

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SANAYİ TESİSLERİNDE GÜRÜLTÜNÜN
MODELLENMESİ ve DEĞERLENDİRİLMESİ
BORU FABRİKASI ÖRNEĞİ**

Mimar Senem TAŞTAN BOZGÜN

**F.B.E. Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Fiziği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ (YTÜ)

İSTANBUL, 2008

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGE LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1 GİRİŞ.....	1
2 SANAYİ YAPILARININ ÖZELLİKLERİ, GÜRÜLTÜ SORUNU ve GÜRÜLTÜ SORUNUNUN ETKİLERİ.....	2
2.1 Sanayi Yapılarının Özellikleri.....	2
2.1.1 Hafif Ölçekte Üretim Yapan Sanayi Yapıları.....	2
2.1.2 Orta Ölçekte Üretim Yapan Sanayi Yapıları.....	2
2.1.3 Ağır Ölçekte Üretim Yapan Sanayi Yapıları.....	3
2.2 Sanayi Yapılarında Gürültü Kaynakları ve Etkileri.....	3
2.2.1 Gürültü ve Gürültü Türleri.....	4
2.2.2 Gürültü Kaynaklarının Genel Özellikleri.....	7
2.2.2.1 Dolaysız Gürültü Kaynakları.....	7
2.2.2.2 Dolaylı Gürültü Kaynakları.....	7
2.3 Gürültünün Çalışanlar Üzerindeki Etkileri.....	8
2.3.1 Gürültünün Fizyolojik Etkileri.....	9
2.3.2 Gürültünün Psikolojik Etkileri.....	10
2.3.3 Rahatsızlık Etkisi.....	10
3 STANDART ve YÖNETMELİKLERDE KONU ile İLGİLİ YAKLAŞIMLAR....	12
4 SANAYİ YAPILARINDA GÜRÜLTÜ SORUNUNA İLİŞKİN GÜNÜMÜZE KADAR YAPILAN ÇALIŞMALARA ÖRNEKLER.....	21
4.1 Sanayi Yapılarının Mimarisinde Gürültünün Tasarım Ölçütü Olarak Değerlendirilmesi.....	21
4.2 Tekstil Makinesi Gürültü Analizinin Haritalandırılması ve Gürültünün Azaltılması	23
5 ÖRNEK BİR SANAYİ YAPISINDA GÜRÜLTÜ SORUNUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	26
5.1 Sanayi Yapısının Tanıtılması.....	26
5.2 Mevcut Gürültü Ortamının Ortaya Konması.....	30
5.2.1 Gürültü Düzeyi Ölçümleri ve Değerlendirmeleri.....	30

5.2.1.1	Yapı İçi Gürültü Düzeyi Ölçmeleri ve Değerlendirmeler	30
5.2.1.2	Yapı Dışı Gürültü Düzeyi Ölçmeleri ve Değerlendirmeler	34
5.2.2	Gürültü Haritaları ve Değerlendirmeler	34
5.2.2.1	Gürültü Haritaları ile İlgili Değerlendirmeler.....	37
5.2.2.2	Alıcılara Ulaşan Gürültü Düzeyi ile İlgili Değerlendirmeler	44
5.3	Gürültü Denetimine Yönelik Önlemler	45
6	SONUÇ.....	56
	KAYNAKLAR	57
	EKLER	59
EK1	Tüm Kaynaklar Açık İken Alıcılara Ait Veriler	60
EK2	08.00-16.00 Çalışma Saatlerinde Alıcılara Ait Veriler	65
	ÖZGEÇMİŞ	70

SİMGE LİSTESİ

dB	Ses Düzeyi (Decibel)
dBA	A-Ağırlıklı Ses Düzeyi
Hz	Frekans (Hertz)
ISO	Uluslararası Standartlar Organizasyonu
L_{eq}	Eşdeğer Sürekli Ses Düzeyi (dBA)
L_d	Gündüz Ortalama Ses Düzeyi (dBA)
L_{den}	Gündüz-Gece Ortalama Ses Düzeyi (dBA)
NCB	Dengelenmiş Gürültü Ölçütü (Balanced Noise Criteria)
NR	Gürültü Derecesi (Noise Rating)
Pa	Akustik Basınç (μ Pa)
Peak	Tepe Değerinin Her Saniyedeki Maksimum Değeri (Peak)
TS	Türk Standartları
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİL LİSTESİ		Sayfa
Şekil 2.1	Hafif ölçekte üretim yapan sanayi yapıları	2
Şekil 2.2	Orta ölçekte üretim yapan sanayi yapıları	3
Şekil 2.3	Ağır ölçekte üretim yapan sanayi yapıları	3
Şekil 2.4	Gürültünün genlik ve düzey grafikleri	4
Şekil 2.5	Birbirinden ayrı özellik gösteren gürültü tayfi modelleri	5
Şekil 2.6	Zamana bağlı gürültü türleri	6
Şekil 2.7	Kaynaklardaki gürültünün titreşim ve darbe yoluyla yayılımı	8
Şekil 4.1	Sanayi yapılarının arsa üzerinde yerleşiminde iki temel yaklaşım	22
Şekil 4.2	Tekstil fabrikası yerleşim planı	23
Şekil 4.3	Toplam (a) ve oktav-bant gürültüsü (b:250 Hz, c: 500 Hz, d: 1kHz, e:2kHz, f:4kHz).	24
Şekil 4.4	Gözenekli yutucuların (sol) ve Helmholtz yutucularının kalınlık/delik çapına göre yutuculuk katsayıları	24
Şekil 4.5	Gürültü haritaları; kaplamasız (sol), normal kaplamalı (orta) ve akustik kaplamalı (sağ).	25
Şekil 5.1	Örnek sanayi yapısına ait dış görüntü	27
Şekil 5.2	Örnek sanayi yapısında Kaynak 1 görüntüsü	28
Şekil 5.3	Örnek sanayi yapısında Kaynak 2 ve Kaynak 3 görüntüleri	28
Şekil 5.4	Örnek sanayi yapısının yerleşim planı ve ölçüm noktaları	29
Şekil 5.5	Sanayi yapısındaki gürültü ölçüm sonuçlarının kabul edilebilir değerler ile karşılaştırılması	32
Şekil 5.6	Tüm kaynaklar çalışırken gürültü düzeyi ölçüm sonuçlarının NR65 NCB 70 değerleriyle karşılaştırılması.	33
Şekil 5.7	Frekansa göre ortalama gürültü düzeylerinin, kabul edilebilir değerlerle karşılaştırılması	33
Şekil 5.8	Sound-plan programından sanayi binası özellikleri	35
Şekil 5.9	Sound-plan programından sanayi binasındaki Kaynak 2'ye ait özellikler	35
Şekil 5.10	Sound-plan programından alıcıların özellikleri	36
Şekil 5.11	Örnek sanayi yapısında tüm kaynaklar açık iken 24 saat zaman diliminde (L) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan mev. durum gürültü haritası	39
Şekil 5.12	Örnek sanayi yapısında kaynak 1 açık diğer kaynaklar kapalı iken 24 saat zaman diliminde (L _d) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan mevcut durum gürültü haritası	40
Şekil 5.13	Örnek sanayi yapısında kaynak 1 kapalı diğer kaynaklar açık iken 24 saat zaman diliminde (L _d) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan mevcut durum gürültü haritası	41
Şekil 5.14	Örnek sanayi yapısında tüm kaynaklar açık iken 8.00-16.00 çalışma zaman diliminde (L _d) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan mevcut durum gürültü haritası	42

- Şekil 5.15** Örnek sanayi yapısında tüm kaynaklar açık iken 24 saat zaman diliminde (L_d) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan yapı dışı mevcut durum gürültü haritası 43
- Şekil 5.16** Tüm kaynaklar açık iken alıcılara ulaşan gürültü düzeyi değerleri (sol), 08.00-16.00 çalışma saatleri için alıcılara ulaşan gürültü düzeyi değerleri (sağ) 44
- Şekil 5.17** Örnek sanayi yapısında tüm kaynaklar açık iken 24 saat zaman diliminde (L_d) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan zemin ve duvarlar aynı tavan yutucu olması durumu gürültü haritası 47
- Şekil 5.18** Örnek sanayi yapısında tüm kaynaklar açık iken 24 saat zaman diliminde (L_d) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan zemin ve tavan aynı duvarlar yutucu olması durumu gürültü haritası 48
- Şekil 5.19** Örnek sanayi yapısında tüm kaynaklar açık iken 24 saat zaman diliminde (L_d) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan zemin aynı tavan ve duvarlar yutucu olması durumu gürültü haritası 49
- Şekil 5.20** Örnek sanayi yapısında tüm kaynaklar açık iken 24 saat zaman diliminde (L) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan iç yüzeylerin yutucu olması durumu gürültü haritası 50
- Şekil 5.21** Örnek sanayi yapısında tüm kaynaklar açık iken 08.00-16.00 çalışma zaman diliminde (L_d) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan iç yüzeyler yutucu olması durumu gürültü haritası 51
- Şekil 5.22** Örnek sanayi yapısında tüm kaynaklar açık iken 08.00-16.00 çalışma zaman diliminde (L_d) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan iç yüzeyler yutucu olması durumu yapı dışı gürültü haritası 52
- Şekil 5.23** Alıcılar için mevcut durum ve yutuculuk var iken gürültü düzeyi grafiği 54

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	Sanayide kullanılan bazı makinelerin frekansa göre ve toplam ses gücü düzeyleri	4
Çizelge 3.1	Ülkelerin alan kullanımlarına bağlı olarak belirledikleri kabul edilebilir gürültü düzeyleri	12
Çizelge 3.2	Endüstri tesisleri için çevresel gürültü sınır değerleri	13
Çizelge 3.3	Alan tipine bağlı olarak emisyon sınırları	14
Çizelge 3.4	Çalışma süresine bağlı gürültü limit değerleri	14
Çizelge 3.5	Peak ses basınç düzeyi ve gün içinde izin verilen impuls sayısı	15
Çizelge 3.6	Gürültüde kalma düzeyleri ve saatleri	16
Çizelge 3.7	İzin verilen gürültü limit değerleri	17
Çizelge 3.8	Gürültü düzeylerine göre alınması gereken önlemler	17
Çizelge 3.9	Gürültü düzeylerine göre ortamda kalınabilecek limit süreler	18
Çizelge 5.1	Tüm kaynaklar çalışırken yapılan gürültü düzeyi ölçüm sonuçları	31
Çizelge 5.2	Ana kaynaklar kapalı yardımcı makineler çalışırken yapılan gürültü düzeyi ölçüm sonuçları	31
Çizelge 5.3	Tüm kaynaklar çalışırken yapı dışında yapılan gürültü düzeyi ölçüm sonuçları	34
Çizelge 5.4	Sound-plan de kullanılan malzemelerin yutma çarpanları	36
Çizelge 5.5	Tüm kaynaklar açık iken Alıcı noktalarına göre ölçme sonuçlarının SoundPLAN sonuçları ve limit değeri ile karşılaştırılması	44
Çizelge 5.6	SoundPLAN’de kullanılan yutuculuğu yüksek malzemeler	45
Çizelge 5.7	Değişik yüzey yutuculuklarında SoundPLAN programı ile hesaplanan gürültü düzeylerinin karşılaştırılması	53
Çizelge 5.8	Kaynak 1’in kapalı ve Kaynak 1’in açık olması durumlarına göre SoundPLAN programı ile hesaplanan gürültü düzeylerinin karşılaştırılması	53
Çizelge 5.9	08.00-16.00 saatleri arasında, SoundPLAN programı ile hesaplanan gürültü düzeylerinin karşılaştırılması	54
Çizelge 5.10	Dışarıya yayılan gürültünün SoundPLAN programı ile hesaplanan gürültü düzeylerinin karşılaştırılması	55

ÖNSÖZ

Günümüz toplumlarının sanayi toplumu olarak nitelendirilmelerinin nedeni sanayileşmenin toplum yaşantısındaki önemini ifade etmektedir. Toplumların gelişmişlik düzeyleri bir anlamda sanayileşme düzeyleri ile eş değerde olup toplumlar da bu özellikleri ile sınıflandırılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde iş sağlığı ve güvenliği konusu da gün geçtikçe daha önemli bir konuma gelmekte ve gelişmişliğin ayrılmaz parçalarından biri olmaktadır. Tez kapsamında, kaynak kullanımını ve dolayısıyla üretim verimliliğini büyük oranda etkileyen, insan sağlığı üzerinde ciddi etkileri olan “Gürültü”nün kontrol altına alınmasında kullanılmak için hazırlanılan “Gürültü Haritaları” incelenmiş ve ülkemizdeki ağır sanayi kuruluşlarından birinde uygulamalı çalışma yapılmıştır.

Sanayi yapılarındaki gürültünün modellenmesi aşamasında her konuda desteğini esirgemeyip zamanını ayıran değerli danışman hocam Doç. Dr. Neşe Yüğrük Akdağ’a, tecrübelerini eksik etmeyen değerli hocam M. Nuri İlgürel’e değerli katkılarından dolayı; çalışmalarımda emeği geçen ve beni her konuda yürekten destekleyen sevgili eşime ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Gelişen teknolojiye paralel artan ihtiyaçlara bağlı olarak çok farklı özelliklerde sanayi yapıları ortaya çıkmaktadır. Sanayi yapıları daha geniş alanlara yayılmakta ve daha karmaşık sistemleri içlerinde barındırmaktadırlar. Teknolojideki hızlı değişimler ve hızlı büyüme üretim sistemlerini de etkilemekte ve sanayileşmedeki değişim ivmesi daha da artmaktadır. Hızlı büyüme ve değişimler sanayi yapılarında gürültü kontrolünü daha da önemli bir konuma taşımaktadır. Üretimde verimliliğin arttırılabilmesi ve daha uygun çalışma koşullarının sağlanması için yapı içerisindeki gürültü düzeyinin kabul edilebilir değerlerde olması gerekir. Bu değerleri en etkin şekilde gürültü haritaları oluşturarak ifade edebilmekteyiz.

Sanayi yapılarının yerleşim ve fonksiyonları bakımından çeşitleri, sanayi yapılarındaki gürültü kaynaklarının genel özellikleri ve çalışanlar üzerindeki etkileri Bölüm 2 'de açıklanmaktadır. Sanayi yapılarında oluşan gürültünün bir sorun teşkil ettiği tüm dünyada kabul edilmiş olup Bölüm 3'te sanayi yapıları için ulusal ve uluslar arası sistemde belirlenen çevresel ve yapı içi standart ve yönetmeliklere yer verilmiştir.

Sanayi yapılarında gürültü sorununa ilişkin farklı bakış açıları ve sanayi yapılarında gürültü sorunu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalara örnekler Bölüm 4'te verilmiştir. Örnek sanayi yapısındaki yapı içi gürültü düzeyi ile ilgili ölçümler, hazırlanan gürültü haritaları ve gürültü haritalarının değerlendirilmesi Bölüm 5'te incelenmiştir. Yapının genel ve çevresel özellikleri açıklanmış; yapılan ölçmeler değerlendirilerek kabul edilebilir gürültü düzeyleri ile karşılaştırılmış ve uygunsuzluklar için çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Gürültü Haritaları, Sanayi Yapısı, İşçi Sağlığı ve Güvenliği.

ABSTRACT

Nowadays, the industrial buildings have very kind features under developing technologies and arising demands. Industrial buildings are expanding broad areas and have more complicated systems in. Quick changes in technology and quick growth also affect production systems and acceleration of change in industrialization increases much more. Quick growth and quick changes make the noise control more important in the industrial buildings. To increase productivity and ensure more comfortable working conditions in the industrial areas, noise level must be within acceptable values. At this point, one of the most effective way to explain these values is to generate noise maps.

The types of industrial buildings according to functions and its allocation, the general specifications of noise resources and effects of noise on the workers are explained in Part 2. Noise as a problem in the industrial buildings accepted all over the world. National and international standarts and directives for industrial areas and buildings are placed in Part 3.

Definiton of different aspects about noise in industrial buildings are placed in Part 4 with some model Works about noise problem. In Part 5, general and environmental specifications of the building are explained and noise maps are prepared according to noise values which are measured in the production area and around the building. Noise maps are evaluated for the industrial building, comments are made for different situations, comparisions are made between the measurements and acceptable noise levels and also proposals for non-conformance are represented.

Key Words: Noise Maps, Industrial Buildings, Occupational Health and Safety.

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişme ve beraberinde getirdiği sanayileşme ile gürültü sorunu ülkemizde de gün geçtikçe daha önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Konunun önemi işçi ve işveren tarafından daha sağlıklı değerlendirilmekte ve bu yönde talepler dile getirilmektedir. Sanayileşmenin getirdiği yoğun rekabet ortamı daha verimli çalışma ortamlarının oluşturulmasını gerektirmektedir. Gürültülü bir ortamda çalışmak verimi azaltmakta, ayrıca insan sağlığı üzerinde de ciddi tahribatlara sebep olabilmektedir. Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri çalışma yılları geçtikçe daha belirgin bir biçimde ortaya çıkmaktadır; bunun için de önemi bazen göz ardı edilebilmektedir.

Bir ülkenin gelişmişlik seviyesi aynı zamanda sanayileşme düzeyi ile bire-bir orantılıdır. Sanayileşme ise çok farklı özellik ve büyüklükte elektronik ve mekanik üretim araçlarının yoğun olarak kullanılması ile mümkün olabilmektedir. Bu şekilde kullanılan yoğun araçların aynı yoğunluk ve büyüklükte kapsamlı üretim alanlarını meydana getirmesi ve bunun sonucunda da gürültü düzeylerinin yüksek olması kaçınılmazdır. Bu noktada bir üretim tesisinin verimli ve uygun çalışma ortamı sağlayabilmesi için ilk kurulum aşamasında önlemlerin alınması ve yapının buna göre tasarlanması önemlidir. Daha sonra yapılacak olan iyileştirme çalışmaları maliyet ve zaman açısından giderlerin artmasına yol açmakta ve bu durum işitsel açıdan uygun yapıların oluşturulmasını engelleyebilmektedir.

Bu tez kapsamında, bir örnek sanayi yapısında gürültü ortamının belirlenmesi ve denetime yönelik önerilerin getirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, hacimde standartlara uygun olarak gürültü düzeyi ölçmeleri gerçekleştirilmiş ve bir modelleme programı yardımıyla gürültü haritaları oluşturulmuştur. Sonuçlar kabul edilebilir gürültü düzeyleri ile karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. Hacimde gürültü düzeyini azaltmak amacıyla hacmin toplam yutuculuğu değişik kademelerle arttırılarak modelleme çalışması tekrar yapılmış ve uygun koşullara hangi durumda ulaşılabildiği saptanmıştır. Hacim içinde oluşan gürültünün yapı dışını ne oranda etkilediğini belirlemek amacıyla, yapı dışına yayılan gürültü de modellenmiş ve değerlendirilmiştir.

2. SANAYİ YAPILARININ ÖZELLİKLERİ, GÜRÜLTÜ SORUNU ve GÜRÜLTÜ SORUNUNUN ETKİLERİ

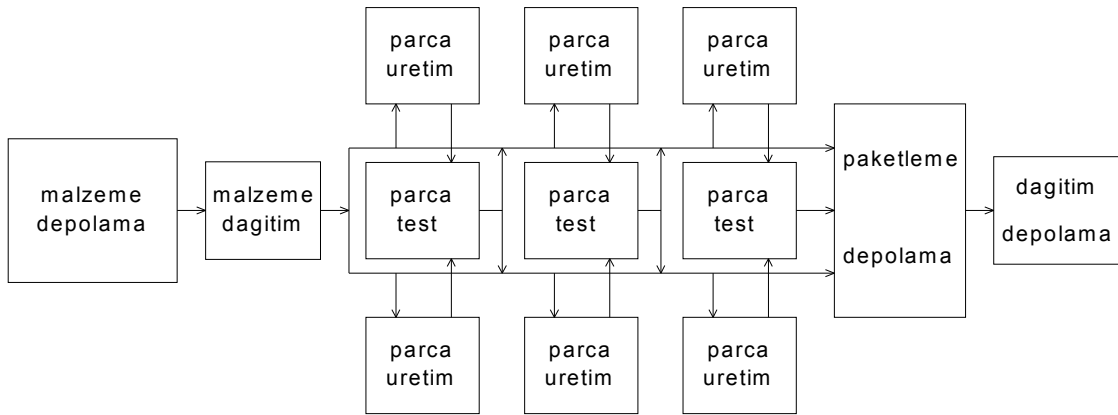
Sanayi üretimi, işlenmemiş ham maddenin çeşitli üretim araçları ve yöntemler ile kullanıma hazır ürün haline getirilmesi işlemidir. Bir ülkedeki sanayi üretimi, o ülke için toplumsal gönencin gerçekleştirilebilmesi, öz kaynakların değerlendirilebilmesi ve ekonomik bağımsızlığın korunabilmesi gibi birçok yönden önem taşır. Bu nedenle bir ülkedeki sanayileşme o ülkenin gelişmişlik düzeyini yansıtan önemli bir göstergedir.

2.1 Sanayi Yapılarının Özellikleri

Sanayi yapıları incelendiğinde çok çeşitlilik gösterdiği görülmektedir. Bir sanayi yapısı genel olarak malzeme depolama, parça üretimi, montaj, ara üretim depolama, kalite kontrol, paketleme ve dağıtım kısımlarından oluşur. Sanayi yapıları yerleşim ve fonksiyonları bakımından hafif, orta ve ağır ölçekte olmak üzere üç grupta incelenmektedir.

2.1.1 Hafif Ölçekte Üretim Yapan Sanayi Yapıları

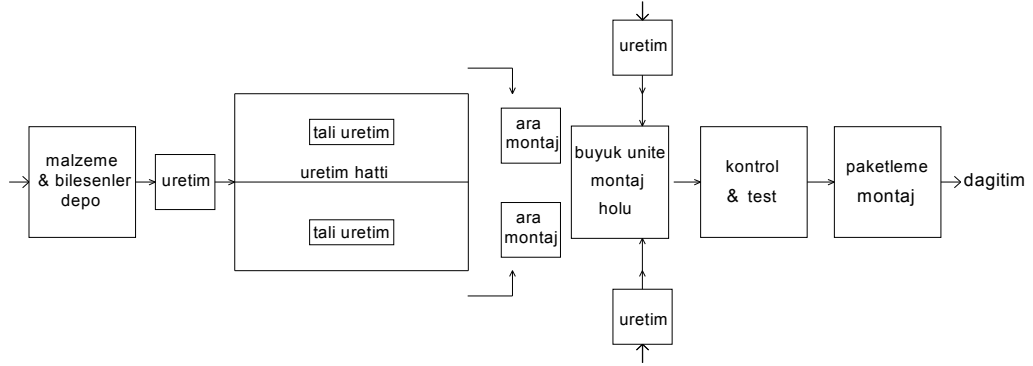
Bu tür sanayi grupları konusunda uzmanlaşmış ve laboratuvar bazında üretim yapan işletmeler, küçük ölçekte zanaat ve hünere dayalı üretim yapan atölyelerdir. Tipik yerleşim şeması Şekil 2.1'deki gibidir:



Şekil 2.1 Hafif ölçekte üretim yapan sanayi yapıları (Akgün, 1992).

2.1.2 Orta Ölçekte Üretim Yapan Sanayi Yapıları

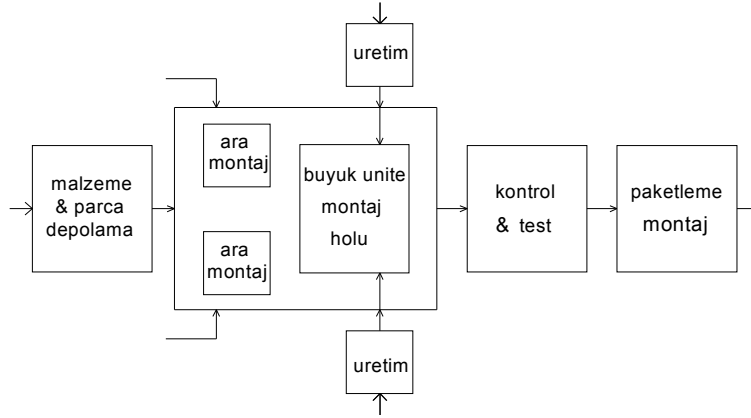
Bu grup sanayi türü, Türkiye'nin mevcut sanayisinin büyük kısmını oluşturmaktadır. Bu tür sanayilerin çalışma alanları mühendislik ve montaj işleri, dokuma, iplik, boya, otomotiv ve yan sanayi olarak sıralanabilir. Tipik yerleşim şeması Şekil 2.2'deki gibidir.



Şekil 2.2 Orta ölçekte üretim yapan sanayi yapıları (Akgün, 1992).

2.1.3 Ağır Ölçekte Üretim Yapan Sanayi Yapıları

Demir-çelik ve gemi üretimi gibi çok büyük ve ağır ürünlerin üretimini yapan sanayi kollarından oluşur. Bu tür sanayi yapılarında işlenen malzeme ve materyaller taşınmak için çok büyük ve ağır olduğundan işlemi yapacak olan makineler işlenecek materyale taşınır. Örnek sanayi yapısı da ağır ölçekte üretim yapan sanayi yapıları içinde yer almaktadır. İşlenen malzeme ve materyaller ağır ve büyük olduğu için taşıma; vinç, forklift ve makinelere uyarlanmış bazı özel taşıyıcılar ile yapılmaktadır. Tipik yerleşim şeması Şekil 2.3'teki gibidir:



Şekil 2.3 Ağır ölçekte üretim yapan sanayi yapıları (Akgün, 1992).

2.2 Sanayi Yapılarında Gürültü Kaynakları ve Etkileri

Sanayi yapılarının tasarımında üzerinde durulması gereken en önemli konulardan birisi de çalışanları türlü yönlerden olumsuz etkileyen “gürültü sorunu” dur. Sanayide makine ve mekanik donanımlarla gerçekleştirilen işlemlerin bir sonucu olarak, üretimin özelliğine göre

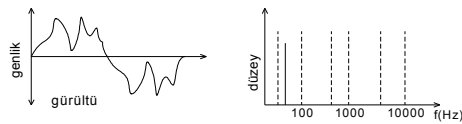
değişiklik gösteren düzey ve nitelikte gürültü ortaya çıkar. Sanayide, üretimin özelliğine bağlı olarak ortaya çıkan gürültüler nicelik ve nitelik yönünden birbirine göre ayrımlar gösterse de, sanayi yapılarındaki temel gürültü kaynaklarını, üretimi sağlayan ve motor gücüyle çalışan makineler ve diğer mekanik-elektronik sistemler oluşturur (İlgürel, 2003). Sanayide kullanılan bazı makinelerin frekansa göre ve toplam ses gücü düzeyleri Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Sanayide kullanılan bazı makinelerin frekansa göre ve toplam ses gücü düzeyleri (Anon, 2007).

Gürültü kaynağı	Ses gücü düzeyi (dB)								Toplam ses gücü (dBA)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Metal işleri	80	85	90	100	100	100	95	85	105,0
Kablo üretimi	85	90	95	95	90	90	90	80	97,5
Çelik boru üretimi	75	75	75	80	85	90	90	90	95,5
Marangoz atölyesi	80	85	95	95	90	90	85	85	97,0
Tekstil (dokuma işleri)	85	85	85	90	85	85	80	80	92,0
Şişe dolum tesisi	80	80	80	85	90	90	85	85	95,0
Kauçuk yoğurma makinesi	85	95	95	90	85	80	75	70	92,0
Ahşap rende	86	88	94	101	102	102	95	92	104,0
Çelik plakaları perçinleme	92	94	101	103	107	106	110	108	114,0
Plastik kırma	90	90	95	100	105	95	95	90	107,0

2.2.1 Gürültü ve Gürültü Türleri

Gürültü, fiziksel olarak düzensiz, fizyolojik olarak rahatsızlık veren istenmeyen sesler topluluğudur. Buna göre gürültü herhangi bir uyumu olmayan pek çok frekanstan oluşan ses topluluğudur. Şekil 2.4’te gürültünün genlik ve ses düzeyi grafikleri verilmiştir.



Şekil 2.4 Gürültünün genlik ve düzey grafikleri (Yüksel vd., 2005).

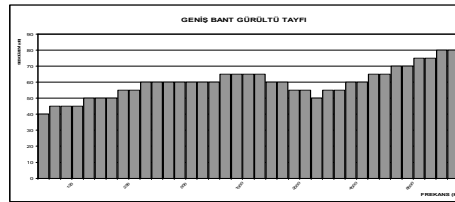
Gürültü düzeyi 80-100 dB arasında ise zararlı, 120 dB'den fazlası ise ağrıya neden olmakta; 140 dB ise dayanılmaz kabul edilmektedir. Gürültülü ortamda kalma süresi ne kadar uzun ise işitme kaybı o derece artar. Uzun yıllar gürültülü ortamda çalışan insanlarda işitme kayıplarına rastlanmaktadır. Yapılan araştırmalara göre 85 dB gürültü düzeyine 15 yıl süreyle maruz kalan çalışanlar 33 yaşına geldiklerinde %10 oranında sağırlaşma riskini taşıırken, 100 dB düzeyine 15 yıl süreyle maruz kalan çalışanlarda bu oran % 40'lara varmaktadır [1].

Gürültü, frekans bandına ve zamana bağlı olarak iki gruba ayrılmaktadır. Frekans bandına bağlı olan gürültü türleri [2]:

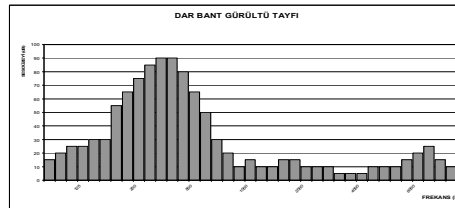
Sürekli Bant Gürültüleri (Geniş Spektrumlu Gürültü): Ses enerjisinin tüm frekanslara dağıldığı gürültülerdir. Gürültü kaynaklarının genelinde görülen durumdur (makine sesi, vb.).

Dar Bant Gürültüler: Ses enerjisinin belli bir frekans bölgesinde yoğunlaştığı gürültülerdir (Dönen daire testere vb.).

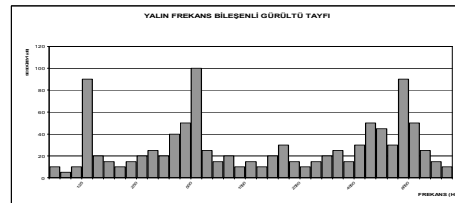
Yalın Frekans Bileşenleri Bulunduran Gürültüler: Ses enerjisinin belli frekans ya da frekanslarda toplanması sonucu frekans tayfı içinde belli noktalarda zirve karakteri gösteren dar ya da geniş bant özelliği gösterebilen gürültülerdir. Gürültü tayfı modelleri Şekil 2.5'te verilmiştir.



Geniş Bant Gürültü Tayfı



Dar Bant Gürültü Tayfı



Yalın Frekans Bileşenli Gürültü Tayfı

Şekil 2.5 Birbirinden ayrı özellik gösteren gürültü tayfı modelleri (İlgürel, 2003).

Zamana Bağlı Gürültü Türleri

Zaman içindeki değişimleri açısından gürültü türleri (Yüksel vd, 2005):

Durağan (Kararlı) Gürültü: Ölçme süresince gürültü düzeyinde önemli değişimler göstermeyen gürültülerdir.

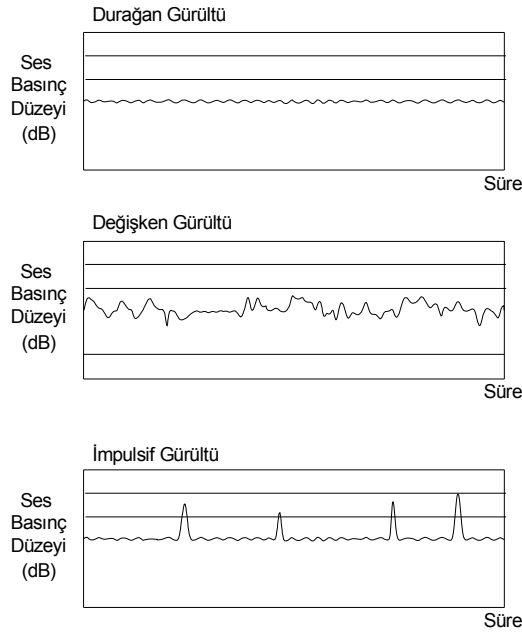
Durağan Olmayan (Kararsız) Gürültü: Ölçme süresince gürültü düzeyinde belirgin biçimde değişiklikler olan gürültüleridir.

Dalgalı (Değişken) Gürültü: Ölçme süresince seviyesinde sürekli ve önemli ölçüde değişiklikler olan gürültüdür.

Anlık (Kesikli) Gürültü: Ölçme süresince seviyesi aniden ortam gürültü seviyesine düşen ve ortam gürültü seviyesinden yüksek değerdeki seviyelerde bir saniyeden fazla veya bir saniye sabit olarak devam eden gürültüdür. Yani, ses düzeyi defalarca aniden “fon” gürültüsünün altına düşen gürültüdür (Karabiber, 1992).

İmpulsif (Anlık-Vurma) Gürültü: Her biri bir saniyeden daha az süren bir veya birden fazla ses enerjisi patlamalarından oluşan gürültüdür.

Zamana bağlı gürültü türlerinden Durağan gürültü, Değişken gürültü ve İmpulsif gürültü türleri grafikleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 2.6 Zamana bağlı gürültü türleri (Ginn, 1978).

2.2.2 Gürültü Kaynaklarının Genel Özellikleri

Sanayi yapılarında oluşan gürültü kaynakları; dolaylı ve dolaysız gürültü kaynakları olmak üzere ikiye ayrılır (Aknesil, 2001).

2.2.2.1 Dolaysız Gürültü Kaynakları

Dolaysız gürültü kaynakları, çalışanların sebep oldukları gürültüler, yapı işlevinden kaynaklanan gürültüler ve tesisattan kaynaklanan gürültüler olmak üzere üç başlık şeklinde aşağıda açıklanmaktadır:

a. Çalışanların Sebep Oldukları Gürültüler

Bir sanayi yapısında çalışanlardan kaynaklanan gürültülerdir. Bu gürültüler makine gürültüleri kadar yüksek olmayıp ortam gürültüsünü az miktarda artırırlar. Çalışanların yüksek ses ile konuşmaları, makine ve ekipmanların gereksiz yere kullanımı, makine ve ekipmanların çalışır halde bırakılmasından kaynaklı gürültülerdir.

b. Yapı İşlevinden Kaynaklanan Gürültüler

Yapının işlevine yönelik araç, gereç, makine, motor vb.'den kaynaklanan gürültülerdir. Yapıda kullanılan bütün araç, gereç ve mekanik sistemlerin tamamı buna dahildir. Sanayi yapısında kullanılacak makinelerin mümkün olduğunca gelişmiş olması, periyodik bakımlarının aksatılmadan yapılması, kullanan kişilerin yeterli bilgi ve beceriye sahip olması, gürültünün yayılmasına engel olacak ve maliyeti azaltacaktır. Makinelerin bakım ve onarımların yapılması sırasında sistemde kullanılan gürültü azaltıcı düzeneklerin zarar görmemesine ve daha sonra düzeneklerin orijinal haline getirilmelerine dikkat edilmelidir (Demirkale, 1992).

c. Tesisattan Kaynaklanan Gürültüler

Tesisat kaynaklı gürültüler; bir sanayi yapısının havalandırma, soğutma, elektrik, asansör, vb. direk üretim amaçlı olmayan tesisat sistemlerinden kaynaklanan gürültülerdir. Bu gürültüler tek düşünüldüğünde etkisiz görünmesine rağmen ana kaynaklarla beraber ortam gürültüsünü arttırıcı nitelikte olmaktadır.

2.2.2.2 Dolaylı Gürültü Kaynakları

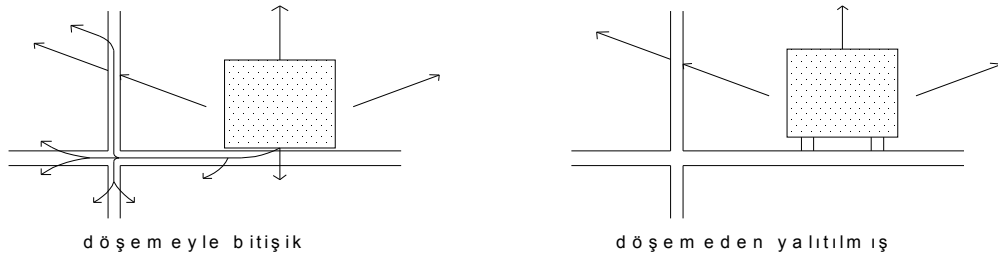
Dolaylı gürültü kaynakları, dolaysız gürültü kaynakları ile etkileşime girerek kaynak görevi görmeye başlayan kaynaklardır. Hacim içinde sesin yayılma biçimine göre dolaylı kaynaklar; katıda yayılan sesler ve havada yayılan sesler olmak üzere iki grupta belirlenir.

Katıda yayılan sesler, makine ve tesisat kaynaklı titreşim ve darbe gürültüsünü oluşturmaktadır. Havada yayılan sesler, kaynaktan çıkıp havada yayılan, sesin çarptığı yüzeyi titreşime sokarak kaynak haline almasına neden olan seslerdir.

Buna göre Dolaylı Gürültü Kaynak türleri:

a. Titreşim ve Darbe Yoluyla Oluşan Gürültü Kaynakları:

Titreşim, belirli zaman aralıklarında, bir kütlenin belirli mesafede yapmış olduğu periyodik hareketlerdir. Buradaki mesafe, genlik; bir saniyelik titreşim sayısı ise frekans olarak adlandırılır. Titreşim ve darbe denetiminde en etkin yol kaynak özelliği gösteren makineler ile makinelerin oturduğu ayakların zeminden yalıtılmasıdır. Böylelikle döşemenin de gürültü kaynağı niteliği engellenmiş olur (Türker, 2003). Şekil 2.7'de kaynaktan çıkan sesin titreşim ve darbe yoluyla yayılması verilmiştir.



Şekil 2.7 Kaynaklardaki gürültünün titreşim ve darbe yoluyla yayılımı (Maekawa, 1994).

b. Hava Yolu ile Oluşan Gürültü Kaynakları

Havada yayılan sesler, kaynaktan çıkan sesin havada yayılarak yapı yüzeyine çarpıp çarptığı yüzeyi titreşime sokarak kaynak haline almasına sebep olur. Bu durum kaynaktan çıkan gürültünün ortamda yayılmasına ve kalmasına sebep olur.

2.3 Gürültünün Çalışanlar Üzerindeki Etkileri

Gürültü hoşça gitmeyen ses olarak tanımlanmaktadır. İnsan sağlığını ve rahatını bozmakta, olumsuz psikolojik etkiler oluşturmakta ve kaza riskini arttırmaktadır. Gürültü, kişilere göre değişim göstermekle birlikte, bazı insanların kulağına müzik olarak gelen birtakım sesler, diğer insanlar için rahatsız edici olabilir ve gürültü olarak algılanır. Gürültünün insan üzerindeki etkileri üç grupta toplanabilir (Harris, 1979).

1. Fizyolojik etkiler,

2. Psikolojik etkiler,
3. Rahatsızlık.

2.3.1 Gürültünün Fizyolojik Etkileri

Gürültünün insan üzerindeki fizyolojik etkilerini aşağıdaki durumlar ile sıralayabiliriz:

- Kan basıncının artması,
- Soluk alıp-vermenin artması,
- Kalp atışlarında düzensizlik,
- Hormonal dengenin bozulması,
- Kadınlarda doğum güçlükleri, sakat ve ölü doğumlar,
- İstemli kasları kapsayan refleksler (göz kaslarının hareketi),
- Göz bebeklerinde büyüme,
- Belli bölgelerdeki damarların çapında daralma,
- İşitme kayıpları (geçici ya da kalıcı işitme kayıpları ve akustik travma).

İşitme Kayıpları

Gürültünün işitme duyarlılığındaki etkileri:

- Geçici işitme kayıpları,
- Kalıcı işitme kayıpları,
- Akustik travma olarak tanımlanır.

Geçici İşitme Kayıpları: Kulağın kısa süre ve yüksek düzeyli bir gürültüden etkilenmesinin hemen ardında oluşan işitme kaybı nedeniyle ortaya çıkar. Belli bir süre dinlendikten sonra düzelebilir.

Kalıcı İşitme Kayıpları: Kulağın uzun süre ve yüksek düzeyli bir gürültüden etkilenerek uzun süre işitme kaybının yaşanmasıdır.

Akustik Travma: İşitme kaybının sık görülen türlerindedir. Kulağa gelen bir darbe veya patlama sonucu darbe veya patlamaya bağlı olarak kulağın maruz kaldığı hava basıncında ani ve büyük değişimler olur. Bundan dolayı kulağın hassas kemikleri ve mekanizmasında hasarlar oluşur. Yüksek gürültüye uzun süre maruz kalanlar ve uzun süre yüksek şiddette müzik dinleyenlerde ortaya çıkar. Belirtileri işitme kaybı ve kulak çınlamasıdır (tinnitus).

Tinnitus, hiçbir ses ya da başka bir uyarın olmadığı halde kulakta hissedilen çınlama, uğultu vb. seslere denir (Harris, 1994).

2.3.2 Gürültünün Psikolojik Etkileri

Gürültünün insan üzerinde yarattığı psikolojik etkiler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Yorgunluk hissi,
- Uykusuzluk,
- Baş ağrısı,
- Dikkatin azalması ve performansın düşmesi,
- Tahammülsüzlük ve öğrenmede azalma,
- Hafızada değişiklik,
- Sinirlilik ve gerginlik.

2.3.3 Rahatsızlık Etkisi

Gürültünün insanlar üzerinde geçici ya da kalıcı zaman aralıklarında oluşturduğu sıkıntı, gerginlik, isteksizlik yaratması rahatsızlık olarak tanımlanır. Gürültü ile ilgili rahatsızlıklarda öznel ve nesnel değerlendirmeler önemli rol oynadığı için gürültüden etkilenme konusu oldukça karmaşık ve bağıl bir nitelik taşımaktadır. Bu durum göz önüne alınarak gürültünün hem fiziksel özelliklerinin hem de öznel etkenlerinin değerlendirmeye alındığı birey ve toplum ölçęindeki etkilenmeyi belirlemek amacıyla rahatsızlık ölçütü oluşturulmuştur (Harris, 1979). Bu ölçütler:

- Bireysel rahatsızlık (gürültünün fiziksel özellikleri ile dinleyicinin sosyolojik özelliklerine bağlıdır),
- Kişinin gürültüye olan duyarlılığı ve dayanma gücü,
- Kişinin yaşı (yaşlı kişiler gençlere oranla gürültüye karşı daha dayanıksızdırlar),
- Gürültüye alışkanlık (gürültülü ortamda uzun süre bulunan kişilerde söz konusu gürültüye karşı zamanla alışkanlık oluşur ve rahatsız olma dereceleri azalır),
- Gürültünün tanınması (yeni bir gürültü kişinin önceden bildiği bir gürültüden daha fazla rahatsız edici olabilmektedir),
- Dinleyicinin etkinliği (kişiler ders çalışma, televizyon seyretme gibi etkinlikler sırasında başka zamanda rahatsız olmadıkları gürültülerden rahatsız olabilmektedirler),

- Önceden kestirebilirlik (kişi, gürültünün olabileceğini önceden kestirebiliyorsa ani ve beklemediği bir gürültüye oranla daha az rahatsız olmaktadır),
- Sosyo-ekonomik durum, eğitim düzeyi ve bilinçlenme (kişinin gürültüye duyarlılığı ve tepkisi eğitim ve bilinçlenme düzeyi ile birlikte artmaktadır),
- Toplumsal rahatsızlık, bireysel rahatsızlığı etkileyen çok değişken etkinin söz konusu olması, aynı gürültü ortamında bulunsalar bile kişilerin gürültüye olan tepkilerin birbirinden önemli ayrımlar gösterebileceği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle belli bir ortamda bulunan kişilerin gürültüye karşı duyduğu ortalama rahatsızlığı belirlemek amacıyla toplumsal rahatsızlık ölçütü oluşturulmuştur. Toplumsal rahatsızlık belirlemeleri, geniş kapsamlı anketler ve gözlemler ile yapılır.

3. STANDART ve YÖNETMELİKLERDE KONU ile İLGİLİ YAKLAŞIMLAR

Gürültü, “çevresel bir sorundur”. Bu yargı günümüzde olduğu gibi çok eski zamanlarda da bir sorun teşkil etmekteydi. Günümüzde teknolojinin ilerlemesi, karayolu, demiryolu gürültüsünün yanında havayolu taşımacılığı ve sanayi kaynaklı gürültülerin de artış göstererek birçok gürültü kaynaklarının oluşmasına sebep olmuştur. Bu gürültülerin daha fazla artmasına ve oluşmasına engel olmak için çeşitli standartların ve yönetmeliklerin hazırlanmasına gereksinim duyulmuştur. Türkiye’de, 7 Mart 2008 tarihli, 26809 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’ne göre 2013 yılına kadar 250 bin’den fazla yerleşik nüfusu olan yerleşim alanları en geç 30.06.2011 tarihine kadar ve daha sonra her beş yılda bir gürültü haritalarının hazırlanması zorunluluğu getirilmiştir.

Sanayi tesislerinde ulusal ve uluslar arası yönetmeliklerde belirlenen alan kullanımlarına bağlı olarak çevreye yayılan Limit değeri Çizelge 3.1’de verilmiştir:

Çizelge 3.1 Ülkelerin alan kullanımlarına bağlı olarak belirledikleri Limit değeri (İşler, 2005).

Ülkeler	Sanayi Alanları		Ticaret Alanları		Konut Alanları	
	Gündüz	Gece	Gündüz	Gece	Gündüz	Gece
Almanya	65-70	50-70	60-65	45-60	50	35-40
Amerika	65-80	55-75	60-70	55-65	50-60	45-55
Avustralya	60-75	55-60	50-65	40-60	50-55	40-45
Belçika	55-60	50-55	50-55	45-50	45-50	35-40
Brezilya	70	60	60	55	50-55	45-50
Çin	70	55	60-65	50-55	55	45
Fransa	65-70	55-60	60	50	50-55	40-45
G. Afrika	70	60	60-65	50-55	50-55	40-45
Hindistan	75	70	65	55	55	45
İsviçre	65	55	60	50	55	45
İtalya	70	60-70	60-65	50-55	55-60	45-50
Japonya	65-70	55-65	60-65	50-55	50-60	40-50
Kore	70	65	65	55	55	45
Lübnan	60-70	50-60	55-60	50-55	40-60	30-50
Polonya	60-65	50-55	60	50	55-60	45-50
Singapur	75	50	70	50	60	45
İngiltere	Karayolu		Demiryolu		Havayolu	
	55-72	45-66	55-74	45-66	57-72	48-66

Türkiye’de Çevresel Gürültü Denetimi Yönetimi Yönetmeliği’nde sanayi yapıları için çevresel gürültü kriterleri Madde 22’de belirtilmiştir. Bu maddenin, a bendinde sanayi yapılarından çevreye yayılan gürültü seviyeleri bu maddenin Ek’inde ve Çizelge 3.2’de verilmiştir. b, c ve ç bentlerinde sanayi yapılarının arka fon gürültüsünü durumlarına göre kaç dB aşabileceklerini belirtilmiştir; d bendinde ise darbe gürültüsünün maksimum değeri belirtilmiştir.

MADDE 22 – (I) Endüstriyel tesisler, atölye imalathane ve işyerlerinden çevreye yayılan gürültü seviyesine ilişkin kriterler aşağıda belirtilmiştir:

- a)** Her bir endüstri tesisinden çevreye yayılan gürültü seviyesi bu Yönetmeliğin ekindeki Ek-VIII’de yer alan Tablo-4’te verilen sınır değerleri aşamaz.
- b)** Her bir işyeri, atölye, imalathane ve benzeri işletmelerin faaliyetleri sırasında çevreye yayılan çevresel gürültü seviyesi L_{eq} gürültü göstergesi cinsinden arka plan gürültü seviyesini 5 dBA’dan fazla aşamaz.
- c)** Birden fazla işyerleri, atölye imalathane ve benzeri işletmelerin bulunduğu alanlar ile Organize veya İhtisas Sanayi Bölgesinden çevreye yayılan toplam çevresel gürültü seviyesi, arka plan gürültü seviyesini L_{eq} gürültü göstergesi cinsinden 7-10 dBA aralığından fazla aşamaz. Toplam çevresel gürültü seviyesi; gürültüye maruz kalan alandaki etkilenen kişi sayısı, gürültü kaynağı ile gürültüye hassas mekanlar arasındaki mesafe ve benzeri faktörler göz önünde bulundurularak yetki devri yapılan belediye sınırları ve mücavir alan içinde ilgili belediye, dışında ise yetki devri yapılan il özel idarelerince; yetki devri yapılmadığı takdirde İl Çevre ve Orman Müdürlüğü tarafından belirlenir.
- ç)** Endüstri tesislerinin faaliyetleri sonucunda oluşan çevresel gürültü seviyesindeki tonal değişimlerde 5 dBA’lık, ani değişimlerde ise TS ISO 9315 standardına göre seviye ayarlaması yapılır.
- d)** Endüstri tesisleri ile bunların dışında kalan işletme ve işyerlerinin faaliyeti sonucu oluşabilecek darbe gürültüsü LC_{max} gürültü göstergesi cinsinden 100 dBC’yi aşamaz.

Çizelge 3.2 Endüstri tesisleri için çevresel gürültü sınır değerleri (Madde 22 EKVIII Tablo 4)
(Çevre Bakanlığı, 2008).

Alanlar	$L_{gündüz}$ (dBA)	$L_{akşam}$ (dBA)	L_{gece} (dBA)
Gürültüye hassas kullanımlardan eğitim, kültür ve sağlık alanları ile yazlık ve kamp yerlerinin yoğunluklu olduğu alanlar:	60	55	50
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar:	65	60	55
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu alanlar:	68	63	58
Organize Sanayi Bölgesi veya İhtisas Sanayi Bölgesi içindeki her bir tesis için:	70	65	60

Sanayi tesislerinde gürültünün denetlenmesine yönelik standart ve yönetmeliklere örnekler aşağıda yer almaktadır.

Almanya (Safety Regulations and Enforcement Rules, 1990):

Almanya’da 1990 yılında yürürlüğe giren İş ve İşçi Sağlığı Mevzuatı kullanılmaktadır. Bu mevzuata göre, kullanılan alan tipine göre emisyon sınır değerleri Çizelge 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.3 Alan tipine bağlı olarak emisyon sınırları [3].

Alan Tipi	Emisyon Sınırları (dBA)
Dinlenme ve mental iş yapılan yerler,	55 dBA
Basit veya çok mekanize büro vb.,	70 dBA
Diğer iş yerlerinde,	85 dBA
* İşveren iş yerindeki gürültü düzeyini ölçtürmek ve işçiye bildirmek zorundadır. * Gürültü düzeyinin > 90 dB(A) ise işyerleri, işaretlerle belirtilmelidir. * Bu alanlarda çalışan işçiler için teknik önlemler ve özel program hazırlanmalıdır. * 90 dB(A)’i aşan işyerlerinde işveren kulak koruyucularını kullandırmak zorundadır. * Gürültü düzeyi > 85dB(A) ise işveren kulak koruyucu ve tıkaçlarını kullandırmalıdır. * Gürültü düzeyi > 85 dB(A) ise işçi işitme kontrolü muayenesine gönderilmelidir. * Gürültü düzeylerinin azaltılması teknik olarak mümkün değilse, sınırlar 5 dB aşılabilir.	

Amerika (Occupational Safety & Health Standards, 2000):

Amerika’da 2000 yılında yürürlüğe giren İş Güvenliği ve Sağlığı Standardına göre çalışma süresine bağlı izin verilen gürültü Limit değeri Çizelge 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.4 Çalışma süresine bağlı gürültü Limit değeri (İşler, 2005).

İzin Verilen Gürültü Limitleri	
Süre (Saat/Gün)	Ses Düzeyi dBA (yavaş yanıt)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110

G. Afrika (Occupational Health & Safety Act, 1993):

G.Afrika’da 1993 yılında yürürlüğe giren İş Sağlığı ve Güvenliği yönetmeliğine göre [4];

- Gürültü düzeyinin 85 dB(A) ve üzerinde olduğu işyerlerine hiçbir işveren işçiyi çalıştırmamalıdır,
- Güvenliğin ve işitsel sağlığın riskli bulunduğu durumlar ölçmelerle tespit edilmelidir,
- Kulak koruyucuları ile ilgili gereken önlemler alınmalı, prosedürler uygulanmalıdır,
- Yüksek gürültü düzeyine maruz kalan işçi altı ayda bir audiometrik testten geçirilmelidir.

Hindistan (Model Rules under Factories Act , 1948):

Hindistan'da 1948 yılında yürürlüğe giren Fabrika Kanunu Altında Kurallar yönetmeliğine göre peak ses basınç düzeyi ve gün içinde izin verilen impuls sayısı Çizelge 3.5'te verilmiştir:

Çizelge 3.5 Peak ses basınç düzeyi ve gün içinde izin verilen impuls sayısı [5].

Peak Sound Basınç Düzeyi dB	Gün içinde İzin Verilen İmpuls Sayısı
120	10000
125	3160
130	1000
135	315
140	100
>140	-

İngiltere (Noise at Work Regulations (NAW), 1989):

İngiltere'de 1989 yılında yürürlüğe giren İş Yerindeki Gürültü Yönetmeliği'ne göre işveren ve işçilerin yükümlü olduğu konular aşağıda yer almaktadır [6]:

İşveren:

- Gürültü düzeyinin 85 dBA ve 90 dBA düzeylerinde olduğu durumlarda, işçilere kulak koruyucuları kullanılmalıdır,
- İşçinin gürültüden etkilenme durumunu kontrol edip, önleme gerek olup olmadığına karar vermelidir. Kişiler koruyucuların kullanılmaması durumunun yaratacağı riskleri bilmelidir,
- Gürültü düzeyini düşürmeli ve yetkililere bildirmelidir,
- Kulak koruyucuları buldurmalı, işçinin kullanımına sunup, kullanmasını sağlamalıdır,
- İşçinin maruz kaldığı riskleri, tehlikeleri anlatmalıdır,
- Kulak korumasına ihtiyaç duyulan bölgeleri işaretlerle belirlemelidir.

İşçi:

- Kulak koruyucusu kullanmalıdır,
- Gürültü azaltmaya yönelik mekanizmaları bozmamalıdır,
- Gürültüye maruz kaldığı noktaları bildirmelidir,
- İşitmede bozukluk olduğunu fark ederse, doktor kontrolünden geçmelidir,

Japonya (Quality Standards Noise Standards in the Work Place, 1998):

Japonya'da 1998 yılında yürürlüğe giren Çevresel Kalite Standartları yönetmeliğine göre gürültüde kalma düzeyleri ve saatleri aşağıdaki Çizelge 3.6'da verilmiştir:

Çizelge 3.6 Gürültüde kalma düzeyleri ve saatleri (İşler, 2005).

Gürültü Düzeyleri (dB)	Süre (Saat/Gün)	Öneriler
80	8 den çok	Kulaklık ya da kulak tıkacı.
90	7 - 8	Kulaklık ya da kulak tıkacı.
91	7 den az	Kulaklık ya da kulak tıkacı.
>104	izin verilmez	-

Kanada (Canadian Centre for Occupational Health and Safety Measurement Guideline, 1986)

Kanada'da 1986 yılında yürürlüğe giren Kanada İşyeri Ölçüm Standardına göre [7].

- Ses ölçümü, ses düzeyi ölçer ve dozimetrelerle yapılır.
- Ses düzeyi ölçer, her kullanımdan önce kalibre edilmelidir.
- Ses düzeyi ölçer ol uzunluğunda ve kulak yüksekliğinde tutulmalıdır.
- Ses kaynağı ile mikrofon arasında bir şey olmamasına dikkat edilmelidir.
- Mikrofon işçinin omzundan 0.5 m uzağa konmalıdır.
- Mikrofon eğer işçi ayakta çalışıyorsa yerden 1.5 metre, oturuyorsa 1.1 metre yüksekliğe konmalıdır.

Kanada, Alberta (Occupational Health & Safety Act, 2000)

Kanada'nın Alberta kentinde 2000 yılında yürürlüğe giren İşyeri Sağlığı ve Güvenliği yasası yönetmeliğine göre izin verilen gürültü Limit değeri Çizelge 3.7'de verilmiştir:

Çizelge 3.7 İzin verilen gürültü Limit değeri [5].

İzin Verilen Gürültü Limitleri	Süre (Saat / Gün)	Ses Düzeyi dBA (yavaş yanıt)
	16 sa	82
	12 sa	83
	10 sa	84
	8 sa	85
	4 sa	88
	2 sa	91
	1 sa	94
	30 dk	97
	15 dk	100
	8 dk	103
	4 dk	106
	2 dk	109
	1 dk	112
	0	115

Kanada, Manitoba (Manitoba Hearing Conservation and Noise Cont. Regulations, 1985):

Kanada'nın Manitoba kentinde 1985 yılında yürürlüğe giren İşitme Koruma ve Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nde gürültü düzeylerine göre alınması gereken önlemler Çizelge 3.8'de verilmiştir:

Çizelge 3.8 Gürültü düzeylerine göre alınması gereken önlemler [8].

	Gürültü Düzeyi dBA	Önlemler
$L_{eq} = 8$ Saat	80 - 85 dBA	Sağlık komitesiyle görüşülmelidir.
		Gürültü düzeyi denetlenmelidir.
		İşçiye gürültünün etkileri anlatılmalıdır.
		Personele,audiometrik test yapılmalıdır.
$L_{eq} = 8$ Saat	85 - 90 dBA	Personele, audiometrik test yapılmalıdır.
		İşitme koruması yapılmalıdır.
$L_{eq} = 8$ Saat	> 90 dBA	Zorunlu işitme koruması yapılmalıdır.
		Gürültü düzeyi düşürülmelidir.
		Gürültülü alanlar levhalarla belirtilmelidir.

Avrupa (European Communities Council Directive Protection of Workers From the Risks Related to Exposure to Noise at Work), 1985):

Avrupa'da 1985 yılında yürürlüğe giren Avrupa Konseyi Direktifi yönetmeliğine göre: [9].

- Gürültü Düzeyi 85 dBA'yı aştığında o işyeri riskli alan olarak ilan edilmelidir.
- Gürültü düzeyi 90 dBA'yı (200 Pa) aştığında, ses düzeyi düşürülmelidir.
- Gürültü düzeyi 90 dBA'yı aştığında kulak koruyucuları kullanılmalıdır.
- Gürültü düzeyi zorunluluklardan dolayı düşürülemiyorsa, işçiler kontrolden geçirilmelidir.
- Gürültünün azaltılması için planlamada, yerleşimde, makinelerde değişiklikler yapılmalıdır.
- Gürültü düzeyi ölçümleri, işveren tarafından yaptırılmalı ve değerler işçiye bildirilmelidir.
- Ölçmeye başlamadan önce ölçme aletleri kontrol edilmelidir.
- Ölçme, çevreden etkilenmeyecek ses alanında yapılmalıdır.
- Mikrofon yerleşimi, etkilenen işçi yerinde konumlanmalıdır.
- Ses yükselip alçalıyorsa L_{eq} 'yu ölçmek doğru değildir, daha uygun değerlendirme büyüklükleri kullanılmalıdır.

Avrupa (The Occupational Health and Safety Act, 2002)

Avrupa'da 2002 yılında yürürlüğe giren İş Güvenliği ve Sağlığı Kanunu yönetmeliğinde gürültü düzeylerine göre ortamda kalınabilecek limit süreler belirtilmiş olup Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Çizelge 3.9 Gürültü düzeylerine göre ortamda kalınabilecek limit süreler (İşler, 2005).

Gürültü Düzeyi (dBA)	Süre (Saat)
85	8
88	4
91	2
94	1
97	0.5
100	0.25
115	0

Avrupa (2003/10/EC – Avrupa Parlamentosu Direktifi, 2003):

Avrupa Parlamentosu Konseyi'nin yayımladığı Gürültüye Maruz Kalan İşçiler için Minimum Sağlık ve Güvenlik Gereklere Direktifine göre izin verilen etkilenme değerleri aşağıda verilmiştir [10]:

- Etki sınır değerleri: $L_{eq, 8h} = 87$ dB (A) ve $p_{peak} = 200$ μ Pa
- En yüksek etki değerleri: $L_{eq, 8h} = 85$ dB (A) ve $p_{peak} = 140$ μ Pa
- En düşük etki değerleri: $L_{eq, 8h} = 80$ dB (A) ve $p_{peak} = 112$ μ Pa

Dünya Sağlık Örgütü-WHO:

Ülkelerin hazırladıkları yönetmelikler dışında, evrensel değerlendirmeler yapan Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün kent akustiğinde belirli bir kaliteyi yakalamak amacıyla 24 saatlik zaman dilimi için gürültü düzeyi değerini 70 dBA olarak saptamıştır (Anon, 1996).

Türkiye (Titreşim Yönetmeliği, 2003):

Türkiye'de 2003 yılında yürürlüğe giren Titreşim Yönetmeliğine göre Etkilenme sınır değerleri ve etki değerleri aşağıda yer almaktadır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakn., 2003):

El-kol titreşimi için:

- | |
|--|
| 1) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük etkilenme sınır değeri 5 m/s^2 . |
| 2) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük etki değeri 2,5 m/s^2 . |

Bütün vücut titreşimi için:

- | |
|---|
| 1) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük etkilenme sınır değeri 1,15 m/s^2 . |
| 2) Sekiz saatlik çalışma süresi için günlük etki değeri 0,5 m/s^2 olacaktır. |

Türkiye (İş Güvenliği ve Sağlığı Kanunu, 2003):

Türkiye'de 2003/10/EC Avrupa Direktifiyle uyumlu olarak 2003 yılında yürürlüğe giren İş Güvenliği ve Sağlığı Kanunu Yönetmeliğine göre (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakn., 2003):

- 1) Etkilenme sınır değerleri : $L_{eq, 8h} = 87$ dB (A) ve $p_{peak} = 200$ μ Pai
- 2) En yüksek etki değerleri : $L_{eq, 8h} = 85$ dB (A) ve $p_{peak} = 140$ μ Pai
- 3) En düşük etki değerleri : $L_{eq, 8h} = 80$ dB (A) ve $p_{peak} = 112$ μ Pai
- b) İşçiyi etkileyen gürültü düzeyi değerinin belirlenmesinde, işçinin kullandığı kulak koruyucularının koruyucu etkisi de dikkate alınarak etkilene sınır değeri uygulanacaktır. Etki değerlerinde kulak koruyucularının etkisi dikkate alınmayacaktır.
- c) Günlük gürültü etkilene mesinin günden güne belirgin şekilde farklılık gösterdiğinin kesin olarak tespit edildiği işlerde ve şartlara uyulmak kaydı ile etkilene sınır değerleri ve etki değerlerin uygulanmasında günlük yerine haftalık etkilene değerleri kullanılabilir:
- 4) Yeterli ölçümle tespit edilen haftalık gürültü düzeyi 87 dB (A) etkilene sınır değerini aşmayacaktır.
- 5) Bu işlerdeki riskleri en aza indirmek için yeterli önlemler alınmış olacaktır.

Ülkemizde geçerli olan evresel Gürültü Denetimi Yönetimi Yönetmeliği'nde (GDY), Sanayi tesislerinde kullanılan alet, ekipman ve makinelerde uyulması gereken şartlar Madde15 de ifade edilmiştir.

MADDE 15 – (1) Sanayi tesislerinde kullanılan alet, ekipman ve makinelerde 5/6/2002 tarihli ve 24776 sayılı Resm Gazete'de yayımlanan Makine Emniyeti Yönetmeliğinde (98/37/AT) verilen esaslar sağlanır. Sanayi tesislerinde kullanılan alet, ekipman ve makinelerin ses gücü seviyeleri ile ilgili düzenlemeleri 3143 sayılı Sanayi ve Ticaret Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun hükümleri uyarınca Sanayi ve Ticaret Bakanlığı yapar. Sanayi tesislerinde çalışanların kulak sağlık ve konforu açısından maruz kaldıkları gürültü ve titreşim seviyeleri için; 23/12/2003 tarihli ve 25325 sayılı Resm Gazete'de yayımlanan Gürültü Yönetmeliği ile 23/12/2003 tarihli ve 25325 sayılı Resm Gazete'de yayımlanan Titreşim Yönetmeliğinde getirilen esaslar sağlanır.

4. SANAYİ YAPILARINDA GÜRÜLTÜ SORUNUNA İLİŞKİN GÜNÜMÜZE KADAR YAPILAN ÇALIŞMALARA ÖRNEKLER

Sanayi yapılarında ham maddenin işlenmesi sırasında kullanılan alet ve ekipmanlardan ayrıca çalışanlardan dolayı sanayi yapılarında oluşan gürültünün gerek çalışanlar gerekse çevrede bulunanlar üzerinde birçok rahatsız edici etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle sanayi yapılarındaki gürültü sorunuyla ilgili günümüze kadar pek çok çalışma yapılmıştır. Bu bölümde bu çalışmalara örneklere yer verilmiştir.

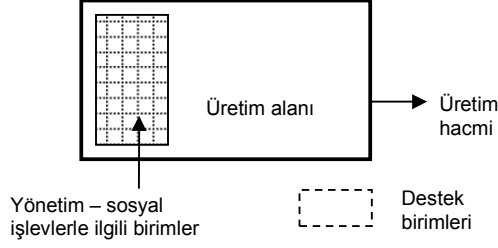
4.1 Sanayi Yapılarının Mimarisinde Gürültünün Tasarım Ölçütü Olarak Değerlendirilmesi (İlgürel, 2003)

Bu çalışmada, sanayi yapıları, çevre yerleşimler açısından bölge planlama, kent planlama ve yerleşim planlama aşamalarında ele alınmış, sanayi yapısının tasarım süreci içerisinde tasarım-gürültü ilişkisi ve gürültü sorunu incelenmiştir. Bu amaçla sanayi yapılarının mimari tasarım sürecinde alınan kararların gürültüye etkisi incelenerek, gürültünün tasarım yönlendirici bir veri olarak değerlendirilmesine çalışılmıştır. Ayrıca sanayi kuruluşlarında çalışanların gürültüden etkilenmelerini denetleyebilmek ve yapıdan çevreye yayılan gürültüleri denetim altına alabilmek için sanayi yapılarının tasarım aşamasında alınması gereken temel ilke kararlarının belirlenmesine çalışılmıştır.

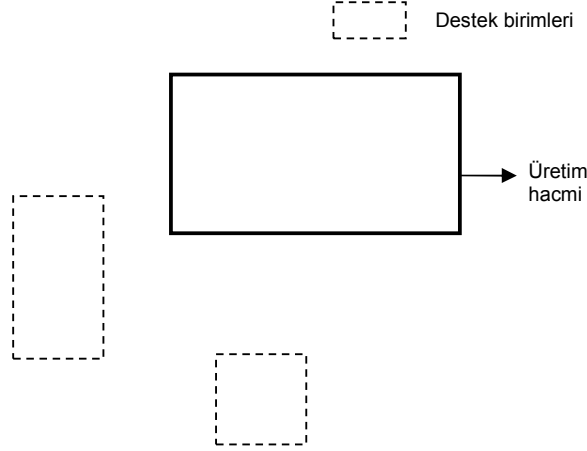
Genel olarak sanayi yapılarındaki gürültü kaynakları; duvar, tavan ve döşemeye bağlı çeşitli nitelikte mekanik donanımlar ve elektronik sistemlerdir. Bu sistemler hacim içerisinde katıda ve havada doğup yayılarak gürültü oluşmasına sebep olurlar.

Sanayi bölgelerinin kurulacakları bölgeler; yerleşim bölgeleri, turistik alanlar ve doğal sit bölgelerine yeterli uzaklıkta olmalı ve geleceğe yönelik bölge planlama çalışmalarında yerleşim ile sanayi bölgeleri arası uzaklığın korunmasına dikkat edilmelidir.

Üretim-sosyal alan-yönetim işlevlerinin planlama şekillerine değinilerek aşağıdaki şekillerle ifadesi açılmıştır. Sanayi yapılarının arsa üzerine yerleşiminde iki türlü yaklaşım Şekil 4.1’de verilmiştir.



A) Yönetim – sosyal işlevlerin üretim hacmi çatısı altında planlanması



B) Yönetim – sosyal işlevlerin üretim hacminden ayrı bağımsız yapı veya yapılarda toplanması

Şekil 4.1 Sanayi yapılarının arsa üzerinde yerleşiminde iki temel yaklaşım (İlgürel, 2003).

Tez kapsamında ülkemizdeki sanayi yapılarına bakılacak olursa yapılarda üretim-yönetim-sosyal alan işlevleri yerden kazanmak için aynı bina içerisine yerleştirilmiş, üretim hacmi içerisinde de gürültü düzeylerinin 80 dBA dan yüksek olduğu, gürültünün zaman içinde süreklilik gösterdiği, gürültü denetimi için çok az önlemlerin alındığı ve çalışanların gürültüye karşı önlem almadıkları saptanmıştır.

Bu şekillere göre yönetim-sosyal alan işlevlerinin üretim hacminin bulunduğu yapı dışında, ayrı taşıyıcı sistem içinde, bağımsız yapı veya yapılar olarak tasarlanması bu hacimlerin gürültüden korunması yönünden etkili olur. Yönetim-sosyal alan işlevlerinin üretim hacminde veya bitişik tasarlanması durumlarında gürültünün engellenmesi için alınabilecek önlemlere makinelerin kabinler içine alınması, yutucu malzemelerin kullanılması, hacim içinde engellerin yapılması şeklinde değinilmiştir.

4.2 Tekstil Makinesi Gürültü Analizinin Haritalandırılması ve Gürültünün Azaltılması (Potirakis vd., 2006)

Bu çalışmada bir tekstil makinesi örneği alınmıştır. Normal çalışma koşullarında izole edilmiş bir tekstil makinesinde gürültü ölçümleri alınmış, pasif ve aktif kontrol metotları birleştirilip tekstil fabrikasında detaylı bir gürültü haritası çıkarılmış, gürültü kaynaklarının konumları ve karakteristikleri açığa vurulmuştur. Amaç, yapılan ölçümlerle istenen gürültü azaltma yaklaşımının etkinliğinin ölçülmesi ve aktif ses kontrol sistemiyle pasif ses kontrol sistemlerini birleştirip gürültünün 500 Hz'in altına düşürülmesini sağlamaktır. Buna göre gürültü haritasının çıkarılmasında iki adımla çözüme gidilmiştir:

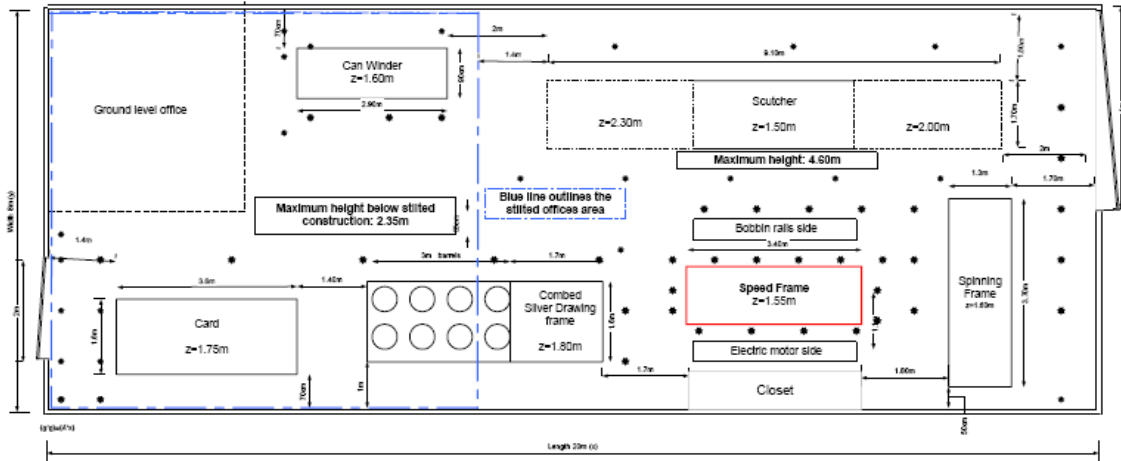
Birinci kısımda; alan içerisinde birkaç farklı noktada yeterli zaman aralıklarıyla toplam eşdeğer ses düzeyi (L_{eq} , A ağırlıklı) değerleri ölçülmüştür. Bunlar iz ölçümleri olup ölçüm noktalarında; çalışanların pozisyonları, gürültü yayan yapıların çevresi ve özel alanlar (odalar, köşeler, duvar merkezi, kapılar, pencereler, çukurluklar vs.) dikkate alınmıştır.

İkinci kısımda iz ölçümleri ile uygun son ölçümler açığa çıkarılmış ve bazı genel kurallar uygulanmıştır. Bunlar:

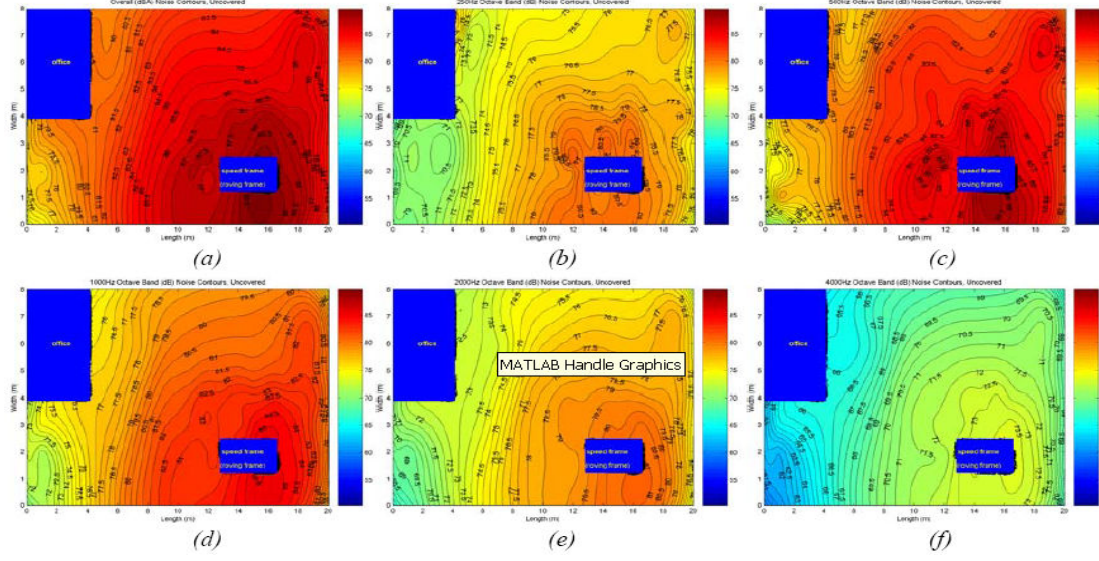
Ölçüm noktalarının ve yerleşim planının yatay-dikey sistemde yerleştirilmesi,

- Ölçümlerin kulak hizası yüksekliğinde yapılması,
- Ölçüm noktaları ses karakteristiklerinin yoğun olarak değiştiği yerlere dağıtılması,
- Ölçüm noktalarının yayılım alanının yoğun olduğu yerlere dağıtılmasıdır.

Örnekte komplike mimari yapı ve makine parkının çokluğundan dolayı 60 yerde ölçüm noktası seçilmiş olup Şekil 4.2'de görülmektedir.



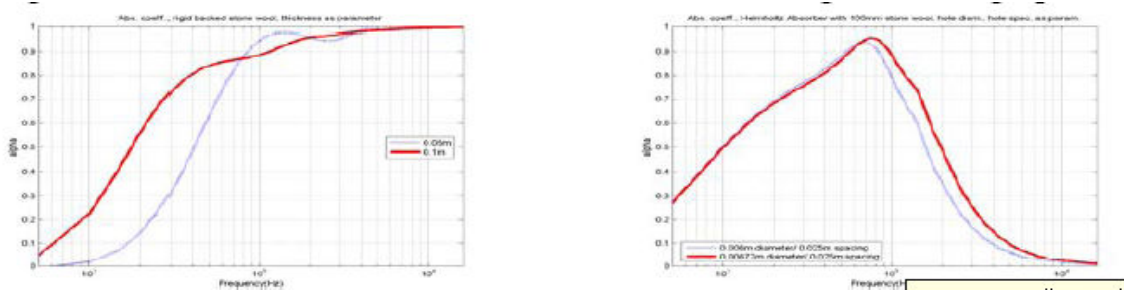
Şekil 4.2 Tekstil fabrikası yerleşim planı.



Şekil 4.3 Toplam (a) ve oktav-bant gürültüsü (b:250 Hz, c: 500 Hz, d: 1kHz, e: 2kHz, f:4kHz). Toplam gürültü düzeyleri dBA, oktav-bant gürültü düzeyleri dB verilmiştir. Tüm düzeyler $20\mu\text{Pa}$ 'ya referans edilmiştir.

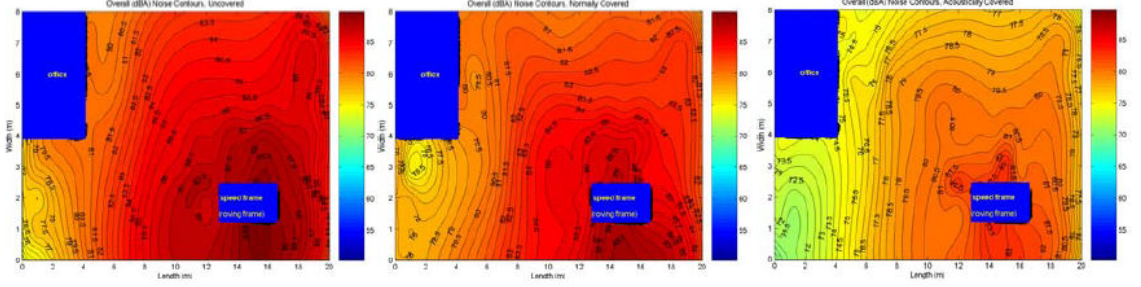
Şekil 4.3'ten makinenin kenarlarına konumlanmış 500 Hz ve 1000 Hz oktav bandı içinde ana yayılımları olan iki ana gürültü kaynağı içerdiği görülmektedir. Birinci gürültü kaynağı, duvar yönü tarafına konumlanmış hareket sağlayıcı elektrik motoru; ikinci gürültü kaynağı, bobinin hareketi ileten dönen şaftlarıdır.

Pasif gürültü azaltma yapısı için; elektrik motorunda makinenin her iki yönünde gözenekli yutucu malzemeler ve ayrıca yüksek, orta-yüksek ve ana gürültü yayılımının oktav bandı düşürülmesi için Helmholtz yutucular kullanılmıştır. Şaftlarda ise makinenin çalışma koşulları gereği yarı açık olması gerektiğinden 10 mm kalınlığında fleksi-glas ve 100 mm kalınlığında taş yünü paneller uygun çözümler olarak kullanılmıştır. Helmholtz yutucuları ve gözenekli yutucuların yutuculuk katsayıları frekans dağılımı Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4 Gözenekli yutucuların (sol) ve Helmholtz yutucularının kalınlık/delik çapına göre yutuculuk katsayıları.

Ölçümler kaplamasız (orjinal) ve akustik kaplamalı halleriyle yapılmış olup gürültü haritası sonuçları kaplamasız, normal kaplamalı ve akustik kaplamalı durumları ile Şekil 4.5'te verilmiştir:



Şekil 4.5 Gürültü haritaları; kaplamasız (sol), normal kaplamalı (orta) ve akustik kaplamalı (sağ). Toplam gürültü düzeyi dBA olarak tanımlanmıştır.

Şekle 4.5'e göre orijinal kaplamalar ile 1.5 dB'lik ve önerilen akustik kaplamalar ile 6.5dB'lik gürültü azalması sağlanmıştır. Her durumda da gürültü 85 dBA'dan daha düşük olup EU düzenlemelerindeki 8 saatlik çalışma süresi için uygun olup kulak tıkacı mecburiyeti olmadığı görülmüştür.

Bu yaklaşımda makinenin ana gürültü kaynağıyla karşılaştırılması için pasif gürültü azaltma yapısı dizayn edilmiş olup, kaplamasız, normal kaplamalı ve akustik kaplamalı makinelerin gürültü haritalarının karşılaştırılması ile gürültü azaltma önerilerinin etkinliği ispatlanmıştır. Bu yaklaşım, aktif gürültü kontrol sistemiyle birleştirilerek gürültünün 500 Hz'in altına düşürülmesi için kullanılabilir.

5. ÖRNEK BİR SANAYİ YAPISINDA GÜRÜLTÜ SORUNUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sanayi yapılarında oluşan gürültü ortamının değerlendirilmesi, çalışanlar üzerindeki etkilerinin ortaya konması ve denetim önlemlerinin örneklenmesi amacıyla, bir sanayi yapısı ele alınarak, aşağıda yer alan adımlarla incelemeler yapılmıştır.

5.1 Sanayi Yapısının Tanıtılması

Kocaeli, önemli ulaşım ağlarının merkezinde olması, sahip olduğu alt yapı olanakları, ulusal ve uluslararası pazarlara yakınlığı nedeniyle ülke sanayisinin bel kemiği konumunda olan ve ticaret hacmi açısından da her geçen gün gelişen ve yeniliklere seyirci kalmayan bir kenttir. Çalışmada sanayi yapısına örnek olarak İzmit/Kocaeli şehrinde bulunan bir boru üretim firmasının Kullar'daki çelik boru üretim tesisleri alınmıştır (Şekil 5.1). Bu tesisin dışında yeni Bursa yolu üzerinde ana tesisler bulunmaktadır. Bu tesiste çalışmanın yürütüldüğü fabrikada üretilmekte olan yarı mamul malzemeler işlenmektedir. Tesislerde otomotiv sanayisinde ağırlıklı olarak kullanılan kalibre edilmiş çelik boru üretimi yapılmaktadır. Yıllık üretim 35 000 ton seviyesinde olup üretimin büyük kısmı Avrupa ülkelerine ihraç edilmektedir. Ölçek olarak ağır sanayi yapılarına örnek teşkil etmektedir. Çalışmanın yürütüldüğü sanayi yapısı 3600 m²'lik kapalı alana sahip olup 5000 m²'lik alana oturtulmuştur. İdari kısım, sosyal alan kısımları ve depo kısımları üretim hacmi bitişiğinde yer almaktadır. Yemekhane, WC ve duşlar da üretim hacmine bitişiktir. Toplam çalışan sayısı 32 kişi olup üç vardiyada üretim yapılmaktadır.

Sanayi yapısı 18m X 200m boyutlarında, 8 metre yüksekliğindedir. Ayrıca, bir metre de çatı yüksekliği bulunmaktadır. Duvarlar 2 metre yüksekliğe kadar beton, kalan kısımlar da sandviç panel olarak inşa edilmiştir. Çatı da sandviç panelden yapılmış olup 1,5 metre eninde ve 16 metre boyunda 10 metre aralıklarla pencereler yerleştirilmiştir. Pencerelerden aydınlatma sağlanmaya çalışılmıştır. Sanayi yapısına araç giriş-çıkışları iki adet metal kapı ile sağlanmaktadır. Personel giriş-çıkışları için kullanılan kapılar da metaldir.

Hacim iç yüzeylerinin ses yutma çarpanı değerleri düşük olduğu için, hacim içinde yansımalarından dolayı gürültü artışı oluşmaktadır. Sanayi yapısında kullanılan gereçler:

- Çatı: Sandviç panel (trapez kesitli),
- Duvarlar: Perde beton + Sandviç panel (trapez kesitli),
- Döşeme: Betonarme + epoksi kaplama.

Sanayi yapısında iki boru üretim hattı ve bir adet saç dilme hattı bulunmaktadır. Bu makinelerde üretimin yapısı gereği çalışma sırasında metal-metale işleme yapıldığından yüksek düzeyli gürültü oluşmaktadır. Bu üç adet ana makinenin dışında taşıma, depolama, enerji ve soğutma gibi amaçlarla kullanılan yardımcı makineler kullanılmaktadır (Şekil 5.2, Şekil 5.3). Bunların çalışması sırasında da gürültü ortaya çıkmaktadır. Bu önemli yardımcı makinelere örnek olarak; vinçler, jeneratörler, su soğutma kuleleri, arıtma ünitesi ve hava kompresörü gösterilebilir. Tesisin yerleşim planı ile ana ve yardımcı makinelerin yerleşim planı Şekil 5.4’te yer almaktadır. Bu gürültü kaynaklarına ek olarak insan kaynaklı gürültü pek oluşmamaktadır. Sanayi yapısındaki üç ana makine ayrı temel yapıları inşa edilerek betonarme ve çelik konstrüksiyon üzerine monte edilmiş, döşemeye sabitlenmişlerdir. Ancak bu sistem, titreşim kaynaklı gürültünün tam olarak denetlenmesini sağlayamamaktadır. Hava doğuşlu seslerin denetimine yönelik bir önlem alınmadığı da görülmektedir.

Sanayi yapısı çevresinde etkili gürültü kaynakları mevcut olmadığından sanayi yapısının etkilenebileceği çevresel gürültü kaynakları mevcut değildir. Sanayi yapısı etrafında örnek sanayi yapısına benzer niteliklerde sanayi yapıları ile iki-üç kattan oluşan yerleşim konutları bulunmaktadır. Bölüm 5.2.1.2’de açıklanacağı üzere sanayi yapısından dışarıya yayılan gürültü düzeyi Limit değerinin altında olduğundan, yerleşim alanlarında kısmen etkilenme oluşacağı fakat bu etkilenmenin rahatsızlık boyutlarında olmayacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 5.1 Örnek sanayi yapısına ait dış görüntü.



Şekil 5.2 Örnek sanayi yapısında Kaynak 1 görüntüsü.



Şekil 5.3 Örnek sanayi yapısında Kaynak 2 ve Kaynak 3 görüntüleri.

5.2 Mevcut Gürültü Ortamının Ortaya Konması

Sanayi yapısının işitsel konfor açısından durumunun saptanmasında aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

- Sanayi yapısındaki mevcut gürültü ortamının, yerinde gözlemler yoluyla değerlendirilmesi.
- Hacim içinde ve dışında gürültü düzeyi ölçümlerinin yapılması,
- Ölçme sonuçlarının gürültü Limit değeri ile karşılaştırılması,
- Simülasyon programı yardımıyla hacim içi gürültü haritalarının hazırlanması ve belli noktalarda tek alıcı hesabı ile ölçme yapılan noktalardaki gürültü düzeylerinin hesaplanması,
- Haritaların ve noktada hesap sonuçlarının değerlendirilmesi ve ölçme sonuçları ile karşılaştırılması,
- Sanayi yapısından dışarıya yayılan gürültünün modellenmesi ve Limit değeri ile karşılaştırılması.

5.2.1 Gürültü Düzeyi Ölçümleri ve Değerlendirmeleri

Örnek sanayi yapısında çalışma kapsamında yapı içerisinde ve yapı dışarısında gürültü düzeyi ölçümleri yapılmış ve değerlendirilmiştir. Ölçümlerde Brüel & Kjaer Sound Level Meter (Type 2236) ses düzeyi ölçer cihazı kullanılmış ve ölçmelere cihazın kalibrasyonu yapıldıktan sonra başlanmıştır. Ölçümler TS 9315 (ISO 1996-1: Nisan 1991) standardına uygun olarak yapılmış olup; yapı içerisinde duvarlardan veya yansıtıcı yüzeylerden 1 metre uzaklığında, döşemeden 1,5 metre yükseklikte; yapı dışında ise yerden 1,5 m, cepheden 2 m uzaklıkta beşer dakikalık süreler ile yapılmıştır. Yapı içerisinde makineler çalışırken 10 noktada; ana makineler dururken 4 noktada ve yapı dışında 4 noktada olmak üzere toplam 18 noktada gürültü düzeyi ölçümleri yapılmıştır. Yaklaşık ölçme noktaları Şekil 5.4'te verilmiştir.

5.2.1.1 Yapı İçi Gürültü Düzeyi Ölçmeleri ve Değerlendirmeler

Yapı içinde tüm kaynaklar çalışırken yapılan gürültü düzeyi ölçüm sonuçları aşağıda Çizelge 5.1'de frekanslara göre ses düzeyleri olarak verilmiştir. Aynı tabloda, hacmin değişik noktalarında ölçülen gürültü düzeylerinin toplamı da yer almaktadır.

Çizelge 5.1 Tüm kaynaklar çalışırken yapılan gürültü düzeyi ölçüm sonuçları.

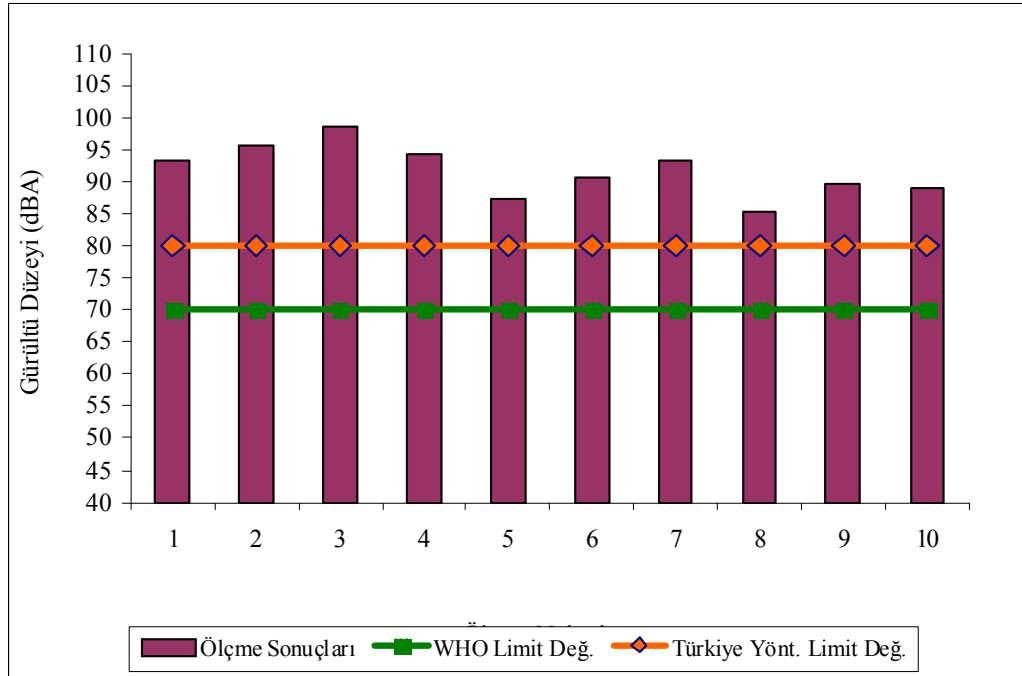
Ölçüm Noktaları	Gürültü düzeyi (dB)							Toplam Ses Düzeyi (dBA)
	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)	8000 (Hz)	
1	94,30	92,20	88,20	87,00	85,90	82,00	78,70	93,40
2	96,30	93,20	91,20	89,00	87,90	84,00	82,70	95,60
3	95,30	94,60	92,50	86,90	89,90	87,10	85,70	98,50
4	93,90	91,40	88,70	87,00	84,50	83,50	79,40	94,10
5	95,10	90,50	85,60	87,90	86,40	83,20	79,00	93,40
6	93,40	88,00	86,40	85,60	78,90	76,30	71,40	90,80
7	91,60	87,70	86,00	85,20	78,50	77,40	73,20	89,60
8	89,40	86,30	86,40	84,30	78,00	76,90	74,40	89,10
9	89,30	87,30	83,50	82,80	79,60	74,90	69,10	87,30
10	85,90	82,90	80,90	80,80	78,40	72,50	71,10	85,40
Ortalama	92,45	89,41	86,94	85,65	82,80	79,78	76,47	91,72

Yapı içinde kaynaklar kapalıyken 4 farklı noktada yapılan gürültü düzeyi ölçüm sonuçları aşağıda Çizelge5.2’de frekanslara göre ve toplam ses düzeyleri olarak verilmiştir.

Çizelge 5.2 Ana kaynaklar kapalı yardımcı makineler çalışırken yapılan gürültü düzeyi ölçüm sonuçları.

Ölçüm Noktaları	Gürültü düzeyi (dB)							Toplam Ses Düzeyi (dBA)
	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)	8000 (Hz)	
11	63,30	62,20	61,00	59,20	56,30	55,30	54,20	58,79
12	74,60	71,20	63,50	64,40	61,40	59,40	54,20	64,10
13	60,30	60,70	60,10	59,60	59,10	58,20	57,30	63,61
14	63,30	60,30	59,80	58,20	58,20	57,80	56,60	59,17
Ortalama	65,38	63,60	61,10	60,35	58,75	57,68	55,58	61,42

Bölüm 3’te açıklandığı gibi, Türkiye’deki İş Güvenliği ve Sağlığı Kanunu’ na göre, sanayi tesislerinde Limit değeri 80 dBA’dır. Öte yandan WHO, limit değer olarak 70dBA’yı önermektedir. Şekil 5.5’te, tüm makineler çalışırken gerçekleştirilen ölçme sonuçlarının, Limit değeri ile karşılaştırılması yer almaktadır.

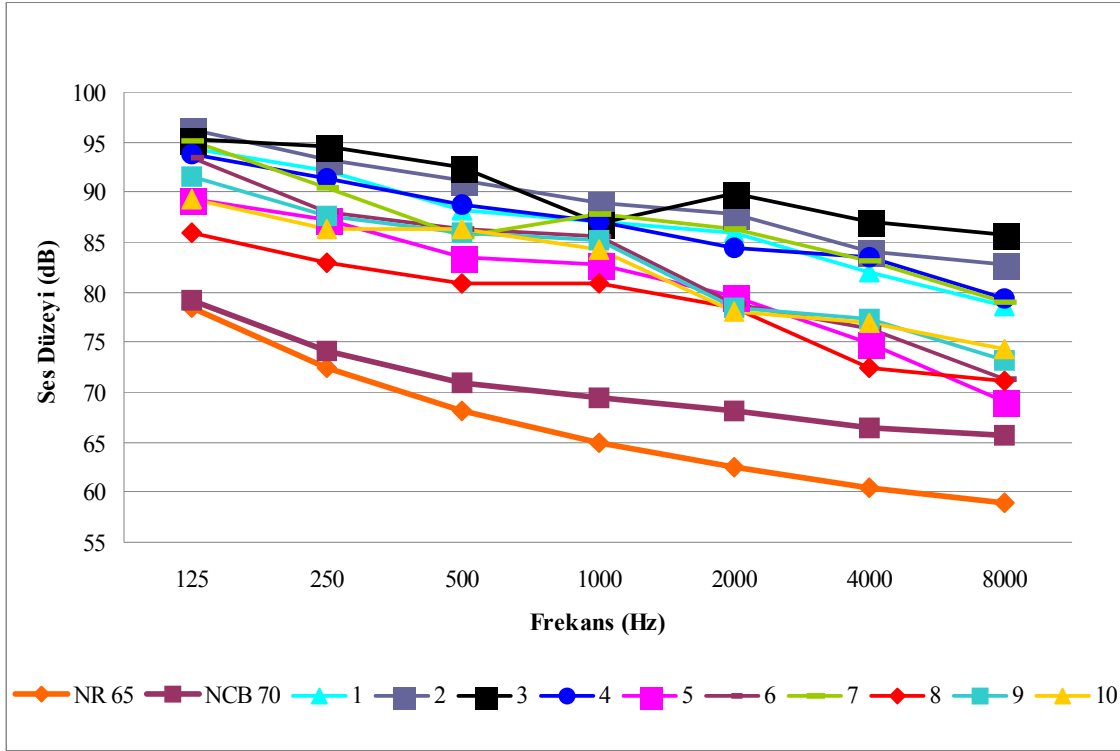


Şekil 5.5 Sanayi yapısındaki gürültü ölçüm sonuçlarının Limit değeri ile karşılaştırılması.

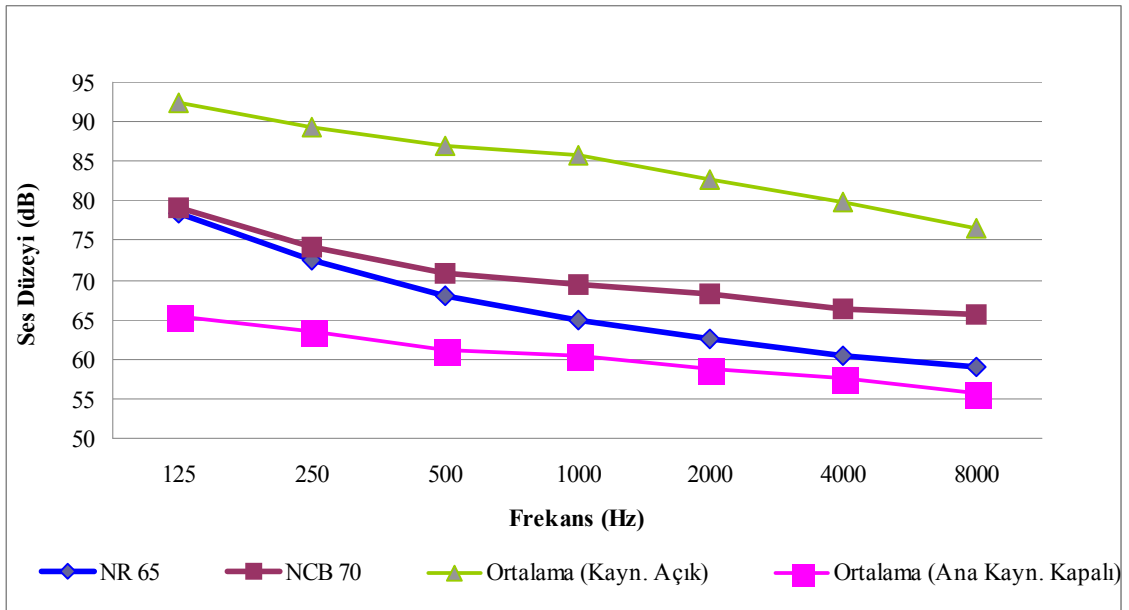
Şekil 5.5'te görüldüğü gibi, tüm makineler çalışırken, hacmin değişik noktalarında ölçülen gürültü düzeylerinin tamamı, Limit değerinin oldukça üstünde kalmaktadır. Bu açıdan, hacimde ortalama gürültü düzeyi WHO'nun Limit değerine göre 21,72 dBA, İş Güvenliği ve Sağlığı Kanunu'nun değerlendirmesine göre ise, 11,72 dBA Limit değerinin üzerindedir. Öte yandan, Çizelge 5.2'de görüldüğü gibi, yalnızca yardımcı makineler çalışırken (ana kaynaklar kapalı) kabul edilebilir gürültü açısından bir sorun oluşmadığı görülmektedir.

Hacimdeki gürültünün frekans fonksiyonunda değerlendirilmesine olanak tanıyan ölçütlerden olan NR ve NCB eğrilerinin sanayi yapılarında kabul edilen değerleri NR 65 ve NCB 70'tir (Maekawa, 1994). Şekil 5.6'da yer alan verilerde, hacimde tüm makineler çalışır durumda iken frekansa göre ölçülen gürültü düzeylerinin, NR 65 ve NCB 70 eğrileri ile karşılaştırması yer almaktadır. Şekil 5.7'de ise, hacimde frekansa göre ortalama gürültü düzeylerinin, Limit değeri ile karşılaştırması yer almaktadır.

Şekil 5.6'dan görüldüğü gibi, tüm kaynaklar açık iken ölçüm yapılan tüm noktalardaki gürültü düzeyleri Limit değerinin yaklaşık 18 dB üstünde kalmaktadır. Şekil 5.7'de tüm kaynaklar açık iken ortalama gürültü düzeyi değerleri Limit değerinin 13 dB üstünde kaynaklar çalışmıyor iken ise alınan ortalama gürültü düzeyi değerleri Limit değerinin altında kaldığı görülmektedir. Buna göre kaynaklar çalışmıyor iken yapılan ölçüm sonuçları Limit değerindedir.



Şekil 5.6 Tüm kaynaklar çalışırken gürültü düzeyi ölçüm sonuçlarının NR65 NCB 70 değerleriyle karşılaştırılması.



Şekil 5.7 Frekansa göre ortalama gürültü düzeylerinin, Limit değeri ile karşılaştırılması.

5.2.1.2 Yapı Dışı Gürültü Düzeyi Ölçmeleri ve Değerlendirmeler

Yapı içinde oluşan yüksek düzeyli gürültünün ne oranda yapı dışını etkilediğini belirlemek üzere yapı dışında Şekil 5.4'te görülen dört ayrı noktada yapılan gürültü düzeyi ölçme sonuçları Çizelge 5.3'te yer almaktadır.

Çizelge 5.3 Tüm kaynaklar çalışır iken yapı dışında yapılan gürültü düzeyi ölçüm sonuçları.

Ölçüm Noktaları	Gürültü düzeyi (dB)							Toplam Ses Düzeyi (dBA)
	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)	8000 (Hz)	
15	63,30	62,20	61,00	56,20	54,30	55,30	54,20	58,79
16	74,60	71,20	63,50	62,40	61,40	59,40	54,20	64,10
17	60,30	60,70	60,10	59,60	57,10	58,20	57,30	63,61
18	63,30	60,30	59,80	57,20	55,20	56,80	54,60	59,17

Türkiye'de yürürlükte olan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi yönetmeliğinde, endüstri tesislerinden çevreye yayılan gürültü için Limit değeri alan kullanımına bağlı olarak verilmektedir (Çizelge 3.2). Yapının bulunduğu alan göz önüne alındığında, yönetmeliğe göre Limit değerinin 65 dBA olduğu görülmektedir. Çizelge 5.3 bu açıdan değerlendirildiğinde, ölçüm sonuçlarının Limit değerinin altında kaldığı, dolayısıyla yapı dışına yayılan gürültü açısından bir sorun bulunmadığı görülmektedir.

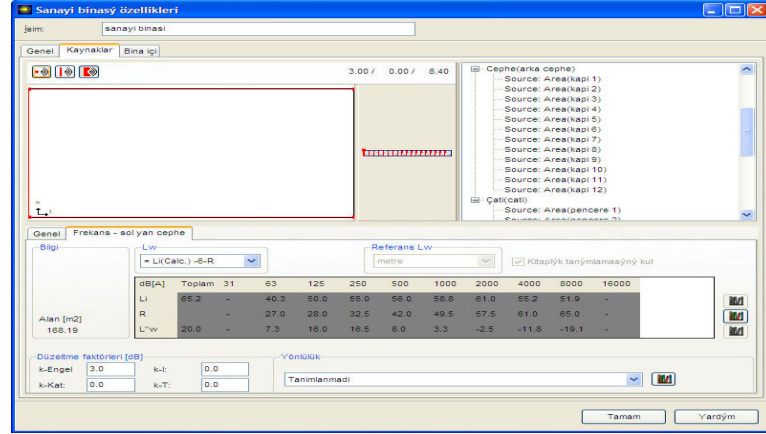
5.2.2 Gürültü Haritaları ve Değerlendirmeler

Son yıllarda pek çok ülkede, yerel yönetimlerin çevre konusuna çok daha duyarlı yaklaştığı görülmektedir. Bu durum, çevre koşullarının detaylı ve hızlı bir biçimde tanımlanabilmesi için, gelişmiş tekniklere olan gereksinimleri de beraberinde getirmektedir. Söz konusu tekniklerin gürültü açısından kullanımı en yaygın olanı, gelişmiş bilgisayar programları yardımı ile gürültü haritalarının oluşturulmasıdır.

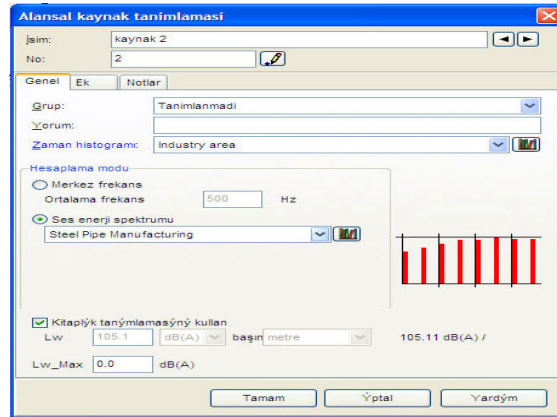
Çalışma kapsamında sanayi yapısındaki gürültü sorununu ayrıntılı bir biçimde ortaya koymak amacı ile yapı içi gürültü haritaları ve bunun yanında yapı dışı gürültü haritaları oluşturulmuştur. Haritalar, yapı dışı-yapı içi gürültü haritalarının hazırlanmasına olanak tanıyan programlardan biri olan soundPLAN 6.4 programıyla toplam ses düzeyine göre oluşturulmuştur. Haritaların oluşturulması sırası aşağıda belirtilmiştir:

- Sanayi yapısının 1/1000 ölçeğinde autocad dosyası olarak plan ve kesitleri sağlanarak, SoundPLAN programına aktarılmıştır.

- Hesaplamalarda Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi yönetmeliğinde de önerildiği gibi sanayi yapısı için ISO 9613-2:1996 ve genel değerlendirme için L_{den} (TR)-Sanayi değerleri tanımlanmıştır.
- Sanayi yapısının alanı, yüksekliği, eğimi ile sanayi yapısındaki kaynakların alanları, ve yükseklikleri gibi, sanayi yapısının ve sanayi yapısındaki gürültü kaynaklarının biçimsel ve boyutsal özellikleri programa girilmiştir.
- Programın kütüphanesinden sanayi yapısındaki kaynakların ses gücü düzeyleri, tayfsal özellikleri ve sanayi yapısının inşa edildiği gereçlerin ses geçiş kayıpları değerleri seçilerek programa tanıtılmıştır. Şekil 5.8’de soundPLAN programından sanayi binasının açık ve dolu kısımlarına ait programın kütüphanesinden seçilen malzeme ve ses geçiş kaybı değerlerini gösteren görüntü verilmiştir Şekil 5.9’da soundPLAN programından kaynaklara ait programın kütüphanesinden alınan ses düzeyi değerlerinin ve kaynağın tanıtıldığı görüntüsü verilmiştir.

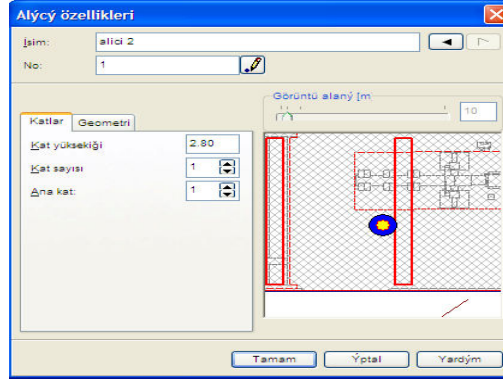


Şekil 5.8 SoundPLAN programından sanayi binası özellikleri.



Şekil 5.9 SoundPLAN programından sanayi binasındaki Kaynak 2’ye ait özellikler.

- Tüm kaynakların çalışır durumda olduğu, anlık gürültü haritalarının yanı sıra, çalışma zaman aralığı olan 08.00–16.00 saatleri arasındaki L_{eq} değerlerini belirlemek üzere, kaynakların bu saat diliminde % kaç çalışır durumda oldukları ayrı bir dosya içerisinde tanıtılmış ve yeni haritalar oluşturulmuştur.
- Kişilerin ayakta çalışması göz önüne alınarak, haritalar zeminden 1.5 metre yükseklik için oluşturulmuştur.
- Çalışmadaki amaç yapı içi gürültü düzeyi grafiklerinin hazırlanması olmasına rağmen bunun yanında yapı içinde oluşan gürültünün yapı dışını nasıl etkilediğini de bulmak amacı ile yapı dışı gürültü haritaları da modellenmiştir.
- Gürültü haritalarının yanı sıra, belli alıcı noktalarındaki gürültü düzeylerini belirlemek amacıyla, tüm kaynaklar çalışır iken gürültü kaynaklarının etrafına alıcılar yerleştirilerek noktada gürültü düzeyi hesabı da yaptırılmıştır. Şekil 5.10'da sanayi yapısına soundPLAN programına yerleştirilen alıcıların özelliklerinin gösterimi verilmiştir.



Şekil 5.10 SoundPLAN programından alıcıların özellikleri.

- Mevcut durumun yanında sanayi yapısının değişik yüzeylerinin yutuculuk değerlerini arttırarak gürültü haritaları modellenmiştir. Mevcut durum için kullanılan sanayi yapısına ait yutuculuk değerleri aşağıda Çizelge 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.4 SoundPLAN de kullanılan malzemelerin yutma çarpanları.

GEREÇLER	Yutma Çarpanları							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Beton (Duvarlar 2 metre ve Çatı)	0,020	0,020	0,020	0,020	0,030	0,040	0,040	0,050
Dolu Metal (Duvarlar 7 metre)	0,025	0,025	0,030	0,030	0,040	0,045	0,050	0,060
Boşluklu Metal (Pencereler ve Kapılar)	0,150	0,150	0,110	0,050	0,040	0,040	0,040	0,040
Cam (Pencereler ve Kapılar)	0,050	0,050	0,030	0,020	0,020	0,030	0,020	0,020

5.2.2.1 Gürültü Haritaları ile İlgili Değerlendirmeler

Tüm kaynaklar açık iken, Kaynak 1'in açık-kapalı olması ve 08.00-16.00 çalışma saatleri için yapı içerisinde oluşan gürültü düzeylerini belirlemek amacı ile hazırlanan gürültü haritaları incelendiğinde gürültü düzeylerinin Limit değerlerini aştığı görülmektedir.

Ölçme sonuçlarına paralel olarak, haritalar da hacim genelinde gürültü düzeyinin Limit değerinin değişen noktalara göre, 10 ile 20 dBA aralığında değişen değerlerde üstünde olduğu görülmektedir. Şekil 5.11, Şekil 5.12, Şekil 5.13'te oluşturulan mevcut durum gürültü haritaları verilmektedir. 8.00-16.00 çalışma saatlerinde kaynakların çalışma durumları değerlendirmeye alınarak hazırlanan gün histogramı haritalarında ise 7 dBA dolaylarında yüksek değerlerin olduğu görülmektedir. Şekil 5.14'te mevcut durum için oluşturulan gün histogramı gürültü haritası verilmektedir. Yapı dışı için hazırlanan gürültü haritaları incelendiğinde gürültü düzeylerinin kabul edilebilir ses düzeyi değerini (65dBA) aşmadığı görülmektedir. Bu yüzden yapı dışında oluşan gürültü düzeyi ile ilgili gürültü sorunu mevcut değildir. Şekil 5.15'te mevcut durum için yapı dışında oluşan gürültü düzeyi haritaları verilmiştir.

Ölçüm sonuçlarının soundPLAN ile uyumu ile ilgili kaynakların çalışma süreleri ve düzeyleri dikkate alınarak ortalama düzeyi hesaplamak için aşağıdaki formülü kullanabiliriz (Cavanaugh,1999):

$$Leq = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \left[10^{L_1/10} \times t_1 + 10^{L_2/10} \times t_2 + 10^{L_3/10} \times t_3 + \dots \right] \right] \text{ dBA}$$

T: Toplam süre ($t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$)

L_1, L_2, L_3 : Farklı ölçme düzeyleri

t_1, t_2, t_3 : Farklı düzeyleri veren ölçme süreleri

Kaynak : Templeton, D., Saunders, D., (1987), Acoustic Design, The Elden Pres, London.

L1: 100 dBA

L2: 90 dBA

L3: 80 dBA

t_1 : 2 saat

t_2 : 3 saat

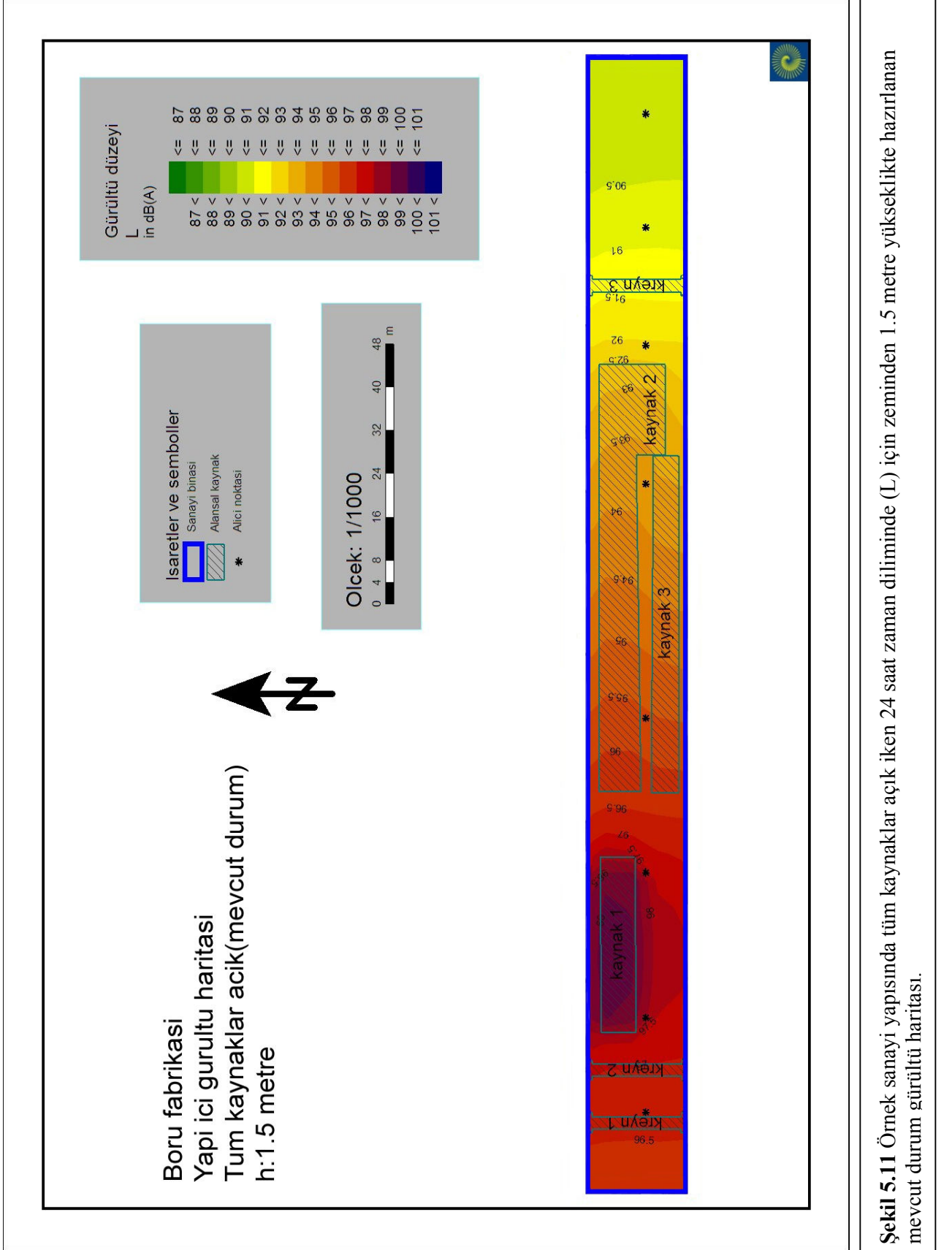
t_3 : 3 saat

T: 8 saat

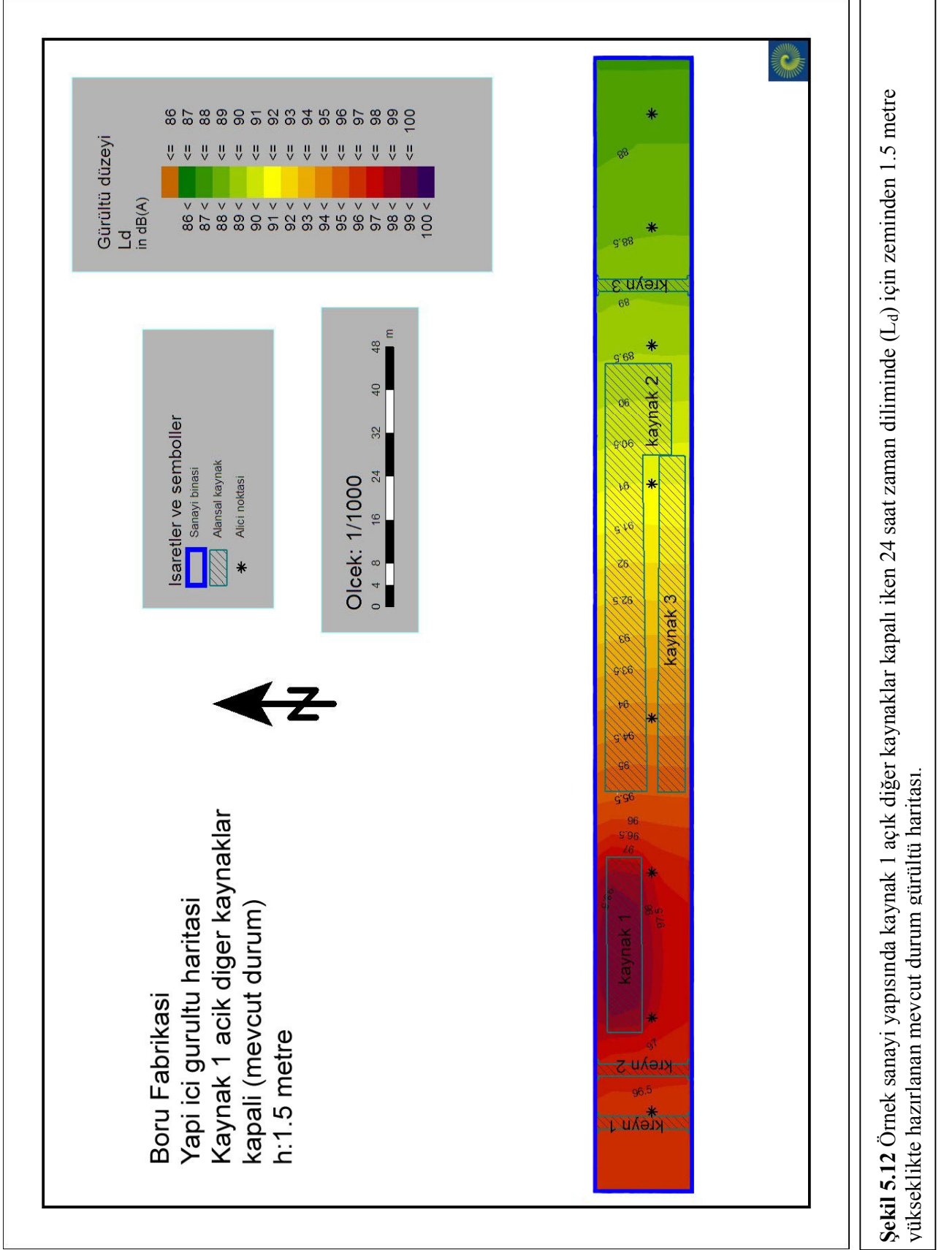
$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{8} \left[10^{100/10} x_2 + 10^{90/10} x_3 + 10^{80/10} x_3 \right] \right]$$

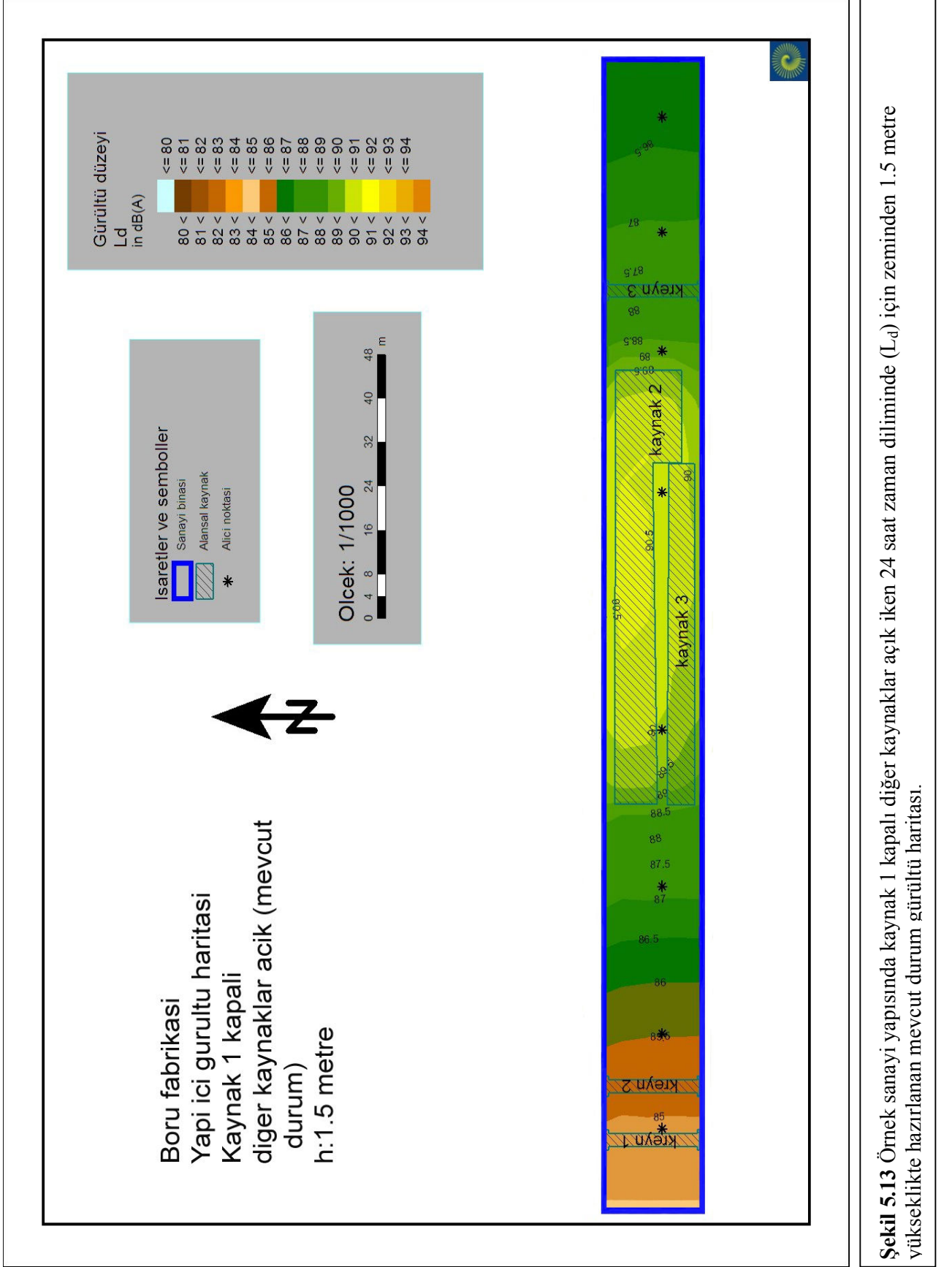
$L_{eq} = 94.64$ dBA olarak hesaplarız.

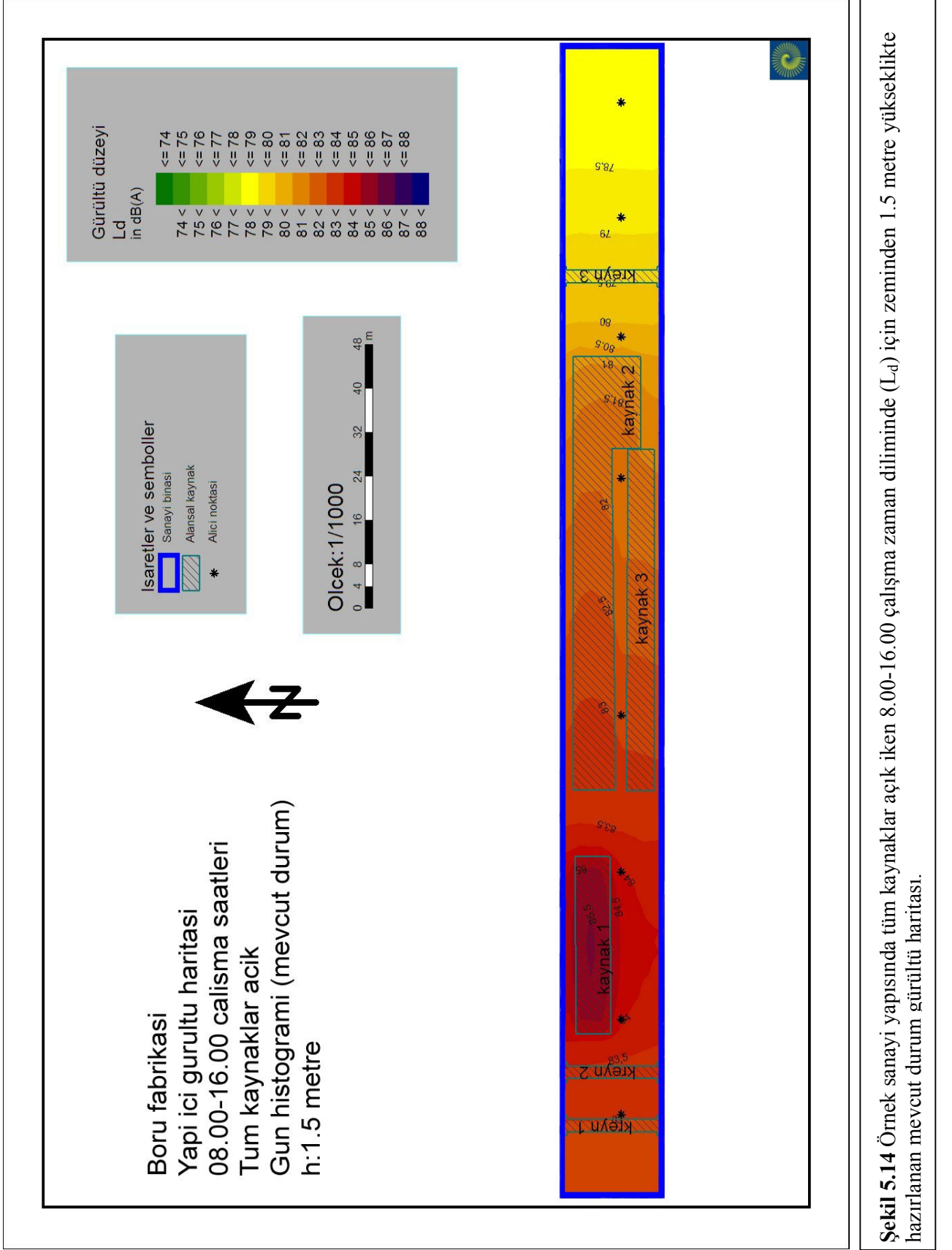
Hesapladığımız bu değer ölçme sonuçlarında elde ettiğimiz ortalama gürültü düzeyi değeri olan 91,72 dBA sonucuna yakın bir değerdir.

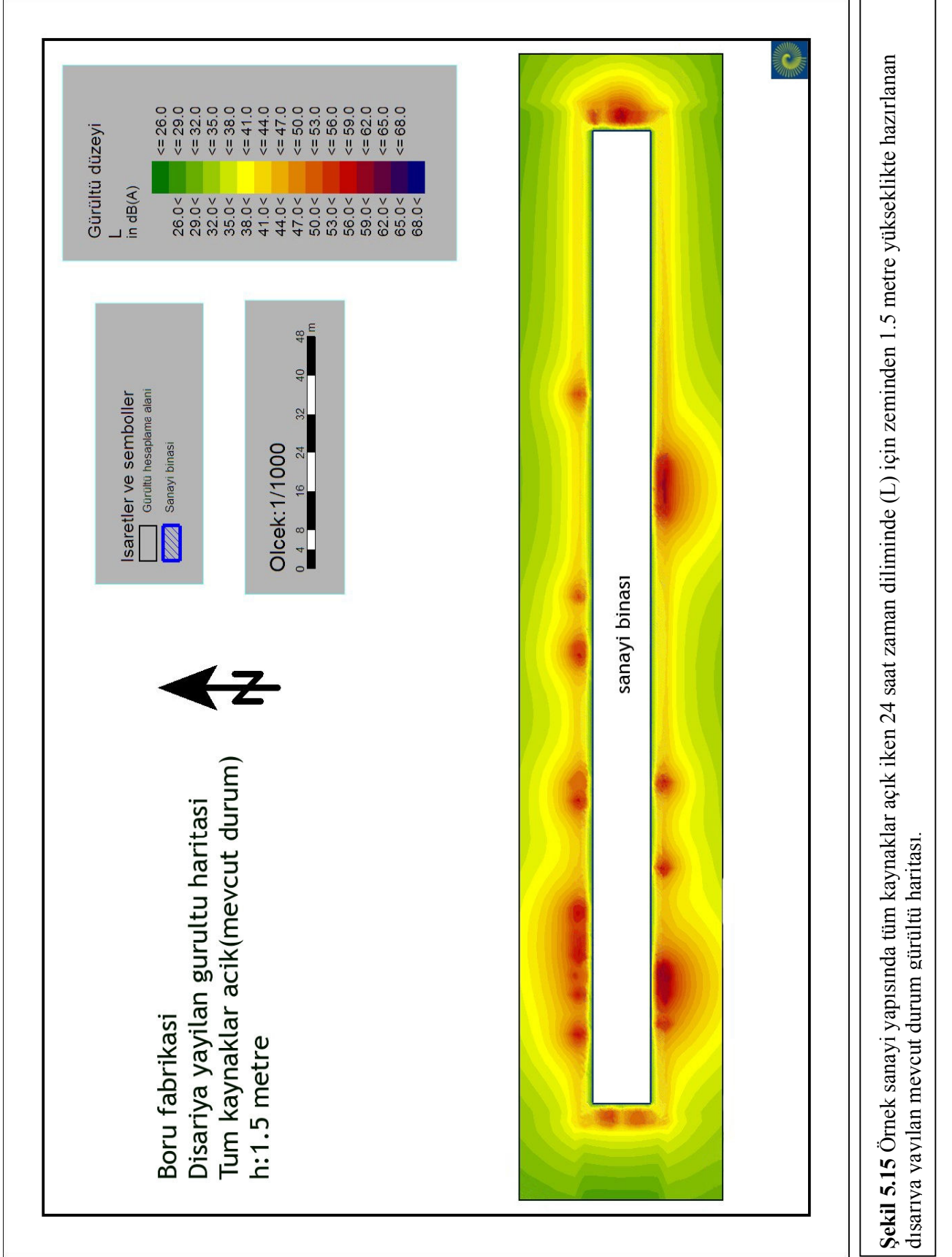


Şekil 5.11 Örnek sanayi yapısında tüm kaynaklar açık iken 24 saat zaman diliminde (L) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan mevcut durum gürültü haritası.









Şekil 5.15 Örnek sanayi yapısında tüm kaynaklar açık iken 24 saat zaman diliminde (L) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan dışarıya yayılan mevcut durum gürültü haritası.

5.2.2.2 Alıcılara Ulaşan Gürültü Düzeyi ile İlgili Değerlendirmeler

Tüm kaynaklar açık iken alıcılara ulaşan gürültü düzeyi değerleri Şekil 5.16 (sol)'da Limit değerini 15 ile 9 dBA aralığında değişen değerlerde üstünde olduğu görülmektedir. 08.00-16.00 çalışma saatlerinde Şekil 5.16 (sağ)'da alıcılara ulaşan gürültü düzeyi değerleri, Limit değerini 7 dBA dolaylarında geçtiği ve yoğunluğun az olduğu bölgelerde ise kabul edilebilir gürültü düzeylerine yakın olduğu görülmektedir. Bu duruma göre sanayi yapısı içinde yoğunluğun olduğu bölgelerde yani kaynaklara yakın bölgelerde gürültünün fazla; yoğunluğun az olduğu bölgelerde ise gürültünün daha uygun olduğu görülmektedir. Sekiz farklı noktaya yerleştirilen alıcılara ait çalışmaların tüm kaynaklar açık iken soundPLAN sonuçları Ek 1'de, tüm kaynaklar açık iken 08.00-16.00 çalışma saatleri sonuçları Ek 2'de verilmiştir.

Name	Lden dB(A)	Ld dB(A)
alici 1	96,6	95,2
alici 2	97,7	96,2
alici 3	97,8	96,1
alici 4	95,6	94,1
alici 5	93,6	92,1
alici 6	92,2	90,7
alici 7	91,0	89,5
alici 8	90,4	88,9

Name	Lden dB(A)	Ld dB(A)
alici 1	83,0	86,0
alici 2	84,0	87,0
alici 3	84,0	87,0
alici 4	82,6	85,6
alici 5	81,3	84,3
alici 6	79,9	82,9
alici 7	78,5	81,6
alici 8	77,9	80,9

Şekil 5.16 Tüm kaynaklar açık iken alıcılara ulaşan gürültü düzeyi değerleri (sol), 08.00-16.00 çalışma saatleri için alıcılara ulaşan gürültü düzeyi değerleri (sağ).

SoundPLAN çalışmasında sanayi yapısına yerleştirilen alıcı noktalarında bulunan değerler (Şekil 5.16) ile yaklaşık aynı noktalarda yapılan ölçüm sonuçlarının (Çizelge 5.1) karşılaştırılması Çizelge 5.5'te verilmiştir.

Çizelge 5.5 Tüm kaynaklar açık iken Alıcı noktalarına göre ölçme sonuçlarının SoundPLAN sonuçları ve Limit değeri ile karşılaştırılması.

	Tüm Kaynaklar Açık (dBA)	Ölçme Sonucu (Tüm Kaynaklar Açık) (dBA)
Limit Değeri	80,00	80,00
Alıcı 1	95,20	93,40
Alıcı 2	96,20	95,60
Alıcı 3	96,10	98,50
Alıcı 4	94,10	93,40
Alıcı 5	92,10	89,60
Alıcı 6	90,70	89,10
Alıcı 7	89,50	87,30
Alıcı 8	88,90	85,40

5.3 Gürültü Denetimine Yönelik Önlemler

Sanayi yapısında gürültüyü azaltmaya yönelik olarak yapılabilecek ilk önlem kaynaklarda yapılabilecek düzeltmelerdir. Kaynağın malzemelerinin yenilenmesi, bakımının sık sık yapılması, titreşim olarak gürültünün yayılmasını engellemek için kaynağın döşemeden yalıtılması, hava yoluyla kaynaktan çıkan gürültünün yayılmasını engellemek için çeşitli düzeneklerle kaynağın kabin içine alınması ve sanayi yapısında çalışanların kulak koruyucular kullanarak gürültüden korunmaları gerekmektedir. Yapılabilecek bir diğer uygulama ise sanayi yapısında yutuculuğu yüksek malzemeler kullanarak gürültünün ortamda yutulmasını sağlamaktır. Bu önerinin etkinlik durumunu inceleyebilmek için sanayi yapısının çeşitli yüzeylerini daha fazla yutucu malzemelerle kaplandığı düşünülerek çeşitli gürültü haritaları hazırlanmıştır. Gürültü haritalarında kullanılan yutuculuğu yüksek malzemeler Çizelge 5.6`da verilmiştir.

Çizelge 5.6 SoundPLAN`de kullanılan yutuculuğu yüksek malzemeler.

GEREÇLER	Yutma Çarpanları							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Linolyum (Döşeme)	0,010	0,020	0,030	0,030	0,040	0,060	0,050	0,050
Cam (Pencereler ve Kapılar)	0,050	0,050	0,030	0,020	0,020	0,030	0,020	0,020
Akustik levha (Duvarlar ve Çatı)	0,570	0,600	1,050	1,200	0,900	0,850	0,800	0,800
Boşluklu Metal (Pencereler ve Kapılar)	0,150	0,150	0,110	0,050	0,040	0,040	0,040	0,040

Hacim iç yüzeylerinin farklı yüzeylerinde veya tüm yüzeylerinde yutuculuk değerleri artırılarak çeşitli gürültü haritaları oluşturulmuştur. Aşağıda hacim iç yüzeylerinin farklı yüzeylerinde uygulandığı düşünülen yutucu olma durumlarından elde edilen gürültü haritalarının değerlendirilmesi yer almaktadır.

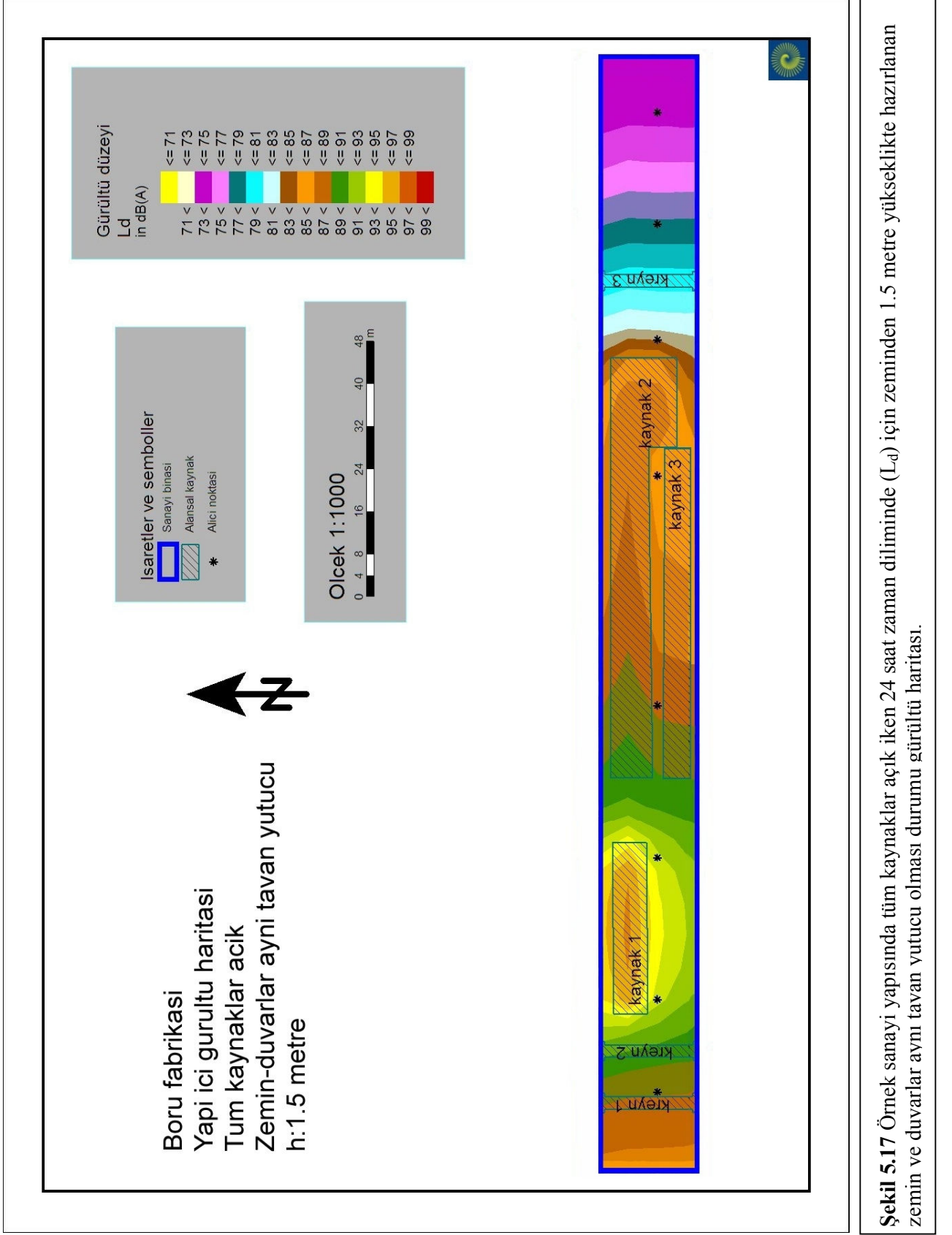
Zemin-duvar aynı, tavan yutucu iken: Bu koşullarda, tüm kaynakların açık olduğu durumda anlık gürültü modellemesinden elde edilen sonuçlara bakıldığında, mevcut duruma göre 4-17 dBA dolaylarında gürültünün azaltılması sağlanmakla birlikte hacmin önemli bir bölümünde Limit değerinin sağlanamadığı görülmektedir (Şekil 5.17). Elde ettiğimiz gürültü düzeyi değerleri Limit değerini 16 dBA'ya kadar aşmaktadır.

Zemin-tavan aynı, duvarlar yutucu iken: Bu koşullarda, tüm kaynakların açık olduğu durumda anlık gürültü modellemesinden elde edilen sonuçlara bakıldığında, mevcut duruma göre 6-25 dBA dolaylarında gürültünün azaltılması sağlanmakla birlikte hacmin önemli bir bölümünde Limit değerinin sağlanamadığı görülmektedir (Şekil 5.18). Elde ettiğimiz gürültü düzeyi değerleri Limit değerini 15 dBA'ya kadar aşmaktadır.

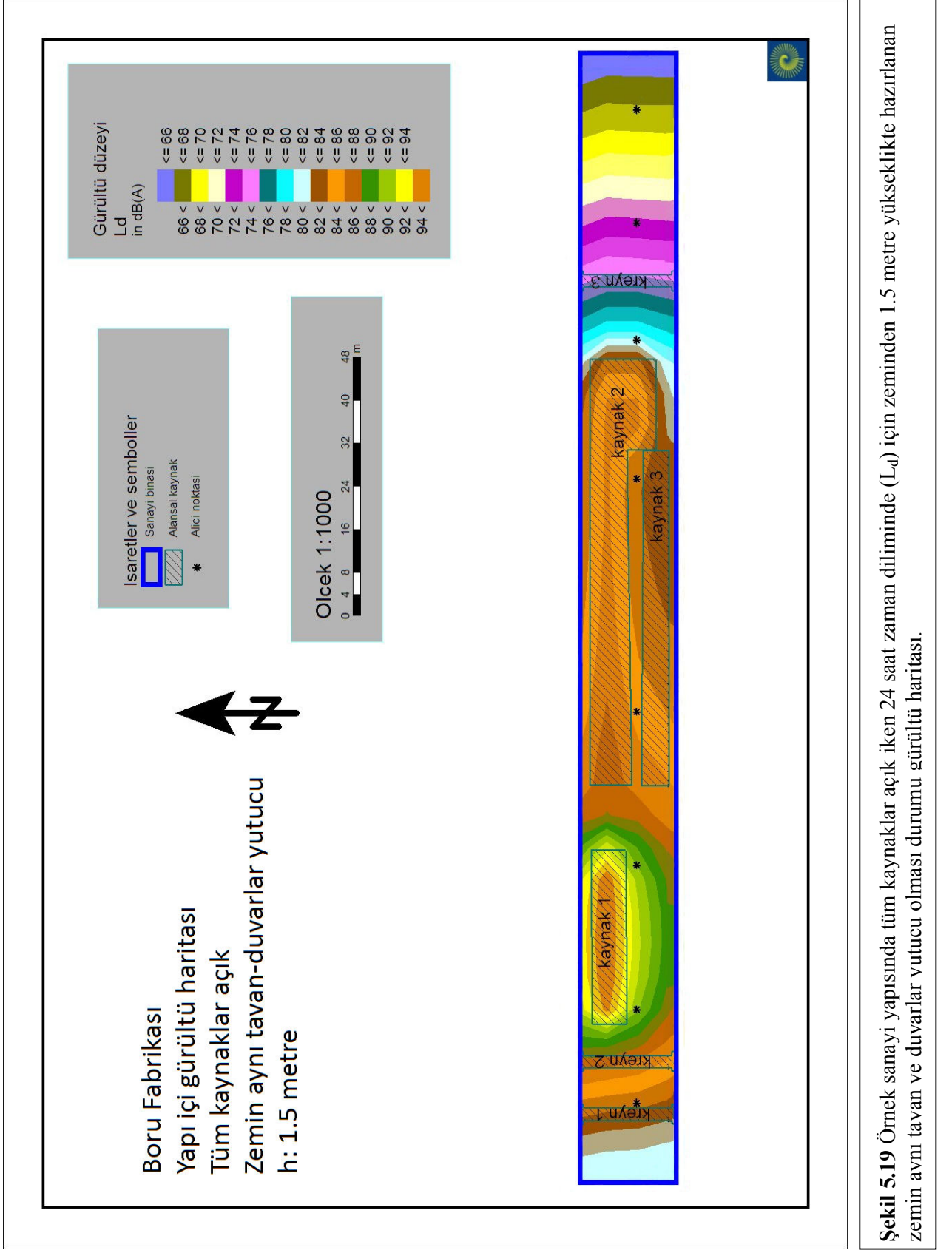
Zemin aynı, tavan-duvarlar yutucu iken: Bu koşullarda, tüm kaynakların açık olduğu durumda anlık gürültü modellemesinden elde edilen sonuçlara bakıldığında, mevcut duruma göre 8-12 dBA dolaylarında gürültünün azaltılması sağlanmakla birlikte hacmin önemli bir bölümünde Limit değerinin sağlanamadığı görülmektedir (Şekil 5.19). Elde ettiğimiz gürültü düzeyi değerleri Limit değerini 14 dBA'ya kadar aşmaktadır.

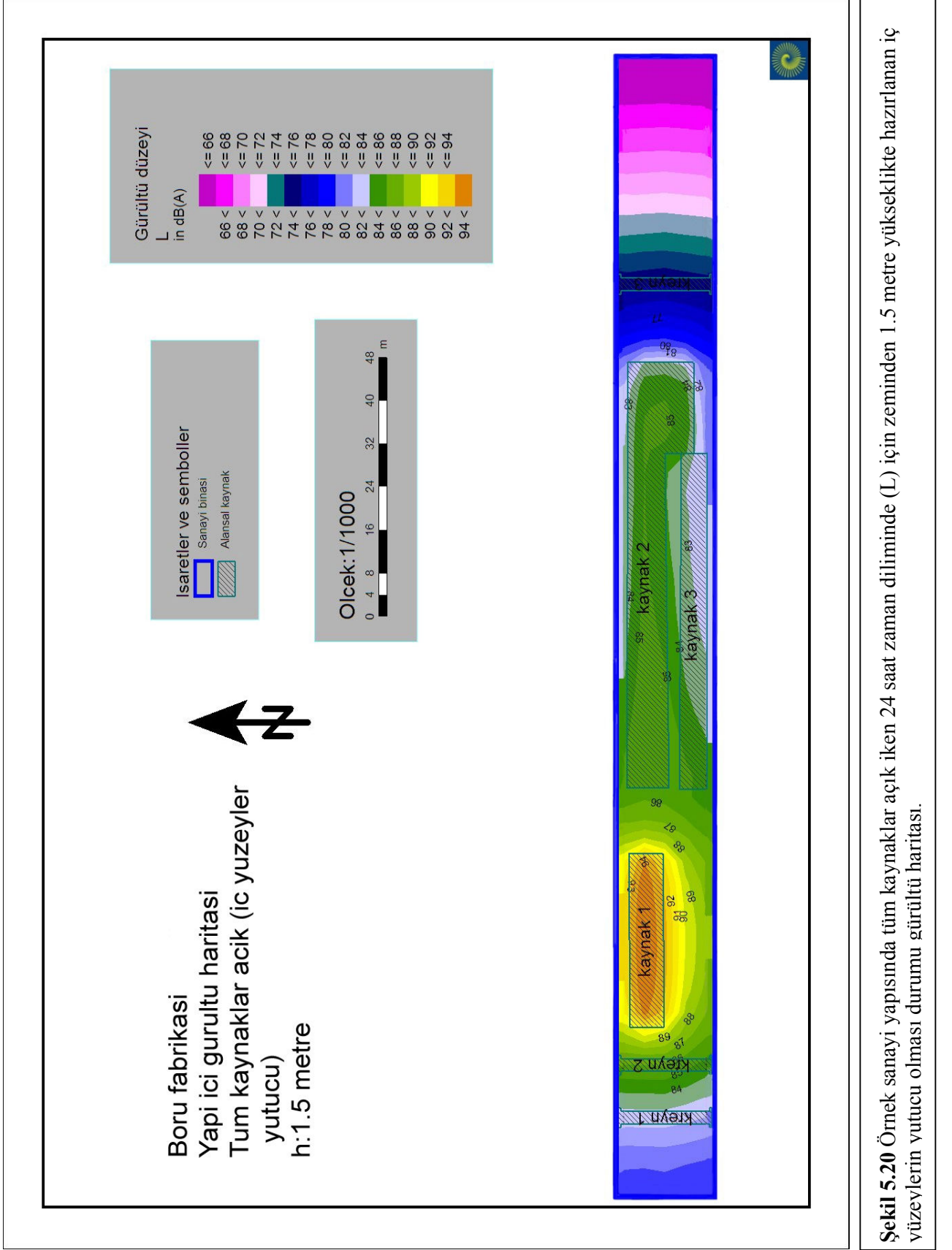
Zemin-tavan-duvarlar yutucu iken: Bu koşullarda tüm kaynakların açık olduğu durumda anlık gürültü modellemesinden elde edilen sonuçlara bakıldığında, mevcut duruma göre önemli gürültü azalmaları sağlanmakla birlikte, hacmin önemli bir bölümünde yine kabul edilebilir düzeyin sağlanamadığı görülmektedir (Şekil 5.20). Bununla birlikte Avrupa 2003/10/EC direktifi, gürültüden etkilenmeyi 8 saatlik etkilenme düzeyine bağlı olarak tanımlamakta ve 80 dBA Limit değerini vermektedir. Makinelerin çalışma süreleri göz önüne alınarak, 08.00-16.00 çalışma saatlerindeki ortalama etkilenmeyi belirlemek üzere hazırlanan gürültü haritası incelendiğinde, hacim içinde sınır değerlerin altında kalan düzeylerin elde edildiği görülmektedir (Şekil 5.21). Buna göre sanayi yapısında kullanılan yüksek yutuculuktaki yüzeyler ile ortamda istediğimiz gürültü düzeyinin oluşması sağlanmıştır.

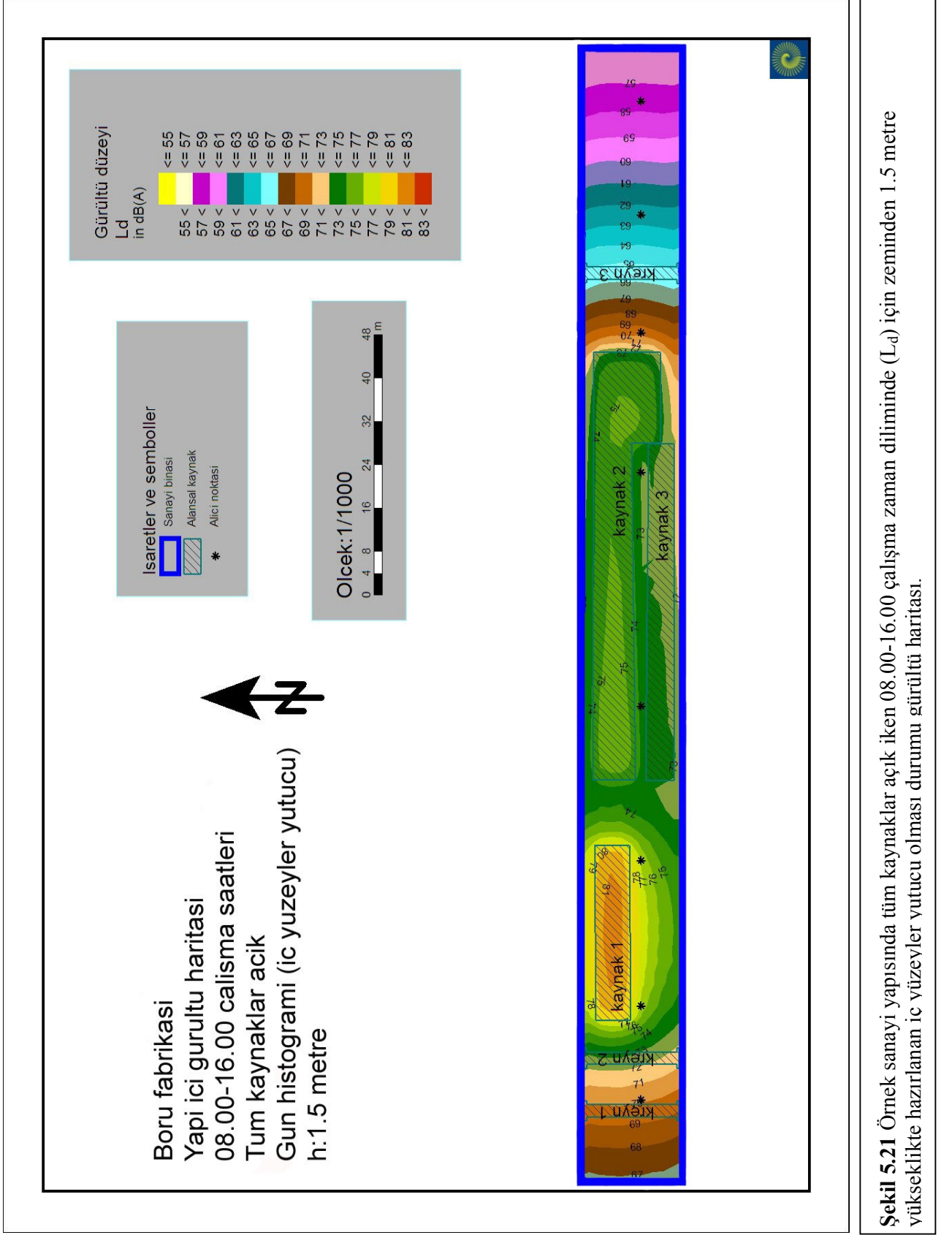
Yutuculuk yüksek iken yapı dışına yayılan gürültüyü modellemek üzere hazırlanan gürültü haritaları incelendiğinde kabul edilebilir ses düzeyi değerini (65 dBA) aşmadığı görülmektedir (Şekil 5.22). Bu yüzden yapı dışında oluşan gürültü düzeyi ile ilgili gürültü sorunu mevcut değildir.



Şekil 5.17 Örnek sanayi yapısında tüm kaynaklar açık iken 24 saat zaman diliminde (L_d) için zemininden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan zemin ve duvarlar aynı tavan yutucu olması durumu gürültü haritası.







Şekil 5.21 Örnek sanayi yapısında tüm kaynaklar açık iken 08.00-16.00 çalışma zaman diliminde (L_d) için zeminden 1.5 metre yükseklikte hazırlanan iç yüzeyler yutucu olması durumu gürültü haritası.

Şekil 5.17-Şekil 5.22 arasında yer alan haritalar, oluşan maksimum ve minimum gürültü düzeyleri belirlenerek, Lmit değeri (80 dBA) açısından değerlendirilmiş ve Çizelge 5.7’de sunulmuştur.

Çizelge 5.7 Değişik yüzey yutuculuklarında, soundPLAN programı ile hesaplanan gürültü düzeylerinin karşılaştırılması.

Koşul	Gürültü Düzeyi (Max-Min, dBA)	Gürültü Azalmaları (Max-Min, dBA)	Limit Değeri Aşma Miktarı (dBA)	Uygunluk Durumu
Tüm Kaynaklar Açık/Mevcut Durum	100-90	-	20-10	Uygun Değil
Tüm Kaynaklar Açık/Zemin-Duvarlar aynı Tavan Yutucu	96-74	4-16	16	Uygun Değil
Tüm Kaynaklar Açık/Zemin-Tavan aynı Duvarlar Yutucu	95-78	5-12	15	Uygun Değil
Tüm Kaynaklar Açık/Zemin aynı Duvarlar-Tavan Yutucu	94-66	6-24	14	Uygun Değil
Tüm Kaynaklar Açık/Tüm Yüzeyler Yutucu	93-66	7-24	13	Uygun Değil

Çizelge 5.7’de görüldüğü gibi hacmin yüzey yutuculukları kademeli olarak arttırıldığında, hacmin kimi noktalarında uygun değerlere ulaşamamaktadır. Çizelgede maksimum ve minimum gürültü haritaları verildiğinden, hacimde noktaya göre değerler ancak gürültü haritalarından okunabilmektedir. Şekil 5.17- Şekil 5.22’de yer alan haritalar incelendiğinde, özellikle kaynaklara yakın olan alanlarda, yüzey yutuculuğunun arttırılmasının gürültü düzeyinde önemli bir düşüş sağlamadığı görülmektedir. Bu durum, bu bölgede kaynaktan dolaysız gelen sesin etkin olmasının doğal sonucudur. Gürültünün en yüksek olduğu bölgeler Kaynak 1’e yakın bölgeler olduğu için Kaynak 1’in açık olması ve kapalı olması durumlarında oluşabilecek sonuçların karşılaştırılması ise Çizelge 5.8’de verilmiştir.

Çizelge 5.8 Kaynak 1’in kapalı ve Kaynak 1’in açık olması durumlarında, soundPLAN programı ile hesaplanan gürültü düzeylerinin karşılaştırılması.

Koşul	Gürültü Düzeyi (Max-Min, dBA)	Limit Değeri Aşma Miktarı (dBA)	Uygunluk Durumu
Kaynak 1 Açık iken	100-87	20-7	Uygun Değil
Kaynak 1 Kapalı (Kaynak 2-3 Açık) iken	91-84	11-4	Uygun Değil

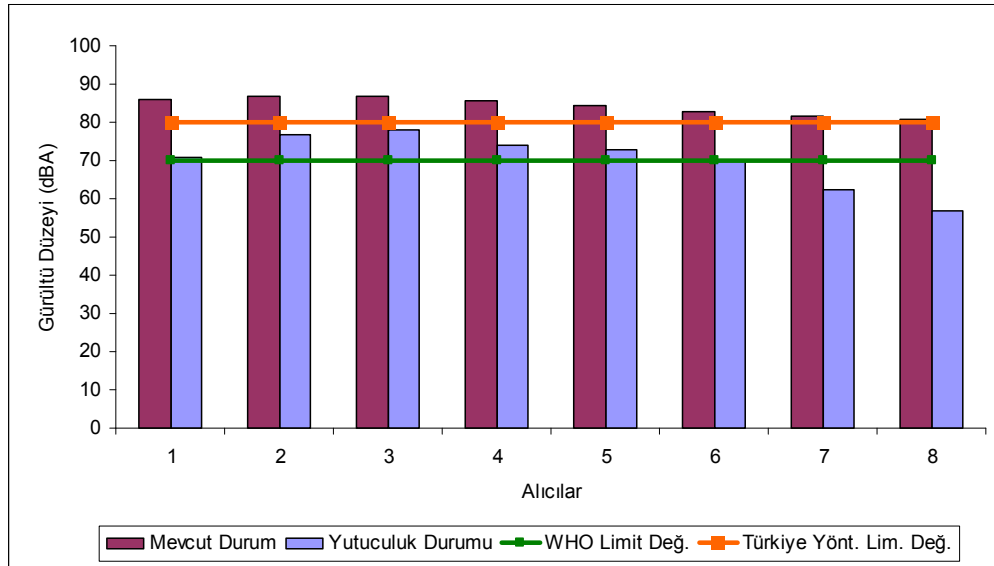
Kaynak 1'in açık olması durumunda yapı içerisinde çok yüksek düzeylerde gürültü oluşmuş ve Kaynak 1'in kapalı olması durumunda bu düzeylerin 9 dBA dolaylarında düştüğü görülmüştür. Yutucu malzemeler kullanılarak bu düşüşün daha çok olacağı düşünülebilir. Düşme fazla olmasına rağmen Limit değerinin üstünde değerlerin yapı içerisinde oluşabileceği görülmektedir.

Öte yandan, yönetmelik ve standartlarda Limit değerinin 8 saatlik zaman dilimine göre verilmesi nedeniyle hacimde mevcut durumda ve yüzey yutuculukları arttırıldığında oluşan gürültü düzeyi aralıkları da belirlenmiştir. Şekil 5.14 ve Şekil 5.21'de yer alan gürültü haritalarından elde edilen değerler Çizelge 5.9'da yer almaktadır.

Çizelge 5.9 08.00-16.00 saatleri arasında mevcut durum ve tüm yüzeylerin yutucu olması durumlarında, soundPLAN programı ile hesaplanan gürültü düzeylerinin karşılaştırılması

Koşul	Gürültü Düzeyi (Max-Min, dBA)	Gürültü Azalmaları (Max-Min, dBA)	Limit Değeri Aşma Miktarı (dBA)	Uygunluk Durumu
08:00-16:00 Çalışma Saatleri/Mevcut Durum	86-78		6	Uygun Değil
08:00-16:00 Çalışma Saatleri/Tüm Yüzeyler Yutucu	81-57	5-21	1	Uygun

Yüzeylerde yutuculuğu yüksek gereçler kullanıldığında, sekiz saatlik zaman dilimi için hesaplanan gürültü düzeylerinin, kabul edilebilir değerinin altında kaldığı, yani uygun koşulların oluştuğu saptanmıştır. Şekil 5.23'te yer alan grafikte görüldüğü gibi, referans olarak alınan alıcı noktalarının tümünde gürültü düzeyi açısından Limit değeri elde edilmektedir.



Şekil 5.23 Alıcılar için mevcut durum ve tüm yüzeyler yutucu iken gürültü düzeyi değerleri

Dışarıya yayılan gürültünün mevcut durum ve yutuculuğun yüksek olması durumlarında elde edilen gürültü düzeyleri açısından karşılaştırılması ise, Çizelge 5.10’da verilmiştir.

Çizelge 5.10 Dışarıya yayılan gürültünün mevcut ve yüzeylerin yutucu olması durumlarında, SoundPLAN programı ile hesaplanan gürültü düzeylerinin karşılaştırılması

Koşul	Gürültü Düzeyi (Max-Min, dBA)	Gürültü Azalmaları (Max-Min, dBA)	Limit Değeri Aşma Miktarı (dBA)	Uygunluk Durumu
Dış Gürültü/Mevcut Durum	63-30	-	-	Uygun
Dış Gürültü/Tüm Yüzeyler Yutucu	51-13	12-17	-	Uygun

Çizelge 5.10’a göre dışarıya yayılan gürültü ile ilgili mevcut durumda ve yutuculuk olması durumlarında herhangi bir sorun oluşmadığı görülmektedir.

Yapılan inceleme ve değerlendirmelere göre, kaynakların çalışma sisteminden ve yansıtıcı yüzeylerin kullanımından dolayı hacim içerisinde ciddi gürültü düzeyi oluştuğu görülmektedir. Hacim içerisindeki gürültü düzeyini azaltmak için, hacmin toplam yutuculuğu kademeli olarak arttırılmış, hacim içerisinde gürültü düzeyi düşürülmüştür. Ancak Limit değerine hacmin tüm yüzeylerinin yutuculuğu arttırılarak ulaşılabilmektedir.

6. SONUÇ

Sanayi yapıları gürültünün yoğun olarak yaşandığı yerlerden biri olmakla beraber ülke nüfusunun büyük bir çoğunluğu buralarda çalışmaktadır. Bu yüzden sanayi yapısı inşa edileceği zaman gerek yer seçiminde gerekse inşaatında kullanılacak malzemelerin seçiminde dikkatli olunmalı, oluşabilecek gürültü saptanmalıdır. Buna göre gerekli önlemlerin alınması sağlanmalıdır. Eğer sanayi yapısı yapılmış durumdaysa gürültünün Limit değerleri aşmaması için yapı içerisinde çeşitli önlemler alınmalıdır.

Tez kapsamında örnek sanayi yapısı içerisinde yapılan ölçümler ve haritalardaki sonuçlar dikkate alındığında özellikle kullanımın yoğun olduğu alanlarda gürültü düzeyi Limit değerleri aşmaktadır. Sanayi yapısında önceden planlanmış bir yapılanma programı söz konusu değildir. Bu yüzden sanayi yapısında gürültü kaynağının gürültüye yol açan parçalarında (zincir, bilye vb.) yapısal değişiklikler yapılması, eski parçaların gürültüyü azaltacak şekilde yenilenmesi gerekmektedir. Kaynaktan çıkan sesin alıcıyı rahatsız etmeyecek şekilde ulaşması için gürültü kaynağının ses iletimini azaltan yutuculuğu yüksek kabin veya engeller içerisine alınması gerekmektedir. Ayrıca yapı içerisinde çeşitli yüzeylerin yutuculukları artırılmalı ve gürültüye maruz kalan çalışanların kulaklık takma mecburiyeti getirilerek eğitimle bu konuda bilinçlendirilmeleri sağlanmalıdır.

Ana makinelerin yüksek düzeyde gürültüye sahip olmaları diğer gürültü kaynaklarından (klima, kompresör vb.) çıkan gürültüyü önemsiz kılmaktadır. Modelleme yoluyla elde edilen gürültü düzeyi değerlerini Limit değerine indirebilmek için sanayi yapısı içerisinde zemin, tavan ve yüzey yutuculuğu yüksek malzemeler ile kaplandığı varsayılmıştır. Bu durumda Limit değerine 08.00-16.00 çalışma saatlerinde ulaşılabilmiştir. Ayrıca elde edilen haritalardan dışarıya yayılan gürültü ile ilgili olarak herhangi bir sorunun olmadığı görülmüştür. Tüm değerler Limit değerinin altında kalmıştır.

Bu tez kapsamında, sanayi tesislerinde tesis içinde oluşan ve dışarıya yayılan gürültünün ayrıntılı olarak değerlendirilebilmesi için önemli yararlar sağlayan gürültü haritalarının hazırlanmasına örnek oluşturacak bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Pek çok sanayi yapısında sorun olan ve çalışma kapsamındaki tesiste de ortaya konan gürültü sorunu ancak mimari tasarım aşamasında uygun çözümlerin getirilmesi ile ortadan kalkabilir. Bu aşamada da, gürültü kaynaklarının özelliklerinin ayrıntılı olarak değerlendirmeye alınıp, bu çalışma kapsamında örneklendiği gibi gürültü haritalarının oluşturulması, çözümlerin sağlıklı olabilmesi açısından son derecede yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR:

Akgün, E. (1992), Türkiye'deki Endüstri Yapılarının Strüktüel Gelişimi ve İrdelenmesi, YL tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aknesil, E. A., (2001), Konutlarda Gürültü, İzolasyon Dünyası Dergisi, Isı-Ses-Su-Yangın Yalıtımı, İzoder yayını, 28, s.28-31, Mart-Nisan.

Anon., (1996), Future Noise Policy, European Commission Green Paper, Com (96), Commission of E.C., Brussels, Belgium.

Anon., (2007), SoundPLAN User's Book, Germany.

Cavanaugh, W. J., Wilkes, J. A., (1999), Architectural Acoustics, John Wilwy and Sons, INC., Canada.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, (2003), 9 Aralık 2003 tarih, 25311 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, Ankara.

Çalışma ve sosyal Güvenlik Bakanlığı, (2003), 23 Aralık 2003 tarih, 25325 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Titreşim Yönetmeliği, Ankara.

Çevre Bakanlığı, (2008), 7 Mart 2008 tarih, 26809 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, Ankara.

Demirkale, S.Y., (1992), Yapı Elemanlarında Ses Yalıtımı, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

Harris, C.M., (1979), Handbook of Noise Control, McGraw Hill, USA.

Harris, C.M., (1994), Noise Control in Buildings, McGraw-Hill, INC., USA.

Ginn, K. B., (1978), Architectural Acoustics, Bruel and Kjaer, Denmark.

İlgürel, M.N., (2003), Sanayi Yapılarının Mimarisinde Gürültünün Tasarım Ölçütü Olarak Değerlendirilmesi, YL tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

İşler, E., (2005), Kentsel Ölçekte Gürültünün Denetlenmesinde Engel Etkinliğinin İncelenmesi, YL tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Karabiber, Z., (1992), Mimari Akustikte Ses Ölçmeleri, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Maekawa, Z., (1994), Environmental and Architectural Acoustics, E & FN SPON, London.

Potirakis, S.vd., (2006), Euronoise 2006, Noise Mapping in Textile Machine Noise Analysis and Reduction, Tampere, Finland.

Türker, A., (2003), Gürültü ve Titreşim Yalıtımı Teknik Sunumu, ODE Mühendislik, İstanbul.

Yüksel, Z., Akdağ, N. Y., Aknesil A. E.,(2005) “YALITIM” , Bölüm 2-Gürültü Denetimi , , TMMOB yayını, yayın no: MMO/2005/399, İstanbul.

İNTERNET KAYNAKLARI:

[1] www.tiphacettepe.edu.tr

[2] www.2dyapi.com

[3] www.ilo.org

[4] www.info.gov.za

[5] www.dgfasli.nic.in

[6] www.hse.gov.uk

[7] www.ccohc.mb.ca

[8] www.mflohc.mb.ca

[9] www.legaltext.ee

[10] www.eur-lex.europa.eu

7. EKLER:

EK 1: Tüm Kaynaklar Açık İken Alıcılara Ait Veriler

Ek 2: 08.00-16.00 Çalışma Saatlerinde Alıcılara Ait Veriler

EK1 Tüm Kaynaklar Açık İken Alıcılara Ait Veriler.

Source	Lw	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
kaynak 1	111,2	66,2	86,2	93,2	97,2	100,2	102,2	97,2	95,2
kaynak 3	97,0	50,2	59,2	67,2	83,7	87,2	87,2	84,2	80,2
kaynak 2	105,1	66,2	74,2	82,6	91,0	91,2	96,2	92,2	93,3
kreyin1	76,4	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	66,4
kreyin2	76,4	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	66,4
kreyin 3	76,3	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	66,3

Kaynaklardan alıcılara ulaşan gürültü düzeyi değerleri

Source	00-01 AM	01-02 AM	02-03 AM	03-04 AM	04-05 AM	05-06 AM	06-07 AM	07-08 AM	08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM	05-06 PM	06-07 PM	07-08 PM	08-09 PM	21-22 PM	10-11 PM	11-12 PM
kaynak 1	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	111,2	111,2	111,2	111,2	111,2	111,2	111,2	111,2	111,2	111,2	111,2	111,2	111,2	111,2	111,2	111,2	96,2	96,2
kaynak 3	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	97,0	82,0	82,0
kaynak 2	90,1	90,1	90,1	90,1	90,1	90,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	105,1	90,1	90,1
kreyin1	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	61,4	61,4
kreyin2	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	61,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	76,4	61,4	61,4
kreyin 3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	61,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	76,3	61,3	61,3

24 saat zaman diliminde kaynaklardan alıcılara ulaşan gürültü düzeyi değerleri

A m ²	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1,0 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
168,83	0,025	0,025	0,030	0,030	0,040	0,045	0,050	0,060
1878,99	0,030	0,030	0,033	0,031	0,040	0,045	0,050	0,059
167,76	0,045	0,045	0,043	0,033	0,040	0,044	0,048	0,057
1879,68	0,028	0,028	0,032	0,030	0,040	0,045	0,050	0,060
3904,69	0,020	0,020	0,020	0,020	0,030	0,040	0,040	0,050
3904,69	0,023	0,023	0,021	0,020	0,029	0,039	0,038	0,047
	0,020	0,020	0,020	0,020	0,030	0,040	0,040	0,050

Sanayi yapısı cephe alanları ve yutuculuk verileri

Statistics								
Room height [m]:	9,0							
Density of scattering objects [1/m]:	0,026							
Room surface [m ²]:	11905							
Room volume [m ³]:	35142							
Frequency [Hz]	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Equiv. absorption surface [m ²]	291	291	296	282	394	492	507	620
Mean degree of absorption	0,024	0,024	0,025	0,024	0,033	0,041	0,043	0,052
Reverberation [s]	15,7	15,7	15,5	16,1	11,4	9,0	8,8	7,1

Sanayi yapısına ait yutuculuk istatistikleri

Ek1.1 SoundPLAN programında tüm kaynaklar açık iken 24 saat zaman dilimine ait alıcılarda oluşan ses düzeyleri ve sanayi yapısına ait yutuculuk spektrumu analizi.

1 NOLU ALICI VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	58,4	74,3	81,1	85,0	86,3	87,0	80,5	74,9
Ld	56,9	72,8	79,6	83,6	84,8	85,5	79,1	73,4
Le	55,7	71,6	78,4	82,4	83,6	84,3	77,8	72,2
Ln	48,7	64,7	71,5	75,4	76,6	77,3	70,9	65,2

Alıcı 1’de oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

00-01 AM	01-02 AM	02-03 AM	03-04 AM	04-05 AM	05-06 AM	06-07 AM	07-08 AM	08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM	05-06 PM	06-07 PM	07-08 PM	08-09 PM	09-10 PM	10-11 PM	11-12 PM
80,2	80,2	80,2	80,2	80,2	80,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	80,2	80,2

24 saat diliminde alıcı 1’de oluşan ses düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
kaynak 1		Area	96,33	94,84	93,84	86,68
kaynak 3		Area	77,58	76,09	74,89	67,93
kaynak 2		Area	84,07	82,59	81,38	74,42
kreyn1		Area	64,73	63,24	62,04	55,08
kreyn2		Area	63,83	62,35	61,14	54,18
kreyn 3		Area	54,61	53,13	51,92	44,96

Alıcı 1’e kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

2 NOLU ALICI VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	58,3	74,9	81,7	85,7	87,2	88,3	82,2	77,9
Ld	56,8	73,4	80,3	84,2	85,7	86,8	80,8	76,4
Le	55,6	72,2	79,1	83,0	84,5	85,6	79,5	75,2
Ln	48,6	65,2	72,1	76,1	77,6	78,6	72,6	68,3

Alıcı 2’de oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

00-01 AM	01-02 AM	02-03 AM	03-04 AM	04-05 AM	05-06 AM	06-07 AM	07-08 AM	08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM	05-06 PM	06-07 PM	07-08 PM	08-09 PM	09-10 PM	10-11 PM	11-12 PM
81,2	81,2	81,2	81,2	81,2	81,2	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	96,2	81,2	81,2

24 saat diliminde alıcı 2’de oluşan ses düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
kaynak 1		Area	97,46	95,97	94,76	87,80
kaynak 3		Area	78,15	76,67	75,46	68,50
kaynak 2		Area	84,67	83,18	81,98	75,02
kreyn1		Area	62,69	61,21	60,00	53,04
kreyn2		Area	63,24	61,75	60,55	53,59
kreyn 3		Area	54,90	53,41	52,20	45,25

Alıcı 2’ye kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

Ek1.2 SoundPLAN programında veriler sonucu tüm kaynaklar açık iken alıcı 1 ve alıcı 2 için elde edilen gürültü düzeyleri değerleri.

3 NOLU ALICI VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	57,9	74,6	81,5	85,5	87,0	88,1	82,2	78,1
Ld	56,4	73,1	80,0	84,0	85,5	86,6	80,7	76,6
Le	55,2	71,9	78,8	82,8	84,3	85,4	79,5	75,4
Ln	48,2	65,0	71,8	75,9	77,4	78,5	72,5	68,4

Alıcı 3'te oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

00-01 AM	01-02 AM	02-03 AM	03-04 AM	04-05 AM	05-06 AM	06-07 AM	07-08 AM	08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM	05-06 PM	06-07 PM	07-08 PM	08-09 PM	09-10 PM	10-11 PM	11-12 PM
81,1	81,1	81,1	81,1	81,1	81,1	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1	96,1	81,1	81,1

24 saat diliminde alıcı 3'te oluşan ses düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	
kaynak 1		Area		97,14	95,65	94,45	87,49
kaynak 3		Area		79,75	78,26	77,06	70,10
kaynak 2		Area		86,32	84,84	83,63	76,67
kreyn1		Area		60,57	59,09	57,88	50,92
kreyn2		Area		60,86	59,37	58,16	51,21
kreyn 3		Area		55,91	54,42	53,22	46,26

Alıcı 3'e kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

4 NOLU ALICI VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	57,3	72,9	79,7	84,1	84,9	85,9	79,8	75,9
Ld	55,8	71,4	78,2	82,6	83,4	84,4	78,4	74,4
Le	54,6	70,2	77,0	81,4	82,2	83,2	77,2	73,2
Ln	47,6	63,2	70,1	74,4	75,3	76,3	70,2	66,2

Alıcı 4'te oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

00-01 AM	01-02 AM	02-03 AM	03-04 AM	04-05 AM	05-06 AM	06-07 AM	07-08 AM	08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM	05-06 PM	06-07 PM	07-08 PM	08-09 PM	09-10 PM	10-11 PM	11-12 PM
79,1	79,1	79,1	79,1	79,1	79,1	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1	94,1	79,1	79,1

24 saat diliminde alıcı 4'te oluşan ses düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	
kaynak 1		Area		94,27	92,79	91,58	84,62
kaynak 3		Area		82,35	80,86	79,66	72,70
kaynak 2		Area		88,80	87,31	86,11	79,15
kreyn1		Area		58,61	57,13	55,92	48,96
kreyn2		Area		58,86	57,37	56,16	49,21
kreyn 3		Area		57,34	55,85	54,65	47,89

Alıcı 4'e kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

Ek1.3 SoundPLAN programında veriler sonucu tüm kaynaklar açık iken alıcı 1 ve alıcı 2 için elde edilen gürültü düzeyleri değerleri.

5 NOLU ALICI VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	56,8	71,0	77,9	82,6	82,7	83,8	77,8	74,8
Ld	55,3	69,5	76,4	81,1	81,2	82,3	76,3	73,3
Le	54,1	68,3	75,2	79,9	80,0	81,1	75,1	72,1
Ln	47,1	61,3	68,2	72,9	73,0	74,1	68,2	65,2

Alıcı 5'te oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

00-01 AM	01-02 AM	02-03 AM	03-04 AM	04-05 AM	05-06 AM	06-07 AM	07-08 AM	08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM	05-06 PM	06-07 PM	07-08 PM	08-09 PM	09-10 PM	10-11 PM	11-12 PM
77,1	77,1	77,1	77,1	77,1	77,1	92,1	92,1	92,1	92,1	92,1	92,1	92,1	92,1	92,1	92,1	92,1	92,1	92,1	92,1	92,1	92,1	77,1	77,1

24 saat diliminde alıcı 5'te oluşan ses düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
kaynak 1		Area	91,09	89,60	88,40	81,44
kaynak 3		Area	81,78	80,30	79,09	72,13
kaynak 2		Area	89,36	87,88	86,67	79,71
kreyn1		Area	56,11	54,62	53,42	46,46
kreyn2		Area	56,33	54,84	53,64	46,68
kreyn 3		Area	60,19	58,70	57,49	50,54

Alıcı 5'e kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

6 NOLU ALICI VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	56,4	70,1	76,9	81,6	81,2	82,1	75,8	72,5
Ld	54,9	68,6	75,4	80,1	79,7	80,6	74,3	71,0
Le	53,7	67,4	74,2	78,9	78,5	79,4	73,1	69,8
Ln	46,8	60,4	67,3	71,9	71,5	72,5	66,2	62,8

Alıcı 6'da oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

00-01 AM	01-02 AM	02-03 AM	03-04 AM	04-05 AM	05-06 AM	06-07 AM	07-08 AM	08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM	05-06 PM	06-07 PM	07-08 PM	08-09 PM	09-10 PM	10-11 PM	11-12 PM
75,7	75,7	75,7	75,7	75,7	75,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	75,7	75,7

24 saat diliminde alıcı 6'da oluşan ses düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
kaynak 1		Area	89,58	88,07	86,87	79,91
kaynak 3		Area	79,27	77,78	76,58	69,62
kaynak 2		Area	88,20	86,71	85,51	78,55
kreyn1		Area	54,97	53,49	52,28	45,32
kreyn2		Area	55,13	53,64	52,43	45,48
kreyn 3		Area	62,47	60,98	59,78	52,82

Alıcı 6'ya kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

Ek1.4 SoundPLAN programında veriler sonucu tüm kaynaklar açık iken alıcı 1 ve alıcı 2 için elde edilen gürültü düzeyleri değerleri.

7 NOLU ALICI VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	56,0	69,5	76,3	80,8	80,1	80,5	73,6	68,5
Ld	54,5	68,0	74,8	79,3	78,6	79,0	72,1	67,0
Le	53,3	66,8	73,6	78,1	77,4	77,8	70,9	65,8
Ln	46,3	59,8	66,6	71,2	70,4	70,9	64,0	58,8

Alıcı 7’de oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

00-01 AM	01-02 AM	02-03 AM	03-04 AM	04-05 AM	05-06 AM	06-07 AM	07-08 AM	08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM	05-06 PM	06-07 PM	07-08 PM	08-09 PM	09-10 PM	10-11 PM	11-12 PM
74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5

24 saat diliminde alıcı 7’de oluşan ses düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
kaynak 1		Area		88,82	87,14	85,93
kaynak 3		Area		78,06	76,57	75,37
kaynak 2		Area		86,55	85,06	83,86
kreyn1		Area		54,20	52,71	51,51
kreyn2		Area		54,42	52,93	51,73
kreyn 3		Area		62,79	61,31	60,10

Alıcı 7’ye kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

8 NOLU ALICI VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	55,6	69,2	76,0	80,4	79,5	79,7	72,5	66,0
Ld	54,1	67,7	74,5	78,9	78,0	78,2	71,0	64,5
Le	52,9	66,5	73,3	77,7	76,8	77,0	69,8	63,3
Ln	46,9	59,5	66,3	70,8	69,9	70,1	62,8	56,4

Alıcı 8’de oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

00-01 AM	01-02 AM	02-03 AM	03-04 AM	04-05 AM	05-06 AM	06-07 AM	07-08 AM	08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM	05-06 PM	06-07 PM	07-08 PM	08-09 PM	09-10 PM	10-11 PM	11-12 PM
73,9	73,9	73,9	73,9	73,9	73,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9

24 saat diliminde alıcı 8’de oluşan ses düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
kaynak 1		Area		88,12	86,64	85,43
kaynak 3		Area		77,44	75,95	74,75
kaynak 2		Area		85,79	84,31	83,10
kreyn1		Area		53,89	52,40	51,20
kreyn2		Area		54,01	52,52	51,32
kreyn 3		Area		61,79	60,31	59,10

Alıcı 8’e kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

Ek1.5 SoundPLAN programında veriler sonucu tüm kaynaklar açık iken alıcı 1 ve alıcı 2 için elde edilen gürültü düzeyleri değerleri.

Ek2 08.00-16.00 Çalışma Saatlerinde Alıcılara Ait Veriler

Source	L _w	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
► kaynak 1	111,2	66,2	66,2	93,2	97,2	100,2	102,2	97,2	95,2
kaynak 3	97,0	50,2	59,2	67,2	83,7	87,2	87,2	84,2	80,2
kaynak 2	105,1	66,2	74,2	82,6	91,0	91,2	96,2	92,2	93,3
kreyn1	76,4	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	66,4
kreyn2	76,4	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	66,4
kreyn 3	76,3	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	66,3

Kaynaklardan alıcılara ulaşan gürültü düzeyi değerleri

Source	08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM
► kaynak 1	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9	105,9
kaynak 3	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8
kaynak 2	103,6	103,6	103,6	103,6	103,6	103,6	103,6	103,6
kreyn1	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3
kreyn2	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3
kreyn 3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3

08.00-16.00 zaman diliminde kaynaklardan alıcılara ulaşan gürültü düzeyi değerleri

*AbsName	A m ²	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1,0 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
► sol yan cephe (0.0-18.8m)	168,83	0,025	0,025	0,030	0,030	0,040	0,045	0,050	0,060
on cephe (0.0-208.8m)	1878,99	0,030	0,030	0,033	0,031	0,040	0,045	0,050	0,059
sag yan cephe (0.0-18.6m)	167,76	0,045	0,045	0,043	0,033	0,040	0,044	0,048	0,057
arka cephe (0.0-208.9m)	1879,68	0,028	0,028	0,032	0,030	0,040	0,045	0,050	0,060
Oda tabanı	3904,69	0,020	0,020	0,020	0,020	0,030	0,040	0,040	0,050
Tavan	3904,69	0,023	0,023	0,021	0,020	0,029	0,039	0,038	0,047

Sanayi yapısı cephe alanları ve yutuculuk verileri

Frequency [Hz]	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Equiv. absorption surface [m ²]	291	291	296	282	394	492	507	620
Mean degree of absorption	0,024	0,024	0,025	0,024	0,033	0,041	0,043	0,052
Reverberation [s]	15,7	15,7	15,5	16,1	11,4	9,0	8,8	7,1

Sanayi yapısına ait yutuculuk istatistikleri

Ek2.1 SoundPLAN programında tüm kaynaklar açık iken 08.00-16.00 çalışma saatlerine ait alıcılarda oluşan ses düzeyleri ve sanayi yapısına ait yutuculuk spektrumu analizi.

1 NOLU ALICI VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	47,5	60,6	67,3	71,5	72,5	73,3	66,9	61,2
Ld	50,5	63,6	70,4	74,5	75,5	76,3	69,9	64,2

Alıcı 1’de oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM
87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	87,3	86,6

08.00-16.00 saat diliminde alıcı 1’de oluşan ses düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)
kaynak 1		Area	82,36	85,37
kaynak 3		Area	66,10	69,11
kaynak 2		Area	73,26	76,27
kreyn1		Area	55,46	58,47
kreyn2		Area	54,57	57,58
kreyn 3		Area	45,34	48,35

Alıcı 1’e kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

2 NOLU ALICI VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	47,1	61,1	67,9	72,1	73,5	74,6	68,5	64,2
Ld	50,1	64,1	71,0	75,2	76,5	77,6	71,5	67,2

Alıcı 2’de oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM
88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	87,7

08.00-16.00 saat diliminde alıcı 2’de oluşan gürültü düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)
kaynak 1		Area	83,48	86,49
kaynak 3		Area	66,68	69,69
kaynak 2		Area	73,86	76,87
kreyn1		Area	53,42	56,44
kreyn2		Area	53,97	56,98
kreyn 3		Area	45,63	48,64

Alıcı 2’ye kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

Ek2.2 SoundPLAN programında veriler sonucu tüm kaynaklar açık iken alıcı 1 ve alıcı 2 için elde edilen gürültü düzeyleri değerleri.

3 NOLU ALICI VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	46,6	60,8	67,7	72,1	73,3	74,6	68,6	64,6
Ld	49,6	63,8	70,7	75,1	76,3	77,6	71,7	67,6

Alıcı 3'te oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM
88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	88,3	87,4

08.00-16.00 saat diliminde alıcı 3'te oluşan gürültü düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)
kaynak 1		Area	83,17	86,18
kaynak 3		Area	68,27	71,28
kaynak 2		Area	75,52	78,53
kreyn1		Area	51,31	54,32
kreyn2		Area	51,59	54,60
kreyn 3		Area	46,64	49,65

Alıcı 3'e kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

4 NOLU ALICI I VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	46,2	59,2	66,2	71,1	71,7	73,1	67,3	64,1
Ld	49,2	62,3	69,2	74,1	74,7	76,1	70,3	67,1

Alıcı 4'te oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM
87,1	87,1	87,1	87,1	87,1	87,1	87,1	87,1	84,6

08.00-16.00 saat diliminde alıcı 4'te oluşan gürültü düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)
kaynak 1		Area	80,30	83,31
kaynak 3		Area	70,87	73,88
kaynak 2		Area	77,99	81,00
kreyn1		Area	49,34	52,35
kreyn2		Area	49,59	52,60
kreyn 3		Area	48,07	51,08

Alıcı 4'e kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

Ek2.3 SoundPLAN programında veriler sonucu tüm kaynaklar açık iken alıcı 3 ve alıcı 4 için elde edilen gürültü düzeyleri değerleri.

5 NOLU ALICI I VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	45,9	57,6	64,6	70,1	70,0	71,7	66,1	63,8
Ld	48,9	60,6	67,6	73,1	73,0	74,7	69,2	66,8

Alıcı 5'te oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM
85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	81,4

08.00-16.00 saat diliminde alıcı 5'te oluşan gürültü düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)
kaynak 1		Area	77,12	80,13
kaynak 3		Area	70,31	73,32
kaynak 2		Area	78,56	81,57
kreyn1		Area	46,84	49,85
kreyn2		Area	47,06	50,07
kreyn 3		Area	50,92	53,93

Alıcı 5'e kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

6 NOLU ALICI I VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	45,7	56,7	63,7	69,1	68,5	70,2	64,3	61,5
Ld	48,8	59,7	66,7	72,1	71,5	73,2	67,3	64,6

Alıcı 6'da oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM
84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	84,5	79,8

08.00-16.00 saat diliminde alıcı 6'da oluşan gürültü düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)
kaynak 1		Area	75,58	78,59
kaynak 3		Area	67,79	70,80
kaynak 2		Area	77,39	80,40
kreyn1		Area	45,71	48,72
kreyn2		Area	45,86	48,87
kreyn 3		Area	53,20	56,21

Alıcı 6'ya kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

Ek2.4 SoundPLAN programında veriler sonucu tüm kaynaklar açık iken alıcı 5 ve alıcı 6 için elde edilen gürültü düzeyleri değerleri.

7 NOLU ALICI VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	45,4	56,1	63,0	68,3	67,4	68,5	62,0	57,5
Ld	48,4	59,1	66,0	71,3	70,4	71,5	65,0	60,5

Alıcı 7'de oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM
83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	78,9

08.00-16.00 saat diliminde alıcı 7'de oluşan gürültü düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)
kaynak 1		Area	74,65	77,66
kaynak 3		Area	66,59	69,60
kaynak 2		Area	75,74	78,75
kreyn1		Area	44,93	47,94
kreyn2		Area	45,15	48,16
kreyn 3		Area	53,53	56,54

Alıcı 7'ye kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

8 NOLU ALICI VERİLERİ

Time Slice	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Lden	45,0	55,8	62,7	67,9	66,8	67,7	60,8	55,0
Ld	48,0	58,8	65,7	70,9	69,8	70,7	63,8	58,0

Alıcı 8'de oluşan gürültü düzeyleri ($L_{den}-L_d$)

08-09 AM	09-10 AM	10-11 AM	11-12 AM	12-01 PM	01-02 PM	02-03 PM	03-04 PM	04-05 PM
82,5	82,5	82,5	82,5	82,5	82,5	82,5	82,5	78,4

08.00-16.00 saat diliminde alıcı 8'de oluşan gürültü düzeyleri

QName	Lane	SType	Lden dB(A)	Ld dB(A)
kaynak 1		Area	74,15	77,16
kaynak 3		Area	65,96	68,97
kaynak 2		Area	74,98	77,99
kreyn1		Area	44,62	47,63
kreyn2		Area	44,74	47,75
kreyn 3		Area	52,52	55,53

Alıcı 8'e kaynaklardan gelen gürültü düzeyleri

Ek2.5 SoundPLAN programında veriler sonucu tüm kaynaklar açık iken alıcı 7 ve alıcı 8 için elde edilen gürültü düzeyleri değerleri.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	04.05.1980	
Doğum Yeri	Adıyaman	
Lise	1994-1998	Adıyaman Anadolu Öğretmen Lisesi
Lisans	1999-2004	Dicle Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	2004-2008	Yıldız teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Fiziği Ana Bilim Dalı
Çalıştığı Kurumlar	2005-2006	İSKİ Genel Müdürlüğü/İstanbul
	2007-2008	Elele Yapı/Kocaeli
	2008-...	Se&Da Mimarlık (Şahsi Büro)/Adıyaman