlence Yerlerinden Kaynaklanan Çevresel Gürültünün Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi*, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Bıçakcı, T. ve Selek, Z. (2012). Trafikten kaynaklanan çevresel gürültü haritaları ve çukurova üniversitesi kampüsü örneği, *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(2), 115-125.

Bies, D. A. and Hansen, C. H. (2002). Instrumentation for noise measurement and analysis in engineering noise control. *Fifth Edition*, CRC Press

Bozkurt, Z. ve Selek, Z. (2019). Karayolu ulaşımında farklı yol kaplamalarının çevresel gürültü seviyesine katkılarının incelenmesi: Adana örneği. *Politeknik Dergisi*, 22(2), 415-429.

Bulunuz, M. ve Akyün, C. (2019). Bursa'da bir devlet okulundaki gürültü düzeyi ve akustik ortamın değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 48(1), 535-552.

Bulunuz, M., Bulunuz, N., Kelmendi Tuncal, J. (2017). Akustik iyileştirme yapılmış bir okulda gürültü düzeyinin değerlendirilmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(4), 637-658.

ÇGDY (2021), Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği: https://www.cmo.org.tr, Erişim Tarihi: 25/03/2021.

Cansaran, D. (2019). Gürültü kirliliği düzeyini belirlemeye yönelik bir çalışma: amasya ili örneği. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 74(1), 89-108.

Coşgun, T., Yüksel, F. ve Çoşgun, A. (2016). Tünel kalıpla inşa edilen binalarda yaşanan gürültü problemleri üzerine bir araştırma. *Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi*, 7(1), 65-72.

Çerçevik, A. E., Kandemir, S. Y., Yıldız, M. ve Çelik, M. (2018). Bilecik ili şehir içi yollardan kaynaklı gürültü kirliliğinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18*(1), 366-374.

Dalkılıç, E. ve Dursun, Ş. (2019). Konya gürültü kirliliği ve eylem planlarının yorumlanması. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *7*(2), 38-51.

Demirkale, A. ve Tamer, G. N. Yüksek Binalarda Mekanik Sistem Gürültüsü Ve Titreşim, https://www.mmo.org.tr, Erişim Tarihi: 20/03/2021.

Delikanlı, N. E., Yücedağ, C. ve Kapdı, A. (2015). Bartın kentinde araç trafiğinden kaynaklı gürültü kirliliği üzerine bir ön çalışma. *Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 2(2), 21-40.

Eren, S. (2018), *Karabük İli Safranbolu İlçesi Gürültü Kirliliğinin Değerlendirilmesi ve Haritalandırılması*, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

Hammer, M. S., Swinburn, T. K. and Neitzel, R. L. (2014). Environmental noise pollution in the united states: developing an effective public health response. *Environmental Health Perspectives*, 122(2), 115-119.

Kalıpcı, E. ve Başer, V. (2019). Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Hava Kalitesi Verileri Kullanılarak Türkiye'nin Hava Kirliliğinin Değerlendirilmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 377-389.

Karadayı, S. (2001). *Bursa ilinin trafik kaynaklı gürültü haritasının hazırlanması*, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Karpuzcu, M. (2012). *Çevre kirlenmesi ve kontrolü*. İstanbul: Kubbealtı Yayınevi.

Katrancı, H.Ş. (2018), *Şanlıurfa'da Gürültü Kirliliği ve Çevresel Etkileri*, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

Kavraz, M. (2015). Gürültü düzeylerinin iç mekânlar açısından değerlendirilmesi-KTÜ kanuni kampüsü örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 597-601.

Kocer, N., Uslu, G., Işık, H. A. ve Hanay, Ö. (2007). Elazığ Kent Merkezinde Gürültü Düzeyi Üzerine Trafik, Endüstri ve Ticari Faaliyetlerin Etkisi, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 24-27 Ekim 2007, İzmir.

Kurra, S. (2009). *Çevre gürültüsü ve yönetimi*. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları.

Likos, S. (2019), *Sakarya İli Çok Hassas Bölgelerinin Karayolundan Kaynaklı Gürültü Kirliliğinin İncelenmesi*, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Maisonneuve, N., Stevens, M., ve Ochab, B. (2010). Participatory noise pollution monitoring using mobile phones. *Information Polity*, 15(1,2), 51-71.

Morgül, Ö.K. ve Dal, H. (2012). Sakarya ili şehir merkezinin gürültü kirliliği üzerine bir ön çalışma. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16(2), 83-91.

Öden, M. K. ve Bilgin, İ. (2019). Sarayönü ilçe merkezinde trafik kaynaklı gürültü kirliliğinin araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(1), 103-114.

Önder, S. ve Gülgün, B. (2010). Gürültü kirliliği ve alınması gereken önlemler: bitkisel gürültü perdeleri. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 355, 54-64.

Özce, L., Ateş, E. ve Bulduk, İ. (2019). Bir imalat firmasında gürültü değerlendirilmesi. *Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 18(67), 30-36.

Özdemir, C., Dursun, Ş., Burdurlu, Y. (1999). Konya (şehir merkezi) gürültü kirliliği haritası. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(3), 1179-1185.

Özer, S. (2014). Erzurum kent parklarındaki gürültü kirliğinin belirlenmesi: aziziye parkı örneğinde. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 7-11.

Özgüven, M. (2012). Kapalı alanlarda kullanılan bazı hasat sonrası tarım makinalarının gürültü haritalarının incelenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(3), 45-53.

Savaş, S. (2019), *İstanbul Kavacık Mevkiinde Tem Otoyolundan Kaynaklanan Gürültünün Haritalanması ve Gürültü Perdesi Modelinin Uygulanması, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Sezgin, S. ve Mutlu, A. (2017). Ülkemizde gürültü farkındalığı sorunu: şişli örneği. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(2), 676-700.

Sieber, C., Ragettli, M. S., Brink, M., Toyib, O., Baatjies, R., Saucy, A. and Röösli, M. (2017). Land use regression modeling of outdoor noise exposure in informal settlements in western cape, south africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(10), 1262.

Singh, N. ve Davar, S. C. (2004). Noise pollution-sources, effects and control. *Journal of Human Ecology*, 16(3), 181-187.

Sipahioğlu, D. (1995). *Anadolu Üniversitesi İletişim Bilimleri Fakültesi televizyon stüdyosu akustik performansının değerlendirilmesi,* Doktora Tezi, İstanbul teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Soylu, M. ve Gökkuş, Ö. (2016). Endüstriyel kaynaklı gürültü kirliliğinin araştırılması ve bir tekstil fabrikasında uygulama örneği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 32(2), 1-7.

Şensöğüt, C. ve Çınar, İ. (2006). Çevresel faktörlerin gürültü yayılımına etkisi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10, 131-138.

Taşkaya, S. ve Sesli, F. A. (2019). Gürültü kirliliğinde stratejik ile lokal konumsal verilerin power testi ile analizi, elazığ ili izzetpaşa örneği, *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 1(1), 1-13.

Tufaner, F. (2009). *İstiklal Caddesi ve Civarındaki Eğlence Yerlerinden Kaynaklanan Gürültünün Tespiti ve Haritalandırılması*, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 106 s.

Tunçer, B. (2013). *Samsun Atakum İlçesi Eğlence Yerlerinden Kaynaklanan Çevresel Gürültü Düzeylerinin Belirlenmesi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Uyar, S. (2018). *Kapalı Bir Eğlence Ortamında Gürültü Ölçüm ve Değerlendirmesi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Vér, I. L. and Beranek, L. L. (Eds.). (2005). *Noise and vibration control engineering: principles and applications*. NewJersey: John Wiley & Sons

Yerli, Ö., Genç, A. ve Kaya, E. (2019). Düzce üniversitesi konuralp yerleşkesi çevresel gürültü profilinin değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 15(2), 126-136.

Zannin, P. H. T., Diniz, F. B. and Barbosa, W. A. (2002). Environmental noise pollution in the city of curitiba, brazil. *Applied Acoustics*, 63(4), 351-358.

Zengin, U. (2019), *Trafikten Kaynaklanan Çevresel Gürültü Haritaları ve Erzurum Şehir Merkezi Örneği*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.



GAZİ GELECEKTİR...