

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARAYOLU GÜRÜLTÜSÜNÜN DENETLENMESİNDE YOL- YAPI İLİŞKİSİ
AÇISINDAN OPTİMUM KOŞULLARIN BELİRLENMESİ**

S. SİBEL ÖZER

**DOKTORA TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
YAPI FİZİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. NEŞE YÜĞRÜK AKDAĞ**

İSTANBUL, 2014

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARAYOLU GÜRÜLTÜSÜNÜN DENETLENMESİNDE YOL- YAPI İLİŞKİSİ
AÇISINDAN OPTİMUM KOŞULLARIN BELİRLENMESİ

S. Sibel ÖZER tarafından hazırlanan tez çalışması 16.10.2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Mesture AYSAN BULDURUR
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. İclal DİNÇER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ayşe ERDEM AKNESİL
Esenyurt Üniversitesi

Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü' nün 2012-03-01-DOP01 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Doktora çalışmasını yaptığım süre içinde bilimsel olarak bana katkıda bulunan, bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan ve manevi olarak hep yanımda hissettiğim tez danışmanım ve değerli hocam Sayın Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ'a; ayrıca tez izleme jürilerinde bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN ve Sayın Prof. Dr. Mesture AYSAN BULDURUR'a teşekkürlerimi sunarım.

Doktora çalışmalarım sürecinde beni maddi- manevi destekleyen ve sabır gösteren sevgili eşim Özgür ÖZER'e; aile huzuru yaşattıkları için büyük oğlum Mahir Tan'a ve bu süreçte doğup 2 yaşına gelen küçük Ömer'ciğime; hayatım boyunca desteğini benden esirgemeyen ve yardımına koşan annem ve babama sonsuz teşekkürler...

Ekim, 2014

S. Sibel ÖZER

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xiv
ÖZET	xvi
ABSTRACT.....	xviii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	3
1.3 Hipotez.....	7
BÖLÜM 2	
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	9
2.1 Kent Planlamada Gürültü Denetimine Yönelik Uluslararası ve Ulusal Yaptırımların İncelenmesi.....	9
2.1.1 Kent Planlamada Gürültü Denetimine Yönelik Uluslararası Yaptırımlar.....	10
2.1.2 Kent Planlamada Gürültü Denetimine Yönelik Ulusal Yaptırımlar	17
2.1.2.1 Gürültü ile ilgili Geçmişteki Yaptırımlar	17
2.1.2.2 Türkiye’de Planlama Kademeleri	20
2.1.2.3 İmar Yönetmeliği	24
2.1.2.4 Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği.....	27
2.2 Kent Planlama Aşamasında Gürültü Denetimine Yönelik Arazi Kullanımına İlişkin Çalışmaların Araştırılması.....	32

2.2.1	Gürültü Denetimi Aşamaları.....	32
2.2.1.1	Kent Planlamada Gürültü Etkeni.....	33
2.2.1.2	Mimari Tasarımda Gürültü Etkeni.....	39
2.2.1.3	Gürültü Engelleri	43
2.2.2	Kent Planlama Aşamasında Gürültü Denetimine Yönelik Arazi Kullanımına İlişkin Önlemler.....	52
2.2.3	Kent Planlamada Gürültü Etkeni Konusunda, Yasa ve Yönetmelikler Dışında, Günümüze Değın Yapılan Çalışmaların Araştırılması.....	53
2.2.4	Karayolu Kaynaklı Gürültünün Araştırılması.....	56
2.2.5	Genel Değerlendirme.....	64

BÖLÜM 3

GÜRÜLTÜNÜN, KENT PLANLAMADA TASARIM ÖLÇÜTÜ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK KOŞULLARIN SAPTANMASI.....		66
3.1	Gürültünün, Kent Planlamada Tasarım Ölçütü Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Koşulların Saptanmasında İzlenecek Yaklaşımın Açıklanması.....	66
3.2	Yaklaşımında Değerlendirmeye Alınacak Gürültü Bölgesine ve Yerleşim Alanına İlişkin Kabullerin Yapılması.....	69
3.2.1	Karayoluna İlişkin Kabullerin Yapılması.....	70
3.2.1.1	Karayolu Gürültü Düzeyine İlişkin Kabullerin Yapılması	71
3.2.1.2	Karayolunun Türü ve Boyutuna İlişkin Kabullerin Yapılması	71
3.2.2	Karayolu- Yapı Arasındaki İletim Ortamına İlişkin Kabullerin Yapılması.....	71
3.2.2.1	Karayolu- Yapı Arasındaki Zemin Etkisine İlişkin Kabullerin Yapılması	71
3.2.2.2	Karayolu- Yapı Arasındaki Zeminin Topografyasına İlişkin Kabullerin Yapılması	72
3.2.2.3	Rüzgar ve Atmosferik Etkenlere İlişkin Kabullerin Yapılması	72
3.2.3	Yapıya İlişkin Kabullerin Yapılması.....	73
3.2.3.1	Yapının İşlevine İlişkin Kabullerin Yapılması.....	73
3.2.3.2	Yerleşim Alanındaki Yapıların Yüksekliklerine İlişkin Kabullerin Yapılması	73

3.2.3.3	Konut Bölgesi için Kabul Edilebilir Gürültü Düzeylerine İlişkin Kabullerin Yapılması.....	74
3.2.4	Gürültü Engeli için Kabullerin Yapılması.....	75
3.3	Gürültü Engelsiz Durum için Optimum Uzaklıkların Belirlenmesi.....	76
3.3.1	Gürültü Engelsiz Durum için Zemin Özelliklerinin Optimum Uzaklığa Etkisinin Belirlenmesi.....	77
3.3.2	Gürültü Engelsiz Durum için Topografyanın (Eğimin) Optimum Uzaklığa Etkisinin Belirlenmesi.....	79
3.4	Gürültü Engelli Durum için Optimum Uzaklıkların Belirlenmesi.....	81
3.4.1	Gürültü Engelli Durum için Zemin Özelliklerinin Optimum Uzaklığa Etkisinin Belirlenmesi.....	84
3.4.2	Gürültü Engelli Durum için Topografyanın (Eğimin) Optimum Uzaklığa Etkisinin Belirlenmesi.....	86
3.5	Gürültü Engelsiz ve Gürültü Engelli Durumların Karşılaştırılması.....	88
3.6	Optimum Uzaklıkların Yapı Yüksekliğinden Etkilenme Durumunun Saptanması.....	91
3.7	Genel Değerlendirme ve Yaklaşım Önerisi.....	102
3.8	Yaklaşım Önerisinin Örneklenmesi.....	113
BÖLÜM 4		
SONUÇ VE ÖNERİLER.....		128
KAYNAKLAR		135
EK-A		
DAĞILIM GRAFİĞİ ÖRNEĞİ.....		141
ÖZGEÇMİŞ.....		143

SİMGE LİSTESİ

G	Zemin faktörü
LAeq	A ağırlıklı eşdeğer sürekli ses düzeyi
LAmaz	Maksimum A ağırlıklı ses düzeyi
Ld	Gündüz düzeyi
Lden	Gündüz- akşam- gece düzeyi
Ldn	Gündüz- gece ses düzeyi
Leq	Eşdeğer sürekli ses düzeyi
Ln	Gece ses düzeyi

KISALTMA LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
ANSI	American National Standards Institute
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
COWI	Leading Consulting Group
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
ÇGDYY	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
ÇYP	Çevre Yönetim Planı
DIN	Deutsches Institut für Normung
EC	European Council
EU	European Union
FHWA	Federal Highway Administration
HUD	U.S Department of Housing and Urban Development
Internoise	International Congress and Exposition on Noise Control Engineering
ISO	International Organization for Standardization
MDT	Montana Department of Transportation
NEPA	National Environmental Policy Act
NMPB-Routes-96	Road Traffic Noise New French calculation method
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ŞÇD	Stratejik Çevresel Değerlendirme
SILENCE	European Silence Project
TCK	Türk Ceza Kanunu
WHO	World Health Organization

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. 1 Akış şeması.....	6
Şekil 2. 1 Gürültü haritası örneği (mevcut durum ve gürültü engeli uygulandıktan sonraki durum).....	32
Şekil 2. 2 Gürültüye uyumlu alan kullanım planlaması örneği.....	34
Şekil 2. 3 Yüksek katlı yapılar için uzaklığı artırmanın, engele göre daha etkili olması	35
Şekil 2. 4 Konut bölgesi ile karayolu arasında kapalı otopark konumlandırılması..	36
Şekil 2. 5 Rekreasyon alanı, otopark ve ağaçlarla gürültünün kademeli olarak engellenmesi.....	36
Şekil 2. 6 Karayolu- bina arasına ticari yapıların konumlandırılması.....	37
Şekil 2. 7 Demiryolu boyunca uzanan gürültü engeli yapılar.....	37
Şekil 2. 8 Yapıların uzatılarak gürültü azaltımı sağlanması.....	37
Şekil 2. 9 Daralan şehirlerde evlerin yıkılması.....	37
Şekil 2. 10 Gürültü kaynağına bakan yapıların bitişik nizam yapılmasının gürültü engeli oluşturması.....	38
Şekil 2. 11 Sessiz avlu oluşturan sundurma ve garajlar.....	38
Şekil 2. 12 St. Petersburg’da akustik kent planlama örnekleri.....	38
Şekil 2. 13 Akustik kent planlamada gürültü etkisinin azaltılması.....	39
Şekil 2. 14 Gürültüye duyarlı bir yapıda mimari tasarım aşamasında gürültünün denetlenmesi.....	40
Şekil 2. 15 Yapılarda gürültü yansıması.....	40
Şekil 2. 16 Yapıların kendi kendini koruması için bitişik yapılması.....	41
Şekil 2. 17 Yapıyı koruyan kanat duvarlar.....	41
Şekil 2. 18 Tek katlı evlerde gürültünün etkisi azaltılabilir.....	42

Şekil 2. 19	Yola bakan cephelerde balkonların trafik gürültüsünü doğrudan yapının içine yansıtması.....	42
Şekil 2. 20	Avlulu yapı örneği.....	43
Şekil 2. 21	St. Petersburg’da avlulu yapı grubu tasarımları.....	43
Şekil 2. 22	Gürültü engeli örneği	44
Şekil 2. 23	Gürültü engeli örneği.....	44
Şekil 2. 24	Engelin etkinliği içine kaynağın en yüksek noktası ile alıcının en yüksek noktası arasındaki görüş çizgisini kapatması.....	45
Şekil 2. 25	Gürültü engellerinin düşük yükseklikteki yapıları koruması.....	45
Şekil 2. 26	Engellerin, sesin diğer tarafa yansımaya neden olması.....	45
Şekil 2. 27	Otoyol gürültü kaynağının sırtındaki arazilerde, çekme mesafesine izin verecek biçimde daha derin ve geniş parseller düzenlenmesi.....	47
Şekil 2. 28	Gürültü Konturları ve Koruma Bölgesi (Overlay Zone) Sınırları.....	48
Şekil 2. 29	Dış ve iç aktiviteler için (uyku içeren) otoyol gürültü etki alanı.....	49
Şekil 2. 30	Yalnız iç aktiviteler için (uyku içeren) otoyol gürültü etki alanı.....	50
Şekil 2. 31	Yalnız iç aktiviteler için (uyku içermeyen) otoyol gürültü etki alanı.....	50
Şekil 2. 32	San Francisco trafik gürültü modeli.....	53
Şekil 2. 33	A.B.D.’de yer alan bir eğlence merkezinin gürültü haritası.....	54
Şekil 2. 34	Almada Kenti için yapılan Lden gürültü haritası örneği.....	54
Şekil 2. 35	Lizbon Kenti’nin gürültü bölgeleme şeması, alan kullanımında gürültüye duyarlılık: yeşil: yüksek, sarı: orta, beyaz: düşük.....	55
Şekil 2. 36	Çeşitli yükseklikteki toprak yığınlarının gürültü yayılımına etkisi.....	55
Şekil 2. 37	Taşıtlarda gürültü kaynakları.....	59
Şekil 2. 38	Farklı temas yüzeyi sertliğine sahip iki lastiğin gürültü seviyelerinin hıza bağlı olarak karşılaştırılmaları.....	60
Şekil 2. 39	Farklı yüzey kaplamaları üzerinde dik geliş için akustik yutuculuk kat sayıları	61
Şekil 2. 40	2001/2002 yıllarında Almanya’nın serbest akan trafiğindeki farklı motorlu taşıtların hızlarına bağlı olarak maksimum geçiş gürültü seviyesi.....	62
Şekil 2. 41	2001/2002 yıllarında Almanya’da hızlanma durumunda farklı motorlu taşıtların hızlarına bağlı olarak maksimum geçiş gürültü düzeyi.....	62
Şekil 2. 42	Farklı vites seçiminde serbest akan trafikte hızı 50 km’de olan otomobillerdeki Motor işletme ve tekerlek gürültüsünün bileşimi.....	63
Şekil 3.1	Yaklaşımın akış şeması.....	67
Şekil 3. 2	Çalışmada kullanılacak engel modelleri.....	75- 76

Şekil 3. 3	Karayolu gürültüsünün 80 dBA, kabul edilebilir düzeyin 55 dBA, zemin etkisinin 0, topografyanın düz olduğu örnek kesit gürültü haritası.....	77
Şekil 3. 4	Yol gürültüsünün 65 dBA olduğu, 5 farklı topografya ve 3 farklı zemine göre kesit gürültü haritaları.....	77
Şekil 3.5	Farklı zemin özelliklerinin minimum uzaklığa etkisinin karşılaştırılması..	79
Şekil 3.6	Farklı eğimdeki arazilerin minimum uzaklığa etkisinin karşılaştırılması..	81
Şekil 3. 7	Karayolu gürültüsünün 65, 70, 75, 80 ve 85 dBA olduğu durumlar için, 4 farklı engel çeşiti ile çizilen kesit gürültü haritaları (düz arazi, zem. etk: 0,6).....	82
Şekil 3. 8	Engelsiz durum ile farklı türdeki engellerin karşılaştırılması.....	83
Şekil 3. 9	Karayolu kenarına 3 m yüksekliğinde engel uygulaması örneği.....	83
Şekil 3. 10	Karayolu gürültüsünün 65dBA olması durumunda, 3 m'lik gürültü engeli uygulaması ile, 3 farklı topografya ve 3 farklı zemin etkisi için gürültü kesit haritaları.....	84
Şekil 3. 11	Engelli durumda, farklı zemin özelliklerinin minimum uzaklığa etkisinin karşılaştırılması.....	86
Şekil 3.12	Engelli durum için farklı eğimdeki arazilerin minimum uzaklığa etkisinin karşılaştırılması.....	87
Şekil 3. 13	Gereken minimum uzaklıklar (yapıya doğru aşağı %30 eğimli arazi).....	88
Şekil 3. 14	Gereken minimum uzaklıklar (düz arazi).....	89
Şekil 3. 15	Gereken minimum uzaklıklar (yapıya doğru yukarı %30 eğimli arazi)....	89
Şekil 3.16	10 m. yapı yüksekliği için gereken minimum uzaklıklar (düz arazi).....	96
Şekil 3.17	10 m. yapı yüksekliği için gereken minimum uzaklıklar (yapıya doğru aşağı %30 eğimli arazi).....	97
Şekil 3.18	10 m. yapı yüksekliği için gereken minimum uzaklıklar (yapıya doğru yukarı %30 eğimli arazi).....	98
Şekil 3.19	Engelsiz durumda, tüm koşullar için oluşturulan eğriler ve formülleri.....	107- 108
Şekil 3.20	Engelli durumda, tüm koşullar için oluşturulan eğriler ve formülleri.....	108- 109
Şekil 3.21	Karayolu gürültüsünün denetlenmesinde yol- yapı ilişkisi açısından optimum koşulların belirlenmesi için önerilen yaklaşımın akış şeması.....	112
Şekil 3.22	Mustafa Kemal Paşa Bulvarı, Park Apartmanları, Kayseri.....	113
Şekil 3.23	Örnek alanın imar paftası	113
Şekil 3.24	Zeminden 4 m yükseklikte mevcut durumun gürültü haritası.....	115
Şekil 3.25	Zeminden 30 m yükseklikte mevcut durumun gürültü haritası.....	116

Şekil 3.26	Mevcut durum kesit gürültü haritası.....	116
Şekil 3.27	Zeminden 4 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası(zemin yansıtıcı).....	118
Şekil 3.28	Zeminden 30 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası(zemin yansıtıcı).....	119
Şekil 3.29	Optimum durumun kesit gürültü haritası(zemin yansıtıcı).....	119
Şekil 3.30	Zeminden 4 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası(zemin yutucu).....	121
Şekil 3.31	Zeminden 30 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası(zemin yutucu).....	121
Şekil 3.32	Optimum durumun kesit gürültü haritası(zemin yutucu).....	122
Şekil 3.33	Engelli durumda (h: 3 m + 1 m), zeminden 4 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası (zemin yutucu).....	123
Şekil 3.34	Engelli durumda (h: 3 m + 1 m), zeminden 30 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası (zemin yutucu).....	124
Şekil 3.35	Engelli durumda (h: 3 m + 1 m), optimum durumun kesit gürültü haritası (zemin yutucu).....	124
Şekil 3.36	Engelli durumda (h: 5 m), zeminden 4 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası (zemin yutucu).....	125
Şekil 3.37	Engelli durumda (h: 5 m), zeminden 30 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası (zemin yutucu).....	126
Şekil 3.38	Engelli durumda (h: 5 m), optimum durumun kesit gürültü haritası (zemin yutucu).....	126

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	OECD 1986 Gürültü etkilenmesi eşikleri.....12
Çizelge 2.2	WHO 1996 değerleri.....12
Çizelge 2.3	ANSI öneri değerlerinden örnekler.....13
Çizelge 2.4	Ülkelerin alan kullanımlarına bağlı olarak belirledikleri kabul edilebilir gürültü düzeyleri.....13-14
Çizelge 2.5	Portekiz 3. Gürültü Kanunu'na (3 rd noise code 2007) göre dış gürültü limitleri.....15
Çizelge 2.6	Karayolu Çevresel Gürültü Sınır Değerleri..... 29
Çizelge 2.7	Gürültünün etkisini azaltmada fiziksel teknikler..... 46
Çizelge 2.8	ABD- Montana Eyaleti için gürültüye duyarlı alan kullanımlarına ilişkin gürültü standartları.....49
Çizelge 3.1	Sıcaklık ve bağıl neme bağlı olarak havanın yutuculuk değerleri.....73
Çizelge 3.2	Çalışma için yapılan kabuller.....75
Çizelge 3.3	Farklı gürültü düzeyi, zemin etkisi ve topografik duruma göre gereken minimum uzaklık tablosu.....78
Çizelge 3.4	Karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklılarda, zeminin yansıtıcı olma durumuna göre orta yansıtıcılık ve yutuculuktaki sağlanan iyileşme yüzdesi.....79
Çizelge 3.5	Karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklılarda, zeminin düz olma durumuna göre aşağı eğimli arazideki artış yüzdesi ve yukarı eğimli arazideki sağlanan iyileşme yüzdesi.....80
Çizelge 3.6	Dört farklı engel ve beş farklı gürültü düzeyi için oluşturulan min. uzaklık tablosu.....82
Çizelge 3.7	3 m'lik gürültü engeli uygulamasından sonra, farklı gürültü düzeyi, zemin etkisi ve topografik duruma göre minimum uzaklık tablosu.....85

Çizelge 3. 8	Engelli durumda, karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, zeminin yansıtıcı olma durumuna göre orta yansıtıcılık ve yutuculuktaki sağlanan iyileşme yüzdesi.....	85
Çizelge 3. 9	Karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, zeminin düz olma durumuna göre aşağı eğimli arazideki artış yüzdesi ve yukarı eğimli arazideki sağlanan iyileşme yüzdesi.....	87
Çizelge 3. 10	Karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, engel nedeniyle sağlanan iyileşme yüzdesi.....	90
Çizelge 3. 11	Farklı gürültü düzeyi, zemin etkisi ve topografik duruma göre 40 m, 25 m. ve 10 m. yapı yükseklikleri için gereken minimum uzaklık tablosu (engelsiz durum).....	92
Çizelge 3. 12	Farklı gürültü düzeyi, zemin etkisi ve topografik duruma göre 40 m, 25 m. ve 10 m. yapı yükseklikleri için gereken minimum uzaklık tablosu (3 m. engel).....	93
Çizelge 3. 13	Farklı gürültü düzeyi, zemin etkisi ve topografik duruma göre 40 m, 25 m. ve 10 m. yapı yükseklikleri için gereken minimum uzaklık tablosu (3-1 m. engel).....	93
Çizelge 3. 14	Farklı gürültü düzeyi, zemin etkisi ve topografik duruma göre 40 m, 25 m. ve 10 m. yapı yükseklikleri için gereken minimum uzaklık tablosu (5 m. engel).....	94
Çizelge 3. 15	Karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, zeminin yansıtıcı olma durumuna göre orta yansıtıcılık ve yutuculuktaki sağlanan iyileşme yüzdesi (engel: 3 m, yapı yüksekliği: 10 m.).....	95
Çizelge 3. 16	Karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, 3 m. engel nedeniyle sağlanan iyileşme yüzdesi (Yapı yük: 10 m- 40 m. karşılaştırması).....	99
Çizelge 3. 17	3 m'lik engelli durumda, karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, yapı yüksekliğine bağlı (10 m- 40 m) iyileşme yüzdesi.....	101
Çizelge 3. 18	3m- 1m'lik engelli durumda, karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, yapı yüksekliğine bağlı (10 m- 40 m) iyileşme yüzdesi.....	101
Çizelge 3. 19	5 m'lik engelli durumda, karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, yapı yüksekliğine bağlı (10 m- 40 m) iyileşme yüzdesi.....	101
Çizelge 3.20	Tüm koşullar için oluşturulan, yol- yapı arasındaki minimum uzaklık formülleri.....	110
Çizelge 4.1	Tüm koşullar için geliştirilen yaklaşımın sonuçları.....	131- 132

KARAYOLU GÜRÜLTÜSÜNÜN DENETLENMESİNDE YOL- YAPI İLİŞKİSİ AÇISINDAN OPTİMUM KOŞULLARIN BELİRLENMESİ

S. Sibel ÖZER

Mimarlık Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ

Gürültü, günümüzde birçok bireyi, dolayısıyla toplumun büyük bölümünü olumsuz etkileyen önemli bir çevre kirliliği etkenidir. Bu nedenle, hem konunun olabildiğince çok kişi tarafından bilinmesinin ve toplumun bu konuda bilinçlenmesinin sağlanması, hem de ilgili yasa ve yönetmeliklerle gereken yaptırımların oluşturulması, üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Yerleşim alanlarının çoğunda en yaygın gürültü kaynağı durumunda olan karayolu gürültüsünün denetimi konusunda da, eylem planları kapsamında çalışmalar devam etmektedir.

Gürültü denetiminde yapı kabuğuna düşen yükün azalması kuşkusuz, gürültünün daha yapı kabuğuna ulaşmadan denetlenmesi ile mümkündür. Bu açıdan, yerleşimlerde en yaygın gürültü kaynağı olarak karayolu gürültüsünün denetiminde, yapının işlevine göre yol-yapı arasında bulunması gereken uzaklığın (çekme mesafesinin) yerleşim ölçeğinde sağlanması en etkin ve ekonomik çözümdür. Bu uzaklığın sağlanamadığı durumlarda ise, gürültü engelleri (duvarları) yararlanılacak etkenlerin başında gelir.

Yapılan araştırmalar değerlendirildiğinde, konu ile ilgili çalışmaların, genellikle aşılması gereken gürültü düzeyleri konusunda ağırlık kazandığı; gürültü denetimine yönelik imar planları için veri oluşturabilecek yol- yapı uzaklığı ile ilgili çalışmaların literatürde yeterince yer almadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle, bu tezde;

“Gürültünün kabul edilebilir düzeyi aşmaması için karayolu-yapı arasındaki optimum uzaklıkların belirlenmesine yönelik bir yaklaşım önerisi geliştirilmesi” amaçlanmıştır. Bu

Çalışmanın hipotezi; “Yeni gelişim bölgeleri için oluşturulacak imar planlarında, gürültünün etkisi de değerlendirilerek çekme mesafeleri belirlenebilir.” dir.

Belirlenen hipoteze yönelik olarak bir yaklaşım önerisi getirilmiş, kabuller doğrultusunda geliştirilen yöntem, kesit gürültü haritaları yardımıyla sınanmış ve hipotezin geçerliliği ortaya konmuştur.

Belirtilen amaç ve hipoteze yönelik olarak yapılan bu çalışma, 4 bölümden oluşmaktadır.

Bölüm 1’de literatür özeti, tezin amacı, hipotezi ve sağlayacağı yararlar açıklanmıştır.

Bölüm 2, konuyla ilgili literatür araştırmasını içermektedir. Kent planlamada gürültü denetimine yönelik uluslararası ve ulusal yaptırımlar incelenmiş, kent planlama aşamasında gürültü denetimine yönelik arazi kullanımına ilişkin çalışmalar detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Bölüm 3’te karayolu gürültüsünün denetlenmesinde yol- yapı ilişkisi açısından optimum koşulların belirlenmesine yönelik getirilen yaklaşım önerisi açıklanmıştır. Bu yaklaşıma yönelik koşullar; gürültü bölgesi ve yerleşim alanına ilişkin kabullerin yapılması, engelsiz ve engelli durum için optimum uzaklıkların belirlenmesi, engelsiz ve engelli durumun karşılaştırılması, optimum uzaklıkların yapı yüksekliğinden etkilenme durumunun saptanması, genel değerlendirme ve yaklaşım önerisi ve yaklaşım önerisinin örnekleme şeklinde belirlenen adımlarda sunulmuştur.

Bölüm 4’te bulgulara dayanarak bir sonuca varılmış ve öneriler geliştirilmiştir.

Çalışma sonucunda, kabul edilebilir gürültü düzeyinin aşılmaması için gerekli olan yol- yapı arasındaki minimum uzaklıklar; karayolu gürültü düzeyleri, arazi eğimleri ve zemin yansıtıcılığının farklı durumları için elde edilmiş ve bu uzaklıkların gürültü engeli uygulaması ile değişimine yönelik sonuçlara ulaşılmıştır. Ayrıca, tüm farklı koşullar için bulunan sonuçlar, formülize edilerek, belli koşullarda kullanılmak üzere genelleştirilmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin, imar planlarının oluşturulmasında şehir planlama uzmanlarına ve mimarlara bir kılavuz niteliği taşıyacağı, yeni gelişmekte olan bölgeler için imar yönetmeliklerine veri oluşturacak önemli bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gürültü denetimi, optimum uzaklıklar, gürültü engelleri.

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE OPTIMUM CONDITIONS BETWEEN ROAD AND BUILDING FOR HIGHWAY NOISE CONTROL

S. Sibel ÖZER

Department of Architecture

PhD. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ

Noise is a major cause of environmental pollution which nowadays affects adversely a large part of society thus many individuals. Therefore, as many people as possible must be made familiar with and the society must be made aware of it and necessary sanctions in the respective legislation must be in place as well. There are ongoing studies under the scope of action plans to control highway noise, which is the most prevalent source of noise in most of the residential areas.

To decrease the burden falling on the shell in noise control is of course possible by controlling the noise before it reaches the structure's shell. In this respect the most effective and economical solution is to provide the required road-building distance (setback distance) in the planning stages according to the building's function on the residential scale. In cases where this distance is not provided, a noise barrier (walls) is one of the factors to be utilized.

A review of the research conducted so far on the subject has showed that the studies on the subject generally focused on noise levels that should not be exceeded, and that the available studies on road - building distance, which might serve as base data for zoning plans to control noise, are scarce in literature. Therefore, the present thesis aims to "develop and recommend an approach to determine optimum distances

between road and building to not exceed the acceptable noise levels". The hypothesis of the current study is that, "setback distances may be determined in future zoning plans for new settlement areas by taking into consideration the effect of noise".

An approach was developed and recommended for the above hypothesis, and the method developed in line with the acceptances was tested with the help of cross-sectional noise maps to establish the validity of the hypothesis.

The present study conducted for the above aim and hypothesis is comprised of four sections.

Section 1 gives a summary of the literature, the objective of the thesis, and explains the hypothesis and utilities of the study.

Section 2 contains a literature search about the subject. International and national sanctions for noise control in urban planning are investigated, and studies conducted on land use aiming at noise control at urban planning stage are analyzed in detail.

Section 3 explains the approach recommended to determine optimum conditions for highway noise control in reference to road- building relationship. The conditions for such approach are presented by stages, which are acceptances regarding noise area and residential area, determination of optimum distances for non-barrier and barrier conditions, a comparison of non-barrier and barrier conditions, and an overall review.

Section 4 deduces a conclusion and develops recommendations based on the findings.

As a result, the study establishes minimum distances between road and building required to not exceed acceptable noise level for various conditions of highway noise levels, land slopes and soil reflectance, and deduces conclusions on noise barrier application for and changes in such distances. Further, outcomes attained for all different conditions were formulized to generalize them for specific conditions.

The data attained as a result of the study is believed to serve as guidance for experts and architects during creating of zoning plans in urban planning and prove to be an important source data for zoning regulations for newly developing areas.

Keywords: Noise control, optimum distances, noise walls.

1.1 Literatür Özeti

Teknolojik gelişme, nüfus artışı ve kent planlamasındaki yanlış uygulamalarla artan gürültü, insanları gerek yapı dışında gerekse yapı içinde değişen oranlarda etkilemekte ve bu etkileneenin sonuçları ciddi sağlık ve rahatsızlık sorunlarına yol açabilmektedir [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Gürültünün olumsuz etkilerinin ortaya konması ve azaltılması yönünde günümüze değin uluslararası ve ulusal birçok bilimsel çalışma yapılmıştır [8, 9, 10]. Literatürde gürültünün denetim altına alınabilmesi için yapı ölçeğinde yapılan çalışmalar arasında yapı kabuğunda alınması gereken önlemler [11, 12, 13], uygun yapı bileşeni seçimi ve mimari tasarım [14, 15] gibi konular yer alırken, ulaşımdan kaynaklanan gürültünün yapıya ulaşmasını engellemeye yönelik [16, 17] çalışmalar da bulunmaktadır. Kaynak-alıcı arasında denetimi sağlayan gürültü engeli [18, 19, 20, 21, 22, 23] ile ilgili çalışmaların yanı sıra karayolu, demiryolu, havaalanı, açık hava etkinlikleri, sanayi gürültüsü etkilerinin araştırıldığı birçok çalışma literatürde yerini almıştır.

Gürültünün etki büyüklüğünün belirlenmesi ve denetime yönelik eylem planlarının oluşturulmasında gürültü haritalarının önemli bir yeri vardır. Gürültü haritaları konusunda çok sayıda çalışmanın yapıldığı ülkeler arasında Almanya, Fransa, İngiltere, İrlanda, İsveç, İspanya, Portekiz, Hollanda, Danimarka, Yunanistan ve Çin gelmektedir [24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35]. Örneğin Almanya’da, karayolu trafik gürültüsünün değerlendirilmeye alındığı gürültü haritalarının hazırlanması 1960’lı yıllara dayanır. 1970’li yıllarda, gürültü düzeyi tahmin model ve

yöntemleri geliştirilmeye başlanmış, 1990 yılından sonra ise, gürültü haritalamaya yönelik geliştirilen bilgisayar programları, haritaların gerek daha hızlı gerekse daha ayrıntılı oluşturulmasını sağlamıştır. Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Yönergesi'nin, Çevresel Gürültü Yönetimi ve Değerlendirilmesi'ne ilişkin, 25 Nisan 2002 tarih, 2002/49/EC sayılı direktifi ile, üye ülkelere uyumlaştırılmış göstergelere dayanan stratejik gürültü haritalarının ve eylem planlarının hazırlanması sorumluluğu getirilmiştir. İkinci etap çalışmaları 2012 yılında tamamlanan haritalar ve nüfus bilgileri European Environment Agency (EEA) ortak paylaşım sitesinde yer almaktadır [36].

Türkiye'de ise, 2002/49/EC sayılı direktife göre, 4 Haziran 2010'da yenilenen ve son olarak 27 Nisan 2011'de bazı maddelerinde değişiklik yapılan (eğlence mekanları, çok hassas ve hassas kullanımlar, vs.) "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği" [37], stratejik gürültü haritalarının ve eylem planlarının hazırlanması konusunda aynı yaptırımları getirmiştir. Yönetmelik gereği, ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından haritalama çalışmalarına devam edilmektedir.

Kent planlama ölçeğinde, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bazı eyaletlerin (Arizona, California, Michigan, Maryland, Montana, New York, Ohio, Pennsylvania, Texas, Virginia) ve Kanada'da bazı kentlerin (Ontario, Ottawa) genel planlarında gürültüye uyumlu alan kullanım planlamasıyla ilgili kararların yer alması [38], gürültü denetimine yönelik gereken önemin verilmeye başlandığının bir göstergesidir. Avrupa Birliği Üyesi ülkelerde, birçok kentin eylem planında uyumlu alan kullanımı ve gürültü azaltım planlaması öncelikli olarak yer almaya başlamıştır [39, 40]. Ancak bu eylem planları incelendiğinde bazı eksikliklerin olduğu görülmektedir. Örneğin, ulaşılabilen kaynaklara göre, kent planlamada gürültülü alan-gürültüye duyarlı alan arasındaki uzaklık ayrımının belirgin bir biçimde yapılmadığı görülmektedir. Avrupa Birliği'ne uyum sürecinde olan ülkemizde ise bu konudaki çalışmaların henüz çok yetersiz olması, sorunun daha da büyümesine yol açmaktadır. Gerek uluslararası alanda bu konudaki eksiklikler, gerekse ülkemizde konunun planlama kararlarında hemen hiç değerlendirmeye alınmaması, çalışma sonuçlarından, ulusal ve uluslararası ölçekte önemli ölçüde yararlanılabileceğinin göstergesidir.

1.2 Tezin Amacı

İnsanlar üzerinde olumsuz etkileri olan gürültünün rahatsız edici etkilerinin en aza indirilmesi, toplum sağlığı ve gelecek nesiller açısından büyük önem taşımakta, bu nedenle gürültünün kabul edilebilir sınırlar altında kalması gerekmektedir. Gürültü denetiminin öncelikle kent planlama aşamasında ele alınmasıyla, mevcut yerleşim alanlarının korunmasının ve/ya da iyileştirilmesinin yanı sıra, yeni planlanan yerleşim bölgeleri ya da ulaşım aksları da programlı ve sağlıklı bir biçimde gelişebilir. Dolayısıyla, mevcut ve yeni yerleşimlerde zamanla değişen ve gelişen koşullara uyumlu bir kentleşme olanağı yaratılmış olur. Ayrıca, kent planlama ölçeğinde gürültünün denetlenmesi sayesinde, yapı ölçeğinde denetime gerek kalmadığından, iş gücü, ekonomi gibi konularda da kazanç sağlanır.

Gelişmiş ülkelerde gürültüden toplumsal ve bireysel etkilenme analizleri, uzun yıllardan beri yaygın biçimde sürdürülmektedir. Çevresel gürültüde kalma etkileri üzerinde uluslararası alanda iki önemli kurum, WHO-Dünya Sağlık Örgütü ve OECD-Ekonomik Uyum ve Gelişme Örgütü, değerlendirmeler yapmış ve yapmaya devam etmektedirler. Bununla birlikte, Avrupa Komisyonu 1996 yılında başlattığı “Beşinci Çevre Eylem Programı” kapsamında bazı hedefler ortaya koymuştur [41]. Bu hedefler; gürültüden ortalama etkilenmenin 65 LAeq altında kalması, hiçbir zaman 85 LAeq üzerine çıkmaması ve sakin bölgelerde 55 LAeq’nun aşılması şeklinde özetlenebilir. Bu hedefe yönelik olarak, yıllardır devam etmekte olan gürültü haritalama ve denetleme çalışmalarına daha da ağırlık veren AB’ye üye ülkeler, tüm yerleşimlerin gürültü haritalarının çıkartılması ve gürültü açısından mevcut durumun ortaya konarak, denetimine yönelik eylem planlarının oluşturulmasına ilişkin ortak yönergeler oluşturmuşlardır.

Bu değerlendirmeler esas alınarak, değişik etkilenme süreleri ve durumları için tasar değerleri önerilmiştir. Değişik ülkelerin standart ve yönetmeliklerinde de gürültüye ilişkin birtakım sınırlamalar getirilmiş durumdadır. “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği” kapsamında, yerleşim bölge tipine göre dış gürültü açısından izin verilebilecek gürültü düzeyleri de tanımlanmaktadır [37]. Ancak, ülkemizde geçerli olan imar yönetmeliklerinde, yapı dışı kullanım alanlarında ve yapı

içinde, insanların dış gürültü kaynaklarından (trafik, açık hava etkinlikleri, sanayi gibi) etkilanmemesi için, gürültü kaynağı-yerleşim bölgesi ilişkisine yönelik herhangi bir sınırlama getirilmemiştir. Ulaşılabilen diğer ülkelerdeki benzer yönetmelikler incelendiğinde de, bu konuda yeterli belirlemelerin, sınırlandırmaların olmadığı görülmektedir. Gürültü sorununun kent planlamada hangi ölçekten itibaren değerlendirmeye alınmasına yönelik ayrıntılı çalışmalar da yoktur.

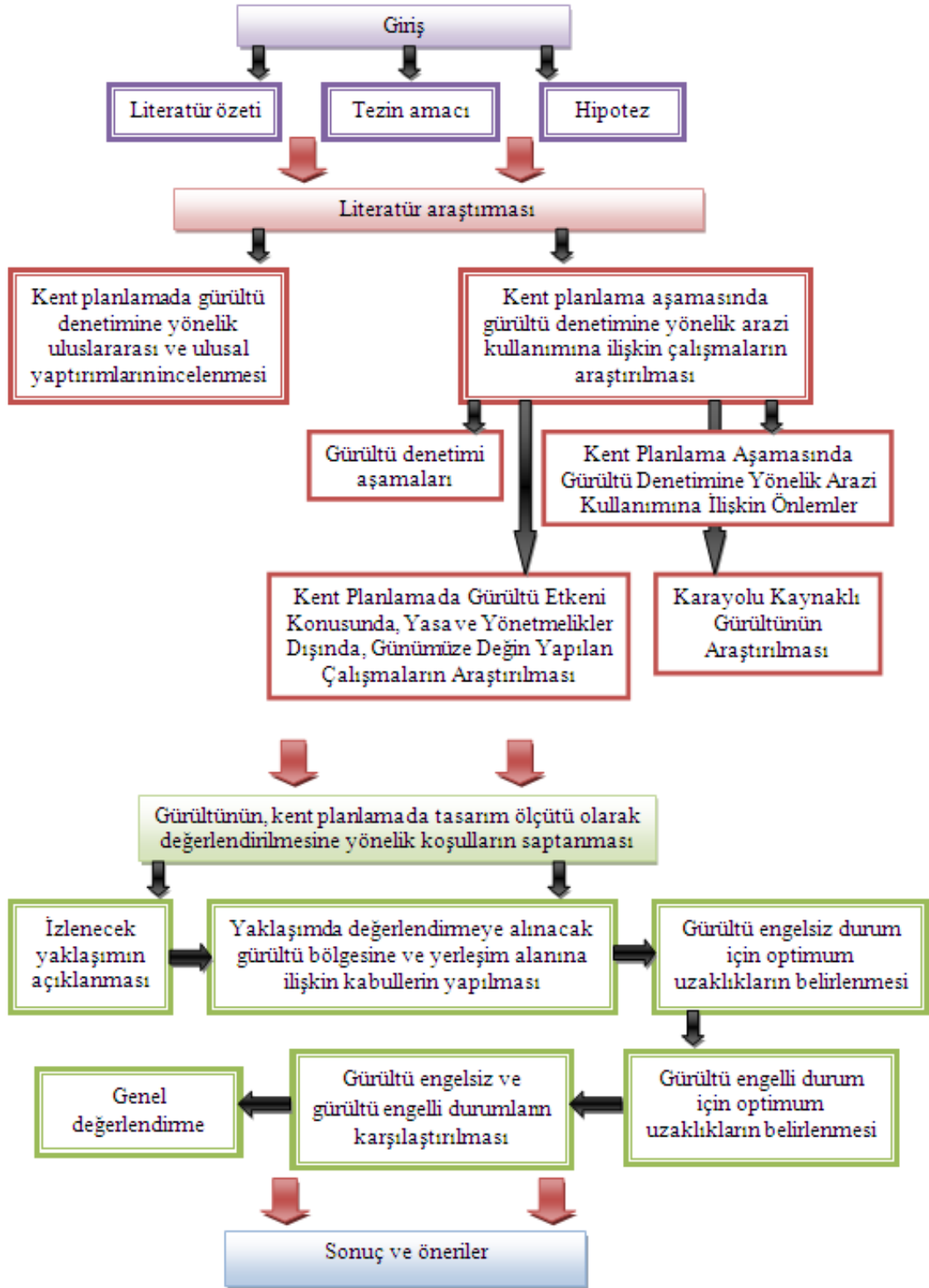
Gürültü olgusuna kent planlama ölçeğinde bakıldığında, en etkin gürültü kaynağını karayolu gürültüsünün oluşturduğu söylenebilir. Söz konusu gürültüler, dış mekânlardaki kullanım alanlarını olumsuz etkilediği gibi, kimi zaman yapı kullanıcıları açısından da işitsel konforu bozacak düzeylere ulaşmaktadır. Kent planlamada sessiz olması gereken yapı gruplarının (konut, otel, hastane, okul vb) ve dinlenme alanlarının (park, bahçe vb) karayolu gürültüsünden uzakta konumlandırılmaları temel ilke olmalıdır. Oysa ülkemiz örneğinde olduğu gibi, çevreye karşı duyarlılığın ve çevre bilincinin tam olarak oluşmadığı ülkelerde, gürültü denetiminin ağırlığı büyük oranda yapılara yüklenmekte, çoğu yapıda ise, ekonomik giderlerin yükselmesinden ötürü, bu konu göz ardı edilmektedir. Bu durum, bireylerin yaşadıkları mekânlarda sürekli gürültü ortamının içinde bulunmalarına yol açmakta ve zaman içinde gürültü nedeniyle pek çok olumsuz etki ortaya çıkmaktadır.

Gürültüye ilişkin ulusal ve uluslararası standart ve yönetmeliklerde, yaptırımlar, alan kullanımına bağlı olarak aşılması gereken gürültü düzeylerinin sınırlandırılması konusunda ağırlık kazanmakta, buna karşılık, gürültü açısından değişkenlik gösteren bölge ya da alanların aralarında olması gereken ilişkilere yönelik bir açıklama getirilmemektedir. Gürültüye ilişkin yönetmeliklerin yanı sıra, imar kanunu ile de doğrudan ilişkili olan bu konunun ilgili yönetmeliklerde yeterince yer almaması, çok daha etkin ve ekonomik olarak kent planlama ölçeğinde çözülebilecek olan gürültü sorunun, ağırlıklı olarak yapı ölçeğine taşınmasına yol açmaktadır [37, 42].

Bu çalışmanın amacı;

“Gürültünün kabul edilebilir düzeyi aşmaması için karayolu- yapı arasındaki optimum uzaklıkların belirlenmesine yönelik bir yaklaşım önerisi geliştirilmesi”dir.

Bu amaç doğrultusunda çalışma, kentin ‘ana dağıtıcı yol’ olarak nitelenen ana arter karayolunun gürültüsü ve gürültüye duyarlı yapılarla sınırlandırılmıştır. Çalışmada; ‘gürültü bölgesine ve yerleşim alanına ilişkin kabullerin yapılması, kabullere ilişkin kesit gürültü haritalarının oluşturulması’ adımlarıyla bir yöntem geliştirilmesi hedeflenmektedir. Kabuller doğrultusunda hazırlanacak tüm kesit gürültü haritalarına ilişkin ‘min. uzaklık tablo ve grafikleri’ oluşturulacak, gürültü engelsiz ve gürültü engelli durum için optimum uzaklıklar belirlenerek gürültünün kent planlama ölçeğinde tasarım ölçütü olarak değerlendirilebilmesini sağlayacak bir yaklaşım ortaya konacaktır. Çalışmanın sonunda, kabuller doğrultusunda elde edilen minimum uzaklıklar formüle edilerek kullanıcılara sunulması hedeflenmektedir. Belirlenen amaca yönelik olarak oluşturulan akış şeması Şekil 1. 1’de verilmiştir.



Şekil1.1 Akış şeması

1.3 Hipotez

Bu çalışmanın hipotezi, “Yeni gelişim bölgeleri için oluşturulacak imar planlarında, gürültünün etkisi de değerlendirilerek çekme mesafeleri belirlenebilir.” dir.

Arazi kullanım planlaması aşamasında (makro ölçekte) gürültü denetimi yönünden uygun çözümler getirilmesi, genellikle yapı planlama aşamasına (mikro ölçek) gelmeden dış gürültü sorununu ortadan kaldırmakta ya da oldukça azaltmaktadır. Bu durumda, çoğu zaman yapı kabuğunda dış gürültülere karşı özel bir önlem almak gerekmez. Konunun makro ölçekte ele alınmasının çok daha akılcı olduğu bilinmesine karşın, konu kent planlama aşamalarında gerekli yaptırımlar olmadığı için göz ardı edilmekte ve gürültü sorunu mikro ölçekte çözülmesi çok daha zor bir sorun haline dönüşmektedir. Bu çalışma kapsamında, kent planlamada gürültünün bir tasarım ölçütü olarak değerlendirilmesi için getirilecek yaklaşım ile, konunun olması gerektiği gibi, yani öncelikle makro ölçekte ele alınmasına olanak sağlayacak somut verilerin elde edilmesi hedeflenmektedir.

Çalışma, gürültü açısından sağlıklı planlama kararlarının alınmasında, ülkemizde henüz başlatılmamış bir çalışmaya öncülük edecektir. Elde edilecek verilerin, imar yönetmeliklerinde, gürültü açısından görülen eksikliklerin giderilmesini sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışma sonuçlarından elde edilecek veriler, yönetmeliklerdeki çelişkileri ve yetersizlikleri ortaya koyacaktır. Bu veriler, özellikle imar yönetmeliklerindeki gürültü kaynağı- yapı ilişkisine yönelik eksikliklerin giderilmesine zemin hazırlayacak, yeni gelişim bölgelerinde yapılacak olan imar planlarının daha bilinçli, gürültünün olumsuz etkilerini en aza indirecek nitelikte yapılmasına olanak sağlayacaktır.

Konuya ilişkin ulusal ve uluslararası çalışmalar değerlendirildiğinde, çalışmaların mevcut yerleşimlerde, küçük bölgeler için, gürültü sorunlarının çözümüne yönelik olduğu görülmektedir. Ağırlıklı olarak trafik gürültüsünün denetlenmesi için gerçekleştirilen çalışmalarda, sorunlu bölgeler ele alınarak değerlendirilmekte, denetim önerileri getirilmektedir. Öte yandan, gürültü sorununun kent planlamada hangi ölçekten itibaren ele alınmasının gerektiğine yönelik ayrıntılı çalışmalar yoktur. Konuya ilişkin belirlemelerin imar yönetmeliklerinde yer almaması da büyük bir eksiklik olarak

görülmektedir. Bu çalışmanın, ulusal alanda olduğu gibi, uluslararası alanda da bir eksikliğin kapatılmasına öncülük edeceği düşünülmektedir.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1 Kent Planlamada Gürültü Denetimine Yönelik Uluslararası ve Ulusal Yaptırımların İncelenmesi

İnsanların varoluşundan bu yana gürültünün insan sağlığını olumsuz etkilediği bilenen bir gerçektir. Gerektiği kadar önemsenmeyen bu tehlikenin ağırlığına 1910 yılında Dr. Robert Koch şu sözleriyle dikkat çekmiştir: “Bir gün gelecek insanlar, kolera ve veba gibi gürültüye karşı da amansız bir mücadele verecekler” [43].

Fiziksel olarak düzensiz, fizyolojik olarak rahatsız edici seslerden oluşan gürültü, insanların sağlığı ve davranış biçimi üzerinde rahatsızlık ya da zarar oluşturmayacak biçimde sınırlanması yoluyla denetim altına alınması gereken, olumsuz etkileri diğer çevre kirliliği etkenleri gibi çarpıcı bir şekilde ortaya çıkmayan, sinsi ve yaygın bir çevre kirliliği etkenidir. Gürültünün insanlar üzerindeki olumsuz etkisi 3 genel grupta toplanabilir:

- fizyolojik etkiler,
- psikolojik etkiler,
- rahatsızlık

Gürültünün fizyolojik ve psikolojik etkileri; işitme kayıpları, kas gerilmesi, kan basıncında artış (yüksek tansiyon), kan dolaşımında değişim, göz bebeği büyümesi, uykusuzluk, stres, sinir bozukluğu, yorgunluk, korku ve tedirginlik olarak sıralanabilir. Fizyolojik ve psikolojik etkilerin bir uzantısı olarak zihinsel faaliyetlerde yavaşlama ve iş

veriminin düşmesi gibi çalışma yaşamını olumsuz etkileyecek sonuçlar da gözlenebilmektedir.

Gürültü; insanların işgücü verimliliğini, fikir işçilerinde %60, beden işçilerinde %30 azaltmaktadır. Böyle ortamlarda çalışan insanların dikkatlerinin dağılması ve azalması sonucunda iş kazalarında önemli artışlar olmaktadır. Sürekli gürültülü bir yerde kalma veya çalışma durumunda kalıcı işitme bozuklukları ortaya çıkabilmektedir. Böyle gürültülü yerlerde çalışan insanlarda, gürültünün düzeyine ve sürekliliğine bağlı olarak kulak çınlamaları, sağırılıklar, tansiyon yükselmeleri, yorgunluk, iş ve zihinsel etkinliğin azalması, uykusuzluklar, sosyal bozukluk ve bezginlikler görülmektedir [44].

Kent gürültüsünü artıran sebeplerin başında trafiğin yoğun olması, sürücülerin yersiz ve zamansız korna çalmaları ve belediye sınırları içerisinde bulunan endüstri bölgelerinden çıkan gürültüler gelmektedir. Meskenlerde ise televizyon ve müzik aletlerinden çıkan yüksek sesler, zamansız yapılan bakım ve onarımlar ile bazı işyerlerinden kaynaklanan gürültüler insanların işitme sağlığını ve algılamasını olumsuz yönde etkilemekte, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozmakta, iş verimini azaltmaktadır.

Gürültüden etkilenme süresi, gürültünün düzeyi ve tayfsal yapısı, insana vereceği zararı etkiler. Endüstri alanında yapılan araştırmalar göstermiştir ki; işyeri gürültüsü azaltıldığında işin zorluğu da azalmakta, verim yükselmekte ve iş kazaları azalmaktadır. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı verilerine göre; meslek hastalıklarının %10'u, gürültü sonucu meydana gelen kalıcı işitme kayıplarıdır. Meslek hastalıklarının pek çoğu tedavi edilebildiği halde, işitme kaybının tedavisi yapılamamaktadır [45].

İnsanlar üzerinde bu kadar olumsuz etkileri olan gürültünün denetimi konusunda gelişmiş ülkelerde uzun yıllardan beri çalışmalar devam etmektedir. Yerleşim bölge tiplerine göre belirlenmiş olan dış ortam kabul edilebilir gürültü düzeyleri, gerek ulusal gerekse uluslararası mevzuatta yer almaktadır.

2.1.1 Kent Planlamada Gürültü Denetimine Yönelik Uluslararası Yaptırımlar

20. yy'ın 2. yarısında başlayan hızlı nüfus artışı, sanayi devrimine paralel olarak gelişen teknoloji ve hızlı kentleşme beraberinde gürültü sorununu getirirken, 70'li yıllardan itibaren çeşitli ülkeler gürültüyü bir çevre kirliliği olarak nitelendirmiş ve toplum

sağlığının korunması için etkin gürültü kontrol yöntemlerinin uygulanması gerekliliği ortaya konmuştur.

Gürültüden toplumsal etkilenme analizleri 70'li yıllardan beri çeşitli ülkelerde ve bilimsel kuruluşlarda yaygın biçimde sürdürülmektedir. Günümüze değin yapılan çalışmalar; gürültü düzeyleri tahmini ya da hesaplaması, gürültü ölçüm tekniklerinin geliştirilmesi ve standartlaştırılması, gürültü etkilenme analizleri, gürültü limiti belirlenmesi, gürültü kontrol teknolojisinin geliştirilmesi, gürültü azaltım politikalarının geliştirilmesi ve mevzuat çalışmaları olarak sıralanabilir. Dünyada gürültü konusundaki yaptırımlar öncelikle, "çevre sağlığı" ve "çevre koruması" konularının bir parçası olarak Anayasalarda yer almaktadır. Gürültü kirliliğinin yer aldığı Çevre Koruma Yasaları bulunan ülkelerin yanısıra Gürültü Kontrol Yasaları ve bununla birlikte özel gürültü kaynakları için ayrı yasaları olan ülkeler de bulunmaktadır. Çevresel limit değerler değişebilir olduğundan ek mevzuatta yer almaktadır [46].

Ülkelerin gürültü azaltım politikalarına bağlı olarak yapacağı kentsel planlamada öncelikle arazi üzerinde gürültü azaltım bölgeleri belirlenmesi, bununla birlikte mevcut ve gelecekte olması beklenen gürültü düzeyleri göz önüne alınarak arazinin bölgelere ayrılması gerekmektedir. Böylece gürültülü alan- gürültüye duyarlı alan ayrımı yapılmış olur. Örneğin ABD ve Kanada'daki birçok kentin genel planlarında gürültüye uyumlu alan kullanım planlamasıyla ilgili kararlar yer almaktadır. Avrupa Birliği Üyesi ülkelerde, birçok kentin eylem planında uyumlu alan kullanımı ve gürültü azaltım planlaması öncelikli olarak yer almaya başlamıştır.

Kendi gürültü azaltım politikalarını ve teknik standartlarını uygulayan ülkeler, aynı zamanda Uluslararası Standartlar Organizasyonu'nun (**ISO**) yayınladığı standartları, Ekonomik Uyum ve Gelişme Örgütü (**OECD**) Standartlarını, Dünya Sağlık Örgütü (**WHO**) önerilerini ve Avrupa Topluluğu (EU) Yönergelerini de kabul etmektedirler [46].

Uzun yıllardır ciddi çalışmaların yürütüldüğü uluslararası alanda, kabul edilemez düzeylerin neler olduğu ve izin verilebilecek maksimum düzeyler konusunda görüşler oluşmuştur. Uluslararası alanda iki önemli kurum, WHO ve OECD, birlikte veri toplamış ve çevresel gürültüde kalma etkileri üzerinde değerlendirmeler yapmıştır. Bu değerlendirmeler esas alınarak, değişik etkilenme süreleri ve durumları için tasar

değerleri önerilmiştir. OECD 1986'da, Çizelge 2. 1'de görülen gürültü etkilenmesi eşiklerini yayınlamıştır.

Çizelge 2.1 OECD 1986 Gürültü etkilenmesi eşikleri [47]

Gündüz L_{Aeq} (06-22)	Etki
55-60	gürültü rahatsız eder
60-65	rahatsızlık belirgin biçimde artar
65'in üzerinde	davranış biçiminde engellenmeler oluşur, gürültü kökenli ciddi zarar semptomları ortaya çıkar

WHO, normal işlevlerin sürdürülmesinde belirgin girişimlerin önlenmesi açısından, 55dB(A) ortalama dış gürültü değeri, 1996'da ise, özel çevreler için ek tasar değerleri önermiştir (Çizelge 2. 2).

Çizelge 2.2 WHO 1996 değerleri [48]

	Gündüz (6-22)		Gece (22-6)	
	Yapı içi	Yapı dışı	Yapı içi	Yapı dışı
Konutlar	50 dB (A)	55 dB (A)		
Yatak odaları			30 dB (A)' 45 dB LAmax	45 dB (A)'
Okullar	35 dB (A)	55 dB (A)		
Hastaneler <i>genel koşullar</i>	35 dB (A) 30 dB (A)		35 dB (A) 30 dB (A)	45 dB (A)max 40 dB (A)max
Konser salonları	100 dB (A) 4 saat süre için		100 dB (A) 4 saat süre için	
Diskotekler	90 dB (A) 4 saat süre için		90 dB (A) 4 saat süre için	

Konuya yönelik bir başka değerlendirme örneği olarak, ANSI'de (Amerikan Ulusal Standardı) önerilen uygun alan kullanımı değerleri Çizelge 2. 3'te verilmiştir. Çizelge 2. 4'te ise, değişik ülkelerde kabul edilebilir dış gürültü düzeyi değerleri yer almaktadır.

Çizelge 2. 3 ANSI öneri değerlerinden örnekler

Alan Kullanımı	Yıllık Ortalama Gürültü Düzeyi (dB)							
	50	55	60	65	70	75	80	85
Müstakil konut alanı								
Müşterek konut alanı								
Katlı konut alanı								
Derslik, kütüphane, dini y.								
Sağlık yapıları								
Oditoryum, konser salonu								
Spor alanları								
İş yerleri (bürolar)								
Dinlenme alanları								

Uygun
 Kabul edilebilir
 Önlemle kabul edilebilir
 Uygun değil

Çizelge 2. 4 Ülkelerin alan kullanımlarına bağlı olarak belirledikleri kabul edilebilir gürültü düzeyleri (dBA) [23]

Ülkeler	Sessiz Alanlar		Konut Alanları		Ticaret Alanları		Sanayi Alanları	
	Gündüz	Gece	Gündüz	Gece	Gündüz	Gece	Gündüz	Gece
Almanya	40-45	30-35	50	35-40	60-65	45-60	65-70	50-70
Amerika	45-50	35-40	50-60	45-55	60-70	55-65	65-80	55-75
Avustralya	40-45	30-35	50-55	40-45	50-65	40-60	60-75	55-60
Belçika	40	30	45-50	35-40	50-55	45-50	55-60	50-55
Brezilya	40	35	50-55	45-50	60	55	70	60
Çin	50	40	55	45	60-65	50-55	70	55
Danimarka	40	35	45-55	35-40	55-60	40-60	60-70	60-70
Fransa	45	35	50-55	40-45	60	50	65-70	55-60
G. Afrika	45	35	50-55	40-45	60-65	50-55	70	60
Hindistan	50	40	55	45	65	55	75	70

Çizelge 2. 4 Ülkelerin alan kullanımlarına bağlı olarak belirledikleri kabul edilebilir gürültü düzeyleri (dBA) [23] (devamı)

Ülkeler	Sessiz Alanlar		Konut Alanları		Ticaret Alanları		Sanayi Alanları	
	Gündüz	Gece	Gündüz	Gece	Gündüz	Gece	Gündüz	Gece
İsveç	40-45	35-40	50-55	40-45	65	50-55	65	50-55
İsviçre	50	40	55	45	60	50	65	55
İtalya	50	40	55-60	45-50	60-65	50-55	70	60-70
Japonya	45-50	40-45	50-60	40-50	60-65	50-55	65-70	55-65
Kore	50	40	55	45	65	55	70	65
Lübnan	35-45	25-35	40-60	30-50	55-60	50-55	60-70	50-60
Macaristan	45	35	50	40	55	45	60	50
Makedonya	45-50	40-45	55-60	45-50	65	50	70	70
Polonya	50-55	40-45	55-60	45-50	60	50	60-65	50-55
Singapur	50	40	60	45	70	50	75	50
İngiltere	Karayolu		Demiryolu		Havayolu		Karışık	
	55-72	45-66	55-74	45-66	57-72	48-66	+5-10	45-66

Gelişen teknolojiye ve uygulanan politikalara rağmen yaptırımların, gürültü sorununun önlenmesinde yetersiz kalması çarpıcı bir sonuçtur. Örneğin; OECD ülkelerinde 1960-1985 yılları arasında kara ulaşımının 3 kat, hava ulaşımının 2 kat arttığı ve dolayısıyla ulaşım gürültü düzeyinin 65 dBA'nın üzerinde bulunduğu bölgelerde 130 milyon, 65-50 dBA arasında bulunduğu bölgelerde 300 milyondan fazla insanın gürültüden olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir [54]. 1986- 1991 yılları arasında toplanan ve 2001 yılında yayınlanan OECD raporunda ise üye ülkelerde motorlu taşıt yolculuklarının uzunluğunun % 40 arttığı, AB ülkelerinde uçak gürültüsüne maruz kalan nüfusun; 55 dBA üzeri için % 30, 65 dBA üzeri için % 10 arttığı bildirilmiştir [46].

AB'ye üye ülkelerin gelecekteki gürültü politikalarına dikkat çekmek ve hız kazandırmak amacıyla Avrupa Parlamentosu tarafından 1996 yılında yayınlanan **Yeşil Bildiri (Green Paper)**'de genel olarak gürültü limitleri, ölçüm araçları ve teknik bilgiler yer almaktadır. Öte yandan bildiride, gürültüden etkilenmenin sürekli arttığı yer almaktadır. Avrupa'daki ciddi uygulamalar sayesinde taşıt gürültülerinde önemli azalmalar sağlanırken, gri alanlarda yaşayan nüfusun artmasından dolayı bu bölgede yaşayan 170 milyon kişinin (nüfusun % 20'si) 65 dBA'nın üzerinde gürültüye maruz kaldığı bildirilmiştir.

Avrupa Birliği ve Avrupa Parlamentosu tarafından yapılan ortak çalışmalarla 1998 yılında "**5. Çevre Eylem Programı**" hazırlanmış ve "sürdürülebilir çevre" kavramı ile birlikte gürültü kirliliğinin önlenmesi konusunda Avrupa için gürültü politikaları belirlenmiştir.

Yeşil Bildiri'ye dayanarak yürütülen çalışmaların sonucunda, 2002'de Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan **Avrupa Komisyonu Yönergesi (EU Directive 49)**'nde nüfus yoğunluğuna göre gerekli yerler için gürültü haritalarının hazırlanması, veri toplamada standardizasyon sağlanması, gürültü azaltımı konusunda hedef sınır değerlerin konulması gibi konular üzerinde durulmuştur [46].

Örneğin 2002/49/EC sayılı Avrupa Direktifi'ne göre iki kez revizyondan sonra son şeklini Ocak 2007'de alan Portekiz Gürültü Kontrol Yönetmeliği'ne göre alan kullanımına bağlı olarak aşılması gereken dış gürültü düzeyleri Çizelge 2. 5'te sunulmaktadır.

Çizelge 2. 5 Portekiz 3. Gürültü Kanunu'na (3rd noise code 2007) göre dış gürültü limitleri(dBA) [49].

Alan kullanımı	Lden	Ln
Karışık alanlar (konut, işyeri, ticaret vb. bir arada)	65	55
Hassas alanlar	55	45
Hassas alanlar (mevcut bir ana yol yakınındaki)	65	55
Hassas alanlar (planlanan bir ana yol yakınındaki)	60	50
Hassas alanlar (planlanan bir hava alanı yakınındaki)	65	55
Sınıflandırılmamış alanlar	63	53

Avustralya, İngiltere, Hollanda, ABD, Kanada gibi gelişmiş ülkeler, Planlamada Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) ve Stratejik Çevresel Değerlendirme (SÇD) çalışmaları kapsamında, özellikle yeni yerleşim alanlarına yönelik arazi kullanım planlarında ve imar planlarında gürültü konusuna da ayrıntılı olarak yer vermekte, özellikle karayolu gürültüsünden etkilenme konusunda yerleşim ölçeğinde birtakım sınırlamalar getirmekte ve bunlara ilişkin ciddi yaptırımlar uygulamaktadırlar.

Federal yapıya sahip olan ABD, Almanya ve Kanada’da Federal Hükümet, planlama için gerekli yasal çerçeveyi çizmekte ve eyaletler de bu çerçeveye uygun olarak kendi planlama yasalarını oluşturmakta ve uygulamaktadırlar. Bu doğrultuda bütün eyaletler, çevreyi koruma kurallarını da koyarak eyalet çapında ayrıntılı planlar hazırlamaktadırlar. Ayrıca bölge planları, Ayrıntılı Federal Planlama Yasası’nda yapılan düzenlemelere uymak zorundadır. Tüm bölge planlamada olduğu gibi, Federal Hükümet düzeyinde yerleşim politikasından sorumlu kurum, Federal Bölge Planlama, İmar ve Kentsel Gelişme Bakanlığıdır [50]. Arazi kullanımı ve gelişmenin kontrolü ile ilgili temel düzenlemeler Federal İmar Yasası’nda yer almaktadır. Bu düzenlemeler, yerel düzeyin uygulamalarını, kontrol sorumluluğunu belirler ve iki tür plan için gerekli tedbiri alır. İlk önce, tüm yerel yetki alanı için bir bölgeleme planı olan “hazırlayıcı arazi kullanım planı” vardır. Bu plan, kamu otoritelerini bağlar fakat özel arazi sahiplerinin hakları üzerinde yasal bir etkisi yoktur. Bununla birlikte, ikinci tür plan “ayrıntılı plan” yasal olarak bağlayıcıdır ve arsaların arazi kullanımını belirler ve çevresel değerlendirmeyi içerir. Ayrıntılı plan, hazırlayıcı arazi kullanım planına uygun olmak zorundadır. Bu planı hazırlamanın ilk aşamasında kamu katılımı vardır ve tasarı halkın incelemesine açıldığı zaman halk, tasarıya itiraz edebilir [51]. Planlamayla ilgili kurumlar ve sorumlulukları tam olarak belirlendiği için ülkemizde görülen yetki çatışması bu ülkelerde olmamaktadır. Federal düzeyde hazırlanan yasal çerçeve ile eyaletlerin uygulamaları arasında koordinasyona o kadar önem verilmektedir ki koordinasyonu sağlamakla görevli bir kurum oluşturulmuştur. Sorumlulukların farklı kurumlara bölünüşü, farklı planlama düzeyleri arasında işbirliğini gerektirir. Bu, Federal Bölge Planlama Yasası ile yapılır. Eyaletler, bu yasa doğrultusunda kendi toprakları için ayrıntılı planlama programları hazırlarlar. Bu temelde belediyeler de kendi planlama yetkileri içinde arazi kullanımına karar verir.

Hollanda’da alan kullanım planlaması ve çevresel gürültü bir arada değerlendirilir. Alan kullanım planlamasına başlamadan önce, gürültüye duyarlı yerleşimlerin planlanacağı bölgenin gürültü düzeyinin, standartların altında olup olmadığı kontrol edilir. Sanayi alanlarından 1000’e yakınında gürültü bölgelemesi yapılmıştır. Sanayi alanlarının gürültü düzeyi, konut alanlarının gelişimini sınırlar. Bölge, ayrıca sanayi alanı içindeki faaliyetlerin max. gürültü düzeyini de tanımlar. Sanayi faaliyetleri daha az gürültülüyse, sanayi alanının kapasitesi genişletilebilir [52].

Çin’de uygulanan gürültü denetim politikaları çerçevesinde çevresel gürültünün azaltılması için ülke çapında hükümet bazı tedbirler almıştır. Gürültülü endüstri girişimlerini şehir dışına kaydırmak, gürültülü araçların yasaklanması, gürültülü boğazların engellenmesi bunlardan bir kısmıdır. Ayrıca trafik akışının kontrolü için anayolların 60- 80 m’ye genişletilmesi, yeni yapıların ana yoldan 50- 100 m. uzakta yapılması, gürültü engeli tasarımı ve uygulanması, sinyalizasyon düzenlemesi, yol yüzeyinin kalitesinin geliştirilmesi, yol boyunca uzanan konut yoğunluğunun azaltılması için şehir alanının uzatılması, gürültülü taşıtların geçişinde sınırlama getirilmesi alınan tedbirlerdir [53].

2.1.2 Kent Planlamada Gürültü Denetimine Yönelik Ulusal Yaptırımlar

Gürültü kirliliğinin öneminin anlaşılamadığı gelişmekte olan ülkelerde; büyük kentler ve çevresinde kontrolsüz nüfus artışları, plansız ve düzensiz kentleşmeler, endüstride yeni tekniklerin uygulanmasındaki bilgi eksikleri, alt yapı yetersizlikleri, yeni ulaşım sistemlerinin planlanmasında çevresel etki değerlendirilmesinin yapılmaması, yönetmeliklerdeki yetersizlikler, ilgili devlet kuruluşları arasındaki koordinasyon eksikliği en önemlisi de ekonomik sebepler sorunun çözümünü güçleştirmektedir. Gürültü sorununun giderek daha çok hissedildiği ülkemizde bu sorunun çözümüne yönelik yaptırımlar süregelmektedir.

2.1.2.1 Gürültü ile ilgili Geçmişteki Yaptırımlar

Mevzuatımızdaki çeşitli kanun ve yönetmeliklerde gürültü ile ilgili dolaylı ya da doğrudan farklı hükümler bulunmaktadır. Geçmişten günümüze doğru bu hükümler aşağıdaki gibi sıralanabilir [54]:

- 1926 tarih 765 sayılı T.C.K.nun 546. Maddesi, keyfi gürültü çıkaranlar ile gürültülü bir meslek sanat icra eyleyerek halkın huzurunu bozanlara sonradan miktarı artırılmış para cezaları öngörmekte, ayrıca bu cezalar saat 22 'den sonra katlanmaktadır.

- 1986 tarihli Türk Medeni kanunun 661. Maddesine göre: "Hususiyle mazarrat veren ve gayrimenkulün mevki ve mahiyetine ve mahalli örfe göre komşular arasında hoş görülebilecek dereceyi geçen gürültüler ve sarsıntılar yapmak memnudur."

- 1930 tarih ve 1593 sayılı Umumî Hıfzısıha Kanunun 268. maddesinde; çevrede oturanların sağlık ve dinlenmelerini önleyecek kuruluşlar ve atölyelerin, resmi izin alınmadan açılmayacakları belirtilmiş, 269. madde de gürültü yapabilecek kuruluşlar; özel konutlardan kesinlikle uzak tutulması gereken 1. sınıf gayri sıhhî müesseselerden sayılmıştır. 274. madde de yukarıda sözü geçen 1. sınıf kuruluşların halkın huzurunu bozması durumunda genel sağlık görevlilerinin raporu ve il idare kurulunun onayı ile başka yere taşınmaları, bu ikaza uymazsa kuruluşun kapatılacağı hüküm altına alınmıştır.

- 1934 tarih ve 2559 sayılı Polis vazife salahiyetleri kanunun 14. maddesinde şehir içinde ve dışında saat 21 'den sonra gürültü yapanların polis tarafından engelleneceği ve T.C. Kanunun 546. maddesine göre işlem yapılacağı belirtilmiştir.

- 1971 tarih ve 1475 sayılı iş kanunun "İşçi sağlığı ve güvenliği" başlığını taşıyan bölümünün 73 ve 74. maddeleri gereğince çıkarılan 1973 tarihli "İşçi sağlığı ve iş güvenliği Tüzüğü'nün 525. maddesi, gürültülü yerlerde çalışan işçilere kulak koruyucularının verilmesi zorunluluğunu getirmekte, 22. Maddesinde de işyerlerinde gürültü seviyesinin 80 dB'i geçemeyeceği belirtilmektedir.

- 1983 tarihli Karayolları Trafik Kanunun 30. maddesi; çevredekileri rahatsız edecek derecede gürültü çıkaran araçların sürücülerinin para cezası ile cezalandırılması ve aracın uygun duruma getirilmesi için süre verilmesi, aksi takdirde trafikten men edilmesini öngörmektedir).

Bunların yanında ayrıca Ulaştırma Bakanlığı kuruluş kanunu, kat mülkiyeti kanunu gibi daha pek çok yönetmelik ve tüzüklerde gürültü tedbir, denetim ve sorumlulukları ile ilgili hükümlere rastlamak mümkündür [54].

- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın 15. 05. 1997 tarihli resmi gazetede yayımlanan "Karayolları Kenarında Yapılacak ve Açılacak Tesisler Hakkında Yönetmelik" uyarınca yapı yaklaşma mesafesi şöyle belirtilmiştir:

Yapı Yaklaşma Mesafesi

" Madde 41 - (Değişik madde: 06/01/1998 - 23222 S. R.G. Yön./10. md.)

Tesisler bünyesindeki yapıların cephe hattı ile karayolu sınır çizgisi arasındaki mesafe;

a) Tesisler bünyesinde yapılacak olan yer üstü akaryakıt, sıvılaştırılmış gaz ve diğer tehlikeli madde depoları için en az 50 metre,

b) Her türlü yer altı depoları ile akaryakıt ve (LPG/CNG) istasyonları, akaryakıt ve sıvılaştırılmış gaz dolum istasyonları, umuma açık park yerleri ve garajlar, yolcu ve yük terminalleri, atölye, fabrika, işhanı, çarşı, pazaryerleri, ticari bina, sinema, tiyatro, gazino gibi eğlence yerleri, turistik yapı ve tesisler, müstakil olarak yapılan otel-motel lokanta ve kahvehaneler, araç bakım ve onarım yerleri, araç teşhir ve satış yerleri, hububat, fındık, tütün, pamuk, pancar vb. tarım ürünlerinin muhafaza edildiği kapalı depolar, sürücü kurs yerleri, toptancı hal, üretme-besi çiftliği ve ahırlar, maden ve petrol şantiye, ocak ve tesisleri, havuzlar, sabit kantarlar, eğitim, sağlık, dini ve kültürel vb. kamu ve özel yapılar ile yukarıda sayılan tesislere ait her türlü ana binalar ve sundurmalar için en az 25 metre,

c) Her türlü tarım ürünlerinin depolandığı, yıkama, kurutma, yükleme ve boşaltma işlemlerinin yapıldığı açık sahalar, bekçi kulübesi, akaryakıt pompaları, sıvılaştırılmış gaz pompa ve kaideleri, mekanize hale getirilmemiş yükleme ve boşaltma rampaları, büfe vb. ikinci derece yapılar ve meskenler için en az 5 metredir.

Temel kullanım amacı mesken olmakla birlikte, meskenler bünyesinde yer alan ve alanı mesken normal kat alanını geçmeyen bakkal, manav, kasap, lokanta, kahvehane, muayenehane, büro, eczane gibi ticari faaliyetlerin yapıldığı yerler ile mescit, sendika, dernek, vakıf vb. kuruluşların faaliyetlerinin yürütüldüğü bölümleri bulunan yapılar da bu maddenin uygulanmasında mesken gibi değerlendirilir." [55].

Söz konusu olan yönetmelik uyarınca, örneğin karayolu- konut arasındaki çekme mesafesi 5 metre olarak belirtilmekte, bu nedenle konutlar yolun gürültü düzeyine bakılmaksızın kent plancıları tarafından minimum mesafeye göre arazide konumlandırılmaktadır. Bu da genellikle gürültü denetimi açısından kabul edilebilir sınır değerlerinin aşılmasına neden olmaktadır.

Kentlerdeki akustik konforsuzluğun en önemli nedeninin karayolu gürültüsü olduğu kabul edilirse, ülkemizdeki imar yönetmeliklerinde, yapı içinde bulunan insanların karayolu gürültüsünden rahatsız olmamaları için yol- yapı ilişkisine yönelik sınırlama getirilmemiştir.

2.1.2.2 Türkiye’de Planlama Kademeleri

a. Planlama Kademeleri

Ülkemizde planlama kademeleri, aşağıdaki gibidir:

A. Sosyo-Ekonomik Planlar; Kalkınma Planı, Bölge Planı, Stratejik Plan,

B. Fiziki Planlar; Çevre Düzeni Planı, Nazım İmar Planı, Uygulama İmar Planı.

Son yıllarda ülkemizde pek çok alanda olduğu gibi, planlama alanında da yeni yasal ve kurumsal düzenlemeler yapılmakta ve önemli değişimler yaşanmaktadır. Ancak, tüm bu yeni düzenlemelere rağmen ülkemizde plan türlerinin kademelenmesi, oluşturulması ve onaylanması aşamasında yetki karmaşası yaşanmakta, planlama disiplininin çerçevesi ve içeriği eksik kalmaktadır. Planlama kademeleri incelendiğinde, gürültünün tasarım ölçütü olarak yer alması gereken en üst ölçekli planlama türünün, çevre düzeni planı olduğu görülmektedir [56].

Çevre Düzeni Planı: Dengeli ve sürekli kalkınma amacına uygun olarak ekonomik kararlarla ekolojik kararların bir arada düşünülmesine olanak veren, rasyonel doğal kaynak kullanımını sağlamak üzere kalkınma planları ve varsa bölge planları temel alınarak yapılan ve tarım, turizm, konut, sanayi, ulaşım vb. genel arazi kullanım kararlarını, politika ve stratejilerini belirleyen, bölge veya havza bazında 1/25.000- 1/50.000 veya 1/100.000 ölçekte hazırlanan, plan hükümleri ve plan açıklama

raporuyla bütün olan üst ölçekli fiziki plandır. İl Çevre Düzeni Planı, fiziki planlama kademelerinin ilk kademesini oluşturmaktadır. Planlama kademelenmesinde en büyük ölçekte yapılan fiziki çalışmanın çevre düzeni planı çalışması olmasından dolayı, mekansal planlamada ilk olarak bu aşamada çevreye duyarlı planlama çalışmalarına başlamak gerekmektedir. Gürültüye duyarlı alan kullanım planlaması için, çevre düzeni planında alınacak kararlar büyük önem taşır. 14 Haziran 2014 tarihinde Resmi Gazete’de yayınlanan Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği’ne [57] göre çevre düzeni planı hazırlanırken dikkate alınması gereken konulara ilişkin maddeler, yönetmeliğin altıncı bölümünde, “Çevre Düzeni Planlarına Dair Esaslar” başlığı altında, 18. Madde’de yer almaktadır:

Plan ilke ve esasları

MADDE 19- (1) Çevre düzeni planı hazırlanırken;

g) Çevre sorunlarına neden olan kaynaklara yönelik önleyici strateji ve politikaların belirlenerek arazi kullanım kararlarının oluşturulması,

ğ) İmar planlarına esas olacak şematik ve grafik dil kullanılarak arazi kullanım kararları ile koruma ve gelişmenin sağlanması

esastır.

İmar Planı: Nüfusu 10.000’i aşan belediyeler ile nüfusu daha az olduğu halde il merkezi olan veya gelecekte imar işleri bakımından plana gereksinimi bulunduğu Bayındırlık ve İskan Bakanlığı’nca saptanan belediyeler, “imar yasası” uyarınca “imar planı” adı verilen fiziksel plan yaptırmakla yükümlüdürler. Her imar bölgesinde ne tür bir alan kullanımı olacağını belirleyen düzenlemeler, imar yönetmeliğinde belirtilir. Ülkemizde Bayındırlık ve İskân Bakanlığı’nca çıkarılan İmar Kanunu’na uymak esasına dayanarak her belediye kendi imar özelliklerine göre imar yönetmeliği oluşturur. Bu imar özellikleri, çevresel emisyon, arsa büyüklüğü, cephe, maksimum yapı yüksekliği benzeri planlamaları kontrol etmek için kullanılır. Bu bağlamda imarın, çoğu yerde gürültü denetimi için aslında etkin bir denetim aşaması olması gerektiği görülmektedir.

Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği'ne [57] göre imar planı hazırlanırken dikkate alınması gereken konulara ilişkin maddeler, yönetmeliğin yedinci bölümünde, "İmar Planlarına Dair Esaslar" başlığı altında, 21. Madde'de yer almaktadır:

İmar planı ilkeleri

MADDE 21- 5) İmar planlarında, planlama alanının niteliğine göre mevzuatta öngörülen sağlık koruma bantları, güvenlik bölgesi ve benzeri koruma kuşakları gösterilir. İmar planları, varsa stratejik gürültü haritaları ve eylem planları dikkate alınarak hazırlanır ve planlarda bu konuda gerekli tedbirler alınır.

Gürültüye Uyumlu Alan Kullanım Planlaması: Gürültü sorununun giderek daha çok hissedildiği ülkemizde, sorunun çözümüne yönelik bir takım yaptırımların yer aldığı yönetmelikler bulunmasına karşın, bu yaptırımların etkin bir biçimde uygulanmadığı ve yaptırımlar arasında eşgüdüm sağlanamadığı görülmektedir. Ülkemizde yürürlükte olan ve 2005 yılında yeniden düzenlenerek, "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği" olarak Resmi Gazete'de yayınlanan ve son olarak 4 Haziran 2010'da yenilenen yönetmelikte [37] getirilen en büyük yenilik, "stratejik gürültü haritaları"nın ve denetime yönelik "eylem planları"nın hazırlanması zorunluluğudur. Yönetmelik kapsamında, yerleşim bölge tipine göre dış gürültü açısından izin verilebilecek gürültü düzeyleri de tanımlanmaktadır. Ancak, ülkemizde geçerli olan imar yönetmeliklerinde, yapı dışı kullanım alanlarında ve yapı içinde, insanların dış gürültü kaynaklarından (trafik, açık hava etkinlikleri, sanayi gibi) etkilenmemesi için, gürültü kaynağı- yerleşim bölgesi ilişkisine yönelik herhangi bir sınırlama getirilmemiştir. Söz konusu yönetmelik uyarınca (örneğin, konutların karayolundan çekme mesafesi 5 metre olarak belirtilmektedir) genelde, konutlar, yolun gürültü düzeyine bakılmaksızın kent plancıları/mimarlar tarafından minimum mesafeye göre arazide konumlandırılmaktadır. Bu da genellikle gürültü denetimi açısından kabul edilebilir sınır değerlerinin aşılmasına neden olmaktadır.

Ülkemizdeki durum genel olarak değerlendirildiğinde;

-Gürültüye ilişkin yönetmeliğin tek başına ele alınmasının çoğu kez yeterli olmadığı, imar planları, yapı denetimi ve bu alanların bütüncül bir anlayışla ele alınmaması sonucunda gürültü denetimine yönelik gereksinimlerin gerçekleşemediği,
-İmar kanunu, ruhsatlandırma ve yapı denetimine ilişkin yönetmeliklerde, gürültü yönetmeliğine uyumun sağlanmasının, şartnamelerde gürültü ile ilgili kriterlerin yer almasının gerektiği görülmektedir.

Avustralya, İngiltere, Hollanda, ABD, Kanada gibi gelişmiş ülkeler, Planlamada Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) ve Stratejik Çevresel Değerlendirme (SÇD) çalışmaları kapsamında, gürültü konusuna da ayrıntılı olarak yer vermekte, özellikle karayolu gürültüsünden etkilenme konusunda yerleşim ölçeğinde birtakım sınırlamalar getirmekte ve bunlara ilişkin ciddi yaptırımlar uygulamaktadırlar. Örneğin, Çevresel Etki Değerlendirmesinin yasal bir kavram olarak dünya gündemine girdiği ilk ülke olan ABD'de SÇD ile ilgili değerlendirmeler, Ulusal Çevre Politikası Yasası-NEPA (National Environmental Policy Act)'nın denetimi altında yürütülmektedir. İlk uygulamalar, Kaliforniya'da alan kullanım planları üzerinde gerçekleştirilmiştir [58]. Yerel yönetimler tarafından imar planları için de SÇD yapılmakta ve gürültü konusu ciddi bir biçimde planlama kararlarını etkilemektedir [59].

b. Planlamada Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Yeri ve Gürültü Haritaları

Kentsel planlama, çok farklı verilerin bir arada kullanıldığı bir bilim dalıdır. Planlamada teknik olarak üç temel adım; yani verilerin depolanması, ilişkilendirilmesi ve etkin kullanılması adımları ancak Coğrafi Bilgi Sistemi(CBS)' nin kullanımıyla mümkündür. CBS, özellikle planlamada sağlıklı kararların alınmasında, stratejilerin belirlenmesinde etkin bir rol oynadığı için üst ölçekli planların yapımı aşamasında da kullanılması gereken çok önemli bir araçtır. Gelişen bilgisayar teknolojisi ve yazılımlarıyla birlikte, Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamalarında tüm dünyada önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Dijital kentler olarak adlandırılan, New York, Amsterdam, Helsinki, Toronto, Londra, Kyoto gibi kentlerde kente ait pek çok bilgi detaylı veritabanları ile internet üzerinden kullanıcılara açıktır [59]. Bir kent planı ya da mimar, kente ait her türlü bilgiye ya da mevcut proje örneklerine internet üzerinden kolayca erişebilir ve tasarımında çevresel faktörleri kolayca değerlendirmeye alabilir. Gelişmiş ülkelerde,

bir çok çevre sorununda olduğu gibi, gürültünün izlenmesinde, değerlendirilmesinde ve çözümünde de, CBS etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Gürültü sorunun yıllarca göz ardı edildiği ülkemizde de, CBS kapsamında yer alması gereken gürültü haritalarının, gürültü denetimine yönelik planlama kararlarında kullanılmaya başlanmasının, konuya ayrıntılı, hızlı ve sağlıklı yaklaşımı sağlayacağı açıktır [61].

2.1.2.3 İmar Yönetmeliği

İmar, topluluğun düzenli gelişmesi için bir plan uyarınca doğrudan arazi kullanımının belirlenmesi, bir bölgenin belirli faaliyetler için ayrılmasıdır. Yönetmelik ise kanun ve tüzüklerin uygulanmasında görevlilere yol göstermek, yasa ve tüzüklere aykırı olmamak üzere bir ya da birkaç bakanlık ve belediyelerce çıkarılıp resmi gazetede yayımlanan nesnel kuralların tümüdür. Her imar bölgesinde ne tür bir alan kullanımı olacağını belirleyen düzenlemeler, imar yönetmeliğinde belirtilir. Ülkemizde Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nca Çıkarılan İmar Kanunu'na uymak esasına dayanarak her belediye kendi imar özelliklerine göre imar yönetmeliği oluşturur. Bu imar özellikleri; çevresel emisyon, işaretler, otopark hizmetleri, arsa büyüklüğü, cephe, maksimum yapı yüksekliği, açık alan- gelişmiş arazi oranını kontrol etmek için kullanılır. Bu bağlamda imarın, çoğu yerde gürültü kontrolü için yararlı bir araç olduğu söylenebilir.

Nüfusu 10.000'i aşan belediyeler ile nüfusu daha az olduğu halde il merkezi olan veya gelecekte imar işleri bakımından plana gereksinimi bulunduğu Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nca saptanan belediyeler, "imar yasası" uyarınca "imar planı" adı verilen fiziksel plan yaptırmakla yükümlüdürler. İmar planları, "nazım planı" ve "uygulama planı" olmak üzere iki türdür. Nazım imar planında verilen ana kararların uygulama imar planında uygulanmaması ya da imar planına uygun olmayan kaçak yapılaşma, gürültü denetimine yönelik yaptırımları işleyemez duruma getirmektedir.

2 Kasım 1985 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanan ve son olarak 1 Haziran 2013 tarihinde bazı maddelerinde değişiklik yapılan Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği'nde [42], yapıların karayolunda çekme mesafelerine doğrudan değinilmemiştir. Yönetmeliğin üçüncü bölümünde, "Arsa ve Yapılarla İlgili Hükümler" başlığı altında, 18. Madde'de 'bahçe mesafeleri' olarak belirtilmektedir:

Bahçe mesafeleri

MADDE 18- 1) Ön bahçe mesafeleri: İskan alanlarında yapılacak binaların ön bahçe ve yol kenarına rastlayan bahçe mesafeleri en az (5.00) m. dir.

Ön bahçe mesafesine göre belirlenmiş olan karayolu- yapı arasındaki 5 m’lik uzaklık, genellikle gürültü açısından yetersiz gelmekte ve yapı kabuğunda önlem alınmadığında kabul edilebilir sınır değerlerin aşılmasına neden olmaktadır.

Çevre Yönetim Planları’nın Geliştirilmesinde İmar Mevzuatı Engeli

COWI Projesi bünyesinde, 2008 yılında Bursa, Samsun, Mersin ve Erzurum’u kapsayan 4 ilde ‘Yerel ve Bölgesel Yönetimlerin Çevre Müktesebatını Uygulama Kapasitelerinin Güçlendirilmesi Projesi’ gerçekleştirilmiştir. Çevre Yönetim Planları ile ilgili yapılan ayrıntılı çalışmalar, konunun ülkemizdeki uygulanabilirliği ve eksiklikleri ile ilgili gerçekleri ortaya koymuştur. Bu çalışmalara dayanarak; Türkiye’de çevre mevzuatı içerisinde “Çevre Yönetim Planı” (ÇYP) olarak bir plan tanımı yoktur. Ancak ÇYP ile ilgili dolaylı düzenlemeler bulunmaktadır. Çevre mevzuatında yer alan ve ayrıca ülkenin tüm planlama mevzuatı ile bir arada değerlendirilmesi gereken bazı düzenlemelerde, sorumluluklar net tanımlanmamış ve diğer plan ve programlarla eşgüdüm sağlanamamıştır.

Yapılan çalışmalara göre bir başka sorun, kurumların yetkileri paylaşmadaki yaklaşımları ile ilgilidir. Türkiye’de çevre yönetimini ilgilendiren yasal düzenlemeler farklı kurum ve kuruluşlar tarafından hazırlanmakta ve kurumların her biri yetkilerini paylaşma konusunda çekimser davranmaktadırlar. Türkiye’de her alanda yaşanan ve alışlagelmiş olan bu kurumsal çelişki, çevre gibi çok disiplinli bir alanda, mevzuat hazırlanmasında ve yetki paylaşımında daha fazla hissedilmektedir. Türkiye’de çevre ile ilgili izin prosedürleri, imar ve çalışma mevzuatının sağlıklı uygulanamaması (yapı kullanma izni ve işyeri açma ruhsatı ve diğer izinlerle ilgili konular) nedeniyle işlememekte, çoğu zaman çevre izinleri verilememekte veya verilse de, yargı sürecinde iptal edilmektedir.

Çalışmalardan elde edilen diğer bir çıkarım da yerel düzeydeki uygulamalarda daha çok sorun yaratan koşulların, özellikle Bakanlığın taşra teşkilatları (Çevre ve Şehircilik İl

Müdürlükleri) ile belediyeler ve giderek İl Özel İdareleri arasında yönetsel açıdan paylaşım sorunlarıdır. Dolayısıyla çevre yönetimi ile ilgili olan çeşitli planlar, ya zamanında ve istenilen kalitede hazırlanamamakta ya da hazırlansa da uygulanamamaktadır. Bu durum Türkiye'nin üyelik sürecinde AB'ye uyum için yapılmakta olan birçok yeni düzenlemenin gündemde olduğu böyle bir dönemde artarak sürmekte ve gürültü ile ilgili yönetmelikler istenen ölçüde uygulanamamaktadır. Ayrıca son dönemlerde gelişmeler sağlanmış olmasına rağmen; çevre yönetiminde rol alan yerel kuruluşların planlama kapasitelerinin zayıflığı, teknik ve uzman yetersizlikleri, entegre bir yaklaşımla hareket edememeleri ve katılımcı süreçlerin yönetimi güçlendirecek yönde kullanılamaması gibi halen var olan kuruluşların zaafı da süreci olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, Çevre Yönetim Planının yapılmasının Türkiye'de yasal bir zorunluluk haline getirilmesi ve ÇYP'lerin tek elden belirlenecek yol gösterici planlar olması mevzuatta ve uygulamada yaşanan kargaşayı da önlemesi bakımından önem taşımaktadır. ÇYP ile ilgili yapılması öngörülen yasal düzenlemenin başta Çevre Kanunu olmak üzere, yerel yönetimlere yetki veren yasalarda da yer alması gerekmektedir. ÇYP'lerin uygulanmasını denetleme ve izleme görevinin ise Çevre ve Şehircilik Bakanlığına verilmesi, dolayısıyla Bakanlığın Teşkilat Yasasında da buna ilişkin revizyonlar yapılması önemlidir.

Örneğin, yapı kullanma izni veya işyeri açma ruhsatı olmadan faaliyette olan çok sayıda işletme bulunmakta olup, bu işletmelerde gürültü denetimi aşamasında Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ciddi sıkıntılar yaşamaktadır. Çünkü imar mevzuatına göre kaçak, yapı kullanma izni bulunmayan ve planlara aykırı yer seçmiş olan işletmelere çevre izinlerinin verilmesi yasal bir işlem olarak kabul edilmemektedir, hatta suçtur. Bir işletmenin çevre mevzuatı ile ilgili olarak denetiminin yapılabilmesi için imar ve işyeri açma ve işletme mevzuatına uygun şekilde faaliyette olması gerekmektedir. Yeni Türk Ceza Kanunu'nun 184. Maddesi; bir işletmenin imar mevzuatına aykırı şekilde kaçak olarak faaliyette bulunması durumunda, çevre mevzuatı da dahil olmak üzere, diğer mevzuata göre izin ve ruhsat verenlerin cezalandırılacağını hükme bağlamaktadır. Bu durum Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nün yaptırımını kısıtlamaktadır. Kaçak bir tesise emisyon, ya da deşarj izni vermek, denetlemek ve faaliyetlerini izlemek faydasız olmakta, üstelik suç sayılmaktadır.

Kısaca imar mevzuatında yaşanan uygulama zaafıları çevre mevzuatının uygulanmasını son derece zorlaştırmakta; izin, denetim ve izleme gibi temel çevre yönetim mekanizmalarının işlemlerini engellemektedir.

Çalışma sonucuna göre, imar mevzuatındaki uygulama zaafıları, doğrudan belediyelerin yönetsel taleplerindeki öncelikler ve bu yöndeki çıkarları ile ilgili olup, belirli bir bilinç düzeyine ulaşılmadan kısa dönemde çözülebilecek sorunlar değildir. Bu durumda kısa dönemde, çevre yönetiminin sağlıklı yürütülmesi için, diğer mevzuattaki - TCK 184. Madde gibi - uygulamayı engelleyici maddelerin kaldırılması ve yasal izin, ya da ruhsatı olmasa da (yapı kullanma izni vb.) çevre mevzuatının koşulsuz uygulanmasına dayanak olacak yeni düzenlemelerin yürürlüğe konulması önerilmektedir [62].

2.1.2.4 Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği

Ülkemizde gürültü konusunda geçerli mevzuat, Çevre Kanunu'nun 14. maddesi çerçevesinde düzenlenmiştir. İlgili kanun maddesinde "Kişilerin huzur ve sükununu, beden ve ruh sağlığını bozacak şekilde ilgili yönetmeliklerle belirlenen standartlar üzerinde gürültü ve titreşim oluşturulması yasaktır. Ulaşım araçları, şantiye, fabrika, atölye, işyeri, eğlence yeri, hizmet binaları ve konutlardan kaynaklanan gürültü ve titreşimin yönetmeliklerle belirlenen standartlara indirilmesi için faaliyet sahipleri tarafından gerekli tedbirler alınır" hükmü yer almaktadır. Bu hükme istinaden gürültü konusunda kriterleri belirlemek amacıyla 1986 yılında Gürültü Kontrol Yönetmeliği çıkarılmış, daha sonra mevzuatın Avrupa Birliği mevzuatına uyumunu sağlamak amacıyla 2005 yılında yeniden düzenlenerek, "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY)" olarak Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. 4 Haziran 2010'da yenilenen ve son olarak 27 Nisan 2011'de bazı maddelerinde değişiklik yapılan (eğlence mekanları, çok hassas ve hassas kullanımlar, vs.) yönetmelik kapsamında yerleşimler için "Stratejik Gürültü Haritaları"nın ve denetime yönelik eylem planlarının hazırlanması zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Söz konusu yönetmelik ile gürültü konusundaki genel kısıtlamalar ve çeşitli kullanımlardan kaynaklanan gürültü düzeyleri için sınır değerler belirlenmiştir. Yönetmelik ile gürültü konusunda ölçüm, denetim, izleme, izin ve yaptırım görev ve yetkisi denetim ekibi kurmuş ve yetki devri yapılmış belediyeler, Belediye sınırları ve

mücadir alan dışında yetki devri yapılmış il özel idareleri ve yetki devri yapılmamış alanlarda ise Çevre ve şehircilik İl Müdürlükleri sorumludur. Diğer yandan bu yönetmelik ile birçok kurum ve kuruluşlar kendi mevzuatına giren alanlarda yetkilendirilmişlerdir [63].

Yönetmeliklerde kentsel çevre yönetimi açısından belediyelere önemli sorumluluklar veren bazı hükümler aşağıda belirtilmiştir:

“....Belediyeler; stratejik gürültü haritalarını ve buna bağlı olarak eylem planlarının hazırlanmasıyla, stratejik gürültü haritaları ve buna bağlı olarak hazırlanan eylem planlarının kamuoyu görüsüne açılmasıyla.... İlgili hususlarda gerekli tedbirleri alır.”[37]

Planlama aşamasında uygun alanların tespitinde aşağıda verilen gürültüye maruz kalma kategorileri dikkate alınır:

a) Kategori A (Lgündüz cinsinden <55 dBA) Alanı: Planlama kararlarında, gürültüye çok hassas mevcut veya planlanan kullanımlar göz önüne alınarak mevcut sessizliği koruyacak şekilde gürültüye karşı tedbirler alınır. Bu kategorinin en üst seviyesindeki gürültü rahatsızlık verici derecede değildir.

b) Kategori B (Lgündüz cinsinden 55- 64 dBA) Alanı: Planlama kararlarında çok ve orta derecede kullanımları korumak amacıyla, planlama izni verilirken arka plan gürültü seviyesinin göz önüne alınması gerekir. Gerekli durumlarda gürültüye karşı tedbirler alınır.

c) Kategori C (Lgündüz cinsinden 64-74 dBA) Alanı: Planlama kararı normalde verilmez. Ancak kamu yararı gerektiren hallerde, daha sessiz bir yer bulunamaması nedeniyle izin verilmek zorunda kalınması halinde arka plan gürültü seviyesi göz önünde bulundurularak gürültüye karşı tedbirler alınır.

ç) Kategori D (Lgündüz cinsinden >74 dBA) Alanı: Planlama kararı verilmez. Gürültüye duyarsız kullanımlar için durum incelenerek yapıların gürültü engeli oluşturacak biçimde düzenlenmesi halinde izin verilebilir.

Yönetmeliğe göre karayolu kaynaklı gürültüler açısından aşılmaması gereken gürültü düzeyi ve iç ortam gürültü düzeyine ilişkin maddeler, yönetmeliğin dördüncü

bölümünde, “Çevresel Gürültü Esas ve Kriterleri, Kara yolu çevresel gürültü kriterleri” başlığı altında, 18. Madde’de yer almaktadır:

MADDE 18 – (1) Kara yolundan çevreye yayılan gürültü seviyesi ve gürültünün önlenmesine ilişkin sınır değerler Tablo-9 (Çizelge 2.6)’daki sınır değerleri aşamaz.

Çizelge 2.6 Karayolu Çevresel Gürültü Sınır Değerleri [37]

Alanlar	Planlanan/Yenilenmiş/ Onarılmış yollar			Mevcut yollar		
	L _{gündüz} (dBA)	L _{ağşam} (dBA)	L _{gece} (dBA)	L _{gündüz} (dBA)	L _{ağşam} (dBA)	L _{gece} (dBA)
Gürültüye hassas kullanımlardan eğitim, kültür ve sağlık alanları ile yazlık ve kamp yerlerinin ağırlıklı olduğu alanlar	60	55	50	65	60	55
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar	63	58	53	68	63	58
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu alanlar	65	60	55	70	65	60
Endüstriyel alanlar	67	62	57	72	67	62

Yönetmeliğe göre planlama ve stratejik gürültü haritalama aşamaları ile ilgili hükümler Madde 28 ve 29’da belirtilmiştir:

Planlama aşamasında uyulması zorunlu kriterler:

MADDE 28– (1) Planlama aşamasındaki faaliyetler için uyulması zorunlu kriterler aşağıda belirtilmiştir:

a) Bu Yönetmeliğin yürürlüğe giriş tarihinden sonra inşa edilecek yapıların mimari projelerinde, yapı tiplerine bağlı olarak bu Yönetmeliğin ekindeki Ek-VIII’de yer alan Tablo-9’da verilen sınır değerlerin sağlanması zorunludur.

b) Planlama aşamasında; ulaşım, sanayi, imalathane, atölye, eğlence yeri ve benzeri gibi planlanan faaliyetin çevresinde bulunan mevcut yerleşimler ve yapılar,

imar planlarına göre gelecekteki durumları göz önüne alınarak 27 nci maddede verilen kategorilere göre değerlendirilir, uygun olmayan durum varsa faaliyete izin verilmez.

c) Çevre Düzeni Planları, Nazım İmar Planları ve Uygulama İmar Planlarının hazırlanması aşamasında alanda akustik planlamanın yapılabilmesi ve yerleşim alanları içindeki sakin alan ve açık arazideki sakin alanların oluşturulması için gürültü haritaları ve eylem planlarının plan eki olarak istenmesi ve plan kararlarına esas olması zorunludur.

ç) Hastane, okul, park, kamp, sayfiye yerleri, konut, otel, huzurevleri ve benzeri gibi gürültüye hassas alan ve yapıların bulunduğu yerlerde daha sakin çevre oluşturabilmek için ilgili kurum kuruluşların da görüşü alınarak belediye sınırları ve mücavir alan içinde belediye, belediye sınırları ve mücavir alan dışında ise yetki devri yapılan il özel idarelerince; yetki devri yapılmadığı takdirde İl Çevre ve Orman Müdürlüğüne ek sınırlayıcı tedbirler alınabilir. Bu çerçevede; bölgede kurulacak yeni bir gürültü kaynağında çevresel gürültü seviyesi ile ilgili geçici veya sürekli sınırlandırma kararları alınabilir veya yeni işletmenin bu bölge içinde kurulmasına izin verilmeyebilir.

Stratejik gürültü haritalama esasları

MADDE 29 – (1) Stratejik gürültü haritalarının hazırlanmasında aşağıdaki esaslara uyulur:

a) En geç 30/6/2013 (01/01/2018 tarihine uzatılması görüşülmektedir) tarihine kadar;

- 1) İki yüz elli binden fazla yerleşik nüfusu olan yerleşim alanları,
- 2) Yılda altı milyondan fazla aracın geçtiği ana kara yolları,
- 3) Yılda altmış binden fazla trenin geçtiği ana demir yolları,
- 4) Yılda elli binden fazla hareketin gerçekleştiği ana hava alanları,

için bir önceki takvim yılındaki durumu gösteren stratejik gürültü haritaları hazırlanır.

b) En geç 30/6/2011 (01/01/2016 tarihine uzatılması görüşülmektedir) tarihine kadar ve daha sonra her beş yılda bir stratejik gürültü haritası hazırlanması zorunlu

olan; yılda altı milyondan fazla aracın geçtiği ana kara yolları, yılda altmış binden fazla sayıda trenin geçtiği ana demir yolları, ana hava alanları ve iki yüz elli binden fazla yerleşik nüfusu olan yerleşim alanları Bakanlığa bildirilir.

c) 30/6/2018 (01/01/2023 tarihine uzatılması görüşülmektedir) tarihine kadar ve bu tarihten sonra her beş yılda bir;

- 1) Yüz binden fazla yerleşik nüfusu olan yerleşim alanları,
- 2) Yılda üç milyondan fazla aracın geçtiği ana kara yolları,
- 3) Yılda otuz binden fazla trenin geçtiği ana demir yolları,

için bir önceki yıldaki durumu gösteren stratejik gürültü haritaları hazırlanır.

ç) En geç 30/6/2014 (01/01/2021 tarihine uzatılması görüşülmektedir) tarihine kadar ve daha sonra her beş yılda bir stratejik gürültü haritası hazırlanması zorunlu olan; yılda üç milyondan fazla aracın geçtiği ana kara yolları, yılda otuz binden fazla sayıda trenin geçtiği ana demir yolları ve yüz binden fazla yerleşik nüfusu olan yerleşim alanları Bakanlığa bildirilir.

d) Stratejik gürültü haritaları Ek-IV de yer alan stratejik gürültü haritalama için asgari gereksinimleri karşılayacak nitelikte hazırlanır.

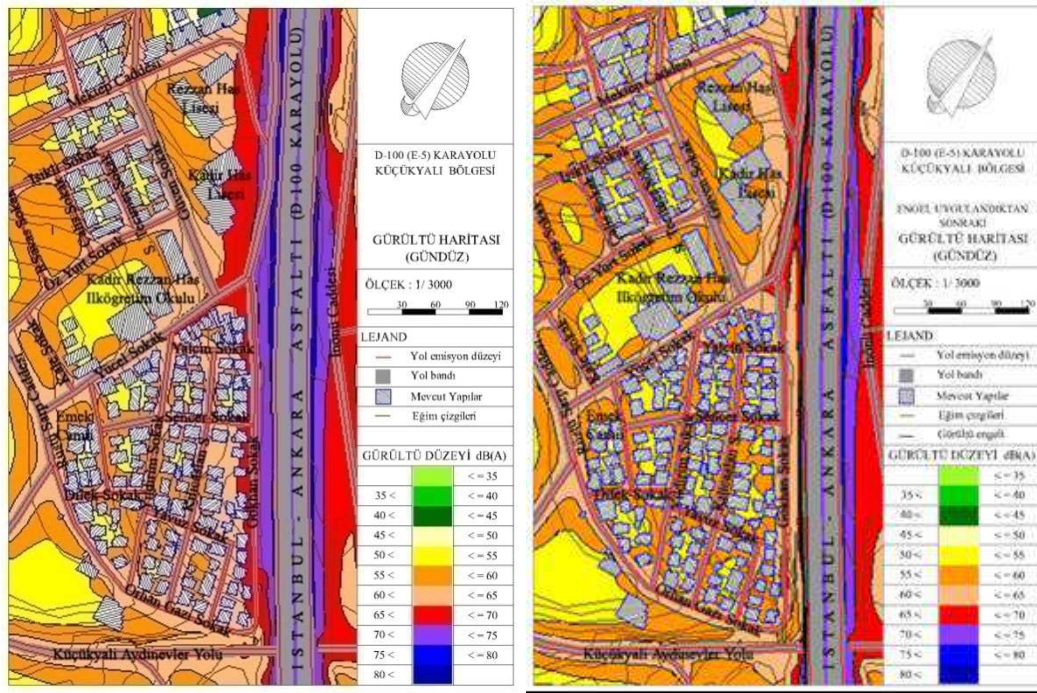
e) Komşu konumda olan ülkelerin sınırlarına yakın bölgelerin stratejik gürültü haritalarının hazırlanmasında, Dışişleri Bakanlığı koordinasyonunda işbirliği yoluna gidilir.

f) Stratejik gürültü haritaları hazırlandıkları tarihten sonra en az beş yılda bir gözden geçirilir ve gerektiğinde revize edilir.

g) Bu maddenin birinci fıkrasının (a) bendinin (1) numaralı alt bendi ile (c) bendinin (1) numaralı alt bendinde verilen yerleşim alanları için hazırlanacak gürültü haritaları; kara yolu, demir yolu, hava yolu trafik gürültüsü ile limanlar, sanayi alanları, atölye-imalathane-eğlence yerleri ve benzeri işletmelerin bulunduğu alanlar için ayrı ayrı yapılacaktır.

Aşağıdaki örnekte bir bölgenin gündüz ölçümüne göre hazırlanmış mevcut durumunu ve gürültü engeli uygulandıktan sonraki durumunu gösteren gürültü haritaları yer almaktadır (Şekil 2.1).

D100 Karayolu- Küçükalyalı Bölümü (gündüz)



Şekil 2. 1 Gürültü haritası örneği (mevcut durum ve gürültü engeli uygulandıktan sonraki durum) [23]

2.2 Kent Planlama Aşamasında Gürültü Denetimine Yönelik Arazi Kullanımına İlişkin Çalışmaların Araştırılması

2.2.1 Gürültü Denetimi Aşamaları

Gürültünün olumsuz etkilerinin önlenmesi için gürültü denetimi aşamalarının planlı bir biçimde yapılması gerekmektedir. Gürültünün denetlenmesi konusunda makro ölçekten (kent ölçeğinden) mikro ölçeğe (yapı ölçeğine) doğru bir yaklaşımın ele alınması gerektiği kabul edilmesi gereken bir gerçektir. Bu bağlamda izlenecek yol sırasıyla;

- Kaynakta Denetim ,
 - Gereksiz gürültü kaynaklarının ortadan kaldırılması,

- Gürültü kaynaklarının gürültü düzeylerinin azaltılması,
- Gürültünün niteliğinin değiştirilmesi.
- Kaynak- Alıcı Arasında Denetim,
 - kent planlama ölçeğinde önlem alınması,
 - mimari tasarım sürecinde önlem alınması,
 - yapı elemanlarının seçimi,
 - gürültü engellerinin tasarlanması.
- Alıcıda Denetim
 - insanların ek önlemlerle gürültüden korunması.

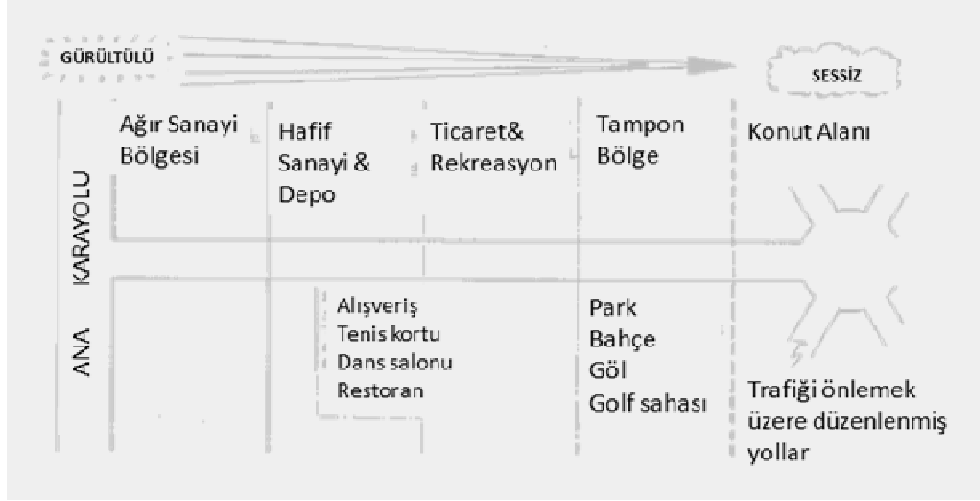
şeklinde olmalıdır.

Kaynakta denetimin yapılamaması ya da yetersiz olması durumunda çevredeki denetim, gürültünün engellenmesinde büyük önem taşır. Bu durumda gürültünün azaltılması için makro ölçekte alınabilecek önlemler; kent planlama ve gürültü engellerinin tasarımı sürecinde gerçekleştirilmelidir [64].

2.2.1.1 Kent Planlamada Gürültü Etkeni

Kent planlama ölçeğinde gürültünün etkisi düşünülerek yapılan “gürültüye uyumlu alan kullanım planlaması”, gürültünün duyarlı alanlar üzerindeki etkisini azaltır ve gürültülü alanlarda inşa edilen gürültüye duyarlı yapılar ya da sessiz alanlarda yapılan gürültülü yapıların önlenmesini sağlar (Şekil 2. 2). Alan Kullanım Planlanması, yeni ya da yeniden gelişen bölgelerin ne kadar başlangıcında yapılırsa, gürültü azaltım potansiyeli o kadar yüksek olur. Gürültüye uyumlu alan kullanım planlaması,

- yeni gürültü emisyonlarına karşı korunması gereken sessiz alanları gösteren,
- gelecekteki gürültü emisyonları ve gürültüye duyarlı alanlar arasında yeterli büyüklükte arazi kullanımı tahsis eden planlamadır.



Şekil 2. 2 Gürültüye uyumlu alan kullanım planlaması örneği [65].

Gürültüye duyarlı alanlar; konut, hastane, huzur evi, gündüz bakım merkezleri, okul, otel, ibadet yerleri, oditoryum ve kütüphanedir. Gürültüye uyumlu alanlar ise, otoyol trafik gürültüsünün sorun olmayacağı, içeri ya da dışarıdaki konuşmalar için koruma gerektirmeyecek kullanımlardır. Tarım, orman, ticaret, sanayi ve maden işletmeleri örnek olarak verilebilir.

Gürültüye uyumlu alan kullanım planlaması; Kanada'nın Ontario (Ottawa) eyaletinde, ABD'nin Arizona (Gilbert), Kaliforniya (Truckee, San Diego, Tiburon, Big Bear Lake, Sonoma), Maryland, Montana, New York, Ohio, Pensilvanya, Teksas, Güney Dakota, Virjinya eyaletlerinde Federal Ulaştırma Bakanlığı denetiminde uygulanmaktadır [38].

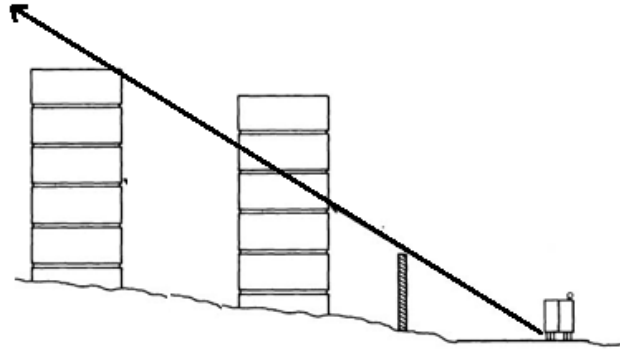
Gürültünün olumsuz etkisini en aza indirmek için alıcıya ulaşan gürültünün niteliğini etkileyen kent planlama aşamasında, kent plancılarının makro ölçekte gürültü denetimini de göz önüne alarak tasarımlarını yapması önemlidir. Avrupa Birliği 6. Çerçeve Program kapsamında yer alan yerel gürültü eylem planları için hazırlanan kitapçıkta [65], gürültüye uyumlu planlama için yapılması gereken yapı tasarımı ile ilgili önerilere göre, kent planlamada gürültünün etkinliğinin azaltılması, aşağıdaki planlama esaslarının doğru biçimde uygulanmasını gerektirir:

- Uzaklık (gürültü kaynağı ile gürültüye duyarlı alanlar arasındaki uzaklığı artırmak),
- Tampon bölge (otoparklar, açık alanlar, ticaret gibi gürültüye duyarlı olmayan alanları gürültü kaynağı ile gürültüye duyarlı yapılar arasına yerleştirmek),

- Yapı yerleşimi (yapıları gürültü engeli olacak biçimde konumlandırmak),
- Yönelim (servis yolları ve bina yerleşimlerinin uygun kullanımı ile bina ve açık yaşam alanlarını yönlendirmek. Örneğin gürültüye duyarlı yapıların uzun cephesini gürültü kaynağına bakmayacak şekilde yerleştirmek).

Uzaklık:

Gürültü kaynağı ile yapı arasındaki uzaklığın artırılması, konutlardaki gürültü düzeyinin azaltılması için en iyi seçenektir. Uzaklığı iki kat artırmak, karayolu için 3- 5 dB (zeminin yansıtma oranına bağlı olarak) azaltım sağlar. Engeller, düşük katlarda daha etkilidir. Yüksek katların fiziksel olarak gürültüden korunmasının neredeyse mümkün olmadığı göz önüne alındığında, özellikle yüksek yapılar için en etkili yöntemin, akustik tasarım ve konstrüksiyonun yanı sıra uzaklığın artırılması olduğu söylenebilir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Yüksek katlı yapılar için uzaklığı artırmanın, engele göre daha etkili olması [38].

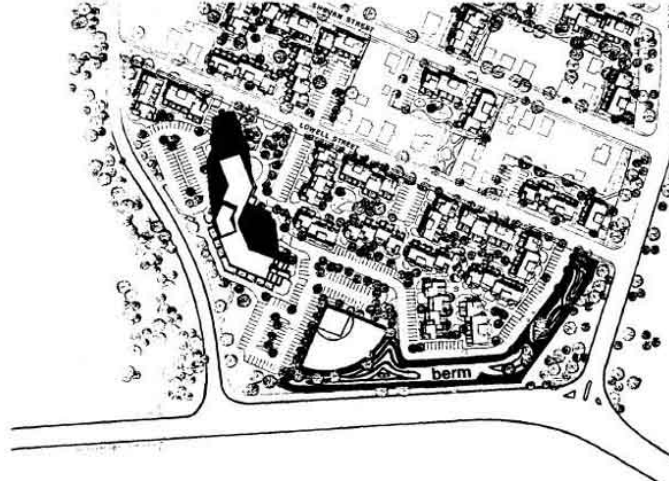
Uzaklığın artırılması kırsal alanlarda bir çözüm olabilir fakat kentsel alanlardaki yerleşimlerde nadiren kullanılır. Bu nedenle yeni gelişim bölgeleri için oluşturulacak imar planlarında, gürültünün etkisi de değerlendirilerek çekme mesafeleri belirlenmelidir.

Tampon Bölge:

Kaynak- alıcı arasında tampon alanların oluşturulması, gürültünün kademeli olarak azalarak alıcıya gelmesini sağladığından, gürültünün azaltılmasında etkilidir (Şekil 2. 4, 2. 5). Tampon alan mümkünse gürültü kaynağına yakın olmalıdır.



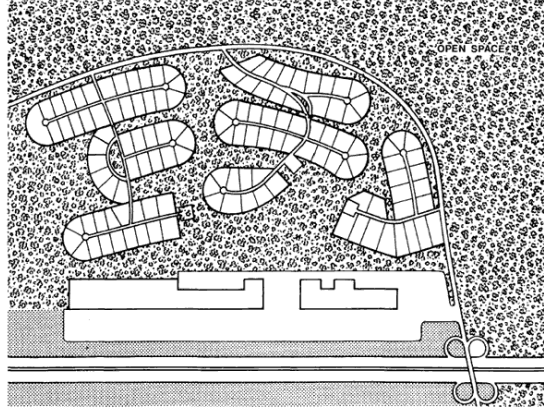
Şekil 2. 4 Konut bölgesi ile karayolu arasında kapalı otopark konumlandırılması [38].



Şekil 2. 5 Rekreasyon alanı, otopark ve ağaçlarla gürültünün kademeli olarak engellenmesi [38].

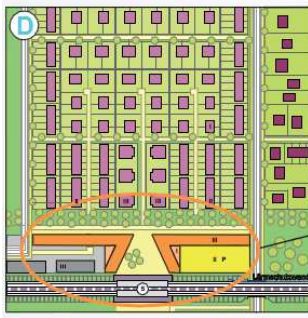
Gürültü engeli olarak yapıların kullanımı:

Konut alanlarının trafik gürültüsünden korunması için etkin yöntemlerden biri, alışveriş ya da ofis yapıları gibi uyumlu yapıları kara ya da tren yolu ile konut alanları arasına yerleştirmektir. Karayoluna paralel uzanan uzun bir bina ya da bina sırası, daha uzakta olan yapıları ya da açık alanları gürültüden koruyan kalkan görevi görür (Şekil 2. 6).



Şekil 2. 6 Karayolu- bina arasına ticari yapıların konumlandırılması [38].

Şekil 2. 7’de, yeni yapının biçimi özellikle arkasında yer alan konut yapılarının gürültüsünü azaltmak için tasarlanmıştır. Şekil 2. 8’de ise yeni gelişim bölgelerinde ek yapıların, mevcut yapılarla birlikte gürültü engeli oluşturduğu görülmektedir.



Yapı engeli



Yapıların uzatılmasında kapalı yapı strüktürü

Şekil 2. 7 Demiryolu boyunca uzanan gürültü engeli yapılar [66]

Şekil 2. 8 Yapıların uzatılarak gürültü azaltımı sağlanması [66]

Yapıların gürültü azaltım etkisi yalnız yeni komşuluk gelişimleri için değildir. Konutların yıkılmasının tartışıldığı daralan şehirlerde de gürültü sorunu düşünülmelidir. Konut alanlarının kenarındaki yapıları kaldırmak da merkezdeki gürültü düzeyinin artışına neden olur (Şekil 2. 9).

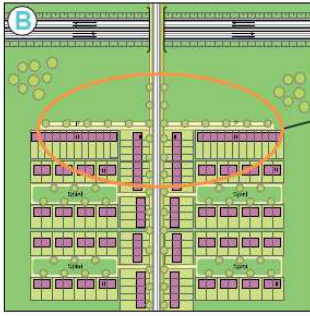


Komşuluk ünitelerinin kenarındaki yapıların yıkılmasıyla birlikte gürültü engeli kaldırılmış olur.

Şekil 2. 9 Daralan şehirlerde evlerin yıkılması [66]

Yapıların Yönelimi:

Blok ya da bir duvarı bitişik yapılarla karşılaştırıldığında bitişik nizam yapılar (Şekil 2. 10), gürültü etkisini azaltır ve yapılara en az bir sessiz cephe sağlar. Sundurma ve garajlar (Şekil 2. 11), bir çeşit avlu oluşturarak yapılara bir sessiz avlu sağlar.



Otoyol boyunca ilk sırada blok ya da bir duvarı bitişik yapılar yerine bitişik nizam yapıların konumlanması, mahallenin gürültüden korunmasını sağlar

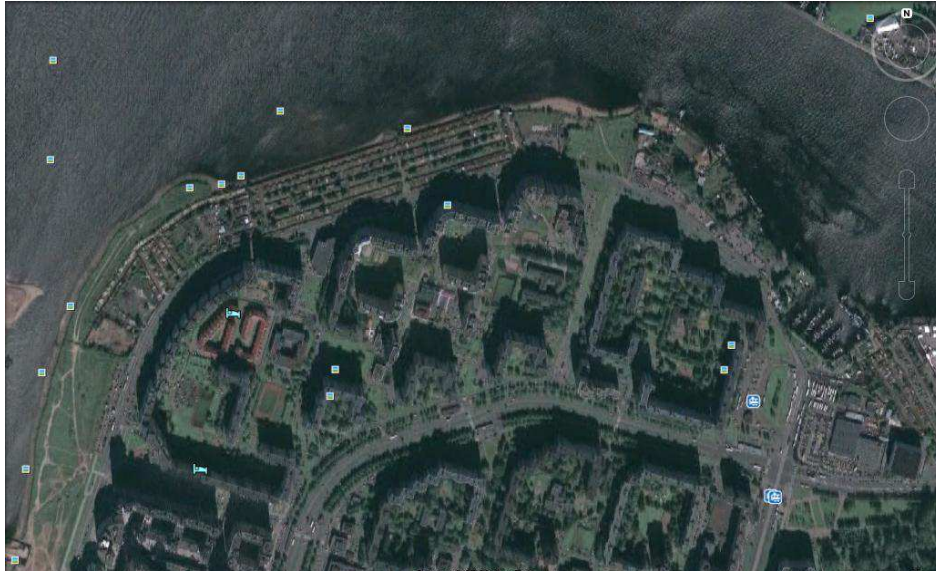


Evlere bitişik olarak yapılan sundurma ve garajlar, sessiz avlular oluşturur.

Şekil 2.10 Gürültü kaynağına bakan yapıların bitişik nizam yapılmasının gürültü engeli oluşturması [66].

Şekil 2.11 Sessiz avlu oluşturan sundurma ve garajlar [66].

Diğer bir seçenek de yapıların, kendilerini gürültü etkisini azaltacak biçimde tasarlamaktır. Yapı ya da faaliyet alanlarının yönelimi, gürültünün etkisini azaltacak biçimde olmalıdır (Şekil 2. 12 ve Şekil 2. 13). Karayolu kenarındaki konutların yola cephesi olan odalarında gürültü çok rahatsız edici olabilir.



Şekil 2. 12 St. Petersburg'da akustik kent planlama örnekleri

Gürültü etkisinin azaltılması	Örnekler	Etki (dBA)
Gürültüyü engelleyen kesintisiz yapı bloğu (uzunluk: 100- 1000m.)		
Uzun kenarı yola cephesi olan yapı blokları		
Zigzag akslı yapı blokları		
Yola dik akslı yapı blokları		
Kısa kenarı yola cephesi olan yapı blokları (önerilmez)		

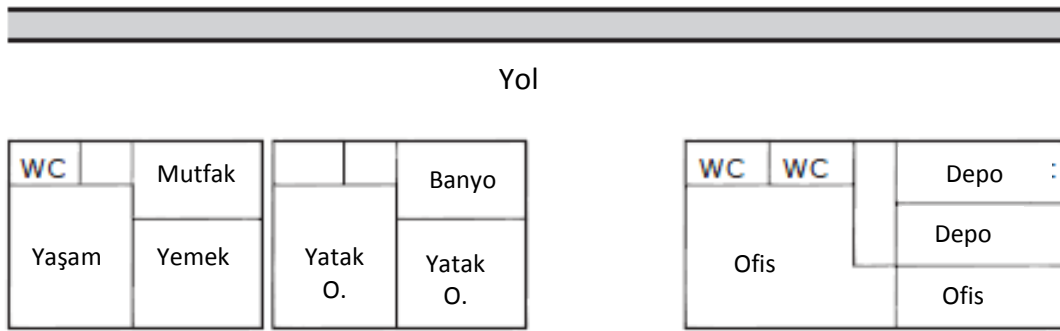
Şekil 2. 13 Akustik kent planlamada gürültü etkisinin azaltılması [67].

2.2.1.2 Mimari Tasarımda Gürültü Etkeni

Yapı yüksekliği, odaların yerleşimi, pencere yerleşimi, balkon ve avlu tasarımı gibi her yapının detaylı tasarımı, akustik mimari tasarımıdır. Örneğin, tek katlı yapılarda yatak odaları ve oturma odalarının kaynağa uzak olan cepheye yerleştirilip mutfak, banyo gibi mekanların kaynak tarafına yerleştirilmesiyle gürültünün etkisi azaltılabilir. İç gürültü düzeyini azaltmak için oda planı, yapının biçim ve yerleşiminin yanı sıra pencere ve duvarların yalıtımı da önemlidir.

A. Odaların Yerleşimi:

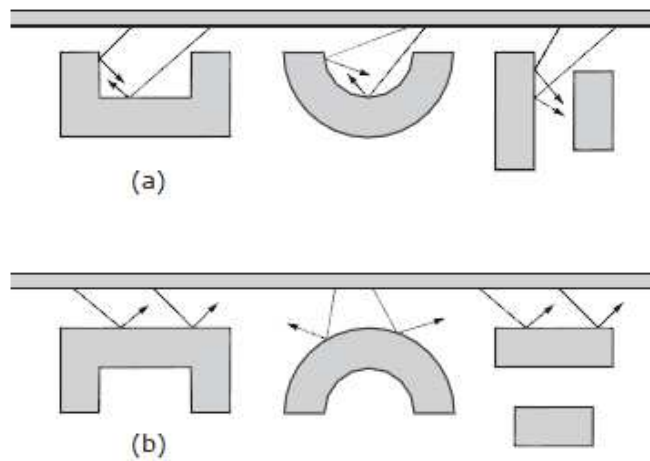
Gürültüye duyarlı odaların kaynaktan uzağa yerleştirilmesi ve gürültüye duyarlı olmayan odaların kaynak tarafına yerleştirilerek tampon oluşturması, gürültü denetiminde etkili bir yöntemdir. Mimari tasarım aşamasında odaların yerleşiminin doğru yapılması, örneğin konut ve ofislerde mutfak, banyo, oyun odası, kiler gibi odaların yola bakan cepheye yerleştirilip oturma ve yatak odalarının kaynaktan uzak tarafa yerleştirilmesi, gürültünün denetimi açısından oldukça faydalıdır. Gürültüye duyarlı odalar sessiz cepheye gelmelidir (Şekil 2. 14).



Şekil 2. 14 Gürültüye duyarlı bir yapıda mimari tasarım aşamasında gürültünün denetlenmesi [66]

B.Yapıların şekil ve yönelimi

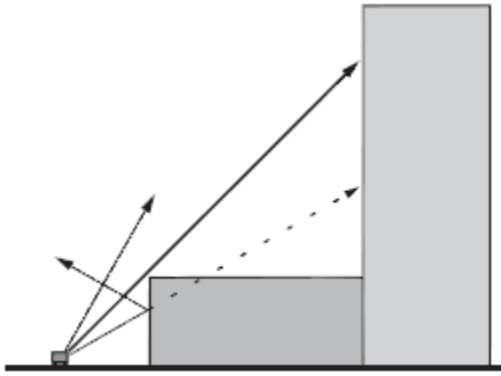
Bina cephelerinden yansıyan sesler, yanındaki yapılara ek rahatsızlık verir (Şekil 2. 15).



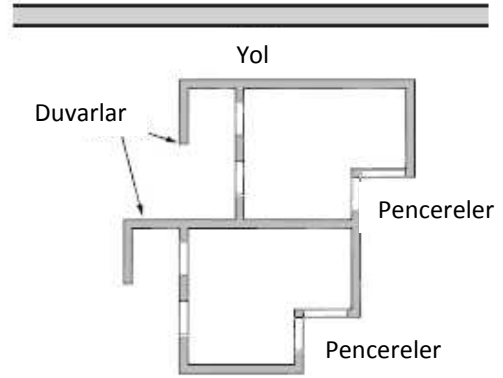
a)Kaçınılmalı b) Tercih edilmeli

Şekil 2. 15 Yapılarda gürültü yansıması [66]

Yapı tasarımının daha kapsamlı olmasının bir yolu da yapının bir bölümünü gürültüye duyarlı alanlar için gürültü engeli olacak biçimde tasarlamaktır (Şekil 2. 16). Özellikle balkonlar, kanat duvarlar ve bitişik yapılar, kendini koruyan yapılar olarak kullanılırlar. Pencereleeri gürültü kaynağından uzağı yönlendirmek ve kanat duvarlarla korumak, iç ortam gürültü düzeyini önemli ölçüde azaltacaktır (Şekil 2. 17).



Şekil 2. 16 Yapıların kendi kendini koruması için bitişik yapılması [66]



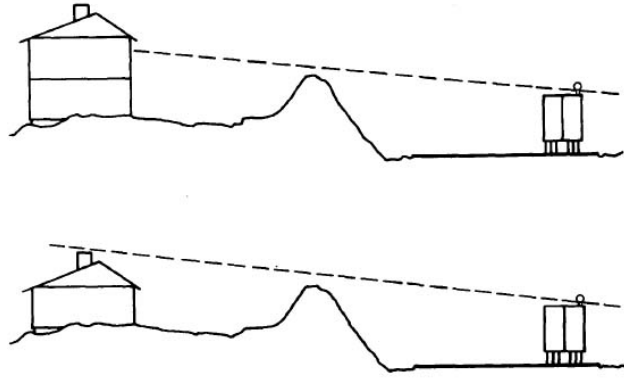
Şekil 2. 17 Yapıyı koruyan kanat duvarlar [66]

Kesintisiz Duvarlar:

Kaynağı yakın olan yapı duvarının pencere ve diğer açıklıklar yapılmadan kesintisiz olması, yapının diğer kısımlarına engel oluşturarak gürültünün etkisini azaltan bir uygulamadır. Kaynağı bakan yapı duvarında pencere açılması gerekiyorsa, pencerenin boyutları küçük olmalı ve pencereler ya sabit (açılmayan) yapılmalı ya da sızdırmaz conta kullanılarak iyi detaylandırılmalıdır.

Tek katlı evler:

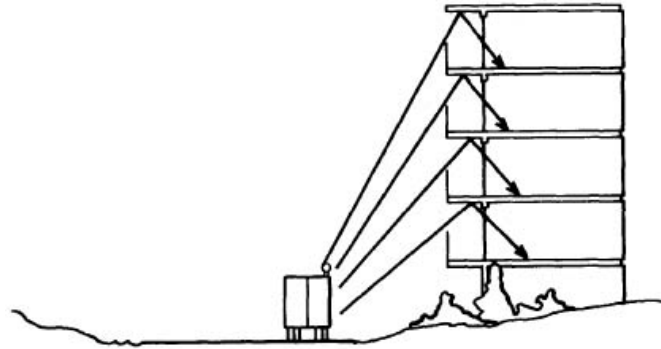
Kaynağın yapıya göre düşük kotta olduğu ya da kaynak- alıcı arasında engel olduğu durumda tek katlı evlerde gürültünün engellenmesi daha kolaydır. Şekil 2. 18'de de belirtildiği gibi, her zaman ses dalgalarının izleyeceği yol belirlenerek yapılar tasarlanmalıdır.



Şekil 2. 18 Tek katlı evlerde gürültünün etkisi azaltılabilir [38].

Balkonlar:

Balkonlar, gürültüyü yapının içine yansıtan elemanlardır. Yola bakan cephelerde balkonların alt yüzeyinin açısı doğru tasarlanmadığında, trafik gürültüsünü doğrudan yapının içine yansıtır. Bu nedenle yapıda balkon gerekiyorsa, gürültünün daha az etkilediği cephelere yerleştirilmelidir (Şekil 2. 19).

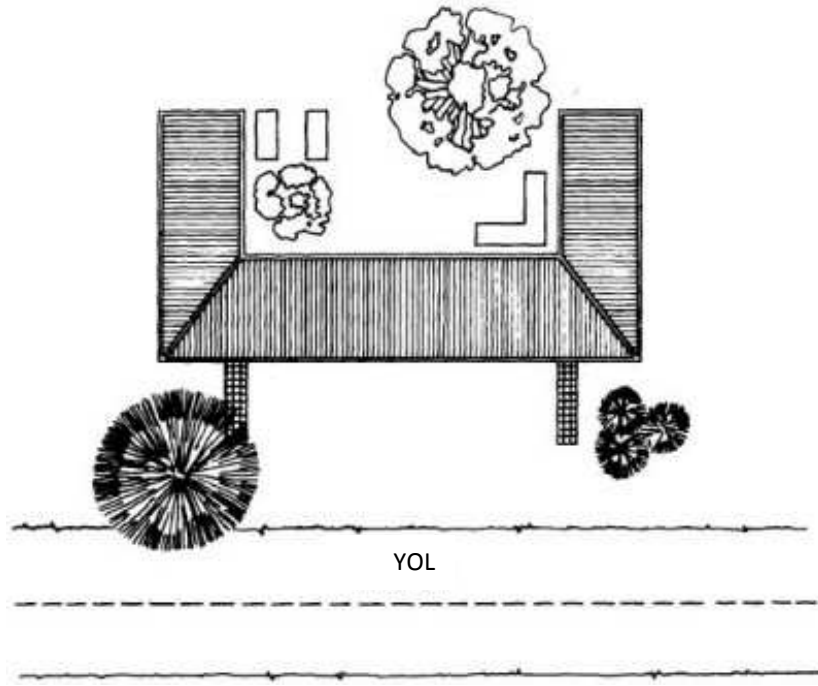


Şekil 2. 19 Yola bakan cephelerde balkonların trafik gürültüsünü doğrudan yapının içine yansıtması [38].

Balkonların gürültü azaltma potansiyeli; pencerenin genişliği, gürültü kaynağı- pencere açısı, balkonun derinliği ve parapet duvarının yüksekliğine bağlı olarak 5- 14 dB arasındadır [38]. Balkonların alt yüzeyleri, gürültüyü yapının içine yansıtmayacak biçimde tasarlanmalı ve yutucu malzemelerle kaplanmalıdır.

Avlular:

İç bahçe ve avlu tasarımı, yapılarda gürültünün azaltılmasında etkilidir (Şekil 2.20 ve Şekil 2.21). Okul, huzurevi, otel gibi yapılar avlulu tasarlandığında dış ortam gürültüsünde azalma sağlanır.



Şekil 2. 20 Avlulu yapı örneği [38].



Şekil 2. 21 St. Petersburg'da avlulu yapı grubu tasarımları

2.2.1.3 Gürültü Engelleri

Kent içi mevcut yerleşimlerin olduğu bölgelerde gürültünün denetlenebilmesi için uzaklığın artırılması mümkün değildir. Bu durumda yararlanılabilecek en etkili elemanlar, gürültü engelleridir. Gürültü engelleri, doğal ve yapay olmak üzere iki biçimde gerçekleştirilmektedir. Gürültü kaynağı ile gürültüye duyarlı alanlar arasında

inşa edilen engellere, çeşitli ağaç ve çalılardan oluşan geniş bitki örtüsü, çeşitli malzemelerden oluşan duvar ve çitler, toprak yığınları örnek olarak verilebilir. Bu engel tiplerinden hangisinin yapılacağı, istenilen ses azaltma düzeyi, aradaki boşluk, maliyet, estetik, güvenlik gibi birçok etmene bağlıdır.



Şekil 2. 22 Gürültü engeli örneği



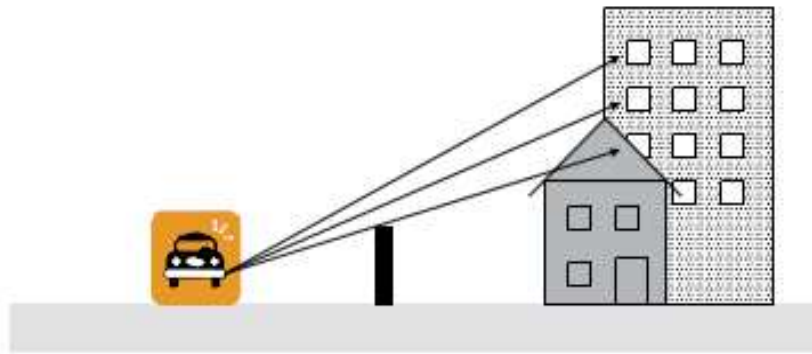
Şekil 2. 23 Gürültü engeli örneği

Kentin doğal özelliklerinden faydalanarak yapıların, düşük gürültü ceplerine yerleştirilmesi de gürültünün azaltılmasında etkilidir. Doğal gürültü ceplerinin bulunmadığı durumlarda binalar için cepler kazılarak ve gürültü ile bina arasında toprak yığintısı oluşturularak gürültünün engellenmesi mümkündür.

Gürültü engelleri, yüksekliklerine ve gürültü kaynağına olan uzaklıklarına bağlı olarak gürültü yayılımının azalmasını sağlar. Engelin etkinliği, gürültü kaynağının en yüksek noktası ile alıcının en yüksek noktası arasındaki görüş çizgisini ne kadar kapattığına da bağlıdır (Şekil 2. 24). Düşük yükseklikteki yapıları gürültüden korumak yüksek yapılara göre daha kolaydır. Bu nedenle yapıların gürültü engelleriyle birlikte durumu önem kazanır. Yüksek yapıların gürültüden daha az etkilenmesi için gürültü kaynağından daha uzak mesafeye yerleştirilmesi gerekir. Karışık yapıların olduğu alanlarda, yüksek olmayan yapılar engelin yakınına yerleştirilmeli ve yüksek yapılar gürültü kaynağından mümkün olduğunca uzağa yerleştirilmelidir (Şekil 2. 25).

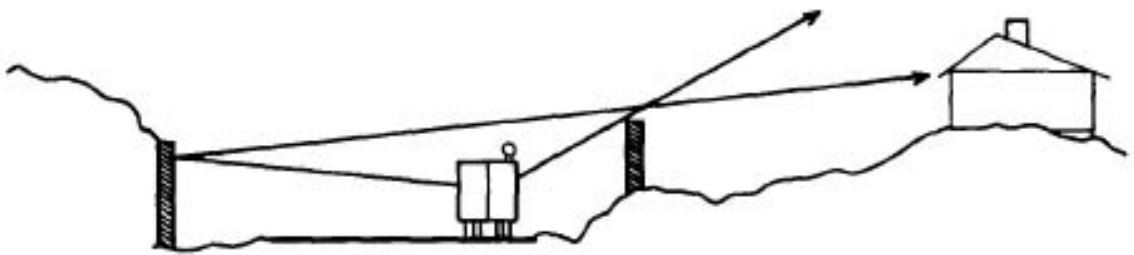


Şekil 2. 24 Engelin etkinliği için kaynağın en yüksek noktası ile alıcının en yüksek noktası arasındaki görüş çizgisini kapatması [38].



Şekil 2. 25 Gürültü engellerinin düşük yükseklikteki yapıları koruması [66].

Engelin daha etkili olabilmesi için uzun ve kesintisiz olması, kütle ağırlığı, güçlü olması, aynı zamanda rüzgar basıncına dayanacak esneklikte olması önemlidir. Engelin güvenli ve estetik olması gerektiği de göz ardı edilmemelidir.



Şekil 2. 26 Engellerin, sesin diğer tarafa yansımaya neden olması [38].

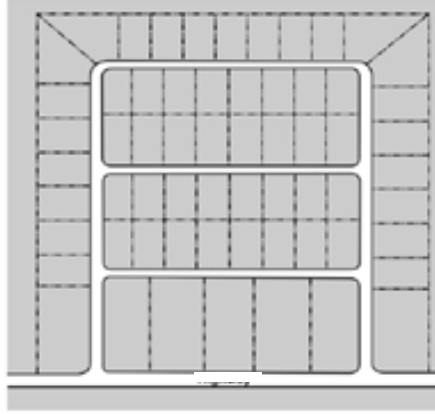
Gürültünün azaltılması için alınabilecek önlemler ve önlemlere yönelik değerlendirmeler Çizelge 2. 7'de verilmektedir.

Çizelge 2. 7 Gürültünün etkisini azaltmada fiziksel teknikler

Fiziksel teknik	Etkinlik	En etkin durum	Maliyet	Değerlendirme
Kent Planlama	İyi- mükemmel. Arazi büyüklüğü ve doğal zemine bağlı.	Alt yapı ve inşaat başlamadan önce	Düşük. Yalnız akustik danışman ve kent plancısı ücreti.	Oldukça ucuz, fakat kullanılmayan alan gerektirir. Yüksek gürültü azaltımı, olumlu estetik etki.
Mimari Tasarım	Makul	İnşaat başlamadan önce.	Düşük. Yalnız akustik danışman ücreti.	Düşük maliyet fakat sınırlı etki.
Yapı Elemanları	Yapı içi için mükemmel. Yapı dışı için zayıf.	İnşaat aşamasında olması en iyisi. İnşaattan sonra daha pahalı.	İstenen gürültü azaltımına bağlı değişir, fakat inşaattan sonra pahalıdır.	Yapı içinde en etkin gürültü azatımı.
Engeller	Uygun- mükemmel. Yükseklik ve kütleyle bağlı.	Engel türüne göre değişir.	Orta- yüksek. Engel türüne göre değişir.	Yüksek gürültü azaltımı, potansiyel olarak düşük maliyet. Dış gürültü azaltımını sağlar, olumsuz estetik etki.
Toprak yığınları	İyi- mükemmel	Yol inşaatı aşamasında olması en iyisi. Yol inşaatından sonra pahalı. Arazinin az olduğu kalabalık yerlerde pratik değil.	Orta- yüksek. Toprağın kullanılabilirliğine göre değişir.	İyi ses azatım özelliliği, estetik görünüm. Yer ve bakım gerektirir.
Duvar ve çitler	Zayıf- mükemmel. Yükseklik ve kütleyle bağlı.	Her zaman.	Düşük- yüksek. Yükseklik ve kalınlığa bağlı.	Küçük alan kaplar ve bakım gerektirmez, fakat estetik görünümü iyi değil ve gürültüyü yolun diğer tarafına yansıtabilir.
Duvar + Bitki Kombinasyonları	İyi- mükemmel.	Kombinasyon çeşidine bağlı.	Orta- yüksek. Kullanılan engel tipine bağlı.	Potansiyel olarak yüksek gürültü azaltımı ve estetik görünüm

Parsel Düzenleme

Parsel düzenleme, gürültü engeli ya da toprak yığınlarını ayarlamak veya konut- otoyol arasındaki uygun çekme mesafelerini sağlamak içindir. Gürültüye duyarlı alan kullanımları için araziler derin tutulur (Şekil 2. 27). Uzaklık, gürültü konturlarına bağlıdır.



Şekil 2. 27 Otoyol gürültü kaynağının sırtındaki arazilerde, çekme mesafesine izin verecek biçimde daha derin ve geniş parseller düzenlenmesi [68].

Gürültüye Uyumlu Alan Kullanım Planlamasına Örnekler:

ABD- Montana Eyaleti

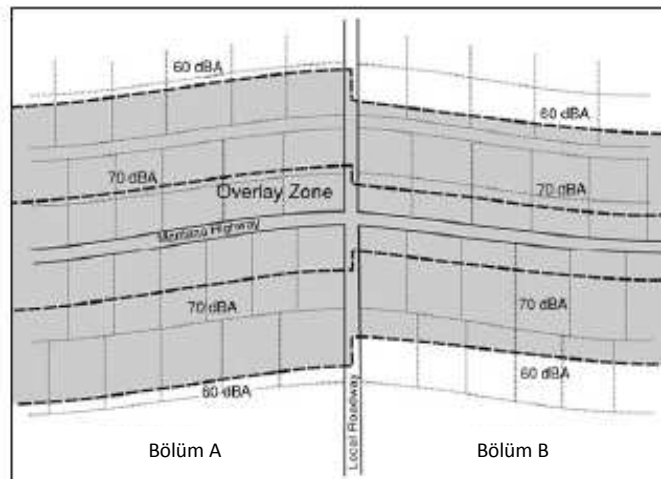
Açık alanlardaki tampon bölgeler aynı zamanda gürültüye duyarlı alan ve otoyol arasındaki uzaklığı da sağlar. Gürültüye uyumlu alan kullanım önlemleri olarak; tampon bölgede peyzaj kullanılması, çekme mesafesinin artırılması, gürültülü bölgede duyarlı alanların yasaklanması, arazi düzenlemesi, kent tasarımı, akustik bina tasarımı, gürültü engeli uygulaması, toprak yığını uygulaması yapılmaktadır.

Gürültü Konturları

Beklenen gürültü etkilerinin oluşumunu tanımlamak için, mevcut ve olası trafik verileri, araç sayısı ve hızları kullanılarak gürültü konturları geliştirilmiştir. Otoyollara bitişik gürültüye duyarlı alanları haritalamak için topografya haritası üzerinde kontur çizgileri verilir. Farklı duyarlılıktaki alan kullanımları bu konturlara göre belirlenir. Harita

üzerindeki topografik konturlar ya da gürültü konturları, otoyol kenarında gelecekteki planlama için etkili bir biçimde kullanılabilir.

Gürültü konturları; gürültüye duyarlı gelişimlerin yer almaması gereken sınırları ya da gürültüye duyarlı gelişimler için gerekli trafik gürültüsü azaltımını belirlemek için kullanılır. Örneğin; otoyol kenarındaki gürültülü bölge sınırları belirlenir ve konut alanlarının bu bölgede yer almasına izin verilmez. Ticari alan kullanımları ve uyku içermeyen kullanımlar 70- 60 dBA konturları içerisinde, herhangi bir gürültü azaltımına gerek duyulmadan yer alabilir. Aşağıdaki örnekte, A bölümünde daha çok trafik yoğunluğu, daha yüksek hız, daha çok kamyon yoğunluğu ya da bunların birleşiminden kaynaklanan, otoyoldan daha uzağa uzanan koruma bölgesi sınırı vardır (Şekil 2. 28).



Şekil 2. 28 Gürültü Konturları ve Koruma Bölgesi (Overlay Zone) Sınırları [68].

Montana Ulaştırma Bakanlığı (MDT), birçok otoyol civarı için gürültü konturlarını içeren gürültü analiz raporları hazırlamaktadır. Kontur veya gerekli çekme mesafelerini içeren bu raporlar, yerel kent/ eyalet ofislerine iletilmektedir.

Gürültü Konturlarıyla Planlama

Otoyol kenarında, gürültünün pik yaptığı periyotlarda, cam açık uyumak ya da dışarıda konuşmanın anlaşılabilirliği çok zordur. Aşağıdaki çizelge, gürültüye duyarlı aktiviteler ve yapı konstrüksiyonlarına göre gürültü standartlarını ortaya koymaktadır (Çizelge 2. 8). Örneğin; uyku aktivitesi içeren yapılarda yapı konstrüksiyonu, merkezi havalandırma sistemli ve çift camlı ise önerilen gürültü konturu yapı dışında 60 dB'dir. Bu tür alan

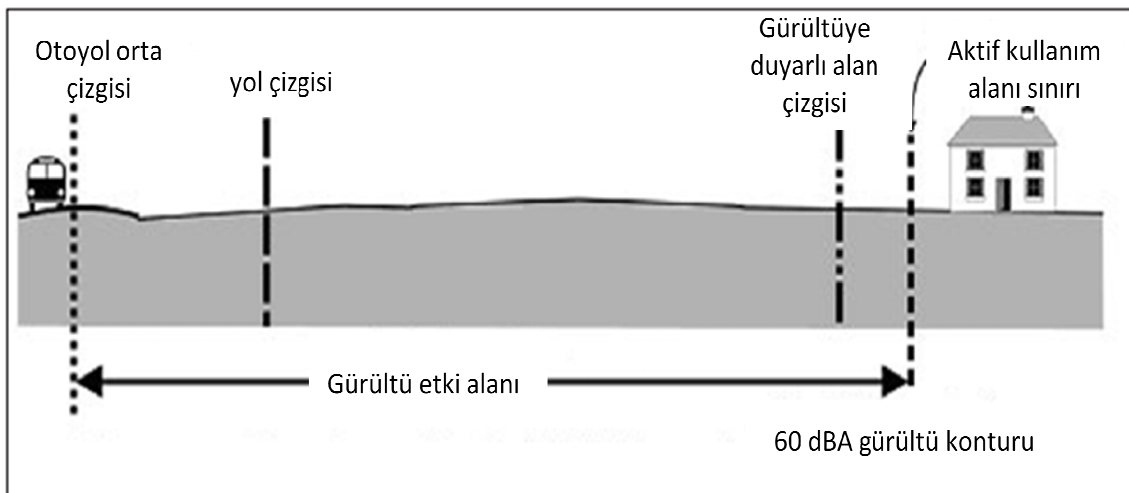
kullanımları ve yapı konstrüksiyonları; motel, otel, hastane, bakım evleridir. Konutlar için merkezi havalandırma sistemleri olamayabilir ve pencereler genellikle açıktır. Bu nedenle, 60 dB kontur çizgisi, arka bahçe ve veranda gibi dış aktif kullanım alanlarında düşer.

Çizelge 2. 8 ABD- Montana Eyaleti için gürültüye duyarlı alan kullanımlarına ilişkin gürültü standartları [68]

Alan Kullanımı	Ortam	Yapı Konstrüksiyonu	Dış Gürültü Düzeyi (max. Leq)	İç Gürültü Standartı
Rekreasyon, oyun, piknik, aktif spor alanı, park	Dış		60 dBA- aktif kullanım alanı yanında	
Konut, Otel	İç	Camlar açık, merkezi havalandırma var/yok.	60 dBA- aktif kullanım alanı yanında	40 dBA
Konut, otel, bakım evi, hastane	İç	Açılmayan çift cam, merkezi havalandırma var.	60 dBA- yapının kenarında	40 dBA
Halk buluşma yeri, okul, gündüz bakım evi, ibadet yeri, kütüphane, oditoryum	İç	Açılmayan çift cam, merkezi havalandırma var.	70 dBA- yapının kenarında	50 dBA

İç ve Dış Gürültüye Duyarlı Aktiviteler

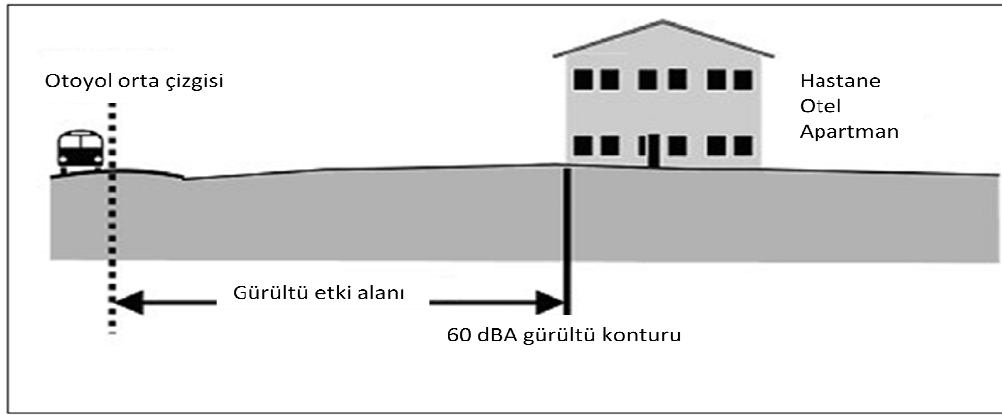
Gürültüye duyarlı alan kullanımlarında, konuşmanın anlaşılması için gürültülü düzey en yüksek 60 dBA olmalıdır. 60 dBA kontur çizgisi dış ortamdaki konuşmalar için ve iç ortamda uykunun korunması için uygundur (Şekil 2. 29).



Şekil 2. 29 Dış ve iç aktiviteler için (uyku içeren) otoyol gürültü etki alanı [68].

Yalnız İç Ortam Aktiviteleri – Uyku İçeren

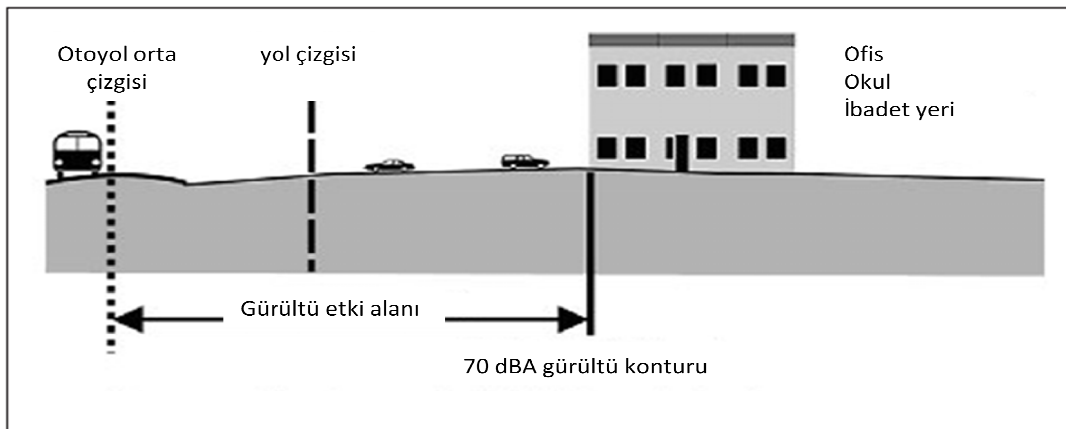
Dış kullanım yoksa ve uykunun korunması gerekiyorsa, MDT'nin önerdiği iç gürültü düzeyi 40 dBA'yı, HUD (1974)'un önerdiği gündüz- gece iç gürültü düzeyi ise 45 dBA'yı aşmamalıdır. WHO (1999)'ya göre uykuda gürültünün etkisi 30 dBA Leq (24 hr)'dan başlar. Genellikle kapalı camlar 20- 35 dBA gürültü azalımı sağladığına göre insanların uykusunun korunması için yapı kenarındaki gürültü konturunun 60 dBA olması uygundur (Şekil 2. 30).



Şekil 2. 30 Yalnız iç aktiviteler için (uyku içeren) otoyol gürültü etki alanı [68].

İç Aktiviteler – Uykuyu İçermeyen

Uyku etkinliğinin olmadığı, ancak gürültüye duyarlı ofis, okul gibi yapılarda iç gürültü max. 50 dBA olmalıdır. Dış ortamda 70 dBA Leq gürültü düzeyi varsa, kapalı pencereler iç ortam gürültü düzeyini 50 dBA'ya düşürecektir (Şekil 2. 31).



Şekil 2. 31 Yalnız iç aktiviteler için (uyku içermeyen) otoyol gürültü etki alanı [68].

Kanada- Ontario Eyaleti

Ottawa Kenti Planlama Departmanı'nın yayınlamış olduğu "Yeni Alan Kullanım Planlaması için Çevresel Gürültü Kontrol Rehberi"nde, gürültünün olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik teknikler, Montana Eyaleti'ninkine benzer şekilde açıklanmıştır [69]:

A) Kent Planlama Teknikleri

- Çekme mesafesinin artırılması,
- Gürültüye duyarlı alıcılarla ulaşım koridorları arasında tampon alanlar ve gürültüye duyarlı olmayan alanlar kullanarak özel ayrımlar oluşturulması,
- Servis yolları ve yenilikçi bina yerleşimlerinin kullanımı ile bina ve açık yaşam alanlarının yönlendirilmesi.

B) Mimari Tasarım

- Katı bina duvarlarının kullanımı,
- Pencere, balkon ve avlu (iç bahçe) yerleşimi,
- Yapı yüksekliği,
- Oda ve koridor yerleşimi.

C) Uygun Yapı Bileşeni Seçimi

- Duvar ve çatının akustik davranışı,
- Pencere ve kapı seçimi,
- Uygun havalandırma ve merkezi ısıtma sistemlerinin kurulumu (sıcak mevsimde kapı ve pencerelerin kapalı tutulması için),
- Kanallarda gürültü azaltıcı malzemeler kullanılması ve bunun dışarı açılması.

D) Gürültü Engelleri

- Topografyadan yararlanma,
- Farklı malzemelerle gürültü engeli yapımı.

Ontario Eyaleti Çevre Bakanlığı'nın hazırlamış olduğu planlama rehberinde, gürültüye uyumlu alan kullanım planlaması daha ayrıntılı ele alınarak gürültü kaynağı olarak

karayolu gürültüsünün yanı sıra “sabit gürültü kaynağı” olarak belirtilen sanayi tesisleri ile gürültüye duyarlı alan ilişkisine de yer verilmiştir.

2.2.2 Kent Planlama Aşamasında Gürültü Denetimine Yönelik Arazi Kullanımına İlişkin Önlemler

Kent planlamada gürültü etkeni konusu incelendiğinde, arazi kullanımına ilişkin önlemlerin zamanında alınmasının, gürültü denetimi açısından en etkili ve en ekonomik yöntem olduğu söylenebilir. Konuya bu açıdan bakıldığında imar kanunları, yeni gelişen bölgelerde güçlü bir bölgesel denetim olabilir, ancak mevcut arazi kullanımları üzerinde denetim gücü sınırlıdır. Bu nedenle, kent planlama aşamasında alınacak kararlar büyük önem taşır.

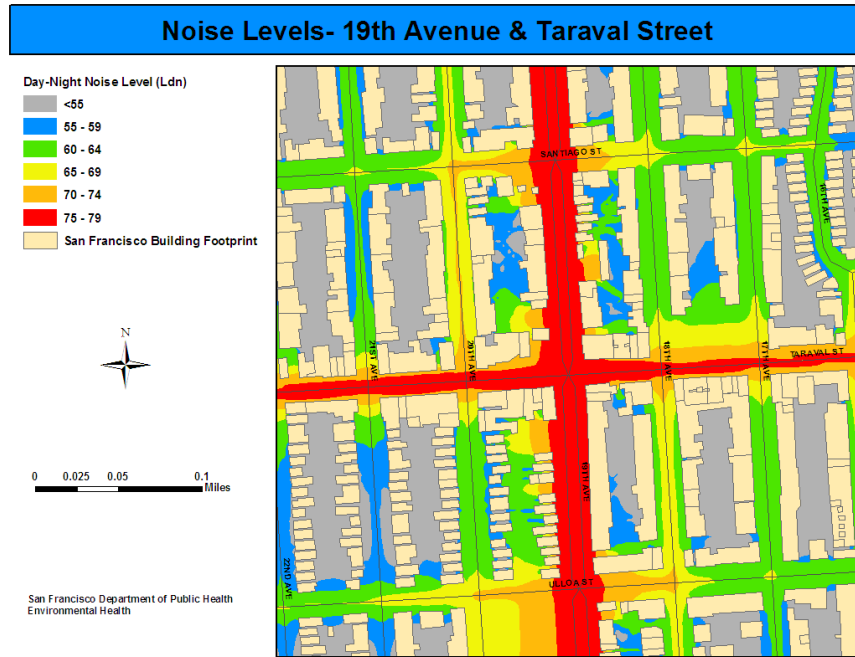
- Gürültünün yoğun olduğu alanlarda sanayi ve tarıma ilişkin kullanımlara izin verilip konut gibi gürültüye hassas yapılara izin verilmemesi, en önce alınacak karar olmalıdır.
- Yapı yüksekliği, tampon şeritler, gürültü engelleri, ses yalıtımları gibi gelişmiş tasarım ve inşaata yönelik detayların olduğu yönetmelikler genellikle gürültü denetiminde etkilidir.
- Küme ya da planlanmış birimlerden oluşan yeni bir imar biçimi geliştirilebilir.

Belediyenin yaptırımları da gürültü denetiminde etkindir:

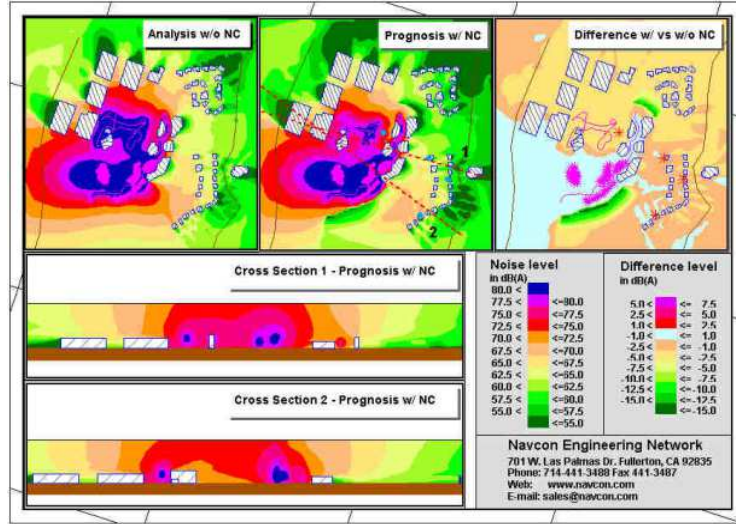
- Ses yalıtımı, pencere detayları ve yapı içinde kabul edilebilir gürültü düzeyi değerlerinin belirtildiği bir yapı yasası olmalı,
- Yerel kanunlar, yapı kullanılmadan önce binanın oturulabilir olmasıyla ilgili izin gerektirmelidir. Bu iznin, ancak yapı, imar, sağlık yasalarına uyulduğu takdirde verilmesi sağlanmalıdır. Bu, son derece etkili bir uygulama mekanizması olabilir.
- İmar ya da genel belediye yönetmeliklerinin bir parçası olarak, yapılacak her yapının yerinin yeniden incelenmesi için özel bir izin prosedürü geliştirilmelidir. Böylece her bölgenin değerinin değerlendirildiği ve yapı izninin verilip verilmeyeceğine bir idari organ karar verir. İnceleme kurulunun keyfi kararlarına tabi olma durumunun vermiş olduğu dezavantajın oluşmaması sağlanır.

2.2.3 Kent Planlamada Gürültü Etkeni Konusunda, Yasa ve Yönetmelikler Dışında, Günümüze Değın Yapılan Çalışmaların Araştırılması

Gürültüye duyarlı yapı işlevlerinin (konut, otel, okul, hastane gibi) yer aldığı yerleşim bölgelerinin, trafik, sanayi ve açık hava etkinlikleri gibi gürültü kaynaklarından ne kadar uzakta konumlandırılmasının gerektiğı, bu uzaklıkların sağlanamadığı durumlarda diğer önlemlerin (gürültü duvarı gibi) neler olabileceğı, gürültünün kent planlamasında bir tasarım ölçütü olarak değerlendirilmesi ile ilgili, günümüze değın ayrıntılı bir çalışma yapılmamıştır. Çalışmalar ağırlıklı olarak, belli bir bölgenin gürültüden etkilenmesinin değerlendirilmesine yöneliktir. Örneğın Şekil 2. 32’de San Francisco trafik gürültü modeli yer almaktadır. 2007 yılında güncellenen model, özellikle 60 Ldn’yi aşan alanların tanımlandığı, her sokağın gürültü düzeyini gösteren gürültü haritasıdır. San Francisco Yapı Yasası’na göre, iç ortam gürültü düzeyinin 45 dBA’yı aşmaması için 60 Ldn’yi aşan bölgelerde yapılacak olan yapıların yalıtılması ve yapı kabuğunda uygun önlemlerin alınması gerekmektedir. Şekil 2. 33’te ise, Türkiye’de henüz bir örnek modellemesi bulunmayan, A.B.D.’de yer alan bir eğlence merkezinin gürültü haritası yer almaktadır. Her iki örnek de gürültü sorununun kent planlama ölçeğinde ele alınmasının önemini açıkça ortaya koymaktadır.

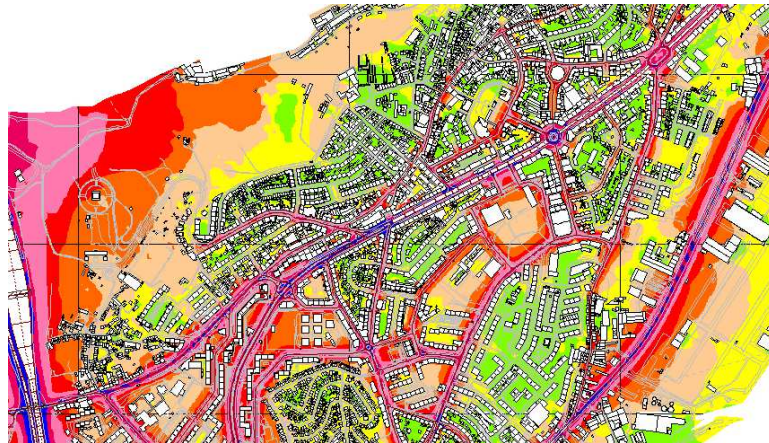


Şekil 2. 32 San Francisco trafik gürültü modeli

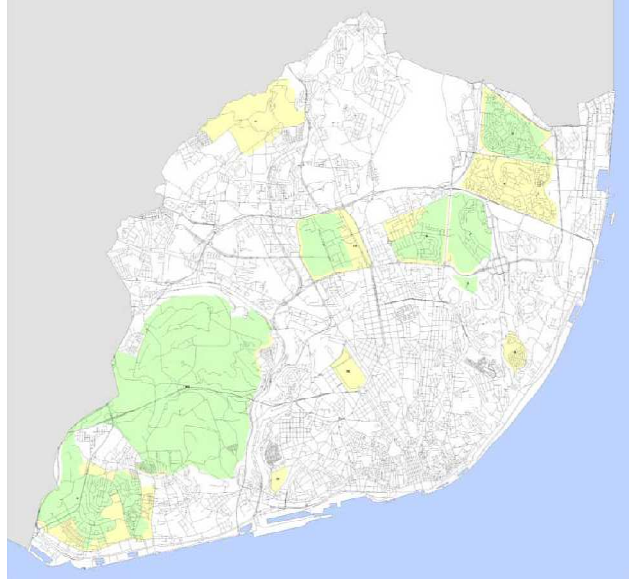


Şekil 2. 33 A.B.D.'de yer alan bir eğlence merkezinin gürültü haritası

Kent ölçeğinde yapılmış olan örnek çalışmada, Almada kentinin bir bölümünün gürültüden etkileniminin ortaya konduğu gürültü haritası Şekil 2. 34'te verilmiştir. Şekil 2. 35'te ise Lizbon kenti için yapılmış olan gürültü bölgeleme çalışmasına yer verilmiştir. Burada, kentin gürültülü ve sessiz alanları farklı renklerle ifade edilerek yeni yapılacak yerleşimlerin uygun yerlerinin belirlenmesinde bu haritanın göz önünde bulundurulması gerekliliğinden söz edilmiştir. Gürültüye en duyarlı alan olan yeşil bölgeler için kabul edilebilir gürültü düzeyi L_{den} 55 dBA, L_n 45 dBA; gürültüye duyarlılığı orta düzeyde olan sarı bölgeler için L_{den} 60 dBA, L_n 50 dBA; gürültüye duyarlılığı daha düşük olan beyaz bölgeler içinse L_{den} 65 dBA, L_n 55 dBA olarak belirlenmiştir. Bu haritanın, gürültü düzeylerine göre üç farklı bölgeye ayrılmış olması ve sanayi gibi yüksek gürültülü alanların düşünülmemesinin büyük bir eksiklik olduğu sonucuna varılmıştır [70].

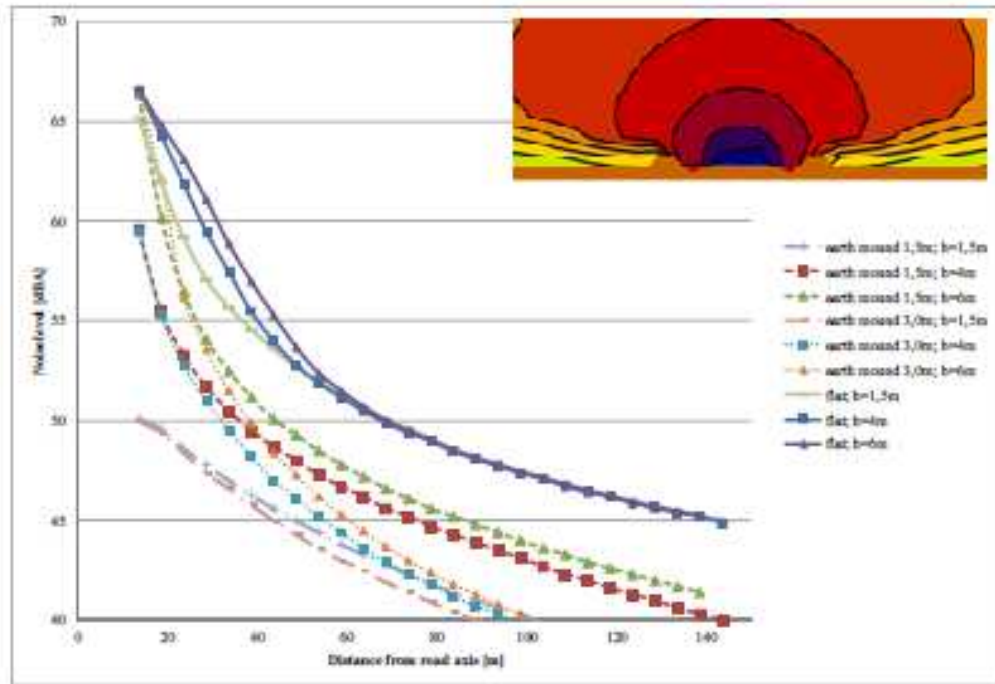


Şekil 2. 34 Almada Kenti için yapılan L_{den} gürültü haritası örneği



Şekil 2. 35 Lizbon Kenti'nin gürültü bölgeleme şeması, alan kullanımında gürültüye duyarlılık: yeşil: yüksek, sarı: orta, beyaz: düşük [70]

Yapı yerleşimlerine ilişkin bir başka çalışma da, transit yol çevresindeki yapı yerleşimlerinin gürültü haritaları kullanılarak tasarlanması ile ilgilidir. Bu çalışmada, gürültü engelleri olarak toprak yığınları seçilmiş ve yoldan geçen düşey kesitler incelenerek arazinin düz olması ve şevli olması durumlarında gürültü düzeylerinin uzaklığa bağlı değişimleri incelenerek grafiklerle sunulmuştur (Şekil 2.36).



Şekil 2. 36 Çeşitli yükseklikteki toprak yığınlarının gürültü yayılımına etkisi [71]

Alan kullanımında gürültü etkeninin olduğu ulaşılabilen çalışmalar incelendiğinde bazı eksikliklerin olduğu görülmektedir. Örneğin, bu çalışmalarda görülen ortak bulgu, ayrıntıya inmeden, genel hatlarıyla gürültü bölgelemesi yapılan yerlerde uygun yapıların yerleştirilmesi ve gürültülü alanların gürültüye duyarlı alanlardan uzağa yapılması yönündedir. Kent planlamada gürültülü alan- gürültüye duyarlı alan arasındaki uzaklık ayrımının belirgin bir biçimde yapılmadığı, insanların trafik gürültüsünden rahatsız olmamaları için yapıların yoldan ne kadar uzakta yapılmasına ilişkin ayrıntılı bir çalışma yapılmadığı tespit edilmiştir. Avrupa Birliği'ne uyum sürecinde olan ülkemizde ise bu konudaki çalışmaların henüz çok yetersiz olması, sorunun daha da büyümesine yol açmaktadır. Gerek uluslararası alanda bu konudaki eksiklikler, gerekse ülkemizde konunun planlama kararlarında hemen hiç değerlendirmeye alınmaması, bu tez sonuçlarından ulusal ve uluslararası ölçekte önemli ölçüde yararlanılabileceğinin göstergesidir.

2.2.4 Karayolu Kaynaklı Gürültünün Araştırılması

Nüfus artışıyla birlikte motorlu taşıt trafiğinin de artması, bununla birlikte toplu taşımanın teşvik edilmemesi ve demiryolu taşımacılığının altyapısının yeterince olmaması, ülkemizde karayolu gürültüsünün en etkin gürültü kaynağı haline gelmesine neden olmuştur. Bu nedenle, bu çalışmada gürültü kaynağı olarak karayolu gürültüsü ele alınmıştır.

Karayolundaki taşıtların hareket etmesini sağlayan itme gücünü taşıt, yakıt enerjisini mekanik enerjiye çevirerek sağlamaktadır. Bu enerji harekete dönüşürken, parçaların hareketi ve yanma olayından dolayı gürültü meydana gelmektedir. Bu bağlamda her taşıt, noktasal bir gürültü kaynağı iken, akan trafikteki taşıtlar çizgisel kaynak oluşturur.

Karayolu kaynaklı gürültüyü etkileyen etmenler:

1. Yol ekseninden olan uzaklık: Yol ekseninden uzaklaştıkça, gürültü düzeyinde azalma görülür. Gürültü kaynağı ile yapı arasındaki uzaklığın artırılması, konutlardaki gürültü düzeyinin azaltılması için en iyi seçenektir. Uzaklığı iki kat artırmak, karayolu için 3- 5 dB (yerin yansıtma yapısına bağlı olarak) azaltım sağlar.

2. Taşıtın türü ve sınıfı: Gürültü emisyonu açısından taşıtlar 3 grupta toplanabilir:

a. Hafif taşıtlar: Otomobiller, kamyonetler ve ağırlığı 3000 kg'dan az iki akslı ticari taşıtlar.

b. Orta taşıtlar: Boş ağırlığı 3000 kg'dan fazla ve iki akslı ticari taşıtlar, otobüsler.

c. Ağır taşıtlar: Üç ya da daha çok akslı tüm taşıtlar.

3. Trafik Koşulları: Bir trafik akımında taşıt hareketleri, gürültüyü şu şekilde etkilemektedir:

a. Akım Cinsi: Karayolunda, serbest ve serbest olmayan trafik akımı vardır. Serbest trafik akımı, uzun mesafede sabit hız ve hacme sahip olduğundan dolayı bu tür akımlarda değerlendirme yapmak kolaydır. Serbest olmayan trafik akımında ise trafik ışıkları nedeniyle duraklamalar ve yığılmalar olur ki bu tür akımlarda hız ve yoğunluktaki değişimler, değerlendirme yapmayı zorlaştırır.

b. Trafik Hacmi: Bir trafik akımındaki taşıt sayısı, karayolu gürültüsünü doğrudan etkileyen etmenlerdendir.

c. Ortalama Trafik Hızı: Bir trafik akımının ortalama hızı, gürültü düzeyini önemli ölçüde etkiler. Ancak bu etkileşim oldukça karmaşıktır, çünkü özellikle düşük hızlarda taşıtın kendi gürültü kaynaklarına bağlı çok sayıda değişken vardır. Bu da taşıtın türüne göre değişiklik gösterir. Gürültü artışı, farklı tür araçların hızına bağlı olarak 10- 15 dBA'ya kadar değişebilmektedir.

d. Ağır Taşıt Yüzdesi: Bir trafik akımında, farklı türdeki taşıtlar karışık biçimdedir ve ağır taşıt yüzdesine bağlı olarak gürültü düzeyinde de artış görülmektedir. Yapılan araştırmalar gösteriyor ki, şehir içi trafiğinde düzensiz trafik akışı, 4- 10 dBA'lık artışa neden olurken trafik ışıklarının kırmızıdan yeşile geçişinde bu artış 18 dBA'ya kadar çıkabilmektedir [72].

4. Yatay kurplar, virajlar ve kesişmeler,

Virajlarda hız azalacağı için gürültünün de azalacağı düşünülebilir. Ancak, virajlarda fren yapmak, vitesi düşürmek gürültüyü daha da artırmaktadır.

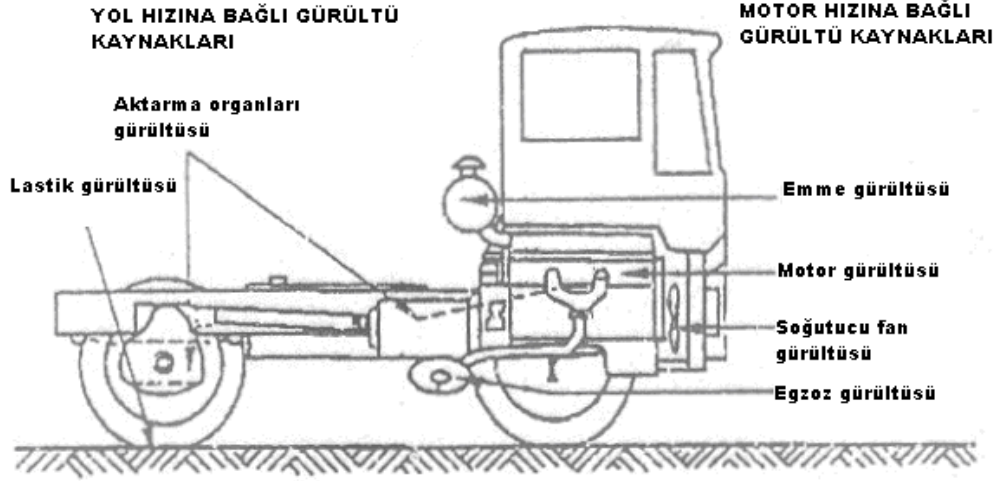
5. Araç tasarımında kullanılmış olan gürültü kontrol önlemlerinin nicelik ve nitelikleri,

6. Aracın mekanik durumu (aşınmalar, susturucu durumu, motor ayarları, v.b.),
7. Aracın çalışma şartları,
8. Lastik türü,
9. Yol yüzeyinin durumu,
10. Yol genişliği ve şerit sayısı,
11. Yol eğimi,
12. Yol altyapısı,
13. Zemin etkisi,
14. Havanın etkisi,
15. Gürültünün yayılmasını engelleyen şartlar.

Yukarıda açıklandığı gibi, karayolu gürültüsünü etkileyen etmenlerin çokluğu ve karmaşık oluşu, değerlendirme yapmayı zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, çalışmada değerlendirmeye alınacak çizgisel kaynakların, serbest trafik akımına sahip yani sabit hız ve hacimde olduğu kabul edilmiştir.

Karayolu Gürültü Kaynakları

Hareket halindeki bir taşıtın gürültüsü; güç birimi (motor, emme ve egzoz), soğutucu fan, aktarma organları, lastik- yol gürültüsü, frenler, askı düzeni ve gövdeden gelen seslerin toplamını oluşturmaktadır. Taşıt gürültü kaynaklarının en önemlileri; motor, egzoz ve lastik-yol gürültüleridir.



Şekil 2. 37 Taşıtlarda gürültü kaynakları [73]

a. Motor Hızına Bağlı Trafik Gürültüsü: Farklı araç tiplerinin oluşturduğu gürültülerin asıl kaynakları, araç tipine ve çalışma koşullarına bağlıdır. Küçük taşıtlar için küçük vites kademelerinde gidilen düşük hızlarda (motor devri yüksek) motor en belirleyici gürültü kaynağı olurken, büyük vites kademelerinde gidilen yüksek hızlarda (motor devri düşük) ise lastik gürültüsü artarak motor ve aktarma organlarının etkisinin üstüne çıkar ve en belirgin gürültü kaynağı haline gelir. Dizel motorlu büyük kamyonlarda ise motor, egzoz ve soğutucu fan gürültüleri çok daha belirgin etkiye sahiptirler ve yüksek hızlarda lastik gürültüsü belli bir etkiye sahip olabilir [73].

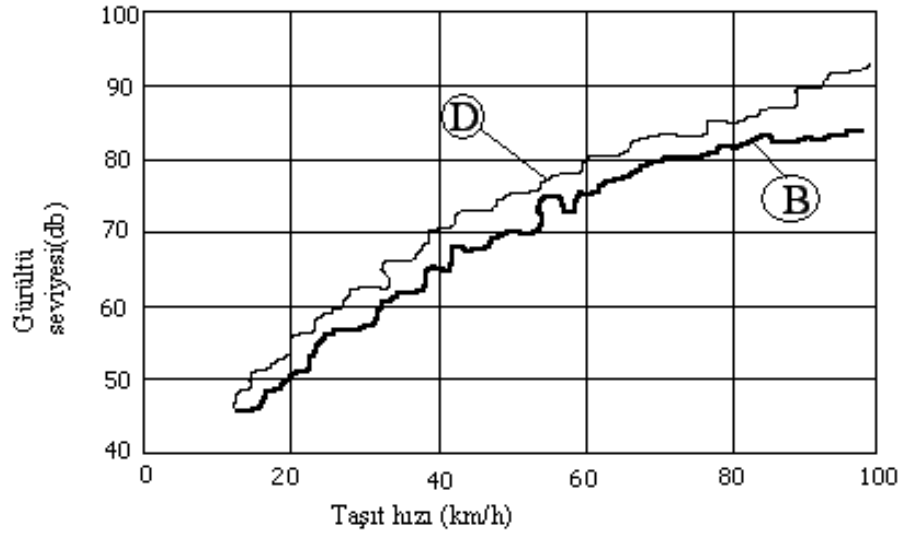
b. Yol Hızına Bağlı Trafik Gürültüsü:

Yol ile lastik arasında gürültü oluşumuna neden olan oldukça karmaşık ilişkiler bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri sıralanacak olursa, lastik gürültüsünü etkileyen parametreler; lastik özellikleri, yol kaplaması ve çalışma şartları olarak üç başlık altında toplanabilir.

c. Lastik Özelliklerinin Etkisi

Lastiğin dayanıklı olmasını sağlayan bir takım özellikler, lastiğin performansını yükseltirken bünyesinde oluşturduğu gürültü emisyonunu da zaman zaman ters yönde etkilemektedir.

Şekil 2. 38’de farklı temas yüzeyi sertliğine sahip iki lastiğin ses basınç düzeylerinin karşılaştırılmaları verilmiştir. D lastiği B’ye göre daha serttir. Görüldüğü gibi, malzemenin sertliğinin azaltılması gürültü düzeyini düşürmektedir.

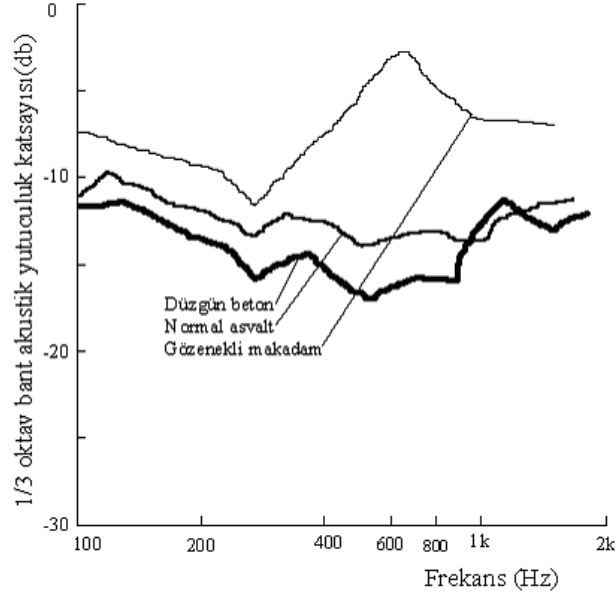


Şekil 2. 38 Farklı temas yüzeyi sertliğine sahip iki lastiğin gürültü seviyelerinin hıza bağlı olarak karşılaştırılmaları [73].

Yol kaplamasının pürüzlülük ve gözeneklilik miktarı, hem gürültü oluşum mekanizmaları üzerinde hem de akustik yutuculuk üzerinde etkili olmaktadır. Dolayısıyla, kullanılan lastiğin özelliklerine bağlı olarak, toplam gürültü düzeyine etkisi çok değişken olabilmektedir.

d. Yol Kaplamasının Etkisi

Yol kaplamasının pürüzlülük ve gözeneklilik miktarı, gerek gürültü oluşum mekanizmaları üzerinde gerekse akustik yutuculuk üzerinde etkili olduğu için kullanılan lastiğin özelliklerine bağlı olarak, toplam gürültü düzeyine etkisi çok değişken olabilmektedir. Akustik yutuculuğu yüksek olan gözenekli yüzeyler daha sessiz olurken beton yüzeyler, akustik yutuculuğunun düşük olması nedeniyle gürültünün oluşumunda etkilidir. Şekil 2. 39’da özel bir kaplama olan gözenekli makadam ile normal asfalt ve düzgün beton yüzeylerinin, farklı frekanslarda elde edilen akustik yutuculuk katsayılarının karşılaştırılmaları verilmiştir.



Şekil 2. 39 Farklı yüzey kaplamaları üzerinde dik geliş için akustik yutuculuk kat sayıları [73].

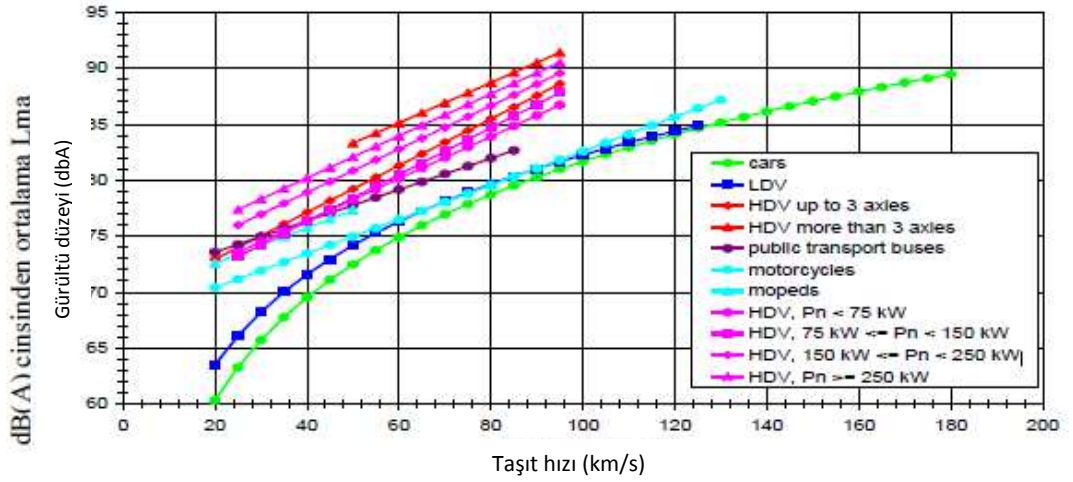
e. Aracın Çalışma Şartlarının Etkisi

Lastik gürültüsünü etkileyen parametrelerden biri olan aracın çalışma şartları ise taşıt hızı, ivmelenme, tekerlek yükü, lastik basıncı ve ıslaklığa bağlıdır.

Sabit hızda serbest geçiş yapan bir taşıtın ölçülen maksimum gürültü düzeyiyle taşıt hızı arasındaki bağıntı, aşağıdaki gibidir:

$$LA_{max} = A + B \log 10 V$$

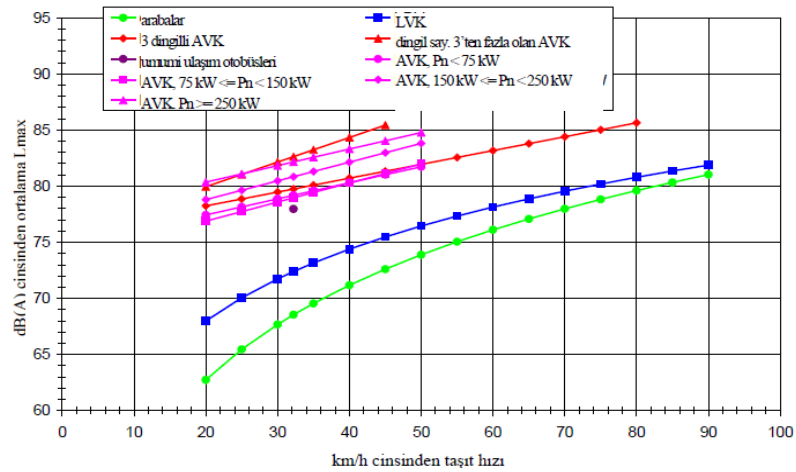
Burada LA_{max} maksimum lastik gürültü düzeyi (dbA), V taşıt hızı (km/h), A ve B ise taşıt, lastik ve yol kaplaması özelliklerine bağlı sabit değerlerdir. Yapılan araştırmalarda taşıt hızı her iki katına çıkarıldığında toplam gürültü düzeyi, lastik ve yol kaplaması özelliklerine bağlı olarak 9 dbA ve 13 dbA arasında artmaktadır [73]. Şekil 2. 40'ta serbest akan trafikte hıza bağlı ortaya çıkan farklı taşıt türlerinin emisyonları gösterilmektedir.



Şekil 2. 40 2001 / 2002 yıllarında Almanya'nın serbest akan trafiğindeki farklı motorlu taşıtların hızlarına bağlı olarak maksimum geçiş gürültü seviyesi [74]

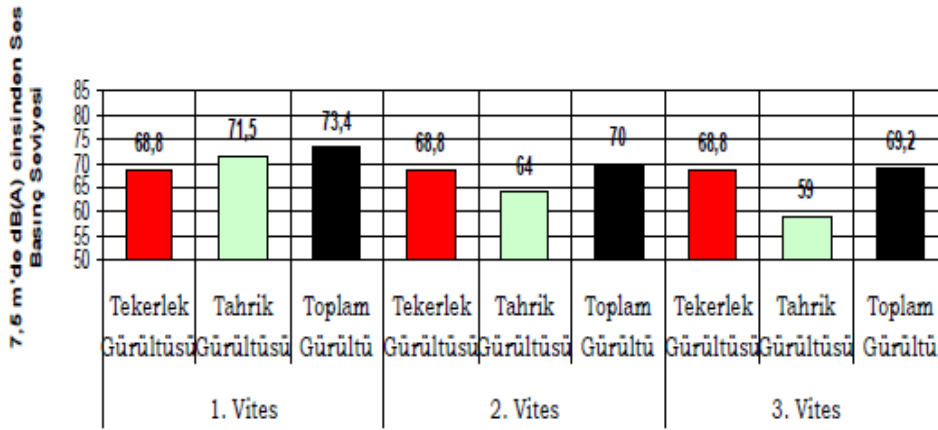
Burada dikkate alınması gereken konu, en gürültülü kamyon modellerinin (üç akisten fazlasına sahip olan) emisyonlarının, otomobillerin emisyonlarından yaklaşık olarak 10 dB(A) daha yukarıda yer almasıdır. Bu kamyonların oranı % 10'un üzerinde ise toplam gürültü düzeyini etkilemektedirler. Bu demek oluyor ki, böyle durumlarda öncelikli olarak kamyon emisyonlarının azaltımı gerekir.

Taşıtın ivmelenmesi sırasında temas yüzeyinde oluşan kayma ve farklılaşan temas yüzeyi etkileşimi sonucunda lastik-yol gürültüsünde bir artış görülmektedir. Ancak bu gürültü artışının miktarı bazı araştırmalara göre 6-10 dB arasında verilirken diğer bazı çalışmalarda bu miktar 2,1- 4,5 dB arasındadır [73]. Şekil 2. 41, hızın artırılması durumunda ortaya çıkan emisyonları göstermektedir.



Şekil 2. 41 2001 / 2002 yıllarında Almanya'da hızlanma durumunda farklı motorlu taşıtların hızlarına bağlı olarak maksimum geçiş gürültü düzeyi [74].

Şekil 2. 42, ortalama bir yol kaplaması üzerinde serbest akan trafikte hızı 50 km’de olan otomobillerdeki motor işletme ve tekerlek gürültüsünün bileşimini göstermektedir. Burada 2. ve 3. viteslerdeki tekerlek gürültüsünün daha baskın olduğu ve bu yüzden bu taşıt kategorisinin hızının öncelikli olarak düşürülmesi gerektiği hemen fark edilmektedir. Tekerlek gürültüsü azaltıldığında bu sefer de motor işletme gürültüsü ağır basmaktadır. Ortalama işlerlik durumlarında tekerlek gürültüsü ağır bassa da, motor işletme gürültülerini daima göz önünde bulundurmak gerekir. Motor işletme gürültüsü, 12,5 dB(A) civarında artırılan vites sayısına bağlı olarak düşer, bu yüzden şu konu önemli bir not olarak verilebilir: Mümkün olduğunca erken vites değiştirmeli ve araç mümkün olduğunca yüksek viteste sürülmelidir [74].



Şekil 2. 42 Farklı vites seçiminde serbest akan trafikte hızı 50 km’de olan otomobillerdeki Motor işletme ve tekerlek gürültüsünün bileşimi [74].

Tekerlek yükü, lastik basıncı ve ıslaklığa bağlı gürültü düzeyindeki artış ise oldukça azdır.

Karayolu Kaynaklı Gürültüyü Azaltmaya Yönelik Önlemler

Karayolu gürültüsünü azaltmaya yönelik önlemler, “Kaynakta alınacak önlemler” ve “Çevrede alınacak önlemler” olmak üzere iki başlık altında toplanabilir [75]:

Karayolu Kaynaklı Gürültüyü Azaltmaya Yönelik Önlemler

Kaynakta Alınacak Önlemler

1. Taşıtlarda önlem
 - a. Motor ve motor kılıfında
 - b. İletimde, fan ve soğutma sistemlerinde
 - c. Egzoz ve lastiklerde sessizleştirme
2. Trafik akımında önlem
 - a. Hacim sınırlandırması
 - b. Motosiklet ve ağır taşıt kullanımının kontrolü
 - c. Hız kontrolü
 - d. Serbest akımın sağlanması
 - e. Trafiğin yeniden düzenlenmesi
3. Yolda önlem
 - a. Uygun yüzey kaplaması
 - b. Uygun eğim
 - c. Uygun kurp yarıçapı verilmesi
 - d. Yol seviyesinin çökertilmesi
 - e. Tünel yapımı

Çevrede Alınacak Önlemler

1. Kent planlama
 - a. Yola olan uzaklığın belirlenmesi
 - b. Tampon alanların bırakılması
 - c. Mevcut yolların kenarına gürültü engelleyici yapıların kullanılması
 - d. Yapıların otoyollara göre en uygun biçimde konumlandırılması
2. Gürültü engellerinin tasarımı
 - a. Topografyadan yararlanma
 - b. Farklı malzemelerle gürültü engeli yapımı
3. Mimari tasarım
 - a. Odaların yerleşimi
 - b. Yapıların şekil ve yönelimi
4. Yapı elemanı tasarımı
 - a. Dış yapı elemanında uygun malzeme seçimi

2.2.5 Genel Değerlendirme

Özellikle büyük kentlerde gürültü düzeyi oldukça yüksek olup, Dünya Sağlık Örgütü'nce belirlenen değerlerin üzerindedir. 2007 yılı sonuna kadar tamamlanan gürültü haritalarından edinilen bilgiye göre; günümüzde, gündüz saatleri için kabul edilebilir düzey olan 55 dBA'nın üzerindeki gürültüden, Avrupa ülkelerinde yaşayan 70 milyon üzerinde kişinin karayolu, 9 milyon üzerinde kişinin trenyolu, 3 milyon üzerinde kişinin havayolu, 1 milyon üzerinde kişinin de sanayiden kaynaklanan gürültüden etkilendiği ortaya konmuştur [76]. Gürültüden etkilenmenin bu denli büyük boyutlara ulaşması, konuya ilişkin çalışmaların önemini daha da arttırmaktadır. Devam etmekte

olan gürültü haritalama ve eylem planları kapsamında, alan kullanımına yönelik daha ciddi yaptırımlar getirilmesi, gürültünün özellikle gelecek yıllarda olumsuz etkilerinin artarak devam etmesinin önlenmesi açısından gerekli görülmektedir.

Hazırlanan gürültü haritalarına dayanarak ve gelecekte olması beklenen gürültü düzeylerine göre, gürültülü alanlar ile gürültüye duyarlı alanlar birbirinden ayrılmalıdır. Arazi kullanım planlaması doğru bir biçimde yapıldıktan sonra, yeni yerleşimler için, en yaygın gürültü kaynağı durumunda olan karayolu gürültüsüne göre yapıların yoldan olması gereken uzaklıkları belirlenmeli ve imar planları, gürültünün de etkisi düşünülerek hazırlanmalıdır. Mevcut ve yeni yerleşimler için yine gürültü haritalarına dayanarak, gerekli yerlere gürültü engelleri uygulanmalıdır.

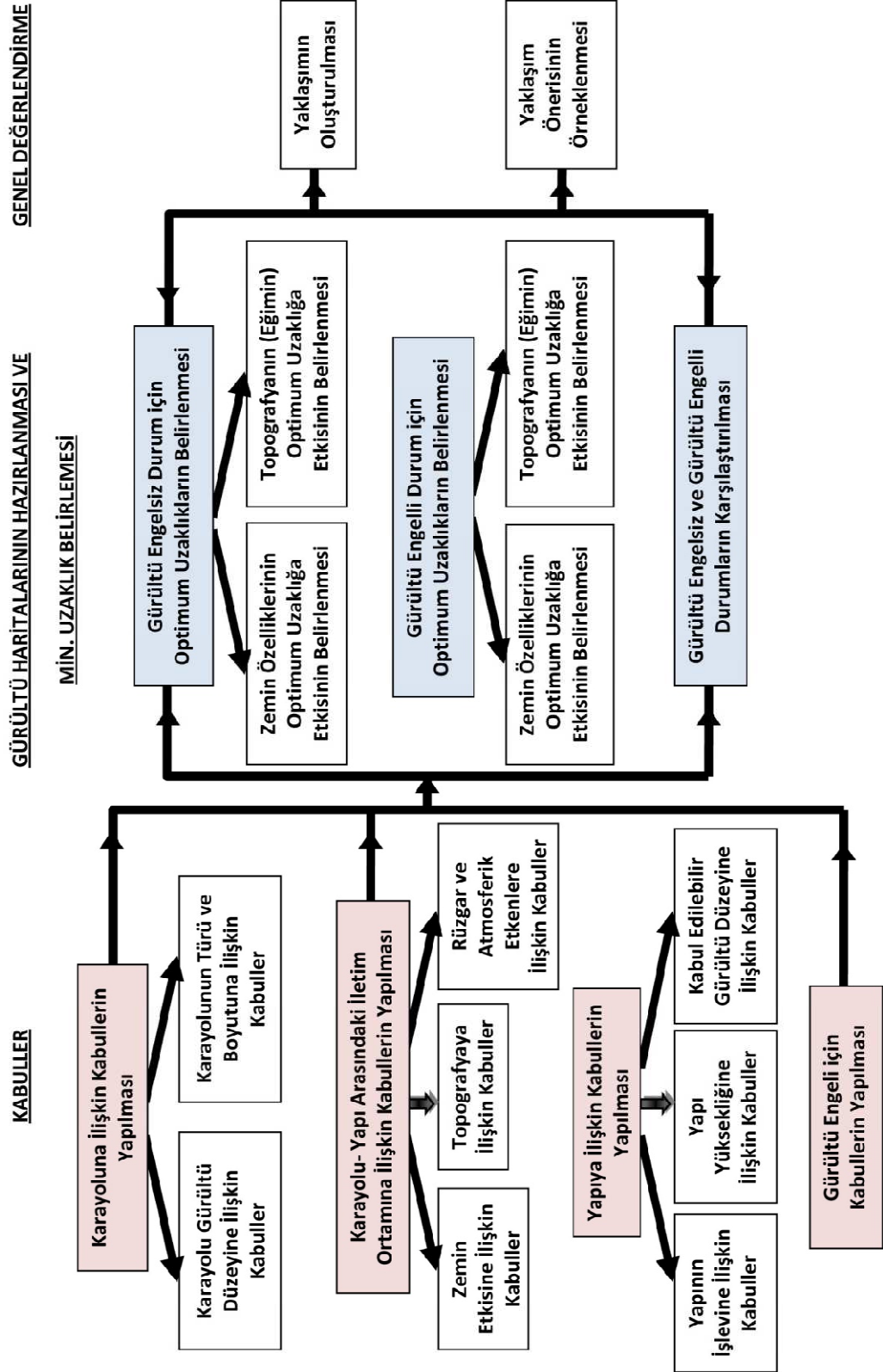
Ülkemizdeki imar yönetmeliklerinde, yol- yapı arasındaki olması gereken çekme mesafeleri incelendiğinde, gürültü açısından yetersiz geldiği görülmektedir. Kabul edilebilir düzeylerin çok üstünde bulunan yerleşim alanlarına yapılan yapılarda da gürültü engeli olmadan ya da yapı kabuğunda önlem almadan bir çözüme ulaşmak olası değildir. Bu nedenle, yolun gürültü düzeyine göre çekme mesafelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Gerekli yol- yapı uzaklığının sağlanamadığı alanlarda da gürültü engeli uygulaması ile uzaklık belirlemesi yapılmalıdır.

Gürültü denetimine yönelik, imar yönetmelikleri için veri oluşturabilmesi adına, karayolu- yapı arasındaki optimum uzaklıklarla ilgili çalışmaların literatürde yeterince yer almamış olması, bu çalışmanın yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Çalışmada; gürültü bölgesi ve yerleşim alanına ilişkin birtakım kabuller yapılarak, kesit gürültü haritaları yardımı ile minimum uzaklık belirlemeleri yapılacak, bu uzaklıklar, gürültü engeli uygulaması ile bulunan minimum uzaklıklarla karşılaştırılacak ve formüllerle kullanıcılara sunulacaktır.

GÜRÜLTÜNÜN, KENT PLANLAMADA TASARIM ÖLÇÜTÜ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK KOŞULLARIN SAPTANMASI

3.1 Gürültünün, Kent Planlamada Tasarım Ölçütü Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Koşulların Saptanmasında İzlenecek Yaklaşımın Açıklanması

Bu çalışmada, yapıların etkilendiği karayolu gürültüsünün, kabul edilebilir düzeyi aşmaması için planlama aşamasında alınacak kararları doğrudan etkileyecek olan arazi kullanım planlaması için gürültülü alan-gürültüye duyarlı alan ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, kesit gürültü haritalarından yararlanılarak, farklı koşullara göre karayolu ile yapı arasında gereken minimum uzaklıklar belirlenecek, bunun yanı sıra gürültü engeli uygulaması durumunda bu uzaklığın ne oranda azaldığına yönelik çalışmalar da yapılacaktır. Çalışmada izlenen sürecin adımları Şekil 3.1’de yer almaktadır.



Şekil 3.1 Yaklaşımın akış şeması

Çalışmada izlenen yöntemin adımları aşağıda yer almaktadır:

1.Yaklaşımda Değerlendirmeye Alınacak Gürültü Bölgesine ve Yerleşim Alanına İlişkin Kabullerin Yapılması

-Karayoluna İlişkin Kabullerin Yapılması

- Karayolu Gürültü Düzeyine İlişkin Kabullerin Yapılması,
- Karayolunun Türü ve Boyutuna İlişkin Kabullerin Yapılması.

-Karayolu- Yapı Arasındaki İletim Ortamına İlişkin Kabullerin Yapılması

- Karayolu- Yapı Arasındaki Zemin Etkisine İlişkin Kabullerin Yapılması,
- Karayolu- Yapı Arasındaki Zeminin Topografyasına İlişkin Kabullerin Yapılması,
- Rüzgar ve Atmosferik Etkenlere İlişkin Kabullerin Yapılması.

-Yapıya İlişkin Kabullerin Yapılması

- Yapının İşlevine İlişkin Kabullerin Yapılması,
- Yerleşim Alanındaki Yapıların Yüksekliklerine İlişkin Kabullerin Yapılması,
- Kabul Edilebilir Gürültü Düzeylerine İlişkin Kabullerin Yapılması.

-Gürültü Engeli için Kabullerin Yapılması

2.Gürültü Engelsiz Durum için Optimum Uzaklıkların Belirlenmesi

-Engelsiz Durum için Zemin Özelliklerinin Optimum Uzaklığa Etkisinin Belirlenmesi,

-Engelsiz Durum için Topografyanın (Eğimin) Optimum Uzaklığa Etkisinin Belirlenmesi.

3. Gürültü Engelli Durum için Optimum Uzaklıkların Belirlenmesi

-Engelli Durum için Zemin Özelliklerinin Optimum Uzaklığa Etkisinin Belirlenmesi,

-Engelli Durum için Topografyanın (Eğimin) Optimum Uzaklığa Etkisinin Belirlenmesi.

4. Gürültü Engelsiz ve Gürültü Engelli Durumların Karşılaştırılması

5. Optimum Uzaklıkların Yapı Yüksekliğinden Etkilenme Durumunun Saptanması

6. Genel Değerlendirme ve Yaklaşım Önerisi

7. Yaklaşım Önerisinin Örneklenmesi

Yukarıda açıklanmış olan adımlar doğrultusunda yapılmış olan bu çalışma, gürültü açısından sağlıklı planlama kararlarının alınmasında, ülkemizde henüz başlatılmamış bir çalışmaya öncülük edecektir. Gürültüye ilişkin ulusal ve uluslararası standart ve yönetmeliklerde, yaptırımlar, alan kullanımına bağlı olarak aşılmaması gereken gürültü düzeylerinin sınırlandırılması konusunda ağırlık kazanmaktadır. Bu çalışma, günümüze değin yapılmış olan çalışmalardan farklı olarak, imar yönetmeliklerindeki gürültü kaynağı-yapı ilişkisine yönelik eksikliklerin giderilmesine zemin hazırlayacaktır. Bir başka deyişle, gürültü kaynağı-yapı arasındaki olması gereken minimum uzaklıkların belirlenmesi ve formüle edilmesi ile yeni gelişim bölgelerinde yapılacak olan imar planlarının daha bilinçli, gürültünün olumsuz etkilerini en aza indirecek nitelikte yapılmasına olanak sağlayacaktır.

Bu çalışmanın en büyük yararı ise, ulusal alanda olduğu gibi, uluslararası alanda da bir eksikliğin kapatılmasına öncülük edebilmesi olacaktır.

3.2 Yaklaşımda Değerlendirmeye Alınacak Gürültü Bölgesine ve Yerleşim Alanına İlişkin Kabullerin Yapılması

Gürültü sorununa kent planlama ölçeğinde bakıldığında, yapı dışı gürültüsünü oluşturan kaynaklar, trafik-taşımacılık gürültüsü, sanayi gürültüsü ve açık hava etkinliklerinden kaynaklanan gürültüler olarak gruplandırılabilir. Söz konusu çevresel gürültüler, dış mekanlardaki kullanım alanlarını olumsuz etkilemekte, kimi zaman yapı kullanıcıları açısından işitsel konforu bozacak düzeylere ulaşmaktadır. Kent planlamada gürültülü alan- gürültüye duyarlı alan ayrımının iyi yapılması, yani sessiz olması gereken yapı gruplarının (konut, otel, hastane, okul vb) ve dinlenme alanlarının (park, bahçe vb) trafik, açık hava etkinlikleri (stadyum, lunapark vb.) ve sanayi gürültüsünden uzakta konumlandırılmaları temel ilke olmalıdır.

Yaygın olması nedeniyle, karayolu gürültüsü, yerleşim alanlarının çoğunda etkin bir gürültü kaynağı durumundadır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında gürültü kaynağı olarak karayolu gürültüsü ele alınmıştır.

Yerleşim alanlarında gürültüden en çok etkilenen yapıların konut olduğu gerçeğinden yola çıkarak çalışma kapsamında, karayolu ile konut arasındaki olması gereken minimum uzaklıkların belirlenebilmesi için birtakım kabuller yapılmıştır.

3.2.1 Karayoluna İlişkin Kabullerin Yapılması

Bu bölümde gerek karayolu gürültü düzeyine, gerekse karayolunun tip ve boyutuna ilişkin kabullere yer verilmiştir. 18 Temmuz 1997 tarihinde Resmi Gazete’de yayınlanan ve son olarak 19 Şubat 2014 tarihinde bazı maddelerinde değişiklik yapılan Karayolları Trafik Yönetmeliği’nin [77] ikinci bölümünde karayolu tanımlaması şu şekilde yapılmıştır:

“Karayolu: Trafik için, kamunun yararlanmasına açık olan arazi şeridi, köprüler ve alanlardır.”

Yönetmeliğin dördüncü bölümünde, “Hız Kuralları” başlığı altında, 100. Madde’de karayolu hiyerarşisine değinilmiştir:

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Hız Kuralları

Hız sınırları

MADDE 100 – (Değişik: RG-1/9/2010-27689)

Karayolları Trafik Kanununda ve bu Yönetmelikte yazılı kayıt ve şartlar dışında ve aksine bir işaret bulunmadıkça yol durumlarına göre römorksuz araç cinsleri için saatteki asgari ve azami hız sınırları aşağıda gösterilmiştir.

ARAÇ CİNSİ	YERLEŞİM YERİ İÇİNDE	YERLEŞİM YERİ DIŞINDA		OTOYOLLARDA
		ŞEHİRLERARASI ÇİFT YÖNLÜ KARAYOLLARINDA	BÖLÜNMÜŞ YOLLARDA	
Otomobil (M1), (M1G)	50	90	110	120
Minibüs (M2)	50	80	90	100

Çalışma, yerleşim yeri içinde ve yerleşim yeri dışındaki çift yönlü anayolları, yani kentin ana arter karayolları için gerçekleştirilecektir.

3.2.1.1 Karayolu Gürültü Düzeyine İlişkin Kabullerin Yapılması

Karayolu gürültü düzeyi (1 m uzaklıkta) 65, 70, 75, 80 ve 85 dBA olmak üzere beş farklı düzeyde kabul edilmiştir. Karayolu-yapı arasındaki minimum uzaklığı belirlemek amacıyla SoundPLAN 7.3 gürültü haritalama simülasyon programı [78] yardımıyla kesit gürültü haritaları oluşturulmuştur. Haritalar hazırlanırken, 2002/49/EC sayılı Avrupa Direktifi tarafından karayolu gürültüsü için önerilen, NMPB Routes-96 standardı ve $L_{gündüz}$ değerlendirme birimi seçilmiştir.

3.2.1.2 Karayolunun Türü ve Boyutuna İlişkin Kabullerin Yapılması

Çalışma, kentin ‘ana dağıtıcı yol’ olarak nitelenen ana arter karayolları için gerçekleştirilmiştir. Kabul edilmiş olan gürültü düzeylerinden 65 ve 70 dBA gürültü düzeyi için çift şerit gidiş dönüş olmak üzere toplam dört şerit; 75, 80 ve 85 dBA gürültü düzeylerini sağlayabilmek için de üçü gidiş üçü dönüş olmak üzere toplam altı şeritli sağdan akan trafik seçilmiştir.

Şerit genişlikleri ve refüj genişliği 3 m olarak kabul edilmiştir. Buna göre; arasında 3 m’lik refüj bulunan 4 şeritli yol genişliği 15 m, 6 şeritli yol genişliği ise 21 m’dir. Kabuller doğrultusunda çizgisel kaynak tanımlaması yapılmıştır.

Karayolu yüzeyi, “düzgün asfalt” olarak alınmıştır.

3.2.2 Karayolu- Yapı Arasındaki İletim Ortamına İlişkin Kabullerin Yapılması

Bu bölümde; karayolu ile yapı arasındaki zeminin özelliklerine, eğim durumuna ve rüzgar ve atmosferik etkenlere yer verilmiştir.

3.2.2.1 Karayolu- Yapı Arasındaki Zemin Etkisine İlişkin Kabullerin Yapılması

TS ISO 9613- 2 (Şubat 2006) standardına göre, her bir zemin bölgesinin akustik özellikleri, bir zemin faktörü G ile hesaba katılır. Yansıtma yüzeyinin üç kategorisi, “Azalma Terimlerinin Hesaplanması” başlığı altında şu şekilde belirtilmiştir:

“Zemin azalması, *Agr* esas itibariyle kaynaktan alıcıya doğrudan yayılan ses ile zemin yüzeyinden yansıtılan sesin girişiminin bir sonucudur.

a.Sert zemin: Kaldırım, su, buz, beton ve düşük gözenekliliğe sahip diğer bütün yüzeyleri kapsar. Genellikle sanayi bölgelerinde yer alan sıkıştırılmış zemin de sert olarak değerlendirilebilir. Sert zemin için, $G=0$ alınır.

b.Gözenekli zemin: Çim, ağaç veya başka bitki örtüsü ile kaplı alanlar ile tarım alanı gibi bitkilerin yetişmesi için uygun diğer bütün toprak yüzeyleri kapsar. Gözenekli zemin için $G=1$ alınır.

c.Karışık zemin: Yüzey, sert ve gözenekli zeminlerden oluşuyorsa, $G=0$ ila 1 arasında değişen değerler alır. Değerin kesirli kısmı, gözenekli bölgeyi gösterir” [79].

Çalışmada kullanılan simülasyon programında bulunan EC NMPB 96 standardına göre de zemin etkileri aynı şekilde tanımlanmıştır. Buna göre, çalışmada karayolu ile konut alanı arasındaki zeminin yansıtıcı (zemin etkisi 0), yutucu (zemin etkisi 1) ve orta yansıtıcılıkta (zemin etkisi 0,6) olma durumları ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

3.2.2.2 Karayolu- Yapı Arasındaki Zeminin Topografyasına İlişkin Kabullerin Yapılması

Eğimli arazide yapılaşma için maksimum eğimin % 30 olduğu kabulünden yola çıkarak bölgenin topografyası belirlenmiştir. Söz konusu çalışma alanının düz, yapıya doğru aşağı %30 eğimli, yapıya doğru aşağı %15 eğimli, yapıya doğru yukarı %15 eğimli ve yapıya doğru yukarı %30 eğimli olduğu durumlar ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

3.2.2.3 Rüzgar ve Atmosferik Etkenlere İlişkin Kabullerin Yapılması

Yerleşimin bulunduğu iklim bölgesine göre, baskın rüzgarın söz konusu olması durumunda, rüzgar, koşullara göre alıcıya ulaşan gürültünün artmasına ya da azalmasına neden olur. Çalışma belli bir iklim bölgesi için gerçekleştirilmediğinden, rüzgar etkeni hesaba katılmamıştır.

TS ISO 9613- 2 (Şubat 2006) standardına göre, havanın sıcaklığına ve bağıl nemine göre sesin yayılırken azalma değerleri Çizelge 3. 1’de görüldüğü gibi tanımlanmıştır. Çalışmada, EC NMPB standardında önerildiği gibi, havanın sıcaklığı 10° , bağıl nem %70 olarak alınmıştır.

Çizelge 3.1 Sıcaklık ve bağıl neme bağlı olarak havanın yutuculuk değerleri

Sıcaklık °C	Bağıl nem %	Atmosferik azalma katsayısı, α , dB/km							
		Anma merkez bant frekansı, Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117
20	70	0,1	0,3	1,1	2,8	5,0	9,0	22,9	76,6
30	70	0,1	0,3	1,0	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3
15	20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	28,2	88,8	202
15	50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129
15	80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8

3.2.3 Yapıya İlişkin Kabullerin Yapılması

Bu bölümde; yapının işlevine, yapı yüksekliklerine ve kabul edilen yapı bölgesinin dış ortamı için kabul edilebilir gürültü düzeylerine ilişkin kabullere yer verilmiştir.

3.2.3.1 Yapının İşlevine İlişkin Kabullerin Yapılması

“Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY)”ndeki “hassas kullanımlar” olarak konut, yataklı hizmet veren konaklama tesisleri, eğitim kurumları, açık arazideki ve yerleşim alanı içindeki sessiz alanlar gibi kullanımlar tanımlanmıştır.

Bu çalışmada, gürültüye duyarlı yapı olarak en yaygın olan konutlar (hassas yapılar) değerlendirilmiştir.

3.2.3.2 Yerleşim Alanındaki Yapıların Yüksekliklerine İlişkin Kabullerin Yapılması

Otoyol kenarlarına yüksek katlı toplu konutların yapıldığı sıklıkla görülmektedir. Bu nedenle, öncelikle, 13 katlı konutların olduğu varsayılmıştır. 13 katlı konut yüksekliği 40 m. olarak kabul edilmiş, ızgaralı kesit haritası için hesaplama yüksekliği bu şekilde belirlenmiştir. Sonrasında, optimum uzaklıkların yapı yüksekliğinden etkilenme

durumunun saptanması amacıyla minimumda 10 m. ve ortalama yükseklik olarak 25 m. için hesaplamalar yapılmıştır.

3.2.3.3 Konut Bölgesi için Kabul Edilebilir Gürültü Düzeylerine İlişkin Kabullerin Yapılması

ÇGDYY'de aşağıda yer alan tanımlamalara göre, konut alanları için ideal dış gürültü ortamı; Lgündüz <55 dBA'dır. İlgili yönetmelik uyarınca, çalışmada, kabul edilebilir dış ortam gürültü düzeyinin; 55 dBA olarak alınması uygun görülmüştür.

Gürültüye maruz kalma kategorileri

Madde 30 — Planlama aşamasında uygun alanların tespitinde aşağıda verilen gürültüye maruz kalma kategorileri dikkate alınır.

a) Kategori A (Lgündüz cinsinden <55 dBA) Alanı: Bu kategorinin en üst seviyesindeki gürültü rahatsızlık verici derecede değildir. Planlama kararı verilirken gürültü belirleyici bir faktör olarak değerlendirmeye alınmaz.

b) Kategori B (Lgündüz cinsinden 55- 64 dBA) Alanı: Planlama kararlarında gürültü seviyesi göz önüne alınır. Gürültüye karşı gerekli tedbirler alınarak planlama kararları verilir.

c) Kategori C (Lgündüz cinsinden 65-74 dBA) Alanı: Planlama kararı genellikle verilmez. Ancak kamu yararı gerektiren hallerde, daha sessiz bir yer bulunamaması nedeniyle izin verilmek zorunda kalınması halinde arka plan gürültü seviyesi göz önünde bulundurularak gürültüye karşı tedbirler alınır.

ç) Kategori D (Lgündüz cinsinden >74 dBA) Alanı: Planlama kararı verilmez [37].

Yapılara ulaşan gürültünün kabul edilebilir düzeyde olması için, yapıların karayolundan hangi uzaklıklarda konumlandırılmaları gerektiğinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda değerlendirmeye alınan kabuller toplu olarak, Çizelge 3.2'de verilmiştir.

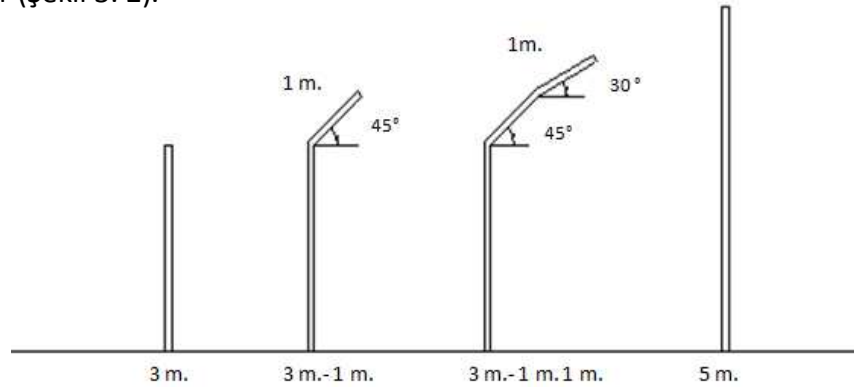
Çizelge 3. 2 Çalışma için yapılan kabuller

Gürültü düzeyi	65 dBA, 70 dBA,,75 dBA, 80 dBA, 85 dBA.	(karayolundan 1 m uzaklıkta)
Karayolu genişliği	15 m (ana arter karayolu) 21 m (ana arter karayolu)	(4 şeritli yol) (6 şeritli yol)
Yapıların yüksekliği	13 katlı, 8 katlı ve 3 katlı	h: 40 m, 25 m. ve 10 m.
Karayolu-konut bölgesi arasındaki zemin yüzeyi	Yansıtıcı zemin, Orta yansıtıcılıktaki zemin, Yutucu zemin	<u>EC NMPB 96 standardına göre</u> [76]; Zemin etkisi 0 (yansıtıcı) Zemin etkisi 0,6 (orta yansıtıcılıkta) Zemin etkisi 1 (yutucu)
Topografya	Düz arazi Yapılara doğru yukarı eğimli arazi Yapılara doğru aşağı eğimli arazi	0 eğim % 15 eğim, % 30 eğim % 15 eğim, % 30 eğim
Konut bölgesi kabul edilebilir dış gürültü düzeyi	Konut bölgesi için kabul edilebilir düzey	Lgündüz< 55 dBA [37,41]

3.2.4 Gürültü Engeli için Kabullerin Yapılması

Çizelge 3.2’de belirtilen kabuller doğrultusunda kesit gürültü haritaları hazırlanmış, elde edilen sonuçlara dayanarak minimum uzaklık tabloları ve grafikleri oluşturulmuştur. Gürültü engeli olmadan, sesin uzaklığa bağlı azalmasını temel alarak gerçekleştirilen çalışmaların ardından, gürültü engeli uygulamasından sonra minimum uzaklık değerlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar da gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılacak gürültü engelinin tipine karar vermek amacıyla 4 farklı yükseklikte ve biçimde seçilen, her iki yüzeyi yutucu özellikte olan engeller tasarlanmıştır (Şekil 3. 2).



Şekil 3. 2 Çalışmada kullanılacak engel modelleri

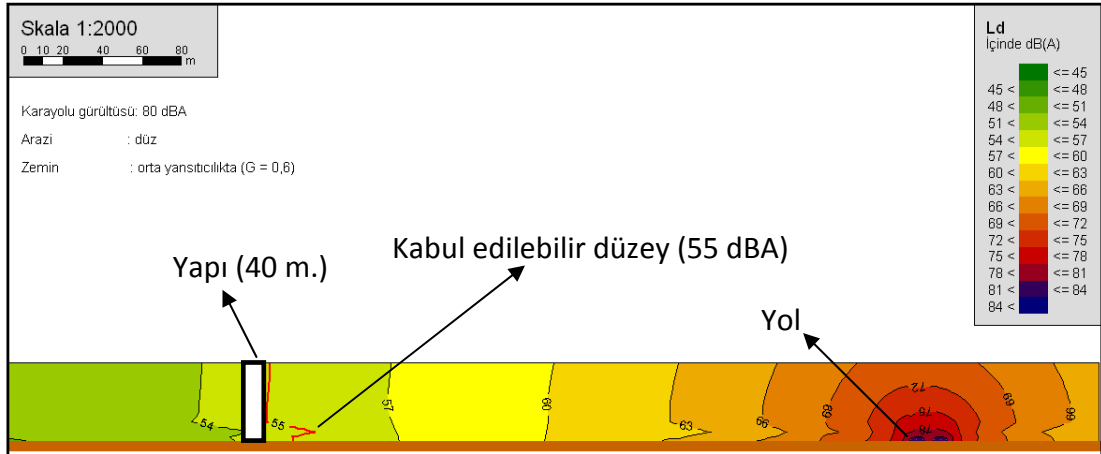


Şekil 3. 2 Çalışmada kullanılacak engel modelleri (devamı)

3.3 Gürültü Engelsiz Durum için Optimum Uzaklıkların Belirlenmesi

Çizelge 3. 1’de yer alan her bir koşul için,

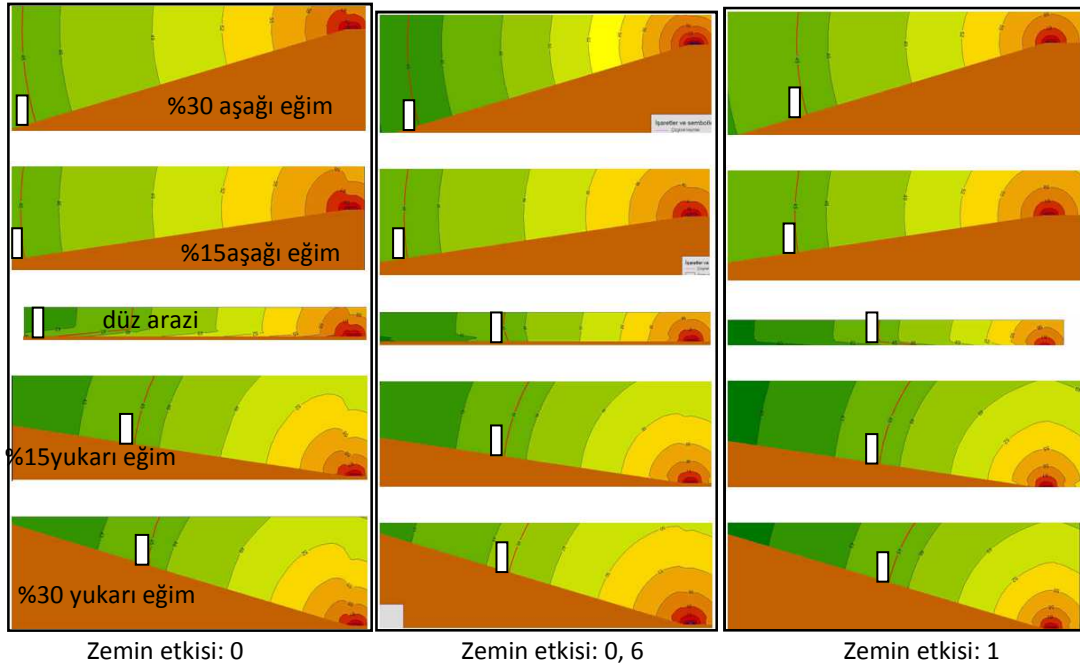
- Karayolu-yapı arasındaki minimum uzaklığı belirlemek amacıyla SoundPLAN 7.1 gürültü haritalama simülasyon programı yardımıyla kesit gürültü haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan haritalardan örnekler ekte sunulmuştur.
- Haritalar hazırlanırken NMPB_Routes-96 standardı ve $L_{gündüz}$ değerlendirme birimi seçilmiştir.
- Kesit gürültü haritası üzerinde karayolundan yapıya doğru gürültü dağılımları yer almaktadır. Kabul edilebilir düzey, harita üzerinde kırmızıçizgi ile ifade edilmiştir (Şekil 3. 3).
- Yapının tüm katlarının kabul edilebilir gürültü düzeyini ifade eden kırmızı çizgi sınırı arkasında kaldığı uzaklık, her farklı koşul için belirlenmiş ve sonuçlar sınıflandırılıp, tablolar ve grafikler oluşturulmuştur.



Şekil 3. 3 Karayolu gürültüsünün 80 dBA, kabul edilebilir düzeyin 55 dBA, zemin etkisinin 0, topografyanın düz olduğu örnek kesit gürültü haritası

3.3.1 Gürültü Engelsiz Durum için Zemin Özelliklerinin Optimum Uzaklığa Etkisinin Belirlenmesi

Öncelikle, 5 farklı gürültü düzeyi (karayolu gürültüsünün 65, 70, 75, 80 ve 85 dBA olma durumları), 3 farklı zemin etkisi ($g = 0, 0,6, 1$) ve 5 farklı topografik durum (düz, % 15 aşağı eğimli, % 30 aşağı eğimli, % 15 yukarı eğimli, % 30 yukarı eğimli) için kesit gürültü haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen haritalar Şekil 3. 4 ve haritalardan belirlenen limit değerlerin sağlandığı minimum uzaklıklar Çizelge 3. 3'te sunulmuştur.



Şekil 3. 4 Yol gürültüsünün 65 dBA olduğu, 5 farklı topografya ve 3 farklı zemine göre kesit gürültü haritaları

Hazırlanan tüm kesit haritaları incelendiğinde, % 15 eğimli arazi için bulunan uzaklık değerlerinin % 30 eğimli arazidekine çok yakın değerler olduğu görülmüştür. Bu nedenle çalışmaya % 30 eğimli araziyle devam edilmiştir.

Çizelge 3. 3 Farklı gürültü düzeyi, zemin etkisi ve topografik duruma göre gereken minimum uzaklık tablosu.

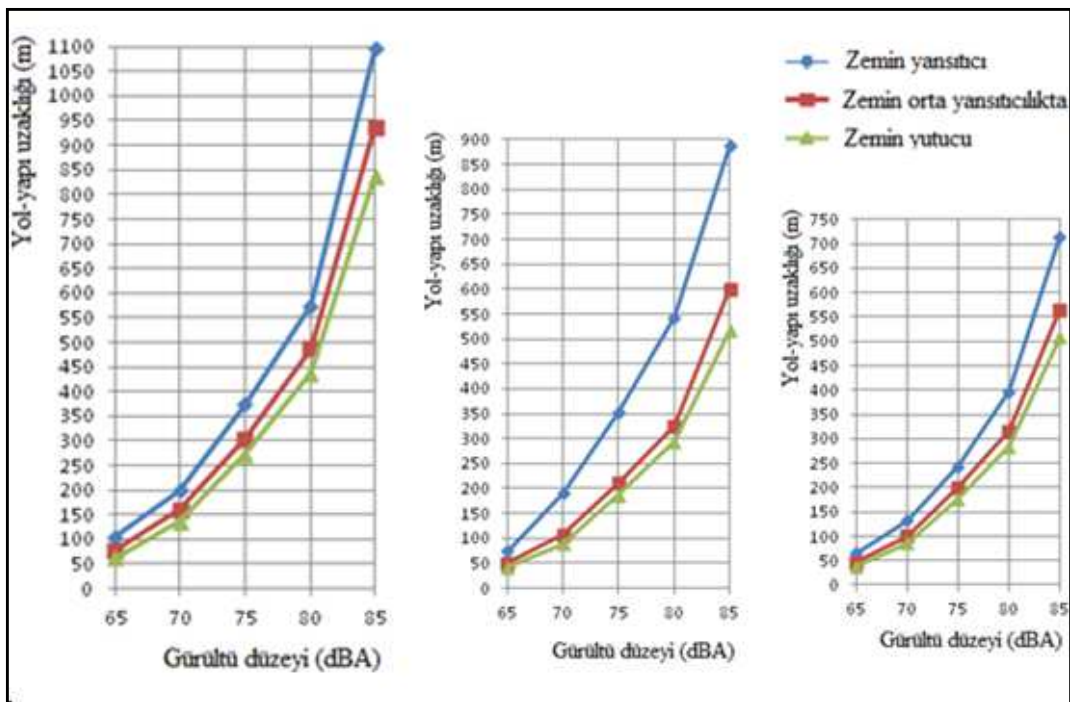
zemin etkisi		(yansıtıcı)			(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)		aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı
55 dBA için min. uzaklık (m)	65 dBA	105	75	66	78	51	47	63	42	39
	70dBA	200	191	132	160	107	101	137	89	86
	75 dBA	374	352	244	304	211	201	274	187	177
	80 dBA	574	543	397	487	325	316	437	294	284
	85 dBA	1096	887	715	937	600	565	838	516	508

Çizelge 3. 3'te yer alan sonuçlara göre;

Gürültü düzeyinin artmasıyla, limit değerini aşmaması için, gereken yapı uzaklıkları zemin özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Zeminin düz olması durumunda 65 dBA gürültü düzeyi için minimum uzaklık zeminin yansıtıcı, orta yutuculukta ve yutucu olması durumları için sırasıyla; 75 m, 51 m ve 42 m'dir. Gürültü düzeyinin yükselmesiyle gereken minimum yapı uzaklıkları önemli oranda artmakta ve çalışma kapsamında değerlendirmeye alınan en yüksek düzey olan 85 dBA için yine zeminin yutuculuk durumuna göre sırasıyla; 887 m, 600 m ve 516 m olmaktadır. Verilen örnek durumlar için, gereken minimum uzaklıklar, zeminin yutucu olması durumunda, yansıtıcı olmasına göre, yaklaşık % 44 oranında azalmaktadır. Çizelge 3.4'te minimum uzaklıklarda, zeminin yansıtıcı olma durumuna göre orta yansıtıcılık ve yutuculuktaki iyileşme yüzdeleri hesaplanmıştır. Zemin özelliklerinin minimum uzaklığa etkisi ise, karşılaştırmalı olarak Şekil 3. 5'teki grafiklerde görülmektedir.

Çizelge 3.4 Karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, zeminin yansıtıcı olma durumuna göre orta yansıtıcılık ve yutuculuktaki sağlanan iyileşme yüzdesi

zemin etkisi		(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)		düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı	aşağı
Zemin etkisinden ötürü uzaklıklarda sağlanan iyileşme (%)	65 dBA	32	29	25	44	41	40
	70dBA	44	24	20	53	35	32
	75 dBA	40	18	19	46	27	27
	80 dBA	40	20	15	46	28	24
	85 dBA	32	21	14	42	29	23



a) Yapıya doğru aşağı
% 30 eğimli arazi

b) Düz arazi

c) Yapıya doğru yukarı
% 30 eğimli arazi

Şekil 3.5 Farklı zemin özelliklerinin minimum uzaklığa etkisinin karşılaştırılması

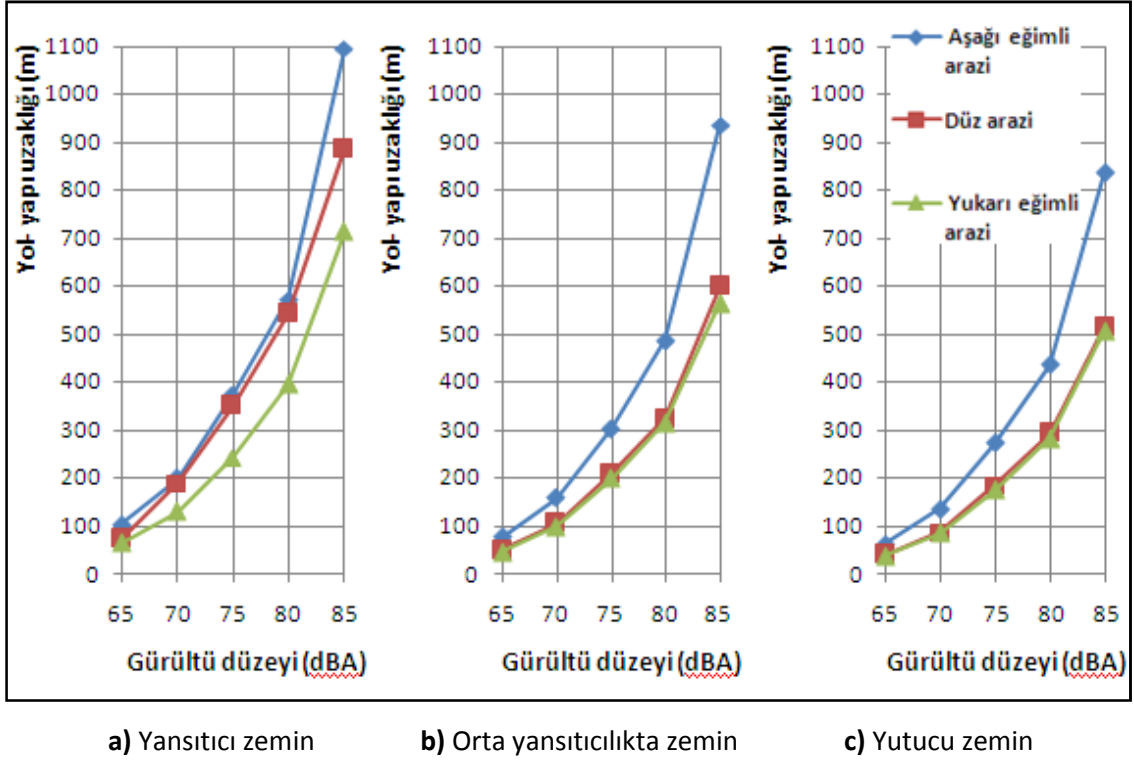
3.3.2 Gürültü Engelsiz Durum için Topografyanın (Eğimin) Optimum Uzaklığa Etkisinin Belirlenmesi

Arazinin aşağı ve yukarı doğru eğimli olması durumlarında, düz araziye oranla, yapının yerleştirilmesi gereken uzaklıklar da önemli oranda değişmektedir. Karayolunun çizgisel kaynak olması ve ses dalgalarının küresel dalgalar olarak yayılması nedeniyle, zeminin yoldan aşağıya doğru eğimli olması durumunda, gereken minimum uzaklık

artmakta, yukarı doğru eğimli olması durumunda da azalmaktadır. Örneğin zeminin orta yansıtıcılıkta, karayolu gürültüsünün de 65 dBA olduğu durumda, limit değerin yapı cephesinde sağlanması için gereken minimum uzaklık düz arazi koşulunda 51 m iken, arazinin aşağı doğru eğimli durumunda % 53 artarak 78 m'ye çıkmakta; arazinin yukarı doğru eğimli olması durumunda da %8 azalarak 47 m'ye düşmektedir. Limit düzeyin sağlandığı uzaklık, tüm gürültü düzeylerinde eğim durumuna göre benzer oranlarda değişmektedir. Çizelge 3.5'te minimum uzaklıklarda, düz arazi koşuluna göre aşağı eğimli arazideki artma ve yukarı eğimli arazideki azalma yüzdeleri verilmiştir. Arazideki eğim durumunun minimum uzaklığa etkisi ise, karşılaştırmalı olarak Şekil 3.6'daki grafiklerde görülmektedir.

Çizelge 3.5 Karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, zeminin düz olma durumuna göre aşağı eğimli arazideki artış yüzdesi ve yukarı eğimli arazideki sağlanan iyileşme yüzdesi

zemin etkisi		yansıtıcı		orta yansıtıcılıkta		yutucu	
eğim (%30)		aşağı	yukarı	aşağı	yukarı	aşağı	yukarı
Gereken min. uzaklıklarda, eğimden ötürü gerekli artma ve azalma (%)	65 dBA	29	12	35	8	33	7
	70dBA	5	31	33	6	35	3
	75 dBA	6	30	31	5	32	5
	80 dBA	5	27	33	3	33	3
	85 dBA	19	19	36	6	38	2

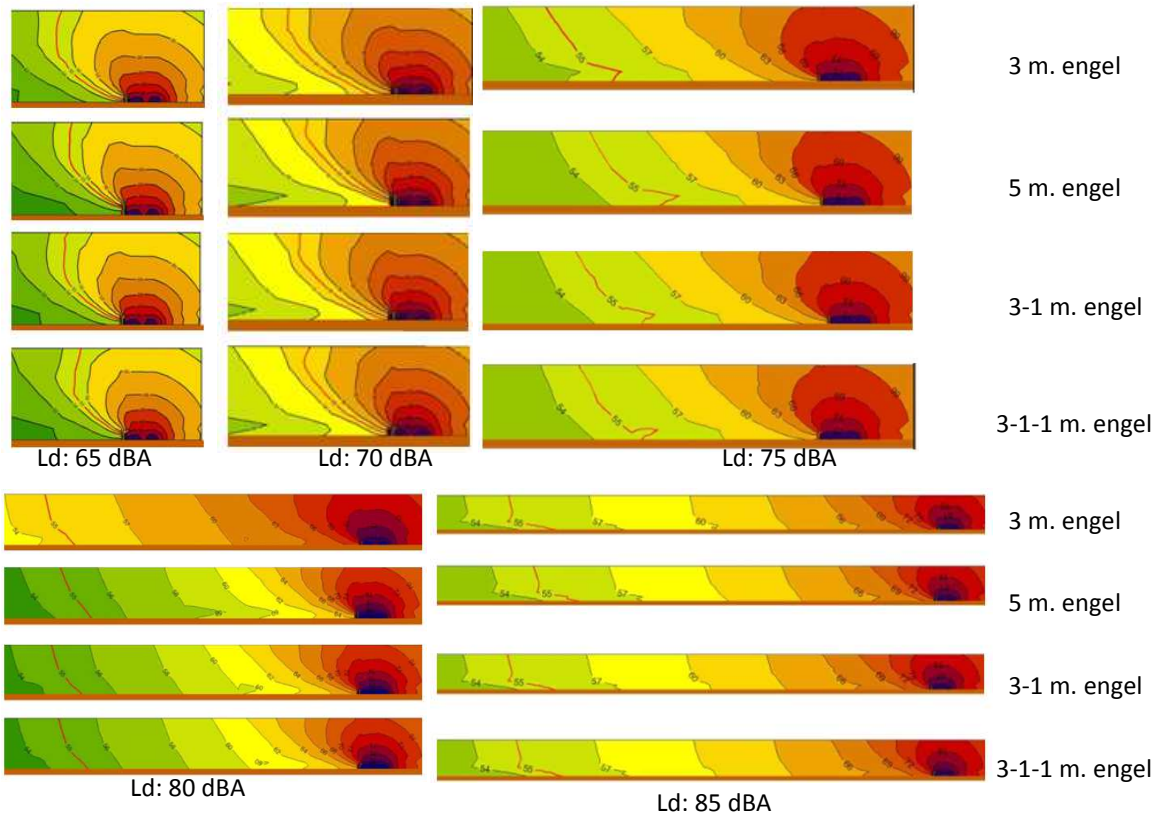


Şekil 3.6 Farklı eğimdeki arazilerin minimum uzaklığa etkisinin karşılaştırılması

Şekil 3. 4'teki haritalarda da görüldüğü gibi, engelsiz durumda limit değerin aşılması için gerekli olan minimum uzaklık değerleri belirlenirken, yapıya doğru yukarı eğimli arazinin tüm zemin etkileri ve düz arazinin yansıtıcı ve orta yansıtıcılıktaki zemin etkileri için yapı yüksekliğinin önemli olmadığı söylenebilir. Yani belirlenmiş olan minimum uzaklık değerleri; yapıya doğru aşağı eğimli arazinin tüm zemin etkileri için ve düz arazinin yutucu olma durumları için 40 m. yüksekliğinde konutlara yöneliktir. Yukarı eğimli arazide, yansıtıcı ve orta yansıtıcılıktaki düz arazide ise bu uzaklıklar, konut ya da 'gürültüye duyarlı yapılar' kaç katlı olursa olsun geçerlidir.

3.4 Gürültü Engelli Durum için Optimum Uzaklıkların Belirlenmesi

Bölüm 3.3'te, engelsiz durum için gerçekleştirilen hesap ve değerlendirmeler, karayolu kenarında engel bulunması durumu için tekrarlanmıştır. Şekil 3. 2'deyen alan dört değişik engel tipine göre elde edilen kesit haritaları, Şekil 3. 7'de arazinin düz, zemin etkisinin 0,6 olması durumu için elde edilen haritalarla örneklenmiştir. Değişik tiplerine ilişkin minimum uzaklıklar ise, Çizelge 3. 6'da sunulmuştur.

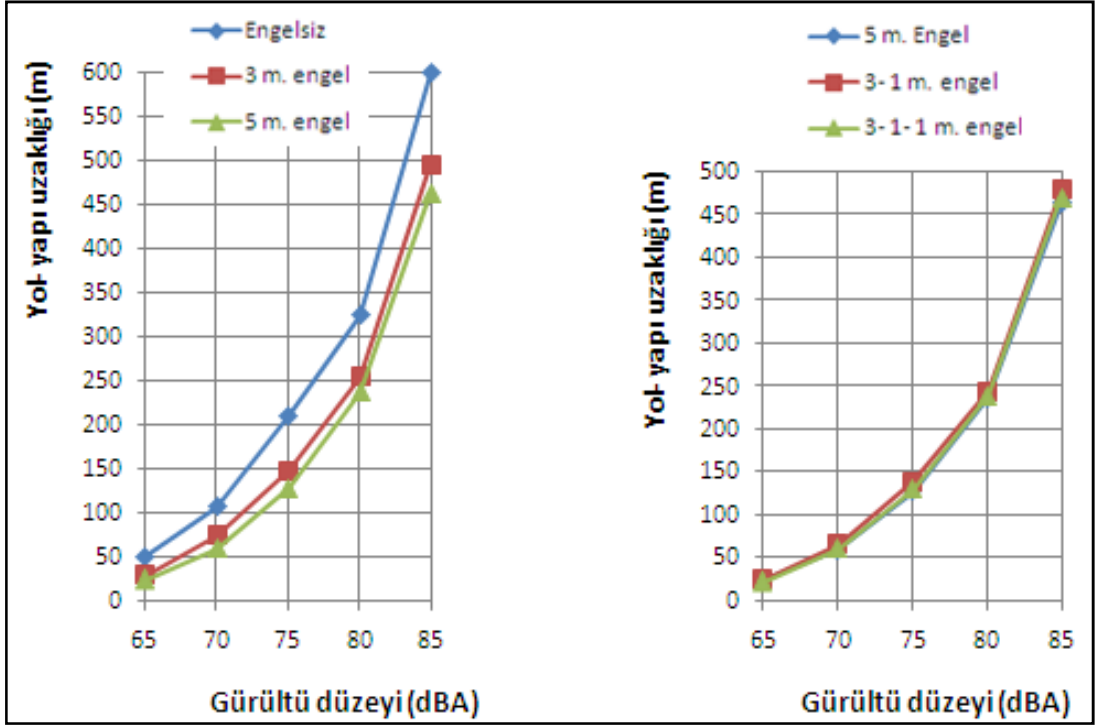


Şekil 3. 7 Karayolu gürültüsünün 65, 70, 75, 80 ve 85 dBA olduğu durumlar için, 4 farklı engel çeşiti ile çizilen kesit gürültü haritaları (düz arazi, zem. etk: 0,6)

Çizelge 3. 6 Dört farklı engel ve beş farklı gürültü düzeyi için oluşturulan min. uzaklık tablosu(düz arazi, zem. etk: 0,6)

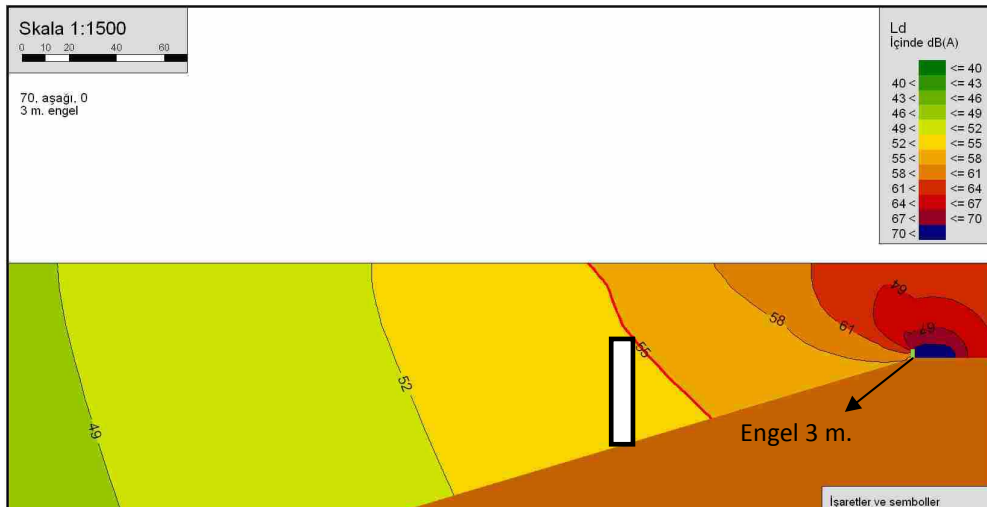
	Karayolu gürültü düzeyi	Engelsiz	3 m. engel	5 m. engel	3- 1 m. engel	3- 1- 1 m. engel
55 dBA için min. uzaklık (m)	65 dBA	51	31	24	25	24
	70 dBA	107	76	60	66	61
	75 dBA	211	155	128	139	131
	80 dBA	325	251	237	245	240
	85 dBA	600	502	464	480	471

Karayolu-yapı arasında engelsiz ve farklı türdeki engelli durumlar için gereken minimum uzaklıklar, karşılaştırmalı olarak Şekil 3. 8’de yer alan grafiklerde sunulmaktadır.



Şekil 3. 8 Engelsiz durum ile farklı türdeki engellerin karşılaştırılması

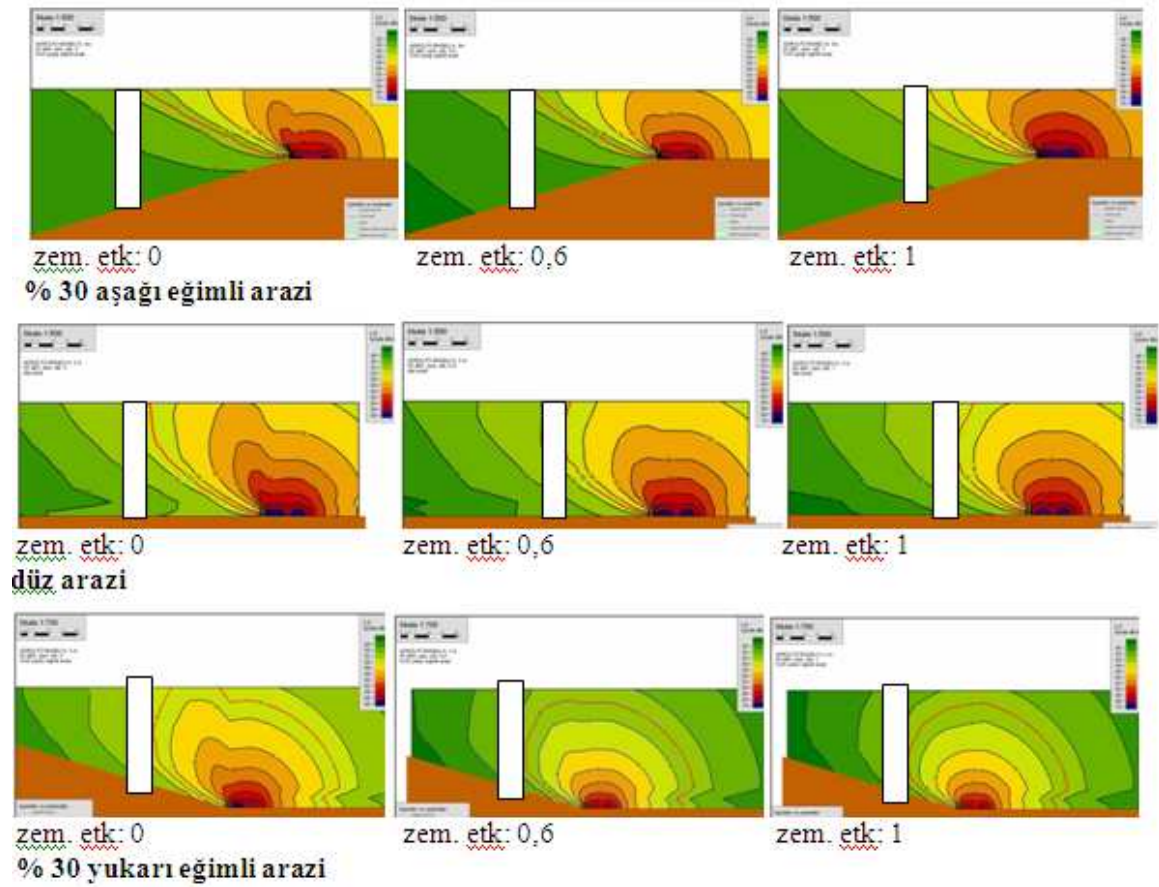
Yukarıdaki grafiklerde de görüldüğü gibi, farklı türdeki engeller arasında etkinlik açısından çok büyük fark yoktur. Ekonomik giderler, yapım kolaylığı ve estetik etki göz önüne alındığında çalışmaya 3 m'lik engel ile devam etmeye karar verilmiştir. Şekil 3. 9'da, karayolu kenarına 3 m'lik her iki yüzeyi de yutucu özellikteki gürültü engeli uygulaması yer almaktadır. Engel ile yapı arasındaki ses dalgalarının engelden ötürü aldığı biçim açıkça görülmektedir.



Şekil 3. 9 Karayolu kenarına 3 m yüksekliğinde engel uygulaması örneği.

3.4.1 Gürültü Engelli Durum için Zemin Özelliklerinin Optimum Uzaklığa Etkisinin Belirlenmesi

Karayolu- yapı arasındaki minimum uzaklıkların gürültü engeli uygulamasıyla ne oranda değiştiğinin belirlenebilmesi için 5 farklı gürültü düzeyi (karayolu gürültüsünün 65, 70, 75, 80 ve 85 dBA olma durumları), 3 farklı zemin etkisi ($g= 0, 0,6, 1$) ve 3 farklı topografik durum (düz, % 30 aşağı eğimli, % 30 yukarı eğimli) için engelli haritalar oluşturulmuştur. 3 m'lik engel uygulaması ile elde edilen haritalar Şekil 3. 10 ve haritalardan belirlenen limit değerlerin sağlandığı minimum uzaklıklar Çizelge 3. 7'de sunulmuştur.



Şekil 3. 10 Karayolu gürültüsünün 65dBA olması durumunda, 3 m'lik gürültü engeli uygulaması ile, 3 farklı topografya ve 3 farklı zemin etkisi için gürültü kesit haritaları

Çizelge 3.7 3 m'lik gürültü engeli uygulamasından sonra, farklı gürültü düzeyi, zemin etkisi ve topografik duruma göre minimum uzaklık tablosu.

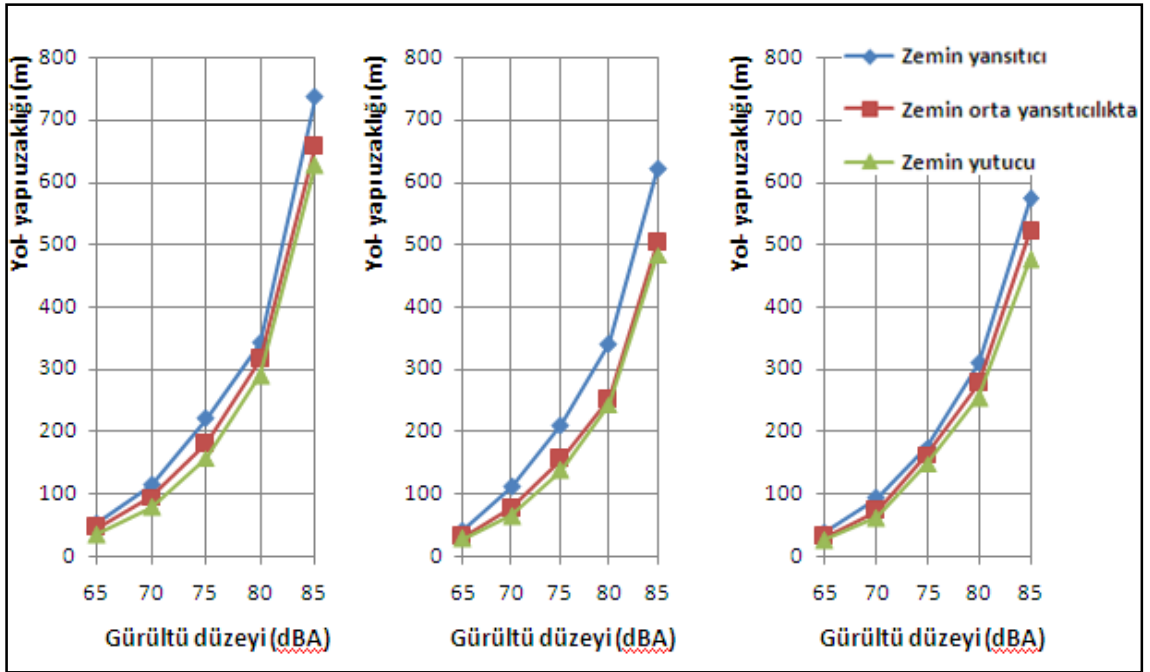
zemin etkisi		(yansıtıcı)			(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)		aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı
55 dBA için min. uzaklık (m)	65 dBA	53	41	38	45	31	30	35	27	26
	70dBA	113	110	93	95	76	72	78	64	62
	75 dBA	220	210	175	180	155	163	157	137	148
	80 dBA	342	340	309	315	251	276	290	243	254
	85 dBA	736	620	573	657	502	521	627	483	476

Çizelge 3. 7'de yer alan sonuçlara göre;

Gürültü düzeyinin artmasıyla, limit değerin aşılmaması için, gereken yapı uzaklıkları zemin özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Zeminin düz olması durumunda 65 dBA gürültü düzeyi için minimum uzaklık zeminin yansıtıcı, orta yutuculukta ve yutucu olması durumları için sırasıyla; 41 m, 31 m ve 27 m'dir. Gürültü düzeyinin yükselmesiyle gereken minimum yapı uzaklıkları önemli oranda artmakta, 75 dBA için yine zeminin yutuculuk durumuna göre sırasıyla; 210 m, 155 m ve 137 m olmaktadır. Verilen örnek durumlar için, gereken minimum uzaklıklar, zeminin yutucu olması durumunda, yansıtıcı olmasına göre, yaklaşık % 30 oranında azalmaktadır. Çizelge 3.8'de engelli durum için minimum uzaklıklarda, zeminin yansıtıcı olma durumuna göre orta yansıtıcılık ve yutuculuktaki iyileşme yüzdeleri belirtilmiştir. Zemin özelliklerinin minimum uzaklığa etkisi, karşılaştırmalı olarak Şekil 3.11'deki grafiklerde sunulmuştur.

Çizelge 3.8 Engelli durumda, karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, zeminin yansıtıcı olma durumuna göre orta yansıtıcılık ve yutuculuktaki sağlanan iyileşme yüzdesi

zemin etkisi		(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)		aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı
Zemin özelliklerinden ötürü uzaklıklarda sağlanan iyileşme (%)	65 dBA	15	24	21	34	34	32
	70dBA	16	21	23	31	33	33
	75 dBA	18	26	7	29	35	15
	80 dBA	8	26	11	15	29	18
	85 dBA	11	19	9	15	22	17



a) Yapıya doğru aşağı
% 30 eğimli arazi

b) Düz arazi

c) Yapıya doğru yukarı
% 30 eğimli arazi

Şekil 3. 11 Engelli durumda, farklı zemin özelliklerinin minimum uzaklığa etkisinin karşılaştırılması

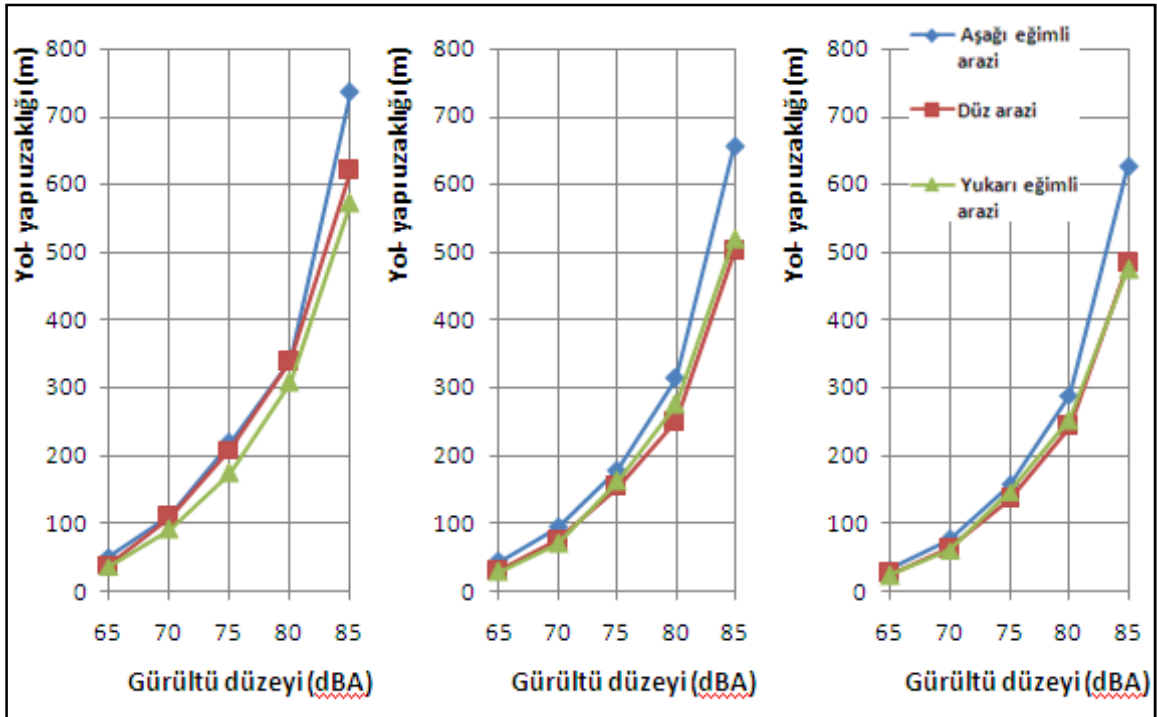
3.4.2 Gürültü Engelli Durum için Topografyanın (Eğimin) Optimum Uzaklığa Etkisinin Belirlenmesi

Engelsiz duruma benzer bir biçimde, engelli durumda da arazinin aşağı ve yukarı doğru eğimli olması durumlarında, düz araziye oranla, yapının yerleştirilmesi gereken uzaklıklar önemli oranda değişmektedir. Karayolunun çizgisel kaynak olması ve ses dalgalarının küresel dalgalar olarak yayılması nedeniyle, zeminin yoldan aşağıya doğru eğimli olması durumunda, gereken minimum uzaklık artmakta, yukarı doğru eğimli olması durumunda da azalmaktadır. Örneğin zeminin orta yansıtıcılıkta, karayolu gürültüsünün de 65 dBA olduğu durumda, limit değerini yapı cephesinde sağlanması için gereken minimum uzaklık düz arazi koşulunda 31 m iken, arazinin aşağı doğru eğimli durumunda % 31 artarak 45 m'ye çıkmakta; arazinin yukarı doğru eğimli olması durumunda da %3 azalarak 30 m'ye düşmektedir. Limit düzeyin sağlandığı uzaklık, tüm

gürültü düzeylerinde eğim durumuna göre benzer oranlarda değişmektedir. Çizelge 3.9’da engelli durum için minimum uzaklıklarda, düz arazi koşuluna göre aşağı eğimli arazideki artma ve yukarı eğimli arazideki azalma yüzdeleri verilmiştir. Arazideki eğim durumunun minimum uzaklığa etkisi, karşılaştırmalı olarak Şekil 3.12’deki grafiklerde görülmektedir.

Çizelge 3.9 Karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, zeminin düz olma durumuna göre aşağı eğimli arazideki artış yüzdesi ve yukarı eğimli arazideki sağlanan iyileşme yüzdesi

zemin etkisi		yansıtıcı		orta yansıtıcılıkta		yutucu	
eğim (%30)		aşağı	yukarı	aşağı	yukarı	aşağı	yukarı
Eğimden ötürü uzaklıklarda sağlanan artma ve azalma (%)	65 dBA	23	7	31	3	23	4
	70dBA	3	16	20	5	18	3
	75 dBA	5	17	14	-5	13	-8
	80 dBA	1	9	20	-10	16	-5
	85 dBA	16	8	24	-4	23	1



a) Yansıtıcı zemin

b) Orta yansıtıcılıkta zemin

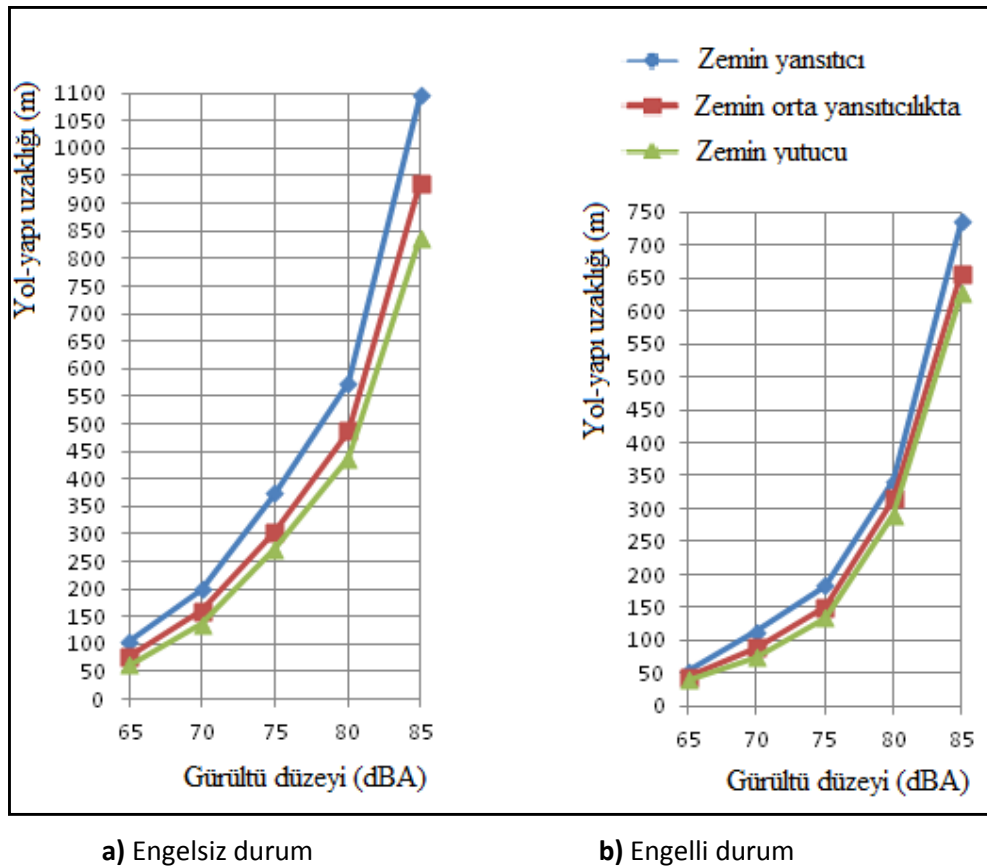
c) Yutucu zemin

Şekil 3.12 Engelli durum için farklı eğimdeki arazilerin minimum uzaklığa etkisinin karşılaştırılması

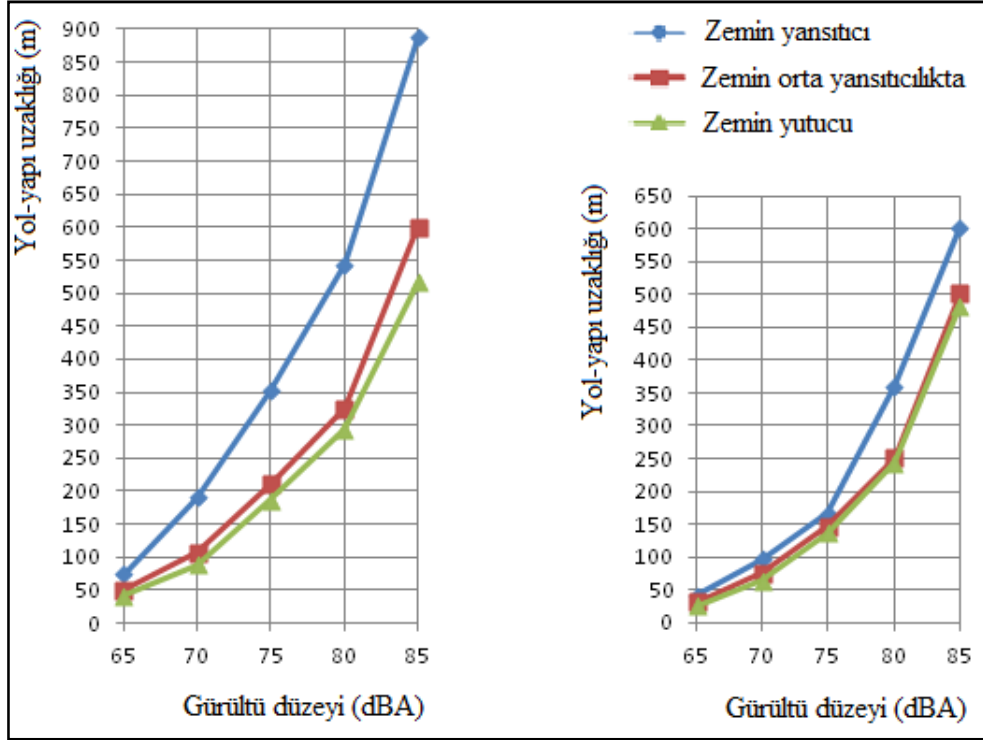
Şekil 3. 10'daki haritalarda da görüldüğü gibi, engelli durum için limit değerin aşılmaması için belirlenen minimum uzaklık değerleri, 40 m. yüksekliğindeki konutlara yöneliktir. Yol kenarına gürültü engeli uygulanması durumunda, kat yüksekliği azaldıkça yapılar yola yaklaştırılabilir. Bu durum, engel etkinliğinin kat yüksekliği arttıkça azalması nedeniyleledir.

3.5 Gürültü Engelsiz ve Gürültü Engelli Durumların Karşılaştırılması

Karayolu-yapı arasında engelsiz ve engelli durumlar için gereken minimum uzaklıklar, karşılaştırmalı olarak Şekil 3. 13, Şekil 3. 14 ve Şekil 3. 15'te yer alan grafiklerde sunulmaktadır.



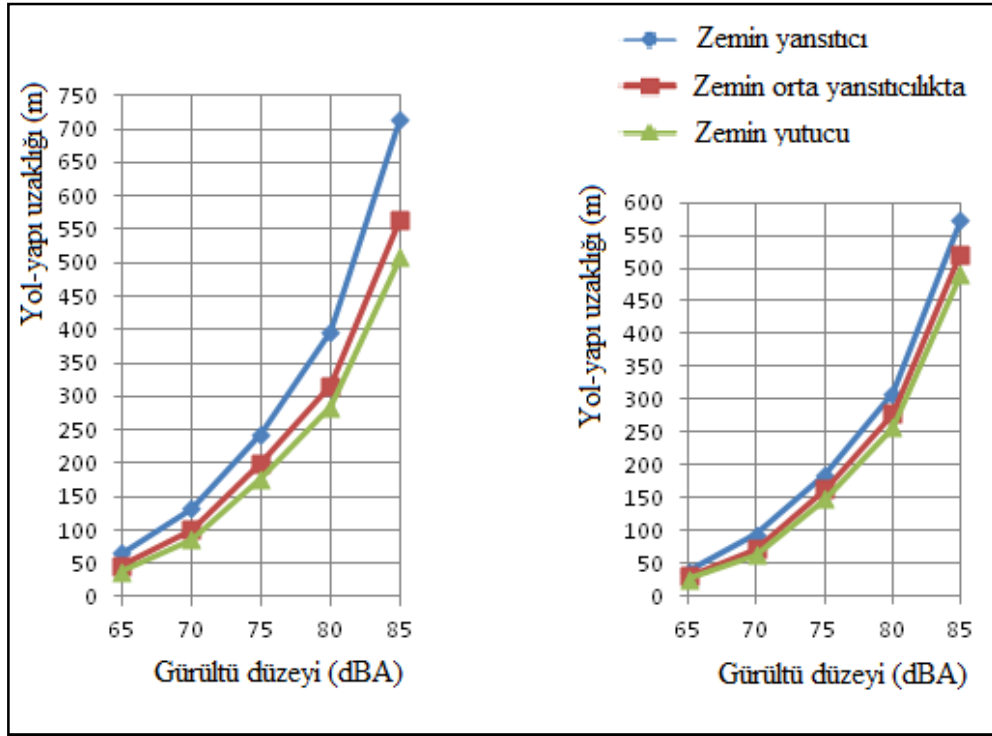
Şekil 3. 13 Gereken minimum uzaklıklar (yapıya doğru aşağı %30 eğimli arazi)



a) Engelsiz durum

b) Engelli durum

Şekil 3. 14 Gereken minimum uzaklıklar (düz arazi)



a) Engelsiz durum

b) Engelli durum

Şekil 3. 15 Gereken minimum uzaklıklar (yapıya doğru yukarı %30 eğimli arazi)

Yapı kabuğunda aşılması gereken minimum uzaklığın değişik gürültü düzeyi ve zemin yansıtıcılık durumlarına göre belirlendiği Çizelge 3. 3'te yer alan uzaklıklarda, karayolunda engel uygulanmasıyla oluşan azalmalar yüzde olarak belirlenmiş ve Çizelge 3. 10'da sunulmuştur.

Çizelge 3. 10 Karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, engel nedeniyle sağlanan iyileşme yüzdesi

zemin etkisi		(yansıtıcı)			(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)		aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı
Engelden ötürü uzaklıklarda sağlanan iyileşme (%)	65 dBA	50	45	42	44	39	36	43	36	33
	70dBA	44	42	30	42	30	29	41	28	28
	75 dBA	43	40	28	42	28	19	41	27	16
	80 dBA	40	37	22	35	23	13	34	17	11
	85 dBA	33	30	20	30	16	8	25	6	6

Çizelge 3. 10'da yer alan sonuçlara göre;

- Arazinin ve zemin yansıtıcılığının tüm koşullarında, engel nedeniyle, gereken minimum uzaklıklarda sağlanan iyileşme yüzdesi karayolu gürültü düzeyinin artmasıyla, düşmektedir. Örneğin, arazinin düz ve zeminin orta yansıtıcılıkta olduğu koşulda; 65 dBA gürültü düzeyi için gereken minimum uzaklık olan 51 m (Çizelge 3. 3), engel uygulamasıyla 31 m'ye (Çizelge 3. 7) düşmekte, dolayısıyla %39 oranında azalmaktadır. Öte yandan aynı koşullarda, gürültü düzeyinin 80 dBA olması durumunda, gereken minimum uzaklık 325 m'den 251 m'ye düşerek %23 oranında azalmaktadır. Bu durum, engel etkinliğinin uzaklık arttıkça azalması nedeniyledir.
- Zeminin tüm yansıtıcılık durumlarında ve tüm gürültü düzeylerinde, uzaklıklardaki iyileşme yüzdeleri en fazla, arazinin karayolundan yapıya doğru aşağı eğimli olduğu durumda sağlanmaktadır. Engelden ötürü sağlanan gürültü azalmasının aşağı doğru eğimli arazide daha fazla olmasından kaynaklanan bu durum, gürültü düzeyinin artması ile genelde daha belirgin olmaktadır.

Örneğin, 65 dBA gürültü düzeyi, zeminin orta yansıtıcılıkta ve aşağı doğru eğimli olması durumunda %42 olan minimum uzaklıktaki iyileşme yüzdesi, eğimin yukarı doğru olması durumunda %36'ya düşmektedir. Gürültü düzeyinin 85 dBA olması ile aşağı ve yukarı eğimdeki iyileşme yüzdesi ise, sırasıyla % 30 ve % 8 olmaktadır. Özellikle yüksek gürültü düzeylerinde, kaynaktan alıcıya doğru yukarı eğimli arazide ve yüksek gürültü düzeylerinde, engel etkinliği önemli oranda düşmektedir.

- Gerek düz, gerekse eğimli arazi koşullarında ve tüm gürültü düzeylerinde, gereken minimum uzaklık değerlerinde, engel nedeniyle oluşan en yüksek azalma yüzdeleri, zeminin yansıtıcı olduğu durumda sağlanmaktadır. Örneğin, 70 dBA gürültü düzeyi ve zeminin düz olması koşulunda, engelli durum için uzaklıktaki azalma yansıtıcı zeminde %44 iken, zemin orta yansıtıcılıkta iken %30'a, yutucu iken %28'e düşmektedir. Bu durumun nedeni, karayolu ile yapı arasındaki zeminin yansıtıcı olması koşulunda, zeminden olan yansımaların, yapıya ulaşan gürültü düzeyinde neden olduğu artışın, engel nedeniyle belli oranda düşmesidir.

3.6 Optimum Uzaklıkların Yapı Yüksekliğinden Etkilenme Durumunun Saptanması

Optimum uzaklıkların yapı yüksekliğinden etkilenme durumunun saptanması amacıyla yapı yüksekliğinin 40 m. olduğu durumun yanı sıra yapı yüksekliğinin 10 m. olduğu müstakil konutların ve ikisinin arasında bir değer olan 25 m. yükseklikteki konutların çekme mesafelerinin belirlenmesi için minimum uzaklık çalışması da yapılmıştır. Yapı yüksekliğinin üç farklı durumu için belirlenmiş olan minimum uzaklıklar, karşılaştırmalı olarak engelsiz durum için Çizelge 3. 11'de, engelli durumlar için Çizelge 3.12 (3 m.), Çizelge 3.13 (3 m- 1 m.) ve Çizelge 3.14'te (5 m.) sunulmuştur.

Çizelge 3. 11 Farklı gürültü düzeyi, zemin etkisi ve topografik duruma göre 40 m, 25 m. ve 10 m. yapı yükseklikleri için gereken minimum uzaklık tablosu (engelsiz durum)

zemin etkisi			(yansıtıcı)			(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)			aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı
engelsiz	Karayolu gür. düz.	Yapı yük.									
55 dBA için min. uzaklık (m)	65 dBA	40 m.	105	75	66	78	51	47	63	42	39
		25m.	104	75	66	77	51	47	63	42	39
		10 m.	103	75	66	75	51	47	62	42	39
	70dBA	40 m.	200	165	132	160	107	101	137	89	86
		25 m.	197	165	132	157	107	101	135	89	86
		10 m.	194	165	132	154	107	101	133	82	86
	75 dBA	40 m.	374	352	244	304	211	201	274	187	177
		25 m.	370	352	244	302	211	201	271	176	177
		10 m.	367	352	244	300	211	201	268	164	177
	80 dBA	40 m.	574	543	397	487	325	316	437	294	284
		25 m.	570	543	397	484	325	316	434	282	284
		10 m.	566	543	397	480	325	316	430	269	284
	85 dBA	40 m.	1096	887	715	937	600	565	838	516	508
		25 m.	1091	887	715	933	600	565	834	502	508
		10 m.	1086	887	715	929	600	565	830	492	508

Çizelge 3.11’de yer alan sonuçlara göre;

- Engelsiz durum için yapı yüksekliklerine göre gereken minimum uzaklıklar, zeminin tüm yansıtıcılık özelliklerinde, yapıya doğru aşağı eğimli arazide farklılık göstermektedir. Bununla birlikte, arazinin düz zeminin yutucu olduğu durumlarda da, gürültü düzeyi arttıkça kat yüksekliklerine göre gereken minimum uzaklığın değiştiği görülmektedir.
- Engelsiz durumda, gürültü düzeyinin kabul edilebilir sınırları aşmaması için gereken minimum uzaklıkların, tüm kat yükseklikleri için geçerli olduğu durumlar ise;
 - Yansıtıcı zemin koşulları için düz ve yapıya doğru yukarı eğimli arazi,
 - Orta yansıtıcılıktaki zemin koşulları için düz ve yapıya doğru yukarı eğimli arazi,
 - Yutucu zemin koşulları için yapıya doğru yukarı eğimli arazilerdir.

Çizelge 3. 12 Farklı gürültü düzeyi, zemin etkisi ve topografik duruma göre 40 m, 25 m. ve 10 m. yapı yükseklikleri için gereken minimum uzaklık tablosu (3 m. engel)

zemin etkisi			(yansıtıcı)			(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)			aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı
3 m engel	Karayolu gür. düz.	Yapı yüksek.									
55 dBA için min. uzaklık (m)	65 dBA	40 m.	53	41	38	45	31	30	35	27	26
		25m.	35	38	38	33	31	30	30	27	26
		10 m.	16	24	32	16	20	29	16	18	25
	70dBA	40 m.	113	110	93	95	76	72	78	55	62
		25m.	102	106	93	84	66	72	72	50	62
		10 m.	85	75	86	71	52	70	62	43	60
	75 dBA	40 m.	220	210	175	180	155	163	157	137	148
		25m.	209	210	175	172	145	163	151	129	148
		10 m.	200	210	168	166	135	160	145	120	146
	80 dBA	40 m.	342	340	309	315	251	276	290	243	254
		25m.	337	340	306	310	246	276	285	237	254
		10 m.	331	340	300	305	238	276	279	226	254
	85 dBA	40 m.	736	620	573	657	502	521	627	483	476
		25m.	732	620	573	647	502	521	617	474	476
		10 m.	726	620	565	636	502	521	606	466	476

Çizelge 3. 13 Farklı gürültü düzeyi, zemin etkisi ve topografik duruma göre 40 m, 25 m. ve 10 m. yapı yükseklikleri için gereken minimum uzaklık tablosu (3-1 m. engel).

zemin etkisi			(yansıtıcı)			(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)			aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı
3-1 m engel	Karayolu gür. düz.	Yapı yüksek.									
55 dBA için min. uzaklık (m)	65 dBA	40 m.	46	33	30	43	25	25	34	22	21
		25m.	30	31	30	30	25	25	27	22	21
		10 m.	13	17	25	14	15	22	13	15	20
	70dBA	40 m.	109	102	87	82	66	68	68	49	58
		25m.	100	92	85	74	55	68	62	42	58
		10 m.	80	65	76	62	41	58	52	37	51
	75 dBA	40 m.	216	177	164	155	139	159	153	131	145
		25m.	206	151	160	150	127	159	147	122	145
		10 m.	199	145	153	145	115	151	141	111	141
	80 dBA	40 m.	336	305	285	312	245	257	279	230	244
		25m.	331	305	277	307	240	257	274	226	244
		10 m.	327	305	269	303	228	257	269	218	244
	85 dBA	40 m.	726	578	540	638	480	496	597	469	472
		25m.	721	578	536	634	480	496	591	461	472
		10 m.	716	578	532	630	480	496	586	453	472

Çizelge 3. 14 Farklı gürültü düzeyi, zemin etkisi ve topografik duruma göre 40 m, 25 m. ve 10 m. yapı yükseklikleri için gereken minimum uzaklık tablosu (5 m. engel).

zemin etkisi			(yansıtıcı)			(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)			aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı
5 m engel	Karayolu gür. düz.	Yapı yük.									
55 dBA için min. uzaklık (m)	65 dBA	40 m.	41	31	28	38	24	23	31	21	20
		25m.	26	28	28	25	24	23	24	21	20
		10 m.	11	13	19	10	12	17	10	12	16
	70dBA	40 m.	102	96	81	73	60	65	62	46	55
		25m.	92	82	74	66	48	62	59	37	55
		10 m.	76	55	62	52	33	48	46	29	44
	75 dBA	40 m.	214	160	174	151	128	150	148	121	140
		25m.	204	134	148	146	112	146	143	106	137
		10 m.	197	134	138	141	102	136	138	97	129
	80 dBA	40 m.	332	291	269	310	237	238	276	227	229
		25m.	328	291	258	304	225	238	271	219	229
		10 m.	324	291	248	298	216	238	267	211	229
	85 dBA	40 m.	722	565	518	630	464	477	575	453	458
		25m.	717	565	512	626	460	477	571	444	458
		10 m.	712	565	507	622	460	477	567	439	458

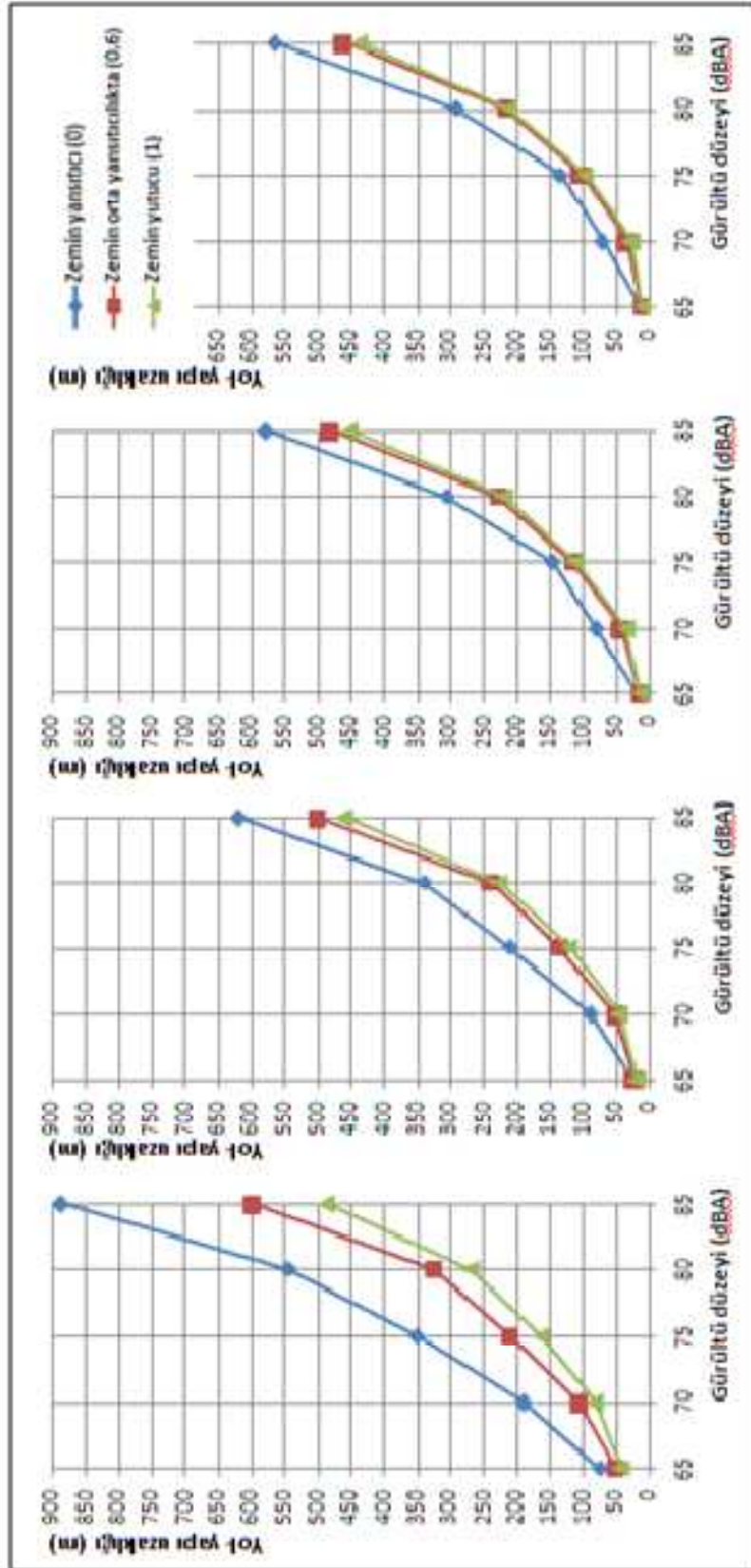
Çizelge 3.12, Çizelge 3.13 ve Çizelge 3.14'te görüldüğü gibi, farklı türde engeller uygulandığında gereken minimum uzaklıklar, kat yüksekliği azaldıkça zemin özelliklerine ve arazinin eğimine göre farklı oranlarda azalmaktadır. Örneğin 10 m. yapı yüksekliği için 3 m'lik engel uygulandığında, zeminin yapıya doğru yukarı eğimli olması durumunda 75 dBA gürültü düzeyi için minimum uzaklık zeminin yansıtıcı, orta yutuculukta ve yutucu olması durumları için sırasıyla; 86 m, 70 m ve 60 m'dir. Gürültü düzeyinin yükselmesiyle gereken minimum yapı uzaklıkları önemli oranda artmakta, 80 dBA için yine zeminin yutuculuk durumuna göre sırasıyla; 300 m, 276 m ve 254 m olmaktadır. Verilen örnek durumlar için, gereken minimum uzaklıklardaki azalma oranı, zeminin yutucu olması durumunda, yansıtıcı olmasına göre,%30-%40 arasındadır ve bu azalma oranı en çok düz arazide görülmektedir.

Çizelge 3.15'te 3 m'lik engelli durum için gereken minimum uzaklıklarda, zeminin yansıtıcı olma durumuna göre orta yansıtıcılık ve yutuculukta iyileşme yüzdeleri

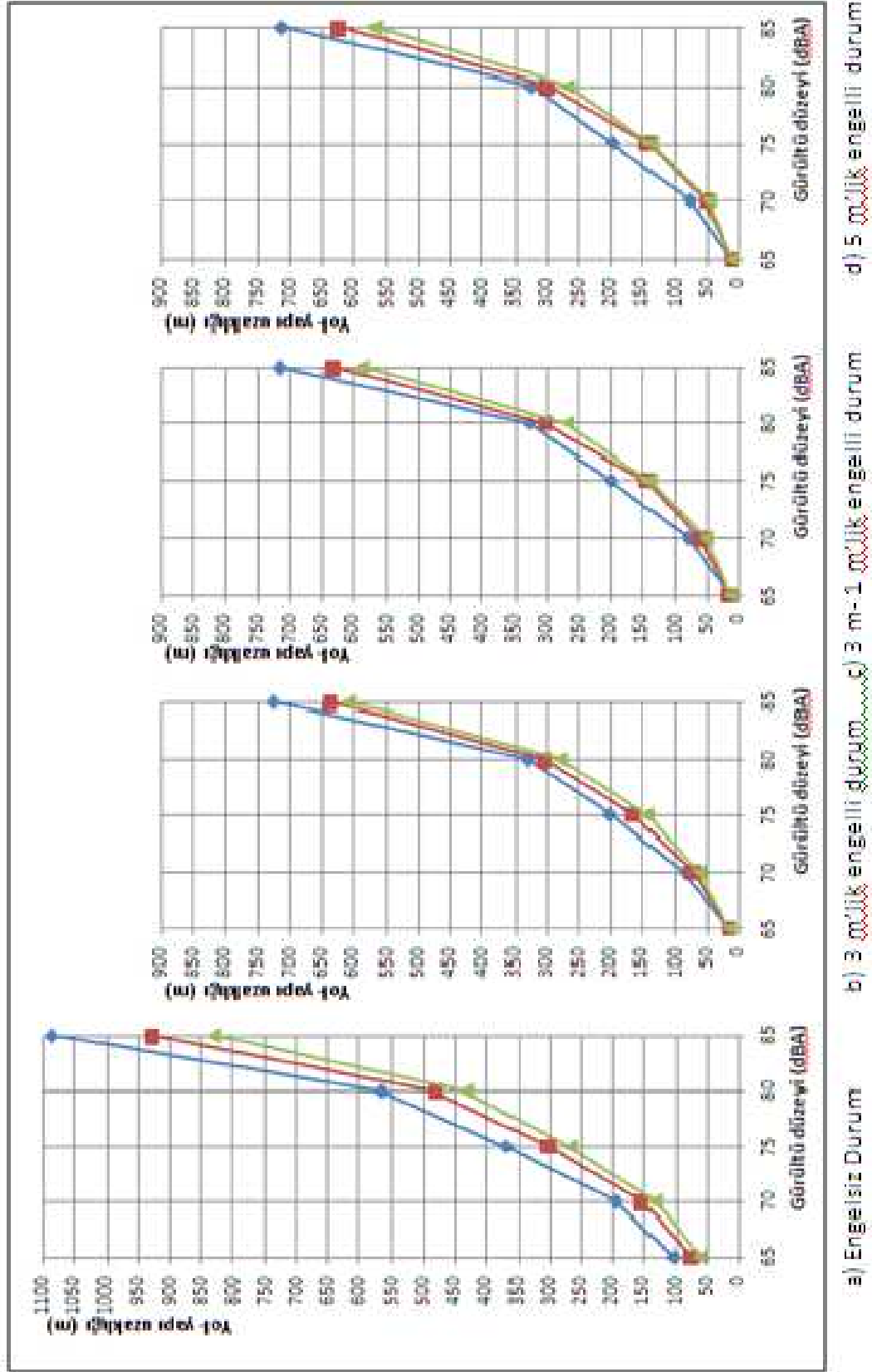
belirtilmiştir. 10 m. yapı yüksekliği için zemin özelliklerinin minimum uzaklığa etkisi, karşılaştırmalı olarak Şekil 3.16, Şekil 3.17 ve Şekil 3.18'deki grafiklerde sunulmuştur.

Çizelge 3. 15 Karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, zeminin yansıtıcı olma durumuna göre orta yansıtıcılık ve yutuculuktaki sağlanan iyileşme yüzdesi (engel: 3 m, yapı yüksekliği: 10 m.)

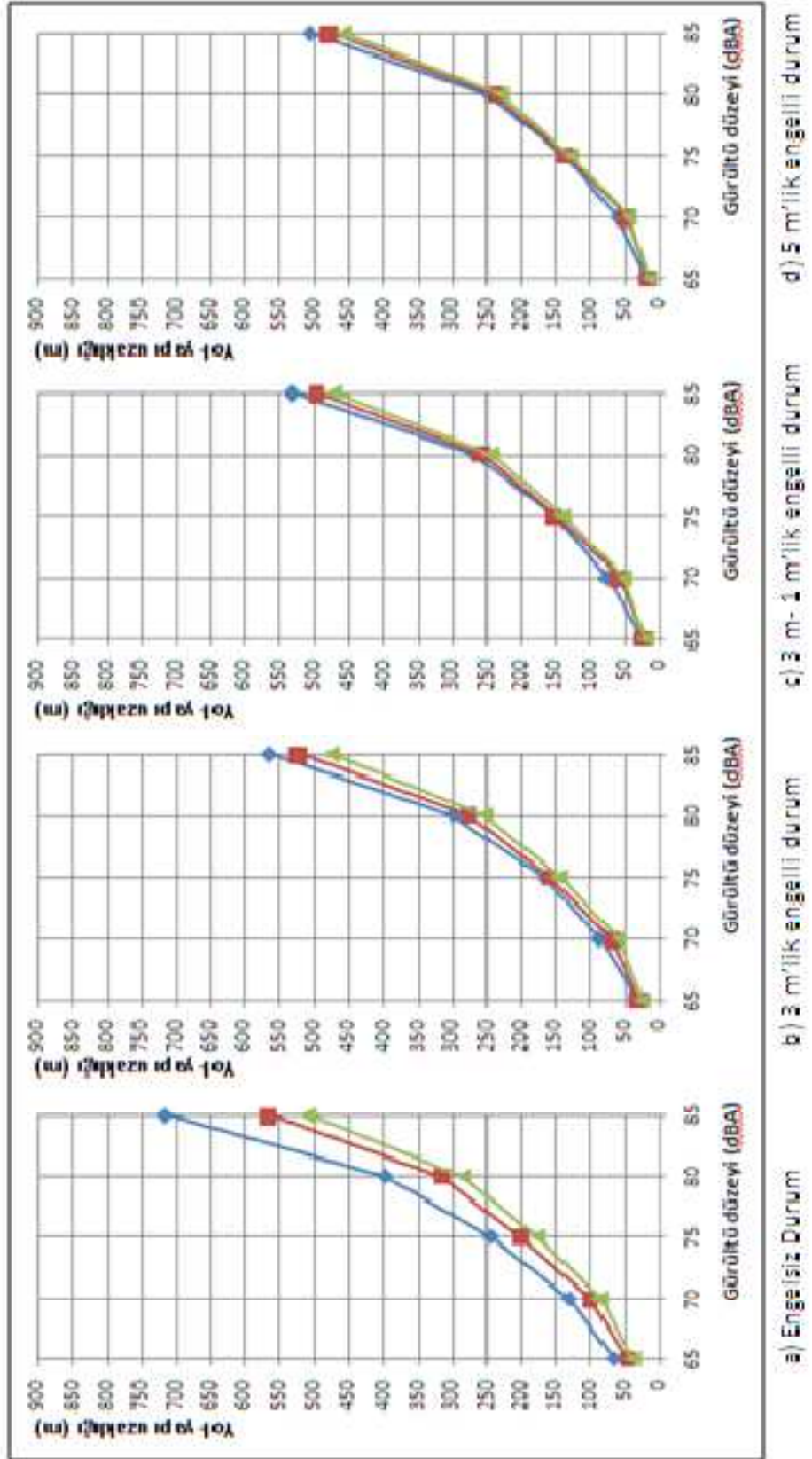
zemin etkisi		(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)		aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı
Zemin özelliklerinden ötürü uzaklıklarda sağlanan iyileşme (%)	65 dBA	0	17	9	0	25	22
	70dBA	16	31	19	27	50	30
	75 dBA	17	36	5	28	43	13
	80 dBA	8	30	8	16	34	15
	85 dBA	12	19	8	17	25	16



Şekil 3.16 10 m. yapı yüksekliği için gereken minimum uzaklıklar (düz arazi)



Şekil 3.17 10 m. yapı yüksekliği için gereken minimum uzaklıklar (yapiya doğru aşağı %30 eğimli arazi)



Şekil 3.18 10 m. yapı yüksekliği için gereken minimum uzaklıklar (yapiya doğru yukarı %30 eğimli arazi)

Yapı kabuğunda aşılması gereken minimum uzaklığın değişik yapı yüksekliği, gürültü düzeyi ve zemin yansıtıcılık durumlarına göre belirlendiği Çizelge 3. 11’de yer alan uzaklıklarda, karayolunda 3 m’lik engel uygulanmasıyla oluşan azalmalar yüzde olarak belirlenmiş ve Çizelge 3. 16’da karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Çizelge 3. 16 Karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, 3 m. engel nedeniyle sağlanan iyileşme yüzdesi (Yapı yük: 10 m- 40 m karşılaştırması)

zemin etkisi			(yansıtıcı)			(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)			aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı
Engelden ötürü uzaklıklarda sağlanan iyileşme (%)	65 dBA	10 m	84	68	52	79	60	38	74	57	36
		40 m	50	45	42	44	39	36	43	36	33
	70dBA	10 m	56	61	35	54	51	31	53	45	30
		40 m	44	42	30	42	30	29	41	36	28
	75 dBA	10 m	46	40	32	45	36	20	45	27	18
		40 m	43	40	28	42	28	19	41	27	16
	80 dBA	10 m	42	37	24	37	27	13	35	17	11
		40 m	40	37	22	35	23	13	34	17	11
	85 dBA	10 m	33	30	21	32	16	8	27	6	6
		40 m	33	30	20	30	16	8	25	6	6

Çizelge 3. 16’da yer alan sonuçlara göre;

- Arazinin ve zemin yansıtıcılığının tüm koşullarında ve tüm yapı yükseklikleri için, engel nedeniyle, gereken minimum uzaklıklarda sağlanan iyileşme yüzdesi karayolu gürültü düzeyinin artmasıyla, düşmektedir. Örneğin 10 m. yüksekliğinde bir yapı için, arazinin düz ve zeminin orta yansıtıcılıkta olduğu koşulda; 65 dBA gürültü düzeyi için gereken minimum uzaklık olan 51 m (Çizelge 3. 11), engel uygulamasıyla 20 m’ye (Çizelge 3. 12) düşmekte, dolayısıyla %60 oranında azalmaktadır. Öte yandan aynı koşullarda, gürültü düzeyinin 85 dBA olması durumunda, gereken minimum uzaklık 600 m’den

502 m'ye düşerek %16 oranında azalmaktadır. Bu durum, engel etkinliğinin uzaklık arttıkça azalması nedeniyledir.

- Zeminin tüm yansıtıcılık durumlarında, tüm gürültü düzeylerinde ve tüm kat yüksekliklerinde, uzaklıklardaki iyileşme yüzdeleri en fazla, arazinin karayolundan yapıya doğru aşağı eğimli olduğu durumda sağlanmaktadır. Engelden ötürü sağlanan gürültü azalmasının aşağı doğru eğimli arazide daha fazla olmasından kaynaklanan bu durum, kat yüksekliğinin azalması ile genelde daha belirgin olmaktadır. Örneğin, 10 m. yükseklikteki bir konut için, 65 dBA gürültü düzeyi, zeminin orta yansıtıcılıkta ve aşağı doğru eğimli olması durumunda %79 olan minimum uzaklıktaki iyileşme yüzdesi, eğimin yukarı doğru olması durumunda %38'e düşmektedir. 40 m. yükseklikteki bir konut için aşağı ve yukarı eğimdeki iyileşme yüzdesi ise, sırasıyla % 44 ve % 36 olmaktadır. Engel nedeniyle sağlanan iyileşme oranları, özellikle yüksek gürültü düzeylerinde ve kaynaktan alıcıya doğru yukarı eğimli arazide azalmakta, yani engel etkinliği önemli oranda düşmektedir.
- Gerek düz, gerekse eğimli arazi koşullarında ve tüm gürültü düzeylerinde, gereken minimum uzaklık değerlerinde, engel nedeniyle oluşan en yüksek azalma yüzdeleri, zeminin yansıtıcı olduğu durumda sağlanmaktadır. Bu durum, her yapı için geçerlidir ve yapı yüksekliği azaldıkça artmaktadır. Örneğin 10 m. yükseklikteki bir konut için, 65 dBA gürültü düzeyi ve 3 m. engelli durumda, uzaklıktaki azalma yansıtıcı zeminde %84 iken, zemin orta yansıtıcılıkta iken %79'a, yutucu iken %74'e düşmektedir. Bu durumun nedeni, karayolu ile yapı arasındaki zeminin yansıtıcı olması koşulunda, zeminden olan yansımaların, yapıya ulaşan gürültü düzeyinde neden olduğu artışın, engel nedeniyle belli oranda düşmesidir.

Çizelge 3. 12, Çizelge 3. 13 ve Çizelge 3. 14'ten yararlanılarak, değişik türdeki engellerin minimum uzaklıklara etkisi farklı kotlar için değerlendirilmiştir. Engelli durumda, 10 m. yükseklikteki bir yapının 40 m. yükseklikteki yapıya göre gereken minimum uzaklıklardaki iyileşme yüzdeleri, üç farklı engel türü için, Çizelge 3. 17, Çizelge 3. 18 ve Çizelge 3. 19'da sunulmuştur.

Çizelge 3. 17 3 m’lik engelli durumda, karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, yapı yüksekliğine bağlı (10 m- 40 m) iyileşme yüzdesi

zemin etkisi		(yansıtıcı)			(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)		aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı
Yapı yüksekliğinden ötürü uzaklıklarda sağlanan iyileşme (%)	65 dBA	70	41	16	64	35	3	54	30	3
	70dBA	25	32	8	25	32	3	21	22	3
	75 dBA	8	0	6	7	13	2	7	12	1
	80 dBA	3	0	3	3	5	0	3	5	0
	85 dBA	1	0	1	3	2	0	3	3	0

Çizelge 3. 18 3m- 1m’lik engelli durumda, karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, yapı yüksekliğine bağlı (10 m- 40 m) iyileşme yüzdesi

zemin etkisi		(yansıtıcı)			(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)		aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı
Yapı yüksekliğinden ötürü uzaklıklarda sağlanan iyileşme (%)	65 dBA	72	48	17	67	40	12	62	32	5
	70dBA	27	36	13	26	38	15	24	25	12
	75 dBA	8	18	7	7	17	5	7	15	3
	80 dBA	3	0	6	3	6	0	3	5	0
	85 dBA	1	0	1	1	0	0	1	3	0

Çizelge 3. 19 5m’lik engelli durumda, karayolu-yapı arasında bulunması gereken minimum uzaklıklarda, yapı yüksekliğine bağlı (10 m- 40 m) iyileşme yüzdesi

zemin etkisi		(yansıtıcı)			(orta yansıtıcılıkta)			(yutucu)		
eğim (%30)		aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı	aşağı	düz	yukarı
Yapı yüksekliğinden ötürü uzaklıklarda sağlanan iyileşme (%)	65 dBA	73	58	32	74	50	26	68	43	20
	70dBA	27	43	23	29	45	26	26	37	20
	75 dBA	8	19	10	7	20	7	7	20	7
	80 dBA	3	0	8	4	9	0	3	7	0
	85 dBA	1	0	1	1	0	0	1	3	0

Çizelge 3. 17, Çizelge 3. 18 ve Çizelge 3. 19'dayer alan sonuçlara göre;

- Tüm engel türleri için, arazinin ve zeminin tüm koşullarında, 10 m. yükseklikteki bir yapının 40 m. yükseklikteki yapıya göre gereken minimum uzaklıklardaki iyileşme yüzdeleri, karayolu gürültü düzeyinin artmasıyla düşmektedir. Başka bir deyişle, düşük gürültü düzeylerinde ve düşük katlarda engelin etkinliği yüksek katlara göre çok daha fazlayken, gürültü düzeyi arttıkça katlar arasındaki engel etkinliği ayrımı azalmakta ve engel tüm katları kimi zaman eşit etkilemektedir.
- Düşük gürültü düzeylerinde, engel nedeniyle sağlanan kat yüksekliğine bağlı iyileşme yüzdesi en düşük yukarı eğimli arazidedir. Yani yapıya doğru yukarı eğimli arazide, engelli durumda gereken minimum uzaklık, 10 m. ile 40 m. yükseklikte birbirine yakın değerdedir. Yansıtıcı zemin özelliğindeki düz arazi koşullarında, orta yansıtıcılıkta ve yutucu zemin özelliğindeki yukarı eğimli arazi koşullarında, gürültü düzeyi yükseldiğinde tüm katlar engelden eşit etkilenmektedir.
- İncelenen 3 tür engel içerisinde, düşük gürültü düzeylerinde en etkin olanı ve düşük katlardaki etkinliği yüksek katlara göre en yüksek olanı sırasıyla; 5 m, 3m-1m kırıklı ve 3 m'lik engeldir. Gürültü düzeyi yükseldikçe, yapının farklı kotlarını etkileme oranı birbirine yakın değerler almakta ve hangi engel tipi olursa olsun hem etkinliği azalmakta hem de düşük ve yüksek katları aynı oranda etkilemektedir.

3.7 Genel Değerlendirme ve Yaklaşım Önerisi

Karayolu gürültüsünün denetlenmesinde yol- yapı ilişkisi açısından optimum koşulların belirlenmesine yönelik olarak geliştirilen yaklaşımı içeren bu çalışma genel olarak değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- **Karayolu- yapı ilişkisi açısından optimum koşullara ilişkin genel sonuçlar**

Karayolu kenarında engelin bulunmadığı durum

- o Gürültü düzeyinin artmasıyla, limit değerin aşılmaması için gereken minimum uzaklık artmaktadır.
- o Gereken minimum uzaklığın en fazla olduğu durum, tüm arazi koşullarında (eğimli- düz), zeminin yansıtıcı olduğu durumdur. Zeminin yutuculuğu arttıkça, yapılar yola yaklaştırılabilir.
- o Zeminin yansıtıcı olma durumuna göre orta yansıtıcılık ve yutuculuktaki sağlanan iyileşme yüzdesi en belirgin olarak düz arazide görülmektedir.
- o Gereken minimum uzaklığın en fazla olduğu durum, tüm zemin özellikleri için (yansıtıcı- yutucu), arazinin yapıya doğru aşağı eğimli olduğu durumdur. Limit değerin aşılmaması için gereken min. uzaklık, büyükten küçüğe doğru sırayla; yapıya doğru aşağı eğimli arazi, düz arazi ve yapıya doğru yukarı eğimli arazidir. Örneğin eğimli bir arazide yol, yapıya göre aşağı kottaysa, gereken min. uzaklık azalmaktadır.
- o Karayolu- yapı arasında bulunması gereken min. uzaklıklarda, arazinin düz olma durumuna göre aşağı eğimli arazideki artış yüzdesi en belirgin olarak orta yansıtıcılıktaki ve yutucu zeminde görülmektedir.

Karayolu kenarına engel uygulanması durumunda

- o Gürültü düzeyinin artmasıyla, limit değerin aşılmaması için gereken minimum uzaklık artmaktadır.
- o Engelli durumda da engelsiz durumdaki gibi, gereken min. uzaklık büyükten küçüğe doğru sırayla;

- Zemin özelliklerine göre: Yansıtıcı, orta yansıtıcılıkta ve yutucu,

- Arazinin eğimine göre: Yapıya doğru aşağı eğimli, düz ve yapıya doğru yukarı eğimlidir.

• **Engel etkinliğine ilişkin genel sonuçlar**

- o İncelenen engeller içerisinde etkinlik sıralaması büyükten küçüğe doğru; 5 m, 3 m düz- 1 m kırıklı ve 3 m yüksekliğindeki engellerdir.

- o Gürültü düzeyinin artmasıyla birlikte yol- yapı arasında bulunması gereken min uzaklık artmakta ve engelin etkinliği azalmaktadır.
- o Engel nedeniyle min. uzaklıklarda sağlanan iyileşme, tüm gürültü düzeyleri ve tüm zemin özellikleri için en çok aşağı eğimli arazide sağlanmaktadır.
- o Engel nedeniyle min. uzaklıklarda sağlanan iyileşme, tüm gürültü düzeyleri ve topografyanın tüm eğim özellikleri için en çok yansıtıcı zeminde sağlanmaktadır.
- o Yüksek gürültü düzeyi, yapıya doğru yukarı eğimli arazi ve yutucu zemin; engel etkinliğinin en düşük olduğu durumdur. Bunun tam tersini söylemek de mümkündür. Engel etkinliğinin en yüksek olduğu durum; düşük gürültü düzeyi, düşük yapı yüksekliği, yapıya doğru aşağı eğimli arazi ve yansıtıcı zemindir. Özellikle yüksek gürültü düzeylerinde ve yapıya doğru yukarı eğimli arazilerde engel etkinliği önemli oranda azalmakta ve bu durumda yapı yüksekliği önemini kaybetmektedir. Örneğin 65 dBA gürültü düzeyi ve 10 m. yükseklikte bir yapı için 3 m. engel uygulandığında yansıtıcı zemin ve yapıya doğru aşağı eğimli arazide engelden ötürü iyileşme oranı %84 iken, aynı koşullarda 40 m. yüksekliğinde bir yapı için iyileşme oranı % 50 olmaktadır. 85 dBA gürültü düzeyi, yutucu zemin ve yapıya doğru yukarı eğimli arazide ise engelden ötürü iyileşme oranı tüm yapı yükseklikleri için % 6'ya düşmektedir.

- **Yapı yüksekliğinin minimum uzaklığa etkisine ilişkin genel sonuçlar**

Karayolu kenarında engelin bulunmadığı durum

Yapı yüksekliğinin değişiminin min. uzaklığı etkilemediği durumlar:

- o Düşük gürültü düzeyinde (65 dBA),
 - tüm koşullarda,
- o Yüksek gürültü düzeylerinde;
 - yansıtıcı zemin, düz arazi,
 - yansıtıcı zemin, yapıya doğru yukarı eğimli arazi,
 - orta yansıtıcı zemin, düz arazi,
 - orta yansıtıcı zemin, yapıya doğru yukarı eğimli arazi,

- yutucu zemin, yapıya doğru yukarı eğimli arazi.

Yapı yüksekliğinin değişiminin min. uzaklığı etkilediği durumlar:

o Yüksek gürültü düzeylerinde;

- yansıtıcı zemin, yapıya doğru aşağı eğimli arazi,
- orta yansıtıcı zemin, yapıya doğru aşağı eğimli arazi,
- yutucu zemin, yapıya doğru aşağı eğimli arazi,
- yutucu zemin, düz arazi.

o Min. uzaklık ayırımının en çok olduğu durum (40 m- 10 m yapı yüksekliği karşılaştırıldığında);

- yutucu zemin, düz arazi, yüksek gürültü düzeyi (85 dBA).

Engelsiz durum genel olarak değerlendirildiğinde, tüm zemin etkileri için aşağı eğimli arazi koşullarında ve zeminin yutucu arazinin düz olma koşulunda yapı yüksekliğinin, minimum uzaklıklarda değişime yol açtığını söylenebilir. Söz konusu değişim, göz ardı edilebilecek düzeydedir.

Karayolu kenarına engel uygulanması durumunda

Yapı yüksekliğinin değişiminin min. uzaklığı etkilemediği durumlar:

o Düşük gürültü düzeylerinde;

- tüm zemin özellikleri için yapıya doğru yukarı eğimli arazilerde önemli bir değişiklik olmamaktadır.

o Yüksek gürültü düzeylerinde (80 dBA- 85 dBA);

- yansıtıcı zemin, düz arazi,
- orta yansıtıcı zemin, yapıya doğru yukarı eğimli arazi,
- yutucu zemin, yapıya doğru yukarı eğimli arazi.

Yapı yüksekliğinin değişiminin min. uzaklığı etkilediği durumlar:

o Düşük gürültü düzeylerinde;

- yansıtıcı zemin, yapıya doğru aşağı eğimli arazi,

- yansıtıcı zemin, düz arazi,
- orta yansıtıcı zemin, yapıya doğru aşağı eğimli arazi,
- orta yansıtıcı zemin, düz arazi,
- yutucu zemin, yapıya doğru aşağı eğimli arazi,
- yutucu zemin, düz arazi.

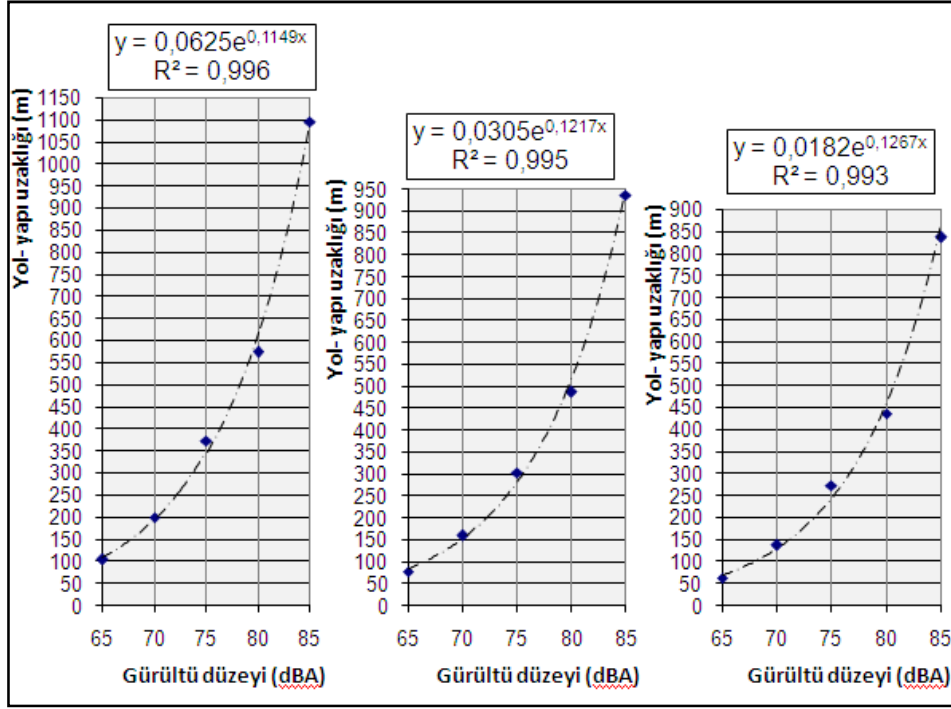
o Min. uzaklık ayrımının en çok olduğu durum (40 m- 10 m yapı yüksekliği karşılaştırıldığında);

- yansıtıcı zemin, yapıya doğru aşağı eğimli arazi, düşük gürültü düzeyi (65 dBA).

Engelli durum genel olarak değerlendirildiğinde, gürültü düzeyi arttıkça ve arazinin eğimi yapıya doğru yukarı eğimli duruma geldikçe yapı yüksekliğinin minimum uzaklıklarda yol açtığı değişimin azaldığı söylenebilir. Yüksek gürültü düzeylerinde, yansıtıcı zeminin düz arazi koşullarında da yapı yüksekliğinin minimum uzaklığa etkisi olmamaktadır.

Karayolu-yapı arasında, gürültü açısından, değişik koşullara göre bulunması gereken minimum uzaklıkların belirlendiği çalışma sonuçlarından, tasarımcıların yararlanmasına yönelik daha genel sonuçlara ulaşabilmek amacıyla, formülasyon çalışması yapılmıştır.

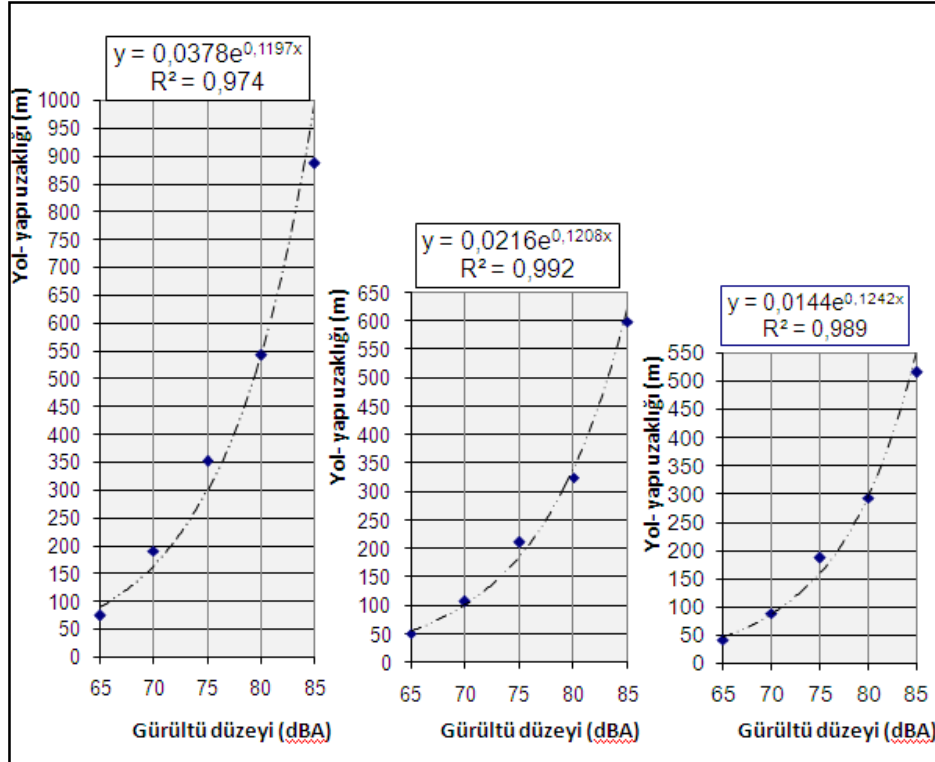
Yukarıda açıklandığı gibi, yapı yüksekliğinin değişmesi, gerek engelsiz, gerekse engelli durumda, karayolu-yapı arasında gereken minimum uzaklıklarda, çoğu koşulda önemli bir değişime yol açmamaktadır. Gereken minimum uzaklıklar arasındaki maksimum ayrımlar: engelsiz durumda, 85 dBA gürültü düzeyinde, zeminin yutucu, arazinin düz olması koşulunda, 40 m ve 10 m yapı yükseklikleri arasındaki 24 m'lik ayrım; engelli durumda, 65 dBA gürültü düzeyinde, zeminin yansıtıcı, arazinin karayolundan yapıya doğru eğimli olması koşulunda, 40 m ve 10 m yapı yükseklikleri arasındaki 37 m'lik ayrımlardır. Bu nedenle, formülasyon çalışması, en olumsuz koşulları gerektiren 40 m yapı yüksekliği ele alınarak yapılmış ve sonuçlar Şekil 3.19 ve Şekil 3.20'de sunulmuştur. Formülasyon çalışmasının adımlarını içeren bir örnek EK-A'da yer almaktadır.



a) Yapiya doğru aşağı %30 eğimli arazi, Yansıtıcı zemin

b) Yapiya doğru aşağı %30 eğimli arazi, Orta yansıtıcılıkta zemin

c) Yapiya doğru aşağı %30 eğimli arazi, Yutucu zemin

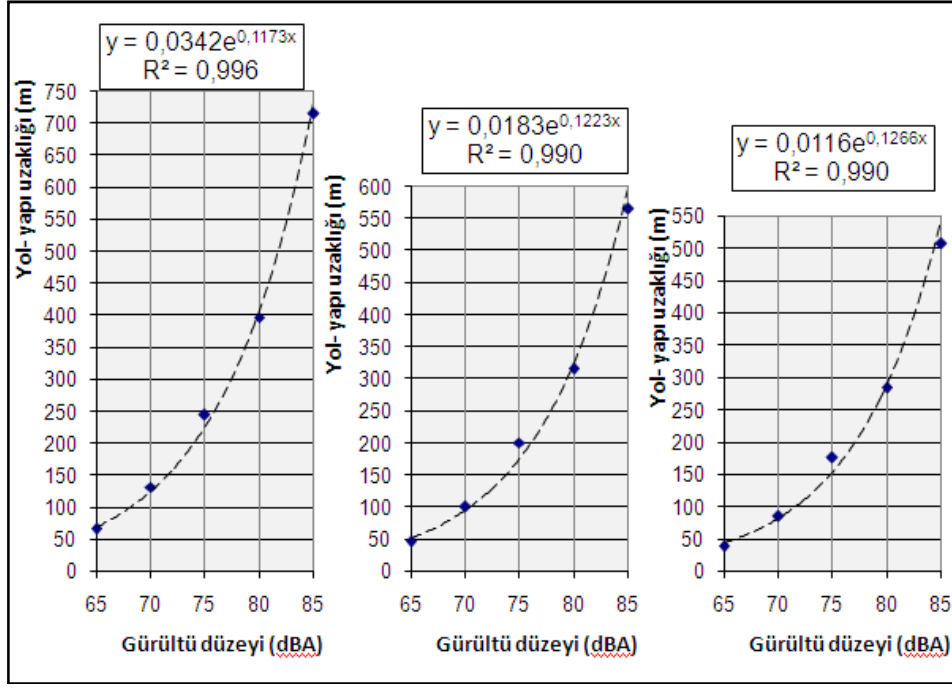


a) Düz arazi, Yansıtıcı zemin

b) Düz arazi, Orta yansıtıcılıkta zemin

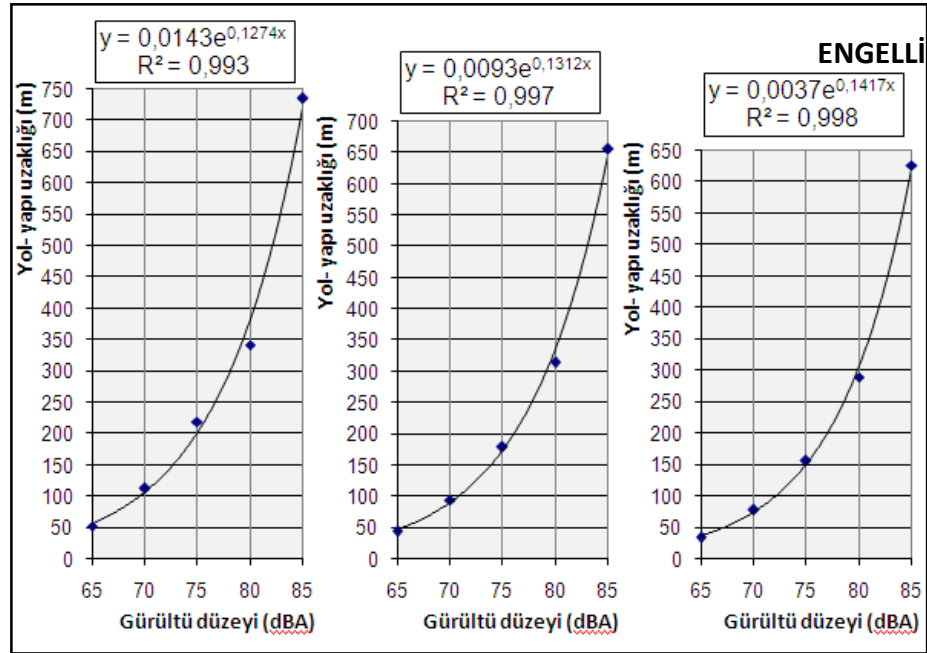
c) Düz arazi, Yutucu zemin

Şekil 3.19 Engelsiz durumda, tüm koşullar için oluşturulan eğriler ve formülleri

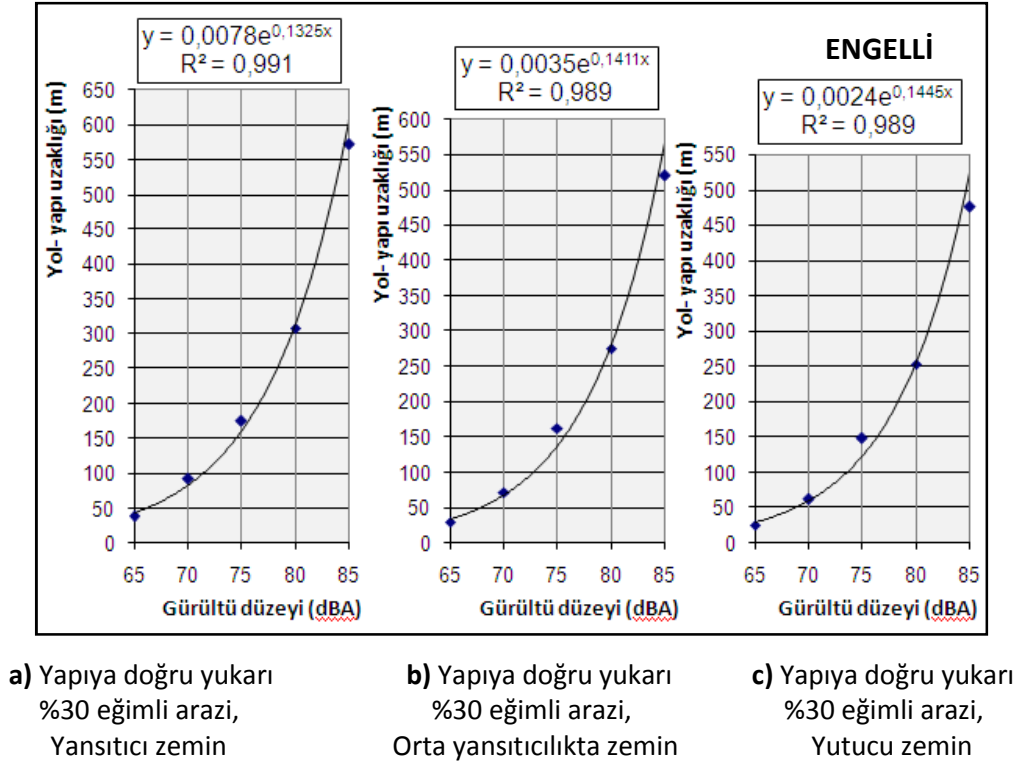
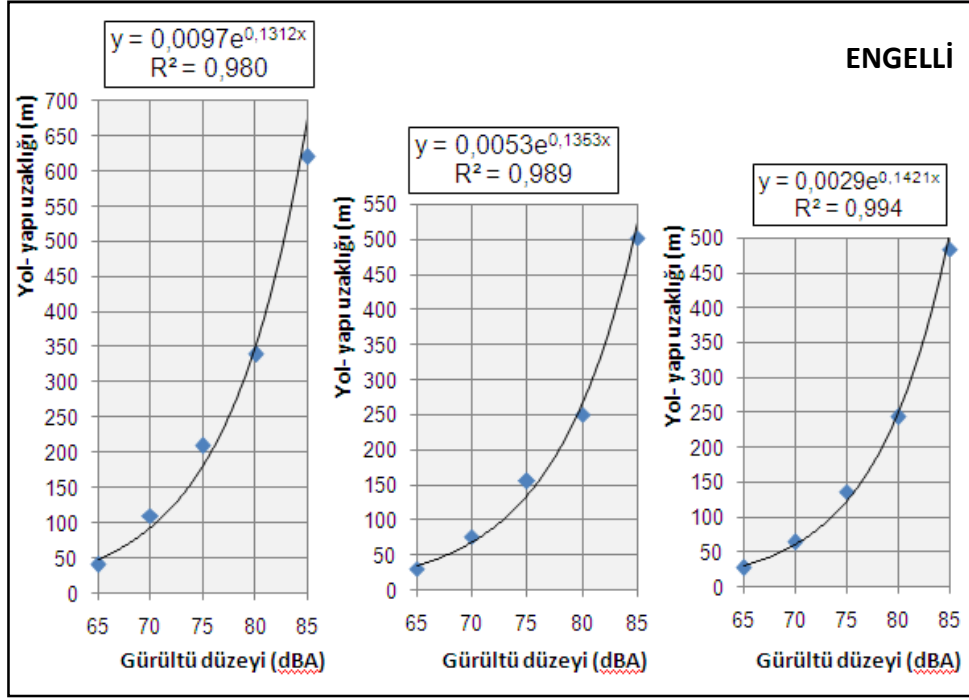


Şekil 3.19 Engelsiz durumda, tüm koşullar için oluşturulan eğriler ve formülleri (devamı)

Her bir koşul için karayolu kenarına 3 m'lik gürültü engeli uygulandığında ise aşağıdaki formüllerin kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 3.20).



a) Yapiya doğru aşağı %30 eğimli arazi, Yansıtıcı zemin
b) Yapiya doğru aşağı %30 eğimli arazi, Orta yansıtıcılıkta zemin
c) Yapiya doğru aşağı %30 eğimli arazi, Yutucu zemin



Şekil 3.20 Engelli durumda, tüm koşullar için oluşturulan eğriler ve formülleri

R^2 değeri, determinasyon katsayısı olarak adlandırılır. Bilinen ve tahmin edilen Y değerlerinin karşılaştırmasını gösterir ve değeri 1 ile 0 arasında değişir. Eğer $R^2=1$ ise,

korelasyon mükemmeldir yani gerçek Y değerleri ile formülle tahmin edilenler arasında fark yoktur. Diğer taraftan $R^2=0$ ise, arada korelasyon yoktur [78].

Bu çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda çizilen grafiklerin R^2 değerinin 1'e yakın olduğu, başka bir deyişle, çizginin verilere hemen hemen tümüyle uyduğu görülmektedir (Şekil 3.19- 3.20).

Sonuç olarak, çalışmadan elde edilen tüm veriler doğrultusunda elde edilen, yol- yapı arasında olması gereken minimum uzaklık formülleri Çizelge 3.20'de sunulmuştur.

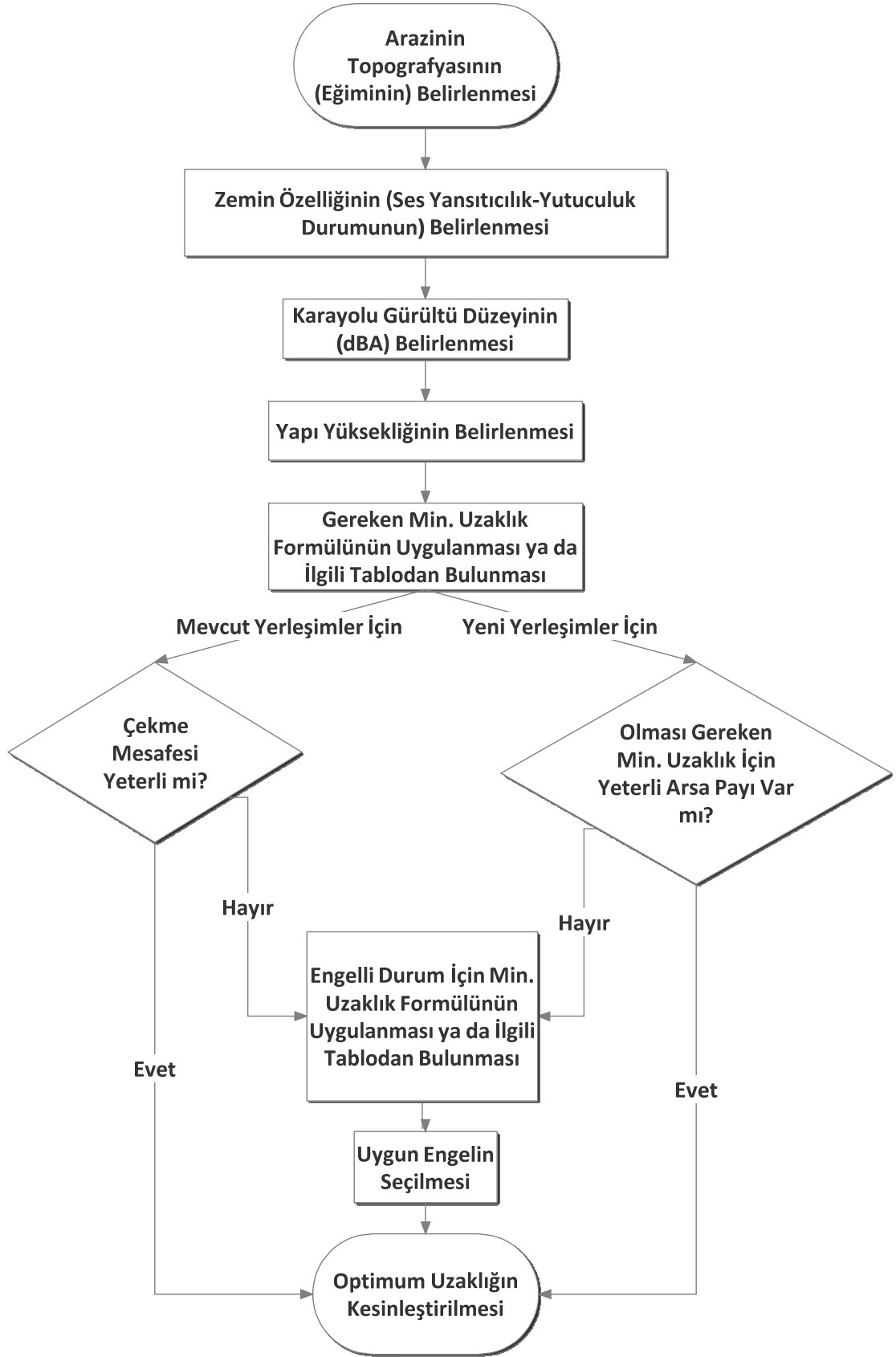
Çizelge 3.20 Tüm koşullar için oluşturulan, yol- yapı arasındaki minimum uzaklık formülleri

				YOL- YAPI ARASINDAKİ MİN. UZAKLIK FORMÜLLERİ (x= karayolu gürültü düzeyi)
Arazi özellikleri	engelsiz	Yansıtıcı zemin	Düz	$y = 0,0378e^{0,1197x}$
			Aşağı eğimli	$y = 0,0625e^{0,1149x}$
			Yukarı eğimli	$y = 0,0342e^{0,1173x}$
		Orta yansıtıcılıkta zemin	Düz	$y = 0,0216e^{0,1208x}$
			Aşağı eğimli	$y = 0,0305e^{0,1217x}$
			Yukarı eğimli	$y = 0,0183e^{0,1223x}$
		Yutucu zemin	Düz	$y = 0,0144e^{0,1242x}$
			Aşağı eğimli	$y = 0,0182e^{0,1267x}$
			Yukarı eğimli	$y = 0,0116e^{0,1266x}$
	engelli	Yansıtıcı zemin	Düz	$y = 0,0097e^{0,1312x}$
			Aşağı eğimli	$y = 0,0143e^{0,1274x}$
			Yukarı eğimli	$y = 0,0078e^{0,1325x}$
		Orta yansıtıcılıkta zemin	Düz	$y = 0,0053e^{0,1353x}$
			Aşağı eğimli	$y = 0,0093e^{0,1312x}$
			Yukarı eğimli	$y = 0,0035e^{0,1411x}$
		Yutucu zemin	Düz	$y = 0,0029e^{0,1421x}$
			Aşağı eğimli	$y = 0,0037e^{0,1417x}$
			Yukarı eğimli	$y = 0,0024e^{0,1445x}$

Dış ortam kabul edilebilir gürültü düzeyinin 55 dBA olduğu kabulüne dayanarak belirlenen yapı çekme mesafeleri, sınır değerlerin değişmesi durumunda değişiklik gösterecektir. Örneğin, kabul edilebilir gürültü düzeyi 60 dBA olduğunda (55 + 5), 75

dBAlık yol gürültüsü için karayolu gürültüsünün 80 dBA olduğu (75 + 5) min. uzaklık sonuçları geçerlidir. Formülasyon uygulanırken de aynı yöntem geçerlidir. Yani, kabul edilebilir gürültü düzeyi 55 dBA'dan ne kadar fazlaysa, mevcut karayolu gürültü düzeyine o kadar sayı eklenerek formül uygulandığında tüm koşullar için geçerlilik sağlanmış olur.

Çalışmanın hedefine yönelik olarak, kent plancılarının ve tasarımcıların yapıların çekme mesafelerini gürültü etkenini de göz önüne alarak belirlemesi için bir akış diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 3.21).



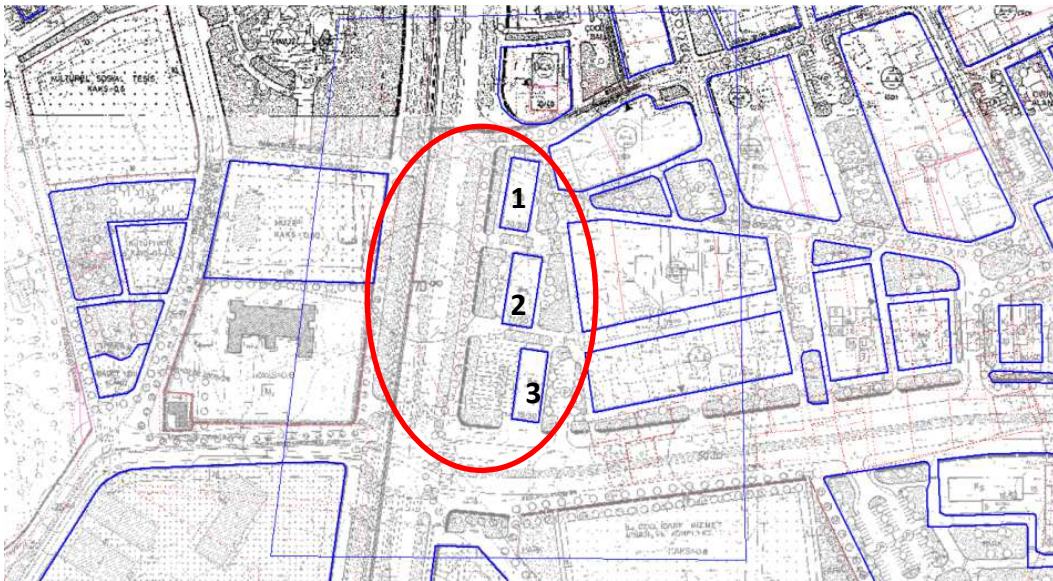
Şekil 3.21 Karayolu gürültüsünün denetlenmesinde yol- yapı ilişkisi açısından optimum koşulların belirlenmesi için önerilen yaklaşımın akış şeması

3.8 Yaklaşım Önerisinin Örneklenmesi

Bu çalışma kapsamında geliştirilen ve sonuçların tablo, grafik ve formüllerle ortaya konduğu yaklaşım, mevcut bir alanda gerçekleştirilen çalışmalarla örneklenmiştir. Çalışma alanı olarak, Kayseri’de, yoğun trafiğin söz konusu olduğu Mustafa Kemal Paşa Bulvarı üzerinde bulunan 3 bloktan oluşan Park Apartmanları seçilmiştir. Örnek alanın haritadaki görünümü Şekil 3.22’de ve imar planındaki yeri Şekil 3.23’te görülmektedir.



Şekil 3.22 Mustafa Kemal Paşa Bulvarı, Park Apartmanları, Kayseri.



Şekil 3.23 Örnek alanın imar paftası

İmar planında 20x50, K5 olarak görünen yapılar, Kayseri Büyükşehir Belediyesi İmar Yönetmeliği'nin 65. Maddesi'ne göre kütle parsel olarak serbest uygulama çalışması yapılmış ve 20x50 kütle sınırları içinde kalacak şekilde inşaat alanı sabit tutulup kat yüksekliği artırılarak 40 m. yüksekliğinde yapılmıştır. Yoldan çekme mesafesi sırasıyla 30 m, 40 m. ve 50 m'dir.

Yerleşimde, arazi düz, zemin beton zemin olarak ses yansıtıcıdır. Yapıların öncelikle mevcut durumda gürültüden etkilenme durumları belirlenmiş, ardından geliştirilen yaklaşım doğrultusunda sağlanması gereken koşullara ilişkin aşağıda görülen adımlarla belirlemeler yapılmıştır.

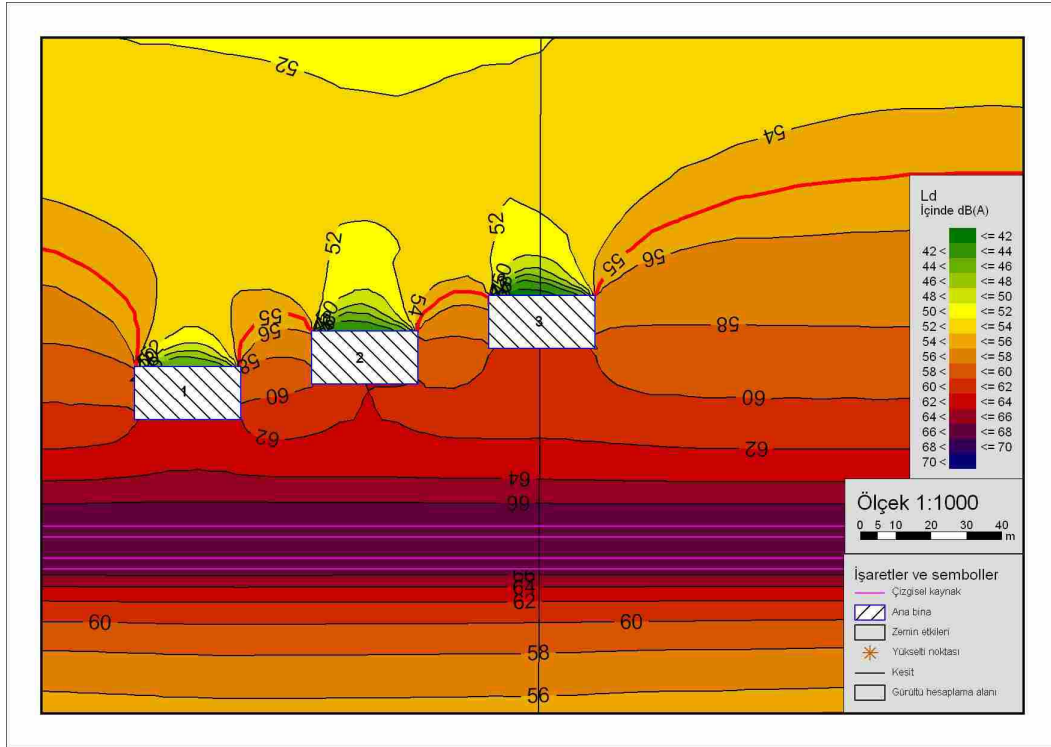
- Karayolu-yapılar arasında kabul edilebilir gürültü ortamının sağlanması açısından gereken minimum uzaklığın belirlenmesi,
- Karayolu-yapılar arasında yer alan zeminin ses yutuculuğunun değiştirilmesi durumunda kabul edilebilir gürültü ortamının sağlanması açısından gereken minimum uzaklığın belirlenmesi,
- Karayolu kenarında gürültü engeli bulunması durumunda, kabul edilebilir gürültü ortamının sağlanması açısından karayolu-yapılar arasında gereken minimum uzaklığın gürültü engeli yüksekliğine bağlı olarak belirlenmesi,
- Sonuçlar içinden, yapılabilirlik, maliyet, görsellik benzeri diğer tasarım kriterleri göz önüne alınarak optimum koşulu sağlayacak seçimin yapılması.

Mevcut durumda, yapıların gürültüden etkilenme durumunun belirlenmesi ve değerlendirilmesi

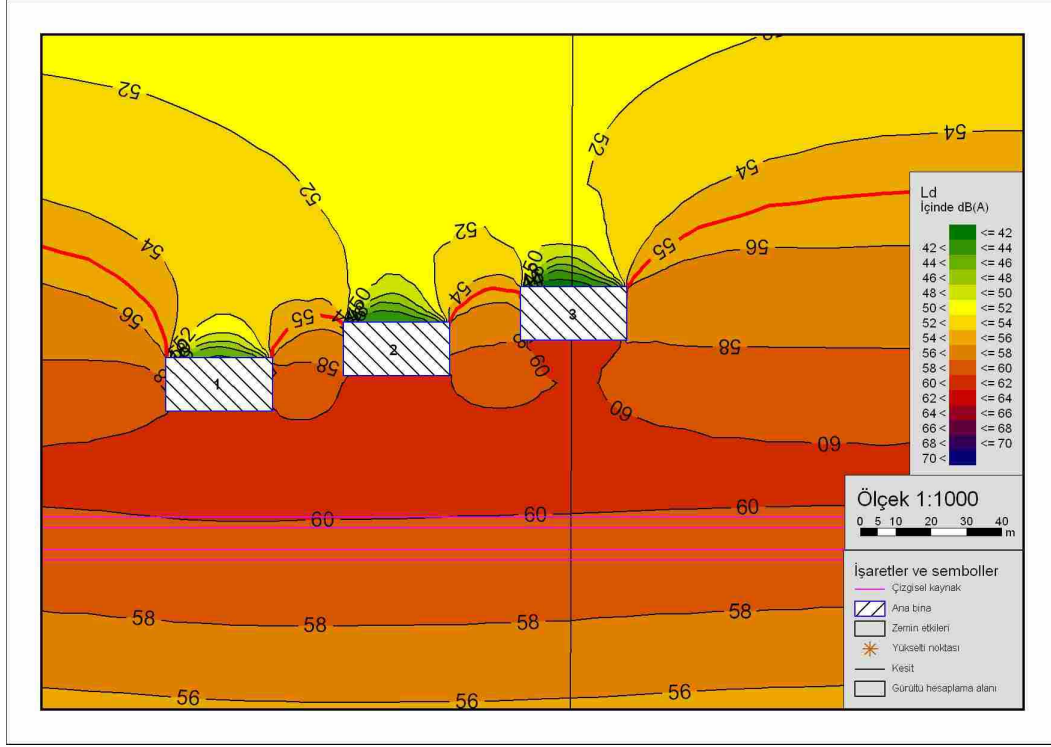
Mevcut durumda karayolu gürültüsünün yapıları etkileme durumunun belirlenmesi için gürültü haritaları hazırlama aşamaları aşağıda görüldüğü gibidir.

- Yerleşimin 1/1000 ölçekli AutoCAD çizimleri SoundPLAN simülasyon programına aktarılmış ve topografik özellikleri üç boyutlu olarak modellenmiştir.
- Yapı yükseklik, kat adedi, kat yükseklikleri gibi biçimsel ve boyutsal özellikler programa girilmiştir.

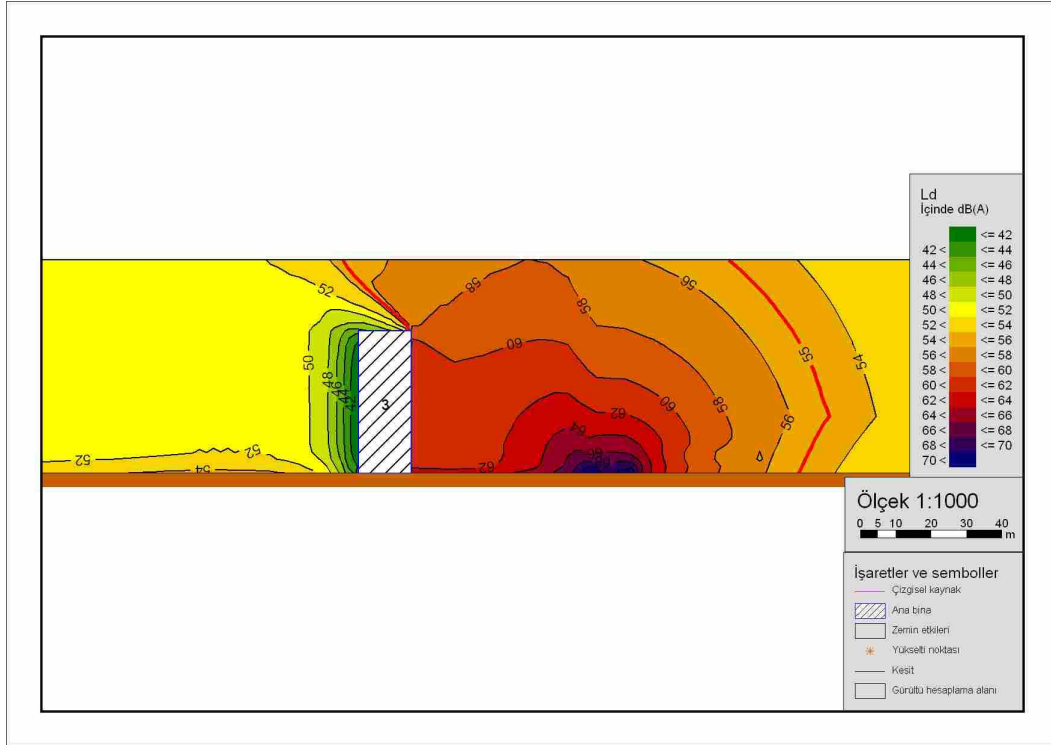
- Karayolundan saatte geçen araç sayısı, ağır taşıt yüzdesi, araçların hızı, yol kaplamasının cinsi benzeri gürültü düzeyini belirleyen faktörler gözlemlerle belirlenmiş, simülasyon programına girilerek karayolu gürültü düzeyi 70 dBA olarak hesaplanmıştır.
- Hesaplarda ÇGDY yönetmeliğinde de önerildiği gibi, karayolları için NMPB Routes 96 (Guide de Bruit) ve zaman dilimi için L(gündüz) seçilmiştir.
- Değişik kotlarda gürültünün dağılımını ortaya koymak amacıyla, zeminden 4 m ve 30 m yükseklikler için elde edilen yatay gürültü haritaları ile, kesit gürültü haritası sırasıyla, Şekil 3.24, 3.25 ve 3.26'da yer almaktadır.



Şekil 3.24 Zeminden 4 m yükseklikte mevcut durumun gürültü haritası



Şekil 3.25 Zeminden 30 m yükseklikte mevcut durumun gürültü haritası



Şekil 3.26 Mevcut durum kesit gürültü haritası

Gerek Şekil 3. 24 ve Şekil 3. 25'teki yatay gürültü haritaları gerekse Şekil 3. 26'daki yola en uzak mesafede konumlanmış olan 3. bloğun kesit gürültü haritası, mevcut durumda

tüm yapıların gürültü açısından kabul edilebilir sınır değeri aştığını göstermektedir. Zeminden 4m yükseklik için hazırlanan yatay gürültü haritasında görüldüğü gibi, blokların tümünde, yola bakan ve yan cephelerin etkilendiği gürültü düzeyi 56 dBA ile 63 dBA arasında kalarak, limit değer olan 55 dBA'nın üzerindedir. Yapıların arkasında oluşan akustik gölge bölgesi nedeniyle, arka cephelerde kabul edilebilir gürültünün altında kalan düzeyler elde edilmektedir. Zeminden 30 m yükseklik için hazırlanan yatay gürültü haritalarında ise, ön cephelerin etkilendiği gürültü düzeyinin 2 dBA kadar düştüğü, ancak yine 60 dBA ile, kabul edilemez olduğu görülmektedir. Zemine yaklaştıkça yapı yüzeyinde gürültü düzeyindeki artışın nedeni, zeminin ses yansıtıcı özellikte olmasının, düşük kotlarda daha etkin olmasıdır. Ayrıca, zeminin yansıtıcı olması, yapı yüzeylerinden oluşan ses yansımalarının etkinliğini de arttırmaktadır. Bu durum tüm kotların etkilendiği gürültü düzeylerini gösteren Şekil 3.26'daki kesit gürültü haritasında da açıkça görülmektedir.

Karayolu ve yapılar arasında gürültü açısından gereken optimum uzaklığın belirlenmesi

Mevcut durumda, yüksek düzeyli karayolu gürültüsünden etkilendiği belirlenen yapıların, yola bakan tüm katlarının gündüz saatlerinde kabul edilebilir dış gürültü düzeyi olan 55 dBA sınırına çekilebilmesi için karayolu ile aralarında bulunması gereken uzaklık aşağıdaki gibi belirlenebilir;

- Arazi tipi: düz arazi
- Zemin cinsi: ses yansıtıcı
- Gürültü düzeyi: $L_{gündüz}$: 70 dBA
- Yapı yüksekliği: 40 m

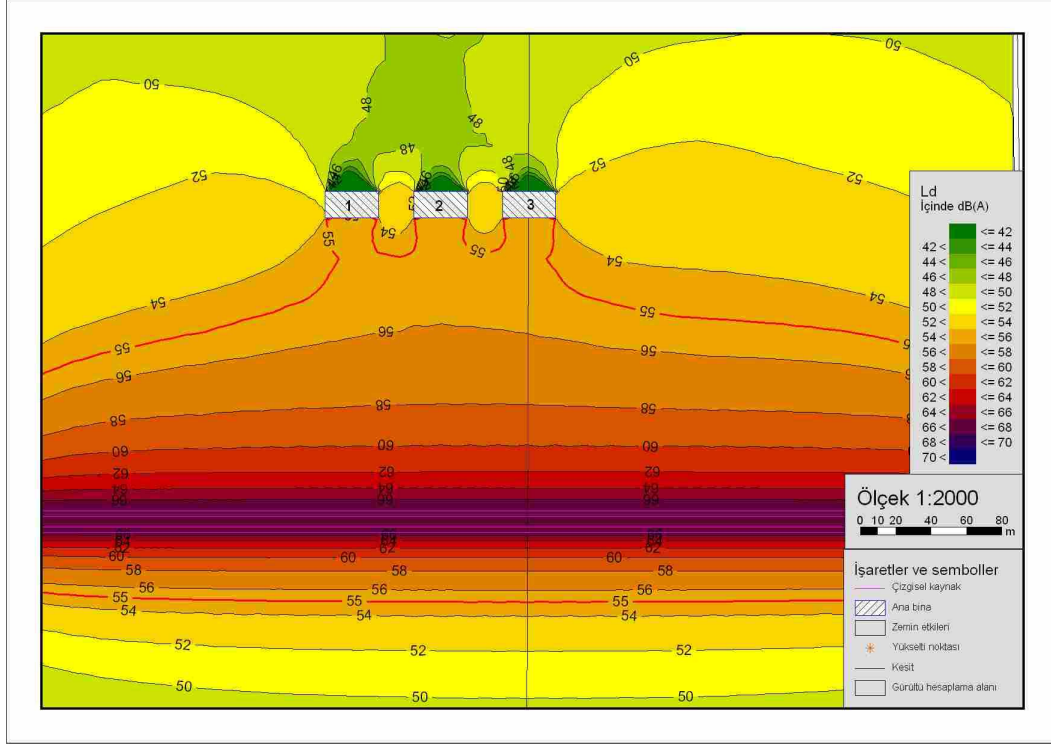
Çizelge 3.20'de yer alan yol-yapı arasındaki minimum uzaklık formüllerinden, örnek alan koşullarına uyan formül (arazi düz, zemin ses yansıtıcı, engelsiz durum, karayolu gürültü düzeyi: 70 dBA) uygulandığında;

$$y = 0,0378 e^{0,1197x}$$

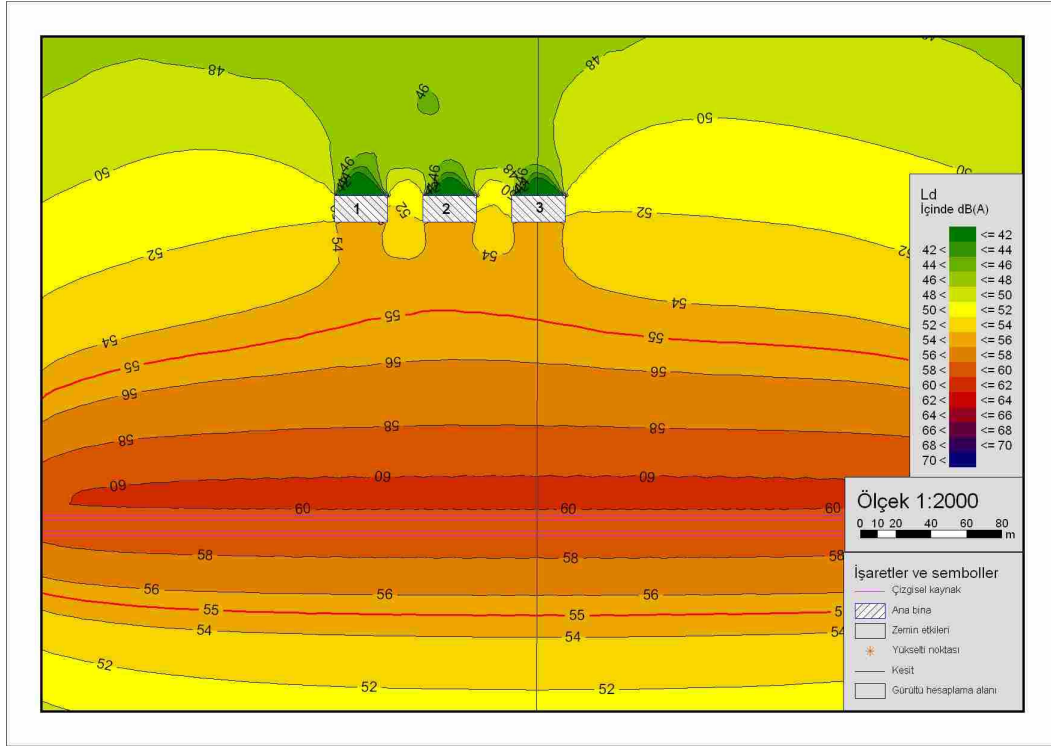
$$y = 0,0378 e^{0,1197 \times 70}$$

y= 165 m. olarak bulunur.

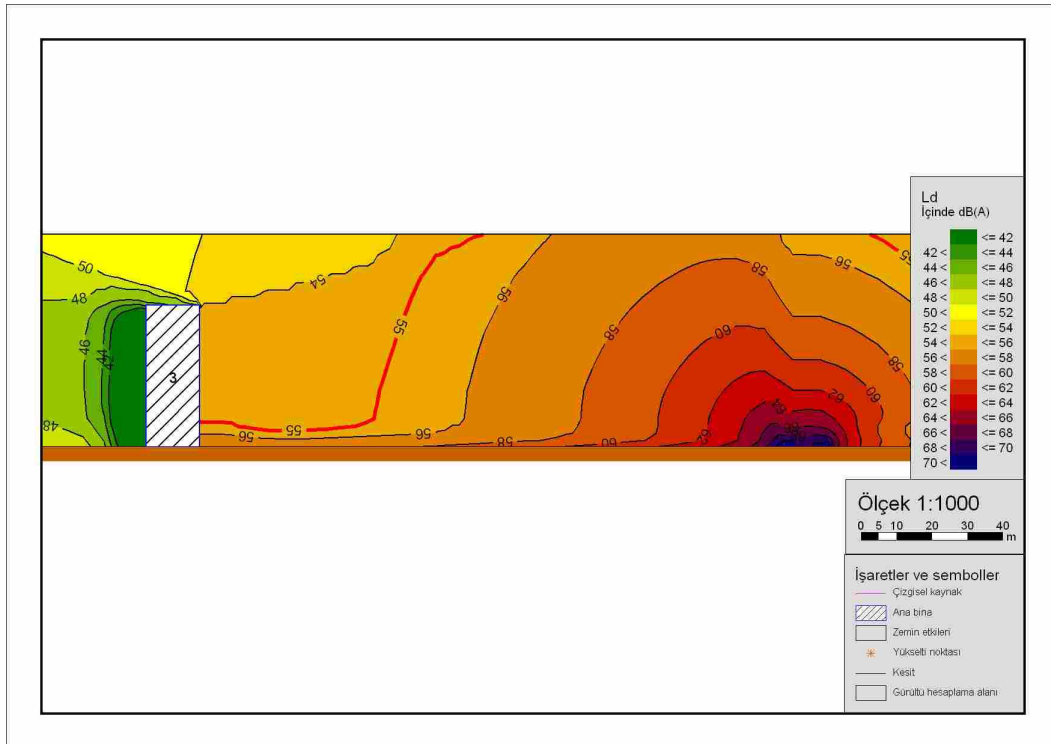
Yapıların belirlenen optimum uzaklıkta yerleşimleri sonucunda etkilendikleri gürültü düzeyi Şekil 3.27, 3.28 ve 3.29'da yer alan yatay ve düşey gürültü haritalarında yer almaktadır.



Şekil 3.27 Zemininden 4 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası (zemin yansıtıcı)



Şekil 3.28 Zeminden 30 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası (zemin yansıtıcı)



Şekil 3.29 Optimum durumun kesit gürültü haritası (zemin yansıtıcı)

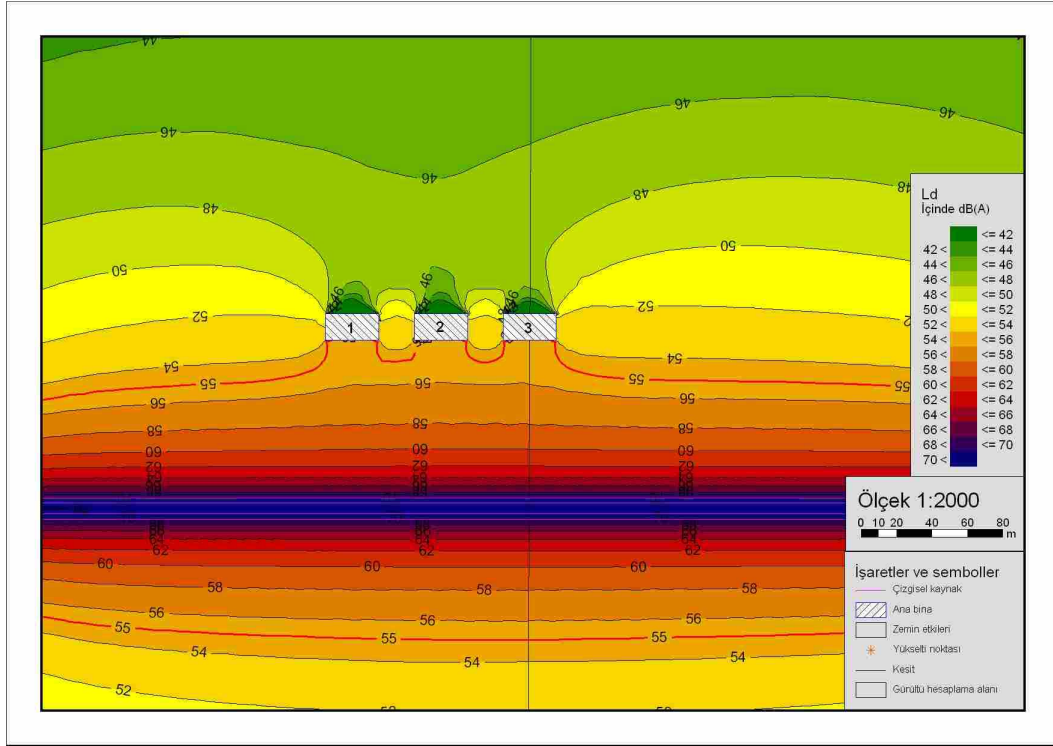
Şekil 3. 27’de görüldüğü gibi, yapılar yoldan 165 m. geriye çekildiğinde, zeminden 4 m. yükseklikte, tüm yapı cephelerinde sınır değeri aşılmamaktadır. Bu kotta 55 dBA olarak, yola bakan yapı cephelerinin etkilendiği gürültünün, 30 m yükseklikte 54 dBA’ya düştüğü görülmektedir. Yatay haritaların yanı sıra, Şekil 3. 29’daki kesit gürültü haritasından da görülebileceği gibi, 165 m. uzaklıkta tüm katlar için gürültü açısından optimum durum sağlanmaktadır.

Belirlenmiş olan optimum uzaklık, yeni yerleşim bölgeleri için uygulanabilir. Mevcut durumda yapıları geriye çekmek mümkün olamayacağı için, zemin özelliklerinin değiştirilmesi ile optimum durumun sağlanıp sağlanamayacağı bir sonraki aşama olarak değerlendirilmelidir.

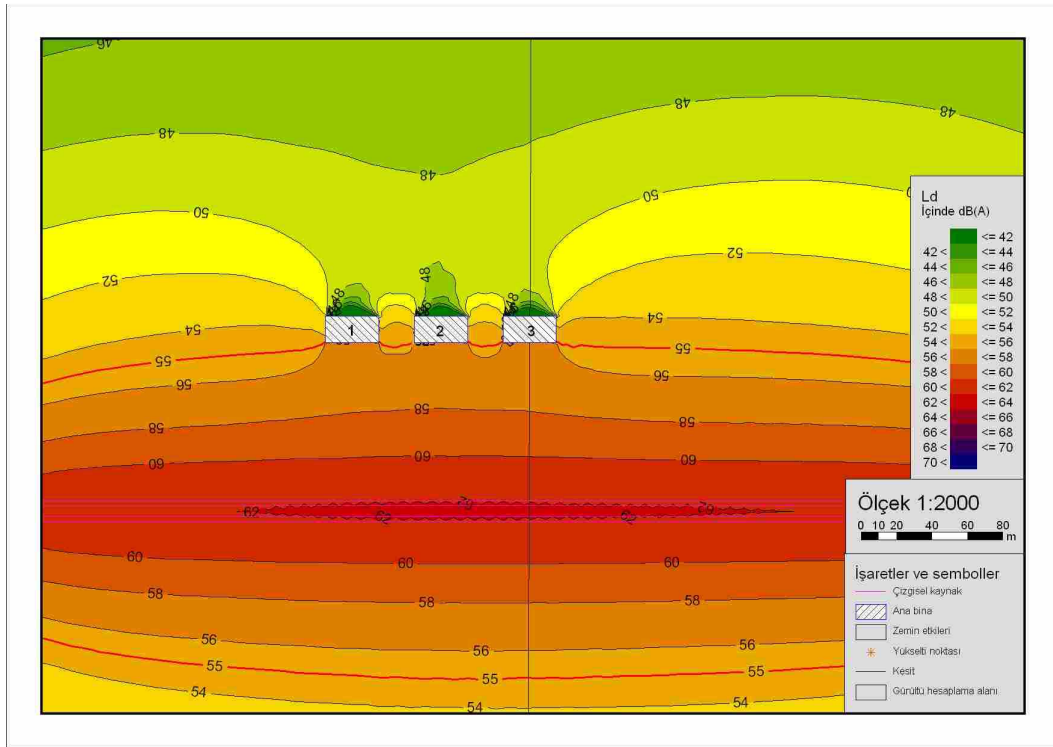
Zeminin ses yutucu özellikte olması durumunda, karayolu ve yapılar arasında gürültü açısından gereken optimum uzaklığın belirlenmesi

Karayolu ile yapılar arasında beton zemin bulunması nedeniyle, hesaplara “ses yansıtıcı zemin” olarak tanımlanmıştır. Söz konusu zeminin, ses yutucu olarak tümüyle çim alınması durumunda, limit değerin sağlandığı minimum uzaklığı veren formül Çizelge 3.20’de görüldüğü gibi; $y = 0,0144 e^{0,1242x}$ dir. Formülün uygulanması sonucunda bir önceki adımda 165 m olarak elde edilen sonucun, 89 m’ye düştüğü görülmektedir.

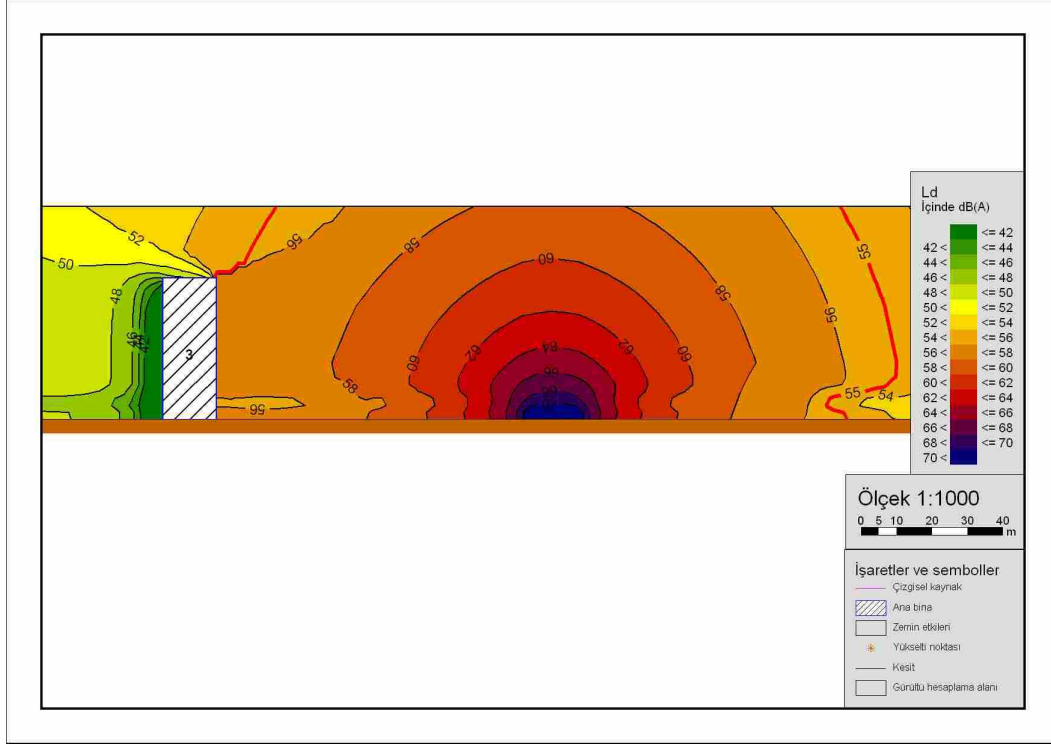
Yapıların, zeminin ses yutucu özellikte olması durumu için belirlenen optimum uzaklıkta yerleşimleri sonucunda etkilendikleri gürültü düzeyi Şekil 3.30, Şekil 3.31 ve Şekil 3.32’de yer alan yatay ve düşey gürültü haritalarında yer almaktadır.



Şekil 3.30 Zeminden 4 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası (zemin yutucu)



Şekil 3.31 Zeminden 30 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası (zemin yutucu)



Şekil 3.32 Optimum durumun kesit gürültü haritası (zemin yutucu)

Plan ve kesit gürültü haritalarından görüldüğü gibi, zeminin ses yutucu özellikte olması durumunda, karayolu ile yapılar arasında 89 m bulunması durumunda, yapıların tüm katlarında kabul edilebilir gürültü düzeyi sağlanmaktadır.

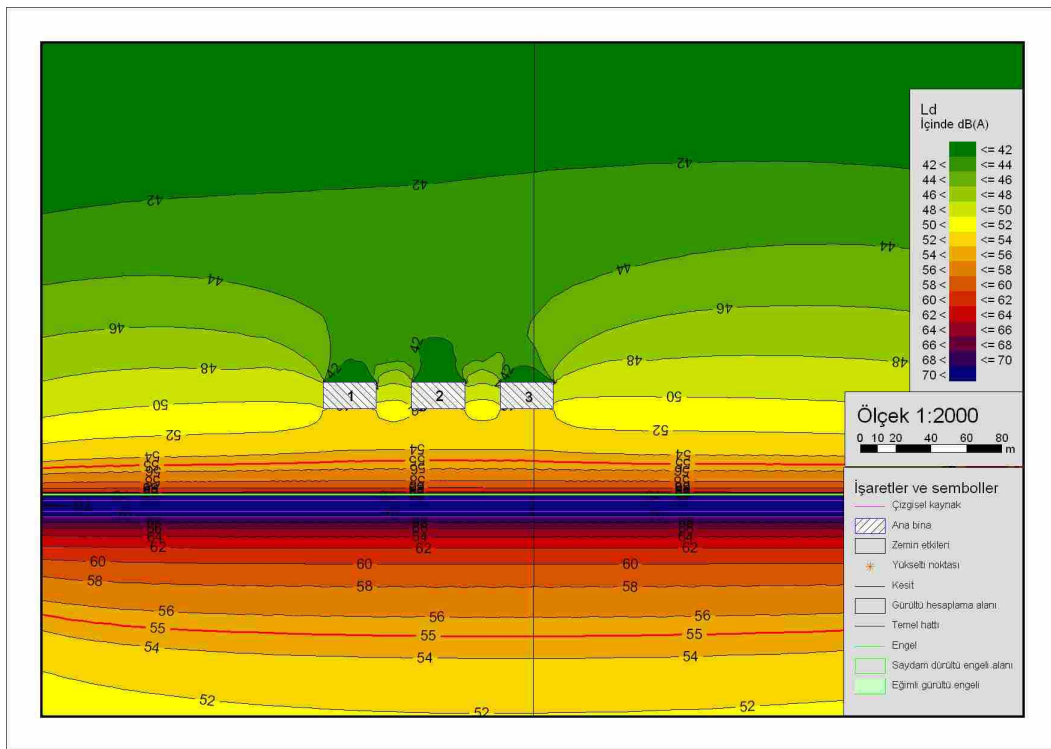
Örnek olarak incelenen yapılar, mevcut durumda yola daha yakın konumlanmış olduğu için zeminin yutuculuğunun artırılması, gürültünün kabul edilebilir düzeyde kalması açısından yeterli olmamaktadır. Bu nedenle, bir sonraki adım olarak, gürültü engeli uygulaması ile yapıların yola ne kadar yaklaştırılabileceğinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Engelli durumda, karayolu ve yapılar arasında gürültü açısından gereken optimum uzaklığın belirlenmesi

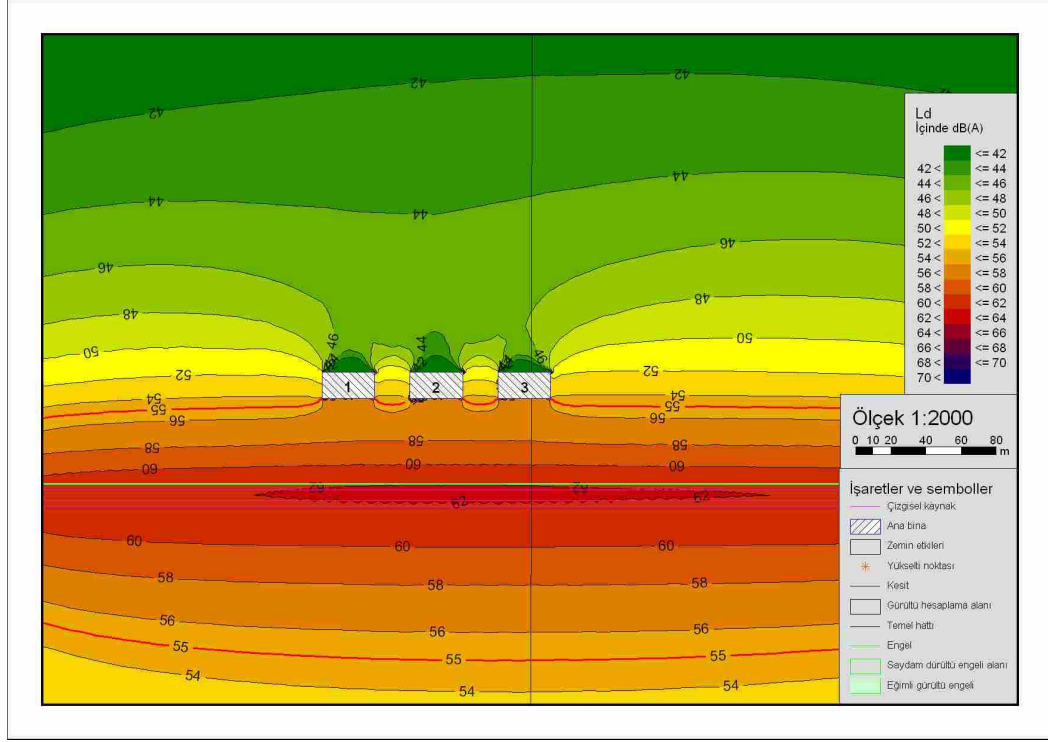
Karayolu-yapı arasında gürültü açısından olması gereken minimum uzaklığın, engel uygulamasından sonra ne kadar azalabileceği, değişik engel yükseklikleri için hazırlanan Çizelge 3.12, Çizelge 3.13. ve Çizelge 3.14 yardımıyla bulunabilir. 1 m’de 70 dBA olan karayolu gürültüsünden etkilenen 40 m yükseklikteki yapı, zeminin düz ve yutucu özellikte olması durumu için, minimum uzaklıklar 3 m yükseklikteki engel uygulamasında 55 m; 3 m düz, 1 m kırıklı engel uygulamasında 49 m; 5 m engel

uygulamasında ise 46 m olarak belirlenmektedir. Engelsiz durumda 89 m olan minimum uzaklığın, engel uygulamasıyla önemli oranda düştüğü görülmektedir.

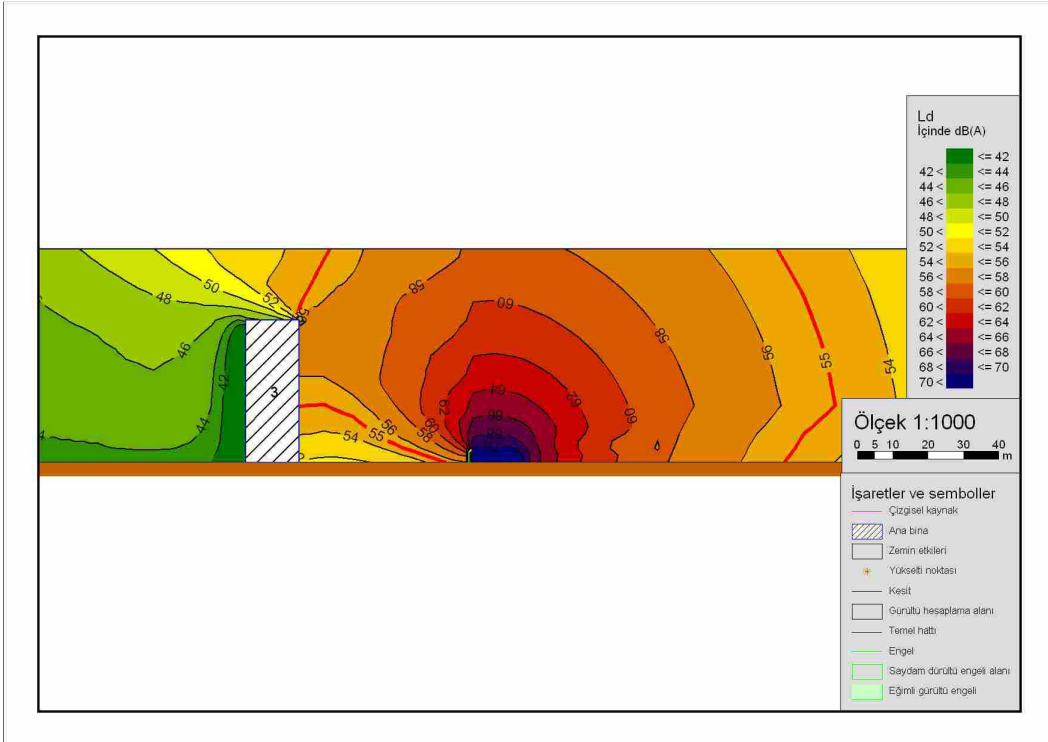
Yapıların, karayolu kenarına 3 m düz, 1 m kırıklı engel uygulanması, zeminin de ses yutucu özellikte olması durumu için belirlenen optimum uzaklıkta yerleşimleri sonucunda etkilendikleri gürültü düzeyi Şekil 3.33, Şekil 3.34 ve Şekil 3.35'te yer alan yatay ve düşey gürültü haritalarında yer almaktadır. Karayolu kenarına 5 m'lik, daha yüksek bir engelin uygulanmasıyla, optimum uzaklık sınırında oluşan değişim Şekil 3.36, Şekil 3.37 ve Şekil 3.38'de yer alan yatay ve düşey gürültü haritalarında görülmektedir.



Şekil 3.33 Engelli durumda (h: 3 m + 1 m), zeminden 4 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası (zemin yutucu)

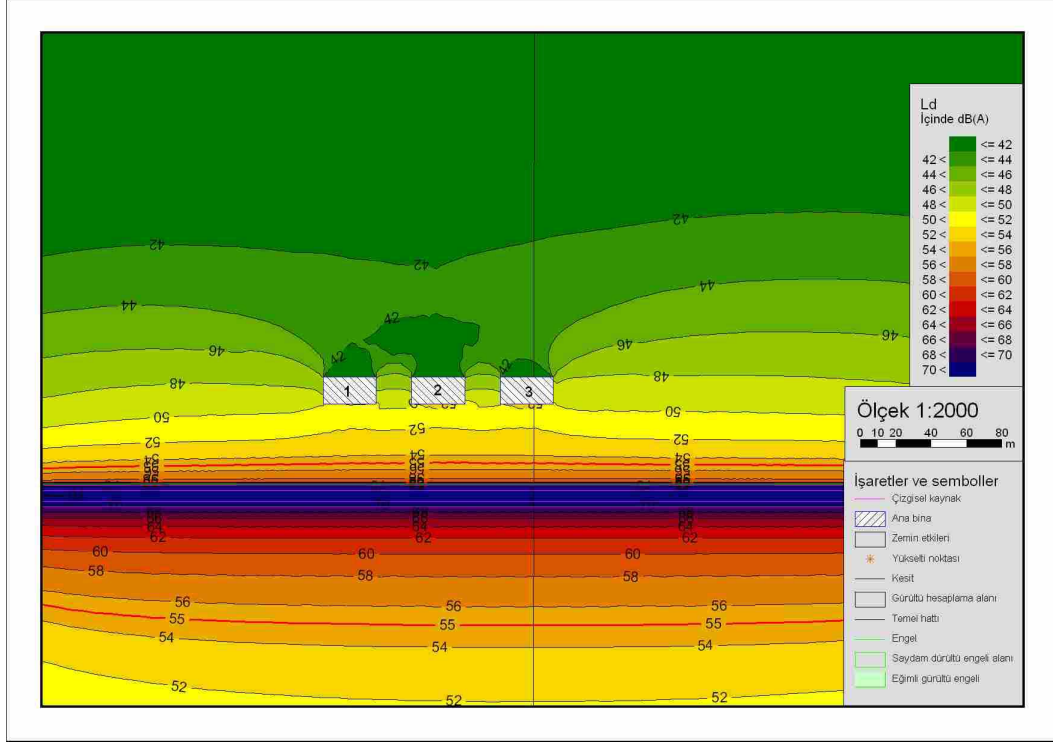


Şekil 3.34 Engelli durumda (h: 3 m + 1 m), zeminden 30 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası (zemin yutucu)

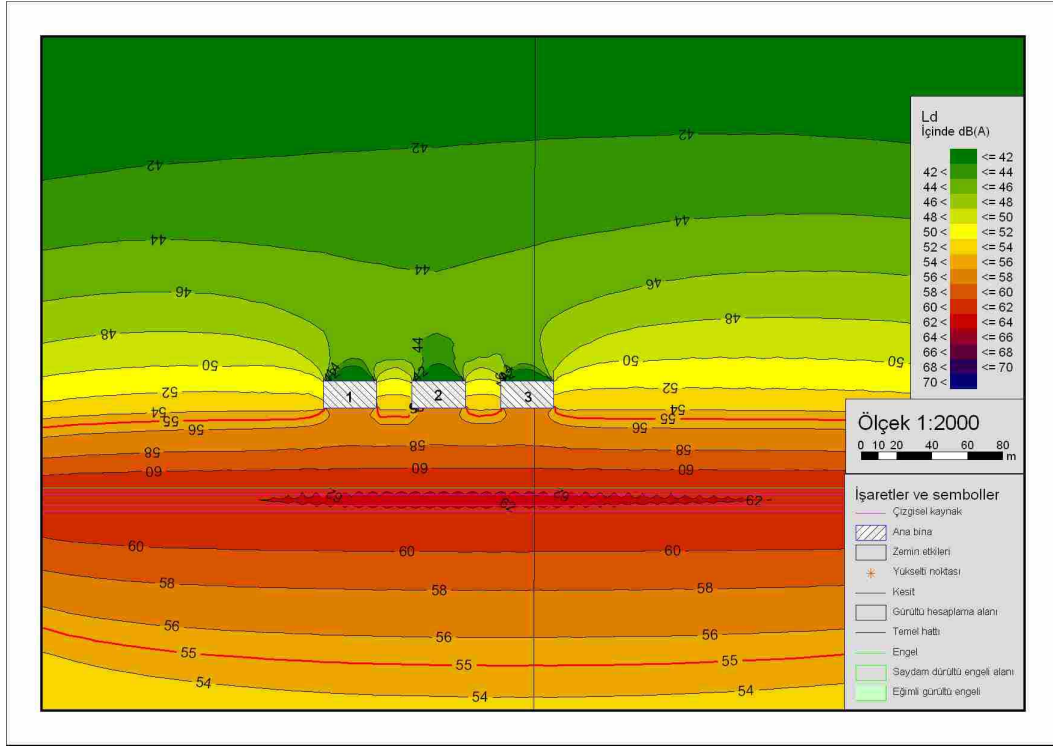


Şekil 3.35 Engelli durumda (h: 3 m + 1 m), optimum durumun kesit gürültü haritası (zemin yutucu)

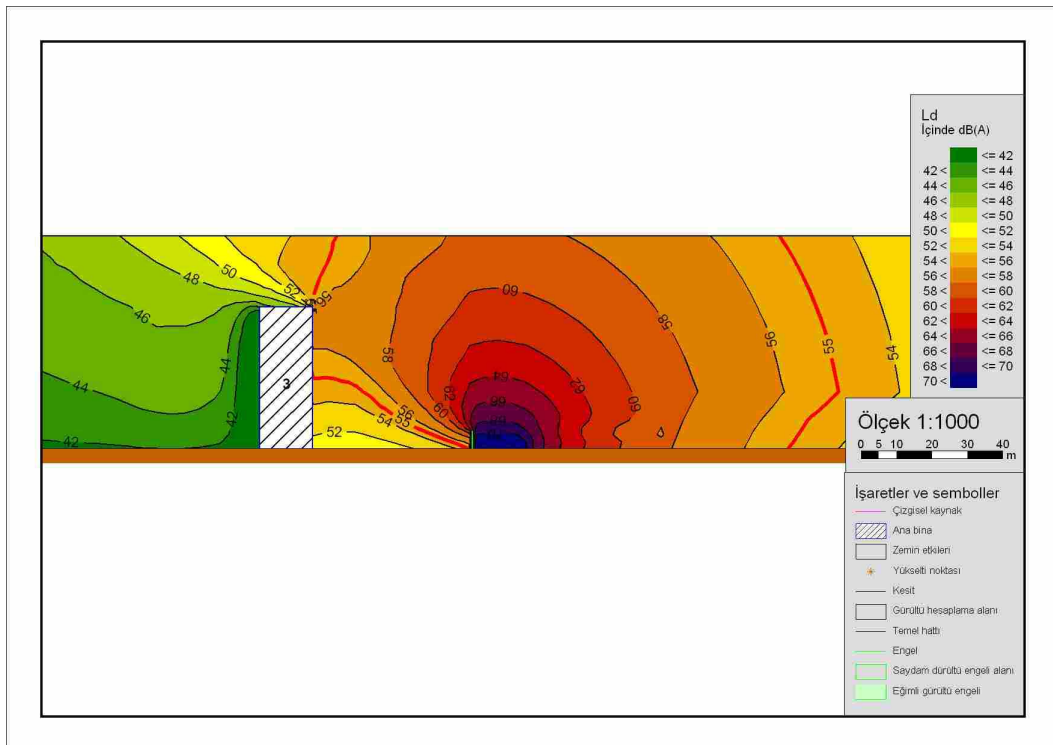
Gürültü engeli uygulaması ile, yoldan 49 m. uzaklıktaki yapı dışı gürültü düzeyi, 4 m. yükseklikte 52 dBA (Şekil 3. 33), 30 m. yükseklikte 55 dBA (Şekil 3. 34) olmaktadır. Engel etkinliğinin yapının yükselmesiyle birlikte azalmasından ötürü, minimum uzaklık sınırı, üst kotlara göre belirlenmektedir.



Şekil 3.36 Engelli durumda (h: 5 m), zeminden 4 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası (zemin yutucu)



Şekil 3.37 Engelli durumda (h: 5 m), zeminden 30 m yükseklikte optimum durumun gürültü haritası (zemin yutucu)



Şekil 3.38 Engelli durumda (h:5 m), optimum durumun kesit gürültü haritası (zemin yutucu)

Yansıtıcı zemin ve düz arazi üzerinde konumlanmış olan mevcut durumdaki örnek yapılar, gürültü sınır değerinin üzerinde kalan karayolu gürültüsünden etkilenmektedir. Sınır değerin aşılmaması için yol- yapı arasındaki uzaklığın 165 m. olması gerekirken, örnek olarak incelenen yapılar, yoldan sırasıyla 30 m, 40 m, ve 50 m. geriye çekilmiştir. Zeminin yutucu hale getirilmesi de mevcut yerleşim için yeterli olmamaktadır. Gürültü engeli uygulamasıyla bloklardan yalnız üçüncü blok, gürültü açısından sınır değerin altında kalabilmekte, birinci ve ikinci blok gürültüden olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle, aslında yerleşim kararı verilirken, birinci ve ikinci blokların da üçüncü blok hizasında konumlanmış olması gerektiği görülmektedir. Bu gürültü ortamında, yola bu kadar yakın blokların korunması için 5 m yükseklikteki gürültü engeli bile yeterli olamamaktadır.

Bu örnek çalışma, karayolu gürültüsünün denetlenmesinde kent planlamanın önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Mevcut imar planına göre oluşturulmuş kütle parsel düzeni, gürültü denetimi açısından uygun olmamaktadır. İmar planları yapılırken gürültünün de etkisi düşünülerek yapı çekme mesafeleri önceden belirlenmeli, kütle parsel yerine bahçeli kütle parsel uygulamaları yapılarak yapılar mümkün olduğunca anayola uzak konumlandırılmalıdır. Ayrıca, karayolu ile yapı arasındaki zeminin olabildiğince ses yutucu özellikte olması sağlanmalı, gerektiği durumlarda, karayolu kenarına gürültü engeli uygulamasına gidilmelidir. Örneklenen bu yaklaşım çerçevesinde, uygulama kararları verilirken, kuşkusuz, uygulanabilirlik, maliyet, görsel hoşnutluk benzeri tasarımı etkileyen diğer parametreler de belirleyici olacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kent planlamada gürültünün tasarım ölçütü olarak değerlendirilmesi için bir yaklaşım önerisi geliştirmek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada sırasıyla;

1. Literatür araştırması kapsamında; kaynak taraması ve değerlendirmesi yapılmış, konu ile ilgili dökümanlar, aşağıdaki başlıklar altında irdelenmiştir:

- Gürültü denetimine ilişkin uluslararası ve ulusal yaptırımların incelenmesi:

‘Uluslararası yaptırımlar’ kapsamında; dünyadaki ve Avrupa’daki mevzuat irdelenmiştir. ‘Ulusal yaptırımlar’ kapsamında ise; gürültü ile ilgili geçmişteki yaptırımlar, Türkiye’de planlama kademeleri, İmar Yönetmeliği, Çevre Yönetim Planları’nın geliştirilmesinde imar mevzuatı engeli ve Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği konuları araştırılmıştır.²⁷

-Kent planlama aşamasında gürültü denetimine yönelik arazi kullanımına ilişkin çalışmaların araştırılması:

Öncelikle gürültü denetimi aşamaları araştırılmış, daha sonra, kent planlama aşamasında gürültü denetimine yönelik arazi kullanımına ilişkin önlemler değerlendirilmiştir. Kent planlamada gürültü etkeni konusunda, yasa ve yönetmelikler dışında, günümüze değin yapılan çalışmalar araştırılmış ve karayolu kaynaklı gürültüler ayrıntılı olarak incelenmiştir. Genel bir değerlendirme yapılarak bu bölüm sonlandırılmıştır.

2. Literatür taramasından elde edilen tüm veriler ve sonrasında geliştirilen yaklaşım önerisi, **“yeni gelişim bölgeleri için oluşturulacak imar planlarında, gürültünün etkisi de değerlendirilerek çekme mesafeleri belirlenebilir”** hipotezini doğrulamak üzere kullanılmıştır.

3. Gürültünün, kent planlamada tasarım ölçütü olarak değerlendirilmesi için yol- yapı ilişkisine yönelik optimum uzaklıkların belirlenebilmesi için bir yaklaşım önerisi getirilmiştir.

4. Geliştirilen yaklaşım önerisi doğrultusunda yapılan kabullere uygun olarak kesit gürültü haritaları çizilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın hipotezini doğrulamak üzere geliştirilen yaklaşım önerisinin adımları, aşağıdaki gibi belirlenerek Bölüm 3’te detaylı bir biçimde ele alınmıştır:

1. Gürültü bölgesine ve yerleşim alanına ilişkin kabullerin yapılması,
2. Kabullere ilişkin kesit gürültü haritalarının çizilmesi,
3. Haritalara uygun tablo ve grafiklerin oluşturulması,
4. Gürültü engelinin olmadığı durum için optimum uzaklıkların belirlenmesi,
5. Gürültü engelli durum için optimum uzaklıkların belirlenmesi,
6. Gürültü engelsiz ve gürültü engelli durumların karşılaştırılması,
7. Optimum uzaklıkların yapı yüksekliğinden etkilenme durumunun saptanması
8. Tüm koşullar için geliştirilen yaklaşımın değerlendirilmesi ve sonuçların yorumlanması,
9. Yaklaşım önerisinin örneklenmesi.

Çalışma, kentin ‘ana dağıtıcı yol’ olarak nitelenen ana arter karayolunun gürültüsü ve gürültüye duyarlı yapılarla sınırlandırılmıştır. Karayolu gürültüsünün 65, 70, 75, 80 ve 85 dBA olma durumları çalışma kapsamında ele alınmıştır. ‘Gürültüye duyarlı yapı’ olarak, öncelikle, 40 m. yüksekliğinde konut kabul edilmiştir. Çalışmanın ilerleyen aşamasında, optimum uzaklıkların yapı yüksekliğinden etkilenme durumunun saptanabilmesi amacıyla 10 m. ve 25 m. yapı yükseklikleri üzerinde de çalışılmıştır. ‘Konut’ olarak kabul edilen yapılar, yönetmelikteki [37] gürültüye duyarlı

tüm yapıları (yataklı hizmet veren konaklama tesisleri, eğitim kurumları v.s) kapsamaktadır. Çalışmada, beş farklı gürültü düzeyindeki karayolu ile 40 m. (sonrasında 10 m. ve 25 m.) yüksekliğindeki konut arasında olması gereken minimum uzaklıkların bulunması için, kabuller doğrultusunda kesit gürültü haritaları oluşturulmuştur. Kesit gürültü haritalarında, kimi durumlar için yapı yüksekliğinin önemli olmadığı açıkça görülmüştür. Bulunan minimum uzaklıklar, engelsiz durumda, yukarı eğimli arazinin tüm zemin özellikleri ve düz arazinin yansıtıcı ve orta yansıtıcılıktaki zemin özellikleri için, yapı yüksekliği ne olursa olsun geçerlidir. Yol kenarına gürültü engeli uygulanması durumunda, kat yüksekliği azaldıkça yapılar yola yaklaştırılabilir. Bu durum, engel etkinliğinin kat yüksekliği arttıkça azalması nedeniyledir. Söz konusu haritalara ilişkin minimum uzaklıklar bulunduktan sonra, gürültü engeli olması durumunda bu uzaklıkların alacağı değerler belirlenmiştir.

Gürültü engeli olarak, öncelikle, her iki yüzeyi de yutucu özellikte olan, 3 m. yüksekliğinde engel türü uygulanmıştır. Çalışmanın ilerleyen aşamasında, 3 m düz + 1 m. kırıklı engel ve 5 m. yüksekliğindeki engeller için de haritalar çizilerek min. uzaklık hesaplamaları yapılmıştır.

Çalışmada elde edilen yapı çekme mesafeleri, dış ortam kabul edilebilir gürültü düzeyinin 55 dBA olduğu kabulüne dayanmaktadır. Sınır değerlerin değişimi, sonuçların da değişmesine yol açar. Örneğin, kabul edilebilir gürültü düzeyi 60 dBA olduğunda (55 + 5), 75 dBA'lık yol gürültüsü için karayolu gürültüsünün 80 dBA olduğu (75 + 5) min. uzaklık sonuçları geçerlidir. Min. uzaklık formülü uygulanırken de aynı yöntem uygulanabilir. Yani, kabul edilebilir gürültü düzeyi 55 dBA'dan ne kadar fazlaysa, mevcut karayolu gürültü düzeyine o kadar sayı eklenerek formül uygulandığında tüm koşullar için geçerlilik sağlanmış olur.

Çalışma sonucunda, gürültü engelli ve gürültü engelsiz durum için, farklı eğim ve zemin özelliklerine göre elde edilen minimum uzaklık değerleri, tasarımcıların yararlanabilmesi amacıyla formüllerle sunulmuştur. Engelli ve engelsiz durumların karşılaştırılması yapılmış ve optimum uzaklıkların yapı yüksekliğinden etkilenme durumu saptanarak tüm koşullar için geliştirilen yaklaşım değerlendirilmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır (Çizelge 4.1'de bu sonuçlar üç ana başlıkta toplanarak özetlenmiştir).

Son olarak, geliştirilen yaklaşım önerisi mevcut bir yerleşim alanı üzerinden örneklendirilmiştir.

Çizelge 4.1 Tüm koşullar için geliştirilen yaklaşımın sonuçları

Karayolu- yapı ilişkisi açısından optimum koşullara ilişkin genel sonuçlar	Engel etkinliğine ilişkin genel sonuçlar	Yapı yüksekliğinin minimum uzaklığa etkisine ilişkin genel sonuçlar
<u>Karayolu kenarında engelin bulunmadığı durum</u> •Gürültü düzeyinin artmasıyla, limit değer in aşılması için gereken minimum uzaklık artmaktadır. •Gerek en minimum uzaklığın en fazla olduğu durum, tüm arazi koşullarında (eğimli- düz), zeminin yansıtıcı olduğu durumdur. Zeminin yutuculuğu arttıkça, yapılar yola yaklaşırlar. •Zeminin yansıtıcı olma durumuna göre orta yansıtıcılık ve yutuculukta sağlanan iyileşme yüzdesi en belirgin olarak düz arazide görülmektedir. •Gerek en minimum uzaklığın en fazla olduğu durum, tüm zemin özellikleri için (yansıtıcı- yutucu), arazinin yapıya doğru aşağı eğimli olduğu durumdur. Limit değerin aşılması için gereken min. uzaklık, yükten küçüğe doğru sırayla; yapıya doğru aşağı eğimli arazi, düz arazi ve yapıya doğru yukarı eğimli arazidir. Örneğin eğimli bir arazi de yol, yapıya göre aşağı kottaysa, gereken min. uzaklık azalmaktadır. •Karayolu- yapı arasında bulunması gereken min. uzaklıklarda, arazinin düz olma durumuna göre aşağı eğimli arazideki artış yüzdesi en belirgin olarak orta yansıtıcılıkta ve yutucu zeminde görülmektedir.	•İncelenen engeller içerisinde etkinlik sıralaması büyükten küçüğe doğru; 5 m, 3 m düz- 1 m kırıklı ve 3 m yükseklikteki engellerdir. •Gürültü düzeyinin artmasıyla birlikte yol- yapı arasında bulunması gereken min uzaklık artmakta ve engelin etkinliği azalmaktadır. •Engel nedeniyle min. uzaklıklarda sağlanan iyileşme, tüm gürültü düzeyleri ve tüm zemin özellikleri için en çok aşağı eğimli arazide sağlanmaktadır.	<u>Karayolu kenarında engelin bulunmadığı durum</u> Yapı yüksekliğinin değişiminin min. uzaklığı etkilemediği durumlar: <u>Düşük gürültü düzeyinde (65 dBA):</u> tüm koşullarda, <u>Yüksek gürültü düzeylerinde:</u> •yansıtıcı zemin- düz arazi; •yansıtıcı zemin- yapıya doğru yukarı eğimli arazi; •orta yansıtıcı zemin- düz arazi •orta yansıtıcı zemin- yapıya doğru yukarı eğimli arazi •yutucu zemin- yapıya doğru yukarı eğimli arazi Yapı yüksekliğinin değişiminin min. uzaklığı etkilediği durumlar: <u>Yüksek gürültü düzeylerinde:</u> •yansıtıcı zemin- yapıya doğru aşağı eğimli arazi •orta yansıtıcı zemin- yapıya doğru aşağı eğimli arazi •yutucu zemin- yapıya doğru aşağı eğimli arazi •yutucu zemin- düz arazi <u>Min. uzaklık ayırımının en çok olduğu durum (40 m- 10 m yapı yüksekliği karşılaştırıldığında):</u> •yutucu zemin- düz arazi- yüksek gürültü düzeyi (85 dBA) Engelsiz durum genel olarak değerlendirildiğinde, tüm zemin etkileri için aşağı eğimli arazi koşullarında ve zeminin yutucu arazinin düz olma koşulunda yapı yüksekliğinin, minimum uzaklıklarda değişime yol açtığını söylenebilir. Söz konusu değişim, göz ardı edilebilecek düzeydedir.

Çizelge 4.1 Tüm koşullar için geliştirilen yaklaşımın sonuçları (devamı)

Karayolu- yapı ilişkisi açısından optimum koşullara ilişkin genel sonuçlar	Engel etkinliğine ilişkin genel sonuçlar	Yapı yüksekliğinin minimum uzaklığa etkisine ilişkin genel sonuçlar
<u>Karayolu kenarına engel uygulanması durumunda</u> •Gürültü düzeyinin artmasıyla, limit değer in aşılmaması için gereken minimum uzaklık artmaktadır. •Engelli durumda da engelsiz durumdaki gibi, gereken min. uzaklık büyüktür küçüğe doğru sırayla; <u>Zemin özelliklerine göre:</u> Yansıtıcı, orta yansıtıcılıkta ve yutucu, <u>Arazinin eğimine göre:</u> Yapıya doğru aşağı eğimli, düz ve yapıya doğru yukarı eğimlidir.	•Engel nedeniyle min. uzaklıklarda sağlanan iyileşme, tüm gürültü düzeyleri ve topografyanın tüm eğim özellikleri için en çok yansıtıcı zeminde sağlanmaktadır. •Yüksek gürültü düzeyi, yapıya doğru yukarı eğimli arazi ve yutucu zemin; engel etkinliğinin en düşük olduğu durumdur. Bunun tam tersini söylemek de mümkündür. •Engel etkinliğinin en yüksek olduğu durum; düşük gürültü düzeyi, düşük yapı yüksekliği, yapıya doğru aşağı eğimli arazi ve yansıtıcı zemindir. •Özellikle yüksek gürültü düzeylerinde ve yapıya doğru yukarı eğimli arazilerde engel etkinliği önemli oranda azalmakta ve bu durumda yapı yüksekliği önemini kaybetmektedir.	<u>Karayolu kenarına engel uygulanması durumunda</u> <u>Yapı yüksekliğinin değişiminin min. uzaklığı etkilemediği durumlar:</u> <u>Düşük gürültü düzeylerinde:</u> •tüm zemin özellikleri için yapıya doğru yukarı eğimli arazilerde önemli bir değişiklik olmamaktadır. <u>Yüksek gürültü düzeylerinde (80 dBA- 85 dBA):</u> •yansıtıcı zemin, düz arazi •orta yansıtıcı zemin, yapıya doğru yukarı eğimli arazi •yutucu zemin, yapıya doğru yukarı eğimli arazi <u>Yapı yüksekliğinin değişiminin min. uzaklığı etkilediği durumlar:</u> <u>Düşük gürültü düzeylerinde:</u> •yansıtıcı zemin, yapıya doğru aşağı eğimli arazi •yansıtıcı zemin, düz arazi •orta yansıtıcı zemin, yapıya doğru aşağı eğimli arazi •orta yansıtıcı zemin, düz arazi •yutucu zemin, yapıya doğru aşağı eğimli arazi •yutucu zemin, düz arazi <u>Min. uzaklık ayarının en çok olduğu durum (40 m- 10 m yapı yüksekliği karşılaştırıldığında):</u> •yansıtıcı zemin, yapıya doğru aşağı eğimli arazi, düşük gürültü düzeyi (65 dBA)

Gürültü sorununun daha etkin ve ekonomik çözümlenmesi, arazi kullanım planlaması aşamasında gürültünün de etkisi düşünülerek yapılan kent planlama esaslarının uygulanmasına bağlıdır. Konuya bu açıdan bakıldığında imar kanunları, yeni gelişen bölgelerde güçlü bir bölgesel denetim olabilir; ancak mevcut arazi kullanımları üzerinde denetim gücü sınırlıdır. Bu nedenle, kent planlama aşamasında alınacak kararlar büyük önem taşır.

Bu tez kapsamında, karayolu gürültüsünün denetlenmesinde yol- yapı ilişkisi açısından optimum koşulların belirlenmesi hedefine yönelik olarak bir yaklaşım önerisi geliştirilmiştir. Önerinin gerek zeminin farklı özellikleri ve eğimi gerekse gürültü engeli uygulaması ile çeşitlendirilmiş olması, birden fazla etmenin yol- yapı arasındaki uzaklığa etkisinin birlikte değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Konuya ilişkin literatürde geniş kapsamlı çalışmalar bulunmadığı göz önüne alınırsa, bu çalışma, bundan sonra yapılacak olan **“kent planlama aşamasında gürültü etkeni”** konulu çalışmalara bir örnek teşkil etmesi bakımından da önem taşımaktadır.

Literatürde genellikle yatay gürültü haritaları ile ilgili çalışmalar olduğu göz önüne alındığında, bu çalışmada düşey (kesit) gürültü haritalarının kullanılmasının, bundan sonraki yapılacak çalışmalara da yeni bir bakış açısı getireceği düşünülmektedir. Bu tez, karayolu çevresindeki yerleşimlerin yerinin belirlenmesinde, kent planlama aşamasında **kesit gürültü haritalarından** yararlanılması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Çalışmada, gürültünün denetlenmesinde yol çevresi peyzajının ne denli önem taşıdığı, somut değerlerle de ortaya konmuştur. Gürültü engeli uygulanmadığı durumda, yol- yapı arasındaki alanın ses yutuculuğu yüksek bitki örtüsü (çim, ağaç vs.) ile kaplanması, min. yapı çekme mesafesinin kimi durumlarda yarı yarıya azalmasına olanak sağlamaktadır.

Tez sonucunda, gürültü sorununun henüz başlamadan, yani makro ölçekte ele alınmasına olanak sağlayacak somut veriler elde edilmiştir. Bu veriler, gürültü açısından sağlıklı kararlar alınabilmesi için, imar yönetmeliklerindeki gürültü açısından görülen yol- yapı ilişkisine yönelik eksikliklerin giderilmesi açısından önemlidir. Bu çalışmadan elde edilen verilerin, imar planlarının oluşturulmasında şehir planlama uzmanlarına ve mimarlara bir kılavuz niteliği taşıyacağı, yeni gelişmekte olan bölgeler için imar

yönetmeliklerine, mevcut yerleşimler için de gürültü engeli uygulamalarına veri oluşturacak bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Ouis, D.,(2001). "Annoyance from Road Traffic Noise", Journal of Environmental Psychology, 21: 101- 120.
- [2] Klæboe, R., Amundsen , A. H., Fyhri, A. ve Solberg, S., (2004). "Road Traffic Noise- The Relationship Between Noise Exposure and Noise Annoyance in Norway", Applied Acoustics, 65: 893- 912.
- [3] Sato, T., Yano, T., Björkman M.ve Rylander, R., (1999). "Road Traffic Noise Annoyance in Relation to Average Noise Level, Number of Events and Maximum Noise Level", Journal of Sound and Vibration, 223- 5: 775–784.
- [4] Öhrström, E., Skånberg, A., Svensson, H.ve Gunnarsson, A. G., (2006). "Effects of Road Traffic Noise and the Benefit of Access to Quietness", Journal of Sound and Vibration, 295: 40- 59.
- [5] Öhrström, E. ve Skånberg, A., (2004). "Sleep Disturbances from Road Traffic and Ventilation Noise- Laboratory and Field Experiments", Journal of Sound and Vibration, 271: 279- 296.
- [6] Martin, M.A., Tarrero, A., Gonza'lez, J. ve Machimbarrena,M., (2006). "Exposure- Effect Relationships Between Road Traffic Noise Annoyance and Noise Cost Valuations in Valladolid, Spain", Applied Acoustics, 67: 945- 958.
- [7] Karabiber, Z., (1991). "Gürültü-İnsan Etkileşimi", Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu, İstanbul, 456-469.
- [8] Naish, D., (2010). "A Method of Developing Regional Road Traffic Noise Management Strategies", Applied Acoustics, 71: 640-652.
- [9] Fang, C. ve Ling, D.,(2005). "Guidance for Noise Reduction Provided by Tree Belts", Landscape and Urban Planning, 71: 29-34.
- [10] Chevallier, E., Can, A., Nadji, M. ve Leclercq, L., (2009). "Improving Noise Assessment at Intersections by Modeling Traffic Dynamics", Transportation Research Part D: Transport and Environment, 14: 100-110.

- [11] Akdağ, N. Y. (2004). "A simple method to determinate required R_{tr} values of building envelope components against road traffic noise", Building and environment, 39. 11: 1327-1332.
- [12] Busa, R. ve Secchi L. (2007). "Effect of Facade Shape for the Acoustic Protection of Buildings", International Congress on Acoustics, Madrid, 43- 55.
- [13] Oral, G. K., Yener, A. K. ve Bayazit, N. T. (2004). "Building envelope design with the objective to ensure thermal, visual and acoustic comfort conditions", Building and Environment, 39. 3: 281-287.
- [14] Dien, H. ve P. Woloszyn, (2004). "Prediction of the Sound Field into High-Rise Building Facades due to its Balcony Ceiling Form", Applied Acoustics, 65: 431-440.
- [15] Kim, M. J. ve Kim, H. G., (2007). "Field Measurements of Facade Sound Insulation in Residential Buildings with Balcony Windows", Building and Environment, 42: 1026- 1035.
- [16] Cho, D. S. ve Mun, S.,(2008). "Development of a Highway Traffic Noise Prediction Model that Considers Various Road Surface Types", Science Direct, Applied Acoustics, 69: 1120- 1128.
- [17] Golebiewski, R. ve Makarewicz, R., (2003). "Traffic Noise Reduction due to the Porous Road Surface", Applied Acoustics, 64: 481- 494.
- [18] Kotzen, B., ve English, C. (2009). "Environmental noise barriers: a guide to their acoustic and visual design", CRC Press.
- [19] Mun, S. ve Cho, Y. H., (2009). "Noise Barrier Optimization Using a Simulated Annealing Algorithm", Applied Acoustics, 70: 1094- 1098.
- [20] Cianfrini, C., Corcione, M. ve Fontana, L.,(2007). "Experimental Verification of the Acoustic Performance of Diffusive Roadside Noise Barriers", Applied Acoustics, 68: 1357- 1372.
- [21] Ming, R. S., (2005). "Acoustical Barrier for Tonal Noises", Applied Acoustics, 66: 1074- 1087.
- [22] Liu, J. C. ve Niu, F., (2008). "Study on the Analogy Feedback Active Soft Edge Noise Barrier", Science Direct, Applied Acoustics, 69: 728- 732.
- [23] İşler, E., (2005). "Kentsel Ölçekte Gürültünün Denetlenmesinde Engel Etkinliğinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- [24] Irmer, V.,(2006). "Noise Mapping and Action Planning in Turkey- a Twinning Project of the European Commission", Inter-Noise 2006, Honolulu, USA.
- [25] Roovers, C., Van Blokland, G. ve Psychas, K., (2000). "Road traffic noise mapping on an European scale", Internoise 2000, Institute of Noise Control Engineering, 1519-1524.

- [26] Dimitrios, A., Konstantinos, B. ve George, C., (2013). "Residential Exposure to Port Noise and Noise Mapping: A Case Study of Piraeus, Greece", Internoise 2013, Innsbruck, Austria.
- [27] Bourbon, C., Noel, P. ve Mumenthey, R. D. (2001). "Brussels Life Project: Noise Mapping As a Tool for Management and Planning Road Traffic Noise in Urban Area", Internoise 2001, Institute of Noise Control Engineering.
- [28] Coelho, J. L. ve Alarcão, D., (2013). "Experience on noise mapping and action plans in Portugal", Internoise 2013, Innsbruck, Austria.
- [29] Manvell, D., Marcos, L. B., Stapelfeldt, H., ve Sanz, R., (2004). "SADMAM—combining measurements and calculations to map noise in Madrid", Internoise 2004, Institute of Noise Control Engineering.
- [30] Jiménez, S., Romeu, J., Pàmies, T., ve Majó, M., (2010). "Agglomeration noise strategic map in Catalonia", Internoise 2010, Institute of Noise Control Engineering, 4146-4155.
- [31] Irmer, V. K. P., (2000). "Assessment of conflict plans on the basis of noise mapping in Germany.", Internoise 2000, Institute of Noise Control Engineering, 1460-1465.
- [32] King, E. A., Murphy, E. ve Rice, H. J., (2011). "Implementation of the EU environmental noise directive: Lessons from the first phase of strategic noise mapping and action planning in Ireland", Journal of Environmental Management, 92: 756- 764.
- [33] Licitra, G. ve Memoli, G., (2008). "Limits and advantages of good practice guide to noise mapping", Acoustics 2008, Paris, 771- 776.
- [34] Hepworth, P., Shilton, S., Stimac, A. ve and Ausejo M., (2013). "Managing the production of the world's largest noise map", Internoise 2013, Innsbruck, Austria.
- [35] Zhang, B., Wu, R., Jiang, C., Li, X., Ding, Y. ve and Hu, W., (2013). "Case study on some new developments of noise mapping in China", Internoise 2013, Innsbruck, Austria.
- [36] Noise Observation and Information Service for Europe, <http://noise.eionet.europa.eu/>, 10 Ekim 2012.
- [37] Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, (2010). Resmi Gazete:27601, 04.06, 2010.
- [38] FHWA Noise Compatible Land Use Curriculum, (2006). U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- [39] Murphy, E. ve King, E. A., (2010). "Strategic Environmental Noise Mapping: Methodological Issues Concerning the Implementation of the EU Environmental Noise Directive and Their Policy Implications", Review Article, Environment International, 36. 3: 290-298.
- [40] King, E.A., Murphy, E. ve Rice, H.J., (2011). "Implementation of the EU Environmental Noise Directive: Lessons from the First Phase of Strategic Noise

- Mapping and Action Planning in Ireland”, Original Research Article, Journal of Environmental Management, 92. 3: 756-764.
- [41] Future Noise Policy, (1996).“European Commission Green Paper”, Com (96), Commission of E.C., Brussels, Belgium.
- [42] Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği, (1985).Resmi Gazete: 18916, 02.11.1985.
- [43] <http://www.quiet.org/noiseletter/spring2005/page11.htm>., 12 Ocak 2011.
- [44] <http://www.sibersaglik.com/117/gurultu-kirliligi-ve-beden-sagligina-etkileri>., 12 Ocak 2011.
- [45] <http://www.msxlab.org/forum/cevre-bilimleri/85038-gurultu-kirliligi.html>., 12 Ocak 2011.
- [46] Kurra, S., (2009).“Çevre Gürültüsü ve Yönetimi 3”, Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, 406- 410, İstanbul.
- [47] Anon, “Strengthening Noise Abatement Policies Final Report”,(1986). Organization for Economic Co- Operation and Development (OECD), Environment Directorate.
- [48] WHO Guidelines for Community Noise- 5 Noise Management
- [49] Rochaa, C. ve Carvalhob, A., (2007).“Action Plans and Municipal Noise Reduction Plans in Portugal”, Inter-Noise 2007, İstanbul, Turkey.
- [50] <http://www.camets.com.au/info/planning.htm>, 20 Temmuz 2012.
- [51] Kayıkçı, S., Federal Almanya Cumhuriyetinde Mekan Planlama Sistemi, <http://yonetimbilimi.politics.ankara.edu.tr/files/2013/09/almanyada-planlama.pdf>, 13 Kasım 2010.
- [52] Welkers, D., (2009). “Land- use Planning, Noise and Innovation”, Inter- noise 2009, Ottawa, Canada
- [53] Tian, J., (2007). “Current noise control policies in China”, Inter-Noise 2007, İstanbul, Turkey.
- [54] Hasgür, İ., (1998). “Gürültü Kirliliğinin Türk Mevzuatındaki Yeri”, Çevre Dergisi, 31- 33.
- [55] Karayolları Kenarında Yapılacak ve Açılacak Tesisler Hakkında Yönetmelik, (1997). Resmi Gazete: 22990, 15.05.1997.
- [56] Suher, H., (1996).“Şehircilik”, İ. T. Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atelyesi, İstanbul.
- [57] Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği, (2014). Resmi Gazete:29030, 14.06, 2014.
- [58] Sadler, B.,(1994).“Environmental Assessment and Development Policymaking”, IAIA World Bank Symposium, Washington, DC, The World Bank, 3- 19.
- [59] Wagner, D., (1991).“UVP für Politiken, Programme und Planungen in den USA”. UVP- Report, H. 4/ 91, Hamm, 164- 166, Almanya.

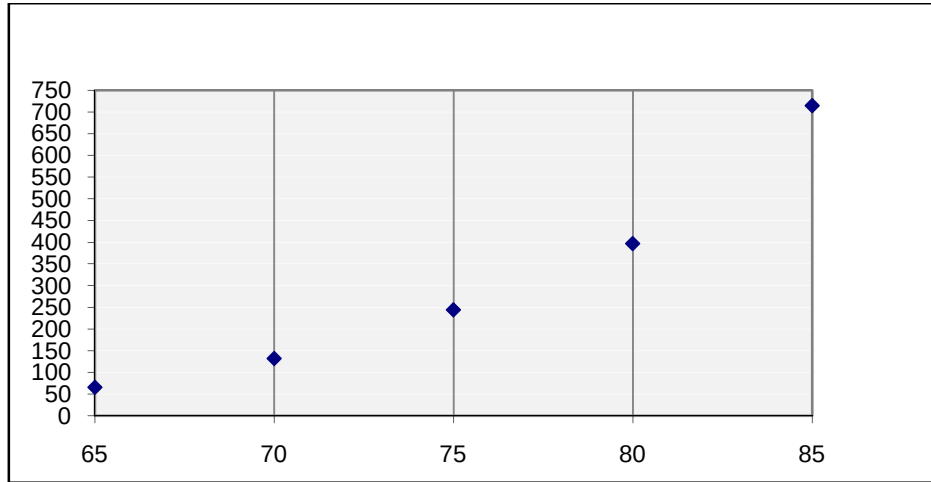
- [60] Ishida, T., (2000).“Understanding Digital Cities: Experiences, Technologies and Future Perspectives Lecture Notes in Computer Science”, Vol. 1765, Springer-Verlag.
- [61] Özer, S. ve Akdağ, N., Y., (2011).“Bölge ve Kent Planlamada Gürültünün Tasarım Ölçütü Olarak Değerlendirilmesinin Önemi- İstanbul’dan Örnekler”, 9. Ulusal Akustik Kongresi, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara.
- [62] Yerel ve Bölgesel Yönetimlerin Çevre Müktesebatını Uygulama Kapasitelerinin Güçlendirilmesi Projesi, (2008). COWI Project.
- [63] http://www.cevreonline.com/gurultu2/gur_mevz_yaptrm.htm., 14 Kasım 2010.
- [64] www.fhwa.dot.gov/environment/audible/al4.htm., 14 Kasım 2010.
- [65] Newman, P., Thornley, A., (1996)“Urban Planning in Europe”, Routledge, USA, 60-61.
- [66] “Silence”, (2010). Practitioner Handbook for Local Noise Action Plans, Recommendations from the Silence Project, Sixth Framework Programme.
- [67] Desanghere, G., (2007)., “QCITY: providing cities a guide for noise action plans”, Inter-Noise 2007, İstanbul, Turkey.
- [68] “Growing Neighbourhoods in Growing Corridors: Land Use Planning for Highway Noise”, (2008). Montana Department of Transportation.
- [69] “Compatibility Between Industrial Facilities and Sensitive Land Uses” , http://www.ene.gov.on.ca/stdprodconsume/groups/lr/@ene/@resources/documents/resource/std01_079354.pdf, 15 Kasım 2010.
- [70] Coelho, B. ve Alarcao, D., (2009)., “Noise Management and Reduction Issues in Cities”, Inter- noise 2009, Ottawa, Canada.
- [71] Tracz, M. ve Wozniak, K., (2013)., “Use of noise maps in designing of bypass vertical alignment in relation to housing location”, Inter- noise 2013, Innsbruck, Austria
- [72] Çalış, M., (2007). “Karayolu Gürültüsü ve Gürültü perdelerinin Ekonomik Analizi”, Y. L. Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [73] Karakavrak, M., “Taşıtlarda Ses ve Titreşimler”, http://www.obitet.gazi.edu.tr/obitet/gurultu/tasitta_ses_titresim.htm., 20 Aralık 2012.
- [74] TC. Çevre ve Orman Bakanlığı, Gürültü Azaltım Önlemleri El Kitabı, Nisan 2008
- [75] Öztürk, Z., (1992).,“Ulaşım Kaynaklı Gürültüyü Azaltmaya Yönelik Bazı Önlemlerin İncelenmesi”, İ.T.Ü. Dergisi, Cilt: 50, 4: 1- 9, İstanbul.
- [76] Guàrdia, N. B. ve Nugent, C., (2013). “Overview of the current state of the Environmental Noise Directive implementation in Europe and exploitation of results”, Internoise 2013, Innsbruck, Austria.
- [77] Karayolları Trafik Yönetmeliği, (1997). Resmi Gazete:23053, 18.07, 1997.
- [78] SoundPLAN 7.3 kullanım klavuzu, Braunstein+Berndt GmbH, 2012.

- [79] ISO 9613-2, (2006). Akustik-Sesin Dışarıda Yayılırken Azalması, Bölüm 2-Genel Hesaplama Yöntemi.

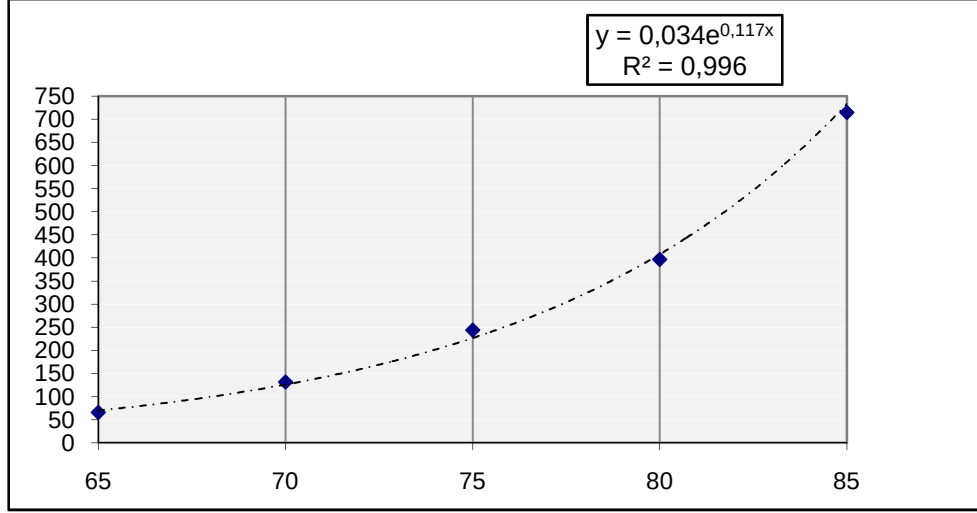
DAĞILIM GRAFİĞİ ÖRNEĞİ

Örnek: Yoldan yapıya doğru %30 eğimli arazi ve yol-yapı arasında yansıtıcı zemin olması durumuna ilişkin formülasyon çalışması;

- Öncelikle, veriler, x = Karayolu gürültü düzeyi, y = Minimum uzaklık değeri olmak üzere dağılım grafiğine aktarılmıştır (Şekil A.1).
- Dağılım grafiği üzerindeki noktaların ilişkisini gösteren, noktaların *regresyonu* yani *en iyi uyum eğrisi* eklenmiştir. Şekil A.2’de görüldüğü gibi, noktalara en uyumlu eğri, üstel eğilim çizgisi olarak bulunmuştur.



Şekil A.1 Çalışma için kullanılan dağılım grafiği



Şekil A.2 Noktalara en iyi uyan *üstel eğilim çizgisi*, formül ve R^2 değeri

- Üstel eğilim çizgisi, noktalara uyan en küçük kareleri hesaplamak için aşağıdaki denklemini kullanır:

$$y = ce^{bx}$$

burada, c ve b sabittir. e , Euler sayısıdır ve doğal logaritma tabanıdır.

$e = 2,71828182845904523536..10$.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :S. Sibel ÖZER
Doğum Tarihi ve Yeri : 1979, Kayseri.
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :sibelkozer@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Mimarlık	Erciyes Üniversitesi	2006
Lisans	Mimarlık	Erciyes Üniversitesi	2001
Lise		N. M. Küçükçalık A. L.	1997

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2011-	Özgür Mim. Müh. Ltd. Şti.	Mimar
2002- 2011	Erciyes Üniversitesi Mim. Fak. Mim. Böl.	Araş. Gör.

YAYINLARI

Bildiri

1. Özer, S. ve Yüğrük Akdağ, N., 2013, “Karayolu Gürültüsünün Denetlenmesinde Yol-Yapı İlişkisi Açısından Optimum Koşulların Belirlenmesi”, 10.Ulusal Akustik Kongresi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 16- 17 Aralık, İstanbul.
2. Özer, S. ve Yüğrük Akdağ, N., 2011.” Bölge ve Kent Planlamada Gürültünün Tasarım Ölçütü Olarak Değerlendirilmesinin Önemi- İstanbul’dan Örnekler”, 9.Ulusal Akustik Kongresi, ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, 26-27 Mayıs, Ankara.
3. Parlak Biçer,Ö. ve Özer, S., 2008. “Toplu Konut Alanlarında Kullanıcı Açısından Cephe Performansının Değerlendirilmesine Yönelik Alan Çalışması: Kayseri Örneği”, 4.Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu, İTÜ Mimarlık Fakültesi, 13- 14 Ekim, Taşkışla- İstanbul.
4. Özer, S., Parlak Biçer,Ö., Salgın, B., Sümengen, Ö., 2008. “Turizmde Önemli Yeri Olan Konaklama Yapılarının Kent Merkezi Kapsamında İncelenmesi, Örnek Alan: Kayseri Kent Otelleri”, IV. Lisansüstü Turizm Öğrencileri Araştırma Kongresi, 23-27 Nisan, Belek, Antalya.
5. Özer, S., Parlak Biçer,Ö., Salgın, B., 2007. “Ağırnas Eski Ortaokul Binası”, Türkiye Mimarlığında Modernizmin Yerel Açılımları, docomomo_tr, Erciyes Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, 2- 4 Kasım, Kayseri,.

Proje

1. Parlak Biçer, Ö., Şimşek, S., Salgın, B., Yorgancıoğlu, P. ve Kılık, A. İle birlikte, Ağırnas Eski Ortaokul Yapısı Rölöve ve Restorasyon Projeleri, Kayseri, 2006.
2. Kayseri Kentsel Sit Alanı Tavukçu Mahallesi 265 ada 1-2-3-23-24-25-27 Parsel Numaralı Yapılar, Restitüsyon ve Restorasyon Projeleri Kesit Çizimleri, 2002.

Poster

- 1.Yüğrük Akdağ, N. ve Özer, S., 2012. “Kent Planlamada Gürültünün Tasarım Ölçütü Olarak Değerlendirilmesi için Bir Yaklaşım”, Yıldız Teknik Üniversitesi Proje Destek Ofisi, II. Ar-Ge Proje Pazarı Enerji ve Çevre Teknolojileri, Poster Bildirileri Kitabı, Davutpaşa Yerleşkesi, 29- 30 Mayıs, İstanbul.
2. Parlak Biçer, Ö., Şimşek, S., Kiraz, F., Salgın, B., Özer, S., Sümengen, Ö., 2009.”Construction Technology I”, Architectural Education Forum IV, MimED, Erciyes Uni. Fac. Of Arch., 26-29 May, Kayseri.
3. Parlak Biçer, Ö., Şimşek, S., Özer, S., Sümengen, Ö., Kiraz, F., Salgın, B., 2009.”Construction Technology II”, *Architectural Education Forum IV*, MimED, Erciyes Uni. Fac. Of Arch., 26-29 May, Kayseri.
- 4.Özer, S., Parlak Biçer,Ö., Salgın, B., 2007. “Ağırnas Eski Ortaokul Binası”, Türkiye Mimarlığında Modernizmin Yerel Açılımları, docomomo_tr, Erciyes Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, 2- 4 Kasım, Kayseri.