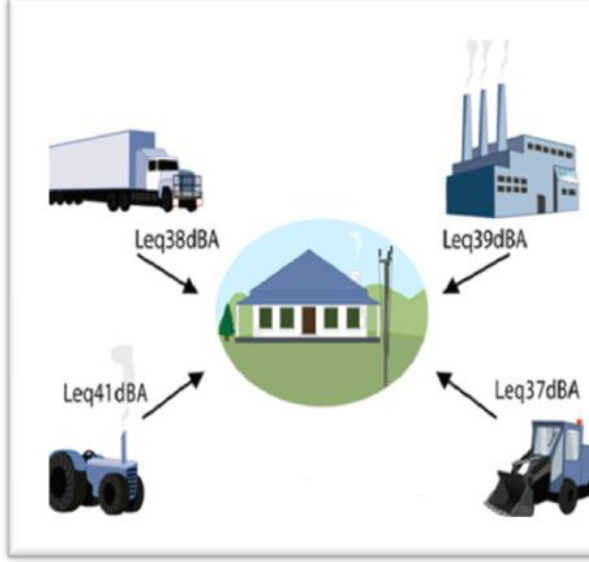
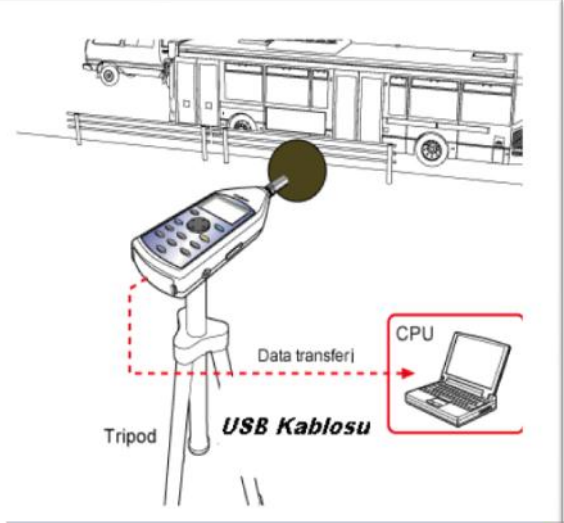




**ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI**  
**Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü**



# ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM VE DEĞERLENDİRME KILAVUZU

ANKARA  
2011



T.C.  
**ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI**

Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü  
Hava Yönetimi Dairesi Başkanlığı

**ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM  
VE DEĞERLENDİRME KILAVUZU**





## **TEŞEKKÜR**

Bu kılavuzun hazırlanması sırasında karşılaşılan sorunların çözümüne yönelik görüşlerini  
Bakanlığımızdan esirgemeyen;

*Prof. Dr. Nevzat ÖZGÜVEN'e,*

*Prof. Dr. Mehmet ÇALIŞKAN'a,*

*Prof. Dr. Selma KURRA'ya,*

*Doç. Dr. Haluk EROL'a,*

teşekkür eder, çalışmalarında başarılar dileriz.

### **Ayrıca,**

Kılavuzun hazırlanması aşamasında;

Danışmanlık hizmeti niteliğinde desteğini esirgemeyen,

Bizlere değerli vaktini ayıran,

Çalışmalarını ve deneyimlerini paylaşan kıymetli hocamız;

**Prof. Dr. Sevtap YILMAZ DEMİRKALE'ye**

Teşekkür Ederiz...



## ÖNSÖZ

**Bu kılavuz;** İl Çevre ve Orman Müdürlükleri ile 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 12 nci maddesine istinaden yetki devri yapılan Belediye Başkanlıkları ve diğer kurum/kuruluş personelinin, çeşitli kaynaklar tarafından oluşturulan çevresel gürültünün ölçümü ve değerlendirilmesinde rehber olarak kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

**Kılavuzla;** ticari faaliyet niteliğindeki (işyeri, atölye, imalathane, eğlence yerleri ve sanayi tesisleri vb) gürültü kaynaklarından meydana gelen çevresel gürültünün tanımı, kişiler üzerindeki olası etkileri, çevresel gürültünün nitelendirilmesi adına kullanılan ölçüm sistemleri, ölçüm parametreleri ile ölçümlerin yapılması ve değerlendirilmesi konularında genel bilgilerin sunulması hedeflenmektedir.

**Bu kılavuz hazırlanırken;** Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde atıfta bulunulan standartlar (TS ISO 1996-1 ve TS ISO 1996-2) dikkate alınmıştır. Bununla birlikte; söz konusu standartlarda açık olmayan hususlar hakkında diğer ülkelerdeki (...Almanya, İngiltere, Fransa, ABD, Avustralya .... vs.) uygulamalar araştırılmış, bu ülkelerdeki uygulamalar ışığında ülkemiz koşulları için en uygun olacağı düşünülen hususlara kılavuzda yer verilmiştir.

## HAZIRLAYANLAR

Safiye BİLGİLİ	: Şube Müdürü
Ersin GÜRTEPE	: Uzman
Esin TÜRKEL	: Ziraat Y. Mühendisi
H. Muharrem ALTINOLUK	: Çevre Mühendisi
Nuray HÜSMEN	: Fizik Mühendisi
Ayşin BÜTÜN	: Fizik Mühendisi
Hale ERTORUN	: Y. Şehir Plancısı





**İçindekiler**

ÖNSÖZ .....	V
İçindekiler .....	VII
Tablolar Dizini .....	X
Resimler Dizini .....	X
Şekiller Dizini .....	XI
GİRİŞ .....	XIII
DAYANAK .....	XV
KAPSAM .....	XV
YETKİLİ PERSONELİN SORUMLULUKLARI .....	XV

**BÖLÜM I**

1. SES, GÜRÜLTÜ, GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI VE GÜRÜLTÜNÜN ETKİLERİ.....	3
1.1 Ses ve Gürültü .....	3
1.2. Gürültü Kaynakları.....	4
1.3. Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri .....	5
1.4. Bazı Gürültü Kaynakları ve Gürültü Seviyeleri .....	8

**BÖLÜM II**

2. ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ VE ÖLÇÜM PARAMETRELERİ (DEĞERLERİ) .....	13
2.1. Çevresel Gürültü ve Türleri .....	13
2.1.1. Frekans spektrumu açısından gürültü türleri .....	13
2.1.1.1. Sürekli geniş bant gürültüsü .....	13
2.1.1.2. Sürekli dar bant gürültüsü .....	13
2.1.2. Zamana bağlı olarak gürültü türleri .....	14
2.1.2.1. Kararlı (sürekli) gürültü.....	14
2.1.2.2. Kararsız gürültü .....	14
2.2. Çevresel Gürültü Ölçüm Parametreleri .....	14
2.2.1. Ses Seviyesi ve Ses Gücü Seviyesi .....	14
2.2.2. Oktav Bantları ve Gürültünün Frekans Dağılımı .....	15
2.2.3. Ağırlıklamalar .....	16
2.2.3.1. Frekans Ağırlıklamaları .....	16
2.2.3.2. Zaman Ağırlıklamaları .....	18
2.2.4. Eşdeğer Sürekli Gürültü Seviyesi (Leq) .....	18
2.2.5. Ses Etkilenim Seviyesi (SEL) .....	19
2.2.6. İstatistiki Ses Seviyesi .....	19
2.2.7. Maksimum ve Minimum Gürültü Seviyeleri .....	21
2.2.8. Çevresel Gürültünün Rahatsızlık Seviyesi .....	22

**BÖLÜM III**

<b>3. ÖLÇÜM SİSTEMİ , DENETİM EKİBİ, ÖLÇÜM HAZIRLIKLARI</b> .....	25
3.1. Ölçüm Sistemleri .....	25
3.2. Gürültü Ölçümünün Planlanması .....	25
3.3. Ölçüm Sistemlerinin Hazırlanması .....	26
3.3.1. Ön kontroller .....	26
3.3.2. Kalibrasyon .....	26
3.4. Ölçüm Ekipmanlarına İlişkin Genel Bilgiler .....	27
3.4.1. Ölçüm aleti tipleri .....	27
3.4.2. Ölçüm ekipmanı tipik özellikleri .....	28
3.4.3. Aksesuarlar/Yardımcı elemanlar .....	28
3.5. ÖLÇÜM/DENETİM EKİBİ .....	29

**BÖLÜM IV**

<b>4. GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM PROSEDÜRLERİ</b> .....	33
4.1. GENEL BİLGİLER .....	33
4.2. ÖLÇÜLEN PARAMETRELER.....	34
4.3. ÖLÇÜM NOKTALARI .....	35
4.4. KAYNAK GÜRÜLTÜSÜNÜN ÖLÇÜM İLKE VE ESASLARI.....	38
4.4.1. Ölçümler ne zaman yapılmalıdır? .....	38
4.4.2. Ne Kadar Süre ile Ölçüm Yapılmalıdır? .....	39
4.4.3. Nerede Ölçüm Yapıyoruz? .....	41
4.5. Arkaplan (Background) Gürültüsünün Ölçüm İlke ve Esasları .....	42
4.5.1. Ölçümler Ne Zaman Yapılmalıdır? .....	42
4.5.2. Ne Kadar Süre ile Ölçüm Yapılmalıdır? .....	43
4.5.3. Nerede Ölçüm Yapıyoruz? .....	44

**BÖLÜM V**

<b>5. ÖLÇÜMLERDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR</b> .....	47
5.1. DIŞ KAYNAKLI DİĞER GÜRÜLTÜLER.....	47
5.2. YEREL METEOROLOJİK KOŞULLAR .....	47
5.3. ÖLÇÜM ALANINDA DİĞER İNSANLARIN OLMASI .....	50
5.4. DEĞERLENDİRİLEN GÜRÜLTÜ KAYNAĞININ DURUMU.....	50

**BÖLÜM VI**

<b>6. GENEL TAVSİYELER</b> .....	53
6.1. OKUNAN/ÖLÇÜLEN DEĞERİN GEÇERLİLİĞİNİ ETKİLEYEBİLECEK FAKTÖRLER.....	53
6.2. ÖLÇÜMLERDEKİ GİZLİ TEHLİKELER.....	53
6.3. PROBLEM SAPTAMA .....	54
6.4. SES ÖLÇERİN BAKIMI .....	54
6.5. DESİBELLEDE İŞLEMLER .....	54

**BÖLÜM VII**

<b>7. RAPORLAMA, ÖLÇÜM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE SONUÇLANDIRILMASI .....</b>	<b>57</b>
<b>7.1. SONUÇLARIN RAPORLANMASI .....</b>	<b>57</b>
<b>7.2. YAPTIRIMIN İZLENMESİ.....</b>	<b>58</b>
<b>7.3. ARŞİVLEME SİSTEMİ VE ÖNEMİ .....</b>	<b>58</b>

**EKLER**

<b>EK-I ŞİKAYET DEĞERLENDİRME MEKÂNİZMASI .....</b>	<b>61</b>
<b>EK-II SES ÖLÇERİN KALİBRASYONU .....</b>	<b>67</b>
<b>EK-III DESİBEL &amp; dB İŞLEMLERİ.....</b>	<b>69</b>
<b>EK-IV Leq &amp; SEL.....</b>	<b>73</b>
<b>EK-V GÜRÜLTÜNÜN TONALİTE, DARBESELLİK VE DÜŞÜK FREKANS İÇERİĞİ AÇISINDAN İRDELENMESİ .....</b>	<b>77</b>
<b>EK-VI KAYNAKÇA.....</b>	<b>85</b>

### **Tablolar Dizini**

<b>Tablo 1.1:</b> Gürültülerin Sınıflandırılması.....	6
<b>Tablo 1.2:</b> Gürültü Açısından Etkenler.....	6
<b>Tablo 1.3:</b> Gürültü Seviyesindeki Değişimin Toplum Tarafından Algılanması.....	7
<b>Tablo 1.4:</b> Bazı Ses Kaynaklarının (dB) Değerleri.....	8
<b>Tablo 1.5:</b> Değişik Kaynakların Ses Seviyelerinin Karşılaştırılması .....	9
<b>Tablo 2.1:</b> Ses şiddeti, ses basıncı ve ses gücü bağıntıları .....	15
<b>Tablo 2.2:</b> Oktav Bant Merkez Frekansları .....	16
<b>Tablo 2.3:</b> Frekansa göre ağırlık katsayıları.....	17
<b>Tablo 5.1:</b> Seviyeler arasındaki farklılara bağlı olarak saf kaynak gürültüsünü bulmak için uygulanacak düzeltme değerleri.....	47
<b>Tablo III.1:</b> Desibellerde Toplama İşlemi.....	70
<b>Tablo III.2:</b> Desibellerde Çıkarma İşlemi .....	70
<b>Tablo V.1:</b> Bazı Düşük Frekanslı Seslerin Atmosfer Etkisiyle Azaltımı .....	82

### **Resimler Dizini**

<b>Resim 1.1:</b> Ses ve Gürültü.....	3
<b>Resim 2.1:</b> Zaman ağırlıklamaları (F,S,I) .....	18
<b>Resim 3.1:</b> Kalibrasyon İşlemi.....	26
<b>Resim 4.1 :</b> Dış mekânda mikrofon konumu .....	35
<b>Resim 4.2:</b> Engel durumunda dış mekândaki mikrofon konumu .....	36
<b>Resim 4.3:</b> İç mekânda mikrofon konumu.....	37
<b>Resim 4.4:</b> Genel ölçüm konumu .....	41
<b>Resim II.1 :</b> Kalibrasyon sürecinde yapılan işlemler .....	68

**Şekiller Dizini**

<b>Şekil 1.1:</b> Akustik Yönden Gürültü Kaynakları.....	4
<b>Şekil 2.1:</b> A ve C ağırlıklamaları .....	16
<b>Şekil 2.2:</b> Şehir içi bir yerin, 24 saatlik sürede gürültü seviyelerinin istatistiki dağılımı. $L_{10}$ ve $L_{90}$ günün her saati için belirtilmiştir.....	20
<b>Şekil 2.3 (a):</b> İstatistiki ses seviyesi ve aşma olasılığı .....	21
<b>Şekil 2.3 (b):</b> İstatistiki ses seviyeleri ve $L_{Aeq}$ ilişkisi .....	21
<b>Şekil 2.4:</b> Zaman ağırlıklıklı $L_{max}$ değerleri arasındaki ilişki .....	22
<b>Şekil 2.5:</b> Zaman ağırlıklıklı $L_{min}$ değerleri arasındaki ilişki .....	22
<b>Şekil 3.1:</b> Ses seviyesi ölçüm aleti için öbek çizeneği.....	26
<b>Şekil 5.1:</b> Rüzgâr Etkisi.....	48
<b>Şekil 5.2:</b> Ses ışınların sıcaklığa bağlı olarak yön değiştirmesi .....	49
<b>Şekil I.1:</b> Şikâyetlerin Değerlendirilme Mekânizması .....	61
<b>Şekil I.2:</b> Kayıt ve Eleme Sistemi .....	62
<b>Şekil I.3:</b> Kayıt Sisteminin Önemi.....	63
<b>Şekil I.4:</b> Eleme Sisteminin Önemi .....	63
<b>Şekil I.5:</b> Etkin Bir Gürültü Yönetim Sistemi-I.....	64
<b>Şekil I.6:</b> Etkin Bir Gürültü Yönetim Sistemi-II .....	65
<b>Şekil II.1:</b> Kalibrasyon Prosedürü .....	67
<b>Şekil III.1:</b> dB Bağıntısı .....	69
<b>Şekil III.2:</b> Desibellerin Toplanması.....	69
<b>Şekil III.3:</b> Desibellerde Çıkarma İşlemi .....	69
<b>Şekil IV.1:</b> $L_{eq}$ ve SEL Arasındaki İlişki.....	73
<b>Şekil IV.2:</b> SEL Değerinin Farklı Gürültülerin Kıyaslanmasında Kullanımı .....	75
<b>Şekil IV.3:</b> Değişik Durumlara Ait SEL Ölçümleri .....	76
<b>Şekil V.1:</b> 1/1 Oktav Bantlı Frekans Analizinde Tonalitenin Tespit Edilmesi.....	80
<b>Şekil V.2:</b> 1/3 Oktav Bantlı Frekans Analizinde Tonalitenin Tespit Edilmesi.....	80
<b>Şekil V.3:</b> Düşük Frekanslı Seslerin Tespitinde Karar Mekânizması.....	84



## GİRİŞ

Günümüzde yaşadığımız çevrenin kalitesini ve insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen önemli faktörlerden biri de gürültüdür. Gürültüyü, “*hoşa gitmeyen, istenmeyen, rahatsız edici ses*” olarak tanımlayabiliriz. Ses, nesnel bir kavramdır. Yani ölçülebilir ve varlığı kişiye bağlı olarak değişmez. Gürültü ise öznel bir kavramdır. Tanımdan da anlaşılacağı üzere bir sesin gürültü olarak nitelenip nitelenmemesi kişilere bağlı olarak değişebilir. Kimilerinin sevak ve eğlenerek dinlediği müzik diğerklerini rahatsız edebilir.

Özellikle hızlı büyüyen şehirlerde, mesken ve sanayi alanlarının plansız ve iç içe gelişmesi, trafik yoğunluğunun artması, elektrik, elektronik ve mekânîk aletlerin günlük hayatımıza daha çok girmesiyle birlikte gürültüden rahatsızlık artmakta ve giderek insanlarımızın dinlenebilecekleri, çalışabilecekleri kısaca huzurlu şekilde yaşayabilecekleri mekânlar azalmaktadır.

Diğerk taraftan, başkalarının istirahat hakkına saygının ve çevre hassasiyetinin yeterince gelişmediği durumlarda, eğlence ve diğerk günlük faaliyetlerden kaynaklanan gürültü, yoğun şikâyetlere ve başta işitme kaybı ve uyku bozukluğu olmak üzere ciddi fiziksel ve ruhsal rahatsızlıklara sebep olmaktadır.

**Bu kılavuz;** İl Çevre ve Orman Müdürlükleri ile 2872 sayılı Çevre Kanunu’nun 12 nci maddesine istinaden yetki devri yapılan Belediye Başkanlıkları ve diğerk kurum/kuruluş personelinin, çeşitli kaynaklar tarafından oluşturulan çevresel gürültünün ölçümü ve değerlendirilmesinde rehber olarak kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

**Kılavuzla;** ticari faaliyet niteliğindeki (işyeri, atölye, imalathane, eğlence yerleri ve sanayi tesisleri vb) gürültü kaynaklarından meydana gelen çevresel gürültünün tanımı, kişiler üzerindeki olası etkileri, çevresel gürültünün nitelendirilmesi adına kullanılan ölçüm sistemleri, ölçüm parametreleri ile ölçümlerin yapılması ve değerlendirilmesi konularında genel bilgilerin sunulması hedeflenmektedir.

Gürültü ölçüm ve değerlendirmeye yönelik *uygulamada birlik sağlamak* üzere bu kılavuz hazırlanmıştır.





## DAYANAK

Bu kılavuz ‘Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’nde belirtildiği üzere ‘*her türlü açıklayıcı dokümanların Bakanlıkça hazırlanacağı ve yayımlanacağı*’ hükmüne dayanılarak hazırlanmıştır.

## KAPSAM

Kılavuzda, genel olarak “*Sanayi/Ticari Faaliyetlerden*” kaynaklanan;

- Çevresel Gürültü Ölçümlerinin Planlanması,
- Saha Ölçümlerinin Yapılması,
- Yapılan Ölçümlerin Değerlendirilmesi ve Raporlanması,

konuları ele alınmaktadır.

***BU KILAVUZDA TAVSİYE EDİLEN ÖLÇÜM METOTLARI,  
TESİSLERİN SES GÜCÜ SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ SIRASINDA  
KULLANILAN ÖLÇÜM METOTLARINI İÇERMEZ.***

## YETKİLİ PERSONELİN SORUMLULUKLARI

Denetim ekibi personelinin, bu kılavuzda belirtilen işlem ve prosedürlere ***cok olağandışı bir duruma maruz kalınmadıkça*** bağlı kalınması sağlanmalıdır.



# BÖLÜM I

*SES*

*GÜRÜLTÜ*

*VE*

*GÜRÜLTÜNÜN*

*ETKİLERİ*



## 1. SES, GÜRÜLTÜ, GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI VE GÜRÜLTÜNÜN ETKİLERİ

### 1.1. Ses ve Gürültü

Günlük yaşamda, seslerin varlığı, insanların kendilerini iyi hissetmesi için gereklidir. Konuşma, müzik, doğadaki sesler, yaşantımız için vazgeçilmezdir.

Ancak, istenmeyen ses olarak tanımlanan gürültü, insan sağlığını olumsuz olarak etkiler. Günümüzde gürültünün olumsuz etkileri, eskiden olduğu gibi, sadece fabrikalarda uzun süreli gürültüye bağlı işitme kaybı durumlarında incelenmemektedir. Araştırmalar, açık alanlar ve iç mekânlardaki her tip gürültüyü kapsamaktadır. (Bakınız: Resim 1.1)



*Resim 1.1: Ses ve Gürültü*

### **Ses Seviyesi**

- Sesin iki temel karakteristiği frekans ve şiddettir.
- Frekans birim zamandaki titreşim sayısı olup, birimi Hz' dir.
- Bütün titreşimler kulak tarafından duyulmaz.
- İnsan kulağı 20 Hz ile 20.000 Hz'lik frekans aralığında sesleri duyar.
- Kulağın en duyarlı olduğu frekans aralığı 1.000 - 4.000 Hz arasındır.
- Ses basınç seviyesi birimi desibeldir ve dB simgesi ile gösterilir.
- dB bir ses değerlendirme birimidir.
- Ses seviyesinin birimi, kullanılan ağırlık eğrisine göre dBA, dBB ya da dBC dir.
- dBA insan kulağının en duyarlı olduğu orta ve yüksek frekansların özellikle vurgulandığı bir ses değerlendirme birimidir.

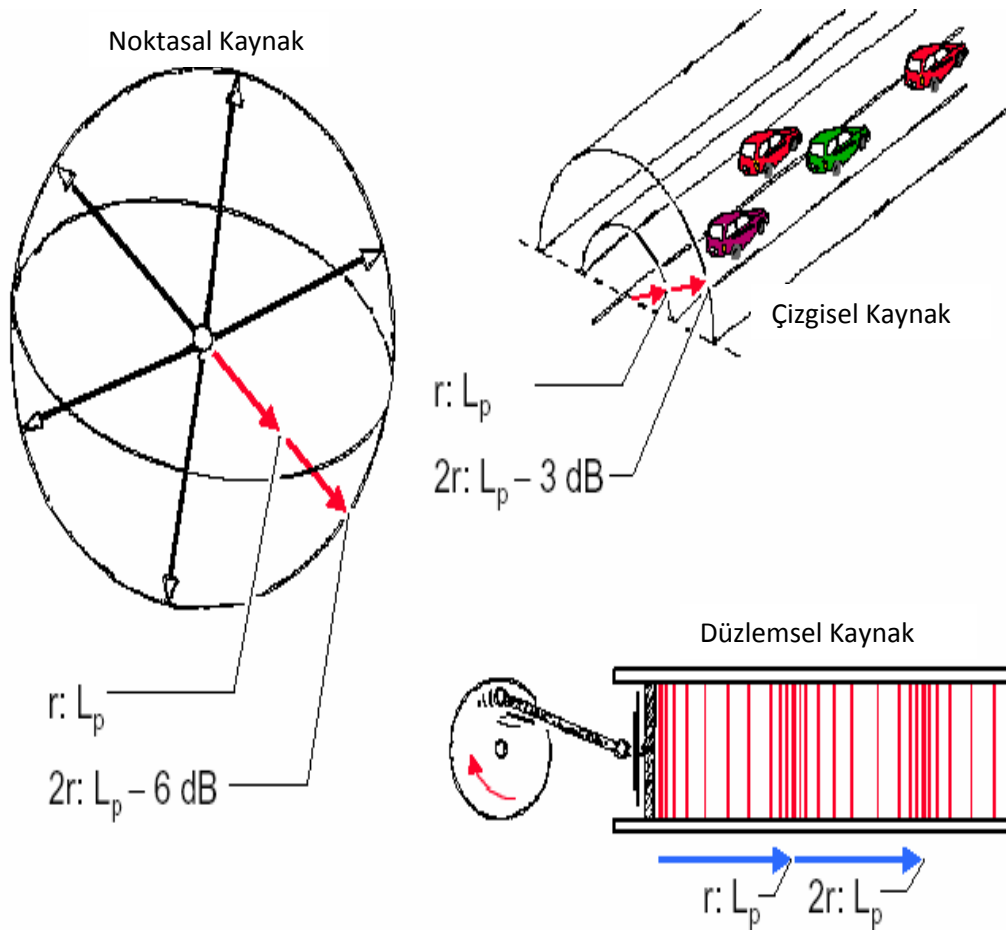
## Gürültü Seviyesi

Gürültü; istenmeyen, rahatsız edici ya da sağlığı tehdit eden seslerdir. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de toplum sağlığını ve konforunu çeşitli biçimlerde etkileyen yaygın kirlilik türlerinden biri gürültü kirliliğidir.

- $dB(A)$  olarak ölçülmektedir.
- $dB(A)$  skalası logaritmik bir yapıya sahiptir.
- Duyma sınırı / eşiği  $0 dB(A)$  olup  $120-130 dB(A)$  ise ağrı eşiğidir.
- Yaklaşık olarak bir ses  $6-10 dB(A)$  artırılırsa insan kulağı tarafından 2 kat olarak hissedilir.
- Trafik akışındaki yoğunluğun yarıya düşürülmesi yaklaşık olarak  $3 dB$  lik bir azaltım sağlarken, yoğunluğun iki kat artırılması yaklaşık olarak  $3 dB$  lik bir artışa neden olur.

## 1.2. Gürültü Kaynakları

Gürültü kaynakları değişik yönlerden gruplandırılabilir. Seslerin doğuş biçimlerine göre havada ve katı ortamlarda doğan gürültüler, şekil 1.1 de gösterildiği üzere akustik yönden noktasal, çizgisel ve düzlemsel kaynaklardan yayılabilirler.



Şekil 1.1: Akustik Yönden Gürültü Kaynakları

Akustik kirlilik oluşturan gürültüler; kaynak ve alıcıların bir çevredeki konumuna ve yayılma yollarına bağlı olarak iki grupta incelenebilir:

**Açık alanda mevcut olan gürültü kaynakları:** Yapıların dışında yer alan kaynaklardan üretilen ve gerek yapı içindeki hacimleri ve gerekse yapı dışındaki açık alanları kullanan kişileri etkileyen gürültülerdir. Bunlar da şu şekilde gruplandırılabilir:

- Ulaşım gürültüleri (*Karayolu, denizyolu, demiryolu, uçak ve havaalanı gürültüleri*)
- Endüstri gürültüleri (*endüstriye ait araç, gereç ve makineler ile işyerlerindeki çeşitli faaliyetlerden doğan gürültüler*)
- Yapım (şantiye) gürültüleri (*yol ve bina yapım işlerinin ve yapım makinelerinin gürültüleri*)
- İnsan etkinliklerine ilişkin gürültüler (*yüksek sesle konuşma, bağırma, çocuk sesleri, spor alanları, atış alanları, radyo TV ve müzik sesleri vb*)
- Eğlence ve ticari amaçlı gürültüler (*açık hava sinemaları, eğlence yerleri, yükseltilmiş reklamlar, satıcı sesleri, kaset ve plakçuların müzik sesleri gibi*)

**Yapı içi gürültü kaynakları:** Yapıların içinde yer alan kaynaklardan doğan seslerdir.

- Konuşma sesleri
- Adım sesleri
- Ev araçlarının gürültüleri
- Yükseltilmiş müzik sesleri
- Darbe ve eşya sürtünme sesleri
- Kapı çarpmaları
- Büro gürültüleri
- Garaj gürültüleri
- Çeşitli makine ve donanımların gürültüleri (*asansör, tesisat v.b.*)
- Yapı içinde yer alan her türlü işyerinden gelen özel gürültüler

### 1.3. Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Gürültünün etkisine karşı insan davranışları iki grupta toplanmaktadır. Birincisi, ancak duygu ve duyuların açıklanmasıyla belirlenebilen psikolojik rahatsızlık, ikincisi ise; çeşitli ölçme metotlarıyla belirlenebilen fizyolojik rahatsızlıktır. Bu sebeple, insan sağlığı ve konfor şartları açısından mimari tasarım aşamasında gürültü kontrolü yapılması gerekir.

Gürültünün insan üzerindeki etkileri incelenirken üç önemli etken göz önüne alınabilir:

- Can sıkması,
- İletişimi engellemesi,
- Devamlı duyma bozukluğu riski,

Bunlarla beraber, hacmin kullanımı, hangi zamanda kullanıldığı, gürültünün süresi ve tipi gibi dikkate alınması gereken birçok etken bulunmaktadır. Tablo 1.1 de gürültünün etkilerine yönelik bir sınıflandırması yapılırken tablo 1.2 de ise gürültü açısından etkenler verilmektedir.

**Tablo 1.1: Gürültülerin Sınıflandırılması**

I. Derecedeki Gürültüler 30 – 65 dBA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konforsuzluk</li> <li>• Rahatsızlık</li> <li>• Sıkılma duygusu</li> <li>• Kızgınlık</li> <li>• Konsantrasyon</li> <li>• Uyku Bozukluğu</li> </ul>
II. Derecedeki Gürültüler 65 – 90 dBA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fizyolojik gürültü</li> <li>• Kalp atışının değişimi</li> <li>• Solunum hızlanması</li> <li>• Beyindeki basıncın azalması</li> </ul>
III. Derecedeki Gürültüler 90 – 120 dBA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fizyolojik gürültü</li> <li>• Baş ağrısı</li> </ul>
IV. Derecedeki Gürültüler 120 – 140 dBA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İç kulakta bozukluk</li> </ul>
V. Derecedeki Gürültüler 140 > dBA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulak zarının patlaması.</li> </ul>

**Tablo 1.2: Gürültü Açısından Etkiler**

1) Fiziksel Etkiler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İşitme Hasarlılığı</li> </ul>
2) Fizyolojik Etkiler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vücuttaki Bozukluklar</li> <li>• Kalp atışının bozulması</li> <li>• Kesiklik</li> <li>• Metabolizmada bozukluk</li> <li>• Uyku bozukluğu</li> </ul>
3) Psikolojik Etkiler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinir sistemi dejenere olur</li> <li>• Aşırı tepkiler</li> <li>• Hoşnutsuzluk, tedirginlik duygusu</li> </ul>
4) Performans Etkileri	<p>Eylem üzerindeki etkisi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konuşma ile girişim olayının olması konuşmanın kesilmesi</li> <li>• Dinleme ve anlaşma güçlüğü</li> <li>• Konsantrasyonun kesilmesi</li> <li>• Dinlenmenin etkilenmesi</li> </ul>
5) Dinlenme ve bozukluğu	



Fizyolojik rahatsızlık yaratan gürültü seviyelerinin başlangıç değerlerinin kolaylıkla belirlenmesine karşılık, psikolojik rahatsızlığın sınırlarını çizmek kolay olmamaktadır. İnsan topluluklarının ve bireylerin gürültüye karşı tepkileri toplumdan topluma farklılıklar gösterebilmektedir. Tablo 1.3 de gürültü seviyesindeki artışa bağlı olarak toplumun bu değişimden etkilenmesi özetlenmektedir:

**Tablo 1.3: Gürültü Seviyesindeki Değişimin Toplum Tarafından Algılanması**

<b>Seviyedeki Artış (dB)</b>	<b>Değişimin Toplum Tarafından Algılanması</b>	<b>Gürültünün Etkisi</b>
<b>0</b>	Fark edilmez	Yok
<b>3</b>	Değişim Ancak Fark Edilebilir	Çok Az
<b>3-5</b>	Değişim Kolayca Fark edilebilir	Az
<b>5-7</b>	Aralıklı Şikâyetler Görülebilir	Orta Seviyede
<b>7</b>	Rahatsız Olunur	Orta Seviyede
<b>7-10</b>	Aralıklı Şikâyetler	Yüksek
<b>10-15</b>	Geniş çaplı Şikâyetler	Çok Yüksek
<b>15-20</b>	Grup Reaksiyonları Görülebilir	Çok Yüksek

#### 1.4. Bazı Gürültü Kaynakları ve Gürültü Seviyeleri

Tablo 1.4 ve 1.5 de bazı gürültü türlerinin dB dereceleri ve subjektif değerlendirilmeleri verilmektedir.

*Tablo 1.4: Bazı Ses Kaynaklarının (dB) Değerleri*

(dB)	Örnekler	Subjektif Değerlendirme
140	Jet motoruna yakın	Hasar verici
130	Ağrının başlangıcı	
105	Kuvvetli rock müzik	
100	3 m uzaklıkta otomobil klakson sesi	Çok yüksek
90	Şehir cadde gürültüsü	
82	Fabrika gürültüsü	
80	Akustik yalıtım yapılmamış okul, kantin gürültüsü	Yüksek
62	Açık trafikli yol	
62	Talî bir yolun gürültüsü	Orta
50	Büro gürültüsü	
40	Konutta düşük düzeyde çalınan müzik	Düşük
20	Fısıltı	Çok düşük
8	İnsanın nefes alış-verişi	
0	İşitmenin başlangıcı	

**Tablo 1.5: Değişik Kaynakların Ses Seviyelerinin Karşılaştırılması**

Gürültü seviyesi,dB	Evle ilgili	Trafik	Uçak	İnsan tepkisi
160				Kulak için sürekli hasar
150				Kulakta geçici olan şiddetli ağrılar
140 – 130			Jet uçak motoru (15m uzakta)	Konuşmanın imkânsız olma durumu
120			IC Aero motor (15m uzakta)	
110		Tankın geçmesi durumunda	150m yükseklikte jet uçağı için	Yalnız bağıarak konuşmak olası
100		Hava basınçlı matkap (183 m ilerde)		
90		Metroda bulunan tren durumu	Sivil uçağın kabin içinde	Yükseltilmiş sesle konuşma
80		Motor klaksonu		
70	Yüksek düzeyde radyo müziği	Ağır trafik		
60	Yüksek sesle konuşma	Tren veya otobüs içinde		
50	Konuşma	Tali yol trafiği		Normal konuşmak olası
40	Özel büro			
30	Saat tıkırtısı	Sessiz cadde		
20	Sessiz bahçe			
0 - 10				İşitme başlangıcı



# *BÖLÜM II*

*ÇEVRESEL*

*GÜRÜLTÜ*

*VE*

*ÖLÇÜM*

*DEĞERLERİ*



## 2. ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ VE ÖLÇÜM PARAMETRELERİ (DEĞERLERİ)

### 2.1. Çevresel Gürültü ve Türleri

Çevresel Gürültü; Ulaşım araçları, kara yolu trafiği, demir yolu trafiği, hava yolu trafiği, deniz yolu trafiği, açık alanda kullanılan teçhizat, şantiye alanları, sanayi tesisleri, atölye, imalathane, işyerleri ve benzeri ile rekreasyon ve eğlence yerlerinden çevreye (dışarıya) yayılan, istenmeyen veya zararlı açık hava seslerinin bütünü ile yapı içindeki mekânîk sistemler ve diğer kaynaklardan doğan ve diğer bir mekân içinde bulunan insanları olumsuz etkileyen yapı içi gürültüleri ifade eder.

Yapılan çalışmalar bazı belirli karakteristik özelliklere sahip seslerin insanlar tarafından gürültü olarak hissedildiğini ortaya çıkarmıştır. Örneğin ses dar bant aralığında sıkışmışsa, bu ses aynı enerjideki daha geniş banta yayılan sestten daha gürültülü olarak algılanmaktadır. Başka bir örnek ise sesin yükselme periyodu ile ilgili. Aynı enerjideki iki sestten hızlı yükselen ses daha gürültülü olarak algılanır. Düzensiz, değişken bir ses kararlı bir sese göre daha gürültülü olarak algılanabilmektedir.

Bir gürültünün karakteri, **Gürültünün;**

- Frekans spektrumu,
- Seviyesinin zamanla değişimi ve
- Ses alanının özellikleri ile tanımlanabilir.

#### 2.1.1. Frekans spektrumu açısından gürültü türleri

Frekans spektrumuna bağlı olarak gürültü,

- Sürekli spektrum (geniş bant gürültüsü)
- İşitilebilir ayrı tonlardaki spektrum (dar bant gürültüsü) olarak ikiye ayrılabilir.

##### 2.1.1.1. Sürekli geniş bant gürültüsü

Birçok gürültü türü sürekli bir spektruma sahiptir. Yani; gürültüyü meydana getiren sesin frekansı, bir veya birkaç frekans aralığına değil, bütün frekansları içerecek şekilde tüm frekans boyunca yayılmıştır. Sürekli geniş bant gürültüsüne örnek olarak bir beyaz gürültü olan konuşma sesi gürültüsü verilebilir.

##### 2.1.1.2. Sürekli dar bant gürültüsü

Bu gruba giren seslerde genel olarak birkaç frekans yoğun olarak yer alır. Diğer bir deyişle, gürültü içindeki belirgin tonlar açık olarak işitilebilir. *Örnek olarak;* daire testerenin çıkardığı ses özellikle yüksek frekansları ihtiva eder ve bu sınıf içinde yer alır.

## 2.1.2. Zamana bağılı olarak gürültü türleri

### 2.1.2.1. Kararlı (sürekli) gürültü

Hiç kesintiye uğramadan, aynı modda çalışan ekipmanlar tarafından oluşan gürültüdür. Örnek olarak; pompaların ve fanların oluşturdukları çevresel gürültüler verilebilir.

### 2.1.2.2. Kararsız gürültü

Gözlem süresinde gürültü seviyesinde önemli değişiklikler olan gürültülere denir. Kararsız gürültüler kendi içinde üçe ayrılır.

#### **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 gürültülerdir. Trafik ve durup yeniden çalışan vantilatör gürültüleri bu gürültü türüne en güzel örneklerdir.

#### **Vurma (darbe) gürültüsü (anlık gürültü)**

Her biri bir saniyeden daha az süren bir veya birden fazla vuruşun çıkardığı gürültüdür. Bir seste hızlı ve kısa değişimler yaşıyorsa bu seste darbesel karakteristik var demektir. Aniden oluşan yüksek seviyeli çarpma, darbe ve patlama gürültüleri bu tiptendir. Kazık çakan inşaat makineleri, darbeli çalışan presler, taş ocaklarında dinamit patlatmaları veya matbaa makineleri bu gürültü türüne örnek olarak verilebilir. Rahatsızlık etkileri daha fazladır.

## 2.2. Çevresel Gürültü Ölçüm Parametreleri

### 2.2.1. Ses Seviyesi ve Ses Gücü Seviyesi

Ses güç seviyesi (PWL) kaynağın bulunduğu yeri (hacmi) göz önüne almadan kaynak tarafından yayılan gürültünün gücünü veya sesin miktarını ifade eder. Ses güç seviyesi (PWL), kaynağı çevresinden bağımsız olarak değerlendirmek için kullanılır. Diğer taraftan, Ses şiddet seviyesi ( $IL$ ) ve ses basınç seviyesi (SPL) sesin işitildiği hacmin akustik karakteristiğine bağlıdır.

Bazı genel ve kolay anlaşılır ses seviyelerinin desibel karşılıkları tablo 2.1 de verilmiştir.



**Tablo 2.1:** Ses şiddeti, ses basıncı ve ses gücü bağıntıları

	Ses Şiddet Seviyesi	Ses Basıncı Seviyesi	Ses Güç Seviyesi
Birim	$IL$ , dB	SPL, dB	PWL, dB
Bağıntı	$10 \log \frac{I}{I_o}$	$20 \log \frac{P}{P_o}$	$10 \log \frac{W}{W_o}$
Birimler	$I$ (watt/cm <sup>2</sup> )	P dyne / cm <sup>2</sup>	W (Watt)
Referans ses basıncı seviyesi olarak genellikle işitilebilen en küçük düzey alınır.	$I_o = 10^{-16}$ Watt/cm <sup>2</sup>	$P_o = 2 \times 10^{-4}$ dyne/cm <sup>2</sup> veya 0.0002 mikrobar	$W_o = 10^{-12}$ watt
İşitilebilen en küçük değer	$IL = 0$ dB	SPL = 0 dB	PWL = 0 dB
Dayanılabilen en yüksek değer	$I = 10^{-3}$ watt/cm <sup>2</sup>	$P = 2 \times 10^2$ dyne/cm <sup>2</sup>	....
Dayanılabilen en yüksek değer	$IL = 130$ dB	SPL = 120 dB	....

### 2.2.2. Oktav Bantları ve Gürültünün Frekans Dağılımı

İşittiğimiz sesler, aralığı olan 20 – 20 000 Hz arasında yaklaşık olarak 20 000 tane frekanstan oluşur, bu 20 000 tane frekansta işlem yapmak oldukça zor ve zahmetli olduğundan 20 000 tane frekans bazı aralıklara bölünmüştür. Ses analizlerinde incelenecek frekans aralıklarına **oktav bandı** denir ve bir oktav bandında, bandın üst limit frekansı alt limit frekansının iki katına eşittir. Her oktav bandında çok sayıda frekans vardır, alçak frekansların özellikleri çok sık aralıklarla değiştiğinden, alçak frekansların oktav bantlarında frekans sayısı az, yüksek frekanslı oktav bandında frekans sayısı daha fazladır. Bu sayı alçak frekanslardan yüksek frekanslara doğru artar. Tablo 2.2 de oktav bantlar ve merkez frekansları verilmektedir. Her oktav bandında çok sayıda frekans bulunmaktadır. Bu frekansları temsil etmek için merkez frekanslar bulunur. Merkez frekanslar bandın geometrik ortalamasını verirler.

Yani;

$$f(\text{merkez}) = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$$

$$f_2 = 2f_1$$

$$f = \sqrt{2}f_1 = f_2 \cdot 1/\sqrt{2}$$

(Denklem 2.1)

yazılır.

$f$  : Merkez veya orta frekans

$f_1$  : Oktav bandın alt sınır frekansı

$f_2$  : Oktav bandın üst sınır frekansı

Oktav bantlarda üst sınır frekansının alt sınır frekansının iki katı olacak şekilde tanımlanmasının nedeni kulağın yapısından dolayıdır. Kulak, frekans oranları tam sayı olan iki sesi benzer ses olarak algılar.

Çevresel gürültü ölçümlerinde genel olarak 1/1 ve 1/3 oktav bantlar kullanılmaktadır. 1/1 oktav bantta; incelenen ses, 8 merkez frekansa ayrılarak işlem yapılırken 1/3 oktav bantta incelenen ses 24 tane merkez frekansa ayrılarak daha detay analiz etme imkânı sağlar.

Yukarıda ifade edilen oktav bantlar dışında gerek görülmesi hâlinde 1/12 ve FFT (Fast Fourier Time) gibi çok daha veri imkânı sağlayan frekans analiz durumları da mevcuttur. Standart olarak kabul edilen çevresel gürültü ölçümlerinde sıklıkla kullanılan oktav bantları ve merkez frekansları tablo 2.2 de gösterilmiştir.

**Tablo 2.2: Oktav Bant Merkez Frekansları**

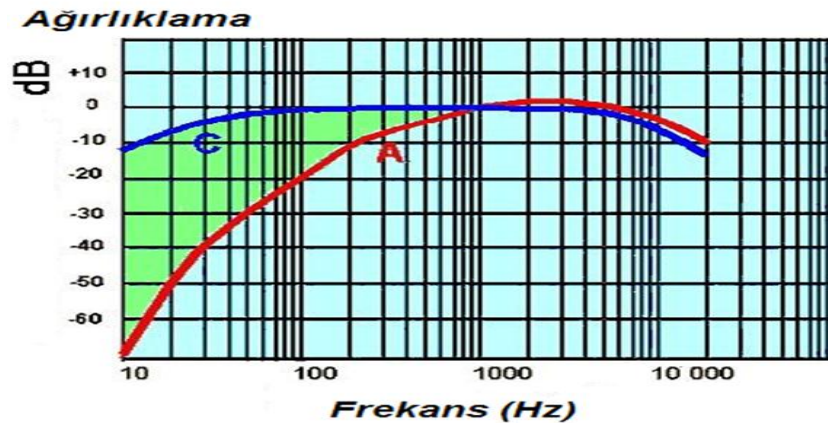
Merkez Frekansı [Hz]	Alt Sınır Frekansı [Hz]	Üst Sınır Frekansı [Hz]
63	44	88
125	88	177
250	177	355
500	355	710
1000	710	1420
2000	1420	2840
4000	2840	5680
8000	5680	11360

### 2.2.3. Ağırlıklamalar

Ses ölçer sistemi tarafından bir sesin ölçümü sırasında, değerlendirilen ses, havadaki basınç değişimlerine duyarlı hassas diyaframlara sahip mikrofonlar tarafından elektrik akımlarına ve yükselteç (amplifikatör) vasıtası ile uygun akım sinyallerine dönüştürülür. Elde edilen sinyallerin analizi için çeşitli ağırlıklama filtreleri kullanılır. Bu filtreler, sesin frekansına ve kullanılan ekipmanın değerlendirilen sese karşı tepki zamanına bağlı olarak ikiye ayrılır:

#### 2.2.3.1. Frekans ağırlıklamaları

Kullanılan ekipmanlar tarafından ölçülen sesin insan kulağı tarafından nasıl algılandığını gösteren bu filtreler genellikle A,B,C ve D ağırlıklama olarak bilinirler. Bu ağırlıklamalar arasında çevresel gürültü ölçüm ve değerlendirmelerinde genellikle kullanılmakta olan A ve C ağırlıklamalar aşağıda açıklanmaktadır. (Bakınız: Şekil 2.1)



**Şekil 2.1: A ve C ağırlıklamaları**

### A-Ölçümlü Ses Basınç Seviyesi (A-Ağırlıklama)

Çevresel gürültü ölçüm ve değerlendirmelerinde A- ölçümlü ses basınç seviyesi sıklıkla kullanılmaktadır. A-ölçümlü ses basınç seviyesinde, düşük frekansların yoğunluğu, orta ve yüksek frekanslardan düşüktür. A- ölçümlü ses basınç seviyesinin birimi dB(A) dır. İnsan kulağının işitme sistemi, en çok 1000-4000 Hz arasındaki orta frekans aralığına daha duyarlıdır.

**dB → Ölçüleni Verir**  
**dBA → Kulağımızın algıladığı sesi verir**

### C-Ölçümlü Ses Basınç Seviyesi (C-Ağırlıklama)

31.5-8000 Hz frekansları arasındaki tüm frekanslara eşit önem verilir. Yaklaşık olarak düz bir frekans tepkisi vardır.

Tablo 2.3 te frekanslara göre A, B ve C ağırlıklandırılmalarının yapılabilmesi için kullanılan katsayılar verilmiştir.

**Tablo 2.3: Frekansa göre ağırlık katsayıları**

Frekans (Hz)	A – ağırlıklı (dB)	B – ağırlıklı (dB)	C – ağırlıklı (dB)
10	- 70.4	- 38.2	- 14.3
12.5	- 63.4	- 33.2	- 11.2
16	- 56.7	- 28.5	- 8.5
20	- 50.5	- 24.2	- 6.2
25	- 44.7	- 20.4	- 4.4
31.5	- 39.4	- 17.1	- 3.0
40	- 34.6	- 14.2	- 2.0
50	- 30.2	- 11.6	- 1.3
63	- 26.2	- 9.3	- 0.8
80	- 22.5	- 7.4	- 0.5
100	- 19.1	- 5.6	- 0.3
125	- 16.1	- 4.2	- 0.2
160	- 13.4	- 3.0	- 0.1
200	- 10.9	- 2.0	0
250	- 8.6	- 1.3	0
315	- 6.6	- 0.8	0
400	- 4.8	- 0.5	0
500	- 3.2	- 0.3	0
630	- 1.9	- 0.1	0
800	- 0.8	0	0
1,000	0	0	0
1,250	+ 0.6	0	0
1,600	+ 1.0	0	- 0.1
2,000	+ 1.2	- 0.1	- 0.2
2,500	+ 1.3	- 0.2	- 0.3
3,150	+ 1.2	- 0.4	- 0.5
4,000	+ 1.0	- 0.7	- 0.8
5,000	+ 0.5	- 1.2	- 1.3
6,300	- 0.1	- 1.9	- 2.0
8,000	- 1.1	- 2.9	- 3.0
10,000	- 2.5	- 4.3	- 4.4
12,500	- 4.3	- 6.1	- 6.2
16,000	- 6.6	- 8.4	- 8.5
20,000	- 9.3	- 11.1	- 11.2

*Belirli tipteki yüksek ve alçak frekanslar, A-ölçümünün saptayacağından daha rahatsız edici ve zararlı olabilmektedir. Bu sebeple, yoğun olarak alçak ve yüksek frekans içeren gürültülerin incelenmesinde, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), A ağırlıklı ölçüme ek olarak C ağırlık ölçüm de tavsiye etmektedir.*

### 2.2.3.2. Zaman ağırlıklamaları

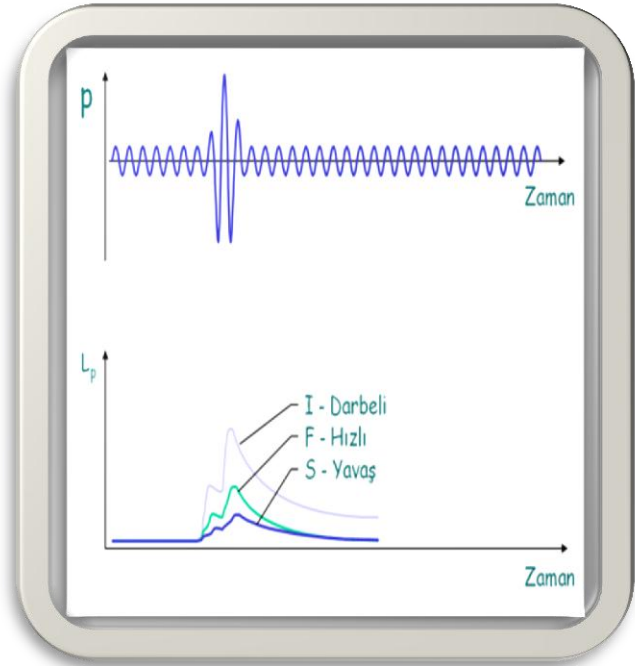
Çevresel gürültüler her zaman kararlı (zamanla değişmeyen) bir yapıya sahip olmayıp zamanla büyük değişimler gösterebilmektedir. Gürültünün karakteristik yapısındaki bu değişimlerin gürültü ölçüm ve değerlendirmelerinde kullanılan ölçüm sistemleri, tasarımları sebebiyle ortam gürültüsünün ani yükselme ve alçalmalarına anında ulaşamazlar. Bu seviyeyi yakalayabilmeleri için kısa da olsa bir yükselme ve sönümlenme süreleri vardır.

Ses ölçüm cihazlarının sabit tondaki sinyallere karşı vereceği tepkiler Uluslararası Elektroteknik Komitesi (IEC) tarafından standart hale getirilmiştir. Çevresel gürültü ölçümlerinde kullanılan ses seviyesi ölçerlerin tepki süresini belirlemek üzere üç farklı zaman ağırlığı seçilebilir. Ölçülecek gürültünün karakterine göre, hızlı, yavaş ve darbeli zaman ağırlıkları seçilmelidir. (Bakınız resim 2.1)

**Hızlı (F) zaman ağırlıkları:** 1 saniyede 8 ölçüm kaydının yapıldığı, hızlı ölçüm modu olarak anılan, çabuk değişim gösterebilen gürültünün değerlendirilmesinde kullanılan moddur.

**Yavaş (S) zaman ağırlıkları:** Saniyede bir ölçüm kaydının yapıldığı, zamanla fazla değişmeyen gürültüler için veya ani ve istenmeyen gürültülerin (kapı çarpması gibi) ölçümü etkilememesi için değişim göstermeyen kararlı gürültünün değerlendirilmesinde kullanılan ölçüm modudur.

**Darbeli (I) zaman ağırlıkları:** 35 mikro saniyede bir ölçüm kaydının yapıldığı ve patlama, darbe gibi çok ani olarak değişim gösteren gürültülerin değerlendirilmesinde kullanılan ölçüm modudur.



**Resim 2.1:** Zaman ağırlıklamaları (F,S,I)

### 2.2.4. Eşdeğer Sürekli Gürültü Seviyesi (Leq)

Eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi ( $L_{Aeq,T}$ ) belirli bir T zamandaki ortalama ses basınç seviyesini tanımlamak için kullanılır. Ortalama zaman T' nin tanımlanması önemlidir. T, saniye, dakika ya da saat olabilir. Genellikle  $L_{eq}$ , A ölçümlü filtreler kullanılarak ölçülmektedir. Bu sebeple literatürde  $L_{Aeq}$ , T olarak sıkça geçmektedir. T zamandaki ortalama ses enerjisini bulduğu için, bu işleme enerji ortalaması da denilebilir.

$L_{Aeq,T}$  nin ölçülmesinde, ses seviye ölçerlerinin zaman entegrasyonunun, hızlı ya da yavaş tepki zamanlı olması önemlidir.

Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Bölümü  $L_{eq}$  göstergesinin genel olarak çevresel gürültünün ölçüm ve değerlendirmesinde temel olarak kullanılma gerekçeleri;

- *Gürültünün insan üzerindeki etkileri ile mükemmel uyuşmakta olması,*
- *Kesin, basit ve pratik olması,*
- *Hem planlamada hem uygulamada kullanılabilir olması,*
- *Halen kullanılan metotlarla çok benzerlik göstermekte olması,*
- *Kullanılan ölçüm cihazlarının standartlara uygun ve piyasada kolay bulunabilmesi,*

### 2.2.5. Ses Etkilenim Seviyesi (SEL, $L_E$ )

Kısa süren ve yükseldikten sonra alçalan tekil gürültü olaylarının tek bir değerle ifade edilebilmesinde ses etkilenim seviyesi (SEL,  $L_E$ ) kullanılır.

SEL parametresi her zaman için 1 saniyeye normalize edildiğinden ölçüm süreleri farklı olan olayların karşılaştırılabilmesinde de kullanılabilir.

Ölçüm cihazlarının gelişmesiyle beraber SEL parametresi doğrudan doğruya cihaz üzerinden takip edilebilir bir hale gelmiş ve *farklı noktalardaki gürültülerin birleştirilmesi veya karşılaştırılması amacıyla da kullanılmaya* başlanmıştır.

### 2.2.6. İstatistikî Ses Seviyesi

$L_N$  olarak gösterilen istatistikî ses seviyesi, belirli bir zaman dilimi içinde ölçülmüş gürültü ortamını anlatmakta olup zamanın yüzde N inde aşmış gürültü seviyesi anlamına gelmektedir. Çevresel gürültünün değerlendirilmesinde, istatistiksel dağılımların ölçülmesi ve incelenmesi oldukça faydalıdır.

İstatistikî ses seviyesi, belirli bir olay sırasında (örneğin araç trafiği) dalgalanan gürültü seviyelerini belirtir. Kapsadığı zaman herhangi bir uzunlukta olabilir, fakat genellikle bir saat ya da daha fazla olur. Değişik ağırlık faktörleri de kullanılabilir ama genellikle A-ağırlıklı ses seviyesi kullanılır.

$L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$  en çok kullanılan istatistikî değerlerdir.  $L_{10}$ , yüksek düzey ve kısa süreli gürültülerin ortalama bir ölçümünü verir.  $L_{50}$ , orta ses seviyesidir ve zamanın %50 sinde aşılan ses seviyesini gösterir.  **$L_{90}$  ise** zamanın %90 ında aşılan ses seviyesini gösterir.

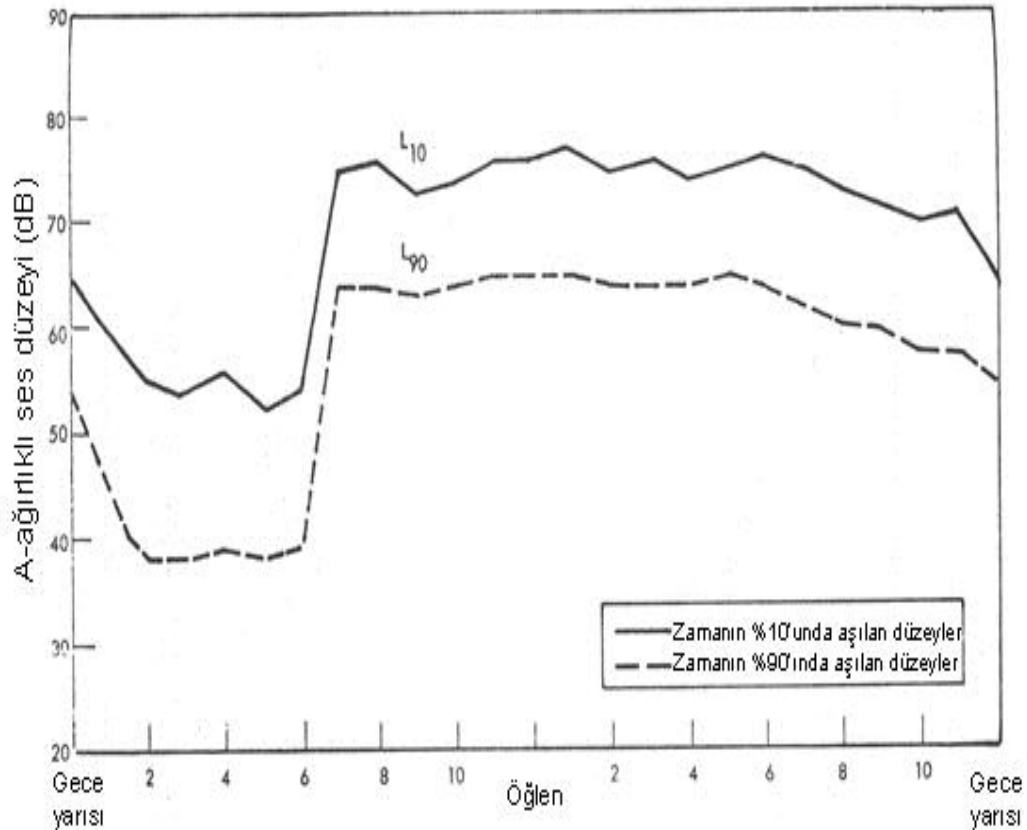
$L_{10}$  ile  $L_{90}$ , arasındaki fark, gürültü seviyelerinin zamanın yüzde 80'inde geçirdiği alanı gösterir. Belirli bir zamanda, gürültü seviyelerinin standart sapması, istatistikî dalgalanmayı gösterir.

$L_{10}$ , toplam gürültü, ölçüm süresinin %10'u kadar bir süre içinde aşılan gürültü seviyesini gösterir. Geri kalan %90'lık sürede, gürültü seviyesi bu seviyenin altında kalmıştır. Bu parametre, **ölçülen gürültünün maksimum seviyesi hakkında** bilgi içerir.

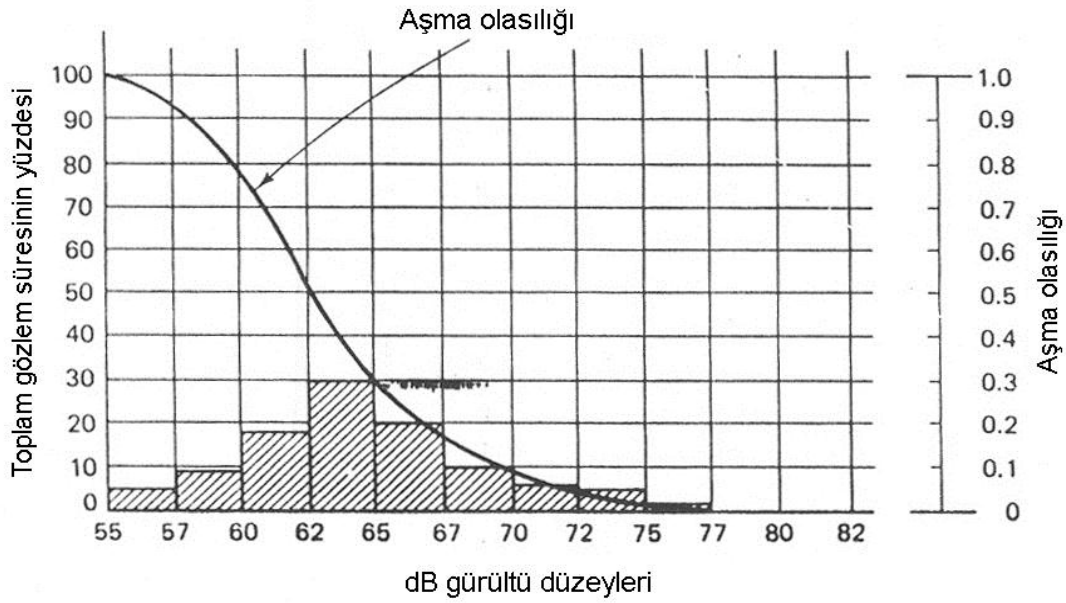
$L_{50}$ , toplam gürültü, ölçüm süresinin %50'si kadar bir süre içinde aşılan gürültü seviyesini gösterir. Bu parametre, **ölçümü yapılan çevresel gürültünün ortalama seviyesi** hakkında bilgi içerir.

$L_{90}$ , toplam gürültü, ölçüm süresinin %90'ı kadar bir süre içinde aşılan gürültü seviyesini gösterir. Geri kalan %10'luk sürede, gürültü seviyesi bu seviyenin altında kalmıştır. Bu parametre, **ölçümü yapılan çevresel gürültünün arka plan seviyesi** hakkında bilgi içerir.

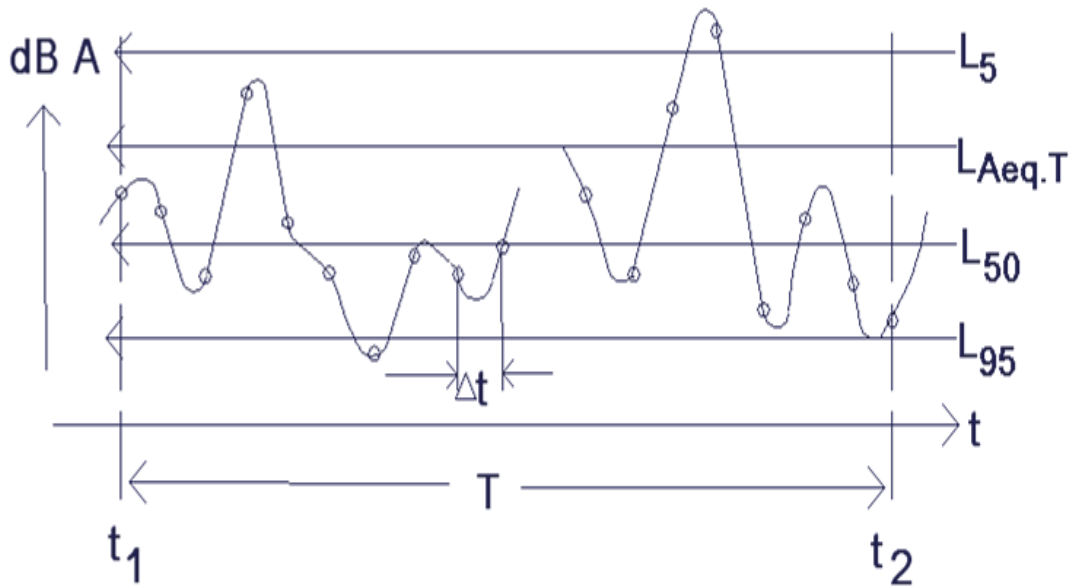
Şekil 2.2 de, şehir içi bir yerin, 24 saatlik sürede gürültü seviyelerinin istatistiki dağılımı verilmiştir. Şekil 2.3 (a) da istatistiki ses seviyesi ve aşma olasılığı bir grafik üzerinde anlatılmıştır. Şekil 2.3 (b) de ise istatistiki ses seviyeleri ve  $L_{Aeq}$  ilişkisi verilmiştir.



**Şekil 2.2:** Şehir içi bir yerin, 24 saatlik sürede gürültü seviyelerinin istatistiki dağılımı.  $L_{10}$  ve  $L_{90}$  günün her saati için belirtilmiştir.



Şekil 2.3 (a): İstatistiksel ses seviyesi ve aşma olasılığı



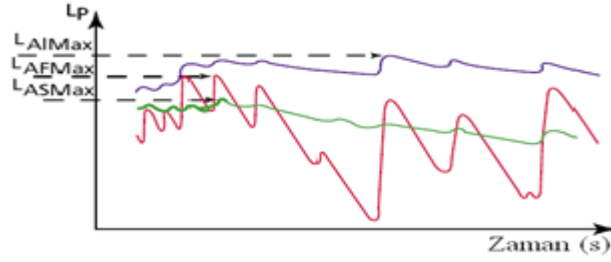
Şekil 2.3 (b): İstatistiksel ses seviyeleri ve  $L_{Aeq}$  ilişkisi

### 2.2.7. Maksimum ve Minimum Gürültü Seviyeleri

Ölçüm süresi içinde ulaşılan maksimum ve minimum gürültü seviyelerinin, A-Ağırlıklı frekans filtresi ve hızlı, yavaş ve darbeli zaman ağırlıklamaları kullanılarak belirlenmesi de önemlidir.

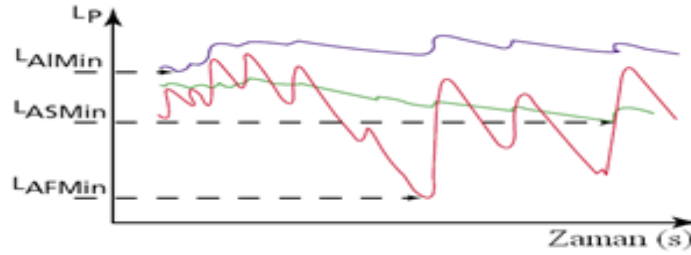
Şekil 2.4 de görüldüğü üzere;  $L_{AFMax}$ ,  $L_{ASMMax}$  ve  $L_{AIMMax}$ , parametreleri, ölçüm süresi içerisinde gözlenen en yüksek çevresel gürültü seviyelerini göstermektedir.





Şekil 2.4: Zaman ağırlıklı  $L_{max}$  değerleri arasındaki ilişki

Buna karşın, şekil 2.5 de gösterilen  $L_{AFMin}$ ,  $L_{ASMin}$  ve  $L_{AIMin}$ , parametreleri, ölçüm süresi içerisinde gözlenen en düşük çevresel gürültü seviyelerini göstermektedir.



Şekil 2.5: Zaman ağırlıklı  $L_{min}$  değerleri arasındaki ilişki

### 2.2.8. Çevresel Gürültünün Rahatsızlık Seviyesi

Darbeli, tonal veya kesikli çevresel gürültünün insanlar üzerinde yarattığı rahatsızlığın değerlendirilmesinde, eşdeğer sürekli ses seviyesi yetersiz kalmaktadır. Böyle durumlarda, tonal değişim, darbesellik etkilerinin de dâhil edildiği **Etkilenim Seviyesi** ( $L_{Ar,Tr}$ ) kullanılmaktadır.

Aynı değerdeki seslere maruz kalan kişilerin etkilenme seviyeleri aynı olmayabilir. Ör: Aynı değerdeki zil sesi (tonal değişim içerebilir), fan sesi (düşük frekans ve tonal değişim içerebilir) ve müzik sesleri (düşük frekans içerebilir). Gerçek etkilenim seviyesinin belirlenmesi amacıyla  $L_{Ar,Tr}$  tanımlanmıştır. Gerçek Rahatsızlık (Etkilenim) Seviyesi aşağıdaki bağıntı ile bulunur:

$$L_{Ar,Tr} = L_{Aeq(T)} + K_I + K_T + K_R + K_S \quad (\text{denklem 2.1})$$

$L_{Aeq(T)}$ : T süresince ölçülmüş eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi

$K_I$ : Ani değişim ayarlaması

$K_T$ : Tonal değişim ayarlaması

$K_R$ : Zaman dilimine bağlı düzeltme \*

$K_S$ : Kaynak türüne bağlı düzeltme\*\*

\* ÇGDYY sınır değerler belirlenirken bu çerçevede gerekli düzenlemelerin yapılmış olması,  
\*\* Kaynak türü çerçevesinde sanayi faaliyetleri için tavsiye edilen düzeltmenin sıfır olması, gerekçeleri ile bu kılavuzda  $K_R$  ve  $K_S$  düzeltmelerine değinilmemiştir.



# *BÖLÜM III*

## *ÖLÇÜM SİSTEMLERİ*

*&*

## *ÖLÇÜM ÖNCESİ HAZIRLIKLAR*

*&*

## *KALİBRASYON*

*&*

## *ÖLÇÜM EKİBİ*

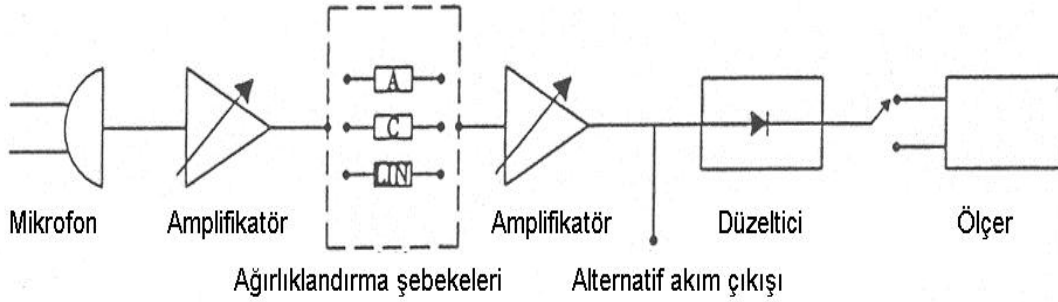


### 3. ÖLÇÜM SİSTEMİ , DENETİM EKİBİ, ÖLÇÜM HAZIRLIKLARI

#### 3.1. Ölçüm Sistemleri

Şekil 3.1 de gösterilen düzenek 4 ana bileşenden oluşur:

- 1) **Mikrofon ya da dönüştürücü:** Basınca hassas bir diyafram sayesinde, ses basıncındaki değişimleri, değişik elektrik akımlarına dönüştürür.
- 2) **Amplifikatör:** Çok küçük elektrik akımı sinyallerini kullanılabılır bir seviyeye yükseltir.
- 3) **A-ağırlıklı şebeke ya da diğer elektronik filtreler:** Elektrik sinyalini analiz eder.
- 4) **Sayaç:** Elektrik sinyallerinin analog ya da dijital değerlerini dB olarak gösterir.



**Şekil 3.1:** Ses seviyesi ölçüm aleti için öbek çizeneği

Bir ses seviyesi ölçer genellikle hızlı ve yavaş konumda çalışabilir. Hızlı konum, saniyenin 8’de 1’inde ortama gürültü seviyesini oldukça doğru bir şekilde verir. Böylece bir akustik sinyalin zamana bağlı kalitesi kolayca analiz edilebilir. Ama doğru ölçüm yapabilmek için zaman çok kısa olabilir. Yavaş konum, 1 saniyelik bir zaman için ölçüm yapar.

Birçok ses seviyesi ölçerde A, B ve C ağırlıklı şebeke bulunur. Bunlar sesin yüksekliğini insan kulağının hassaslığına göre ayarlamak için geliştirilmişlerdir. Günümüzde B - ağırlıklı ölçümler tercih edilmemektedir.

A-ağırlıklı şebeke, 500 Hz’in altındaki ses seviyelerinin ağırlığını azaltır, 1000-4000 Hz arasındaki ses seviyelerinin ağırlığını artırır. Bu, insan kulağının sese tepkisine göre ayarlanmıştır ve yüksek frekans seslerinin alçak frekans seslerden daha rahatsız edici olmasına göre tasarlanmıştır. C-ağırlıklı şebeke ise, 100 Hz’in altındaki ve 5000 Hz’in üstündeki ses seviyelerinin ağırlığını azaltır, diğer frekanslar için değişiklik yapmaz.

#### 3.2. Gürültü Ölçümünün Planlanması

Saha çalışmalarına başlanmadan/gidilmeden önce ölçüm yapılacak gürültü kaynağı, gürültüye maruz kalan yapı hakkında gerekli bilgiler toplanmalıdır. Mümkün olması hâlinde gidilecek alana ait google earth çıktısı üzerinde şikâyet kaynağı ve mahalli belirlenmeli, incelenmeli, olası ölçüm noktaları belirlenebilmelidir.

Gürültü ölçümleri öncesinde gürültünün hangi amaçla, ne şekilde, ne kadar süre ile değerlendirileceği, değerlendirme zaman dilimi konularında bir planlamanın yapılması büyük kolaylıklar sağlayabilmektedir.

### **Genel olarak gürültü ölçüm amaçları:**

- Gelen Bir Şikâyeti Değerlendirme,
- Yasalara Uygunluğu Denetleme,
- Maruz Kalan Kişi Sayısını Belirleme,
- Araştırmalar,
- Kalibrasyon Doğrulama,
- Arazi Kullanım Planlaması veya Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED),
- Gürültü Haritalama,
- Önlemlerin Etkinliğini Değerlendirme,

olarak sıralanabilir.

Yukarıda ifade edilen amaçlara bağlı olarak gürültü ölçüm ekipmanı, ekibi, ölçüm süreleri, ölçüm noktaları ve zaman dilimleri hakkında düzenleme ve ayarlamalar değişim gösterebilir. Planlı ve/veya plansız yapılacak denetim alanlarına ait Google Earth verileri/haritaları ve/veya yöreye ait krokiler ile denetim mahallinin yapısını görmek, gürültü kaynaklarının konumları hakkında bilgi sahibi olmak, ölçüm yapılacak noktaların tespitine yönelik avantajlar sağlayabilmektedir.

### **3.3. Ölçüm Sistemlerinin Hazırlanması**

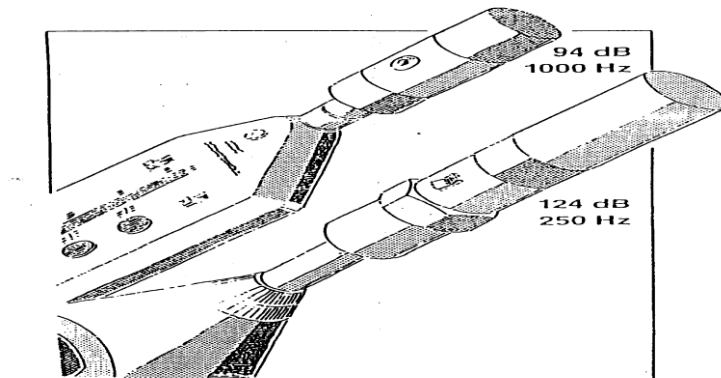
#### **3.3.1. Ön kontroller**

Saha ölçümlerine geçilmeden önce bazı kontrol ve hazırlıkların yapılması gerekmektedir. Bunlar arasında ölçüm cihazı donanımının kontrol edilmesi, batarya durumlarının gözden geçirilmesi gibi işlemler yer almaktadır.

Ayrıca, ekipmanın kontrolü yapılmalı, doğruluğunu test etmek amacıyla cihaz kalibratörü ile kalibrasyonu yapılmalı, gürültü kaynağı, gürültüden etkilenen alanlar ve gürültünün yayılım yolları hakkında gerekli bilgiler toplanmalı, araştırmalar yapılmalıdır.

#### **3.3.2. Kalibrasyon**

Her ölçüm öncesi ve sonrası ölçüm cihazının (mikrofonun) kalibre edilmesi gerekmektedir. Kalibrasyonda esas olarak yaptığımız işlem, spesifik bir frekansta ses ölçerinin hassasiyetini kontrol etmektir. (özellikle 1kHz ve 94 dBA) (Resim 3.1)



**Resim 3.1: Kalibrasyon İşlemi**

Bu işlem, cihazın çalışmasının bir kontrolü olmasının yanı sıra, yüksek hassasiyetle doğru sonuçların elde edilmesini ve daha önce yapılmış olan ölçümlerle de karşılaştırılabilirliği sağlamaktadır. Bu sebeple kalibrasyon ölçümlerden önce ve sonra yapılmalıdır.

Saatler sürebilecek ölçümlerde kalibrasyon daha sık kontrol edilmelidir.

### **Neden Kalibrasyon Yapılmalı?**

- ✚ Kalibrasyon o günün çalışmalarının kaybolmadığını gösterir.
- ✚ Herhangi bir görülür arızanın olup olmadığı tespit edilir.
- ✚ Standartlar ve yönetmelikler kalibrasyon verilerini istemektedir.
- ✚ Çok olağandışı çevre koşulları ölçüm sonuçlarını etkileyebilir.

Yapılan ölçümlerin doğruluğu ve birçok değerlendirme (planlı / programsız denetimler v.b.) sonucunun adli makamlara taşınabileceği durumlarının göz önünde bulundurularak kalibrasyon ve kontrollerin yapılması gerekmektedir. ***Kalibrasyon hakkında detay bilgiler, ölçüm kılavuzu Ek-II de*** sunulmaktadır.

## **3.4. Ölçüm Ekipmanlarına İlişkin Genel Bilgiler**

Bu bölümde; ölçüm ekipmanlarının genel özellikleri, sahip olmaları gereken minimum kriterler, yardımcı aksesuarlar ve tipleri üzerinde genel bir değerlendirme yapılacaktır.

### **3.4.1. Ölçüm aleti tipleri**

Mikrofon, rüzgârlık, kablo ve kaydediciler IEC 61672-1:2002 de anlatılan Tip 1 ve Tip 2 standartlarına uygun olmalıdır. Ses ölçüm cihazlarının özelliklerini tarif eden çeşitli standartlar bulunmaktadır. Ses ölçüm cihazları ile ilgili standartlar arasında iki tanesi önemlidir. Bunlar;

- IEC 651: Ses Ölçüm Cihazları ve
- IEC 804: İntegral Alabilen Ses Ölçüm Cihazları.

Bu standartlar ses ölçüm cihazlarını hassasiyet derecelerine göre dört gruba ayırmaktadır. Dört hassasiyet seviyesi birbirinden toleranslarındaki farklılıklar sebebiyle ayrılmaktadır. Tip numarası yükseldikçe tolerans aralığı genişlemektedir. Farklı hassasiyet dereceleri farklı ölçümleri hedeflemektedir.

**Tip 0:** Laboratuvar standardı olarak tespit edilmiştir ve en dar tolerans aralıklarına sahiptir.

**Tip 1:** Büyük bir hassasiyet ve doğrulukla gerek laboratuvar koşullarında gerekse sahada ölçümler yapmaya yöneliktir. Birçok ülke standartlarında veya yönetmeliklerinde ölçümün resmi nitelik taşıması için cihazın en az Tip 1 koşullarını sağlaması gerektiği belirtilmektedir.

**Tip 2:** Genel amaçlı kullanımlar içindir. Sahada kullanılmak üzere düşünülmüştür. Herhangi bir raporlama gerektirmeyen kontrol amaçlı ölçümler için tercih edilebilir. Çevresel gürültü ölçümlerinde yaygın olarak kullanılan ekipmandır. Daha uygun bir fiyata sahiptir. Duyarlılığı +/- 2 dB olup saha çalışmalarında genellikle tercih edilir. Yalnız frekans analizi yapabilme özelliği taşımaması ve iç gürültü seviyesinin birçok alandaki mevcut arka plan gürültü seviyesinden daha yüksek olması en büyük dezavantajlarıdır.

**Tip 3:** Kontrol ölçümleri için tasarlanmış olmasına rağmen elektronik sektöründe kaydedilen ilerlemeler ve tolerans limitlerinin çok geniş olması sebebiyle bu tip cihazlara artık piyasada rastlanmamaktadır. *Çağın gereksinimlerini karşılayamadığından tercih edilmemektedir.*

Sonuç olarak çevresel gürültünün değerlendirilmesinde kullanılan ekipmanlar Tip 1 ve Tip 2 olup, uluslararası standartlarda **Sınıf 1** ve **Sınıf 2** olarak yeniden adlandırılmıştır.

### 3.4.2. Ölçüm ekipmanı tipik özellikleri

Genel olarak bir ölçüm ekipmanının aşağıdaki özelliklere sahip olması tercih edilmektedir:

- $L_{Aeq,T}$  ölçebilmeli,
- TS 8535 e göre Tip 1 mikrofonu olmalı,
- Standart frekans ağırlıkları IEC 61672-1'de belirtildiği gibi A ağırlıklı ve C ağırlıklı olmalı,
- Zaman ağırlıkları IEC 61672-1'de belirtildiği gibi F, S ve I ağırlıklı olmalı,
- A ve C frekans ağırlıklı, darbeli, dalgalı ve periyodik sesler için toplama ve ortalama işlemi yapabilmeli (IEC 804 e uygun),
- İstatistiksel dağılım ( $L_{AN,T}$ ) vermeli.
- 1/1 ve 1/3 oktav bant analizi yapabilmeli,

### 3.4.3. Aksesuarlar/Yardımcı elemanlar

#### a) Mikrofon

Ölçüm ekipmanının en önemli parçasıdır.

#### b) Kalibratör

Her ölçüm öncesi ve sonrasında ses ölçerin doğru sonuçlar verdiğini teyit etmek amacıyla kullanılan bir cihazdır. Kalibratör, tek ya da çok tonlu, mikrofon üzerine yerleştirildiğinde belirli bir ses üreten bir alettir.

#### c) Mikrofon Uzatma Kablosu

Özellikle hassas ölçümlerde ses ölçerin mikrofonun hassasiyetine etki etmemesi için uzaktan kumanda etmek amacıyla kullanılan bir aksesuardır.

#### d) Mikrofon Koruma Köpüğü

Özellikle rüzgârlı havalarda rüzgârın oluşturduğu ekstra gürültü ile toz gibi mikrofonu zarar verecek etkilerden korumak amacıyla kullanılan bir parçadır.

#### e) Ayaklık

Çevresel gürültü ölçümlerinde mikrofonun yerden yüksekliğinde sabitlendirilmesi sırasında kullanılan etkili bir parçadır. *Elle yapılan çok uzun ölçümlerde ses ölçerin sabitliği belli bir süre sonra sağlanamama durumuna yönelik olarak kullanılması kaçınılmaz olan aksesuarlardandır.*

Genel olarak, mikrofonun ölçüm ekipmanına bağlı olarak bulundurulması tavsiye edilmekle birlikte, çok düşük ses seviyelerinde ise operatörün ölçümler üzerindeki etkisini minimize etmek için mikrofonun desteğe sabitlendirilip bir ölçüm kablosu yardımıyla ekipmana bağlantısı gerçekleştirilmelidir. Bu nedenle, başkaca belirtilmediği ve uygun olduğu sürece ölçüm ekipmanının bir destek üzerine konulması gerekmektedir.

#### f) Veri Transfer Kablosu:

Verilerin PC gibi ortamına aktarılmasının ihtiyaç olduğu durumlarda kullanılan parçadır.

*Çevresel gürültü ölçüm ve değerlendirmelerinde kullanılacak ekipman ve donanımın doğru olarak seçilmesi, yapılan ölçüm ve değerlendirmelerin sağlıklı olması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu tercih sırasında, değerlendirilecek kaynak ve gerekli talepler birlikte değerlendirmeye alınmalıdır.*

**Örneğin,** eğlence yeri gürültüsünün ölçümünde;  $L_{eq}$  ölçümü yapabilen, A/C ağırlıklı, Hızlı(Fast)/Darbe(Impulse) konumlarında ölçüm yapabilme, 1/1 ve 1/3 oktav bant analizi özelliklerini taşıyan sınıf 1 türü ölçüm sisteminin tercih edilmesi faydalı olacaktır.

*Zira ilgili mevzuat dâhilinde A ve C ağırlıklı sınır değerlerle birlikte 1/3 oktav bant analizi istenmektedir.*

### 3.5. ÖLÇÜM/DENETİM EKİBİ

2872 Sayılı Çevre Kanunu kapsamında programlı, programsız veya şikâyeti değerlendirmek amacıyla yapılacak denetimler; belediye sınırları ve mücavir alan içerisinde 2872 sayılı Çevre Kanunu'na istinaden yetki devri yapılan belediyelerce; belediye sınırları ve mücavir alan dışında yetki devri yapılan il özel idarelerince; yetki devri yapılmadığı takdirde ise İl Çevre ve Orman Müdürlüklerince, gerektiğinde diğer mevzuat kapsamında yetkili kılınan kurum ve kuruluşların (kolluk kuvvetleri) da desteği alınarak yapılır.

Denizlerimizde bulunan gemi ve deniz araçlarından kaynaklanan çevresel gürültünün denetimi 2692 sayılı Sahil Güvenlik Komutanlığı Kanunu'nda belirtilen sorumluluk alanları içinde, 2872 sayılı Çevre Kanunu'na istinaden yetki devri yapılan Sahil Güvenlik Komutanlığı bağlı Bot Komutanlıklarınca yapılır.

*Ŗikâyetleri değerlendirme, denetim ve idari yaptırım konusunda görev yapacak kurum ve kuruluşlarda; Bakanlıkça esasları belirlenmiş uzmanlığa sahip en az 2 personelin görevlendirilmesi gerekmektedir.*

Motorlu kara taşıtlarından kaynaklanan çevresel gürültünün denetimi, 2872 sayılı Çevre Kanunu'na istinaden yetki devri yapılan, 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanununca belirlenen denetleme görevlilerince yapılır.



# *BÖLÜM IV*

*GÜRÜLTÜ*

*ÖLÇÜM*

*PROSEDÜRLERİ*



## 4. GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM PROSEDÜRLERİ

### 4.1. GENEL BİLGİLER

Amaç meşru ölçümler yapmak olduğuna göre, ölçümlerin bazı etkenlere bağlı olduğunu unutmamak gerekir:

- Ölçülen olay
- Ölçülmekte olan olay üzerinde ölçümün etkisi
- Çevresel koşullar
- Kullanılan aletlerin özellikleri
- Aletlerin kullanım şekli
- Ölçüm yapan kişi

Herhangi bir ölçümde, sonuçlara bakıp uygun olup olmadıklarını anlamak gerekir. Eğer sonuçlar doğru görünmüyorsa, olası hata kaynaklarını incelemek gerekir. Bu hatalar, zayıf bağlantılar, yanlış yerdeki kablolar, elektrik olmaması, düşük enerjili piller, yanlış ayarlanmış kontroller, hasarlı aletler veya manyetik alan olabilir.

Ölçümlere doğru yaklaşmak için her bir ölçümün kesinliğini, hata payını anlamak gerekir. Bu değer, laboratuvar ortamında 0.1 dB doğruluk oranına ulaşabilirken, alan ölçümlerinde 0.5 dB olabilmektedir.

Öte yandan, yapılan ölçümlerin ses seviyesi ortalamaları olduğunu da unutmamak gerekir. Ses seviyelerinde çeşitli belirsizlikler vardır ve düzeyler her zaman durağan değildir, bu yüzden ortalama alınmaktadır.

*Genel olarak belirsizlikler aşağıdaki nedenlerden kaynaklanabilmektedir:*

- Kullanılan aletlerin değiştirilmesi
- Gürültünün karakteristik yapısı,
- Meteorolojik faktörler,
- Ses kaynağının özelliği,
- Ölçüm yapan kişinin tecrübesi

### **Ölçüm Teknikleri**

Hata yapılmaması, para ve zaman kaybı yaşanmaması için önceden gerekli hazırlıklar yapılmalıdır. Verinin doğruluğundan emin olmak için ölçüme başlamadan ve hemen ölçüm sonrası kullanılan cihaz kalibre edilmelidir.

**Ölçümlerde genel olarak aşağıda verilen prosedürü izlemek yararlıdır:**

- Bir aletin kullanılması için üreticinin sağladığı kullanma kılavuzu incelenmelidir.
- Pil kontrol edilmeli ve gerekiyorsa değiştirilmelidir.
- Eğer taşıma kasasında herhangi bir hasar varsa aletin kendisi de baştan sona kontrol edilmelidir.
- Ölçümden önce kullanım kılavuzunda anlatıldığı üzere kalibre edilmeli, ayrıca kullanılan tüm aletlerin, üreticisi, model numarası ve seri numarası da kaydedilmelidir.
- Ölçümün belgelenmesi için, aletlerin konumu, zaman, herhangi bir olağandışı durumu da kaydetmek gerekir.
- Ölçümün sonunda da kalibrasyon kontrolü yapılmalıdır.

**4.2. ÖLÇÜLEN PARAMETRELER**

Çevresel gürültü ölçümlerinde, gürültünün, alıcılar üzerindeki etkisinin değerlendirmesinde genellikle aşağıdaki parametreler kullanılmalıdır.

**Ölçümlerde Genel Olarak Bulunması Gereken Parametreler:**

- Eşdeğer Gürültü Seviyesi [ $L_{eq}$ ,  $L_{eq(T)}$ ,  $L_{eq}$ ,  $L_{AeqT}$ ]
- Ses Etkilenim Seviyesi (SEL,  $L_E$ )
- En yüksek ses seviyesi ( $L_{max}$ )
- En düşük ses seviyesi ( $L_{min}$ )
- En yüksek tepe değeri (MaxP, Peak)
- Anlık ses seviyesi (SPL)

Ölçülecek parametrelerin özellikle ilgili mevzuatta bir eşdeğeri bulunan parametre olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Örneğin, yüzdeler aşımını veren  $L_N$  veya gürültüye bağlı olarak SEL parametreleri maruz kalma etkisini göstermede yaygın olarak kullanılan birer parametre olmalarına karşın ilgili mevzuatta karşılıkları tam olarak bulunmadığından genel olarak ölçülmesi tercih edilmemektedir. Yalnız unutulmamalıdır ki, belirtilen parametreler, değerlendirilen gürültü hakkında genel bir fikir vermekle birlikte kimi zaman birbirine dönüşebilen özellikleri de taşımaktadırlar. (SEL parametresinin  $L_{eq}$  parametresine dönüştürülebilir olması gibi) **(Detay Bilgi için Bknz: Ek-IV)**

### 4.3. ÖLÇÜM NOKTALARI

Bir ses kaynağı boşlukta asılı ise, çevresinde hiç yansıtıcı yüzey ya da engel yoksa kaynak tarafından oluşan ses, kaynaktan küresel biçimde yayılır. Geniş yansıtıcı bir yüzey kaynağa yakın olduğunda, ses yine küresel biçimde yayılır ama yansıma yüzünden ses seviyesi kuvvetlenir. Geniş yansıtıcı yüzeyler aynı zamanda yönelmeyi de etkiler.

Ölçüm noktaları, mümkün olduğu sürece **serbest alan özelliklerini** gösteren noktalarda seçilmelidir. Bir aktiviteden yayılan gürültü sadece bir parsel alanında ölçülecekse, ölçüm noktası o alandaki **en yüksek gürültü seviyesinin ölçüldüğü nokta** olmalıdır.

Gürültünün yayıldığı alanlardan gürültüye duyarlı alanlarda noktalar seçilebilir. Ancak, *gürültüye hassas tüm noktalarda ölçüm yapılmadığı durumda*, ölçüm yapılan noktalar diğer noktalar hakkında fikir verebilmelidir.

Daha önceden değerlendirilen bir kaynaktan yayılan gürültünün tekrar değerlendirilmesi durumunda; *daha önce seçilen ölçüm noktalarının aynen seçilmesi*, daha önceki ölçümlerle bir kıyaslama imkanı sunmuş olacaktır. Tüm ölçüm noktalarında bu şartın sağlanamaması durumunda en az bir noktada ölçüm yapılarak yine bir kıyaslama yapılmaya çalışılmalıdır.

#### **Dış mekânda mikrofon konumu**

- ✚ Ölçüm noktaları kaynaktan yayılan gürültünün açıkça duyulduğu noktalarda seçilmelidir ki kaynaktan gelen gürültü değerlendirilebilsin.
- ✚ (Başkaca belirtilmedikçe) Ölçüm noktaları yer dışındaki yansıtıcı yüzeylerden 3,5 m uzakta konumlandırılmalıdır. Eğer bu konum için yeterli alan yoksa yüzeye 1m de konumlandırma yapılmalıdır. (Yansıtıcı yüzeyden 1 m uzakta ölçülen değer 3,5 m mesafede ölçülen değerden 2,5 dB fazladır. Bu yüzden bir düzeltme yapılmalıdır, yalnız baskın tonların tespiti hâlinde bu düzeltme yapılmayabilir.) (Bakınız resim 4.1)



**Resim 4.1 : Dış mekânda mikrofon konumu**

- ✚ (Başkaca belirtilmedikçe) Mikrofonun zeminden yüksekliği 1,2-1,5 m (kulak hizasında) olmalıdır. (Bakınız Resim 4.1)
- ✚ Ölçüm noktaları öyle belirlenmelidir ki yakın bina veya topoğrafik yapı akustik bir etki oluşturmamalı, bazı etkiler açık alandaki yayılımı ses basınç seviyesini artırabilmektedir. Engelleme v.b. etkilerin oluşmasını önleyecek şekilde bir konumlandırma yapılmalıdır.
- ✚ Mikrofonun konumlandırılacağı alanın önünde veya civarında bir engel teşkil edebilecek duvar, çit v.s. gibi yapıların olması durumunda mikrofon, o engel üzerinden itibaren **maksimum 2,5 m yükseklikte** olacak şekilde konumlandırılabilir. (Bakınız: Resim 4.2)



**Resim 4.2:** Engel durumunda dış mekândaki mikrofon konumu

Kaynak ile alıcının bitişik ve ayırık olma durumlarına göre aşağıdaki esaslara uyulmalıdır.

***Kaynak ile alıcı ayrı yapıda ise;***

*Ölçümler dış mekânda yapılmalıdır.*

***Mikrofon Konumu;***

- ✚ *Yansıtıcı yüzeyden en az 3-3,5 m mesafede,*
- ✚ *Yerden 1,2-1,5m yüksekte olmalı,*
- ✚ *Açık bir pencerenin en az 0,5 m önünde olmalıdır.*

***Ölçümler;***

- *Birkaç değişik noktada yapılmalı,*
- *Noktalar arası fark 5 dBA yı geçmeyecek şekilde ölçüm noktaları belirlenmeli,*

***Belirli bir noktadaki durumu değerlendirmek için o noktada ölçüm yapılmalıdır.***

### İç Mekânda Mikrofon Konumu

- Odada etkilenen insanların zaman geçirdiği, eşit olarak dağılmış en az 3 nokta seçilmelidir.
- Genel olarak, yüzeylerden en az 0,5-1,0 metre uzakta, pencere ya da hava alma boşlukları gibi önemli ses geçiş elemanlarından en az 1,0-1,5 metre uzaklıkta, diğer mikrofon noktalarından ise en az 0,7 metre uzaklıkta yerleştirilmelidir. (Bakınız resim 4.3)



**Resim 4.3:** İç mekânda mikrofon konumu

- Eğer hâkim alçak frekans gürültüsünden şüphelenilirse, dönen mikrofon kullanılmamalıdır ve ölçüm noktalarından biri köşede seçilmelidir. Köşede seçilen nokta en ağır duvarların arasında, tüm yüzeylerden 0,5 m ve tüm duvar açıklıklarından en az 0,5 metre uzakta olmalıdır.
- Bazı durumlarda, sadece A ağırlıklı ölçümler yapılıyorsa ve alçak frekanslı seslerin önemli etkisi yoksa tek bir mikrofon pozisyonu yeterli olabilmektedir.
- 300 m<sup>3</sup> ten daha büyük odalar için daha fazla mikrofon pozisyonu belirlenmeli ve alçak frekanslı gürültüler için üçte biri köşe noktalarda bulunmalıdır.

#### **Bina Durumu**

- Komşu aktiviteleri normal seyrinde olmalı,
- Bina içi havalandırma, soğutma, asansör vb sistemler normal seyrinde olmalı,
- Havalandırma bölümlerinden en az yarısı ölçüm sırasında açık olmalı,

#### **Ölçümler**

- Birkaç değişik noktada (en az 3 nokta ) ölçüm yapılmalı,
- Noktalar arası fark 5dBA yı geçmemeli (geçmesi durumunda 5 ölçüm noktası)

- **Mümkün olduğu sürece;** Kaynak çalışırken ve çalışmazken yapılan ölçümler aynı noktalarda olmalıdır.
- **Mümkün olmadığı (kaynağın çalışmasının durdurulamadığı zamanlar gibi) durumlarda;** Yörenin akustik özelliklerini aynen yansıtacak şekilde seçilen noktalarda arka plan ölçümleri yapılmalıdır.

**Unutulmamalıdır ki,** İlgili mevzuat ile belirlenen sınır değerlerin sağlanıp sağlanmadığı; kaynağın saf gürültüsünün hesaplanarak bulunması ve bu bulunan sonucun değerlendirmelerde kullanılması ile yapılmaktadır. Bu kapsamda, gürültü ölçümleri kaynak çalışırken ve çalışmazken (arkaplan) yapılmalı ve bu iki durum esas alınarak gerekli değerlendirme yapılmalıdır.

#### 4.4. KAYNAK GÜRÜLTÜSÜNÜN ÖLÇÜM İLKE VE ESASLARI

##### 4.4.1. Ölçümler ne zaman yapılmalıdır?

Çevresel gürültü ölçümlerinin yapılacağı zamanlar ölçüm amacına uygun olarak belirlenmelidir.

**Planlı bir denetim esnasında;** yapılacak ölçümler denetimlerin vukuu bulduğu zaman diliminde gerçekleştirilmelidir.

Yalnız, yapılan bu ölçümlerin sonuçları, ölçümlerin yapıldığı zaman dilimini kapsadığından dolayı genellikle (özellikle de arka planı belli bir seviyede aşılması ön görülerek konulan sınır değerler için) arkaplan değerinin yüksek olmasına bağlı olarak gerçek maruz kalmayı belirleyememektedir.

**Plansız olarak yapılan denetimler** (genellikle şikâyetlerin değerlendirilmesi işlemleri) esnasında ise ölçüm zamanları, **şikâyetlerin yaşandığı zaman diliminde gerçekleştirilmelidir.** Zira gece zaman diliminde bir gürültü kaynağına yönelik yapılan şikâyetin değerlendirilmesi amacıyla gündüz zaman diliminde ölçümlerin yapılması arkaplan değerinin değişebilme ihtimaline bağlı olarak gerçek değer ve maruz kalmanın belirlenmesini mümkün kılmayacaktır. Bu hususa özellikle dikkat edilmeli, durumun sağlanmadığı anlarda ölçüm raporuna gerekli bilgiler ve açıklamalar girilmelidir.

*Şikâyete istinaden yapılan denetimler sırasında, ölçümlerin şikâyet esnasında gerçekleştirilemediği zamanlarda, yine gerçek maruz kalma ve dolayısıyla yapılan ihlal tespiti belirlenmediği gibi yaşanan mağduriyet de giderilememektedir. Bu nedenle gerekli özenin gösterilmesi sağlanmalıdır.*



#### 4.4.2. Ne Kadar Süre ile Ölçüm Yapılmalıdır?

- Ölçüm amacına,
- Ölçüm türüne,
- Ölçüm moduna,
- Ölçüm konumuna,
- Gürültü türüne,
- Gürültü kaynağına,

bağlı olarak değişim gösterebilmektedir.

Ölçüm yapılan günün zaman dilimi iyi seçilmelidir.

##### **Bu çerçevede;**

- *Faaliyetin işlem saatleri (gürültü kaynağının çalışma saatleri)*
- *Gürültü seviyesindeki değişimler,*
- *Hava ve ulaşım aktivitelerinden dolayı gün içerisindeki gürültü seviyesinin değişimi,*
- *Gündüz, akşam ve gece zamanlarında gürültüyü değerlendirmek için olası ihtiyaçlar,*

göz önüne alınarak değerlendirme yapılmalıdır.

Özellikle, meteorolojik faktörlerin ölçümler üzerindeki etkisine bağlı olarak denklem 4.1 de yer alan bağıntıdan yararlanılabilir.

$$\frac{h_s + h_r}{r} \geq 0,1 \quad (\text{denklem 4.1})$$

$h_s$ : kaynak yüksekliği (m)

$h_r$ : alıcı yüksekliği (m)

$r$ : kaynak-alıcı arası mesafe (m)

- $Leq$ 'nin normal ölçümü için, eğer trafik yoğunluğu düşük veya arkaplan gürültüsü yüksek ise,  $Leq$  seviyeleri tekil olay ölçümleri, Ses Etkilenim Seviyesi ( $L_E$ )'den hesaplanmalıdır.
- Kısa dönem ortalamalar için, eğer denklem (4.1) geçerli değil ise, yayılım yolundaki hava koşulları değişimlerinin ortalanması için en az 10 dakika ölçüm yapılmalıdır.
- Eğer denklem (4.1) karşılanıyorsa, 5 dakikalık ölçümler yeterli olmakta, fakat mutlaka sürenin kaynak işletim zamanına (*periyodik olmasına bağlı olarak en az birkaç işletme periyodunu kapsayacak süreye*) uyması gerekmektedir.
- Ses etkilenim seviyesi, SEL ( $L_E$ ), ölçerken, tüm önemli gürültü katkılarını içerecek kadar uzun ölçüm yapılmalı ve ölçülen olay geçiş olayı ise, ses basınç seviyesi, maksimum seviyenin en az 10 dB altına düşene kadar ölçüm yapılmalıdır.

*Her ne kadar denklem 4.1, gürültü yayılımı üzerinde meteorolojik faktörlerin etkinliğine bağlı olarak ölçüm süresinin belirlenmesi amaçlanıyorsa da, görüldüğü üzere, normal koşullar (zamanla değişim göstermeyen gürültü yayan bir gürültü kaynağı, meteorolojik faktörlerin etkisiz olduğu ve denklem 4.1 in de sağlandığı koşul gibi) dâhil olmak üzere tavsiye edilen minimum ölçüm süresi 5 dakikadır.*

*Bu süreden az olacak şekilde yapılan ölçümler sağlıklı sonuç oluşturmayacaktır. Genel uygulamalarda (yurtdışında yapılan uygulamalar dâhil), tavsiye edilen süre 5-15 dakika arasında değişmekle birlikte tercihen 10 dakikadır.*

*\* Özellikle kararlı bir gürültü yapısı sergilemeyen eğlence gürültüsünün ölçülmesi mümkün olduğu sürece 10 dakikanın altına inmemelidir.*

- L<sub>max</sub>, hızlı (F) veya yavaş (S) ölçüm koşulunda ölçülmelidir. Hızlı ölçüm insan algısına daha çok hitap ederken, yavaş ölçüm tekrarlanabilirliği geliştirmektedir.
- Eğer alıcıdaki gürültü karakteristiğinde duyulabilir tonlara rastlanıyorsa, tonal gürültünün en iyi duyulabildiği noktalar mikrofon pozisyonu olarak seçilmeli ve uygun sürede yapılacak ölçüm ile tonal analiz yapılmalıdır. *Genelde, odaların modları nedeniyle tonal analiz tavsiye edilmemektedir. Bazı frekanslar için bu durum cephe önünde de sorun yaratmaktadır.*

Mekânda ses kaynağı devreye girmediği zaman bile durağan dalgalar pasif halde bulunmaktadır. Kaynağın devreye girmesiyle durağan dalgalar aktif hale gelmektedir. Bu durum karşısında mekânın 3 boyutunun birbirlerine göre oranlarına, duvarların karşılıklı birbirine paralel olmasına ve duvarların bitiş malzemesine bağlı olarak sesin içerideki homojenliği bozulmaktadır. Dalga türüne ve mekânın iki paralel duvar arasındaki mesafesine bağlı olarak bazı yerlerde ses seviyesi maksimum olurken bazı yerlerde minimum olabilmektedir. Özellikle köşelerde maksimum ses basınçları oluşmaktadır. Bu özelliklerden dolayı iç mekânda genelde, odaların modları nedeniyle tonal analiz tavsiye edilmemektedir.

*Ancak, şikâyetlerin oluşması ihtimali veya devam etmesi durumunda, tonal analiz, iç mekânlarda da yapılabilir.*

- ISO 1996-1 standardında bahsedilen arkaplan gürültüsü ölçümü, farklı kaynakların ayrıştırılması gerekliliği, dış hava şartları (rüzgâr etkisi gibi) ve gürültü kaynaklarının karakterleri nedeniyle sorun oluşturabilmektedir. Bu sorunların çözümü için bir sonraki “Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi- Arkaplan gürültüsü” bölümüne bakılabilir.
- Gürültünün frekans içeriği gerekiyorsa, başka türlü belirtilmediği takdirde 63, 125, 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000 ve 8.000 Hz oktav bantlarında ses basınç seviyesi ölçümü yapılabilir. İsteğe bağlı olarak, 1/3 oktav bantlarda ve orta bant frekansları 50 Hz’den 10.000 Hz’e ölçüm yapılabilir.

- *Böcek, rüzgâr, trafik gibi gürültüyü değiştirici etki yapabilecek faktörlere dikkat edilmeli, gerekmesi hâlinde, daha sonra birkaç noktada tekrar ölçüm yapılarak önceki ölçümlere ait sonuçlar tekrar kontrol edilmelidir.*

### 4.4.3. Nerede Ölçüm Yapıyoruz?

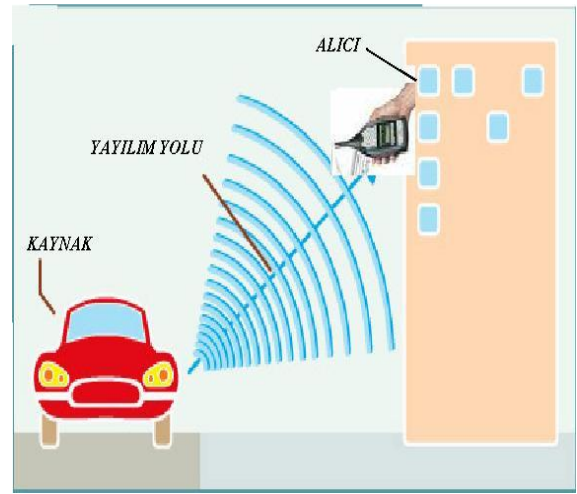
Genel olarak; çevresel gürültü ölçümleri alıcıya en yakın noktalarda (*şikâyet mahallinde yapılması veya belli noktalarda yapılması*) tavsiye edilmektedir.

- Şikâyet Mahallinde,
- Kaynağa Bakan Yönde,
- Kaynağı Görecek Şekilde,
- *Yansımaların etkisini en aza indirmek için yansıtıcı yüzeylerden uzakta,*
- *Kaynağın etkilerini tam olarak yansıtacak birkaç noktada, ölçüm yapmak gerekmektedir.(bakınız resim 4.4)*

✚ Ölçüm noktası seçilirken kaynağı açıkça görecek şekilde bir konumlandırma yapılmalıdır. Böylelikle sesin mikrofona ulaşırken engellenmesinin önüne geçilmesi sağlanmış olacaktır.

#### Örneğin;

*Bir eğlence gürültüsünün ölçümü en çok maruz kalınan cephede yapılmalıdır.*



**Resim4.4:** Genel ölçüm konumu

Yalnız, göz önünde bulundurulması gereken farklı durumlar da vardır. Örneğin, çeşitli yüksekliklerde ölçülen çevresel gürültü seviyeleri farklılıklar gösterebilir. Kaynağa olan uzaklık, engeller ve cephelere de bağlı olarak değişimler görülmektedir. Bu değişikliklerin not edilmesi gerekmektedir.

*Örneğin;* trafik gürültüsüne maruz kalan sakinler için yapılacak çevresel gürültü ölçümleri, yola yakın noktalarda değil, sakinlerin ikâmet ettiği bölgelerde seçilen uygun noktalarda yapılmalıdır. Kaynağa yakın alanlarda ölçümlerin yapılması, *sonrasında gürültü yayılımının da göz önünde bulundurularak*, alıcıdaki değerin hesaplanmasını gerektirmektedir. Tabii ki, bunlar beraberinde bazı hatalar da oluşturabilmektedir. Bu tür hataların önüne geçmek için alıcıda ölçümlerin yapılmasına özen gösterilmelidir.

### **Diğer Koşullara Göre Tahmin Yürütmek**

- ✚ Eğer, arkaplan gürültüsü alıcı noktasında ölçüme engel oluyorsa o alıcı noktası ölçümü için başka noktadaki bir ölçümden tahmin yürütülebilir.
- ✚ Gürültü ölçümleri kaynağın ne çok yakınında (yakın alanda) ne de çok uzağında (iletimde çok az hava etkileşimi istenmektedir) gerçekleştirilmelidir.
- ✚ Kaynak ile alıcı arasındaki yolda gerçekleşen azaltım bulunarak kaynağın gürültü emisyonu hesaplanabilir. Bu hesaptan başka bir alıcı noktasındaki gürültü seviyesi tahmin edilebilir.
- ✚ İlk alıcı noktasının seçiminde kaynak ve mikrofon arasında engel olmamasına ve hava koşullarından en az derecede etkilenmesine dikkat edilmelidir.

## **4.5. Arkaplan (Background) Gürültüsünün Ölçüm İlke ve Esasları**

**Arkaplan Gürültüsü:** Bir çevrede incelenen sesler bastırıldığında verilen konumdaki ve verilen durumdaki geriye kalan toplam sesi ifade etmektedir.

- Arkaplan gürültüsü, ölçülen ses basınç seviyesinden 10 dB ya da daha fazla *düşükse* herhangi bir düzeltme yapmaya gerek kalmaz. Ölçülen değer, direk olarak kaynak gürültüsü değerini vermektedir.
- Arkaplan gürültüsü ile ölçülen ses basınç seviyesi arasındaki fark 3-10 dB aralığındaysa denklem 4.2 de verildiği gibi logaritmik çıkartma yapılarak saf kaynak gürültüsü hesaplanmalıdır.
- Arkaplan gürültüsü, ölçülen ses basınç seviyesinden 3 dB den az ise belirsizlik çok yüksek olduğu için düzeltme tavsiye edilmemektedir. *Böyle durumlarda, ölçüm noktalarının değiştirilerek ölçümlerin yenilenmesi daha sağlıklı olacaktır.*

*Gözlem altındaki bir gürültü kaynağının yaydığı gürültü seviyesinin tespitinde; ölçülen değerden arka plan gürültü değeri **logaritmik olarak** çıkarılarak kaynağın sahip olduğu gürültü seviyesi belirlenmelidir.*

$$L_{düzeltmiş} = 10 \log(10^{L_{ölçülmüş}/10} - 10^{L_{arkaplan}/10}) \text{ dB} \quad (\text{denklem 4.2})$$

### **4.5.1. Ölçümler Ne Zaman Yapılmalıdır?**

*Kaynağın çalışmasının durdurulması mümkün olduğu sürece; kaynak gürültüsünün değerlendirildiği zaman dilimi zarfında ölçümlerin yapılması en uygun yöntem olmakla birlikte kaynağın durdurulmadığı anlarda da ihtiyaç duyulan koşulların sağlanabildiği an ve mekânlarda ölçümler yapılabilmektedir.*

### **Gürültü kaynağının susturulmadığı durumlarda arkaplan gürültüsünün ölçülmesi:**

Eğer faaliyet saatleri biliniyorsa, faaliyete geçilmeden **hemen önce** veya **faaliyet sonrasında** çevredeki durumun da gözlemlenmesi şartıyla arkaplan ölçümleri alınabilir. Çevre koşullarının gözlemlenmesi özellikle değerlendirilen gürültü kaynağının eğlence yeri olması durumunda büyük önem taşımaktadır. Çünkü faaliyet öncesi veya sonrasında eğlence yerine gelen veya oradan ayrılan insanların ve taşıtlarının oluşturacağı gürültü, arkaplanı değiştirebilmektedir. Bu durumun gözlemlerle raporda belirtilmesi gerekmektedir.

Öte taraftan, yukarıda bahsedilen durumun uygulanmadığı anlarda;

- Kaynak gürültüsünün etkisinin önemsenmeyecek derecede olduğu,
- Diğer çevre şartlarının benzerlik göstermesi (trafik durumu, hava durumu, diğer gürültü kaynakları v.b.)

şartı ile farklı alanlarda da arkaplan ölçümleri alınabilir. Bu durumun da raporda detaylı olarak belirtilmesinde fayda görülmektedir.

*Kaynağın susturulmadığı ve yukarıda ifade edilen durumların uygulanmadığı anlarda,  $L_{90}$  parametre değeri yol gösterici olabilmektedir.  $L_{90}$  değeri, diğer birçok ülkede arkaplan gürültüsü olarak değerlendirilmektedir.*

*Kaynak gürültüsünün  $L_{90}$  değerinden belli seviyede yüksek olduğu durumlarda , (kaynak çalışırken; ölçülen  $L_{eq}$  değerinin, ölçülen  $L_{90}$  değerinden 10 dB den daha büyük olması durumunda)  $L_{90}$  değeri arkaplan değeri olarak ele alınarak gerekli işlemler yapılabilir. (Konuya ilişkin örnek bir değerlendirme kılavuzun ek-III bölümünün sonunda sunulmaktadır.)*

### ***$L_{90}$ parametresinin kullanımı için gerekli şartlar:***

- Birden çok işletme varlığında, hâlihazırda her bir işletmenin arkaplanına olan katkısının hesaplanması gerektiği, bu çerçevede de değerlendirilen gürültü kaynaklarının susturulması gerektiğinden hareketle sadece tekil gürültü kaynaklarının (tek eğlence yeri, tek işyeri gibi) çevresel gürültü ölçüm ve değerlendirmelerinde kullanılmalıdır.
- Arkaplan gürültüsünün çok değişken olabileceği durumlarda (özellikle trafik kaynaklı)  $L_{90}$  parametresinin kullanılması için trafikten etkilenmeyecek bir konumda ölçüm yapılması gerekmektedir.
- Tercihen eğlence, inşaat (şantiye) gürültüsü gibi zamanla çok değişkenlik gösterebilen gürültülerin değerlendirmesinde oldukça başarılı bir yöntemdir.
- Kararlı (sürekli) gürültü sergileyen (havalandırma sistemleri, soğutucular, jeneratör gibi kaynakların) değerlendirilmesinde kullanılmamalıdır. *Zira kararlı gürültülerde  $L_{90}$  değeri ile  $L_{eq}$  değeri birbirine çok yakın değerler olabilmekte olup gerçek maruz kalmanın bu yöntemle tespit edilemeyeceği olasılığı oldukça yüksektir.*

### **4.5.2. Ne Kadar Süre ile Ölçüm Yapılmalıdır?**

Arka plan gürültüsü, değerlendirilen alanın genel karakteristik bir göstergesi olduğundan dolayı esas itibari ile kısa sürelerde ve yer değişimlerinde büyük farklılıklar göstermemektedir. Genel olarak 5-15 dakikalık ölçümler yeterli olabilmekle beraber kaynak çalışmasının durdurulamadığı ve/veya çok kısa süreli durdurulabildiği (özellikle eğlence

sektöründe) durumlarda 5-8 dakika gibi kısa süreli olabilmektedir. Öte yandan, dış kaynaklı seslerin olması durumunda (tekil ulaşım aracı geçişi ve/veya hayvan sesleri v.b.) ise dış kaynaklı etkilerin minimize edilmesi için ölçümlerin duraklatılması sonucu ölçüm süreleri daha uzun olabilmektedir. Bu durumların ve oluşturabileceği etkilerin nitel/nicel gözlemleri ölçüm raporunda değerlendirilmek üzere ölçümler sırasında not edilmelidir.

#### 4.5.3. Nerede Ölçüm Yapıyoruz?

Esasında bir arka plan ölçümü, geniş bir alan üzerindeki dış ortam koşullarının bir göstergesini sağlamayı amaçlamaktadır. Öyle ki, arka plan gürültü seviyesi ölçüm yerinin değiş

mesine rağmen çok büyük değişiklikler göstermemelidir. Ölçüm noktaları yöreyi temsil edecek şekilde seçilmelidir.

- **Mümkün olduğu sürece;** arkaplan ölçüm noktaları, kaynak çalışırken yapılan ölçümlerle aynı noktalarda olmalıdır.
- **Mümkün olmadığı** (kaynağın çalışmasının durdurulamadığı zamanlar gibi) **durumlarda;** yörenin akustik özelliklerini aynen yansıtacak şekilde seçilen (kaynaktan uzak noktalarda kaynak gürültüsünü duymayacak şekilde mevcut arka plan gürültü seviyesini gösterecek nitelikte) noktalarda **aynı zaman diliminde olmak koşuluyla,** arka plan ölçümleri yapılmalıdır.

# *BÖLÜM V*

*ÖLÇÜMLERDE*

*DİKKAT*

*EDİLMESİ*

*GEREKEN*

*HUSUSLAR*





## 5. ÖLÇÜMLERDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

### 5.1. DIŞ KAYNAKLI DİĞER GÜRÜLTÜLER

Ölçüm alanındaki dış kaynaklı sesler o alandaki akustik özelliği yansıtan gürültüyü yansıtmayan/temsil etmeyen seslerdir. Bir yol yakınında seçilen ölçüm alanındaki dış kaynaklı sese en güzel örnek olarak oradan geçen bir araç gürültüsü verilebilir. Dış kaynaklı sesler ölçümler sırasında *mümkün olduğunca izole edilmelidir*.

*Ölçülen toplam gürültü seviyesi ile arkaplan gürültü seviyesi arasındaki aritmetik fark en az 10 dB ise ölçülen toplam gürültü seviyesi, değerlendirilen kaynağın gürültüsü olarak alınabilir.*

Aradaki farkın 10 dB den daha az olması durumunda tablo 5.1 de verilen düzeltmelerin yapılması gerekmektedir.

**Tablo 5.1:** Seviyeler arasındaki farklılara bağlı olarak saf kaynak gürültüsünü bulmak için uygulanacak düzeltme değerleri

Kaynak çalışırken ve çalışmazken ki ölçümler arasındaki fark	Saf kaynak gürültüsünü bulmak için toplam ölçüm değerinden çıkarılacak aritmetik değer
>10 dB(A)	0 (<0.5) dB(A)
9 dB(A)	0.6 dB(A)
8 dB(A)	0.7 dB(A)
7 dB(A)	1 dB(A)
6 dB(A)	1.3 dB(A)
5 dB(A)	1.7 dB(A)
4 dB(A)	2.2 dB(A)
3 dB(A)	3 dB(A)
< 3 dB(A)	Düzeltilme tavsiye edilmemektedir.*

\* Kaynak çalışırken ve çalışmazken ölçülen değerler arasındaki farkın 3 dB den küçük olması durumunda, değerlendirilen kaynağın gürültüsü tam olarak ayırt edilmeyebilir. Uygun olduğu sürece farklı alanlar/noktalar seçilmelidir.

### 5.2. YEREL METEOROLOJİK KOŞULLAR

Meteorolojik faktörler, rüzgâr türbülansı gibi faktörlerden dolayı bir alandaki hem dış gürültü seviyesini hem de alıcıya kadar iletilen gürültünün artışına veya azaltışına etki yapabilir. Esasında bu etkiler önemli olabilir ama alanda çalışan araştırmacı (denetim ekibi) tarafından fark edilmeyebilir. Bu yüzden dış ölçümler sırasında meteorolojik faktörlerin kayıt edilmesinde fayda vardır.

### a) Rüzgâr

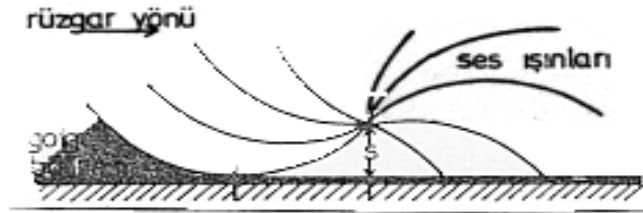
Rüzgâr hızının yüksek olduğu durumlarda *rüzgârın da bir gürültü kaynağı olarak ölçülen gürültü değerini yükseltebileceği* öngörüsüyle rüzgâr hızının 5 m/sn yi geçtiği durumlarda ölçümlerin yapılmaması gerekir. Yüksek seviyeli gürültü ölçümlerinde (hızır, yolcu araçları v.b.), rüzgâr hızı etkisi (ekstra bir etki oluşturmayacağı düşünülduğünden) dikkate alınmayabilir. Yalnız bu durum ölçüm raporunda belirtilmelidir. *Bu kısıtlamalar, rüzgâr santrallerinin gürültü ölçümlerinde uygulanmamalıdır.*

Rüzgâr etkisi, rüzgârın estiği yönde yapılan ölçüm değerlerinde bir artış sağlarken rüzgâr tersi yönünde ise bir gölge alanı oluşturur.

Rüzgâr hızı elle tutulan bir *anemometre* aracılığı ile ölçülebilirken yönü *kumpas* aracılığıyla tayin edilebilir.

Rüzgârın zemine yakın (örneğin, zemin üzerinden iki metre yükseklikte) yatay doğrultuda değişiklikleri düşey doğrultudaki değişikliklerinden yaklaşık olarak %50 daha kuvvetlidir. Rüzgâr hızı ve sıcaklık, zeminin seviyesinden yüksekliğe bağlı olarak değişir, sesin hızının da yükseklikle değişmesine yol açarlar.

Zemin ile hava hareketi arasında sürtünme nedeniyle ve atmosferle zemin arasındaki sıcaklık değişiminden dolayı yer seviyesinde sezilebilir sıcaklık eğrisi ve rüzgâr eğrisi bulunur. Şekil 5.1 de rüzgâr etkisiyle ses ışınlarının durumu görülmektedir.



Şekil 5.1: Rüzgâr Etkisi

Rüzgâr değişimi ses ışınlarını yukarıya doğru kırır, rüzgâr üstünde gölge bölgesi meydana gelir, rüzgâr altında ise ışınlar aşağıya doğru kırılır, gölge bölgesi meydana gelmez. Ses ışınlarının dalga boyları uzun olduğu için, hiçbir zaman parlak ve gölge bölgesi sınırı keskin değildir, bu durum ise ses ışınlarının saçılması nedeniyle olmaktadır.

#### **Neden rüzgâr yönünde ölçüm yapmalıyız?**

- *Düşük mesafelerde (yaklaşık 50 m ye kadar) ölçülen ses seviyesine rüzgârın etkisi azdır. Daha büyük mesafelerde ise etki oldukça yüksek olabilmektedir.*
- *Aynı yöndeki ölçümler, rüzgâr hızına bağlı olarak, genellikle 2-3 dB lik bir artışa neden olurken, rüzgârın aksi veya yan yönündeki ölçümlerde, rüzgârın hızı ve mesafeye bağlı olarak, 20 dB üzeri (daha az) bir etki oluşturabilmektedir. Bu yüzden aynı yön tercih edilir, sapma az olup sonuçlar koruyucudur.*

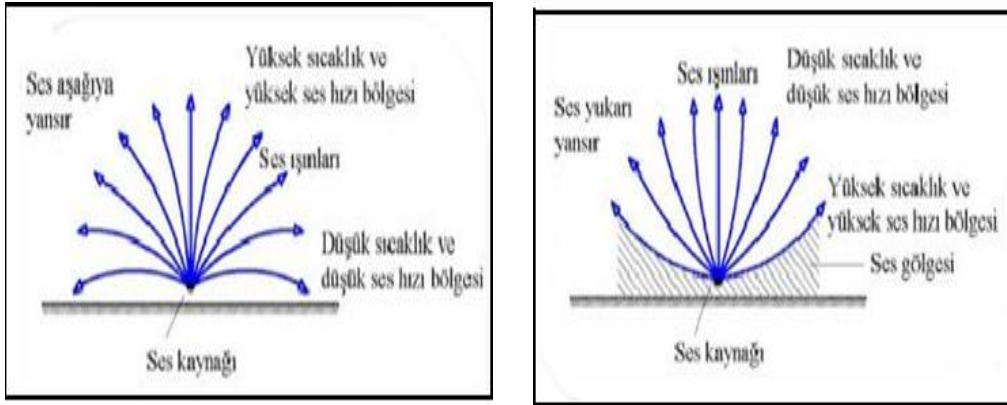
Rüzgâr varken yapılan ölçümlerde mikrofonda gürültü oluşabilir. Bir mikrofonu hava üflenmesi, basınç farkı ve türbülans yaratır, oluşan bu basınç değişimi yoluyla gürültü oluşur. Kullanılan ses seviyesi ölçere, bir rüzgârlık eklenmesi basıncı ve türbülansı mikrofondan uzaklaştırır ve havanın düzgün akışını sağlar.

Bu nedenle dış alan ölçümlerinde mümkün olduğu sürece mikrofon koruma köpüğü (rüzgârlık) kullanılmalıdır.

## b) Sıcaklık ve Bağlı Nem

Sıcaklık değişimleri de rüzgâr değişimleri gibi etkiler göstermekle birlikte her yönde aynı etkiyi göstermeleri bakımından farklılık gösterir.

Şekil 5.2 de görüldüğü üzere; sıcak, rüzgârsız bir günde, sıcaklık yükseklikle azalıp bir gölge etkisi oluştururken, açık bir gecede yükseklikle birlikte sıcaklık artış göstereceğinden dolayı yer yüzeyindeki gürültüde artış sağlanmaktadır.



Şekil 5.2: Ses ışınlarının sıcaklığa bağlı olarak yön değiştirmesi

**Sıcaklık:** Sıcaklıktan en çok etkilenen ses ölçüm sistemleri mikrofonlar ve pillerdir. Ortam sıcaklığı azaldıkça, pillerin kullanım ömrü de azalır. Özellikle sıfırın altındaki sıcaklıklarda 8 saatlik bir pil ömrü 6 saate kadar inebilir. Bunu önlemek için özel kutular vardır. Bazı mikrofonlar eğer çok yüksek ortam sıcaklığına maruz kalırsa zarar görebilir.

**Nem:** Aşırı durumlarda, bazı mikrofonlar neme karşı hassas olabilirler. Eğer nem, diyaframın arkasında sıkışır ve sıvılaşır, çatırdama ya da küçük bir patlama sesi duyulabilir. Bu, ölçüm cihazının iğnesinin hareketinden anlaşılabilir. Bu aşırı nem durumu, mikrofonu 5-10 dakika kadar sıcak bir ampulün altına koymakla düzeltilebilir.

Sıcaklık ve bağlı nem de uygun araçlarla tayin edilmelidir.

### c) Yağış

Yağışlı havalardaki yağışın oluşturduğu ekstra sesler, yüksek nem ve yağışın ekipmanın duyarlılığına zarar verme ihtimaline karşı yağışlı havalarda ölçüm yapılmamalıdır.

### d) Bulutluluk

Havanın bulutlu olması basıncın düşük olduğunun göstergesi olduğundan bu durum not edilmelidir.

### e) Yerin etkisi

Yerin özelliği akustik olarak ses yayılımını etkilemektedir. Sert zeminler ölçülen değere artış sağlarken, yumuşak (çim v.b.) zeminler azaltım sağlarlar. Ayrıca yağışlarda yer etkisini değiştirebilmektedir.

## 5.3. ÖLÇÜM ALANINDA DİĞER İNSANLARIN OLMASI

Ölçüm mikrofonunun yakınında bulunan insanlar, elde edilen ölçüm sonucunu etkileyebilmektedir. Kritik ölçümlerde, mikrofonun kablo veya kumanda ile uzaktan kontrol edilmesi uygun görülmektedir. Kablonun olmadığı durumlarda mikrofonun arkasında veya önünde bulunmaktan ziyade mikrofonun yanında durulmalıdır. Ölçüm yapan kişi dışındakiler ortamdan uzak tutulmalıdır. Konuşma, hareketlilik hâli ve ses çıkaran giysilerden kaçınılmalıdır.

## 5.4. DEĞERLENDİRİLEN GÜRÜLTÜ KAYNAĞININ DURUMU

Değerlendirme sırasında gözlenen kaynağın işletme koşullarında olmasına dikkat edilmelidir. Ölçüm yapan kişinin her şeyin normalde seyrettiğini görmesi yapılan ölçümlerin doğruluğu açısından büyük önem arz etmektedir.

### **Ölçümler Sırasında Dikkat edilmesi Gereken Genel Hususlar**

- Rüzgârın estiği yönde ölçümleri yapmaya dikkat edilmeli,
- 5 m/s üzerindeki rüzgâr hızlarında ölçümler yapılmamalı,
- Hava koşulları, incelenen durumu yansıtacak şekilde seçilmeli,
- Özellikle incelenmesi amaçlanmadığı sürece, karayolu ya da demiryolu yüzeyi kuru olmalı, yer yüzeyi karla, buzla kaplı ya da donmuş, suyla dolmuş olmamalı,
- Her ölçüm ve sonrası mutlaka kalibrasyon yapılmalı,
- Ölçümler sırasında ani olarak yükseliş gösteren gürültüler elimine edilmeli,

# *BÖLÜM VI*

*GENEL*

*TAVSİYELER*



## 6. GENEL TAVSİYELER

### 6.1. OKUNAN/ÖLÇÜLEN DEĞERİN GEÇERLİLİĞİNİ ETKİLEYEBİLECEK FAKTÖRLER

- Uzun süreli ölçümlerde ölçüm sisteminin akustik veya elektrik açısından düzenli olarak kontrol edilmemesi (günde en az bir veya iki kez düzenli olarak kontrol edilmeli),
- Ölçüm Yapan Personelden Kaynaklanan Hatalar,
- Düşük Bataryalar,
- Vücudun Engel Etkisi (Mikrofonun vücuda yakın tutulması nedeniyle gelen sesin absorbe edilmesi veya yansımaları),
- Engel Etkisi (Ölçüm yapan kişi veya farklı nesnelere gürültü kaynağı ile ses ölçer arasında yer alması)
- Rüzgâr Gürültüsü (5 m/s hızdan yüksek rüzgârın oluşturduğu gürültünün ölçülen değere katkı sağlaması),
- Mikrofon üzerindeki veya ses ölçer içerisindeki nem,

#### **Gürültü Ölçümleri Ne Zaman Tekrarlanmalıdır?**

Gürültüye maruz kalmanın aşağıdaki durumlara bağlı olarak değişim göstermesi hâlinde ölçümlerin tekrar edilmesi yararlı olacaktır:

- *Bir işletmede bulunan gürültü kaynaklarından herhangi birisinin kaldırılması veya yeni bir kaynağın daha faaliyete geçmesi.*
- *İşletmenin çalışma koşullarının değişerek gürültü seviyesinde büyük değişimler oluşturması. (Kapasitenin veya çalışma zaman dilimlerinin artması v.b.)*
- *İşletmeye herhangi bir yapı elemanının eklenmesi veya kaldırılması (duvar, cam v.b.)*
- *İşletme gürültüsüne **maruz kalan alıcının** gürültü kaynağına bakan cephedeki kalma seviyesindeki artış (Gürültü Kaynağını gören alıcı cephesindeki alıcının daha uzun kalması)*

### 6.2. ÖLÇÜMLERDEKİ GİZLİ TEHLİKELER

- Mikrofonun yanlış yerleştirilmesi veya ölçüm anında düşmesi (özellikle de tripod kullanımı sırasında),
- Personel tarafından cihaz mikrofonunun kurcalanması (mikrofona üfürmek v.b.),
- Gürültü değerlendirmesinde çalışan personelin esasında o alanda çalışmıyor olması,
- Çalışma sırasında maruz kalan bölgenin yanlış tayin edilmesi.

### 6.3. PROBLEM SAPTAMA

Özellikle şikâyet konu durumlarda yaşanan sorunun tespitine yönelik olarak saha çalışması sırasında şikâyet sahibi, ailesi veya komşularına aşağıdaki soruların iletilmesi ile problemin saptanması mümkün olmakla birlikte uygulamada da büyük kolaylıklar sunacaktır.

- *İşitilen gürültü türü nedir?*
- *İlk olarak ne zaman duydunuz?*
- *Süresi ve sesin niteliği ne idi?*
- *Kaynağın ne olduğunu düşünüyorsunuz?*
- *Aile Bireylerinden başka duyan var mı?*
- *Komşulardan duyan var mı?*
- *Gürültü sizde ne gibi etkiler oluşturmaktadır?*

### 6.4. SES ÖLÇERİN BAKIMI

Ses ölçerlerin çok hassas yapıya sahip olması ve oldukça pahalı olmaları sebebiyle düzenli olarak bakımlarının yapılmasının yanında aşağıda yer alan basit uygulamalarla da söz konusu cihazların kullanım ömürleri uzatılabilmektedir.

#### *Ses Ölçerlerin Uzun Süreli Kullanılabilmesi İçin Dikkat Edilmesi Gerekilen Hususlar*

- Gereksiz yere on/off yapılmamalı
- Zayıf bataryalar değiştirilmeli
- Kalibrasyonuna özen gösterilmeli
- Aşağıda sıralanan etkilere maruz bırakılmamalı:
  - Yüksek Sıcaklık
  - Nem
  - Yüksek toz (özellikle de mikrofon)
  - Elektromanyetik Alan Oluşturan Ekipmanlar
- Kullanım sonucunda özel çantasında muhafaza edilmeli

### 6.5. DESİBELLERDE İŞLEMLER

Bilindiği üzere, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde kaynaklara bağlı olarak belirlenen sınır değerler, *kaynakların saf gürültü değerlerine* yönelik belirlenmiş değerlerdir. Oysaki ölçümler sonucu elde edilen değerler, *ortamda bulunan tüm gürültü kaynaklarının katkılarının dâhil edildiği* toplam değerlerdir. Bu değerler integral alabilen ölçüm sistemlerinde logaritmik olarak toplanmaktadır. Dolayısıyla kaynağın saf gürültüsünün bulunması için yine logaritmik işlemlerin yapılması gerekmektedir. Bu hesaplamalara yönelik detay bilgi ve örnek değerlendirmeler ***kılavuzun Ek-III ünde*** sunulmaktadır.



# *BÖLÜM VII*

*RAPORLAMA*

*&*

*ÖLÇÜM*

*SONUÇLARININ*

*DEĞERLENDİRİLMESİ*

*VE*

*SONUÇLANDIRILMASI*



## 7. RAPORLAMA, ÖLÇÜM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE SONUÇLANDIRILMASI

### 7.1. SONUÇLARIN RAPORLANMASI

Raporlamada aşağıda verilen bilgilere yer verilmesi değerlendirmede büyük kolaylıklar sağlayacaktır.

- **Gürültü Kaynağına Ait Bilgiler**
  - ✚ Adresi, bulunduğu alanın niteliği
  - ✚ İşletmeci/sorumlu kişi adı soyadı unvanı
  - ✚ Faaliyet türü (endüstri tesisi, işyeri, atölye v.b.)
  - ✚ Mekânın boyutları, alanı ve kapalı/açık /yarı açık durumu
  - ✚ Tesis/işletme/faaliyetin çalışma süresi
  - ✚ İşletme içinde gürültüye neden olan kaynağın tanımı (gürültü türü, kaynak sayısı, çalışma saatleri v.b.)
- **Maruz Kalan Alana Ait Bilgiler**
  - ✚ Mahallin tanımı
  - ✚ Alıcının bulunduğu yapının kullanım amacı
  - ✚ Alıcının bulunduğu mekânın tesis/işletme/faaliyete uzaklığı
  - ✚ Gürültüden etkilenen çevredeki tahmini kişi sayısı
  - ✚ Şikâyetçi veya gürültüye maruz kalan sahadaki yapının yasal olma durumu
- **Yapılan Ölçümlere Ait Bilgiler**
  - ✚ Ölçüm yapılacak noktalar, yerleri ve sayısı (kroki üzerinde gösterimi)
  - ✚ Ölçüm süreleri, parametreleri ve ölçülen değerler (düzeltme gerekiyorsa yapılan işlem) v.b.
  - ✚ Ölçüm nedeni (şikâyet, planlı denetim vb)
  - ✚ Şikâyetin yaşandığı veya denetimin yapıldığı zaman dilimi
  - ✚ Şikâyetin oluşma sıklığı
- **Sonuçların Değerlendirilmesi**

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY) çerçevesinde;

  - ✚ Çevresel gürültü düzey değerlendirilmesi
  - ✚ ÇGDY Yönetmeliği ihlali
  - ✚ (İhlal olması durumunda Çevre Kanunu kapsamında) Uygulanacak idari yaptırım
  - ✚ İzleme süreci (İhlalin giderilmesine yönelik verilen süre sonunda alınan kontrol tedbirlerinin gözlemlenmesi)
- **Diğer Bilgi ve Belgeler**
  - ✚ Yöreyi gösterir harita (Google earth çıktıları, kroki v.b.)
  - ✚ Ölçümler anındaki atmosferik koşullar (varsa değerleri ve ölçümler üzerindeki olası etkileri)
  - ✚ Kullanılan standartlar ve değerlendirme yöntemleri
  - ✚ Kullanılan ses ölçer sistemleri (seri numarası belirtilerek)
  - ✚ Ses ölçüm cihazı ve kalibratörünün kalibrasyon tarihleri

## 7.2. YAPTIRIMIN İZLENMESİ

Özellikle ihlalin tespit edildiği durumlar sonrasında önlemlerin alınması için verilen süre dâhilinde işletmede ne gibi önlemlerin alındığı, nasıl bir iyileştirme sağladığı, önlemlerin etkinliği ve sorunun devam edip etmediğini görmek amacıyla yaptırımın izlenmesi de en az sorunun tespiti kadar önemli olabilmektedir.

Bu kapsamda;

- *Halkı bilinçlendirme programları düzenlenmeli,*
- *Yasal yükümlülükleri hatırlatılmalı,*
- *(İşletmecilerin) Kendi imkânları ile gürültüyü azaltabileceği yönünde bildirimde bulunulmalıdır.*

Yalnız, bütün bu işlemlerin yapılması için;

- *Planlı/Plansız (ani) denetimlerde yetkili merciinin izlediği yol,*
  - *Şikâyetlerin alınması ve değerlendirilme mekânizmalarına,*
- yönelik olarak uygun sistemler üretilerek uygulanmalıdır.

## 7.3. ARŞİVLEME SİSTEMİ VE ÖNEMİ

Değerlendirilen gürültü kaynağına ilişkin olarak **yinelenen denetimlerde**;

- Yapılan ölçüm sonuçlarının kıyaslanması,
- Yapılan denetimlerin etkinliğinin değerlendirilmesi,

amacıyla ölçümlere ait raporların saklanması ve ihtiyaç duyulduğunda tekrar kullanılmaya yönelik bir arşiv sisteminin oluşturulması uygulamalarda büyük kolaylıklar sağlayacaktır.

**EKLER**



**EK-I****ŞİKAYET DEĞERLENDİRME MEKÂNİZMASI**

Gelişen teknoloji ile beraber her geçen gün artış gösteren gürültü kirliliğine bağlı olarak yaşanan şikâyet sayılarındaki artış beraberinde yetkili merciler için değerlendirme problemleri de oluşturmaktadır.

Bu kapsamda; çevresel gürültü konularında yaşanan şikâyetlerin sistematik bir şekilde ele alınması ve değerlendirilmesi; yaşanan sorunların/darboğazların çözümünde büyük fayda ve kolaylıklar sağlayacaktır.

Etkin bir şekilde müdahale ve zamanında alınacak önlemlerle gürültünün zararlı etkilerinden halkın korunması sağlanır. Aşağıda örnek bir şikâyet değerlendirme sistemi ve ilgili aşamalar gösterilmektedir.

**Şikâyetlerin Değerlendirilmesi**

**Şekil I.1:** Şikâyetlerin Değerlendirilme Mekânizması

Şekil I.1 de yer alan 'Şikâyetlerin Değerlendirilme Mekânizması'nda yer alan işlemler adım adım aşağıda basit bir şekilde ifade edilmeye çalışılmıştır:

**Adım 1:** Yetkili birime iletilen şikâyet ilk olarak kayıt-eleme sistemi dâhilinde değerlendirmeye alınır.

**Adım 2:** Bu aşamada şikâyete ilişkin detay bilgiler alınarak saha çalışmaları öncesinde gerekli hazırlıklar yapılır.

**Adım 3:** Yapılan saha çalışması sonrasında yapılan çalışmalara yönelik gerekli detay bilgileri içeren rapor hazırlanır.

**Adım 4:** Değerlendirilen bu şikâyet belli zaman sonrasında yapılan yaptırım, izlenmesi gereken yol, alınması gereken tedbirler kapsamında izlemeler yapılarak şikâyet sonlandırılır.

**Adım 5:** Yaşanan bu şikâyetin olası tekrarına yönelik olarak yapılan işlemlerin gözden geçirilmesi, sonrasında yapılan değerlendirmelerle kolay kıyaslanması için arşivleme sistemi kurularak gerekli mekânizma hayata geçirilir.

*Yukarıda genel formatı verilen şikâyetlerin değerlendirilmesi prosedüründe yer alan aşamaların detayları ve bu aşamaların önemleri aşağıda açıklanmaktadır:*



**Şekil 1.2:** Kayıt ve Eleme Sistemi

Eleme Kayıt sisteminin bir sistematik yapıda kullanılması yetkili mercilere oldukça yararlar sağlayabilmektedir. Kayıt sistemi ile birlikte; yörenin basit bir gürültü kirlilik haritasının oluşturulmasının yanında diğer bir faydası ise gelen şikâyetlerin yoğunluğu, sayısı, türü hakkında envanter bilgileri sunabilmektedir. Aynı zamanda eleme sistemi ile birlikte; yönetmelik (ÇGDYY) kapsam dışı konular belirlenerek iş yoğunluğu azaltılabilir.

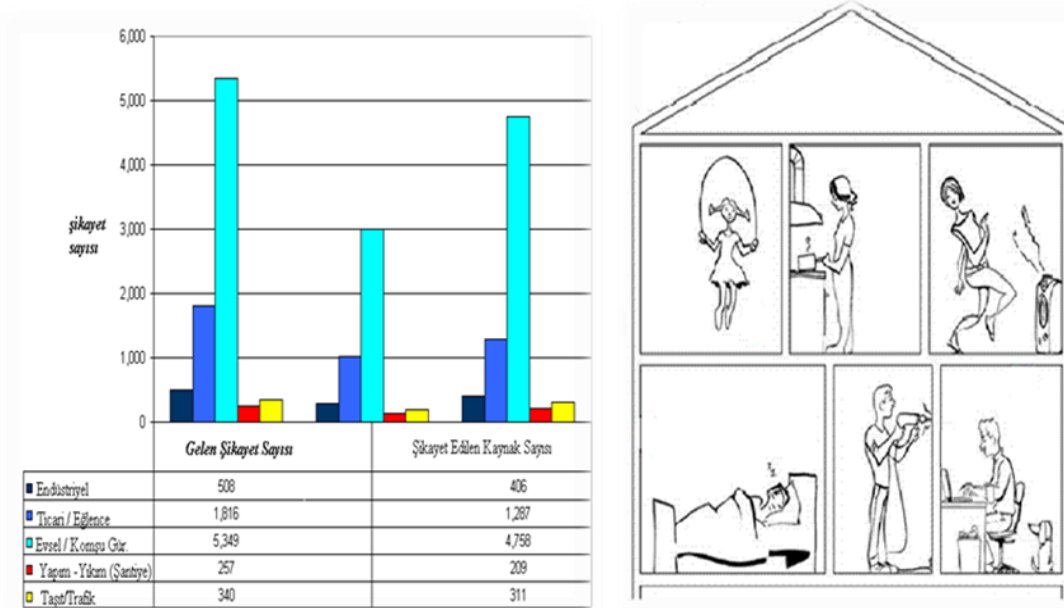


## Kayıt Sisteminin Önemi



Şekil I.3: Kayıt Sisteminin Önemi

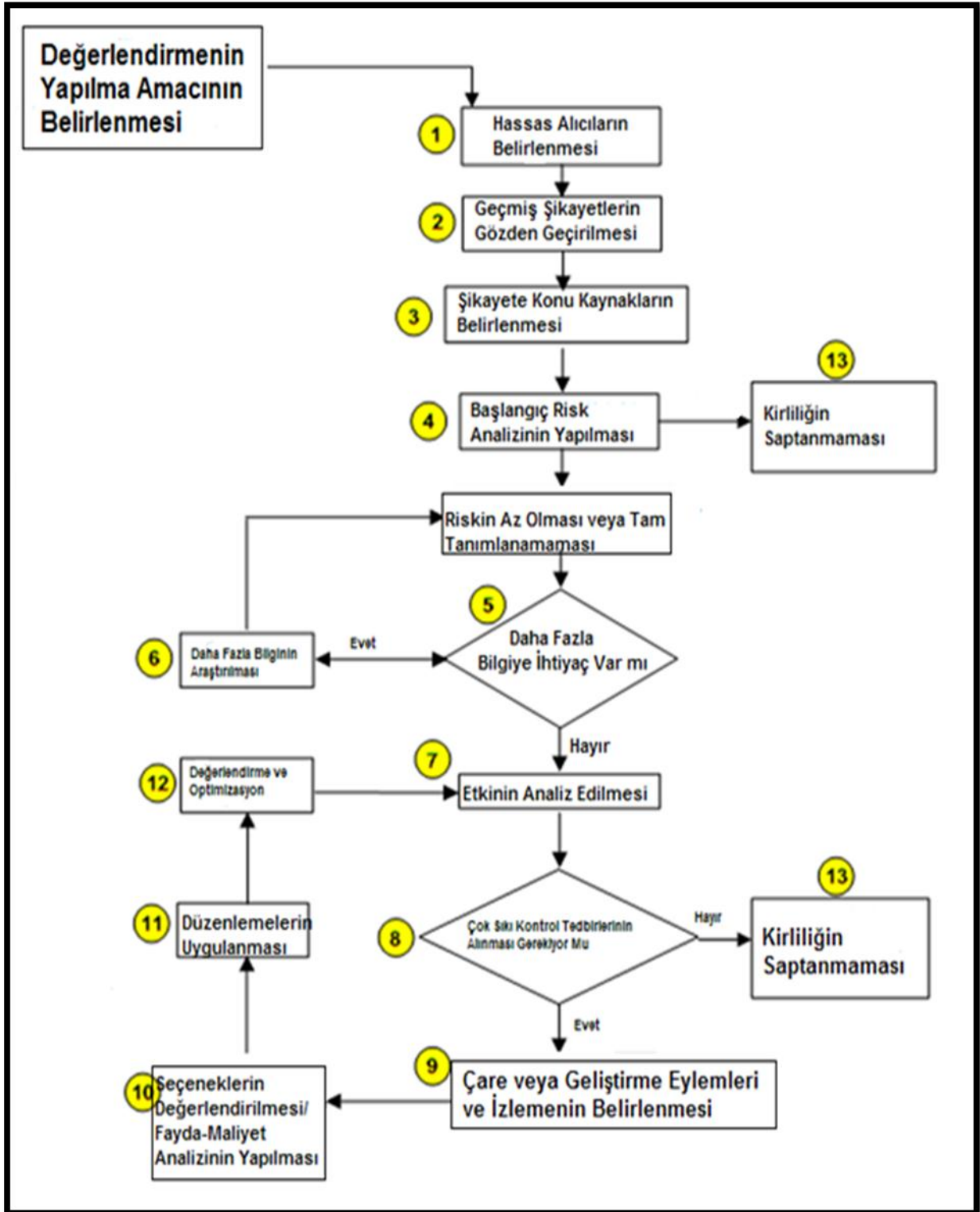
## Eleme sisteminin Önemi



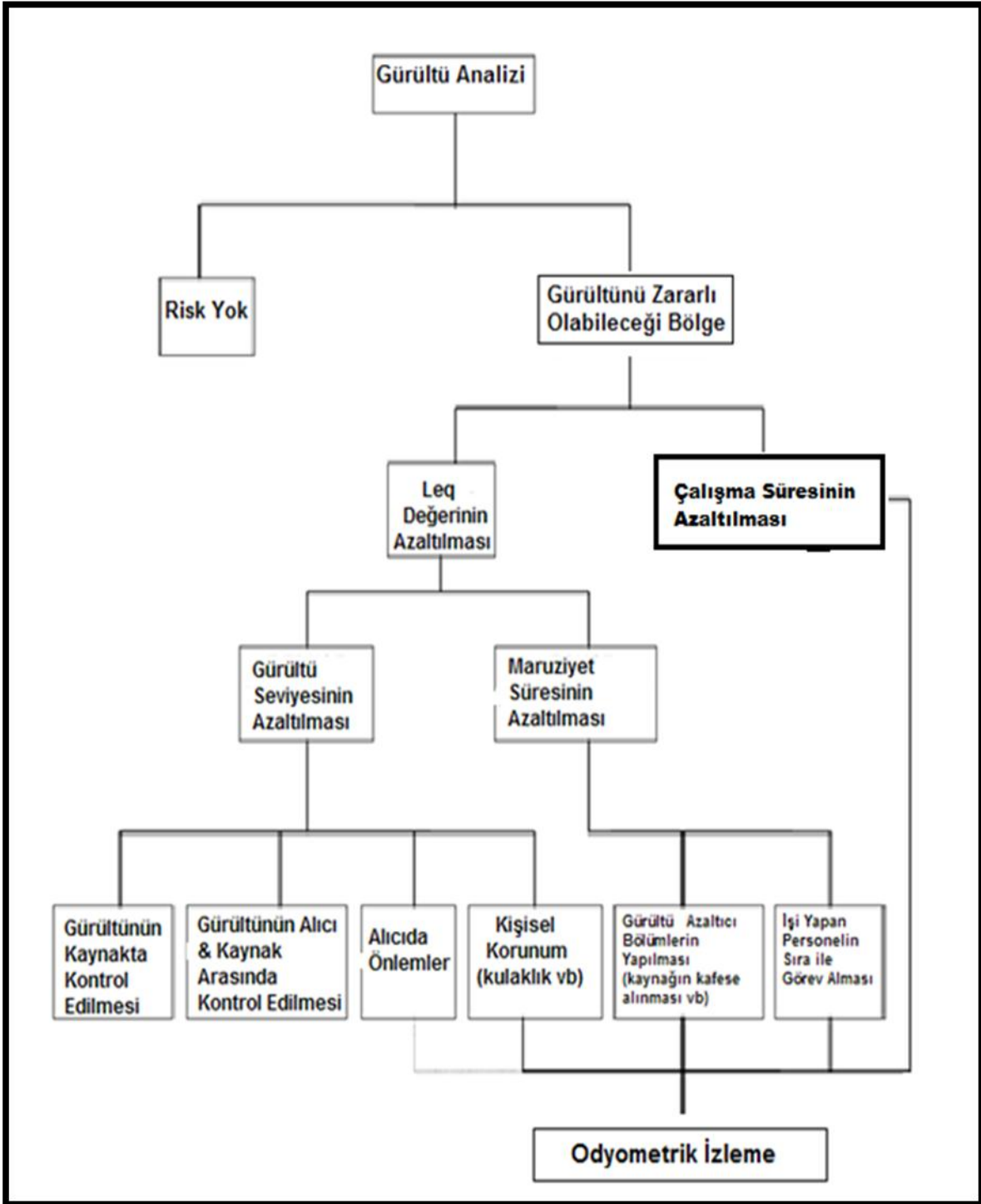
Yönetmelik kapsam dışı konular elimine edilir

Şekil I.4: Eleme Sisteminin Önemi

Öte yandan, yetkili birimlerde etkin bir gürültü yönetiminin oluşması açısından aşağıda Birleşik Krallık (UK) ülkelerinde uygulanan örnek çevresel gürültü yönetim sistemleri verilmiştir:



Şekil I.5: Etkin Bir Gürültü Yönetim Sistemi-1



Şekil I.6: Etkin Bir Gürültü Yönetim Sistemi-II



**EK-II****SES ÖLÇERİN KALİBRASYONU**

Ses ölçümleri yapılacağı zaman kullanılan ses ölçerin ses basınç seviyelerini doğru ölçüp ölçmediğini kontrol etmek amacıyla uygun bir kalibratör ile ses ölçerin doğrulanması gerekmektedir. Ses ölçüm sistemlerinin kalibrasyon işlemleri ölçümler sırasında yapılan kalibrasyon ve periyodik olarak yapılan kalibrasyon olmak üzere iki başlık altında incelenmelidir:

**1. Ölçümler Sırasında Yapılan Kalibrasyon İşlemleri**

Esasında ses ölçerler yapıları itibari ile dayanıklı olmalarına rağmen ses ölçümlerinde kullanılan ekipmanın en önemli parçası olan mikrofonun çok hassas olması nedeniyle kalibrasyon işlemlerinin yapılması gerekmektedir.

Yapılan ölçümlerin doğruluğunu sürekli teyit etmek amacıyla her bir ölçüm serisinden önce ve sonra cihaz mikrofonunun kalibre edilmesi gerekmektedir.

Ses ölçerin kalibrasyonu için ses kalibratörleri adı verilen ve o ses ölçere uygun cihazlar kullanılmaktadır.

Ölçüm serilerinde yapılan kalibrasyon işlemi aşağıda genel hatlarıyla birlikte şematığe dökülmüştür:

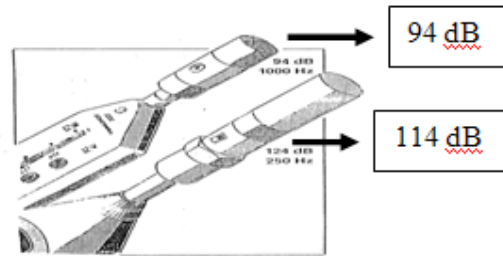
**Kalibrasyon Prosedürü:**

- Kalibrasyonu yapılacak ses ölçerin üzerindeki (varsa) mikrofon köpüğü çıkartılır.



- Ses Kalibratörü üzerinden kalibrasyonun hangi değerde yapılacağı seçilir (94 dB veya 114 dB)

- Ses kalibratörü resimde görüldüğü şekilde mikrofon üzerine takılır.



- Menüden kalibrasyon işlemi seçilir ve kalibrasyon yapılır.
- Kalibrasyon sonrasında kalibratör ses ölçerden çıkarılır ve muhafaza edilmek üzere çantasına konulur.
- Mikrofonun dış etmenlerden olası zararlı etkilenmelerini önlemek için koruma köpüğü tekrar takılır ve işlem sonlandırılır.



**Şekil II.1: Kalibrasyon Prosedürü**

## 2. Periyodik Olarak Yapılan Kalibrasyon İşlemleri

Ölçüm sistemi (ses ölçer, mikrofon ve kalibratör) düzenli olarak duyarlılığı, doğruluğu kontrol edilmek üzere bir Ulusal veya Uluslar arası geçerliliği olan bir kalibrasyon laboratuvarına gönderilmelidir.

İlgili standartlar kapsamında genel olarak ses ölçer kalibratörlerin yılda bir kez, ses ölçerlerin ise 2 yılda bir yetkili laboratuvarlarda kalibre edilmesi tavsiye edilmektedir.(Bakınız resim II.1)



*Resim II.1 : Kalibrasyon sürecinde yapılan işlemler*

**EK-III****DESİBEL (dB) İŞLEMLERİ****1. Desibel Nedir?**

**Desibel**, belirli bir referans güç ya da miktar seviyeye olan oranı belirten genelde ses şiddeti için kullanılan logaritmik ve boyutsuz bir birimdir. Desibel daima iki değer arasındaki karşılaştırmadır. Birimi dB dir. Bel biriminin 10 da biridir.

Logaritmik oranın 10 ile çarpımı sonucun Bel yerine dB olarak elde edilmesini sağlar.

**BEL:** Bir telefon hattında 1.6 km sonra oluşan ses sinyalindeki kaybı ifade eder. Orijinal adı 'Transmission Unit' olan bu büyüklük sonra Alexander Graham Bell anısına BEL olacak şekilde değiştirilmiştir.

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

(*p1*: ilk sinyalin watt cinsinden gücü)  
(*p2*: ikinci sinyalin watt cinsinden gücü)

*Şekil III.1: dB Bağıntısı*

**2. Desibellerde İşlemler****2.1. Toplama İşlemi**

Bilindiği üzere desibel logaritma tabanlı bir işleme sahip olduğundan farklı iki veya daha çok seviyenin toplanması aritmetik olarak yapılmamaktadır. Birden çok seviyenin oluşturduğu toplam gürültünün hesaplanmasında aşağıda yer alan desibellerin toplanmasına ilişkin formül vasıtası ile bulunmaktadır:

$$SPL_{\Sigma} = 10 \cdot \log_{10} \left( 10^{\frac{SPL_{1,Kaynak}}{10}} + 10^{\frac{SPL_{2,Kaynak}}{10}} + \dots + 10^{\frac{SPL_{n,Kaynak}}{10}} \right)$$

*Şekil III.2: Desibellerin Toplanması*

**2.2. Çıkarma İşlemi**

Farklı iki seviyenin çıkarılması da yine aritmetik olarak yapılmamaktadır. İki seviye arasındaki fark aşağıdaki formül vasıtası ile bulunmaktadır:

*SPL(sound pressure level):* ses basınç seviyesi

$$SPL = 10 \cdot \log_{10} \left( 10^{\frac{SPL_{1,Kaynak}}{10}} - 10^{\frac{SPL_{2,Kaynak}}{10}} \right)$$

*Şekil III.3: Desibellerde Çıkarma İşlemi*



**Basit Yöntemler:**

Desibeller ile ilgili işlemlerde günümüzde grafikler ve bunlara bağlı tablolar oluşturularak hesaplamalar daha da kolaylaştırılmıştır.

**a) Toplama:**

Toplamalara ilişkin tablo aşağıda yer almaktadır.

**Tablo III.1: Desibellerde Toplama İşlemi**

Desibellerde Toplama											
Seviye Farkı	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Düzeltilme	3.0	2.5	2.1	1.8	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5	0
Kısaca	3	2			1			0			0

**Tablonun Kullanımı:**

1. Toplanacak iki değer arasındaki fark aritmetik olarak bulunur.
2. Bulunan değer tablonun 'seviye farkı' ile başlayan satırındaki yerine konulur. (Seviye farkının tam değer olmaması durumunda en yakın tam değere yuvarlanmalıdır)
3. Farkın yer aldığı sütun ele alınarak düzeltme ile başlayan satırdaki karşılığı bulunur.
4. Bulunan değer yüksek olan seviyeye ilave edilir.
5. İki'den çok değer toplamasının gerektiği durumlarda önce 2 seviye toplanır, sonra diğer seviyeler teker teker bulunan toplam değer ile toplanır.

**b) Çıkarma:**

Desibellerde yapılan çıkarma işlemlerinde zaman kazanmak amacıyla aşağıdaki tablo kullanılabilir:

**Tablo III.2: Desibellerde Çıkarma İşlemi**

Desibellerde Çıkarma								
Seviye Farkı	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Düzeltilme	3	2.2	1.7	1.3	1	0.7	0.6	0
Kısaca		-2		-1			0	

**Tablonun Kullanımı:**

1. Çıkarılacak iki değer arasındaki fark aritmetik olarak bulunur.
2. Bulunan değer tablonun 'seviye farkı' ile başlayan satırındaki yerine konulur. (Seviye farkının tam değer olmaması durumunda en yakın tam değere yuvarlanmalıdır)
3. Farkın yer aldığı sütun ele alınarak 'düzeltme' ile başlayan satırdaki karşılığı bulunur.
4. Bulunan değer yüksek olan seviyeden düşülür.



**Örnek Bir Uygulama**

$L_K$  = Kaynak Gürültüsü  
 $L_A$  = Arka Plan Gürültüsü

olmak üzere yapılan bir ölçüm sonucunda aşağıdaki değerler bulunmuş olsun.

(Kaynak Çalışırken)  $L_K+L_A= 75$  dBA

(Kaynak Çalışmazken)  $L_A= 66$  dBA

Yapılan ölçümlere göre kaynağın saf gürültüsünü ve arkaplan değerini aşma miktarını bulunuz.

**Birinci Yol:** Logaritmik Formüllerin Kullanılması

$$L_K= 10 \log (10^{75/10} - 10^{66/10}) = 74.4 \text{ dBA}$$

$$\text{Arkaplanı aşma miktarı } 74.4-66=8.4 \text{ dB}$$

**İkinci Yol:** dB Tablolarının Kullanılması

Desibellerde Çıkarma								
<b>Seviye Farkı</b>	3	4	5	6	7	8	<b>9</b>	$\geq 10$
<b>Düzeltilme</b>	3	2.2	1.7	1.3	1	0.7	<b>0.6</b>	0
<b>Kısaca</b>			-2			-1		0

✚ Çıkarılacak iki değer arasındaki fark aritmetik olarak bulunur.

- $75-66= 9$  dB

✚ Bulunan değer tablonun 'seviye farkı' ile başlayan satırındaki yerine konulur.

Aradaki farkın 9 dB olduğu durumda yüksek düzeyden çıkarılacak değer tablodan da görüleceği üzere 0.6 dB

✚ Farkın yer aldığı sütun ele alınarak 'düzeltme' ile başlayan satırdaki karşılığı bulunur.

- 0.6 dB

✚ Bulunan değer yüksek olan seviyeden düşülür.

$$75-0.6=74.4 \text{ dB (Saf Kaynak Gürültüsü)}$$

$$\text{Arkaplanı aşma miktarı } 74.4-66=8.4 \text{ dB}$$

**L<sub>90</sub> parametresinin kullanımı (örnek uygulama):**

Şikâyete istinaden yapılan bir denetim sırasında yapılan ölçüm sonuçları aşağıda verilmiştir:

- Kaynak çalışırken yapılan L<sub>eq</sub> ölçüm sonucu (L<sub>kaynak</sub>)= 55 dB (A)(C)
- Kaynak çalışırken ölçülen L<sub>90</sub> değeri= 43 dB (A)(C)

*Bu çerçevede konuya ilişkin değerlendirmeyi yapalım:*

$L_{eq} (L_{kaynak}) - L_{90} = 55-43=12 > 10$  dB olduğundan L<sub>90</sub> parametre değerini arkaplan değeri olarak alınabilecektir.

***Bu durumda;***

$$L_{kaynak} = 55 \text{ dB (A)(C)}$$

$$L_{90} = L_{arkaplan} = 43 \text{ dB (A)(C)}$$

İki değer arasındaki fark 10 dB den fazla olduğundan hareketle tablo III.2 gereğince küçük olan seviyenin büyük olan seviyeye etkisi olmayıp ölçülen Leq değeri saf kaynak gürültüsüne eşit olacaktır.

***Böylece;***

$$L_{kaynak} = 55 \text{ dB (A)(C)}$$

$$L_{arkaplan} = 43 \text{ dB (A)(C)}$$

Sonuç olarak bu değerler ışığında kaynağa ve o kaynak için belirlenen sınır değerlere bağlı olarak gerekli işlem yapılarak şikâyet sonuçlandırılır.

## EK-IV

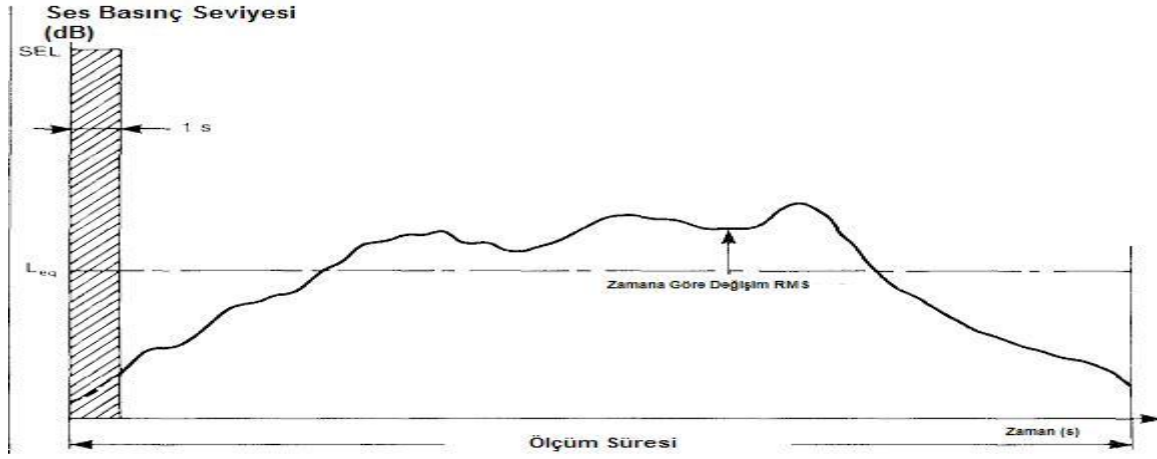
 **$L_{eq}$  & SEL ( $L_E$ )**

*(Bu bölüm şu aşamada bilgi amaçlı olarak sunulmuştur.)*

**1.  $L_{eq}$  ve SEL Nedir?**

Seviyelerinde değişimler olan ses enerjilerinin gösterilmesinde kullanılan parametrelerdir. Bu bölümde  $L_{eq}$  ve SEL parametrelerinin niçin ve ne zaman kullanılması gerektiğine dair bilgiler sunulacaktır:

Esasında SEL ile  $L_{eq}$  birbirlerine yakın anlamlara sahiptirler. Öyle ki,  $L_{eq}$  parametresinde belli bir süre zarfında ölçülen ses enerjisini o zamana yayarak ortalama değer elde edilirken SEL parametresinde aynı ses enerjisi sadece 1 sn lik referans zamana yayılır ve  $L_{eq}$  de olduğu gibi herhangi bir ortalama alınmaz. Bu durum Şekil IV.1 de gösterilmektedir.



**Şekil IV.1:  $L_{eq}$  ve SEL Arasındaki İlişki**

Başka bir deyişle, *Ses etkilenim seviyesi (SEL)*, bir ölçüm süresince elde edilen toplam akustik enerjiye eşit akustik enerji içeren bir saniyelik sabit ses seviyesi olarak tanımlanabilir.

**2. SEL ve  $L_{eq}$  Niçin Kullanılır?**

Esasında birçok ses seviye ölçümleri enerji ile doğrudan ilişkisi olması nedeniyle RMS değerleri cinsinden yapılmaktadır. Bu nedenle klasik ses ölçerler zamana göre RMS değişimlerini gösteren '*Fast*': Hızlı (F), '*Slow*': Yavaş (S) zamana göre ağırlıklama tercihleri mevcuttur. F modu genelde ölçülen seste durağanlık varsa durağan bir yapı sergilemektedir. Klasik ses ölçüm cihazları ile  $L_{eq}$  değeri ve ölçüm sürelerinin hesaplanabilmesi için genellikle değerlendirilen sesin durağan olması veya çok uzun süre durağanlık göstermesi gerekmektedir. Yalnız, sesin çok dalgalanmalar göstermesi hâlinde; zamana göre toplam enerjinin ortalama değerinin alınabilmesi için integral alabilen ses ölçerlerin kullanılması gerekmektedir.

Kısa süren ve yükseldikten sonra alçalan seslerin değerlendirilmesinde, eşdeğer sürekli ses seviyesi ( $L_{eq}$ ) yeterli bilgiyi sağlayamaz.

SEL parametresi her zaman için 1 saniyeye normalize edildiğinden ölçüm süreleri farklı olan olayların karşılaştırılabilmesinde de kullanılabilir.

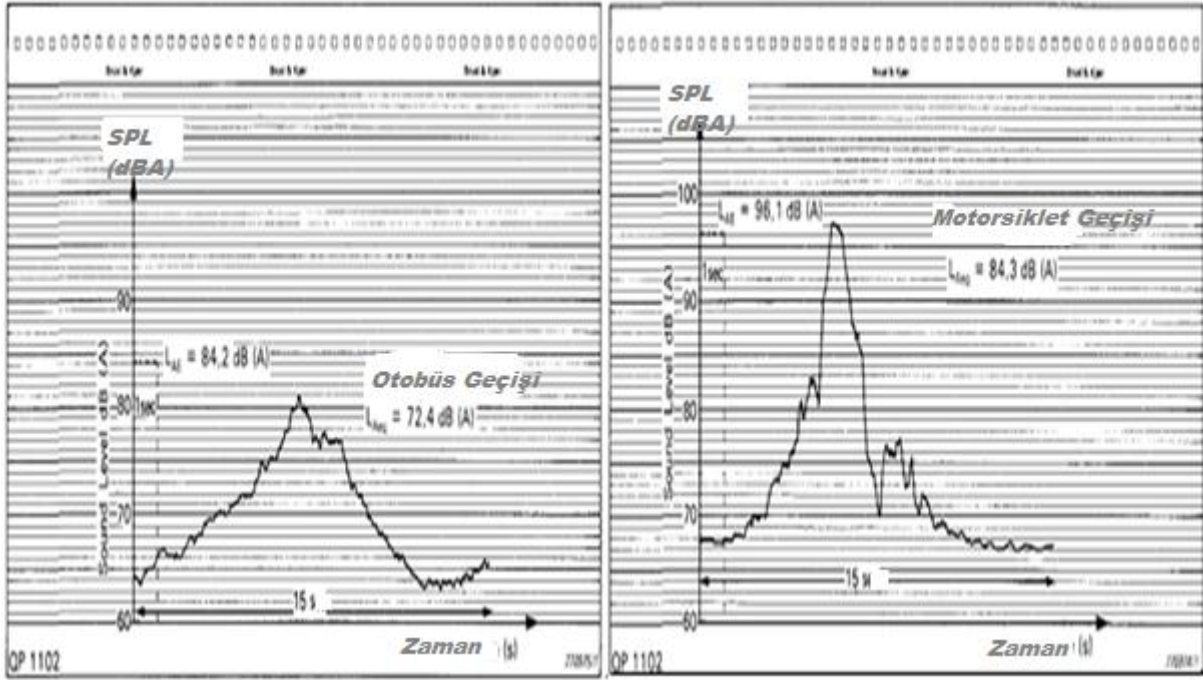
### 3. SEL ve $L_{eq}$ Ölçümleri

- ✚ Esasında  $L_{eq}$  ölçümleri bize birçok faydalı sonuçlar sunabilirken bir uçağın iniş/kalkışı veya bir araba geçişi gibi durumların yaşandığı geçici gürültülerde belirsizliği giderememektedir. Böyle anlarda arkaplan gürültü seviyesi ile büyük değişimler oluşabilmektedir. Eğer sadece maksimum değer kaydedilmiş ise maruziyet değerlendirmesi hakkında önemli bilgiler sunabilen gürültünün ne kadar sürdüğüne dair bizlere herhangi bir bilgi sunamayacaktır. Bu durumda hızlı ve yavaş olayların kıyaslanması ve gürültü tahminleri genel olarak mümkün olmayacaktır.
- ✚ Ölçüm süresi, ölçülecek sesin özelliğine bağlı olarak seçilebilir. Önemli olan, ölçülen gürültünün değişim gösterdiği süreyi kapsayabilmektir. Ölçümlere, sonucun değiştirmeyeceğinden emin olununcaya kadar devam edilir. Ölçüm cihazlarında kaydedilen teknolojik ilerlemeler sayesinde  $L_{eq}$  parametresi, integral tip ölçüm cihazlarında doğrudan doğruya cihaz üzerinden takip edilebilir.
- ✚  $L_{eq}$  değeri bir enerji ortalama değeri olduğundan ölçüm periyodu içerisinde bulunan **maksimum değer** ( $L_{max}$ ) genellikle toplam değere büyük katkı sağlayacaktır. Böylelikle eğer bir ölçüm, arkaplan değeri ile başlayıp arkaplan değeri ile bitiyorsa,  $L_{eq}$  değeri ölçüm süresine bağlı olacaktır. Böyle anlarda SEL'in kullanılması ölçüm süresinin etkisini elemine edecektir.
- ✚  $L_{eq}$  değerinde ses enerjisi ölçüm periyodu üzerine bütünlenirken SEL değerinde bu değer referans süre olan 1 saniye üzerine bütünlenerek gerçek maruziyet değerlendirilebilmektedir. Bu nedenle SEL nümerik olarak toplamda aynı ses enerjisine eşit iken  $L_{eq}$  toplam ses gücü ortalaması ile orantılıdır.

- ✚ Demiryolu ve havayolu araçlarının eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi,  $L_{eqT}$ , genellikle en iyi tekil olay ses ölçümü,  $L_E$ , sonuçlarından hesaplanabilir.
- ✚ Kaynağın eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi,  $L_{eqT}$ , direk ölçümü ancak gürültünün sabit veya zamana bağlı tekrarı varsa, örneğin karayolu ya da endüstri, gerçekleştirilebilir.
- ✚ Karayolunda tekil olay ölçümleri ancak çok düşük trafik akışında gerçekleştirilebilir.

Diğer taraftan, SEL parametresi iki tane ana uygulamaya sahiptir.

Bunlardan birincisi, aşağıdaki şekilde olduğu gibi, farklı kaynaklara ait geçiş gürültülerinin kıyaslanmasını sunabilmektedir:



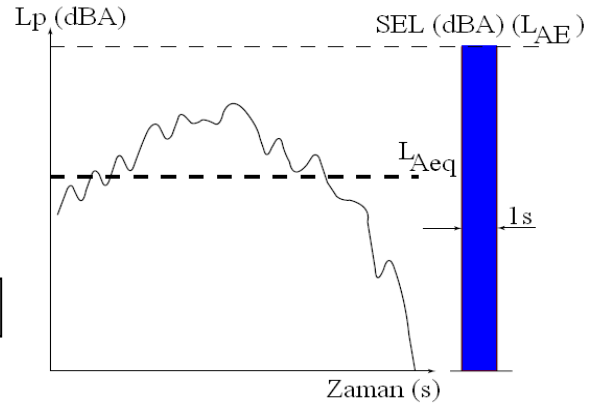
**Şekil IV.2: SEL Değerinin Farklı Gürültülerin Kıyaslanmasında Kullanımı**

Burada aynı geçiş sürelerine sahip olan bir otobüs ile motosiklete ait ölçüm sonuçları yer almaktadır. Bu gürültü kaynaklarından oluşan gürültülerin maksimum değerleri arasında 16 dB fark varken SEL değerleri arasındaki fark 12 dB e düşmektedir. Bu da düşük seviyedeki gürültülerin de daha uzun süre devam edebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla geçiş gürültülerinin tanımlanmasında maksimum seviyelerin yeterli bir indikatör olmadığını göstermektedir.

SEL'in ikinci uygulamasında ise belirlenen bir sürede tekil SEL değerlerinin kullanılarak  $L_{eq}$  değerinin elde edilebilmesidir. Aralarındaki ilişki aşağıdaki formülde gösterilmektedir:

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

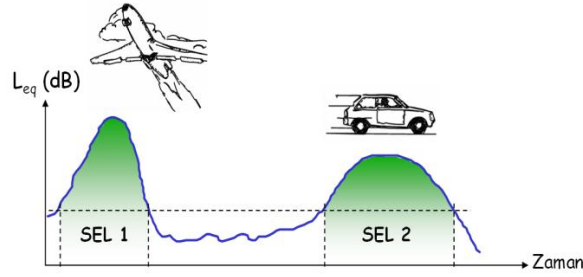
$$T_0 = 1 \text{ s}$$



Birden çok tekil SEL'in olması durumunda da SEL değeri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir:

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

Örneğin aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi farklı araçların oluşturduğu tekil SEL değerleri olabilir.



**Şekil IV.3:Değişik Durumlara Ait SEL Ölçümleri**

Ayrıca makinelerin devirsel çalışmalarının oluşturduğu tekil SEL değerleri olabilmektedir. Buna ilişkin örnek bir uygulama aşağıda sunulmaktadır:

### Uygulama:

Çalışan bir işçi, gürültü düzeyi SEL 100 dBA olan A makinasını günde 50 kez, gürültü düzeyi SEL 110 dBA olan B makinasını 10 kez, gürültü düzeyi SEL 90 dBA olan C makinasını 70 kez kullanmaktadır. 8 saatlik süre sonunda işçinin etkilendiği Leq değerini bulunuz.

$$Leq = 10 \log \sum 10^{SEL_i / 10} - 10 \log T$$

$$Leq = 10 \log ( 50 * 10^{10} + 10 * 10^{11} + 70 * 10^9 ) - 10 \log ( 8 * 3600 ) = 72,9 \text{ dBA}$$

## EK-V

## GÜRÜLTÜNÜN TONALİTE, DARBESELLİK VE DÜŞÜK FREKANS İÇERİĞİ AÇISINDAN İRDELENMESİ

### Çevresel Gürültünün Rahatsızlık Seviyesi

Bilindiği üzere; aynı değerdeki seslere maruz kalan kişilerin etkilenme seviyeleri aynı olmayabilir.

Bu kapsamda; çevresel gürültü ölçüm parametresi olarak yaygın bir kullanım alanına sahip olan eşdeğer sürekli ses seviyesi ( $L_{eq}$ ); sesin darbelilik, tonalite veya düşük frekans içeriği gibi etkilerinin insanlar üzerinde yarattığı rahatsızlığın değerlendirilmesinde (özellikle de eğlence gürültüsü, soğutma sistemleri gürültüsünün değerlendirme aşamasında) çoğu zaman yetersiz kalabilmektedir. Böyle durumlarda, değerlendirilen seste; tonal değişim, darbesellik, sesteki düşük frekans içeriği etkilerinin de dâhil edildiği **Etkilenim Seviyesi** ( $L_{Ar,Tr}$ ) kullanılmaktadır.

#### Örnek:

- ✚ Aynı değerdeki zil sesi (tonal değişim içerebilir)
- ✚ Fan sesi (düşük frekans ve tonal değişim içerebilir)
- ✚ Müzik sesleri (düşük frekans içerebilir)

Gerçek Rahatsızlık (Etkilenim) Seviyesi aşağıdaki bağıntı ile bulunur:

$$L_{Ar,Tr} = L_{Aeq,T} + K_I + K_T + K_R + K_S$$

Ani Değişim
Tonal Değişim

↑
↑

↓
↓

Zaman Dilimine Bağlı düzeltme
Kaynak türüne bağlı düzeltme

Bu Kılavuzda, uygulamalarda sıklıkla karşılaşılan sorunların çözümüne yönelik olarak yalnızca  $K_I$  ve  $K_T$  (darbesellik, tonalite, düşük frekans içeriği konuları) ele alınacaktır:

## 1. Sesin Darbesel İçeriğine Göre Ele Alınması [*Ani Değişim Ayarlaması (K<sub>I</sub>)*]

Bir seste hızlı ve kısa değişimler yaşıyorsa bu seste darbesel karakteristik var demektir. Aniden oluşan yüksek düzeyli çarpma, darbe ve patlama gürültüleri bu tipdendir. Darbeli gürültü, kazık çakan inşaat makinalarından, darbeli çalışan preslerden, taş ocaklarında dinamit patlamalarından, matbaa makinalarından kaynaklanabilmektedir. Rahatsızlık etkileri daha fazladır.

Bu durumda, gürültü düzeyi ( $L_{Aeq}$ ) ve ( $L_{C-peak}$ ), ölçülmelidir. Saniyedeki, dakikadaki, saatteki ve gündeki darbe tekrar sayısı mutlaka not edilmelidir. Bu değerler kullanılarak, aynı olayın tekrarlandığı süre ve tekrar sayısı kullanılarak gürültü düzeyi ( $L_{Aeq}$ ) öngörülebilir. Darbeli gürültü, ölçüm cihazında I (Impulse) modu seçilerek gerçekleştirilmelidir.

Sesin darbesel içeriğinin belirlenmesine ilişkin ISO tarafından belirlenen herhangi sabit bir yöntem bulunmamakla birlikte değerlendirilen seste darbesellik olması durumunda ölçülen  $L_{eq}$  değerine TS ISO 1996-1 standardı çerçevesinde belirtilen düzeltmelerin uygulanması tavsiye edilmektedir.

Öte yandan; aşağıda diğer bazı ülkelerde sesin darbesel içeriğinin belirlenmesine ilişkin özel bir değerlendirme metodu da anlatılmaya çalışılmıştır. Değerlendirilen seste rahatsızlık etkisinin yüksek olmasına sebebiyet verdiği düşünülen darbe içeriğinin olduğu tahmin ediliyorsa; aşağıda yer alan yönteminde kullanılarak yapılan tahminin doğrulanması ve akabinde sesin darbesel içeriğine bağlı olarak ilgili standartta belirtilen ilave değer, hesaplanan  $L_{eq}$  değerine (saf kaynak gürültüsü değerine) aritmetik olarak eklenmesi suretiyle gerekli düzeltme işlemlerinin yapılması gerekmektedir.

### Değerlendirilen Sesin Darbesellik Karakteristiğinin Tespit Edilmesi:

Aynı gürültü için aynı zaman diliminde Impulse (I) modunda yapılan ölçüm ile Fast (F) modunda yapılan ölçümlerdeki maksimum seviyeler ( $I_{max}$  ve  $F_{max}$ ) arasındaki farkın 2 dB ve daha büyük olması durumunda değerlendirilen seste bir darbesel etkinin olduğu söylenebilmektedir. Bu durumda hesaplanan  $L_{eq}$  değerine (saf kaynak gürültüsü değerine); bir düzeltme ilave edilir.

İlave edilecek değer aşağıdaki koşullara bağlı olarak belirlenir:

**Koşul I:** Fark, 2 dB den büyük ve 7 dB den küçük ( $2 \leq (Fark=X) < 7$ ) ise ilave edilecek değer farkın iki eksiğidir ( $X-2$ ).

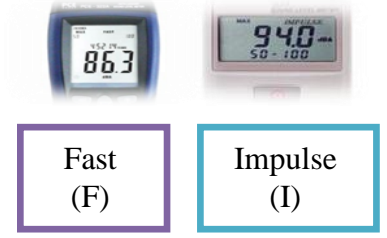
**Koşul II:** Farkın iki eksiği 5 ten büyük ( $X-2 \geq 5$ ) ise ilave edilecek değer 5 dB dir.

Yöntemin daha net anlaşılması için lütfen aşağıda yer alan örnek uygulamayı inceleyiniz:



### Örnek Bir Değerlendirme

Şikâyete istinaden yapılan bir denetimde, şikâyetçinin beyanına göre; rahatsızlık veren gürültünün darbesel bir karakteristiği olduğu ileri sürülmektedir. Bu durumu doğrulamak üzere; aynı ölçüm süresi ve koşullarında fast modunda yapılan ölçüm sonucunda bulunan  $F_{max}$ ; 86 dB, Impulse modunda yapılan ölçüm sonucu  $I_{max}$ ; 94 dB olarak tespit edilmiştir.



### Bu durumda yapılması gerekenler;

Aynı gürültü için yapılan değerlendirme sonucunda bulunan F ve I zaman ağırlıklama sonucunda ölçülen maksimum değerler arasındaki fark:

- $94-86= 8 \text{ dB} = X \text{ (fark)} > 2\text{dB}$  olduğundan şikâyetçinin varsayımı doğrulanmış olacaktır.

Bu kapsamda ilave edilecek değer için gerekli hesaplamayı yapıyoruz.

- $X \text{ (Fark)} > 7$  olduğundan ikinci koşula göre değerlendirme yapılacaktır.
- Farkın iki eksiği  $= X - 2 = 8-2 = 6 \text{ dB} > 5 \text{ dB}$

Sonuç olarak bulunan saf kaynak gürültüsü ( $L_{eq}$  değerine) ikinci koşul gereğince 5 dB ilavesi yapılarak sınır değerlerle gerekli kıyaslama yapılacaktır.

Sonuçta da, şikâyetin sonlandırılması hususunda şikâyete yönelik kaynakta gerekli tedbirlerin alınarak söz konusu mağduriyetin giderilmesi amaçlanmalıdır.

Öte yandan aynı örnek için ölçüm ekipmanının uygun olmaması veya diğer nedenlerden ötürü, yukarıdaki metot yerine klasik olarak kullanılan aşağıdaki uygulamanın yapılması mümkündür.

**Değerlendirmede bulunan yetkililer; herhangi bir yönteme başvurmadan, kulak aracılığı ile seste darbesel etkinin olduğu kanısına varabilir. Bu durumda, yetkililerce ölçülen  $L_{eq}$  değerine; TS ISO 1996-1 de öngörülen ve sesin darbesel içeriğinin büyüklüğüne bağlı olarak 12 dB e kadarlık bir düzeltme uygulanabilir.**

## 2. Sesin Tonal İçeriğine Göre Ele Alınması: **[Tonal Değişim Ayarlaması ( $K_T$ )]**

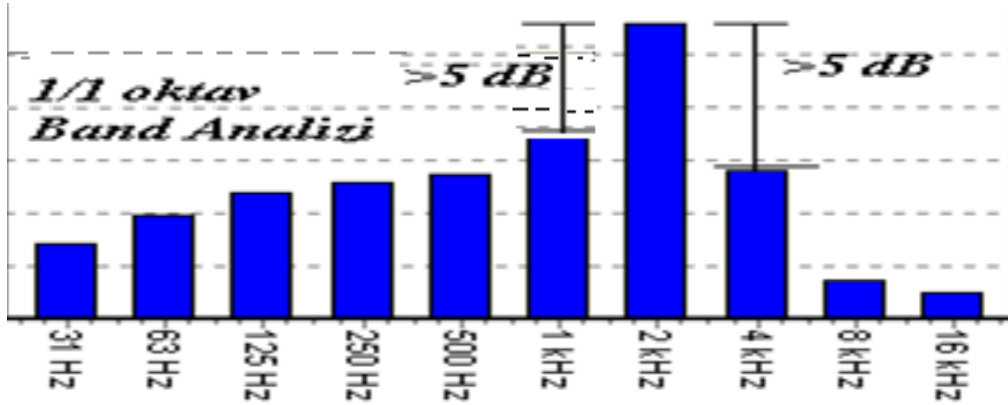
**Tonal Gürültü;** Elektrik motorları, dişli kutuları, fanlar gibi sabit devir sayısında çalışan makinalardan kaynaklanan, dar frekans bandında yoğunlaşan, insanı rahatsız eden gürültüdür. Gürültünün frekans yapısının anlaşılabilmesi için frekans analizi yapılmalıdır.

### Değerlendirilen Sesin Tonal Karakteristiğinin Tespit Edilmesi:

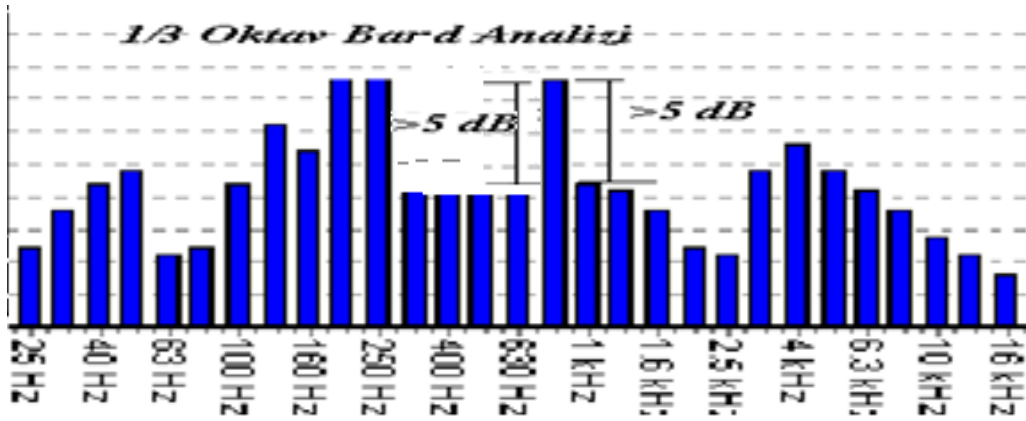
Baskın bir frekans spektrumu bileşeninin (tonun) varlığını test etmek için tipik olarak 1/1 ve 1/3 oktav bantta zaman-ortalanmış ses basınç düzeyi, şekil V.1 ve V.2 de gösterildiği gibi iki

yanındaki ses basınç düzeyleri ile karşılaştırılır ve her ikisini de belirli bir düzey farkıyla geçmek zorundadır. Bahsedilen belirli değer, frekansa göre değişiklik gösterebilir:

- Alçak frekanslı (25 - 125 Hz) 15 dB
- Orta frekanslarda (160-400 Hz) 8 dB
- Yüksek frekanslarda(500-10000Hz) 5 dB



*Şekil V.1: 1/1 Oktav Bantlı Frekans Analizinde Tonalitenin Tespit Edilmesi*



*Şekil V.2: 1/3 Oktav Bantlı Frekans Analizinde Tonalitenin Tespit Edilmesi*

A ağırlıklı ses ölçer ile 1/3 oktav bandında 5-15 dk (şartlara göre değişiklik gösterebilir) arasında ölçümler yapılmalıdır.

### Örnek Bir Değerlendirme

Şikâyete istinaden yapılan bir denetimde, şikâyetçinin beyanına göre; rahatsızlık veren gürültünün tonal bir karakteristiği olduğu ileri sürülmektedir. Bu durumu doğrulamak üzere; aynı ölçüm süresi ve koşullarında 1/1 bantlarında yapılan ölçümler sonucunda;

✚ 250 Hz orta frekans bandındaki değer 70 dB

komşu frekans bantlarında (Bknz: **Tablo 2.2: Oktav Bant Merkez Frekansları**) ise bu değerler;

✚ 177 Hz için 60 dB,

✚ 355 Hz için ise 61 dB olarak tespit edilmiştir.

### **Bu durumda yapılması gerekenler;**

1/1 Oktav Bant Analizi sonucunda değerlendirilen gürültünün bir orta frekans değeri olan 250 Hz teki seviye, komşu bantlardaki seviyeleri 8 (den daha fazla) aştığı için kaynağın yaydığı gürültünün tonal bir gürültü olduğu ve böylece şikâyetçinin varsayımı doğrulanmış olacaktır.

Sonuç olarak bulunan saf kaynak gürültüsü ( $L_{eq}$  değerine) TS ISO 1996-2 standardında da belirtildiği üzere 6 dB ilavesi yapılarak sınır değerlerle gerekli kıyaslama yapılacaktır.

Frekans analizi sırasında birden çok frekansta (düşük, orta ve/veya yüksek frekanslarda) tonal gürültü tespiti hâlinde *sadece bir tane ayarlama* yapılmalıdır.

Sonuçta da, şikâyetin sonlandırılması hususunda şikâyete yönelik kaynakta gerekli tedbirlerin alınarak söz konusu mağduriyetin giderilmesi amaçlanmalıdır.

Öte yandan; aynı örnek için, ölçüm ekipmanının uygun olmaması veya diğer nedenlerden dolayı, yukarıdaki metot yerine klasik olarak kullanılan aşağıdaki uygulamanın yapılması da mümkündür.

**Değerlendirmede bulunan yetkililer; herhangi bir yöntemle başvurmadan, kulak aracılığı ile seste rahatsızlığa sebebiyet veren tonalitenin olduğu kanısına varabilir. Bu durumda, yetkililerce ölçülen  $L_{eq}$  değerine; TS ISO 1996-1 de de ön görüldüğü üzere; sesteki tonalitenin varlığı rahatlıkla hissediyorsa +6 dB, ancak hissediliyorsa +3 dB lik bir düzeltme uygulanabilir.**

### 3. Sesin Düşük Frekans İçeriğine Göre Ele Alınması:

Genel Olarak 20-200 Hz arasındaki frekanslar, alçak frekanslar, yani kalın sesler olarak tanımlanmaktadır:

Başlıca düşük frekanslı ses kaynakları;

- *Fanlar (kanat sayısı az olanlar)*
- *Pompalar, Kompresörler*
- *Ses Yükseltici Kullanılarak Oluşturulan Müzik*
- *Elektrik İletim Hatları*
- *Havalandırma Sistemleri*
- *Kanat sayısı az fanlar*
- *Rüzgâr Türbinleri*
- *Karayolu, Demiryolu, Deniz ve Hava Ulaşım Araçları v.b.*

İnsan kulağı, alçak frekanslı seslere daha az duyarlıdır. Yalnız, alçak frekanslar atmosfer tarafından çok daha az yutulurlar ve bu nedenle daha uzak mesafelerde daha çok etkili olurlar. (Ör: *Karayolu trafik gürültüsü 1-2 km ya kadar etkili olabilmektedir*)

**Tablo V.1: Bazı Düşük Frekanslı Seslerin Atmosfer Etkisiyle Azaltımı**

<b>20°C ve 70% Bağıl Nemde Düşük Frekanslı Seslerin Atmosfer Tarafından Yutulması</b>	
<b>Frekans (Hz)</b>	<b>Azalış (dB/km)</b>
63	0.1
125	0.35
250	1.1

Ayrıca, Alçak frekanslı sesler; aralıklardan, menfezlerden ve kenarlardan doğrultu değiştirerek, dönerek geçer ve yayılır. Bu nedenle, genelde bitişik nizamdaki yapılarda; altında, üstünde veya yanında bu sesi oluşturan bir kaynak olması durumunda, oluşan sesler duvarlardan kolayca geçerek komşuda rahatsızlık oluşturabilmektedir.

#### **Düşük Frekanslı Seslerin Tespit Edilmesi**

Düşük frekanslı gürültünün tespiti yüksek frekansa nazaran daha zordur. Binalardaki birçok sistem (havalandırma, ısıtma, asansör v.b.) düşük frekanslı sesler oluşturmaktadır. (Düşük frekanslı sesler yorgunluk hissi oluşturarak konsantrasyon bozukluklarına neden olurlar. Unutulmaması gereken şudur ki özellikle de binalardaki düşük frekanslı gürültüye sebebiyet veren kaynak susturulmadığı sürece varlığı hissedilmeyebilir (Ör: *Havalandırma sistemleri*) Kaynak kapatıldığı zaman büyük bir rahatlama hissi oluşmaktadır.

Çevresel gürültü ölçümlerinde genellikle A ağırlıklama kullanılırken düşük frekanslı seslerin tespitinde C ağırlıklama daha iyi bir performans sergileyebilmektedir.

### **“A” Ağırlıklama**

- Düşük frekanslı sesleri filtreler.
- İnsan kulağının duyma grafiğine benzer bir özellik taşır.

### **“C” Ağırlıklama**

- Çok düşük frekanslı sesleri filtreler.
- Ölçülen bir değerde C ağırlıklama değerinin A ağırlıklama değerinden büyük olması sesin düşük frekans içeriğinin yoğunluğunu gösterir.

*Bir akustik sinyali dinlemeden, sadece A ve C-ağırlıklı değerlerine bakmak, basit frekans analizleri yapmak için yeterli olabilmektedir:*

- $DBC - dBA \geq 2$  ise, gürültü genel olarak alçak frekanslıdır.
- $DBC - dBA = 0$  ise, gürültü geniş bantlıdır, eşit ses seviyesi frekanslıdır.
- $DBC - dBA \leq 2$  ise, gürültü genel olarak yüksek frekanslıdır.

### **Düşük Frekans Ayarlaması**

Ölçümlerde değerlendirilen gürültünün rahatsızlık oluşturan düşük frekanslı sesleri içerip içermediği basit yöntemle aynı ses için dBC ve dBA türünden yapılan ölçümler arasındaki farkın 15 dB den büyük olması durumunda değerlendirilen seste düşük frekanslı seslerin ağırlıklı olduğu tespit edilebilmektedir.

Böyle bir durumda; ( ISO standartlarında herhangi net bir düzeltme yer almıyorken diğer birçok ülkede olduğu gibi) sonuç olarak bulunan saf kaynak gürültüsü (A ağırlıklı  $L_{eq}$  değerine) 5 dB(A) ilavesi yapılarak sınır değerlerle gerekli kıyaslama yapılacaktır.

Sonuçta da, şikâyetin sonlandırılması hususunda şikâyete yönelik kaynakta gerekli tedbirlerin alınarak söz konusu mağduriyetin giderilmesi amaçlanmalıdır.

Yalnız ölçülen ses seviyelerinin düşük olduğu durumlarda bu düzeltme yapılmamalıdır. Zira bu durumda düşük frekanslı sesler duyma eşiğinin altında yer alacaktır.

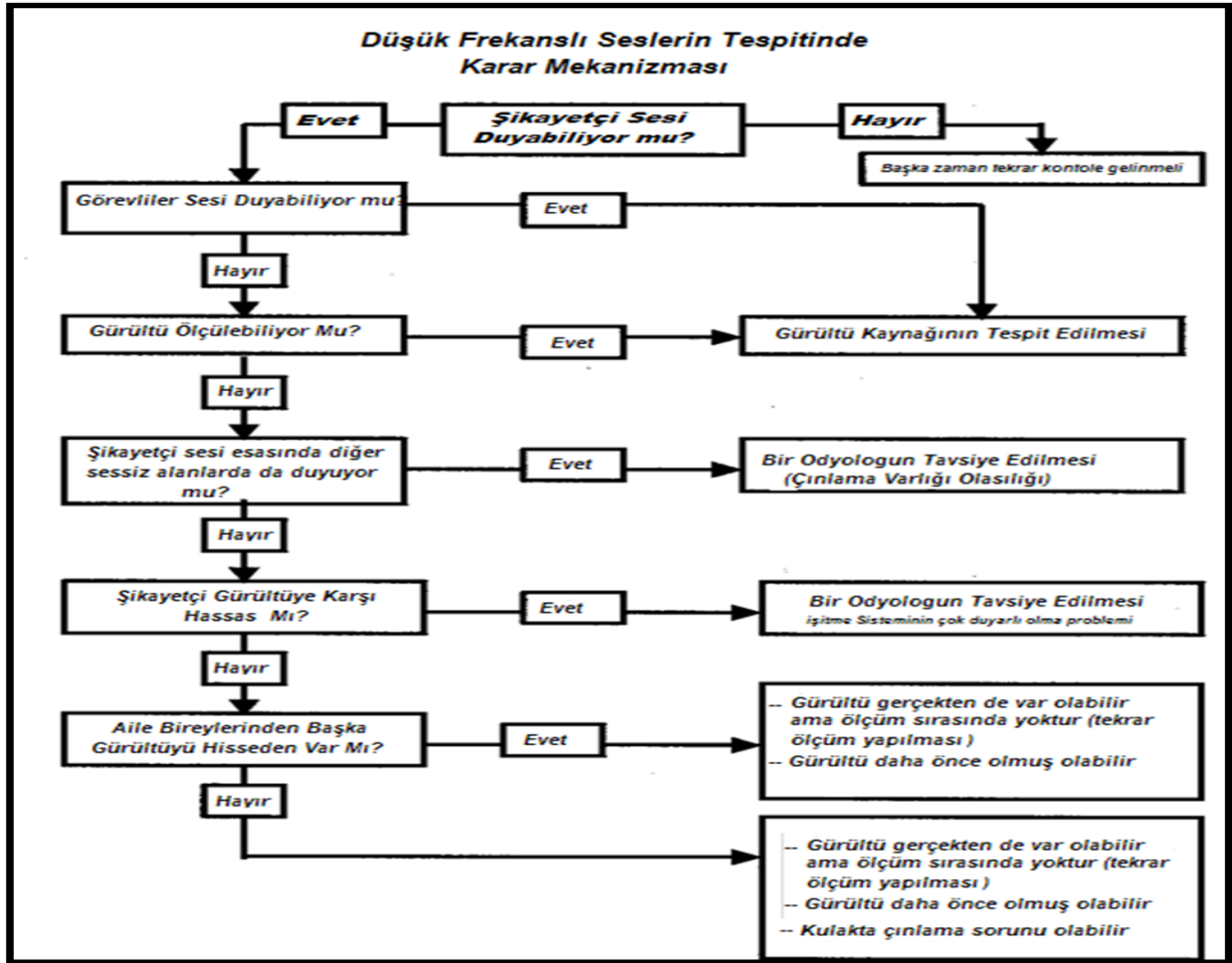
- İncelenen gürültüde aynı frekanslarda birden çok ilave gerektirecek ayarlama tespiti hâlinde en yüksek olanı alınacaktır.
- *Diğer bir deyişle, düşük frekanslarda hem tonalite, hem de düşük frekans ayarlaması ihtiyacı tespit edilmiş ise bunlardan en yüksek olanı hesaplama dâhil edilir.*
- Farklı frekanslarda olması durumunda bütün ayarlamalar ilave edilecektir.

### Düşük Frekans İçeren Çevresel Gürültü Şikâyetlerine Yönelik Değerlendirme Prosedürü

Düşük frekanslı seslerin hâkim olduğu şikâyetlerde genellikle yetkililerce yapılan saha çalışması sırasında sesin duyulmadığı durumda ilgililer tarafından çalışma sonlandırılarak mağduriyet giderilmemektedir. Esasında böyle durumlarda daha detaylı analizler yapılarak (frekans analizi, C ağırlıklama ile A ağırlıklama sonuçlarının karşılaştırılması veya şikâyetin tam olarak yaşandığı zaman diliminde ikinci bir çalışmanın yapılması gibi) kaynağın tespiti ve mağduriyetin giderilmesi gerekmektedir.

Düşük frekanslı gürültünün tespiti sırasında; mikrofon genellikle ses kaynağının en çok etkisinin olduğu duvar yakınında, 1.5 m yükseklikte, duvarlardan 0.4-0.5 m mesafede olacak şekilde konumlandırılarak gerekli ölçümler gerçekleştirilmelidir.

Aşağıda genel olarak diğer ülkelerde de kullanılan düşük frekanslı seslerin tespitindeki örnek bir karar mekânizması verilmektedir:



Şekil V.3: Düşük Frekanslı Seslerin Tespitinde Karar Mekânizması

**EK-VI*****KILAVUZUN HAZIRLANMASI SIRASINDA AŞAĞIDAKİ KAYNAKLARDAN YARARLANILMIŞTIR:***

- ✚ TS ISO 1996-1 Eylül 2005
- ✚ TS ISO 1996-2, Mart 2009
- ✚ Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
- ✚ Ülkemizdeki Eğlence Yerlerinden Kaynaklanan Çevresel Gürültünün Kontrolü, Ersin GÜRTEPE (Uzmanlık Tezi, 2010),
- ✚ Guidelines For Community Noise, WHO (1999,UK)
- ✚ Environmental Noise, Brüel&Kjaer, 2000
- ✚ Noise Measurement Procedures Manual, Department Of Primary Industries, Water And Environment, Australia, July 2004
- ✚ A Review of Published Research on Low Frequency Noise and its Effects (DEFRA, May 2003)
- ✚ Noise Measurement Manual, The State Of Queensland EPA (March 2000)
- ✚ Environmental Noise Survey Guidance Document, EPA, Ireland (2003)
- ✚ Low Frequency Noise And Annoyance, H.G. Leventhall,2004
- ✚ Environmental Noise Management Program, University Of Queensland, Australia (2005)
- ✚ Horizontal Guidance For Noise Part 1 - Regulation And Permitting (IPPC), Environmental Agency, UK (2001)
- ✚ Horizontal Guidance For Noise Part 2 – Noise Assessment And Control (IPPC), Environmental Agency, UK (2002)
- ✚ Environmental Noise Survey Report(1996)
- ✚ A Guide To The Noise Pollution Control Rules, Environmental Man. Aut. Spain (2001)
- ✚ Low Frequency Noise Report, DEFRA (2001)
- ✚ Assessment of Low Frequency Noise Complaints, G.P. van den Berg, and W. Passchier-Vermeer, (Internoise 1999)
- ✚ [http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/noise/guide\\_ref/noise\\_guidelines.html](http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/noise/guide_ref/noise_guidelines.html)







T.C.

ÇEVRE VE ORMANBAKANLIĞI

# ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM VE DEĞERLENDİRME KILAVUZU



## İLETİŞİM BİLGİLERİ

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı  
Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü  
Hava Yönetimi Dairesi Başkanlığı  
Gürültü ve Titreşim Kontrolü Şube Müdürlüğü  
Söğütözü Caddesi No:14/E 06560 Beştepe/ANKARA  
Elektronik Posta: gurultu@cob.gov.tr  
Tel: 0 (312) 207 50 00 Fax: 0 (312) 207 65 35