



T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜRÜLTÜNÜN ÇALIŞMA HAYATINA ETKİLERİ VE BİR
İNŞAAT ŞANTIYESİNDE GÜRÜLTÜ ANALİZ ÇALIŞMASI

Enes SAKARYA

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Esin TÜMER

İstanbul-2016

T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜRÜLTÜNÜN ÇALIŞMA HAYATINA ETKİLERİ VE BİR
İNŞAAT ŞANTİYELERİNDE GÜRÜLTÜ ANALİZ ÇALIŞMASI

Enes SAKARYA

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Esin TÜMER

İstanbul-2016

T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı çerçevesinde yürütülmüş olan “ GÜRÜLTÜNÜN ÇALIŞMA HAYATINA ETKİLERİ VE BİR İNŞAAT ŞANTIYESİNDE GÜRÜLTÜ ANALİZ ÇALIŞMASI” aşağıdaki jüri tarafından 09.02.2016 tarihinde yapılan sınavda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği ile Kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: “ Yrd. Doç. Dr. Rüştü UÇAN” İmza

Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi İş Sağlığı ve Güvenliği ABD Başkanı

Danışman: “ Yrd. Doç. Dr. Esin TÜMER ” İmza

Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü

Üye: “Prof. Dr. Ali Fuat GÜNERİ” İmza

Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

ONAY

Bu tez, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun tarih vesayılı kararıyla Kabul edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Haydar SUR

Enstitü Müdürü

ÖZET

İnşaat şantiyelerinde kullanılan iş makinaları ve günümüz teknolojisi ile ortaya çıkan iş yapım metotları, çalışan personellerin çalışma hayatlarına olumsuz yönde etki etmektedir. Bunların başında kullanılan iş makinaları gibi yüksek gürültü seviyesine sahip gürültü kaynakları gelmektedir. Yayılan gürültünün olumsuz etkilerinden çalışan personelin etkilenmemesi için gürültü kontrol yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntem gürültünün yayılma ortamında, alıcıda kontrolünü sağlayan güvenli mesafe, güvenli alan yöntemidir. Bu yöntemin hayata geçirilmesi için teknik ekibe, teknik ekipmana gereksinim olması, bundan dolayı ilave maliyetler ortaya çıkarması, işverenler için yük gibi görüldüğünden bu uygulamalardan kaçınmalarına sebep olmaktadır. Bu durumun neticesinde de çalışanlar gürültüden kaynaklanan ve onlara zarar veren etkilere maruz kalmaktadır. Çalışmamızda, tüm inşaat şantiyelerinde ve gürültü seviyesi yüksek iş araç ve gereçlerinin kullanıldığı açık alan çalışmalarında geçerli olacak gürültü ölçümleri, ortam ölçümleri şeklinde, minimum masrafla İş Güvenliği Uzmanı tarafından yapılmıştır. Gürültü kaynaklarına belirli oranlarda artan mesafelerden ortam ölçüm değerleri gürültü ölçüm cihazı ile alınarak, değerler ortam ölçümlerini anlamlı hale getirmek için kullanılmış, çalışma alanının gürültü değerleri belirlenmiştir. Ortam ölçümlerine göre çalışanların gürültü kaynaklarına yaklaşımda güvenli mesafe, güvenli alan tespiti yapılmıştır. İlgili tespit çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması üzerinden hareketle yapılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçları değerlendirilerek gürültü seviyesindeki azalma miktarı tespit edilip çalışanlara olumsuz etki bırakmayacağı güvenli alan, güvenli mesafe değerlerinin etkinliği ve uygulaması tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gürültü, Çalışma, Güvenli, Maruziyet, Analiz

ABSTRACT

The construction used in construction equipment and methods of making the resulting work with today's technology staff and adversely impact their work. They are used at the beginning of the construction machinery as well as high level of noise from noise sources. The negative effects of noise emitted from personnel to prevent the noise control method has been developed. This method of propagation environment noise at the receiver provides secure control of distance, is a method of secure space. The implementation of this method in needed technical equipment and technical team for relatively interested in additional costs to cause employers to stay away from this application. As a consequence, employees are faced with the harmful effects of noise by being adversely affected by their working life. In this study, all construction and noise level high job tools and materials used in the work of the open space will be available in the form of noise measurements, ambient measurements, made by occupational safety Specialist minimum charge. Increasing distance from the source of noise in particular environment based on noise measuring instruments and measurement values, the values are used to make meaningful media metrics, the working area of the noisy values have been determined. According to employees, the media noise sources detection of safe distance, my bogey's safe area. Identify employees should not use personal protective equipment made the transaction through. A reduction in the noise level measurement results made by evaluating the amount of negative effects identified and employees safe and secure area, regardless of the values of the effectiveness and implementation are discussed.

Keywords: Noise, Running, Safe, Exposure, Analysis

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmalarım boyunca bana yön veren ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Esin TÜMER' e, Sayın Yrd. Doç. Dr. Rüştü UÇAN' a ve Öğretim Görevlisi Sayın Nuri BİNGÖL' e sonsuz teşekkür ederim.

Araştırmalarımın yürütülmesi ve düzenlenmesi aşamasında şirket olanaklarını kullanmamı sağlayan tüm Tanınmış İnşaat A.Ş yönetim, idari kadrosuna ve çalışanlarına, çalışmam boyunca yeterli zaman ayıramadığım ve desteklerini hep yanımda hissettiğim sevgili eşim ve oğluma, aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.



BEYAN FORMU

Bu çalışmanın kendi tez çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

09/02/2016
Enes SAKARYA

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Ses Kavramı	2
2.2. Gürültü, Tanımı ve Türleri	2
2.2.1. Gürültü ve Ses Parametreleri	4
2.3. Doğuş Şekline Göre Gürültünün Kaynakları	5
2.3.1. Yapı İçi Gürültüler	5
2.3.2. Yapı Dışı Gürültüler	7
2.3.2.1. Ulaşım gürültüleri	7
2.3.3. Akustik Yönden Gürültü Kaynakları	13
2.3.3.1. Noktasal Gürültü Kaynakları	13
2.3.3.2. Çizgisel Gürültü Kaynakları	14

2.3.3.3. Düzlemsel/Alansal Gürültü Kaynakları.....	15
2.3.4. Gürültü Tipi (Karakter) Tanımları.....	15
2.3.5. Gürültü Kaynakları Haritaları.....	16
2.4. Gürültünün Yayılmasına Etki Eden Faktörler.....	18
2.4.1. Kaynak Tipi	18
2.4.2. Bariyerler	18
2.4.3. Hava Absorpsiyonu.....	22
2.4.4. Rüzgâr Tesiri.....	22
2.4.5. Sıcaklığın Etkisi.....	23
2.4.6. Zemin Absorpsiyonu.....	24
2.4.7. Yansımalar	24
2.5. Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	24
2.6. Gürültünün Kontrol Altına Alınması	29
2.6.1. Endüstride Gürültü Kontrolü	29
2.6.1.1. Teknik önlemler.....	29
2.6.1.2. Tıbbi Önlemler.....	30
2.6.1.3. Yasal önlemler	30
2.6.2. Trafik Gürültüsü Kontrolü	31
2.6.3. Gürültü Kontrolünde Diğer Önlemler.....	33
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	35
3.1. Gürültü Ölçüm Prosedürleri	35

3.1.1. Genel Bilgiler.....	35
3.1.2. Ölçümün Yapıldığı Nokta ve Yerler.....	40
3.1.2.1. Ses Düzeylerinin Ölçülmesi.....	40
3.1.2.2. Sahada Gürültü Ölçüm Cihazı Kullanımı.....	43
3.1.3. Ölçüm Yapılan Sahanın ve İşin Tanımı.....	45
4. BULGULAR	47
4.1.1. Gürültü Ölçüm Değerleri	47
4.1.2. İş Makinelerinin Gürültü Grafikleri.....	50
5. TARTIŞMA.....	56
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	64
7. KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ	70

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1 : İç mekanlara ait gürültü seviyesi sınırları	6
Tablo 2 : Karayollarına ait gürültü seviyesi sınırları	8
Tablo 3 : Havaalanlarına ait gürültü seviyesi sınırları	9
Tablo 4 : Metro ve benzeri taşıtlara ait gürültü seviyesi sınırları	10
Tablo 5 : Endüstriyel alanlara ait gürültü seviyesi sınırları	11
Tablo 6 : İşitme sağlığı açısından kabul edilebilir en yüksek gürültü	31
Tablo 7 : CEM DT-8820 Çok fonksiyonlu ölçüm cihazı özellikleri	44
Tablo 8 : İki gürültü kaynağının olduğu ortamdaki gürültü seviyesi	46
Tablo 9 : Sahada ölçülen iş makinelerinin gürültü ölçüm ve saha genel ölçüm değerleri	47
Tablo 9 : Sahada ölçülen iş makinelerinin gürültü ölçüm ve saha genel ölçüm değerleri (devamı).....	48
Tablo 9 : Sahada ölçülen iş makinelerinin gürültü ölçüm ve saha genel ölçüm değerleri (devamı).....	49
Tablo 10 : Ekskavatör 1 iş makinesi gürültü grafiği.....	50
Tablo 11 : Kamyon(yüklü ve dolum, boşaltım yaparken) gürültü grafiği.....	50
Tablo 12 : Ekskavatör 2 iş makinesi gürültü grafiği.....	51
Tablo 13 : Ekskavatör 3 (kırıcı) iş makinesi gürültü grafiği	51
Tablo 14 : Ekskavatör 4 (geri sinyal ve hareket, yük halinde) iş makinesi gürültü grafiği	52
Tablo 15 : Ekskavatör 5 (kırıcı) iş makinesi gürültü grafiği	52
Tablo 16 : Ekskavatör 6 (kırıcı) iş makinesi gürültü grafiği	53
Tablo 17 : Dozer (sesli ve yük halinde) iş makinesi gürültü grafiği.....	53
Tablo 18 : Loader iş makinesi gürültü grafiği	54
Tablo 19 : Silindir (geri sinyal, hareket ve vibrasyon hali) iş makinesi gürültü grafiği .	54

Tablo 20 : Mobil konkasör iş makinesi gürültü grafiği	55
Tablo 21 : Gürültü Risk Dereceleri Ve İnsan Üzerindeki Etkileri	56
Tablo 22 : Saha Ölçümlerinde Mesafe Aralıklarına Göre En Yüksek ve En Düşük Gürültü Ölçüm Değerleri	57
Tablo 23 : Maruziyet Eylem Değerleri Ve Maruziyet Sınır Değerleri	59



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 : Dış ortam gürültülerinin kaynakları	12
Şekil 2 : Noktasal yayılan ses dalgaları	13
Şekil 3 : Farklı hızlardaki gürültü dalgalarının yayılımı.....	14
Şekil 4 : Gürültü tipleri	15
Şekil 5 : Bariyerle akustik gölgelendirme yapılması	19
Şekil 6 : Gürültü bariyerlerinin ses azaltım frekansı etkisi.....	20
Şekil 7 : Gürültü bariyerinin sesi azaltması	21
Şekil 8 : Gürültü bariyeri örnekleri	21
Şekil 9 : +18 °C’de ve % 50 nemde havanın ses absorpsiyonu.....	22
Şekil 10 : Rüzgârlı ortamda ses dalgaları	23
Şekil 11 : Sıcaklığın ses yayılımındaki etkisi	24
Şekil 12 : Walsh-haeley eğrisi	27
Şekil 13 : Sahada kullanılan CEM DT-8820 çok fonksiyonlu ölçüm cihazı.....	44
Şekil 14 : Ölçüm sahasının haritası ve koordinatları	45
Şekil 15 : İş Makinesine 25 M’ den Fazla Yaklaşma Tabelası.....	58

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	: A ağırlıklı toplam düzey
db	: Desibel
Hi	: Yüksek
Hz	: Hertz
Pa	: Pascal
kHz	: Kilo hertz
Lo	: Alçak
Leq	: Eşdeğer sürekli gürültü seviyesi
Lp	: Ses basınç seviyesi
Lw	: Ses gücünün seviyesi
mPa	: Mikro pascal
SEL	: Sesten etkilenme seviyesi
db(A)	: A ağırlıklı Ses basınç seviyesi

1. GİRİŞ

Gürültü; ortaya çıkardığı etkiler bakımından insanlarda işitme sorunlarına ve duygusal huzursuzluklara yol açan, onların iş yerindeki çalışmalarını olumsuz yönde etkileyen seslerden meydana gelen çevresel bir kirliliktir. Günümüz inşaat işlerinde teknolojinin getirdiği imkânlar ile çalışmalar, iş makinaları ile yapılmaktadır. Çalışma hayatında süregelen iş yapım metotlarında ki sorunlar yüzünden çalışanların farkında olmadıkları, önemsemedikleri ancak sağlık bütünlüklerini bozucu etki gösterecek olan gürültüyü yakından tanımaları, karşı karşıya kaldıkları gürültü riskinden korunmaları amaçlanmaktadır.

İnşaat şantiyelerinde kullanılan iş makinalarının yaydığı gürültüden çalışan personellerin etkilenmemesi ve etkin önlemler alınmaz ise ileride sağlıklarını olumsuz yönde etkileyeceği bilinen gürültüden korunmaları için güvenli alan, güvenli mesafe bilgilerine ihtiyaçları vardır. Bunun içinde gürültünün etkilerinin en az hissedildiği güvenli alan, güvenli mesafe belirlenmelidir. İş makinası operatörlerinin, saha formenlerinin, operatör yardımcı personellerinin ve şantiye idari, denetim ekibinin belirlenen güvenli alan, güvenli mesafe içinde kalmaları sağlanmalıdır.

İş sağlığı ve güvenliği kanun, yönetmelik ve tebliğleri incelendiğinde insan sağlığını etkileyecek gürültü ölçüm değer aralıkları verilmiştir ancak gürültü kaynaklarına karşı güvenli mesafe tayini yapılmamıştır. İnşaat şantiyesinde yaptığımız gürültü analizi çalışmasıyla, çalışma alanlarında ortam gürültü seviyesi ile çalışanların birebir maruz kaldıkları gürültü seviyeleri ölçümlendirilmiştir. Ortam ölçümleri, gürültü kaynaklarından düzenli oranlarla artan mesafelerden alınmış ve kişisel koruyucu donanım kullanmadan güvenli alan, güvenli mesafe değeri tayin edilmiştir. Kişisel koruyucu donanım kullanmanın önemi, çeşitleri ve olumlu etkileri ifade edilmeye çalışılmıştır.

Çalışan personeller yürütmekte oldukları görev tanımına ilişkin, kişisel koruyucu donanım kullanımına teşvik edilmesi, gürültü kaynaklarından etkilenmemek için güvenli alan, güvenli mesafe değerlerine göre ideal ve sağlıklı bir çalışma ortamı oluşturulması gerektiği belirtilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ses Kavramı

İnsan kulağında işitsel duyularını uyandırabilen maddesel ortam titreşimlerine (maddesel ortamdaki basınç ya da tanecik hızı değişimlerine) ses denir. Titreşen bir nesnenin, statik denge konumundan ayrılıp önündeki havayı iterek sıkıştırmasıyla arkasında ani bir basınç azalması oluşur. Nesnenin arkasındaki bu boşluğun hava tarafından hızla doldurulmasıyla basınç değişimleri uzak noktalara iletilir ve hava, ses dalgalan olarak bilinen harekete sokulmuş olur. Ses dalgaları küresel olarak yayılır **(Kürklü ve ark. 2013)**.

Katı, sıvı ve gaz olmak üzere tüm maddesel ortamlarda yayılabilen sesin yayılma hızı, ortamın özgül ağırlığına ve esnekliğine bağlıdır. Ses en hızlı, molekülleri birbirine yakın olan katı ortamlarda yayılır. Sesin havadaki yayılma hızı yaklaşık 330-350 m/sn' dir. Hava sıcaklığı ile değişen sesin yayılma hızı, düşük sıcaklıklarda azalır, yüksek sıcaklıklarda çoğalır. Mimari akustikte çoğunlukla, sesin 20°C' daki yayılma hızı olan 345 m/sn kullanılır **(Doelle, 1972)**.

Ses, fiziksel bir olayın insan kulağında uyandırdığı fizyolojik bir duyulanmadır. Bu nedenle sesin fiziksel özellikleri tanımlanırken, aynı zamanda işitme sistemindeki duyulanmaların biçim ve büyüklüklerinin de bilinmesi gereklidir. Bu biçim ve büyüklükler, çeşitli yöntemler kullanılarak, kulak zarının titreşim hareketi gibi fiziksel parametreler ya da duyu ve sinir dokularındaki biyoelektrik gerilim değişimleri gibi elektro-fizyolojik parametreler ile tanımlanıp ölçülebilir **(Karabiber, 1996)**.

2.2. Gürültü, Tanımı ve Türleri

Fiziksel olarak düzensiz, fizyolojik olarak istenmeyen seslere gürültü denir. Rahatsız edici, sıkıntı verici ya da çalışma, dinlenme, eğlenme gibi günlük eylemlere zarar verici her türlü ses olarak kabul edilen gürültü, yeğlinliği yüksek olan, hoş gitmeyen ya da beklenmeyen bütün sesleri kapsar. Konuşma ve müzik de istenmediği zaman gürültü olarak kabul edilebilir **(Kujala ve Brattico, 2009)**. Gürültü, bireylerin duyarlılığına ve gürültünün çeşit, süre ve zamanlamasına bağlı olarak bireylerin ya da toplumların sağlığını etkileyebilir. Buna dayanarak, insanların fizyolojik, psikolojik ve

sosyolojik durumlarım ters etkileyen ya da etkileyebilen işitsel akustik enerji olarak da tanımlanabilir **(Doelle, 1972)**.

Sesin gürültü olarak kabul edilip edilmemesi, ses basınç düzeyine, frekansına, süresine, zamanlamasına, ses kaynağının nitelik ve niceliğine, kişinin ruh haline ve yaradılışına bağlıdır. Ses ne kadar nitelikli ve hoşta gider olursa olsun, yeğinliği fazla ise gürültü olarak kabul edilir. Örneğin, sevilen türdeki bir müziğin ses basınç düzeyinin artırılması insanda rahatsızlık yaratabilir. Ayrıca, hoşta giden bir sesin frekansı yükseltildiğinde duyulan rahatsızlık artacağından, ses gürültüye dönüşür **(Aktürk ve Toprak, 2004)**.

Ses, etki süresi arttıkça gürültü niteliği kazanabilir. Sürenin yanında, sesin gürültü olarak kabul edilmesi için zaman içindeki dağılımı da önemlidir. Önceden sezilemeyen, belirli aralıklarla ya da aniden oluşan sesler rahatsızlığa sebep olacağından gürültü olarak kabul edilir. Sesin zamanlaması gürültü olarak nitelendirilmesinde önemli rol oynar. Genellikle geceleri oluşan sesler gündüz oluşarlardan daha rahatsız edicidir **(Karabiber, 1996)**.

Bunun nedeni, hiçbir zaman tam anlamıyla sessiz bir ortamla karşılaşılmasıdır. İnsanın içinde bulunduğu ortamda yeğinliği az da olsa mutlaka belli bir gürültü söz konusudur. Buna fon (arka plan) gürültüsü denir. Gece fon gürültüsünün azalmasıyla, gündüz işitilmeyen sesler işitmeye başlanınca, ses gürültü niteliği kazanır.

Sesin gürültü olarak kabul edilip edilmemesinde kişisel değerlendirme önemli rol oynar. Örneğin yakındaki bir müzik, telefonla konuşan kişi için, telefon konuşması da müziği dinleyen kişi için gürültü niteliği taşır. Doelle' ye (1972) göre, kişiler çalışma ortamında kendi ürettikleri gürültüleri önemsemezler. Sesin gürültü niteliği kazanması, ruhsal açıdan belirli ölçüler içinde öznel algıyla yakından ilgilidir. İnsanı hoşlandığı yüksek sesler, hoşlanmadığı alçak seslerden daha az rahatsız eder **(Köknel, 1997)**.

Görüldüğü gibi akustik bir yapısı olan gürültü, bağımsız frekansta, rastgele, düzensiz ve herhangi bileşene sahip olmayan bir spektrumdur **(Kurra, 1982)**. 1986 tarihli 2872 sayılı Çevre Kanununa istinaden çıkarılan Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nin 14. Md.' sine göre gürültü; gelişigüzel yapıda olan bir ses spektrumu olup, göreceli

olarak istenmeyen ses ya da sesler şeklinde kavramsal olarak tanımlanmıştır (**Köknel, 1996**).

İstenmeyen ses kısaca, gürültünün öznel yönünü taşıyan ve değerlendirilmesinde de insani değer ve çevrelerin etkili olduğu bir durumdur. Gürültünün en önemli etkilerinin başında insanlarda algılama güçlüğü yaratması ve işitme sorunlarına yol açmasıdır. Bundan dolayı fizyolojik etkiler yaratmakta, verimliliği azaltmaktadır. Bundan çalışanların işyerlerindeki durumunu yakından etkileyen bir çevresel kirliliktir. (**Kurra,1991**).

Gürültünün başlıca türleri ve kaynakları aşağıda açıklanmıştır.

2.2.1. Gürültü ve Ses Parametreleri

26809 sayılı ve 07.03.2008 tarihli Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi Ve Yönetimi Yönetmeliği' ne göre bazı gürültü ve ses parametrelerine dair değerler aşağıda gösterilmiştir;

- Ses gücünün seviyesi (L_w): Herhangi bir kaynaktan gelen sesin gücünün enerji bakımından ölçülmüş hali olup desibel olarak tanımlanır.

$$L_w = 10 \text{ Log } \left(\frac{W}{W_0} \right) [=]dB$$

- Ses basıncı düzeyi (L_p): Sesi meydana getiren havanın basıncında görülen değişimdir.

$$L_p = 20 \text{ Log } (P_{rms}/P_{ref}) [=]dB$$

- Ses/Gürültü Seviyesi/Düzeyi (SPL) : Ses basıncının belli bir eğri ile ağırlığına göre bulunmuş halidir.

$$SPL = Lp = 10 \text{ Log} \left(\frac{P}{P_{ref}} \right)^2 = 20 \text{ Log} \left(\frac{P}{P_{ref}} \right) = dB$$

- Eşdeğer Gürültü Seviyesi (Leq): Belli zaman diliminde sesle aynı enerjiyi ortaya çıkaran sabit sesin seviyesidir.

Leq(T), Leq,Th , LAeqT (ISO 1996)

- Sesten Etkilenme Seviyesi(SEL): Ölçümlenen sesin 1 sn. devam eden sabit seviyeli sesin seviyesidir. Anlık ve kısa süreli hızla artan ya da azalan seslerin ölçülmesi olup dBA ile derecelendirilir.

2.3. Doğuş Şekline Göre Gürültünün Kaynakları

Gürültünün kaynakları farklı biçimlerde sınıflandırılabilir. Sesler çizgisel ve düzlemsel, akustik bakımından noktasal, havadan ya da katı ortamdan doğarak yayılabilir veya dağılabilir. Akustik olarak gürültü meydana getiren çevresel sesler hem kaynağın hem de buna maruz kalan alıcıların birbirlerine göre durumları bakımında yapı içi ve yapı dışı olmak üzere iki grupta değerlendirilebilir.

2.3.1. Yapı İçi Gürültüler

Mekanik ve elektronik nesnelere doğan gürültüler; Elektrikli ev aletleri, radyo, televizyon, asansör, konuşma, müzik ve bürolardaki çalışma ortamından doğan gürültülerdir. ABD’ de yapılan bir çalışmada, evin dört duvarı arasında yaşayan yorgun annenin bir günde karşı karşıya kaldığı gürültünün, savaşan askerlerle aynı oranda olduğunu saptamıştır (Cura, 1994).

Yaşama dair etkinliklerden doğan gürültüler; Yüksek sesle konuşmalar, ayak sesleri, eşya sürtünmelerinden kaynaklanan gürültülerdir. Bu tür gürültüler uzun süreli gürültüler olmadıkları için insanlar üzerinde sadece psikolojik etki gösterir. Kapalı

eğlence yerlerinden yayılan gürültülerin insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Günümüzde gençler pop müziği dinlerken teybin sesini çok açarak adeta gürültüden sersemleyerek tatmin olmaya çalışmaktadır (Cura, 1994).

Tablo 1 : İç mekanlara ait gürültü seviyesi sınırları

Kullanım Alanı		L_{eq} (dBA)	Zaman Dilimi (h)
Kültürel Tesis Alanları	Tiyatro salonları	30	Sürekli
	Sinema salonları	30	Sürekli
	Konser salonları	25	Sürekli
	Konferans salonları	30	Sürekli
Sağlık Tesis Alanları	Yataklı tedavi kurum ve kurumları, dispanser, poliklinik, bakım ve huzur evleri ve benzeri.	35	Sürekli
	Dinlenme ve tedavi odaları	25	Sürekli
Eğitim Tesisleri Alanları	Okullarda derslikler, okul öncesi binaların içi, laboratuvarlar, özel eğitim tesisleri, özürllüler tesisler ve benzeri.	35	Ders sırasında
	Okul öncesi yatak odaları	30	Uyku sırasında
Turizm Yerleşme Alanları	Otel, motel, tatil köyü, pansiyon ve benzeri yatak odası	30	Uyku sırasında
	Konaklama tesislerindeki restoran	35	Yemek süresince
Sit Alanları	Arkeolojik, doğal, kentsel, tarihi ve benzeri.	55	Sürekli
Ticari Yapılar	Büyük ofis	35	Çalışma sırasında
	Toplantı salonları	35	Çalışma sırasında
	Büyük daktilo veya bilgisayar odaları	60	Çalışma sırasında
	Oyun odaları	60	Oyun süresince
	Genel büro (hesap, yazı bölmeleri)	60	Çalışma süresince
	İş merkezleri, dükkanlar ve benzeri.	60	Çalışma süresince
	Ticari depolama	45	Faaliyet süresince
	Lokantalar	45	Çalışma süresince
Kamu Kurum Kuruluşları	Ofisler	45	Çalışma süresince
	Laboratuvarlar	45	Çalışma süresince
	Bilgisayar odaları	45	Çalışma süresince
Spor Alanları	Spor salonları ve yüzme havuzları	55	Faaliyet süresince
Konut Alanları	Yatak odaları (şehir içinde)	40	Gece süresince
	Yatak odaları (şehir dışında)	35	Gece süresince
	Oturma odaları (şehir içinde)	55	Gündüz-akşam süresince
	Oturma odaları (şehir dışı)	40	Gündüz-akşam süresince

Kaynak; (Pampal ve ark. 2002).

2.3.2. Yapı Dışı Gürültüler

Yapılar ve yaşam alanları dışındaki kaynaklardan meydana gelen ve buralarda yaşayanlarla birlikte açık alanları kullananları etkileyen gürültülerdir. Yapı dışındaki tüm gürültüler dış çevre gürültüsünü oluşturur. Günümüzde, özellikle kentlerde, bu çevre gürültüsü giderek artmaktadır. İstenmeyen, hoş gitmeyen ses olarak nitelendirilen gürültünün yapı dışında her geçen gün artmasında genel olarak aşağıdaki faktörler etkili olmaktadır (**Şahinkaya, 2005**).

- Kentlerin büyümesi ve kent nüfusunun artması
- Plansız, düzensiz kentleşme ve endüstrinin gelişmesi
- Ticaret ve alışveriş merkezlerinin artması
- Açık hava çalışmalarının artması (spor, toplantı, açık pazarlar vb.)
- Yol ve değişik inşaat yapım ve onarımlarında kullanılan araç ve gereçlerin sayılarının ve kullanılmalarının artması
- Ekonomik koşullar ve eğitim yetersizliği

Yapı dışı gürültülerin yayıldığı kaynağa bağlı neler olduğu aşağıda açıklanmıştır.

2.3.2.1. Ulaşım gürültüleri

Ulaşım gürültüleri insanların büyük bir çoğunluğunu gerek işyerinde gerekse evinde rahatsız etmektedir. Ulaşım gürültülerinin etkileri ve kaynakları yaşanan bölgenin konumuna ve özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Deniz kenarında oturan kişiler daha çok deniz trafiğinden, demiryolu civarında oturan kişiler demiryolu trafiğinden, insanlarından büyük bir çoğunluğu ise karayolu trafiğinden etkilenmektedir. Ulaşım gürültülerinin kaynakları aşağıda açıklanmıştır.

2.3.2.1.1. Karayolundan kaynaklanan gürültü

Toplumun büyük bir çoğunluğunu etkilemesi bakımından gürültü kaynaklarının en önemlilerinden biridir. Çeşitli tipteki gürültü kaynaklarının sebep olduğu çevre probleminin izafi olarak sınırlanması için yapılan araştırmalar trafik gürültüsünün, hava

alanlarının sebep olduğu gürültülerden çok daha büyük olduğunu göstermiştir. Karayolu taşımacılığının günden güne artması, çeşitli kara nakil araçlarının büyük ölçüde kullanılması karayollarındaki trafik gürültüsünün şiddetini arttırmıştır. Karayollarındaki trafik gürültüsünün yayılmasında ve dolayısıyla insanlar üzerinde etkili olmasında aşağıdaki faktörler etkili olmaktadır (**Aktürk, Akdemir ve Üzkurt, 2003**).

Tablo 2 : Karayollarına ait gürültü seviyesi sınırları

Alanlar	Yenilenmiş/Onarılmış yollar		Mevcut yollar	
	L _{gündüz} (dBA)	L _{gece} (dBA)	L _{gündüz} (dBA)	L _{gece} (dBA)
Kırsal alanlar	55	45	60	50
Gürültüye duyarlı alanlar (eğitim, kültür ve sağlık alanları), yazlık yerleşim alanları ve kamp yerleri	60	50	65	55
Yerleşim alanları	63	53	68	58
İş alanları ve yerleşim alanları	65	55	70	60
Endüstriyel alanlar	67	57	72	62

Kaynak; (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010).

2.3.2.1.2. Hava alanı gürültüsü

Hava alanı çevresinde yaşamakta olan bireyleri etkileyen uçak gürültüsü son yıllarda teknolojik olanakları gelişimi, uçuş sayılarındaki artış ve büyüyen nüfus yoğunluğu nedeniyle çok önemlidir. Hava alanı gürültüsü, uçakların aerodinamik yapısından ve motorlarından kaynaklanan gürültüdür. Aerodinamik gürültü kaynakları ise havanın uçak yüzeyini yalaması, uçak yüzeylerindeki boşluklar havanın değişik etkileri, kanat, burun ve kuyruk gibi uçak kontrol bölgelerine çarpan hava, iniş sistemleri içine sızan hava hareketlerinden oluşmaktadır. Hava alanları ve çevresindeki bölgelerde, akustik olumsuzluklara, çok sayıda uçağın pek çok doğrultuda iniş ve kalkış yapmasının yanı sıra hava alanlarındaki değişik işlevlerden kaynaklanan gürültülerde etkili olmaktadır (**Vincent, 2000**).

Uçak ve hava alanı gürültüsü, yalnızca yolcuları değil hava alanında çalışanları, hava alanı ve çevresindeki yerleşim bölgelerinde oturanları, uçuş hattı üzerindeki alanları ve yerleşim bölgelerini de etkilemektedir, özellikle alçaktan uçuşun çok büyük

etkilerinin olduğu bilinmektedir. Alçaktan uçuşun başlıca olumsuz etkileri şu şekildedir (**Şahinkaya, 2005**);

- Alçaktan uçan uçakların meydana getireceği gürültü sebebiyle çocuklar zeka geriliğine uğrayabilir, küçük- büyük baş hayvanlar süttten kesilebilir.
- Alçaktan uçuş, kan dolaşımı, ses kısıklığı, boğaz iltihabı, gırtlak kanseri, yüksek tansiyon, kalp hastalıkları ve ani ölümlere neden olabilir.
- Uçuş yapılacak bölgede yaşayan kuş cinslerinin yok olup yerine haşerelerin olması riski olabilir. Toprak zararlıları böceklerle beslenen kuşlar bölgeyi terk edince toprağın veriminin düşmesi söz konusu olabilir.
- Uçakların gürültüsü sebebiyle zayıf yapıların kapı, pencere ve çatıları zarar görür ve maddi hasarlar söz konusu olabilir.

Tablo 3 : Havaalanlarına ait gürültü seviyesi sınırları

Alanlar	Küçük hava alanları (yılda elli binin altında miş/ kalkışın olduğu hava alanları)		Büyük hava alanları (yılda elli bin ve üstü miş/ kalkışın olduğu hava alanları) veya askeri havaalanları	
	L _{gündüz} (dBA)	L _{gece} (dBA)	L _{gündüz} (dBA)	L _{gece} (dBA)
Gürültüye duyarlı alanlar (eğitim, kültür ve sağlık alanları), yazlık yerleşim alanları ve kamp yerleri Otel, motel, yazlık yerleşim yerleri ve kamp yerleri	63	53	68	58
Yerleşim alanları	65	55	70	60
Karışık (yerleşim alanları, işyerleri, endüstri ve benzeri.)	67	57	72	62
Endüstriyel alanlar	70	60	75	65

Kaynak; (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010).

2.3.2.1.3. Demiryolu gürültüsü

Demiryolları gürültü yönünden büyük bir rahatsızlık kaynağı oluşturmaktadır. Demiryollarının, şehirlerin içinden geçmesi durumunda bu rahatsızlık en yüksek seviyesine çıkmaktadır. Demiryollarında lokomotif ve vagonların geçişi darbeleri ve darbesiz gürültüler oluşturmaktadır. Bu gürültüler rayların bağlantılarından, motorun kendisinden çıktığı gibi fren ve düdük sesleri de büyük gürültülere neden olmaktadır.

Dizel lokomotifli trenlerde 30 m uzaklıkta oluşan gürültü düzeyi yaklaşık 85-95 dBA arasındadır (**Şahinkaya, 2005**).

Demiryollarından kaynaklanan gürültü düzeylerini azaltmak teknik açıdan zor olduğu için, bu konuda araştırma yapıp çözüm Önerileri veren çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Yalnızca gürültü kontrol yönetmenliğinde demiryolu gürültüsü ile ilgili olarak 06:00-22:00 saatleri arasında eşdeğer gürültü seviyesi 65 dBA, gece 22:00 – 06:00 saatleri arasında 55 dBA olması gerektiği belirtilmiştir.

Günümüzde trenlerden daha hızla yaygınlaşan tramvay ve metroların oluşturduğu gürültü insan için daha önemli hale gelmiştir. Şehirlerde yaşayan insanların sayısı ve bu araçların kullanım sıklığı göz önüne alındığında etkilenmesinin seviyesinin yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Aşağıda Tablo 4’ de metroların yarattığı ses seviyesi sınırları gösterilmiştir.

Tablo 4 : Metro ve benzeri taşıtlara ait gürültü seviyesi sınırları

Yer Altı İstasyonları	L _{gündüz} (dBA)	Yerüstü İstasyonları	L _{gündüz} (dBA)
Gişeler, merdivenler, koridorlar	55	Platformlar (platform kenarında 1.8 m’de)	70
Platformlar (platform kenarından 1.8 m. de)	80	Duran-Kalkantrenler	75
Duran ve kalkan trenler için	85	Çalışır Durumda Bekleyen trenler	65
Geçen trenler için	85		
Çalışır durumda bekleyen trenler için	65		
İstasyon içinde Havalandırma sistemi	55		
Caddelerde havalandırma kanalları (9.0 m’de)	55		
İstasyon içinde kapalı hacimlerde bulunan acil havalandırma fanları (22.5 m.’de)	80		

Kaynak; (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010).

2.3.2.1.4. Endüstriyel gürültüler

Gelişmekte olan ülkelerde, endüstride yeni tekniklerin uygulanmasındaki eksiklikler, plansız ve düzensiz kentleşme, yeni endüstri bölgelerinin planlanmasında çevresel etki değerlendirilmesinin yapılması, eğitim eksikliği, gürültü kontrol mevzuatının yetersizliği, teknik güçlüklerden kaçınma, ilgili devlet kuruluşları arasındaki koordinasyonun kurulmamış olması ve ekonomik sebepler nedeniyle çeşitli endüstrilerde gürültü sorunu yaşanmaktadır (**Aktürk, Akdemir ve Üzkurt, 2003**).

Endüstrilerin büyük çoğunluğunda gürültü, yeni inşa edilen fabrikalarda gürültü probleminin göz önüne alınmaması, fabrikalarda koridorların geniş ve yüksek olmaması, yüzeylerin gürültüyü yansıtmayacak malzemelerden yapılmamış olması, makinelerin bölümlere yanlış yerleştirilmesi, titreşim izolatörünün kullanılmaması, makinelerin ayarının ve bakımının yapılmaması gibi birçok nedenlerden kaynaklanmalıdır (**Freeborn ve Turner, 1988**).

Çevre kirliliği kapsamında yer alan toplumsal gürültü konusunda birkaç kentimiz üzerine bilimsel araştırmalar yapılmış olmakla birlikte endüstriyel gürültü ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlı kalmıştır. İşçi sağlığı ve İş güvenliği tüzüğü'nün 22. Md.' si endüstriyel gürültüyle alakalıdır. Sözü edilen maddede işçilerin koruyucu (başlık, kulaklık, kulak tıkaçları) kullanarak etkisinde kalabilecekleri sürekli gürültü düzeyinin en yüksek değerinin 95 dBA olması gerektiği yer almaktadır. Ayrıca ağır ve tehlikeli işlerin yapılmadığı yerlerde gürültü düzeyinin 80 dBA' i geçmemesi gerekmektedir. Gürültü kontrol yönetmenliğinde işitme kaybına uğramamak için belli gürültü miktarına maruz kalma sürelerine, ülkemizde uyulmadığını göz önüne alırsak, gürültü sorunun bulunduğu endüstrileri; Çimento, çelik, kereste, döküm, emaye, çivi, tekeli, kundura, çay, tekstil fabrikaları, matbaalar, orman işletmeleri vb.' lerini sıralayabiliriz. Daha önce yapılmış olan çalışmalar neticesinde çeşitli endüstrilerde Tablo 5' deki gürültü düzeyleri bulunmuştur (**Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010**).

Tablo 5 : Endüstriyel alanlara ait gürültü seviyesi sınırları

Alanlar	Lgündüz (dBA)	LakGam (dBA)	Lgece (dBA)
Gürültüye hassas kullanımlardan eğitim, kültür ve sağlık alanları ile yazlık ve kamp yerlerinin yoğunluklu olduğu alanlar	60	55	50
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar	65	60	55
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu alanlar	68	63	58
Endüstriyel alanlar	70	65	60

Kaynak; (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010).

2.3.2.1.5. Diğer yapı dışı gürültüler

Trafik ve Endüstri dışındaki diğer gürültü kaynakları, insan faaliyetlerinden çıkan gürültüler (çocuk bahçeleri, spor alanları, atış alanları ve kişisel gürültüler), şantiye gürültüleri (yol, bina yapım, şantiye ve iş makinelerin gürültüleri) ve ticari amaçlı gürültülerdir. Çevre gürültülerine en çok katkıda bulunan bina ve yol inşaatlarında kullanılan makineler yüksek düzeyde gürültü yaymaktadır. Yol matkabının 120 dBA gürültü yaydığını düşünürsek, bu makineler uzun süreli çalışması durumunda işçilerin ve çevredeki insanların duyabileceği rahatsızlığı anlamamız daha kolay olacaktır. Kısa ve uzun süreli olabilen bu işlemler, ani ve sürekli, ancak yüksek düzeyli gürültüler ile yakın çevrede özellikle yaz aylarında rahatsızlık oluşturmaktadır (**Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010**).

Son yıllarda artan açık hava eğlence yerleri, bütün gece boyunca sabahın erken saatlerine kadar Gürültü Kontrol Yönetmeliğindeki standartlara aykırı olarak çalışmakta ve elektronik olarak yükseltilmiş müzik sesleri ile yakın çevredeki konutlar ve dinlenme tesisleri için büyük bir rahatsızlık oluşturmaktadır. Ayrıca düğünler de (mahalle düğünleri dahil) zaman zaman etrafta rahatsızlık yaratmaktadır. Elektronik olarak yükseltilmiş sesler, ulaşım gürültülerinin ve diğer arka plan gürültülerinin en aza indiği gece saatlerinde çok daha uzun mesafelere yayılabilmektedir. Trafik gürültüsü buna örnektir (**Özdemir ve ark., 1999**).

Aşağıda Şekil 1’ de genel olarak dış ortamdan kaynaklanan gürültüler gösterilmiştir.

Şekil 1 : Dış ortam gürültülerinin kaynakları



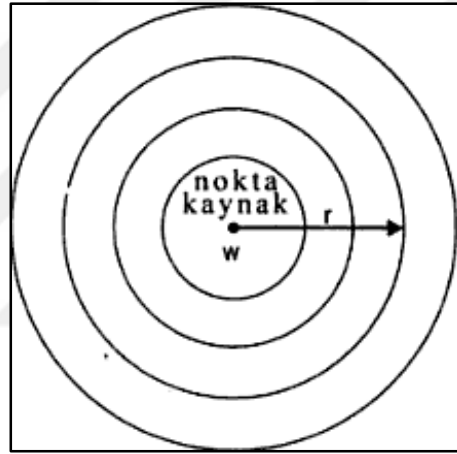
Kaynak: (Dal, 2007)

2.3.3. Akustik Yönden Gürültü Kaynakları

2.3.3.1. Noktasal Gürültü Kaynakları

Fizik olarak hareketli veya sabit halde olup ürettiği sestən daha fazla boyuta sahip olan ve çıkardığı sesleri her tarafa eşit dağıtan gürültü kaynaklarıdır. Gürültünün kaynağı, gürültüye maruz kalanlara ne kadar uzaksa ve eşit olarak her yöne gürültü yayıyorsa bunlar noktasal kaynaklardır. Hava alanları, trafikteki araçlar ya da endüstriyel kuruluşlar bu grupta sayılabilir. İdeal bir noktasal kaynak aşağıda verilen Şekil 2’ de gösterilmiş olup noktasal kaynaktan oluşan sesin enerjisi tüm yönlerde eşit dağılır **(Karpuzcu, 2004)**.

Şekil 2 : Noktasal yayılan ses dalgaları



Kaynak: (Karpuzcu, 2004).

Kaynaktan uzaklaştıkça sesin meydana getirdiği enerji küresel olarak daha geniş bir alana yayılır. Eğer, ortamın sesi kaybetmediği varsayılırsa ortaya çıkan ses enerjisi küresel olarak büyümeye devam eder ki bu şekilde yarıçaplı küre kabuğuna taşınır. Sesin şiddetiye bahsi geçen küre kabuğunun alanına bölünerek aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır **(Karpuzcu, 2004)**.

$$I = \frac{W}{4 \pi r^2}$$

2.3.3.2. Çizgisel Gürültü Kaynakları

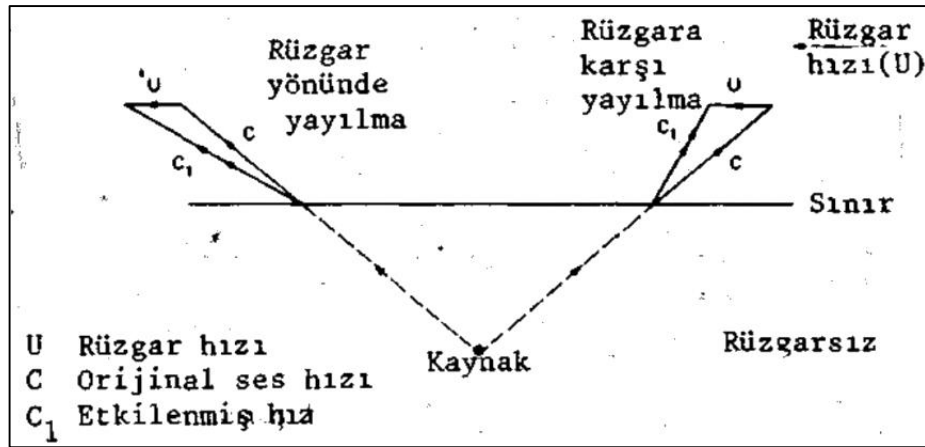
Birden çok noktasal kaynağı bir araya gelerek aynı düzlem hattında yanyana olmasıyla meydana gelen kaynak çizgisel gürültü kaynağı olarak tarif edilir. Gürültüye maruz kalan alıcıların konumları ile çizgisel kaynak arasındaki mesafenin uzaklık-yakınlık durumuna göre yoğun trafiğin yaşandığı yollar ve eğlence mekânları örnek gösterilebilir (Dal, 2007).

Çizgisel kaynaklar aslında her çeşit sesi çıkararak çok sayıda noktasal kaynakların oluşturduğu akustik bir ses kaynağı kümülüdür. Birim boyda, sonu olmayan uzunlukta ve sabit enerjili çizgi kaynağından belli bir kesit değerlendirildiğinde, ses frekansları bu çizgiye dik yönde dağılır. Çizgi ile arasında eşit mesafe bulunan iki nokta ise aynı özelliğe sahiptir ve aynı dalga boyu üzerindedir. Çizgisel kaynağa ait seçilen birim boy veya kesitten yayılan ses enerjisi birim zaman içerisinde silindir veya konik satırlarda aynı mesafelerde yol alır. Herhangi bir ölçüdeki yarıçap için, ses enerjisinin şiddeti yani kaynak tarafından oluşturulan enerjinin bahsi geçen silindir yüzey ölçüsüne bölünerek aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır (Hamamcı, 2015).

$$I = \frac{W}{2r \cdot l}$$

Hem nokta hem de çizgisel kaynaklardan meydana gelen gürültünün kaynak ve mesafeye göre yayılımına ait hesaplanma aşağıda Şekil 3' de belirtilmiştir.

Şekil 3 : Farklı hızlardaki gürültü dalgalarının yayılımı



Kaynak: (Karpuzcu, 2004).

Gürültü kaynağı, alıcının uzaklığına kıyasla dar ve uzun ise, “çizgisel kaynak” olarak adlandırılır. Bu, içerisinde bir akışkanı taşıyan uzun bir boru gibi sabit bir kaynak olabileceği gibi; işlek bir yoldaki araç akışı gibi, eş zamanlı olarak işletilen pek çok noktasal kaynaktan da oluşabilir. Kaynak ile maruz kalan nesne arasındaki uzaklık iki katına çıktığında gürültü şiddeti noktasal kaynaktan 6 dB iken, çizgi kaynaktan 3 dB azalır (Deveci, 2004).

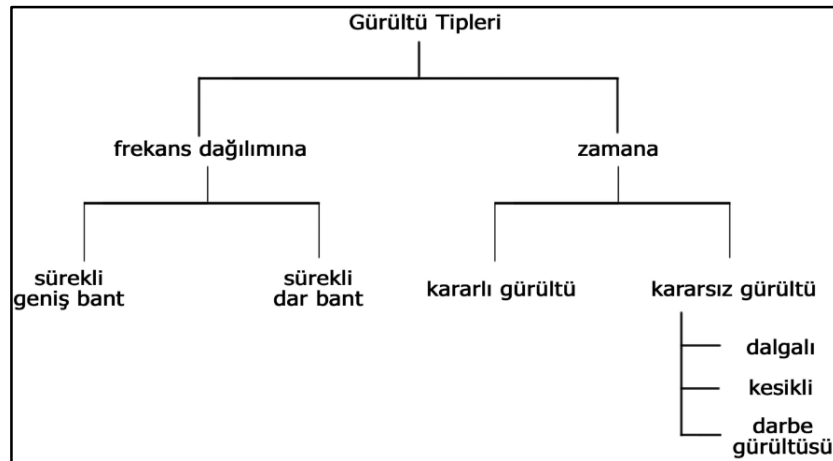
2.3.3.3. Düzlemsel/Alansal Gürültü Kaynakları

Belli düzlem alanında ya da üzerinde sıralı olarak bulunana kaynaklar bu grupta yer almaktadır. Sese maruz kalan alıcının toplu halde ve bir araya geldiğinde daha da büyüyen ses şiddetini algılamasında gürültü düzeyi artar. Birlikte kümeleşmiş eğlence yerleri bu örnektir.

2.3.4. Gürültü Tipi (Karakter) Tanımları

Sesin gürültüye dönüşmesinden sonra, seste meydana gelen şiddet, frekans spektrumu, kaynağın özelliği ve zamana göre değişimi gürültünün tipini ya da karakterini belirlemektedir (Farnham ve Beimborn, 1990). Gürültü tiplerini gösterir şema Şekil 4’ te verilmiştir.

Şekil 4 : Gürültü tipleri



Kaynak: (Bayraktar, 2006).

Gürültü tipleri hem zaman hem de frekansının dağılmasına bağlı olarak üzere ikiye ayrılır. Zamana bağlı olanlar da kararsız ve kararlı olarak üzere ikiye; kararsız gürültüler de kesikli, darbe ve dalgalı olarak kendi içinde üçe ayrılır. Frekans

dağılmasına bağlı olanlar ise sürekli dar bant ve sürekli geniş bant olarak ikiye ayrılır. Bunların kısa tanımları aşağıda verilmiştir (**Bayraktar, 2006**);

Geniş Bant Gürültü: Gürültüyü oluşturan seslerin frekansı geniş bir aralığı kapsamakla birlikte sesin frekansı spektruma yayılmıştır ve herhangi frekans bandında toplanmamıştır. Her frekanstaki katkının aynı olduğu geniş bant gürültüye ise beyaz gürültü adı verilir.

Dar Bant Gürültü: Geniş bant gürültünün tersine, bu tür gürültünün frekans dağılımı, belli bir frekans bandında toplanmış bir grafik gösterir. Diğer bir deyişle gürültü oluşturan arı seslerden frekansı belli bir aralıkta olanlar baskındır.

Kararlı Gürültü: Gürültünün düzeyinde zamanla önemli bir değişme gözlenmez. Sabit bir hızda ve güçte çalışan herhangi bir motorun yaratacağı gürültü kararlı gürültüye iyi bir örnektir.

Kararsız Gürültü: Gürültü düzeyinde zamanla önemli değişikliklerin gözlemlendiği gürültü türüdür. Zamanla değişme, dalgalanma ya da durup yeniden başlama şeklinde gözlenebilir. Bu tür gürültülere, sırasıyla dalgalı gürültü ve kesikli gürültü adı verilir. Kararsız gürültünün diğer bir şekli de darbe gürültüsüdür.

Dalgalı Gürültü: Gözlem süresince seviyesinde sürekli ve önemli ölçüde değişiklikler olan gürültülere denir.

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

Darbe/Anlık Gürültü: Her biri bir saniyeden daha az süren bir veya birden fazla vurusun çıkardığı gürültüdür.

2.3.5. Gürültü Kaynakları Haritaları

Gürültünün insanlara yoğun miktarda zarar vermesi ve istenmemesi rağmen sürekli olması gürültünün çevresel kirlilik haline dönüşmesine neden olur. Örneğin, trafik, yol yapım, tren, endüstri gibi kaynaklardan gelen sesler kirliliğe dönüştüğünde bu

durum insanlar için hem fizyolojik hem de psikolojik sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle kirliliğine karşı koyulabilecek yasalar, yönetmelikler ve diğer önlemlerin ilk adımı gürültü kirliliği haritalardır. Haritalandırma ve modelleme neticesinde, bölgedeki kirlilik düzeyleri hakkında daha açık, detaylı ve anlaşılır bilgiler edinilebilmekte ve böylece çevrede insanlar üzerine rahatsızlık uyandıran gürültü seviyeleri tespit edilebilmektedir (**Şahinkaya, 2005**).

Ancak gürültü kirliliği haritalarının hazırlanması için gereken verilerin toplanması uzun süre alabilmektedir. Bu durumda çeşitli tahmin yöntemlerinin kullanılması daha az emek, kaynak ve zaman harcayacaktır. Gürültü kirliliği haritaları, bir endüstriyel tesisten (veya başka bir noktasal kaynak) kaynaklanan gürültü için kullanılabilmesi gibi demiryolu veya karayolu gibi çizgisel kaynaklar için de kullanılabilirler.

Gürültü kirliliği haritalarının hazırlanmasında iki amaç vardır. Birincisi, alıcıların maruz kaldıkları gürültü seviyesinin tespiti ve etkilerin belirlenmesidir. İkincisi ise, yüksek gürültü düzeyine karşı alınabilecek önlemlerin yerlerinin ve bunların muhtemel türlerinin belirlenmesidir. Bunlardan ilki, gürültünün insan sağlığına etkisi ile ilgilidir ve konudaki çalışmalar ile birlikte genellikle çalışmanın yapıldığı halka dönük olarak anket çalışmaları da yapılmaktadır. Böylece, maruz kalınan gürültü seviyelerine bağlı olarak rahatsızlık düzeyleri tespit edilebilmektedir. İkincisi ise, gürültünün giderilmesinin teknolojik boyutu ile ilgilidir. Alınabilecek farklı önlemlerin giderimdeki verimlilikleri, çeşitli modelleme yazılımları ile harita üzerinde görülebilmektedir (**Özdemir ve ark., 1999**).

Şehirlerde var olan çok sayıda ve farklı özelliklerde gürültü kaynakları bulunmaktadır; karayolları, demiryolları, hava alanları, sanayi tesisleri vb. Bunlar, yakınlarında yaşayan insanlar için rahatsızlık kaynağıdır. Bir şehir içerisinde bu gürültü kaynakları ile iskân alanları, hastaneler, okullar gibi sessizlik ihtiyacı olan bölgelerin bir birlerinden ayrılması gürültünün azaltılması için basit ve ucuz bir önlemdir. Ancak bu önlem işin şehir planlamacılığı ile ilgilidir. Gürültü kirliliği haritaları bu noktada önemlidirler. Çünkü bu haritalarda, her hangi bir kaynaktan yayılan gürültünün şiddeti ve alıcıya hangi dozda etkilediği görülebilmektedir (**Şahinkaya, 2005**).

2.4. Gürültünün Yayılmasına Etki Eden Faktörler

Gürültü, kaynağından alıcıya nasıl ulaşır? Bu soru, gürültünün çevrede yayılımına etki eden faktörlerin tespiti için önemlidir. Gürültünün yayılımına etki eden en önemli faktörler şu şekildedir (Özgüven, 2008);

- Kaynağın Tipi (Noktasal ya da Çizgisel),
- Kaynaktan Uzaklık,
- Atmosferik Absorpsiyon,
- Rüzgar, Sıcaklık ve Sıcaklık Gradyanları,
- Bariyer ve Binalar Gibi Engeller,
- Zeminin Absorpsiyonu,
- Yansımalar, Nem ve Yağıştır.

Ölçüm ve hesaplamalarda mümkün olan en hatasız sonuca ulaşabilmek için, bu etkenler dikkate alınmalıdır. Yönetmelik vb. standartlarda, her etken için şartlar tanımlanır.

2.4.1. Kaynak Tipi

Yukarıda açıklanmış olan noktasal, çizgisel ve düzlemsel nitelikteki kaynaklardan oluşur.

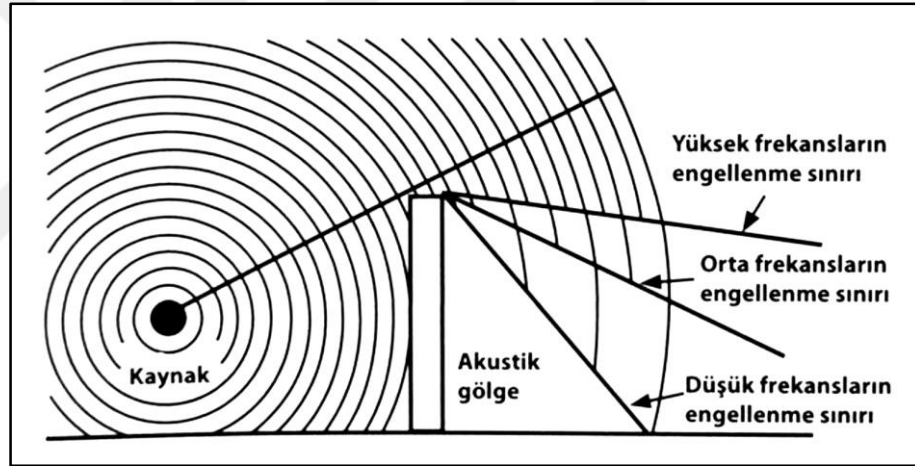
2.4.2. Bariyerler

Gürültü bariyerleri, kaynak ile alıcı arasına inşa edilen sert yapıli engellerdir. Bunlar gürültüyü tam olarak engelleyemezler, ancak gürültü düzeyini azaltabilirler. Etkili gürültü bariyerleri 5 - 10 dB kadar gürültüyü azaltabilirler. Gürültü bariyerleri, betondan, tuğladan, odundan, metalden veya diğeri materyallerden inşa edilebilirler. Bunların dışında toprak şeddeler de gürültü bariyeri olarak kullanılmaktadır. Bahsedilen bu iki tür bariyer ayrı ayrı kullanılabilecekleri gibi, bunların kombinasyonları da gürültü azaltımı için kullanılmaktadır. Toprak şeddeler, aynı yükseklikteki duvarlardan yaklaşık 3 dB kadar daha fazla gürültüyü azaltır. Toprak şeddelerin inşası için geniş alanlara

ihtiyaç duyulur, özellikle de yüksekler. Duvarların inşası daha az boş alan gerektirir, ama onların yükseklikleri de, yapısal ve estetik sebeplerden dolayı, 25 m ile sınırlıdır. Ayrıca, yeterince sık ve yoğun bitki örtüsüne sahip ağaçlık geniş alanlar da gürültüyü azaltabilmektedir. 30 m genişliğinde yoğun bitki örtüsüne sahip alanlarda, 5 dB' e kadar gürültüyü azaltır (**Karavaşin, 2012**).

Ancak gürültü azaltımı için bitki örtüsünün kullanımı her zaman ekonomik ve mümkün değildir. Örneğin nüfusun yoğun olduğu şehir merkezlerindeki karayolları çevresinde bu derece yoğun bitki örtüsüne sahip geniş alanlar buldurmak pek mümkün değildir. Sesin azaltımı, bir kısmının iletiminin önlenmesi ve akustik gölge denilen bir alan oluşturulması Şekil 5' de gösterildiği gibi bariyerler sayesinde yüksek ses frekansları kolayca azaltılabilmektedir (**Özgüven, 2008**).

Şekil 5 : Bariyerle akustik gölgelendirme yapılması



Kaynak: (Özgüven, 2008).

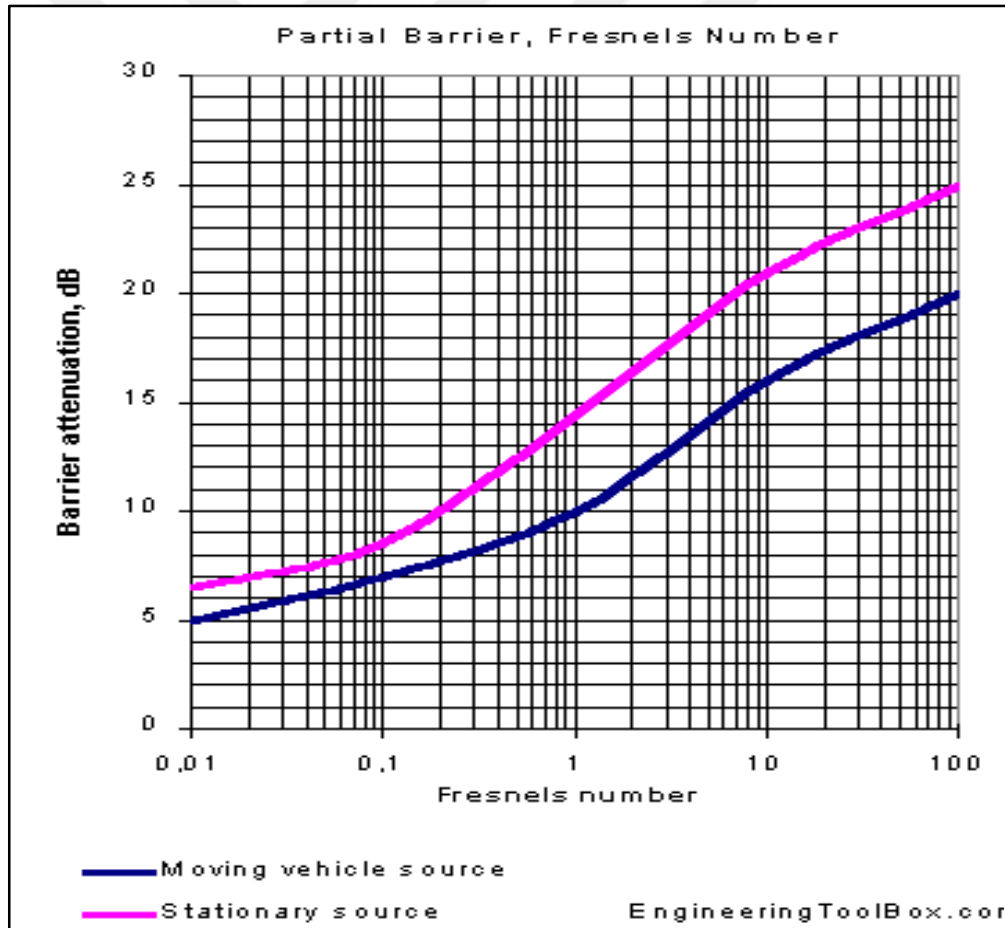
Bariyerin ses geçirimsizliğinin verimi, onun sertliğine ve yoğunluğuna bağlıdır. Etkili bir verim için, gürültü bariyerinin yoğunluğu en azından birim alanda 20 kg olmalıdır. Bu yapısal özelliklere sahip oldukları sürece, bütün bariyerler yeterli gürültü azaltımı sağlayacaktır. Yapısal özelliklerinden başka, gürültü azaltımına etki eden diğer unsurlar; bariyerin genişliği, yüksekliği, kaynağın ve alıcının bariyere mesafesidir. Gürültü kirliliği haritalarında bariyerlerden kaynaklanan gürültü azaltımının hesaplanması iki etkene bağlıdır, bunlar (**Özgüven, 2008**);

- Bariyer varlığında sesin alıcıya ulaştığı mesafe ile bariyer olmadan sesin alıcıya ulaşacağı mesafelerin farkı ($a + b - d$).

- Sesin frekans yapısı.

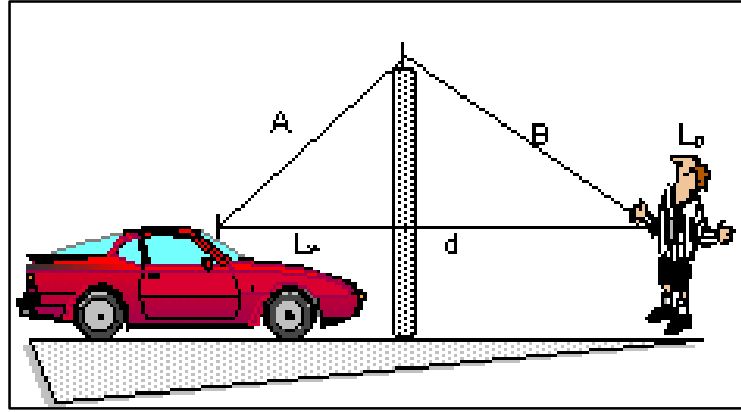
Bu ikisinin birleşik etkisi aşağıdaki grafikte gösterilmektedir. Şekil 5' den de anlaşılacağı gibi, ses frekansı arttıkça verim de artmaktadır. Tipik bir engel için, bariyerin yüksekliğinin bir fonksiyonu olarak gürültü azaltanı Şekil 6 ve Şekil 7' de gösterilmiştir. Burada unutulmaması gereken başka bir unsur da, bariyerin alıcıya ya da kaynağa olan uzaklığıdır. Şekil 6 ve Şekil 7' de gösterildiği gibi bir bariyerin verimi sesin frekansı ile değişmektedir. Bunun nedeni yalıtım malzemelerinin farklı frekanslarda farklı verimler vermesinden kaynaklanmaktadır (Karaşahin, 2012).

Şekil 6 : Gürültü bariyerlerinin ses azaltım frekansı etkisi



Kaynak: (Karaşahin, 2012).

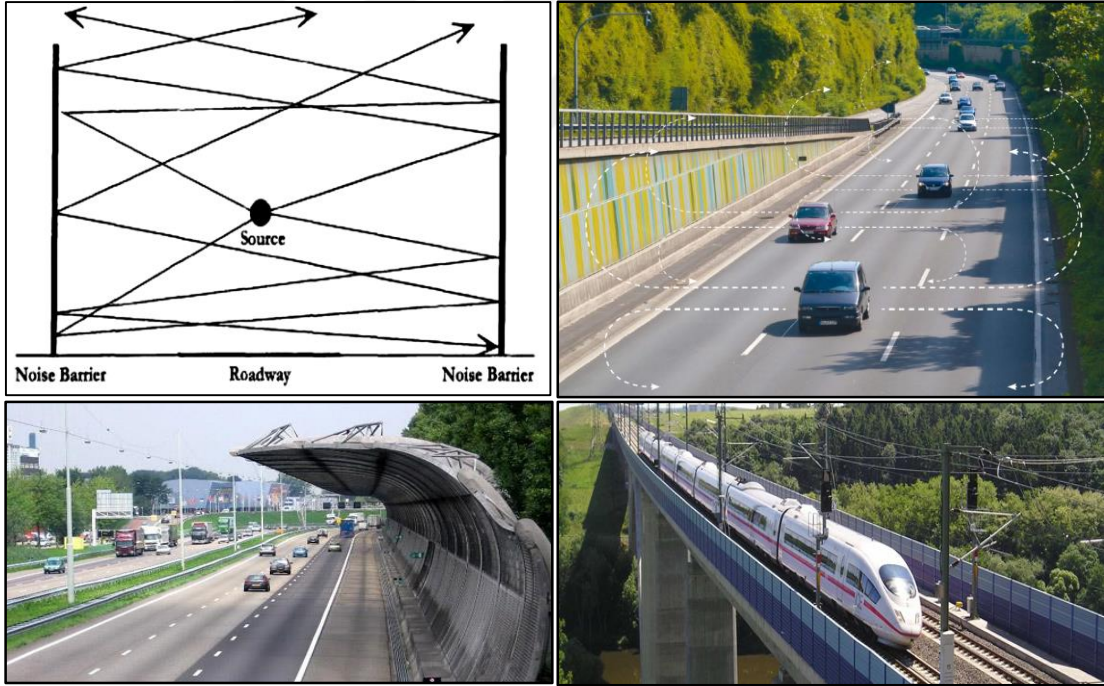
Şekil 7 : Gürültü bariyerinin sesi azaltması



Kaynak: (Karaşahin, 2012).

Aşağıda gürültüyü azaltmaya yönelik olarak kullanılan bariyerler ve işlevleri aşağıda Şekil 8’ de gösterilmiştir.

Şekil 8 : Gürültü bariyeri örnekleri

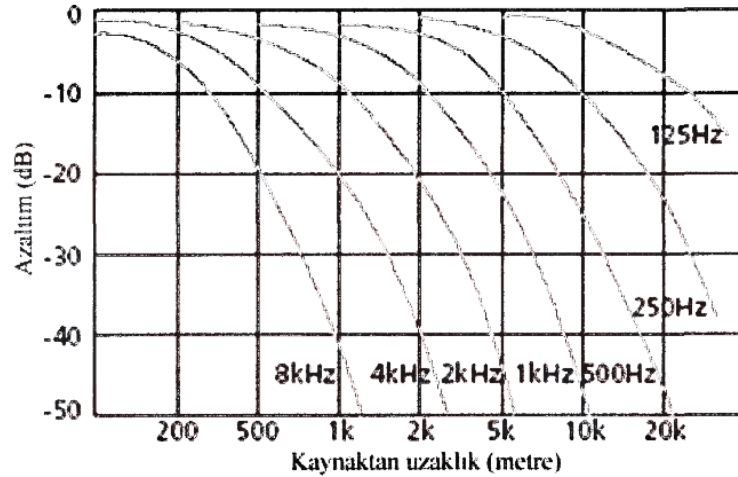


Kaynak: İnternet kaynaklarından derlenmiştir.

2.4.3. Hava Absorpsiyonu

Ses dalgaları hava içerisinde yol alırken, ses enerjisinin küçük bir kısmı hava tarafından absorbe edilir. Bu işlem, havadaki oksijen ve nitrojen tarafından vibrasyonun azaltılmasıdır. Enerji, havanın viskozitesinden de çıkarılabilir. Enerji kayıpları, hava basıncına, sıcaklığına, nemine, kaynaktan uzaklığa ve sesin frekans bileşimine bağlıdır. Sesin absorpsiyonu, farklı frekansları için farklıdır. Atmosferik absorpsiyonda, kaynaktan uzaklık ve ses frekansı en önemli iki parametredir. Şekil 9’ dan da anlaşılacağı üzere, düşük frekanslarda ses atmosferik absorpsiyon da düşük düzeydedir.

Şekil 9 : +18 °C’de ve % 50 nemde havanın ses absorpsiyonu

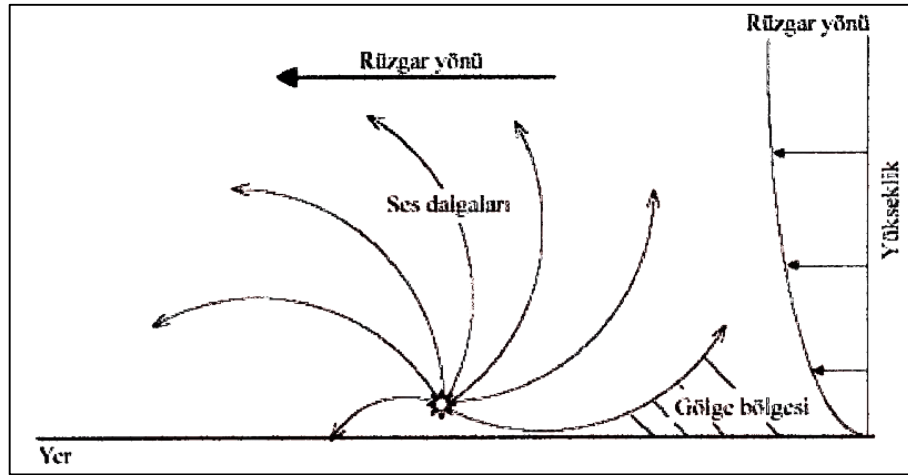


Kaynak: (Özgüven, 2008).

2.4.4. Rüzgâr Tesiri

Atmosfer normal şartlar altında gerçek bir akışkan olduğundan, akışkanların bütün özelliklerine sahiptir. Havanın viskoz bir ortam olması dolayısıyla yer yüzeyinde hava moleküllerinin hareketi sıfırdır ve burada sınır tabakası teşekkül eder. Yer yüzeyinden yükseldikçe, rüzgâr hızı artar. Böylece, Şekil 10’ dan da anlaşılacağı gibi, yükseldikçe hızı artan rüzgâr, kendi yönünde, ses dalgalarında sapmalara neden olacak ve bir gölge bölgesi oluşturacaktır.

Şekil 10 : Rüzgârlı ortamda ses dalgaları



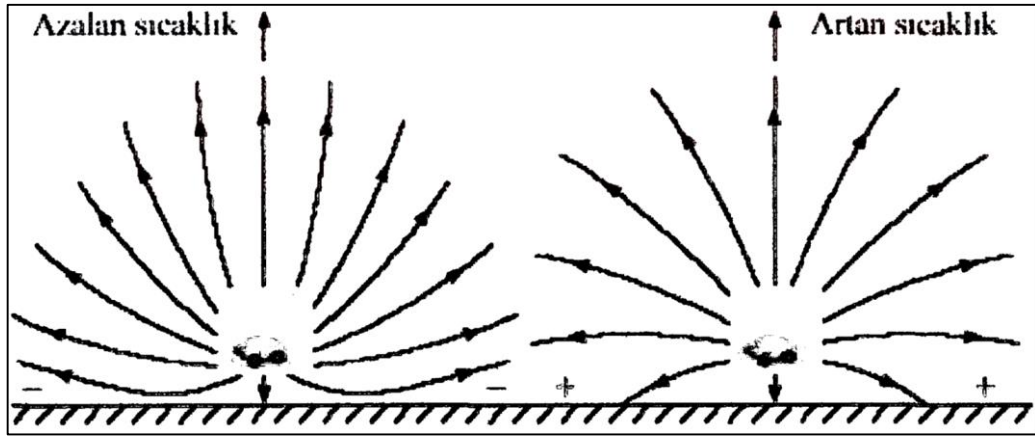
Kaynak: (Karaşahin, 2012).

50 m' ye kadar olan kısa mesafelerde, rüzgârın ölçüm ses düzeyi üzerine etkisi küçüktür. Daha uzun mesafelerde, rüzgârın etkisi daha önemli olabilir. Gürültü ölçümlerinde rüzgâr hızı ve yönü önemlidir. Ölçümlerde arkadan esen rüzgar, rüzgar hızına bağlı olarak, birkaç dB artışa neden olabilir. Karşıdan veya yandan esen rüzgar ise, rüzgar hızına ve mesafeye bağlı olarak, ölçüm sonucunu 20 dB' ye kadar arttırabilir (Özgüven, 2008).

2.4.5. Sıcaklığın Etkisi

Ses dalgalarının atmosferdeki hızı hava sıcaklığı ile artar. Hâlbuki atmosferde sıcaklık da yükseklikle azalır. Yükselen ses dalgaları düşük sıcaklıktaki bir atmosfer tabakasına girerse yayılma hızını kaybeder ve ses dalgaları iki tabakanın sınırında kırılır. Neticede, Şekil 10' da da görüldüğü gibi, rüzgarsız bir havada yer yüzeyinden yükselen gürültü dalgaları hız gradyanının büyüklüğüne bağlı olarak bükülür ve kaynaktan belirli mesafelerde ölü noktalar teşekkül etmeye başlar. Bununla beraber, inversiyon tabakasının meydana geldiği hallerde, atmosferde hava sıcaklığı yükseklikle arttığından gürültünün yayılma hızı da yükseklikle artar ve ölü noktalar teşekkül etmez. Şekil 11' de gösterildiği gibi gürültünün yayıldığı ortamdaki maddeler gürültüyü meydana getiren ses dalgalarının yansınması ve yutulması bakımından önem taşır (Şahinkaya, 2005).

Şekil 11 : Sıcaklığın ses yayılımındaki etkisi



Kaynak: İnternet kaynaklarından derlenmiştir.

2.4.6. Zemin Absorpsiyonu

Zemin absorpsiyonu akustik açıdan sert (beton veya su), yumuşak yüzeyler (çimlik, ağaçlık vb. bitki örtüsü) ve bunların karışımı olan yüzeyler için farklıdır. Yer etkisinin belirlenmesinde, kaynaktan yayılan sesin frekans düzeyi ve kaynak ile alıcı arasındaki zemin dikkate alınır. Yağış da yer absorpsiyonuna etki eder. Örneğin, kar yağışı ses etkiye sahiptir (Özgüven, 2008).

2.4.7. Yansımalar

Ses dalgalan bir yüzeye çarptıkları zaman, sesin akustik enerjisinin bir kısmı engelden yansır, bir kısmı engel içerisinden geçer, bir kısmı da engel tarafından absorbe edilir. Eğer geçiş ve absorpsiyon düşük düzeyde ise, ses enerji isinin büyük kısmı - özellikle beton gibi sert yüzeylerde - geri yansır. Böylece her hangi bir kaynaktan yayılan gürültüye maruz kalan alıcı sert bir yüzey yakınında ise, alıcının maruz kaldığı gürültü düzeyi artacaktır. Örneğin duvardan 0,5 m uzakta ölçüm alınacak olursa, ölçülen gürültü düzeyi 3 dB kadar artmaktadır (Özgüven, 2008).

2.5. Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Gürültü, Dünya Sağlık Teşkilatının “**Kişinin fiziksel, zihinsel ve sosyal yönden tam bir iyilik durumu**” şeklinde tanımladığı insan sağlığı için bir risk olması yanı sıra, insan hareketlerini engellemesi, ciddi bir stres ve rahatsızlık oluşturması sebepleriyle, kısaca “**istenmeyen ve sakıncalı ses**” olarak tanımlanmaktadır (Mavruk, 2005).

Gürültünün istenmeme özelliği; gürültünün akustik özelliklerinin yanı sıra kişilerin sağlık durumu sosyo-ekonomik durumu, yaşam tarzı, kültür ve eğitim düzeyi, yapmakta olduğu iş, gürültüye alışkanlığı, gürültü kaynaklarına ekonomik bağımlılığı gibi çeşitli yan faktörlere göre değişmektedir. Gürültünün insanlar üzerindeki olumsuz etkilerin dört ana başlık altında incelemek mümkün olup şu şekildedir (**Mavruk, 2005 ; Demir, Yerli, ve Müderrisoğlu, 2011**);

- Fiziksel etkileri: Gürültünün işitme duyusunda oluşturduğu olumsuz etkilerdir. Geçici ve kalıcı olarak iki ayrı bölümde incelenebilir. Geçici etkilerin en çok karşılaşılanı geçici işitme (duyma) eşiği kayması veya duyma yorulması olarak bilinen işitme duyarlılığındaki geçici kayıptır. Etkilenmenin çok fazla olduğu ve işitme sisteminin eski özelliklerine kavuşmada tekrar gürültüden etkilendiği durumlarda işitme kaybı kalıcı olmaktadır.

- Fizyolojik Etkileri: Bunlar vücut aktivitesindeki değişikliklerdir. Fizyolojik etkilerin başlıcaları; kas gerilmeleri, stres, kan basıncında artış, kalp atışlarının ve kan dolaşımının değişmesi, gözbebeği büyümesi, solunum hızlanması, dolaşım bozuklukları ve ani reflekslerdir.

- Psikolojik Etkileri: Gürültünün psikolojik etkilerinin başında ise; sinir bozukluğu, korku, rahatsızlık, tedirginlik, yorgunluk ve zihinsel etkilerde de yavaşlama gelir. Ani olarak yükselen gürültü düzeyleri insanlarda korku oluşturabilmektedir.

- Performans Etkileri: Gürültünün iş veriminin azalması ve işitilen seslerin anlaşılmasında gibi görülen etkileridir. Konuşmanın algılanabilmesi ve anlaşılabilmesi türünden fonksiyonların engellenmesi, büyük ölçüde ortamında etkisinde kalman arka plan gürültüsünün düzeyi ile ilgilidir. Gürültünün iş verimliliği ve üretkenlik ile ilgili etkileri konusunda yapılan çalışmaların ortaya koyduğu sonuçlara göre karmaşık işlerin yapıldığı ortamların sessiz, basit işlerin yapıldığı ortamların ise biraz gürültülü olması gerekmektedir.

Özetle, ortamda belli bir iş ya da fonksiyon için belirlenen arka plan gürültüsünün fazla olması durumunda iş verimliliği düşmektedir. Oluşturduğu olumsuz etkilere bağlı olarak gürültü düzeyleri bazı araştırmacılar tarafından şöyle derecelendirilmiştir (**Sabuncu, 1988 ; Şahin, 2007**);

- Derece : L = 30-65 dBA; Konforsuzluk, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, konsantrasyon ve uyku bozukluğu,

- Derece : L - 65-90 dBA; Fizyolojik tepkiler, kan basıncının artması, kalp atışı ve solunum hızlanması, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler,

- Derece : L = 90-120 dBA; Fizyolojik tepkilerin artması, baş ağrıları,

- Derece : L > 120 dBA; İç kulakta sürekli hasar ve dengenin bozulması,

- Derece : L > 140 dBA; Ciddi beyin tahribatı.

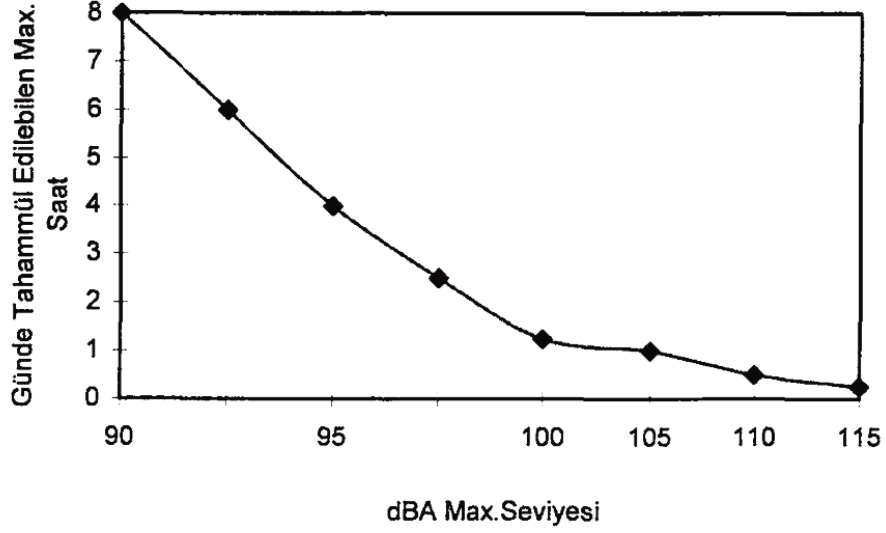
Gürültüye bağlı işitme kayıplarında gürültünün karakteri, süresi ve şiddeti önemlidir. Yapılan araştırmaya göre, insan kulağı 165 dBA şiddetinde bir sese 0.003 saniye, 145 dBA şiddetindeki bir sese ise 0.3 saniye süreyle kalıcı bir etki olmadan dayanabilmektedir. Bu şiddetteki sesin uzun sürmesi halinde kulak zarı yırtılmalarının, özengi kemiği çıkıklarının, orta kulakta kanamanın, iç kulakta tahriplerin ve ciddi beyin tahriplerinin olduğu pek çok araştırma sonuçlarında tespit edilmiştir. Örneğin, hamilelik döneminde gürültüye maruz bırakılan deneklerin ölü doğum oranının kontrol grubuna oranla çok daha yüksek olmaktadır (**Kumbay, 2006**).

İnsanların büyük bir bölümünün maruz kaldığı çevresel gürültüler insanlar üzerinde kalıcı işitme kaybı gibi büyük hasarlar vermese de, insanları psikolojik olarak etkileyip sinirlilik halinin olmasına ve özellikle geceleri düzenli uyuyamamaya sebep olabilmektedir. Örneğin, Matsumura ve Rylander tarafından İsveç' in Gothenburg şehrinde 1991 yılında yapılan bir çalışmada trafik gürültüsünün insanlar üzerindeki etkisi araştırılmış ve anket uygulanan kişilerin yüzde 56' sının trafik gürültüsünden çeşitli şekillerde rahatsızlık duyduğu belirtilmiştir, yine aynı çalışmada gürültüye karşı duyarlı olan insanların çalışırken veya kitap okurken müzik dinlemedikleri görülmüştür (**Mavruk, 2005**).

Çalışanların iş verimliliğini düşürmesi, dikkatlerini dağıtması ve iş kazalarına neden olabilmesi açısından gürültü, yöneticileri ve işçi kuruluşlarını yakından ilgilendirmekte, ulusal ekonomileri dolaylı olarak etkileyebilmektedir (**Köknel, 1991**). Bu kapsamda ABD Gürültü Kontrol Yönetmeliğinde işitme kaybına uğramamak için belli gürültü miktarına maruz kalma süreleri belirtilmiştir. Örneğin 8 saatlik çalışma süresi boyunca en fazla 90 dBA' lık gürültüye müsaade edilmektedir. Şekil 12' de

gösterilen “Walsh-Haeley” tarafından önerilmiş ve Şekil 12’ de gösterilen “En yüksek gürültü seviyesi gün boyunca maruz kalınabilecek en yüksek süre” eğrisi buna göre esas alınmıştır (Kumbay, 2006).

Şekil 12 : Walsh-haeley eğrisi



Kaynak: (Mavruk, 2005).

Gürültü kontrol yönetmeliğinde işitme kaybına uğramamak için belli gürültü düzeyine maruz kalma sürelerine uyulmadığını ve koruyucu önlemler alınmadığını göz önüne alınırsa, ülkemizdeki fabrikaların büyük çoğunluğunda insanlarımız gürültü sorununu yaşamaktadır. Örneğin bir tekstil fabrikasında gürültü düzeyinin 90-98 dBA arasında iken yapılan çalışmada, 110 işçiye uygulanan anket formlarında gürültüye bağlı olarak insanlar şu şikâyetlerde bulunmuştur (Kumbay, 2006);

Güçsüzlük, yorgunluk	%42
Sırt ağrısı	% 31
Ağız kuruluğu, kabızlık	%28
Yerinde duramama, dolaşma isteği	%28
Sinirlilik	%26

Uyku bozukluğu	%25
Baş ağrısı	%25
Hareketlerde yavaşlama	% 19
Dikkatsizlik	% 13
Kalp çarpıntısı	% 14

İster gürültü yapanlar, ister gürültüye maruz kalanlar olsun, hemen herkesin, mutlak bir sessizliğe özlem duyduğu anlar olmuştur. Ancak bunun sanıldığı kadar huzur verici bir durum olmadığını çeşitli araştırmalar göstermektedir. Araştırmaların gösterdiği gibi tam sessiz ortamlarda kendimizi hiç de iyi hissetmeyiz. Hoparlörlerin ve müzik aletlerinin ölçümlerinin yapıldığı gelişmiş akustik laboratuvarlarında sessizlik sağlanabilir. Tecrübe elemanları uzun süre böyle ortamlarda bırakıldıklarında, çoğu kendisinde sıkıntı hissetmiştir ve bir takım psikolojik rahatsızlıklar göstermiştir. Psikologların buna getirdikleri açıklama şöyledir; Mutlak sessizlik de insanlar için tabii olmayan bir durumdur. Sesler, çok önemli bilgiler ihtiva ederler. Yani bizler sesli bir dünyaya göre gelişmişizdir (**Tuna, 2005**).

Tam sessizlik, tabiatı yoktur. Kişi kendi yürüyüşünü, nefesini, sesini işitir. Tabii ses cümbüşüne rüzgârın, ağaç yapraklarının, yağmur damlarının hışırtısı; kuş cıvıltıları ve akarsuların sesleri de dâhildir. Yani insanlar sesli bir çevreye adapte oldukları için çok sesiz bir ortamda da psikolojik olarak rahatsızlık duyup tedirginleşir. Bazı kaynaklarda insanların belli gürültü düzeylerine adapte olduğu belirtilmektedir ve bu durum şu şekilde açıklanmaktadır. Gürültüleri kulağımızla duymamazlık etsek de beynimizde susturabilmeyi becerebiliriz. Gürültülü akarsu yanında yaşayan bir çiftçi, bir zaman sonra akarsuyu bilinçli şekilde işitmez. Ama ona gelen misafir ilk gecelerde sürekli olarak uyanır; çünkü bu gürültü onun için doğal değildir ve onu devamlı şekilde uyarmaktadır. Aynı olayı demiryolu yakınlarında oturanlar da görebiliriz; Geceleri belli bir düzende geçen trenlerin gürültüsüne o kadar alışmışlardır ki, uykularını deliksiz bir biçimde sürdürebilirler. Ancak onların da uykularını zamanı değişmiş bir tarifersiz tren bozabilir. Sonuç olarak gürültü insan sağlığına zararlı olduğu için istenmiyor ise de çok sessizlikte insanları huzursuz ettiği için istenmemektedir (**Özmen, 2014**).

2.6. Gürültünün Kontrol Altına Alınması

Gürültü kontrolü; Meydana getirilen gürültünün azaltılması, gürültüye maruz kalanlara ulaşmasının önlenmesi, maruz kalanların korunması ile mümkündür. Sanayide, toplumda veya ev ve iş yerinde gürültü kontrolü söz konusu olduğu zaman bu üç faktörün göz önünde tutulması gereklidir. Gürültünün kontrolü bir ses kaynağından yayılan gürültü niteliğine sahip sesleri, a) kabul edilebilir düzeylere indirmek, b) akustik özelliğini değiştirmek veya etki süresini azaltmak, c) hoşu giden ve daha az rahatsız eden bir başka ses ile maskeleyerek gibi yöntemler ile sakıncalı etkilerini tamamen veya kısmen yok etme sürecidir. Gürültü kontrolü için benimsenen yöntem üç şekildedir **(Yerli, 2012);**

- a) Yeterli bir kontrol sağlaması
- b) Ekonomik olması
- c) Uygulanabilir olması gereklidir.

2.6.1. Endüstride Gürültü Kontrolü

Birçok sanayi kuruluşunda yapılmış olan gözlemler, sesin azalmasıyla birlikte ürün veriminin ve niteliğinin yükseldiğini göstermiştir. Günay (2005)' e göre Paris' te Profij Boyen' in yaptığı çalışmalarda ses gücünün düşürülmesiyle bürolarda çalışanların iş veriminin yüzde 90 arttığını göstermesi bu gözlemleri desteklemektedir **(Günay, 2005).**

Ülkemizde bulunan fabrikaların büyük çoğunluğu gürültü problemi göz önünde bulundurulmadan yapılmış olduğundan sonradan alınan gürültü önlemleri yetersiz olmakta ve buralarda çalışanlar müsaade edilen gürültü düzeyinin üzerindeki gürültülere maruz kalmaktadırlar. Gürültü sorununun önlenmesi için gürültülü yerlerde çalışanların korunabilmesi amacıyla şu önlemler alınabilir.

2.6.1.1. Teknik önlemler

Teknik önlemler her şeyden önce titreşim ve titreşim tekniği ve akustik alanında geniş bilgi ve görgüleri gerektirir. Bu konuda başarı kazanmak için Çevre Mühendisleri ve Şehircilerin birlikte çalışmaları gerekmektedir. Bir fabrikanın gürültüsünün mümkün

olduğu kadar az ve çalışma koşullarına uygun olması için, fabrikanın yapı tarzı ve işletmelerde kullanılan makineler çok önemlidir. Yani inşa edilecek olan fabrikalar, gürültü problemi göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Yapım maliyetinin izin verdiği ölçüde koridorlar geniş ve sesi yansıtmayacak malzemelerden yapılması zorunludur. Gürültü kontrolü için dikkat edilmesi gereken diğer bir husus ise, makinelerin bölümlere yerleştiriliş tarzıdır. Gürültü düzeyi çok yüksek olan makineler bölümlere yerleştirilirken birbirine çok yakın olmamalı ve mümkün olduğu kadar köşelere ve duvarlara uzak konmalıdır. Düşük frekans titreşimlerine sahip olan makineler ise mutlaka titreşim izolatörleri üzerine veya zeminler üzerine monte edilmelidir (Yerli, 2012) ;

- Daha az gürültü yapan teknikler seçilmeli,
- Makinelerin ayan, bakımı, yağlanması periyodik olarak yapılmalı,
- Ses yayılmasının azaltılması sağlanmalı,
- Mekanik titreşim üreten makineler özel titreşim sönümleyici malzemeler üzerine monte edilmeli,
- Gürültü seviyesine bağlı olarak çalışma süresi ayarlanmalı,
- İmalathane ve atölyelerin dış duvarlarında yer alan pencere, kapı ve elemanlarının çok iyi ses izolasyonunun yapılması.

2.6.1.2. Tıbbi nlemler

Gürültülü yerlerde çalışacak işçilerin işe alırken genel sağlık muayeneleri yapılmalı, özellikle duyma eşikleri ölçülerek iç kulak arızası bulunanlar, dolaşım ve sinir sisteminde önemli arıza saptananlar gürültülü işlerde alınmamalıdır. Alınmış olanlarında yerleri değiştirilmelidir. Gürültülü işlerde çalışan işçilerin sağlık muayeneleri periyodik olarak yapılmalıdır.

2.6.1.3. Yasal nlemler

Yukarıda ayrıntısı verilmiş olan Gürültü Kontrol Yönetmeliği 11.Md.' sine göre; işitme sağlığı açısından kabul edilebilir en yüksek gürültü seviyeleri için Tablo 6' da verilen değere uyulmalıdır.

Tablo 6 : İşitme sağlığı açısından kabul edilebilir en yüksek gürültü

Gürültüye maruz kalınan süre (Günde)	Maksimum Gürültü Düzeyi (dBA) .
7.5 saat	80
4 saat	90
2 saat	95
1 saat	100
0.5 saat	105
0.25 saat	110
1/8 saat	115

Darbe gürültüsünün üst düzeyi ise 140 dBA'yı aşamayacaktır.

Kaynak: (Tuna, 2005).

İşyerlerinde tavsiye edilen gürültü seviyelerinin aşıldığı, gürültü ve titreşimlerin kaynağında azaltılması için teknik imkanların yetersiz olduğu durumlarda, işveren işçilere iş kanununun ilgili maddelerinde tarif edilen koruyucu giysiler ve gereçler sağlamakla yükümlüdür.

2.6.2. Trafik Gürültüsü Kontrolü

Gürültü kaynaklarının en önemlilerinden biri de trafik gürültüsüdür. Trafik gürültüsü, hava alanları ve demiryollarından daha çok etki alanına sahiptir. Karayolu taşımacılığının günden güne artması, çeşitli kara nakil vasıtalarının büyük ölçüde kullanılması, trafik gürültüsünün şiddetini arttırmıştır. Aşırı gürültünün bugünkü uygarlığın bir sonucu olduğunu ve bunun zararları ile bazı genel çarelerini belirtmek gerekmektedir, özel araçlara ve makine çalıştıranlara ceza kesmenin ve tedbir almaya zorlamanın yanında devletin ve kamu kuruluşlarının da gürültüyü azaltmak için çaba harcaması zorunludur.

Trafik gürültüsünü azaltmak yapılacak ilk iş; taşıt araçlarının gürültüsünü kaynağında azaltma çaresidir. (Yerli, 2012).

Otoyolların civarında yapılan yeşil sahalar sadece gürültüyü önlemekle kalmamakta, ayrıca havayı da temizlemektedir. Yol kenarlarına daha az büyüyen bitkiler, dışarıya doğru ise daha yüksek ağaçlar dikmek suretiyle meydana getirilen alanlar gürültüyü kesmek için son derece faydalıdır. Kentlerde trafik gürültüsünü rahatsız etmeyecek düzeye indirebilmek için alınabilecek belli başlı önlemler şunlardır (TCCVOB, 2015);

- Susturucu takılarak gürültüsüz araç kullanımının sağlanması ve trafik muayenelerinde araçlara susturucu takma zorunluluğu getirilmesi,

- Sürücülerin eğitim seviyelerinin yükseltilmesi,

- Şehir trafiğine giren araç sayısının azaltılması için merkeze girmeden transit geçişlerin çevre yollar ile sağlanması, toplu taşımacılığın artırılarak özel araçların trafiğe çıkışlarının azaltılması ve özellikle standartların aşıldığı kentlerde araba yaşının belirlenmesi,

- Kent içerisinde gürültüsüz toplu taşımacılığın geliştirilmesi (Metro sistemi gibi),

- Tüm taşıma araçları yerleşme yerlerinde, bu yerlere yaklaşırken ve bu yaklaşırken ve bu yerlerden uzaklaşırken hızlarını azaltmalıdır, yeşil dalga sistemi gibi,

- Araçların belli hız limitlerine uymaları ve kentin hassas noktalarında ağır vasıta kullanımının sınırlandırılmasının yaygınlaştırılması,

- Araçların teknik bakımlarının aksatılmaması,

- Karayollarının iki yanına ağaç dikilmesi ya da çevrenin estetiğine uygun gürültü duvarlarının yapılması ile yeni oto yollarında gürültü perdeleri ve yerleşim alanlarında bina yaklaşım sınırlarının belirlenmesi,

- Yol kaplama malzemelerinin seçiminde en az sese neden olabilecek malzemelerin seçimi, sık sık yol yapımını gerektirmeyecek önlemlerin alınması,

- Konutlar yapılırken gürültü izolasyonu yapılması ses geçirmeyen yapı malzemelerinin kullanılması,

- Trafik ışıklarının, durakların düzenlenerek ulaşımda duraklamının azaltılması, yeni yollar ile trafik yoğunluğunun yerleşim alanlarının dışına kaydırılması,

- Ulaşım kurallarının sıkı bir şekilde denetlenmesi,

- Gürültü kontrol yönetmeliği çeşitli gürültü kaynakları için değişik sınırlamalar getirdiği gibi, motor taşıtlar için şu sınırlamalar getirmiştir.

2.6.3. Gürültü Kontrolünde Diğer Önlemler

Teknoloji ve mekanizasyonun gelişmesi, çalışanları giderek artan biçimde gürültünün sakıncalarıyla karşı karşıya bırakmaktadır. Gürültü, istenmeyen, rahatsız edici ses olarak tanımlandığı için sağlığa zarar verecek düzeyde olmasa bile rahatsız edici Özelliğinden dolayı yok edilmeli ya da azaltılmalıdır. Bir gürültünün rahatsız ediciliği, gürültünün fazlalığından, cinsinden ya da değişkenliğinden kaynaklanabilmektedir. Endüstriyel gürültünün azaltılma nedeni, rahatsız etmesinin ötesinde sağlığa zararlı olmasından kaynaklanmaktadır.

Gürültü yalnız işyerlerinde değil, son zamanlardaki yoğun kentleşme ve hızlı sanayileşme nedeniyle günlük yaşamımızda da sorun olmaktadır. Çağımızda, tüm insanların bir sorunu haline gelmiş olan gürültüye karşı önlem almak gerekmektedir. Bu amaçla, gürültü, doğru bir biçimde ölçülmeli, değerlendirilmeli ve gerekli önlemler vakit geçirilmeden alınmalıdır.

Bir işyerindeki gürültü, yüksek sesle konuşmaların işitilemediği bir düzeye erişmişse, koruyucu önlemleri gerektirecek bir gürültü düzeyinden söz edilmektedir. İlk yapılacak iş, ortam gürültüsünü ölçmektir. Ses düzeyi ölçerlerle yapılan işyeri gürültü değerlendirmeleri, belli tekniklerle gerçekleştirilmektedir. Gürültü ölçümleri işyerinde çok sayıda noktada yapılmakta ve daha sonra belirlenen eş gürültü düzeyine sahip olan noktalar birleştirilmektedir. Yapılan ölçümlerin sonunda işyerinin bir gürültü haritası çıkarılmaktadır. 1/20 000 veya 1/50 000 ölçekli olabilen haritalar, bilgisayar yardımıyla kolaylıkla elde edilebilmektedir. Gürültü haritalarıyla işyerindeki yerleşim planı üzerinde gürültünün dağılımı gösterilmekte, hangi bölgede uyarı levhası ve hangi bölgede kulak tıkacı kullanılması gerektiği belirtilmektedir.

Gürültüye karşı alınabilecek önlemler şu şekilde özetlenebilmektedir (**Özgülven, 2008**);

1. *Gürültüyü Kaynağında Önlemek*: Gürültü yapan makina ve sistemlerde susturucu kullanılması, gürültüye neden olan parçaların yenilenmesi, bakım ve yağlama hizmetlerinin devamlı ve düzenli yapılması, titreşen yüzeylerin, titreşim sönümleyici malzemeyle kaplanması gibi önlemler gürültüyü kaynaktan kesebilmekte ya da düzeyini düşürebilmektedir. Gürültüyü kaynağında önlemek, özellikle mühendislik işlemlerini

gerektirmektedir ve daha işlemin tasarım aşamasında ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

2. *Gürültünün Yayılmasını Önlemek:* Gürültünün kaynağını ses yalıtıcı ve yutucu malzemelerden yapılmış bölmelerin içine yerleştirmek yararlı olmaktadır. Büro bölmelerinin çoğu 20 ile 25 dB arasında bir gürültü yalıtımı sağlamaktadır. Hafif madenden yapılmış bir bölme, gürültüyü 15 desibele kadar düşürebilmektedir. Çimento veya tuğladan yapılmış kalın duvarlı bir bölme ise gürültüyü yaklaşık 35 dB azaltabilmektedir.

Gürültü geçirgenliğini azaltmak için, duvarlar ses emici malzemeyle kaplanmalıdır. Bu arada, bina içinde ses emici ara bölmeler, duvarlara yerleştirilecek delikli karo kaplamalar, tavandan sarkıtılmış sesleri emici levhaların kullanılması olumlu etkiler sağlayabilmektedir.

Makinayla taban arasına amortisör yerleştirmek, makinaların yerleştiği tabanı titreşimi azaltan esnek bir malzemeyle, örneğin kauçukla kaplamak; titreşimli makinaların oturduğu beton zemini yer yer kurşun veya asfalt plakalara bölmek gürültüyü önemli ölçüde azaltmaktadır. Gürültülü makinaları olanaklar ölçüsünde bir araya getirip, diğer bölmelerle bağlantısı olmayan bağımsız bölmelere yerleştirmeli ve sessiz çalışma gerektiren yerlerden uzaklaştırılmalıdır. Gürültünün sınır değerlerde olduğu hallerde (90 dB üstünde) genellikle bina içi önlemler yeterli olabilmektedir.

3. *Gürültünün Kişiyeye Zarar Vermesini Önlemek:* Bütün önlemlere rağmen, işyerindeki gürültü düzeyinin 80 dB dolaylarına yükseldiği durumlarda, çalışanlara kulak koruyucuları kullanarak gürültüden korunmaları sağlanmalıdır. İyi bir kulak koruyucusu gürültüyü 25 - 40 dB kadar indirebilmektedir. Tüm bu önlemler alınmıyor veya alındığı halde gürültü yeterince azaltılamıyorsa, çalışma süresi mümkün olduğu kadar kısa tutulmalı, yeterli dinlenme aralıkları verilmeli ve işçilerin değişmeli çalıştırılarak gürültüden daha az etkilenmeleri sağlanmalıdır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gürültü Ölçüm Prosedürleri

3.1.1. Genel Bilgiler

Gürültü kontrolünde gürültü ölçümleri önemli bir yer tutmaktadır. Gürültü ölçümlerinde amaç, gürültü kaynağını bulmak veya belli bir noktadaki gürültü düzeyini saptamaktan, gürültünün frekans dağılımını bulmaya ya da darbe gürültüsünü saptamaya kadar çok çeşitli olabilmektedir. En çok yapılan ölçüm, istenilen bir yerdeki gürültü düzeyinin saptanmasıdır. Bu tür ölçümler genellikle, çevre gürültüsünün standartlara uygunluğunu ya da bir işyerindeki gürültü düzeyinin istenen sınırlar içinde olup olmadığını kontrol etmek için yapılmaktadır (**Özaslan ve ark., 2001**).

Bir çevrede yayılan ses enerjisinin niceliği konusunda yargıya varabilmek, öncelikle kaynağa ilişkin referans gürültü düzeylerinin belirlenmesine bağlı olmakla birlikte; sesin kaynaktan kullanıcıya ulaştığı ortamın fiziksel özelliklerinin de, ses dağılımına etkileri yönünden incelenmesini gerektirmektedir. Çevre faktörleri o kadar çok ve çeşitlidir ki, bir modelde tümünün birden etkisini düşünmek çoğu kez imkansızdır. Ölçüm üzerinde etkili olabilen bu faktörlerden çevresel etkiler şunlardır (**Özgüven, 2008**);

1- Rüzgar: Mikrofonun etrafındaki rüzgar birçok konu dışı ses oluşumuna neden olabilmektedir. Bu tıpkı kulakta oluşan rüzgar uğultusu gibi bir ses çıkarmaktadır. Bu sesi azaltmak için mikrofonun etrafına özel bir sünger kaplamak faydalı olabilmektedir. Bu aynı zamanda mikrofonun tozdan, kirden ve mekanik darbelerden korunmasına yardımcı olmaktadır.

2- Nem: Yüzde 90' a kadar nem oranı, ses düzeyi ölçer ve mikrofon üzerinde pek önemsenir bir etki yapmamaktadır. Ancak cihazı toz, kar ve benzeri maddelerden korumak gerekmektedir. Bir rüzgâr koruyucu her zaman mikrofon üzerine yerleştirilmelidir. Rüzgâr koruyucu çok ıslansa bile, ölçümler hala doğruluğunu korumaktadır. Ancak, uzun süreli kullanımda nemli ortamlarda özellikle dış mekan mikrofonları kullanılmalıdır.

3- Sıcaklık: Pek çok ticari tip ses düzeyi ölçerler -10 ila +50 °C arasındaki sıcaklık derecelerinde ölçüm yapabilmektedirler. Ancak ani sıcaklık değişimlerine karşı mikrofonu korumak gerekmektedir. Çünkü bu durum mikrofon üzerinde su buharı yoğunlaşmasına neden olabilmektedir.

4- Ortam Basıncı: Atmosfer basıncındaki \pm % 10' luk değişiklikler mikrofon hassasiyeti üzerinde \pm 0,2 dB' den daha az bir etkiye neden olmaktadır. Ancak, ani yükselmeler hassasiyeti bundan daha fazla etkileyebilmektedir, özellikle yüksek frekanslarda, enstrümanlar pistonfonla ayarlanıyorsa, atmosfer basıncı için bir kontrol şarttır.

5- Titreşim: Mikrofon ve ses düzeyi ölçer titreşime karşı hassas olmamakla beraber, onları yüksek dozda titreşimden ve şoktan uzak tutmak her zaman için faydalıdır. Cihazı sünger veya izole etmek için kullanılan bir madde ile kaplamak, yüksek titreşim koşullarında faydalı olmaktadır.

6- Manyetik Alan: Elektrostatik ve manyetik alanların ses düzeyi ölçer üzerindeki etkileri yüksek düzeyli olmamak koşuluyla pek fazla önemsenmemektedir.

Bunlardan başka; uzaklık, engeller (ses kırıcılar), ses yansıtıcı yüzeyler, zemin cinsi ve bitki örtüsü ile ağaç grupları ölçüm üzerinde etkili olabilecek parametreler arasında sayılabilmektedir. Ses dalgaları, yayılma sırasında bu faktörlerin etkileriyle yansıma, saçılma, kırılma gibi olaylara uğrayabilmekte ve ses düzeyleri kaynaktan uzaklığa bağlı olarak artmakta veya azalabilmektedir. Gürültü kontrolü işlemlerinde, bu faktörlerin ses azaltıcı etkilerinden yararlanılarak yeni tasarımlara gidilebilmektedir. Sesi ölçerken, ölçülen büyüklüğün niteliğini bozmamak için tedbir alınmalıdır. Sadece aletin gövdesi ve operatörün varlığı, verilen yönden gelen sesi bloke etmekle kalmamakta, aynı zamanda ölçümün yanlış çıkmasına neden olabilecek yansımalara yol açabilmektedir. Yapılan deneyler, ölçümlerin insandan 1 metreden daha az bir mesafede yapıldığında, vücudun neden olduğu 400 Hz civarındaki frekans yansımalarının 6 dB' e kadar hataya neden olabileceğini göstermiştir (Özguven, 2008).

Ses Ölçerin gövdesinden yayılan yansımaları en aza indirmek için, genellikle konik şekil verilmektedir. Yine de daha kesin ölçüm için bazı aletlere uzatma çubuğu yerleştirilmesi yararlı olabilmektedir. Dış uzatma kabloları da mikrofonu uzaklaştırmayı

sağlamaktadır. Aleti bir kol boyu uzakta tutmak da faydalı olabilmektedir. Ses düzeyi ölçmeleri, ölçümlerin amaçlarına göre (**Kumbay, 2006**);

- Çevre gürültüsü ölçmeleri,
- İşitme korunumu ölçmeleri,
- Ses yalıtımı ölçmeleri

olarak üç gruba ayrılabilir.

Çevre gürültüsü ölçmeleri ses yayılımı açısından farklılık gösteren iki ayrı ölçekte ele alınmakta olup bunlar şu şekildedir (**Kumbay,2006**).

1. Kaynağın ses üretimi ölçmeleri,
2. Kaynaktan ses yayılımı ölçmeleridir.

Ses üretimi ölçmeleri, gürültü kaynağından üretilen ses enerjisinin, çevre faktörlerinin etkisini elimine edebilecek belirli bir uzaklıktaki değerinin belirlenmesine yöneliktir. Bu tip ölçmeler, kaynağın yapısına ve işlem moduna bağlı olan ses düzeylerinin, gürültü yönetmeliklerinde verilen limitlere uygunluğunun kontrolü ve alınabilecek tedbirleri belirlemek için yapılmaktadır. Ses yayılımına ilişkin ölçmeler ise; bir gözlemlerde bir veya birden çok kaynağın meydana getirdiği ses düzeyinin, çevresel faktörlerin değişimi de hesaba katılarak belirlenmesi ve bu değerlerin insan ve toplum sağlığı açısından konulmuş ölçütlerle karşılaştırılması amacıyla yapılmaktadır. Genel olarak gürültü ölçümlerinde aşağıda belirtilen ilkeler uygulanmalıdır (**Özguven, 2008**);

- Problemin doğru tanımı, ölçümlerin amacının belirlenmesi,
- Uygun ölçüm sisteminin seçimi, kısa ve uzun süreli ölçüm sistemleri, anında değerlendirme veya yapılan kayıtların laboratuvarlarda değerlendirilmesi,
- Uygun ölçme düzeninin kurulması, uluslararası standartlara uygun ölçüm araç ve gereçlerinin kullanılması,
- Doğru kalibrasyonun yapılması, bir referans sinyaline göre mikrofon duyarlılığının kontrolü,

- Ölçümlerin istenen doğruluk derecesiyle yapılmasıdır.

Gürültünün sahip olduğu akustik enerji ve ses basıncı ise iki yöntemle belirlenmekte olup bunlar şu şekildedir (**Özgüven,2008 ; Keskin, 2008**);

- Kuramsal Yöntemler: Analitik yöntemler, tasarım grafikleri ve bilgisayar simülasyonlar,
- Deneysel Yöntemler: Yerinde veya özel olarak kurulmuş test odalarında elektro- akustik araçlar yardımıyla yapılan ses ölçmeleridir.

Test odalarında yapılan ölçümlerde amaç, genellikle ses kaynağının ses yayma özelliklerinin bulunması ya da kaynağın ses gücü düzeyinin belirlenmesidir. Endüstriyel gürültü kontrolü için daha çok kaynağın bulunduğu ortamda ölçüm yapmak gerekmektedir. En çok yapılan ölçüm, ses düzeyinin saptanmasıdır. Ses düzeyinin ölçümü için her banttaki ses basıncı düzeyini bulup, ağırlık eğrisini kullanarak, ağırlıklanmış toplam ses basıncı düzeyini hesaplamak yerine; bu amaç için geliştirilmiş ses düzeyi ölçerler kullanarak istenilen bir noktadaki ses düzeyi doğrudan ölçülebilmektedir.

Ses düzeyi ölçerlerin basit ve gelişmiş tipleri vardır. Basit tipleri, genel amaçlı olarak pratikte çok fazla kullanılırlar. Amaç, istenilen noktalardaki ses düzeyini 1 dB ya da 0,5 dB hassasiyetle ölçmektir. Bu tip cihazların kullanımları basittir ve hızlı ölçüm için uygundur. Hassas türlerde ölçüm hassasiyeti 0,1 dB' dir. Gelişmiş tiplerin darbe tipi gürültüleri ölçmekten, sesi çeşitli frekans bantlarında filtre etmeye kadar birçok değişik özellikleri olabilmektedir. Ayrıca eşdeğer sürekli gürültü düzeyini ve ses etkilenim düzeyini de doğrudan ölçebilen ses düzeyi ölçerler bulunmaktadır (**Öztürk, 1998**).

Ses düzeyi ölçer seçiminde önemli olan, amaca uygunluktur. “Endüstriyel tip” olarak da isimlendirilen basit türlerle hassas ölçüm yapmanın ya da darbe gürültüsü ölçmenin olanaksızlığı yanında; “hassas tip” adı verilen ve birçok değişik özelliği olan bir cihazın günlük kontrol ölçümlerinde kullanılmasının gereksizliği de vurgulanmaktadır. Ancak unutulmaması gereken, ses düzeyi ölçerlerin ölçümlerden önce kalibre edilmeleri gereğidir. Çok değişik çeşitleri olan bu cihazların hangi türlerinin, nerede ve nasıl kullanılacağı deneyim ve kimi zaman uzmanlık isteyen bir

konudur. Genelde sorun, yalnız uygun cihazın seçimi değildir. Uygun mikrofonun nasıl seçileceğinin, mikrofonun cinsine göre gürültü kaynağına yöneltilme şeklinin ve özellikle gelişmiş cihazlarda bulunan ayarların ne şekilde kullanılacağına (örneğin, ne tür gürültüde “hızlı” ayarının kullanılacağına, ne zaman “yavaş” ya da “darbe” ayarlarının kullanılması gerektiğinin) ve benzeri noktaların iyi bilinmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, endüstriyel tip basit ses düzeyi ölçerlerle gürültü düzeyi ölçümlerinde; cihazı gürültü kaynağına yönlendirmek, ölçen kişiden olabildiğince uzakta tutmak, cihazın mikrofonu yakınında normalde orada olmayan sesi yansıtıcı ya da yutucu yüzeylerin bulunmamasına özen göstermek gibi birkaç kuralı uygulamak yeterli olabilmektedir. Güvenilir ve hassas ölçümler için aşağıdaki kuralları uygulamak gereklidir (Öztürk, 1998 ; Şahin, 2007);

- Her şeyden önce eldeki cihazın pillerinin yeterli güçte olup olmadığı kontrol edilmelidir,
- Ölçümlerden önce cihaz kalibre edilmelidir,
- Kullanılan cihazın tipi, numarası vb. özellikleri bir yere not edilmelidir (özellikle değişik ölçüm cihazları bulunuyorsa),
- Ölçüm yapılan ortamın atmosferik özellikleri saptanmalıdır (atmosfer basıncı, sıcaklık, nem oranı, dışarıda ölçüm yapılıyorsa rüzgâr hızı ve yönü gibi),
- Ölçümün yapıldığı yerin bir planının çıkarılması, ölçüm noktalarının ve çevredeki yansıtıcı ve yutucu yüzeylerin plan üzerinde işaretlenmesi son derece yararlıdır. Yapılan ölçümlerin çevredeki yüzeylerden ne denli etkilenmiş olabileceğine karar verebilmek için böyle bir planın bulunması gereklidir,
- Bir gürültü kaynağının gürültüsü ölçülecekse, önce söz konusu kaynak çalışmadan, ölçüm noktasındaki arka plan gürültüsünün ölçülmesi gerekir. Böylece, asıl ölçüm değerlerinin arka plan gürültüsünden ne denli etkilendiği belirlenebilir. Eğer arka plan gürültüsüyle asıl ölçüm değerleri arasında 10 dB ya da daha fazla fark varsa; yapılan Ölçüm 0,5 dB hassasiyetle geçerlidir. Aradaki fark 10 dB’ den daha azsa, söz konusu kaynağın gürültüsünü saptayabilmek için, asıl ölçümden arka plan gürültüsünün çıkarılması gereklidir,

- Kullanılan cihazın özelliklerine ve ölçülecek gürültünün türüne göre doğru ayarlar seçilmelidir.

Basit ses düzeyi ölçerlerle yapılacak ölçümlerle yalnız ses düzeyi ve bunun değişik şekilleri saptanabilmektedir. Ölçülen sesi oluşturan harmoniklerin frekans dağılımları konusunda hiçbir bilgi elde edilememektedir. Amaç gürültü düzeyinin saptanması, standartlarla karşılaştırılması ya da sağlığa zararlı olup olmadığının araştırılması ise; yalnız ses düzeyinin ölçülmesi yeterli olmaktadır. Ölçüm sonucunda gürültünün fazla olduğuna ve azaltılması gerektiğine karar verirse, o zaman yalnız ses düzeyini bilmek yeterli olmamaktadır. Aynı gürültü düzeyindeki iki ayrı ses çok farklı frekansa bağlı olduğundan, uygulanacak gürültü kontrolü yöntemine karar vermeden önce gürültünün frekans dağılımını bilmek gerekmektedir. Bu da frekans analizi (spektrum analizi) ile sağlanabilmektedir. Frekans analizleri oktav bant filtre seti kullanılarak yapılmaktadır (Şahin, 2007).

3.1.2. Ölçümün Yapıldığı Nokta ve Yerler

Sesin kaynağı eğer boşlukta asılı haldeyse ve etrafında sesi yansıtan ya da engel bulunmuyorsa meydana gelen ses küresel olarak yayılır. Sesi yansıtan kaynağa yakın olan nesne geniş ve yansıtıcı bir özellikte ise ses yine küresel olarak yayılır ancak daha da güçlenir. Dolayısı ile sesin kaynağının etrafındaki nesnelere sese yön vermekte ya da yayılımına etki etmektedir. Bundan dolayı ölçümlerin yapıldığı yerlere sese yön veren etkileycilerin olmadığı serbest yerlerden seçilmelidir.

3.1.2.1. Ses Düzeylerinin Ölçülmesi

Sesin şiddetini ölçmeye yarayan aygıtlara ses düzeyi ölçer ya da sanometre denilmektedir. Ses düzeyi ölçerler sesin şiddetini desibel olarak ölçerler. Genellikle ses düzeyi ölçerlerde A, B, C ve D olmak üzere dört elektronik şebeke mevcut olup, sesin şiddetinin insan kulağı tarafından algılandığı gibi ölçülmesini sağlamaktadırlar. A şebekesi alçak ses basınç düzeyleri (55 dB' in altı) için tanımlanmış olmakla birlikte, son zamanlarda hemen tüm ölçümlerde kullanılmaktadır. B şebekesi orta (55-85 dB), C şebekesi ise yüksek (85 dB' in üzeri) basınç düzeyleri için geliştirilmiş olup, D şebekesi ise hava araçlarının gürültü ölçümleri için düzenlenmiştir. Diğer yandan A ağırlıklı

şebeke, insan kulağının duyumuna en yakın karşılığı verdiği için, gürültünün sağlık üzerindeki etkileri araştırılırken çoğunlukla tercih edilmektedir. Kullanılan ağırlıklandırma şebekesine göre ölçüm sonuçları belirli çarpanlar uygulanarak düzeltilmekte ve cihaz göstergesine verilmektedir. Böylece mikrofon tarafından algılanan ses basıncı düzeyi, ses düzeyine dönüştürülmüş olmaktadır. Bazı ses düzeyi ölçerler ayrıca herhangi bir ağırlıklandırma işleminin yapılmadığı doğrusal (lineer) bir ölçme konumuna da sahip olabilmektedirler (**Şahinkaya, 2005**).

Ses düzeyi ölçerler ölçtüğü gürültü düzeyi, gürültü kaynağının ses basınç düzeyi değildir. Ses düzeyi ölçerler ekranında görüntülenen değer, genellikle bir RMS devresi çıkışından alınmaktadır. Bu işlem özel bir çeşit matematiksel ortalama alma tekniğidir. Çünkü sinyalin RMS değeri, sesin içerdiği enerjiyle doğrudan ilişkilidir. Bunun yanı sıra ölçüm büyüklüğüne ait değerlerin göstergede sürekli tutulması da sağlanabilmektedir. Ses düzeyi ölçeri, bir mikrofon, ön yükseltici, aşırı yük seçici, ağırlıklandırma şebekesi, filtreler, yükselteç, RMS devresi, zaman sabiti, tutma devresi ve göstergelerden oluşmaktadır. Bu cihazların taşınabilir olması, çalışanların kulaklarına gelen gürültü etkisini gün boyu ölçmeye de olanak sağlamaktadır (**Öngel, 2009**).

Mikrofon, atmosferdeki ses basıncı düzeyini elektrik sinyallerine orantılı olarak çevirmektedir. Mikrofon tarafından ölçülen ses düzeyi pozitiften negatife salınım yapabilmektedir. Bu yüzden oluşan dalganın hem pozitif hem de negatif kısımlarının pozitif sonuç vermesi sağlanmaktadır. Fakat yüksek frekanslarda genlik değişmektedir. Kararlı bir düzey elde etmek için “ortalama” okuma, bir zaman sabiti üzerinden gerçekleştirilir. Daha sonra ortalama sinyalin karekökü, ortalama okunan değer RMS değerini oluşturur. Özel olarak geliştirilen cihazlar, ortalama büyüklük yerine büyüklüğün tepe değerini gösterecek şekilde tasarlanabilmektedir.

Tercih edilen ortalama zaman sabiti “yavaş” için 0,9 saniye, “hızlı” için 0,125 saniyedir. Bu durumda daha düşük oranlardaki ses düzeyi değişimleri fark edilebilmektedir. Normal olarak hız, ölçülen gürültünün türüne göre seçilmelidir. Eğer “hızlı” konumda ölçüm yapılacaksa, durgun sürekli gürültüler ölçülebilir. “Yavaş” konumda ise değişim gösteren gürültüler ölçülebilmektedir. Fakat önerilen ölçümlerin her iki kademedeki yapılmasıdır. Eğer “hızlı” durumda gürültüdeki değişimler 6 dB ise, ortalama okuma, “yavaş” hızdaki okumalarla paralellik göstermektedir.

Zaman sabiti veya tepki zamanının seçimi, farklı ses düzeyi ölçerlerine göre değişmektedir. Ortalama olarak insan kulağının tepki zamanı 200 milisaniyedir. 200 veya 120 milisaniye gibi daha az seviyeler genellikle standart veya hızlı diye tanımlanmaktadır. Ayrıca çoğu ölçü aleti 500 milisaniye tepki zamanı ile yavaş ölçümü de sağlamaktadır. Bu da hızlı konumda ölçülen ses düzeyinde dalgalanmalar olduğunda yararlı olmaktadır. Aslında skalada okunan değer hızlı ve yavaş konumlarda aynıdır. Mikrofonlar; ses işaretlerini, elektriksel sinyallere dönüştüren aygıtlardır. Ses düzeyi ölçerlerde üç tip mikrofon kullanılmaktadır (**Başaran, 1981**):

Seramik mikrofon: Diyaframa tutturulan piezo elektrik özelliğe sahip seramik eleman, diyafram hareket ettikçe uçlarında elektriksel gerilim oluşturmaktadır. Keramik mikrofonlar, çok ekonomik fiyatlara iyi ve güvenilir bir performans sunarlar. Bu yüzden endüstriyel ses düzeyi ölçerlerde sıklıkla kullanılmaktadırlar. Büyük sıcaklık ve nem değişmelerinden etkilenmemektedirler.

Kondansatör mikrofon ya da elektrostatik mikrofon: Kondansatör mikrofonun diyaframı, paralel levhalı bir kondansatörün bir levhasını (elektrodunu) oluşturmaktadır. Kondansatör levhalarının uçlarına, bir doğru gerilim uygulanarak kutuplandırılmaktadır. Böylece, kondansatör mikrofon diyaframı, sabit levha karşısında hareket edince, uçlarında bir gerilim üretmektedir. Diyafram hareketi gayet azdır. Kondansatör mikrofonlar, mümkün olan en yüksek performansı sunmaktadır. Fakat fiyatlarının yüksek olması, kullanımlarını sınırlamaktadır.

Dinamik mikrofon: Diyafram, mıknatısın yakınına yerleştirilen ses bobinine tutturulmaktadır. Ses dalgasının etkisiyle diyaframla birlikte ses bobini de hareket etmektedir. Bu nedenle, buna devingen bobinli mikrofon da denilmektedir. Bobin, bir daimi mıknatısın kutupları arasına konulmaktadır. Bu tip mikrofonlar, elektromanyetik prensibe göre çalışmaktadır. Dinamik mikrofonlar, uygulamada sınırlı kullanılmaktadırlar.

Kalibratörler; ölçüm cihazlarının kalibrasyon kontrolü laboratuvar koşulları altında yapılabilmektedir. Ancak uygulamada kalibrasyonun ölçüm öncesinde kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan kalibratörler iki ana gruba ayrılmaktadır;

Mikrofon karşılıklı kalibratörler: Standart mikrofonların mutlak kalibrasyonu için kullanılmaktadırlar. Ayrıca diğer mikrofonları kalibre etmek ve mikrofon kullanan sistemlerin genel kalibrasyonu için bu mikrofonlardan yararlanılabilmektedir.

Ses Düzeyi Kalibratörleri; Sistemin bütün kalibrasyonu için kullanılmaktadırlar. Böyle kalibratörler sabit ses basınç düzeyi üreten mikrofonların kalibrasyonunu sağlamaktadırlar. Bu ses basıncı, hem elektriksel hem de mekanik olarak çeşitli yollarla üretilmektedir. Kullanımın uygunluğu, kullanılan akustik kalibratörün tipine karar vermek için mutlaka gereklidir. Bundan dolayı, mekanik tesadüfi gürültü kalibratörleri sadece sessiz koşullarda kullanım için uygun olabilmektedir. Ayrıca kalibrasyonun doğruluğu, sıcaklıktan etkilenebilmektedir.

Oktav Bant Filtreleri; bir ses kaynağının çıkardığı sesin, frekans dağılımını elde etmek için oktav bant filtreleri kullanılabilir. Oktav bant filtreleri, temel olarak bir takım geçiş bantları sağlayan filtre devrelerinden oluşmaktadır. Burada kural, gelen sinyalleri filtre ederek belli bir aralıkta istenilen frekanslardaki bileşenlerin büyüklüğünü ölçmektir. Geçmesine izin verilen frekans aralığını değiştirerek her frekans bandındaki bileşenlerin katkısı bulunabilmektedir (**Özguven, 1986**).

3.1.2.2. Sahada Gürültü Ölçüm Cihazı Kullanımı

Çalışmanın hazırlanması esnasında kullanılmış olan gürültü ölçüm cihazının tanım CEM4 in 1 Environment Meter (Light, Sound, Temp, Humidity Meter) CEM DT-8820 All in One (Çok Fonksiyonlu) cihazdır. Cihaz Ses Düzey Ölçerler için IEC651 tip 2, ANSI S1,4 tip 2 uyumlu olup özellikleri aşağıda Tablo 7' de gösterilmiştir;

Tablo 7 : CEM DT-8820 Çok fonksiyonlu ölçüm cihazı özellikleri

Ses Ölçüm:	
Ölçüm Aralığı	Lo(Low/düşük) 35dB~100dB Hi(High/yüksek) 65dB~130dB
Çözünürlük	0,1dB
Hassasiyet	94dB 1KHz sinüs dalga ses seviyesinde $\pm 1,5$ dB
Işık Ölçüm:	
Ölçüm Aralığı	20, 200 , 2000 ,20000 (2000 X 10 LUX)
Çözünürlük	0,01-0,1-1
Hassasiyet	$\pm (5.0\%+10)$
Sıcaklık Ölçüm:	
Ölçüm Aralığı	-20~200°C, -20~750°C -4~200°F, -4~1400°F
Çözünürlük	0,1°C, 1°C 0,1°F, 1°F
Hassasiyet	$\pm (3.0\%+2^\circ\text{C}) \leq 150^\circ\text{C}; \pm 3.0\% \geq 150^\circ\text{C}$ $\pm (3.0\%+2^\circ\text{F}) \leq 302^\circ\text{F}; \pm 3.0\% \geq 302^\circ\text{F}$
Nem Ölçüm:	
Ölçüm Aralığı	35%~95%RH
Çözünürlük	0.1%RH
Hassasiyet	$\pm 5.0\%$ RH [25°C'de yapılan ölçüm]

Gürültü ölçümlerinde kullanılan cihaz ise aşağıda Şekil 13' de gösterilmiştir.

Şekil 13 : Sahada kullanılan CEM DT-8820 çok fonksiyonlu ölçüm cihazı



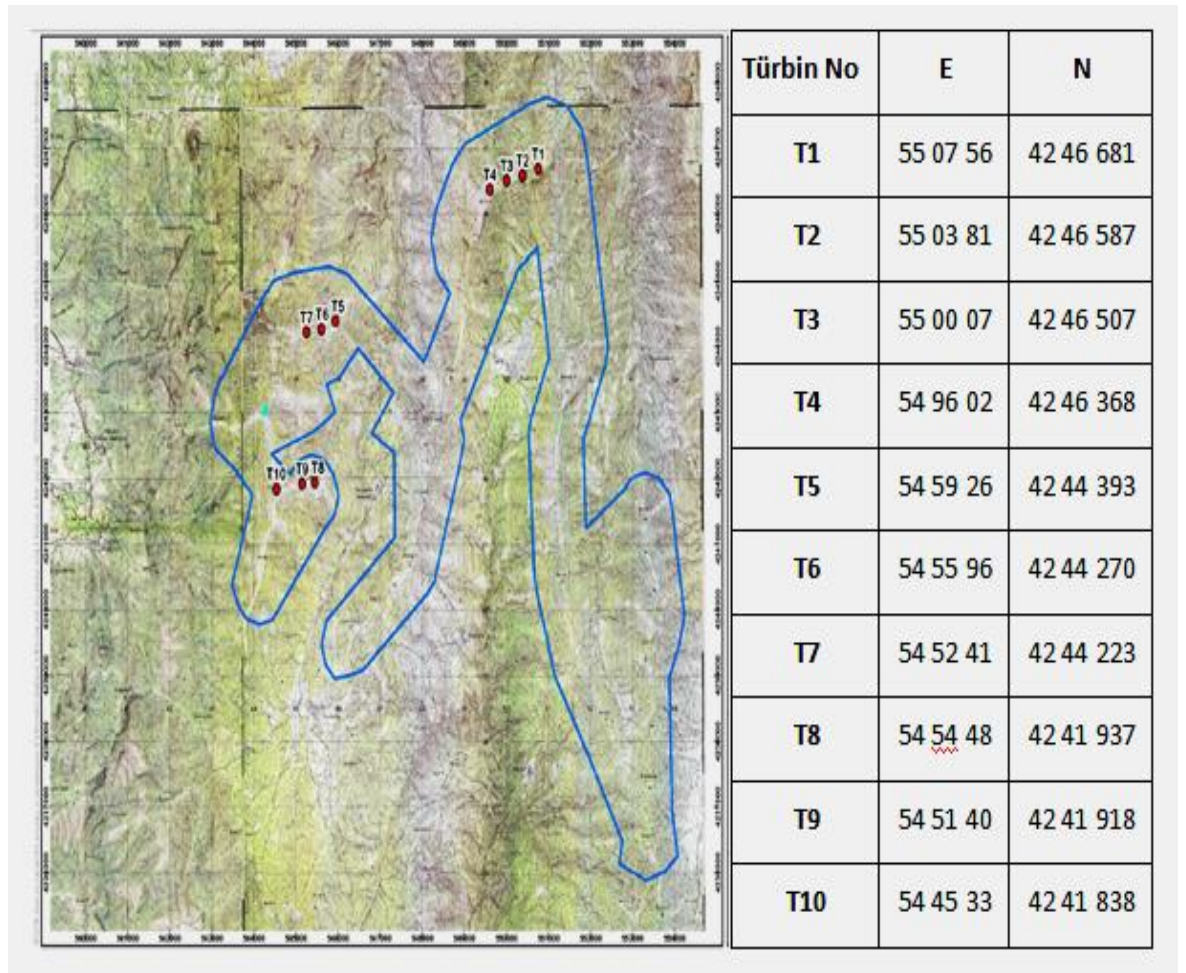
Sahada gürültü ölçümleri, CEM DT-8820 cihazı ile rüzgar korumalıği takılı, Hi(yüksek): 65-130 db(A) seviyesinde, en yüksek gürültü seviyesi kayıt edilmek sureti

ile A frekans ağırlığında, 31,5Hz ila 8KHz frekans aralığında, deniz seviyesinden ortalama 700-1000 mt. yükseklikte çevre gürültüsü ve arka plan gürültüsünün olmadığı zaman dilimlerinde yapılmıştır.

3.1.3. Ölçüm Yapılan Sahanın ve İşin Tanımı

Gürültü ölçüm değerlerini aldığımız saha, İzmir ilinin Kemalpaşa ilçesine bağlı Gökkaya, Dereköy ve Cumalı köyleri mevki ve hemen yanında değerlerin ile birlikte verilen Şekil 14' te gösterilen ve koordinatlar içerisinde yer alan saha da alınmıştır.

Şekil 14 : Ölçüm sahasının haritası ve koordinatları



Saha Rüzgar Elektrik Santralleri inşaatı için hazırlanmakta olup, hafriyat işlemleri ve inşaat işlemleri yapılmaktadır. Sahada 10 adet rüzgar tribünü yapılacaktır. Alınan ölçümler tribünlere ulaşmak ve tribünler arası bağlantı yollarının yapılmasında kullanılan 11 adet iş makinesinin çalışma sırasında yaydığı gürültü değerlerinin kayıt

edilmesi esasına dayanmaktadır. Gürültü ölçümleri yol çalışmasını yapan iş makinelerinin çevreye yaydığı gürültü düzeyleri ölçülmek sureti ile alınmıştır. İş makineleri çeşitli markaların çeşitli tonajlarında 6 adet Excavator, 1 adet Silindir, 1 adet Loader, 1 adet Dozer, 1 adet Kamyon ve 1 adet Konkasör makineleridir. Ölçümler iş makinelerine belirlenen mesafe aralıkları ile 0m, 5m, 10m, 15m, 20m, 25m, 30m mesafelerden her bir makine için 7 ölçüm olmak üzere toplamda 77 ölçüm alınarak yapılmıştır. Ölçümler ortalama bir insan kulak hizasına en yakın yükseklikten alınarak kayıt edilmiştir. İş makinelerinden ölçüm alınırken iş makinesinin tek başına çalışıyor olması ve hesaplama değeri değişmemesi için etrafında başka bir iş makinesinin çalışmıyor olduğu zaman dilimleri seçilmiştir.

Ölçümleme esnasında dikkat edilmesinde fayda bulunan hususlardan biri de sesin basınç düzeyindeki her 3 dB' lik artış miktarı ses enerji gücünü iki katına çıkarmaktadır. Yani her 10dB' lik artış ses enerji gücünü on kat artırmaktadır. Yukarıda anlatıldığı gibi sesin yayılma enerjisi uzaklık mesafesinin karesiyle orantılı olarak azalmaktadır. Eğer mesafe iki katına çıkarılırsa ses de 6 dB düşmektedir.

Yani tekil olarak çıkardıkları gürültü seviyesi aynı olan iki gürültü kaynağından çıkarılan gürültü $100\text{dB}+100\text{dB}=200\text{ dB}$ şeklinde değil, 103 dB olarak hesaplanır. İki farklı gürültü kaynağından çıkan gürültü düzeyleri bilinmekteyse ortamda meydana gelen gürültü hesaplanabilmektedir. Örneğin, kaynaklarından biri 95 dB diğeri 90 dB olsaydı fark (95-90) 5 dB şeklinde hesaplanır. Tablo 8' de görüldüğü gibi her 5 dB sesin karşılığı 1.2 dB' dir. Yani her iki gürültü kaynağı da birlikte çalıştırıldığında ortamdaki gürültünün düzeyi 96.2 dB olmaktadır.

Tablo 8 : İki gürültü kaynağının olduğu ortamdaki gürültü seviyesi

Ses düzeyi arasındaki fark (dB)	Yüksek düzeydeki sese eklenecek miktar (dB)
0	3.0
2	2.6
3	1.8
4	1.5
5	1.2
6	1.0
7	0.9
8	0.8
10	0.4
12	0.3
14	0.2
16	0.1

4. BULGULAR

4.1.1. Gürültü Ölçüm Değerleri

Sahada çalışan iş makinelerinden alınan ölçüm değerleri toplu halde Tablo 9' da gösterilmiştir. Ölçümler 11 adet iş makinesinden 7 adet farklı mesafeden gürültü ölçümleri kayıt edilmek sureti ile alınmıştır. Gürültü ölçümünün yapıldığı zamanda ki meteorolojik şartlar ayrıca ölçümlendirilerek Tablo 9' da gösterilmiştir.

Tablo 9 : Sahada ölçülen iş makinelerinin gürültü ölçüm ve saha genel ölçüm değerleri

Ölçüm Alan	Yapılan	GÜRÜLTÜ		SICAKLIK	NEM (Bağıl Nem)	AYDINLIK	TOZ
		ÖLÇÜLEN MESAFE (metre)	ÖLÇÜM DEĞERİ (db(A))				
Dereköy Girişi	MAKİNA& CİHAZ	0	102	35,7 C°	21,50%	18.000 lux	ÇOK TOZLU
		5	97,4				
		10	93				
		15	85				
		20	79,6				
		25	75				
		30	72,3				
	EKSKAVATÖR -1	0	113	36,2 C°	25%	15.000 lux	ÇOK TOZLU
		5	104,7				
		10	99,6				
		15	95				
		20	90,3				
		25	87				
		30	81,9				
KAMYON (Yüklüve Dolum,Boşaltım Yapılırken)	0	105	36,2 C°	25%	15.000 lux	ÇOK TOZLU	
	5	101,8					
	10	98					
	15	94					
	20	87,6					
	25	75					
	30	69,4					
EKSKAVATÖR -2	0	105	36,2 C°	25%	15.000 lux	ÇOK TOZLU	
	5	101,8					
	10	98					
	15	94					
	20	87,6					
	25	75					

Tablo 9: Sahada ölçülen iş makinelerinin gürültü ölçüm ve saha genel ölçüm değerleri(devam)

Ölçüm Yapılan Alan	GÜRÜLTÜ		SICAKLIK	NEM (Bağıl Nem)	AYDINLIK	TOZ	
	MAKİNA & CİHAZ	ÖLÇÜLEN MESAFE (metre)	ÖLÇÜM DEĞERİ (db(A))	ÖLÇÜM DEĞERİ (C°)	ÖLÇÜM DEĞERİ (%)	ÖLÇÜM DEĞERİ (lux)	ÖLÇÜM DEĞERİ
Şifalı Su Mevkii		0	110	32,6 C°	24,70%	19.000 lux	ÇOK TOZLU
		5	103,9				
	EKSKAVATÖR -3 (KIRICILI)	10	95				
		15	87				
		20	82,5				
		25	79				
		30	74				
Bağlantı Yolu		0	114	33,7 C°	23,40%	11.000 lux	ÇOK TOZLU
		5	106,7				
	EKSKAVATÖR -4(Geri Sinyal ve Hareket Hali)	10	101				
		15	97,5				
		20	93				
		25	89,8				
		30	83,5				
		0	108				
		5	104,7				
	EKSKAVATÖR -5 (KIRICILI)	10	99				
		15	93,2				
		20	88,6				
		25	86,5				
		30	79,4				
		0	110				
	5	103,5					
EKSKAVATÖR -6 (KIRICILI)	10	98					
	15	91,3					
	20	89					
	25	87,6					
	30	84,2					

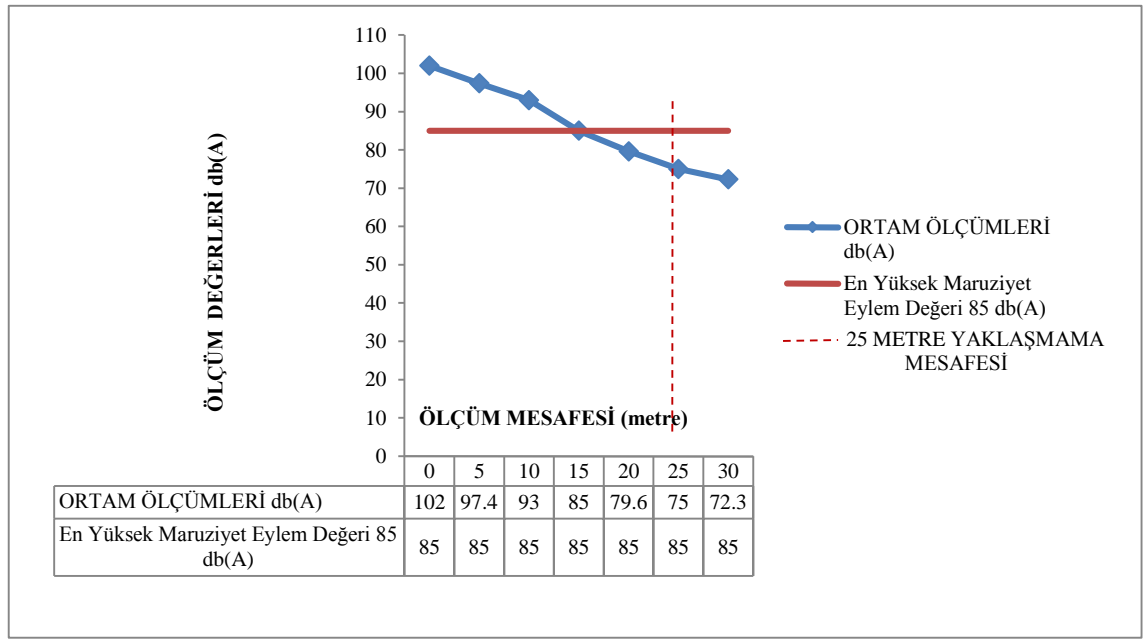
Tablo 9: Sahada ölçülen iş makinelerinin gürültü ölçüm ve saha genel ölçüm değerleri(devam)

Ölçüm Yapılan Alan	GÜRÜLTÜ		SICAKLIK	NEM (Bağıl Nem)	AYDINLIK	TOZ	
	MAKİNA & CİHAZ	ÖLÇÜLEN MESAFE (metre)	ÖLÇÜM DEĞERİ (db(A))	ÖLÇÜM DEĞERİ (C°)	ÖLÇÜM DEĞERİ (%)	ÖLÇÜM DEĞERİ (lux)	ÖLÇÜM DEĞERİ
DOZER(Sesli ve Yük Halindeyken)		0	110				
		5	107				
		10	104,3				
		15	100				
		20	95				
		25	89,9				
		30	83,6				
LOADER		0	89,1				
		5	86				
		10	83				
		15	78,2				
		20	75				
		25	72				
		30	68,3				
SİLİNDİR(Geri Sinyal,Hareket Vuruş Hali)		0	112				
		5	107,6				
		10	103,8				
		15	96				
		20	90,5				
		25	87,2				
		30	81,2				
Dereköy		0	113				
		5	104,7				
		10	99,6				
		15	95				
		20	89,3				
		25	86,6				
		30	81,2				
Mobil KONKASÖR		0	113				
		5	104,7				
		10	99,6				
		15	95				
		20	89,3				
		25	86,6				
		30	81,2				

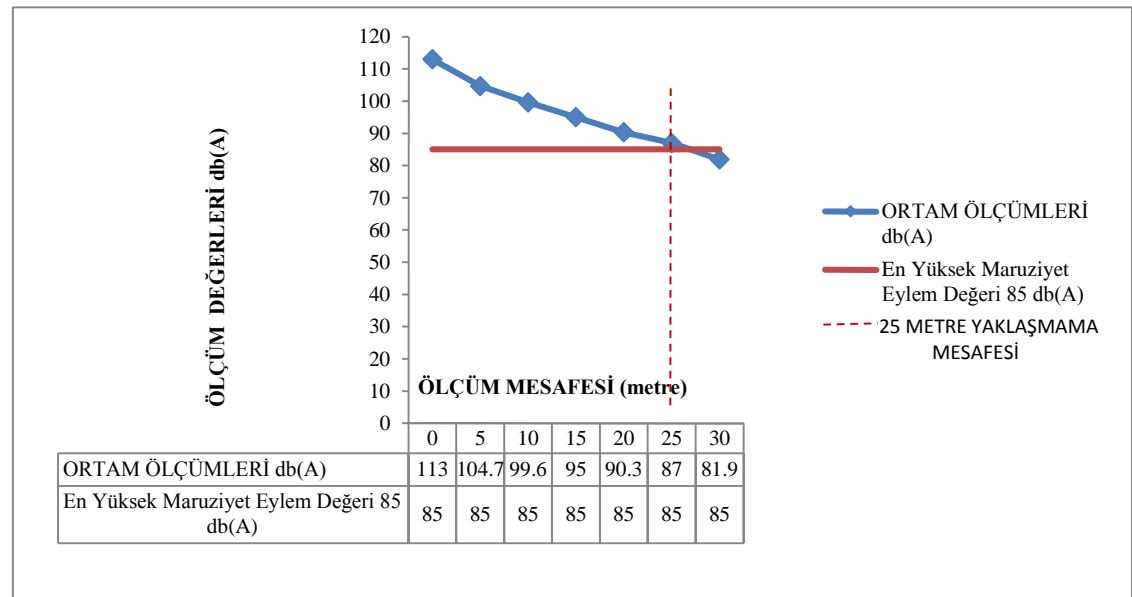
4.1.2. İş Makinelerinin Gürültü Grafikleri

Sahada gürültü ölçümleri alınan iş makinelerinin gürültü analizi grafikleri aşağıdaki tablolar da gösterilmektedir. Grafiklerde gürültü maruziyet en yüksek eylem değeri 85 db(A) baz olarak alınmıştır. Çalışma sırasında her iş makinesi gün boyu 8 saatlik zaman diliminde aynı işi yaptığından dolayı ve günlük gürültü maruziyetinin günlere göre güne belirgin farklılık göstermediği için haftalık gürültü maruziyet düzeyi yani maruziyet sınır değeri kullanılmamıştır.

Tablo 10 : Ekskavatör 1 iş makinesi gürültü grafiği

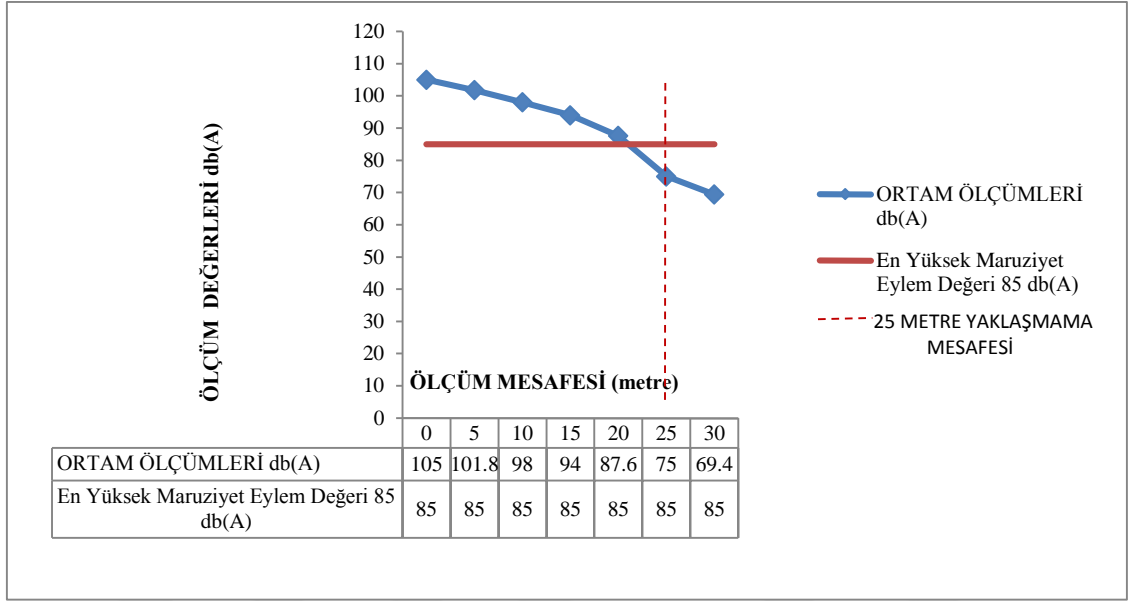


Tablo 11 : Kamyon(yüklü ve dolun, boşaltım yaparken) gürültü grafiği

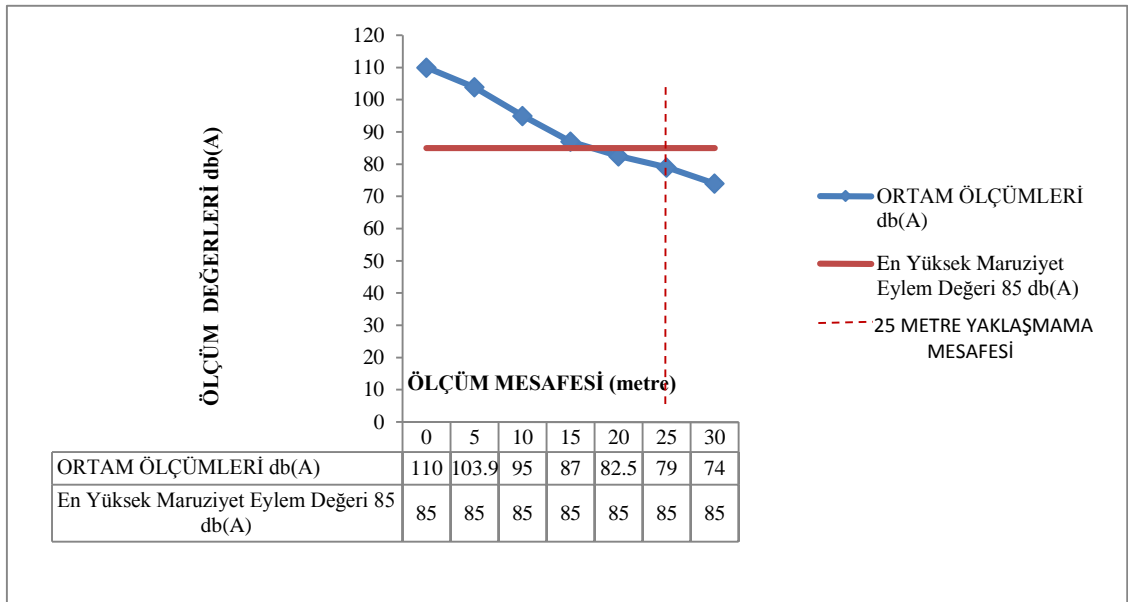


Tablo 11’ de görüldüğü üzere, Kamyon iş makinesinin 25. Metre ölçümünde gürültü düzeyi mevcut çalışan sağlığına olumsuz etki eden en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 db(A) değerini aşmaktadır.

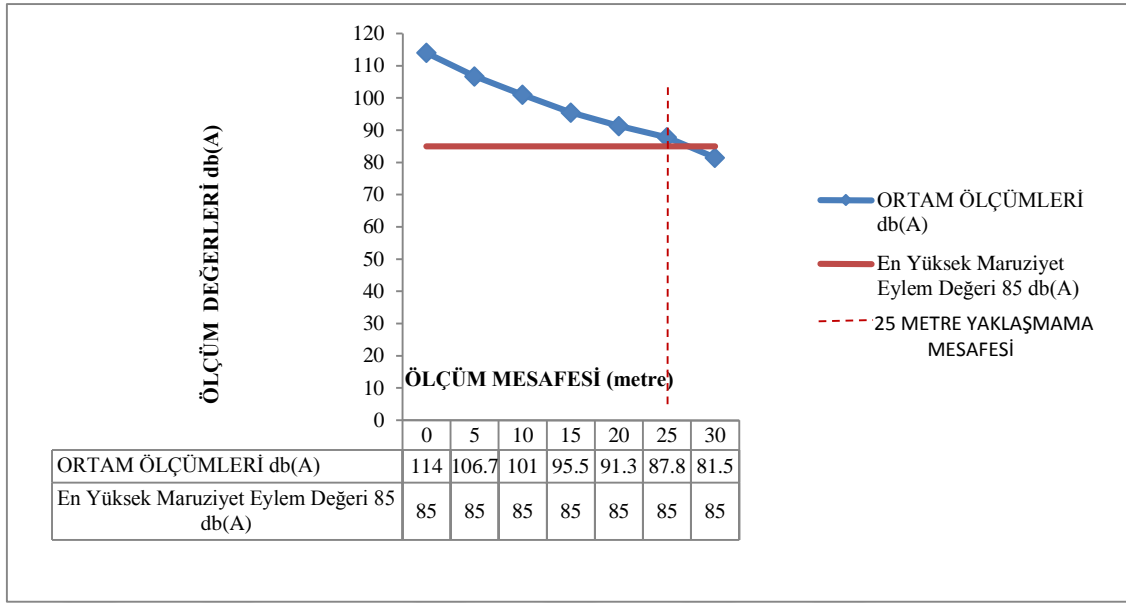
Tablo 12 : Ekskavatör 2 iş makinesi gürültü grafiği



Tablo 13 : Ekskavatör 3 (kırıcılı) iş makinesi gürültü grafiği

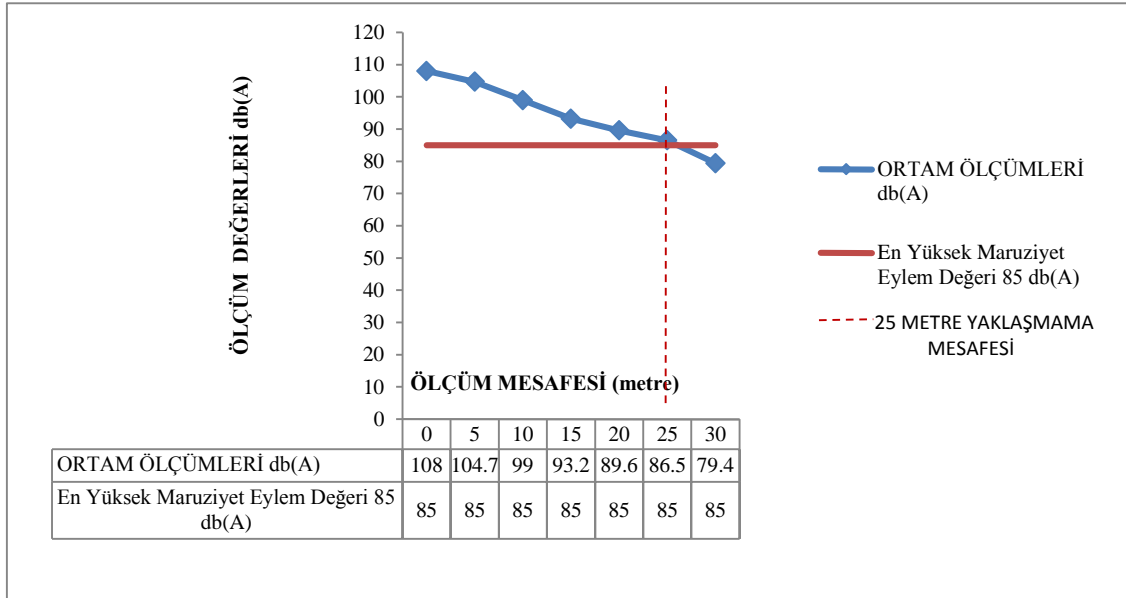


Tablo 14 : Ekskavatör 4 (geri sinyal ve hareket, yük halinde) iş makinesi gürültü grafiği



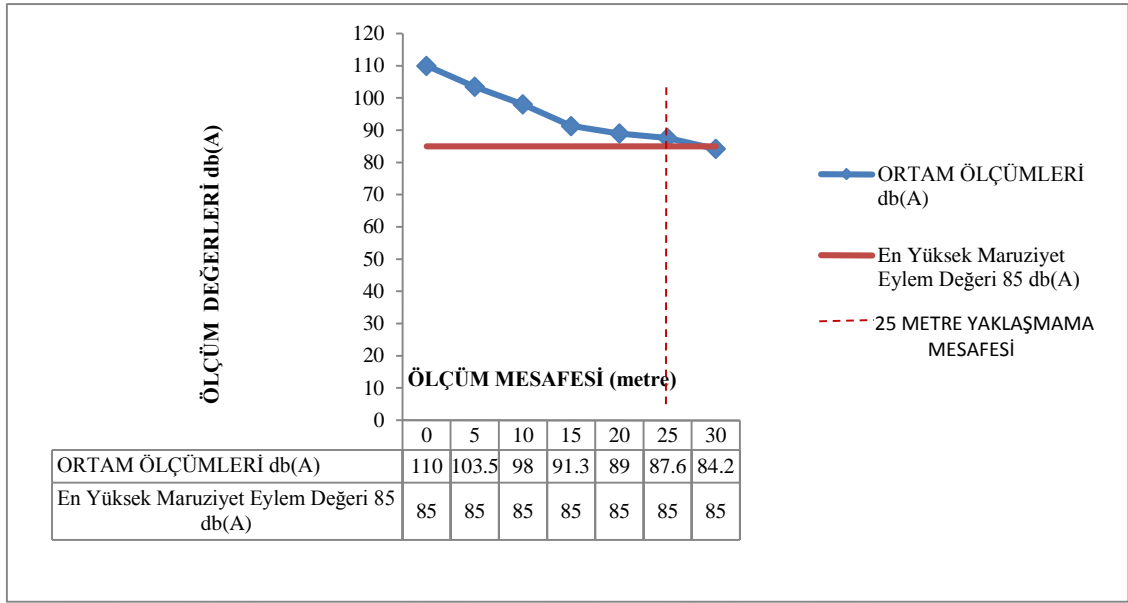
Tablo 14’ da görüldüğü üzere, Ekskavatör 4 iş makinesi, diğer ekskavatörlere kıyasla makinanın tonajı daha fazla ve daha sert bir zeminde kazı işlemi gerçekleştirmektedir. Buna bağlı olarak 25. Metre ölçümünde gürültü düzeyi mevcut en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 db(A) değerini aşmaktadır.

Tablo 15 : Ekskavatör 5 (kırıclı) iş makinesi gürültü grafiği



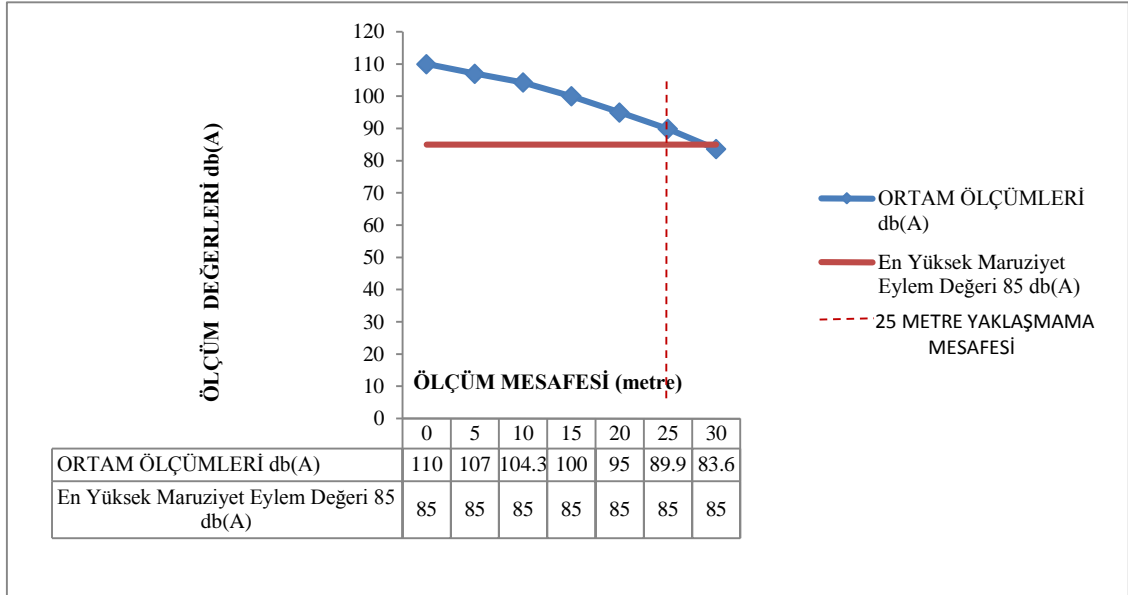
Tablo 15’ de görüldüğü üzere, Ekskavatör 5 iş makinesinin diğer ekskavatörlere kıyasla makine kırım işlemini sertliği yüksek kayalarda gerçekleştirmektedir. Buna bağlı olarak 25. Metre ölçümünde gürültü düzeyi mevcut çalışan sağlığına olumsuz etki eden en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 db(A) değerini aşmaktadır.

Tablo 16 : Ekskavatör 6 (kırıcılı) iş makinesi gürültü grafiği



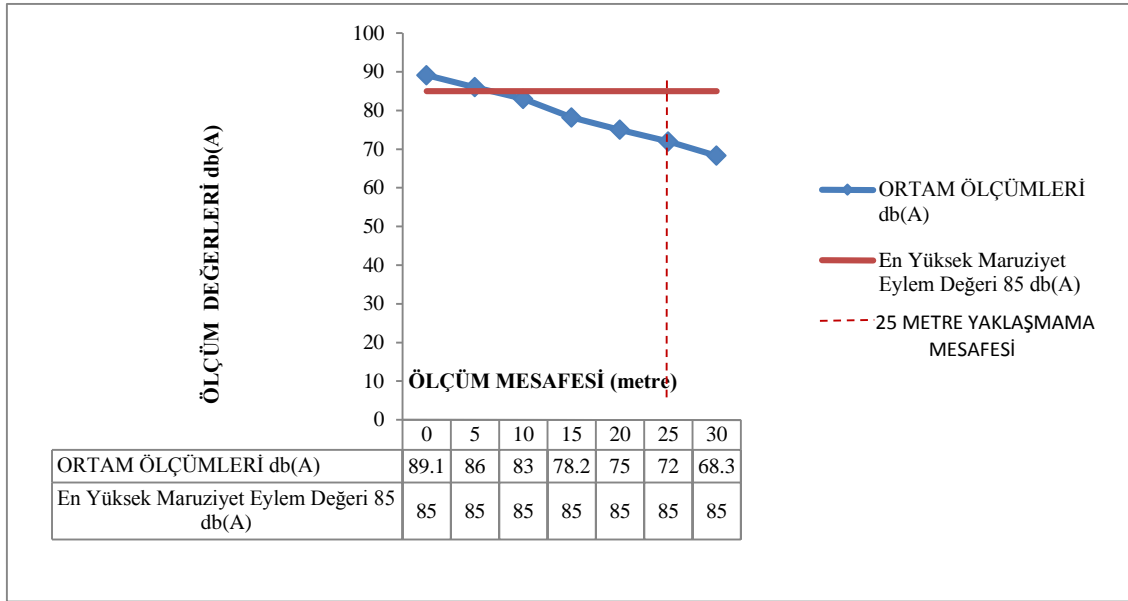
Tablo 16’ de görüldüğü üzere, Ekskavatör 6 iş makinesinin, diğer ekskavatörlere kıyasla makine kırım işlemini sertliği yüksek kayalarda gerçekleştirmektedir. Buna bağlı olarak 25. Metre ölçümünde gürültü düzeyi, en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 db(A) değerini aşmaktadır.

Tablo 17 : Dozer (sesli ve yük halinde) iş makinesi gürültü grafiği

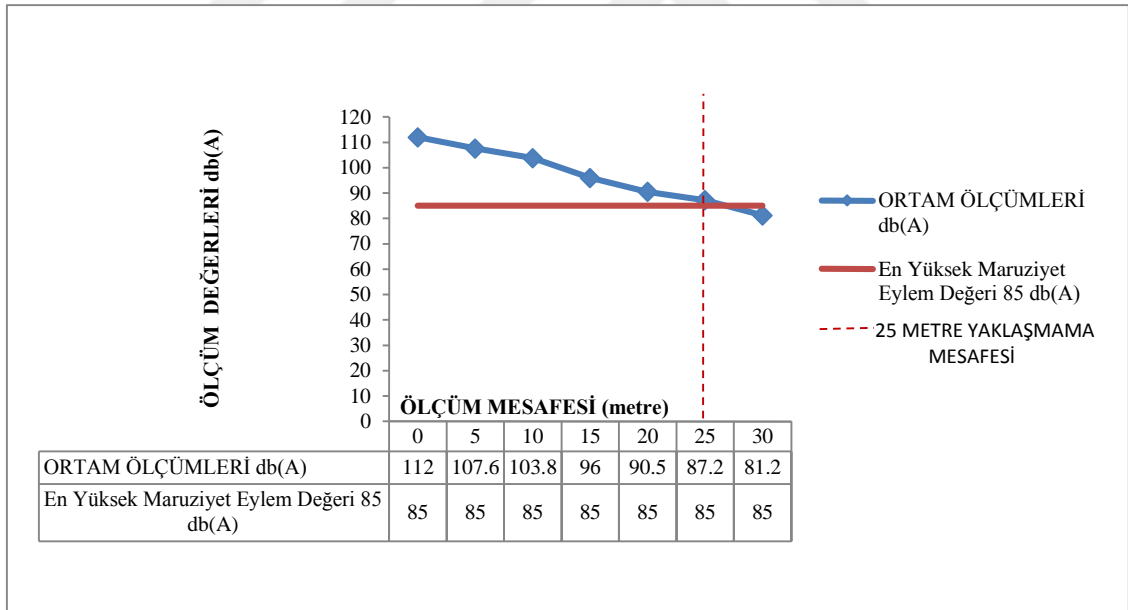


Tablo 17’ de görüldüğü üzere, Dozer iş makinesinin 25. Metre ölçümünde gürültü düzeyi mevcut çalışan sağlığına olumsuz etki eden en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 db(A) değerini aşmaktadır.

Tablo 18 : Loader iş makinesi gürültü grafiği

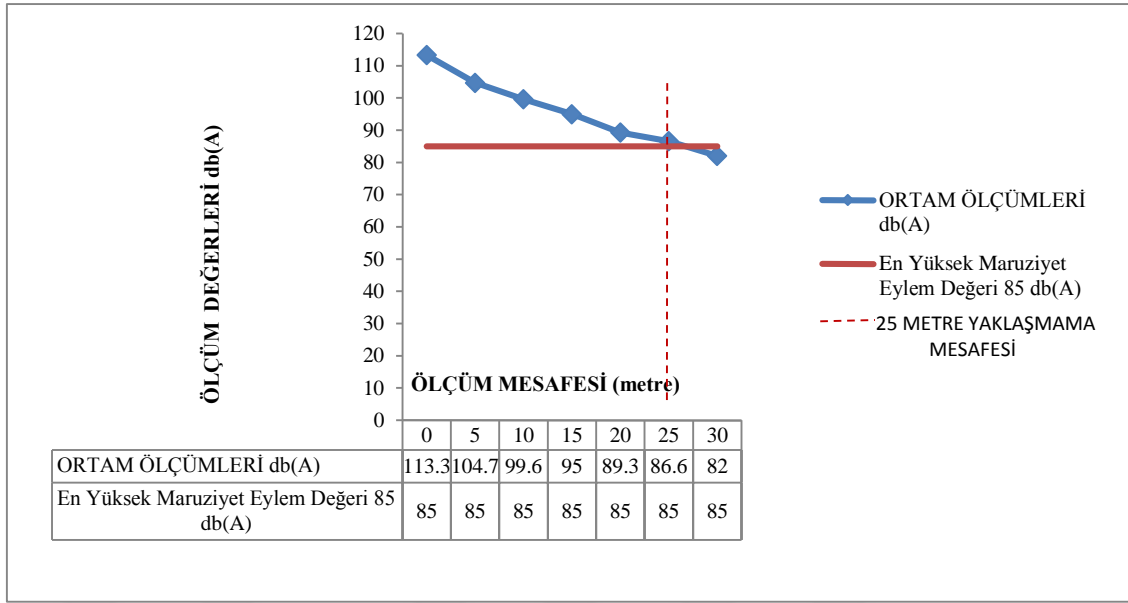


Tablo 19 : Silindir (geri sinyal, hareket ve vibrasyon halı) iş makinesi gürültü grafiği



Tablo 19’ da görüldüğü üzere, Silindir iş makinesinin 25. Metre ölçümünde gürültü düzeyi mevcut çalışan sağlığına olumsuz etki eden en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 db(A) değerini aşmaktadır.

Tablo 20 : Mobil konkasör iş makinesi gürültü grafiği



Tablo 20’ de görüldüğü üzere, Mobil konkasör iş makinesinin 25. Metre ölçümünde gürültü düzeyi mevcut çalışan sağlığına olumsuz etki eden en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 db(A) değerini aşmaktadır.

5. TARTIŞMA

Gürültü gelişmiş ülkelerde, diğer kirlilik türlerinin yanında yaygın bir tür olarak, kişisel ve toplumsal yaşam kalitesine genel bir düşkünlüğün göstergesi sayılmaktadır. Gürültü sorunları da diğer çevre sorunları gibi değişik boyutlara sahiptir. Gelişmekte olan ülkemizde de bu sorun hızla büyümekte, rahatsızlıklar belirginleşmekte; bunun yanında alınan önlemler ise yetersiz kalmaktadır. Aslında gürültüden doğan çevre sorunları, gürültüye neden olan etken ortadan kalkınca ani olarak son bulmakta ve genellikle herhangi bir kalıntı bırakmamaktadır. Gürültüden dolayı herhangi bir maddi kirlenme, canlıların zehirlenmesi, yanması, tahrip olması söz konusu değildir. Fakat gürültü huzursuzluğa, strese ve işitme zorluklarına neden olmaktadır. Çeşitli nitelikteki istenmeyen sesler, yaşanan çevrenin doğal özelliğini bozmakta, çevreyi kirletmektedir. Gürültünün insan sağlığına olan olumsuz etkileri, hava kirliliği, su kirliliği kadar önem taşımaktadır.

Gürültünün en önemli ve kalıcı etkisi işitme organı üzerinde olmaktadır. 85 desibelin üzerindeki gürültü düzeyi zamanla duyma yeteneğinde azalmaya sebep olmaktadır. Gürültüye bağlı sağırlığın meydana gelmesinde gürültünün şiddeti, frekansı ve gürültüyle karşılaşma süresi etkili olmaktadır. Olumsuz etkilere bağlı olarak gürültü düzeyleri Tablo 21' de gösterilmektedir.

Tablo 21 : Gürültü risk dereceleri ve insan üzerindeki etkileri

Risk Derecesi	Gürültü Seviyesi db(A)	Etki
1.Derece	30-65	Konforsuzluk, rahatsızlık, Öfke, Kızgınlık, uyku düzensizliği ve konsantrasyon bozukluğu
2.Derece	65-90	Fizyolojik reaksiyonlar, kan basıncı artışı, kalp atışlarında ve solunumda hızlanma, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler
3.Derece	90-120	Fizyolojik reaksiyonların artması, baş ağrıları
4.Derece	120	İç kulakta devamlı hasar, dengenin bozulması
5.Derece	140	Ciddi beyin tahribatı

Şantiye sahasında iş makinelerinden alınan gürültü ölçüm değerleri 30 m' lik alan içinde en düşük değer 68,3 olarak ölçüldü ve Tablo 21' de de görüldüğü üzere 2. Derece risk grubunda yer almakta belirttiğimiz 30 m'lik alanda çalışanların kan basınçlarında artış ve solunumda hızlanma, beyin sıvısındaki azalmadan fizyolojik reaksiyonların daha da artmasına varan sonuçlara neden olmaktadır. Tablo 22' den de görüldüğü üzere sahada ki gürültü seviyesinde ki en düşük ve en yüksek değerler mesafesel bazda verilmiştir.

Tablo 22 : Saha ölçümlerinde mesafe aralıklarına göre en yüksek ve en düşük gürültü ölçüm değerleri

Ölçülen Mesafe Aralığı	En Düşük Gürültü Ölçüm Değeri db(A)	En Yüksek Gürültü Ölçüm Değeri db(A)
0 m	89,1	114
5 m	86	107,6
10 m	83	104,3
15 m	78,2	100
20 m	75	95
25 m	72	89,9
30 m	68,3	84,2

Tablo 22' de en düşük gürültü ölçüm değeri ve en yüksek gürültü ölçüm değerleri 2 ve 3 dereceden gürültü açısından risk taşımaktadır. Uzun süre şantiye alanında 90 db(A) üzerinde ki gürültü seviyelerinde kulakta kalıcı hasara yol açabilmektedir. Verilen gürültü seviyeleri dB(A) cinsinden olup, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğine göre dB(A); insan işitme sisteminin en duyarlı olduğu orta ve yüksek frekanslara daha fazla ağırlık veren bir ses düzeyi ölçütüdür. A ağırlıklı ses düzeyi olarak tabir edilen dB(A), gürültünün etkilenim değerlendirilmesi ve kontrolünde yaygın olarak kullanılmaktadır (**Babalık, 2003**).

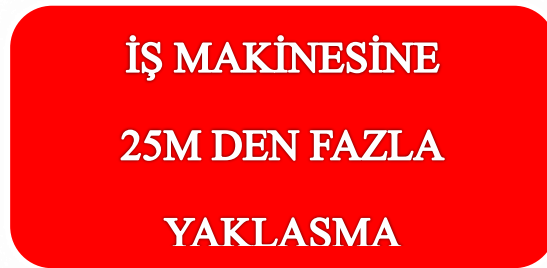
İnşaat alanlarında ise hıza bağlı olmaksızın iş makinelerinin ve ağır vasıta taşıtların (Kamyon vb.) en yavaş veya durağan çalışmaları dahi Tablo 22' den de görüleceği üzere 114 db(A) gürültü değerine kadar etki edebilmekte ve gerek kullanıcısına gerekse etrafında güvenli alan, güvenli mesafe dışında ki tüm çalışanlara olumsuz etkiler bırakmaktadır.

İnşaat şantiyelerinde iş makineleri' nin çevreye yaydığı ve çalışanları olumsuz yönde etkileyen gürültü düzeyleri, yapılan saha çalışmaları sonucunda bulgular kısmında ifade edilmiştir. 11 iş makinesi üzerinden 77 adet alınan ölçümlere göre Bulgular kısmında Tablo 9' da ve tüm iş makineleri için gürültü grafikleri Tablo 10 – Tablo 20' den de görüldüğü üzere, 7 adet iş makinesi 25m mesafede alınan gürültü kayıtları mevzuatta belirtilen en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 db(A)' nın üzerinde gürültü yaymaktadır. Yapılan saha çalışmaları, alınan ölçümlere ve gürültü analiz çalışmalarına göre inşaat ve hafriyat işlemlerinde kullanılan iş makinelerine kişisel koruyucu olmadan personellerin 30m' den daha az mesafede yaklaşmaması gerekmektedir.

Ülkemiz genelinde ve uluslararası iş sağlığı ve güvenliği açısından inşaat şantiyelerinde çalışanların iş makinelerine yaklaşımda, gürültü kapsamında güvenli mesafe tayini yapılmamıştır. Çıkarılan yönetmelik, tebliğ, duyuru veya akademik yayın anlamında araştırma yaptığımızda yine gürültü kapsamında iş makinelerine yaklaşımda güvenli mesafe tayinine rastlanamamıştır.

Genel anlamda ifade edilen ve inşaat, hafriyat işlemlerinde sık sık kullanılan ama herhangi bir bilimsel ve kanuni dayanağı olmayan Şekil 15' de görüldüğü üzere 25m yaklaşma ifadesi, iş makinelerine yaklaşma anlamında bulgular kısmında da görüldüğü üzere gürültü açısından yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 15 : İş makinesine 25 m' den fazla yaklaşma tabelası



Çalışma Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın en son yayınlanan gürültü yönetmeliği Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına dair 28.07.2013 tarihli güncel yönetmelik incelendiğinde, yönetmeliğin uygulanması bakımından, maruziyet eylem değerleri ve maruziyet sınır değerleri aşağıda Tablo 23' de verilmiştir;

Tablo 23 : Maruziyet eylem değerleri ve maruziyet sınır değerleri

En düşük maruziyet eylem değerleri: $(L_{EX, 8\text{saat}}) = 80 \text{ dB(A)}$ veya $(P_{\text{tepe}}) = 112 \text{ Pa}$ [135 dB(C) re. 20 μPa](20 μPa referans alındığında 135 dB (C) olarak hesaplanan değer).
En yüksek maruziyet eylem değerleri: $(L_{EX, 8\text{saat}}) = 85 \text{ dB(A)}$ veya $(P_{\text{tepe}}) = 140 \text{ Pa}$ [137 dB(C) re. 20 μPa].
Maruziyet sınır değerleri: $(L_{EX, 8\text{saat}}) = 87 \text{ dB(A)}$ veya $(P_{\text{tepe}}) = 200 \text{ Pa}$ [140 dB(C) re. 20 μPa].

Maruziyet sınır değerlerinin uygulanmasında çalışan personelin kullandığı standart koruyucu gereçlerin etkisi dikkate alınırken özel kulak koruyucularının etkisi dikkate alınmaz. Yeterli ölçümle tespit edilen haftalık gürültü maruziyet düzeyi, 87 dB(A) maruziyet sınır değerini aşamaz. Yönetmelik her daim ölçüm esasına dayalı sınır ve eylem değerlerinden bahsetmiş, mesafesel anlamda bir ifadede bulunmamıştır. İnşaat ve hafriyat işletmelerinde durum her daim ölçüm esasına değil, sadece bir proje boyunca bir defaya mahsus ölçüm esasına dayalıdır ve bu durumda çalışanları korumamakta, yeterli teknik denetim ve takip yapılamamaktadır.

Loader iş makinesi dışında diğer iş makineleri için 0m, 5m, 10m ve 15m için gürültü kayıtları mevzuatta belirtilen en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 db(A)'nın üzerinde gürültü yaymaktadır.

Ekskavator 1, Ekskavator 3 ve Loader dışında diğer iş makineleri için 0m, 5m, 10m, 15m ve 20m için gürültü kayıtları mevzuatta belirtilen en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 db(A)'nın üzerinde gürültü yaymaktadır.

Ekskavator 1, Ekskavator 2, Ekskavator 3 ve Loader dışında diğer iş makineleri için 0m, 5m, 10m, 15m, 20m ve 25m için gürültü kayıtları mevzuatta belirtilen en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 db(A)'nın üzerinde gürültü yaymaktadır. Bu durumda belirtilen iş makinelerine veya genelleme yapılarak tüm inşaat işlerinde kullanılan iş makinelerine 30 m den az yaklaşmak ve bu gürültüye bir mesai saati içinde sürekli maruz kalmak fizyolojik ve psikolojik yapıyı bozacağı muhtemeldir.

Ulusal ve uluslararası gürültü ile yapılan çalışmalarda mesafe tayinine bağlı gürültü ölçüm sonuçlarına göre güvenli alan, güvenli mesafe tayini yapılmadığını görmekteyiz. Rostam Golmohammadi ve arkadaşlarının 2013 yılında yayınladıkları “İnşaat çalışma sahalarında gürültü nedeni ile sıkıntı” isimli çalışmada 20 adet inşaat şantiyesinde alınan gürültü ölçümleri iş makinelerinden, el aletlerinden, sıcak çalışma olarak nitelendirilen kesici ve delici makinelerden ve dizel yakıt ile çalışan jeneratörlerden alınan sonuçlara göre çalışanlar ve çevre sakinleri üzerine psikolojik ve ruhsal yönden etkilenimleri araştırılmıştır **(Golmohammadi ve ark. 2013)**.

İş makinelerinin veya diğer gürültü kaynaklarının yaydığı gürültüyü mesafesel bazda inceleyerek, ölçümleyerek güvenli alan tayini yapmamıştır. Çalışmamda inşaat şantiyelerinde en yüksek gürültü seviyesine sahip olan iş makineleri incelenmiş ve iş makinelerinin yaydığı gürültü’ nün çalışanlara hangi düzeylerde ulaştığı gösterilmiştir. Rostam Golmohammadi ve arkadaşlarının çalışmasında en yüksek gürültü ölçümü 92 db(A) olarak ölçümlendirilmişken, bizim inşaat sahamızda yaptığımız en yüksek gürültü ölçüm değeri 114 db(A) olarak kayıt edilmiştir. Çalışanların gürültünün fizyolojik ve psikolojik etkilerinden korunmaları için güvenli alan, güvenli mesafe tayini yapılarak 30m’ lik bir alanda çalışanların kişisel koruyucu donanım olmadan çalışmamaları gerektiği tespit edilmiştir.

Malgorzata Pawlaczyk ve arkadaşlarının 2012 yılında “Demiryolu işçilerinin gürültüye bağlı işitme kaybı riski ve işitme durumlarının değerlendirilmesi” çalışmalarında, çalışanların yüzde 50-67 sinde yaptıkları işler ile orantılı olarak 74-110 db(A) gürültü düzeyine maruz kalarak işitme kaybına uğradıklarını belirtmiştir **(Pawlaczyk-Łuszczynska, 2012)**.

Çalışmada çalışanların sadece kendi kullandıkları iş makineleri dikkate alınarak yapılmış güvenli alan, güvenli mesafe tayini yapılmamıştır. Çalışanların kendi makineleri dışında güvenli alan, güvenli mesafe dâhilinde çalışan başka makinelerde var ise onların etkisini dikkate alarak çalışanların maruz kaldıkları gürültü seviyelerini ona göre belirlemeleri gerekmektedir. Çalışmamda ölçüm yapılan metreler dâhilinde gürültü ölçümleri belirlenmiştir.

Ölçümler güvenli alan, güvenli mesafe dahilinde hiç bir makine veya ekipman yokken alınmıştır. Herhangi bir makine güvenli alan, güvenli mesafe içine girecek olursa kaçınca metredeyse o metrajdaki gürültü seviyesi alınarak kendi iş makinasının da yaydığı gürültüye eklenerek Tablo 8’ de gördüğümüz iki gürültü kaynağının bulunduğu ortamlarda gürültü düzeyi tablosundan yararlanılarak çalışanların hangi db(A) değerinde ki gürültüye maruz kaldığı daha net hesaplanabilmektedir.

Üretim Sahalarında Gürültü ve Gürültü Kontrol Uygulaması, Murat Esen, YTÜ FBE Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalında Makine Teorisi ve Kontrol Programında Hazırlanan yüksek lisans tezi incelendiğinde, makinelerin çalışma alanına yaydığı gürültüler belirlenmiştir. Gürültüleri önce kaynağında kontrol altına alma ve yeterli olmayınca ilgili makineyi daha az gürültülü bir alana konuşlandırma çalışması yapılmıştır. Daha az gürültülü alan belirlenirken makinelerin birbirlerine olan uzaklıkları ve ölçüm noktalarına olan uzaklıkları belirlenmiş, ölçülen toplam mesafenin belirli bir aralıklar ile yeniden ölçümlendirilmesi işlemi ise yapılmamıştır. Mesafe arttıkça gürültü düzeyi düşmekte ve mevzuatta belirtilen en yüksek maruziyet eylem değeri olan 85 db(A)’ nın altına inen noktalar ayrıca belirlenerek güvenli alan, güvenli mesafe olarak adlandırılması gerekir.

Gürültülü işyerlerinde koruma programlarına gereksinim şu durumlarda ortaya çıkar. Gürültülü bir işyerinde iletişimde güçlük yaşıyorsa, çalışanlar mesai saati sonunda kulak çınlamasından, baş ağrılarından şikâyet ediyorlarsa ve konuşma seslerinin kalitesinde farklılıklar algılıyorlarsa ve en önemlisi işyerindeki gürültü şiddeti uluslararası standart olan 85 dBA değerinin üzerinde ise koruma programlarının devreye girmesi gerekir. Ortam gürültüsünün kişi üzerindeki etkilerini ölçmek için kişisel gürültü dozimetresi kullanmak en yararlı yöntemdir. Günümüz şartları ile ele aldığımızda ise işverenlerin masraf olarak gördüğü bir kalem olduğundan yeterli seviyede uygulanmamaktadır. Bu tür işyerlerinde kullanılacak programlar, mutlaka gürültüye maruz kalma süresinin azaltılmasını, gürültünün kontrolünü, işitmenin değerlendirilmesini ve işveren ve çalışanların konu ile ilgili bilgilendirilmelerini içermelidir.

Gürültü kirliliğine maruz kalma süresi ortam gürültü şiddetinin uluslararası standardı aştığı her 5 dB için çalışma süresinin yarıya indirilmesi, çalışma saatlerinin değişik olması ve vardiya usulü çalışma ile yapılır. Örneğin uluslararası standart 80 dBA değerinde çalışma süresi 7,5 saat olarak belirlenmiştir. Bu değer 85 dBA' da 4 saat çalışma süresine, 90 dBA' da ise 2 saate indirilmelidir. Gürültü kirliliği kontrolü ise, mekânda yapılacak değişiklikler ve kişinin uygulayacağı koruma yöntemleri olarak iki şekilde yapılabilir. Mekânda yapılacak değişiklikler akustik mühendisleri ile ortak çalışmayı gerektirmektedir. Gürültünün kaynağında azaltılması veya kaynak ile alıcı arasına engelleyici bariyerlerin yerleştirilmesi ve aradaki mesafenin uzatılması etkili yöntemler olabilir.

Gürültü kirliliğinin kontrolünde kişinin alabileceği önlemler, koruyucu kulak tıkacı gibi araçların kullanılması şeklinde olabilir. Kulak tıkaçları; küçük ve kolay taşınır olmaları, kullanımının kask kullanımını etkilememesi ve ucuz olması nedeniyle tercih edilmelerine rağmen gürültüyü azaltma açısından çok da etkili değillerdir. Kulaklıklar kullanım zorluğu yaratabilir ve daha pahalıdır ama daha iyi koruma sağlarlar. En etkili koruma yöntemi de hem tıkacın hem de kulaklıkların beraber kullanıldığı durumlardır. Gürültülü işyerlerinde eleman alınırken mutlaka işitme testlerinin yapılmasına özen gösterilmelidir. Her yıl tekrarlanan işitme testlerinde 10 dB' lik eşik değişimleri önemli bir bulgu olarak değerlendirilmeli ve hemen işitmenin korunması yöntemleri devreye sokulmalıdır. Ayrıca işveren ve çalışanlar gürültü ve etkileri konularında bilgilendirilmelidirler. Uzun süreli gürültülü yerlerde çalışmanın dikkat dağınıklığı sebebi ile iş kazalarına, düşünce bozukluğu ve hayali sesler işitme ile psikozlara ve depresyonlara sebep olduğu bilinmektedir.

Çalışma alanlarında gürültünün varlığı meslek hastalığı, iş kazası, iş performansının düşmesi vb. gibi riskleri ortaya çıkarmaktadır. Bu risklerin başında işitme kaybı gelmektedir. Gürültünün neden olduğu işitme kaybı problemi, Avrupa Birliği' nde (AB) en yaygın görülen 10 meslek hastalığından biridir. Gürültüye bağlı işitme kaybı içinde, iç kulaktaki hücrelerin tahribatı sonucu olduğundan tedavisi söz konusu değildir. Gürültünün neden olduğu işitme kaybı ya da sağırılık Sosyal Güvenlik Kurumu' nun meslek hastalıkları istatistiği listelerinde yer alan bir hastalık türüdür.

Ülkemizin iş sağlığı ve güvenliği hedeflerinden birisi de istihdamın kalitesini arttırmaktır. Gürültü nedeniyle işitme kaybı vakalarının azaltılması bu hedefin bir parçasını oluşturmaktadır. Bu doğrultuda hazırlanan ‘Çalışanların Gürültü ile ilgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik’ içerdiği hükümlerle çalışma hayatında yukarıda anlatılan risklerden korunmak için bir kılavuz vazifesi üstlenerek yine yukarıda anlatılan tüm paydaşları desteklemektedir. Yönetmeliğin tam uygulanması koşuluyla, çalışmamızdan ortaya çıkan sonuçları da bu yönetmelik maddelerine ekleyerek, çalışanların, gürültünün zararlı etkilerinden azami seviyede korunacağı ispatlanmaya çalışılmıştır, yapılan bu çalışma yönetmelik hükümlerinin pratik olarak uygulanmasının nasıl yapılacağına dair ve özellikle mesleki gürültü maruziyetinden kaynaklanan risklerin engellenmesi, kişisel korunmanın daha fazlası olarak toplu korunmayı desteklemeye özen göstererek, güvenli alan, güvenli mesafe tezini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca bu çalışma, kuruluşlara çalışanlarının sağlık ve güvenliği konusunda gelişmeler elde etmesi adına en uygun çözümlerin seçilmesi için yardımcı olabilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamda bir inşaat şantiyesinin hafriyat işlemleri sırasında çalışan iş makinelerinin yaydığı gürültü mesafesel bazda incelenmiş ve güvenli alan, güvenli mesafe tayini yapılmıştır. Diğer çalışmaları incelediğimizde ve genel olarak literatür çalışması yaptığımız da mesafesel bazda ölçümlendirilerek güvenli alan tayinine rastlamamaktayız.

Gürültünün uzaklıkla alıcıda ki etkisinin azaldığı bilindiğine göre çalışılan sahalarda gürültü ölçümleri, gürültü kaynağına mesafesel bazda belirli aralıklarla yapılır, alıcıya olumsuz etki bırakmayacağı noktalar belirlenerek gürültü açısından güvenli alan, güvenli mesafe tayini yapılmış olur. Çalışılan sahalarda ya da fabrika tarzı kapalı ortamlarda, gürültü kaynaklarının ölçümlendirilmeleri mesafesel bazda yapılarak ve belirli aralıklarla ölçümlendirilirse, kişisel koruyucu donanımın kullanımı zorunlu olduğu yerler işaretlenerek güvenli alan belirlenmiş olur. Konuşma sırasında gürültülü alanda kişisel koruyucu donanım çıkarılarak anlaşma sağlanması yerine daha önceden belirli mesafe aralıklarıyla ölçümler yapılarak belirlenmiş olan güvenli alan, güvenli mesafeye ulaşarak kişisel koruyucu donanım çıkarılabilir ve kullanım zorunluluğu olmaz. Diğer yünden, kişisel koruyucu donanım kullanılırken güvenli alan dışında konuşmayı anlamak için kulaklık çıkarıldığında, korumayı azaltmış ve asıl amaç olan duyu organını koruma işlemi başarısız olmuş olur. Personellere uyarı sinyalli kişisel gürültü dozimetresi takılabilir ve gürültü seviyesi mevzuat değerlerinin üstünde ki alanlarda sinyal vererek personeli kişisel koruyucu takmaya sevk edebilir lakin, günümüz ve ülkemiz şartlarında mali külfet getirecek uygulamayı işveren uygulamaktan kaçınmakta ve mevcut tehlikeyi görmezden gelmektedir.

Güvenli alanı biz belirleyerek (İş Güvenliği Uzmanları ve Teknik Personel) ana hatları ile çizip, işaretlediğimizde ise mali külfet olmadığından dolayı işverende bu uygulamaya destek verecek ve bugüne kadar görmezden gelinen, dikkate alınmayan, personeller için görünmez bir tehlike olan gürültüye bağlı işitme kayıpları görünür kılınmış olacaktır. Tezimde de ilgili konuda inşaat şantiyelerinde en büyük gürültü kaynağı olan iş makinelerine 30m den fazla yaklaşılmaması sonucuna ulaştığımız gibi işletmeler ve diğer meslek grupları aynı yöntem ve aşamaları izleyerek minimum

masraf ile sahip oldukları gürültü kaynağına yönelik güvenli alan, güvenli mesafe tayini yapabilirler.

6331 sayılı güncel İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Karayolları Trafik Yönetmeliği, Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair yönetmelik, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği ve bu bağlamda çıkarılan tüm kanun, yönetmelikler ve tebliğler incelendiğinde çalışanların makine ve teçhizatlar, tez araştırmamda ana unsur olan iş makinelerine, kişisel koruyucu donanım ile veya kişisel koruyucu donanım olmadan yaklaşımda güvenli alan, güvenli mesafe tanımının, tayininin yapılmadığını görmekteyiz.

Çalışan sağlığını fizyolojik ve psikolojik yönden etkilediği bilinen gürültü düzeyinden korunmasına yönelik herhangi bir mesafesel uyarı, güvenli alan tanımı ve net olarak ölçümlerden çıkarılmış olan metresel yaklaşma mesafesi bulunmamaktadır. İlgili iş sağlığı ve güvenliği, Karayolları Trafik Kanununda, Çevre Kanununda ve bu kanunlar kapsamında çıkarılan yönetmeliklerde tez çalışmam sonucunda tespiti yapılan çalışanların inşaat şantiyelerinde özellikle hafriyat işlemlerinin yoğun olarak yapıldığı çalışma alanlarında kişisel koruyucu donanım kullanmayan personelin ilgili gürültü yayan makine, cihaz ve iş makinelerine 30 mt den daha az yaklaşmamaları gerektiğini belirten maddeler eklenmelidir.

Çevresel gürültü etki değerlendirmesine yönelik olarak, ilgili çalışmalar şehir içinde ve sivil halkın yaşam alanlarına yakın noktalarda yapıyor ise halkı uyarıcı 30 mt den fazla yaklaşma tabelası muhakkak konuşlandırılmalı ve gerekiyorsa çalışma alanı ilgili gürültü kaynağını merkezine alacak şekilde 30mt. yarıçapında bir yay içine alınmalı ve etrafı bariyerler ile çevrilerek gerekli uyarı ve ikaz işaretleri ile sınırlandırılmalıdır. Yapı işlerinde çalışmalarda ise iş yapım metodolojisinde ve iş başlangıcında personele verilen iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinde çalışan sağlığını ve güvenliğini olumsuz etkileyecek bu durum anlatılmalı, idareciler, teknik kadro ve çalışan tüm personel konu hakkında bilgilendirilmelidir.

Çalışma sağlığı açısından çalışanların vücut sağlığını etkileyen bir durum olduğu için işverene hukuki sonuçlar doğuracağından, çalışma alanında güvenli bölge ve tehlikeli alan ayrımının yapılarak, gerekli uyarı, ikaz işaretleri ile belirlenmesi ve çalışanlara aktarılması gerekmektedir. Kişisel koruyucu donanım kullanma ve kullanmama durumuna göre gerekli iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilerek ve çalışma talimatlarına gürültü ile çalışma şartları ve talimatları düzenlenerek tüm personele doğacak hukuki yaptırımlar ve sonuçları da aktarılmalıdır. Sosyal Sigorta Sağlık İşlemleri Tüzüğü ekindeki meslek hastalıkları listesini incelediğimizde, gürültü zararlarının meslek hastalığı sayılabilmesi için gürültülü işte en az iki yıl, gürültü şiddeti sürekli olarak 85 dB(A)'nın üstünde olan işlerde en az 30 gün çalışılmış olması gerekmektedir. Gürültü için yükümlük süresi de 6 ay olarak belirtilmiştir. İşveren, çalışan ve devlet üçlüsü üzerine düşen sorumluluk devlet için ilgili konuda kanun, yönetmelik düzenlemesine gidilmesi ya da tebliğ yolu ile tüm işveren ve çalışanların bilgilendirilmesi, işveren için gerekli önlemin alınarak gerekli uyarı, ikaz işaretleri ile tehlikenin görülür kılınması ve çalışanlara gerekli kişisel koruyucu donanım malzemenin tedarik edilerek kullanımının düzenli aralıklarla denetlenmesi, konu ile alakalı olarak çalışanların gerekli eğitimi alması, çalışanlara ise kendi vücut bütünlüklerinin sağlığı için hayata geçirilecek bu düzenleme ve denetleme faaliyetlerine riayet ederek güvenli çalışma ortamına katkıda bulunmak ana görevleri arasında yer almalıdır.

İnşaat ve hafriyat işlemlerinde iş makinelerine, kişisel koruyucu donanımı olmayan personelin, yapılan saha ölçüm ve değerlendirmeleri sonucunda hesaplanan güvenli alan ve güvenli mesafe dahilinde 30 mt den az yaklaşmaları gerekmektedir. 30 mt den daha az yaklaştıkları takdirde, çalışanların vücut bütünlükleri etkilenecek, gürültüye bağlı olarak fizyolojik ve psikolojik hasarlara yol açabilecektir. Bulunan bu mesafenin çalışma alanının geniş bir toprak yüzeyde olması ve gürültü absorpsiyonun daha kolay olduğu ve etrafında ölçümü etkileyebilecek beton veya daha sert yapıların bulunmadığı gözönüne alındığında, ilgili çalışma sonucu bulunan 30 mt güvenli alan, güvenli mesafe değeri beton veya daha sert yapıların bulunduğu (Şehir Merkezleri vb.) absorpsiyon özelliğinin daha az ve uzun sürelerde gerçekleşmesi nedeni ile ve ilaveten ilgili yapıların, zemin özelliklerinin yansıtıcı özellik göstereceklerinden bulunan 30 mt güvenli alan, güvenli mesafe değerinin öngörülebilmesi için kentiçi gürültü değerleri ölçümlendirilmeli ve çözümü için gerekli araştırma çalışmaları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Aktürk, N. ve Toprak, R. (2004). Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerindeki Olumsuz Etkileri, Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi (Turk Hij Den Biyol Derg), (61),1,2,3, ss.49-58.
- Aktürk, N., Akdemir, O. ve Özkurt, İ. (2003). Trafik Işık Sürelerinin Neden Olduğu Çevresel Taşıt Gürültüsü, Gazi Üniversite. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, (18),1,ss.71-87.
- Babalık, F. (2003). İş Yerinde Gürültü ve Sağrlık Olasılığı. Mühendis ve Makine Dergisi, Adana:II. İş Sağrlığı ve Güvenliğı Kongresi, Bildirisi, 02-03 Mayıs.
- Bayraktar, S. (2006). İzmit Kent Merkezinin Gürültü Kirliliğı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi,FBE.
- Cura, O. (1994). Gürültü ve Sağrlık, I. Ulusal Gürültü Kongresi Bildiriler Kitabı. Bursa,ss.74-82.
- Çevre ve Orman Bakanlığı, (2010), Gürültü Kontrolü Çalışmaları, Ankara:Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü,
- Dal, Z. (2007). Açık Hava Etkinliklerinden Kaynaklanan Gürültünün İncelenmesi Stadyumlar,Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, FBE.
- Demir Z., Yerli Ö. ve Müderrisoğlu H. (2011). Kentsel Yeşil Alanların Gürültü Algısına Etkileri, Düzce:Ekoloji 2011 Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı, 5-7 Mayıs.
- Deveci, S. (2004). Edirne İlinde Gürültü Düzeylerinin Belirlenerek Gürültü Haritalarının Oluşturulması, Tıpta Uzmanlık Tezi, Edirne:Trakya Üniversitesi.
- Doelle, L.L., (1972), Environmental Acoustics, McGrawHill Book Company, USA.
- Farnham, J. ve Beimbom, E. (1990). Noise Barrier Design Principles, Noise Barrier Design Guidelines, University of Wisconsin, USA.
- Freeborn, P.T. and Turner, S. W. (1988). Environmental Noise Vibration, Noise Control in the Built Environment, (Eds. Jo. Roberts and D. Fairhall), Gower Technical, US, 1988/1989, pp.54-60.
- Golmohammadi R., Mohammadi H, Bayat H, Habibi Mohraz M, and Soltanian A. R. (2013). Noise Annoyance Due To Construction Worksites. J. Res Health Sci, (2),13, pp.201-207.
- Günay, E. (2005). Desibel Cehennemi, Çevre ve İnsan Dergisi, T.C. Çevre Bakanlığı Yayını,(20), ss.7-9.

- Hamamcı S.F. (2015). Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Gürültü Düzeyi Katmanı Oluşturma Çalışması Antalya Örneği, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü.
- Karabiber, Z., (1996). “Ses, Gürültü, Konuşma, Müzik”, Yapılarda Akustik Sorunlar ve Çözüm Önerileri Semineri, İstanbul. 23-24 Mayıs, s.17.
- Karavaşin, M. (2012). (Prof.Dr.) Gürültü Perdeleri/Bariyerleri, Ders Notları, İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- Karpuzcu, M. (2004). Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, 9.Bs., İstanbul:Kubbealtı Neşriyat.
- Keskin, B. (2008). Çevresel Gürültünün Ölçümü, Ankara:T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Referans Laboratuvarı.
- Köknel, Ö. (1996). Bireysel ve Toplumsal Şiddet, İstanbul:Altın Kitaplar Yayınları,
- Kujala, T., Brattico, E. (2009). Detrimental Noise Effects On Brains Speech Functions, Biological Psychology, (81),3, pp.135-143.
- Kumbay, A. (2006). İstanbul Tarihi Yarımada Kentsel Mekanların Gürültü Denetimi Açısından İncelenmesi; Değerlendirmeler ve Öneriler, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul:Yıldız Teknik Üniversitesi, FBE.
- Kurra, S. (1991), “Gürültü”, Türkiye'nin Çevre Sorunları, Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayını, ss.447-484.
- Kürklü, G., Görhan, G. ve Burgan, H.İ, (2013). Çalışma Hayatında Gürültünün Etkisi ve İnşaat Teknolojileri Eğitimi Açısından Değerlendirilmesi, SDU International Technologic Science, (5), 1, pp. 22-35.
- Mavruk, A. (2005). Yüreğir ve Seyhan (Adana) İlçelerinde Ana Arterlerdeki Toz Ve Gürültü Dağılım Haritalarının Hazırlanması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adana: Çukurova Üniversitesi, FBE.
- Öngel, A. (2009). Gürültüye karşı sessiz yollar, Bilim Kültür ve Eğitim, İstanbul:İstanbul Kültür Üniversitesi Yayını.
- Özaslan M., Erşahin G., Akkahve D. ve Sabuncu A. (2001). Düzce İli Raporu, Ankara:DPT Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü, Yay.No:2578.
- Özdemir, C. Dursun, Ş. ve Burdurlu, Y. (1999). Konya (şehir merkezi) Gürültü Kirliliği Haritası, Mühendislik Bilimleri Dergisi, (5), -3,ss.1179-1185.
- Özguven, N. (2008). Gürültü Kontrolü Endüstriyel ve Çevresel Gürültü, İstanbul:Türk Akustik Derneği Teknik Yayınları.

- Özmen, A. (2014). Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik Hükümlerinin Örneklerle Ve Saha Uygulamalarıyla Açıklanması, İş Sağlığı Ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Ankara: T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.
- Öztürk, Z. (1998). Karayolu Ve Demiryolunda Yol Yakınında Alınabilecek Gürültü Önlemlerinin İncelenmesi, Antalya:IV. Ulusal Akustik Kongresi Bildiriler Kitabı, ss.93-103, 29-31 Ekim.
- Pampal, S., Kayranlı, B. ve Karakuş, D. (2002). Raylı Ulaşım Sistemlerinden Kaynaklanan Çevresel Gürültünün İncelenmesi, Ankara: Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi, ss.180-189.
- Pawlaczyk-Luszczynska, M., Dudarewicz, A., Zamojska, M. ve Śliwinska-Kowalska, M. (2012). Self-Assessment of Hearing Status and Risk of Noise-Induced Hearing Loss in Workers in a Rolling Stock Plant, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE),(18), 2, pp.279–296.
- Sabuncu, H. (1988). İş Yeri Ortamında Fiziksel Etkenler-Gürültü, Ankara:II. Ulusal İşçi Sağlığı Kongresi, ss.355-363.
- Şahin G.Y. (2007). Trabzon Havalimanı Gürültüsü Ve İnsan Üzerindeki Etkileri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trabzon:Karadeniz Teknik Üniversitesi, FBE.
- Şahinkaya, S.(2005). Coğrafik Bilgi Sistemleri (CBS) ile Demiryolu Gürültü Kirliliğinin Modellenmesi: Konya Örneği, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Konya:T.C. Selçuk Üniversitesi FBE, Çevre Mühendisliği ABD.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı (TÇVOB), (2015). Gürültü ve Gürültü Kirliliği, http://www.cevreorman.gov.tr/site_02.asp (Ulaşım 14.11.2015).
- Tuna, H.(2005) En Yaygın Endüstriyel Tehlike: Gürültü, Çalışma ve Toplum, (2), ss.103-117.
- Vincent, N. (2000). Rolling Noise Control At Source: State-Of-The Art Survey. Journal of Sound and Vibration, (3),231,pp.865-876.
- Yerli, Ö.(2012). Kentsel Alan Kullanım Kaynaklı Gürültünün Düzce Kenti Örneğinde İrdelenmesi, Doktora Tezi, Düzce: T.C. Düzce Üniversitesi FBE.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Enes SAKARYA
Doğum Yeri ve Tarihi : İzmit / 1982
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : 0539 838 58 06 / enesakarya@gmail.com

Eğitim Durumu:

Lise : Sincan Lisesi
Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Jeofizik Mühendisliği
Yüksek Lisans : Okan Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

Çalık Enerji Grubu & Nordex AŞ / 2015
Borusan Enbw Enerji & Tanınmış İnşaat A.Ş. / 2015
Demirer Holding - Enercon Aero / 2014
Başakşehir 2. Etap Toplu Yapı Yönetimi / 2013
Arıkanlı Holding & Yurtiçi Kargo Servisi A.Ş. / 2009
İsfalt A.Ş. / 2008
Yapı Kredi Emeklilik A.Ş. / 2007
RNG Jeoteknik Mühendislik A.Ş. / 2006
Soiltest Zemin Etüt Laboratuvarı / 2005