İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİYEL GÜRÜLTÜ HARİTALARININ HAZIRLANMASI İSTANBULDA BULUNAN DES SANAYİ SİTESİ VE YAKIN ÇEVRESİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarık Serhat BOZKURT

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

OCAK 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİYEL GÜRÜLTÜ HARİTALARININ HAZIRLANMASI İSTANBULDA BULUNAN DES SANAYİ SİTESİ VE YAKIN ÇEVRESİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Tarık Serhat BOZKURT
(502071718)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 Ekim 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Ocak 2010

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sevtap YILMAZ DEMİRKALE (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Y.Doç. Dr. Nurgün TAMER BAYAZIT (İTÜ)
Doç. Dr. Neşe AKDAĞ (YTÜ)

OCAK 2010

ÖNSÖZ

Endüstriyel gürültü haritalarının hazırlanması, işitsel konfor koşullarının sağlanabilmesi için gereklidir. Çevresel gürültünün kentsel ölçekte önlenmesi için gürültü haritalarının hazırlanması ve ilgili stratejik kararların alınması daha sağlıklı bir çevrede yaşanılabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Bu tezin temel konusu endüstriyel gürültü haritalarının hazırlanmasıdır. Bu tez çalışması boyunca yardımlarını esirgemeyen kıymetli hocam sayın Prof. Dr. Sevtap YILMAZ DEMİRKALE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bilgisayar modelleme ve ilgili ölçüm aşamalarında yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Mine Aşçıgil'e yardımlarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Ocak 2010

Tarık Serhat Bozkurt

Mimar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
KISALTMALAR ..... **ix**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xv**
ÖZET ..... **xxv**
SUMMARY ..... **xxvii**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Çalışmanın Hedefi ve İçeriği 1
1.2 Gürültü Denetimi ile İlgili Mevzuat 3
2. ENDÜSTRİYEL GÜRÜLTÜ HARİTALARININ HAZIRLANMASI İLE İLGİLİ GEREKSİNİMLER VE YAPILMIŞ OLAN İLGİLİ ÇALIŞMALAR **5**
2.1 Giriş 5
2.2 Avrupa parlemantosu (endüstri komitesi, dış ticaret, araştırma ve enerji) tarafında 1999-2004 tarihleri için belirlenen ilgili çalışma 10
2.3 Bilgisayar Ortamında Simulasyon Programı İle Endüstriyel Gürültü Haritalarının Hazırlanması 13
2.4 Endüstriyel Gürültü Haritasının Hazırlanması Aşamasında Verilerin Toplanması ve Aktarılması 14
2.5 Avrupa Birliği Endüstriyel Gürültü İle İlgili Hazırlanan Haritalar 23
2.5.1 Kuzey İrlanda 23
2.5.1.1 Belfast şehri çevresel gürültü haritaları için data çalışması 23
Hedefleri 23
2.5.2 Hollanda 28
2.5.2.1 Rotterdam limanındaki endüstriyel gürültü haritalama ve yönetimi 28
2.5.2.2 Hollanda ülkesi için hazırlanan endüstriyel bölge gürültü haritası 30
2.5.3 Almanya 31
2.5.3.1 Berlin için hazırlanan endüstriyel gürültü haritaları 31
2.5.3.2 Hamburg limanında gürültünün modellenmesi 33
2.5.4 Romanya 36
2.5.4.1 Bükreş için hazırlanan endüstriyel gürültü haritaları 36
2.5.5 Portekiz 37
2.5.5.1 Portekizde endüstriyel gürültünün modellenmesi için yapılan ilgili çalışma - endüstriyel kaynaklarla gürültü haritalama 37
Dökumhane 42
Çimento fabrikası 42
2.5.6 Türkiye 43
2.5.6.1 Bursa kentinde hazırlanan endüstriyel gürülü haritalama çalışması 43
Giriş 43
Ölçümler 44

Bilgisayar modelleme 45
3. GÜRÜLTÜ KAYNAKLARININ TANITIMI VE KAYNAK SES GÜCÜNÜN DÜZEYİNİN TANIMLANMASI 47
3.1 GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI 47
3.1.1 Giriş 47
3.1.2 Fan veya Üfleyici Gürültüsü 48
3.1.3 Elektrik Motorlarının Ses Kaynağı Olarak Değerlendirilmesi 54
3.1.4 Pompa Gürültüsü 55
3.1.5 Hava Kompresör Gürültüsü 57
3.1.6 Dişlilerde Gürültü 59
3.1.7 Transformatörlerde Gürültü 60
3.1.8 Bazı Makinelerin Ses Gücü Düzeylerinin Yaklaşık Olarak Bulunması ... 61
3.1.9 Tipik Bina ve Konstrüksiyonlarda Elemanlarını Tarafında Üretilen Gürültü 62
3.2 SES GÜCÜ DÜZEYİNİN TANIMLANMASI 64
3.2.1 Serbest Alanda Ses Basıncı Ölçümlerini Kullanarak Ses Gücünün Belirlenmesi 64
3.2.2 Ses Gücünün Tanımlanması İçin Kullanılan İlgili ISO Standartları 64
3.2.3 Yarı-Anechoic Uzayda Ölçüm 65
3.2.4 Anechoic Uzayda Ölçüm 69
3.2.5 Ses Gücü Düzeyinin Tanımlanması ve Çevresel Düzeltmeler 70
4. SESİN SERBEST ALANDA YAYILMASI 77
4.1 DİREKTİVİTE ÖZELLİKLERİ 77
4.1.1 Kaynak Yönlendirmesinin Tanımlanması 77
4.1.2 Yönlendirme Faktörü 78
4.1.3 Yönlendirme Endeksi 79
4.1.4 Lpθ ve Yönlendirme Endeksi Arasındaki Bağıntı 79
4.1.5 Küresel Uzayda Yönlendirme Endeksinin Tanımı 79
4.1.6 Yarım Küresel Uzayda Yönlendirme Endeksinin Tanımı 80
4.1.7 Çeyrek Küresel Uzayda Yönlendirme Endeksinin Tanımı 80
4.2 DIŞ MEKÂNDA SESİN YAYILMASI 80
4.2.1 İlgili Kaynak Tipinin Tanımlanması 80
4.2.2 Kaynak Tiplerinden Sabit Nokta Kaynak 82
4.3 SES YAYILMA YOLUNDA ETKİ EDEN FAKTÖRLER 84
4.3.1 Uzaklığa Bağlı Azalım (A_{div}) 85
4.3.2 Zemin Emilimi (A_{gr}) 85
4.3.2.1 Ağırlıklı Ses Basınç Düzeyi 86
4.3.2.2 Pure Tone ve Oktav Band Ses Basıncı Düzeyi 88
4.3.3 Atmosferik Emilim 91
4.3.4 Homojen Olmayan Atmosferde Sesin Kıvrılması 99
4.3.4.1 A-Ağırlıklı Ses Basıncı Düzeyindeki kıvrılım Etkisi 104
4.3.4.2 Yatay Rüzgar ve Sıcaklık Değişkenlerine Ek Olarak Bariyer Etkileşiminin Kıvrılmaya Etkisi ve Şekilsel Anlatımı. 105
4.3.4.3 Kıvrılma Yolu Üzerindeki Rüzgâr ve Sıcaklık 106
4.3.4.4 Ortalama kıvrılım azalımı 106
4.3.5 Bariyer Etkisi 106
4.3.5.1 Bariyer Etkisinin grafikten okunarak değerlendirilmesi 109
4.3.5.2 Bariyer Etkisinin Matematiksel Olarak Hesaplanması 110
4.3.6 Yansıtıcılar ve Yankılaşım 114
4.3.7 Sıralanmış Binaların ve Diğer Engellerden Kaynaklanan Azalım 115

4.3.8 Yoğun Ağaçlandırılmış Bölgelerdeki Azalım 116
4.3.9 Etkileşim Elemanlarındaki Standart Yönetmenlik 116
4.3.10 Bariyer sistemi ve etkileşimleri 117
4.3.11 Meteoroloji için Mühendislik Yaklaşımları 118
4.3.11.1 C_{met} ve C_O Düzeltme Terimleri 118
4.3.11.2 Lokal Hava İstatistikleri 118
4.3.12 Konu İle İlgili Birleştirilmiş Etkenlerin Bir Arada Değerlendirilmesi . 119
4.3.13 Ses Yayılma Mekanizmasını Etkileşimi 120
5. DES SANAYİ SİTESİNİN VE YAKIN ÇEVRESİNİN ENDÜSTRİYEL GÜRÜLTÜ HARİTASININ HAZIRLANMASI ÖRNEĞİ 121
5.1 Bölge Tanıtımı 121
5.2 Yöntem 131
5.3 Veri Toplamak 135
5.4 Kabuller 137
5.5 Haritalar 137
5.5.1 İmalathane Binalarının Tüm Kapılarının Açık Olması Koşulu 139
5.5.2 İmalathane Kapılarının %50 Oranında Açık Olması Koşulu 144
5.5.3 Sanayi bölgesinde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması durumu 149
5.5.4 İmalathanelerdeki Tüm Kapılarının Kapalı Olması Koşulu 154
5.5.5 Lgag alternatif sonuç haritalarının karşılaştırılması 159
5.5.6 Lgündüz alternatif sonuç haritalarının bir arada karşılaştırılması 160
5.5.7 Lakşam alternatif sonuç haritalarının karşılaştırılması 161
5.5.8 Lgece alternatif sonuç haritalarının karşılaştırılması 162
5.5.9 Hazırlanmış Olan Gürültü Haritalarının Genel Olarak Karşılaştırılması 163
5.6 Ölçümler 165
5.6.1 Ölçüm sonuçları 172
5.6.2 Toplu olarak ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi 188
5.7 Eylem Planı – Bariyer Tasarımı 189
5.7.1 Yansıtıcı bariyer önerisi (Kapılarının %50 oranında açık olması koşulu) 191
5.7.2 Emici bariyer önerisi (Kapılarının %50 oranında açık olması koşulu) ... 194
5.7.3 İlgili haritaların karşılaştırılması 197
5.8 Sonuç 201
KAYNAKLAR 205
EKLER 208

KISALTMALAR

ANSI	**:** Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Standartlar Enstitüsü (American National Standarts Institute)
ÇED	**:** Çevrel Etkinin Değerlendirilmesi
ÇGDY	**:** Çevrel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
ÇOB	**:** T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı
DEFRA	**:** İngiltere Çevre, Gıda ve Kırsal İşler Başkanlığı (Department for Enviromental, Food and Rural Affairs)
GIS	**:** Çevresel Enformasyon Sistemleri (Geographic Information Systems)
END	**:** Avrupa Parlamentosu ve Komisyonu'nun Çevresel Gürültü Yönetmenliği (2002/49/EC, Enviromental Noise Directive)
ISO	**:** Uluslar Arası Standartlar Organizasyonu (International Standarts Organization)
WG-AEN	**:** Gürültüye Maruz Kalınmayı Değerlendiren Çalışma Gurubu-Avrupa Komisyonu (European CommissionWorking Group - Assessment of Exposure of Noise)

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, **(**Çevresel Gürültünün Degerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeligi)..... 5
Çizelge 2.2 : Çevresel Gürültünün Degerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeligi tarafından belirtilen ve endüstriyel gürültü haritalama için kullanılacak olan ilgili standartlar 7
Çizelge 2.3 : Sistemin ilgili düzey tanımlaması (WG-AEN) 14
Çizelge 2.4 : Endüstri kaynaklarında ses gücü düzeyinin belirlenebilmesi için veri atanmasında ilgili aşamalar (WG-AEN) 15
Çizelge 2.5 : Saat başına yapılan ölçüm operasyonları değerlendirilerek farklı ses gücü seviyelerinin tanımlanarak ilgili verinin belirlenmesi (WG-AEN)..... 15
Çizelge 2.6 : Ses gücü seviyelerinin iki ayrı periyotta uygulanması durumunda ses gücü verisinin girilmesi (gece ve akşam) (WG-AEN)..... 16
Çizelge 2.7 : Tüm gün 24 saat için ses gücü düzeyi verisinin girilmesi (WG-AEN) 16
Çizelge 2.8 : Ses gücü düzeyi biliniyor ama zaman referansı yok olması durumunda ilgili verinin atanması (WG-AEN)..... 16
Çizelge 2.9 : Ses gücü düzeyinin bilinmediği durumlarda ses gücü verisinin atanması(WG-AEN)..... 17
Çizelge 2.10 : İlgili bina yüksekliğinin belirlenebilmesi için veri atanmasında ilgili aşamalar (WG-AEN)..... 18
Çizelge 2.11 : Elde edilebilen kat sayısı değerinin veri olarak atanması (WG-AEN) 18
Çizelge 2.12 : Hiçbir verinin olmaması durumunda bina yüksekliğinin tayini (WGAEN) 18
Çizelge 2.13 : Bina ve Bariyerler İçin Ses Emilimi Katsayısı (WGAEN) 19
Çizelge 2.14 : Yayılıma elverişli meteorolojik koşulların tanımlanması (WGAEN) 19
Çizelge 2.15 : Sıcaklık ve Nem verilerinin tanımlanması (WG-AEN) 20
Çizelge 2.16 : Konut binalarına nüfus verisi aatanarak tanımlanması (WG-AEN) .. 20
Çizelge 2.17 : Konut binalarındaki konut ünitesi sayısı ve konut ünitesi başına düşen nüfusun tanımlanması (WG-AEN) 22
Çizelge 2.18 : Çok amaçlı kullanımı olan binalarda, konut ünitelerindeki kişilere gürültü düzeyinin atanması (WG-AEN) 23
Çizelge 2.19 : Orada Yaşayan Yerlilerin Gürültüye Maruz Kalma Düzeyleri..... 34
Çizelge 2.20 : Bükreş için hazırlanan endüstriyel gürültü haritası, Lgag..... 37
Çizelge 2.21 : Bursa endüstriyel gürültü haritalama çalışması sırasında ilgili atölyelerin ölçüm sonucu ulaşılan iç mekan gürültü düzeyleri..... 44
Çizelge 2.22 : Bursa endüstriyel gürültü haritalama çalışması sırasında ilgili ölçümler sonucu ulaşılan dış mekan gürültü düzeyleri..... 44

Çizelge 3.1 : Endüstriyel bölgelerde görülen tipik gürültü kaynakları (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)..... 48
Çizelge 3.2 : Merkezkaç fanlarındaki ses gücü düzeyi sabiti (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)..... 49

Çizelge 3.3 : Fanlar için ses gücü düzeyi sabitinin oktav bantlardaki değeri (Graham,1972) 50
Çizelge 3.4 : İlgili fan tipi düzeltme faktörü (www.csr.com.au/bradford) 54
Çizelge 3.5 : Pompalarda Oktav Bantlardaki Ses Gücü Düzeyinin Hesaplanması için 63-8000 Hz'deki Toplam Ses Gücü Düzeylerinin Çıkarılması Gereken Değerler (Barron,2003). 57
Çizelge 3.6 : Dişli Kutularının Ses Gücü Düzeylerinin Oktav Bantlarındaki Değerlerine bir Örnek (Williams,1974) 60
Çizelge 3.7 : Transformatörlerde Oktav Bantlardaki Ses Gücü Düzeyinin Hesaplanması için, 63 8000 Hz'deki Toplam Ses Gücü Düzeyinden Çıkarılması Gereken Değerler (Barron,2003)..... 61
Çizelge 3.8 : Bazı Gürültü kaynaklarının, 500'den 4000 Hz'e kadar Olan Dört Oktav Bandındaki Toplam Ses Gücünü Bulmakta Kullanılan Çevirme Katsayıları (F) (Heckl ve Müller, 1975) 62
Çizelge 3.9 : Tipik bina ekipmanlarında tahmin edilen ve 4 oktav bant olan 500 Hz ile 4000 Hz arasındaki toplam ses gücü düzeyi (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)..... 62
Çizelge 3.10 : Tipik bina ekipmanlarında tahmin edilen ses gücü düzeyi.(4 oktav bant olan 500 Hz ile 4000 Hz arasındaki toplam ses gücü düzeyi)..... 63
Çizelge 3.11 : Belirli uzaklıktaki konstrüksiyon elemanlarının ses gücü düzeyi (r=15,24 m) (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)..... 63
Çizelge 3.12 : ISO 3740 serisi 66
Çizelge 3.13 : ISO 3475 standardına göre yarı-küresel ölçümde en az 20 ölçüm noktasının konumları anlatılmaktadır. (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)..... 67
Çizelge 3.14 : ISO 3745 standardına göre tam-küre ölçüm yüzeyi üzerindeki 20 mikrofonun konumlandırılmasının tanımlanması. 70
Çizelge 3.15 : Odanın tanımlamasına göre değişen ses emilim katsayısı 71
Çizelge 3.16 : İlgili sistemi anlatan tablo (Applied Acoustic 58 (1999) 469-477)... 73
Çizelge 3.17 : Colenbrander metodu ile dB olarak PWL hesaplanması (Applied Acoustic 58 (1999) 469-477)..... 74
Çizelge 3.18 : Çevresel koşulların göz önünde tutulması ile ölçülen ve hesaplanan SPL değerleri arasındaki farklar (Applied Acoustic 58 (1999) 469-477) 76
Çizelge 3.19 : 20^{o} C'deki atmosferik emilim verileri , dB/km (ISO 9613-1, 1990) (LONG M. , 2006)..... 96
Çizelge 3.20 : Atmosferik Azalım Katsayısı α değerinin ilgili değerinin belirlenmesi, dB/km 99

Çizelge 4.1 : A ağırlıklı toplam ses gücü ile alakalı tipik A- ağırlıklı ve ağırlıksız oktav bant kaynak spectral değeri (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)..... 83
Çizelge 4.2 : Orta bölge zemin emiliminin frekanslara göre değişen formülasyonu (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006) 89
Çizelge 4.3 : Alıcı bölgesi ve kaynak bölgesi zemin emiliminin hesaplanması (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006) 89
Çizelge 4.4 : Frekanslara göre değişen değişen zemin emiliminin hesaplanması için tanımlanan ilgili formülasyon 90
Çizelge 4.5 : İlgili Etkenlerin Değerlendirilmesi (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK1992)..... 119

Çizelge 4.6 : Ses yayılma mekanizmasının etkileşiminin tanımlanması (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK1992) 120

Çizelge 5.1 : Des sanayi sitesindeki temel gürültü kaynağı tipleri;..... 127
Çizelge 5.2 : Good Practice Guide'a (WG-AEN) göre Des sanayi sitesinde kullanılan veri toplama yöntemleri. 137
Çizelge 5.3 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları (Bütün cephelerin %22,4 oranında açık olması koşulu)..... 139
Çizelge 5.4 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları (Bütün cephelerin %11,2 oranında açık olması koşulu)..... 144
Çizelge 5.5 : İmalathene birimlerindeki şirketlerin tek kapısı açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları (Bütün cephelerin %9,1 oranında açık olması koşulu) 149
Çizelge 5.6 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları 154
Çizelge 5.7 : Hazırlanmış olan gürültü haritalarının genel olarak karşılaştırılması 163
Çizelge 5.8 : İlgili seçilen 1'den 6 'ya kadar olan ölçüm noktalarının konumları .. 166
Çizelge 5.9 : İlgili seçilen 7'den 12 'ye kadar olan ölçüm noktalarının konumları 167
Çizelge 5.10 : İlgili seçilen 13'den 16 'ya kadar olan ölçüm noktalarının konumları 168
Çizelge 5.11 : Ölçümüm gerçekleştiği günler ve ilgili hava durumları..... 169
Çizelge 5.12 : Yüksekliğe bağlı değişen rüzgar hızını hesaplayabilmek için gerekli olan a katsayısının arazi durumuna göre değişim tablosu..... 170
Çizelge 5.13 : Alıcı noktalarının kaynağa uzaklığı 171
Çizelge 5.14 : Simulasyon programı ve ölçüm sonuçlarının dBA olarak değerleri 188
Çizelge 5.15 : İmalathane kapılarının %50 oranda açık olması koşuluna göre hazırlanan yansıtıcı bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları 191
Çizelge 5.16 : İmalathane kapılarının %50 oranda açık olması koşuluna göre hazırlanan emici bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları 194
Çizelge 5.17 : Hazırlanmış olan dört ayrı durum analizine göre gürültüye maruz kalan kişi sayılarının toplam nüfusa oranları 201
Çizelge 5.18 : İmalathane kapılarının %50 oranında açık olması koşuluna göre hazırlanan mevcut koşul, yansıtıcı bariyerli öneri çalışması ve emici bariyerli öneri çalışmasınının karşılaştırılması..... 203

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Des sanayi sitesi ve yakın çevresi 2

Şekil 2.1 : Çevresel gürültünün insan üzerindeki etkisi 5
Şekil 2.2 : Gürültü Haritalanması ve eylem planlarının hazırlanması ile ilgili süreç.. 6
Şekil 2.3 : Ölçüm cihazları ile ilgili ses gücü düzeyinin belirlenmesi..... 7
Şekil 2.4 : ISO 9613 standardının özetlemesi, TS ISO 9613 – 2 8
Şekil 2.5 : Bilgisayar modelleme sürecinin özeti 13
Şekil 2.6 : Belfast şehrinde gürültü harıtası hazılanacak olan bölge 24
Şekil 2.7 : Lima programında modellenen bölgenin son şekli 25
Şekil 2.8 : Belfast şehri için hazırlanmış olan endüstiyel gürültü haritası, Lgag 26
Şekil 2.9 : Belfast şehri için hazırlanmış olan endüstiyel gürültü haritası, Lakşam.. 26
Şekil 2.10 : Belfast şehri için hazırlanmış olan endüstiyel gürültü haritası, Lgece... 27
Şekil 2.11 : Belfast şehri için hazırlanmış olan detaylandırılmış endüstiyel gürültü haritası, Lgag..... 27
Şekil 2.12 : Belfast şehri için hazırlanmış olan detaylandırılmış endüstiyel gürültü haritası, Lgece 28
Şekil 2.13 : Rotterdam limanının gelişimi ve gelecek yılardaki tahmini gelişim bölgesi 29
Şekil 2.14 : Rotterdam Limanı Endüstriyel Faaliyetlerin Gürültü Haritası, Lgag..... 29
Şekil 2.15 : Hollandadaki endüstriyel aktivitelere bağlı olarak değişen ilgili gürültü haritası..... 30
Şekil 2.16 : Berlin için hazırlanan endüstriyel gürültü haritası Lgece için ilgili bölge detayı..... 31
Şekil 2.17 : Berlin için hazırlanan endüstriyel gürültü haritası, Lgece 32
Şekil 2.18 : Berlin için hazırlanan endüstriyel gürültü haritası, Lgag..... 32
Şekil 2.19 : Berlin için hazırlanan endüstriyel gürültü haritası Lgag için ilgili bölge detayı..... 33
Şekil 2.20 : Hamburg Örneğimdeki Gürültü Haritalama Sisteminin Ana Hatları..... 34
Şekil 2.21 : Hamburg limanının endüstriyel gürültü haritası, Lgag 35
Şekil 2.22 : Hamburg limanının endüstriyel gürültü haritası, Lgag 35
Şekil 2.23 : Portekizde endüstriyel gürültü haritasının hazırlanması için tanımlanan genel metadoloji..... 38
Şekil 2.24 : Portekizdeki endüstriyel gürültü ölçümlerinin uygulanması 39
Şekil 2.25 : Tek kaynağın veya küçük grup kaynağın modelde hesaplanan gürültü değeri ile gerçek ölçüm değerlerinin karşılaştırılması aşaması..... 39
Şekil 2.26 : Hesaplama sonuçları ile gerçek ölçüm sonuçlarının karşılaştırılabilmesi için yapılan ölçümler..... 40
Şekil 2.27 : Portekizde hazırlanan modelin bölge fotografları ile karşılaştırılması .. 40
Şekil 2.28 : Portekizdeki kiyasal fabrika için hazırlanan gürültü haritası 41
Şekil 2.29 : Yemek fabrikasının gerçek fotografı ile Cadna programındaki 3 boyutlu modellin benzer açıdan gösterimi 41

Şekil 2.30 : Portekizdeki yemek fabrikasının ilgili gürültü haritaları, Lgece(solda) ve Lgag (sağda) 42
Şekil 2.31 : Potekizdeki dökümhane binası için hazırlanan ilgili gürültü haritaları gürültü kontrol önlemleri haricinde hazırlanan harita (sol) ile gürültü kontrol ölçüleri içerisinde hazırlanan harita(Orta) ve 3 boyutlu görselleştirme (Sağ) ... 42
Şekil 2.32 : Portekizdeki çimento fabrikasının mevcut durumunun gürültü haritası (sol) ve gelecekte alınan gürültü kontrol önlemleri ile elde edilecek gürültü haritası (sağ) (eylem planları doğrultusunda) 42
Şekil 2.33 : Bursadaki endüstriyel gürültü haritası hazırlanması için seçilen bölge . 43
Şekil 2.34 : Bursa endüstriyel gürültü haritalama çalışması sonucu hazırlanan gürültü haritası, Lgündüz dB(A) 46

Şekil 3.1 : Aksiyel fanlar (Tüp veya pervane kanadı) ve merkezkaç fanlar (radial) için tahmin edilen ses gücü düzeyinin 500-4000 Hz arasındaki dört oktav bant için gösterimi (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979) 51
Şekil 3.2 : Aksiyel fanlar , (Tüp veya pervane kanadı) ve merkezkaç fanlar (radial) için tahmin edilen ses gücü düzeyinin 500-4000 Hz arasındakidört oktav bant için gösterimi (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979) 51
Şekil 3.3 : Merkezkaç fanlar (Boru şeklinde) için tahmin edilen ses gücü düzeyinin 500-4000 Hz arasındaki dört oktav bant için gösterimi. (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979) 52
Şekil 3.4 : Vapur veya uçak pervanesi tipi fanlar için tahmin edilen ses gücü düzeyinin 500-4000 Hz arasındaki dört oktav bant için gösterimi. (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979) 52
Şekil 3.5 : Aksiyel fan tipi ile merkezkaç fan tipinin şekilsel olarak anlatımı (D.ROSSIG,R.MOORE ve A.WHEELER,2002) 53
Şekil 3.6 : Pompa sistemlerindeki ses güç düzeyi ile beygir gücü arasındaki ilişkiyi anlatan grafik 57
Şekil 3.7 : Merkezkaç kompresör ve pistonlu kompresör sistemlerindeki ses güç düzeyi ile beygir gücü arasındaki ilişkiyi anlatan grafik. (Dört oktav bant olan 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz değerlerinin toplam ses gücü düzeyi) 59
Şekil 3.8 : ISO 3744'e göre yarım-küresel ölçüm yüzeyi için mikrofonların pozisyonları (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006) 65
Şekil 3.9 : ISO 3744 standardına göre minimum mikrofon pozisyonları (solda) ve silindirik ölçüm yüzeyi (sağda) (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006) 67
Şekil 3.10 : ISO 3746 standartına göre dikdörtgensel ölçüm yüzeyi için mikrofon pozisyonları 71
Şekil 3.12 : Yüzey alan metodu ile dB olarak PWL hesaplanması (Applied Acoustic 58 (1999) 469-477) 74
Şekil 3.13 : Ölçülen SPL değeri ve ΔL_{div} ile tahmin edilen SPL değerinin karşılaştırılması 75
Şekil 3.14 : Ölçülen SPL değeri ve ΔL_{div}, ΔL_{air}, ΔL_{grd} ile tahmin edilen SPL değerinin karşılaştırılması 75
Şekil 3.15 : Ölçülen SPL değeri ve yanında bulunan küçük kaynakların hariç tutulması beraberinde ΔL_{div}, ΔL_{air}, ΔL_{grd} ile tahmin edilen SPL değerinin karşılaştırılması 75
Şekil 3.16 : Ölçülen SPL değeri ve yanında bulunan küçük kaynakların ve yukari yönlü kıvrılım durumlarının hariç tutulması beraberinde ΔL_{div}, ΔL_{air}, ΔL_{grd} ile tahmin edilen SPL değerinin karşılaştırılması 76

Şekil 4.1 : Kaynak yönlendirmesini grafiksel olarak anlatımı (Sağdaki şekil küresel yayılım model formunu sergiliyor.) (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006) 77
Şekil 4.2 : İlgili kaynak tiplerini ve uzaklığa bağlı ses basınç düzeyinin değişimi (JOHN E. K. FOREMAN,1990) 81
Şekil 4.3 : Ses uzaklığa bağlı değişen ses basınç düzeyi karşılaştırma grafiği (THOMAS D. ROSSİNG, 2007) 82
Şekil 4.4 : Dış mekândaki sesin yayılma mekanizması, (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992) 84
Şekil 4.5 : Zeminden gelen yansıma ile direk gelen sesin anlatımı 85
Şekil 4.6 : Alıcı, kaynak ve bariyer etkileşiminden h_{av}'nin hesaplanması (ISTVAN L. VER and BERANEK, 1992) 86
Şekil 4.7 : Geçiş azalımı olan A_{gr} yeşil alanda d uzaklık değerinde ve ortalama yüksekliği 2 metre olan sistemler için belirtilmektedir. (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006) 87
Şekil 4.8 : Zemin emilimi bölgeleri (LONG M. , 2006) 88
Şekil 4.9 : Sert zemin üzerinde gerçekleşen yüksek yaklaşım oranına sahip zemin emilimi kaynaklı azalımı grafiği yukarıda verilmektedir. Zemin açısı düşük frekans değerleri için kullanılmaktadır. Yol farkı ($r_G r_O$) yüksek frekans değerlerini değerlendirebilmemiz için verilmektedir. (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992) 90
Şekil 4.10 : Hava moleküllerinin hareketine sebep olan etkileşim 92
Şekil 4.11 : 3 dB atmosferik emilim gerçekleştiği zaman, diğer parametrelerin aldığı değeri gösteren ilgili grafik. (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992) 95
Şekil 4.12 : 20^o C'deki atmosferik emilimin grafiksel olarak tanımlanması , dB/km (Malcolm J. Crocker, 1998) 97
Şekil 4.13 : İlgili oktav bant frekans değerlerine, bağıl nem yüzdesine ve ilgili sıcaklıga göre değişen atmosferik emilim grafiği (THOMAS D. ROSSİNG, F. RİCHARD MOORE AND PAUL A. WHEELER, 2002) 98
Şekil 4.14 : . A'nın negatif değer aldığı zaman ses ışını ve gölge bölgesinin durumu (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006) 100
Şekil 4.15 : a> 0 değerini aldığı zaman oluşan kıvrılmanın aşağıya doğru yönlenmesini anlatan ilgili şekil. Kıvrılmanın aşağıya doğru yönlendiği zaman oluşan koşullarda ses gürültüsünü çok uzaklardan duyulabimektedir. (Malcolm J. Crocker, 1998) 101
Şekil 4.16 : Rüzgâr ile ilintili ses hızı (LONG M. , 2006) 102
Şekil 4.17 : Rüzgâr esme yönüne göre ters doğrultuda kalan akustik gölge bölgesinin oluşumu (LONG M. , 2006) 102
Şekil 4.18 : Sıcaklık değişimleri ile meydana gelen sesin kıvrılması, (LONG M. , 2006) 102
Şekil 4.19 : Artan ve azalan sıcaklık değerlerine göre sesin kıvrılması ve ilgili gölge bölgeleri (JOHN E. K. FOREMAN,1990) 103
Şekil 4.20 : Yükseklik değerinin artışına bağlı olarak rüzgar hızının artaması ve bu sebeple gölge bölgesinin oluşumu(JOHN E. K. FOREMAN,1990) 103
Şekil 4.21 : Sesin kıvrılmasının gün içindeki değişimi , yükseklik-sıcaklık etkileşiminde sesin kıvrılması (THOMAS D. ROSSING, F. RICHARD MOORE AND PAUL A. WHEELER, 2002) 103

Şekil 4.22 : Yatay Rüzgar ve Sıcaklık Değişkenlerine Ek Olarak Bariyer Etkileşiminin Kıvrılmaya Etkisi ve Şekilsel Anlatımı (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992) 105
Şekil 4.23 : Bariyer etkileşiminin basitleştirilmiş anlatımı (LONG M. , 2006) 107
Şekil 4.24 : Bariyer etkileşimi ile gölge bölgesinin oluşumu (Daniel R. Raichel, 2000)..... 107
Şekil 4.25 : Frekansların büyüklük düzeyine göre kesit düzleminde oluşturdukları gölge bölgeleri (E. & SPON F. N. , 1991) 108
Şekil 4.26 : Frekansların büyüklük düzeyine göre plan düzleminde oluşturdukları gölge bölgeleri (MEHTA M., JOHNSON J., ROCAFORD J., 1999) 108
Şekil 4.27 : Bariyer etkisinin üç boyutlu olarak değerlendirilmesini anlatan ilgili anlatım. (THOMAS D. ROSSING, 2007) 109
Şekil 4.28 : Tek yönlü kırılma için ilgili açı ve bariyer yüksekliği değerlerinden bariyer azalımının belirlenmesi (HARRIS C. M., 1957) 109
Şekil 4.29 : Kaynak ile alıcı arasındaki açısal değerlendirmeler (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)..... 110
Şekil 4.30 : Bariyer azalımının fresnel sayısı verisi ile grafikten tanımlanması (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992) 111
Şekil 4.31 : ISO 9613-2 standartında, bir engelin üst kenarı üzerinde ve düşey kenarın etrafındaki kırılmanın şekilsel anlatımı..... 112
Şekil 4.32 : ISO 9613-2'de belirtilen tek kırılma için yayılma uzunluk farkının belirlenmesindeki geometrik büyüklükler..... 113
Şekil 4.33 : ISO 9613-2'de belirtilen çift kırılma için yayılma uzunluk farkının belirlenmesindeki geometrik büyüklükler..... 114
Şekil 4.34 : Yüzeyde oluşabilecek yansımalar için belirtilen Imin (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006) 115
Şekil 4.35 : Bariyer yansımalarının açılara göre değişimi (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006) 117

Şekil 5.1 : Des sanayi sitesinin ulaşım yolu ve yakın çevresinin detaylı görünümü 121
Şekil 5.2 : Ümraniye mahalle haritası..... 122
Şekil 5.3 : Des sanayi sitesi ve yakın çevresinin helikopterden çekilen fotografı... 123
Şekil 5.4 : Des sanayi sitesinin Soundplan programında hazırlanmış olan bölge ve yakın çevresi sanayi kuruluşlarını ve ilgili konut bölgelerini içeren kapsamlı modelin resimlenerek anlatılması..... 124
Şekil 5.5 : Des sanayi sitesinin blok numaraları ve cadde isimleri..... 125
Şekil 5.6 : Des sanayi sitesinin tip binalarının teknik çizimleri..... 126
Şekil 5.7 : Des sanayi sitesinin vaziyet planından görünümü..... 127
Şekil 5.8 : Des sanayi sitesininde bulunan blokların ilgili kaynak faliyeti..... 130
Şekil 5.9 : Des sanayi sitesinin ve yaın çevresinin endüstriyel gürültü haritasının hazırlanması aşamasındaki ilgili süreci anlatan akış şeması..... 132
Şekil 5.10 : Soundplan programında tanımlanan imalathanelerin iç mekan gürültü değeri (dBA)..... 133
Şekil 5.11 : Sanayi birimlerinin modellenmesi süreci (İlk olarak iç mekan gürültü düzeyi emisyon tipi belirlenerek atanır ve tüm cephe ilgili sistem detayına göre modellenerek Rw yalıtım değerleri cephelere atanır ve son olarak tüm cepheler alan kaynak olarak tanımlanmış olur.) 134
Şekil 5.12 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgündüz 140

Şekil 5.13 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgündüz 141
Şekil 5.14 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgece 142
Şekil 5.15 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgece 143
Şekil 5.16 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgündüz 145
Şekil 5.17 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları- bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgündüz 146
Şekil 5.18 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgece 147
Şekil 5.19 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgece. 148
Şekil 5.20 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgündüz 150
Şekil 5.21 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası– Lgündüz 151
Şekil 5.22 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgece 152
Şekil 5.23 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları- bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgece 153
Şekil 5.24 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgündüz 155
Şekil 5.25 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgündüz 156
Şekil 5.26 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgece 157

Şekil 5.27 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgece. 158
Şekil 5.28 : Tüm kapıların açık olması durumu 1 nolu haritayı, kapıların %50'sinin açık olması durumu 2 nolu haritayı, her şirketin tek kapısının açık olması koşulu 3 nolu haritayı, kapıların kapalı olması 4 nolu haritayı tanımlayan toplu Lgag sonuçları 159
Şekil 5.29 : Tüm kapıların açık olması durumu 1 nolu haritayı, kapıların %50'sinin açık olması durumu 2 nolu haritayı, her şirketin tek kapısının açık olması koşulu 3 nolu haritayı, kapıların kapalı olması 4 nolu haritayı tanımlayan toplu Lgündüz sonuçları 160
Şekil 5.30 : Tüm kapıların açık olması durumu 1 nolu haritayı, kapıların %50'sinin açık olması durumu 2 nolu haritayı, her şirketin tek kapısının açık olması koşulu 3 nolu haritayı, kapıların kapalı olması 4 nolu haritayı tanımlayan toplu Lgece sonuçları 161
Şekil 5.31 : Tüm kapıların açık olması durumu 1 nolu haritayı, kapıların %50'sinin açık olması durumu 2 nolu haritayı, her şirketin tek kapısının açık olması koşulu 3 nolu haritayı, kapıların kapalı olması 4 nolu haritayı tanımlayan toplu Lgece sonuçları 162
Şekil 5.32 : Lgündüz sonuçlarına göre hazırlanmış olan gürültü haritalarının karşılaştırılması 164
Şekil 5.33 : Lgece sonuçlarına göre hazırlanmış olan gürültü haritalarının karşılaştırılması 164
Şekil 5.34 : İlgili Ölçüm Noktalarının haritadaki konumlar 165
Şekil 5.35 : Alıcıların haritadaki konumu 171
Şekil 5.36 : Alıcı 1 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması 172
Şekil 5.37 : Alıcı 1 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi 172
Şekil 5.38 : Alıcı 2 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması 173
Şekil 5.39 : Alıcı 2 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi 173
Şekil 5.40 : Alıcı 3 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması 174
Şekil 5.41 : Alıcı 3 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi 174
Şekil 5.42 : Alıcı 4 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması 175
Şekil 5.43 : Alıcı 4 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi 175
Şekil 5.44 : Alıcı 5 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması 176
Şekil 5.45 : Alıcı 5 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi 176
Şekil 5.46 : Alıcı 6 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması 177
Şekil 5.47 : Alıcı 6 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi 177

Şekil 5.48 : Alıcı 7 noktasındaki gürültü düzeylerinin dBA olarak tanımlanması 178
Şekil 5.49 : Alıcı 7 noktasındaki gürültü düzeylerinin frekanslara göre değişimi 178
Şekil 5.50 : Alıcı 8 noktasındaki gürültü düzeylerinin dBA olarak tanımlanması 179
Şekil 5.51 : Alıcı 8 noktasındaki gürültü düzeylerinin frekanslara göre değişimi 179
Şekil 5.52 : Alıcı 9 noktasındaki gürültü düzeylerinin dBA olarak tanımlanması 180
Şekil 5.53 : Alıcı 9 noktasındaki gürültü düzeylerinin frekanslara göre değişimi 180
Şekil 5.54 : Alıcı 10 noktasındaki gürültü düzeylerinin dBA olarak tanımlanması 181
Şekil 5.55 : Alıcı 10 noktasındaki gürültü düzeylerinin frekanslara göre değişimi 181
Şekil 5.56 : Alıcı 11 noktasındaki gürültü düzeylerinin dBA olarak tanımlanması 182
Şekil 5.57 : Alıcı 11 noktasındaki gürültü düzeylerinin frekanslara göre değişimi 182
Şekil 5.58 : Alıcı 12 noktasındaki gürültü düzeylerinin dBA olarak tanımlanması 183
Şekil 5.59 : Alıcı 12 noktasındaki gürültü düzeylerinin frekanslara göre değişimi 183
Şekil 5.60 : Alıcı 13 noktasındaki gürültü düzeylerinin dBA olarak tanımlanması 184
Şekil 5.61 : Alıcı 13 noktasındaki gürültü düzeylerinin frekanslara göre değişimi 184
Şekil 5.62 : Alıcı 14 noktasındaki gürültü düzeylerinin dBA olarak tanımlanması 185
Şekil 5.63 : Alıcı 14 noktasındaki gürültü düzeylerinin frekanslara göre değişimi 185
Şekil 5.64 : Alıcı 15 noktasındaki gürültü düzeylerinin dBA olarak tanımlanması 186
Şekil 5.65 : Alıcı 15 noktasındaki gürültü düzeylerinin frekanslara göre değişimi 186
Şekil 5.66 : Alıcı 16 noktasındaki gürültü düzeylerinin dBA olarak tanımlanması 187
Şekil 5.67 : Alıcı 16 noktasındaki gürültü düzeylerinin frekanslara göre değişimi 187
Şekil 5.68 : Kapıların %50 açık olması koşuluna göre hazırlanan bariyer tasarımının vaziyet planındaki konumu 189
Şekil 5.69 : Kapıların %50 açık olması koşuluna göre hazırlanan bariyer tasarımının arazi kesitinden görünüşü..... 190
Şekil 5.70 : Soundplan simulasyon programında tasarlanmış olan gürülü bariyer hattının üç boyutlu anlatımı 190
Şekil 5.71 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan yansıtıcı bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgündüz..... 192

Şekil 5.72 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan yansıtıcı bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgece 193
Şekil 5.73 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan emici bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgündüz 195
Şekil 5.74 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan emici bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgece 196
Şekil 5.75 : Kapıların %50 açık olması koşuluna gore hazırlanan bariyersiz, yansıtıcı bariyerli ve emici bariyerli Lgag gürültü haritalarının toplu anlatımı 197
Şekil 5.76 : Kapıların %50 açık olması koşuluna gore hazırlanan bariyersiz, yansıtıcı bariyerli ve emici bariyerli Lgündüz gürültü haritalarının toplu anlatımı 198
Şekil 5.77 : Kapıların %50 açık olması koşuluna gore hazırlanan bariyersiz, yansıtıcı bariyerli ve emici bariyerli Lakşam gürültü haritalarının toplu anlatımı 199
Şekil 5.78 : Kapıların %50 açık olması koşuluna gore hazırlanan bariyersiz, yansıtıcı bariyerli ve emici bariyerli Lgece gürültü haritalarının toplu anlatımı 200
Şekil 5.79 : Endüstriyel gürültüye maruz kalan kişi sayılarının karşılaştırılması ... 202
Şekil 5.80 : İmalathane kapılarının %50 oranında açık olması koşuluna göre hazırlanan mevcut koşul, yansıtıcı bariyerli öneri çalışması ve emici bariyerli öneri çalışmasında gürültüye maruz kalan kişi sayılarının karşılaştırılması, Lgündüz 203
Şekil 5.81 : İmalathane kapılarının %50 oranında açık olması koşuluna göre hazırlanan mevcut koşul, yansıtıcı bariyerli öneri çalışması ve emici bariyerli öneri çalışmasında gürültüye maruz kalan kişi sayılarının karşılaştırılması, Lgece 204

Şekil A.1 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgag 208
Şekil A.2 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları –bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası- Lgag 209
Şekil A.3 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lakşam 210
Şekil A.4 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lakşam 211
Şekil A.5 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgag 212
Şekil A.6 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları- bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgag ... 213
Şekil A.7 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lakşam 214

Şekil A.8 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lakşam 215
Şekil A.9 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgag 216
Şekil A.10 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları-bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası - Lgag 217
Şekil A.11 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lakşam..... 218
Şekil A.12 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lakşam 219
Şekil A.13 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgag..... 220
Şekil A.14 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgag .. 221
Şekil A.15 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lakşam 222
Şekil A.16 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lakşam 223
Şekil A.17 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan yansıtıcı bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgag 224
Şekil A.18 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan yansıtıcı bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lakşam..... 225
Şekil A.19 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan emici bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgag..... 226
Şekil A.20 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan emici bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lakşam 227

ENDÜSTRİYEL GÜRÜLTÜ HARİTALARININ HAZIRLANMASI İSTANBULDA BULUNAN DES SANAYİ SİTESİ VE YAKIN ÇEVRESİ ÖRNEĞİ

ÖZET

İşitsel konfor koşulları insan sağlığı üzerindeki fizyolojik ve psikolojik etkileri nedeniyle çok büyük bir önem taşımaktadır. Sağlıklı bir çevrede yaşamak için çevresel gürültü kontrolunun sağlanması gerekir. Bu tez çalışmasında çevresel gürültü kontrolunun sağlanabilmesi için endüstriyel gürültünün haritalanması konusu anlatılmıştır ve seçilen Des Sanayi Sitesi ve yakın çevresi ile ilgili bölgenin endüstriyel gürültü haritası hazırlanmıştır.

Hazırlanmış olan bu tez çalışması beş farklı bölümden oluşmaktadır. Bu tez çalışmasının ilk bölümünde ilgili tez konusu tanıtılmış, çalışmanın hedefi ve içeriği belirlenmiş ve son olarakta gürültü denetimi ile ilgili mevzuat tanımlanmıştır.

Bu tez çalışmasının ikinci bölümünde endüstriyel gürültünün haritalanabilmesi için endüstriyel gürültü haritalama sürecinden bahsedilmiştir. Bu bölümde endüstriyel gürültü haritalarının hazırlanması ile ilgili gereksinimler tanımlanmış ve yurt dışında ve yurt içinde hazırlanmış olan endüstriyel gürültü haritaları ile ilgili örnek çalışmalar anlatılmıştır.

Tez çalışmasının üçüncü bölümünde endüstriyel gürültü kaynaklarının özelliklerine göre tanıtılması yapılmıştır ve gürültü kaynakları ile ilgili geliştirilmiş matematiksel formüller yardımı veya ilgili ses ölçümleri ile ses gücü düzeyinin belirlenmesi konusu üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmanın dördüncü bölümünde, sesin serbest alandaki yayılma mekanizması detaylıca anlatılmış ve etkileşim faktörleri (küresel yayılıma bağlı azalım A_{gr}, zemin emilimi A_{gr}, atmosferik emilim A_{atm}, bariyer etkisi, diğer etkenler) matematiksel formullerle tanımlanmıştır

Tez çalışmasının son bölümünde Des Sanayi Sitesi ve yakın çevresini içeren endüstriyel gürültü haritalama proje çalışması anlatılmaktadır. Bu çalışmanın içeriği ve ilgili çalışma süreci tanımlanarak gürültüye maruz kalan kişi sayısı belirlenmiştir. Gürültüye maruz kalan kişi sayısını azaltabilmek için eylem planı geliştirilmiştir.

Bölgenin analizinin yapılabilmesi ve gürültü hesaplamalarının tamalanabilmesi için bilgisayar ortamında Soundplan simulasyon programı kullanılmıştır. Bölgenin topografyası ve bölge ile ilgili veriler Soundplan programında modellenmiştir. İlgili modeldeki tüm verilerin girilmesi ile bölgenin gürültü haritaları hazırlanmıştır. Bölgenin endüstriyel gürültü haritası hazırlanırken hassas davranılmış ve iklim koşullarına göre değişen çalışma koşulları göz önünde bulundurmuştur. Bu sebeple değişen iklim koşullarına bağlı olarak dört farklı kullanım alternatifleri tanımlanmış ve bu alternatifler için gürültüye maruz kalan kişi sayıları belirlenmiştir.

Bu tezin temel hedefi olan çevresel gürültünün kontrol altında tutulması için hazırlanan endüstriyel gürültü haritası bölgedeki gürültüye maruz kalan kişi sayısını belirlemektedir. Endüstriyel Gürültü haritaları hazırlanırken, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetilmesi Yönetmeliği kapsamında tanımlanmış olan gürültüye maruz kalma limit değerler kullanılmıştır. Yönetmeliğin belirlemiş olduğu limit düzeyler doğrultusunda gürültüye maruz kalan kişi sayısı belirlenmiştir.

Bölgenin işitsel konfor koşullarını iyileştirmek için çeşitli alternatif yaklaşımlar arasından bariyer tasarımı seçilmiştir. Bölgede gürültü engeli olan bariyer tasarımı yapılarak gürültü kontrolu sağlanmaya çalışılmıştır ve ilgili işitsel konfor koşulları iyileştirilmiştir. Limit değeri aşan düzeyde gürültüye maruz kalan kişi sayısı azalmıştır.

PREPARING INDUSTRIAL NOISE MAPPING - EXAPLE OF DES INDUSTRIAL SITE AND ITS CLOSER ENVIROMENT IN ISTANBUL

SUMMARY

Auditory confort conditions have a vital importance due to the pyhsiologyical and psychological effects on human health. Enviromental noise control is neccessary to establish a more confortable human enviroment. In this research study, industrial noise mapping applications have been explained and industrial noise map related to the area including both Des Industrial Site and its closer enviroment has been prepaired.

The prepared thesis study consists of five different chapters. In the first chapter, the main frame of the thesis has been introduced. The target of thesis and its content has been determined and finally related regulations have been explained about the noise control.

In the second chapter of this study, the industrial noise mapping process which is used to create the indusrial noise mappings has been mentioned. The requirements, which are concerned with industrial noise mapping, have been determined and some remarkable examples of industrial noise maps which belong to some europan states have been explained with detailed information.

In the third chapter of this thesis, industrial noise source has been examined according to its properties and the usage of some mathmetical equations which have a crucial role on the determination of noise sources and noise sources mesuaring tecnics have been metioned.

In the fourth chapter of this study, the free field of sound propagation mechanism has been comprehensively explained and their interaction factors (attenuation account for spherical spreading A_{div}, ground absorbtion A_{gr}, diffraction by barriers A_{bar}, atmospheric absorbtion A_{atm} and other effects) has been determined with the help of detailed mathmetical equations.

In the final chapter, the proposed project study, which includes Des Industrial Site and its closer environment, has been explained. As describing study contet and process, the number of person exposed to noise has been defined. Finally action plan has been developed in order to reduce the number of person exposed to noise.

In this thesis study, Soundplan simulation programe has been used in order to analize the study area and complete noise calculation. Topografy of the study area and their datas of known location have been modelled in Soundplan simulation programe. The industrial noise map has been prepared by means of the taken datas from the study area. While entering related datas to the model, the working conditions which can be changed according to the climate has been taken into consideration carefully. Therefore, four different alternatives which vary with the climate condtion have been defined and the number of person exposed to the noise is defined for these alternatives.

In the industrial noise map, which is prepared in order to control the environmental noise, the numbers of person exposed the noise has been shown. While preparing industrial noise map, noise exposure limit level values which are spesified by evaluation of environmental noise and management regulation, are used. The number of person exposed to noise is determined according to regulation limit level values.

Because of developing auditory confort condition of the area, barrier design has been selected from different alternatives for noise reduction. Noise barrier design has been done in order to establish noise control and auditory confort conditions have been improved. The number of person exposed to noise has been reduced from upper noise limit level values.

1. GİRİŞ

Gürültü haritalama, ilgili bölgedeki gürültü düzeylerini belirlemek, gürültüye maruz kalan hassas bölgeleri tanımlamak ve gürültü azalım planlaması için gerekli bilgileri elde etmek için hazırlanmaktadır. Gürültü haritalama ile elde edilecek veriler ilgili bölgenin rehabilitasyonu için gerekli olup bölgenin gelişim stratejisinin belirlenmesi için çok büyük önem taşımaktadır. Gürültü haritalama çalışmaları konut bölgelerinin, sanayi bölgelerinin ve ilgili ulaşım akslarının kent ölçeğinde konumlanması için gerekli olan işitsel konfor koşullarının sağlanabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Ayrıca eylem planlarının hazırlanması ve kent ölçeğinde verilecek kararların yanında işitsel konforun sağlanabilmesi için bina ölçeğindeki cephe yalıtımının gerekli olan minimum düzeyin belirlenmesine yardım etmektedir.

Bu çalışmanın ana konusu endüstriyel gürültü haritalama çalışmaları olup bu konuda gerekli olan çalışmalar yapılacaktır. Bu araştırmanın konusu olan endüstriyel gürültü haritalama çalışması, Ümraniye ilçesindeki Des sanayi sitesi ve yakın çevresini içerecek şekilde gerçekleştirilmektedir. Des sanayi sitesinin ve yakın çevresinde bulunan üretim binalarının üretmekte oldukları gürültü, konut bölgelerini etkilemektedir. Bu gürültünün kentsel ölçekte önlenebilmesi için gerekli olan önlemler tam anlamı ile belirlenmemiştir. İlgili bölgedeki endüstriyel gürültü sebebi ile oluşacak olan işitme ve algılama problemleri ile fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklar göz ardı edilemez bir gerçektir. Bu araştırma ilgili bölgenin endüstriyel gürültü haritasının hazırlanması, ilgili problemlerin saptanması ve gereken önlemlerin alınabilmesi için gerekli olan çalışmaları konu edinmektedir.

1.1 Çalışmanın Hedefi ve İçeriği

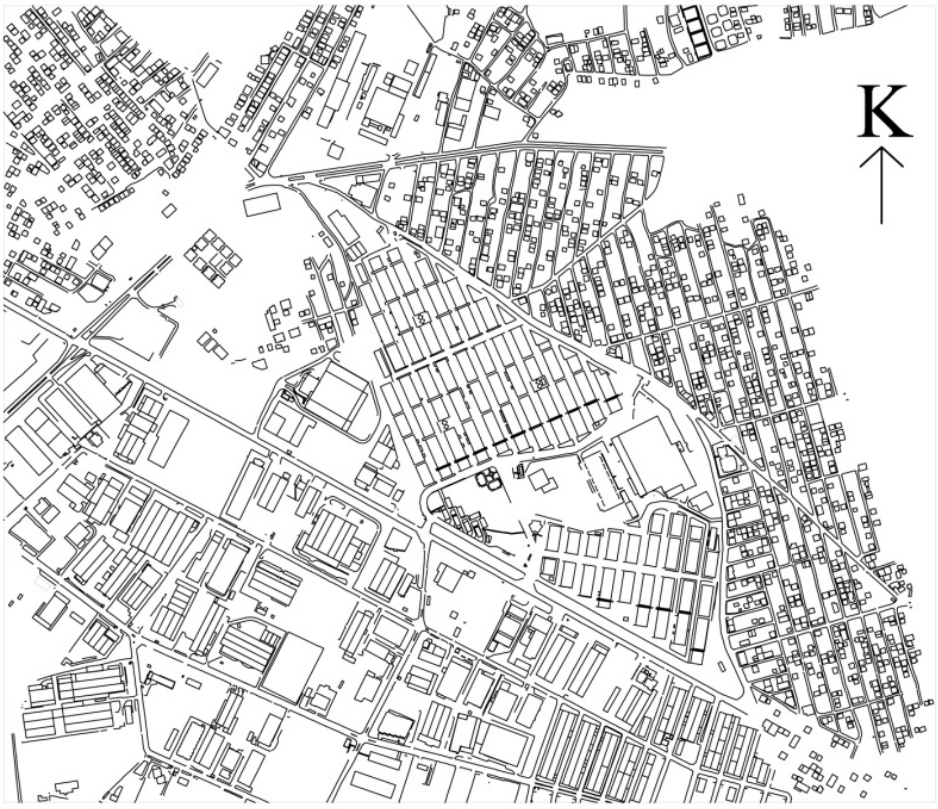
İstanbul'daki metal üretim sanayi merkezlerinden biri olan Des sanayi sitesi ve yakın çevresinin bilgisayar ortamında simulasyon programı yardımı ile modellenerek tanımlanması, mevcut potansiyelinden kaynaklanan endüstriyel gürültü düzeyinin belirlenerek haritalanması, isitsel konfor açısından bölgenin iyileştirilebilmesi için

gerekli olan stratejilerin belirlenmesi ve bu konudaki akademik çalışmalar için örnek olması bu çalışmanın ana hedefidir.

Bu çalışmanın içeriği endüstriyel gürültünün meydana getirdiği işitsel konforsuzluk probleminin kent ölçeğinde incelenmesi ve ilgili problemlerin saptanması ve yapılması gereken çalışmaların belirlenmesini kapsamaktadır.

Bu çalışmada endüstriyel gürültü sebebi ile gürültüye maruz kalan ilgili konut bölgelerinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmanın ana hedeflerden biri olarak gürültüye maruz kalan konut yerleşim bölgelerinin işitsel konfor koşullarının geliştirilmesidir.

Bu çalışma des sanayi sitesini ve yakın çevresini içerecek şekilde 4 km^2'lık bir alanı kapsamaktadır. Bu bölgenin endüstriyel gürültü haritasının hazırlanması bilgisayar simülasyon programı olan Soundplan programı ile gerçekleştirilmektedir. Bölgenin haritası Şekil 1.1'de verilmektedir.



Şekil 1.1 : Des sanayi sitesi ve yakın çevresi

1.2 Gürültü Denetimi ile İlgili Mevzuat

Türkiye'de gürültü kontrolünün sağlanabilmesi için çok sayıda yasal düzenleme bulunmaktadır. Bu yasal düzenlemeler dolaylı olarak veya doğrudan işitsel konfor koşullarını sağlamaya yöneliktir.

Türkiye cumhuriyetinin anayasasının 56. Maddesine göre " Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir." hükmü bulunmaktadır.

Gürültü Kirliliğinin kontrol altına alınması için düzenlenen 1983 tarihli 2872 sayılı çevre kanununun 14. maddesi yaşam koşullarının iyileştirilmesini hedeflemektedir. İlgili maddede "Kişilerin huzur ve sükûnunu, beden ve ruh sağlığını bozacak şekilde yönetmenlikte belirlenen standartlar üzerinde gürültü çıkarmak yasaktır. Fabrika, atölye, işyeri, eğlence yeri, hizmet binaları, konutlar ve ulaşım araçlarında gürültünün asgariye indirilmesi için gerekli önlemler alınır." hükmü bulunmaktadır.

Çevre Kanun'un 14'üncü maddesinde istinaden 1986 tarihine yürürlüğe giren Gürültü Kontrol Yönetmenliği gürültü kontrolünü; kaynak, alıcı ve çevre olmak üzere bütüncül olarak değerlendiren ilk yasal düzenlemedir. Söz konusu yönetmenlik ile kaynak alıcı ve çevre gürültüsüne sınırlamalar getirilmiştir. Yönetmenliğin uygulanmasında valilikler ve Belediyeler sorumlu tutulmuştur. . (Aşçıgil,2009)

1986 yılından beri yürüdükte olan ve uygulayıcılar açısından Gürültü Kontrol Yönetmeliğinde yaşanan sıkıntılar ve uygulamadaki sorunların giderilmesi amacıyla, Avrupa Birliği uyum süreci içerisinde Ulusal Programda Çevre ve Orman Bakanlığı (ÇOB)'nın sorumluluğunda yer alan 2002/49/EC sayılı Gürültü Yönetimi hakkındaki Avrupa parlamentosu ve Konsey Direktifi de göz önüne alınarak 01 Temmuz 2005 tarih ve 25862 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürüdüğe giren Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmenliği hazırlanmıştır. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmenliği'nin 1, 2, 4, 7, 8, 9, 12'inci bölümleri ile tüm eklerinde 2002/49/EC direktifinin gereksinimleri yer almaktadır. (Aşçıgil,2009)

07 Mart 2008'de yönetmenliğin yenilenmiş hali resmi gazetede yayınlanmıştır. Yönetmenliğin amacı; çevresel gürültüye maruz kalınması sonucu kişilerin huzur ve

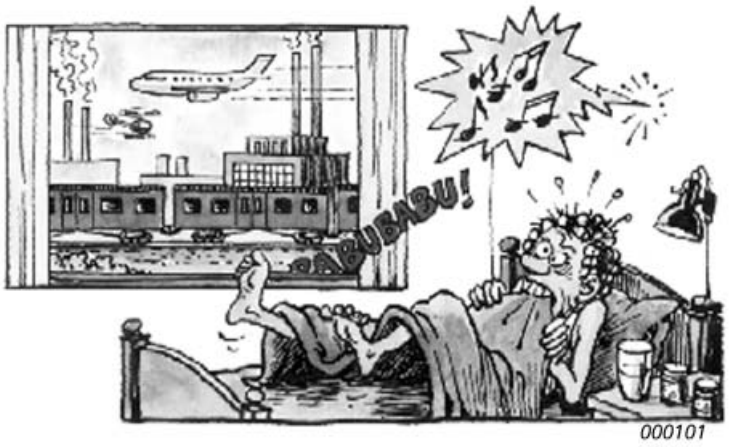
sükûnunun, beden ve ruh sağlığının bozulmaması için gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamaktadır. (Aşçıgil,2009)

Özet olarak, ülkemizdeki Avrupa birliğine giriş ve ilgili müzakere süreci içerisinde kentsel ölçekteki gürültü denetimi büyük önem kazanmıştır. Gürültüyü azaltmak ve ilgili gelişmeleri olumlu yönde şekillendirmek için 2005 Temmuz ayında Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik 2008 yılında revize edilerek geliştirilmiştir. Bu yönetmeliğin belirlemiş olduğu ilgili sınır değerler doğrultusunda gürültüye maruz kalan insan sayısı azaltılacaktır ve ilgili gürültü kontrol yöntemleri belirlenecektir. Sınır değerleri ileriki bölümlerde detaylıca anlatılacaktır.

2. ENDÜSTRİYEL GÜRÜLTÜ HARİTALARININ HAZIRLANMASI İLE İLGİLİ GEREKSİNİMLER VE YAPILMIŞ OLAN İLGİLİ ÇALIŞMALAR

2.1 Giriş

Endüstriyel gürültü haritaları hazırlanarak, ilgili sınır değerleri doğrultusunda değerlendirmeler yapılır, bu değerlendirmeler doğrultusunda sınır değerlerin konut ve yaşam bölgelerindeki durumu incelenir. Eğer sınır değerleri aşılıyorsa gürültüye maruz kalan insanların daha iyi konfor koşullarına kavuşabilmesi için önlem alınır. Kısaca özetlemek gerekirse işitsel konfor koşullarının sağlanabilmesi için durum değerlendirme ve ilgili çalışmaların yapılabilmesi için tanımlanacak olan ön çalışmaların belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. İlgili değerlendirmelerin yapılabilmesi için endüstriyel bölgelerin gürültü haritaları hazırlanmalıdır.



Şekil 2.1 : Çevresel gürültünün insan üzerindeki etkisi

İlgili sınır değerleri tanımlanacak olursa;

Çizelge 2.1 : Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, **(**Çevresel Gürültünün Degerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeligi)

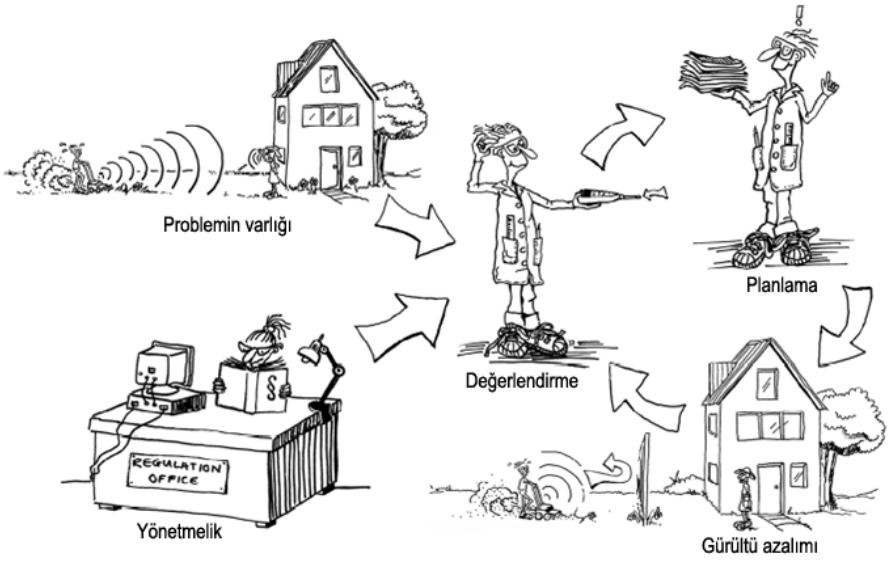
Alanlar	$L_{gündüz}$ (dBA)	L_{gece} (dBA)
Endüstriyel alanlar (sanayi bölgeleri)	70	60
Endüstriyel ve yerleşimin birlikte olduğu alanlar (ağırlıklı endüstriyel)	68	58
Endüstriyel ve yerleşimin birlikte olduğu alanlar (ağırlıklı yerleşim)	65	55
Kırsal alanlar ve yerleşim alanları	60	50

Çizelge 2.1'de belirtilen sınır değerlerinin aşılıp aşılmadığına karar verebilmek için ilgili bölgenin gürültü haritası hazırlanır ve sınır değerlerinin aşılması durumunda bölge ile ilgili gürültü önlemlerinin alınması için stratejik gürültü haritası hazırlanır. Bu endüstriyel haritalama sistemindeki süreçler özetlenecek olursa sistem dört farklı başlıkta toplanabilir. (Şekil 2.2'de süreç anlatılmaktadır.)

1-Ölçüm ve Raporlama (Problemin tesbiti için önemli)

2-Hesaplama ve hesaplama doğrultusunda stratejik gürültü haritalarının hazırlanması (haritalandırma)(bilgisayar modelleme)

3-Eylem Planının Hazırlanması (stratejik gürültü haritası verileri doğrultusunda)

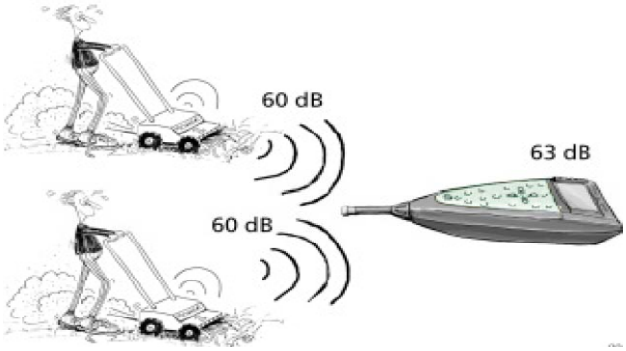


Şekil 2.2 : Gürültü Haritalanması ve eylem planlarının hazırlanması ile ilgili süreç

Ölçüm ve Raporlama

Ölçüm ve raporlama aşaması, gürültü kaynağının meydana getirdiği ses enerji düzeyinin tanımlanması için gerçekleştirilir. Gürültü kaynağının oluşturduğu gürültü düzeyinin belirlenmesi iki farklı şekilde gerçekleştirilir. Birinci yöntem gürültü kaynağının standartlar doğrultusunda ilgili ölçümlerinin yapılıp gürültü düzeylerinin bulunmasıdır.

İkinci bir yöntem olarak gürültü tipi ve ilgili makine verileri doğrultusunda oluşturabileceği gürültünün fiziksel formüllerle hesaplanmasıdır.(fan, pompa, vs..)



Şekil 2.3 : Ölçüm cihazları ile ilgili ses gücü düzeyinin belirlenmesi.

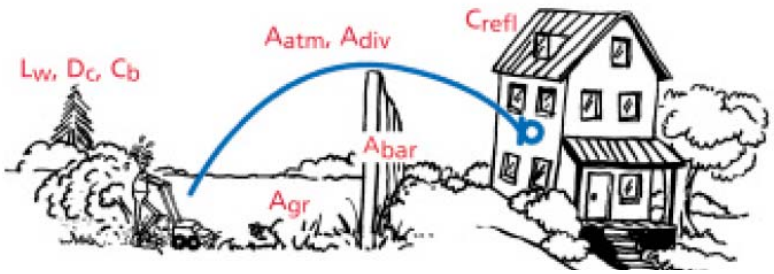
Gürültü Haritalarının Hazırlanması

Endüstriyel gürültünün belirlenmesi için hesaplama aşamasında ilgili standartları kullanarak en doğru sonucu elde etmek hedeflenir. Bu doğrultuda endüstri kaynaklı çevresel gürültü düzeyinin tayin edilmesinde Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinin belirtmiş olduğu aşağıdaki hesaplama yöntemleri kullanılacaktır.

Çizelge 2.2 : Çevresel Gürültünün Degerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeligi tarafından belirtilen ve endüstriyel gürültü haritalama için kullanılacak olan ilgili standartlar

İLGİLİ STANDART	STANDARTIN KAPSAMI
TS ISO 9613 – 2:	Akustik - Açık Havada Ses Yayılısının Zayıflatılması, Kısım 2: Genel Hesaplama Yöntemleri, Bu yöntem için uygun gürültü yayma verileri (girdi verisi), aşağıdaki yöntemlerden birine göre yapılacak ölçümler ile elde edilir:
ISO 8297 :	Akustik – Çevredeki Ses Basınç Düzeylerinin Değerlendirilmesi İçin Çok Kaynaklı Endüstriyel Tesislerde Ses Gücü Düzeylerinin Belirlenmesi – "Mühendislik Yöntemi".
TS EN ISO 3744:	Akustik -Ses Basıncı Mühendislik Yöntemi Kullanarak Yansıtıcı Bir Düzlem Üzerindeki Tamamen Açık Bir Alanda Ses Gücü Düzeylerinin Belirlenmesi.
TS EN ISO 3746:	1995 Akustik –Yansıtıcı Bir Düzlem Üzerindeki Gürültü Kaynaklarının Ses Gücü Düzeylerinin Örtüşen Ölçüm Yüzeyi Kullanarak Belirlenmesi

Yukarıda belirtilen standartlar doğrultusunda ilgili hesaplama çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Hesaplamalar genellikle bilgisayar ortamında gerçekleştirilerek ilgili bölgenin gürültü haritası çıkarılmaktadır. Bu haritalama aşamasında gürültü göstergeleri doğrultusunda belirlenen zaman aralıklarına göre işlem yapılarak gün içerisindeki ortalama düzeyi elde etmek mümkündür.



Şekil 2.4 : ISO 9613 standardının özetlemesi, TS ISO 9613 – 2

Gürültü haritalama çalışmalarında gürültünün ilgili zaman aralıklarında tanımlanabilmesi için gürültü göstergeleri belirtilir. İlgili Gürültü Göstergeleri ve ilgili temel formül aşağıda verilmektedir

$$Lgag = 10\log_{10}\frac{1}{24}\left[(12x10^{\frac{Lgündüz}{10}}) + (4x10^{\frac{Lakşam+5}{10}}) + (8x10^{\frac{Lgece+10}{10}})\right]$$

(2.1)

(Çevresel Gürültünün Degerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeligi)

Gündüz-Aksam-Gece Düzeyi Lgag: Desibel A (dBA) olarak gündüz-aksam-gece düzeylerinin aşağıda verilen formülle ifade edilmesidir.

Lgündüz:TS 9798 (ISO 1996-2) de tanımlandığı gibi A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, yılın gündüz sürelerinin tamamına göre belirlenmiştir.

Lakşam:TS 9798 (ISO 1996-2) de tanımlandığı gibi A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, yılın aksam sürelerinin tamamına göre belirlenmiştir.

Lgece:TS 9798 (ISO 1996-2) de tanımlandığı gibi A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, yılın gece sürelerinin tamamına göre belirlenmiştir.

İlgili gürültü göstergeleri, hesaplama sistemleri ve endüstriyel gürültü haritalama için belirlenen standatlar doğrultusunda belirlenen bölge ile ilgili stratejik gürültü haritası hazırlanır.

Çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi yönetmeliğinin belirlemiş olduğu stratejik gürültü haritalama için gerekli olan asgari gereksinimler aşağıda verilmektedir.

1)Stratejik gürültü haritası aşağıda belirtilen hususlardan herhangi birine yönelik verilerin sunusunu içerecektir:

a) Bir gürültü göstergesi cinsinden mevcut, önceki veya öngörülen bir gürültü durumu,

b) Bir sınır değerinin asılması,

c) Bir gürültü göstergesinin özel değerlerine maruz kalan belirli bir alandaki konut, okul ve hastanelerin tahmini sayısı,

d) Gürültüye maruz kalan bir alandaki tahmini insan sayısı.

2) Stratejik gürültü haritaları kamuoyuna;

a) Coğrafi paftalar,

b) Çizelgeler halindeki rakamsal veriler,

c) Elektronik form halindeki rakamsal veriler seklinde sunulabilir.

3) Yerleşim alanlarının stratejik gürültü haritalarında;

a) Kara yolu trafiği,

b) Demir yolu trafiği,

c) Hava alanları,

d) Limanlar dâhil, endüstriyel faaliyetlerin yapıldığı yerlerden yayılan gürültüler özel bir önemle vurgulanacaktır.

4) Yerleşim alanları için kara yolu trafik gürültüsü, demir yolu trafik gürültüsü ve hava aracı gürültüsü ile endüstriyel gürültüler için stratejik gürültü haritaları yapılmalıdır.

Stratejik gürültü haritalama işleminden sonra eylem planı aşaması gelmektedir.

Eylem planları gürültü verileri doğrultusunda işitsel konfor düzeyini sağlamak için alınacak olan önlemleri içermektedir. Bu önlemler doğrultusunda gürültü düzeyleri istenen sınır değerlerinin altına çekilmeye çalışılır. Uzun vadeli stretejiler belirlenmektedir.

Kentsel yerleşim bölgelerinin şekillenmesi, bariyer kullanım konumlarının belirlenmesi, yeşil alan için tanımlanan bölgelerinin şekillenmesi, endüstriyel bölgelerin belirlenip gelişim stratejilerinin tanımlanması gibi konular eylem planları doğrultusunda gerçekleştirilmektedir.

2.2 Avrupa parlemantosu (endüstri komitesi, dış ticaret, araştırma ve enerji) tarafında 1999-2004 tarihleri için belirlenen ilgili çalışma

Endüstriyel gürültü haritalama için yurt dışında belirtilen gereksinimleri de göz önünde tutmak gerekmektedir. Bu doğrultuda hareket ederek gürültü haritalanması için temel stratejiler belirlenebilir.

Yurt dışında endüstriyel gürültü haritalama için 2002/49/EC direktifi temel alınmaktadır. Bu direktif Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmenliğine benzemektedir ve 1, 2, 4, 7, 8, 9, 12'inci bölümleri ile tüm eklerinde ilgili gereksinimler ortak olarak bulunmaktadır. Endüstriyel gürültü haritalama için belirlenen yaklaşımlar birbirine benzemektedir.

Avrupa yasalarında gürültünün engellenmesi için ekipmanlar üzerinde uygulamalar bulunmaktadır. Bunlar genel olarak kamyonlar, arabalar, uçaklar, endüstri ekipmanları vs.. Fakat belirlenen ekipmanların birlikte oluşturacağı ortak gürültü oluşumunun güvenilir düzeyde olmayacağı da bilinmektedir. Avrupa komisyonu daha geçerli bir yöntem oluşturularak gürültünün değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Parlamentonun çözüm önerisi 10 Haziran 1999 yılında geleceğin gürültü stratejisi olarak yayınlanmış ve parlamento tarafından belirlenen mantıklı planlama sistemi ile gelişim stratejisi belirlenmiştir. Bu doğrultuda parlamentonun belirlediği direktifler sayesinde oluşum gerçekleşecektir ve bu doğrultuda çevredeki tüm gürültü kaynakları değerlendirilip, kaynakların bütününün meydana getirdiği toplam gürültü oluşumu nokta kaynak olarak değerlendirilecektir. Bu karmaşık ve zor işte toplam çevresel gürültü düzeyi tanımlanacaktır.

Yasanın uygulandığı alanların, Avrupa komisyonu tarafından belirlenen birbirleri ile bağlantılı olarak ülkesel yönetimin belirleyeceği gürültü değerlerine göre bölgesel ve şehirsel olarak kademe kademe değerlendirilmesi yapılacaktır. Burada yapılması gereken yaklaşım, ilk adım değerlendirmenin ikinci adım değerlendirmeye göre daha basit olması gerekmektedir. Avrupa parlamentosu operasyonel uygulamaların yerel değerlere göre yapılması gerekliliğini belirtmekte ve uyguladığı politikaları bu doğrultuda yapmaktadır.

Komisyonun uygulamaları üç mantıklı adımdan meydana gelmektedir. [Direktif 96/62/EC]

Tüm Avrupa genelinde, gürültü belirlenmesi için algılayıcılar kullanılmalıdırlar. Bu ilk adımı oluşturmaktadır.

Gürültü Haritaları

Bir önceki uygulamadan sonra üç yıl içerisinde ülkenin belirleyeceği organlar gürültü haritalarını hazırlamalıdır. Bu uygulamalar gürültü algılayıcılarının belirleyeceği değerlere göre yapılacaktır. Uygulama alanları olarak büyük yerleşim yerleri, ana yollar, demiryolu, endüstriyel bölge ve hava alanları. (büyük yerleşim yeri 250. 000 nüfus barındıran bölge olarak tanımlanabilir.). Bu değer ilk gürültü haritalarının hazırlanmasından 5 yıl sonra 100.000 kişiye düşecektir.

Son olarak, Haritaların hazırlanması için belirtilen son gün içerisinde (31 Aralık 2005) yönetim organları, haritası hazırlanan alanlar için faaliyet planını açıklamalıdır. Ülkenin organlarının bilgilendirilmesi ve danışılması gereken konuların aydınlatılması için Avrupa parlamentosuna faaliyet planı 2007 yılının bitimine kadar ulaştırılması gerekmektedir.

Endüstri, dış ticaret, araştırma ve enerji komitesinin gözlemleri

Çevresel gürültünün kontrol altına alınması için genel Avrupa Birliği'nin meydana getirdiği alanı çerçeve sistem olarak değerlendirip bu doğrultuda hareket edilmelidir. Çevresel gürültü komitesi faaliyetini gerçekleştirirken karşılaştığı problemlerden biri de üye ülkelerin gürültü değerlerini karşılaştırmaktır. Avrupa'nın belirlediği politika doğrultusunda, üyelerinin karşılaştırılması sonucu gürültü düzeyi yüksek olan ülkeler daha çok parasal olarak ödeme yapmalıdırlar. Bu doğrultuda endüstri, dış ticaret, araştırma ve enerji komitesinin gözlemlerine saygı duyulmalıdır. Gözlemlerin açıklanması aşağıda verilmektedir.

Düzey ayarlama alanı

Toplumun yerine getirmesi gereken iki önemli konu bulunmaktadır. Birinci düzey ayarlanması gereken yer Avrupa birliğindeki endüstri alanıdır. Endüstrideki gürültü yayılımını azaltmak gerekmektedir. Bunun için araştırmalar yürütülmekte ve çözümün anlaşılabilir hale getirilmesi sağlanmaya çalışılmaktadır. Gürültü düzeyinin ayarlanması gerektiğinde akla ilk gelen uçak gürültüsüdür. Aynı şekilde endüstri ve endüstri gürültüsü önem arz etmektedir.

Gürültü düzeyi belirleyiciler ve gürültü haritası

Komisyon gürültü belirleyicileri kullanarak üye ülkeler arası durum kıyasını yapabilmektedir. Gürültü belirleyicilerinin verdiği bilgiler sayesinde gürültü haritaları hazırlanabilmektedir. (Lden, Lnight).

Gürültü belirleyicilerin ölçümleri sayesinde üye ülkelerin farklı bölgelerdeki tüm durumlar karşılaştırılabilmektedir. Gürültü belirleyicilerin fazla olacak şekilde kullanılması hata payını azaltmaktadır. Endüstri gürültüsünde gürültünün yönlenmesini göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Komisyon spesifik kaynaktan gelen gürültü için ek olarak gürültü belirleyici kullanmayı önermektedir. Faaliyet planı için gürültü belirleyiciler işin temelini oluşturmaktadır.

Endüstri gürültü haritaları

Aktif olarak çalışan ve potansiyel gürültüye sebep olan kaynakların, kaynağa özel gürültü haritalarının hazırlanması gerekmektedir. (Endüstri bölgesi, Şantiye alanı) Bununla birlikte endüstri alanlarının geceleyin meydana getirdiği gürültü düzeyini de göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

Endüstri gürültü haritaları, taşıma araçlarının meydana getirdiği gürültü durumunu ve yere bağlı oluşan gürültü durumunu içermelidir.

Eylem Planı

Gürültü durumuna göre kararlaştırılacak eylem planı kabul edilebilir limiti geçen bölgelerde yapılmalıdır. Çevresel gürültü yönetim politikası gürültülü bölgeler için ödeme yaparak sorunun çözülmesini önermektedir.

Eylem planında, kaynaktan kaynaklanan gürültü yayılımının fazla olması durumunda yayılımın önlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

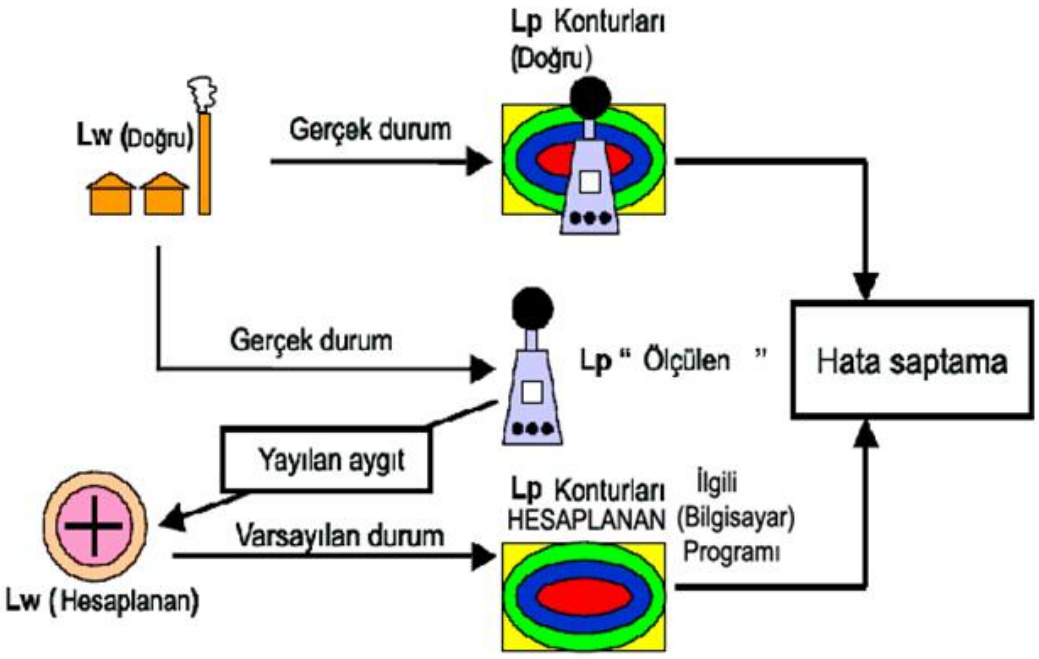
2.3 Bilgisayar Ortamında Simulasyon Programı İle Endüstriyel Gürültü Haritalarının Hazırlanması

Yurtdışında hazırlanan gürültü haritalarına bakıldığı zaman ISO-9813-2 standartını baz aldığı görülmektedir.

Hesaplamanın zor ve uzun bir süreç olması ve ilgili bölge haritaların büyük ölçekte hazırlanması, gürültü haritalarının bilgisayar ortamında hazırlanmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple ilgili çalışmaların neredeyse tamamının bilgisayar ortamında yapıldığı görülmektedir.

Bilgisayar programlarının kullanılması ve bilgisayar ortamında stratejik gürültü haritası ve ilgili eylem planlarının hazırlanması çok yaygındır. Bilgisayar ortamında ilgili hesaplamaların yapılabilmesi için gerekli olan süreçleri izlemek gerekir.

Bilgisayar programı ile modelleme sistemi ile gürültü haritasının hazırlanması çalışmalarında önce ilgili gürültü kaynaklarının ses gücü seviyesi belirlenmelidir. Ölçümler sonucundan veya literatürden belirlenen kaynağın ses gücü düzeyi ilgili bilgisayar programı verilerine entegre edilir. Bu veriler doğrultusunda ilgili gürültü haritası hesaplanır ve gürültü konturları belirlenir. Bilgisayar programı yardımı ile elde edilen gürültü konturları ölçüm aletleri ile test edilip kontrol edilir. Varsa hata saptanır ve düzeltmeler gerçekleştirilir. İlgili süreç aşağıdaki şekilde özetlenmektedir.



Şekil 2.5 : Bilgisayar modelleme sürecinin özeti

2.4 Endüstriyel Gürültü Haritasının Hazırlanması Aşamasında Verilerin Toplanması ve Aktarılması

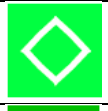
Bilgisayar ortamında gürültü haritalarının hazırlanması gerçekleştirilirken sisteme girilen temel veriler çok büyük önem arz etmektedir. Verilerin girilebilmesi için veri toplanması aşamasında seçilecek yaklaşımlar önemlidir. En doğru sonuca ulaşabilmek için veri toplama sistemi seçimlerini iyi belirlemek gerekir.

Endüstriyel gürültü haritalama veri toplama ve ilgili modele verilerin aktarılması için yol gösterici kaynak Avrupa Komisyonundan "Good Practice Guide" isimli çalışmadır. Bu çalışmada veri toplama ve ilgili verilerin sisteme girilmesi aşamasında seçilmesi gereken yöntemlerin durum analizleri yapılmaktadır.(WG-AEN,2006)

Bilgisayar ortamında hazırlanacak olan endüstriyel gürültü haritalarında belirtilmesi gereken temel veriler gürültü kaynaklarının emisyon değerlerinin girilmesi, ilgili birimlerin çalışma durumları ve saatlere göre değişen performans durumları, ilgili binaların modellenip kat yüksekliklerinin atanması, bina ve bariyerler için ses emilim düzeyinin tanımlanması, sıcaklık ve nem verileri, metorolojik ses yayılma koşullarının durumu ve konut birimlerine nufus verilerinin atanması olarak belirlenebilir.

Tanımlanacak olan ilk iki çizelgede sistem hakkında genel bilgi verilmekte olup sonraki çizelgeler sistemin detaylandırılmasına yardımcı olmaktadır. Çizelge 2.3'te hata payı, sistemin kompleksliği ve ilgili maliyet durumu özetenmektedir. Çizelgeler ile ilgili değerlendirmeler bu kodlara göre yapılacaktır.

Çizelge 2.3 : Sistemin ilgili düzey tanımlaması (WG-AEN)

ORANA GÖRE RENK KODU					
Kompleksik Durumu	Renk Kodu	Doğruluk	Renk Kodu	Maliyet	Renk Kodu
Basit		Düşük		Ucuz	
-		-		-	
-		-		-	
Karmaşık		Yüksek		Pahalı	

Endüstriyel gürültünün bilgisayar ortamında haritalanması aşamasında kaynak ses gücü düzeyinin belirlenip ilgili verisinin atanması en önemli adımlardan biri olmaktadır. Hata payının en az olması hedeflenir.

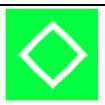
Çizelge 2.4 : Endüstri kaynaklarında ses gücü düzeyinin belirlenebilmesi için veri atanmasında ilgili aşamalar (WG-AEN)

ENDÜSTRİ KAYNAKLARINDA SES GÜCÜ DÜZEYİ	
Elde edilebilen bilgi	Kabul edilebilir Tablo
Gündüz, gece ve akşam periyotlarına göre uygulanan farklı ses gücü düzeyleri	İleriki değerlendirme hakkında bilgi yok 
Saat başına yapılan ölçüm operasyonları değerlendirilerek farklı ses gücü seviyelerinin tanımlanması	Tablo 5-1 
Ses gücü seviyelerinin iki ayrı periyotta uygulanması (gece ve akşam)	Tablo 5-2 
Tüm gün 24 saat için ses gücü düzeyi	Tablo 5-3 
Ses gücü düzeyi biliniyor ama kabul edilebilir saat aralığı bilinmiyor.	Tablo 5-4 
Ses gücü düzeyi bilinmiyor.	Tablo 5-5 

Çizelge 2.5 : Saat başına yapılan ölçüm operasyonları değerlendirilerek farklı ses gücü seviyelerinin tanımlanarak ilgili verinin belirlenmesi (WG-AEN)

Saat Başına Yapılan Ölçüm Operasyonları Değerlendirilerek Farklı Ses Gücü Seviyelerinin Tanımlanması			
Metot	Karmaşıklık	Doğruluk	Maliyet
Farklı periyotlar için ortalama ses gücü seviyesinin logaritmik olarak hesaplamak			

Çizelge 2.6 : Ses gücü seviyelerinin iki ayrı periyotta uygulanması durumunda ses gücü verisinin girilmesi (gece ve akşam) (WG-AEN)

Ses Gücü Seviyelerinin İki Ayrı Periyotta Uygulanması (Gece Ve Akşam)			
Metot	Karmaşıklık	Doğruluk	Maliyet
Operasyon saatleri kontrol edilir ve Kullanım anında ilgili ses gücü düzeyi belirlenir.			
Gündüz ses gücü düzeyini belirlemek için gündüz aralığı kullanılıyor ve akşam ses gücü düzeyini belirlemek için akşam aralığı değerleri kullanılıyor. (Gece fabrika çalışıyorsa gece değerleri kullanılıyor)			

Çizelge 2.7 : Tüm gün 24 saat için ses gücü düzeyi verisinin girilmesi (WG-AEN)

Tüm Gün 24 Saat İçin Ses Gücü Düzeyi			
Metot	Karmaşıklık	Doğruluk	Maliyet
Operasyon saatleri kontrol edilir ve Kullanım anında ilgili değerleri belirlenir.			
Gündüz, Akşam ve gece ses gücü düzeylerinin kullanılması			

Çizelge 2.8 : Ses gücü düzeyi biliniyor ama zaman referansı yok olması durumunda ilgili verinin atanması (WG-AEN)

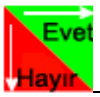
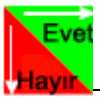
Ses Gücü Düzeyi Biliniyor Ama Zaman Referansı Yok			
Metot	Karmaşıklık	Doğruluk	Maliyet
Operasyon saatleri kontrol edilir ve Kullanım anında ilgili değerleri belirlenir.			
Gündüz, Akşam ve gece değerleri kullanılır			

Çizelge 2.9 : Ses gücü düzeyinin bilinmediği durumlarda ses gücü verisinin atanması(WG-AEN)

<table>
<tr><th colspan="5">Ses Gücü Düzeyi Bilinmiyor.</th></tr>
<tr><th>Metot</th><th>Karmaşıklık</th><th>Doğruluk</th><th>Maliyet</th></tr>
<tr><td>ISO 8297 standardını kullanarak ses gücü düzeyini belirlemek</td><td rowspan="9"></td><td rowspan="9"></td><td rowspan="9"></td></tr>
<tr><td>Kaynak operatöründen ses gücü düzeyini belirlemek</td></tr>
<tr><td>ÇED’de bulunan hazırlanmış dataları kullanmak
(Environmental Impact Assessment)
(Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED))</td></tr>
<tr><td>Ülkesel olarak tanımlanan belirli kaynak ses gücü düzeyi verilerini kullanmak</td></tr>
<tr><td>Ülkesel olarak tanımlanan ünite yüzeyine düşen izin verilebilir maksimum ses gücü düzeyi verilerini kullanmak</td></tr>
<tr><td>Direktif 2000/14/EC kaynak için limit değerler sağlamışsa bu değerlerin kullanımı</td></tr>
<tr><td>Ülke verilerinin kullanılması</td></tr>
<tr><td colspan="4">İlgili değerlerin kullanılması
<table>
<tr><td>Endüstri tipi</td><td colspan="3">Lw (/ m²) için ilgili değer</td></tr>
<tr><td></td><td>Gündüz</td><td>Akşam</td><td>Gece</td></tr>
<tr><td>Ağır sanayi alanları için</td><td>65 dB(A)</td><td>65 dB(A)</td><td>65 dB(A)</td></tr>
<tr><td>Endüstri alanları</td><td>60 dB(A)</td><td>60 dB(A)</td><td>60 dB(A)</td></tr>
<tr><td>Ticaret kullanımı amaçlı alanlar</td><td>60 dB(A)</td><td>60 dB(A)</td><td>45dB(A)</td></tr>
<tr><td>Limanlar</td><td>65 dB(A)</td><td>65 dB(A)</td><td>65 dB(A)</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Bina yüksekliğinn belirlenmesi ve veri olarak bilgisayar hesaplama programına girilmesi önemli aşamalardan biridir ve hesaplama sonucunu etkilemektedir. Binalarda engel olarak etkileşime girebildiği için kat yüksekliği verisinin atanması önem kazanmaktadır.

Çizelge 2.10 : İlgili bina yüksekliğinin belirlenebilmesi için veri atanmasında ilgili aşamalar (WG-AEN)

BİNA YÜKSEKLİĞİ	
Elde edilebilen bilgi	Kabul edilebilir Tablo
Bina Yüksekliği	Yükseklik değerinin kullanılması 
Katsayısı	Tablo 15-1 
Bilginin Bulunmaması	Tablo 15-2 

Çizelge 2.11 : Elde edilebilen kat sayısı değerinin veri olarak atanması (WG-AEN)

Elde Edilebilen Kat Sayısı Değeri			
Metot	Karmaşıklık	Doğruluk	Maliyet
Kat sayıların toplamını ortalama kat yüksekliği sayısı ile çarpımı (e.g.3m)			

Çizelge 2.12 : Hiçbir verinin olmaması durumunda bina yüksekliğinin tayini (WGAEN)

Hiçbir Verinin Olmaması			
Metot	Karmaşıklık	Doğruluk	Maliyet
Hava fotoğrafı kullanarak yüksekliğin tahmin edilmesi			
Site ziyareti yapıp katların tek tek sayılması ve sonra Tablo 15.1'in kullanılması			
Hava fotoğrafı kullanarak katsayısını tahmin etmek ve sonra tablo 15.1 kullanmak			
Farklı bina tiplerine göre belirli yükseklik değerlerini kullanmak			
Tüm binalar için belirli yükseklik değerini kullanmak			

Bina ve bariyerler için ses emilim katsayısının atanması önemli verilerden biridir.

Çizelge 2.13 : Bina ve Bariyerler İçin Ses Emilimi Katsayısı (WGAEN)

BİNA VE BARİYERLER İÇİN SES EMİLİMİ KATSAYISI				
Metot		Karmaşıklık	Doğruluk	Maliyet
Eğer biliniyorsa emilim değerinin kullanılması			< 0.5 dB	
Emilim katsayısını ölçmek			< 0.5 dB	
Ulusal geçerli ses emilimi katsayısını kullanmak			2 dB	
Aşağıdaki geçerli değerleri kullanmak			2 dB	
Yapı	Tavsiye edilen emilim katsayısı			
Tamamen yansıtıcı (Cam,Çelik,vs.)	0,0			
Taş duvar yüzeyi ve yansıtıcı gürültü bariyerleri	0,2			
Yapılandırılmış taş duvar (Balkonlu , Çıkmalı vs..)	0,4			
Emici duvar veya gürültü bariyeri (ilgili üretici değerlerine ulaşılabilirse kullanılmalı)	0,6			

Metorolojik ve iststislik veri olan yayılıma elverişli koşulların tanımlanması uzun dönem gürültü değerlendirmeleri için önemlidir.

Çizelge 2.14 : Yayılıma elverişli meteorolojik koşulların tanımlanması (WGAEN)

YAYILIMA ELVERİŞLİ METEOROLOJİK KOŞULLARIN OLUŞMU				
Metot		Karmaşıklık	Doğruluk	Maliyet
Yerel meteorolojik verinin kullanımı			< 0.5 dB	
Ulusal yönetmelik, standart ya da kabul edilmiş verilerin kullanımı			< 0.5 dB	
İlgili sabit verinin kullanılması			3 dB	
Zaman Periyodu	Yılda ortalama oluşma olasılığı			
Gündüz	%50 yayılıma elverişli koşul			
Akşam	%75 yayılıma elverişli koşul			
Gece	%100 yayılıma elverişli koşul			

Sıcaklık ve nem değerleri gürültü hesaplama programlarında girilmesi gereken önemli verilerden biri olarak değerlendirilir.

Çizelge 2.15 : Sıcaklık ve Nem verilerinin tanımlanması (WG-AEN)

SICAKLIK VE NEM			
Metot	Karmaşıklık	Doğruluk	Maliyet
Eğer mümkünse gerçek sıcaklık ve nem değerlerinin kullanılması		< 0.5 dB	
Nem ve sıcaklık verisi toplamak		1 dB	
Ulusal kabul edilmiş veri kullanmak (XP S 31-133 standardı 15 °C ve % 70 oranında ilgili nem)		3 dB	

Konut binalarına ilgili verilerin atanması aşamasın da önemli aşamalardan biri olarak değerlendirilebilir. Konut binalarına nufus verisinin atanması şamasında ve hata payını en aza indirmek hedeflenir.

Çizelge 2.16 : Konut binalarına nüfus verisi aatanarak tanımlanması (WG-AEN)

KONUT BİNALARINA NÜFUS VERİSİ ATAMAK			
Mevcut bilgi	Uygulanabilir Yöntem	Doğruluk	Maliyet
Her binadaki kişi sayısı	Tekil nüfus verisini toplam nüfus verisine dönüştürmek: Ulusal istatistiklerden alandaki toplam nüfusu belirle Toplam kayıtlı nüfusu hesapla= binadaki kişi sayısı x bina sayısı Normalleştirme katsayısı hesapla= toplam kayıtlı nüfus / doğru toplam nüfus Binadaki gerçek kişi sayısını hesapla= binadaki kişi sayısı x normalleştirme katsayısı	1 dB	

Haritalama alanındaki kişi sayısı	Her konut binasındaki kişi sayısını belirle Toplam ulusal istatistiklerle karşılaştır Eğer gerekiyorsa " Tekil nüfus verisini toplam nüfus verisine dönüştürmek" yöntemini uygula	< 0.5 dB	
	Eğer konut katları toplam alanı biliniyorsa -Hesapla = Konut katları toplam alanı/ nüfus -Binanın konut katı alanını hesapla= GIS'ten bina alanı x Kat sayısı (Katsayısı için GIS kullan, alan çalışması yap ya da bina yüksekliğini hesapla) -Binadaki kişi sayısı= (Binanın konut alanı/ Konut katları toplam alanı) x nüfus -Ulusal istatistiklerle karşılaştır ve eğer gerekiyorsa " Tekil nüfus verisini toplam nufüs verisine dönüştürmek" yöntemini uygula	1 dB	
	Eğer konut katları toplam alanı bilinmiyorsa, -Ulusal istatistiklerden " kat alanı / nüfus" verisini elde et (mevcut değilse, "veri mevcut değil" yöntemlerine bak -Binanın konut katı alanını hesapla= GIS' ten bina alanı x katsayısı (katsayısı için GIS kullan, alan çalışması yap yada bina yüksekliğinden hesapla) -Binadaki kişi sayısı= (Binanın konut alanı/ Konut katları toplam alanı) x nüfus -Ulusal istatistiklerle karşılaştır ve eğer gerekiyorsa " Tekil nüfus verisini toplam nufüs verisine dönüştürmek" yöntemini uygula	2 dB	
Veri mevcut değil	Her binadaki nufusu say -Ulusal istatistiklerle karşılaştır ve eğer gerekiyorsa " Tekil nüfus verisini toplam nufüs verisine dönüştürmek" yöntemini uygula	< 0.5 dB	
	-Araştırma yaparak farklı tip binalarda (ayrık, blok, farklı kat sayılı, vb.) yaşayan kişi sayısını belirle -Ulusal istatistiklerle karşılaştır ve eğer gerekiyorsa " Tekil nüfus verisini toplam nufüs verisine dönüştürmek" yöntemini uygula	3 dB	

Önemli verilerden biri de Konut binalarındaki konut ünitesi sayısı ve konut ünitesi başına düşen nüfusun tanımlanmasıdır. İlgili çizelge aşağıda anlatılmaktadır.

Çizelge 2.17 : Konut binalarındaki konut ünitesi sayısı ve konut ünitesi başına düşen nüfusun tanımlanması (WG-AEN)

KONUT BİNALARINDAKİ KONUT ÜNİTESİ SAYISI VE KONUT ÜNİTESİ BAŞINA DÜŞEN NÜFUSU BELİRLEMEK			
Mevcut bilgi	Uygulanabilir Yöntem	Doğruluk	Maliyet
Konut binalarındaki konut ünitesi sayısı	Tüm binalardaki tüm konut ünitelerini saymak	< 0.5 dB	⬡
	Mevcut dijital kayıtları kullanmak	2 dB	⬡
	Aşağıdaki bilgilere göre tahmin yapmak -Boyutu ve yeri: bina yüksekliği, katsayısı, kat alanı, arazi kullanımı -Bina tipi (arazi araştırması yaparak) : ayrık, yarı ayrık , teraslı, çok katlı yerleşimler	3 dB	◇
	Aşağıdaki bilgilere ve istatistiki verilere göre tahmin yapmak. -Kişi başına düşen yaşama alanı -Konut başına düşen yaşama alanı -Belirli bir alandaki kişi sayısı -Belirli bir alandaki konut sayısı	1 dB	◇
Konut başına düşen nüfus	Tüm konut ünitelerindeki tüm kişileri saymak	< 0.5 dB	⬡

Cephe gürültü düzeyi verisine göre gürültüye marruz kalan kişi sayısı atanabilir. Bu yüzden, Çok amaçlı kullanımı olan binalarda, konut ünitelerindeki kişilere gürültü düzeyinin atanması önemli verilerden biridir.

Çizelge 2.18 : Çok amaçlı kullanımı olan binalarda, konut ünitelerindeki kişilere gürültü düzeyinin atanması (WG-AEN)

ÇOK AMAÇLI KULLANIMI OLAN BİNALARDA, KONUT ÜNİTELERİNDEKİ KİŞİLERE GÜRÜLTÜ DÜZEYİNİN ATANMASI			
Mevcut bilgi	Uygulanabilir Yöntem	Doğruluk	Maliyet
Konut binasının konut üniteleri biliniyor.	Bina cephelerindeki gürültü düzeylerine göre her konut ünitesinin her cephesi için düzey belirle. Buna göre her konut ünitesi için en yüksek düzeyde gürültüye maruz kalan cepheyi belirle	< 0.5 dB	
	Izgara noktalarındaki gürültü düzeylerine göre her konut ünitesinin her cephesi için düzey belirle. Buna göre her konut ünitesi için en yüksek düzeyde gürültüye maruz kalan cephesini belirle	1 dB	
Konut binasının konut üniteleri bilinmiyor.	Bina cephesindeki en yüksek gürültü düzeyine sahip cepheyi her konut ünitesi için en yüksek düzeyde gürültüye maruz kalan cephe olarak ata	3 dB	
	Izgara noktalarındaki gürültü düzeylerine göre her konut ünitesi için en yüksek düzeyde gürültüye maruz kalan cepheyi belirle	3 dB	

2.5 Avrupa Birliği Endüstriyel Gürültü İle İlgili Hazırlanan Haritalar

2.5.1 Kuzey İrlanda

2.5.1.1 Belfast şehri çevresel gürültü haritaları için data çalışması

Üç farklı bölümden oluşmaktadır. Üç farklı bölümün ilk bölümü, akustik açıdan teknik olarak gerekli olan kuralların ve yapılması gerekenlerin belirlenmesi ve teknik olarak seçilen alternatiflerin analizlerinin yapılmasıdır.

Seçilen sistemin verimlilik analizleri yaparak değerlendirilmesi ve ilgili plot alan çalışmalarının yapılması hedeflenmektedir.

Hedefleri

Dokuz farklı başlık altında incelenebilir.

1-Pilot alan harita çalışmaları için coğrafi alanların tanımlanması, endüstri, yol, demiryolu ve hava gürültü kaynakların durumuna göre değerlendirilmesi,

2-Harita hazırlanması için kullanım tercih seçeneklerinin tanımlanması,

3-Tanımlanmış gürültü kaynakların tüm özelliklerinin belirlenmesi,

4-Pilot bölge gürültü haritalarının hazırlanmasında kaynakların basit olarak bölgedeki bilgilerinin tanımlanması,

5-Hazırlanan dataların ve belirtilen kaynakların belirlenmesi,

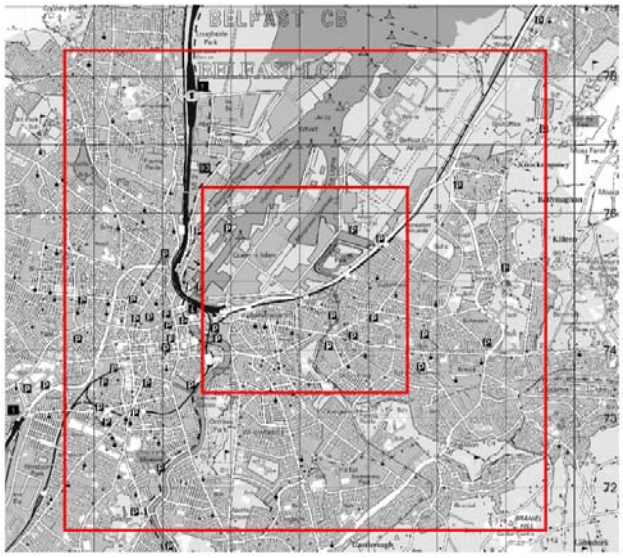
6-Toplanan bilgilerin akustik açıdan bir bütün olarak değerlendirilmesi,

7-Model çalışmalarının yapılması ve modelde gürültü kaynakları ile ilgili gerekli hesaplama çalışmalarının gerçekleştirilmesi,

8-İlgili yol, demiryolu, endüstri ve hava kaynaklı gürültüler ile ilgili haritaların hazırlanıp oluşturulması,

9-Gürültü haritaların hazırlanmasından sonraki süreçte gelecek yıllar için belirlenen stratejilere katkıda bulunulması başlıkları altında toplanabilir.

Çalışmaları Belfast şehrinde seçilen pilot bölge üzerinde gerçekleştirilmiştir. Şeçilen bölgenin gürültü haritaları hazırlanmıştır. (yoldaki araçların meydana getirdiği gürültülerin haritası, Endüstri bölgesinin meydana getirdiği gürültünün haritası, Demiryolu gürültü haritası, Hava kaynaklı seslerin (uçak gürültüsü) meydana getirdiği gürültünün haritası)



Şekil 2.6 : Belfast şehrinde gürültü harıtası hazılanacak olan bölge

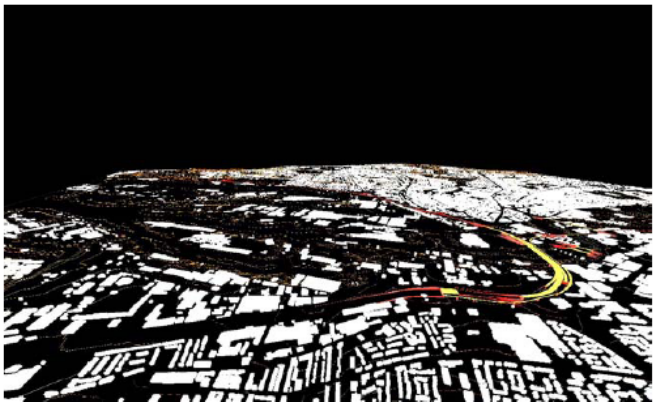
Bölgenin endüstriyel gürültü haritası ISO 9613 standart'ının B bölümündeki hesaplama yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Endüstriyel gürültü haritaları hazırlanırken gürültü kaynaklarının yani makinelerin konumu büyük önem taşımaktadır.

Ses güç seviyesi tanımlanırken gürültü kaynakları nokta kaynak olarak tanımlanmıştır. Tüm sistem incelenmiş ve ses yayılımı incelenmiştir. Ses yolu incelenmesi ve ses gücünün yönlenmesi haritaların hazırlanması durumunda çok önemlidir.

Ses yolu üzerindeki yönlenmeyi etkileyen etkenler.

- Binalar
- Bariyerler
- Zemin modeli

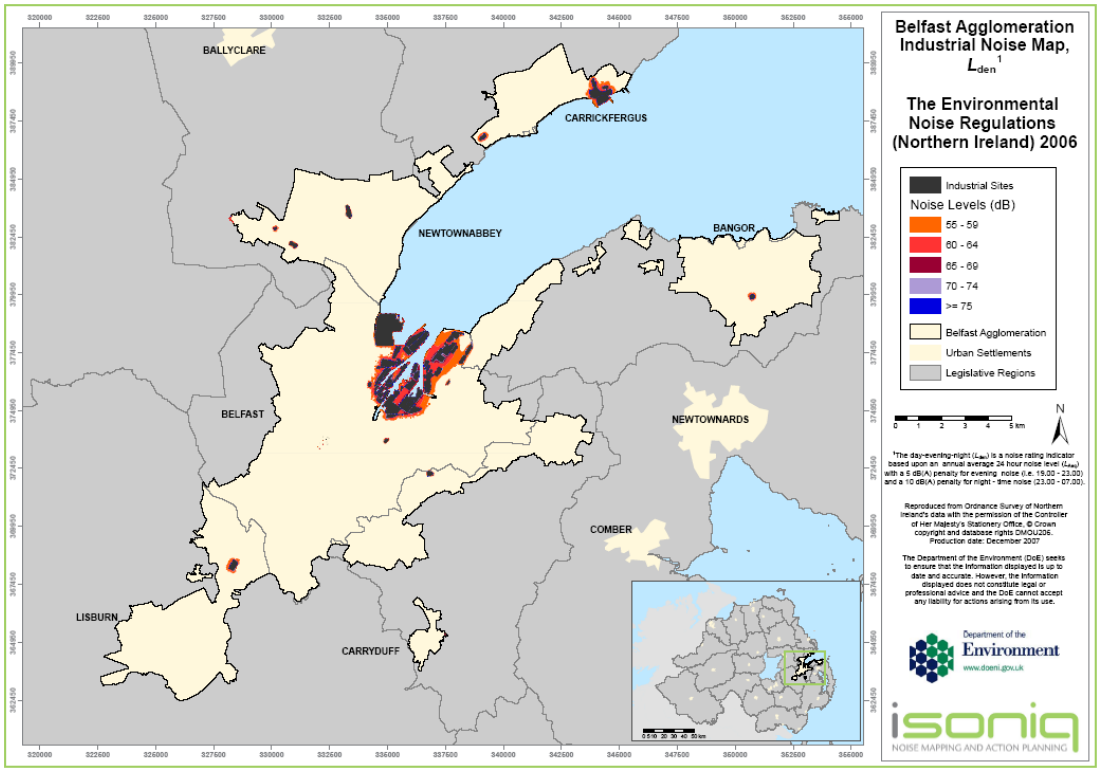
Modelleme sürecinde ilk olarak GIS yazılım programından yararlanılmaktadır. Bu yazılımın bilgileri ilgili kişilerden alınır, harita GIS formatında elde edilir. Bu işlem tamamlandıktan sonra GIS formatı LIMA programının formatına uygun hale getirilir. Yani LIMA programına atıldığında Topografyayı kapalı yüzey olarak algılamalıdır. Topografyayı LIMA programı poligon olarak algılar ve topografyayı çokgenlere parçalar ve hesaplamayı da grid sistem hesaplama yöntemine göre gerçekleştirir.



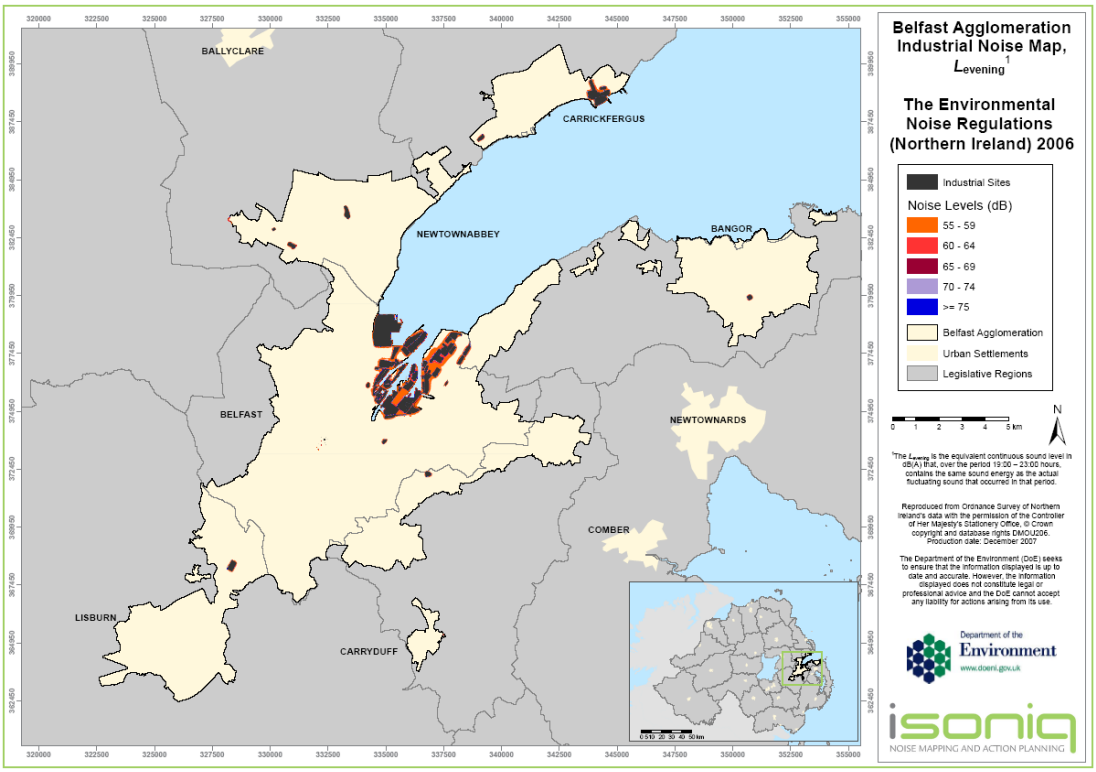
Şekil 2.7 : Lima programında modellenen bölgenin son şekli

Bölgenin ilgili Lgag değeri gürültü alıcıları tarafından alınan yıllık ortalama 24 saat düzeyine (LAeq) göre değerlendirilmiştir. Akşam aralığı (19.00 -23.00) Leq değerine 5, dBA eklenerek ve de gece zaman aralığına (23.00-07.00) 10 dBA eklenerek Lgag değerleri hesaplamaları yapılmıştır. Kuzey İrlanda verilerine göre düzenlenmiştir.

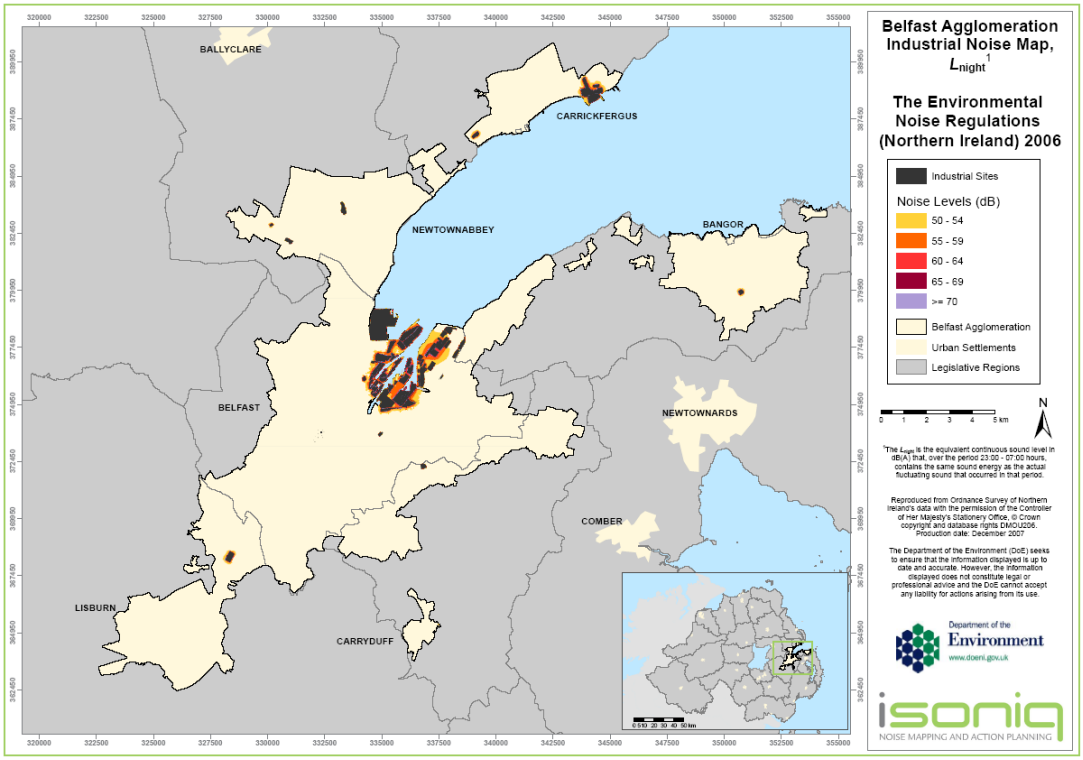
İlgili bölge için hazırlanmış olan gürültü haritaları;



Şekil 2.8 : Belfast şehri için hazırlanmış olan endüstiyel gürültü haritası, Lgag

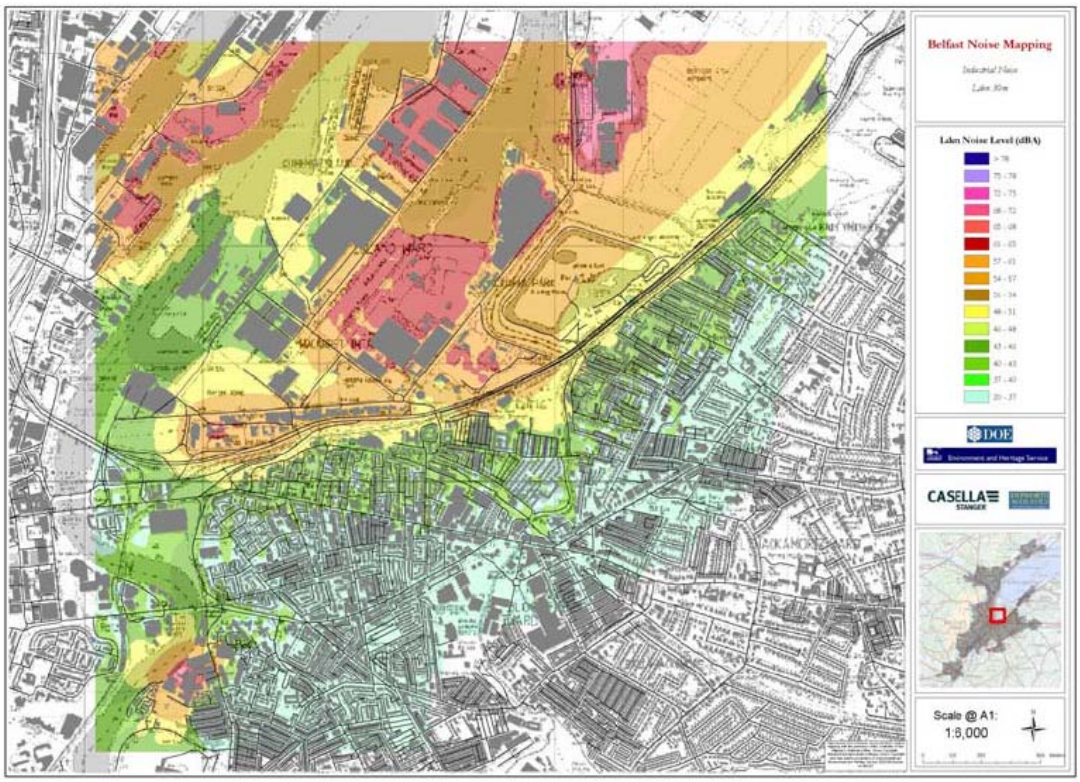


Şekil 2.9 : Belfast şehri için hazırlanmış olan endüstiyel gürültü haritası, Lakşam

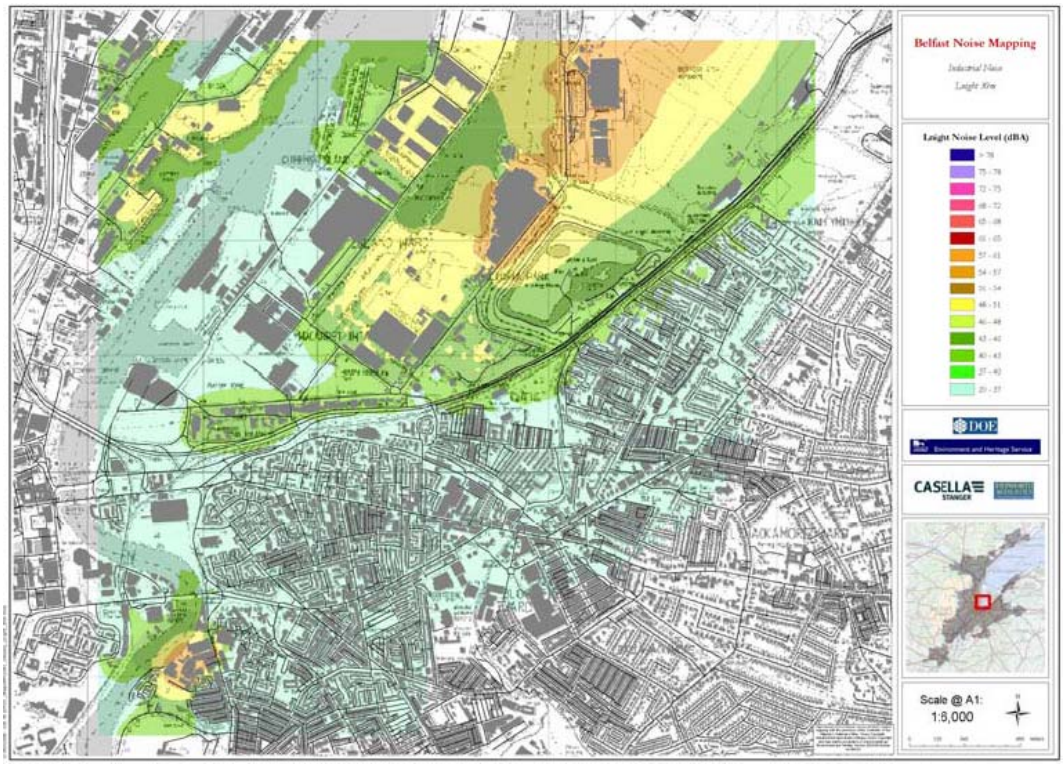


Şekil 2.10 : Belfast şehri için hazırlanmış olan endüstiyel gürültü haritası, Lgece

İlgili bölge için hazırlanmış olan detaylandırılmış haritalar;



Şekil 2.11 : Belfast şehri için hazırlanmış olan detaylandırılmış endüstiyel gürültü haritası, Lgag



Şekil 2.12 : Belfast şehri için hazırlanmış olan detaylandırılmış endüstiyel gürültü haritası, Lgece

Sonuç olarak Kuzey İrlandanın Belfast şehrinde endüstriyel faliyetlerin aktif olarak hüküm sürdüğü kıyı bölgelerinde bulunan sanayi birimleri kentsel yerleşim bölgelerini etkilemektedir. Kıyı bölgelerinde konumlanan endüstriyel bölgeler deniz aşırı ulaşım ve nakliye avantajlarını taşımalarına rağmen konut bölgeleri ile etkileşim halinde bulunmaktadırlar.

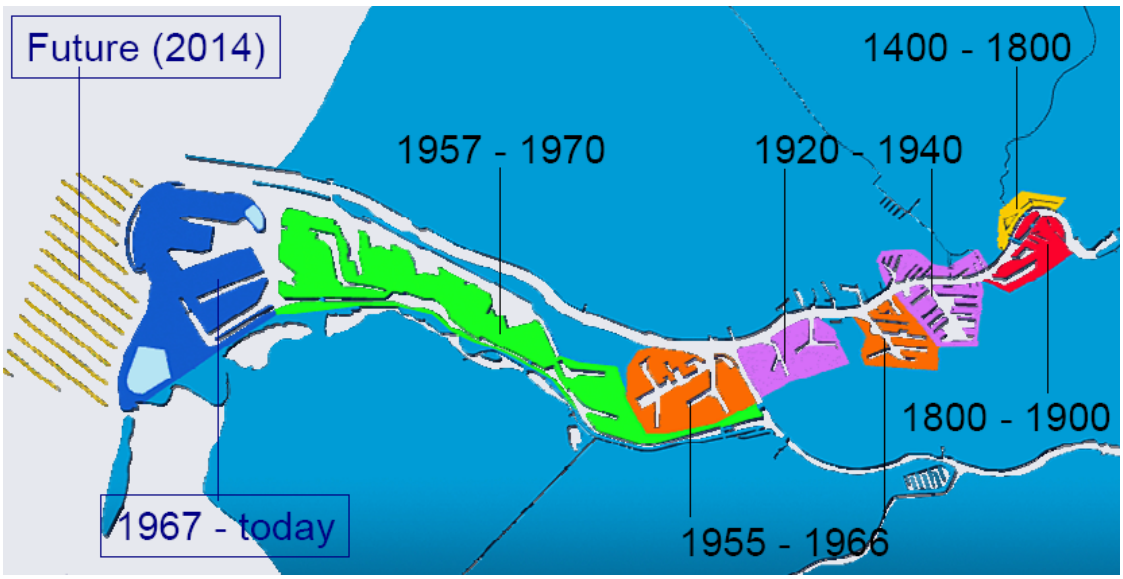
İşitsel konforsuzluk düzeyinin belirlenebilmesi için bölgenin kapsamlı gürültü haritası hazırlanmış ve konut bölgeleri ile etkileşime giren bölgeler belirlenmiştir. Detaylandırılmış Belfast haritalarının güney bölgesinde konut birimleri yoğun olarak bulunmakta olduğu gözlemlenmektedir ve bu bölgenin gürltüye maruz kalma düzeyi, ilgili sınır değerleri ile karşılaştırıldığında, bu değerlerin üzerine pek çıkmadığı anlaşılmıştır.

2.5.2 Hollanda

2.5.2.1 Rotterdam limanındaki endüstriyel gürültü haritalama ve yönetimi

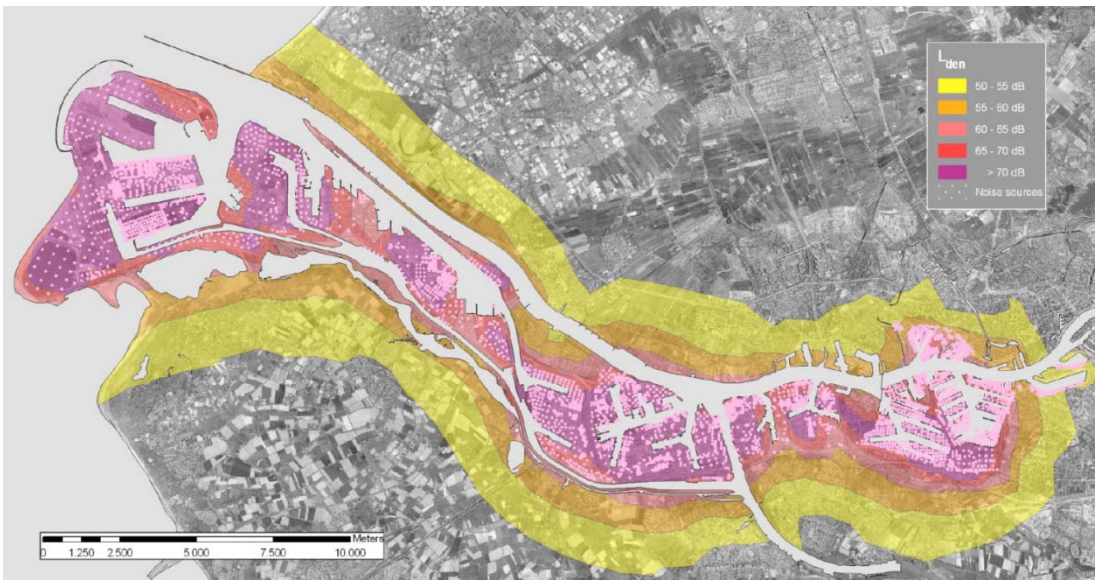
Rotterdam limanının, dünya standartlarına uygun bir liman haline getirilmesi projenin hedefidir. Liman gelişimi komşu yerleşimlerine saygılı bir şekilde oluşturulmalıdır.

Limanın kentsel yerleşime uzaklığı 50 m ile 1,5 km arası değişmektedir. Yakın çevrede yaklaşık olarak 0,3 milyon kişi yaşamaktadır.



Şekil 2.13 : Rotterdam limanının gelişimi ve gelecek yılardaki tahmini gelişim bölgesi

Sanayi birimleri deniz ulaşımı ve nakliye işleri açısından avantajlı bir konumda bulunmaktadır. Konutların etkilenme düzeyi yaşam sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.Rotterdam limanının gelecekteki gelişimi doğrultusundaki kararların verilebilmesi için bölge ile ilgili gürültü haritasının hazırlanması gerekmektedir. Rotterdam limanı daha çok endüstriyel gürültü hakım olması sebebi ile konut etkilenme bölgelerinin gelişimi için stratejiler geliştirilecektir. Değerlendirmelerin yapılabilmesi için bölgenin gürültü haritası hazırlanmıştır.

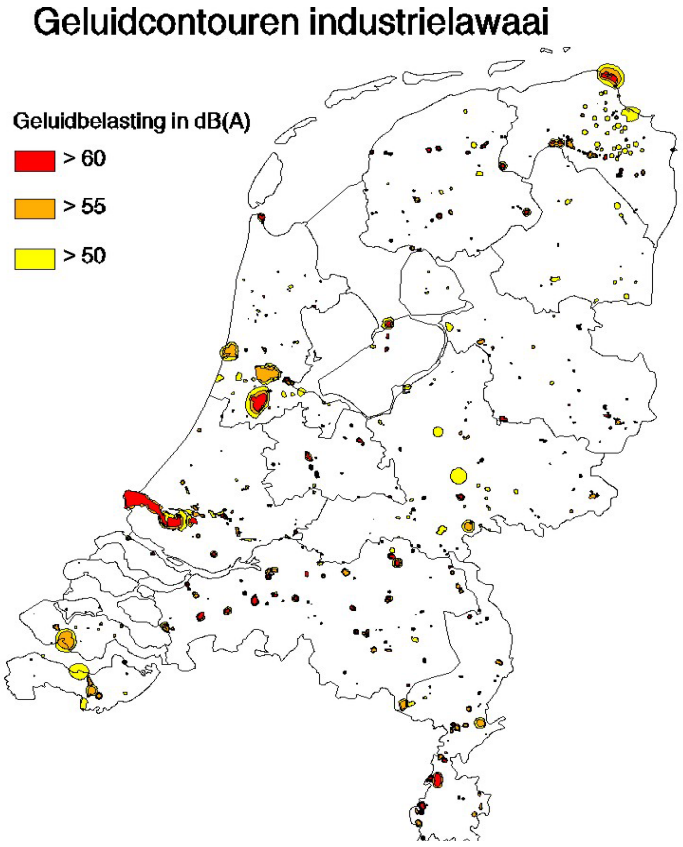


Şekil 2.14 : Rotterdam Limanı Endüstriyel Faaliyetlerin Gürültü Haritası, Lgag

Sonuç olarak Roterdam limanın kıyı kesimlerinde yoğunlaşan sanayi faliyetlerinin değerlendirilebilmesi için hazırlanan endüstriyel gürültü haritalarında konut bölgelerinin gürültüye maruz kalma düzeylerinin tanımlanarak gürültü düzeyinin maksimum olduğu bölgeler belirtilmiştir.

Haritadaki en yüksek gürültü düzeyi sanayi bölgesi olup denize kıyı ile itribat sağlayan ve haritada kırmızı ve pembe rengi ile tanımlanan bölgeler olarak belirtilmektedir.

2.5.2.2 Hollanda ülkesi için hazırlanan endüstriyel bölge gürültü haritası



Şekil 2.15 : Hollandadaki endüstriyel aktivitelere bağlı olarak değişen ilgili gürültü haritası

Hollanda'daki yasal limit olan 50 dBA değerini aşan endüstri bölgelerinin çoğrafi dağılım şeması şekil 2.3'te anlatılmaktadır. Bu renklerle belirtilen alanlarda lisanslı endüstri faaliyetini sürdüren firmalar belirtilmiştir.

Endüstriyel faliyet gösteren firmaların Hollanda ülkesinin farklı bölümlerine dağılmış olduğu ve endüstriyel faliyetlerin sadece belirli bölge ile sınırlı kalmayıp Hollanda ülkesinin tüm bölgelerinde yaygın olarak bulunduğu anlaşılmaktadır.

2.5.3 Almanya

2.5.3.1 Berlin için hazırlanan endüstriyel gürültü haritaları

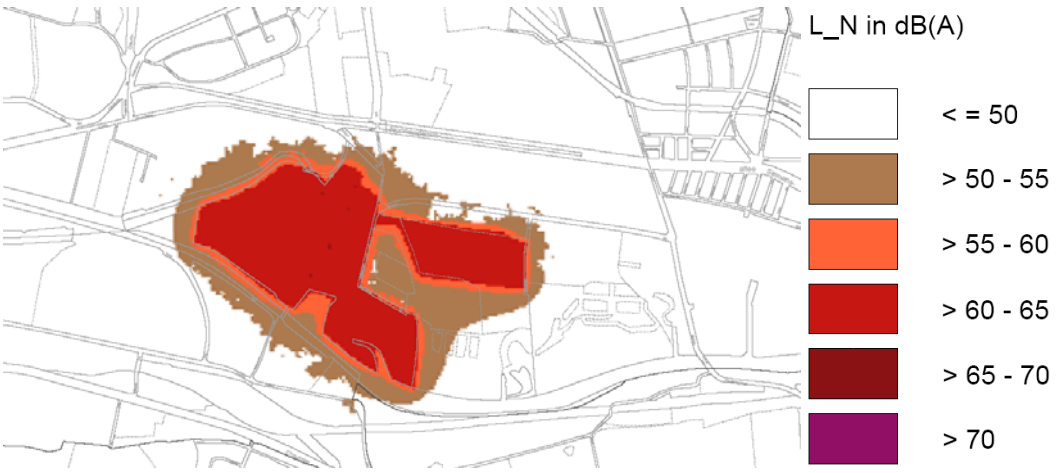
Endüstri bölgesi stratejik gürültü haritasının hazırlanması, Avrupa parlamentosunun direktifi olan çevresel gürültünün kontrolü ve değerlendirilmesi doğrultusunda hazırlanmıştır. 18 Şubat 2002 yılında gerçekleştirilen bu direktif, aşağıdaki gerekli faaliyetlerin gerçekleştirilmesi gerektiğinden bahsetmektedir.

-Gürültü haritası yardımı ile çevresel gürültüye sebebiyet veren kaynakların belirlenmesi ve tüm devlet görevlileri tarafından yapılan değerlendirmeler doğrultusunda ilgili metotların geliştirilmesi hedeflenmektedir.

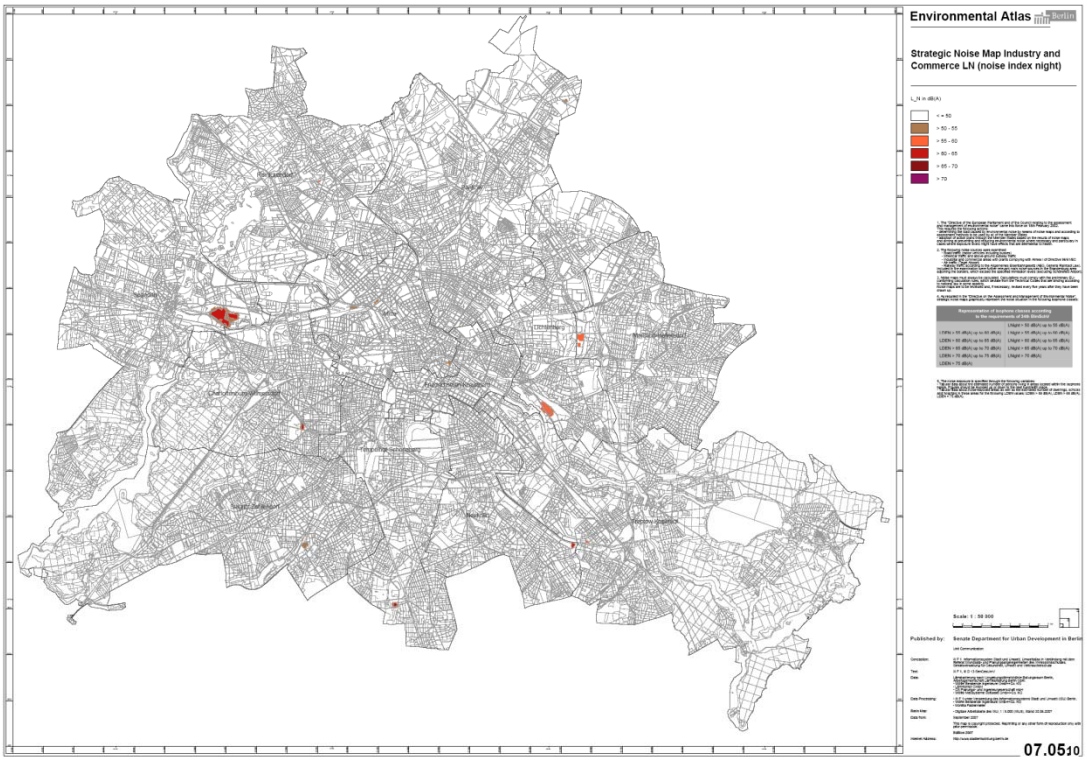
-Gürültü haritalarının sonuç verilerine göre devletin görevlileri ilgili faaliyet planlarını hazırlarlar ve sorun arz eden bölgeleri belirlerler. Bu bölgelerde çevresel gürültünün azaltılması ve önlenmesi için çalışmalar düzenlerler. Çalışma düzenlenen alanlarda, insan sağlığını tehdit eden gürültü değerlerine önlem alınması gerekmektedir.

- Gürültü haritası için hesaplanmalar yapılmalıdır ve bu hesaplamalar EU tarafından belirlenen kriterler doğrultusunda gerçekleştirilir.

Bu veriler doğrultusunda hazırlanan Berlin bölgesinin ilgili gürültü haritası hazırlanmıştır.



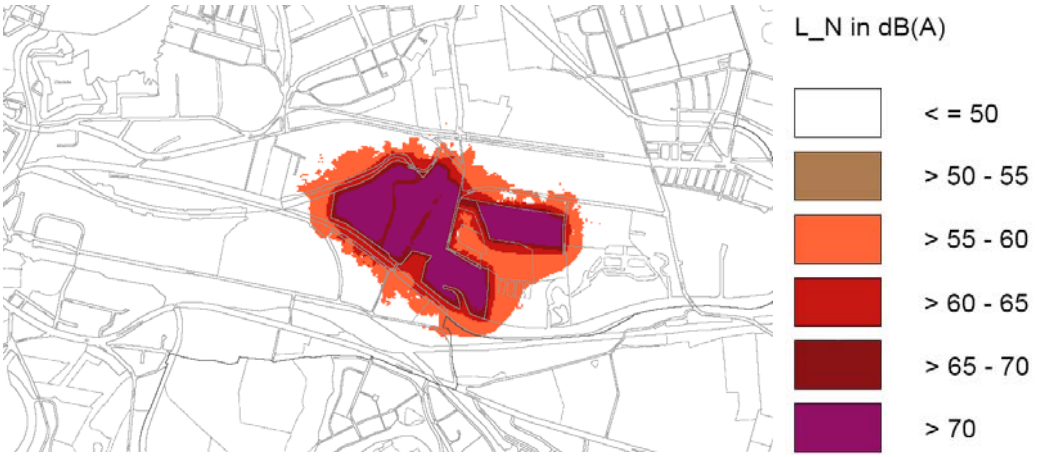
Şekil 2.16 : Berlin için hazırlanan endüstriyel gürültü haritası Lgece için ilgili bölge detayı



Şekil 2.17 : Berlin için hazırlanan endüstriyel gürültü haritası, Lgece



Şekil 2.18 : Berlin için hazırlanan endüstriyel gürültü haritası, Lgag



Şekil 2.19 : Berlin için hazırlanan endüstriyel gürültü haritası Lgag için ilgili bölge detayı

Sonuç olarak Berlinde bulunan sanayi birimlerinin kent içinde farklı bölgelerde konumlanmış olduğu hazırlanmış olan gürültü haritalarından anlaşılmaktadır. İlgili alınması gereken gürültü önlemlerinin belirli bir bölge içinde sınırlı kalmamalı ve tüm farklı sanayi bölgelerinde göz önünde tutulmalıdır.

2.5.3.2 Hamburg limanında gürültünün modellenmesi

Hamburg limanındaki stratejik gürültü haritalanma çalışması farklı aşamalardan oluşmaktadır. İlgili aşamalar ve bilgilendirmeleri tanımlayacak olursak;

- Stratejik gürültü haritası, verilen bölgedeki global manada gürültüye maruz kalma düzeyinin belirlenmesi için tanımlanır.

- Stratejik gürültü haritalarında farklı gürültü kaynakları için ayrı ayrı çalışmalar yürütülmektedir.

- Stratejik gürültü haritaları aşağıda belirlenen adımların tanımlanması için hazırlanmaktadır.

a- Komisyona gönderilecek dataların belirlenmesi

b- Kamu hakkında genel bilgi toplamak

c- Eylem planları için yapılması gereken temeli yaklaşımların belirlenmesi

Stratejik gürültü haritalarının içermesi gereken adımlar

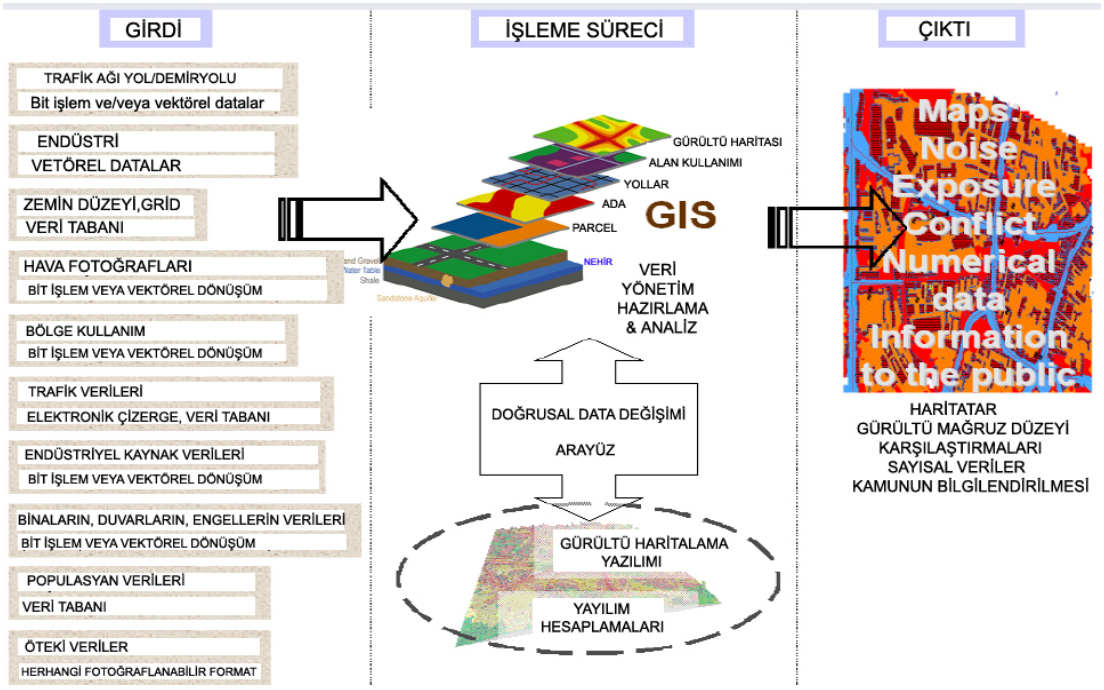
- Değişen durumlara göre gürültü göstergeleri, var olan, önceki ve tahmin edilen gürültü düzeylerini tanımlaması:

- Gürültü haritası L_{gag} ve L_{gece} düzeylerini tanımlanması için gerçekleştirilmiştir.

- Belirlenen limit değerlerinin tanımlanması, limit değerlerin aşılıp aşılmadığı hakkında değerlendirmelerde bulunulması için belirlenmektedir.

- Belirlenen spesifik alandaki gürültüye maruz kalan toplam insan sayısı belirlenmiştir.

- Belirlenen spesifik alanda gürültü, göstergeleri doğrultusunda etkilenen konut sayılarını, hastane sayılarını ve okul sayılarının tanımlanmıştır.

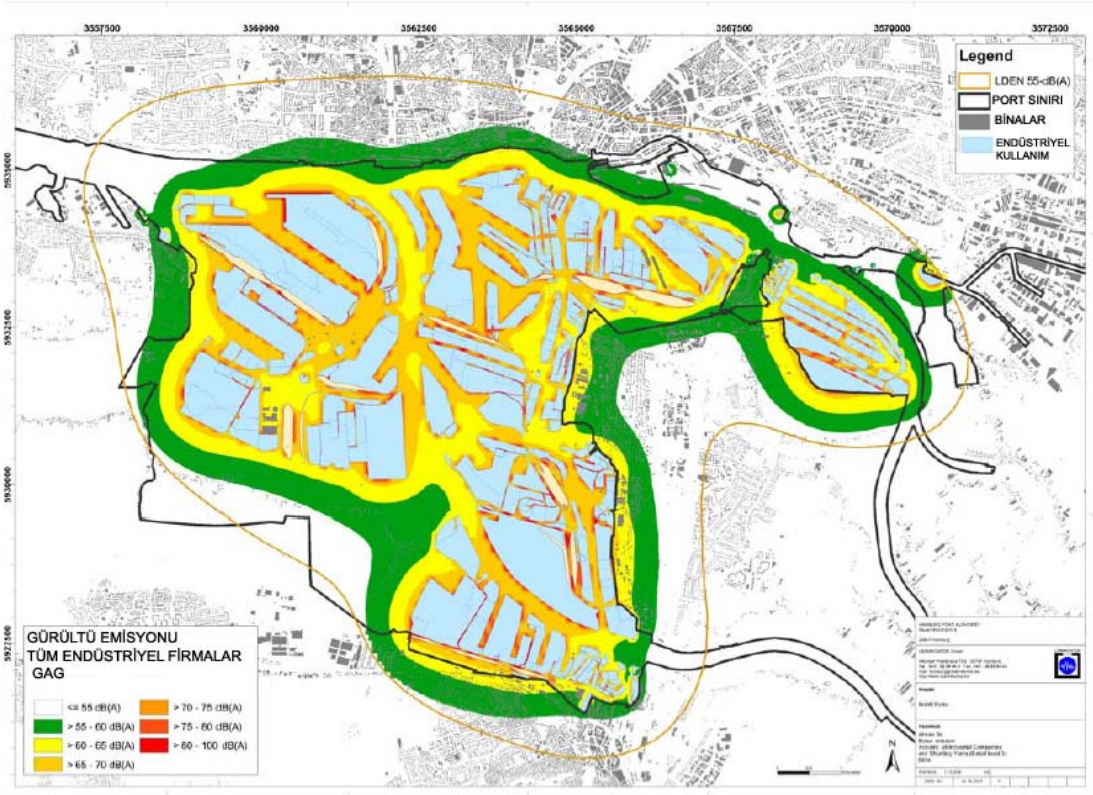


Şekil 2.20 : Hamburg Örneğimdeki Gürültü Haritalama Sisteminin Ana Hatları

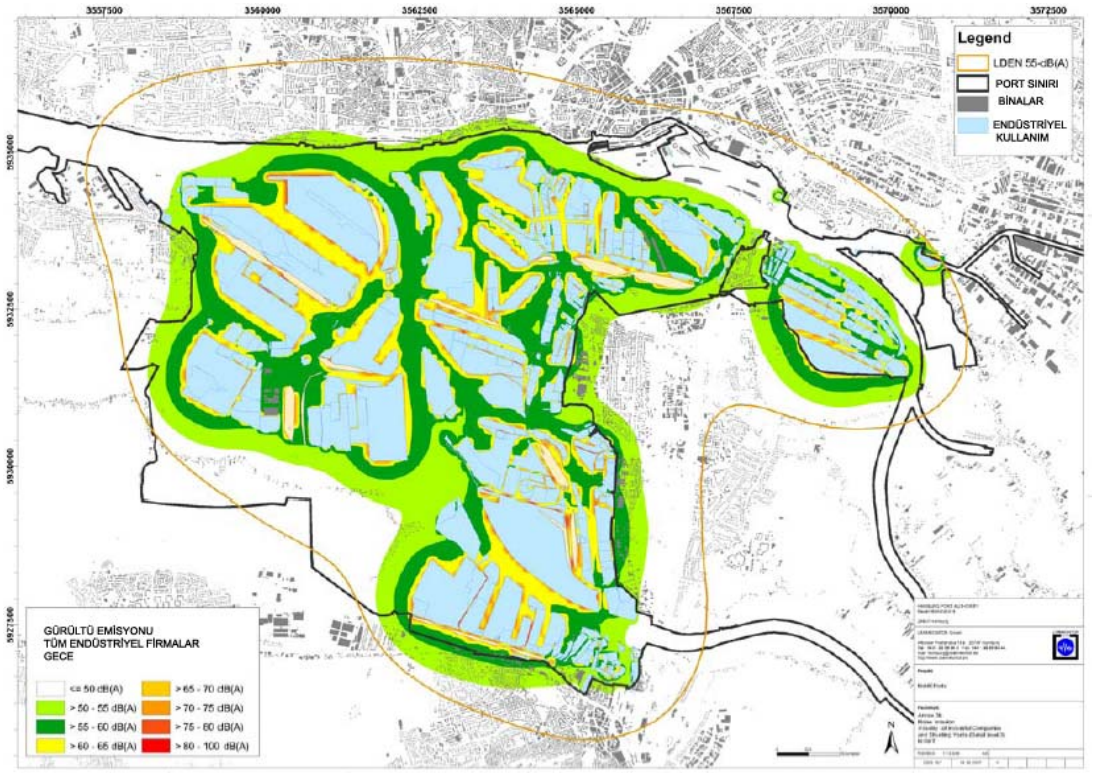
Bölgenin endüstriyel gürültü haritası hazırlanıp gürültüye maruz kalan kişi sayısı belirlenmiştir.

Çizelge 2.19 : Orada Yaşayan Yerlilerin Gürültüye Maruz Kalma Düzeyleri

İlgili zaman aralığı		L_{GAG}	L_{GECE}
dB(A)'dan	dB(A)'a	Etkilenen İnsan	
55 dB	60 dB	15.200	8.200
60 dB	65 dB	1.100	300
65 dB	70 dB	100	-
70 dB	99 dB	-	-
TOPLAM		16.400	8.500



Şekil 2.21 : Hamburg limanının endüstriyel gürültü haritası, Lgag



Şekil 2.22 : Hamburg limanının endüstriyel gürültü haritası, Lgag

Şekil 2.21 ve 2.22'de Hamburg limanı ile ilgili hazırlanmış olan gürültü haritaları tanımlanmıştır.

Sonuç olarak Hamburg limanında sınır değer olan Lgece 55 dBA değeri ve üstündeki gürültü düzeyine 8500 kişi maruz kalmaktadır. 8500 kişinin gürültüye maruz kalmasının önlenerek işitsel konfor koşullarının sağlanabilmesi için gerekli olan önlemlerin alınması yapılan endüstriyel gürültü haritaları yardımı ile belirlenmiştir.

2.5.4 Romanya

2.5.4.1 Bükreş için hazırlanan endüstriyel gürültü haritaları

Bükreş'te endüstriyel bölgelerin tipik olarak kente yayılmış olarak bulunduğu gözlenmektetir. Endüstriyel alanlar genel olarak kentin birkaç kilometre dışında konumlanmış olarak bulunmaktadır.

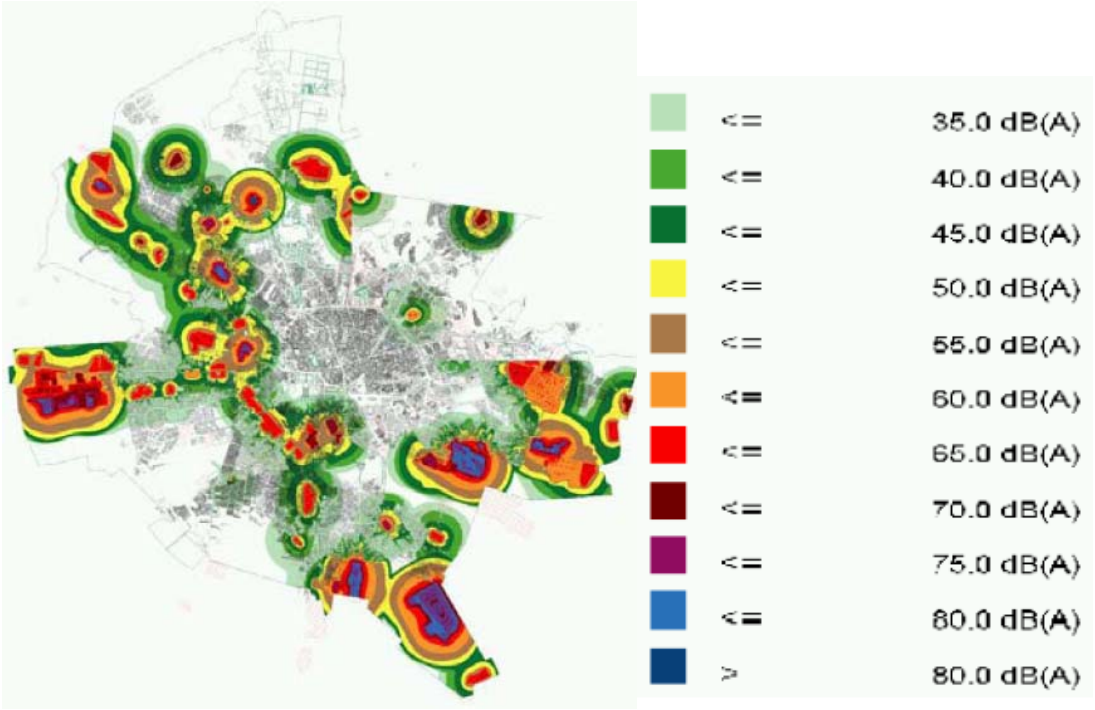
Kent yüzeyi ve kent nüfusu gitgide artış göstermektedir. Endüstri bölgeleri ayrılmış bölgeler olarak kentten uzak olacak bir şekilde konumlandırılmış olsa da konut bölgeleri, gelişen kent ile endüstri bölgesine yaklaşmaktadır.

Endüstri bölgesi kent ile iç içe girmektedir. Sonuç olarak ağır sanayide endüstriyel gürültü kaynağı olan spesifik durumlar kent içinde gözlenmektedir. (Termodinamik güç istasyonları vs.)

Endüstriyel alandaki sürekli aktiviteler analiz edilmiştir ve bölge poligonlara bölünmüştür. Bu bölgeler homojen aktiviteleri içermektedir. (Ticari, hafif sanayi, ağır sanayi , ulaşım)

İlgili bölgenin bilgisayar programında analiz çalışmaları yapılmıştır ve poligonlara emisyon değerlerini verebilmek için Avrupa tarafından belirlenen kılavuz kullanılmıştır ve tavsiyeler doğrultusunda ilgili değerler verilmiştir. Son olarak Avrupa direktifleri doğrultusunda gürültü haritaları için gerekli olan emisyon değerleri hesaplanmıştır.

Gürültü haritalarının hesaplamalarının doğru yapılabilmesi için endüstri gürültü kaynağı düzeyi işlenip Avrupa komisyonunun tavsiye ettiği metot olan ISO-9613-2 no'lu standart kullanılmıştır.



Çizelge 2.20 : Bükreş için hazırlanan endüstriyel gürültü haritası, Lgag

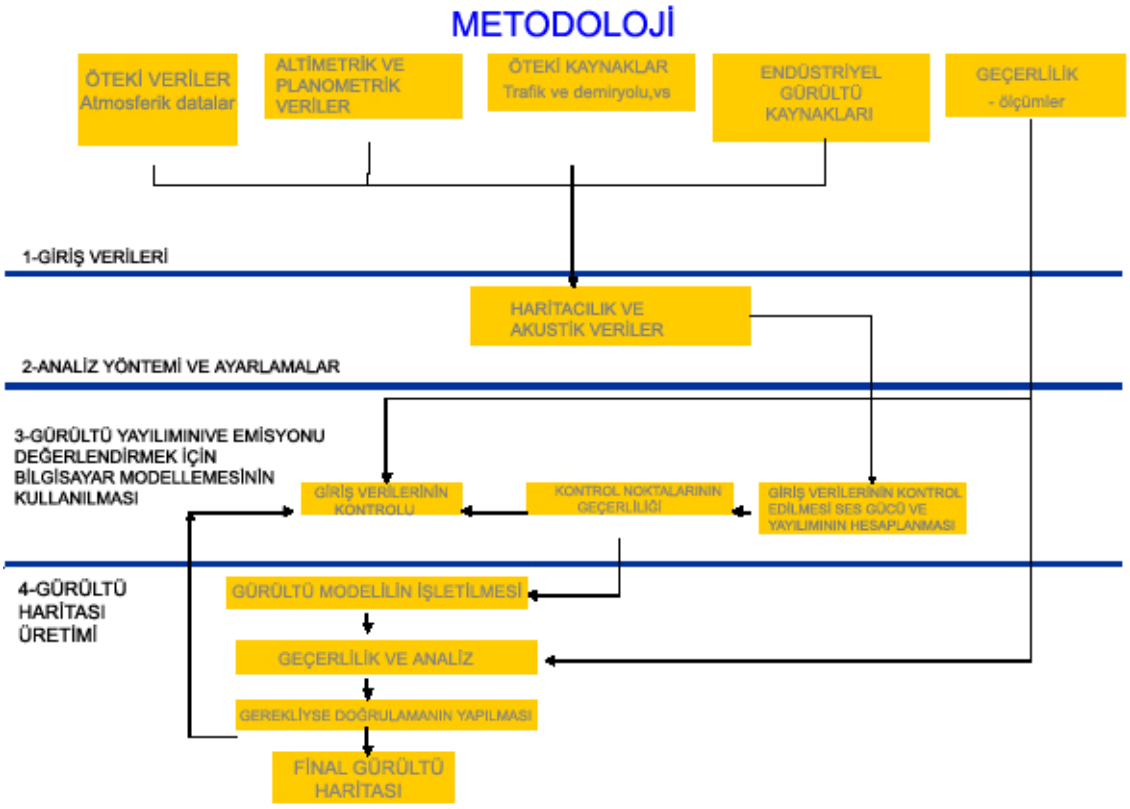
Sonuç olarak Bükreş şehrinin sanayi bölgeleri şehrin farklı kısımlarda bulunmaktadır. Şehrin belirli bir bölgesinde konumlanmayarak tüm şehrin pek çok farklı noktalarında bulunan sanayi bölgelerinin ilgili konut bölgelerini tehdit ettiği hazırlanmış olan gürültü haritasından anlaşılmıştır.

Şehirin gelişimine bağlı olarak zamanla kent ile bütünleşen sanayi bölgeleri sadece şehrin ilk kurulduğu ve şehrin merkezini teşgil eden orta bölgelerde bulunmamaktadır.

2.5.5 Portekiz

2.5.5.1 Portekizde endüstriyel gürültünün modellenmesi için yapılan ilgili çalışma - endüstriyel kaynaklarla gürültü haritalama

Bilgisayar modelleme sistemlerinin gelişmesi ile beraber akustik emisyon ve yayılım sistemlerinin daha doğru ve tutarlı bir şekilde değerlendirilmesi kolaylaşmıştır ve işlemlerin daha hızlı bir şekilde sonuçlanması sağlanmaktadır. Sonuçlar genel olarak renklendirilmiş haritalar yardımı ile sunulmakta ve 5 dB farklar olacak şekilde tanımlanmaktadır. Modelleme sistemi ile eylem planları hazırlanıp gelecek dönemler için gürültü düzeyi ölçümleri gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 2.23 : Portekizde endüstriyel gürültü haritasının hazırlanması için tanımlanan genel metadoloji

3 boyutlu modelleme siteminin zor yanlarından biri olarak da fabrikaların düzgün bir şekilde ve topografik koşullara uyularak modellenip fabrikaların yönlendirmelerinin bilgisayara doğru bir şekilde aktarılmasıdır. Bunun yanında var olan fabrikaların kritik olan verilerinin elde edilmesi gerekir.

Fabrikaların kiritik olan verilerini elde etmek için ilgili aşamalar dikkatlice izlenmelidir. İlk olarak sitede gerçek anlamda birçok hafta geçirilerek, derinlemesine inilecek şekilde fabrika binalarının işleyişi hakkında bilgi sahibi olunması ve tüm kaynakların yaklaşık olarak ölçülmesi için kaynaklara yakın olunması gerekmektedir. Tüm fabrikaların iyi bir şekilde modellenerek sisteme aktarılması gerekir ve aynı zamanda her gürültü kaynağının nasıl modelleneceğine karar verilmelidir. Fabrikaların tam net pozisyonlarının modele işlenmesi gerekmektedir.

Gerekli olan tüm datalar toplandıktan sonra ilgili modele aktarılır ve gerekli ayarlamalar tamamlanır. Üç boyutlu model tamamlandıktan sonra sisteme girilen veriler üç boyutlu sistemde kontrol edilir. Bu konuda geliştirilmiş 3 boyutlu görsel programlardan olan CadnaA v3.7 modelleme programı kullanılmıştır. İlgili modelde hesaplanan gürültü düzeyi ile gerçek ölçüm değerleri karşılaştırılarak yapılmış olan

hatalar belirlenerek düzeltilmiştir. Bilgisayar modellemesi ile hesaplanan veriler ile gerçek ölçüm değerleri karşılaştırılarak herhangi bir şüpheye mahal verilmemektedir.



Şekil 2.24 : Portekizdeki endüstriyel gürültü ölçümlerinin uygulanması

Ses kaynakları normal olarak oktav bant formundaki ses gücü düzeyi, kaynak yönlenmesinin göz önünde tutulması ve gün içerisindeki çalışma periyodunun % olarak hesaplanması tanımlanmalıdır.

Kontrol mekanizmalarından olan geçerlilik prosedürü iki önemli adımdan oluşmaktadır.

Kaynak gererlik düzeyi: tek kaynağın veya küçük grup kaynağın modelde hesaplanan gürültü değeri ile gerçek ölçüm değerlerinin karşılaştırılması ile geçerlilik düzeyinin karşılaştırılması.



Şekil 2.25 : Tek kaynağın veya küçük grup kaynağın modelde hesaplanan gürültü değeri ile gerçek ölçüm değerlerinin karşılaştırılması aşaması

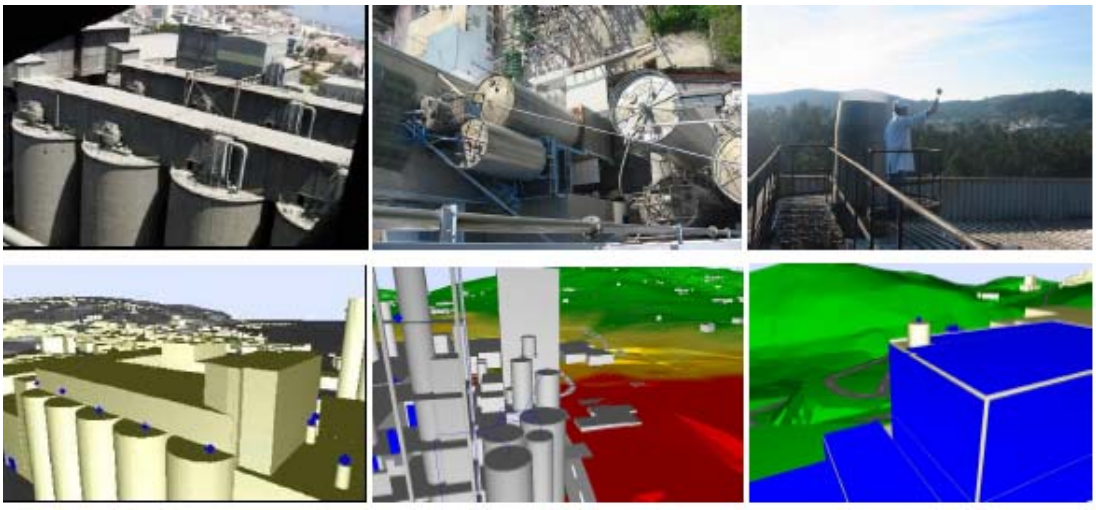
Tüm model gereklilik düzeyi: Tüm kaynakları ile bütün fabrikanın modeldeki alıcı olan konut bölgesine ulaşan gürültü düzeyi ile gerçek anlamda konut bölgesine ulaşan gürültü düzeyinin karşılaştırılması



Şekil 2.26 : Hesaplama sonuçları ile gerçek ölçüm sonuçlarının karşılaştırılabilmesi için yapılan ölçümler

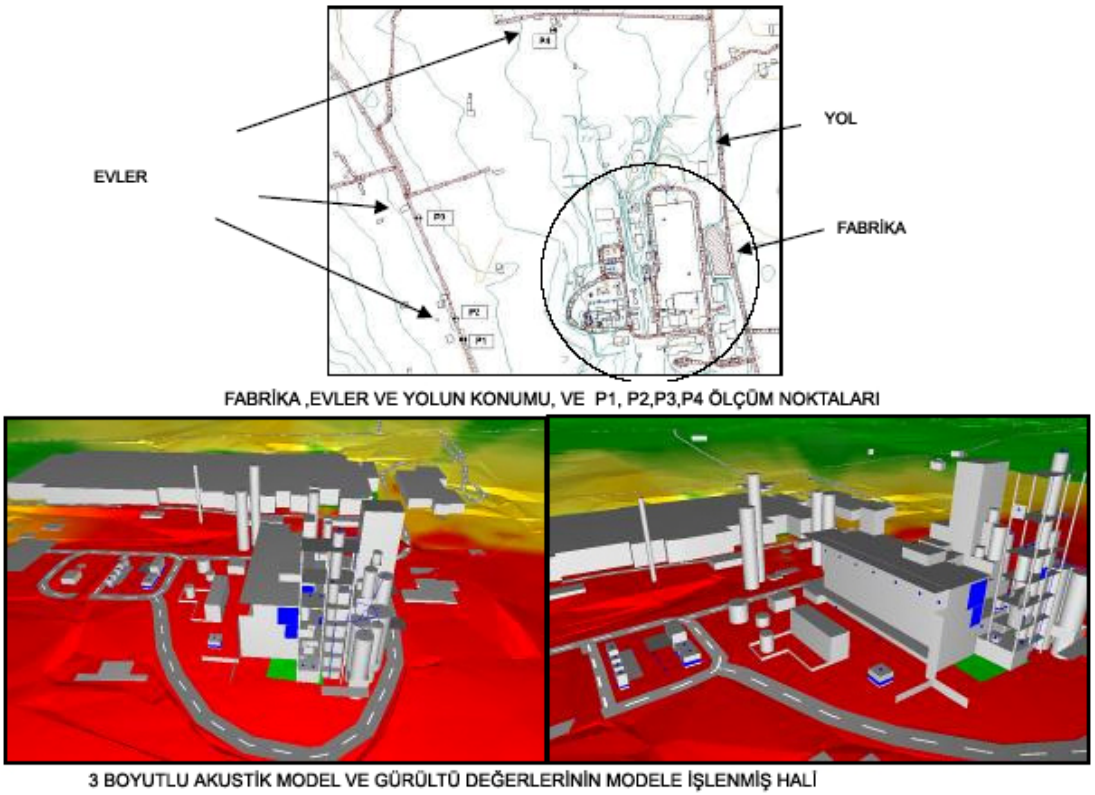
Fabrikaların gürültü kaynaklarının tanımlanması, özellikle yeni fabrika için oldukça zor olmaktadır. Satıcılardan, fabrikanın makineleri ile ilgili tüm gürültü kaynaklarının akustik verilerine ulaşmak oldukça güçtür. Kaynak tipi akustik verilerine ulaşılması imkânsız olduğu zaman makine mekanizmasına benzer tip sistemin seçilip, bulunduğu noktada ölçümlerinin yapılması iyi bir yaklaşım olacaktır.

Her gürültü kaynağının nasıl modelleneceğine karar verilmesi alınacak önemli kararlardan biridir. Nokta Kaynaklar yeterince küçük kaynaklar için seçilebilir. (örneğin fanlar) Çizgi Kaynaklar yeterinde lineer şekillendirilmiş kaynaklar için seçilebilir. (örneğin hareketli kaynakların yol güzergahı) Alan Kaynakları, binaların cephe yüzeyinden yayılan gürültü olarak tanımlayabiliriz.

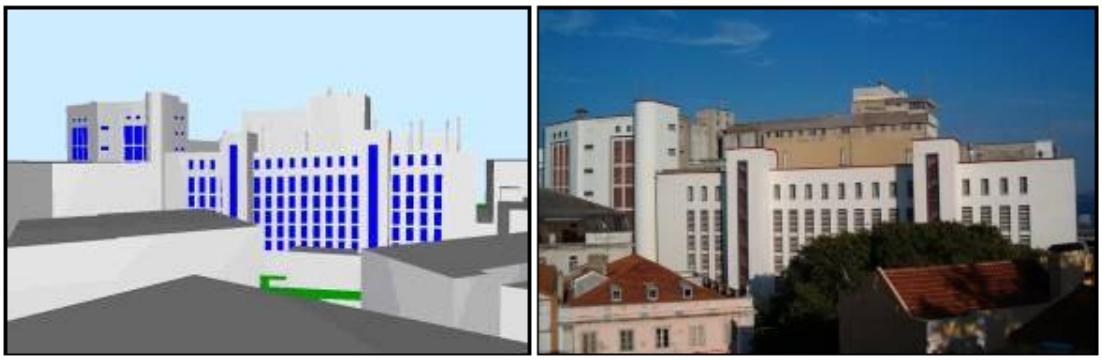


Şekil 2.27 : Portekizde hazırlanan modelin bölge fotografları ile karşılaştırılması

Hesaplamalar, modelleme programı olarak CadnaA tarafından yapılmıştır.. Endüstriyel gürültü için en genel metot ISO 9613-2'dir. Bu standarttaki parametreler doğrultusunda modeldeki hesaplamalar yapılmaktadır.



Şekil 2.28 : Portekizdeki kiyasal fabrika için hazırlanan gürültü haritası

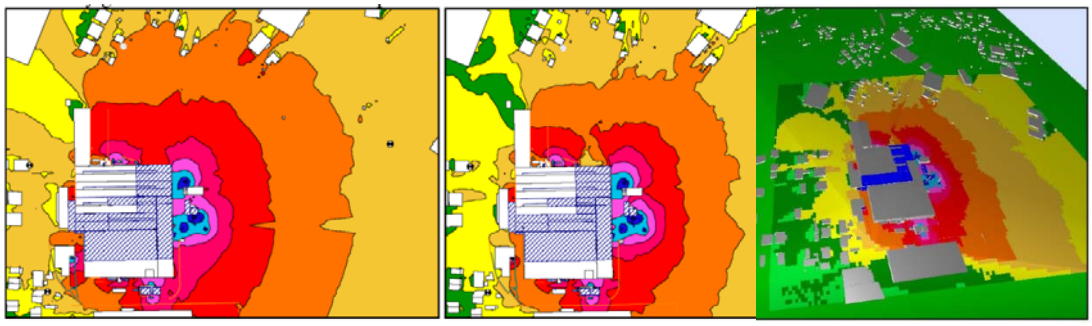


Şekil 2.29 : Yemek fabrikasının gerçek fotografı ile Cadna programındaki 3 boyutlu modellin benzer açıdan gösterimi



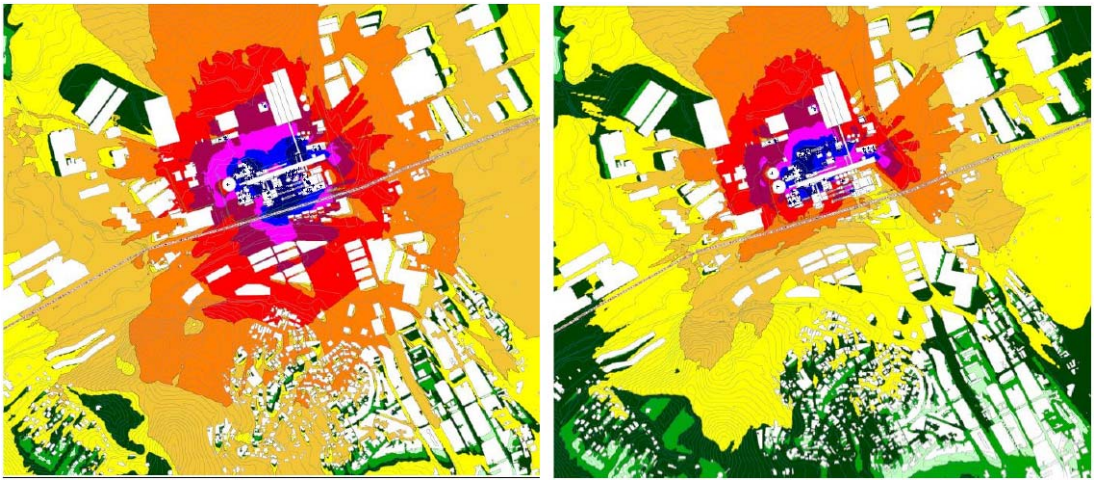
Şekil 2.30 : Portekizdeki yemek fabrikasının ilgili gürültü haritaları, Lgece(solda) ve Lgag (sağda)

Dökumhane



Şekil 2.31 : Potekizdeki dökümhane binası için hazırlanan ilgili gürültü haritaları gürültü kontrol önlemleri haricinde hazırlanan harita (sol) ile gürültü kontrol ölçüleri içerisinde hazırlanan harita(Orta) ve 3 boyutlu görselleştirme (Sağ)

Çimento fabrikası



Şekil 2.32 : Portekizdeki çimento fabrikasının mevcut durumunun gürültü haritası (sol) ve gelecekte alınan gürültü kontrol önlemleri ile elde edilecek gürültü haritası (sağ) (eylem planları doğrultusunda)

2.5.6 Türkiye

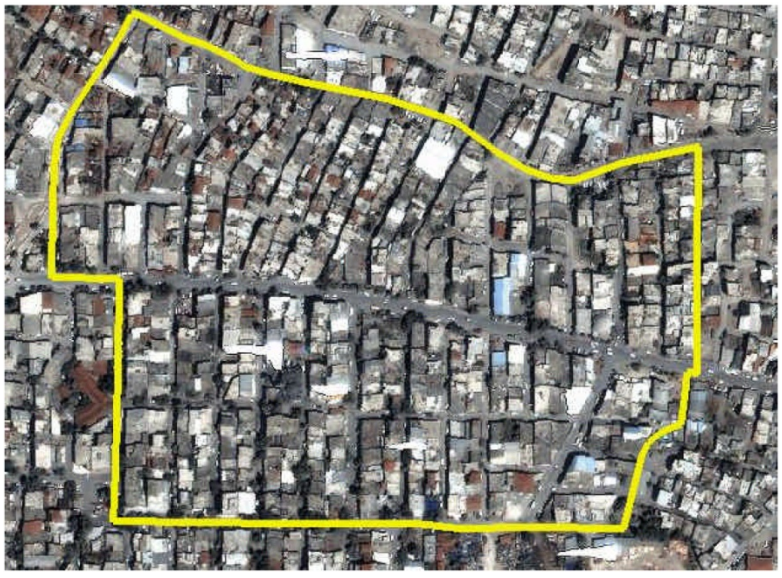
2.5.6.1 Bursa kentinde hazırlanan endüstriyel gürülü haritalama çalışması

Giriş

Bu yürütülen projenin içeriği olan gürültü haritalama ve faaliyet planlaması için Türkiye'de bulunan Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından endüstri gürültüsünün değerlendirilmesi için pilot bölge seçilmiştir. 200.000 m² olarak tanımlanan gürültü haritası çalışması konut bölgeleri direk komşusu olan küçük kuruluşlarının (çoğunlukla üretim atölyesi) bulunduğu yerlerde yürütülmüştür.

Konut birimleri ile bağlantılı olan veya konut yerleşim alanlarına çok yakın olacak şekilde konumlanan üretim atölyelerine nasıl çözüm bulunması gerekir fikrinden yola çıkarak bu bölüm şekillendirilmiştir.

Yaşam alanları ile çalışma alanlarının aynı bölgede bulunması veya direk yaşama bölgesine komşu olacak şekilde çalışma alanlarının düzenlenmesi gürültü rahatsızlığına sebebiyet vermektedir ve her gecen gün bu durum büyümektedir. Endüstriyel büyümeyle birlikte endüstriyel üretim atölyelerindeki çalışma elektrik gücü ve düzenli olarak yüksek gürültü etkisi ile sürdürülmektedir. Bu gibi durumlara örnek teşkil edecek veri modeli oluşturmak için üretim atölyeleri ve konut birimlerini içeren büyük bir alan seçilmiştir. Bu veri modeli Türkiye'nin belirli alanları için yapılacak çalışma için örnek oluşturacaktır.



Şekil 2.33 : Bursadaki endüstriyel gürültü haritası hazırlanması için seçilen bölge

Ölçümler

İlk olarak, endüstri firmalarının farklı olan iç mekan gürültü düzeylerini incelenmiştir. Farklı üretim atölyeleri ve farklı iç mekan durumlarının olması bu çalışmanın yapılmasına sebep olmuştur. O yüzden birçok endüstri firması ile görüşülmüş ve bu firmaların ilgili ses güç düzeyleri belirlenmiştir. Aşağıdaki tabloda yapılan çalışma anlatılmaktadır.

Çizelge 2.21 : Bursa endüstriyel gürültü haritalama çalışması sırasında ilgili atölyelerin ölçüm sonucu ulaşılan iç mekan gürültü düzeyleri

Ses Basıncı Düzeyi	
Fabrika	Ortalama dB(A)
1	92
2	96
3	97

Zaman = 15.00 – 16.00, Gün= 28.07.2006

Ölçüm aleti = Delta OHM SRL, Model= HD2010, Mikrofon tipi = MK211 n.

Sonuçlarda sadece ± 2.5 dB(A) fark bulunmaktadır. Bununla birlikte tanımlanmış geçerli değer olan 94 dB(A) değeri, dış mekân gürültü düzeyi hesaplamalarında tüm üretim atölyeleri için kabul edilecek veri olarak kararlaştırılmıştır.

İç mekân gürültü düzeyi birbirine benzemesine rağmen dış mekân gürültü düzeyi sesin yayılmasına bağlı olarak farklılık arz etmektedir. Dış mekân ölçümleri üretim atölyelerinin konumlandığı yollardan alınmıştır. Fabrika gürültüsü cepheye yakın olacak bir şekilde seçilen ölçüm noktasına göre belirlenmiştir. Aşağıdaki tabloda ölçülen ses basıncı düzeyleri gösterilmiştir.

Ses Basıncı Düzeyi	
Fabrika	Ortalama dB(A)
1	76
2	77
3	71

Çizelge 2.22 : Bursa endüstriyel gürültü haritalama çalışması sırasında ilgili ölçümler sonucu ulaşılan dış mekan gürültü düzeyleri

En düşük ses basıncı düzeyi 71 dB(A) ve maksimum 77 dB(A) değerinden yola çıkarak, aradaki 6 dB(A) farkının üretim atölyelerinin farklı sayıda olmasından kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Bilgisayar modelleme

Endüstri bölgeleri için bilgisayar modelleme aşaması

Dış mekan kaynakları için genel model, kaynak gürültü emisyon değerlerini nokta kaynak, çizgi kaynak ve alan kaynak olarak belirlemektir ve her bir kaynağın ayrı ayrı ses basıncı seviyesi belirtilir. Aynı yaklaşım ile sesin yayılması için engel oluşturacak şekilde doğal ve yapay bariyerler düzenlenerek ses yayılımı iyileştirilir ve bu sayede ses yayılırken düzey azalımı arttırılır.

Eğer ilgili kaynak binanın içindeyse, ilgili sistem detaylı bir şekilde modellenmelidir. Bu durumda farklı duvarlar, pencereler, kapılar ve öteki bantlar modelde işlenmelidir. Sonra binanın içindeki ses kaynağı değeri ve eldeki verilerle tanımlanır.

Üretim atölyesinin çevresini saran duvarlar ince olduğu zaman tahmini azalım değeri 35 dB(A) civarlarında bulunmaktadır. Pencerelerin ve kapıların yarı açık olması durumunda azalım değeri 15 dB(A) değerine ayarlanmalıdır. Eğer duvarlarda boşluk ve açıklık varsa ortalama azalım değeri 20 dB(A) civarındadır. Bunlar tüm binada iyi karakterize edilmiş tahmin değerleridir. Bu tahminler bilgisayar ölçümleri ile karşılaştırılarak doğrulanmalıdır.

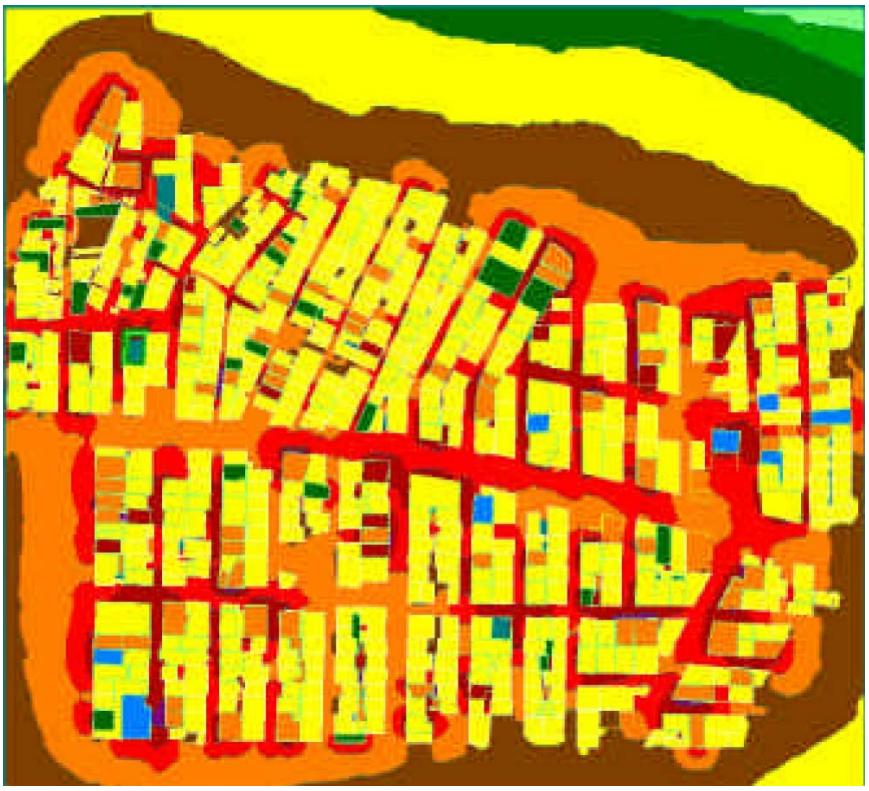
Bilgisayar modeli için gis girdi verileri

Bilgisayar modeli için girdi verilerinin büyük bir kısmı GIS den elde edilebilir.Bütün Bursa şehri için geometrik verileri doğrultusunda farklı tip ve kullanışlardaki CAD yazılımları oluşturulabilir. Farklı nitelikteki objeler ile veriler arasında bağlantı kurulur. Örneğin adresler, firmanın yeri ve konumu, bölge ile ilgili nüfus, kullanım özellikleri vs.. Orijinal geometrik data verilerinde gösterildiği şekli ile , birçok çizginin belirli geometrileri ifade etiğini gözlemliyoruz fakat verilen bilgilerin içeriği doğrultusunda hareket edilirse sistem içi bağlantıların net tanımlanmadığı ve verilerin yetersiz olduğu anlaşılır. Örneğin birbiri ile direk bağlantılı binalarda bileşimden kaynaklanan ortak bir hacim meydana geliyor. Her birim için ayrı ayrı hacimler oluşması gerekirken çizgilerden yola çıkıldığı için tek bir hacim gibi algılanabiliyor. O yüzden bilgisayar modelleme oldukça zor olabilir çünkü var olan veriler net anlaşılamayabiliyor. Birbiri ile birleşen geometriler ile net açıklanmamış olabilir.

Hangi tip koordinat sistemi uygulanmalıdır sorusu önem arz etmektedir. Tüm kullanım amaçlarına göre uygun bir şekle sokulmuş gürültü haritaları sadece endüstri

gürültüsünü içermemeli, aynı şekilde karayolu, havayolu ve demiryolu gürültü haritasını içermelidir ve ortak koordinat sistemi kullanılmalıdır. Öteki takdirde gürültü haritaları birbirlerine göre ayarlanamaz. Başka bir anlatımla Eğer gürültü haritalarını farklı sistemlerle tanımlanırsa, Ortak bir sistemde eşleştirilmeleri gerekeceği için haritalar birbirlerine entegre olamazlar. Herkes modeldeki 0 noktası olan global referans noktasını kullanmalıdır.

Kullanılan ortalama iç mekân ses basıncı düzeyi 94 dB(A) ve binalar için ortalama azalımım 20 dB(A) değerindedir. 2 metre yüksekliğinde ve 5 X 5 m² grid oluşacak şekilde hesaplamalar yapılmıştır. Ara değer kestirimi yardımı(interpolation) ile 1 X 1 m² çözünürlük gösterilmektedir.



Şekil 2.34 : Bursa endüstriyel gürültü haritalama çalışması sonucu hazırlanan gürültü haritası, Lgündüz dB(A)

Yeşil alanlar 50 dB(A) gürültü ye maruz kalan yerleri tanımlamaktadır. Kırmızı yeşil alan 65 dB(A) değerinin üstündeki gürültü düzeylerini tanımlamaktadır.. Bununla birlikte bu bölgedeki sıcak lekelerin, üretim atölyelerinin yakınlığına bağlı olarak meydana geldiğini söylemek oldukça kolaydır.

3. GÜRÜLTÜ KAYNAKLARININ TANITIMI VE KAYNAK SES GÜCÜNÜN DÜZEYİNİN TANIMLANMASI

Kaynak ses gücü düzeyi bilinmiyorsa, kaynak ses gücü düzeyinin belirlenmesi için iki farklı yaklaşım söz konusu olabilir.

Ses gücünü oluşturan ilgili kaynak verilerinden yola çıkılarak ilgili matematiksel formüllerle ses gücü düzeyi tanımlanabilir. Bu yaklaşım biçmi ile kaynak ses gücü düzeyinin belirlenmesi için kaynak tipinin belirlenmesi ve bu kaynak tipine bağlı matematiksel işlemler yapılarak ilgili veriler doğrultusunda ses gücü düzeyi hesaplanır.

Ses gücünün hesaplanabilmesi için diğer bir yaklaşım biçmi ses üreten ilgili kaynağın ses ölçüm sistemleri ile ölçümler doğrultusunda ses gücü düzeyinin belirlenmesidir.

Bu konunun ilk bölümünde gürültü kaynakları tanıtılacak ve gürültü kaynaklarına bağlı olarak değişen matematiksel formüller anlatılacaktır. Bu konunun ikinci bölümünde ölçüm sistemleri ile ilgili kaynağının ses gücü düzeyinin belirlenmesi ele alınacaktır.

3.1 GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI

3.1.1 Giriş

Detaylı araştırmalar sonucu endüstriyel çevrede pek çok sayıda gürültü kaynağı olduğu anlaşılmıştır. Birçok kaynağın spesifik endüstriyel aktivitelere ait olduğu bilinmektedir. Bazı gürültü kaynağı tiplerinin de hemen hemen bütün fabrikalarda bulunduğu anlaşılmıştır. Fabrikalarda çoğunlukla gözüken kaynak tiplerinin gürültü kategorilerine göre tipik örnekleri çizelge 3.1'de verilmektedir. Diğer kaynak tipi olarak hava darbelemesi (air hammers), nakil makineleri (conveyors), vinçler(crane), torna tezgâhları (lathes), testereler (saws), katlama makineleri (welding machines) ve bunun gibilerini örnek olarak verebiliriz. (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

Çizelge 3.1 : Endüstriyel bölgelerde görülen tipik gürültü kaynakları
(J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

Endüstriyel alanlardaki tipik gürültü kaynakları	
Gürültü kaynağı kategorisi	Tipik örnek
Yanma İşlemi	Ocak
Darbe İşlemi	Matkaplama, Tokmaklama
Elektromekaniksel aletler	Motor, Jeneratör
Gaz akışı	Gaz girişi, Fışkırma, menfez
Metal-Metalın birbirine teması	Dişli sistemler
Akışkanların metal hacimlerle sınırlanması	Kanal, Boru, Valf
Hareketli metal yüzeylerin akışkanlarla teması	Kompresör, Fan, Pompa
Dengelenmemiş dönel parça	Mil

Endüstriyel çevredeki sayısız potansiyel gürültü kaynaklarının varlığı sebebiyle özet olarak endüstriyel çevrede en çok kullanılan gürültü tiplerinden bahsedilecektir. Spesifik olarak değerlendirecek olunursa fanlar, elektrik motorları, pompalar ve kompresörler başlığı altında gürültü kaynak tiplerini özetlenmiş olur.

Kullanılan bütün ses gücü hesaplama yöntemleri yaklaşık değerlere ulaşabilmeyi sağlamakta, çok nadir olarak 6 dB değerinden daha fazla bir hata payı gözlemlenmektedir. (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

Ses güç düzeylerinin hesaplanması dört oktav bant olan 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz için uygulanır. Elde edilen 4 oktav bant değerinden yola çıkılarak A-ağırlıklı ses basınç düzeyi hesaplanır. (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

3.1.2 Fan veya Üfleyici Gürültüsü

Fan gürültüsünün belirlenmesi için hesaplama yöntemi belirli kategorilere ayrılmaktadır. Ses gücü tahmini yöntemi merkezkaç ve aksiyel fan taslaklarına göre üretilmiştir.

Merkezkaç ve aksiyel fanlarının ses basıncı tahmini tekniği Graham tarafından tanımlanmıştır. Toplam ses basıncı düzeyinin tahmini dört oktav bant için 500 Hz den 4000 Hz ‘e kadar hesaplanması aşağıda belirlenen formüle göre şekillenmektedir

$$Lw = 10 \log Fr + 20 \log p_s + K_f \quad dB \qquad \textbf{(3.1)}$$

(J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

Fr= Akış hacmi oranı

Ps= Statik Basınc (cm H_2O)

K_f = Ses gücü düzeyi sabiti, Bu sabit seçilen fan tipine göre değişmektedir. (Çizelge 3.1)

Çizelge 3.2 : Merkezkaç fanlarındaki ses gücü düzeyi sabiti (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

Merkezkaç fanları için ses güçü düzeyi sabiti	
Fan Tipi	K_f (dB) (metrik)
1-Aksiyel, Tüp veya pervane kanadı ve merkezkaç, radyal	72
2-Merkezkaç, metal yaprak pervane veya ileri ve geri eğimli pervane	59
3-Merkezkaç, Boru şeklinde	67
4-Vapur veya uçak pervanesi tipi, Sistemi ileriye iten	77

Bir önceki formüle ek olarak pervane geçiş frekansı değerinde gürültü mikatrında artış gözlenmektedir. Kanat geçiş frekansı (blade passage frequency) aşağıdaki formül yardımı ile bulunabilir. (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

$$B_f = \frac{N \times (rpm)}{60} \quad Hz \qquad \textbf{(3.2)}$$

(J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

N = Pervane sayısı

rpm= Dakikadaki devrim sayısı

Bir fanın ses gücü düzeyini değişik nedenlerle, her oktav bandında ayrı ayrı bulmak istenebilir. Böyle bir durumda, eşitlik-3.1 kullanırken, K_f için fanın tipine ve söz konusu frekans bandına bağlı olarak değişik değerler kullanmak gerekir. K_f'nin fan tipine göre alacağı değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bir fanın ses gücü düzeyinin oktav bantlarında ayrı ayrı bulunması istendiğinde; kanat geçiş frekansı hangi oktav bandına rastlıyorsa, o oktav bandı için eşitlik-3.1'de bulunan değere kanat faktörü adı verilen ve fanın tipine göre 3 dB ile 8 dB arasında değişen bir değerin eklenmesi gerekir. Çizelge 3.3'te, kanat geçiş frekansının içinde bulunduğu oktav bandındaki ses gücü düzeyine kanat geçiş frekansından dolayı eklenmesi gereken kanat faktörleri de verilmiştir. Verilen değerler Q (m^3/s) ve P (cm H_2O) için geçerlidir. (H.Nevzat Özgüven,2008)

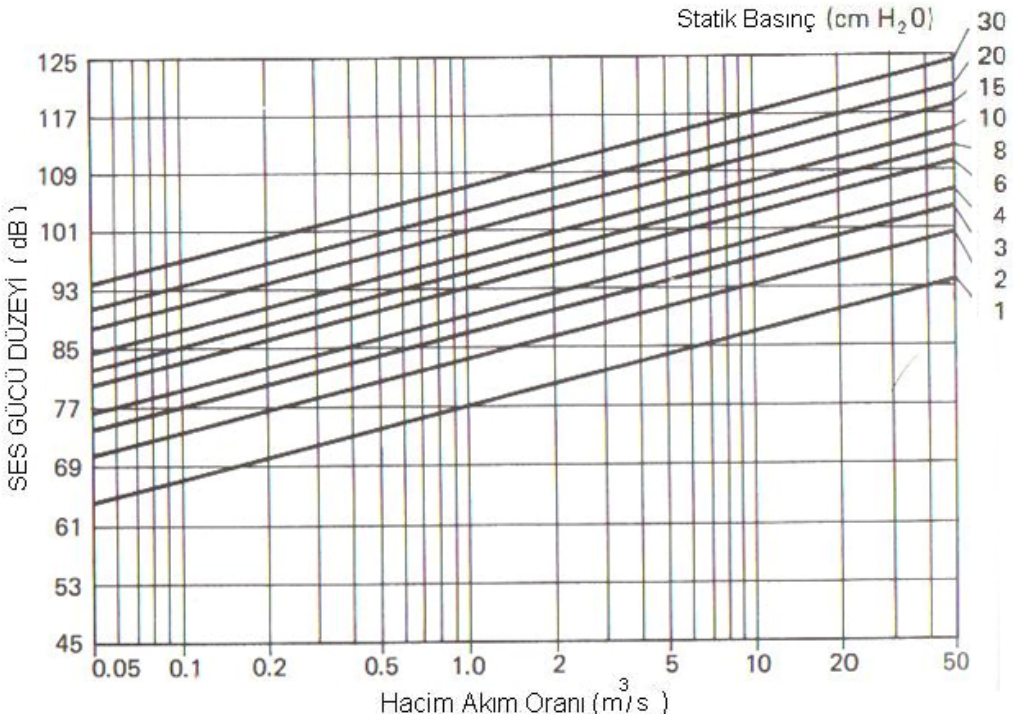
Çizelge 3.3 : Fanlar için ses gücü düzeyi sabitinin oktav bantlardaki değeri (Graham,1972)

FAN TİPİ	Kanat Faktörü (dB)	K_f – Ses Gücü Düzeyi Sabiti (dB)							
		Oktav Bandı Merkez Frekansı (Hz)							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Borulu (tubular)	4-6	72	68	68	63	62	57	53	50
Arkaya eğimli kanatlı	3	60	60	59	57	56	51	43	35
Kanat profili	3	60	60	59	57	56	51	43	35
Öne eğimli kanatlı	2	65	63	63	59	53	49	46	40
Radyal Kanatlı	5-8	73	70	70	68	63	58	55	54
Yönlendirici kanatlı eksenel	6-8	67	64	66	67	65	62	60	50
Eksenel	6-8	69	67	71	69	67	65	62	55
Pervaneli	5-7	76	73	74	72	70	70	68	56

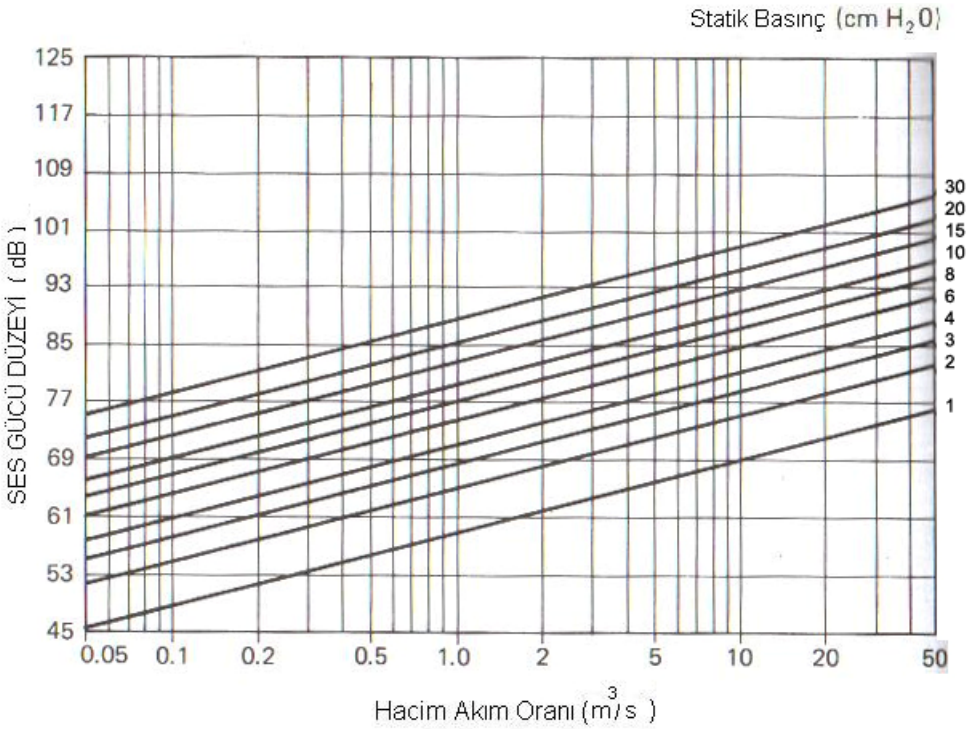
Fan küçük bant aralığı varsayılan kanat geçiş frekansı aralığında sorun oluşturabilecek düzeyde ek gürültü meydana getirebilmektedir. Bu frekans değerinde gürültü düzeyinde artış gözlendiği için bulunacak Lw değerinde bu kritik frekansın etkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Bulunacak olan Lw değeri 500 ile 4000 arasındaki dört oktav bant değerinin içerisinde bulunuyorsa bulunacak olan Lw değerine 3 dB eklenmelidir. (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

Açıkça söylemek gerekirse fan gürültüsü hesaplama yönteminde tam net ve mutlak bir sonuca ulaşmak oldukça zordur. Varsayımlarla hesaplama yapılarak yaklaşık değerlere ulaşılmak hedeflenir. Bunun için kanat geçiş frekansının durumuna göre Lw' nın hesaplanması doğru bir yaklaşımdır. Bu yaklaşıma göre elde edilen veriler yeterince bulunmadığı ve sistemde netlik oluşmadığı sürece sonucun sağlıklı olabilmesi için bulunan Lw değerine 5 dB eklenmesi tahmin edilen sonuca ulaşılmasını ve daha doğru sonuç elde edilmesini sağlar. (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF)

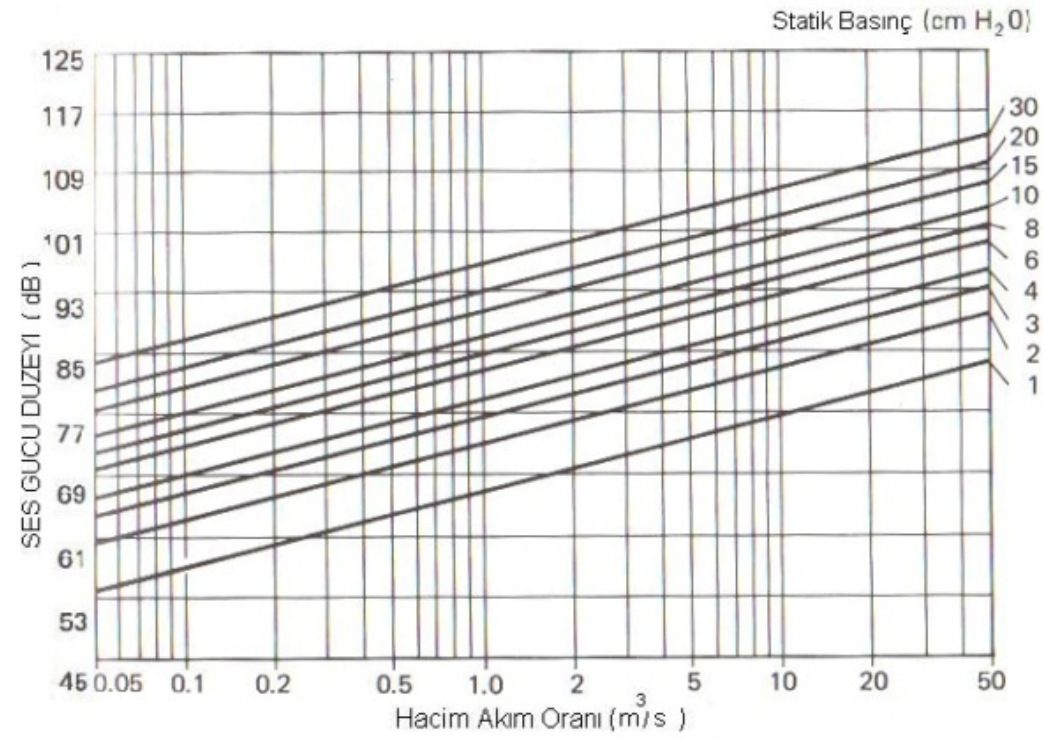
Değişen fan tiplerine göre elde edilen grafikler aşağıda gösterilmektedir. Dört farklı fan tipinin değerlendirmesi aşağıdaki grafiklerde ayrı ayrı belirtilmektedir.



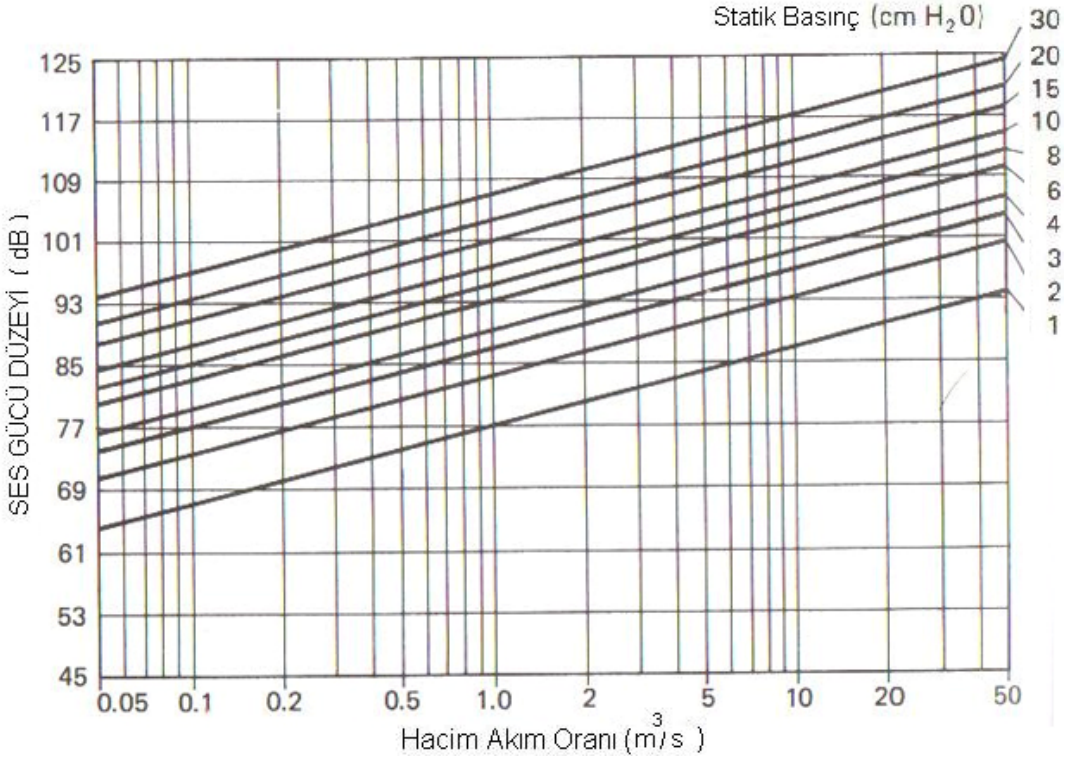
Şekil 3.1 : Aksiyel fanlar (Tüp veya pervane kanadı) ve merkezkaç fanlar (radial) için tahmin edilen ses gücü düzeyinin 500-4000 Hz arasındaki dört oktav bant için gösterimi (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)



Şekil 3.2 : Aksiyel fanlar , (Tüp veya pervane kanadı) ve merkezkaç fanlar (radial) için tahmin edilen ses gücü düzeyinin 500-4000 Hz arasındakidört oktav bant için gösterimi (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)



Şekil 3.3 : Merkezkaç fanlar (Boru şeklinde) için tahmin edilen ses gücü düzeyinin 500-4000 Hz arasındaki dört oktav bant için gösterimi.
(J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)



Şekil 3.4 : Vapur veya uçak pervanesi tipi fanlar için tahmin edilen ses gücü düzeyinin 500-4000 Hz arasındaki dört oktav bant için gösterimi.
(J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

Kanat geçiş frekansı değerinde şekillendirilmiş taslak fanlardaki (induced draft fan) akış sırasında meydana gelebilecek maksimum ses gücü düzeyinin hesaplanması aşağıdaki formül yardımı ile gerçekleştirilir. (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

$$Lw = 10 \log hp + 10 \log p_s + K_{fd} \quad dB \qquad \textbf{(3.3)}$$

hp= Oranlanmış beygir gücü(horsepower) (750 – 7500 hp)

P_s= in. H_2O (50 – 80 in.) veya cm H_2O statik basınç

K_{fd} = Taslak fan sabiti, 86 dB metrik birimlerinde.

Genel olarak üreticiler fan gürültüsü için spesifik yaklaşımlar sergilerler. Fakat böyle bir durum söz konusu değilse Beranek tarafından geliştirilen deneysel formüller fan gürültüsü için yardımcı olmaktadır.

$$SWL = 77 + 10 \log kW + 10 \log P \qquad \textbf{(3.4)}$$

(3.5)

(3.6)

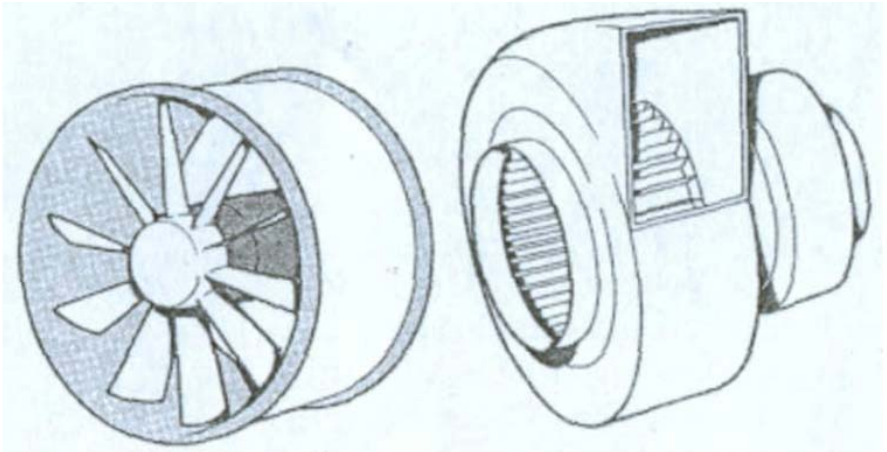
(www.csr.com.au/bradford)

SWL = Toplam ses gücü düzeyi, dB

kW = Orantılanmış ses gücü, kW

P = Fan tarafından geliştirilen statik basınç, mm w.g.

Q= Ulaşan akış hacmi, m3/h



Şekil 3.5 : Aksiyel fan tipi ile merkezkaç fan tipinin şekilsel olarak anlatımı (D.ROSSIG,R.MOORE ve A.WHEELER,2002)

Oktav bant ses gücü düzeyleri, toplam ses gücü düzeyinden düzeltme faktörünün çıkarılması ile elde edilir.

Çizelge 3.4 : İlgili fan tipi düzeltme faktörü (www.csr.com.au/bradford)

Pervane Tip Frekans Fan tipi	Bant	1'inci Oktav	2'inci Oktav	3'inci Oktav	4'inci Oktav	5'inci Oktav	6'inci Oktav
Merkezkaç, geri eğimli	4	6	9	11	13	16	19
Öne eğimli	2	6	13	18	19	22	25
Radyal pervane	3	5	11	12	15	20	23
Aksiyel	7	9	7	7	8	11	16
Karışık Akım	0	3	6	6	10	15	21

3.1.3 Elektrik Motorlarının Ses Kaynağı Olarak Değerlendirilmesi

Elektrik motorlarından gelen seste birçok kaynak tipi aktif olarak görev alır. Temel gürültü sebeplerini belirleyecek olursak motorun rasyonel olarak dengesizliği, motor-dinamo etkileşimi, makine kaması harmonisi, en çok karşılaşılan durumlar arasında görünmektedir. Gürültü aynı zamanda makinenin doğal frekans titreşimi, hava hareketi ve rezonans çemberi sebebiyle meydana gelen durumlardan oluşabilir. Gürültü davranışı tipik olarak hız fonksiyonuna ve boyutuna bağlıdır. Frekans dağılımı normal olarak hız fonksiyonuna ve konstrüksiyona bağlıdır. (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

Bu konu hakkında birçok farklı standart bulunmaktadır. Bunlar arasında ISO R1680, IEC 34-9, BS4999:Bölüm 51:1973,IEEE standartları 85-1973 .. vs gösterilebilir.

Elektrik motorları için dört oktav bandı içeren 500 Hz ile 4000 Hz aralığı için toplam ses gücü düzeyi aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir.

Elektrik motorları için dört oktav bandı içeren 500 Hz ile 4000 Hz aralığı için toplam ses gücü düzeyi aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir

$$Lw = 20 \log hp + 15 \log (rpm) + K_m \quad dB \qquad \textbf{(3.7)}$$

(J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

Burada;

hp= Oranlanmış beygir gücü(horsepower) (1 – 300 hp)

rpm= Dakikadaki devrim sayısı (revolution per minute)

K_m = Motor sabiti (13 dB)

3.1.4 Pompa Gürültüsü

Genellikle pompa gürültüsünün temelinde hidrolik ve mekanik kaynaklar bulunmaktadır ki bunları kavitasyon (akan sıvıda bir kısım vakum oluşması), sıvı sistemdeki sürekli aşağı–yukarı yönlü basınç değişimleri, mekanik bölgenin etkisi, dengesizlik, rezonans, ayarsızlık ve bunun gibi diğer etkenler olarak özetlenebilir. Hidrolik sistemler baskın olarak gürültü üreten sistemlerdir. Bu sıvı sistemlerden oluşan pompa sistemlerinde gürültünün sıvı titreşimi yolu ile diğer sistemlere transferi oldukça kolaydır.

Pompa sistemlerinde iki farklı gürültü formu bulunmaktadır; birincisi kesikli tonlar tipidir ve ikincisi geniş bantlı gürültü tipidir. Pompanın temel pompalama frekansı ürünle birlikte saniyedeki devir hızı ve devirdeki pompa bölümü basınç değişim çemberi yardımı ile verilir. Büyük pompalarda gürültü emisyonu temel frekanslarda büyüktür. Pompa boyutu küçülürse, maksimum gürültü emisyonu oluşan frekans artış gösterir. 3 kHz değerinin üstünde gürültü geniş bantlıdır ve spektrum durumu temel olarak düzgündür. Bu tip gürültü kaynağının sebebi kavitasyon ve yüksek çekimli akıştan dolayı kaynaklanabilir.

Pompa gürültüsünde ana pompalama frekansı büyük önem taşımaktadır. Pompa gürültüsündeki ana pompalama frekansı aşağıdaki eşitlikten bulunabilir.

$$\mathrm{fp} = \frac{\mathrm{Nm}}{60}\mathrm{Hz} \qquad \textbf{(3.8)}$$

(J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

Burada,

N= pompanın dönüş hızı

m= pompanın bir dönüşündeki basınç çevrim sayısıdır.

Özelikle büyük pompalarda ana pompalama frekansında yayılan arı ses baskındır. Üretici firmanın pompanın ses gücü düzeyini veremediği durumlarda 500 – 4000 Hz arasındaki frekanslarda ses gücü düzeyinin bulunabilmesi için eşitlik 3.9 kullanılabilir.

$$\mathrm{Lw} = 10\log \mathrm{hp}(1 - \frac{\mathrm{V}}{2}) + \mathrm{Kp} \qquad \textbf{(3.9)}$$

Burada,

hp= Oranlanmış beygir gücü(horsepower) (1 – 300 hp)
V= pompanın verimi

K_p= Pompa sabiti: 95 dB merkezkaç sistem, 100 dB pervane yardımı ile helozonik hareketli sistem (screw) ,105 dB pistonlu pompalar (reciprocation) için (hızı 1600 rmp devirinden küçük olduğu zaman 5 dB çıkarılmalıdır.)

Pompanın veriminin bilinmemesi durumunda, pompalardaki toplam ses basınç düzeyini dört oktav bant olan 500 – 4000 Hz arasında belirlenmesi için aşağıdaki formül kullanılabilir.

$$Lw = 10 \log hp + K_p \quad dB \qquad \textbf{(3.10)}$$

(J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

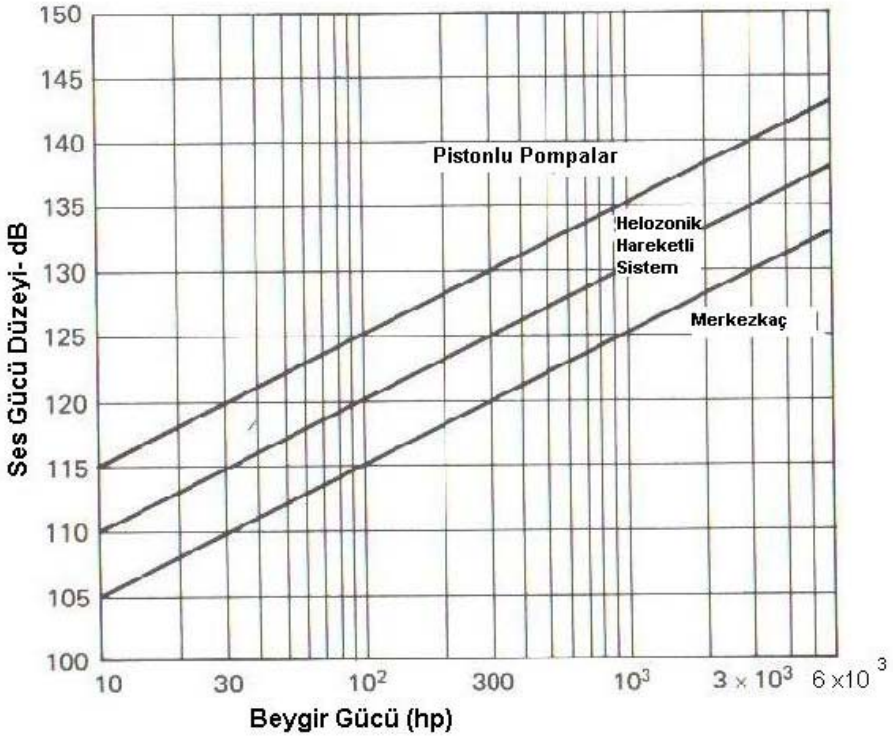
Burada,
hp= Oranlanmış beygir gücü(horsepower) (1 – 300 hp)

K_p= Pompa sabiti: 95 dB merkezkaç sistem, 100 dB pervane yardımı ile helozonik hareketli sistem (screw) ,105 dB pistonlu pompalar (reciprocation) için (hızı 1600 rmp devirinden küçük olduğu zaman 5 dB çıkarılmalıdır.)

Yukarıdaki formül bize pompalardaki toplam ses basınç düzeyini bulmamızı sağlamaktadır. 4 oktav bant olan 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz için ayrı ayrı ses gücü düzeyini bulmak istiyorsak toplam ses gücü seviyesinden 6 dB çıkarmamız gerekir.

Pompa sistemlerindeki ses güç düzeyi ile beygir gücü arasındaki ilişkiyi anlatan grafik şekil 3.6'da belirtilmektedir. Bu sistemlerin devir sayısı 1600 rpm değerinden küçükse grafikte okunan değerden 5 dB çıkarılmalıdır. (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

Eğer her oktav banttaki ses gücü düzeyini ayrı ayrı bulmak gerekiyorsa, K_p olan ses gücü düzeyi sabitini 3 dB arttırarak kullanılmalıdır.(Barron,2003). Bu durumda, her oktav banttaki ses gücü düzeyinin ayrı ayrı bulmak için, toplam ses gücü düzeyinden çıkarılması gereken değerler (düzeltme faktörleri) çizelge 3.5'te belirtilmektedir.



Şekil 3.6 : Pompa sistemlerindeki ses güç düzeyi ile beygir gücü arasındaki ilişkiyi anlatan grafik

Çizelge 3.5 : Pompalarda Oktav Bantlardaki Ses Gücü Düzeyinin Hesaplanması için 63-8000 Hz'deki Toplam Ses Gücü Düzeylerinin Çıkarılması Gereken Değerler (Barron,2003).

	Oktav Bandı Merkez Frekans Bandı (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Düzeltme Faktörü	10	9	9	8	6	9	12	17

3.1.5 Hava Kompresör Gürültüsü

Endüstriyel bölgelerde bulunan farklı tip endüstri yapılarında önemli gürültü kaynaklarından biri olan kompresör gürültüsü ve hemen hemen bütün fabrikalarda karşılaşılan bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Gaz basınçlarının artışında ve motor türbinlerinin çalıştırılmasında kullanılmaktadır. Kompresörlerin karakteristik gürültü emisyonları ünite fonksiyonuna bağlıdır. Diehl taşınabilir hava kompresörlerini temel gürültü kaynağı olarak belirtmektedir. İkinci gürültü kaynağında havalandırma fanları olduğunu vurgulamaktadır. Pistonlu kompresörler tipik olarak güçlü düşük frekans gürültüsü üretmektedir. Bu tip pistonlu kompresörlerin karakteri silindir sayısına ve hızına bağlıdır. Merkezkaç kompresör tiplerinin gürültüsünün oluşmasını Diehl aşağıdaki faktörlere bağlamaktadır. Bu faktörleri hareket halindeki pistonların etkileşimi, pervane kanadının yeterliliği,

dağıtıcı pervaneler ile itici pervane arasındaki uzaklık değeri, sistemin hızı, bölüm sayısı, tasarım şeklini, beygirgücü verisi, türbülans, gaz moleküllerinin ağırlığı ve kütle akışı olarak belirtilebilir.

Belirli tip kompresör sistemlerinde pervane geçiş frekansı çok önemli bir frekans değeridir. Fakat dağıtıcı tip makinelerde kanat oran birleşeni öncelikli öneme aittir. Bu frekans değerini aşağıdaki formül yardımı ile bulunabilir. (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

$$f_{BRC} = \frac{(Nr \times Ns)}{K_{BRC}} \times \frac{rpm}{60} \quad Hz \qquad \textbf{(3.11)}$$

Burada;

f_{BRC}= pervane oran öğesi frekansı (blade rate component frequency)

Nr= Hareketli pervaneler

Ns= Durağan, rüzgâr hareketi ile çalışan pervaneler

K_{BRC}= N_r ve N_s en büyük ortak bölen

Merkezkaç kompresör ve pistonlu kompresör sistemlerde dört oktav bant olan 500,1000,2000 ve 4000 Hz için tahmin edilen toplam ses gücü düzeyi aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanır. (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

$$Lw = 10 \log hp + K_c \quad dB \qquad \textbf{(3.12)}$$

Burada;

hp= Oranlanmış beygir gücü(horsepower) (1 – 100 hp)

K_c = Kompresör sabiti; 86 dB

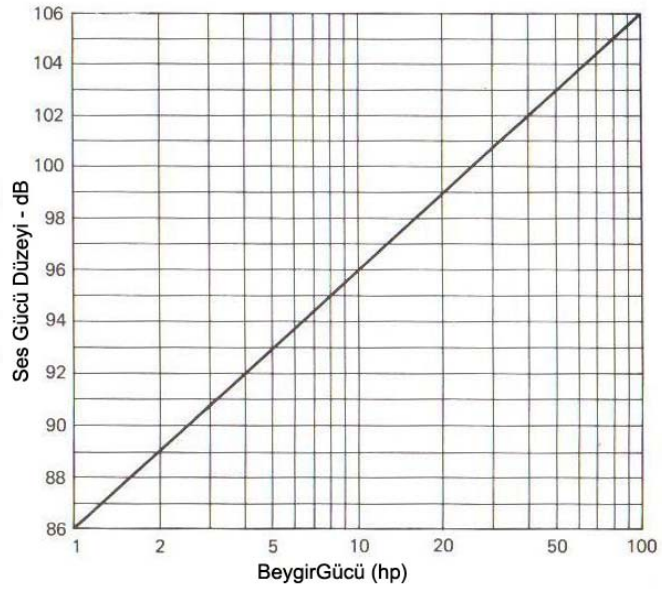
Anlatılan formül merkezkaç kompresör ve pistonlu kompresör sistemlerindeki toplam ses basınç düzeyini bulabilmeyi sağlamaktadır. 4 oktav bant olan 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz için ayrı ayrı ses gücü düzeyini bulmak isteniyorsa toplam ses gücü seviyesinden 6 dB çıkarmak gerekir.

Eksenel kompresörler için 63 Hz ile 8000 Hz arasındaki sekiz oktav banttaki toplam ses gücü düzeyi aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanabilir.

$$L_w = 20 \log h_p + 76 \quad dB \qquad \textbf{(3.13)}$$

(Heitner, 1968)

hp= Oranlanmış beygir gücü(horsepower) (1 – 100 hp)



Şekil 3.7 : Merkezkaç kompresör ve pistonlu kompresör sistemlerindeki ses güç düzeyi ile beygir gücü arasındaki ilişkiyi anlatan grafik. (Dört oktav bant olan 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz değerlerinin toplam ses gücü düzeyi)

Merkezkaç kompresörler için 63-8000 Hz arasındaki sekiz oktav banttaki toplam ses gücü düzeyini hesaplamakta kullanılabilecek bir başka eşitlik ise aşağıda verilmektedir.

$$Lw = 20 \log hp + 50 \log U - 38 \text{ dB} \quad \textbf{(3.14)}$$

(Heitner, 1968)

Burada;

hp= Oranlanmış beygir gücü(horsepower) (1 – 100 hp)

U= rotor üzerindeki kanatçıkların uç noktasının m/s cinsinden hızıdır.

3.1.6 Dişlilerde Gürültü

Dişli sistemlerde meydana gelebilecek olan gürültünün sebepleri açıklanacak olursa, sistemdeki diş profiline, toleransa ve dişlilerin eğilmesine bağlı olarak dişlilerin titreşmesi ve birbirine çarpması başlıkları altında kısaca özetlenebilir. Dişli kutusu gövdesinin ve ona bağlı mekanik yapının rezonansa gelmesi ile yayılan gürültü de birçok durumda etkili olmaktadır. Gövde ve ona bağlı mekanik yapının rezonansa gelmemesi için, dişlilerin kavrama frekansının (f_m) ve bunun tam katlarının, sistemin doğal frekansıyla çakışmaması gerekir. Dişlilerdeki kavrama frekansı aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanabilir.

$$F_n = \frac{Nm}{60} \quad Hz \tag{3.15}$$

(H.Nevzat Özgüven,2008)

Burada;

N= Dişlinin dönme hızı

M= Dişlinin üzerindeki diş sayısıdır.

Bir dişli kutusundan yayılan gürültünün frekans dağılımı, sistem rezonansa gelmese bile, kavrama frekansında, onun harmoniklerinde ve yan bant frekansı olarak bilinen frekanslarda yükselmeler gösterir. Dişlilerde gürültünün temel nedeni dişler arasında oluşan dinamik kuvvetin yarattığı titreşimlerdir. Bu dinamik kuvveti etkileyen tasarım parametreleri çok sayıda olduğundan bir dişli sistemin ses gücü düzeyini, kabaca olsa bile ölçüm yapmadan bulabilmek oldukça güçtür. (H.Nevzat Özgüven,2008)

Bir firmanın ürettiği dişli kutuları için, ölçümle bulunduğu ses gücü düzeyleri, bir örnek olması açısından aşağıdaki Çizelge 3.6 'da verilmiştir. Verilen değerler, dişli kutusu gövdesi dışında ölçülen ses basıncı düzeylerinden hesaplanan ses gücü düzeyleridir.

Çizelge 3.6 : Dişli Kutularının Ses Gücü Düzeylerinin Oktav Bantlarındaki Değerlerine bir Örnek (Williams,1974)

Dişli Kutusu Tipi	L_w – Ses Gücü Düzeyi (dB)							
	Oktav Bandı Merkez Frekansı (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Yüksek Hızlı	94	107	99	99	99	98	95	89
Orta Hızlı	86	88	90	90	90	89	83	79

3.1.7 Transformatörlerde Gürültü

Transformatörlerin neden olduğu uğultu şeklindeki gürültü kimi uygulamalarda çok rahatsız edici olabildiğinden, transformatörlerin ses gücü düzeylerinin hesaplanması önemli olmaktadır. Transformatör gürültüsü genellikle 50 Hz olan elektrik akım frekansının en düşük tam katlarında (dolayısıyla, 63 Hz, 125 Hz ve 250 Hz oktav bantlarında) baskındır. Transformatörlerin, 63-8000 Hz arasındaki sekiz oktav bandındaki toplam ses gücü düzeyi eşitlik 3.16'dan yaklaşık olarak bulunabilir

$$L_w = 12.5 \log kVA + K_t \ dB \tag{3.16}$$

(Barron,2003)

Burada;

kVA = Transformatörün kVA anma değeri

K_t= Transformatörün ses gücü düzeyi

Ses gücü düzeyi sabiti K_t, transformatörün soğutma şekline bağlı olarak değişir. Kendiliğinden soğutmalı transformatörler için K_t=45 dB, cebri soğutmalı transformatörler için K_t=48 dB kullanılır. Her okatav banttaki ses gücü düzeyini ayrı ayrı bulmak için toplam ses gücü düzeyinden çıkarılması gereken değerler (düzeltme faktörleri) çizelge 3.7'de verilmiştir. Transformatör gürültüsünün 63 Hz, 125 Hz ve 250 Hz oktav bantlarında baskın olduğu bu tablodan görülmektedir.

Çizelge 3.7 : Transformatörlerde Oktav Bantlardaki Ses Gücü Düzeyinin Hesaplanması için, 63 8000 Hz'deki Toplam Ses Gücü Düzeyinden Çıkarılması Gereken Değerler (Barron,2003)

	Merkez Oktav Bandı Frekansı (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Düzeltme faktörü	7	3	9	13	13	19	24	30

3.1.8 Bazı Makinelerin Ses Gücü Düzeylerinin Yaklaşık Olarak Bulunması

Bir makinenin çeşitli özelliklerine bağlı olarak ses gücünü hesaplayabilmek için, makinenin cinsine göre farklı ve genellikle karmaşık yöntemler kullanmak gerekir. Bununla birlikte, her makinede toplam gücün belli bir oranı ses gürültüsüne çevrileceği ve bu oranın makinenin cinsine bağlı olarak belli sınırlar içinde olabileceği gerçeğinden hareketle, makinenin gücünden başka bir bilgi bulunmadığı takdirde makinenin ses gücünü yaklaşık olarak bulmak için 3.15 eşitliği kullanabilir. (H.Nevzat Özgüven,2008)

$$W = FW_n \quad \textbf{(3.17)}$$

W_n= Makinenin Gücü

W=Makinenin yaklaşık ses gücü

F= Makinenin cinsine bağlı çevirme katsayısıdır

Endüstride kullanılan bazı makineler için çevirme katsayıları aşağıdaki Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.8 : Bazı Gürültü kaynaklarının, 500'den 4000 Hz'e kadar Olan Dört Oktav Bandındaki Toplam Ses Gücünü Bulmakta Kullanılan Çevirme Katsayıları (F) (Heckl ve Müller, 1975)

Gürültü Kaynağı	Çevirme Katsayısı (F)		
	Düşük	Orta	Yüksek
Hava Kompresörleri (1-100 hp)	$3x\ 10^{-7}$	5.3×10^{-7}	$1x\ 10^{-6}$
Dişli Kutular	1.5×10^{-8}	$5x10^{-7}$	1.5×10^{-6}
Hoperlörler	3×10^{-2}	5×10^{-2}	1×10^{-1}
Dizel Motorlar	2×10^{-7}	$5x\ 10^{-7}$	2.5×10^{-6}
Elektrik motorları (1200 rmp)	$1x\ 10^{-8}$	1×10^{-7}	$3x\ 10^{-7}$
Pompalar (1600 rmp'den hızlı)	3.5×10^{-6}	1.4×10^{-5}	5×10^{-5}
Pompalar (1600 rmp'den yavaş)	1.1×10^{-6}	4.4×10^{-6}	1.6×10^{-5}
Gaz Tribünleri	2×10^{-6}	5×10^{-6}	$5x\ 10^{-5}$

3.1.9 Tipik Bina ve Konstrüksiyonlarda Elemanlarını Tarafında Üretilen Gürültü

Aşağıda verilen tabloda belirlenmiş tipik bina elemanlarının tahmini değerleri verilmektedir. Tipik sitemlerin gürültü verilerine bakılarak site inşa edilmeden önde ileride oluşacak toplam gürültü düzeyi hakkında fikir sahibi olunabilmektedir.

Çizelge 3.9 : Tipik bina ekipmanlarında tahmin edilen ve 4 oktav bant olan 500 Hz ile 4000 Hz arasındaki toplam ses gücü düzeyi (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

Ekipman	Ses Gücü Düzeyi (dB)		
	Düşük	Orta	Yüksek
1- Hava Kompresörü	85	100	115
2- Merkezi havalandırmanın soğutma suyu sistemi	90	100	105
3- Suyu buharlaştıran sistem	65	80	100
4- Havalandırma kulesi	95	110	120
5- Hava basınçlı hareket sistemi	70	90	110
6- Pompa	55	80	105
7- Çatı üstü iklimlendirme sistemi	80	90	100
8- Buhar pervanesi	70	85	105
9- Çevirici	80	85	90
10- Birim ısıtıcı	55	70	90

Dış mekândaki tip kaynakların belirli uzaklıktaki toplam ses basınç düzeyi serbest alan formülü kullanılarak hesaplanabilir.

$$Lp = L_w - 10 \log \left(4\pi r^2\right) \text{ dB} \qquad \textbf{(3.18)}$$

(J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

r= Kaynaktan uzaklık (metre)

Çizelge 3.10 : Tipik bina ekipmanlarında tahmin edilen ses gücü düzeyi.(4 oktav bant olan 500 Hz ile 4000 Hz arasındaki toplam ses gücü düzeyi)

Ekipman	Ses Gücü Düzeyi (dB)		
	Düşük	Orta	Yüksek
1- Vurgu makinesi (Backhoe)	105	120	130
2- Sabit Kompresör (stationary)	110	115	120
3- Beton mikseri	110	115	125
4- Beton pompası	110	115	120
5- Hareketli vinç	110	115	120
6- Sabit vinç	115	120	125
7- Arka yükleyici	105	115	120
8- Sabit jeneratör (stationary)	105	110	120
9- Krikolu totmak (Jack hammer)	115	125	135
10- Zemin kaplayıcı (paver)	115	120	125
11- Şahmerdan (pile driver) (üst noktası)	130	135	140
12- Havalı sert çekiç	115	120	125
13- Durağan pompa	100	105	110
14- Kaya delgisi	115	125	135
15- Greyder	115	120	125

İlgili ses kaynağının ses güzü düzeyi biliniyorsa, uzaklığa bağlı olarak değişen ses gücü düzeyide hesaplanabilir. Uzaklığa bağlı değişen ses gücü düzeyini serbet alan formülü ile hesaplamak doğru bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.Verilen tip konstrüksiyon elemanlarının r=15,24 m uzaklığında olduğunu varsayıp toplam ses basınç düzeylerini serbest alan formülü kullanarak hesaplanırsa çizelge 3.11 elde edilir.

Çizelge 3.11 : Belirli uzaklıktaki konstrüksiyon elemanlarının ses gücü düzeyi (r=15,24 m) (J.D.IRWIN ve E. R. GRAF, 1979)

Ekipman	Ses Düzeyi (dBA) (r=15,24 m)		
	Düşük	Orta	Yüksek
Vurgu makinesi (Backhoe)	70	85	95
Sabit Kompresör (stationary)	75	80	85
Beton mikseri	75	80	90
Beton pompası	75	80	95
Hareketli vinç	75	80	85
Sabit vinç	80	85	90
Arka yükleyici	70	80	85
Sabit jeneratör (stationary)	70	75	85
Krikolu totmak (Jack hammer)	80	90	100
Zemin kaplayıcı (paver)	80	85	90
Şahmerdan (pile driver) (üst noktası)	95	100	105
Havalı sert çekiç	80	85	90
Durağan pompa	65	70	75
Kaya delgisi	80	90	100
Greyder	80	85	90

3.2 SES GÜCÜ DÜZEYİNİN TANIMLANMASI

3.2.1 Serbest Alanda Ses Basıncı Ölçümlerini Kullanarak Ses Gücünün Belirlenmesi

Ses gücü düzeyini tanımlayacak olan aygıt veya makinenin laboratuar koşulları dâhilinde anechoic veya yarı anechoic oda koşulları içerisinde kullanılabilir. Alternatif olarak bir yarı anechoic çevre, açık alanda kaldırım alanı üzerinde yansıtıcı bina veya yüzeylerden uzak olunacak şekilde çok düşük düzeyde arka plan gürültü düzeyi ile sağlanabilir. Böyle bir çevre büyük bir odada duvarlarda ses emilimini sağlayan emicilerin kullanılması ve yansıtıcı bir zemin ile elde edilebilir.

Serbest alanda ses basıncı ölçümlerini kullanarak ses gücünün tanımlanması için iki temel standart bulunmaktadır. Bu standartlar ISO 3744 ve ISO 3745 olarak tanımlayabiliriz. Temel olarak ölçüm yapılacak olan yüzey seçilmektedir ve bu yüzeylere konumlandırılacak mikrofon sayıları belirlenir. Bu şekilde her mikrofon için ayrı ayrı tüm frekans bantlarının ses basınç düzeyi ölçülür. Bu verilerden yola çıkılarak ses gücü düzeyleri hesaplanır. (ISTVAN L.VER ve LEO L. BERANEK,2006)

3.2.2 Ses Gücünün Tanımlanması İçin Kullanılan İlgili ISO Standartları

ISO 3740 serisi kaynak ses gücü düzeyinin belirlenmesi için ilgili standartları içermektedir. Serbest Alanda Ses Basıncı Ölçümlerini kullanarak ses güç seviyesinin belirlenmesi için daha çok ISO 3745, ISO 3744 ve ISO 3746 standartları kullanılmaktadır. Çevre ve orman bakanlığı tarafından yayınlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde hesaplama yöntemleri bölümünde endüstriyel gürültü için ISO 3740 serisinden olan iki ayrı standarttan bahsetmektedir ve endüstriyel gürültü hesaplama yöntemi olarak bu iki standart vurgulanmaktadır. Bu iki standart aşağıda verilmektedir.

TS EN ISO 3744: Akustik -Ses Basıncı Mühendislik Yöntemi Kullanarak Yansıtıcı Bir Düzlem Üzerindeki Tamamen Açık Bir Alanda Ses Gücü Düzeylerinin Belirlenmesi.

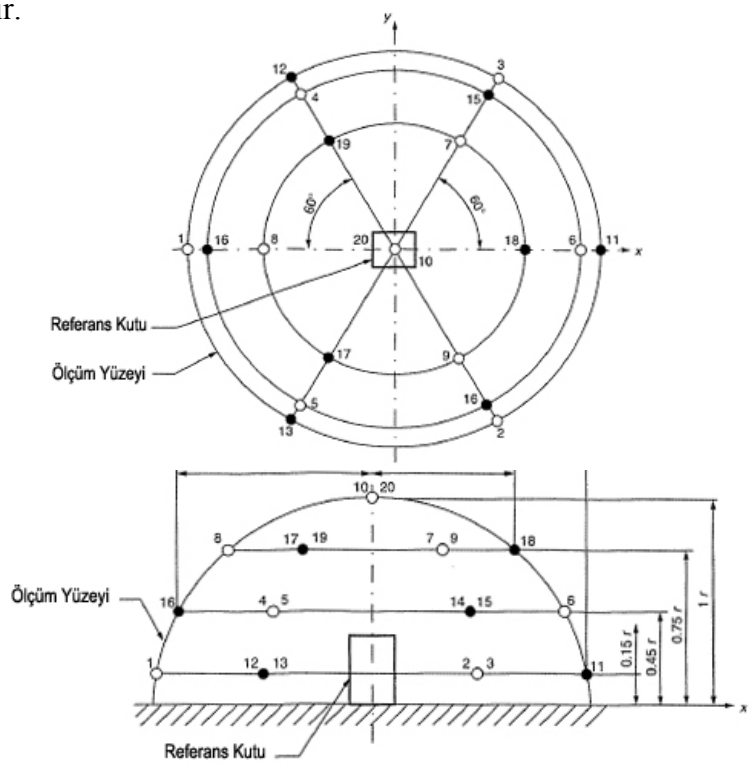
TS EN ISO 3746**:**1995 Akustik –Yansıtıcı Bir Düzlem Üzerindeki Gürültü Kaynaklarının Ses Gücü Düzeylerinin Örtüşen Ölçüm Yüzeyi Kullanarak Belirlenmesi.

3.2.3 Yarı-Anechoic Uzayda Ölçüm

Yarı anechoic uzayda ölçümler ISO 3744 ve ISO 3745 standartları doğrultusunda uygulanabilir. ISO 3744 çoğunlukla yarı- anechoic uzayda gerçekleştirilirken ISO 3745 hem tam-anechoic hem de yarı- anechoic uzayda gerçekleştirilmektedir.

ISO 3744 yarı-küre ve paralel yüzlü metodu kullanılırken ISO 3745 sadece yarı-küre ve tam-küre ölçüm metodu kullanılmaktadır. Uzak mesafe ölçümleri yürütülüyorsa, yarı-küre ölçümünde ISO 3744 standardı için belirlenecek olan r yarıçapı en düşük kaynak iki boyutundan ve 1,0 m değerinden daha az olamaz. Yarı-küre ölçümünde ISO 3475 standardı için r değeri kaynağın en büyük boyutunun iki katından, akustik merkezinin yansıtıcı yüzeye olan uzaklık mesafesinin üç katından ve ilgili en düşük frekansın λ/4 değerinden az olamaz.

Aşağıdaki şekilde 20 mikrofonun konumlanması verilmiştir ve ISO 3744'e göre hesaplama yöntemi kullanılabilir. ISO 3744'e göre mikrofonlar farklı dizilerde ve yatay olarak farklı yükseklikte bulunur. Eğer ölçümlerin virgülden sonraki net değeri bilinmek isteniyorsa ISO 3745 standardı kullanılmalıdır.Bu standartta en az 20 ölçüm noktası bulunmaktadır. Bu ölçümdeki koordinat değerleri Çizelge 3.13'te belirtilmektedir.



Şekil 3.8 :ISO 3744'e göre yarım-küresel ölçüm yüzeyi için mikrofonların pozisyonları (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Çizelge 3.12 : ISO 3740 serisi

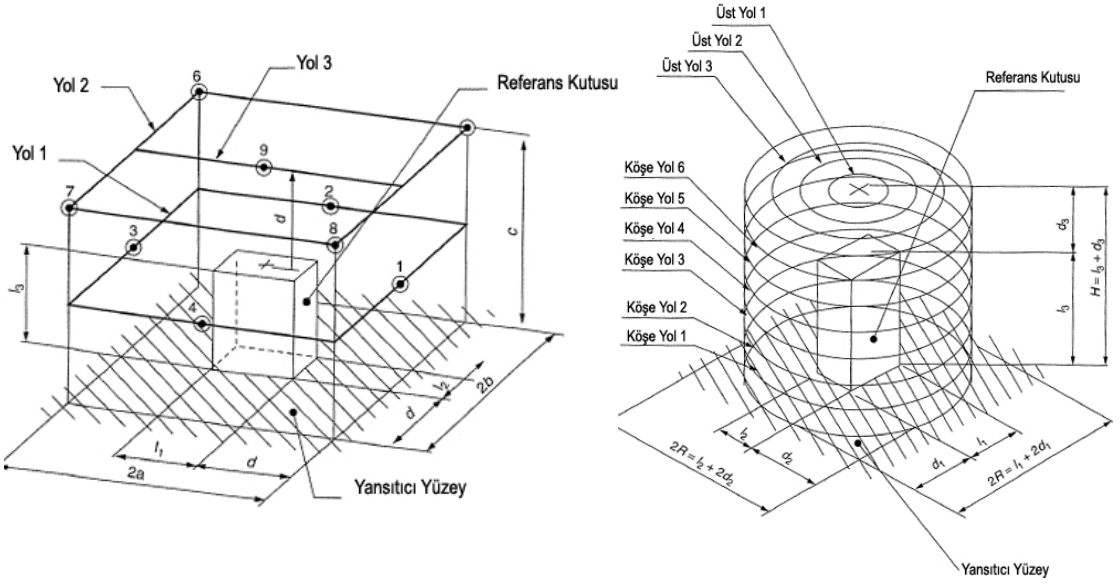
(ΔL kaynak ses basıncı düzeyi+arka plan gürültüsü ile sadece arka plan gürültüsü arasındaki farkı, K1 arka plan gürültüsü için düzeltme, ilgili standartlarda tanımlanan; V test odası hacmi; α ses emilim katsayısı; Tnom test odası için nominal çınlama süresi, ilgili standartlarda tanımlanan;K2 çevresel düzeltme, ilgili standartlarda tanımlanan;ses basıncı ile ilgili kısaltma SPL'dir)(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK, 2006)

ISO STANDARDI	TEST ÇEVRESİ	TEST ÇEVRESİNİ SÜRDÜRÜLE - BİLİRLİĞİ KRİTERİ	KAYNAK HACMİ	GÜRÜLTÜ KARAKTERİ	ARKA PLAN GÜRÜLTÜSÜNDEKİ LİMİTLER	SES GÜCÜ DÜZEYİ ELDE EDİLEBİLİRLİĞİ	OPTİMUM BİLGİ ELDE EDİLEBİLİRLİĞİ
ISO 3741 Kesinlik (Derece 1)	Spesifik gereksinimlerin sağlandığı çınlama odası	Niteliklendirilmiş Oda hacmi ve çınlama süresi	Oda hacminin %2'sinden küçük olması tercih edilir	Sürekli, geniş bant, dar bant veya ayrı frekans	$\Delta L \geq 10$ dB $K_1 \leq 0.5$ dB	A ağırlıklı ve bir-üç-oktav veya oktav bantlar	Öteki frekanslar-ağırlaştırılmış ses gücü düzeyleri
ISO 3743-1 Mühendislik (Derece 2)	Sert yüzeyli oda duvarları	Hacim ≥ 40 m^3 $\alpha \leq 0,2$	Oda hacminin %1'sinden küçük olması tercih edilir	Herhangi bir, fakat yalıtılmamış çıkış	$\Delta L \geq 6$ dB $K_1 \leq 1.3$ dB	A ağırlıklı ve oktav bantlarda	Öteki frekanslar-ağırlaştırılmış ses gücü düzeyleri
ISO 3743-2 Mühendislik (Derece 2)	Özel çınlama odası	70 m$^3 \leq V \leq 300$ m^3 0.5 s $\leq T_{nom} \leq 1.0$s	Oda hacminin %1'sinden küçük olması tercih edilir	Herhangi bir, fakat yalıtılmamış çıkış	$\Delta L \geq 4$ dB $K_1 \leq 2.0$ dB	A ağırlıklı ve oktav bantlarda	Öteki frekanslar-ağırlaştırılmış ses gücü düzeyleri
ISO 3744 Mühendislik (Derece 2)	Özellikle yansıtıcı yüzey üzerindeki serbest alan	$K_2 \leq 2$ dB	Kısıtlama yok, Sadece test edilebilir çerce tarafından limitlenir	Herhangi bir	$\Delta L \geq 6$ dB $K_1 \leq 1.3$ dB	A ağırlıklı ve bir-üç-oktav veya oktav bantlar	Kaynak yönlendirmesi; zaman fonksiyonu olarak SPL, tek-olay SPL, öteki frekanslar-ağırlaştırılmış ses gücü düzeyi
ISO 3745 Kesinlik (Derece 1)	Anechoic veya Yarı-anechoic oda	Özelleştirilmiş gereksinimler; yüzey ölçümleri tümü ile tanımlanmış alan dâhilinde olmalı	Karakteristik boyut, 1/2 ölçüm yüzeyi çapından büyük olmamalıdır.	Herhangi bir	$\Delta L \geq 10$ dB $K_1 \leq 0.5$ dB	A ağırlıklı ve bir-üç-oktav veya oktav bantlar	Pozitif ses enerji düzeyinin üzerindeki değer olarak özdeş
ISO 3746 Tetkik (Derece 3)	Özel test çevresi gerektirmiyor	$K_2 \leq 7$ dB	Kısıtlama yok, Sdece test edilebilir çerce tarafından limitlenir	Herhangi bir	$\Delta L \geq 3$ dB $K_1 \leq 3$ dB	A-ağırlıklı	Bir zaman fonksiyonu olarak ses basıncı düzeyi
ISO 3747 Mühendislik veya Tetkik (Derece 2 veya 3)	Genel olarak bölgedeki kaynak noktasındaki çınlama alanı, konumlanan özellik gereksinimlerine karşı	Özelleştirilmiş Gereksinimler	Kısıtlama yok, Sdece test edilebilir çerce tarafından limitlenir	Sürekli, geniş bant, dar bant veya ayrı frekans	$\Delta L \geq 6$ dB $K_1 \leq 1.3$ dB	Oktav bantlardan A-ağırlıklı	Bir zaman fonksiyonu olarak ses basıncı düzeyi

Çizelge 3.13 : ISO 3475 standardına göre yarı-küresel ölçümde en az 20 ölçüm noktasının konumları anlatılmaktadır. (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Pozisyon numarası	x/r	y/r	z/r
1	-1.00	0	0.025
2	0.50	-0.86	0.075
3	0.50	0.86	0.125
4	-0.49	0.85	0.175
5	-0.49	-0.84	0.225
6	0.96	0	0.275
7	0.47	0.82	0.325
8	-0.93	0	0.375
9	0.45	-0.78	0.425
10	0.88	0	0.475
11	-0.43	0.74	0.525
12	-0.41	-0.71	0.575
13	0.39	-0.68	0.625
14	0.37	0.64	0.675
15	-0.69	0	0.725
16	-0.32	-0.55	0.775
17	0.57	0	0.825
18	-0.24	0.42	0.875
19	-0.38	0	0.925
20	0.11	-0.19	0.975

Paralel yüzey mikrofon pozisyonu dizisi kutu şeklindeki makine veya ekipmanların ses gücü düzeyinin tanımlanması için kullanılır. ISO 3744 standardında detaylandırılmış gereksiminler, mikrofon pozisyonu seçimi için ve gerekli olan mikrofon âdeti için anlatılmaktadır. Bu standarda göre minimum mikrofon âdeti 9 olmalıdır. ISO 3744 metoduna göre silindirik ölçüm yüzeyi için mikrofonların konumlandırması şekil 3.10'da verilmektedir.



Şekil 3.9 :ISO 3744 standardına göre minimum mikrofon pozisyonları (solda) ve silindirik ölçüm yüzeyi (sağda) (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

ISO 3744 ve ISO 3745 standardına göre ses gücü düzeyinin tanımlanması için genel prosedür aşağıda anlatılmaktadır.

1- Test odası ayarlanmalıdır ve tüm çevresel koşullar kaydedilmelidir.

2- Mikrofon ve aygıtlar kalibre edilmelidir.

3- Ses kaynağı kurulmalıdır.

4- Ölçüm yüzeyi seçilmelidir ve mikrofonlar ilgili konumlarına yerleştirilmelidir.

5- Test halindeki ses kaynağı çalıştırılmalıdır ve ilgili frekans bantları için her mikrofon pozisyonu ölçülmelidir.

6- Ses kaynağı kapatılmalı ve arka plan gürültü düzeyi ölçülmelidir.

7- Ses basıncı verisi arka plan gürültüsü ve çevresel koşullar için doğrulanmalıdır. Eğer gerekliyse.

8- Yüzey ortalama bant ses basıncı düzeyi hesaplanmalıdır.

9- Yüzey ortalama bant ses basıncı düzeyi hesaplanmalıdır ve daha sonra meteorolojiksel koşullar için düzeltmeler göz önünde tutulmalıdır.

Aşağıdaki formül, alt ölçüm yüzeyi ile her mikrofon pozisyonu ilişkilendirildiğinde ve ilgili ölçüler birbirine eşit olduğu zaman kaynağın ses gücü düzeyinin tanımlanması için kullanılabilir.

$$L_w = \left(L_p\right)_S + 10\log \frac{S}{S_0} \qquad \textbf{(3.19)}$$

Burada;

Lw= Ses gücü düzeyi, dB (10^{-12} W)

$(L_p)_S$= Ölçüm yüzeyini üzerindeki ortalama ses basıncı düzeyi, dB (yüzey ses basıncı düzeyi, $2x10^{-5}$ N/m^2)

S= Ölçüm yüzeyinin alanı, m^2

S_0= 1 m^2

İleri düzeyde yönlendirilmiş kaynaklar için standartlar, ileri yönlendirilmiş bölgelerde alt ölçüm yüzeyi sayısının artmasını gerektirmektedir ve her alt ölçüm yüzeyinin bir biri ile ilişkilendirilmesi gerekir.

Ses gücü düzeyi birbirleri ile ilişkili olmayan alt alanlarda aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir.

$$Lw = 10\log \sum_{i} Si \text{ x } 10^{\frac{Lpi}{10}} - 10\log D \qquad \textbf{(3.20)}$$

Burada;

Lw= Ses gücü düzeyi, dB (10^{-12} W)

Lpi= i'inci alan bölgesindeki toplam ses basıncı düzeyi, dB ($2 \text{ x } 10^{-5}$ N/m^2)

Si= i'inci alan bölgesinin m^2'si

$10^{Lpi/10} = p_i^2 / p_{ref}^2$

D= pc / 400

pc= Karakteristik hava direnci, N.s/m^2(Normal oda koşullarında 406'ya eşit)

Arka plan gürültüsü için düzeltme, K_1, kaynak çalıştırılmadan elde edilen ses basıncı düzeyi,ΔL_i, ile kaynak çalıştırılarak elde edilen ses basıncı düzeyi arasındaki dönemsel farklılıkları belirtmek için kullanılır.

$$K_1 = -10 \log \left(1 - 10^{-0.1 \Delta Li} \right) \text{ dB} \qquad \textbf{(3.21)}$$

3.2.4 Anechoic Uzayda Ölçüm

Kesinleşen örneklerde görüldüğü üzere serbest alanda sesin yayılımı, yansıtıcı yüzeyin etkisi olmadan değerlendirilebilir ve bu yaklaşımla gürültü kaynağının ses gücü düzeyi tanımlanabilmektedir. Uzak mesafelerde yansıtıcı yüzeyin yapıcı ve yıkıcı etkileşime (özellikle gürültü emisyonu farklı frekans birleşimleri içerdiği zaman) sebep olduğu gibi yayılan ses gücünü etkilemektedir.(özellikle düşük frekanslarda). Bu sebeple tonal kaynakların gürültü ölçümleri(yönlendirme ve öteki özelleşmiş ölçümler) sert zemin üzerine konumlandırılmamalı ve tam olarak anechonic mekân seçimi tercih edilmelidir. Bu sebeple uzay ortalama ses basıncı düzeyi küresel yüzey ölçüm metoduna göre yapılır ve ISO 3745 standardı doğrultusunda gerçekleştirilir.

ISO 3745 standardı için en az 20 mikrofon pozisyon dizisi gerekmektedir ve bu mikrofonlar küresel yüzey üzerinde tanımlanmalıdır. 20 mikrofonun kartezyen koordinatlarının konumlandırılması aşağıdaki Çizelge 3.14'te verilmektedir.

Çizelge 3.14 : ISO 3745 standardına göre tam-küre ölçüm yüzeyi üzerindeki 20 mikrofonun konumlandırılmasının tanımlanması.

Pozisyon numarası	x/r	y/r	z/r
1	-1.00	0	0.05
2	0.49	-0.86	0.15
3	0.48	0.84	0.25
4	-0.47	0.81	0.35
5	-0.45	-0.77	0.45
6	0.84	0	0.55
7	0.38	0.66	0.65
8	-0.66	0	0.75
9	0.26	-0.46	0.85
10	0.31	0	0.95
11	1	0	-0.05
12	-0.49	0.86	-0.15
13	-0.48	-0.84	-0.25
14	0.47	-0.81	-0.35
15	0.45	0.77	-0.45
16	-0.84	0	-0.55
17	-0.38	-0.66	-0.65
18	0.66	0	-0.75
19	-0.26	0.46	-0.85
20	-0.31	0	-0.95

3.2.5 Ses Gücü Düzeyinin Tanımlanması ve Çevresel Düzeltmeler

Önceki bölümlerde, sadece ölçüm yüzeyi üzerindeki ortalama ses basıncı düzeyinin tanımlanması için doğrulamaların uygulanması arka plan gürültüsünün varlığından kaynaklanmaktaydı. Eğer oda yüzeyinden yansımalar, ilgili frekans bantlarında ölçülen yüzey ses basıncı düzeyi etkiliyorsa, bu yansımalar göz önünde tutularak ikinci bir düzeltmenin yapılması gerekli olabilir. Bu durum çevresel düzeltme olarak adlandırılır ve K_2 olarak tanımlanır.K_2 hem A-ağırlıklı değerler için ve hem de ilgili frekans bantları için hesaplanmalıdır.K_2 direk olarak ölçülen ses basıncı değerinden çıkartılmalıdır.(Sonra arka plan gürültü doğrulaması uygulanmalıdır.)

ISO 3744 standardında çevresel düzeltme limitleri maksimum 2 dB değerini alır. Düzeltme birçok yoldan tanımlanabilir.

1- Referans kaynaktaki kalibre edilmiş ses gücü düzeyini, $L_{Wr,}$ ile odadaki aynı kaynaktan ölçülen ses gücü düzeyinin karşılaştırılması ile tanımlanabilir. Bu işlemden sonra çevresel düzeltme $K_2 = L_w - L_{Wr}$ olarak hesaplanır.

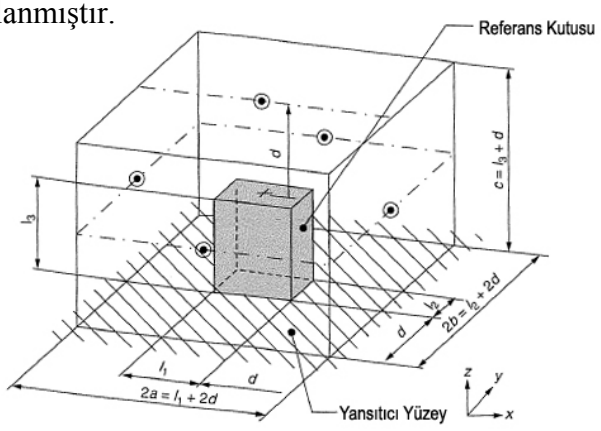
2- İlk eşdeğer ses emilim alanının tanımlanması tarafından, A ve çevresel düzeltme olarak $K_2 = 10 \log[1+4(S/A)]$ dB'ın hesaplanması tarafından belirlenir. Buradaki S ölçüm yüzeyidir. A'nın tanımlanabilmesi için ISO 3744 standardında yöntem mevcuttur: a metodunda oda içerisindeki çınlama süresi kullanılır

3- Yaklaşık metodu kullanılarak A'nın belirlenmesi, sadece A-ağırlıklı çevresel düzeltme teriminin değer tanımlamasında kullanılır. $K_{2A}= 10 \log[1 + 4(S/A)]$. Buradaki ses emilim katsayısı α aşağıdaki tablodan tahmin edilir. Eşdeğer ses emilim alanı A ise bir önceki işlemden sonra $A=\alpha.S_V$ formülünden hesaplanır. Burada S_V test odasının sınır yüzeylerindeki toplam alana eşittir.

Çizelge 3.15 : Odanın tanımlamasına göre değişen ses emilim katsayısı

Ses emilim Katsayısı, α	Oda tanımlaması
0,05	Betonarme, tuğla kaplama, Alçı Sıva gibi sert duvar tipinde yapılan pürüzsüz sert yüzeylerin neredeyse boş bir odada bulunması
0,1	Kısmen boş oda; oda ile birlikte pürüzsüz duvarlar
0,15	Mobilyalı oda; dikdörtgen mekanizma odası, dikdörtgen endüstriyel oda
0,2	Mobilyalarla birlikte düzensiz şekillendirilmiş oda; düzensiz şekillendirilmiş mekanizma odası veya endüstriyel oda
0,25	Kaplanmış mobilyalı oda; duvarlarda veya tavanda küçük miktarda ses emilim malzemesi kullanılarak elde edilen mekanizma odası veya endüstriyel oda
0,35	Tavanlarda ve duvarlarda ses emici malzemeli oda
0,5	Tavanlarda ve duvarlarda yüksek miktarda ses emici malzemeli oda

Ayrıca, referans olarak ISO 3746'da kullanılabilir. Bu standartta odadaki A-ağırlıklı ses gücü tanımlamasında çevresel düzeltme oranı 7 dB'e kadar çıkabilir. Bu standart bölge noktasındaki kaynağın bulunduğu yerde uygulanacaksa yararlı olabilir. Bu durumlarda kaynak test ve laboratuar koşullarına taşınması oldukça güçtür. ISO 3746 standardında A- ağırlıklı ses güç düzeyinin belirsizlikleri ISO 3744 ve ISO 3745 standartlarına göre daha fazladır. ISO 3746 standardında hem paralel yüzlü ölçüm metodu kullanılabilir hem de yarım küresel ölçüm yüzeyi metodu kullanılabilir. Aşağıdaki iki ayrı şekilde, sistemlerinde kullanılan mikrofon sayısı olabileceği en az değerini alacak şekilde ayarlanmıştır.



ISO 3746 standardına göre dikdörtgensel ölçüm yüzeyi için mikrofon pozisyonları

Şekil 3.10 :ISO 3746 standartına göre dikdörtgensel ölçüm yüzeyi için mikrofon pozisyonları

Ses gücü düzeyinin tanımlanması için örnek çalışma ve modelleme

Güç kaynağından kaynaklı gürültü emisyonunun matematiksel model yardımı ile tahmini için Lertsawat K., Tangjaitrong S. ve Areebhol P. adlı yazarlar örnek bir model geliştirmişlerdir. Güç kaynağı gürültü tahmin modelini geliştirmek için, dış mekân ses yayılma prensipleri kullanılmıştır. Matematiksel modelleme daha doğru ses gücü düzeyini elde edilmesini sağlamaktadır. Ses basıncı düzeyi ISO 1996/2 standardı doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Ses düzeyinin tahmini ölçüm ve hesaplama metotları, ses gücü düzeyi (PWL) tanımlamasından yola çıkarak ISO 3746'ya göre dış mekan SPL ölçümlerini gerektirmektedir. Geliştirilmiş bilgisayar programlarından Visual Basic program dilini kullanarak bu modelin hesaplanmasını hedeflemiştir. Bu hesaplanan SPL düzeyi verileri ile SPL saha ölçümleri verilerini karşılaştırmıştır. Bu karşılaştırılabilir sonuçlar modelin doğruluk düzeyi hakkında bilgi sahibi olunmasını sağlamaktadır. Karşılaştırılan ölçümler, modelin verileri ile gerçek site ölçümleri arasında en fazla 10 dB'lik bir oynama olduğunu göstermiştir.

Bu örnek çalışmada kullanılan formüller;

$$\mathrm{SPL} = \mathrm{PWL} + \sum \Delta \mathrm{L} \ \ \mathrm{dB} \qquad \textbf{(3.22)}$$

$$\mathrm{PWL} = (\mathrm{SPL} - \mathrm{K}) + 10\log_{10}\frac{\mathrm{S}}{\mathrm{S}_0} \ \ \mathrm{dB} \qquad \textbf{(3.23)}$$

$$\mathrm{SPL} = 10\log_{10}\left[\frac{1}{\mathrm{n}}\sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{n}} 10^{0,1\mathrm{SPLi}}\right] \qquad \textbf{(3.24)}$$

$$\mathrm{PWL} = \mathrm{SPL} + 10\log_{10}(2\mathrm{S}) - 1 \qquad \textbf{(3.25)}$$

K Dış mekan çevresel düzeltme

S Ölçüm Yüzeyi

PWL Gürültü kaynağı ses düzeyi dB,

$\sum \Delta L$ Düzeltme faktörü, tüm yayılım yollarındaki dış mekân ses yayılımının özeti

Gürültü kaynağının PWL değeri ISO 3746'dan alınan eşitlik 3.23 ve eşitlik 3.24 , Colenbranderin metodu eşitlik 3.25 ve çizelge 3.16'daki yüzey alan metodu içerisinde değerlendirilebilir. (Applied Acoustic 58 (1999) 469-477)

Çizelge 3.16 : İlgili sistemi anlatan tablo (Applied Acoustic 58 (1999) 469-477)

Alan Kaynak Hesaplama Formülü	
Sınırlama	Formül
$r \leq a/\pi$	PWL= SPL dB(a)
$a/\pi \leq r \leq b/\pi$	PWL= SPL + $10\log_{10}(a/R)$-5 dB (b)
$r \geq b/\pi$	PWL= SPL + $10\log_{10}(ab/R^2)$-10 dB (c)
Düz yüzey kaynakta ve dikey boyut bulunmadığında düz yüzeye d uzaklığında K=2-(4/π), A=a/d, B=b/d	PWL=SPL–10log10Ψ-8 dB $\Psi = \frac{\frac{A+\sqrt{1+2A}}{B+\sqrt{1+B2}}}{A+B+\sqrt{1+A2+B2+KAB}}$

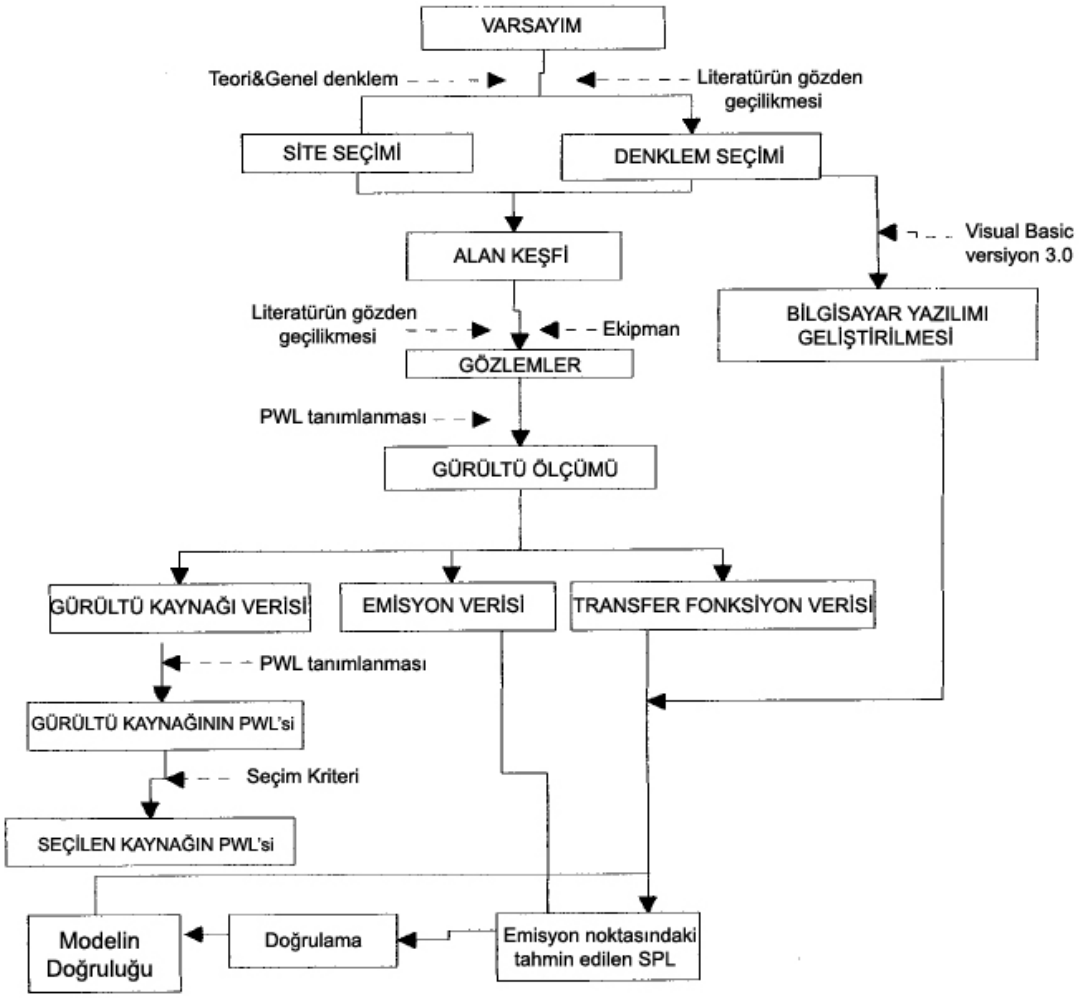
Sesin serbest alanda yayılması incelenirken aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

$$\sum \Delta L = \Delta L_{DIV} + \Delta L_{AIR} + \Delta L_{REF} + \Delta L_{GRD} + \Delta L_{SCR} \qquad \textbf{(3.26)}$$

$$\Delta L_{DIV} = -10\log_{10} 4\pi R_D{}^2 \qquad \textbf{(3.27)}$$

$$d > (H_S - H_R) \qquad \Delta L_{DIV} \approx -20\log_{10} d - 11 \qquad \textbf{(3.28)}$$

$$\Delta L_{air} = -\alpha_a R_d \quad dB \qquad \textbf{(3.29)}$$



Şekil 3.11 : Ses Gücü Düzeyinin Tanımlanması için yapılan çalışmanın metodolojisi. (Applied Acoustic 58 (1999) 469-477)

Bu çalışma için kullanılan fabrikadaki temel gürültü kaynakları olan tribünler, yoğunlaştırıcılar, besleyici pompa, yanıcı odalar ana binalarda konumlanmıştır. Bu binalar kutu duvarlarla kapatılmıştır. Yazarlar ölçüm prosedürünü kolaylaştırmak için ana binaları üç ayrı zona bölmüştür. Bunlar sol, merkez ve sağ bölgeleridir. SPL ölçümleri üç ayrı bölge için ardı ardına yapılmıştır. Bu durumda PWL hesaplanması ve tanımlanması için yüzey alan metodu kullanılmıştır. Hesaplanan PWL değerleri sırası ile 114,7, 112,9, 118,2 dB sol bölge, sağ bölge ve merkez bölge olacak şekilde gözlemlenmiştir. Havalandırma kulesinden kaynaklanan gürültü çalışan motorlar, pervane fanlar, su pompası ve su inişi sebebi ile oluşmaktadır. Rayong birleştirilmiş güç kaynağı fabrikasındaki havalandırma ve ana binanın gürültü kaynakları aşağıda belirtilen iki ayrı tabloda anlatılmaktadır.

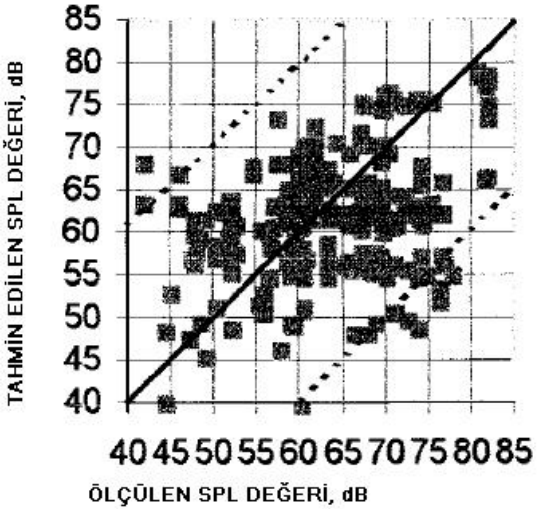
Çizelge 3.17 : Colenbrander metodu ile dB olarak PWL hesaplanması
(Applied Acoustic 58 (1999) 469-477)

Mekanizma	1/1 oktav Bant dB olarak PWL								PWL
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB
Havalandırma Kulesi	93.8	97.5	100.4	106.8	109.4	109.9	110.5	109.3	116.5

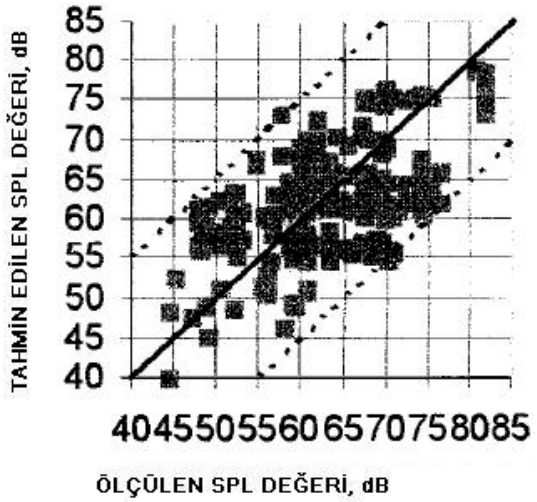
Şekil 3.12 :Yüzey alan metodu ile dB olarak PWL hesaplanması
(Applied Acoustic 58 (1999) 469-477)

Mekanizma	1/1 oktav Bant dB olarak PWL								PWL
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB
Ana Bina	107.8	116.1	109.6	109.8	109.4	110.7	111.9	110.1	116.5

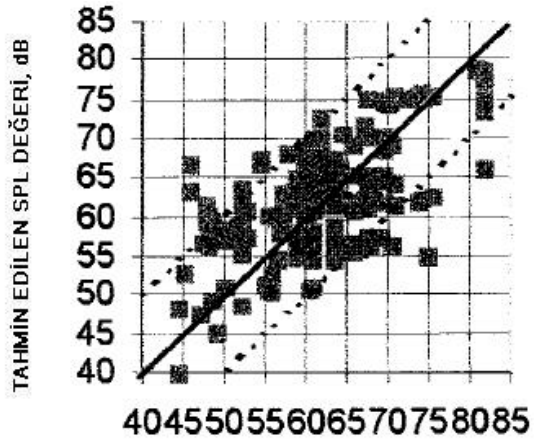
İlgili çalışmada transer yolu verilerinin girilmesi ve ilgili hesaplama yöntenimin uygulanması önem az etmektedir. Her bir transfer yolu düzeltme verileri için tahmini hesaplanan verilerin değerleri ile ölçülen SPL değeri karşılaştırılması sonucu elde edilen sonuçlar saçılma çizeneği şeklinde gösterilmektedir. Bu saçılma sonuç grafikleri, ilgili transfer yolu etkileşimini ve ilgili verilerin sonuç değerlerine etkisini anlatmaktadır. Bu veriler uzaklığa bağlı azalım, zemin emilimi, atmosferik emilim ve kıvrılma etkisini içermektedir.



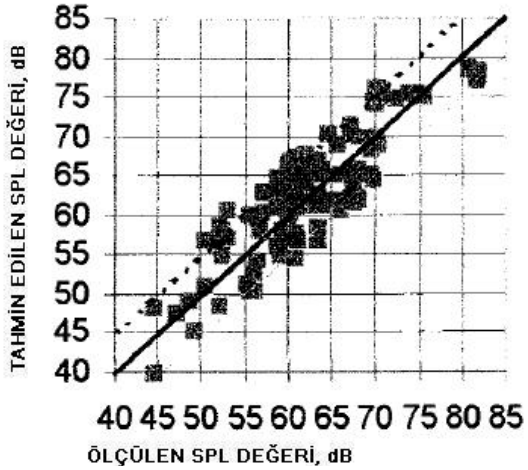
Şekil 3.13 :Ölçülen SPL değeri ve ΔL_{div} ile tahmin edilen SPL değerinin karşılaştırılması



Şekil 3.14 :Ölçülen SPL değeri ve ΔL_{div}, ΔL_{air}, ΔL_{grd} ile tahmin edilen SPL değerinin karşılaştırılması



Şekil 3.15 :Ölçülen SPL değeri ve yanında bulunan küçük kaynakların hariç tutulması beraberinde ΔL_{div}, ΔL_{air}, ΔL_{grd} ile tahmin edilen SPL değerinin karşılaştırılması



Şekil 3.16 :Ölçülen SPL değeri ve yanında bulunan küçük kaynakların ve yukari yönlü kıvrılım durumlarının hariç tutulması beraberinde ΔL_{div}, ΔL_{air}, ΔL_{grd} ile tahmin edilen SPL değerinin karşılaştırılması

Anlatılan grafiklerde çevresel faktörlerin hesaplama yöntemine etkisini tanımlamaktadır. En son grafikte birçok çevresel etki söz konusu olup hesaplanan ile ölçülen arasındaki farkın en az olduğu görülmektedir. Yukarıdaki çalışma fabrikadan yayılan sesin hesaplama modelindeki hata payının belirlenebilmesi içindir.

Bu çalışmada için 115 emisyon noktası belirlenmiş olup 225 yayılım yolu incelenmiştir. İlgili model alanının doğru hesaplanabilmesi için iletim yolu koşullarının etkileri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloda ilgili verilerinin göz önünde tututması sonucu hesaplanan sonuç değerileri ile gerçek ölçüm değerleri arasındaki farkın değerlendirilmesi anlatılmaktadır.(Applied Acoustic 58(1999)469-477)

Çizelge 3.18 : Çevresel koşulların göz önünde tutulması ile ölçülen ve hesaplanan SPL değerleri arasındaki farklar (Applied Acoustic 58 (1999) 469-477)

DOĞRULUK DÜZETLERİ			
± 20 dB	± 15 dB	± 10 dB	± 5 dB
Uzaklık faktörü, Yukarı yönlü kırılım	Uzaklık faktörü, Yukarı yönlü kırılım Atmosfer emilimi, Zemin etkisi	Uzaklık faktörü, Yukarı yönlü kırılım Atmosfer emilimi, Zemin etkisi, Yönlendirme etkisi	Uzaklık faktörü, Yukarı yönlü kırılımın gerçekleşmediği durum, Atmosfer emilimi, Zemin etkisi, Yönlendirme etkisi

Bilgisayar programı olan Visual Basic ile oluşturulan hesaplama sisteminde faktörlerin göz önünde tutulması ile değişen hata payları çizelge 3.21'de anlatılmaktadır.

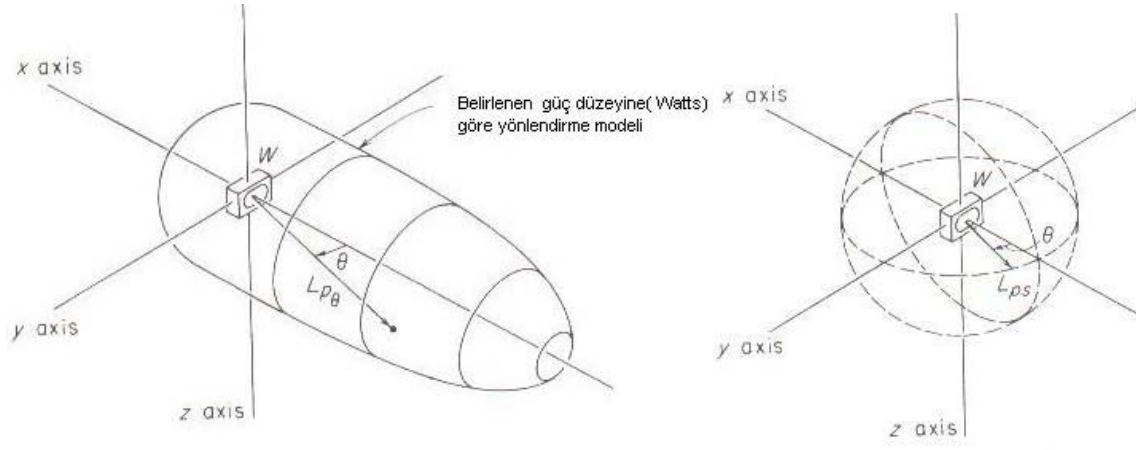
4. SESİN SERBEST ALANDA YAYILMASI

4.1 DOĞRULTULULUK ÖZELLİKLERİ

4.1.1 Kaynak Yönlendirmesinin Tanımlanması

Kaynakların doğrultusuna bağlı olarak uzaklığa göre değişen ses basınç düzeyinin belirlenmesinde kullanılan bir tanımdır. Belirlenmiş bir frekans bandına göre kaynaktan eşit uzaklıktaki noktalarda farklı ses basınç düzeylerinin oluştuğu gözlemlenebilmektedir. Bu durumun sebebi kaynağının doğrultusu ile ses basınç düzeyi arasındaki ilişki sebebiyledir.

Yönlendirme model formu üç boyutlu yüzeyden oluşan varsayım örneği aşağıda verilmektedir. Aşağıdaki modelde gösterildiği üzere ses basınç düzeyinin sabit olduğu noktalara bakıldığında ses yayılımı, sesin yönlenme durumuna göre simetriyi korumaktadır. Herhangi bir yüzey ve engel olmadığı varsayılarak kaynaktan tüm yönlere eşit olarak ses yayıldığını kabul edersek, sistemin küresel yayılım model formunu sergilediği gözlemlenir. Bu durumda ses basıncı Lp uzaklığın her iki katına çıktığı uzaklık durumunda 6 dB azalma sergiler.



Şekil 4.1 : Kaynak yönlendirmesini grafiksel olarak anlatımı (Sağdaki şekil küresel yayılım model formunu sergiliyor.) (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

4.1.2 Yönlendirme Faktörü

Yönlendirme faktörü Q, matematiksel olarak tanımlanacak olursa boyutsuz nicelik olarak açıklanabilir. Yönlendirme faktörünü anlamak için gerekiyorsa Şekil 4.1'de belirtilen iki şekilden yararlanılabilir. İki şekliden biri tüm yönlere eşit olacak şekilde ses güç dağılımı sergilerken diğer şekilde farklı açı ve uzaklık değerlerine göre ses güç düzeyi farklılık gösterebiliyor.

Varsayılan yönlendirme faktöründe küresel yayılma şeklinde kaynağın doğrultusuz tüm yönlere eşit ses güç yayılımı sergilediğinde değişen uzaklık (yarıçap – r) ve yönlenme açısı ses güç düzeyi değiştirmemektedir. Sabit uzaklıktaki noktalarda ses güç düzeyi değişmemektedir.

Yönlendirme faktörü Qθ tanımını yöne bağlı olarak değişen yayılım (W/m2) oranı olarak tanımlanabilir ve ses basınç düzeyi oranlarına göre formülleştirilebilir. Bu formül belirli bir yönü olmayan tüm yönlere eşit ses yayan kaynağın (nondirectional) anechoic uzaydaki r uzaklık birimindeki ses basıncı ölçüm değeri ile kaynağın (directional) normal bulunduğu anechoic uzaydaki uzaklık birimi ve θ açı değerindeki ses basıncı ölçüm değeri oranlaması olarak tanımlanabilir. ($p_\theta{}^2$ [($N / m^2)^2$])

$$Q_\theta = \frac{p_\theta{}^2}{p_s{}^2} = \frac{10^{\frac{Lp\theta}{10}}}{10^{\frac{Lps}{10}}} \text{ Boyutsuz} \qquad \textbf{(4.1)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

$$Q_\theta = 10^{\frac{Lp\theta - Lps}{10}} \qquad \textbf{(4.2)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

$L_{p\theta=}$ yayılan ses kaynağından (directional) r uzaklık değerinde ve kaynağa göre θ açısındaki noktanın anechoic uzaydaki ses güç düzeyi (Şekil 4.1- soldaki şekil)

$L_{ps=}$ tüm yönlere eşit ses yayan kaynağın (nondirectional) r uzaklık değerinde ve kaynağa göre θ açısındaki noktanın anechoic uzaydaki ses güç düzeyi (Şekil 4.1- sağdaki şekil)

Not= Q_θ hesaplanmasında L_{ps} ve $L_{p\theta}$ ses güç düzeyi aynı θ açısı ve aynı r uzaklığı sabit olacak şekilde tanımlanır.

4.1.3 Yönlendirme Endeksi

Yönlendirme endeksini basit olarak tanımlayacak olursak;

$$DI_\theta = 10 \log Q_\theta \text{ dB} \quad \textbf{(4.3)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Veya;

$$DI_\theta = Lp\theta - Lps \quad \textbf{(4.4)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Tüm yönlere eşit ses yayan kaynağın (nondirectional source) küresel uzaydaki Q_θ=1değerini aldığı ve tüm θ açısındaki noktalarda DI=0 değerini aldığını kesinlikle söylenebilir..

4.1.4 Lpθ ve Yönlendirme Endeksi Arasındaki Bağıntı

Lpθ ve yönlendirme endeksi arasındaki bağıntı aşağıda verilen formul yardımı ile açıklanabilir.

$$L_{p\theta} = Lw + DI_\theta - 20 \log r - 11 \text{ dB} \quad \textbf{(4.5)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

$L_{p\theta=}$ yayılan ses kaynağından (directional) r uzaklık değerinde ve kaynağa göre θ açısındaki noktanın anechoic uzaydaki ses güç düzeyi (Şekil 4.1- soldaki şekil)

r= Kaynağın akustik merkezinden olan uzaklık değeri

DI_Θ= Yönlendirme indeksi

Lw= Kaynağın ses gücü düzeyi

4.1.5 Küresel Uzayda Yönlendirme Endeksinin Tanımı

Yönlendirme endeksi DI_θ küresel uzayda θ açısı ile verilen frekans bandındaki formülleştirilmiş tanımlanması aşağıda verilmektedir.

$$DI_\theta = L_{p\theta} - \left(L_p\right)_s \quad \textbf{(4.6)}$$

$L_{p\theta=}$ yayılan ses kaynağından (directional) r uzaklık değerinde ve kaynağa göre θ açısındaki noktanın ses basınç değeri, dB

$(L_p)_{s=}$ Küresel yayılımdaki merkez kaynağın r çapındaki uzaklık noktasındaki ($4\pi r^2$) ortalama ses basınç düzeyi.

4.1.6 Yarım Küresel Uzayda Yönlendirme Endeksinin Tanımı

Yönlendirme endeksi DI_θ rijit yüzey üzerindeki serbest yayılımı θ açısı ile verilen frekans bandındaki formülleştirilmiş tanımlanması aşağıda verilmektedir.

$$DI_\theta = L_{p\theta} - \left(L_p\right)_H + 3\ dB \qquad \textbf{(4.7)}$$

$L_{p\theta=}$ yayılan ses kaynağından (directional) r uzaklık değerinde ve kaynağa göre θ açısındaki noktanın ses basınç değeri, dB

$(L_p)_{H=}$ Yarıküresel yayılımdaki merkez kaynağın r çapındaki uzaklık noktasındaki $(2\pi r^2)$ ortalama ses basınç düzeyi.

Belirli bir doğrultusu olamayan tüm yönlere eşit yayılan sesin (nondirectional) yarım küresel yayılımındaki değeri DI_θ = DI= 3 dB'dir.

4.1.7 Çeyrek Küresel Uzayda Yönlendirme Endeksinin Tanımı

Yönlendirme endeksi DI_θ çeyrek küresel uzayda θ açısı ile verilen frekans bandındaki formülleştirilmiş tanımlanması aşağıda verilmektedir.

$$DI_\theta = L_{p\theta} - \left(L_p\right)_Q + 6\ dB \qquad \textbf{(4.8)}$$

$L_{p\theta=}$ yayılan ses kaynağından (directional) r uzaklık değerinde ve kaynağa göre θ açısındaki noktanın ses basınç değeri, dB

$(L_p)_{Q=}$ Çeyrek küresel yayılımdaki merkez kaynağın r çapındaki uzaklık noktasındaki (πr^2) ortalama ses basınç düzeyi

4.2 DIŞ MEKÂNDA SESİN YAYILMASI

4.2.1 İlgili Kaynak Tipinin Tanımlanması

Açık alanda sesin yayılması için tanımlanan üç farklı kaynak tiplemesi bulunmaktadır. Bunları;

- Nokta Kaynak
- Çizgi Kaynak
- Düzlem Kaynak başlıkları altında toplanabilir.

Standartlar ve ilgili çalışmalar doğrultusunda hareket edilerek sesin serbest alanda yayılmasının incelenmesi durumunda, ses yayılımının karakteri olarak daha çok

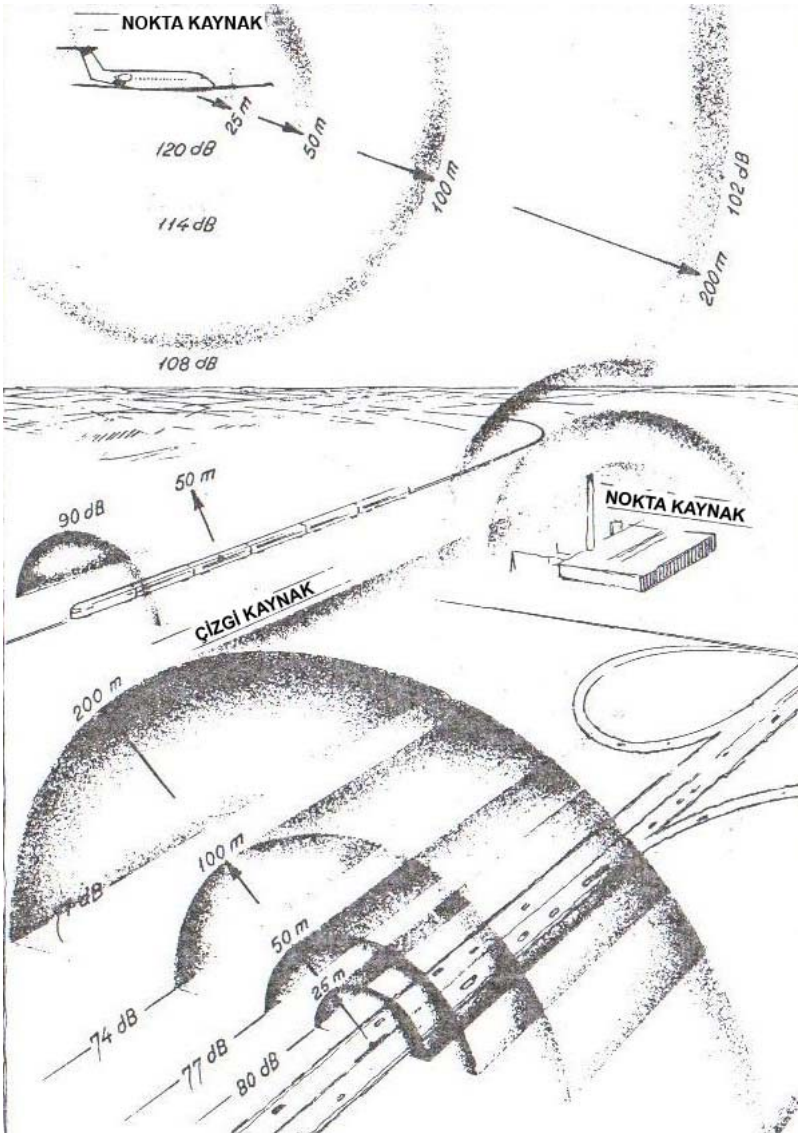
nokta kaynak kullanıldığı görülmektedir. Kaynak tiplerinin nokta kaynak olduğunu varsayarak ses basıncı eşitlik 4.5'te belirtilen şekilde hesaplanabilir.

Sonsuz çizgi kaynak ses yayılımı silindirik ses yayılımı olarak tanımlanabilir.(Trafik gürültüsü vs..)Bu tür ses yayılımının tanımlanması için aşağıdaki formül kullanılabilir.

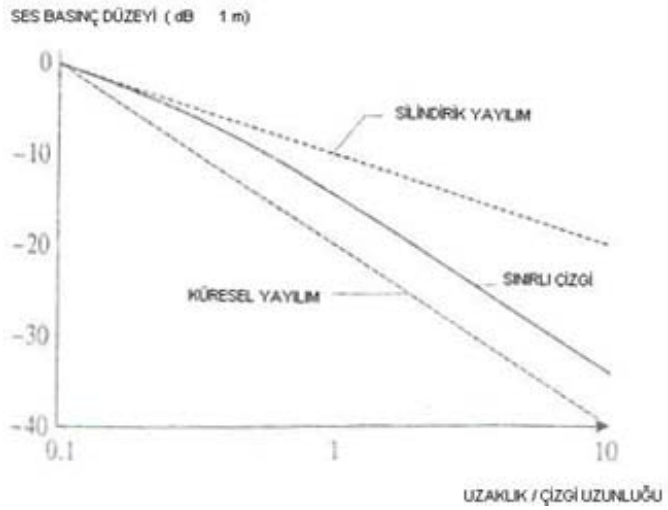
$$Lp = Lw - 10 \log d - 8 + 10\log \frac{2}{\tan \frac{1}{2d}} \qquad \textbf{(4.9)}$$

(THOMAS D. ROSSİNG, 2007)

d= Kaynaktan uzaklık



Şekil 4.2 : İlgili kaynak tiplerini ve uzaklığa bağlı ses basınç düzeyinin değişimi
(JOHN E. K. FOREMAN,1990)



Şekil 4.3 : Ses uzaklığa bağlı değişen ses basınç düzeyi karşılaştırma grafiği
(THOMAS D. ROSSİNG, 2007)

4.2.2 Kaynak Tiplerinden Sabit Nokta Kaynak

Avrupa bilgisayar ortanımdaki gürültü haritalama simulasyon programları gürültü kaynağı olarak tanımlanan kaynakları küçük parçalara bölerek bu parçaları nokta kaynak olarak tanımlamaktadır. Aşağıdaki bilgilerin olması sistemin nokta kaynaklara bölünmesi için yeterli olacaktır.

- Kaynağın en büyük boyutu alıcı ile kaynak arası uzaklığın yarısından küçük olması gerekmektedir.
- Ses gücünün kaynaktan yayılana eşit olması gerekir ve
- Benzer yayılma koşulları kaynak elemanı ve alıcı arasındaki tüm noktalarda var olması gerekmektedir.

Son gereksinim sesin yayılma yolundaki zemin ve engel etkisi için uymalıdır. Kaynak ile alıcının yerden yükseklik farkı 0,3 m değerinden küçük olması bilgisayar programlaması için daha iyi sonuç elde edilmesini sağlamaktadır. Bilgisayar programlamasında aşağıdaki verilerin net olarak tanımlanması gerekmektedir.

Nokta kaynakta tanımlanan;

- Nokta kaynağın merkez konumu (x,y,z)
- Ses gücü olan Lw değerinin farklı frekans bantlarına göre düzeyi
- Frekans bantlarındaki yönlendirme endeksinin bulunması gerekir.(D_I)

Tercih edilen frekans bant aralıkları oktav bantların merkez frekansı olarak 63 Hz ile 8000 Hz arası olacak şekilde tanımlanabilir. Yüksek frekans değerleri atmosferik emilime daha fazla maruz kalırlar.

Ses ölçüm spektral değerleri ve nokta kaynağın yönlenme endeksi değeri spesifik kaynaklar için ölçülebiliyorsa öğrenilmelidir. Eğer imkân dâhilinde değilse, A-ağırlıklı tüm oktav bantlara göre ses gücü düzeyine aşağıdaki tablo yardımı ile (tahmin edilen yaklaşık değerlere) ulaşılabilir.

Çizelge 4.1 çok geniş endüstri gürültüsü için, trafik gürültüsü için, uçak trafiği gürültüsü için ve daha birçok gürültü kaynağı tipi için kullanılabilir. Oktav bantların dB olarak basınç değerlerini A-ağırlıklı olacak şekilde düzenlenip toplam ses gücü düzeyinin bulunması için bu çizelgeden yararlanılır.

Çizelge 4.1 : A ağırlıklı toplam ses gücü ile alakalı tipik A- ağırlıklı ve ağırlıksız oktav bant kaynak spectral değeri (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Oktav-Bant Merkez frekansı,Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{WA,oct} - L_{W,oct}$ dB	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1

Kaynaktan yayılan sesin toplam A-ağırlıklı ses düzeyinin hesaplanabilmesi için çizelge 4.1 kullanılır ve her oktav bantaki frekanslar A-ağırlık değerlere dönüştürülür. Oktav bantlardaki değerlerin ayrı ayrı değerlendirilip A- ağırlıklı toplam ses düzeyini hesaplamak için eşitlik 4.14 kullanılır.

$$L = 10\log\left[\sum_{i=1}^{n} 10^{\frac{Li}{10}}\right] \quad \text{dBA} \qquad \textbf{(4.10)}$$

İlgili her oktav banttaki ses basıncı düzeyi olan L_p ile ilgili temel ilişki eşitlik 4.15'te verilmektedir. A kaynağına d uzaklıkta bulunan ve ses gücü düzeyi Lw olan kaynak için eşitlik 4.15 kullanılmalıdır.

$$L_p(d,\Phi) = L_W + D_I(\Phi) + D_\Omega - A(d,\Phi) \qquad \textbf{(4.11)}$$

A(d,Φ)= Ses yalımla yolundaki etkileşime sebep olan iletişim faktörleri.(Ses enerjisinin azalmasına sebep olan faktörler)

D_I (Φ)= Yönlendirme indeksi

D_Ω= Ses yayılımı ile ilgili indeks(ses yayılımının kesiksiz açılar olacak şekilde 4 π steradyan açıdan küçük olmalı)

Ses gücü verisi dış mekân için belirtildiği zaman, $L_p(d,\Phi)$ ses gücü düzeyi çeşitli Φ yönlerinde kaynaktan d uzaklıkta tanımlanabilir. Ses transferi fonksiyonu olan $A(d,\Phi)$ değerinin zıt yönler için uygulanması önemlidir.(ses gücünden ses basınç düzeyinin hesaplanabilmesi)

Ses emisyonu tanımlanması, ses gücü düzeyinin serbest alanda yayılmasını içeren bir varsayımla değerlendirilebilir.(Kesiksiz açı $\Omega = 4\pi$) Bunun yerine kaynağın zeminde konumlandığı düşünülürse kesiksiz ses yayılım açısının 2π olduğu kabul edilir.

Genel olarak düzeltme endeksi D_Ω kaynak h_s yüksekliğinde ve alıcı h_r yüksekliğinde yansıtıcı yüzeyin üstünde konumlandığı takdirde hesaplanır. Düzeltme endeksi aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir.

$$D_\Omega = 10 \log \frac{1 + \left(d^2 + \left(h_s - h_r\right)^2\right)}{\left(d^2 + \left(h_s + h_r\right)^2\right)} \quad dB \qquad \textbf{(4.12)}$$

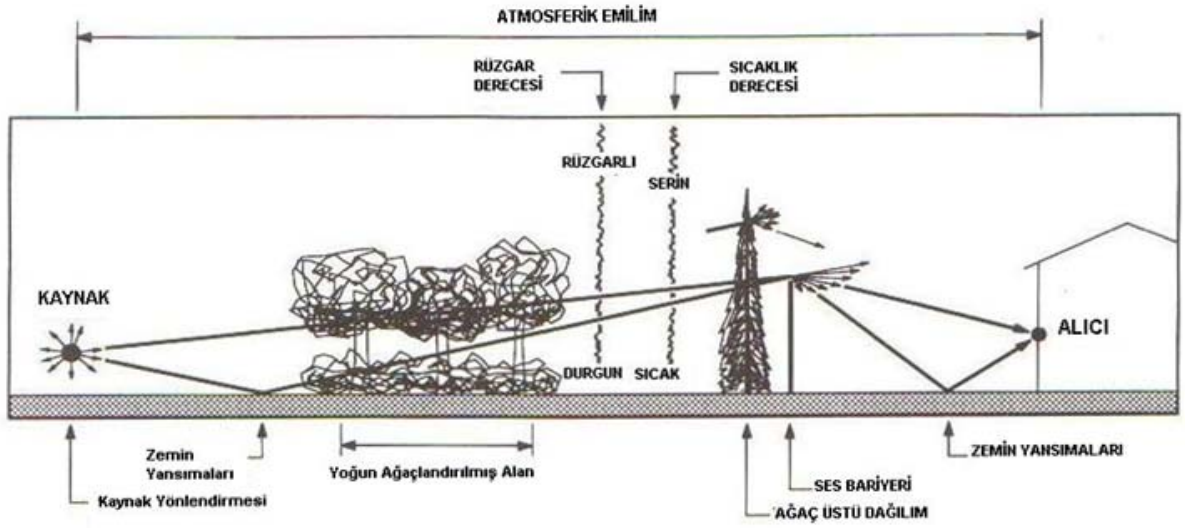
(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Burada;

h_s= Kaynak yüksekliği h_r= Alıcı yüksekliği

4.3 SES YAYILMA YOLUNDA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Dış mekânda sesin yayılması alıcı, kaynak ve yol olarak üç temel elemandan oluşmaktadır. İlk olarak ses kaynaktan yayılır ve alıcı- kaynak arasındaki yolda enerji kaybına uğrar ve bu şekilde alıcıya ulaşır. Aşağıdaki şekil dış mekândaki sesin yayılma mekanizmasını anlatmaktadır.



Şekil 4.4 : Dış mekândaki sesin yayılma mekanizması, (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992)

Ses transfer yolunda her türlü enerji kaybı ve yansımalardan kaynaklanan katkılar göz önünde bulundurulmalıdır. Küresel yayılımdan kaynaklanan uzaklığa bağlı azalım A_{div}, zemin etkisi A_{gr}, bariyerden kaynaklanan kırınım etkisi A_{bar}, kısmı yansımaları A_{refl}, atmosferik emilimi A_{atm} diğer faktörler A_{misc} olarak tanımlanır. Tüm etkenler bu konuda tanımlanacaktır.

4.3.1 Uzaklığa Bağlı Azalım (A_{div})

Serbest alanda küresel yayılım sergileyen kaynaktan d uzaklık değerindeki azalımı hesaplayabilmek için aşağıdaki formül kabul edilebilir.

$$Adiv = 10 \log \frac{4\pi d^2}{d_0^{\,2}} \ dB \qquad \textbf{(4.13)}$$

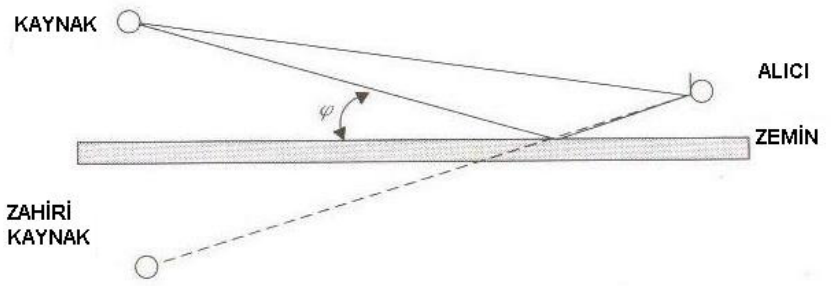
(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

d_0= Birim uzaklık, 1m

d= Alıcı ile kaynak arasındaki uzaklık değeri

4.3.2 Zemin Emilimi (A_{gr})

Alıcı ile kaynak arasında ses iletimi incelendiği takdirde sadece kaynaktan direk gelen sesin yanında zemin yansıması ile gelen ses ışınınıda göz önünde tutmak gerekmektedir. Aşağıdaki şekil bu durumu özetlemektedir.



Şekil 4.5 : Zeminden gelen yansıma ile direk gelen sesin anlatımı

Verilen şekil için basitçe yüzey dalga yansıması katsayısı aşağıda verilmektedir.

$$Rp = \frac{Z_S \sin\varphi - Z_0}{Z_S \sin\varphi + Z_0} \qquad \textbf{(4.14)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Burada;

Z_0= Havanın empedansı

Z_S= zeminin empedansı

Yüzey ile lokal olarak etkileşime girmektedir. Z_S empedans büyüklük/evre tanımlaması için kullanılmaktadır. Karakteristik havanın dalga empedansı $Z_0=p_0c_0$ genellikle zemin empedansı Z_s değerinden büyüklük olarak karşılaştırıldığında daha küçük olduğu anlaşılıyor. Bununla birlikte yansıma katsayısı genellikle 1 değerini almaktadır. İstisna durum olarak φ açısı çok küçük bir değer aldığında zaman $|Z_S|\sin\varphi \ll |Z_0|$ yansıma katsayısı -1 değerini almaktadır. Gelen direk ışın zemine nüfus ederek zemine yakın noktalarda küçük basınç oluşumuna sebep olmaktadır. Temel olarak, birbirinin ikiz kutubu olan kaynak ile zahiri kaynak zemine paralel küçük radyal yansımaları doğurmaktadır. Kaynak alıcıya göre zemine daha yakın olduğu zaman (örnek olarak trafik gürültüsü) kaynak yanı zemin etkisi olarak kaynağın karakterine göre dikey radyasyon katkısı oluşabilmektedir.

4.3.2.1 Ağırlıklı Ses Basınç Düzeyi

Kaynak ile alıcı yüksekliği karşılıklı olarak gelişi güzel genelleştirilirse, Bu ilişkiyle toplam A- ağırlıklı ses basıncı azalımı aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir.

$$A_{gr,D} = \left[4.8 - \frac{\left(\frac{h_{av}}{d}\right)}{\left(34+\frac{600}{d}\right)} \right] \text{dB} \quad > 0 \qquad \textbf{(4.15)}$$

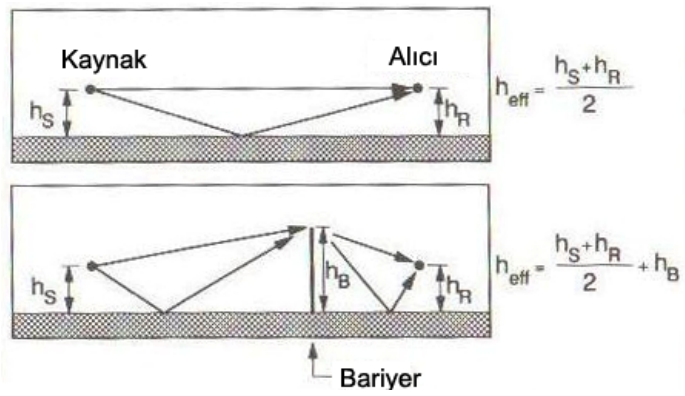
(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

d= Kaynak ile alıcı arasındaki uzaklık değeri , (metre)

h_{av} = kaynak ile alıcının ortalama yüksekliği – eşitlik 4.16 yardımı ile hesaplanır.

$$h_{av} = \frac{(hs+hr)}{2}+hb \qquad \text{Bariyer ile etkileşim gerçekleşmediği zaman} \qquad \textbf{(4.16)}$$

$$h_{av} = \frac{(hs+hr)}{2} \qquad \text{Bariyer ile etkileşim gerçekleştiği zaman}$$



Şekil 4.6 : Alıcı, kaynak ve bariyer etkileşiminden h_{av}'nin hesaplanması (ISTVAN L. VER and BERANEK, 1992)

Alıcı 200 m uzaklık değerinden daha yakın bir uzaklık değerinde bulunduğu zaman, bu tanımlama için oldukça tutarlı olan Ontario gürültü düzenlemesi hesaplaması eşitliği zemin emilimi kullanılabilir.

$$A_{gr,O} = 10G \log\left(r/15\right) \text{ dB} \quad > 0 \qquad \textbf{(4.17)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

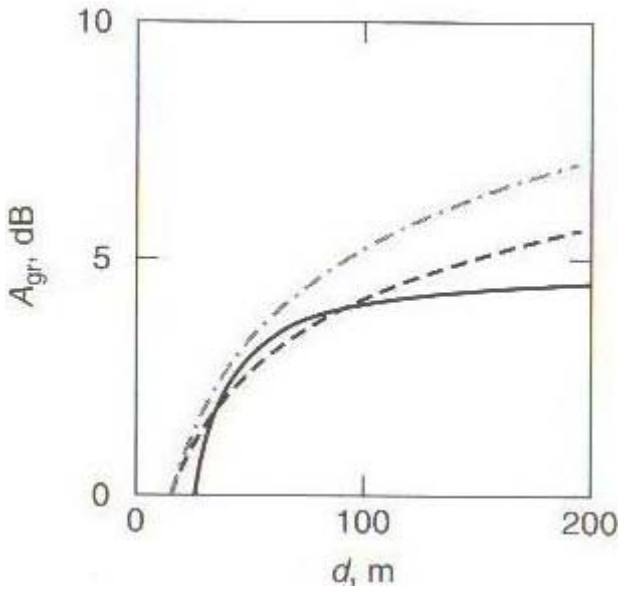
r= uzaklık değeri (metre)

$$0 \leq G = 0.75\left[1 - \frac{h_{av}}{12.5}\right] \leq 0.66 \qquad \textbf{(4.18)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

hav = kaynak ile alıcının ortalama yerden yüksekliği (metre)

A- Ağırlıklı zemin emiliminin hesaplanabilmesi için anlatılan eşitlik 4.15 ve eşitlik 4.17 formulleri ile hesaplanan zemin emilimi değerlerinin grafiksel karşılaştırılması şekil 4.7'de anlatılmaktadır.



Şekil 4.7 : Geçiş azalımı olan A_{gr} yeşil alanda d uzaklık değerinde ve ortalama yüksekliği 2 metre olan sistemler için belirtilmektedir. (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

(—) eşitlik 4.15 kullanılarak hesaplanan, $A_{gr,D}$ ($A_{gr,D}$= [4.8–(h_m/d)(34+ (600 /d))] dB >0 formülü kullanılarak hesaplanan grafik değeri)

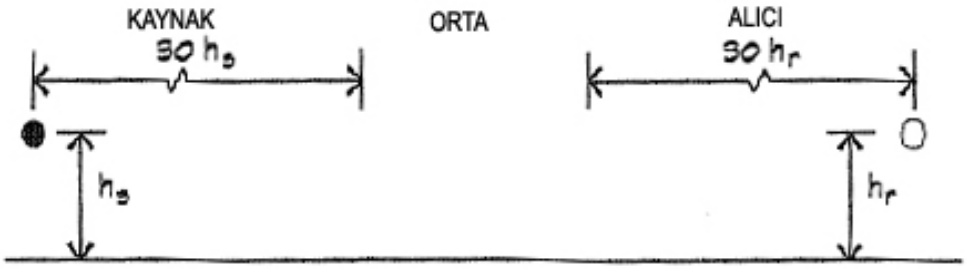
(- - -) eşitlik 4.17 kullanılarak ve G değerinin 0,5 olduğu kabul edilerek hesaplanan, $A_{gr,O}$, ($A_{gr,O}$=10log(r/15)dB>0 formülü kullanılarak hesaplanan grafik değeri)

(- –) eşitlik 4.17 ve eşitlik 4.18 kullanılarak hesaplanan ($A_{gr,O}$=10log(r/15)dB>0 ve 0≤G=0.75[1hav/12,5]≤0.66 formülleri kullanılarak hesaplanan grafik değeri)

4.3.2.2 Pure Tone ve Oktav Band Ses Basıncı Düzeyi

Dış mekândaki sesin yayılmasında zemin etkisi olarak çok basit bir model geliştirilmiş ve bu model ISO 9613-2 standardına adapte edilmiştir.

- Rüzgârda oluşan aşağıya doğru kıvrılım (veya pozitif a gradyanı) özellikle değerlendirilmektedir.
- Zemin ya sert (G=0) veya gözeneklidir (G=1).Eğer sadece zeminin bir kısmı gözenekli ise G değeri 0 ve 1 arasında bir değer alır.
- Zemin yansımaları üç ayrı bölgeye ayrılmaktadır. (1) Kaynak alanı olarak kaynaktan alıcıya doğru 30 hs (maksimum) alanı kapsamaktadır.(2) Alıcı alanı olarak alıcıdan kaynağa doğru 30 hr (maksimum) alanı kapsamaktadır.(3) Alıcı ile kaynak bölgesi çakışmıyorsa orta bölge oluşmaktadır.
- 63 Hz merkez oktav bandında orta bölge zemin azalımı -3q değerine eşittir. Orta bölgedeki 63 Hz ile 8000 Hz merkez oktav bant frekans aralığında zemin azlımı $-3q(1-G_m)$ değerine eşittir. Buradaki G_m orta bölgedeki zemin emilim katsayısı olan G'dır. Yarım uzay küresel yayılım olan 2π açısı ile sesin yayıldığını varsayarak değerlendirirsek gözenekli zeminden bağımsız sert zemin üzerinde 63 Hz ve yüksek frekanslardaki ses basıncı düzeyinde ilişkili zemin yansımaları sebebiyle 6 dB artış gözlenir. Gözenekli zemin üzerinde gerçekleştiği durumda 3 dB artış gözlenir çünkü yansımalar azalmaktadır.



Şekil 4.8 : Zemin emilimi bölgeleri (LONG M. , 2006)

Üç ayrı zemin emilim bölgesi bulunmaktadır. Üç ayrı bölgenin de ayrı ayrı değerlendirilip ilgili bölgelerin zemin emilimine katkısı tanımlanmalıdır.

Yukarıda belirtilen q eşitlik 4.19'da tanımlanmaktadır.

$$q = (1 - 60\ \frac{heff}{d})\ dB\ > 0 \qquad \textbf{(4.19)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

heff=(hs+hr)/2

hs= kaynağın yerden yüksekliği (metre)

hr = alıcının yerden yüksekliği (metre)

Çizelge 4.2 : Orta bölge zemin emiliminin frekanslara göre değişen formülasyonu
(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Merkez Frekans Bantı Hz	Orta Bölge azalım	
63	-3q	**(4.20)**
125	$-3q(1-G_m)$	**(4.21)**
250	$-3q(1-G_m)$	**(4.22)**
500	$-3q(1-G_m)$	**(4.23)**
1000	$-3q(1-G_m)$	**(4.24)**
2000	$-3q(1-G_m)$	**(4.25)**
4000	$-3q(1-G_m)$	**(4.26)**
8000	$-3q(1-G_m)$	**(4.27)**

Alıcı ve kaynak alanı için Gm yerine G_S ve G_R terimi kullanılabilir. S ve R harfleri sırası ile Kaynak ve Alıcıyı vurgulamakta ve G tanımı da zemin emilimini belirtmektedir. G_S alıcı bölgesindeki zemin emilimidir ve G_R kaynak bölgesindeki zemin emilimidir. İki bölge için ortak bir formülasyon söz konusudur.

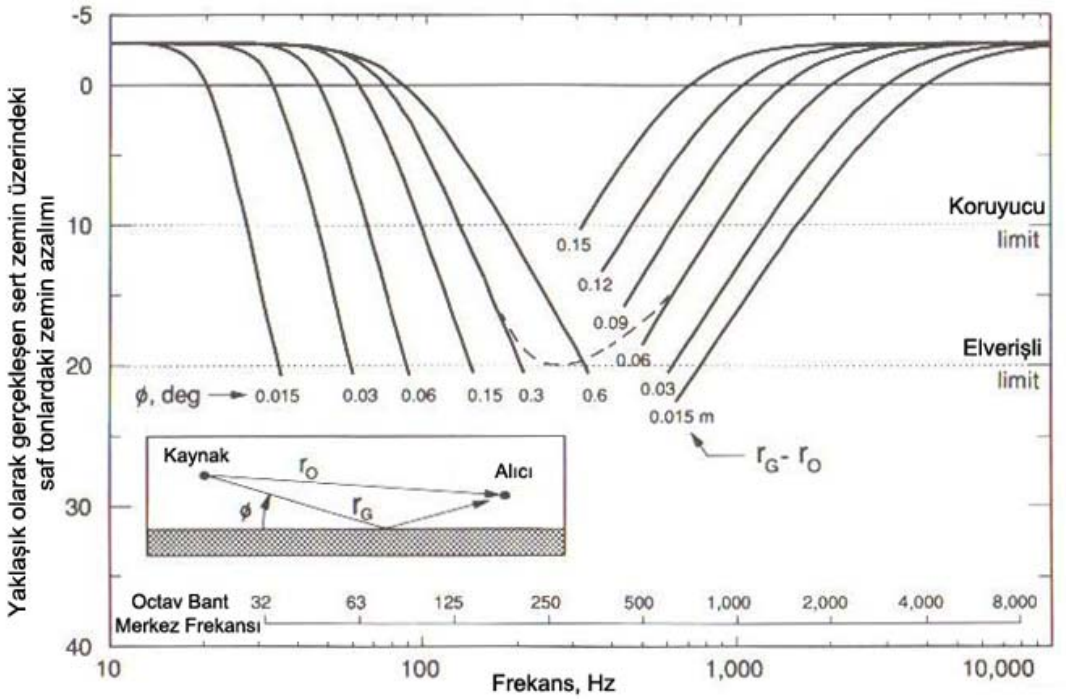
Aşağıdaki formüller dört oktav bant göz önünde bulundurularak her iki bölge için hazırlanmıştır.

Çizelge 4.3 : Alıcı bölgesi ve kaynak bölgesi zemin emiliminin hesaplanması
(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Orta band Frekansı, Hz	Azalım Katkısı, dB	
125	$3Ge^{-[(h-5m)/2.9m]^2}(1-e^{-d/50}) + 5.7Ge^{-(h/3.3m)^2}(1-e^{-(d/600m)^2})$	**(4.28)**
250	$8.6Ge^{-(h/3.3m)^2}(1-e^{-d/50m})$	**(4.29)**
500	$14Ge^{-(h/1.5)^2}(1-e^{-d/50})$	**(4.30)**
1000	$5Ge^{-(h/1.05)^2}(1-e^{-d/50})$	**(4.31)**

En büyük azalım gözenekli yüzeyde 500 Hz merkez oktav bant frekansında gözlenmektedir. Uzaklık artışı ile azalım kaybı artmaktadır.

Şekil 4.9'da zemin emilimini anlatan grafik verilmektedir. Bu şekilde anlatılan duruma bakarak alıcı ile kaynak arası oluşacak zemin yansıma açısı küçüldükçe azalım büyümektedir ve aynı şekilde yol farkı küçüldükçe zemindeki azalım değeri artış göstermektedir. Alıcı ile kaynak arası uzaklık arttıkça yol farkı ve Ø açısı küçülmektedir. Bunun anlamı uzaklık arttıkça zemin emilimine bağlı azalım değeri artmaktadır.



Şekil 4.9 : Sert zemin üzerinde gerçekleşen yüksek yaklaşım oranına sahip zemin emilimi kaynaklı azalımı grafiği yukarıda verilmektedir. Zemin açısı düşük frekans değerleri için kullanılmaktadır. Yol farkı ($r_G r_O$) yüksek frekans değerlerini değerlendirebilmemiz için verilmektedir. (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992)

Frekanslara bağlı olarak gerçekleşen zemin emilimini aynı formülasyon içerinde benzer bir şekilde kısaca tanımlanabilir. Tam doğru bir sonuç elde etmek için aşağıdaki formül kullanılabilir

Çizelge 4.4 : Frekanslara göre değişen değişen zemin emiliminin hesaplanması için tanımlanan ilgili formülasyon

(LONG M. , 2006) ve (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992) **(4.32)**

A_{ground} =	-3M	63 Hz 'de
	$G_S A_S + G_R A_R - 3\ M\ (1- G_P)$	125 Hz' de
	$G_S B_S + G_R B_R - 3\ M\ (1- G_P)$	250 Hz' de
	$G_S C_S + G_R C_R - 3\ M\ (1- G_P)$	500 Hz' de
	$G_S D_S + G_R D_R - 3\ M\ (1- G_P)$	1000 Hz' de
	$1.5\ G_S + 1.5\ G_R - 3\ M\ (1- G_P)$	2000 Hz,4000 Hz ve 8000 Hz' de

Çizelge 4.4'te A,B,C,D terimleri alıcı yüksekliği (hr), kaynak yüksekliği (hs) ve kaynak alıcı uzaklığına bağlı olarak değişir.

M=1-(30(hs+hr)/r) r>30(hr+hs)

M=0 r≤30(hr+hs)

hs= kaynak yüksekliği

hr =Alıcı yüksekliği

r= Net uzaklık

$$A = 1,5 + 3,0\left(1 - e^{-r/50}\right)e^{-0.12(h-5)^2} + 5,7\left(1 - e^{-2.8x10^{-6}r^2}\right)e^{-0.09h^2}$$

$$B = 1,5 + 8,6\left(1 - e^{-r/50}\right)e^{-0.09h^2}$$

$$C = 1,5 + 14,0\left(1 - e^{-r/50}\right)e^{-0.46h^2}$$

$$D = 1,5 + 5,0\left(1 - e^{-r/50}\right)e^{-0.9h}$$

Zemin yüzeyi akustik açıdan kendi özelliğine bağlı olarak üç farklı açıdan değerlendirilebilir.

1-Sert zemin= Beton, asfalt, su, buz vs.Düşük porositeye sahip yüzeylerde görülür.

2-Yumuşak zemin= Çim, yoğun bitki örtüsü, kar yüzeyi

3-Karışık zemin= Yumuşak ve sert yüzeylerin karışımından oluşmaktadır.

Sert zemin için G katsayısı 0 değerini alır. Yumuşak zemin için 1 değerini alır. Karışık zeminlerde bu değer değişmektedir.

G tanımının belirsiz bir durum olabileceği göz önünde bulundurularak, ISO 9613-2 standardı farklı bir alternatif hesaplama sistemini önermektedir.G tanımlanmadan bu standartta zemin emilimi toplam dBA cinsinden hesaplanabilmektedir. Eşitlik 4.15'deki hesaplama formülü G değerinin tanımlanamadığı durumlarda kullanılabilir. ($A_{gr,D}$=[4.8–(h_{av}/d) (34+ (600 m/d))] dB >0)

4.3.3 Atmosferik Emilim

Uzaklığa bağlı olarak akustik enerjinin geometrik yayılımına dayanmaktadır. Hava kaynaklı azalımı etkileyen 4 farklı faktör bulunmaktadır. Aşağıdaki formülde bu durum detaylıca belirtilmektedir.

$$\Delta La = \Delta Lcl + \Delta Lrot + \Delta Lvib(O_2) + \Delta Lvib(N_2) \quad \textbf{(4.33)}$$

(LONG M. , 2006)

ΔLa= Toplam atmosferik azalım (dB/ Km)

ΔLcl= Akıcılık ve ısı etkisinden kaynaklı klasik azalım(dB/ Km) .

ΔLrot=Rasyonel oksijen ve nitrojen moleküllerinin yumuşamasına bağlı moleküler emilim (dB/km)

ΔLvib (O_2) = O_2 molekülerinin titreşimsel yumuşamasına bağlı meydana gelen moleküler emilim kaybı (dB/km)

ΔLvib (N_2)= N_2 molekülerinin titreşimsel yumuşamasına bağlı meydana gelen moleküler emilim kaybı (dB/km)

Yukarıda anlatılan dört farklı etki, havada yayılan ses enerjisini ısı enerjisine veya havanın iç enerjisine dönüşmesine sebep olur.

Klasik azalım aşağıdaki anlatılan grafikte detaylıca anlatılmaktadır. Buna akışkanlık ve termal etkileşim sebep olmaktadır. Bir hava molekülünün yer değiştirmesine basıncın büyük olması veya sıcaklığın artması sebep olur. Sıcaklık artıkça hava hareketi de artar ve hızlanır. Hava molekülleri daha serin bölgelere hareket etmek isterler ve bu şekilde havanın sıcaklığı dengelenir



Şekil 4.10 : Hava moleküllerinin hareketine sebep olan etkileşim

Havanın akıcılığından da kaynaklanan enerji azalımı vardır ki hava molekülleri bir durumdan başka bir duruma geçerken diğer hava molekülleri ile çarpışarak enerji kaybeder. Hava molekülü ile yanındaki akışkan molekül çarpışmasından kaynaklanan enerji azalımı gerçekleşir. Isı değişimi ve akıcılık yaklaşık olarak sesin azalımına eşit katkı sağlarlar.

Normal akustik frekanslarında enerji azalımı küçüktür ve birçok etkinin toplamından meydana gelir. Rasyonel ve klasik beklenen enerji kaybı aşağıdaki förmül ile bulunabilir. (ISO 9613-1, 1990)

$$\Delta Lcl + \Delta Lrot = \left(1.60 \text{ x } 10^{-7} \right) \sqrt{\frac{T_k}{T_0}} \, f^2 / P^* \qquad \textbf{(4.34)}$$

(LONG M. , 2006)

T_k= Belirlenmiş derecede hava sıcaklığı

K =Celsisus olarak 273.15 değerinin toplamı

T_o= Referans sıcaklık= 293.15 (K derece)

F= Frekans(Hz)

p*= Standart atmosferde normalleştirilmiş atmosferik basınç (Basıncın k Pa değerine 101.325 ile bölümü)

Ilımlı bir gün için;

T_k= 288^{o}K (15^{o}C veya 59^{o}F)

p*= 1 ve

$\Delta Lcl + \Delta Lrot = 1.6 \text{ x } 10^{-7} \ f^2$

Havanın emilimini hesaplamak için gerekli olan ΔLvib (O_2) ve ΔLvib (N_2) oksijen ve nitrojen moleküllerinin mekanik titreşiminden kaynaklanan yumuşamaya bağlı olarak gelişirler. Moleküllerin çarpışmasından kaynaklanan azalım aşağıda verilen formül yardımı ile bulunmaktadır.(ISO 9613-1, 1990)

$$\Delta Lvib = 8686 \left(\mu_{max}\right) x \left(\frac{f}{c}\right) x \frac{2x\left(f / f_{r\,i}\right)}{1+\left(f / f_{r\,i}\right)^2} \qquad \textbf{(4.35)}$$

(LONG M. , 2006)

μ_{max} = Bir dalga boyu için neperlerdeki maksimum azalım (Np)

$f_{r\,i}$ = Belirli frekanstaki bir dalga boyunca oluşan maksimum azalım (Alt simge olarak i oksijeni veya nitrojeni simgelemektedir.)

f= Ses dalgasının frekansı (Hz)

c= Sesin hızı (m/s)

Yukarıdaki formülde bilinmesi gereken iki farklı değişken bulunmaktadır. Birisi μ_{max} ve diğeri $f_{r\,i}$ değişkenidir. İlgili μ_{max} değeri için termodinamik temelde pek çok farklı kaynakta değinilmektedir.(Kinsler et al., 1982 , veya Pierce ,1981)

$$\mu_{max} = \frac{2\pi K}{35}\left(\frac{\theta_i}{T_k}\right)e^{\frac{-\theta_i}{T_k}} \qquad \textbf{(4.36)}$$

(LONG M. , 2006)

Burada;

$\theta_{i=}$ Özel titreşim moduna ait karakteristik sıcaklık (^oK), oksijen için $\theta_{i=}$ 2239.1 ^oK ve nitrojen için $\theta_{i=}$ 3352.0 ^oK

K= Havadaki gaz için hacim konsantrasyonu oksijen için= 0.209 ve nitrojen için = 0.781

T_k= net sıcaklık (^oK)

Titreşim sonucu O_2 ve N_2 molekülerinde oluşan enerji kaybını, havadaki su buharı basıncı önemli derecede etkilemektedir çünkü havadaki H_2O molekülleri ile O_2 ve N_2 çarpışmasında titreşimsel enerji transferi oluşumu gözlenir. O yüzden Su buharı molekülleri titreşimsel olarak enerji transferinde katalizör davranışını sergiler. Bu olgu Konser salonu tasarımlarında çok önem azeder. Kuru hava ile nemli hava ilişkileri havalandırma sistemleri ile çözülmeli ve sıcaklık ve nem kontrol altına alınmalıdır.

Tanımlanan μ_{max} değerinin yanında iki frekans değeri olan $f_{r,o}$ ve $f_{r,n}$ verileri O_2 ve N_2 molekülerinin titreşimsel modlarının ilişkisini tanımlar.Bu frekans değerlerinde hava basıncı, nem ve sıcaklık önemli bir faktördür. Bir sonra verilecek olan eşitlik oksijen frekansı ile ilgili olup Piercy (1971) tarafından tanımlanmış ne ISO standartlarına küçük bir değişiklikle modifiye edilmiştir.

$$f_{r\,o} = p^*\left[24 + 40\,400\,h\left[\frac{0,02+h}{0,391+h}\right]\right] \qquad \textbf{(4.37)}$$

Burada;

p* = Standart atmosferdeki net basınç

h= Net nemlilik (% mol oranı)

Net nemlilik (% mol oranı) hesaplamasının formülü aşağıda verilmektedir.

$$h = h_r \frac{10^{\left[-6.8346\left(\frac{T_0}{T_k}\right)^{1.261} + 4.6151\right]}}{p^*} \qquad \textbf{(4.38)}$$

(LONG M. , 2006)

hr = ilgili nem durumu (%)

Havadaki nitrojen ile ilgili frekans aşağıdaki formul yardımı ile hesaplanır.

$$f_{rn} = \frac{p^*}{\sqrt{\frac{T_k}{T_0}}}\left[9 + 280\, h\, e^{-4.17\left[\left(\frac{T_0}{T_k}\right)^{\frac{1}{3}} - 1\right]}\right] \qquad \textbf{(4.39)}$$

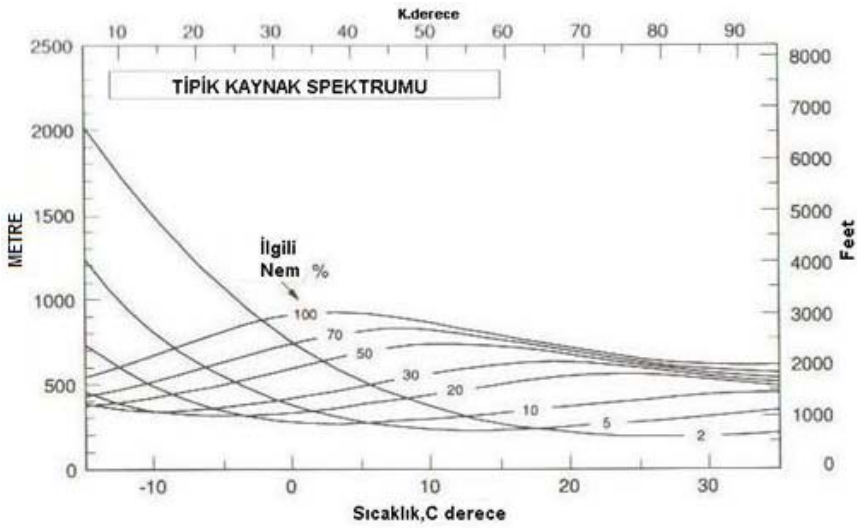
(LONG M. , 2006)

T_k= Belirlenmiş derecede hava sıcaklığı

K =Celsisus olarak 273.15 değerinin toplamı

T_o= Referans sıcaklık= 293.15 (K derece)

A-ağırlıklı ses basınç düzeyine göre tipik kaynak spektrumu için verilen aşağıdaki grafikte atmosferik emilim sebebiyle meydana gelen ilk 3 dB azalım anlatılmaktadır. Bu sabit 3 dB'lık azalım değerinde, değişen nem, sıcaklık ve uzaklık değerleri tanımlanmaktadır.



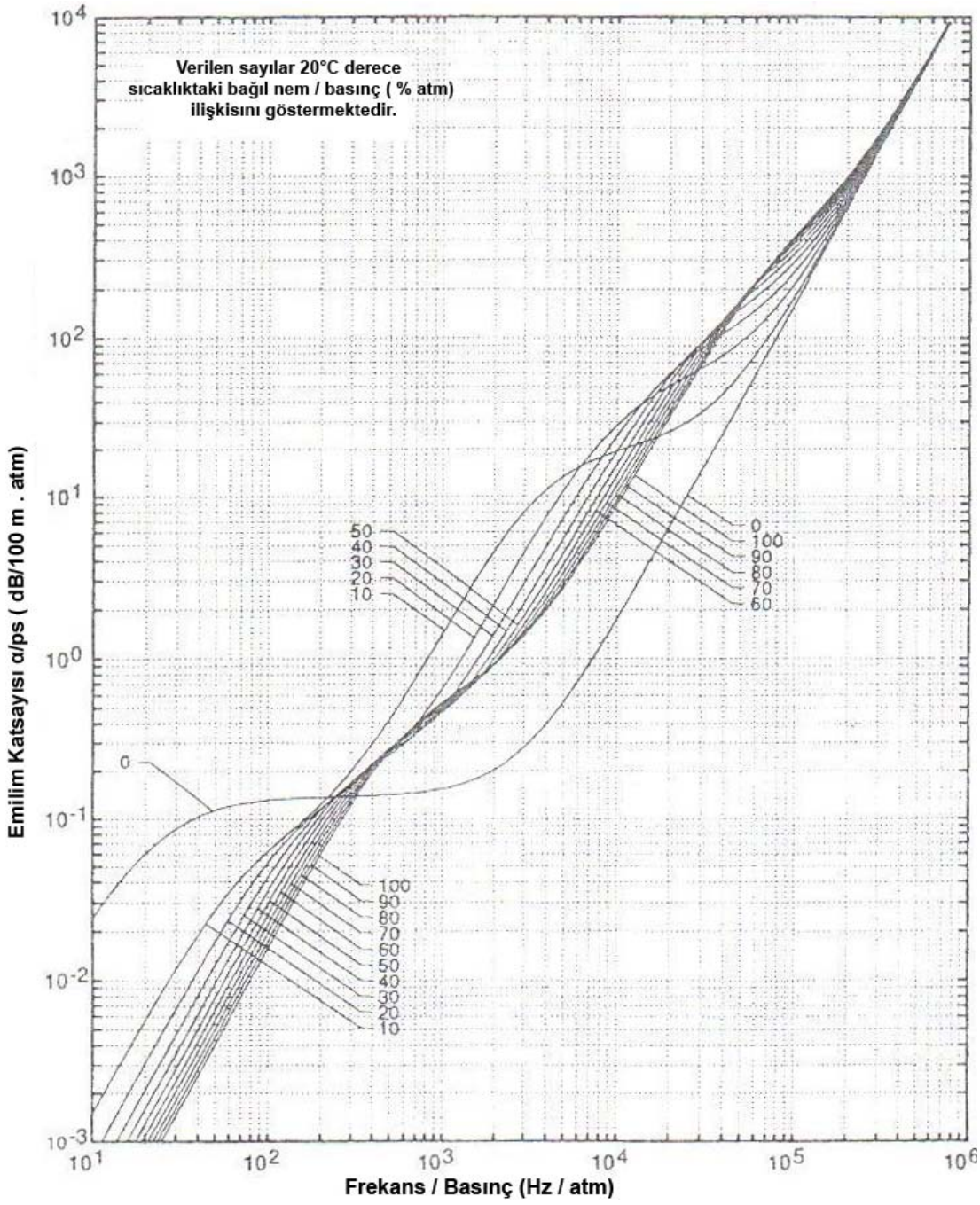
Şekil 4.11 : 3 dB atmosferik emilim gerçekleştiği zaman, diğer parametrelerin aldığı değeri gösteren ilgili grafik. (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992)

Havanın emiliminin anlaşılması güç olmasına rağmen, hesaplamalar net sonucun elde edilmesini sağlamaktadır. Çizelge 3.19'da hesaplamaların sonuçlarını özet olarak vermektedir.

Çizelge 3.19 : 20^{o} C'deki atmosferik emilim verileri , dB/km (ISO 9613-1, 1990)
(LONG M. , 2006)

Frekans	İlgili Bağıl Nem (%)										
(Hz)	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
50	0,27	0,214	0,174	0,125	0,0965	0,0784	0,066	0,057	0,0501	0,0447	0,0403
63	0,37	0,31	0,26	0,192	0,150	0,123	0,104	0,0897	0,079	0,0705	0,0637
80	0,487	0,432	0,377	0,29	0,231	0,191	0,162	0,141	0,124	0,111	0,1
100	0,622	0,579	0,529	0,429	0,351	0,294	0,252	0,22	0,194	0,174	0,158
125	0,776	0,746	0,712	0,615	0,521	0,445	0,386	0,339	0,302	0,272	0,247
160	0,965	0,931	0,919	0,849	0,752	0,66	0,582	0,518	0,465	0,421	0,384
200	1,22	1,14	1,14	1,12	1,05	0,95	0,858	0,776	0,705	0,644	0,591
250	1,58	1,39	1,39	1,42	1,39	1,32	1,23	1,13	1,04	0,966	0,895
315	2,12	1,74	1,69	1,75	1,78	1,75	1,68	1,60	1,50	1,41	1,33
400	2,95	2,23	2,06	2,1	2,19	2,23	2,21	2,16	2,08	2,00	2,90
500	4,25	2,97	2,60	2,52	2,63	2,73	2,79	2,80	2,77	2,71	2,63
630	6,26	4,12	3,39	3,06	3,13	3,27	3,40	3,48	3,52	3,52	3,49
800	9,36	5,92	4,62	3,84	3,77	3,89	4,05	4,19	4,31	4,39	4,43
1000	1,41	8,72	6,53	5,01	4,65	4,66	4,80	4,98	5,15	5,30	5,42
1250	21,1	13,1	9,53	6,81	5,97	5,75	5,78	5,92	6,10	6,29	6,48
1600	31,3	19,8	14,2	9,63	8,00	7,37	7,17	7,18	7,31	7,48	7,68
2000	45,3	29,9	21,5	14,1	11,2	9,86	9,25	9,02	8,98	9,06	9,21
2500	63,5	44,8	32,6	21,0	16,1	13,7	12,5	11,8	11,5	11,3	11,3
3150	85,4	66,2	49,4	31,8	23,9	19,8	17,5	16,1	15,3	14,8	14,5
4000	109	95,1	74,1	48,5	36,1	29,4	25,4	22,9	21,3	20,2	19,4
5000	133	132	109	73,9	55,1	44,4	37,9	33,6	30,6	28,6	27,1
6300	156	175	156	112	84,2	67,8	57,4	50,4	45,4	41,8	39,1
8000	175	221	215	166	128	104	87,8	76,6	68,6	62,6	58,1
10000	193	267	284	242	194	159	135	118	105	95,3	87,9

Çizelge 3.19'daki verilerinden yola çıkarak ilgili sistemin grafiksel olarak anlatımı yapılmak istenirse şekil 4.12 elde edilir. Bu ilgili çizelge ve şekilde elde edilen sonuçlar, bu konuda anlatılan detaylandırılmış formüller sayesinde hesaplanmıştır.



Şekil 4.12 : 20^{o} C'deki atmosferik emilimin grafiksel olarak tanımlanması , dB/km (Malcolm J. Crocker, 1998)

Saf ton atmosferik emilim son zamanlarda standartlaştırıldı.1 atm basınç altında 10^{o}C ve %70 bağıl nem oranında, standartlaştırılmış saf tonlu sesin alıcı-kaynak arası r uzaklığında yaklaşık olarak atmosferik emilim formülü eşitlik 4.40'daki gibi olmaktadır.

$$A_{atm} = \frac{r}{1000}\left[0,6+1,6\left(\frac{f}{1\ kHz}\right)+1,4\left(\frac{f}{1\ kHz}\right)^2\right] \quad \textbf{(4.40)}$$

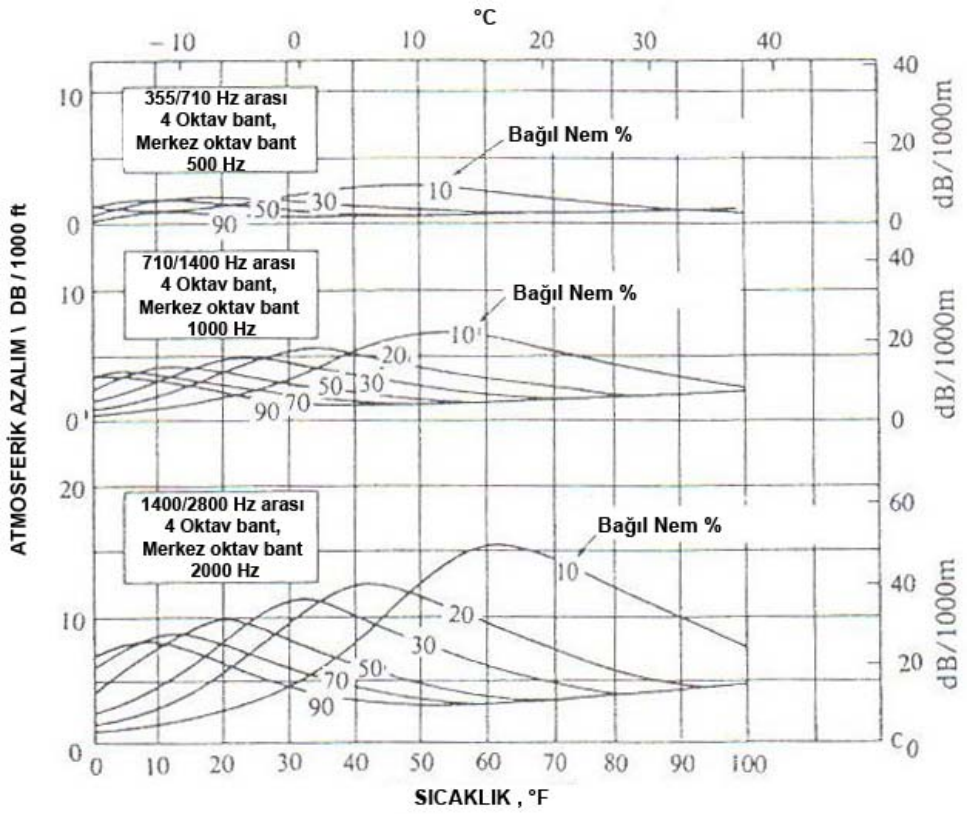
(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992)

r= uzaklık (metre)

$$A_{atm,\ bant} = \frac{r}{1000}\left[0,2+3,6\left(\frac{f_{bant}}{1\ kHz}\right)+0,36\left(\frac{f_{bant}}{1\ kHz}\right)^2\right] \quad \textbf{(4.41)}$$

r= uzaklık (metre)

f_{bant}= Merkez frekans Bantı



Şekil 4.13 : İlgili oktav bant frekans değerlerine, bağıl nem yüzdesine ve ilgili sıcaklıga göre değişen atmosferik emilim grafiği (THOMAS D. ROSSİNG, F. RİCHARD MOORE AND PAUL A. WHEELER, 2002)

Atmosferik emilimden kaynaklanan azalım aşağıda verilen formüldeki gibi basitleştirilmiş bir şekilde tanımlanabilmektedir.

$$A_{atm} = \alpha d \quad \textbf{(4.42)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006

α = Atmosferik Azalım Katsayısı α, dB/km
d = uzaklık (km)

Bu formül teorik olarak ISO 9613 -1 standardında anlatılmaktadır. İlgili bağıl nem ve ilgili sıcaklık değerleri doğrultusunda elde edilecek datalar A_{atm} değerini bulmamızı sağlamaktadır. Düşük sıcaklık ve yüksek bağıl nem değerinde, 500 Hz frekansında atmosferik emilim düşük düzeyde gerçekleşmektedir. Bu duruma ters olarak 4000 Hz değerinde atmosferik emilim yüksek düzeyde gerçekleşmektedir.

Atmosferik emilim 125 Hz frekansından düşük değerlerde ihmal edilebilecek kadar küçük bir etki oluşturmaktadır.

Çizelge 3.20 : Atmosferik Azalım Katsayısı α değerinin ilgili değerinin belirlenmesi, dB/km

Atmosferik Azalım Katsayısı α, dB/km									
Sıcaklık C^o	İlgili bağıl nem %	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
10	70	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	33	117
20	70	0.1	0.3	1.1	2.8	5.0	9.0	24	77
15	50	0.1	0.5	1.2	2.2	4.2	10.8	36	129
15	80	0.1	0.3	1.1	2.4	4.1	8.3	24	83

4.3.4 Homojen Olmayan Atmosferde Sesin Kıvrılması

Dış mekânda homojen olmayan atmosferde sesin kıvrılması çok önemlidir. Havanın iletim eşitliği ses ve rüzgâr hızının sıcaklığa bağlı olarak farklı değerler almasına sebep olur. Zemine yakın noktalarındaki yüksek sıcaklık değerlerinde ses hızının yüksek olduğu ve ses ışınının gökyüzüne doğru eğilim gösterdiği gözlenir. Sesin yayılımı doğrultusundaki rüzgârın, ses ışınlarını etkileyerek zemin doğrultusunda kıvrılmasına sebep olur çünkü rüzgâr hızı her zaman yükseklik artışına paralel artış gösterir. Işınların eğimi, lineer rüzgâr ve sıcaklık profillerinin sonucudur. Bu durum küresel yay yaklaşımı ile tahmin edilebilir. Küresel Yay yarıçapı aşağıdaki formülde tanımlanmaktadır.

$$R = \frac{1}{a \cos\Phi} \qquad \textbf{(4.43)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Lord Rayleigh tarafından tanımlanan formülde a ses hızı gradyanı belirtmektedir çünkü bu durum rüzgâr ve sıcaklık gradyanına bağlıdır. Kuzey Avrupa devletleri tarafından tanımlanan a , yerden 0.5 ile 10 m üzerinde olmak koşulu ile rüzgar ve

sıcaklık durumuna göre belirtilmiştir. Bu ilişki eşitlik 4.44 formülünde belirtilmektedir.

$$a = \frac{10^{-3}}{3.2m}\left(\frac{0,6\ \Delta T}{1^{o}C} + \frac{\Delta u}{1\ m/s}\right) \qquad \textbf{(4.44)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Burada;

$\Delta T = T(10m) - T(0.5m)$ yüksekliklerindeki sıcaklık farkı

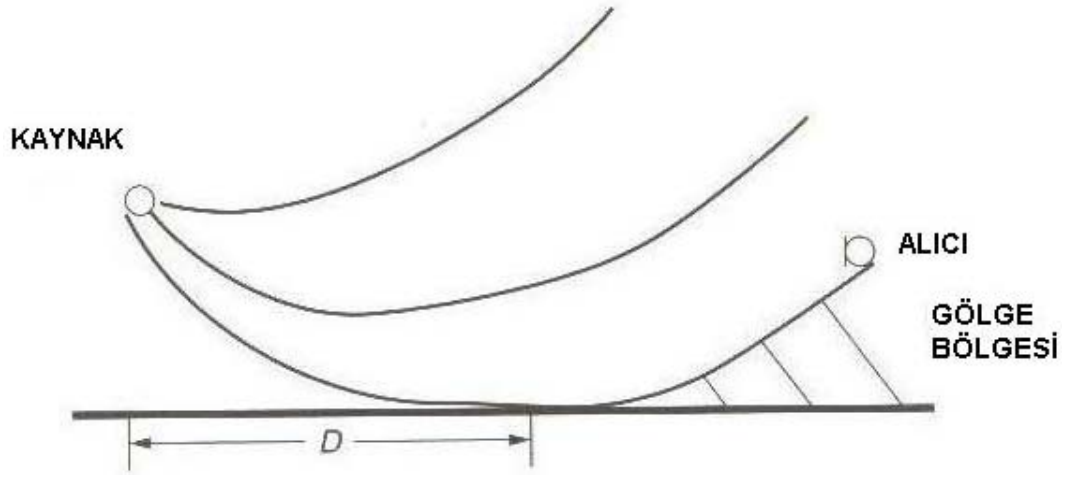
$\Delta u = u(10m) - u(0.5m)$ yüksekliklerdeki rüzgar hızı farkı

A değeri negatif değerler aldığında yukarıya doğru kıvrılma gerçekleşir ki bu durumda kaynak ile alıcı arasındaki limit yay uzaklığı d aşağıdaki formül yardımı ile bulunur. Bu d uzaklığı gölge bölgesini belirlememizde yardımcı olmaktadır.

$$D = \sqrt{\frac{2}{|a|}}\left(\sqrt{h_S} + \sqrt{h_R}\right) \qquad \textbf{(4.45)}$$

hs= Kaynak yüksekliği

hr= Alıcı yüksekliği



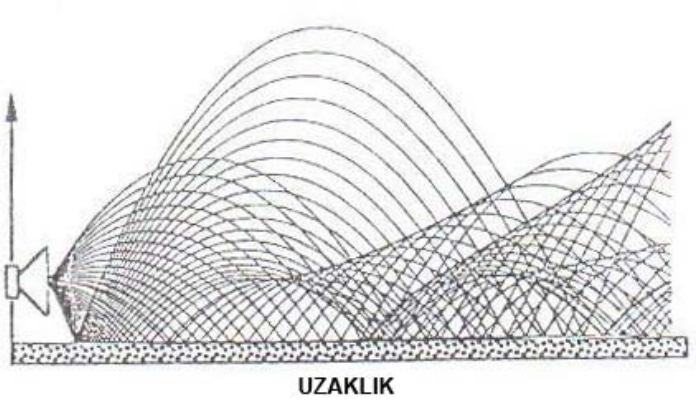
Şekil 4.14 : . A'nın negatif değer aldığı zaman ses ışını ve gölge bölgesinin durumu
(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Bu uzaklık değerinin ötesindeki bir noktaya direk ışın ilgili nokta gölge bölgesinde kaldığı için ulaşamamaktadır. Limit yay sınırı akustik gölge zonunu belirtmektedir. Kaynak ve alıcı yüksekliği olarak hs=0 ve hr=4 değerlerini aldığında a= -10^{-4} m^{-1} değerini almaktadır. Bu durumda D=282 m'dir. Meteorolojik koşullar ses yayılım uzaklığı 100 m değerinden küçükse ihmal edilebilir.

Endüstriyel gürültünün minimum 4 m yüksekliğinde olduğu varsayılarak, Kuzey Avrupa ülkelerinde 50 ile 200 m uzaklık verilerinde $a= -10^{-4}$ m^{-1} değerini alır. Yüksek uzaklık değerlerinde $a> -10^{-4}$ m^{-1} olarak tanımlanabilir.

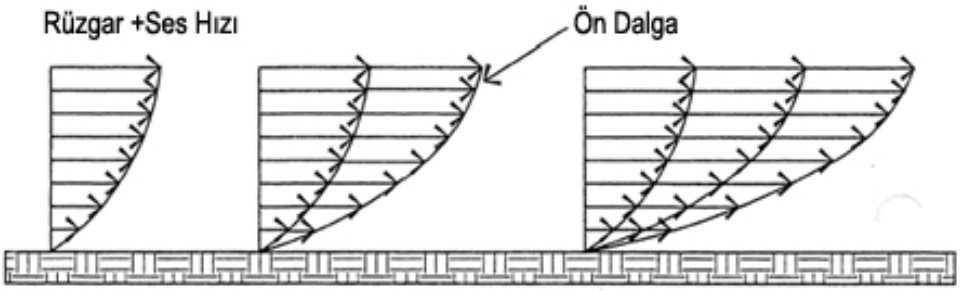
Sıcaklık değişimlerinde en çok dikkate alınması gereken durumlardan biri $a> 0$ değerini almasıdır. Böyle bir durumun olması için şafak vakti veya zeminin sisli olması gerekir. Böyle durumlarda gökyüzündeki üst katman alt katmana güneş enerjisinin ulaşmasını önlemektedir. Böyle durumlarda trafik gürültüsünün en alt katmanlarda yoğunlaştığını görüyoruz. Bu durumun sebebi aşağıya doğru gerçekleşen kıvrılmalardan kaynaklanır. Zeminden tekrarlanan yansımalar trafik gürültüsünün çok uzaklardan duyulabilmesini sağlamaktadır.

Bu durumun tersi olarak ses yayılımının sıcak zemin yüzeyinde gerçekleştiği durumlardır. Zemin yüzeyi güneş veya endüstriyel aktivitelerden dolayı ısınabilir. Böyle durumlarda gökyüzüne doğru kıvrılma gerçekleşir. Bu durum sesin yayılırken geçiş azalımına uğramasına sebep olur.



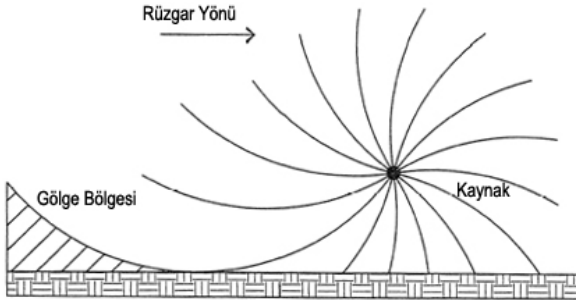
Şekil 4.15 : $a> 0$ değerini aldığı zaman oluşan kıvrılmanın aşağıya doğru yönlenmesini anlatan ilgili şekil. Kıvrılmanın aşağıya doğru yönlendiği zaman oluşan koşullarda ses gürültüsünü çok uzaklardan duyulabimektedir.
(Malcolm J. Crocker, 1998)

Yüzey boyunca esen rüzgârlarda yer zemininden yukarıya doğru çıkıldıkça rüzgar hızı artış gösterir. Bu nedenle yer yüzeyinden yükseldikçe rüzgâr hızının artış göstermesi ile birlikte ses yayılımı da o bölgede kolaylaşır ve ses ve rüzgârın birlikteliği ile oluşan hız üst bölgelerde artış gösterir. Bu bölgelerde zemin emilimi ve bariyer etkisi zemine yakın bölgelere göre daha az gözlenir.



Şekil 4.16 : Rüzgâr ile ilintili ses hızı (LONG M. , 2006)

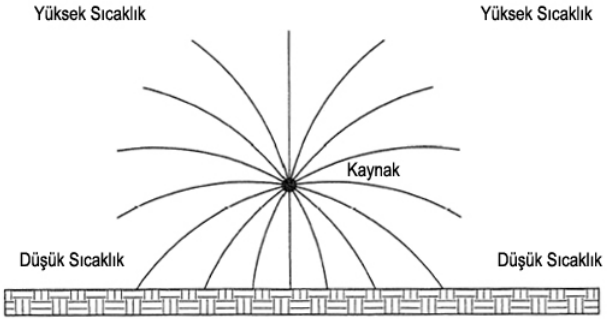
Aşağıdaki şekilde anlatıldığı gibi rüzgâr esme yönüne göre ters doğrultuda kalan akustik gölge bölgelerinde rüzgâr kaynaklı gölge zonu kaybı 20 dB ve daha üstü olabiliyor.



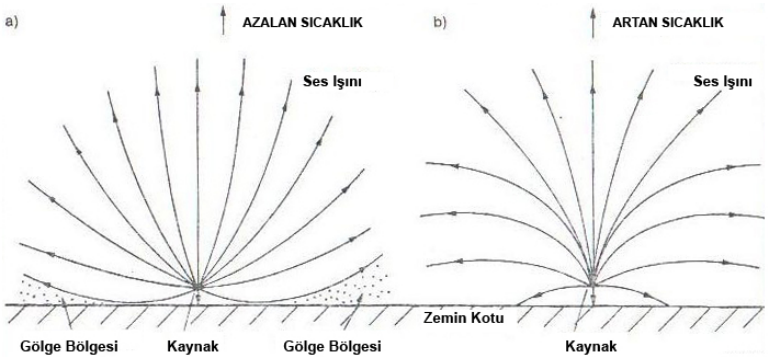
Şekil 4.17 : Rüzgâr esme yönüne göre ters doğrultuda kalan akustik gölge bölgesinin oluşumu (LONG M. , 2006)

Ses hızı sıcaklık değişimlerinden etkilenmektedir. Aynı şekilde rüzgâr hızı da sıcaklık değerlerinden etkilenmektedir. Çünkü hızın sıcaklığın karekök net değeri ile bağlantılı olduğu bilinmektedir.

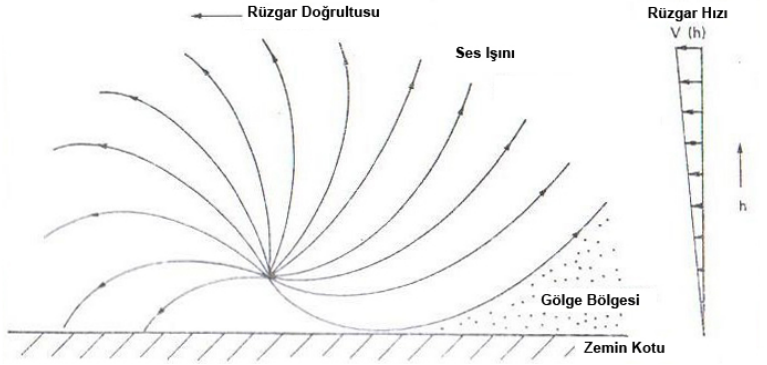
Yükseklik artışı ile birlikte hava sıcaklığı düşme gösteriyorsa ses ışınları tüm yönlerde yukarıya doğru bir kıvrılma sergiler. Bu durum farklılık gösterip yükseklik artışı ile birlikte sıcaklık artarsa ses ışınları tüm yönlerde aşağıya doğru bir kıvrılma sergiler. Aşağıdaki şekilde bu durum detaylıca anlatılmaktadır.



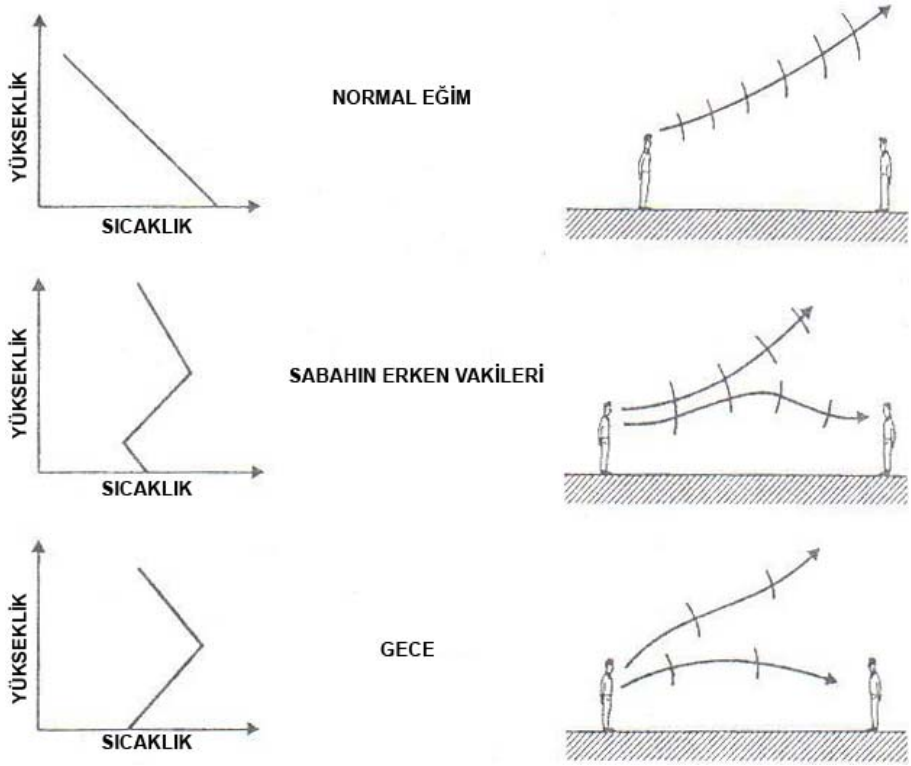
Şekil 4.18 : Sıcaklık değişimleri ile meydana gelen sesin kıvrılması, (LONG M. , 2006)



Şekil 4.19 : Artan ve azalan sıcaklık değerlerine göre sesin kıvrılması ve ilgili gölge bölgeleri (JOHN E. K. FOREMAN,1990)



Şekil 4.20 : Yükseklik değerinin artışına bağlı olarak rüzgar hızının artaması ve bu sebeple gölge bölgesinin oluşumu(JOHN E. K. FOREMAN,1990)



Şekil 4.21 : Sesin kıvrılmasının gün içindeki değişimi , yükseklik-sıcaklık etkileşiminde sesin kıvrılması
(THOMAS D. ROSSING, F. RICHARD MOORE AND PAUL A. WHEELER, 2002)

4.3.4.1 A-Ağırlıklı Ses Basıncı Düzeyindeki kıvrılım Etkisi

Yumuşak zeminlerin üstündeki bariyer olmadan yaklaşık olarak kıvrılım etkisini hesaplamak için G.S. Anderson tarafından tanımlanan fakat yayınlanmayan yöntemi Beranek ve Ver gündeme getirerek çalışmaları şekillendirmiştir. Bariyersiz yaklaşık kıvrılma azalımları aşağıdaki formülde verilmektedir.

$$\Delta L_r = \begin{cases} -3{,}0 \log (r/15) & \text{birinci durum için} \\ 0 & \text{ikinci durum için} \\ (10-6.2h + 0.03\,h^2) \log (r/15) & \text{üçüncü durum için} \\ (14- 7{,}9\,h + 0{,}3\,h^2) \log (r/15) & \text{dördüncü durum için} \end{cases} \quad \textbf{(4.46)}$$

(LONG M. , 2006) (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992)

h= zemin üstündeki ses dalgalarının kıvrılmadan ilerleyebildiği ortalama yükseklik değeri (kırılmaların gerçekleşmediği – unrefraction)

r= ses yayılımı uzaklığı

Bariyerlerin olması durumunda kıvrılma kaynaklı azalım aşağıdaki formüller doğrultusunda hesaplanır.

$$\Delta L_r = \begin{cases} -3 & \text{birinci durum için} \\ 0 & \text{ikinci durum için} \\ 3 & \text{üçüncü durum için} \end{cases} \quad \textbf{(4.47)}$$

(LONG M. , 2006) (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992)

Durum numarası 1 = Orta düzey aşağı yönlü kıvrılmayı anlatmaktadır (yani zemin yönünde doğrultu değiştirmesini)

Durum numarası 2= Kıvrılmanın gözlenmediği durum

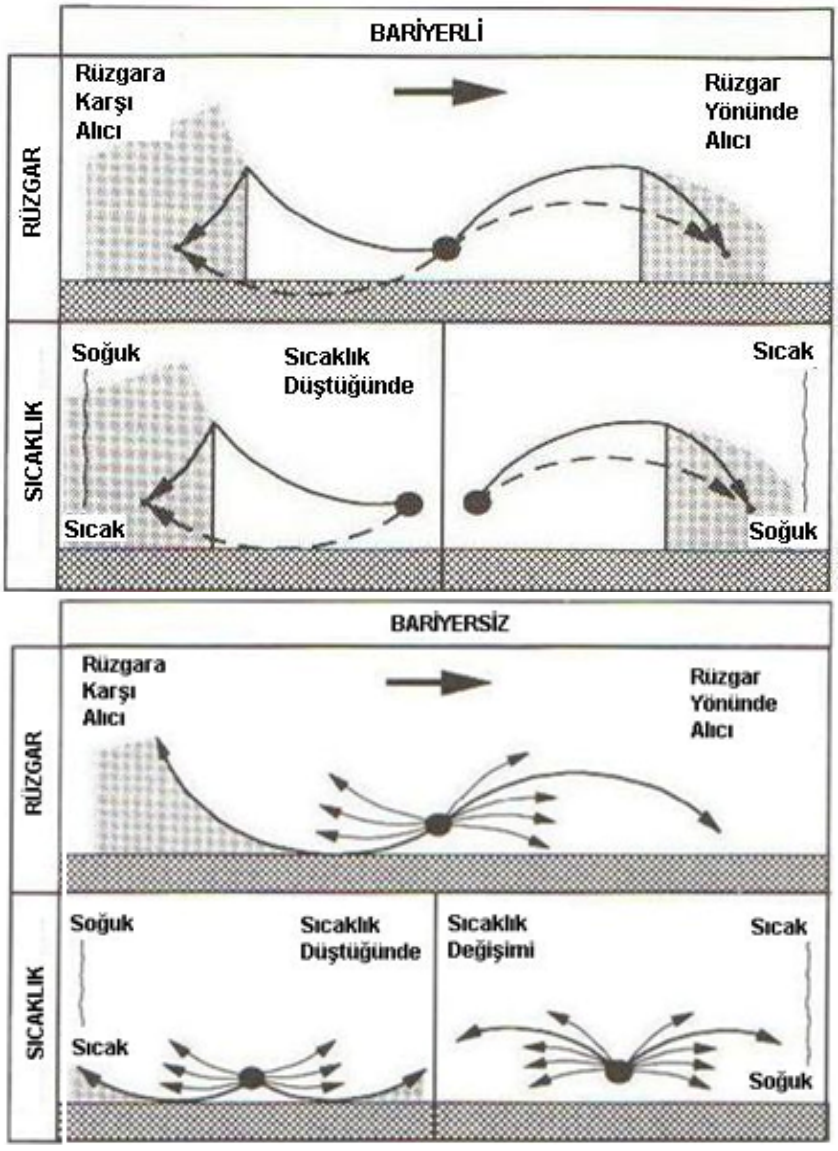
Durum numarası 3= orta düzey yukarı yönlü kıvrılma durumu

Durum numarası 4= Güçlü bir şekilde yukarı yönlü kıvrılma durumu

Bu formüller rüzgarın yerden 3 metre yüksekte olduğu ve rüzgar hızının da 5 m/s olduğu durumlara göre belirlenmiştir.4. durum için hem rüzgar değişimleri hem de ısı değişimleri olduğu varsayılarak değerlendirme yapılmaktadır.

4.3.4.2 Yatay Rüzgar ve Sıcaklık Değişkenlerine Ek Olarak Bariyer Etkileşiminin Kıvrılmaya Etkisi ve Şekilsel Anlatımı.

Yatay rüzgâr ve sıcaklık değişimleri ses yayılımında sesin yukarı yönde veya aşağı yönde kıvrılmasına sebep olabilir. Aşağıdaki şekilde birçok olasılık gösterilmektedir. Aşağıdaki şekil rüzgâr ve sıcaklık durumları için farklılık gösteren kıvrılma tiplerini açıklamaktadır. Genel olarak yukarı yönlü kıvrılma ses düzeyindeki azalım miktarını arttırmakla beraber aşağı yönlü kıvrılıma ses düzeyindeki değişim miktarını azaltmaktadır.Yukarı yönlü kırılma ile oluşan ses gölge bölgeleri yatay rüzgâr değişimleri sebebi ile oluşabilir. Termal gölge bölgeleri genellikle aşağı yönlü rüzgâr kıvrılması ile değişim gösterir.



Şekil 4.22 : Yatay Rüzgar ve Sıcaklık Değişkenlerine Ek Olarak Bariyer Etkileşiminin Kıvrılmaya Etkisi ve Şekilsel Anlatımı
(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992)

4.3.4.3 Kıvrılma Yolu Üzerindeki Rüzgâr ve Sıcaklık

Yükseklikten bağımsız yatay rüzgâr ve sıcaklık değerleri için iki farklı kıvrılma noktası arasında oluşan dairesel yay ile takip eden açılı eğri çizgisinin yarıçapını aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir.

$$\frac{r_c}{1km} = \frac{\left(T_{10m} - T_{0.5m} \right)}{1.9\ K} + \frac{\left(S_{10m} - S_{0.5m} \right)}{3.2_{m/s}} \qquad \textbf{(4.48)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992)

Bu formüldeki

T=Kava sıcaklığının Kelvin cinsinden değeri

S= rüzgârın metre olarak saniyedeki hızı (görüldüğü üzere iki farklı yükseklik için istenmektedir.)

4.3.4.4 Ortalama kıvrılım azalımı

Uzun dönem rüzgar ve sıcaklık değerleri ve kırılma durumları farklılık göstermektedir. Tüm bu durumlar göz önünde bulundurulduğunda uzun dönem kıvrılım azalımını hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılabilir.

Rüzgâr ve sıcaklık etkilerinden kaynaklanan ortalama kıvrılım düzeyi A_{ave} , karışık olan yukarı yönde kıvrılım ve aşağı yönde kıvrılım düzeyleri doğrultusunda alıcı yüksekliğinin 4 metre'den büyük olması halinde, alıcı ile kaynak arası uzaklık değeri r olarak tanımlandığında aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir.

$$A_{ave} = \frac{3}{\left[\frac{\left(10^5 \right)}{r^2} + 1,6 \right]} \qquad \textbf{(4.49)}$$

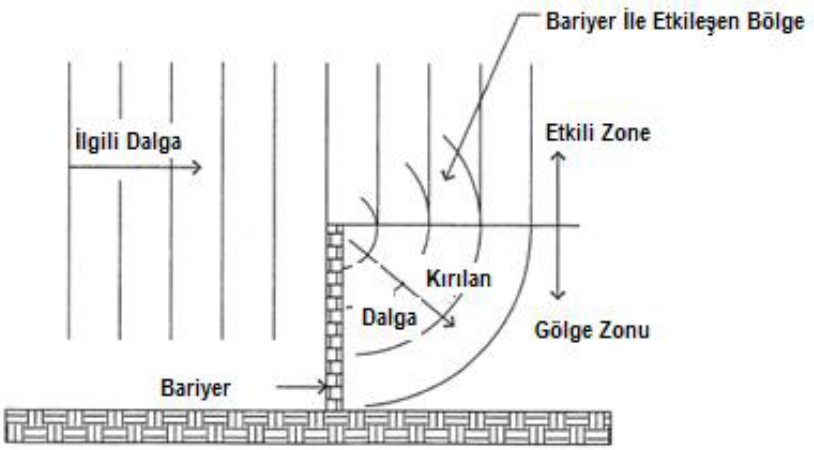
(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992)

r= alıcı ile kaynak arası uzaklık, (metre)

4.3.5 Bariyer Etkisi

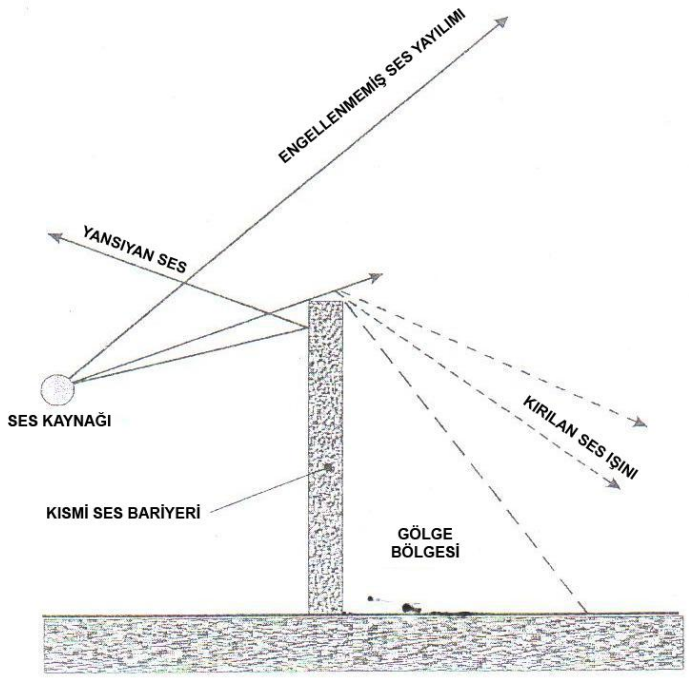
Bariyerler genel olarak dış mekân gürültü kontrolü için kullanılırlar. Şekil 4.25'de basit bir bariyer anlatılmaktadır. Gelen ses dalgası bariyer ile karışlaştığı zaman bir kısmı kırılır ve bir kısmı da duvar içinde titreşim oluşturarak yayılır. Ses dalgalarının bir bölümü de gölge bölgesi olan bariyerin arka kısmına doğru kırılarak yayılır.

Duvar boyunca kırılan ses ışınlarının açısı artıkça ses dalgalarındaki enerji azalımı artar ve dalga enerjisinde azalım daha fazla oluşur.



Şekil 4.23 : Bariyer etkileşiminin basitleştirilmiş anlatımı (LONG M. , 2006)

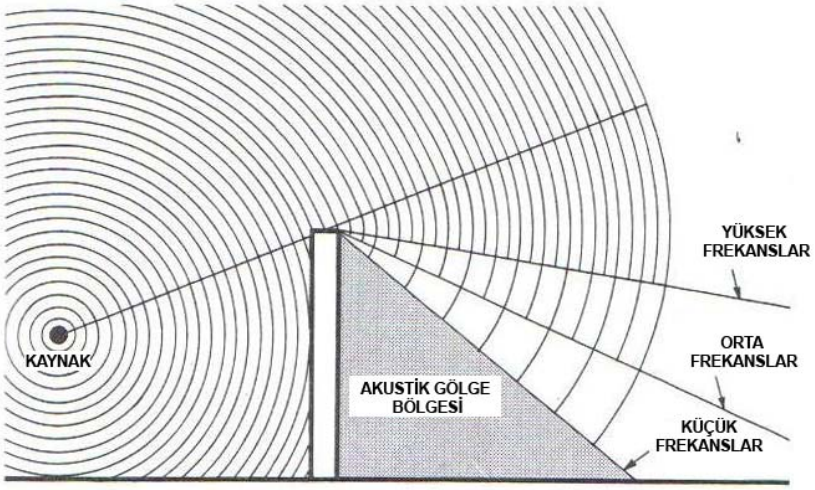
Bariyere ulaşan ses ışınlarının bir kısmı yansır bir kısmıda kırılırlarak bariyerde ilgili gölge bölgesini oluşturmaktadır. Aşağıdaki şekilde gölge bölgesinin oluşumu ve ilgili sistemin anlatımı yapılmaktadır.



Şekil 4.24 : Bariyer etkileşimi ile gölge bölgesinin oluşumu
(Daniel R. Raichel, 2000)

Yukarıdaki şekilden de anlaşılacağı üzere bariyere ulaşan ses ışınının bir kısmı bariyere çarparak yansır. Bir kısmı kırılarak bariyerin arka kısımlarına ulaşır. Ses ışınlarının bariyer etkisi ile ulaşamadıkları yerlerde gölge bölgesi oluşmaktadır.

Gölge bölgesinin oluşumunda frekansların etkisi farklı farklı olmaktadır.Küçük frekans değerlerinin kırılma oranı farzla olması sebebi ile gölge bölgesine doğru kırılabilme özelliği fazladır ve kırılma açısı yüksektir. Yüksek frekanlara doğru ilerledikçe kırılma açısı azalmakta ve yüksek frekansların ilgili gölge bölgeleri artmaktadır.



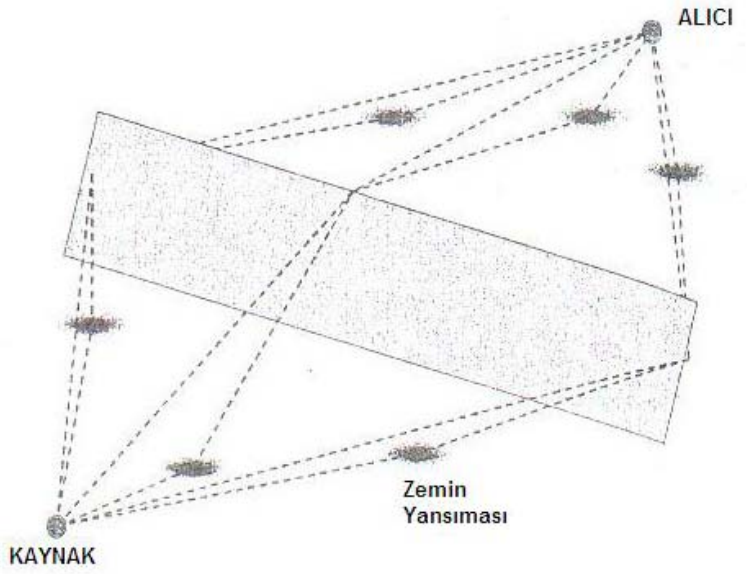
Şekil 4.25 : Frekansların büyüklük düzeyine göre kesit düzleminde oluşturdukları gölge bölgeleri (E. & SPON F. N. , 1991)



Şekil 4.26 : Frekansların büyüklük düzeyine göre plan düzleminde oluşturdukları gölge bölgeleri (MEHTA M., JOHNSON J., ROCAFORD J., 1999)

Bariyer etkisini en geniş açıdan, çok boyutlu incelenmesi gerekirse üç boyutlu olarak değerlendirilmesi gerekir. Bariyer etkileşiminde zeminden kaynaklanan yansımalar göz önünde tutulmalıdır. Sınırlı bayiyerlerde, bariyer azalımı için hem plan düzlemi, hem de kesit düzlemi göz önünde tutulmalıdır. Sonsuz uzunluktaki bariyerlerde sadece kesit düzleminin göz önünde tutulması yeterlidir.Bariyer etkisinin anlatılabilmesi için şekil 4.29 iyi bir örnektir. Bu şekilde ilgili zemin yansımaları ve

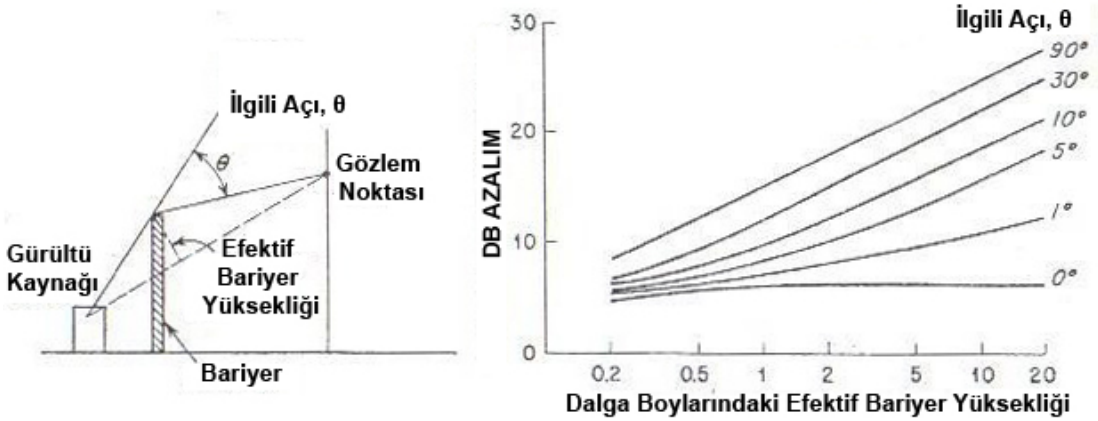
ilgili tüm köşelerinde gerçekleşen kırılmaların göz önünde tutulması gerektiği anlaşılmaktadır.



Şekil 4.27 : Bariyer etkisinin üç boyutlu olarak değerlendirilmesini anlatan ilgili anlatım. (THOMAS D. ROSSING, 2007)

4.3.5.1 Bariyer Etkisinin grafikten okunarak değerlendirilmesi

Bariyer etkisinin en sağlıklı biçimde değerlendirilebilmesi için ilgili bariyerin her açısı ile ilgili kırılmanın göz önünde tutulması gerekir. Bariyer etkisinin basitleştirilerek anlatılmak istenirse tek yönlü kırılma için aşağıdaki şekil ve grafik kullanılabilir.



Şekil 4.28 : Tek yönlü kırılma için ilgili açı ve bariyer yüksekliği değerlerinden bariyer azalımının belirlenmesi (HARRIS C. M., 1957)

4.3.5.2 Bariyer Etkisinin Matematiksel Olarak Hesaplanması

Ses bariyeri olarak büyük ve yoğun objeler ses yayılımı doğrultusunda akustik gölge bölgesi oluşumuna sebep olabilirler. Bu tip objeler duvar, bina, çatı veya zemin sistemi olabilir. Ses bu akustik gölge bölgelerine kırılım ile ve bariyer azalımı olan Dz ile ulaşabilirler. Azalım miktarı ilk olarak frensel sayısı ile tanımlanmıştır. Fresnel sayısı:

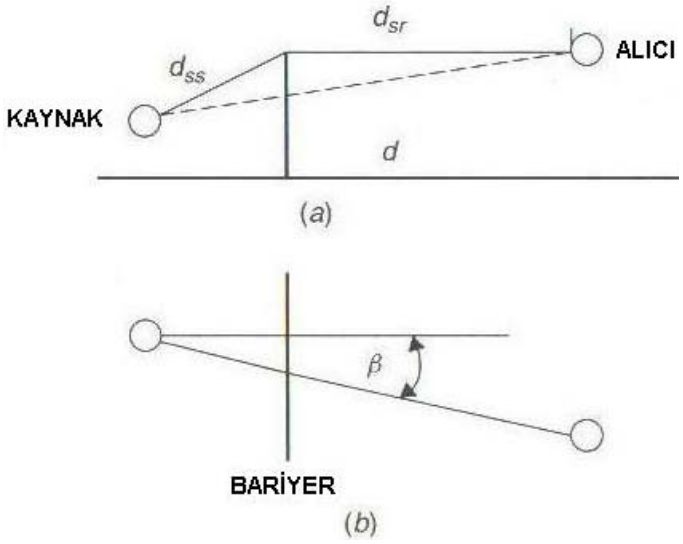
$$N = \frac{2z}{\lambda} \qquad \textbf{(4.50)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

z= Kaynak- bariyer- alıcı arasındaki bariyer etkisi ile artan yol uzaklığı. (Kaynaktan Bariyer engeli göz önünde tutularak sesin ulaşması için en kısa yol).(Bariyerin bir köşesi veya bariyerdeki birçok kenar göz önünde tutulmalıdır.)

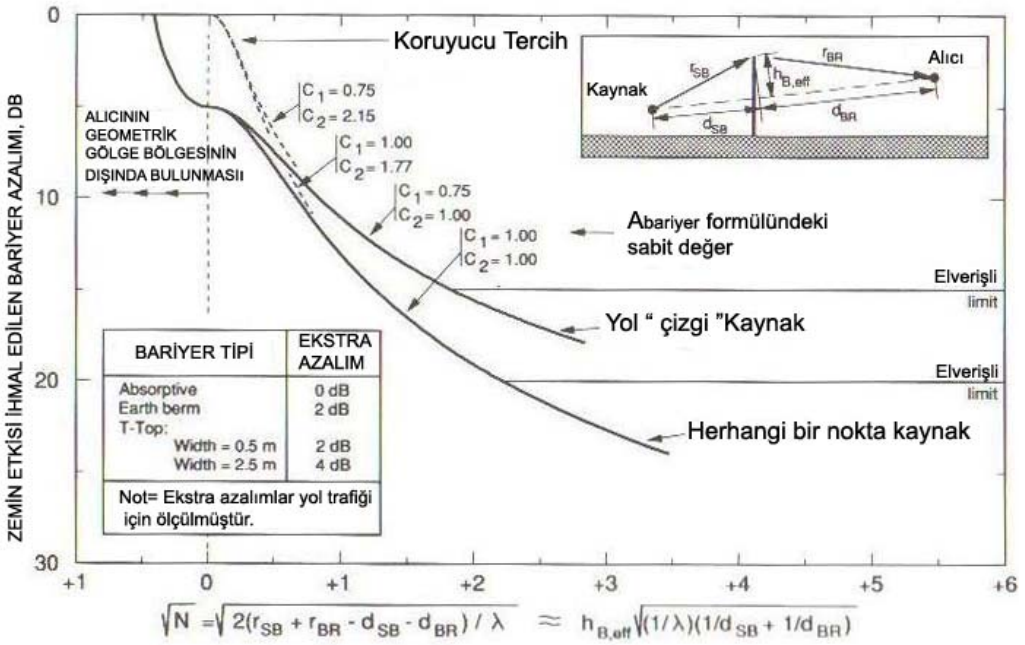
λ= Dalga boyu, λ=c/f

Aşağıdaki şekilden de anlaşıldığı üzere β açısı arttıkça z değeri azalır



Şekil 4.29 : Kaynak ile alıcı arasındaki açısal değerlendirmeler (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

z=0 olduğu durumlarda bariyer azalımı küçük olmakla beraber yaklaşık olarak 5 dB değerini almaktadır. Böyle bir azalımın sebebi olarak akustik gölge bölgesi oluşumudur. Detaylı bir araştırma dâhilinde bir çalışma yapılacak olursa, modelleme yapılması ve ışın takip modeli ve kırılım modeli üzerine yoğunlaşılması gerekir. Bu sistemler bize bariyer azalımını bulmamıza yardım etmektedir.



Şekil 4.30 : Bariyer azalımının fresnel sayısı verisi ile grafikten tanımlanması
(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992)

Şekil 4.30'da farklı bariyer tiplere göre nokta kaynak bariyer azalımı ve çizgi kaynak bariyer azalımı verilmektedir. Daha koruyucu olmak gerekirse nokta nokta grafiği net çizgi grafiğine göre tercih edilir. Fresnel katsayısı olan N birimsizdir. λ metre olarak dalga boyunu tanımlamaktadır. C_1 ve C_2 sabitleri nokta ve çizgi kaynağa göre ve de düzenli ve koruyucu opsiyonlarına göre değişmektedir.

Bir nesnenin eleme engeli olabilmesi için yüzey yoğunluğu en az 10 kg/m^2 olmalı, büyük çatlakları ve açıklıkları bulunmayan kapalı bir yüzeye sahip olmalıdır. Rüzgâr yönünde ses yayılımı için, üst kenarın üzerindeki kırılmanın etkisi, dB cinsinden aşağıdaki eşitlikle hesaplanmalıdır.

$$A_{bar} = Dz - A_{gr} > 0, \text{ dB} \qquad \textbf{(4.51)}$$

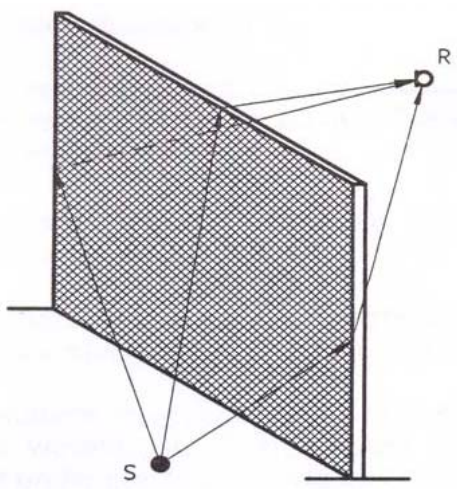
Burada;

Dz = Bariyer azalımı

Agr= Zemin emilimi

Düşey kenarın etrafındaki kırılma ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanmalıdır.

$$A_{bar} = Dz > 0 \qquad \textbf{(4.52)}$$



Şekil 4.31 : ISO 9613-2 standartında, bir engelin üst kenarı üzerinde ve düşey kenarın etrafındaki kırılmanın şekilsel anlatımı

Standard bariyer azalımı yaklaşık olarak aşağıdaki formülde belirtilen şekilde hesaplanır.Bu hesaplama şekli en çok kullanılan ve en geçerli olan formüldür. (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

$$D_Z = 10\log\left(3 + 2NC_1C_2K_{met}\right)\text{dB} < 20\ \text{dB} \qquad \textbf{(4.53)}$$

C_2=1 olduğu zaman için

$$D_Z = 10\log\left(3 + 2NC_1C_2K_{met}\right)\text{dB} < 25\ \text{dB}$$

C_2>1 olduğu zaman için

Burada;

N= Fresnel sayısı

C_1 = Zemin yansımasını gösteren bir faktördür ve 20' ye eşittir. Özel durumlarda, zemin etkileri, zahirî kaynaklarla ayrı ayrı dikkate alındığında C_2 40'tır.

C_2=1 değerini sadece tek yönlü kırılma göz önüne bulundurulduğunda verilebilir. İki veya daha çok köşede kırılma söz konusu ise eşitlik 4.54 kullanılır.

Kmet= Kmet tanımlaması meteorolojik düzeltme faktörüdür. Aşağı yönde rüzgâr kıvrılması olduğu zaman göz önünde tutulur.(down-wind ray) Kmet eşitlik 4.55 yardımı ile hesaplanır.

$$C_2 = \frac{1+\left(\frac{5\lambda}{e}\right)^2}{\frac{1}{3}+\left(\frac{5\lambda}{e}\right)^2} \qquad \textbf{(4.54)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Burada;

e= kırılma köşesindeki ilk kırılma noktası ile son kırılma noktası arasındaki uzunluk farkı, Birimi metredir. Çift kırılma için Şekil 4.31'e bakılmalıdır.

$$K_{met} = \exp\left(-\frac{1}{2000}\sqrt{\frac{d_{SS}d_{SR}d}{2z}}\right) \qquad \textbf{(4.55)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Burada;

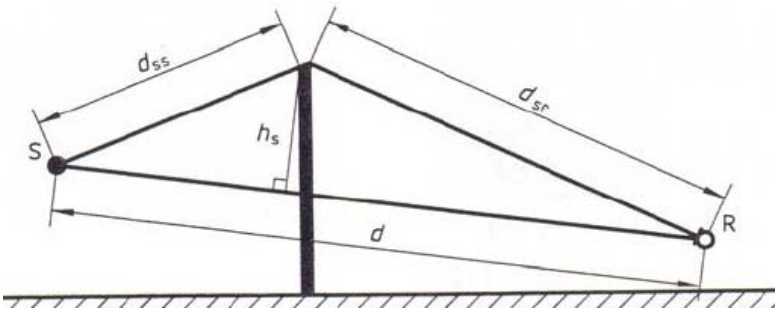
dss= Kaynak ile kırılım köşesi arasındaki uzaklık farkı

dsr= son kırılım ile alıcı arasındaki uzaklık farkı

d=Bariyer harici yol uzaklığı

z= Kaynak- bariyer- alıcı arasındaki bariyer etkisi ile artan yol uzaklığı. Eşitlik 4.56 ve 4.57 yardımı ile hesaplanabilir.

ISO 9613-2 standardı artan yol uzaklığını hesaplamak için gerekli olan verilerden formülsel yaklaşımı vermektedir. Kaynak- bariyer- alıcı arasındaki bariyer etkisi ile artan yol uzaklığı, tek kırılma ve çift kırılma durumuna göre farklı formüllerle hesaplanmaktadır.



Şekil 4.32 : ISO 9613-2'de belirtilen tek kırılma için yayılma uzunluk farkının belirlenmesindeki geometrik büyüklükler

Tek kırılma z değerinin hesaplanması için eşitlik 4.56 kullanılır.

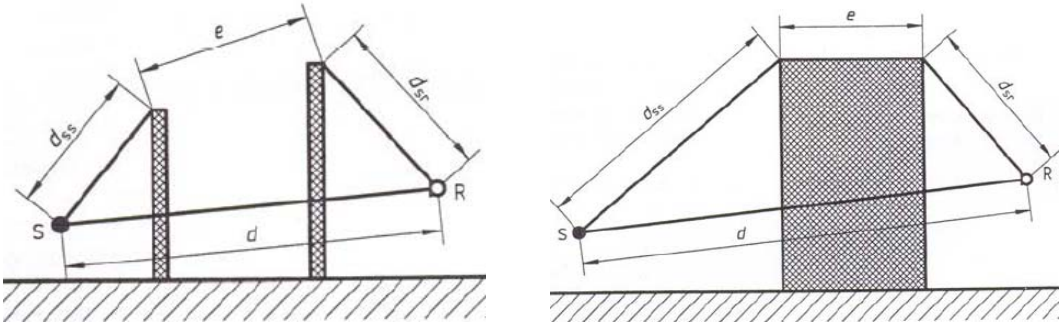
$$Z = [(d_{ss} + d_{sr})^2 + a^2]^{1/2} - d \qquad \textbf{(4.56)}$$

Burada;

d ss =Kaynaktan ilk kırılma kenarına kadar olan mesafe, m,

d sr =İkinci kırılma kenarından alıcıya kadar olan mesafe, m,

a= Kaynak ve alıcı arasındaki engel kenarına paralel olan bileşen mesafesi, m'dir.



Şekil 4.33 : ISO 9613-2'de belirtilen çift kırılma için yayılma uzunluk farkının belirlenmesindeki geometrik büyüklükler

Çift kırılma z değerinin hesaplanması için eşitlik 4.57 kullanılır.

$$Z= [(d_{ss} + d_{sr}e)^2 + a^2]^{½} - d \qquad \textbf{(4.57)}$$

Burada;

d ss =Kaynaktan ilk kırılma kenarına kadar olan mesafe, m,

d sr =İkinci kırılma kenarından alıcıya kadar olan mesafe, m,

a= Kaynak ve alıcı arasındaki engel kenarına paralel olan bileşen mesafesi, m'dir.

Bu konuda anlatılan tüm formüller ve teorik yaklaşımlar ses yayılırken atmosferdeki kırılım parametresi durumlarından olan a>0 olduğu koşullarda gerçekleşmektedir. Bu durum sonsuz bariyerlerde uygulanabilir veya sınırlı bariyerlerde birden üçe kadar tüm köşeler göz önünde bulundurulmalıdır.

4.3.6 Yansıtıcılar ve Yankılaşım

Herhangi bir büyük obje olarak bir duvar, çatı,bina veya yol işareti ses yolu üzerinde düz bir yüzey olarak bulunabilir. Bu yüzey blokların alanları en az frensel yarıçapı olan $\sqrt{\lambda \mathrm{dso}}$ değerini sağlaması yansıtıcı olarak değerlendirilmeleri için yeterlidir. ISO 9613-2 standardında anlatılanlar doğrultusunda daha spesifik olarak tanımlarsak yansımanın gerçekleştiği yüzeyin en küçük boyutu aşağıdaki formülü sağlaması gerekmektedir.

$$L_{min}\ \cos\beta\ > \sqrt{\frac{2\lambda}{\frac{1}{d_{SO}}+\frac{1}{d_{OR}}}} \qquad \textbf{(4.58)}$$

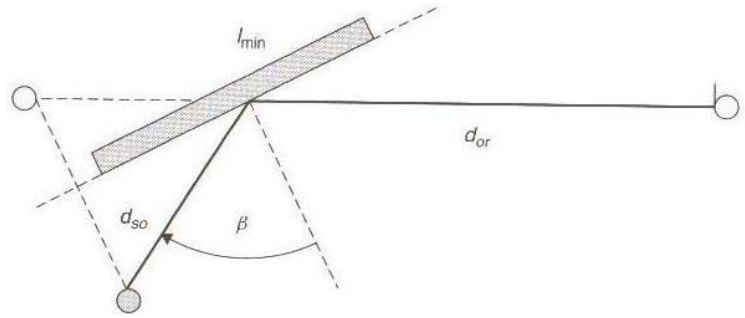
Burada;

β= Yansıyan yüzeydeki sesin geliş açısı

d_{SO}= Kaynaktan yansıtıcı yüzeye gelen sesin yol uzunluğu

d_{OR}= yansıtıcı yüzeyden yansıyan sesin alıcıya kadar gelirken aldığı yol uzunluğu

Yansımaları zahiri kaynak olarak değerlendirilerek d_{SO} ve d_{OR} verilerine ulaşılabilir.



Şekil 4.34 : Yüzeyde oluşabilecek yansımalar için belirtilen Imin
(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Yansıma katsayısı olan R<1 yansıtıcı, zahiri kaynaktan gelen ses gücü düzeyini -10log(R) dB azaltmaktadır. Bina yüzeyi sebebiyle oluşan dağılan yansımalar sesin gökyüzüne doğru saçılmasına sebep olur. Bu durum 1 veya 2 dB yansıma kaybına sebebiyet vermektedir.

4.3.7 Sıralanmış Binaların ve Diğer Engellerden Kaynaklanan Azalım

Kaynak ile alıcı arasındaki iletimde sıralanmış binalar azalıma sebep olurlar. Kaynaktan yayılan ses binaların üst noktasından ve binaların arasında bulunan boşluklardan hareketle alıcıya ulaşır.

Endüstriyel binaların düzenli konumlanmadığı durumlarda ses yayılımı için tipik olarak aşağıdaki formülü kullanılabilir ki bu durumun sebebi enerjinin yukarı yönlü kırılmasından kaynaklanmaktadır.

$$A_{row} = (0,05\ \mathrm{dB/m})(r_{buildings}) \qquad \textbf{(4.59)}$$

$r_{buildings=}$ Endüstriyel zon içerisindeki kaynak ile alıcı arası uzaklık değeri.

4.3.8 Yoğun Ağaçlandırılmış Bölgelerdeki Azalım

Alıcı ile kaynak arasında yeterli yoğunluğa sahip ağaçlandırılmış alanlar azalıma sebep olurlar. Bu tür azalmalar ağaçların dallarına ve gövdelerine çarpan (özellikle orta frekans) ve de yapraklara çarpan (özellikle yüksek frekans) ses ışınlarının gökyüzü doğrultusunda saçılmasından kaynaklanmaktadır Genel olarak yapraklardan kaynaklanan sesin emilimi çok önem arz etmektedir Kışın yapraklarını kaybeden ağaçlarda kış döneminde azalım miktarında düşüş gözlemlenmektedir. Düşük frekanslardaki azalımın sebebi ağaç köklerin ve çalılıkların yumuşak zemin oluşturmasıdır.ağaçlandırılmış bölgelerdeki azalım aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir.

$$A_{woods} = 6...10\left(\frac{f}{1kHz}\right)^{\frac{1}{3}}\left(\frac{Rwoods}{100}\right) \leq 10 \qquad \textbf{(4.60)}$$

(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,1992)

Burada,

6…10= Yoğunluğa bağlı değişen katsayı (6,7,8,9,10)

Rwoods= yoğun ağaçlandırılmış bölgedeki alıcı ile kaynak arasındaki uzaklık değeri (metre)

Ağaçlandırılmış bölgede kesin olarak azalımın gözlemlenebilmesi için yeterince yoğun ağaçların ve çalıların bulunması gerekir ve ağaçların genel yükseklik değerleri 5 metre ve üzerinde olması gerekmektedir.

4.3.9 Etkileşim Elemanlarındaki Standart Yönetmenlik

Yayılım yolundaki azalımlar göz önünde tutulursa toplam azalım değeri aşağıdaki formül yardımı ile bulunabilir.

$$A = A_{div} + A_{gr} + A_{bar} + A_{atm} \qquad \textbf{(4.61)}$$

Burada;

A_{div}= Küresel yayılımdan kaynaklanan uzaklığa bağlı azalım

$A_{gr=}$ Zemin etkisinden kaynaklanan azalım.

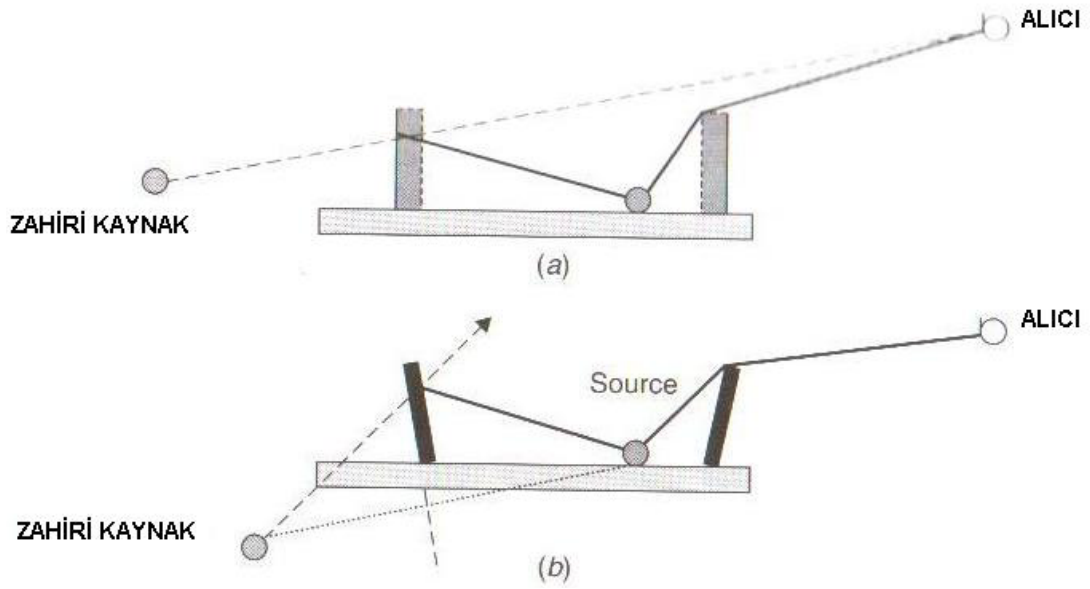
A_{bar}= Engel kırınımından kaynaklanan azlım.

A_{atm}= Atmosferik emilimden kaynaklanan azalım.

Bariyer ve zemin arasındaki etkileşim hesaplama yapılırken göz önünde tutulmalıdır. Yansımalarda ses gücü düzeyine katkı sağladığı için azalım olarak değerlendirilmemektedir.

4.3.10 Bariyer sistemi ve etkileşimleri

Demiryolu veya karayolu sisteminin her iki köşesinde de bariyer bulunuyorsa, alıcı ile kaynak arasında en az iki farklı ses yolu olduğu göz önünde tutulmalıdır. Bunlardan biri bariyerin üst noktasında oluşabilecek kırılımdır ve öteki ses yolu bariyerden gelen yansıma sonucu oluşmaktadır. Aşağıdaki şekilde bu durum için önerilebilecek bir sistem anlatılmaktadır. Aşağıda verilen şekilde bariyerden yansıma sonucu alıcıya ulaşan sesin önlenmesi hedeflenmiştir.



Şekil 4.35 : Bariyer yansımalarının açılara göre değişimi
(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK,2006)

Bariyerlerde iki farklı sistem mevcuttur.

a- Sadece emici bariyer sistemi

b- Emici bariyer sisteminin yanında yansıtıcı bariyer sistemi

Bariyer sisteminde emici yüzey seçilmesi önemli bir yere sahiptir. Emici yüzey sistemi yanında eğimli bariyer sisteminin seçilmesi alıcıya ulaşan yansımaları azaltabilir.

4.3.11 Meteoroloji için Mühendislik Yaklaşımları

4.3.11.1 C_{met} ve C_O Düzeltme Terimleri

Uzun dönem meteorolojik etkileri içeren durumları değerlendirmek için kullanılmaktadır. Dış mekânda A-ağırlıklı ses yayılımı değerlendirmeleri için gereklidir. Bu terimler, sanayi bölgesi ve komşu sınırı uzun dönem A- ağırlıklı ses basınç düzeyini incelemede kullanılabilir. Uzun dönemden kasıt sekiz ay veya bir yıl süresidir.

Bu dönem içerisinde istenecek veya istenmeyecek birçok farklı ses yayılım koşulları söz konusudur. Bu amaç, hesaplamaları uzun dönem olarak tanımlayabilmektir.

ISO 9613-2 standardına göre $L_{AT}(LT)$ değeri $L_{AT}(DW)$ değerinden metorolojik dönemsel düzeltmenin (C met) çıkarılması ile elde edilmektedir.

$$C_{MET} = \begin{cases} 0 & \text{eğer } d \le 10(h_S + hR) \\ C_O(1 - 10\,(h_{S+} h_R)/d) & \text{eğer } d > 10(h_S + h_{R)} \end{cases} \qquad \textbf{(4.62)}$$

C_O terimi meterolojik veriler olarak rüzgar hızına ve sıcaklık gradyan doğrultusuna bağlıdır. Düzeltme terimi C_O büyük uzaklıklar için kullanılmaktadır. Deneyimler göstermektedir ki C_O terimi 0 ile 5 dB arasında değerler almaktadır.

4.3.11.2 Lokal Hava İstatistikleri

Hava durumu istatistikleri doğrultusunda hesaplanan C_O terimi hesaplanırken birçok prosedür söz konusudur.

$$C_O\,(\,\alpha, g) = -10\log\left(\sum_{i=0}^{I-1} Q\frac{Wi(\theta i)}{2}\left[1+g-(1-g)\cos(\theta rec-\theta i)\right]+1-Q\right) \qquad \textbf{(4.63)}$$

Θ_{rec}=Kuzey ile alıcı-kaynak çizgisi açısı

g= 0,01 ve 0,1 arasındaki parametredir. Rüzgârın yukarı yönde kıvrılması için hesaplanır.

θi= Kuzey ile rüzgâr yönü arasındaki açı

Wi= i'inci rüzgârın yönü için olasılığı

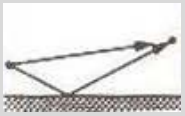
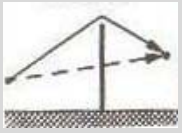
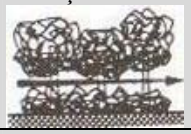
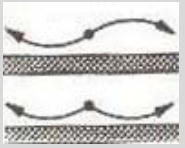
I= Rüzgâr yönü sayısı

1-Q=Rüzgâr olamaması olasılığı(durgun)

4.3.12 Konu İle İlgili Birleştirilmiş Etkenlerin Bir Arada Değerlendirilmesi

Dış mekânda sesin yayılması durumunda gerçekleşen önemli mekanizmanın özeti verilmektedir. Bu sistemde dâhil edilmeyen etkenler sıralanacak olursa, kaynak yönlenmesi, sis ve yağış olarak belirlenebilir.

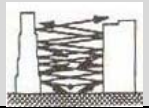
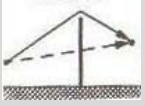
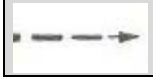
Çizelge 4.5 : İlgili Etkenlerin Değerlendirilmesi (ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK1992)

		AZALTIMIN 5 dB'E EŞİT OLMASI		
Mekanizma	Özet Tanımlama	Bu Koşullar Altında	Bu değerler Altında	
ATMOSFERİK EMİLİM	Atmosfer sayesinde gerçekleşen direk emilim	10 C^o değerinde ve % 70 bağıl nem değerinde	800 m	dBA
			1500 m'de 500 Hz 250 m'de 4000 Hz	Octav bant
YUMUŞAK YÜZEY 	Direk ve yansıyan sesin zemin ile etkileşiminin akustik olarak yumuşak zeminde gerçekleşmesi	Alıcı ve Kaynak yüksekliğinin yaklaşık olarak 1.2 m olması için	85 m	dBA
			10 m 250 Hz ve 500 Hz değerlerinde 50 m 125 Hz ve 1000 Hz değerlerinde 63Hz ile 2000 Hz değerinde hiçbir zaman gerçekleşmez	Octav bant
BARİYER 	Bariyer Etkileşiminden Kaynaklanan Azalım, Bariyer azalımı IL	Doğal sıcaklık durumlarında ve rüzgârın olmadığı durumda alıcının akustik gölge bölgesinde bulunması	Tüm	----
BİNALAR 	Sıralanan binaların kısmi perdelemesi	Sıralanmış binaların dışında yaklaşık olarak %25'lık açık alan bulunması	Tüm	----
YOĞUN AĞAÇLAR 	Sıralanan yoğun ağaçların kısmi perdelemesi	Yoğun ağaçlık bölge olması ve ağaç altında çalılık bulunması	30 m	dBA
			100 m 500 Hz değerinde 50 m 4000 Hz değerinde	Octav bant
ŞEHİR YANKILANMASI 	Şehirsel kanyonlarda çoklu yansımalardan kaynaklanan amplifikasyon	Karşılıklı caddede bulunan en az 10 m yüksekliğindeki binalardan oluşan sistem	Tüm	----
RÜZGAR/ SICAKLIK 	Yumuşak zemin azalmasının modifikasyonu veya Bariyer azalımının modifikasyonu veya gölge bölgelerinin modifikasyonu. Tüm bu durumlar sıcaklık değeri ve yatay rüzgâr durumu sebebi ile gerçekleşmektedir	Alıcı ve kaynak yüksekliğinin yaklaşık olarak 1,2 metre olduğu sıcak gün içerisinde	150 m	dBA
			150 m 500 Hz değerinde 50 m 4000 Hz değerinde	Octav bant

4.3.13 Ses Yayılma Mekanizmasını Etkileşimi

Aşağıdaki çizelge temel etkileşim mekanizmasını anlatmaktadır. Bu etkileşim mekanizmasının sonucu kuvvetli olarak ses düzeyini etkilemektedir. Maalesef Bu durumun tahmini oldukça zordur çünkü doğal olarak çok karmaşık bir yapıya sahip olmaktadır.Kritik etkileşim yumuşak zemin azalımı ile bariyer azalımı arasında, rüzgâr/sıcaklık gradyanı etkisi ile zemin arasında, rüzgâr/sıcaklık gradyanı etkisi ile bariyer azalımı arasında gözlemlenmektedir.

Çizelge 4.6 : Ses yayılma mekanizmasının etkileşiminin tanımlanması
(ISTVAN L.VER and LEO L. BERANEK1992)

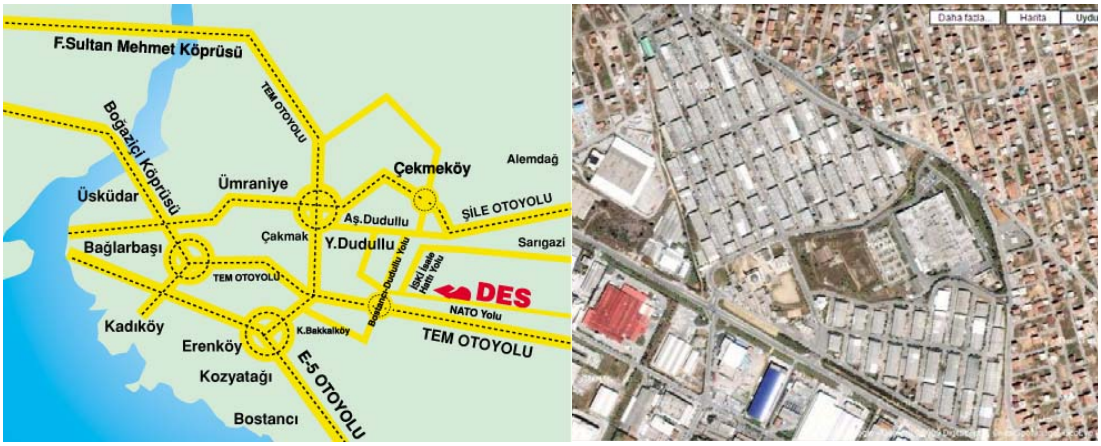
Etkiler eklenir	Not 1	Not 2	Sıcaklık/ rüzgâr etkileşiminin binaların yanında olmadığı varsayılacak. Etkiler eklenecek	Sıcaklık/ rüzgâr etkileşiminin ağaçlık bölgede olmadığı varsayılacak. Etkiler eklenecek	Sıcaklık/ rüzgâr etkileşiminin kentsel alanda olmadığı varsayılacak	Rüzgâr/ sıcaklık 
Etkiler eklenir	Kentsel alanlarda zemin azalımı ihmal edilir.	Kentsel alanlarda limit bariyer IL değeri 5 ile 10 dB arası değişir	Etkiler eklenir	Ağaçlık kentsel alanda bulunduğu için ihmal edilecek	Şehir Yankılanması 	
Etkiler eklenir	Bu ikisinin toplamın-dansa ikilinin maksimum olanı kullanılır	Bu ikisinin toplamın-dansa ikilinin maksimum olanı kullanılır	Bu ikisinin toplamındansa ikilinin maksimum olanı kullanılır	Yoğun Ağaçlık 		
Etkiler eklenir	Bu ikisinin toplamın-dansa ikilinin maksimum olanı kullanılır.	Bu ikisinin toplamın-dansa, ikilinin maksimum olanı kullanılır	Binalar 			
Etkiler eklenir	IL Bariyer hesaplanır, Bariyer azalımı değil	Bariyer 				
Etkiler eklenir.	Yumuşak Yüzey 					
Atmosferik Emilim 	**Not 1=** Eşitlik 4.17 ile Eşitlik 4.46'dan etkenler eklenmeli veya alıcının 4 metre ve üzerindeki değerlerinde karışık rüzgâr durumu göz önünde bulundurularak eşitlik 4.49 ile eşitlik 4.15'den etkenler eklenmeli **Not 2=** eşitlik 4.53 kullanılmalıdır.					

5. DES SANAYİ SİTESİNİN VE YAKIN ÇEVRESİNİN ENDÜSTRİYEL GÜRÜLTÜ HARİTASININ HAZIRLANMASI ÖRNEĞİ

Bu bölümde, endüstriyel gürültünün haritalanması, Des sanayi sitesinin ve yakın çevresi içinde bulunan 4 km^2' lık bölge örneği üzerinden incelenecektir. Gürültü kaynakları olarak bu bölge içerisinde bulunan sanayi binaları kabul edilmekte olup konut etkileşim bölgeleri ve gürültüye maruz kalan kişi sayıları incelenecektir.

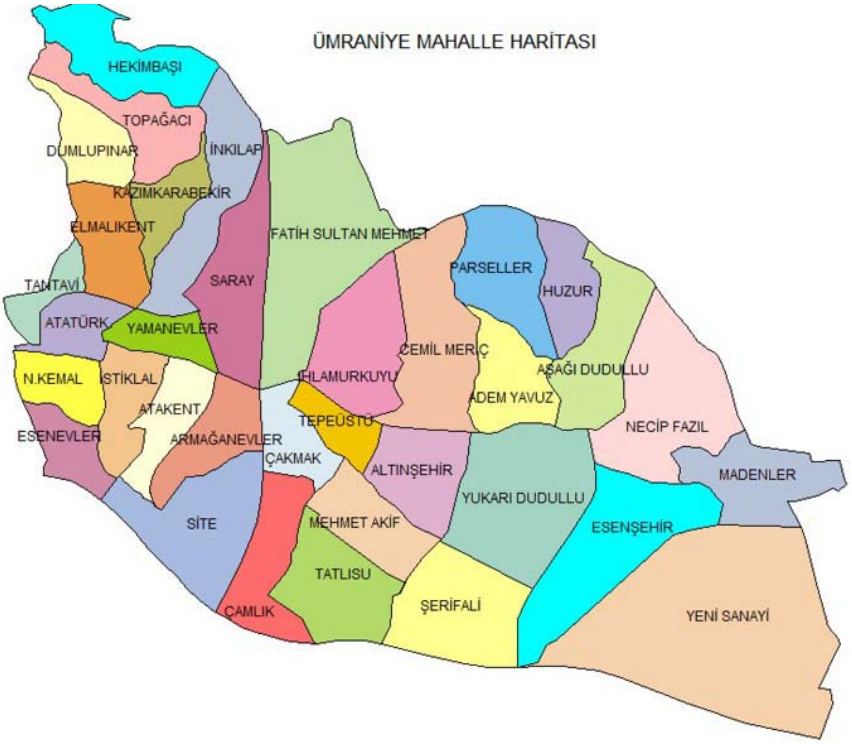
5.1 Bölge Tanıtımı

İstanbul şehrinde, Ümraniye ilçesinde, Yeni Sanayi mahallesi mevkiinde bulunan Des sanayi sitesi ve yakın çevresi ulaşım hatlarına yakınlığı itibari ile iyi bir mevkide konumlanmıştır.



Şekil 5.1 : Des sanayi sitesinin ulaşım yolu ve yakın çevresinin detaylı görünümü

Boğaziçi köprüsü ve F. Sultan Mehmet köprüsüne kolay ulaşılabilirliği, Tem otoyolu ve Şile otoyoluna yakın olması bölgede bulunan üretim ve depolama birimlerinin gelişmesine olanak sağlamıştır. Ümraniye ilçesinde şekil 6.2 ilgili mahalle haritasından da anlaşılacağı üzeri Des sanayi sitesinin bulunduğu Yeni Sanayi mahallesi Ümraniye ilçesinin güney doğusunda bulunmaktadır.



Şekil 5.2 : Ümraniye mahalle haritası

Des sanayi sitesinin tarihçesi açıklanacak olursa; Perşembe pazarı adıyla, uzun yıllar "Demir-Çelik Borsası" olarak bilinen sahanın 1980 yılından itibaren Haliç Projesi kapsamında yeniden düzenlenmesi üzerine, burada faaliyet gösteren firmalar kendilerine yeni bir yerleşim aramışlar ve DES bu arayıştan doğmuştur. 1986 yılında Devlet Arsa Ofisi'nden temin edilen Dudullu'daki 358713 m2 genişliğindeki arazi üzerinde, 1987 yılında Sitenin inşaatına başlanmıştır. S.S. Perşembepazarı ve Kasımpaşa Demirciler Küçük Sanayi Sitesi Yapı Kooperatifi tarafından başlatılan çalışma hızla ilerlemiştir ve 1996 yılında tamamlanmıştır. Site 1425 modülden oluşmaktadır. Birden fazla modülün birleştirilmesi yoluyla istenilen genişlikte işyerleri oluşturulabiliyor olmaktadır. DES Sanayi Sitesi'nde bugün 850 müstakil işyeri faaliyet halindedir ve 12000 istihdam kapasiteli bir kuruluş düzeyine gelinmiştir.

Demir-Çelik-Sac eksenli olarak, DES Sanayi Sitesi'nde metal işleme faaliyetinin bütün açılımları yaşanmaktadır. İş makineleri, Elektrik-Elektronik, Kalıpçılık, çeşitli alanlarla ilgili makine imalatı, Yapı Malzemeleri Üretimi, Konstrüksiyon İşleri,

Parça İmalatı ve Oto Yan Sanayi, Talaşlı imalat gibi bir dizi imalat konularında DES Sanayi Sitesi, dinamik bir gelişme süreci göstermektedir.

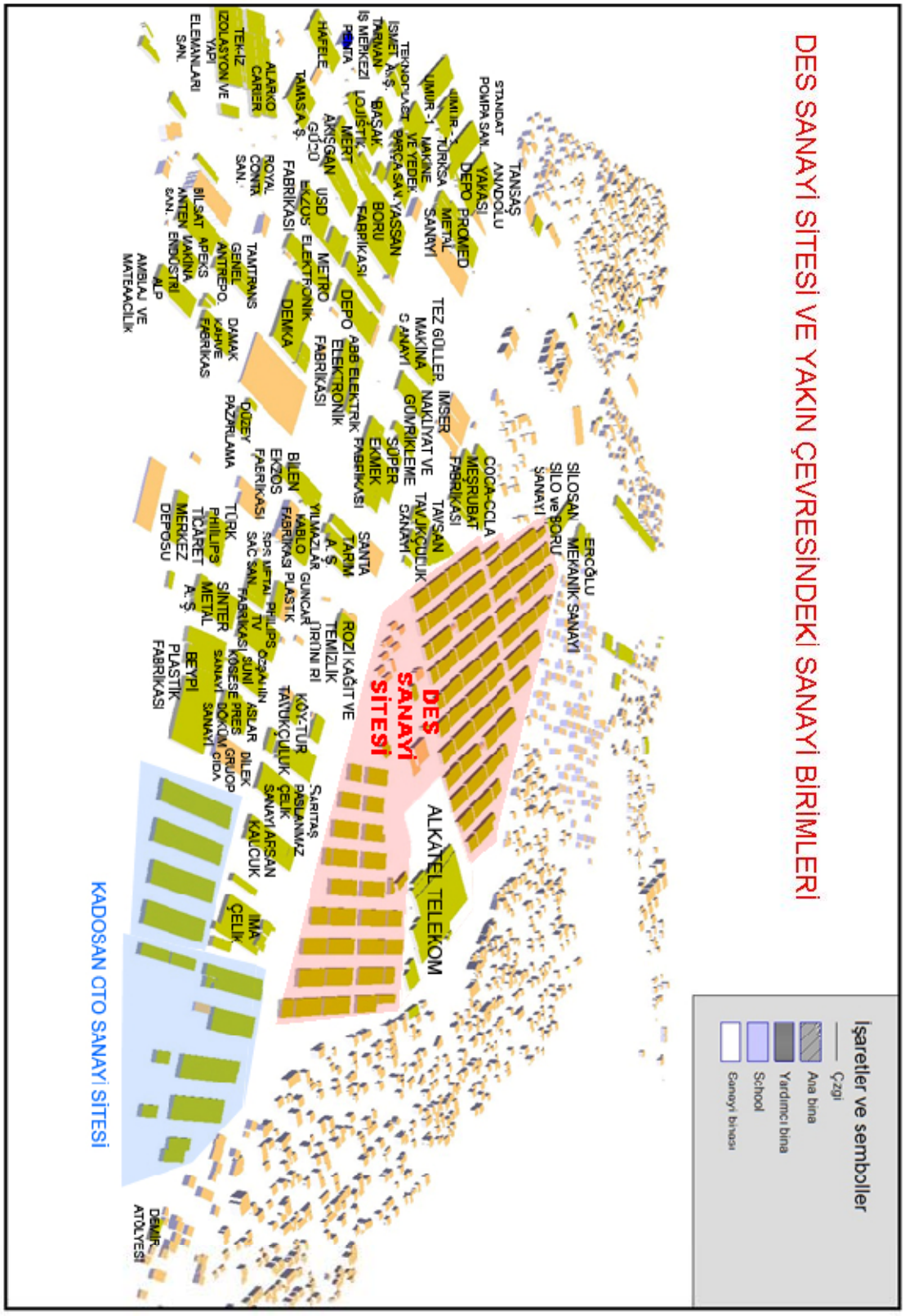
Des sanayi sitesi endüstriyel gürültünün incelenebileceği demir sanayi örneklerinden olmakta birlikte konut ve yerleşim bölgelerine yakınlığı ile bilinmektedir. Yeni sanayi sitesinde bulunan des sanayi sitesinin kuzeyinde konut ve yerleşim bölgeleri bulunmaktadır. Bu bölgeyedeki gürültüye maruz kalan insanların yaşam koşullarını iyileştirebilmek bu çalışmanın ana hedeflerinden biridir.



Şekil 5.3 : Des sanayi sitesi ve yakın çevresinin helikopterden çekilen fotografı

Bölgede yaşamakta olan kişi sayısının belirlenebilmesi için yeni sanayi sitesinin muhtarı ile görüşülüp ilgili bilgiler alınarak bölgede gürültüye maruz kalan kişi sayısı belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar doğrultusunda 30 metrekare inşaat alanında 1 kişinin ortalama olarak yaşamakta olduğu belirlenmiştir.

Hazırlanan bölge analizlerinde, des sanayi sitesi modelinin merkezinde olacak şekilde tanımlanarak ilgili konut bölgeleri tanımlanmıştır. Aşağıda verilen modelde Des sanayi sitesi, Kadosan Oto Sanayi ve Dudulu sanayi bölgesinde bulunan ilgili sanayi binaları belirtilmektedir. Des sanayi sitesinin kuzeyinde konut binaları konumlanmakta olup, ana incelenmesi gereken yerleşim birimlerini oluşturmaktadır.



Şekil 5.4 : Des sanayi sitesinin Soundplan programında hazırlanmış olan bölge ve yakın çevresi sanayi kuruluşlarını ve ilgili konut bölgelerini içeren kapsamlı modelin resimlenerek anlatılması

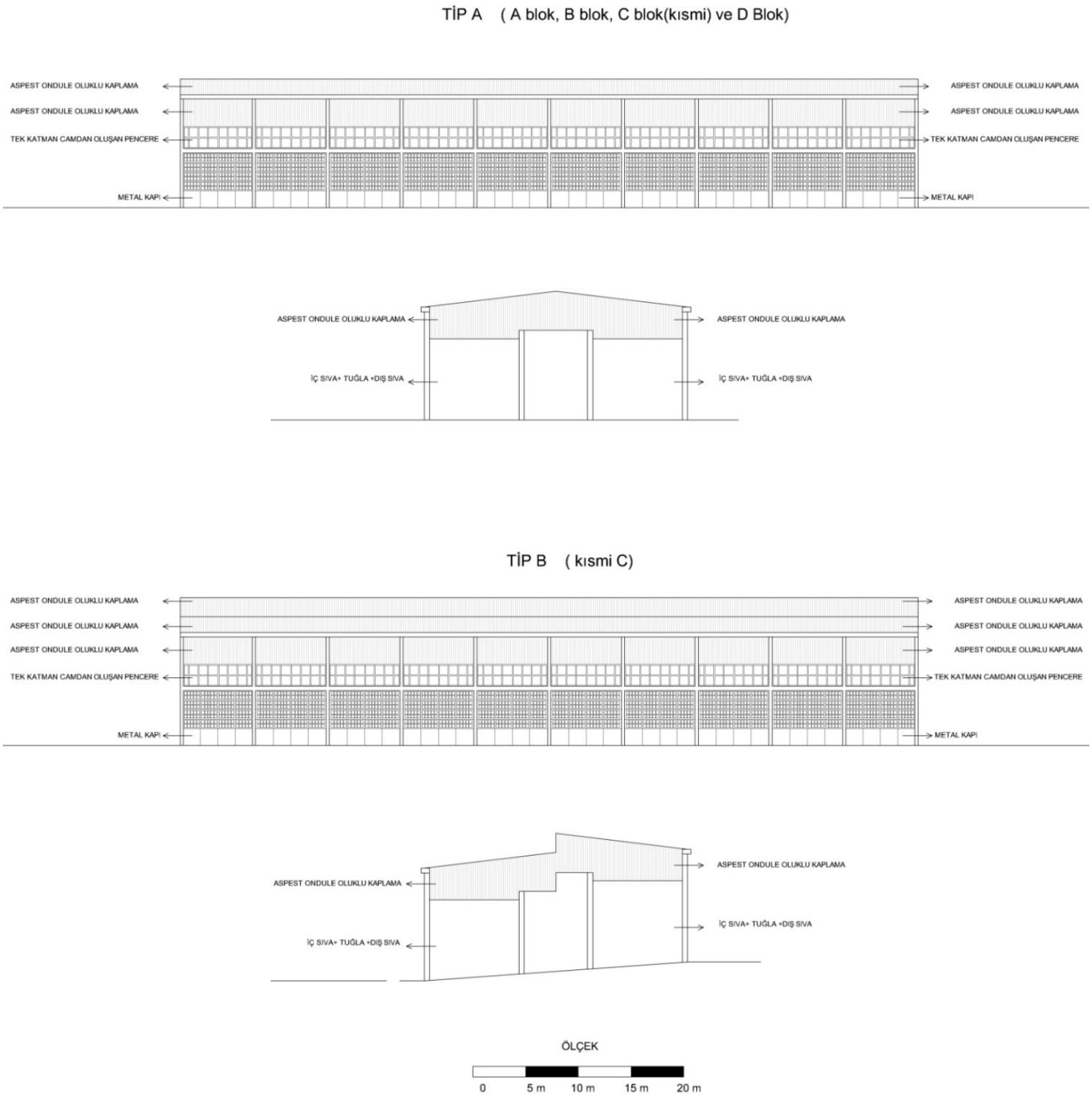
Des sanayi sitesi içerisinde imalathane binaları, dükkânlar, cami ve idare binası bulunan büyük bir metal işleme merkezi olarak tanımlanabilir. Des sanayi sitesinin vaziyet planına ve yerleşimine bakıldığı zaman 3 farklı blok tipinin olduğu ve 2 ayrı ana girişinin bulunduğu anlaşılmaktadır. Ana giriş kapısının nato yolu üzerinden olmasının yanında ikinci giriş kapısının Atatürk Caddesi üzerinde olduğu aşağıdaki vaziyet planına bakılarak anlaşılmaktadır.



Şekil 5.5 : Des sanayi sitesinin blok numaraları ve cadde isimleri

Sanayi sitesinin içerisinde imalathane binalarının genel karakterine bakılacak olursa, eğimli topografyaya entegre olan iki farklı tip bina sistemine sahip olduğu anlaşır. Bu sistemler ve genel cephe malzemeleri aşağıdaki şekil 6.6'daki çizimde verilmektedir. Bu cephelerdeki malzeme detayları iç mekân gürültü seviyesinin dış mekana geçiş miktarını tanımlamada yarayacak olan Rw ses yalıtım düzeyinin belirlenebilmesine yardımcı olacaktır.

Klasik imalathane binalarının cephelerinin 70 metreye, 25 metre olması durumunda ilgili cephe çizimleri aşağıdaki gibi olacaktır. Bu tip sistemlerin en büyük boyutu 11 akstan oluşmaktadır ve bu sistem imalathane binalarını 10 ayrı bölmeye ayırmaktadır. Her bölmeden kasıt çizimden anlaşılacağı üzere ön cephede 10 ayrı metal kapı bulunmaktadır ve her metal kapı 1 bölmeyi mekansal anlamda tanımlamaktadır.



Şekil 5.6 : Des sanayi sitesinin tip binalarının teknik çizimleri

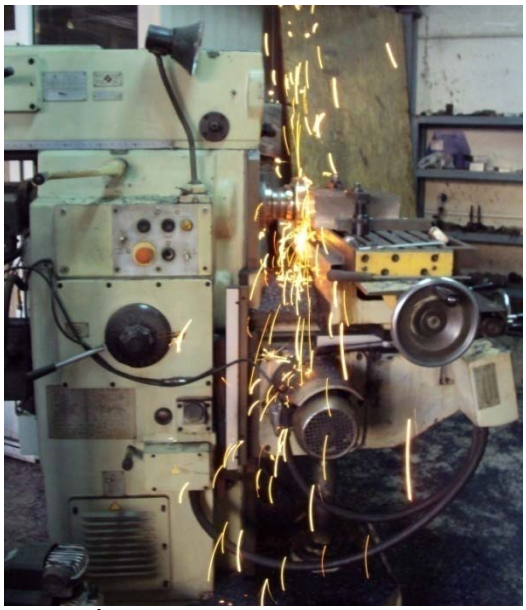


Şekil 5.7 : Des sanayi sitesinin vaziyet planından görünümü

Des sanayi sitesinin içerisindeki imalathane binaları ilgili karakteristik gürültü kaynak tiplerini belirleyecek olursak metal sanayinde görülen metal işleme ve şekillendirmeye yönelik temel üretim sistemlerine dayanmaktadır. Metal üretim atölyelerinin temel gürültü kaynağı tipleri metal kaynak, giyotin makas, giyotin katlama, darbeli presleme, cnc kesim, lazer kesim, darbeli metal şekillendirme, torna işleri, frezee, hidrolik presleme, baskı kalıp işleri, vergel, taşlama işlemleri, metal döküm ve spiral kesim başlıkları altında toplanabilir.

Çizelge 5.1 : Des sanayi sitesindeki temel gürültü kaynağı tipleri;

	
Boru Kesim	Boru Kesim



Frezee İşleri



Giyotin Katlama



Giyotin Makas



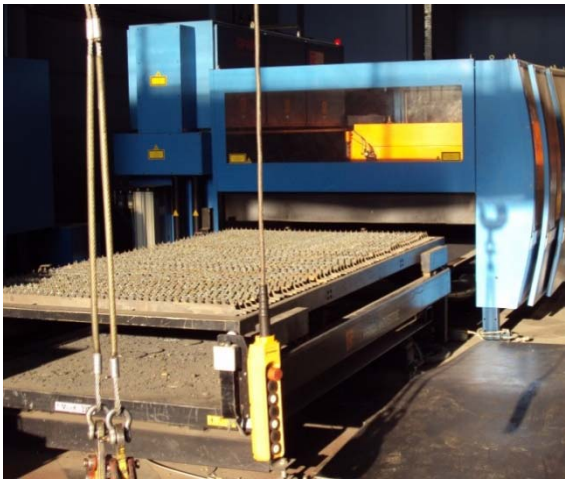
Hidrolik Pres



Kalıp Baskı makineleri



Lazer Kesim



Lazer Kesim Makinası



Spiral Kesim



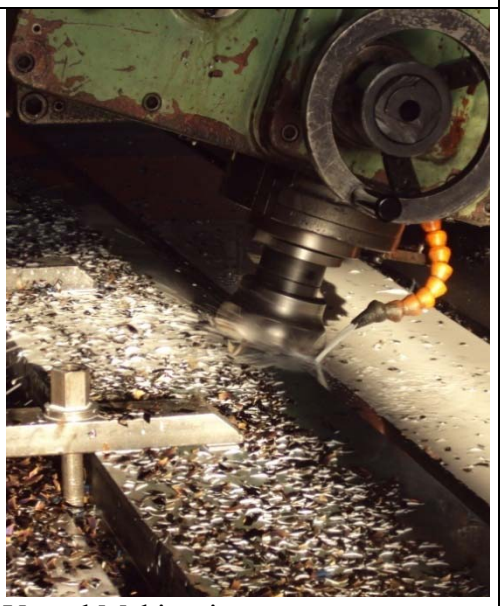
Taşlama makinesi



Torna makinesi



Vergel Makinesi



Vergel Makinesi



Cnc Kesim



Darbeli Pres

Des sanayi sitesinin tüm imalat birimlerinin gürültü kaynağı tiplerinin tanımlanması için tüm birimlerde bulunan aktif şirketler belirlenip imalathaneler ile ilgili tüm bilgiler tanımlanmıştır. Ek A.2 bölümünde tüm imalathanelere yönelik bilgiler bulunmaktadır. İmalathanelerin genel kaynak tiplerinin özeti aşağıda verilmektedir.



Şekil 5.8 : Des sanayi sitesininde bulunan blokların ilgili kaynak faliyeti

5.2 Yöntem

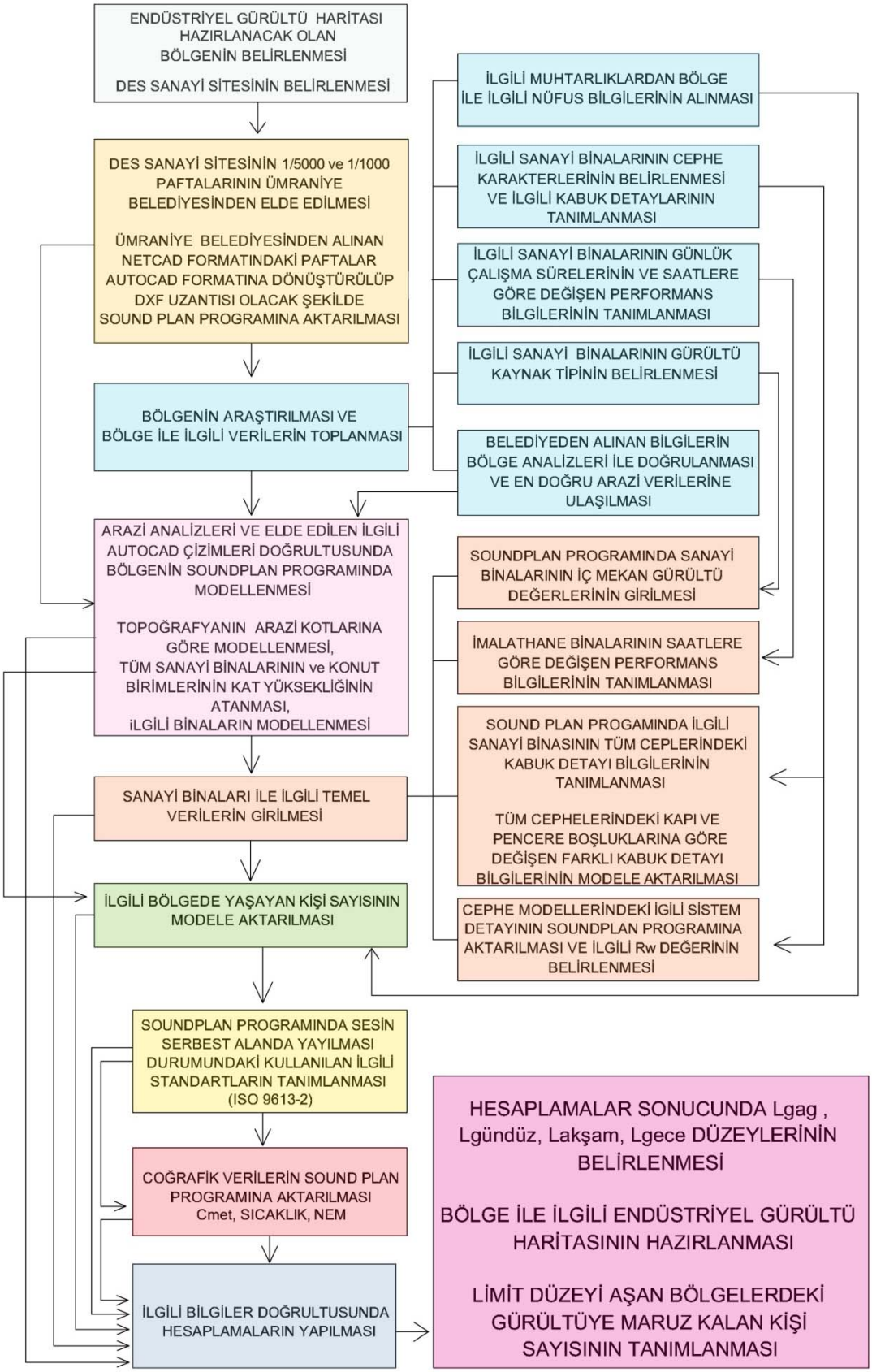
Çalışmada ilk olarak haritalanacak alan belirlenmiştir. Haritalanacak alanın belirlenmesi için ilgili çalışmalar yapılıp konut bölgelerindeki gürültü düzeyinin konfor koşullarının üzerinde olması tercih edilmiştir. Bu şekilde belirlenen Des sanayi sitesinin yakın çevresindeki konut binalarının etkisi göz önünde tutularak 4 km^2'lık bir bölge belirlenmiştir. Yapılan projenin amacı gürültüye maruz kalan limit düzeyinin üstündeki konut bölgelerine istenen işitsel konfor koşullarını sağlamaktır.

Haritalanacak bölgenin 1/5000 ve 1/1000 paftalarını Netcad programı formatında Ümraniye belediyesinden elde edilmiştir. Elde edilen Netcad formatındaki veriler Autocad formatına dönüştürülmüştür. Bölge araştırılması yapılarak belediyeden alınan verilerin doğrulanması yapılmış ve ilgili değişiklikler olabildiğince düzeltilmiştir.

Soundplan gürültü haritalama programında Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ne uygun olarak ISO-9613-2 standardı ve Lgag değerlendirme yöntemi seçilmiştir. Bu yönteme göre gürültü skalaları ile gürültüye maruz kalan kışı sayıları belirlenmektedir.

Autocad programı formatındaki çizimden topografyadaki zemin kotları Soundplan programına aktarılmış ve ardından bu bilgiler doğrultusunda sayısal zemin modeli (SZM) oluşturulmuştur. Bu bilgiler doğrultusunda bölgenin topografya zemin modeli tamamlanmıştır. Autocad programından dxf formatında konut birimleri ve sanayi birimleri modele aktarılmış ve birimlerin ilgili kat yüksekliği bilgileride sisteme atanarak gerekli 3 boyutlu model elde edilmişitir. Kat yükseklikleri belirlenirken belediyeden alınan haritada tanımlanan sayılar doğrultusunda hareket edilmiştir. Saha verileri ile karşılaştırılarak kat yüksekliklerinde ilgili düzeltmeler yapılmıştır. En son elde edilen veriler, belediyeden alınan haritanın saha kontrolleri yapılarak düzeltilmesi ile soundplan programına aktarılmıştır.

Konut bölgelerindeki ilgili nüfus bilgilerinin girilebilmesi için mahalle muhtarı ile görüşülmüştür. Alınan veriler doğrultusunda nufus bilgileri atanmıştır. İlgili çalışma sonucu, 30 m^2'lik inşaat alanında yaklaşık olarak 1 kişi yaşadığı belirlenmiştir. Bu veri Soundplan plan programına aktarılmış ve ilgili konutlarda yaşayan kişi sayısı verisi bu yöntem ile tanımlanmıştır.



Şekil 5.9 : Des sanayi sitesinin ve yaın çevresinin endüstriyel gürültü haritasının hazırlanması aşamasındaki ilgili süreci anlatan akış şeması

Oluşturulan 3 boyutlu modele sanayi birimleri ile ilgili gerekli verilerin atanması aşağıda anlatılan sistematik içerisinde gerçekleşmektedir. Her birim ile ilgili arazi araştırmalarında gözlem sonucu belirlenen iç mekân kaynak tipleri belirlenmiştir. Yani arazi çalışmalarında belirlenen iç mekan kaynak bilgileri doğrultusunda hareket edilmiştir ve Soundplan programında bulunan iç mekân gürültü faliyeti tipleri arasından uygun olan seçilmiştir.

Sanayi biriminde belirlenen iç mekân gürültü tipinden sonra çalışma saatlerine göre değişen % olarak performans bilgilerinin girilmesi gerekmektedir. Araştırma yapıldıktan sonra ilgili veriler doğrultusunda, fabrikaların saatlere göre değişen performans faliyetleri Soundplan programına aktarılmıştır. Des sanayi sitesindeki ve yakın çevresindeki imalathanelerin;

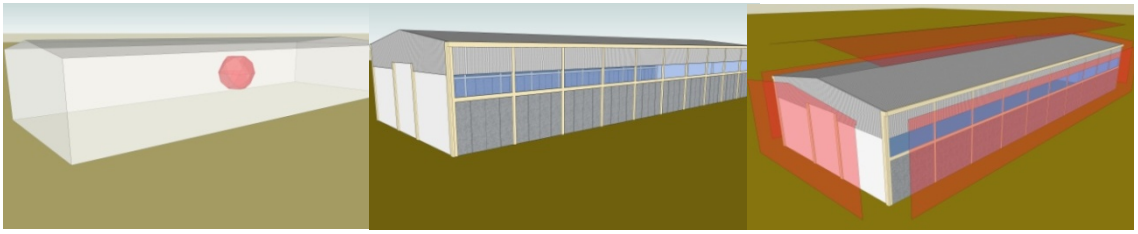
- 08.00 ile 19.00 saatleri arasında % 100 performans sergiledikleri,
- 19.00 ile 24.00 saatleri arasında %20 oranında performans göstermekte oldukları ve
- 24.00- 08.00 saatleri arasında %10 oranında performans gösterdiği belirlenmiştir.

Bu bilgiler Soundplan programına aktarılarak gürültü kaynaklarının emisyon tipi tanımlanmıştır.



Şekil 5.10 : Soundplan programında tanımlanan imalathanelerin iç mekan gürültü değeri (dBA)

İlgili imalathanenin iç mekân gürültü verisi ile ilgili performans bilgileri girildikten sonra ilgili cephelerine ses yalıtım değeri olan Rw değerlerinin belirlenebilmesi için sistem detayı bilgileri tanımlanmıştır. Bu sistemli çalışma ile imalathane binalarının tüm cepheleri sistem detayına bağlı alan kaynak olarak şekillendirilmektedir. Tüm cephelerin pencere ve kapı boşlukları modellendikten, ilgili malzeme seçimleri yapıldıktan ve binanın tüm cepheleri ayrı ayrı alan kaynak olarak tanımlandıktan sonra sanayi binalarının modellenmesi tamamlanmıştır.



Şekil 5.11 : Sanayi birimlerinin modellenmesi süreci (İlk olarak iç mekan gürültü düzeyi emisyon tipi belirlenerek atanır ve tüm cephe ilgili sistem detayına göre modellenerek Rw yalıtım değerleri cephelere atanır ve son olarak tüm cepheler alan kaynak olarak tanımlanmış olur.)

ISO 9613-2 standartı kullanılarak yapılan hesaplamada ilgili sıcaklık, nem ve c_{met} değerleri girilmiştir. Bu şekilde uzun dönem gürültü haritası gürültü kontürleri elde edilebilmesi sağlanmaktadır. Hesaplamanın bilgisayar Soundplan programında gerçekleştirilebilmesi için tüm veriler girildikten sonra ilgili Lgag, Lgündüz, Lgece ve Lakşam gürültü düzeyleri hesaplanmıştır.

Hesaplamalar 4 farklı durum için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Bu farklı hesaplama sisteminin ana hedefi değişen imalathane kullanım koşullarının göz önünde bulundurulmasıdır. Bu durum mevsimlere ve iklimsel verilere göre değişen imalathane binalarının kullanış biçimi ile alakalıdır. İmalathane binalarında yazın sıcaklık değerinin artışı ile imalathane binasında bulunan kapılarının açıldığı ve iç mekân sıcaklık değerinin düşürülmek istendiği görülmektedir. Kış mevsiminde ise neredeyse tüm kapıların kapatılarak iç mekân sıcaklık değerinin arttırılması istenmektedir. Bu sebeple dört farklı durum göz önünde tutularak ilgili değerlendirmeler yapılmaktadır. İlgili hesaplamalar;

- Bölgede bulunan imalathane binalarının tüm kapılarının kapalı olduğunu varsayarak,
- İmalathane binalarında bulunan her şirketin tek bir kapısı açık olduğu varsayarak, (Bütün cephelerin %9,1 oranında açık olması koşulu)

- İmalathane binalarında bulunan kapıların %50'sının açık olduğunu varsayarak, (Bütün cephelerin %11,2 oranında açık olması koşulu)
- İmalathane binalarının tüm kapılarının açık olduğunu varsayarak gerçekleştirilmiştir. (Bütün cephelerin %22,4 oranında açık olması koşulu)

Bu dört farklı koşul için ayrı ayrı gürültü haritaları hazırlanmış ve limit düzeyi aşan bölgelerdeki gürültüye maruz kalan kişi sayıları belirlenmiştir.

Çevresel gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmenliği Ek VI'ya göre, zeminde 4 metre yükseklikte Lgag hesaplanmıştır. Hesaplamalar 10 metre aralıklarla ızgara tipi gürültü haritası şeklinde gerçekleştirilmiştir. Konutlar için hesaplanmış Lgag, Lgündüz, Lakşam ve Lgece değerlerinin Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmenliği ek VI bölümünde belirlenen ilgili gürültü skalası ile tanımlanarak gürültüye maruz kalan kişi sayısı bu çalışmada belirtilmektedir. Bu veriler göz önünde tutularak, ÇGDY yönetmenliğindeki ilgili limit değerlerle karşılaştırılıp gürültüye maruz kalan kişi sayısı belirlenmektedir.

5.3 Veri Toplamak

Endüstriyel gürültü haritalama için uygulanması gereken sistemin oluşturulabilmesi için en önemli nokta ilgili verilerin toplanması aşamasıdır. Bu aşamada kullanılan yol gösterici kaynak olarak Avrupa komisyonundan "Good Practice Guide" seçilmiştir. Bu kaynak ilgili verilerin modelleme aşamasında nasıl girileceğini ve ilgili verilerin olası hata paylarını tanımlamaktadır.

İlgili topografya verileri Ümraniye belediyesinden alınan 1/1000 haritalarından elde edilmiştir. Verileri girilmesi için ilgili topografya verileri metre ve cm değerleri ayrı ayrı yazıldığı için ilgili düzeltmeler yapılarak Soundplan programına aktarımı gerçekleştirilmiştir. Kat yükseklikleri verileri ilgili belediye haritasından alınarak ve ilgili gerekli kontroller yapılarak kabul edilmiştir. İlgili analizler sonucu konut birimlerinin ortalama yüksekliklerinin 3 metre olduğu belirlemiştir.

Konut birimlerine nufus atanması için ilgili mahalle muhtarı ile görüşülmüştür. Mahalledeki kişi sayısı muhtardan alınan bilgiler sonucu belirlenmiş ve hesaplamalar sonucu kişi başına düşen alan 30 metrekare olduğu anlaşılmıştır.

Yansıtıcı ve emici yüzeylerin konum ve özellikleri gözlem yolu ile incelenmiş ve Soundplan programında ilgili verileri yutuculuk/yansıtıcılık başlığı altında girilmiştir.

İlgili sanayi birimlerinin ses gücü düzeyinin belirlenebilmesi için kullanılan standartlardan biri ISO 8297 standartıdır. Bu standardın uygulanabilmesi için des sanayi sitesinin içerisinde gerekli ölçümlerin yapılması için des sanayi sitesinin yönetiminden izin alınması, her imalathane binasının ilgili şirketleri ile iletişime geçerek gerekli izinlerin alınması gerekmektedir. Des sanayi sitesi yönetiminden çalışma izinini gerekli veri toplama ve ölçüm yapmamak koşulu ile sağlanmıştır. Des sanayi sitesinde aktif olarak çalışan şirket sayısı 500'den fazla olduğu için her şirketten ayrı ayrı izin alınması mümkün olmamıştır. Bu sebeple imalathane binalarındaki iç mekân gürültüsü gözlemler sonucu elde edilen iç mekân faaliyetine göre belirlenmiştir.

İç mekân gürültüsü tipi, ilgili sistem detayları ve imalathane binalarının cephe oranları (doluluk – boşluk) ilgili gözlemler sonucunda tanımlanmıştır. Bu şekilde çalışma tipi, des sanayi sitesinin tam performans çalışması durumundaki sonuç verilerini elde etmemizi sağlamaktadır. Ayrıca değişen kullanım ve iklim koşullarına göre farklılık gösteren kapıların açık ve kapalı durumları incelenmiş ve değişik alternatifleri içeren gürültü haritalarının hazırlanmasına imkan sağlamıştır.

Günümüzde ekonomik kriz sebebi ile tam performans verimle çalışamayan des sanayi sitesinin mevcut potansiyeli göz önünde tutularak tam performans faliyet koşulları değerlendirilebilmiştir ve bu şekilde ileriki yıllarda uygulanacak eylem planları için daha doğru kararların alınabilmesini sağlanmaktadır.

İlgili des sanayi sitesi ve yakın çevresinde bulunan birimler detaylıca arazi analizleri sırasında incelenmiş ve ilgili temel bilgiler detaylı bir şekilde Ek A.2'de verilmiştir. Ek A.2 bölümünde des sanayi sitesi ve yakın çevredeki binaların gürültü kaynağı türü, genel kabuk detayları, iç mekan ses gücü düzeyleri, binanın aktif kullanılma oranları verilmekte ve ilgili imalathane binalarında çalışan şirketler tanımlanmaktadır.

İmalathane birimlerinin saatlere göre değişen performans oranını yüzde olarak belirlenebilmesi için des sanayi sitesinin yönetimi ile görüşülmüş ve ilgili bilgiler

yönetim yardımı ile elde edilmiştir. Yönetimden elde edilen veriler bilgisayar ortamında simulasyon programına aktarılmıştır.

Çizelge 5.2 : Good Practice Guide'a (WG-AEN) göre Des sanayi sitesinde kullanılan veri toplama yöntemleri.

KONU	Mevcut Bilgi	Uygulanan Yöntem	Hata Payı
Bina Yüksekliği	Kat sayısı	Ortalama kat yüksekliği ile kat sayısını çarpmak	1 dB
Yer yüzeyi tipi	Yansıtıcı ve emici yüzeyler	Yansıtıcı ve emici yüzeylerin modele girmesi	< 0,5 dB
Sıcaklık ve Nem	Veri mevcut değil	Ulusal kabul edilmiş veri kullanmak	3 dB
Konut Binalarına nüfus verisi atamak	Veri mevcut değil	Araştırma yaparak farklı tip binalarda yaşayan kişi sayısı ortalamalarını belirlemek, ulusal istatistiklerini kullanmak	3 dB
Yayılma elverişli meteorolojik koşulların oluşma oranı	Veri mevcut değil	Gündüz %50, akşam % 75, gece %100 yayılıma elverişli koşul kabulü	3 dB
Kaynak Ses gücü düzeyinin belirlenmesi	Veri mevcut değil	Ülkesel olarak tanımlanan belirli kaynak ses gücü düzeyi verilerini kullanmak	3 dB

5.4 Kabuller

Avrupa komisyonundan "Good Practice Guide" kaynağından yardım alınarak gerekli ilgili kabuller tanımlanmış ve ilgili veriler belirlenmiştir.

Meteorolojik koşullar için gündüz zaman aralığında (07:00 – 19:00) % 50 elverişli yayılma koşulu, akşam zaman diliminde (19:00 – 23:00) %75 elverişli yayılma koşulu ve gece zaman diliminde (23:00 – 07:00) %100 elverişli yayılma koşulu olduğu kabul edilmiştir. (WG-AEN,2006)

5.5 Haritalar

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmenliği ek VI bölümünde zeminden 4 metre yükseklikte olacak şekilde hesapların yapılması gerektiğini ve ilgili gürültü aralığında maruz kalan kişi sayısının belirtilmesinin gerektiğini belirtmektedir.

ÇGDY yönetmeliğine göre Lgag aralığı olarak 55-59,60-64, 65-69, 65-69,>70 dB arasında maruz kalan kişi ve Lgece aralığı olarak 50-54,55-59, 60-64, 65-69,>70 dB arasında maruz kalan kişi sayısı verilmelidir. Hazırlanan endüstriyel gürültü haritaların gürültü aralıkları ÇGDY yönetmeliğine uygun olacak şekilde tanımlanmıştır.

ÇGDY yönetmeliğine göre hazırlanan gürültü haritaları 10 x 10 metre ızgara boyutundan büyük olmamalıdır. ÇGDY yönetmeliği göz önünde tutularak girilen veriler doğrultusunda 10 metre aralıklarla ızgaralı gürültü haritası hazırlanmıştır. Aynı zamanda ÇGDY yönetmeliğine uygun olarak zeminden 4 metre yükseklikte olacak şekilde ilgili hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

Hesaplamalar 4 farklı durum için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

- Yaz koşulları – imalathane birimlerinin tüm kapıları açık,
- Yaz koşulları – imalathane binalarının kapıları %50 oranında açık,
- Kış koşulları – imalathane birimlerinin tüm kapıları kapalı,
- Kış koşulları – imalathane birimlerindeki şirketlerin sadece tek kapısı açık olması koşullarına göre gerçekleştirilmiştir.

Bu hesaplamalar kullanım ve iklim koşullarına göre değişen şartlardan kaynaklanmaktadır. Hazırlanan dört farklı alternatifin yıl içinde değişen şartlardan dolayı oluşabilmesi sebebi ile ayrı ayrı değerlendirilecektir.

Bu çalışmada bahsedilemkte olan dört ayrı durum için ayrı ayrı Lgag, Lgündüz, Lakşam, Lgece gürültü haritaları ayrı ayrı hazırlanıp bu haritalarda gürültü skalaları ile gürltüye maruz kalan kişi sayıları belirlenmiştir.

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nin belirlediği sınır değerlerin üzerindeki gürültüye maruz kalan kişi sayısı dört farklı durum çalışması için ayrı ayrı belirtilmiştir ve toplam nüfusa oranı tanımlanmıştır.(Bu bölgede toplam 22205 kişi yaşamaktadır.)

Her durum analizi kendi başlığı altında detaylıca incelenecektir. ÇGDY yönetmeliğinde endüstriyel limit gürültü düzeyi sadece Lgündüz ve Lgece olarak beliritilmektedir. Bu sebeple Lgündüz ve Lgece sonuç haritaları bu bölümde detaylıca anlatılacak, Lgag ve L akşam sonuç haritaları Ek A.1'de verilecektir.

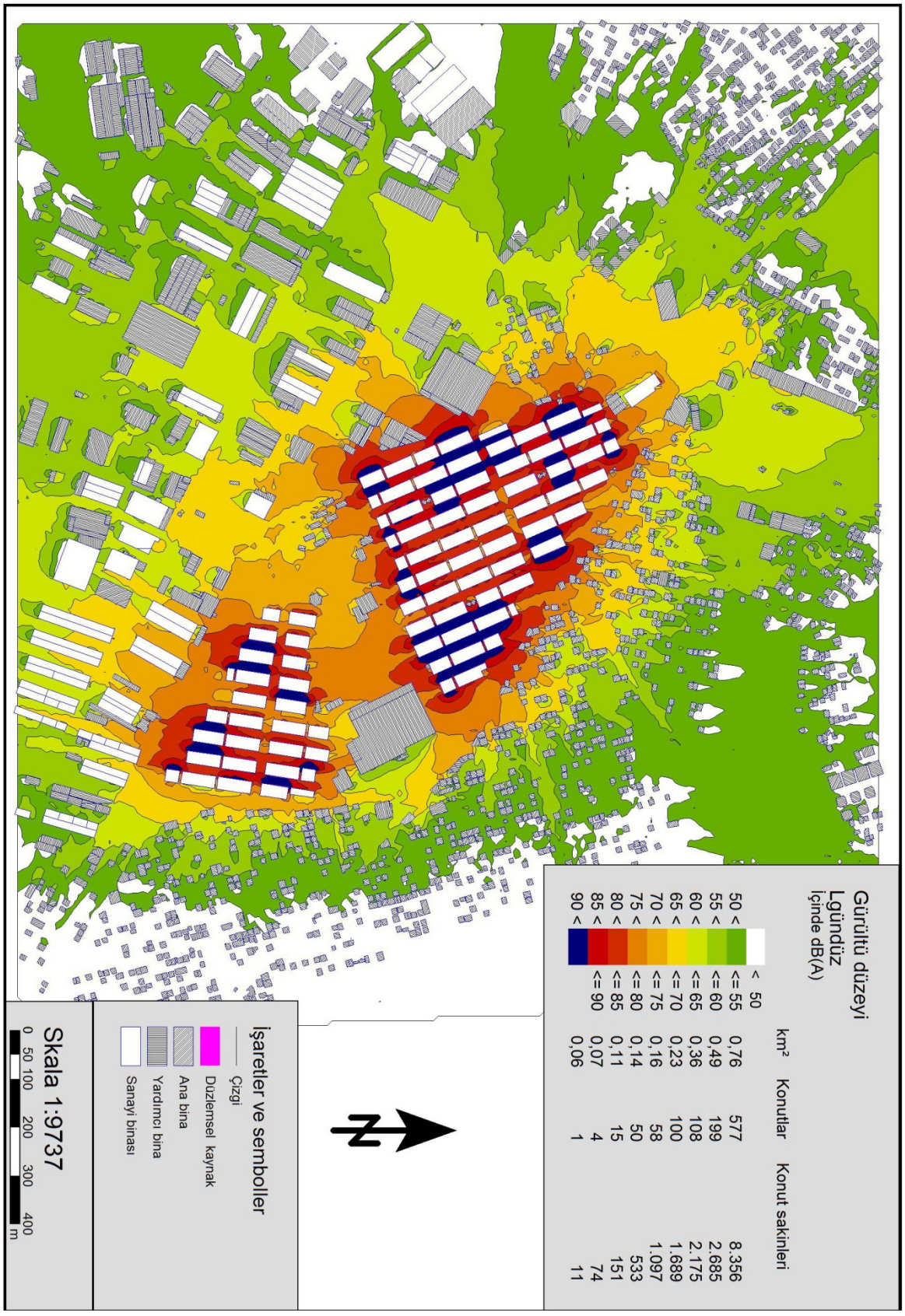
5.5.1 İmalathane Binalarının Tüm Kapılarının Açık Olması Koşulu

Çizelge 5.3 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları (Bütün cephelerin %22,4 oranında açık olması koşulu)

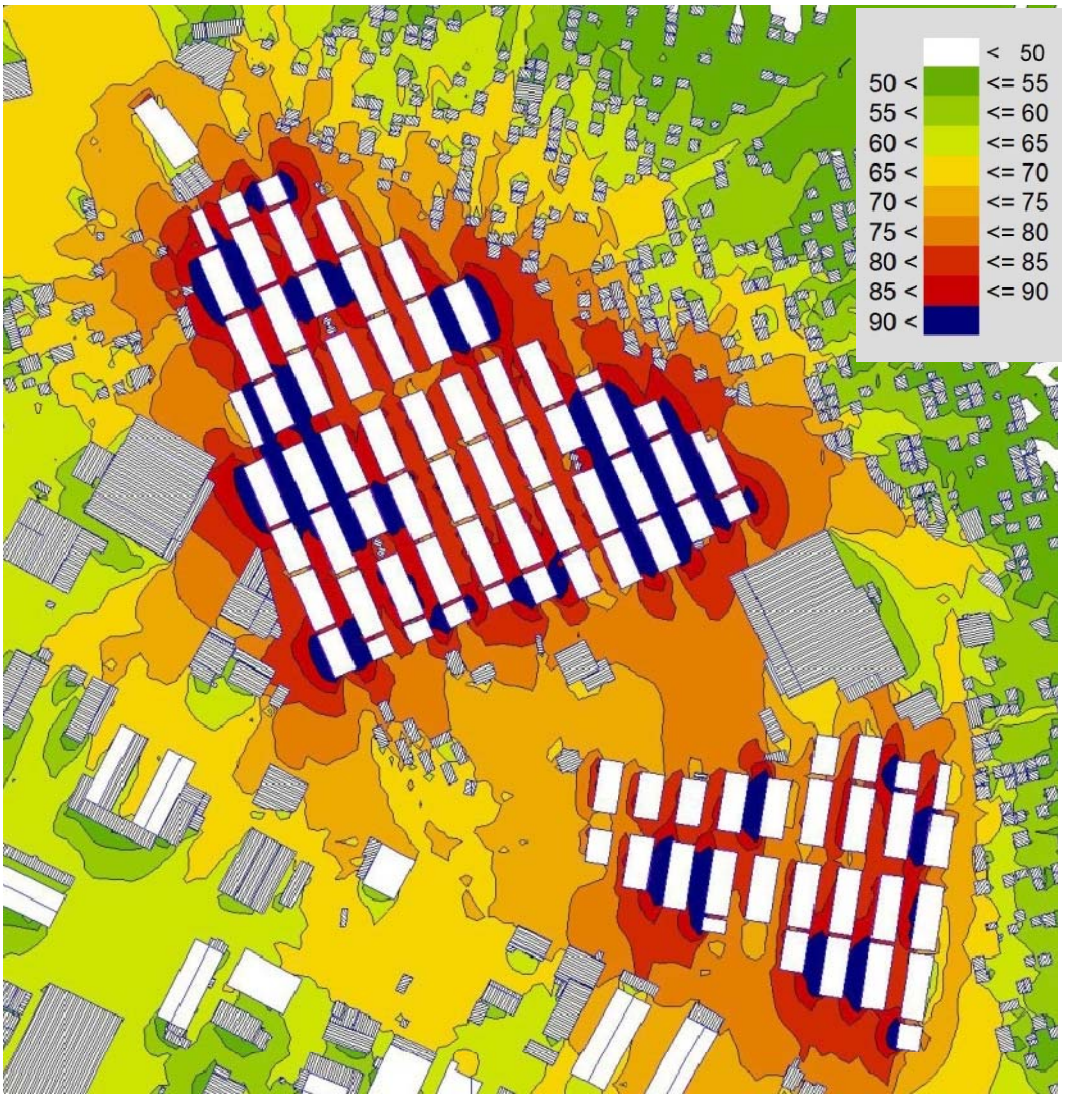
Zaman dilimi	Gürültü (dBA)	Km^2	Konut Binaları		Konut Sakinleri	
L_{gag}	50-54	0,81	647	600	8983	9000
	55-59	0,50	234	200	3138	3100
	60-64	0,40	118	100	1978	2000
	65-70	0,24	104	100	2117	2100
	70-74	0,18	68	100	1162	1200
	>75	0,41	73	100	900	900
$L_{gündüz}$	50-54	0,76	577	600	8356	8400
	55-59	0,49	199	200	2685	2700
	60-64	0,36	108	100	2175	2200
	65-70	0,23	100	100	1689	1700
	70-74	0,16	58	100	1097	1100
	>75	0,38	70	100	769	800
$L_{akşam}$	50-54	0,47	175	200	2378	2400
	55-59	0,34	103	100	2150	2200
	60-64	0,22	98	100	1846	1800
	65-70	0,15	54	100	844	800
	70-74	0,14	42	0	449	400
	>75	0,22	16	0	187	100
L_{gece}	50-54	0,47	149	100	2354	2400
	55-59	0,29	113	100	2147	2100
	60-64	0,20	78	100	1420	1400
	65-70	0,15	44	0	615	600
	70-74	0,13	32	0	324	300
	>75	0,15	7	0	107	100

Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği		
İlgili aralık ve sınır değer	Maruz kalan toplam kişi sayısı	Toplam nüfusa oranı
$L_{gündüz}$ > 65 (dBA)	3555	%16,01
L_{gece} > 55 (dBA)	4613	%20,77

Konutlar için hesaplanmış Lgag, Lgündüz,Lakşam ve L gece değerlerinin Çevresel gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ek VI bölümünde belirlenen ilgili gürültü skalası ile tanımlanarak gürültüye maruz kalan kişi sayısı hem gerçek sayıları ile, hem de en yakın yüze yuvarlanmış halde tanımlanmaktadır ve hemen altında ilgili limit değerlerini aşan gürültüye maruz kalan kişi sayısı verilmektedir. Bu durum analizinde imalathanelerin 08.00 ile 19.00 saatleri arasında % 100 performans sergiledikleri belirtilmiştir. 19.00 ile 24.00 saatleri arasında %20 oranında performans göstermekte oldukları tanımlanmıştır. 24.00- 08.00 saatleri arasında %10 oranında performans gösterdiği belirlenmiştir.

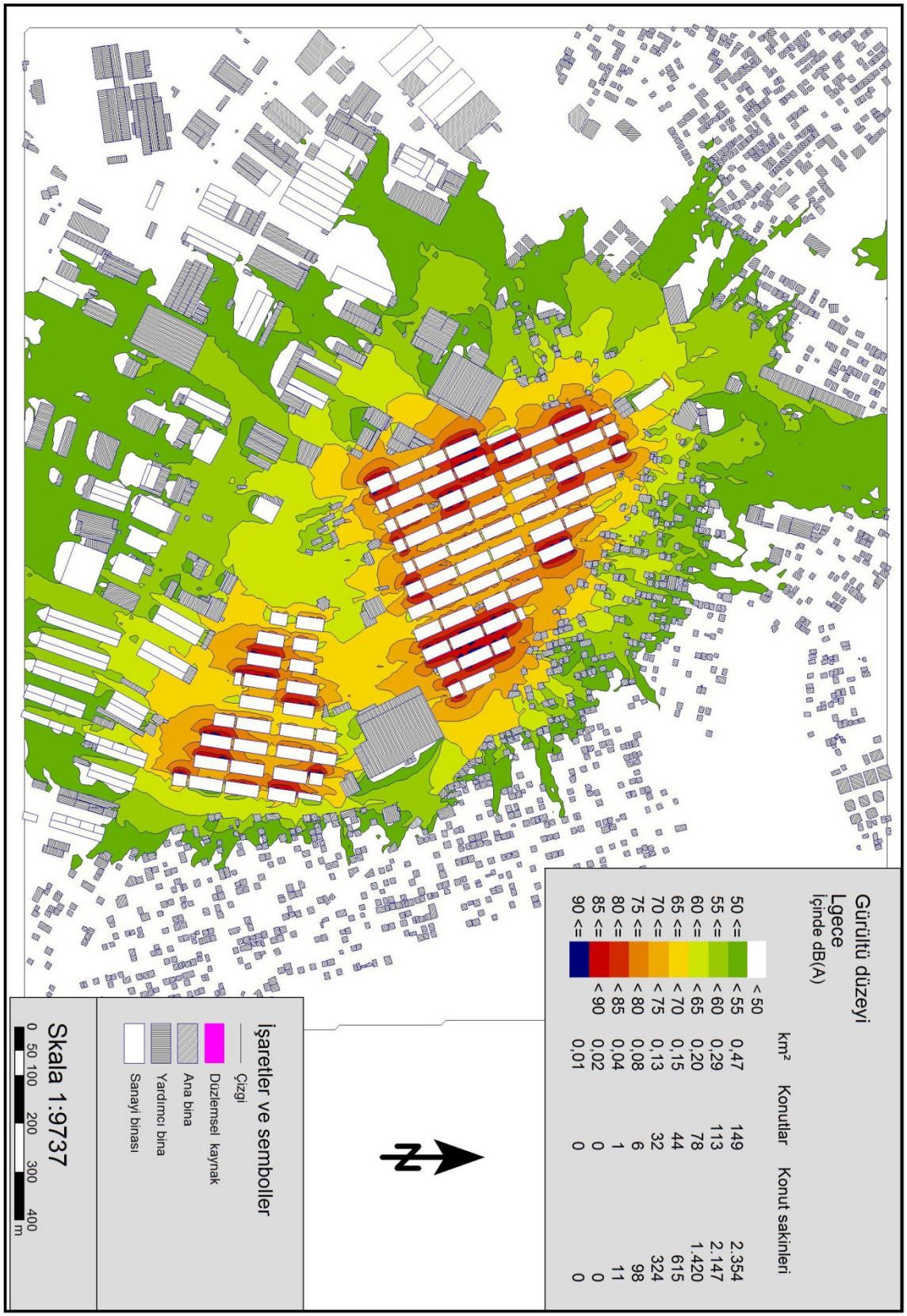


Şekil 5.12 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgündüz

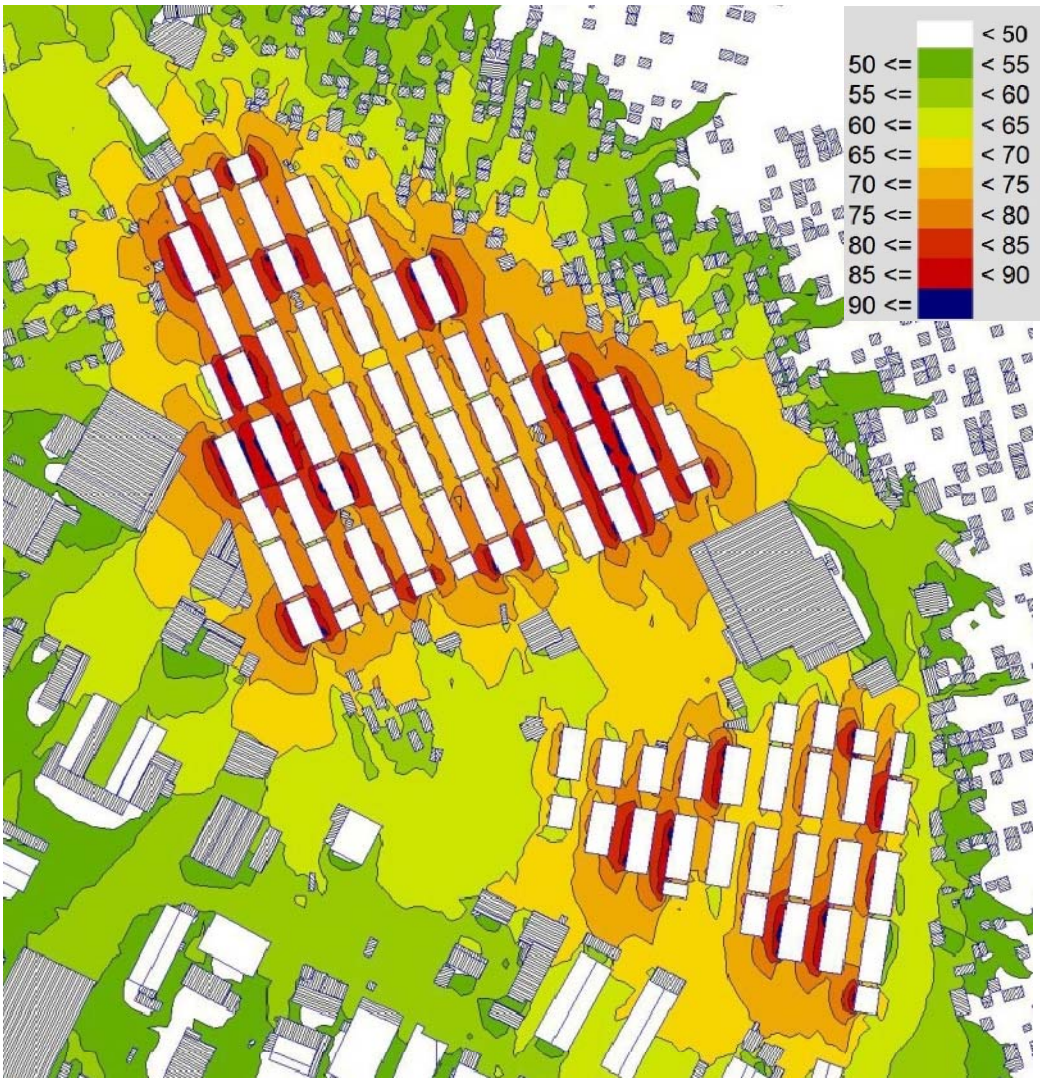


Şekil 5.13 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgündüz

Özet olarak tüm kapıların açık olması koşuluna göre hazırlanan Lgündüz harita sonuçlarının gürültü düzeyi çok büyük olmakla birlikte daha çok Atatürk caddesi üzerinde ve Mimar Sinan caddesi üzerinde bulunan konut binalarını etkilemekte olduğu belirlenmiştir. Atatürk caddesinde bulunan konut binalarının 80 dBA gibi çok yüksek düzeyde gürültüye maruz kaldığı hazırlanmış olan endüstriyel gürültü haritasından anlaşılmaktadır. Mevcut şartlar içerisinde imalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması ihtimali azdır ama olabilecek en yüksek gürültü düzeyinin göz önünde tutulması durumunda 3555 kişi 65 dBA düzeyinin üzerinde bir gürültü düzeyine maruz kalmaktadır.



Şekil 5.14 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgece



Şekil 5.15 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgece

Tüm kapıların açık olması koşulu sonucu elde edilen Lgece endüstriyel gürültü haritası yardımı ile 55 dBA ve daha yukarı gürültü düzeyine 4613 kişinin maruz kaldığı tesbit edilmiştir. İlgili sanayi birimlerinin %10 performans ile çalıştığı durum olarak modellenen Lgece gürültü haritası sonucunda Atatürk caddesi ve Mimar Sinan caddesi üzerindeki konut birimlerinin gürültüden daha çok etkilendiği belirlenmiştir. Gece dönemi olan 24.00 ile 08.00 saatleri arasındaki dönem içerisinde imalathane binalarındaki tüm kapıların açık olma ihtimalinin çok düşük olmasına rağmen oluşabilecek maksimum gürültü düzeyinin belirlenmesi açısından yararlı bir çalışma olmaktadır.

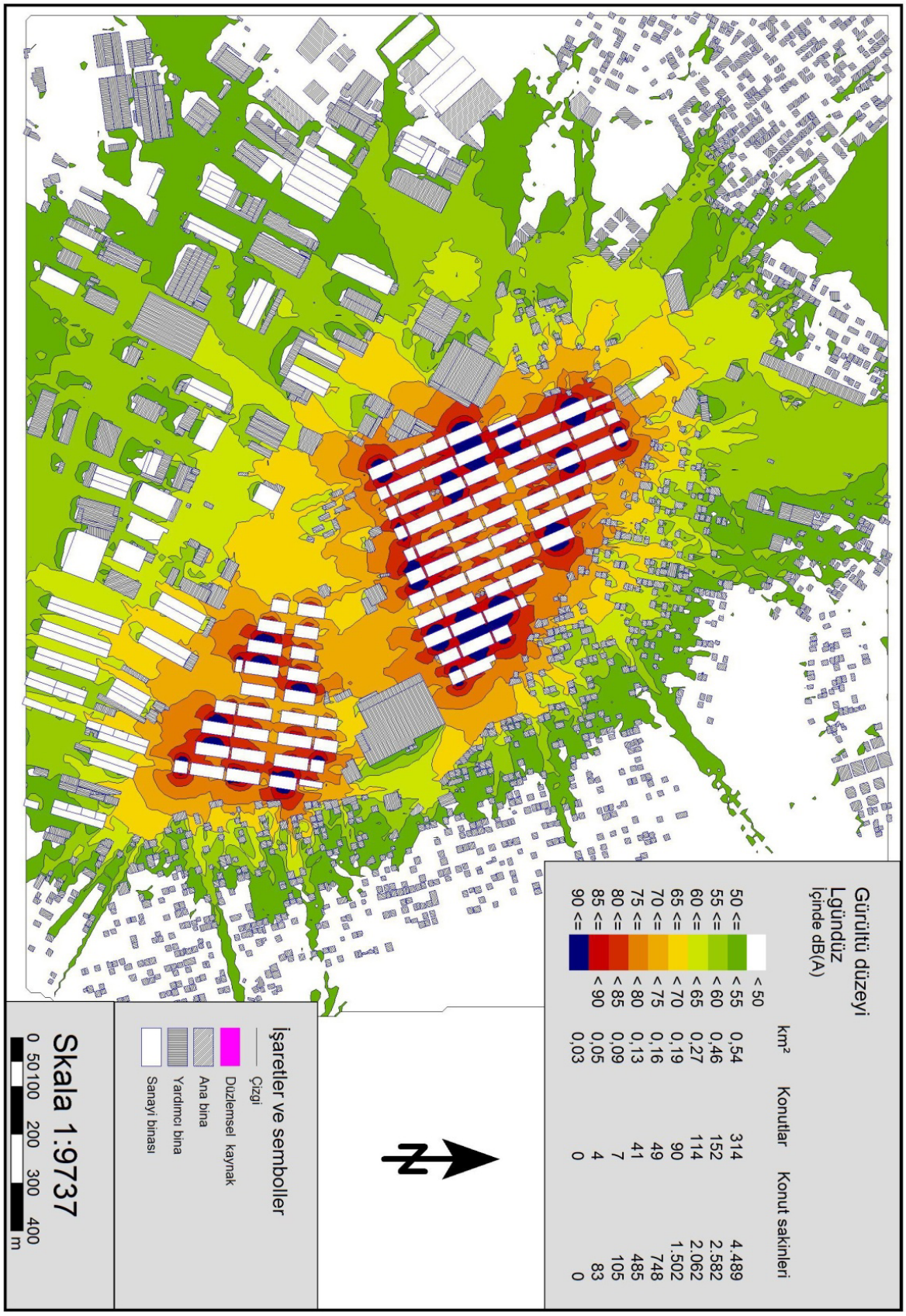
5.5.2 İmalathane Kapılarının %50 Oranında Açık Olması Koşulu

Çizelge 5.4 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları (Bütün cephelerin %11,2 oranında açık olması koşulu)

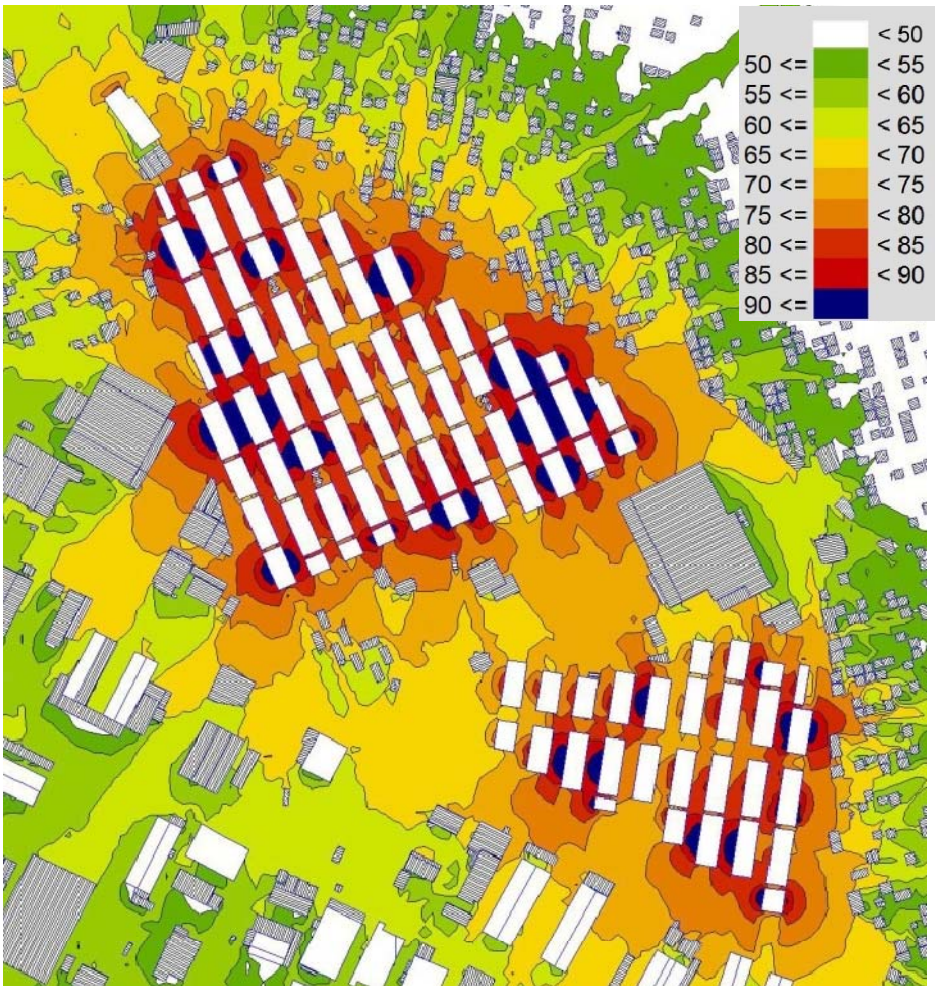
Zaman dilimi	Gürültü (dBA)	Km^2	Konut Binaları		Konut Sakinleri	
L_{gag}	50-54	0,62	419	400	5817	5800
	55-59	0,48	163	200	2509	2500
	60-64	0,31	126	100	2370	2400
	65-70	0,21	94	100	1617	1600
	70-74	0,16	48	0	713	700
	>75	0,31	60	100	795	800
$L_{gündüz}$	50-54	0,54	314	300	4489	4500
	55-59	0,46	152	200	2582	2600
	60-64	0,27	114	100	2062	2100
	65-70	0,19	90	100	1502	1500
	70-74	0,16	49	0	748	700
	>75	0,3	52	100	673	700
$L_{akşam}$	50-54	0,43	142	100	2400	2400
	55-59	0,25	116	100	2254	2300
	60-64	0,19	76	100	1207	1200
	65-70	0,16	62	100	833	800
	70-74	0,13	20	0	253	300
	>75	0,14	8	0	169	200
L_{gece}	50-54	0,37	129	100	2696	2700
	55-59	0,24	112	100	1839	1800
	60-64	0,18	60	100	946	900
	65-70	0,16	48	0	548	500
	70-74	0,11	14	0	209	200
	>75	0,09	7	0	149	100

Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği		
İlgili aralık ve sınır değer	Maruz kalan toplam kişi sayısı	Toplam nüfusa oranı
$L_{gündüz}$ > 65 (dBA)	2923	%13,16
L_{gece} > 55 (dBA)	3691	%16,62

Konutlar için hesaplanmış Lgag, Lgündüz, Lakşam ve L gece değerlerinin Çevresel gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ek VI bölümünde belirlenen ilgili gürültü skalası ile tanımlanarak gürültüye maruz kalan kişi sayısı hem gerçek sayıları ile, hem de en yakın yüze yuvarlanmış halde tanımlanmaktadır ve hemen altında ilgili limit değerlerini aşan gürültüye maruz kalan kişi sayısı verilmektedir. Bu durum analizinde imalathanelerin 08.00 ile 19.00 saatleri arasında % 100 performans sergiledikleri belirtilmiştir. 19.00 ile 24.00 saatleri arasında %20 oranında performans göstermekte oldukları tanımlanmıştır. 24.00- 08.00 saatleri arasında %10 oranında performans gösterdiği belirlenmiştir.

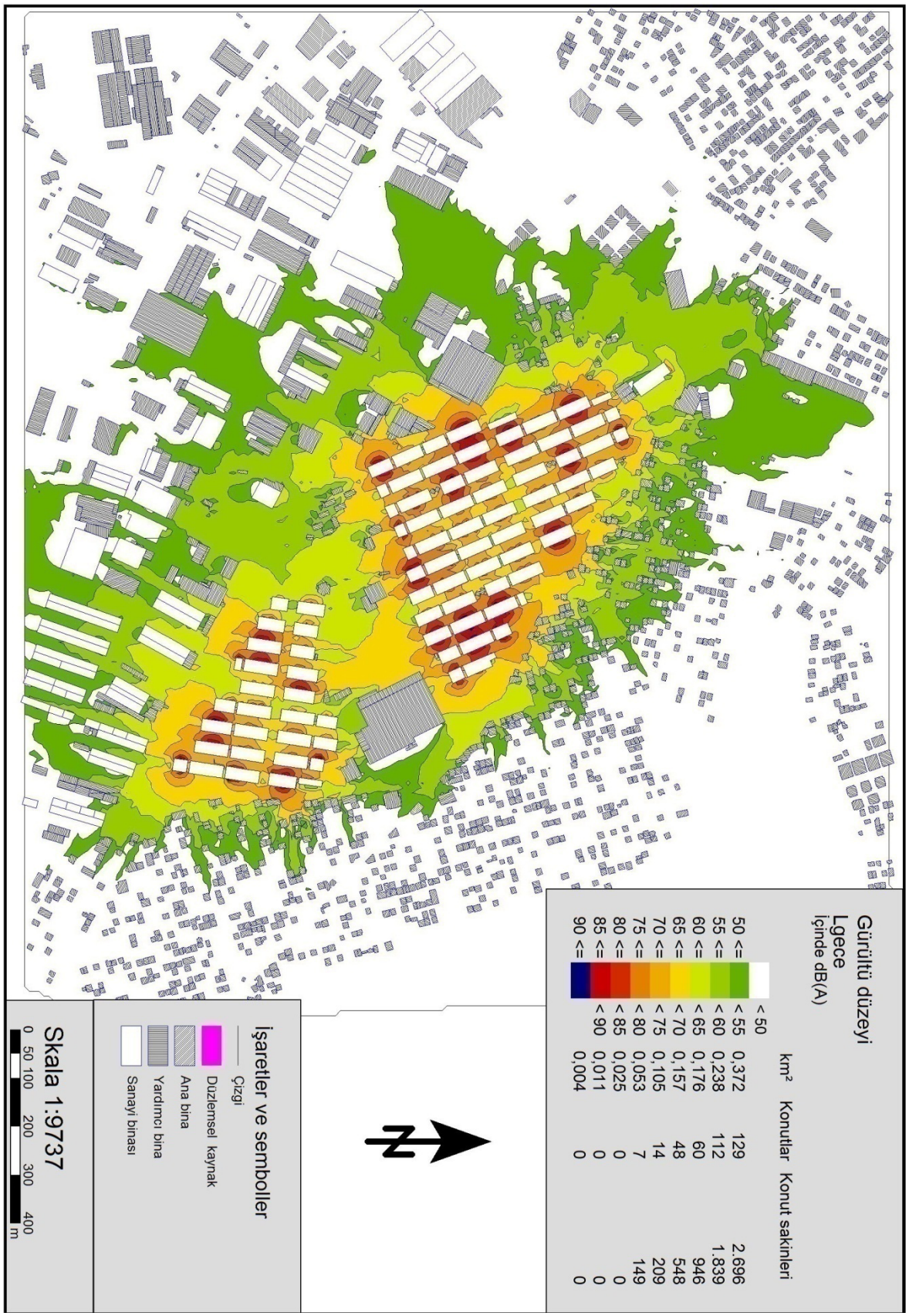


Şekil 5.16 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgündüz

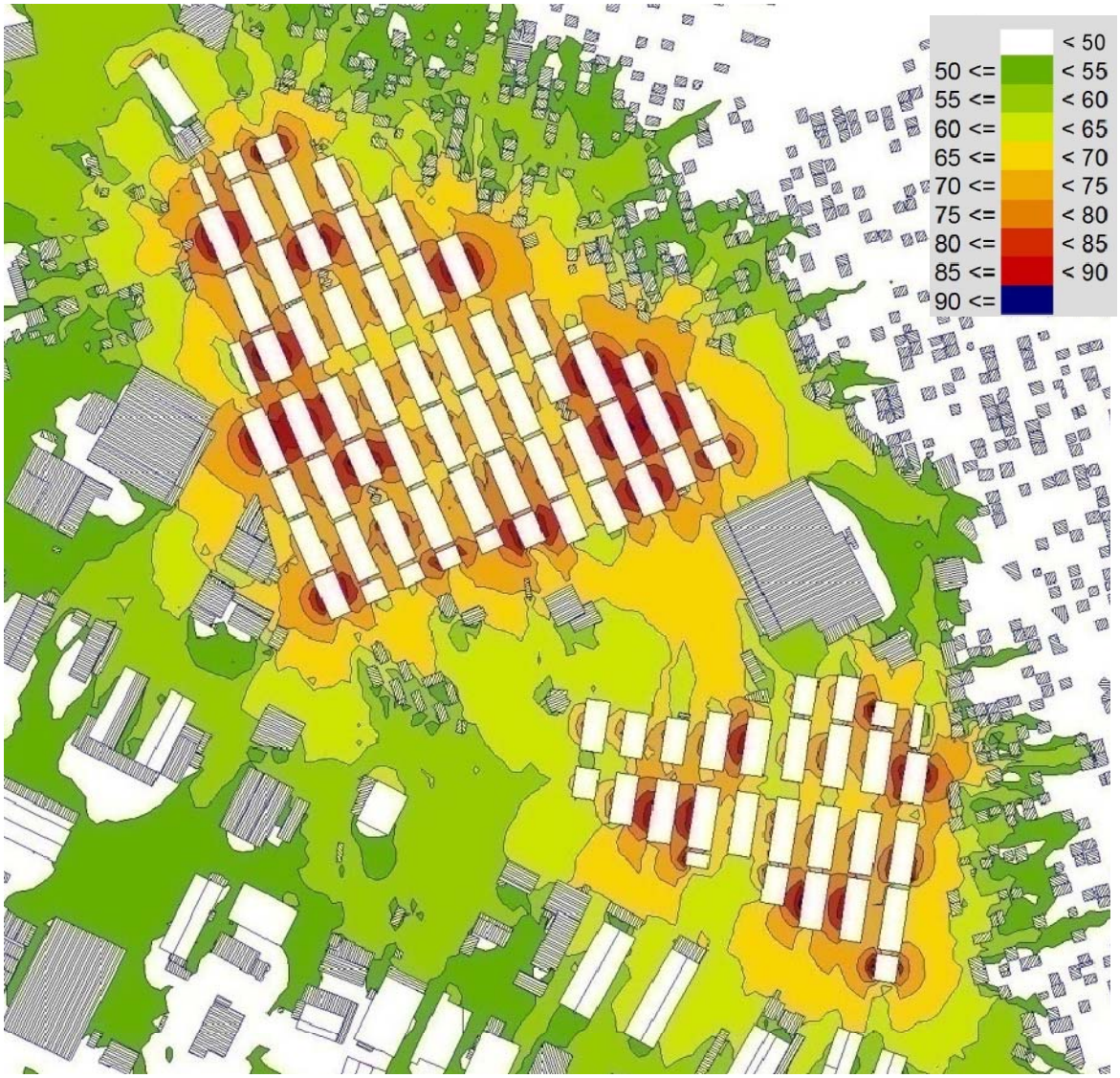


Şekil 5.17 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları- bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgündüz

Özet olarak imalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşuluna göre hazırlanan Lgündüz harita sonuçlarının düzeyi büyük olmakla birlikte daha çok Atatürk caddesi üzerinde ve Mimar Sinan caddesi üzerinde bulunan konut binalarını etkilemekte olduğu belirlenmiştir. Atatürk caddesinde bulunan bazı konut binalarının 70 - 80 dBA gibi yüksek düzeyde gürültüye maruz kaldığı hazırlanmış olan endüstriyel gürültü haritasından anlaşılmaktadır. Normal şartlar altında imalathane kapılarının %50'sinin açık olması sıcak yaz günleri için meydana gelebilecek bir durumdur. İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşuluna göre Lgündüz sonuçları 2923 kişinin 65 dBA düzeyinin üzerindeki bir gürültü düzeyine maruz kaldığını göstermektedir.



Şekil 5.18 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgece



Şekil 5.19 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgece

İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu sonucu elde edilen Lgece endüstriyel gürültü haritası yardımı ile 55 dBA ve daha yukarı gürültü düzeyine 3691 kişinin maruz kaldığı tesbit edilmiştir. İlgili sanayi birimlerinin %10 performans ile çalıştığı durum olarak modellenen Lgece gürültü haritası sonucunda Atatürk caddesi ve Mimar Sinan caddesi üzerindeki konut birimlerinin gürültüden daha çok etkilendiği belirlenmiştir. Gece dönemi olan 24.00 ile 08.00 saatleri arasındaki dönem içerisinde imalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu sıcak yaz gecelerinde karşılaşılma ihtimali çok yüksek olduğundan bu çalışma gürültü düzeyinin belirlenmesi açısından çok önemli olmaktadır.

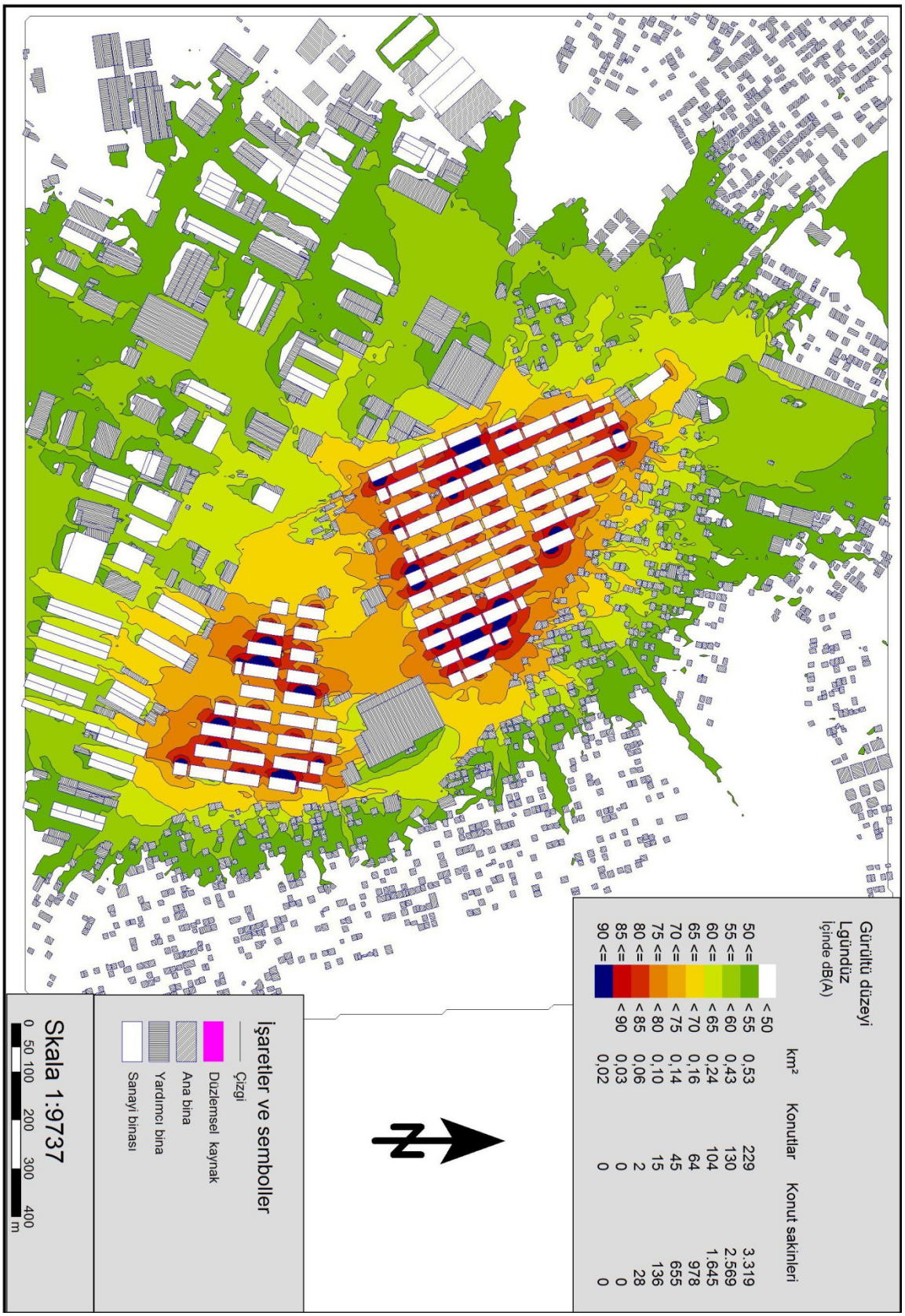
5.5.3 Sanayi bölgesinde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması durumu

Çizelge 5.5 : İmalathene birimlerindeki şirketlerin tek kapısı açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları (Bütün cephelerin %9,1 oranında açık olması koşulu)

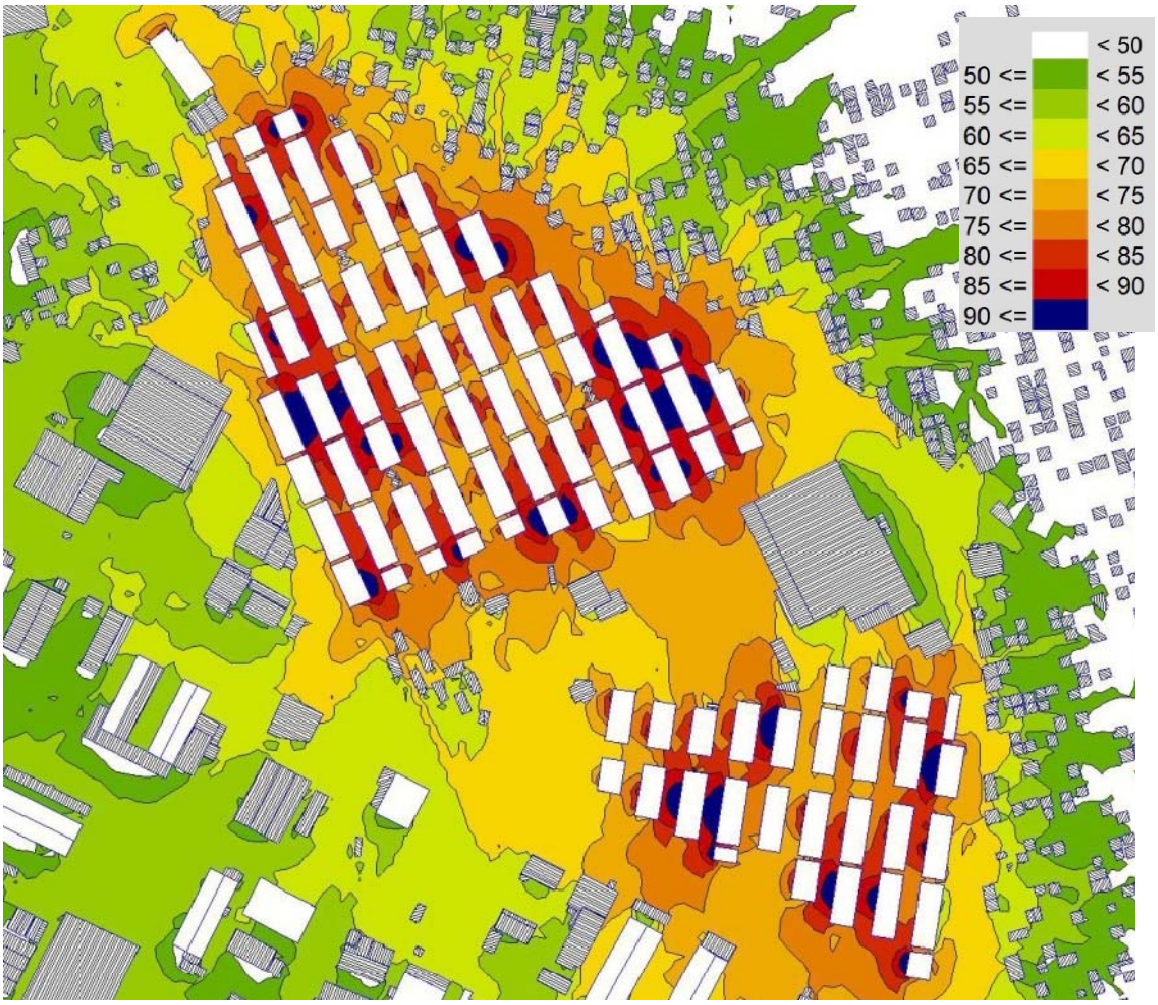
Zaman dilimi	Gürültü (dBA)	Km^2	Konut Binaları		Konut Sakinleri	
L_{gag}	50-54	0,54	289	300	4071	4000
	55-59	0,48	137	100	2702	2700
	60-64	0,27	106	100	1735	1700
	65-70	0,17	71	100	1067	1000
	70-74	0,14	48	0	704	1000
	>75	0,22	20	0	203	200
$L_{gündüz}$	50-54	0,53	229	200	3319	3300
	55-59	0,43	130	100	2569	2600
	60-64	0,24	104	100	1645	1600
	65-70	0,16	64	100	978	1000
	70-74	0,14	45	0	655	700
	>75	0,21	17	0	164	200
$L_{akşam}$	50-54	0,41	126	100	2552	2600
	55-59	0,22	109	100	1756	1800
	60-64	0.16	54	100	944	900
	65-70	0,14	41	0	439	400
	70-74	0,09	10	0	115	100
	>75	0,11	0	0	0	0
L_{gece}	50-54	0,34	119	100	2069	2000
	55-59	0,19	88	100	1301	1300
	60-64	0,15	48	0	771	800
	65-70	0,13	26	0	287	300
	70-74	0,07	3	0	38	0
	>75	0,07	0	0	0	0

Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, (Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği		
İlgili aralık ve sınır değer	Maruz kalan toplam kişi sayısı	Toplam nüfusa oranı
$L_{gündüz}$ > 65 (dBA)	1797	%8,09
L_{gece} > 55 (dBA)	2397	%10,79

Konutlar için hesaplanmış Lgag, Lgündüz, Lakşam ve Lgece değerlerinin Çevresel gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ek VI bölümünde belirlenen ilgili gürültü skalası ile tanımlanarak gürültüye maruz kalan kişi sayısı hem gerçek sayıları ile, hem de en yakın yüze yuvarlanmış halde tanımlanmaktadır ve hemen altında ilgili limit değerlerini aşan gürültüye maruz kalan kişi sayısı verilmektedir. Bu durum analizinde imalathanelerin 08.00 ile 19.00 saatleri arasında % 100 performans sergiledikleri belirtilmiştir. 19.00 ile 24.00 saatleri arasında %20 oranında performans göstermekte oldukları tanımlanmıştır. 24.00- 08.00 saatleri arasında %10 oranında performans gösterdiği belirlenmiştir.

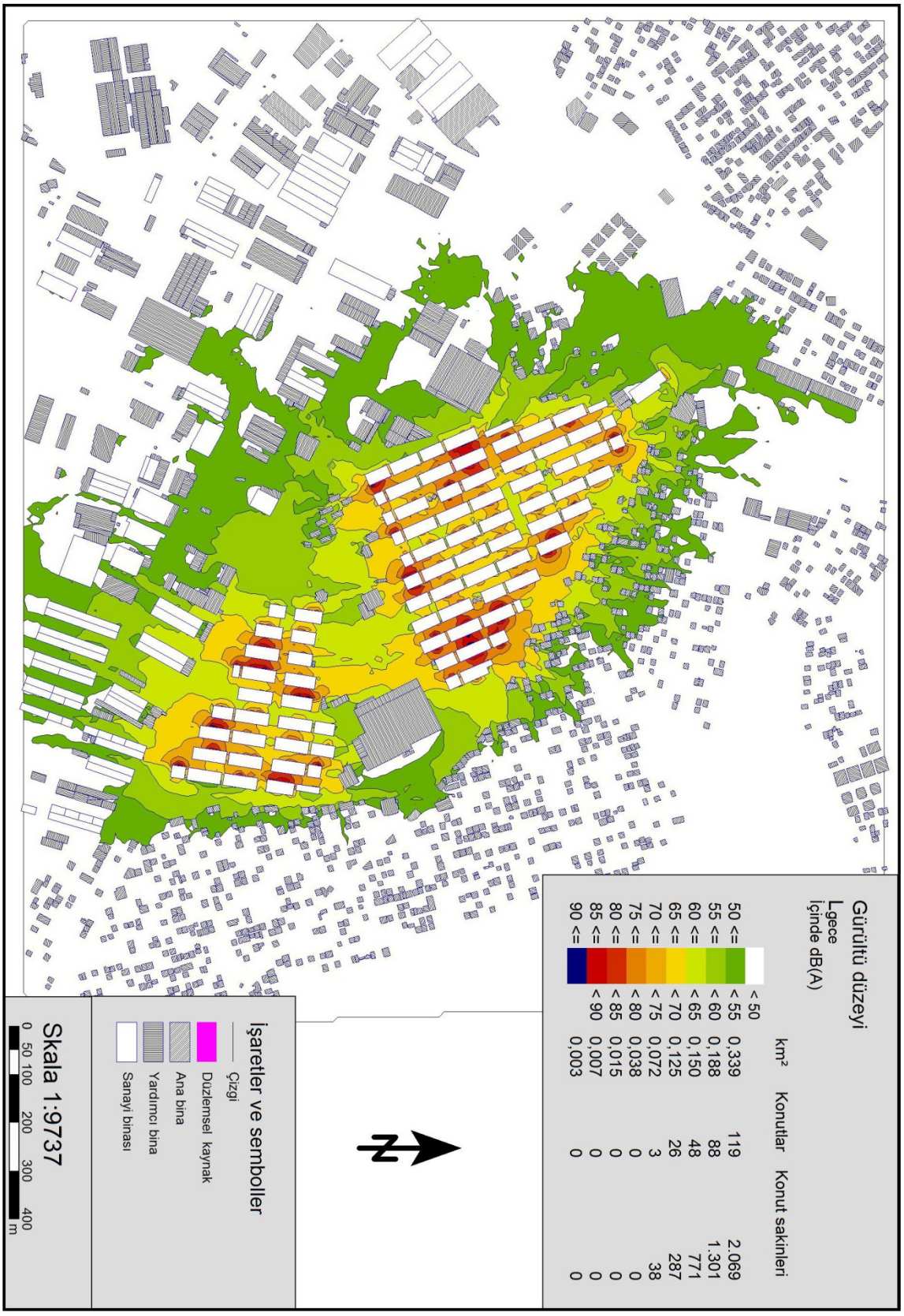


Şekil 5.20 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgündüz

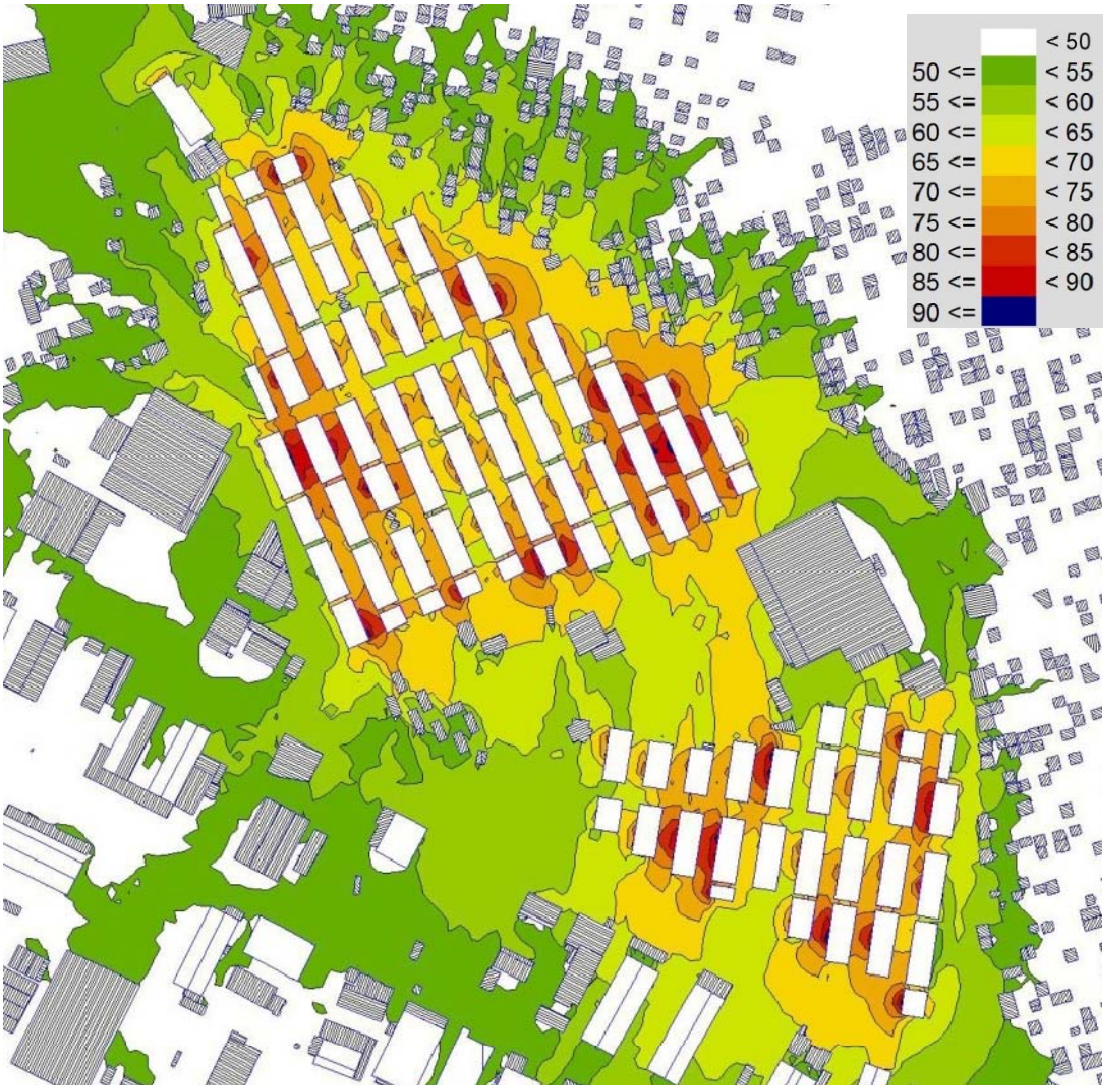


Şekil 5.21 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası– Lgündüz

Özet olarak imalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşuluna göre hazırlanan Lgündüz harita sonuçlarının düzeyi orta büyüklükte olmakla birlikte daha çok Atatürk caddesi üzerinde ve Mimar Sinan caddesi üzerinde bulunan konut binalarını etkilemekte olduğu anlaşılmaktadır. Atatürk caddesinde bulunan bazı konut binalarının 70-75 dBA gibi yüksek düzeyde gürültüye maruz kaldığı hazırlanmış olan endüstriyel gürültü haritasından anlaşılmaktadır. İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması sonbahar ve kış mevsimi koşulları için meydana gelebilecek bir durumdur. İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşuluna göre Lgündüz sonuçları 1787 kişinin 65 dBA düzeyinin üzerindeki bir gürültü düzeyine maruz kaldığını göstermektedir.



Şekil 5.22 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgece



Şekil 5.23 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları- bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgece

İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu sonucu elde edilen Lgece endüstriyel gürültü haritası yardımı ile 55 dBA ve daha yukarı gürültü düzeyine 2397 kişinin maruz kaldığı tesbit edilmiştir. İlgili sanayi birimlerinin %10 performans ile çalıştığı durum olarak modellenen Lgece gürültü haritası sonucunda Atatürk caddesi ve Mimar Sinan caddesi üzerindeki konut birimlerinin gürültüden daha çok etkilendiği belirlenmiştir. Gece dönemi olan 24.00 ile 08.00 saatleri arasındaki dönem içerisinde imalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu sonbahar ve kış mevsimi koşullarında karşılaşılma ihtimali çok yüksek olduğu için bu çalışma gürültü düzeyinin belirlenmesi açısından çok önemli olmaktadır.

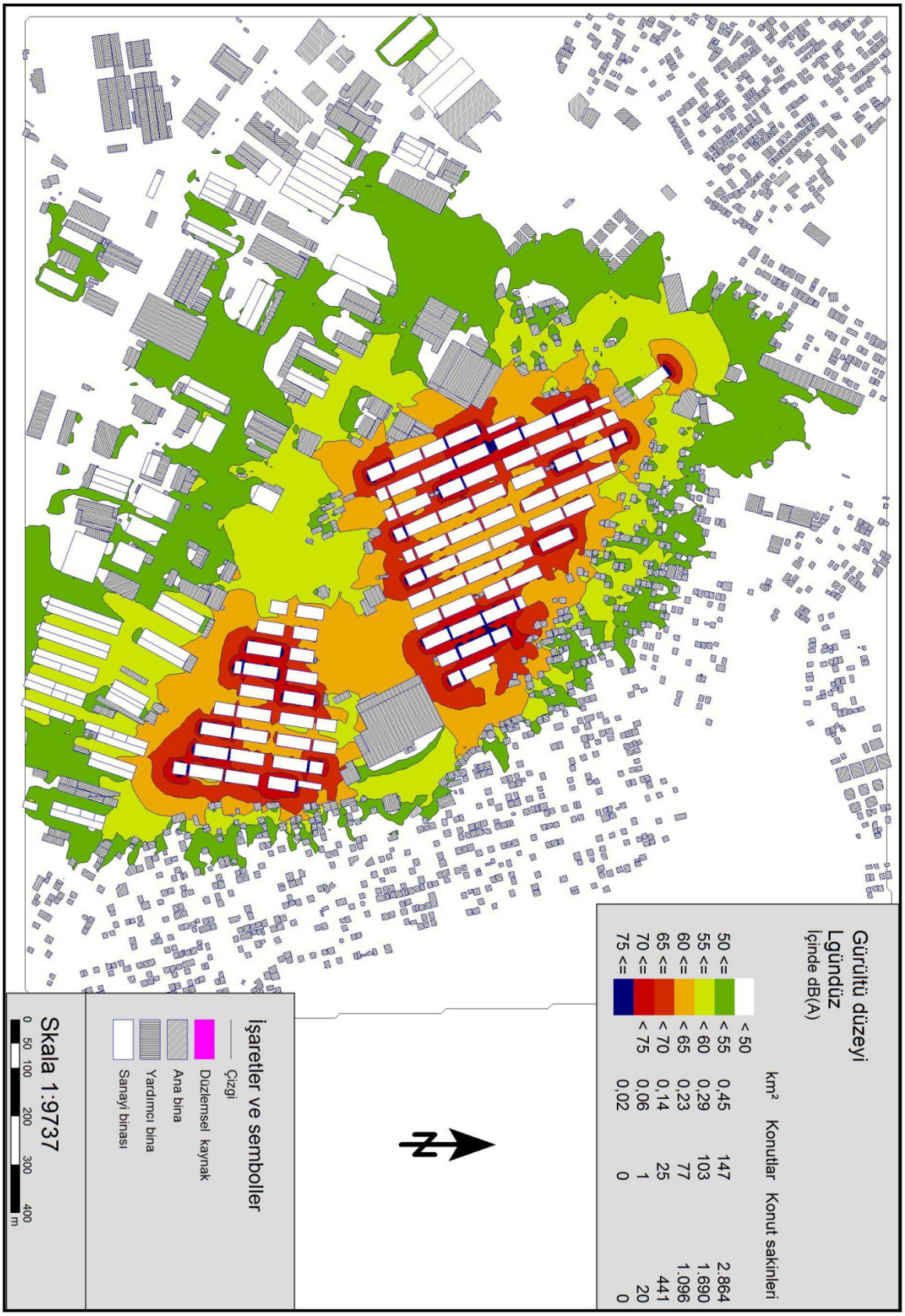
5.5.4 İmalathanelerdeki Tüm Kapılarının Kapalı Olması Koşulu

Çizelge 5.6 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları

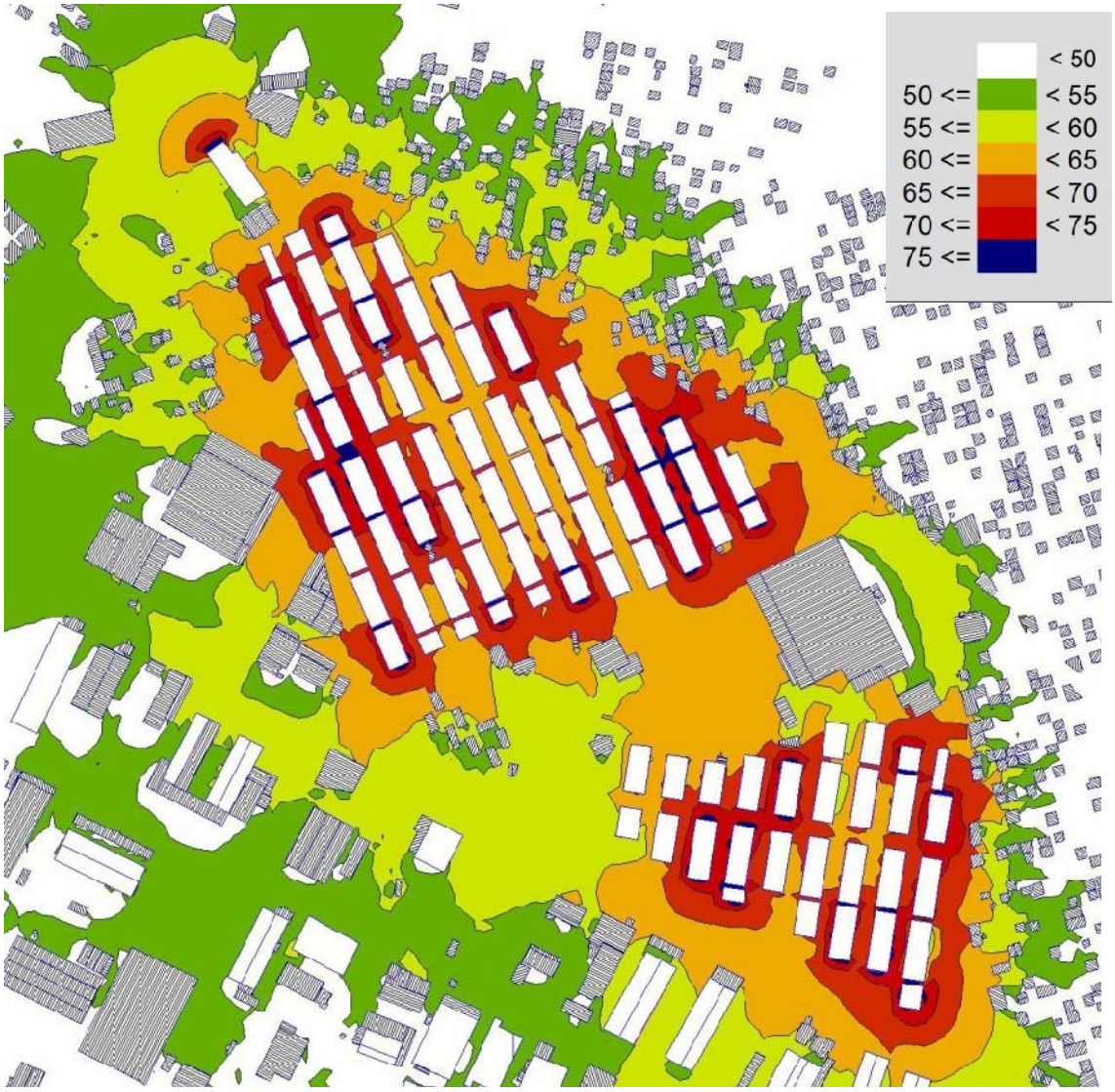
Zaman dilimi	Gürültü (dBA)	Km^2	Konut Binaları		Konut Sakinleri	
L_{gag}	50-54	0,48	148	100	2766	2800
	55-59	0,33	117	100	1926	1900
	60-64	0,23	76	100	1100	1100
	65-70	0,15	28	0	460	500
	70-74	0,06	1	0	20	0
	>75	0,02	0	0	0	0
$L_{gündüz}$	50-54	0,45	147	100	2864	2900
	55-59	0,29	103	100	1690	1700
	60-64	0,23	77	100	1096	1100
	65-70	0,14	25	0	441	400
	70-74	0,06	1	0	20	0
	>75	0,02	0	0	0	0
$L_{akşam}$	50-54	0,26	94	100	1474	1500
	55-59	0,24	61	100	921	900
	60-64	0,10	18	0	290	300
	65-70	0,04	0	0	0	0
	70-74	0,01	0	0	0	0
	>75	0,0002	0	0	0	0
L_{gece}	50-54	0,23	86	100	1394	1400
	55-59	0,18	33	0	520	500
	60-64	0,07	5	0	88	100
	65-70	0,03	0	0	0	0
	70-74	0,003	0	0	0	0
	>75	0,0001	0	0	0	0

Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, (Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği		
İlgili aralık ve sınır değer	Maruz kalan toplam kişi sayısı	Toplam nüfusa oranı
$L_{gündüz}$ > 65 (dBA)	461	%2,08
L_{gece} > 55 (dBA)	608	%2,74

Konutlar için hesaplanmış Lgag, Lgündüz, Lakşam ve Lgece değerlerinin Çevresel gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ek VI bölümünde belirlenen ilgili gürültü skalası ile tanımlanarak gürültüye maruz kalan kişi sayısı hem gerçek sayıları ile, hem de en yakın yüze yuvarlanmış halde tanımlanmaktadır ve hemen altında ilgili limit değerlerini aşan gürültüye maruz kalan kişi sayısı verilmektedir. Bu durum analizinde imalathanelerin 08.00 ile 19.00 saatleri arasında % 100 performans sergiledikleri belirtilmiştir. 19.00 ile 24.00 saatleri arasında %20 oranında performans göstermekte oldukları tanımlanmıştır. 24.00- 08.00 saatleri arasında %10 oranında performans gösterdiği belirlenmiştir.

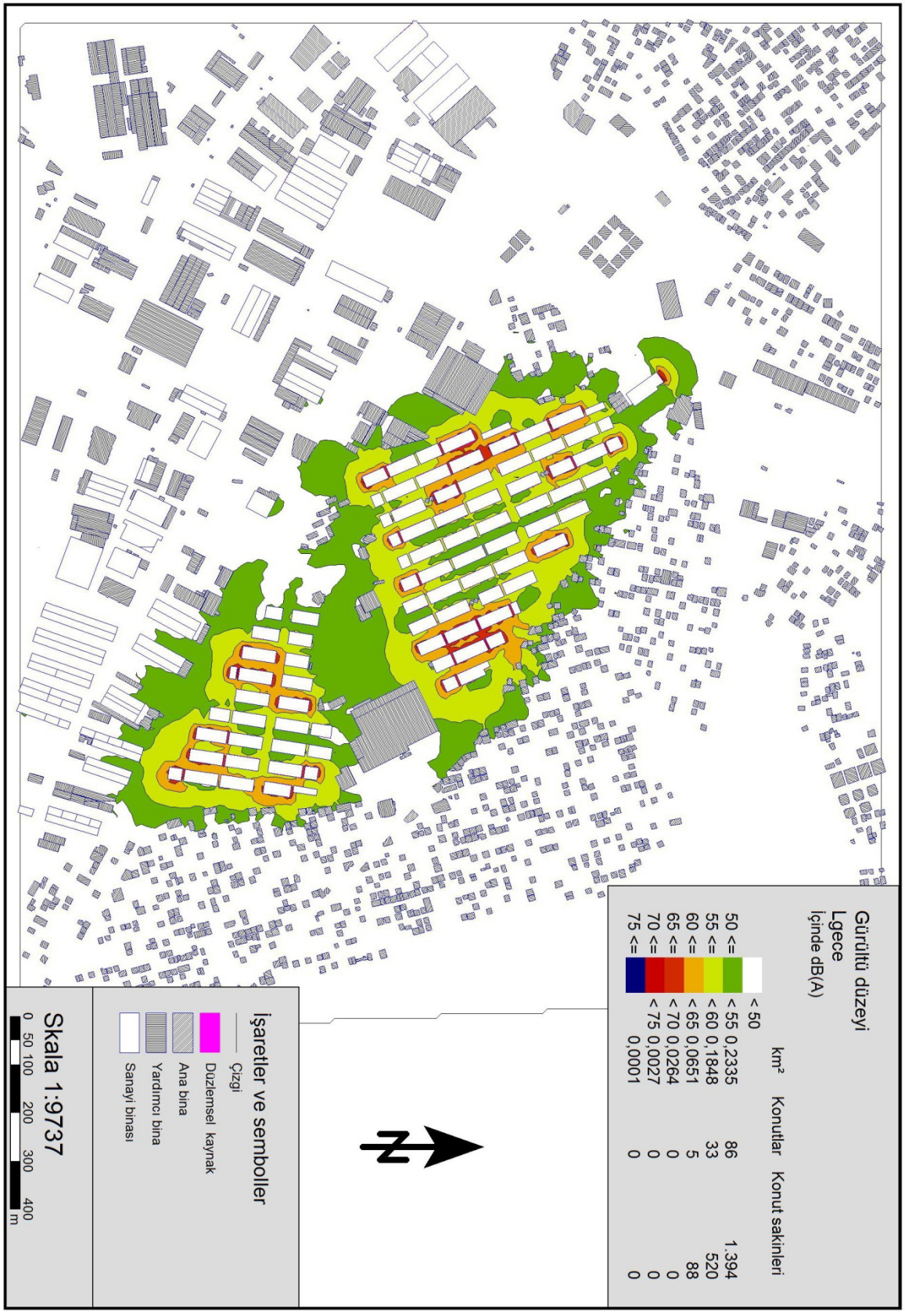


Şekil 5.24 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgündüz

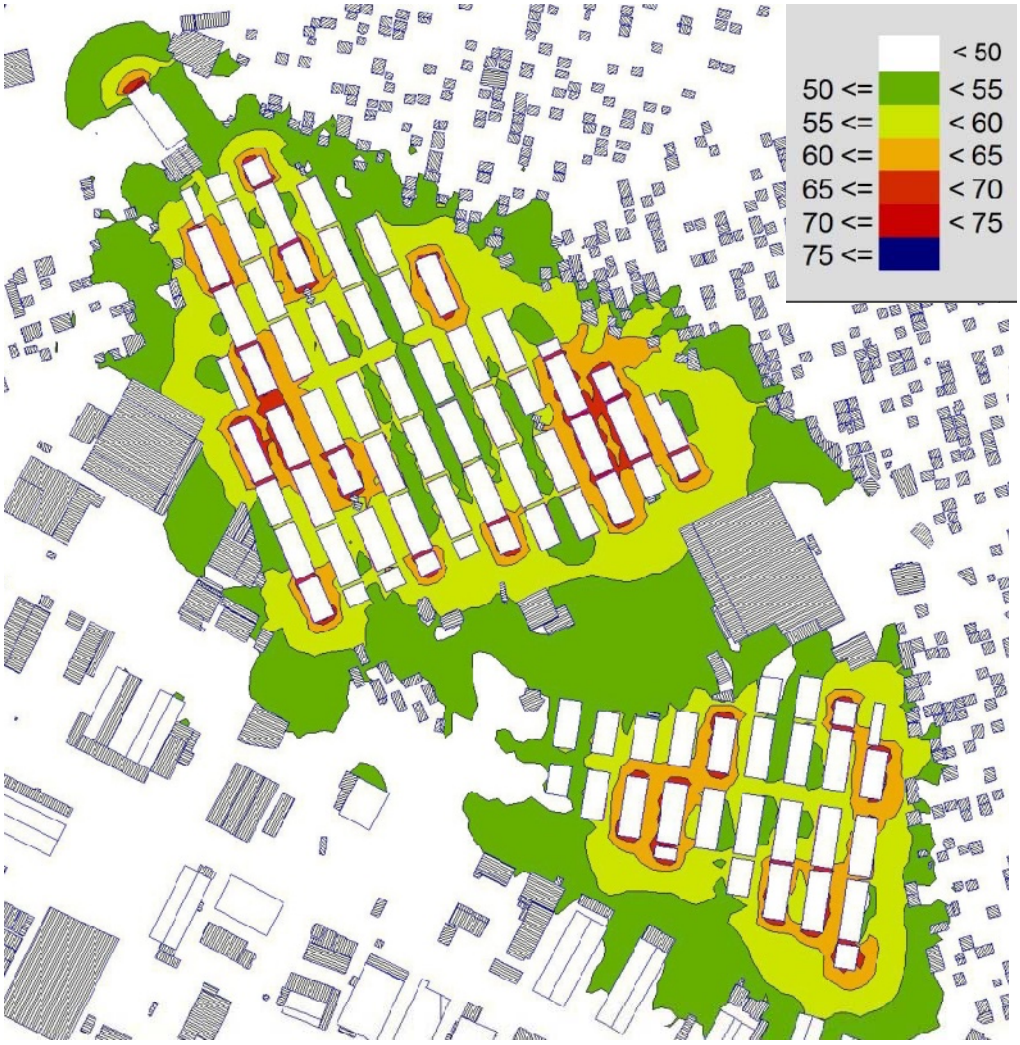


Şekil 5.25 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgündüz

Özet olarak imalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşuluna göre hazırlanan Lgündüz harita sonuçlarının düzeyi düşük olmakla birlikte daha çok Atatürk caddesi üzerinde ve Mimar Sinan caddesi üzerinde bulunan konut binalarını etkilemekte olduğu anlaşılmaktadır. Atatürk caddesinde bulunan bazı konut binalarının 65-70 dBA düzeyinde gürültüye maruz kaldığı hazırlanmış olan endüstriyel gürültü haritasından anlaşılmaktadır. İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması kış mevsimi koşulları için meydana gelebilecek ve çok nadir karşılaşılabilecek bir durumdur. İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşuluna göre Lgündüz sonuçları 461 kişinin 65 dBA düzeyinin üzerindeki bir gürültü düzeyine maruz kaldığını göstermektedir.



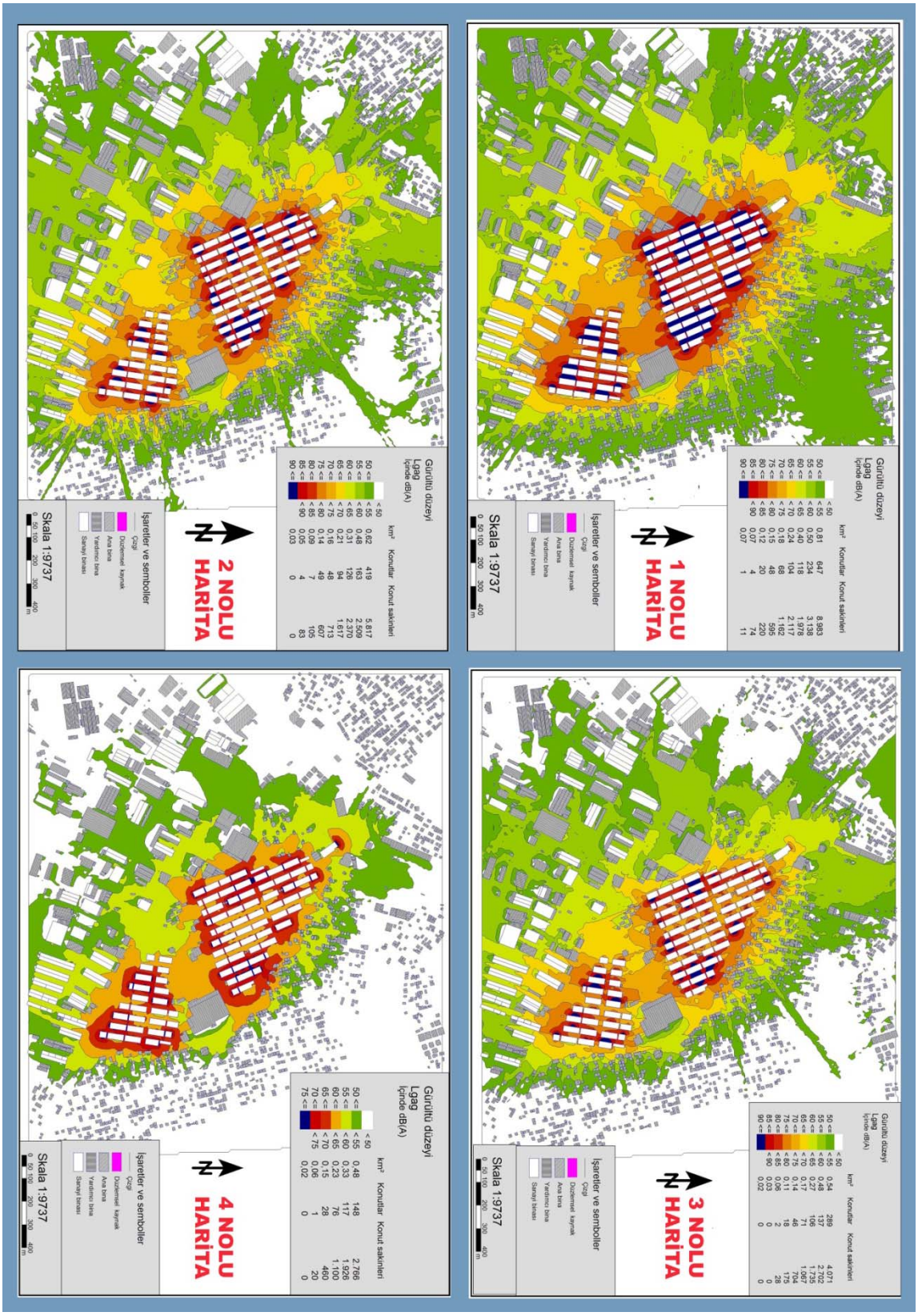
Şekil 5.26 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgece



Şekil 5.27 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgece

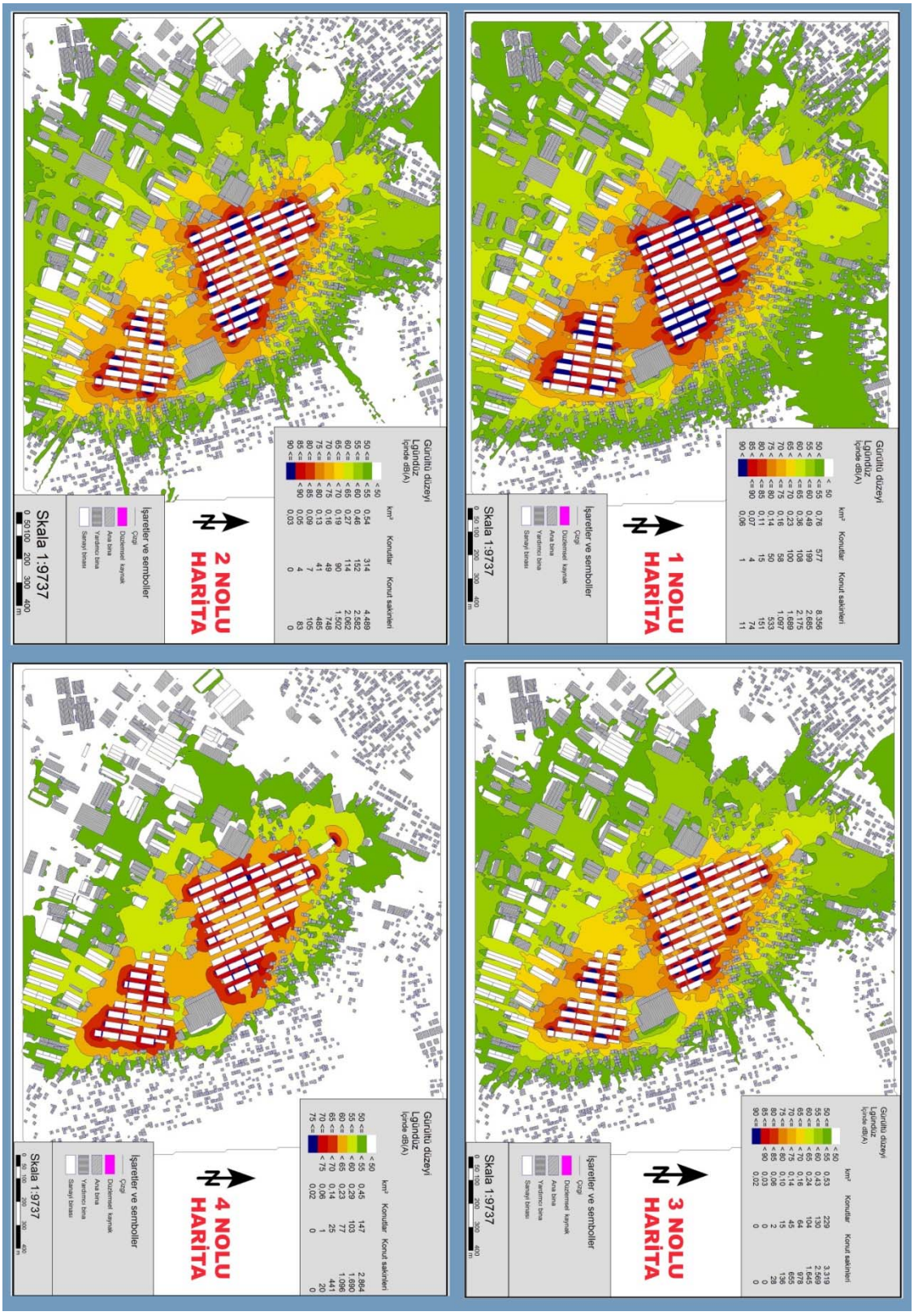
İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu sonucu elde edilen Lgece endüstriyel gürültü haritası yardımı ile 55 dBA ve daha yukarı gürültü düzeyine 608 kişinin maruz kaldığı tesbit edilmiştir. İlgili sanayi birimlerinin %10 performans ile çalıştığı durum olarak modellenen Lgece gürültü haritası sonucunda Atatürk caddesi ve Mimar Sinan caddesi üzerindeki konut birimlerinin gürültüden daha çok etkilendiği belirlenmiştir. Gece dönemi olan 24.00 ile 08.00 saatleri arasındaki dönem içerisinde imalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması kış mevsimi koşulları içinde değerlendirilirse ihtimal dahilinde olduğu söylenebilir. Bu sebeple ilgili harita gürültü düzeyinin belirlenmesi açısından önemli olmaktadır.

5.5.5 Lgag alternatif sonuç haritalarının karşılaştırılması



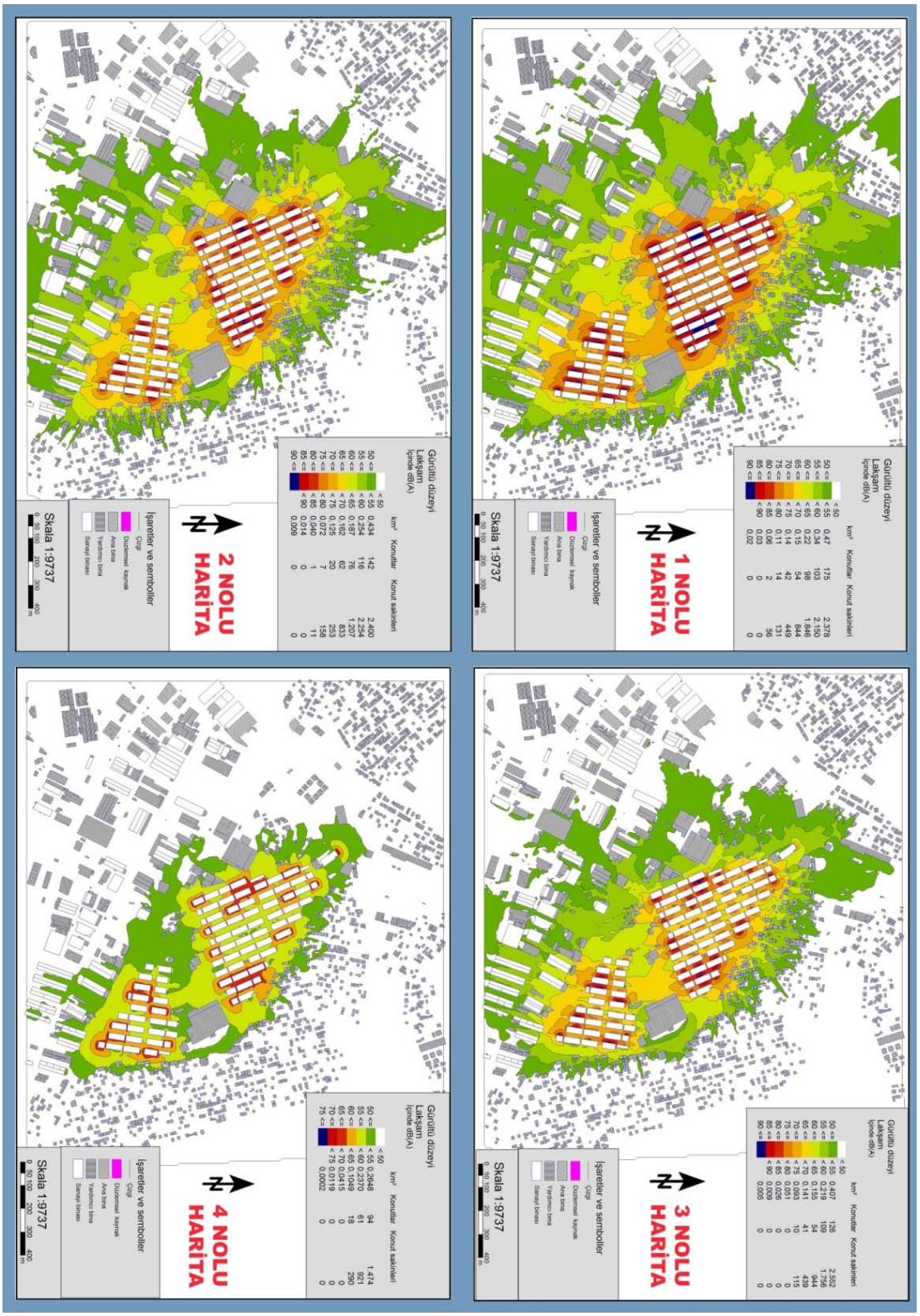
Şekil 5.28 : Tüm kapıların açık olması durumu 1 nolu haritayı, kapıların %50'sinin açık olması durumu 2 nolu haritayı, her şirketin tek kapısının açık olması koşulu 3 nolu haritayı, kapıların kapalı olması 4 nolu haritayı tanımlayan toplu Lgag sonuçları

5.5.6 Lgündüz alternatif sonuç haritalarının bir arada karşılaştırılması



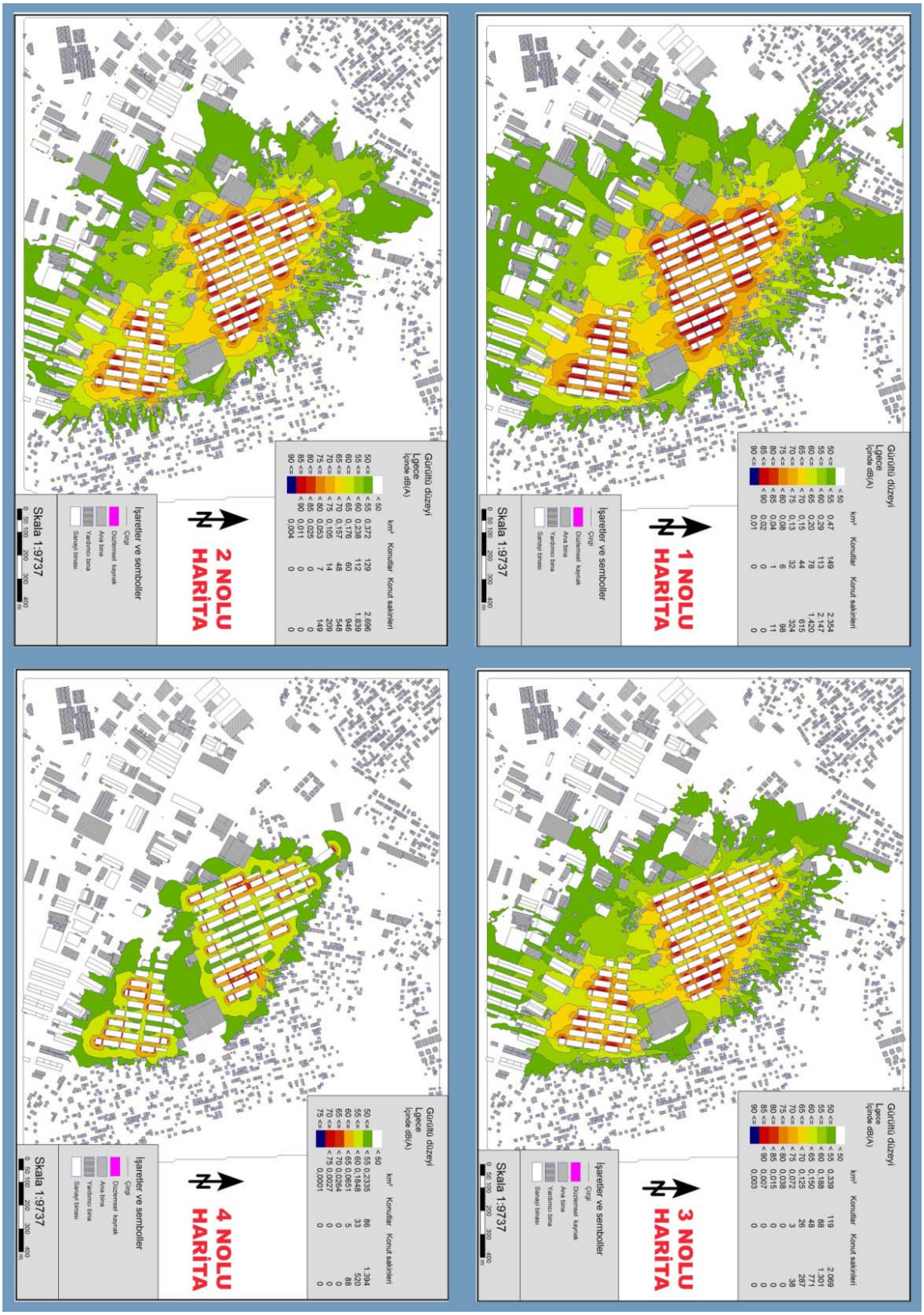
Şekil 5.29 : Tüm kapıların açık olması durumu 1 nolu haritayı, kapıların %50'sinin açık olması durumu 2 nolu haritayı, her şirketin tek kapısının açık olması koşulu 3 nolu haritayı, kapıların kapalı olması 4 nolu haritayı tanımlayan toplu Lgündüz sonuçları

5.5.7 Lakşam alternatif sonuç haritalarının karşılaştırılması



Şekil 5.30 : Tüm kapıların açık olması durumu 1 nolu haritayı, kapıların %50'sinin açık olması durumu 2 nolu haritayı, her şirketin tek kapısının açık olması koşulu 3 nolu haritayı, kapıların kapalı olması 4 nolu haritayı tanımlayan toplu Lgece sonuçları

5.5.8 Lgece alternatif sonuç haritalarının karşılaştırılması



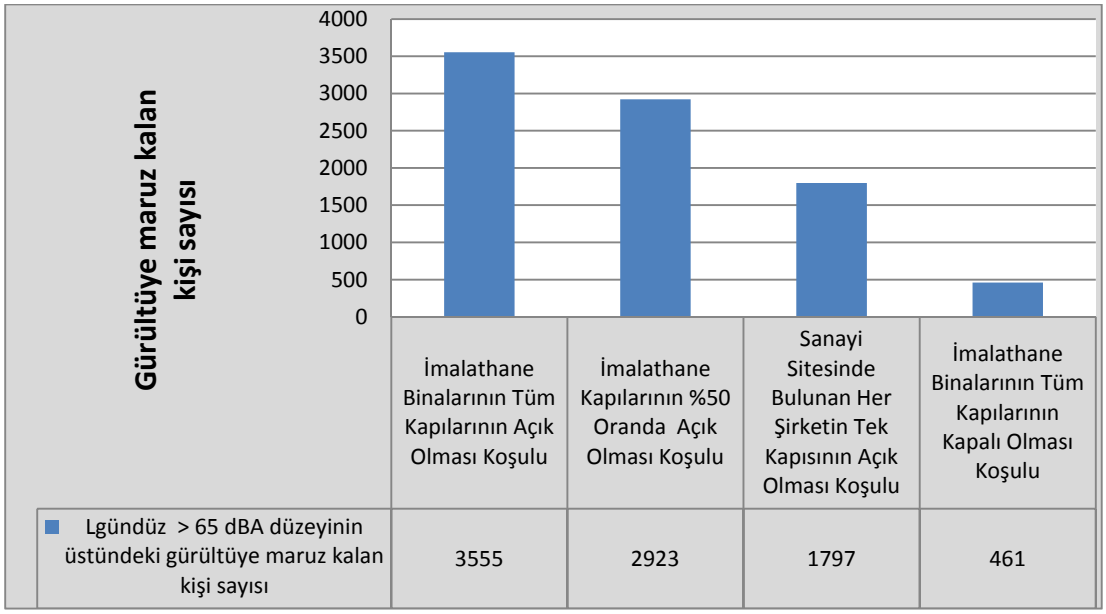
Şekil 5.31 : Tüm kapıların açık olması durumu 1 nolu haritayı, kapıların %50'sinin açık olması durumu 2 nolu haritayı, her şirketin tek kapısının açık olması koşulu 3 nolu haritayı, kapıların kapalı olması 4 nolu haritayı tanımlayan toplu Lgece sonuçları

5.5.9 Hazırlanmış Olan Gürültü Haritalarının Genel Olarak Karşılaştırılması

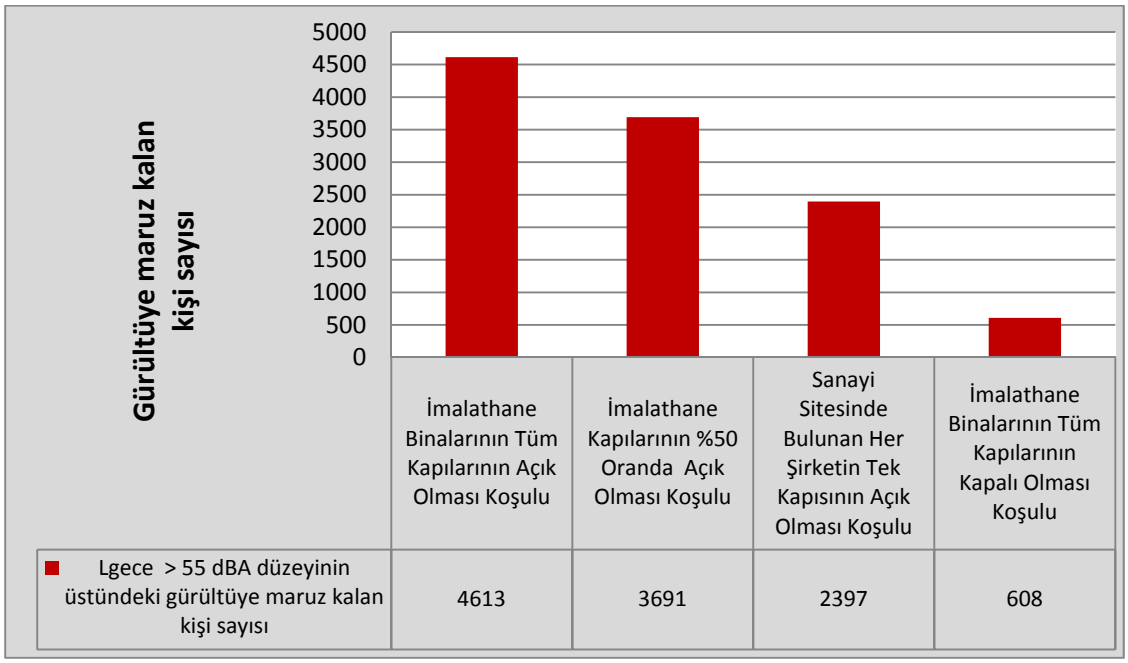
Çizelge 5.7 : Hazırlanmış olan gürültü haritalarının genel olarak karşılaştırılması

İmalathane Binalarının Tüm Kapılarının Açık Olması Koşulu (Bütün cephelerin %22,4 oranında açık olması koşulu)		
Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği		
İlgili aralık ve sınır değer	Maruz kalan toplam kişi sayısı	Toplam nüfusa oranı
$L_{gündüz}$ > 65 (dBA)	3555	%16,01
L_{gece} > 55 (dBA)	4613	%20,77
İmalathane Kapılarının %50 Oranda Açık Olması Koşulu (Bütün cephelerin %11,2 oranında açık olması koşulu)		
Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği		
İlgili aralık ve sınır değer	Maruz kalan toplam kişi sayısı	Toplam nüfusa oranı
$L_{gündüz}$ > 65 (dBA)	2923	%13,16
L_{gece} > 55 (dBA)	3691	%16,62
Sanayi Sitesinde Bulunan Her Şirketin Tek Kapısının Açık Olması Koşulu (Bütün cephelerin % 9,1 oranında açık olması koşulu)		
Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği		
İlgili aralık ve sınır değer	Maruz kalan toplam kişi sayısı	Toplam nüfusa oranı
$L_{gündüz}$ > 65 (dBA)	1797	%8,09
L_{gece} > 55 (dBA)	2397	%10,79
İmalathane Binalarının Tüm Kapılarının Kapalı Olması Koşulu		
Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği		
İlgili aralık ve sınır değer	Maruz kalan toplam kişi sayısı	Toplam nüfusa oranı
$L_{gündüz}$ > 65 (dBA)	461	%2,08
L_{gece} > 55 (dBA)	608	%2,74

Hazırlanan gürültü haritalarının karşılaştırılması yapıldığında en yüksek düzeyde gürültü potansiyelinin tüm kapıların açık olması koşuluna ait olduğu anlaşılıyor. Kapıların açık olması yüzde olarak azaldıkça gürültü düzeyinde azalma gözlenmektedir. Bu sebeple en yüksek ikinci gürültü potansiyeline sahip koşul kapıların %50 oranında açık olması durumudur. İmalathanelerdeki tüm kapıların kapalı olması durumu en düşük gürültü potansiyeline sahip olduğu anşılıyor. Gürültüye maruz kalan kişi sayısı ÇGDY yönetmeliğinde tanımlanan sınır değerler doğrultusunda belirlenmiştir.



Şekil 5.32 : Lgündüz sonuçlarına göre hazırlanmış olan gürültü haritalarının karşılaştırılması

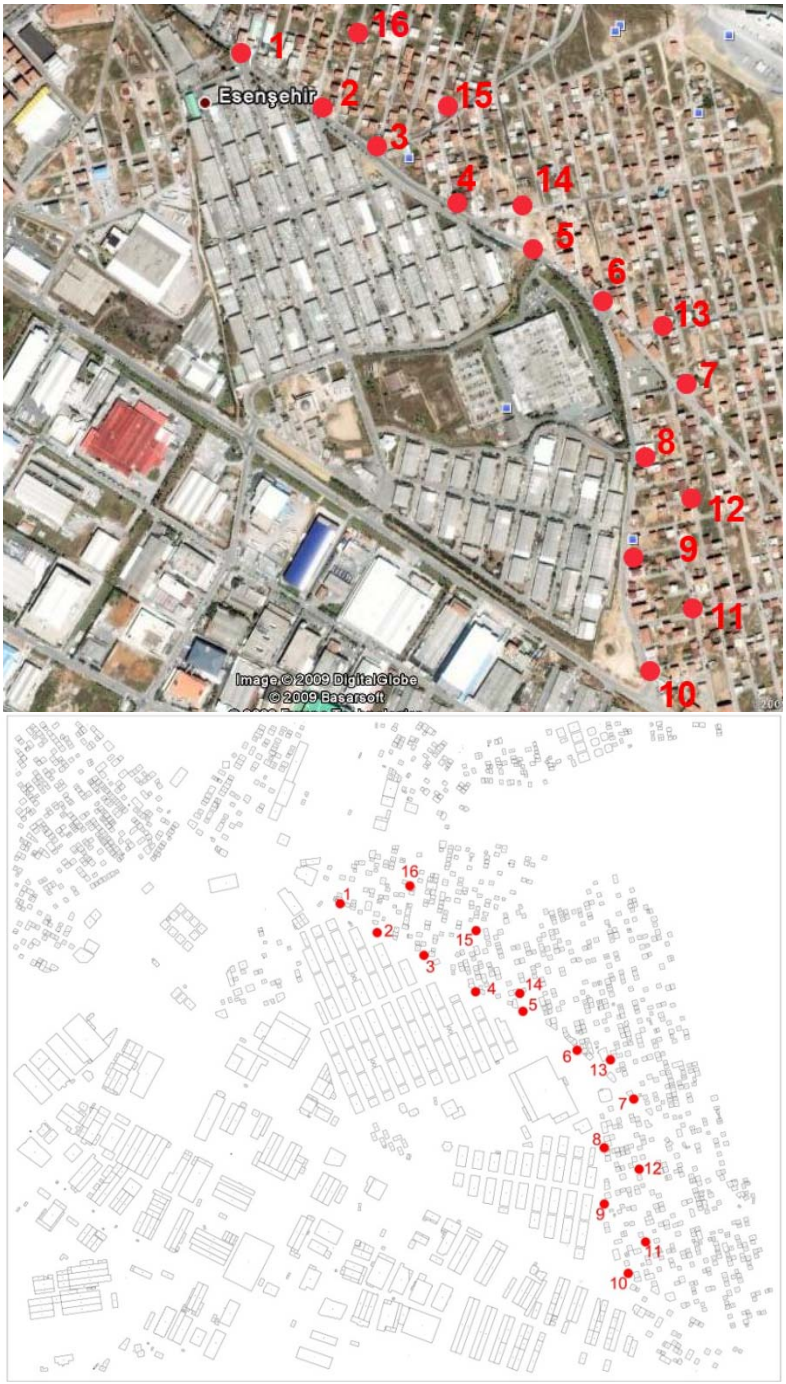


Şekil 5.33 : Lgece sonuçlarına göre hazırlanmış olan gürültü haritalarının karşılaştırılması

Gürültü haritalarından yola çıkılarak eylem planları hazırlanmaktadır. Yıl içerisinde kapıların en fazla %50 oranında açık olduğu görülmektedir. Tüm kapıların açık olması koşulu nadir karşılaşılabilecek bir durum olduğu ve bariyer uygulama maliyetleri de göz önünde tutulduğu için bariyer tasarımı imalathane kapılarının %50 oranda açık olması ihtimaline göre yapılacaktır.

5.6 Ölçümler

Ölçüm noktaları belirlenirken ilgili ölçüm noktasının des sanayi sitesine ve yakın çevresine göre konumu, gürültü haritasındaki ölçüm noktasının gürültü düzeyi ve gölge bölgesinde bulunup bulnmaması göz önünde tutulmuştur. Ölçüm konumlarının sokak ve cadde kesişim noktası olarak tanımlanabilecek referans noktası olabilmesi önemlidir. Ölçüm noktaları konut bölgelerine eşit olarak dağıtılmaya çalışılmış ve 16 ölçüm noktası belirlenmiştir.İlgili ölçüm noktaları aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 5.34 : İlgili Ölçüm Noktalarının haritadaki konumlar

Çizelge 5.8 : İlgili seçilen 1'den 6 'ya kadar olan ölçüm noktalarının konumları



1. Ölçüm noktası
(Yeşil sok. – Atatürk cad. kesişimi)



2. Ölçüm noktası
(Yeşim sok. – Atatürk cad. kesişimi)



3. Ölçüm noktası
(Çetin Emeç cad.–Atatürk cad. kesişimi)



4. Ölçüm noktası
(Ceyhan sok. – Atatürk cad. kesişimi)



5. Ölçüm noktası
(Sümer sok. – Atatürk cad. kesişimi)

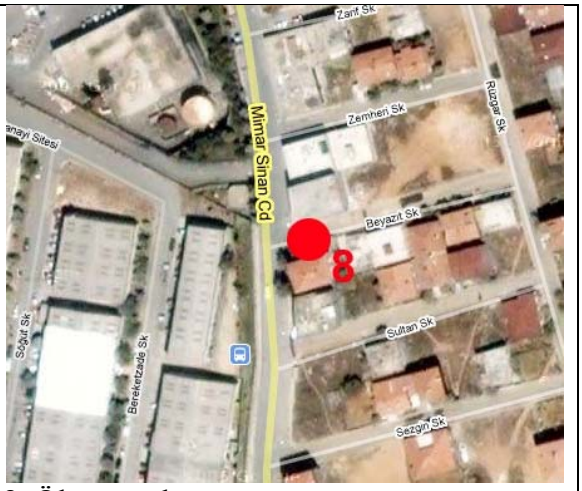


6. Ölçüm noktası
(Neşe sok. – Atatürk cad. kesişimi)

Çizelge 5.9 : İlgili seçilen 7'den 12 'ye kadar olan ölçüm noktalarının konumları



7. Ölçüm noktası
(Karaca sok. – Atatürk cad. kesişimi)



8. Ölçüm noktası
(Beyazıt sok.–Mimar Sinan cad. kesişimi)



9. Ölçüm noktası
(Alım sok. – Atatürk cad. kesişimi)



10. Ölçüm noktası
(Bilal-i Habeşi sok.–Atatürk cad. kesişimi)

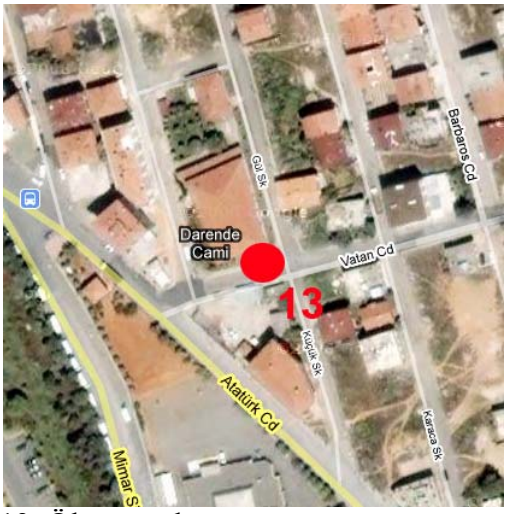


11. Ölçüm noktası
(Sakarya cad. – Lalezar sok. kesişimi)



12. Ölçüm noktası
(Sezgin sok. – Rüzgâr sok. kesişimi)

Çizelge 5.10 : İlgili seçilen 13'den 16 'ya kadar olan ölçüm noktalarının konumları



13. Ölçüm noktası
(Vatan cad. – Gül sok. kesişimi)



14. Ölçüm noktası
(Fatih cad. – Sümer sok. kesişimi)



15. Ölçüm noktası
(Çetin emeç cad.–Yadigâr sok. kesişimi)



16. Ölçüm noktası
(Fevzi Çakmak sok.)

Ölçümler için seçilen noktalarda etkili olarak sanayi gürültüsü ve trafik gürültüsü bulunmaktadır. Bu sebeple sanayi faliyetlerinin aktif olarak gerçekleştiği gündüz vakti ölçümleri ile sanayi faliyetlerinin durduğu gündüz vakti ölçümleri ayrı ayrı gerçekleştirilerek sanayi gürültüsünün etkisini arttıran arka plan gürültü düzeyinin değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bu sebeple ölçümler iki ayrı zaman diliminde yapılarak arka plan gürültü düzeyi ve sanayi gürültüsünün etkisi karşılaştırılarak değerlendiriliştir.Ölçümleri kategorize etmek istenirse;

- İlk ölçüm trafik gürültüsü ile sanayi gürültüsünü birlikte değerlendirmektedir.

- İkinci ölçüm sadece trafik gürültüsünü değerlendirmektedir.

Ölçüm yapılması için seçilen noktalarda rüzgar hızının TS ISO 1996-2' ye uygun olarak rüzgar hızının 5 m/s'den az olması gerekmektedir. Meteorolojik veriler göz önünde bulundurularak rüzgar hızının 5 m/s değerinden küçük olacak şekilde ölçüm günleri belirlenmiştir. İlk ölçüm 20 Ağustos 2009 Perşembe günü saat 09.00 ile 12.00'da gerçekleştirilmiştir.İlk ölçüm gününde sanayi gürültüsü ve trafik gürültüsü aktif olarak bulunmaktadır. İkinci ölçüm 5 Eylül 2009 Cumartesi günü 14.30 ile 17.30 saat dilimleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bu günün seçilmesinin temel sebebi trafik gürültüsü aktif olarak bulunmasına rağmen sanayi gürültüsünün aktif olarak bulunmamasıdır. 5 Eylül 2009 Cumartesi günü 14.30 ile 17.30 saat dilimlerinde yapılan ölçümler Ramazan ayına denk getirilerek endüstriyel gürültünün aktif olmadığı bir zaman aralıkğının seçilmesi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 5.11 : Ölçümüm gerçekleştiği günler ve ilgili hava durumları

	Ölçüm tarihi	Ölçüm Saati	Rüzgar hızı	Sıcaklık
1-Ölçüm	20 ağustos 2009-Perşembe günü	09.00 ile 12.00 arası	15 km/saat (4,16 m/s)	26 C^o
2-Ölçüm	5 Eylül 2009-Cumartesi günü	14.30 ile 17.30 arası	15 km/saat (4,16 m/s)	28 C^o

Ölçüm noktalarında yapılan ölçümler 5 dakika boyunca TS ISO 1996-2'ye uygun olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Alıcı yerden 1,5 metre yükseklikte konumlandırılmış ve ölçüm esnasında alıcı kaynağa doğru yönlendirilmiştir.

İlgili ölçüm noktalarının sesin kıvrılmasından kaynaklanacak olan gölge bölgelerinde bulunmaması ölçüm sağlığı açısından önemlidir. Bu sebeple kıvrılmalardan oluşacak gölge bölgererinin belirlenmesi için TS ISO 1996 – 2 standardı durumu formüleştirerek değerlendirmeyi sağlamaktadır. Bu gölge bölgelerinin belirlenmesi için kulanılacak formül eşitlik 5-1'de verilmektedir.

$$R = \frac{3,2}{0,6\Delta\mu + \Delta u\cos\theta} \qquad \textbf{(5.1)}$$

Burada;

$\Delta\mu$ =Zeminden 10 metre ve 0,5 metre yükseklikteki hava sıcaklıkları arasındaki farkın sayısal değeri, kelvin;

Δu= Zeminden 10 metre ve 0,5 metre yükseklikteki rüzgâr hızlarındaki farkın sayısal değeri, m/s;

İlk ölçüm 20 ağustos 9.00 ile 12.00 arası yapılmıştır ve rüzgar hızı 15 km/saat (10 metre yükseklikte) değerindedir. İkinci ölçüm 5 Eylül 9.00 ile 12.00 arası yapılmıştır ve rüzgar hızı 15 km/saat (10 metre yükseklikte) değerindedir. Bu iki ölçüm sırasında rüzgar hızının değeri **4,16 m/ s** 'ye eşittir.

Yükseklik değerine göre değişen rüzgâr hızı formülü aşağıda verilmektedir.

$$Vr = Vreff\left(\frac{H}{Hreff}\right)^{a} \quad \textbf{(5.2)}$$

(http:// www.turbin.org/mruzbilgi.html)

Burada;

Vr = Hesaplanmak istenen yüksekliğin rüzgar hızı,

Vreff= Değeri bilinen, yerden yükseklik,

Hreff= Değeri bilinen yerden yükseklik

H = Hesaplanmak istenen, yerden yükseklik

a = Hellmann Yükseltme Katsayı Değeri. (Bu değer bölge şartlarına göre aşağıdaki tablodaki gibi değişebilecektir.)

Çizelge 5.12 : Yüksekliğe bağlı değişen rüzgar hızını hesaplayabilmek için gerekli olan a katsayısının arazi durumuna göre değişim tablosu

Arazi Durumu	Katsayı
Deniz kıyı şeriti	0,10 – 0,13
Yeşil ve etkili alan	0,13 – 0,20
Ağaçlı alan	0,20 – 0,27
Yüksek bina ve kentsel alan	0,27 – 0,40

10 metre yükseklikteki rüzgâr hızı 4,16 m/s ise ve bu değer doğrultusunda 0,5 metre yükseklikteki rüzgâr hızı hesaplanmak istenilirse eşitlik 5-2 kullanılır. 0,5 metre yükseklikteki rüzgar hızı;

Vr= 4,16 (0,5/10)0,3 = **1,69 m/s** (0,5 metre yükseklikteki hızı) olarak hesaplanır.

Yükseklik değerine göre değişen noktalar arası sıcaklık farkı eşitlik 5-3 kullanarak hesaplanabilir. Bu eşitlik yüksekliğe bağlı sıcaklık değişimini vermektedir. Bu eşitlikte 304, 8 metre yükseklik farkında sıcaklık $2C^{o}$ değişmektedir.

$$\frac{-2C^{o}}{304,8 \text{ metre } (1000 \text{ feet})} = 1 \text{ metre yükseklik artışındaki sıcaklık değişimi} \quad \textbf{(5.3)}$$

0,5 ile 10 metre yükseklik farkı 9,5 metredir.

304,8 metrede 2 C^o değişirse
9,5 metrede $\Delta\mu$ değişir.

$\Delta\mu$= 0,062 C^o =**0,062 K^o** olarak hesaplanır. (9, 5 metrede değişen sıcaklık farkı)

Eşitlik 5-1'e gerekli veriler girilirse;

R değerinin minimum değerini alabilmesi icin cosθ= 1 olması gerekir. Bu durumda,

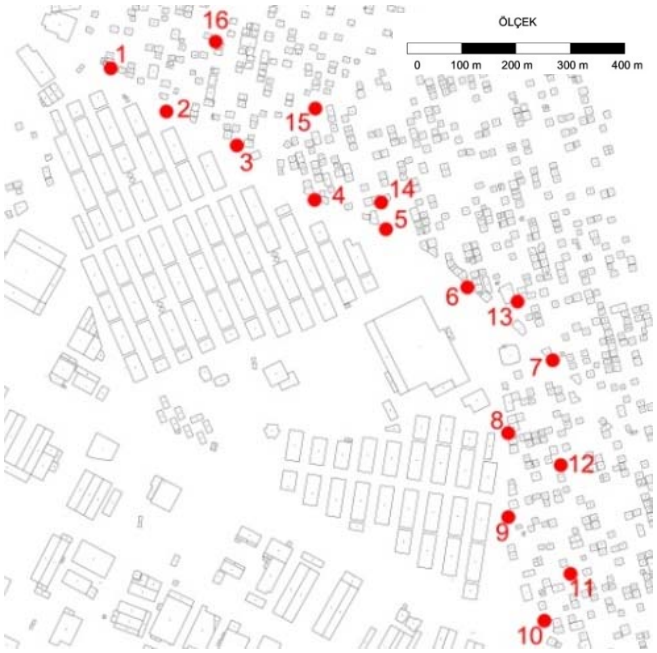
R= (3,2) / (0,6x 0,062 + 2,47 x 1)= 1,2935 km = **1293,5 metreye** eşittir

R ≥ 1293,5 metre değerini alır.

Alıcıların kaynağa uzaklığı çizelge 5.13'te verilmektedir. R tanımlamasının mimimum değeri 1293,5 metredir ve ölçüm yapılan 16 noktanın kaynağa uzaklığı bu değerden küçük olmaktadır. Ölçüm noktalarının hiçbiri gölge bölgesinde kalmamaktadır.

Çizelge 5.13 : Alıcı noktalarının kaynağa uzaklığı

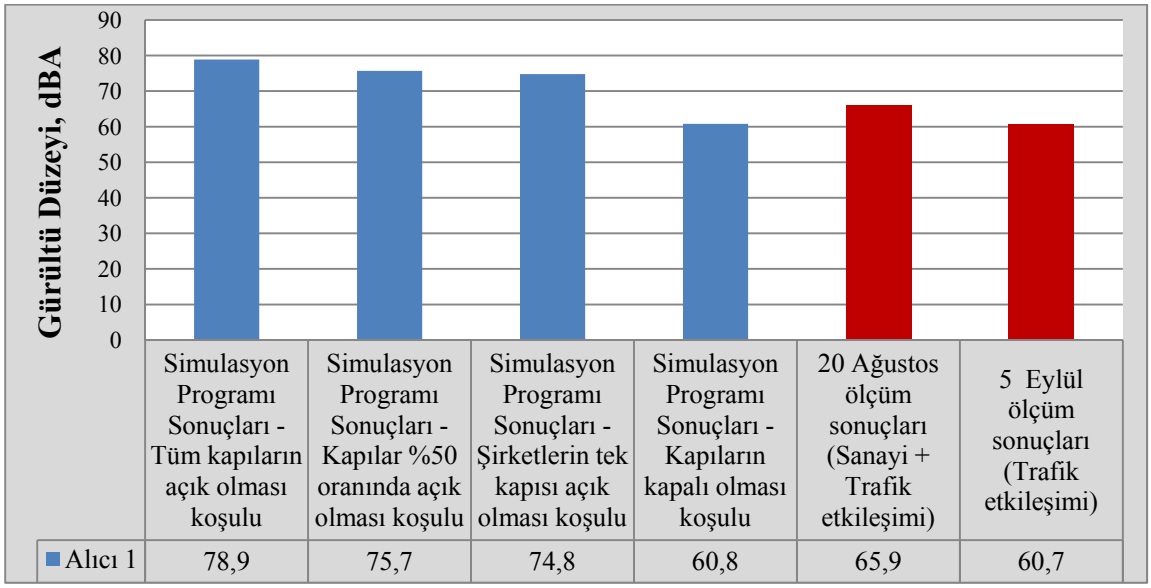
ALICI NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
KAYNAKTAN UZAKLIK (METRE)	45	46	42	48	51	160	169	27	36	144	156	125	243	85	198	175



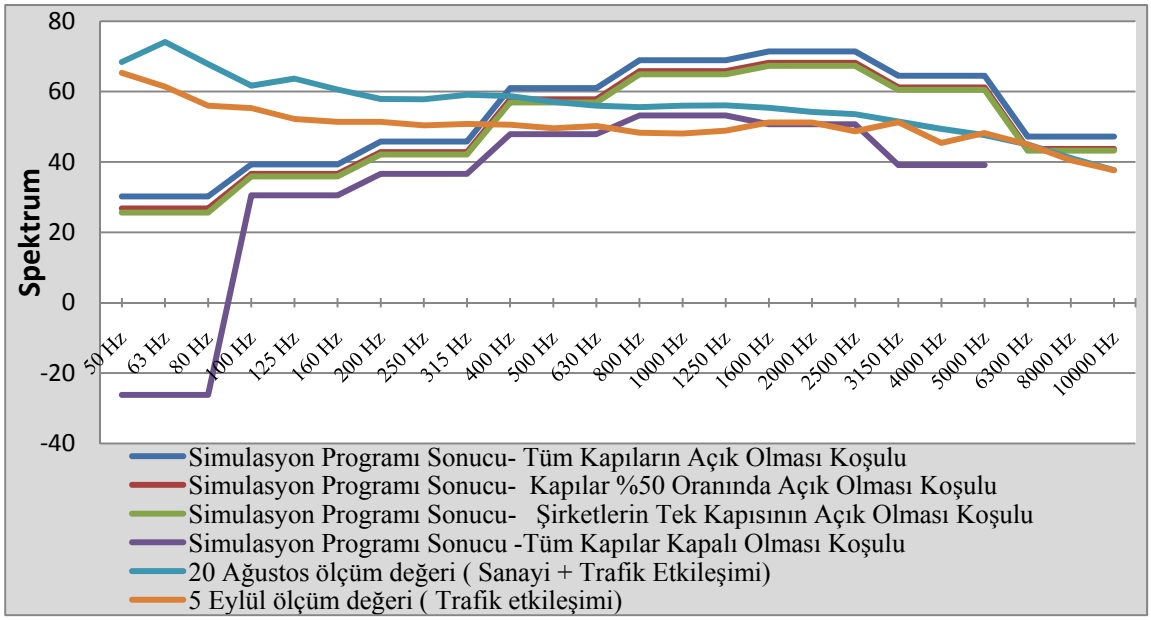
Şekil 5.35 : Alıcıların haritadaki konumu

5.6.1 Ölçüm sonuçları

Alıcı 1 noktasındaki ölçüm sonuçları



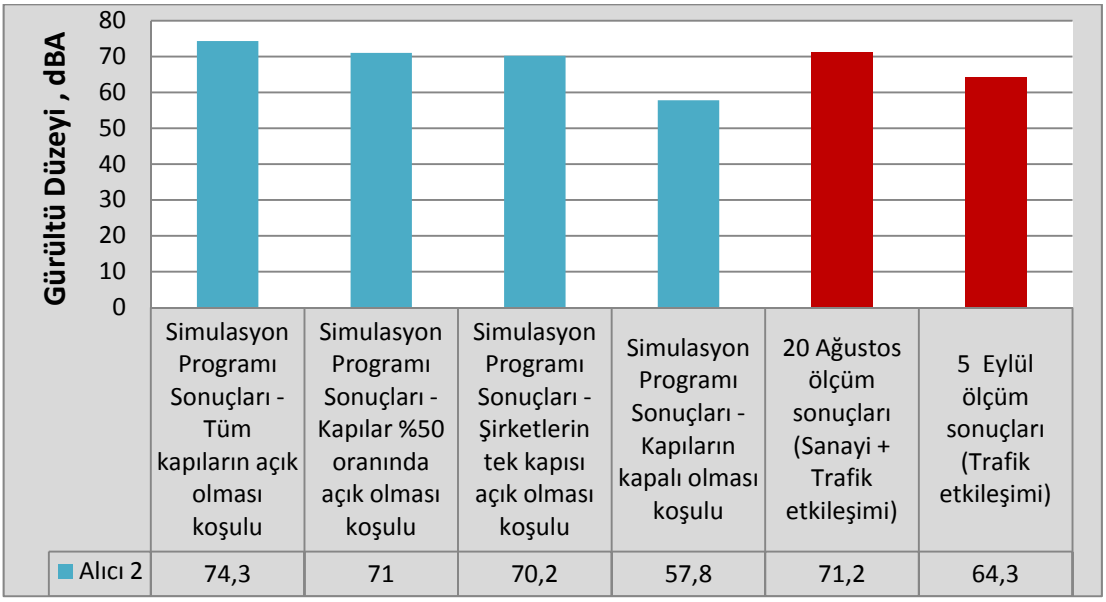
Şekil 5.36 : Alıcı 1 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



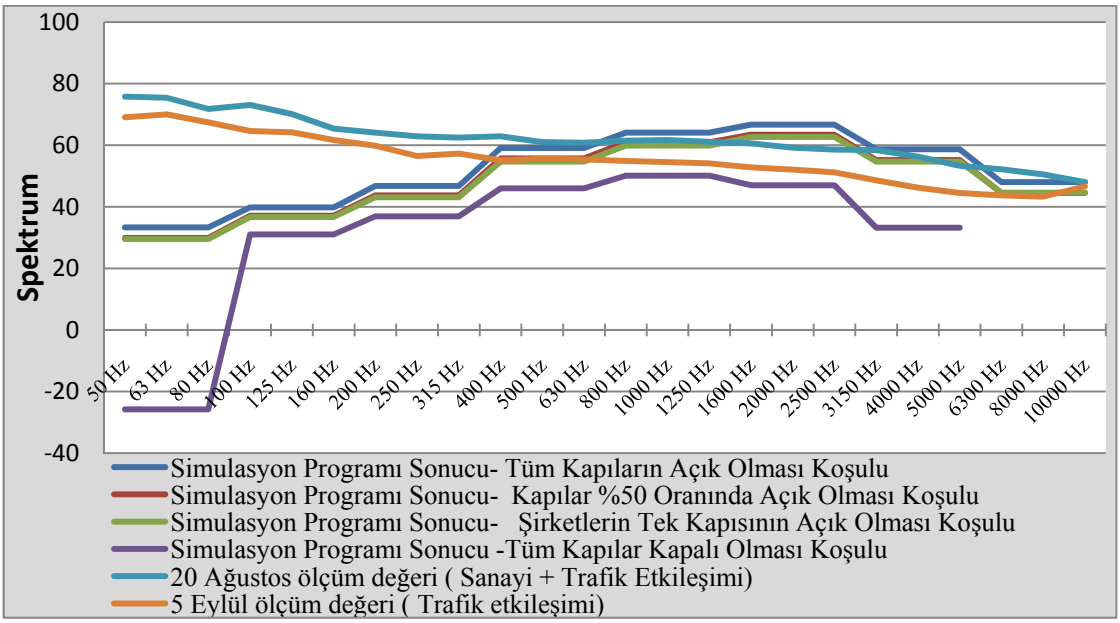
Şekil 5.37 : Alıcı 1 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 11 araba ve 3 kamyon ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 15 araba, 2 kamyon,3 kamyonet ve 2 bisiklet geçmiştir. Ölçüm sonuçlarının simulasyon programındaki hesaplama sonuçlarından farklı olması 2009 ekonomik krizine bağlı olarak gerçekleşmektedir. Üretim düzeyinin düşük olmasına bağlı imalathane performansları normal düzeyin çok altındadır ve imalathane bölümleri aktif değildir.

Alıcı 2 noktasındaki ölçüm sonuçları



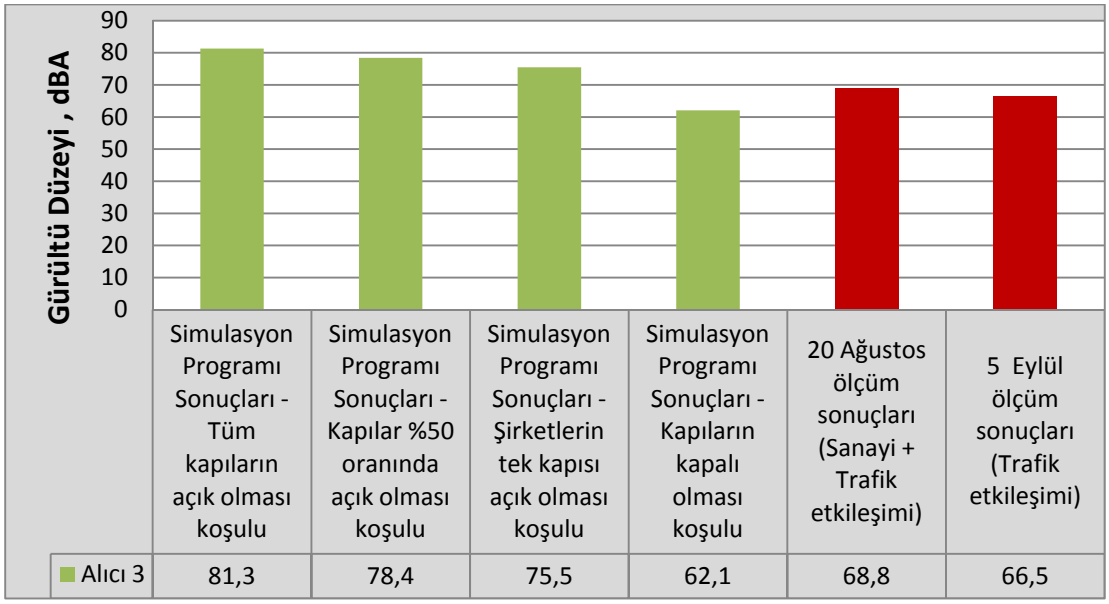
Şekil 5.38 : Alıcı 2 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



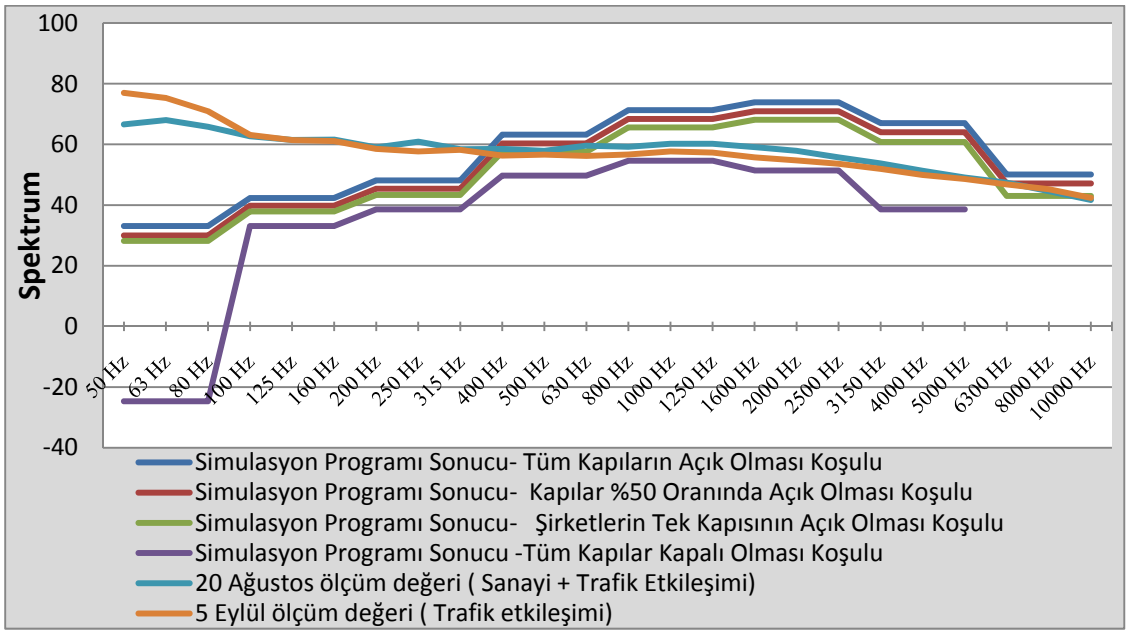
Şekil 5.39 : Alıcı 2 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 47 araba , 7 kamyon, 2 otobüs , 3 minübüs ve 1 traktör ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 18 araba, 5 kamyon, 4 kamyonet, 4 minibüs, 3 motorsiklet ve 1 traktör geçtiği gözlemlenmiştir. Ölçümlerin yapıldığı dönem içerisinde yaz koşulları geçerli olduğu için ölçüm sonucunun kapıların %50 oranda açık olması durum değerlendirmesine yakın olması gerekmektedir. Ölçüm sonuçları ile durum analizi sonucunun çok yakın olduğu anlaşılmaktadır.

Alıcı 3 noktasındaki ölçüm sonuçları



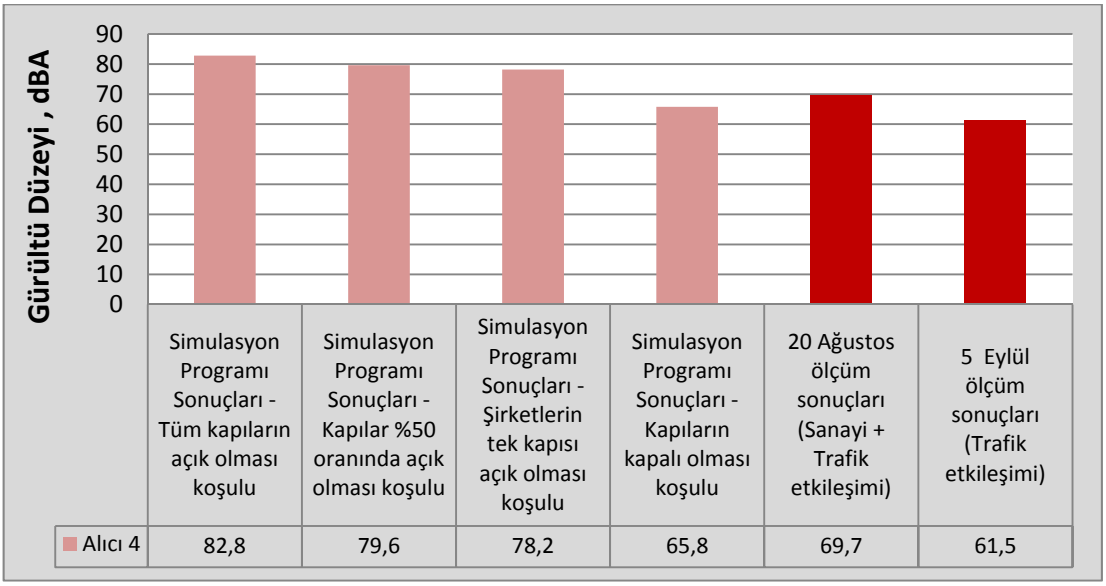
Şekil 5.40 : Alıcı 3 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



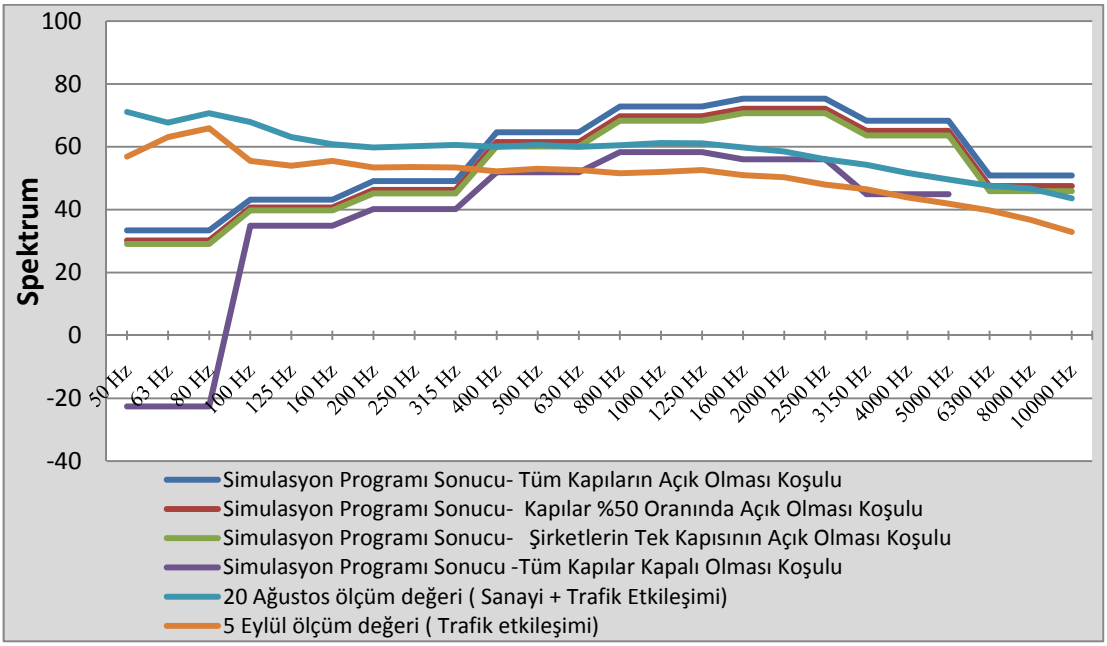
Şekil 5.41 : Alıcı 3 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 47 araba , 7 kamyon, 2 otobüs , 3 minübüs ve 1 traktör ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 27araba ve 4 kamyon geçtiği gözlemlenmiştir. Ölçümler yaz koşullarına uygun dönem içinde yapıldığı için kapıların %50 açık olması durum analizi ile karşılaştırılmaktadır. Ölçüm sonucunun normal düzeyden düşük olduğu görülmektedir. 2009 ekonomik krizinde bazı bölgesel imalathane binalarının faaliyelerinin durma noktasına gelmesi, bu durumun sebebi olarak görülmektedir.

Alıcı 4 noktasındaki ölçüm sonuçları



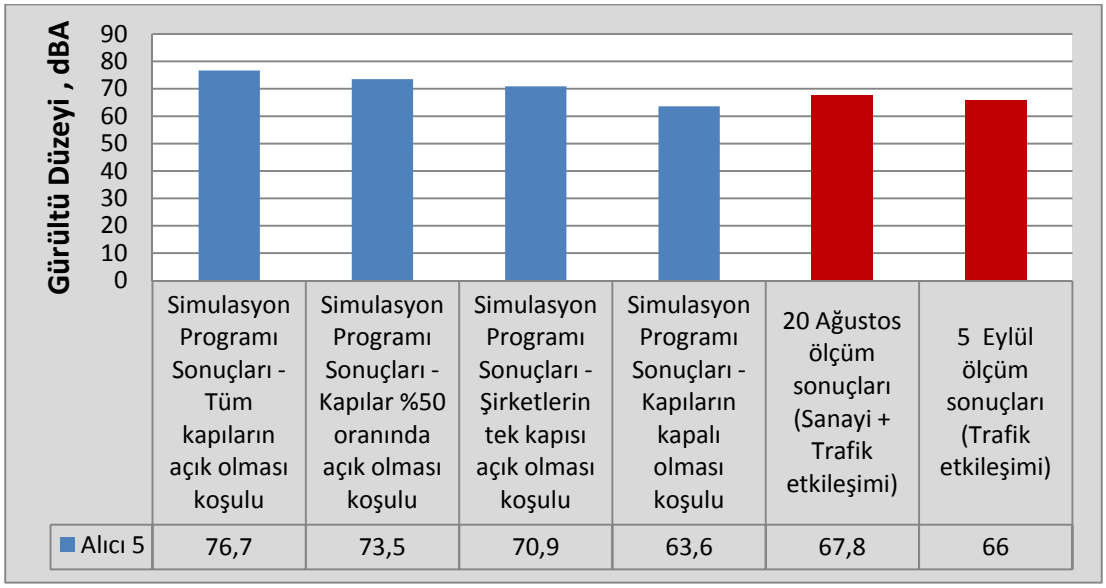
Şekil 5.42 : Alıcı 4 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



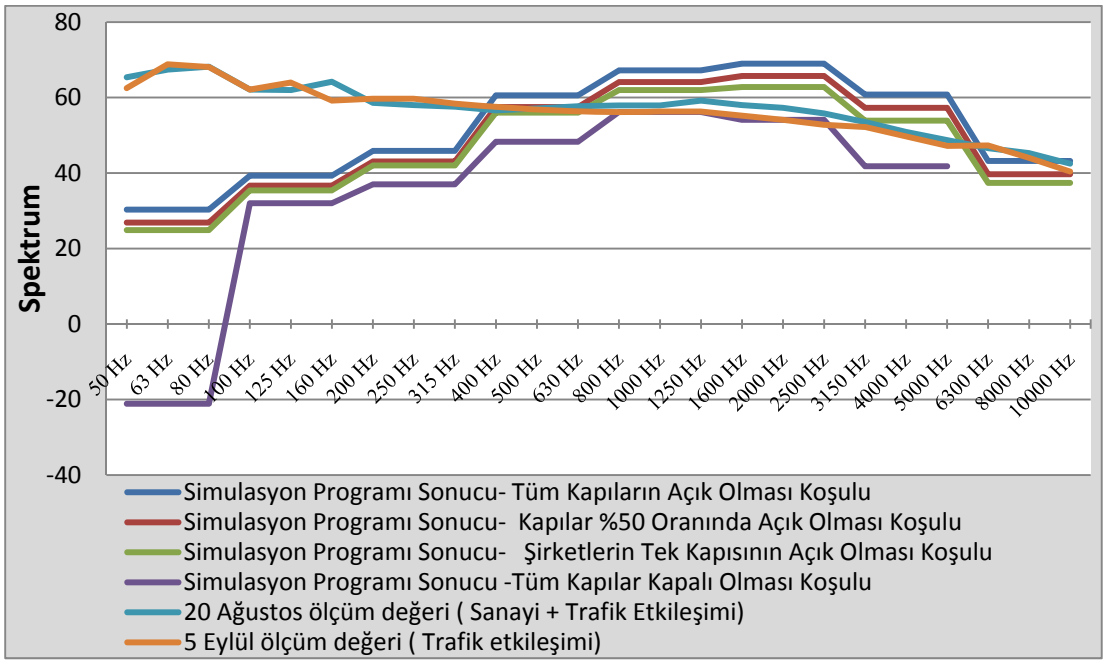
Şekil 5.43 : Alıcı 4 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 22 araba , 4 kamyon, 1 minübüs ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 18 araba, 5 kamyon, 4 minübüs, 4 motorsiklet, 2 kamyonet ve 1 otobüs geçtiği gözlemlenmiştir. 2009 ekonomik kriz koşulları sebebi yüzünden ölçüm sonuçları ile kapıların %50 oranında açık olması koşulu similasyon programı sonucu birbiri ile örtüşmemektedir. Bu bölgenin yakınlarındaki imalathane birimlerinin yer yer boş ve kiralık olması bu durumu etkilemektedir.

Alıcı 5 noktasındaki ölçüm sonuçları



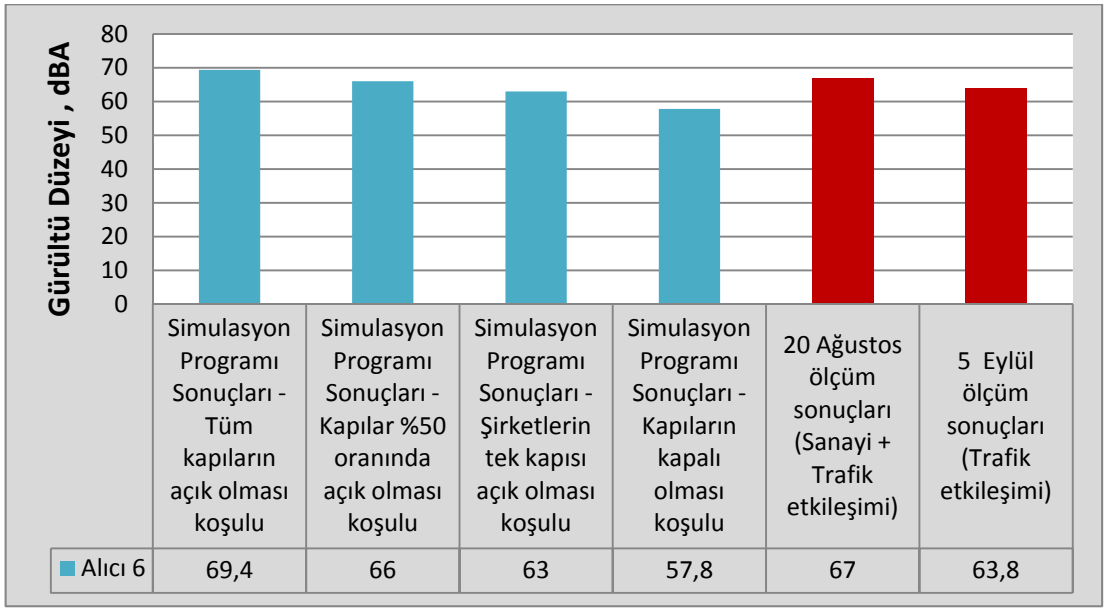
Şekil 5.44 : Alıcı 5 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



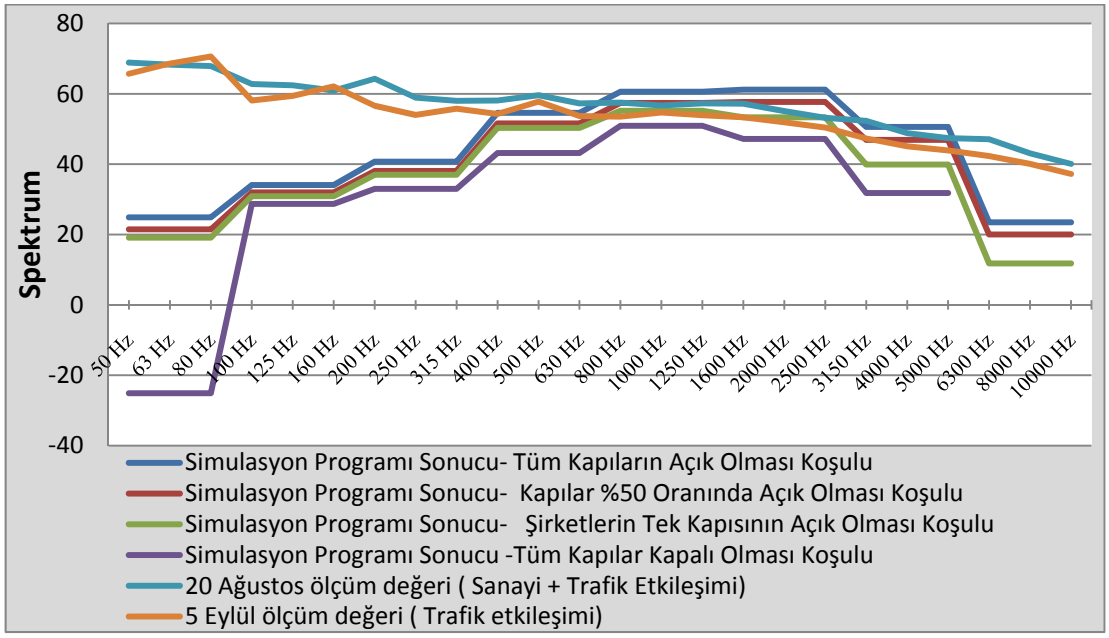
Şekil 5.45 : Alıcı 5 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 15 araba , 1 motorsiklet, 6 minübüs, 2 otobüs ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 19 araba, 5 kamyon, 7 minübüs, 3 motorsiklet, 1 kamyonet ve 1 otobüs geçtiği gözlemlenmiştir. Simulasyon programı sonucu kapıların %50 oranda açık olması koşulu ile ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında farklı olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum 2009 ekonomik krizden kaynaklanmaktadır.

Alıcı 6 noktasındaki ölçüm sonuçları



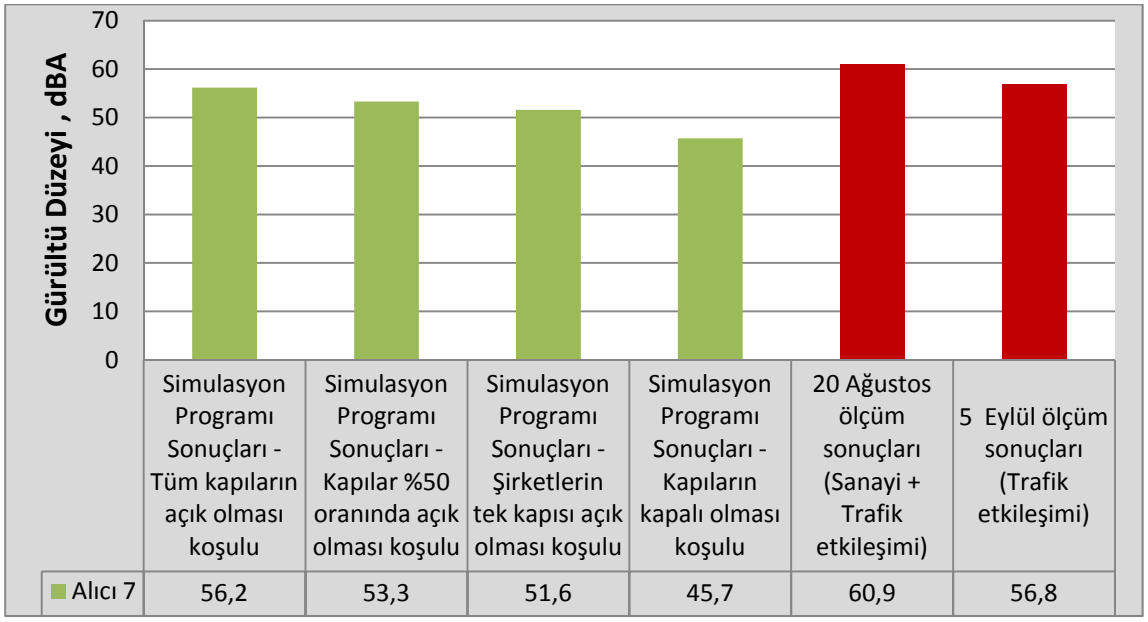
Şekil 5.46 : Alıcı 6 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



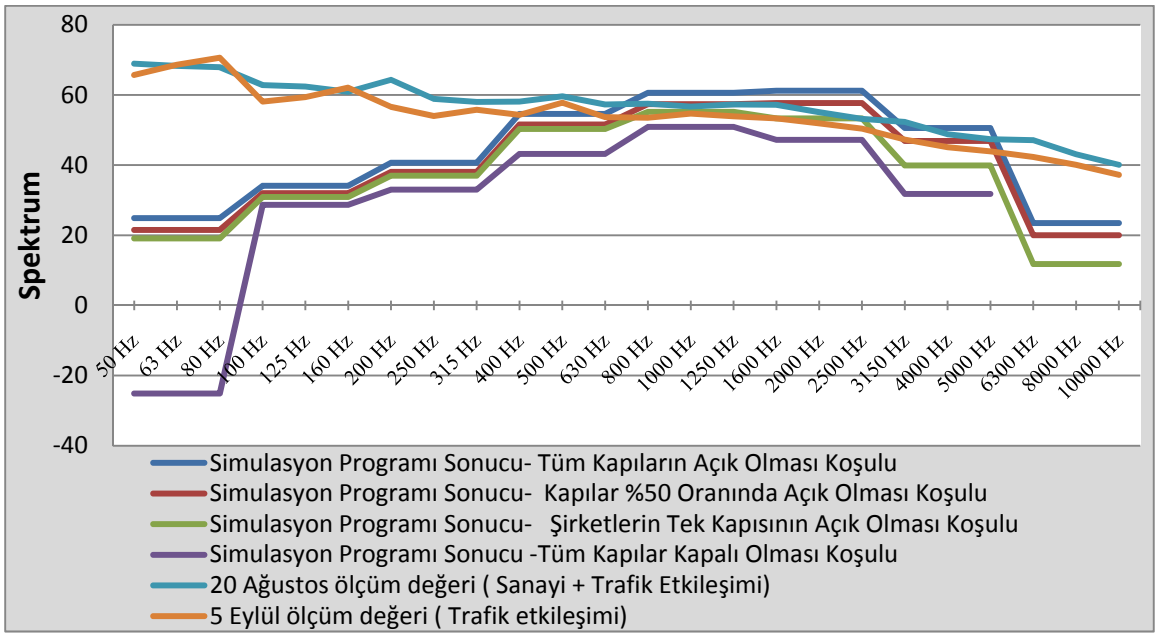
Şekil 5.47 : Alıcı 6 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 19 araba, 1 motorsiklet, 13 minübüs, 3 kamyonet, 5 kamyon, 1 otobüs ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 26 araba, 8 minibüs, 4 kamyon, 4 kamyonet, 1 motorsiklet ve 2 bisiklet geçtiği gözlemlenmiştir. Simulasyon programı sonucu kapıların %50 oranda açık olması koşulu ile ölçüm sonuçlarının birbiri ile örtüştüğü gözlemlenmektedir.

Alıcı 7 noktasındaki ölçüm sonuçları



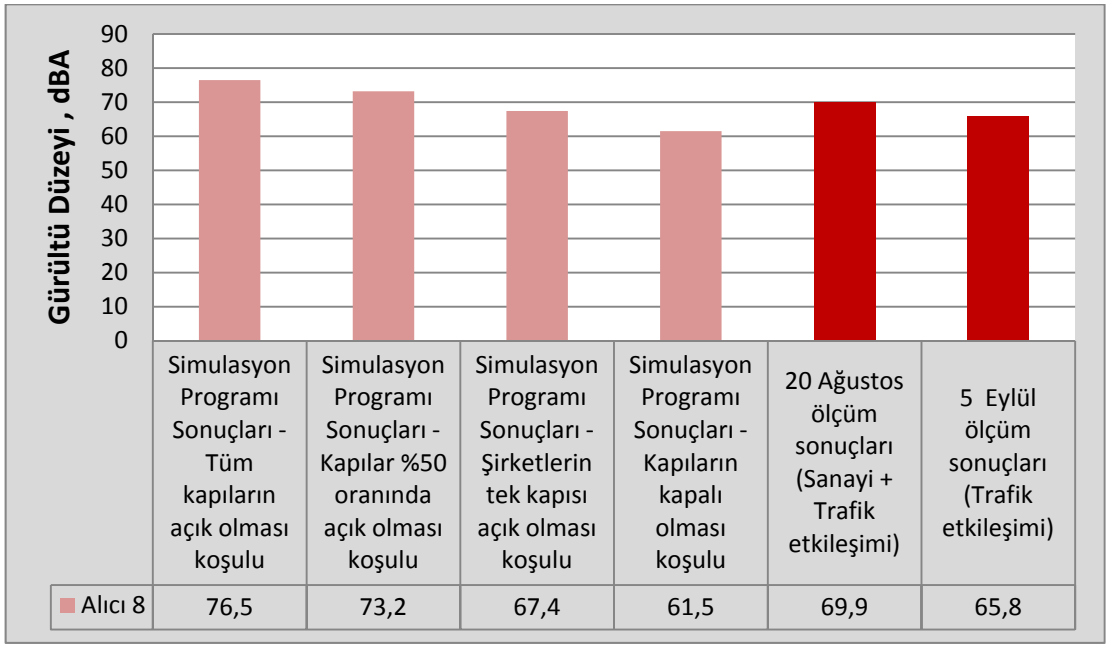
Şekil 5.48 : Alıcı 7 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



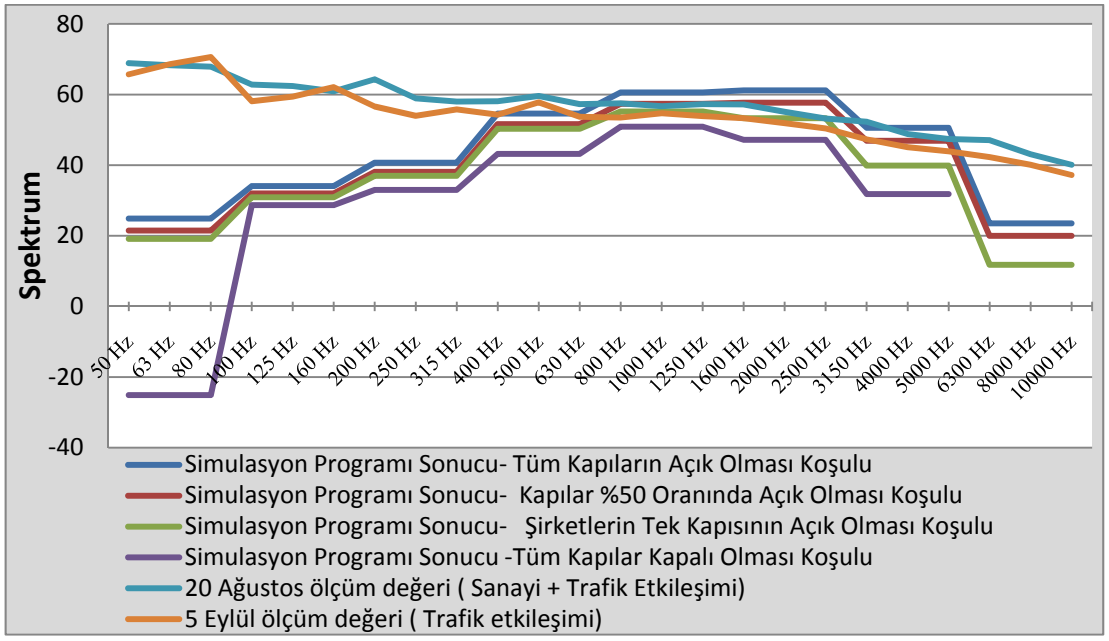
Şekil 5.49 : Alıcı 7 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 5 araba , 1 minübüs, 2 kamyon ve 1 bisiklet ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 7 araba, 1 kamyon, 3 minibus, 1 bisiklet ve 2 otobüs geçtiği gözlemlenmiştir. Kapıların %50 oranda açık olması koşuluna göre simulasyon programında hazırlanan endüstriyel gürültü haritası sonucu ile ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında trafik gürültüsünün sonuçları etkilediği anlaşılmaktadır.

Alıcı 8 noktasındaki ölçüm sonuçları



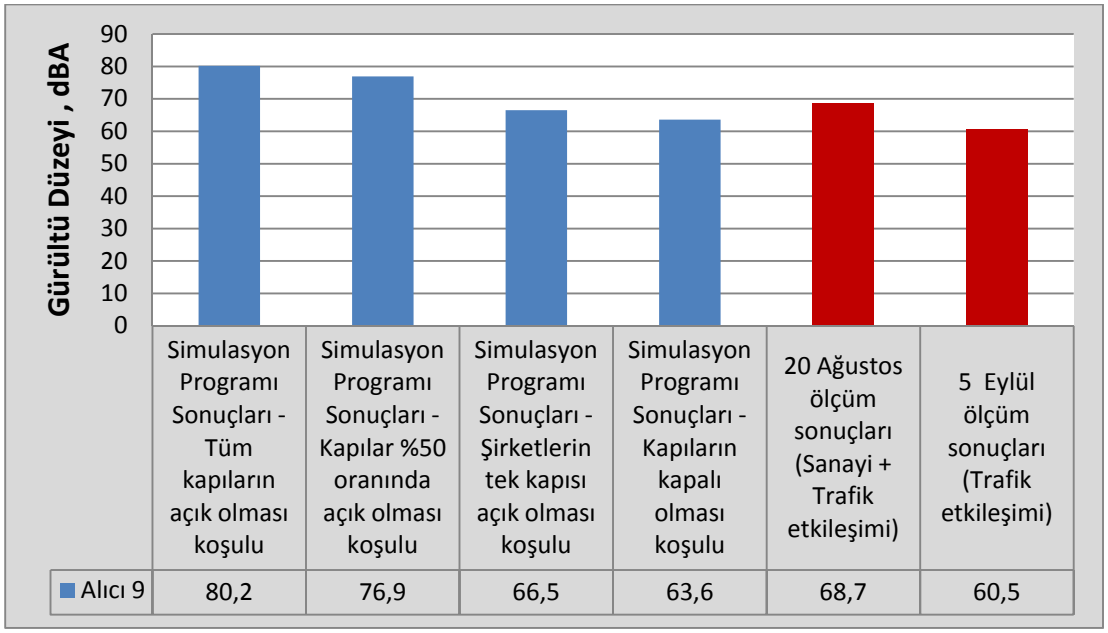
Şekil 5.50 : Alıcı 8 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



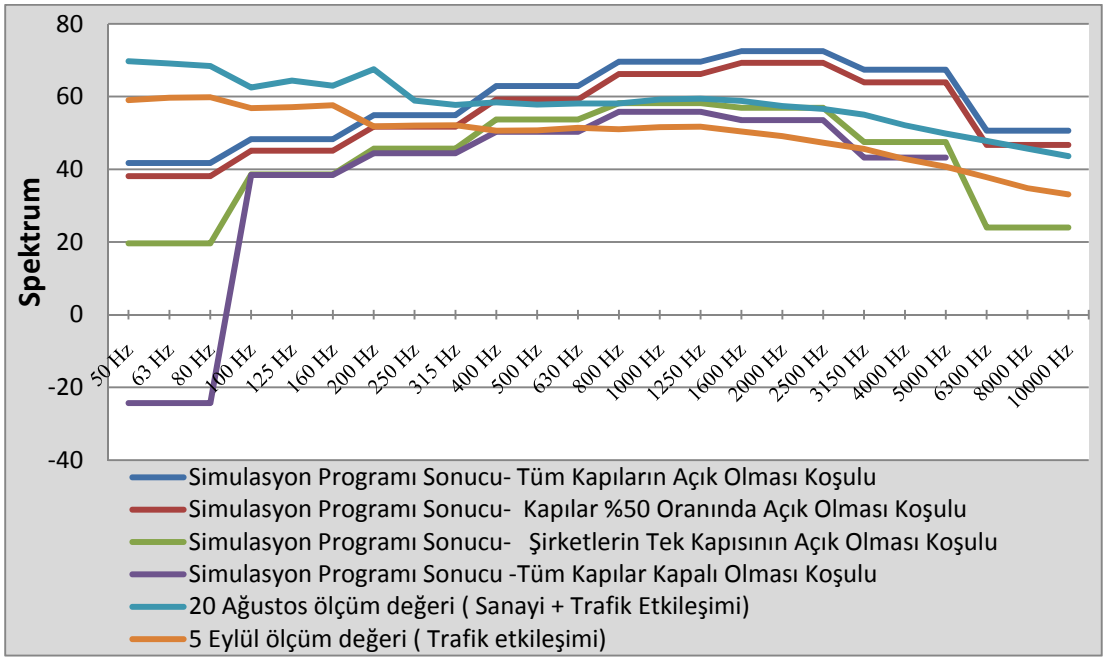
Şekil 5.51 : Alıcı 8 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 20 araba , 3 minübüs, 3 kamyon, 1 otobüs, 7 kamyonet ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 10 kamyon, 17 araba, 2 kamyonet, 3 minibus ve 1 otobüs geçtiği gözlemlenmiştir. Simulasyon programı sonuçları ile ölçüm sonuçlarının arasında ciddi farklar olmadığı anlaşılmaktadır ama az da olsa 2009 ekonomik krizin etkileri hissedilmektedir.

Alıcı 9 noktasındaki ölçüm sonuçları



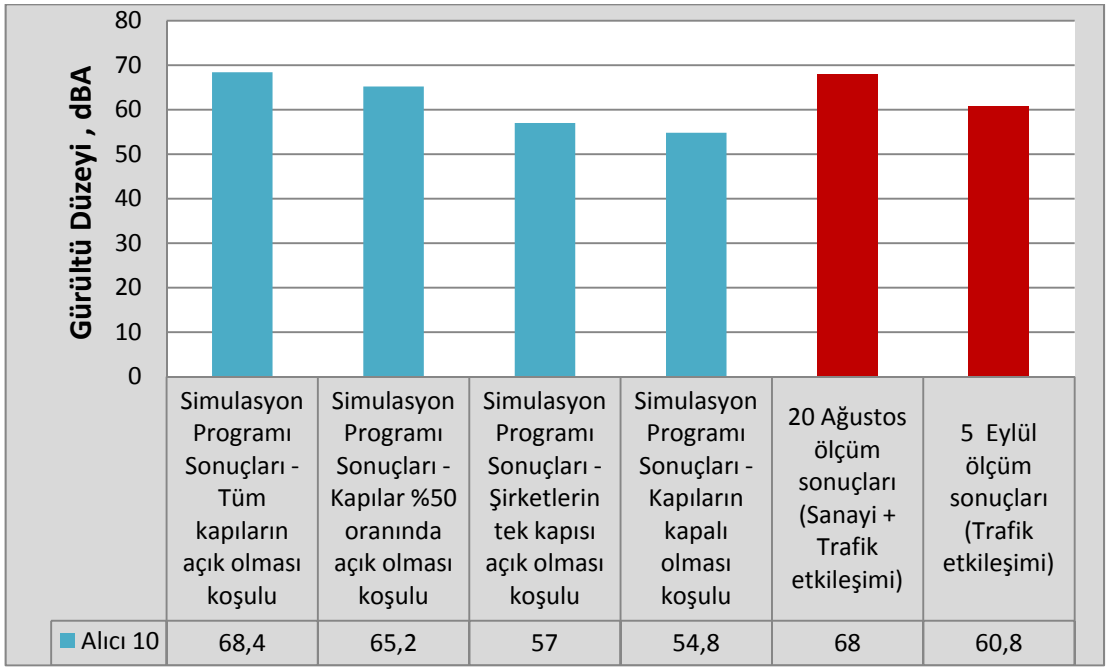
Şekil 5.52 : Alıcı 9 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



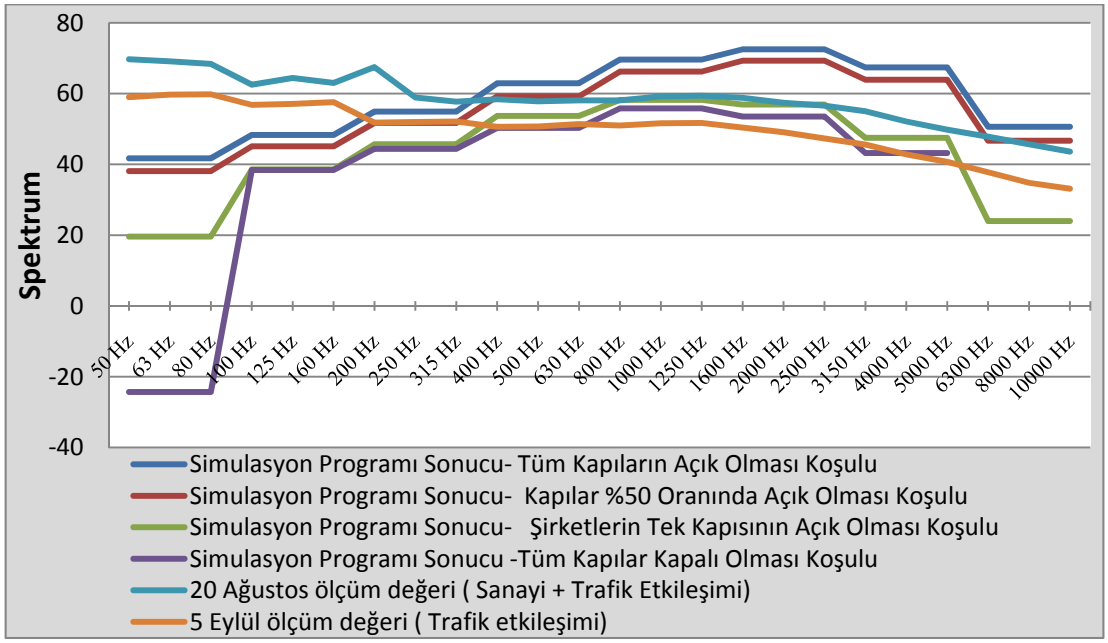
Şekil 5.53 : Alıcı 9 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 17 araba, 5 kamyonet, 6 kamyon, 1 otobüs ve 5 minibus ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 24 araba, 5 kamyonet, 3 minibus ve 1 otobüs geçtiği gözlemlenmiştir. Kapıların %50 oranda açık olması koşuluna göre hazırlanan durum analizi ile ölçüm sonuçu karşılaştırıldığında 2009 ekonomik krizinin bu ölçüm sonucunu etkilediği anlaşılmıştır.

Alıcı 10 noktasındaki ölçüm sonuçları



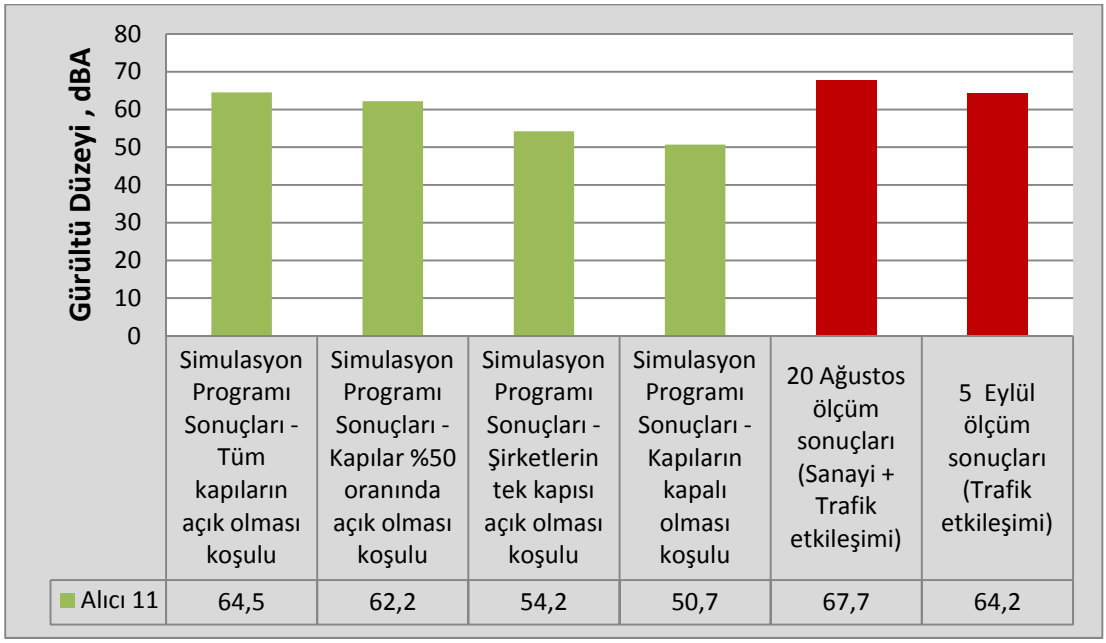
Şekil 5.54 : Alıcı 10 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



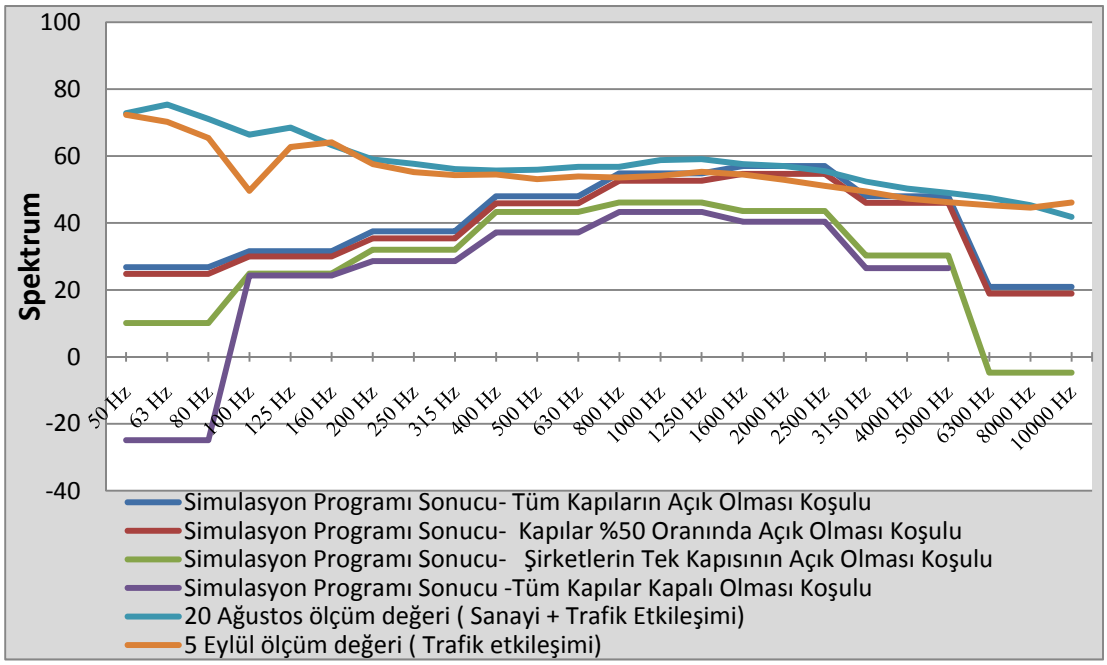
Şekil 5.55 : Alıcı 10 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 26 araba, 8 kamyonet, 2 motorsiklet, 8 kamyon, 1 minibus ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 21 araba, 8 kamyon, 4 minibus ve 1 kamyonet geçtiği gözlemlenmiştir. Ölçüm sonuçları ile simulasyon prgramının sonuçları yaklaşık olarak birbiri ile örtüştüğü anlaşılmaktadır.

Alıcı 11 noktasındaki ölçüm sonuçları



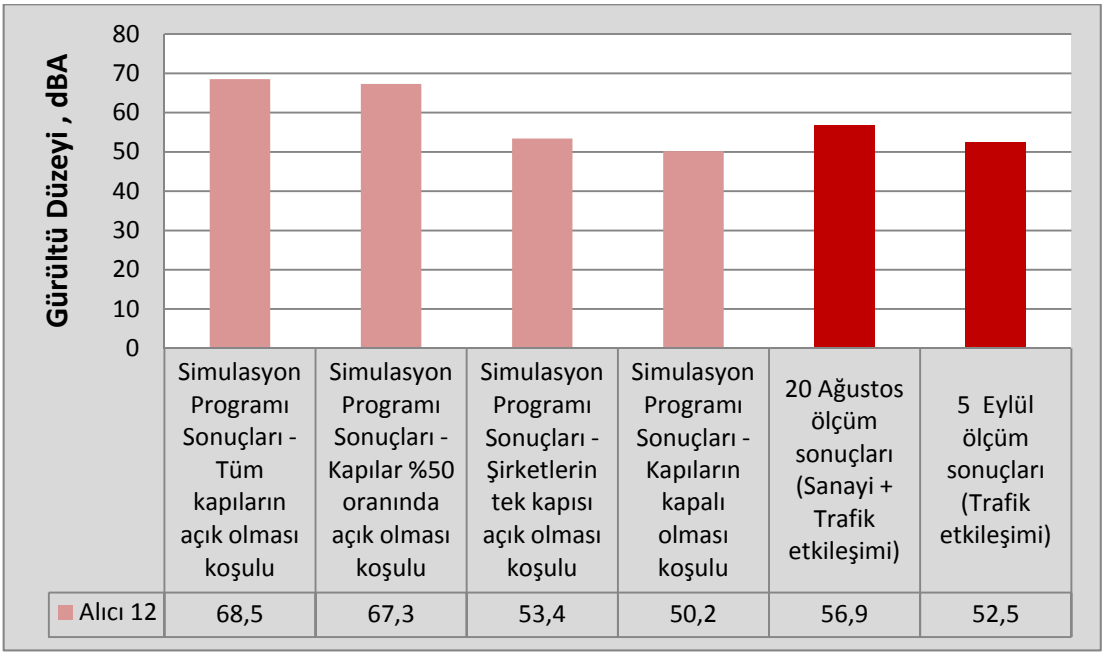
Şekil 5.56 : Alıcı 11 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



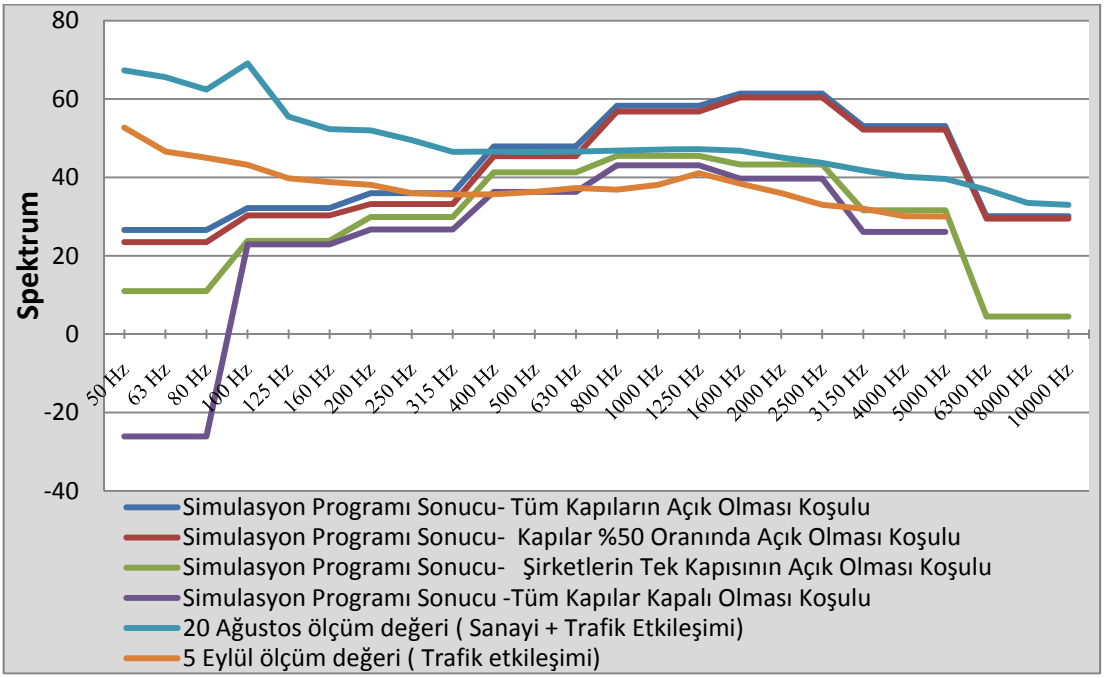
Şekil 5.57 : Alıcı 11 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 7 araba, 2 kamyonet, 2 minibus ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 7 araba, 4 kamyon ve 5 minibus geçtiği gözlemlenmiştir. Bu ölçüm noktasındaki trafik gürültüsünün ölçüm sonuçlarını baskın olarak etkilediği simulasyon programı sonuçları yardımı ile anlaşılmıştır.

Alıcı 12 noktasındaki ölçüm sonuçları



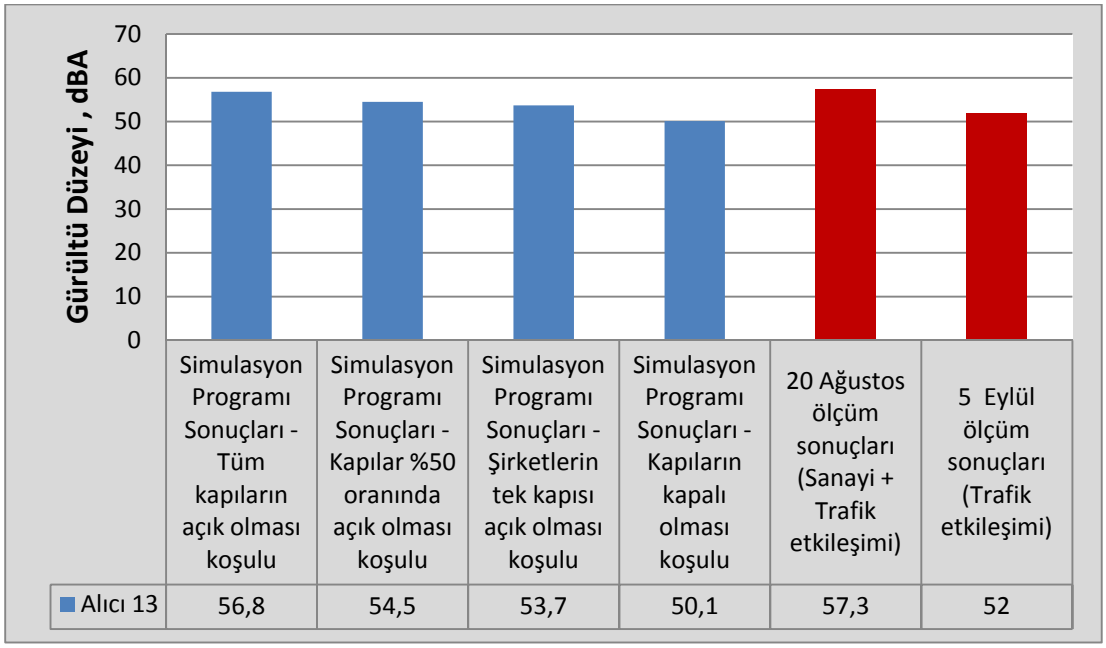
Şekil 5.58 : Alıcı 12 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



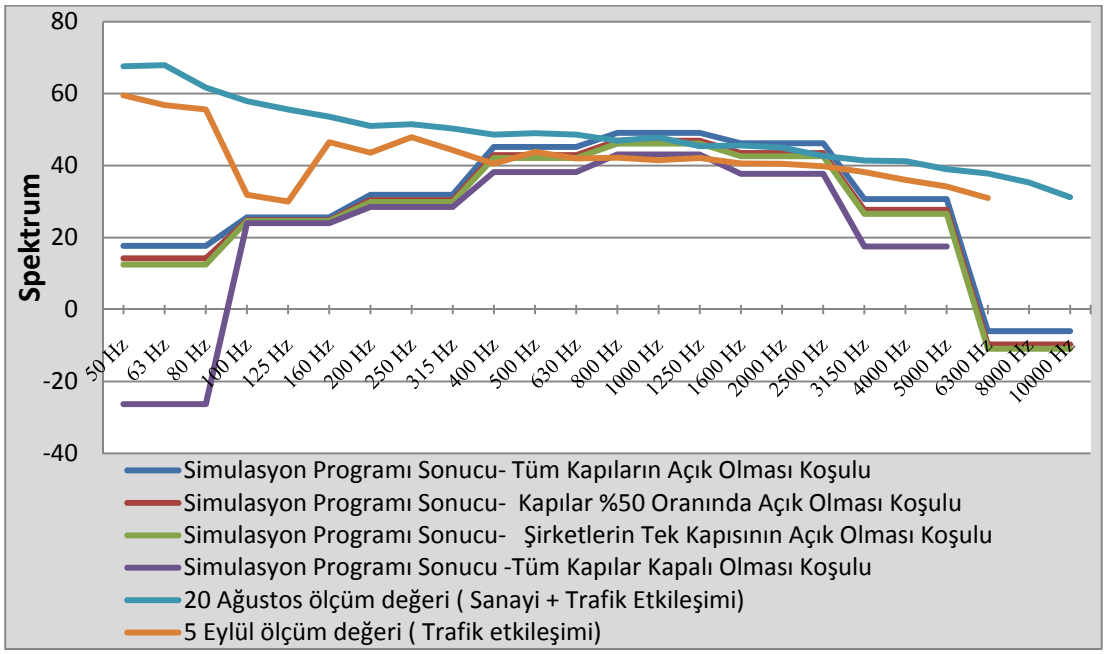
Şekil 5.59 : Alıcı 12 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 1 kamyon ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 2 araba geçtiği gözlemlenmiştir. Bu ölçüm sonucunda ekonomik krizin etkileri az da olsa gözlemlenmektedir.

Alıcı 13 noktasındaki ölçüm sonuçları



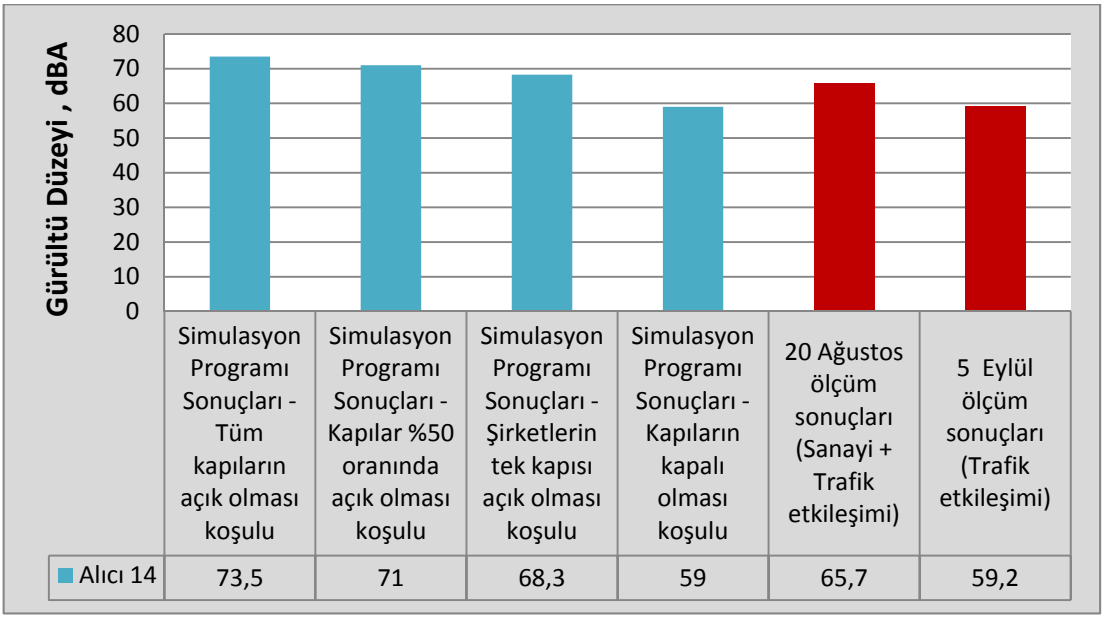
Şekil 5.60 : Alıcı 13 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



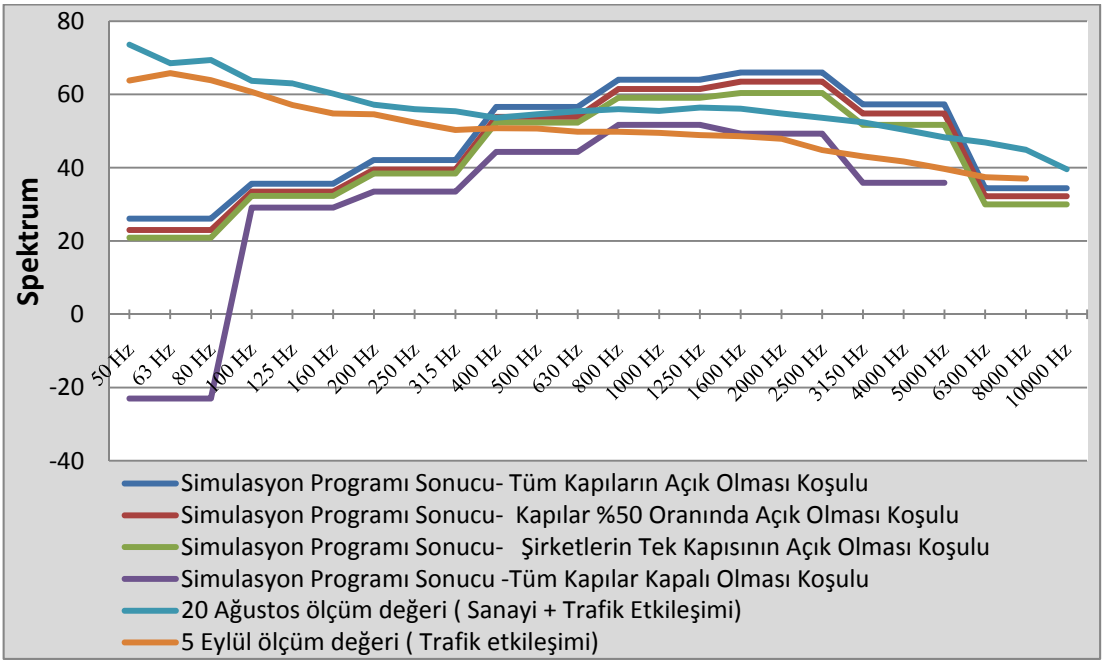
Şekil 5.61 : Alıcı 13 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 1 araba, 1 kamyonet ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 2 araba, 1 kamyon ve 2 bisiklet geçtiği gözlemlenmiştir. Bu ölçüm noktasındaki trafik gürültüsü ölçüm sonucunu baskın olarak etkilediği similasyon programı verileri yardımı ile anlaşılmaktadır.

Alıcı 14 noktasındaki ölçüm sonuçları



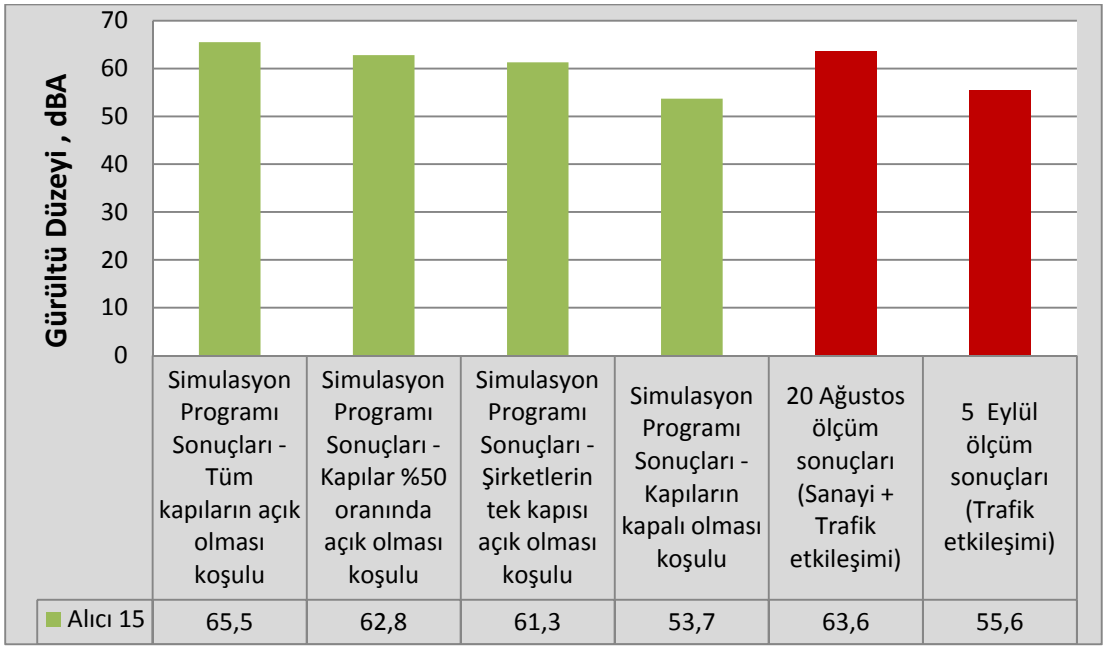
Şekil 5.62 : Alıcı 14 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



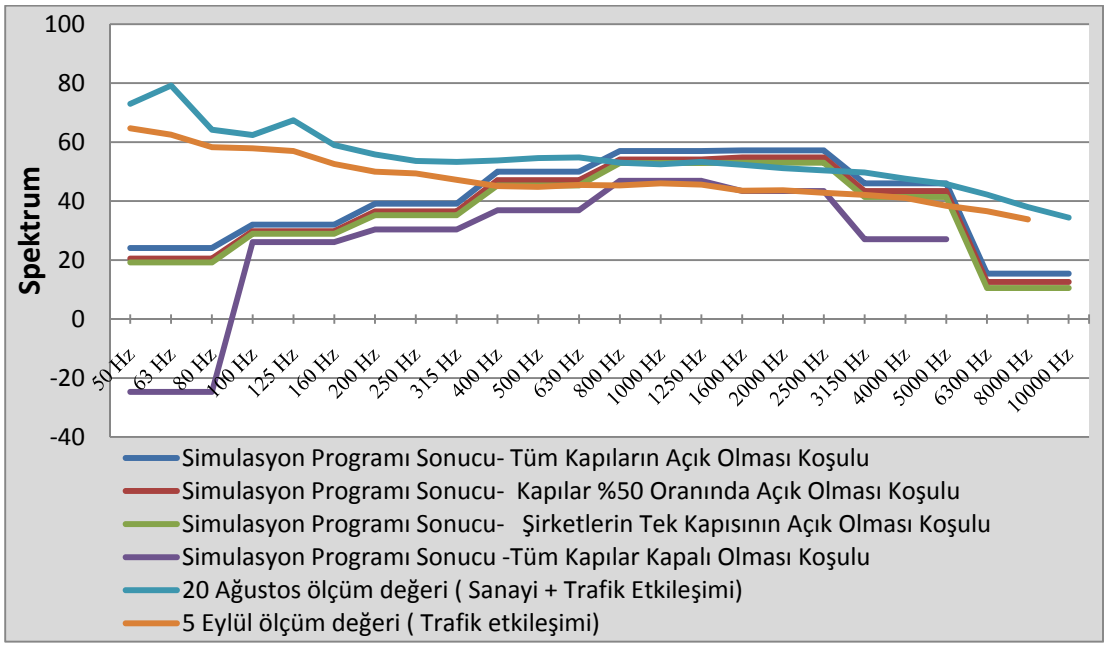
Şekil 5.63 : Alıcı 14 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 2 kamyon , 3 araba, 1 minibus ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 3 araba, 1 kamyon ve 1 traktör geçtiği gözlemlenmiştir. 2009 ekonomik krizinin üretim performansını düşürmesi bu ölçüm sonucunu da etkilemektedir.

Alıcı 15 noktasındaki ölçüm sonuçları



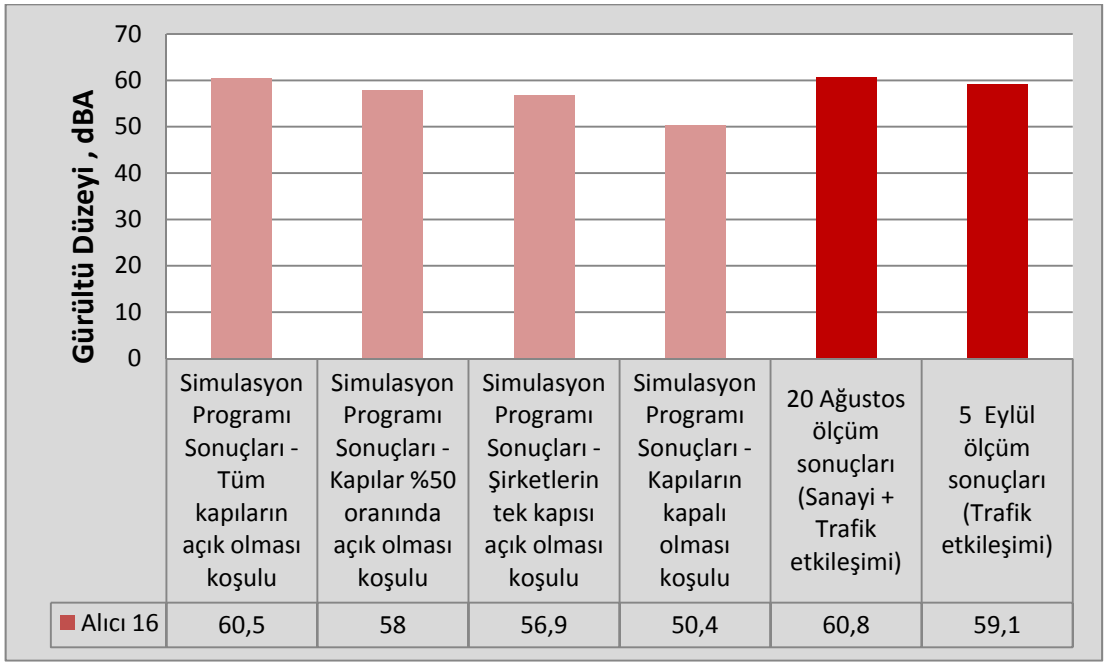
Şekil 5.64 : Alıcı 15 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



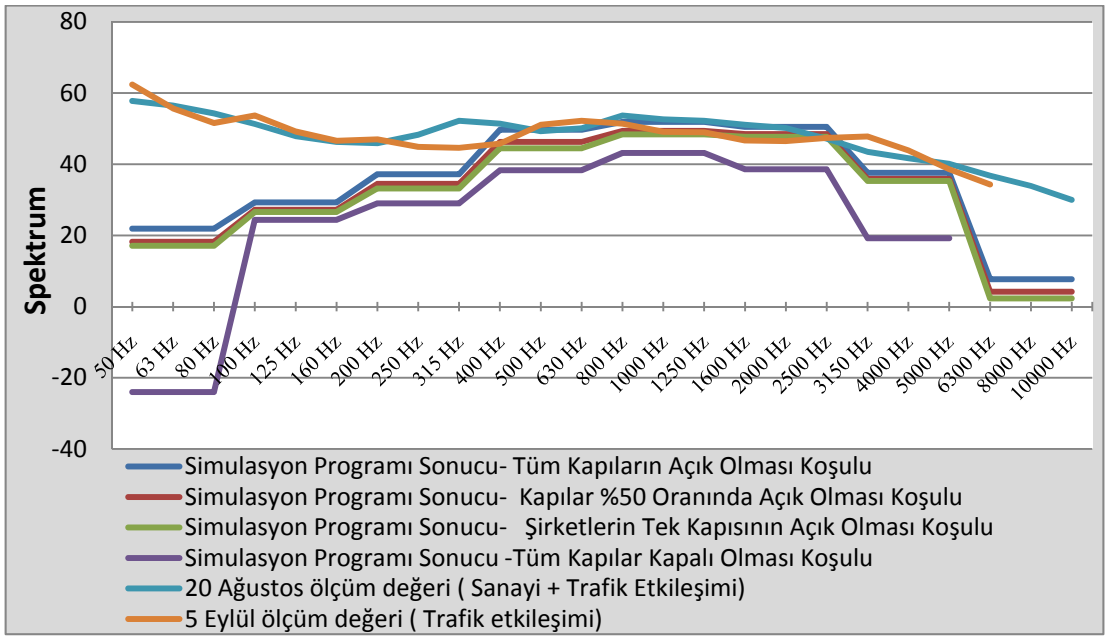
Şekil 5.65 : Alıcı 15 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 3 araba, 1 otobüs ve ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 6 araba geçtiği gözlemlenmiştir. Bu alıcı noktasındaki ölçümde simulasyon programı sonuçları ile ölçüm sonuçları birbiri ile örtüşmektedir.

Alıcı 16 noktasındaki ölçüm sonuçları



Şekil 5.66 : Alıcı 16 noktasındaki gürültü düzeylerinininin dBA olarak tanımlanması



Şekil 5.67 : Alıcı 16 noktasındaki gürültü düzeylerinininin frekanslara göre değişimi

20 ağustosta yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 1 araba ayrıca 5 eylülde yapılan ölçümde, ölçüm süresi boyunca 2 araba geçtiği gözlemlenmiştir. Bu alıcı noktasındaki ölçümde simulasyon programı sonuçları ile ölçüm sonuçları yaklaşık olarak birbirleri ile örtüştüğü anlaşılmaktadır.

5.6.2 Toplu olarak ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Çizelge 5.14 : Simulasyon programı ve ölçüm sonuçlarının dBA olarak değerleri

Alıcı No	SES BASINÇ DÜZEYİ -dBA					
	SİMULASYON PROGRAMI SONUÇLARI				SAHA ÖLÇÜM DEĞERİ	
	Tüm Kapılar Açık	Kapılar %50 Oranında Açık	Şirketin Tek Kapısı Açık	Kapılar Kapalı	20 Ağustos ölçüm sonuçları (Sanayi + Trafik etkileşimi)	5 Eylül ölçüm sonuçları (Sadece Trafik etkileşimi)
Alıcı 1	78,9	75,7	74,8	60,8	65,9	60,7
Alıcı 2	74,3	71	70,2	57,8	71,2	64,3
Alıcı 3	81,3	78,4	75,5	62,1	68,8	66,5
Alıcı 4	82,8	79,6	78,2	65,8	69,7	61,5
Alıcı 5	76,7	73,5	70,9	63,6	67,8	66
Alıcı 6	69,4	66	63	57,8	67	63,8
Alıcı 7	56,2	53,3	51,6	45,7	60,9	56,8
Alıcı 8	76,5	73,2	67,4	61,5	69,9	65,8
Alıcı 9	80,2	76,9	66,5	63,6	68,7	60,5
Alıcı 10	68,4	65,2	57	54,8	68	60,8
Alıcı 11	64,5	62,2	54,2	50,7	67,7	64,2
Alıcı 12	68,5	67,3	53,4	50,2	56,9	52,5
Alıcı 13	56,8	54,5	53,7	50,1	57,3	52
Alıcı 14	73,5	71	68,3	59	65,7	59,2
Alıcı 15	65,5	62,8	61,3	53,7	63,6	55,6
Alıcı 16	60,5	58	56,9	50,4	60,8	59,1

Bu çalışmada simulasyon programında hazırlanmış olan dört ayrı durum çalışması içerisine alıcı noktaları eklenmiş ve alıcı noktalarındaki gürültü düzeyleri simulasyon programına atanan veriler doğrultusunda hesaplanmıştır. Simulasyon programı sonuçları doğruluk düzeyinin karşılaştırılabilmesi için saha ölçümü yapılmış ve iki ayrı gün içerisinde saha ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Kapıların %50 oranda açık olması durumu ölçümlerin yapıldığı zaman aralığındaki mevsim koşullarına göre daha uygun olduğu için bu durum analizine göre değerlendirmeler yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarının bazı alıcı noktalarında olması gereken düzeyden daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun nedenlerini belirtecek olursak,

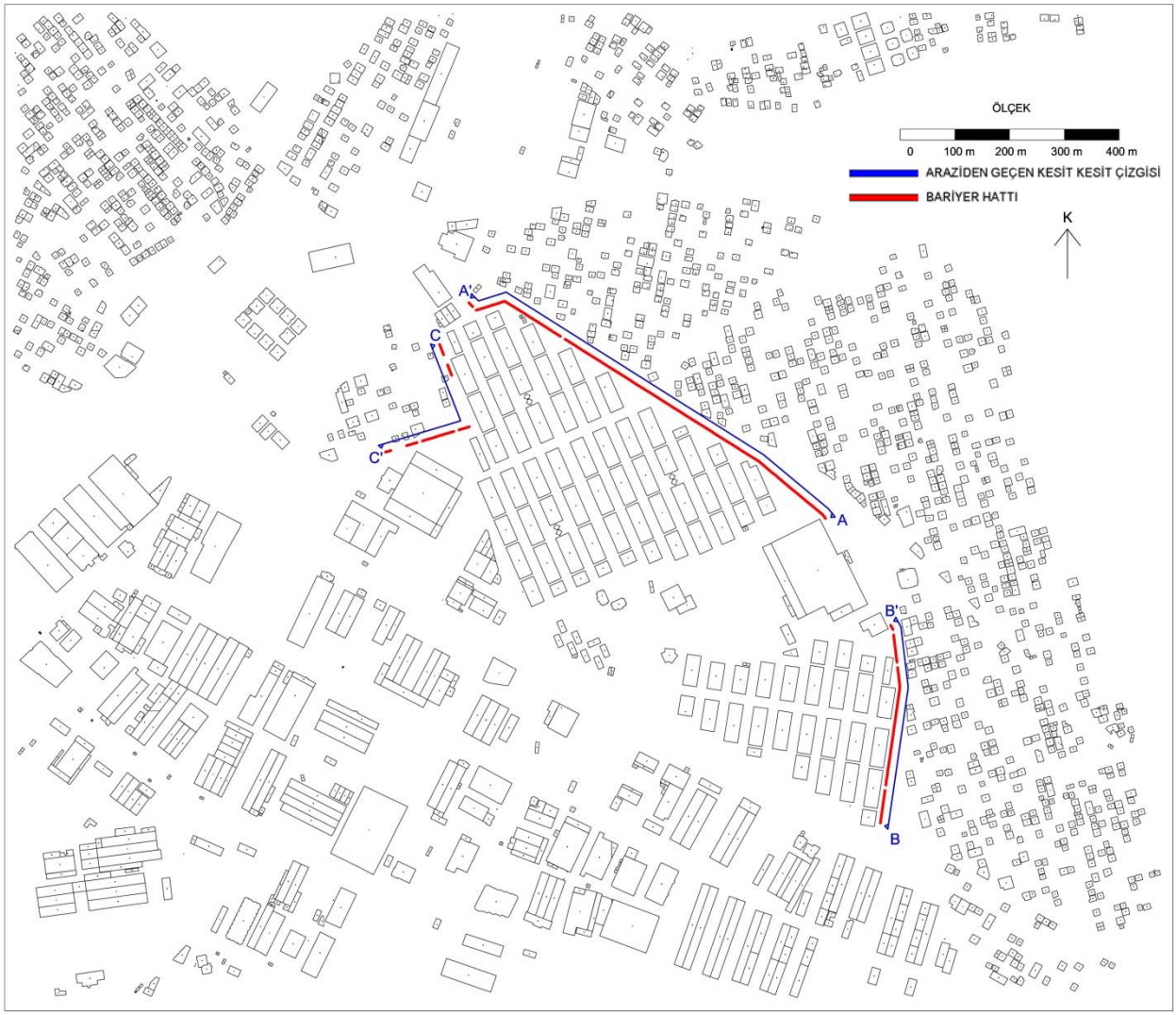
- 2009 ekonomik krizininin üretim ve çalışma performansını düşürmesi ve bazı imalathane birimlerinin faliyetini durdurma noktasına gelmesi,
- 2009 ekonomik krizinin bazı imalathane birimlerinin bölgesel olarak faliyet durdurup kapanması sonucunda bu birimlerin boş ve kiralık durumda olması
- Ürün siparişinin azalması ile üretim sürecinin zamana yayılması
- 2009 ekonomik krizi ile banka kredi faizlerinin artması ile yatırım sermayesi sıkıntısının yaşanması başlıkları altında sıralanabilir.

2009 ekonomik kriz koşulları imalathanelerin akşam ve gece faliyetlerini durma noktasına getirdiğiden sadece gündüz çalışma saatlerinde ölçümler yapılabilmiştir.

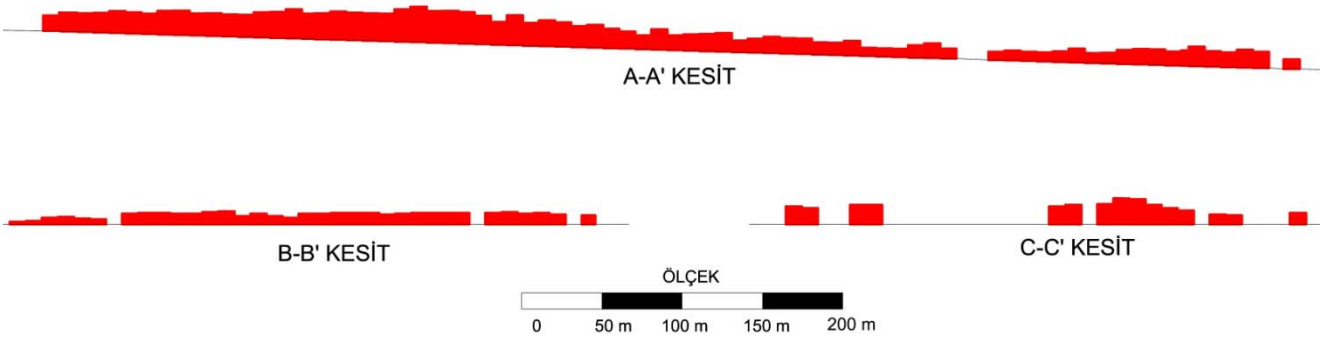
5.7 Eylem Planı – Bariyer Tasarımı

Bariyer tasarımı çalışması kapıların %50 oranında açık olması koşuluna göre gerçekleştirilmiştir. Kapıların %50 oranında açık olması koşuluna göre hazırlanmış olan gürültü haritası verileri doğrultusunda ve Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinin belirlemiş olduğu limit değerler yardımı ile gürültü perdesi tasarımı Soundplan simulasyon programınında gerçekleştirilmiştir.

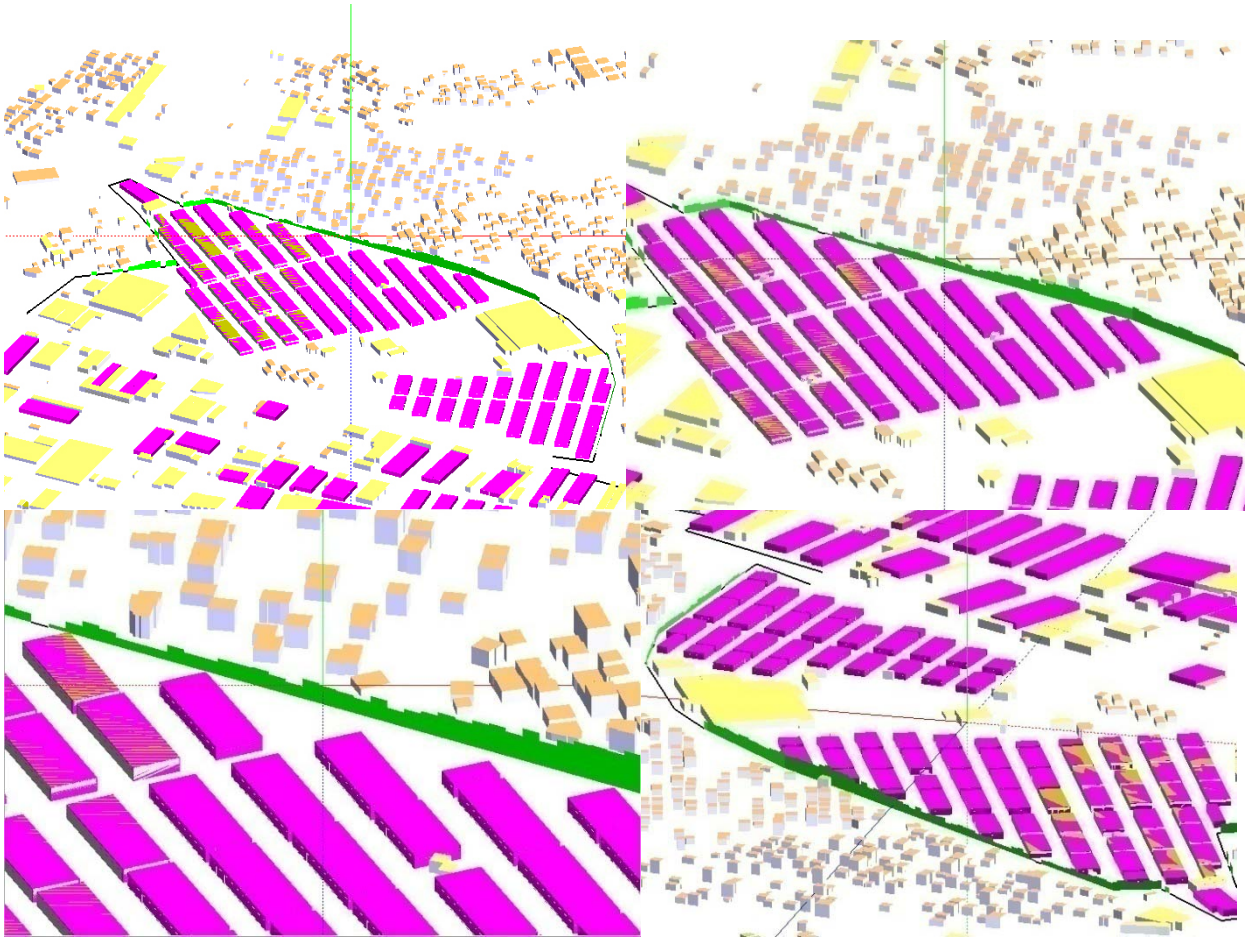
Girilmiş olan gürültü verilerine ek olarak Soundplan simulasyon programında ÇGDY yönetmeliğinin belirlemiş olduğu Lgündüz 65 dBA ve Lgece 55 dBA limit düzeyi verileri girilerek hazırlanan gürültü perdesinin haritadaki konumları aşağıdaki çizimde verilmektedir. Aşağıdaki çizimde kırmızı çizgi gürültü bariyer hattını göstermekte olup mavi çizgi araziden geçen kesit çizgisini belirtmektedir.



Şekil 5.68 : Kapıların %50 açık olması koşuluna göre hazırlanan bariyer tasarımının vaziyet planındaki konumu



Şekil 5.69 : Kapıların %50 açık olması koşuluna göre hazırlanan bariyer tasarımının arazi kesitinden görünüşü



Şekil 5.70 : Soundplan simulasyon programında tasarlanmış olan gürülü bariyer hattının üç boyutlu anlatımı

Soundplan simulasyon programında yapılan hesaplamalar doğrultusunda bölgenin işitsel konfor düzeyi iyileştirilmek istenmiş ve iki farklı bariyer yaklaşımı getirilmiştir. Bariyerlerden birisi yansıtıcı ve birisi emici bariyer tipi olup, iki farklı durum için endüstriyel gürültü haritası ayrı ayrı hazırlanmıştır.

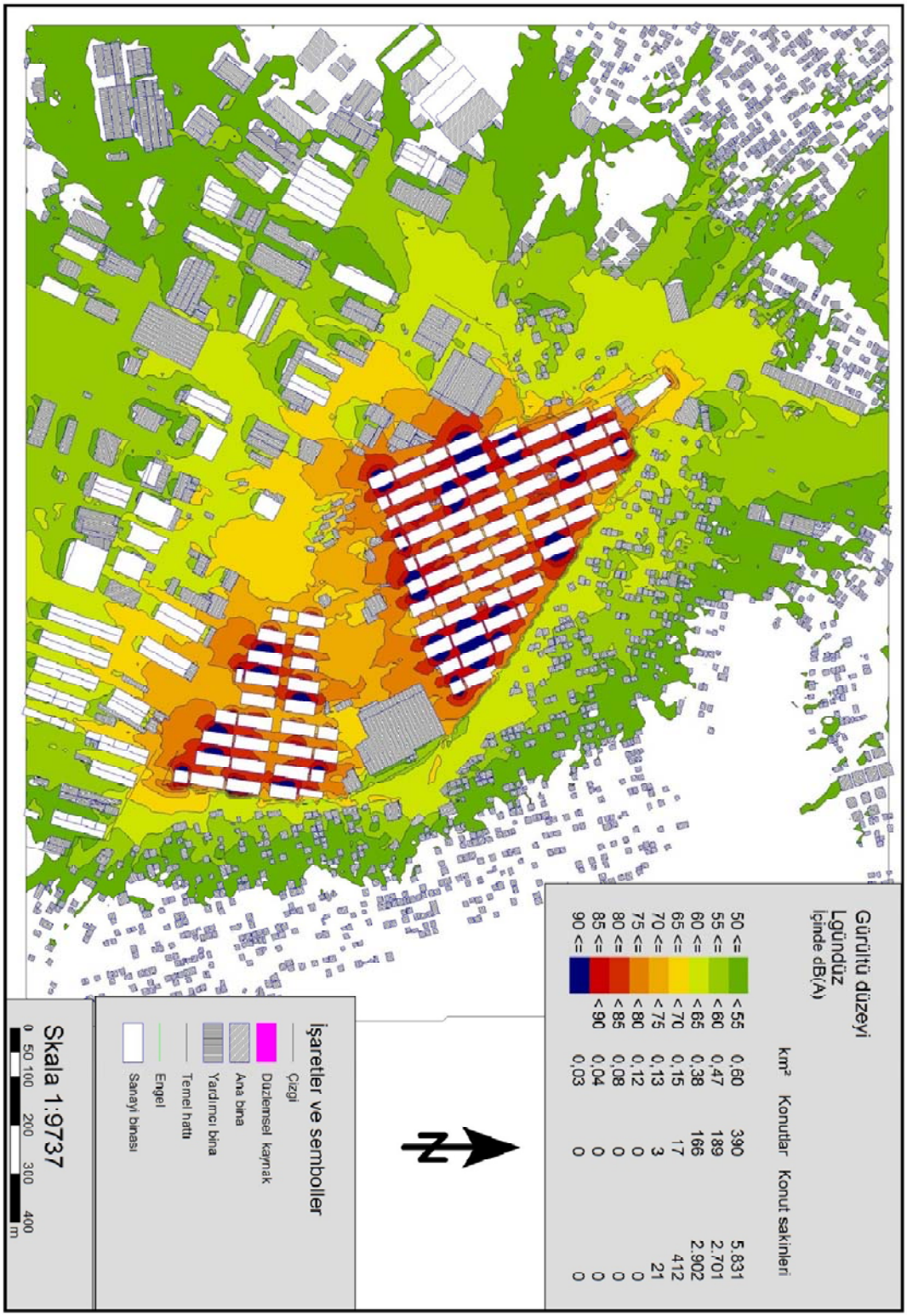
5.7.1 Yansıtıcı bariyer önerisi (Kapılarının %50 oranında açık olması koşulu)

Çizelge 5.15 : İmalathane kapılarının %50 oranda açık olması koşuluna göre hazırlanan yansıtıcı bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları

Zaman dilimi	Gürültü (dBA)	Km^2	Konut Binaları		Konut Sakinleri	
L_{gag}	50-54	0,60	397	400	5896	5900
	55-59	0,47	186	200	2712	2700
	60-64	0,39	172	200	2863	2900
	65-70	0,15	17	0	472	500
	70-74	0,13	4	0	39	0
	>75	0,28	0	0	0	0
$L_{gündüz}$	50-54	0,60	390	400	5831	5800
	55-59	0,47	189	200	2701	2700
	60-64	0,38	166	200	2902	2900
	65-70	0,15	17	0	412	400
	70-74	0,13	3	0	21	0
	>75	0,27	0	0	0	0
$L_{akşam}$	50-54	0,477	172	200	2976	3000
	55-59	0,281	126	100	2147	2100
	60-64	0,142	9	0	149	100
	65-70	0,125	2	0	13	0
	70-74	0,108	0	0	0	0
	>75	0,124	0	0	0	0
L_{gece}	50-54	0,422	193	200	3526	3500
	55-59	0,164	28	0	537	500
	60-64	0,126	2	0	25	0
	65-70	0,123	2	0	13	0
	70-74	0,090	0	0	0	0
	>75	0,086	0	0	0	0

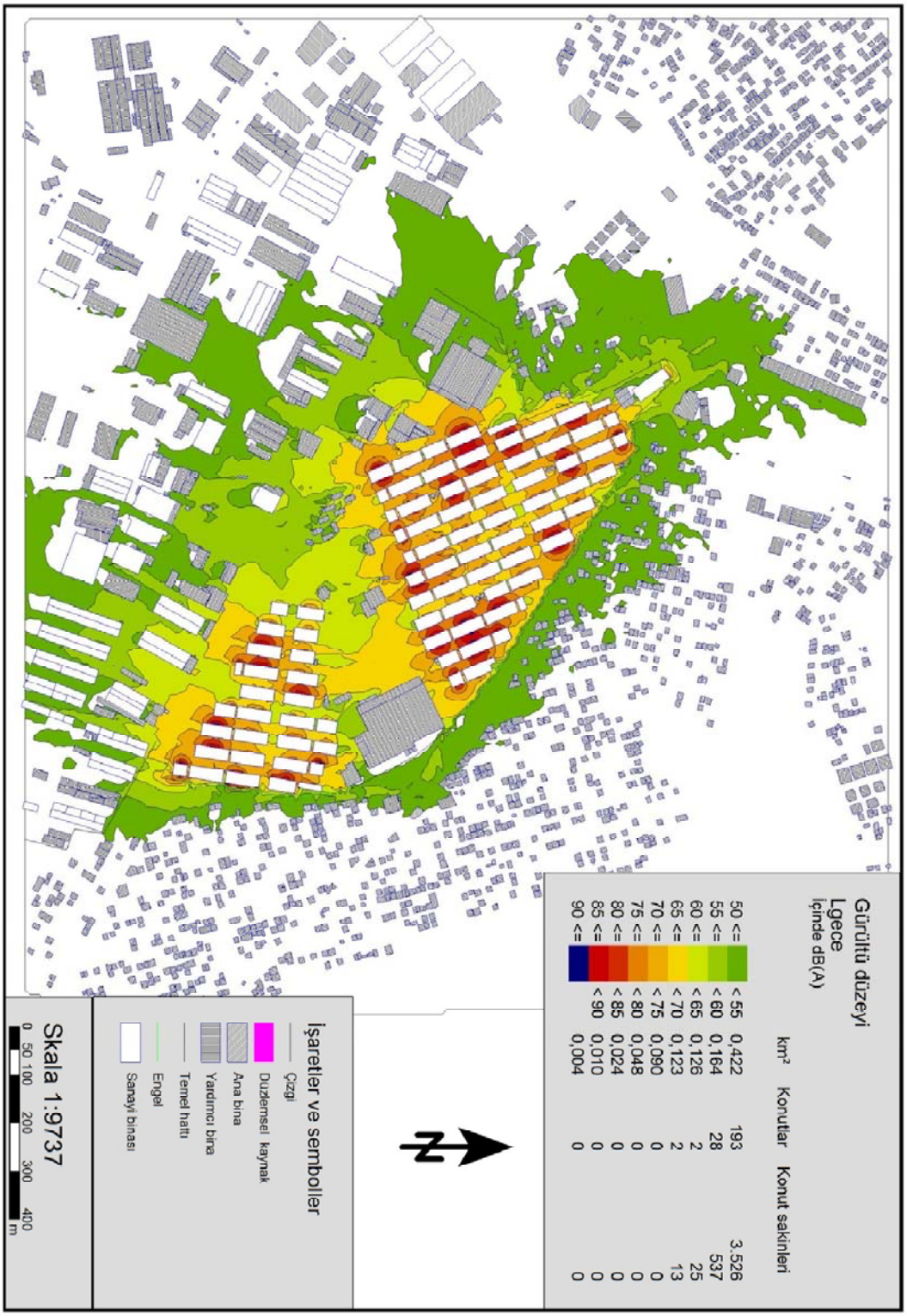
Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği		
İlgili aralık ve sınır değer	Maruz kalan toplam kişi sayısı	Toplam nüfusa oranı
$L_{gündüz}$ > 65 (dBA)	433	%1,95
L_{gece} > 55 (dBA)	575	%2,59

Konutlar için hesaplanmış Lgag, Lgündüz, Lakşam ve Lgece değerlerinin Çevresel gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ek VI bölümünde belirlenen ilgili gürültü skalası ile tanımlanarak gürültüye maruz kalan kişi sayısı hem gerçek sayıları ile, hem de en yakın yüze yuvarlanmış halde tanımlanmaktadır ve hemen altında ilgili limit değerlerini aşan gürültüye maruz kalan kişi sayısı verilmektedir. Bu durum analizinde imalathanelerin 08.00 ile 19.00 saatleri arasında % 100 performans sergiledikleri belirtilmiştir. 19.00 ile 24.00 saatleri arasında %20 oranında performans göstermekte oldukları tanımlanmıştır. 24.00- 08.00 saatleri arasında %10 oranında performans gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 5.71 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan yansıtıcı bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgündüz

Yansıtıcı bariyer önerisi ile Lgündüz zaman aralığında 65 dBA ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kalan kişi sayısı bariyersiz duruma göre 2923 kişiden 433 kişiye indirilmiştir. Yansıtıcı bariyer önerisi ile işitsel konfor koşulları iyileştirilmiştir. Toplam nüfüsün sadece % 1,95'i Lgündüz aralığında 65 dBA ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kalmaktadır.



Şekil 5.72 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan yansıtıcı bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgece

Gürültüye maruz kalma düzeyi yansıtıcı bariyer önerisi ile azaltılarak işitsel konfor koşulları Lgece zaman aralığında iyileştirilmiştir. Lgece zaman aralığında yansıtıcı bariyer tasarımı ile 55 dBA ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kalan kişi sayısı 3961 kişiden 575 kişiye indirilerek nüfüsün sadece % 2,59'ü 55 dBA ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kaldığı hesaplamalar sonucu belirlenmiştir.

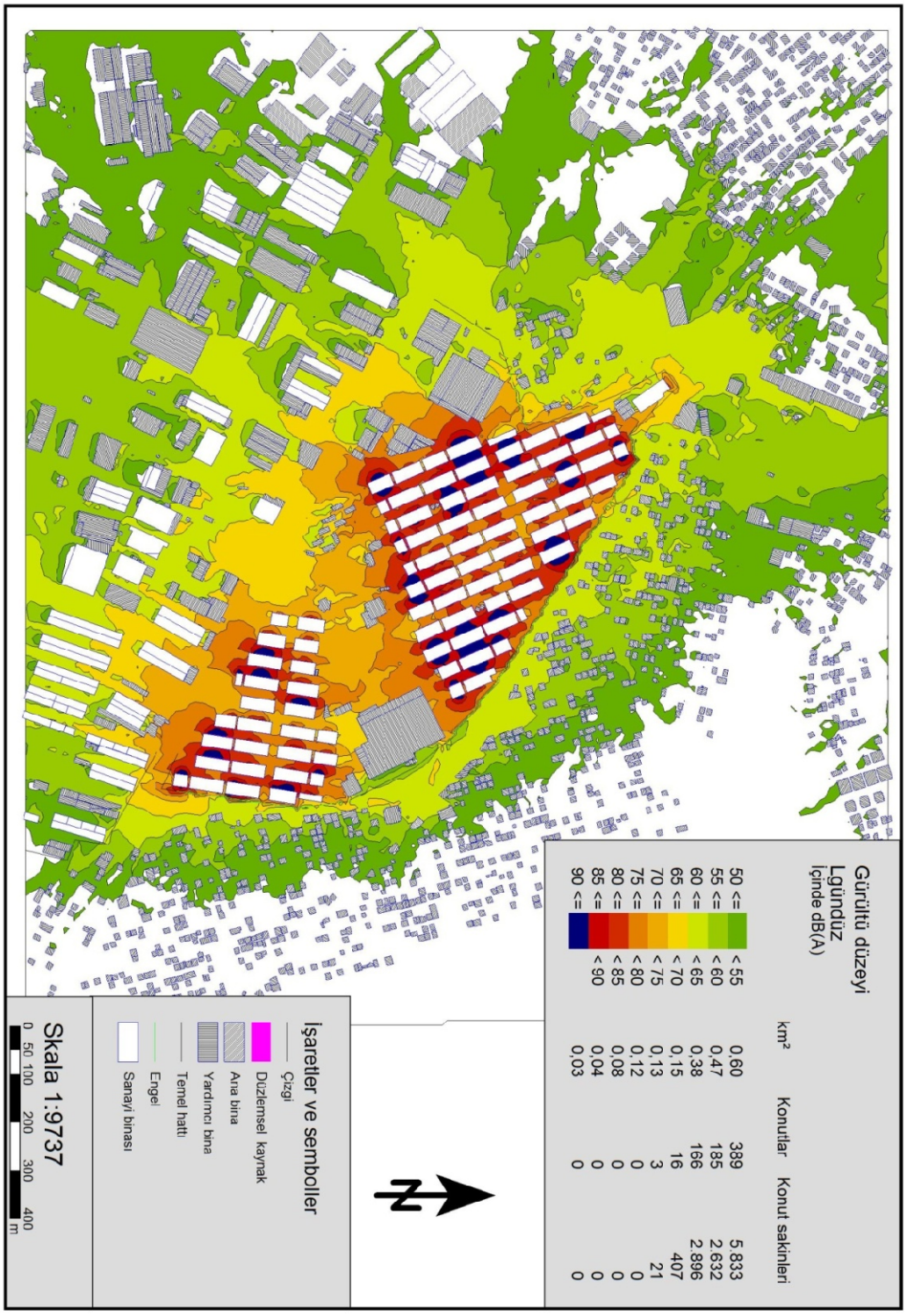
5.7.2 Emici bariyer önerisi (Kapılarının %50 oranında açık olması koşulu)

Çizelge 5.16 : İmalathane kapılarının %50 oranda açık olması koşuluna göre hazırlanan emici bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları

Zaman dilimi	Gürültü (dBA)	Km^2	Konut Binaları		Konut Sakinleri	
L_{gag}	50-54	0,60	394	400	5897	5900
	55-59	0,47	185	200	2659	2700
	60-64	0,39	172	200	2884	2900
	65-70	0,15	16	0	394	400
	70-74	0,12	4	0	39	0
	>75	0,28	0	0	0	0
$L_{gündüz}$	50-54	0,60	389	400	5833	5800
	55-59	0,47	185	200	2632	2600
	60-64	0,38	166	200	2896	2900
	65-70	0,15	16	0	407	400
	70-74	0,13	3	0	21	0
	>75	0,27	0	0	0	0
$L_{akşam}$	50-54	0,476	172	200	2964	3000
	55-59	0,278	124	100	2086	2100
	60-64	0,141	9	0	149	100
	65-70	0,125	2	0	13	0
	70-74	0,107	0	0	0	0
	>75	0,123	0	0	0	0
L_{gece}	50-54	0,420	193	200	3518	3500
	55-59	0,162	28	0	531	500
	60-64	0,124	2	0	21	0
	65-70	0,121	1	0	2	0
	70-74	0,088	0	0	0	0
	>75	0,085	0	0	0	0

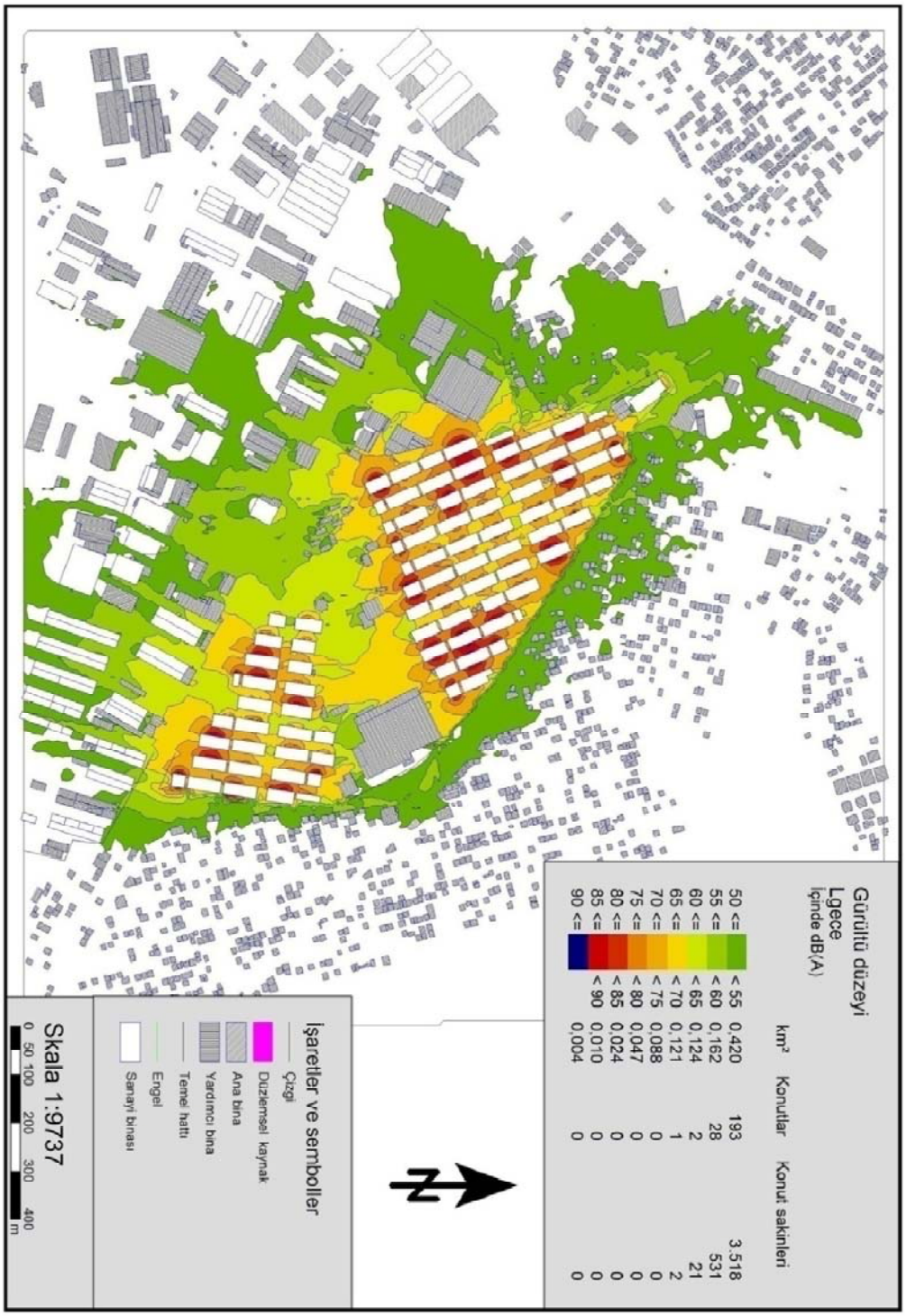
Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği		
İlgili aralık ve sınır değer	Maruz kalan toplam kişi sayısı	Toplam nüfusa oranı
$L_{gündüz}$ > 65 (dBA)	428	% 1,93
L_{gece} > 55 (dBA)	554	% 2,49

Konutlar için hesaplanmış Lgag, Lgündüz, Lakşam ve L gece değerlerinin Çevresel gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ek VI bölümünde belirlenen ilgili gürültü skalası ile tanımlanarak gürültüye maruz kalan kişi sayısı hem gerçek sayıları ile, hem de en yakın yüze yuvarlanmış halde tanımlanmaktadır ve hemen altında ilgili limit değerlerini aşan gürültüye maruz kalan kişi sayısı verilmektedir. Bu durum analizinde imalathanelerin 08.00 ile 19.00 saatleri arasında % 100 performans sergiledikleri belirtilmiştir. 19.00 ile 24.00 saatleri arasında %20 oranında performans göstermekte oldukları tanımlanmıştır. 24.00- 08.00 saatleri arasında %10 oranında performans gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 5.73 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan emici bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgündüz

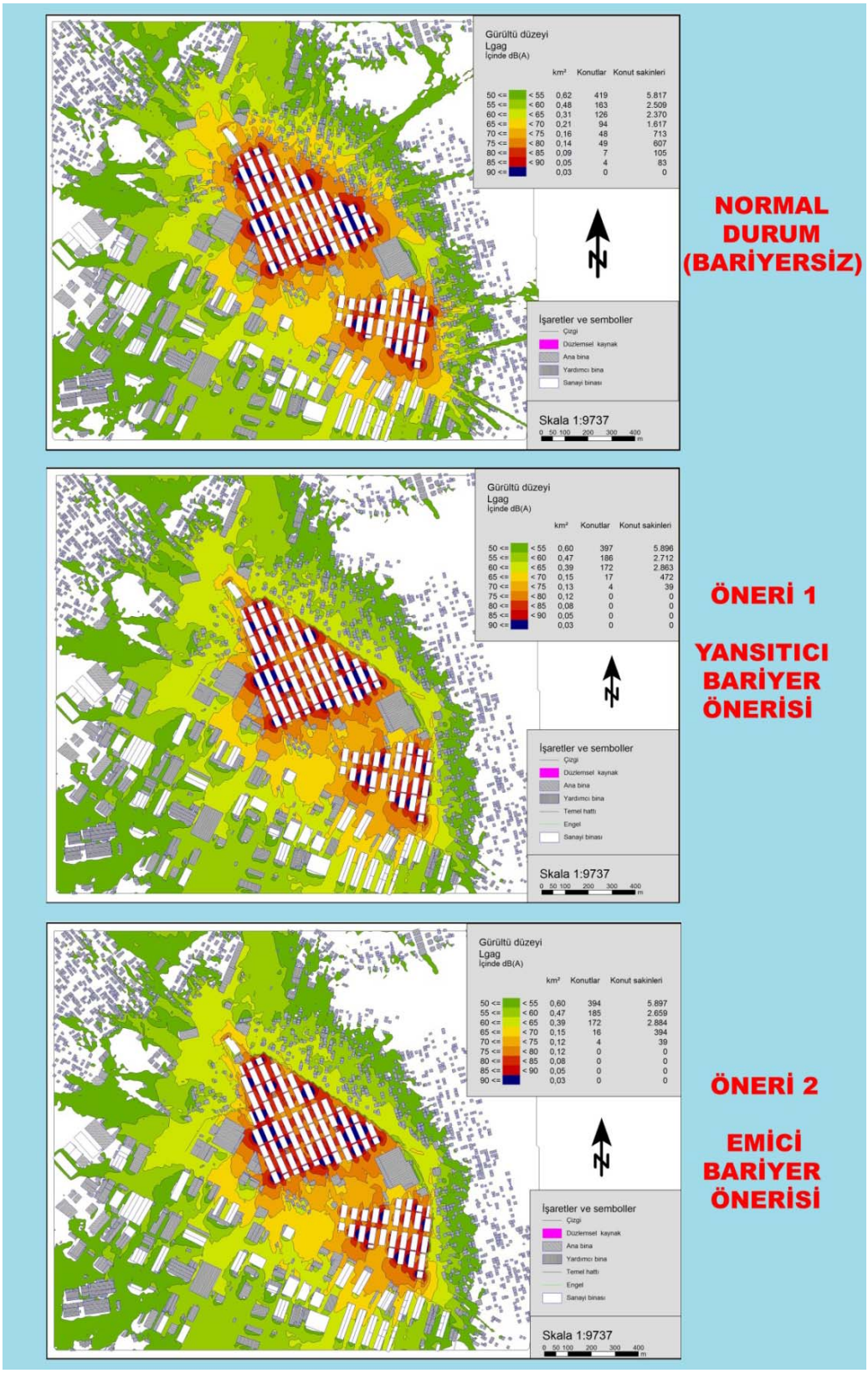
Emici bariyer önerisi yansıtıcı bariyer önerisine göre işitsel konfor koşulları açısından daha üstün olmakla birlikte Lgündüz zaman aralığında 65 dBA ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kalan kişi sayısı bariyersiz duruma göre 2923 kişiden 428 kişiye indirilmiştir. Toplam nüfüsün sadece % 1,93'ü Lgündüz zaman aralığında 65 dBA ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kalmaktadır.



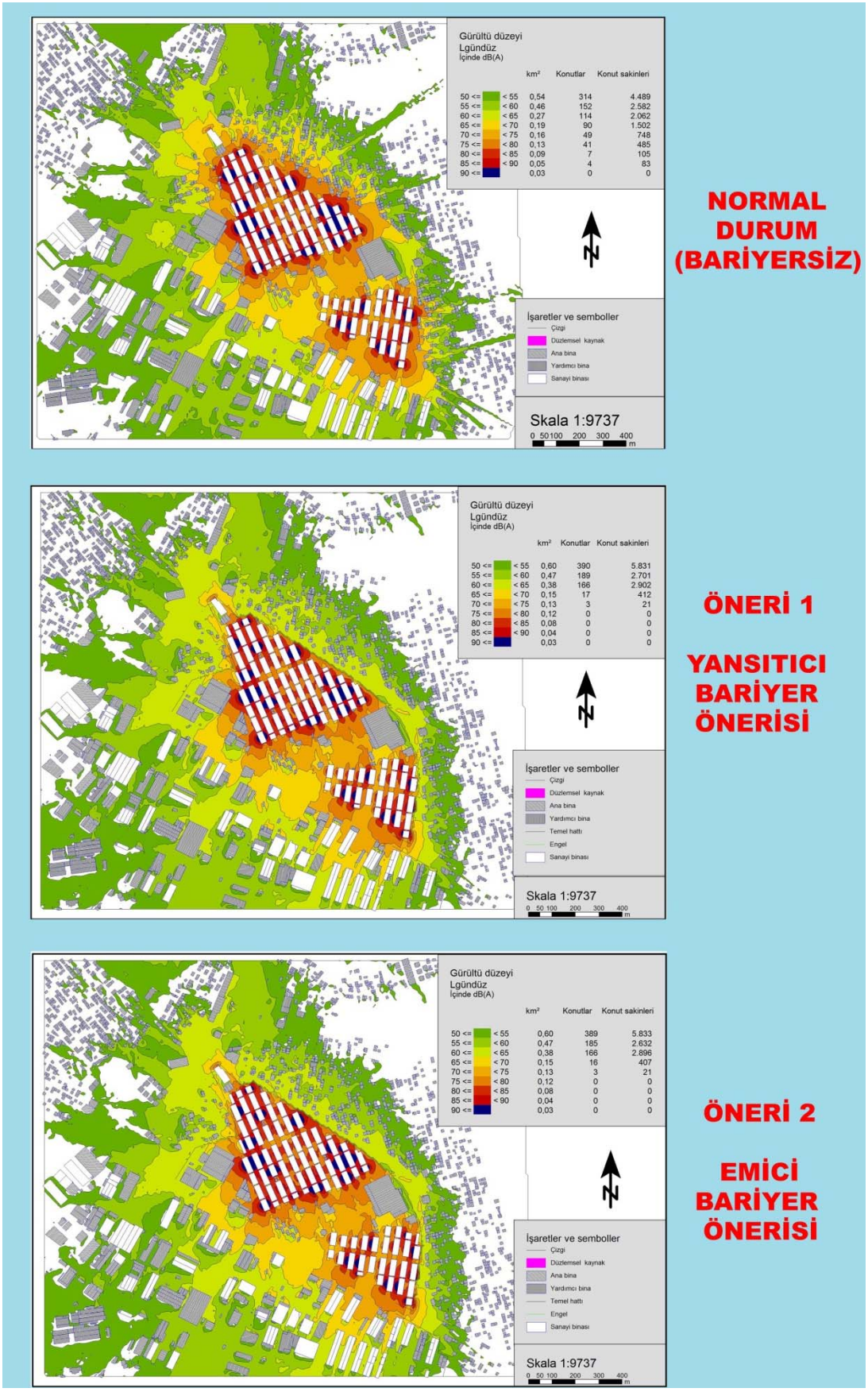
Şekil 5.74 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan emici bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgece

Gürültüye maruz kalma düzeyi emici bariyer önerisi ile bariyersiz ve yansıtıcı bariyerli öneri durumuna göre iyileştirilerek işitsel konfor koşulları Lgece zaman aralığında geliştirilmiştir. Lgece zaman aralığında emici bariyer tasarımı ile 55 dBA ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kalan kişi sayısı 3961 kişiden 554 kişiye indirilerek nüfüsün sadece % 2,49'ü 55 dBA ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kaldığı hesaplamalar sonucu belirlenmiştir.

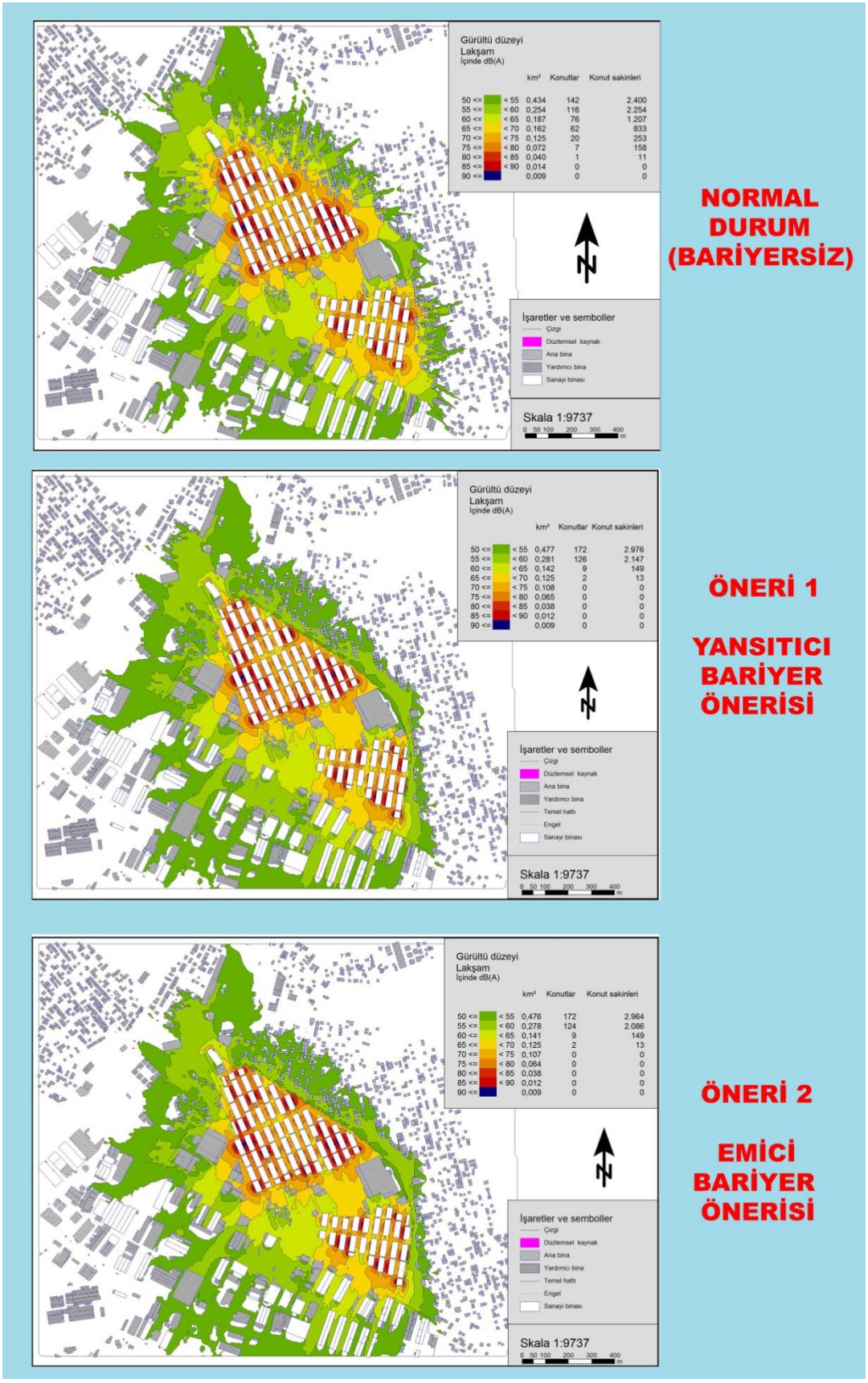
5.7.3 İlgili haritaların karşılaştırılması



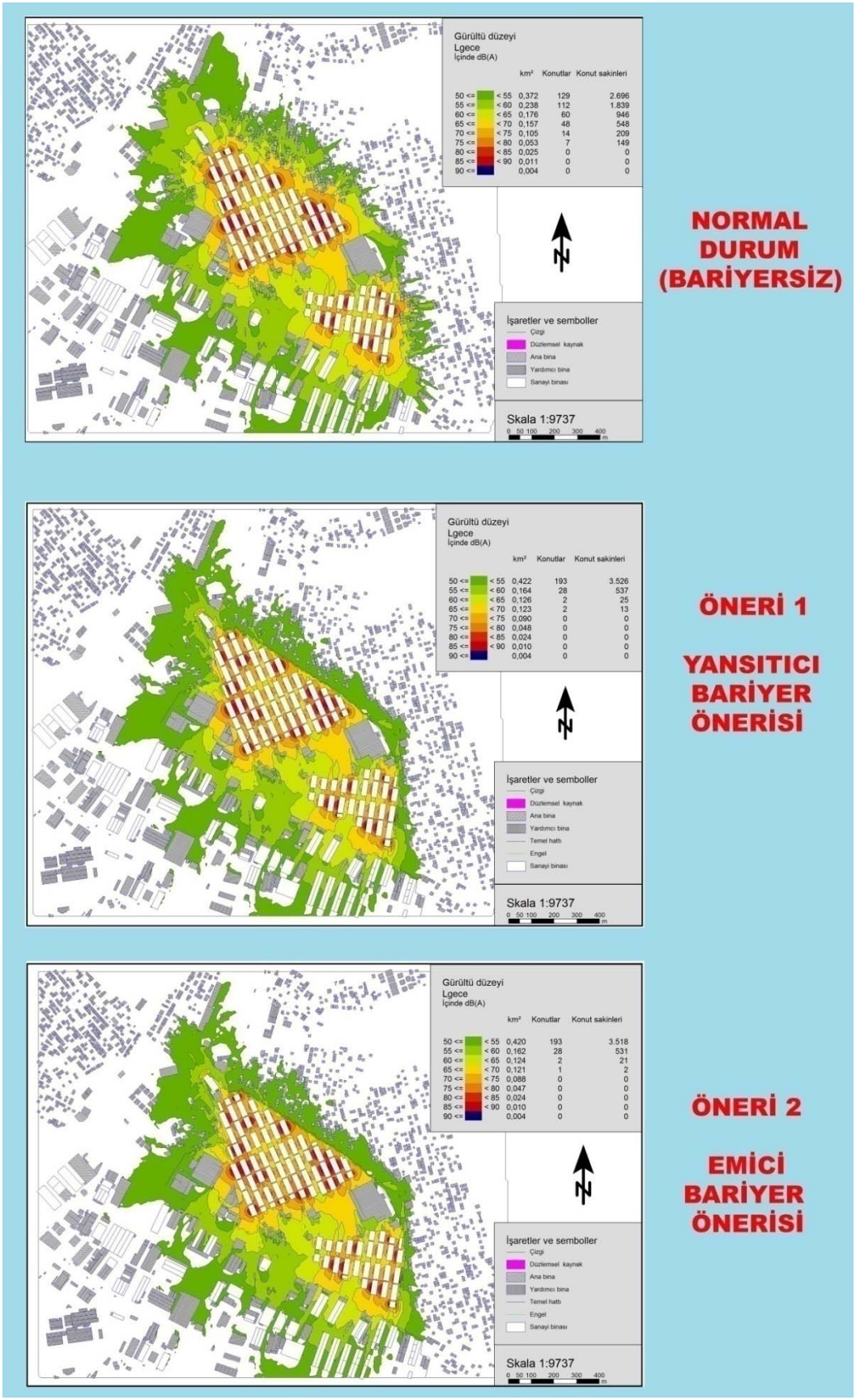
Şekil 5.75 : Kapıların %50 açık olması koşuluna gore hazırlanan bariyersiz, yansıtıcı bariyerli ve emici bariyerli Lgag gürültü haritalarının toplu anlatımı



Şekil 5.76 : Kapıların %50 açık olması koşuluna gore hazırlanan bariyersiz, yansıtıcı bariyerli ve emici bariyerli Lgündüz gürültü haritalarının toplu anlatımı



Şekil 5.77 : Kapıların %50 açık olması koşuluna gore hazırlanan bariyersiz, yansıtıcı bariyerli ve emici bariyerli Lakşam gürültü haritalarının toplu anlatımı



Şekil 5.78 : Kapıların %50 açık olması koşuluna gore hazırlanan bariyersiz, yansıtıcı bariyerli ve emici bariyerli Lgece gürültü haritalarının toplu anlatımı

5.8 Sonuç

Bu çalışmanın ana hedefi işitsel konfor koşullarının iyileştirilebilmesi için gerekli olan durum tespitinin yapılması ve gürültü limit düzeyinin üzerindeki gürültüye maruz kalan kişi sayısının azaltılması olarak özetlenebilir. Durum tespitinin yapılabilmesi için proje çalışma alanı olan Des Sanayi Sitesi ve yakın çevresinin endüstriyel gürültü haritası hazırlanmıştır.

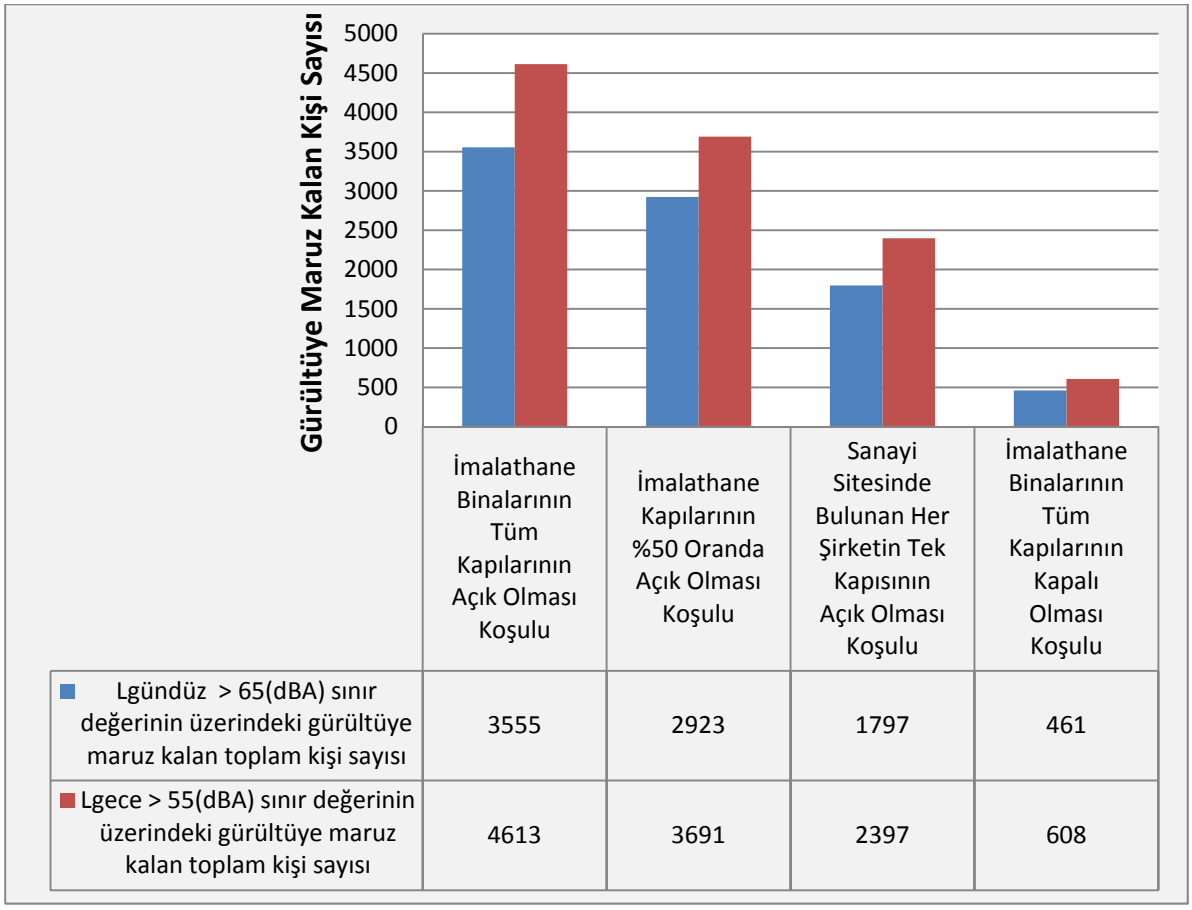
Endüstriyel gürültü haritası hazırlanırken bölgenin iklim koşullarına göre değişen bina kullanım şekli göz önünde tutulmuş, yaz ve kış mevsimlerinde imalathane kapılarının dört farklı çalışma koşuluna göre bölgenin gürültü haritası hazırlanmıştır. Dört ayrı kullanım durumuna göre değişen gürültü haritaları açıklanacak olursa;

- Bölgede bulunan imalathane binalarının tüm kapılarının kapalı olması koşulu,
- İmalathane binalarında bulunan her şirketin tek bir kapısının açık olması koşulu, (Bütün cephelerin % 9,1 oranında açık olması durumu)
- İmalathane binalarında bulunan kapıların %50'sının açık olması koşulu, (Bütün cephelerin %11,2 oranında açık olması durumu)
- İmalathane binalarının tüm kapılarının açık olması koşulu başlıkları altında toplanabilir. (Bütün cephelerin %22,4 oranında açık olması durumu)

İlgili çalışmalar sonucu endüstriyel gürültü haritaları hazırlanmış ve limit düzeyin üzerindeki gürültüye maruz kalan kişi sayıları belirlenmiştir.

Çizelge 5.17 : Hazırlanmış olan dört ayrı durum analizine göre gürültüye maruz kalan kişi sayılarının toplam nüfusa oranları

	$L_{gündüz}$ > 65(dBA) sınır değerinin üzerindeki gürültüye maruz kalan kişi sayısının toplam nüfusa oranı	L_{gece} > 55(dBA) sınır değerinin üzerindeki gürültüye maruz kalan kişi sayısının toplam nüfusa oranı
İmalathane Binalarının Tüm Kapılarının Açık Olması Koşulu	% 16,01	% 20,77
İmalathane Kapılarının %50 Oranda Açık Olması Koşulu	% 13,16	% 16,62
Sanayi Sitesinde Bulunan Her Şirketin Tek Kapısının Açık Olması Koşulu	% 8,09	% 10,79
İmalathane Binalarının Tüm Kapılarının Kapalı Olması Koşulu	% 2,08	% 2,74



Şekil 5.79 : Endüstriyel gürültüye maruz kalan kişi sayılarının karşılaştırılması

Yukarıdaki grafikte görüldüğü gibi dört ayrı çalışma koşuluna göre hazırlanmış olan endüstriyel gürültü haritalarının karşılaştırılması yapılarak imalathane binalarının tüm kapılarının açık olması durumunda gürültüye maruz kalan kişi sayısının en yüksek değeri aldığı anlaşılmıştır ve gürültü düzeyinin en düşük düzeyde olduğu durum analizinin imalathane binalarının tüm kapılarının kapalı olması koşulu olduğu hesaplamalar sonucu belirlenmiştir.

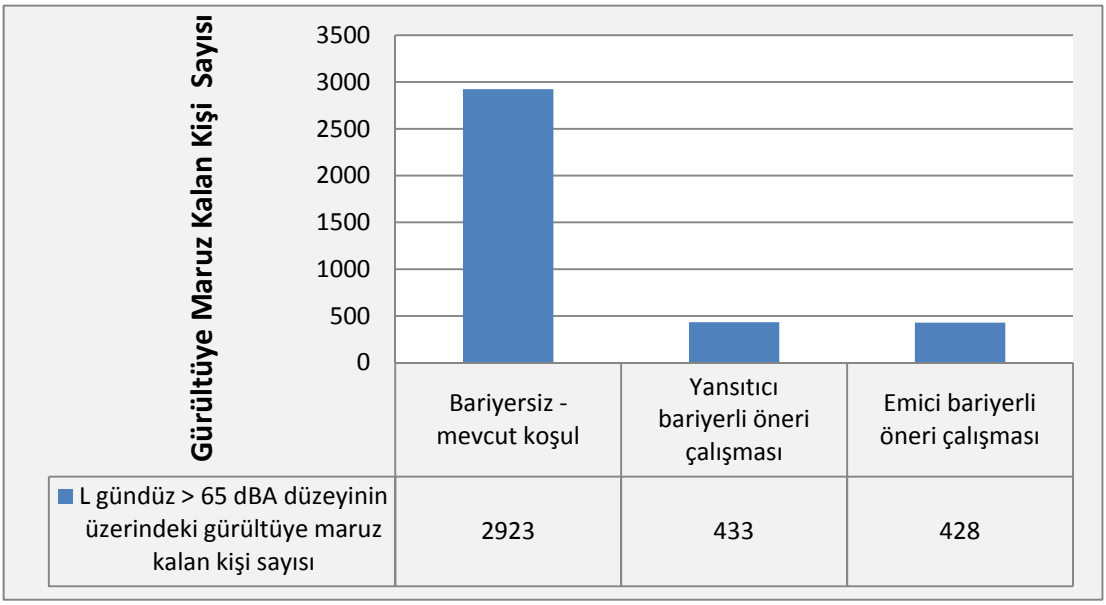
Tüm imalathane kapılarınının açık olması koşulu çok nadir olarak karşılaşılabilecek bir durum olması sebebiyle imalathane kapılarının %50 oranında açık olması koşuluna göre bariyer tasarımı yapılmıştır.

Eylem planı hazırlanırken kentsel ölçekte gürültü düzeyinin iyileştirilebilme olanaklarından biri olan bariyer tasarımı önerisi seçilmiştir. Bariyer tasarımı stratejisi ile gürültüye maruz kalan kişi sayısı azaltılmaya çalışılmıştır. Bariyer tasarımı seçildikten sonra bariyer tipi olarak iki farklı alternatif göz önünde tutulmuştur. Bu iki ayrı bariyer tasarımı önerisi emici ve yansıtıcı tip olarak belirlenmişitr, bu iki

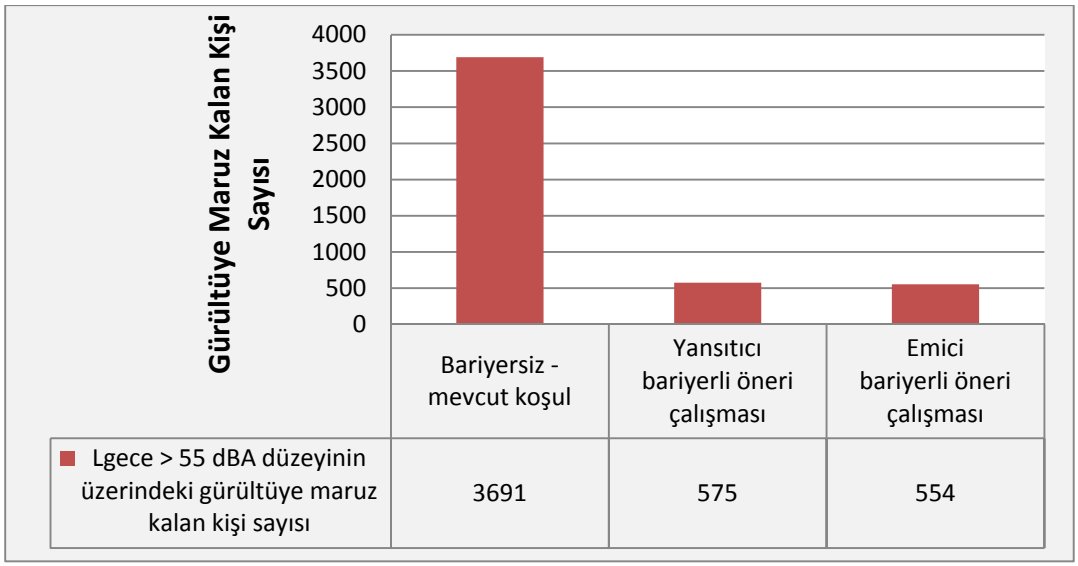
bariyer önerisi için gürültü haritaları ayrı ayrı hazırlanmış ve gürültüye maruz kalan kişi sayısı belirlenmiştir. İlgili çalışma çizelge 5.18'de verilmektedir.

Çizelge 5.18 : İmalathane kapılarının %50 oranında açık olması koşuluna göre hazırlanan mevcut koşul, yansıtıcı bariyerli öneri çalışması ve emici bariyerli öneri çalışmasının karşılaştırılması

İmalathane kapılarının %50 oranda açık olması koşulu (Bariyersiz)		
Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği		
İlgili aralık ve sınır değer	Maruz kalan toplam kişi sayısı	Toplam nüfusa oranı
$L_{gündüz}$ > 65 (dBA)	2923	%13,16
L_{gece} > 55 (dBA)	3691	%16,62
İmalathane kapılarının %50 oranda açık olması koşulu (Yansıtıcı Bariyerli)		
Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği		
İlgili aralık ve sınır değer	Maruz kalan toplam kişi sayısı	Toplam nüfusa oranı
$L_{gündüz}$ > 65 (dBA)	433	%1,95
L_{gece} > 55 (dBA)	575	%2,59
İmalathane kapılarının %50 oranda açık olması koşulu (Emici Bariyerli)		
Endüstriyel Bölgelerdeki sınır değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği		
İlgili aralık ve sınır değer	Maruz kalan toplam kişi sayısı	Toplam nüfusa oranı
$L_{gündüz}$ > 65 (dBA)	428	%1,93
L_{gece} > 55 (dBA)	554	%2,49



Şekil 5.80 : İmalathane kapılarının %50 oranında açık olması koşuluna göre hazırlanan mevcut koşul, yansıtıcı bariyerli öneri çalışması ve emici bariyerli öneri çalışmasında gürültüye maruz kalan kişi sayılarının karşılaştırılması, Lgündüz



Şekil 5.81 : İmalathane kapılarının %50 oranında açık olması koşuluna göre hazırlanan mevcut koşul, yansıtıcı bariyerli öneri çalışması ve emici bariyerli öneri çalışmasında gürültüye maruz kalan kişi sayılarının karşılaştırılması, Lgece

Bu projenin ana hedefi olan işitsel konfor koşullarının iyileştirilmesi amacıyla gürültü haritası hazırlanmaktadır. Etkilenen kişi sayısını azaltmak için bariyer tasarım önerisi geliştirilmiş ve limit düzeyin üzerindeki gürültüye maruz kalan kişi sayısı büyük ölçüde azaltılmıştır. Lgündüz zaman aralığında 65 dBA ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kalan kişi sayısı bariyersiz koşulda 2923 değerini alırken yansıtıcı bariyer önerisinde bu sayı 433'e ve emici bariyer önerisinde bu değer 428'e düşmektedir. Aynı şekilde Lgece zaman aralığında 55 dBA ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kalan kişi sayısı bariyersiz koşulda 3691 değerini alırken yansıtıcı bariyer önerisinde bu sayı 575'e ve emici bariyer önerisinde bu değer 554'e düşmektedir. Emici bariyer önerisinde gürültüye maruz kalan kişi sayısı yansıtıcı bariyer önerisine göre küçük bir farkla da olsa daha az olduğu ilgili hesaplamalar sonucu anlaşılmıştır.

İşitsel konfor koşullarının kentsel ölçekte sağlanabilmesi için geliştirilmiş olan bariyer önerisinin yanında bina ölçeğinde ses yalıtım önlemleri alınabilir. Bina kabuğundaki sistem detayı istenen ses yalıtım düzeyini sağlayacak şekilde tasarlanarak işitsel konfor koşulları sağlanabilir. Özellikle bariyer önerisi getirilmesine rağmen limit düzeyi aşan bölgelerdeki gürültüye maruz kalan konut binaları için sistem detayında iyileştirmeye gidilerek çözüm üretilmesi istenen işitsel konfor koşullarına ulaşılması için önerilebilecek bir yaklaşımdır.

KAYNAKLAR

Aşçigil, M., 2009: Karayolu Gürültü Haritalarının Hazırlanması : İstanbul Zincirlikuyu Ulaşım Hattı Örneği, İTÜ Fen Bil.Enst.

Barron, R. F., 2003: Industrial Noise Control and Acoustics,Marcel Dekker Inc., Newyork, Basel.

Beranek, L. L. and Ver, I. L., 2006: Noise and Vibration Control Engineering Principles and Aplicationons, John Wiley&Sons,Inc.

Beranek, L. L. and Ver, I. L., 1992: Noise and Vibration Control Engineering Principles and Aplicationons, John Wiley&Sons,Inc.

Brüel & Kjaer, 2000: Enviromental Noise, Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S.

Crocker, M. L, 1998: Handbook of Acoustics, John Wiley&Sons,Inc.

Çevre ve Orman Bakanlığından, 2008: Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmenliği

Foreman, J. E. K., 1990: Sound Analaysis and Noise Control, Newyork: Van Nostrand Reinhold

Yılmaz Demirkale, S., 2007: Çevre ve Yapı Akustiği, Birsen Yayın Evi, İstanbul

Foreman, J. E. K., 1990: Sound Analaysis and Noise Control, Newyork: Van Nostrand Reinhold

Graham, J. B., 1972: "How to Estimate Fan Noise", Sound and Vibration, s. 24-27

Harris, C. M., 1957: Handbook of Noise Control, Mcraw-hill Book Compony, Inc.

Heitner, I, 1968: "How to Estimate Plant Noise", Hydrocarbon Processing, c.47, s. 67-74.

Heck, M. and Müller, H. A., 1975: Taschenburh Der Tecnishen Akustik, Springer-Verlag, Berlin

Irwin, J. D. and 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 3744, Akustik - Ses Basıncı Mühendislik Yöntemi Kullanarak Yansıtıcı Bir Düzlem Üzerindeki Tamamen Açık Bir Alanda Ses Gücü Düzeylerinin Belirlenmesi

ISO 3746, Akustik – Yansıtıcı Bir Düzlem Üzerindeki Gürültü Kaynaklarının Ses Gücü Düzeylerinin Belirlenmesi

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

Lazarovici, B., Tache, G. and Comeaga D., 2007: Noise Mapping Bucharest City – Challenges and Solutions, Internoise 2007, 28-31 August 2007, İstanbul - Turkey

Lertsawat, K., Tangjaitrong, S. and Areebhol P., 1998: Applied Acoustic 58(1999) 469-477

Long, M., 2006: Architectural Acoustics, Elsevier Academic Press

Mehta, M., Johnson, J. and Rocaford J., 1999: Architectural Acoustics Principles and Design, Prentice Hall

Özgüven, H. N., 2008: Endüstriyel ve Çevresel Gürültü Kontrolü, Türkiye Akustik Deeneği

Raichel, D. R., 2000: The Science and Application of Acoustics, Springer – Verlag Newyork, Inc.

Rossing, T. D., 2007: Springer Handbook of Acoustic, Springer Science + Business Media.

Rossing, T. D., Moore F. R. and Wheeler, P. A., 2002: The Science of Sound, Pearson Education, Inc.

Spon, F. N., 1991: Noise Control in Industry, UK: Chapman and Hall

Santos, C. L., Matias, C., Vieira, F., Valado, F., 2008: Noise Mapping of Industrial Sources, Acustica 2008, Universiadade de Coimbra, Portekiz

TS 9798, Akustik – Çevre Gürültüsünün Tanımlanması ve Ölçülmesi Kısım 2 – Arazi Kullanımında Meydana Gelen Gürültülerle İlgili Verilerin Elde Edilmesi

Templeton, D. and Saunders, D., 1987: Acoustic Design, The Architectural Press, London

Williams, K. C., 1974: Secrets of Noise Control, The Fairmont Press, Inc., Atalanta

Zacharias, F., Erdinç, S. and Öztürk H. 2008: Noise Mapping of Weaving – Mills İn Bursa How to evaluate Industrial Noise, Internoise 2007,28-31 August 2007, İstanbul – Turkey

Url-1 <*http://www.csr.com.au/bradford*>, CSR Bradford Insulation Acoustic Design Guide, Alındığı tarih 15.08.2008.

Url-2 <*http://nomeports.ecoports.com/ContentFiles/7b%20Noise%20modelling.pdf*> ,Port of Hamburg Noise Modelling Nomeports Project, Alındığı tarih 06.08.2008.

Url-3 <*http://www.defra.gov.uk/enviroment/noise/mapping/industry/pdf/industry-noise.pdf* >,Stephenson, S. J. and Postlethwaite, B. C., Department for Environment, Food & Rural Affairs Research Contract – Noise Mapping Industrial Sources – Final Report- Technical Report No:AT5414/2 Rev. 1, Alındığı tarih 07.11.2007.

Url-4 <*http://www.doeni.gov.uk/end mapping data study final report.pdf*>, Nicol, R., Butten N. and Shilton, S., Northern Ireland Environmental Noise Directive Mapping Data Study: Data Options, Feasibility and Pilot Study Report – 25 February 2005, Alındığı tarih 07.01.2008.

Url-5 <*http://www.europarl.eu/meetdocs/committees/itre/20001106/419125EN2.doc*>, European Parliament 1999-2004 Committee on Industry, External Trade, Research and Energy – Draft Opinion – 27 October 2000, Alındığı tarih 18.12.2007.

Url-6 <*http://nomeports.ecoports.com/ContentFiles/13aNoiseManagementPortofRotterdam.pdf*>, Wolkenfelt, F., Noise Management in European Ports, Alındığı tarih 25.05.2008.

Url-7 <*http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/bestpracticeguide.pdf*>,European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and The Production of Associated Data on Noise Exposure, 5 December 2003, Alındığı tarih 25.05.2008.

Url-8 <*http://www.noiseni.co.uk/bmua a3 industry lnigth 2. pdf*>, Belfast Agglomeration Industrial Noise Map, Alındığı tarih 31.05.2008.

Url-9 <*http://www.noiseni.co.uk/bmua a3 industry lden. pdf*>, Belfast Agglomeration Industrial Noise Map, Alındığı tarih 31.05.2008.

Url-10 <*http://www.xs4all.nl%7Erigolett/ENGELS/maps/index.htm*>,Noise Map Industry and Companies, Alındığı tarih 25.05.2008.

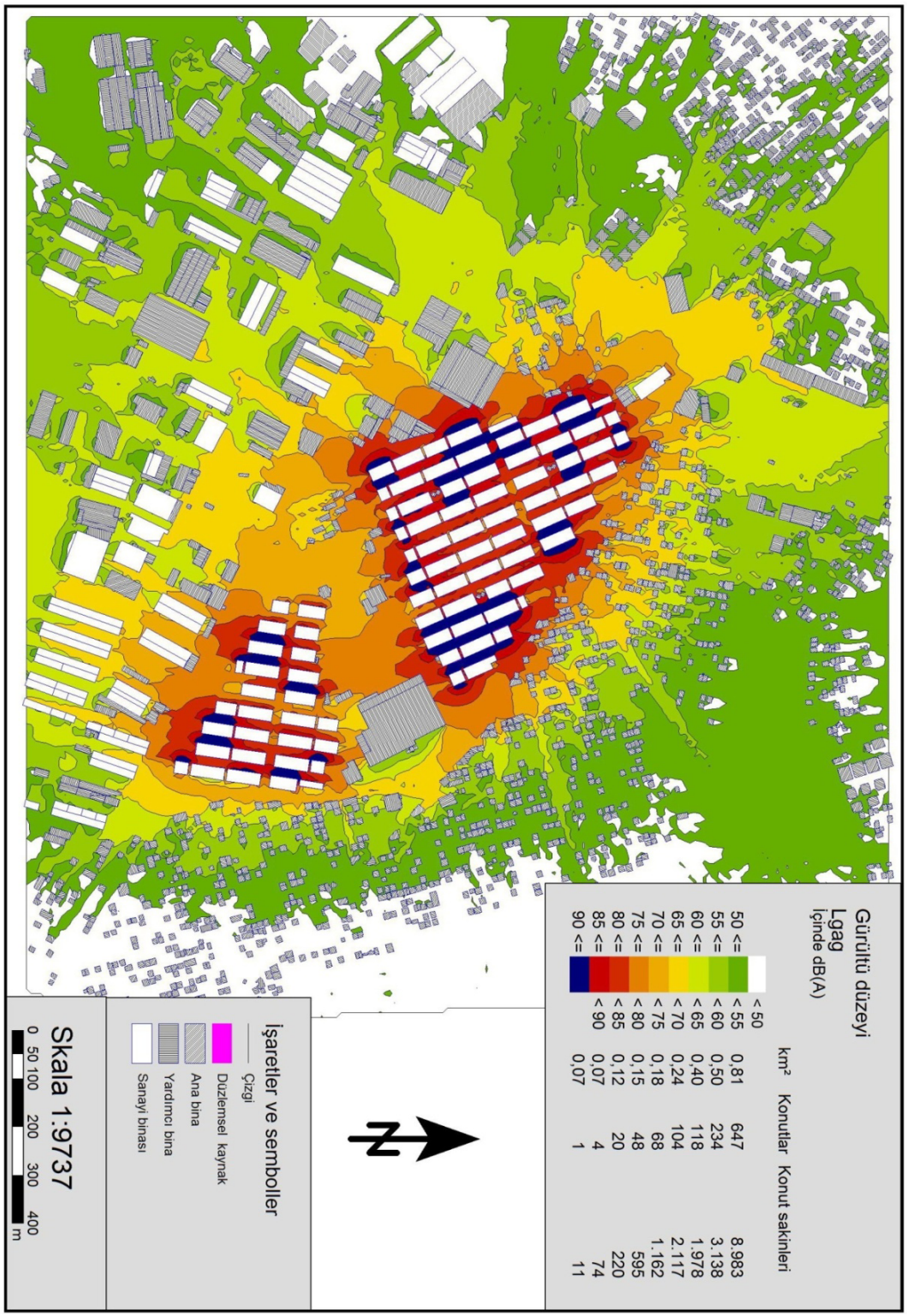
Url-11 <*http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ek705.htm*>, 07.05 Strategic Noise Maps (Edition 2007), Alındığı tarih 25.05.2008.

Url-12 <*http://www.turbin.org/mruzbilgi.html*>, Referans değerlere göre yükseklik artişinda rüzgar hizi hesabi, Alındığı tarih 09.08.2008.

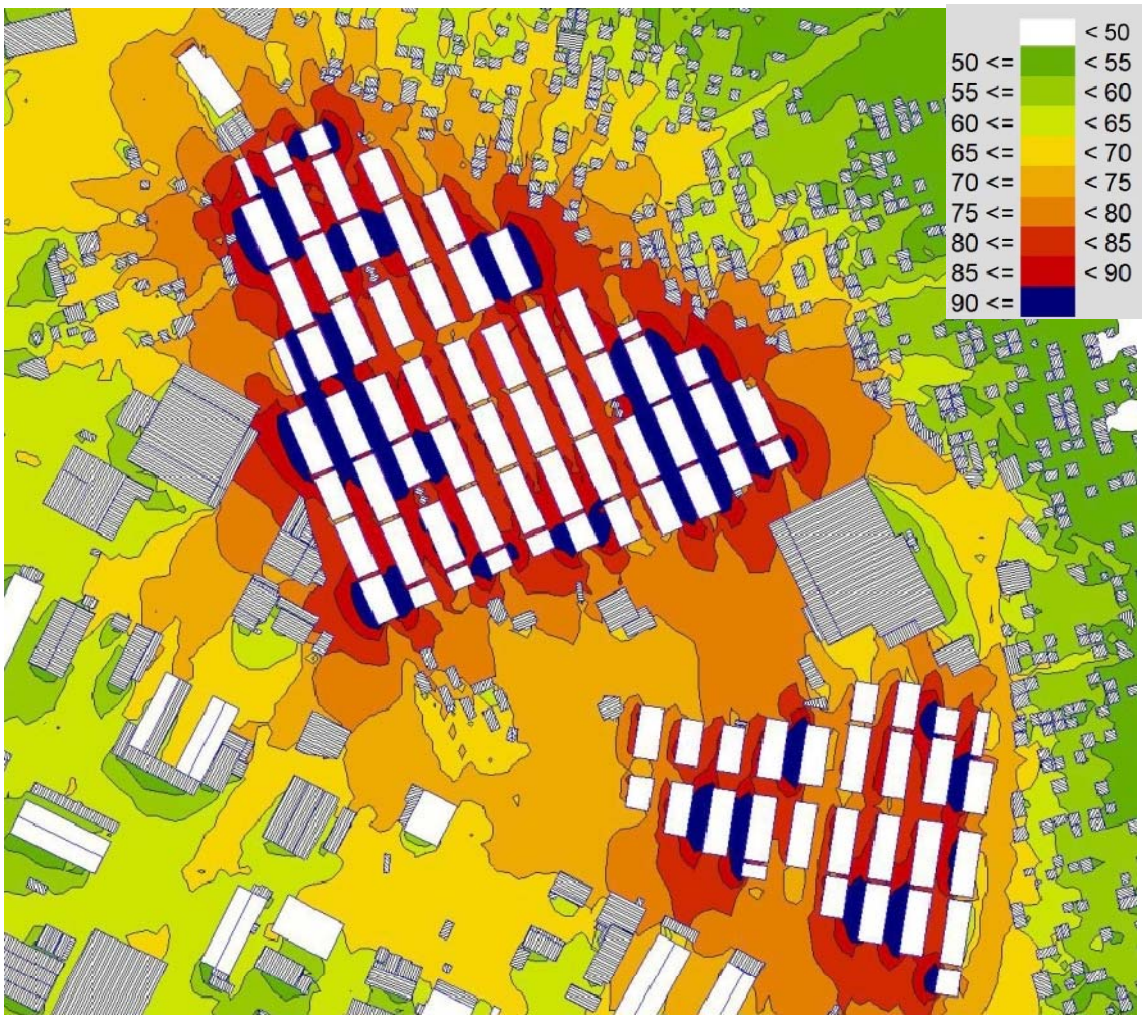
Url-13 <*http://* www.ans.dhmi.gov.tr/TR/ATCTR/dok/metdrsktb.pdf>, Meteroloji ders kitabı, Alındığı tarih 09.08.2008.

EKLER

EK A.1 : Hazırlanmış olan Lgag ve Lakşam gürültü haritaları

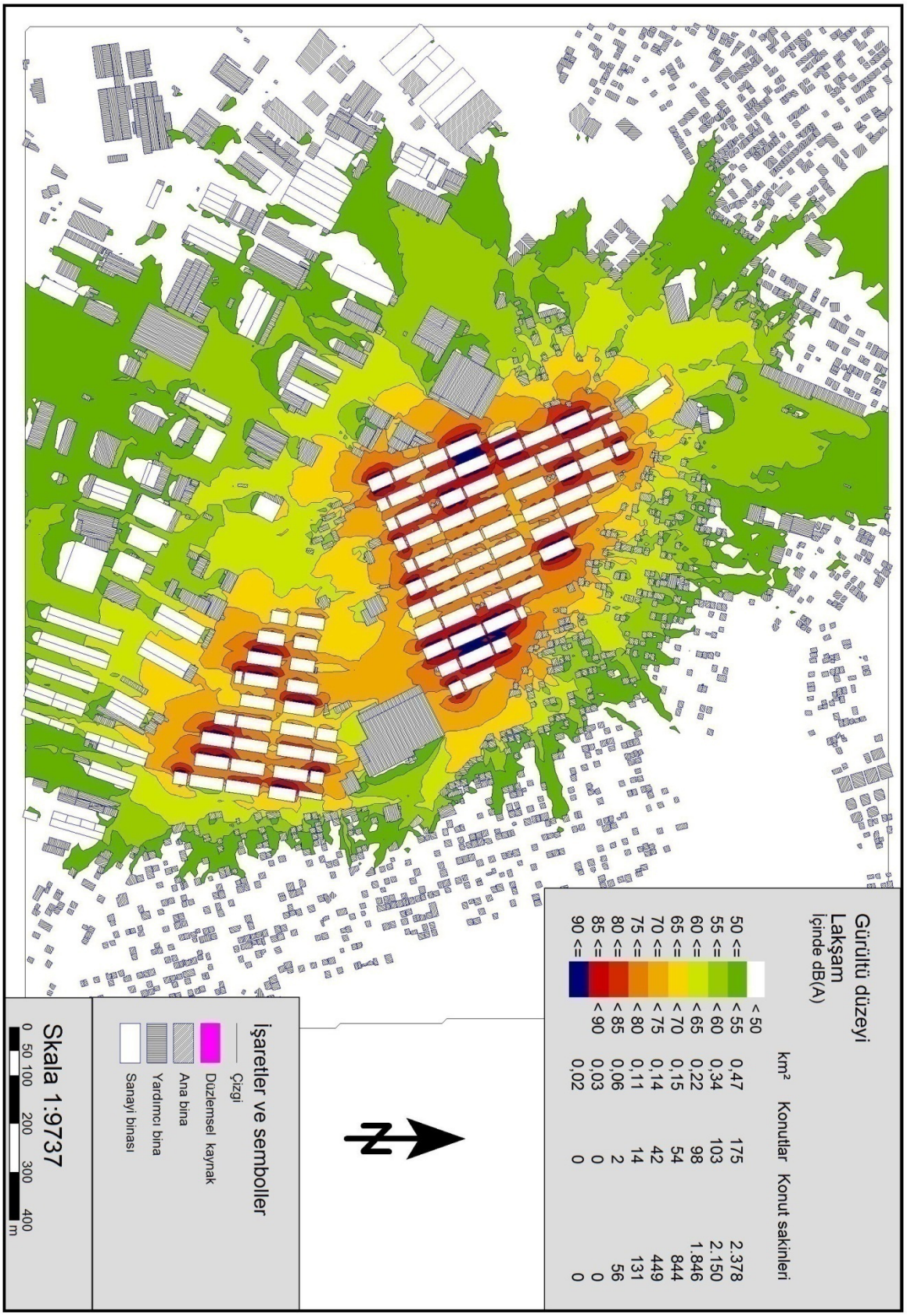


Şekil A.1 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgag

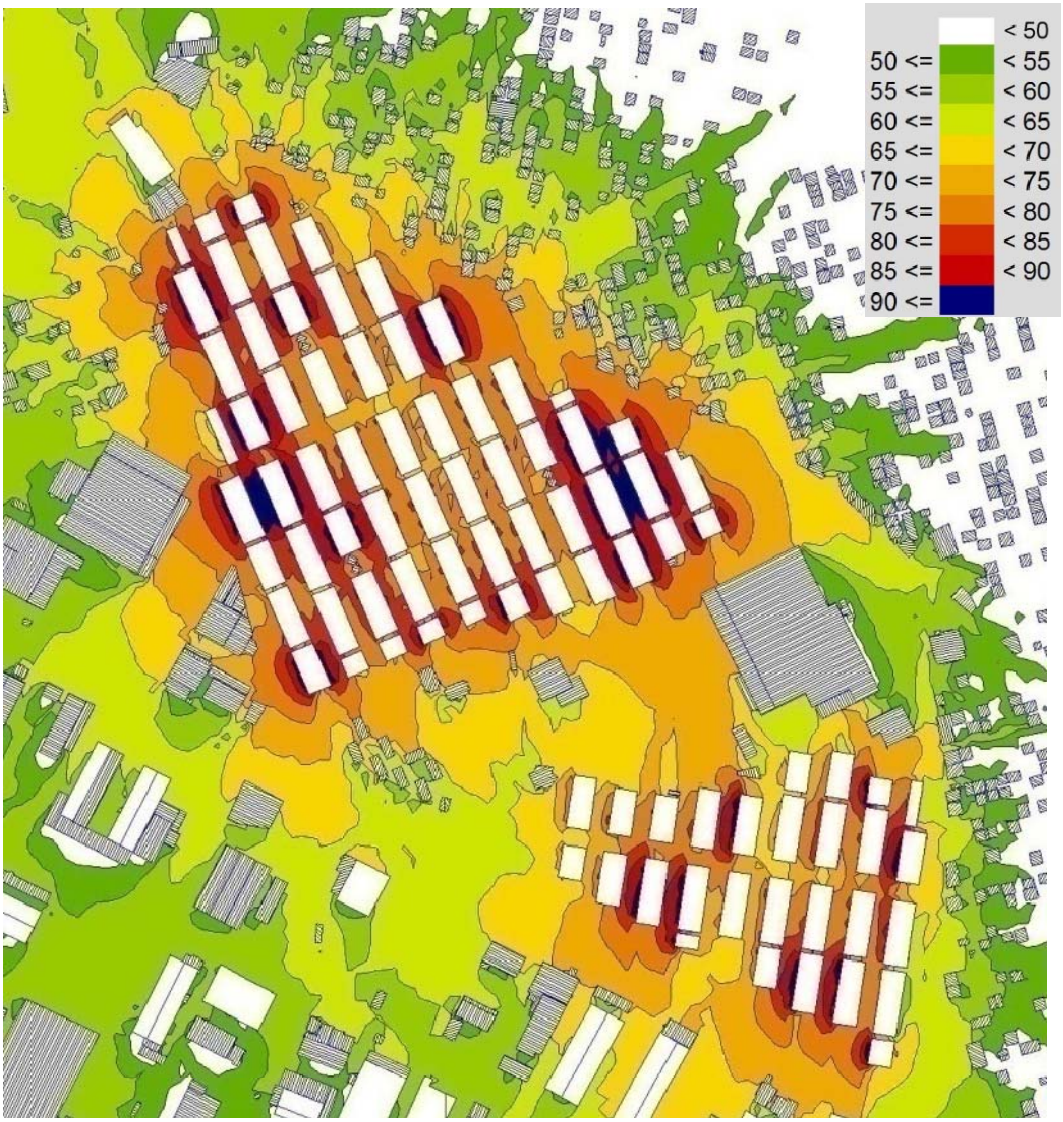


Şekil A.2 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları –bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası- Lgag

Sonuç olarak tüm kapıların açık olması koşuluna göre hazırlanan Lgag harita sonuçlarındaki gürültü düzeyi çok büyük olmakla birlikte daha çok Atatürk caddesi üzerinde bulunan konut binalarını etkilemekte olduğu gözlemlenmektedir. Atatürk caddesindeki konut binalarının 80 dBA gibi çok yüksek düzeyde gürültüye maruz kaldığı hazırlanmış olan endüstriyel gürültü haritasından anlaşılmaktadır. Mevcut şartlar içerisinde imalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması ihtimali çok güçtür ama olabilecek en yüksek gürültü düzeyinin göz önünde tutulması durumunda 4179 kişi 65 dBA düzeyinin üzerinde bir gürültü düzeyine maruz kalmaktadır.

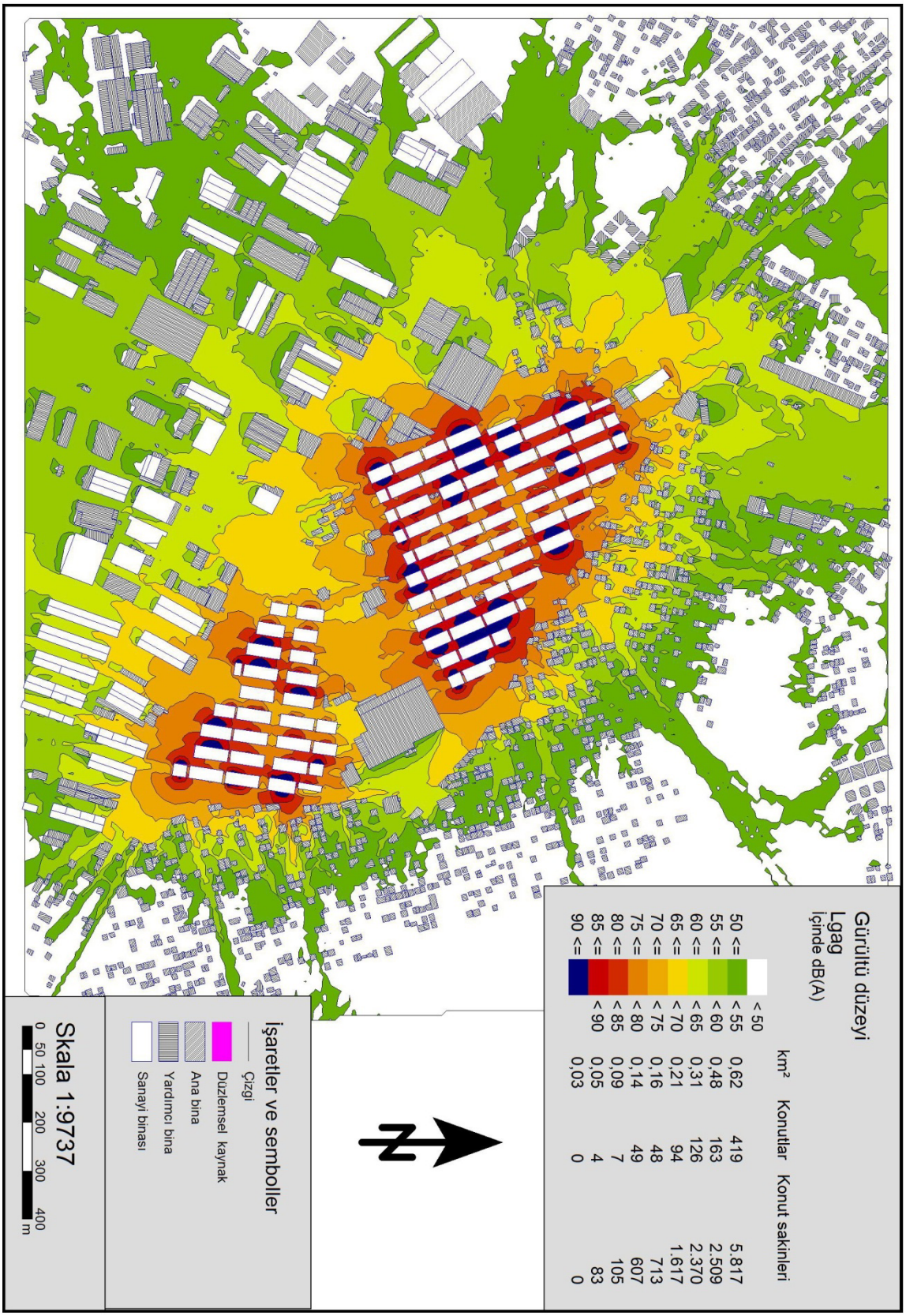


Şekil A.3 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lakşam

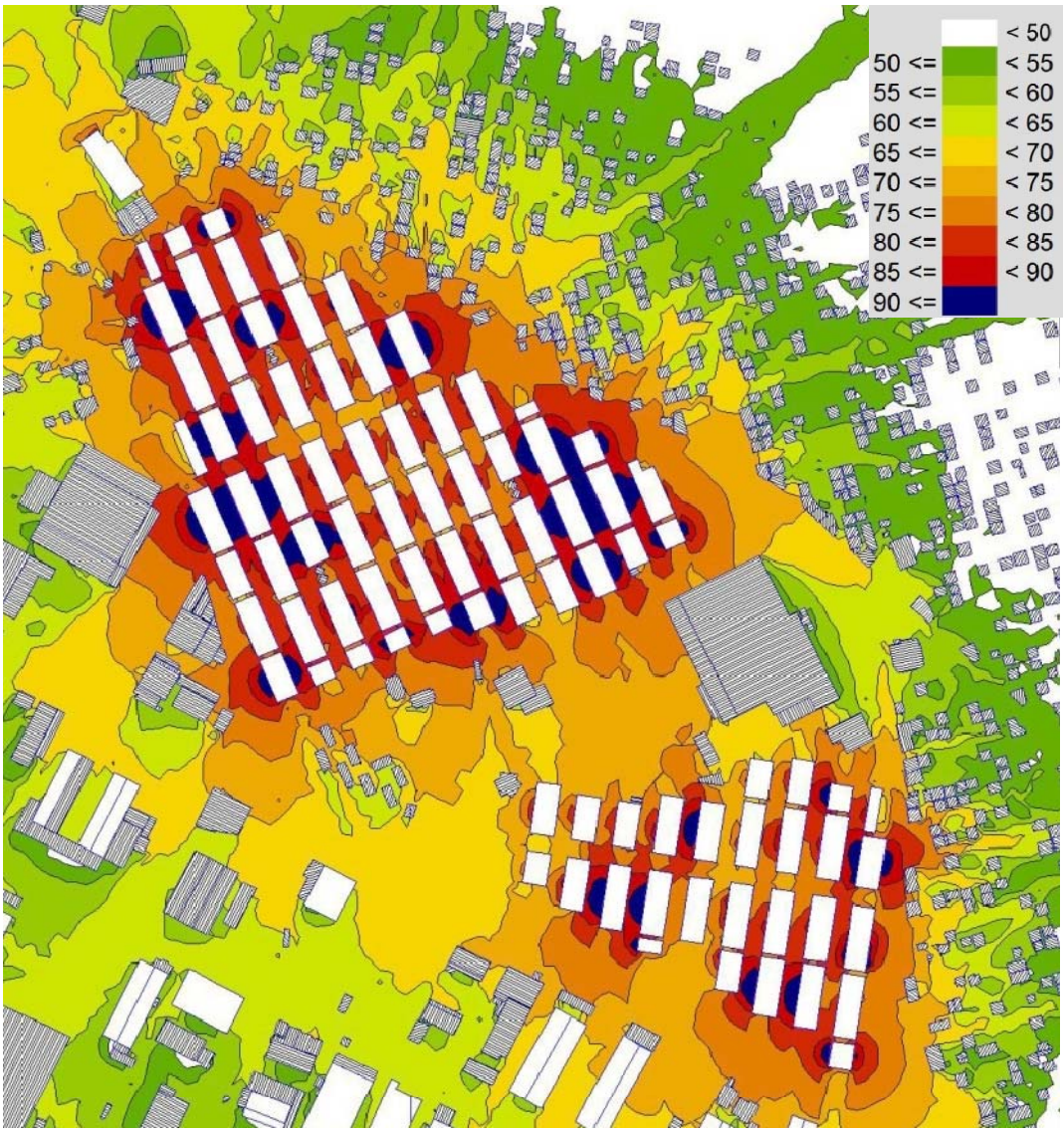


Şekil A.4 : İmalathane birimlerinin tüm kapılarının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lakşam

Durum özetlenmek istenirse, tüm kapıların açık olması koşulunda yapılan harita çalışması sonucu Lakşam değerlendirmesinde 5476 kişinin 55 dBA düzeyi ve üzerindeki gürültü düzeyine, 1480 kişinin 65 dBA düzeyi ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kaldığı belirlenmiştir. Yaz koşulları tüm kapıların açık olması ve fabrika birimlerinin %20 performansla çalışması durumundaki verilerin doğrultusunda en çok Atatürk caddesi ve Mimar Sinan caddesi üzerindeki konut binalarının etkilendiği çalışmalar sonucu elde edilmiştir. Tüm kapıların açık olması koşulu nadir görülen bir durum olsa da oluşabilecek en büyük gürültü düzeyinin değerlendirilebilmesi için bu çalışma yararlı olmaktadır.

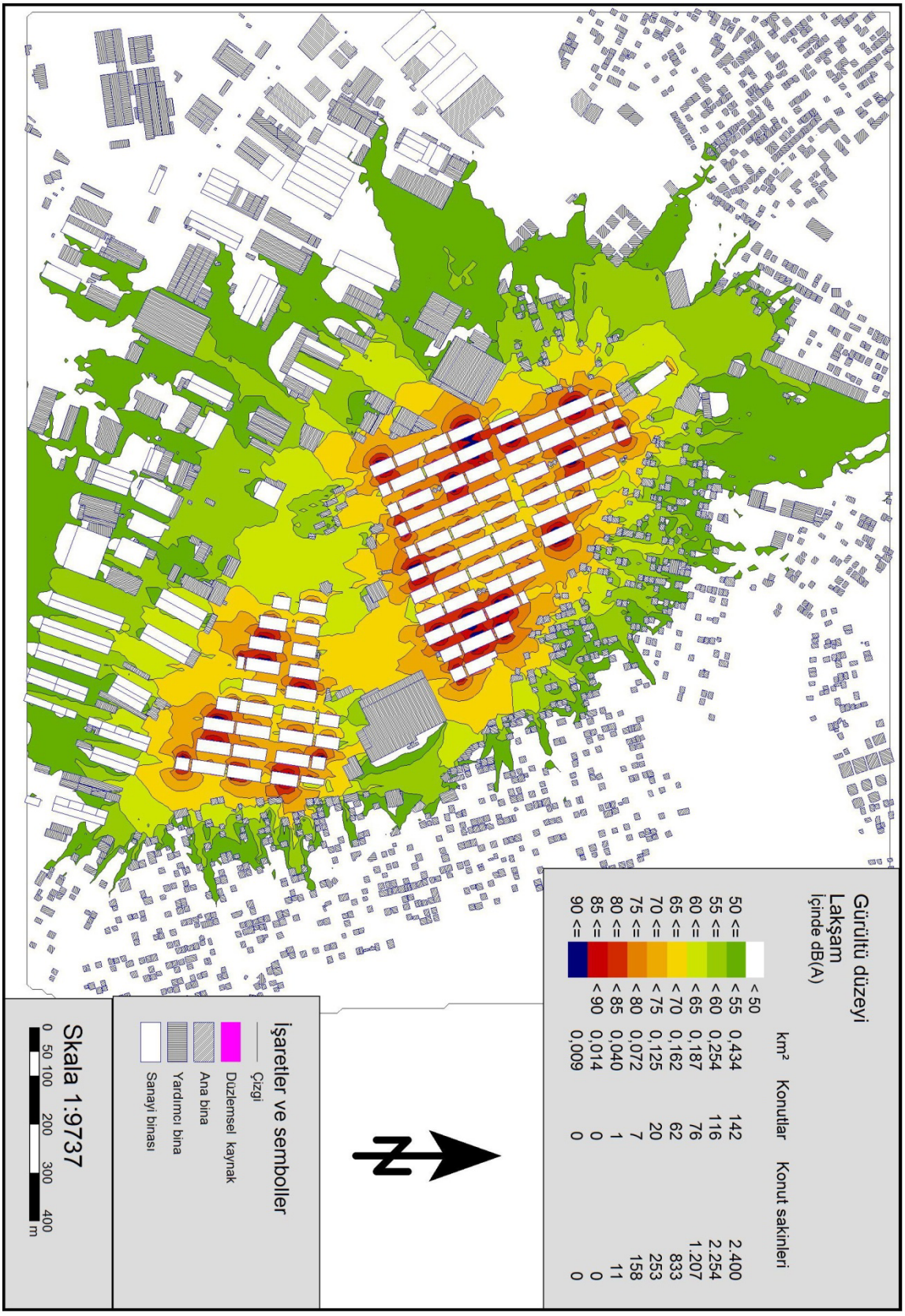


Şekil A.5 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgag

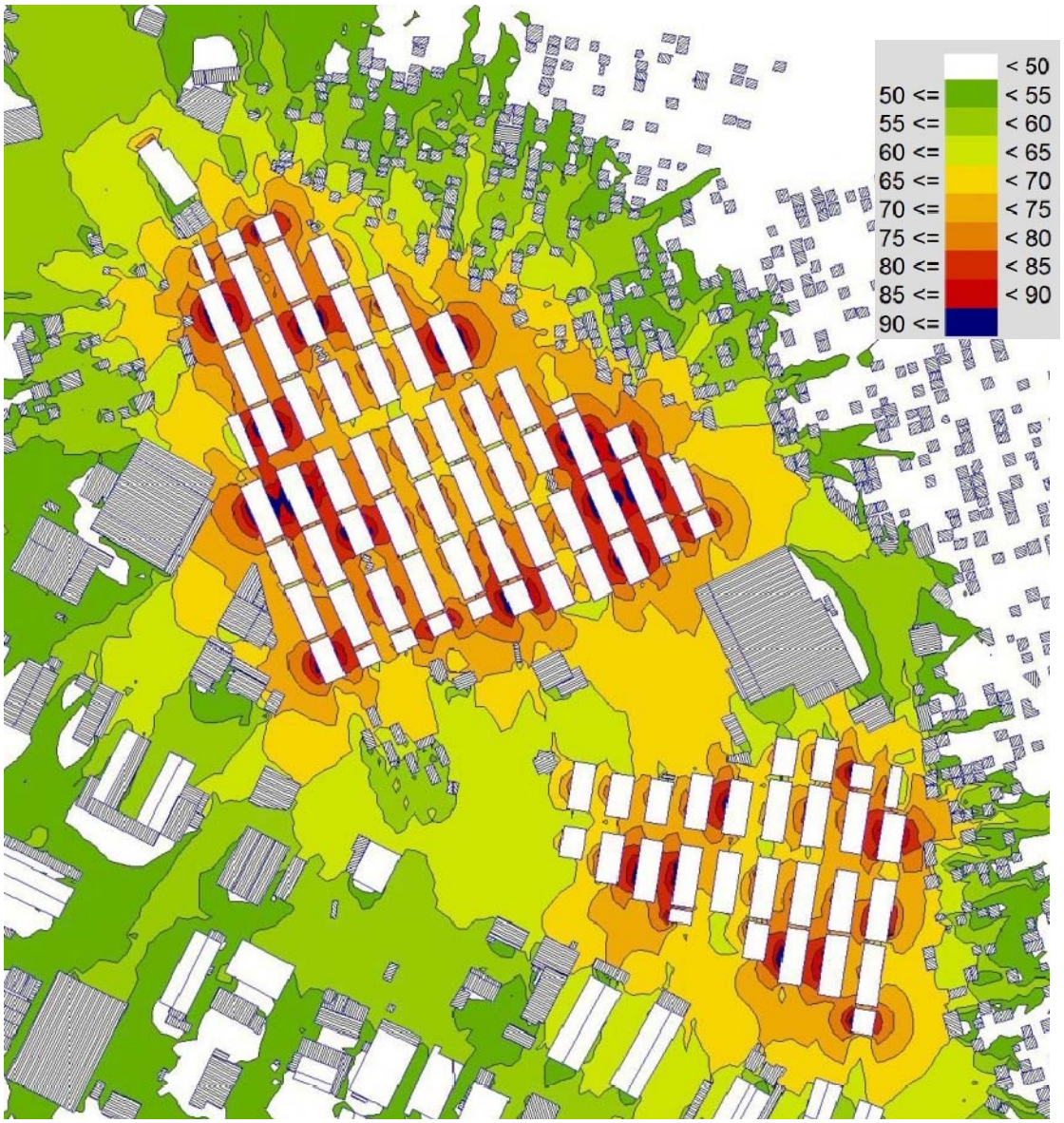


Şekil A.6 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları- bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgag

Sonuç olarak imalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşuluna göre hazırlanan Lgag harita sonuçlarının düzeyi büyük olmakla birlikte daha çok Atatürk caddesi ve Mimar Sinan caddesi üzerinde bulunan konut binalarını etkilemekte olduğu gözlemlenmektedir. Atatürk caddesindeki bazı konut binalarının 70 - 80 dBA gibi yüksek düzeyde gürültüye maruz kaldığı hazırlanmış olan endüstriyel gürültü haritasından anlaşılmaktadır. Normal şartlar altında imalathane kapılarının %50'sinin açık olması sıcak yaz günleri için ihtimal dahilinde gözükmektedir. İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşuluna göre Lgag sonuçları 3125 kişinin 65 dBA ve 65 dBA üzerindeki bir gürültü düzeyine maruz kaldığını göstermiştir.

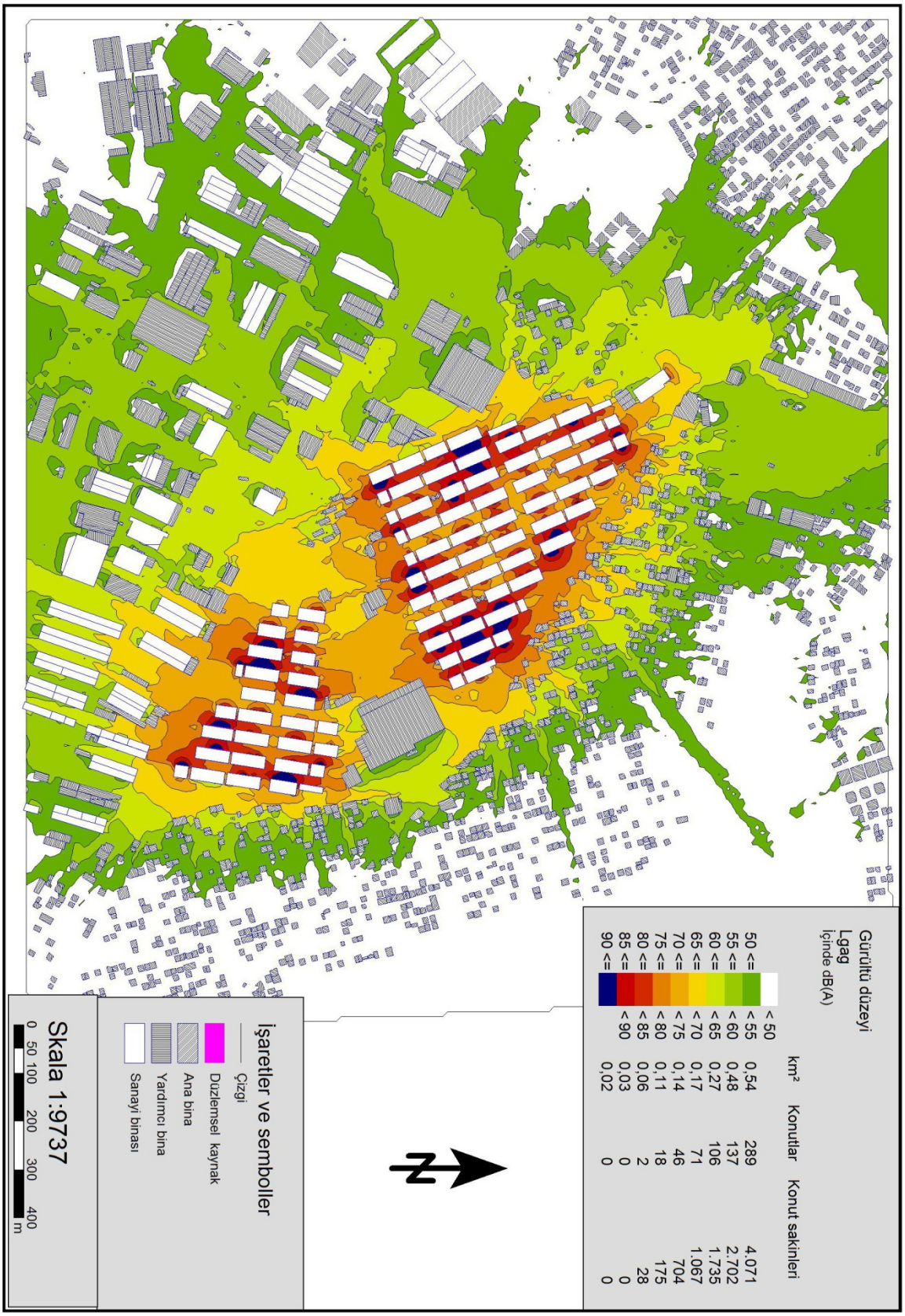


Şekil A.7 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lakşam

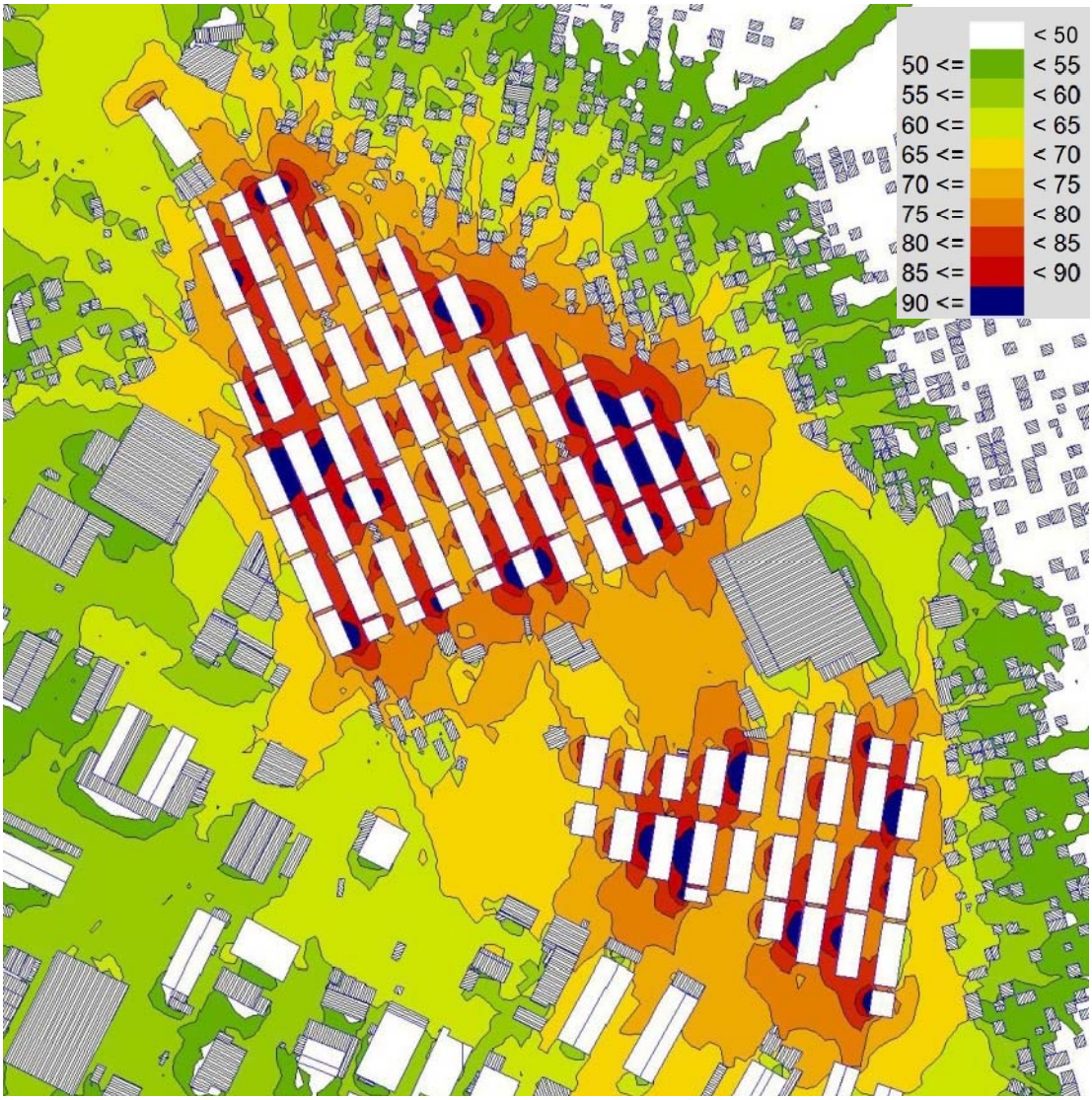


Şekil A.8 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lakşam

Durum özetlenmek istenirse, imalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşuluna göre Lakşam değerlendirmesinde 4716 kişinin 55 dBA düzeyi ve üzerindeki gürültü düzeyine, 1305 kişinin 65 dBA düzeyi ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kaldığı belirlenmiştir. Yaz koşullarında imalathane kapılarının %50'sinin açık olması ve fabrika birimlerinin %20 performansla çalışması durumu verileri doğrultusunda en çok Atatürk caddesi ve Mimar Sinan caddesi üzerindeki konut binalarının etkilendiği çalışmalar sonucu elde edilmiştir. Yazın sıcak günlerinde imalathane kapılarının %50'sinin açık olması koşulu karşılaşılması yüksek bir ihtimal olduğu için bu çalışma yararlı olmaktadır.

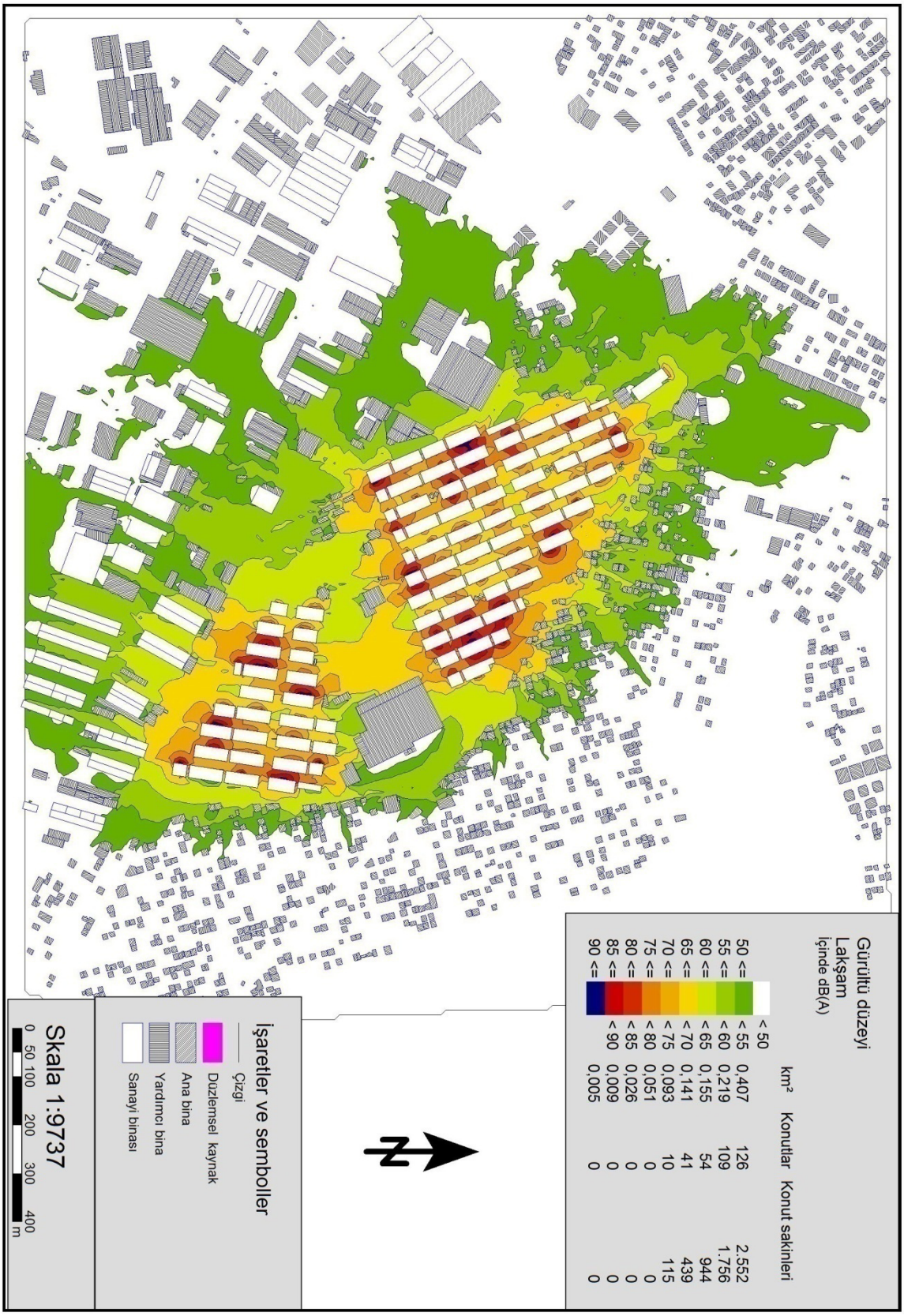


Şekil A.9 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgag

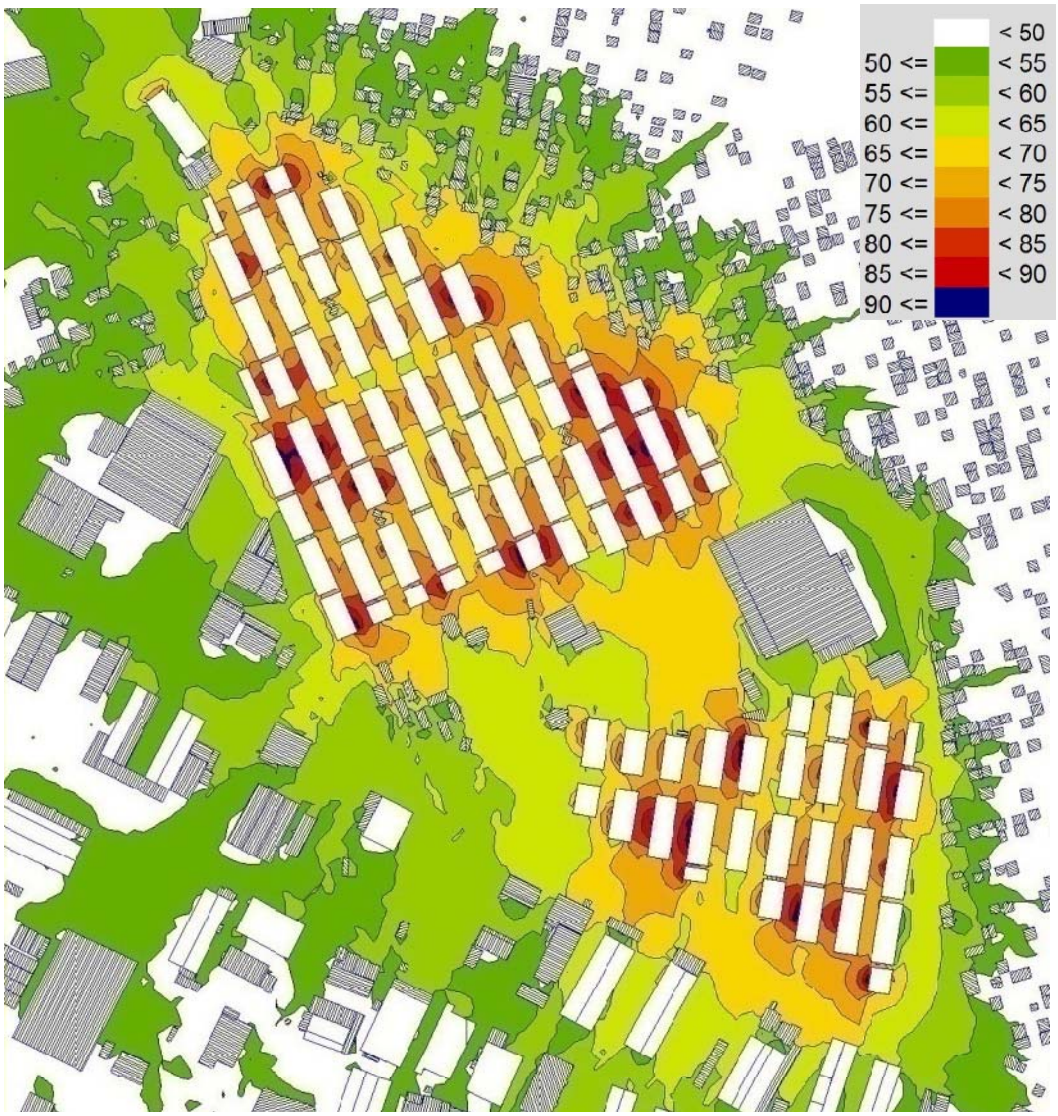


Şekil A.10 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları-bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası - Lgag

Sonuç olarak imalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşuluna göre hazırlanan Lgag harita sonuçlarının düzeyi orta büyüklükte olmakla birlikte daha çok Atatürk caddesi ve Mimar Sinan caddesi üzerinde bulunan konut binalarını etkilemekte olduğu belirlenmiştir. Atatürk caddesindeki bazı konut binalarının 70 - 75 dBA gibi yüksek düzeyde gürültüye maruz kaldığı hazırlanmış olan endüstriyel gürültü haritasından anlaşılmaktadır. Normal şartlar altında imalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması sonbahar ve kış mevsimi koşulları için ihtimal dahilinde gözükmektedir. İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşuluna göre Lgag sonuçları 1974 kişinin 65 dBA ve 65 dBA üzerindeki bir gürültü düzeyine maruz kaldığını göstermiştir.

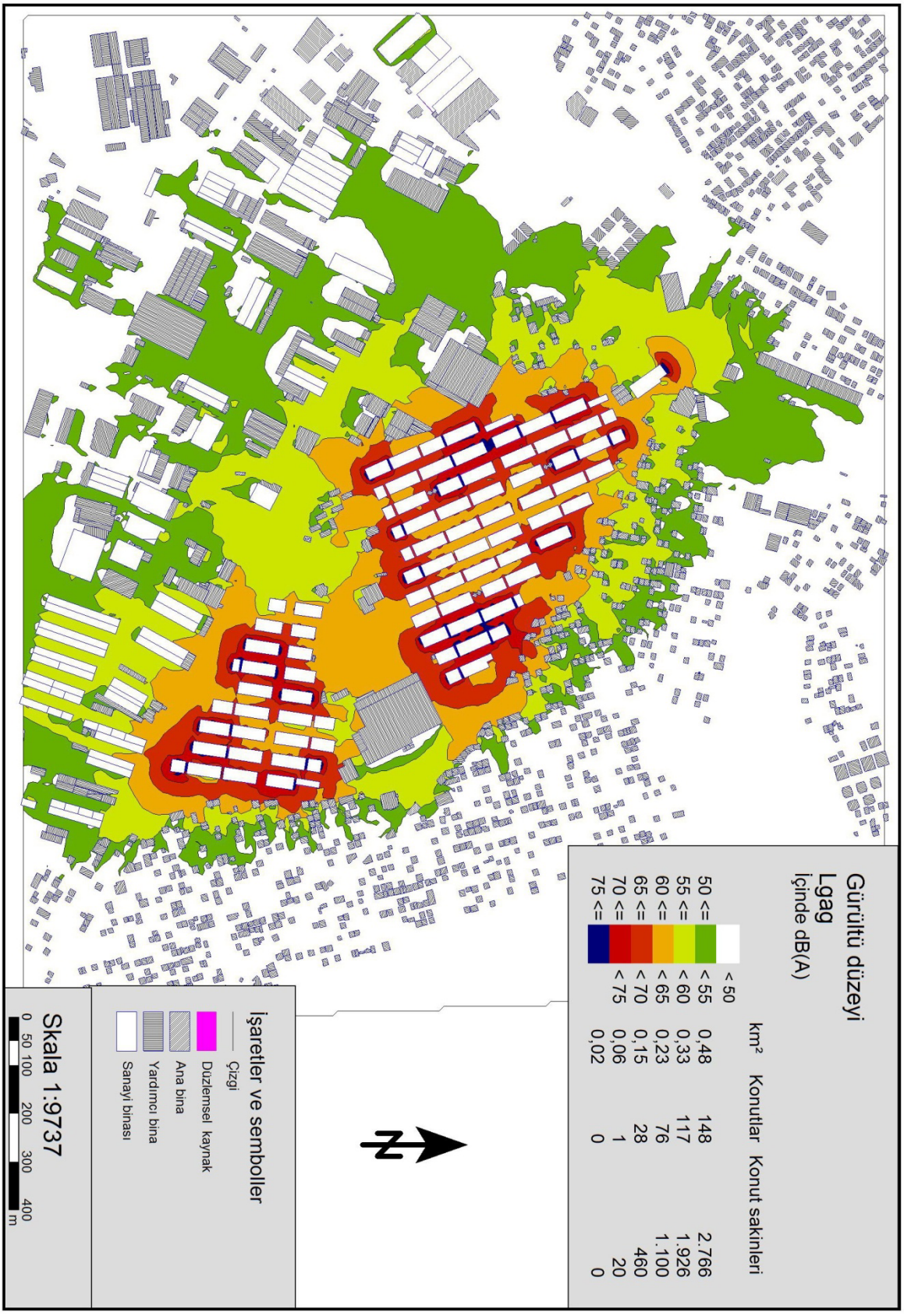


Şekil A.11 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lakşam

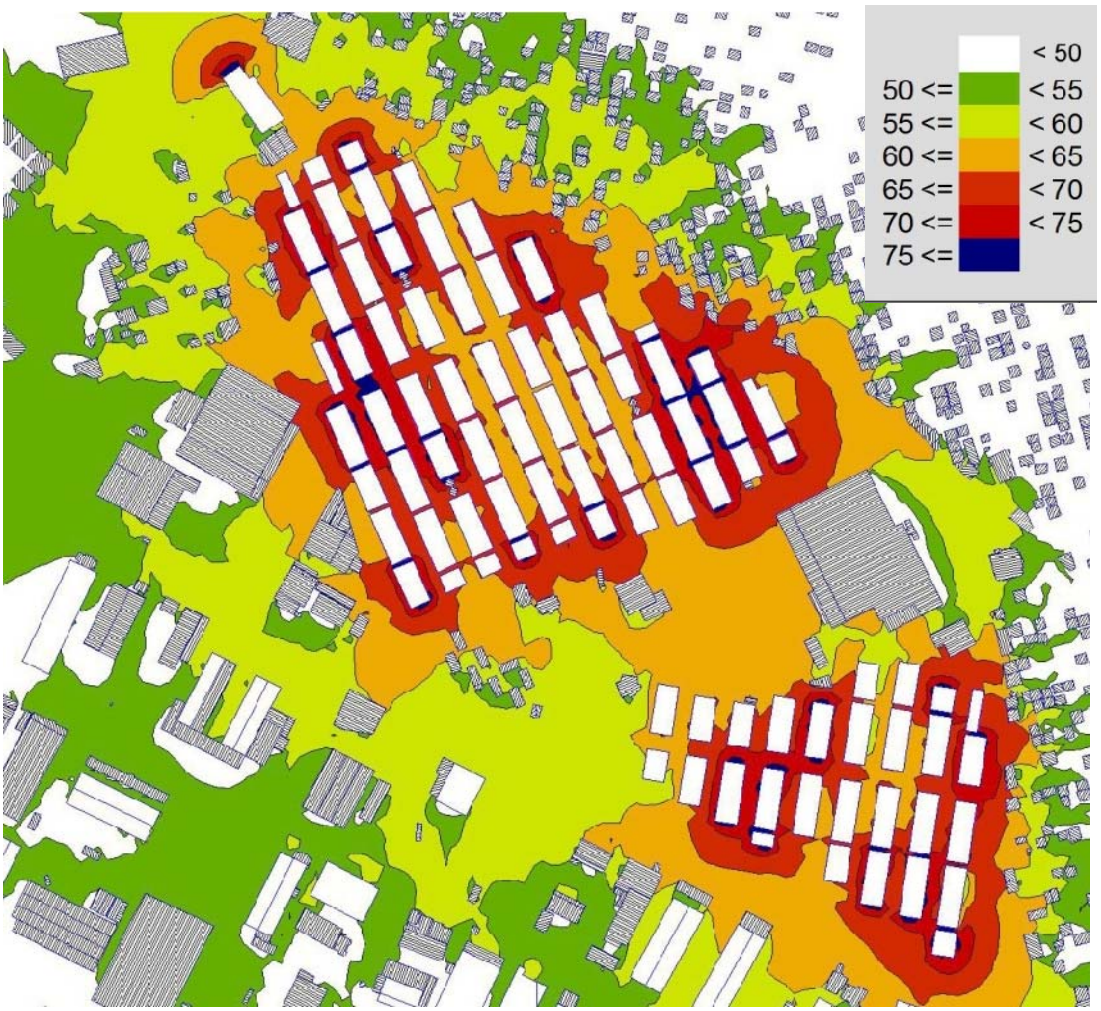


Şekil A.12 : İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lakşam

Durum özetlenmek istenirse, imalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması koşulunda yapılan harita çalışması sonucu Lakşam değerlendirmesinde 3254 kişinin 55 dBA düzeyi ve üzerindeki gürültü düzeyine, 554 kişinin 65 dBA düzeyi ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kaldığı belirlenmiştir. Sonbahar veya kış koşulları imalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık ve fabrika birimlerinin %20 performansla çalışması durumu verileri doğrultusunda en çok Atatürk caddesi ve Mimar Sinan caddesi üzerindeki konut binalarının etkilendiği çalışmalar sonucu elde edilmiştir. İmalathanelerde bulunan her şirketin tek kapısının açık olması sonbahar veya kış mevsimi koşulları için meydana gelebilecek bir durum olduğu için bu çalışma önemli değerlendirmelerden biridir.

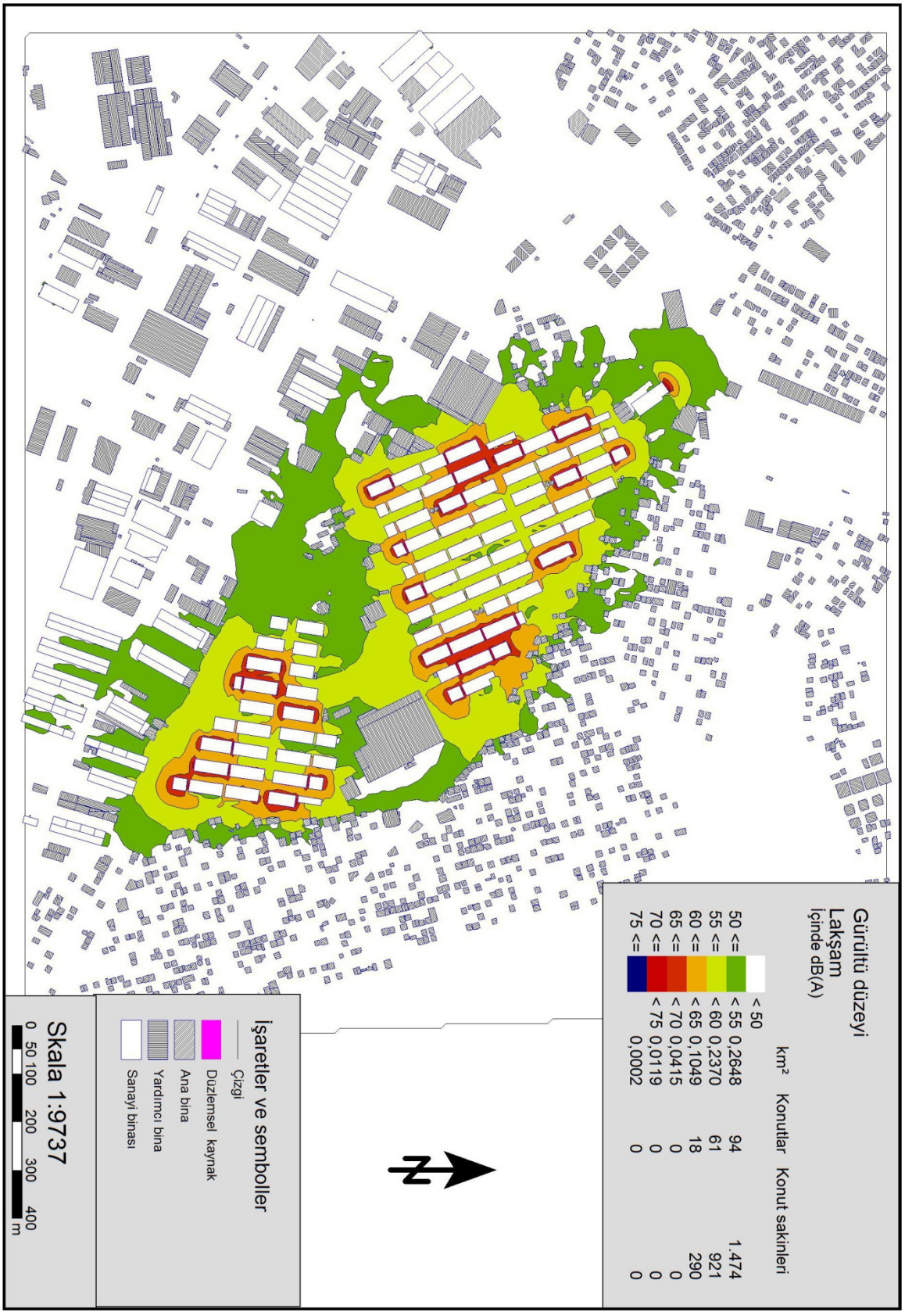


Şekil A.13 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgag

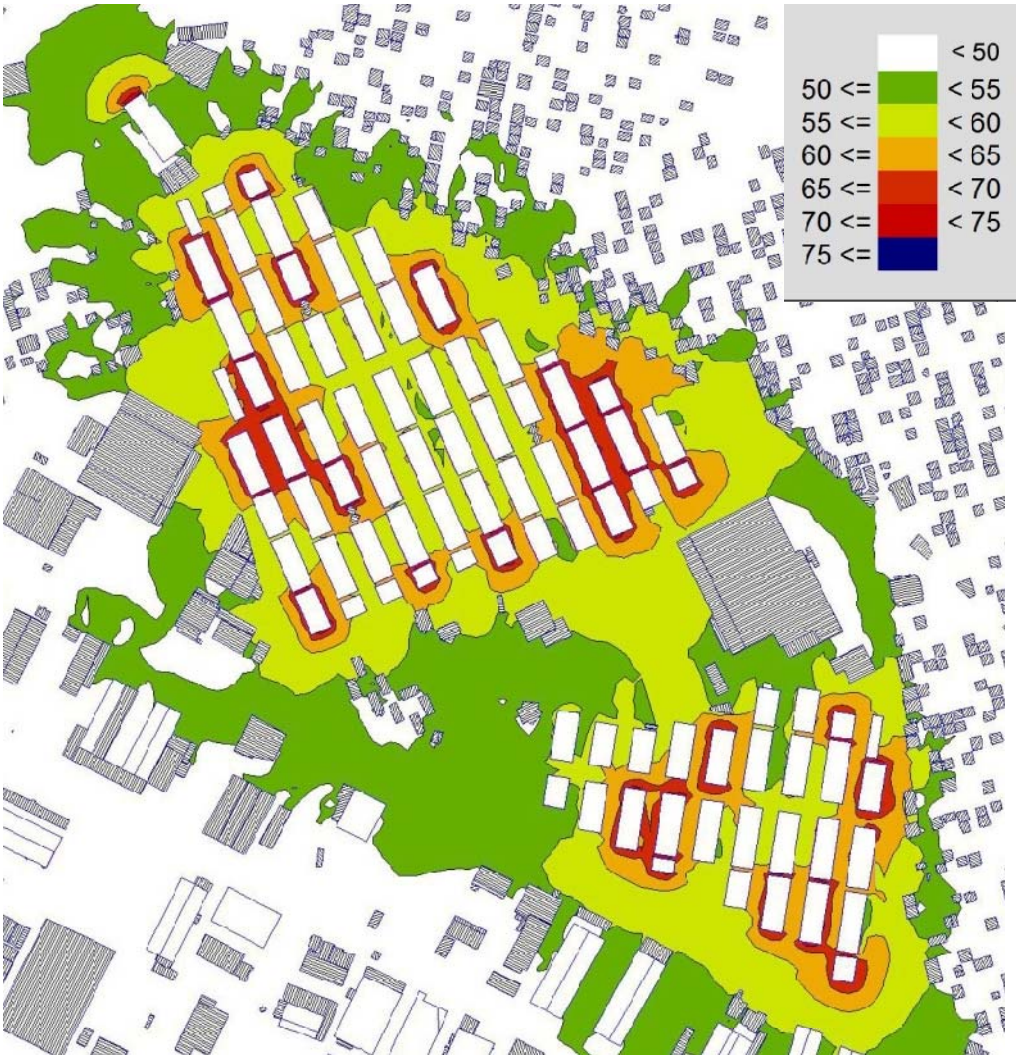


Şekil A.14 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lgag

Durum özetlenecek olursa, imalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşuluna göre hazırlanan Lgag harita sonuçlarının gürültü düzeyi düşük olmakla birlikte daha çok Atatürk caddesi ve Mimar Sinan caddesi üzerinde bulunan konut binalarını etkilemekte olduğu belirlenmiştir. Atatürk caddesindeki bazı konut binalarının 65 - 70 dBA düzeyinde gürültüye maruz kaldığı hazırlanmış olan endüstriyel gürültü haritasından anlaşılmaktadır. Genel olarak imalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması kış mevsimi koşullari içerisinde değerlendirilmektedir. Tüm kapıların kapalı olması ihtimalinin oldukça az olduğu bilinmektedir. İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşuluna göre Lgag sonuçları 480 kişinin 65 dBA ve 65 dBA üzerindeki bir gürültü düzeyine maruz kaldığını göstermiştir.

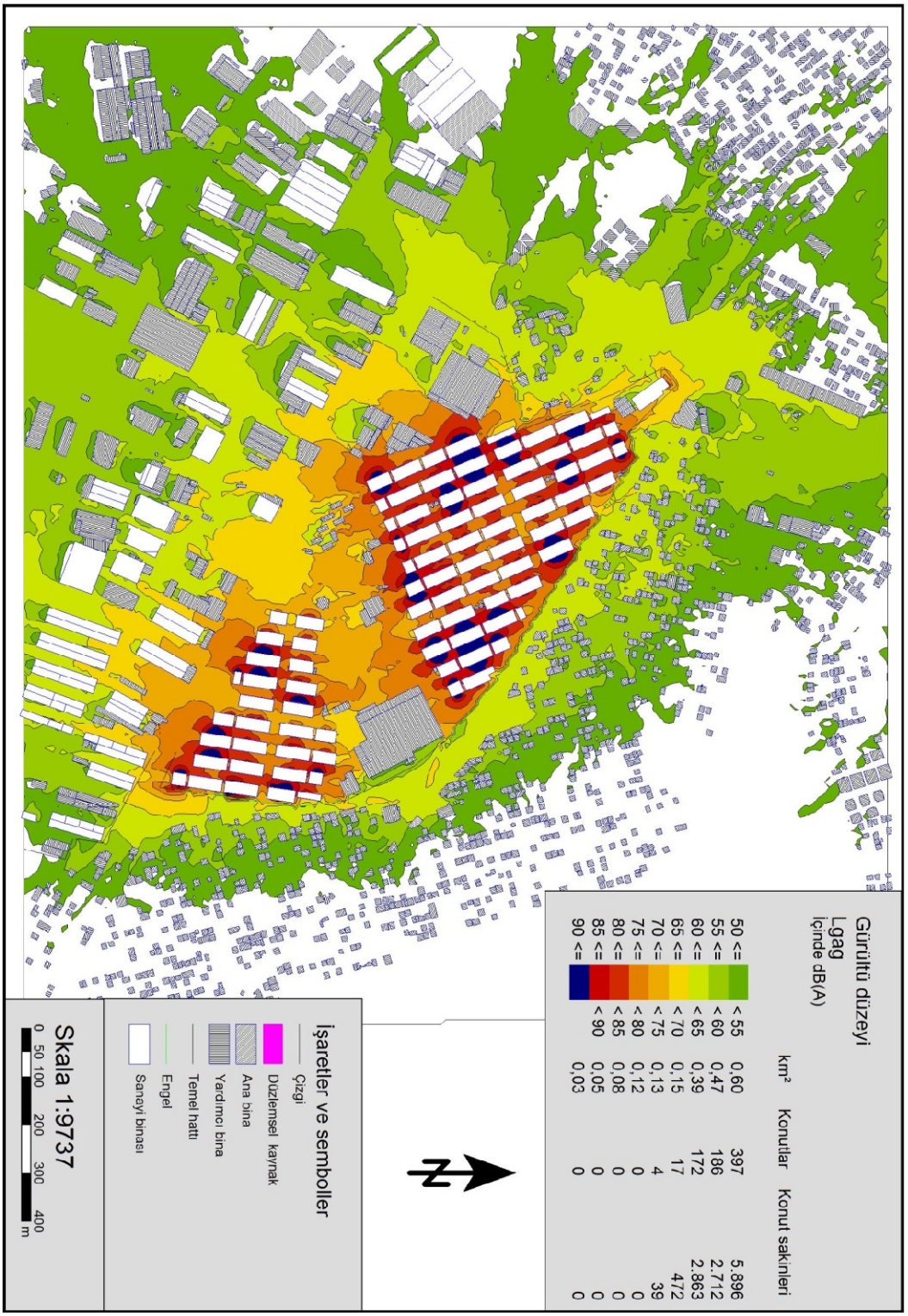


Şekil A.15 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lakşam



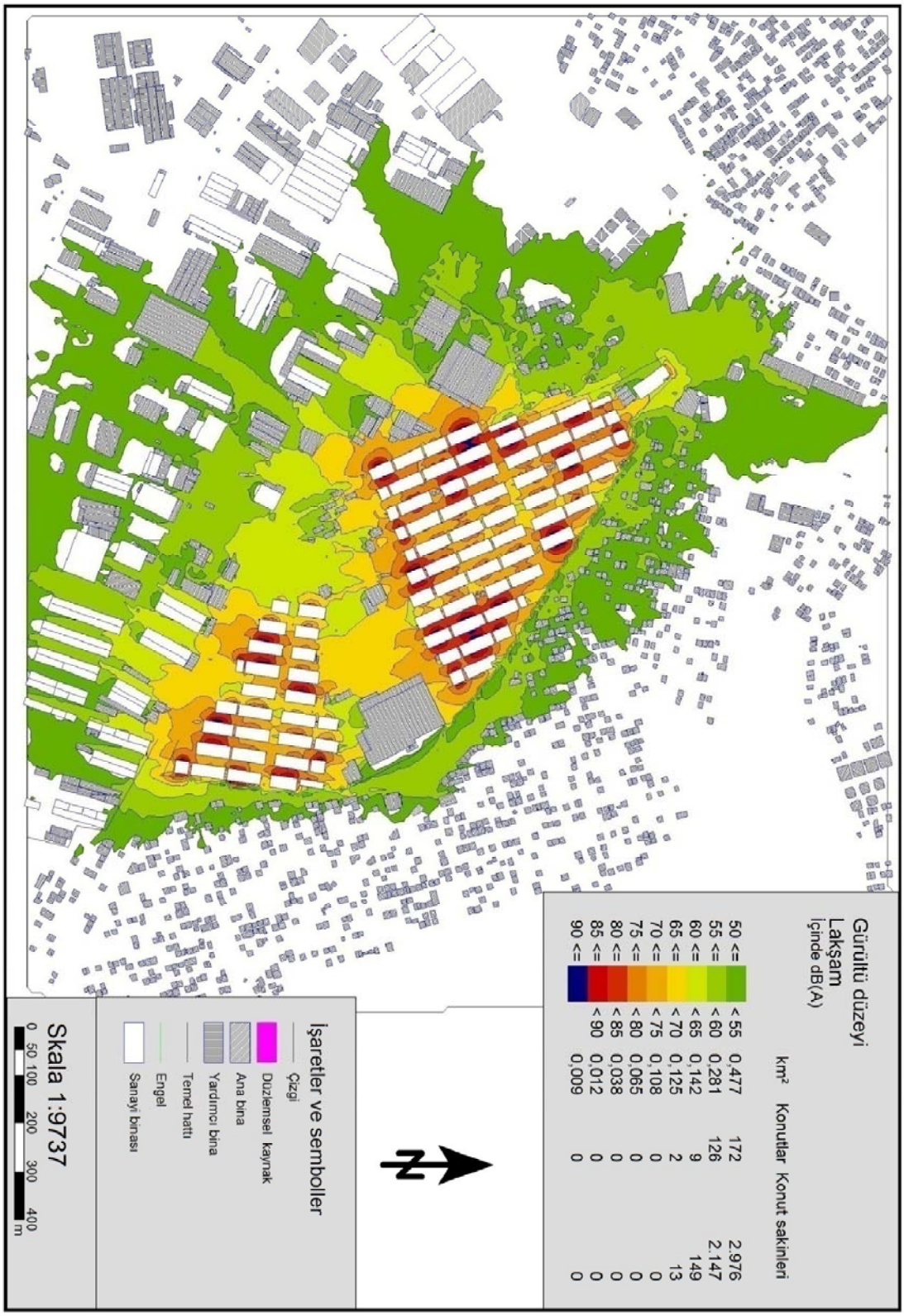
Şekil A.16 : İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulu ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları - bölgesel ve detaylandırılmış endüstriyel gürültü haritası – Lakşam

Durum özetlenmek istenirse, imalathanelerdeki tüm kapıların kapalı olması koşulunda yapılan harita çalışması sonucu Lakşam değerlendirmesinde 1211 kişinin 55 dBA düzeyi ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kaldığı belirlenmiştir. Kış koşulları içerisindeki imalathenelerin tüm kapılarının kapalı olması ve fabrika birimlerinin %20 performansla çalışması durumu verileri doğrultusunda en çok Atatürk caddesi ve Mimar Sinan caddesi üzerindeki konut binalarının etkilendiği çalışmalar sonucu elde edilmiştir. İmalathenelerdeki tüm kapıların kapalı olması kış mevsimi koşulları dahilinde meydana gelebilecek ve çok nadir karşılaşılabilecek bir durum olduğu bilinmektedir. Tüm kapıların kapalı olması sebebiyle gürültü haritasının sonuçları düşük seviyede çıkmıştır.



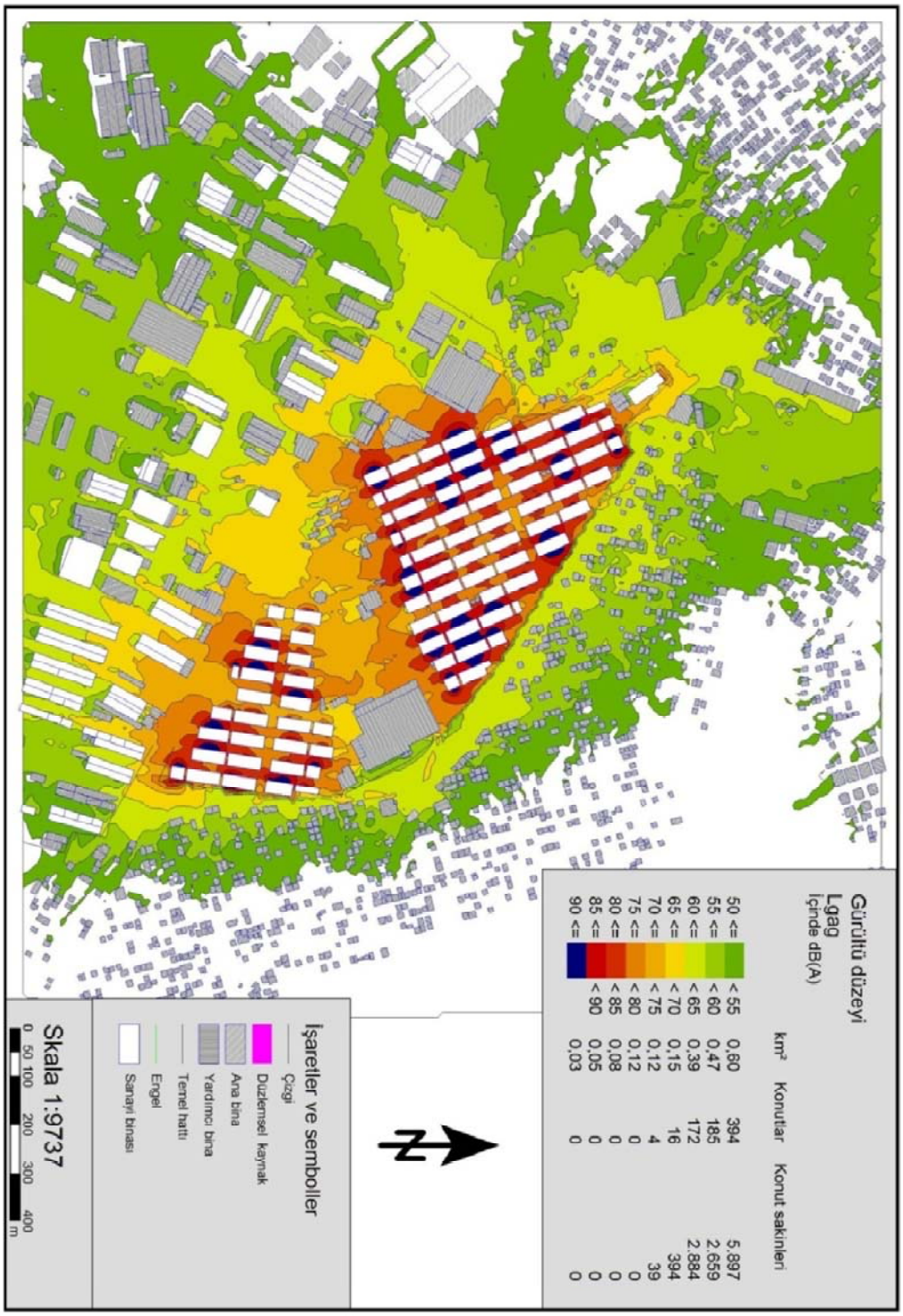
Şekil A.17 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan yansıtıcı bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgag

Yansıtıcı bariyer gürültü engeli ile gürültüye maruz kalan kişi sayısı azaltılmıştır ve yansıtıcı bariyer önerisi ile Atatürk caddesi ve Mimar Sinan caddesindeki konut birimleri endüstriyel gürültüden daha az etkilenmektedir. Yansıtıcı gürültü engeli önerisi ile Lgag aralığında sadece 511 kişi 65 dBA ve bu değerinin üzerindeki bir gürültü düzeyine maruz kalmaktadır.



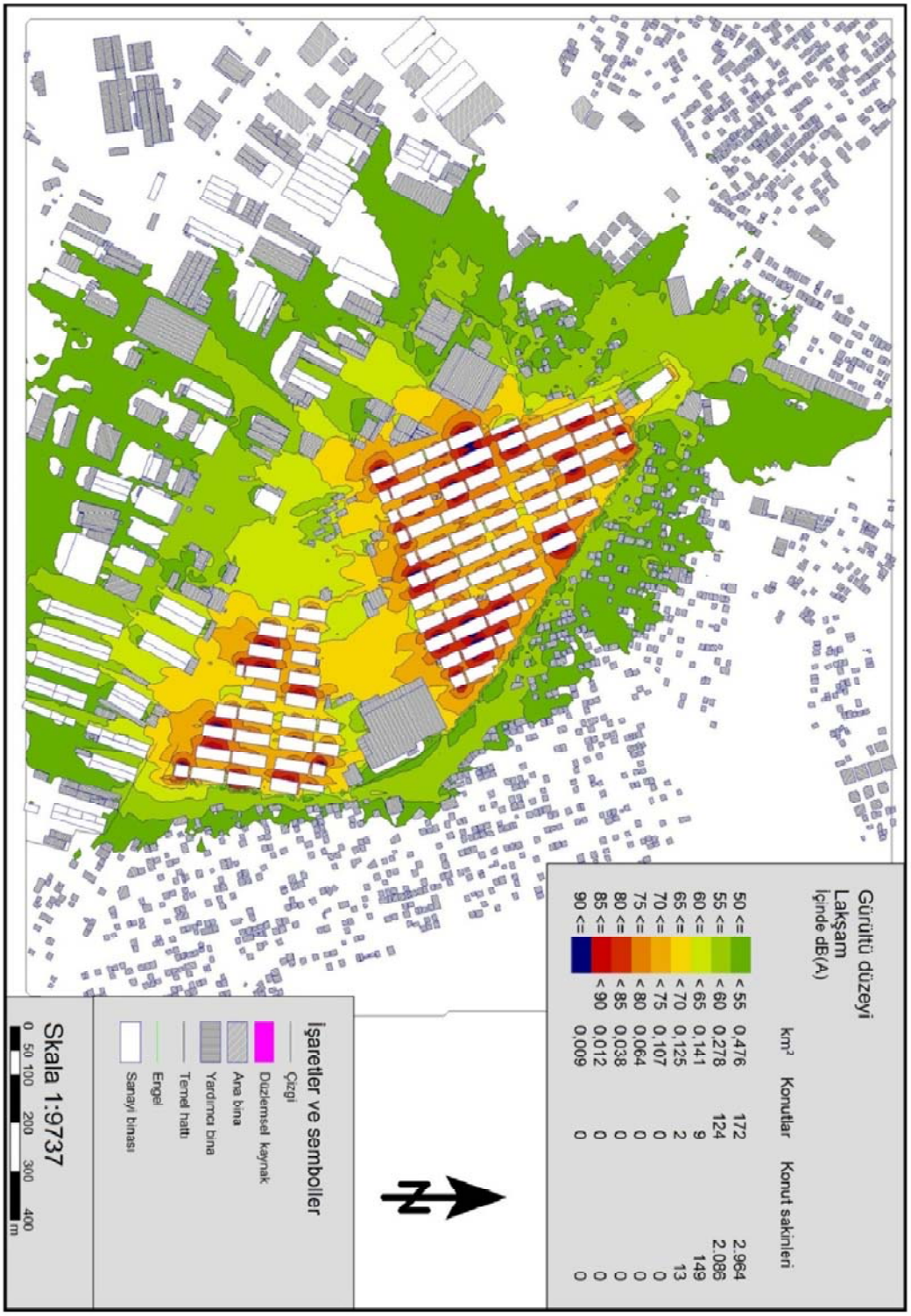
Şekil A.18 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan yansıtıcı bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lakşam

Yansıtıcı bariyer önerisi ile Lakşam aralığında gürültüye maruz kalan kişi sayısı azaltılarak işitsel konfor koşulları iyileştirilmiştir. Bu yansıtıcı bariyer önerisi ile 60 dBA ve üzerindeki gürültü düzeyine maruz kalan kişi sayısı 162 değerine indirilmiştir.



Şekil A.19 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan emici bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lgag

İşitsel konfor koşulları açısından emici bariyer önerisinin yansıtıcı bariyer önerisine göre daha iyi olduğu hesaplamalar sonucu belirlenmiştir. Emici bariyer önerisi ile Atatürk caddesi ve Mimar Sinan caddesindeki konut birimleri endüstriyel gürültüden daha az etkilenmektedir. Emici gürültü engeli önerisi ile Lgag zaman aralığında 65 dBA ve bu değerinin üzerindeki bir gürültü düzeyine sadece 433 kişi maruz kalmaktadır.



Şekil A.20 : İmalathane kapılarının %50'sinin açık olmasına göre hazırlanan emici bariyer önerisi ile yerden 4 metre yükseklikte ve 10 metre aralıklarla hesaplanan ızgara gürültü haritası sayısal sonuçları – Lakşam

Emici bariyer önerisi ile Lakşam zaman aralığında gürültüye maruz kalan kişi sayısı yansıtıcı bariyer önerisine göre daha az olmaktadır. Emici bariyer önerisi ile işitsel konfor koşulları bariyersiz ve yansıtıcı bariyerli öneri koşulundan daha iyi durumda olduğu hesaplamalar sonucu anlaşılmıştır.

EK A.2 : Des Sanayi sitesi Bünyesindeki imalathane binaları ve ilgili temel bilgiler

BİNA BLOK NO= A-01			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Güçsan endüstri malzemeleri san. ve tic. ltd. şti. ve Yücel metal (Metal kesim ve şekillendirme) (%87,5) Metal kesim ve üretim atölyesi (% 12,5)			

BİNA BLOK NO= A-02			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kaynak ve kesim	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Pelsan (Balast üretimi) (%37,5) Riello Kesintisiz Güç Kaynakları,bakımsız kuru tip aküler (akü üretim ve nakliye)(%12,5) MMT Makine metal takım san. tic. ltd. şti. (Makine tamirat,imalat)(%12,5) Güçsan saç profil san. ve tic. ltd.şti.(metal kesim)(%12,5) Onur fix montaj sistemleri (metal kesim)(%12,5) Sanayi fırını üretim yeri (metal kesim ve kaynak)(%12,5)			

BİNA BLOK NO= A-03			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kaynak, kesim ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Aslanlar demir çelik san. ve tic. ltd. şti. (metal Kesim ve kaynak) (% 100)			

BİNA BLOK NO= A-04			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Saygın metal san. ve ithalat, ihracat tic. ltd. şti. (Metal saç kesim)(%20) Koloğlu elektrostatik toz boyama (Püskürtme ile boyama) (%10) 5 M indiksiyon sistemleri (% 30) Demir korkuluk kaynak ve üretim atölyesi (%10) Düzlem metal sanayi ve ticaret (metal kaynak, kesim) (%10) Borinoks demir çelik san. ve tic. ltd. şti. (boru profil depo ve nakliyat) Boş atölye (%10)			

BİNA BLOK NO= A-05			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Mercan sac-profil-otomotiv yan sanayi ve tic. a. ş. (Metal kesim ve depolama ve satış) (%100)			

BİNA BLOK NO= A-06			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve şekillendirme	Duvar= Tuğla +sıva Çatı= Asbest oluk	% 90dolu	Çelik boru üretimi= 95,7 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Borusan boru mega metal (metal kesim, depolama ve satış) (%40) Assan alüminyum- Fersac demir saç tic. ve san. Ltd. şti.(metal levha rulolama ve kesim) (%20) Nemaksan – enjeksiyon vida ve kovaları imalatı (Montaj ve imalat) (%10) Ercan metal sac san. ve tic. ltd. şti. (metal kesim) (%10) Erkan Makine (inşaat makinesi onarım ve kaynak) (%10) Boş atölye (%10)			

BİNA BLOK NO= A-07			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
paketleme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Paketleme makinesi= 83,5 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Özdinsan - elektrik malzeme (Metal tel üretimi, montaj, pakeleme, depolama ve nakliye)(%100)			

BİNA BLOK NO= A-08			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve paketleme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Paketleme atölyesi=83,5 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Metal saç kesim ve püskürtme istemi ile metal boyama atölyesi (%10) Ergün makine (metal kesim) (%10) Karaca kaim pazarlama ve tic. ltd. şti. ve karaca aydınlatma (paketleme ve nakliyat) (%40) Perko sanayi ürünleri tic. ltd. şti. (depolama ve nakliye) (%10) Sankyo oilness makine san. ve tic. ltd. şti. (makine tamirat ve montaj)(%10) İlma metal san. ve tic. ltd. şti. (metal saç depolama ve satış) (%20)			

BİNA BLOK NO= A-09			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 55 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= EYB metal iç ve dış tic. ltd. şti. (metal saç kesim ve katlama)(%11) Gökhan metal saç. San. dış tic. ltd. şti. (sac kesim, katlama ve pres) (%11) Met Isı Ltd. Şti.-endüstriyel kazan işleri (metal kaynak ve kesim) (%11) Santaş endüstriyel fırınlar (metal kaynak ve kesim) (%11) Ar teknik makine imalat san. ltd. şti. (makine montaj ve tamirat) (%11) Boş atölye (%45)			

BİNA BLOK NO= A-10			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 55 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Ekol demir inşaat san. ve tic. ltd. şti. (depo ve nakliyat)(%11) Tora cam sanayi A. Ş.- Trakya cam (depo ve nakliyat) (%22) Orkun uluslar arası nakliyat& gümrükleme (depo ve nakliyat) (%33) Adencon endüstriyel fırınlar (metal kesim ve kaynak işleri) (%11) Boş atölye (% 23)			

BİNA BLOK NO= A-11			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 86 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Aderstahl – (metal sac kesim) (%29) Santes tic. ltd. şti. (metal kaynak ve kesim) (%14) Pratech müh. ve mak. san. tic. ltd.sti.- silindir işleri (metal kaynak ve kesim) (%14) Metmax – metal market (metal kesim) (%29) Boş atölye (%14)			

BİNA BLOK NO= A-12			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 71dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Makine montaj atölyesi (metal kesim ve kaynak) (%14) Metal san. ve tic. ltd. şti. (%14) İdm – dizayn (makine tamir) (%14) Dilmesan dilme rulo sac sanayi,(metal saç kesim) (%29) Boş atölye (%29)			

BİNA BLOK NO= A-13			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 37,5 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Fırat teknik hırdavat mak. ve kimyasan. Tic. ltd. Şti. (satış) (%12,5) Ankara hadde bakır (metal kesim ve satış) (%12,5) Kardelen makine sanayi (12,5) Boş atölye (%62,5)			

BİNA BLOK NO= B-02			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kaynak, kesim ve Isıl İşlem	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 89 dolu	Dökümhene (Erime ve Formlama) = 97,5 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Asya Isıl İşlem (Metal ısıl işlem) (%11) Esit (Trafo üretimi, kaynak ve birleştirme işlemi)(%78) Boş atölye (% 11)			

BİNA BLOK NO= B-03			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve Paketleme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Paketleme atölyesi=83,5dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Banvit (Depolama ve nakliat) (%30) Uğur plastik sanayi ve tic. ltd. şti. (Paketleme ve Kolileme) (%50) Volkan Çelik tic. san. Ltd. Şti. (metal şekillendirme ve kesim) (% 20)			

BİNA BLOK NO= B-04			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal parça üretim ve tamirat	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Schneider Elektrik – Sinerji elektrik san. ve tic. Ltd. Şti. (Tamirat) (% 50) Emes sanayi & mobilya teker(Kumlama makinası ve metal parça üretim) (%50)			

BİNA BLOK NO= B-05			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, şekillendirme ve paketleme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Kocbey metal san. ve tic. (metal saç kesim) (%10) Kartal plastik san. ve tic. ltd. şti. (Ambalajlama ve paketleme) (%30) Akpınar makine ltd. şti. (makine üretim ve montaj) (%10) Elektrik malzeme depo ve nakliye (%10) Yonca makine (metal kesim ve şekillendirme) (%30) BYK metal demrçelik saç san. ltd. şti. (%10)			

BİNA BLOK NO= B-06			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Sistem teknik (metal kesim, kaynak ve şekillendirme) (%70) Çelik profil kaynak ve kumlama atölyesi (%20) Çelik profil kesim ve şekillendirme atölyesi (%10)			

BİNA BLOK NO= B-07			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 60 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= SE yapı, çelik konstruksiyon ve metal kenetli çatı (Metal kesim) (%20) Emikon otomatik kontrol sistemleri (depo ve nakliye) (%10) Barbosan dişsiz çelik çekme boru san. ve tic. (metal kesim) (%10) Arm makine tic. ltd. şti. (Metal kesim ve büküm) (%10) BES (depo ve nakliye) (%10) Boş Atölye (%40)			

BİNA BLOK NO= B-08			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim şekillendirme ve paketleme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Uzunlar plastik (Paketleme ve kolileme) (%11) BM makine san. ve tic. ltd. şti. (depo ve nakliyat) (%22) Mekatron makine sanayi endüstriyel sistemleri (makine montaj) (%11) Encoterm endüstriyel fırın sistemleri san. ve tic. ltd. şti. (%33) Boş atölye (%22)			

BİNA BLOK NO= B-09			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve baskı	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 70 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Met metal ürünleri san. tic. ltd. şti. (cnc ve optik metal sac kesim) (%20) Metal kaynak atölyesi (%20) Intermes makine san. ve tic. ltd. şti. (metal kaynak ve kesim) (%10) Hüner elektrik (metal baskı) (%10) Aspen yapı sistemleri ve zemin market(depolama ve satış) (%10) Boş atölye (%30)			

BİNA BLOK NO= B-10			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 84 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Entel endüstriyel makine tesisleri ve san. ltd. şti. (metal kesim, kaynak) (%17) Cnc plazma flaş kesim (metal saç kesim) (%17) Enta makine sanayi ve ticaret ltd. şti. (metal kesim ve kaynak) (%17) 2. el çelik alım kaynakla ve kesim atölyesi (% 17) Full teknik makine imalat konstruksiyon san. ve tic. ltd. şti. (metal kesim, kaynak) (%16) Boş atölye (%16)			

BİNA BLOK NO= B-11			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Paketleme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 70 dolu	Paketleme atölyesi = 83,5 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Aspen Yapı sistem, aspen zemin sistemleri (depo ve nakliye)(%60) Malzeme paketleme atölyesi (%10) Boş atölye (%30)			

BİNA BLOK NO= B-12			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 80 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Aras paslanmaz (metal kesim) (%20) Ferroser (%10) Remas jeneratör (servis, montaj) (%10) Çağ demir çelik endüstri A. Ş. (depo ve nakliyat)(%10) NTC- makine ve poliüretan san. tic. ltd. şti. (%10) Güneş makine san. ltd. şti. (metal kesim ve kaynak işleri) (%10) İba metal ltd. şti. (metal kesim ve kaynak) (%10) Boş atölye (%20)			

BİNA BLOK NO= B-13			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Güneş makine sanayi ve ticaret ltd. şti. (metal kesim, kaynak ve şekillendirme) (%100)			

BİNA BLOK NO= B-14			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 90 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Norm elektrik elektronik san. ve tic. a. ş. (depo ve nakliyat) (%10) Depo olarak kullanılan atölye (%30) Altın kardeşler makine kalıp vargel- freze san. tic. ltd. şti. (Kapsamlı torna) (%20) Ufuk çelik pofil san. tic. ltd. şti (metal boru kesim ve kaynak) Rimtek metal işleme san. ve tic. A. Ş. (metal lazer kesim) (%10) Deka asansör imalat san. ve tic. ltd. şti. (montaj)(%10) Boş atölye (%10)			

BİNA BLOK NO= B-15			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 75dolu	Metal saç atölyesi= 101,7 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= A-1 soğuk metal çekme sanayi (metal kesim)(%25) Koçlu pres makine (metal kesim) (%12,5) Kuzey metal ürünleri ltd. şti. (sac kesim) (%12,5) Metal kaynak atölyesi (%25) Boş depo (%25)			

BİNA BLOK NO= B-16			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Paketleme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Paketleme atölyesi=83,5 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= İmser lojistlik hizmetleri ve tic. a. ş. (naklive ve depo) (%80) Kutlu a. ş. (naklive ve depo) (%20)			

BİNA BLOK NO= C-01			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 68	Metal saç atölyesi = 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Akfırat metal ithalat ihracat ve san. ltd. şti. (Profil kesim, depolama ve nakliye) (%17) Ünsal metal paslanmaz çelik ürünleri (metal kesim satış ve depolama) (%17) Bç buğra çelik paslanmaz mamulleri san. ve tic. ltd. şti. (depolama nakliye ve satış)(%17) Aykal kalıp makine san. tic. ltd. şti. (Metal kesim ve kaynak işleri)/%17) Boş atölye (%32)			

BİNA BLOK NO= C-02			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 70	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Baymak, homak san. tic. ltd. şti. ve hamak makine ltd. şti.(metal kesim, kaynak ve torna işleri) (%20) BUS İstanbul vinç san. ltd. şti.- vinç parça satış (depolama ve nakliye) (%10) Tekinoks paslanmaz çelik san. tic. ltd. şti. (metal kesim, depolama ve nakliyat) (%10) Birler çelik san. ve tic. ltd. şti. (metal sac rulolama ve kesim) (%30) Boş atölye (%30)			

BİNA BLOK NO= C-03			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 85	Metal saç atölyesi= 91 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Karaca pazarlama ltd. şti. (depolama ve nakliye) (%10)
Zedinoks paslanmaz çelik san. tic. ltd. şti. (depolama ve nakliye, satış) (%5)
Karaca makine san. tic. ltd. şti. (metal ac kesim ve büküm, torna) (%5)
Aslan teknik makine a. ş. (depolama ve nakliye) (%5)
Poyraz paslanmaz san. ve dış tic. ltd. şti. (depolama ve nakliyat) (%5)
Krom çelik paslanmaz ürünleri tic. san. ltd.ti. (kalın profil kesim , depolama ve nakliyat) (%10)
Serin arıtma teknolojileri, serin arıtma sistemleri san. ve tic. ltd. şti. (satış ve teknik servis) (%5)
çatı merkezi (depolama, naklye ve satış) /%5)
Can makine (torna ve freze işleri) (%5)
Doğru metali (kalın profil kesim , depolama ve nakliyat) (%5)
Karaaslan elektrik san.tic. ltd. şti. (asansör malzeme satış ve nakliye) (%5)
Dirgen demir çelik san. tic. ltd. şti. (kalın profil kesim, depolama ve satış) (%20)
Boş atölye (%15)

BİNA BLOK NO= C-04			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 60	Metal saç atölyesi= 91 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Ateş metal bilgisayarlı plantine kesim (metal kesim ve kaynak) (%5)
Isısan elicent dynair aspiratörler, şalt endüstriyel tesisat inşaat taahhüt yetkili servis (makine bakım ve onarım) (%5)
Altermak makine tamirat ve montajı (bakım ve üretim) (%5)
Yeten yakma enerji teknolojileri san. tic. ltd. şti. (depolama ve nakliye) (%5)
Baskı ve presleme atölyesi (presleme ve baskı) (%5)
Keskin çelik ve paslanmaz (sac rulo depolama ve satışı) (%5)
Yoldaş kimya iç ve dış ticaret ltd. şti. (depolama ve nakliye) (%20)
Desinoks çelik ürünleri san. ve tic. ltd. şti. (kalın profil kesim ve torna işleri)(%10)
Boş atölye (%40)

BİNA BLOK NO= C-05			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 90	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Özgen paslanmaz san. ve tic. (Cnc kesim, ince sac kesim ve kaynak) (%10) Bayrakçı demir çelik ticareti (metal kesim ve kaynak işleri) (%20) Mozaik yapı san. tic. ltd. şti. (%5) Sim metal (%5) Beycan metal havalandırma inşaat dekorasyon san. ve tic. ltd. şti. (depolama, satış ve nakliyat) (%10) Doğal metal ürünleri san. ltd. şti. (büyük profil kesim, depolamave nakliye) (%10) Musa paslanmaz ürünleri tic. ve san. ltd. şti. (depolama ve nakliyat) (%20) Özdemirler endüstri ithalat ihracat san. ve tic. ltd. şti.(sac kesim ve büküm işleri) (%10) Boş atölye (%10)			

BİNA BLOK NO= C-06			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Sergen metal dış tic. ve san. ltd. şti. (metal sac kesim ve rulolama) (%50) Ara metal, ara metal san. tic. ltd. şti. (metal kesim ve büküm) (%10) Engin metal tic. ve san. ltd. şti. (depolama ve nakliye)(%25) Element metal (kalın metal profil kesim depolama ve nakliye) (%5) Asil krom paslanmaz çelik a. ş. (depolama ve nakliyet) (%10)			

BİNA BLOK NO= C-07			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100	Metal saç atölyesi= 91 dBA
Barinoks paslanmaz (depolama ve nakliyat) (%12,5) Metal çatı (sac kesim) (%6,25) Yıldız paslanmaz, (depolama ve nakliye) (%12,5) Oya metal galvaniz san. ve tic. ltd. şti. (depolama ve nakliye) (%6,25) Altan makine hırdavat san. ve tic. a. ş. (depolama ve satış) (%6,25) Ema metal ve sac san. tic. ltd. şti. (metal kesim depo ve nakliyat) (%6,25) Güven makine – bakım ve ağır makinesi tamirat (metal kesim , kaynaklama ve tamirat) (%6,25) Sofkon elektronik ltd. şti. (satış ve tamirat işeri) (%6,25) Aydemir paslanmaz (metal kaynak ve kesim işleri) (%6,25) Visac torna atölyesi (torna) (%6,25) Yanık tesisat ve ısı san. – sanayi kazan ve depo (metal kaynak, kesim ve toz boyama) (%18,75)			

BİNA BLOK NO= C-08			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 90	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Presleme ile metal şekillendirme atölyesi (%10) Su deposu, silindir işleri kaynak ve kesim atölyesi (%10) Sülkar metal makine ltd. şti. (metal kaynak ve torna) (%10) Alt kat depo ve üst katlar ofis olan bölüm (%20) Arya metal, (profil kesim, kaynak , depolama ve nakliye) (%10) Güven paslanmaz ürünleri (depolama ve nakliyat)(%10) Ofi makine tıbbı cihazlar & mutfak makineleri (montaj ve imalat, cnc ile metal kesim ve nakliyat) (%10) Borsan metal paslanmaz çelik san. tic. ltd. şti. (metal depolama ve nakliyat) (%10) Boş atölye (%10)			

BİNA BLOK NO= C-09			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 85	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Yepa metal ürünleri san. ve tic. ltd. şti. ve pim-san makine imalat ltd. şti.(Metal kesim,kaynak, katlama ve pres) (%50) Gökseller makine (torna ve metal şekillendirme) (%20) Fora international transport, logistic depolama ve nakliye (%15) Boş atölye (%15)			

BİNA BLOK NO= C-10			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 80	Dönen öğütücü= 85,2 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Mata makine taahhüt boyama san. ve tic. ltd. şti. (depolama ve nakliyat) (%35) Aktif paslanmaz çelik san. ve tic. ltd. şti. (depolama ve nakliyat) (%10) HCM (depolama ve nakliyat) (%10) Pro-mak (makine montaj, kesim ve kaynak) (%5) Mes çetinler alüminyum (metal sac kesim ve torna işleri) (%5) Okay metal (depolama ve nakliyat) /%10) Metal kesim ve torna atölyesi (%5) Boş atölye (%20)			

BİNA BLOK NO= C-11			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, baskı ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 85	Dönen öğütücü= 85,2 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Torna atölyesi (%5)
Makine montaj metal kesim ve torna atölyesi (%5)
Öztütk makine, (kapsamlı torna) (%5)
Perkins yerkili bayi ve yücel makine servis tic. a. ş. (depolama ve nakliye) (%15)
Bey pliç altın tavukçuluk (depolama ve nakliye işleri) (%15)
Sanayi bölgesi elektik dağıtımı içen ayrılmış bölüm (%5)
Baş bayraktar pres ve makine (torna işleri) (%10)
Makine montaj, metal kesim ve kaynak atölyesi (%5)
İnan makine san. ve tic. a. ş. – makine kırıcı üretimi (metal kesim, presleme ve kaynak) (%15)
Met makine san. tic. ltd. şti. (depolama ve nakliyat) (%5)
Boş atölye (%15)

BİNA BLOK NO= C-12			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 70	Dönen öğütücü= 85,2 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Prosad , sad yapı ve profil san. dış tic. ltd. şti. (metal sac kesim ve cnc) (%5)
Torna ve freze talaşlı imalat atölyesi (%5)
Beycan metal havalandırma inşaat dekorasyon san. ve tic. ltd. şti. (Depolama ve satış) (%15)
UTS kaynak ve talaşlı imalat atölyesi (metal kesim, kaynak ve torna işleri) (%10)
Falcıoğlu (%20)
Doğuş silindir-silindir büküm , makine imalatı ve çelik konstruksiyon (metal kesim, kaynak ve şekillendirme) (%5)
Ferforje fabrikası, osged satış merkezi, (depolama ve nakliyat) (%5)
Asform metal paslanmaz çelik san. ve tic. ltd. şti. (depolama ve satış) (%5)
Boş atölye (%30)

BİNA BLOK NO= C-13			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 84	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Desa demir sac san. ve tic. ltd. şti. (Metal sac kesim, büküm , depo ve satış) (%28) Kimyasal malzeme üretim ve paketleme atölyesi, (%17) Akpınar cıvata hırdavat san. ve tic. ltd. şti. (depolama ve nakliye) (%11) Harman et (depolama ve nakliye) (%11) Es gıda (depolama ve nakliyat) (%11) Ubm makine san. Ve tic. ltd. şti (depolama ve satış) (%6) Boş atölye (%17)			

BİNA BLOK NO= C-14			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
baskı ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 70	Dönen öğütücü= 85,2 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Güneş makine san. ve tic. ltd. şti.(%7) Vesna metal profil san. dış ticaret ltd. şti. (depolama ve nakliye) (%14) Darbeli sistem ile presleme ve torna atölyesi (metal presleme ve torna) (%7) Erday endüstriyel aygıtlar san. ve tic. ltd. şti. (depolama ve satış) (%7) Vinçser (torna işleri) (%7) Akprofil metal hırdavat san. tic. ltd. şti. (depolama ve satış) (%7), İnka müh. a.ş. (%14) Derin paslanmaz metal, derin metal san. tic. ltd. şti. (%7)			

BİNA BLOK NO= C-15			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 80	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Bozkurt müh. ltd. şti. (trafo tamirat) (%10) Kardem metal san. inş. ve tic. ltd. şti. (metal kesim,depolama ve nakliyat) (%5) Ufuk yapı (%5) İnter metal profil san. ve tic. ltd. şti. (baskı ve presleme) (%5) Dermak (%10) BPW otomotiv a.ş. (depolama) (%20) Mimak mermer işleme makinaları san. ve tic. (metal kesim, kaynak ve torna) (%10) Çetin kaya metal san. ve tic. ltd. şti. (metal sac kesim, büküm ve cnc) (%10) Aras endüstriyel kont. müh. san. tic. ltd. şti. (%5) Boş atölye (%20)			

BİNA BLOK NO= C-16			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 85	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Shell madeni yağlar bölge distribütörü (depolama ve nakliyat)(%25) Burcu demir çelik cnc plazma ve oxy kesim (metal kesim) (%15) Emtel emaye tel kablo san, empa emaye tel paz. Ltd. şti. (kablo üretim ve pazarlama) (%40) Tanrıverdi metal san. ve tic. ltd. şti. (metal depolama ve nakliyat) (%5) Boş atölye (%15)			

BİNA BLOK NO= C-17			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve baskı	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 95	Metal saç atölyesi= 91 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Tudo makine – inşaat makineleri onarım ve kaynak (metal kesim kaynak ve şekillendirme)(%5)
Meloni brass (darbeli pres ve metal şekillendirme) (%5)
Boltek makine (torna işleri ve tamirat)(%5)
Makine tamirat ve kaynak atölyesi (%5)
Güneş metal demir çelik san. ve tic. ltd. şti. (kalın profil kesim ve nakliyat) (%5)
Wax İstanbul vida san. ve tic. ltd. şti. (depolama ve nakliyat) (%10)
Frumak , su deposu-tanker-kazan (metal kaynak, kesim ve ekillendirme) (%10)
Somal sac (metal sac kesim, rolalama ve nakliyat) (%50)
Boş atölye (%5)

BİNA BLOK NO= C-18			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve baskı	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 80	Metal Atölye = 105,1 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Gurup metal (metal kesim ve nakliyat) (%30)
Güçlü ticaret çelik çekme boru sanayi (metal kesim ve nakliyat) (%10)
Darbeli kalıp ile sac levha şekillendirme atölyesi (Baskı ile presleme)(%10)
Makineciler ticaret (metal kesim, kaynak ve torna) (%10)
Demka tavukçuluk ekipmanları (depolama ve nakliyat) (%10)
Hazal a. ş . (Metal kesim ve torna işleri) (%10)
Boş atölye (%20)

BİNA BLOK NO= C-19			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesme ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 66,25 dolu	Dönen öğütücü= 85,2 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Ekol paslanmaz çelik san. ve tic. ltd. şti. (Metal kesim) (%12,5) Endüstriyel etiket san. ve tic. ltd. şti. (Baskılama) (%12,5) Paketleme ve kolileme atölyesi (%12,5) Miksan makine kalıp ve yedek parça san. tic. ltd. şti. (torna işleri)(%12,5) Center dış ticaret pazarlama ltd. şti.(nakliye ve depolama) (%6,25) Boş atölye (% 33,75)			

BİNA BLOK NO= C-20			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesme, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 65 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Pata makine (%5) Carrier Ilgaz soğutma özel servis (makine tamirat) (%5) Oluşum makine san. ve tic. ltd. şti. (torna işleri ve makine montaj) (%10) Bilgin çelik dövme (metal baskı ve dövme) (%10) Deniz metal ltd. şti. (sac kesim ve büküm) (%5) Tempo spot- basket potaları (metal, kaynak ve toz boyama) (%10) Tetramak makine müh. san. ve dış ticaret ltd. şti. (torna, sac kesim ve kaynak) (%5) Ekip a.ş. (metal kaynak, kesim ve kumlama) (%15) Boş atölye (%35)			

BİNA BLOK NO= C-21			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesme, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 65 dolu	Dönen öğütücü= 85,2 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Aes ticaret a. ş. (depolama ve nakliyat) (%29)
Metal kaynak ve metal işleme atölyesi (metal kaynak ve torna) (%7)
Dsm grup (depolama) (%7)
Levent boru tic. ve san. ltd. şti. (metal kesim ve nakliyat) (%7)
Seymenler makine taşlı imalat sanayi (torna ve metal taş ve işleme) (%15)
Boş atölye (%35)

BİNA BLOK NO= C-22			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesme ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 70 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Profil iş – metal sac profil (metal sac kesme ve bukme) (%10)
Konvektör bant sanayi (depolama) (%5)
İmco endüstriyel malzeme sanayive tic. ltd. şti. (%5)
Fimak makine çelik konstrüksiyon kaynak işleri (metal kaynak, kesim ve kumlama) (%5)
Router kesme ve bükme (metal sac kesim ve katlama) (%5)
Demir iş metal paslanmaz çelik hurda (metal depolama,nakliye ve satış) (%5)
Desan paslanmaz metal ürünler san. ve tic. ltd. şti. (%5)
Vinçsan a. ş. ve karaağaç demir iç ve dış ticaret ltd. şti. (depolama ve nakliye) (%10)
Dez-kim dezenfektan hijyen (depolama ve nakliye) (%10)
Yıldırım çelik sanayi ve ticaret (Sac kesim, depolama ve nakliye) (%10)
Boş atölye (%30)

BİNA BLOK NO= C-23			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Kayalar demir çelik san. tic. ltd. şti. (metal kesim ve depolama)(%12,5) Coşkun makine inşaat turizm ve otomativ tic. ltd. şti. ve kayakıranlar iş makinaları san. tic. ltd. şti. (torna, metal kesim , kaynak ve tokmaklama) (%25) Alpine çelik makine gıda san. tic. ltd. şti. (kalın profil kesim) (%12,5) Osmanlı çelik san. tic. ltd. şti.(kalın pofil kesim ve kaynak) (%50)			

BİNA BLOK NO= C-24			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Zenoks demir çelik san. tic. ltd. şti. (depo ve nakliye)(%5) Yadigar metal (metal kesim ve torna) (%5) Isı dan'stoker kazan a. ş.(metal kaynak, kesim ve şekillendirme) (%40) Fc yedek parça san. tic. ltd. şti. (%20) ar≡s ltd. şti. (depo ve nakliyat) (%20) Öz ihtiyar torna makine yedek parça sanayi (metal kesim ve torna işleri) (%5) Ye-da makine metal elektrik inşaat san. ve tic. ltd. şti. ve kule vinç market san. (%5)			

BİNA BLOK NO= C-25			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 80 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Fermak, Ferhat makine elektronik otomasyon inşaat san.ve tic. ltd. şti.(metal kaynak, kesim) (%5) Beta çelik sanayi ve ticaret ltd. şti.(depolama ve nakliye) (%5) Cnc plazma,(torna ve cnc kesim) (%10) W.T.M. seba hidrolik kaya kıranlar Türkiye distribütörü (depolama ve nakliye)(%10) Kesinoğlu lezzet dünyası Anadolu bölge müdürlüğü (depolama ve nakliye)(%20) Endüstriyel teknik sistemler makine sanayi ve mühendislik ltd. şti.(metal kaynak ve dövme)(%10) Este demir çelik hırdavat san. ve tic. ltd. şti. (metal kaynak ve kesim)(%20) Boş atölye (%20)			

BİNA BLOK NO= C-26			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Baskı kalıp	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 50 dolu	Kalıp üretim (baskılama)= 88,3 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Teknik spor malzeme ve tekstil san. ltd. şti. (%25) Tekstil baskı atölyesi (%25) Boş atölye (%50)			

BİNA BLOK NO= C-27			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 82 dolu	Dönen öğütücü= 85,2 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Çağrı metal, (metal sac büküm, kaynak ve kesim)(%8)
İrem kalıp, cnc – frezee (metal kesim ve torna) (%8)
Gama kimya arıtım san. ve dış ticaret ltd. şti. (depolama ve nakliye) (% 17)
Saba transfornatör – regulatör, elektronik makine san. tic. ltd. şti. (tamirat ve montaj) (%8)
Yonca metal paslanmaz (metal kesim ve kaynak) (%8)
Çoşkun makine, inşaat turizm ve otomotiv san. tic. ltd. şti. ve kayakıranlar iş makineleri san. ve tic. ltd. şti., Türkiye genel distributörü (malzeme kesim ve kaynak) (%17)
Saç kesm atölyesi (%8)
Mks makine kalıp sanayi, (torna işleri) (%8)
Boş atölye (%18)

BİNA BLOK NO= C-28			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Arsan sanayi kazan ve cihazları san. ltd. şti. (metal kaynak, kesim ve şekillendirme) (%5)
Ergin metal-çelik konstruksiyon – tank işleri (metal kaynak, kesim ve şekillendirme) (%5)
Sun metal ve sanayi mamulleri ltd. şti ve tesla asenkron motor ltd. şti.(%5)
Metal torna atölyesi (%5)
Erma metal enjeksiyon döküm san. ve tic. ltd. şti. (metal kesim) (%10)
Cide makine ve çelik konstrüksiyon imalat ltd. şti(metal kaynak,kesim ve şekillendirme) (%20)
Cnc ve torna atölyesi(%10)
Aslan branda ve tente sistemleri (üretim,depo ve satış) (%10)
Krom tel sanayi ve ticaret (metal kesim ve kaynak) (%10)
Xypex waterprofing by cristalization, topsit a. ş. (depolama ve nakliyat) (%15)
Alda dondurulmuş gıda san. paz. Tic. ltd. şti.(depolama ve nakliyat) (%5)

BİNA BLOK NO= C-29			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 90 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Birleşik metal & ısıl işlem (kalın profil metal kesim) (%50) Metal işleme atölyesi (depolama ve nakliyat) (%20) Ceylan makine, büyük makine imalat ve montaj(metal kesim ,kaynak ve montaj) (%20) Boş atölye (%10)			

BİNA BLOK NO= C-30			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Pratech müh. ve makine san. ve ticaret ltd. şti.(metal kaynak, kesim, montaj ve torna işeri)(%100)			

BİNA BLOK NO= C-31			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 70 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Tst lazer kesim (Metal kesim) (%10) Çelik profil kesim ve kaynak atölyesi (%10) Gama kimya arıtım san. müh. ve dış tic. ltd şti. (%5) Nural assan panel – galvaniz – alüminyum yetkili bayı (%5) Depo olarak kullanılan bölüm (%40) Boş atölye (%30)			

BİNA BLOK NO= D-01			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve baskı	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Mer metal demir (depolama ve nakliyat) (%16) Royal metal paslanmaz çelik, paslanmaz saç (metal kesim depolama) (%17) Güven iş san. ve tic. ltd. şti.- tank işleri(metal kesim ve kaynak işleri) (%17) Seç metal makine ve çelik konstrüksiyon imalatı (presleme ile metal şekillendirme, metal kesim ve kaynak) (%50)			

BİNA BLOK NO= D-02			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve paketleme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Paketleme atölyesi=83,5dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= SD metal çelik boru – çelik ithalat toptan ve perakende (metal malzeme paketleme, depo ve nakliyat) (%50) Assan alüminyum – özdal yassı (depolama ve nakliye) (%25) Kaan cıvata (%5) Mayıs makine kompresör san. ve tic. ltd. şti. (Metal kaynak, kesim-spiral)ve kumlama)(%15) Karaca hırdavat (pazarlama) (%5)			

BİNA BLOK NO= D-03			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 85 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Tanay dış tic. turz. inş. a. ş. (depolama ve nakliyat)(%40) Gökler metal kaplama san. Tic. ltd. şti. (depolama ve satış)(5) Öz makine - sanayi makineleri (Torna) (%15) Uygun metal – bakır çinko, alüminyum pazarlama (depolama, nakliyat ve satış)(%5) Öz er – demir çelik san ve tic. ltd.şti.(depolama ve nakliyat) (%5) Tesmak, testere ve makine sanayi tic. ltd. şti. (depolama ve satış) (%5) İnce inşaat san. Ltd. şti. (metal kesim ve kaynak işleri) (%10) Tevsan inşaat sanayi (metal kaynak ve kesim) (%5) Tam çelik (Profil kesim ve kaynak) (%5) Boş atölye (%5)			

BİNA BLOK NO= D-04			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 85 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Atak metal (metal sac kesim ve rulolama) (%15)
Özçelikler metal sanayi, özçelik servis merkezi metal san. tic. ltd. şti. (metal kesim, depolama ve nakliyat) (%10)
Baysal metal paslanmaz, (metal kesim ve nakliyat) (%10)
Yükseller metal san. tic. a. ş. (metal sac kesim, depolama ve nakliyat)(%10)
3K metal inşaat turz. otomotiv san. tic. ltd. şti. (metal boru kesim, depolama ve nakliyat) (%10)
Kablo kanalı kesim atölyesi (metal kesim ve kaynak) (%5)
Levent kimya san. ve tic. a. ş. (depolama) (%15)
Şener torna san. ve tic. ltd. şti (Torna ve cnc kesim) (%5)
Tasarım metal ferforje (metal kaynak ve kesim) (%5)
Boş atölye (%15)

BİNA BLOK NO= D-05			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 60 dolu	Dönen öğütücü= 85,2 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Mapa çelik konstrüksiyon imalat montaj-tank kazan silindir işleri (metal kesim, kaynak ve şekillendirme) (%10)
Ulus çelik metal hırdavat inş. malz. pazar. san. tic. ltd. şti. (depo, nakliyat ve satış) (%5)
Ebro artmaturen (depo ve nakliyat) (%5)
Metaks metal aksesuar san. tic. ltd. şti. (metal kesim ve kaynak) (%5)
Kardeş çelik paslanmaz mamulleri ve fittings (Torna işleri)(%10)
Yetkin a. ş. (depo ve nakliye) (%10)
Global inşaat san. tic. ltd. şti.(kalın profil metal kesim, metal saç kesim ve rulolama) (%10)
Özdemirler endüstriyel paslanmaz (profil kesim, depo,nakliyat ve satış) (%5)
Boş atölye (%40)

BİNA BLOK NO= D-06			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 64 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Hocaoğulları dekoratif demir imalatı (metal kaynak ,presleme ve tokmaklama, torna) (%14) Ortaklar hidrolik makine san. tic. ltd. şti. (kapsamlı torna işleri, metal kesim ve şekillendirme) (%50) Boş atölye (%36)			

BİNA BLOK NO= D-07			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 95dolu	Dönen öğütücü= 85,2 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Mumak makine san. ve tic. ltd. şti. (%20) Mizan çelik san ve tic. ltd. şti. (torna- freze, taşlama işleri) (%5) Assan alüminyum – özgür yassı metal (depolama ve nakliyat) (%5) Mepaş paslanmaz çelik tic. san. ltd. şti. (metal sac kesim – lazer) (%15) Güler pres (Torna işleri) (%5) Viçser (Torna işleri) (%5) Presleme atölyesi (Presleme) (%5) Anadolu metal san. tic. ltd. şti. (metal kesim ve nakliye) (%15) Çanak metal - toptan hurdacı (depolama ve nakliyat)(%10) Simelsan elektrik taahhüt san. ve tic. a. ş. (%10) Boş atölye (%5)			

BİNA BLOK NO= D-08			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Eksen kalıp (metal torna ve şekillentirme) (%25) Erdem makine müh. tic. ve san. ltd. şti. (metal kaynak ve kesim, makine montaj)(%25) Öz metal paslanmaz (depolama ve nakliye) (%25) Boran metal san ve tic. (metal kesim ve büküm) (%25)			

BİNA BLOK NO= D-09			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Özbay paslanmaz metal mamülleri imalat san. tic. ltd. şti. (sac kesim ve presleme) (%33) Torna ve metal işleme atölyesi (%17) Çelik metal (kalın profil ve sac kesim ve rulolama) (%33) Köşe metal konstrüksiyon ve vinç sanayi (%17)			

BİNA BLOK NO= D-10			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Çelik boru üretimi= 95,7 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Amonyak çelikleri ve endüstri donanımları tic. ve san. ltd.şti.(kalın profil kesim) (%40) Emin elektrik sanayi ve ticaret ltd. şti. (elektrik pano imalat) (%40) Teknomar elekrik elektronik tah. San. ve tic. ltd. şti. (elektrik pano imalat ve elektrostatik toz boyama) (%20)			

BİNA BLOK NO= D-11			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 64 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Metal ve cam atölyesi(depolama ve nakliyat)(%14) Gül Burak metal (sac kesim ve depolama)(%7) Tekin kalıp & döküm san. ve tic. ltd. şti. (metal presleme, kesim ve kaynak) (%43) Boş atölye (%36)			

BİNA BLOK NO= D-12			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Üç el pres mak. san. ve tic. ltd. şti. (metal kesim ve torna işleri)(%5) Özkan hidrolik makine sanayi (metal kesi ve torna)(%10) Makine torna atölyesi (torna)(%5) Lazermak (metal kalın, ince sac kesim)(%20) Akpolat metal ltd. şti. (metal sac kesim ve katlama)(%10) Metal demir çelik ticateri (Metal kalın sac ve profil kesim) (%10) Ulaş metal demir çelik sanayi ticaret, (sac kesim ve büküm işleri) (%20) Tepe paslanmaz çelik metal mamulleri san. tic. ltd. şti. (depolama ve nakliyat) (%20)			

BİNA BLOK NO= D-13			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 80 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= İnoksform paslanmaz çelik boru bağlantı elemanları (depo ve nakliyat)(%10) Erdal makine (Torna-freze ve montaj) (%10) Torna atölyesi (torna – borveg) (%10) Kalyon çelik dış ticaret ltd. (metal kesim ve kaynak) (%20) Anadolu metal (metal kesim ve nakliyat) (%20) İnce sac nakliye ve depo atölyesi (%5) Reco inşaat san. tic. ltd. şti. (Profil kesim, depolama ve nakliyat) (%5) Boş atölye (%20)			

BİNA BLOK NO= D-14			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 80 dolu	Dönen öğütücü= 85,2 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Ateş cıvata bağlantı elemanları imalatı (torna ve şekillendirme) (%15)
Arge makine paslanmaz ve boru ek parçaları imalat san. ve tic. ltd. şti. (metal kesim ve kaynak)(%5)
Makser kesimhane ve ekipmanları san. ve tic. ltd. şti. (metal kesim) (%15)
Meram endüstri tesisleri san. ve tic. (torna ve freze, pres baskı , metal kesim,kaynak)(%15)
Timtaş makine otomativ sanayi ve ticaret ltd. şti. (Torna işleri) (%10)
Cp piliç Anadolu bölge müdürlüğü sevkiyat deposu (Depolama ve nakliyat) (%10)
Kessan makine sanayi (makine montaj, metal kesim ve kaynak) (%10)
Boş atölye (%20)

BİNA BLOK NO= D-15			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 85 dolu	Dönen öğütücü= 85,2 dBA

İlgili blokta çalışan şirketler=
Torna atölyesi (Torna ve cıvata işleri) (%5)
Metal pres-torna atölyesi (Torna işleri) (%10)
Asge metal-(depolama ve nakliyat) (%5)
Cihan metal sanayi ve tic. ltd. şti. (metal sac kesim ve depolama) (%5)
MP hidrolik otomasyon san. ve tic. ltd. şti.- Marmara bölge bayi (torna) (%10)
Metal pres makine san. ve tic. ltd.şti. (Metal presleme ve torna) (%10)
Üçler demir çelik san. ve tic. ltd. şti. (kalın profil kesim ve kaynak) (%10)
Mavitrans (depo ve nakliye) (%10)
Bortes tesisat sistemleri san ve tic. ltd. şti. (metal kaynak ve kesim) (%10)
Efor pano müh. elektrik otomasyon san. ve dış tic. ltd. şti. (Pano üretim) (%5)
Lal iç ve dış tic. ltd. şti. (depolama ve nakliye) (%5)
Boş atölye (%15)

BİNA BLOK NO= D-16			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Çetin metal dilme sanayi ve ticaret ltd. şti. (metal sac kesim ve rulolama) (%100)			

BİNA BLOK NO= D-17			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= ADS mühendislik (%17) Temsan paslanmaz çelik mamülleri (depo,nakliye ve satış)(%33) Eriş metal demirçelik ürünleri tic. ltd. şti. (Profil kesim) (%33) Smart soğutma suyu arıtma tesisleri taahüt ltd. şti. (%17)			

BİNA BLOK NO= D-18			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 55 dolu	Dönen öğütücü= 85,2 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Mert metal hurdacı bakır alım satım (depo ve nakliyat) (%10) Çöge metal- (depo e nakliye) (%5) Borweg makine yedek parça san. (torna işleri) (%10) Tempa makine dış tic. a. ş. (torna işleri ve metal kesim) (%10) Nuh metal hurdacılık (depo ve nakliye) (%5) Tecer çelik boru san. ve tic. ltd. şti.(metal kesim) /%15) Boş atölye (%45)			

BİNA BLOK NO= D-19			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 80 dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Kosmos cam (cam kesim, depo ve nakliyat)(%20) Nisa metal cnc kesim ve düküm (sac kesime ve katlama)(%15) Mat teknik plastik(%10) Reterm endüstriyel elektronik ve makine san. ve tic. ltd. şti. (metal sac kesim-cnc) (%5) Bulgu müh. Asansör san tic. ltd. şti. (metal kesim, kaynak) (%10) Metal sac ve kesim atölyesi (%20) Boş atölye (%20)			

BİNA BLOK NO= D-20			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 95dolu	Metal saç atölyesi= 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Kolsan çelik konstrüksiyon san. tic. ltd. şti. (metal kesim ve kaynak) (%10) Abs servis- dalgıç pompa üretimi (montaj) (%10) Üç el press (sac kesim, kaynak)(%10) Vida, cıvata ve ankraj malzemeleri üretim atölyesi (torna) (%10) Torna atölyesi (%5) Pres kalıp şekillendirme atölyesi (darbe gürültüsü) (%5) Enverler metal sanayi ve ticatet (metal sac kesim ve pres) (%45) Boş atölye (%5)			

BİNA BLOK NO= D-21			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Boğaziçi metal san. ve tic. ltd. şti. (metal kesim ve kaynak) (%37,5) Mesan metal mamülleri san. ve tic. ltd. şti. (cnc ile sac kesim ve kaynak) (%25) Nemasis ısıtma soğutma ve otomasyon sistemleri san. tic. ltd. şti.- buzdolabı üretim (metal kaynak ve kesim)(%37,5)			

BİNA BLOK NO= D-22			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Kalıp üretim 88,3 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Güçtay elektrik sanayi ve ticaret a. ş. (bobinaj , armatür üretim ,montaj ve nakliye) (%50) Engin metal (depo ve nakliye) (%10) İnta (depo ve nakliye) (%30) Boş atölye (%10)			

BİNA BLOK NO= D-23			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Erkan ltd. şti-kalöfer kazanları, buhar kazanları, hidrofor (metal kaynak ve kesim) (%30) Metal baskı ltd. şti.- metal enjeksiyon presleri- makine parça üretim(metal kesim ve şekillendirme) (%60) Boş atölye (%10)			

BİNA BLOK NO= D-24			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Çelik boru üretim= 95,7 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Engin metal tic. ve san. ltd. şti. (metal boru kesim , depo ve nakliyat) (%100)			

BİNA BLOK NO= D-25			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve kaynak	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 84 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Som çelik paslanmaz,(metal kesim) (%29) Ürün paketleme atölyesi (%14) ATM beyaz eşya sanayi parçaları san. ve tic. ltd. şti. (metal kesim, kaynak, tozboyama) (%43) Boş atölye (%14)			

BİNA BLOK NO= D-26			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim ve torna	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Dönen öğütücü= 85,2 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Er-ler dış ticaret a. ş. Ve er-tek a. ş. (depolama ve nakliye) (%78) Esvan vana sanayi ve tic. ltd. şti. (metal kesim ve torna işleri) (%11) A-bir metal plastik kalıp san. tic. ltd. şti. (Metal kesim) (%11)			

BİNA BLOK NO= D-27			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 57dolu	Kalıp üretim= 88,3 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Siemens – star elektrik pano sanayi ve tic. ltd. şti. (pano üretim) (%57) Boş atölye (%43)			

BİNA BLOK NO= D-28			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim, kaynak ve şekillendirme	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Asbest oluk	% 90 dolu	Metal Atölye = 105,1 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Arslan metal san. ve tic. (çelik kesim) (%10) As metal inşaat sanayi ve tic. ltd. şti. (metal kesim ve kaynak) (%10) Aras paslanmaz (metal kesim) (%10) Hasyavuzlar ithalat ihracat ve demir çrlik san. ltd. şti. (metal sac kesim) (%10) Arşe basınçlı döküm ve kalıp makine san. tic. ltd. şti.(metal kaynak ,kesim ve darbeli şekillendirme) (%20) Engin metal (rulo sac kesim ve depolama) (%30) Boş atölye (%10)			

BİNA BLOK NO= D-29			
Gürültü Kaynağı Türü	Genel Kabuk Detayı	Binanın Aktif Kullanılma Oranı	Ses Gücü Düzeyi (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Metal kesim	Duvar= Tuğla-sıva üzeri giydirme Çatı= Asbest oluk	% 100 dolu	Metal saç atölyesi = 91 dBA
İlgili blokta çalışan şirketler= Korkmaz gurup –ar as sait ölçün- aras çelik ltd. şti. (metal saç kesim ve katlama) (%100)			

EK A.2 : Des Sanayi sitesinin dışında blunan imalathane binaları ve İlgili temel Bilgiler

DES SANAYİ SİTESİNİN DIŞINDA BULUNUN İMALATHANE BİNALARI			
BİNA İSMİ	GÜRÜLTÜ KAYNAĞI TÜRÜ	CEPHE DETAYI	SES GÜCÜ DÜZEYİ (Genel anlamda kabul edilecek olan)
Siloson Silo ve Boru Sanayi	Metal kesim ve kaynak işleri	Duvar= Tuğla +Sıva Çatı= Aspest oluk	Metal Atölye= 105,1 dBA
Eroğlu Mekanik Sanayi	Boş ve kiralık	Duvar=Tuğla + Sıva Çatı= Betonarme düz çatı	YOK
Mis İstanbul Tesisleri	Hurdacıların depolama ve satış işleri	Duvar=Tuğla + sıva Çatı= Kiremit	YOK
Tansaş Anadolu Yakası Deposu	Depolama ve nakliyat	Duvar= Gazbeton kalıp duvar Çatı= Metal kenetli çatı	YOK
Promed Metal	Depolama, nakliye ve paketleme	Duvar= Tuğla +Sıva Çatı= Aspest oluk	Paketleme Atölyesi= 83,5 dBA
Coca Cola fabrikası	Depolama ve nakliye	Duvar= Tuğla + sıva Çatı= Metal kenetli çatı	YOK
Tezgüller Makina	Parça üretim ve montaj	Duvar= Sandeviç panel Çatı= Betonarme düz çatı	Dönen Öğütücü= 85,2 dBA
İmser nakliyat	Depolama, gümrükleme ve nakliyat	Duvar=Trapez levha Çatı=Trapez levha	YOK
Santa Tarım A. Ş.	Depolama, nakliye ve satış	Duvar=Sandeviç panel Çatı=Sandeviç panel	YOK
Rozi Kağıt ve Temizlik Ürünleri	Üretim, paketleme ve depolama	Duvar= Tuğla +Sıva Çatı= Betonarme düz çatı	Paketleme Atölyesi= 83,5 dBA
UNO Ekmek Fabrikası	Üretim, depolama ve nakliye	Duvar= Trapez levha Çatı = Trapez levha	Fabrika üretim=91,7 dBA
Tavsan Tavukçuluk	Depolama ve nakliyat	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Aspest oluk	YOK
Köytür Tavukçuluk	Depolama ve nakliyat	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Aspest oluk	YOK
Sarıtaş Paslanmaz Çelik Sanayi	Metal sac kesim ve rulolama	Duvar= Sandeviç Panel Çatı= Sandeviç Panel	Metal sac atölyesi= 91 dBA

Arsan Kauçuk Plastik makine san. tic. A.Ş.	Üretim	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı = Betonarme düz çatı	Kalıp Üretim= 88,3 dBA
İMA Çelik	Metal kesim, depolama ve nakliye	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Aspest oluk	Metal sac atölyesi= 91 dBA
Kadosan Oto Sanayi Sitesi	Otomotiv yedek parça ve tamirat işleri	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Aspest oluk	Metal sac atölyesi= 91 dBA
Dilek Group Gıda	Üretim, paketleme ve nakliyat	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Trapez levha	Paketleme Atölyesi= 83,5 dBA
Beybi Plastik Fabrikası	Üretim,Paketleme ve nakliyat	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Trapez levha	Paketleme Atölyesi= 83,5 dBA
Phılıps Tv Fabrikası	Üretim ve Montaj	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Betonarme düz çatı	Kablo Fabrikası= 92,6 dBA
Özşahin suni kösele Sanayi	Üretim	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Trapez levha	Kalıp Üretim= 88,3 dBA
Aslanlar Press Döküm	Metal Pres ve döküm	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Betonarme düz çatı	Dökümhne= 97,5 dBA
Sinter Metal A. Ş.	Metal Kesim	Duvar= Sandeviç Panel Çatı= Sandeviç Panel	Metal sac atölyesi= 91 dBA
Türk Philips Ticaret Merkez Deposu	Depolama ve nakliyat	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Betonarme düz çatı	YOK
SPS Metal Sac.San. Tic. Ltd. Şti.	Metal kesim ve torna	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Kiremit	Dönen Öğütücü= 85,2 dBA
Yılmazlar Kablo Fabrikası	Kablo Üretim	Duvar= kompozit panel +Tuğla + Sıva kaplama Çatı= Metal kenetli çatı	Kablo fabrikası= 92,6 dBA
Bilfen Egzoz Fabrikası	Egzoz Üretim	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Aspest oluk	Kalıp Üretim= 88,3 dBA
ABB Elektronik Fabrikası	Üretim ve Montaj	Duvar= Sandviç Panel Çatı= Sandviç Panel	Kablo Fabrikası= 92,6 dBA
Yassan Boru Fabrikası	Çelik boru üretim	Duvar= Trapez levha Çatı= Betonarme düz çatı	Çelik Boru üretim= 95,7 dBA
Türksa Yedek Parça ve Makine Sanayi	Makine parça üretim ve montaj	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Aspest oluk	Dönen Öğütücü= 85,2 dBA

Standart Pompa Sanayi	Pompa Üretim	Duvar= Tuğla + Sıva+ taş kaplama Çatı= Betonarme düz çatı	Kalıp Üretim= 88,3 dBA
UMUR - 1	Baskı makinesi ve matbaa	Duvar= Cam giydirme cephe Çatı= Metal Kenetli Çatı	Baskı Firması= 95 dBA
UMUR -2	Baskı makinesi ve matbaa	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Metal Kenetli Çatı	Baskı Firması= 95 dBA
Mert Akışgan Gücü	Parça üretim	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Düz betonarme çatı	Dönen Öğütücü= 85,2 dBA
USD Ekzoz	Egzoz Üretim	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Aspest oluk	Kalıp Üretim= 88,3 dBA
Metro Elektronik	Kablo Üretim	Duvar= Sandviç Panel Çatı= Sandviç Panel	Kablo fabrikası= 92,6 dBA
Demka	Metal profil depolama ve nakliyat	Duvar= Sandviç Panel Çatı= Aspest oluk	YOK
Düzey Pazarlama	Depolama ve nakliye	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Aspest oluk	YOK
Damak Kahve Fabrikası	Depolama ve nakliyat	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Düz betonarme çatı	Fabrika üretim=91,7 dBA
Tam trans antrepo	Depolama ve Nakliye	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Aspest oluk	YOK
ROYAL CONTA	Torna işleri	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Aspest oluk	Dönen Öğütücü= 85,2 dBA
Alarko Carier	Depolama ve nakliyat	Duvar= Sandviç Panel Çatı= Metal kenetli çatı	YOK
İzocam Tekiz Tesisi	Depolama ve nakliyat	Duvar= Sandviç Panel Çatı= Betonarme düz çatı	YOK
Bilsat Anten Sanayi	İmalat	Duvar= Trapez levha Çatı= Aspest Oluk	Kablo Fabrikası= 92,6 dBA
Apeks Makina	Depolama	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Metal Kenetli Çatı	YOK
Alp Ambalaj ve matbaacılık	Pres ve matbaa	Duvar= Sandviç Panel Çatı= Sandviç Panel	Baskı Firması= 95 dBA
Tamsa A. Ş.	Depolama ve nakliyat	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Aspest oluk	YOK

Başak Lojistik	Depolama ve nakliye	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Aspest oluk	YOK
Hafele	Showroom, depolama	Duvar= Cam giydirme Çatı= Betonarme düz çatı	YOK
Penta	Depolama	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Betonarme düz çatı	YOK
İsmet Tarman İş Merkezi	İş yerleri, depolama ve pazarlama	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Betonarme düz çatı	YOK
Güncar Plastik	Depolama ve nakliyat	Duvar= Tuğla + Sıva Çatı= Kiremit kaplama	YOK



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Tarık Serhat Bozkurt

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul / 11-01-1984

Adres: Ümraniye, İstanbul

Lisans Üniversite: İstanbul Teknik Üniversitesi