

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**MEKANİK GÜRÜLTÜNÜN MODELLENMESİ VE KONTROL
TEDBİRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
DİZEL ENERJİ SANTRALİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Göktuğ ÖZDEMİR

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Bilimleri, Mühendisliği ve Yönetimi Programı

OCAK 2023

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**MEKANİK GÜRÜLTÜNÜN MODELLENMESİ VE KONTROL
TEDBİRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
DİZEL ENERJİ SANTRALİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Göktuğ ÖZDEMİR
(501171749)**

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Bilimleri, Mühendisliği ve Yönetimi Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail TORÖZ

OCAK 2023

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 501171749 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Göktuğ ÖZDEMİR, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “MEKANİK GÜRÜLTÜNÜN MODELLENMESİ VE KONTROL TEDBİRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: DİZEL ENERJİ SANTRALİ ÖRNEĞİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. İsmail TORÖZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Vedat UYAK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Yaşar AVŞAR
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 27 Aralık 2022
Savunma Tarihi : 12 Ocak 2023





Babama,



ÖNSÖZ

Akustiğin muhtelif branşlarından biri olan gürültü kontrolü ve özel olarak mekanik gürültü ve titreşim kontrolü konusu gelişmiş ülkelerde çok uzun zamandır üzerinde ciddiyle çalışılan, eserler hazırlanan ve uygulamalar yapılan kapsamlı bir konudur. Gürültüye hassas alıcı noktalarda akustik konfor şartlarının temini, ancak konunun teorik açıdan ve uygulama gereklilikleri bakımından etraflıca değerlendirilmesiyle mümkün hale gelir. Bu tez kapsamında mekanik gürültü kontrol tedbirleri incelenmiş ve bir dizel enerji santralinde gerçekleştirilen modelleme çalışması ile örneklenmiştir.

Bu çalışmanın çevre mühendisliği bölümü dahilinde hazırlanabilmesine imkân tanıyan şartları hazırlayan, vaktini ayırarak ihtiyaç duyduğum noktalarda beni yönlendiren ve yardımını esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. İsmail TORÖZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında beni destekleyerek çalışmalarına güç veren kıymetli aileme ve sevgili eşime çok teşekkür ederim.

Son olarak, bazıları akustiğin öncüleri arasında sayılan; okudukça merakımı arttıran ve ufkumu genişleten kitapların uzaktan tanıdığım müelliflerine, bu yolda ilham kaynağım oldukları için minnettarım.

Aralık 2022

Göktuğ ÖZDEMİR
(Çevre Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ	xvii
ŞEKİL LİSTESİ	xix
ÖZET	xxiii
SUMMARY	xxv
1. GİRİŞ	1
1.1 Konunun Anlam ve Önemi.....	1
1.2 Çalışmanın Hedef ve Kapsamı	1
2. LİTERATÜR İNCELEMESİ	3
2.1. Mekanik Gürültünün Değerlendirilmesi	3
2.1.1 Dizel motor gövde gürültüsü.....	3
2.1.2 Hava emiş gürültüsü.....	4
2.1.3 Egzoz gürültüsü.....	4
2.1.4 Yardımcı donanım gürültüsü	4
2.2. Gürültü Kontrol Planlaması	8
2.2.1 Gürültü kontrolü için sistematik analiz	11
2.2.2 Gürültü kaynağının yeniden tasarımı yoluyla gürültü kontrolü.....	14
2.2.3 Ses üretiminin kontrolü	14
2.2.4 Aerodinamik gürültünün kontrolü	15
2.2.5 İletim yolunda gürültü kontrolü	16
2.2.6 Alıcıda Gürültü Kontrolü	17
2.3. Akustik İzolasyon Kabini, Gürültü Bariyeri, Yüzey Kaplama ve Titreşim Kontrolü	18
2.3.1 Akustik İzolasyon Kabini.....	20
2.3.2 Gürültü Bariyeri	23
2.3.3 Yüzey Kaplama (Giydirme).....	28
2.3.4 Titreşim Kontrolü.....	29
2.4. Reaktif ve Yutucu Susturucular	35
2.4.1 Reaktif susturucular	35
2.4.2 Yutucu susturucular	39
2.5. Endüstriyel Gürültü Kontrolü Konusunda Yapılmış Çalışma Örnekleri	50
2.6. Gürültü Kontrolü ile Alakalı Mevzuat	53
3. JENERATÖR GÜRÜLTÜSÜNÜN ÖLÇÜMÜ VE KONTROL TEDBİRLERİNİN MODELLENMESİ: DİZEL ENERJİ SANTRALİ ÖRNEĞİ	57
3.1. Veri Kaynakları	57
3.1.1 Proje alanı	57
3.1.2 Arazi yapısı ve model verileri	58

3.2. Gürültü Ölçümleri	59
3.2.1 Gürültü Ölçüm Standardı	59
3.2.2 Çevresel Gürültü Ölçüm Sonuçları	73
3.3. Modelleme.....	73
3.3.1 Metodoloji	73
3.3.2 Veri toplama.....	73
3.3.3 Planlanan gürültü azaltım tedbirleri	77
3.3.4 Model Çıktıları	81
4. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	83
KAYNAKLAR.....	89
EKLER	91
ÖZGEÇMİŞ.....	189



KISALTMALAR

ÇGDYY	: Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
ÇGKY	: Çevresel Gürültü Kontrol Yönetmeliği
END	: Environmental Noise Directive
NRR	: Gürültü Azaltma Derecesi
OSM	: Open Street Map





SEMBOLLER

A_1	: Toplam Hava Kanalı Kesit Alanı
A_2	: Bölünmüş Hava Kanalı Kesit Alanı
A_{atm}	: Atmosferik Absorpsiyona Bağlı Azalma
A_{bar}	: Engel Etkilerine Bağlı Azalma
A_{div}	: Geometrik Sapmaya Bağlı Azalma
A_{gr}	: Toplam Zemin Azalması
A_m	: Orta Bölge Zemin Azalması
A_{misc}	: İlave Etkilere Bağlı Azalma
A_r	: Alıcı Bölgesi Zemin Azalması
A_s	: Kaynak Bölgesi Zemin Azalması
D	: Dairesel Kanallar İçin Çap; Dikdörtgen Kanallar İçin Eşdeğer Çap
d	: Giriş ve Çıkış Kanalı Merkezleri Arasındaki Mesafe
d	: Kaynak ile Alıcı Arasındaki Mesafe
d	: Ses Emici Lifli Katman Kalınlığı
d_0	: Referans uzaklık
DL_R	: Ses Azaltım İndeksinin Tek Sayılı Değeri
DL_a	: Ses Emilim İndeksinin Tek Sayılı Değeri
d_m	: Ölçme Konumları Arasındaki Uzaklık
f_n	: İzolatörlerin Doğal Frekansı
G	: Zemin Yutuş Katsayısı
h	: Mikrofon Yüksekliği
H	: Tesis Karakteristik Yüksekliği
h_k	: Tesis Gürültü Kaynaklarının Yüksekliği
kVA	: kiloVolt-Amper
kW	: kiloWatt
L	: Kanal Uzunluğu
l	: Ölçme Güzergahı Uzunluğu
$L_{akşam}$	: Akşam Gürültü Göstergesi
$L_{d,diff}$	: $L_{gündüz}$ Gürültü Göstergesi için Limit Aşımı
$L_{d,lim}$	: $L_{gündüz}$ Gürültü Göstergesi için Limit Değer

$L_{den,diff}$	: L_{gag} Gürültü Göstergesi için Limit Aşımı
$L_{den,lim}$	: L_{gag} Gürültü Göstergesi için Limit Değer
$L_{e,diff}$	: $L_{akşam}$ Gürültü Göstergesi için Limit Aşımı
$L_{e,lim}$	: $L_{akşam}$ Gürültü Göstergesi için Limit Değer
L_{eq}	: Eşdeğer Sürekli Ses Basınç Düzeyi
L_{gag}	: Gündüz-Akşam-Gece Gürültü Göstergesi
L_{gece}	: Gece Gürültü Göstergesi
$L_{gündüz}$	: Gündüz Gürültü Göstergesi
$L_{n,diff}$	: L_{gece} Gürültü Göstergesi için Limit Aşımı
$L_{n,lim}$	: L_{gece} Gürültü Göstergesi için Limit Değer
L_p	: Saf Ses Basınç Düzeyi
$L_{p,A}$	: Arkaplan Ses Basınç Düzeyi
$L_{p,K}$	: İşletme Saf Ses Basınç Düzeyi
$L_{p,K+A}$	: İşletme+Arkaplan Ses Basınç Düzeyi
$L_{w,A}$	: Ses Gücü Düzeyi
m	: Membran Yüzey Ağırlığı
N	: Fresnel Sayısı
n	: Ölçme Güzergahı Boyunca Mikrofon Konumlarının Toplam Sayısı
Pa	: Pascal
Q	: Yöneltilim Faktörü
Q_1	: Toplam Kanalın Hacimsel Debisi
Q_2	: Bölünmüş Hava Kanalı Hacimsel Debisi
R	: Oda Sabiti
r	: Ölçüm Noktasının Kaynaktan Uzaklığı
rpm	: Dakikada Meydana Gelen Devir Sayısı
$R_w (C; C_{tr})$	: Ağırlıklı Ses Azaltma İndeksi
S	: Açıklık Alanı
$S_{çıkış}$	: Çıkış Kanalı Alanı
S_m	: Ölçme Alanı
S_p	: Tesis Alanı
V	: Hava Hızı
α	: Atmosferik Azalma Katsayısı
α	: Emici Malzemenin Absorpsiyon Katsayısı
δ	: Yol Farkı
ΔL_w	: Ses Güç Seviyesinde Meydana Gelen Azalma

ΔP	: Basınç Düşüşü
θ	: Giriş ve Çıkış Kanalı Merkezleri Arasındaki Aç
λ	: Dalga Boyu





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Gürültülü çevrenin özelliğine göre alıcının öznel tepkileri (Tomlinson ve Woodward, 1991).....	9
Çizelge 2.2 : Sac levha için oktav bant iletim kaybı değerleri karşılaştırması.....	19
Çizelge 2.3 : Gürültü bariyerleri için tasarım parametreleri ve optimum durumları (Tomlinson ve Woodward, 1991).	27
Çizelge 2.4 : Titreşim yalıtımı materyallerinin avantaj ve dezavantajları (Crocker ve Kessler, 2018).	33
Çizelge 2.5 : Farklı ülkeler tarafından kabul edilen alan kullanımlarına bağlı çevresel gürültü seviyeleri limit değerleri (İşler, 2005).	54
Çizelge 2.6 : Endüstri tesisleri için çevresel gürültü sınır değerleri (ÇGDYY, 2005).	55
Çizelge 2.7 : Kaynaklar için çevresel gürültü sınır değerleri (ÇGKY, 2022).	55
Çizelge 3.1 : Gürültü kaynaklarının orta noktasının yüksekliği.	64
Çizelge 3.2 : Gerçekleştirilen gürültü ölçümlerine ve tesise ait özellikler.	65
Çizelge 3.3 : Tesisi içi gürültü ölçümlerine ait sonuçlar.	66
Çizelge 3.4 : Tesis saf ses gücü hesaplama sonuçları.....	69
Çizelge 3.5 : Arkaplan gürültü ölçüm sonuçları.....	71
Çizelge 3.6 : Ölçümler boyunca farklı zaman dilimlerine ait meteorolojik veriler..	72
Çizelge 3.7 : Farklı zaman dilimlerine ait logaritmik ortalaması alınmış gürültü ölçüm sonuçları.	73
Çizelge 3.8 : Atmosferik absorpsiyon değerleri.	75
Çizelge 3.9 : Zemin etkisine bağlı azalma değerleri.....	76
Çizelge 3.10 : Gürültü simülasyon programına girilen veriler.	77
Çizelge 3.11 : TS EN 1793-1 standardı ses yutuş performanslarına göre bariyer sınıflandırması.....	78
Çizelge 3.12 : TS EN 1793-2 standardı ses geçiş kayıplarına göre bariyer sınıflandırması.....	79
Çizelge 3.13 : Önerilen gürültü bariyerine ait absorpsiyon katsayısı ve ağırlıklı ses azaltma indeksi verileri.	79
Çizelge 4.1 : 1. Senaryo için gürültü göstergeleri cinsinden limit aşımaları.....	84
Çizelge 4.2 : 2. Senaryo için gürültü göstergeleri cinsinden limit aşımaları.....	85
Çizelge 4.3 : 3. Senaryo için gürültü göstergeleri cinsinden limit aşımaları.....	85
Çizelge A.1 : 39 No'lu ölçüm noktasına ait 1/3 oktav bant ölçüm sonuçları.	93
Çizelge A.2 : 18 No'lu ölçüm noktasına ait 1/3 oktav bant ölçüm sonuçları.	95
Çizelge A.3 : 9 No'lu ölçüm noktasına ait 1/3 oktav bant ölçüm sonuçları.	97
Çizelge A.4 : 29 No'lu ölçüm noktasına ait 1/3 oktav bant ölçüm sonuçları.	99
Çizelge C.1 : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.	124



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Örnek bir jeneratör için gövde, egzoz ve yardımcı donanım gürültüsü karşılaştırmaları (LaForgia, 2021).	5
Şekil 2.2 : Standart hücre içine alma uygulaması örneği (Tomlinson ve Woodward, 1991).	6
Şekil 2.3 : Yutucu, endüstriyel, konut tipi, kritik tip ve süper kritik tip susturucu üniteleri iletim kaybı karşılaştırması (Lilly, 2011).	7
Şekil 2.4 : Örnek bir gürültü problemi vakası şeması (Tomlinson ve Woodward, 1991).	12
Şekil 2.5 : Transfer yollarının her biri için gürültü kontrol tedbirleri seti.	13
Şekil 2.6 : Gürültü bariyerlerinde ses dalgasının frekansına göre değişen gölge bölgeleri (Özgüven, 2008).	23
Şekil 2.7 : Gürültü bariyerlerinde Fresnel sayısı ve gürültü azaltım performansı grafiği (Maekawa, 1968).	24
Şekil 2.8 : Sesin gürültü engeline çarpıp yansiyarak alıcı noktaya ulaşması (Fry, 1988).	25
Şekil 2.9 : Kısmi kabin ve gürültü bariyeri uygulama alternatifleri (Tomlinson ve Woodward, 1991).	26
Şekil 2.10 : Kompozit kaplama uygulamasına ait kesitin şematik gösterimi (Tomlinson ve Woodward, 1991).	29
Şekil 2.11 : Örnek bir mekanik ekipman için farklı izolasyon tedbirlerine göre elde edilecek gürültü azaltım performansları (Tomlinson ve Woodward, 1991).	30
Şekil 2.12 : Konik bağlayıcılara ait kesit görüntüsü ve kesit alanı oranına göre gürültü azaltım performansı değişimi (Peters ve diğ, 2013).	36
Şekil 2.13 : Reaktif susturucu ünitesine ait kesit görüntüsü ile kesit alanı oranı ve hazne uzunluğuna göre gürültü azaltım performansı değişimi (Peters ve diğ, 2013).	37
Şekil 2.14 : Reaktif, yutucu ve kombine prensiple çalışan susturuculara ait kesitler (Mahon, 2008).	38
Şekil 2.15 : Yardımcı susturucu cihazlara ait kesit görüntüsü ve frekansa göre değişen gürültü azaltım performansı (Peters ve diğ, 2013).	39
Şekil 2.16 : Köşeli dirseklerde oktav bant frekansına göre kaplamasız (c), sadece dirsek sonrası kaplanmış (b) ve dirsek öncesi ve sonrası kaplanmış (a) duruma göre gürültü azaltım performansı (Crocker ve Kessler, 2018).	42
Şekil 2.17 : Dikdörtgen paket susturucu ünitesine ait kesit görüntüsü ve gürültü azaltım performansı (Tomlinson ve Woodward, 1991).	43
Şekil 2.18 : Tekli ve duble akustik panjurlara ait kesit görüntüleri ve gürültü azaltım indeksleri (Mahon, 2008).	47
Şekil 2.19 : Plenum haznesi şematik izometrisi ve farklı kaplama durumlarına göre iletim kaybı performansları (Tomlinson ve Woodward, 1991).	48
Şekil 2.20 : DES sanayi sitesi için yapılan çalışmaya göre tüm kapıların açık olması (harita no:1), kapıların %50'sinin açık olması (harita no:2), her şirketin tek	

kapısının açık olması (harita no:3) ve kapıların kapalı olması (harita no:4) senaryolarına göre $L_{gündüz}$ gürültü göstergesi için ızgara gürültü haritaları.	51
Şekil 2.21 : Çimento fabrikası için yapılan örnek çalışmaya göre halihazır durum (sol) ve gürültü azaltım tedbirleri sonrası durum (sağ) için ızgara gürültü haritaları.	52
Şekil 2.22 : Bükreş için yapılan örnek çalışmaya göre endüstriyel bölgelerin dağılımını ve gürültü yayılımını gösteren ızgara gürültü haritası.	53
Şekil 3.1 : Proje alanının uydu görüntüsü.	58
Şekil 3.2 : Proje alanı için hazırlanan 3 boyutlu model.	58
Şekil 3.3 : Proje alanı topografya ve yapılar.	59
Şekil 3.4 : Uzun dönem gürültü ölçüm noktalarının gösterimi.	62
Şekil 3.5 : TS ISO 8297 standardına göre seçilen tesis içi gürültü ölçüm noktalarının gösterimi.	63
Şekil 3.6 : Arkaplan gürültü ölçümlerinin yapıldığı nokta.	71
Şekil 3.7 : Önerilen egzoz susturucusuna ait oktav bant merkez frekansına göre ekleme kaybı değerleri.	80
Şekil A.1 : 39 No'lu ölçüm noktasına ait bilgiler ve logger grafiği.	92
Şekil A.2 : 18 No'lu ölçüm noktasına ait bilgiler ve logger grafiği.	94
Şekil A.3 : 9 No'lu ölçüm noktasına ait bilgiler ve logger grafiği.	96
Şekil A.4 : 29 No'lu ölçüm noktasına ait bilgiler ve logger grafiği.	98
Şekil B.1 : Halihazır durum ızgara gürültü haritası-1.	101
Şekil B.2 : Halihazır durum ızgara gürültü haritası-2.	102
Şekil B.3 : Halihazır durum ızgara gürültü haritası-3.	103
Şekil B.4 : Halihazır durum enkesit gürültü haritası.	104
Şekil B.5 : Halihazır durum cephe gürültü haritası-1.	105
Şekil B.6 : Halihazır durum cephe gürültü haritası-2.	106
Şekil B.7 : Halihazır durum cephe gürültü haritası-3.	107
Şekil B.8 : İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu ızgara gürültü haritası-1.	108
Şekil B.9 : İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu ızgara gürültü haritası-2.	109
Şekil B.10 : İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu ızgara gürültü haritası-3.	110
Şekil B.11 : İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu enkesit gürültü haritası.	111
Şekil B.12 : İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü haritası-1.	112
Şekil B.13 : İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü haritası-2.	113
Şekil B.14 : İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü haritası-3.	114
Şekil B.15 : Halihazır durum ile 2. senaryo (ikincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri) fark gürültü haritası.	115
Şekil B.16 : İkincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu ızgara gürültü haritası-1.	116
Şekil B.17 : İkincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu ızgara gürültü haritası-2.	117
Şekil B.18 : İkincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu ızgara gürültü haritası-3.	118

Şekil B.19 : İkincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü haritası-1.....	119
Şekil B.20 : İkincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü haritası-2	120
Şekil B.21 : İkincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü haritası-3.....	121
Şekil B.22 : Halihazır durum ile 3. senaryo (ikincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri) fark gürültü haritası	122
Şekil D.1 : Mukayeseli cephe gürültü seviyeleri.....	184
Şekil E.1 : Detaylı cephe gürültü seviyelerinin belirlendiği gürültüye hassas alıcı nokta konumları.	188





MEKANİK GÜRÜLTÜNÜN MODELLENMESİ VE KONTROL TEDBİRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: DİZEL ENERJİ SANTRALİ ÖRNEĞİ

ÖZET

İstenmeyen sesler literatürde gürültü olarak tarif edilir. Fiziksel açıdan nesnel parametrelerle ortaya konabilen gürültü; algısal açıdan kişi, zaman, ortam ve kültüre özgü şartlara göre değişebilen öznel bir kavramdır. Gürültü meydana geldiği yer açısından kentsel ve yapı içi gürültüler şeklinde kategorize edilir. İçerik açısından ise spektral ve zamansal özelliklerine göre değişen gürültü türleri vardır. Hızlı endüstriyel gelişim ve mekanizasyon, yoğun nüfus artışı ve beraberinde getirdiği plansız kentleşme, ulaşım sistemlerinin gelişmesi ve yaygınlaşması, yapıların hafiflemesi, yasal düzenleme ve idari denetim uygulamalarının yetersizliği gibi sebeplerle gürültü ciddi bir çevresel kirlilik unsuru haline gelmiştir. Gürültünün diğer çevresel kirleticiler gibi görme ve koklama duyularına hitap etmeyişi onun uzun vadede bilinçli olarak fark edilmesini zorlaştırmaktadır. Bu sebeple insan sağlığı üzerindeki fizyolojik, psikolojik ve performans etkileri dikkatle takip edilmeli ve bunların minimize edilmesi için gereken kamusal ve idari tedbirler alınmalıdır. Gürültüyle mücadele makro ölçekte kentsel planlama aşamasında ve mikro ölçekte yapısal planlama aşamasında yapılmalıdır. Gürültünün, bir problem haline dönüştükten sonra kontrol edilmesi zor ve masraflıdır. Gürültü kontrol planlaması, mümkünse gürültünün ortaya çıkışının önüne geçilmesi, değilse kaynak ve iletim yolunda engellenmesi ya da alıcı tarafından algılanmasının önüne geçecek tedbirler setinin sistematik olarak alınması prensibine dayanır. Mekanik gürültülerin kontrolüyle alakalı mühendislik uygulamaları da bu aşamaların herhangi birinde ya da şartlara bağlı olarak tamamında söz konusu olabilir. Mekanik gürültülerin kontrolü için, bu gürültüyü doğuran mekanizma kaynak ölçeğinde iyi bilinmelidir. Bu sayede muhtemel bir gürültü probleminin önüne geçilmesi ya da kaynakta kontrol edilmesi mümkün hale gelir. Benzer şekilde iletim yolunda ve alıcıda gürültü kontrolü için alınabilecek tedbirler çok çeşitli olup bunların uygulanabilirliğine ait değerlendirme ve fayda-maliyet analizleri gürültü kontrol mühendisi tarafından yapılmalıdır.

Bu çalışma kapsamında gürültüye hassas kullanımların bulunduğu bir alanda yer alan 20 MW kurulu güce sahip bir dizel enerji santralinde standartlara uygun kaynak ses gücü seviyesi tayini ve çevresel gürültü ölçümleri yapılmış, elde edilen sonuçlar SoundPLAN gürültü simülasyon programına aktarılarak iki farklı konfigürasyona sahip dizel jeneratörlere ait emisyon verileri tespit edilmiş, ardından gürültü maruziyeti bulunan geniş bir alanı kapsayan modelleme çalışmasıyla gürültüye hassas alıcı noktalardaki gürültü seviyeleri tespit edilmiştir. Bu seviyeler, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde verilen limit değerlerle mukayese edilerek aşım değerleri tespit edilmiştir. Limitlere uygunluğu sağlamak ve akustik konfor şartlarını iyileştirmek için egzoz susturucuları ve farklı uzunluklardaki gürültü bariyerlerinden oluşan 2 izolasyon senaryosu önerilmiş ve modellenerek

simüle edilmiştir. Elde edilen sonuçlara ait gürültü haritaları hazırlanmış ve gürültü izolasyon tedbirlerinin performansları mukayese edilerek değerlendirilmiştir.



MODELLING OF MECHANICAL NOISE AND EVALUATION OF ITS CONTROL MEASURES: CASE OF DIESEL POWER PLANT

SUMMARY

In literature, noise is defined as undesired sound. While it can be physically characterized by objective parameters, cognitively it is a subjective term and depend upon person and various concerning aspects such as cultural background as well as feelings and target of him at that point, the time and the ambient where the noise phenomena take place. In terms of where it arises, the noise can be categorized as environmental and indoor noise. The noise emerged by transportation, industrial activity, construction site operations, entertainment venues and outdoor activities is defined environmental whereas the those noise taking place as a consequence of indoor mechanical systems (e.g., heating, ventilation and air conditioning systems, and water installations), circulation systems such as elevator or refuse chute, electrical equipment like lighting or computer systems, and last but not least the noise caused by human activities (e.g., loud shouting of people, impact noise such as footsteps on stair, household appliances noise, noise from shared spaces etc.) is described as indoor noise. In addition, the noise may exist in different forms and classified accordingly. It is termed according to its spectral character as wideband and narrowband noise as well as to its temporal properties as steady and unsteady noise (further categorized as intermittent and impulsive).

Rapid industrial development and mechanization, rapid population growth and consequent unplanned urbanization, broadening of transportation system and increased spectrum of mode of transport, lightweight structures, inadequacy of legislative regulations and administrative supervision can be considered among those reasons why noise becoming one of the most serious environmental pollutants in modern world. The noise is invisible, odorless and has no tactual property, which makes it more difficult in the long term to perceive the noise and to take necessary precautions. Therefore, physiological, psychological and productivity effects of noise on human health should be followed carefully and the administrative principles and practices should be carried out in order to mitigate the risk of numerous health problems.

Strategic and protective response against noise should be made within urban planning phase on macro scale and structural planning on micro scale. It is difficult and expensive the control noise after it has already become a complicated problem. Noise control planning is based on the principle of systematically taking a set of measures to prevent the occurrence of noise, if possible, or to control it in the source and transmission path, respectively or lastly preclude the receiver from noise by means of personnel protective equipment and enhancement the sound insulation performance of building envelope. Engineering applications related to the control of mechanical noises may also be involved in any of these stages or all of them depending on the conditions and complexity of case. In order to the control the

mechanical noises, the mechanism within the sound source that the noise originating from should be analyzed and understood well, which in turn it becomes possible to prevent the occurrence of any noise problem or to control it at the source. In a similar manner, the measures that can be taken for noise control in the transmission path and at the receiver have a wide range and the feasibility evaluation and cost-benefit analysis of these applications should be done by the noise control engineer.

There is a series of applications to control the noise and vibration emerged from industrial activities. Acoustic enclosures, barriers, cladding methods, reactive exhaust silencers, dissipative attenuators, acoustic louvres, expansion chambers, side branch attenuators, plenum chambers, and room acoustic treatment can be considered among those of common noise control methods. Furthermore, inertia blocks, steel springs, air springs, elastomeric mounts, pads and area mounts made up of rubber, glass fiber, cork, felt, steel mesh etc. are utilized in vibration control.

In this thesis, it is aimed to measure the noise originating from mechanical equipment in accordance with international standards as well as to systematically evaluate the possible noise control engineering techniques to be implemented.

Within the scope of the study, the sound power level of 30 containerized generator sets in a 20 MW diesel power plant operating uninterruptedly and located in an area with noise-sensitive uses was determined within the framework of the rules specified in the TS ISO 8297 Standard (Acoustics — Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment — Engineering method). In addition, continuous noise measurements were made at two receiving points where noise exposure level and disturbance were of the highest magnitude, which was used to calibrate and investigate the accuracy of the noise simulation model to be created. Then, the noise levels of all receiving points around the diesel generator power station and of outlying dispersed settlements have been calculated on a large scale using the SoundPLAN noise modelling software.

In the current situation where noise reduction applications don't exist, the limit values specified in the relevant regulation are exceeded by 33 dBA on the facades of the onsite buildings where the personnel work within and by 29 dBA in the residential areas around the power plant where the noise exposure is the most, posing a serious problem.

Various acoustic treatment measures have been designed to improve acoustic comfort conditions, the feasibility of these alternatives has been investigated and the efficiencies have been compared. In this context, grid, facade, cross-section and difference noise maps are created for the current situation where noise treatment doesn't exist as well as for 2 different acoustic treatment scenarios within the power plant of interest. Secondary dissipative exhaust silencers have been designed with the purpose of controlling the noise at the source as well as noise barriers at different heights have been proposed for the control of noise in transmission path. Accordingly, façade noise levels of determined receptor points and exceedance values of day, evening, and night noise limits specified by regulations are tabulated.

According to the proposed noise reduction measures, noise barrier application should be conducted on the north, west and south facades of the facility. Barriers should be aligned as close as possible to the containerized gensets, providing suitable clearance for the hot air discharge of the generator radiators. The surface of the barrier facing the generator sets should have sound absorbing lining and the absorption coefficient

of the lining material should be selected to fulfil at least A4 class requirements according to the TS EN 1793-1 Standard (Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 1: Intrinsic characteristics of sound absorption under diffuse sound field conditions). Sound transmission loss performance of the barrier section should be above 35 dB. In the application phase of noise barriers; flexible materials should be preferred, which will provide decoupling at the points where the modular panels of noise barrier come into contact with each other and other structural members. It should be ensured that there is no aperture within the barrier section and no gap along the application line. The height of the noise barrier to be applied should be at least 6.5-meters, with 6 meters of linear and 0.5 meters of 30° inclined section at the top. As a consequence of the noise simulations performed for 30°, 45° and 60° alternatives to determine the optimum angle between top section of the noise barrier and vertical axis, the highest noise reduction efficiency was obtained when the top of the barrier was inclined to make an angle of 30° with the vertical axis. On the other hand, proposed secondary dissipative pod silencers must not exceed the maximum back pressure level allowed by the engine manufacturer of the generator. Secondary exhaust silencers should be located on the ceiling of the container. These silencers should be flexibly connected to avoid possible vibration bridges. The silencer body should be made up of steel sheet of appropriate thickness, preferably its outer surface should be cladded, in order to prevent the possibility of noise break-in due to the intensity of the airborne sound field within the power plant. Exhaust silencer outlet pipe should be positioned to be parallel to the horizontal axis.

The cost-benefit ratio of 2st acoustic treatment scenario, which is considered as the most feasible alternative, involve 6.5-meter-height noise barrier and the addition of a secondary dissipative pod silencers to 15 gensets whose noise emissions are relatively high in comparison with remaining ones. In this scenario, in terms of day-evening-night noise level indicator (L_{den}), there is a reduction of up to 24 dBA in the noise levels predicted on the facades of the accommodation units close to the facility when compared to the current situation with acoustically untreated sound sources. In this scenario, although the compliance with the limit values specified by the regulation for day-evening-night noise level indicator is largely achieved for the noise sensitive areas around the facility, night-time noise level indicator still has limit exceedances of up to 14 dBA in some buildings. Furthermore, 3rd acoustic treatment scenario including the noise barrier of 8.5-meter-height and the addition of secondary dissipative pod silencers has the highest noise reduction efficiency and ratio of compliance with the limit values for day, evening, night, and L_{den} noise indicators in all the noise sensitive areas around the facility, with a few exceptions on the north façade. Nevertheless, if evaluated in terms of feasibility, it can be said that the 3rd scenario drops behind the 2nd one in terms of convenience of assembly.

As a result of the proposed acoustic treatment applications, although the noise exposure has been significantly reduced and the auditory comfort has been increased, it has been determined that limit exceedances may still be experienced in the noise-sensitive receiver points especially for night-time noise levels and in general, within onsite buildings. Accordingly, in cases where noise is likely to become a problem, it can be said that the most cost-effective and suitable way of controlling it is to intervene at the urban planning stage before the troublesome situation arises.



1. GİRİŞ

1.1 Konunun Anlam ve Önemi

Dünyanın geçirdiği hızlı endüstriyel değişim, küresel ölçekte enerji talebinin ve bu sebeple üretim tesisleri ile bu tesisler dahilinde kullanılan mekanik ve elektronik cihaz ve donanımların artması, nüfus artışına bağlı olarak yerleşim yerlerinin şehrin uzak uçlarına kadar uzanırken bahsi geçen üretim tesislerinin nispeten gürültüye hassas alanların içinde kalması, makine kaynaklı gürültü maruziyetini ve buna bağlı olarak mekanik gürültülerin sistematik olarak kontrol altına alınmasını mümkün kılacak stratejilere ihtiyacı arttırmıştır. Gürültü kontrol planlaması, en temel haliyle gürültünün üretildiği kaynakta, iletim yolunda ve alıcıda alınacak tedbirler vasıtasıyla mümkünse ilk olarak ortaya çıkışının ve bir rahatsızlık unsuru haline gelişinin engellenmesi, değilse sırasıyla seviyesinin azaltılması veya içeriğinin değiştirilmesi, iletim yolu üzerinde engellenmesi ve son olarak alıcı tarafından işitilmesinin önüne geçilmesini sağlayacak tedbirleri kapsar. Mekanik gürültünün kontrolüyle alakalı tedbirler seti de sistematik bir yaklaşım takip edilerek bu safhalardan birinde veya ihtiyaca göre birkaçında uygulanabilir. Bu çalışmalar gerçekleştirilirken yüksek verimli ve maliyet etkin çözümlerin geliştirilebilmesi, ancak gürültüyü meydana getiren mekanizmanın, mekanik gürültünün nitelik ve içeriğinin analiz edilmesi ve bu gürültünün kontrolü için alınabilecek tüm tedbirlerin ve probleme özgü gürültü kontrol mühendisliği uygulamalarının iyi bilinmesiyle mümkündür.

1.2 Çalışmanın Hedef ve Kapsamı

Mekanik ekipmanlardan kaynaklanan gürültünün uluslararası standartlara uygun şekilde tespit edilerek kontrolü için alınması gereken tedbirlerin sistematik olarak değerlendirilmesinin hedeflendiği bu çalışma kapsamında, gürültüye hassas kullanımların bulunduğu bir alanda konumlandırılmış ve kesintisiz olarak faaliyet gösteren bir dizel enerji santralinde bulunan jeneratör gruplarından kaynaklı mekanik

gürültü, TS ISO 8297 (Akustik – Çoklu Gürültü Kaynağına Sahip Sanayi Tesislerinde Çevredeki Ses Basınç Seviyelerinin Değerlendirilmesi İçin Ses Güç Seviyelerinin Tayini – Mühendislik Metodu) standardında belirtilen kurallar çerçevesinde tespit edilmiş, tesis çevresindeki alıcı noktalarda meydana gelecek gürültü seviyeleri SoundPLAN simülasyon programı vasıtasıyla geniş ölçekli olarak hesaplanmış ve akustik konfor şartlarının iyileştirilmesi için muhtelif izolasyon tedbirleri projelendirilerek verimlilikleri mukayese edilmiştir.

Bu bağlamda, modellenen enerji santrali dahilinde herhangi bir gürültü kontrol tedbirinin bulunmadığı halihazır durum ile gürültünün kaynağında kontrolü için egzoz susturucuları ve iletim yolunda kontrolü için farklı yüksekliklerdeki gürültü bariyerleri olmak üzere 2 farklı akustik izolasyon senaryosu için ızgara, cephe, enkesit ve fark gürültü haritaları oluşturulmuş ve belirlenen alıcı noktalar için yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin ne kadar aşıldığı tablolarla gösterilmiştir.

Önerilen yalıtım uygulamaları sonucunda gürültü maruziyeti büyük oranda azaltılarak işitsel konfor yükseltilmiş olmakla beraber, yine de gece zaman dilimi için gürültüye hassas kullanım alanlarında ve genel olarak tesis içinde yer alan binalarda limit aşımalarının yaşanabileceği tespit edilmiştir. Buna göre, gürültünün bir problem haline gelmesi muhtemel durumlarda, probleme henüz ortaya çıkmadan önce kentsel planlama aşamasında müdahale edilmesinin en etkili yol olduğu söylenebilir.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

2.1. Mekanik Gürültünün Değerlendirilmesi

Karayolu ve deniz araçlarındaki mobil kullanımının yanı sıra, içten yanmalı dizel motorlar pompa, kompresör ve jeneratör gibi statik cihazlar için de müşterek güç birimi olarak kullanılmaktadır. Alan ve ağırlık kriterlerinin sınırlandırıcı unsur olarak rol oynadığı mobil uygulamaların aksine, statik uygulamalarda geleneksel gürültü kontrol tekniklerinden faydalanılabilmesi mümkündür.

Motor gürültüsünün başlıca kaynaklarını aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

- Motor gövdesi ve yağ karteri, haznesi, külbütör kapağı gibi gövdeye bağlı yapılar vasıtasıyla açığa çıkan gürültü
- Hava emişinden kaynaklı gürültü (turboşarj birimi dahil)
- Egzoz gürültüsü
- Yardımcı donanımlardan kaynaklı gürültü (Tomlinson ve Woodward, 1991)

Bu bölümde kaynakların her biri vasıtasıyla gürültünün meydana geliş şekli ele alınacak ve dizel motor tasarımı ve işletme şartlarının etkisine temas edilecektir.

2.1.1 Dizel motor gövde gürültüsü

Motor gövde gürültüsünün başlıca kaynağı, yanma işlemi esnasında silindirlerde meydana gelen basınç artışıdır. Bu durum motor dış yüzeylerinin titreşimine yol açar. Silindir basıncındaki ani yükselişler, motor ateşleme frekansının üst harmoniklerinde yüksek seviyeler oluşturarak 500 ile 3000 Hz arası frekans spektrumunda geniş tepeli gürültü meydana getirir. Turboşarj ünitesi, yanma prosesini daha uygun hale getirmek suretiyle genel olarak gövde gürültüsünü azaltıcı etkide bulunur. Motor gövde gürültüsü asli olarak motor hızına bağlıdır ve dakikada meydana gelen devir sayısı (rpm) ikiye katlandıkça takriben 9 ile 12 dB artış gösterir. Gövde gürültüsünde silindir çapı da önemli bir unsur olup verilen motor kapasitesi için, piston kursunun silindir çapına oranı daha yüksek ya da silindir sayısı daha fazla olan motorlar genellikle daha sessizdir. Benzinli motorların aksine, boşta ve tam yükte çalışma hallerinde açığa çıkan gürültü seviyeleri arasındaki fark, dizel motorlarda çok küçüktür (Mahon, 2008).

2.1.2 Hava emiş gürültüsü

Emme gürültüsü, hava giriş valfinin açılıp kapanmasıyla, hava akımının emiş yolu boyunca kesintiye uğraması neticesinde meydana gelir. Motorun boşta ve tam yük altında çalışması durumlarında hava emiş gürültüsünde 10-15 dB yükseliş olur. Turboşarj ünitesinin motora bağlandığı kısımda, kompresörden kaynaklı gürültü, hava giriş kanalından yayılır. Turboşarj ünitesi gürültüsü, kanat geçiş frekansı ve harmoniklerinde saf ton şeklinde karakterize edilebilecek, 2000-4000 Hz frekans aralığında belirgin bir gürültü meydana getirir (Tomlinson ve Woodward, 1991).

2.1.3 Egzoz gürültüsü

Egzoz gazının egzoz supabı açıldıkça periyodik, ani ve kesikli olarak egzoz sistemine salınımı neticesinde ortaya çıkan egzoz gürültüsü, motor ateşleme ayarı ve valf konfigürasyonuna bağlı olarak motor cinsine göre değişiklik gösterir. Motorun boşta ve tam yük altında çalışması durumlarında egzoz gürültüsünde tipik olarak 15 dB mertebesinde artış görölür. Egzoz gürültüsü spektral olarak motor ateşleme frekansında en yüksek değerini alır. Ateşleme frekansı denklem 2.1 vasıtasıyla hesaplanabilir:

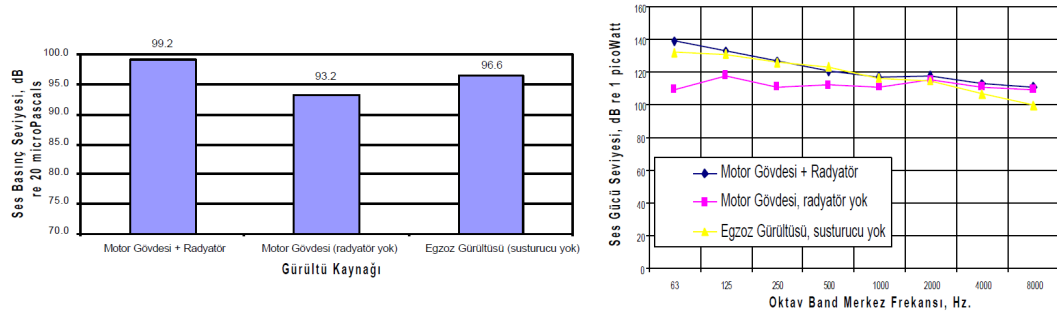
$$\text{Ateşleme Frekansı} = \frac{\text{rpm}}{60} \times \frac{\text{silindir sayısı}}{2} \quad (4 \text{ zamanlı motor}) \quad (2.1)$$

Egzoz gazı tarafından yönlendirilen türbinin motor emiş havasını sıkıştırması prensibine göre çalışan turboşarj ünitesi, motor gövde gürültüsü yukarıda sayıldığı şekilde azaltmasına ilave olarak egzoz gürültüsünü de 6-10 dB mertebesinde azaltır (Mahon, 2008).

2.1.4 Yardımcı donanım gürültüsü

Radyatör fanı, enjeksiyon pompası ve alternatör gibi yardımcı donanımlardan kaynaklanan gürültü, motorun toplam gürültüsünde nispeten önemli bir etkiye sahibi olmasına rağmen, geleneksel gürültü kontrol teknikleri söz konusu olduğunda motor gövde gürültüsüne yapılmış bir ilaveden ibaret olarak değerlendirilebilir.

şekil 2.1’de örnek bir jeneratör grubu için motor gövde gürültüsü, egzoz gürültüsü ve yardımcı donanım gürültüsü seviyeleri farklı kombinasyonlarla gösterilmiştir.



Şekil 2.1 : Örnek bir jeneratör için gövde, egzoz ve yardımcı donanım gürültüsü karşılaştırmaları (LaForgia, 2021).

Dizel motor gürültüsü kontrol teknikleri

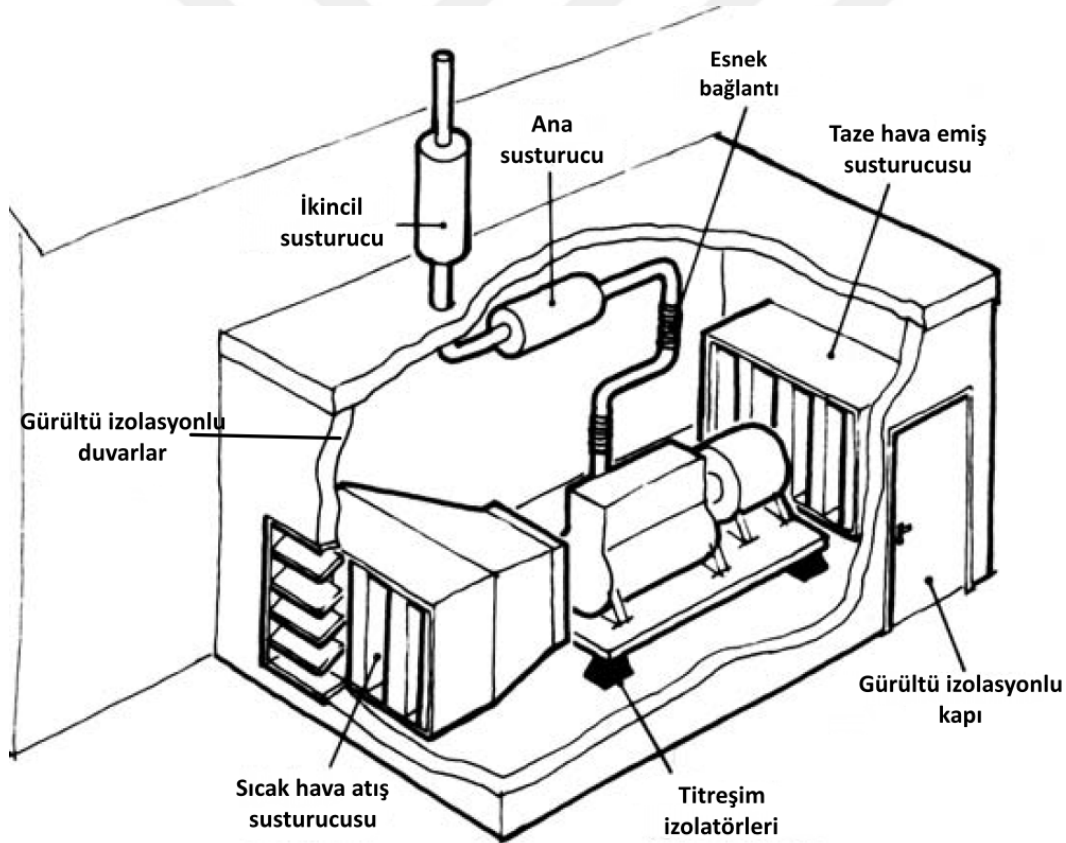
Dizel motorlardan kaynaklanan gürültünün kontrolü maksadıyla kabin, egzoz ve emme havası gürültü azaltımı ve vibrasyon izolasyon teknikleri kullanılmaktadır. Bu metotlara ait detaylara aşağıda temas edilmiştir.

Kabin (hücre içine alma) uygulaması

Motorun kullanım amacına bağlı olarak, kabinlerin bina veya gemi makine dairelerinin mimari şartlarına bağlı kalınarak ya da bütünüyle özelleştirilmiş hedeflere uygun olarak tasarlanması mümkündür. Burada prensip aynı olup güç ünitesinin sızdırmaz bir yapı tarafından çepeçevre kapsanmasına dayanmaktadır. Bunun yanında, kabinin soğutma havası ile emme havasının girişi ve kullanılmış hava ile egzoz gazının tahliyesi için açıklıklar ihtiva etmesi gerekmektedir. Kabinin gürültü kontrol performansının muhafaza edilebilmesi için bırakılacak bu açıklıklarda da gürültü azaltım özelliğine sahip susturucular kullanılmalıdır (Irwin ve Graf, 1979).

Şekil 2.2’de standart hücre içine alma uygulamalarına örnek teşkil eden bir konfigürasyon verilmiştir. Burada motor radyatörü, esnek bağlantı elemanı vasıtasıyla sıcak hava atış susturucusuna kanal kullanılarak bağlanmıştır. Diğer taraftan taze havanın hacme girişi yine dikdörtgen tip susturucu veya panjur kullanılarak sağlanmaktadır. Bu susturucuların kullanımı sistem tarafından karşılanması gereken bir basınç kaybı doğurur. Motorla tahrik edilen fanlar takriben 125 N/m^2 (Pa) mertebesinde basınç kaybını, hava akışında herhangi bir düşüş olmaksızın yenebilecek özelliklere sahiptir. Yapı kabuğu yüzey alanının, ihtiyaç duyulan havanın temini için yetersiz kaldığı durumlarda iki alternatif soğutma senaryosunu kullanılabilir. Bunlar,

- Kanallı bir soğutma sistemi dahilinde kullanılacak acil durum devresi beslemeli, tek kademeli aksiyal fan ile 7,5 m/s mertebesinde kanal içi hava hızlarıyla uygulama yapılabilmesi mümkündür. Fan, muhakkak susturucunun jeneratöre bakan tarafında kullanılmalıdır.
- Remote radyatör veya remote soğutma kulesi beraberinde motor su ve yağ devresinde ısı eşanjörü kullanılması suretiyle, kabin içi ihtiyaç duyulan havanın %90 oranında azaltılması mümkündür. Burada kullanılacak remote radyatör fanı veya soğutma kulesinin seçimi ve yerleşimi, bu ünitelerin gürültü kontrolü açısından başlı başına bir problem haline gelmesinin önüne geçilecek şekilde yapılmalıdır. Motor gövde soğutması ile alternatör ve emme havası ihtiyaçları nispeten az olacağından, bunlar küçük kesitli hava kanalı ve gerekiyorsa uygun özellikte aksiyal fan kullanılarak sağlanabilir (Tomlinson ve Woodward, 1991).



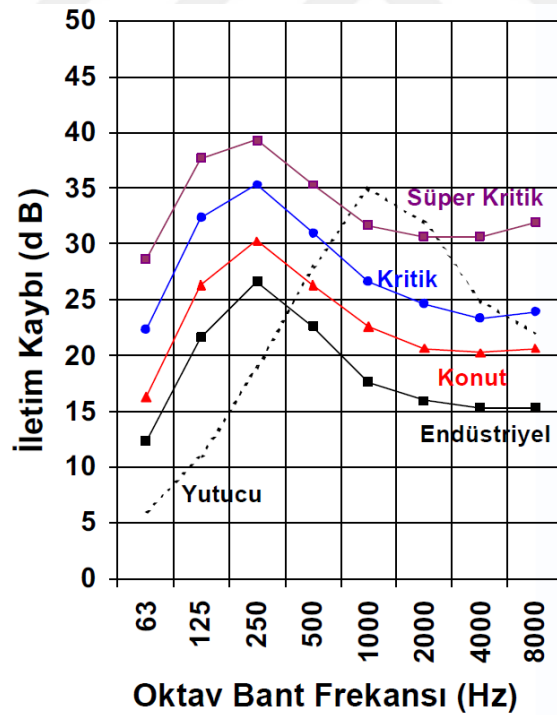
Şekil 2.2 : Standart hücre içine alma uygulaması örneği (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Doğal akışlı geleneksel havalandırma tekniğinin kullanımı, uygulanabilirliği yüksek ve ekonomik açıdan daha uygun bir alternatif olmakla beraber alan yetersizliği vb. mimari kısıtlarının gerektirdiği durumlarda ve bilhassa 2000 kW üstündeki güçlerde

remote soğutma sistemlerinin kullanımı faydalı bir alternatif teşkil etmektedir (Mahon, 2008).

Egzoz susturucusu

Motor egzoz gürültüsünde en mahzurlu bileşeni, ateşleme frekansı ile bu frekansın üst ve motor konfigürasyonuna bağlı olarak alt harmoniklerinde meydana gelen düşük frekanslı, genellikle 50-200 Hz frekans bandında oluşan vuruntulardır. İleride detaylı olarak temas edileceği gibi, düşük frekanslı bileşenlerin bertarafı için en etkili yol reaktif prensibe göre çalışan ve “reaktif egzoz susturucusu” olarak adlandırılan gürültü azaltım cihazlarıdır. Bu tür susturucular, birbirine perfore borularla farklı konfigürasyonlarda bağlanmış haznelerden meydana gelir. Tekil rezonatörlerin aksine, reaktif egzoz susturucuları değişken devir aralığında çalışan çeşitli motor türleri için, geniş bir frekans aralığında yüksek genlikte gürültü azaltımı sağlayacak özelliktedir. Tescilli markalara ait yutucu, endüstriyel, konut tipi, kritik ve süper kritik tip egzoz susturucuları tarafından temin edilebilecek gürültü azaltımını gösteren grafik örnek olarak Şekil 2.3’de verilmiştir.



Şekil 2.3 : Yutucu, endüstriyel, konut tipi, kritik tip ve süper kritik tip susturucu üniteleri iletim kaybı karşılaştırması (Lilly, 2011).

Yüksek standartlarda egzoz gürültüsü kontrolünün hedeflendiği durumlarda, reaktif egzoz susturucusuna ilave olarak ikinci bir yutucu tip susturucu kullanılması uygun

olur. Söz konusu ikinci susturucu, düşük frekans bandından ihmal edilebilir bir gürültü azaltım kapasitesine sahip olmakla beraber orta ve yüksek frekanslarda yüksek seviyede performans gösterecek ve egzoz uç borusu rezonansının engellenmesine yardımcı olacaktır (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Egzoz susturucuları gaz akımı karşısında belirli bir direnç meydana getirirler. Karşı basınç olarak adlandırılan bu direnç susturucunun iç konfigürasyonuna ve gaz giriş hızına göre değişmektedir. Motorlarda müsaade edilen azami karşı basınç, motor cinsine göre ciddi farklılıklar gösterebilir, yine de motorların minimum 1250 Pa karşı basınca mukavim oldukları söylenebilir. Güvenilir bilgi için motor üreticileri tarafından sunulan teknik belgelere müracaat edilerek egzoz hattı ve susturucuya ait ölçülendirme ve tasarım buna göre yapılmalıdır (Crocker ve Kessler, 2018).

Hava emiş susturucusu

Standard uygulamaların birçoğunda motor emme havası direkt olarak makine dairesinden çekilmektedir fakat 1000 kW üzerinde güce sahip yüksek kapasiteli motorlarda genellikle dikdörtgen tip susturucular kullanılmaktadır.

2.2. Gürültü Kontrol Planlaması

Gürültü genellikle alıcı tarafından istenmeyen ses olarak tarif edilmektedir, ortaya çıkan bu “rahatsızlık” seviyesinin tayini gürültü kontrol konusundaki hesaplamalar için bir başlangıç noktası teşkil edecektir. Gürültü kontrol mühendisliği, algılanan sesin modifikasyonu ile akustik konfor şartlarına veya yönetmeliklerce tayin edilmiş sınır değerlere uygun hale getirilmesi yönündeki çalışmaları kapsar. Sesin bütünüyle ortadan kaldırılması her durumda nihai hedef olmayıp konuşma mahremiyetinin tesisi gibi hedefler söz konusu olduğunda uygulama metotları değişiklik gösterebilmektedir. Gürültü ve titreşim kontrolü, genel olarak aşağıda sayılan metotların biri veya birkaçı uygulanarak sağlanabilir:

- Kaynağın ses gücü veya titreşim seviyesinin azaltılması
- Kaynağın yaydığı sesin spektral olarak modifikasyonu
- Darbesel sesin dalga formunun modifikasyonu
- Çevresel gürültü yayılım yolunun modifikasyonu
- Gürültü maskeleyme uygulamaları

- Alıcının gürültü maruziyetinin değiştirilmesi (Fry, 1988)

Bununla beraber Çizelge 2.1’de gürültünün niteliği ve bunun alıcıda meydana getirdiği öznel tepkiler tarif edilmektedir.

Çizelge 2.1 : Gürültülü çevrenin özelliğine göre alıcının öznel tepkileri (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Gürültülü Çevrenin Hâkim Özelliği	Lokasyon	Öznel Tepki
Çok yüksek ses basınç seviyesi	Dahili ya da harici yakın alan	İşitme kaybı tehlikesi
Çok yüksek ses basınç seviyesi	Harici uzak alan	Gürültü kirliliği / konforsuzluk
Algılanabilir karakter	Dahili ya da harici ses alanları	Rahatsızlık
Değişken gürültü seviyesi	Dahili ya da harici ses alanları	Yorgunluk
Kesikli ya da ani gürültü	Dahili ya da harici ses alanları	İrkilme / sıçrama
İşitilebilir konuşma	Dahili uzak alan	Düşük konuşma mahremiyeti

Sanayi yapılarından kaynaklı gürültüden şikayetler, genellikle gürültü seviyesinin yüksekliği, tonal karakteri veya maruziyetin değişkenliğinden kaynaklanmaktadır.

Ses dalgalarının transferi en temel haliyle 3 unsurun; ses kaynağı, iletim yolu ve alıcının mevcudiyetiyle mümkün olduğundan, gürültü kontrol tedbirleri sistematik bir yaklaşım takip edilerek bu safhalardan biri veya birkaçında uygulanabilir.

Gürültü Kaynağı

Gürültü kaynağı, rahatsızlık verici sesin menşei olarak tarif edilebilir. Kaynak tekil olabileceği gibi kompleks endüstriyel yapılarda olduğu gibi çok sayıda gürültü kaynağı da mevcut bulunabilir. Böyle durumlarda, alıcı noktada hedeflenen akustik konfor şartlarının veya limit değerlerin sağlanabilmesi için kaynakların teker teker kontrol edilerek uygun gürültü kontrol tedbirlerinin alınması gerekebilir. Bunun yanında, tekil olarak değerlendirilen gürültü kaynaklarının da kendi içinde birden çok alt gürültü kaynağı içermesi mümkündür. Mesela bir buhar kazanında, brülör ve baca iki ayrı gürültü kaynağı olarak incelenmelidir. En verimli gürültü kontrolü, tüm alt gürültü kaynaklarının ayrıca analiz edilerek uygulanacak metodun tespit edilmesiyle mümkündür (Irwin ve Graf, 1979).

İletim Yolu

Zincirin ikinci halkası olan iletim yolu, kaynağa ait ses ve titreşim dalgalarının alıcı noktaya ulaşana kadar takip ettiği ortam olarak tarif edilebilir. Aşağıda sayılan unsurların herhangi biri veya tamamı iletim yolunu teşkil eden unsurlar içinde sayılabilir:

- Sesin hava yoluyla direkt iletimi
- Sesin hava yoluyla dolaylı (yansıyan ses dalgaları) şeklinde iletimi
- Çınlama alanı
- Kanal doğuşlu gürültü iletimi
- Zemin doğuşlu gürültü iletimi
- Akışkan kaynaklı gürültü iletimi
- Yapısal yolla gürültü iletimi

Alıcı

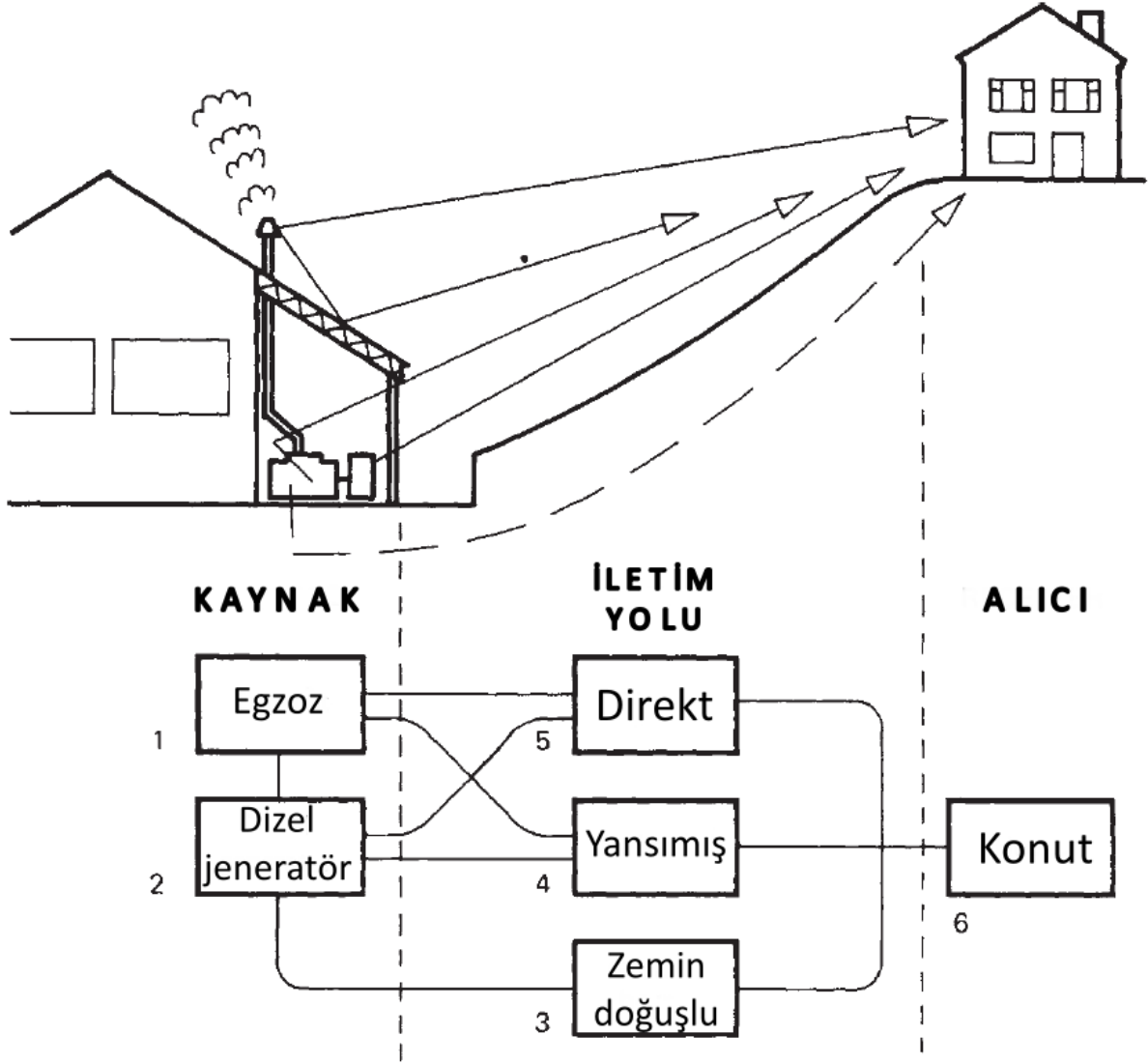
Zincirin son halkası olan alıcı, herhangi bir gürültünün etkisi altında kalma durumunun en yoğun yaşandığı mahalde bulunan kişiyi tarif etmektedir. Alıcı, gürültülü bir makinenin operatörü veya gürültünün meydana geldiği mahalin yakınındaki bir konut sakini olabileceği gibi, bir grup hatta geniş bir toplum kesimi de olabilir. Öyle ki, uç örneklerde değerlendirildiğinde, gürültü iletim yolunda bulunan yüksek ölçüm hassasiyetine sahip özel ekipmanlar, çalışma şartları sebebiyle gürültüye karşı insanlardan daha hassas olabilir. Yine yan yana bulunan iki ofis odası ya da restoran ve kafelerde olduğu gibi konuşma mahremiyetinin sağlanması gereken kimi örneklerde, tonal bileşen içermeyen geniş bantlı arka plan gürültüsünün kullanımı suretiyle şartlandırılmış akustik uygulamaları (sound conditioning) bir ihtiyaç haline gelebilmektedir. Bunlarla beraber, izin verilen maksimum ve minimum gürültü seviyeleri, alıcının akustik konfor şartları ve bulunduğu mekânın kullanım fonksiyonu göz önünde bulundurularak yönetmeliklerde ve standartlarda belirtilmektedir.

Daha önce de ifade edildiği gibi, gürültü kontrol tedbirlerinin transfer mekanizmasının herhangi bir aşamasında alınabilmesi mümkün olmakla beraber, esas kaide gürültü kontrolünün mümkünse kaynakta yapılmasıdır. Kaynakta kontrol, gürültü kaynağının yapısal özelliklerinin ve çalışma şartlarının değiştirilmesi

şeklinde olabileceği gibi kabin, susturucu, vibrasyon izolatörü gibi ilave tedbirler ile de gerçekleştirilebilir. Bu durumda, çoğunlukla, uygulamanın ekonomik maliyeti daha düşük ve verimliliği yüksek olacaktır. Kaynakta kontrole elverişli olmayan durumlarda, gürültünün iletim yolunda kontrolü değerlendirilmelidir. Bu alternatif gürültünün iletim yolu üzerinde yapılacak tüm değişiklik ve modifikasyonlarla sonradan ilave edilebilecek, ses dalgaları iletimine engel teşkil edecek gürültü bariyeri gibi unsurları kapsamaktadır. Kaynakta ve iletim yolunda kontrolün mümkün olmadığı durumlarda, son seçenek gürültünün alıcı kontrolüdür. Bu ekonomik olarak uygun maliyetli olmakla beraber çoğu kez uygulanabilirliği düşük bir alternatiftir. Alıcıda gürültü kontrolü tedbirlerine, çalışanların kullandıkları kişisel koruyucu ekipmanlar örnek olarak verilebilir. Aynı şekilde gürültüye yoğun şekilde maruz kalınan yaşam alanlarında yapı elemanlarının akustik izolasyon performansını artırmak için yapılacak değişiklikler de bu başlık altında sayılabilir. Bu tür tedbirler, alındığı kişi ya da mekânda yaşayanlar haricinde herhangi bir etkiye sahip olmamakla beraber insanların sağlık şartlarının muhafazası sebebiyle tercih edilmektedir (Tomlinson ve Woodward, 1991).

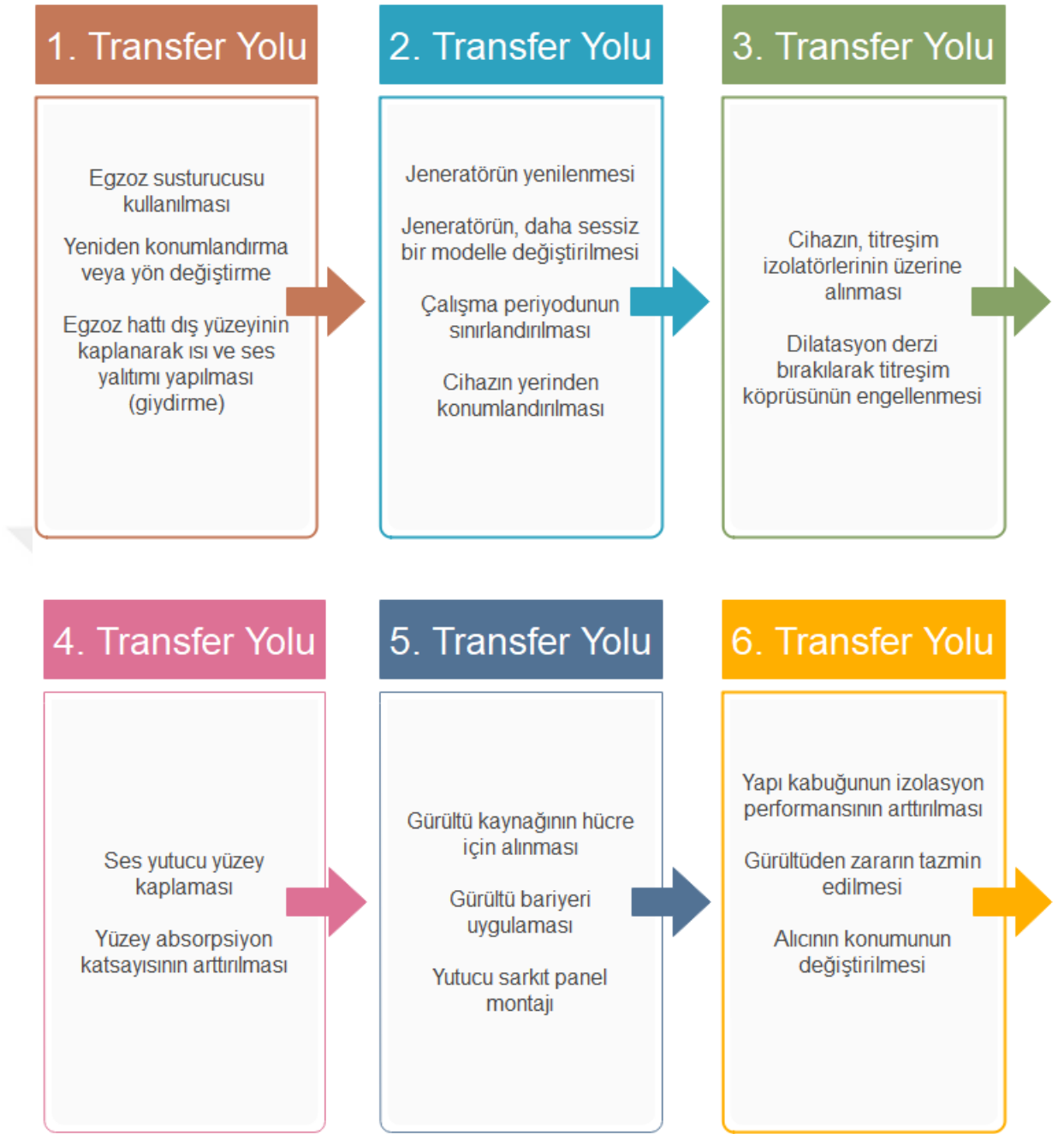
2.2.1 Gürültü kontrolü için sistematik analiz

Herhangi bir gürültü probleminde, değerlendirme ve karar aşamasından önce konuyla alakalı uygulanabilecek tüm gürültü kontrol tedbirlerini listelemek son derece faydalı olacaktır. Bu çalışmayı endüstriyel uygulamalarda sıkça karşılaşılan bir vaka üzerinden yapmak için Şekil 2.4'te şematik olarak gösterilen, bir fabrika yapısının arkasında bulunan ve çevresindeki yaşam alanlarında ortaya çıkan yüksek gürültü seviyeleri sebebiyle rahatsızlığa sebebiyet veren bir dizel jeneratör ünitesini ele alalım.



Şekil 2.4 : Örnek bir gürültü problemi vakası şeması (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Böyle bir gürültü probleminde ana hedef, gürültüye hassas alıcı mahalin cephesinde algılanacak gürültü seviyesinin yönetmeliklerle tayin edilen limit değerlerin altında kalmasını mümkün kılacak gürültü kontrol tedbirleri setini uygulamaya koymak olmalıdır. Şekil 2.5'te gösterilen maddelerin her biri bu hedefe hizmet edecek potansiyel uygulamaları göstermektedir. Burada hesaba katılması gereken bir husus da kontrol tedbirlerinin verimliliğinin, genellikle diğer kontrol tedbirlerinin de eş zamanlı veya öncesinde alınmış olmasına bağlı olduğudur. Mesela jeneratörün içine alınacağı izolasyon kabiniyle gürültü azaltımı yönünden elde edilecek kazanımın, egzoz gürültüsünün bertarafı için gerekli uygulama yapılmadığı takdirde bir değeri kalmayacaktır.



Şekil 2.5 : Transfer yollarının her biri için gürültü kontrol tedbirleri seti.

Gürültü ve titreşim kontrolüne dair her uygulama kendine has ve nihai hedefin elde edilmesi yolunda büyük ya da küçük katkı sağlayacak niteliklere sahiptir. Bunlar tek tek göz önünde bulundurulduğunda, her potansiyel tedbirin, uygulamaya değer olduğu ve “garanti çözüm” olarak nitelendirilebilecek bir seçeneğin söz konusu olmadığı anlaşılabacaktır (Barber, 1992).

Gürültü transferinde 3 farklı safhada alınabilecek kontrol tedbirleri aşağıda detaylı olarak açıklanmaktadır.

2.2.2 Gürültü kaynağının yeniden tasarımı yoluyla gürültü kontrolü

Gürültü kontrolüne konu makine ya da tesisatın türüne bağlı olmaksızın, üretilen toplam enerjinin genellikle %0,01 ile %2 arasında değişen bir kısmı akustik enerji şeklinde açığa çıkmaktadır. Akustik enerjinin toplam enerji içindeki oranı geri kazanım yapılmasını önemsiz kılacak kadar küçük olmakla beraber, akustik enerji dolayısıyla gürültü üretimini kaynağında kesmek makinenin hepten durdurulması haricinde oldukça zordur (Maekawa ve diğ, 2011).

Gürültünün ortaya çıktığı temel kaynak, makinede titreşimden kaynaklı enerjinin açığa çıktığı bölümlerdir. Titreşim genellikle makine parçalarının rezonansa girerek belirli frekans bandında gürültü üretmesine yol açan periyodik ve darbeleri, hızlandırıcı ve yavaşlatıcı kuvvetlerin tesiri sonucu olarak meydana gelir. Burada uygulanabilecek en iyi yol, titreşime yol açan hareketli parçaların modifiye edilerek gürültünün henüz ortaya çıkmadan engellenmesidir. Hareketli parçalar; eksantrik yüklerin dengesiz dönüşü, ötelenme ve dönüş sırasında salınım, aralıklı ve değişken hızlarda hareket ya da diğer parçalara çarpma durumlarında ortaya çıkar. İçten yanmalı motorların üzerine genel bir değerlendirme yapıldığında yukarıda sayılan örneklerin tamamına teker teker ya da hep birlikte dişli tertibatı, mil yatağı, piston ve valf hareketleri ile soğutma fanı dahilinde rastlanabileceği görülecektir (Mahon, 2008).

2.2.3 Ses üretiminin kontrolü

Bir makinede titreşen parçaların doğurduğu gürültü birkaç yolla kontrol altına alınabilir. Parçanın titreşim alanının küçültülmesi ya da uygulanabilir olduğunda frekansın düşürülmesi ile kontrol de mümkün olmakla beraber en etkilisi titreşim genliğinin düşürülmesidir. Titreşim genliğinin kontrolü, mekanizmanın hareketli parçalarının ve diğer bileşenlerinin arasındaki hızlandırıcı ve yavaşlatıcı kuvvetlerin minimize edilmesi yoluyla yapılır.

Dönen ve kayan parçaların yüzeylerinin mümkün olduğunca pürüzsüz kalmasının sağlanması ve iyice yağlanması gerekmektedir.

İvmeli hareket eden parçaların ağırlığı mümkün olan en düşük seviyede tutulmalı ve dönen tüm parçaların dinamik balans ayarı yapılmalıdır.

Hareketli parçalarının hızlarındaki değişkenlik azaltılmalı ve ihtiyaç duyulan hız artış ve azalışları mümkün olan en geniş zaman periyoduna yayılarak sağlanmalıdır.

Titreşen aksamaların alanının azaltılması veya titreşim kaynaklarının gürültüyü yayabilecek geniş yüzeylerle bağlantısı kesilerek mekanik gürültü üretimi ciddi oranda düşürülebilir (Mahon, 2008).

Eksantrik ve dişli tertibatı gibi darbe gürültüsü meydana getirebilecek kaynaklar ihtiva eden makinelerde, yıpranma ve aşınmaya mukavim plastik ya da diğer esnek yüzey kaplamaları kullanılması suretiyle metalik temasların önüne geçilmesi gürültü kontrolünde ciddi bir katkı sağlayacaktır. Temas eden noktalar daima yağlanmalı ve imalat toleranslarına dikkat edilmelidir. Benzer şekilde mil yataklarında gürültü kontrolü için de yatak bilyesi, burçları ve jurnal yatağı dahilinde yüzey düzensizliklerinin önlenmesi gerekmektedir (Tomlinson ve Woodward, 1991).

2.2.4 Aerodinamik gürültünün kontrolü

Proses makinelerinde sıklıkla karşılaşılan ve katı yüzeylerin titreşiminden bağımsız olarak türbülanslı akışkan hareketlerinin geniş frekans bandında meydana getirdiği gürültü aerodinamik gürültü olarak tarif edilir. Jet gürültüsünün yanında valf, fan ve boru hattı gürültüleri misal olarak verilebilir. Ortaya çıkan bu geniş bant gürültü temel olarak akışkan hızının bir fonksiyonu olan türbülansın yoğunluğuna bağlıdır, bu sebeple boru hatları ve hava kanallarında ekonomik ve teknik kısıtlara uyulmak suretiyle kesit alanı mümkün olduğunca geniş bırakılmalıdır. Bunun yanında proses ekipmanlarında tekniğine uygun dirsek ve bağlantı elemanları kullanılarak keskin dönüşlerden kaçınılmalı ve proses ekipmanlarının hatta montajından evvel engel teşkil edebilecek unsurlar ortadan kaldırılmalıdır. Hava jeti ve makine egzozlarının atmosfer deşarjlarında gürültü kontrolü için yutucu ve reaktif susturucu ünitelerinden faydalanılabilir. Basınçlı hava şalterinde olduğu gibi süreksiz patlayıcı özellikte bir aerodinamik gürültü kaynağı söz konusuysa, üretilen şok dalgasının yayılma yolunda kullanılabilecek genleşme haznesi (expansion chamber) ve direnç elemanları yardımıyla kısmi gürültü kontrolü sağlanabilir (Crocker ve Kessler, 2018).

2.2.5 İletim yolunda gürültü kontrolü

2.2.5.1 Hücreleme

Gürültünün kaynağında kontrolü mümkün olmadığı veya alakalı tüm tedbirler alınmasına rağmen hedeflenen seviye elde edilemediği durumlarda, gürültünün iletim yolu boyunca uygulamaya konabilecek tedbirler değerlendirilir. Hava yoluyla taşınan gürültünün kontrolü ana hedef olduğunda atılabilecek en makul adım, gürültü kaynağının bir izolasyon kabini içine alınması suretiyle çepeçevre hücreleme uygulamasıdır.

İşletme ve bakım faaliyetleri ile makineye hammadde girişi ve işlenmiş ürün çıkışını engellemesi ya da belirli ölçüde zorlaştırma ihtimali sebebiyle, kabin uygulamaları yapılırken gürültü izolasyonlu personel giriş kapısı, servis kapısı, gözetleme penceresi ve prosesin mahiyetine uygun diğer tamamlayıcılar mutlaka tesis edilmelidir.

Makinenin giydirilmesi (cladding) faaliyetinde, kaplama için kullanılan yapısal unsurların rezonansa girmesine mâni olacak uygun esnek bağlantı elemanları ve titreşim sönümleyicilerin kullanılması gerekmektedir.

Tüm endüstriyel faaliyetler ürettikleri ısı sebebiyle sıcaklık artışı meydana getireceğinden, akustik kabinlerde havalandırmanın doğru şekilde yapılması büyük önem arz etmektedir. Uygun havalandırma açıklıklarının bırakılması, gerekiyorsa fan yardımıyla cebri havalandırma sağlanması gerekmektedir. Havalandırma için bırakılan açıklıklar ile hammadde giriş ve ürün çıkış kanallarında izolasyon tedbirlerinin alınması, kabinin gürültü iletim kaybı performansı için bir ön şarttır (Barber, 1992).

2.2.5.2 Gürültü Engelleri

Gürültü kaynağının izolasyon kabini içine alınması mümkün olmadığı veya bu yolla elde edilecek gürültü azaltımı yeterli gelmediğinde müracaat edilecek diğer uygulama, alıcı ile gürültü kaynağı arasında yapılacak hesaplamalar neticesinde seçilmiş noktada gürültü engellerinin kullanılmasıdır. Gürültü engelleri hava yoluyla taşınan direkt seslerin hâkim olduğu durumlar için uygun birer çözüm olup reveberant çevrelerde verimlilikleri oldukça düşüktür. Operatör ve gürültü kaynağının bulunduğu bir odada, kaynaktan doğan ses dalgalarının yapının iç

yüzeylerine çarpıp yansımaları ve yanal iletimlerle taşınması gürültü engellerini devre dışı bırakacaktır. Böyle bir senaryoda tavan ve duvarların yutucu izolasyon malzemeleriyle kaplanması yapıdaki yankılanmayı azaltarak verimliliği artırıcı etki gösterir (Irwin ve Graf, 1979).

Yapının reverberasyon süresinin her yarıya inmesi, reverberant uzak alan içinde ölçülen gürültü seviyesini 3 dB azaltır (Peters ve diğ., 2013).

2.2.5.3 Titreşim İzolatörleri

Bir makinenin ortaya çıkardığı gürültü ve titreşimin yüksek oranda zeminle temasından kaynaklandığı tespitine göre uygulanabilecek en verimli kontrol metodu, makinenin titreşim izolatörleri üzerine alınmasıdır. Genellikle çelik yay veya kauçuktan mamul titreşim izolatörleri, makinenin çalışması sırasında ortaya çıkan öz titreşim frekansında maksimum izolasyon performansını gösterecek şekilde seçilirler. Bazen yalnızca uygun titreşim izolatörleri vasıtasıyla alınacak bir tedbir, gürültü ve titreşim konusundaki problemi ortadan kaldırmaya yetecek en uygun maliyetli çözümü sunar (Mahon, 2008).

Titreşim izolatörleriyle yapılacak uygulama esnasında dikkat edilmesi gereken mühim noktalardan biri, titreşim izolatörleri üzerinde bulunan makineye harici olarak yapılacak bağlantıların ses ve titreşim köprüsü oluşturmayacak şekilde düzenlenmesidir. Hava kanalı, boru tesisatı, elektriksel bağlantı ve yapısal elemanlar makineye ve strüktüre esnek şekilde bağlanmalıdır (Tomlinson ve Woodward, 1991).

2.2.6 Alıcıda Gürültü Kontrolü

Makinenin kendisi ya da iletim yolunda gürültü kontrol teşebbüslerinin bütünü başarısızla sonuçlandığında, son çare gürültünün alıcıda kontrol edilmesidir.

Özelleştirilmiş mikroskoplar gibi cihazların titreşim toleransları mutlak veriler ışığında tayin edilebilir olmakla beraber söz konusu bir insan ya da insan grubunun göstereceği tepki olduğunda, daha ziyade istatistiksel bir problemten bahsetmek gerekecektir. Gürültünün kabul edilebilirliği ve maruziyetten kaynaklı rahatsızlık konusunda her birey farklı bir değerlendirmeye sahip olabilir, hatta aynı kişinin birer gün arayla aynı gürültü problemine göstereceği reaksiyon farklılık gösterebilir.

Endüstriyel problemlerde gürültünün en büyük etkisi gürültülü prosesin yakınında çalışanlar ve makine operatörleri üzerinde olmaktadır. Çevrenin akustik şartlarının

iyileştirilmesi ve kişilerin işitme sağlığının muhafazası için, söz konusu çalışanın gürültü izolasyonlu bir kabinin içine alınması, kulak tıpası veya kulağı tam kapatan kulaklıklar gibi kişisel koruyucu donanımların çalışan tarafından düzenli kullanımının temin edilmesi ve vardiya saatlerinin standartlarla belirlenen azami maruziyet sürelerine uygunluğu sağlayacak şekilde yeniden belirlenmesi gibi tedbirlerin biri veya birkaçının uygulanması yerinde olacaktır.

Alınması öngörülen tedbirin maliyet, temin ve uygulama süresi ile çalışanın güvenlik ve çalışma verimliliği yönünden göstereceği reaksiyon yönünden değerlendirilmesi gerekmektedir (Tomlinson ve Woodward, 1991).

2.3. Akustik İzolasyon Kabini, Gürültü Bariyeri, Yüzey Kaplama ve Titreşim Kontrolü

Daha önce temas edildiği gibi gürültü kontrolünde temel prensip gürültünün kaynağında engellenmesidir. Bu mümkün olmadığında ya da kaynağın modifikasyonu, işletme şartlarının değiştirilmesi ve akustik iyileştirme tedbirleriyle hedeflenen gürültü azaltımı sağlanamadığında, gürültüye iletim yolu üzerinde müdahale edilmesi gerekir.

Zemin, yapı ve kanal doğuşlu gürültüden ayrı olarak, hava yoluyla taşınan ses alanı (airborne sound field) bir defa oluştuğunda bunun kontrolü ancak iletim yolunda sesin yansıtılması, yutulması, kırınımına ya da dağılıma uğraması ile yapılabilir. Diğer bir ifadeyle iletim yolunda kullanılacak katı ve uygun iletim kaybı performansına sahip bir engelin, üzerine gelen ses dalgalarını kısmen absorbe etmesi ve yansıtması gerekmektedir (Harris, 1979).

Geleneksel yapı malzemeleri veya tercihen tescilli modüler gürültü izolasyon panellerinin yapısal mühendisliğin temel prensiplerine uygun kullanımıyla meydana gelen yapılar akustik izolasyon kabini olarak adlandırılmaktadır. Burada temel hedef, gürültü kaynağına bağlı olarak meydana gelen ses alanının bütünüyle kontrolünün, bu kaynağın çepeçevre giydirilerek (encapsulation) temin edilmesi ya da alternatif olarak, yüksek ses şiddetinin mevcut olduğu bir ortamda, gürültünün etkisi altında bulunmayan bir alanın teşkil edilmesidir. Akustik izolasyon kabinlerinin iç yüzeylerinde, dahili ses alanının iyileştirilmesi için ses emici malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır. 2,5 metreden büyük ölçülere sahip geniş kabinlerde ve

yalıtılacak makinenin içlerinde nispeten küçük bir hacim işgal ettiği motor test odaları ve makine daireleri gibi akustik izolasyon odalarının geniş saha uygulamalarında mimari akustik ve ses izolasyonunun temel yasalarına genellikle uygun sonuçlar elde edilirken aynı yapı malzemelerinin kullanıldığı küçük ölçekli akustik kabinlerde elde edilen gürültü izolasyonu öngörülen seviyenin büyük oranda altında kalabilmektedir. Çizelge 2.2’de, 1,6 mm kalınlıkta bir sac levhanın BS2750 standardına göre her yönden gelen (random incidence) ses dalgaları karşısında hava taşınımı ses izolasyonu değerleri, aynı sac levhanın gürültü kaynağının çevresinde sızdırmaz olarak küçük bir akustik kabin şeklinde kullanılması durumunda elde edilen iletim kaybı değerleriyle mukayese edilerek verilmiştir (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Çizelge 2.2 : Sac levha için oktav bant iletim kaybı değerleri karşılaştırması.

Frekans	63	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
Sac Levha İletim Kaybı	10	14	21	27	32	37	37	dB
Akustik İzolasyon Kabini İletim Kaybı	10	14	16	15	18	23	26	dB

Gürültü izolasyonlu odalarda, oda içinde ölçülen reverberasyon süresinin her yarıya inişinde ölçülen dahili reverberant gürültü seviyesinde 3 dB ve buna bağlı olarak odadan dışarıya yayılan gürültü seviyesinde 5-8 dB mertebesinde düşüş sağlanır.

Bariyer kelimesi kısmi hücre, gürültü engeli, kanopi ve sarkıt panelleri ifade etmek için kullanılmaktadır. Gürültü kaynağının çepeçevre giydirilmesi söz konusu olmadığından, yüzeye çarpan sesin yansıması ve şayet yüzey emici özellikteyse kısmen yutulması yoluyla bariyerlerde elde edilecek gürültü azaltımının küçük olacağı öngörülmelidir.

Ses izolasyonlu kaplamalar, yüzeylerden açığa çıkan ses ve titreşimin izolasyon, absorpsiyon ve titreşim sönümlemesi yoluyla azaltılması prensibine dayanan kompozit bir uygulama olarak ele alınabilir. Ses izolasyonlu kaplamalar, genellikle boru hatları ve hava kanallarında mineral fiber malzeme üzerine ses izolasyon katmanı biçiminde tek ya da çoklu tabakalarla uygulanır. İlk katman, gürültü üreten yüzeyin titreşim genliğini azaltarak üretilen gürültüyü doğrudan azaltırken en dıştaki

katman olan izolasyon ceketi bu etkiyi daha da arttırır. Bu katmanların arasında kullanılan lifli malzeme ise akustik enerjiyi kısmen yutar (Egan, 2007).

Ses alanının bütünüyle veya kısmi olarak kontrol altına alınması için uygulama metotları aşağıda detaylı olarak açıklanmaktadır.

2.3.1 Akustik İzolasyon Kabini

Akustik izolasyon kabinleri gürültünün kaynağında hapsedilmesi veya gürültü bir ortam içinde sessiz bir alan teşkil edilmesi için kullanılır. Nispeten hafif yapı malzemeleri kullanılarak oluşturulan basit kabinlerde 20 dBA seviyesinde yalıtım performansı elde edilebilirken özel paneller kullanılarak imal edilen tescilli ve daha kompleks olanlar 50 dBA mertebesinde gürültü izolasyonu sağlayabilir (Barber, 1992).

2.3.1.1 Modüler İzolasyon Kabini

Akustik izolasyon sistemleri üreticisi ticari firmalar tarafından kullanılan pratik metotlardan birisi de modüler izolasyon panelleridir. Önceden hazırlanmış paneller kullanılarak farklı gürültü problemleri için birçok farklı şekle sahip akustik kabinin üretilmesi mümkündür. Ahşap veya cam elyaf takviyeli çimentodan mamul panellere nadiren de olsa rastlanmakla beraber, standart uygulama dışı 1-3,5 mm kalınlığında sac levha, içi farklı yoğunluklara sahip ve alev yürütmez özellikte cam yünü, taş yünü gibi gözenekli ses emiciler ve gürültü kaynağına bakan yüzeyi en az %20 açıklığa sahip perfore veya genişletilmiş sac levha gibi aşınmaya ve darbeye mukavim geçirgen dahili yapı elemanlarının kullanılmasıdır (Fry, 1988). Bu akustik paneller gürültü engeli, kısmi kabin, emici ve yönlendirici panel hatta dış faktörlere dayanıklı yapı şeklinde sayısız kullanım alanına sahiptir. Bununla beraber, gürültü izolasyon kabinleri kendi içinde spesifik şartlara uyması ve kullanım amacına göre değişen tasarım ihtiyaçlarına cevap vermesi gereken özelleştirilmiş yapılardır. Aşağıda akustik kabinler için göz önünde bulundurulması gereken unsurlar açıklanmaktadır.

2.3.1.2 Ses Emici Kaplamalar

Ses dalgalarının absorpsiyonu ve vibrasyon sönümlemesi için kullanılacak materyallerin, bahse konu akustik kabin imalatında baz alınacak şartnamelerde tayin edilen sınıfta alev yürütmez özellikte olması şarttır. Hücre içine alınacak prosesin

akaryakıt, kesme yağı, solvent ve bilumum tutuşmaya müsait akışkanları ihtiva etmesi durumunda, inert lifli malzemeler dahi bir fitil gibi davranarak yangın tehlikesini çoğaltıcı etki yapabilir. Böyle durumlarda, hedeflenen iletim kaybı performansının elde edilmesinde gerekli bile olsa ses emici kaplamalar tercih edilmez. Bunlar haricinde, mineral işleme ya da talaşlı imalat gibi örneklerde, prosese bağlı olarak yanıcı olmayan sıvı ve tozların ses emici kaplama yüzeylerinde birikmesi absorpsiyon kapasitesini düşürecektir. Bunun önüne geçmek için kabin yüzeylerinin düzenli periyotlarla temizlenmesi ve gerekiyorsa emici kaplamaların yenilenmesi gerekir (Bies ve diğ, 2018).

2.3.1.3 Havalandırma

Mekanik proseslerin tamamında faaliyet yan ürün olarak ısı açığa çıkar. Termal olarak yalıtımlı ve kapalı bir gürültü izolasyon kabininde uygun havalandırma açıklıkları bırakılmazsa ısı birikimi meydana gelebilir. Bu durum yağlayıcıların ve elektrik yalıtımının tahrip olmasına ve dengelenemeyen termal genleşmeler sebebiyle mekanik arızaların ortaya çıkmasına sebebiyet verir. Bırakılacak havalandırma açıklıklarında akustik izolasyon tedbirlerinin mutlaka alınmış olması gerekir. Mahal içinde müsaade edilen azami sıcaklık artışının temini ve gerekli hava değişim sayısının sağlanabilmesi için fan ya da blower kullanılacaksa hem bu tür cihazların hem de prosesin gürültüsünü kontrol edebilmek için bahsi geçen akustik tedbirlerin sistemin atmosfere bakan kısmında alınmış olması gerekir (Barber, 1992).

2.3.1.4 Pencereleler

Makineler için imal edilen akustik kabinlerde geniş pencerelere genellikle ihtiyaç yoktur. Prosesin işleyişiyle alakalı genel gözlem maksadıyla kullanılabilecek gözetleme delikleri ve kabin içi aydınlatma tesisatı yeterli olacaktır. Bu gözetleme deliği kabinin toplam yüzey alanının küçük bir kısmını teşkil ediyorsa standart uygulamalarda kalın ve kırılmaz camlar kullanılabilir. Diğer taraftan, makine operatörleri ya da personelleri yüksek gürültüden korumak için kullanılan kabinlerde her yönden görüşün sağlanması ve doğal ışığının içeriye girebilmesi için geniş cam alanlarına ihtiyaç duyulacağından, talep edilen izolasyon performansına uygun şekilde özelleştirilmiş cam kesitlerinin kullanımına gidilmelidir (Tomlinson ve Woodward, 1991).

2.3.1.5 Kapılar

Tüm kabinlerde personel girişi ve mekanik servis için kapılara ve erişim kapaklarına ihtiyaç duyulur. Kapı, pencere gibi yapı unsurları akustik izolasyon performansı yönünden en zayıf kısımlar olduğundan kesit kalınlıkları ve sistem detaylarının dikkatle seçilmesi gerekir. Kapı ve pencere gibi hareketli tüm yapı elemanlarında ısıya dayanıklı kauçuk veya plastik sızdırmazlık fitilleri çepeçevre uygulanmalıdır.

2.3.1.6 Diğer Açıklıklar

Elektrik kabloları, yakıt ve su tesisatı, egzoz hattı, mil ve kontrol kolu gibi servis unsurlarının mekanik servis bağlantıları kabin duvarlarından geçerek sağlanır. Daha önce de temas edildiği gibi, ses ve vibrasyon köprüsünü engellemek için bu unsurların kabin yüzeyi ile teması kesilmelidir. Bu hatların kabin duvarlarından geçtiği açıklıklar daha geniş bırakılarak ses geçirmeyecek şekilde kaplanmalı, bunun yanında salmastra kovanı ya da yalıtım bileziği kullanılarak dekaplaj sağlanmalıdır. Elektrik güç kabloları gibi esnek bağlantılar ile yakıt hatları gibi küçük çaplı borular esnek hortum kullanılarak bağlanırsa herhangi bir problem oluşturmaz. Egzoz hatları biyolojik olarak çözünebilir fiber halatla sarılarak genişçe bırakılmış dairesel açıklıktan geçirilmelidir. Dönen miller ve kontrol kolları ise özel olarak tasarlanmış yatak sızdırmazlık contası ya da kaplanmış kovan (sleeve) içinden geçecek şekilde ayarlanmalıdır (Bies ve diğ, 2018).

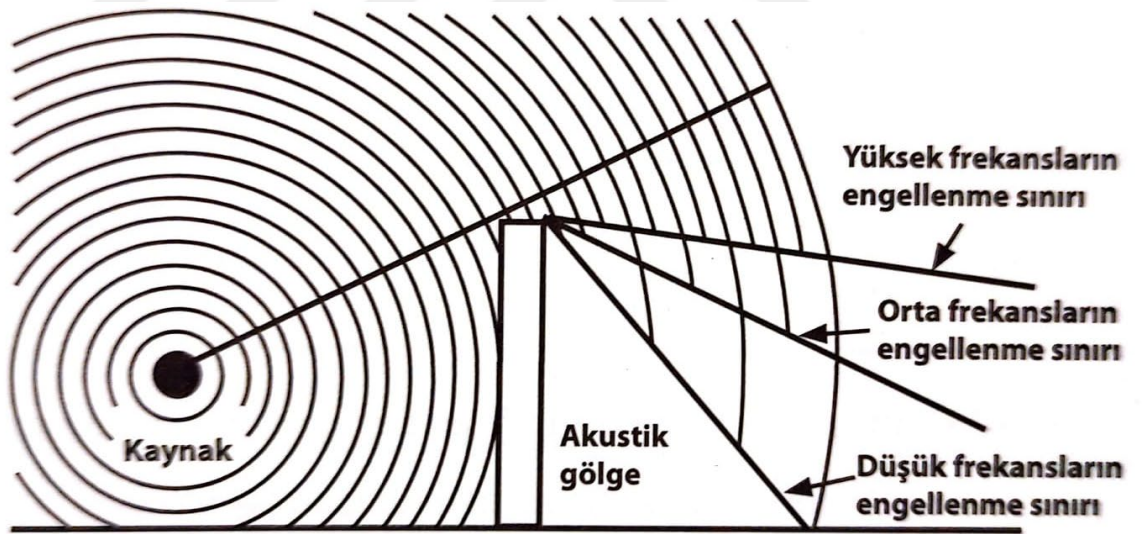
2.3.1.7 Hammadde Girişi

Yüksek seviyede yalıtım sağlamanın zor olduğu kısımların başında proses hammadde giriş ve bitmiş ürün çıkış açıklıkları gelmektedir. Bu tarz problemlerde her durum için uygulanabilir bir paket çözüm olmayıp her vaka için yapılacak hesaplamalara göre tasarım esasları tespit edilecek uygulamalara ihtiyaç duyulur. Devamlı hammadde girişinin yapıldığı proseslerde yalıtımlı besleme tünelleri kullanılabilir. Hammaddenin nispeten küçük parçalardan oluştuğu ya da hammadde giriş alanlarının dağınık olduğu vakalarda sızdırmaz besleme hunileri kullanılabilir. Bu sayede yalnızca madde giriş ve çıkışı sırasında kısa süreli gürültü yayılımı olacaktır (Tomlinson ve Woodward, 1991).

2.3.2 Gürültü Bariyeri

Gürültü bariyerleri, sesin serbest alanda yayılması esnasında ses enerjisinin bir kısmının geçişini engelleyerek “gölge alanı” şeklinde tabir edilen nispeten daha sessiz alanların meydana gelmesini sağlayan yapılardır. Yukarıda temas edildiği gibi bariyerlerin verimliliği reverberant ses alanlarında oldukça düşük olup serbest ses alanlarında kullanımı uygundur. Gürültü bariyerlerinin akustik izolasyon performansı ideal olarak 15-20 dBA mertebesinde (Fry, 1988).

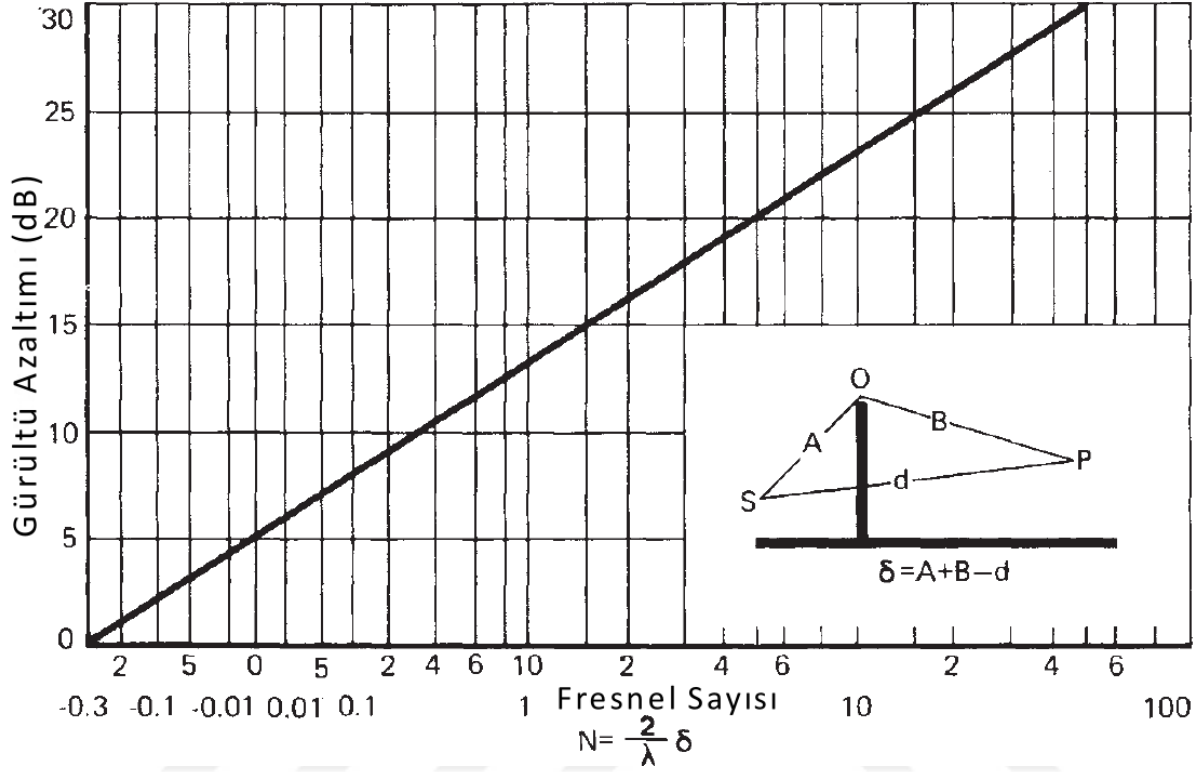
Bir gürültü kaynağından yayılan ses dalgalarının gürültü bariyerinin arkasında meydana getirdiği akustik gölge alanıyla bir ışık kaynağın yaydığı ışınların engel arkasında oluşturduğu keskin kenarlı gölge birbirinden farklıdır. Düşük frekanslı seslerin dalga boyunun çoğu kez gürültü bariyerinin boyutlarından yüksek olması sebebiyle bu dalga boyuna sahip sesler kırınıma (diffraction) uğrayarak bariyer kenarlarından dolaşırlar. Gürültü bariyerlerinin yüksek frekanslı seslere karşı performansı ve oluşan akustik bölge bölgesinin alanı ise Şekil 2.6’da görüldüğü gibi daha büyüktür.



Şekil 2.6 : Gürültü bariyerlerinde ses dalgasının frekansına göre değişen gölge bölgeleri (Özgüven, 2008).

Gürültü bariyerinin boyutları yanında, gürültü azaltım performansını etkileyen unsurların başında gürültü bariyerinin kaynağa ve alıcıya mesafesi gelmektedir. Bu konumu ifade etmek için kullanılacak 3 farklı ölçü bir araya gelerek tek terimli bir gösterge meydana getirirler, bu terim yol farkı (path difference) olarak adlandırılır ve δ ile gösterilir. δ , kaynak ve alıcı arasındaki kuş uçuşu mesafe ile bariyerin kenarından

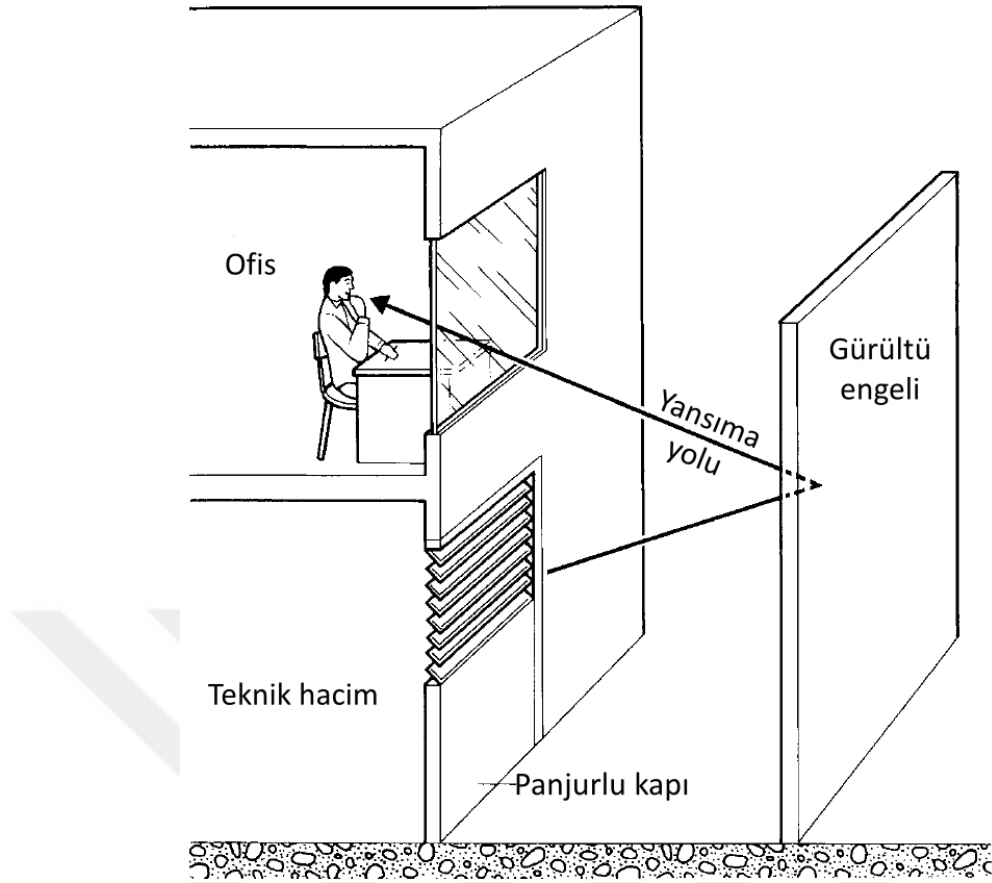
kırınarak geçen ses dalgasının kat ettiği en kısa mesafe arasındaki farkı ifade eder. Buradan hareketle bariyer iletim kaybının, N ile simgelenen Fresnel Sayısının ($2\delta/\lambda$) bir fonksiyonu olduğu tespit edilmiştir, bu bağıntı Şekil 2.7’de gösterilmektedir.



Şekil 2.7 : Gürültü bariyerlerinde Fresnel sayısı ve gürültü azaltım performansı grafiği (Maekawa, 1968).

Aynı dalga boyuna sahip sesler için, bariyer vasıtasıyla elde edilecek gürültü azaltımını belirleyen en mühim faktörün δ sayısının büyüklüğü olduğu görülmektedir. Dolayısıyla ses dalgaları kaynağa ulaşmak için, bariyer etkisiyle ne kadar uzun bir yolu dolanıyorsa performans o kadar yüksek olacaktır. Sonlu boyutlara sahip gürültü kaynakları için yol farkı hesaplanırken, orijin noktası için kaynak uç noktasının alınması yerinde olacaktır.

Şekil 2.8’de gösterildiği gibi menfez ve diğer açıklıklardan yayılan sesin bariyere çarparak yansması sonucu alıcı noktada meydana getirmesi muhtemel rahatsızlığın önüne geçmek için gürültü bariyerlerinin ses alanına maruz kalan yüzlerinin ses emici malzemeye kaplanması gerekir.

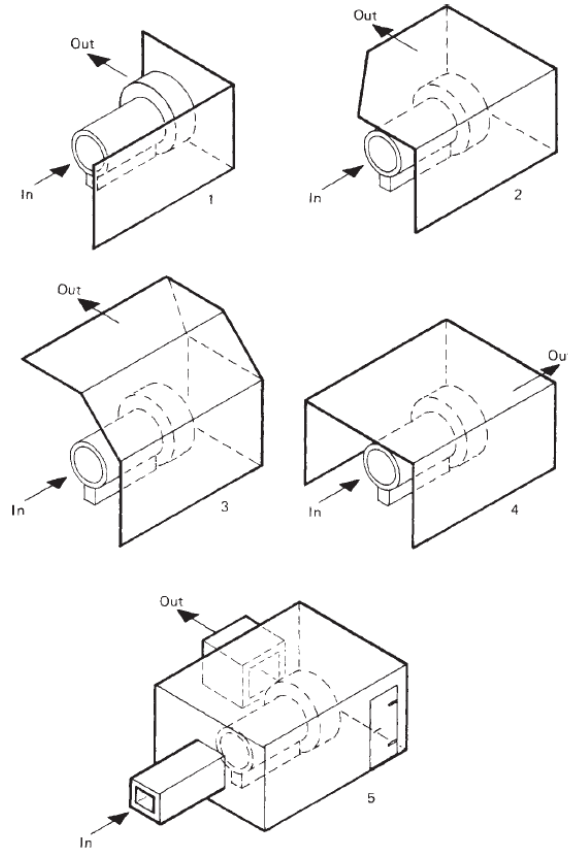


Şekil 2.8 : Sesin gürültü engeline çarpıp yansıyarak alıcı noktaya ulaşması (Fry, 1988).

Bariyerler vasıtasıyla gürültü kontrolü, bariyerin izolasyon performansından ziyade üzerine gelen ses dalgalarını yönlendirmesi prensibine bağlı olarak sağlanır. Dolayısıyla bariyerin iletim kaybı değerinin, akustik perdeleme değerinin en az 5 dB üzerinde kaldığı tüm senaryolar için, teorik olarak, gelen ses dalgalarının bariyerin içinden geçmek yerine kenarlarında kırınarak alıcıya ulaşacağı söylenebilir. Gürültü bariyerlerinin gerçekçi perdeleme performansının 15 dB ve ideal şartlarda 25 dB mertebesinde olduğu hesaba katıldığında, kullanılacak gürültü engelinin 30-35 dB seviyesinde iletim kaybı özelliğine sahip olması yeterlidir. Bu noktadan bakıldığında bariyerin yapısal olarak fazla komplike olmasına gerek olmasa da mutlaka geçirimsiz, rüzgâr ve kar yüklerine dayanıklı, kaza vb. beklenmedik hasarlara dayanabilecek sağlamlıkta ve atmosfer aşındırmasına mukavim olması şarttır. Bu hususiyetleri taşıyan gürültü bariyerleri metal levha, ahşap, tuğla veya bloktan yapılma, cam elyaf takviyeli çimentodan ya da kompozit malzemelerden mamul olabilir (Bies ve diğ, 2018). Gürültü bariyeri yüzeylerinde ses emici uygulaması mevcutsa, bu tarz gözenekli malzemelerin doğal aşınma ve bozulmalara karşı çok

daha hassas oldukları ve yağmur suyu vb. emdiklerinde, suyun donarken genişmesi sebebiyle hücresel yapılarının tahribata uğrayarak emici özelliğini kaybedebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Dış mekân uygulamalarında, atmosferik şartlara mukavim ve nispeten iyi bir ses emici olan odun yünü katkılı çimento levhalar tercih edilebilir malzeme alternatiflerinden biridir (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Daha önce temas edildiği gibi, gürültü engellerinin en verimli kullanımı direkt ses dalgalarının hâkim olduğu, bir diğer ifadeyle yüzeylerden yansıyarak alıcıya ulaşan ses dalgalarının mevcut bulunmadığı ortamlarda sağlanır. Reverberant çevrelerde, bilhassa alıcı ile ses kaynağı arasındaki mesafe arttıkça gürültü bariyerinin verimliliği düşerken; serbest alanda, gürültü bariyeri kaynağa veya alıcıya yaklaştıkça elde edilecek gürültü azaltım performansı artar. Şekil 2.9’da gürültü kaynağı olarak değerlendirilen makineye operatör müdahalesi, hammadde girişi ve ürün çıkışı, makine havalandırması gibi ihtiyaçların kolaylıkla sağlanabilmesi için yapılandırılmış kısmi kabin ve gürültü bariyeri uygulamaları gösterilmektedir.



Şekil 2.9 : Kısmi kabin ve gürültü bariyeri uygulama alternatifleri (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Kesintisiz hava akışının gerektiği soğutma kulesi, chiller ünitesi gibi makineler için gürültü bariyerleri beraberinde akustik panjurlar da kullanılabilir. Sesin panjur kanatları arasından geçişi esnasında, lamellerin alt kısımlarında kullanılacak ses emiciler vasıtasıyla yutulması ve yansıma kaybına uğraması prensibiyle çalışan akustik panjurlar orta ve yüksek frekanslarda 15 dB ve üzerinde yalıtım performansına sahiptir. Benzer şekilde, gürültülü üretim hatları bulunan fabrikalarda, bu alanlarda rijit izolasyon panelleri yerine ağır ve geçirimsiz perde bariyer uygulamaları mobil alternatif olarak tercih edilebilir (Maekawa ve diğ, 2011).

Akustik bariyer uygulamaları için tasarım parametreleri ve yüksek verimlilik sağlamak için uyulması gereken şartlar Çizelge 2.3’de özetlenmiştir.

Çizelge 2.3 : Gürültü bariyerleri için tasarım parametreleri ve optimum durumları (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Akustik perdeleme performansını etkileyen unsurlar	
Tasarım Parametresi	Optimum Durum
Boyut	Gürültü kaynağına ve azaltım hedeflenen en düşük frekanslı sesin dalga boyuna nazaran daha büyük olmalıdır
Konum	Gürültü kaynağına ya da alıcıya mümkün olduğu kadar yakın yerleştirilmelidir
Şekil	Gürültü bariyeri kaynağı ya da alıcıyı sarmalıdır
Yansıtıcı lokal yüzeyler	Mümkün olduğunca uzakta tutulmalı ya da ses emici materyallerle kaplanmalıdır
Çevre reverberasyon süresi	Mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır
Gürültü bariyeri iletim kaybı	Perdelemeden kaynaklı ekleme kaybını en az 5 dB aşmalıdır
Yapının geçirgenliği	Tüm delik ve açıklıklar giderilmeli, gerekiyorsa akustik panjur ya da akım bölücü modüller içeren yutucu susturucular kullanılmalıdır
Ses absorpsiyon kapasitesi	Gelen ses dalgalarının çarptığı yüzey emiciliği yüksek materyallerle kaplanmalıdır

2.3.3 Yüzey Kaplama (Giydirme)

200 mm üzerinde çapa sahip borular ile eşdeğer ölçülere sahip dikdörtgen hava kanallarının yüzeylerinden yayılan gürültü, içinde bulundukları ortamın ses alanında ciddi etkiye sahip olabilir. Kanal ve boru doğuşlu gürültünün esas kaynağı yüzeyden yayılan gürültü değil, kanal ve boruların taşıyıcı strüktüre askı ve kelepçelerle rijit bağlanması sebebiyle titreşim köprüsünün meydana gelerek gürültünün yapının bütününden yayılabilir hale gelmesidir.

Geniş kesit alanına sahip boru yüzeylerinden yüksek seviyede gürültü çıktığı durumlarda, boru yüzeylerinin ses emici malzemeyle kaplanması halinde, boru yüzeyi ve ses emici lifli malzeme arasında kalan katmanda gerçekleşen vibrasyon sönümlemesi ve akustik enerjinin yutulması sebebiyle 1000 Hz üzerindeki yüksek frekans bandında fark edilir bir gürültü azaltımı sağlanabilir (Bies ve diğ, 2018). Boru yüzeyine sarılan lifli hafif bir katman, ses dalgalarının taşınımını sağlayan hava hareketlerine yüksek frekanslarda mukavemet edecek ataletle sahip olduğundan ses genliğini azaltıcı etki yaparken düşük frekanslı gürültülerde neredeyse hiçbir etkisi bulunmayacaktır. Bu lifli tabakanın üstüne esnek ve geçirimsiz bir membran katman eklendiği takdirde, yüksek frekanslı seslerde elde edilen iletim kaybı artarken, düşük frekanslı seslerin yalıtım performansında belirli durumlarda negatif bir etkinin dahi ortaya çıkması mümkündür. Bu durum membranın ağırlığı ve altında kalan hava boşluğunun esnekliği sebebiyle oluşan kütle-yay sisteminin rezonansa girdiği frekanslarda yaşanır. Rezonans frekansının tespiti denklem 2.2 kullanılarak yapılır (Peters ve diğ, 2013).

$$f_0 = \frac{42}{\sqrt{mxd}} \text{ Hz} \quad (2.2)$$

Burada,

m: membran yüzey ağırlığı (kg/m²)

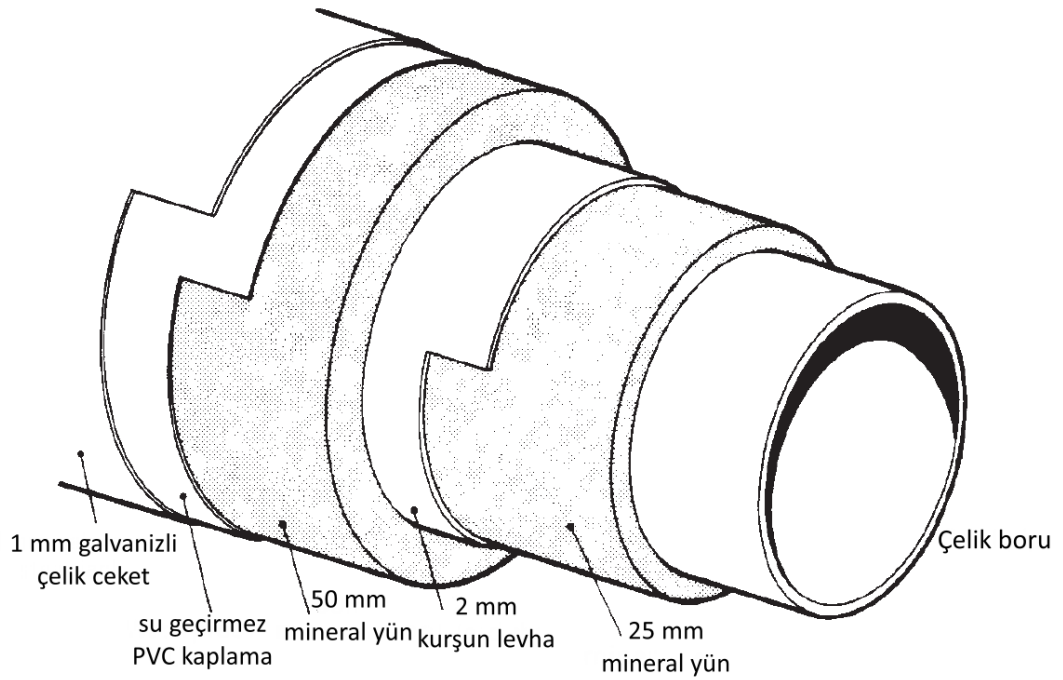
d: ses emici lifli katman kalınlığı (m)

Rezonans frekansının 1,5 katına kadarki frekans aralığında, kaplamanın iletim kaybı yok denecek seviyede düşük olabilir hatta gürültüyü arttırabilir. Bu sebeple kaplama malzemelerinin dikkatle seçilmesi gerekmektedir. Kaplamalar aynı zamanda ısı izolasyonu için de kullanıldığından, taş yünü, cam yünü veya seramik yünü gibi

yüksek ısıl geçirgenlik direncine sahip ses emici levhalar tercih edilmektedir (Harris, 1979).

Kaplamalarda kullanılacak malzemeler alev yürütmez özellikte ve standartlarda belirlenen yangın dayanım sınıfında olmalıdır. Kullanılan esnek katmanlar tüm birleşim noktalarında birbiri üzerine en az 100 mm bindirilmeli ve salmastra şeridi veya uygun yapıştırıcılar kullanılarak hava sızdırmazlığı sağlanmalıdır. Metal, fiber veya sert plastik son kat ceket kullanımı da geniş kesitli boru ve kanallarda tercih edilebilir (Egan, 2007).

Birden çok katmanın kullanıldığı kaplama uygulamalarında, katmanların yüzey ağırlıkları ve kalınlıkları farklı rezonans frekanslarına sahip olacakları şekilde hesaplanarak tespit edilirse, yüksek seviyede gürültü izolasyon performansı elde etmek mümkündür. Böyle bir kompozit kesit örneği Şekil 2.10'da verilmiştir.

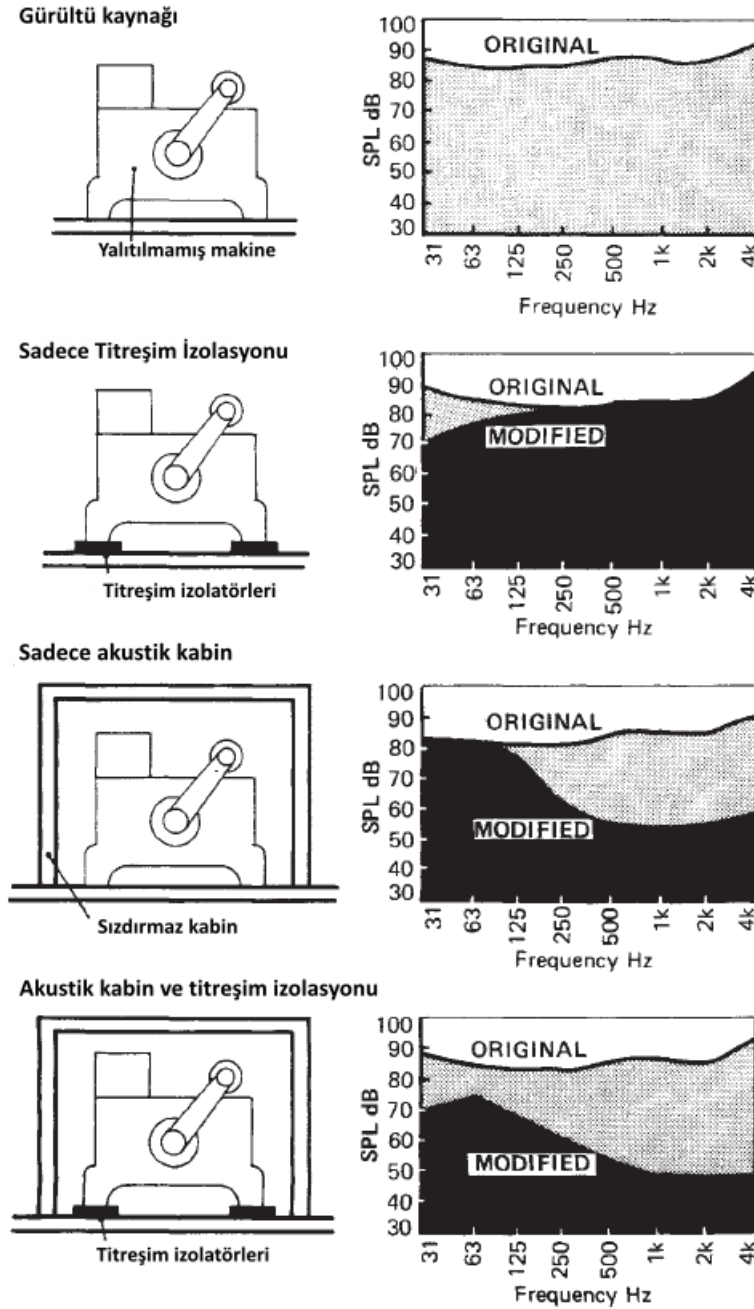


Şekil 2.10 : Kompozit kaplama uygulamasına ait kesitin şematik gösterimi (Tomlinson ve Woodward, 1991).

2.3.4 Titreşim Kontrolü

Binalarda mekanik hacimler ideal olarak kritik mahallerden mümkün olduğunca uzağa konumlandırılmalıdır. Bu mümkün değilse mekanik odalarda meydana gelen titreşimlerin tolere edilebilir limitler dahilinde kalmasını sağlayacak yalıtım tedbirleri

titizlikle alınmalıdır çünkü duyulabilir frekans aralığında meydana gelen titreşim hareketi kolaylıkla gürültüye dönüşebilir ya da iletim yoluyla yapı içinde yayılarak başka bir mahalde gürültü meydana getirebilir. Bir mekanik ekipmanın hava ve zemin yoluyla taşınan gürültüsünün kontrolü için alınacak tedbirler seti ve her durum için elde edilen gürültü azaltım performansını gösteren grafik Şekil 2.11’de verilmiştir.



Şekil 2.11 : Örnek bir mekanik ekipman için farklı izolasyon tedbirlerine göre elde edilecek gürültü azaltım performansları (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Gürültü kontrolünde olduğu gibi titreşim kontrolü uygulamalarında da ilk adım, problemin meydana gelişini engellemek olmalıdır. Bunun için kullanılan mekanik cihazlar, gürültü ve titreşim üretiminin minimum seviyede olacağı şekilde tercih edilmelidir. Mesela döner motorlu makineler, eşdeğer pistonlu motorlulara göre genel olarak daha az gürültü üretirler. Benzer şekilde kullanılan her bir cihazın müsaade edilen sınırlar dahilinde kalacak şekilde statik ve dinamik balansının yapılmış olmasına dikkat edilmelidir.

Rezonans frekanslarında titreşin genliği artarak beraberinde aşırı gürültü üretimi ve gerilme problemini getireceğinden, en önemli noktalardan biri de ekipman, destek unsurları ve yapı strüktüründe rezonansı engelleyecek tasarımın yapılmasıdır. Rezonans durumunda meydana gelen stres ekipman, destek ve en kötü senaryoda yapı strüktüründe yani zeminde yorulma meydana getirebilir. Bu sebeple ekipman çalışma devrinin, zemin rezonansı ve makine kritik hızlarının tamamen dışında kalacak şekilde ayarlanması gerekmektedir. Buna ilaveten münferit titreşim izolatörleri kullanılarak, makineye çalışırken meydana gelecek esnemeler için pay bırakılmış olur (Fry, 1988).

2.3.4.1 Titreşim izolatörlerinin seçimi

Titreşim izolatörlerinden destek unsurlarına iletilen kuvvetin büyüklüğünü düşürmek için, kullanılacak izolatörlerin doğal frekansı (f_n), etkiyen kuvvet frekansının doğal frekansa oranı (f/f_n), $\sqrt{2}$ değerinin çok üstünde kalacak şekilde seçilmelidir. Minimum izolatör verimliliği için herhangi bir kriter mevcut bulunmamakla beraber, bir izolatör seçilirken statik çökme değeri, titreşim sönümleme kapasitesi ve stabilitesi yönünden mümkün olan en yüksek seviye seçilmelidir. %90'ın üzerindeki izolatör verimliliği genellikle kabul edilebilir bir seviyedir (Bies ve diğ, 2018).

İzolatör seçiminden önce kullanılacağı zeminin rezonans frekansı hesaplanmalı ve izolatörün doğal frekansı mutlaka bu frekans aralığının dışında kalacak şekilde tercih yapılmalıdır. Yine zemin genişledikçe çökme değeri artacağından, böyle zeminlerde kullanılacak titreşim izolatörleri de yüksek statik çökme değerine sahip olmalıdır.

Makinelerin devirleri, çalışmaya başladığı ve durdurulduğu sırada titreşim izolatörünün doğal frekansı ile geçici olarak çakışabileceğinden çok daha büyük titreşim genlikleri ortaya çıkar. Bunu kabul edilebilir sınırlar dahilinde tutmak için,

izolatörler yeterli iç sönümleyicilere sahip olmalıdır. Yaylı titreşim izolatörlerinde kauçuk ve neopren malzemeler bu maksatla kullanılmaktadır.

Yeterli esnekliğe sahip titreşim izolatörleri üzerinde bulunan makinelerde titreşim sebebiyle meydana gelen deplasman, izolatörün statik çökme değerinden bağımsız olup makinenin beton atalet blokları üstüne montajıyla engellenebilir. Atalet bloğu, makinenin ağırlık merkezinin daha düşük bir yüksekliğe denk düşmesini sağlayarak yatay ve dönüşlü vibrasyon modlarını birbirinden ayırır. Modlar birbirinden ayrı çalışmazsa, makine ağırlık merkezi etrafında sallanma hareketi yapmaya başlar. Modların birbirinden bütünüyle ayrılması aşağıdaki yollarla sağlanır.

- Ekipmanın ağırlık merkezi, izolatörlerle aynı yatay düzlem üzerinde bulunmalıdır.
- Kullanılan her bir izolatör yatay ve dikey eksenler için eşit sertliğe sahip (iso-stiff) olmalıdır
- İzolatörler arası mesafe, dönme yarıçapının 2 katı kadar olmalıdır.

Titreşim izolatörlerinde kullanılacak esnek malzemelerin seçiminde en önemli faktör hedeflenen statik çökme değerinin sağlanabilmesidir. Maliyet, mekanik ve kimyasal stabilite, iç sönüm, doğrusallık, şekil ve büyüklük gibi unsurlar da bunun yanında değerlendirilmelidir. İzolatör tercihinde göz önünde bulundurulması gereken bir diğer faktör de doğal frekansın ve titreşim iletimi verilerinin doğru ve kolay bir şekilde hesaplanabilmesidir. Yaylı izolatörler için bu hesap uygun şekilde yapılabilirken kauçuk ya da neopren ürünlerde muadil bir hesaplama çok daha zordur (Crocker ve Kessler, 2018). Titreşim yalıtımı için kullanılabilecek farklı materyallerin avantaj ve dezavantajları Çizelge 2.4'te topluca değerlendirilmektedir.

Çizelge 2.4 : Titreşim yalıtımı materyallerinin avantaj ve dezavantajları (Crocker ve Kessler, 2018).

Materyal	Avantaj	Dezavantaj
Elastomerler	Kolayca kalıplanıp metale bağlanabildiği için ekipmana montajı basittir	Mukavemeti zayıf olduğundan uzun süreli gerilmeye maruz kaldığında sünme gerçekleşir. Genel olarak basmada %10 ve kesmede %35 limiti uygundur
	Nispeten iyi iç sönüm oranı	Çok yüksek ve çok düşük sıcaklıklara mukavim değildir
	Yüksek enerji depolama kapasitesi sebebiyle iyi şok izolasyon verimi	Çekme kuvveti altında kullanımı uygun değildir
	Basma ve kesmede kullanılabilir ve bu kombinasyon, ihtiyaç duyulan birçok özelliği karşıladığından kullanım sahası geniştir	Malzeme karakteristiğinin öngörülmesi son derece zordur
	Çalışma durumuna geçtiklerinde yükten bağımsız olarak sabit bir doğal frekansta kalacak şekilde tasarlanabilir	Basma kuvveti altında çalıştığında dışarıya çıkıntı yapabileceğinden boşluk payı bırakılmalıdır
		Sadece 5 mm altındaki statik çökme ihtiyacında kullanılabilir
Metal Yaylar	Yüksek gerilim altında bile akma ya da sünmeye uğramadan neredeyse sınırsız kullanım ömrüne sahiptir	Düşük iç sönüme sahip olması rezonans frekansında yüksek genliklere yol açar
	Hem yatay hem de dikey ekseninde ihtiyaç duyulan doğal frekans ve rijitlik karakteristiğini gösterecek şekilde kolayca tasarlanabilir	Bilhassa yüksek statik çökme değerlerinde ya da çok düşük yanal rijitlik durumunda instabilite ihtimali mevcuttur
	Çoğunlukla basma kuvveti altında çalıştırılmasına rağmen çekme kuvveti altında da problemsiz yüklenebilir	Genellikle çelik muhafazaya ihtiyaç duyar
	Yüksek statik çökme ihtiyacında kullanılabilir, bu sebeple esas olarak düşük frekanslı titreşim izolasyonunda yararlanılır	Metal yayda iç rezonans oluşabilir ve buna karşılık gelen doğal frekans bandında yüksek titreşim iletimi gerçekleşir
Keçe ve Mantarlar	Beton temel altında kullanışlıdır. Tüm yüzeyi kapladığından beton dökümünü kolaylaştırır	Çok sınırlı esnekliğe sahip olduğundan ana titreşimlerin izolasyonunda nadiren tercih edilir
	Baskı kuvveti altında çalışabilir ve kauçuğun aksine boşluk payına ihtiyaç duymaz	Makinelerde dengesizlik halinde ortaya çıkan düşük frekanslı titreşimlerin izolasyonunda uygun değildir
	Yüksek iç sönüme sahiptir	

2.3.4.2 Hava kanalı, pompa ve kablolarda titreşim izolasyonu

Titreşim izolatörleri üzerinde bulunan makine yüksek genlikli salınımlar yapabileceğinden, boru hattı ve hava kanalı gibi makineye bağlanacak unsurların esnek şekilde tespit edilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde makinenin hareketi kısıtlanabilir veya ses ve titreşim, meydana gelen köprü sebebiyle bağlantılar üzerinden bina yapısına iletilebilir. Bunun önüne geçmek için elastik bağlantı elemanları uygulamalarda sıkça kullanılmaktadır. Ne var ki pompalarda sıvı ile taşınan titreşimlerin ve fanlarda hava akım dalgalanmasından kaynaklı titreşimlerin izolasyonunda bu tarz ürünler genellikle yetersiz kalmaktadır. Diğer taraftan pompa ve hava kanallarının montajında kullanılan esnek askı elemanları genel olarak yapıya iletilen titreşimlerin kontrolü konusunda etkili çözümlerdir. Titreşim yalıtımı yapılan ekipmanın yakınında kullanılan esnek askı elemanların statik çökme değeri, en az makinenin titreşim izolatörlerinininki kadar olmalıdır (Fry, 1988).

2.3.4.3 Bazı Makinelerin Titreşim İzolasyonu

Muhtelif makinelerin titreşim izolasyonu konusunda uygulamada dikkat edilmesi gereken hususlar bu bölümde özetlenmiştir.

Kompresörler

Hava kompresörlerinde titreşim problemleri, geniş bir aralıktaki cihaz güçlerine göre değişkenlik göstermekle birlikte titreşim izolasyonu için genel uygulama kompresörün direkt olarak ya da temel bloğu ile beraber çelik yaylar üzerine yerleştirilmesidir. Yüksek statik çökme değerine sahip yayların kullanılması, sistemin doğal frekansını, etki eden kuvvetlerin titreşim frekansı bandının altına çekerek rezonans durumunu engeller. Pistonlu hava kompresörlerinde hem dikey hem de yatay ekseninde etki eden kuvvetler söz konusu olabileceğinden, temel bloklarının yatay ekseninde titreşim izolasyonu için kullanılması gerekir.

Diğer taraftan, turbo kompresörler için, zemin katlarda ya da yapıların üst katlarında konumlandırılmış olmasına göre, sırasıyla yüksek rijitliğe sahip kauçuk izolatörler ya da çelik yaylı izolatörler kullanılmalıdır.

Presler

Eğimli ve düşey yönlü preslerin titreşim izolasyonu için kauçuk ya da cam elyafı gibi rijit materyaller kullanılabilir. 30 rpm devirle çalışan presler için sistemin doğal

frekansının 20 Hz, 60 rpm devire kadar çalışan presler için ise sistemin doğal frekansının 12 Hz bandında olması uygundur.

Giyotinler ve diğer tezgahlar

Giyotinler, torna ve freze tezgâhları ve diğer küçük tezgahların titreşim izolasyonunda yüksek iç sönüme sahip kauçuk ya da cam elyafı gibi materyaller kullanılarak sisteminde doğal frekansı 8-12 Hz bandında tutulmalıdır (Özgüven, 2008).

2.4. Reaktif ve Yutucu Susturucular

Hava ya da diğer gazları kesintisiz akış, uygun hız ve direnç şartları altında taşınırken sesin de bunlarla beraber taşınmasının minimize edilmesi, gürültü kontrol mühendisliği uygulama sahalarında sıklıkla bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkmaktadır. İçten yanmalı motorların egzoz gazlarının atmosfere deşarjı esnasında ortaya çıkan ya da makinelerin taze hava emişi ve sıcak hava atışı esnasında meydana gelen gürültünün kontrolü bunun yaygın misallerindendir. Benzer şekilde iklimlendirme sistemleri için, mahallerin uygun şekilde havalandırılması esnasında fan gibi cihazlardan kaynaklı mekanik ve aerodinamik gürültünün kontrol edilmesi gerekmektedir. Tüm bunlar bir alçak geçirimli akustik filtre (low pass filter) vasıtasıyla sağlanır (Egan, 2007).

Susturucular reaktif ve yutucu tip olmak üzere 2'ye ayrılır. Reaktif susturucular, hedeflenen frekans bantlarında gürültü kontrolü sağlamak için ayarlanmış (tuned) cihazlardır. Yutucu susturucular ise temelde akustik enerjinin ısı enerjisine çevrilmesi prensibiyle çalışır. Reaktif susturucuların iletim kaybı performansı düşük frekans bantlarında daha yüksekken yutucu susturucular orta ve yüksek frekans bandında nispeten yüksek gürültü azaltımı sağlar. Pratikte yalnızca reaktif ya da yalnızca yutucu davranış gösteren susturucu bulunmayıp birçoğu hibrit olarak çalışırlar (Peters ve diğ, 2013).

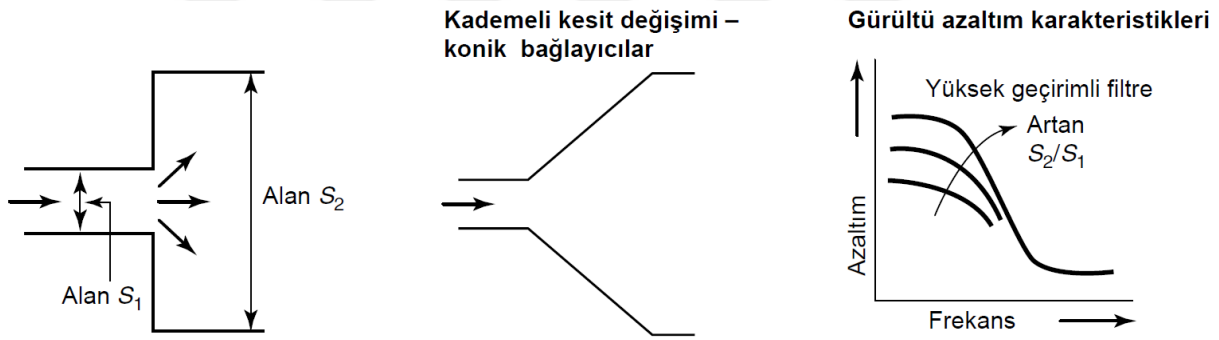
2.4.1 Reaktif susturucular

Salt reaktif susturucuların sabit motor devirli ve saf ton gürültü üreten makineler için kullanımı uygundur. Reaktif susturucular belirlenen frekans bantlarında gürültü azaltımı için ayarlı cihazlar olduğundan, performansları bu frekanslarda çok

yüksekken diğer frekanslarda düşük olabilir hatta doğru şekilde tasarlanmadıysa gürültüyü azaltmak yerine çoğaltıcı etki gösterebilir. Bu sebeplerle reaktif susturucular çoğunlukla yutucu tipte çalışan susturucuları da bünyelerinde barındırır.

2.4.1.1 Konik bağlayıcılar

Reaktif susturucuların en basit formu olarak değerlendirilebilecek konik bağlayıcılar, farklı kesit alanlarına sahip iki kanal arasındaki bağlantı şeklinde tarif edilebilir. Şekil 2.12’de görüleceği gibi kesit alanları birbirinden ne kadar farklıysa ($\frac{S_2}{S_1}$ büyüdükçe) ve kesit değişikliği ne kadar ani gerçekleşiyorsa (I_s küçüldükçe) konik bağlayıcı vasıtasıyla elde edilecek ekleme kaybı o denli yüksektir. Bu tür cihazlar akım bölücüsü içeren yutucu tip susturucuları farklı kesit alanına sahip kanallara bağlamak için kullanılabilir (Tomlinson ve Woodward, 1991).

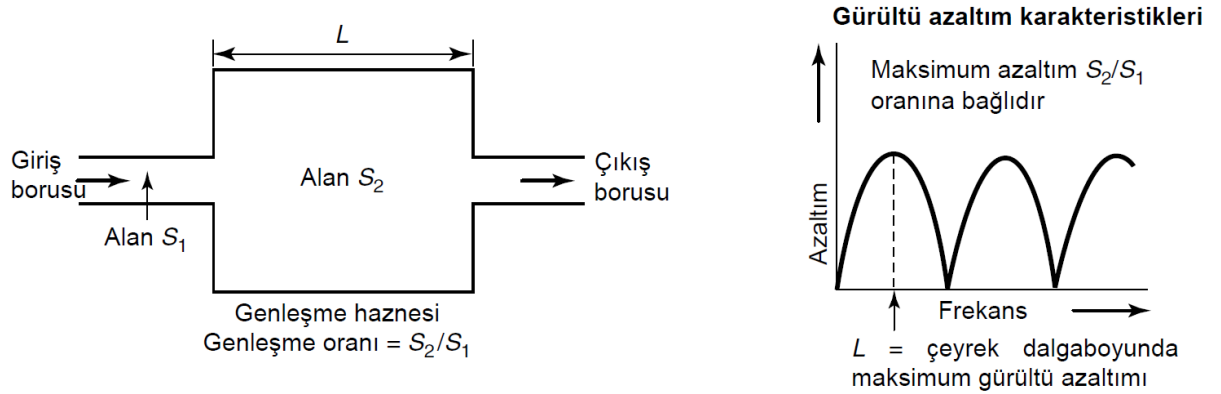


Şekil 2.12 : Konik bağlayıcılara ait kesit görüntüsü ve kesit alanı oranına göre gürültü azaltım performansı değişimi (Peters ve diğ, 2013).

2.4.1.2 Yüksek ve alçak devirli motorlar için reaktif susturucular

Reaktif susturucular, gürültü azaltımına konu prosesin cinsine ve işletme şartlarına bağlı olarak genişleme haznesi sayısı, ünite sonunda yutucu tip haznenin mevcudiyeti, hazneler arası geçiş borularının sayısı ve kesit alanları bakımından farklı konfigürasyonlara sahip olabilir. Şekil 2.13’te gösterilen reaktif susturucu ünitesi enkesitinde, susturucu gövde çapının iç boru çaplarına oranı arttıkça iletim kaybı performansı genel olarak artar. Gaz deşarj olana kadar farklı kesitlerden geçtikçe beraberinde taşınan akustik enerji de yansıma kaybına uğrar. Bunun yanında, her bir genişleme haznesi dahilinde, hazne uzunluğunun 4 katına denk düşen dalga boyuna sahip frekansta maksimum gürültü azaltımı gerçekleşir. Bu frekanstan uzaklaştıkça gürültü azaltımı düşer ve hazne uzunluğunun 2 katına denk düşen dalga boyuna ait

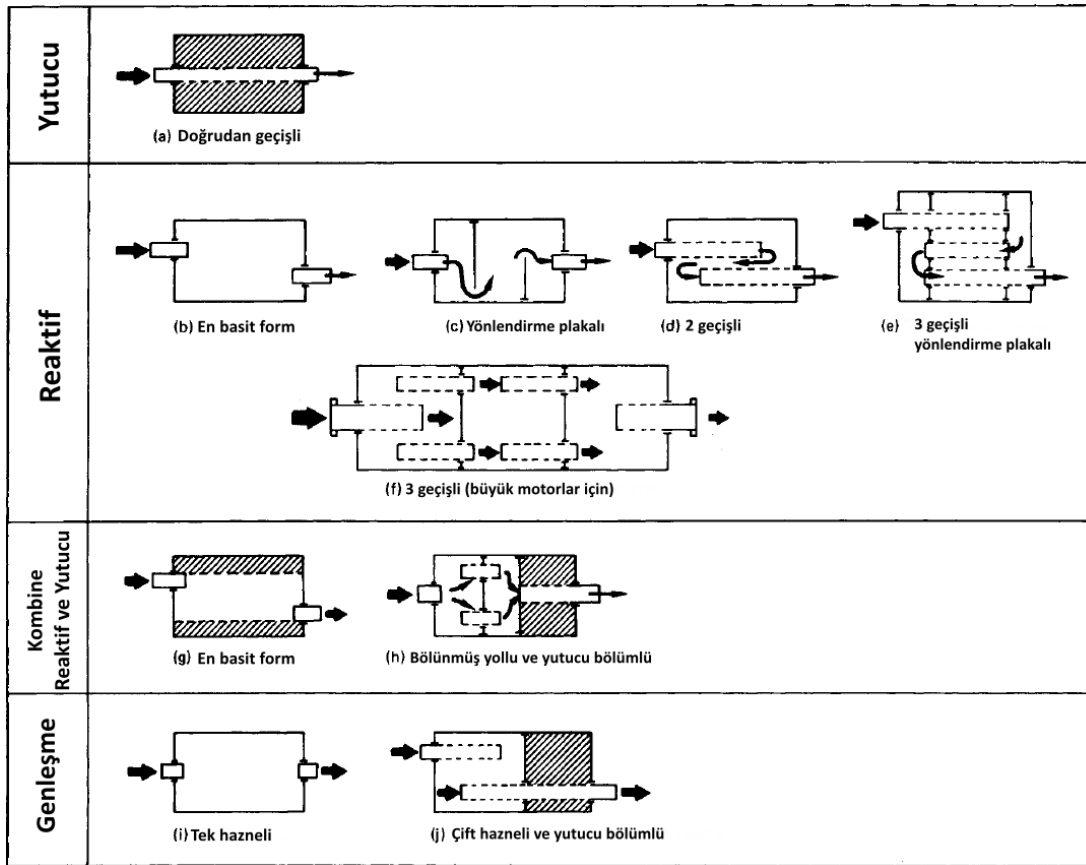
frekansta minimum değerini alır. Böyle bir susturucunun izolasyon performansı göstereceği en dşuk sınır frekansı (cut-off frequency) hesap yardımıyla bulunabilir.



şekil 2.13 : Reaktif susturucu ünitesine ait kesit grntş ile kesit alanı oranı ve hazne uzunluğuna göre gürültü azaltım performansı değişimi (Peters ve diğ, 2013).

Reaktif susturucularda hazne sayısının artırılması, hazne uzunluklarının birbirine oranının, gövde çapının iç boru çapına oranının ve iç boru uzunluklarının değiştirilmesiyle performans optimizasyonu yapılması mümkündür. Bu maksatla özelleştirilmiş bilgisayar programları kullanılabilir. Genel olarak, susturucu gövde çapının giriş borusu çapına oranı gürültü azaltımının seviyesini tayin ederken hazne uzunluğu azaltımın gerçekleşeceği frekans aralığını belirler (Mahon, 2008).

Farklı konfigürasyonlara sahip ve gürültü azaltımı için reaktif, yutucu ve kombine prensiple çalışan susturuculara ait kesitler şekil 2.14'te sunulmuştur.



Şekil 2.14 : Reaktif, yutucu ve kombine prensiple çalışan susturuculara ait kesitler (Mahon, 2008).

2.4.1.3 Yardımcı susturucular

Yukarıda sayılan susturucu çeşitleri, meydana getirdikleri direncin sistem için müsaade edilen azami karşı basınç limitine uygun olmaması sebebiyle kullanılamadığında, yardımcı susturucu cihazlar tercih edilebilir. Yankılanan (resonant) cihazın gaz akımının bulunduğu ana hat ile irtibatının, ucu perfore olan bir bransman kolu ile sağlanması prensibiyle çalışan Helmholtz rezonatörleri ya da ayarlı boru uzantıları bu kategoride sayılabilir.

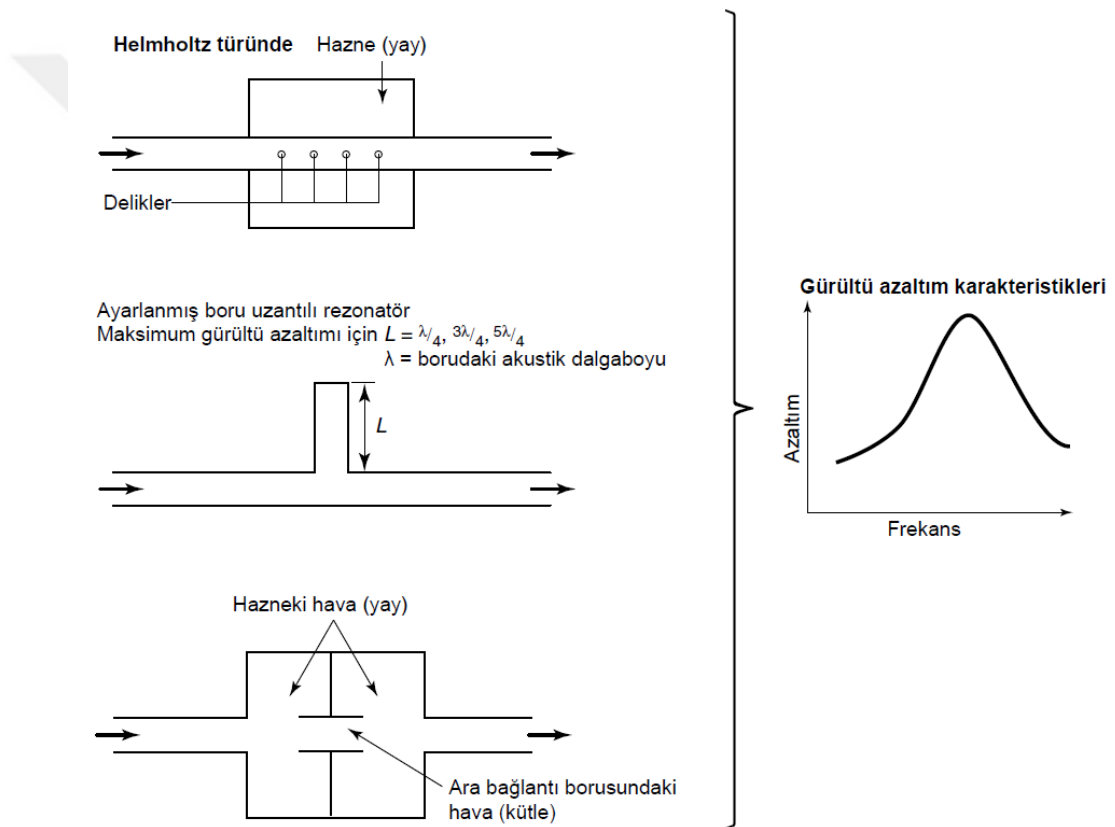
Helmholtz rezonatörleri kullanılarak ayarlama yapılırken, bransman kolu ve rezonant haznede bulunan havanın kütle ve hacminden faydalandığından sistemin kütle-yay prensibiyle çalıştığı söylenebilir. Bu sistemde bransmanda bulunan hava kütle, haznede bulunan hava ise yay gibi davranır.

Diğer taraftan ayarlanmış boru uzantılı rezonatörlerde (tuned pipe resonator), ses dalgalarının bir ucu kapalı boru hattını kat ederken geçen zaman rol oynamaktadır. Boru uzunluğunun, dalga boyunun dörtte birinin tek katlarına denk geldiği

frekanslarda, çok dar bir frekans aralığı için de geçerli olsa son derece yüksek bir akustik izolasyon performansı ortaya koyarlar (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Helmholtz rezonatörlerinin aksine, gaz akımının ana hat ile aynı hizada bulunduğu bir diğer yardımcı susturucu tertibatında ise, ara bağlantı borusunda bulunan hava kütle gibi davranırken, ayırdığı haznenin iki bölümünde bulunan hava yay gibi davranır. Rezonans frekansı ara bağlantı borusunun uzunluğuna, kesit alanına ve haznenin toplam hacmine bağlıdır (Peters ve diğ, 2013).

Bu bölümde değerlendirilen yardımcı susturucu cihazlara ait kesit görüntüsü ve gürültü azaltım karakteristikleri Şekil 2.15'te toplu olarak verilmiştir.



Şekil 2.15 : Yardımcı susturucu cihazlara ait kesit görüntüsü ve frekansa göre değişen gürültü azaltım performansı (Peters ve diğ, 2013).

2.4.2 Yutucu susturucular

Yutucu tipteki susturucular fan, jet motoru ve havalandırmayla sistemi cihazları gibi geniş frekans bandında ses üreten kaynaklardan yayılan gürültünün kontrolü için etkili çözümler sunar. En basit haliyle, havanın taşındığı dikdörtgen ya da dairesel bir kanalın iç yüzeylerine kaplanan taş yünü, cam yünü gibi lifli ve gözenekli ses yutucu

malzemelerin kaplanması misal verilebilir. Kullanılan ses yutucu malzemelerin absorpsiyon katsayısının yüksek olması ve yüzeylerinden geçen havanın uğradığı sürtünme kaybını düşük seviyede tutmak için yüzeylerinin pürüzsüz olması gerekmektedir. Bunun yanında kaplamalar yıpranma ve aşınmaya mukavim, ilgili yangın yönetmeliğine uygun şekilde alev yürütmeyen özellikte olmalıdır. Yağ, gres ve toz gibi unsurlara mukavemetini artırmak için gözeneksiz membran filmlerin ses emici materyallerin üzerine kaplanması endüstriyel sahada rastlanan bir uygulamadır. Orta ve yüksek frekans bandında ses emiş potansiyelini düşürmekle birlikte düşük frekanslarda genellikle absorpsiyonu artırıcı etkisi vardır (Fry, 1988).

İlerleyen bölümlerde yutucu susturucu türevleri olan kaplanmış hava kanalı ve dirsekler, paket yutucu susturucular, panjurlar ve plenum hazneleri akustik izolasyon performansları ve aerodinamik özellikleri bakımından değerlendirilmektedir.

2.4.2.1 Hava kanalı ve dirsekler

Hava kanalları boyunca ses dalgalarının yayılımı sırasında akustik enerjinin bir kısmı kanal duvarlarının titreşimi suretiyle dış ortama geçerek kaybolurken bir kısmı da kanal dahilinde gerçekleşen yansımalarda ses emici materyaller vasıtasıyla yutulur. Havanın moleküler absorpsiyonu yoluyla ses dalgalarının yutulması ise en uzun hava kanallarında dahi mevcut değildir. Hava kanalı duvarlarının mekanik temel rezonans frekansının üstündeki frekanslar için, düşük frekanslı seslerde kanal duvarlarından iletim yoluyla meydana gelen azaltım, yüksek frekanslı seslere kıyasen daha yüksektir. Dahası, kanal duvarları rijitleştikçe düşük frekanslı seslerin iletim yoluyla geçişi azalır. Bu sebeple ses emici kaplama bulunmayan hava kanalları için, mekanik rijitliği daha fazla olan dairesel hava kanallarında düşük frekanslı seslerin kanal duvarlarından iletimi, eşdeğer dikdörtgen veya oval hava kanallarına nispetle daha azdır. Bu tespitten hareketle, düşük frekanslı seslerde yüksek seviyede gürültü azaltımı hedeflendiğinde dikdörtgen veya oval kanalların kullanımı daha uygun olurken şayet hava kanalları akustik açıdan kritik bir hacmin içinden geçiyorsa dairesel olanlarının kullanılması gerekir (Crocker ve Kessler, 2018).

Ses emici materyallerin kanal iç yüzeylerine yapıştırma ya da özel bağlama elemanları kullanılarak kaplanması metodu, yutucu susturucuların en basit versiyonu olarak değerlendirilebilir. Gürültü azaltımı, taşınan ses dalgalarının kanal duvarlarında uğradığı birbirini takip eden yansımalar sırasında yutulmalarından ve

kaplanmış kanal duvarlarının ilave sönüm kapasitesiyle sağlanır. Bunlara ek olarak, kanalların giydirilmesi (lagging) ile hem ısı izolasyonu hem de 125 Hz ve 250 Hz oktav bantlarında takriben 2 kat gürültü azaltımı sağlanır. İç yüzeyleri ses emici malzemeye kaplanmış uzun hava kanallarında elde edilecek gürültü izolasyon performansı, yanal iletimlerle taşınan akustik enerjinin varlığı sebebiyle takriben 30 dB ile sınırlıdır, diğer taraftan düşük miktarda hava taşıyan ve küçük kesit alanına sahip kanallar için bu yolla kabul edilebilir izolasyon performansı ve düşük aerodinamik direnç eldesi mümkündür. İç yüzeyi ses emici kaplı hava kanallarında gürültü azaltım verimi kaplamanın kalınlığı ve absorpsiyon karakteristiği, kanal boyutları ve gürültünün spektral özelliklerine göre değişmektedir (Fry, 1988). Özel araçlarda kullanılan doğrudan geçişli susturucular, kısmi reaktif özelliğe de sahip olmakla beraber, aslen bu kategoriye girmektedir. Kaplanmış hava kanalları vasıtasıyla elde edilecek gürültü azaltımı denklem 2.3 ile hesaplanabilir.

$$\text{Gürültü Azaltımı} = 4,2 \times \alpha^{1,4} \times \frac{L}{D} \quad (2.3)$$

Burada,

α : Emici malzemenin absorpsiyon katsayısı

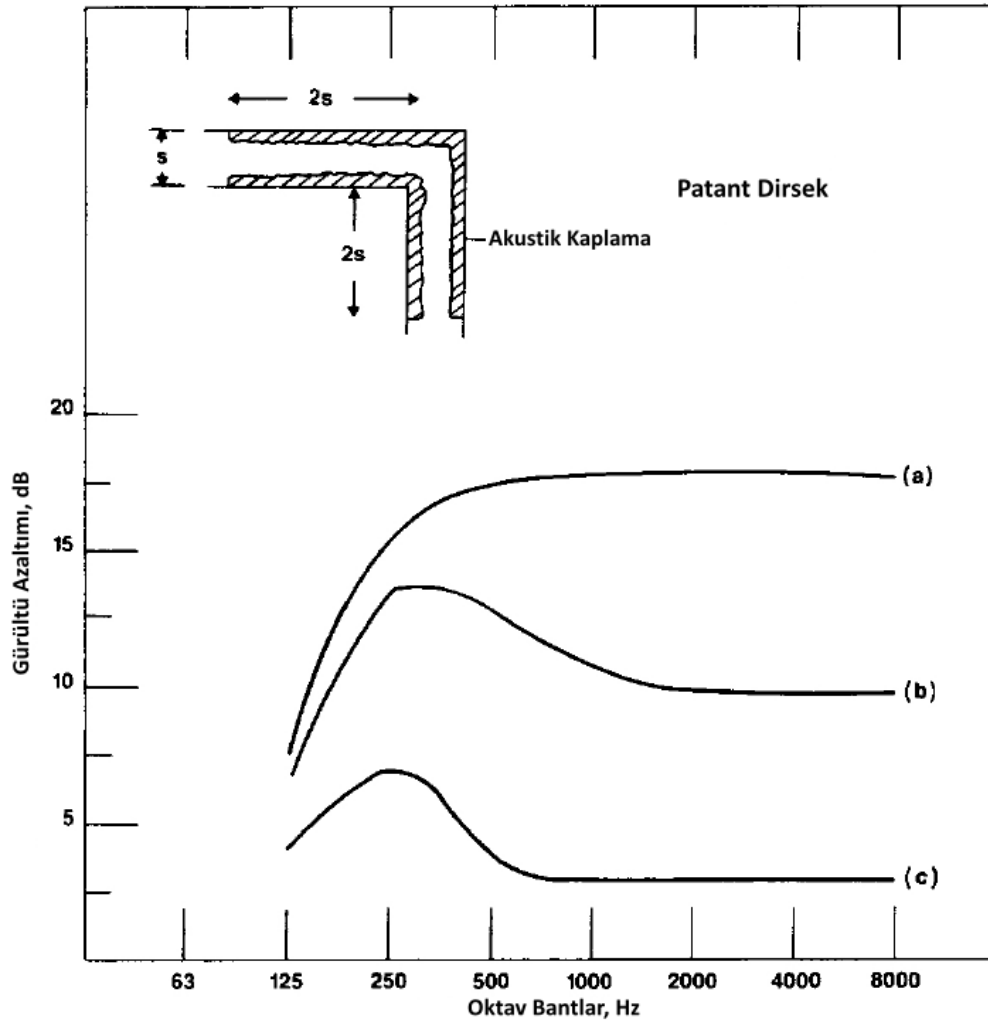
L: Kanal uzunluğu

D: Dairesel kanallar için çap; dikdörtgen kanallar için eşdeğer çap

Kanal kesiti büyüdükçe ve işlenen hava debisi arttıkça, hava kanallarının kaplanması vasıtasıyla elde edilecek verim düşecektir. Yüksek gürültü izolasyon verimi, hava kanalının emici özellikte akım bölücüler kullanılarak kulisli hale getirilmesiyle sağlanır. Bu yolla, aynı kesit alanına sahip kanal için ses dalgalarının maruz kaldığı kanal mesafesi artmaktadır. Bu maksatla dikdörtgen ve silindirik forma sahip yutucu susturuculardan faydalanılmaktadır (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Öte yandan, hava kanallarından geçen akışkanların keskin kenarlı dirsekler vb. tertibatlar vasıtasıyla yön değişimine veya kesit değişikliğine uğramaları durumunda, ses dalgalarının bir kısmı geldikleri yöne doğru geri yansıyacak ve bu sırada absorpsiyona da uğrayacakları için gürültü azaltımı sağlanır. Bahsedilen gürültü azaltım performansı hava kanalı boyutlarının sesin dalga boyuna kıyasla büyük olduğu durumlarda geçerli olup büyük yarıçaplı, eğimli ve uzun yönlendirme kanatları bulunan dirseklerde çok düşüktür. Yönlendirme kanatlarının bulunduğu

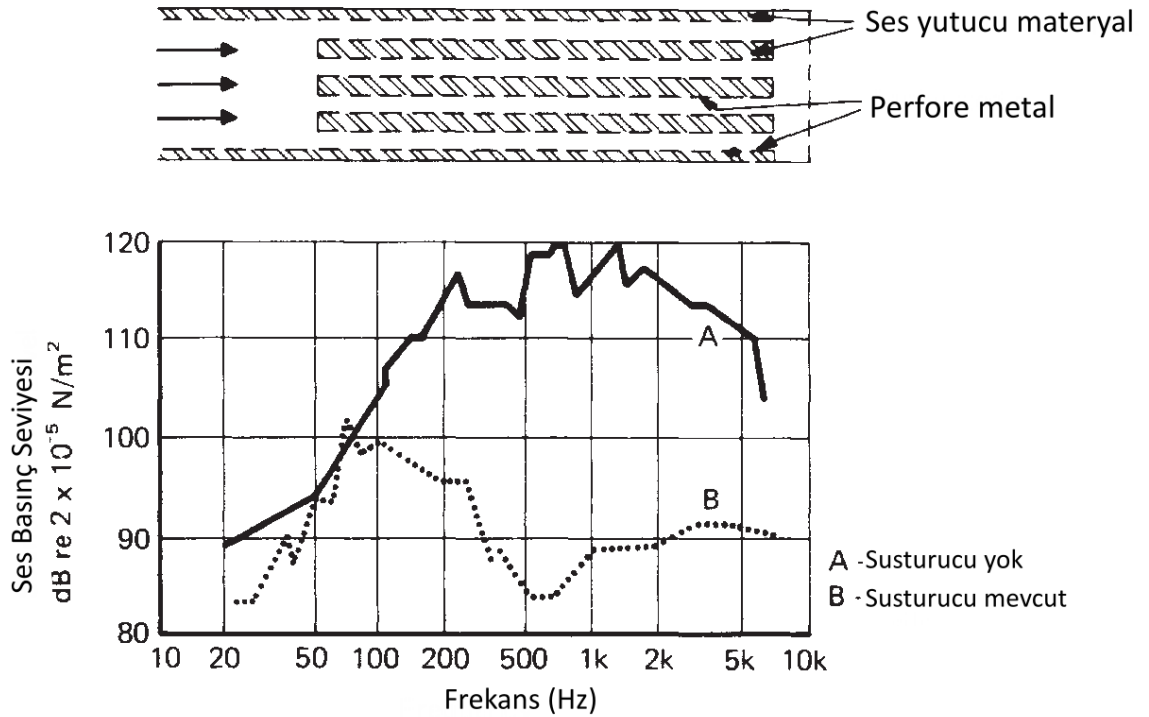
kanallarda tam izolasyon potansiyeli talep ediliyorsa kullanılan kanat genişliği, oktav frekansındaki sesin dalga boyunun 1/8'inden küçük olmalıdır. Bu da 1000 Hz ve altındaki frekanslar için kullanılabilecek yönlendirme kanadı genişliğinin 50 mm'yi geçmemesi gerektiği manasına gelmektedir. Kanalda birbirine yakın konumlandırılmış 2 dirsek söz konusu olduğunda, ileride bulunan dirsekten geri yansıyan sesin geride bulunan dirsekten bir ileri yansımaya daha maruz kalması suretiyle ses dalgasının sistemde kısmi olarak tutulması sebebiyle, yalnızca 1 dirseğin iletim kaybı verisinin dikkate alınması, muhtemel yüksek değerlendirme hatalarına engel olacaktır (Fry, 1988). Şekil 2.16'da gösterildiği gibi, köşeli dirseklerde elde edilecek gürültü azaltımı, hava kanalının dirsek öncesi ve sonrasındaki bölümleri kaplanmak suretiyle arttırılabilir.



Şekil 2.16 : Köşeli dirseklerde oktav bant frekansına göre kaplamasız (c), sadece dirsek sonrası kaplanmış (b) ve dirsek öncesi ve sonrası kaplanmış (a) duruma göre gürültü azaltım performansı (Crocker ve Kessler, 2018).

2.4.2.2 Dikdörtgen ve silindirik şekilli yutucu susturucular

Sınırlı derinlik ve yüzey alanı kullanılarak, kaplanmış uzun bir hava kanalından elde edilebilecek iletim kaybı performansının temin edilmesi ihtiyacı, yutucu tipte dikdörtgen ve silindirik şekilli paket susturucuları ön plana çıkarmaktadır. Hava kanalına yerleştirilen ses emici materyallerden meydana gelen akım bölücüler (splitter) vasıtasıyla birim kesit alanı başına düşen ses yutucu çeper uzunluğu artırılarak gürültü azaltımı sağlanır. Akım bölücülerde kullanılan cam yünü ve taş yünü gibi ses emicilerin yüzeylerinde, meydana gelen hava akımının aşındırma etkisinden korunmak için metoduna uygun şekilde yapıştırılmış geçirimli üst tabaka veya delikli sac kaplama bulunur (Egan, 2007). Örnek dikdörtgen paket yutucu susturucu yapısı ve gürültü azaltım performansı Şekil 2.17’de gösterilmiştir.



Şekil 2.17 : Dikdörtgen paket susturucu ünitesine ait kesit görüntüsü ve gürültü azaltım performansı (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Hava kanalına ilave edilen akım bölücüler susturucunun statik ekleme kaybı performansını arttırırken aynı zamanda aerodinamik direnci de çoğaltır. Uluslararası ticari markaların, bu iki özelliği de ürün kataloglarında belirtmesi isabetli bir tercih yapılmasını mümkün kılar. Yutucu susturucular dahilinde meydana gelen basınç kaybı esasen susturucu çıkışındaki ani kesit alanı büyümesinden meydana gelir, kanaldan geçen havanın akım bölücü yüzeylerinde uğradığı sürtünme kaybı ise

nispeten azdır. Susturucu aerodinamik direncinin azaltılması için akım bölücü ön yüzleri konik veya yuvarlatılmış olabilir.

Denklem 2.4'te akım bölücülerin mevcut bulunduğu tipik bir yutucu susturucuda meydana gelen basınç düşüşü verilmiştir (Crocker ve Kessler, 2018).

$$20 \log(\Delta P) = 20 \log V - 10 \log S - 74 \quad (2.4)$$

Burada,

ΔP : Basınç düşüşü (inç su sütunu)

V: Hava hızı (ft/dk)

S: açıklık alanı (ft²)

Benzer bir prensiple çalışan dairesel yutucu susturucularda da ses yutucu malzemeyle kaplanmış dairesel hava kanalının ortasında bir silindirik kapsül (pod) bulunur. Bu kapsül ciddi bir karşı basınç oluşturduğundan, uygulamalarda ön ve arka yüzü yuvarlatılarak, susturucuya giren havanın aerodinamik akışı ve hız değişiminin kademeli olması sağlanır. Kapsüllü susturucuların montajı aksiyal fanların peşi sıra yapıldığı takdirde, kapsül kısmı fan merkeziyle aynı aks üzerinde kalacağından basınç kaybı probleminin önüne geçilmiş olur. Elde edilecek dinamik ekleme kaybı fan kanadı hatve açısına bağlıdır. Kapsül ihtiva etmeyen versiyonların oluşturduğu direnç ise nispeten küçüktür.

Dikdörtgen ve dairesel yutucu susturucularda göz önünde bulundurulması gereken bir husus da kanaldan geçen havanın bizzat gürültü oluşturduğu gerçeğidir. Hava yollarından geçen hava hızının bir fonksiyonu olan bu gürültü, ürün kataloglarında “rejenere ses gücü seviyesi” şeklinde sunulur. Basınç kaybının makul seviyede bulunduğu düşük hava hızına sahip sistemlerde, rejenere gürültü de önemsiz seviyede olacaktır fakat kanal boyutları küçükse, kanal dahilinde gürültü halihazırda düşük bir seviyedeysen ya da yüksek mertebede gürültü azaltımı hedefleniyorsa hava akımından kaynaklı bu gürültü, susturucu ekleme kaybı verimini önemli ölçüde düşürebilir (Fry, 1988).

Özetle, yukarıda temas edilen 3 faktör hesaba katılarak yutucu tip susturucu tercihi yapılmalıdır. Bunlar statik ekleme kaybı, aerodinamik direnç ve rejenere ses gücü seviyesidir. Üretici firma kataloglarına müracaat edilerek talep edilen izolasyon seviyesine uygun konfigürasyonda bir susturucu tespit edilmeli ve akım bölücüsü

kalınlığı, hava yolu aralığı, susturucu derinliği ile kullanılacak ses emici materyallere ait bilgiler değerlendirilmelidir. Diğer taraftan bu verilerin ideal şartlar altında yapılan test sonuçlarını temsil ettiği ve susturucu ünitesinin kullanılacağı sahanın pratik şartları ve kısıtlarının izolasyon verimini etkileyeceği daima düşünülmelidir (Egan, 2007).

2.4.2.3 Akustik güç dağıtıcı branşman ve bitiş yansıması

Kanallardaki havanın iki veya daha fazla kısma bölünmesi durumunda, ana hava kanalı ile bölünmüş hava kanallarının kesit alanları veya içlerinden geçen havanın hacimsel debilerinin oranına göre, sabit hava hızına sahip bir sistem için denklem 2.5 ve denklem 2.6 kullanılarak hesaplanabilen bir akustik enerji kaybı yani gürültü azaltımı gerçekleşir.

$$\Delta L_w = 10 \log \left(\frac{A_1}{A_2} \right) \quad (2.5)$$

$$\Delta L_w = 10 \log \left(\frac{Q_1}{Q_2} \right) \quad (2.6)$$

Burada,

ΔL_w : Ses güç seviyesinde meydana gelen azalma (dB)

A_1 : Toplam hava kanalı kesit alanı

A_2 : Bölünmüş hava kanalı kesit alanı

Q_1 : Toplam kanalın hacimsel debisi

Q_2 : Bölünmüş hava kanalı hacimsel debisi

Ana hava kanalı branşmanlara ayrıldığında, bölünmüş hava kanallarının kesit alanları toplamı genellikle ana kanalinkinden fazla olacağından, toplam kesit alanı için yüksek olan bu değeri hesaba katmak gerekir. Yine hacimsel debi branşmanlara ayrıldığında, bölünmüş kanallardaki hava hızları birbirine yaklaşık olarak eşitse kesit alanları yerine bu debiler oranlanarak da ana kanaldaki ses gücü seviyesinde meydana gelecek azalma tespit edilebilir. Bilhassa düşük hava hızlarının bulunduğu sistemlerde bu metottan şu şekilde faydalanılabilir: Her bir odaya ya da çıkış ızgarasına ulaşan havanın debisi, gürültü kaynağının (örneğin fanın) ürettiği toplam debiye oranlanarak bulunan gürültü azaltım değeri, bu kaynağın ses gücü

seviyesinden çıkarılarak ve kanal kayıpları da eklenerek hesaplama yapılabilir (Fry, 1988).

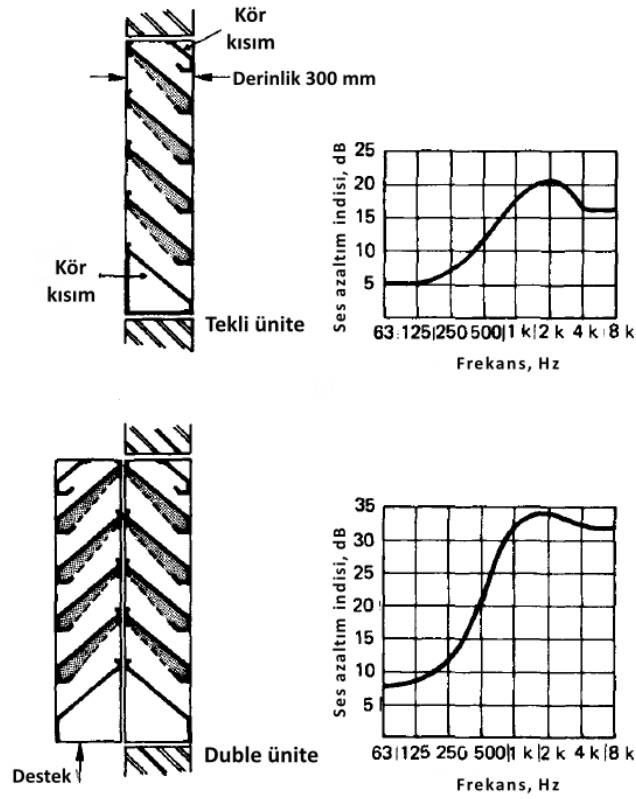
Hava yoluyla taşınan ses dalgaları, difüzör veya ızgara ile bir odaya ya da plenum haznesine açılan kanal örneğinde olduğu gibi ani bir kesit alanı ve akustik empedans değişikliğiyle karşılaştıklarında yansımaya uğrarlar. Bilhassa düşük frekans bandından ciddi gürültü azaltımı sağlayan bu durum bitiş yansıması kaybı (end reflection loss) olarak adlandırılır ve plenum haznelerinin giriş bölümünde etkilidir. Ayrıca bu etki, şartlandırılmış havanın kullanıldığı mahallerde, geniş tek bir açıklık yerine tavanda ya da yükseltilmiş döşemede birbirinden yeterli uzaklıkta konumlandırılmış ufak çıkış açıklıklarının kullanılmasıyla düşük frekanslı seslerin bertarafında bir avantaja dönüştürülebilir (Crocker ve Kessler, 2018).

2.4.2.4 Akustik panjurlar

Atmosferden yüksek hacimde hava almaya ihtiyaç duyan makinelerin gürültü izolasyon kabinlerinde ve bina cephelerinde taze havanın emiş ve kullanılmış havanın deşarjında sıkça kullanılan akustik panjurlar, temelde bir yapı elemanı olarak panjur ile yutucu tip susturucunun bir araya geldiği ünitelerdir. Sahada yüzey alanının yeterli fakat kullanılabilir derinliğin kısıtlı olduğu durumlarda nispeten kabul edilebilir bir gürültü azaltım metodu olan akustik panjurlar, prensip itibarıyla derinliği çok kısa bir yutucu susturucu olarak değerlendirilebilir (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Dizel jeneratör seti, chiller ünitesi gibi cihazların kabinleri bir taraftan cihazlardan yayılan gürültünün kontrol altına alınmasını sağlarken diğer taraftan yeterli havalandırma ile kabin ya da oda içinde sıcaklık artışı için müsaade edilen limitin aşılmasını önleyecek özellikte olmalıdır. Böyle durumlarda paket yutucu susturucu ya da akustik panjur gibi ürünlere ait iletim kaybı verileri mukayese edilerek talep edilen yalıtım performansını verecek ünite tercih edilmelidir (Harris, 1979).

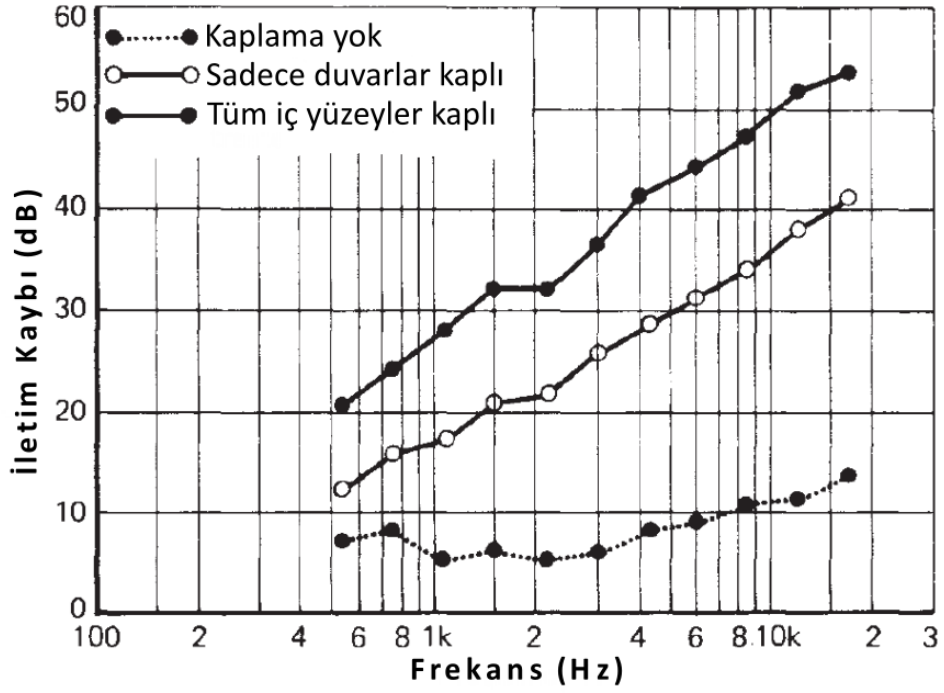
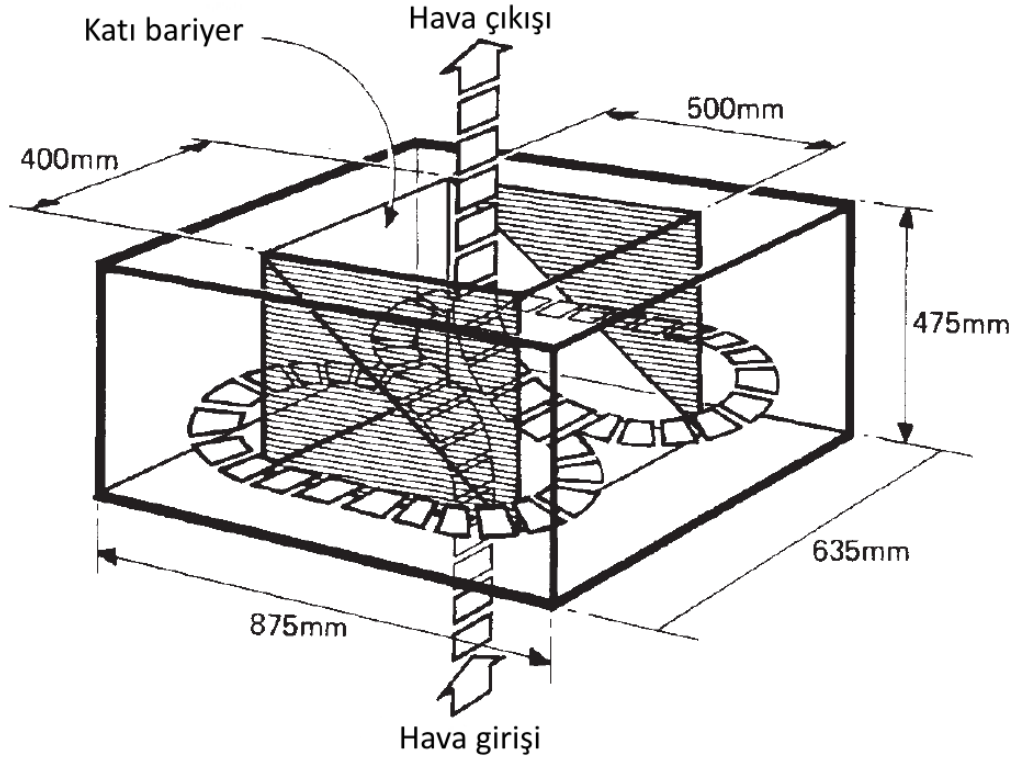
Şekil 2.18’de, tek sıra ve çift sıra akustik panjur ünitelerine ait örnek kesit ve oktav bant ses azaltım indeksi değerleri verilmiştir.



Şekil 2.18 : Tekli ve duble akustik panjurlara ait kesit görüntüleri ve gürültü azaltım indeksleri (Mahon, 2008).

2.4.2.5 Plenum hazneleri

Gösterdiği akustik performans kısmen reaktif gürültü azaltım etkisine bağlı bulunmakla beraber, iç yüzeylerinin ses emici materyallerle kaplanmış plenum hazneleri genel olarak yutucu tipte susturucular kategorisinde değerlendirilir. Havanın girdiği ve çıktığı kısımların birbirinin akustik görüş hattında bulunmadığı durumlarda uygulamadan elde edilecek verim yansıma ve yönelim etkileri sebebiyle artacaktır. Şekil 2.19’da böyle bir plenum haznesi izometrisi ve bu hazne dahilinde ses emici kaplamaların farklı şekillerde kullanılması durumunda elde edilecek iletim kaybı performansı grafiği verilmiştir



Şekil 2.19 : Plenum haznesi şematik izometrisi ve farklı kaplama durumlarına göre iletim kaybı performansları (Tomlinson ve Woodward, 1991).

Plenum haznelerinde meydana gelen gürültü azaltımı denklem 2.7 ile hesaplanmaktadır. Bu formülasyon, plenum haznesi boyutlarının gürültü azaltımına mevzu sesin dalga boyundan büyük olduğu yüksek frekanslarda 2 dB hata payına sahiptir. Diğer taraftan, plenum haznesi giriş ve çıkış bölümlerinde meydana gelen

bitiş yansıması kaybı hesaba dahil edilmediğinden, düşük frekanslar için gürültü izolasyon performansı teorik değerinden 5-10 dB daha düşük hesaplanacaktır (Wells, 1958).

$$\text{Gürültü Azaltımı} = -10 \log S_{\text{çıkış}} \left[\frac{\cos \theta}{2\pi d^2} + \frac{1}{R} \right] (dB) \quad (2.7)$$

Burada,

$S_{\text{çıkış}}$: Çıkış kanalı alanı (m^2)

θ : Giriş ve çıkış kanalı merkezleri arasındaki açı

d : Giriş ve çıkış kanalı merkezleri arasındaki mesafe

R : Oda sabiti

Hazneye giren ses enerjisinin bir kısmı direkt olarak çıkış kanalına varacak, bir kısmı cidarlardan çarparak yansımaya uğrayacak ve bir kısmı da hacimde mevcut bulunan ses emici kaplamalarda yutulacaktır (Crocker ve Kessler, 2018). Burada sesin cihazdan geçişi esnasında en az 3 yansımaya maruz kalması hedeflenmektedir. Bunun yanında haznenin tüm iç yüzeyleri ile giriş ve çıkış kanallarının ses emici kaplanması, iletim kaybı performansını tüm frekans bantlarında önemli ölçüde arttıracaktır. Çıkış kanalına ulaşan akustik enerji seviyesini etkileyen unsurlardan biri de bu çıkış kanalının alanıdır.

Düşük frekans bandında, hazne vasıtasıyla elde edilecek izolasyon performansının artırılması için giriş-çıkış kanalları arasındaki mesafenin mümkün olduğunca uzun bırakılması, akustik görüş hattının engellenmesi ve fayda-maliyet analizi yapılmak kaydıyla ses yutucu kaplamaların 50-100 mm kalınlıkla yüzeylere uygulanması yerinde olacaktır. Haznelerin sunduğu bir diğer sonuç olan ısı izolasyonu için 50 mm kalınlığa kadar bırakılacak kaplamalar uygundur.

Plenum haznelerinin seri olarak kullanılması halinde, eklenen her hazne için yüksek frekanslarda 10 dB mertebesinde ilave azaltım elde edilirken düşük frekans bantları için iyileştirme ihmal edilebilir seviyede kalacaktır. Aynı zamanda direkt ses dalgalarının iletimini engellemek için hazne dahilinde kısmi uzunluklu engellerin kullanılması mümkündür. Ne var ki yüksek hava hızlarının bulunduğu sistemlerde bu tarz engellerin konturlarında oluşacak hava hızları türbülans kaynaklı gürültü artışına sebebiyet verebilir. Plenum haznelerinin, eşdeğer paket yutucu susturuculardan daha

yüksek karşı basınç meydana getirebileceği tercih yapılırken hesaba katılmalıdır (Tomlinson ve Woodward, 1991).

2.5. Endüstriyel Gürültü Kontrolü Konusunda Yapılmış Çalışma Örnekleri

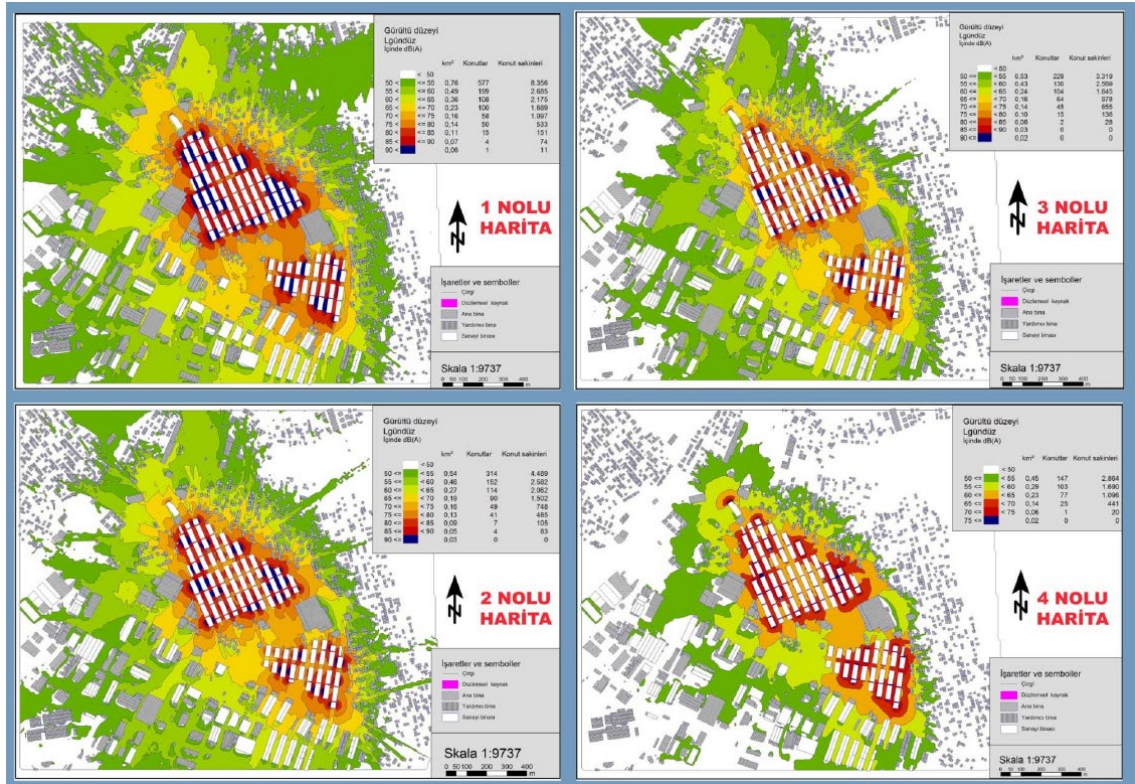
Can (1992) tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinde, endüstriyel gürültü kaynaklarının ses gücü seviyesinin hesaplanması, gürültü kontrol tedbirleri ve ses şiddeti ölçümlerine ait prosedür teorik olarak incelendikten sonra deneysel bir çalışma yapılarak motor ve fren tertibatının dinamik davranışlarından kaynaklanan gürültünün tespiti için analizör ve prop kullanılarak ses şiddeti analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma neticesinde, kaynak ses gücü seviyesinin tespiti için, ses basınç seviyesi yerine ses şiddeti seviyesi ölçümlerinin yapılmasının daha uygun olacağı belirtilmiştir.

Beşiktepe (2007) tarafından hazırlanan yüksek lisans tezi kapsamında, çevresel gürültü seviyesini arttıran bir konut şantiyesinde TS ISO 1996-1 ve TS ISO 1996-2 Standartlarına göre gürültü ölçümleri yapılmış, hidrolik kırıcı ekskavatör gibi ciddi birer gürültü kaynağı olan iş makinelerinin gürültüye hassas alıcı noktalardan en az 65 m uzaklıkta konumlandırılması halinde meydana getirdikleri tekil gürültü maruziyetinin limit değerlerin altında kaldığı tespiti yapılmıştır.

Bozgün (2008) tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinde, sanayi tesislerindeki gürültü, bir boru fabrikasının içindeki üretim alanının gürültü haritasının çıkarılması örneği üzerinden değerlendirilmiştir. Fabrika içi akustik şartların iyileştirilmesi hedefiyle yüzeylerin ses yutucu malzemeye kaplanması senaryosu modellenmiştir.

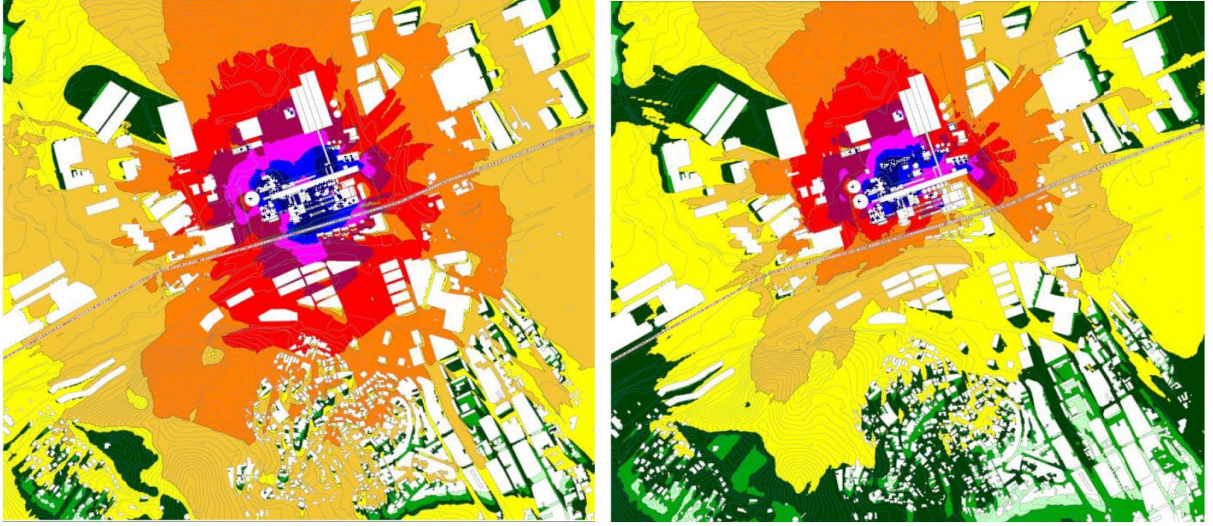
Bozkurt (2010) tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinde, endüstriyel gürültünün kontrol altına alınarak işitsel konfor şartlarının sağlanabilmesi ve kentsel planlama aşamasında alınacak kararlarda yönlendirici etkisi bulunacak gürültü haritalarının hazırlanması konusu etraflıca değerlendirilerek Des Sanayi Sitesi'nde bulunan endüstriyel tesislere ait ses gücü seviyeleri tespit edilmiş ve bu imalathanelerin kapılarının kapalı olması, açık olması, tek kapılarının açık olması ve kapılarının %50 açık olması opsiyonlarına göre modelleme çalışması yapılarak Şekil 2.20'de gösterildiği gibi gürültü haritaları oluşturulmuştur. Yakın çevrede bulunan gürültüye hassas alanlar için yönetmelik limit değer aşımalarının bulunduğu konutlar ile

sakinlerinin sayısı tespit edilmiş, maruziyetin azaltılabilmesi için yansıtıcı ve emici özelliğe sahip gürültü bariyeri önerisinde bulunulmuştur.



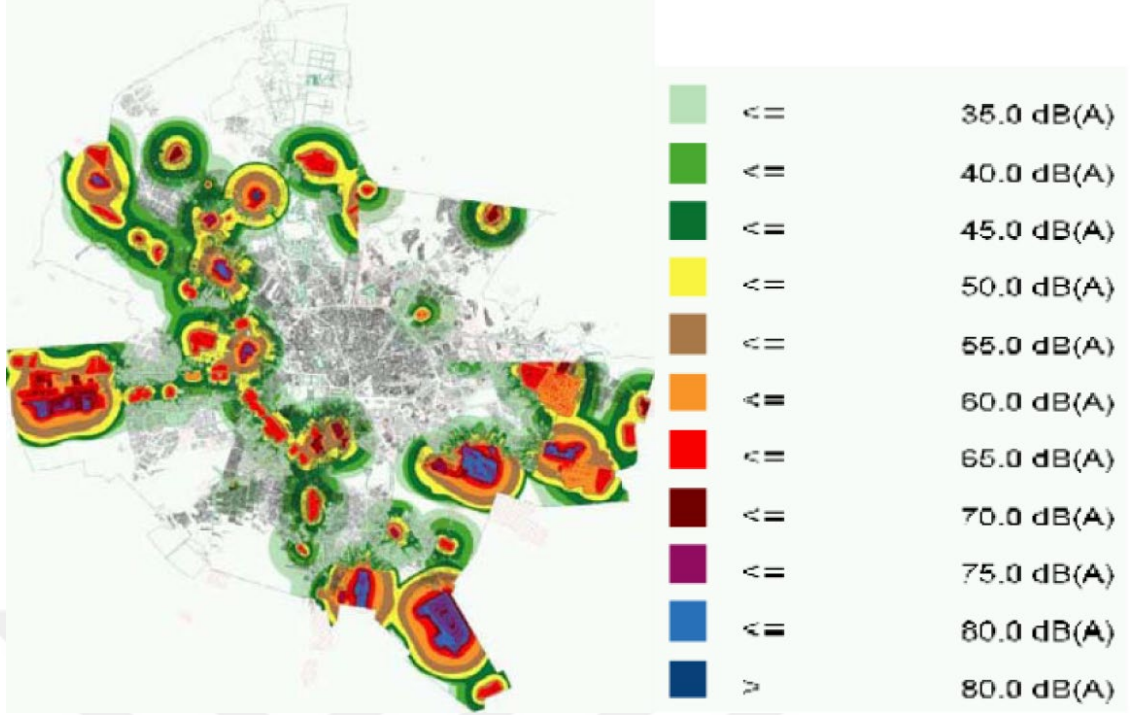
Şekil 2.20 : DES sanayi sitesi için yapılan çalışmaya göre tüm kapıların açık olması (harita no:1), kapıların %50'sinin açık olması (harita no:2), her şirketin tek kapısının açık olması (harita no:3) ve kapıların kapalı olması (harita no:4) senaryolarına göre $L_{gündüz}$ gürültü göstergesi için ızgara gürültü haritaları.

Santos ve diğ. (2008) tarafından yapılan çalışmada Portekiz ve İspanya'da bulunan biri dizi endüstriyel tesisin ISO 9613 standardına göre gürültü ölçümleri yapılmış ve CadnaA gürültü haritalama programı kullanılarak modellenmiştir. Fabrika, enerji ve rüzgâr santrali gibi gürültü kaynaklarının çokluğu ve karmaşıklığı sebebiyle yüksek doğruluklu modelleme çalışması yapmanın zor olduğu tesisler için gürültü haritalama teknikleri incelenmiştir. Gürültü kaynaklarının emisyon ve yönlülük değerleri, model alanı içinde yansıma, kırılma ve yutulma etkilerinin değerlendirilmesi, tesisin konumlandırıldığı alanın ve çevresinin topografik özellikleri, tesis çevresindeki gürültüye hassas alıcıların tespiti konusunda değerlendirme yapılmıştır. Çalışma kapsamında modellenen bir çimento fabrikasında bulunan eski ve verimsiz çalışan üç adet üretim hattı yerine daha yüksek kapasiteli tek bir modern üretim hattı için hazırlanmış halihazır ve gürültü azaltım tedbirleri sonrası gürültü seviyelerini gösteren haritada Şekil 2.21'de verilmiştir.



Şekil 2.21 : Çimento fabrikası için yapılan örnek çalışmaya göre halihazır durum (sol) ve gürültü azaltım tedbirleri sonrası durum (sağ) için ızgara gürültü haritaları.

Lazarovici ve diğ. (2007) tarafından Romanya'nın başkenti Bükreş'te, şehrin çevresinde konumlandırılmış olmakla beraber nüfusun artması ve şehrin çeperlerine doğru yerleşimlerin yoğunlaşmasıyla ciddi bir gürültü problemine yol açacağı öngörülen endüstriyel bölgelerindeki tesislerin gürültüsü modellenmiştir. Termal güç istasyonları gibi ağır sanayi tesislerine ait gürültü şehir içinde rahatsızlığa sebep olmaya başlamıştır. Bu kapsamda, modelleme çalışması için endüstriyel bölgeler analiz edilerek hafif-ağır sanayi, ulaşım vb. türlerine göre bölgelere ayrılmış ve her bir bölge için ilgili kılavuzlarda tavsiye edilen katsayılar kullanılarak emisyon değerleri tespit edilmiştir. ISO 9613 Standardına uygun olarak gerçekleştirilen haritalama çalışmasına ait örnek Şekil 2.22'de verilmiştir. Buna göre şehrin çevresinde dağınık vaziyette bulunan endüstriler bölgelere ait gürültünün bir çevresel risk faktörü olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2.22 : Bükreş için yapılan örnek çalışmaya göre endüstriyel bölgelerin dağılımını ve gürültü yayılımını gösteren ızgara gürültü haritası.

2.6. Gürültü Kontrolü ile Alakalı Mevzuat

Gürültünün hem kaynak emisyonu bazında hem de çevresel seviyesi bakımından kontrol altına alınarak bir çevresel kirlenici unsur haline gelmesinin engellenebilmesi, yerel ölçekte ülkeler ve küresel ölçekte konuyla alakalı uluslararası otoriteler tarafından uygun kanun, yönetmelik ve standartların oluşturulması ve uygulamaya konulmasıyla mümkündür.

Dünya genelinde gürültüyle alakalı farkındalık ve hassasiyetin artmasına paralel olarak ülkeler, toplumların sosyoekonomik özellikleri, bulundukları coğrafyaya özgü şartlar, kültürel alışkanlıklar ve gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri ve uygun işitsel konfor şartlarıyla alakalı bilimsel veriler ışığında kanun, standart ve yönetmelikler geliştirmişlerdir. Buna bağlı olarak, gürültü kaynağının özelliğine veya gürültüye maruz kalan alanın kullanım fonksiyonuna göre limit değerler belirlenmiştir. Çizelge 2.5'te farklı ülkelerin kabul ettiği yönetmelikler tarafından tayin edilen, alan kullanımlarına bağlı çevresel gürültü seviyeleri verilmiştir.

Çizelge 2.5 : Farklı ülkeler tarafından kabul edilen alan kullanımlarına bağlı çevresel gürültü seviyeleri limit değerleri (İşler, 2005).

Ülkeler	Sessiz Alanlar		Konut Alanları		Ticaret Alanları		Sanayi Alanları	
	Gündüz	Gece	Gündüz	Gece	Gündüz	Gece	Gündüz	Gece
Almanya	40-45	30-35	50	35-40	60-65	45-60	65-70	50-70
ABD	45-50	35-40	50-60	45-55	60-70	55-65	65-80	55-75
Avustralya	40-45	30-35	50-55	40-45	50-65	40-60	60-75	55-60
Belçika	40	30	45-50	35-40	50-55	45-50	55-60	50-55
Brezilya	40	35	50-55	45-50	60	55	70	60
Çin	50	40	55	45	60-65	50-55	70	55
Danimarka	40	35	45-55	35-40	55-60	40-60	60-70	60-70
Fransa	45	35	50-55	40-45	60	50	65-70	55-60
Güney Afrika	45	35	50-55	40-45	60-65	50-55	70	60
Hindistan	50	40	55	45	65	55	75	70
İsveç	40-45	35-40	50-55	40-45	65	50-55	65	50-55
İsviçre	50	40	55	45	60	50	65	55
İtalya	50	40	55-60	45-50	60-65	50-55	70	60-70
Japonya	45-50	40-45	50-60	40-50	60-65	50-55	65-70	55-65
Kore	50	40	55	45	65	55	70	65
Lübnan	35-45	25-35	40-60	30-50	55-60	50-55	60-70	50-60
Macaristan	45	35	50	40	55	45	60	50
Makedonya	45-50	40-45	55-60	45-50	65	50	70	70
Polonya	50-55	40-45	55-60	45-50	60	50	60-65	50-55
Singapur	50	40	60	45	70	50	75	50
Birleşik Krallık	Karayolu		Demiryolu		Havayolu		Karışık	
	55-72	45-66	55-74	45-66	57-72	48-66	+5 --10	45-66
İspanya	Mevcut kaynak Mevcut alıcı		Yeni kaynak Mevcut alıcı		Mevcut kaynak Yeni alıcı		Yeni kaynak Yeni alıcı	
	60-75	50-75	55-75	45-70	50-75	40-70	50-70	40-65
Çek Cumhuriyeti	Mevcut yerleşim alanlarında, 65 dBA gündüz, 55 dBA gece; Yeni yerleşim alanlarında, 55 dBA gündüz, 45 dBA gece							

Ülkemizde, Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 25 Haziran 2002 tarihli ve 2002/49/EC sayılı Çevresel Gürültü Direktifi'ne (END) uygun olarak 01 Temmuz 2005 tarih ve 25862 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde (ÇGDYY), endüstriyel tesislerden kaynaklanan çevresel gürültünün sınır değerleri, arkaplan gürültüsünün hangi şartlar altında ne seviyede aşabileceği ile darbe gürültüsünün alabileceği en yüksek değer tayin edilmiştir. Buna göre Yönetmelik EKVIII Tablo 4'te belirtilen endüstri tesisleri için çevresel gürültü sınır değerleri Çizelge 2.6'da verilmiştir.

Çizelge 2.6 : Endüstri tesisleri için çevresel gürültü sınır değerleri (ÇGDYY, 2005).

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

Son olarak, 30 Kasım 2022 tarih ve 32029 sayılı Resmî Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren Çevresel Gürültü Kontrol Yönetmeliği’nin (ÇGKY) EK-2 Tablo 1’inde farklı gürültü kaynakları için çevresel gürültü düzeyi sınır değerleri gündüz, akşam ve gece gürültü göstergeleri için tayin edilmiş olup bu değerler Çizelge 2.7’de sunulmuştur.

Çizelge 2.7 : Kaynaklar için çevresel gürültü sınır değerleri (ÇGKY, 2022).

Gürültü Kaynağı	Ölçülen Parametre	Çevresel Gürültü Düzeyi		
		Gündüz	Akşam	Gece
Endüstri tesisleri, ulaşım kaynakları	L _{Aeq,5 min.}	65 dB(A)	60 dB(A)	55 dB(A)
Müzik yayını yapan işyerleri	L _{Aeq,63-250 Hz}	60 dB(A)	55 dB(A)	50 dB(A)
İşyerleri	L _{Aeq,5 min.}	Arkaplan+5 dB(A)		Arkaplan +3 dB(A)
Birden çok işyeri olması halinde	L _{Aeq,5 min.}	Arkaplan+7 dB(A)		Arkaplan +5 dB(A)
Tüm kaynaklar	LC _{max}	100 dB(C)		



3. JENERATÖR GÜRÜLTÜSÜNÜN ÖLÇÜMÜ VE KONTROL TEDBİRLERİNİN MODELLENMESİ: DİZEL ENERJİ SANTRALİ ÖRNEĞİ

Bu bölümde, 20 MW kapasiteye sahip bir dizel enerji santrali dahilinde gerçekleştirilen gürültü ölçümleri, modelleme ve gürültü simülasyon çalışmaları ve öngörülen gürültü azaltım tedbirleri ele alınmaktadır.

3.1. Veri Kaynakları

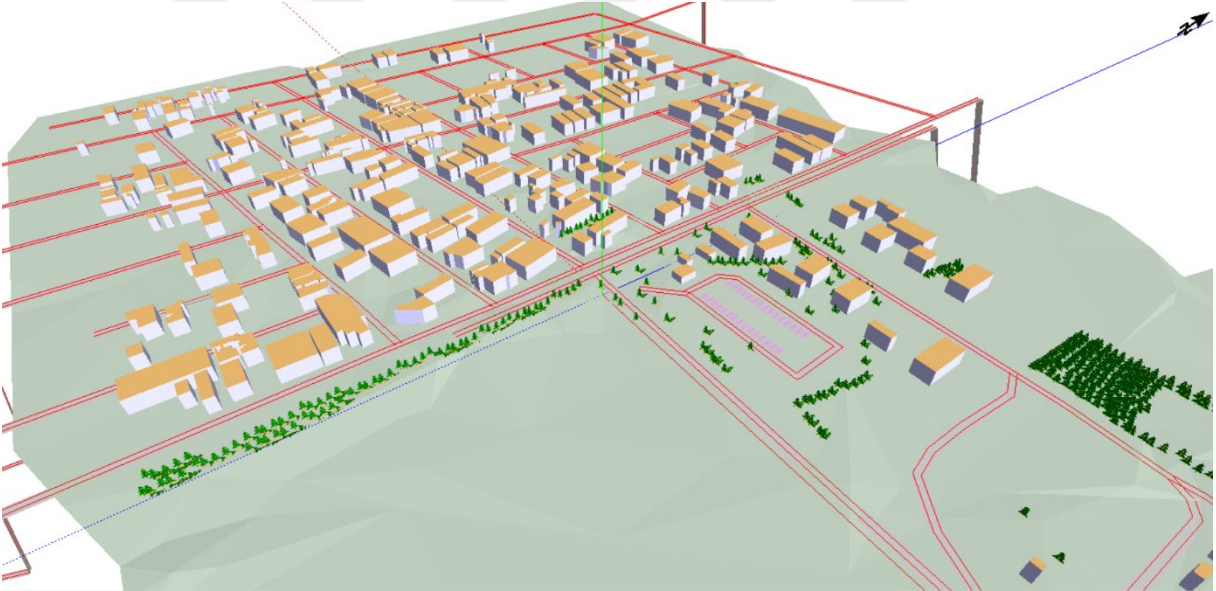
Gürültü haritaları, sahada yapılacak sıcak nokta çevresel gürültü ölçüm sonuçlarının modele işlenmesi suretiyle oluşturulabileceği gibi standartlara uygun hesaplama metotları kullanılarak kaynak yönelim özellikleri; ses dalgalarının iletim yolunda mesafe, atmosferik yutuculuk ve zemin yutuculuğuna bağlı olarak azalması; gürültü engellerinde yansıma, kırılma, saçılma ve yutulma faktörleri ile alıcı mahal akustik şartlarına uygun olarak meydana getirilebilir. Kaynak gürültüsü ölçümü, arpalan gürültü seviyesi tespiti ile hem tesis dahilinde hem de gürültüye hassas muhtelif alıcı noktalarda çevresel gürültü ölçümlerinin gerçekleştirildiği proje kapsamında, veriler işlenerek akustik izolasyon tedbirleri tespit edilmiş ve gürültü haritaları oluşturulmuştur. Enerji santrali, proje çizimleri ve sahada yapılan çalışma çıktıları baz alınarak bütünüyle modellenmiştir.

3.1.1 Proje alanı

Proje alanı, bünyesinde kesintisiz olarak çalışmakta bulunan ve prime gücü 1280 kVA olan 30 adet konteyner kabinli dizel jeneratörün bulunduğu bir enerji santrali ve çevresindeki binalardır. Enerji santrali, endüstriyel faaliyetler için ayrılmış bir bölgede olup çevresinde hem konutlar hem de diğer ticari tesisler bulunmaktadır. Proje alanı tespit edilirken, gürültüden şikayetlerin yaşandığı ve saha ölçümleriyle yüksek maruziyet altında bulunduğu teyit edilen konutlar ve çevrelediği sınır noktalar baz alınmıştır. Hesaplamaların yapıldığı proje alanının ait uydu görüntüsü Şekil 3.1’de, bu alanın modellenen 3 boyutlu modeli ise Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Proje alanının uydu görüntüsü.



Şekil 3.2 : Proje alanı için hazırlanan 3 boyutlu model.

3.1.2 Arazi yapısı ve model verileri

Bina yükseklikleri, zemin yutuş katsayısı gibi verilerin proje sahası analiz edilerek topografik özelliklerine ve arazi yapısına uygun şekilde gürültü tahmin yazılımına girilmesi, elde edilecek sonuçların doğruluk hassasiyeti açısından önemlidir.

Proje sahasının genel itibarıyla yansıtıcı nitelikli arazi yapısına sahip olması sebebiyle zemin yutuş katsayısı matematiksel modelde $G=0,2$ olarak atanmıştır.

Proje sahasındaki arazi yapısı ve bina yüksekliklerine ait veriler, Google Maps ve Open Street Map (OSM) veri tabanlarından alınmıştır. Sayısal zemin modeli, sahanın topografik özellikleri, arazi ve yol çizgileri, yeşil alanlar dahil olmak üzere modele atanan veriler kullanılarak hesaplanmıştır. Proje alanındaki konutlar, çoğunlukla 2 katı geçmeyen binalar olmakla birlikte gelecekte daha yüksek konutların inşa edilmesi ihtimali dikkate alınarak kötü durum senaryosuna göre bina yükseklikleri 8,4 m olacak şekilde tercih yapılmış ve 2,8 m kat yüksekliğine sahip 3'er kat öngörülmüştür. Ayrıca, uyduda alınan görüntü ile gerçek durumun birbiriyle tam olarak uyduğunu teyit etmek amacıyla gürültü kaynaklarının ve diğer yapıların tesis yerleşimlerini içeren teknik çizim dosyası model içine aktararak gerekli kalibrasyonlar yapılmıştır.

Şekil 3.3'te arazinin topografik yapısı, gürültü kaynakları ile tesis çevresindeki gürültüye hassas alıcı noktalar gösterilmektedir.



Şekil 3.3 : Proje alanı topografya ve yapılar.

3.2. Gürültü Ölçümleri

3.2.1 Gürültü Ölçüm Standardı

Gürültü ölçümleri TS ISO 8297 (Akustik – Çoklu Gürültü Kaynağına Sahip Sanayi Tesislerinde Çevredeki Ses Basınç Seviyelerinin Değerlendirilmesi İçin Ses Güç Seviyelerinin Tayini – Mühendislik Metodu) uluslararası standartları tarafından tayin edilmiş kurallar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Tesisin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nin EK VII Tablo 4'te "Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar" kategorisine girdiği tespit edilmiştir.

3.2.1.1 Gürültü kaynağının tipi ve büyüklüğü hakkında değerlendirme yapılması

TS ISO 8297 Standardının 1.2. Maddesi çerçevesinde; gürültü kaynağının nokta, alan ve çizgi kaynak tiplerinde hangisine dahil olduğuna ve en büyük yatay boyutuna dair değerlendirme yapılmıştır.

Buna göre, elektrik üretimi maksadıyla kullanılan dizel jeneratörlerden bulunduğu enerji santralinde gürültü kaynakları takriben 2000 m² alanda yayılı olduğundan, tesis gürültüsü alan kaynak sınıfında değerlendirilmiştir.

TS ISO 8297 standardı, metodun, maden ve taş ocakları, petrokimya tesisleri, fabrikalar gibi proses kapsamında kullanılan ekipmanların çoğunlukla bir yapı içinde olmayıp açık alanda konumlandırıldığı tesislerde uygulanacağını belirtmektedir. Ayrıca, çekme hatları ve iletim kabloları gibi periyodik veya kesintisiz şekilde çalıştırılan ve yapılan gürültü ölçümlerinin hiç değilse bir çalışma devriyle alakalı olduğu hareketli gürültü kaynakları ile en büyük yatay boyutu 16 metre-320 metre arasında bulunan endüstriyel tesislerde bu metod kullanılmaktadır.

Buna göre, ölçüm ve modelleme çalışmalarının yapıldığı enerji santralinin en büyük yatay boyutu 70 metre olup metod kapsamında belirtilen sınırlar içindedir.

3.2.1.2 Tesisin işletme şartları ve ürettiği gürültü tipinin tanımlanması

TS ISO 8297 Standardının 8. maddesi çerçevesinde tesisin operasyon şartlarının ve kaynakların çalışma modlarının tespiti ve 1.3. maddesi kapsamında tesisin ürettiği gürültünün bant genişliği, darbeli, kesikli oluşu gibi spektral ve zamansal özellikleri değerlendirilmiştir.

TS ISO 8297 Standardı geniş ve dar frekans bantlı gürültülere, tonal özelliği bulunan gürültülere, tekrarlı darbesel gürültü unsurlarına veya bunların birleşik olarak yer aldığı gürültü kaynaklarında uygulanır. İstatistiksel sürekliliğe sahip olduğu müddetçe, verilen işlemin uygulanacağı gürültü sürekli ya da süresiz olabilir. İzole edilmiş ses enerjisi patlamaları için uygulanması mümkün olmayan bu metodun en

uygun olduğu durumun, geniş frekans bandında meydana gelen sürekli durum gürültüsü olduğu standartta belirtilmektedir. Diğer taraftan, tesisin farklı devir hızlarında ve modlarla çalıştırılması durumunda, her bir ayrı mod için gürültü ölçümleri serisinin münferit olarak yapılması suretiyle akustik güç seviyelerinin hesaplanması gerektiği, tesis çalışma modunun belirlenen ölçüm güzergahı boyunca sürecek kadar uzun olması fakat bu şarta uyulamadığı takdirde gürültü ölçümlerinin farklı ölçüm noktalarında yapılabilmesini mümkün kılacak şekilde çalışma modlarının yeterli sayıda tekrarlanması gerektiği belirtilmektedir. Aynı zamanda, belirlenen noktalarda yapılan ölçümlerin, çalışma modu sırasında tekrarlı darbesel niteliktekiler de dahil olmak üzere gürültünün seviyesinde ve yayılmasında meydana gelecek değışiklikleri içerecek kadar uzun olması gerekmektedir.

Buna göre, çalışmaların yapıldığı enerji santrali 24 saat kesintisiz faaliyet gösteren bir tesis olup proseste kullanılan dizel jeneratör grupları geniş frekans bandında sürekli durum gürültüsü üretmektedir.

3.2.1.3 Ölçme güzergahı için değerlendirme yapılması

TS ISO 8297 Standardının 9.1. maddesi ve alt maddeleri bağlamında, gerçekleştirilen ölçümlere ait güzergâh hakkında değerlendirme yapılmıştır.

Uzun dönemli ölçümler, iki farklı noktada gerçekleştirilmiştir. Bu noktaların ilki (Sürekli Ölçüm 1) kuzey cephede bulunan resmi kurumun çevre duvarına 1,5 metre mesafede, yayılımının doğru bir şekilde gözlemlenebilmesi adına yerleştirilmiştir. Diğer ölçüm ise tesisin güneybatı tarafında bulunan ve gürültüden rahatsızlığın daha fazla yaşandığı konutlara ulaşan gürültünün modellenmesi adına Sürekli Ölçüm 2 olarak belirtilen noktada gerçekleştirilmiştir. Ölçüm noktaları Şekil 3.4'te verilen uydu fotoğrafında işaretlenmiştir. Katılımsız ölçümler her bir noktada gündüz, akşam ve gece zaman dilimlerinde yapılmıştır.



Şekil 3.4 : Uzun dönem gürültü ölçüm noktalarının gösterimi.

Tesisin gürültü karakteristiğinin tespit edilebilmesi maksadıyla yapılan çalışmalarda, enerji santrali dahilinde muhtelif noktalardan gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çift ve tek sayı olarak numaralandırılmış iki sıra halinde bulunan 29 adet jeneratörü çerçeveleyecek şekilde, gürültü kaynaklarına 7’şer metre mesafede, toplam 42 adet gürültü ölçümü yapılmış, böylece iki ayrı strüktür ve konfigürasyonlara sahip konteyner kabinler içinde bulunan jeneratör gruplarından kaynaklanan farklı seviyelerdeki gürültü modele dahil edilebilmiştir. Gerçekleştirilen ölçümlerin konumları Şekil 3.5’te verilmiştir.



Şekil 3.5 : TS ISO 8297 standardına göre seçilen tesis içi gürültü ölçüm noktalarının gösterimi.

Bunun haricinde, tesis içindeki kapalı hacimlerde çalışanların gürültüye maruziyetini değerlendirmek için, kontrol odası ve atölye içinde gürültü ölçümleri yapılmıştır.

3.2.1.4 TS ISO 8297 standardı kapsamında kullanılan veriler

Tesis alanı (S_p)

S_p = Tesis alanının en büyük boyutu

S_p Alanı= 1868 m²

Gürültü kaynakları tesis alanında iki sıra olarak eşit aralıklarla konumlandırılmış vaziyette bulunmaktadır. S_p alanı, enerji santrali dahilinde birbirine en uzak mesafede bulunan iki dizel jeneratör grubu baz alınarak tespit edilmiş olup 1868 m²'dir.

Ölçme güzergahı uzunluğu (l)

TS ISO 8297 standardında tayin edilen kriterlere uygun ölçüm güzergahını gösteren uydu görüntüsü Şekil 3.5'te verilmiştir.

Ölçme Yolunun Uzunluğu (l) = 245 m olarak hesaplanmıştır.

Ölçme alanı (S_m)

Enerji santrali dahilinde gürültü ölçümü yapılan noktaların uydu görüntüsü üzerinde gösterimi ve ölçme güzergahını da kapsayan ölçme alanının gösterimi Şekil 3.5'te verilmiştir.

S_m = Ölçüm Güzergahını da Kapsayan Ölçme Alanı

$$S_m = 3387 \text{ m}^2$$

Ölçme uzaklığı (d), ortalama ölçme uzaklığı (d)

Ölçüm noktalarının tesis gürültü alanına uzaklığı ve ortalama ölçme uzaklığı 7 metredir.

Ölçme konumları arasındaki uzaklık (d_m)

Tesiste yapılan ölçümde komşu ölçüm noktaları arasındaki mesafe 4,5 metredir.

Mikrofon yükseldiği (h)

Mikrofon yüksekliği denklem 3.1 ile hesaplanır.

$$h = H + 0,025\sqrt{S_m} \quad (3.1)$$

Burada;

h: Mikrofon yüksekliği

H: Tesisin karakteristik yüksekliği (m)

S_m: Ölçme alanı

Buna göre,

$$h = 1,4 + 0,025\sqrt{3387}$$

$$h = 2,85$$

Ölçümler yapılırken saha şartları sebebiyle mikrofon yüksekliği h=1,5 m alınmıştır.

k. gürültü kaynağının orta noktasının yüksekliği (h_k)

Çizelge 3.1 : Gürültü kaynaklarının orta noktasının yüksekliği.

Jeneratör Grubu Numarası	Gürültü Kaynağı	Yükseklik
1-30	Prime 1280 kVA Konteyner Kabinli Jeneratör Grubu	1,4 m

Tesis karakteristik yüksekliği (H)

Tesis karakteristik yüksekliği denklem 3.2 ile hesaplanır.

$$H = \frac{1}{n} \sum_k^n h_k \quad (3.2)$$

Burada;

H: Tesis karakteristik yüksekliği

h_k : Tesis gürültü kaynaklarının yüksekliği

Buna göre,

$$H = \frac{1}{30} \sum_1^{30} 1,4 = 1,4 \text{ m}$$

Ölçme güzergahı boyunca mikrofön konumlarının toplam sayısı (n)

Enerji santrali dahilinde gürültü ölçümlerinin yapıldığı noktalar, yatay eksen referans alınmak suretiyle ve ölçüm güzergahı aksıyla 90°'lik açı yapacak şekilde belirlenmiştir. Gündüz, akşam ve gece zaman dilimleri için, tesis dahilinde 42 noktada proses gürültüsü tespit ölçümleri TS ISO 8297 Standardına uygun olarak tamamlanmıştır.

Elde edilen sonuçların tek bir tabloda sunulurak; tesis ana hatları ile alanı, ölçme alanı, arka plan gürültü kaynaklarını yansıtan yapılar ile ölçülen ses basıncı seviyesini etkileyen nesneler, ölçme güzergahı ve konumlarının harita üzerinde gösterilmesi

Genel anlamda enerji santrali sınırlarını, ses dalgasının kaynaktan ve iletim yolunda fiziksel değişikliğe uğratabilecek yansıtıcı yapılar ve gürültü engellerini, ölçüm güzergahını ve güzergâh üzerindeki ölçüm noktalarını gösteren uydu görüntüsü Şekil 3.5 ve EK E'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 : Gerçekleştirilen gürültü ölçümlerine ve tesise ait özellikler.

Tesis Alan (m ²)	Ölçme Güzergahı Uzunluğu (m)	Ölçme Alanı (m ²)	Ölçme Uzaklığı (m)	Ölçme Konumları Arasındaki Max. Uzaklık (m)	Mikrofön Yüksekliği (m)	Tesis Karakteristik Yüksekliği (m)	Hesaplanan Ölçüm Sayısı	Gürültü Kaynakları Sayısı
1868	245	3387	7	4,5	1,5	1,4	42	29 (30) ¹

¹ Tesis 30 adet jeneratörün çalışacağı şekilde projelendirilmiş olmakla beraber saha ölçümleri sırasında 29 adet jeneratörün mevcut bulunduğu görülmüştür.

TS ISO 8297 standardının 6. maddesinde getirilen esaslar çerçevesinde; ölçümün yapıldığı alanda mikrofon konumlarının bulunduğu çevrede akustik ortam koşullarının sağlanıp sağlanmadığı, mikrofon konumlarında perdeleme etkisi olup olmadığı, mikrofon okumalarını etkileyecek etraftaki diğer kaynaklara (diğer tesis, karayolu, demiryolu vb.) yönelik değerlendirmenin (nicel ve/veya nitel) yapılması

Ölçüm güzergahı boyunca zeminden 1,5 m yükseklikte yansıtma, yutma ve perdeleme etkisiyle ölçüm belirsizliğine yol açabilecek nitelikte herhangi bir yüzey mevcut bulunmayıp ölçümlerin yapıldığı süre boyunca rüzgâr hızı, yönü ve diğer atmosferik şartlar kayda değer değişiklik göstermeyip akustik açıdan uygun seyretmiştir. Tesis içinde gerçekleştirilen ölçümlerde mikrofon okumalarını etkileyebilecek taşıt trafiği ve harici tesislerden kaynaklanan gürültü mevcut değildir.

Tesis/işletmenin işletme şartları ve gürültü tipine bağlı olarak TS ISO 8297 standardının 9.5.1, 9.5.2 ve 9.5.3 maddeleri çerçevesinde gündüz, akşam ve gece zaman dilimlerinde ayrı ayrı olmak üzere ölçüm sürelerinin belirlenmesi ve tüm saatleri kapsayacak şekilde ölçümlerin gerçekleştirilmesi

TS ISO 8297 standardında, kaynak tarafından üretilen gürültünün zamansal özelliklerine göre değişen ölçüm sürelerinin uygulanması gerektiği belirtilmektedir. Kararlı nitelikteki gürültüler için en az 5 dakika, kararsız nitelikteki gürültüler söz konusu olduğunda ise ünitelerin çalışma modları göz önünde bulundurularak en az 3 tam çalışma modu devrini içine alacak uzunlukta olmak üzere minimum 10 dakika süreyle ölçüm yapılması gerekmektedir.

Buna göre, söz konusu tesis 24 saat boyunca kesintisiz ve kararlı gürültü emisyonuyla çalışmaktadır. Kaynak ve arka plan gürültü ölçümleri gündüz, akşam ve gece zaman dilimlerinde 5 dakika süreyle gerçekleştirilmiş ve eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi (L_{eq}) tespit edilmiştir. Buna göre, tesis dahilinde 42 noktada tamamlanan gürültü ölçümlerine ait sonuçlar Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3 : Tesisi içi gürültü ölçümlerine ait sonuçlar.

No	L_{eq} (dBA)	$L_{p,K+A}$ (dBA)	$L_{p,A}$ (dBA)	$L_{p,K}$ (dBA)
1	101,1	101,1		101,1
2	103,4	103,4		103,4
3	103	103		103
4	104,2	104,2	56,2	104,2
5	101,6	101,6		101,6
6	101,2	101,2		101,2
7	101,5	101,5		101,5

Çizelge 3.3 (devam) : Tesisi içi gürültü ölçümlerine ait sonuçlar.

No	L _{eq} (dBA)	L _{p,K+A} (dBA)	L _{p,A} (dBA)	L _{p,K} (dBA)
8	101,8	101,8		101,8
9	101,9	101,9		101,9
10	101,8	101,8		101,8
11	101,8	101,8		101,8
12	101,7	101,7		101,7
13	101,2	101,2		101,2
14*	96,9	96,9		96,9
15*	94	94		94
16*	93,9	93,9		93,9
17	88,5	88,5		88,5
18	88,4	88,4		88,4
19	88,1	88,1		88,1
20	90,2	90,2		90,2
21	90	90		90
22	93,2	93,2		93,2
23	92,7	92,7		92,7
24	91,8	91,8		91,8
25	91,4	91,4	56,2	91,4
26	91,5	91,5		91,5
27	90,9	90,9		90,9
28	92,6	92,6		92,6
29	92,8	92,8		92,8
30	91,9	91,9		91,9
31	91,7	91,7		91,7
32	90,8	90,8		90,8
33	90,7	90,7		90,7
34	90,7	90,7		90,7
35	90,6	90,6		90,6
36	90,3	90,3		90,3
37	90,5	90,5		90,5
38	91,2	91,2		91,2
39	93,6	93,6		93,6
40	95,5	95,5		95,5
41	96,5	96,5		96,5
42	98	98		98

L_{eq}: Eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi; L_{p,K+A}: İşletme+arkaplan ses basınç düzeyi; L_{p,A}: Arkaplan ses basınç düzeyi;
L_{p,K}: İşletme saf ses basınç düzeyi

* Bu ölçümlerin önünde yapıldığı jeneratörlerin ölçüm esnasında çalışmadığı gözlemlenmiştir.

Ölçüm noktaları için saf ses basınç seviyesi ($L_{p,K}$) tespiti TS ISO 1996-2 standardına uygun olarak hesaplanmış olup 1 No'lu ölçüm noktasına ait hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

TS ISO 1996-2 standardının 9.6. maddesine uygun olarak hesaplamalarda göz önünde bulundurulan şartlar aşağıda sıralanmıştır.

1) Arkaplan ses basınç seviyesinin, işletme ve arkaplan gürültüleri müştereken mevcut bulunduğu durumdaki ses basınç seviyesinden 10 dB veya bundan daha fazla düşük olduğu durumlarda işletme gürültüsünün baskın olması sebebiyle herhangi bir düzeltme yapılmaz.

2) Arkaplan ses basınç seviyesinin, işletme ve arkaplan gürültüleri müştereken mevcut bulunduğu durumdaki ses basınç seviyesinden 3 dB veya daha az düşük olduğu durumlarda arkaplan gürültüsünün baskın olması sebebiyle düzeltmeye müsaade edilmez.

3) Arkaplan ses basınç seviyesinin, işletme ve arkaplan gürültüleri müştereken mevcut bulunduğu durumdaki ses basınç seviyesinden 3-10 dB daha düşük olduğu durumlarda denklem 3.3'e göre düzeltme yapılır.

$$L_{p,K} = 10 \log \left(10^{\frac{(L_{p,K+A})}{10}} - 10^{\frac{(L_{p,A})}{10}} \right) \quad (3.3)$$

Buna göre,

$$L_{p,K+A} - L_A = 103 - 54,60 = 103 \text{ dBA olduğu için}$$

1 No'lu ölçüm noktasında, $L_{p,K} = 103 \text{ dBA}$ bulunur.

Arkaplan gürültüleri ve tesis proses gürültüsü aynı anda mevcutken, ölçüm güzergahı üzerinde belirlenen noktalarda ses basınç seviyeleri ölçülmüş ve gerekli hesaplamalar yapılarak tesis saf ses gücü seviyesi tespit edilip Çizelge 3.4'te verilmiştir. Enerji santralinde bulunan dizel jeneratör gruplarından kaynaklanan gürültünün sürekli, kararlı ve sabit olması sebebiyle tesis saf ses gücü seviyesi gündüz, akşam ve gece zaman dilimleri için değişmemektedir.

Çizelge 3.4 : Tesis saf ses gücü hesaplama sonuçları.

No	L _p (dBA)	Q	r (m)	L _{w,A} (dBA)
1	101,1	2	7	125,9
2	103,4	2	7	128,2
3	103	2	7	127,8
4	104,2	2	7	129
5	101,6	2	7	126,4
6	101,2	2	7	126
7	101,5	2	7	126,3
8	101,8	2	7	126,6
9	101,9	2	7	126,7
10	101,8	2	7	126,6
11	101,8	2	7	126,6
12	101,7	2	7	126,5
13	101,2	2	7	126
14*	96,9	2	7	121,7
15*	94	2	7	118,8
16*	93,9	2	7	118,7
17	88,5	2	7	113,3
18	88,4	2	7	113,2
19	88,1	2	7	112,9
20	90,2	2	7	115
21	90	2	7	114,8
22	93,2	2	7	118
23	92,7	2	7	117,5
24	91,8	2	7	116,6
25	91,4	2	7	116,2
26	91,5	2	7	116,3
27	90,9	2	7	115,7
28	92,6	2	7	117,4
29	92,8	2	7	117,6
30	91,9	2	7	116,7
31	91,7	2	7	116,5

Çizelge 3.4 (devam) : Tesis saf ses gücü hesaplama sonuçları.

No	L _p (dBA)	Q	r (m)	L _{w,A} (dBA)
32	90,8	2	7	115,6
33	90,7	2	7	115,5
34	90,7	2	7	115,5
35	90,6	2	7	115,4
36	90,3	2	7	115,1
37	90,5	2	7	115,3
38	91,2	2	7	116
39	93,6	2	7	118,4
40	95,5	2	7	120,3
41	96,5	2	7	121,3
42	98	2	7	122,8

L_p: Saf Ses Basınç Düzeyi; Q: Yönelim faktörü; r: Ölçüm mesafesi; L_{w,A}: Ses Gücü Düzeyi

* Bu ölçümlerin önünde yapıldığı jeneratörlerin ölçüm esnasında çalışmadığı gözlemlenmiştir.

TS 9315 (ISO 1996-1) ve ISO 1996-2 standartları kapsamında ses gücü düzeyi (L_w) hesaplamaları denklem 3.4'e göre yapılmıştır.

$$L_w = L_p - 10 \log (Q/4\pi r^2) \quad (3.4)$$

Buna göre 1 No'lu ölçüm noktasına ait ses gücü seviyesi hesaplanırsa,

$$L_{w,A} = 101,1 - 10 \log \left(\frac{2}{4\pi 7^2} \right) = 125,9 \text{ dBA bulunur.}$$

3.2.1.5 Arka plan gürültü seviyesi ölçüm ve değerlendirilmesi

Tesisin gündüz, akşam ve gece zaman dilimlerinde kesintisiz olarak faaliyette bulunması sebebiyle santral çevresinde katılsız arkaplan gürültü ölçümü gerçekleştirilememiştir. Bu sebeple TS ISO 8297 Standardı 9.5.4 maddesinde belirtilen prensipler çerçevesinde, tesis kaynaklı gürültü etkisinin mevcut bulunmadığı uzaklıkta ve tesis çevresi mahal şartlarını temsil eden özelliklere sahip, Şekil 3.6'da uydu görüntüsü üzerinde işaretlenmiş olan noktada gündüz ve gece

zaman dilimlerinde arkaplan gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.6 : Arkaplan gürültü ölçümlerinin yapıldığı nokta.

Buna göre, logaritmik ortalaması alınmış sonuçlar Çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.5 : Arkaplan gürültü ölçüm sonuçları.

No	L_{eq} (dBA) Arkaplan
Arkaplan Gündüz	58
Arkaplan Gece	53
Arkaplan Ortalama	56,2

3.2.1.6 Ölçümlerin yapıldığı tarih ve saatin belirlenmesi

Tesis çevresindeki gürültüye hassas alıcı mahal cepheleri önünde ve tesis sınırları dahilinde tespit edilen ölçüm güzergahı üzerindeki noktalarda,

15.03.2022 tarihinde günü gündüz ve akşam

16.03.2022 tarihinde günü gündüz, akşam ve gece

17.03.2022 tarihinde gündüz zaman dilimlerinde gürültü ölçümleri yapılmıştır.

3.2.1.7 Ölçümlerin yapıldığı sıradaki ortam şartlarının belirtilmesi

Gürültü ölçümlerinin yapıldığı periyot için rüzgâr hızı ve yönü, bağıl nem, sıcaklık ve bulutluluk gibi meteorolojik faktörler son derece önemli olup ölçüm hassasiyetini ve sonuçların güvenilirliğini doğrudan etkileyebilecek unsurlardır. Bu sebeple gerçekleştirilen ölçümler boyunca meteorolojik parametreler ölçülmüş ve izlenmiştir, sonuçlar Çizelge 3.6’da sunulmuştur

Çizelge 3.6 : Ölçümler boyunca farklı zaman dilimlerine ait meteorolojik veriler.

Tarih	Zaman Dilimi	Sıcaklık	Rüzgâr Hızı	Rüzgâr Yönü	Yağmur
15.03.2022	Gündüz	39°C	4,1 m/s	Güneybatı	0
15.03.2022	Akşam	38°C	2,1 m/s	Güney	
16.03.2022	Gündüz	35°C	3,1 m/s	Kuzeydoğu	
16.03.2022	Akşam	37°C	1,5 m/s	Kuzey	
16.03.2022	Gece	32°C	4,4 m/s	Kuzey	
17.03.2022	Gündüz	31°C	3,6 m/s	Doğu	

Yukarıdaki çizelgede görüldüğü gibi ölçümü olumsuz etkileyebilecek herhangi bir rüzgâr ya da yağış verisi bulunmamaktadır. Bu sebeple meteorolojik sebepler ölçüm sonuçlarında yanıltıcı etki göstermemiştir.

3.2.1.8 Ölçüm sisteminin; tipi, modeli, seri, imalatçı bilgileri

Ölçümler esnasında Hangzhou Aihua Instruments firması tarafından üretilen AWA 6228+ model Tip 1 ses seviyesi ölçer ile Casella firmasının CEL-593 model Tip 1 ses seviyesi ölçer cihazları kullanılmıştır. Bu cihazlara ait genel özellikler aşağıdaki gibidir.

- Tip 1 Standardında ses ölçümleri (10 Hz – 25 kHz bandında)
- Üç paralel bağımsız profilde ölçüm gerçekleştirme
- Ölçüm Menzili: 22 dBA RMS ÷ 140 dBA Peak (SLM mod)
- 1/1 ve 1/3 oktav bant analizi

Ayrıca sürekli gürültü ölçümleri boyunca veri kayıt özelliği bulunan CEM DT-173 ses seviyesi datalogger cihazı ve CEM DT8852 ses seviyesi ölçer ile rüzgâr hızı-sıcaklık ölçümleri için MS6252A dijital anemometre kullanılmıştır.

3.2.2 Çevresel Gürültü Ölçüm Sonuçları

3 gün boyunca farklı zaman dilimlerinde, hem tesisin kuzey cephesinde bulunan resmi kurum cephesinde hem de tesisin güneybatı tarafında bulunan konutların önünde gürültü ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler sonucunda model teyit edilmiş ve verilerin doğruluğu kontrol edilmiştir. Logaritmik ortalaması alınmış çevresel gürültü ölçüm sonuçları Çizelge 3.7’de sunulmaktadır.

Çizelge 3.7 : Farklı zaman dilimlerine ait logaritmik ortalaması alınmış gürültü ölçüm sonuçları.

	Sürekli Ölçüm 1	Sürekli Ölçüm 2
Periyot	15-16-17.03.2022	15-16-17.03.2022
	($L_{eq,A,ave}$)	($L_{eq,A,ave}$)
Gündüz	81,6	81,5
Akşam	82	81,7
Gece	81,9	81,6

3.3. Modelleme

3.3.1 Metodoloji

Proje kapsamında, modelleme ve gürültü haritalarının oluşturulması maksadıyla SoundPLAN gürültü simülasyon yazılımı kullanılmıştır. SoundPLAN, 2002/49/EC sayılı Avrupa Direktifi’ne (END) uygun olarak geliştirilmiş bir yazılımdır. Endüstriyel gürültü modellemesinin yapıldığı çalışma kapsamında yazılımın Akustik – Sesin dışarıda yayılırken azalması – Bölüm 2: Genel hesaplama yöntemi (ISO 9613-2:1996) modülü kullanılmıştır. Jeneratör taze hava emiş ve sıcak hava atış açıklıklarına alan kaynak modeli atanmıştır. Ayrıca, 2 farklı konfigürasyona sahip jeneratör kabinlerinin ve egzoz susturucularının gürültü azaltım performansları birbirinden farklıdır. Bu sebeple, daha fazla gürültü üreten eşdeğer 15 adet jeneratöre ait konteyner kabinlerin tavan yüzeyine nokta kaynak ataması yapılmıştır.

3.3.2 Veri toplama

3.3.2.1 Tesis civarındaki yapıların dağılımı, tesise olan mesafesi ile her yöndeki en yakın hassas yapıların türü, yönü ve uzaklık mesafesine ilişkin bilgilerin verilmesi

Tesisin batı cephelerinde gürültüye hassas yapılar bulunmakta olup tesis içi gürültü kaynaklarına (dizel jeneratör grupları) en yakın yerleşim takriben 80 metre mesafededir. Tesisin kuzey cephesinde resmi bir kurum bulunmaktadır ve gürültü kaynaklarıyla arasındaki en yakın mesafe yaklaşık 20 metredir. Tesisin doğu tarafında bulunan gürültüye hassas yerleşimler 600 metreden sonra başlamaktadır.

3.3.2.2 Tesis/işletmenin bulunduğu alandaki meteorolojik koşulların TS ISO 9613-2 standardının 5. maddesi çerçevesinde değerlendirilmesi

Tesiste yerden 1,5 metre yükseklikte gerçekleştirilen ölçümler esnasında tespit edilen meteorolojik şartlar Çizelge 3.6'da verilmiş olup TS ISO 9613-2 standardının 5. maddesinde belirtilen gerekliliklere uygundur.

3.3.2.3 Gürültü Yayılımının Belirlenmesi

Gürültü yayılım hesaplamaları için sisteme girilen, TS ISO 9613-2 standardında geçen azalma terimlerinin hesap detayları aşağıda verilmiştir.

Yönlendirme Düzeltmesi

Enerji santrali sınırları ve gürültü kaynakları çevresinde gürültünün yansıma, yutulma veya perdelenmesi suretiyle yayılımına etki edebilecek nitelikte herhangi bir unsur bulunmadığından yönlendirme düzeltmesi $D_c = 0$ olarak alınmıştır.

Geometrik Sapma

Geometrik sapma, noktasal ses kaynağının serbest alanda yayılımı ve uğradığı azalmanın tespitinde kullanılır ve denklem 3.5 kullanılarak hesaplanır.

$$A_{div} = \left[20 \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + 11 \right] \text{ dB} \quad (3.5)$$

Burada,

A_{div} : Geometrik sapmaya bağlı azalma

d : Kaynak ile alıcı arasındaki mesafe (m)

d_0 : Referans uzaklık (1 m olarak alınır)

Buna göre, tesis içindeki jeneratörler ile gürültüye hassas en yakın alıcı mahal ölçüm noktası arasındaki mesafe $d=20$ metre olarak alınarak geometrik sapma hesaplanmıştır.

$$A_{div} = \left[20 \log \left(\frac{20}{1} \right) + 11 \right]$$

$$A_{div} = 37,02 \text{ dB}$$

Atmosferik Absorpsiyon

Atmosferik absorpsiyon, sesin gürültü kaynağı ile alıcı arasındaki iletim yolunda uğradığı atmosferik azalmayı tarif eder ve denklem 3.6 kullanılarak hesaplanır.

$$A_{atm} = \frac{\alpha \times d}{1000} \quad (3.6)$$

Burada,

A_{atm} : Atmosferik absorpsiyona bağlı azalma

α : Atmosferik azalma katsayısı (dB/km)

Buna göre, 15.03.2022 tarihli ölçüm gününe ait meteorolojik veriler baz alınarak TS ISO 9613-1 standardının ilgili tablosundan alınan atmosferik azalma katsayılarına göre, oktav bant merkez frekansları için farklı uzaklıklardaki atmosferik absorpsiyon değerleri Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8 : Atmosferik absorpsiyon değerleri.

Tarih	Frekans (Hz)	α (dB/km)	Uzaklık [d] (m)				
			10	50	100	250	500
15.03.2022	63	0,16	0,002	0,008	0,016	0,04	0,08
	125	0,61	0,006	0,031	0,061	0,153	0,305
	250	2,02	0,02	0,101	0,202	0,505	1,01
	500	4,82	0,048	0,241	0,482	1,205	2,41
	1000	8,25	0,083	0,413	0,825	2,063	4,125
	2000	14,3	0,143	0,715	1,43	3,575	7,15
	4000	35	0,35	1,75	3,5	8,75	17,5
	8000	114	1,14	5,7	11,4	28,5	57

Zemin (A_{gr}) ve Engel (A_{bar}) Etkileri

Zemin etkisine bağlı azalma (A_{gr}), iletim yolu üzerinde doğrudan iletilen ve zemin yüzeyinden yansıtılarak iletilen ses dalgasının girişimi sebebiyle gerçekleşir. Zeminin yansıtma niteliğini de kapsayan akustik özellikleri, zemin faktörü (G) parametresi

kullanılarak hesaplamalara dahil edilir. Kaldırım, su, beton gibi düşük gözenekliliğe sahip yüzeyler ile sanayi bölgelerinde sıkça rastlanan sıkıştırılmış sert zeminler için $G=0$ alınır.

Oktav bant merkez frekansları için toplam zemin azalması denklem 3.7 ile hesaplanır.

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m \quad (3.7)$$

Burada,

A_{gr} : Toplam zemin azalması

A_s : Kaynak bölgesi zemin azalması

A_r : Alıcı bölgesi zemin azalması

A_m : Orta bölge zemin azalması

Buna göre, zemin etkisine bağlı azalmalar için kullanılan denklemler ve 1000 Hz oktav frekansı için yapılan hesaplamalarla elde edilen sonuçlar Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Çizelge 3.9 : Zemin etkisine bağlı azalma değerleri.

Anma Merkez		A_s		A_r		A_m		A_{gr}
Bant Frekansı	Denklem	Hesaplanan Değer	Denklem	Hesaplanan Değer	Denklem	Hesaplanan Değer	Hesaplanan Değer	
1000	$-1,5+Gxd'(h)$	-1,5	$-1,5+Gxd'(h)$	-1,5	$-3q(1-G_m)$	0	-3,0	

Engele bağlı azalma (A_{bar}) etkisi hakkında, TS ISO 9613-2 standardın 7.4. maddesine göre yüzey yoğunluğu minimum 10 kg/m^2 olan, yüzeyinde geniş süreksizlikler ve açıklıklar bulunmayan ve yatay düzlemdeki boyutu engellediği sesin dalga boyundan büyük olan nesneler eleme engeli olarak tarif edilmektedir. Buna göre, tesis ile gürültüye hassas alıcı nokta arasında eleme engeli sayılabilecek niteliklere sahip herhangi bir nesne veya yüzey mevcut değildir.

İlave Etkilere Bağlı Azalma (A_{misc})

İlave etkilere bağlı azalma, genel yöntemlerle yapılan hesaplamalar haricinden kalan muhtelif diğer sebeplerden kaynaklanan azalma katsayılarını kapsamaktadır. Sesin yeşil alan boyunca yayılırken, sanayi bölgesinde ve yerleşim bölgesinde yayılırken azalması halinde ortaya çıkan ilave katkılar bu kapsamda hesaplanabilmektedir.

Buna göre, tesis çevresinde yeşil alan bulunmakla birlikte, yeşil alan yoğunluğu ve ağaç sıklığı bakımından TS ISO 9613-2 standardı EK A1 çevresinde belirtilen kriterlere uygun olmadığından değerlendirmeye alınmamıştır.

Hangi değerlerin veri girişi sırasında yazılıma girildiği, yazılıma bu kapsamda girilen değerler ile bu bilgilerin ne şekilde ve nereden temin edildiğinin açıklanması

Çizelge 3.10 : Gürültü simülasyon programına girilen veriler.

Çizim ⁽¹⁾	Tesis Yüksekliği (m)	Alıcı Yüksekliği (m)	Harita Yüksekliği (m)	Izgara Aralığı (m)
Halihazır Harita	1,5	5	4	5

⁽¹⁾ Tesisin bulunduğu bölgeye ait Google Earth ve Open Street Map verileri ile tesis yerleşim planını gösteren teknik çizim dosyası kullanılmıştır.

3.3.3 Planlanan gürültü azaltım tedbirleri

Çalışma kapsamında, kaynakta ve iletim yolunda gürültü kontrol tedbirleri alınmak suretiyle, gürültüye hassas alıcı mahaller için ÇGDYY’de öngörülen ve Çizelge 2.6’da belirtilen sınır değerlerin aşımı probleminin önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

Gerçekleştirilen akustik simülasyon sonucunda, farklı gürültü emisyonuna sahip jeneratör gruplarından, daha gürültülü çalışan 15 adeti için egzoz hattı çıkışına ilave susturucu ünitelerinin takılması, ayrıca jeneratörlerin içinde bulunduğu konteyner kabinlerini 3 cepheden çerçeveleyecek şekilde enerji santralinin kuzey, güney ve batı cephelerinde ses emici özellikte ve başlık kısmı tek yöne eğimli tipte gürültü bariyerleri kullanılması planlanmıştır.

3.3.3.1 Gürültü bariyeri özellikleri

Yüzey kaplamalarında kullanılan materyallerin cinsine göre yansıtıcı ya da ses emici nitelikte olabilen gürültü bariyerleri, geometrik şekillerine göre ise düz ya da muhtelif başlık kısımları ihtiva eden bariyerler şeklinde kategorize edilebilir.

Yüzey kaplamalarına göre yansıtıcı bariyerler, önceki kısımda ifade edildiği gibi üzerine gelen ses dalgasını gürültü kaynağının bulunduğu istikamette yansıtması sebebiyle, bu kısımda bulunan diğer bir yüzey üzerinden tekrar yansıma yaparak öngörülme bir başka alıcıda rahatsızlık meydana getirebilir veya gürültü bariyerinin üzerinden aşarak verimliliğini düşürebilir. Diğer taraftan yüzeyi ses emici materyalle kaplı gürültü bariyerlerinde bu risk unsuru bertaraf edilmiş olur.

Geometrik şekilleri bakımından düz bariyerler, fiziksel süreksizlik içermeyen bir duvar ile yapısal olarak özdeş değerlendirilebilir. Diğer taraftan gürültü bariyerlerinin başlık kısmı, gürültü azaltım performansı açısından son derece önemlidir. Burada, bariyerin düz bölümünü aşan ses dalgalarının absorbe edilerek ya da yansıtılarak alıcı noktaya varmasının engellenmesi hedeflenir. Öyle ki, farklı şekillerdeki başlıkların kullanıldığı gürültü bariyerleri, aynı yükseklikteki düz ve özdeş bariyerlere kıyasla daha yüksek akustik yalıtım performansına sahiptir. Uygulamalarda sıkça rastlanan başlık şekilleri eğimli başlık, T-şekilli başlık, Y-şekilli başlık, ok başlık, silindirik başlık, baston başlık ve kadeh şekilli başlıktır (Muti, 2017).

Gürültü bariyerleri, ses absorpsiyon potansiyelleri ve hava yoluyla taşınan seslere karşı iletim kaybı performansları bakımından, sırasıyla TS EN 1793-1 ve TS EN 1793-2 standartlarında kategorilere ayrılmışlardır. Bu sayede farklı bariyer yapılarının belirli performans kriterleri çerçevesinde karşılaştırılması mümkün hale gelmektedir. İlgili sınıflandırma tabloları Çizelge 3.11 ve Çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.11 : TS EN 1793-1 standardı ses yutuş performanslarına göre bariyer sınıflandırması.

Kategori	DL_a (dB)
A0	Belirlenmemiş
A1	$DL_a < 4$
A2	4 ile 7
A3	8 ile 11
A4	12 ile 15
A5	> 15

Çizelge 3.12 : TS EN 1793-2 standardı ses geçiş kayıplarına göre bariyer sınıflandırması.

Kategori	DL _R (dB)
B0	Belirlenmemiş
B1	<15
B2	15 ile 24
B3	25 ile 34
B4	>35

Gerçekleştirilen simülasyon çalışması kapsamında, tek yöne 30° eğimli ve kaynağa bakan yüzeyinin 1/3 oktav bandında absorpsiyon katsayısı ve ağırlıklı ses azaltma indeksi değerleri Çizelge 3.13’te verilmiş gürültü bariyeri modellenmiştir. Uygulama aşamasına geçildiğinde, TS EN 1793-1 ve TS EN 1793-2 standardına göre, bariyerin kaynağa bakan yutucu yüzeyinin absorpsiyon katsayısının A4 sınıfında ve ses geçiş kaybı performansının ise B4 sınıfında olması, hedeflenen gürültü izolasyon verimliliği için minimum şarttır.

Çizelge 3.13 : Önerilen gürültü bariyerine ait absorpsiyon katsayısı ve ağırlıklı ses azaltma indeksi verileri.

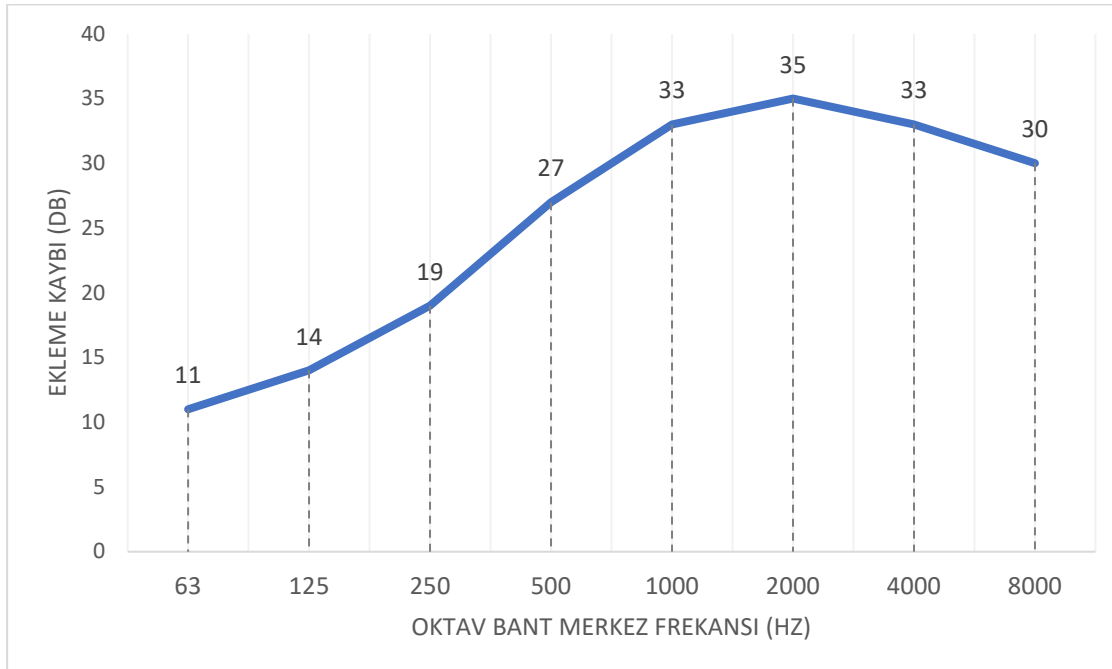
Frekans (Hz)	Absorpsiyon Katsayısı	1/3 Oktav Gürültü Azaltım İndeksi (dB)	1/1 Oktav Gürültü Azaltım İndeksi (dB)	R _w (C; C _{tr})
50	0,12	12		
63	0,22	20	16	
80	0,4	28		
100	0,56	35		
125	0,69	41	39	
160	0,75	45		
200	0,78	49		
250	0,8	51	51	60 (-2; -7)
315	0,82	53		
400	0,86	56		
500	0,9	58	57	
630	0,94	60		
800	0,97	62		
1000	0,98	64	63	
1250	0,98	66		

Çizelge 3.13 (devam) : Çizelge Önerilen gürültü bariyerine ait absorpsiyon katsayısı ve ağırlıklı ses azaltma indeksi verileri.

Frekans (Hz)	Absorpsiyon Katsayısı	1/3 Oktav Gürültü	1/1 Oktav Gürültü	R _w (C; C _{tr})
		Azaltım İndeksi (dB)	Azaltım İndeksi (dB)	
1600	0,97	67	69	
2000	0,96	69		
2500	0,93	71		
3150	0,87	73	73	
4000	0,78	74		
5000	0,67	74		

3.3.3.2 İkincil egzoz susturucusu özellikleri

Farklı yapı ve konfigürasyona sahip olmaları sebebiyle daha gürültülü çalışan 15 adet jeneratör için halihazırda mevcut bulunan kritik tip egzoz susturucu üniterinin devamına, müsaade edilen azami karşı basınç limitlerinin altında kalacak özellikte düşük aerodinamik dirence sahip ilave yutucu egzoz susturucuları eklenerek modellemeye dahil edilmiştir. Öngörülen egzoz susturucusuna ait ekleme kaybı performansı Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.7 : Önerilen egzoz susturucusuna ait oktav bant merkez frekansına göre ekleme kaybı değerleri.

3.3.4 Model Çıktıları

Tamamlanan modelleme ve simülasyon çalışmaları neticesinde, herhangi bir izolasyon tedbirinin bulunmadığı halihazır durum, 6,5 m ve 8,5 m gürültü bariyeri ve daha gürültülü çalışan 15 adet jeneratör grubuna ikincil susturucu ilavesi alternatifleri için, 5x5 metrelik hesaplama parselleri ve zeminden 4 metre yükseklikte oluşturulan ızgara gürültü haritaları, L_{gag} gürültü göstergesi için DIN 45682 standartlarında renklendirilerek 5 dBA aralıklı olarak EK B’de verilmiştir. Enkesit gürültü haritaları ve halihazır durum ile akustik izolasyon tedbirleri sonrası durum arasındaki farkı gösteren ızgara gürültü haritaları EK B’de sunulmuştur. İlave olarak tesis çevresindeki yerleşimlerin giriş kat, 1.kat ve 2.katlarında ortaya çıkacak gürültü seviyeleri yukarıda sayılan 3 senaryo için hesaplanarak cephe gürültü haritaları şeklinde EK B’de ve gürültü maruziyetinin en fazla yaşandığı 29 bina için tablolaştırılarak ÇGDYY’de verilen ilgili limitlerin aşım değerlerini gösterir şekilde EK C’de verilmiştir.

Tesisin 4 ayrı cephesinde, en yakın 3’er binanın halihazır durum ve farklı akustik izolasyon tedbirleri sonrası giriş kat, 1.kat ve 2.kat cephelerinde hesaplanan değerlerin kıyaslaması EK D’de yapılmıştır.

Modelleme alanı dahilinde detaylı cephe gürültüsü hesaplamaları için tanımlanmış alıcı noktalarını gösteren uydu görüntüsü EK E’de verilmiştir.



4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Gürültü kontrol planlaması gürültünün sırasıyla kaynak, iletim yolu ve alıcıda alınacak tedbirler vasıtasıyla engellenmesine yönelik adımları kapsar. Fakat bunlardan daha önce ve önemli olarak, gürültünün mümkünse meydana gelişinin engellenmesi ya da kaynağın, meydana getirdiği gürültünün problem teşkil etmeyeceği bir mahalde konumlandırılması takip edilebilecek en etkili strateji olacaktır. Bu sebeple kentsel planlama çalışmaları yapılırken işitsel konfor şartları göz önünde bulundurulmalı ve muhtemel gürültü maruziyetlerinin önüne geçilmesine yönelik mühendislik çözümleri planlama, tasarım, imalat ve işletme safhalarında uygulanmalıdır.

Endüstriyel gürültü haritaları, tesis ve işletmelerin faaliyetleri neticesinde meydana gelen gürültünün hem tesis dahilinde hem de çevresinde bulunan gürültüye hassas alıcı mahallerde yayılımı ile personel ve sakinlerinin maruziyet seviyeleri hakkında isabetli fikir edinebilmek amacıyla kullanılmaktadır. Bunun yanında gürültü kontrol mühendisliği kapsamında, bilhassa endüstriyel gürültünün, yönetmeliklerle belirlenen yasal limitlere ve akustik konfor şartlarına uygun hale getirilebilmesi için muhtelif çözüm önerileri geliştirmekte ve söz konusu düzeltici eylemler hayata geçirilmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında 20 MW kurulu güce sahip bir dizel enerji santrali dahilinde gürültü ölçümleri TS ISO 8297 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiş, böylece tesisin gerçek ses gücü seviyesi tespit edilmiştir. Bunun yanında gürültüden rahatsızlığın en fazla yaşandığı tesis çevresindeki iki noktada sürekli gürültü ölçümleri yapılmış ve oluşturulacak gürültü simülasyon modelinin kalibrasyonu ve doğruluğunun tespiti amacıyla kullanılmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda simülasyon çalışmaları yapılmış ve gürültüden maruziyetin azaltılması için egzoz susturucusu ve gürültü bariyeri önerilerek projelendirilmiştir.

Herhangi bir gürültü izolasyon tedbirinin bulunmadığı halihazır durumda, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği EK-VIII Tablo 4’te verilen, “ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar” kategorisi için belirtilen limit değerler, L_{gag} gürültü göstergesi için aldığı en yüksek değerler itibarıyla, tesis dahilinde personellerin çalıştığı bina cephelerinde 33 dBA ve tesis çevresinde gürültüye

maruziyetin en yoğun yaşandığı yerleşim birimlerinde 29 dBA mertebesinde aşılma ve ciddi bir problem oluşturmaktadır. Fizibilitesi en yüksek alternatif olarak değerlendirilen 6,5 metrelik gürültü bariyeri ve daha gürültülü çalışan 15 adet jeneratör grubuna ikincil susturucu ilavesi şeklindeki akustik izolasyon senaryosuyla elde edilen fayda-maliyet oranı yüksek olup L_{gag} gürültü göstergesi için, tesise yakın yerleşim birimleri cephelerinde öngörülen gürültü seviyelerinde önceki izolasyonsuz duruma göre 24 dBA mertebesine varan azalmalar ortaya çıkmaktadır. Bu 2. senaryoda, tesis çevresindeki yerleşimlerde L_{gag} gürültü göstergesi için limit değerlere uygunluk büyük oranda sağlanmakla birlikte L_{gece} gürültü göstergesinde hala bazı binalarda 14 dBA seviyesine varan limit aşmaları mevcuttur. Modelleme çalışması yapılan son akustik izolasyon senaryosunda ise 8,5 metrelik gürültü bariyeri ve daha gürültülü çalışan 15 adet jeneratör grubuna ikincil susturucu ilavesi öngörülmüştür. Bu 3. senaryo en yüksek akustik iyileştirme verimine sahip olup tesis çevresindeki gürültüye hassas alıcı mahallerde kuzey cephesinde bulunan birkaç istisna dışında $L_{gündüz}$, $L_{akşam}$, L_{gece} ve L_{gag} gürültü göstergelerinin tamamı için limit değerlere uygunluk sağlanmaktadır. Fizibilite açısından değerlendirildiğinde, bariyer yüksekliğinin fazla olması sebebiyle 3. senaryonun montaj uygunluğu ve maliyetler bakımından daha geride kalacağı söylenebilir.

Yukarıda sayılan 3 senaryo için, tesis içi ve gürültü maruziyetinin en yoğun yaşandığı tesisin 4 farklı cephesindeki yerleşim birimlerinde; $L_{gündüz}$, $L_{akşam}$, L_{gece} ve L_{gag} gürültü göstergelerinde hesaplanan en yüksek limit aşım değerleri sırasıyla Çizelge 4.1, Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 : 1. Senaryo için gürültü göstergeleri cinsinden limit aşmaları.

1. Senaryo (hiçbir akustik izolasyon tedbiri mevcut değil)				
Alicıların Tesisine Göre	Gürültü Göstergeleri Cinsinden En Yüksek Limit Aşım Değerleri (dBA)			
Konumu	$L_{gündüz}$	$L_{akşam}$	L_{gece}	L_{gag}
Tesis İçi	23,7	31,9	37	33,4
Kuzey	22,7	27,7	32,7	29,2
Kuzeybatı	16,6	21,6	26,6	23,1
Güneybatı	25,6	15,6	20,6	22,1
Batı	17,4	22,4	27,4	23,9

Çizelge 4.2 : 2. Senaryo için gürültü göstergeleri cinsinden limit aşımaları.

2. Senaryo (6,5 metrelik gürültü bariyeri ve egzoz susturucuları)				
Alıcıların Tesise Göre	Gürültü Göstergeleri Cinsinden En Yüksek Limit Aşım Değerleri (dBA)			
Konumu	L _{gündüz}	L _{akşam}	L _{gece}	L _{gag}
Tesis İçi	9,7	14,7	19,7	16,2
Kuzey	4,9	9,9	14,9	11,4
Kuzeybatı	-	3,3	8,3	4,8
Güneybatı	-	1,5	6,5	3
Batı	-	4	9	5,5

Çizelge 4.3 : 3. Senaryo için gürültü göstergeleri cinsinden limit aşımaları.

3. Senaryo (8,5 metrelik gürültü bariyeri ve egzoz susturucuları)				
Alıcıların Tesise Göre	Gürültü Göstergeleri Cinsinden En Yüksek Limit Aşım Değerleri (dBA)			
Konumu	L _{gündüz}	L _{akşam}	L _{gece}	L _{gag}
Tesis İçi	2,2	7,2	12,2	8,7
Kuzey	-	3	8	4,5
Kuzeybatı	-	-	0,7	-
Güneybatı	-	-	-	-
Batı	-	-	1,7	-

Bu veriler doğrultusunda, enerji santrali faaliyetinden kaynaklanan gürültüden rahatsızlığın asgari düzeye indirilebilmesi için gürültü kontrol tedbirleri kapsamında aşağıdaki çözüm önerileri getirilmiştir:

- Prime gücü 1280 kVA olan 30 adet konteyner kabinli dizel jeneratörün, farklı tip konteyner kabin ve egzoz hattı konfigürasyonuna sahip ve gürültü emisyonu daha fazla olan 15 tanesi için motor üreticisi tarafında müsaade edilen azami karşı basınç değerini geçmeyecek özellikte ve yutucu tipte ikincil egzoz susturucuları kullanılmalıdır. Kullanılacak egzoz susturucuları konteyner kabinin tavanında konumlandırılmalıdır. Bu susturucular muhtemel titreşim köprülerini engellemek için esnek olarak bağlanmalıdır. Enerji santrali dahilinde hava yoluyla taşınan ses alanının şiddeti sebebiyle girişim yaşanarak izolasyon veriminin düşmesi ihtimalinin önüne geçmek için susturucu gövdesi uygun kalınlıkta çelik sacdan

mamul olmalı, tercihen dış yüzeyi de kaplanmalıdır. Egzoz susturucusu çıkış boruları yatay eksene paralel olacak şekilde imal edilmelidir.

- Tesisin kuzey, batı ve güney cephelerinde gürültü bariyeri uygulaması yapılmalıdır. Bariyerler, jeneratör radyatörlerinin sıcak hava atışı için uygun açıklık bırakılmak kaydıyla mümkün olan en yakın hat üzerinde hizalanmalıdır. Bariyerin jeneratör gruplarına bakan yüzeyi yutucu özellikte olmalı ve yüzeyin absorpsiyon katsayısı TS EN 1793-1 Standardına göre en az A4 sınıfında olacak şekilde projelendirilmelidir. Bariyer kesitinin ses geçiş kaybı performansı 35 dB seviyesinin üstünde olmalıdır. Gürültü bariyerlerinin uygulama safhasında; bariyerlerin birbirine ve strüktüre temas ettiği noktalarda dekuplaj sağlayacak özellikte esnek materyaller tercih edilmelidir. Bariyer kesiti dahilinde hiçbir açıklık ve uygulama hattı boyunca boşluk kalmaması sağlanmalıdır. Uygulanacak gürültü bariyeri yüksekliği 6 metre lineer ve 0,5 metre 30° eğimli bölümü olmak üzere minimum 6,5 metre olarak seçilmelidir. Bariyerin eğimli gelecek kısmının dikey eksenle yapacağı optimum açığı tespit etmek üzere 30°, 45° ve 60° için yapılan simülasyonlar neticesinde en yüksek yalıtım verimi bariyerin tepe kısmının dikey eksenle 30° açı yapacak şekilde eğimli olması durumunda elde edilmiştir.
- 3 tarafı gürültü bariyeriyle çevrelenecek tesiste, bariyer duvarı cephesinde kapı açılması halinde gürültü izolasyon performansı en iyi ihtimalle anlık olarak düşeceğinden, jeneratör mahallerine personel, araç ve ekipman giriş çıkışları tercihen tesisin doğu tarafında açık bırakılacak bölümden yapılabilir.
- 6,5 metre ve 8,5 metre yüksekliğindeki gürültü bariyeri alternatifleri arasında, yükseklik artışıyla elde edilecek ilave yalıtım ile gürültüye hassas alıcı mahalin yapı kabuğu sistem detayında yapılacak değişikliklerle sağlanacak akustik iyileştirme arasında fayda-maliyet analizi yapılarak uygun olan alternatif tercih edilebilir.
- Tesis sınırlarında bulunan ve içinde personellerin çalıştığı OG odası, kontrol odası ve atölye dahilinde yapı kabuğunun yalıtım performansı arttırılmalıdır. Kulak tıpası veya kulağı tam kapatan kulaklıklar gibi kişisel koruyucu donanımların personeller tarafından devamlı kullanılması sağlanmalıdır. Tercihen bunların ikisi beraber üst üste takılmalı ya da gürültü azaltma derecesi (NRR)

yüksek olan kulaklıklar temin edilmelidir. Bunun yanında, vardiya süreleri standartlarla belirlenen maruziyet limitlerine uygun olacak şekilde tayin edilmelidir.





KAYNAKLAR

ASHRAE Technical Committee 2.6, & LaForgia, D. (2021). Generator Noise Control. Retrieved November 12, 2022.

ASHRAE Technical Committee 2.6, & Lilly, J. G. (2011). Engine Exhaust Noise Control. Retrieved November 12, 2022.

Barber A. (1992). *Handbook of Noise and Vibration Control* (6th ed.). Elsevier Advanced Technology.

Beşiktepe, D. (2007). *İnşaat Sektöründe Şantiye Gürültüsünün Değerlendirilmesi: Bir Konut Şantiyesi Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Bies, D. A., Hansen, C. H., & Howard, C. Q. (2018). *Engineering Noise Control*. CRC Press/Taylor & Francis.

Bozgün, S. (2008). *Sanayi Tesislerinde Gürültünün Modellenmesi ve Değerlendirilmesi Boru Fabrikası Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Bozkurt, T. S. (2010). *Endüstriyel Gürültü Haritalarının Hazırlanması İstanbulda Bulunan DES Sanayi Sitesi ve Yakın Çevresi Örneği* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Can, H. (1992). *Endüstriyel Gürültülerin İncelenmesi Çalışma Koşullarına Etkileri ve Alınması Gerekli Önlemler* (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Crocker, M. J., & Kessler, F. M. (2018). *Noise and Noise Control: Volume 2*. CRC Press.

Egan, M. D. (2007). *Architectural acoustics*. J. Ross Publishing.

EN 1793-1, Yol trafiği gürültüsünü azaltan cihazlar – Akustik performansın belirlenmesi için deney yöntemi – Bölüm 1: Dağınık ses alanı koşulları altında ses emiliminin gerçek karakteristikleri

EN 1793-2, Yol trafik gürültüsünü azaltıcı cihazlar – Akustik performansın belirlenmesi test metotları – Bölüm 2: Düzgün dağılımlı ses alanı koşullarında hava ile yayılan sesin yalıtımına ait temel özellikler

Fry, A. (1988). *Noise Control in Building Services*. Pergamon Press.

Harris, C. M. (1979). *Handbook of Noise Control*. 2.Ed. McGraw-Hill, 1979.

Irwin, J. D., & Graf, E. R. (1979). *Industrial Noise and Vibration Control*. Prentice-Hall.

ISO 1996-1, Akustik – Çevre Gürültüsünün Tarifi, Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi – Bölüm 1: Temel Büyüklükler ve Değerlendirme İşlemleri

ISO 1996-2, Akustik – Çevre Gürültüsünün Tarifi, Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi – Bölüm 2: Çevre Gürültü Seviyelerinin Tayini

ISO 8297, Akustik – Çevredeki Ses Basınç Düzeylerinin Değerlendirilmesi için Çok Kaynaklı Endüstriyel Tesislerde Ses Gücü Düzeylerinin Belirlenmesi

ISO 9613-2, Akustik – Sesin Dışarıda Yayılırken Azalması, Bölüm 2: Genel Hesaplama Yöntemleri

İşler, E. (2005). *Kentsel Ölçekte Gürültünün Denetlenmesinde Engel Etkinliğinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005). İstanbul.

Lazarovici, B., Tache, G. ve Comeaga D. (2007) .Noise Mapping Bucharest City – Challenges and Solutions, *Internoise 2007*, 28-31 August 2007, İstanbul- Türkiye

Maekawa, Z. (1968). Noise Reduction by Screens. *Applied Acoustics*, 1(3), 157–173. [https://doi.org/10.1016/0003-682x\(68\)90020-0](https://doi.org/10.1016/0003-682x(68)90020-0)

Maekawa, Z., Rindel, J. H., & Lord, P. (2011). *Environmental and architectural acoustics*. Spon Press.

Mahon, L. L. J. (2008). *Diesel Generator Handbook*. Elsevier.

Muti, E. N. (2017). *Gürültü Engellerinin Etkinliğinin, Engel Biçimi ile Değişiminin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Özgüven, N. (2008). *Gürültü Kontrolü Endüstriyel ve Çevresel Gürültü*, Ankara: Türk Akustik Derneği.

Peters, R. J., Smith, B. J., & Hollins, M. (2013). *Acoustics and Noise Control*. Routledge.

Santos, C. L., Matias, C., Vieira, F. ve Valado, F. (2008). Noise Mapping of Industrial Sources, *Acustica 2008*, Universidade de Coimbra, Portekiz

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2010, 06 04). *Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100604-5.htm>, [Erişim tarihi: 30 Kasım 2022].

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2022, 11 30). *Çevresel Gürültü Kontrol Yönetmeliği*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/11/20221130-1.htm>, [Erişim tarihi: 10 Aralık 2022].

Tomlinson, M., & Woodward, M. (1991). *Noise control in Industry*. CRC Press.

Wells, R. J. (1958). Acoustical Plenum Chambers. *Noise Control*, 4(4), 9–15. <https://doi.org/10.1121/1.2369329>

EKLER

EK A: Gürültü Ölçüm Formları

EK B: Gürültü Haritaları

EK C: Tanımlanan Alıcı Noktalar İçin Detaylı Cephe Gürültü Seviyeleri

EK D: Mukayeseli Cephe Gürültü Seviyeleri

EK E: Alıcı Nokta Konumları



EK A



Şekil A.1 : 39 No'lu ölçüm noktasına ait bilgiler ve logger grafiği.

Çizelge A.1 : 39 No’lu ölçüm noktasına ait 1/3 oktav bant ölçüm sonuçları.

DİZEL ENERJİ SANTRALİ GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMLERİ											
Konum			Santral içi			Ölçüm No			39		
Standard			TS ISO 8297			Ölçüm Tarihi			15.03.2022		
1/3 Oktav Bant Ölçüm Sonuçları											
Ağırlık: A											
Hz	LF _{max}	LF _{min}	LS _{max}	LS _{min}	Leq,T	Hz	LF _{max}	LF _{min}	LS _{max}	LS _{min}	Leq,T
SPL(Z)	108.4	102.9	107.9	103.4	105.7	1kHz	83.5	77.4	82.1	78.6	80.4
SPL(C)	108	102.5	107.5	103.1	105.4	800Hz	83.3	76.6	81.9	77.6	79.9
SPL(A)	95	92.1	94.4	92.6	93.6	630Hz	84.9	77.4	83.7	79	81.4
SPL(B)	103.5	99.1	103	99.8	101.4	500Hz	90.2	80.9	88.5	82.5	86.2
SPL(D)	102.7	99	102.2	99.6	100.9	400Hz	88	76.9	85.9	79.2	82.8
SPL(T)	90.7	82.7	89.8	84.1	87.2	315Hz	91.6	83.4	89.4	84.6	87.1
SPL(U)	109.1	101	108.3	102.4	105.6	250Hz	85.7	77.7	84.6	79.5	82.3
20kHz	31.5	29.8	31.1	30.2	30.6	200Hz	85.5	77.2	84.1	79	81.9
16kHz	40.2	36.6	39.6	37.2	38.4	160Hz	77.6	71.1	76.2	72.7	74.7
12k5Hz	46.5	44.2	46.1	44.6	45.3	125Hz	81.4	75.4	79.9	76.9	78.5
10kHz	54	51.2	53.6	51.8	52.7	100Hz	88.2	79.5	87.7	80.7	84.6
8kHz	65.3	59.7	63.9	60.3	62.1	80Hz	65.9	50.8	63.5	57	60.4
6k3Hz	67.6	64.4	66.9	65	65.9	63Hz	60.7	49.5	57.8	53.1	55.7
5kHz	72.5	68.1	71.8	68.7	70	50Hz	65.7	61	64.7	62.2	63.6
4kHz	75.9	70.4	74.4	71	72.3	40Hz	52.3	38.9	49.7	45.1	47.7
3k15Hz	76.3	71.9	74.7	72.7	73.7	31.5Hz	41.1	23.1	36.9	30.3	33.6
2k5Hz	77.3	73.1	76.2	74.2	75.1	25Hz	34.4	13.6	30.2	21.5	26.3
2kHz	78.1	73.5	77	74.7	75.7	20Hz	26.4	4.2	22.1	13.5	18.1
1k6Hz	76.2	71.7	75.1	73.1	74	16Hz	20.8	-3.8	16.2	3.7	9.9
1k25Hz	78.9	73.9	77.7	75.2	76.5	12.5Hz	15.4	-14.5	10.7	-5.6	1.6

DİZEL ENERJİ SANTRALİ GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMLERİ

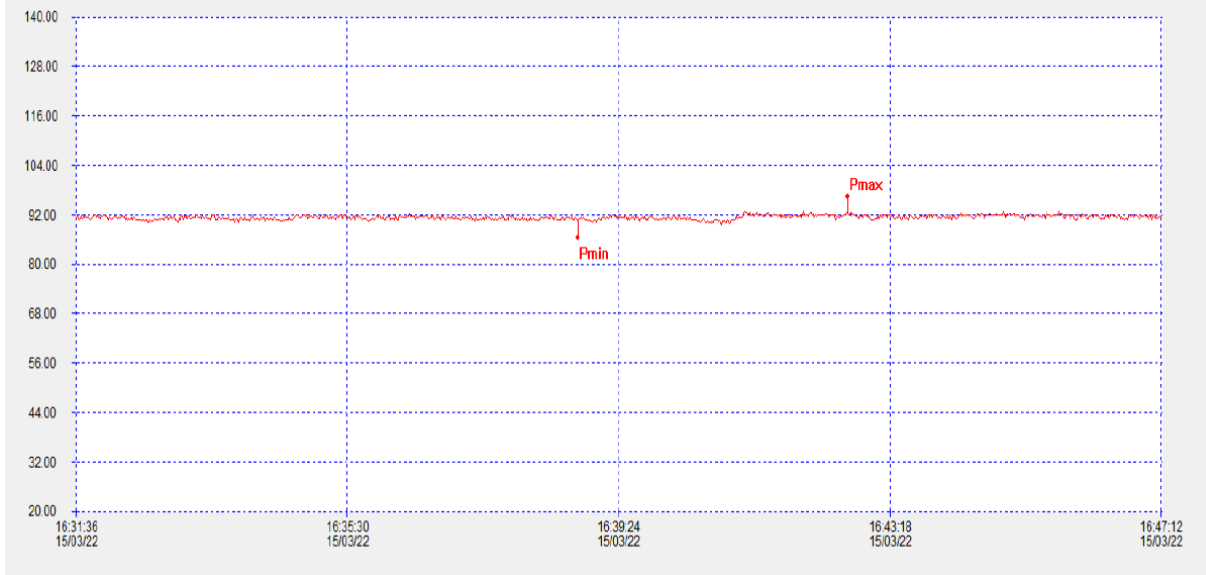
Konum	Santral içi	Ölçüm No	18
Standard	TS ISO 8297	Ölçüm Tarihi	15.03.2022



Ölçüm Bilgisi

SLM	Tip 1	AWA6228+	Kaynak Mesafesi	7 metre
SLM No		106061		
Data No		150303		
Başlangıç Zamanı		16:31	Zaman Dilimi	Gündüz
Ölçüm Süresi		15 dakika	Mikrofon Yüksekliği	1,5 metre

Logger Grafiği



Şekil A.2 : 18 No'lu ölçüm noktasına ait bilgiler ve logger grafiği.

Çizelge A.2 : 18 No'lu ölçüm noktasına ait 1/3 oktav bant ölçüm sonuçları.

DİZEL ENERJİ SANTRALİ GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMLERİ											
Konum		Santral içi				Ölçüm No		18			
Standard		TS ISO 8297				Ölçüm Tarihi		15.03.2022			
1/3 Oktav Bant Ölçüm Sonuçları											
Ağırlık: A											
Hz	LF _{max}	LF _{min}	LS _{max}	LS _{min}	L _{eq,T}	Hz	LF _{max}	LF _{min}	LS _{max}	LS _{min}	L _{eq,T}
SPL(Z)	103.9	100.2	103.5	101.1	102.1	1kHz	75.4	70.3	74	71.5	72.5
SPL(C)	103.5	99.7	103	100.6	101.6	800Hz	76.7	70.6	75.1	72.2	73.3
SPL(A)	90.1	87	89.4	87.6	88.5	630Hz	78.8	71.6	77.3	73.4	75.1
SPL(B)	99	95.5	98.4	96.1	97.1	500Hz	82.7	72.8	81.2	75.1	77.9
SPL(D)	98.4	95	97.6	95.6	96.6	400Hz	80.9	73.5	79.5	74.9	77.3
SPL(T)	87.8	80.4	86.7	82.1	84.2	315Hz	83.7	77.5	82.7	78.7	80.9
SPL(U)	105.2	98.4	104.2	100	101.9	250Hz	82.5	73.9	81.4	76.6	79.2
20kHz	30.3	25.3	29.9	28.3	29.5	200Hz	84	77.3	82.9	79	80.7
16kHz	38.5	34.3	37.7	34.9	35.8	160Hz	76.7	66.6	74.8	69.5	72.2
12k5Hz	48.3	42	45.6	42.7	43.6	125Hz	82.1	69.2	80.2	72.4	76.4
10kHz	54.9	48.3	52.1	49	49.8	100Hz	81.8	76.6	81.8	77.7	79.4
8kHz	63.2	57.2	62.1	58.2	59.7	80Hz	66.5	53.3	64	57.5	61.4
6k3Hz	66.1	62.7	65.4	63.3	64.2	63Hz	59.3	49.5	56.2	52.7	54.5
5kHz	68.1	63.5	66.8	64.2	65.1	50Hz	67.1	62.1	65.8	63.9	64.9
4kHz	70.6	65.7	69.4	66.3	67.3	40Hz	53.5	40.5	50.9	47.2	49.2
3k15Hz	71	66.8	70.1	67.6	68.5	31.5Hz	42.4	22.7	38.8	32.4	35.5
2k5Hz	72.3	67.6	71	68.6	69.3	25Hz	39.2	17.4	35.3	26.1	30.8
2kHz	73.6	68.4	72.2	69.4	70.3	20Hz	30.5	6.5	26.5	15.1	21.4
1k6Hz	72.9	69.1	71.9	70.3	71	16Hz	28.7	-1.4	23.3	6.1	13.9
1k25Hz	73.3	69.4	72.2	70.3	71.3	12.5Hz	21.1	-12.2	17.5	-0.3	7.6

DİZEL ENERJİ SANTRALİ GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMLERİ

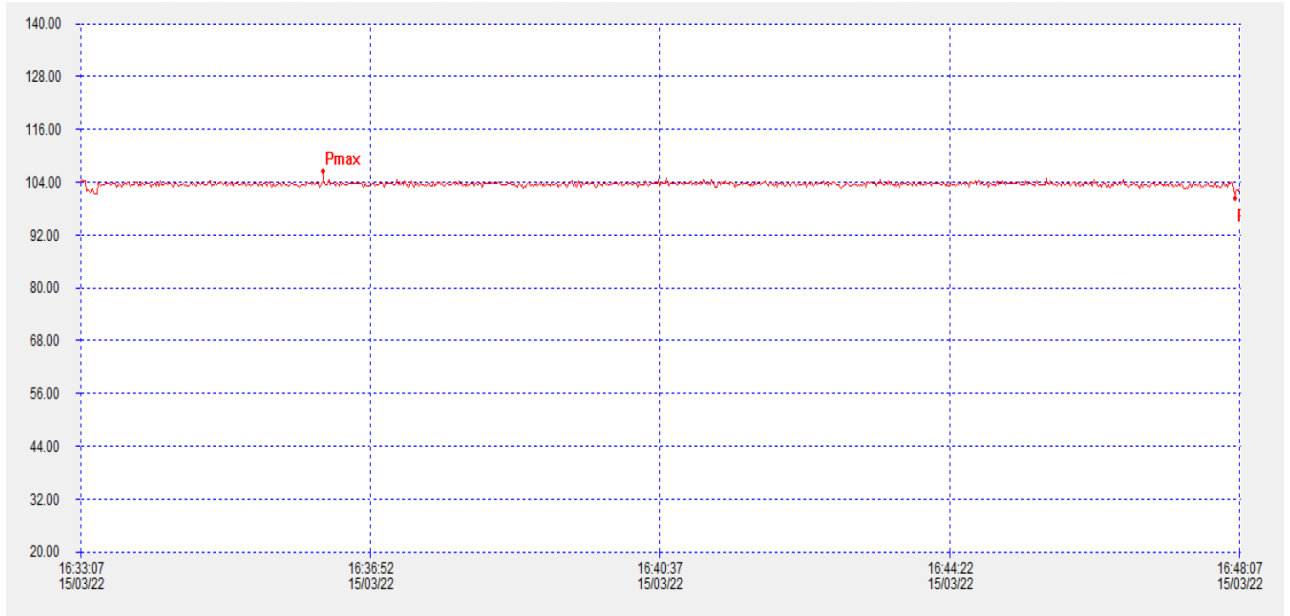
Konum	Santral içi	Ölçüm No	9
Standard	TS ISO 8297	Ölçüm Tarihi	15.03.2022



Ölçüm Bilgisi

SLM	Tip 1	AWA6228+	Kaynak Mesafesi	7 metre
SLM No	106061			
Data No	150304			
Başlangıç Zamanı	16:33		Zaman Dilimi	Gündüz
Ölçüm Süresi	15 dakika		Mikrofon Yüksekliği	1,5 metre

Logger Grafiği



Şekil A.3 : 9 No'lu ölçüm noktasına ait bilgiler ve logger grafiği.

Çizelge A.3 : 9 No'lu ölçüm noktasına ait 1/3 oktav bant ölçüm sonuçları.

DİZEL ENERJİ SANTRALİ GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMLERİ											
Konum		Santral içi				Ölçüm No		9			
Standard		TS ISO 8297				Ölçüm Tarihi		15.03.2022			
1/3 Oktav Bant Ölçüm Sonuçları											
Ağırlık: A											
Hz	LF _{max}	LF _{min}	LS _{max}	LS _{min}	L _{eq,T}	Hz	LF _{max}	LF _{min}	LS _{max}	LS _{min}	L _{eq,T}
SPL(Z)	109.2	106.1	108.5	106.7	107.6	1kHz	94.9	90.3	93.9	91.7	92.6
SPL(C)	108.9	105.7	108.1	106.3	107.2	800Hz	95.2	89.6	93.6	91.2	92.5
SPL(A)	103.3	100.7	102.8	101.3	101.9	630Hz	97.4	88.4	95.6	90.5	92.7
SPL(B)	107.3	103.6	106.4	104.3	105.1	500Hz	97.3	89.2	95.5	91.7	93.3
SPL(D)	108.4	105.7	107.8	106.1	106.7	400Hz	95	85.7	93.3	88.4	91.3
SPL(T)	90.6	81.5	88.7	83.9	86.6	315Hz	98.2	85.1	95.9	87.8	91.5
SPL(U)	111.5	103.1	109.7	105.2	107.5	250Hz	90.4	81.8	88.2	84.6	86.7
20kHz	44.6	42.6	44.3	43.2	43.8	200Hz	87.5	77.8	85.1	80.3	82.9
16kHz	53.6	51.7	53.2	52.2	52.8	160Hz	80.4	71.3	78.1	73.9	75.9
12k5Hz	60.5	58.7	60.2	59.3	59.7	125Hz	82.4	74	80.4	77.3	78.9
10kHz	67.2	65.1	66.6	65.5	65.9	100Hz	84.9	76	83.9	77.5	81.6
8kHz	72.1	69.7	71.3	70.2	70.6	80Hz	74.4	65.7	72.5	68.6	70.6
6k3Hz	77.5	73.9	76.3	74.4	75.1	63Hz	66	53.7	62.8	58.2	60.4
5kHz	84	79.2	82.8	79.9	80.9	50Hz	68.7	61.9	67.1	64.6	66
4kHz	86.7	82.3	85.5	83	83.9	40Hz	63.2	58.3	61.8	59.9	60.9
3k15Hz	87.6	84.2	87	85	85.7	31.5Hz	47.1	33.5	44.1	37.7	40
2k5Hz	90.2	86	89.1	87	87.7	25Hz	42.7	20.6	37.9	26.9	31.8
2kHz	90.2	86.6	89.5	87.7	88.5	20Hz	37.6	5.7	32.8	15.4	23.8
1k6Hz	92.2	88.4	91	89.7	90.3	16Hz	31.8	-0.2	27.3	7.3	17.4
1k25Hz	93.9	89.8	92.7	91	91.7	12.5Hz	27.5	-0.6	23.5	9.1	14

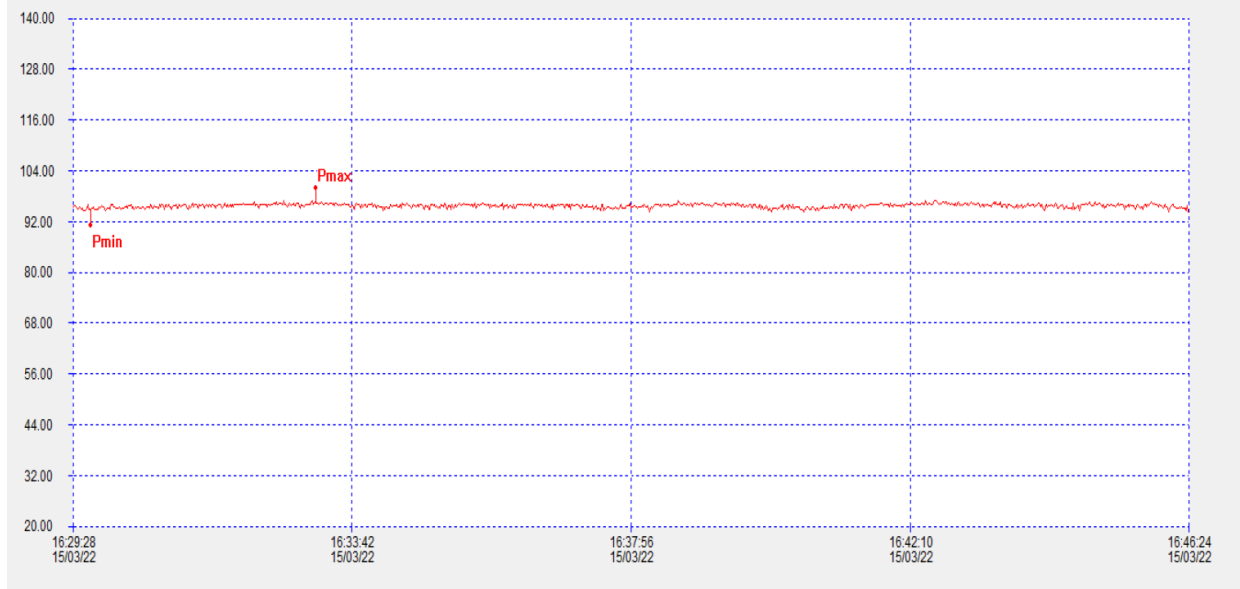
DİZEL ENERJİ SANTRALİ GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMLERİ

Konum	Santral içi	Ölçüm No	29
Standard	TS ISO 8297	Ölçüm Tarihi	15.03.2022
			

Ölçüm Bilgisi

SLM	Tip 1	AWA6228+	Kaynak Mesafesi	7 metre
SLM No	106061			
Data No	150302			
Başlangıç Zamanı	16:29		Zaman Dilimi	Gündüz
Ölçüm Süresi	15 dakika		Mikrofon Yüksekliği	1,5 metre

Logger Grafiği



Şekil A.4 : 29 No'lu ölçüm noktasına ait bilgiler ve logger grafiği.

Çizelge A.4 : 29 No'lu ölçüm noktasına ait 1/3 oktav bant ölçüm sonuçları.

DİZEL ENERJİ SANTRALİ GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMLERİ											
Konum			Santral içi			Ölçüm No			29		
Standard			TS ISO 8297			Ölçüm Tarihi			15.03.2022		
1/3 Oktav Bant Ölçüm Sonuçları											
Ağırlık: A											
Hz	LF _{max}	LF _{min}	LS _{max}	LS _{min}	Leq,T	Hz	LF _{max}	LF _{min}	LS _{max}	LS _{min}	Leq,T
SPL(Z)	105.5	99.9	104.2	101.3	102.6	1kHz	84.2	79.7	82.7	81.1	81.9
SPL(C)	104.5	99.6	103.4	100.9	102.2	800Hz	84.2	79.2	83	80.3	81.8
SPL(A)	94.2	91.4	93.6	92.1	92.8	630Hz	85.7	79.5	84.2	81.2	82.4
SPL(B)	101.3	97	100.3	98	99.1	500Hz	86.1	78.9	84.4	80.7	82.3
SPL(D)	101	97.4	100.2	98.1	99.1	400Hz	86.5	77.5	85	79.6	82.3
SPL(T)	90.3	80.1	88.1	82.9	85.8	315Hz	88.8	79.2	86.2	81.8	84
SPL(U)	107.4	96.7	105.2	99.7	102.4	250Hz	86.3	78.2	85	80.2	82.7
20kHz	35.9	33.9	35.4	34.3	34.8	200Hz	86.4	77.5	84.2	79.5	82.3
16kHz	42.6	40.3	42	40.8	41.4	160Hz	83.3	72.3	80.1	75.7	78.1
12k5Hz	49.1	46.7	48.5	47.2	47.8	125Hz	84.7	72.4	82.6	76.5	79.5
10kHz	55.5	53	54.9	53.6	54.2	100Hz	81.3	71	79.9	74.5	77.2
8kHz	67	59.5	63.8	60.5	61.9	80Hz	74	58.9	71	63	68
6k3Hz	67.5	63.2	66.1	63.9	64.9	63Hz	64.4	51.5	61.8	55.9	59
5kHz	70.3	66.9	69.6	67.4	68.5	50Hz	57.3	40.9	53.9	47.2	50.7
4kHz	73.1	69.4	72.3	70	71.2	40Hz	56.5	42.1	53.1	47.4	50.6
3k15Hz	75	71.6	74.1	72.6	73.4	31.5Hz	48.6	28.6	44.5	35.4	39.3
2k5Hz	77.3	74.1	76.3	74.9	75.6	25Hz	43.3	19.4	39.5	28.1	33.2
2kHz	79.2	75.8	78.3	76.8	77.5	20Hz	39.5	11.3	36	19.7	26.9
1k6Hz	80.5	76.5	79.3	77.9	78.6	16Hz	35.7	0.9	32.2	10.8	22.1
1k25Hz	82.9	78.1	81.9	79.5	80.6	12.5Hz	31.5	-7.9	27.5	3.6	16.8

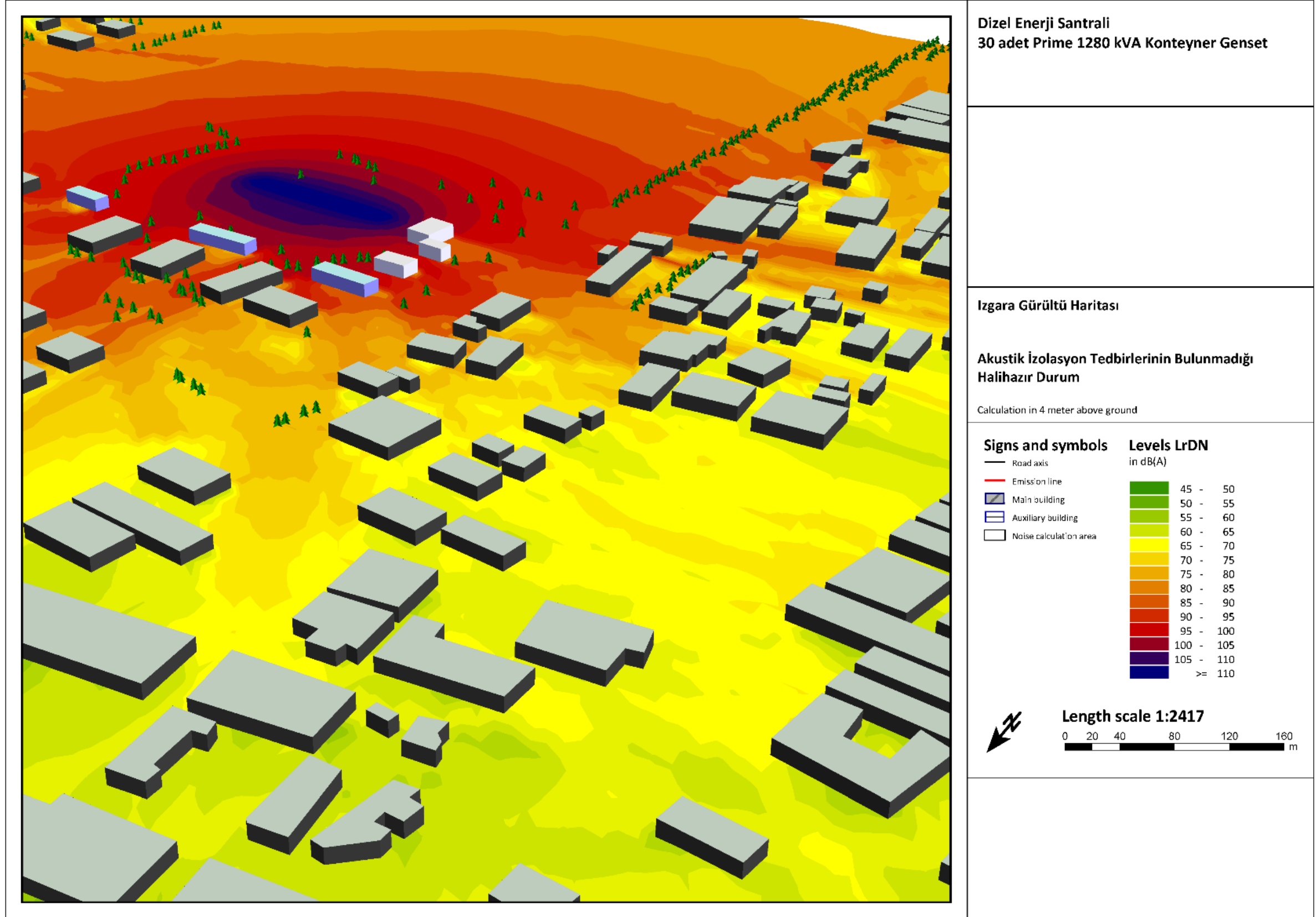
EK B:

- Halihazır durum gürültü haritaları
- İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu gürültü haritaları
- İkincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu gürültü haritalar

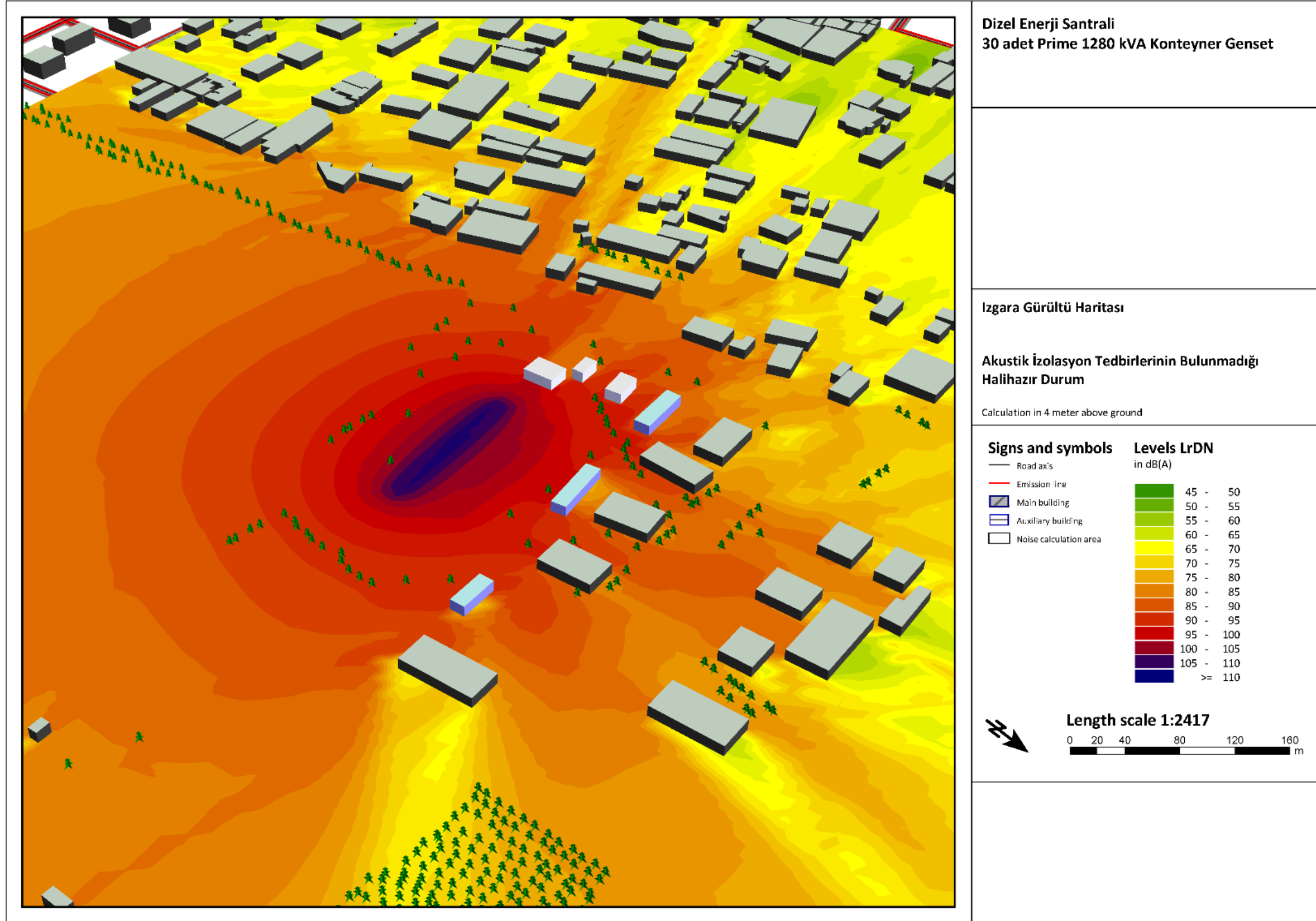




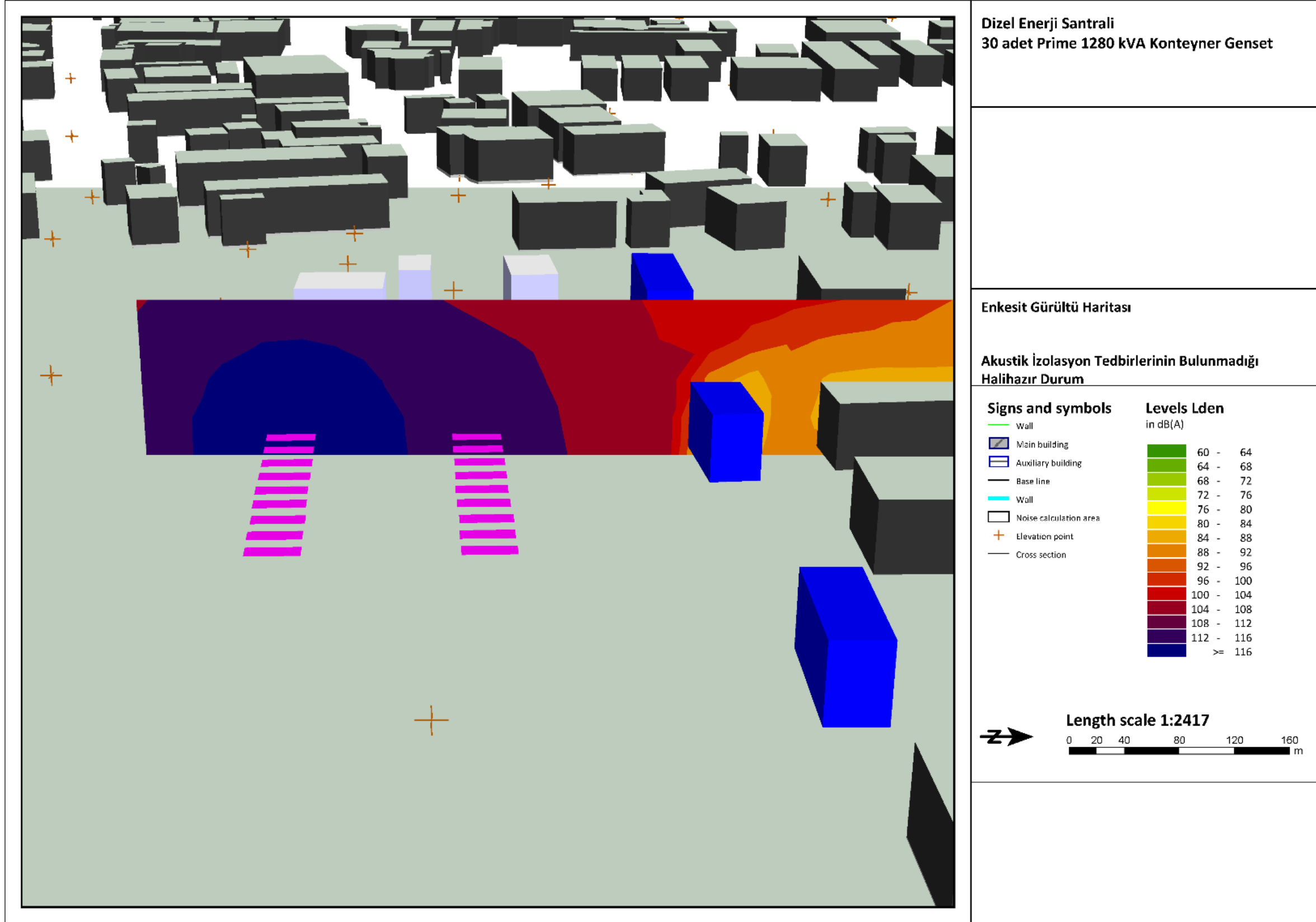
Şekil B.1 : Halihazır durum ızgara gürültü haritası-1.



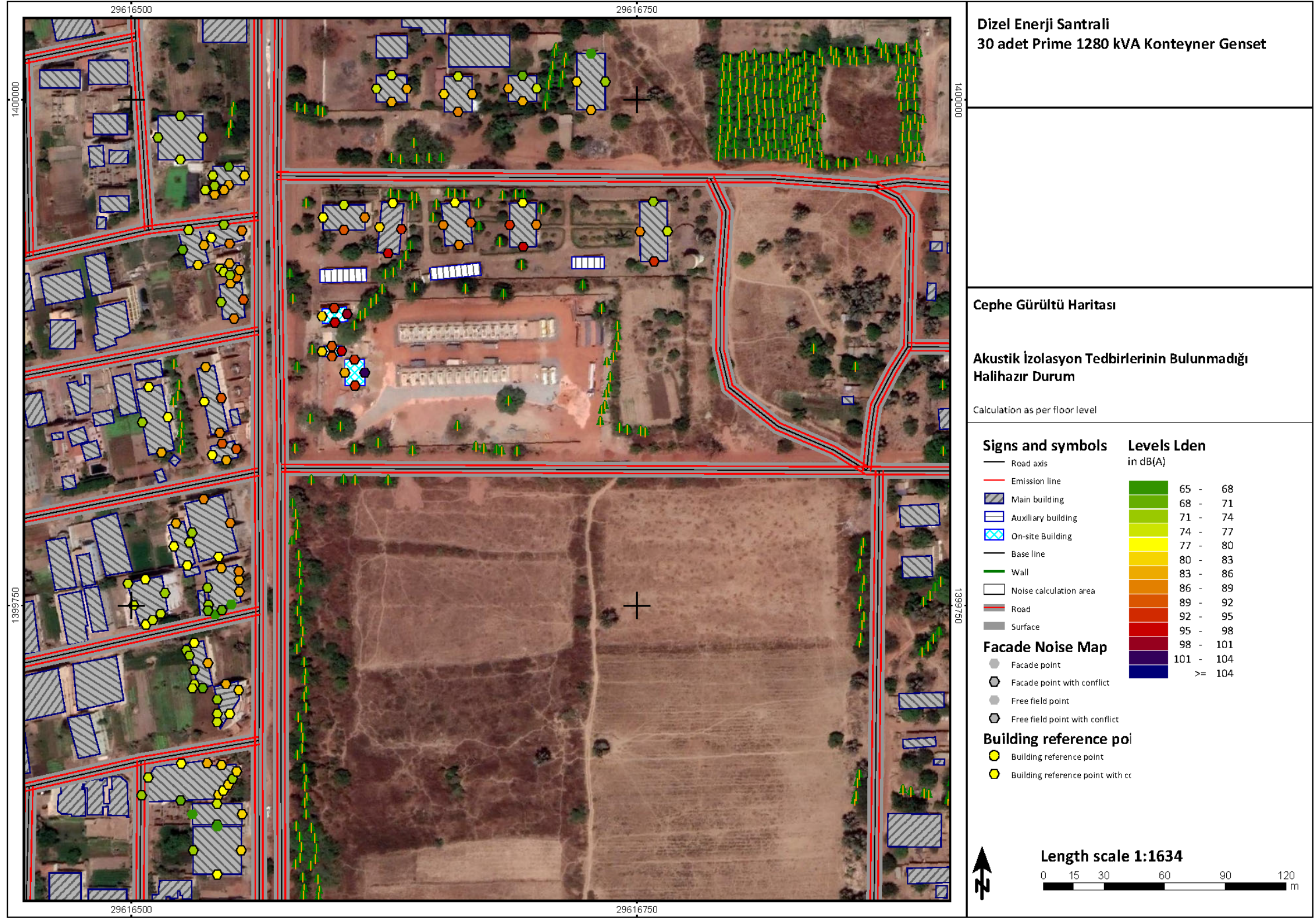
Şekil B.2 : Halihazır durum ızgara gürültü haritası-2.



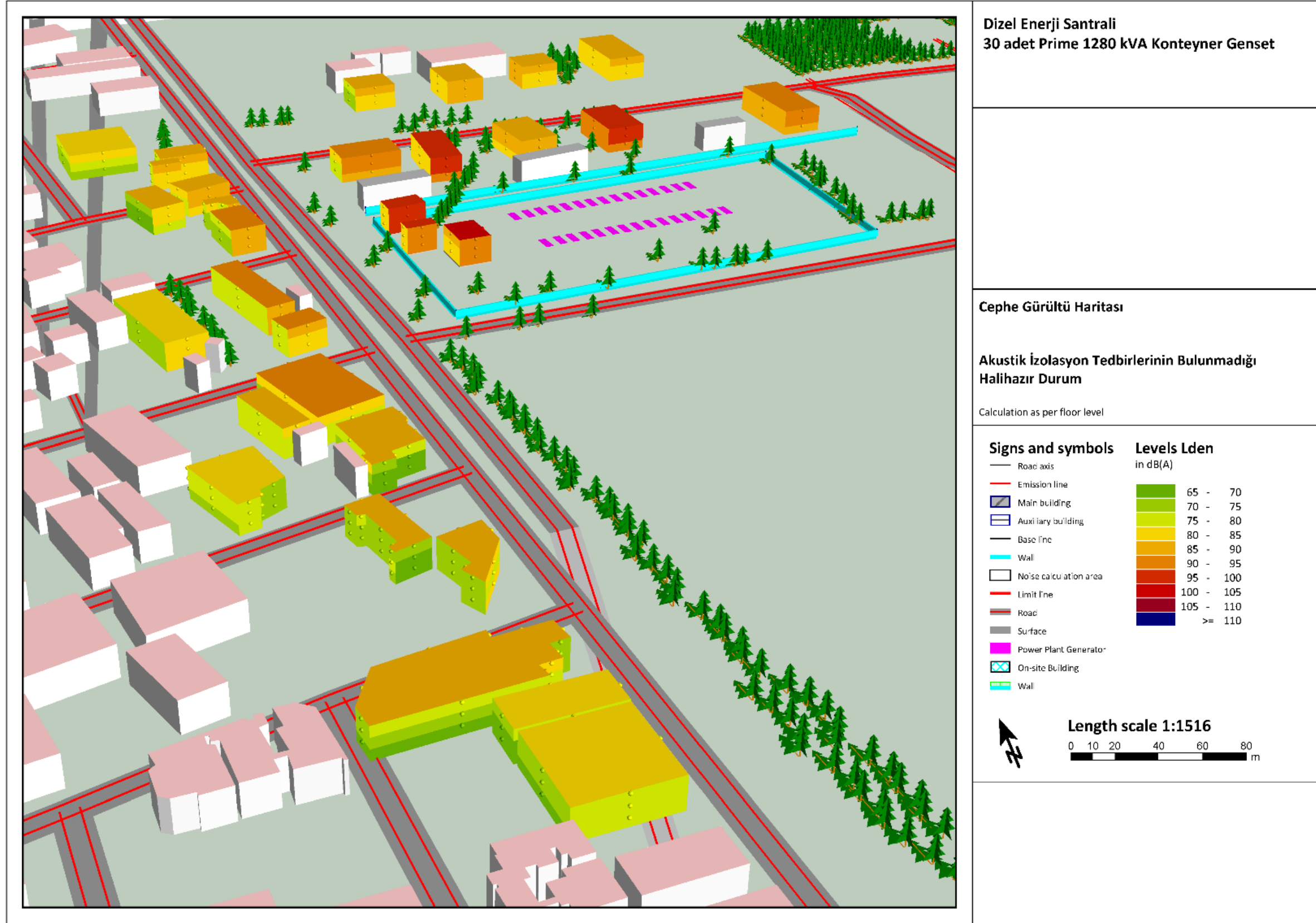
Şekil B.3 : Halihazır durum ızgara gürültü haritası-3.



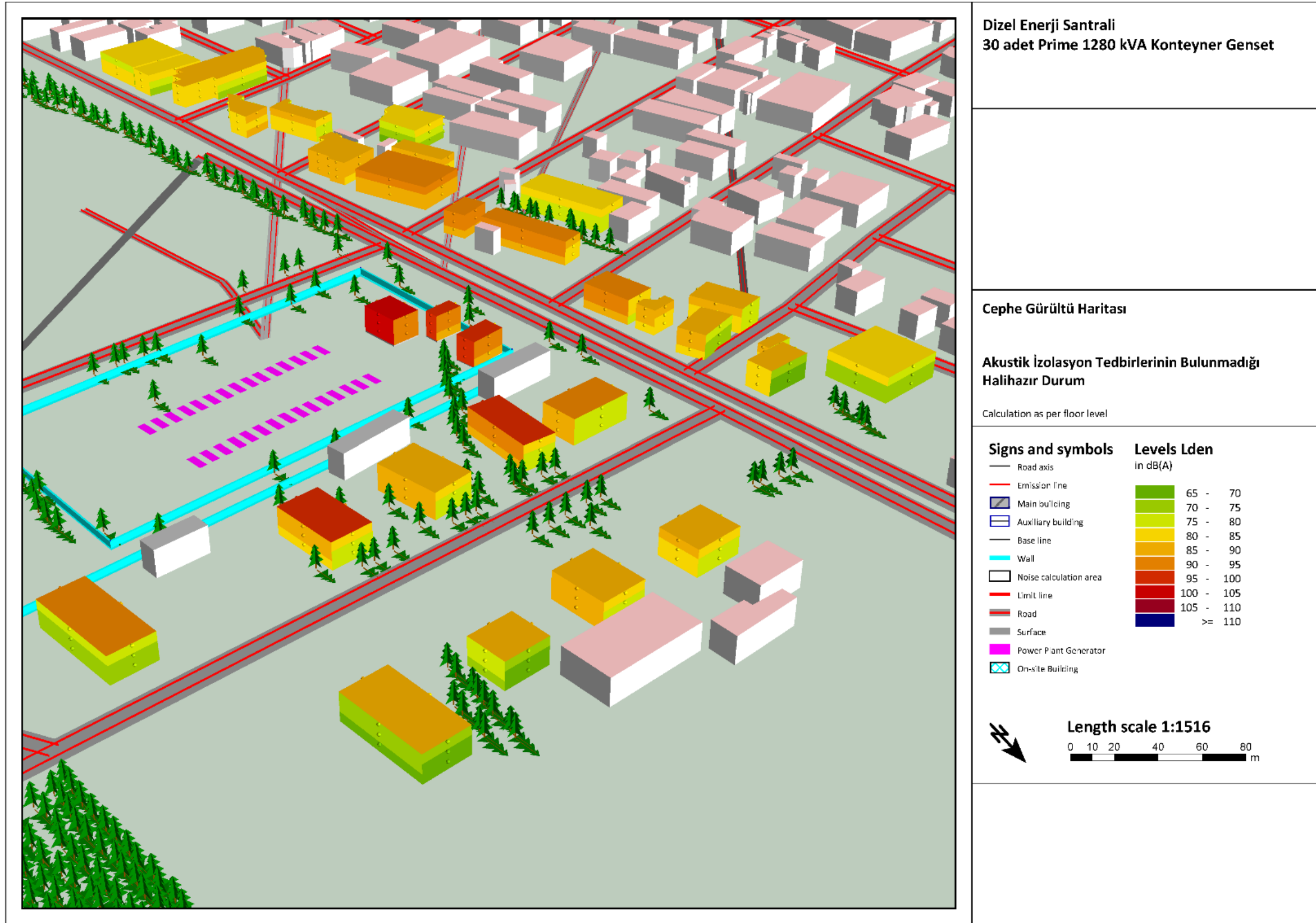
Şekil B.4 : Halihazır durum enkesit gürültü haritası.



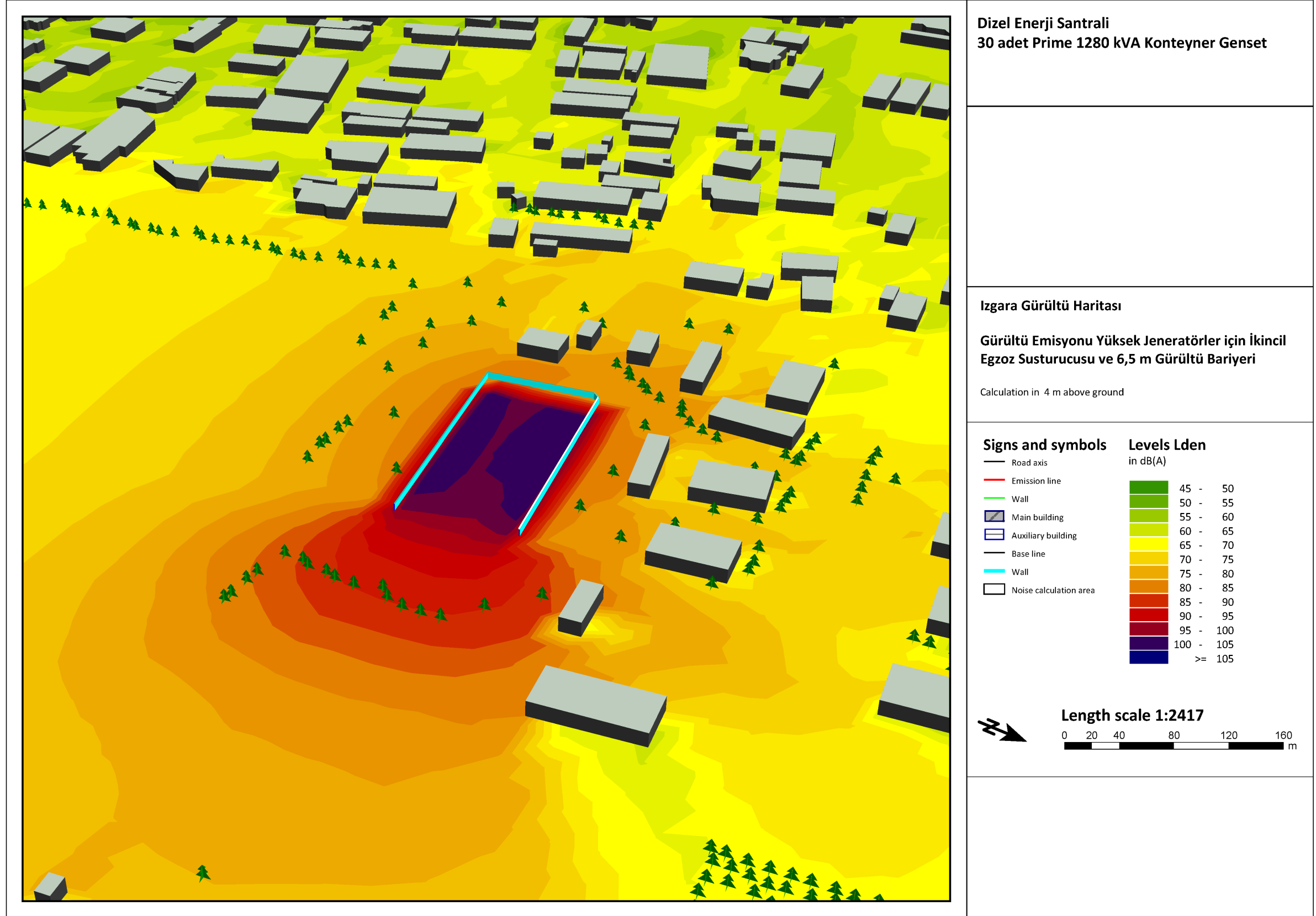
Şekil B.5 : Halihazır durum cephe gürültü haritası-1.



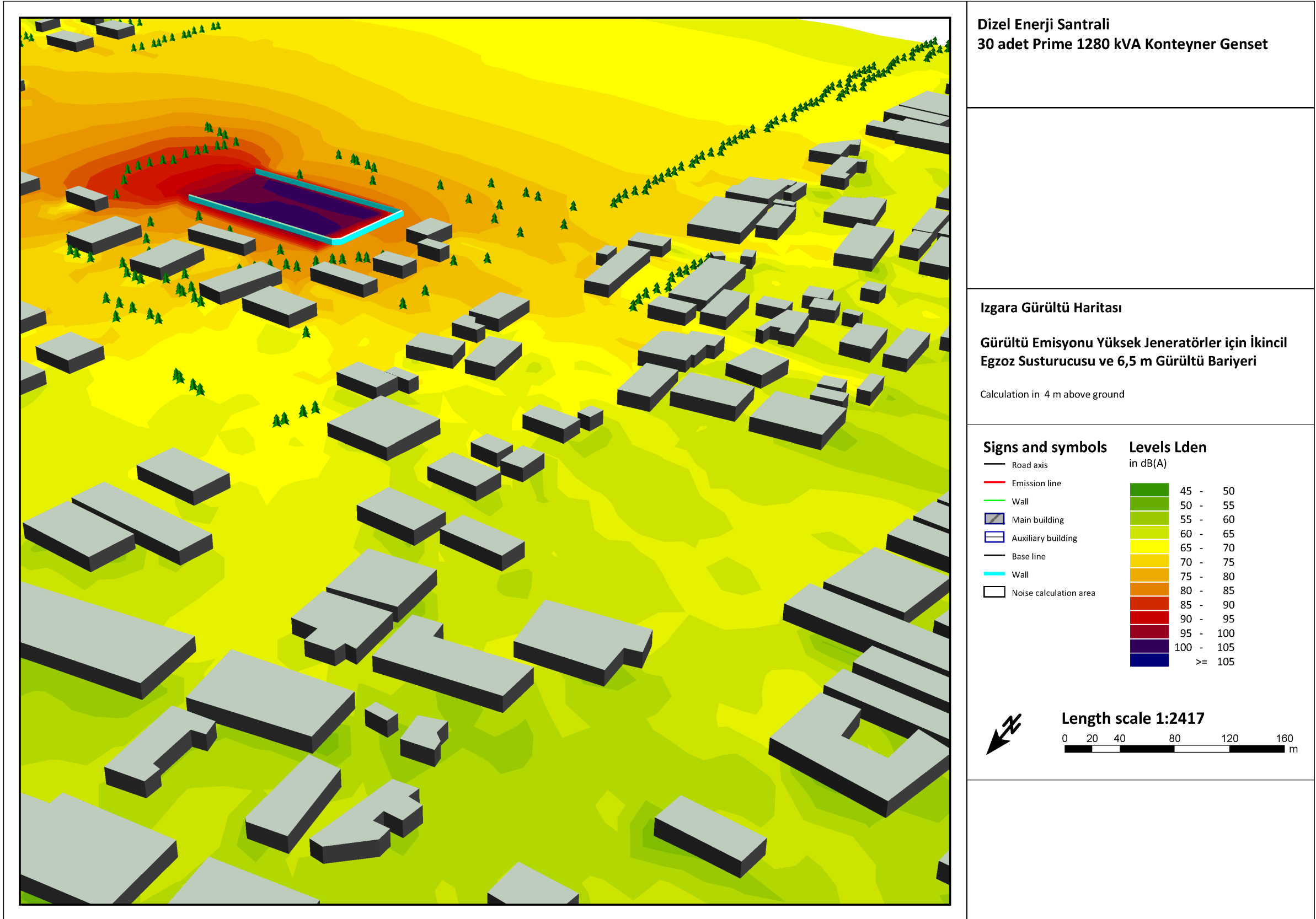
Şekil B.6 : Halihazır durum cephe gürültü haritası-2.



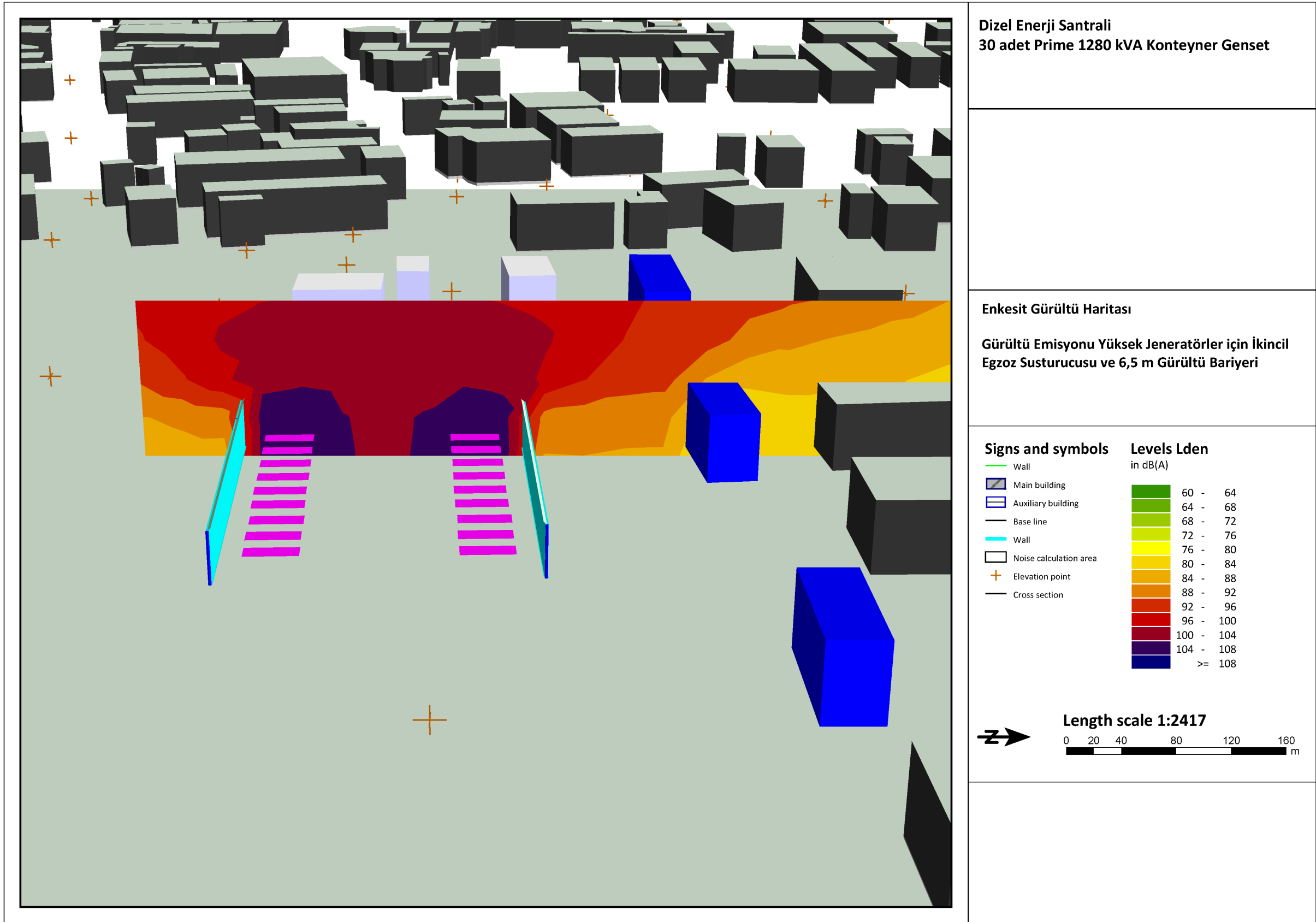
Şekil B.7 : Halihazır durum cephe gürültü haritası-3.



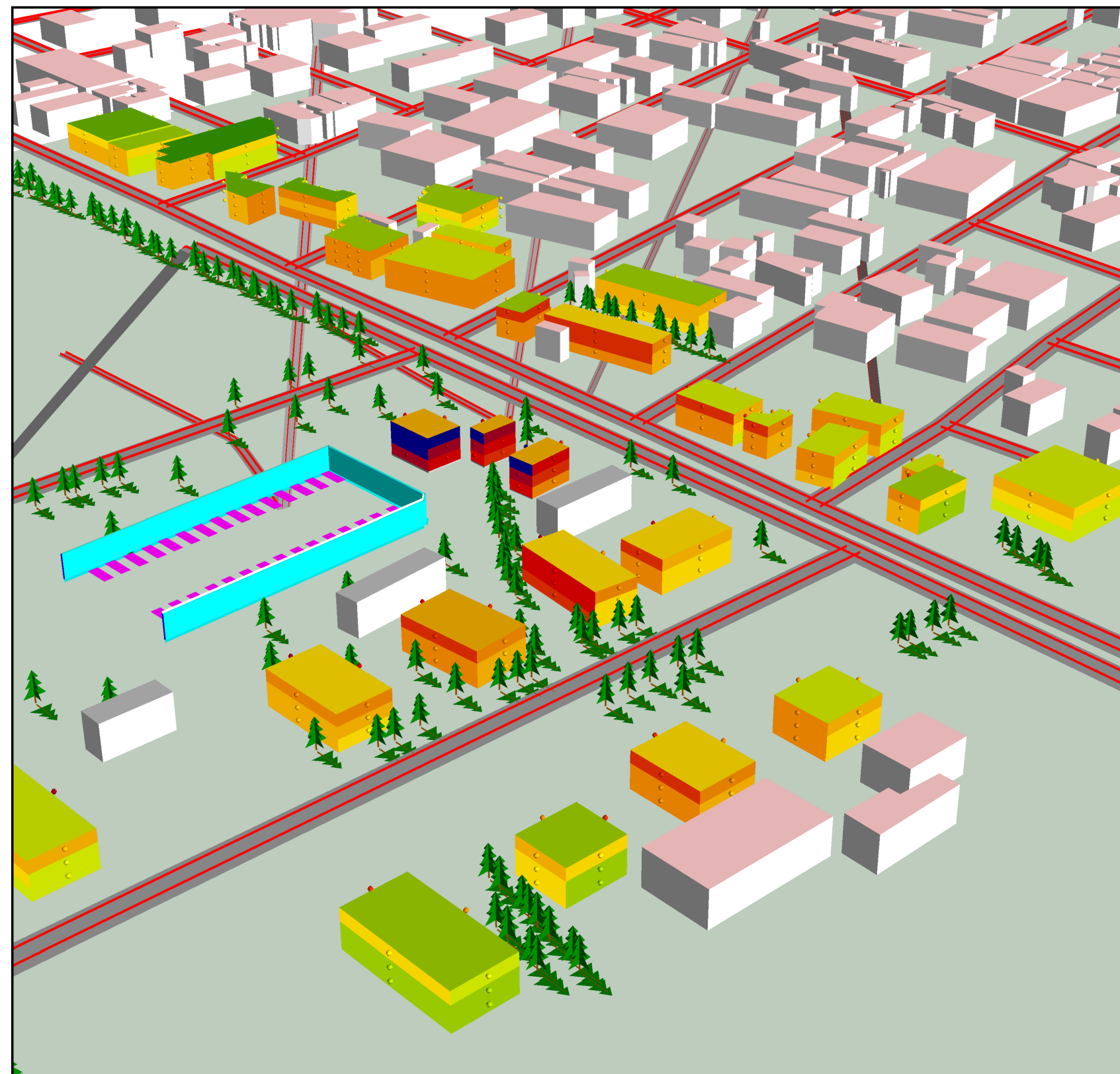
Şekil B.9 : İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu ızgara gürültü haritası-2.



Şekil B.10 : İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu ızgara gürültü haritası-3.



Şekil B.11 : İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu enkesit gürültü haritası.



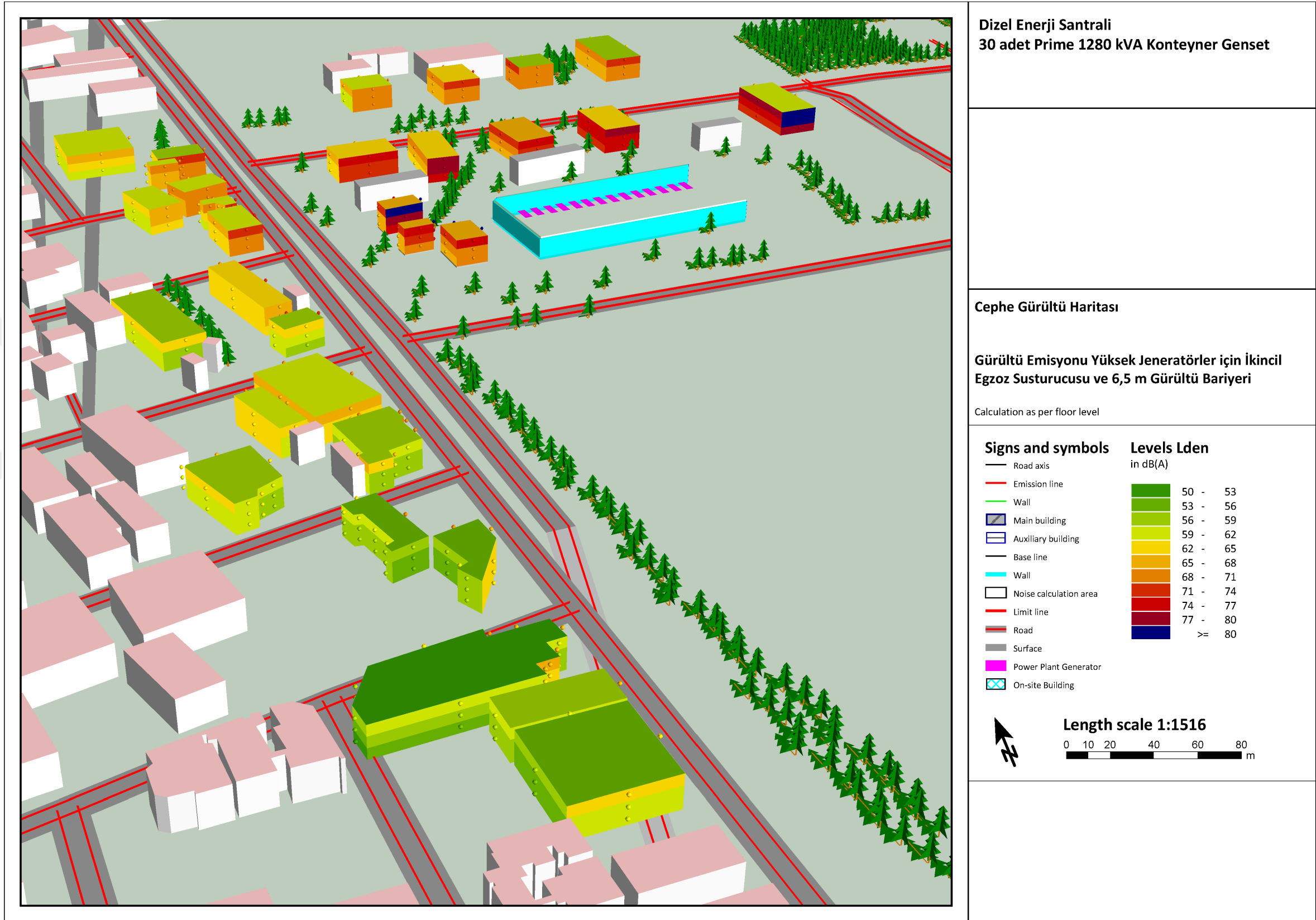
Dizel Enerji Santrali
30 adet Prime 1280 kVA Konteyner Genset

Cephe Gürültü Haritası

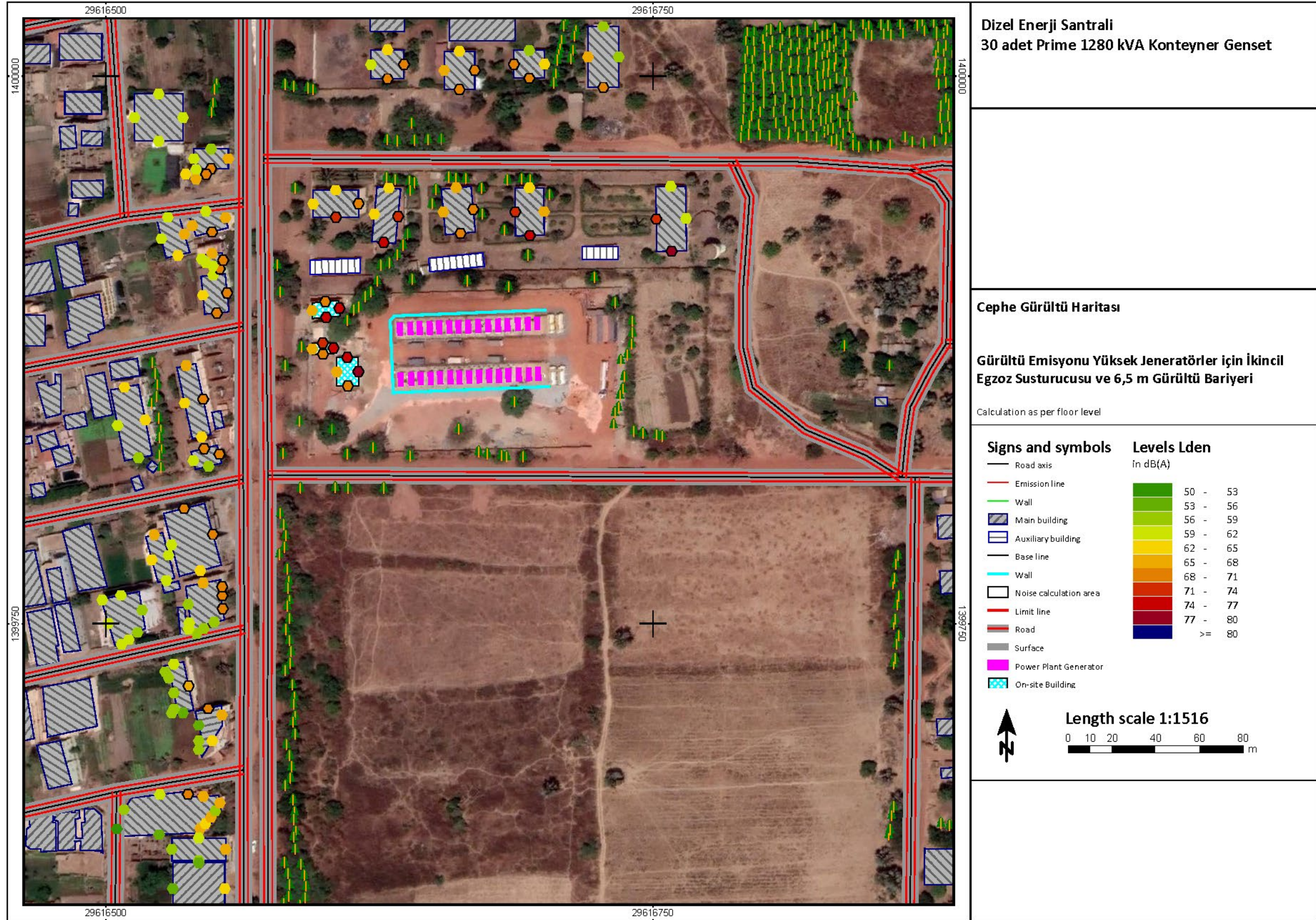
Gürültü Emisyonu Yüksek Jeneratörler için İkincil Egzoz Susturucusu ve 6,5 m Gürültü Bariyeri

Calculation as per floor level

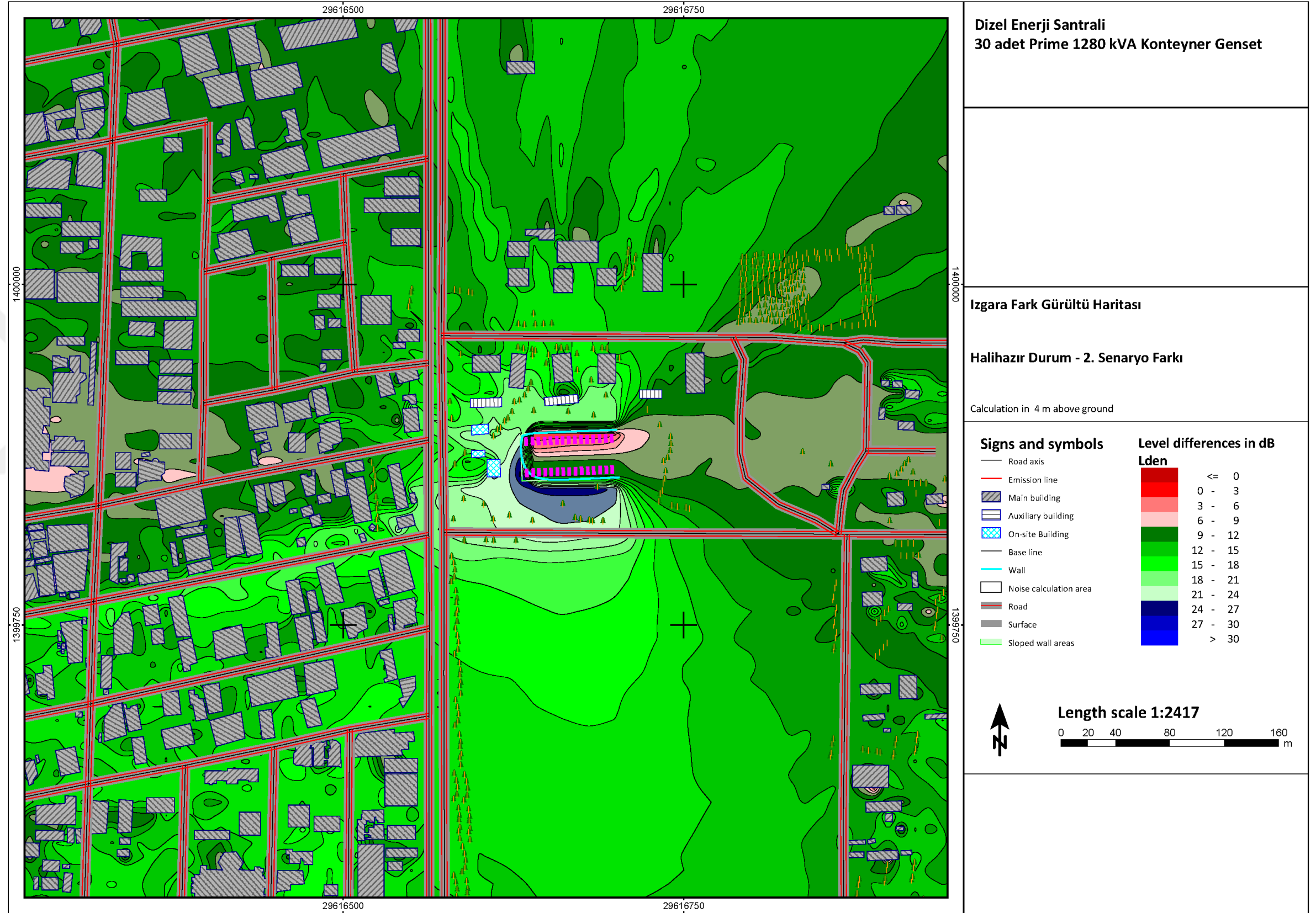
Şekil B.12 : İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü haritası-1.



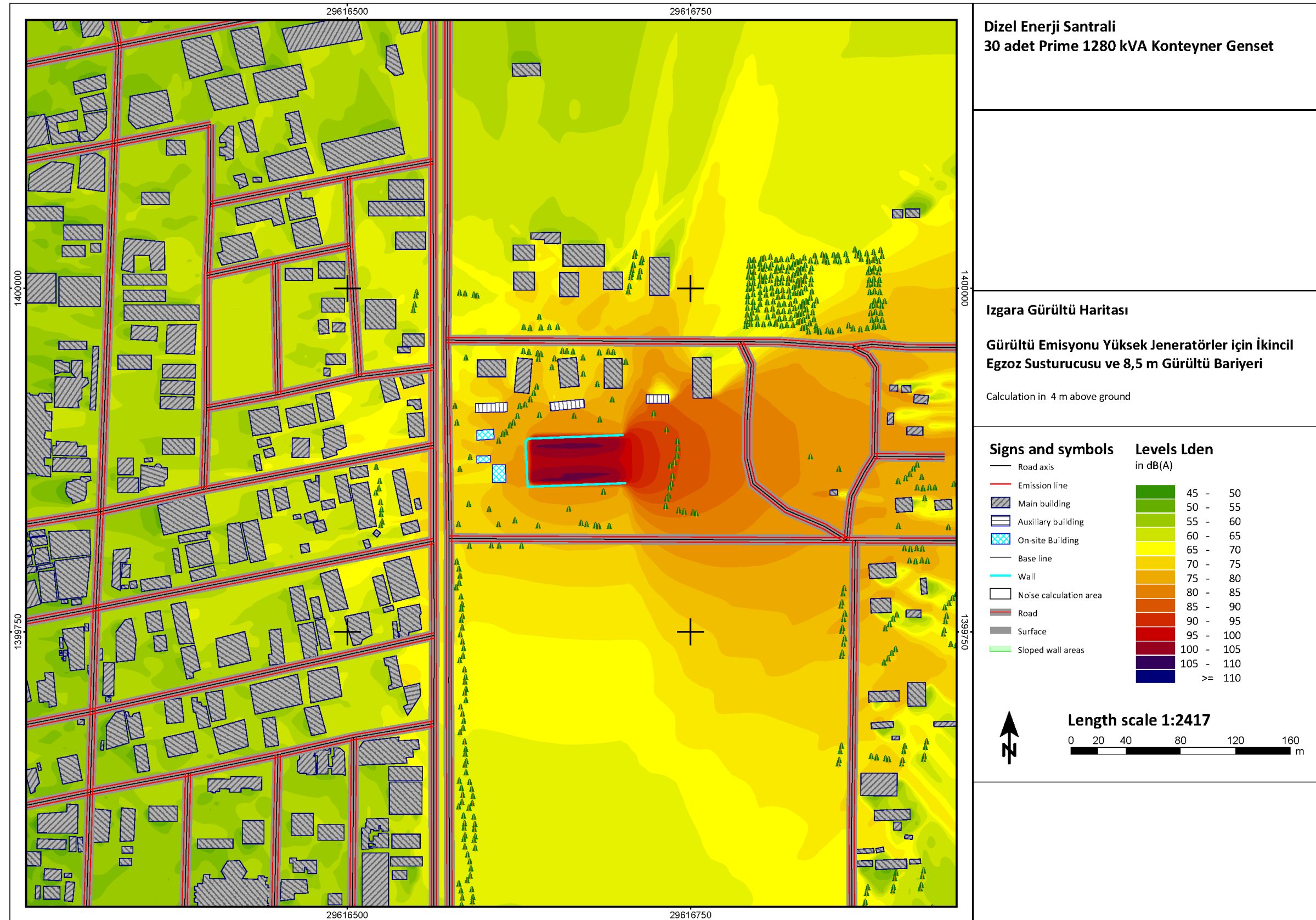
Şekil B.13 : İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü haritası-2.

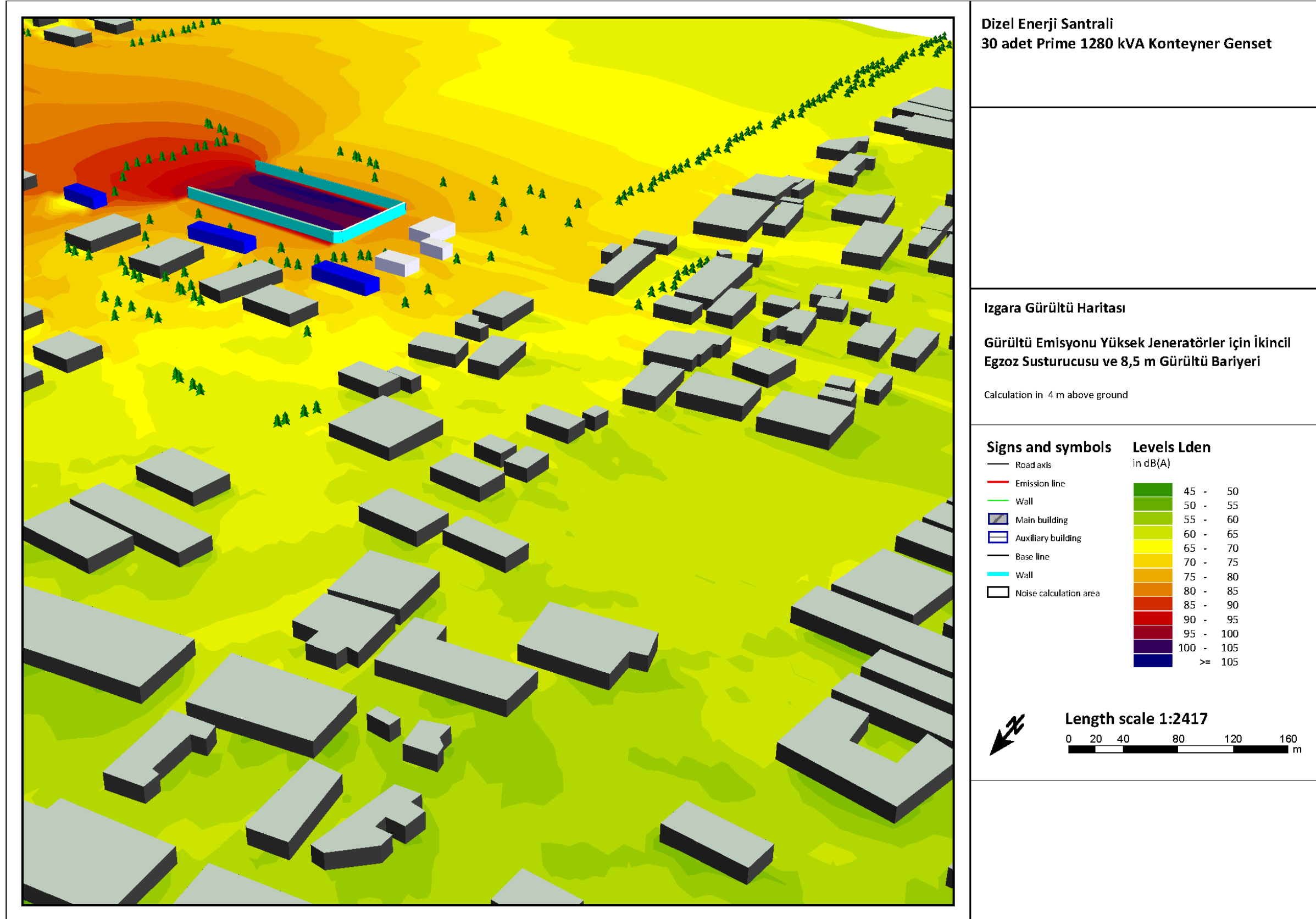


Şekil B.14 : İkincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü haritası-3.

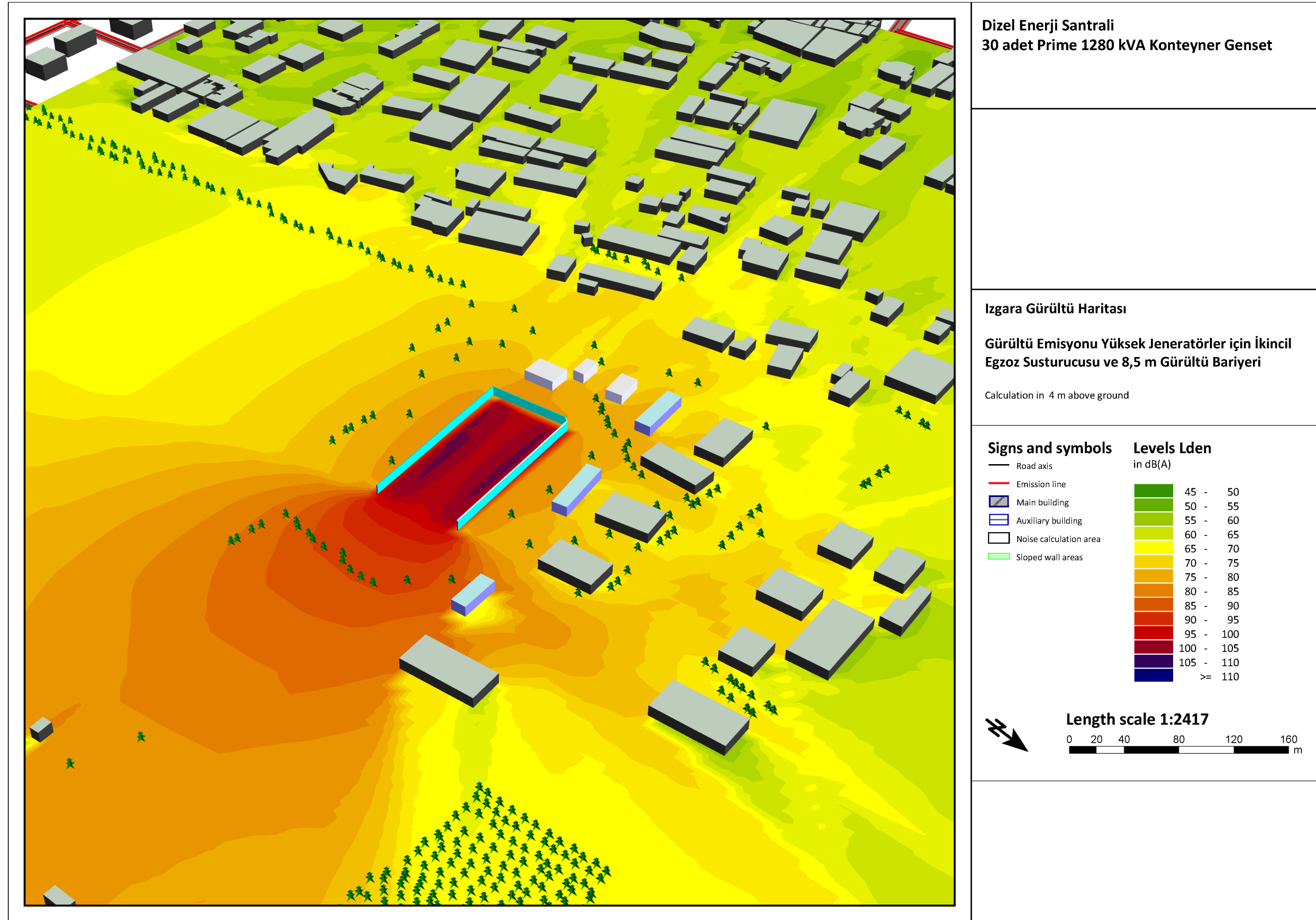


Şekil B.15 : Hali hazır durum ile 2. senaryo (ikincil egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri) fark gürültü haritası.

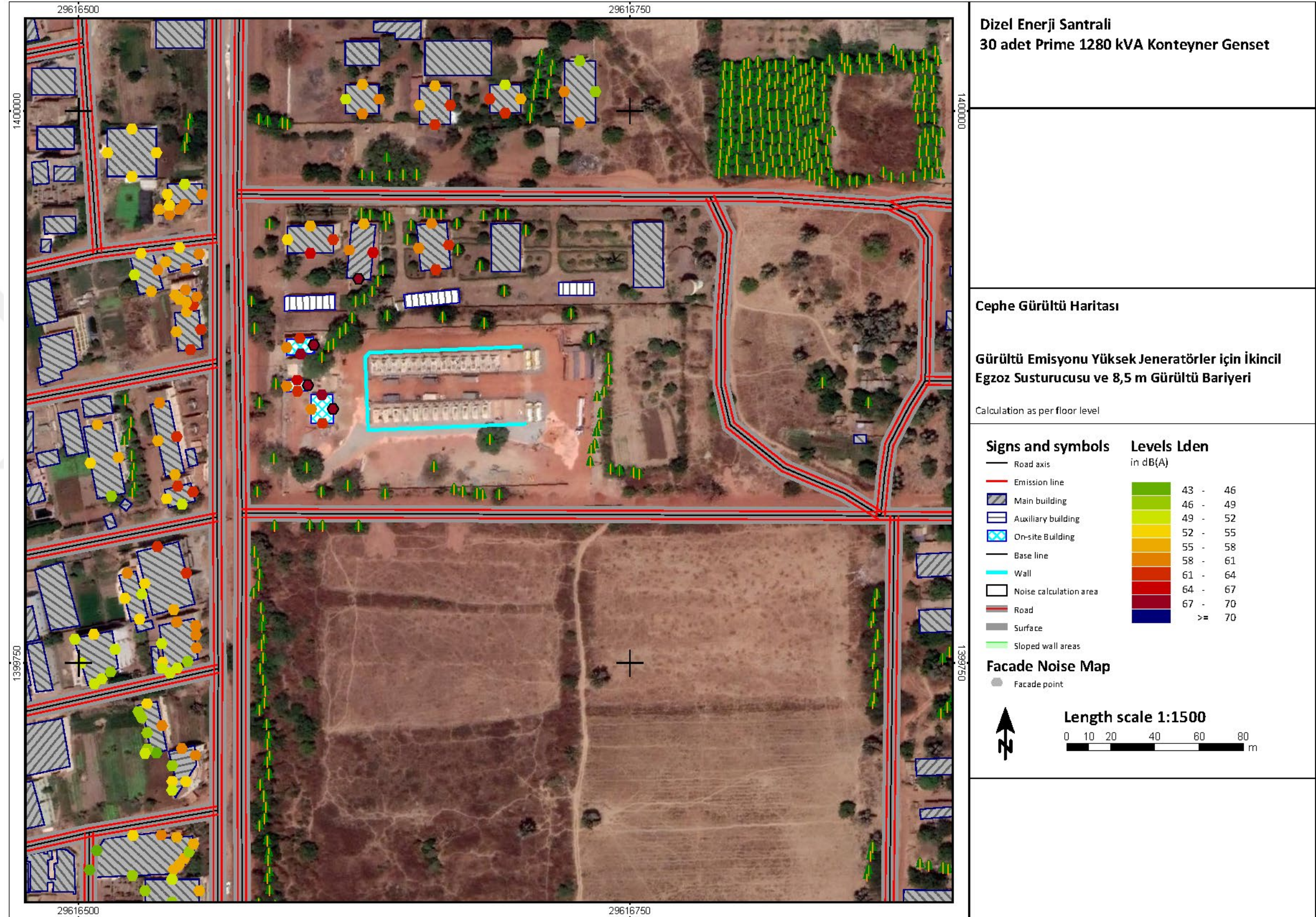




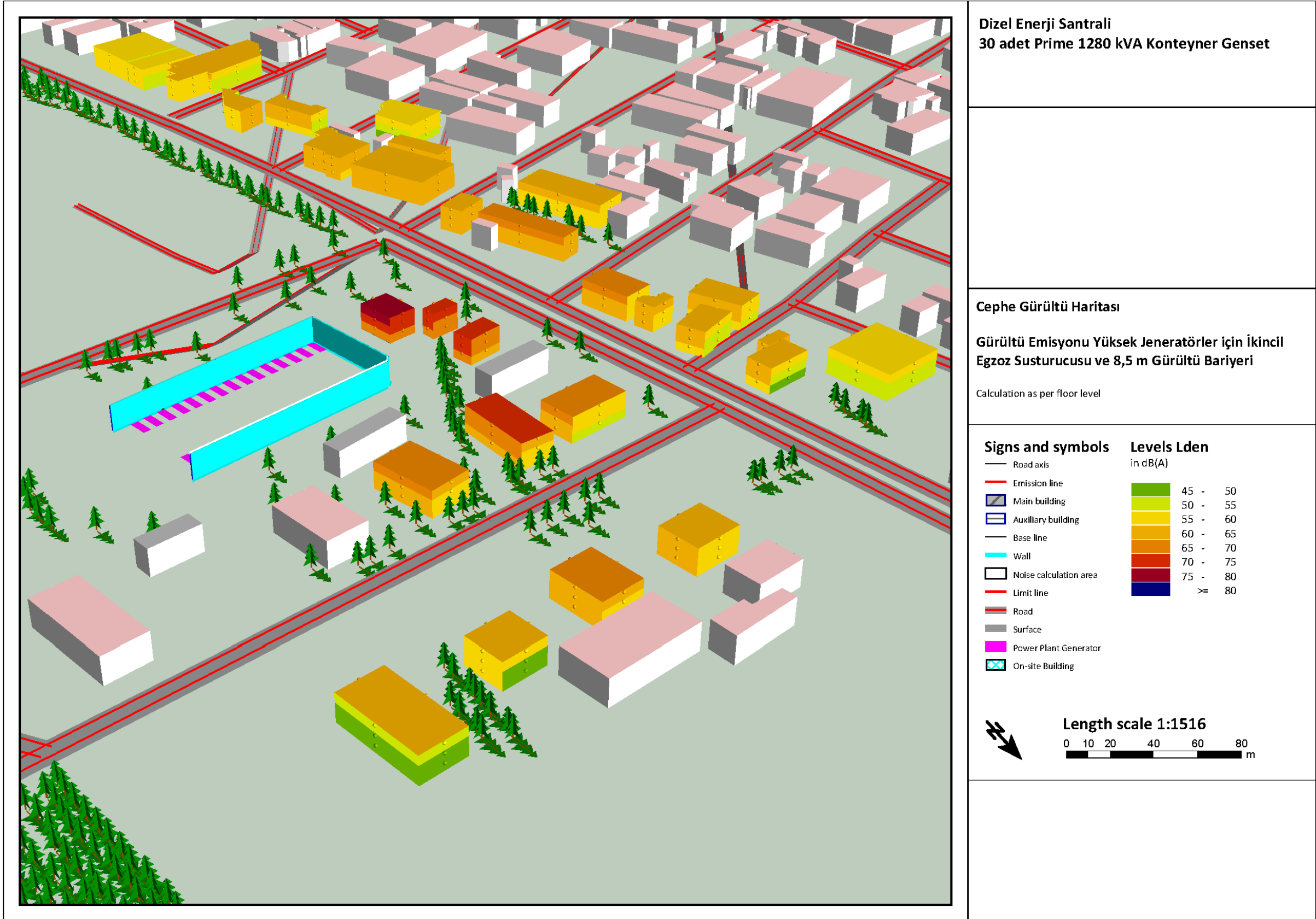
Şekil B.17 : İkincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu ızgara gürültü haritası-2.



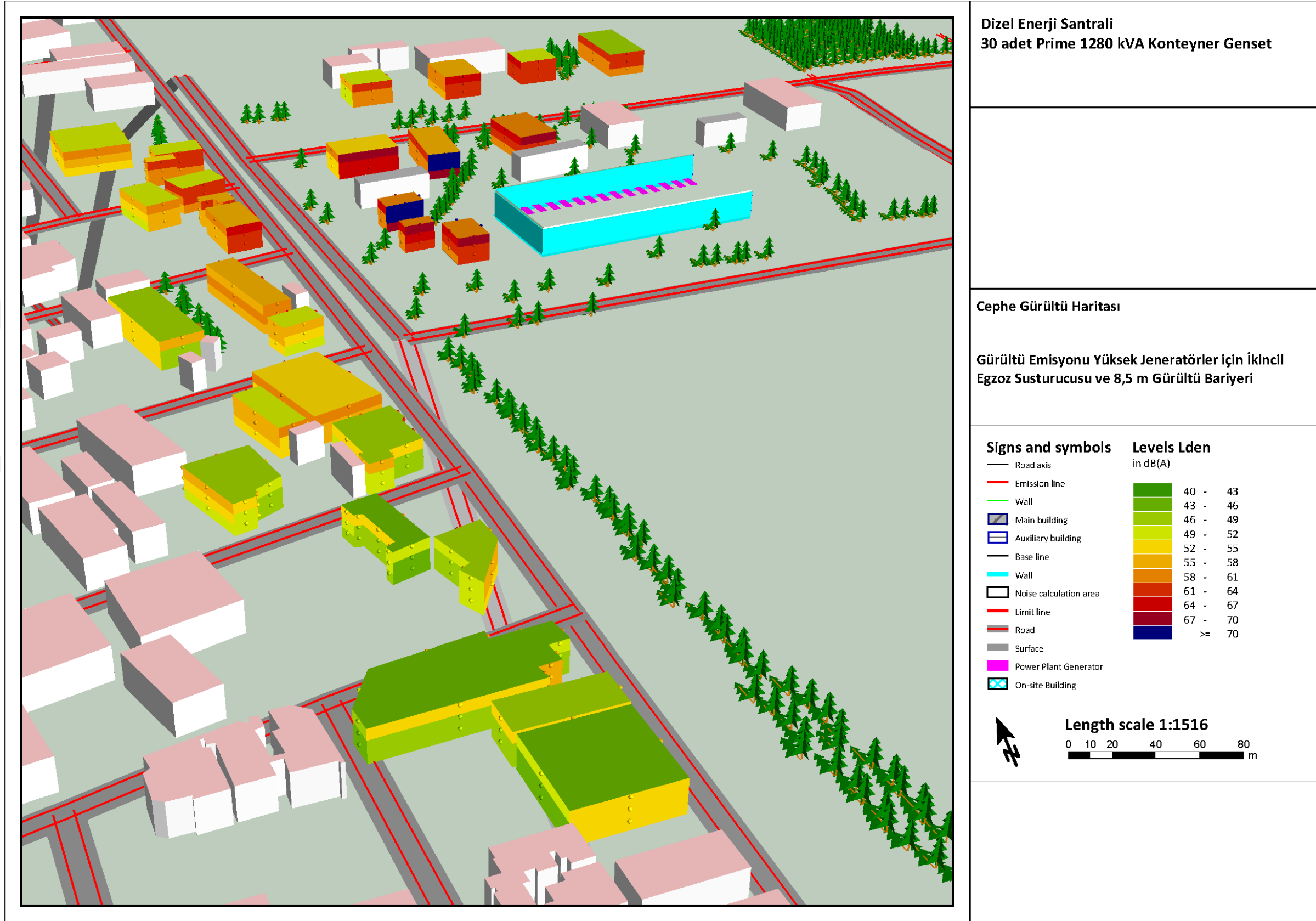
Şekil B.18 : İkincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu ızgara gürültü haritası-3..



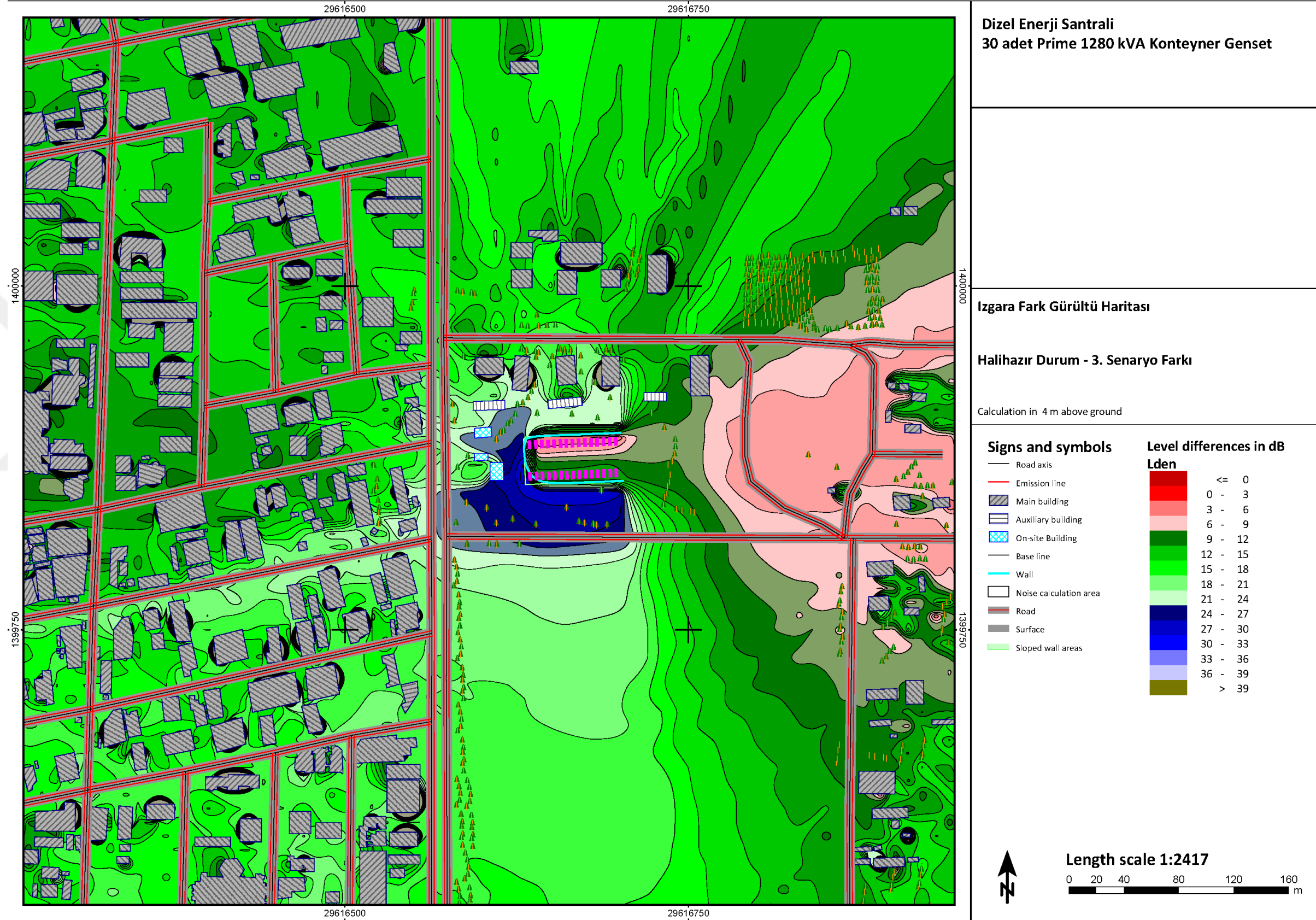
Şekil B.19 : İkincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü haritası-1.



Şekil B.20 : İkincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü haritası-2



Şekil B.21 : İkincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü haritası-3.



Şekil B.22 : : Hali hazır durum ile 3. senaryo (ikincil egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri) fark gürültü haritası .

EK C

- Halihazır durum cephe gürültü seviyeleri
- Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü seviyeleri
- Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu cephe gürültü seviyeleri



Çizelge C.1 : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Kontrol Odası	GR	GF	E	68	68	63	58	101.4	95.0	95.0	95.0	33.4	27.0	32.0	37.0
		F 1		68	68	63	58	101.4	94.9	94.9	94.9	33.4	26.9	31.9	36.9
		F 2		68	68	63	58	101.3	94.8	94.8	94.8	33.3	26.8	31.8	36.8
Kontrol Odası	GR	GF	N	68	68	63	58	92.5	86.1	86.1	86.1	24.5	18.1	23.1	28.1
		F 1		68	68	63	58	92.7	86.2	86.2	86.2	24.7	18.2	23.2	28.2
		F 2		68	68	63	58	93.4	86.9	86.9	86.9	25.4	18.9	23.9	28.9
Kontrol Odası	GR	GF	W	68	68	63	58	82.7	76.2	76.2	76.2	14.7	8.2	13.2	18.2
		F 1		68	68	63	58	83.7	77.2	77.2	77.2	15.7	9.2	14.2	19.2
		F 2		68	68	63	58	86.7	80.3	80.3	80.3	18.7	12.3	17.3	22.3
Kontrol Odası	GR	GF	S	68	68	63	58	94.1	87.7	87.7	87.7	26.1	19.7	24.7	29.7
		F 1		68	68	63	58	94.3	87.8	87.8	87.8	26.3	19.8	24.8	29.8
		F 2		68	68	63	58	94.8	88.3	88.3	88.3	26.8	20.3	25.3	30.3
OG Odası	GR	GF	S	68	68	63	58	91.1	84.6	84.6	84.6	23.1	16.6	21.6	26.6
		F 1		68	68	63	58	91.4	84.9	84.9	84.9	23.4	16.9	21.9	26.9
		F 2		68	68	63	58	92.4	85.9	85.9	85.9	24.4	17.9	22.9	27.9
OG Odası	GR	GF	E	68	68	63	58	97.6	91.1	91.1	91.1	29.6	23.1	28.1	33.1
		F 1		68	68	63	58	97.8	91.3	91.3	91.3	29.8	23.3	28.3	33.3
		F 2		68	68	63	58	97.9	91.4	91.4	91.4	29.9	23.4	28.4	33.4
OG Odası	GR	GF	N	68	68	63	58	89.9	83.4	83.4	83.4	21.9	15.4	20.4	25.4
		F 1		68	68	63	58	90.1	83.6	83.6	83.6	22.1	15.6	20.6	25.6
		F 2		68	68	63	58	91.1	84.6	84.6	84.6	23.1	16.6	21.6	26.6
OG Odası	GR	GF	W	68	68	63	58	80.7	74.2	74.2	74.2	12.7	6.2	11.2	16.2
		F 1		68	68	63	58	81.3	74.8	74.8	74.8	13.3	6.8	11.8	16.8

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Atölye	GR	F 2	S	68	68	63	58	84.5	78.0	78.0	78.0	16.5	10.0	15.0	20.0
		GF		68	68	63	58	97.0	90.5	90.5	90.5	29.0	22.5	27.5	32.5
		F 1		68	68	63	58	97.0	90.5	90.5	90.5	29.0	22.5	27.5	32.5
Atölye	GR	F 2	E	68	68	63	58	97.0	90.5	90.5	90.5	29.0	22.5	27.5	32.5
		GF		68	68	63	58	97.7	91.2	91.2	91.2	29.7	23.2	28.2	33.2
		F 1		68	68	63	58	98.1	91.6	91.6	91.6	30.1	23.6	28.6	33.6
Atölye	GR	F 2	N	68	68	63	58	98.2	91.7	91.7	91.7	30.2	23.7	28.7	33.7
		GF		68	68	63	58	88.7	82.2	82.2	82.2	20.7	14.2	19.2	24.2
		F 1		68	68	63	58	92.5	86.0	86.0	86.0	24.5	18.0	23.0	28.0
Atölye	GR	F 2	W	68	68	63	58	93.0	86.5	86.5	86.5	25.0	18.5	23.5	28.5
		GF		68	68	63	58	80.3	73.9	73.9	73.9	12.3	5.9	10.9	15.9
		F 1		68	68	63	58	80.8	74.3	74.3	74.3	12.8	6.3	11.3	16.3
Receiver N1	GR	F 2	S	68	68	63	58	84.3	77.8	77.8	77.8	16.3	9.8	14.8	19.8
		GF		68	68	63	58	88.0	81.6	81.6	81.6	20.0	13.6	18.6	23.6
		F 1		68	68	63	58	91.6	85.1	85.1	85.1	23.6	17.1	22.1	27.1
Receiver N1	GR	F 2	E	68	68	63	58	92.6	86.1	86.1	86.1	24.6	18.1	23.1	28.1
		GF		68	68	63	58	86.1	79.6	79.6	79.6	18.1	11.6	16.6	21.6
		F 1		68	68	63	58	88.4	81.9	81.9	81.9	20.4	13.9	18.9	23.9
Receiver N1	GR	F 2	N	68	68	63	58	89.8	83.4	83.4	83.4	21.8	15.4	20.4	25.4
		GF		68	68	63	58	75.0	68.5	68.5	68.5	7.0	0.5	5.5	10.5
		F 1		68	68	63	58	75.5	69.0	69.0	69.0	7.5	1.0	6.0	11.0
Receiver N1	GR	F 2	W	68	68	63	58	79.2	72.7	72.7	72.7	11.2	4.7	9.7	14.7
		GF		68	68	63	58	78.4	71.9	71.9	71.9	10.4	3.9	8.9	13.9

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N2	GR	F 1	E	68	68	63	58	79.8	73.3	73.3	73.3	11.8	5.3	10.3	15.3
		F 2		68	68	63	58	82.6	76.1	76.1	76.1	14.6	8.1	13.1	18.1
		GF		68	68	63	58	89.7	83.2	83.2	83.2	21.7	15.2	20.2	25.2
		F 1		68	68	63	58	93.4	86.9	86.9	86.9	25.4	18.9	23.9	28.9
Receiver N2	GR	F 2	N	68	68	63	58	93.8	87.4	87.4	87.4	25.8	19.4	24.4	29.4
		GF		68	68	63	58	78.6	72.1	72.1	72.1	10.6	4.1	9.1	14.1
		F 1		68	68	63	58	79.0	72.6	72.6	72.6	11.0	4.6	9.6	14.6
		F 2		68	68	63	58	82.1	75.6	75.6	75.6	14.1	7.6	12.6	17.6
Receiver N2	GR	GF	W	68	68	63	58	81.3	74.8	74.8	74.8	13.3	6.8	11.8	16.8
		F 1		68	68	63	58	82.0	75.5	75.5	75.5	14.0	7.5	12.5	17.5
		F 2		68	68	63	58	84.4	78.0	78.0	78.0	16.4	10.0	15.0	20.0
		GF		68	68	63	58	92.8	86.3	86.3	86.3	24.8	18.3	23.3	28.3
Receiver N2	GR	F 1	S	68	68	63	58	97.0	90.6	90.6	90.6	29.0	22.6	27.6	32.6
		F 2		68	68	63	58	97.2	90.7	90.7	90.7	29.2	22.7	27.7	32.7
		GF		68	68	63	58	82.8	76.4	76.4	76.4	14.8	8.4	13.4	18.4
		F 1		68	68	63	58	86.3	79.8	79.8	79.8	18.3	11.8	16.8	21.8
Receiver N3	GR	F 2	E	68	68	63	58	88.8	82.3	82.3	82.3	20.8	14.3	19.3	24.3
		GF		68	68	63	58	86.3	79.8	79.8	79.8	18.3	11.8	16.8	21.8
		F 1		68	68	63	58	89.0	82.5	82.5	82.5	21.0	14.5	19.5	24.5
		F 2		68	68	63	58	89.9	83.4	83.4	83.4	21.9	15.4	20.4	25.4
Receiver N3	GR	GF	N	68	68	63	58	79.1	72.6	72.6	72.6	11.1	4.6	9.6	14.6
		F 1		68	68	63	58	79.4	72.9	72.9	72.9	11.4	4.9	9.9	14.9
		F 2		68	68	63	58	82.4	76.0	76.0	76.0	14.4	8.0	13.0	18.0

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N3	GR	GF	W	68	68	63	58	83.8	77.3	77.3	77.3	15.8	9.3	14.3	19.3
		F 1		68	68	63	58	86.4	79.9	79.9	79.9	18.4	11.9	16.9	21.9
		F 2		68	68	63	58	87.7	81.2	81.2	81.2	19.7	13.2	18.2	23.2
Receiver N4	GR	GF	S	68	68	63	58	91.7	85.3	85.3	85.3	23.7	17.3	22.3	27.3
		F 1		68	68	63	58	96.1	89.6	89.6	89.6	28.1	21.6	26.6	31.6
		F 2		68	68	63	58	96.3	89.8	89.8	89.8	28.3	21.8	26.8	31.8
Receiver N4	GR	GF	E	68	68	63	58	84.6	78.2	78.2	78.2	16.6	10.2	15.2	20.2
		F 1		68	68	63	58	86.6	80.1	80.1	80.1	18.6	12.1	17.1	22.1
		F 2		68	68	63	58	87.3	80.8	80.8	80.8	19.3	12.8	17.8	22.8
Receiver N4	GR	GF	N	68	68	63	58	79.0	72.5	72.5	72.5	11.0	4.5	9.5	14.5
		F 1		68	68	63	58	79.1	72.6	72.6	72.6	11.1	4.6	9.6	14.6
		F 2		68	68	63	58	81.9	75.4	75.4	75.4	13.9	7.4	12.4	17.4
Receiver N4	GR	GF	W	68	68	63	58	90.1	83.6	83.6	83.6	22.1	15.6	20.6	25.6
		F 1		68	68	63	58	93.4	86.9	86.9	86.9	25.4	18.9	23.9	28.9
		F 2		68	68	63	58	94.0	87.5	87.5	87.5	26.0	19.5	24.5	29.5
Receiver N5	GR	GF	S	68	68	63	58	88.2	81.7	81.7	81.7	20.2	13.7	18.7	23.7
		F 1		68	68	63	58	92.5	86.0	86.0	86.0	24.5	18.0	23.0	28.0
		F 2		68	68	63	58	92.8	86.3	86.3	86.3	24.8	18.3	23.3	28.3
Receiver N5	GR	GF	S	68	68	63	58	83.4	76.9	76.9	76.9	15.4	8.9	13.9	18.9
		F 1		68	68	63	58	84.0	77.5	77.5	77.5	16.0	9.5	14.5	19.5
		F 2		68	68	63	58	85.7	79.2	79.2	79.2	17.7	11.2	16.2	21.2
Receiver N5	GR	GF	E	68	68	63	58	84.2	77.7	77.7	77.7	16.2	9.7	14.7	19.7
		F 1		68	68	63	58	84.6	78.1	78.1	78.1	16.6	10.1	15.1	20.1

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N5	GR	F 2	E	68	68	63	58	86.5	80.0	80.0	80.0	18.5	12.0	17.0	22.0
		GF		68	68	63	58	74.0	67.5	67.5	67.5	6.0	---	4.5	9.5
		F 1		68	68	63	58	74.3	67.8	67.8	67.8	6.3	---	4.8	9.8
Receiver N5	GR	F 2	N	68	68	63	58	77.5	71.0	71.0	71.0	9.5	3.0	8.0	13.0
		GF		68	68	63	58	75.6	69.1	69.1	69.1	7.6	1.1	6.1	11.1
		F 1		68	68	63	58	76.6	70.1	70.1	70.1	8.6	2.1	7.1	12.1
Receiver N5	GR	F 2	N	68	68	63	58	81.1	74.6	74.6	74.6	13.1	6.6	11.6	16.6
		GF		68	68	63	58	70.5	64.0	64.0	64.0	2.5	---	1.0	6.0
		F 1		68	68	63	58	71.1	64.6	64.6	64.6	3.1	---	1.6	6.6
Receiver N5	GR	F 2	W	68	68	63	58	75.8	69.3	69.3	69.3	7.8	1.3	6.3	11.3
		GF		68	68	63	58	74.6	68.1	68.1	68.1	6.6	0.1	5.1	10.1
		F 1		68	68	63	58	74.6	68.1	68.1	68.1	6.6	0.1	5.1	10.1
Receiver N5	GR	F 2	W	68	68	63	58	77.5	71.0	71.0	71.0	9.5	3.0	8.0	13.0
		GF		68	68	63	58	85.8	79.3	79.3	79.3	17.8	11.3	16.3	21.3
		F 1		68	68	63	58	88.3	81.8	81.8	81.8	20.3	13.8	18.8	23.8
Receiver N7	GR	F 2	S	68	68	63	58	89.4	82.9	82.9	82.9	21.4	14.9	19.9	24.9
		GF		68	68	63	58	85.6	79.2	79.2	79.2	17.6	11.2	16.2	21.2
		F 1		68	68	63	58	86.6	80.2	80.2	80.2	18.6	12.2	17.2	22.2
Receiver N7	GR	F 2	E	68	68	63	58	88.8	82.3	82.3	82.3	20.8	14.3	19.3	24.3
		GF		68	68	63	58	85.1	78.7	78.7	78.7	17.1	10.7	15.7	20.7
		F 1		68	68	63	58	85.5	79.0	79.0	79.0	17.5	11.0	16.0	21.0
Receiver N7	GR	F 2	N	68	68	63	58	87.7	81.2	81.2	81.2	19.7	13.2	18.2	23.2
		GF		68	68	63	58	75.7	69.2	69.2	69.2	7.7	1.2	6.2	11.2

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N7	GR	F 1	W	68	68	63	58	76.7	70.3	70.3	70.3	8.7	2.3	7.3	12.3
		F 2		68	68	63	58	81.8	75.3	75.3	75.3	13.8	7.3	12.3	17.3
		GF		68	68	63	58	81.7	75.3	75.3	75.3	13.7	7.3	12.3	17.3
		F 1		68	68	63	58	82.4	75.9	75.9	75.9	14.4	7.9	12.9	17.9
Receiver N8	GR	F 2	S	68	68	63	58	84.4	77.9	77.9	77.9	16.4	9.9	14.9	19.9
		GF		68	68	63	58	83.4	77.0	77.0	77.0	15.4	9.0	14.0	19.0
		F 1		68	68	63	58	84.5	78.0	78.0	78.0	16.5	10.0	15.0	20.0
		F 2		68	68	63	58	86.4	79.9	79.9	79.9	18.4	11.9	16.9	21.9
Receiver N8	GR	GF	E	68	68	63	58	74.8	68.4	68.4	68.4	6.8	0.4	5.4	10.4
		F 1		68	68	63	58	76.4	69.9	69.9	69.9	8.4	1.9	6.9	11.9
		F 2		68	68	63	58	78.1	71.6	71.6	71.6	10.1	3.6	8.6	13.6
		GF		68	68	63	58	67.5	61.0	61.0	61.0	---	---	---	3.0
Receiver N8	GR	F 1	N	68	68	63	58	68.5	62.1	62.1	62.1	0.5	---	---	4.1
		F 2		68	68	63	58	73.3	66.8	66.8	66.8	5.3	---	3.8	8.8
		GF		68	68	63	58	85.0	78.5	78.5	78.5	17.0	10.5	15.5	20.5
		F 1		68	68	63	58	85.5	79.0	79.0	79.0	17.5	11.0	16.0	21.0
Receiver N9	GR	F 2	S	68	68	63	58	87.6	81.1	81.1	81.1	19.6	13.1	18.1	23.1
		GF		68	68	63	58	83.0	76.5	76.5	76.5	15.0	8.5	13.5	18.5
		F 1		68	68	63	58	83.7	77.2	77.2	77.2	15.7	9.2	14.2	19.2
		F 2		68	68	63	58	85.9	79.5	79.5	79.5	17.9	11.5	16.5	21.5
Receiver N9	GR	GF	E	68	68	63	58	69.2	62.7	62.7	62.7	1.2	---	---	4.7
		F 1		68	68	63	58	72.5	66.0	66.0	66.0	4.5	---	3.0	8.0
		F 2		68	68	63	58	75.0	68.5	68.5	68.5	7.0	0.5	5.5	10.5

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N9	GR	GF	N	68	68	63	58	65.6	59.1	59.1	59.1	---	---	---	1.1
		F 1		68	68	63	58	66.7	60.2	60.2	60.2	---	---	---	2.2
		F 2		68	68	63	58	71.7	65.3	65.3	65.3	3.7	---	2.3	7.3
Receiver N9	GR	GF	W	68	68	63	58	80.8	74.3	74.3	74.3	12.8	6.3	11.3	16.3
		F 1		68	68	63	58	81.9	75.4	75.4	75.4	13.9	7.4	12.4	17.4
		F 2		68	68	63	58	83.8	77.3	77.3	77.3	15.8	9.3	14.3	19.3
Receiver NW1	GR	GF	S	68	68	63	58	83.1	76.6	76.6	76.6	15.1	8.6	13.6	18.6
		F 1		68	68	63	58	84.0	77.5	77.5	77.5	16.0	9.5	14.5	19.5
		F 2		68	68	63	58	86.6	80.1	80.1	80.1	18.6	12.1	17.1	22.1
Receiver NW1	GR	GF	E	68	68	63	58	81.2	74.7	74.7	74.7	13.2	6.7	11.7	16.7
		F 1		68	68	63	58	82.0	75.5	75.5	75.5	14.0	7.5	12.5	17.5
		F 2		68	68	63	58	84.4	77.9	77.9	77.9	16.4	9.9	14.9	19.9
Receiver NW1	GR	GF	N	68	68	63	58	68.7	62.2	62.2	62.2	0.7	---	---	4.2
		F 1		68	68	63	58	68.8	62.3	62.3	62.3	0.8	---	---	4.3
		F 2		68	68	63	58	73.4	66.9	66.9	66.9	5.4	---	3.9	8.9
Receiver NW1	GR	GF	W	68	68	63	58	73.0	66.6	66.6	66.6	5.0	---	3.6	8.6
		F 1		68	68	63	58	74.1	67.6	67.6	67.6	6.1	---	4.6	9.6
		F 2		68	68	63	58	77.2	70.7	70.7	70.7	9.2	2.7	7.7	12.7
Receiver NW2	GR	GF	S	68	68	63	58	82.7	76.2	76.2	76.2	14.7	8.2	13.2	18.2
		F 1		68	68	63	58	83.2	76.8	76.8	76.8	15.2	8.8	13.8	18.8
		F 2		68	68	63	58	85.5	79.0	79.0	79.0	17.5	11.0	16.0	21.0
Receiver NW2	GR	GF	S	68	68	63	58	83.9	77.4	77.4	77.4	15.9	9.4	14.4	19.4
		F 1		68	68	63	58	86.1	79.6	79.6	79.6	18.1	11.6	16.6	21.6

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver NW2	GR	F 2	E	68	68	63	58	87.7	81.2	81.2	81.2	19.7	13.2	18.2	23.2
		GF		68	68	63	58	84.6	78.2	78.2	78.2	16.6	10.2	15.2	20.2
		F 1		68	68	63	58	86.2	79.7	79.7	79.7	18.2	11.7	16.7	21.7
Receiver NW2	GR	F 2	E	68	68	63	58	87.9	81.5	81.5	81.5	19.9	13.5	18.5	23.5
		GF		68	68	63	58	83.7	77.2	77.2	77.2	15.7	9.2	14.2	19.2
		F 1		68	68	63	58	84.3	77.8	77.8	77.8	16.3	9.8	14.8	19.8
Receiver NW2	GR	F 2	N	68	68	63	58	86.5	80.0	80.0	80.0	18.5	12.0	17.0	22.0
		GF		68	68	63	58	70.6	64.1	64.1	64.1	2.6	---	1.1	6.1
		F 1		68	68	63	58	71.1	64.7	64.7	64.7	3.1	---	1.7	6.7
Receiver NW2	GR	F 2	N	68	68	63	58	75.7	69.2	69.2	69.2	7.7	1.2	6.2	11.2
		GF		68	68	63	58	70.9	64.4	64.4	64.4	2.9	---	1.4	6.4
		F 1		68	68	63	58	71.3	64.9	64.9	64.9	3.3	---	1.9	6.9
Receiver NW2	GR	F 2	W	68	68	63	58	79.3	72.8	72.8	72.8	11.3	4.8	9.8	14.8
		GF		68	68	63	58	76.1	69.6	69.6	69.6	8.1	1.6	6.6	11.6
		F 1		68	68	63	58	76.8	70.3	70.3	70.3	8.8	2.3	7.3	12.3
Receiver NW2	GR	F 2	W	68	68	63	58	79.6	73.1	73.1	73.1	11.6	5.1	10.1	15.1
		GF		68	68	63	58	78.1	71.6	71.6	71.6	10.1	3.6	8.6	13.6
		F 1		68	68	63	58	79.7	73.2	73.2	73.2	11.7	5.2	10.2	15.2
Receiver NW3	GR	F 2	S	68	68	63	58	82.4	75.9	75.9	75.9	14.4	7.9	12.9	17.9
		GF		68	68	63	58	72.6	66.1	66.1	66.1	4.6	---	3.1	8.1
		F 1		68	68	63	58	75.0	68.5	68.5	68.5	7.0	0.5	5.5	10.5
Receiver NW3	GR	F 2	S	68	68	63	58	81.5	75.0	75.0	75.0	13.5	7.0	12.0	17.0
		GF		68	68	63	58	84.3	77.8	77.8	77.8	16.3	9.8	14.8	19.8

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver NW3	GR	F 1	E	68	68	63	58	86.7	80.2	80.2	80.2	18.7	12.2	17.2	22.2
		F 2		68	68	63	58	87.7	81.2	81.2	81.2	19.7	13.2	18.2	23.2
		GF		68	68	63	58	72.2	65.8	65.8	65.8	4.2	---	2.8	7.8
		F 1		68	68	63	58	74.9	68.4	68.4	68.4	6.9	0.4	5.4	10.4
Receiver NW3	GR	F 2	E	68	68	63	58	81.9	75.4	75.4	75.4	13.9	7.4	12.4	17.4
		GF		68	68	63	58	83.0	76.6	76.6	76.6	15.0	8.6	13.6	18.6
		F 1		68	68	63	58	85.1	78.6	78.6	78.6	17.1	10.6	15.6	20.6
		F 2		68	68	63	58	86.4	79.9	79.9	79.9	18.4	11.9	16.9	21.9
Receiver NW3	GR	GF	N	68	68	63	58	73.0	66.5	66.5	66.5	5.0	---	3.5	8.5
		F 1		68	68	63	58	73.3	66.8	66.8	66.8	5.3	---	3.8	8.8
		F 2		68	68	63	58	75.9	69.4	69.4	69.4	7.9	1.4	6.4	11.4
		GF		68	68	63	58	81.2	74.7	74.7	74.7	13.2	6.7	11.7	16.7
Receiver NW3	GR	F 1	W	68	68	63	58	83.0	76.5	76.5	76.5	15.0	8.5	13.5	18.5
		F 2		68	68	63	58	85.2	78.7	78.7	78.7	17.2	10.7	15.7	20.7
		GF		68	68	63	58	72.3	65.8	65.8	65.8	4.3	---	2.8	7.8
		F 1		68	68	63	58	73.5	67.0	67.0	67.0	5.5	---	4.0	9.0
Receiver NW3	GR	F 2	W	68	68	63	58	78.1	71.6	71.6	71.6	10.1	3.6	8.6	13.6
		GF		68	68	63	58	74.3	67.8	67.8	67.8	6.3	---	4.8	9.8
		F 1		68	68	63	58	74.8	68.3	68.3	68.3	6.8	0.3	5.3	10.3
		F 2		68	68	63	58	78.5	72.0	72.0	72.0	10.5	4.0	9.0	14.0
Receiver NW3	GR	GF	S	68	68	63	58	73.6	67.2	67.2	67.2	5.6	---	4.2	9.2
		F 1		68	68	63	58	74.7	68.2	68.2	68.2	6.7	0.2	5.2	10.2
		F 2		68	68	63	58	81.0	74.5	74.5	74.5	13.0	6.5	11.5	16.5

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver NW3	GR	GF	SW	68	68	63	58	73.4	66.9	66.9	66.9	5.4	---	3.9	8.9
		F 1		68	68	63	58	73.7	67.2	67.2	67.2	5.7	---	4.2	9.2
		F 2		68	68	63	58	77.5	71.0	71.0	71.0	9.5	3.0	8.0	13.0
Receiver NW4	GR	GF	S	68	68	63	58	85.8	79.3	79.3	79.3	17.8	11.3	16.3	21.3
		F 1		68	68	63	58	88.5	82.0	82.0	82.0	20.5	14.0	19.0	24.0
		F 2		68	68	63	58	88.9	82.4	82.4	82.4	20.9	14.4	19.4	24.4
Receiver NW4	GR	GF	E	68	68	63	58	87.5	81.0	81.0	81.0	19.5	13.0	18.0	23.0
		F 1		68	68	63	58	90.6	84.1	84.1	84.1	22.6	16.1	21.1	26.1
		F 2		68	68	63	58	91.1	84.6	84.6	84.6	23.1	16.6	21.6	26.6
Receiver NW4	GR	GF	N	68	68	63	58	79.9	73.4	73.4	73.4	11.9	5.4	10.4	15.4
		F 1		68	68	63	58	83.5	77.0	77.0	77.0	15.5	9.0	14.0	19.0
		F 2		68	68	63	58	84.5	78.1	78.1	78.1	16.5	10.1	15.1	20.1
Receiver NW4	GR	GF	W	68	68	63	58	71.8	65.4	65.4	65.4	3.8	---	2.4	7.4
		F 1		68	68	63	58	72.1	65.6	65.6	65.6	4.1	---	2.6	7.6
		F 2		68	68	63	58	76.0	69.5	69.5	69.5	8.0	1.5	6.5	11.5
Receiver NW5	GR	GF	S	68	68	63	58	79.8	73.3	73.3	73.3	11.8	5.3	10.3	15.3
		F 1		68	68	63	58	80.3	73.8	73.8	73.8	12.3	5.8	10.8	15.8
		F 2		68	68	63	58	82.8	76.4	76.4	76.4	14.8	8.4	13.4	18.4
Receiver NW5	GR	GF	E	68	68	63	58	81.4	74.9	74.9	74.9	13.4	6.9	11.9	16.9
		F 1		68	68	63	58	83.3	76.8	76.8	76.8	15.3	8.8	13.8	18.8
		F 2		68	68	63	58	85.4	78.9	78.9	78.9	17.4	10.9	15.9	20.9
Receiver NW5	GR	GF	N	68	68	63	58	75.7	69.2	69.2	69.2	7.7	1.2	6.2	11.2
		F 1		68	68	63	58	76.3	69.8	69.8	69.8	8.3	1.8	6.8	11.8

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver NW5	GR	F 2	W	68	68	63	58	79.7	73.3	73.3	73.3	11.7	5.3	10.3	15.3
		GF		68	68	63	58	68.9	62.4	62.4	62.4	0.9	---	---	4.4
		F 1		68	68	63	58	69.1	62.6	62.6	62.6	1.1	---	---	4.6
Receiver SW1	GR	F 2	S	68	68	63	58	73.1	66.6	66.6	66.6	5.1	---	3.6	8.6
		GF		68	68	63	58	77.0	70.5	70.5	70.5	9.0	2.5	7.5	12.5
		F 1		68	68	63	58	78.1	71.6	71.6	71.6	10.1	3.6	8.6	13.6
Receiver SW1	GR	F 2	E	68	68	63	58	81.5	75.0	75.0	75.0	13.5	7.0	12.0	17.0
		GF		68	68	63	58	85.8	79.4	79.4	79.4	17.8	11.4	16.4	21.4
		F 1		68	68	63	58	88.3	81.8	81.8	81.8	20.3	13.8	18.8	23.8
Receiver SW1	GR	F 2	N	68	68	63	58	90.1	83.6	83.6	83.6	22.1	15.6	20.6	25.6
		GF		68	68	63	58	86.1	79.7	79.7	79.7	18.1	11.7	16.7	21.7
		F 1		68	68	63	58	88.5	82.0	82.0	82.0	20.5	14.0	19.0	24.0
Receiver SW1	GR	F 2	W	68	68	63	58	90.1	83.6	83.6	83.6	22.1	15.6	20.6	25.6
		GF		68	68	63	58	71.3	64.9	64.9	64.9	3.3	---	1.9	6.9
		F 1		68	68	63	58	73.9	67.4	67.4	67.4	5.9	---	4.4	9.4
Receiver SW2	GR	F 2	S	68	68	63	58	82.6	76.1	76.1	76.1	14.6	8.1	13.1	18.1
		GF		68	68	63	58	77.7	71.2	71.2	71.2	9.7	3.2	8.2	13.2
		F 1		68	68	63	58	78.0	71.5	71.5	71.5	10.0	3.5	8.5	13.5
Receiver SW2	GR	F 2	E	68	68	63	58	82.8	76.3	76.3	76.3	14.8	8.3	13.3	18.3
		GF		68	68	63	58	71.1	64.6	64.6	64.6	3.1	---	1.6	6.6
		F 1		68	68	63	58	74.0	67.6	67.6	67.6	6.0	---	4.6	9.6
Receiver SW2	GR	F 2	N	68	68	63	58	85.0	78.6	78.6	78.6	17.0	10.6	15.6	20.6
		GF		68	68	63	58	83.4	76.9	76.9	76.9	15.4	8.9	13.9	18.9

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri..

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW2	GR	F 1	W	68	68	63	58	83.7	77.2	77.2	77.2	15.7	9.2	14.2	19.2
		F 2		68	68	63	58	87.3	80.8	80.8	80.8	19.3	12.8	17.8	22.8
		GF		68	68	63	58	76.6	70.1	70.1	70.1	8.6	2.1	7.1	12.1
		F 1		68	68	63	58	78.0	71.5	71.5	71.5	10.0	3.5	8.5	13.5
Receiver SW3	GR	F 2	S	68	68	63	58	79.6	73.1	73.1	73.1	11.6	5.1	10.1	15.1
		GF		68	68	63	58	67.5	61.0	61.0	61.0	---	---	---	3.0
		F 1		68	68	63	58	67.5	61.0	61.0	61.0	---	---	---	3.0
		F 2		68	68	63	58	74.9	68.4	68.4	68.4	6.9	0.4	5.4	10.4
Receiver SW3	GR	GF	E	68	68	63	58	68.3	61.9	61.9	61.9	0.3	---	---	3.9
		F 1		68	68	63	58	70.1	63.6	63.6	63.6	2.1	---	0.6	5.6
		F 2		68	68	63	58	81.1	74.6	74.6	74.6	13.1	6.6	11.6	16.6
		GF		68	68	63	58	66.9	60.5	60.5	60.5	---	---	---	2.5
Receiver SW3	GR	F 1	S	68	68	63	58	67.5	61.0	61.0	61.0	---	---	---	3.0
		F 2		68	68	63	58	75.1	68.6	68.6	68.6	7.1	0.6	5.6	10.6
		GF		68	68	63	58	85.1	78.6	78.6	78.6	17.1	10.6	15.6	20.6
		F 1		68	68	63	58	85.6	79.1	79.1	79.1	17.6	11.1	16.1	21.1
Receiver SW3	GR	F 2	SE	68	68	63	58	88.1	81.6	81.6	81.6	20.1	13.6	18.6	23.6
		GF		68	68	63	58	84.9	78.5	78.5	78.5	16.9	10.5	15.5	20.5
		F 1		68	68	63	58	85.8	79.3	79.3	79.3	17.8	11.3	16.3	21.3
		F 2		68	68	63	58	88.3	81.9	81.9	81.9	20.3	13.9	18.9	23.9
Receiver SW3	GR	GF	E	68	68	63	58	85.3	78.8	78.8	78.8	17.3	10.8	15.8	20.8
		F 1		68	68	63	58	86.3	79.8	79.8	79.8	18.3	11.8	16.8	21.8
		F 2		68	68	63	58	88.8	82.3	82.3	82.3	20.8	14.3	19.3	24.3

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW3	GR	GF	N	68	68	63	58	84.5	78.0	78.0	78.0	16.5	10.0	15.0	20.0
		F 1		68	68	63	58	85.3	78.8	78.8	78.8	17.3	10.8	15.8	20.8
		F 2		68	68	63	58	88.2	81.7	81.7	81.7	20.2	13.7	18.7	23.7
Receiver SW3	GR	GF	W	68	68	63	58	71.7	65.2	65.2	65.2	3.7	---	2.2	7.2
		F 1		68	68	63	58	73.6	67.1	67.1	67.1	5.6	---	4.1	9.1
		F 2		68	68	63	58	75.7	69.2	69.2	69.2	7.7	1.2	6.2	11.2
Receiver SW3	GR	GF	N	68	68	63	58	71.1	64.6	64.6	64.6	3.1	---	1.6	6.6
		F 1		68	68	63	58	73.6	67.1	67.1	67.1	5.6	---	4.1	9.1
		F 2		68	68	63	58	84.1	77.6	77.6	77.6	16.1	9.6	14.6	19.6
Receiver SW3	GR	GF	W	68	68	63	58	69.0	62.5	62.5	62.5	1.0	---	---	4.5
		F 1		68	68	63	58	70.3	63.8	63.8	63.8	2.3	---	0.8	5.8
		F 2		68	68	63	58	80.9	74.4	74.4	74.4	12.9	6.4	11.4	16.4
Receiver SW4	GR	GF	S	68	68	63	58	76.7	70.2	70.2	70.2	8.7	2.2	7.2	12.2
		F 1		68	68	63	58	77.9	71.4	71.4	71.4	9.9	3.4	8.4	13.4
		F 2		68	68	63	58	78.9	72.4	72.4	72.4	10.9	4.4	9.4	14.4
Receiver SW4	GR	GF	E	68	68	63	58	73.4	66.9	66.9	66.9	5.4	---	3.9	8.9
		F 1		68	68	63	58	76.1	69.6	69.6	69.6	8.1	1.6	6.6	11.6
		F 2		68	68	63	58	80.2	73.7	73.7	73.7	12.2	5.7	10.7	15.7
Receiver SW4	GR	GF	SE	68	68	63	58	72.2	65.7	65.7	65.7	4.2	---	2.7	7.7
		F 1		68	68	63	58	74.2	67.7	67.7	67.7	6.2	---	4.7	9.7
		F 2		68	68	63	58	74.9	68.5	68.5	68.5	6.9	0.5	5.5	10.5
Receiver SW4	GR	GF	E	68	68	63	58	69.3	62.8	62.8	62.8	1.3	---	---	4.8
		F 1		68	68	63	58	72.5	66.0	66.0	66.0	4.5	---	3.0	8.0

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW4	GR	F 2	N	68	68	63	58	79.6	73.1	73.1	73.1	11.6	5.1	10.1	15.1
		GF		68	68	63	58	74.0	67.5	67.5	67.5	6.0	---	4.5	9.5
		F 1		68	68	63	58	77.0	70.5	70.5	70.5	9.0	2.5	7.5	12.5
Receiver SW4	GR	F 2	NW	68	68	63	58	82.3	75.8	75.8	75.8	14.3	7.8	12.8	17.8
		GF		68	68	63	58	73.3	66.8	66.8	66.8	5.3	---	3.8	8.8
		F 1		68	68	63	58	75.8	69.3	69.3	69.3	7.8	1.3	6.3	11.3
Receiver SW4	GR	F 2	W	68	68	63	58	80.6	74.1	74.1	74.1	12.6	6.1	11.1	16.1
		GF		68	68	63	58	73.4	66.9	66.9	66.9	5.4	---	3.9	8.9
		F 1		68	68	63	58	75.5	69.0	69.0	69.0	7.5	1.0	6.0	11.0
Receiver SW5	GR	F 2	SE	68	68	63	58	78.9	72.5	72.5	72.5	10.9	4.5	9.5	14.5
		GF		68	68	63	58	80.8	74.3	74.3	74.3	12.8	6.3	11.3	16.3
		F 1		68	68	63	58	79.8	73.3	73.3	73.3	11.8	5.3	10.3	15.3
Receiver SW5	GR	F 2	E	68	68	63	58	81.3	74.8	74.8	74.8	13.3	6.8	11.8	16.8
		GF		68	68	63	58	83.3	76.8	76.8	76.8	15.3	8.8	13.8	18.8
		F 1		68	68	63	58	82.6	76.1	76.1	76.1	14.6	8.1	13.1	18.1
Receiver SW5	GR	F 2	N	68	68	63	58	84.3	77.8	77.8	77.8	16.3	9.8	14.8	19.8
		GF		68	68	63	58	85.7	79.2	79.2	79.2	17.7	11.2	16.2	21.2
		F 1		68	68	63	58	84.9	78.4	78.4	78.4	16.9	10.4	15.4	20.4
Receiver SW5	GR	F 2	W	68	68	63	58	86.5	80.0	80.0	80.0	18.5	12.0	17.0	22.0
		GF		68	68	63	58	70.7	64.2	64.2	64.2	2.7	---	1.2	6.2
		F 1		68	68	63	58	73.1	66.6	66.6	66.6	5.1	---	3.6	8.6
Receiver SW5	GR	F 2	NW	68	68	63	58	73.2	66.7	66.7	66.7	5.2	---	3.7	8.7
		GF		68	68	63	58	74.6	68.1	68.1	68.1	6.6	0.1	5.1	10.1

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW5	GR	F 1	SW	68	68	63	58	76.9	70.4	70.4	70.4	8.9	2.4	7.4	12.4
		F 2		68	68	63	58	78.1	71.7	71.7	71.7	10.1	3.7	8.7	13.7
		GF		68	68	63	58	72.8	66.3	66.3	66.3	4.8	---	3.3	8.3
		F 1		68	68	63	58	74.8	68.3	68.3	68.3	6.8	0.3	5.3	10.3
Receiver SW6	GR	F 2	S	68	68	63	58	71.4	64.9	64.9	64.9	3.4	---	1.9	6.9
		GF		68	68	63	58	66.8	60.3	60.3	60.3	---	---	---	2.3
		F 1		68	68	63	58	68.3	61.8	61.8	61.8	0.3	---	---	3.8
		F 2		68	68	63	58	72.7	66.2	66.2	66.2	4.7	---	3.2	8.2
Receiver SW6	GR	GF	E	68	68	63	58	84.2	77.7	77.7	77.7	16.2	9.7	14.7	19.7
		F 1		68	68	63	58	83.4	76.9	76.9	76.9	15.4	8.9	13.9	18.9
		F 2		68	68	63	58	85.1	78.6	78.6	78.6	17.1	10.6	15.6	20.6
		GF		68	68	63	58	78.4	71.9	71.9	71.9	10.4	3.9	8.9	13.9
Receiver SW6	GR	F 1	N	68	68	63	58	78.9	72.5	72.5	72.5	10.9	4.5	9.5	14.5
		F 2		68	68	63	58	82.3	75.8	75.8	75.8	14.3	7.8	12.8	17.8
		GF		68	68	63	58	71.5	65.0	65.0	65.0	3.5	---	2.0	7.0
		F 1		68	68	63	58	73.1	66.6	66.6	66.6	5.1	---	3.6	8.6
Receiver SW6	GR	F 2	S	68	68	63	58	73.9	67.4	67.4	67.4	5.9	---	4.4	9.4
		GF		68	68	63	58	70.4	63.9	63.9	63.9	2.4	---	0.9	5.9
		F 1		68	68	63	58	71.8	65.3	65.3	65.3	3.8	---	2.3	7.3
		F 2		68	68	63	58	75.0	68.5	68.5	68.5	7.0	0.5	5.5	10.5
Receiver SW6	GR	GF	W	68	68	63	58	72.0	65.5	65.5	65.5	4.0	---	2.5	7.5
		F 1		68	68	63	58	73.6	67.1	67.1	67.1	5.6	---	4.1	9.1
		F 2		68	68	63	58	74.5	68.0	68.0	68.0	6.5	---	5.0	10.0

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW6	GR	GF	NW	68	68	63	58	72.6	66.1	66.1	66.1	4.6	---	3.1	8.1
		F 1		68	68	63	58	74.9	68.4	68.4	68.4	6.9	0.4	5.4	10.4
		F 2		68	68	63	58	78.4	71.9	71.9	71.9	10.4	3.9	8.9	13.9
Receiver SW6	GR	GF	W	68	68	63	58	73.1	66.7	66.7	66.7	5.1	---	3.7	8.7
		F 1		68	68	63	58	75.1	68.6	68.6	68.6	7.1	0.6	5.6	10.6
		F 2		68	68	63	58	72.0	65.5	65.5	65.5	4.0	---	2.5	7.5
Receiver SW7	GR	GF	S	68	68	63	58	66.4	59.9	59.9	59.9	---	---	---	1.9
		F 1		68	68	63	58	70.0	63.5	63.5	63.5	2.0	---	0.5	5.5
		F 2		68	68	63	58	78.7	72.3	72.3	72.3	10.7	4.3	9.3	14.3
Receiver SW7	GR	GF	E	68	68	63	58	82.5	76.1	76.1	76.1	14.5	8.1	13.1	18.1
		F 1		68	68	63	58	82.1	75.6	75.6	75.6	14.1	7.6	12.6	17.6
		F 2		68	68	63	58	85.3	78.8	78.8	78.8	17.3	10.8	15.8	20.8
Receiver SW7	GR	GF	S	68	68	63	58	80.5	74.0	74.0	74.0	12.5	6.0	11.0	16.0
		F 1		68	68	63	58	79.7	73.2	73.2	73.2	11.7	5.2	10.2	15.2
		F 2		68	68	63	58	81.1	74.6	74.6	74.6	13.1	6.6	11.6	16.6
Receiver SW7	GR	GF	E	68	68	63	58	81.4	75.0	75.0	75.0	13.4	7.0	12.0	17.0
		F 1		68	68	63	58	80.6	74.2	74.2	74.2	12.6	6.2	11.2	16.2
		F 2		68	68	63	58	82.6	76.1	76.1	76.1	14.6	8.1	13.1	18.1
Receiver SW7	GR	GF	S	68	68	63	58	72.3	65.8	65.8	65.8	4.3	---	2.8	7.8
		F 1		68	68	63	58	71.6	65.1	65.1	65.1	3.6	---	2.1	7.1
		F 2		68	68	63	58	74.3	67.8	67.8	67.8	6.3	---	4.8	9.8
Receiver SW7	GR	GF	E	68	68	63	58	82.2	75.7	75.7	75.7	14.2	7.7	12.7	17.7
		F 1		68	68	63	58	81.2	74.7	74.7	74.7	13.2	6.7	11.7	16.7

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW7	GR	F 2	N	68	68	63	58	81.6	75.1	75.1	75.1	13.6	7.1	12.1	17.1
		GF		68	68	63	58	82.2	75.7	75.7	75.7	14.2	7.7	12.7	17.7
		F 1		68	68	63	58	81.3	74.8	74.8	74.8	13.3	6.8	11.8	16.8
Receiver SW7	GR	F 2	E	68	68	63	58	81.7	75.2	75.2	75.2	13.7	7.2	12.2	17.2
		GF		68	68	63	58	84.7	78.2	78.2	78.2	16.7	10.2	15.2	20.2
		F 1		68	68	63	58	83.9	77.4	77.4	77.4	15.9	9.4	14.4	19.4
Receiver SW7	GR	F 2	N	68	68	63	58	84.5	78.0	78.0	78.0	16.5	10.0	15.0	20.0
		GF		68	68	63	58	74.9	68.4	68.4	68.4	6.9	0.4	5.4	10.4
		F 1		68	68	63	58	78.0	71.5	71.5	71.5	10.0	3.5	8.5	13.5
Receiver SW7	GR	F 2	NW	68	68	63	58	81.2	74.7	74.7	74.7	13.2	6.7	11.7	16.7
		GF		68	68	63	58	71.5	65.0	65.0	65.0	3.5	---	2.0	7.0
		F 1		68	68	63	58	76.1	69.7	69.7	69.7	8.1	1.7	6.7	11.7
Receiver SW7	GR	F 2	W	68	68	63	58	76.2	69.7	69.7	69.7	8.2	1.7	6.7	11.7
		GF		68	68	63	58	68.6	62.1	62.1	62.1	0.6	---	---	4.1
		F 1		68	68	63	58	71.6	65.1	65.1	65.1	3.6	---	2.1	7.1
Receiver SW8	GR	F 2	S	68	68	63	58	73.4	67.0	67.0	67.0	5.4	---	4.0	9.0
		GF		68	68	63	58	66.8	60.3	60.3	60.3	---	---	---	2.3
		F 1		68	68	63	58	68.3	61.8	61.8	61.8	0.3	---	---	3.8
Receiver SW8	GR	F 2	S	68	68	63	58	79.2	72.7	72.7	72.7	11.2	4.7	9.7	14.7
		GF		68	68	63	58	77.2	70.8	70.8	70.8	9.2	2.8	7.8	12.8
		F 1		68	68	63	58	77.2	70.7	70.7	70.7	9.2	2.7	7.7	12.7
Receiver SW8	GR	F 2	E	68	68	63	58	78.6	72.2	72.2	72.2	10.6	4.2	9.2	14.2
		GF		68	68	63	58	81.5	75.1	75.1	75.1	13.5	7.1	12.1	17.1

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW8	GR	F 1	E	68	68	63	58	80.6	74.1	74.1	74.1	12.6	6.1	11.1	16.1
		F 2		68	68	63	58	80.6	74.1	74.1	74.1	12.6	6.1	11.1	16.1
		GF		68	68	63	58	81.0	74.6	74.6	74.6	13.0	6.6	11.6	16.6
		F 1		68	68	63	58	80.1	73.6	73.6	73.6	12.1	5.6	10.6	15.6
Receiver SW8	GR	F 2	N	68	68	63	58	79.8	73.4	73.4	73.4	11.8	5.4	10.4	15.4
		GF		68	68	63	58	65.2	58.7	58.7	58.7	---	---	---	0.7
		F 1		68	68	63	58	67.0	60.5	60.5	60.5	---	---	---	2.5
		F 2		68	68	63	58	80.3	73.9	73.9	73.9	12.3	5.9	10.9	15.9
Receiver SW8	GR	GF	N	68	68	63	58	74.5	68.0	68.0	68.0	6.5	---	5.0	10.0
		F 1		68	68	63	58	75.1	68.6	68.6	68.6	7.1	0.6	5.6	10.6
		F 2		68	68	63	58	82.0	75.6	75.6	75.6	14.0	7.6	12.6	17.6
		GF		68	68	63	58	70.0	63.5	63.5	63.5	2.0	---	0.5	5.5
Receiver SW8	GR	F 1	W	68	68	63	58	71.5	65.1	65.1	65.1	3.5	---	2.1	7.1
		F 2		68	68	63	58	71.6	65.1	65.1	65.1	3.6	---	2.1	7.1
		GF		68	68	63	58	65.8	59.3	59.3	59.3	---	---	---	1.3
		F 1		68	68	63	58	65.9	59.4	59.4	59.4	---	---	---	1.4
Receiver W1	GR	F 2	S	68	68	63	58	73.0	66.5	66.5	66.5	5.0	---	3.5	8.5
		GF		68	68	63	58	86.7	80.2	80.2	80.2	18.7	12.2	17.2	22.2
		F 1		68	68	63	58	88.3	81.8	81.8	81.8	20.3	13.8	18.8	23.8
		F 2		68	68	63	58	88.8	82.3	82.3	82.3	20.8	14.3	19.3	24.3
Receiver W1	GR	GF	E	68	68	63	58	88.4	81.9	81.9	81.9	20.4	13.9	18.9	23.9
		F 1		68	68	63	58	90.7	84.3	84.3	84.3	22.7	16.3	21.3	26.3
		F 2		68	68	63	58	91.4	84.9	84.9	84.9	23.4	16.9	21.9	26.9

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver W1	GR	GF	N	68	68	63	58	82.4	75.9	75.9	75.9	14.4	7.9	12.9	17.9
		F 1		68	68	63	58	83.7	77.2	77.2	77.2	15.7	9.2	14.2	19.2
		F 2		68	68	63	58	85.5	79.0	79.0	79.0	17.5	11.0	16.0	21.0
Receiver W1	GR	GF	W	68	68	63	58	76.7	70.2	70.2	70.2	8.7	2.2	7.2	12.2
		F 1		68	68	63	58	78.5	72.0	72.0	72.0	10.5	4.0	9.0	14.0
		F 2		68	68	63	58	77.8	71.4	71.4	71.4	9.8	3.4	8.4	13.4
Receiver W2	GR	GF	S	68	68	63	58	84.7	78.2	78.2	78.2	16.7	10.2	15.2	20.2
		F 1		68	68	63	58	84.6	78.1	78.1	78.1	16.6	10.1	15.1	20.1
		F 2		68	68	63	58	85.2	78.8	78.8	78.8	17.2	10.8	15.8	20.8
Receiver W2	GR	GF	E	68	68	63	58	87.5	81.1	81.1	81.1	19.5	13.1	18.1	23.1
		F 1		68	68	63	58	91.5	85.0	85.0	85.0	23.5	17.0	22.0	27.0
		F 2		68	68	63	58	91.9	85.4	85.4	85.4	23.9	17.4	22.4	27.4
Receiver W2	GR	GF	N	68	68	63	58	87.8	81.3	81.3	81.3	19.8	13.3	18.3	23.3
		F 1		68	68	63	58	90.8	84.3	84.3	84.3	22.8	16.3	21.3	26.3
		F 2		68	68	63	58	91.7	85.2	85.2	85.2	23.7	17.2	22.2	27.2
Receiver W2	GR	GF	W	68	68	63	58	75.9	69.4	69.4	69.4	7.9	1.4	6.4	11.4
		F 1		68	68	63	58	77.3	70.8	70.8	70.8	9.3	2.8	7.8	12.8
		F 2		68	68	63	58	79.6	73.1	73.1	73.1	11.6	5.1	10.1	15.1
Receiver W3	GR	GF	S	68	68	63	58	84.3	77.8	77.8	77.8	16.3	9.8	14.8	19.8
		F 1		68	68	63	58	83.9	77.4	77.4	77.4	15.9	9.4	14.4	19.4
		F 2		68	68	63	58	84.4	77.9	77.9	77.9	16.4	9.9	14.9	19.9
Receiver W3	GR	GF	E	68	68	63	58	77.9	71.4	71.4	71.4	9.9	3.4	8.4	13.4
		F 1		68	68	63	58	79.5	73.1	73.1	73.1	11.5	5.1	10.1	15.1

Çizelge C.1 (devam) : Halihazır durum senaryosu için akustik izolasyon tedbirleri öncesi cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver W3	GR	F 2	N	68	68	63	58	83.2	76.7	76.7	76.7	15.2	8.7	13.7	18.7
		GF		68	68	63	58	77.0	70.5	70.5	70.5	9.0	2.5	7.5	12.5
		F 1		68	68	63	58	77.5	71.0	71.0	71.0	9.5	3.0	8.0	13.0
Receiver W3	GR	F 2	W	68	68	63	58	80.4	73.9	73.9	73.9	12.4	5.9	10.9	15.9
		GF		68	68	63	58	72.0	65.5	65.5	65.5	4.0	---	2.5	7.5
		F 1		68	68	63	58	73.6	67.2	67.2	67.2	5.6	---	4.2	9.2
		F 2		68	68	63	58	73.6	67.1	67.1	67.1	5.6	---	4.1	9.1

Çizelge C.2 : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Limit Lden dB(A)	Limit Ld dB(A)	Limit Le dB(A)	Limit Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Kontrol Odası	GR	GF	E	68	68	63	58	77.4	70.9	70.9	70.9	9.4	2.9	7.9	12.9
		F 1		68	68	63	58	80.5	74.0	74.0	74.0	12.5	6.0	11.0	16.0
		F 2		68	68	63	58	84.2	77.7	77.7	77.7	16.2	9.7	14.7	19.7
Kontrol Odası	GR	GF	N	68	68	63	58	75.0	68.5	68.5	68.5	7.0	0.5	5.5	10.5
		F 1		68	68	63	58	77.6	71.1	71.1	71.1	9.6	3.1	8.1	13.1
		F 2		68	68	63	58	81.0	74.5	74.5	74.5	13.0	6.5	11.5	16.5
Kontrol Odası	GR	GF	W	68	68	63	58	67.6	61.1	61.1	61.1	---	---	---	3.1
		F 1		68	68	63	58	68.5	62.0	62.0	62.0	0.5	---	---	4.0
		F 2		68	68	63	58	73.7	67.2	67.2	67.2	5.7	---	4.2	9.2
Kontrol Odası	GR	GF	S	68	68	63	58	68.4	61.9	61.9	61.9	0.4	---	---	3.9
		F 1		68	68	63	58	69.8	63.3	63.3	63.3	1.8	---	0.3	5.3
		F 2		68	68	63	58	75.5	69.0	69.0	69.0	7.5	1.0	6.0	11.0
OG Odası	GR	GF	S	68	68	63	58	69.9	63.4	63.4	63.4	1.9	---	0.4	5.4
		F 1		68	68	63	58	72.1	65.6	65.6	65.6	4.1	---	2.6	7.6
		F 2		68	68	63	58	76.2	69.7	69.7	69.7	8.2	1.7	6.7	11.7
OG Odası	GR	GF	E	68	68	63	58	76.4	69.9	69.9	69.9	8.4	1.9	6.9	11.9
		F 1		68	68	63	58	78.9	72.4	72.4	72.4	10.9	4.4	9.4	14.4
		F 2		68	68	63	58	81.6	75.2	75.2	75.2	13.6	7.2	12.2	17.2
OG Odası	GR	GF	N	68	68	63	58	73.2	66.7	66.7	66.7	5.2	---	3.7	8.7
		F 1		68	68	63	58	75.4	68.9	68.9	68.9	7.4	0.9	5.9	10.9
		F 2		68	68	63	58	78.3	71.8	71.8	71.8	10.3	3.8	8.8	13.8
OG Odası	GR	GF	W	68	68	63	58	66.9	60.5	60.5	60.5	---	---	---	2.5
		F 1		68	68	63	58	67.7	61.2	61.2	61.2	---	---	---	3.2

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Atölye	GR	F 2	S	68	68	63	58	72.2	65.7	65.7	65.7	4.2	---	2.7	7.7
		GF		68	68	63	58	75.5	69.0	69.0	69.0	7.5	1.0	6.0	11.0
Atölye	GR	F 1	E	68	68	63	58	77.9	71.4	71.4	71.4	9.9	3.4	8.4	13.4
		F 2		68	68	63	58	80.5	74.0	74.0	74.0	12.5	6.0	11.0	16.0
Atölye	GR	GF	N	68	68	63	58	76.5	70.0	70.0	70.0	8.5	2.0	7.0	12.0
		F 1		68	68	63	58	78.8	72.3	72.3	72.3	10.8	4.3	9.3	14.3
Atölye	GR	F 2	W	68	68	63	58	81.5	75.0	75.0	75.0	13.5	7.0	12.0	17.0
		GF		68	68	63	58	71.0	64.5	64.5	64.5	3.0	---	1.5	6.5
Atölye	GR	F 1	S	68	68	63	58	72.7	66.2	66.2	66.2	4.7	---	3.2	8.2
		F 2		68	68	63	58	75.9	69.4	69.4	69.4	7.9	1.4	6.4	11.4
Receiver N1	GR	GF	E	68	68	63	58	65.8	59.3	59.3	59.3	---	---	---	1.3
		F 1		68	68	63	58	66.7	60.2	60.2	60.2	---	---	---	2.2
Receiver N1	GR	F 2	N	68	68	63	58	72.1	65.6	65.6	65.6	4.1	---	2.6	7.6
		GF		68	68	63	58	72.1	65.6	65.6	65.6	4.1	---	2.6	7.6
Receiver N1	GR	F 1	W	68	68	63	58	73.5	67.0	67.0	67.0	5.5	---	4.0	9.0
		F 2		68	68	63	58	75.3	68.8	68.8	68.8	7.3	0.8	5.8	10.8
Receiver N1	GR	GF	S	68	68	63	58	68.5	62.0	62.0	62.0	0.5	---	---	4.0
		F 1		68	68	63	58	70.1	63.6	63.6	63.6	2.1	---	0.6	5.6
Receiver N1	GR	F 2	E	68	68	63	58	73.2	66.7	66.7	66.7	5.2	---	3.7	8.7
		GF		68	68	63	58	62.7	56.2	56.2	56.2	---	---	---	---
Receiver N1	GR	F 1	N	68	68	63	58	63.3	56.8	56.8	56.8	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	67.4	60.9	60.9	60.9	---	---	---	2.9
Receiver N1	GR	GF	W	68	68	63	58	63.3	56.8	56.8	56.8	---	---	---	---

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N2	GR	F 1	E	68	68	63	58	63.9	57.5	57.5	57.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	67.8	61.3	61.3	61.3	---	---	---	3.3
		GF		68	68	63	58	72.7	66.3	66.3	66.3	4.7	---	3.3	8.3
		F 1		68	68	63	58	74.3	67.9	67.9	67.9	6.3	---	4.9	9.9
Receiver N2	GR	F 2	N	68	68	63	58	76.3	69.8	69.8	69.8	8.3	1.8	6.8	11.8
		GF		68	68	63	58	64.4	57.9	57.9	57.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	64.9	58.5	58.5	58.5	---	---	---	0.5
		F 2		68	68	63	58	68.9	62.4	62.4	62.4	0.9	---	---	4.4
Receiver N2	GR	GF	W	68	68	63	58	65.1	58.6	58.6	58.6	---	---	---	0.6
		F 1		68	68	63	58	65.7	59.2	59.2	59.2	---	---	---	1.2
		F 2		68	68	63	58	69.8	63.3	63.3	63.3	1.8	---	0.3	5.3
		GF		68	68	63	58	75.4	68.9	68.9	68.9	7.4	0.9	5.9	10.9
Receiver N2	GR	F 1	S	68	68	63	58	77.2	70.7	70.7	70.7	9.2	2.7	7.7	12.7
		F 2		68	68	63	58	79.4	72.9	72.9	72.9	11.4	4.9	9.9	14.9
		GF		68	68	63	58	69.8	63.3	63.3	63.3	1.8	---	0.3	5.3
		F 1		68	68	63	58	72.0	65.5	65.5	65.5	4.0	---	2.5	7.5
Receiver N3	GR	F 2	E	68	68	63	58	76.2	69.7	69.7	69.7	8.2	1.7	6.7	11.7
		GF		68	68	63	58	69.6	63.1	63.1	63.1	1.6	---	0.1	5.1
		F 1		68	68	63	58	70.9	64.4	64.4	64.4	2.9	---	1.4	6.4
		F 2		68	68	63	58	73.5	67.0	67.0	67.0	5.5	---	4.0	9.0
Receiver N3	GR	GF	N	68	68	63	58	65.3	58.9	58.9	58.9	---	---	---	0.9
		F 1		68	68	63	58	65.9	59.4	59.4	59.4	---	---	---	1.4
		F 2		68	68	63	58	69.6	63.1	63.1	63.1	1.6	---	0.1	5.1

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N3	GR	GF	W	68	68	63	58	68.1	61.6	61.6	61.6	0.1	---	---	3.6
		F 1		68	68	63	58	69.7	63.2	63.2	63.2	1.7	---	0.2	5.2
		F 2		68	68	63	58	73.0	66.5	66.5	66.5	5.0	---	3.5	8.5
Receiver N4	GR	GF	S	68	68	63	58	75.1	68.6	68.6	68.6	7.1	0.6	5.6	10.6
		F 1		68	68	63	58	76.8	70.3	70.3	70.3	8.8	2.3	7.3	12.3
		F 2		68	68	63	58	78.9	72.4	72.4	72.4	10.9	4.4	9.4	14.4
Receiver N4	GR	GF	E	68	68	63	58	65.1	58.6	58.6	58.6	---	---	---	0.6
		F 1		68	68	63	58	66.2	59.7	59.7	59.7	---	---	---	1.7
		F 2		68	68	63	58	70.5	64.0	64.0	64.0	2.5	---	1.0	6.0
Receiver N4	GR	GF	N	68	68	63	58	64.7	58.2	58.2	58.2	---	---	---	0.2
		F 1		68	68	63	58	65.1	58.6	58.6	58.6	---	---	---	0.6
		F 2		68	68	63	58	69.0	62.5	62.5	62.5	1.0	---	---	4.5
Receiver N4	GR	GF	W	68	68	63	58	72.5	66.0	66.0	66.0	4.5	---	3.0	8.0
		F 1		68	68	63	58	74.1	67.6	67.6	67.6	6.1	---	4.6	9.6
		F 2		68	68	63	58	76.1	69.6	69.6	69.6	8.1	1.6	6.6	11.6
Receiver N5	GR	GF	S	68	68	63	58	72.2	65.7	65.7	65.7	4.2	---	2.7	7.7
		F 1		68	68	63	58	73.4	67.0	67.0	67.0	5.4	---	4.0	9.0
		F 2		68	68	63	58	74.8	68.4	68.4	68.4	6.8	0.4	5.4	10.4
Receiver N5	GR	GF	S	68	68	63	58	67.7	61.2	61.2	61.2	---	---	---	3.2
		F 1		68	68	63	58	68.2	61.7	61.7	61.7	0.2	---	---	3.7
		F 2		68	68	63	58	69.6	63.1	63.1	63.1	1.6	---	0.1	5.1
Receiver N5	GR	GF	E	68	68	63	58	68.4	61.9	61.9	61.9	0.4	---	---	3.9
		F 1		68	68	63	58	68.7	62.2	62.2	62.2	0.7	---	---	4.2

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N5	GR	F 2	E	68	68	63	58	69.8	63.3	63.3	63.3	1.8	---	0.3	5.3
		GF		68	68	63	58	60.2	53.7	53.7	53.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.8	54.3	54.3	54.3	---	---	---	---
Receiver N5	GR	F 2	N	68	68	63	58	65.6	59.1	59.1	59.1	---	---	---	1.1
		GF		68	68	63	58	63.2	56.8	56.8	56.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	64.1	57.6	57.6	57.6	---	---	---	---
Receiver N5	GR	F 2	N	68	68	63	58	67.0	60.5	60.5	60.5	---	---	---	2.5
		GF		68	68	63	58	60.1	53.6	53.6	53.6	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.7	54.2	54.2	54.2	---	---	---	---
Receiver N5	GR	F 2	W	68	68	63	58	65.3	58.8	58.8	58.8	---	---	---	0.8
		GF		68	68	63	58	61.0	54.5	54.5	54.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.2	54.7	54.7	54.7	---	---	---	---
Receiver N5	GR	F 2	W	68	68	63	58	65.2	58.7	58.7	58.7	---	---	---	0.7
		GF		68	68	63	58	67.6	61.1	61.1	61.1	---	---	---	3.1
		F 1		68	68	63	58	69.1	62.6	62.6	62.6	1.1	---	---	4.6
Receiver N7	GR	F 2	S	68	68	63	58	71.8	65.3	65.3	65.3	3.8	---	2.3	7.3
		GF		68	68	63	58	69.5	63.0	63.0	63.0	1.5	---	---	5.0
		F 1		68	68	63	58	70.1	63.6	63.6	63.6	2.1	---	0.6	5.6
Receiver N7	GR	F 2	E	68	68	63	58	71.4	64.9	64.9	64.9	3.4	---	1.9	6.9
		GF		68	68	63	58	68.9	62.4	62.4	62.4	0.9	---	---	4.4
		F 1		68	68	63	58	69.1	62.6	62.6	62.6	1.1	---	---	4.6
Receiver N7	GR	F 2	N	68	68	63	58	70.4	64.0	64.0	64.0	2.4	---	1.0	6.0
		GF		68	68	63	58	62.7	56.2	56.2	56.2	---	---	---	---

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N7	GR	F 1	W	68	68	63	58	63.9	57.4	57.4	57.4	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	67.4	61.0	61.0	61.0	---	---	---	3.0
		GF		68	68	63	58	65.7	59.2	59.2	59.2	---	---	---	1.2
		F 1		68	68	63	58	66.0	59.6	59.6	59.6	---	---	---	1.6
Receiver N8	GR	F 2	S	68	68	63	58	68.0	61.5	61.5	61.5	---	---	---	3.5
		GF		68	68	63	58	67.9	61.4	61.4	61.4	---	---	---	3.4
		F 1		68	68	63	58	68.5	62.0	62.0	62.0	0.5	---	---	4.0
		F 2		68	68	63	58	69.6	63.2	63.2	63.2	1.6	---	0.2	5.2
Receiver N8	GR	GF	E	68	68	63	58	59.1	52.7	52.7	52.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	59.5	53.0	53.0	53.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.6	57.1	57.1	57.1	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	57.8	51.4	51.4	51.4	---	---	---	---
Receiver N8	GR	F 1	N	68	68	63	58	58.1	51.6	51.6	51.6	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	62.8	56.3	56.3	56.3	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	69.5	63.0	63.0	63.0	1.5	---	---	5.0
		F 1		68	68	63	58	69.8	63.3	63.3	63.3	1.8	---	0.3	5.3
Receiver N9	GR	F 2	S	68	68	63	58	71.0	64.5	64.5	64.5	3.0	---	1.5	6.5
		GF		68	68	63	58	67.3	60.8	60.8	60.8	---	---	---	2.8
		F 1		68	68	63	58	67.9	61.5	61.5	61.5	---	---	---	3.5
		F 2		68	68	63	58	69.3	62.8	62.8	62.8	1.3	---	---	4.8
Receiver N9	GR	GF	E	68	68	63	58	56.9	50.4	50.4	50.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.1	50.6	50.6	50.6	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	62.2	55.7	55.7	55.7	---	---	---	---

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N9	GR	GF	N	68	68	63	58	56.5	50.0	50.0	50.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	56.6	50.1	50.1	50.1	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	61.5	55.0	55.0	55.0	---	---	---	---
Receiver N9	GR	GF	W	68	68	63	58	66.2	59.7	59.7	59.7	---	---	---	1.7
		F 1		68	68	63	58	66.7	60.2	60.2	60.2	---	---	---	2.2
		F 2		68	68	63	58	68.0	61.5	61.5	61.5	---	---	---	3.5
Receiver NW1	GR	GF	S	68	68	63	58	68.7	62.2	62.2	62.2	0.7	---	---	4.2
		F 1		68	68	63	58	69.4	62.9	62.9	62.9	1.4	---	---	4.9
		F 2		68	68	63	58	71.4	65.0	65.0	65.0	3.4	---	2.0	7.0
Receiver NW1	GR	GF	E	68	68	63	58	66.8	60.3	60.3	60.3	---	---	---	2.3
		F 1		68	68	63	58	67.4	60.9	60.9	60.9	---	---	---	2.9
		F 2		68	68	63	58	69.1	62.6	62.6	62.6	1.1	---	---	4.6
Receiver NW1	GR	GF	N	68	68	63	58	58.4	51.9	51.9	51.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	58.5	52.0	52.0	52.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.0	56.5	56.5	56.5	---	---	---	---
Receiver NW1	GR	GF	W	68	68	63	58	60.6	54.1	54.1	54.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.1	54.6	54.6	54.6	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	64.0	57.5	57.5	57.5	---	---	---	---
Receiver NW2	GR	GF	S	68	68	63	58	67.4	61.0	61.0	61.0	---	---	---	3.0
		F 1		68	68	63	58	68.1	61.6	61.6	61.6	0.1	---	---	3.6
		F 2		68	68	63	58	70.1	63.6	63.6	63.6	2.1	---	0.6	5.6
Receiver NW2	GR	GF	S	68	68	63	58	68.4	61.9	61.9	61.9	0.4	---	---	3.9
		F 1		68	68	63	58	69.3	62.8	62.8	62.8	1.3	---	---	4.8

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver NW2	GR	F 2	E	68	68	63	58	70.9	64.4	64.4	64.4	2.9	---	1.4	6.4
		GF		68	68	63	58	67.4	60.9	60.9	60.9	---	---	---	2.9
		F 1		68	68	63	58	68.4	61.9	61.9	61.9	0.4	---	---	3.9
Receiver NW2	GR	F 2	E	68	68	63	58	70.4	64.0	64.0	64.0	2.4	---	1.0	6.0
		GF		68	68	63	58	68.9	62.5	62.5	62.5	0.9	---	---	4.5
		F 1		68	68	63	58	69.5	63.0	63.0	63.0	1.5	---	---	5.0
Receiver NW2	GR	F 2	N	68	68	63	58	71.3	64.8	64.8	64.8	3.3	---	1.8	6.8
		GF		68	68	63	58	60.5	54.0	54.0	54.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.9	54.4	54.4	54.4	---	---	---	---
Receiver NW2	GR	F 2	N	68	68	63	58	65.6	59.1	59.1	59.1	---	---	---	1.1
		GF		68	68	63	58	61.5	55.0	55.0	55.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.1	55.7	55.7	55.7	---	---	---	---
Receiver NW2	GR	F 2	W	68	68	63	58	67.9	61.4	61.4	61.4	---	---	---	3.4
		GF		68	68	63	58	62.3	55.8	55.8	55.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.6	56.1	56.1	56.1	---	---	---	---
Receiver NW2	GR	F 2	W	68	68	63	58	65.8	59.3	59.3	59.3	---	---	---	1.3
		GF		68	68	63	58	66.5	60.0	60.0	60.0	---	---	---	2.0
		F 1		68	68	63	58	67.1	60.7	60.7	60.7	---	---	---	2.7
Receiver NW3	GR	F 2	S	68	68	63	58	69.4	62.9	62.9	62.9	1.4	---	---	4.9
		GF		68	68	63	58	61.5	55.0	55.0	55.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	63.4	56.9	56.9	56.9	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	F 2	S	68	68	63	58	66.6	60.1	60.1	60.1	---	---	---	2.1
		GF		68	68	63	58	69.2	62.7	62.7	62.7	1.2	---	---	4.7

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver NW3	GR	F 1	E	68	68	63	58	70.1	63.6	63.6	63.6	2.1	---	0.6	5.6
		F 2		68	68	63	58	71.7	65.2	65.2	65.2	3.7	---	2.2	7.2
		GF		68	68	63	58	61.8	55.3	55.3	55.3	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	F 1	E	68	68	63	58	63.2	56.8	56.8	56.8	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	66.7	60.2	60.2	60.2	---	---	---	2.2
		GF		68	68	63	58	69.0	62.5	62.5	62.5	1.0	---	---	4.5
Receiver NW3	GR	F 1	N	68	68	63	58	70.0	63.5	63.5	63.5	2.0	---	0.5	5.5
		F 2		68	68	63	58	71.6	65.1	65.1	65.1	3.6	---	2.1	7.1
		GF		68	68	63	58	59.8	53.3	53.3	53.3	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	F 1	N	68	68	63	58	60.0	53.5	53.5	53.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	62.7	56.2	56.2	56.2	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	66.2	59.7	59.7	59.7	---	---	---	1.7
Receiver NW3	GR	F 1	W	68	68	63	58	66.9	60.4	60.4	60.4	---	---	---	2.4
		F 2		68	68	63	58	69.3	62.8	62.8	62.8	1.3	---	---	4.8
		GF		68	68	63	58	60.1	53.7	53.7	53.7	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	F 1	W	68	68	63	58	60.5	54.0	54.0	54.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.7	57.2	57.2	57.2	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	62.5	56.0	56.0	56.0	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	F 1	S	68	68	63	58	62.9	56.4	56.4	56.4	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	66.4	59.9	59.9	59.9	---	---	---	1.9
		GF		68	68	63	58	62.4	55.9	55.9	55.9	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	F 1		68	68	63	58	63.6	57.2	57.2	57.2	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	68.6	62.1	62.1	62.1	0.6	---	---	4.1

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver NW3	GR	GF	SW	68	68	63	58	62.5	56.1	56.1	56.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	63.0	56.5	56.5	56.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	66.4	60.0	60.0	60.0	---	---	---	2.0
Receiver NW4	GR	GF	S	68	68	63	58	69.9	63.4	63.4	63.4	1.9	---	0.4	5.4
		F 1		68	68	63	58	71.0	64.6	64.6	64.6	3.0	---	1.6	6.6
		F 2		68	68	63	58	72.8	66.3	66.3	66.3	4.8	---	3.3	8.3
Receiver NW4	GR	GF	E	68	68	63	58	69.4	63.0	63.0	63.0	1.4	---	---	5.0
		F 1		68	68	63	58	70.7	64.3	64.3	64.3	2.7	---	1.3	6.3
		F 2		68	68	63	58	72.7	66.2	66.2	66.2	4.7	---	3.2	8.2
Receiver NW4	GR	GF	N	68	68	63	58	62.3	55.8	55.8	55.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	63.2	56.7	56.7	56.7	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	67.2	60.7	60.7	60.7	---	---	---	2.7
Receiver NW4	GR	GF	W	68	68	63	58	63.2	56.7	56.7	56.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	63.4	56.9	56.9	56.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	66.6	60.1	60.1	60.1	---	---	---	2.1
Receiver NW5	GR	GF	S	68	68	63	58	64.0	57.5	57.5	57.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	65.4	58.9	58.9	58.9	---	---	---	0.9
		F 2		68	68	63	58	68.3	61.8	61.8	61.8	0.3	---	---	3.8
Receiver NW5	GR	GF	E	68	68	63	58	68.2	61.7	61.7	61.7	0.2	---	---	3.7
		F 1		68	68	63	58	69.0	62.5	62.5	62.5	1.0	---	---	4.5
		F 2		68	68	63	58	70.6	64.1	64.1	64.1	2.6	---	1.1	6.1
Receiver NW5	GR	GF	N	68	68	63	58	61.7	55.2	55.2	55.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.2	55.7	55.7	55.7	---	---	---	---

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver NW5	GR	F 2	W	68	68	63	58	65.6	59.1	59.1	59.1	---	---	---	1.1
		GF		68	68	63	58	60.1	53.6	53.6	53.6	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.5	54.0	54.0	54.0	---	---	---	---
Receiver SW1	GR	F 2	S	68	68	63	58	64.0	57.5	57.5	57.5	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	64.9	58.4	58.4	58.4	---	---	---	0.4
		F 1		68	68	63	58	64.9	58.4	58.4	58.4	---	---	---	0.4
Receiver SW1	GR	F 2	E	68	68	63	58	67.5	61.0	61.0	61.0	---	---	---	3.0
		GF		68	68	63	58	69.7	63.2	63.2	63.2	1.7	---	0.2	5.2
		F 1		68	68	63	58	69.9	63.4	63.4	63.4	1.9	---	0.4	5.4
Receiver SW1	GR	F 2	N	68	68	63	58	71.0	64.5	64.5	64.5	3.0	---	1.5	6.5
		GF		68	68	63	58	69.5	63.0	63.0	63.0	1.5	---	---	5.0
		F 1		68	68	63	58	69.7	63.2	63.2	63.2	1.7	---	0.2	5.2
Receiver SW1	GR	F 2	W	68	68	63	58	70.6	64.1	64.1	64.1	2.6	---	1.1	6.1
		GF		68	68	63	58	61.3	54.8	54.8	54.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.5	56.1	56.1	56.1	---	---	---	---
Receiver SW2	GR	F 2	S	68	68	63	58	67.4	60.9	60.9	60.9	---	---	---	2.9
		GF		68	68	63	58	60.1	53.6	53.6	53.6	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.7	54.2	54.2	54.2	---	---	---	---
Receiver SW2	GR	F 2	E	68	68	63	58	65.0	58.5	58.5	58.5	---	---	---	0.5
		GF		68	68	63	58	60.6	54.1	54.1	54.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.6	56.1	56.1	56.1	---	---	---	---
Receiver SW2	GR	F 2	N	68	68	63	58	68.2	61.7	61.7	61.7	0.2	---	---	3.7
		GF		68	68	63	58	66.7	60.2	60.2	60.2	---	---	---	2.2

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW2	GR	F 1	W	68	68	63	58	67.0	60.5	60.5	60.5	---	---	---	2.5
		F 2		68	68	63	58	68.8	62.3	62.3	62.3	0.8	---	---	4.3
		GF		68	68	63	58	62.2	55.7	55.7	55.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.7	56.2	56.2	56.2	---	---	---	---
Receiver SW3	GR	F 2	S	68	68	63	58	64.5	58.0	58.0	58.0	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	58.9	52.4	52.4	52.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	58.8	52.3	52.3	52.3	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.8	57.3	57.3	57.3	---	---	---	---
Receiver SW3	GR	GF	E	68	68	63	58	59.0	52.5	52.5	52.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	59.8	53.3	53.3	53.3	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	65.4	58.9	58.9	58.9	---	---	---	0.9
		GF		68	68	63	58	56.6	50.2	50.2	50.2	---	---	---	---
Receiver SW3	GR	F 1	S	68	68	63	58	56.7	50.2	50.2	50.2	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	61.6	55.1	55.1	55.1	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	68.9	62.4	62.4	62.4	0.9	---	---	4.4
		F 1		68	68	63	58	68.8	62.3	62.3	62.3	0.8	---	---	4.3
Receiver SW3	GR	F 2	SE	68	68	63	58	69.7	63.2	63.2	63.2	1.7	---	0.2	5.2
		GF		68	68	63	58	68.5	62.0	62.0	62.0	0.5	---	---	4.0
		F 1		68	68	63	58	68.5	62.0	62.0	62.0	0.5	---	---	4.0
		F 2		68	68	63	58	69.4	62.9	62.9	62.9	1.4	---	---	4.9
Receiver SW3	GR	GF	E	68	68	63	58	69.2	62.7	62.7	62.7	1.2	---	---	4.7
		F 1		68	68	63	58	69.2	62.8	62.8	62.8	1.2	---	---	4.8
		F 2		68	68	63	58	70.2	63.7	63.7	63.7	2.2	---	0.7	5.7

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW3	GR	GF	N	68	68	63	58	67.9	61.4	61.4	61.4	---	---	---	3.4
		F 1		68	68	63	58	68.0	61.5	61.5	61.5	---	---	---	3.5
		F 2		68	68	63	58	69.4	62.9	62.9	62.9	1.4	---	---	4.9
Receiver SW3	GR	GF	W	68	68	63	58	58.4	51.9	51.9	51.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	58.8	52.3	52.3	52.3	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	61.9	55.4	55.4	55.4	---	---	---	---
Receiver SW3	GR	GF	N	68	68	63	58	61.4	54.9	54.9	54.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.7	56.3	56.3	56.3	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	68.0	61.5	61.5	61.5	---	---	---	3.5
Receiver SW3	GR	GF	W	68	68	63	58	59.7	53.2	53.2	53.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.4	53.9	53.9	53.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	65.9	59.4	59.4	59.4	---	---	---	1.4
Receiver SW4	GR	GF	S	68	68	63	58	59.6	53.1	53.1	53.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.0	53.5	53.5	53.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	61.5	55.0	55.0	55.0	---	---	---	---
Receiver SW4	GR	GF	E	68	68	63	58	59.4	52.9	52.9	52.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.6	54.1	54.1	54.1	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.2	56.7	56.7	56.7	---	---	---	---
Receiver SW4	GR	GF	SE	68	68	63	58	57.2	50.7	50.7	50.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.4	50.9	50.9	50.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	60.4	53.9	53.9	53.9	---	---	---	---
Receiver SW4	GR	GF	E	68	68	63	58	59.0	52.5	52.5	52.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.5	54.0	54.0	54.0	---	---	---	---

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW4	GR	F 2	N	68	68	63	58	64.0	57.5	57.5	57.5	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	61.4	54.9	54.9	54.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.8	56.3	56.3	56.3	---	---	---	---
Receiver SW4	GR	F 2	NW	68	68	63	58	65.5	59.0	59.0	59.0	---	---	---	1.0
		GF		68	68	63	58	60.5	54.0	54.0	54.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.5	55.0	55.0	55.0	---	---	---	---
Receiver SW4	GR	F 2	W	68	68	63	58	64.3	57.9	57.9	57.9	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	60.5	54.0	54.0	54.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.2	54.7	54.7	54.7	---	---	---	---
Receiver SW5	GR	F 2	SE	68	68	63	58	63.5	57.0	57.0	57.0	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	64.2	57.7	57.7	57.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	63.6	57.1	57.1	57.1	---	---	---	---
Receiver SW5	GR	F 2	E	68	68	63	58	64.3	57.9	57.9	57.9	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	67.5	61.0	61.0	61.0	---	---	---	3.0
		F 1		68	68	63	58	67.0	60.5	60.5	60.5	---	---	---	2.5
Receiver SW5	GR	F 2	N	68	68	63	58	67.4	60.9	60.9	60.9	---	---	---	2.9
		GF		68	68	63	58	70.0	63.5	63.5	63.5	2.0	---	0.5	5.5
		F 1		68	68	63	58	69.4	62.9	62.9	62.9	1.4	---	---	4.9
Receiver SW5	GR	F 2	W	68	68	63	58	69.8	63.3	63.3	63.3	1.8	---	0.3	5.3
		GF		68	68	63	58	55.6	49.1	49.1	49.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	55.5	49.0	49.0	49.0	---	---	---	---
Receiver SW5	GR	F 2	NW	68	68	63	58	58.9	52.4	52.4	52.4	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	58.6	52.1	52.1	52.1	---	---	---	---

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW5	GR	F 1	SW	68	68	63	58	59.4	53.0	53.0	53.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	61.3	54.8	54.8	54.8	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	57.2	50.7	50.7	50.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.5	51.0	51.0	51.0	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	F 2	S	68	68	63	58	58.5	52.0	52.0	52.0	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	54.5	48.1	48.1	48.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	54.5	48.0	48.0	48.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	58.9	52.4	52.4	52.4	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	GF	E	68	68	63	58	68.7	62.2	62.2	62.2	0.7	---	---	4.2
		F 1		68	68	63	58	68.1	61.7	61.7	61.7	0.1	---	---	3.7
		F 2		68	68	63	58	68.6	62.1	62.1	62.1	0.6	---	---	4.1
		GF		68	68	63	58	61.8	55.3	55.3	55.3	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	F 1	N	68	68	63	58	62.6	56.1	56.1	56.1	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	64.6	58.1	58.1	58.1	---	---	---	0.1
		GF		68	68	63	58	57.9	51.4	51.4	51.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	58.2	51.7	51.7	51.7	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	F 2	S	68	68	63	58	60.9	54.4	54.4	54.4	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	56.7	50.2	50.2	50.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	56.8	50.3	50.3	50.3	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	61.0	54.5	54.5	54.5	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	GF	W	68	68	63	58	57.7	51.2	51.2	51.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.8	51.3	51.3	51.3	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	61.0	54.5	54.5	54.5	---	---	---	---

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW6	GR	GF	NW	68	68	63	58	56.4	50.0	50.0	50.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.1	50.6	50.6	50.6	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	61.4	54.9	54.9	54.9	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	GF	W	68	68	63	58	56.9	50.5	50.5	50.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.3	50.8	50.8	50.8	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	58.8	52.4	52.4	52.4	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	GF	S	68	68	63	58	55.7	49.2	49.2	49.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.0	50.5	50.5	50.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	60.1	53.6	53.6	53.6	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	GF	E	68	68	63	58	66.5	60.1	60.1	60.1	---	---	---	2.1
		F 1		68	68	63	58	66.6	60.1	60.1	60.1	---	---	---	2.1
		F 2		68	68	63	58	67.7	61.2	61.2	61.2	---	---	---	3.2
Receiver SW7	GR	GF	S	68	68	63	58	65.4	58.9	58.9	58.9	---	---	---	0.9
		F 1		68	68	63	58	65.1	58.6	58.6	58.6	---	---	---	0.6
		F 2		68	68	63	58	65.6	59.1	59.1	59.1	---	---	---	1.1
Receiver SW7	GR	GF	E	68	68	63	58	66.4	59.9	59.9	59.9	---	---	---	1.9
		F 1		68	68	63	58	66.1	59.6	59.6	59.6	---	---	---	1.6
		F 2		68	68	63	58	66.5	60.1	60.1	60.1	---	---	---	2.1
Receiver SW7	GR	GF	S	68	68	63	58	57.6	51.1	51.1	51.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.3	50.8	50.8	50.8	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	59.5	53.0	53.0	53.0	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	GF	E	68	68	63	58	66.6	60.1	60.1	60.1	---	---	---	2.1
		F 1		68	68	63	58	66.1	59.6	59.6	59.6	---	---	---	1.6

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW7	GR	F 2	N	68	68	63	58	66.0	59.5	59.5	59.5	---	---	---	1.5
		GF		68	68	63	58	66.7	60.2	60.2	60.2	---	---	---	2.2
		F 1		68	68	63	58	66.2	59.7	59.7	59.7	---	---	---	1.7
Receiver SW7	GR	F 2	E	68	68	63	58	66.0	59.5	59.5	59.5	---	---	---	1.5
		GF		68	68	63	58	69.0	62.5	62.5	62.5	1.0	---	---	4.5
		F 1		68	68	63	58	68.5	62.0	62.0	62.0	0.5	---	---	4.0
Receiver SW7	GR	F 2	N	68	68	63	58	68.3	61.8	61.8	61.8	0.3	---	---	3.8
		GF		68	68	63	58	60.3	53.8	53.8	53.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.2	54.8	54.8	54.8	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	F 2	NW	68	68	63	58	62.7	56.2	56.2	56.2	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	56.2	49.7	49.7	49.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	56.6	50.2	50.2	50.2	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	F 2	W	68	68	63	58	58.7	52.2	52.2	52.2	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	53.2	46.8	46.8	46.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	53.4	46.9	46.9	46.9	---	---	---	---
Receiver SW8	GR	F 2	S	68	68	63	58	57.0	50.5	50.5	50.5	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	56.9	50.4	50.4	50.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.6	51.1	51.1	51.1	---	---	---	---
Receiver SW8	GR	F 2	S	68	68	63	58	61.9	55.4	55.4	55.4	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	61.7	55.3	55.3	55.3	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.6	55.2	55.2	55.2	---	---	---	---
Receiver SW8	GR	F 2	E	68	68	63	58	62.3	55.8	55.8	55.8	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	66.1	59.7	59.7	59.7	---	---	---	1.7

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW8	GR	F 1	E	68	68	63	58	65.6	59.2	59.2	59.2	---	---	---	1.2
		F 2		68	68	63	58	65.4	58.9	58.9	58.9	---	---	---	0.9
		GF		68	68	63	58	65.8	59.3	59.3	59.3	---	---	---	1.3
		F 1		68	68	63	58	65.3	58.8	58.8	58.8	---	---	---	0.8
Receiver SW8	GR	F 2	N	68	68	63	58	64.9	58.5	58.5	58.5	---	---	---	0.5
		GF		68	68	63	58	55.5	49.1	49.1	49.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	56.5	50.0	50.0	50.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	61.7	55.3	55.3	55.3	---	---	---	---
Receiver SW8	GR	GF	N	68	68	63	58	59.7	53.2	53.2	53.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.7	54.2	54.2	54.2	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.9	57.4	57.4	57.4	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	54.1	47.6	47.6	47.6	---	---	---	---
Receiver SW8	GR	F 1	W	68	68	63	58	54.2	47.7	47.7	47.7	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	57.1	50.6	50.6	50.6	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	56.5	50.0	50.0	50.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	56.5	50.0	50.0	50.0	---	---	---	---
Receiver SW8	GR	F 2	W	68	68	63	58	60.5	54.0	54.0	54.0	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	65.7	59.2	59.2	59.2	---	---	---	1.2
		F 1		68	68	63	58	66.1	59.6	59.6	59.6	---	---	---	1.6
		F 2		68	68	63	58	68.5	62.0	62.0	62.0	0.5	---	---	4.0
Receiver W1	GR	GF	E	68	68	63	58	70.6	64.2	64.2	64.2	2.6	---	1.2	6.2
		F 1		68	68	63	58	71.5	65.0	65.0	65.0	3.5	---	2.0	7.0
		F 2		68	68	63	58	73.5	67.0	67.0	67.0	5.5	---	4.0	9.0

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver W1	GR	GF	N	68	68	63	58	66.7	60.2	60.2	60.2	---	---	---	2.2
		F 1		68	68	63	58	67.2	60.7	60.7	60.7	---	---	---	2.7
		F 2		68	68	63	58	69.6	63.1	63.1	63.1	1.6	---	0.1	5.1
Receiver W1	GR	GF	W	68	68	63	58	63.9	57.4	57.4	57.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	64.9	58.4	58.4	58.4	---	---	---	0.4
		F 2		68	68	63	58	65.1	58.6	58.6	58.6	---	---	---	0.6
Receiver W2	GR	GF	S	68	68	63	58	59.4	52.9	52.9	52.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.2	53.7	53.7	53.7	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	64.9	58.4	58.4	58.4	---	---	---	0.4
Receiver W2	GR	GF	E	68	68	63	58	70.3	63.8	63.8	63.8	2.3	---	0.8	5.8
		F 1		68	68	63	58	71.2	64.7	64.7	64.7	3.2	---	1.7	6.7
		F 2		68	68	63	58	72.4	65.9	65.9	65.9	4.4	---	2.9	7.9
Receiver W2	GR	GF	N	68	68	63	58	69.9	63.5	63.5	63.5	1.9	---	0.5	5.5
		F 1		68	68	63	58	70.7	64.2	64.2	64.2	2.7	---	1.2	6.2
		F 2		68	68	63	58	72.1	65.6	65.6	65.6	4.1	---	2.6	7.6
Receiver W2	GR	GF	W	68	68	63	58	60.8	54.3	54.3	54.3	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.5	55.0	55.0	55.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	64.9	58.4	58.4	58.4	---	---	---	0.4
Receiver W3	GR	GF	S	68	68	63	58	59.2	52.7	52.7	52.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	59.4	52.9	52.9	52.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.6	57.1	57.1	57.1	---	---	---	---
Receiver W3	GR	GF	E	68	68	63	58	64.4	57.9	57.9	57.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	65.8	59.3	59.3	59.3	---	---	---	1.3

Çizelge C.2 (devam) : Egzoz susturucusu ve 6,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver W3	GR	F 2	N	68	68	63	58	68.2	61.7	61.7	61.7	0.2	---	---	3.7
		GF		68	68	63	58	63.0	56.5	56.5	56.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	63.3	56.8	56.8	56.8	---	---	---	---
Receiver W3	GR	F 2	W	68	68	63	58	66.1	59.6	59.6	59.6	---	---	---	1.6
		GF		68	68	63	58	61.0	54.5	54.5	54.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.4	54.9	54.9	54.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	62.5	56.0	56.0	56.0	---	---	---	---

Çizelge C.3 : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	F1	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Kontrol Odası	GR	GF	E	68	68	63	58	69.4	62.9	62.9	62.9	1.4	---	---	4.9
		F 1		68	68	63	58	73.0	66.5	66.5	66.5	5.0	---	3.5	8.5
		F 2		68	68	63	58	76.7	70.2	70.2	70.2	8.7	2.2	7.2	12.2
Kontrol Odası	GR	GF	N	68	68	63	58	67.2	60.7	60.7	60.7	---	---	---	2.7
		F 1		68	68	63	58	70.1	63.6	63.6	63.6	2.1	---	0.6	5.6
		F 2		68	68	63	58	73.5	67.1	67.1	67.1	5.5	---	4.1	9.1
Kontrol Odası	GR	GF	W	68	68	63	58	60.4	53.9	53.9	53.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.1	54.6	54.6	54.6	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	65.8	59.3	59.3	59.3	---	---	---	1.3
Kontrol Odası	GR	GF	S	68	68	63	58	61.5	55.0	55.0	55.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.6	56.2	56.2	56.2	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	67.6	61.1	61.1	61.1	---	---	---	3.1
OG Odası	GR	GF	S	68	68	63	58	62.6	56.1	56.1	56.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	64.5	58.1	58.1	58.1	---	---	---	0.1
		F 2		68	68	63	58	68.4	61.9	61.9	61.9	0.4	---	---	3.9
OG Odası	GR	GF	E	68	68	63	58	69.1	62.6	62.6	62.6	1.1	---	---	4.6
		F 1		68	68	63	58	71.7	65.2	65.2	65.2	3.7	---	2.2	7.2
		F 2		68	68	63	58	74.5	68.0	68.0	68.0	6.5	---	5.0	10.0
OG Odası	GR	GF	N	68	68	63	58	65.6	59.1	59.1	59.1	---	---	---	1.1
		F 1		68	68	63	58	68.0	61.5	61.5	61.5	---	---	---	3.5
		F 2		68	68	63	58	71.0	64.6	64.6	64.6	3.0	---	1.6	6.6
OG Odası	GR	GF	W	68	68	63	58	59.9	53.4	53.4	53.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.6	54.1	54.1	54.1	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Atölye	GR	F 2	S	68	68	63	58	64.8	58.3	58.3	58.3	---	---	---	0.3
		GF		68	68	63	58	67.7	61.2	61.2	61.2	---	---	---	3.2
Atölye	GR	F 1	E	68	68	63	58	70.3	63.8	63.8	63.8	2.3	---	0.8	5.8
		F 2		68	68	63	58	73.1	66.6	66.6	66.6	5.1	---	3.6	8.6
		GF		68	68	63	58	68.7	62.3	62.3	62.3	0.7	---	---	4.3
		F 1		68	68	63	58	71.4	64.9	64.9	64.9	3.4	---	1.9	6.9
Atölye	GR	F 2	N	68	68	63	58	74.2	67.7	67.7	67.7	6.2	---	4.7	9.7
		GF		68	68	63	58	63.6	57.1	57.1	57.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	65.4	58.9	58.9	58.9	---	---	---	0.9
		F 2		68	68	63	58	68.6	62.1	62.1	62.1	0.6	---	---	4.1
Atölye	GR	GF	W	68	68	63	58	58.1	51.6	51.6	51.6	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	58.5	52.1	52.1	52.1	---	---	---	---
Receiver N1	GR	F 2	S	68	68	63	58	64.3	57.8	57.8	57.8	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	64.4	57.9	57.9	57.9	---	---	---	---
Receiver N1	GR	F 1	E	68	68	63	58	66.1	59.6	59.6	59.6	---	---	---	1.6
		F 2		68	68	63	58	68.0	61.5	61.5	61.5	---	---	---	3.5
		GF		68	68	63	58	61.3	54.8	54.8	54.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	63.1	56.6	56.6	56.6	---	---	---	---
Receiver N1	GR	F 2	N	68	68	63	58	66.1	59.6	59.6	59.6	---	---	---	1.6
		GF		68	68	63	58	55.0	48.5	48.5	48.5	---	---	---	---
Receiver N1	GR	F 1	W	68	68	63	58	55.5	49.0	49.0	49.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	59.6	53.2	53.2	53.2	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	54.2	47.7	47.7	47.7	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N2	GR	F 1	E	68	68	63	58	54.5	48.0	48.0	48.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	59.2	52.7	52.7	52.7	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	64.8	58.3	58.3	58.3	---	---	---	0.3
		F 1		68	68	63	58	66.7	60.2	60.2	60.2	---	---	---	2.2
Receiver N2	GR	F 2	N	68	68	63	58	68.9	62.4	62.4	62.4	0.9	---	---	4.4
		GF		68	68	63	58	57.3	50.8	50.8	50.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.8	51.3	51.3	51.3	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	61.5	55.0	55.0	55.0	---	---	---	---
Receiver N2	GR	GF	W	68	68	63	58	58.9	52.4	52.4	52.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	59.5	53.1	53.1	53.1	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	62.8	56.3	56.3	56.3	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	68.1	61.6	61.6	61.6	0.1	---	---	3.6
Receiver N2	GR	F 1	S	68	68	63	58	70.2	63.7	63.7	63.7	2.2	---	0.7	5.7
		F 2		68	68	63	58	72.5	66.0	66.0	66.0	4.5	---	3.0	8.0
		GF		68	68	63	58	61.0	54.5	54.5	54.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	63.6	57.1	57.1	57.1	---	---	---	---
Receiver N3	GR	F 2	E	68	68	63	58	68.4	61.9	61.9	61.9	0.4	---	---	3.9
		GF		68	68	63	58	61.6	55.1	55.1	55.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	63.0	56.5	56.5	56.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	65.7	59.3	59.3	59.3	---	---	---	1.3
Receiver N3	GR	GF	N	68	68	63	58	58.8	52.4	52.4	52.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	59.6	53.1	53.1	53.1	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	62.7	56.3	56.3	56.3	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N3	GR	GF	W	68	68	63	58	59.6	53.2	53.2	53.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.2	54.8	54.8	54.8	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	64.9	58.4	58.4	58.4	---	---	---	0.4
Receiver N5	GR	GF	S	68	68	63	58	59.8	53.3	53.3	53.3	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.8	54.4	54.4	54.4	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	62.5	56.0	56.0	56.0	---	---	---	---
Receiver N5	GR	GF	E	68	68	63	58	60.9	54.4	54.4	54.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.9	55.4	55.4	55.4	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.1	56.6	56.6	56.6	---	---	---	---
Receiver N5	GR	GF	N	68	68	63	58	55.4	48.9	48.9	48.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	56.9	50.4	50.4	50.4	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	59.8	53.4	53.4	53.4	---	---	---	---
Receiver N5	GR	GF	W	68	68	63	58	51.6	45.1	45.1	45.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	51.7	45.2	45.2	45.2	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	57.2	50.7	50.7	50.7	---	---	---	---
Receiver N7	GR	GF	S	68	68	63	58	63.0	56.5	56.5	56.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	64.0	57.5	57.5	57.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	65.3	58.8	58.8	58.8	---	---	---	0.8
Receiver N7	GR	GF	E	68	68	63	58	61.7	55.2	55.2	55.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.5	56.0	56.0	56.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.9	57.4	57.4	57.4	---	---	---	---
Receiver N7	GR	GF	N	68	68	63	58	55.3	48.9	48.9	48.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	56.7	50.2	50.2	50.2	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N7	GR	F 2	W	68	68	63	58	60.2	53.7	53.7	53.7	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	57.4	50.9	50.9	50.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	58.2	51.7	51.7	51.7	---	---	---	---
Receiver N8	GR	F 2	S	68	68	63	58	60.3	53.9	53.9	53.9	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	61.8	55.3	55.3	55.3	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.8	56.3	56.3	56.3	---	---	---	---
Receiver N8	GR	F 2	E	68	68	63	58	63.6	57.1	57.1	57.1	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	55.6	49.1	49.1	49.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	56.2	49.7	49.7	49.7	---	---	---	---
Receiver N8	GR	F 2	N	68	68	63	58	57.7	51.2	51.2	51.2	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	49.8	43.3	43.3	43.3	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	49.9	43.4	43.4	43.4	---	---	---	---
Receiver N8	GR	F 2	W	68	68	63	58	55.4	48.9	48.9	48.9	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	61.9	55.4	55.4	55.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	63.0	56.5	56.5	56.5	---	---	---	---
Receiver N9	GR	F 2	S	68	68	63	58	64.3	57.8	57.8	57.8	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	60.9	54.4	54.4	54.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.9	55.4	55.4	55.4	---	---	---	---
Receiver N9	GR	F 2	E	68	68	63	58	63.1	56.6	56.6	56.6	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	48.6	42.1	42.1	42.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	48.7	42.2	42.2	42.2	---	---	---	---
Receiver N9	GR	F 2	N	68	68	63	58	54.6	48.1	48.1	48.1	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	48.1	41.6	41.6	41.6	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver N9	GR	F 1	W	68	68	63	58	48.2	41.7	41.7	41.7	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	53.7	47.3	47.3	47.3	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	59.3	52.8	52.8	52.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.4	53.9	53.9	53.9	---	---	---	---
Receiver NW1	GR	F 2	S	68	68	63	58	61.7	55.2	55.2	55.2	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	60.2	53.8	53.8	53.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.7	55.2	55.2	55.2	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.9	57.4	57.4	57.4	---	---	---	---
Receiver NW1	GR	GF	E	68	68	63	58	58.7	52.3	52.3	52.3	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.1	53.6	53.6	53.6	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	61.7	55.2	55.2	55.2	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	49.8	43.3	43.3	43.3	---	---	---	---
Receiver NW1	GR	F 1	N	68	68	63	58	50.0	43.5	43.5	43.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	55.1	48.6	48.6	48.6	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	53.1	46.6	46.6	46.6	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	54.1	47.7	47.7	47.7	---	---	---	---
Receiver NW2	GR	F 2	S	68	68	63	58	57.2	50.7	50.7	50.7	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	59.5	53.0	53.0	53.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.8	54.3	54.3	54.3	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	62.8	56.3	56.3	56.3	---	---	---	---
Receiver NW2	GR	GF	S	68	68	63	58	60.8	54.3	54.3	54.3	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.2	55.7	55.7	55.7	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.8	57.3	57.3	57.3	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver NW2	GR	GF	E	68	68	63	58	59.5	53.0	53.0	53.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.0	54.5	54.5	54.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.0	56.5	56.5	56.5	---	---	---	---
Receiver NW2	GR	GF	E	68	68	63	58	60.1	53.6	53.6	53.6	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.4	54.9	54.9	54.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.5	57.0	57.0	57.0	---	---	---	---
Receiver NW2	GR	GF	N	68	68	63	58	52.0	45.5	45.5	45.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	52.1	45.6	45.6	45.6	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	57.9	51.5	51.5	51.5	---	---	---	---
Receiver NW2	GR	GF	N	68	68	63	58	53.0	46.5	46.5	46.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	53.9	47.4	47.4	47.4	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	60.4	53.9	53.9	53.9	---	---	---	---
Receiver NW2	GR	GF	W	68	68	63	58	55.5	49.0	49.0	49.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	56.4	49.9	49.9	49.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	59.1	52.6	52.6	52.6	---	---	---	---
Receiver NW2	GR	GF	W	68	68	63	58	57.8	51.3	51.3	51.3	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	59.0	52.6	52.6	52.6	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	61.5	55.0	55.0	55.0	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	GF	S	68	68	63	58	52.1	45.6	45.6	45.6	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	55.0	48.5	48.5	48.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	58.7	52.2	52.2	52.2	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	GF	S	68	68	63	58	61.0	54.5	54.5	54.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.2	55.7	55.7	55.7	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver NW3	GR	F 2	E	68	68	63	58	64.0	57.5	57.5	57.5	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	52.0	45.5	45.5	45.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	54.7	48.2	48.2	48.2	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	F 2	E	68	68	63	58	58.4	51.9	51.9	51.9	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	60.2	53.7	53.7	53.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.5	55.0	55.0	55.0	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	F 2	N	68	68	63	58	63.5	57.0	57.0	57.0	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	52.6	46.2	46.2	46.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	53.6	47.2	47.2	47.2	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	F 2	N	68	68	63	58	56.2	49.7	49.7	49.7	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	58.7	52.2	52.2	52.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	59.7	53.3	53.3	53.3	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	F 2	W	68	68	63	58	62.0	55.6	55.6	55.6	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	53.2	46.7	46.7	46.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	54.5	48.0	48.0	48.0	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	F 2	W	68	68	63	58	57.7	51.2	51.2	51.2	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	55.1	48.6	48.6	48.6	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	56.1	49.6	49.6	49.6	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	F 2	S	68	68	63	58	59.4	52.9	52.9	52.9	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	55.0	48.5	48.5	48.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	56.7	50.3	50.3	50.3	---	---	---	---
Receiver NW3	GR	F 2	SW	68	68	63	58	61.2	54.7	54.7	54.7	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	55.6	49.2	49.2	49.2	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver NW4	GR	F 1	S	68	68	63	58	56.5	50.0	50.0	50.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	59.6	53.1	53.1	53.1	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	61.4	54.9	54.9	54.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	63.1	56.6	56.6	56.6	---	---	---	---
Receiver NW4	GR	F 2	E	68	68	63	58	65.1	58.7	58.7	58.7	---	---	---	0.7
		GF		68	68	63	58	61.8	55.3	55.3	55.3	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	63.3	56.8	56.8	56.8	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	65.2	58.7	58.7	58.7	---	---	---	0.7
Receiver NW4	GR	GF	N	68	68	63	58	55.0	48.5	48.5	48.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	55.7	49.2	49.2	49.2	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	59.3	52.8	52.8	52.8	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	55.9	49.4	49.4	49.4	---	---	---	---
Receiver NW4	GR	F 1	W	68	68	63	58	56.5	50.0	50.0	50.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	59.4	52.9	52.9	52.9	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	55.7	49.2	49.2	49.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.8	51.3	51.3	51.3	---	---	---	---
Receiver NW5	GR	F 2	S	68	68	63	58	60.6	54.1	54.1	54.1	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	59.9	53.4	53.4	53.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.4	54.9	54.9	54.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.0	56.5	56.5	56.5	---	---	---	---
Receiver NW5	GR	GF	E	68	68	63	58	54.3	47.8	47.8	47.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	55.3	48.8	48.8	48.8	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	58.7	52.3	52.3	52.3	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	54.3	47.8	47.8	47.8	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver NW5	GR	GF	W	68	68	63	58	51.5	45.0	45.0	45.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	52.4	45.9	45.9	45.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	56.3	49.8	49.8	49.8	---	---	---	---
Receiver SW1	GR	GF	S	68	68	63	58	56.4	49.9	49.9	49.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.1	50.6	50.6	50.6	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	59.8	53.3	53.3	53.3	---	---	---	---
Receiver SW1	GR	GF	E	68	68	63	58	61.2	54.7	54.7	54.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.2	55.7	55.7	55.7	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.4	56.9	56.9	56.9	---	---	---	---
Receiver SW1	GR	GF	N	68	68	63	58	61.0	54.5	54.5	54.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	62.0	55.5	55.5	55.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.1	56.6	56.6	56.6	---	---	---	---
Receiver SW1	GR	GF	W	68	68	63	58	52.2	45.7	45.7	45.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	54.4	47.9	47.9	47.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	59.6	53.1	53.1	53.1	---	---	---	---
Receiver SW2	GR	GF	S	68	68	63	58	52.7	46.2	46.2	46.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	54.3	47.8	47.8	47.8	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	58.4	51.9	51.9	51.9	---	---	---	---
Receiver SW2	GR	GF	E	68	68	63	58	51.7	45.2	45.2	45.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	54.9	48.4	48.4	48.4	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	60.6	54.1	54.1	54.1	---	---	---	---
Receiver SW2	GR	GF	N	68	68	63	58	59.0	52.5	52.5	52.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.1	53.7	53.7	53.7	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW2	GR	F 2	W	68	68	63	58	61.8	55.4	55.4	55.4	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	54.5	48.0	48.0	48.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	55.7	49.3	49.3	49.3	---	---	---	---
Receiver SW3	GR	F 2	S	68	68	63	58	57.6	51.1	51.1	51.1	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	50.3	43.8	43.8	43.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	50.4	43.9	43.9	43.9	---	---	---	---
Receiver SW3	GR	F 2	E	68	68	63	58	55.8	49.4	49.4	49.4	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	49.9	43.4	43.4	43.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	51.3	44.8	44.8	44.8	---	---	---	---
Receiver SW3	GR	F 2	S	68	68	63	58	57.3	50.9	50.9	50.9	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	48.1	41.6	41.6	41.6	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	48.2	41.7	41.7	41.7	---	---	---	---
Receiver SW3	GR	F 2	E	68	68	63	58	53.5	47.0	47.0	47.0	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	60.2	53.7	53.7	53.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.0	54.5	54.5	54.5	---	---	---	---
Receiver SW3	GR	F 2	SE	68	68	63	58	62.0	55.5	55.5	55.5	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	59.7	53.2	53.2	53.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.6	54.1	54.1	54.1	---	---	---	---
Receiver SW3	GR	F 2	E	68	68	63	58	61.7	55.2	55.2	55.2	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	60.6	54.1	54.1	54.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.4	55.0	55.0	55.0	---	---	---	---
Receiver SW3	GR	F 2	N	68	68	63	58	62.5	56.0	56.0	56.0	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	59.0	52.5	52.5	52.5	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW3	GR	F 1	W	68	68	63	58	60.2	53.7	53.7	53.7	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	61.7	55.2	55.2	55.2	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	50.4	43.9	43.9	43.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	51.5	45.0	45.0	45.0	---	---	---	---
Receiver SW3	GR	F 2	N	68	68	63	58	54.3	47.8	47.8	47.8	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	52.0	45.5	45.5	45.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	54.4	47.9	47.9	47.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	60.0	53.5	53.5	53.5	---	---	---	---
Receiver SW3	GR	GF	W	68	68	63	58	50.6	44.1	44.1	44.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	51.9	45.5	45.5	45.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	57.9	51.4	51.4	51.4	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	49.9	43.4	43.4	43.4	---	---	---	---
Receiver SW4	GR	F 1	S	68	68	63	58	51.4	44.9	44.9	44.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	52.8	46.3	46.3	46.3	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	51.6	45.1	45.1	45.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	53.8	47.4	47.4	47.4	---	---	---	---
Receiver SW4	GR	F 2	E	68	68	63	58	55.1	48.6	48.6	48.6	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	47.6	41.1	41.1	41.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	48.0	41.5	41.5	41.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	51.8	45.3	45.3	45.3	---	---	---	---
Receiver SW4	GR	GF	SE	68	68	63	58	49.6	43.2	43.2	43.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	52.3	45.9	45.9	45.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	56.2	49.7	49.7	49.7	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	49.6	43.2	43.2	43.2	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW4	GR	GF	N	68	68	63	58	53.5	47.0	47.0	47.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	55.8	49.4	49.4	49.4	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	58.8	52.3	52.3	52.3	---	---	---	---
Receiver SW4	GR	GF	NW	68	68	63	58	51.3	44.8	44.8	44.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	53.2	46.7	46.7	46.7	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	56.8	50.3	50.3	50.3	---	---	---	---
Receiver SW4	GR	GF	W	68	68	63	58	51.4	45.0	45.0	45.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	53.0	46.5	46.5	46.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	55.8	49.3	49.3	49.3	---	---	---	---
Receiver SW5	GR	GF	SE	68	68	63	58	54.8	48.3	48.3	48.3	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	55.3	48.8	48.8	48.8	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	56.5	50.0	50.0	50.0	---	---	---	---
Receiver SW5	GR	GF	E	68	68	63	58	58.3	51.8	51.8	51.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	58.9	52.5	52.5	52.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	59.7	53.2	53.2	53.2	---	---	---	---
Receiver SW5	GR	GF	N	68	68	63	58	60.7	54.2	54.2	54.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	61.4	54.9	54.9	54.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	62.1	55.6	55.6	55.6	---	---	---	---
Receiver SW5	GR	GF	W	68	68	63	58	46.3	39.8	39.8	39.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	46.5	40.0	40.0	40.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	50.5	44.0	44.0	44.0	---	---	---	---
Receiver SW5	GR	GF	NW	68	68	63	58	52.5	46.1	46.1	46.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	54.1	47.6	47.6	47.6	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW5	GR	F 2	SW	68	68	63	58	53.0	46.5	46.5	46.5	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	50.7	44.2	44.2	44.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	51.8	45.3	45.3	45.3	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	F 2	S	68	68	63	58	50.1	43.6	43.6	43.6	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	45.3	38.8	38.8	38.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	45.3	38.9	38.9	38.9	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	F 2	E	68	68	63	58	50.5	44.1	44.1	44.1	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	59.5	53.0	53.0	53.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	60.2	53.7	53.7	53.7	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	F 2	N	68	68	63	58	60.9	54.5	54.5	54.5	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	52.6	46.1	46.1	46.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	54.6	48.2	48.2	48.2	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	F 2	W	68	68	63	58	57.2	50.7	50.7	50.7	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	48.9	42.4	42.4	42.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	49.7	43.2	43.2	43.2	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	F 2	S	68	68	63	58	53.7	47.2	47.2	47.2	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	47.2	40.7	40.7	40.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	47.6	41.1	41.1	41.1	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	F 2	W	68	68	63	58	53.4	46.9	46.9	46.9	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	47.9	41.4	41.4	41.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	48.0	41.5	41.5	41.5	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	F 2	NW	68	68	63	58	53.1	46.6	46.6	46.6	---	---	---	---
Receiver SW6	GR	GF	NW	68	68	63	58	47.3	40.8	40.8	40.8	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW6	GR	F 1	W	68	68	63	58	48.5	42.0	42.0	42.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	53.1	46.6	46.6	46.6	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	49.0	42.5	42.5	42.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	50.0	43.5	43.5	43.5	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	F 2	S	68	68	63	58	50.5	44.0	44.0	44.0	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	46.7	40.2	40.2	40.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	48.6	42.1	42.1	42.1	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	52.4	45.9	45.9	45.9	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	GF	E	68	68	63	58	57.7	51.2	51.2	51.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	58.6	52.2	52.2	52.2	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	60.4	53.9	53.9	53.9	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	55.9	49.4	49.4	49.4	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	F 1	S	68	68	63	58	56.5	50.1	50.1	50.1	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	57.9	51.4	51.4	51.4	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	57.1	50.6	50.6	50.6	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.6	51.2	51.2	51.2	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	F 2	S	68	68	63	58	58.9	52.4	52.4	52.4	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	47.6	41.1	41.1	41.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	47.8	41.3	41.3	41.3	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	50.9	44.4	44.4	44.4	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	GF	E	68	68	63	58	57.1	50.6	50.6	50.6	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.6	51.1	51.1	51.1	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	58.2	51.7	51.7	51.7	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW7	GR	GF	N	68	68	63	58	57.1	50.6	50.6	50.6	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.6	51.1	51.1	51.1	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	58.2	51.7	51.7	51.7	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	GF	E	68	68	63	58	59.3	52.9	52.9	52.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	59.9	53.4	53.4	53.4	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	60.7	54.2	54.2	54.2	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	GF	N	68	68	63	58	52.0	45.5	45.5	45.5	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	53.7	47.2	47.2	47.2	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	55.8	49.3	49.3	49.3	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	GF	NW	68	68	63	58	45.5	39.0	39.0	39.0	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	46.4	40.0	40.0	40.0	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	50.1	43.6	43.6	43.6	---	---	---	---
Receiver SW7	GR	GF	W	68	68	63	58	43.7	37.2	37.2	37.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	43.8	37.3	37.3	37.3	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	48.4	41.9	41.9	41.9	---	---	---	---
Receiver SW8	GR	GF	S	68	68	63	58	52.4	45.9	45.9	45.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	53.0	46.5	46.5	46.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	54.2	47.7	47.7	47.7	---	---	---	---
Receiver SW8	GR	GF	S	68	68	63	58	47.9	41.4	41.4	41.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	48.9	42.4	42.4	42.4	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	54.4	47.9	47.9	47.9	---	---	---	---
Receiver SW8	GR	GF	E	68	68	63	58	56.1	49.6	49.6	49.6	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	56.6	50.1	50.1	50.1	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver SW8	GR	F 2	E	68	68	63	58	57.1	50.6	50.6	50.6	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	56.5	50.1	50.1	50.1	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	57.0	50.6	50.6	50.6	---	---	---	---
Receiver SW8	GR	F 2	N	68	68	63	58	57.6	51.1	51.1	51.1	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	50.3	43.8	43.8	43.8	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	52.0	45.6	45.6	45.6	---	---	---	---
Receiver SW8	GR	F 2	N	68	68	63	58	56.1	49.6	49.6	49.6	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	46.4	39.9	39.9	39.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	47.7	41.2	41.2	41.2	---	---	---	---
Receiver SW8	GR	F 2	W	68	68	63	58	54.1	47.6	47.6	47.6	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	45.4	38.9	38.9	38.9	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	45.6	39.1	39.1	39.1	---	---	---	---
Receiver SW8	GR	F 2	W	68	68	63	58	49.7	43.3	43.3	43.3	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	47.8	41.3	41.3	41.3	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	47.8	41.3	41.3	41.3	---	---	---	---
Receiver W1	GR	F 2	S	68	68	63	58	52.9	46.4	46.4	46.4	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	57.2	50.7	50.7	50.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	58.1	51.6	51.6	51.6	---	---	---	---
Receiver W1	GR	F 2	E	68	68	63	58	60.7	54.3	54.3	54.3	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	62.7	56.2	56.2	56.2	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	64.1	57.6	57.6	57.6	---	---	---	---
Receiver W1	GR	F 2	N	68	68	63	58	66.2	59.7	59.7	59.7	---	---	---	1.7
Receiver W1	GR	GF	N	68	68	63	58	60.9	54.4	54.4	54.4	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver W1	GR	F 1	W	68	68	63	58	61.9	55.4	55.4	55.4	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	63.6	57.1	57.1	57.1	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	56.2	49.7	49.7	49.7	---	---	---	---
Receiver W2	GR	F 1	S	68	68	63	58	58.0	51.5	51.5	51.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	57.3	50.8	50.8	50.8	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	51.9	45.4	45.4	45.4	---	---	---	---
Receiver W2	GR	F 1	E	68	68	63	58	52.6	46.1	46.1	46.1	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	57.0	50.5	50.5	50.5	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	62.1	55.6	55.6	55.6	---	---	---	---
Receiver W2	GR	F 1	N	68	68	63	58	63.4	56.9	56.9	56.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	64.7	58.2	58.2	58.2	---	---	---	0.2
		GF		68	68	63	58	61.6	55.1	55.1	55.1	---	---	---	---
Receiver W2	GR	F 1	W	68	68	63	58	63.0	56.5	56.5	56.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	64.6	58.1	58.1	58.1	---	---	---	0.1
		GF		68	68	63	58	54.0	47.5	47.5	47.5	---	---	---	---
Receiver W3	GR	F 1	S	68	68	63	58	55.4	48.9	48.9	48.9	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	57.6	51.1	51.1	51.1	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	48.8	42.3	42.3	42.3	---	---	---	---
Receiver W3	GR	F 1	E	68	68	63	58	48.9	42.5	42.5	42.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	55.4	48.9	48.9	48.9	---	---	---	---
		GF		68	68	63	58	56.2	49.7	49.7	49.7	---	---	---	---
Receiver W3	GR	F 1		68	68	63	58	58.7	52.2	52.2	52.2	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	60.7	54.2	54.2	54.2	---	---	---	---

Çizelge C.3 (devam) : Egzoz susturucusu ve 8,5 m gürültü bariyeri senaryosu için cephe gürültü seviyeleri.

Receiver	Usage	Fl	Dir	Lden, lim dB(A)	Ld, lim dB(A)	Le, lim dB(A)	Ln, lim dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden,diff dB	Ld,diff dB	Le,diff dB	Ln,diff dB
Receiver W3	GR	GF	N	68	68	63	58	56.9	50.4	50.4	50.4	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	58.0	51.5	51.5	51.5	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	59.7	53.2	53.2	53.2	---	---	---	---
Receiver W3	GR	GF	W	68	68	63	58	53.1	46.7	46.7	46.7	---	---	---	---
		F 1		68	68	63	58	54.6	48.1	48.1	48.1	---	---	---	---
		F 2		68	68	63	58	54.8	48.3	48.3	48.3	---	---	---	---

EK D: Mukayeseli Cephe Gürültü Seviyeleri



Alıcı Nokta	Kullanım Türü	Kat	Cephe	İzolasyonsuz Hali hazır Durum				6+0,5 m Gürültü Bariyeri ve İkincil Susturucu İlavesi				8+0,5 m Gürültü Bariyeri ve İkincil Susturucu İlavesi			
				L _{gag} dB(A)	L _{gündüz} dB(A)	L _a ışam dB(A)	L _{gece} dB(A)	L _{gag} dB(A)	L _{gündüz} dB(A)	L _a ışam dB(A)	L _{gece} dB(A)	L _{gag} dB(A)	L _{gündüz} dB(A)	L _a ışam dB(A)	L _{gece} dB(A)
Receiver N1	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Tablo 4'e göre "ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar" kategorisinde	Zemin Katı	Güney	88	81.6	81.6	81.6	72.1	65.6	65.6	65.6	64.4	57.9	57.9	57.9
Receiver N1		1. Kat		91.6	85.1	85.1	85.1	73.5	67	67	67	66.1	59.6	59.6	59.6
Receiver N1		2. Kat		92.6	86.1	86.1	86.1	75.3	68.8	68.8	68.8	68	61.5	61.5	61.5
Receiver N1		Zemin Katı	Doğu	86.1	79.6	79.6	79.6	68.5	62	62	62	61.3	54.8	54.8	54.8
Receiver N1		1. Kat		88.4	81.9	81.9	81.9	70.1	63.6	63.6	63.6	63.1	56.6	56.6	56.6
Receiver N1		2. Kat		89.8	83.4	83.4	83.4	73.2	66.7	66.7	66.7	66.1	59.6	59.6	59.6
Receiver N1		Zemin Katı	Kuzey	75	68.5	68.5	68.5	62.7	56.2	56.2	56.2	55	48.5	48.5	48.5
Receiver N1		1. Kat		75.5	69	69	69	63.3	56.8	56.8	56.8	55.5	49	49	49
Receiver N1		2. Kat		79.2	72.7	72.7	72.7	67.4	60.9	60.9	60.9	59.6	53.2	53.2	53.2
Receiver N1		Zemin Katı	Batı	78.4	71.9	71.9	71.9	63.3	56.8	56.8	56.8	54.2	47.7	47.7	47.7
Receiver N1		1. Kat		79.8	73.3	73.3	73.3	63.9	57.5	57.5	57.5	54.5	48	48	48
Receiver N1		2. Kat		82.6	76.1	76.1	76.1	67.8	61.3	61.3	61.3	59.2	52.7	52.7	52.7
Receiver N2		Zemin Katı	Doğu	89.7	83.2	83.2	83.2	72.7	66.3	66.3	66.3	64.8	58.3	58.3	58.3
Receiver N2		1. Kat		93.4	86.9	86.9	86.9	74.3	67.9	67.9	67.9	66.7	60.2	60.2	60.2
Receiver N2		2. Kat		93.8	87.4	87.4	87.4	76.3	69.8	69.8	69.8	68.9	62.4	62.4	62.4
Receiver N2		Zemin Katı	Kuzey	78.6	72.1	72.1	72.1	64.4	57.9	57.9	57.9	57.3	50.8	50.8	50.8
Receiver N2		1. Kat		79	72.6	72.6	72.6	64.9	58.5	58.5	58.5	57.8	51.3	51.3	51.3
Receiver N2		2. Kat		82.1	75.6	75.6	75.6	68.9	62.4	62.4	62.4	61.5	55	55	55
Receiver N2		Zemin Katı	Batı	81.3	74.8	74.8	74.8	65.1	58.6	58.6	58.6	58.9	52.4	52.4	52.4
Receiver N2		1. Kat		82	75.5	75.5	75.5	65.7	59.2	59.2	59.2	59.5	53.1	53.1	53.1
Receiver N2		2. Kat		84.4	78	78	78	69.8	63.3	63.3	63.3	62.8	56.3	56.3	56.3
Receiver N2		Zemin Katı	Güney	92.8	86.3	86.3	86.3	75.4	68.9	68.9	68.9	68.1	61.6	61.6	61.6
Receiver N2		1. Kat		97	90.6	90.6	90.6	77.2	70.7	70.7	70.7	70.2	63.7	63.7	63.7
Receiver N2		2. Kat		97.2	90.7	90.7	90.7	79.4	72.9	72.9	72.9	72.5	66	66	66
Receiver N3		Zemin Katı	Güney	82.8	76.4	76.4	76.4	69.8	63.3	63.3	63.3	61	54.5	54.5	54.5
Receiver N3		1. Kat		86.3	79.8	79.8	79.8	72	65.5	65.5	65.5	63.6	57.1	57.1	57.1
Receiver N3		2. Kat		88.8	82.3	82.3	82.3	76.2	69.7	69.7	69.7	68.4	61.9	61.9	61.9
Receiver N3		Zemin Katı	Doğu	86.3	79.8	79.8	79.8	69.6	63.1	63.1	63.1	61.6	55.1	55.1	55.1
Receiver N3		1. Kat		89	82.5	82.5	82.5	70.9	64.4	64.4	64.4	63	56.5	56.5	56.5
Receiver N3		2. Kat		89.9	83.4	83.4	83.4	73.5	67	67	67	65.7	59.3	59.3	59.3
Receiver N3		Zemin Katı	Kuzey	79.1	72.6	72.6	72.6	65.3	58.9	58.9	58.9	58.8	52.4	52.4	52.4
Receiver N3		1. Kat		79.4	72.9	72.9	72.9	65.9	59.4	59.4	59.4	59.6	53.1	53.1	53.1
Receiver N3		2. Kat		82.4	76	76	76	69.6	63.1	63.1	63.1	62.7	56.3	56.3	56.3
Receiver N3		Zemin Katı	Batı	83.8	77.3	77.3	77.3	68.1	61.6	61.6	61.6	59.6	53.2	53.2	53.2
Receiver N3		1. Kat		86.4	79.9	79.9	79.9	69.7	63.2	63.2	63.2	61.2	54.8	54.8	54.8
Receiver N3		2. Kat		87.7	81.2	81.2	81.2	73	66.5	66.5	66.5	64.9	58.4	58.4	58.4
Receiver NW1		Zemin Katı	Güney	83.1	76.6	76.6	76.6	68.7	62.2	62.2	62.2	60.2	53.8	53.8	53.8
Receiver NW1		1. Kat		84	77.5	77.5	77.5	69.4	62.9	62.9	62.9	61.7	55.2	55.2	55.2
Receiver NW1		2. Kat		86.6	80.1	80.1	80.1	71.4	65	65	65	63.9	57.4	57.4	57.4
Receiver NW1		Zemin Katı	Doğu	81.2	74.7	74.7	74.7	66.8	60.3	60.3	60.3	58.7	52.3	52.3	52.3
Receiver NW1		1. Kat		82	75.5	75.5	75.5	67.4	60.9	60.9	60.9	60.1	53.6	53.6	53.6
Receiver NW1		2. Kat		84.4	77.9	77.9	77.9	69.1	62.6	62.6	62.6	61.7	55.2	55.2	55.2
Receiver NW1		Zemin Katı	Kuzey	68.7	62.2	62.2	62.2	58.4	51.9	51.9	51.9	49.8	43.3	43.3	43.3
Receiver NW1		1. Kat		68.8	62.3	62.3	62.3	58.5	52	52	52	50	43.5	43.5	43.5
Receiver NW1		2. Kat		73.4	66.9	66.9	66.9	63	56.5	56.5	56.5	55.1	48.6	48.6	48.6
Receiver NW1		Zemin Katı	Batı	73	66.6	66.6	66.6	60.6	54.1	54.1	54.1	53.1	46.6	46.6	46.6
Receiver NW1		1. Kat		74.1	67.6	67.6	67.6	61.1	54.6	54.6	54.6	54.1	47.7	47.7	47.7
Receiver NW1		2. Kat		77.2	70.7	70.7	70.7	64	57.5	57.5	57.5	57.2	50.7	50.7	50.7
Receiver NW2		Zemin Katı	Güney	82.7	76.2	76.2	76.2	67.4	61	61	61	59.5	53	53	53
Receiver NW2		1. Kat		83.2	76.8	76.8	76.8	68.1	61.6	61.6	61.6	60.8	54.3	54.3	54.3
Receiver NW2		2. Kat		85.5	79	79	79	70.1	63.6	63.6	63.6	62.8	56.3	56.3	56.3
Receiver NW2		Zemin Katı	Güney	83.9	77.4	77.4	77.4	68.4	61.9	61.9	61.9	60.8	54.3	54.3	54.3
Receiver NW2		1. Kat		86.1	79.6	79.6	79.6	69.3	62.8	62.8	62.8	62.2	55.7	55.7	55.7
Receiver NW2		2. Kat		87.7	81.2	81.2	81.2	70.9	64.4	64.4	64.4	63.8	57.3	57.3	57.3
Receiver NW2		Zemin Katı	Doğu	84.6	78.2	78.2	78.2	67.4	60.9	60.9	60.9	59.5	53	53	53
Receiver NW2		1. Kat		86.2	79.7	79.7	79.7	68.4	61.9	61.9	61.9	61	54.5	54.5	54.5
Receiver NW2		2. Kat		87.9	81.5	81.5	81.5	70.4	64	64	64	63	56.5	56.5	56.5
Receiver NW2		Zemin Katı	Doğu	83.7	77.2	77.2	77.2	68.9	62.5	62.5	62.5	60.1	53.6	53.6	53.6
Receiver NW2		1. Kat		84.3	77.8	77.8	77.8	69.5	63	63	63	61.4	54.9	54.9	54.9
Receiver NW2		2. Kat		86.5	80	80	80	71.3	64.8	64.8	64.8	63.5	57	57	57
Receiver NW2		Zemin Katı	Kuzey	70.6	64.1	64.1	64.1	60.5	54	54	54	52	45.5	45.5	45.5
Receiver NW2		1. Kat		71.1	64.7	64.7	64.7	60.9	54.4	54.4	54.4	52.1	45.6	45.6	45.6
Receiver NW2		2. Kat		75.7	69.2	69.2	69.2	65.6	59.1	59.1	59.1	57.9	51.5	51.5	51.5
Receiver NW2		Zemin Katı	Kuzey	70.9	64.4	64.4	64.4	61.5	55	55	55	53	46.5	46.5	46.5
Receiver NW2		1. Kat		71.3	64.9	64.9	64.9	62.1	55.7	55.7	55.7	53.9	47.4	47.4	47.4
Receiver NW2		2. Kat		79.3	72.8	72.8	72.8	67.9	61.4	61.4	61.4	60.4	53.9	53.9	53.9
Receiver NW2		Zemin Katı	Batı	76.1	69.6	69.6	69.6	62.3	55.8	55.8	55.8	55.5	49	49	49
Receiver NW2		1. Kat		76.8	70.3	70.3	70.3	62.6	56.1	56.1	56.1	56.4	49.9	49.9	49.9

Şekil D.1 : Mukayeseli cephe gürültü seviyeleri.

Receiver SW3	2. Kat	Gü	88.3	81.9	81.9	81.9	69.4	62.9	62.9	62.9	61.7	55.2	55.2	55.2
Receiver SW3	Zemin Katı		85.3	78.8	78.8	78.8	69.2	62.7	62.7	62.7	60.6	54.1	54.1	54.1
Receiver SW3	1. Kat	Doğu	86.3	79.8	79.8	79.8	69.2	62.8	62.8	62.8	61.4	55	55	55
Receiver SW3	2. Kat		88.8	82.3	82.3	82.3	70.2	63.7	63.7	63.7	62.5	56	56	56
Receiver SW3	Zemin Katı	Kuzey	84.5	78	78	78	67.9	61.4	61.4	61.4	59	52.5	52.5	52.5
Receiver SW3	1. Kat		85.3	78.8	78.8	78.8	68	61.5	61.5	61.5	60.2	53.7	53.7	53.7
Receiver SW3	2. Kat		88.2	81.7	81.7	81.7	69.4	62.9	62.9	62.9	61.7	55.2	55.2	55.2
Receiver SW3	Zemin Katı	Batı	71.7	65.2	65.2	65.2	58.4	51.9	51.9	51.9	50.4	43.9	43.9	43.9
Receiver SW3	1. Kat		73.6	67.1	67.1	67.1	58.8	52.3	52.3	52.3	51.5	45	45	45
Receiver SW3	2. Kat		75.7	69.2	69.2	69.2	61.9	55.4	55.4	55.4	54.3	47.8	47.8	47.8
Receiver SW3	Zemin Katı	Kuzey	71.1	64.6	64.6	64.6	61.4	54.9	54.9	54.9	52	45.5	45.5	45.5
Receiver SW3	1. Kat		73.6	67.1	67.1	67.1	62.7	56.3	56.3	56.3	54.4	47.9	47.9	47.9
Receiver SW3	2. Kat		84.1	77.6	77.6	77.6	68	61.5	61.5	61.5	60	53.5	53.5	53.5
Receiver SW3	Zemin Katı	Batı	69	62.5	62.5	62.5	59.7	53.2	53.2	53.2	50.6	44.1	44.1	44.1
Receiver SW3	1. Kat		70.3	63.8	63.8	63.8	60.4	53.9	53.9	53.9	51.9	45.5	45.5	45.5
Receiver SW3	2. Kat		80.9	74.4	74.4	74.4	65.9	59.4	59.4	59.4	57.9	51.4	51.4	51.4
Receiver W1	Zemin Katı	Güney	86.7	80.2	80.2	80.2	65.7	59.2	59.2	59.2	57.2	50.7	50.7	50.7
Receiver W1	1. Kat		88.3	81.8	81.8	81.8	66.1	59.6	59.6	59.6	58.1	51.6	51.6	51.6
Receiver W1	2. Kat		88.8	82.3	82.3	82.3	68.5	62	62	62	60.7	54.3	54.3	54.3
Receiver W1	Zemin Katı	Doğu	88.4	81.9	81.9	81.9	70.6	64.2	64.2	64.2	62.7	56.2	56.2	56.2
Receiver W1	1. Kat		90.7	84.3	84.3	84.3	71.5	65	65	65	64.1	57.6	57.6	57.6
Receiver W1	2. Kat		91.4	84.9	84.9	84.9	73.5	67	67	67	66.2	59.7	59.7	59.7
Receiver W1	Zemin Katı	Kuzey	82.4	75.9	75.9	75.9	66.7	60.2	60.2	60.2	60.9	54.4	54.4	54.4
Receiver W1	1. Kat		83.7	77.2	77.2	77.2	67.2	60.7	60.7	60.7	61.9	55.4	55.4	55.4
Receiver W1	2. Kat		85.5	79	79	79	69.6	63.1	63.1	63.1	63.6	57.1	57.1	57.1
Receiver W1	Zemin Katı	Batı	76.7	70.2	70.2	70.2	63.9	57.4	57.4	57.4	56.2	49.7	49.7	49.7
Receiver W1	1. Kat		78.5	72	72	72	64.9	58.4	58.4	58.4	58	51.5	51.5	51.5
Receiver W1	2. Kat		77.8	71.4	71.4	71.4	65.1	58.6	58.6	58.6	57.3	50.8	50.8	50.8
Receiver W2	Zemin Katı	Güney	84.7	78.2	78.2	78.2	59.4	52.9	52.9	52.9	51.9	45.4	45.4	45.4
Receiver W2	1. Kat		84.6	78.1	78.1	78.1	60.2	53.7	53.7	53.7	52.6	46.1	46.1	46.1
Receiver W2	2. Kat		85.2	78.8	78.8	78.8	64.9	58.4	58.4	58.4	57	50.5	50.5	50.5
Receiver W2	Zemin Katı	Doğu	87.5	81.1	81.1	81.1	70.3	63.8	63.8	63.8	62.1	55.6	55.6	55.6
Receiver W2	1. Kat		91.5	85	85	85	71.2	64.7	64.7	64.7	63.4	56.9	56.9	56.9
Receiver W2	2. Kat		91.9	85.4	85.4	85.4	72.4	65.9	65.9	65.9	64.7	58.2	58.2	58.2
Receiver W2	Zemin Katı	Kuzey	87.8	81.3	81.3	81.3	69.9	63.5	63.5	63.5	61.6	55.1	55.1	55.1
Receiver W2	1. Kat		90.8	84.3	84.3	84.3	70.7	64.2	64.2	64.2	63	56.5	56.5	56.5
Receiver W2	2. Kat		91.7	85.2	85.2	85.2	72.1	65.6	65.6	65.6	64.6	58.1	58.1	58.1
Receiver W2	Zemin Katı	Batı	75.9	69.4	69.4	69.4	60.8	54.3	54.3	54.3	54	47.5	47.5	47.5
Receiver W2	1. Kat		77.3	70.8	70.8	70.8	61.5	55	55	55	55.4	48.9	48.9	48.9
Receiver W2	2. Kat		79.6	73.1	73.1	73.1	64.9	58.4	58.4	58.4	57.6	51.1	51.1	51.1
Receiver W3	Zemin Katı	Güney	84.3	77.8	77.8	77.8	59.2	52.7	52.7	52.7	48.8	42.3	42.3	42.3
Receiver W3	1. Kat		83.9	77.4	77.4	77.4	59.4	52.9	52.9	52.9	48.9	42.5	42.5	42.5
Receiver W3	2. Kat		84.4	77.9	77.9	77.9	63.6	57.1	57.1	57.1	55.4	48.9	48.9	48.9
Receiver W3	Zemin Katı	Doğu	77.9	71.4	71.4	71.4	64.4	57.9	57.9	57.9	56.2	49.7	49.7	49.7
Receiver W3	1. Kat		79.5	73.1	73.1	73.1	65.8	59.3	59.3	59.3	58.7	52.2	52.2	52.2
Receiver W3	2. Kat		83.2	76.7	76.7	76.7	68.2	61.7	61.7	61.7	60.7	54.2	54.2	54.2
Receiver W3	Zemin Katı	Kuzey	77	70.5	70.5	70.5	63	56.5	56.5	56.5	56.9	50.4	50.4	50.4
Receiver W3	1. Kat		77.5	71	71	71	63.3	56.8	56.8	56.8	58	51.5	51.5	51.5
Receiver W3	2. Kat		80.4	73.9	73.9	73.9	66.1	59.6	59.6	59.6	59.7	53.2	53.2	53.2
Receiver W3	Zemin Katı	Batı	72	65.5	65.5	65.5	61	54.5	54.5	54.5	53.1	46.7	46.7	46.7
Receiver W3	1. Kat		73.6	67.2	67.2	67.2	61.4	54.9	54.9	54.9	54.6	48.1	48.1	48.1
Receiver W3	2. Kat		73.6	67.1	67.1	67.1	62.5	56	56	56	54.8	48.3	48.3	48.3

Şekil D.1 (devam) : Mukayeseli cephe gürültü seviyeleri.

EK E: Alıcı Nokta Konumları





Şekil E.1 : Detaylı cephe gürültü seviyelerinin belirlendiği gürültüye hassas alıcı nokta konumları.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Göktuğ Özdemir

--

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2018, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü
- **Yükseklisans** : 2022, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çevre Bilimleri, Mühendisliği ve Yönetimi Bölümü

MESLEKİ DENEYİM :

- 2020 – devam ediyor : Gmis Akustik Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.
- 2017 – devam ediyor : Özdemir İzolasyon Met. Mak. San. ve Tic. Ltd. Şti.