



**ÇEVRESEL GÜRÜLTÜNÜN KONAKLAMA TESİSLERİNE OLAN ETKİSİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA VE BİR ÖRNEKLEM**

Cengiz BELEK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2017

Cengiz BELEK tarafından hazırlanan “ÇEVRESEL GÜRÜLTÜNÜN KONAKLAMA TESİSLERİNE OLAN ETKİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA VE BİR ÖRNEKLEM” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Çevre Bilimleri Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Füsun DEMİREL

Mimarlık, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Başkan: Prof.Dr. Nizami AKTÜRK

Makine Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Yrd.Doç.Dr. Papatya Nur DÖKMECİ YÖRÜKOĞLU

İç Mimarlık, Çankaya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 09/05/2017

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Cengiz BELEK

09/05/2017

ÇEVRESEL GÜRÜLTÜNÜN KONAKLAMA TESİSLERİNE OLAN ETKİSİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA VE BİR ÖRNEKLEM
(Yüksek Lisans Tezi)

Cengiz BELEK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2017

ÖZET

Trafik gürültüsü; nüfus yoğunluğu ve buna bağlı olarak araç sayılarının artması sebebiyle insanları tehdit eden, görünmez bir kirlilik oluşturmaktadır. İnsanların dinlenmek ya da eğlenmek amacıyla kullandıkları oteller -özellikle şehir merkezinde bulunanlar- trafik gürültüsünden fazlaca etkilenmektedir. Bu çalışmada, Ankara ili merkezinde bulunan ve Ankara Büyükşehir Belediyesi araç sayım verileri baz alınarak, yıllık araç yoğunluğunun 6 milyondan fazla olduğu tespit edilen karayolu üzerindeki bir otel binası incelenmiştir. Karayolu trafik gürültüsünün belirlenmesi ve gürültü haritası oluşturulması için CadnaA (CadnaA 4.5) simülasyon programı kullanılmıştır. Bu kapsamda, söz konusu otel binasının cephelerine gelen çevresel gürültü düzeyi ölçülmüş, gürültü haritası oluşturularak değerlendirme yapılmıştır. Aynı zamanda otelde 9 farklı odada; güney-kuzey cephesine gelen çevresel gürültü, iç mekân ölçümleri ve 3 farklı odada akustik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Sonrasında, CadnaA simülasyon programı sonuçları ile mevcut durum ölçüm değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca yapı elemanlarının (dış cephe, odalar arası duvar ve kapı) ses geçiş kaybını hesaplamak için akustik ölçümler de yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar; Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY) ve ilgili mevzuatlar ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Bilim Kodu : 80101
Anahtar Kelimeler : CadnaA, Trafik gürültüsü, Gürültü haritası, Otel binaları
Sayfa Adedi : 90
Danışman : Prof. Dr. Füsun DEMİREL

A RESEARCH AND A CASE STUDY ON THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL
NOISE ON ACCOMMODATION FACILITIES

(M. Sc. Thesis)

Cengiz BELEK

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

May 2017

ABSTRACT

Traffic noise creates an invisible pollution that threatens people due to increasing of population density and vehicle numbers. The hotels (especially located in the city center) that people use to rest or have fun are heavily influenced by the traffic noise. In this study, a hotel building located in the city center of Ankara and near the highway which is determined to have more than 6 million vehicles per year based on Ankara Metropolitan Municipality vehicle counts data has been examined. CadnaA (CadnaA 4.5) simulation program was used to determine the road traffic noise level and to create a noise map. In this context, the level of environmental noise coming from the facades of the hotel was measured and then evaluated by creating a noise map. In addition, noise measurements were taken at the 9 different room's facades, indoors and also acoustic measurements were performed in 3 different rooms. Afterwards, the calculation result values of the CadnaA simulation program were compared with the measured values. In addition, acoustic measurements were also made to calculate the loss of sound transmission of the building elements that were exterior wall, wall between rooms and room door. All the results were evaluated by comparing with Evaluation and Management of Environmental Intensity (ÇGDYY) and related regulations.

Science Code : 80101

Key Words : CadnaA, Traffic noise, Noise map, Hotel buildings

Page Number : 90

Supervisor : Prof. Dr. Füsün DEMİREL

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince; tezimin şekillenmesi, gelişmesi ve düzenli bir şekilde ilerlemesi için katkılarda bulunan ve tez çalışması boyunca her seferinde beni yüreklendiren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Füsün DEMİREL'e ve tez çalışmamın başlangıcında bana yön gösteren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Nizami AKTÜRK'e çok teşekkür ederim. Çalışmam boyunca; her türlü ölçüm ekipmanı, haritalama programı ve veri temini konusunda sonsuz destek veren Ankara Büyükşehir Belediyesi Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı'na, ölçümlerin yapılmasında bana değerli vakitini ayıran ve her sıkıştığımda yardıma koşan sevgili iş arkadaşım Yakup COŞKUN'a, desteklerini her zaman yanımda hissettiğim diğer iş arkadaşlarım Hıdır ÇİFTÇİ ve T.İbrahim TANERİ'ye, tezimin her aşamasında yanımda olan, bana değerli vaktini harcayan ve bilgi birikimini sunan, takıldığım en ufak aşamada ve konuda yorulmadan ve bıkmadan bana yardımcı olan, bıktırıcı sorularıma rağmen sabırla cevap veren, kendisindeki azmi ve iş ahlakını çok takdir ettiğim ve dostum olduğu için beni çok mutlu eden sevgili arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Zühal ÖZÇETİN'e, özellikle de her zaman yanımda olan, bana destek veren, motive eden, hayatıma anlam katan ve hayatımın sonuna kadar kendisini çok seveceğim biricik eşim Nesli BELEK'e ve AİLEME'e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
3. ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ VE KONTROLÜ	7
3.1. Karayolu Gürültüsü ve Kontrolü	8
3.1.1. Ulaşım araçlarından kaynaklanan gürültü ve kontrolü.....	11
3.1.2. Ulaşım yollarından kaynaklanan gürültü ve kontrolü.....	17
3.2. Çevresel Gürültü Haritaları.....	23
3.3. Çevresel Gürültü Ölçümleri	26
4. KONAKLAMA YAPILARI ÖZELİNDE KARAYOLU TRAFİK GÜRÜLTÜSÜ VE ETKİLERİNE YÖNELİK ÖRNEKLEM ÇALIŞMASI: ANKARA'DA BİR OTEL.....	33
4.1. Seçilen Otel ve Çevresindeki Karayolu Hakkında Genel Bilgiler.....	33
4.2. Seçilen Otel Bölgesinde Çevresel Gürültü Haritasının Oluşturulması	39
4.2.1. Ön kabuller.....	39
4.2.2. Verilerin girilmesi	43

	Sayfa
4.3. Çevresel Gürültü ve Seçilen Örnekleme Ait Akustik Ölçümler	54
4.3.1. Çevresel gürültü ölçümleri.....	54
4.3.2. Binaya ilişkin akustik ölçümler	58
4.4. Tartışma ve Değerlendirme.....	68
5. SONUÇ	73
KAYNAKLAR	75
EKLER.....	79
EK-1. Seçilen otel için kuzey cephe gürültü haritalama sonuçları	80
EK-2. Arka plan gürültü düzeylerine ilişkin ölçüm sonuçları	86
EK-3. Yapı elemanları için C ve Ctr hesaplama verileri	87
ÖZGEÇMİŞ	90

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Ortalama yol trafik hızı çözüm kiti	25
Çizelge 3.2. Yol yüzey türü çözüm kiti	25
Çizelge 3.3. Zemin yüzey türü çözüm kiti	26
Çizelge 3.4. Bina yükseklikleri çözüm kiti	26
Çizelge 3.5. Bina ses yutum katsayısı çözüm kiti	26
Çizelge 4.1. Saatlik araç sayısı (18.03.2016 tarihinde yapılan araç sayım verileri)	36
Çizelge 4.2. Gürültü haritalama (24 saatlik araç sayıları baz alınmıştır) ve doğrulama ölçüm sonuçlarının karşılaştırması	52
Çizelge 4.3. Gürültü haritalama (5 dakikalık mevcut durum ölçümü sırasındaki araç sayıları baz alınmıştır) ve doğrulama ölçüm sonuçlarının karşılaştırması	52
Çizelge 4.4. Seçilen otele ait ölçüm noktaları tablosu	55
Çizelge 4.5. Saha ölçüm sonuçları tablosu	56
Çizelge 4.6. Odalarda (kapalı pencere) ölçülen ses basınç seviyesi ve ÇGDYY'e göre sınır değeri karşılaştırması	58
Çizelge 4.7. Ölçüm yapılan odalardaki hesaplama değerleri	61
Çizelge 4.8. Ses azaltım indeksi için yapılan ölçüm adları ve açıklamaları	62
Çizelge 4.9. Reverberasyon süreleri	62
Çizelge 4.10. Kaynak ve alıcı noktadaki ölçümler	63
Çizelge 4.11. Odalar arası duvarlar ve dış cephe elemanları için ses geçiş kaybı ölçüm sonuçları, R_w	64
Çizelge 4.12. Seçilen otelin akustik analiz sonuçları ve değerlendirmesi	68

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Taşıt üzerinde aerodinamik etkiyle oluşan hava hareketleri.....	14
Şekil 3.2. Farklı yol profilleri ve şerit genişliği örnekleri.....	19
Şekil 3.3. Açık gözenekli asfalt kaplamaların kesitleri.....	20
Şekil 3.4. Çeşitli köprü üstgeçit konstrüksiyonları	21
Şekil 3.5. Taşıt yolu ile aynı seviyede bir kanal kapağı.....	21
Şekil 3.6. Ses seviyesi ölçüm aleti için öbek çizeneği	27
Şekil 4.1. Batı – Doğu istikameti hafif araç sayıları	37
Şekil 4.2. Batı – Doğu istikameti ağır araç sayıları	38
Şekil 4.3. Doğu – Batı istikameti hafif araç sayıları	38
Şekil 4.4. Doğu – Batı istikameti ağır araç sayıları	39
Şekil 4.5. Karayolu için hesaplama modülü seçimi.....	40
Şekil 4.6. Hesaplama yarıçapının maksimum hata değerinin belirlenmesi	40
Şekil 4.7. Zaman dilimi ve ceza puanları bilgileri	41
Şekil 4.8. SZM ile ilgili ayarlar	42
Şekil 4.9. Zemin yutuculuğu ile ilgili ayarlar	42
Şekil 4.10. Yansıma ayarları	43
Şekil 4.11. Sayısal zemin modeli (SZM)	44
Şekil 4.12. Sayısal zemin modeli (SZM) 3-boyut ve köprü örneği	44
Şekil 4.13. SZM üzerine binaların işlenmesi	45
Şekil 4.14. Doğu – Batı istikameti karayolu verileri	46
Şekil 4.15. Batı - Doğu istikameti karayolu verileri	46
Şekil 4.16. Araç sayıları (Doğu – Batı ve Batı – Doğu istikameti)	47

Şekil	Sayfa
Şekil 4.17. Izgara hesaplama ayarları	48
Şekil 4.18. Seçilen otele ait cephelerdeki maksimum gürültü düzeyleri (Gündüz zaman dilimi)	49
Şekil 4.19. Seçilen otele ait cephelerdeki maksimum gürültü düzeyleri (Gündüz zaman dilimi)	49
Şekil 4.20. Seçilen otele ait cephelerdeki maksimum gürültü düzeyleri (Akşam zaman dilimi)	50
Şekil 4.21. Çalışma alanı içerisindeki karayolu gürültü haritası (24 saatlik araç verisi) Gündüz – Akşam – Gece zaman dilimleri.....	51
Şekil 4.22. $L_{gündüz}$ - Haritalama ve doğrulama ölçüm sonuçları arasındaki ilişki grafiği.....	53
Şekil 4.23. $L_{akşam}$ - Haritalama ve doğrulama ölçüm sonuçları arasındaki ilişki grafiği.....	53
Şekil 4.24. L_{gece} - Haritalama ve doğrulama ölçüm sonuçları arasındaki ilişki grafiği.....	53
Şekil 4.25. Seçilen otel binasına ait ölçüm noktaları	55
Şekil 4.26. Arka plan gürültü düzeyleri ile NC eğrileri karşılaştırması.....	59
Şekil 4.27. Akustik ölçümler için kaynak ve alıcı noktaları	60
Şekil 4.28. Oda 2 ve Oda 3 arasındaki duvarın ses geçiş kaybı (R_w) grafiği.....	65
Şekil 4.29. Oda 1 ve Oda 2 arasındaki duvarın (televizyonlu) ses geçiş kaybı (R_w) grafiği.....	65
Şekil 4.30. Süit oda kapısının ses geçiş kaybı (R_w) grafiği.....	66
Şekil 4.31. Süit oda dış cephesi ses geçiş kaybı (R_w) grafiği.....	66
Şekil 4.32. Normal oda dış cephe ses geçiş kaybı (R_w) grafiği	67

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Seçilen otelin kat planı.	34
Resim 4.2. Seçilen otelin normal odası.....	34
Resim 4.3. Seçilen otelin suit odası	35
Resim 4.4. Seçilen karayolu görüntüsü (Yandex).....	37
Resim 4.5. Yapı elemanları ses geçiş kaybının hesaplanması için akustik ölçümler.....	59

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

km

Kilometre

dBA

A ağırlıklı ses seviyesi

L_{den}

Gündüz-akşam-gece se basınç seviyesi

L_{night} (L_{gece})

Gece zaman dilimi ses basınç seviyesi

L_{evening} (L_{akşam})

Akşam ses basınç seviyesi

L_{day} (L_{gündüz})

Akşam ses basınç seviyesi

m

Metre

Hz

Hertz

Kg

Kilogram

L_{eq}

Eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi

L_{Aeq}

A Ağırlıklı eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi

L_E (SEL)

Ses etkilenim seviyesi

L_{max}

Maksimum ses seviyesi

L_{min}

Minimum ses seviyesi

SPL

Anlık ses seviyesi

Kısaltmalar

Açıklamalar

DYNAMAP

DYNamic Acoustic MAPing

END

Avrupa Birliği Gürültü Direktifi

ISO

International Organization of Standardization

NMPB - 96

Fransız Ulusal Hesaplama Yöntemi

SZM

Sayısal Zemin Modeli

WG – AEN

Avrupa Birliği Komisyonu Gürültü Maruziyetini

Değerlendirme Çalışma Grubu

1. GİRİŞ

İnsan sağılığı açısından bir risk oluşturan çevre sorunlarından birisi gürültü kirliliğidir. Uzun yıllar gürültünün yalnızca işitme sistemine ilişkin sorunlar yarattığı kabul edilmiştir, ancak yapılan bilimsel çalışmalarla sağık üzerine etkiler daha da belirginleşmiştir [1]. Gürültü kirliliğinin bu etkisine karşı insan davranışları iki grupta toplanmaktadır. Birincisi ancak duygu ve duyuların açıklanmasıyla belirlenebilen psikolojik rahatsızlık, ikincisi ise; çeşitli ölçme metotlarıyla belirlenebilen fizyolojik rahatsızlıklardır [2].

Çevresel gürültü kaynaklarından en çok bilimsel ve teknolojik araştırma yapılan, özellikle kentlerde en yaygın olarak bulunan ve birçok ülkede yapılan etkilenme analizleri sonucunda insanları en fazla rahatsız ettiği belirlenen gürültü türü; ulaşımdan kaynaklanan gürültü ve bunun özelinde motorlu taşıt (Karayolu) gürültüsüdür [1,51].

Karayolu gürültü düzeyinin belirlenmesi; uluslararası standartlarca belirtilen cihaz ve ölçüm yöntemleri ile gerçekleştirilebileceği gibi, yapılacak gürültü kontrolü ve planlama çalışmaları için bir temel oluşturması amacıyla bilgisayar simülasyonları oluşturulan gürültü haritaları ile gerçekleştirilebilir. Gürültü haritaları kısaca; bir çevrede geçerli gürültü koşullarının, diğer bir deyişle ses basınç düzeylerinin, fiziksel çevre faktörlerine göre değişimlerinin bir plan üzerinde gösterilmesidir [1].

Ankara genelinde araç yoğunluğunun yüksek olduğu düşünülen ana arterlerde meydana gelen karayolu gürültü düzeyinin insanlar üzerinde etkisinin yüksek olacağı düşünülmektedir. Özellikle de insanların dinlenme amacıyla konakladıkları otel yapılarının bu karayoluna olan mesafesinin az olması, bu çalışmanın önemini arttırmaktadır.

Bu sebeplerle; örneklem otelin karyaoulundan kaynaklanan çevresel gürültüden ne kadar etkilendiği, ölçüm sonuçlarının ve haritalama sonuçlarının arasındaki uyumun ne seviyede olduğu, haritalama sonuçlarının mevcut durum ölçümleri ile paralellik göstermesi için neler yapılacağı ve yapı elemanlarının ses geçiş kayıplarının yasal sınırlar içinde olup olmadığı gibi sorulara cevaplar aranacaktır.

Bu kapsamda hazırlanan tezin amacı; gerek yerinde yapılan ölçümlerle gerekse de bilgisayar programı kullanarak simüle edilen gürültü haritaları ile karayolu gürültü düzeyinin belirlenerek konaklama yapılarına olan etkisinin incelenmesi ve buna ek olarak, yapılan akustik ölçümlerle dış cephenin ve odalar arası duvarların ses geçiş kayıplarının incelenmesidir. Bu amaçlar doğrultusunda; seçilen karayolunundan kaynaklanan çevresel gürültünün örneklem otele olan etkisinin belirlenmesi, ölçüm sonuçları ile haritalama sonuçları arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve yapı elemanlarının ses geçiş kayıplarının belirlenmesi hedeflenmektedir.

Bu çalışmada; elde edilen karayolu gürültü düzeyleri verileri ile Ulusal ve Uluslararası mevzuatlarda belirtilen sınır değerler karşılaştırılarak gerekli önlemler ya da sınırlandırmalar yapıp yapılamayacağı tartışılacaktır.

Gerekli ölçüm araçlarının yetersiz olması sebebiyle yerinde yapılan doğrulama ölçümlerine paralel olarak, karayolunda 24 saatlik zaman dilimini kapsayan sürekli ölçüm yapılamamıştır. Seçilen karayoluna bağlanan tali yollardan geçen araç sayısının az olması sebebiyle karayolu gürültü kaynağı olarak sadece örneklem olarak seçilen karayolu baz alınmıştır. Gürültü haritası hazırlanırken simülasyon hesaplama süresini azaltmak için maksimum yansıma sayısı 2 olarak belirlenmiştir.

Tez kapsamında ilk olarak, konu ile ilgili literatür araştırması yapılarak diğer ülkelerde ve ülkemizde gürültü haritaları ile ilgili makaleler ve tezler incelenmiştir. İkinci olarak, gürültü konusunda temel bilgiler, gürültü ve gürültü kaynak sınıflandırılması yapılmış; daha özele inerek karayolu gürültüsü konusu detaylı bir şekilde irdelenmiş; gürültü haritalama simülasyonu sonucu elde edilen gürültü düzeylerinin doğrulunu tespit etmek amacıyla çevresel gürültü düzeyinin ölçümlerinin esasları, standartları gibi konulara ve ayrıca gürültü haritaları konusuna değinilerek; haritalamada kullanılan veriler, izlenen yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. Son olarak, seçilen karayolu üzerinde bulunan bir otel binasının; karayolu gürültüsüne maruziyeti konusunda tespitler yapılmış, akustik konfor şartları incelenmiş ve bu konular hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Fiedler ve Zannin [3] tarafından gerçekleştirilen "Kent merkezi trafiğinin gürültü kirliliği değerlendirmesi - gürültü haritaları ve ölçümler" adlı makalede; Curitiba (Brezilya) şehrindeki trafik gürültüsünün iki adet hastane cephesine olan etkisi, gürültü yazılım programı ile hesaplanmış ve doğrulama ölçümleri yapılmıştır. Hesaplanan değerler yasal sınırları büyük oranda geçmesi sebebiyle değişik senaryolar geliştirilmiş ve yeniden gürültü haritası hazırlanarak uygun sonuçlar elde edilmiştir.

Suarez ve Barros [4] tarafından yapılan araştırmanın konusu "Şili - Santiago şehrindeki trafik gürültüsünün haritalanması" dır. Bu çalışmada; CadnaA programı yardımıyla trafik akış verileri kullanılarak, uygun tahmin yöntemi belirlenmesi, modelleme yüksekliğinin belirlenmesi ile gürültü haritası oluşturulmuş ve saha ölçümleri ile sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Jaewon, Jinhoi, Hyunggyu, Heekyung, Samsoo, Wooseok, Jinseok ve Jun-Seok [5] tarafından hazırlanan "Kore – Seul Metropolitan Bölgesi içinde yaşayan nüfusun trafik gürültüsünden kaynaklanana etkilenim düzeyinin tahmini" isimli çalışmada; SoundPlan programı ile hazırlanan gürültü haritası ve cephe analizi haritası ile, 25 farklı bölgede yaşayan insanların maruziyet düzeyi belirlenmiştir.

Mateus, Carrilho ve Silva [6] tarafından yapılan çalışmanın konusu "Pencereye monte edilmiş mikrofonlarla yapılan deneysel çevresel gürültü ölçümlerinin (trafik gürültüsü) düzeltme faktörü" dür. Bu çalışmada; ISO 1996-2 (2008) standardında belirtilen ölçümlerdeki mikrofonun konumuna (duvara monte edilen, duvardan 2 m uzaklıkta ve pencereye monte edilen) göre yapılacak düzeltme faktörlerinin geçerliliği, deneysel yöntemlerle yapılan yıllık ölçüm ile karşılaştırılması yapılmıştır. Mikrofonun monte edilen materyalin sonuçları etkilediği ancak rüzgâr hızının düşük olduğu durumlarda standartta belirtilen düzeltme faktörlerinin kullanılabileceği sonucu elde edilmiştir.

Zannin, Engel, Fiedler ve Bunn [7] tarafından yapılan "Brezilyada bulunan bir üniversite kampüsündeki çevresel gürültünün; saha ölçümleri, gürültü haritası ve anketler ile sınıflandırılması" başlıklı çalışmada; Brezilyada bulunan bir üniversite kampüsündeki

çevresel gürültü düzeyi belirlenmiş ve Dünya Sağlık Örgütü'nün Eğitim alanlarındaki sınır değerleri karşılaştırılmıştır. Hazırlanan gürültü haritası ile saha ölçümlerinin beklenen belirsizliğin altında olduğu ve saha ölçümleri neticesinde kampus alanının %89 oranında sınır değerleri aştığı saptanmıştır.

Vogiatsiz ve Remy [8] tarafından gerçekleştirilen " Güney Avrupa'daki orta ölçekli kentsel aglomerasyonlarda stratejik gürültü haritalaması yoluyla gürültü azaltımı" adlı makalede; Yunanistan'ın Volos ve Larisaa şehirlerinde hazırlanan stratejik gürültü haritaları neticesinde kişi maruziyetinin azaltılması ve sessiz bölgelerin oluşturulması amacıyla eylem planları hazırlanmıştır. 3 ana cadde ve 2 şehir merkezi olmak üzere 5 farklı bölgede gürültü haritalama ve önlem için gürültü bariyer modellemesi ve anket çalışması yapılmıştır. Bariyer etkileri incelenmiştir.

Arana, San Martin, Nagore ve Perez [9] tarafından yapılan "İspanya – Navarre deki stratejik gürültü haritalarının ve eylem planlarının sonuçları" isimli makalede; toplam 120 km uzunluğunda ana yol içeren 6 gürültü haritası incelenmiş, konutlarda yaşayan insanların sınır değerler çerçevesinde maruziyetleri belirlenmiş ve bu maruziyetlerin giderilmesi için eylem planları hazırlanarak maliyet hesaplanmıştır.

Kurra ve Dal [10] tarafından gerçekleştirilen "Gürültü haritaları kullanılarak ses izolasyonun yapılması" isimli makalede; gürültü haritaları kullanılarak binaların dış cephe elemanları için gerekli olan izolasyon performansları belirlenmiştir. Binalardaki odaların kullanım durumlarına göre belirlenmiş olan yasal sınır değerlerin sağlanması için bir takım yöntemler önerilmiş ve izolasyon haritaları oluşturulmuştur.

Gonzalaz, Morillas ve diğerleri tarafından hazırlanan "Şehir planlaması ve gürültü düzeyi arasındaki ilişki üzerine bir çalışma" isimli makalede; İspanyanın farklı caddelerinden rastgele seçilen 135 farklı değişken için analizler gerçekleştirilmiş, bu değişkenlerle ölçüm sonuçları karşılaştırılmış, önemli korelasyona sahip bu değişkenler yardımı ile kentsel trafik gürültüsü için çoklu regresyon modeli geliştirilmiş ve 30 farklı yeni örneklem üzerinde gürültü haritalama tekniklerine uygun olarak 2 dBA'dan daha düşük belirsizlikte tahminde bulunulmuştur [11].

Ascari, Licitra, Teti ve Cerchiai tarafından yapılan çalışmanın konusu “Değişik gürültü tahmin yöntemleriyle karayolu trafiğinden kaynaklanan düşük frekanslı gürültü etkisi” dir. Bu çalışmada; eylem planları doğrultusunda hazırlanan bazı gürültü bariyer önlemlerinin kurulumundan sonra gürültü şikayetini arttırdığından bahsedilerek, özellikle binaların ilk katlarında düşük frekansların şikayete sebep olduğu konusu tartışılmıştır. A ve C ağırlıklı gürültü düzeylerinin arasında farkın şikayet göstergesi olarak tanımlanması gerektiği, ölçüm ve simülasyon yöntemleri ile bu değerlerin belirlendiği ve NMPB 96 – 08 arasında karşılaştırma yapıldığı görülmüştür [12].

Licitra ve Ascari tarafından hazırlanan “ G_{den} : Avrupa gürültü haritalarının karşılaştırılması ve eylem planlarını desteklemek için bir gösterge” isimli makalede; detaylı bir eylem planı hazırlamak ve kamunun bu konu hakkında karar verebilmesini sağlayabilmek için G_{den} ve G_{Night} parametreleri doğrultusunda yeni bir gürültü haritası analizi yapılmıştır. Sonuç olarak sıcak bölgelerin belirlenebilmesi için hesaplama parametrelerinin tanımlanması hedeflenmiştir [13].

Zambon, Angelini, Bonecci ve Bisceglie tarafından hazırlanan makalenin konusu “Gerçek zamanlı gürültü haritalarına yeni bir yaklaşım: DYNAMAP”. Bu çalışmada; Milano şehrinde sürekli ölçüm dataları toplayan yerel gürültü izleme ağları kullanılarak gürültü haritalarının güncellenmesi, bu kapsamda DYNAMAP doğrultusunda yeni yaklaşımların oluşturulması amaçlanmıştır [14].

3. ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ VE KONTROLÜ

20 yy. ın ikinci yarısında ortaya çıkan bir kavram olan gürültü kirliliğine (akustik kirliliği) katkıda bulunan ve toplumun büyük kesimini etkileyen gürültüler “çevresel gürültüler” ve bu gürültüleri üretenler “çevre gürültüsü kaynakları” olarak tanımlanmaktadır. Gürültü kaynakları; yapma çevrenin yanı sıra doğal çevrede de bulunabilir, örneğin; sakın orman arazisinden geçen bir otoyol doğal yaşam ve sessizliği olumsuz etkiler. Çevre gürültüsü terimi genelde yapıların dışında yer alan kaynaklar için kullanılmakla birlikte, çevre kavramı geniş anlamda düşünüldüğünde gürültü kaynaklarının yapıların iç çevresinde ve çeşitli mekanlarda da yaygın olarak bulunduğu bir gerçektir. Yapı içi gürültü kaynakları yapı akustiği inceleme alanına giren ve göreceli olarak daha az sayıda kişiyi etkileyen özel gürültülerdir ve çoğu zaman iyi bir dış yalıtıma sahip yapılarda bile küçümsenemeyecek rahatsızlıklar oluştururlar [1].

Çevresel gürültü kaynakları genelde bileşik (kompozit) kaynaklardır; ortaya çıkan gürültü içinde kaynağın yapısı gereği çok sayıda farklı bileşenin ve –kaynak üretimi ile birlikte incelenmesi gereken- yakın alanın katkıları bulunmaktadır. Genellikle çevrede aynı anda gürültü yayan çok sayıda kaynak bir arada bulunmaktadır. Bu durumda öncelikle her bir bağımsız kaynağın gürültü emisyonları incelenir, daha sonra belirli bir düzlemde veya çizgide aynı anda yer alan kaynak gruplarının aynı veya farklı işlemleri gerçekleştirirken ortaya çıkardıkları toplam gürültü saptanır.

Kentlerde insanları etkileyen gürültülerden bir bölümü; yaşadıkları veya çalıştıkları yapının içinden, bir bölümü ise yapının dışından kaynaklanır. Kaynak ve alıcıların çevresel konumlarına ve gürültünün yayılma yollarına bağlı olarak çevre gürültüleri:

- Yapı dışı çevre gürültüleri; ulaşım gürültüleri, endüstri gürültüleri, yapım gürültüleri ve insan ve etkilerinden doğan eğlence ve ticari amaçlı gürültüler.
- Yapı içi çevre gürültüleri; konut yapılarında komşuluk gürültüleri, mekanik cihazlar ve donatım gürültüleri, elektriksel sistem gürültüleri, sirkülasyon sistemleri gürültüleri ve özel gürültüler [1].

3.1. Karayolu Gürültüsü ve Kontrolü

İnsanların maruz kaldığı çevresel gürültünün büyük bir kısmını karayolu trafik gürültüsü oluşturmaktadır. Karayolu trafik gürültüsü, araç ve yolların olduğu her yerde vardır. Karayolu trafik gürültüsünün üç ana unsuru vardır. Bunlar, taşıtın neden olduğu gürültü, aracın yol ve çevre ile etkileşimi sonucu oluşan gürültü ve araçların yanlış kullanımı sonucu oluşan (sürücü kaynaklı) gürültülerdir. Karayolu trafik gürültüsü, taşıtların çalışması ve hareketi sonucu oluşan gürültü, motor gürültüsü, şasi ve kaporta gürültüsü, frenlemeden oluşan gürültü, tekerleklerin yol yüzeyi ile temasından doğan gürültü ve taşıtın neden olduğu aerodinamik gürültü gibi bileşenlerden oluşur. Bu tür gürültüler, yola olan uzaklığa, trafik hacmine, yol kapasitesine, yolun kaplama cinsi, eğim derecesi gibi özelliklerine, aracın boyu ve cinsi ile yol kenarındaki yapılaşma ve bitki örtüsü gibi faktörlere bağlıdır [15].

Günümüzde hızlı ulaşım yollarının yaygınlaşması, kent dışında sakin alanlarda; uzun mesafelere yayılan gürültü sorunlarına neden olmuştur. Kent içinde ise genelde motorlu araç trafiği hâkim olmakla birlikte, çeşitli kaynakların katkısıyla ortaya çıkan bütünleşik bir “kent gürültüsü” söz konusudur [1].

Karayolu gürültüsünü önleme olayını; kaynağında önlem, yayılma yolunda önlem ve alıcıda önlem olmak üzere 3 temel basamakta inceleyebiliriz:

Kaynakta önlem

Karayolu gürültüsünden kaynaklanan çevresel gürültünün önlenmesinde en etkili ve ilk yapılması gereken önlem türüdür. Bu kapsamda yapılabilecek örnekleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Motorlu araç trafiğinin azaltılması: Motor trafiğinin azaltılarak alternatif ulaşım yöntemleri kullanılabilir. Bu amaçla; şehir planlamasının düzenlenmesi, trafik kapasitesinin düşürülmesi (park yerlerinin işletilmesi, ücret belirleme, bireysel araç kullanımının teşviki, bölgesel sürüş kısıtlamalarının getirilmesi), motorlu taşıtların tam

taşıma kapasiteyle çalışması, bisiklet ve yaya trafiğinin teşvik edilmesi tedbirleri alınabilir.

- Ulaşımın Başka Hatlara Yönlendirilmesi: Uzak mesafe taşımacılığında demiryolu taşımacılığının kullanılması ve şehir trafiğinde toplu taşıma araçlarının kullanılması gibi önlemler alınabilir.
- Emisyonların azaltılması: Üreticiler tarafından motor işletme gürültüsünün azaltılması, asfalt yüzeyinin değiştirilerek tekerlek gürültüsünün azaltılması, daha gürültüsüz motor ve lastik tiplerinin teşvik edilmesi, belirli yerlerde hız sınırlamalarının getirilmesi, gürültüyü arttıracak sürüş ve kullanım şekillerinin önlenmesi için eğitim verilmesi gibi tedbirler alınabilir.
- Trafik yönetimi: Kamyonlar için gürültüye hassas bölgelerden geçişin sınırlandırılması, hafta sonu gürültüye hassa bölgelerde motosiklet trafiğinin sınırlandırılması gibi önlemler alınabilir.
- Alt yapının planlaması: Şehir içinde yeni yol yapılması çalışmalarında çevresel gürültüyü minimum seviyede oluşturacak tedbirlerin alınması, yeni yapılan çevre yollarında ise trafik akışının bu güzergaha yönlendirilirken oluşabilecek değişik durumlara karşı önlemler alınabilir [16].

Yayılma yolunda önlem

Bu aşamada alınacak önlemler genellikle bariyerlerin oluşturulmasıdır. Bu açıdan, oluşturulan setler, doğal şevler ya da yolun derinliği de bariyer olarak düşünülebilir.

Bariyerlerin oluşturulmasında geometri, önemli bir parametredir. Bariyerin yüksekliği ve genişliği; karayolu gürültü kaynağı ile emisyon yeri göz temasının kesilmesi açısından önemlidir. Bariyerin yüksekliğine bağlı olarak alt katlarda 5 – 10 dBA lık bir azalma olmasına karşın üst katlarda bu bariyerin herhangi bir faydası gözlenmemektedir. Ancak bu gürültü bariyerleri; çok büyük alan kaplaması, manzarayı kapatması ve mikro klimaların değişmesine sebep olduğu için dikkatli seçilmelidir.

Doğal olan ya da olmayan her türlü setler de yayılma yolunda alınabilecek önlemler arasındadır. Burada önemli olan noktalar ise; setlerin çekirdeğinde kullanılacak malzemenin doğaya zararının olmaması, eğiminin güzel ayarlanması, destek yığınlarının iyi hesaplanması vb. durumlardır.

Ulaşım akımının köprü altları, kazılan yollar gibi kanal içerisinden geçmesi de doğal olarak izolasyon sağlar. Burada dikkat edilmesi gereken husus ise bu kanalda yansıma yüzeylerinden kaynaklı oluşabilecek yansıma seslerinin sönümlendirilmesidir. Yansıma seslerini sönümlemek amacıyla kanalın yan duvarların sesi soğurucu malzeme ile kaplanması gerekmektedir.

Diğer alınacak bir önlem ise; yolun üzerinin kapatılmasıdır. Böyle bir yapı ile karayolu gürültüsü 15 dBA dan fazla izolasyon sağlamaktadır. Burada dikkat edilecek husus; tünel giriş çıkışlarında oluşan dikkat çekici seviyedeki gürültü değişimleridir.

Bir başka önlem ise; yeşillendirme çalışmalarıdır. Yol kenarlarına yapılan 10 m derinlikli yeşillendirme çalışması ile 1 dBA lık izolasyon sağlanabilmektedir. Burada; gürültü azatılım miktarının az olması, fiziki bakımdan uygun ağaçların seçilmesi ve uzun ömürlü olması gibi hususlara dikkat edilmelidir [16].

Alıcıda önlem

Bu önlem türü en son düşünülmesi gereken bir durumdur. Gerek kişisel bazda gerekse de konutlarda alınabilecek bu tür önlemlerin yatırım maliyeti yüksek ve etki alanı kısıtlıdır.

Bina cephesinde yapılacak olan önlem; ne kadar fazla ses geçiş kaybı istenmesine bağlıdır. Bu durum belirlendikten sonra kompozit yapıdaki dış cephe için malzemeler belirlenir. Dış pencerelere nazaran dış cephenin ses geçiş kaybı yüksek olması sebebiyle, pencere seçimlerine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Pencerelerin ses geçiş kaybı, konstrüksiyon ve kalitesine göre 20 – 60 dBA arasında büyük değişimler gösterir. Burada pencere çerçeve malzemesi türlerinin ses yalıtımında bir fark oluşturmadığı düşünülebilir. En önemli handikap; işçiliğin kötü olması sebebiyle yeterli ses geçiş kaybının sağlanamamasıdır.

Binaların konumları; kendilerinde bulunan koruma (bariyer görevi görme) sebebiyle şehir planlamasında önemli bir önlem türüdür. Mümkün olduğunca yoldan uzakta binaların konumlandırılması, yeni yapılan binaların eski yapılara izolasyon görevi görmesi, bina şekillerinin minimum gürültü düzeyi alacak şekilde planlanması, yola paralel bir şekilde

bitişik nizam konutların yapılması, katların teras şeklinde yapılması gibi tedbirler çevresel gürültüyü azaltacak önemlerdir [16].

3.1.1. Ulaşım araçlarından kaynaklanan gürültü ve kontrolü

Taşıtlardaki iç gürültüyü motor, fan, egzoz, hava filtresi, lastik, seyir rüzgarı, vites kutusu ve aktarma organları, tekerlek asılış sistemi gibi tekil kaynakların gürültüsü oluşturur. Tekil kaynakların toplam iç gürültüye etkileri taşıt işletme şartlarına bağlıdır. Örneğin yüksek kademeli vitesle seyredilen şehir içinde (motor devri yüksek, seyir hızı düşük) motor gürültüsü etkin olurken, bunun tersi bir durum söz konusu olan şehirlerarası yollarda lastik ve rüzgar gürültüsü ön plana çıkmaktadır.

Taşıtlarda oluşan gürültüler, kaynaktan alıcıya (kulağa) çeşitli yollardan ve değişimlere uğrayarak gelirler. Gürültü yayılım yolları doğrudan hava yoluyla, yapı yoluyla ve hava + yapı yoluyla yayılımlar olarak üçe ayrılabilir. Üç yayılım yolunda da, taşıt yapısındaki titreşimlerin oluşturduğu gürültüler hava yoluyla alıcıya iletilir [17].

Taşıtlarda gürültü kontrolü, kaynaklarının çokluğu ve yayılım yollarının çeşitliliği nedeniyle çözümü zor bir akustik problemdir. Hem ses hem de titreşimler, taşıtın bütün gövdesi ve donanımları üzerinden yayılmaktadır. Dolayısıyla önce taşıttaki gürültü kaynaklarının belirlenmesi gerekmektedir. Taşıtlardaki başlıca gürültü kaynakları aşağıdaki gibidir [18].

Motor gürültüsü ve kontrolü

Motor silindirindeki yanma olayı ani bir basınç darbesi yaratır. Bu darbe silindir duvarlarının ve motor kafesi aracılığı ile motor yan duvarlarının titreşmesine sebep olur. Bu titreşimler havanın basınç salınımları yapmasına ve bir ses oluşmasına sebebiyet verir [19].

Motor devir sayısının düşürülmesi, silindir sayısının artırılması ve motor gövdesinin kalınlaştırılması gibi önlemlerin gerçekleştirilmesi yakıt tüketimine, maliyete, performansa ve vergi oranlarına getireceği ek yükler nedeniyle üretici ve kullanıcılar tarafından tercih

edilmeyen yöntemlerdir. Daha çok motordan yayılan gürültünün izolasyonu yoluna gidilmektedir [20].

Diğer bir önlem; motor işletme gürültülerinin azaltımına yönelik önlemler, doğrudan taşıtların fiyatına yansıyan üreticilerin ürün geliştirme ve üretim maliyetleri ile bağlantılıdır. Bu durumun avantajı, maliyetlerin direk olarak gürültüyü meydana getirenlere yüklenmesidir. Diğer taraftan üreticiler, esas itibariyle maliyet artırıcı önlemleri gönüllü olarak uygulamaya koymada istekli değildirler. Bu yüzden üreticiler, yasal düzenlemelerle motorlu taşıtlarda alınacak gürültü azaltımına yönelik teknik değişiklikleri yapmaya zorunlu kılınmalıdır [16].

Fan gürültüsü ve kontrolü

Motor suyunun soğutulması amacıyla kullanılan fanın gürültüsünü azaltmak için pervane kanatlarının asimetrik tasarlanması ve iyi dengelenmesi gibi önlemler alınmalıdır.

Hava filtresi ve kontrolü

Hava emme ağzı, filtre haznesi boyun uzunluğu ve filtreye bağlantısı hava akış tekniğine uygun tasarlanmalıdır. Sistem titreşim açısından incelenmeli, hava filtresi haznesi mümkün olduğunca büyük tutularak hava filtresi emme gürültüsü en aza indirilmelidir [17].

Egzoz gürültüsü ve kontrolü

İyi tasarlanmamış bir egzoz sistemi özellikle düşük hızlarda en önemli gürültü kaynağıdır. Egzoz gürültüsünün araçlardan yayılan toplam gürültüye payı, araç ve kullanılan susturucu tipine bağlı olarak değişmekle beraber, düşük hızlarda %40 mertebelerinde olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, özellikle gürültüye duyarlı şehir merkezlerinde araçlar düşük hızla hareket ettiklerinden motorlu araçlardan yayılan gürültünün azaltılması için üzerinde çalışılması gereken önemli konulardan bir tanesi de egzoz sistemi olmaktadır. Bu nedenle iyi bir egzoz tasarımında, gürültü azaltılması ile motor performansı ve yakıt ekonomisi arasında optimum bir noktayı bulmak gerekir [21].

Vites kutusu - aktarma organları gürültüsü ve kontrolü

Motor tarafından üretilen gücün aracı harekete geçirebilmesi için döndürme kuvvetinin artırılarak tekerleklerle kadar iletilmesi gerekir. Aktarma organlarının bir görevi hareketi ve momenti iletmekse diğer görevi de motorun oluşturduğu momenti çoğaltmaktır [22].

Vites kutusu gürültüsü takırtı ve uğultu şeklinde tanımlayabileceğimiz iki tipte olur. Bunlardan birincisi üzerinde moment bulunmayan dişli gruplarının diş temas değişimi sesidir. Vites kutusu giriş devir sayısı düzensizliği; dişli boşlukları, sürtünme kuvvetleri gibi nedenlere bağlıdır. Uğultu olarak algılanan ikinci ses ise o an moment akışında bulunan dişlilerin yarattığı sestir ve seçilen vites kademesine bağlıdır. Dişli kuvvetlerinin sebep olduğu titreşimler mil ve yataklar vasıtasıyla vites kutusuna iletirler ve gövde panellerinin titreşimiyle gürültü oluşur [17].

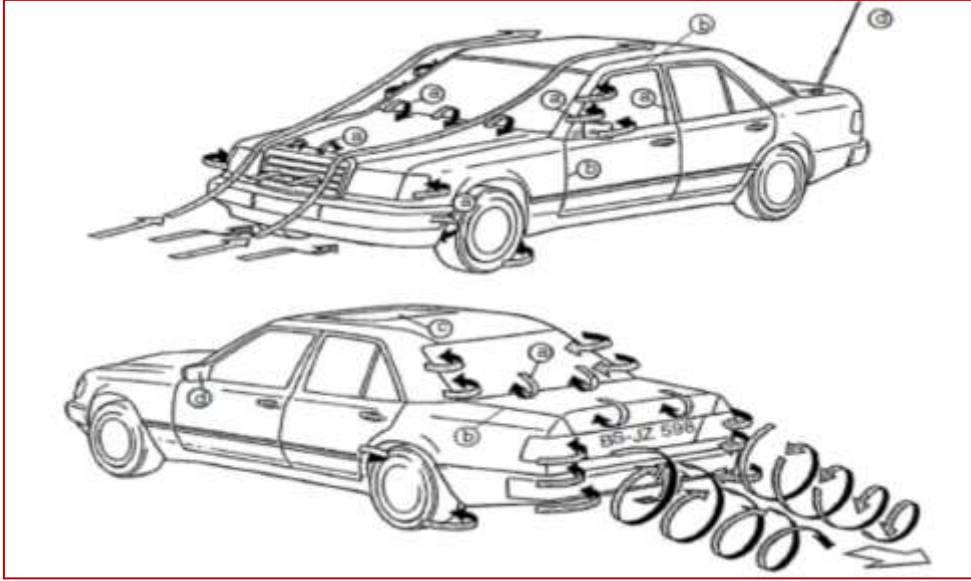
Tekerlek asılış sistemi gürültüsü ve kontrolü

Araç gövdesi ile tekerlekler arasına yerleştirilen süspansiyon sistemi, yolun yapısından kaynaklanan titreşimleri sönmölemek üzere tasarlanmıştır. Süspansiyon sistemi sürüş konforu ve güvenliği açısından ihtiyaç duyulan bir sistemdir [23].

Yol bozukluklarının yutulması amacıyla tekerlekler taşıta oynak kollar ve yay sönmö elemanlarıyla bağlanmıştır. Seyir stabilitesi açısından sert olması istenen bu elemanlar belirli bir gürültüye neden olmaktadır [17].

Seyir rüzgarı gürültüsü ve kontrolü

Rüzgar gürültüsü de ancak yüksek hızlarda önemli olmaktadır. Taşıtın dış gövdesindeki hava akısı ve türbülanslardan oluşmaktadır. Taşıt aerodinamiği düzeldikçe seyir rüzgarı gürültüsü de azalmaktadır (Şekil 3.1). Fakat bu gürültü çevresel etkilerden çok araç içini etkilemektedir [17].



Şekil 3.1. Taşıt üzerinde aerodinamik etkiyle oluşan hava hareketleri [24]

Lastik gürültüsü ve kontrolü

Taşıtların şehir içindeki düşük hızda ve ivmeli hareketlerinde motor, aktarma organları ve egzoz sistemi gürültüleri en önemli gürültü kaynaklarını oluştururken, yüksek hızlı otoyollardaki trafikte lastik yol etkileşiminden kaynaklanan gürültü en yüksek gürültü emisyonunu oluşturmaktadır. Genel olarak, dizel motorlu büyük kamyonlar hariç tüm taşıtlarda 100 km/saat ve üzeri hızlarda lastik-yol gürültüsü en etkin kaynaktır. Modern küçük taşıtlar için bu değer 60 km/saat seviyesine kadar düşmektedir. Islak zeminde ise aynı lastik gürültüsü seviyesi daha düşük hızlarda oluşmaktadır.

Lastik gürültüsü oluşumundaki bir diğer etken de, temas yüzeyinin ön ve arka kısımlarında, yol yüzeyi ile eğri lastik yüzeyi arasında bulunan havada oluşan rezonanstır. Bu hava rezonansları oluşan gürültünün artmasına neden olur. “Horn effect” olarak adlandırılan bu etkinin en belirgin olduğu bölge 700-1000 Hz aralığıdır. Akustik yutturuculuğu yüksek olan yüzey kaplamaları bu etkiyi azaltmaktadır.

Lastik boyutları; lastik taban genişliği arttıkça profil elemanlarının sayısı da arttığı için gürültü seviyesi daha fazla olmaktadır. Tekerlek çapının artışı ise gürültü seviyesinin azalmasına neden olmaktadır.

Gözenekli zeminler üzerinde, pürüzlülük sebebiyle artan lastik titreşimleri düşük frekanslı bir gürültü oluşturmaktadır. Akustik yutuculuk; lastik gürültüsü zemine çok yakın bir yerde olduğundan, gürültü seviyesi üzerinde özellikle etkili olmaktadır. Yol kaplamasının akustik yutuculuğu arttıkça gürültü seviyesi azalmaktadır.

Mekanik katılık arttıkça genel olarak gürültü seviyesi de artacaktır. Tekerlek yükünün artması gürültü seviyesinin artmasına sebep olmaktadır. Lastik basıncının artması sert lastik etkisi yaratır ve özellikle yüksek frekanslı gürültü seviyesinin artmasına neden olur. Taşıtın ivmelenmesi sırasında tekerleğe uygulanan tahrik momenti, temas yüzeyinde kayma oluşmasına neden olmaktadır. Temas yüzeyinde oluşan bu kayma ve farklılaşan temas yüzeyi etkileşimi sonucunda lastik-yol gürültüsü lastik ve yol kaplamasının yüzey özellikleri ve ivmenin büyüklüğü ile bağlantılı olarak artmaktadır [24].

Kullanılan lastikler, malzemesi, yüzey şekli, lastik deseni (cepli, dairesel ve uzunluğuna kaburgalı, çelik radyal, çapraz yivli vs.) ve yıpranma durumuna göre farklılıklar göstermektedir. Aşınmış ve düzlenmiş lastiklerin gürültüyü artırıcı etkisi vardır. Beton yüzeyde yıpranmış lastikler, yeni lastiklere göre 14 dBA daha gürültülüdür [25].

İnsan kaynaklı gürültü ve kontrolü

Bu tür gürültüler genellikle araçların yanlış kullanılmasından ve insanların kasıtlı ya da kasıtlı olmadan yaptıkları hareketlerden kaynaklanmaktadır. Vites değiştirme ve vites seçimi, çok çabuk hız değiştirilen ve fren yapılan aceleci sürüş biçimi, korna veya diğer ses çıkaran ekipmanların kullanılması vb. gibi insan kaynaklı gürültüler, karayolu gürültü düzeyini arttırmaktadır.

Bu amaçla; az gürültülü sürüş şekli, yani sürücü eğitimi kapsamında ileriye dönük, savunucu ve düşük devirli araba sürüş şeklinin, öncelikle eğitim yoluyla hedefe yönelik olarak teşvik edilmesi gerekir. Sürücü eğitimi ile ulusal düzeyde ilgili hükümler direktife dâhil edilmelidir [16]. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının çıkarmış olduğu yönetmelik çerçevesinde aşağıda belirtilen yasaklar belirlenerek taşıtlardaki insan kaynaklı gürültünün azaltılması amaçlanmıştır:

- Susturucu veya ses giderici diğer parçaları olmadan bir motorlu kara taşıtı çalıştırılmaz veya çalışmasına sebep olunmaz, bakım onarım veya diğer değiştirme amacı dışında bir motorlu araç veya motosiklet üzerindeki susturucu veya ses giderici parça çıkarılamaz, çalışamaz hale getirilemez.
- Bir motorlu araç üzerinde veya içinde; korna veya ses çıkaran başka bir cihazın zorunlu haller dışında gürültü rahatsızlığına neden olacak şekilde çalınması yasaktır.
- Radyo, televizyon, müzik seti ve her türlü müzik aletlerini gürültüye hassas kullanımların bulunduğu alanlar ile toplu taşıma araçlarında çalmak yasaktır.
- Gürültüye hassas kullanımların bulunduğu alanlarda; yüksek sesle konuşarak, bağırarak, anons sistemleri gibi ses yükseltici araçlar kullanılarak ve darbeli düzenli veya düzensiz sesler çıkararak propaganda, reklâm, duyuru, tanıtım ve satış yapmak yasaktır.

Taşıt tipi ve kontrolü

En önemli sınıflandırma araç tipleri yönünden yapılmaktadır. Bu alanda çeşitli kabuller bulunmakla beraber en yaygın araç kabul tiplerinin iki veya üç gruba ayrılmasını içerir.

Nelson ve Piner araçları üç gruba ayırmıştır; [26]

- Hafif taşıtlar: Otomobiller, kamyonetler ve ağırlığı 3000 kg'dan az veya eşit 2 akslı ticari taşıtlar
- Orta taşıtlar: Boş ağırlığı 3000 kg'dan fazla olan taşıtlar ve otobüsler
- Ağır taşıtlar: 3 veya daha fazla akslı tüm ticari araçlar

NMPB yöntemi ise, araçları hafif ve ağır olarak iki gruba ayırmıştır. Hesaplamalarda ağır ve hafif taşıtların oranı bilinmeli ve hesaplamalar buna göre yapılmalıdır.

En gürültülü kamyon modellerinin (üç akisten fazlasına sahip olan) emisyonları, otomobillerin emisyonlarından 10 dBA daha fazla olmaktadır. Bu kamyonların oranı %10'un üzerinde ise toplam gürültü seviyesini etkilemektedir. Bu sebeple öncelikli olarak ağır taşıtların emisyonları azaltılmalıdır.

Hız – İvme ve kontrolü

Otomobil hızı arttıkça sebep olduğu gürültü de büyük oranda çoğalır, fakat kamyonlarda bu değişim daha azdır. Çevresindeki arazi ile aynı yükseklikte olan bir yoldan 30.5 m mesafede çeşitli hızlar için tespit edilen gürültü düzeyleri şöyledir:

- Tek araba 32 km/saat hızda 50 dBA
- Tek araba 64 km/saat hızda 58 dBA
- Tek araba 96 km/saat hızda 64 dBA
- Tek kamyon 40 km/saat hızda 76 dBA
- Tek kamyon 80 km/saat hızda 76 dBA [27]

Yolda yapılması zorunlu olan dönüşler, taşıtlarda ivme değişikliklerine yol açtıkları için hız değişmelerine neden olmaktadır.

3.1.2. Ulaşım yollarından kaynaklanan gürültü ve kontrolü

Aracın hareket ettiği yolun parametreleri de çevresel gürültüde rol oynar. Önemli faktörler araç sayısı, yol eğimi, trafik akışı (durağan, akıcı, ivme durumu), yol kaplamasının türü ve bakımı, trafik ışıklarının ve kavşakların konumu, yol genişliği, çevreye olan mesafesi, etrafındaki engeller ve yer şekilleri, dönemeçlerdir [1].

Yol eğimi

Yollardaki gürültüye etki yapan faktörlerden bir başkası da taşıtların çıkarken çekişten düştüğü eğimli yollardır. Eğimli yollarda özellikle ağır taşıtların (kamyon vb.) çıkarmış oldukları gürültü önemli düzeydedir. Yol eğimim arttıkça taşıtların çıkarmış oldukları gürültü düzeyi de doğal olarak artmaktadır [27].

Yollardaki eğimin gürültüye etkisi de ihmal edilmeyecek kadar büyüktür. Özellikle ağır taşıtlarda eğimin etkisi ihmal edilmeyecek kadar yüksektir. Tahmini olarak % 7'lik bir eğimin gürültüyü 5 dBA arttırdığını, % 2'den daha az bir eğimin ise etkili olmadığını göstermiştir. %15'ten fazla eğimler ise, oldukça yüksek gürültü düzeylerine neden

olabilmektedir. Bunun en önemli nedeni araçların yokuşlardan tırmanırken normalden çok daha fazla zorlanmaları ve motor devirlerinin normalden yükselmesidir. Ayrıca Ağır taşıtların iniş eğiminde de düşük vites kullanımı nedeniyle, düz yola göre daha çok ve daha geniş bir alana gürültü yaydıkları görülmektedir [28].

Kavşaklar, dönemeç ve ışıklar

Yolda yapılması zorunlu olan dönüşler, taşıtlarda ivme değişikliklerine yol açtıkları için hız değişimlerine neden olmaktadır [28]. Kırmızı ışıktaki bekleme sürelerinin ikiye katlanmasının neden olduğu gürültü artımı modern trafik yönetimin önemli öğelerinden olan *yeşil akımın* ne kadar önemli olduğunu da ortaya koymuştur [29].

Yolun çevreye göre kötü ve kontrolü

Çevre zemin seviyesinin yol kotundan yüksek olması durumunda, gerek gürültü düzeyleri ve gerekse ses dalgalarında bozulmalar görülmektedir. Yolun iki tarafındaki toprak setler veya yarmalar, ses dalgalarını kırarak arkalarında önemli bir azalmaya neden olan gürültü engelleri gibi davranırlar. Ancak, setlerin yüzey kaplaması yüksek yansıtıcılığa sahip olduğu zaman, yarmanın eğimine bağlı olarak yansıyan ses yolun her iki tarafında belirli noktalarda düzeyi artırabilmektedir. Yerden yüksekte inşa edilmiş yollar olumsuz etki etmektedir. Bunun nedeni de hem yanal hem de düşey olarak gürültüyü yaymalarıdır [28].

Yolun, yarma ile geçilen kesimleri, gürültünün azaltılmasında oldukça etkilidir. Zemin seviyesinde geçilen kesimlerle karşılaştırıldığında gürültü seviyesinin 5 dBA ya da 10 dBA daha az olduğu görülmüştür. Yarma kesimlerde şev eğiminin maksimum koruma vermesi için, mümkün olduğunca dik olması önerilmektedir. Bu uygulama şehirler ve yeni yerleşim yerleri için pahalı bir çözüm yaratabilir ve drenajın sağlanması için özel teknik düzenlemeler gerekebilir. Diğer taraftan böyle bir uygulama şevde stabilite sorunu yaratabileceğinden uygun çözüm gürültü ve stabilite sorununun araziye bağlı olarak optimize edilmesiyle bulunabilir. Yarmaların üst kısımlarındaki gürültü perdeleri, gürültü azaltma etkisini artırdığı için faydalı olmakta ve maliyeti de düşürmektedir.

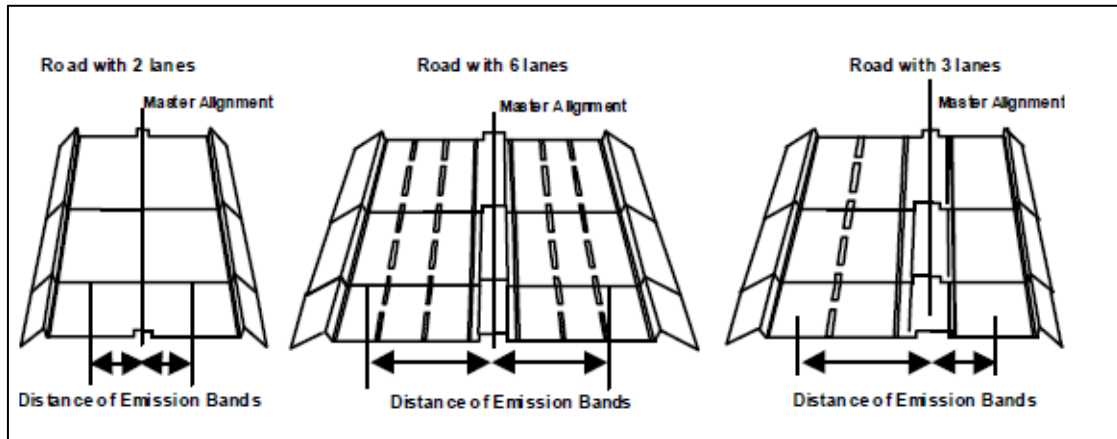
Şehirlerde ve yeni yerleşim yerlerinde, gürültüyü önleme ve arazi kullanımı açısından en etkili çözüm, yolun tünel içerisinden geçirilmesidir. Ayrıca arazi kullanımı gereksiniminin

minimum olması nedeniyle tüneller tercih edilmektedir. Ancak tünel yapım ve bakım maliyeti çok yüksek olmaktadır.

Viyadükler ise, dizayn aşamasında ele alındığında ve özellikle kalın yanıl panellere sahipse, derzler mevcut değilse ya da derzler yapım sırasında kapatıldıysa, gürültü oldukça etkili bir şekilde azalmaktadırlar [30].

Yol genişlikleri

Yol profillerinin farklı olması ve buna bağılı olarak şerit sayısındaki değişiklikler trafik akım hızını ve yoldan geçen araç sayısını etkilediği için gürültü seviyesinde değişimlere sebep olmaktadır. Şekil 3.2’de farklı yol tiplerine örnekler verilmiştir.



Şekil 3.2. Farklı yol profilleri ve şerit genişliği örnekleri [16]

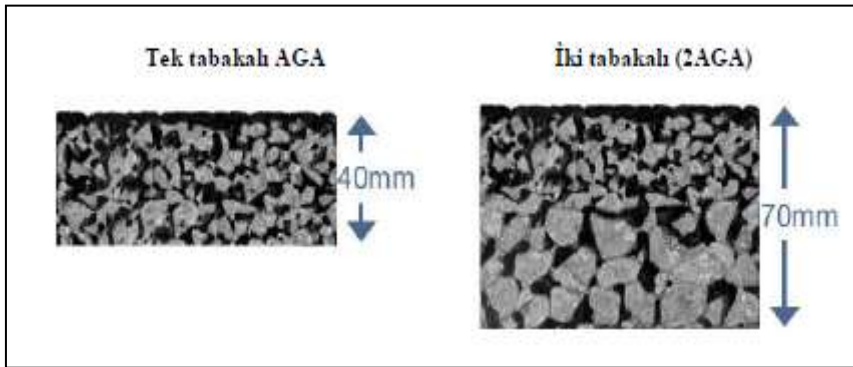
Yol kaplama türü ve kontrolü

Dökme asfalt, Avrupa ülkelerinde referans olarak kabul edilen kaplama türüdür. Kaba bir kaldırım döşemesi üzerindeki emisyon seviyesi, dökme asfaltların seviyesinin 6 dBA daha üzerinde yer almaktadır.

Beton seyir hatları, dökme asfaltlara göre 2 dBA daha gürültülü olup yüzeyin özel olarak işlenmesi ile (jüt bezi ile uzunlamasına düzleme ve uzunlamasına doku verme) ya da ıslak beton yüzey şekli verilmek suretiyle ve dökme asfaltlardan daha gürültülü olmayacak ancak 2 dB(A) daha sessiz hale getirilmeleri sağlanabilmektedir.

Mastik asfalt, 2 mm'nin altında tanecik büyüklüğüne sahip kaya malzemesi, kum ve yol yapım bitümünden meydana gelmiş yoğun kıvamlı bir maddedir. 0/11'den küçük tanecikli ve kırılma olmaksızın 0/8 ve 0/11'lik agregalı mastik asfalt içeren asfalt betonlar, otomobil lastiklerinin emisyon davranışını, Almanya'da referans kaplama olarak kullanılan dökme asfaltinkine nazaran azaltmaktadır.

Açık gözenekli asfalt (Şekil 3.3) kaplama tabakası en az gürültü seviyesine sahip bir yapım metodudur. Yağmur yağdığında taşıt yolu yüzeyinde yalnızca çok ince bir su tabakası oluşur. Bu sayede su saçaklarının oluşması ve suda kayma tehlikesi bir hayli azalmaktadır. Islak (kapalı) taşıt yolları ek hışırtı gürültüsü nedeniyle gürültü emisyonlarını 5 - 10 dBA civarında artırabilirken, açık gözenekli bir asfalt yağmurda hemen hemen aynı gürültü seviyesini korumaktadır [16].



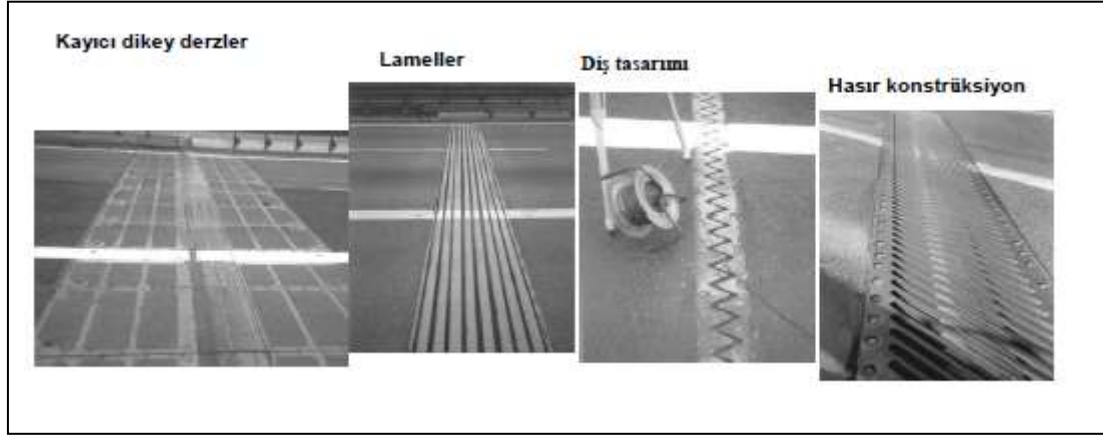
Şekil 3.3. Açık gözenekli asfalt kaplamaların kesitleri [16]

Yolların yıpranması ve yollardaki süreksizlikler ve kontrolü

Taşıt yolu kaplamasındaki homojensizlikler ve kesintiler, bir taşıtın üzerinden geçmesi sırasında geçiş gürültü seviyesini şiddetli bir biçimde artırabilir. Yüksek oranda enformasyon içeriği ve dikkat çekiciliği nedeniyle bir hayli rahatsız edici olarak algılanan, ani darbeleri vuruş ve takırtı sesleri meydana gelebilir (Şekil 3.5). Bunu önlemek amacıyla; konik şaft çerçeveli, plastik ya da asfalt kaplanmış yeni kapak konstrüksiyonlar kullanılabilir. Fakat en güvenli çözüm, kanalın ya da şaftın tekerlek çizisinin dışına kaydırılmasıdır.

Yol yüzeyinde meydana gelen kesintiler (Şekil 3.4), tipik olarak köprü eklentilerinde, çapraz tramvay hatlarında, demiryolu geçitlerinde, kanal kapakları ya da yoldaki hasarların

doğru tamir edilmemesi ya da çukur açılması ile oluşmaktadır. Çoğu zaman bu darbeli gürültüler, özellikle ses dağılması için çok uygun olan köprülerde, daha uzak mesafelerden de duyulabilmektedir.



Şekil 3.4. Çeşitli köprü üstgeçit konstrüksiyonları [16]



Şekil 3.5. Taşıt yolu ile aynı seviyede bir kanal kapağı [16]

Bunu önlemek amacıyla; hasır konstrüksiyonlu taşıt geçitleri kullanılabilir. Buna ek olarak, sürüş istikametinin çaprazında yer alan üstgeçit konstrüksiyonları da ani gürültü seviyesi artışını belirgin bir biçimde azaltmaktadır [16].

Ortalama trafik hızı ve kontrolü

Gürültü üretiminde trafik akımının ortalama hızının etkisi, trafik gürültüsü kontrolünde oldukça önemli bir yer tutar. Trafik hızı ile gürültü düzeyi birbiriyle orantılı kabul edilmektedir. Bu trafiğin akışı ile karıştırılmamalıdır. Durağan bir trafikte düşük trafik hızı

daha düşük seviyeler üretmeyecektir. Ancak taşıt hızına bağlı gürültü oluşumu, düşük hızlarda taşıtın kısmî gürültü kaynaklarına bağlı olan çok sayıda değişkeni içerdiğinden oldukça karmaşıktır [28].

Bir trafik akımındaki ortalama taşıt hızının etkisi konusundaki bir çalışma, trafik kompozisyonu, akım türü, sürücü davranışı gibi faktörlerin de incelenmesini gerektirir. Gürültünün alıcıda rahatsızlık düzeyini etkileyen önemli faktörlerden biri olan taşıt hızı arttıkça, sebep olduğu gürültü de artmaktadır. Kot farkı olmayan bir arazide yoldan 30,5 m mesafede 32 km/h hızla seyreden bir araç 50 dBA gürültü üretirken, 64 km/h hıza sahip bir araç 58 dBA gürültü üretmektedir [25].

Üst hız limitlerinin düşürülmesi ile trafiğin yavaşlatılması, teknik açıdan bir yolun gürültü emisyonlarının azatılımı yönünde ucuz ve etkili bir araçtır. Uygulamada böyle bir önlemin etkisi, trafikteki katılımcılarının bu sınırlamalara kesin olarak uyma derecesine bağlıdır. Genel olarak izin verilen üst hız limitlerine uymak öncelikle, limitleri aşma durumunda caydırıcı cezalarla sonuçlanacak kontrollerin yapılması ile sağlanabilir.

Hızın düşürülmesi, yukarıda belirtilen kontrollerin yanı sıra alınacak iki önlem ya da araç ile sağlanabilir. Birincisi izin verilen üst hız limiti düşürülür, örneğin 30 km/s lik bir hız seviyesine (günümüzde Avrupa’da çok yaygın olan bir önlem), diğeri ise yollarda alınacak yapısal önlemler ile sürücüler daha düşük hız limitlerine zorlanabilir [16].

Trafik hacmi ve kontrolü

Yoldan 30.5 m uzaklıkta ve yolla aynı seviyedeki bir noktada, 90 km/saat hız için değişik trafik hacimlerinde tespit edilen gürültü seviyeleri şöyledir; [30]

- Tek araç 64 dBA
- Saatte 2000 araç 66 dBA
- Saatte 6000 araç 71 dBA

Şehir içindeki araç park yerlerinde alınacak işletme tedbirleri, araç kullanımını caydıracak fiyat politikalarının belirlenmesi, bireysel araç trafiği alanlarının sınırlandırılması ve lokal sürüş yasakları gibi tedbirler trafik hacmini azaltılabilir.

Ulaşım akım türü

Trafik akım tiplerinden akıcı trafik tipi uzun süre ve mesafede sürekli bir sabit hız ve hacme sahip olan bir akım olarak tanımlanabilir. Kesikli olmayan bu akım türünü değerlendirmek ve kent dışı trafik koşullarına ilişkin deneysel araştırmalarda modellemek nispeten kolay olmaktadır. Akıcı olmayan trafiğe genellikle bir veya daha çok kavşağın bulunduğu kent yollarında rastlanmaktadır. Serbest olmayan akım, hız ve yoğunluktaki değişimlere de bağlı olarak değişkenler arttığı için oldukça karmaşık bir yapı vardır [25].

3.2. Çevresel Gürültü Haritaları

“Yürürlükte bulunan her türlü sınır değerin aşılp aşılmadığını göstermek gayesiyle, belirli bir alanda etkilenen kişi ve maruz kalan konut sayısı da dâhil olmak üzere, mevcut veya gelecekte ortaya çıkabilecek bir gürültü durumu hakkındaki verilerin; gürültü göstergesi kullanılarak söz konusu alanın fiziksel haritası üzerinde standartlara uygun olarak belirtilmesine gürültü haritalaması” denmektedir [31].

Gürültü haritaları; bir çevrede gürültü kaynaklarının oluşturduğu ya da bir takım veriler girerek tahmini gürültü düzeyini ortaya koymak, yasal mevzuatla belirlenen sınır değerlerinin aşılp aşılmadığını kontrol ederek etkilenen nüfusu belirlemek amacıyla hazırlanmaktadır.

Gürültü haritaları veya daha genel deyişle ses haritaları genellikle belirli bir zaman süresinde ortalama düzeylerini gösterir.

Sesin açık ortamda yayılması sırasında yansıtıcı yüzeyler, engeller, saçıcı köşeler, yutucu zemin gibi çeşitli fiziksel elemanların ve atmosferik koşulların ses azatım ve artış üzerinde etkileri bulunmaktadır. Bu sebeple; simüle edilecek olan çevresel gürültü düzeyinin belirlenmesi sırasında bu verilerin hesaba katılması gerekmektedir.

Karayolu gürültü haritası hazırlanırken de bir takım verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Çevresel gürültü haritasının temelini oluşturacak bu verilerin başlıcaları; kaynak verileri ve fiziksel çevre verileridir

Kaynak verileri

Karayolu gürültü haritası hazırlanması sırasında en önemli parametre kaynak verilerinin belirlenmesidir. Ülkemizdeki yasal mevzuatlar gereğince hazırlanacak bu haritalar için Fransız ulusal hesaplama yöntemi olan “NMPB – Routes – 96 (SETRA – CERTU – LCPC –CSTB)” ve Fransız standardı olan “XPS 31- 133” kullanılmalıdır ve aşağıda verilen veriler elde edilmesi gerekmektedir:

- Zaman dilimlerine göre araçların ortalama hızları
- Yolun konumu, genişliği ve kaldırım durumu
- Zaman dilimlerine göre saatlik bazda veya saatlik araç veri ortalamaları
- Yol yüzeyinin türü
- Yolun eğimi
- Zaman dilimlerine göre trafik akışının türü
- Hafif araç ve ağır araç oranları

Fiziksel çevre verileri

Kaynak gürültüsünün yayılması sırasında etrafında bulunan engeller ya da hava şartları sebebiyle değişiklikler oluşmaktadır. Bu sebeple haritalama sırasında aşağıda verilen verilerin elde edilmesi gerekmektedir:

- Eş yükselti eğrileri, yükseklik verileri ve kırılma noktaları bilgileri doğrultusunda topografik veriler
- Zeminin türü ve yutuculuk bilgileri
- Binaların ayak izleri, yükseklikleri, kat adetleri, yutuculuk katsayıları, yansıma durumu vb.
- Hesaplamada kullanılacak yansıma miktarı
- Yıllık rüzgar verileri, sıcaklık ve nem gibi meteorolojik veriler
- Doğal yada inşa edilen engeller ve bu engellerin bilgileri

Avrupa Birliğinin 2002/49 numaralı dokümanı (END), gürültü haritalaması konusunda bir takım yükümlülükler getirmektedir. Ancak özet bir belge niteliği taşıyan bu direktif;

çevresel gürültünün haritalanması konusunda detaylı bir bilgi vermemesi sebebiyle, Avrupa Birliği Komisyonu bünyesinde bir çalışma grubu oluşturulmuş ve uygulamada kaynaklanan birtakım sorunları çözerek yol göstermek amacıyla bir kılavuz (GPG, WG-AEN) hazırlanmıştır [32].

Bu kılavuzda; haritalama uygulamalarında ortaya çıkan belirsizliklere getirilen açıklamalar ile çözüm setleri sunulmuştur. Eldeki verinin kalitesine göre uygulanacak çözümler; beraberinde doğruluk, zorluk ve maliyet boyutları konusunda yön göstermektedir.

Karayolu gürültüsünün hazırlanması konusunda elde edilen veriler göre kılavuzun sunduğu çözüm setleri uygulanmıştır. Verinin kalitesine göre çözüm seti kullanmayacağımız durumlardaki tablolar aşağıda verilmemiştir.

Çizelge 3.1. Ortalama yol trafik hızı çözüm kiti [32]

Çözüm 3.5: Hız verisi mevcut değil			
Yöntem	zorluk derecesi	doğruluk	maliyet
Radar ya da diğer uygun teknolojiler aracılığıyla araç hızlarını ölçünüz		< 0.5 dB	
Araçların bilinen bir uzunluktaki yol kesiti boyunca giderken geçen zamanı ölçünüz ve ortalama trafik hızını hesaplayınız		< 0.5 dB	
Ortalama trafik akışında sürüş gerçekleştirerek ortalama trafik hızını belirleyiniz		1 dB	
Hız limitini kullanınız (örn. trafik işaretlerinden)		2 dB	
Benzer yol türlerinden edindiğiniz tecrübeye dayalı olarak ortalama trafik hızı ile ilgili bir varsayımda bulununuz		2 dB	

Çizelge 3.2. Yol yüzey türü çözüm kiti [32]

Çözüm 5.3: Görsel incelemeye dayalı yol yüzey türü																					
Yöntem	zorluk derecesi	doğruluk	maliyet																		
Asfalt/çimento/pürüzlü ya da kaldırım taşlarının görsel incelemeye dayalı gürültü düzeltmelerini uygulayınız																					
<table><tr><td>Pürüzlü kaldırım taşları</td><td>PS uneven</td><td>4.8</td></tr><tr><td>Pürüzsüz kaldırım taşları</td><td>PS even</td><td>3.1</td></tr><tr><td>Çimento asfalt / Sert asfalt</td><td>Con / Ror</td><td>1.1</td></tr><tr><td>Düz asfalt (referans)</td><td>Ref</td><td>0.0</td></tr><tr><td>Drenaj asfalt < 5 yıl</td><td>DA</td><td>-2.7 (-1.7)</td></tr><tr><td>Alçak gürültülü pürüzlü asfalt</td><td>LN P</td><td>-3.5 (-2.5)</td></tr></table>	Pürüzlü kaldırım taşları	PS uneven	4.8	Pürüzsüz kaldırım taşları	PS even	3.1	Çimento asfalt / Sert asfalt	Con / Ror	1.1	Düz asfalt (referans)	Ref	0.0	Drenaj asfalt < 5 yıl	DA	-2.7 (-1.7)	Alçak gürültülü pürüzlü asfalt	LN P	-3.5 (-2.5)		1 dB	
Pürüzlü kaldırım taşları	PS uneven	4.8																			
Pürüzsüz kaldırım taşları	PS even	3.1																			
Çimento asfalt / Sert asfalt	Con / Ror	1.1																			
Düz asfalt (referans)	Ref	0.0																			
Drenaj asfalt < 5 yıl	DA	-2.7 (-1.7)																			
Alçak gürültülü pürüzlü asfalt	LN P	-3.5 (-2.5)																			
Not: drenajlı ya da düşük gürültülü asfalta sahip 50 km/saat yollar için -1.7 ve -2.5 dB																					

Çizelge 3.3. Zemin yüzey türü çözüm kiti [32]

Çözüm 13.1: Arazi kullanım sınıflandırması																							
Yöntem	zorluk derecesi	doğruluk	maliyet																				
Coğrafi Bilgi Sistemi'ndeki arazi kullanım haritalarından gelen verilerle zemin yüzeyi sınıflara ayrılabilir. Bu zemin kullanım sınıflarından her birine, 1.0'ın emici değeri olduğu yerde varsayılan bir zemin faktörü tahsis edilebilir. <table><thead><tr><th>Arazi kullanımı</th><th>Zemin faktörü</th></tr></thead><tbody><tr><td>açıklık</td><td>1.0</td></tr><tr><td>tarım</td><td>1.0</td></tr><tr><td>park</td><td>1.0</td></tr><tr><td>çatılık alan</td><td>1.0</td></tr><tr><td>kaldırım</td><td>0.0</td></tr><tr><td>kentsel</td><td>0.0</td></tr><tr><td>sanayi</td><td>0.0</td></tr><tr><td>su yapıları</td><td>0.0</td></tr><tr><td>mesken</td><td>0.5</td></tr></tbody></table>	Arazi kullanımı	Zemin faktörü	açıklık	1.0	tarım	1.0	park	1.0	çatılık alan	1.0	kaldırım	0.0	kentsel	0.0	sanayi	0.0	su yapıları	0.0	mesken	0.5			
Arazi kullanımı	Zemin faktörü																						
açıklık	1.0																						
tarım	1.0																						
park	1.0																						
çatılık alan	1.0																						
kaldırım	0.0																						
kentsel	0.0																						
sanayi	0.0																						
su yapıları	0.0																						
mesken	0.5																						

Çizelge 3.4. Bina yükseklikleri çözüm kiti [32]

Çözüm 15.1: Mevcut bina kat sayısı			
Yöntem	zorluk derecesi	doğruluk	maliyet
Ortalama kat yüksekliğiyle kat sayısını çarpınız (örn. 3 metre)		1 dB	

Çizelge 3.5. Bina ses yutum katsayısı çözüm kiti [32]

Çözüm kiti 16: Bina ve bariyerler için ses yutum katsayıları α_r			
Yöntem	zorluk derecesi	doğruluk	maliyet
Eğer biliniyorsa yutum katsayıları kullanınız		< 0.5 dB	
Yutum katsayılarını ölçünüz		< 0.5 dB	
Ülkeye göre belirlenmiş varsayılan yutum katsayısı değerlerini kullanınız		2 dB	
Aşağıdaki varsayılan değerleri kullanınız:			
Yapı	Tavsiye edilen α_r		
Tamamen yansıtan (örn. Cam ya da metal)	0,0		
Düz kâğıt duvar, yansıtan gürültü bariyeri	0,2		
Yapılı kâğıt duvar (örn. Balkon ve cumbalı bina)	0,4	1 dB	
Gürültüyü emen duvar ya da gürültü bariyeri	İmalatçının verilerine bakınız. Mevcut değil ise 0.6 kullanınız		

3.3. Çevresel Gürültü Ölçümleri

Gürültü kontrolünde gürültü ölçümlerinin önemli bir yeri vardır. Gürültü ölçümlerinde amaç, gürültü kaynağını bulmak ya da belli bir noktadaki gürültü düzeyini saptamaktan, gürültünün frekans dağılımını bulmaya veya darbe gürültüsünü saptamaya kadar çok çeşitli

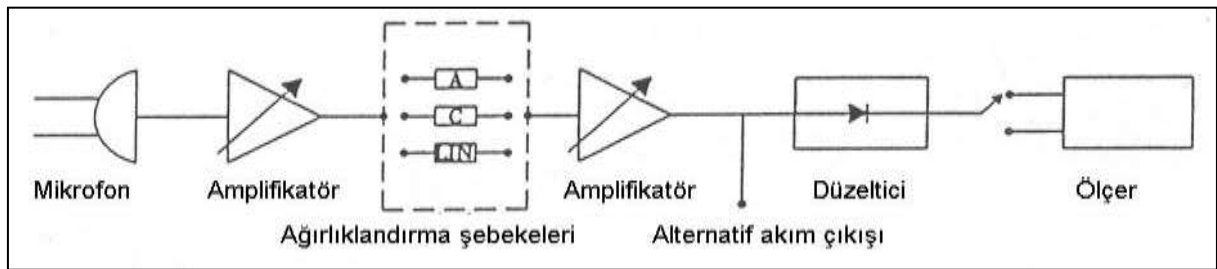
olabilir. En çok kullanılan ölçüm, istenilen bir yerdeki gürültü düzeyinin saptanmasıdır. Bu tür ölçümler, genellikle, çevre gürültüsünün yönetmeliklere uygunluğunu ya da bir iş yerindeki gürültü düzeyinin, çalışanlara zarar vermemesi için, istenen sınırlar içerisinde olup olmadığını kontrol etmek için yapılır [33].

Çevresel gürültü ölçümlerinin yapılmasında uygulanacak yöntemlerin belirlenmesi, kullanılacak cihazın seçimi, elde edilen verilerin istatistiksel, uzamsal ve spektral yönden analiz edilmesi (çözümlemesi) ve sonuçların amaçlara uygun olarak değerlendirilmesi gibi çalışmalar, bilimsel temellere dayalı olarak saptanmış ilkelere göre yürütülmesi gereken ve bir bölümü uluslararası standartlarda belirtilen çalışmalardır [1].

Gürültü ölçüm sırasında kullanılacak sistemler

Ses basınçölçerler, gürültü ölçümlerinde sahip oldukları geniş özelliklerinden dolayı çok kullanılan bir sistemdir. Bu cihazlar Şekil 3.6’de bahsedildiği gibi;

- Mikrofon ya da dönüştürücü: Basınca hassas bir diyafram sayesinde, ses basıncındaki değişimleri, değişik elektrik akımlarına dönüştürür.
 - Amplifikatör: Çok küçük elektrik akımı sinyallerini kullanılabılır bir seviyeye yükseltir
 - A-ağırlıklı Şebeke ya da diğer elektronik filtreler: Elektrik sinyalini analiz eder.
 - Sayaç: Elektrik sinyallerinin analog ya da dijital değerlerini dB olarak gösterir.
- parçalarından oluşur [10].



Şekil 3.6. Ses seviyesi ölçüm aleti için öbek çizeneği [34]

Ayrıca ses basınçölçerler; Tip 1, Tip 2, Tip 3 ve Tip 4 şeklinde sınıflandırılmaktadır. Ölçülecek gürültü kaynağının zamana göre dağılımı göz önünde bulundurularak F (Fast –

100ms de 1 ölçüm) , S (Slow – 1s de 1 ölçüm) ve I (Impulse – 35ms de 1 ölçüm) türü ölçümler gerçekleştirilir.

Ölçüm parametreleri

Çevresel gürültü ölçümlerinde, gürültünün, alıcılar üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinde genellikle aşağıdaki parametreler kullanılmaktadır [34]:

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

Ölçüm zamanı aralığı

Ölçüm süresi; ölçümün amacına, türüne, moduna, konumuna, kaynağına göre değişiklik gösterebilmektedir. Bunun yanında ölçme zaman aralığı, gürültü emisyonu ve yayılmasındaki bütün anlamlı sapmaları kapsayacak şekilde seçilmelidir. Gürültü periyodikler içeriyorsa, ölçme zaman aralığı en az üç tam periyodu içermelidir [35].

Eşdeğer ses düzeyi L_{eq} ölçümü için, ölçüme başladıktan sonra 5 – 10 dakika ölçüme devam edilir. Çok daha uzun bir zaman aralığındaki eşdeğer ses düzeyi gerekiyorsa ve gürültü düzeylerinde önemli değişimler gözleniyorsa, genellikle söz konusu uzun süre içerisinde değişik zamanlarda, her bir 5 – 10 dakika süren L_{eq} ölçüm yapılarak bunların ortalaması alınır. Bu uzun süre boyunca, farklı düzeylerde gürültülerin olduğu zaman dilimleri varsa, her zaman dilimi için ölçümle bulunan eşdeğer ses düzeylerinin zaman ağırlıklı ortalamaları alınarak daha sağlıklı bir değer bulunabilir. Böyle bir durumda en sağlıklı sonuç, eşdeğer ses düzeyinin bulunacağı süre boyunca cihazın açık tutularak ölçüm yapılmasıyla elde edilir [33].

Gürültü tek olaydan (örneğin, bir uçağın bir yerin üzerinden gelip geçmesi, bu durumda geçiş sırasında gürültü değişir, fakat referans zaman aralığının önemli bir bölümünde

gürültü yoktur) ölçüldüğünde, ölçme zaman aralıkları, tek olaydan kaynaklanan sese maruz kalma seviyesi (L_E) tayin edilebilecek şekilde seçilmelidir [35].

Ölçüm noktaları

Genel olarak çevresel gürültü ölçümleri alıcıya en yakın noktalarda tavsiye edilmektedir. Ölçüm noktaları, mümkün olduğu sürece serbest alan özelliklerini gösteren noktalarda seçilmelidir. Gürültünün yayıldığı alanlardan gürültüye duyarlı alanlarda noktalar seçilebilir. Ancak, gürültüye hassas tüm noktalarda ölçüm yapılamadığı durumda, ölçüm yapılan noktalar diğer noktalar hakkında fikir verebilmelidir [34,36].

Mikrofonun konumu

Gürültü ölçümü; kaynağa bakan yönde ve kaynağı görecektir şekilde gerçekleştirilmelidir. Ayrıca yansımaların etkisini en aza indirmek için yansıtıcı yüzeylerden uzakta ve Kaynağın etkilerini tam olarak yansıtacak birkaç noktada, ölçüm yapmak gerekmektedir [34]. Ölçüm şartları göz önünde bulundurulduğunda mikrofonun konumu değişiklik gösterebilmektedir:

- Serbest alan konumunun sağlandığı durumlarda: Mikrofon ile zemin dışında herhangi bir ses yansıtıcı yüzey arasındaki mesafe mikrofon ile ses kaynağının baskın bölümü arasındaki mesafenin en az iki katı olmalıdır.
- Yansıtıcı yüzeye mikrofonun bitişik yerleştirildiği konum: Bu durumda, anlık ses alanını elde etmek için uygulanacak düzeltme -6dB'dir.
- Mikrofonun yansıtıcı yüzeyin 0,5 m ila 2 m önünde olduğu konum: Bu durumda, anlık ses alanını elde etmek için uygulanacak düzeltme -3dB'dir [35].

Ölçüm noktaları yer dışındaki yansıtıcı yüzeylerden 3,5 m uzakta konumlandırılmalıdır. Eğer bu konum için yeterli alan yoksa yüzeye 1m de konumlandırma yapılmalıdır (Yansıtıcı yüzeyden 1 m uzakta ölçülen değer 3,5 m mesafede ölçülen değerden 2,5 dB fazladır. Bu yüzden bir düzeltme yapılmalıdır, yalnız baskın tonların tespiti hâlinde bu düzeltme yapılmayabilir).

Mikrofonun zeminden yüksekliği 1,2-1,5 m (kulak hizasında) olmalıdır. Ölçüm noktaları öyle belirlenmelidir ki yakın bina veya topoğrafik yapı akustik bir etki oluşturmamalı, bazı etkiler açık alandaki yayılımda ses basınç seviyesini artırabilmektedir. Engelleme v.b. etkilerin oluşmasını önleyecek şekilde bir konumlandırma yapılmalıdır.

Mikrofonun konumlandırılacağı alanın önünde veya civarında bir engel teşkil edebilecek duvar, çit vs. gibi yapıların olması durumunda mikrofon, o engel üzerinden itibaren maksimum 2,5 m yükseklikte olacak şekilde konumlandırılabilir [34].

Çevresel gürültü ölçümü öncesi ve sırasında dikkat edilecek hususlar

Ölçüm Öncesi dikkat edilecek hususları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Cihazda kullanılacak güç kaynaklarının dolu olup olmadığı kontrol edilmeli
- Kalibrasyon yapılmalı (94 dB veya 114 dB)
- Cihazın tipi, seri numarası, markası vb. bilgilerin kaydedilmesi
- Ölçüm yapılacak ortamın meteorolojik özellikleri göz önünde bulundurulmalı (Rüzgar hızı 5m/s olduğunda, ortam sıcaklığının yüksek olup mikrofonu etkileyebilecek sevide olduğunda, yağmurlu havalarda vb. durumlarda ölçüm yapılmamalıdır.)
- Ölçüm yapılacak yerlerin, ölçüm noktalarının ve çevredeki yutucu – yansıtıcı yüzeylerin kroki üzerinde belirlenmesi ve işaretlenmesi
- Ölçülecek gürültü kaynağına göre cihazın ölçüm ayarlarının yapılması (Fast – Slow moda ölçüm gibi)

Ölçüm sırasında dikkat edilecek hususlar

- Cihazın yönü gürültü kaynağına doğru olmalı ve ölçüm sırasında cihazı mümkün olduğunca kendimizden uzak tutmamız gerekmektedir.
- Cihazın titreşimden etkilenmemesi sağlanmalı.
- Rüzgâr hızının yavaş olduğu durumda dahi mikrofonun üzerine muhafaza takılmalı.
- Arka plan ölçüm değeri ile arka plan + kaynak ölçümü arasındaki farka dikkat edilmeli.

Ölçümde sonuçlarının doğruluğunu etkileyebilecek faktörler

Ölçüm sırasında meydana gelebilecek aşağıdaki sebeplerden sonuçların doğruluğu etkilenebilmektedir:

- Uzun süreli ölçümlerde ölçüm sisteminin akustik veya elektrik açısından düzenli olarak kontrol edilmemesi.
- Ölçümü gerçekleştiren personelin kişisel hataları
- Mikrofonun nemden etkilenmesi (mikrofona asla üflenmemelidir)
- Rüzgarın etkisi (Bunu önlemek amacıyla mikrofon üzerine koruyucu takılmalı ve cihaz ayarlarından “Rüzgar Ayarı” yapılmalı)
- Batarya performansının yeterli olmaması (ölçüm yapılmadan önce tam dolu olup olmadığı kontrol edilmelidir)
- Ölçüm yapan personelin vücut etkisi (personel ölçüm yapılırken mikrofona yakın olması sebebiyle sesin absorpsiyonu ya da yansıması meydana gelebilir)
- Engel etkisi (Mikrofonun konumunun engel etkisi altında kalmayacak şekilde seçilmeli)

Karayolu taşıtlarının gürültü emisyonları ölçümü

Çevre gürültüsü kaynakları içinde en yaygın ve en etkili olan ulaşım gürültüleri için özel ölçüm standartları ve ayrı limit değerleri bulunmaktadır. Kaynak gürültüsü ve saha ölçümleri olmak üzere başlıca iki ölçüm durumu vardır.

Kaynak sesi ölçümü

Motorlu taşıtlar çeşitli ikincil kaynaklara sahiptirler ve bir taşıtın emisyonu gerçekte taşıtın yakın çevresinde bir ses şiddeti haritasının (konturlarının) elde edilmesini gerekli kılar. Aşağıda farklı ulaşım gürültüsü kaynakları için emisyon ölçüm tekniklerinden söz edilecektir.

- ISO 5130 (2007): Sabit durumda çalışan motorlu taşıtların çıkardığı gürültünün ölçümünü açıklayan standarttır.
- ISO 362 (1998): Hareket halindeki motorlu taşıtlar için emisyon ölçüm standardı.

- EU Directive 70/157/EC ve TC. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Yönetmeliği: Dokümanda motorlu araçların emisyon ölçüm yöntemi açıklanmakta ve Avrupa Komisyonu tip onay belgesi için gürültü limitleri verilmektedir.
- ISO 512 (1979) ve ISO 6969 (2004) Sesli Sinyal Cihazları İçin Ölçüm Yöntemi: Motorlu taşıtlarda kullanılan sesli sinyal cihazlarının ölçümlerine ilişkin standarttır [1].

Alanda gürültü ölçümü

Çevresel gürültüler için yapılacak alan çalışmalarında neyin ölçüleceği, ne amaçla ölçüm yapılacağı, istenen doğruluk derecesi, mevcut cihaz olanakları, ölçüm yapanın bilgi ve becerisi, ölçüm yapılan fiziksel çevrenin diğer koşulları ve kaynak özelliklerinin değişkenliği büyük rol oynar. Çok farklı tekniklerin uygulanabildiği çevre gürültüsü ölçümlerinde, sonuçların doğruluğu ve karşılaştırılabilirliği açısından belirli standartlara uyulması zorunludur.

Leq ölçülürken ölçme zaman aralığı boyunca gelip geçen araçlar sayılmalıdır. Ölçme sonucu diğer trafik şartlarına çevrilecekse, en az “ağır” ve “hafif” olmak üzere iki araç kategorisinde ayırım yapılmalıdır. Trafik şartlarının gerçeği temsil edip etmediğini saptamak amacıyla ortalama trafik hızı ölçülmeli ve yol yüzeyinin tipi kayıt edilmelidir [35].

4. KONAKLAMA YAPILARI ÖZELİNDE KARAYOLU TRAFİK GÜRÜLTÜSÜ VE ETKİLERİNE YÖNELİK ÖRNEKLEM ÇALIŞMASI: ANKARA'DA BİR OTEL BİNASI ÖRNEĞİ

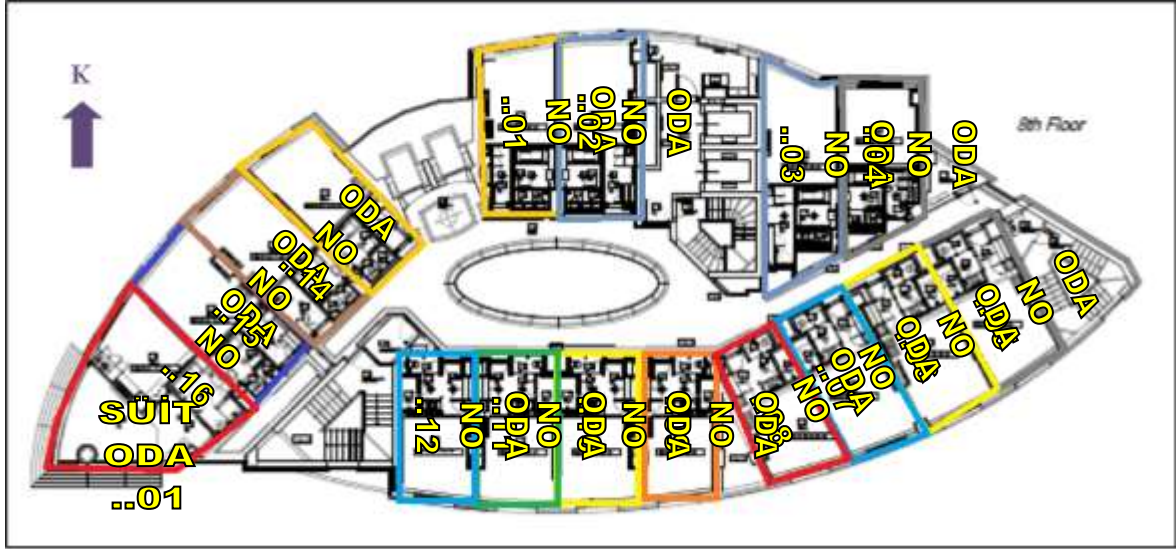
Konaklama ihtiyacı, ilk zamanlardan beri, insanlar yolculuk ettikçe devam etmiştir. Tarih boyunca, hanlar ve kervansaraylar ile başlayan gelişim sürecinin sonu oteller, çağdaş ve sosyal yaşamın vazgeçilmezi haline gelmiştir. Özellikle son yıllarda, dünyada ulaşım olanaklarının gelişmesi ile hızla artan yolcu ve turist sayısı, konaklama ihtiyacını ve bununla birlikte otellere olan talebi arttırmıştır. Dünyada konaklama endüstrisinin hızlı gelişimi sonucu sayısız otel inşa edilmiştir [37]. Bu hızlı gelişimle birlikte konaklama yapılarının kent içindeki yeri, tasarımı ve konforu da önem kazanmıştır. Dinlenmeye yönelik olarak tasarlanan konaklama binalarında, özellikle trafik gürültüsü konfor koşullarını etkileyen önemli parametreler arasındadır. Bu kapsamda, karayolu trafik gürültüsü seçilen örnek çalışma özelinde incelenerek, değerlendirilmiştir.

Bu bağlamda yapılan çalışmada; Ankara ili merkezinde yoğun bir karayolu üzerinde bulunan ve insanların konaklama ihtiyacını karşılayan bir otel binası odalarının, karayolundan yayılan çevresel gürültü düzeyinin yasal mevzuatlarla uygunluğu incelenmiş ve akustik ölçümler yapılarak cephe ve duvarların ses geçiş kayıpları hesaplanmıştır.

Bu kapsamda; CadnaA simülasyon programı kullanılarak gürültü haritası hazırlanmış, cepheye gelen çevresel gürültünün etkisi incelenmiş, yerinde yapılan ölçümlerle CadnaA simülasyon programının sonuçları karşılaştırılmış, meydana gelen farklılıkların sebepleri incelenmiştir. Karayolu gürültüsünün CadnaA simülasyon programı ile belirlenerek standart ve yönetmeliklere uygunluğunun tespit edilmesi ve akustik ölçümlerle ses geçiş kayıplarının hesaplanması çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

4.1. Seçilen Otel ve Çevresindeki Karayolu Hakkında Genel Bilgiler

Seçilen Otel; Ankara'nın merkez karayollarının ana arterlerinden biri olan bir karayolu üzerinde bulunmakta olup, karayoluna olan uzaklığı 15 m dir. 12 kattan oluşan otel binası (Resim 4.1); süit odalar (Resim 4.3) ve normal odalar (Resim 4.2) olmak üzere iki tip odadan oluşmakta olup, toplamda 176 oda ile hizmet vermektedir. Normal odalar 26 m², Süit oda ise 50 m² dir.



Resim 4.1. Seçilen otelin kat planı



Resim 4.2. Seçilen otelin normal odası



Resim 4.3. Seçilen otelin suit odası

Otel binası, oval mimari yapısı nedeniyle iki cepheden (Resim 4.1) oluşmaktadır. Binanın güney cephesi seçilen karayoluna bakmaktadır. Bu cephede Resim 4.1’den de anlaşılacağı üzere; oda ..05, oda ..06, oda ..07, oda ..08, oda ..09, oda ..10, oda ..11, oda ..12 isimli normal odalar ve süit oda ..01 numaralı süit odalar bulunmaktadır. Binanın kuzey cephesi ise seçilen karayolundan diğer cepheye nazaran etkilenmeyecek şekildedir ve bu cephede sadece oda ..01, oda ..02, oda ..03, oda ..04, oda ..14, oda ..15, ve oda ..16 numaralı normal odalar bulunmaktadır. Süit odalar iki kısımdan oluşmaktadır. Yatak odası kısmının dış cephesi, diğer normal odalardaki gibi duvar ve pencereden oluşmaktadır. Ancak Süit odaların çalışma bölümü tamamen camdan oluşmaktadır.

Örneklem olarak seçilen otelin yanında büyük bir Alışveriş Merkezi bulunmaktadır. Ayrıca, binanın önünde dolmuşların yolcu almak için durdukları ve bekledikleri durak bulunmaktadır.

Tez kapsamında çevresel gürültü kaynağı olarak aldığımız karayolu; Ankara’nın en işlek karayollarından biridir. Karayolu boyunca şerit sayıları değişmektedir. Otel önündeki kısmında Doğu – Batı istikametinde 7 şerit, Batı – Doğu istikametinde ise 4 şerit bulunmaktadır (Resim 4.4). Yolu toplam genişliği 40 metredir.

Ankara Büyükşehir Belediyesi’nden alınan kamera kayıtlarından yapılan sayımlar doğrultusunda, akustik ölçümlerin yapıldığı tarihlerde seçilen karayolunda günlük yaklaşık 182.000 araç geçişi olmaktadır. Bu da yılda ortalama 66 milyon aracın geçtiğini göstermektedir. Çizelge 4.1 de saatlik bazda araç sayıları görülmektedir.

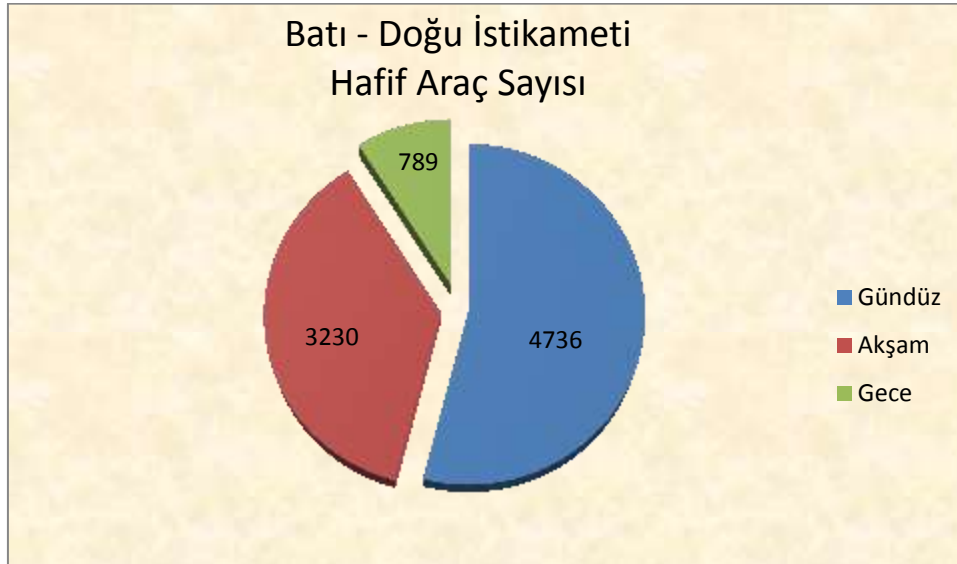
Çizelge 4.1.Saatlik araç sayısı (18.03.2016 tarihinde yapılan araç sayım verileri)

	Saat Aralığı	Batı - Doğu İstikameti				Doğu - Batı İstikameti			
		Hafif Araç Sayısı	Ağır Araç Sayısı	Toplam Araç Sayısı	Ağır Araç Yüzdesi	Hafif Araç Sayısı	Ağır Araç Sayısı	Toplam Araç Sayısı	Ağır Araç Yüzdesi
Gündüz Zaman Dilimi	07:00 - 08:00	4172	172	4344	4,0	4900	233	5133	4,5
	08:00 - 09:00	4164	225	4389	5,1	6988	334	7322	4,6
	09:00 - 10:00	3908	161	4069	4,0	6381	268	6649	4,0
	10:00 - 11:00	5128	167	5295	3,2	5786	203	5989	3,4
	11:00 - 12:00	5039	202	5241	3,9	5597	206	5803	3,5
	12:00 - 13:00	4846	144	4990	2,9	5855	218	6073	3,6
	13:00 - 14:00	5326	149	5475	2,7	6951	197	7148	2,8
	14:00 - 15:00	5343	171	5514	3,1	6400	205	6605	3,1
	15:00 - 16:00	5106	176	5282	3,3	6740	215	6955	3,1
	16:00 - 17:00	5371	194	5565	3,5	6920	194	7114	2,7
	17:00 - 18:00	4809	175	4984	3,5	7561	294	7855	3,7
	18:00 - 19:00	3622	125	3747	3,3	5365	204	5569	3,7
	Gündüz Saatlik Ortalama	4736	172	4908	3,5	6287	231	6518	3,6
Akşam Zaman Dilimi	19:00 - 20:00	3798	92	3890	2,4	6023	134	6157	2,2
	20:00 - 21:00	3349	93	3442	2,7	4335	97	4432	2,2
	21:00 - 22:00	2966	83	3049	2,7	3434	98	3532	2,8
	22:00 - 23:00	2806	94	2900	3,2	3054	112	3166	3,5
	Akşam Saatlik Ortalama	3230	91	3320	2,8	4212	110	4322	2,7
Gece Zaman Dilimi	23:00 - 00:00	2134	72	2206	3,3	2496	98	2594	3,8
	00:00 - 01:00	1467	52	1519	3,4	1740	72	1812	4,0
	01:00 - 02:00	781	64	845	7,6	853	65	918	7,1
	02:00 - 03:00	472	71	543	13,1	533	41	574	7,1
	03:00 - 04:00	303	49	352	13,9	307	44	351	12,5
	04:00 - 05:00	208	42	250	16,8	293	52	345	15,1
	05:00 - 06:00	283	57	340	16,8	421	79	500	15,8
	06:00 - 07:00	663	95	758	12,5	1032	121	1153	10,5
	Gece Saatlik Ortalama	789	63	852	10,9	959	72	1031	9,5
TOPLAM ARAÇ SAYISI		78.989				103.749			



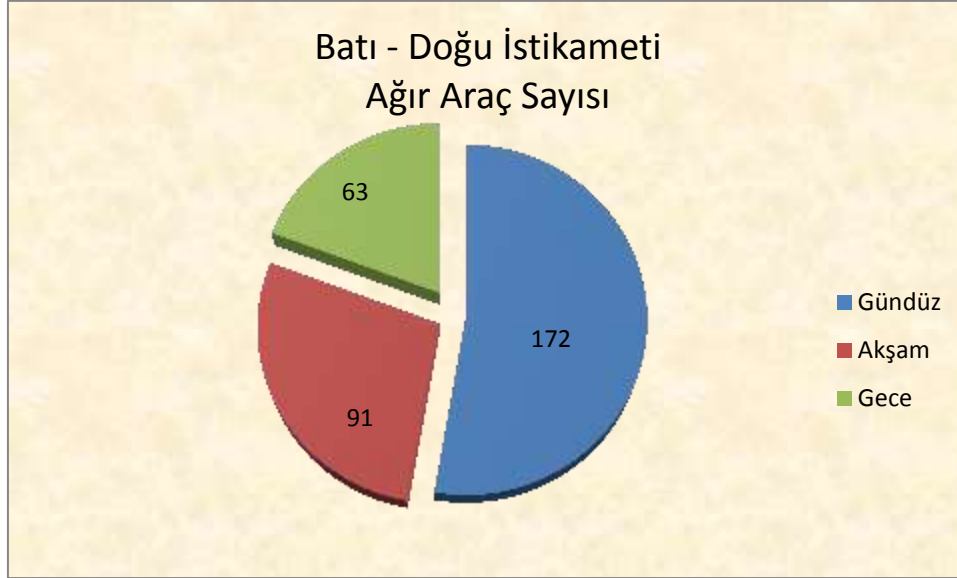
Resim 4.4. Seçilen karayolu görüntüsü (Yandex)

Seçilen karayolunda hem geliş hem de gidiş olmak üzere iki istikamette 24 saatlik araç sayımları yapılmıştır. Şekil 4.1’de Batı – Doğu istikametinde değişik zaman dilimlerine göre ortalama saatlik hafif araç (>3.500 Kg) sayıları verilmiştir.



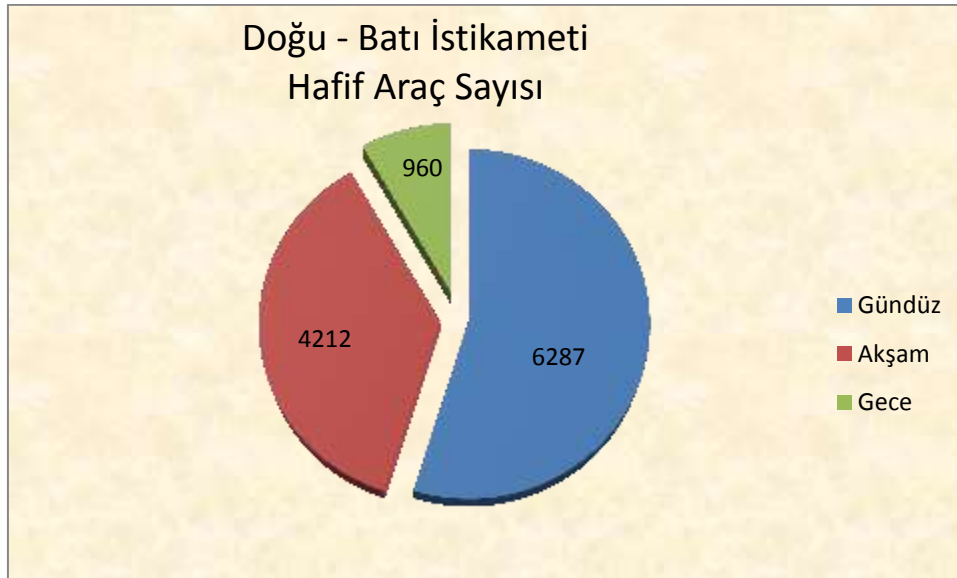
Şekil 4.1. Batı – Doğu istikameti hafif araç sayıları

Şekil 4.2’de Batı - Doğu istikametinde değişik zaman dilimlerine göre ortalama saatlik ağır araç (>3.500 Kg) sayıları verilmiştir.



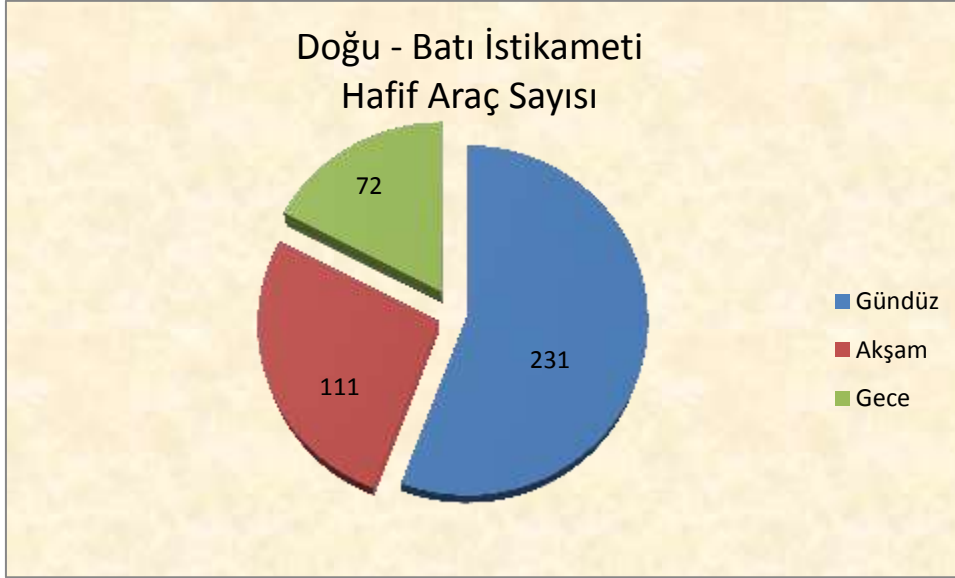
Şekil 4.2. Batı – Doğu istikameti ağır araç sayıları

Şekil 4.3’de Doğu – Batı istikametinde değişik zaman dilimlerine göre ortalama saatlik hafif araç (<3.500 Kg) sayıları verilmiştir.



Şekil 4.3. Doğu – Batı istikameti hafif araç sayıları

Şekil 4.4’de Doğu – Batı istikametinde değişik zaman dilimlerine göre ortalama saatlik ağır araç (>3.500 Kg) sayıları verilmiştir.



Şekil 4.4. Doğu – Batı istikameti ağır araç sayıları

4.2. Seçilen Otel Bölgesinde Çevresel Gürültü Haritasının Oluşturulması

Çevresel Gürültü Haritası oluşturulurken; bazı ön kabullerin yapılması ve gerekli verilerin simülasyon programına girilmesi gerekmektedir.

4.2.1. Ön kabuller

Tez kapsamında gürültü haritası için gerekli olan tüm donanım ve veriler, Ankara Büyükşehir Belediye Başkanlığı’ndan temin edilmiştir.

Pilot bir bölgenin gürültü haritası oluşturulmada önce bir takım ön kabullerin belirlenerek yapılandırmanın (konfigürasyon) yapılması gerekmektedir. Örneklem çalışmada karayolu gürültüsü inceleneceği için ilk olarak karayolları gürültü hesaplama yöntemi olarak; Ulusal Mevzuat [31] gereği Şekil 4.5 de görüldüğü gibi “NMPB – Routes 96” sekmesi seçilmesi gerekmektedir.

Şekil 4.5. Karayolu için hesaplama modülü seçimi

İkinci olarak; haritalama sonuçları ile ölçüm sonuçlarının birbiri ile daha tutarlı olması için Şekil 4.6'daki gibi (hesaplama süresi uzaması göz önüne alınarak) “Maksimum Hata” değeri “0 dBA” girilmiştir. Ayrıca “Maksimum Arama Yarıçapı” değeri, “1250 m” girilerek bu yarıçap içindeki tüm kaynakların hesaplanması sağlanmıştır.

Şekil 4.6. Hesaplama yarıçapının maksimum hata değerinin belirlenmesi

Üçüncü olarak; Şekil 4.7’de görüldüğü gibi gündüz – akşam – gece zaman dilimlerinin saatlik bilgileri Ulusal mevzuata göre seçilmiştir. Ayrıca L_{gag} , L_{ga} vb. değerler hesaplanırken gerekli olan ve Ulusal mevzuat [31] gereği olması gereken ceza puanları “Gündüz” için “0 dBA”, akşam için “5 dBA” ve gece için “10 dBA” değerleri seçilmiştir.

Şekil 4.7. Zaman dilimi ve ceza puanları bilgileri

Dördüncü olarak; Şekil 4.8’de görüldüğü üzere arazi yükseklik noktaları, izohips eğrileri ve kırılma noktaları verileri kullanılarak hesaplanan Sayısal Zemin Modeli (SZM) için “Üçgenleme” metodu seçilmiştir. “Üçgenleme” metodu; diğer metotlara göre genellikle daha iyi sonuç verdiği için seçilmiştir [38].

Şekil 4.8. SZM ile ilgili ayarlar

Beşinci olarak; Şekil 4.9’da görüldüğü gibi “Zemin Yutuculuğu” için “Zemin Yutuculuk Haritası” kullanılmıştır. Bu harita, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Corina 2012 veri tabanından alınmıştır.

Şekil 4.9. Zemin yutuculuğu ile ilgili ayarlar

Altıncı olarak; Şekil 4.10’da görüldüğü üzere “Maksimum Yansıma Dizisi” değeri “2” olarak girilmiştir. Çalışma bölgesinde yansıtıcı yüzeylerin çok olması sebebiyle, hesaplanacak değer ile ölçüm değerinin tutarlı olması için bu değer kullanılmıştır.

Ülke	Genel	Bölme	Ref. Zaman	Değ.Param.	SAM	Toprak Yut.
Yansıma	Endüstri	Yol	Demiryolu	Havayolları		

maks. Yansıma Dizisi: 2

Yansıma Hesaplaması Koşulları:

Arama Yarıçapı, Kaynak: 100.00 Alıcı: 100.00

Maks. Kaynak-Alıcı Mesafesi: 1000.00 İnterpolasyon: 1000.00

Min. Alıcı-Yansıtıcı Mesafesi: 0.10 İnterpolasyon: 1.00

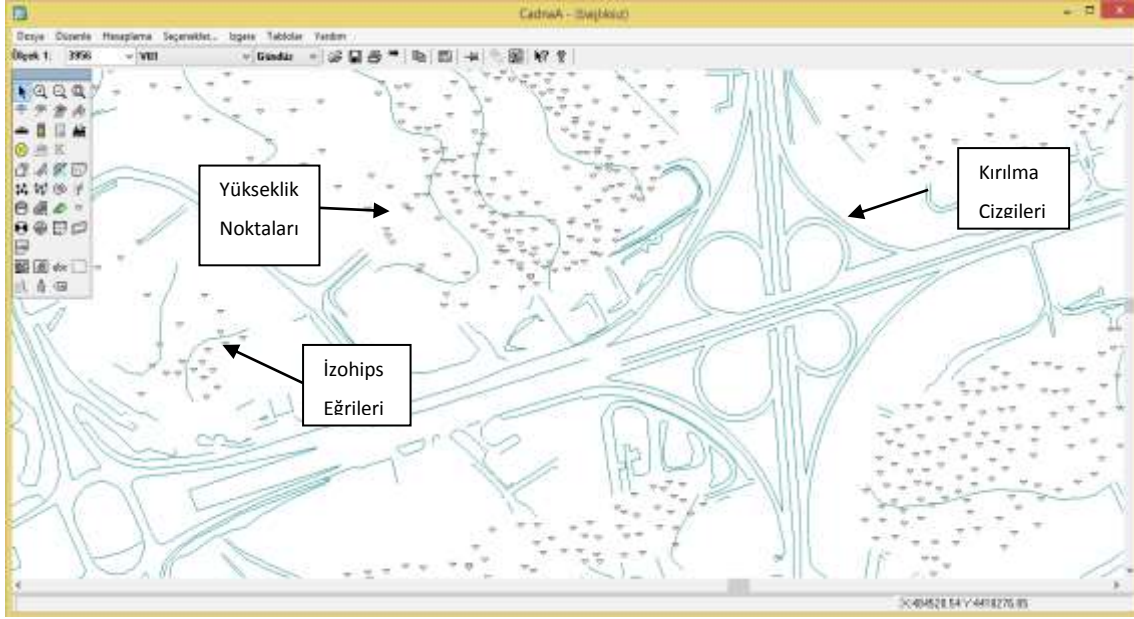
Min. Kaynak-Yansıtıcı Mesafesi: 0.10

Tamam İptal Yardım

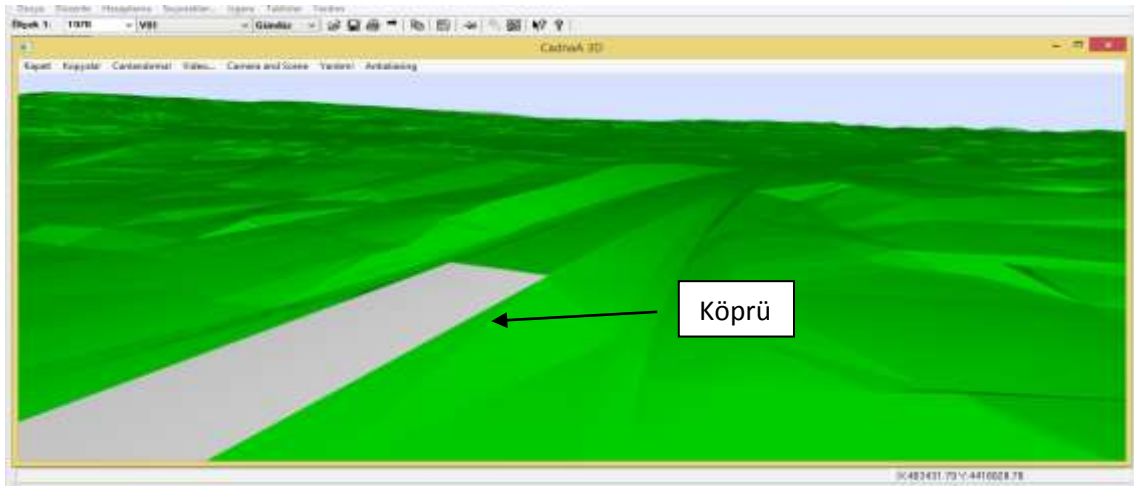
Şekil 4.10 Yansıma ayarları

4.2.2. Verilerin girilmesi

Sayısal Zemin Modelinin oluşturulması için 1/1000 lik haritalardan yükseklik noktaları ve izohips eğrileri alınmıştır. Yükseklik noktaları alınırken; köprülerin ya da karayolunun 20 m yakınındaki yükseklik noktaları elenmiştir. Gerek kaynak SZM ye aktarılırken gerekse de zeminsel kırılmalı minimuma indirmek için böyle bir yol izlenmiştir. Düzgün bir kaynak hattı oluşturmak için ise; 1/1000 lik hâlihazır haritalardaki yol çizgileri, kırılma çizgileri olarak alınarak kullanılmıştır. Sonuç olarak Şekil 4.11’deki gibi bir sayısal zemin modeli elde edilmiştir.



Şekil 4.11. Sayısal zemin modeli (SZM)

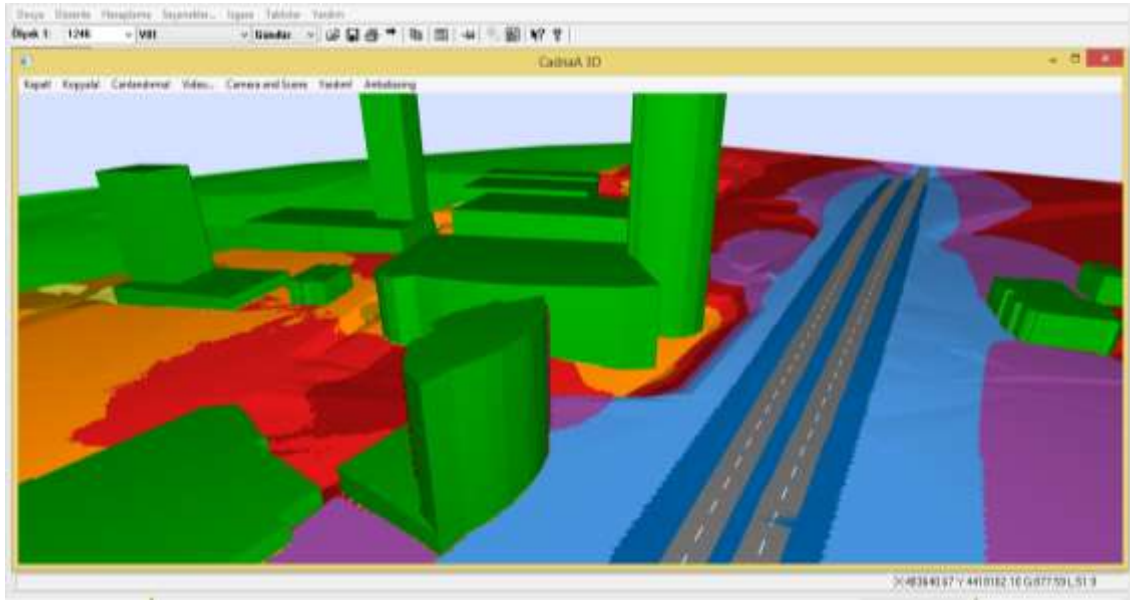


Şekil 4.12. Sayısal zemin modeli (SZM) 3-Boyut ve köprü örneği

Seçilen karayolu üzerinde köprüler bulunmaktadır. Bu köprülerin altından ve üstünden araç geçişleri olmaktadır. Sayısal Zemin Modeli oluşturulurken köprülerin giriş çıkışları veya başlangıç bitiş noktaları bilinmelidir ve buna göre programda gerekli işlemler yapıldıktan sonra SZM'ye işlenmesi gerekir. Şekil 4.12'de SZM'nin 3 Boyutlu görüntüsü ve bu SZM'ye işlenmiş köprü örneği görünmektedir.

Tez kapsamında değerlendirmeye alınacak otel binası da dâhil olmak üzere, çalışma alanında bulunan bina verilerinin simülasyon programına girilmesi gerekmektedir. 1/1000

lik hâlihazırlardan ve harita programlarından güncel olarak binaların ayak izleri belirlenmiştir. Şekil 4.13’de görüldüğü gibi belirlenen bina ayak izlerine binalar yerleştirilmiş ve binaların gerçek uzunlukları tespit edilemediği için yerinde yapılan inceleme neticesinde binaların yükseklikleri kat bazında, her kat için 3 metre yükseklik girilmiştir. Yapılan bu kabul, Çizelge 3.4’de anlaşılabacağı üzere 1 dBA’lık bir hata payı vermektedir.



Şekil 4.13. SZM üzerine binaların işlenmesi

SZM üzerine yerleştirilen binaların poligon şeklinde tanımlanmasına ve çizilmesine dikkat edilmelidir. Ayrıca binalar hem bir engel hem de yansıtıcı bir yapı olması sebebiyle ‘yansıma katsayısı’ nın programa girilmesi gerekmektedir. Otel binasının cephe türü, programa “düzgün cephe” olarak girilmiştir. Bu kabul Çizelge 3.5’de görüleceği gibi 1 dBA lık hata payı vermektedir.

Zemin Yutuculuğu verilerinin girilmesinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın Corina 2012 veri tabanı kullanılmış ve yutuculuk bölgelerine göre yutuculuk katsayıları atanmıştır. Çizelge 3.3’den yararlanarak atanan katsayılarda 1 dBA’lık bir hata payı olacağı belirtilmiştir.

Çevresel Gürültü Haritalarının hesaplanmasında en önemli parametrelerden biri de kaynak verileridir. Kaynak olarak tez kapsamında sadece seçilen karayolu kullanılmıştır. Diğer tali

yolların çevresel gürültü düzeyi -araç geçiş sayısının az olması sebebiyle- seçilen karayoluna nazaran göz ardı edilebilecek kadar düşüktür. Ayrıca seçilen karayoluna paralel giden ayrılma ve birleşme yollarının araç sayıları söz konusu karayoluna eklenerek tek bir yol hattı elde edilmiştir. Kırılma çizgileri ile düzgün hale getirilerek hazırlanan SZM üzerine karayolu hattı Şekil 4.13’de görüldüğü gibi gidiş geliş olmak üzere iki güzergâh olarak işlenmiştir.

Güzergah (NMPB)

İsim: Eskisehir Yolu

ID: 10019433

SCS/Mes. (m): w21

Hız Sınırı (km/h): Otomobil 82, Kamyon 70

Emisyon: Sayımlar, MDTD: 0

Yol Türü: Eskisehir Istika

Yol Yüzeyi: EU: Pürüzsüz asfalt

Trafik Akışı: Sürekli akış

Yol Eğimi: Giriş (%) -3.4

Araç/Saat Sayısı Q:

D: 6517.9	E: 4321.7	N: 1033.3
-----------	-----------	-----------

Ağır vasıta yüzdesi p (%):

D: 3.5	E: 2.4	N: 6.9
--------	--------	--------

Emisyon: L_{Aw}' dB(A)

D: 94.2	E: 91.3	N: 86.2
---------	---------	---------

Gündüz Akşam Gece

Şekil 4.14. Doğu – Batı istikameti karayolu verileri

Güzergah (NMPB)

İsim: Eskisehir Yolu

ID: 10019301

SCS/Mes. (m): w12

Hız Sınırı (km/h): Otomobil 82, Kamyon 70

Emisyon: Sayımlar, MDTD: 0

Yol Türü: Kızılaya gidiş

Yol Yüzeyi: EU: Pürüzsüz asfalt

Trafik Akışı: Sürekli akış

Yol Eğimi: Giriş (%) 2.7

Araç/Saat Sayısı Q:

D: 4907.9	E: 3320.2	N: 851.63
-----------	-----------	-----------

Ağır vasıta yüzdesi p (%):

D: 3.5	E: 2.5	N: 7.4
--------	--------	--------

Emisyon: L_{Aw}' dB(A)

D: 92.9	E: 90.2	N: 85.4
---------	---------	---------

Gündüz Akşam Gece

Şekil 4.15. Batı - Doğu istikameti karayolu verileri

Şekil 4.14 ve Şekil 4.15’de karayolu ile ilgili veriler görülmektedir. Karayolunun genişliği Doğu – Batı istikametinde 21 metre, Batı – Doğu istikametinde ise 12 metre olarak girilmiştir. Hesaplama modülü kullanılırken karayolunun merkez noktası ve dış şeritler ayrı olarak hesaba katıldığı için yolun derinliğinin doğru olarak girilmesi önemlidir. Araçların ortalama hızları ile alakalı elimizde bir veri bulunmadığı için; Çizelge 3.1 deki çözüm setindeki “hız limitlerini kullanınız” bölümü temel alınarak, söz konusu karayolunda uygulanan hız limitleri doğrultusunda hafif araçlar için ortalama hız 82 km/sa, ağır araçlar için ortalama hız 70 km/sa alınmıştır. Ve bu hız limitleri gündüz-akşam-gece zaman dilimlerinde de değiştirilmemiştir.

Saat	Araç/saat	HGV (%)
00-01	1812.00	3.97
01-02	918.00	7.08
02-03	594.00	6.90
03-04	351.00	12.54
04-05	345.00	15.07
05-06	500.00	15.80
06-07	1153.00	10.49
07-08	5133.00	4.54
08-09	7322.00	4.56
09-10	6649.00	4.03
10-11	5989.00	3.39
11-12	5803.00	3.55
12-13	6073.00	3.59
13-14	7148.00	2.76
14-15	6605.00	3.10
15-16	6955.00	3.10
16-17	7114.00	2.73
17-18	7855.00	3.74
18-19	5569.00	3.66
19-20	6157.00	2.18
20-21	4432.00	2.19
21-22	3532.00	2.78
22-23	3166.00	2.67
23-00	2594.00	3.78

Saat	Araç/saat	HGV (%)
00-01	1519.00	3.42
01-02	845.00	7.57
02-03	543.00	13.08
03-04	352.00	13.92
04-05	250.00	16.80
05-06	340.00	16.76
06-07	758.00	12.53
07-08	4344.00	3.96
08-09	4389.00	5.13
09-10	4069.00	3.96
10-11	5295.00	3.15
11-12	5241.00	3.85
12-13	4990.00	2.86
13-14	5475.00	2.72
14-15	5514.00	3.10
15-16	5282.00	3.33
16-17	5565.00	3.49
17-18	4984.00	3.51
18-19	3747.00	3.34
19-20	3890.00	2.37
20-21	3442.00	2.70
21-22	3049.00	2.72
22-23	2900.00	2.24
23-00	2206.00	3.26

Şekil 4.16. Araç sayıları (Doğu – Batı ve Batı – Doğu istikameti)

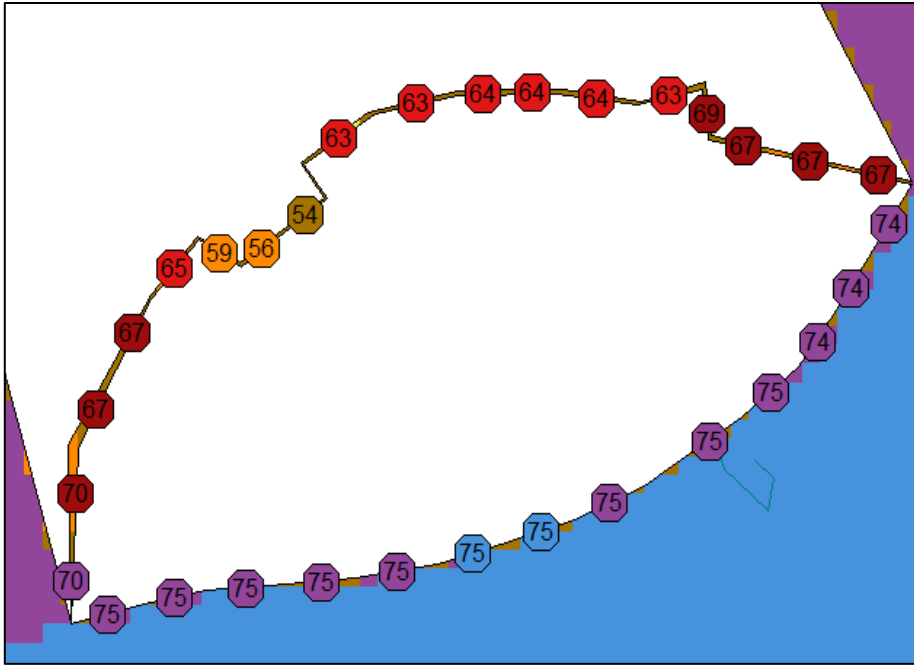
Çizelge 4.1’de belirtilen saatlik araç sayıları girilerek (Şekil 4.16) farklı zaman dilimlerinde saatlik ortalama araç sayıları belirlenmiştir. Bu veriler sonucunda karayolu kaynak gürültü seviyesi simülasyon programı tarafından hesaplanmıştır. Yerinde yapılan inceleme neticesinde yol yüzey türü olarak “pürüzsüz asfalt” seçilmiştir. Şekil 3.2’ye göre yapılan bu kabul neticesinde 1 dBA’lık hata payı öngörülmüştür. Trafik Akış Türü “Sürekli akış”

olarak girilmiş ve yol eğimleri ise SZM'ye göre otomatik hesaplanarak -3.4 ve 2.7 değerleri girilmiştir.

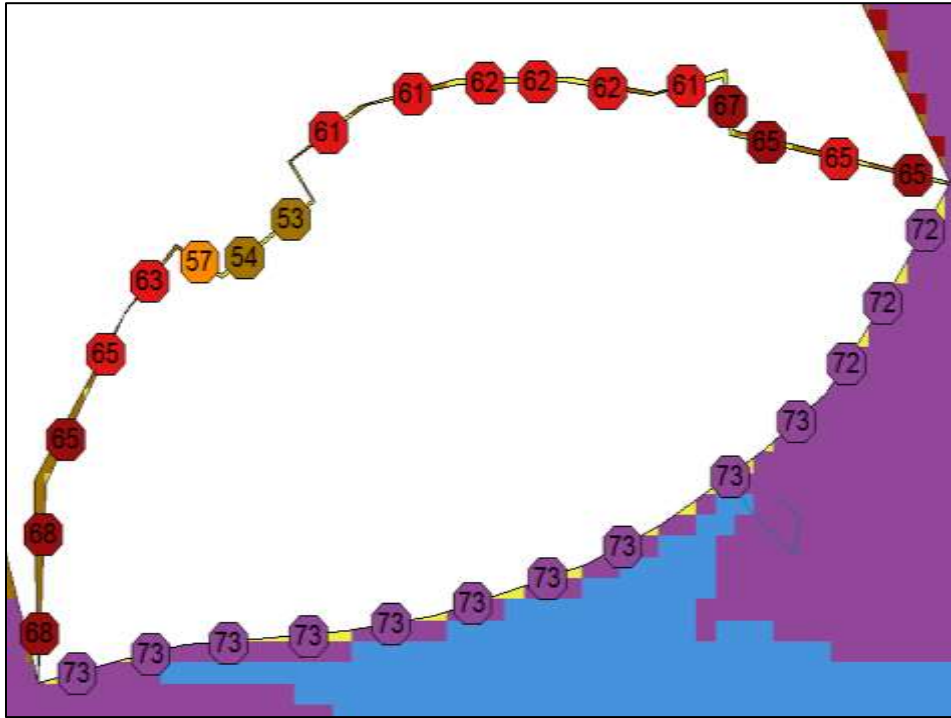
Tüm bu veri setleri girildikten sonra hesaplama işlemi için bir takım ayarların yapılması gerekmektedir. Gürültü haritasının hesaplanması için ızgara (grid) aralıkları belirlenmelidir. Her ne kadar Ulusal mevzuat [31] gereğince “Gürültü Haritalandırması Kılavuzu” nda [39] ızgara aralıkları 10 m X 10 m belirlenmesi gerektiği söylene de; teze konu olan alanın küçük bir pilot bölge olması, haritama ve hesaplama işleminin daha hassas olması ve doğrulama ölçümlerin tam uyumluluk içinde olabilmesi amaçlarıyla ızgara aralıkları Şekil 4.17’de görüldüğü gibi 1 X 1 m alınmıştır. Izgara hesaplama yüksekliği ise Ulusal mevzuat [31] gereğince 4 m olarak belirlenmiştir.

Şekil 4.17. Izgara hesaplama ayarları

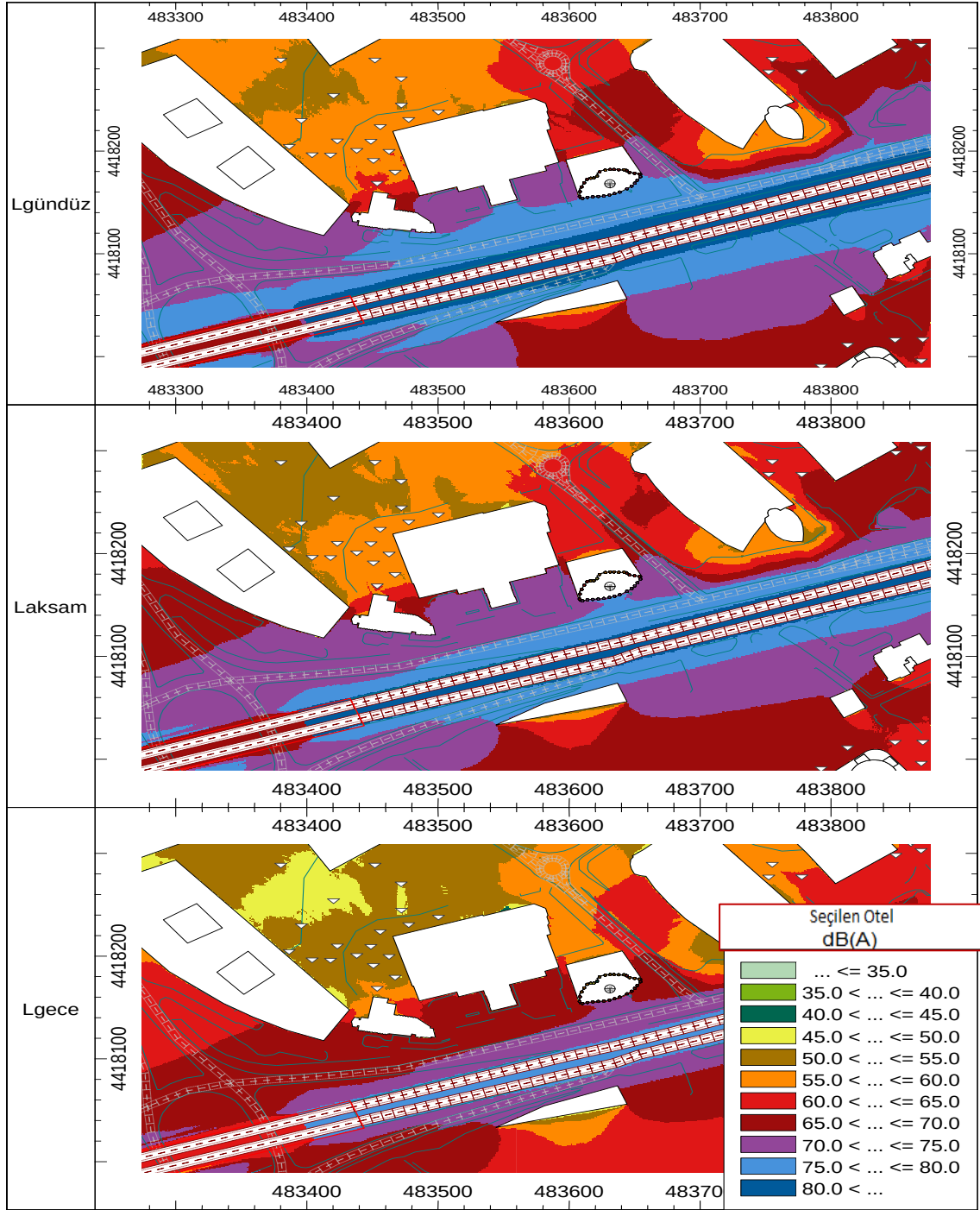
Tüm veriler girildikten sonra; seçilen karayolundan kaynaklanan çevresel gürültünün, otel binasının cephesine üç farklı zaman dilimindeki olan etkisi; Şekil 4.18, Şekil 4.19 ve Şekil 4.20’de görülmektedir.



Şekil 4.18. Seçilen otele ait cephelerdeki maksimum gürültü düzeyleri (Gündüz zaman dilimi)



Şekil 4.19. Seçilen otele ait cephelerdeki maksimum gürültü düzeyleri (Akşam zaman dilimi)



Şekil 4.21. Çalışma alanı içerisindeki karayolu gürültü haritası (24 saatlik araç verisi) Gündüz – Akşam – Gece zaman dilimleri

Elde edilen bu haritalar (Şekil 4.21) neticesinde; seçilen otel ait mevcut durum ölçümlerin yapıldığı konumlardaki ölçüm sonuçları ve aynı noktadaki 24 saatlik gürültü haritalaması hesaplama sonuçları Çizelge 4.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.2. Gürültü haritalama (24 saatlik araç sayıları baz alınmıştır) ve doğrulama ölçüm sonuçlarının karşılaştırması

Ölçüm Noktası (Odalar)	Gündüz 1			Gündüz 2			Akşam			Gece		
	Doğrulama Ölçümü (dB)	Haritalama Sonucu (dB)	Fark (dB)	Doğrulama Ölçümü (dB)	Haritalama Sonucu (dB)	Fark (dB)	Doğrulama Ölçümü (dB)	Haritalama Sonucu (dB)	Fark (dB)	Doğrulama Ölçümü (dB)	Haritalama Sonucu (dB)	Fark (dB)
ODA 1 (Güney Cephe)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	72,7	66,5	6,2
ODA 2 (Güney Cephe)	xxx	xxx	xxx	76,8	73,8	3	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
ODA 3 (Güney Cephe)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	71,4	71,7	-0,3	xxx	xxx	xxx
ODA 4 (Güney Cephe)	72,3	73,1	-0,8	xxx	xxx	xxx	73,5	71,1	2,4	71,4	66,1	5,3
ODA 5 (Güney Cephe)	73,8	73,9	-0,1	73,3	73,9	-0,6	74,7	71,8	2,9	72,4	66,9	5,5
ODA 6 (Güney Cephe)	74,4	74,4	0	72,5	74,4	-1,9	74,8	72,4	2,4	71,8	67,4	4,4
ODA 7 (Kuzey Cephe)	62,2	62,7	-0,5	61,4	62,7	-1,3	61,6	60,7	0,9	58,3	55,8	2,5
ODA 8 (Güney Cephe)	73,1	72,6	0,5	73,4	72,6	0,8	73,2	70,6	2,6	72,4	65,6	6,8
SÜİT ODA (Salon) (Güney Cephe)	76,3	74,7	1,6	76,2	74,7	1,5	72,3	72,7	-0,4	69,4	67,7	1,7
SÜİT ODA (Yatak Odası) (Kuzey Cephe)	68,4	70,1	-1,7	67,3	70,1	-2,8	68,1	68,1	0	64,2	63,2	1
OTEL ÖNÜ (Güney Cephe)	72,6	75	-2,4	73,2	75	-1,8	72,2	73,4	-1,2	68,2	68,8	-0,6

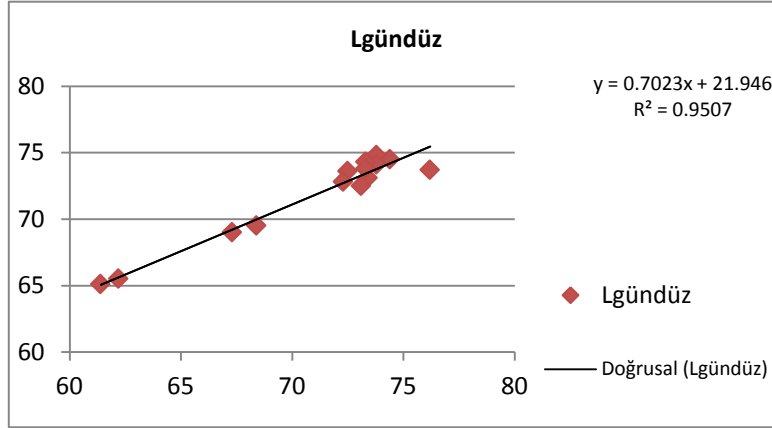
Ayrıca 5 dakikalık doğrulama ölçümlerin yapıldığı noktalardaki ölçüm sonuçları ve aynı noktalardaki 5 dakikalık araç sayılarına göre hazırlanan haritalama sonuçları Çizelge 4.3’ de görülmektedir. Buradaki amaç; haritalama sonuçlarının doğrulama ölçüm sonuçları ile ne kadar benzerlik gösterdiğinin belirlenmesi.

Çizelge 4.3. Gürültü haritalama (5 dakikalık mevcut durum ölçümü sırasındaki araç sayıları baz alınmıştır) ve doğrulama ölçüm sonuçlarının karşılaştırması

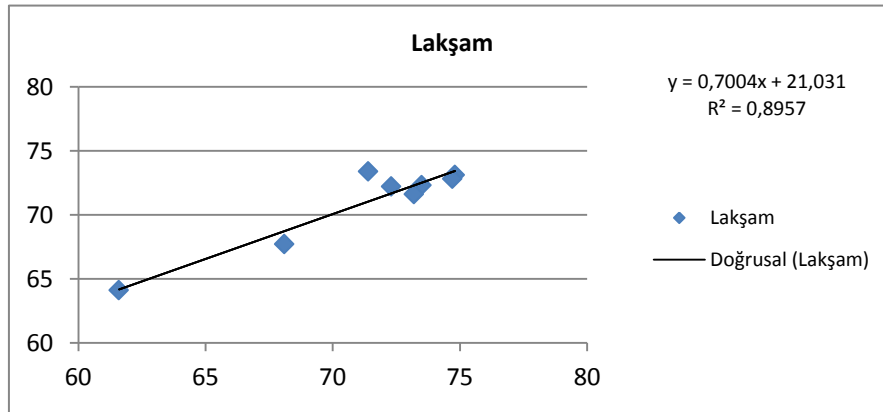
Ölçüm Noktası (Odalar)	Gündüz 1				Gündüz 2				Akşam				Gece			
	Doğrulama Ölçümü (dB)	Haritalama Sonucu (dB)	Fark (dB)	Toplam Araç Sayısı (5 dakika) (Ader)	Doğrulama Ölçümü (dB)	Haritalama Sonucu (dB)	Fark (dB)	Toplam Araç Sayısı (5 dakika) (Ader)	Doğrulama Ölçümü (dB)	Haritalama Sonucu (dB)	Fark (dB)	Toplam Araç Sayısı (5 dakika) (Ader)	Doğrulama Ölçümü (dB)	Haritalama Sonucu (dB)	Fark (dB)	Toplam Araç Sayısı (5 dakika) (Ader)
ODA 1 (Güney Cephe)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	72,7	70	2,7	451
ODA 2 (Güney Cephe)	xxx	xxx	xxx	xxx	76,8	74,1	2,7	1092	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
ODA 3 (Güney Cephe)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	71,4	73,4	-2	879	xxx	xxx	xxx	xxx
ODA 4 (Güney Cephe)	72,3	72,8	-0,5	959	xxx	xxx	xxx	xxx	73,5	72,3	1,2	874	71,4	69	2,4	389
ODA 5 (Güney Cephe)	73,8	74,8	-1	1004	73,3	73,8	-0,5	929	74,7	72,8	1,9	784	72,4	69,5	2,9	336
ODA 6 (Güney Cephe)	74,4	74,5	-0,1	961	72,5	73,6	-1,1	776	74,8	73,1	1,7	770	71,8	69,1	2,7	288
ODA 7 (Kuzey Cephe)	62,2	65,5	-3,3	919	61,4	65,1	-3,7	728	61,6	64,1	-2,5	624	58,3	57,4	0,9	230
ODA 8 (Güney Cephe)	73,1	72,5	0,6	918	73,4	73,1	0,3	1112	73,2	71,6	1,6	778	72,4	69,5	2,9	447
SÜİT ODA (Salon) (Güney Cephe)	76,3	74,3	2	884	76,2	73,7	2,5	787	72,3	72,2	0,1	550	69,4	68	1,4	177
SÜİT ODA (Yatak Odası) (Kuzey Cephe)	68,4	69,5	-1,1	874	67,3	69	-1,7	778	68,1	67,7	0,4	569	64,2	62,7	1,5	163
OTEL ÖNÜ (Güney Cephe)	72,6	72,9	-0,3	939	73,2	73,5	-0,3	1043	72,2	71,1	1,1	523	68,2	67,8	0,4	145

CadnaA simülasyon programı yardımıyla hazırlanan gürültü haritası sonuçlarının mevcut durum ölçümleri ile arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek için; 5 dakikalık mevcut durum

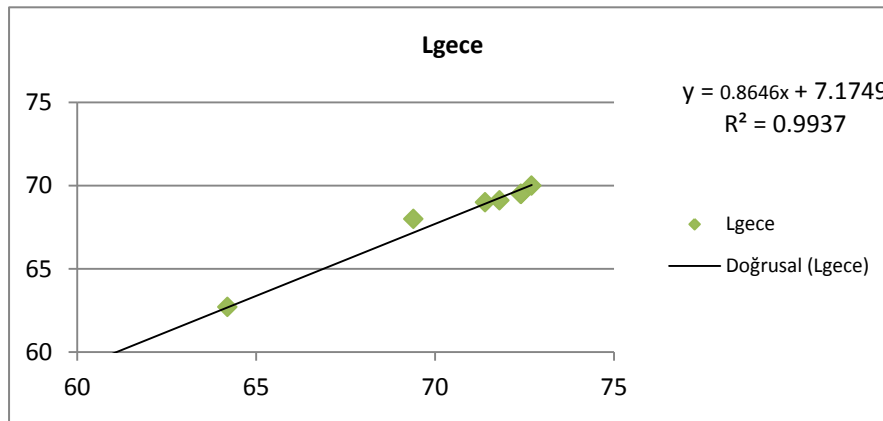
ölçüm sonuçları ile bu süre zarfında geçen araç sayısına göre hazırlanmış gürültü haritası sonuçları Şekil 4.22-4.23-4.24’de karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.22. $L_{gündüz}$ - Haritalama ve doğrulama ölçüm sonuçları arasındaki ilişki grafiği



Şekil 4.23. $L_{akşam}$ - Haritalama ve doğrulama ölçüm sonuçları arasındaki ilişki grafiği



Şekil 4.24. L_{gece} - Haritalama ve doğrulama ölçüm sonuçları arasındaki ilişki grafiği

4.3. Çevresel Gürültü ve Seçilen Örnekleme Ait Akustik Ölçümler

Çalışmamızda; karayolu kaynaklı çevresel gürültünün otel binalarına olan etkisi, CadnaA Gürültü Haritalama yazılımı ile belirlenmeye çalışılmıştır. Hazırlanan bu harita sonuçlarının doğruluğunun tespit edilmesi için saha ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

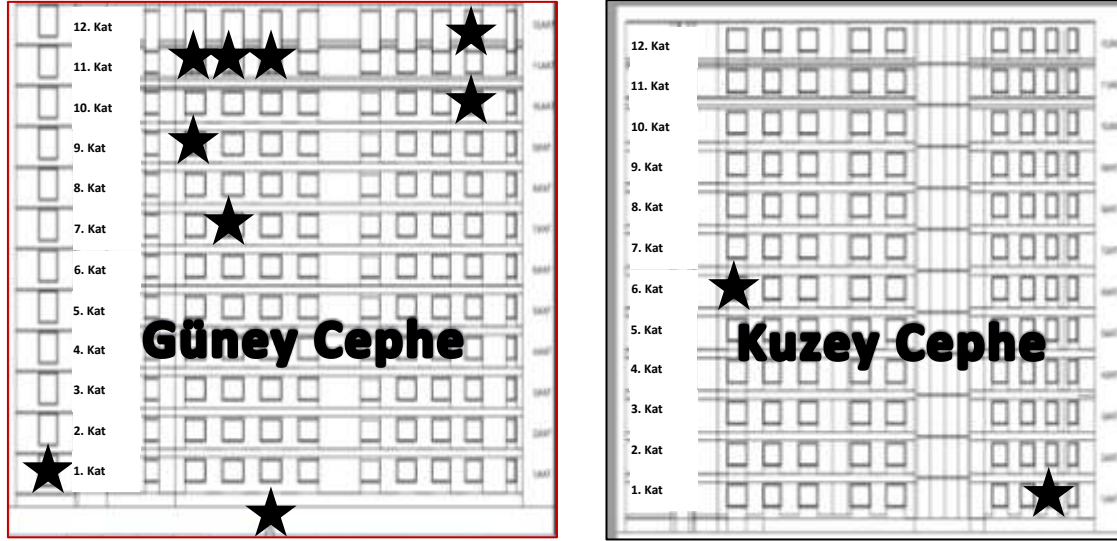
Ayrıca yapı elemanlarının ses geçiş kaybını hesaplayabilmek için akustik ölçümler gerçekleştirilmiştir.

4.3.1. Çevresel gürültü ölçümleri

Karayolu gürültüsü hazırlanırken; kaynakta yapılacak ölçümler kullanılabileceği gibi, kaynak bilgi verileri de kullanılabilir. Kaynak bilgi verileri girilerek oluşturulan harita sonuçlarının, aynı noktalardaki saha ölçümleri ile tutarlılığının tespit edilmesi gerekmektedir. Bu sebeple; Şekil 4.25’de belirtilen noktalarda bina cephesinde çevresel gürültü ölçümleri yapılmıştır.

Örnekleme otel odalarının müsait olması durumuna ve otel yetkililerinin verdiği izin odalarda ölçümler gerçekleştirilebilmiştir. Bu doğrultuda yola bakan güney cephede; 1 tane süit oda, 7 tane normal oda ve 1 adet binanın hemen dışı ve gürültü kaynağı ile aynı yükseklikte olmak üzere farklı katlarda toplam 9 adet ölçüm noktası belirlenmiş ve ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca binanın kuzey cephesinde 1 adet süit oda ve 1 adet normal oda olmak üzere toplam 2 noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir. Otel görevlilerinin izin verdiği zamanlarda ve odalarda ölçümler yapılabilmektedir. Seçilen otele ait ölçüm noktaları ile ilgili bilgiler Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Böylelikle seçilen karayolunun çevresel gürültü seviyesinin Otel odalarına etkisinin belirlenmesi için farklı katlarda ve farklı cephelerde toplam 11 noktada doğrulama ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 4.25. Seçilen otel binasına ait ölçüm noktaları

Çizelge 4.4. Seçilen otele ait ölçüm noktaları tablosu

Ölçüm Numarası	Oda Tanımı	Bulunduğu Cephe	Bulunduğu Kat	Oda Numarası
1	ODA 8	Güney Cephe	12. Kat	1206 Nolu Oda
2	ODA 2	Güney Cephe	11. Kat	1110 Nolu Oda
3	ODA 3	Güney Cephe	11. Kat	1111 Nolu Oda
4	ODA 1	Güney Cephe	11. Kat	1112 Nolu Oda
5	ODA 4	Güney Cephe	10. Kat	1006 Nolu Oda
6	ODA 5	Güney Cephe	9. Kat	912 Nolu Oda
7	ODA 6	Güney Cephe	7. Kat	711 Nolu Oda
8	SÜİT ODA (Salon)	Güney Cephe	2. Kat	201 Nolu Süit Oda
9	OTEL ÖNÜ	Güney Cephe	Zemin Kat	----
10	ODA 7	Kuzey Cephe	6. Kat	603 Nolu Oda
11	SÜİT ODA (Yatak Odası)	Kuzey Cephe	2. Kat	201 Nolu Süit Oda

Bina cephelerinde yapılan bu ölçümler; TS ISO 1996-2: Mart 2009 standartlarında [35] belirtilen koşullara uygun bir şekilde Rion markalı NA-28 modeli Tip 1 ses seviyesi ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

Ses Seviyesi Ölçer, her ölçümden önce kalibrasyon cihazı ile kalibre edilmiştir. Ölçüm süresinin belirlenmesinde; hava şartlarının uygunluğu önemli bir parametredir. Standart gereğince Denklem 4.1'in sağlanması durumunda 5 dakikalık ölçümlerin genellikle yeterli olduğu belirtilmiştir.

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

h_s = kaynağın yüksekliği

h_r = alıcının yüksekliği

r = kaynak ile alıcı arasındaki mesafe

Ses yayılım yolundaki havadan kaynaklanan değişimler göz ardı edilerek, Eşdeğer Daimi Ses Basınç Seviyesi (L_{eq}) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu beş dakikalık ölçümler sırasında, gürültü haritalama sonuçları ile karşılaştırmak amacıyla araç sayımları da yapılmıştır. Gündüz zaman diliminde; 07:00 – 19:00 saatleri arasında trafik yoğunluğunun farklılık gösterebileceği düşünülerek iki ayrı ölçüm periyodu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5.'de ölçüm yapılan oda, ölçümün yapıldığı 5 dakikalık zaman aralığı, ölçüm sırasındaki geçen araç sayısı ve ölçüm sonuçları görünmektedir.

Çizelge 4.5. Saha ölçüm sonuçları tablosu

Ölçüm Noktası	Ölçüm Yeri	Gündüz (1)						Gündüz (2)					
		Ölçüm zamanı	Ölçüm Sonuçları	Doğu - Batı İstikameti		Batı - Doğu İstikameti		Ölçüm zamanı	Ölçüm Sonuçları	Doğu - Batı İstikameti		Batı - Doğu İstikameti	
				Hafif Araç Sayısı	Ağır Araç Sayısı	Hafif Araç Sayısı	Ağır Araç Sayısı			Hafif Araç Sayısı	Ağır Araç Sayısı	Hafif Araç Sayısı	Ağır Araç Sayısı
ODA 2	Pencere Dışı	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	17:14 - 17:19	76,8	631	14	431	16
	Pencere Kapalı	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	17:20 - 17:25	31,8	653	23	415	15
ODA 4	Pencere Dışı	09:40 - 09:45	72,3	496	13	438	12	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
	Pencere Kapalı	09:47 - 09:52	38,7	499	21	376	14	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
ODA 5	Pencere Dışı	10:05 - 10:10	73,8	490	49	448	17	17:55- 18:00	73,3	634	17	263	15
	Pencere Kapalı	10:13 - 10:18	33,4	495	17	467	19	18:02 - 18:07	32,2	543	16	280	12
ODA 6	Pencere Dışı	10:25 - 10:30	74,4	506	19	418	18	18:12 - 18:17	72,5	446	16	301	13
	Pencere Kapalı	10:33 - 10:38	35,3	474	17	416	12	18:19 - 18:24	30,4	419	26	300	11
ODA 7	Pencere Dışı	10:46 - 10:51	62,2	484	14	409	12	18:28 - 18:33	61,4	448	14	259	7
	Pencere Kapalı	10:56 - 11:01	24,4	443	12	409	13	18:35 - 18:40	25,2	407	23	321	15
ODA 8	Pencere Dışı	09:22 - 09:27	73,1	559	19	325	15	16:58 - 17:03	73,4	625	16	453	18
	Pencere Kapalı	09:28 - 09:33	38,6	541	17	403	20	17:04 - 17:09	38,2	618	14	443	16
SÜİT ODA (Salon)	Pencere Dışı	11:17 - 11:22	76,3	461	21	389	13	18:53 - 18:58	76,2	402	18	359	8
	Kapalı	12:00 - 12:05	36,4	450	15	396	18	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
SÜİT ODA (Yatak Odası)	Pencere Dışı	11:10 - 11:15	68,4	439	12	406	17	18:46 - 18:51	67,3	421	15	333	9
	Pencere Kapalı	11:23 - 11:26	32,1	473	19	406	12	18:55 - 19:00	29,6	533	14	300	12
OTEL ÖNÜ	Dış Ölçüm	11:54 - 11:59	72,6	473	13	433	20	16:47 - 16:52	73,2	584	19	425	15

Çizelge 4.5. (devam) Saha Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Noktası	Ölçüm Yeri	Akşam					
		Ölçüm zamanı	Ölçüm Sonuçları	Eskişehir İstikameti		Kızılay İstikameti	
				Hafif Araç Sayısı	Ağır Araç Sayısı	Hafif Araç Sayısı	Ağır Araç Sayısı
ODA 3	Pencere Dışı	19:13 - 19:18	71,4	543	16	307	13
	Pencere Kapalı	19:18-19:23	35,5	558	11	333	5
ODA 4	Pencere Dışı	19:23 - 19:28	73,5	533	13	322	6
	Pencere Kapalı	19:30 - 19:35	29,4	548	10	340	6
ODA 5	Pencere Dışı	19:45 - 19:50	74,7	466	11	298	9
	Pencere Kapalı	19:53- 19:58	32,1	403	9	315	8
Oda 6	Pencere Dışı	20:04 - 20:09	74,8	431	8	322	9
	Pencere Kapalı	20:10 - 20:15	31,5	414	8	290	8
ODA 7	Pencere Dışı	20:39 - 20:44	61,6	327	8	281	8
	Pencere Kapalı	20:45 - 20:50	23,5	333	7	265	7
ODA 8	Pencere Dışı	19:03-19:08	73,2	421	15	333	9
	Pencere Kapalı	19:08- 19:13	35,3	403	21	379	6
SÜİT ODA (Salon)	Pencere Dışı	20:56 - 21:01	72,3	286	12	245	7
	Pencere Kapalı	21:02 - 21:07	36,4	286	8	254	9
SÜİT ODA (Yatak Odası)	Pencere Dışı	21:09 - 21:14	68,1	300	10	250	9
	Pencere Kapalı	21:15 - 21:20	30,2	284	5	218	9
OTEL ÖNÜ	Dış Ölçüm	21:28 - 21:33	72,2	275	10	232	6
Ölçüm Noktası	Ölçüm Yeri	Gece					
		Ölçüm zamanı	Ölçüm Sonuçları	Eskişehir İstikameti		Kızılay İstikameti	
				Hafif Araç Sayısı	Ağır Araç Sayısı	Hafif Araç Sayısı	Ağır Araç Sayısı
ODA 1	Pencere Dışı	23:23 - 23:28	72,7	232	9	207	3
	Pencere Kapalı	23:30 - 23:35	31,6	191	9	176	9
ODA 4	Pencere Dışı	23:39 - 23:44	71,4	199	8	178	4
	Pencere Kapalı	23:46 - 23:51	27,6	200	6	163	7
ODA 5	Pencere Dışı	00:09 - 00:14	72,4	180	8	142	6
	Pencere Kapalı	00:15 - 00:20	29,4	162	8	149	2
ODA 6	Pencere Dışı	00:25 - 00:30	71,8	151	7	128	2
	Pencere Kapalı	00:31 - 00:36	27,5	146	6	111	5
ODA 7	Pencere Dışı	00:41 - 00:46	58,3	113	4	108	5
	Pencere Kapalı	00:48 - 00:53	22,8	116	5	65	7
ODA 8	Pencere Dışı	23:05 - 23:10	72,4	244	7	183	13
	Pencere Kapalı	23:12 - 23:17	31,5	214	11	167	5
SÜİT ODA (Salon)	Pencere Dışı	00:58 - 01:03	69,4	86	5	79	7
	Pencere Kapalı	01:05 - 01:10	33,5	60	5	81	5
SÜİT ODA (Yatak Odası)	Pencere Dışı	01:12 - 01:17	64,2	82	4	73	4
	Pencere Kapalı	01:23 - 01:28	28,1	66	10	68	4
OTEL ÖNÜ	Dış Ölçüm	01:35 - 01:40	68,2	67	7	63	8

Ölçümler yapılırken mikrofona; standartta [35] belirtildiği şekilde cepheden 2 m uzak mesafede konumlandırılmıştır. Bu şekilde konumlandırılan mikrofona ile yapılan ölçümlerde yansıtıcı yüzeyin etkilerini hesaba katmak için düzeltme uygulanması gerekmektedir. Dolayısı ile Çizelge 4.5’de görülen Pencere Dışı “Ölçüm Sonuçları” nda -3 dBA’lık bir düzeltme yapmak gerekmektedir. Yapılan bu düzeltme neticesinde elde edilen değerler Çizelge 4.5’de görülmektedir.

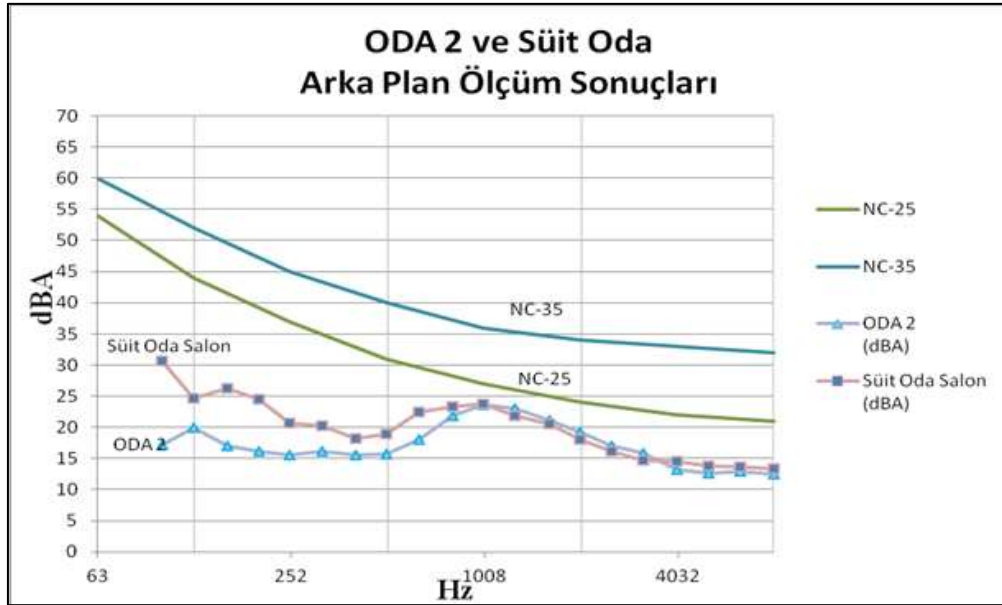
Ayrıca ulusal mevzuatta [31] verilen ve oteller için iç ortam gürültü seviyesi için belirlenen sınır değerlerin uygunluğunun kontrol edilebilmesi için kapalı pencere iç ortam gürültü seviyesi ölçülmüştür ve bu ölçüm değerleri Çizelge 4.6’da görülmektedir.

Çizelge 4.6. Odalarda (kapalı pencere) ölçülen ses basınç seviyesi ve ÇGDYY’e göre sınır değer karşılaştırması

Ölçüm Noktaları (Oda)	Gündüz 1			Gündüz 2			Akşam			Gece		
	Ölçüm Sonuçları (dB)	ÇGDYY Sınır Değer (dB)	Fark (dB)	Ölçüm Sonuçları (dB)	ÇGDYY Sınır Değer (dB)	Fark (dB)	Ölçüm Sonuçları (dB)	ÇGDYY Sınır Değer (dB)	Fark (dB)	Ölçüm Sonuçları (dB)	ÇGDYY Sınır Değer (dB)	Fark (dB)
ODA 1 (Güney Cephe)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	31,6	35	-3,4
ODA 2 (Güney Cephe)	xxx	xxx	xxx	31,8	35	-3,2	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
ODA 3 (Güney Cephe)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	35,5	35	0,5	xxx	xxx	xxx
ODA 4 (Güney Cephe)	38,7	35	3,7	xxx	xxx	xxx	29,4	35	-5,6	27,6	35	-7,4
ODA 5 (Güney Cephe)	33,4	35	-1,6	32,2	35	-2,8	32,1	35	-2,9	29,4	35	-5,6
ODA 6 (Güney Cephe)	35,3	35	0,3	30,4	35	-4,6	31,5	35	-3,5	27,5	35	-7,5
ODA 7 (Kuzey Cephe)	24,4	35	-10,6	25,2	35	-9,8	23,5	35	-11,5	22,8	35	-12,2
ODA 8 (Güney Cephe)	38,6	35	3,6	38,2	35	3,2	35,3	35	0,3	31,5	35	-3,5
SÜİT ODA (Salon) (Güney Cephe)	36,4	35	1,4	xxx	xxx	xxx	36,4	35	1,4	33,5	35	-1,5
SÜİT ODA (Yatak Odası) (Kuzey Cephe)	32,1	35	-2,9	29,6	35	-5,4	30,2	35	-4,8	28,1	35	-6,9

4.3.2. Akustik ölçümler

İlk olarak akustik değerlendirme yapılacak odalar için arka plan gürültü düzeyleri ölçülmüş ve ölçülen bu değerler; otellerin bağımsız ve süit odalar için belirlenmiş olan gürültü kriterleri (NC) olan 25 – 35 NC eğrileri [40,41] ile karşılaştırılmıştır (Şekil 4.26). Ayrıca arka planla alakalı ölçüm sonuçlarının sayısal değerleri sonuçlar EK-2 de verilmiştir.



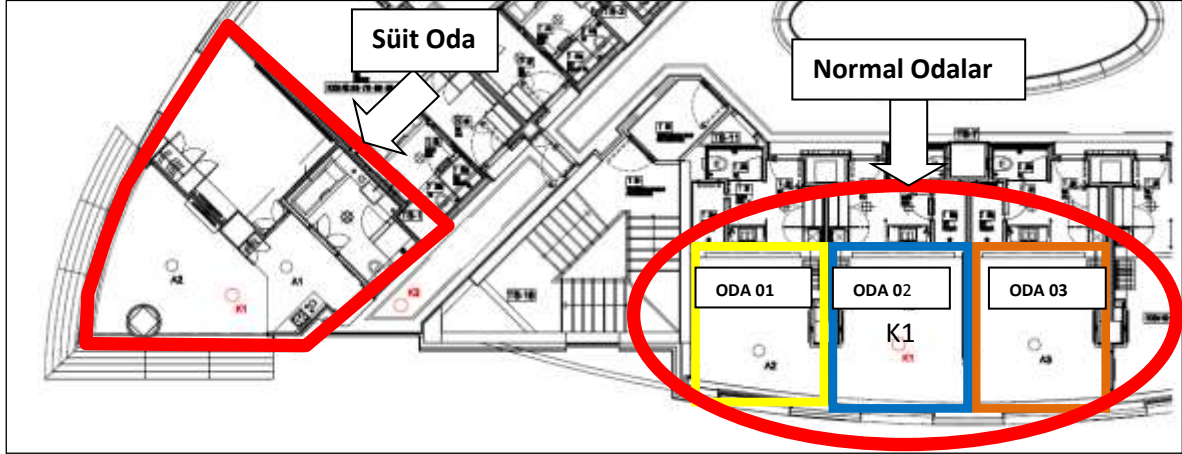
Şekil 4.26. Arka plan gürültü düzeyleri ile NC eğrileri karşılaştırması

Daha sonra bina dış cephesinin ve odalar arasındaki yapı elemanlarının ses geçiş kaybını hesaplamak için TS EN ISO 16283-1:2014 [42] standardına uygun olarak akustik ölçümler yapılmıştır (Resim 4.5).



Resim 4.5. Yapı elemanları ses geçiş kaybının hesaplanması için akustik ölçümler

Normal odalar arası duvar ses geçiş kaybı ölçümü için Oda 01-02-03 de K1 ses kaynağı sabit, A1, A2 ve A3 alıcı noktalarında ölçümler yapılmıştır (Şekil 4.27). Süit odada K1 ses kaynağı sabit, A1 ve A2 alıcı noktalarında ölçümler yapılmıştır. Ölçüm noktaları duvardan 1,5 m. kaynak ve alıcı noktalar arası 1.0 m olup; ölçümler sırasında pembe gürültü verilmiştir.



Şekil 4.27 Akustik ölçümler için kaynak ve alıcı noktaları

Bina dış cephesinin ve odalar arasındaki yapı elemanlarının ses geçiş kaybını hesaplamak için TS EN ISO 16283-1:2014 [42] standardında belirtilen şartlarda kaynak ve alıcı odalarında eşdeğer sürekli ses basınç seviyesi ve TS EN ISO 3382-2 [43] standardına göre reverberasyon (Çizelge 4.5) süresi ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu ölçümlerde elde edilen veriler doğrultusunda yapı elemanlarının havada yayılan ses karşısındaki performansları (ses azaltım indeksi);

$$R_W = L_1 - L_2 + 10 \log S/A \quad (4.2)$$

formülü ile hesaplanmıştır.

R_W = Ses Azaltım İndeksi (dB)

L_1 = Kaynak odasındaki ortalama ses basınç seviyesi (dB)

L_2 = Algılama odasında ses basınç seviyesi (dB)

S = Ara duvar ya da dış cephenin alanı (m^2)

A = Algılama odası eşdeğer absorpsiyon alanı (Sabin, m^2)

$$A = \frac{0.16 V}{T} \quad (4.3)$$

V = Algılama odasının hacmi (m^3)

T = Reverberasyon süresi (sn)

Çizelge 4.7. Ölçüm yapılan odalardaki hesaplama değerleri

Ölçüm Yapılan Yer	Alıcı Ortam Hacmi (V), m^3	Ortalama Reverberasyon Süresi (T), s (500 Hz - 1000 Hz ort)	Ortak Bölme Eleman Tanımı	Ortak Bölme Elemanın Alanı (S), m^2
Oda 03 (1110 Nolu Oda)	67,50	0,35	Oda 2 – Oda 3 arası duvar	12,15
Oda 01 (1112 Nolu Oda)	67,50	0,46	Oda 2 – Oda 1 arası duvar	16,20
Oda 02 (1111 Nolu Oda)	67,50	0,36	Oda 2 dış cephesi	10,80
Süit Oda	121,50	0,44	Süit Oda dış cephesi	14,85
			Suit oda kapısı	5,94

Bu yöntemler ışığında; odalar arası duvarların ve dış cephenin ses azaltım indeksinin hesaplanabilmesi (Eşitlik 4.2) için; Çizelge 4.7’deki alan-hacim verileri, Çizelge 4.9’daki reverberasyon süresi verileri ve Çizelge 4.10’daki kaynak-alıcı noktaları ölçüm sonuç verileri gerekmektedir.

Ses azaltım indeksi için yapılan ölçümler ve bu ölçümlerle ilgili tanımlamalar Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Ses azaltım indeksi için yapılan ölçüm adları ve açıklamaları

Ölçüm Adı	Ölçüm Açıklaması
A1	Oda 02’de yapılan kaynak gürültü düzeyi (L_1)
A2	Oda 01’de yapılan alıcı oda gürültü düzeyi (L_2)
A3	Oda 03’de yapılan alıcı oda gürültü düzeyi (L_3)
A4	Süit Oda kapısı dışında yapılan kaynak gürültü düzeyi (L_4)
A5	Süit Oda’da yapılan alıcı oda gürültü düzeyi (L_5)
A6	Oda 02’nin pencere dışında yapılan karayolu kaynak gürültü düzeyi (L_6)
A7	Oda 02’de yapılan alıcı oda gürültü düzeyi (L_7)
A8	Süit Oda’nın pencere dışından yapılan karayolu gürültü düzeyi (L_8)
A9	Süit Oda’da yapılan alıcı oda gürültü düzeyi (L_9)

Çizelge 4.9. Reverberasyon süreleri

Frekans (Hz)	ODA 01 (s)	ODA 02 (s)	ODA 03 (s)	SÜİT ODA (s)
100	0,55	0,60	0,73	1,40
125	0,59	0,67	0,50	0,64
160	0,31	0,56	0,55	0,37
200	0,47	0,44	0,69	0,45
250	0,56	0,53	0,38	0,35
315	0,46	0,68	0,59	0,48
400	0,51	0,56	0,51	0,39
500	0,47	0,42	0,33	0,36
630	0,55	0,48	0,41	0,44
800	0,36	0,44	0,46	0,42
1000	0,46	0,45	0,38	0,36
1250	0,42	0,41	0,45	0,47
1600	0,54	0,41	0,38	0,36
2000	0,36	0,44	0,34	0,36
2500	0,38	0,43	0,36	0,32
3150	0,37	0,42	0,36	0,39

Çizelge 4.10. Kaynak ve alıcı noktadaki ölçümler

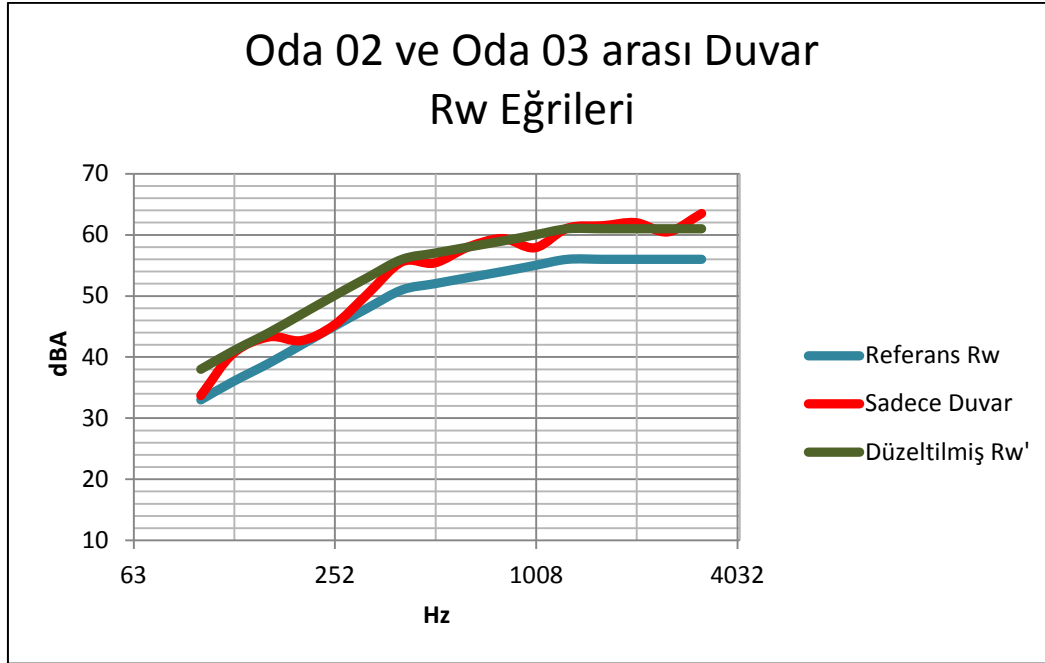
	Oda 02 - Oda 01 Ara Duvarı		Oda 02 - Oda 03 Ara Duvarı		Süit Oda Kapısı		Oda 02 Dış Cephe		Süit Oda Dış Cephe	
Frekans (Hz)	L1	L2	L1	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
	A1 (Kaynak)	A2 (Alıcı)	A1 (Kaynak)	A3 (Alıcı)	A4 (Kaynak)	A5 (Alıcı)	A6 (Kaynak)	A7 (Alıcı)	A8 (Kaynak)	A9 (Alıcı)
100	101,9	70,1	101,9	67,3	95,7	66,9	48,9	17,2	50,6	30,7
125	109,9	70,8	109,9	66,8	109,5	73,0	51,5	19,9	48,6	24,6
160	110,0	66,0	110,0	64,6	108,2	79,9	52,2	17,1	48,9	26,2
200	101,3	58,2	101,3	57,5	108,9	83,7	51,6	16,2	53,3	24,5
250	108,5	57,9	108,5	59,6	108,3	82,8	54,3	15,5	56,8	20,7
315	107,0	52,9	107,0	54,9	111,4	76,5	58,0	16,1	58,1	20,2
400	106,5	51,8	106,5	48,5	109,6	79,6	59,6	15,5	57,5	18,2
500	103,5	49,0	103,5	43,8	103,4	76,7	61,8	15,7	61,3	19,0
630	101,8	43,1	101,8	40,4	104,3	76,7	65,8	18,1	63,4	22,5
800	100,0	39,8	100,0	37,7	105,5	71,5	68,5	21,9	67,4	23,3
1000	98,5	41,5	98,5	36,9	102,5	73,1	71,1	23,6	70,4	23,8
1250	98,3	36,7	98,3	34,2	103,4	73,2	70,3	23,1	69,8	21,8
1600	102,1	36,5	102,1	36,9	106,0	74,3	67,5	21,1	67,5	20,6
2000	100,5	34,9	100,5	34,3	102,2	72,7	63,6	19,2	64,1	18,1
2500	100,7	37,3	100,7	36,3	103,9	73,7	60,0	17,1	60,4	16,2
3150	100,9	29,0	100,9	33,5	102,6	72,0	56,8	15,8	57,7	14,7

Yukarıda bahsedilen tüm bu verileri kullanılarak; Oda 02 – Oda 01 arası duvarı, Oda 02 – Oda 03 arası duvarı, Süit oda kapısı, Oda 02 dış cephesi ve Süit oda dış cephesinin her bir frekans bazında ayrı ayrı ses azaltım indeksleri, TS EN ISO 717-1 standardına göre hesaplanmış [44] ve Çizelge 4.11’de görülmekte olan sonuçlar elde edilmiştir. Hesaplanan bu değerler ulusal ve uluslararası standartlara göre değerlendirilmiştir.

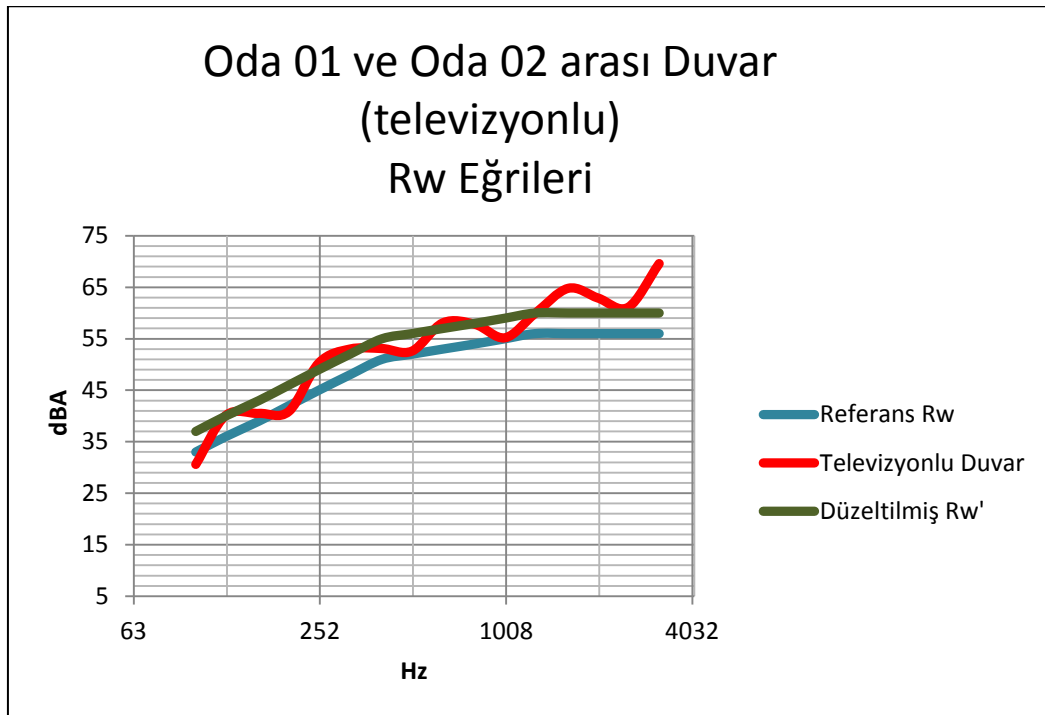
Çizelge 4.11. Odalar arası duvarlar ve dış cephe elemanları için ses geçiş kaybı ölçüm sonuçları, R_w

Frekans (Hz)	Oda 02 - Oda 01 Ara Duvarı (dBA)	Oda 02 - Oda 03 Ara Duvarı (dBA)	Süit Oda Kapısı (dBA)	Oda 02 Dış Cephe (dBA)	Süit Oda Dış Cephe (dBA)
100	30,6	33,7	21,4	33,2	16,5
125	40,1	40,6	29,6	29,7	21,1
160	40,5	43,3	20,6	30,8	19
200	40,9	42,7	16,5	31,9	24,1
250	50,3	45,2	17,6	34,2	32,2
315	53	50,3	28,1	38,7	35,1
400	53,1	55,6	22,3	40	35,6
500	52,6	55,4	17,8	41,7	37,4
630	58,1	58	19,3	44,1	36,5
800	57,8	59,4	25,3	42,8	39,4
1000	55,2	57,9	20,8	43,1	42
1250	59,9	61,1	21,2	43,9	43
1600	64,8	61,5	22,7	42	41,9
2000	62,9	62	20,8	40	41,3
2500	61,1	60,5	21,4	38	39,4
3150	69,6	63,5	21,7	36,9	38,1

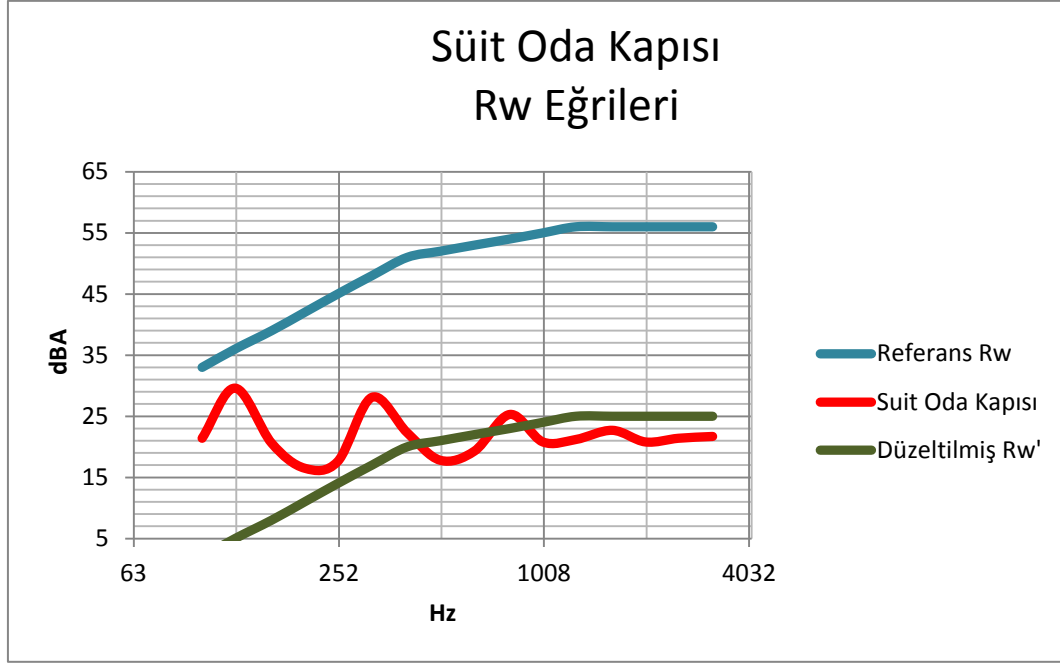
Yapılan tüm bu ölçüm ve hesaplamalar sonucunda; normal odalar arasındaki duvarların ve cephe elemanının, süit odadaki kapı ve dış cephenin R_w değerleri; Çizelge 4.11’ deki veriler kullanılarak TS EN ISO 717-1 standardında belirlenmiş olan eğri (Şekil 4.28-29-30-31-32) yardımıyla belirlenmiş ve buna ek olarak C , C_{tr} spektrum değerleri hesaplanmıştır.



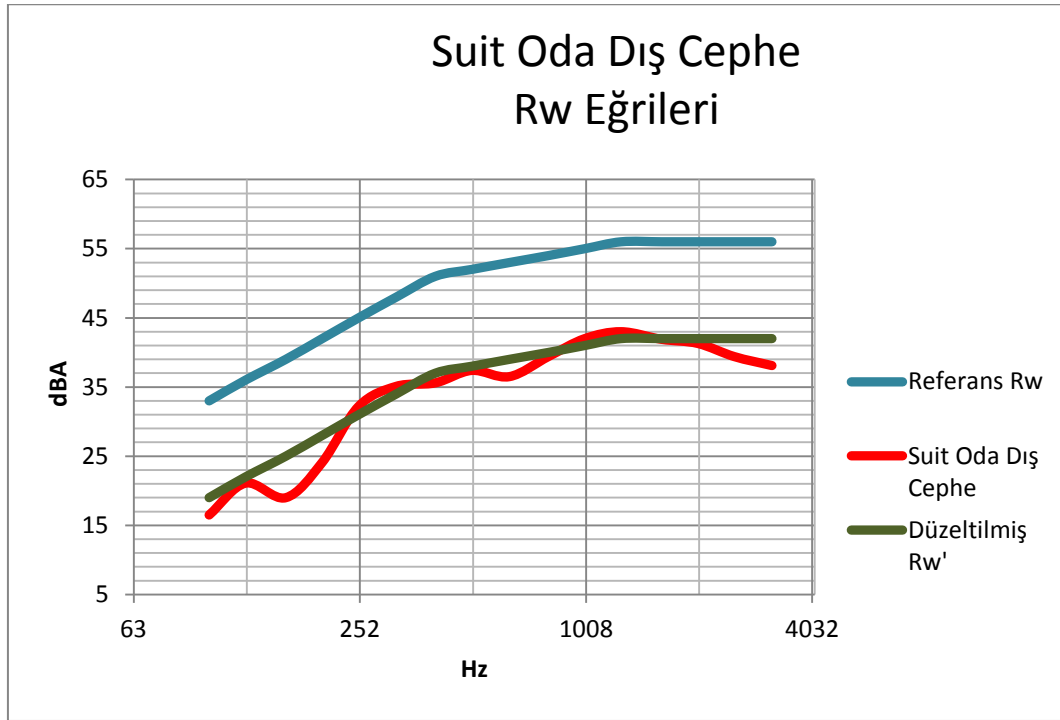
Şekil 4.28. Oda 2 ve Oda 3 arasındaki duvarın ses geçiş kaybı (R_w) grafiği



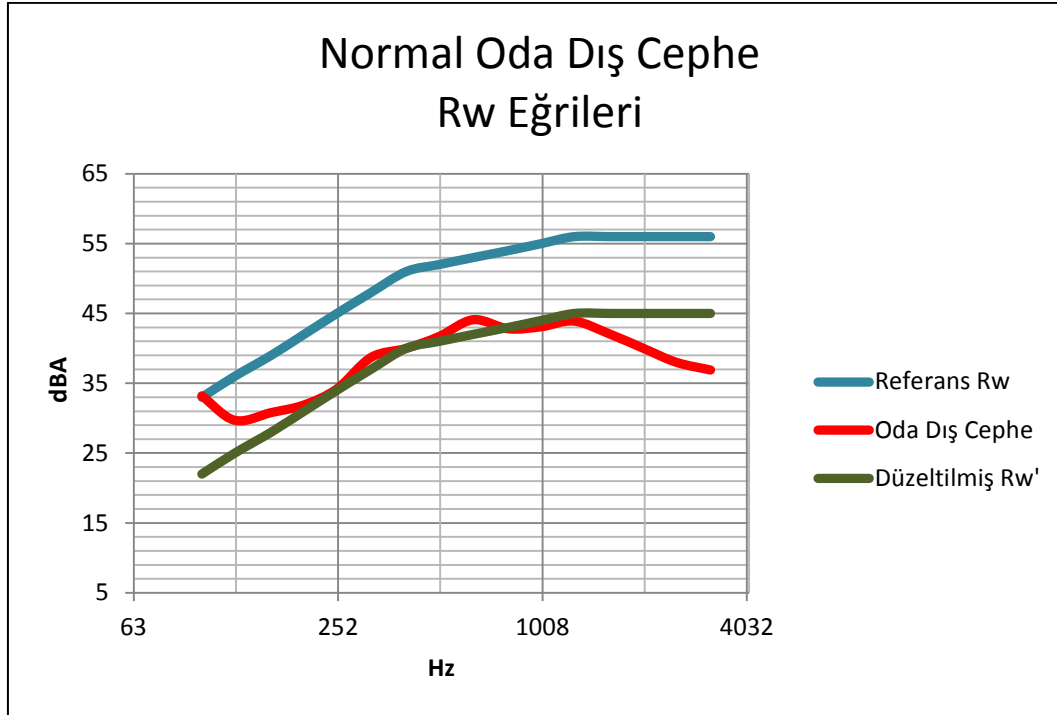
Şekil 4.29. Oda 1 ve Oda 2 arasındaki duvarın (televizyonlu) ses geçiş kaybı (R_w) grafiği



Şekil 4.30. Süit oda kapısının ses geçiş kaybı (R_w) grafiği



Şekil 4.31. Süit oda dış cephesi ses geçiş kaybı (R_w) grafiği



Şekil 4.32. Normal oda dış cephe ses geçiş kaybı (R_w) grafiği

Böylelikle yapılan hesaplamalarla (EK-3); iki oda arasındaki duvarın için R_w değeri 57 (-2, -7), iki oda arasındaki televizyonlu duvar içi R_w değeri 56 (-2, -8), normal odaların dış cephesi için R_w değeri 41 (-1, -2), süit odaların dış cephesi için R_w değeri 38 (-2,-7) ve süit odanın kapısı için R_w değeri 21 (0, 0) hesaplanmıştır.

Elde edilen akustik parametreler, ulusal/uluslararası mevzuat ile karşılaştırılarak “uygun” ve “uygun olmayan” parametreler belirlenmiş ve Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Seçilen otelin akustik analiz sonuçları ve değerlendirmesi

Akustik Parametreler	Konaklama Tesisleri için Optimum Değerler	Ölçüm sonuçları		Değerlendirme
		Süit oda ($L_{gündüz}$)	Normal oda (Oda 2) ($L_{gündüz}$)	
Çevresel gürültü düzeyi	Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu alanlar $L_{gündüz} < 70$ dBA [31,45] (Mevcut yollar için)	76,3 dBA	76,8 dBA	UYGUN DEĞİL
Arka Plan Gürültü Düzeyi (İç gürültü düzeyi) - L_{Aeq}	< 32 dBA [46]	36,4 dBA	31,8 dBA	UYGUN DEĞİL (Süit oda)
				UYGUN (Normal oda)
	NC 25-35 (34-42 dBA) [40, 41,45]	36,4 dBA	31,8 dBA	UYGUN DEĞİL (Süit Oda)
				UYGUN (Normal oda)
	Kapalı pencere L_{eq} : $L_{eq} = 35$ dBA [31,45]	36,4 dBA	31,8 dBA	UYGUN DEĞİL (Süit oda)
				UYGUN (Normal Oda)
İki oda arasındaki duvar, R_w	47 dB [47]	-	57 (-2, -7) dB	UYGUN
	Mevcut binalarda bölme elemanları için D sınıfı (yatak odası): 50 dB [46]			UYGUN
İki oda arasındaki televizyonlu duvar, R_w	47 dB [46]	-	56 (-2, -8) dB	UYGUN
	Mevcut binalarda bölme elemanları için D sınıfı (yatak odası): 50 dB [46]			UYGUN
Kapı, R_w	32 dB [47]	21 (0, 0) dB	-	UYGUN DEĞİL
Dış cephe, R_w	Dış gürültü düzeyi 76-80 dBA için; $R_w=50$ dB [47]	38 (-2, -7) dB	41 (-1, -2) dB	UYGUN DEĞİL
	76-80 dBA için; 47 dBA [46]			UYGUN DEĞİL

4.3. Tartışma ve Değerlendirme

Yukarıda söz edilen çalışmalar doğrultusunda; Ankara’da araç yoğunluğunun fazla olduğu tespit edilen karayolunda 24 saatlik araç sayımı gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.1). Doğu – Batı yönündeki saatlik bazda yapılan sayımlar değerlendirildiğinde; 08:00 – 09:00, 13:00 – 14:00 ve 16:00 – 18:00 saatleri arası yoğun saatler olduğu ve bu saatlerde seçilen karayolunda 7100’den fazla araç geçtiği tespit edilmiştir. Ayrıca gürültü haritalama çalışmasında, temel olarak karayolu kaynak verisi kullanıldığı için; özellikle gece zaman

dilimindeki saatlik toplam araç sayısı, aynı zaman dilimindeki ortalama araç sayısı ile büyük farklılık göstermektedir (Çizelge 4.1). Örneğin; 04:00 – 05:00 saatleri arasında Doğu – Batı istikametinde geçen toplam araç sayısı 345 iken, gürültü haritalamasında gece zaman dilimi için kullanılan ortalama araç sayısı 1031’dir (Çizelge 4.1). Tespit edilen bu durum; haritalama sonuçları ile ölçüm sonuçları arasında farklılığa sebep olmaktadır.

Simülasyon programı yardımı ile gürültü haritalaması oluşturulmasında önemli bir parametre olan “Ağır Araç Oranı”nın; gündüz zaman dilimlerinde saatlik ortalama %3.5 - %3.6, akşam zaman dilimlerinde saatlik ortalama %2.8 - %2.7 ve gece zaman diliminde ise saatlik ortalama %10.9 - %9.5 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1). Buna ek olarak, her iki istikamette de 02:00 – 07:00 saatleri arasında ağır araç oranları %10’u geçmektedir. Özellikle Batı – Doğu istikametinde 05:00 – 06:00 saatleri arasında bu değer %16.8’e kadar çıkmaktadır. Gece zaman diliminde ağır araç oranının fazla olması gece zaman diliminde yapılan ölçümleri ve haritalama sonuçlarını doğrudan etkilemektedir.

Hazırlanan gürültü haritasının kullanılabilir olup olmadığının belirlenebilmesi için; 5 dakikalık mevcut durum ölçümleri sırasında elde edilen araç sayıları girilerek oluşturulan gürültü haritalama sonuçları ile mevcut durum ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.3). Bu karşılaştırma neticesinde simülasyon ve mevcut durum ölçüm sonuçları arasındaki farkın -3,7 dBA (Gündüz zaman dilimi - Oda 7) ile 2,9 dBA (Gece zaman dilimi - Oda 5-8) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu değerlerin kabul edilebilir sınır değerler [3,4] içinde kalması sebebiyle simülasyon programı değerlerinin kullanılabilir olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca; haritalama ve ölçüm sonuçlarının uyumluluk ilişkisini belirleyen “belirleme katsayısı” değerinin (R^2) minimum (akşam zaman dilimi) 0,89 olduğu hesaplanmıştır (Şekil 4.23). Bu değer belirlenen bir sınır değeri bulunmamasına rağmen yapılan diğer çalışmalara göre [48,49] daha uygun olduğu görülmektedir.

Yola bakan güney cephede yapılan doğrulama ölçümlerinde; gece zaman diliminde elde edilen ölçüm sonuçları ile gündüz zaman dilimindeki ölçüm sonuçları arasındaki farkın (Çizelge 4.3); araç sayısında büyük değişimler (Çizelge 4.1) göstermesine rağmen beklenenden az olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; Çizelge 4.3’de görüleceği üzere Oda 6’da gündüz-2 ve gece zaman diliminde yapılan doğrulama ölçümü sırasında geçen araç sayıları sırasıyla 776 ve 288 olmasına rağmen; ölçüm sonuçları 72,5 dBA ve 71,8 dBA olduğu görülmektedir. Meteorolojik faktörlerin etkili olmadığı ölçüm şartlarında meydana

gelen 0,7 dBA'lık bu farkın, kaynak gürültüsü olan karayolu araç verileri doğrultusunda düşünüldüğünde düşük olduğu görülmektedir. Çünkü aynı şartlarda yapılan ölçümlerde; araç sayısındaki bu fark, ölçüm sonuçlarını minimum 3 dBA etkilemesi gerekmektedir. Bu farklılığın sebebinin; trafik akışının ve araç hızlarının, zaman dilimlerine göre farklılık göstermesi olduğu düşünülmektedir.

Gürültü haritalarında değerlendirme parametreleri $L_{gündüz}$, $L_{akşam}$, L_{gece} ve L_{gag} olması sebebiyle Şekil 4.21'deki gürültü haritalama çalışması; gündüz, akşam ve gece zaman dilimlerinde yapılan araç sayımlarının ortalama değerlerine göre (Çizelge 4.1) oluşturulmuştur. Çizelge 4.2'de, özellikle gece zaman diliminde; hazırlanan 24 saatlik gürültü haritası ile 5 dakikalık mevcut durum ölçüm sonuçları arasında farklılık görülmektedir. Örneğin; gece zaman diliminde ODA 8'de yapılan mevcut durum ölçüm sonucu $L_{gece} = 72,4$ dBA iken, 24 saatlik gürültü haritasında hesaplama sonucu $L_{gece} = 65,6$ dBA olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Aradaki 6,8 dBA'lık bu fark; gürültü haritaları oluşturulurken kullanılan saatlik ortalama araç sayısı verilerinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Çünkü Oda 8'de gece zaman diliminde mevcut durum ölçümleri yapılırken 5 dakikada geçen araç sayısı 447 iken (Çizelge 4.3), 24 saatlik gürültü haritasında kullanılan 5 dakikalık araç sayısı $(1031 + 852)/12 = 157$ 'dir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.3'deki doğrulama ölçüm sonuçları ÇGDYY kapsamında değerlendirildiğinde; yola bakan güney cephedeki tüm normal odalarda ve süit odada gündüz – akşam – gece zaman dilimlerindeki 70 dBA – 65 dBA – 60 dBA'lık sınır değerlerin aşıldığı; arka kuzey cephede ise normal odada tüm zaman dilimlerindeki bu sınır değerlerin sağlandığı görülmektedir. Ancak süit odanın yatak odasında; gündüz zaman dilimindeki sınır değer sağlandığı, akşam ve gece zaman dilimlerinde ise sınır değer sağlanmadığı tespit edilmiştir.

Örneklem olarak seçilen otelin odalardaki iç mekân (kapalı pencere) ölçümlerinin sonuçları, ÇGDYY'de [19] belirtilen sınır değerlerle karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.4). Bu karşılaştırma neticesinde; gece zaman diliminde iki cephede de bulunan odalar için uygun değerler, akşam zaman diliminde maksimum 1,4 dBA'lık aşım ve gündüz zaman diliminde maksimum 3,7 dBA'lık aşım olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kuzey cephedeki odada yapılan ölçümlerde; tüm zaman diliminde uygun değerler elde edilmiştir.

Bunlara ilave olarak Çizelge 4.12’de yapı elemanlarının ses azaltma indeksi için ölçümler yapılarak hesaplanan sonuçların uygunluğu değerlendirilmiştir. Değerlendirmeye göre; karayolundan kaynaklanan çevresel gürültü düzeyinin gündüz zaman diliminde hassas alanlar için sınır değerlerin üstünde olduğu görülmektedir. Arka plan gürültü düzeyinin; süit oda için cephesinin tamamen cam olması sebebiyle sınır değerlerin üstünde olduğu, normal oda için sınır değerlerde kaldığı gözlenmiştir. Odalar arasındaki yapı elemanlarının (duvar) ses geçiş kaybı değerleri ise uygun değerler içerisinde olduğu görülmüştür. Ses geçiş kaybı performansı diğer yapı elemanlarına göre düşük olan kapının ise sınır değerleri karşılamadığı görülmüştür. Ayrıca dış cepheler için ses geçiş kaybı performanslarının her iki tür oda için de uygun olmadığı gözlenmiştir.

5. SONUÇ

Çok sayıda insana ev sahipliği yapan konaklama binalarında iyi dinlenme ve konfor koşulları için; özellikle binanın yönlenmesi, şekli, bulunduğu topoğrafya kadar yapı elemanlarının doğru seçimi gerek enerji ve iklimlendirme ihtiyacının azaltılarak enerji verimliliğinin sağlanabilmesi için gerekse de gürültü kontrolü için büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışma sonucunda; CadnaA 4.5 gürültü haritalama programı ile hesaplanan haritalama değerlerinin mevcut durum ölçüm değerleri ile paralellik göstererek -3.7 dBA ile 2.9 dBA aralığında olduğu ve bu değerlerin diğer literatür çalışmaları [3,4] ile paralellik göstermektedir. Ayrıca haritalama sonucu verilerinin doğruluğu; Avrupa Birliği Komisyonu Gürültü Maruziyetini Değerlendirme Çalışma Grubu'nun hazırlamış olduğu rehber [32] uygun olduğu anlaşılmıştır. Bahsedilen iki veri arasındaki uyumluluk ilişkisinin yüksek olduğu ve diğer literatür çalışmalarından [48,49] daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Seçilen karayolundan kaynaklanan çevresel gürültü düzeyi değerlerinin, mevcut durum ölçüm verileri ışığında yapılan değerlendirmelerine göre, gündüz zaman diliminde süit oda ve normal oda için uygun olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.12). Seçilen karayolundan geçen araç yoğunluğunun yüksek olmasının bu sonucu doğurduğu düşünülmektedir. Bu sebeple; otel binalarının ana karayolu üzerinde tasarlanmasının doğru olmadığı değerlendirilmiştir.

Örneklem otelin odalarında pencere kapalı şekilde yapılan iç mekan ölçümleri (Çizelge 4.6) sonucunda; her ne kadar seçilen karayolundan kaynaklanan çevresel gürültü düzeyi değeri sınır değerlerin üzerinde olsa da, dinlenme ihtiyacının yoğun bir şekilde karşılandığı gece zaman diliminde her iki cephede de uygun değerlerde bulunduğu, yola bakmayan kuzey cephede ise tüm zaman dilimlerinde de uygun değerlerde bulunduğu tespit edilmiştir.

Arka plan gürültü düzeyinin (Çizelge 4.12); seçilen karayolundan kaynaklanan çevresel gürültü düzeyinin sınır değerlerin üzerinde olması ve dış cephe elemanlarının yalıtım

performanslarının yeterli düzeyde olmaması gibi nedenlerle (Çizelge 4.12) yola bakan güney cephede bulunan süit oda için uygun olmadığı görülmüştür. Bu durumda; CadnaA programı ile karayolu üzerinde gürültü bariyeri ile ilgili hesaplamalar yapıp uygulamaya geçilerek çevresel gürültü düzeyinin sınır değerlere çekilmesi veya dış cephe elamanlarının iyileştirilmesi çalışmaları yapılması gerektiği düşünülmektedir. Yapı elemanları arasında düşük performansa sahip olan kapının; kasası ve kanatları arasında kalan boşlukların kapatılması için kauçuk vb. malzemelerin kullanımı ve boşlukların azaltılması, ses geçiş kaybı performansını olumlu yönde etkileyecektir.

Eylem Planı hazırlanması ya da maruziyetin belirlenmesi gibi gürültü haritalarının hassas olması gerektiği durumlarda, haritalama sonuçlarının saha ölçümleri ile paralellik göstermesi için:

- Haritalama ayarlarında; haritalama sürecinin uzun sürmesi göze alınarak “maksimum hata” değerinin 0 dBA seçilmesi, “yansıma dizisinin” nin mümkün olduğunca yüksek belirlenmesi ve “alıcı ızgara” aralığını 1 x 1 m olarak seçilmesi gibi seçimlerin yapılması,
- Araç sınıflandırmasının “ağır araç (>3500 Kg)” – “hafif araç (<3500 Kg)” yerine; RLS 90 modelinde [50] olduğu gibi araçların ses gücü düzeyine göre daha fazla sınıflara ayrılması,
- Araç ortalama hızlarının her bir zaman dilimi veya saatler için ayrı ölçülerek programa aktarılması,
- NMPB 96 hesaplama modeli için; yolun küçük parçalara bölünerek trafik akış türünün her bir parça için ayrı olarak girilmesi,
- Özellikle haritalama işleminin 3 farklı zaman dilimi olan gündüz – akşam – gece zaman dilimlerinde Şekil 4.21’deki gibi ortalamasını almak yerine, saatlik bazda yada anlık oluşturulması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kurra, S. (2009). *Çevre gürültüsü ve yönetimi I-II-III*. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, 1-460.
2. Yılmaz Demirkale, S. (2007). *Çevre ve yapı akustiği*. İstanbul: Birsen Yayınevi. 191-197.
3. Fiedler, P.E.K., Zannin, P.H.T. (2015). Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs-Noise maps and measurements. *Environmental Impact Assessment Review*, 51, 1–9.
4. Suarez, E., Barros, J.L. (2014). Traffic noise mapping of the city of Santiago de Chile. *Science of the Total Environment*, 466–467, 539–546.
5. Jaewon, L., Jinhoi, G., Hyunggyu, P., Heekyung, Y., Samsoo, K., Wooseok, L., Jinseok, H. ve Jun-Seok, C. (2014). Estimation of populations exposed to road traffic noise in districts of seoul metropolitan area of Korea. *International Journal Environmental Researsh Public Health*, 11, 2729-2740.
6. Mateus, M., Carrilho, J.D., Silva, M.G. (2015). An experimental analysis of the correction factors adopted on environmental noise measurements performed with window-mounted microphones. *Applied Acoustics*, 87, 212–218.
7. Zannin, P.H.T, Engel, M.S., Fiedler, P.E.K., Bunn F. (2013). Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: A case study at a university campus in Brazil. *Cities* 31, 317–327.
8. Vogiatzis, K., Remy, N. (2014). From environmental noise abatement to soundscape creation through strategic noise mapping in medium urban agglomerations in South Europe. *Science of the Total Environment*, 482-483, 420–431.
9. Arana, M., San Martin, R., Nagore, I., Perez, D. (2013). Main results of strategic noise maps and action plans in Navarre (Spain). *Environmental Monitoring of Assessment*, 185, 4951–4957.
10. Kurra, S., Dal, L. (2012) . Sound insulation design by using noise maps. *Building and Environment*, 49, 291-303.
11. Gozalo, G.R., Morillas, J.M.B., vd. (2016). Study on the relation between urban planning and noise level. *Applied Acoustics*, 111, 143–147.
12. Ascari, E., Licitra, G., Teti, L., Cerchiai, M. (2015). Low frequency noise impact from road traffic according to different noise prediction methods. *Science of the Total Environment*, 505, 658-669.
13. Licitra, G., Ascari, E. (2014). Gden: An indicator for European noise maps comparison and to support action plans. *Science of the Total Environment*, 482-483, 411–419.

14. Zambon, G., Angelini, F., Benocci, R., Bisceglie, A. (2015). *Dynamap: a new approach to real-time noise mapping*. EuroNoise 2015 Congress, Maastricht, 1-6.
15. Erdoğan, S., Doğan M. (2004). Afyonkarahisar il merkezi karayolu trafik gürültü haritasının hazırlanması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 151-164.
16. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2008). *Gürültü Azaltım Önlemleri El Kitabı*, Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.
17. Aktürk, N., Eroğlu, M. (2002). *Taşıtlardaki kabin gürültüsünün yalıtımı*. Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi ve Fuarı, Ankara.
18. Güney, A. (1994). *Taşıt gürültüsü ölçümü ve yönetmelikleri*. I. Ulusal Mekanik Sempozyumu, İstanbul, 151 – 160.
19. Aktürk, N., Ünal, Y. (1998). Gürültü, gürültüyle mücadele ve trafik gürültüsü. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bülteni*, 3, 21–32.
20. Aktürk, N., Eroğlu, M. (2002). *Taşıt motorlarının neden olduğu gürültü*. Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi ve Fuarı, Ankara.
21. Öge, A.; Ögüt, T. (1998). *Bir otomobil egzoz sisteminin iç performans analizi*, IV. Ulusal Akustik Kongresi, Kaş, Antalya.
22. Canbazoglu S., Erdoğan, A. (2012). *Motorlar ve güç aktarma organları deneyi*, Malatya: İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü.
23. Milli Eğitim Bakanlığı. (2007). *MAGEP motorlu araçlar teknolojisi süspansiyon sistemleri*, Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
24. Bay, F., Güney, A. (1998). *Lastik-Yol Gürültüsü*, IV. Ulusal Akustik Kongresi, Kaş/Antalya.
25. Öztürk, İ. (2006). *Çevre gürültüsü analizleri ve İstanbul'da seçilen bir pilot bölgede gürültü haritasının elde edilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
26. Nelson, P. M. ve Piner, R. (1977). *Classifying Road Vehicles for the Prediction of Road Traffic Noise*. TRRL Laboratory Report 752, Berkshire, İngiltere.
27. Atmaca, E. (1997). *Sivas'ta trafik ve endüstriden kaynaklanan gürültü kirliliğinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
28. Maraş, M. E. (2011). *Coğrafi bilgi sistemi desteğinde kentlerin Avrupa birliği standartlarında gürültü haritalarının üretimi: samsun ili örneği*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 17-18.
29. Aktürk, N., Akdemir, O. (2003). Trafik ışık sürelerinin neden olduğu çevresel taşıt gürültüsü. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 71-87.

30. Kalaycı, E. (2010). *Gürültü tahmin yöntemleriyle karayolları kaynaklı gürültü kirlilik haritalarının oluşturulması*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
31. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2010). *Çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi yönetmeliği (ÇGDYY)*. Resmi Gazete, 27-30.
32. WG-AEN. (2007). *Good Practise Guide for Strategic Noise Mapping and Production of Associated Data on Noise Exposure*, Version 2, European Commision Working Group on Dose and Effect.
33. Özgüven, H.N. (2008). *Gürültü Kontrolü – Endüstriyel ve Çevresel Gürültü*. Ankara: Türk Akustik Derneği.
34. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2011). *Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Kılavuzu*. Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.
35. Türk Standartları Enstitüsü. (2009). *TS ISO 1996-2. Akustik-çevre gürültüsünün tanımlanması ve ölçülmesi kısım 2- arazi kullanımında meydana gelen gürültülerle ilgili verilerin elde edilmesi*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü, 1-10.
36. Alexandre, A. (1975). *Road traffic noise*. ABD: New York.
37. Yürek, S., (2007), *20. Yüzyıl başından günümüze Adana’da kent otellerinin gelişimi*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 10-24.
38. Arana, M., Sam Martin, R., San Martin, M. L.,Aramendia, E. (2010). Strategic noise map of a major road carried out with two environmental prediction software packages. *Environmental Monitoring of Assessment*. 163, 503–513.
39. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2011). *Gürültü Haritalandırması Kılavuzu*, Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.
40. Mehta, M., Johnson, J., Rocafort, J. (1999). *Architectural Acoustics Principles and Design*. New Jersey: Prentice Hall, 301-306.
41. Egan, D. (2007). *Architectural Acoustics*, New York: Mc Graw Hill, 81-273.
42. Türk Standartları Enstitüsü. (2014). *TS EN ISO 16283-1. Akustik- yapı elemanlarında ve yapılarda ses yalıtımının alan ölçümü-bölüm 1: hava ile yayılan sesin yalıtımı*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
43. Türk Standartları Enstitüsü. (2009). *TS EN ISO 3382-2. Akustik-odalarda akustik parametrelerin ölçülmesi – bölüm 2: sıradan odalarda çinlama süresi*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
44. Türk Standartları Enstitüsü. (2013). *TS EN ISO 717-1 Akustik – Yapılarda ve Yapı Elemanlarında Ses Yalıtımının Değerlendirilmesi – Bölüm 1: Hava ile Yayılan Sesin Yalıtımı*, Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

45. Demirel, F., (2016). *Mimari akustik yayınlanmamış ders notları*. Ankara: Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, 1-25.
46. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2015). *Binaların gürültüye karşı korunması ve ses yalıtımı hakkında yönetmelik taslağı*. Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
47. Deutsches Institut für Normung (1989). *DIN 4109 - Sound insulation in buildings*. Berlin: Deutsches Institut für Normung.
48. Lee, Y., E., Jerrett, M., Ross, Z., Coogan, F., P., Seto, Y., W., E. (2014). Assessment of traffic related noise in three cities in united state. *Environmental Research*, 132, 182-189.
49. Ece, M. (2015). *Karar destek yardımcısı olarak gürültü haritalama yazılımı ile trafik gürültüsü üzerine farklı senaryoların irdelenmesi, Antalya örneğ*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
50. RLS, (1990). *Richtlinien für den Lärmschutz an Strassen*. BM für Verkehr, Bonn, 1990.
51. Özçetin Z. (2016). *Celal Bayar bulvarı üzerinde trafik kaynaklı gürültünün analizi ve çevresel etkilerinin araştırılması üzerine bir yöntem önerisi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

EKLER

EK-1. Seçilen otel için kuzey cephe gürültü haritalama sonuçları

Çizelge 1.1. Kuzey cephede bulunan odalar için cephe gürültü haritası

Alıcı		Sınırlayıcı Değer			Leq, Gürültü Kontrolsüz			Aşım Miktarı		
ODA İSMİ	KAT	Gündüz	Aksam	Gece	Gündüz	Aksam	Gece	Gündüz	Akşam	Gece
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
104	1	70	65	60	62,4	60,5	55,7	-	-	-
204	2	70	65	60	62,5	60,6	55,7	-	-	-
304	3	70	65	60	62,6	60,7	55,8	-	-	-
404	4	70	65	60	62,7	60,7	55,9	-	-	-
504	5	70	65	60	62,7	60,7	55,8	-	-	-
604	6	70	65	60	62,7	60,7	55,8	-	-	-
704	7	70	65	60	62,3	60,3	55,4	-	-	-
804	8	70	65	60	61,9	59,9	55	-	-	-
904	9	70	65	60	61,2	59,3	54,4	-	-	-
1004	10	70	65	60	60,4	58,6	53,8	-	-	-
1104	11	70	65	60	59,3	57,5	52,8	-	-	-
1204	12	70	65	60	58,7	56,9	52,1	-	-	-
103	1	70	65	60	63,9	62	57,2	-	-	-
203	2	70	65	60	64	62,1	57,2	-	-	-
303	3	70	65	60	64,1	62,2	57,3	-	-	-
403	4	70	65	60	64,2	62,2	57,3	-	-	-
503	5	70	65	60	64,2	62,2	57,3	-	-	-
603	6	70	65	60	64,2	62,2	57,3	-	-	-
703	7	70	65	60	63,9	61,8	56,9	-	-	-
803	8	70	65	60	63,6	61,6	56,7	-	-	-
903	9	70	65	60	63,2	61,2	56,3	-	-	-
1003	10	70	65	60	62,5	60,5	55,7	-	-	-
1103	11	70	65	60	61,3	59,4	54,6	-	-	-
1203	12	70	65	60	60,5	58,6	53,8	-	-	-
102	1	70	65	60	62,2	60,4	55,7	-	-	-
202	2	70	65	60	62,3	60,5	55,8	-	-	-
302	3	70	65	60	62,6	60,7	55,9	-	-	-
402	4	70	65	60	62,6	60,7	55,9	-	-	-
502	5	70	65	60	62,6	60,7	55,8	-	-	-
602	6	70	65	60	62,7	60,7	55,8	-	-	-
702	7	70	65	60	62,2	60,2	55,2	-	-	-
802	8	70	65	60	61,7	59,7	54,7	-	-	-
902	9	70	65	60	61,1	59,2	54,3	-	-	-
1002	10	70	65	60	60,3	58,4	53,5	-	-	-
1102	11	70	65	60	59,5	57,7	52,9	-	-	-
1202	12	70	65	60	58,4	56,6	51,9	-	-	-
101	1	70	65	60	62,1	60,4	55,8	-	-	-
201	2	70	65	60	62,4	60,7	56,1	-	-	-
301	3	70	65	60	62,7	60,8	56,1	-	-	-
401	4	70	65	60	62,7	60,9	56,1	-	-	-
501	5	70	65	60	62,7	60,8	56	-	-	-
601	6	70	65	60	62,8	60,8	56	-	-	-
701	7	70	65	60	62,4	60,4	55,6	-	-	-
801	8	70	65	60	61,9	59,9	55	-	-	-
901	9	70	65	60	61,6	59,6	54,6	-	-	-
1001	10	70	65	60	60,7	58,7	53,8	-	-	-
1101	11	70	65	60	60,4	58,4	53,5	-	-	-
1201	12	70	65	60	60,3	58,3	53,4	-	-	-

EK-1. (devam) Seçilen otel için cephe gürültü haritalama sonuçları

Çizelge 1.1. (devam) Kuzey cephede bulunan odalar için cephe gürültü haritası

Alıcı		Sınırlayıcı Değer			Leq, Gürültü			Aşım Miktarı		
ODA İSMİ	KAT	Gündüz	Aksam	Gece	Gündüz	Aksam	Gece	Gündüz	Akşam	Gece
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
114	1	70	65	60	64,7	62,8	58	-	-	-
214	2	70	65	60	64,9	63	58,2	-	-	-
314	3	70	65	60	64,9	63	58,2	-	-	-
414	4	70	65	60	65	63	58,2	-	-	-
514	5	70	65	60	65	63	58,1	-	-	-
614	6	70	65	60	65	63	58,1	-	-	-
714	7	70	65	60	64,9	62,9	58	-	-	-
814	8	70	65	60	64,9	62,8	57,9	-	-	-
914	9	70	65	60	64,8	62,8	57,8	-	-	-
1014	10	70	65	60	64,6	62,6	57,6	-	-	-
1114	11	70	65	60	64,5	62,5	57,5	-	-	-
1214	12	70	65	60	64,5	62,4	57,5	-	-	-
115	1	70	65	60	66,5	64,6	59,7	-	-	-
215	2	70	65	60	66,6	64,7	59,8	-	-	-
315	3	70	65	60	66,7	64,7	59,8	-	-	-
415	4	70	65	60	66,6	64,6	59,7	-	-	-
515	5	70	65	60	66,6	64,6	59,7	-	-	-
615	6	70	65	60	66,6	64,6	59,7	-	-	-
715	7	70	65	60	66,6	64,6	59,7	-	-	-
815	8	70	65	60	66,6	64,5	59,6	-	-	-
915	9	70	65	60	66,5	64,5	59,5	-	-	-
1015	10	70	65	60	66,4	64,4	59,5	-	-	-
1115	11	70	65	60	66,3	64,3	59,4	-	-	-
1215	12	70	65	60	66,3	64,3	59,3	-	-	-
116	1	70	65	60	67	65,1	60,2	-	0,1	0,2
216	2	70	65	60	67,1	65,1	60,2	-	0,1	0,2
316	3	70	65	60	67,2	65,2	60,3	-	0,2	0,3
416	4	70	65	60	67,1	65,1	60,2	-	0,1	0,2
516	5	70	65	60	67,1	65,1	60,2	-	0,1	0,2
616	6	70	65	60	67,1	65	60,1	-	-	0,1
716	7	70	65	60	67	65	60,1	-	-	0,1
816	8	70	65	60	67	65	60	-	-	-
916	9	70	65	60	66,9	64,9	60	-	-	-
1016	10	70	65	60	66,8	64,8	59,9	-	-	-
1116	11	70	65	60	66,8	64,7	59,8	-	-	-
1216	12	70	65	60	66,7	64,7	59,7	-	-	-

EK-1. (devam) Seçilen otel için cephe gürültü haritalama sonuçları

Çizelge 1.1. (devam) Kuzey cephede bulunan odalar için cephe gürültü haritası

Alıcı		Sınırlayıcı Değer			Leq, Gürültü Kontrolsüz			Aşım Miktarı		
ODA İSMİ	KAT	Gündüz	Aksam	Gece	Gündüz	Akşam	Gece	Gündüz	Akşam	Gece
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
Süit 01 (Yatak Oda)	1	70	65	60	69,9	67,9	63	-	2,9	3,0
Süit 02 (Yatak Oda)	2	70	65	60	70	68	63,1	-	3,0	3,1
Süit 03 (Yatak Oda)	3	70	65	60	70	68	63,1	-	3,0	3,1
Süit 04 (Yatak Oda)	4	70	65	60	70	67,9	63	-	2,9	3,0
Süit 05 (Yatak Oda)	5	70	65	60	69,8	67,8	62,9	-	2,8	2,9
Süit 06 (Yatak Oda)	6	70	65	60	69,7	67,7	62,7	-	2,7	2,7
Süit 07 (Yatak Oda)	7	70	65	60	69,5	67,5	62,6	-	2,5	2,6
Süit 08 (Yatak Oda)	8	70	65	60	69,3	67,3	62,3	-	2,3	2,3
Süit 09 (Yatak Oda)	9	70	65	60	69,2	67,1	62,2	-	2,1	2,2

EK-1. (devam) Seçilen otel için kuzey cephe gürültü haritalama sonuçları

Çizelge 1.2. Güney cephede (yola bakan cephe) bulunan odalar için cephe gürültü haritası

Alıcı		Sınırlayıcı Değer			Leq. Gürültü Kontrolsüz			Aşım Miktarı		
ODA İSMİ	KAT	Gündüz	Aksam	Gece	Gündüz	Aksam	Gece	Gündüz	Akşam	Gece
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
112	1	70	65	60	75	73	68	5,0	8,0	8,0
212	2	70	65	60	74,9	72,9	68	4,9	7,9	8,0
312	3	70	65	60	74,9	72,9	67,9	4,9	7,9	7,9
412	4	70	65	60	74,8	72,8	67,8	4,8	7,8	7,8
512	5	70	65	60	74,7	72,7	67,7	4,7	7,7	7,7
612	6	70	65	60	74,6	72,6	67,6	4,6	7,6	7,6
712	7	70	65	60	74,4	72,4	67,4	4,4	7,4	7,4
812	8	70	65	60	74,2	72,2	67,3	4,2	7,2	7,3
912	9	70	65	60	74,1	72,1	67,1	4,1	7,1	7,1
1012	10	70	65	60	74	71,9	67	4,0	6,9	7,0
1112	11	70	65	60	73,8	71,8	66,8	3,8	6,8	6,8
1212	12	70	65	60	73,6	71,6	66,6	3,6	6,6	6,6
111	1	70	65	60	75	73	68,1	5,0	8,0	8,1
211	2	70	65	60	75	73	68	5,0	8,0	8,0
311	3	70	65	60	74,9	72,9	68	4,9	7,9	8,0
411	4	70	65	60	74,9	72,8	67,9	4,9	7,8	7,9
511	5	70	65	60	74,8	72,7	67,8	4,8	7,7	7,8
611	6	70	65	60	74,6	72,6	67,7	4,6	7,6	7,7
711	7	70	65	60	74,5	72,4	67,5	4,5	7,4	7,5
811	8	70	65	60	74,3	72,3	67,3	4,3	7,3	7,3
911	9	70	65	60	74,2	72,2	67,2	4,2	7,2	7,2
1011	10	70	65	60	74	72	67	4,0	7,0	7,0
1111	11	70	65	60	73,9	71,8	66,9	3,9	6,8	6,9
1211	12	70	65	60	73,7	71,6	66,7	3,7	6,6	6,7
110	1	70	65	60	75	73	68,1	5,0	8,0	8,1
210	2	70	65	60	75	73	68	5,0	8,0	8,0
310	3	70	65	60	74,9	72,9	68	4,9	7,9	8,0
410	4	70	65	60	74,9	72,8	67,9	4,9	7,8	7,9
510	5	70	65	60	74,8	72,7	67,8	4,8	7,7	7,8
610	6	70	65	60	74,7	72,6	67,7	4,7	7,6	7,7
710	7	70	65	60	74,5	72,5	67,5	4,5	7,5	7,5
810	8	70	65	60	74,3	72,3	67,3	4,3	7,3	7,3
910	9	70	65	60	74,2	72,2	67,2	4,2	7,2	7,2
1010	10	70	65	60	74	72	67	4,0	7,0	7,0
1110	11	70	65	60	73,9	71,8	66,9	3,9	6,8	6,9
1210	12	70	65	60	73,7	71,7	66,7	3,7	6,7	6,7
109	1	70	65	60	75	73	68	5,0	8,0	8,0
209	2	70	65	60	75	72,9	68	5,0	7,9	8,0
309	3	70	65	60	74,9	72,9	67,9	4,9	7,9	7,9
409	4	70	65	60	74,8	72,8	67,8	4,8	7,8	7,8
509	5	70	65	60	74,7	72,7	67,7	4,7	7,7	7,7
609	6	70	65	60	74,6	72,6	67,6	4,6	7,6	7,6
709	7	70	65	60	74,5	72,4	67,5	4,5	7,4	7,5
809	8	70	65	60	74,3	72,3	67,3	4,3	7,3	7,3
909	9	70	65	60	74,2	72,1	67,2	4,2	7,1	7,2
1009	10	70	65	60	74	72	67	4,0	7,0	7,0
1109	11	70	65	60	73,9	71,8	66,9	3,9	6,8	6,9
1209	12	70	65	60	73,7	71,7	66,7	3,7	6,7	6,7

EK-1. (devam) Seçilen otel için cephe gürültü haritalama sonuçları

Çizelge 1.2. (devam) Güney cephede bulunan odalar için cephe gürültü haritası

KAT	Sınırlayıcı Değer			Leq, Gürültü Kontrolsüz			Aşım Miktarı		
	Gündüz	Aksam	Gece	Gündüz	Aksam	Gece	Gündüz	Akşam	Gece
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	70	65	60	74,7	72,7	67,8	4,7	7,7	7,8
2	70	65	60	74,7	72,7	67,8	4,7	7,7	7,8
3	70	65	60	74,7	72,6	67,7	4,7	7,6	7,7
4	70	65	60	74,6	72,5	67,6	4,6	7,5	7,6
5	70	65	60	74,5	72,5	67,5	4,5	7,5	7,5
6	70	65	60	74,4	72,4	67,4	4,4	7,4	7,4
7	70	65	60	74,2	72,2	67,2	4,2	7,2	7,2
8	70	65	60	74,1	72	67,1	4,1	7,0	7,1
9	70	65	60	74	71,9	67	4,0	6,9	7,0
10	70	65	60	73,8	71,8	66,8	3,8	6,8	6,8
11	70	65	60	73,6	71,6	66,7	3,6	6,6	6,7
12	70	65	60	73,5	71,4	66,5	3,5	6,4	6,5
1	70	65	60	74,6	72,5	67,6	4,6	7,5	7,6
2	70	65	60	74,5	72,5	67,6	4,5	7,5	7,6
3	70	65	60	74,5	72,5	67,5	4,5	7,5	7,5
4	70	65	60	74,4	72,4	67,4	4,4	7,4	7,4
5	70	65	60	74,3	72,3	67,3	4,3	7,3	7,3
6	70	65	60	74,2	72,2	67,2	4,2	7,2	7,2
7	70	65	60	74,1	72,1	67,1	4,1	7,1	7,1
8	70	65	60	73,9	71,9	66,9	3,9	6,9	6,9
9	70	65	60	73,8	71,8	66,8	3,8	6,8	6,8
10	70	65	60	73,6	71,6	66,7	3,6	6,6	6,7
11	70	65	60	73,4	71,4	66,5	3,4	6,4	6,5
12	70	65	60	73,2	71,2	66,3	3,2	6,2	6,3
1	70	65	60	74,1	72,1	67,2	4,1	7,1	7,2
2	70	65	60	74,1	72,1	67,2	4,1	7,1	7,2
3	70	65	60	74,1	72,1	67,1	4,1	7,1	7,1
4	70	65	60	74	72	67	4,0	7,0	7,0
5	70	65	60	73,9	71,9	66,9	3,9	6,9	6,9
6	70	65	60	73,8	71,8	66,8	3,8	6,8	6,8
7	70	65	60	73,7	71,6	66,7	3,7	6,6	6,7
8	70	65	60	73,5	71,5	66,5	3,5	6,5	6,5
9	70	65	60	73,3	71,3	66,4	3,3	6,3	6,4
10	70	65	60	73,1	71,1	66,2	3,1	6,1	6,2
11	70	65	60	72,9	70,9	66	2,9	5,9	6,0
12	70	65	60	72,8	70,7	65,8	2,8	5,7	5,8
1	70	65	60	73,9	71,9	67	3,9	6,9	7,0
2	70	65	60	73,9	71,9	66,9	3,9	6,9	6,9
3	70	65	60	73,9	71,9	66,9	3,9	6,9	6,9
4	70	65	60	73,8	71,8	66,8	3,8	6,8	6,8
5	70	65	60	73,7	71,7	66,8	3,7	6,7	6,8
6	70	65	60	73,6	71,6	66,7	3,6	6,6	6,7
7	70	65	60	73,5	71,5	66,5	3,5	6,5	6,5
8	70	65	60	73,3	71,3	66,3	3,3	6,3	6,3
9	70	65	60	73,2	71,2	66,2	3,2	6,2	6,2
10	70	65	60	73	71	66	3,0	6,0	6,0
11	70	65	60	72,8	70,8	65,8	2,8	5,8	5,8
12	70	65	60	72,6	70,6	65,6	2,6	5,6	5,6

EK-1. (devam) Seçilen otel için cephe gürültü haritalama sonuçları

Çizelge 1.2. (devam) Güney cephede bulunan odalar için cephe gürültü haritası

Alıcı		Sınırlayıcı Değer			Leq, Gürültü Kontrolsüz			Aşım Miktarı		
ODA İSMİ	KAT	Gündüz	Aksam	Gece	Gündüz	Aksam	Gece	Gündüz	Akşam	Gece
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
Süit 01 (Salon)	1	70	65	60	74,7	72,7	67,8	4,7	7,7	7,8
Süit 02 (Salon)	2	70	65	60	74,7	72,7	67,8	4,7	7,7	7,8
Süit 03 (Salon)	3	70	65	60	74,7	72,7	67,7	4,7	7,7	7,7
Süit 04 (Salon)	4	70	65	60	74,6	72,6	67,7	4,6	7,6	7,7
Süit 05 (Salon)	5	70	65	60	74,5	72,5	67,5	4,5	7,5	7,5
Süit 06 (Salon)	6	70	65	60	74,4	72,4	67,4	4,4	7,4	7,4
Süit 07 (Salon)	7	70	65	60	74,2	72,2	67,3	4,2	7,2	7,3
Süit 08 (Salon)	8	70	65	60	74	72	67,1	4,0	7,0	7,1
Süit 09 (Salon)	9	70	65	60	73,9	71,9	66,9	3,9	6,9	6,9

EK-2. Arka plan gürültü düzeylerine ilişkin ölçüm sonuçları

Çizelge 1.3. Arka plan gürültü düzeyi

Frekans (Hz)	ODA 02 (dBA)	Süit Oda (dBA)
12,5	--.-	-9,4
16	-7,3	-1,9
20	9,1	-6,8
25	8,3	-3,1
31,5	4,2	3,8
40	11,9	15,9
50	9,9	18,8
63	12,0	23,5
80	14,9	24,9
100	17,2	30,7
125	19,9	24,6
160	17,1	26,2
200	16,2	24,5
250	15,5	20,7
315	16,1	20,2
400	15,5	18,2
500	15,7	19,0
630	18,1	22,5
800	21,9	23,3
1000	23,6	23,8
1250	23,1	21,8
1600	21,1	20,6
2000	19,2	18,1
2500	17,1	16,2
3150	15,8	14,7
4000	13,2	14,5
5000	12,7	13,8
6300	12,9	13,6
8000	12,5	13,4
10000	12,1	12,9
12500	11,0	11,6

Leq	31,8	36,4
-----	------	------

EK-3. Yapı elemanları için C ve C_{tr} hesaplama verileriÇizelge 1.4. Oda 02 – Oda 03 arası duvar için C ve C_{tr} verileri

Frekans (Hz)	R_w	5 dB kaydırılmış Referans değerler	İstenmeyen Sapma (dB)	Spektrum No:1 (dB)	$L_n - R_w$ (dB)	$10^{(L_n - R_w)/10}$	Spektrum No:2 (dB)	$L_n - R_w$ (dB)	$10^{(L_n - R_w)/10}$
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	/10 ⁻⁵	dB	dB	/10 ⁻⁵
100	33,7	38	4,3	-29	-62,7	0,05370318	-20	-53,7	0,426579519
125	40,6	41	0,4	-26	-66,6	0,021877616	-20	-60,6	0,087096359
160	43,3	44	0,7	-23	-66,3	0,023442288	-18	-61,3	0,074131024
200	42,7	47	4,3	-21	-63,7	0,042657952	-16	-58,7	0,134896288
250	45,2	50	4,8	-19	-64,2	0,03801894	-15	-60,2	0,095499259
315	50,3	53	2,7	-17	-67,3	0,018620871	-14	-64,3	0,037153523
400	55,6	56	0,4	-15	-70,6	0,008709636	-13	-68,6	0,013803843
500	55,4	57	1,6	-13	-68,4	0,014454398	-12	-67,4	0,018197009
630	58	58	---	-12	-70	0,01	-11	-69	0,012589254
800	59,4	59	---	-11	-70,4	0,009120108	-9	-68,4	0,014454398
1000	57,9	60	2,1	-10	-67,9	0,016218101	-8	-65,9	0,025703958
1250	61,1	61	---	-9	-70,1	0,009772372	-9	-70,1	0,009772372
1600	61,5	61	---	-9	-70,5	0,008912509	-10	-71,5	0,007079458
2000	62	61	---	-9	-71	0,007943282	-11	-73	0,005011872
2500	60,5	61	0,5	-9	-69,5	0,011220185	-13	-73,5	0,004466836
3150	63,5	61	---	-9	-72,5	0,005623413	-15	-78,5	0,001412538
TOPLAM = 21,8 < 32 $R_w = 52 + 5 = 57$ dB				TOPLAM = 0,3003 -10 log 0,3003 = 55 C = 55 - 57 = -2			TOPLAM = 0,968 -10 log 0,968 = 50 $C_{tr} = 50 - 57 = -7$		

Çizelge 1.5. Oda 02 – Oda 01 arası duvar için C ve C_{tr} verileri

Frekans (Hz)	R_w	4 dB kaydırılmış Referans değerler	İstenmeyen Sapma (dB)	Spektrum No:1 (dB)	$L_n - R_w$ (dB)	$10^{(L_n - R_w)/10}$	Spektrum No:2 (dB)	$L_n - R_w$ (dB)	$10^{(L_n - R_w)/10}$
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	/10 ⁻⁵	dB	dB	/10 ⁻⁵
100	30,6	37	6,4	-29	-59,6	0,10964782	-20	-50,6	0,87096359
125	40,1	40	---	-26	-66,1	0,024547089	-20	-60,1	0,097723722
160	40,5	43	2,5	-23	-63,5	0,044668359	-18	-58,5	0,141253754
200	40,9	46	5,1	-21	-61,9	0,064565423	-16	-56,9	0,204173794
250	50,3	49	---	-19	-69,3	0,011748976	-15	-65,3	0,029512092
315	53	52	---	-17	-70	0,01	-14	-67	0,019952623
400	53,1	55	1,9	-15	-68,1	0,015488166	-13	-66,1	0,024547089
500	52,6	56	3,4	-13	-65,6	0,027542287	-12	-64,6	0,034673685
630	58,1	57	---	-12	-70,1	0,009772372	-11	-69,1	0,012302688
800	57,8	58	0,2	-11	-68,8	0,013182567	-9	-66,8	0,020892961
1000	55,2	59	3,8	-10	-65,2	0,030199517	-8	-63,2	0,047863009
1250	59,9	60	0,1	-9	-68,9	0,012882496	-9	-68,9	0,012882496
1600	64,8	60	---	-9	-73,8	0,004168694	-10	-74,8	0,003311311
2000	62,9	60	---	-9	-71,9	0,006456542	-11	-73,9	0,004073803
2500	61,1	60	---	-9	-70,1	0,009772372	-13	-74,1	0,003890451
3150	69,6	60	---	-9	-78,6	0,001380384	-15	-84,6	0,000346737
TOPLAM = 23,4 < 32 $R_w = 52 + 4 = 56$ dB				TOPLAM = 0,396 -10 log 0,396 = 54 C = 54 - 56 = -2			TOPLAM = 1,528 -10 log 1,528 = 48 $C_{tr} = 48 - 56 = -8$		

EK-3. (devam) Yapı elemanları için C ve C_{tr} hesaplama verileriÇizelge 1.6. Süit oda kapısı için C ve C_{tr} verileri

Frekans (Hz)	R_w	-31 dB kaydırılmış Referans değerler	İstenmeyen Sapma (dB)	Spektrum No:1 (dB)	$L_n - R_w$ (dB)	$10^{(L_n - R_w)/10}$	Spektrum No:2 (dB)	$L_n - R_w$ (dB)	$10^{(L_n - R_w)/10}$
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	/10 ⁻⁵	dB	dB	/10 ⁻⁵
100	21,4	2	---	-29	-50,4	0,912010839	-20	-41,4	7,244359601
125	29,6	5	---	-26	-55,6	0,27542287	-20	-49,6	1,096478196
160	20,6	8	---	-23	-43,6	4,365158322	-18	-38,6	13,80384265
200	16,5	11	---	-21	-37,5	17,7827941	-16	-32,5	56,23413252
250	17,6	14	---	-19	-36,6	21,87761624	-15	-32,6	54,95408739
315	28,1	17	---	-17	-45,1	3,090295433	-14	-42,1	6,165950019
400	22,3	20	---	-15	-37,3	18,62087137	-13	-35,3	29,51209227
500	17,8	21	3,2	-13	-30,8	83,17637711	-12	-29,8	104,7128548
630	19,3	22	2,7	-12	-31,3	74,13102413	-11	-30,3	93,32543008
800	25,3	23	---	-11	-36,3	23,44228815	-9	-34,3	37,15352291
1000	20,8	24	3,2	-10	-30,8	83,17637711	-8	-28,8	131,8256739
1250	21,2	25	3,8	-9	-30,2	95,4992586	-9	-30,2	95,4992586
1600	22,7	25	2,3	-9	-31,7	67,60829754	-10	-32,7	53,70317964
2000	20,8	25	4,2	-9	-29,8	104,7128548	-11	-31,8	66,0693448
2500	21,4	25	3,6	-9	-30,4	91,20108394	-13	-34,4	36,30780548
3150	21,7	25	3,3	-9	-30,7	85,11380382	-15	-36,7	21,3796209
TOPLAM = 26,3 < 32 $R_w = 52 - 31 = 21$ dB				TOPLAM = 774,99 -10 log 774,99 = 21 $C = 21 - 21 = 0$			TOPLAM = 808,99 -10 log 808,99 = 231 $C_{tr} = 21 - 21 = 0$		

Çizelge 1.7. Süit oda dış cephesi için C ve C_{tr} verileri

Frekans (Hz)	R_w	-14 dB kaydırılmış Referans değerler	İstenmeyen Sapma (dB)	Spektrum No:1 (dB)	$L_n - R_w$ (dB)	$10^{(L_n - R_w)/10}$	Spektrum No:2 (dB)	$L_n - R_w$ (dB)	$10^{(L_n - R_w)/10}$
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	/10 ⁻⁵	dB	dB	/10 ⁻⁵
100	16,5	19	2,5	-29	-45,5	2,818382931	-20	-36,5	22,38721139
125	21,1	22	0,9	-26	-47,1	1,9498446	-20	-41,1	7,762471166
160	19	25	6	-23	-42	6,309573445	-18	-37	19,95262315
200	24,1	28	3,9	-21	-45,1	3,090295433	-16	-40,1	9,77237221
250	32,2	31	---	-19	-51,2	0,758577575	-15	-47,2	1,905460718
315	35,1	34	---	-17	-52,1	0,616595002	-14	-49,1	1,230268771
400	35,6	37	1,4	-15	-50,6	0,87096359	-13	-48,6	1,380384265
500	37,4	38	0,6	-13	-50,4	0,912010839	-12	-49,4	1,148153621
630	36,5	39	2,5	-12	-48,5	1,412537545	-11	-47,5	1,77827941
800	39,4	40	0,6	-11	-50,4	0,912010839	-9	-48,4	1,445439771
1000	42	41	---	-10	-52	0,630957344	-8	-50	1
1250	43	42	---	-9	-52	0,630957344	-9	-52	0,630957344
1600	41,9	42	0,1	-9	-50,9	0,812830516	-10	-51,9	0,645654229
2000	41,3	42	0,7	-9	-50,3	0,933254301	-11	-52,3	0,588843655
2500	39,4	42	2,6	-9	-48,4	1,445439771	-13	-52,4	0,575439937
3150	38,1	42	3,9	-9	-47,1	1,9498446	-15	-53,1	0,489778819
TOPLAM = 25,7 < 32 $R_w = 52 - 14 = 38$ dB				TOPLAM = 26,05 -10 log 26,05 = 36 $C = 36 - 38 = -2$			TOPLAM = 72,69 -10 log 72,69 = 31 $C_{tr} = 31 - 38 = -7$		

EK-3. (devam) Yapı elemanları için C ve C_{tr} hesaplama verileriÇizelge 1.8. Normal oda (Oda 02) dış cephesi için C ve C_{tr} verileri

Frekans (Hz)	R_w	-11 dB kaydırılmış Referans değerler	İstenmeyen Sapma (dB)	Spektrum No:1 (dB)	$L_n - R_w$ (dB)	$10^{(L_n - R_w)/10}$	Spektrum No:2 (dB)	$L_n - R_w$ (dB)	$10^{(L_n - R_w)/10}$
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	/10 ⁻⁵	dB	dB	/10 ⁻⁵
100	33,2	22	---	-29	-62,2	0,060256	-20	-53,2	0,4786301
125	29,7	25	---	-26	-55,7	0,2691535	-20	-49,7	1,0715193
160	30,8	28	---	-23	-53,8	0,4168694	-18	-48,8	1,3182567
200	31,9	31	---	-21	-52,9	0,5128614	-16	-47,9	1,6218101
250	34,2	34	---	-19	-53,2	0,4786301	-15	-49,2	1,2022644
315	38,7	37	---	-17	-55,7	0,2691535	-14	-52,7	0,5370318
400	40	40	---	-15	-55	0,3162278	-13	-53	0,5011872
500	41,7	41	---	-13	-54,7	0,3388442	-12	-53,7	0,4265795
630	44,1	42	---	-12	-56,1	0,2454709	-11	-55,1	0,3090295
800	42,8	43	0,2	-11	-53,8	0,4168694	-9	-51,8	0,6606934
1000	43,1	44	0,9	-10	-53,1	0,4897788	-8	-51,1	0,7762471
1250	43,9	45	1,1	-9	-52,9	0,5128614	-9	-52,9	0,5128614
1600	42	45	3	-9	-51	0,7943282	-10	-52	0,6309573
2000	40	45	5	-9	-49	1,2589254	-11	-51	0,7943282
2500	38	45	7	-9	-47	1,9952623	-13	-51	0,7943282
3150	36,9	45	8,1	-9	-45,9	2,5703958	-15	-51,9	0,6456542
TOPLAM = 25,3 < 32 $R_w = 52 - 11 = 41$ dB				TOPLAM = 10,95 -10 log 10,95 = 40 C = 40 - 41 = -1			TOPLAM = 12,28 -10 log 12,28 = 39 $C_{tr} = 39 - 41 = -2$		

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BELEK, Cengiz
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 21.06.1983, Almanya
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (505) 7035997
e-mail : cengizbelek@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi /Kimya Mühendisliği	2011
Lise	Samanyolu Fen Lisesi	2001

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2009-Halen	Ankara Büyükşehir Belediyesi	Mühendis

Yabancı Dil

İngilizce (iyi), Arapça (başlangıç)

Yayınlar

-

Hobiler

Kitap okumak, spor yapmak



GAZİ GELECEKTİR..