İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE ŞANTİYE GÜRÜLTÜSÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ : BİR KONUT ŞANTİYESİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Deniz BEŞİKTEPE

Anabilim Dalı: MİMARLIK

Programı: ÇEVRE KONTROLÜ VE YAPI TEKNOLOJİSİ

HAZİRAN 2007

ÖNSÖZ

Hızla ilerleyen teknolojiyle birlikte artan çevre kirliliği problemleri, tüm sektörlerde olduğu gibi inşaat sektöründe de ele alınması gereken problemlerin başında gelmektedir. Gürültü kirliliği sorunu özelinde, şantiye alanlarının ana çevresel gürültü kaynaklarından biri olması ve kentsel yerleşmelere yakınlaşması gibi sebeplerden dolayı, şantiye alanlarındaki gürültü sorunu daha da ciddi irdelenmesi gereken bir konu olmuştur.

Bu çalışmada çevresel gürültü kaynaklarından biri olan şantiye gürültüsü yasal mevzuatlarla birlikte bir örnek uygulama çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Tez ve yüksek lisans çalışmalarım süresince bana değerli katkıları, hoşgörüsü ve sabrı ile yön veren Tez Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Sevtap YILMAZ DEMİRKALE' ye teşekkürlerimi sunarım. Mimarlık Bölümü Araştırma Görevlisi Mine AŞÇIGİL' e deneysel ölçüm çalışmaları aşamasındaki desteği ve yardımları için teşekkür ederim.

Tüm öğrenim hayatım ve yüksek lisans çalışmalarım boyunca bana her konuda destek olan sevgili aileme; tez çalışmalarım süresince gösterdikleri hoşgörü ve yardımlar için AKTÜRK Yapı Endüstrisi ve Tic. A.Ş yönetici ve çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

MAYIS 2007 **Deniz BEŞİKTEPE**

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **v**
TABLO LİSTESİ **vi**
ŞEKİL LİSTESİ **viii**
SEMBOL LİSTESİ **x**
ÖZET **xi**
SUMMARY **xii**

1. GİRİŞ **1**

2. İNŞAAT SEKTÖRÜNÜN TÜRKİYE'DEKİ DURUMU **3**

2.1 İnşaat Sektörü ve Üretiminin Genel Özellikleri 3

2.2 Türkiye'de İnşaat Sektörü 4

2.3 Türk İnşaat Sektöründe Gürültü 5

3. GÜRÜLTÜNÜN SERBEST ALANDA YAYILMASI, ETKİLERİ VE GÜRÜLTÜ GÖSTERGELERİ **6**

3.1 Sesin Serbest Alanda Yayılması, Etkileyen Faktörler ve Gürültü Kaynakları 6

3.1.1 Sesin Serbest Alanda Yayılması 6

3.1.2 Sesin Serbest Alanda Yayılmasını Etkileyen Faktörler 9

3.1.3 Şantiye Gürültü Kaynakları ve İş Makinaları 14

3.2 Gürültünün İnsan Üzerindeki Etkileri, Gürültü Göstergeleri ve Denetim İlkeleri 18

3.2.1 Gürültü ve İnsan Üzerindeki Etkileri 18

3.2.2 Gürültü Göstergeleri 21

3.2.3 Şantiye Alanlarında Gürültü Denetimi İlkeleri 24

4. ŞANTİYE GÜRÜLTÜSÜNÜN YASAL MEVZUAT VE ULUSLARARASI KURULUŞLARIN YAKLAŞIMLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ **29**

4.1 Türkiye'de Yasal Süreç ve Yönetmelikler 29

4.1.1 2872 Sayılı Çevre Kanunu 29

4.1.2 4857 Sayılı İş Kanunu 30

4.1.3 Çevre ve Orman Bakanlığı Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği 30

4.1.4 Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Gürültü Yönetmeliği 32
4.1.5 Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Yapı İşlerinde Sağlık ve Güvenlik Yönetmeliği 33
4.1.6 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü 33
4.2 Avrupa Birliği Standartları ve Direktifleri 35
4.3 Uluslararası Çevre ve Sağlık Kuruluşlarının Gürültü Yaklaşımı 39
4.3.1 WHO (World Health Organization) Dünya Sağlık Örgütü 39
4.3.2 OSHA (U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration) Amerika Birleşik Devletleri Çalışma Bakanlığı Meslek Güvenliği ve Sağlığı İdaresi 41
4.3.3 EPA (U.S. Environmental Protection Agency) Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma İdaresi 42
4.3.4 HUD (U.S. Department of Housing and Urban Development) Amerika Birleşik Devletleri İskan ve Kentsel Kalkınma Departmanı 44
5. ŞANTİYE GÜRÜLTÜSÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN YAPILAN ÖRNEK ÇALIŞMA 46
5.1 Proje ve Şantiye Hakkında Genel Bilgi 46
5.2 Gürültü Ölçüm Yöntemi 47
5.2.1 TS 9315 ISO 1996 –1 Akustik–Çevre gürültüsünün tarifi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi.Bölüm1: temel büyüklükler ve değerlendirme işlemleri 48
5.2.2 TS 9798 Akustik–Çevre Gürültüsünün tanımlanması ve ölçülmesi.Arazi kullanımında meydana gelen gürültülerle ilgili verilerin elde edilmesi 50
5.2.2.1 Uzun Vadeli Seviye Hesap Yöntemleri 50
5.2.2.2 Akustik Verilerin Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi 52
5.3 Gürültü Ölçümlerin Değerlendirilmesi 54
5.3.1 Gürültü Ölçüm Tekniği 54
5.3.2 Ölçümler Sırasında Hakim olan Şartlar 56
5.3.3 Sayısal Veriler 58
6. SONUÇ 94
KAYNAKLAR 96
EKLER 97
ÖZGEÇMİŞ 105

KISALTMALAR

GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
İNTES	: Türkiye İnşaat Sanayicileri İşveren Sendikası
TTS	: Temporary Threshold Shift
NIPTS	: Noise – Induced Permanent Threshold Shift
EC	: European Community
ISO	: International Standarts Organization
IEC	: International Electrotechnical Commission
CEC	: Council of the European Community
CEN	: European Committee for Standardization
CE	: Conformity of Europe
ANSI	: American National Standarts Institute
WHO	: World Health Organization
OSHA	: U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration
EPA	: U.S. Environmental Protection Agency
HUD	: U.S. Department of Housing and Urban Development

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 3.1	Bazı İş Makinalarının Yaklaşık Gürültü Seviyeleri ……	18
Tablo 3.2	Frekanslara Bağlı İşitme Eşikleri…….	20
Tablo 4.1	Şantiye Alanı İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri..…….	31
Tablo 4.2	İnşaatlarda Kazık Çakma ve Benzeri Titreşim Yaratan Operasyonların ve İnşaat Makinelerinin En Yakın Yapının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri (1 Hz- 80 Hz arasındaki frekans bantlarında)……..	32
Tablo 4.3	Dünya Sağlık Örgütü Gürültü Sınır Değerleri…….	41
Tablo 4.4	OSHA Çalışma Saatlerine Göre Gürültü Sınır Değerleri.……	42
Tablo 4.5	Ölçülen değerlere ilave edilebilecek farklı durumlar için düzeltme faktörleri…….……..…….	44
Tablo 4.6	HUD tarafından belirlenen Çevresel Gürültü Seviyesi Kriteri..….	45
Tablo 5.1	Gürültü Haritası İçin Kullanılacak Renkler…….	53
Tablo 5.2	23.01.2007 tarihi İstanbul için Hava Koşulları Sayısal Değerler….	56
Tablo 5.3	24.01.2007 tarihi İstanbul için Hava Koşulları Sayısal Değerler….	57
Tablo 5.4	04.12.2006 tarihi İstanbul için Hava Koşulları Sayısal Değerler….	57
Tablo 5.5	23.01.2007 1. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri……..	60
Tablo 5.6	23.01.2007 2. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri……..	61
Tablo 5.7	23.01.2007 3. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri……..	62
Tablo 5.8	23.01.2007 4. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri……..	63
Tablo 5.9	23.01.2007 5. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri……..	64
Tablo 5.10	23.01.2007 6. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri……..	65
Tablo 5.11	24.01.2007 7. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri……..	67
Tablo 5.12	24.01.2007 8. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri……..	68
Tablo 5.13	24.01.2007 9. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri……..	69
Tablo 5.14	24.01.2007 10. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri……..	70
Tablo 5.15	24.01.2007 11. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri……..	71
Tablo 5.16	24.01.2007 12. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri……..	72

Tablo 5.17 23.01.2007 1. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri…….. 74
Tablo 5.18 23.01.2007 2. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri…….. 75
Tablo 5.19 23.01.2007 3. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri…….. 76
Tablo 5.20 23.01.2007 4. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri…….. 77
Tablo 5.21 23.01.2007 5. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri…….. 78
Tablo 5.22 23.01.2007 6. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri…….. 79
Tablo 5.23 24.01.2007 7. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri…….. 81
Tablo 5.24 24.01.2007 8. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri…….. 82
Tablo 5.25 24.01.2007 9. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri…….. 83
Tablo 5.26 24.01.2007 10. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri…….. 84
Tablo 5.27 24.01.2007 11. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri…….. 85
Tablo 5.28 24.01.2007 12. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri…….. 86
Tablo 5.29 12 saat $L_{gündüz}$ ve 9 saat $L_{gündüz}$ değerleri ……..…….. 87
Tablo 5.30 Ölçüm noktalarındaki trafik gürültüsü L_{eq} değerleri (dB)……..……..... 93

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1	**:**	Deneysel Tüp İçinde Akustik Yayılma.....	7
Şekil 3.2	**:**	Nokta Kaynaktan Sesin Yayılması.....	8
Şekil 3.3	**:**	Çizgi Kaynaktan Sesin Yayılması.....	9
Şekil 3.4	**:**	Coğrafi Veri Kavramsal Bileşenleri.....	9
Şekil 3.5	**:**	Sınır Bölgede Sesin Kırılması.....	11
Şekil 3.6	**:**	Sıcaklık ve Yayılma İlişkisi.....	12
Şekil 3.7	**:**	Düzlem Yüzeyden Yansıma.....	13
Şekil 3.8	**:**	Kırılarak Yayılma Etkisi.....	14
Şekil 3.9	**:**	Paletli Ekskavatör.....	15
Şekil 3.10	**:**	Hidrolik Kırıcılı Ekskavatör.....	16
Şekil 3.11	**:**	Loder.....	16
Şekil 3.12	**:**	Kamyon.....	17
Şekil 3.13	**:**	Kule Vinç.....	17
Şekil 5.1	**:**	Örnek Şantiye Alanı Ulaşım Planı.....	46
Şekil 5.2	**:**	Proje Genel Vaziyet Planı.....	47
Şekil 5.3	**:**	23.01.2007 1. Ölçüm Noktası.....	60
Şekil 5.4	**:**	23.01.2007 2. Ölçüm Noktası.....	61
Şekil 5.5	**:**	23.01.2007 3. Ölçüm Noktası.....	62
Şekil 5.6	**:**	23.01.2007 4. Ölçüm Noktası.....	63
Şekil 5.7	**:**	23.01.2007 5. Ölçüm Noktası.....	64
Şekil 5.8	**:**	23.01.2007 6. Ölçüm Noktası.....	65
Şekil 5.9	**:**	23.01.2007 tarihli 12 saat $L_{gündüz}$ değerleri grafiği.....	66
Şekil 5.10	**:**	24.01.2007 7. Ölçüm Noktası.....	67
Şekil 5.11	**:**	24.01.2007 8. Ölçüm Noktası.....	68
Şekil 5.12	**:**	24.01.2007 9. Ölçüm Noktası.....	69
Şekil 5.13	**:**	24.01.2007 10. Ölçüm Noktası.....	70
Şekil 5.14	**:**	24.01.2007 11. Ölçüm Noktası.....	71
Şekil 5.15	**:**	24.01.2007 12. Ölçüm Noktası.....	72
Şekil 5.16	**:**	24.01.2007 tarihli 12 saat $L_{gündüz}$ değerleri grafiği.....	73
Şekil 5.17	**:**	23.01.2007 1. Ölçüm Noktası.....	74
Şekil 5.18	**:**	23.01.2007 2. Ölçüm Noktası.....	75
Şekil 5.19	**:**	23.01.2007 3. Ölçüm Noktası.....	76
Şekil 5.20	**:**	23.01.2007 4. Ölçüm Noktası.....	77
Şekil 5.21	**:**	23.01.2007 5. Ölçüm Noktası.....	78
Şekil 5.22	**:**	23.01.2007 6. Ölçüm Noktası.....	79
Şekil 5.23	**:**	23.01.2007 tarihli 9 saat $L_{gündüz}$ değerleri grafiği.....	80
Şekil 5.24	**:**	24.01.2007 7. Ölçüm Noktası.....	81
Şekil 5.25	**:**	24.01.2007 8. Ölçüm Noktası.....	82
Şekil 5.26	**:**	24.01.2007 9. Ölçüm Noktası.....	83
Şekil 5.27	**:**	24.01.2007 10. Ölçüm Noktası.....	84

Şekil 5.28 : 24.01.2007 11. Ölçüm Noktası..... 85
Şekil 5.29 : 24.01.2007 12. Ölçüm Noktası..... 86
Şekil 5.30 : 24.01.2007 tarihli 9 saat $L_{gündüz}$ değerleri grafiği..... 87
Şekil 5.31 23.01.2007-24.01.2007 12 Saatlik Değerler..... 88
Şekil 5.32 : 23.01.2007 tarihli 1.nokta L_{eq} değerleri grafiği..... 89
Şekil 5.33 : 23.01.2007 tarihli 2.nokta L_{eq} değerleri grafiği..... 89
Şekil 5.34 : 23.01.2007 tarihli 3.nokta L_{eq} değerleri grafiği..... 89
Şekil 5.35 : 23.01.2007 tarihli 4.nokta L_{eq} değerleri grafiği..... 90
Şekil 5.36 : 23.01.2007 tarihli 5.nokta L_{eq} değerleri grafiği..... 90
Şekil 5.37 : 23.01.2007 tarihli 6.nokta L_{eq} değerleri grafiği..... 90
Şekil 5.38 : 23.01.2007 tarihli 7.nokta L_{eq} değerleri grafiği..... 91
Şekil 5.39 : 23.01.2007 tarihli 8.nokta L_{eq} değerleri grafiği..... 91
Şekil 5.40 : 23.01.2007 tarihli 9.nokta L_{eq} değerleri grafiği..... 91
Şekil 5.41 : 23.01.2007 tarihli 10.nokta L_{eq} değerleri grafiği..... 92
Şekil 5.42 : 23.01.2007 tarihli 11.nokta L_{eq} değerleri grafiği..... 92
Şekil 5.43 : 23.01.2007 tarihli 12.nokta L_{eq} değerleri grafiği..... 92

SEMBOL LİSTESİ

W	**:** Kaynak Gücü
I	**:** Ses Şiddeti
r	**:** Dairesel alanın yarıçapı
dB	**:** Logaritmik Ses Seviyesi
Hz	**:** Sesin Frekans Birimi
$\mathbf{L_{eq}}$	**:** Eşdeğer Sürekli Ses Basınç Düzeyi, dB
T	**:** Zaman
SEL	**:** Ses Etkilenme Düzeyi
$\mathbf{L_{peak}}$	**:** Tepe Ses Basinç Düzeyi, dB
$\mathbf{L_{max}}$	**:** Maximum Ses Basinç Seviyesi
$\mathbf{L_1}$	**:** Ölçüm Zamanının %1'lik Diliminde Ölçülen Ses Basınç Seviyesi
$\mathbf{L_{10}}$	**:** Ölçüm Zamanının %10'luk Diliminde Ölçülen Ses Basınç Seviyesi
$\mathbf{L_{50}}$	**:** Ölçüm Zamanının %50'lik Diliminde Ölçülen Ses Basınç Seviyesi
$\mathbf{L_{90}}$	**:** Ölçüm Zamanının %90'lık Diliminde Ölçülen Ses Basınç Seviyesi
dBA	**:** A Ağırlıklı Ses Seviyesi
$\mathbf{L_{gündüz}}$	**:** 07:00-19:00 Saat Diliminde Ölçülen Ses Basınç Seviyesi
$\mathbf{LC_{max}}$	**:** Darbe Ses Basınç Seviyesi
$\mathbf{L_{WA}}$	**:** Ses Gücü Seviyesi
$\mathbf{L_{PA}}$	**:** Ses Basinç Seviyesi
$\mathbf{CF_{DN}}$	**:** Düzeltme Faktörü
$\mathbf{L_{NP}}$	**:** Gürültü Kirlilik Seviyesi
σ	**:** A Ağırlıklı Seviyelerde Standart Sapma
$\mathbf{L_{Aeq}}$ **,LT**	**:** Uzun Vadeli Ortalama Ses Seviyesi
$\mathbf{L_{Ar}}$ **,LT**	**:** Uzun Vadeli Ortalama Değerlendirme Seviyesi

ÖZET

Araştırma, teknoloji, planlama, organizasyon ve denetim bütünlüğü ile verilen her hizmette kalite, verimlilik ve güvenlik inşaat sektörünün belirleyici unsurları haline gelmiştir. Ülkemizdeki en büyük ve hareketli sektörlerden biri olan inşaat sektörü, ekonomimiz içindeki büyük payıyla birlikte birçok sektörü de beraberinde etkilemektedir. Sürekli faaliyette olan bir sektör olarak zaman zaman yaşanan krizlerden ilk önce etkilenmesi ile de ülke ekonomisindeki dalgalanmalara yön vermektedir.

İstenmeyen nitelikteki ses olarak tanımlanan gürültü, dalgalar halinde yayılmasına karşın; görünmemesi, kokmaması, herhangi bir kalıntısı olmaması ve hava yoluyla iletilerek çok geniş alanlardaki etkisiyle diğer çevre kirliliği kaynaklarından ayrılmaktadır.

Çevresel gürültü kaynakları arasında yer alan şantiye gürültüsü, özellikle son yıllarda şantiye alanlarının kentsel yerleşme alanları içinde sıklıkla yer alması sebebiyle önemli bir konu haline gelmiştir.

İnşaat sektöründe şantiye faaliyetleri sırasında gürültüye sebep olan temel kaynaklar iş makinaları ve uygulama alanında kullanılan diğer ekipmanlardır. Tez çalışması kapsamında şantiye gürültüsü, yönetmelikler kapsamındaki hükümler ve deneysel bir çalışma ile değerlendirilmiştir.

Tez çalışmasında giriş bölümü, çalışmanın değerlendirildiği tüm kriterlerle birlikte yapılma amacına ve çalışmaya duyulan gereksinime ayrılmıştır.

İkinci bölümde inşaat sektörünün genel özelliklerinden bahsedilmiş, Türkiye'de inşaat sektörünün mevcut durumu ile son yıllardaki hızlı artışı anlatılmış ve Türk inşaat sektöründe şantiye gürültüsü yaklaşımı ile yapılan çalışmalara değinilmiştir.

Üçüncü bölümde; gürültünün ve gürültü kaynaklarının temel özellikleri, şantiye gürültü kaynakları, gürültü göstergeleri ve şantiye alanlarındaki temel denetim ilkeleri teorik veriler ile anlatılmıştır.

Dördüncü bölüm; şantiye gürültüsü ile ilgili Avrupa Birliği kapsamındaki çalışmalar, standartlar ve yaklaşımlar; uluslarası çevre ve sağlık kuruluşlarının çalışmaları ile ülkemizdeki yasal mevzuat hükümlerine ve yönetmeliklere ayrılmıştır.

Beşinci bölüm örnek (deneysel) çalışmanın yapıldığı ve sayısal verilerin aktarıldığı bölümdür. Burada konut projesi ve şantiye alanı hakkında genel bilgi verilmiş, gürültü ölçüm yöntemi ve kullanılan standartlar açıklanmış ve ölçümler sonucu elde edilen değerler sayısal veriler halinde sunularak değerlendirilmiştir.

Sonuç bölümünde; yapılan örnek çalışma ve hesaplamalar sonucu elde edilen ölçüm verilerinin örnek şantiye alanı özelinde çalışmanın temel amacı olan yasal sınırlar ile karşılaştırma yorumu yapılmıştır.

SUMMARY

Quality, productivity, and security in services delivered by research, technology, planning, organization, and control integration become the characteristics of construction industry. Construction industry is one of the most active and major sectors of our country. Due to this property, it affects all other sectors with the major proportion in our national economy. It also gives a direction to fluctuations emerged in national economic structure with its characteristics of the first industry affected by the economic crisis.

Even though spreading out through the waves, noise, described as an undesirable sound, is separated from other environmental pollution sources through its effects in wide areas on account of its invisibility and having no smell and remainder.

Currently building site noise indicated a source of environmental noise became more important since building sites have been established into urban areas.

Main noise sources in building sites are constructional machines and other equipment which are used during the site activity. In this study, building site noise was analyzed with an experimental study in the light of main noise sources and legal regulations.

In the first chapter, with the assessment criteria, the main purpose of this study is presented. In the second chapter, general characteristics and present conditions of construction industry in Türkiye is described with the effect of development recently and the construction site noise approach is dealed with some relevant case studies.

In the third chapter, main properties of noise and noise sources, description of construction site noise sources, noise parameters and the main noise control principles on construction sites are explained along with theoretical data.

Fourth chapter is about the legal and international studies about construction site noise. Also, studies in European Union, standards and directives, approaches of

international health and environmental foundations and regulations of our country are examined in this chapter.

In the fifth chapter, experimental measurement study is discussed together with quantitative data. General information about construcion site and residental project, measurement method, relevant guide standards and measurement values are explained and evaluated with the presented quantitative data.

In the final chapter, experimental studies' results and calculation methods are evaluated in the scope of experimental construction site. Values are discussed and commented along with the legal limits for construction site noise.

1. GİRİŞ

İnşaat sektörünün gelişimi sırasında diğer sektörleri de büyük ölçüde etkilemesi, ciddi bir ekonomik kriz atlatan ülkemizin şu anki ekonomik ve sektörel hareketlenmelerinden de rahatlıkla gözlenebilmektedir. Özellikle konut sektöründe yaşanan hızlı değişimler ve yatırımlardaki artışla beraber, şantiye alanları şehir merkezlerine doğru ilerlemiş ve bu ilerlemeyle birlikte şantiye faaliyetleri de yaşam alanlarına dahil olmaya başlamıştır.

Bu gelişimin etkisiyle beraber üretim sektörleri içinde en büyük iş gücüne ve açık alanlardaki ağır üretim teknolojisi gibi karakteristik özelliklere sahip olması sebebiyle, şantiye alanları pek çok çevresel kirlenme faktörünü de barındırmaktadır.

Tüm bileşenleriyle kent yaşamını ve doğal çevreyi olumsuz yönde etkileyen faaliyetler içeren şantiye alanlarında, kentsel yaşamı ve yaşamsal konforu en fazla etkileyen unsur gürültü faktörüdür. Şantiye alanlarında yoğun bir şekilde çalışan büyük kapasiteli iş makinalarının çalışmaları esnasında çıkardıkları gürültü ve diğer tüm faaliyetlerin toplam gürültü düzeyi günlük yaşam konforu açısından oldukça rahatsızlık vericidir. Anlık olarak artış gösteren bu gürültünün, uzun vadede hem fiziksel hem de ruhsal sağlık açısından sakıncalı olduğu pek çok bilimsel çalışmada vurgulanmıştır.

Tüm dünyada önemle ele alınan gürültü konusu ve etkileri ile ilgili pek çok bilimsel çalışma yapılmakta ve bu çalışmalar ışığında yasal zorunluluklar getirilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gürültü ile ilgili kapsamlı çalışmalar yürütmekte ve pek çok rehber kaynak yayınlamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Meslek Güvenliği ve Sağlığı İdaresi (OSHA) çalışanlar için yönetmelikler yayınlayarak, çalışma saatlerine göre maruz kalınacak gürültü düzeylerini belirlemiştir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma İdaresi (EPA) , Amerika Birleşik Devletleri İskan ve Kentsel Kalkınma Departmanı (HUD) gürültü ile ilgili yaşama ve çalışma alanlarında sınır değerler belirlemiştir.

25 Haziran 2002 tarihinde Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 2002/49/EC Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Direktifi'ni kabul etmiştir. Direktifin temel amacı Avrupa Birliği ülkelerindeki gürültü problemini durdurmaya yönelik temel esaslar ve yöntemlerle ilgili uygulama ilkelerini belirlemektir. Bu direktif

dışında gürültü problemi ile ilgili pek çok farklı alanda çalışma grupları projeler yürütmektedir.

Ülkemizde daha önce yürürlükte olan ve 11.12.1986 tarihli ve 19308 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Gürültü Kontrol Yönetmeliği" 'nin yerine 07.07.2005 tarih ve 25862 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren ve 25.06.2002 tarihli 2002/49/EC direktifine paralel olarak hazırlanan "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği" kabul edilmiştir. Yönetmelik inşa edilmiş ve edilecek alanlarda, parklarda veya yerleşim alanları içindeki diğer sakin olunması gereken gürültüye duyarlı alanlarda (hastane, okul ve benzeri) ve diğer gürültülü yoğun bina ve alanlarda, insanların maruz kaldıkları çevresel gürültüler ile titreşimin yapılarda oluşturduğu hasarlara ilişkin esas ve kriterleri kapsamaktadır.

Bununla birlikte Çevre Kanunu, İş kanununu ve İşçi Sağlığı İş Güvenliği tüzüğünde gürültüye özellikle değinilmiş; Çalışma Bakanlığı Gürültü Yönetmeliğinde çalışanların maruz kalabileceği limit gürültü değerleri ve maruziyet süreleri belirtilmiştir. Ülkemizde Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nin yayınlanmasından sonra, üniversitelerde sertifika programları ve Çalışma Bakanlığı bünyesinde faaliyet gösteren İş Sağlığı ve İş Güvenliği Müdürlüğünün, kişisel bilincin yükselmesi ve şantiye alanlarında işçi sağlığı ve iş güvenliği konularında daha hassas ve bilinçli çalışmaların yürütülmesi açısından önemli çalışmalar başlamıştır.

Tez kapsamında inşaat sektörünün karakteristik özellikleriyle birlikte kentsel gelişmesi dikkate alınarak önemli bir rahatsızlık kaynağı olan gürültü, yasal mevzuatlar kapsamında çevresel gürültü kriteri olarak değerlendirilmiştir. Şantiye sahası içinde yapılan ölçümlerin öncelikli amacı şantiye alanı içinde faaliyet gösteren iş makinalarının meydana getirdiği çevresel gürültünün belirlenmesi ve "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği"'ndeki şantiye alanlarında sağlanması gereken maksimum değerle karşılaştırmasının sağlanmasıdır.

2. İNŞAAT SEKTÖRÜNÜN TÜRKİYE'DEKİ DURUMU

2.1 İnşaat Sektörü ve Üretiminin Genel Özellikleri

İnşaat sektörü imalat ve hizmet sektörlerinin ortak özelliklerini gösterir. Diğer imalatlar gibi fiziksel bir ürün ortaya çıkar, fakat bu ürün diğer sektörlere göre daha büyük bir boyut, mali tablo ve üretim sistemine sahiptir.

Araştırma, teknoloji, planlama, organizasyon, koordinasyon ve denetim bütünlüğü ile verilen her hizmette kalite, verimlilik ve güvenlik inşaat sektörünün belirleyici unsurları haline gelmiştir.

Emek yoğun bir sektör olması sebebiyle çok geniş bir istihdam alanına sahiptir. Üretimin büyük çoğunluğu düz işçiler tarafından yapılmaktadır. İthalat ağırlıklı bir sektör olmadığı için ulusal malzeme ve hizmetlerle başarılı bir üretim elde edilme imkanı sağlar.

Talebe bağlı olarak üretimi ilerleyen bir sektör olması sebebiyle; taleplerdeki kararsızlık üretimin olumsuz etkilenmesinde büyük bir rol oynar. Buna bağlı olarak büyük yatırımlar gerektirmesiyle beraber ekonomik krizlerden ilk önce etkilenen sektördür.

Ürün, üretim tipi ve üretim süresi açısından bulunduğu çevreye büyük bir istihdam ve hareketlilik kazandırır. Üretim tamamlanana kadar yapım evresinde çevrenin ekonomik hareketliliğine, olumlu katkılar sağlar. Sonuçta; ortaya çıkan ürün de kullanım amacına göre, bölgesel gelişimde önemli rol oynar.

İnşaat işletmelerinde, şantiyelerde üretim diğer sektörlerin aksine açık havada, geçici ve değişken mekanlarda yapılır. Üretim alanları doğrudan doğruya hava şartları ile birebir ilişkidedir.

Üretimin gezici olmasının yanında ürün sabittir ve üretim alanları her projede değişkenlik gösterdiği için üretim metodları da değişir. Bu yüzden genel üretim planlaması olanakları sınırlıdır.

Üretimin doğası gereği sabit bir işgücü, malzeme ve makina envanterine sahip değildir. Her projede değişik bir üretim sistemi ortaya çıkabileceğinden işgücü, malzeme, makina, nakit yönetimi ihtiyaçları planlama esasları etrafında şekillenir.

2.2 Türkiye'de İnşaat Sektörü

Ülkemizdeki en büyük ve hareketli sektörlerden biri olan inşaat sektörü, ekonomimiz içindeki büyük payıyla birlikte bir çok sektörü de beraberinde etkilemektedir. Çimento, seramik, ahşap, cam sanayi gibi 150 yan sektörü beslemektedir. Sürekli faaliyette olan bir sektör olarak zaman zaman yaşanan krizlerden ilk önce etkilenmesi ile de ülke ekonomisindeki dalgalanmalara yön vermektedir.

Ayrıca son yıllarda hem yapı malzemelerinin, hem de müteahhitlik hizmetlerinin ihracatının artmasıyla birlikte, sektörün önemi ve uluslar arası rekabet edebilirliğine ilişkin olarak gösterilmesi gereken faaliyetlerin önemi artmaktadır.

Sanayileşme ile birlikte ortaya çıkan sosyo-ekonomik değişimler, kentleşme olgusu ve kentlere göçün hızlandırılması, inşaat sektöründe konut yapımcılığına önemli bir boyut kazandırmıştır. Ancak planlı bir üretime geçişe imkan bulamadan ortaya çıkan bu gereksinimin denetimsiz bir biçimde karşılanması, konut üretiminde karlılığı tek amaç haline getirmiş, kentlerde plansız ve kalitesiz konut üretimleri yaygınlaşmıştır. Bu olumsuz görünüme rağmen konut üretiminin bu dönemde ülkemiz ekonomisine, istihdam ve yatırım olarak büyük katkılarda bulunduğu da bir gerçektir.

Türkiye'nin bulunduğu coğrafyanın avantajları, bu avantajların ihracat konusunda sağladığı üstünlükler, ekonominin yeni yatırımlara açık oluşu, nüfusun çoğalması ve buna bağlantılı olarak konut ihtiyacının artması, inşaat sektörünün başarılı grafiğini her geçen gün daha da yükseltmektedir.

İnşaat Sektörünün GSMH'daki direkt payı % 6 mertebesinde iken ekonomideki küçülme ve bunun inşaat sektöründe daha da ağırlıklı olarak hissedilmesinden dolayı, 2003 verilerine göre sektörümüzün GSMH içerisindeki payı sabit fiyatlarla % 4,5'e gerilemiştir. Sektöre girdi sağlayan diğer sektörler de dikkate alındığı takdirde inşaat sektörünün GSMH'daki direkt ve endirekt payı toplamı yaklaşık %33 seviyesindedir. İnşaat Sektörünün istihdama katkısı %12 düzeyindedir(İNTES Türkiye İnşaat Sanayicileri İşveren Sendikası – İnşaat Sektörü Raporu, 2005).

2.3 Türk İnşaat Sektöründe Gürültü

Ülkemizde lokomotif sektör olarak tanımlanan inşaat sektörü, hem üretim tekniği hem de ekonomimizdeki büyük payıyla beraber bir çok çevresel sorunla karşı karşıya kalmaktadır.

Son yıllarda özellikle Avrupa Birliği Uyum Süreci olarak adlandırılan ve bu kapsamda yapılan pek çok resmi ve özel çalışma içinde, inşaat sektörünün de payı oldukça büyüktür. Sivil toplum örgütleri ve özel sektörün destek verdiği farklı alanlardaki pek çok projeyle çevresel bilincin ve bilgilenmenin artması hedeflenmiştir.

Hemen hemen tüm sektörlerde uygulanan kalite yönetim sistemleri, işçi sağlığı ve iş güvenliği sistemleri ve çevre sistemleri sayesinde, yasal mevzuatlarla birlikte yapımcı firmaların ve özel sektör çalışanlarının kendilerini denetlemeleri sağlanmıştır.

Şantiye alanlarındaki en büyük sorunlardan biri olan gürültü; son yıllarda ilgili yönetmeliklerde yapılan değişiklikler, işçi sağlığı ve iş güvenliği çalışmaları, şantiye alanları çevresindeki kentsel yerleşimin konuya resmi makamlara başvurmak yoluyla tepki göstermesi gibi sebeplerle, önceki yıllara oranla daha dikkatle irdelenen bir problem haline gelmiştir.

Gürültüyle ilgili yapılan en güncel çalışmalar Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi" yönetmeliğidir. Yönetmelik içinde farklı çevresel alanlar için izin verilen limitler belirlenmiştir. Yönetmelikle birlikte çeşitli üniversitelerin yönettiği sertifika programları başlamıştır.

Çalışma Bakanlığı bünyesinde faaliyet gösteren İş Sağlığı ve İş Güvenliği Müdürlüğü ise 2006 yılında başlattığı "İnşaatta İş Sağlığı ve Güvenliği" kampanyasıyla inşaat faaliyetlerinden kaynaklanan gürültüden çalışanların korunmasıyla ilgili temel prensipleri belirlemiştir. Özellikle kişisel bilincin yükselmesi ve şantiye alanlarında işçi sağlığı ve iş güvenliği konularında daha hassas ve bilinçli çalışmaların yürütülmesi açısından oldukça önemli bir çalışmadır.

3. GÜRÜLTÜNÜN SERBEST ALANDA YAYILMASI, ETKİLERİ VE GÜRÜLTÜ GÖSTERGELERİ

3.1 Sesin Serbest Alanda Yayılması, Etkileyen Faktörler ve Gürültü Kaynakları

3.1.1 Sesin Serbest Alanda Yayılması

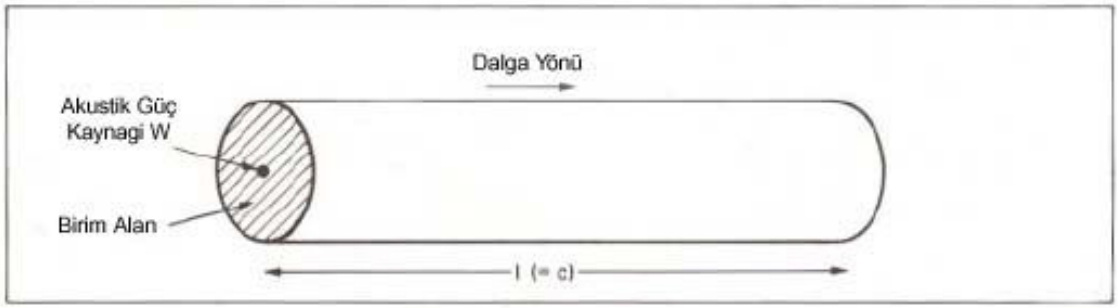
Ses dalgaları serbest alanda hiçbir engelle karşılaşmadan ve yön değiştirmeden hareket ederler (Everest, 1989).

Her gürültü kaynağı akustik enerjinin temel ölçüsü olarak karakteristik bir ses basıncına sahiptir. Ses basınç seviyesi; uzaklık, alıcının konumu, sıcaklık, nem, hız değişkenleri, iletim yolunun yutuculuk özellikleri, alıcı noktanın özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Ses gücü kaynak için tek başına önemli bir özelliktir ve ses kaynaklarının sınıflandırılması ve karşılaştırılmasında kullanılan önemli bir değişkendir (Foreman,1990). Ses kaynakları 3 temel bölümde incelenir. Bunlar şu şekilde gruplanır:

1. Düzlem Kaynak
2. Nokta Kaynak
3. Çizgi Kaynak

Düzlem Kaynak

Sesin yayıldığı ortamda; uzunluğu ses dalgasının bir saniyedeki yer değiştirmesine ve sayısal olarak sesin hızına eşit şekil 3.1'deki gibi doğal bir tüp olduğu düşünülürse; bu tüpe W gücünde bir piston kaynaktan düzlem dalga üretmek ve tüm gücünü yaymak üzere bir enerji ile iletilirse; tüp sayısal olarak kaynağın gücüne eşit miktarda enerjiye sahip olur. Kayıplar göz ardı edildiğinde kaynak uzaklığından bağımsız olarak, birim zamanda birim alandaki enerji sayısal olarak ses gücüne eşittir. Mekanik kanal sistemleri dışında, gürültü ölçümlerinde düzlem kaynaklarla ilgili durumlarla nadiren karşılaşılır (Foreman,1990).



Şekil 3.1 : Deneysel Tüp İçinde Akustik Yayılma (Foreman,1990).

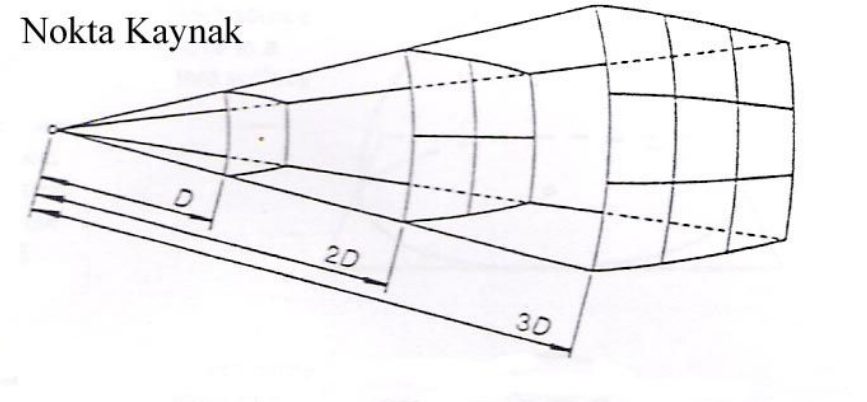
Nokta Kaynak

Ses kaynağının boyutu alıcıdan olan uzaklıkla bağlantılı değilse bu tür kaynaklar nokta kaynak olarak değerlendirilir. Pek çok ana gürültü kaynağı; endüstriyel tesisler, uçaklar, karayolu taşıtları bu grupta değerlendirilir. İdeal bir nokta kaynağın, kaynaktan birbiri ardına dairesel dalgalar oluşturduğu düşünülür. Tepe basınç seviyeleri arasındaki uzaklık dalgaboyudur. Ses alanlarındaki yansımaların değerlendirilmesinde dalga boyu oldukça önemlidir. Ses enerjisi kaynaktan dairesel olarak yayılarak çok uzak noktalara kadar ulaşır ve dairesel bir alan oluşturur. Sesin yayıldığı ortamın dağıtıcı olmadığı düşünülürse kaynağın tüm enerjisi r yarıçaplı dairesel bir alandan geçer. Şiddet ses kaynak gücünün dairesel alana oranıdır (Foreman,1990).

$$I = \frac{W}{4\pi r^2} \qquad \textbf{(3.1)}$$

I = Ses Şiddeti
W = Kaynak Gücü
r = Dairesel alanın yarıçapı

Kaynaktan uzaklık iki katına çıktığında ses basınç seviyesinde 6 dB'lik bir azalma meydana gelir.



Şekil 3.2 : Nokta Kaynaktan Sesin Yayılması
(Building Research Establishment, 1993).

Çizgi Kaynak

Çizgi kaynak çok yakın konumlanmış gösterimsel bir çizgi üzerinde olduğu varsayılan pek çok nokta kaynaktan meydana gelerek sürekli yayılım gösteren bir kaynaktır. Karayolları ve demiryolları gibi önemli çevresel gürültü kaynakları çizgi kaynak olarak kabul edilir. Yoğun bir trafik akışına sahip bir karayolu tek olaylar dizisi olarak çizgi kaynaktır. Demiryoları da raylardan uzaklığa bağlı olarak çizgi kaynaktır ve önemli bir toplumsal rahatsızlık unsurudur.

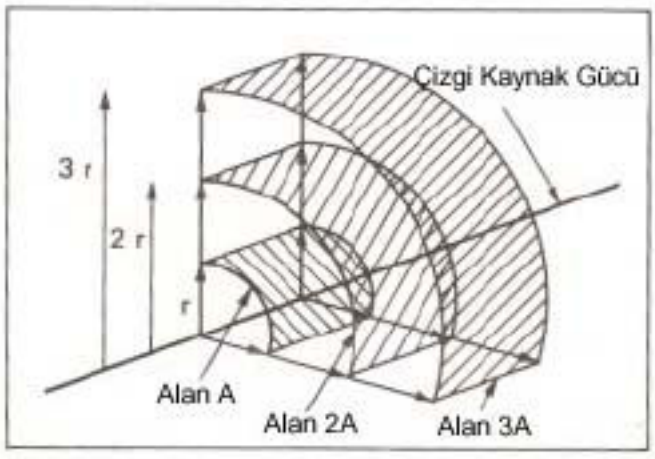
Şekilde birim uzunluktaki sabit güce sahip bir çizgi kaynak görülmektedir. Dalgalar tek yönde iletim yoluna dik olarak yayılırlar. Çizgiden aynı uzaklıktaki herhangi iki nokta aynı dalga boyunda ve benzer özelliklere sahiptir. Kaynaktan yayılan birim uzunlukta birim zamandaki enerji yüzeyin her yarıçapında aynı uzunluktan geçer. Verilen yarıçaptaki sesin şiddeti yayılan gücün silindirik yüzey alanına oranına eşittir.

$$I = \frac{W}{2\pi r \quad x\,1} \tag{3.2}$$

I = Ses Şiddeti

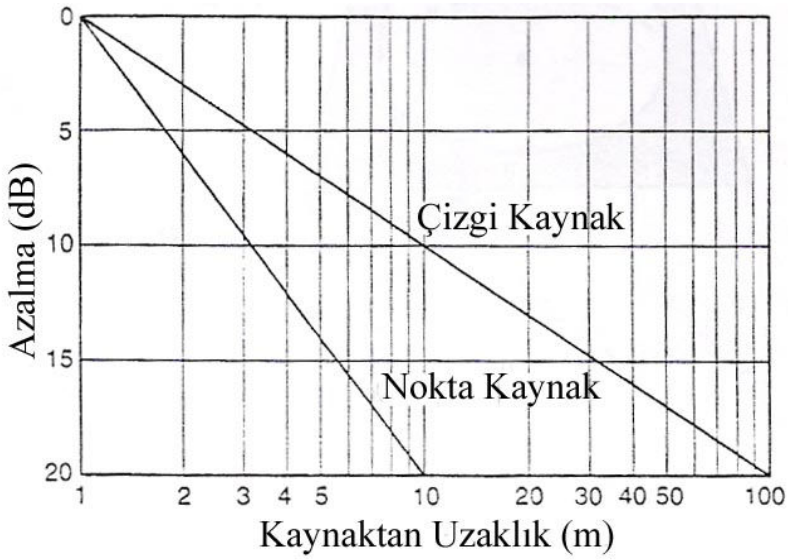
W = Kaynak Gücü

r = Dairesel alanın yarıçapı



Şekil 3.3 : Çizgi Kaynaktan Sesin Yayılması (Foreman,1990).

Şiddet kaynaktan olan uzaklıkla ters orantılıdır. Uzaklık iki katına çıktıkça ses basınç seviyesinde 3 dB azalma görülür.



Şekil 3.4 : Nokta ve Çizgi Kaynaktan Yayılma ve Uzaklık İlşkisi
(Building Research Establishment, 1993)

3.2.1 Sesin Serbest Alanda Yayılmasını Etkileyen Faktörler

Sesin atmosfer ortamında serbest olarak yayılması esnasında bu yayılmayı etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Hız ve sıcaklık değişkenleri ses dalgasının yönünün değişmesine, hava akımı ve rüzgar ses dalgasında sapmaya, viskozite dalgaların

yutulmasına sebep olur. Yutulma etkisi yüksek frekanslarda daha etkilidir ve gürültünün frekans spektumunu bozar.

Gürültü ölçümlerinin büyük çoğunluğu zemine yakın yerleşimin olduğu ve dış etkilere açık alanlarda yapılmaktadır. Bu yüzden kaynakla alıcı arasındaki iletim yolunda yüzeylerden yansıma ve yutulmalar meydana gelebilir. Hesaplama ve değerlendirmelerde bunlar oldukça önemlidir.

Sesin açık havada yayılmasını etkileyen başlıca faktörler şunlardır:

1. Rüzgar
2. Sıcaklık
3. Nem ve yağış
4. Yutulma (Doğal Çevreden Meydana Gelen)
5. Yansıma
6. Yutulma (Yüzeylerden Meydana Gelen) ve
7. Kırılarak Yayılma

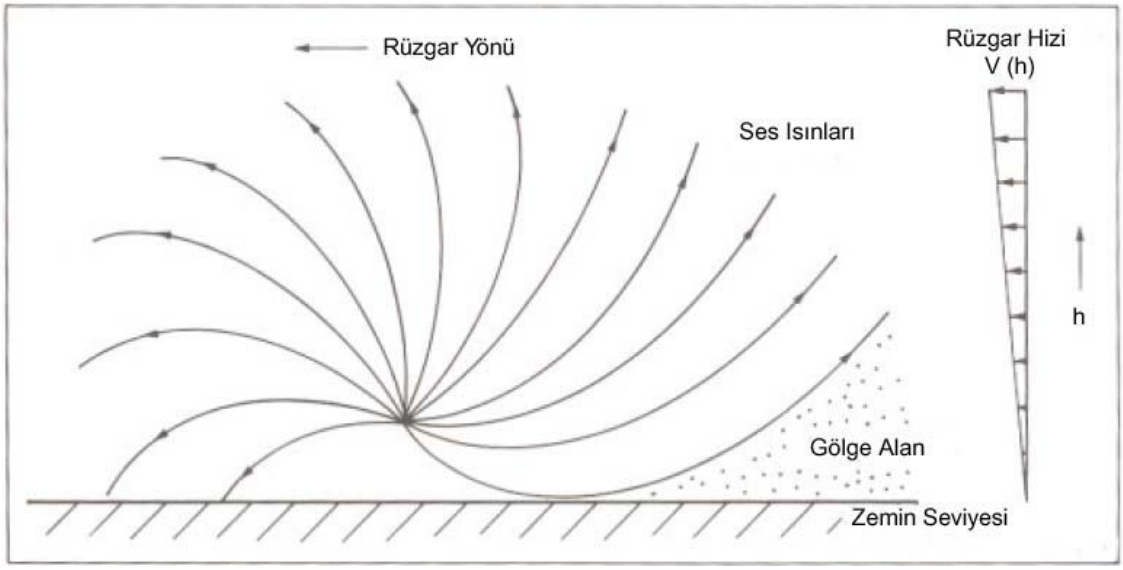
Sözkonusu faktörler aşağıdaki gibi açıklanabilir:

Rüzgar

Dünya yüzeyinde atmosfer sürekli hareket halindedir ve normal fiziksel özellikleriyle birlikte viskoziteye sahip bir akışkanlık içerir. Havanın akışkanlığından dolayı zemindeki moleküllerin hızı sıfırdır ve yüzeye yakın yerlerde bir sınır tabakası oluşur. Bu tabakada rüzgar hızı hava kütlesinin hızına erişinceye kadar artar. Bu yüzeyin kalınlığı yüzlerce metre olabilir ve pek çok gürültü kaynağının ölçümlerini etkiler. Ses dalgası farklı bir hıza sahip hava tabakasına çarptığında, dalga yonü değişir. Çünkü sesin hızı dağıldığı ortama bağlıdır. Ortamdaki herhangi bir hareket direk olarak ses dalgasının da hareketini etkiler.

Rüzgar gibi aynı yönde bileşenlere sahip bir ses, ortama girdiğinde yayılma yönünü belirleyen ışın iki farklı hız bölgesi arasında kırılır. Sesin yayılma yönü rüzgar yönünün tersine doğruysa bu etkilerde tam ters şekilde gerçekleşir.

Ses şiddetindeki dalgalanmalar 30 dB'e kadar yükselebilir fakat kaynağın rüzgar yönünde bulunma etkisinden meydana gelen yükselme daha düşüktür (Yılmaz Demirkale,1994).



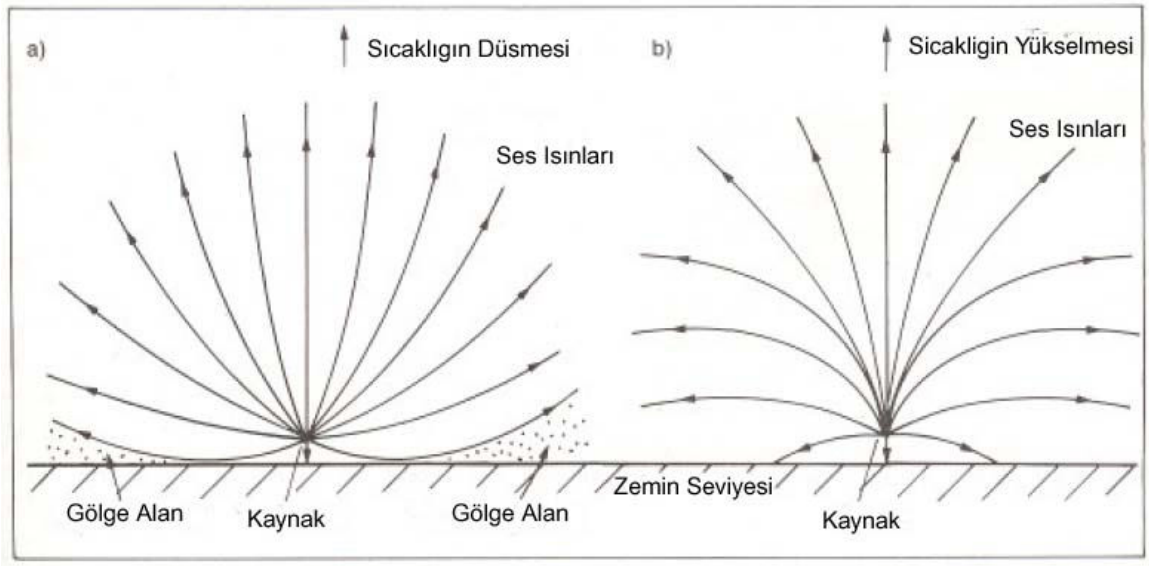
Şekil 3.5 : Sınır Bölgede Sesin Kırılması (Foreman,1990).

Sıcaklık

Sesin havadaki hızı sıcaklıkla beraber artar ve atmosferde yükseklik arttıkça sıcaklık düşer. Yükselen bir ses ışını; düşük sıcaklıkta bir tabakaya girdiğinde, yayılma hızında bir azalmaya uğrar ve iki tabaka arasındaki yüzeyde kırılmaya uğrar.
Rüzgarın etkili olmadığı bir zamanda, ses ışınları zemin yüzeyinden sürekli olarak kıvrılmaya uğrar. Kaynaktan belirli uzaklıklarda sıcaklık değişkenlerine bağlı olarak gölge alanlar oluşur.

Rüzgar değişkeninde olduğu gibi sıcaklık değişkenleri de atmosferdeki interpolasyonları gölge alanlarda oluşan değişimlerin yayılımıyla daha bağımsız hale getirir.

Zemine yakın alanlarda sıcaklık değişkenleri pozitif olduğunda sıcaklık normal sapma oranına geri döndüğü noktaya kadar yükselir. Bu duruma "sıcaklık inversiyonu" denir. Zeminden kırılan ses ışını havanın daha sıcak olan tabakasına doğru ilerleyerek yüzeydeki ses alanını güçlendirir ve gölge alanlar oluşmaz (Yılmaz Demirkale,1994).



Şekil 3.6 : Sıcaklık ve Yayılma İlişkisi (Foreman,1990)

Nem ve Yağış

Hava ortamında sesin yutulması frekans, nem ve sıcaklıkla değişimlere uğrar. Yüksek frekanslarda yutulma artar. Sıcaklığın arttığı anlarda görülen yükselme bağıl nemin yükselmesiyle düşer.

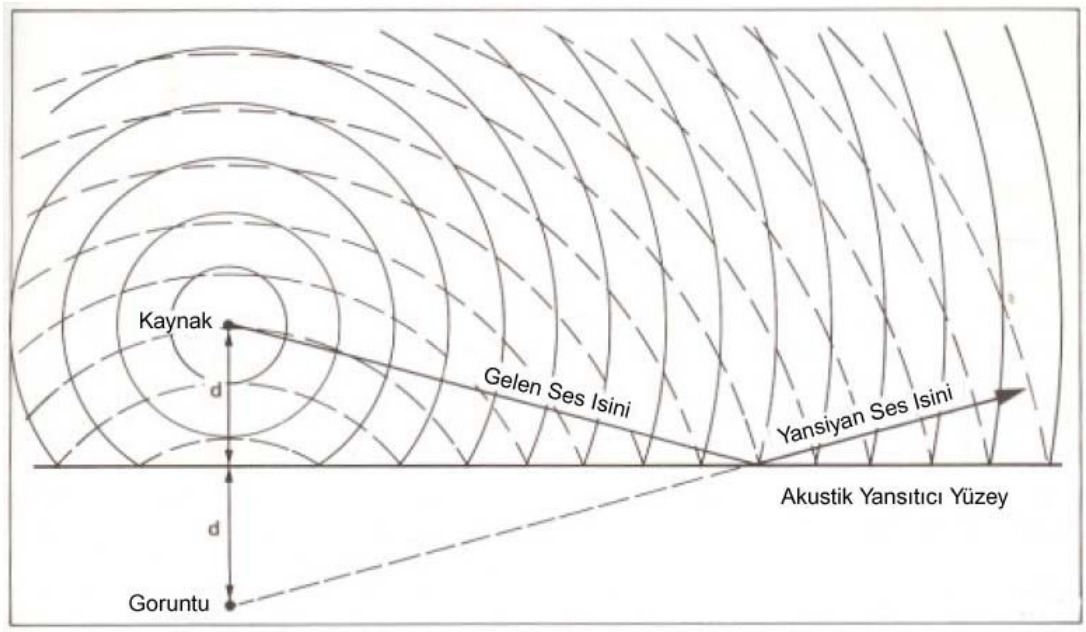
Yutulma (Doğal Çevreden Meydana Gelen)

Ses dalgasından daha düşük seviyedeki zemin düzgün ve yansıtıcıysa ses herhangi bir azalmaya uğramadan her noktadan yükselen bir düzeyle akustik enerjisini yayar. Beton gibi yansıtıcılık özelliği iyi olmayan sert bir yapay yüzey ve doğal yüzeylerin büyük çoğunluğu önemli yutuculuk değerine sahiptir. Bu tür yüzeylere gelen ses dalgasının şiddetinde azalma meydana gelir. Zeminin pürüzlülük özelliğine, dalgaboyu ve zemin düzensizliklerine bağlı olarak yüksek frekanslarda ses şiddetinde azalma daha fazla olur.

Yansıma

Ses dalgaları herhangi bir yüzeye geldiğinde enerjinin bir kısmı yansır, bir kısmı iletilir, bir kısmı ise yüzey tarafından yutulur. Serbest alanda, kaynaktan direk yayılan anlık ses basıncı ve yüzey yansımalarından dolaylı olarak yayılan ses enerjisinin bir kısmı yutulur. Eğer yutulma ve iletim düşükse; yüzeye gelen ses

enerjisinin büyük bir kısmı yansır. Yansımalar gürültü ölçümlerinde büyük problemler yaratmaktadır.



Şekil 3.7 : Düzlem Yüzeyden Yansıma (Foreman,1990)

Yutulma (Yüzeylerden Meydana Gelen)

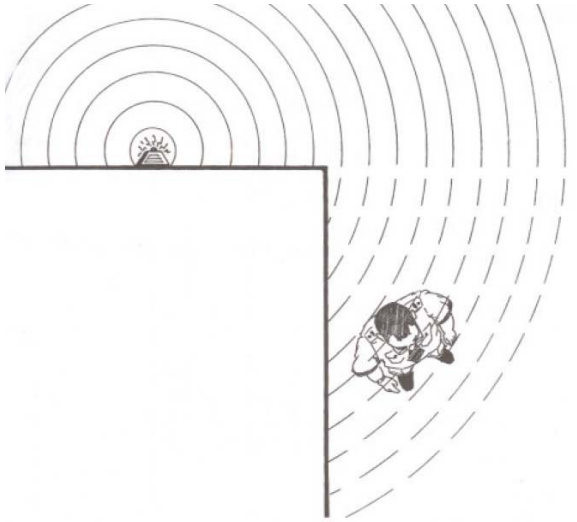
Ses dalgaları bir yüzeyle karşılaştığında enerjinin bir kısmı kaybolur. Yüzeyin yutuculuğu, pürüzlülük, gözeneklilik, esneklik ve resonant etkileriyle yutuculuk özelliği değişkenlik gösterir. Yutucu bir yüzeyin verimi 0 ve 1 arasında bir değerle ifade edilir. Buna yutuculuk katsayısı denir. Katsayının 0 olması yutuculuk olmadığını; 1 olması ise tam yutucu olduğunu ifade eder (Foreman, 1990).

Kırılarak Yayılma

Kırılarak yayılma sesin engel etrafındaki geçişi anında meydana gelen yön değişikliğidir. Sesin bir engele çarptığı anda kırılarak yayılma etkisinden dolayı duvarın arkasında bir ses alanı oluşur.

Düzlem dalga duvara çarptığı anda engelin kenarı yeni bir ses kaynağı gibi davranır. Buradan duvarın arkasındaki gölge alana doğru yayılma olur. Duvarın arkasında oluşan sesin düzeyi gelen ve yansıyan seslerin düzeylerinden daha azdır. Büyük dalga boyundaki sesler için, bu kırılarak yayılma etkisi sesin duvar arkasındaki

gölgeli alan girmesine sebep olmaktadır. Kırılarak yayılmanın temel etkisi olarak engel arkasında yüksek frekanslı sesler duyulmakta, fakat daha fazla rahatsızlık veren alçak frekanstaki seslerin etkisi hissedilmemektedir (Everest, 1989).



Şekil 3.8 : Kırılarak Yayılma Etkisi (South,2004)

3.1.3 Şantiye Gürültü Kaynakları ve İş Makinaları

Optimum maliyet ve zamanda, maksimum kaliteyi sağlama çabası; inşaat sektöründe de teknolojideki hızlı ilerlemelerin takip edilerek uygulama alanlarına yansımasına sebep olmuştur. Bu hızlı ilerleme pek çok olumsuzluğu ve çevresel problemi de beraberinde getirmektedir.

En önemli çevresel sorunlardan biri olan gürültü kirliliği dalgalar halinde yayılmasına karşın; görünmemesi, kokmaması, herhangi bir kalıntısı olmaması ve hava yoluyla iletilerek çok geniş alanlardaki etkisiyle diğerlerinden ayrılmaktadır.

İnşaat sektöründe şantiye faaliyetleri sırasında gürültüye sebep olan temel kaynaklar iş makinaları ve uygulama alanında kullanılan diğer ekipmanlardır. Meydana gelen gürültü problemi iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Birincisi ekipmanı kullanan operatörün maruz kaldığı gürültü, diğeri ise ekipmandan kaynaklanan çevresel gürültüdür.

Ayrıca şantiye alanlarında aynı anda birden fazla makinanın kullanılması da gürültü seviyesinin logaritmik olarak yükselerek eşdeğer gürültü seviyesinin artmasına sebep olmaktadır. Şantiye alanlarındaki gürültü ile ilgili denetim çalışmalarına

başlamadan önce ana gürültü kaynakları olan iş makinalarının temel çalışma prensipleri, kullanım alanları..vb gibi bilgilere sahip olmak gerekir.

İş makinaları; çağdaş, planlı, sağlıklı kentlerin oluşumunda, imar, inşaat ve sanayi işlerinde yaygın kullanımıyla yaşantımızın ayrılmaz parçasıdır. Hafriyat ekipmanları da iş makinaları içinde en yaygın şekilde kullanılanlarıdır. Çünkü türü ne olursa olsun her projede küçük ya da büyük mutlaka bir hafriyat işi vardır. Bu işlem inşaat endüstrisinde asıl imalatın başlangıcıdır. Asıl amaca ulaşmak için yani bina, baraj, yol ..vb inşaası için yapılan planlamalar, insan ve makina mobilizasyonu ve kontrol işlemleri hafriyat çalışmasına bağlı olarak gerçekleştirilir.
Şantiye alanlarında yoğun olarak kullanılan bazı iş makinaları şöyledir:

Ekskavatör

Ekskavatörler hafriyat işlerinde yaygın olarak kullanılan ağır iş makinalarıdır. Çalışma sistemlerine göre mekanik ve hidrolik olarak iki gruba ayrılırlar. Kazma, çakma, kaldırma, itme, çekme, yer değiştirme ve özellikle yükleme gibi çok geniş amaçlar için kullanılır. Hafriyat işlerinde dozer ve loderin yaptığı tüm işleri tek başına yapabildiği ve yer değiştirmeden dönerek çalışabildiği için yüksek üretkenliğe sahiptir (Özsöylev,1992).



Şekil 3.9 : Paletli Ekskavatör

Hidrolik Kırıcılı Ekskavatör

Ekskavatörün yükleme ataşmanının yerine kırıcı takılması sonucu büyük çaptaki zemin kırma işlemleri için kullanılır. Çalışma prensibi olarak ekskavatörle temelde aynıdır. Büyük şantiye alanlarında özellikle kaya özellikli zeminlerin kırılmasında ve hafriyat çalışmalarında kullanılır.



Şekil 3.10 : Hidrolik Kırıcılı Ekskavatör

Loder

Loderlerin ana kulanım amacı malzeme yüklemektir. Bununla beraber küçük işlerde hem kazma hem yükleme veya hem kazma hem de taşıma görevini yapabilirler. Birçok şantiyede tesviye, dolgu, temizlik gibi çok geniş amaçlarla kullanılırlar (Özsöylev,1992).



Şekil 3.11 : Loder

Kamyon

İş makinası olarak kamyonlardan bahsedilirken damperli kamyonlar kastedilir. Damperli kamyonlar özellikle dekapaj işlerinde, baraj projelerinde, taş ocaklarında, kömür madenlerinde, malzeme naklinin söz konusu olduğu tüm inşaat ve ve madencilik alanlarında son derece yaygın şekilde kullanılan taşıma ekipmanlarıdır (Özsöylev,1992).



Şekil 3.12 : Kamyon

Kule Vinç

Kule vinçler özellikle yüksek bina yapmlarında, modern inşaat tekniklerinin uygulandığı tünel ve panel kalıplarla yapılan çalışmalarda kullanılır. Kullanım amaçları her türlü yapı ve yardımcı elemanın kullanım yerine taşınması, diğer kaldırma, yükleme ve taşıma işleridir (Özsöylev, 1992).



Şekil 3.13 : Kule Vinç

Şantiye alanlarında kullanılan bazı iş makinalarına ait gürültü değerleri aşağıdaki gibidir ;

Tablo 3.1: Bazı İş Makinalarının Yaklaşık Gürültü Seviyeleri (University of Washington, 2005)

Ekipman	Yaklaşık Gürültü Seviyesi (dBA)
Hidrolik Kırıcılı Ekskavatör	110
Paletli Ekskavatör	80
Loder	85
Kamyon	78
Kazıcı	107
Hava Kompresörü	90
Hava Tabancası	108
Kompaktör	90
Beton Mikseri	75
Beton Pompası	81
Beton Testeresi	98
Beton Vibratörü	90
Jeneratör	72
Mobil Vinç	90
Kaynak Makinesi	92

Tüm bu makinalarla birlikte şantiye alanlarında kullanılan küçük el aletleri ve çalışanların alanların büyüklüğü sebebiyle; birbirleri ile yüksek sesle konuşmaları, bölgesel de olsa gürültü seviyelerinin artışında etkili olduğu için, gürültü kaynakları arasında değerlendirilmektedir.

3.2 Gürültünün İnsan Üzerindeki Etkileri, Gürültü Göstergeleri ve Denetim İlkeleri

3.2.1 Gürültü ve İnsan Üzerindeki Etkileri

Ses hava basıncındaki değişimlerin basınç dalgalarında yükselme yaparak atmosfere doğru ilerlemesiyle oluşur. Bu ilerleme sırasında çevreyle çok çeşitli yönlerde etkileşimi olmaktadır. Gürültü genelde istenmeyen ses olarak tanımlanır ve çalışma ortamında oluşan seslerin çoğu istenmeyen nitelikteki seslerdir (South,2004). Gürültünün bazı açılardan oluşturduğu etki literatürde, ilerleyen başlıklar altında ele alınmakta ve incelenmektedir .

Fiziksel Etki

Gürültünün işitme sistemine etkileri geçici ve kalıcı olarak iki ayrı bölümde incelenebilir. Geçici etkilerin en çok karşılaşılanı geçici işitme (duyma) eşiği kayması veya duyma yorulması olarak bilinen işitme duyarlılığındaki geçici kayıptır. Etkileşimin çok fazla olduğu ve işitme sisteminin eski özelliklerine kavuşmadan tekrar gürültüden etkilendiği durumlarda işitme kaybı kalıcı olmaktadır. İşitme kaybının kalıcı yada geçici olması ve kaybın derecesi, etkisinde kalınan gürültünün düzeylerine, frekans içeriklerine ve etkilenim süresine bağlı olarak hesaplanabilen yaşlanma ile oluşan işitme kaybı için düzeltme yapıldıktan sonra gerçek değerlendirme yapılabilmektedir (Türkiye Çevre Atlası, 2004).

Dış kulağın akustik karakteri ve orta kulağın mekanik karakterinden dolayı insan kulağı ses basınç seviyeleri için tam bir doğrusal dönüştürücü gibi davranamaz. Tablo 3.2'de verilen frekanslarda; 18 yaş üstü işitme kaybı olmayan sağlıklı insan kulağı tarafından duyulabilen saf ton ses basınç seviyeleri gösterilmektedir. İnsan kulağı işitme kanalının resonant frekansını karşıladığı 3000 Hz civarında çok hassastır. 500 Hz ve altı frekanslarda dış kulak ile kulak dışındaki havanın zayıf akustik empedansından dolayı; kulak tarafından 250 Hz ve üstü frekanslarda ses basınç seviyesi 12 dB'den büyük olan sesler algılanabilir.

500 Hz ve 10 kHz frekanslar arası 120 dB ses basınç seviyesi gürültü rahatsızlığının başlangıcıdır. Gürültü seviyesi 140 dB ve üstüne çıktığı anda acı eşiğine ulaşılmış olur. 140 dB ve üstü seviyelere uzun süre maruz kalındığında kulakta kalıcı hasarlar oluşabilir. İşitme kaybı verilen frekansta işitme kaybının yükselmesi olarak tanımlanır. Yaş ilerlemesinin sebep olduğu işitme kaybına "presbycusis" adı verilir. Fakat yaş ilerlemesi ile oluşan işitme kaybı gürültü maruziyetinden oluşan kayıpların bileşeni olarak ele alınmaz.

Bazı zayıf seslerin algılamasının zorlanıldığı durumlarda TTS (Temporary Threshold Shift) Geçici Eşik Değişimi meydana gelir ve sürekli gürültü maruziyeti bittikten 16 saat sonra işitmenin normale dönmesi beklenir. 250 Hz ve altındaki düşük frekanslarda gürültü maksimum enerjiye sahip olduğu anda, 2000 Hz ve üstündeki yüksek frekanslardaki maksimum enerji seviyesinden daha az geçici eşik değişimi yaşanır . Düşük aralıklı gürültü maruziyeti (low- pitch – rumble noise) sık aralıklı keskin (high pitch – screech) gürültü maruziyetinden daha az zararlıdır. TTS – geçici

eşik değişimi medikal yollarla tedavi edilemez, sadece gürültülü ortamdan uzaklaşılarak bu etkinin geçmesi sağlanabilir.

Tablo 3.2: Frekanslara Bağlı İşitme Eşikleri (Barron, 2003)

Frekans , Hz	***Lp (işitme eşiği) , dB***
31.5	59.2
63	36.0
125	21.4
250	12.1
500	6.5
1,000	3.6
2,000	2.4
3,000	- 4.1
4,000	- 3.6
5,000	0.2
6,000	5.2
8,000	17.3

Kişi zayıf sesleri algılamakta sürekli bir kayıp yaşıyorsa NIPTS (Noise – Induced Permanent Threshold Shift) devamlı gürültü eşik değişimi söz konusudur. Bunun görüldüğü durum genelde 3 kHz civarındaki frekanslardır. Kişi gürültülü ortamdan uzaklaştığında NIPTS devamlı gürültü eşik değişimi etkisi ilerleme göstermez fakat kulak kendini yenileyemez. Kulağın gürültüye karşı hassasiyeti azalır (Barron, 2003).

Fizyolojik Etki

Günümüzde gürültü, kişilerde en önemli stres kaynaklarından biridir. Ani olarak duyulan gürültü düzeyleri kişilerin kalp atışlarında (nabzında), solunum hızında, kan basıncında, metabolizmasında, görme keskinliğinde ve hatta derisinin elektrik direncinde değişiklikler oluşturmaktadır. Bu etkilerin çoğu gürültüden etkilenim sürse bile, ortadan kalkmaktadır. Yüksek düzeyde gürültünün etkisinde kalan kişilerde, yüksek kan basıncı oluştuğu ve bu durumun kalıcı olduğu yapılan gözlemlerle kanıtlanmış bulunmaktadır.

Uykusuzluk gürültünün neden olduğu rahatsızlıkların en önemlilerindendir. Ek olarak; gürültünün migren, ülser, kalp krizi, dolaşım bozuklukları türünden rahatsızlıklara neden olabileceği ileri sürülmekle birlikte, kulakta yaptığı tahribat dışında bu tür hastalıklarla doğrudan ilişkisi kanıtlanmış değildir (Türkiye Çevre Atlası, 2004).

Psikolojik Etki

Bulunan ortamda, fonksiyonlar için belirlenmiş gürültü düzeylerini aşan gürültünün etkisinde kalan kişiler rahatsız, tedirgin ve sinirli olmakta, tedirginlik ve sinirlilik hali gürültünün etkisi kalktıktan sonra devam edebilmektedir. Belirlenen düzeylerin aşıldığı durumlarda yorgunluk ve zihinsel etkinliklerde yavaşlama gözlenmektedir. Ani olarak yükselen gürültü düzeyleri insanlarda korku yaratabilmekte, gürültüden etkilenim sürse bile daha sonra normale dönüş olmaktadır.

Performans Etkisi

İş veriminin düşmesi, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerin engellenmesi gibi etki şeklindedir. Etkisinde kalınan gürültü nedeniyle belli bir frekans aralığında oluşan kalıcı işitme kaybı diğer frekanslardaki seslerin duyulmasını ve algılanmasını engellemez, ancak bir takım fonksiyonların engellenmesine neden olabilir. Gürültünün iş verimliliği ve üretkenlik ile ilgili etkileri konusunda yapılan araştırmalar, karmaşık işlerin yapıldığı ortamların sessiz, basit işlerin yapıldığı ortamların ise biraz gürültülü olması gerektiğini göstermiştir. Ortamda yapılması istenen işler ve ortamın fonksiyonları verimli bir şekilde yürütülebilmesi için izin verilebilecek gürültü düzeylerinin sınırlarını belirlemek üzere uygulamada Gürültü Sınıflandırma ve Gürültü Ölçütü adlarına ölçütler geliştirilmiş; bunlara paralel olarak A-ağırlıklı düzeyler de önerilmiştir. Özetle; ortamda belli bir iş ya da fonksiyon için belirlenen arka plan gürültüsünden fazla gürültü düzeylerinin etkisinde kalındığı durumlarda, iş verimliliği düşmektedir.

3.2.2 Gürültü Göstergeleri

Gürültü ile ilgili denetim çalışmalarına başlamadan önce gürültünün tüm özelliklerinin kesin olarak tespit edilmesi gerekir. Gürültünün niteliğinin anlaşılması, farklı türde ölçümlerin yapılması ile mümkün olur. Ölçümün nicelikli yapısıyla

birlikte, ölçüm sonucunda pek çok farklı değer elde edilebilir. Bu değerlerin iyi yorumlanabilmesi için elde edilen değerlerin tanımlarının iyi anlaşılması gerekir.

Eşdeğer Sürekli Ses Seviyesi (L_{eq})

Diğer bütün nicelikler gibi ses basınç seviyesi de sayısal olarak farklı şekillerde ifade edilebilir. Ortalama almak için kullanılan yöntem, önceden belirlenmiş bir zaman periyodu için sesin enerji içeriğidir. Sonuçta L_{eq} , zaman periyodunun tümünde korunan seviyenin, ölçülen gürültü seviyesinde eşit miktarda enerji içerdiği sürekli seviyedir. Çalışma alanındaki gürültü değerini belirlemede kullanımı eşdeğer enerji prensibi yasası ile uyumludur. Pek çok çevresel gürültü etkilerinin belirlenmesinde de farklı şekillerde kullanım alanı bulur.

Zamanın tüm periyodu için eşdeğer sürekli ses seviyesi L_{eq}

$$L_{eq} = 10x\log\frac{1}{T}(t_1 x\ 10^{\frac{L_1}{10}} + t_2 x\ 10^{\frac{L_2}{10}}) \quad \text{dB} \qquad \textbf{(3.3)}$$

formülüyle hesaplanır. L_1 ve L_2 farklı zamanlarda ölçülen ses basınç seviyeleri, t_1 ve t_2 ses basınç seviyelerinin korunduğu zaman periyodu, T ise zamanın tümünü ifade eder. T zamanı, t_1 ve t_2 zamanlarının toplamına eşit olmalı ve hepsi aynı birimde olmalıdır. Tüm zamana eşit olduğu sürece ara zaman bileşenlerinin sayısında bir sınırlama yoktur (South, 2004).

Ses Etkilenme Düzeyi (Sound Exposure Level - SEL)

Uçakların kalkış ve inişleri gibi anlık olayların ölçümleri yapılırken ortalama değerin ne zaman başladığı, bittiği ve ölçümün değerlendirilme yöntemi gibi bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır. SEL değeri anlık bir olayda toplam ses enerjisini içeren bir değer sağlar ve eşdeğer sürekli ses seviyesi değerine zaman ayarlaması yapılarak elde edilir.

$$SEL = L_{eq} + 10\log\frac{T}{T_0} \qquad \textbf{(3.4)}$$

formülüyle hesaplanır.

T ölçüm yapılan zaman, T_0 ise referans olarak verilen 1 saniyelik zamandır. Hesaplamadan elde edilen değerde kısa süreli yüksek ses seviyelerinin daha etkili olduğu görülmektedir. Pek çok ses ölçüm metresi anlık olaylar için SEL değerini

vermektedir. Fakat bazı durumlarda gürültünün bütünü için başlama ve bitişi belirlemek üzere düzeltmeler yapmak gerekir. Bunu sağlamak içinse 1 ve 10 dB arasında bir değer düzeltilebilir eşik ses seviyesi olarak ilave edilir (Roberts, Fairhall, 1988).

Tepe ve Maksimum Seviyeler (L_{peak} , L_{max})

Gürültü ölçümlerinde pek çok farklı değer ses ölçüm metresi üzerinde tespit edilebilmektedir. Çalışma alanlarındaki gürültünün tespitinde ölçüm süresi boyunca tepe seviyesi L_{peak} belirlenmesi önemlidir. Maksimum ses basınç seviyesi L_{max} çalışma alanlarındaki gürültünün belirlenmesinde kullanılmaz. Bu seviye her zaman beklenen tepe değerinden daha düşüktür. Tepe ses seviyesini ölçerken doğru değerin ölçüldüğünden emin olmak gerekir.

Tepe ses basıncı çok kısa bir zaman periyodunda gerçekleşir. Bazı durumlarda, pascal cinsinden ifade edilir fakat çoğu olay için desibel cinsinden ifadesi kabul edilir. Sürekli bir sinüs dalgası için, tepe seviyesi, ses basıncının 3 dB üzerinde olur. Pek çok gerçek ses için L_{peak} ve L_{eq} değerleri arasındaki fark daha fazladır. İmpulsiv gürültüler için bu fark daha da fazla olmaktadır (South, 2004).

L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} Yüzdelik Seviyeleri

L_1 değeri, ölçüm zamanının %1'lik diliminde ölçülen ses basınç seviyesidir. 1 saat ya da daha az bir zaman diliminde belirlenen değerler için, ortalama maksimum gürültü seviyesidir.

L_{10} değeri, ölçüm zamanının %10'luk diliminde ölçülen ses basınç seviyesidir. Ağırlıklı olarak düzenli yayılmış sürekli akışı olan trafik gürültü etkilenimi belirtir.

L_{50} değeri, ölçüm zamanının %50'lik diliminde ölçülen ses basınç seviyesidir. Ortalama ses seviyesini ifade eder ve ölçüm yapılan zaman periyodu içinde elde edilen değerlerin ortalamasıdır.

L_{90} değeri, ölçüm zamanının %90'lık diliminde ölçülen ses basınç seviyesidir. Arta kalan seviye ya da arka plan gürültüsü olarak ifade edilir.

Yüzdelik seviyeleri belirlemek, gürültü değerlerindeki dalgalanmaların tespiti için oldukça önemlidir. L_{10} ve L_{50} değerleri arasındaki 1 saat ya da daha az bir ölçüm

zamanı için; 15 dBA 'lık bir fark zamanın geneli için büyük dalgalanmalar olduğunu ifade eder. Bu dalgalanma L_1 değerinin yüksek çıkması ile de anlaşılabilir. Bu tür çevresel alanlarda L_{eq} değeri L_{10} değerine yakın olur ve L_{90} değeri gerçek arka paln gürültüsü değerini yansıtmaz. Bu durumda arka plan gürültüsü için L_{99} değeri alınır. L_{10} ve L_{50} değerleri arasındaki fark 5 dBA ile 15 dBA arasında ise L_{eq} değeri, L_{10} ve L_{50} değerleri arasında olur. Çevresel gürültü değerinde önemli bir dalgalanma olmuyorsa; L_{10} ve L_{90} değerleri arasındaki fark 5 dBA'dan daha az ise L_{eq} değeri, L_{50} değerine yakın olur (Cowan, 1994).

3.2.3 Şantiye Alanlarında Gürültü Denetimi İlkeleri

İnşaat faaliyetleri ile ilgili en temel rahatsızlık veren problemlerin başında gürültü gelmektedir. Şantiye sahasındaki gürültünün kontrolü yapımcı firmalar için bir çok problem ortaya çıkarmaktadır. Genel endüstri aktivitelerine göre şantiye faaliyetleri durağan ve tek bir yöne olmadığı gibi, dış mekanda meydana gelmekte ve iklim koşullarından rüzgardan, topoğrafyadan, atmosferden ve yer şekillerinden etkilenmektedir. Şantiye alanında gürültü yapan örneğin hafriyat çıkaran ve nakil eden araçlar günlük çalışma periyodu içinde bir yerden başka bir yere hareket etmekte ve etkileme şiddetleri değişiklik göstermektedir.

Şantiye alanlarındaki gürültü denetimi için temel ilkeler, genel gürültü denetimi ilkelerinden farklı değildir. Gürültü denetimi modifiye olmuş ya da algılanan ses alanına yönelik ve alıcıdaki etkinin değişmesi için çalışarak sesin istenilen düzeye gelmesini sağlamak olmalıdır. Denetim ilkeleri temelde 3 şekilde uygulanabilir:

1. Kaynakta denetim
2. İletim yolunda denetim ve
3. Alıcıda denetim

Bunların dışında idari denetimler, çalışma saatlerinde düzenlemeler, kişisel koruyucu kullanımı gibi denetimler de özellikle şantiye alanlarında ki gürültü sorunu için uygulanmaktadır (Peufiroy, Schexnayder, Shapira, 2006).

Kaynakta Denetim

Her zaman en fazla gürültüye sebep olan kaynak birinci öncelikli değildir. Çok fazla miktarda, düşük seviyede gürültüye sebep olan kaynağın yarattığı rahatsızlık daha önemlidir.

Şantiye faaliyetleri sırasında oluşan gürültünün azaltımını sağlamanın en etkili metodlarından biri kaynakta uygulanacak olan denetim teknikleridir. Kaynak denetimleri gürültü, titreşim ve toz emisyonunu sınırlayarak proje üzerinde kolaylıkla izlenebilecek şekilde olmalıdır. Kaynaktaki azaltım sadece tek bir alıcıda ya da tek bir iletim yolunda çözüm getirmez; genel yayılımı azaltmaya yöneliktir.

İş makinaları şantiye sahasındaki temel gürültü ve rahatsızlık kaynaklarıdır. Makinaların teknik özellikleri ve gürültü emisyon limitleri, daha modern motor ve yalıtım sistemleri kullanılması ile ilgili zorunluluklar getirmektedir.

Elektronik cihazların diesel cihazlardan; hidrolik cihazların ise pnömatik cihazlardan daha sessiz çalışma prensibi gürültü denetimi açısından makina tercihinde göz önünde bulundurulması gereken önemli faktörlerden biri olmalıdır.

Makina tercihiyle birlikte planlama aşamasında üretim için daha sessiz metodlar seçilebilir. Kazık çakma gibi çok gürültülü bir üretim yöntemi yerine, sondaj çalışması gibi daha sessiz bir yöntem ile aynı üretim niteliği sağlanabilmektedir.

İş makinalarının konumları üretim gereği zorunlu olmadıkça yerleşim alanlarından ve çalışanlardan daha uzak mesafelerde konumlandırılarak gürültü etkilenimi daha az seviyelere indirgenebilir.

Şantiye sahası içinde araçların hareketlerine kısıtlamalar getirilebilir. Yük taşınması sırasındaki güçlü manevralar esnasında gürültü seviyelerinde yükselmeler olmaktadır. Bunu engellemek için araçların kentsel yaşam alanlarından değil, ana arterlerden geçmesi ve akşam 19.00'dan sonra bu tür yük taşıma faaliyetlerinin yapılmaması sağlanabilir.

Makina tercihinde üretici firmadan özellikle gürültü emisyon değerleri ile ilgili detaylı bilgi ve çalışma istenebilir. Elde edilecek bilgilerle farklı ürünler arasında kıyaslamalar yapılarak en sessiz olanı tercih edilebilir.

İnşaat faaliyetlerinde kullanılan makinalar genellikle uzun süreler kullanılan ve çok ciddi periyodik bakımlar gerektiren makinalardır. Periyodik bakım ve tamir işlemleri ile artacak performansla birlikte, çalışma anında ortaya çıkabilecek yüksek gürültü değerleri de yaklaşık %50 oranında daha düşük seviyelere indirgenmiş olur. Temel gürültüye sebep olan parçalara susturucu ya da ses yutucu yalıtım detayları ilaveleri ile de ana gürültü kaynağında ki denetim daha aktif hale getirilmiş olur.

Özellikle gürültünün çok etkin olduğu bölgelerde daha sessiz makinalar kullanmak zorunlu olabilir. Eski makinalara yapılacak bakım ve ses yalıtım önlemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda, gürültü emisyon limitlerini sağlayan koşullara sahip yeni makinalar alınmalıdır.

İletim Yolunda Denetim

Kaynak denetimlerinin yetersiz kaldığı ya da maliyet ve planlama optimizasyonu açısından mümkün olmadığı durumlarda kaynak ve alıcı arasındaki iletim yolunda denetime yönelik çeşitli önlemler ve iyileştirme önerileri uygulanabilir.

İnşaat üretimi faaliyet prensibi olarak açık alanda yapıldığı için, kaynaktan çıkan sesin alıcıya kadar iletildiği yolda taşındığı ortam açık havadır. Açık hava ortamında sesin ilerlemesi anında yansıma, yutulma, kırınım gibi farklı etkiler söz konusudur. Bu etkiler kullanılarak sesin iletim yolunda ilerlemesini ve sahip olduğu değeri azaltacak bir takım önlemler alınmalıdır.

Uzaklığın artmasıyla azalan ses şiddeti prensibiyle kaynakla alıcı arasındaki uzaklık arttırılmalıdır. Uzaklığın 2 katına çıkması kaynak türüne bağlı olarak 3 – 6 dBA arasında bir azaltım sağlamaktadır. Yaklaşık 6 dBA'lık bir azaltım şantiye sahasındaki gürültü seviyesinin azaltımı için önemli bir etki sağlar. Şantiye alanındaki kaynakların hareketli olduğu ve üretime göre sürekli yer değiştirdiği düşünülürse, kaynak ve alıcı arasındaki uzaklık sabit bir değerde tutulamayacağından ve sürekli kontrol edilmesi gerektiğinden bu çok etkili bir yöntem değildir. Fakat özellikle tünel ve çok katlı yapılar gibi iş makinalarının uzun süre aynı noktada kaldığı üretimlerde kaynak alıcı arasındaki mesafede yapılacak değişimler gürültü denetimi için bir öneri olabilir.

Şantiye faaliyetleri özellikle görsel açıdan da gürültünün algılanışını etkileyen bir özelliğe sahiptir. Görsel işitsel algıdaki dengenin sağlanabilmesi için çevresel

yayılma önlemi olarak iş ekipmanları ve şantiye sahasının mümkün olduğu kadar dış mekandan ve çevre yerleşimlerden görünmesi engellenmelidir.

Sesin iletim yolunda ilerlemesini engelleyecek katı objelerin kullanımı iletim yolundaki denetim için en etkili yöntemdir. Özellikle iletim yolunda kullanılacak bariyerlerle 10 – 20 dBA arasında bir azaltım sağlanabilmektedir. Uzun süreli projelerde özellikle yarı geçirgen bir takım malzemeler kullanılarak hem görsel açıdan hem de denetim açısından etkin öneriler geliştirilmektedir. Bariyer kullanımı için şantiye alanında uzun süreli ölçümler yapılarak, kaynak ve alıcı değerlendirmeleri ile birlikte kullanılacak etkin malzeme, optimum fayda gibi faktörler için hesaplama ve tasarım çalışmaları gerekmektedir.

Bariyerler dışında çalışan ekipmanın çevresinde akustik perdelerle oluşacak hareketli bir sistemle denetim önerisi geliştirilebilir. Bu uygulamalarda kullanılacak malzeme ve tasarıma bağlı olarak yaklaşık 10 dBA bir azaltım sağlanabilir. Bu tür uygulamalarda bağlantı nokta detayları ve montaj işçiliği sistemin performansı açısından oldukça önemlidir.

Alıcıda Denetim

Diğer bütün yöntemlerin etkin olmadığı ya da mümkün olmadığı durumlarda alıcıda bir takım denetim önerileri geliştirilebilir. Kritik alıcı her zaman insan olmayabilir. Bazı durumlarda çalışan diğer makinalar ve ekipmanlarda gürültü ve titreşimden etkilenebilir. Özellikle farklı cihazların etkilendiği durumlar için alıcı kaynakta bulunan cihazın ses yutucu malzemeler ve titreşim sönümleyicilerle çevrelenmesi ve desteklenmesi, mevcut gürültüden etklienmeyi aza indirecek bir öneri olabilmektedir. Alıcının insan olduğu durumlarda iki tür topluluk söz konusudur. Birincisi şantiye sahasında çalışan ve özellikle iş makinalarını kullanan operatörler, diğer bir grup ise çevresel gürültüye maruz kalan kentsel alan içinde yaşayanlardır.

Şantiye alanı içinde çalışanlar için uygulanabilecek en etkili denetim kişisel koruyucu; kulaklık ya da tıpaç kullanılmasıdır. Çalışma saatlerinde yapılacak düzenlemelerle özellikle operatörlerin vardiyalı çalışması sağlanarak kişisel maruziyetin seviyesi daha aza indirgenmiş olur.

Çevresel gürültü denetimi açısından yapılacak değerlendirmelerde; çalışma saatleri konusunda yapılacak bir takım denetimler etkili olmaktadır. Özellikle gece ve

haftasonu çalışmalarına getirilecek kısıtlamalar toplumsal etkilenme seviyesini büyük ölçüde düşürmektedir.

Bunlarla birlikte; yapıların tasarımı aşamasında kentsel planlama ve gelişim ilkeleri de göz önüne alınarak, tasarımın bir parçası olarak ele alınması gereken akustik detayların ve tasarımların uygulanması önemlidir. Bina kabuğu, doluluk boşluk oranları, pencerelerde kullanılan malzeme ve detaylar gibi ciddi ele alınması gereken yapısal detaylarda, çevresel gürültüden etkilenmeyi aza indirgeyecek önemli bir etkenlerdir.

4. ŞANTİYE GÜRÜLTÜSÜNÜN YASAL MEVZUAT VE ULUSLARARASI KURULUŞLARIN YAKLAŞIMLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1 Türkiye'de Yasal Süreç ve Yönetmelikler

Ülkemizde insanın yaşadığı gerek işyeri ve yaşam bölümleri, gerekse dış çevresel alanlarda, gürültü faktörü Avrupa Direktifleri paralelinde dikkate alınmaya başlanmış ve çok sayıda çalışma başlamıştır.

Yeni yapılan çalışmaların yanında, özellikle kanun maddelerinde ve ilgili yönetmeliklerde belirlenen hükümlerle; işçi sağlığı ve iş güvenliği gerekleriyle beraber çalışma alanlarındaki gürültü denetimi için kanun ve yönetmelik maddeleri incelenmiştir.

4.1.1 2872 Sayılı Çevre Kanunu

09.08.1983 tarihinde kabul edilen ve 11.08.1983 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanan 2872 sayılı kanununda, bütün vatandaşların ortak varlığı olan çevrenin korunması, iyileştirilmesi; kırsal ve kentsel alanda arazinin ve doğal kaynakların en uygun şekilde kullanılması ve korunması; su, toprak ve hava kirlenmesinin önlenmesi; ülkenin bitki ve hayvan varlığı ile doğal ve tarihsel zenginliklerinin korunarak, bugünkü ve gelecek kuşakların sağlık, uygarlık ve yaşam düzeyinin geliştirilmesi ve güvence altına alınması için yapılacak düzenlemeleri ve alınacak önlemleri, ekonomik ve sosyal kalkınma hedefleriyle uyumlu olarak belirli hukuki ve teknik esaslara göre düzenlemek amaçlanmıştır.

Bu amaç çerçevesinde 14. maddede ;

"Kişilerin huzur ve sükununu,beden ve ruh sağlığını bozacak şekilde yönetmelikle belirlenen standartlar üzerinde gürültü çıkarılması yasaktır. Fabrika, atölye, işyeri, eğlence yeri, hizmet binaları, konutlar ve ulaşım araçlarında gürültünün asgariye indirilmesi için gerekli önlemler alınır." gürültü denetimi konusunda belirleme yapılmıştır. Kanun maddesi kapsamında şantiye faaliyetlerinde gürültü azaltım önlemleri alınması zorunludur.

4.1.2 4857 Sayılı İş Kanunu

22.05.2003 tarihinde kabul edilen ve 10.06.2003 tarihinde resmi gazetede yayınlanan kanunun beşinci bölümündeki madde 80'de belirtildiği gibi ;

" Her sanayiden sayılan, devamlı olarak en az elli işçi çalıştıran ve altı aydan fazla sürekli işlerin yapıldığı işyerlerinde, her işveren bir iş sağlığı ve güvenliği kurulu kurmakla yükümlüdür. "

Bu kurul sayesinde çalışma alanındaki iş sağlığı ve güvenliği çalışmaları denetim altına alınır. Mevzuat kapsamında kurulca alınan kararlar işveren tarafından uygulanır.

Özellikle inşaat sektöründe; şantiye alanlarında yapılan iş öncesi risk değerlendirmelerinde, gürültü denetimi ile ilgili alınması gereken önlemler mevzuat ve yönetmelik hükümlerince belirlenir. Risk olan bölgeler belirlenir ve çalışmalar başlamadan önce gerekli kişisel koruyucu ve çevresel önlemlerin alınmasına yönelik çalışmalar yapılır.

4.1.3 Çevre ve Orman Bakanlığı Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği

Daha önce yürürlükte olan ve 11.12.1986 tarihli ve 19308 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Gürültü Kontrol Yönetmeliği" 'nin yerine 07.07.2005 tarih ve 25862 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren ve 25.06.2002 tarihli 2002/49/EC direktifine paralel olarak hazırlanan "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği", inşa edilmiş ve edilecek alanlarda, parklarda veya yerleşim alanları içindeki diğer sakin olunması gereken gürültüye duyarlı alanlarda (hastane, okul ve benzeri) ve diğer gürültülü yoğun bina ve alanlarda, insanların maruz kaldıkları çevresel gürültüler ile titreşimin yapılarda oluşturduğu hasarlara ilişkin esas ve kriterleri kapsamaktadır.

Yönetmelik kapsamında madde 26'da şantiye alanları için gürültü kriterleri hükümleri :

- Şantiye alanındaki faaliyet türlerine ve zaman dilimine bağlı olarak bu Yönetmeliğin 20. maddesinin (a) bendi çerçevesinde yapılan değerlendirme sonuçlarına göre, şantiye alanı çevresel gürültü düzeyleri L_d cinsinden Tablo 4.1'deki sınır değerleri aşamaz.

Tablo 4.1: Şantiye Alanı İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri

Faaliyet Türü (yapım, yıkım, onarım)	L gündüz (dBA)
Bina	70
Yol	75
Diğer Kaynaklar	70

- Kullanılan ekipmanlara bağlı olarak şantiye faaliyetinde ortaya çıkan darbe gürültüsü LC_{max} 100 dBA'yı aşamaz.
- Konut bölgeleri içinde ve yakın çevresinde gerçekleştirilen şantiye faaliyetlerinin tablo da verilen gündüz zaman dilimi (07.00 – 19.00) dışında akşam ve gece zaman dilimlerinde sürdürülmesi yasaktır. Tatil beldelerinde, turistik alanlarda ve benzeri durumlarda tüm şantiye faaliyetleri Büyükşehir Belediyesi ve/veya il/ilçe belediyesinin kararı doğrultusunda hafta sonları veya bir kaç ay süre ile tamamen durdurulabilir.
- Faaliyet sahibi şantiye alanında; inşaatın başlama, bitiş tarihleri ve çalışma peryotları ile Büyükşehir Belediyesi ve/veya il/ilçe belediyesinden alınan izinlere ilişkin bilgileri inşaat alanında herkesin kolay görebileceği bir tabelada gösterir.
- Şehir içi yolların ve yerleşim bölgelerinden geçen kara yollarının yapım ve onarımları ile bina yapım, yıkım ve onarım işlemleri sırasında doğacak gürültüleri kontrol etmek için mal sahibi veya yapımcı firma veya kuruluş tarafından; tablo 4.1'de verilen sınır değerleri sağlayacak şekilde önlemler alınır. Bu önlemlerle ilgili olarak gerekli durumlarda gürültülü makinelerin ve ağır nakliye araçlarının kullanımı Büyükşehir Belediyesi ve/veya il/ilçe belediyesince sınırlandırılır veya durdurulur.

Madde 29'da çeşitli titreşim kaynaklarının neden olacağı çevresel titreşimin kontrol altına alınmasına ilişkin esaslarda şantiye faaliyetlerine yönelik hüküm aşağıdaki gibidir :

" b) İnşaatlarda kazık çakma ve benzeri titreşim yaratacak operasyonlar ile ağır inşaat makinelerinin neden olacağı titreşimlerin çevrelerindeki yapılara zarar vermemesi için, en yakındaki yapının dışında, zeminde ölçülecek titreşim düzeyi Tablo 4.2'de verilen değerleri geçmez. Ölçümler, üç yönde yapılır ve bunların en yüksek olanı alınır. Titreşimler 1/3 oktav bantlarında tepe değeri olarak ölçülür. "

Tablo 4.2: İnşaatlarda Kazık Çakma ve Benzeri Titreşim Yaratan Operasyonların ve İnşaat Makinelerinin En Yakın Yapının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri (1 Hz- 80 Hz arasındaki frekans bantlarında)

	İzin Verilen En Yüksek Tireşim Hızı (Tepe Değeri – mm/s)	
	Sürekli Titreşim	Kesikli Titreşim
Yerleşim Bölgeleri	5	10
Sanayi ve Ticari Bölgeler	15	30

4.1.4 Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Gürültü Yönetmeliği

23.12.2003 tarihli ve 25325 sayılı Resmi Gazetede 2003/10/EC Avrupa Direktifine paralel olarak yayınlanan, yönetmeliğin amacı, işçilerin gürültüye maruz kalmaları sonucu sağlık ve güvenlik yönünden oluşabilecek risklerden, özellikle işitme ile ilgili risklerden korunmaları için alınması gerekli önlemleri belirlemektir. 22/5/2003 tarihli ve 4857 sayılı İş Kanunu kapsamına giren tüm işyerlerinde uygulanır.

Yönetmeliğin uygulanması bakımından, günlük gürültü maruziyet düzeyleri ve en yüksek ses basıncı yönünden maruziyet sınır değerleri ve maruziyet etkin değerleri 5. maddede ;

a) 1) Maruziyet sınır değerleri : LEX, 8h = 87 dB (A) ve P_{peak} = 200 μ Pai

2) En yüksek maruziyet etkin değerleri : LEX, 8h = 85 dB (A) ve P_{peak} = 140 μ Paii

3) En düşük maruziyet etkin değerleri : LEX, 8h = 80 dB (A) ve P_{peak} = 112 μ Paiii ; olarak belirlenmiştir.

b) İşçiyi etkileyen maruziyetin belirlenmesinde, işçinin kullandığı kişisel kulak koruyucularının koruyucu etkisi de dikkate alınarak maruziyet sınır değer uygulanacaktır. Maruziyet etkin değerlerinde kulak koruyucularının etkisi dikkate alınmayacaktır.

c) Günlük gürültü maruziyetinin günden güne belirgin şekilde farklılık gösterdiğinin kesin olarak tespit edildiği işlerde ve aşağıdaki şartlara uyulmak kaydı ile maruziyet sınır değerleri ve maruziyet etkin değerlerinin uygulanmasında günlük maruziyet değerleri yerine haftalık maruziyet değerleri kullanılabilir:

1) Yeterli ölçümle tespit edilen haftalık gürültü maruziyet düzeyi 87 dB(A) maruziyet sınır değerini aşmayacaktır.

2) Bu işlerdeki riskleri en aza indirmek için yeterli önlemler alınmış olacaktır.

4.1.5 Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Yapı İşlerinde Sağlık ve Güvenlik Yönetmeliği

23.12.2003 tarihli 25325 sayılı resmi gazetede 92/57/EEC Avrupa Birliği Konsey Direktifi paralelinde yayınlanan yönetmeliğin Ek IV Yapı Alanları için Asgari Sağlık ve Güvenlik Koşulları madde A 6 / 6.1 ‘de ;
“İşçilerin zararlı düzeyde gürültüye veya gaz, buhar, toz gibi zararlı dış etkenlere maruz kalmaları önlenecektir.” hükmü ile şantiye alanlarında gürültü konusunda önlemler alınması gerektiği vurgulanmıştır.

4.1.6 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü

11.01.1974 tarih ve 14765 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan ve yürürlüğe giren İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü’nün 22. maddesinde aşağıdaki hükümler yer almaktadır.

“Ağır ve tehlikeli işlerin yapılmadığı yerlerde, gürültü derecesi 80 desibeli geçmeyecektir. Daha çok gürültülü çalışmayı gerektiren işlerin yapıldığı yerlerde, gürültü derecesi en çok 95 desibel olabilir. Ancak bu durumda işçilere başlık, kulaklık veya kulak tıkaçları gibi uygun koruyucu araç ve gereçler verilecektir.”

Tüzüğün 78. maddesinde gürültünün zararlı etkilerden korunmak için alınacak tedbirler sıralanmıştır ;

1) İşyerlerinde gürültü çıkaran makinaların monte edilmeleri sırasında, işyeri tabanı, titreşimi ve sesi azaltacak malzeme ve sistemle yapılacaktır.

2) Gürültülü işyerlerinin duvarları, sesin yansımasını önleyecek malzeme ile kaplanacak ve bu binalar, çift kapılı, çift pencereli inşa edilecektir. Duvarlar, ses geçirmeyen malzeme ile yapılacaktır.

3) Gürültünün azaltılamadığı hallerde, bu tüzüğün 22 nci maddesi hükümleri uygulanacaktır.

4) Gürültülü işlerde çalışacak işçilerin, işe alınırken genel sağlık muayeneleri yapılacak, özellikle duyma durumu ve derecesi ölçülecek, kulak ve sinir sistemi hastalığı olanlar ile bu sistemde arızası bulunanlar ve hipertansiyonlular, bu işlere alınmayacaklardır.Ancak doğuştan sağır ve dilsiz olanlar, bu işlere alınabileceklerdir.

5) Gürültülü işlerde çalışan işçilerin, periyodik olarak, genel sağlık muayeneleri yapılacaktır. Duyma durumunda azalma ve herhangi bir bozukluk görülenler ve kulak ve sinir hastalığı bulunanlar ve hipertansiyonlu olanlar, çalıştıkları işlerden ayrılacaklar,kontrol ve tedavi altına alınacaklardır.

79. maddede ise titreşim (vibrasyon) yapan aletlerle yapılan çalışmalarda alınacak tedbirler belirlenmiştir ;

1) Titreşim yapan aletlerle çalışacak işçilerin, işe alınırken, genel sağlık muayeneleri yapılacak, özellikle kemik, eklem ve damar sistemleri incelenecek ve bu sistemlerle ilgili bir hastalığı veya arızası olanlar, bu işlere alınmayacaklardır.

2) Titreşim yapan aletlerle çalışan işçilerin, periyodik olarak, sağlık muayeneleri yapılacaktır. Kemik, eklem ve damar sistemleri ile ilgili bir hastalığı veya arızası görülenler, çalıştıkları işlerden ayrılacaklar, kontrol ve tedavi altına alınacaklardır.

459.maddede motorlu arabaların klakson, çan veya zil seslerinin, işyerindeki diğer sinyal seslerinden farklı, diğer makinaların meydana getirdiği gürültüleri bastıracak kadar kuvvetli ve titiz olması ve aynı işyerinde çalışan çeşitli motorlu arabalar için aynı ses tonu kullanması zorunluluğu belirtilmiştir.

525. maddede gürültülü yerlerde çalışan işçilere, kulakların korunması için uygun kulak tıkaçları verilmesi ve bu tıkaçların her gün temizlenmesi ve sterilize edilmeden diğer bir işçiye verilmemesi; işin özelliğine göre işçilere kulakları, alnı, yanakları ve yüzü kıvılcıma, erimiş metale, fırlayan parçalara ve kıymıklara ve benzerlerine karşı koruyan uygun başlıklar verilmesi gerektiği belirtilmiş ve kullanılmayan koruyucuların uygun şekilde saklanması gerektiği belirtilmiştir.

4.2 Avrupa Birliği Standartları ve Direktifleri

Avrupa Birliği ülkelerindeki ekonomik birleşmeyle beraber; mevcut standart ve yönetmeliklerde yapılan değişiklik ve yenilik çalışmaları hız kazanmıştır. Mevcutta gürültü ölçümleri, gürültünün etkileri, kabul edilebilir limitler ve kontrollerle ilgili değerleri içeren pek çok yeni Avrupa standardı ve direktifi bulunmaktadır.

Yayınlarda " standart " ve " direktif " kelimeleri ayrı durumlar için kullanılmaktadır. Standart terimi; ISO (International Standarts Organization) ve IEC (International Electrotechnical Commission) gibi uluslararası kuruluşlar tarafından taslak olarak hazırlanan ve oybirliği ile kabul edilen ölçüm prosedür ve yöntemlerini içeren yayınlar için kullanılır.

Direktif ise; CEC (Council of the European Community) tarafından düzenlenir ve uygulanması zorunludur. Avrupa Birliğine üye ülkeler tarafından gerekleri yerine getirilir.

Avrupa Birliği yayınlanan direktifleri ayırmada "yeni yaklaşım - new approach" ve "eski yaklaşım – old approach" ifadelerini kullanmaktadır. 1985 yılından önceki tek ürün odaklı ve uygulaması çok zaman alan direktifler için "eski yaklaşım – old approach" , yasaların altyapısı niteliğindeki ve pek çok farklı ürün grubu için kullanılabilecek nitelikteki yeni direktifler için ise "yeni yaklaşım - new approach" terimi kullanılmaktadır. Yeni yaklaşımla birlikte CEN (European Committee for Standardization) üretici firmaların ürün tasarımında yeni direktiflerdeki değerleri sağlayabilmeleri için; zorunlu olmayan teknik spesifikasyonlar hazırlamıştır. Tüm bunlarla beraber yeni yaklaşım adı altındaki direktifler 1985 yılından önceki bazı direktifleri takip etmekte ve devamı niteliğinde yayınlanmaktadır.

2002 / 49 / EC Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Direktifi

25 Haziran 2002 tarihinde Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 2002/49/EC Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Direktifi'ni kabul etmiştir. Direktifin temel amacı Avrupa Birliği ülkelerindeki gürültü problemini durdurmaya yönelik temel esasları ve yöntemlerle ilgili uygulama ilkelerini belirlemektir.

Direktifte çevresel gürültü probleminin belirlenmesi amacıyla ana karayolları, demiryolları, hava alanları ve toplu yaşam alanları için düzenlenmiş gürültü haritalarının; düzenlenmiş gürültü göstergeleri olan L_{den} (gündüz – akşam – gece) ve L_{night} (gece) eşdeğer gürültü seviyeleri kullanılarak hazırlanması belirtilmiştir. Bu sayede, gürültüye maruz kalan toplulukla ilgili kesin ve doğru çalışmalar yapılması sağlanabilmektedir.

Direktifin içeriğinde gürültü maruziyeti ve etkileri ile ilgili toplumu bilgilendirmek ve yönlendirmek amaçlı pek çok bilgi bulunmaktadır. Bölgesel gürültü sorunlarına yönelik olarak, yetkili otoritelerle gürültü problemi olan bölgeler için aksiyon planları hazırlanmasına yönelik maddeler içermektedir.

Herhangi bir limit değer belirtilmemekle beraber, aksiyon planlarındaki ölçüler içinde yerel otoritelerin insiyatifinde limit değerlerin belirlenebileceği belirtilmiştir.
Uzun dönemli Avrupa Birliği stratejilerinin belirlenmesi için direktifin temel hedefi gürültüden etkilenen insan sayısını azaltmak ve mevcut gürültü azaltım politikasının gelişmesini sağlamaktır.

İnşaat Yapım Direktifleri

EC (European Community) tarafından yayınlanan ilk direktifler; şantiyeler ve inşaat ekipmanlarının A ağırlıklı ses gücü seviyelerini belirleyecek ölçüm metodları için tayin edilmiştir. Bunun ardından 1984 yılında pek çok özel direktif yayınlanmıştır ; hava kompresörleri (84/553/EEC; 85/406/EEC), kule vinçler (84/534/EEC), kaynak jeneratörleri (84/553/EEC; 85/407/EEC), güç kaynakları (84/536/EEC ;85/408/EEC), beton kırıcılar (84/537/EEC ;85/409/EEC). Cihazlarla ilgili izin verilen limitler cihazın büyüklüğü, ağırlığı ve türüne bağlı olarak 100 dBA ile 118 dBA arasındadır.

86 / 188 / EEC Çalışanları Gürültüye Karşı Koruma Direktifi

1986 yılında CEC (Commision of European Communities) "Çalışma Ortamında Gürültüye Maruz Kalma Riski Taşıyan Çalışanların Korunması" 86/188/EEC direktifini yayınlamıştır. Bu direktifte tüm çalışanların maruz kaldığı gürültü seviyesinin 90 dBA'nın altında ya da uygulama açısından pratik olan, gürültü kontrol ölçütleri ve özellikle kaynakla ilgili teknik ilerlemeleri hesaba katan düşük bir seviyede olması gerektiği belirtilmiştir. Buradan çalışanlar için gürültü seviyesinin elverişli ve mümkün olduğu durumlarda 90 dBA'nın altında olması gerektiği sonucu çıkartılabilir. Bilgi, eğitim, işitme testi gibi diğer ölçülerde L_{eq} değeri 85 dBA'nın üstünde olmamalıdır.

89 / 392 / EEC Makine Direktifi

1989 yılında CEC (Commision of European Communities) yeni yaklaşımının usülleri altında Makineler Direktifi 89/392/EEC yayınlamıştır. Bu direktif inşaat faaliyetlerinde kullanılan makine ve ekipmanların üretici firmaları için gürültü azaltımına yönelik son teknoloji makine tasarımı yapılması ile ilgili ilkeleri içermektedir. Üretici firmalar; gürültü seviyeleri üzerinde 70 dBA'yı ya da operatör kabininde 130 dBA'yı ve 85 dBA'yı aşan ses gücü seviyeleri ile ilgili bilgilere sahip olmak zorundadır. Ses gücü seviyesi ve ses basıncı bilgisi makinenin çalışma süresi ve çalışma şekline bağlıdır. Gürültü emisyon değerleri kullanım kılavuzlarında ve kullanıcılar için hazırlanmış olan teknik bilgilerde yer almalıdır.

Makineler direktifi yürürlüğe girdiğinden beri, farklı makine tipleri için özel güvenlik standartları yayınlanmıştır. Bu standartlar tehlike tanımlarını, güvenlik hedeflerini, tehlikeleri azaltma yollarını, uygulama ile ilgili test metodlarını, ve kullanıcı bilgilerini içermektedir.

Taslak standart EN 1746 makine güvenlik standartları için sağlanması gereken gürültü karşılıklarını, makinenin temel gürültü kaynaklarının tanımlarını, düşük gürültülü tasarım ilkelerini, gürültü denetim kriterleri ile ilgili örnekleri, gürültü emisyon değerleri ve kulanıcılar için gerekli düşük gürültülü kullanım bilgilerini içerir.

CE Markalama Sistemi

Makineler direktifindeki diğer bir koşulda direktife uyumlu makinelerin CE markası taşıması gerektiğidir. Direktifte yapılan düzeltme markanın gösterim formunu vermektedir. İnşaat gürültü direktifi (construction noise directive) (79/113/EEC) üretici firmaları; makinelerde operatörlerin görüş seviyesinde L_{WA} ses gücü seviyesi ve L_{PA} ses basınç seviyesi değerlerini göstermekle zorunlu kılmıştır.

ISO 4871 'de makine ve ekipmanlar için gürültü markalaması ile ilgili açıklamalr yer almaktadır. ANSI (American National Standarts Institute) tarafından hazırlanan taslak çalışmada ISO 4871'e bazı ekler yer almaktadır. Ek E'de A Ağırlıklı Ses Basınç Seviyesi ve C Ağırlıklı Tepe Ses Basınç seviyeleri ile ilgili bilgi vermektedir. Ek B'de yapılan değişiklikte ses basınç seviyesi ve ses gücü seviyelerinin çalışan ve çalışmayan makine koşulları için örnekleri yer almaktadır.

Blue Angel Çevresel Markalama Sistemi

Avrupa Birliği, Amerika Birleşik Devletleri de dahil pek çok ülkede gürültü azaltımı konusunda inşaat makinelerinin üretici firmalarına bazı teşvikler getirmiştir. Gürültü limitleri ve markalama konusundaki direktiflere Avrupa pazarına açılmak isteyen Amerikan firmalarınında uyması zorunlu kılınmıştır. Makinelerde gürültü ile ilgili markalamada ANSI standartlarının gelmesi, uygulanması zorunlu olmamasına rağmen Amerikan üretici firmaların ürünlerde gürültü azaltımına yönelik çalışmalarını teşvik etmiştir.

Blue Angel dünyadaki en eski ve ilk çevresel markalama sistemidir. 1977 yılında Alman hükümeti ve Çevre Bakanlığı tarafından oluşturulmuştur. Çevre politikasının bir parçası olarak tasarlanan bu sistem, şu anda yaklaşık 3700 ürün ve 80 ürün kategorisinde mevcuttur.

Sistem, çevresel koruma ve müşteri koruma sisteminin biribiriyle olan ilişkisini yükseltmektedir. Çevresel hassasiyeti ile birlikte iş sağlığı ve güvenliği konusunda da mevcut standartların gereklerini karşılayan ürün ve servisler bu markayı alabilmektedir. Doğal malzemelerin ekonomik kullanımı, üretimi, hizmet ömrü ve yok edilmesi faktörleri de bu sistem içinde önemli yer tutmaktadır. Ürünlerin

üzerinde yer alan logo sistemi ile sistem bileşeni olarak kullanılmaktadır(Peufiroy, Schexnayder, Shapira, 2006).

4.3 Uluslararası Çevre ve Sağlık Kuruluşlarının Gürültü Yaklaşımı

4.3.1 WHO (World Health Organization) Dünya Sağlık Örgütü

1945 yılında ABD'nin San Francisco kentinde toplanan Birleşmiş Milletler Konferansı, bu dönemde bütün halkların sağlığının, dünyada barış ve güvenliğin sağlanması açısından temel önem arz ettiğini kabul ederek Çin ve Brezilya'lı delegelerin bir ''Uluslararası Sağlık Örgütü'' kurulması amacıyla toplantı düzenlenmesi oybirliğiyle kabul edilmiştir.

19-22 Temmuz 1946 tarihlerinde New York'da düzenlenen Uluslararası Sağlık Konferansı'nda BM'ye üye 51 ülkenin temsilcisi ile FAO, ILO, UNESCO, OIHP (Merkezi Paris'te bulunan Uluslararası Halk Sağlığı Bürosu), PAHO, Kızıl Haç, Dünya İşçi Sendikaları Federasyonu ve Rockefeller Vakfı Temsilcileri, WHO Anayasa'sını oluşturmuşlardır. WHO Anayasası 22 Temmuz 1946 tarihinde 61 ülkenin temsilcisi tarafından imzalanmıştır. WHO'a, Mayıs 2000 itibariyle 191 ülke üyedir ve 2 ülke de ortak üye statüsündedir.

Örgüt amaçlarına ulaşmak için sağlık alanında uluslararası nitelik taşıyan çalışmalarda yönetici ve koordinatör makam sıfatıyla hareket etmekte ve birleşmiş milletlerle işbirliği çalışmaları yütrütmektedir (Dünya Sağlık Örgütü Türkiye İrtibat Ofisi,2006).

Gürültünün ciddi bir sağlık tehlikesi olarak belirlenmesinin ardından gürültü maruziyetinin sağlık üzerindeki tehlikeli etkileri önemli bir toplumsal sağlık problemi olarak ele alınmaktadır. Dünya Sağlık Örgütünün yaptığı istatistiklerde ,

- Dünya üzerinde 120 milyondan fazla insanın duyma güçlüğü çektiği belirlenmiş.
- Avrupa'da topluluğun yarısından fazlası gürültülü çevrelerde yaşamakta ve gürültü seviyeleri gece daha da rahatsız edici bir hal almaktadır.
- Amerika Birleşik Devletleri'nde 1981deki 9 milyon kişi olarak belirlenen 85 dB üstü mesleki gürültü maruziyeti 1990 yılında yaklaşık 30 milyon kişi

olarak tespit edilmiş. Bu kişiler ağırlıklı olarak üretim ve imalat sektöründe yer almaktadır.

- Almanya ve diğer gelişmiş ülkelerde 4-5 milyon arasında değişen çalışan kesimin yaklaşık % 12-15 'inin 85 dB ve üzerindeki gürültüye maruz kaldığı belirlenmiştir.
- Gerek toplumsal gerekse mesleki ortamlarda gürültüye uzun süreli ve aşırı maruziyet yüksek tansiyon ve kalp rahatsızlıkları gibi kalıcı hastalıklara sebep olabilmektedir.
- 80 dB üstündeki ses agresif davranışlara sebep olmaktadır.
- Gürültü; okuma, dikkat, problem çözme ve hafıza ile ilgili çalışma gereken durumlarda performans düşüklüğüne sebep olmaktadr.
- Toplumsal gürültü ve ruhsal sağlık problemleri arasındaki ilişki kullanılan sakinleştirici ve uyku haplarına artan talep ve psikiyatrik vakalardaki artışla değerlendirilebilir.

sonuçlarına varılmıştır.

Endüstriyel makina ve üretim pek çok farklı gürültü kaynağını içerir. Pervaneler, şanzımanlar, elektrikli cihazlar, içten yanmalı motorlar, pnömatik ekipmanlar, sondajlar, eziciler, püskürtme cihazları, pompalar, kompresörler gürültü yaratan mekanik ekipmanlardan bazılarıdır.

Teknolojik ilerlemelerle birlikte yeni üretilen cihazlar daha gürültülü çalışmakta ve gürültü seviyesinin artması çoğu zaman gözardı edilmektedir. Her ne kadar makina tasarımında gürültü azaltımına yönelik kriterler dahil edilse de üretim hızının artması gürültü seviyelerinin arttırmaktadır. Örneğin devirli makinelerde hızın iki katına çıkması gürültü emisyonunu 7 dB, dokuma tezgahlarında 12 dB, dizel motorlarda 9 dB, petrol motorlarda 15 dB, fanlarda ise 18-24 dB artışa sebep olmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütünün belirlediği mesleki gürültü limiti 85 dBA'dır. Bu seviye ve üstündeki seviyelere 8 saatten fazla maruz kalmanın sağlık için tehdit oluşturduğu ve kalıcı duyma kusurlarına sebebiyet verdiği belirlenmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü gürültü yönetimi için bir konsept geliştirmek amacıyla "Toplumsal Gürültü için Kılavuz" yayınlamıştır. Bu kılavuz toplumsal gürültü için

rehberlik edecek bazı değerleri önermektedir. Tablo 4.3'te bu değerler görülmektedir.

Tablo 4.3: Dünya Sağlık Örgütü Gürültü Sınır Değerleri

Çevre	Kritik Sağlık Etkisi	Ses Seviyesi dB (A)	Zaman (saat)
Dış mekan yaşam alanları	Rahatsızlık	50 – 55	16
İç mekan	Konuşma güçlüğü	35	16
Yatak odaları	Uyku rahatsızlığı	30	8
Sınıflar	İletişim güçlüğü	30	Sınıfta kalınan süre
Endüstriyel, Ticari ve trafik alanları	İşitme kaybı	70	24
Kulaklıkla alınan müzik	İşitme kaybı	85	1
Eğlence	İşitme kaybı	100	4

4.3.2 OSHA (U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration) Amerika Birleşik Devletleri Çalışma Bakanlığı Meslek Güvenliği ve Sağlığı İdaresi

OSHA, standartlar eşliğinde çalışanların sağlık ve güvenliklerini güvence altına almak, eğitim ve çalışmalar yapılmasını sağlamak ve sağlık, güvenlik alanındaki çalışmaları geliştirmek amacındadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde OSHA'nın yayınladığı iki önemli gürültü yönetmeliği mevcuttur; birincisi Mesleki İşitme Kayıplarına Karşı Çalışanların Tazminatı; diğeri ise OSHA Amerika Birleşik Devletleri Çalışma Bakanlığı Meslek Güvenliği ve Sağlığı İdaresi, Mesleki Güvenlik ve Sağlık Yasası'dır.

Mesleki İşitme Kayıplarına Karşı Çalışanların Tazminatı, çalışma sigortası şirketleri tarafından yönetilir ve bu tür şirketler ülkenin tüm eyaletlerinde bulunur. Tazminat sigorta kapsamına alınabilir ve hem işveren hem de çalışan bu konudan dolayı cezalandırılabilir. Çalışan OSHA standartlarına göre ondan istenenleri yerine getirmemekten dolayı risk altında olabilir veya iş veren iş yerinde işitme kaybı gibi kazaları yerine getirmemekten dolayı cezalandırılabilir.

Çalışma mekanı gürültü kaynaklarıyla çevrelenmiş olan işçi için OSHA'nın 8 saatlik çalışma standartları aşılmışsa işçi dava açıp tazminat isteyebilir. Sayısal olarak, standart ses düzeyi ölçer ile yapılan ölçümlerde ortaya çıkan izin verilen gürültüye maruz kalma dereceleri Tablo 4.4'te gösterilmiştir.

Tablo 4.4: OSHA Çalışma Saatlerine Göre Gürültü Sınır Değerleri (Rettinger, 1988)

Çalışma Saati	A Ağırlık Ses Seviyesi (dBA)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110
0.25	115

OSHA 8 saatlik çalışma dilimi için 90 dBA gürültü limiti belirlemiştir. Değerler yükseldikçe maruz kalma sürelerinde düşme olmaktadır. 90 dBA üzerindeki her 5 dBA'lik artışta, maruziyet süresi yarıya inmektedir.

Günlük maruziyet limiti olan 90 dBA; 50 yaşın altındaki ya da devamlı işitme kaybının 25 dBA veya daha az olduğu %10'luk bir popülasyonun etkilendiği durumlar için uygun görülmektedir.115 dBA üzerindeki seviyelere hiç bir zaman izin verilmemektedir. Bunlarla birlikte çalışma alanlarında iki temel koşul istenmektedir;

1. Gürültü seviyesinin maksimum olduğu anlarda bu limitlere maruz kalan çalışanların kişisel koruyucu kullanması zorunludur.
2. İzin verilen limitlerin aşılması durumunda işveren tarafından azaltıma yönelik önlemler alması gereklidir (Barron, 2003).

4.3.3 EPA (U.S. Environmental Protection Agency) Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma İdaresi

EPA'nın temel amacı çevre ve insan sağlığını korumaktır. 2 Aralık 1970'ten beri Amerika Birleşik Devletlerinde çalışmalarını sürdürmektedir. Çevresel yasalar doğrultusunda hazırlanmış olan yönetmeliklerin geliştirilmesi ve uygulanması ile ilgili çalışmaları yürütür. Çeşitli çevresel programlar için oluşturulmuş ulusal

standartları geliştirmekle, resmi makamlarda temsil etmekle ve uygulamalarını gözlemlemekle yükümlüdür.

EPA gürültünün insan üzerindeki etkilerini ve çevresel gürültüden etkilenmiş olan insanların, sağlık ve refahı ile ilgili 1974 yılında çalışmalar başlatmıştır. A ağırlıklı ses seviyesini temel çevresel gürültü kriteri olarak belirlemiştir. Değerlendirme kriteri olarak da Eşdeğer Sürekli Ses Seviyesi L_{eq}'yu esas almıştır.

Yapılan çalışmalar sonucu gece gürültüsünün gündüz gürültüsünden daha fazla rahatsızlık verdiği belirlenmiştir. Gündüz ve gece eşit değerdeki bir gürültü için gece algılamasının, arka plan gürültüsünün azalmasından dolayı yaklaşık 10 dB daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu yüzden gündüz için düzeltme değeri -10 dB iken, gece için bu değer 0 dB'dir.

EPA gece ve gündüz için L_{DN} değerini belirlemiştir. Bu parametreye göre gece eşdeğer ses seviyesi 22.00 – 07.00 saatleri arasındaki 9 saatlik dilimdir. Gündüz değeri ise 07.00 – 22.00 saatleri arasındaki 15 saatlik dilimdir. Değer hesaplaması için kullanılan formül şöyledir;

$$L_{DN} = 10 \log_{10} \left\lfloor (0.625)10^{L_D/10} + (0.375)10^{(L_N+10)/10} \right\rfloor \text{ dBA} \qquad \textbf{(4.1)}$$

L_D gündüz eşdeğer ses seviyesi , L_N gece eşdeğer ses seviyesi değerleridir.

Eğer gürültü spektrumu ile ilgili kesin bir belirleme yapmak mümkün değilse gece gündüz değeri ve arka plan gürültüsü ile çevresel gürültüye verilen toplumsal reaksiyon düzeltme değerleri ilavesiyle belirlenebilir.Kullanılan formül şöyledir ;

$$L_{DN}(düzeltilen) = L_{DN}(ölçülen) + CF_{DN} \qquad \textbf{(4.2)}$$

CF_{DN} = Düzeltme Faktörü (dBA)

Tablo 4.5'te farklı etki durumları için kullanılacak düzeltme faktörleri verilmiştir.

Tablo 4.5: Ölçülen değerlere ilave edilebilecek farklı durumlar için düzeltme faktörleri

Etki Faktörü	*Açıklama*	*Düzeltme Faktörü*
Gürültü Spektrumu	Saf ton ya da impulsif gürültüler	+5
	Saf ton ya da impulsiv olmayan sesler	0
Yerleşim Tipi	Sessiz yerleşim ya da kırsal alan	+10
	Normal yerleşim	+5
	Kentsel yerleşim	0
	Gürültülü kentsel yerleşim	-5
	Çok gürültülü kentsel yerleşim	-10
Yılın Belirli Zamanı	Yaz mevsimi ya da tüm yıl için	0
	Kış mevsimi ya da pencereler kapalıyken	-5
Önceki Gürültü Etkilenimi	Gürültü ile ilgili herhangi bir sorun yaşanmamışsa	+5
	Gürültü ile ilgili aralıklı dönemler sorunlar yaşanmışsa	0
	Önemli problemler yaşanmışsa	-5
	Gürültü ile ilgili önlem alınması zorunlu ve acilse	-10

4.3.4 HUD (U.S. Department of Housing and Urban Development) Amerika Birleşik Devletleri İskan ve Kentsel Kalkınma Departmanı

1937 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde yayınlanan İskan Yasasının ardından, 1965 yılında İskan ve Kentsel Gelişim Yasası Departmanı HUD'u kabine seviyesinde bir idare olarak belirlemiştir.

HUD' un temel görevi evsahipliğini ve iskan konusunda ayrım gözetmeksizin toplumsal gelişmenin artmasını sağlamaktır. Bu kapsamda yayınlanan standartlarla çalışmalarına devam etmektedir.

Amaçlarını yerine getirebilmek için, özellikle güvenlik odaklı güçlü kaynaklara sahip toplumsal kuruluşlarla ortak çalışmalar yürüterek pek çok standart benimsemiştir. Bu sayede toplumsal tabakalar üzerindeki etkisini arttırmıştır.

HUD yürürlükteki gürültü ve denetimi ile ilgili yönetmeliklerin kapsadığı toplumsal alanlardaki yerleşim ve denetim değişiklerine rehberlik etmektedir.

Gürültüden duyulan rahatsızlık hem gürültünün ortalam seviyesine hem de kaynaktaki gürültünün değişkenliğine bağlı olarak değerlendirilmiştir. Buna bağlı olarak Gürültü Kirlilik Seviyesi L_{NP} ortaya çıkmıştır.

$$L_{NP} = L_{eq} + 2.56\sigma \quad \text{dBA} \tag{4.3}$$

L_{eq} eşdeğer sürekli ses seviyesini, σ A ağırlıklı seviyeler için standart sapmayı ifade eder. 2.56 sabit katsayısı değişken gürültülü seviyelerle yapılan çalışmalar sonucunda belirlenmiştir.

Yapılacak çalışmalarda yapımcı firmaların devletten kredi ya da mali destek alabilmesi için HUD tarafından belirlenmiş gürültü kirlilik seviyelerini sağlıyor olması gerekmektedir. Tablo 4.6'da belirtilen değerlerde kesinlikle kabul edilen değerler için, şantiye alanında herhangi bir ilave akustik önlem almak gerekmemektedir. Normal olarak kabul edilen değerler için yaşam alanlarında çevresel gürültü bariyerleri gibi bazı önlemler alınarak istenen değerlere ulaşılabilir. Yapımcı firmalar yerel otoritelere iç mekanlardaki gürültü seviyelerinin 1 saatten fazla bir zaman diliminde 55 dBA'dan ve 8 saatlik çalışma zamanında 45 dBA'dan fazla olmadığını kanıtlamak zorundadırlar.

Tablo 4.6: HUD tarafından belirlenen Çevresel Gürültü Seviyesi Kriteri (Barron, 2003)

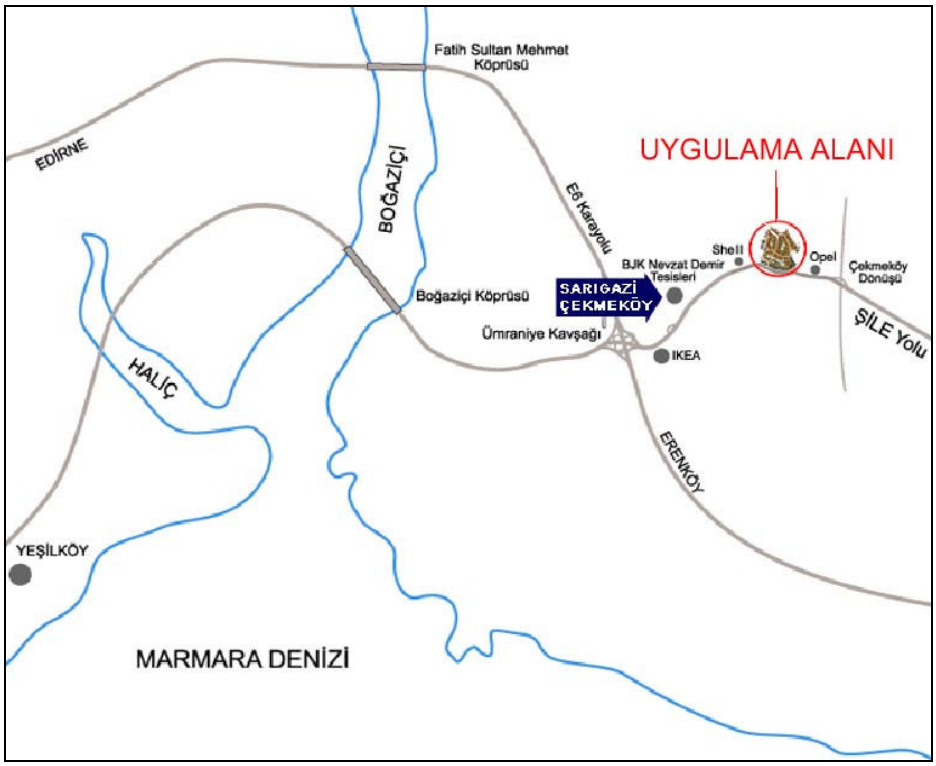
Kategori	***Tanımlama***	***L_{eq} , dBA (NP)***
Kesinlikle Kabul Edilebilir	24 saatlik zaman dilimi içinde 30 dakika için 45 dBA'yı aşmadığı durum	< 62
Genelde Kabul Edilebilir	24 saatlik zaman dilimi içinde 8 saat için 65 dBA'yı aşmadığı durum	62 – 74
Genelde Kabul Edilemez	24 saatlik zaman dilimi içinde 8 saat için 65 dBA'yı aştığı ya da sürekli tekrarlayan yüksek seslerin olduğu durum	74 – 88
Kesinlikle Kabul Edilebilemez	24 saatlik zaman dilimi içinde 6 saat için 80 dBA'yı aştığı ya da 8 saat için 75 dBA'yı aştığı durum	> 88

5. ŞANTİYE GÜRÜLTÜSÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN YAPILAN ÖRNEK ÇALIŞMA

5.1 Proje ve Şantiye Hakkında Genel Bilgi

İstanbul Anadolu Yakası Ümraniye İlçesi Çekmeköy'de bulunan deneysel çalışmanın yapıldığı şantiye alanı, Boğaziçi Köprüsü ve Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'ne yakın, Şile Yolu üzerinde Beşiktaş Spor Klubü Nevzat Demir Tesisleri yanında, Sinpaş Aquacity Evleri ve Sinpaş İstanbul Palace Evlerinin karşısında yer almaktadır.

2005 yılı sonunda üretimine başlanan ve 2009 yılında bitmesi planlanan proje 89,409 m2 alan üzerine betonarme karkas konstrüksiyonla 25 adet konut blokları,1 çarşı,1 sosyal merkez olmak üzere 27 blok toplam 592 konut, 3 gölet, 3 açık havuz ve açık spor alanlarından oluşacaktır.



Şekil 5.1 : Örnek Şantiye Alanı Ulaşım Planı



Şekil 5.2 : Proje Genel Vaziyet Planı

5.2 Gürültü Ölçüm Yöntemi

Çevre gürültüsünün ölçülmesi ve değerlendirilmesi için kullanılan tüm yöntemlerin kullanıldıkları çevre içerisinde uygulanabilir nitelikte olması ölçümlerden doğru ve faydalı sonuçlar elde etmek için oldukça önemlidir.

Bu sebeple, farklı gürültü tipleri için dünya çapında halen geçerli olan çok geniş aralıkta farklı yöntemler vardır ve bu durum, uluslararası karşılaştırma ve uzlaşma bakımından önemli zorluklar oluşturur. Günümüz teknolojisinde uzun vadeli gürültü rahatsızlığı değerlendirmesinde, "derecelendirme seviyesi" olarak ifade edilen düzenlenmiş A ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basınç seviyesinin uyarlanmasının en iyi yöntem olacağı görülmektedir (TS 9315, 2005).

Ses kaynakları ayrı ya da çeşitli kombinasyonlarda olabilir. Rahatsızlık tepkisinin tahmininde yöntemin uygulanması insanların ikâmet ettiği alanlarla sınırlıdır ve o bölgede ne kadar yaşadıklarıyla ilgilidir. Gürültüye toplumun tepkisi, aynı akustik seviyelere sahip olduğu gözlemlenen çeşitli ses kaynakları arasında önemli ölçüde değişiklik gösterebilir (TS 9315, 2005).

“Derecelendirme seviyesi” terimi, fiziksel ses tahminleri veya bir ya da daha fazla düzenlemeye ilâve edilen ölçmeleri açıklamak için kullanılır. Bu derecelendirme seviyeleri temel alındığında toplumun uzun vadeli tepkisi tahmin edilebilir(TS 9315, 2005).

Sesler, yetkili makamlar tarafından gerekli olduğunda; seslerin anî olarak ortaya çıkması, ses perdesi, düşük frekans içeriğinin özel karakteristikleri ve yol trafik gürültüsünün farklı karakteristikleri, taşımacılık gürültüsü (uçak gürültüsü gibi) ve endüstriyel gürültü hususları dikkate alınarak ya tek tek ya da birlikte değerlendirilir (TS 9315, 2005).

Akustikte sesi açıklayan çok sayıda farklı fiziksel ölçüler desibel olarak ifade edilen kendi seviyelerine sahiptirler. (örneğin ses basıncı, en yüksek ses basıncı, eşdeğer sürekli ses basıncı). Bu fiziksel ölçülere karşılık gelen seviyeler normal olarak aynı ses için farklı olacaktır. Bu durum çoğu zaman karışıklığa sebep olur. Bundan dolayı, ilgili fizikî büyüklüğü belirlemek gereklidir. (örneğin ses basınç seviyesi, en yüksek ses basınç seviyesi, eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi) (TS 9315, 2005).

Şantiye alanında yapılan gürültü ölçümlerinde

- TS 9315 ISO 1996-1 Akustik-Çevre gürültüsünün tarifi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi-Bölüm 1: temel büyüklükler ve değerlendirme işlemleri (Eylül 2005) ;
- TS 9798-Akustik-Çevre Gürültüsünün tanımlanması ve ölçülmesi kısım 2-arazi kullanımında meydana gelen gürültülerle ilgili verilerin elde edilmesi (Ocak 1992) ,

standartlarındaki ölçüm kriterleri ve göstergeleri esas alınmıştır.

5.2.1 TS 9315 ISO 1996-1 Akustik-Çevre gürültüsünün tarifi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi-Bölüm 1: temel büyüklükler ve değerlendirme işlemleri

TS 9315 ISO 1996-1, toplu yaşanılan çevrelerdeki gürültünün tarifi için kullanılacak temel büyüklükleri tarif eder ve temel tayin işlemlerini açıklar. Ayrıca bu standard çevre gürültüsü değerlendirme yöntemlerini de belirtir ve çevre gürültülerinin çeşitli tiplerine uzun süre maruz kalan bir toplumun potansiyel rahatsızlık tepkisinin tahmin edilmesinde bir kılavuzluk sağlar.

Standart kapsamında;

1. Zaman ağırlıklı ve frekans ağırlıklı ses basınç seviyeleri
2. En büyük aralıklı ve frekans ağırlıklı ses basınç seviyeleri
3. Aşma seviyesi N yüzdesi
4. Ses basınç seviyesi tepe noktası
5. Sese maruz kalma seviyesi
6. Eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi; değerlerinin tanımlamaları yapılmıştır.

Ölçüm yapılan zaman aralığı *Referans Zaman Aralığı* olarak belirtilmiştir. Bu zaman aralığının belirlenmesinde; yapılacak ölçüm çalışmasının niteliği ve amacı, çalışma alanı gibi özellikler dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Tanımlamalarda geçen *Derecelendirme Seviyesi* bir düzenlemeye ilâve edilmiş tahmin edilen veya ölçülen herhangi bir akustik seviyedir. Gündüz ve gece ses basınç seviyesi veya gündüz/akşam/gece ses basınç seviyeleri gibi ölçmeler, derecelendirme seviyelerine örneklerdir. Çünkü bu ölçmeler, farklı referans zaman aralıkları üzerinde ölçülmüş veya tahmin edilmiş sesten hesaplanır ve düzenlemeler, günün herhangi bir zamanına bağlı olarak referans zaman aralığı eşdeğer devamlı ses basınç seviyelerine ilâve edilir (TS 9315, 2005).

Bir derecelendirme seviyesi, ses perdesi veya sesin anî olarak ortaya çıkması gibi bazı ses karakterlerinin hesaba katılması için ölçülmüş veya tahmin edilmiş seviye veya seviyelere, düzenlemeler ilâve edilerek oluşturulabilir. Örneğin temel ses kaynağı olarak kara yolu trafiğinde kullanılan düzenlemeler, uçak veya demir yolu kaynakları seviyelerine uygulanabilir (TS 9315, 2005).

Standart kapsamında tanımlanan ses kaynakları içinde şantiye faaliyetlerinde ses kaynakları *Yüksek Ani Oluşan Ses Kaynağı* kategorisine girmektedir. Bu tür kaynaklar, yüksek anî oluşma özelliğine ve yüksek etkinlik derecesine sahip kaynaklardır. Örnekler: küçük kalibreli silah atışı, metal veya ahşap üzerinde çekiçleme, perçin tabancaları, dövme aleti, zımbalı pres, havalı çekici, mıcır kırma makinesi, demiryollarındaki makaslama işlemlerindeki darbeler (TS 9315, 2005).

5.2.2 TS 9798 Akustik- Çevre Gürültüsünün tanımlanması ve ölçülmesi kısım 2 - Arazi kullanımında meydana gelen gürültülerle ilgili verilerin elde edilmesi

TS 9798;

- Belirli bir arazi parçasında meydana gelen tek düze bir çevre gürültüsünün tanımlanmasına,
- Herhangi bir arazi kullanımında meydana gelen gürültü veya tasarlanan bir kullanımda meydana gelecek olan gürültü ile mevcut veya öngörülen bir gürültüyle uyum içinde olmasının tespitine yarayan metotlarla ilgili kuralları içerir.

Verilerin elde edilmesi aşamasında; göz önüne alınan alanın coğrafi durumunun belirlenmesi, bu alanla ilgili gürültü kaynaklarının ana özelliklerinin belirtilmesi, yer, faaliyet, kullanım ve yakın çevresinin özellikleri gibi alıcının bulunduğu yerin belirtilmesi gerekmektedir. Göz önüne alınan alanın hakim olan meteorolojik koşulları özellikle verilmelidir. Tercihen bunlar rüzgarın hızı ve yönü, bir yıl veya herhangi uygun bir zaman aralığındaki sıcaklık inversiyonları da kapsayan, sıcaklık ve yağışla ilgili istatistiksel bilgidir. Temel akustik veriler eşdeğer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyeleri olup bu veriler değerlendirme seviyeleri ve referans zaman aralıkları ile belirlenir. Bunlar gerekli olduğu durumlarda gürültü özellikleri ile ilgili ek bilgilerle birlikte değerlendirilir (TS 9798, 1992).

5.2.2.1 Uzun Vadeli Seviye Hesap Yöntemleri

Uzun Vadeli Ortalama Ses Seviyesi

Herhangi verilen bir referans zaman aralığı için desibel cinsinden uzun vadeli ortalama ses seviyesi aşağıdaki formülle bulunur.

$$L_{Aeq}, LT = 10\log\left[\frac{1}{N}\sum_{I=1}^{N} 10^{0,1\left(L_{Aeq},T\right)i}\right] dBA \qquad \textbf{(5.1)}$$

Burada ;

N = Referans zaman aralığı numunelerinin sayısı

$\left(L_{Aeq}, T\right) i$ = i'inci numune içindeki eşdeğer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyesi, dBA'dır.

Uzun Vadeli Ortalama Değerlendirme Seviyesi

Herhangi verilen bir referans zaman aralığı için desibel cinsinden uzun vadeli ortalama değerlendirme seviyesi $L_{Ar,LT}$ aşağıdaki formülle bulunur.

$$L_{Ar,LT} = 10\log\left[\frac{1}{N}\sum_{I=1}^{N} 10^{0,1\left(L_{Ar,T}\right)i}\right] dBA \qquad \textbf{(5.2)}$$

Burada ;

N = Referans zaman aralığı numunelerinin sayısı

$\left(L_{Ar},T\right)i$ = i'inci numunenin değerlendirme seviyesi , dBA'dır.

Genelde bu büyüklükler ölçümlerden ve/veya hesaplamalardan elde edilirler. Sonuçlar, tarif edilmiş bir yerleşimde ses basınç seviyesini temsil etmelidir. Cihaz, mikrofon konumlarının sayısı, ölçüm zaman aralıklarının süresi ve sayısı gibi kullanılan ölçüm teknikleri arazi kullanımıyla ilgili sonuçların önemine ve ses kaynakları ve alıcıların tabiatına bağlıdır. Tarif edilmiş bir yerleşimde alınan gürültü için tipik olmayan harici gürültüleri de kapsayan sonuçları gerekliyse ayrı bir biçimde belirtilmelidir (TS 9798, 1992).

Eşdeğer A-ağırlıklı ses basınç seviyelerinin ölçümleri, göz önüne alınan çevrenin akustik tarifi için uygun olan bina dışında yerleşimlerde yapılmalıdır. Ölçüm konumları bir harita üzerinde belirtilmelidir. Bina yanlarında yapılan ölçümlerde, ölçümler bir binanın maruz kaldığı gürültünün önemli olduğu yerlerde yapılmalıdır. Belirtilmedikçe, tercih edilen ölçüm konumları duvarlardan 1 m - 2 m uzakta, ilgili taban seviyesinden 1,2 m - 1,5 m yukarıda olmalıdır. Yansımaların etkisinin en aza indirilmesi istendiği takdirde ölçümler, mümkünse herhangi bir yansıma yapısından en az 3,5 m uzakta veya açık bir pencerenin 0,5 m önünde yapılmalıdır. Ölçümlerin bina duvarlarının 1m - 2 m önünde yapıldığı durumlarda ve gürültü spektrumunun saf tonsuz veya etkin dar bandsız geniş band tipinde olduğu durumlarda, ölçülen değerden 3 dB çıkarılarak giren ses basınç seviyesi için yaklaşık bir sonuç bulunabilir. Ölçüm duvar yüzeyi üzerinde duvar kenarından en az 3,5 m uzakta yapılıyorsa, ayrıca sonuç üzerinde bir düzeltmeye gerek yoktur. Mikrofonların yükseklikleri deney raporunda belirtilmelidir. Mikrofon, giren sese en düzenli hassaslıkta olacak şekilde yerleştirilmelidir (TS 9798, 1992).

Referans zaman aralıkları, trafik yoğunluğu ve sanayi fabrikalarında çalışma saatleri gibi kaynağın araştırılması sırasında değişimler tipik insan faaliyetlerini kapsayacak şekilde belirtilmelidir. İnsan faaliyetlerine ilişkin olan tek bir referans zaman aralığı, bir gece ve bir gündüz için ayrı ayrı seçilmelidir. Akşamları, hafta sonları ve tatil günleri içinde referans zaman aralıkları seçilebilir. Tek referans zaman aralığı içinde değişik insan faaliyetleri yapılıyorsa bu referans zaman aralığı için değerlendirme seviyesi belirtilirken bu faaliyetlerin yer aldığı zamanın bir fonksiyonu olarak seviyeler için bir ayarlama yapılabilir. Bu şekildeki ayarlamalar ve bu ayarlamaların uygulandığı zaman aralıkları deney raporuna kaydedilmelidir (TS 9798, 1992).

Ses basınç seviyesinin basamaklı şekilde değiştiği durumda ölçüm zaman aralıkları, her biri içinde gürültü düzeyinin yaklaşık kararlı olduğu gözlenebilen bir periyodu temsil edecek şekilde seçilmelidir. Gürültünün rastgele değiştiği durumlarda, ölçüm zaman aralıkları, uzun vade ortalama ses seviyesinin önemli bir hesabı için yeterli bağımsız numuneleri verecek şekilde seçilmelidir (TS 9798, 1992).

5.2.2.2 Akustik Verilerin Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi

Eşdeğer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyesi ve değerlendirme seviyesi, uzun vade değerleri, referans zaman aralığı içindeki ölçüm zaman aralıklarının numunelerinden hesaplanır. Bu durumda, toplam ölçüm zaman aralığı sadece referans zaman aralığının bir parçası olur ve hiçbir ölçümün yapılmadığı aralıklarla ayrılmış bir kaç belirgin zaman aralıklarından meydana gelecektir (TS 9798, 1992).

Mevcut çevre gürültüsü ölçüm sonuçları ve ilgili faaliyetlerden gelen gürültü hesap sonuçlarıyla ilgili rapora ek olarak, gürültü bölgesi cinsinden bir veri de yararlı olabilir. 5 dB'in katları olan bölgeler arasındaki sınırları belirleyen tesviye eğrileri kullanılır. Kullanılan tesviye eğriler için atıflar, desibel cinsinden üst ve alt gürültü sınırları vermek suretiyle yapılmalıdır.

Bazı durumlarda, 10 dB genişlikte bir bölge kullanmak yeterli olabilir; bu durumlarda, Tablo 5.1'de tarif edilen renk (veya tarama) kullanılmalıdır.

Tablo 5.1: Gürültü Haritası için Kullanılacak Renkler

Gürültü Bölgesi dBA	Renk	Tarama
45 ve altı	Yeşil	Orta büyüklükte noktalar, orta yoğunluk
45 – 55	Sarı	Yatay çizgiler, düşük yoğunluk
55 – 65	Turuncu	Yatay çizgiler, yüksek yoğunluk
65 – 75	Kırmızı	Çapraz tarama, orta yoğunluk
75 - 85	Mavi	Geniş yatay şeritler

Haritanın ölçek ve ayrıntıları; göz önüne alınan alanın büyüklük yapısı ve kullanımı, planlamanın konusu (yeni alıcılar ve yeni kaynaklar için yerleştirme üzerine büyük ölçek kararı, kara kullanımında yapılan değişiklik, yeni alıcılar için yerleştirme üzerine son karar), planlama işleminin kademesi gibi şartlara bağlıdır.

Gürültü haritası, deniz seviyesi yüksekliği çizgileri, bitki örtüsü, tarım alanları, sanayi alanları trafik tesisleri ve binaların ilgili detaylarını göstermeli ve verilen ölçekte bir resmi harita üzerine çizilmelidir. Harita çizme işlemi ya eşit gürültü bölge alanlarını göstererek veya bunların dış çizgilerini çizerek veya alan dış çizgilerinin kombinasyonunu kullanarak yapılmalıdır (TS 9798, 1992).

Standart kapsamında yapılan ölçümlerle ilgili sonuç değerlendirmesi hazırlanırken ölçüm tekniği, ölçümler sırasında hakim olan hava şartları belirtilmelidir. Ölçüm tekniğinde; cihaz tipi, ölçüm işlemi ve kullanılan herhangi bir hesaplama şekli; kullanılıyorsa numune detayını içerecek şekilde referans ve zaman aralıkları gibi ölçümlerin zaman durumunun bir tarifi ve ölçüm konumları tarif edilmelidir.

Ölçümler sırasında hakim olan hava şartlarında ise; iki set veri halinde tarif edilen hava şartları; yağmurlu, çiselemeli, kuru, yaş, bulutlu, güneşli gibi nitelikli veriler ve ölçüm zaman aralığı sırasında kaynaktan alıcıya yapılan ses yayımının verilerin temsilcisi olacak şekilde ölçülmüş rüzgarın hızı ve yönü; gürültü kaynağı (kaynakları) ve ölçüm konumları arasında zeminin tabiatı ve durumu, gürültü kaynaklarının yayımının değişkenliği belirtilmelidir.

Bunlarla birlikte verilerin tanımlaması ve ölçüm anlatımında; çlçümlerin ve/veya hesaplamaların amacı, ses kaynağının (kaynaklarının) tarifi, alıcının (alıcıların) tarifi, sesin özellikleri; bir bölge veya alan için, gerekliyse, gürültü haritası ve gürültü bölgesi, uygulanabilen yerlerde, kullanılan ses yayım modelinin bir tarifi kapsanarak

diğer konumlara interpolasyon, yerleşim veya alanın coğrafik parametreleri, halihazırda bulunan ve planlanmış kara kullanımı nitelikli veriler olarak belirtilmelidir.

Her bir referans zaman aralığı için eşdeğer sürekli A-ağırlıklı ses basınç seviyeleri, her bir zaman aralığı için değerlendirme seviyeleri, tercihen kullanılan büyüklük, formül ve ölçüm sayısı ile birlikte belirtilen şartlar için referans zaman aralıkları üzerinden yapılmış ölçümlerin standard sapmasını kullanarak mümkünse değişimin bir tanımı ve ortalama ses ve ortalama değerlendirme seviyesi nicelikli veriler olarak belirtilmelidir.

5.3 Gürültü Ölçümlerin Değerlendirilmesi

5.3.1 Gürültü Ölçüm Tekniği

Ölçümler için kullanılan cihaz tipi Brüel Kjaer 2260'tır. Ölçüm işlemi için "TS 9798 Akustik–Çevre gürültüsünün tanımlanması ve ölçülmesi kısım 2–Arazi kullanımında meydana gelen gürültülerle ilgili verilerin elde edilmesi (Ocak 1992)" standardı esas alınmıştır. Değerlendirme aşamasında Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde şantiye alanları için verilen limit çevresel gürültü değeri $L_{gündüz}$ ile karşılaştırma yapabilmek için, ölçüm sırasında cihazdan elde edilen L_{eq} eş değer gürültü seviyeleri değerleri $L_{gündüz}$ değerlerine çevrilmiştir. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ölçüm yöntemi olarak TS 9798'i referans vermiştir (Çevre ve Orman Bakanlığı,Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, 2005).

Ölçümlerin zaman durumunun tarifi

23.01.2007 ve 24.01.2007 günlerinde yapılan ölçümlerdeki temel amaç tüm şantiye genelinde çalışmanın yoğun olduğu bölge içinde belirlenen noktalarda yapılan tekrarlı ölçümlerle, farklı bölgeler için $L_{gündüz}$ değerlerini bulmak ve bulunan bu değerler sayesinde şantiye alanında yapılan çalışmada Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğindeki şantiye alanlarında sağlanması gereken maksimum değer 70 dBA ile karşılaştırma yapabilmektir. $L_{gündüz}$ belirlemesi için 1 günlük zaman periyodunda 07.00 – 19.00 saatleri arasında toplam 12 saatlik bir zaman periyodunun değerlendirilmesi gerekmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, 2005).

Zaman durumlarının belirlemesi yapılırken bu amaç kapsamında; karşılaştırma yapılabilecek numuneler elde edebilmek için, şantiye sahasında ölçümlerde kritik olan toplam 12 nokta belirlenmiştir. 23.01.2007 tarihinde 6 nokta; 24.01.2007 tarihinde diğer 6 noktada ölçümler tekrarlanmıştır. 1 günde 6 noktada 9 saat ölçüm yapılmış ve toplam 54 adet numune alınmış, toplam 108 adet ölçüm yapılmış ve ölçümlerin periyodu 5'er dakika olarak belirlenmiştir.

Şantiye saha çalışma saatleri 07.00-12.00, 13.00-17.00'dir. Şantiyeye ulaşım; ölçümler 08.00'de başlayacak 18.00 'de bitecek şekilde sağlanabilmiştir. 07.00-08.00 saatleri arasındaki değerler; 08.00-09.00 arasındaki değerler kabul alınarak, 18.00-19.00 zaman dilimi arasındaki değerler de şantiyenin çalışmadığı zaman dilimi olan 17.00-18.00 arasındaki ölçüm değerleri kabul alınarak hesaplara dahil edilmiştir.

04.12.2006 tarihinde ise, imalat sahası ve çevre yerleşime yakın noktalarda 10.00-17.30 saatleri arasında 5'er dakikalık ölçümler yapılmıştır. 5'er dakikalık zaman periyodu belirlemesi yapılırken dikkat edilen en önemli unsur, şantiyedeki kaynakların hareketli olması ve günlük olarak kaynak yerlerinin üretime göre değişkenlik göstermesi, şantiyedeki ana gürültü kaynaklarının durum değişkenliğidir.

04.12.2006 tarihinde yapılan ölçümde şantiye alanı, şantiye alanı önündeki yol ve karşı yerleşme alanında belirlenen noktalarda ölçümler tekrarlanmıştır. 21 noktada 27 adet ölçüm yapılmıştır. Ölçüm noktalarının belirlenmesinde şantiye alanı içindeki gürültü kaynakları olan iş makinalarının yerleri, şantiye alanı içinde yapımı devam eden binaların konumları ve üretim aşamaları, yol karşısındaki alanda bulunan binaların konumlanması ve anayol konumu etkili olmuştur.

Çalışma saatlerinin 07.00-12.00 ve 13.00-17.00 olduğu alanda bir gün içinde toplam 9 saatlik bir çalışma zaman periyodu mevcuttur. 17.00-19.00 saatleri arasındaki zaman periyodunda sadece şantiye alanı önündeki ana yolun trafik gürültüsü etkindir.

5'er dakikalık zaman periyodunun uygulanmasındaki temel amaç; 1 günlük çalışma zaman periyodunda konumları farklı noktalardan numune alarak farklı bölgeler için aynı şartlarda genel bir değerlendirme yapmaktır.

Ölçüm konumları

23.01.2007 ve 24.01.2007 günlerinde yapılan ölçümlerde şantiye çalışmasının ve gürültü kaynaklarının yoğun olduğu bölgede 50 m. aralıklarla bina konumları dikkate alınarak belirlenen noktalarda ölçümler tekrarlanmıştır. Ölçümkonumları belirlenirken temel olarak gürültü kaynaklarının yerleri ve şantiye alanındaki üretim ilerlemesi ve binaların hem gürültü kaynaklarına hem de birbirlerine olan konumları dikkate alınmıştır. Ölçüm noktaları Ek 2 üzerinde gösterilmiştir.

04.12.2007 tarihinde yapılan ölçümde Ölçüm konumları şantiye imalat alanındaki iş makinalarının konumları ve çalışma düzenlerine göre 50 ve 100 m. aralıklarla belirlenmiştir. Çalışma alanı çevresinde 50 m. aralıklarla , diğer alanlarda 100 m. aralıklarla ölçümler makinaların çalıştığı ve çalışmadığı anlara göre yapılmıştır. Cihaz yerden 1.5 metre yükseklikte sabitlenmiştir. Aynı gün içinde Ek 5 üzerinde belirtilen noktalarda; şantiye alanı karşısındaki yerleşme alanında ve ana yol kenarında 28 adet ölçüm yapılmıştır.

5.3.2 Ölçümler Sırasında Hakim olan Şartlar

Hava Koşulları

Ölçüm Yapılan Gün : 23.01.2007
Yer : İstanbul

Tablo 5.2: 23.01.2007 Tarihi İstanbul için Hava Koşulları Sayısal Değerler

Ortalama Sıcaklık	10 °C
Ortalama Nem	71
Rüzgar Hızı	2 mil / 4 km/s
Rüzgar Yönü	Değişken
Hava Durumu	Açık

Ölçüm Yapılan Gün : 24.01.2007
Yer : İstanbul

Tablo 5.3: 24.01.2007 Tarihi İstanbul için Hava Koşulları Sayısal Değerler

Ortalama Sıcaklık	13 °C
Ortalama Nem	65
Rüzgar Hızı	11 mil / 11 km/s
Rüzgar Yönü	Değişken
Hava Durumu	Değişken

Ölçüm Yapılan Gün : 04.12.2006

Yer : İstanbul

Tablo 5.4: 04.12.2006 Tarihi İstanbul için Hava Koşulları Sayısal Değerler

Ortalama Sıcaklık	8 °C
Ortalama Nem	84
Rüzgar Hızı	1 mil / 2 km/s
Rüzgar Yönü	GB / GGB
Hava Durumu	Serpintili / Parçalı Bulutlu

Zemin Durumu

Şantiye alanı yaklaşık 1 m. derinliğe kadar bahçe toprağı, tabi zemin özelliğinde olan toprak, alt katmanlara inildikçe yer yer tek damar özelliğinde kaya tipi zemin özelliğindedir.

Gürültü Kaynaklarının Yayımının Değişkenliği

Şantiye sahasında ölçüm çalışması yapıldığı zamanlarda kullanılan iş makinaları aşağıdaki gibidir.

- Hidrolik Kırıcılı Ekskavatör
- Paletli Ekskavatör
- Kule Vinç
- Bekoloder
- Kamyon

Şantiye sahası içinde sadece belirli bir bölgede ağırlıklı çalışma olduğundan ana gürültü kaynakları olan hidrolik kırıcılı ekskavatör ve paletli ekskavatör tek bir noktada faaliyet göstermektedir. Kule vinç sabit konumlu olduğundan yeri uzun zaman periyotlarında değişmektedir. Bekoloder ve kamyonlar ise sürekli hareket halinde olduğundan sabit bir konum belirtilememektedir. Gürültü kaynağı olan iş makinalarının konumları Ek 2 ve Ek 5 üzerinde gösterilmiştir.

Alıcıların tarifi

Şantiye alanında alıcılar inşaat sahasında çalışanlar ve ağırlıklı olarak iş makinalarını kullanan operatörlerdir. 3 etap halinde yapımı devam eden inşaatta, 1. etapta Eylül 2007'de yerleşimin başlamasından sonra burada yaşayacak olan konut sakinleri de devam edecek olan diğer şantiye faaliyetleri açısından alıcı olacaklardır. Tez çalışması kapsamında şantiye faaliyetlerinden kaynaklanan gürültünün işçiler üzerindeki etkileri ve İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği açısından değerlendirme yapılmamıştır. Sadece konuyla ilgili yasal hükümler incelenmiştir.

Şantiye alanının karşısındaki yerleşim alanı da alıcılar arasında yer almaktadır. Fakat hakim olan trafik gürültüsü ve şantiye alanındaki yapılaşmanın yol kenarından üst kota doğru ilerlemesi, binaların; çalışma alanları ve yerleşim alanı arasında engel teşkil etmesi sebebiyle yerleşim alanındaki konutlar ağırlıklı olarak trafik gürültüsünün etkisinde kalmaktadırlar.

5.3.4 Sayısal Veriler

23.01.2007 ve 24.01.2007 tarihlerinde yapılan ölçümlerin değerlendirilmesi için her ölçüm noktası ve gürültü kaynak alanları vaziyet planı üzerinde renklendirilerek gösterilmiştir. Kırmızı ile gösterilen alanlar gürültü kaynakları; yeşil ile gösterilen alanlar da ölçüm noktalarını ifade etmektedir. Ölçümlerden elde edilen eş değer sürekli ses basınç seviyeleri, her ölçüm noktası ve adeti kadar numaralandırılarak tablolar üzerinde gösterilmiştir. Tablolarda mavi renkle gösterilen ve "x" ile numaralandırılan 07.00-08.00, 13.00-14.00, 18.00-19.00 saatleri arasındaki değerler aynı koşullara sahip periyodlardaki değerler kabul alınarak yapılmıştır. 07.00-08.00 saatleri arasındaki değerler 08.00-09.00 değerleri kabul alınarak; 13.00-14.00 saatleri arasındaki değerler 14.00-15.00 değerleri kabul alınarak; 18.00-19.00 saatleri arasındaki değerler 17.00-18.00 değerleri kabul alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

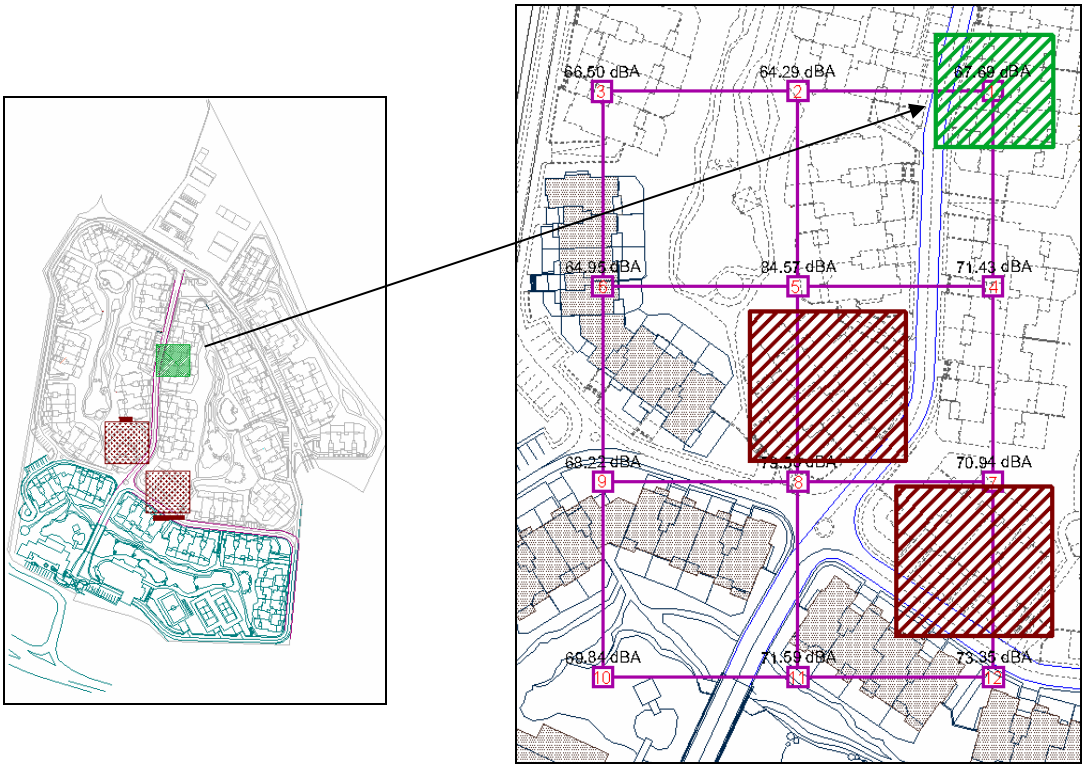
23.01.2007 ve 24.01.2007 tarihlerinde yapılan ölçümlerin değerlendirilmesi iki farklı şekilde yapılmıştır. Birinci değerlendirmede 12 saatlik tüm gün değerleri ile bir ortalama hesaplanmış ve bu ortalama yönetmelik değeri ile karşılaştırılmıştır. İkinci değerlendirme ise 9 saatlik sadece şantiye de gürültü kaynaklarının aktif olarak çalıştığı saatler dikkate alınarak yapılmıştır. İki farklı değerlendirme yapılmasındaki temel amaç gürültü kaynaklarının çalışmadığı sadece trafik gürültüsünün etkili olduğu toplam 3 saatlik periyodun, tüm gün üzerindeki etkisinin belirlenmeye çalışılmasıdır.

04.12.2006 tarihinde yapılan ölçümlerin değerlendirilmesi için her ölçüm noktası ve gürültü kaynak alanları vaziyet planı üzerinde numaralandırılarak gösterilmiştir. Hem şantiye alanında hem de şantiye alanı karşısı yerleşim alanı ile ana yol kenarında yapılan ölçüm değerleri vaziyet planı üzerinde belirtilmiştir.

Trafik gürültüsünün belirlenmesi için 23.01.2007 ve 24.01.2007 tarihlerinde yapılan ölçümlerin eş değer sürekli ses basınç seviyeleri her nokta için grafiklerle ifade edilmiş ve iş makinalarının çalışmadığı 12.00-13.00, 17.00-18.00, 18.00-19.00 değerleri grafikler üzerinden değerlendirilmiştir.

5.3.4.1 12 saatlik tüm gün hesapları

23.01.2007 / 1. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.3 : *23.01.2007 1.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.5: 23.01.2007 1. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi, Çalışma Olmayan Saatler - Kırmızı)

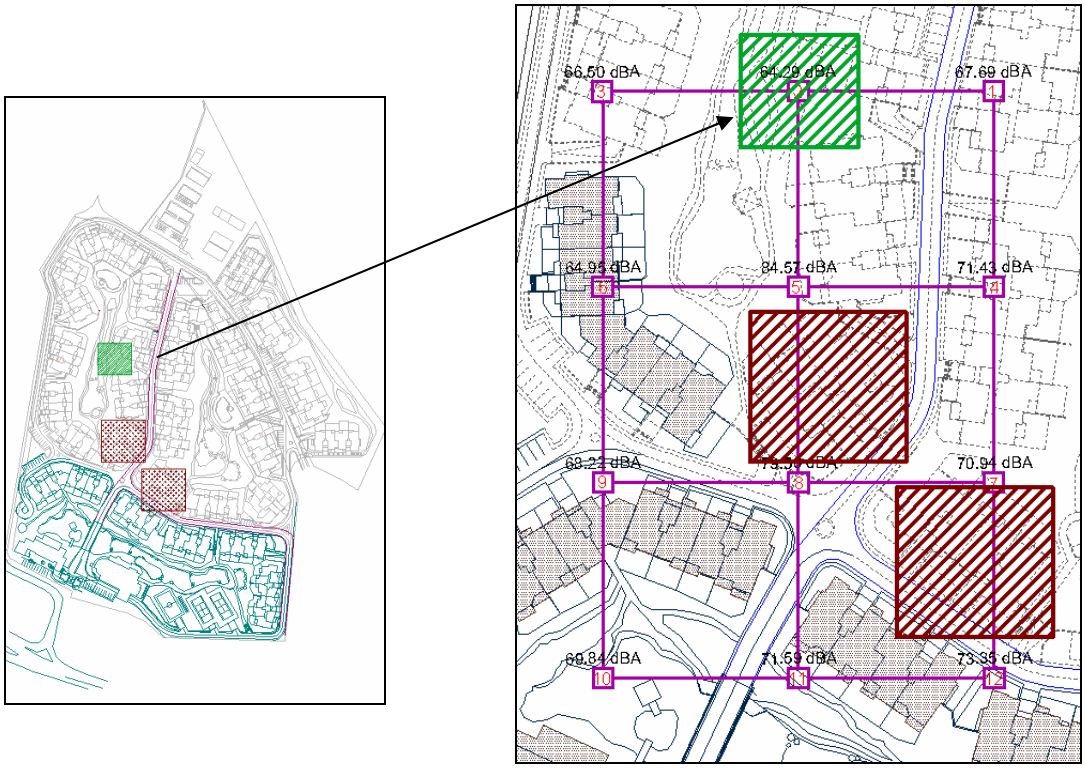
1.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	1	7	13	19	25	x	31	37	43	49	x
ÖLÇÜM ZAMANI	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
L eq (dB)	67,1	67,1	66,8	71,7	68,8	55,0	64,9	64,9	72,2	68,6	61,6	61,6

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{12}\left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10}\right] \qquad \textbf{(5.3)}$$

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{12}\left[\begin{array}{l} 10^{\frac{67,1}{10}} + 10^{\frac{67,1}{10}} + 10^{\frac{66,8}{10}} + 10^{\frac{71,7}{10}} + 10^{\frac{68,8}{10}} + 10^{\frac{55,0}{10}} + 10^{\frac{64,9}{10}} + 10^{\frac{64,9}{10}} + 10^{\frac{72,2}{10}} \\ + 10^{\frac{68,6}{10}} + 10^{\frac{61,6}{10}} + 10^{\frac{61,6}{10}} \end{array}\right]$$

$$L_{gündüz} = 67.69\,dBA \qquad \textbf{(5.3a)}$$

23.01.2007 / 2. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.4 : *23.01.2007 2.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.6: 23.01.2007 2. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi, Çalışma Olmayan Saatler - Kırmızı)

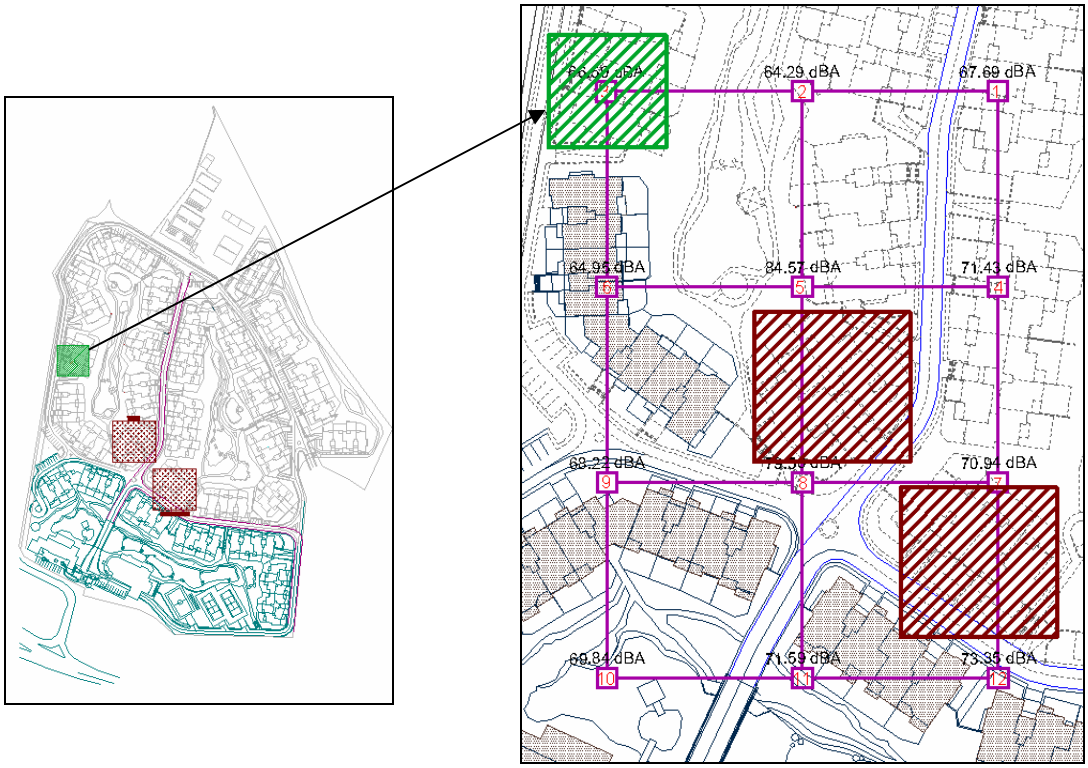
2.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	2	8	14	20	26	x	32	38	44	50	x
ÖLÇÜM ZAMANI	07:10	08:10	09:10	10:10	11:10	12:10	13:10	14:10	15:10	16:10	17:10	18:10
L_{eq} (dB)	66,2	66,2	62,3	67,3	64,4	58,1	64,4	64,4	65,6	63,1	60,5	60,5

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.3)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\begin{array}{l} 10^{\frac{66,2}{10}} + 10^{\frac{66,2}{10}} + 10^{\frac{62,3}{10}} + 10^{\frac{67,3}{10}} + 10^{\frac{64,4}{10}} + 10^{\frac{58,1}{10}} + 10^{\frac{64,4}{10}} + 10^{\frac{64,4}{10}} + 10^{\frac{65,6}{10}} \\ + 10^{\frac{63,1}{10}} + 10^{\frac{60,5}{10}} + 10^{\frac{60,5}{10}} \end{array} \right]$$

$$L_{gündüz} = 64.29\, dBA \qquad \textbf{(5.3b)}$$

23.01.2007 / 3. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.5 : *23.01.2007 3.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.7: 23.01.2007 3. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi, Çalışma Olmayan Saatler - Kırmızı)

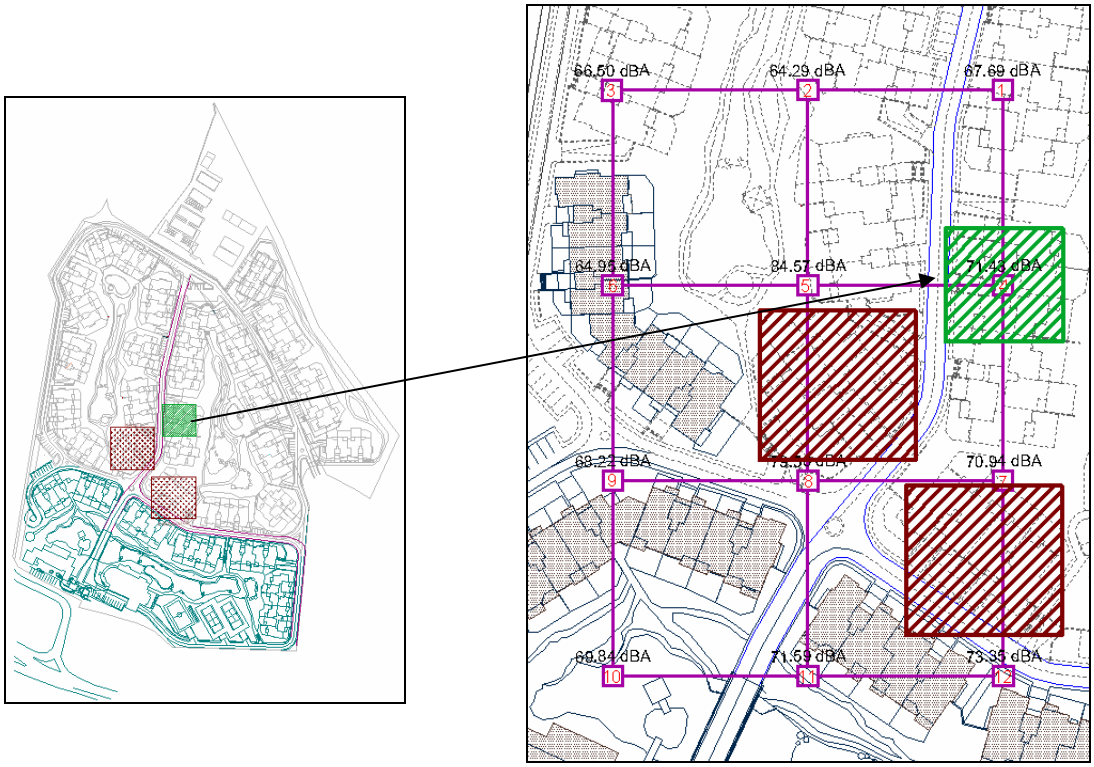
3.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	3	9	15	21	27	x	33	39	45	51	x
ÖLÇÜM ZAMANI	07:20	08:20	09:20	10:20	11:20	12:20	13:20	14:20	15:20	16:20	17:20	18:20
$L_{eq\ (dB)}$	65,8	65,8	66,0	68,2	67,4	56,2	66,8	66,8	64,7	72,0	57,7	57,7

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.3)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\begin{array}{l} 10^{\frac{65,8}{10}} + 10^{\frac{65,8}{10}} + 10^{\frac{66,0}{10}} + 10^{\frac{68,2}{10}} + 10^{\frac{67,4}{10}} + 10^{\frac{56,2}{10}} + 10^{\frac{66,8}{10}} + 10^{\frac{66,8}{10}} + 10^{\frac{64,7}{10}} \\ + 10^{\frac{72,0}{10}} + 10^{\frac{57,7}{10}} + 10^{\frac{57,7}{10}} \end{array} \right]$$

$$\boxed{L_{gündüz} = 66.50\ dBA} \qquad \textbf{(5.3c)}$$

23.01.2007 / 4. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.6 : *23.01.2007 4.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.8: 23.01.2007 4. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi, Çalışma Olmayan Saatler - Kırmızı)

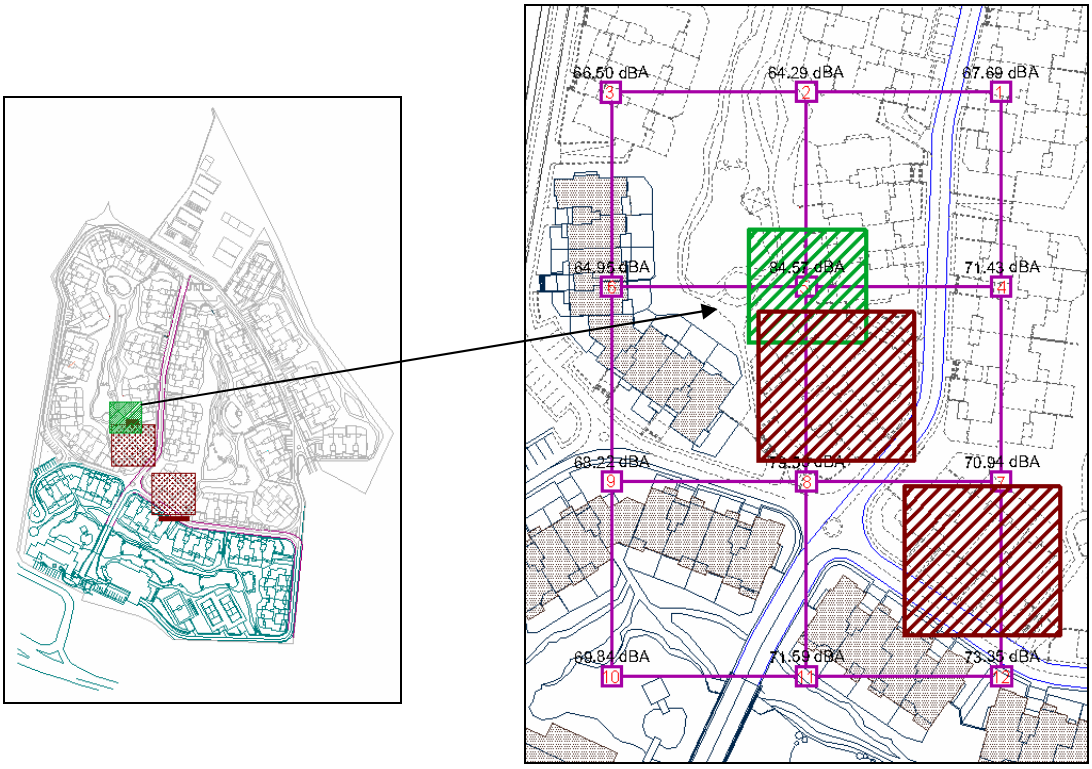
4.NOKTA ÖLÇÜM NO	**x**	**4**	**10**	**16**	**22**	**28**	**x**	**34**	**40**	**46**	**52**	**x**
ÖLÇÜM ZAMANI	07:30	08:30	09:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30
L eq (dB)	69,4	69,4	72,6	71,2	74,5	59,0	73,8	73,8	74,9	68,0	62,9	62,9

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.3)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\begin{array}{l} 10^{\frac{69,4}{10}} + 10^{\frac{69,4}{10}} + 10^{\frac{72,6}{10}} + 10^{\frac{71,2}{10}} + 10^{\frac{74,5}{10}} + 10^{\frac{59,0}{10}} + 10^{\frac{73,8}{10}} + 10^{\frac{73,8}{10}} + 10^{\frac{74,9}{10}} \\ + 10^{\frac{68,0}{10}} + 10^{\frac{62,9}{10}} + 10^{\frac{62,9}{10}} \end{array} \right]$$

$$L_{gündüz} = 71.43\, dBA \qquad \textbf{(5.3d)}$$

23.01.2007 / 5. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.7 : *23.01.2007 5.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.9: 23.01.2007 5. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi, Çalışma Olmayan Saatler - Kırmızı)

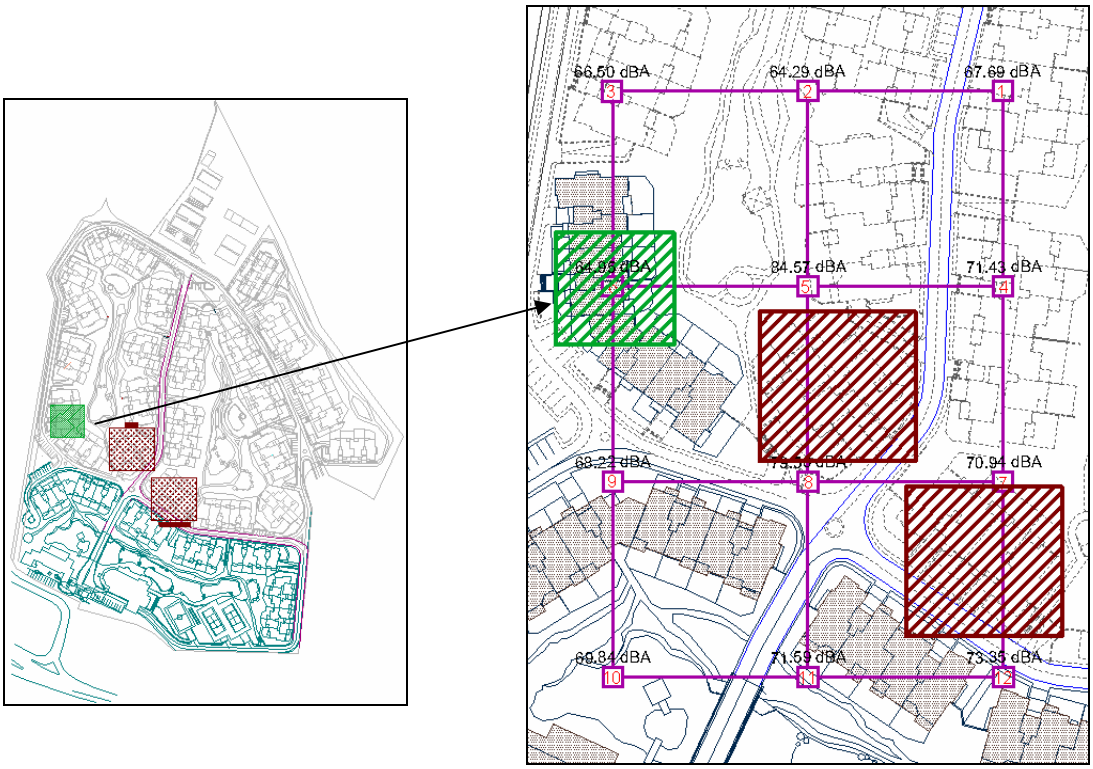
5.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	5	11	17	23	29	x	35	41	47	53	x
ÖLÇÜM ZAMANI	07:40	08:40	09:40	10:40	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40	17:40	18:40
L eq (dB)	79,1	79,1	85,2	82,5	88,8	56,2	86,7	86,7	87,3	87,3	54,3	54,3

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.3)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\begin{array}{l} 10^{\frac{79,1}{10}} + 10^{\frac{79,1}{10}} + 10^{\frac{85,2}{10}} + 10^{\frac{82,5}{10}} + 10^{\frac{88,8}{10}} + 10^{\frac{56,2}{10}} + 10^{\frac{86,7}{10}} + 10^{\frac{86,7}{10}} + 10^{\frac{87,3}{10}} \\ + 10^{\frac{87,3}{10}} + 10^{\frac{54,3}{10}} + 10^{\frac{54,3}{10}} \end{array} \right]$$

$$L_{gündüz} = 84.57\ dBA \qquad \textbf{(5.3e)}$$

23.01.2007 / 6. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.8 : *23.01.2007 6.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

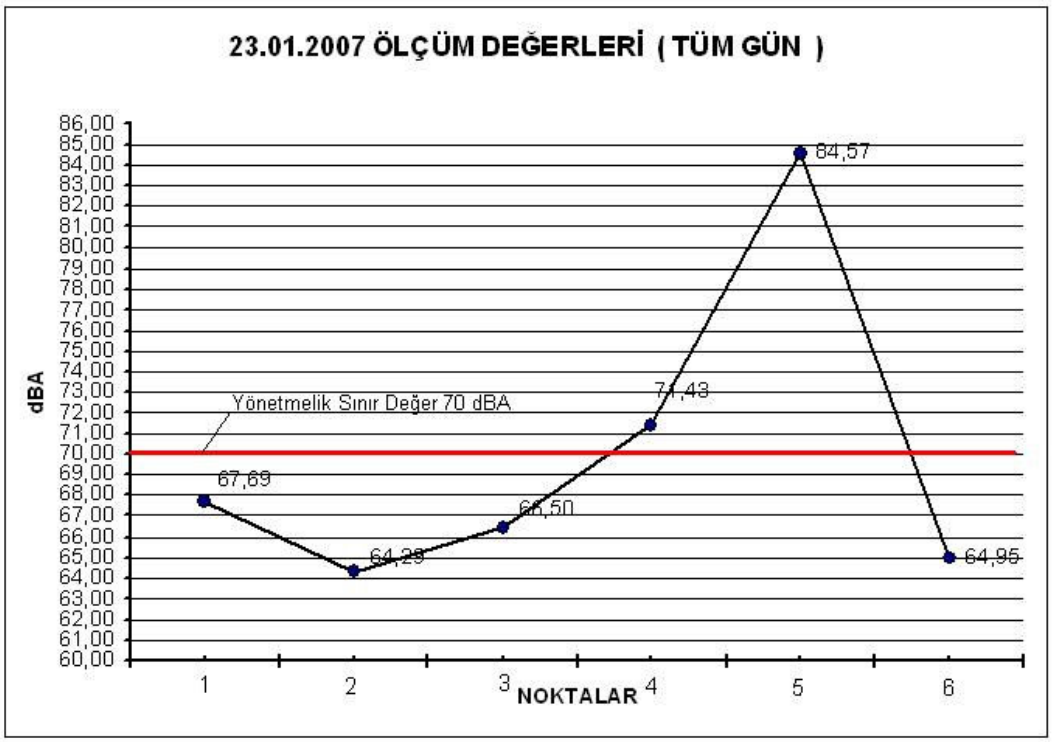
Tablo 5.10: 23.01.2007 6. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi, Çalışma Olmayan Saatler - Kırmızı)

6.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	6	12	18	24	30	x	36	42	48	54	x
ÖLÇÜM ZAMANI	07:50	08:50	09:50	10:50	11:50	12:50	13:50	14:50	15:50	16:50	17:50	18:50
$L_{eq\ (dB)}$	63,3	63,3	69,1	68,1	67,1	60,6	64,4	64,4	65,3	65,0	52,2	52,2

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.3)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\begin{array}{l} 10^{\frac{63,3}{10}} + 10^{\frac{63,3}{10}} + 10^{\frac{69,1}{10}} + 10^{\frac{68,1}{10}} + 10^{\frac{67,1}{10}} + 10^{\frac{60,6}{10}} + 10^{\frac{64,4}{10}} + 10^{\frac{64,4}{10}} + 10^{\frac{65,3}{10}} \\ + 10^{\frac{65,0}{10}} + 10^{\frac{52,2}{10}} + 10^{\frac{52,2}{10}} \end{array} \right]$$

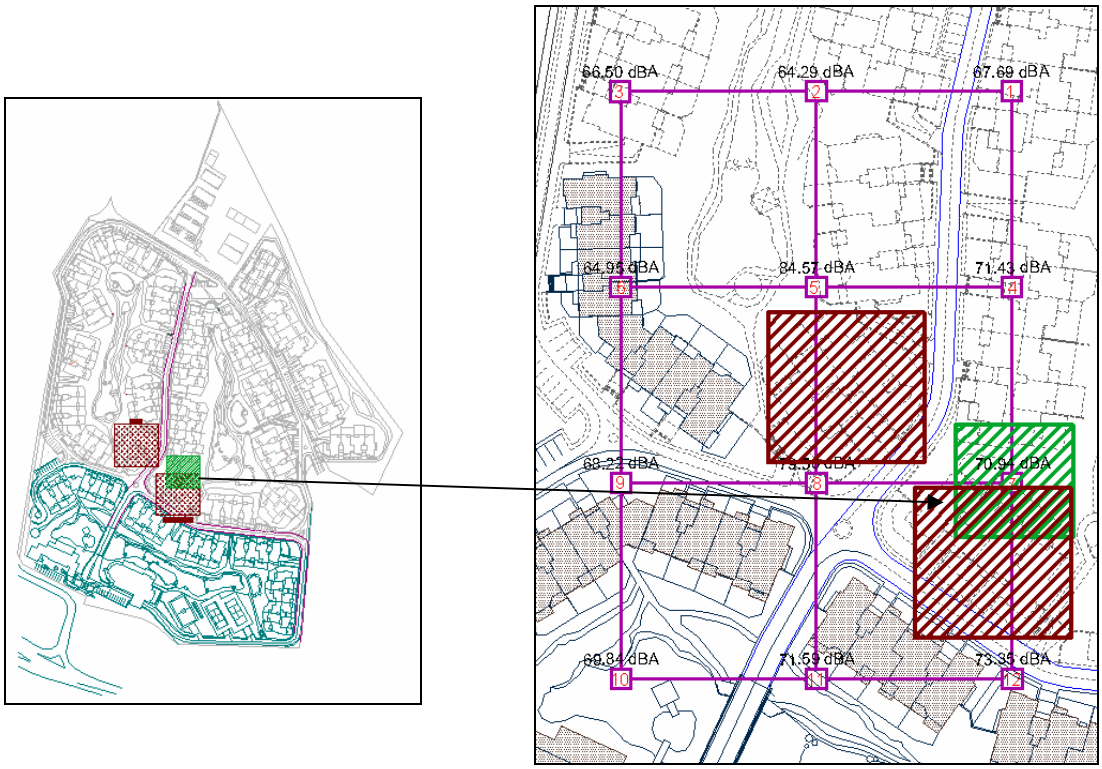
$$\boxed{L_{gündüz} = 64.95\ dBA} \qquad \textbf{(5.3f)}$$



Şekil 5.9 : 23.01.2007 tarihli 12 saat $L_{gündüz}$ değerleri grafiği

23.01.2007 tarihinde yapılan 6 noktadaki ölçüm değerlerinin $L_{gündüz}$ hesaplamalarında 4 ve 5 numaralı noktalardaki değerler Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi yönetmeliğindeki sınır $L_{gündüz}$ değeri 70 dBA'dan yüksek çıkmıştır. Noktaların konumlarına bakıldığında $L_{gündüz}$ değeri 71.43 dBA çıkan 4. nokta ana gürültü kaynağı olan kırıcılı ekskavatörlere yaklaşık 50 m. uzaklıktadır. $L_{gündüz}$ değeri 84.57 dBA çıkan 5. nokta ise kırıcılı ekskavatörlere yaklaşık 10 m. uzaklıktadır. Gürültü kaynaklarına olan mesafenin minimum olduğu 5. noktada $L_{gündüz}$ değerinin maksimum olduğu görülmüştür.

24.01.2007 / 7. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.10 : *24.01.2007 7.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.11: 24.01.2007 7. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi, Çalışma Olmayan Saatler - Kırmızı)

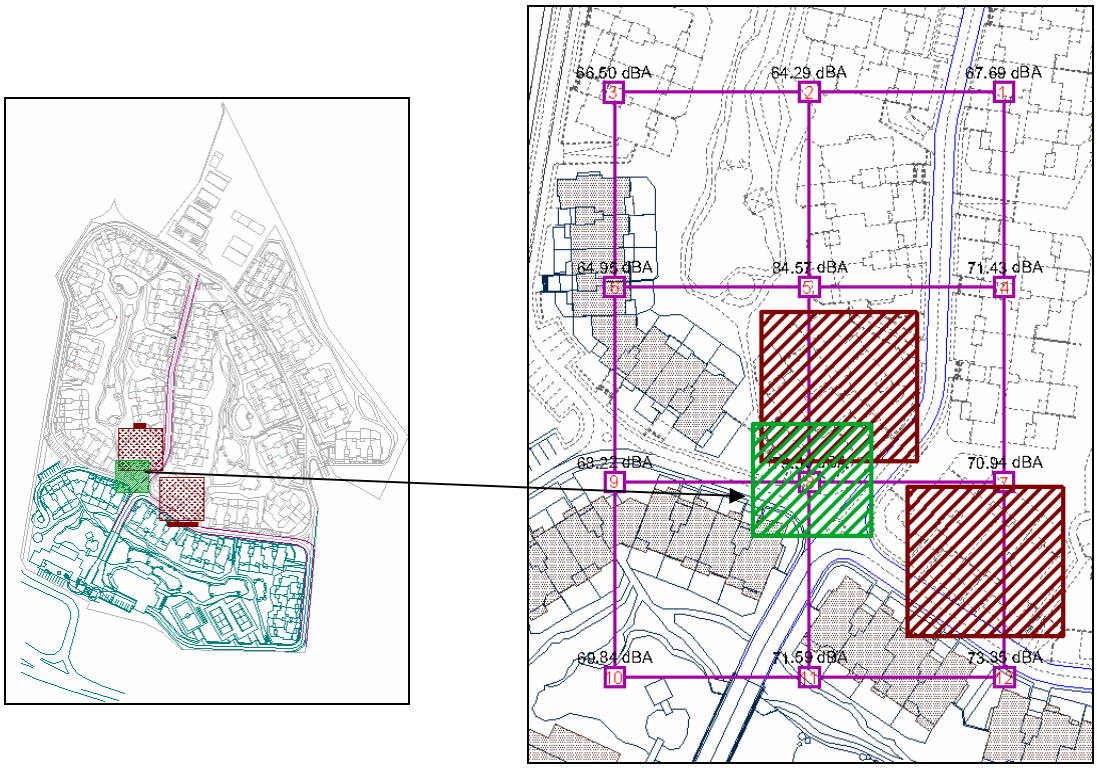
7.NOKTA ÖLÇÜM NO	**x**	**1**	**7**	**13**	**19**	**25**	**x**	**31**	**37**	**43**	**49**	**x**
ÖLÇÜM ZAMANI	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
L eq (dB)	69,1	69,1	70,2	71,4	69,6	61,6	71,9	71,9	68,8	73,9	72,4	72,4

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{12}\left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10}\right] \qquad \textbf{(5.3)}$$

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{12}\left[\begin{array}{l} 10^{\frac{69,1}{10}} + 10^{\frac{69,1}{10}} + 10^{\frac{70,2}{10}} + 10^{\frac{71,4}{10}} + 10^{\frac{69,6}{10}} + 10^{\frac{61,6}{10}} + 10^{\frac{71,9}{10}} + 10^{\frac{71,9}{10}} + 10^{\frac{68,8}{10}} \\ + 10^{\frac{73,9}{10}} + 10^{\frac{72,4}{10}} + 10^{\frac{72,4}{10}} \end{array}\right]$$

$$\boxed{L_{gündüz} = 70.94\,dBA} \qquad \textbf{(5.3g)}$$

24.01.2007 / 8. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.11 : *24.01.2007 8.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.12: 24.01.2007 8. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi, Çalışma Olmayan Saatler - Kırmızı)

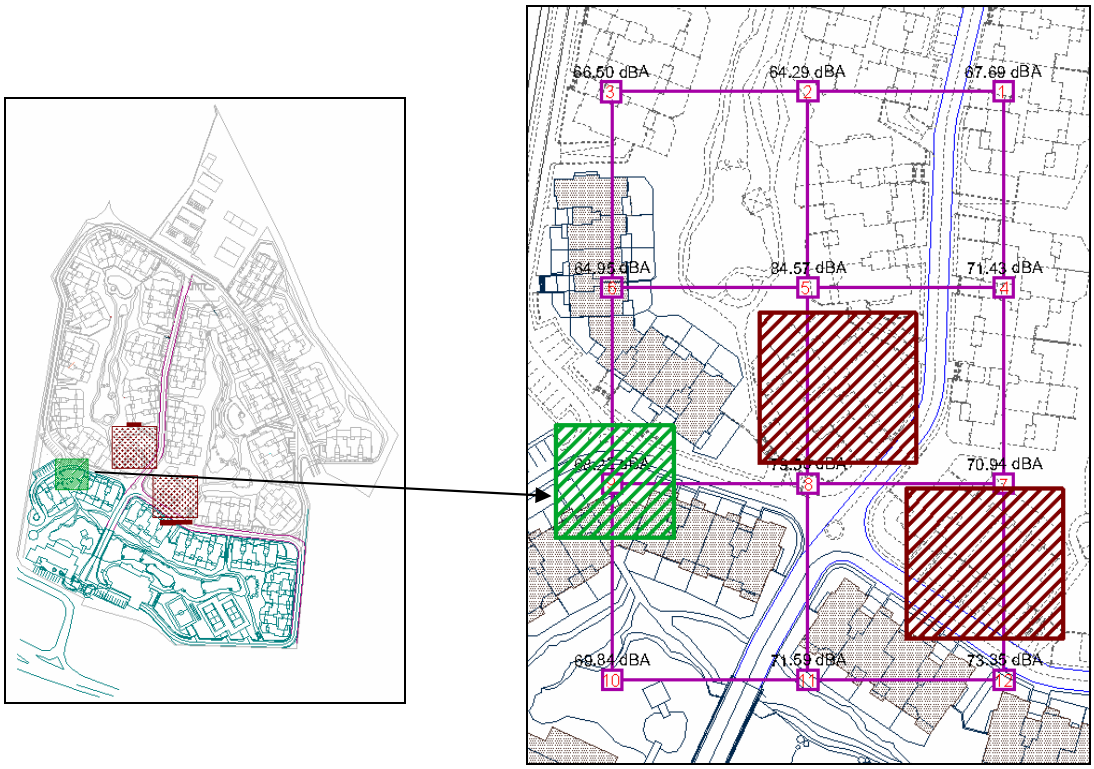
8.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	2	8	14	20	26	x	32	38	44	50	x
ÖLÇÜM ZAMANI	07:10	08:10	09:10	10:10	11:10	12:10	13:10	14:10	15:10	16:10	17:10	18:10
L_{eq} (dB)	81,8	81,8	81,5	81,0	73,0	61,4	82,6	82,6	77,1	78,7	62,3	62,3

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.3)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\begin{array}{l} 10^{\frac{81,8}{10}} + 10^{\frac{81,8}{10}} + 10^{\frac{81,5}{10}} + 10^{\frac{81,0}{10}} + 10^{\frac{73,0}{10}} + 10^{\frac{61,4}{10}} + 10^{\frac{82,6}{10}} + 10^{\frac{82,6}{10}} + 10^{\frac{77,1}{10}} \\ + 10^{\frac{78,7}{10}} + 10^{\frac{62,3}{10}} + 10^{\frac{62,35}{10}} \end{array} \right]$$

$$L_{gündüz} = 79.56\, dBA \qquad \textbf{(5.3h)}$$

24.01.2007 / 9. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.12 : *24.01.2007 9.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.13: 24.01.2007 9. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi, Çalışma Olmayan Saatler - Kırmızı)

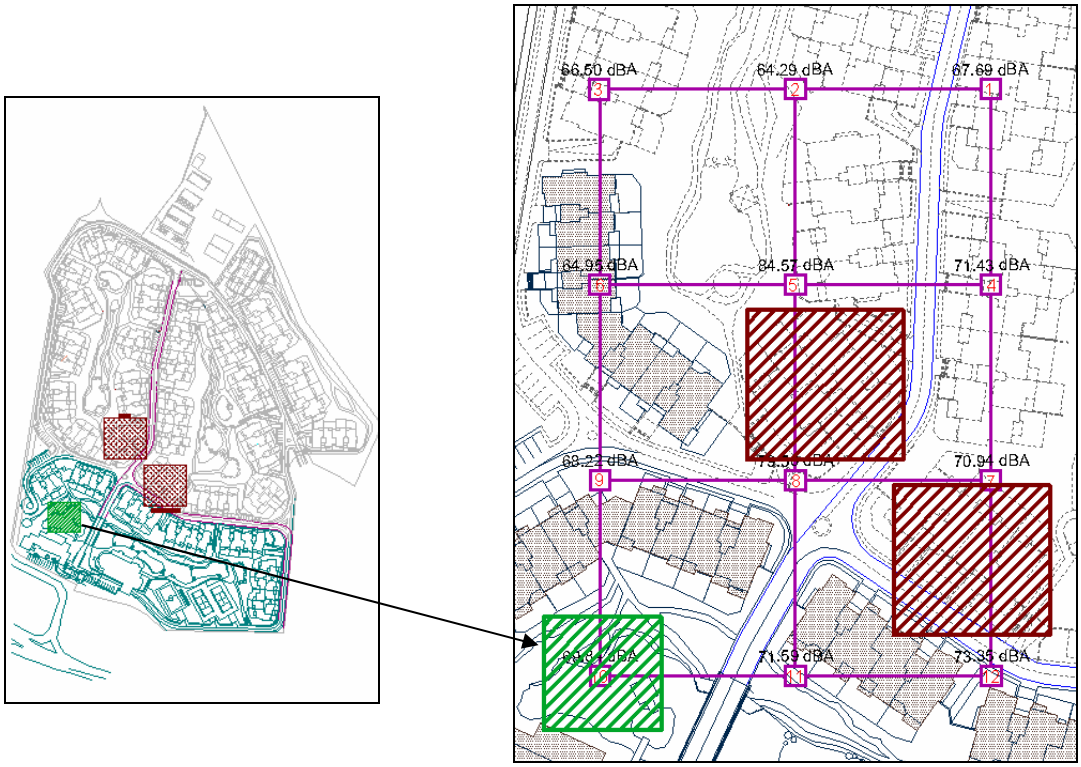
9.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	3	9	15	21	27	x	33	39	45	51	x
ÖLÇÜM ZAMANI	07:20	08:20	09:20	10:20	11:20	12:20	13:20	14:20	15:20	16:20	17:20	18:20
$L_{eq\ (dB)}$	67,3	67,3	69,6	67,7	64,2	59,9	70,7	70,7	69,0	72,2	60,5	60,5

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.3)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\begin{array}{l} 10^{\frac{67,3}{10}} + 10^{\frac{67,3}{10}} + 10^{\frac{69,6}{10}} + 10^{\frac{67,7}{10}} + 10^{\frac{64,2}{10}} + 10^{\frac{59,9}{10}} + 10^{\frac{70,7}{10}} + 10^{\frac{70,7}{10}} + 10^{\frac{69,0}{10}} \\ + 10^{\frac{72,2}{10}} + 10^{\frac{60,5}{10}} + 10^{\frac{60,5}{10}} \end{array} \right]$$

$$L_{gündüz} = 68.22\ dBA \qquad \textbf{(5.3i)}$$

24.01.2007 / 10. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.13 : *24.01.2007 10.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.14: 24.01.2007 10. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi, Çalışma Olmayan Saatler - Kırmızı)

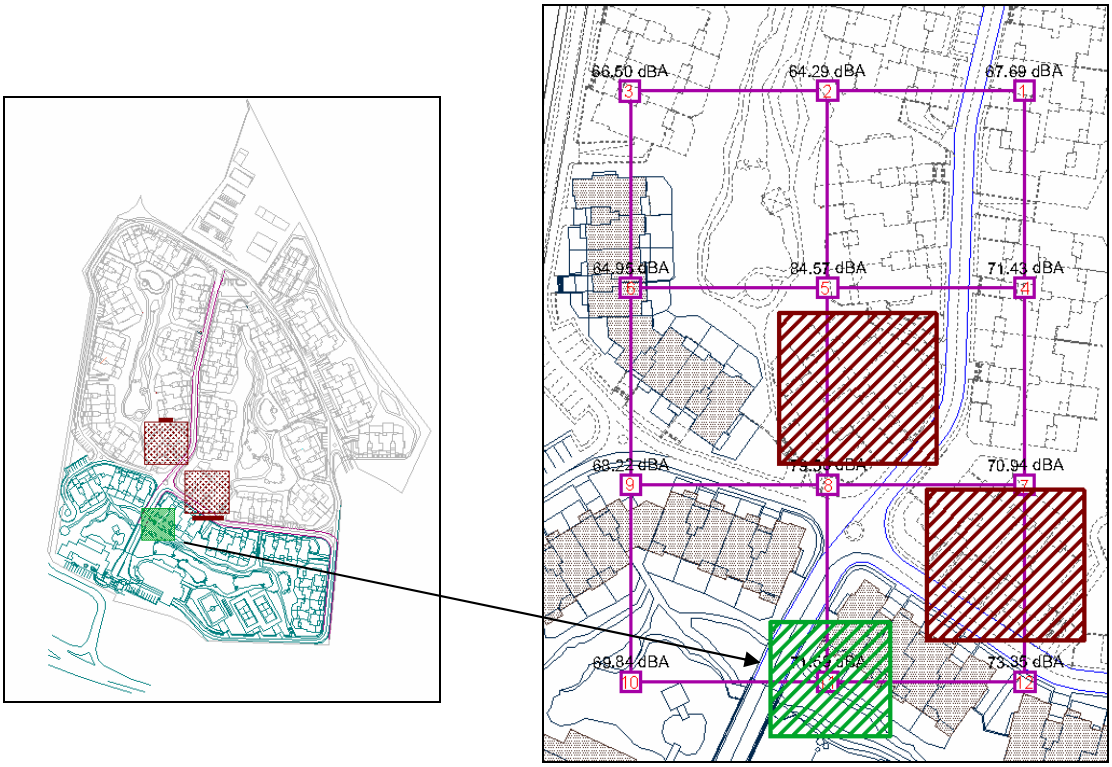
10.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	4	10	16	22	28	x	34	40	46	52	x
ÖLÇÜM ZAMANI	07:30	08:30	09:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30
L eq (dB)	63,9	63,9	71,8	65,6	71,4	60,3	73,4	73,4	68,9	62,3	60,1	60,1

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.3)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{12} \left[\begin{array}{l} 10^{\frac{63,9}{10}} + 10^{\frac{63,9}{10}} + 10^{\frac{71,8}{10}} + 10^{\frac{65,6}{10}} + 10^{\frac{71,4}{10}} + 10^{\frac{60,3}{10}} + 10^{\frac{73,4}{10}} + 10^{\frac{73,4}{10}} + 10^{\frac{68,9}{10}} \\ + 10^{\frac{62,3}{10}} + 10^{\frac{60,1}{10}} + 10^{\frac{60,1}{10}} \end{array} \right]$$

$$\boxed{L_{gündüz} = 69.84\, dBA} \qquad \textbf{(5.3j)}$$

24.01.2007 / 11. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.14 : *24.01.2007 11.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.15: 24.01.2007 11. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi, Çalışma Olmayan Saatler - Kırmızı)

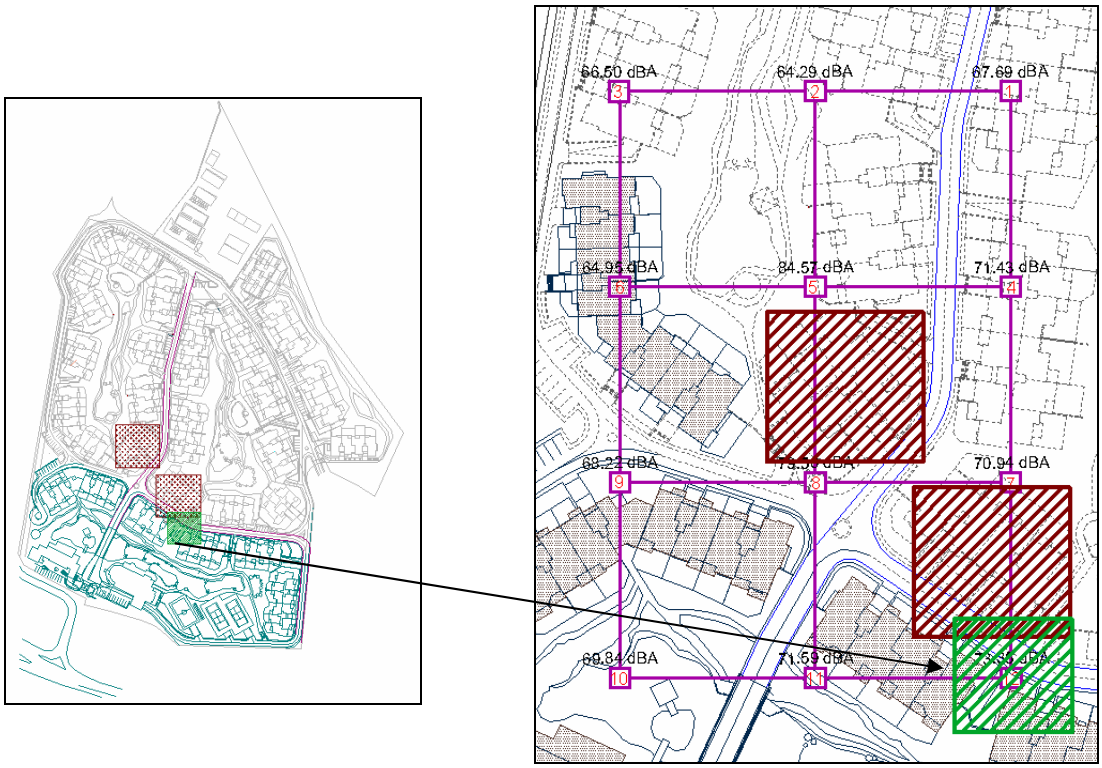
11.NOKTA ÖLÇÜM NO	**x**	**5**	**11**	**17**	**23**	**29**	**x**	**35**	**41**	**47**	**53**	**x**
ÖLÇÜM ZAMANI	07:40	08:40	09:40	10:40	11:40	12:40	13:40	14:40	15:40	16:40	17:40	18:40
L eq (dB)	66,3	66,3	76,0	66,2	70,7	63,4	74,8	74,8	75,5	67,7	63,7	63,7

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{12}\left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10}\right] \qquad \textbf{(5.3)}$$

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{12}\left[\begin{array}{l} 10^{\frac{66,3}{10}} + 10^{\frac{66,3}{10}} + 10^{\frac{76,0}{10}} + 10^{\frac{66,2}{10}} + 10^{\frac{70,7}{10}} + 10^{\frac{63,4}{10}} + 10^{\frac{74,8}{10}} + 10^{\frac{74,8}{10}} + 10^{\frac{75,5}{10}} \\ + 10^{\frac{67,7}{10}} + 10^{\frac{63,7}{10}} + 10^{\frac{63,7}{10}} \end{array}\right]$$

$$\boxed{L_{gündüz} = 71.59\ dBA} \qquad \textbf{(5.3k)}$$

24.01.2007 / 12. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.15 : *24.01.2007 12.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

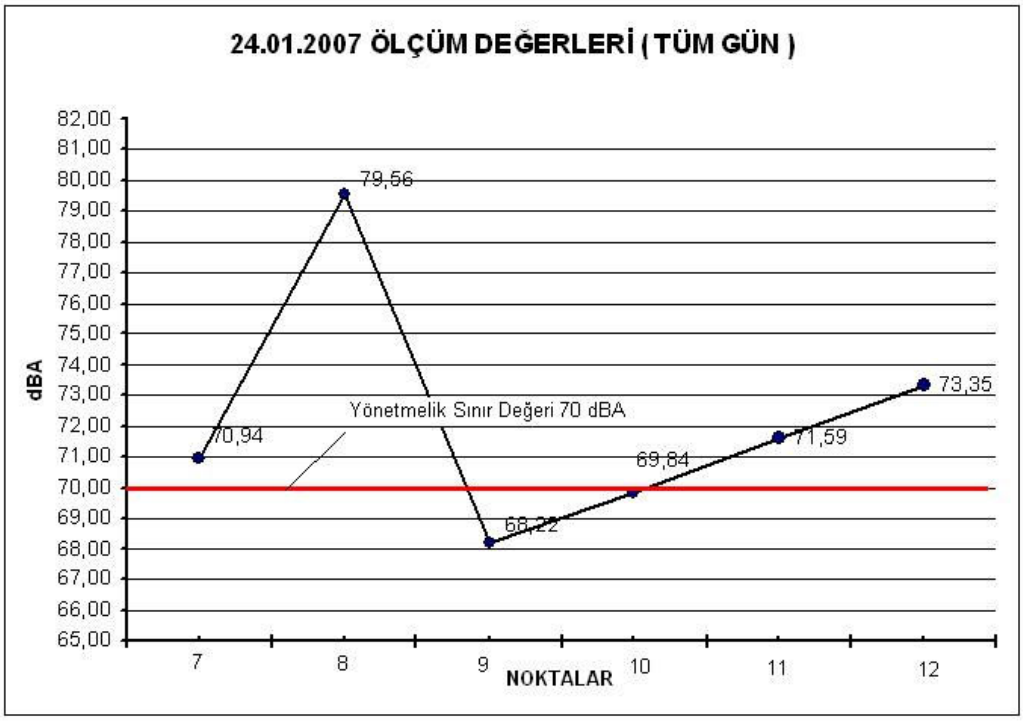
Tablo 5.16: 24.01.2007 12. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi, Çalışma Olmayan Saatler - Kırmızı)

12.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	6	12	18	24	30	x	36	42	48	54	x
ÖLÇÜM ZAMANI	07:50	08:50	09:50	10:50	11:50	12:50	13:50	14:50	15:50	16:50	17:50	18:50
$L_{eq\ (dB)}$	72,6	72,6	73,8	72,5	74,2	58,9	77,1	77,1	75,2	68,4	67,7	67,7

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{12}\left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10}\right] \qquad \textbf{(5.3)}$$

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{12}\left[\begin{array}{l} 10^{\frac{72,6}{10}} + 10^{\frac{72,6}{10}} + 10^{\frac{73,8}{10}} + 10^{\frac{72,5}{10}} + 10^{\frac{74,2}{10}} + 10^{\frac{58,9}{10}} + 10^{\frac{77,1}{10}} + 10^{\frac{77,1}{10}} + 10^{\frac{75,2}{10}} \\ + 10^{\frac{68,4}{10}} + 10^{\frac{67,7}{10}} + 10^{\frac{67,7}{10}} \end{array}\right]$$

$$L_{gündüz} = 73.35\ dBA \qquad \textbf{(5.3l)}$$

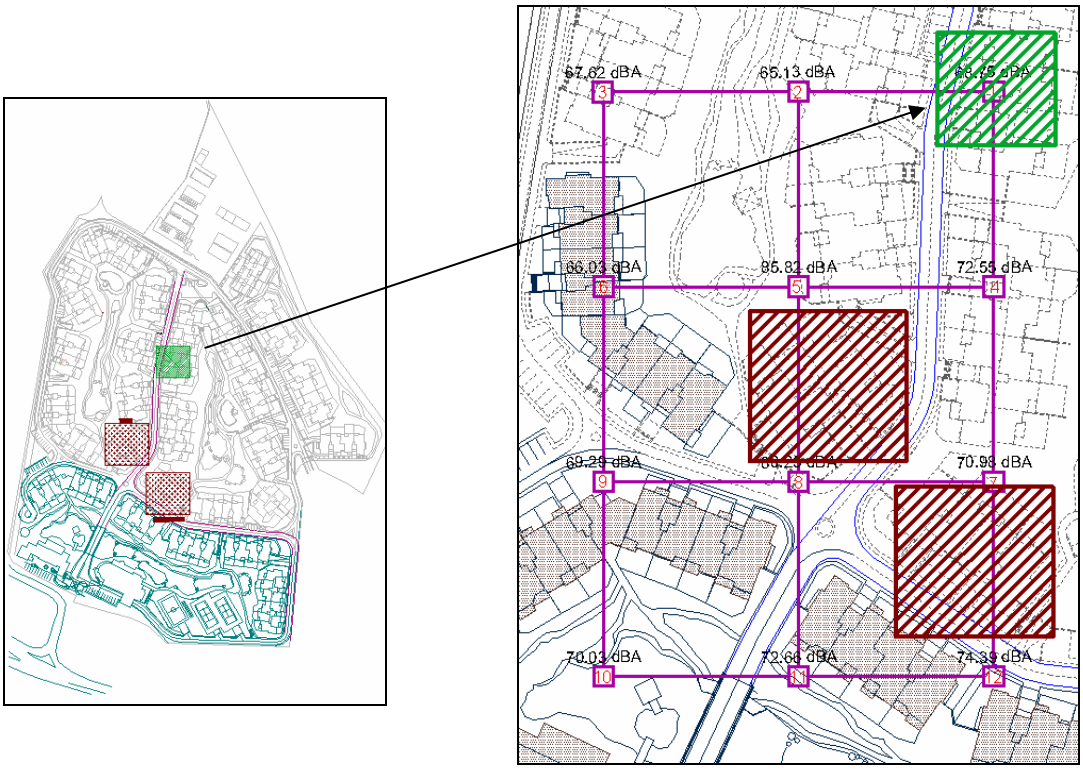


Şekil 5.16 : 24.01.2007 tarihli 12 saat $L_{gündüz}$ değerleri grafiği

24.01.2007 tarihinde yapılan diğer 6 noktadaki ölçüm değerlerinin $L_{gündüz}$ hesaplamalarında 7, 8, 11 ve 12 numaralı noktalardaki değerler Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi yönetmeliğindeki sınır $L_{gündüz}$ değeri 70 dBA'dan yüksek çıkmıştır. 9. noktadaki 68.22 dBA ile 10. noktadaki 69.84 dBA değerleri de sınır değere çok yakın olduğundan kritik bulunmuştur. Noktaların konumlarına bakıldığında $L_{gündüz}$ değeri 70.94 dBA çıkan 7. nokta ana gürültü kaynağı olan kırıcılı ekskavatörlere yaklaşık 50 m., paletli ekskavatöre yaklaşık 20 m. uzaklıktadır. $L_{gündüz}$ değeri 79.56 dBA çıkan 8. nokta kırıcılı ekskavatörlere yaklaşık 10 m., paletli ekskavatöre yaklaşık 50 m. uzaklıktadır. $L_{gündüz}$ değeri 71.59 dBA çıkan 11. nokta kırıcılı ekskavatörlere yaklaşık 50 m., paletli ekskavatöre yaklaşık 50 m. uzaklıkta olup arada engel bir bina mevcuttur. $L_{gündüz}$ değeri 73.35 dBA çıkan 12. nokta kırıcılı ekskavatörlere yaklaşık 90 m., paletli ekskavatöre yaklaşık 20 m. uzaklıktadır. Gürültü kaynaklarına olan mesafenin minimum olduğu 8. noktada $L_{gündüz}$ değerinin maksimum olduğu, kaynak alıcı konumları ve uzaklıkları ile bina engelinin elde edilen değerleri etkilediği görülmüştür.

5.4.2.1 9 saatlik çalışma saati hesapları

23.01.2007 / 1. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.17 : *23.01.2007 1.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.17: 23.01.2007 1. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi)

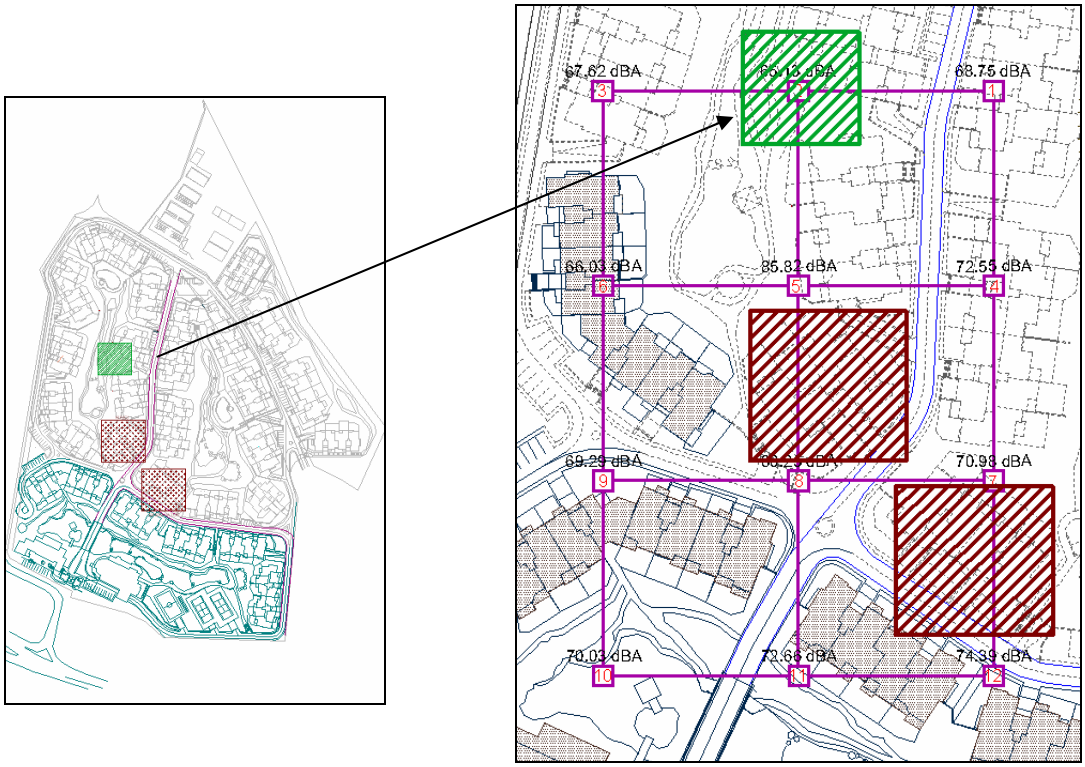
1.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	1	7	13	19	x	31	37	43
ÖLÇÜM ZAMANI	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	13:00	14:00	15:00	16:00
L_{eq} (dB)	67,1	67,1	66,8	71,7	68,8	64,9	64,9	72,2	68,6

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.4)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[10^{\frac{67,1}{10}} + 10^{\frac{67,1}{10}} + 10^{\frac{66,8}{10}} + 10^{\frac{71,7}{10}} + 10^{\frac{68,8}{10}} + 10^{\frac{64,9}{10}} + 10^{\frac{64,9}{10}} + 10^{\frac{72,2}{10}} + 10^{\frac{68,6}{10}} \right]$$

$$L_{gündüz} = 68.75\ dBA \qquad \textbf{(5.4a)}$$

23.01.2007 / 2. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.18 : *23.01.2007 2.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.18: 23.01.2007 2. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi)

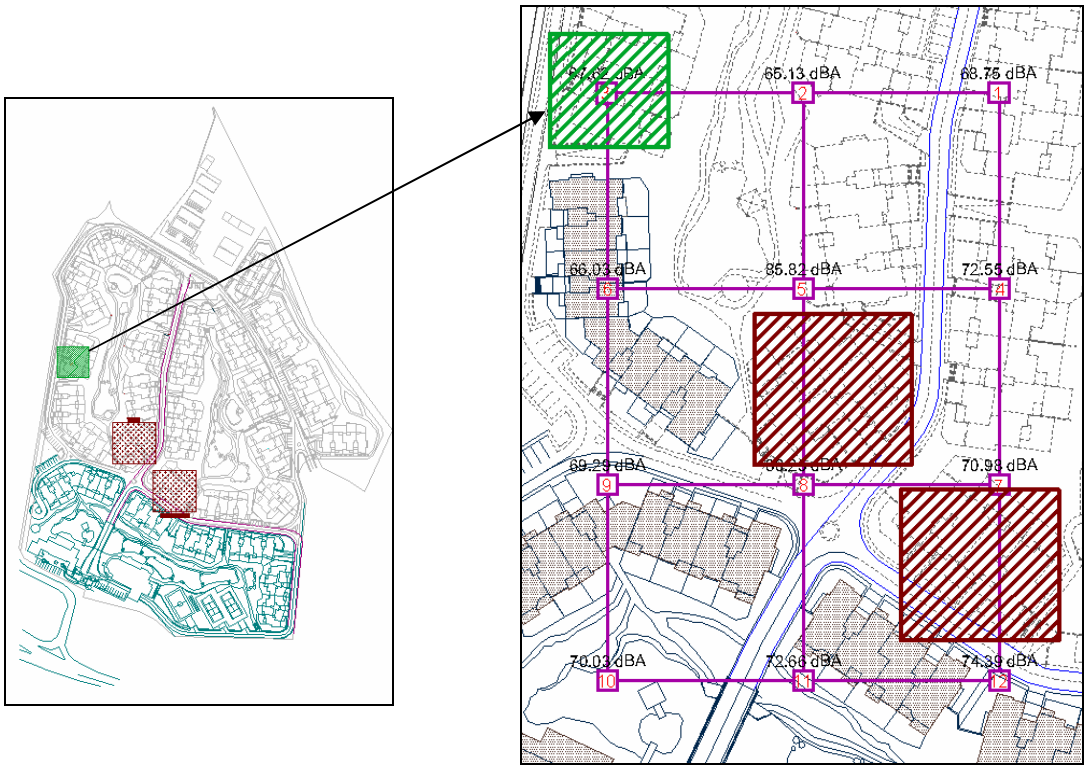
2.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	2	8	14	20	x	32	38	44
ÖLÇÜM ZAMANI	07:10	08:10	09:10	10:10	11:10	13:10	14:10	15:10	16:10
L eq (dB)	66,2	66,2	62,3	67,3	64,4	64,4	64,4	65,6	63,1

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.4)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[\begin{array}{l} 10^{\frac{66,2}{10}} + 10^{\frac{66,2}{10}} + 10^{\frac{62,3}{10}} + 10^{\frac{67,3}{10}} + 10^{\frac{64,4}{10}} + 10^{\frac{64,4}{10}} + 10^{\frac{64,4}{10}} + 10^{\frac{65,6}{10}} \\ + 10^{\frac{63,1}{10}} \end{array} \right]$$

$$L_{gündüz} = 65.13\ dBA \qquad \textbf{(5.4b)}$$

23.01.2007 / 3. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.19 : *23.01.2007 3.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.19: 23.01.2007 3. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi)

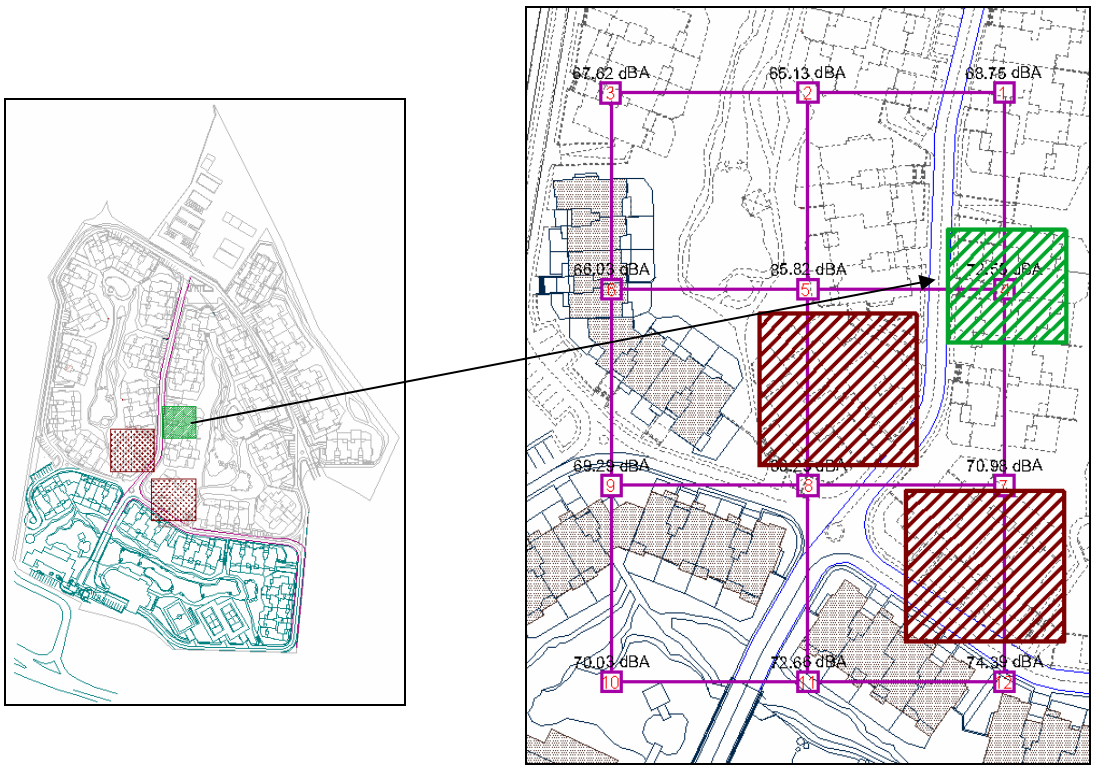
3.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	3	9	15	21	x	33	39	45
ÖLÇÜM ZAMANI	07:20	08:20	09:20	10:20	11:20	13:20	14:20	15:20	16:20
$L_{eq\ (dB)}$	65,8	65,8	66,0	68,2	67,4	66,8	66,8	64,7	72,0

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.4)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[\begin{array}{l} 10^{\frac{65,8}{10}} + 10^{\frac{65,8}{10}} + 10^{\frac{66,0}{10}} + 10^{\frac{68,2}{10}} + 10^{\frac{67,4}{10}} + 10^{\frac{66,8}{10}} + 10^{\frac{66,8}{10}} + 10^{\frac{64,7}{10}} \\ + 10^{\frac{72,0}{10}} \end{array} \right]$$

$$\boxed{L_{gündüz} = 67.62\ dBA} \qquad \textbf{(5.4c)}$$

23.01.2007 / 4. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.20 : *23.01.2007 4.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.20: 23.01.2007 4. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi)

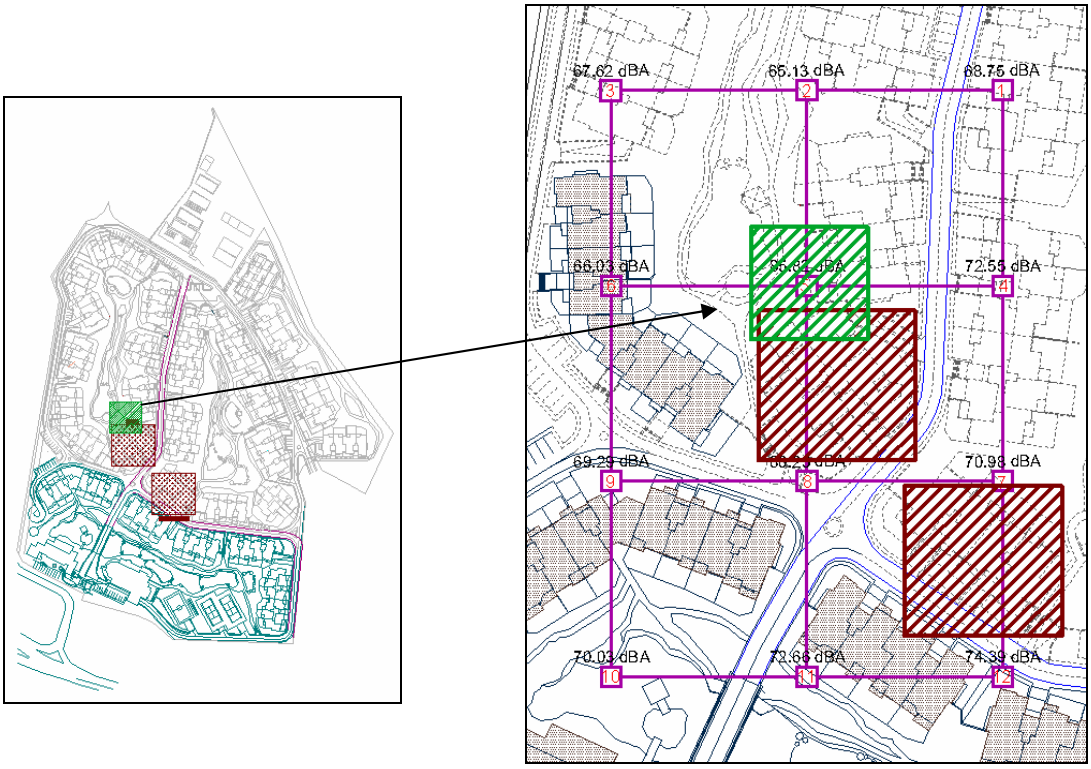
4.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	4	10	16	22	x	34	40	46
ÖLÇÜM ZAMANI	07:30	08:30	09:30	10:30	11:30	13:30	14:30	15:30	16:30
L_{eq} (dB)	69,4	69,4	72,6	71,2	74,5	73,8	73,8	74,9	68,0

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.4)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[10^{\frac{69,4}{10}} + 10^{\frac{69,4}{10}} + 10^{\frac{72,6}{10}} + 10^{\frac{71,2}{10}} + 10^{\frac{74,5}{10}} + 10^{\frac{73,8}{10}} + 10^{\frac{73,8}{10}} + 10^{\frac{74,9}{10}} + 10^{\frac{68,0}{10}} \right]$$

$$L_{gündüz} = 72.55\ dBA \qquad \textbf{(5.4d)}$$

23.01.2007 / 5. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.21 : *23.01.2007 5.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.21: 23.01.2007 5. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi)

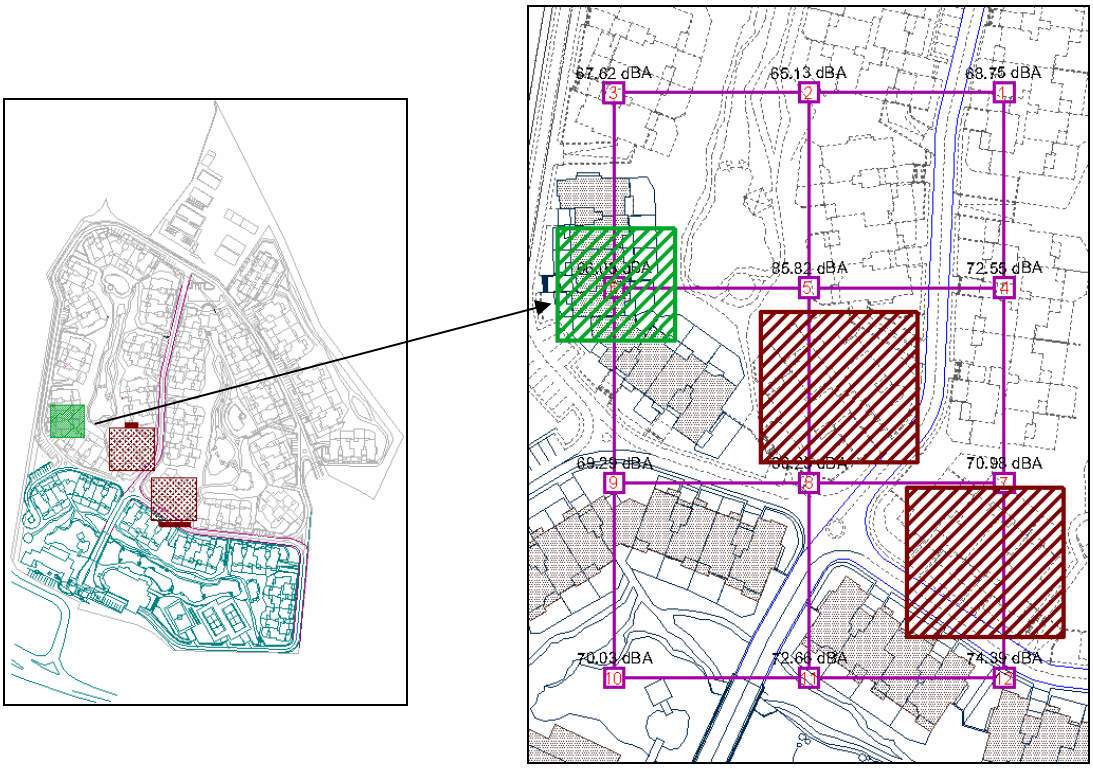
5.NOKTA ÖLÇÜM NO	**x**	**5**	**11**	**17**	**23**	**x**	**35**	**41**	**47**
ÖLÇÜM ZAMANI	07:40	08:40	09:40	10:40	11:40	13:40	14:40	15:40	16:40
L eq (dB)	79,1	79,1	85,2	82,5	88,8	86,7	86,7	87,3	87,3

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.4)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[10^{\frac{79,1}{10}} + 10^{\frac{79,1}{10}} + 10^{\frac{85,2}{10}} + 10^{\frac{82,5}{10}} + 10^{\frac{88,8}{10}} + 10^{\frac{86,7}{10}} + 10^{\frac{86,7}{10}} + 10^{\frac{87,3}{10}} + 10^{\frac{87,3}{10}} \right]$$

$$L_{gündüz} = 85.82\ dBA \qquad \textbf{(5.4e)}$$

23.01.2007 / 6. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.22 : *23.01.2007 6.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

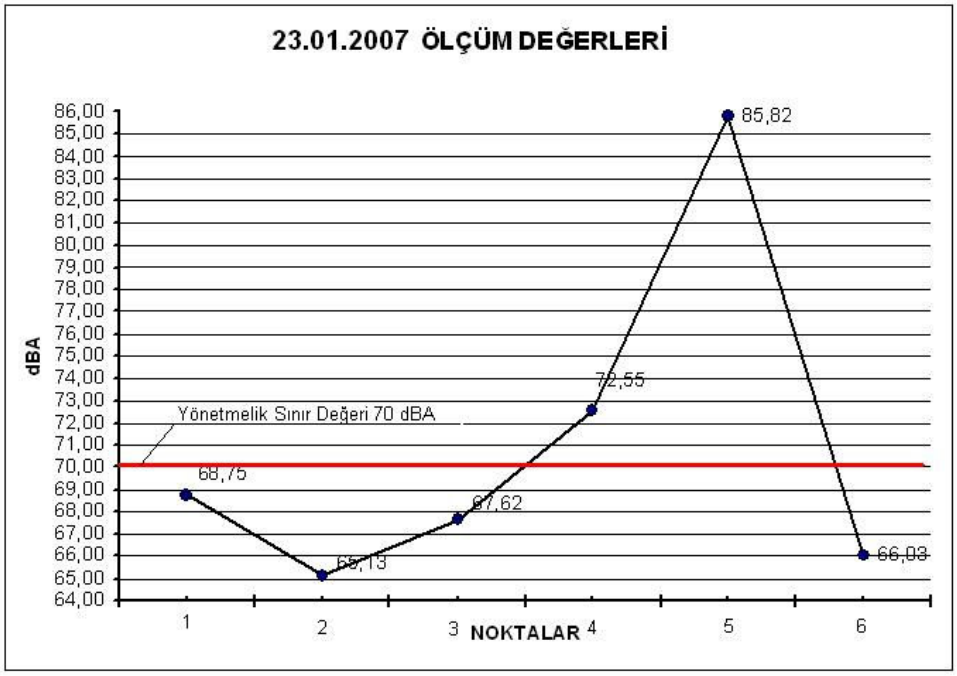
Tablo 5.22: 23.01.2007 6. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi)

6.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	6	12	18	24	x	36	42	48
ÖLÇÜM ZAMANI	07:50	08:50	09:50	10:50	11:50	13:50	14:50	15:50	16:50
L eq (dB)	63,3	63,3	69,1	68,1	67,1	64,4	64,4	65,3	65,0

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.4)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[10^{\frac{63,3}{10}} + 10^{\frac{63,3}{10}} + 10^{\frac{69,1}{10}} + 10^{\frac{68,1}{10}} + 10^{\frac{67,1}{10}} + 10^{\frac{64,4}{10}} + 10^{\frac{64,4}{10}} + 10^{\frac{65,3}{10}} + 10^{\frac{65,0}{10}} \right]$$

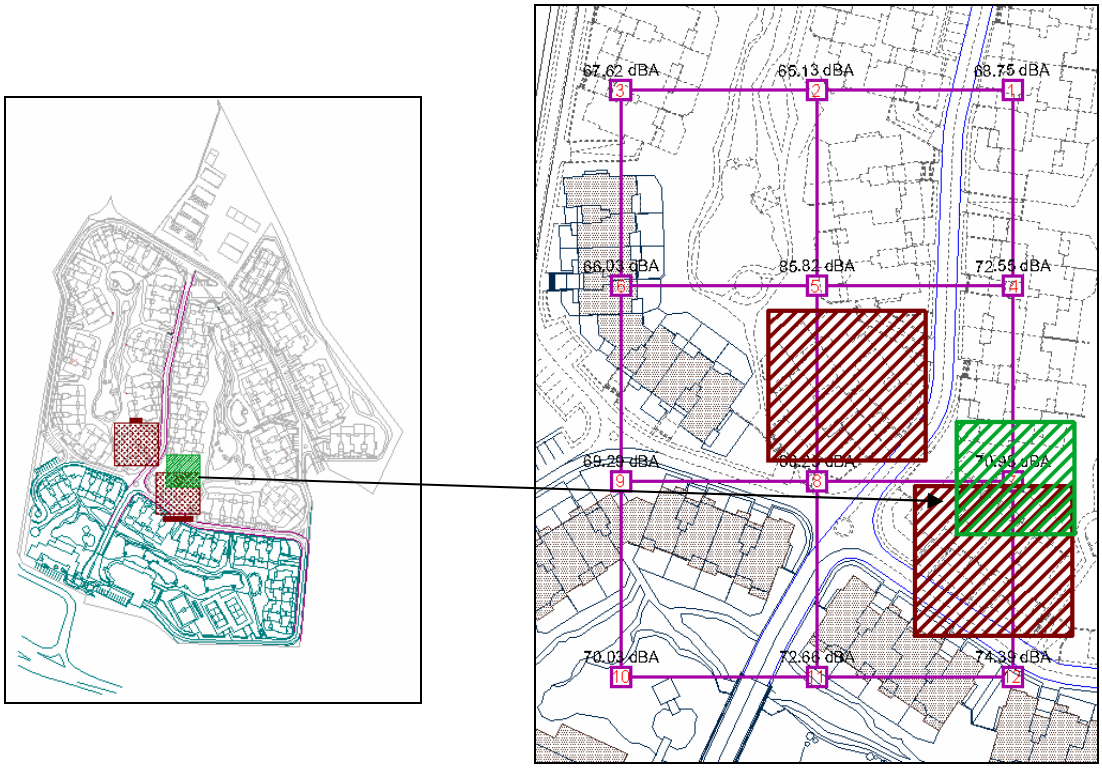
$$L_{gündüz} = 66.03\, dBA \qquad \textbf{(5.4f)}$$



Şekil 5.23 : 23.01.2007 tarihli 9 saat $L_{gündüz}$ değerleri grafiği

23.01.2007 tarihinde yapılan 6 noktadaki ölçüm değerlerinin $L_{gündüz}$ hesaplamalarında yapılan 9 saatlik değerlendirmede de 4 ve 5 numaralı noktalardaki değerler Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi yönetmeliğindeki sınır $L_{gündüz}$ değeri 70 dBA'dan yüksek çıkmıştır.

24.01.2007 / 7. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.24 : *24.01.2007 7.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.23: 24.01.2007 7. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi)

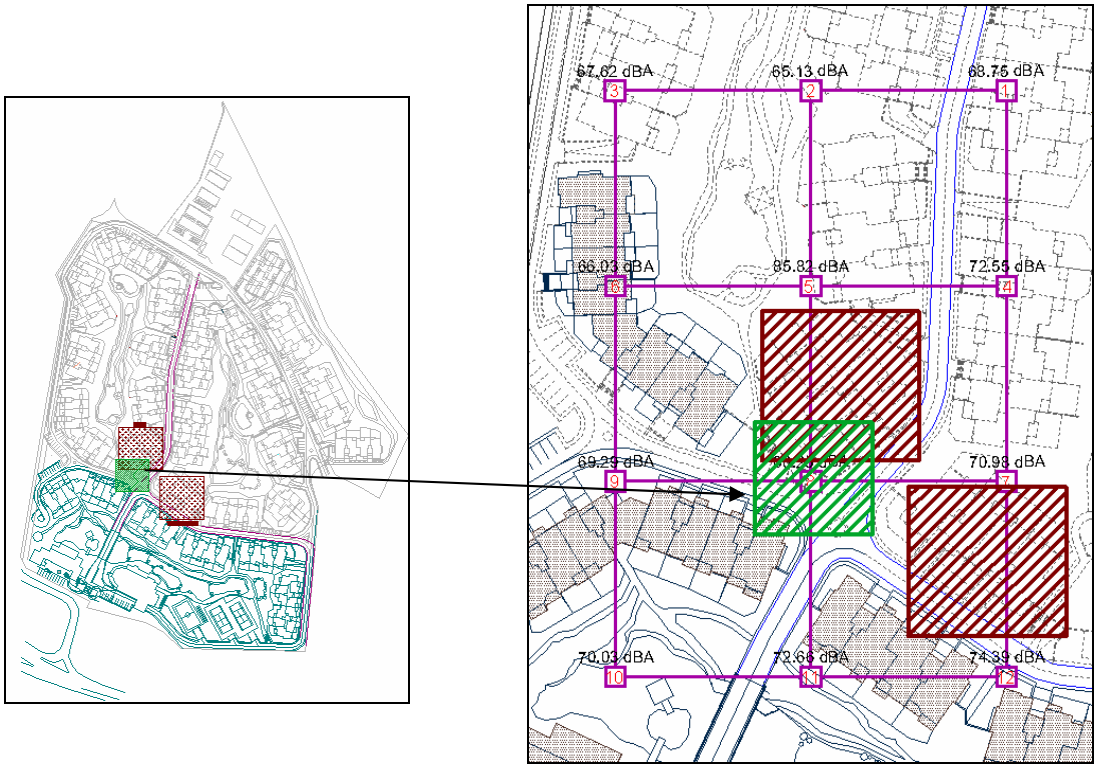
7.NOKTA ÖLÇÜM NO	**x**	**1**	**7**	**13**	**19**	**x**	**31**	**37**	**43**
ÖLÇÜM ZAMANI	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	13:00	14:00	15:00	16:00
L eq (dB)	69,1	69,1	70,2	71,4	69,6	71,9	71,9	68,8	73,9

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{9}\left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10}\right] \qquad \textbf{(5.4)}$$

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{9}\left[10^{\frac{69,1}{10}} + 10^{\frac{69,1}{10}} + 10^{\frac{70,2}{10}} + 10^{\frac{71,4}{10}} + 10^{\frac{69,6}{10}} + 10^{\frac{71,9}{10}} + 10^{\frac{71,9}{10}} + 10^{\frac{68,8}{10}} + 10^{\frac{73,9}{10}}\right]$$

$$\boxed{L_{gündüz} = 70.98\,dBA} \qquad \textbf{(5.4g)}$$

24.01.2007 / 8. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.25 : *24.01.2007 8.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.24: 24.01.2007 8. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi)

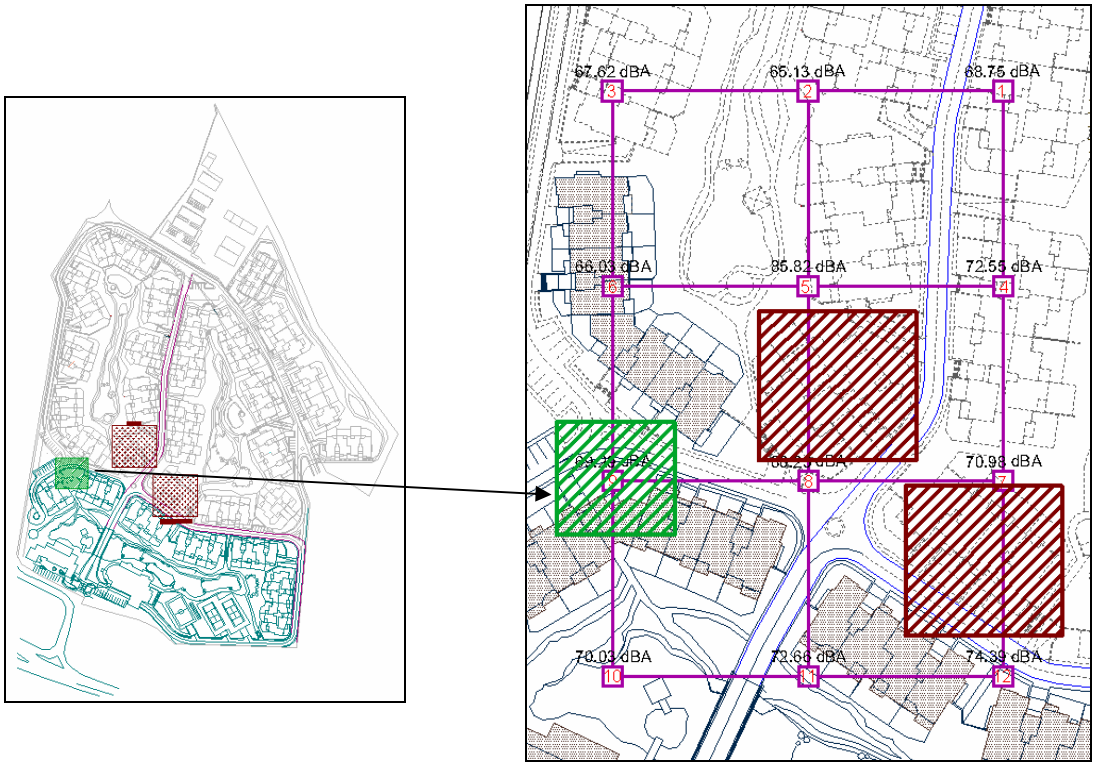
8.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	2	8	14	20	x	32	38	44
ÖLÇÜM ZAMANI	07:10	08:10	09:10	10:10	11:10	13:10	14:10	15:10	16:10
L_{eq} (dB)	81,8	81,8	81,5	81,0	73,0	82,6	82,6	77,1	78,7

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.4)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[10^{\frac{81,8}{10}} + 10^{\frac{81,8}{10}} + 10^{\frac{81,5}{10}} + 10^{\frac{81,0}{10}} + 10^{\frac{73,0}{10}} + 10^{\frac{82,6}{10}} + 10^{\frac{82,6}{10}} + 10^{\frac{77,1}{10}} + 10^{\frac{78,7}{10}} \right]$$

$$L_{gündüz} = 80.25\, dBA \qquad \textbf{(5.4h)}$$

24.01.2007 / 9. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.26 : *24.01.2007 9.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.25: 24.01.2007 9. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi)

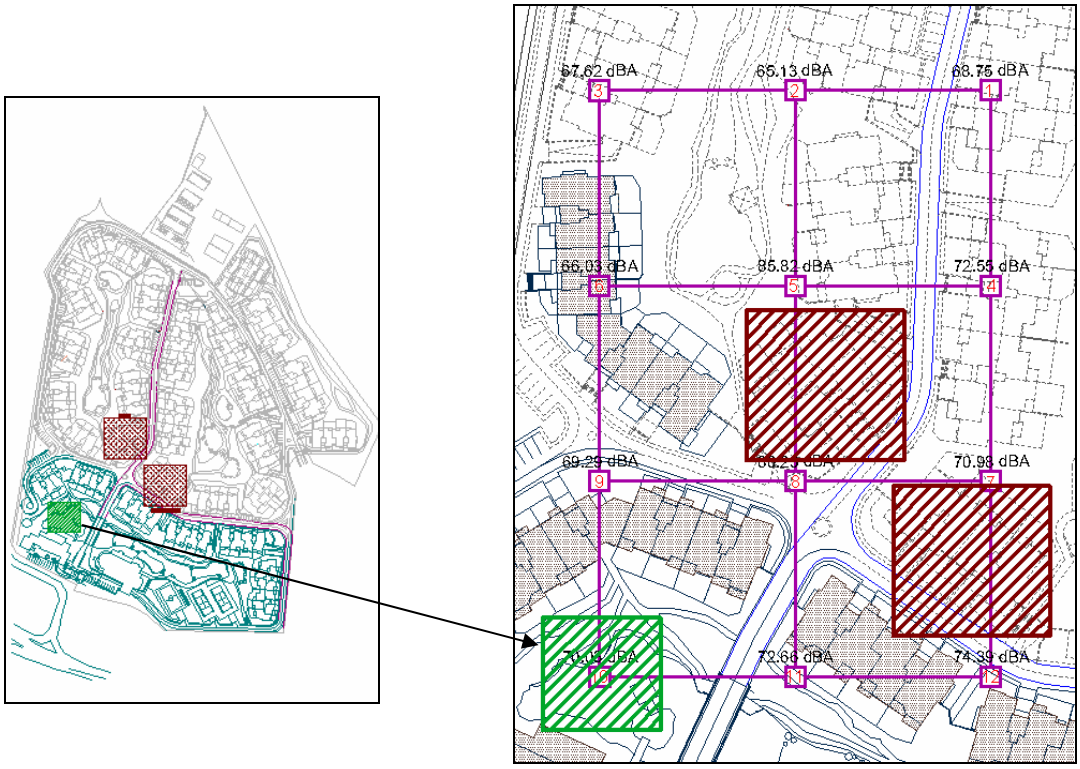
9.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	3	9	15	21	x	33	39	45
ÖLÇÜM ZAMANI	07:20	08:20	09:20	10:20	11:20	13:20	14:20	15:20	16:20
$L_{eq\ (dB)}$	67,3	67,3	69,6	67,7	64,2	70,7	70,7	69,0	72,2

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.4)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[10^{\frac{67,3}{10}} + 10^{\frac{67,3}{10}} + 10^{\frac{69,6}{10}} + 10^{\frac{67,7}{10}} + 10^{\frac{64,2}{10}} + 10^{\frac{70,7}{10}} + 10^{\frac{70,7}{10}} + 10^{\frac{69,0}{10}} + 10^{\frac{72,2}{10}} \right]$$

$$L_{gündüz} = 69.29\ dBA \qquad \textbf{(5.4i)}$$

24.01.2007 / 10. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.27 : *24.01.2007 10.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.26: 24.01.2007 10. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi)

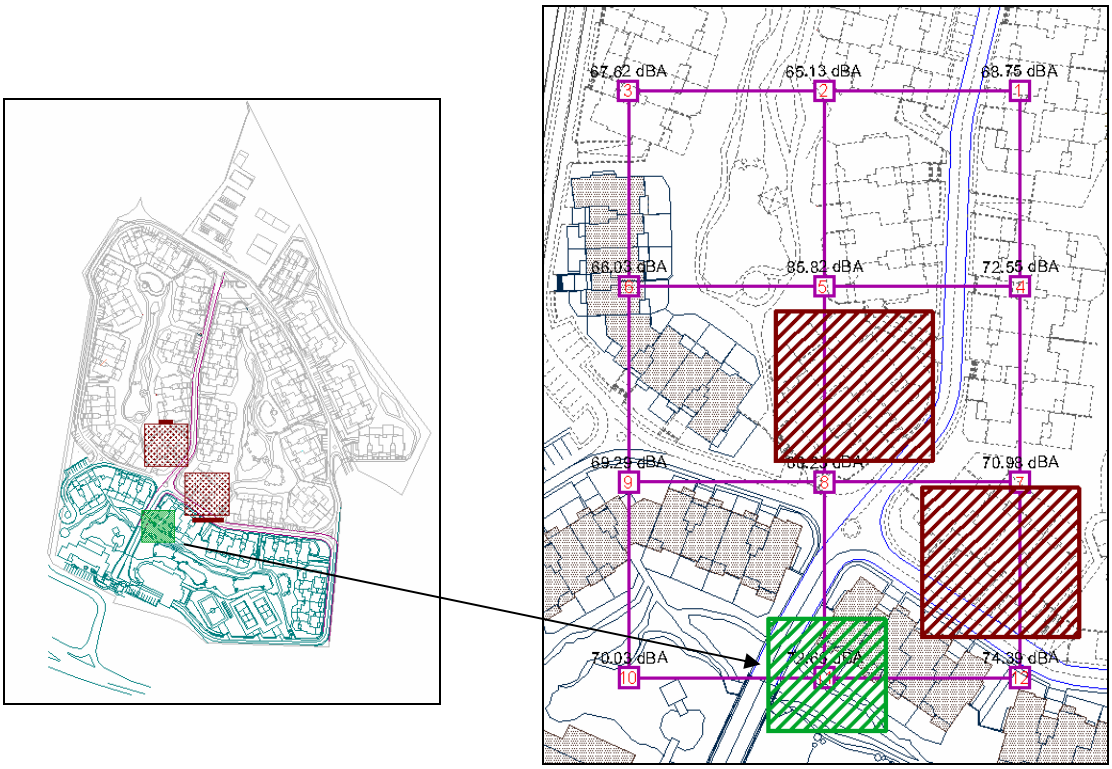
10.NOKTA ÖLÇÜM NO	**x**	**4**	**10**	**16**	**22**	**x**	**34**	**40**	**46**
ÖLÇÜM ZAMANI	07:30	08:30	09:30	10:30	11:30	13:30	14:30	15:30	16:30
L eq (dB)	63,9	63,9	71,8	65,6	71,4	73,4	73,4	68,9	62,3

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{9}\left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10}\right] \qquad \textbf{(5.4)}$$

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{9}\left[\begin{array}{l} 10^{\frac{63,9}{10}} + 10^{\frac{63,9}{10}} + 10^{\frac{71,8}{10}} + 10^{\frac{65,6}{10}} + 10^{\frac{71,4}{10}} + 10^{\frac{73,4}{10}} + 10^{\frac{73,4}{10}} + 10^{\frac{68,9}{10}} \\ + 10^{\frac{62,3}{10}} \end{array}\right]$$

$$L_{gündüz} = 70.03\,dBA \qquad \textbf{(5.4j)}$$

24.01.2007 / 11. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.28 : *24.01.2007 11.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

Tablo 5.27: 24.01.2007 11. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi)

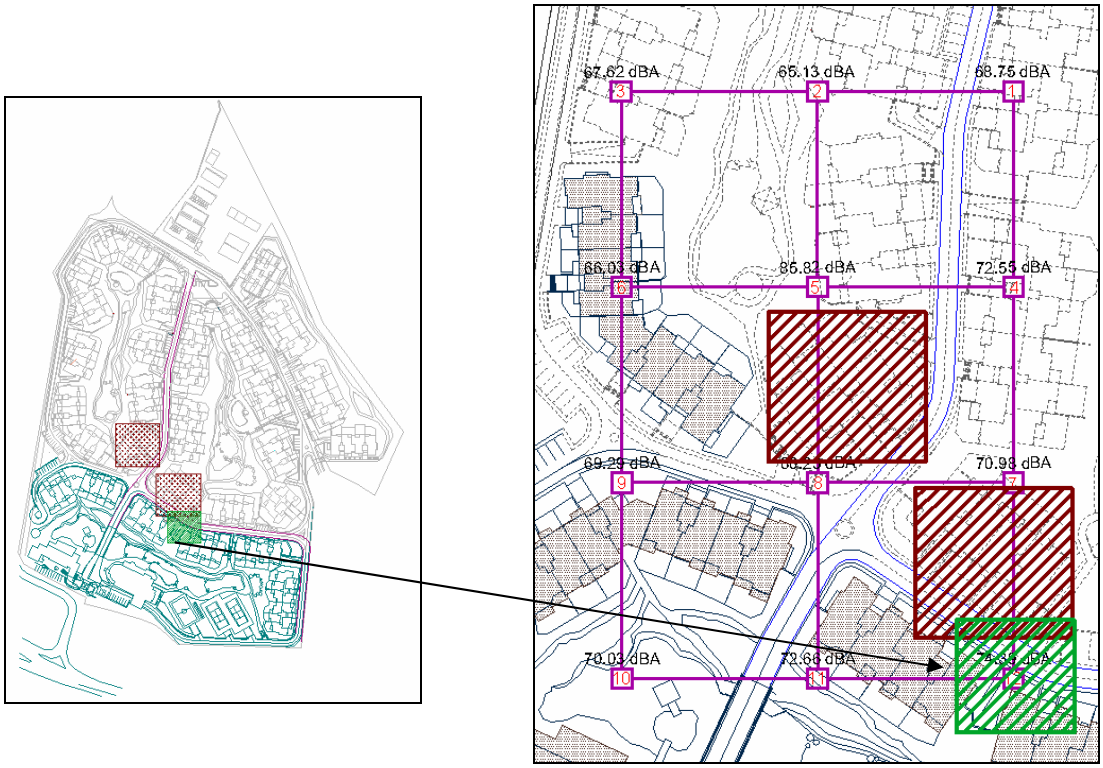
11.NOKTA ÖLÇÜM NO	**x**	**5**	**11**	**17**	**23**	**x**	**35**	**41**	**47**
ÖLÇÜM ZAMANI	07:40	08:40	09:40	10:40	11:40	13:40	14:40	15:40	16:40
L eq (dB)	66,3	66,3	76,0	66,2	70,7	74,8	74,8	75,5	67,7

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{9}\left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10}\right] \qquad \textbf{(5.4)}$$

$$L_{gündüz} = 10\log_{10}\frac{1}{9}\left[\begin{array}{l} 10^{\frac{66,3}{10}} + 10^{\frac{66,3}{10}} + 10^{\frac{76,0}{10}} + 10^{\frac{66,2}{10}} + 10^{\frac{70,7}{10}} + 10^{\frac{74,8}{10}} + 10^{\frac{74,8}{10}} + 10^{\frac{75,5}{10}} \\ + 10^{\frac{67,7}{10}} \end{array}\right]$$

$$L_{gündüz} = 72.66\,dBA \qquad \textbf{(5.4k)}$$

24.01.2007 / 12. nokta ölçüm hesapları



Şekil 5.29 : *24.01.2007 12.Ölçüm Noktası*
(Gürültü Kaynakları – Kırmızı, Ölçüm Noktası – Yeşil)

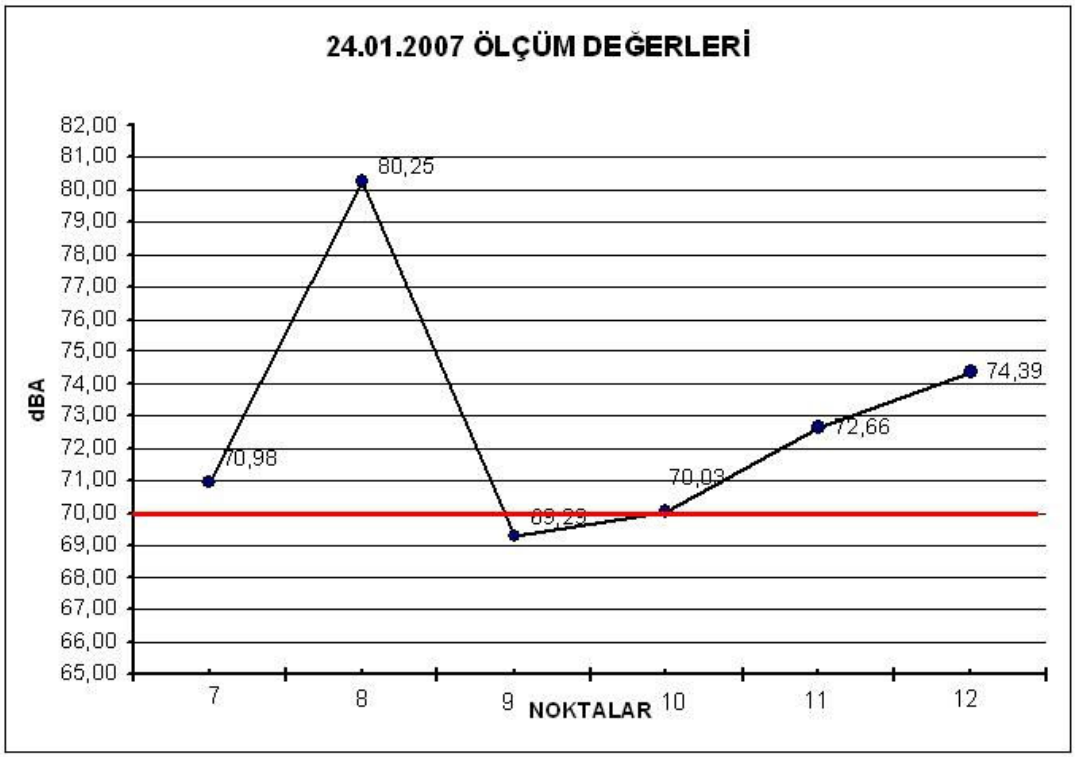
Tablo 5.28: 24.01.2007 12. Nokta periyodlara göre eş değer sürekli ses basınç seviyeleri (Kabul değerler – Mavi)

11.NOKTA ÖLÇÜM NO	x	6	12	18	24	x	36	42	48
ÖLÇÜM ZAMANI	07:50	08:50	09:50	10:50	11:50	13:50	14:50	15:50	16:50
L eq (dB)	72,6	72,6	73,8	72,5	74,2	77,1	77,1	75,2	68,4

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{eq}/10} \right] \qquad \textbf{(5.4)}$$

$$L_{gündüz} = 10 \log_{10} \frac{1}{9} \left[10^{\frac{72,6}{10}} + 10^{\frac{72,6}{10}} + 10^{\frac{73,8}{10}} + 10^{\frac{72,5}{10}} + 10^{\frac{74,2}{10}} + 10^{\frac{77,1}{10}} + 10^{\frac{77,1}{10}} + 10^{\frac{75,2}{10}} + 10^{\frac{68,4}{10}} \right]$$

$$L_{gündüz} = 74.39\ dBA \qquad \textbf{(5.4l)}$$

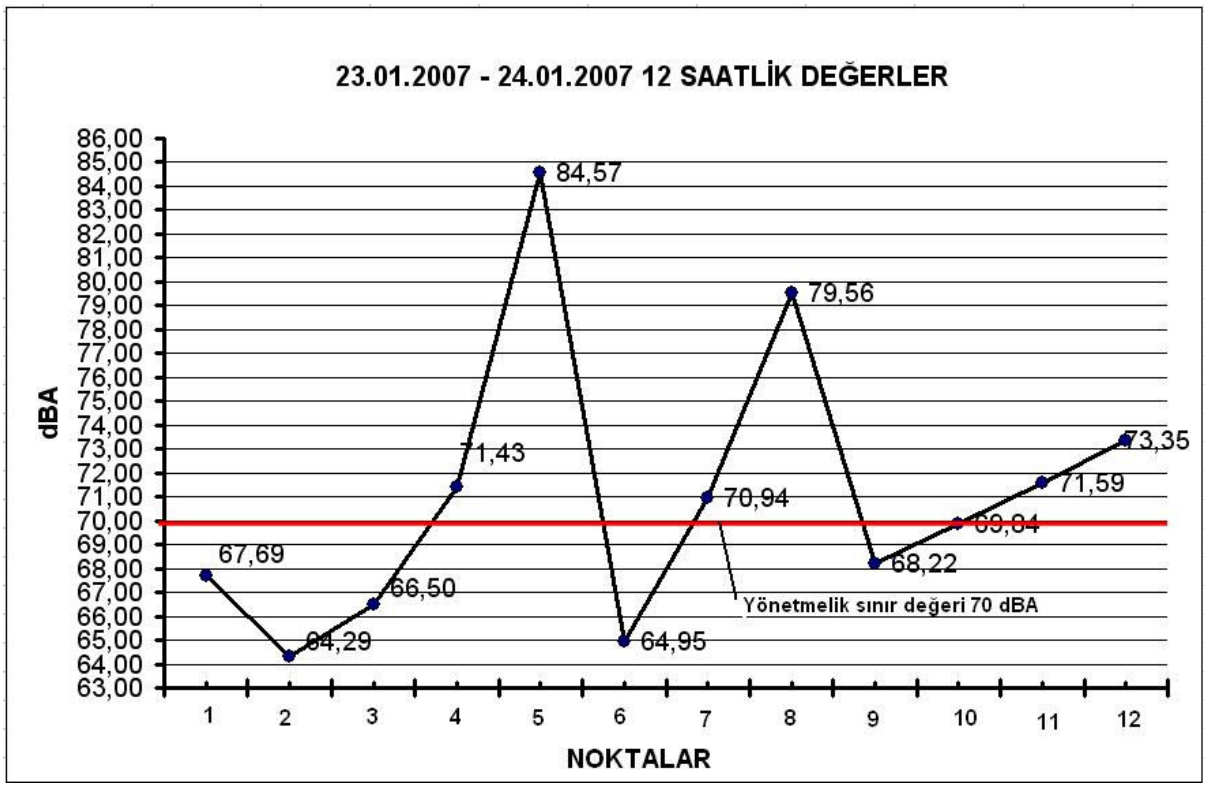


Şekil 5.30 : 24.01.2007 tarihli 9 saat $L_{gündüz}$ değerleri grafiği

24.01.2007 tarihinde yapılan diğer 6 noktadaki ölçüm değerlerinin 9 saatlik $L_{gündüz}$ değerlendirmelerinde 7, 8, 10, 11 ve 12 numaralı noktalardaki değerler Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi yönetmeliğindeki sınır $L_{gündüz}$ değeri 70 dBA'dan yüksek çıkmıştır. 9. noktadaki 69.29 dBA değeri de sınır değere çok yakın olduğundan kritik bulunmuştur. Tablo 5.29'da görüldüğü gibi 9 saatlik değerlendirmedeki tüm değerlerin 12 saatlik değerlendirmeye göre yaklaşık 1 dBA fazla çıktığı belirlenmiştir.

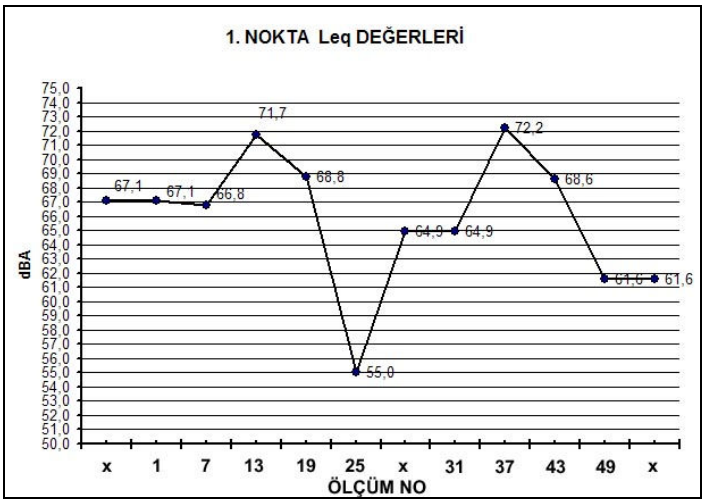
Tablo 5.29: 12 saat $L_{gündüz}$ ve 9 saat $L_{gündüz}$ değerleri (dBA)

ölçüm noktası	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
12 saat $L_{gündüz}$	67,69	64,29	66,50	71,43	84,57	64,95	70,94	79,56	68,22	69,84	71,59	73,35
9 saatlik $L_{gündüz}$	68,75	65,13	67,62	72,55	85,82	66,03	70,98	80,25	69,29	70,03	72,66	74,39

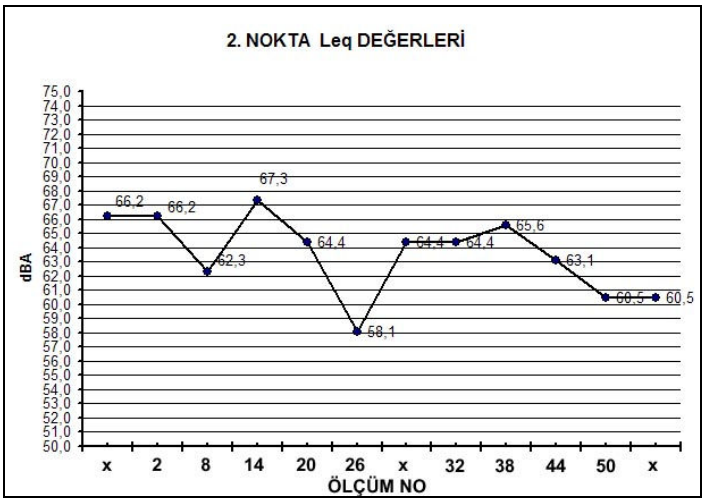


Şekil 5.31 : 23.01.2007 -24.01.2007 12 Saatlik Değerler

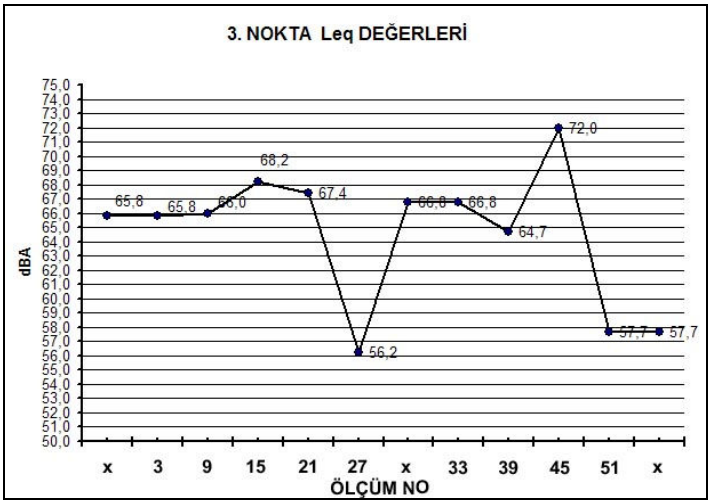
23.01.2007 ve 24.01.2007 tarihlerinde yapılan toplam 12 noktadaki tekrarlı 54 adet ölçümü şekil 5.31'deki grafik üzerinde değerlendirirsek; değerlerin ölçüm noktalarına göre değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Bu değişkenliğin sebebi ölçüm noktalarının gürültü kaynaklarına olan uzaklığı ve ölçüm alanı içindeki konumlarıdır. 5 ve 8. noktalar, ana gürültü kaynakları olan iş makinalarına en yakın konumda olduğundan, değerlerin en yüksek elde edildiği noktalar olmuşlardır. Ölçümlerin genel değerlerine bakıldığında ise 150m.'ye 100m. bir alan içerisinde yönetmelik sınır değeri olan 70 dBA'ya çok yakın değerler elde edildiği görülmüştür.



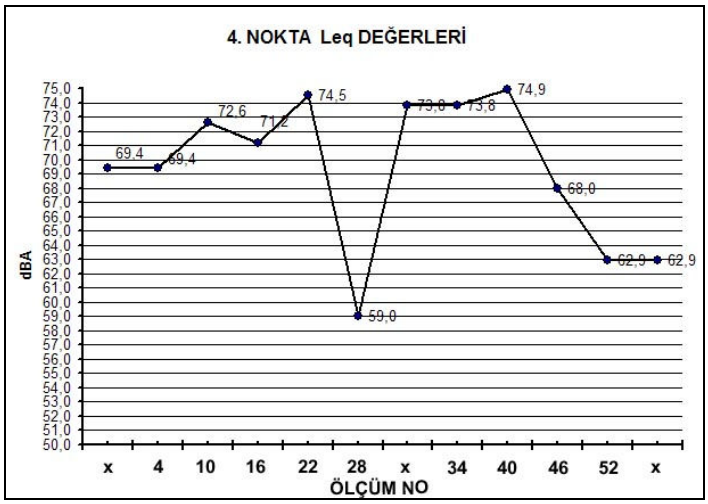
Şekil 5.32 : 23.01.2007 tarihli 1. nokta L_{eq} değerleri grafiği



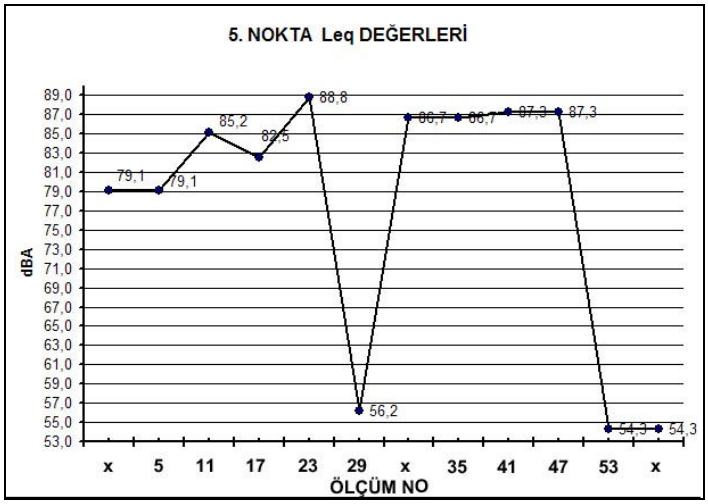
Şekil 5.33 : 23.01.2007 tarihli 2. nokta L_{eq} değerleri grafiği



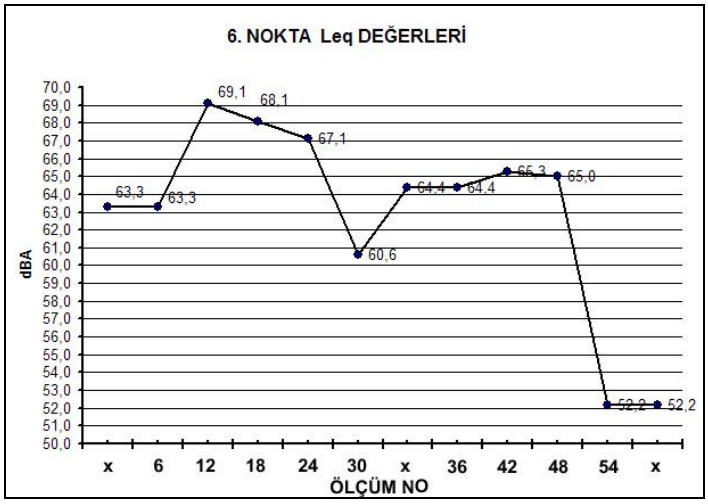
Şekil 5.34 : 23.01.2007 tarihli 3. nokta L_{eq} değerleri grafiği



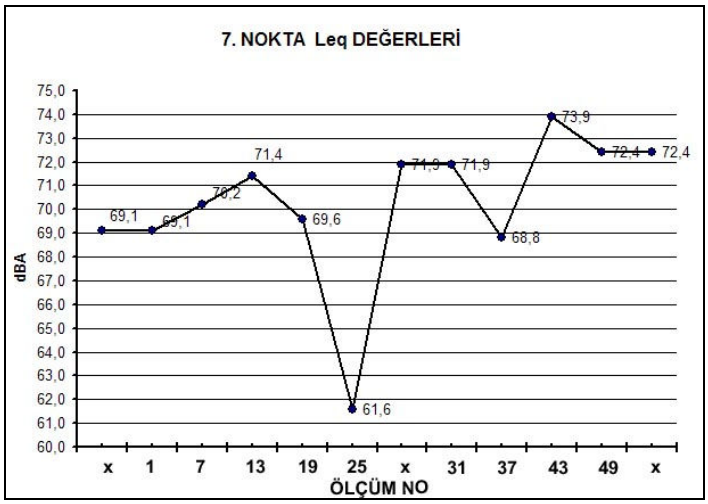
Şekil 5.35 : 23.01.2007 tarihli 4. nokta L_{eq} değerleri grafiği



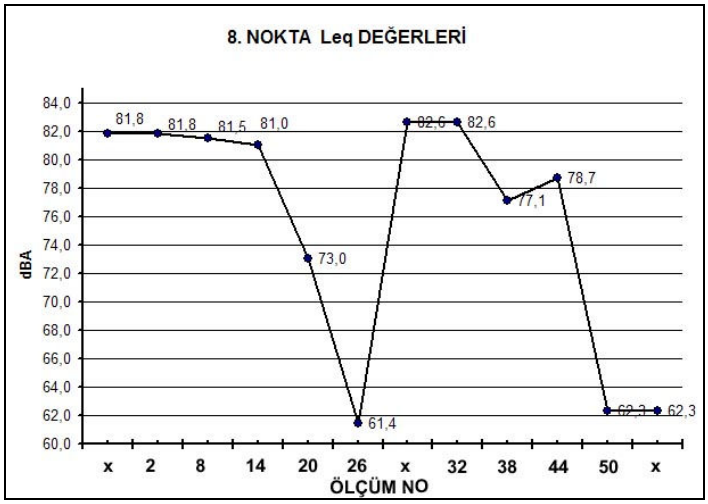
Şekil 5.36 : 23.01.2007 tarihli 5. nokta L_{eq} değerleri grafiği



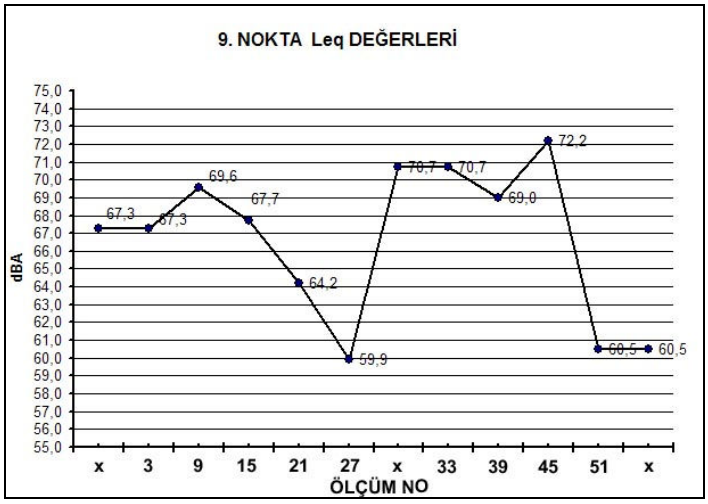
Şekil 5.37 : 23.01.2007 tarihli 6. nokta L_{eq} değerleri grafiği



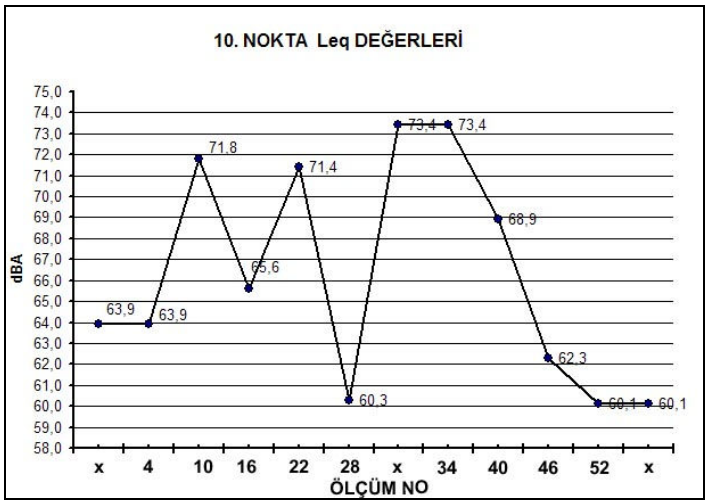
Şekil 5.38 : 24.01.2007 tarihli 7. nokta L_{eq} değerleri grafiği



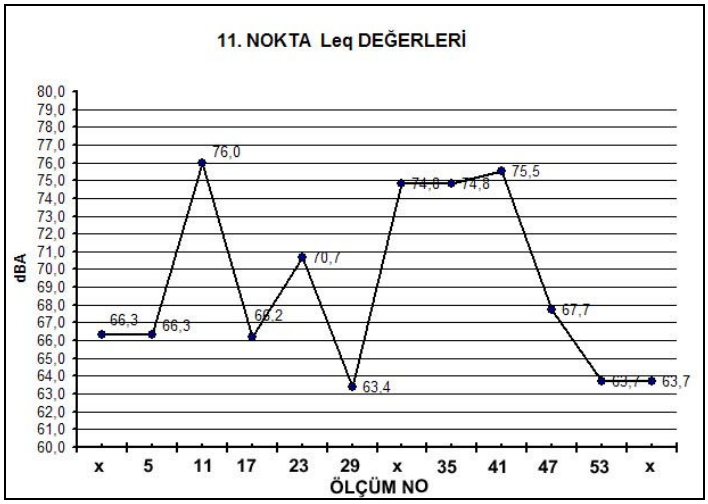
Şekil 5.39 : 24.01.2007 tarihli 8. nokta L_{eq} değerleri grafiği



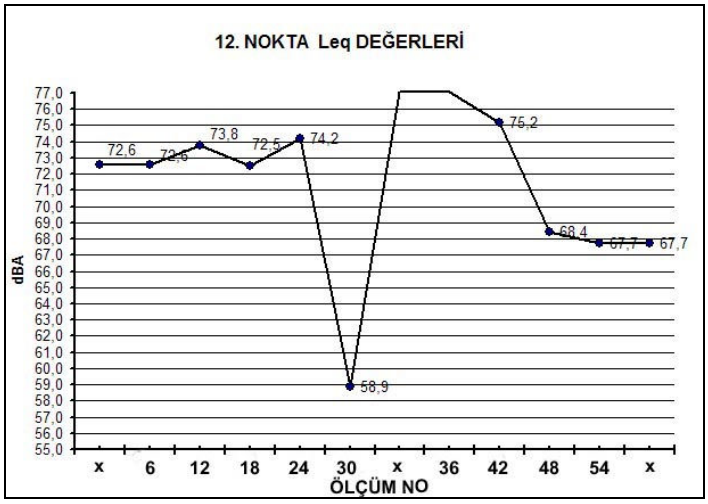
Şekil 5.40 : 24.01.2007 tarihli 9. nokta L_{eq} değerleri grafiği



Şekil 5.41 : 24.01.2007 tarihli 10. nokta L_{eq} değerleri grafiği



Şekil 5.42 : 24.01.2007 tarihli 11. nokta L_{eq} değerleri grafiği



Şekil 5.43 : 24.01.2007 tarihli 12. nokta L_{eq} değerleri grafiği

Tablo 5.30: Ölçüm noktalarındaki trafik gürültüsü L_{eq} değerleri (dBA)

ölçüm noktası		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ZAMAN	12.00–13.00	55,00	58,10	56,20	59,00	56,20	60,60	61,60	61,40	59,90	60,30	63,40	58,90
	17.00–19.00	61,60	60,50	57,70	62,90	54,30	52,20	72,40	62,30	60,50	60,10	63,70	67,70

Tüm noktalarda yapılan değerlendirmede 12.00 – 13.00 , 17.00 – 18.00, 18.00 – 19.00 zaman dilimlerindeki L_{eq} değerleri iş makinalarının çalışmadığı, sadece trafik gürültüsünün etkili olduğu değerlerdir. Şekil 5.31 – 5.42 arasındaki 12 adet grafik üzerinde her ölçüm noktasında elde edilen eş değer sürekli ses basınç seviyeleri gösterilmiştir. Grafiklerden ve Tablo 5.30'dan görüldüğü gibi, iş makinalarının çalışmadığı saatlerde değerler, çalışmanın aktif olduğu saatlere göre daha düşük çıkmaktadır.

04.12.2006 tarihinde yapılan ölçümde elde edilen değerler Ek 6 üzerinde gösterilmiştir. Yol kenarında yapılan 5 dakikalık ölçümde, L_{eq} değeri 80.00 dBA olarak tespit edilmiştir. Şantiye içerisindeki ölçüm noktalarında trafik gürültüsü tespitinde ise, elde edilen değerlerin Tablo 5.30 'da 55.00 dB ile 72.40 dB arasında değiştiği görülmektedir. Ölçüm noktaları ile yol kenarı arasında yaklaşık 300 m. uzaklık olması ve şantiye alanının yola bakan cephesinde iki sıra halinde yapımı tamamlananan binaların engel teşkil etmesi, değerlerin şantiye alanı içerisinde yol kenarına göre daha düşük olmasına sebep olmaktadır.

6. SONUÇ

Hızla artan kentleşmenin ve ülkemizde konut sektöründeki hareketlenmenin beraberinde getirdiği en önemli sorunlardan biri; şantiye faaliyetlerinin yaşam alanlarına dahil olarak yaşamsal konforu olumsuz yönde etkilemesidir. Şantiye faaliyetleri, sahip olduğu karakteristik üretim özellikleri sonucu pek çok çevresel kirlilik faktörünü de barındırmaktadır.

Bu sebeplerden ötürü yaşamsal konforu en çok etkileyen ve sayısız sağlık problemine yol açan gürültü sorunu, pek çok sektörde olduğu gibi inşaat sektöründe de önemle değerlendirilmesi gereken bir konu haline gelmiştir.

Tüm dünyada gürültü problemi ile ilgili, farklı alanlarda pek çok çalışma yapılmakta ve bu çalışmalar ışığında yasal zorunluluklar getirilmektedir. Ülkemizde son yıllarda yapılan pek çok yasal düzenleme arasında, gürültü problemi; Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 2002/49/EC Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Direktifi paralelinde Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nin yerine kabul edilen; "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği" ile yeni bir boyut kazanmıştır. Yönetmeliğin getirdiği yasal sınır değerler için gerek özel sektör, gerekse kamu sektöründe, yeterli şartları sağlamaya yönelik çalışmalar başlamıştır.

Tez çalışması kapsamında; kent merkezinde yaşamsal alanlara yakın bir konut şantiyesinde, şantiye gürültüsünün çevresel gürültü kaynağı olarak yönetmelik sınır değerleri ile karşılaştırmasının yapılabilmesi için bir ölçüm çalışması yapılmış ve yönetmelikte belirtilen TS 9315 ve TS 9798 standartlarındaki ölçüm kriterleri esas alınmıştır.

Örnek şantiye alanının hemen önünde devam eden ana yolun trafik gürültüsünün belirlemesi için farklı bir günde yapılan ölçüm çalışması ile, yol kenarındaki trafik gürültüsü değerinin şantiye alanı içerisindeki trafik gürültüsü değerinden oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Şantiye alanı içerisindeki ölçüm noktaları ile ana yol arasındaki uzaklık farkı ve devam eden şantiye alanında yol ile ölçüm noktaları arasında tamamlanmış olan iki sıra halindeki binaların engel teşkil etmesi, ana yolun trafik gürültüsünün şantiye alanındaki etkisini azaltmıştır. Trafik gürültüsü belirlemesi için, yapılan tüm gün ölçümlerinde şantiye gürültü kaynaklarının çalışmadığı saatlerdeki değerler değerlendirilmiştir. Çalışma yapılmayan, sadece

trafik gürültüsünün etkili olduğu saatlerde, şantiye çalışması sırasındaki değerlerden ve yol kenarındaki ölçüm değerinden oldukça düşük değerler elde edilmiştir. Bu tespit sonucu şantiye alanın önündeki yol trafik gürültüsünün, şantiye alanına etkisinin olmadığı görülmüştür.

Gürültü kaynaklarının konumları ve şantiye alanı çalışma koşulları dikkate alınarak yapılan tekrarlı ölçümler sonucu; ölçüm verileri ile standart ve yönetmelikte belirtilen hesap yönteminden elde edilen $L_{gündüz}$ değerinin; kaynaklara yakın noktalarda, yönetmelikte şantiye alanları için sınır değer olarak belirtilen 70 dBA'nın üzerinde; ana gürültü kaynaklarına çok yakın bölgelerde 80 dBA ve 85 dBA arasında; diğer bölgelerde ise 70 dBA'ya oldukça yakın olduğu belirlenmiştir.

Şantiye alanı içindeki ana gürültü kaynakları olan iş makinaları, imalatın akışına göre periyodik olarak yer değiştirdiğinden, şantiye alanında yapılan bölgesel bir ölçümün imalatın diğer aşamalarında farklı bölgelere doğru değişim göstereceği dikkate alınmalıdır. İş makinaları yer değiştirdikçe gürültüden etkilenen alanlar da aynı paralellikte değişmektedir.

Örnek alan çalışmasındaki belirlemeler sonucunda, 150 m.'ye 100m. bir alan içerisinde hidrolik kırıcılı ekskavatör gibi gürültü düzeyi yüksek iş makinalarının yaklaşık 65 m. yarı çapında çevresel bir alanda 70 dBA'nın üzerinde bir etkilenim yarattığı belirlenmiştir. Bu mesafe sınır kabul edilerek çok yüksek gürültü düzeyine sahip iş makinalarının, imalat ve yerleşim dikkate alınarak en yakın kentsel yerleşim alanından yaklaşık 65m. uzaklıkta konumlanması sağlanmalıdır.

3 etap halinde yapımı devam eden örnek şantiye bölgesinde, biten binalarda belirli periyodlarda yaşamsal kullanım başlayacak ve aynı anda diğer bölgelerde şantiye faaliyetleri devam edeceğinden, kullanım olan binaların 70 dBA sınır bölgesi içerisinde kalıp kalmadığı tespiti yapılarak, gürültüden etkilenimi azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmalı ve önlemler alınmalıdır.

Deneysel çalışmalarda, yönetmelikteki mukayese değeri olan 70 dBA'nın alan içerisinde hangi sınıra kadar ilerlediği belirlenmelidir. Eğer bu sınır bölgeye kadar olan alan içerisinde kentsel yerleşimler mevcutsa, gürültü kontrol önlemleri alınmalıdır.

KAYNAKLAR

Barron, F.R., 2003. Industrial Noise Control and Acoustics. Marcel Dekker, New York.

Building Research Establishment, 1993. Sound Control For Homes, Watford.

Cowan, P.J., 1994. Handbook of Environmental Acoustics. Van Nostrand Reinhold, New York.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2003. Gürültü Yönetmeliği, *Resmi Gazete,* Ankara.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2003. Yapı İşlerinde Sağlık ve Güvenlik Yönetmeliği, *Resmi Gazete,* Ankara.

Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, *Resmi Gazete,* Ankara.

Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı, 2004. Türkiye Çevre Atlası, *T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı ve Planlama Genel Müdürlüğü*, Ankara.

Dikici, B., Balcı, M., Gavgalı, M., Gündoğdu. Ö., 2006. İş makinalarında gürültü kontrolü, İnşaat Dünyası, **274,** 94-100

Dönmez, H.O., 2005. Türkiye'de Küçük ve Orta Boy Yüklenici İnşaat Firmaları Özellikleri, Sorunları ve Çözüm Önerileri, *Yüksek Lisans Tezi,* Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Everest, F.A., 2001. The Master Handbook of Acoustics, Mc Graw-Hill, New York.

Foreman J.E.K., 1990. Sound Analysis and Noise Control, Van Nostrand Reinhold, New York.

Harris, C.M., 1994. Noise Control in Buildings, Mc Graw- Hill, New York.

İMSAD., 2006. İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği, Avrupa Birliği Sürecinde İnşaat Sektörü, İMSAD, İstanbul.

Kulin, M., 1989. Şantiye Tekniği, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.

Neitzel, R.,Seixas, N., 2005. Final report on noise and use of hearing protection in construction, *Department of Environmental and Occupational Health Sciences,* University of Washington, Washington.

Neitzel, R., 2005. Probable Noise Levels of Common Construction Tools *Department of Environmental and Occupational Health Sciences*, University of Washington, Washington.

Özel, E., 2004. İnşaat Projelerinde Yatırım Kriterleri ve Türkiye'deki Durum, *Yüksek Lisans Tezi,* Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Özsöylev, T., 1992. İş ve İnşaat Makinaları, Şatana Yayıncılık, İstanbul.

Pelton, H.K., 1993. Noise Control Management, Van Nostrand Reinhold, New York.

Peufiroy, R.L., Schexnayder, C.J., Shapira. A., 2006. Construction Planning, Equipment, and Methods. Mc Graw-Hill, New York .

Rettinger, M., 1988. Handbook of Architectural Acoustics and Noise Control, Mc Graw – Hill, New York.

Roberts, J. and Fairhall, D., 1988. Noise Control in the Built Environment, Gower, Hants.

Sound Research Laboratories Ltd., 1991. Noise Control in Industry, Van Nostrand Reinhold, New York.

South, T., 2004. Managing Noise and Vibration at Work, Elsevier Butterworth - Heinemann, Oxford.

Suter, A.H., 2002. Construction Noise: Exposure, Effects, and the Potential for Remediation; A Review and Analysis, *AIHA American Industrial Hygiene Association Journal,* **63,** 768-789

TS 9315 ISO 1996 – 1, 2005. Akustik – Çevre gürültüsünün tarifi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi - Bölüm 1: Temel büyüklükler ve değerlendirme işlemleri , *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

TS 9798, Ocak 1992. Akustik-Çevre Gürültüsünün Tanımlanması ve Ölçülmesi Kısım 2-Arazi Kullanımında Meydana Gelen Gürültülerle İlgili Verilerin Elde Edilmesi, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

Yılmaz,Demirkale, S., 1992. Uçak Gürültüsü ve Çevresel Faktörler, *Türk Devletleri Arasında 1. İlmi İşbirliği Konferansı,* İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 22 – 24 Haziran, Lefkoşe, KKTC.

Yılmaz,Demirkale, S., 1994, Meteorolojik Faktörlere Bağlı Olarak Uçakların Farklı Yönlere Kalkış Yapmaları Durumlarında Atatürk Havaalanı Çevresinde Gürültü Konturlarının Karşılaştırılması, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

4857 Sayılı İş Kanunu.,2003. *Resmi Gazete,* Ankara.

2872 Sayılı Çevre Kanunu., 1983. *Resmi Gazete,* Ankara.

T.C. Bakanlar Kurulu., 1974. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü, *Resmi Gazete,* Ankara.

İNTERNET KAYNAKLARI

http://ec.europa.eu - Avrupa Birliği (EU) (05.12.2006)

http://www.osha.gov - Amerika Birleşik Devletleri Meslek Güvenliği ve Sağlığı İdaresi (OSHA) (07.12.2006)

http://www.epa.gov - Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma İdaresi (EPA) (07.12.2006)

http://www.hud.gov - Amerika Birleşik Devletleri İskan ve Kentsel Kalkınma Departmanı (HUD) (08.12.2006)

http://www.who.int - Dünya Sağlık Örgütü (WHO) (08.12.2006)

http://calisma.gov.tr - T.C Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (08.12.2006)

http://insaat.calisma.gov.tr - T.C Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İnşaatta İş Sağlığı ve Güvenliği Kampanyası 2006 (04.12.2006)

http://cevreorman.gov.tr - T.C Çevre ve Orman Bakanlığı (08.12.2006)

http://www.lhsfna.org - Laborers Health and Safety Fund of North America (16.11.2006)

http://www.blauer-engel.de – The Blue Angel (23.11.2006)

http://www.nonoise.org – NPC Noise Pollution Clearinghouse (16.11.2006)

http://www.bksv.com – Brüel Kjaer (18.11.2006)

http://turkish.wunderground.com – Weather Underground (16.11.2006)

http://earth.google.com – Google Earth (11.01.2007)

http://www.intes.org.tr – Türkiye İnşaat Sanayicileri İşveren Sendikası (12.11.2006)

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Yeri : İstanbul
Doğum Tarihi : 14 / 01 / 1981

Lise : Bursa Anadolu Lisesi
Lisans : Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü 2003

Is Deneyimi : TUNA İnşaat Ltd.Şti.
Gebze MA-PA Fabrika Şantiyesi 2003 – 2004

AVRASYA Teknoloji Mühendislik ve İnşaat A.Ş.
QATAR LPG Filling Plant Project 2004 – 2005

AKTÜRK Yapı Endüstrisi ve Ticaret A.Ş.
Çeşmeler Vadisi Şantiyesi – Kemerburgaz 2005 - 2006
Rapsodi Evleri Şantiyesi – Çekmeköy 2006 -