

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

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ DESTEĞİNDE KENTLERİN AVRUPA BİRLİĞİ
STANDARTLARINDA GÜRÜLTÜ HARİTALARININ ÜRETİMİ: SAMSUN İLİ
ÖRNEĞİ**

ERDEM EMİN MARAŞ

**DOKTORA TEZİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
CBS VE UZAKTAN ALGILAMA PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. ZÜBEYDE ALKIŞ**

İSTANBUL, 2011

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ DESTEĞİNDE KENTLERİN AVRUPA BİRLİĞİ
STANDARTLARINDA GÜRÜLTÜ HARİTALARININ ÜRETİMİ: SAMSUN İLİ
ÖRNEĞİ**

Erdem Emin MARAŞ tarafından hazırlanan tez çalışması 28.09.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Zübeyde ALKIŞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Zübeyde ALKIŞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Can AYDAY
Anadolu Üniversitesi

Doç. Dr. Bülent BAYRAM
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Sıtkı KÜLÜR
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Naci YASTIKLI
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Samsun il merkezine ait, trafik gürültüsü için, gürültü haritası hazırlanmıştır. İzlenen çalışma yönteminde Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğine (2010) ve WG-AEN tarafından hazırlanan END dokümanında (2006) belirlenen stratejik gürültü haritalama prensiplerine uygunluk esas alınmıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemi Desteğinde Kentlerin Avrupa Birliği Standartlarında Gürültü Haritalarının Üretimi: Samsun İli Örneği konulu tez çalışmama yön veren sahip olduğu bilgi, tecrübelerini ve desteği paylaşan Prof. Dr. Zübeyde ALKIŞ, Prof. Dr. Can AYDAY ve Doç. Dr. Bülent BAYRAM'a tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Tez çalışmamda ihtiyaç duyduğum her konuda fikir ve önerilerini aldığım, hiç bir zaman benden yardımlarını esirgemeyen Dr. Hakan Hadi MARAŞ ve Dr. Süleyman Sırrı MARAŞ'a teşekkür ederim.

Bana her konuda destek olan, desteklerini bana her zaman hissettiren ve sevgileriyle bana güç veren eşim Özlem Maraş, kızım Ece MARAŞ'a ve aileme tüm kalbimle teşekkür ederim.

Ağustos 2011

Erdem Emin MARAŞ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖZET	xiv
ABSTRACT	xvi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	4
1.3 Orijinal Katkı.....	8
BÖLÜM 2	
AKUSTİK KAVRAMLAR	11
2.1 Ses Tanımı ve Kavramı	11
2.2 Sesin Temel Parametreleri.....	13
2.3 Desibel Kavramı	19
2.4 Ses Basınç Düzeyi	20
BÖLÜM 3	
GÜRÜLTÜ KAVRAMLARI	22
3.1 Gürültü Tanım ve Kavramları	22
3.2 Ağırlık Çevrimleri.....	23
3.3 Gürültü Birimleri ve Göstergeleri.....	25
3.3.1 Gürültü Birimleri	25
3.3.2 Gürültü Göstergeleri	26

3.4	Çevresel Gürültü Kaynakları.....	27	
3.4.1	Endüstriyel Gürültü Kaynakları	28	
3.4.2	Ulaşım Gürültüsü Kaynakları	28	
3.4.3	Yapım (Şantiye) Gürültü Kaynakları	39	
3.4.4	Yerleşim Alanlarında Oluşan Gürültü Kaynakları	39	
3.5	Çevre Gürültüsü Belirleme Yöntemleri	40	
3.6	Endüstri Gürültüsü Tahmin Yöntemleri	41	
3.6.1	ISO 9613 Sesin Dış Ortamlarda Yayılımı Standardı	41	
3.7	Ulaşım Gürültüsü Tahmin Yöntemleri	41	
3.7.1	NMPB Karayolu Gürültüsü Hesaplama Yöntemi.....	42	
3.7.2	RMR Demiryolu Gürültüsü Hesaplama Yöntemi.....	45	
3.7.3	ECAC Doc. 29 Havayolu Gürültüsü Hesaplama Yöntemi.....	46	
3.8	Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	48	
3.8.1	Fiziksel Etkiler	48	
3.8.2	Fizyolojik Etkiler	53	
3.8.3	Psikolojik Etkiler	56	
3.8.4	Performans üzerindeki Etkiler.....	58	
BÖLÜM 4			
GÜRÜLTÜ HARİTALARI			62
4.1	Gürültü Haritalarının Tanımı ve Amaçları	62	
4.2	Gürültü Haritalarının Hesaplanmasında Kullanılan Veriler.....	65	
4.2.1	Çevre Verileri.....	65	
4.2.2	Kaynak Verileri	66	
4.3	Gürültü Haritalarının Hazırlanma Yöntemleri.....	67	
4.4	Coğrafi Bilgi Sistemi Verilerinin Gürültü Haritalarında Kullanımı	69	
BÖLÜM 5			
SAMSUN İLİ GÜRÜLTÜ ANKET VE DEĞERLENDİRME ÇALIŞMASI			81
BÖLÜM 6			
WEB TABANLI KARAYOLU GÜRÜLTÜSÜ HESAPLAMA SİSTEM TASARIMI.....			89
6.1	Tasarımın Tanımı.....	89	
6.1.1	Sistemin Akış Diyagramı	90	
6.1.2	Formüller ve Kabuller	91	
6.1.3	Kullanıcı Arayüzü	93	
6.1.4	Sonuçların Limit Değerler İle Karşılaştırılması Yorumlanması:	95	
BÖLÜM 7			
SAMSUN İLİ STRATEJİK TRAFİK GÜRÜLTÜ HARİTASI.....			98
7.1	Bölgenin Tanımı ve Harita Verileri	98	

7.1.1	Demografi.....	98
7.1.2	Topografya	103
7.1.3	Bina Verileri	105
7.1.4	Bina Nüfus Verileri	111
7.1.5	Trafik Verileri.....	114
7.1.6	Meteorolojik Veriler	117
7.1.7	Diğer Veriler	120
7.1.8	Kullanılan Verilerin Özeti.....	120
7.2	Yöntem ve Kabuller	121
7.3	Gürültü Hesaplamaları	122
BÖLÜM 8		
BULGULAR VE KARŞILAŞTIRMA ÖLÇÜMLERİ		126
8.1	Alan Üzerinde Trafik Gürültüsü Değerlendirmeleri	126
8.1.1	Tüm Bölgenin Değerlendirilmesi.....	126
8.1.2	Atakum Bölgesinin Değerlendirilmesi.....	128
8.1.3	İlkadım Bölgesinin Değerlendirilmesi.....	129
8.1.4	Canik Bölgesinin Değerlendirilmesi.....	130
8.2	Binalardaki Trafik Gürültü Etkisinin Değerlendirilmesi.....	131
8.3	Nüfusa Göre Trafik Gürültüsünün Değerlendirilmesi	132
8.3.1	Tüm Bölgenin Değerlendirilmesi.....	132
8.3.2	Atakum Bölgesinin Değerlendirilmesi.....	133
8.3.3	Canik Bölgesinin Değerlendirilmesi.....	134
8.3.4	İlkadım Bölgesinin Değerlendirilmesi.....	135
8.4	Karşılaştırma Ölçümleri.....	136
BÖLÜM 9		
SONUÇ VE ÖNERİLER		140
KAYNAKLAR		145
EK-A		
HARİTALAR		151
ÖZGEÇMİŞ		160

SİMGE LİSTESİ

c	Ses hızı, m/s biriminde ses dalgalarının havada yayılma hızı
d	Kaynak ve alıcı arası uzaklık
f	Frekans, Hertz(Hz) biriminde sesin saniyedeki titreşim sayısı
I	Ses şiddeti, Watt/m ² biriminde bir alandaki toplam ses gücü
K_{meteo}	Meteorolojik düzeltim değeri
L_{A,LT}	Uzun vadeli ortalama değerlendirilme düzeyi
L_{AE}	Ses etkilenme düzeyi
L_{Aeq,LT}	Uzun vadeli ortalama ses düzeyi
L_{Aeq,T}	Eşdeğer sürekli A-ağırlıklı ses basınç düzeyi
L_{akşam}	Akşam zaman dilimi için ortalama düzey
L_{AN,T}	Yüzde düzeyi
L_{Ar,T}	Değerlendirme düzeyi
L_{en}	Eşdeğer sürekli ses basınç düzeyi
L_{gag}	Gündüz-akşam-gece zaman dilimi için ortalama düzey
L_{gece}	Gece zaman dilimi için ortalama düzey
L_{gündüz}	Gündüz zaman dilimi için ortalama düzey
L_{max}	Maksimum ses düzeyi
L_p	Ses basınç düzeyi
\overline{L}_P	Ortalama ses basınç düzeyi
L_{pA}	A-ağırlıklı ses basınç düzeyi
L_{PT}	Toplam ses basınç düzeyi
L_w	Ses gücü düzeyi
P	Ses basıncı, Pascal veya Newton/m ² biriminde
Q_{d1}	Ağır araçların saatlik geçiş sayısı
Q_{v1}	Hafif araçların saatlik geçiş sayısı
T	Periyod, saniye biriminde bir titreşim olayının gerçekleşmesi için geçen süre
W	Ses gücü, Watt biriminde kaynağın gücü
α	Alfa yutuculuk katsayısı
λ	Dalga boyu, Metre biriminde iki ardışık ses dalgası arasındaki uzaklık
ρ	Yansıtma katsayısı
ρ	Yoğunluk, kg/m ³

KISALTMA LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
ABDMEV	A.B.D. Mevzuatı
AVKOM	Avrupa Komisyonu
AVKON	Avrupa Konseyi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇGDYY	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
dB	Desibel
dba	A ağırlıklı desibel
EPA	Environmental Protection Agency
EU	European Union
FP5	Fifth Environmental Action Programme
KHz	Kilohertz
MB	Megabyte
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
REM	Rapid Eye Movement
RGB	Red Green Blue
SEL	Ses etkilenme düzeyi
SPL	Sound pressure level, ses basınç düzeyi
WHO	World Health Organization

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Ses dalgası modeli 12
Şekil 2.2	Basit harmonik bir ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncının zamanla değişimi..... 13
Şekil 2.3	Farklı frekanslarda aynı genlikte örnek dalgalar 14
Şekil 2.4	Ses basıncının, ses kaynağından uzaklığının değişimi 14
Şekil 2.5	Normal koşullar altındaki havada dalga boyuna karşı gelen frekanslar 15
Şekil 2.6	Temel frekanslar (Hz), standart oktav ve 1/3 oktav bantlar 17
Şekil 2.7	Ses enerjisinin ds yüzey parçasından geçişi, ses gücü ve şiddeti 18
Şekil 2.8	Bir ses dalgasında tepe, ortalama ve rms değerleri..... 19
Şekil 2.9	Bazı kaynakların ses basınç düzeyi 20
Şekil 2.10	Ses basıncı düzeyi ve ses basıncı arasındaki ilişki 21
Şekil 3.1	Fon eğrileri 24
Şekil 3.2	A ve C ağırlık çevrim değerleri 24
Şekil 3.3	Çeşitli kaynaklardan ölçülen gürültü değerleri 28
Şekil 3.4	Dönme gürültüsünün oluşumu 34
Şekil 3.5	Dönme hareketinden kaynaklanan gürültünün akış şeması..... 35
Şekil 3.6	Raydan 4 metre uzaklıkta farklı trenlerin geçiş sırasındaki zamansal gürültü grafiği 36
Şekil 3.7	NS çift katlı trenlerinin farklı hızlarda raydan 7,5 metre uzaklıkta ölçülen gürültü düzeyleri 36
Şekil 3.8	Tek bir uçak hareketinden yayılan gürültünün zamansal değişim grafiği... 37
Şekil 3.9	Çeşitli motor tiplerine sahip uçakların geçiş sırasındaki karşılaştırmalı gürültü seviyeleri..... 38
Şekil 3.10	İki şeritli çift yönlü bir yolun noktasal kaynaklara ayrılması örneği..... 43
Şekil 3.11	NMPB yöntemi için hesaplama adımları..... 44
Şekil 3.12	Hesaplama kullanılan yatay alanın gösterimi 46
Şekil 3.13	İniş ve kalkış yapan uçakları uçuş profili 47
Şekil 3.14	Havayolu gürültüsünden kaynaklanan gürültü için hesaplanmış örnek eş değer eğrileri 48
Şekil 3.15	İşitme kaybının frekansla ilişkisi 50
Şekil 3.16	Kulak anatomisi 54
Şekil 4.1	CBS desteği ile gürültü haritası hazırlanmasındaki iş akışı..... 78
Şekil 4.2	CBS desteği ile hazırlanmış örnek bir gürültü haritası 79
Şekil 5.1	Ankete katılanların en fazla rahatsız oldukları gürültü kaynakları..... 85
Şekil 5.2	Ankete katılanların gürültüden en fazla rahatsız oldukları zaman dilimleri 86

Şekil 5.3	Trafik gürültüsünden rahatsız olanların en fazla rahatsız oldukları zaman dilimleri	87
Şekil 6.1	Sistem akış diyagramı.....	91
Şekil 6.2	Alıcıda hesaplanacak yolun kesiti.....	92
Şekil 6.3	Kullanıcı arayüzü	95
Şekil 6.4	Sonuç ekranı.....	96
Şekil 6.5	Karayolu limit değerler çıktısı.....	96
Şekil 6.6	Sonuç ekranında gürültünün sağlık etkileri hakkında bilgilendirme.....	97
Şekil 7.1	Haritalanan bölgedeki ilçeler ve mahalle sınırları.....	99
Şekil 7.2	Bölge mahallelerinin nüfus yoğunluğu	102
Şekil 7.3	Mahalle nüfus yoğunluğu 3B grafiği	102
Şekil 7.4	Bina sakin sayılarından elde edilen nüfus yoğunluğu haritası	103
Şekil 7.5	Bölgenin 20 m eş yükseklik eğrileri ile topografik haritası	104
Şekil 7.6	Topoloji kuralları araç çubuğu.....	104
Şekil 7.7	Yol eksenini oluşturma uygulaması.....	105
Şekil 7.8	Parçalı durumdaki binaları bir bütün haline getirme uygulaması	106
Şekil 7.9	Binalarda açık kalan köşeleri kapatma uygulaması	107
Şekil 7.10	Bina tavan kotu okuma uygulaması	108
Şekil 7.11	Modellenen bölgenin İlkadım ilçesinden kuzeybatı yönüne doğru olan kesiminin 3 boyutlu görünümü	108
Şekil 7.12	Bölgede bulunan binaların kat sayılarını gösteren harita	109
Şekil 7.13	Bina yükseklikleri histogramı	110
Şekil 7.14	Bölgedeki binaların ilçelere göre sayısı ve bina yüzdeleri.....	110
Şekil 7.15	Atakum, İlkadım ve Canik ilçelerindeki bina yükseklikleri histogramları..	111
Şekil 7.16	Bina nüfus yoğunluk haritası.....	111
Şekil 7.17	Samsun ili bina nüfus histogramı	112
Şekil 7.18	Atakum ilçesi bina nüfus histogramı.....	113
Şekil 7.19	İlkadım ilçesi bina nüfus histogramı.....	113
Şekil 7.20	Canik ilçesi bina nüfus histogramı.....	114
Şekil 7.21	Gündüz periyodu için ortalama saatlik trafik yoğunluk haritası	116
Şekil 7.22	Gündüz periyodu için bölgedeki yollarda saatlik araç sayıları	116
Şekil 7.23	Gündüz periyodu için yolların gürültü emisyon değerleri	117
Şekil 7.24	Aylık ortalama sıcaklık grafiği.....	118
Şekil 7.25	Samsun ili NMPB modeli için artırıcı koşulların yön ve yüzde grafiği	120
Şekil 7.26	Eş gürültü konturlarının değerlendirilmesinde kullanılan renk skalası.....	122
Şekil 7.27	Samsun il merkezi L_{gag} göstergesi için hazırlanmış trafik gürültü haritası	123
Şekil 7.28	Samsun il merkezi L_{gece} göstergesi için hazırlanmış trafik gürültü haritası	124
Şekil 7.29	İlkadım ve Canik ilçelerine kuzeyden 3 boyutlu bakış.....	125
Şekil 7.30	Atakum ilçesine kuzeyden 3 boyutlu bakış	125
Şekil 7.31	D0-10 ve Barış Bulvarından İlkadım ilçesine doğru güneyden 3 boyutlu bakış	125
Şekil 8.1	Samsun merkezi için trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alanlar	127
Şekil 8.2	Atakum ilçesi için trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alanlar.....	128
Şekil 8.3	İlkadım ilçesi için trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alanlar.....	129
Şekil 8.4	Canik ilçesi için trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alanlar	130

Şekil 8.5	L_{gag} göstergesinde ilçelerdeki binaların yüzdesel olarak maruz kaldıkları trafik gürültü düzeylerine dağılımları.....	131
Şekil 8.6	L_{gece} göstergesinde ilçelerdeki binaların yüzdesel olarak maruz kaldıkları trafik gürültü düzeylerine dağılımları.....	132
Şekil 8.7	Samsun merkezi için trafik gürültüsünden etkilenen nüfus göstergesi....	133
Şekil 8.8	Atakum ilçesi için gürültüden etkilenen nüfus	134
Şekil 8.9	Canik ilçesi için gürültüden etkilenen nüfus	135
Şekil 8.10	İlkadım ilçesi için gürültüden etkilenen nüfus	136
Şekil 8.11	Ölçüm noktalarının konumları	137

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1	Kara Yolu Çevresel Gürültü Sınır Değerleri	5
Çizelge 1.2	Hafif Raylı Sistemler İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri.....	6
Çizelge 1.3	İnternet üzerinden yayınlanan bazı şehirlere ait gürültü haritaları.....	8
Çizelge 2.1	Ses dalgalarının çeşitli ortamlarda yayılma hızları	16
Çizelge 3.1	Ulaşım gürültülerinin gürültü seviyelerine katkısı	29
Çizelge 3.2	Emisyon terimi hesaplanmasında kategori bazında terim değerleri	45
Çizelge 3.3	İşitme kaybının etkileri	51
Çizelge 3.4	Gürültü şiddeti ve psikolojik etkisi	58
Çizelge 5.1	Gürültü anketindeki sorular	81
Çizelge 5.2	Anket yanıtlarının kodlanması	82
Çizelge 5.3	Ankete katılanların yaş aralığı dağılımı	83
Çizelge 5.4	Ankete katılanların meslek dağılımı	83
Çizelge 5.5	Ankete katılanların cinsiyet dağılımı	84
Çizelge 5.6	Ankete katılanların eğitim durumları	84
Çizelge 5.7	Ankete katılanların en fazla rahatsız oldukları gürültü kaynakları.....	84
Çizelge 5.8	Ankete katılanların gürültüden en fazla rahatsız oldukları zaman dilimleri	85
Çizelge 5.9	Yaş aralığı ile trafik gürültüsünden rahatsız olma ilişkisi	86
Çizelge 5.10	Eğitim durumu ile trafik gürültüsünden rahatsız olma ilişkisi	87
Çizelge 5.11	Eğitim durumu ile trafik gürültüsünden rahatsız olma ilişkisi	88
Çizelge 6.1	Hafif taşıt – ağır taşıt eşdeğerliliği.....	92
Çizelge 7.1	Atakum ilçesi mahalle nüfus ve alan bilgileri	99
Çizelge 7.2	Canik ilçesi mahalle nüfus ve alan bilgileri.....	100
Çizelge 7.3	İlkadım ilçesi mahalle nüfus ve alan bilgileri.....	100
Çizelge 7.4	Samsun ili 2010 yılı aylık ortalama meteorolojik değerleri.....	119
Çizelge 7.5	Bölgedeki ilçelerin bilgi özeti	121
Çizelge 8.1	Samsun merkezi için trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alan ve yüzdeleri	127
Çizelge 8.2	Atakum ilçesi trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alan ve yüzdeleri	128
Çizelge 8.3	İlkadım ilçesi trafik gürültü aralıklarının kapladığı alan ve yüzdeleri	129
Çizelge 8.4	Canik ilçesi trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alan ve yüzdeleri	130
Çizelge 8.5	Haritalanan tüm bölgede trafik gürültü aralıklarına göre bina ve nüfus dağılımı	133
Çizelge 8.6	Atakum ilçesinde gürültü aralıklarına göre bina ve nüfus dağılımı.....	134

Çizelge 8.7	Canik ilçesinde gürültü aralıklarına göre bina ve nüfus dağılımı	135
Çizelge 8.8	İlkadım ilçesinde gürültü aralıklarına göre bina ve nüfus dağılımı	136
Çizelge 8.9	Karşılaştırma ölçümleri için alıcı noktalarda gürültü düzeyleri ve harita düzeyleri ve oluşan farklar	139

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ DESTEĞİNDE KENTLERİN AVRUPA BİRLİĞİ
STANDARTLARINDA GÜRÜLTÜ HARİTALARININ ÜRETİMİ: SAMSUN İLİ
ÖRNEĞİ**

Erdem Emin MARAŞ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zübeyde ALKIŞ

Çevresel gürültü giderek büyüyen ve ülkemizde bilinmeyen bir sağlık sorunudur. İnsanlar gerçekte tek bir gürültü kaynağına maruz kalmazlar. Genellikle kent merkezlerinde yaşayanlar en fazla karayolu trafik gürültüsüne maruz kalır. Karayolu trafiğine ek olarak demiryolu, uçak gürültüsü ve endüstriyel gürültülerden de etkilenirler. Ayrıca insan ve etkinliklerinden doğan, eğlence ve ticari amaçlı gürültülerde mevcuttur. Toplam gürültü kaynaklarına maruz kalma sağlık açısından çok tehlikelidir.

Son yıllarda karayolu taşıtlarındaki çoğalma ulaşım ve taşımacılık ihtiyacının artışı karayolu gürültüsünün artmasına neden olmuştur. Karayolu gürültüsü insan sağlığını fizyolojik, fiziksel ve psikolojik açıdan etkiler. Diğer taraftan iş ve eğitim hayatımızdaki performansımızı azaltır. Son araştırmalar göstermiştir ki nüfusu yüksek şehirlerde insanlar, en çok karayolu gürültüsünden etkilenmektedirler ve bu etkilenmenin toplum sağlığı üzerinde büyük riskler oluşturduğu gözlemlenmektedir. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde karayolu çevresel gürültü sınır değerleri gürültüye hassas kullanım alanlarından eğitim, kültür ve sağlık alanlarında çok daha sınırlayıcıdır. Gürültü kirliliğine karşı alınacak önlemlerden önce; çalışma yapılacak bölgenin gürültü kirliliği düzeylerinin yayılma şekli, alanının istatistiksel olarak gürültüden etkilenen kişi sayısı gibi değerlendirme konularının hassas şekilde

belirlenmesi gerekmektedir. Elde edilen veriler ışığında gürültü haritaları oluşturulmalıdır.

Gürültü düzeyleri için çeşitli kuramsal, ampirik ve bilgisayar modellemeleri belirlenebilmektedir. Gürültü eş değer eğrileri belirlemede, hassas gürültü bölgelerini göstermede, mevcut ve planlanacak bölgelerde, gürültüyü azaltmaya yönelik eylem planlaması ve politikalarda gürültü haritaları kullanılmaktadır. Gürültü haritaları gürültü düzeyleri yardımı ile oluşturulmaktadır. CBS desteğinde hazırlanan gürültü haritası üretiminde kullanılan grafik veriler, konuma bağlı olarak ölçülen veya birçok yazılım ile üretilebilen, fotogrametri ve uzaktan algılama yöntemiyle elde edilen vektör verilerdir. Bu veriler gürültü haritalarının temelini oluşturur.

Türkiye’de ilk defa il bazında yapılan bu çalışma Samsun il merkezinde CBS desteğinde gürültü haritası oluşturmayı amaçlamaktadır. Samsun iline ait tüm sayısal ve sayısal olmayan harita verileri toplanmıştır. Toplanan veriler birleştirilmiş, derlenmiş, topoloji kuralları uygulanmış, konumsal olan ve konumsal olmayan veriler ilişkilendirilmiştir. Gürültü kaynak verileri ve meteorolojik veriler toplanmış hazırlanan CBS tabanlı harita ile ilişkilendirilmiştir. Gürültü haritasına altlık oluşturan bu CBS tabanlı sayısal harita yardımı ve gürültü yazılımları ile Samsun iline ait CBS desteğinde Avrupa Birliği standartlarında gürültü haritası oluşturulmuştur. Samsun il merkezi için hazırlanan gürültü haritası dünyada örneği az olan şekilde internet üzerinden yayınlanması gerçekleştirilmiştir.

Oluşturulan gürültü haritası ve sayısal veriler yardımı değerlendirmeler yapılmış ve Samsun ilinin yüksek düzeydeki gürültülü bölgeleri belirlenmiştir. Gürültüden korunma, gürültüyü azaltma yöntemlerinden ve çözüm önerilerinden bahsedilmiştir.

Bu tezde internet üzerinden ve bağımsız 432 kişi tarafından cevaplanan Samsun ili gürültü anket ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca insanların gürültü konusunda bilgilendirilmeleri ve kendi maruz kaldıkları trafik gürültü düzeyini hesaplamaları için internet üzerinde PHP betiğinde Karayolu Çevresel Gürültü Hesaplama Sistemi hazırlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Samsun, gürültü düzeyi, gürültü haritası, CBS, PHP

**PRODUCTION OF NOISE MAPS IN CONTEXT WITH EUROPEAN UNION
REQUIREMENTS WITH THE SUPPORT OF GEOGRAPHIC INFORMATION
SYSTEM: SAMSUN PROVINCE EXAMPLE**

Erdem Emin MARAŞ

Geomatics

Ph.D. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Zübeyde ALKIŞ

Environmental noise is a growing health problem which is not well-known in Turkey. In many cases, the people are not exposed to a single noise source. In general, the residents of metropolitan areas are exposed to the traffic noise the most. In addition to the traffic, they are also affected by the aircraft noise and the industrial noise. Moreover, there are also many noise sources due to the business and the entertainment directly arising from the people and their activities. The case of the combined noise is the most dangerous one for health.

In the recent years, the growing number of vehicles, and the rising need for the transportation also increased the noise caused by traffic. The traffic noise affects human health in physiological, physical and psychological aspects. In addition to that, the job performance and the education performance drop significantly. Latest research shows that the people living in highly populated areas are mostly affected by the traffic noise and it was observed that such an effect poses a great risk for public health. The noise threshold values for traffic noise is much more restrictive in noise-sensitive areas such as education, culture and health in the Regulation for the Assessment and Management of Environmental Noise. The noise levels, the propagation types and the areas and the statistical number of the affected people should be determined reliably and precisely before taking effective measures against noise pollution. The noise maps should be produced in view of the obtained data.

The noise levels can be determined through various theoretical and empirical methods and computer modeling. The noise maps are used for the determination of noise contours and the noise sensitive regions, for the planning of the action plans and policies to control noise in the existing areas and in those to be planned. The noise maps are formed with the help of the available noise level values. The graphical data employed in the production of the GIS-aided noise maps are the vector data which are either spatially measured or obtained through the photogrammetry and the remote sensing using numerous software packages. Such data form the basis of the noise maps.

This study, which is the first city-wide study in Turkey, aims to form the noise map in the municipality of Samsun with GIS support. All the necessary digital or analog data were collected. The collected data were then combined, compiled, the necessary topological rules were applied and all the spatial and non-spatial data were appropriately joined. The noise source data and the meteorological data were collected and were related with the GIS-based map. With the help of the GIS-based digital map which provides the template for the noise map and the noise software packages, the noise map of Samsun Municipality was formed through GIS support within the European Union standards.

The noise pollution was assessed and the regions with high noise values were determined with the help of the obtained noise map and the digital data. Several possible methods to protect from noise and to minimize the noise as well as solution suggestions were given.

In this thesis, the noise questionnaire of Samsun municipality, which was filled in by 432 individuals via internet, was also carried out and the results were evaluated. Moreover, an Environmental Traffic Noise Computation system was designed for internet in PHP script to inform the individuals about the noise and to enable them to compute the traffic noise level they are exposed to.

Key Words: Samsun, noise level, noise map, GIS, PHP

1.1 Literatür Özeti

Gürültü; insanların işitme sağlığını ve algılamasını olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengelerini bozabilen iş performansını azaltan, çevrenin hoşnutluğunu ve sakinliğini yok ederek niteliğini değiştiren önemli bir çevre kirliliği türüdür. Gürültü sorunları; ortaçağda demir işçilerinde yaygın sağırliklar, granit taçlı yollarda demir tekerlekli atlı arabaların verdiği rahatsızlıklar ile başlayarak endüstri devriminin başlangıcında gürültülü makina ve cihazların kullanılması, daha sonra kentleşme sürecinde insan, ulaşım ve endüstriyel etkinliklerin artması ile günümüze değin süre gelmiştir [1].

İnsan sağlığı üzerinde önemli etkileri olan gürültü bir kirletici olarak uzun yıllardır çeşitli çalışmalara konu olmuş ve insanların bu sorundan etkilenmelerinin ortaya konulması ve bunun önüne geçilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle insanların maruz kaldığı gürültü düzeylerinin saptanmasının gerekliliği görülmüştür. Sahada yapılan ölçümler ile anlık olarak gürültü değerleri saptanmakta ve gürültünün karakteristiğine göre çeşitli gürültü göstergeleri kullanılarak değerlendirmeler yapılabilmektedir. Ancak sadece gürültü ölçümleri geniş alanlarda fazla sayıda ölçüm gerektirdiğinden çok zahmetli olması nedeniyle genellikle küçük çaplı bölgeler için uygulanabilmektedir. Sahada gürültü ölçüm cihazları ile yapılan ölçümler hem istenilen kaynak dışındaki hem de anlık gürültü olaylarını içerdiği için nesnel bir inceleme için yeterli olamamaktadır. Gürültü modellerinin oluşturulması ve bilgisayar yazılımlarının

gelişmesiyle sadece tek bir kaynaktan oluşan etkilenim düzeyi istenilen çok çeşitli noktalarda ortalama veya anlık durumu göz önüne alınarak hesaplanabilir hale gelmiştir.

Gürültü konusunda; gürültü düzeylerinin tahmin edilmesi, gürültü ölçüm yöntemlerinin iyileştirilmesi, gürültü etki alanlarının belirlenmesi, gürültü kontrolü ve azaltılması şeklinde farklı çalışmalar yapılmakla birlikte sistemin en önemli olduğu alan kuşkusuz gürültünün kontrol altına alınması ve azaltılmasıdır.

Gürültü kirliliği tüm dünyada mevzuat kapsamına alınmış çeşitli ülkelerde ciddi denetimler getirilmiştir. Ancak bu çabalara karşın, gelişmiş ülkelerde bile gürültü sorunlarının tam olarak çözülemediği, gürültü kaynaklarının giderek daha geniş alanlara yayıldığı, gürültü düzeylerinin ve olumsuz etkilenmenin giderek arttığı bir gerçektir [2].

Gürültü konusunda Avrupa ülkelerindeki mevcut durumu özetleyen ve farkındalık yaratan ilk çalışma Avrupa Çevre Araştırması Birimi tarafından yayınlanan rapordur. Avrupa Çevre Araştırmasının 1995 yılında yayınladığı raporda gürültü trafik, hava kirliliği, çevre ve arazi düzenlemesi ve atıklardan sonra beşinci çevre sorunu olarak tanımlanmıştır. Raporda ayrıca ilk dört sorunda artış görülmezken gürültü kirliliğinin arttığı da belirtilmiştir. Özellikle gelişen teknolojiye bağlı kara ve hava araçlarının gürültü düzeylerinin önemli ölçüde azaldığı ancak buna karşın gürültü düzeyi yüksek bölgelerde yaşayan insan sayısının arttığı vurgulanmaktadır.

Avrupa Birliği üyesi ülkeler kapsamında gürültü kirliliği konusu ilk olarak birçok AB üyesi ülkeyi kapsayan ulusal düzeydeki çalışmaları özetleyen raporların oluşturulması ile başlamış ve bu raporların birleştirilmesi ile gürültü kirliliği, gürültü kaynakları ve gürültüye maruz kalan insan sayısı ile ilgili istatistikler elde edilmiştir.

Avrupa Parlamentosu, gürültü konusunda tespit ve geleceğe ilişkin kestirimlere yer veren bir bildiriye “Yeşil Bildiri” (Green Paper) adı altında 1996 yılında yayınlanmıştır

[3]. Bu bildiri daha sonra Avrupa Komisyonu tarafından kabul edilerek bir yönergeye dönüştürüldüğünden özellikle önem arz etmektedir.

Gürültü kirliliği ile ilgili politikalar ise ancak 1998 yılından itibaren Avrupa Birliği, Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Komisyonu düzeyinde gürültü kirliliği ele alınmasıyla başlamıştır [4].

Yeşil Bildiri ile Avrupa Çevre Araştırma Birimi tarafından yapılan teşhis ve analizlere atıfta bulunulmakta, özellikle gürültünün hava ve su kirliliği gibi diğer çevre kirliliğine nazaran daha dolaylı etkilerinin yeterince önemsinmediği vurgulanmaktadır. Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi “Yeşil Bildiri” yayınlandıktan sonra “AB Gürültü Uzman Ağı” ve buna bağlı çalışma grupları oluşturulmuştur. 2001 yılında kabul edilen ortak tutum belgesi ile gürültü ve gürültüye karşı korunma sağlık ve çevresel koruma alanlarından biri olarak tanımlanmaktadır [5].

Avrupa Komisyonu gürültü ile ilgili en önemli düzenlemeyi 2002 yılında “EU Directive 49” adlı kanun ile yapmıştır. Temeli Yeşil Bildiri’ye dayanan bu kanun çok daha somut olarak gürültü kirliliği ile mücadeleyi hedeflemekte, gürültü kirliliğinin tespiti, analizi ve önlenmesi konularındaki standartları oluşturmaktadır. Özellikle gürültü haritalarının ve gürültü haritalarına esas teşkil eden gürültü tahmin yöntemlerinin standartlaştırılması bu kanun ile olanaklı olmuştur. Özet olarak kanunda aşağıdaki faaliyetler öngörülmektedir:

- Nüfusu 250.000’i aşan yerleşim yerlerinin gürültü haritalarının 3 yıl içinde hazırlanması
- Nüfusu 100.000’i aşan yerleşim yerlerinin gürültü haritalarının 8 yıl içinde hazırlanması
- Otoyollar, ana demiryolları ve havaalanları için gürültü haritalarının 3 yıl içinde hazırlanması

- Gürültü Uygulama planlarının 4 yıl içinde hazırlanması ve her 5 yılda bir revizyonu
- Gürültü düzeylerinin ölçüm veya tahmin yöntemiyle elde edilmesi, gürültü sınırlarının belirlenmesi ve sınırların aşıldığı yerleşim yerleri için alınacak önlemlerin fayda/maliyet oranlarının tespiti
- Öncelikle gürültü kirliliğine maruz olmayan bölgelerin korunması olmak üzere gürültü etkilerinin azaltılması için belirlenecek hedeflerin Avrupa Komisyonuna bildirilmesi

Avrupa Birliği birlik içindeki standartların sağlanması için L_{den} (L_{gag}) ve L_{night} (L_{gece}) birimlerinin kullanılmasını şart koşmuştur. Üye ülkeler limitlerini kendileri belirlemekle birlikte bu birimleri esas alacaklardır.

Avrupa Birliği dışında Amerika Birleşik Devletleri'nde de gürültüye yönelik katı sınırlamalar mevcuttur. A.B.D.'nin federal yapısından dolayı her eyaletin kendi düzenlenmesi mevcut olmakla birlikte, tüm eyaletler için uygulanması zorunlu olan federal yasalar da mevcuttur. Söz konusu düzenlemeler "Kamu Sağlığı ve Refahı, Gürültü Kontrolü, ya da Gürültü Kontrol Hareketi" başlıklarında verilmektedir. Diğer yandan A.B.D.'de Çevre Koruma Ajansı (EPA)'nın gürültü çalışmalarını yönetme, yönlendirme ve raporlama görevi bulunmaktadır [6].

1.2 Tezin Amacı

Türkiye'de gürültü genel olarak çevre başlığı içinde ele alınmaktadır. Bu kapsamda çevre ile ilgili mevzuat ve teşkilatlanmanın gelişmesine bağlı olarak gürültü konusundaki düzenlemeler de gelişmiştir. Özellikle, 2003 yılındaki Çevre Ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun ile çevre kavramının doğrudan bakanlık için değerlendirilmesi sonucunda çevre ile ilgili mevzuat ve denetim ivme kazanmıştır. Bu tarihten itibaren yayımlanan genelgeler, Çevre Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği, Gürültü Kontrol Yönetmeliği ve Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği mevzuat açısından en önemli gelişmelerdir.

Gürültüyü ilgilendiren ve Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan genelgeler aşağıda verilmiştir:

- Çevre Bakanlığının 2002/12 sayılı Genelgesi
- Çevre Bakanlığının 2004 tarihli Genelgesi
- Çevre Bakanlığının 17.05.2007 tarihli Genelgesi
- Çevre Bakanlığının 03.06.2008 tarihli Genelgesi
- Çevre Bakanlığının 04.06.2010 tarihli Genelgesi

Gürültü Kontrol Yönetmeliği ise Çevre Kanununa dayalı olarak çıkarılmış ve gürültü ilk defa bu yönetmelikle kapsamlı olarak düzenlenmiştir. Bu yönetmeliğin uygulanmasından valilikler ve belediyeler sorumlu tutulmuştur.

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ise Avrupa Birliği adaylık sürecine paralel olarak Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 2002/49/EC sayılı Gürültü Yönetimi hakkındaki Direktifi ile oluşturulmuştur. [7]. Bu yönetmeliğin özellikle 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 12. Bölümleri söz konusu direktife uygun olarak hazırlanmıştır. Bu yönetmelik 2010 yılında güncellenmiş olup, gürültüye karşı alınacak tedbirler yönetmeliğin esasını oluşturmaktadır. Söz konusu yönetmelik ile karayolu, demiryolu ve havaalanları ile ilgili gürültü standartları düzenlenmiş olup, karayolu ve demiryolları için olan sınır değerler sırasıyla Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2’de verilmektedir.

Çizelge 1.1 Kara Yolu Çevresel Gürültü Sınır Değerleri

Alanlar	Planlanan/Yenilenmiş/Onarılmış yollar			Mevcut yollar		
	L _{gündüz} (dBA)	L _{akşam} (dBA)	L _{gece} (dBA)	L _{gündüz} (dBA)	L _{akşam} (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	65	60	55	70	65	60

işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu alanlar						
Endüstriyel alanlar	67	62	57	72	67	62

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği on dört ayrı bölümden oluşmaktadır. Özellikle, yönetmeliğin 29. Maddesi ile 2013 tarihine kadar belirli bölgelerde gürültü haritalarının oluşturulması “Stratejik Gürültü Haritalama Esas ve Kriterleri” başlığı ile zorunlu hale getirilmektedir.

Çizelge 1.2 Hafif Raylı Sistemler İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri

Yer altı İstasyonları		L _{eq} (dBA)	Yerüstü İstasyonları		L _{eq} (dBA)
Gişeler, merdivenler, koridorlar		55	Platformlar (platform kenarından 1,8 m)	Duran ve kalkan trenler için	70
Platformlar (platform kenarından 1,8 m)	Duran ve kalkan trenler için	80		Geçen Trenler	75
	Geçen Trenler	85		Çalışır durumda bekleyen trenler için	65
	Çalışır durumda bekleyen trenler için	65			

Yönetmeliğin 29. Maddesinde;

“Stratejik gürültü haritalarının hazırlanmasında aşağıdaki esaslara uyulur:

- a) En geç 30/6/2013 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 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 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 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'te 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 ve benzeri işletmelerin bulunduğu alanlar için ayrı ayrı yapılır." biçiminde bahsedilmektedir.

Birçok ülkede yapılan alan çalışmalarının toplam değerlendirilmesi; farklı ülkelerde yaşayan insanların gürültüden etkilenmeleri arasında büyük farklılıkların olmadığını göstermiştir [8]. Sonuçların karşılaştırılabilirliği açısından araştırmalarda standart yöntemlerin uygulanması tartışılmaktadır [9].

1.3 Orijinal Katkı

Gürültünün çok geniş bir bölge ve nüfusa olan etkisiyle beraber hesaplanması için stratejik gürültü haritalama yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler temel olarak bir bilgisayar yazılımı yardımı ile bölge hakkında coğrafi, engel yapısı, fizyografik durum gibi bilgiler girildikten sonra bu bölgede bulunan gürültü kaynaklarının tanımlanması daha sonra da emisyon parametrelerinin girilmesinin ardından o kaynaklar için çevrede gürültünün nasıl yayıldığını hesaplama adımlarından oluşmaktadır. Ardından bu hesaplamalar sonucunda analizler yapılabilmektedir.

Avrupa Birliği içerisindeki tüm ülkeler Avrupa Komisyonunun 2002 yılında yayınlanan “EU Directive 49” direktifi doğrultusunda gürültü haritalarının hazırlanmıştır. Diğer taraftan direktif doğrultusunda üç senede bir yenileme çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Ayrıca Münih, Almanya için şehrin tüm gürültü haritası 2007 yılı itibari internet üzerinden yayınlanmıştır. Gürültü haritaları tamamlanmış ve internet üzerinden yayınlayan şehirler ile ilgili internet site adresleri Çizelge 1.3’de verilmiştir. Yine birçok ülkede gürültü sınır değerleri belirlenmiş ve sınırları aşan bölgeler için eylem planları hazırlanmıştır.

Çizelge 1.3 İnternet üzerinden yayınlanan bazı şehirlere ait gürültü haritaları

Ülke	Şehir	Gürültü Haritası Hazırlanma Tarihi	Web Adresi
Almanya	Münih	2007	http://maps.muenchen.de/laerm/laermminderungspan.html
İngiltere	London	2006	http://services.defra.gov.uk/wps/portal/noise
Fransa	Paris	2004	http://www.v1.paris.fr/commun/v2asp/fr/environnement/bruit/carto_jour_nuit/cartobruit.html
Türkiye	Samsun	2011	http://www.samsungurultu.com/gurultuharitasi.html

Ülkemizde ilki 2005 yılında yayınlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi yönetmeliği stratejik haritaların sorumlu kurumlar tarafından 30 Haziran 2013

tarihine kadar sunulmasını zorunlu kılmıştır. Bu kapsamda yüksek nüfusa sahip yerleşim yerleri, ana karayolları, demiryolları ve havaalanları için gürültü haritası hazırlamak zorunlu hale getirilmiştir.

Ülkemizde gürültü haritaları ile ilgili çalışmalar daha çok pilot ve kısıtlı bölgelerde gerçekleşmiştir. EU direktifin T.C. Mevzuatına aktarılması çalışmaları kapsamında 2006 yılı Mart ayında Çevre ve Orman Bakanlığı ile Alman Federal Çevre Bakanlığı'nın ortaklaşa yürüttüğü Avrupa Birliği Eşleştirme Projesi başlatılmıştır. Proje çalışmaları için İstanbul, Ankara, İzmir, Adana ve Bursa olmak üzere 5 pilot il seçilmiştir. Her kentte ayrı ayrı oluşturulan ekipler, çalışmalarını Almanya'dan gelen çevre uzmanları eşliğinde sürdürmüştür. Türkiye'nin gürültü yönetimi alanında altyapısının güçlendirilmesine yönelik pilot ölçekli çalışma sonucu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi: Havalimanı Kaynaklı Gürültü Haritası, İzmir Büyükşehir Belediyesi: Karayolu Kaynaklı Gürültü Haritası, Adana Büyükşehir Belediyesi: Karayolu Kaynaklı Gürültü Haritası, Ankara Büyükşehir Belediyesi: Demiryolu Kaynaklı Gürültü Haritası, Bursa Büyükşehir Belediyesi: Endüstri Kaynaklı Gürültü Haritası çıkarılmıştır. Ayrıca Türkiye'de birçok pilot bölge için hazırlanmış akademik çalışmalarda mevcuttur. Türkiye'de 2011 yılına kadar bu çalışmada olduğu gibi il bazında hazırlanmış gürültü haritası mevcut değildir.

CBS tabanlı hazırlanmış sayısal haritalar gürültü haritalamada önemli bir rol oynamaktadır. Bu sayısal haritalar gürültü haritalarının temelini oluşturur. Özellikle CBS desteğinde hazırlanan haritalardaki bina, bina yükseklikleri, bina yüzeyleri, yol eğimleri, yol cinsleri, yol eksenleri, bina cinsleri, yaşayan insan nüfusu, bina kullanım tipi, yükseklik verileri, trafik lambalarının yeri gibi veriler gürültü haritalarının hesaplamasında etkili faktörlerdir.

CBS desteğinden hazırlanan haritaların üretimi çok uzun zaman almasına karşın gürültü haritaları bu verileri CBS'den aldığından etkin kaynak kullanımı doğru ve sürekli güncellemeler sayesinde hızlı hesaplamalar sağlanabilmektedir. Diğer taraftan CBS sistemindeki değişiklikler doğrultusunda gürültü haritalarının dinamik olarak güncellenmesi de mümkün olabilmektedir.

Hazırlanan gürültü haritaları daha sonra pek çok amaçla kullanılmaktadır. Gürültü haritaları eylem planları için temel oluşturur. Böylelikle insan sağlığını özellikle psikoloji ve fizyolojik yönden etkileyen olumsuz durumların önüne geçilir. Performans etkilerine karşı önlem alabilirlik sağlanır. Bu durumda gürültü haritaları, CBS sistemine girdi olarak farklı bir katmanda tanımlanabilmekte ve arazi kullanımı açısından değerlendirmelerde de kullanılabilir.

Bu tez çalışması ile ilk defa Türkiye’de yönetmelikte istendiği gibi 250.000 ve üstü nüfusa sahip, Avrupa Birliği standartlarında ve CBS desteğinde il sınırlarında gürültü haritası üretimi gerçekleştirilmiştir. Kılavuz niteliğinde olacak bu çalışmada öncelikle CBS desteğinde Samsun iline ait sayısal harita oluşturulmuştur. Haritaların oluşturulması sırasında topolojik kurallar da kurulmuştur.

Avrupa Komisyonu gürültü haritası üretiminde sonuçların karşılaştırılabilirliği açısından çalışmalarda standart yöntemlerin kullanılmasını istemektedir. Bu çalışmada Avrupa ülkeleriyle bütünlüğün sağlanması, Avrupa Komisyonunun belirttiği ve Çevresel Gürültünün Yönetimi ve Yönetmeliğinde de istenilen Karayolu Trafiki Gürültüsü için NMPB Routes-96 Demir Yolu Gürültüsü için Reken Meervoorschrift Railverkeer Slawaai 96 yöntemler kullanılmıştır. Havaalanı ve Sanayi Bölgesi şehrin yaşam alanların çok dışında kaldığı için hesaplamalara dâhil edilmemiştir.

Diğer taraftan bu çalışmada yönetmeliğin 31. Maddesinde Kamuoyunu Bilgilendirme başlığında belirtilen “gürültü haritaları 9/10/2003 tarihli ve 4982 sayılı Bilgi Edinme Hakkı Kanunu uyarınca kamuoyunun ulaşımına açık tutulur ve bilgi teknolojilerinden de yararlanılarak yayımlanır.” ibaresine istinaden; Samsun iline ait gürültü haritası <http://www.samsungurultu.com/samsungurultuharitasi.html> adresinden, insanları gürültü hakkında bilgilendiren ve kendi gürültülerini hesaplama imkânını veren karayolu çevresel gürültü hesaplama sistemi, www.samsungurultu.com adresinden sunulmuştur.

AKUSTİK KAVRAMLAR

Bu bölümde ses tanımı ve kavramı yapılmış, sesin temel parametreleri açıklamalı olarak verilmiş, birçok ses kavramı ve gürültü haritası için önemli olan desibel kavramından bahsedilmiştir. Ayrıca sesin spektral çözümü anlatılmıştır.

2.1 Ses Tanımı ve Kavramı

Sesin tanımı iki yönden yapılmaktadır:

- Fiziksel tanım
- Fizyolojik tanım

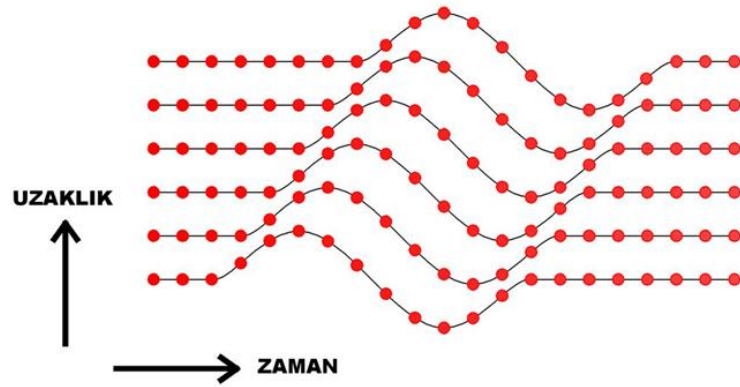
Sesin fiziksel bir olay olarak basit tanımı; “Esnek bir ortamda fiziksel bir uyarı sonucunda ortaya çıkan basınç değişimleridir” olarak yapılabilir. Diğer bir tanımı; “Ses, titreşim yapan bir kaynak aracı ile hava basıncındaki değişimlerin oluşturduğu ve insanda işitme duyusunu uyaran fiziksel bir olaydır” [10], [11].

Ses basıncı hava basıncının değişme miktarı olarak adlandırılır. Ses kaynağı titreşmesi ortamdaki havada basınç değişiklikleri meydana getirir. Havadaki basınç değişikliği suya düşen bir taşın oluşturduğu dalgalar gibi hareket eder. Su hareket etmiyor olmasına karşın yüzeyi periyodik dalgalar oluşturacak şekilde yukarı ve aşağı hareket etmektedir. Ses kaynağı taşın suya giriş noktasıdır. Ses dalgaları da su yüzeyinde oluşan dalgalar gibi hava içerisinde hareket eder.

Ses için ayrıntılı bir tanım ise; “Esnek ortam içinde periyodik titreşimler yapan bir kaynağın, ortamın denge basıncında bir değişmeler meydana getirmesi ve bu basınç

değişimlerinin (dalgalarının) sabit bir hız ve belirli bir faz farkı ile ortamın uzak noktalarına kadar iletilmesidir. (Şekil 2.1)

Ses, dalgalar halinde yayılan bir enerji şeklidir. Sesin tanımı, "kulak tarafından algılanabilen, hava, su ya da benzeri elastik bir ortamdaki basınç değişimi" olarak verilebilir. Sesin doğuşu ve yayılması, ortamdaki parçacıkların titreşimi ve bu titreşimlerin komşu parçacıklara iletilmesiyle olur. Ortamdaki parçacıkların titreşmesiyle oluşan dalgalar, havada basınç değişiklikleri oluşturur. Bu basınç değişiklikleri kulak tarafından elektrik sinyallerine çevrilir ve beyin tarafından "ses" olarak algılanır. Hava basıncının değişme miktarına ses basıncı denir. Ses nesnel bir kavramdır. Yani ölçülebilir ve varlığı kişiye bağlı olarak değişmez [12].



Şekil 2.1 Ses dalgası modeli (Ortam parçacıklarının zamana ve uzaklığa bağlı hareketi)

Ses atmosferde kulağımız tarafından algılanabilen periyodik basınç değişimleridir. Fiziksel boyutta ses, hava katı sıvı veya gaz ortamlarda oluşan basit bir mekanik düzensizliktir. Bir maddedeki moleküllerin titreşmesi sonucunda oluşur. Ses veren her madde bir ses kaynağıdır. Ses kaynaktan aldığı enerjilerle titreşerek yayılırlar. Titreşen cisimler esnek olup sesi oluşturur. Esnek olan cisimler ses dalgaları meydana getirebilir ve ses dalgalarını iletir. Ses mekanik dalga olduğu için yayılması için bir ortama ihtiyaç duymaktadır. Ses dalgaları ortamlarda sıkışma ve genleşme şeklinde boyuna ilerleyen dalgalardır. Ses dalgalarının basıncı olup girişim sonucu vuru oluştururlar [13].

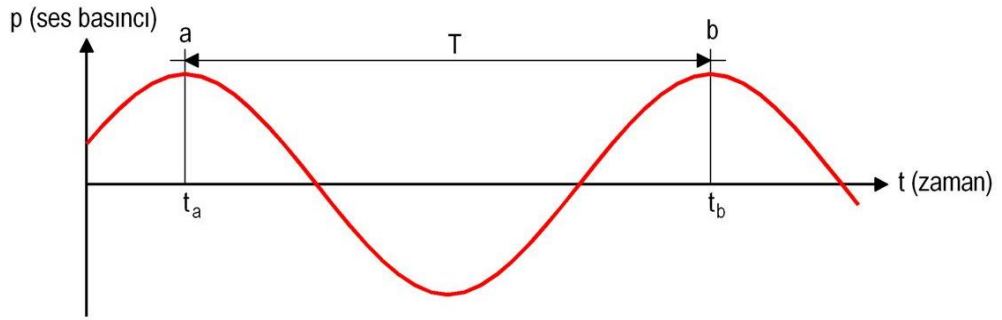
Tanımların birçoğunda ses ifadesi yerine gürültü, gürültü ifadesi yerine de ses kullanılmıştır. Fiziksel olarak ses ve gürültü arasında bir fark yoktur. Birçok ifadede “ses düzeyi” tanımlanmasına karşın fiziksel büyüklükleri belirtirken “gürültü düzeyi” kullanılması bunun açık bir göstergesidir.

2.2 Sesin Temel Parametreleri

Ses dalgalarının hareketini sağlayabilmesi için hacmi periyodik biçimde sürekli değişebilen esnek bir ortama ihtiyaç vardır. Ses dalgalarının iki yönlü hareketi vardır.

- Ortam parçacıklarının kaynağın titreşim hareketini tekrarlaması
- Ortam içinde parçacıkların hareketi sırasında meydana gelen sıkışma ve gevşeme bölgelerinin ilerlemesi (ses dalgalarının yayılması)

Ortamın küçük bir kütlesi olan ve ses dalgalarını oluşturan parçacıkların hızları vardır. Basit harmonik bir ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncının zamanla değişimi Şekil 2.2’de gösterilmektedir.



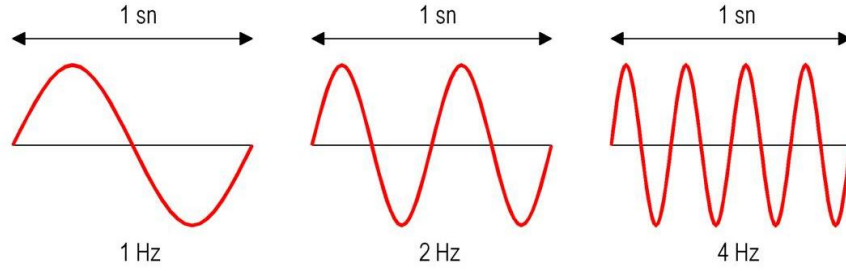
Şekil 2.2 Basit harmonik bir ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncının zamanla değişimi

Parçacıkların hareketlerini incelenmede kullanılan parametreler aşağıda verilmiştir;

Genlik, A: Ses basıncın en büyük değerine denir.

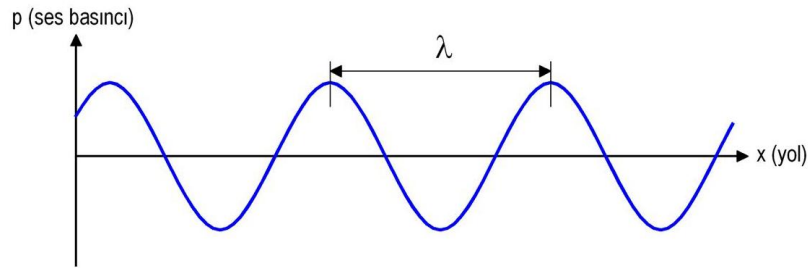
Periyot, T: Bir titreşim için geçen zaman olarak da tanımlanan periyot birbirini izleyen en yüksek ses basınçları arasındaki geçen zamandır ($t_b - t_a$). Birimi saniyedir. Periyodik hareket kendini sürekli olarak zaman için tekrarlayan olaydır.

Frekans, f : Periyotun tersi ($1/T$) olan frekans parçacığın bir saniye içerisindeki yer değiştirme sayısıdır. Bir saniyedeki devir sayısı, birim zamandaki titreşim sayısı, birim zamandaki basınç değişim devri sayısı olarak bilinen frekansın birimi Hertz (Hz) dir. Frekans ve dalgaboyu ilişkisi Şekil 2.3’de gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Farklı frekanslarda aynı genlikte örnek dalgalar

Dalgaboyu, λ : Birbirini izleyen en yüksek ses basınçları veya ardışık iki özdeş nokta arasında kalan uzaklıktır. Birimi metredir. Şekil 2.4 herhangi bir zaman diliminde ses dalgasının yarattığı ses basıncının, ses kaynağından uzaklığının değişimini göstermektedir.



Şekil 2.4 Ses basıncının, ses kaynağından uzaklığının değişimi

Ses dalgalarının yayılma hızı, c : Frekansa bağlı olmayan ses dalgalarının yayılma hızı, her frekans için aynıdır. Dalga boyu λ olan bir ses dalgası, periyodu olan T sürede boyu kadar yol alacağından, dalganın yayılma hızı,

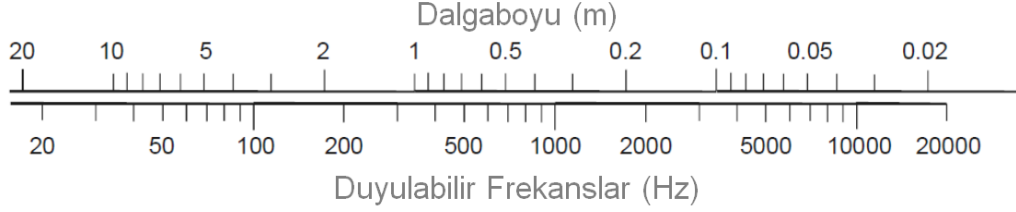
$$c = \frac{\lambda}{T} \quad (2.1)$$

olacaktır. Periyodun tersi olan frekansla dalga boyu arasındaki ilişki sesin yayılma hızına,

$$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f \quad (2.2)$$

eşitliği ile bağlıdır.

Dalga boyu ve frekans arasındaki ilişki Şekil 2.5’de gösterilmiştir [14].



Şekil 2.5 Normal koşullar altındaki havada dalga boyuna karşı gelen frekanslar[14]

Katı, sıvı ve gazlarda uzunluğuna ses dalgalarının yayılma hızı frekanstan bağımsız olup ortamın sert veya esnek olmasına ve yoğunluğuna bağlıdır [15]:

$$c = \sqrt{\frac{D}{\rho}} \quad (\text{m/sn}) \quad (2.3)$$

D: Hacimsel esneklik

ρ : Hava yoğunluğu: 1.206 kg/m³

Havada ses hızı: 343 m/sn (20°C de), 331.5 m/sn (0°C de); gazlarda ses hızı 150 – 1500 m/sn dir. Sıcaklığa göre ses hızının değişimi aşağıda verilmiştir [16].

$$c = 331.5 \sqrt{\left(1 + \frac{t}{273}\right)} \quad (\text{m/sn}) \quad (2.4)$$

t°C: Hava sıcaklığı

Katı ortamda ses hızının hesaplanması:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (\text{m/sn}) \quad (2.5)$$

E: Ortamın esneklik modülü, N/m²

ρ : Katı ortamın yoğunluğu, kg/m³

Ses dalgalarının yayılma hızının ortam sertliğine (kuvvet altında şekil değiştirmesine), yoğunluğuna ve sıcaklığına bağlı olduğunu gösteren, sesin çeşitli ortamlardaki yayılma hızları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Ses dalgalarının çeşitli ortamlarda yayılma hızları [14]

Ortam türü	Sesin uzunluğuna yayılma hızı c, (m/s)
Hava (20°C)	344
Su (20°C)	1481
Alüminyum ve çelik	5750
Kurşun	1210
Beton	3400
Tuğla	3000
Cam	5200
Alçı levha	1600
Kontrplak	3800
Poliüretan	1330

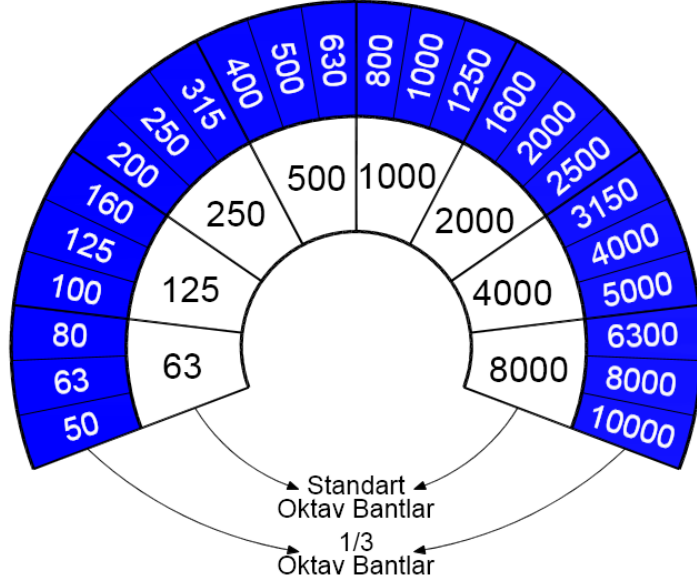
Çizelgede verilen değerler, sesin katılar içindeki yayılma hızının sıvı ve havadaki hızına göre çok daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Ses dalgasının frekansı, f: Ses dalgalarının birim zamandaki titreşim sayıları, parçacık hareketinin frekansı ile eşdeğerdedir ve sesin tonal özelliğini belirtir.

İşitilebilen seslerin frekansları 20 Hz ve 20 kHz arasında değişir. İşitilen frekansların geniş bir aralığı kapsaması nedeniyle uygulamalı akustikte ve müzikte frekans değerlerinin belirtilmesinde sıkıştırılmış değerler içeren logaritmik ölçek kullanılır. Bu ölçekte sürekli bir spektrum art arda gelen frekans aralıklarında (bantlarında) ölçülmekte ve analiz edilmektedir. Bunlar 1000 Hz referans frekansının altında ve üzerinde art arda farklı aralıklarda uzanırlar. Her üst ve alt frekansların geometrik ortalaması olan bir orta değer vardır ve bantlar bu orta değer ile isimlendirilir Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından standardize edilmiş frekans aralıkları (bantları) alt ve üst bant sınırlarının oranına bağlı olarak oktav ve 1/3 oktav bantlar olarak adlandırılırlar. [17]

Oktav bantlar: Bandın alt frekans değerinin iki katı üst frekans değerini verir. En geniş bant aralığıdır. 8 adet oktav bant bulunur. Tam sayı olan oktav bantlar; 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 dir.

1/3 oktav bantlar: 50 Hz – 10 kHz arasında 24 adet 1/3 oktav bant bulunur. 1/3 oktav bantlar 50, 63, 80, 100, 125, ... , 6300, 8000, 10000 dir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Temel frekanslar (Hz), standart oktav ve 1/3 oktav bantlar

Bir kaynaktan yayılan ses gücü, W : Birimi Watt olan güç enerji üretiminin temel ölçüsüdür. Herhangi bir akustik kaynaktan yayılan güçtür. Ses kaynağının birim zamanda küresel bir düzlem üzerinde yaydığı toplam ses enerjisi olarak da ifade edilir. Diğer bir deyişle ses gücü; bir ses kaynağının yaydığı ses enerjisinin gücü veya akustik güç olarak tanımlanır. Kaynağın emisyon değeri olarak adlandırılır. Güç bir ses kaynağının küresel bir düzlem üzerinde yaydığı toplam ses enerjisidir. Özel yansımaz odalarda ölçülen ses gücü çevre etkilerden bağımsız sabit bir değerdir. Bir kaynağın şiddet ve basıncı uzaklıkla değişir ancak gücü değişmez, bu yüzden bir kaynağın ses gücü tek bir değerdir.

$$W = \int I \cdot n \cdot dS \quad (2.6)$$

I: Ses şiddeti

n: Birim vektör normali

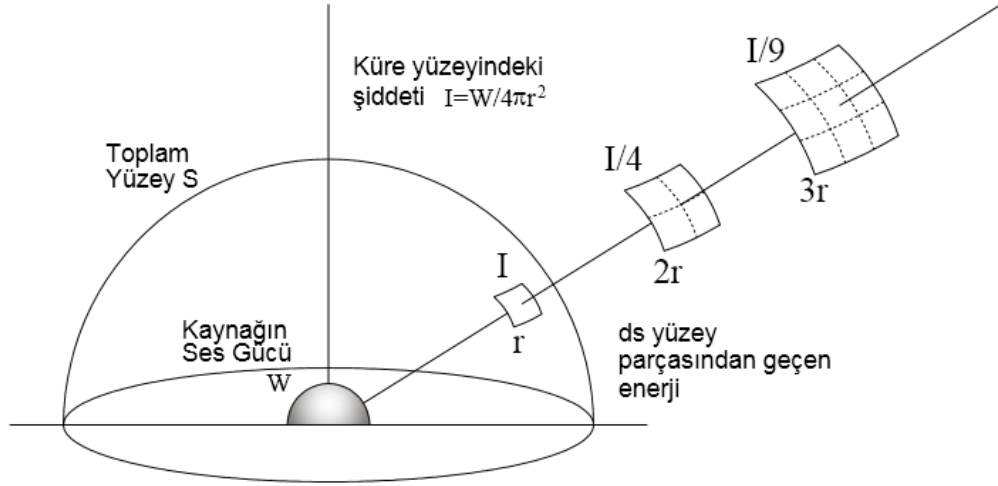
S: Yüzey alanı

Ses Şiddeti (yeğinliği) I : Bir noktadaki ses şiddeti, o noktadaki belirli bir yönde, birim alanda, birim zamanda geçen ortalama akustik enerjidir. Şekil 2.7'de birim alandan geçen ses şiddeti gösterilmiştir. Ses şiddetinin birimi $Watt/m^2$ dir. Ses dalgalarının herhangi bir noktada oluşturacağı ses şiddeti (2.7) verilen eşitlik ile bulunabilir.

$$I = \frac{W}{A} \quad (2.7)$$

W: Ses gücü (Watt)

A: Ses şiddetinin hesaplandığı noktadan geçen ve ses kaynağını merkez alan kürenin toplam alanıdır. (m^2)



Şekil 2.7 Ses enerjisinin ds yüzey parçasından geçişi, ses gücü ve şiddeti

Ses Basıncı P: Ses, hava basıncındaki değişimlerin kulak zarına temasıyla algılanır. Sesin algılanmasında bir ses kaynağının ses gücünden daha çok, belli bir noktada yarattığı basınç değişimi önemlidir. Ses basıncı sesin yayılması sırasında, belirli bir zaman içinde herhangi bir noktadaki hava basıncının atmosferin denge basıncından olan farkıdır. Birimi Pascal veya $Newton/m^2$ dir.

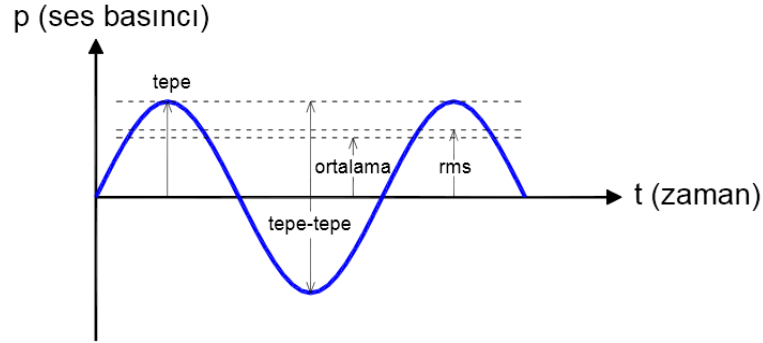
$$P_{rms} = \sqrt{p^2}, \frac{N}{m^2} (Pa) \quad (2.8)$$

P_{rms} : Anlık basınçların ortalamasının karelerinin karekökü

p: Ses basıncının anlık değeri

İnsanın işitme sistemi şiddete karşı değil basınca karşı cevap verir, bu neden ile ses çalışmalarında basınç birimleri kullanılır. Bir ortamı temsil eden basınç; zaman içindeki değişimlerinden ötürü P_{rms} ile belirtilir. Bir ses dalgasının periyodunun ve (veya frekansı) genliğinin bilinmesiyle tanımlanabilir. Çevremizdeki duyduğumuz sesler periyodik ve harmonik değildir. Bu durumda sesin ses basıncını ve genliğini tanımlamamız imkânsızdır. Çevremizdeki duyduğumuz bu sesler hakkındaki en önemli bilgiyi ses basıncının rms değeri verir. Rms değeri ses basıncının karelerinin

ortalamasının karekökü, efektif değeridir. Bir ses dalgasında tepe, ortalama ve rms değerleri Şekil 2.8’de gösterilmiştir.



Şekil 2.8 Bir ses dalgasında tepe, ortalama ve rms değerleri

2.3 Desibel Kavramı

Ölçü birimi olmayıp oran birimi kabul edilen desibel belirli bir referans güç seviyesine olan oranı belirtir. Desibel iki değer arasındaki karşılaştırma veya iki büyüklüğün oranının logaritmasıdır. Bu büyüklüklerden biri bilinen (referans) bir sayı olarak alınırsa; desibel, diğer büyüklüğün referans büyüklüğüne oranının logaritmasının 10 katıdır. Genelde güç değeri büyüklükleri için kullanılır. Desibel ile ölçülen büyüklüklere düzey adı verilir. Ölçülen W değerindeki bir gücün W_0 referans güç değerine göre düzeyi,

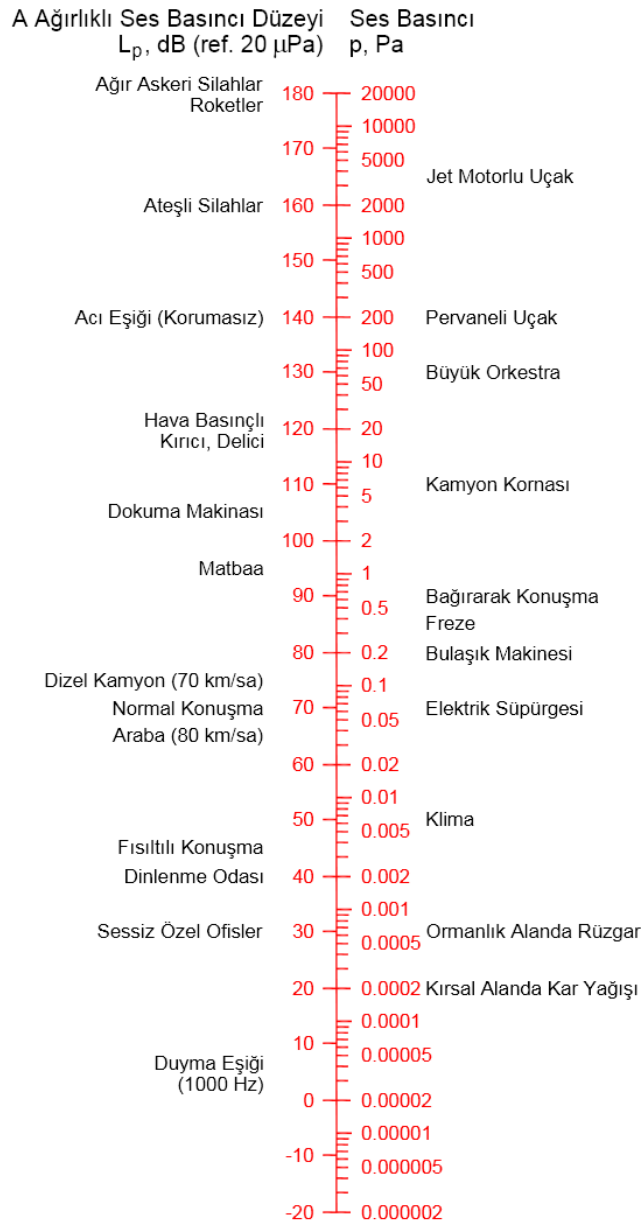
$$Düzey(dB)=10\log\frac{W}{W_0} \quad (2.9)$$

tir. Ölçülen seslerin basıncının, güç ve şiddetinin, bilinen bir düzeye göre (duyulabilen en düşük ses) oranının logaritmasının 10 katı, ses basıncı düzeyi, ses gücü düzeyi ve ses şiddeti düzeyinin verir. Ses basınç (Pa), güç (Watt) ve şiddeti ($Watt/m^2$) miktarları çok küçük değerlerdir. Desibel yardımı ile ses büyüklüklerinin daha anlaşılır ve basit sayılarla gösterilmesi büyük kolaylık sağlar.

2.4 Ses Basınç Düzeyi

Logaritmik ölçeklendirme, bilinen bir ses basıncına göre karşılaştırma ile anlaşılabilir ve uygun bir çalışma sağlar. Ses basıncı P , daha büyük veya referans bir ses basıncına P_{ref} göre ses basınç düzeyi şöyledir:

$$L_p = 10 \log_{10} \frac{P^2}{P_{ref}^2} = 10 \log_{10} P^2 - 10 \log_{10} P_{ref}^2 \quad (2.10)$$



Şekil 2.9 Bazı kaynakların ses basınç düzeyi

GÜRÜLTÜ KAVRAMLARI

3.1 Gürültü Tanım ve Kavramları

Bir çevre kirliliği türü olarak gürültü, çeşitli frekans bileşenlerine sahip ancak birbiriyle herhangi bir harmoniye sahip olmayan karışık ve yüksek düzeyde seslerin bir araya gelerek oluşturduğu ve insanda rahatsızlık uyandıran seslerin birleşimine verilen isimdir.

Gürültü, eski zamanlardan beri insanları etkilemiş ve o günün şartlarıyla çeşitli önlemler alınmasına neden olmuş bir kirlilik türüdür. Günümüzde gürültü kirliliğinin sadece insanları değil pek çok canlı türünü etkilediği de çeşitli çalışmalara konu olmuştur. Gürültünün insan üzerindeki etkilerinin bilimsel olarak ortaya konması ise nispi olarak yeni bir konudur. Bunun en önemli sebeplerinden biri insan kulağından bile hassas ve sayısal olarak gürültünün karakteristiğini ortaya koyabilecek gerekli laboratuvar donanımının gelişen teknoloji ile üretilmeye başlaması ve gürültünün metroloji yöntemleri ile ölçülebiliyor olmasıdır. Ölçülen gürültüyle insanların etkilenmesi arasındaki ilişki böylelikle kurulabilmiş ve hangi düzeyde ve hangi türdeki gürültünün insanları ne denli etkilediği ortaya konulabilmiştir.

Günümüzde en yaygın görülen gürültü türü, ulaşım gürültüsüdür. Özellikle şehir içi trafiğin yerleşim bölgelerine yaklaşması, artan insan nüfusu ile ulaşım ihtiyacının artması ve bunu gibi nedenlerle ulaşım gürültüsünde büyük artış görülmektedir.

İnsanları en çok etkileyen gürültüler çevresel gürültü başlığı altında ele alınmaya başlanmış olmakla beraber, gürültü, sadece çevrede üretilen veya yayılan bir kirletici değildir. Yapılarda veya iş yerlerinde oluşan gürültüler de hem çevreye hem de içinde bulunan insanlara zarar verebilmektedir.

Eğlence gürültüleri de bir kirlilik türüdür. Bu gürültüler özel olarak her insanda farklı etkiyi yaratabilmektedir. Bu da gürültünün sayısal olarak değerlendirilmesinin önemini gösterir. Bir kişi sevdiği bir müzik türünü yüksek sesle dinlediği sırada eğleniyorsa bir başkası bu müziği gürültü olarak sınıflandırabilmektedir.

Gürültü kirliliğinin günlük yaşamda etkisini artırmasında sayısı ve kullanım alanı git gide artan yüksek ses emisyonuna sahip araç, taşıt, cihaz ve makinenin artması gösterilebilir. Örnek olarak ulaşım gürültüsü kaynaklarından motorlu kara taşıtları trafik akışının artmasıyla ve şehir içindeki yolların çok daha aktif şekilde kullanılmasıyla etkisini artırmıştır. Yine aynı sonuç havayolu taşımacılığının artması ve daha büyük uçakların daha fazla sayıda iniş kalkış hareketlerini artırmasıyla görülmektedir.

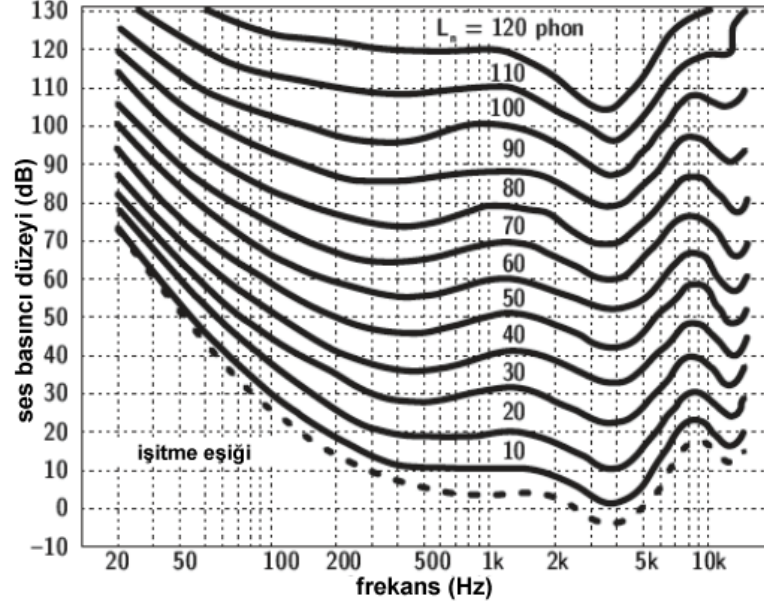
Gürültü kirliliğindeki artış bazı otoritelerce son 30 yılda yıllık 1dB'lik artış ile ifade edilmiştir. [18]

3.2 Ağırlık Çevrimleri

Frekans süzgeci olarak da adlandırılan ağırlık çevrimleri, insan kulağının daha hassas olduğu gürültü düzeylerini ortaya koymak için üretilmiştir. Çeşitli deneyler ile Şekil 3.1'de gösterilen fon eğrileri elde edilmiştir [19]. Burada eğrinin değeri 1 kHz'e tekabül eden ses basıncı düzeyi ile ifade edilir.

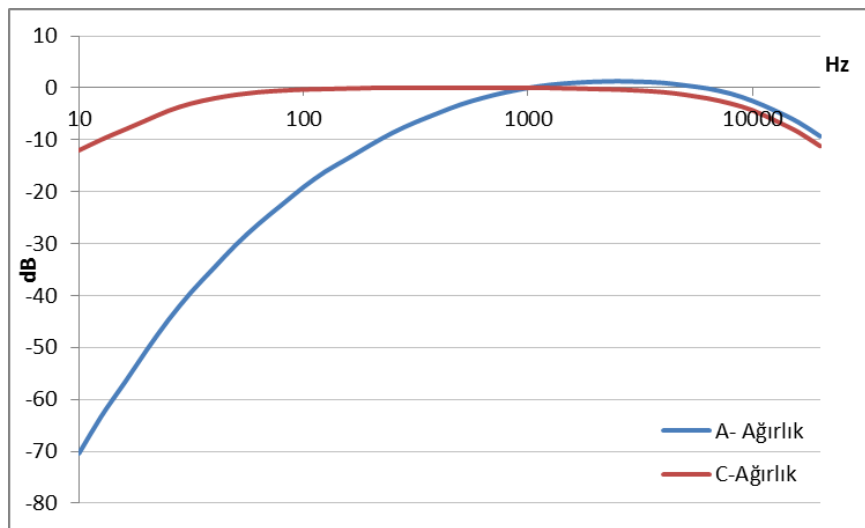
Bu değerlerden yola çıkılarak ağırlık çevrim değerleri elde edilmiştir. Günümüzde en yaygın kullanılan insan kulağının en hassas olduğu değeri veren ve 40 fon eğrisine denk gelen A ağırlıktır [20]. C ağırlık ise daha çok darbe seslerini ifade etmek için kullanılır ve

100 fon eğrisini temel alır. A ve C ağırlık çevri değerleri Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Z ağırlıkta herhangi bir düzeltim yoktur ve daha çok laboratuvar deneyleri için kullanılır.



Şekil 3.1 Fon eğrileri [20]

Şekil 3.2’de gösterilen çevrim değerleri ölçülen ağırlıksız değerlerde her frekans bandına eklenerek ele geçen çevrilmiş değerlerin toplamı sonucunda eğer A ağırlık uygulanmışsa gürültü düzeyi dBA, C ağırlık uygulanmışsa dBC şeklinde ifade edilir. dBA değerleri ağırlıksız (lineer) dB değerlerinden daha düşük sonuçlar verir.



Şekil 3.2 A ve C ağırlık çevrim değerleri

3.3 Gürültü Birimleri ve Göstergeleri

Gürültü ölçümlerinin ve etkilerinin değerlendirilmesinde çeşitli birimler ve göstergeler kullanılmaktadır. Bunlar gürültünün karakteristiğini ve insanlar üzerindeki etkisini gösterdikleri gibi düzeyinin belirlenmesinde de kullanılır.

3.3.1 Gürültü Birimleri

3.3.1.1 Eşdeğer Sürekli Ses Basınç Düzeyi

Ölçülmesi istenen gürültüden meydana gelen ses basıncı düzeyleri ölçüm süresince çeşitli değişimlere maruz kaldığından zaman ağırlıklı ortalama olan L_{eq} göstergesi ile hesaplanması gerekir. Belirlenen zaman dilimini ifade eden gürültü düzeyi (3.1)'de gösterilmiştir.

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{L(t)/10} dt \right] \quad (3.1)$$

3.3.1.2 A- Ağırlıklı Eşdeğer Sürekli Ses Basınç Düzeyi

Ölçülen gürültünün A ağırlık şebekesi kullanılarak hesaplanması durumunda (3.2) kullanılır.

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{L_{pA}(t)/10} dt \right] \text{dB(A)} \quad (3.2)$$

3.3.1.3 Ses etkilenim düzeyi, SEL (L_{AE})

Tekil ses olaylarının etkisini belirlemekte kullanılır. Süreklilik arz etmeyen bir gürültü olayının sürekli olmayan bir olay ya da işlemden kaynaklanan gürültünün enerjisine eşit enerjiye sahip olan ve 1 sn. süre ile etkilediği varsayılan sabit A ağırlıklı ses düzeyidir. Tekil ses olaylarının değerlendirilmesinde kullanılır. Kesikli (darbeli) gürültülerin toplam

düzeve olan katkılarını bu olayların ortaya çıktığı zaman aralığına bağılı olarak hesaba katan bir birimdir. (3.3) ile hesaplanır. [15]

$$SEL = L_{eq}(t) + \log(t/t_0), \text{ dB(A)} \quad (3.3)$$

$L_{eq}(t)$: t zaman süresi için eşdeğer ses düzeyi, dBA

t: tek bir gürültü olayının süresi

t_0 : 1 saniye

3.3.1.4 Maksimum düzey, L_{max}

Belirlenen zaman aralığında elde edilen en yüksek düzeyi ifade eder. Genellikle ağırlıksız olarak dB birimiyle ifade edilir.

3.3.1.5 Yığışımli düzey, L_N

Zamanın belirli bir düzeyinde aşılan gürültü düzeyini gösterir. Örneğin L_{10} zamanın %10'unda aşılan düzeydir. Gürültünün karakteristik özelliğini ortaya koyarken kullanılabilir.

3.3.2 Gürültü Göstergeleri

$L_{gündüz}$: A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, gündüz zaman dilimine göre belirlenir. Tanımlanan gündüz saatleri 07:00-19:00 zaman aralığındadır.

$L_{akşam}$: A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, akşam zaman dilimine göre belirlenir. Tanımlanan akşam saatleri 19:00-23:00 zaman aralığındadır.

L_{gece} : A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, gece zaman dilimine göre belirlenir. Tanımlanan gece saatleri 23:00-07:00 zaman aralığındadır.

L_{gag} (**Gündüz-akşam-gece gürültü göstergesi**): EU Directive 2002/49/EC'de A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalamasını ifade eder, L_{den} (day-evening-night) göstergesiyle ifade edilmiştir ve (3.4)'de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$L_{gag} = 10 \log_{10} \frac{1}{24} \left[12 \times 10^{\frac{L_{gündüz}}{10}} + 4 \times 10^{\frac{L_{akşam} + 5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_{gece} + 10}{10}} \right], \text{dB(A)} \quad (3.4)$$

$L_{gündüz}$: 07.00-19.00 saatleri arasındaki L_{Aeq} düzeyi

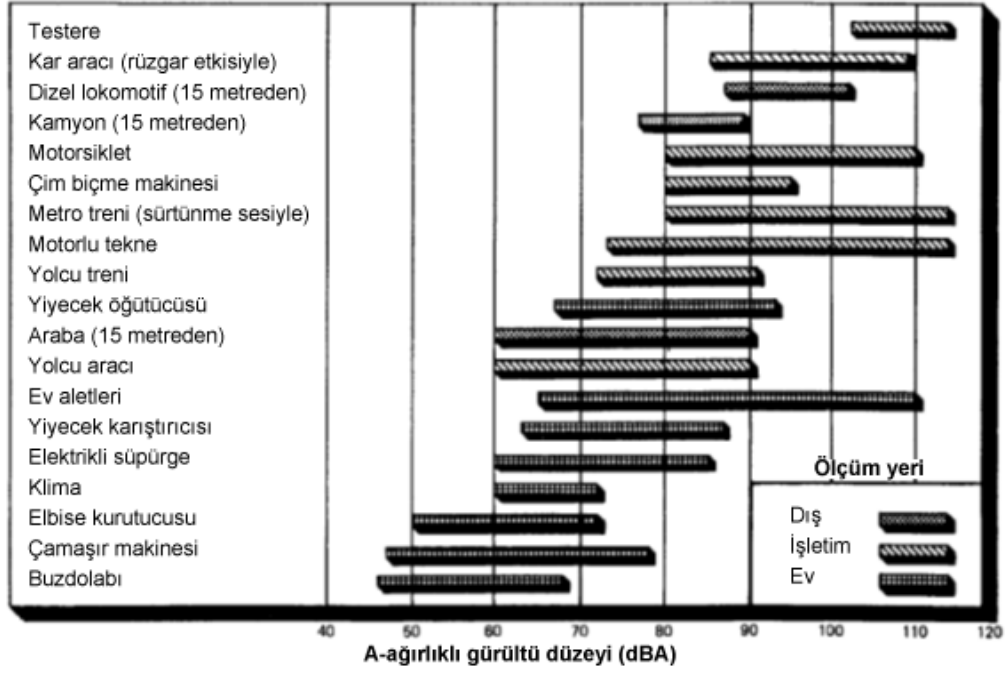
$L_{akşam}$: 19.00-23.00 saatleri arasındaki L_{Aeq} düzeyi

L_{gece} : 23.00-07.00 saatleri arasındaki L_{Aeq} düzeyi

L_{gag} göstergesi günümüzde bir gün içindeki tüm gürültü göstergelerini ihtiva ettiği için sıkça kullanılır olmuştur. Ülkemizde kullanılan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği de bu göstergenin kullanılması gerektiğini belirtir. [7]

3.4 Çevresel Gürültü Kaynakları

Çevresel gürültü insan etkinliklerinin nihai bir sonucu olarak üretilmiş çok çeşitli kaynaklardan çıkan gürültülerin bir bütünüdür. Gürültünün çevreye yayılabilmesi için bir kaynaktan üretilmesi gerekmektedir. Şekil 3.3 çeşitli gürültü kaynak türlerinin çevrede ölçülen gürültü değerlerini göstermektedir. Kaynakların yaydığı gürültü düzeyini kesin tek değer ile ifade etmek mümkün değildir ve kaynakların modeli, işletim özelliği, yıpranmışlığı gibi pek çok faktöre bağlı olmak üzere ölçülecek değer de değişiklik göstermektedir.



Şekil 3.3 Çeşitli kaynaklardan ölçülen gürültü değerleri [21]

3.4.1 Endüstriyel Gürültü Kaynakları

Endüstri tesislerinden yayılan gürültü cihaz ve makine kaynaklı olabileceği gibi toplu halde gerçekleşen işlemlerden oluşabilir.

Makinelerden kaynaklanan gürültü darbeler, yanma olayları, gaz veya sıvı akışları, mekanik hareketler ve elektromanyetik kuvvetlerden kaynaklanabilir.

3.4.2 Ulaşım Gürültüsü Kaynakları

Endüstri devriminin başlaması ve motorlu araçların kullanımının artmasına paralel olarak insanların git gide artan ulaşım ihtiyacı daha fazla sayıda taşı hareketinin, daha büyük araçlar ile ve yaşam alanlarında daha yaygın olarak gerçekleşmesine sebep olmuş bu da artan gürültü düzeyleri olarak doğrudan bir unsur olarak karşımıza çıkmıştır.

Günümüzde karayolu, demiryolu, havayolu ve su yolu taşımacılığında ulaşım gürültüleri için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Ancak üzerine en yaygın olarak çalışılan ulaşım gürültüsü çok daha yaygın olması nedeniyle karayolu gürültüsüdür.

Calixto tarafından 2003 yılında Brezilya'nın Curitiba kentinde yapılan bir araştırmaya göre ankete katılan 850 kişinin %73'ü trafik gürültüsünden rahatsız olduklarını belirtmişlerdir. Bunu %38 ile komşuluk, %30 ile siren sesleri takip etmiştir. [22]

Çizelge 3.1 karayolu ve demiryolu gürültülerinin gelişmiş ülkelerde hangi gürültü düzeylerinde ne kadar etki yaptığını göstermektedir. Araştırmanın yapıldığı yılda Belçika'da 55-60 dBA arasındaki gürültünün %69'u trafik gürültüsünden kaynaklanmıştır. Bu değer Japonya'da %80'e ulaşmıştır. İsveç'te ise bu seviyenin düşük olduğu ve trafik gürültüsünün yüksek gürültü düzeylerinde çok etkisi olmadığı görülmüştür.

Çizelge 3.1 Ulaşım gürültülerinin gürültü seviyelerine katkısı [23]

	Yıl	Karayolu gürültüsü - L_{eq}					Demiryolu gürültüsü - L_{eq}				
		>55	>60	>65	>70	>75	>55	>60	>65	>70	>75
Belçika	1980	69	39	12	1	-	na	na	na	na	na
Fransa	1985	54.4	33	17	5.5	0.6	na	na	na	na	na
Almanya	1980	54.5	20	9.3	3.8	0.3	26.3	4.7	1.7	0.5	0.1
İsveç	1987	36.9	23	11	3.3	0.6	2.9	1.5	0.3	-	-
İngiltere	1972	50	25	11	4	0.6	na	0.9	0.3	0.1	-
ABD	1980	37	18	7	2	0.4	2.4	1.4	1	0.2	-
Japonya	1980	80	58	31	10	1	na	na	na	na	na

3.4.2.1 Karayolu Gürültü Kaynakları

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan karayolu gürültüsü çizgisel kaynak olarak bir yol üzerinde gerçekleşen araç hareketlerinin sonucu çevreye gürültü yaymaktadır.

Gürültünün üretilmesi taşıtların tekil hareketlerinden kaynaklanmakta ve bunlar çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Motorlu kara taşıtlarında gürültünün oluşumu aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır:

- Motordan kaynaklanan gürültü
- Lastik – yol kaplaması gürültüsü
- Egzoz gürültüsü
- Aerodinamik gürültüler
- Korna gürültüleri
- Fren gürültüleri

Gürültüde hem aracın hem de ulaşımın sağlandığı yolun çeşitli parametreleri rol oynar. Araçların gürültü emisyonuna etkili faktörler taşıt tipi (ağır/hafif araçlar), motor gücü ve motor tipi (dizel/benzinli/elektrikli), araç hızı, aracın yaş ve bakımı, lastik tipi, egzoz tertibatı ve susturucular, radyatör, fren, havalandırma, aerodinamik yapısı, korna olarak sayılabilir.

Bunun yanı sıra aracın hareket ettiği yolun parametreleri de gürültü de rol oynar. Önemli faktörler araç sayısı, yol eğimi, trafik akışı (durağan, akıcı, ivme durumu) yol kaplamasının türü ve bakımı, trafik ışıklarının ve kavşakların konumu, yol genişliği, çevreye olan mesafesi, etrafındaki engeller ve yer şekilleri, dönemeçlerdir [15].

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

Nelson ve Piner araçları üç gruba ayırmıştır; [24]

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

- **Ağır taşıtlar:** 3 veya daha fazla akslı tđm ticari araçlar

NMPB yđntemi ise, araçları hafif ve ağır olarak iki gruba ayırmıştır. Hesaplamalarda ağır ve hafif taşıtların oranı bilinmeli ve hesaplamalar buna gđre yapılmalıdır. [25]

Kullanılan lastikler, malzemesi, yđzey şekli, lastik deseni (cepli, dairesel ve uzunluğuna kaburgalı, elik radyal, çapraz yivli vs.) ve yıpranma durumuna gđre farklılıklar gđstermektedir. Aşınmış ve dđzlenmiř lastiklerin gđrđltđyđ artırıci etkisi vardır. Beton yđzeyde yıpranmış lastikler, yeni lastiklere gđre 14 dBA daha gđrđtđlđdđr [26].

Trafik hızı ve hacmi ile yolun geometrik ۆzellikleri, trafik gđrđltđ seviyesini etkiler. Yolun genişliği değerlendirilmelerde dikkate alınır. Ayrıca yol yđzeyi kaplaması gđrđltđyđ bđyđk oranda etkilemektedir. Belli bir hıza kadar lastik gđrđltđsđ, daha sonra da aerodinamik gđrđltđ etkili olmaktadır.

Yol yđzeyi ۆzelliklerini, malzeme ve konstrđksiyonun belirlediği akustik yutuculuk katsayısı belirler ve yol yđzeyi tđrđ: gđzenekli olması, katkı malzemeleri ve pđrđzlđlđk bakımından tanımlanabilir. ۆrneđin beton veya taş dđřenmiř yollarda gđrđltđ dđzeyleri daha yđksek sonuçlar verir.

Yollardaki eğimin gđrđltđye etkisi de ihmal edilmeyecek kadar bđyđktđr. ۆzellikle ağır taşıtlarda eğimin etkisi ihmal edilemeyecek kadar yđksektir. Tahmini olarak % 7'lik bir eğimin gđrđltđyđ 5 dBA arttırdığını, % 2'den daha az bir eğimin ise etkili olmadığını gđstermiřtir. %15'ten fazla eğimler ise, oldukça yđksek gđrđltđ dđzeylerine neden olabilmektedir. Bunun en ۆnemli nedeni araçların yokuşlardan tırmanırken normalden çok daha fazla zorlanmaları ve motor devirlerinin normalden yđkselmesidir.

Ağır taşıtların iniş eğiminde de dđřđk vites kullanımı nedeniyle, dđz yola gđre daha çok ve daha geniş bir alana gđrđltđ yaydıkları gđrđlmektedir. Yolda yapılması zorunlu olan dđnüşler, taşıtlarda ivme değerliklerine yol açtıkları için hız değerşmelerine neden olmaktadır. Aynı zamanda inişlerde fren gđrđltđsđ de hđkim olmaktadır.

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

Trafiğin kompozisyonu gürültünün yayılımı açısından incelenmelidir. Akım biçimi, trafik hacmi, ortalama trafik hızı ve trafik kompozisyonu bunlardan bir kaçıdır. Trafik gürültüsü serbest veya serbest olmayan akım koşullarına bağlıdır.

Trafik akım tiplerinden akıcı trafik tipi uzun süre ve mesafede sürekli bir sabit hız ve hacme sahip olan bir akım olarak tanımlanabilir. Kesikli olmayan bu akım türünü değerlendirmek ve kent dışı trafik koşullarına ilişkin deneysel araştırmalarda modellemek nispeten kolay olmaktadır. Akıcı olmayan trafiğe genellikle bir veya daha çok kavşağın bulunduğu kent yollarında rastlanmaktadır. Serbest olmayan akım, hız ve yoğunluktaki değişimlere de bağlı olarak değişkenler arttığı için oldukça karmaşık bir yapı vardır [26].

Bir trafik akımındaki taşıt sayısı, ulaşımdan doğan toplam gürültü yayılımını etkileyen temel faktörlerden birisidir. Trafik hattı yol üzerinde gelişigüzel dağılmış ve akustik olarak farklı güçlerle tanımlanabilen çeşitli nokta kaynaklardan oluşan bir çizgi olarak kabul edildiğinden yolun toplam akustik enerjisi taşıt sayısı ile doğrudan orantılıdır. Gürültü düzeyleri belli trafik hacimlerine bağlı olarak artmaktadır. Hacimdeki bu artış yığışimli gürültü düzeyi/zaman dağılımını daha dikleştirecek şekilde gürültü düzeyinde bir azalım izler [27].

Gürültü üretiminde trafik akımının ortalama hızının etkisi, trafik gürültüsü kontrolünde oldukça önemli bir yer tutar. Trafik hızı ile gürültü düzeyi birbiriyle orantılı kabul

edilmektedir. Bu trafiğin akışı ile karıştırılmamalıdır. Durağan bir trafikte düşük trafik hızı daha düşük seviyeler üretmeyecektir. Ancak taşıt hızına bağlı gürültü oluşumu, düşük hızlarda taşıtın kısmî gürültü kaynaklarına bağlı olan çok sayıda değişkeni içerdiğinden oldukça karmaşıktır.

Bir trafik akımındaki ortalama taşıt hızının etkisi konusundaki bir çalışma, trafik kompozisyonu, akım türü, sürücü davranışı gibi faktörlerin de incelenmesini gerektirir. Gürültünün alıcıda rahatsızlık düzeyini etkileyen önemli faktörlerden biri olan taşıt hızı arttıkça, sebep olduğu gürültü de artmaktadır. Kot farkı olmayan bir arazide yoldan 30,5 m mesafede 32 km/h hızla seyreden bir araç 50 dBA gürültü üretirken, 64 km/h hıza sahip bir araç 58 dBA gürültü üretmektedir [26].

3.4.2.2 Demiryolu Gürültü Kaynakları

Demiryolu gürültüsü özellikle trafik gürültüsü kadar çok geniş bir ağa sahip olmadığından ve geçiş sayıları kısıtlı olduğundan kısmi de olsa şikâyet açısından trafik gürültüsünün ardından gelmektedir. Bununla beraber demiryolu gürültüsü daha yüksek gürültü düzeyleri vermekte ve frekans bandında da yaydığı gürültü özellikle anlık olarak daha büyük şikâyetler yaratabilmektedir.

Trafik gürültüsünden farklı olarak demiryolu gürültüsünde trenlerden gelen gürültü ile demiryollarından kaynaklanan gürültünün ayırt edilmesi güç bir konudur. Demiryollarında tren yapısı ve hattın durumuna göre darbe sesleri oluşmakta özellikle hat yakınlarındaki yapılarda titreşim yönünden de sorunlar oluşabilmektedir.

Demiryollarından hissedilebilir titreşim değerleri 2-80 Hz arasında oluşmakta 30-250 Hz arasındaki bir titreşim zeminden yayılarak çevrede hissedilmesine yol açabilmektedir [28].

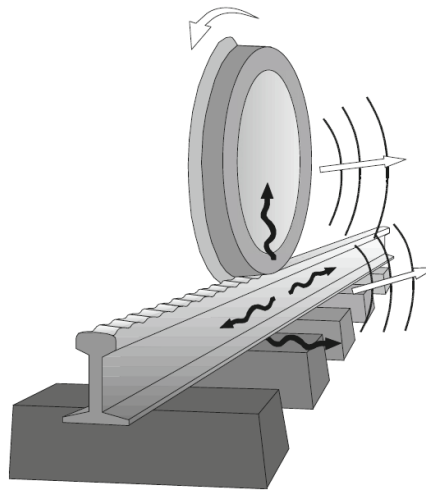
Gürültünün üretilmesi tren hareketlerinden kaynaklanmakta ve bunlar çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Demiryolunda lokomotif ve vagonlardan kaynaklanan gürültünün oluşumu aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır:

- Makine gürültüsü
- Dönme gürültüsü
- Fren gürültüsü
- Ekipman gürültüsü
- Aerodinamik gürültü

Şekil 3.4’de dönme gürültüsünün oluşturduğu gürültü kaynaklarını göstermektedir.

Gürültü düzeyinde hem trenlerin hem de demiryolunun çeşitli parametreleri rol oynar. Bunlar şöyle sıralanabilir: Lokomotifin motor tipi ile motor gücü (dizel, elektrikli, vb.), tekerlek tipinin ray ile olan uyumu, trenin hızı, tren ağırlığı, vagon sayısı ve birleşim noktaları, frenler (dökme demir, disk, blok, vb.), uyarı sinyalleri, egzoz, fan, dişliler.

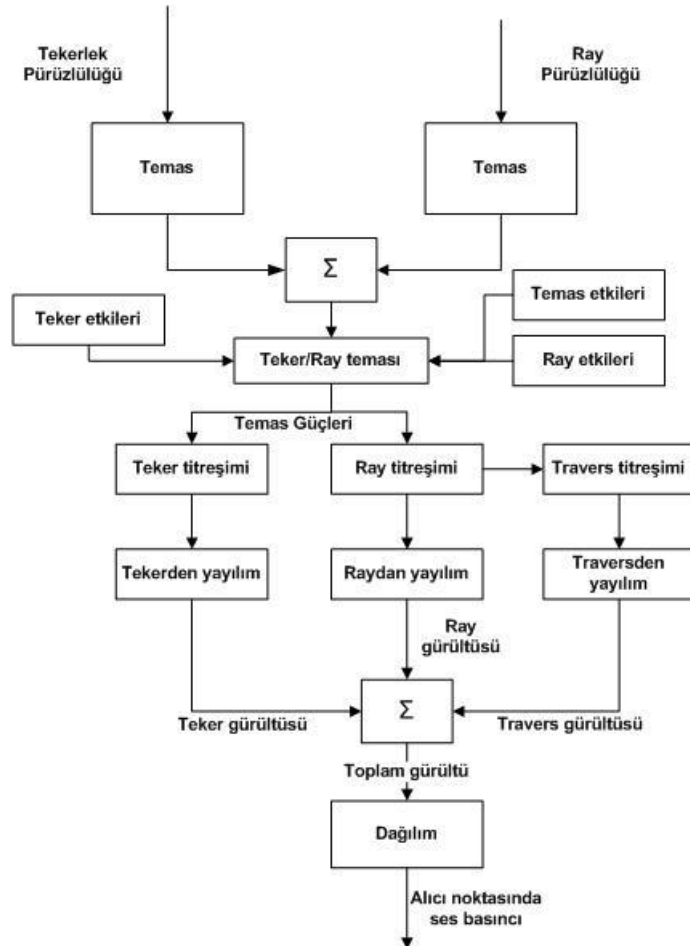
Tren yollarından kaynaklanan gürültüleri etkileyen faktörler ise ray ve balast malzemesi, makaslar, hemzemin geçitler, tüneller, eğimler, rayların eğriliği, hatlardaki uyarı mekanizmaları olarak sayılabilir.



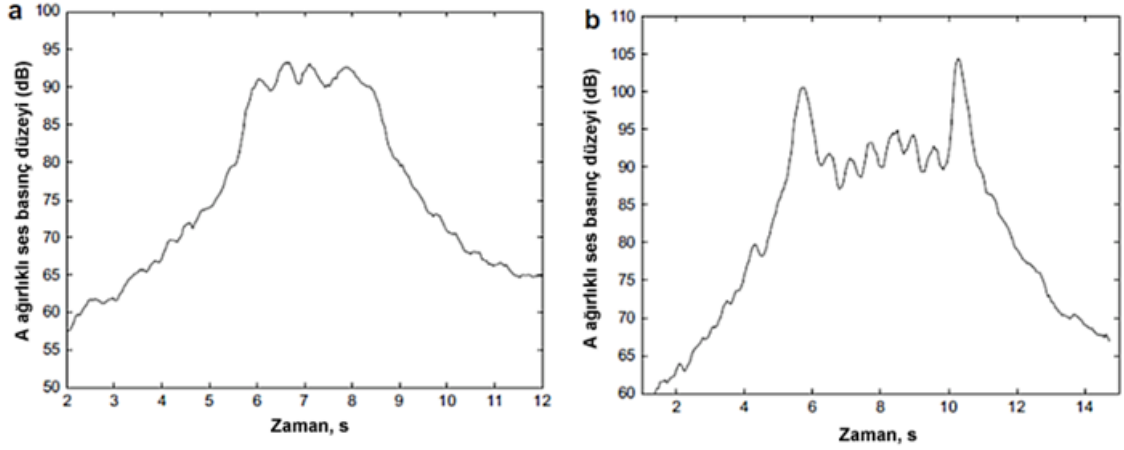
Şekil 3.4 Dönme gürültüsünün oluşumu [28]

Şekil 3.5 dönme hareketi sırasında gürültünün nasıl oluştuğunu göstermektedir. Buna göre tekerlerin kendilerinden kaynaklanan gürültünün yanı sıra rayla olan teması sonucunda gürültü oluşmakta, bu temas traverslere iletilerek tekrar gürültü oluşmasını sağlamaktadır. Tüm bu gürültüler alıcının işitebileceği şekilde yayılmaktadır.

Şekil 3.6 iki farklı trenin yoldan 4 metre uzaklıkta geçiş sırasında ölçülen gürültü düzeylerini göstermektedir. Gürültü düzeylerinin 104 dBA seviyelerine ulaştığı görülmektedir. Ancak geçiş sadece kısa bir sürede gerçekleştiğinden uzun vadeli ortalamada bu değer ortalamanın üzerinde kalacaktır.

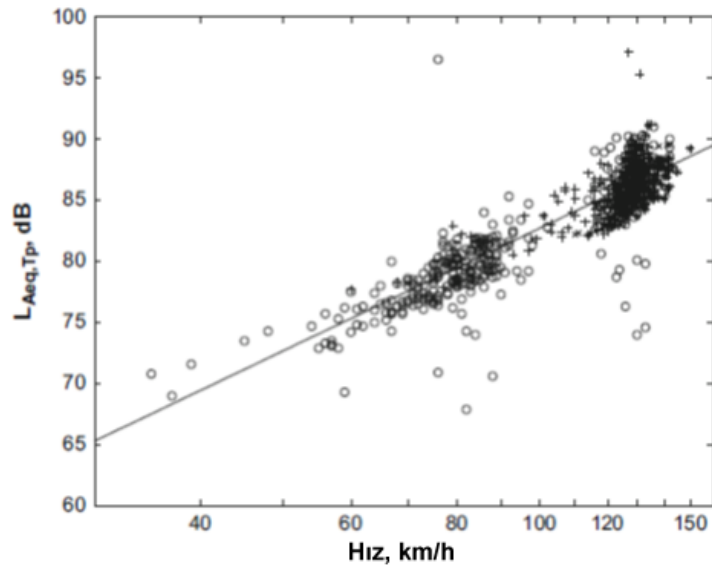


Şekil 3.5 Dönme hareketinden kaynaklanan gürültünün akış şeması [28]



Şekil 3.6 Raydan 4 metre uzaklıkta farklı trenlerin geçiş sırasındaki zamansal gürültü grafiği a) Saatte 120 km hızla giden 4 vagonlu MK1 EMU tipi tren, b) Saatte 135 km hızla giden 2 lokomotif 7 vagonlu HST tipi tren [28]

Trenlerin yaydığı gürültü hızlarıyla orantılıdır. Hızın iki katı artması durumunda 9 dB'lik bir artış görüldüğü gözlenmiştir. Şekil 3.7 raydan 7,5 metre uzaklıkta farklı trenler için çeşitli hızlarda ölçülen gürültü düzeylerini göstermektedir.



Şekil 3.7 NS çift katlı trenlerinin farklı hızlarda raydan 7,5 metre uzaklıkta ölçülen gürültü düzeyleri [29]

3.4.2.3 Havayolu Gürültü Kaynakları

Havayolu gürültüsü de trafik gürültüsü yanında demiryolu gürültüsü gibi daha az etkili olmakla beraber özellikle havaalanlarına yakın olan noktalarda veya anlık yüksek ses

basıncı oluşturması yönünden etkilidir. Uçak gürültüleri tekil hareketler bazında incelenmeye başlansa da havayolu trafiğinin gittikçe yaygınlaşması nedeniyle diğeri ulaşım gürültülerine benzer bir hale gelmeye başlamıştır.

Havayolu ulaşım bir düzlem üzerinde olmadığından ve çevredeki engellerin etkisi daha düşük olduğundan diğeri ulaşım kaynaklarına göre çok daha geniş alanları etkileyebilmektedir. Buna önlem olarak yeni nesil uçaklar daha sessiz motorlar ile üretilmekte ve havaalanlarında çeşitli sınırlamalar ile gürültünün yayılımının engellenmesine çalışılmaktadır. Bunlar arasında belli seviyelerde gürültünün üzerinde emisyonu sahip uçakların iniş-kalkışlarının yasaklanması, uçuşların belli saatlerle sınırlanması sık uygulanan yöntemler arasındadır.

Uçak gürültüleri hem ileri hem de geri doğru farklı etkiler göstermektedir. Değişimin yaklaşma ve uzaklaşma durumlarında değişimi Şekil 3.8'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8 Tek bir uçak hareketinden yayılan gürültünün zamansal değişim grafiği

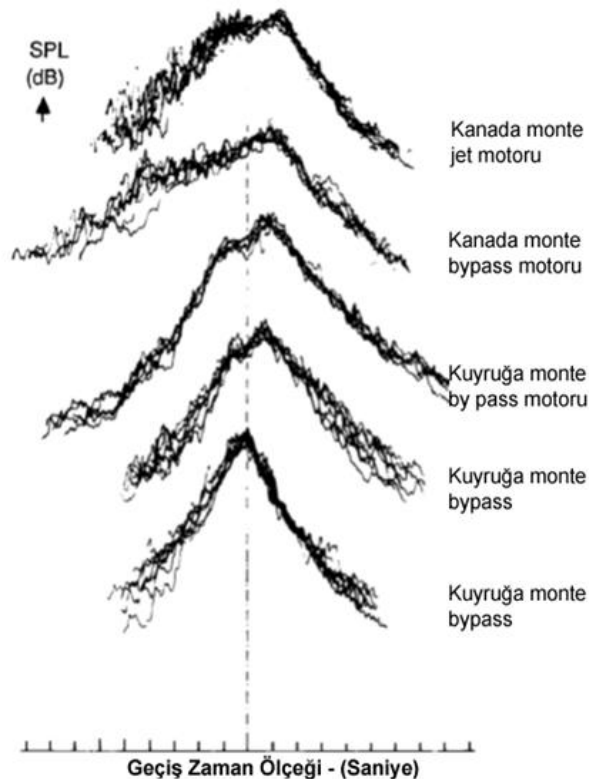
Havayollarında gürültü yayan kaynaklar genel olarak ses hızından yavaş jetler, ses üstü jetler, büyük pervaneli uçaklar, küçük pervaneli uçaklar ve helikopterlerdir.

Uçaklardan yayılan gürültü genel olarak:

- Gövde ve bileşenlerinden yayılan gürültü (kanatlar, gövde, flaplar, iniş takımları, vb.)
- Sonik patlama
- Pervane gürültüsü
- Jet gürültüsü
- Fan, kompresör ve türbin gürültüsü
- Yer hareketlerinden kaynaklanan gürültüler (taksi hareketleri, yükleme boşaltma, vb.)

olarak sıralanabilir.

Gürültü düzeyinde uçakların motor tipi ve gücü, motor sayısı, motorun kullanımı, iniş-kalkış aları, pistlerin konumu, uzunluğu, yönü, uçuş rotaları, iniş kalkış sayıları ve yer hareketleri etkilidir. (Şekil 3.9)



Şekil 3.9 Çeşitli motor tiplerine sahip uçakların geçiş sırasındaki karşılaştırmalı gürültü seviyeleri [30]

3.4.3 Yapım (Şantiye) Gürültü Kaynakları

Şantiye gürültüsü olarak da adlandırılan yapım gürültüsü alıcıları sadece yapım süresince etkilese de özellikle düzeylerin yüksek, kaynakların alıcılara çok yakın olması ve hem zamansal hem basınç seviyesindeki gelişigüzelik nedeniyle etkileyebilen bir gürültü türüdür.

Yapım sırasında çok çeşitli makine, teçhizat ve araç kullanılabilir. Bunlar daha önce endüstriyel ve karayolu gürültüsünün bir birleşimi gibi düşünülebilir. Bu kaynaklardan etkilenme aynı zamanda titreşimin çevrede yayılması şekliyle de oluşabilmektedir.

Gürültü kaynakları aşağıda sıralanmıştır:

- Hareketli taşıtlardan yayılan gürültüler (dozer, kepçe, kamyon, traktör, vb.)
- Sabit makinelerin işlemlerinden kaynaklanan gürültüler (kazma, kesme, yıkma, karıştırma, çakma, delme, konveyör, vb.)
- İnşaat işçilerinin ürettiği gürültüler (kaynak, darbeli hareketler, montaj, vb.)

Gürültüler gelişigüzel ve kullanım alanına göre değişmektedir. Gürültü düzeyini etkileyen faktör yapım süreleri ve çalışma saatleri, araç ve makinelerin yükleri ve çalışma güçleri, birlikte çalışan makine sayısı sayılabilir.

3.4.4 Yerleşim Alanlarında Oluşan Gürültü Kaynakları

Rekreasyon gürültüsü olarak da adlandırılabilen ve konutların yoğun olduğu bölgelerde daha önce belirtilmemiş diğer kaynaklardan yayılan gürültülerdir. En yaygın gürültüler eğlence yerlerinden yayılan müzik ve toplu etkinliklerin yapıldığı yerlerden yayılan gürültülerdir.

Bu tür gürültülerin modellenmeleri ve sınıflandırılması oldukça güçtür. Özellikle insan etkinliklerinden kaynaklanan gürültüler hem seviye hem karakteristik hem de rahatsızlık açısından büyük değişkenlikler gösterebilmektedir.

Müzik yayını yapılan kapalı veya açık alanlardan yayılan gürültüde önemli faktörler müzik yayını yapan sistemlerin ses gücü ve yöneltim özellikleri, çalınan müziğin karakteristiği, yayın yapılan süre, yayın yapılan yerin konut bölgelerine göre konumu, engellerin yetersiz ve yansıtıcı yüzeylerin gürültüyü artırmaları olarak sıralanabilir.

3.5 Çevre Gürültüsü Belirleme Yöntemleri

Çevresel gürültünün belirlenmesinde ve gürültü kontrolünde modelleme yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler temel olarak benzer prensiplere bağlı olarak kaynaklardan yayılan gürültünün çevredeki yayılımını böylelikle emisyon değerlerinden emisyon değerlerinin elde edilmesini amaçlar.

Kuramsal modellerin çevre gürültüsünün kestirilmesinde kullanılması ve denenmesi çeşitli güçlükleri beraberinde getirmiştir. Bu modellerin hesaplama yöntemleri karmaşık, pratik ve geniş ölçekli kullanımlarda zorluklara neden olmaktadır. Bu zorlukların aşılması amacıyla deneysel yöntemler geliştirilerek deney ve örneklemelerin sonuçlarından yola çıkılması ile basit formüller, grafikler ve çeşitli araçlar üretilmiştir. Bu modeller daha çok belli bölgeler için geçerlilik gösterse de kullanımlarının kuramsal modellere göre çok kolay olması nedeniyle sıklıkla tercih edilir hale gelmiştir. Modeller zaman içinde revize edilerek sonuçların doğruluğu artırılmaktadır [15].

Bu modeller öncelikle karayolu, demiryolu, havayolu endüstri ve bunlar gibi kaynaklardaki gürültü kaynaklarını hesaplayarak daha sonra çevrede yayılımda uğradıkları azalmaları göz önüne alır. Burada zemin, meteoroloji, çevre topografyası, engel yapıları gibi çeşitli faktörler hesaba katılır. Bu şekilde hedeflenen kaynaktan çevreye yayılan gürültünün istenen noktadaki gürültü seviyesi belirli bir hata payı ile hesaplanabilmektedir.

3.6 Endüstri Gürültüsü Tahmin Yöntemleri

3.6.1 ISO 9613 Sesin Dış Ortamlarda Yayılımı Standardı

Endüstri kaynaklanan gürültünün çevrede yayılımını tahmin için en yaygın kullanılan yöntem ISO 9613 standardıdır. Esas olarak kaynakları noktasal ses kaynaklarına dönüştürerek hesaplama yöntemi anlatılması nedeniyle endüstri gürültüsü dışında çok çeşitli gürültü kaynakları için hesaplamalarda kullanılması mümkündür.

3.6.1.1 ISO 9613-1 1993

Bu standartta sesin yayılımında atmosfer etkisi ele alınmıştır. Bu etkiler hava sıcaklığı, bağıl nem ve atmosferik basınç ile kilometrede ne kadarlık gürültü azalımının olduğu dB cinsinden vererek 1/3 oktav bantlarda nasıl bir hesaplama yapılacağını anlatmıştır.

3.6.1.2 ISO 9613-2 1996

Bu yöntem sesin dış ortamdaki çeşitli kaynaklardan çevrede yayılımını hesaplamak için kullanılır. [31]

Geometrik ayrışma (uzaklıktan kaynaklanan azalım), atmosferik yutuculuk, zemin etkisi, yüzeylerden yansıma ve engel etkisi standart kapsamında belirtilmiştir. Bu etkiler kaynak ses gücünden eksiltilerek hedeflenen noktadaki ses basıncı düzeyleri hesaplanmaktadır.

3.7 Ulaşım Gürültüsü Tahmin Yöntemleri

Ulaşım gürültüsünün tahmin edilmesi, süreklilik arz etmesi ve insanlar üzerindeki tesiri nedeniyle modellerin en önce geliştirildiği gürültü türleri arasındadır. Modellerin oluşturulması 1950'li yıllara dayanmaktadır.

1952 yılında yayınlanan Handbook of Acoustic Noise Control [32] isimli raporda trafik gürültüsünü tahmin etmek için L_{50} türünden (3.5)'te belirtilen bir formül gösterilmiştir.

$$L_{50} = 68 + 8.5 \text{Log}(Q) - 20 \text{Log}(d) \quad (3.5)$$

L_{50} : zamanın yüzde ellisinde aşılan gürültü düzeyi

Q: Saatlik araç sayısı

d: Ölçüm noktasının trafik merkez aksına olan uzunluğu, feet

Ancak görüldüğü gibi bu denklem pek çok yol parametresini hesaba katmamaktadır.

Yıllar içinde bu modeller karmaşıklaşmış ve araç tipi ve yüzdeleri, yol kaplaması, hız, yolun eğimi gibi pek çok parametreyi hesaplamalara katmıştır [33].

Hesaplama yöntemleri ülkelere göre değişiklik gösterebilmekte olup bu nedenle konuda yeterli uzmana sahip ülkeler kendi modellerini geliştirmeye başlamıştır.

İngiltere Ulaştırma Bakanlığı adına 1975 yılında ilki hazırlanan ve 1988'de son hali verilen CoRTN modeli taşıtların yüzdesi, ortalama hız, yolun eğimi gibi parametreleri bünyesine katmıştır. Hesaplamanın normal hava koşullarında olduğunu farz eder ve yolun 10 m uzağındaki gürültü için bağıntı hesaplanmasını sağlar. Daha sonra çeşitli düzeltim değerleri uygulanarak çevrede nasıl yayılım olduğu saptanır [34].

Almanya'da günümüzde kullanılan yöntem ilk RLS81 adıyla çıkan ve günümüzde RLS90 halini alan Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen [35] isimli yöntemdir. Araçları hafif, ağır ve motosiklet olarak üç gruba ayırarak hesaplamayı öngörür. Ortalama hız, yolun eğimi, kaplaması, engeller, havanın yutuculuğu, yansımaya ve kırılma gibi pek çok parametreyi hesaplamaya katar.

3.7.1 NMPB Karayolu Gürültüsü Hesaplama Yöntemi

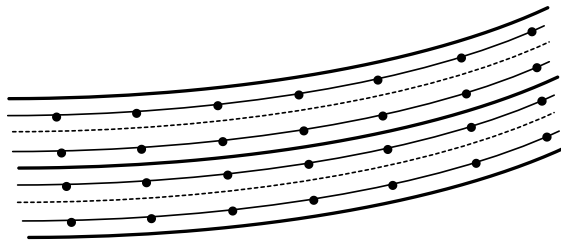
NMPB yöntemi Fransız Ulaştırma Bakanlığı tarafından ilki 1980 yılında yayınlanan [36] yöntemine dayanır [37].

Öneri üzerine yöntem 2008 yılında revizeye uğramış ve yenilenmiştir. En yaygın olarak kullanılan modellerden biridir. Bunun nedeni de [38] direktifinde trafik hesaplaması için temel yöntem olarak belirlenmiş olmasıdır. Bunun yanında ISO 9613'de belirtilen meteorolojik koşullara uymakta ve uzun mesafeli yayılımların hesaplanmasında kullanılabilir. Kaynaktan yolların yayılımları ayrı ayrı hesaplanır ve alıcıda toplanmak suretiyle bulunur. Meteoroloji iki tipte hesaplanır. Bunlar normal durum ve kaynaktan alıcıya doğru estiği durumdur. Hesaplamalar varsayılan araç verileri üzerinden yapılmakta ve bu sayede hesaplamalar 125 Hz ile 4 kHz arasındaki oktav bantlarda yapılabilir.

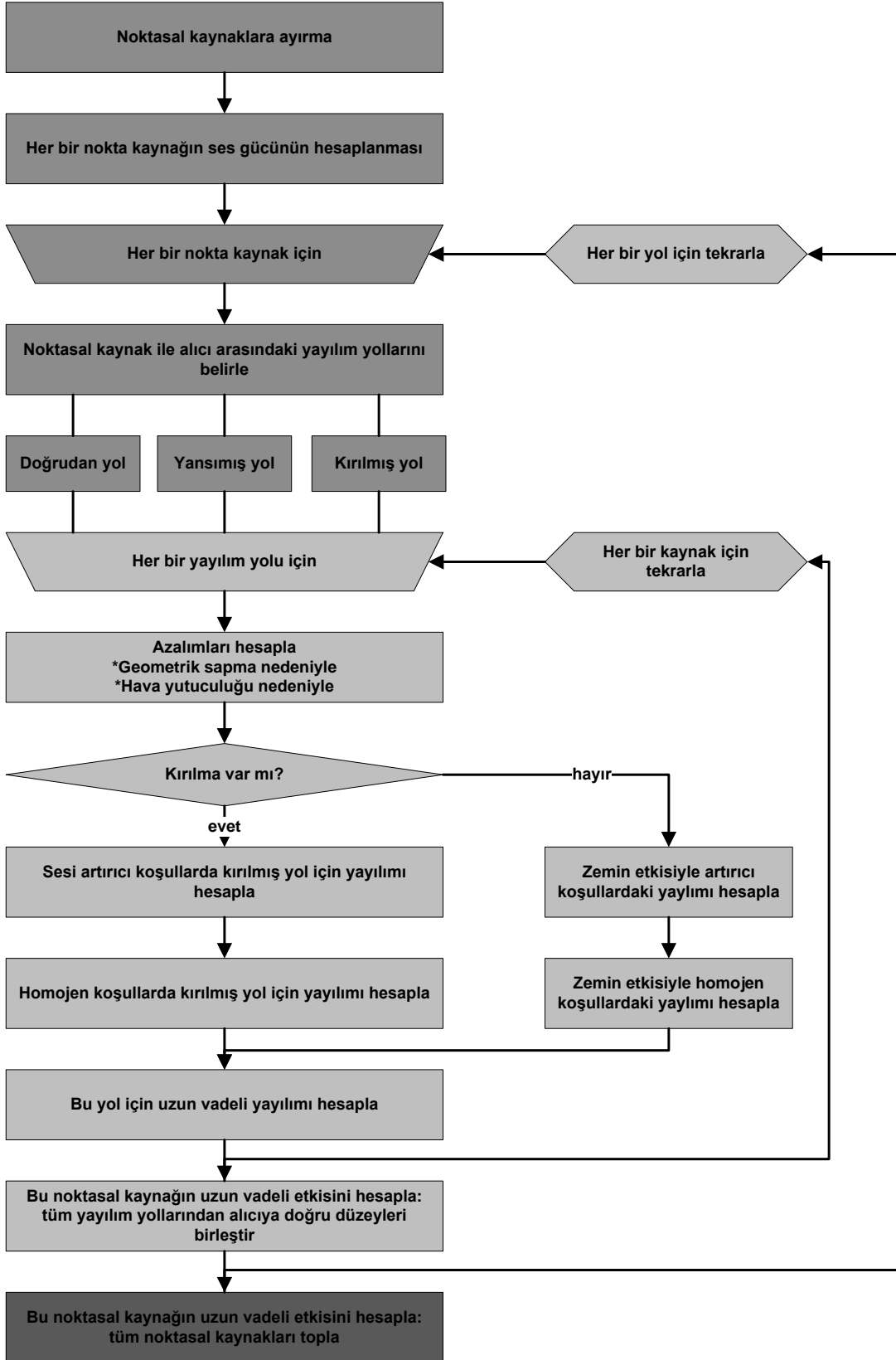
Yöntem çok çeşitli araştırmalara konu olmuş ve genellikle düzgün sonuçlar vermiştir. Ancak rüzgar altı koşullarda gerçek değerden daha yüksek sonuçlar verdiği görülmüştür [33].

3.7.1.1 NMPB Yönteminin Kullanımı

Yöntemin kullanımı çizgisel kaynak olan yolların noktasal kaynaklara ayrılması ile kullanılır. Şekil 3.10'da noktalara ayırma işlemini, Şekil 3.11'de ise noktalara ayırma işleminde uygulanacak yöntemin hesaplama adımları göstermektedir.



Şekil 3.10 İki şeritli çift yönlü bir yolun noktasal kaynaklara ayrılması örneği



Şekil 3.11 NMPB yöntemi için hesaplama adımları

3.7.2 RMR Demiryolu Gürültüsü Hesaplama Yöntemi

Hollanda ulusal hesaplama yöntemi olarak da bilinen Reken en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaı AB Çevresel Gürültü direktifinde ve Türkiye Cumhuriyeti mevzuatında demiryolu ve raylı ulaşım gürültülerinin hesaplanmasında kullanılan yöntemdir.

İki farklı hesaplama önerilen yöntemin ikinci ve daha karmaşık olanının kullanılması tavsiye edilmektedir [39].

Yöntemde öncelikle tren tiplerinin belirlenmesi gerekmektedir. Yolcu tipleri, vagon sayıları, motor ve fren tiplerine göre on adet tren tipi belirlenmiştir. Raylardaki toplam emisyon düzeyleri (3.6) ile hesaplanır. Tren kategorileri için toplam emisyon düzeyleri (3.7) ile Çizelge 3.2'deki değerler kullanılarak hesaplanır.

$$E = 10 \log \left(\sum_{c=1}^y 10^{E_{nr,c}/10} + \sum_{c=1}^y 10^{E_{r,c}/10} \right) \quad (3.6)$$

$E_{nr,c}$: Fren yapmayan tren kategorisi için emisyon terimi

$E_{r,c}$: Fren yapan tren kategorisi için emisyon terimi

c : Tren kategorisi

y : Toplam kategori adedi

$$\begin{aligned} E_{nr,c} &= a_c + b_c \lg v_c + 10 \lg Q_c + C_{b,c} \\ E_{r,c} &= a_{r,c} + b_{r,c} \lg v_c + 10 \lg Q_{r,c} + C_{b,c} \end{aligned} \quad (3.7)$$

Çizelge 3.2 Emisyon terimi hesaplanmasında kategori bazında terim değerleri

kategori	fren yapmayan trenler		fren yapan trenler	
	ac	bc	ar,c	br,c
1	14.9	23.6	16.4	25.3
2	18.8	22.3	19.6	23.9
3	20.5	19.6	20.5	19.6

4	24.3	20.0	23.8	22.4
5	46.0	10.0	47.0	10.0
6	20.5	19.6	20.5	19.6
7	18.0	22.0	18.0	22.0
8	25.7	16.1	25.7	16.1
9	22.0	18.3	22.0	18.3

Q_c : fren yapmayan trenlerin saatlik ortalama sayısı

$Q_{r,c}$: fren yapan trenlerin saatlik ortalama sayısı

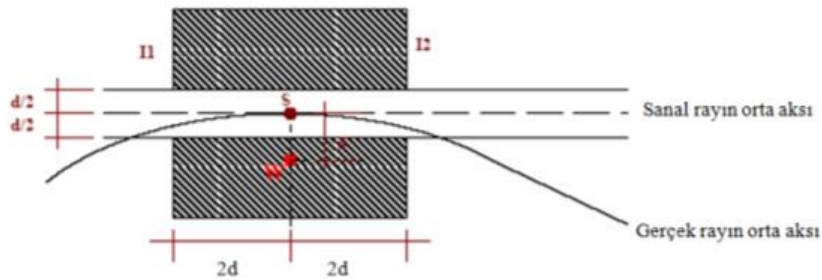
v_c : trenlerin ortalama hızları

b : ray tipi

b değerleri ray tiplerine göre değişkenlik gösterir. c değerleri ise kategori ile b değerinin oluşturduğu matris tablosu üzerinden seçilerek kullanılır.

Bu formüllerin daha karmaşık halleriyle emisyon düzeyinin oktav bantlarda nasıl yapılacağı da belirlenmiştir. Köprü ve beton elemanlar için düzeltim terimleri de hesaplanır.

Hesaplama Şekil 3.12’de gözüken taralı alan için yapılır. Yansımadan kaynaklanan düzeltim terimi, hava, zemin, uzaklık ve meteorolojik koşullardan kaynaklanan azalimler ses basıncının hesaplanmasında kullanılır.



Şekil 3.12 Hesaplama için kullanılan yatay alanın gösterimi

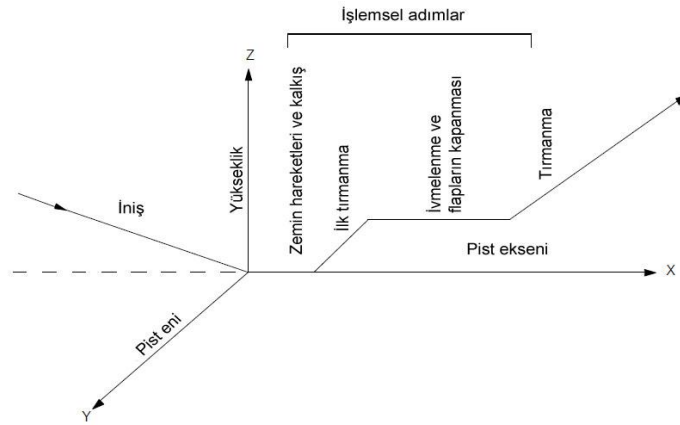
3.7.3 ECAC Doc. 29 Havayolu Gürültüsü Hesaplama Yöntemi

Sivil havayolları için ECAC Doc. 29 yöntemi en yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı uçak tipleri için parametreleri basitleştirerek yeryüzündeki ses basınç seviyelerini

hesaplamak için kullanılır. Taksi hareketleri ve zemindeki gürültüler yöntemde hesaplanmaz. Bunun nedeni etki alanlarının sadece havaalanı bölgesi olmasıdır.

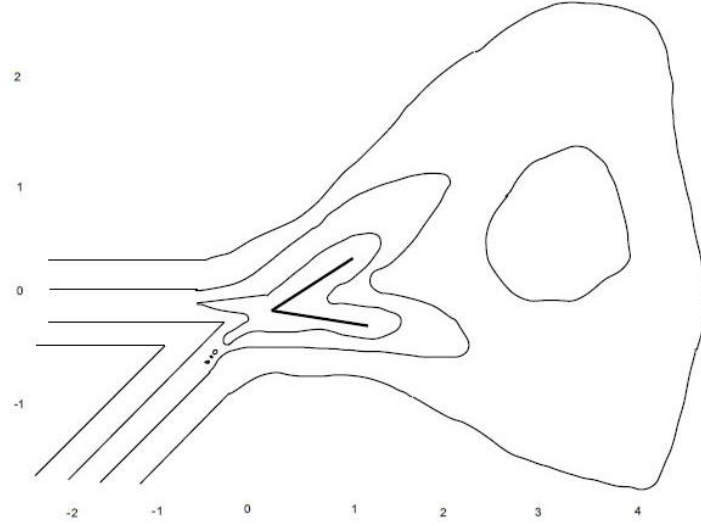
Yöntemin adımları tekil uçak hareketleri için hesaplamalar yapılmasını, tekil hareketlerin toplam etkisinin bulunmasını ve daha sonra gürültü konturlarının elde edilmesini içerir.

Bu hesaplamalar sırasında zemin düz kabul edilir ve hava nedeniyle olan azalma dikkate alınır. Diğer yöntemlerin aksine emisyon verilerinin L_{Amax} ve L_{AE} birimlerinden elde edilmesi gerekir. Bu veriler referans veriler ile karşılaştırılarak uçağın ses gücü elde edilir. Ses gücü elde edilen uçaklar gruplandırmaya tabi tutulur. Gruplandırmada uçağın ağırlığına, motor tipine ve motor sayısına göre uygulama yapılır. Uçuş radar verileri elde edilir. Zeminde ve kalkışta gürültü düzeyleri daha yüksek olduğu için düzeltimler uygulanır. Düzeltimler Şekil 3.13'da gösterilen uçuş profilinin şekillenmesine göre belirlenir.



Şekil 3.13 İniş ve kalkış yapan uçakları uçuş profili

Düzeltilmiş değerleri ve uzaklıkla azalma değerleri uygulandıktan sonra zeminde ses basınçları için toplama işlemi yapılır. Bu işlemin ardından Şekil 3.14'da gösterildiği gibi gürültü eş değer eğrileri elde edilerek haritalama işlemi tamamlanır.



Şekil 3.14 Havayolu gürültüsünden kaynaklanan gürültü için hesaplanmış örnek eş değer eğrileri

3.8 Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Gürültü insanları olumsuz yönde etkileyen çevre kirliliğidir. Çevresel gürültüye maruz kalınması sonucu kişilerin huzur ve sükûnunun, beden ve ruh bozulduğu gözlemlenmektedir. Gürültü insanların sağlıklarını fizyolojik, fiziksel ve psikolojik açıdan etkilediği gibi iş ve eğitim hayatlarındaki performanslarını da etkilemektedir.

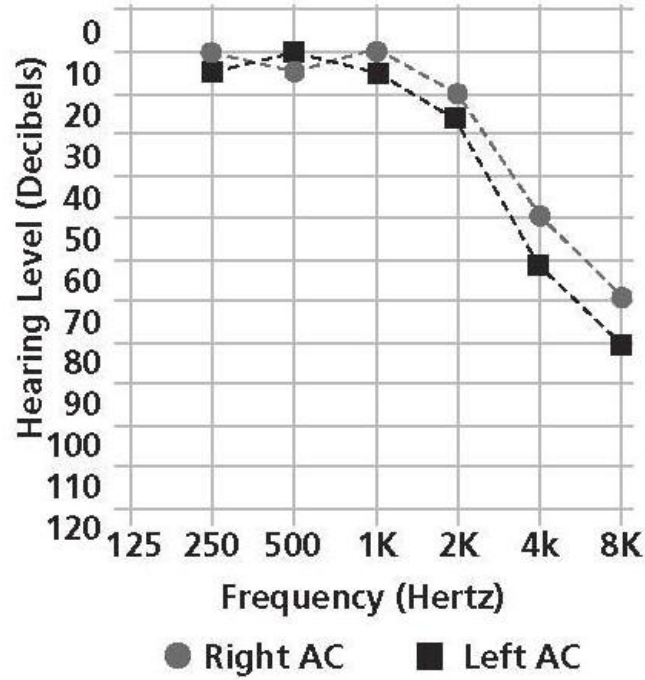
3.8.1 Fiziksel Etkiler

Gürültü, öncelikle insanı etkilemekte olduğundan toplumsal ve ekonomik etkileri dolaylı olarak oluşmaktadır. Tekalan [40]'da gürültünün insan üzerindeki etkilerinin 55–60 Leq düzeyinde oluşmaya başladığını 65 Leq düzeyinden sonra sağlık sorunları ve davranış bozukluklarının meydana geldiğini belirtmektedir. Güler [41] gürültü nedeniyle meydana gelen sorunlara örnek olarak kardiyovasküler, gastrointestinal ve ruhsal bozukluklar, çocukların gelişimleri ve okul başarıları, gürültü ortamda çalışan annelerin bebeklerinin kilolarının azalması gibi farklı örnekler bildirmektedir. Kuşkusuz gürültünün en önemli etkilerinden biri de kalıcı işitme kaybıdır. Zira işitme kaybının tedavisi yoktur. Özellikle, kişilerin uğultu vb. şekilde tarif ettikleri belirtiler işitme kaybı öncesindeki belirtilerdir.

Gürültünün, doğrudan ve dolaylı olarak insan sağlığı üzerinde etkisi vardır. Örneğin kardiyovasküler sistem üzerindeki etkisi dolaylıdır. Yapılan araştırmalar, uzun süre gürültüye maruz kalan insanların damarlarında daralma ve buna bağlı olarak kan basınçları ve nabızlarının arttığını göstermektedir [42]. Diğer bir çalışmada ise yine uzun süre gürültüye maruz kalan deneklerin kolesterol düzeylerinin, maruz kalmayanlara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir [43].

Gürültü düzeyi belirli bir sınır aşıttıktan sonra insan sağlığını fiziksel olarak etkilemeye başlamaktadır. Bu etkiler geçici ve kalıcı olarak iki şekilde değerlendirilmektedir. İşitme kaybı temel olarak duyma eşiğinin yükselmesi (duyulabilen en düşük ses düzeyinin artması) şeklinde ortaya çıktığından çoğu zaman “eşik kayması (threshold shift)” olarak da adlandırılmaktadır. Ayrıca, işitme kaybı tüm frekanslarda aynı oranda olmamaktadır. İnsan kulağının işitebildiği ses frekansı aralığı 20 Hz ile 20 kHz arasındadır. İşitme kaybının ise ilk olarak 4 kHz-6 kHz bandında başladığı tespit edilmiştir. İşitme kaybının devam etmesi halinde daha kalın seslerde de kayıp devam etmektedir. Ses için ağrı eşiği genel olarak 120-130 dB olarak kabul edilmektedir. İşitme kaybının frekansla ilişkisi Şekil 3.15’de verilmektedir.

İşitme kaybının günlük hayatı etkilemesi ise en çarpıcı olarak karşılıklı günlük konuşmalarda gözlenmektedir. Konuşma ses düzeyinin ortalama ~50 dB olduğu dikkate alınırsa, bu değere yakın işitme kaybının günlük hayatı olumsuz etkilemeye başlayacağı söylenebilir. İşitme kaybı genel olarak her iki kulakta da aynı düzeyde olacak şekilde meydana gelmektedir.



Şekil 3.15 İşitme kaybının frekansla ilişkisi [44]

İşitme kaybını kalıcı ve geçici olarak iki şekilde incelemek gerekir. Kalıcı işitme kaybının herhangi bir tıbbi, cerrahi tedavisi olanaklı değildir [15]. Bu noktada, gürültünün insan sağlığı üzerinde tedavisi olanaklı olmayan en önemli etkisi oluşmaktadır. Akustik travma olarak adlandırılan bu durum, iç kulaktaki işitme hücrelerinin zarar görmesi ile oluşur. Belirli bir gürültü düzeyine kısa süreli maruz kalma nedeniyle halk arasında “kulak çınlaması”, “uğultu” vb. adlarla anılan diğer bir fiziksel etki ise “tinnitus” dur. Tıpta tinnitus olarak bilinen bu tür uğultular, işitme kaybının önlenmesi için önemli bir sinyaldir [45]. İşitme kaybı sadece gürültünün düzeyi değil aynı zamanda maruz kalma süresi ile de ilgilidir.

Gürültünün etkilerinin incelenmesinde gürültünün türü de önem arz etmektedir. Trafik, sanayi gürültüsü yanında eğlence merkezlerinde belirli bir müzikal yapıda ancak yüksek düzeyindeki seslerin etkileri aynı değildir. Gürültünün insan sağlığına yönelik etki düzeyleri aşağıdaki şekilde derecelendirilebilir [46];

- L= 30 dB(A)- 65 dB(B) arası: Konforsuzluk, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, konsantrasyon ve uyku bozukluğu

- L= 65–90 dB(B) arası: Fizyolojik tepkiler; kan basıncının artması, kalp atışı ve solunumun hızlanması, beyin sıvısındaki basınç azalması, ani refleksler
- L= 90–120 dB(B) arası: Fizyolojik tepkilerin artması, baş ağrıları
- L> 120 dB(B) arası: İç kulakta sürekli hasar ve dengenin bozulması
- L> 140 dB(B) arası: Ciddi beyin tahribatı

İşitme kaybının oluşması için ağrı hissedilmesi gerekmemektedir. Özellikle eğlence mekânları, sanayideki çalışma ortamları gibi gürültüye uzun süre maruz kalınması sırasında kişi, gürültüden etkilendiğini ve işitme kaybının başladığını çoğu zaman fark etmemektedir. İşitme kaybının gürültü düzeyine bağlı olarak etkileri Çizelge 3.3’de verilmektedir.

Çizelge 3.3 İşitme kaybının etkileri [47]

10dB-15dB	Normal	İşitmede bir problem yoktur.
16dB-25dB	Minimal	Bazı sesleri (çağlayan sesi, yaprak hışırtısı gibi) duymada ve ayırt etmede güçlüğü vardır.
26dB-30dB	Hafif	Konuşma seslerinin bazılarını duyabilme güçlüğü vardır. Fısıltı ile konuşulanları duyamaz.
31dB-50dB	Orta	Karşılıklı konuşmaları anlamada güçlük çeker.
51dB-70dB	Orta-ileri	İşitme cihazı olmadan konuşmaları anlayamaz ve takip edemez.
71dB-90dB	İleri	Konuşma seslerini duyamaz. Sadece çevredeki şiddetli sesleri duyabilir.
91dB ve üzeri	Çok ileri	Konuşma seslerini duyamaz. Çok yüksek şiddetteki sesleri duyabilir.

İşitme kaybının geçici veya kalıcı olup olmadığının testi için genellikle 2 dakika temel alınmaktadır. Buna göre geçici işitme kaybı veya eşik kaybı yaratan bir gürültünün etkisinin geçme süresi gürültü kesildikten 2 dakika sonra ölçülmeye başladığında gürültüye maruz kalma süresiyle doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu doğrusal artış nedeniyle, geçici eşik kaymasının düzelleme süresi çoğu zaman gürültüye maruz kalma süresinden çok daha fazladır. Eşik kayması 16 saatten fazla sürerse uzamış eşik kayması oluşur [48].

Kalıcı eşik kayması ya da diğer adıyla akustik travma ise, yüksek gürültüye bir veya daha fazla kez maruz kalma ile gerçekleşir. Kalıcı eşik kayması yüksek ses düzeyinin kulakta oluşturduğu organize zarar olarak ifade edilir.

Gürültünün kronik etkisi olarak adlandırılan bu etki [48]'de dört evre halinde incelenmiştir:

1. Dönem: Kalıcı eşik kaymasının başladığı ilk günden itibaren bir aylık döneme karşılık gelir. Baş ağrısı, kulakla sürekli olarak çınlama ve dolgunluk hissi vb. etkiler görülür. Bu evre içinde akşamları birkaç saatten sonra kulak yeniden duymaya başlar ancak günler geçtikçe yeniden duymaya başlama zamanı gecikir.
2. Dönem: İkinci aydan itibaren başlayan bu dönemde kişinin önceki evrede olan kulak çınlaması, uğultu vb. şikâyetleri kalmaz. Bu aşamada kişinin şikayeti bulunmadığından bu evredeki işitme kaybı ancak odyometrik test ile anlaşılabilir. Bu evre bir iki ay sürebilir.
3. Dönem: İkinci evrenin uzamasıyla oluşan bu evrede kişi kendisi de işitmesinin normal olmadığı fark eder. 4 kHz'deki işitme kaybı bu evrede 80 dB'e ulaşabilir. Televizyon ve radyonun sesinin gereğinden fazla açılması, telefon görüşmelerinde karşı taraftakinin tekrar etmek zorunda kalması gibi durumlar meydana gelir.
4. Dönem: Bu evre diğerlerine göre çok daha uzundur. İşitme kaybı artık yalnızca yüksek frekanslarda değil aynı zamanda konuşma frekanslarında da başlamıştır. Kulak çınlaması devamlı hale gelmiştir. Bu evre 2-15 yıl arası sürebilir.

İşitme kaybı oluşturan gürültünün özellikle [49] ile [50]'da aşağıdaki şekilde belirtilmektedir:

- Şiddeti 85 dB'in üzerindeki seslerle oluşur.
- Her zaman sensörinöral bir yitiktir, kesinlikle iyileşmez.

- Tek taraflı kulaklık kullanan resepsiyon ve santral çalışanları, keman çalanlar, avcılar gibi özel durumlar dışında her zaman çift taraflıdır.
- Çoğunlukla derin bir işitme yitiğine neden olmaz. Genelde alçak frekanslarda sınırlar 40 dB, yüksek frekanslarda 75 dB dolayındadır.
- Gürültüye sunukluk kesildiğinde, işitme yitiği de ilerlememektedir.
- İç kulağa en erken zarar 3000,4000 ve 6000 Hz' tedir. Her zaman 3000, 4000 ve 6000 Hz'te; 500, 1000 ve 2000 Hz 'e göre daha çok zarar vardır. En büyük yitik genellikle 4000 Hz'te olur.
- Sürekli sunuk kalma durumlarında yitik; 3000, 4000 ve 6000 Hz'te genellikle 10-15 yıl dolayında en üst düzeye ulaşır.

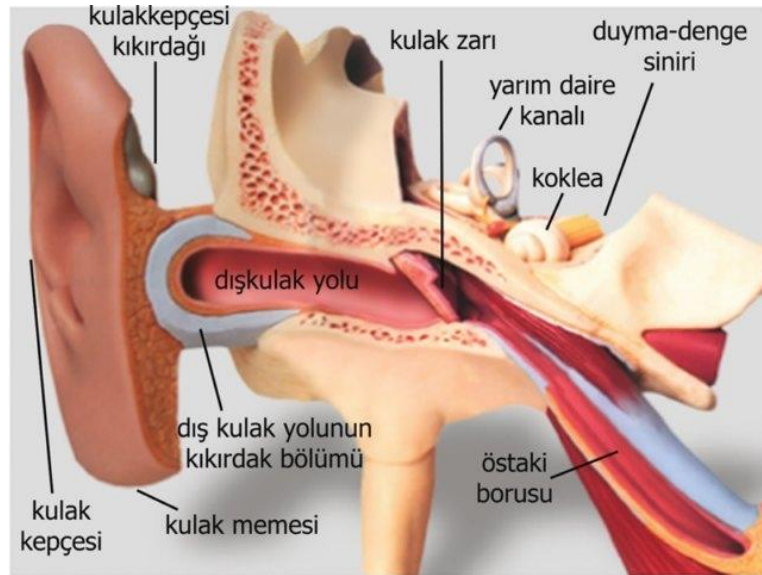
3.8.2 Fizyolojik Etkiler

Gürültünün insan sağlığı üzerindeki fizyolojik etkisinin açıklanması için öncelikle kulağın anatomisinin açıklanmasında yarar bulunmaktadır. İnsan kulağının anatomisi Şekil 3.16'de gösterilmektedir. Gelen ses dalgalarını dış kulak yoluna yönlendirmek ve yoğunlaştırma görevi kulak kepçesindedir. Bu anlamda bir anten vazifesi görür. Ses dalgası dış kulak yolundan geçerek kulak zarına geldiğinde kulak zarı titreşir. Ses daha sonra zarına yapışık olan çekiç, örs ve üzengi adlı kemikçikler vasıtasıyla koklea (salyangoz)'a ulaşır. Ses titreşimleri iç kulaktaki koklea tarafından elektrik titreşimlerine çevrilerek işitme sinirleri ile beyine taşınır. Çekiç, örs ve üzengi kemikçikleri orta kulakta yer alır ve iletim esnasında gücü düşen ses dalgaları için amfi görevi görürler. Normal koşullarda 30 dB kayıpla iç kulağa ulaşması gereken ses titreşimleri orta kulaktaki bu kemikçikler sayesinde neredeyse kayıpsız olarak algılanır. İnsan kulağı bu yapısı ile 0 dB ve daha yüksek sesleri duyabilir. Burada 0 dB eşik değeri sesin olmadığını değil, insan kulağının duyamadığını göstermektedir.

Fizyolojik etkiler, ani veya sürekli gürültü nedeniyle insan vücudundaki oluşan tepkiler olarak sınıflandırılır. Bu kapsamda, gürültü nedeniyle meydana gelen ses dalgalarının insan kulağındaki işitme hücrelerine fiziksel olarak doğrudan etkilerden ayrılır. İnsan vücudunun gürültüye tepkisi, anlık veya uzun süreli ya da bilinçli veya bilinçsiz şekilde

olabilir. Kurra [15]'de gürültünün kanıtlanmış fizyolojik etkilerini aşağıdaki şekilde sıralamaktadır:

- Yüksek kan basıncı (hipertansiyon)
- Yüksek kalp atışı
- Kolesterol artışı
- Adrenalin yükselmesi
- Solunum hızlanması
- Adale gerilmeleri
- İrkilmeler (refleks)
- Metabolizma değişimi
- Sindirim sistemi düzensizliği
- Yorgunluk
- Uyku bozuklukları



Şekil 3.16 Kulak anatomisi

Gürültünün görme yetisi üzerindeki etkisinin araştırılması amacıyla denekler 15 dakika süreyle 50 Hz ile 50 kHz arasındaki gürültüye tabi tutulmuşlardır. Kryter tarafından verilen çalışmada elde edilen sonuçlar, gürültünün normal ışık koşullarında görme

yeteneğini azaltmadığını ancak düşük ışık koşullarında görme yeteneği ve renk seçim yeteneğini azalttığını göstermiştir. [51] Yine bu çalışmanın devamında, deneklerin gürültü etkisi altında ani olarak gösterilen tablo ve şekilleri hatırlamakta %75'e varan oranlarda hata yaptıkları gözlenmiştir. Loeb [52] ve Asan [53] tarafından gürültünün metabolizma ve endokrin sistemi üzerindeki etkileri verilmekte, kalp rahatsızlığı veya şizofreni rahatsızlığı bulunan hastaların gürültüden daha çok etkilendiği, hücrelerde ve karaciğerde tahribata yol açtığı bildirilmektedir. Yapılan bir başka çalışmada ise gürültüye maruz kalan bir denek grubunun kan sayımlarında lökosit sayısında düşme gözlenmiş ve vücut direncinin gürültü ile düştüğü belirtilmiştir.

Ölü doğum yapan anne adayları üzerinde yapılan bir çalışmada, ölü doğum anne adayları içinde yüksek gürültüye maruz kalanların kalmayanlara göre daha fazla sayıda olduğu saptanmıştır [54]. Yine benzer bir çalışmada yüksek gürültüye maruz ortamda çalışan erkeklerdeki canlı sperm sayısının diğerine oranla daha düşük olduğu bildirilmiştir [55]. Havaalanında yüksek uçak gürültüsüne maruz anneler üzerinde yapılan bir diğer çalışmada ise doğum kilolarının normalin aşağısında olduğu tespit edilmiştir [56].

Gürültünün yaratacağı diğer bir dolaylı etki ise gürültü nedeniyle oluşacak stresin insan fizyolojisi üzerindeki etkisidir. Ani ve yüksek gürültünün bağışıklık ve vücut direncini düşürdüğü, hatta çarpıntıya neden olduğu belirtilmektedir. Fizyolojik etkilere neden olan değişik mekanizmalar arasında en önemlisi, işitme sinirleri aracılığıyla beyine ulaşan sinyallerin değişik fizyolojik sistemlerin işleyişlerinde ortaya çıkardığı etkilerdir [57].

Gürültünün insan vücuduna fizyolojik etkileri; solunumda zorlanma, göz bebeklerinin büyümesi, göz kapaklarının kapanması, deri renginde soluklaşma, kan basıncının yükselmesi, kalp atışlarında ritim bozukluğu, ani refleksler, kan şekeri bozuklukları, mide ve bağırsak bozuklukları, akkan hücrelerinin azalması, ülser, hipertroid, astım ve kronik yetmezliği gibi hastalıklar şeklinde sıralanabilir [40]. Genel olarak gürültünün doğrudan ve dolaylı fizyolojik etkileri aşağıdaki şekilde özetlenebilir [58]:

- Davranış bozukluklarına (sinirlenme, heyecanlanma) neden olur.
- Karakter değişikliklerine neden olabilir.
- Öğrenme yaşantılarının olumsuz etkilenmesi özellikle okullarda belirgindir.
- Çocuklar gürültüsüz ortamdakine nazaran gürültülü ortamda işlerini daha güçlükle yaparlar.
- Seslerin arasındaki nitelik farklarının belirlenebilmesi güçleşir.
- Problem çözme yeteneğinde azalma olur.
- Aralıklı ve ani gürültü kişide ani adrenalin deşarjı yaratarak kalp atış oranını, solunum sayısını, kan basıncını artırmakta, dikkat azalmasına neden olabilmektedir. Ani gürültüde kalp hızı artmakta, göz bebeklerinde dilatasyon olmaktadır.
- Hipofiz hormonlarının salgılanmasında artışa neden olur. ACTH salınımının artışına bağılı olarak kan şekeri seviyesinde yükselme, bağışıklık sistemi değişiklikleri vasküler sistem üzerinde Adrenalin ve Noradrenalin etkisinde artım ve hipertansiyon gelişimine neden olur.
- Otonom sinir sistemi üzerine etki ederek periferel dolaşım sistemi sorunlarına neden olur.

Gürültünün diğere bir fizyolojik etkisi ise uyku üzerindedir. Gürültünün uyku üzerindeki etkisi uyku öncesi, uyku sırası ve uyku sonrası şeklinde incelenebilir [42]. Uyku öncesi etkisi uykuya geçme süresinin uzaması şeklindedir. Özellikle, uykunun en önemli safhalarından Hızlı Göz Hareketi (Rapid Eye Movement-REM) olarak bilinen safhaya geçmekteki gecikme şeklinde gözlenir [59]. Uyku sırasındaki etkiler, uyku aşamalarının bozulması, çevre gürültüsü nedeniyle ani uyanmalar şeklinde gözlenir. Uyku sonrası etkiler ise uykunun kalitesinin düşerek uykudan sonraki yorgunluk, uykusuzluk ve dinlenememişlik hissinin görülmesi şeklindedir.

3.8.3 Psikolojik Etkiler

Gürültü kaynaklı psikolojik etkiler temel olarak gürültünün yarattığı stres ve asabiyete bağılı olarak ortaya çıkmaktadır. Gürültünün psikolojik etki kişilere göre değişmektedir. Aynı iş ortamında çalışan ve aynı gürültü düzeyine maruz kalan insanlardaki psikolojik

etkisi farklı olabilmektedir. Bu etkiler gerginlik, asabiyet, isteksizlik gibi gözlenebilen etkiler olabileceği gibi fark edilebileceği gibi fark edilmeyen ve diğer etkenlerden kaynaklanan stres vb. ile birleşince kendinin gösteren etkiler de olabilir [40].

Gürültü ile meydana gelen ani adrenalin artışı, kan basıncının yükselmesi, solunum sayısının yükselmesi gibi faktörler de gürültünün yarattığı stresi artırmaktadır. Gürültü ile oluşan stres aynı zamanda şiddetli baş ağrıları, mide ve kan dolaşım rahatsızlıklarına da yol açabilmektedir [53].

Gürültüye bağlı işitme kaybı nedeniyle konuşulan duyulsa da söylenenlerin anlaşılması sorunları da ortaya çıkmaktadır. Bu sorun kişinin psikolojik olarak ortamda uzaklaşmasına, uzaklaşmasa bile konuşulanı anlamadığını belli etmemeye çalışmasına neden olmaktadır. Uzun süre bu şekilde devam eden davranışlar insanların ruhsal sağlığında tahribata yol açmaktadır [60].

Kurra gürültüye maruz kalmış kişilerin tamamında psikolojik olumsuzlukların bulunduğunu belirtmektedir. Özellikle gürültünün stres, stresin ise psikoloji ile doğrudan ilişkili olması gürültü kaynaklı psikolojik etkileri açıklamaktadır [15].

Gürültünün neden olduğu fiziksel ve fizyolojik etkiler gürültü belirli bir düzeyi geçtikten sonra başlamakla birlikte, psikolojik etkiler çok daha düşük gürültü düzeylerinde başlamaktadır. Gürültünün şiddetine bağlı olarak oluşan psikolojik etkileri Çizelge 3.4'de verilmektedir. Görüleceği üzere, 30 dB gibi günlük konuşma düzeyinden bile daha küçük şiddetteki gürültüler, insanda herhangi bir fiziksel etkisi yaratmamakla birlikte psikolojik olarak rahatsızlık vermektedir. Küçük düzeydeki hırıltı, hışırtı hatta saat tikleri gibi sesler insanlarda huzursuzluk yaratabilmektedir.

Gürültüye bağlı psikolojik etkilerin kişilere göre değiştiğini göz önünde bulundurarak belirli seviyenin üzerindeki gürültünün bazı davranış bozukluklarına neden olduğu bilinmektedir. Berglund ve Lindval [61]'de bu davranış bozukluklarını;

- Rahatsızlık; aşırı tepkilere ve davranışlara dönüşen rahatsızlık (ani parlamalar, öfkeye hâkim olamama, kendini kaybetme, şiddete yönelme gibi)
- Kızgınlık ve öfkenin içe yöneltilmesi (kendini suçlama ve aşırı sessizlik gibi)
- Kızgınlık ve öfkenin dışa vurumu (tartışmacı ve karamsar olma durumu)
- Sakinleştirici kullanımı
- Hoşgörünün azalması
- Yardım isteğinin azalması

şeklinde vermektedir.

Çizelge 3.4 Gürültü şiddeti ve psikolojik etkisi [62]

Gürültü Türü	Şiddeti (dB)	Psikolojik Etkisi
Uzay Roketleri	170	Kulak ağrısı, sinir hücrelerinin bozulması
Canavar Düdükları	150	Kulak ağrısı, sinir hücrelerinin bozulması
Kulak dayanma sınırı	140	Kulak ağrısı, sinir hücrelerinin bozulması
Makinelı delıcı	120	Sinirsel ve psikolojik bozukluklar (III.Basamak)
Motosiklet	110	Sinirsel ve psikolojik bozukluklar (III.Basamak)
Kabare Müziğı	100	Sinirsel ve psikolojik bozukluklar (III.Basamak)
Metro gürültüsü	90	Psikolojik belirtiler (II.Basamak)
Tehlikeli bölge	85	Psikolojik belirtiler (II.Basamak)
Çalar Saat	80	Psikolojik belirtiler (II.Basamak)
Telefon zili	70	Psikolojik belirtiler (II.Basamak)
İnsan sesi	60	Psikolojik belirtiler (I.Basamak)
Uyku gürültüsü	30	Psikolojik belirtiler (I.Basamak)

Bunlara ilave olarak sık sık viziteye çıkmak, pencerenin kapatılması, bölünmüş uyku gibi diğer sorunlar da Kurra tarafından bildirilmektedir [15]. Gürültüye maruz bir ortamda psikososyal durumun iyi olup olmadığı, depresyon ve oluşan genel rahatsızlık ilişkileri de Öhrström [63] tarafından araştırılmıştır.

3.8.4 Performans üzerindeki Etkiler

Gürültü karşılıklı konuşmayı, söylenileni doğru anlamayı etkilediğinden öğretim kurumları, iş yaşamı gibi karşılıklı konuşma ve anlatılanı doğru anlamamanın önemli olduğu durumlarda performansı etkilemektedir. Bu durum, en çok öğrencilerin okul

başarısına, çalışanların ise iş verimine yansımaktadır. Benzer şekilde hata yapmamanın çok önemli olduğu üretim birimlerinde gürültü nedeniyle hatalar artabilmektedir. Benzer şekilde sürekli gürültünün yaratacağı stres, zihinsel yorgunluk da iş ilişkilerini ve dolayısıyla iş verimini düşürebilir. Gürültünün iş verimliliği ve performansına etkisinin sonuçları konsantrasyon kaybı, stres, yorgunluk şeklinde sıralanabilir. Bu nedenlere bağlı olarak oluşan performans kayıpları [15]'de şu şekilde verilmektedir:

- Okuma ve anlamamanın etkilenmesi
- Konuşma ve girişim
- Dinlenme, çalışma vs. gibi eylemler ile girişim
- İş performansının ve veriminin etkilenmesi
- İrkilmeler nedeniyle iş aksaması
- Zihinsel odaklanma (konsantrasyon) bozukluğu
- İş hızının ve kalitesinin etkilenmesi

Gürültünün işin yapılmasına yönelik etkilerini ise Berglund ve Lindval [61]'de aşağıdaki şekilde sınıflandırmaktadır:

- Verimin Azalması: Zihinsel odaklanmanın zayıflanmasına bağlı olarak, yeniden odaklama ve kavrama süresinin gecikmesi ve bu nedenle belirli bir iş için gereken sürenin uzamasıdır. Birim zamanda yapılabilecek iş azaldığından iş verimi düşmektedir.
- Etkinliğin Azalması: Birim zamanda yapılabilen işin düşmesi yanında zihinsel odaklanma eksikliği ile işin doğru ve tam yapılmasında da kayıp oluşmaktadır.
- Güvenliğin Azalması: Özellikle ani olarak oluşan gürültülerle iş güvenliğinin zarar görmesi, iş kazalarının artması söz konusudur. Gürültü ani olmasa bile konsantrasyon kaybına bağlı olarak hata riski artacak ve iş güvenliği azalacaktır.

Gürültünün tipi, ani veya kesikli olması ve frekansı daha önceki etkilerde olduğu gibi performansa dönük etkileri de değiştirmektedir. Örneğin 2 Khz'den daha yüksek frekanslı gürültülerin etkisinin ve kesikli yerine sürekli olan gürültülerin performansa olan etkisinin daha fazla olduğu belirtilmektedir [15]. Gürültünün hangi türünün hangi

tür performansa etki ettiği Ahrlin [64] tarafından incelenerek aşağıdaki çıkarımlar yapılmıştır:

- Demiryolu ve havaalanlarının gürültüleri karşılıklı konuşmayı etkiler
- Karayolu gürültüsü uydu ve dinlenmeyi etkiler
- Demiryolu gürültüsünün etkisi daha fazla olmakla birlikte diğer gürültü kaynaklarına göre öncelikli şikâyet oluşturmamaktadır
- Demiryolu ve havaalanlarının gürültüleri aynı koşullarda ses düzeylerine göre etkileri farklıdır
- Belirli faaliyetlerin etkilenmesi gürültü kaynağına göre değişmektedir. Diğer bir deyimle aynı dB düzeyindeki iki farklı gürültü aynı faaliyetleri farklı şekilde etkileyebilmektedir
- Demiryolu ve karayolu gürültüsünde konuşmanın etkilenmesi belirli bir düzeyden sonra azalırken, havaalanı gürültüsü artarak devam etmektedir
- Gürültü oluşturan uçak veya tren sayısı arttıkça rahatsız olan kişi sayısı artmamakta onun yerine sabit kalmakta ya da azalmaktadır.

Kuşkusuz gürültünün etkilediği en önemli alanlardan biri de dinleme ve karşılıklı konuşmadır. Karşılıklı konuşma veya dinleme sırasında gürültüye bağlı olarak karşılıklı anlaşma oranının azalmasının birçok olumsuz sonuçları olmaktadır. Kurra [15]'da gürültüye bağlı olarak dinleme ve karşılıklı konuşmadaki sorunları aşağıdaki şekilde özetlemektedir:

- Dinleme ve anlama güçlüğü: Gürültü spektrumu içindeki alçak frekanslı seslerin konuşma sesinin yüksek frekans bileşenlerini maskeleyesi sonucunda; dinleme ve anlama güçlüğü ortaya çıkar.
- Konuşmanın kesintiye uğraması: Özellikle yüksek düzeyli ve tekrarlayan kesikli gürültülerde konuşma kesintili olarak gerçekleşir ki, bu durum konuşmacı ve dinleyici için çok rahatsız edicidir.
- Yüksek sesli konuşma zorunluluğu: Yüksek düzeyli sürekli gürültüler, sinyal/gürültü oranına göre kişiyi daha fazla enerji harcayarak daha yüksek sesle konuşmasını gerektirdiklerinden konuşmacıyı aşırı yorarlar.

- İnsan iletişiminin bozulması: İnsanların gürültülü yerlerde daha az konuştukları, sadece çok önemli konuları konuştukları veya kendi kendine konuştukları görülmektedir.
- Telefon konuşması ile girişim: 70 dB düzeyinde bir gürültü varlığı da telefonla konuşma güçleşir ve daha üzerinde telefonda konuşmalar anlaşılmaz olur.
- Radyo, TV ve müzik dinleme gücüğü: Dinlenilmek istenen müziğin gerçek niteliğini kavrayarak zevk alınması engellenir.

Yine Kurra [15] tarafından okullarda gürültüden etkilenmeyi hem öğrenci hem de öğretmen açısından ele almıştır. Normal konuşma ve dinleme faaliyetinin sağlıklı gerçekleşmesi için gürültü düzeyinin 35 dBA'nın altında olması gerekmektedir.

GÜRÜLTÜ HARİTALARI

4.1 Gürültü Haritalarının Tanımı ve Amaçları

Çevresel gürültünün mevcut durumunu ortaya koymak için kullanılan en önemli araçlardan biri gürültü haritalarıdır. Tek bir nokta yerine belli bir alanda gürültünün nasıl bir yayılım gösterdiğinin saptanması için gürültü haritaları kullanılmaktadır.

Gürültü haritalarının elde edilmesi için çeşitli yöntemler bulunmakla beraber temel olarak belirli bir bölgedeki mevcut gürültü düzeylerinin çeşitli görseller ile ortaya konması şeklinde tanımlanabilir.

Kurra [15]'de gürültü haritalarını bir çevrede geçerli gürültü koşullarının, diğer bir deyişle ses basınç düzeylerinin fiziksel çevre faktörlerine göre değişimlerinin bir plan üzerinde gösterilmesi olarak tanımlamıştır.

Gürültü haritalarının elde edilmesi için haritalanacak bölgedeki ses basıncı düzeylerinin belirli aralıklarda ve/veya yüksekliklerde elde edilmesi gerekir. Bunun için istenirse gürültü ölçümleri, istenirse de hesaplama veya modelleme yöntemleri kullanılarak bu düzeyler elde edilir. Daha sonra elde edilen düzeyler haritalama teknikleriyle grid üzerinde eş gürültü eğrileri elde edilmek üzere kullanılır.

Bilgisayar modellerinin henüz gelişmediği ve yaygınlaşmadığı zamanlarda gürültü ölçüm ekipmanları aracılığıyla belirli aralıklarla yapılan ölçümler sonucunda haritalar

elde edilmektedir. Ancak bu yöntemin elde edilen haritaların anlık olması, arka plan gürültüsünü içermesi nedeniyle kaynağın etkisinin tam olarak saptanamaması, karışık kaynakların tümünü içermesi, yüksek maliyet ve emek gerektirmesi, genellikle pratik uygulamadaki zorluk nedeniyle düşük hassasiyete sahip olması, çoğu durumda zemine çok yakın yükseklikler için hazırlanması gibi dezavantajları bulunmaktaydı.

Kang-Tin [65] Tayvan için 345 dinamik gürültü izleme istasyonundan elde ettiği verileri gürültü haritasına dökmüştür. Bu çalışma izleme istasyonlarının sıklığı ve sabit olmaları sayesinde istenilen anda gürültü değerlerine ulaşılabilmesi yönünden bu dezavantajların bir kısmından bağımsızdır.

Gelişen teknolojik imkanlar ve 3.5. Bölümde anlatılan hesaplama yöntemlerinin geliştirilmesiyle modelleme yazılımları ile gürültü haritalarının hesaplanması mümkün olmuştur. Bu şekilde uzun vadeli ortalama değerler hesaplanarak, daha yüksek hassasiyette, arka plan gürültüsünün etkisi olmadan, istenilen yükseklikler için gürültü haritaları hazırlanır hale gelmiştir.

Gürültü haritaları her türlü gürültü kaynağı için hazırlanabilmektedir. Genel olarak dar bir alanda özel gürültü kaynakları için sadece veya esas amaç olarak mevcut durumu ortaya koymak için hazırlanan haritalar için özel bir isimlendirme mevcut değildir. Ancak gürültü haritaları, belirli yerleşimde insanların etkilenim düzeylerinin ayrı ayrı kaynaklar için hesaplandıktan sonra toplam etkisinin değerlendirilmesi durumunda stratejik gürültü haritası ismini almaktadır.

Avrupa Parlamentosunun ilgili konseyinin çevresel gürültüye bakışı, çevresel gürültünün etkisinden doğan sinir bozuculuk da dâhil, öncelikli zararlı etkilerinin önlenmesi, kaçınılması ve azaltılması planlaması şeklindedir. Konsey ortak bir yaklaşım kullanmak için tanımladığı END dokümanı WG-AEN [39] tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan dokümana dayanarak komisyona bağlı yetki kurumların gürültü haritalarını hazırlamalarını gerekli kılmıştır.

Bu dokümanın hazırlandığı EC/2002/49 isimli AB yönetmeliğini temel alan ve ilk olarak 2005 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği de Türkiye için benzer koşulları ortaya koymuştur. Bu amaçla;

- 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 hazırlanacak stratejik gürültü haritalarının 30 Haziran 2013 tarihine kadar Çevre ve Orman Bakanlığı'na sunulması gerekmektedir.

Bu yönetmeliğe göre gürültü haritalama: "Yürürlükte bulunan her türlü sınır değerini aşıp aşılmadığı, belirli bir alandaki etkilenen kişi sayısı veya belirli bir bölge içinde bir gürültü göstergesinin belirli değerlerine maruz kalan konut sayısı da dâhil olmak üzere mevcut veya öngörülen bir gürültü durumu hakkındaki verilerin; bir gürültü göstergesi kullanılarak söz konusu alanın fiziksel haritası üzerinde standartlara uygun olarak belirtilmesi", stratejik gürültü haritalama ise "Farklı kaynaklar bazında mevcut gürültü durumunun veriler sayesinde harita yolu ile sergilenmesi" olarak tanımlanmıştır. [7]

Stratejik gürültü haritaları için belli başlı gereksinimler bu yönetmeliklerde belirtilmiştir. Bu gereksinimler 8. Bölümde verilmiştir.

Özet olarak sunulması gereken veriler ise şu şekildedir:

- 1) Kullanılan hesaplama yöntemleri,
- 2) Haritalanan bölgede yaşayan kişilerin yüzün katlarına yuvarlanarak 5 dB'lik aralıkla maruz kaldığı L_{gag} ve L_{gece} göstergesinden gürültü sınıflarında sayıları,
- 3) Hesaplanan alanın km^2 cinsinden 5 dB'lik aralıkla kapladığı alanın L_{gag} ve L_{gece} göstergesinden gürültü sınıflarında sayıları,

- 4) Sessiz cephede yaşayan insan sayılarının 5 dB'lik aralıkla maruz kaldığı L_{gag} ve L_{gece} göstergesinden gürültü sınıflarında sayılarıdır.

Modelleme yazılımı kullanmanın bir diğer avantajı CBS sisteminden elde edilebilecek bina ve nüfus verilerini temel alarak her bina cephesinde hesaplanan gürültü seviyesinin belirlenerek çeşitli yaklaşımlarla gürültüye maruz kalan nüfusun etkileniminin belirlenebilmesidir.

4.2 Gürültü Haritalarının Hesaplanmasında Kullanılan Veriler

Gürültü haritaları modelleme yöntemi ile yapıldığında bilgisayar yazılımına modellenecek bölgeye dair bazı parametrelerin girilmesi gerekir. Yazılım bu verileri kullanarak bölgeyi hesap yöntemine uygun olarak dönüştürerek ses basıncı hesaplamalarını yapmaktadır.

WG-AEN [39] ve King [66] haritalamada bazı verilerin elde edilmesinin güçlüğüne ve maliyetine dikkati çekmiş; eksik verilerin yerine girilebilecek tahmin için çeşitli önerilerde bulunmuştur.

Gürültü haritalarının üretiminde kullanılacak veriler çevre verileri ve kaynak verileri olarak iki grupta toplanmaktadır. CBS'den alınacak veriler çevre veri grubuna girmektedir.

4.2.1 Çevre Verileri

Coğrafi veriler: Gürültü haritası üretilecek bölgenin sınırları da dahil olmak üzere, bölgeye ait zeminin topografyasını ifade etmektedir. Eş yükseklik eğrileri, yükseklik noktaları, yollar, yükseltiler, kesmeler v.b. gibi verilerdir.

Fizyografik veriler: Zeminin yapısı, yutuculuğu ve yansıtıcılığı ifade verilerdir. Zemin yutucu, yansıtıcı veya karışık zemin tip ise tanımlanmalıdır.

Binalar ve diğer yapı verileri: Çevrede bulunan zemin üzerinde yapılmış yapıların geometrileri ve ykseklikleridir. Binaların yüzey yansıtıcılıkları hesaplamalarda dikkate alınmalıdır. Hastane, okul gibi özel yapılar ayrıca tanımlanmalıdır. Anıt, heykel gibi önemli büyüklüğe sahip binaların da girilmesi uygundur.

Nüfus verileri: Konut binalarında yaşayan insan sayıları, etkilenme düzeyinin analiz edilebilmesi için binalara atanmalıdır.

Engel verileri: Çevrede bulunan zeminden ayrı duvar, bariyer, köprü, geçit ve bunun gibi gürültü yayılımını etkileyen yapılardır. Ağaç ve bitki örtüsü de gerekiyorsa belirlenmelidir.

Meteorolojik veriler: Sesi atmosferde yayılımını etkileyen sıcaklık, bağıl nem, rüzgar yönü ve şiddeti gibi verilerdir.

4.2.2 Kaynak Verileri

Karayolu gürültüsü için saatlik veya günlük araç sayıları, ağır/hafif araç yüzdeleri, araçların ortalama hızları, trafiğin akış rejimi, yol eğimi, şeritler, yol genişlikleri, yol kenarından yansımaların etkisi, kavşaklar, trafik lambaları gibi veriler yazılıma girilmelidir.

Demiryolu gürültüsü için farklı tren tipleri için saatlik veya gündüz akşam ve gece periyodları için geçen tren sayıları, vagonların yksekligi, frenleme yüzdesi, trenlerin ortalama hızları, rayların eğrilik yarıçapı, köprü, geçit gibi sesi artıcı unsurlar, rayların yapısı gibi veriler yazılıma girilmelidir.

Havayolu gürültüsü için uaların rotaları, motor ve gövde tipleri, iniş ve kalkışta motor güçleri, yöneltim özellikleri, pistlerin konumları gibi veriler yazılıma girilmelidir.

Endüstri tesisleri için tesislerin yapı malzemeleri ve konumlar, gürültü yayan kaynakların konum, ses gücü ve yöneltim özellikleri, farklı işletim koşullarının özellikleri gibi veriler yazılıma girilmelidir.

4.3 Gürültü Haritalarının Hazırlanma Yöntemleri

Gürültü haritaları ses basıncı seviyelerinin belirli aralıklarda hesaplanması sonucunda elde edildikten sonra gridlere yerleştirilmesi ile hesaplanır. Bunun için ses basıncı seviyeleri ya bölgede ölçüm ya da hesaplama modelleri ile elde edilmelidir.

Gürültü haritalama yazılımı kullanıldığı durumlarda Bölüm 4.2’de anlatılan verilerin gürültü haritalama yazılımına girilmesi gerekmektedir.

Günümüzde çeşitli ticari gürültü haritalama yazılımları bulunmaktadır. Bunlar arasında en yaygın olarak kullanılanlar CadnaA, Soundplan, Lima ve Immi yazılımlarıdır.

Yazılımlar hesaplama sonuçları ve hesaplama hızları ve ücretleri bakımından farklılıklar göstermektedir. Arana [67] İspanya’nın Pamplona şehrindeki ana karayolunda Soundplan ve CadnaA yazılımlarını karşılaştırmış ve sonuçların %95,5 oranında birbirine 3 dB’lik pay hata ile yaklaştığını bulmuş, hataların ise kaynaktan çok uzak noktalarda artmaya başladığını tespit etmiştir. Ancak, programlar arasında verilerin giriş yöntemlerinde farkları olduğuna da dikkati çekmiştir.

Çevre ve kaynak verilerinin girilmesinin ardından hassasiyet ayarları ve hesaplama yöntem seçimleri yapılmalıdır. Programlara göre değişiklik göstermekle birlikte yapılması gereken ayarlar şu şekilde sıralanabilir:

- 1) Hesaplama yöntemlerinin seçimi: Programlar çeşitli standart ve yöntemleri desteklemektedir. Bu nedenle endüstri, karayolu, demiryolu ve havayolu

hesaplamalarının hangi yöntemler doğrultusunda yapılacağını belirlenmesi gerekmektedir.

- 2) Grid Aralığı: Ses basıncının ne aralıklarla hesaplanacağını belirler. Diğer bir deyişle sanal olarak hesaplanacak alıcı noktalarının aralığıdır. Düşük aralıklarda çok nokta için hesaplama yapıldığından daha doğru sonuçlar vermekte ancak hesaplama süresini uzatmaktadır. Grid sıklığını belirlemek için alternatif yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlerden biri sonuçlar arasında belirli hatanın aranmasıdır. Hesaplamalar arasında belirlenen değerin üzerinde fark var ise bu durumda mevcut hesaplama noktaları arasına yeni noktalar eklenerek tekrar hesaplanması gerekmektedir. Bu durumda sadece yüksek değişkenlik gösteren noktalarda hesaplama yapılmış olur. Asensio [68] bunun için farklı bir yöntem geliştirmiş ve grid sıklığının kendi kendini ayarlaması üzerine iterasyonlar yapan bir algoritma ile hesaplama noktası sayısını üçte biri oranında azaltmıştır.
- 3) Yansıma: Bina cephelerinden yansıyan gürültülerin hesaplanıp hesaplanmayacağını veya kaç derecelik yansımanın hesaplanması gerektiğinin ayarlanması gerekir.
- 4) Kaynak arama mesafesi: Kaynak etkisinin maksimum ne kadarlık bir yarıçapta hesaplamaya katılması gerektiğinin ayarıdır.
- 5) İzin verilen maksimum hata miktarı: İmisyon noktasında emisyon kaynağından gelen düzey azaldıkça bunun hesaplanmasına gerek kalmayabilir. Bu nedenle izin verilen hata miktarı arttıkça hesaplama süresi azalacaktır.
- 6) Kırılma ayarları: Kırılmaların hesaplanmasındaki hassasiyet, hangi engellerin kırılmada etkili olduğu gibi parametrelerin ayarı yapılır.
- 7) Parça uzunlukları: Gürültü kaynakları hesaplanırken belli parçalara ayrılması gerekir. Bunun maksimum ve minimum uzunluklarının girilmesi gerekir.

Manvell ve van Banda [69] ayarlar için kullanılabilecek önerilere değinmiş, küçük ve büyük çaptaki hesaplamalarda ne ayarlar kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

4.4 Coğrafi Bilgi Sistemi Verilerinin Gürültü Haritalarında Kullanımı

Coğrafi Bilgi Sistemleri özellikle tahmin yöntemine dayalı gürültü haritalarının oluşturulması ve analizini sağlamaktadır. Gürültü haritaları temel olarak iki yöntemle oluşturulmaktadır: Birincisi, belirli noktalarda bizzat ölçümler ile noktasal gürültü değerlerinin toplanmasıdır. Küçük alanlar için yeterli sayılabilecek bu yöntemin farklı dezavantajları bulunmaktadır. Öncelikle büyük kentsel alanların doğrudan ölçüm ile belirlenmesi zaman veya maliyet etkin değildir. İkincisi, çevresel gürültünün zamana ve meteorolojik koşullara bağlı değiştiği göz önüne alındığında doğrudan ölçüm yolu ile oluşturulan gürültü haritaları, sadece ölçümün alındığı zaman ve meteorolojik koşullardaki değerleri yansıtacak, farklı bir zaman dilimi veya meteorolojik koşullardaki değerler istendiğinde yanıltıcı olacaktır. Üçüncü olarak, gürültü ile mücadele en etkin yöntem, gürültü kaynağını oluşturacak yapıların gürültü boyutları dikkate alınarak planlanmasıdır. Bu tür planlama ise büyük mühendislik yapılarının daha tesis edilmeden olası gürültü değerlerine ve bu değerlerin mekânsal değişimine ihtiyaç bulunmaktadır.

Doğrudan ölçüm değerleri, ancak gürültü kaynağını oluşturan yapıların tesisinden sonra elde edilebileceğinden planlama sırasında kullanılamamaktadır. Doğrudan ölçüm ile gürültü haritalarının oluşturulmasındaki diğer bir sorun ise, her noktada aynı koşullarda eş zamanlı ölçüm yapılamadığından dağınık ve homojen olmayan bir veri ile gürültü haritalarının oluşturulmasıdır. Sonuç olarak doğrudan ölçüm yöntemleri ile gürültü haritalarının oluşturulması, ancak küçük bir alan içinde ve meteorolojik koşulların fazla değişmediği durumlarda etkindir.

Yönetmeliklere göre ve gelişen teknolojiye paralel olarak doğrudan ölçüm ile gürültü haritalarının oluşturulması yerine tahmin yöntemleriyle gürültü haritalarının oluşturulması yöntemi ağırlık kazanmıştır. Tahmin yöntemi ile gürültü haritalarının oluşturulmasında birçok avantaja sahiptir. Öncelikle çok daha geniş alanlar için gürültü haritaları çok daha kısa zamanda ve maliyet etkin olarak oluşturulabilmektedir. İkinci olarak tahmin yönteminde farklı meteorolojik koşullar da dikkate alınabildiğinden

gürültü haritaları farklı meteorolojik koşullar için de ayrı ayrı oluşturulabilmektedir. Tahmin için kullanılan modeldeki girdiler değiştirilerek farklı zaman dilimleri için geçerli olabilecek gürültü değerleri de ayrıca hesaplanabilmektedir. Benzer şekilde, tahmin yöntemlerine dayalı gürültü haritaları aynı koşulları temsil edeceğinden karşılaştırmalı gürültü haritalarının yapılabilmesini de sağlamaktadır. Tahmin yöntemi ile gürültü haritalarının oluşturulmasının en önemli avantajı ise gürültü haritaları henüz planlama safhasında oluşturulabildiğinden çevresel gürültü dikkate alınarak planlama yapılabilmesine izin vermesidir.

Mevcut gürültü için önlemlerin alınması yerine gürültüyle savaşmada en etkin yol Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak yapılaşma öncesinde planlama yapmaktır. Hem daha ekonomik hem de daha pratik olan bu yöntemde yerleşim yerleri oluşturulmadan, hazırlanan imar planları üzerinde yol genişlikleri, araç sayıları ve diğer gürültü oluşturabilecek etkenler de göz önüne alınarak ileride oluşabilecek simülasyon gürültü haritaları hazırlanır. Hazırlanan bu gürültü haritaları üzerinde istenilen gürültü sınır değerlerini geçmeyen alanlar belirlenebilir. Sınır değerlerini geçmeyen alanlar hassas yerleşim bölgeleri olarak belirlenir ve binaların bu bölgeler içinde yapılması sağlanır [70]. Söz konusu avantajlarından dolayı, gürültü haritalarının yapımında ölçüm yöntemi yerine öncelikli olarak tahmin yöntemi esas alınmaktadır. Avrupa Birliği mevzuatı da gürültü haritalarının yapımında doğrudan ölçüm yerine tahmin yönteminin kullanılmasını ön planda tutmaktadır.

Ülkemizde ise Avrupa Birliği giriş sürecinde mevzuat uyumu kapsamında Avrupa Konseyi 2002/49/EC sayılı Direktifi'ne paralel olarak Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 07/03/2008 tarihli ve 26809 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY) yürürlüğe girerek gürültü haritası hazırlama zorunluluğu getirmiştir. Gürültü haritalarının hazırlanması için tahmin yönteminin kullanılarak söz konusu yönetmelik hükümlerinde belirtilen ve bir meteorolojik yıla ait olması gereken standartlar sağlanabilmektedir [70].

Gürültü haritalarının üretilmesindeki temel amacı tüm çevresel faktörlerden kaynaklanan gürültü düzeylerinin insan üzerindeki etkilerinin tespiti ve en aza indirilmesi olduğundan, gürültü analizleri insanların yoğun olarak bulunduğu alan ve tesislerin dağılımı dikkate alınarak yapılmak zorundadır. Bu durum ancak gürültü haritalarının diğer coğrafi verilerle birlikte analizi ile mümkündür. Bu anlamda, Coğrafi Bilgi Sistemleri gürültü haritaları ile diğer coğrafi katmanların bütünleşik bir yapıda analiz ve incelenmesine olanak sağlamaktadır.

Gürültü düzeylerinin analizindeki diğer bir amaç ise gürültü düzeylerinin eş düzey eğrileri, renklendirme sistemi ya da sayısal değer olarak plan üzerinde belirlenmesi ve görselleştirilebilmesidir [70]. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile gürültü düzeylerinin tahmin modeli ile elde edilmesi, analizi, zamansal veya mekânsal karşılaştırılması ve görselleştirilmesi olanaklı hale gelmektedir.

Gürültü analizleri için hazırlanan haritaların geçmişte iki boyutlu olarak tasarlanırken günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemler ile üç boyutlu arazi modelleri ve bina modellerinin de eklenmesiyle ayrıntılı analiz yapılabilir hale gelmiş ve karşılaştırmalı haritalar üretilmesi olanaklı olmuştur.

Sonuç olarak Coğrafi Bilgi Sistemlerine dayalı gürültü haritalarının oluşturulmasının avantajları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Doğrudan ölçüm yerine tahmin yöntemine dayalı gürültü haritalarının oluşturulması
- Gürültü kaynağını oluşturan yapı ve tesisler için daha planlama safhasında olası gürültü düzeylerinin belirlenerek planlamanın gürültü faktörü dikkate alınarak yapılmasının sağlanması
- Gürültü düzeylerinin diğer coğrafi katmanlarla birlikte etkileşimli analizi
- Coğrafi Bilgi sistemlerinin en önemli katkısı hazırlanan gürültü haritalarının gerçeğe daha uygun hale gelmesi ve karşılaştırılmalı olarak analizi ve sunumudur.

- Coğrafi Bilgi Sistemi verileri yardımı ile tahmin yöntemi kullanılarak hazırlanacak gürültü haritalarının maliyet düşük, yapım süresi daha kısa ve daha güvenilir olacaktır.
- Elde edilen gürültü modellerinin zamansal, uzamsal ve spektral özellikleri zengin bir görsellikle ortaya konabilecektir.

Gürültü etkilerinin sayısal değerlerinin hesaplanması ve görselleştirilmesi için gelişmiş bir konumsal veritabanına, konumsal analiz araçlarına ve bilgisayar hesap gücü gerekmektedir. Bu nedenle, gürültünün çevresel etkilerinin araştırılması için Coğrafi Bilgi Sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Gürültü düzeyleri öncelikle özel olarak geliştirilmiş bilgisayar simülasyon modelleriyle hesaplanır ve CBS yardımıyla sayısal değerleri ölçülerek görselleştirilir.

Genel olarak gürültü haritalarının oluşturulması aşağıdaki aşamalar ile ifade edilebilir [71]:

- Ham verilerin derlenmesi, hazırlanması, depolanması ve kontrolü
- Simülasyon modelleri ile gürültü düzeylerinin hesaplanması
- Farklı kaynaklardan elde edilen gürültü düzeylerinin bir araya getirilmesi
- Gürültü düzeyi münhanilerinin oluşturulması
- Gürültü etkilerinin belirlenmesi
- Gürültü etkilerinin görselleştirilmesi ve sunumu

Gürültü haritalarının oluşturulmasında iki ayrı faktör dikkate alınır: Gürültünün kaynağı ve etkilenen alan [72]. Belirli alanların gürültüden etkilenmemesi daha büyük önem arz etmektedir. Örneğin, okul, hastane gibi yerlerde gürültü olmaması çok daha önemlidir. Gürültü kaynaklarının tespiti ile etkilenecek alanlar ayrı ayrı kaynaklardan derlenir ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla analiz edilebilir. Örneğin, önemli gürültü kaynaklarından demiryolu ve karayolları bilgileri katmanlar halinde temin edilerek, okul, hastane gibi coğrafi elamanları (feature) içeren yerleşim yerleri katmanı ile birlikte analiz edilmek zorundadır.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin yaygınlaşmasından önce, geçmişte gürültü haritalarının elde edilmesinde ölçüm sonuçlarına dayalı olarak Fortran gibi programlama dilleriyle özel yazılımlar görsel olmayan teknikler ile hazırlanmak zorundaydı. Örneğin, Atatürk Havalimanı çevresi için Kurra ve Yılmaz [73] tarafından oluşturulmuştur.

Coğrafi Bilgi Sistemleri, ölçüme dayalı gürültü haritalarının oluşturulmasında da kullanılmasına rağmen günümüzde tercih edilen ve daha yaygın olarak kullanılan tahmin yöntemi, gürültü haritalarının oluşturulmasında çok daha fazla yararlanılmaktadır. CBS'nin kullanıldığı alanları tespiti için tahmin yöntemine dayalı gürültü haritası üretim aşamalarının incelenmesi gerekmektedir. Kurra [72] tahmin yöntemine dayalı gürültü haritalarının üretimini aşağıdaki şekilde önermektedir:

- Gürültü kaynaklarına ilişkin verilerin saptanması (motorlu taşıt, uçak, demiryolu, endüstri tesisleri vb.)
- Fiziksel çevre verilerinin saptanması (topografik durum, zemin tipleri, yapıların konumu ve yükseklikleri, kat adetleri, yüzeylerinin ses yutuculuk katsayıları vb.)
- Meteorolojik faktörler (yıllık, mevsimsel ve günlük rüzgârların esme hızları, hâkim rüzgâr yönleri, sıcaklıklar ve sıcaklıkların günlük, mevsimsel değişimleri, haritaların elde edileceği zamanlar için ortalamalar)
- Doğal ve yapma engeller (konum, yükseklik ve uzunluklar, yüzeylerin ses yutuculuk değerleri)
- Demografik verilerin belirlenmesi (ilgilenilen çevrede yer alan çeşitli amaçlı yapıların tipeştirilmesi, gruplandırılması ve kullanıcı sayılarının belirlenmesi)
- Grid Sistem Uygulamaları (istenilen duyarlılığa ve arazinin fiziksel görünümüne bağlı olarak arazi haritası veya vaziyet planı üzerinde uygun bir karolaj (grid) sistemi seçilir ve tüm arazi aralıkları yerleşim yoğunluğuna bağlı olarak bölümlere ayrılır)
- Grid noktaları için hesaplamalar
- Gürültü konturlarının elde edilmesi

Görüleceği üzere, tahmin yöntemine dayalı gürültü haritalarının üretilmesinde gerek gürültü kaynağı gerek etkilenecek alanlara ilişkin birçok verinin birlikte analiz edilmesi,

yüze enterpolasyonu, konumsal analizi gibi Coğrafi Bilgi Sistemi fonksiyonlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Söz konusu verilerin hazırlanmasında aşağıdaki yöntem izlenir:

- **Sayıllaştırma:** İhtiyaç duyulan verilerin raster veya vektör formatta sayısal olarak bulunmaması durumunda kâğıt kaynak veriler uygun bir yöntemle sayıllaştırılır.
- **Doğrudan Veri Girişi:** Doğrudan sayısal formatta verisi bulunmayan bina, fabrika gibi küçük alanlar için doğrudan veri girişi yapılabilir.
- **Dönüştürme:** Farklı yazılımlar ile farklı formatlarda elde edilen veriler dönüştürülerek kullanılır.
- **Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS):** Gürültü haritalarının oluşturulmasındaki en modern yöntem kuşkusuz CBS tabanlı uygulamalardır. Coğrafi Bilgi Sistemleri gürültü kaynakları, etkilenecek bölgeler ve engellerin eş zamanlı olarak gösterimi ve kritik bölgelerin kısa sürede tespitini sağlar. Bu şekilde önceden belirlenen eşik değerleri aşan bölgeler kolayca elde edilebilir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin gürültü haritalarının oluşturulması ve analizi için gerekli veriler katman (layer) yapısında CBS uygulama yazılımına tanıtılabilir. Bu amaçla oluşturulması öncelikli katmanlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir [72]:
 - Topografik eş yükselti eğrileri
 - Yollar ve demiryolları
 - Nokta ve alan olarak tanımlanabilecek endüstriyel tesisler
 - Büyük binalar
 - Özel ses perdeleri
 - Duvarlar
 - Toprak Duvarlar
 - Yeşil alanlar veya zeminde sert yansıtıcı bölümler
 - Ormanlık alanlar
 - Köprü ve viyadükler

Yukarıdaki şekilde oluşturulan CBS katmanlarında tanımlanan konumsal bilgiye göre öznitelikler girilir. Öznitelik havuzunda doğrudan konumsal veriye özgü (tesis adı, yapım tarihi vb) gibi öznitelikler yanında zemin kotu, konumsal nesneyi oluşturan yüzeyin ses yutuculuk katsayısı gibi gürültü analizine dönük öznitelikler de bulunur. Konumsal verilerin CBS uygulama yazılımına girilmesinde aşağıda verilen unsurlar etkilidir:

Nokta olarak tanımlanan konumsal veriler: Küçük gürültü kaynakları, etkilenmesi muhtemel binalar, okul, hastane gibi gürültünün etki alanında uzak olması gereken tesisler sayılabilir.

Çizgi olarak tanımlanan konumsal veriler: Uzun ses perdeleri, yollar, demiryolları ve bazı engellerin çizgi olarak tanımlanması da mümkündür.

Alan olarak tanımlanan konumsal veriler: Büyük endüstriyel tesisler, ormanlık alanlar, yoğun yerleşim yerleri vb. şeklindedir.

CBS destekli gürültü analizleriyle elde edilebilecek çıktılar ise aşağıdaki şekilde sayılabilir [72]:

Emisyon Analizleri

Emisyon analizleri hem nokta, hem çizgi hem de alan olarak tanımlanan gürültü kaynakları için yapılabilir. Çizgisel olarak tanımlanmış gürültü kaynakları için gürültü seviyesi (emisyon düzeyi) çizgisel gürültü kaynağının birim uzunluğu için alınır. Bu şekilde çevreye etkisi kaynağın uzunluğuna göre her hangi bir noktada hesaplanabilir.

Noktasal Analizler

Özellikle yol üzerindeki taşıtlar ya da demiryolu üzerindeki trenler gibi hareketleri gürültü kaynaklarının belirli bir noktada yaratacağı gürültü kirliliğinin belirlenmesi için noktasal analizlere ihtiyaç duyulmaktadır. Benzer şekilde noktasal analizler binaların alt ve üst katları arasındaki gürültü düzeylerinin incelenmesini sağlamaktadır.

Işın Analizleri

Yansıtıcı yüzeylerin çok olduğu yerleşim yerleri gibi şehirsal alanlarda gürültü analizlerinin yapılabilmesi için gürültü kaynağının alıcılara gelene kadar izlediği güzergâhın ve yansıma açılarının hesaplanması gerekmektedir. Işın analizi ile gürültü kaynağının geliş yönünün belirlenmesi yansıma ve engelleme sonrası gürültü düzeylerinin belirlenmesini sağlamaktadır.

Eşdüzey Gürültü Münhanilerinin Oluşturulması

Gürültü kaynaklarının ve etkilenen bölgelerin homojen dağılımda olmaması nedeniyle hesaplanan gürültü düzeylerinin belirli aralıklarda hesaplanması ve buna göre gürültü münhanilerinin oluşturulmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Gürültü haritalarının oluşturulması ve analizinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanılmasının en önemli avantajlarından biri bu noktada ortaya çıkmaktadır.

Gürültü düzeylerinin zamansal değişimlerinin izlenmesi

Sadece ortalama gürültü değerlerini değil, aynı zamanda gürültü değerlerinin zaman içindeki değişimini de gösteren gürültü haritaları dinamik gürültü haritaları olarak bilinmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri dinamik gürültü haritalarının da kolay ve maliyet etkin bir şekilde üretilmesine olanak tanımaktadır.

Alınabilecek fiziki engellerin planlanması

Belirlenen sınır değerleri aşan ses kaynaklarının gürültü düzeylerinin azaltılması amacıyla ihtiyaç duyulan ses perdelerin en uygun yerlerde planlanması, ebatlarının belirlenmesi için diğer konumsal verilerle birlikte analiz edilmesi gerekmektedir. Engel ebatı belirlenirken özellikle yüksekliği için karmaşık analiz gerekebilmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri fizik engel ihtiyacının belirlenmesi ve uygulanması için önemli bir kolaylık sunmaktadır.

Gürültünün diğer sorunlarla birlikte analizi

CBS tabanlı sistemlere farklı veri gruplarının ithal edilmesiyle gürültü düzeyi ile diğer tematik veriler karşılaştırılabilir ve gürültü dışındaki kirliliklerin (hava kirliliği, su kirliliği gibi) de odaklandığı bölgeler tespit edilebilir. Bu şekilde toplam çevre kirliliği açısından risk taşıyan bölgeler belirlenebilir.

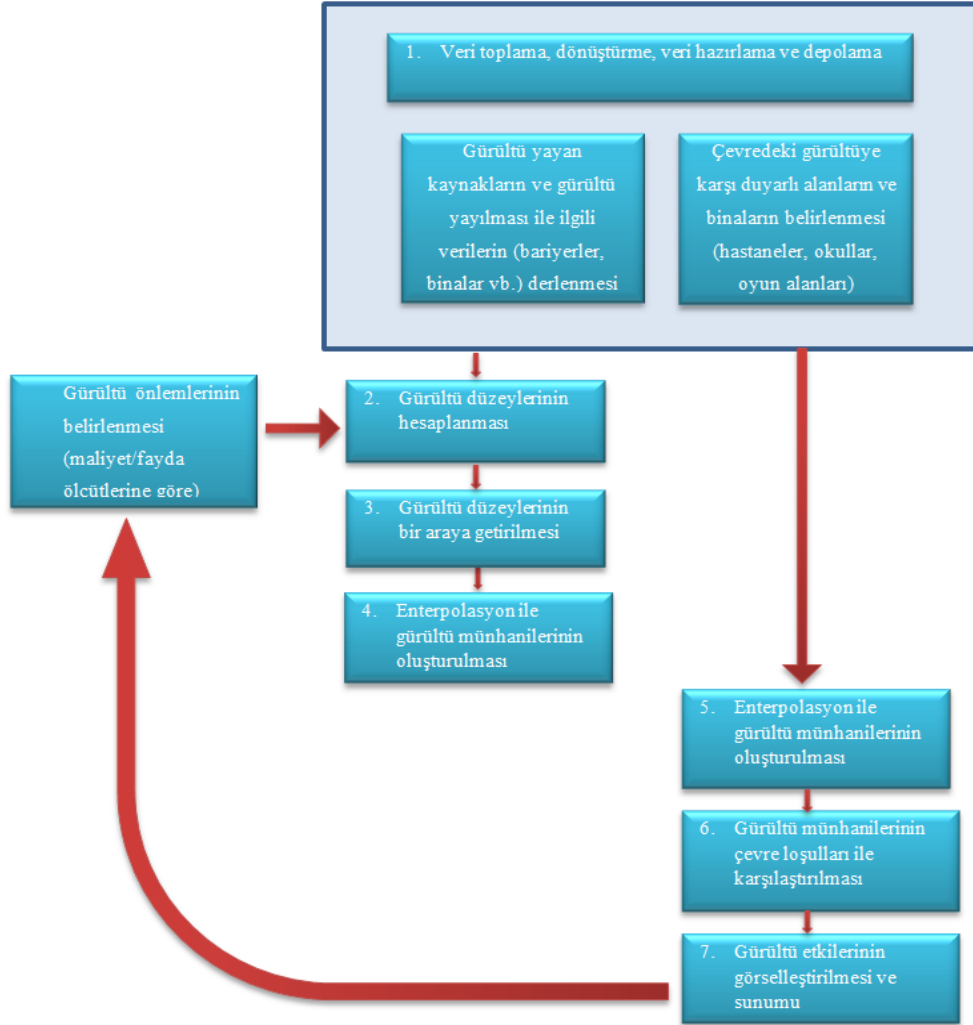
Kluijver ve Stoter [74] gürültü kestirim modelleri ile CBS'nin birlikte kullanımında aşağıdaki avantajları belirtmektedirler:

- Merkezi bir konumsal veritabanı sayesinde gürültü katmanları ile diğer konumsal katmanlar arasında ilave dönüşüme gerek kalmamaktadır. Bu şekilde katman farklılıklarından kaynaklanan sorunlar en aza indirilmiş olmaktadır
- Gürültü tahmin modelleri mevcut sayısal topografik ve üç boyutlu bilgilerle otomatik olarak üretilebilir
- Gürültü modelinden hesaplanacak sınırlı sayıda örnek nokta ve gelişmiş enterpolasyon yöntemleri kullanılarak akustik koşulların doğru bir tespiti yapılabilir
- Sonuçların doğruluğu ve kalitesi girdi verilerinin detayına ve ölçeğine bağlıdır. Bilgi yoğunluğunun yeterince yüksek olması gerekir ancak tekrarlı veya gereksiz veriler gürültü düzeyleri ve etkilerinin hesaplanması süresinin önemli ölçüde uzamasına neden olmaktadır. CBS ile bu tür sorunların üstesinden kolaylıkla gelinebilir.

CBS destekli gürültü haritası hazırlanmasındaki temel iş akışı [71]'de Şekil 4.1'de gösterilmektedir. Gürültü haritalarının oluşturulmasında CBS kullanılması ile genel olarak;

- Elde edilecek gürültü etkisi çalışmalarının kalitesi artırılmakta,
- Gürültü kaynakları ve gürültü yayılımının modellenmesi ile gürültü kestirimi büyük ölçüde otomatize edilmekte,
- Kullanılan yöntemlerin standardizasyonu sağlanmakta,

- Gürültü analizleri daha hızlı, daha maliyet etkin bir şekilde yapılmakta,
- Diğer konumsal veri gruplarıyla kolaylıkla entegre edilebilmekte,
- Gürültü engel planlamasının optimizasyonu maliyet analizi yapılabilmekte,
- Simülasyon ile planlama yapılarak gürültü kirliliğinin asgari düzeyde tutulması sağlanabilmekte,
- Analiz için ihtiyaç duyulan görsellik sağlanmakta,
- Gelişmiş enterpolasyon yöntemleri konumsal veriler üzerinde uygulanabilmektedir.



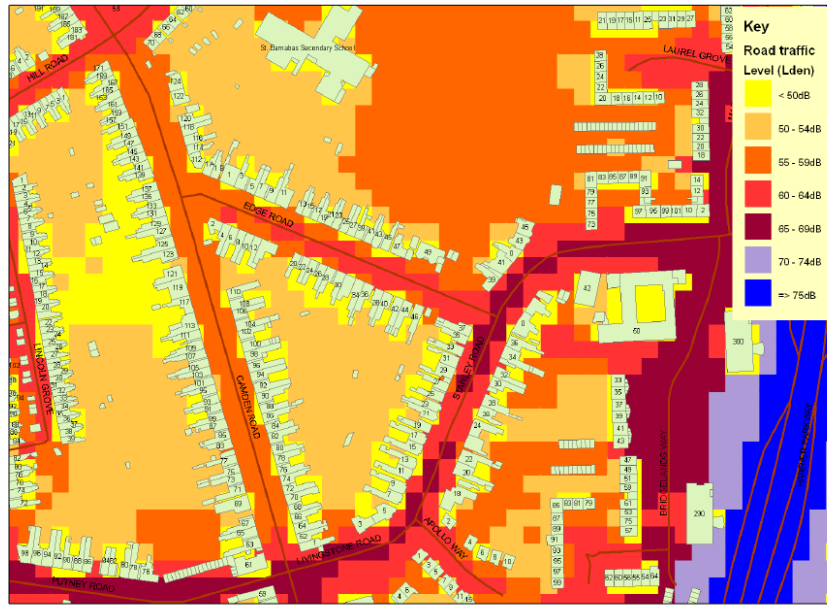
Şekil 4.1 CBS desteği ile gürültü haritası hazırlanmasındaki iş akışı

Dünyada ve Türkiye’de gerek gürültü haritalarının oluşturulması gerekse gürültü modellemesi ve analizi ile ilgili farklı çalışmalar yapılmıştır. Şekil 4.2’de EPA tarafından

CBS desteği ile hazırlanmış bir gürültü haritası örneği görölmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve yazılımlarının yaygınlaşması ile CBS destekli gürültü haritalarının hazırlanması da yaygınlaşmaya başlamıştır.

Ülkemizde Elazığ'daki ulaşım ağı gürültüsünün belirlenmesi [75]'de, Isparta'da trafik kaynaklı gürültü kirliliği [76]'de ele alınmıştır. Konya için trafik kaynaklı gürültü ile ilgili diğer bir çalışma ise [77]'de verilmektedir. Bu çalışmalar basit ölçüm noktalarına ve ölçüm tekniklerine dayanılarak yapılmış olup güncel yönetmelikler tarafından uygun bulunmamaktadır.

Benzer şekilde Mersin'de CBS destekli gürültü haritası oluşturulması çalışması gerçekleştirilmiştir. [78] Bir diğer gürültü haritalama çalışması da Yılmaz ve Hocanlı [79] tarafından Şanlıurfa'da gerçekleştirilmiştir. Tüm bu çalışmaların tamamı ise sadece küçük pilot bölgeler için gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.2 CBS desteği ile hazırlanmış örnek bir gürültü haritası [80]

Nijerya'da farklı şehirlerdeki noktasal ölçümlere dayanılarak gerçekleştirilen bir çalışma [81]'de sunulmuştur. Benzer şekilde yerleşim yerleri ve sanayi alanlarını da kapsayacak diğer bir çalışma Zannin ve Diğ. [82] tarafından Brezilya'da gerçekleştirilmiştir. Çin'de

karayolu kaynaklı trafik gürültüsü [83]'de gürültü tahmin yöntemi ve CBS kullanılarak belirlenmiştir. İspanya'nın Valencia şehrine ilişkin gürültü çalışmaları [84]'de verilmektedir. Mısır Kahire'ye ilişkin gürültü düzeyleri [85]'de analiz edilmiştir. Gürültü kirliliğinin İsveç'teki ekonomik etkisi [86]'de incelenmiştir. Tayvan'da gürültü haritalarının hazırlanması ve kullanımına ilişkin diğer bir örnek ise [87]'de verilmektedir. [88] ise Pakistan'daki trafik gürültüsünün zamansal ve konumsal değişimini incelemişlerdir.

SAMSUN İLİ GÜRÜLTÜ ANKET VE DEĞERLENDİRME ÇALIŞMASI

Samsun sakinlerinin gürültüden etkilenme düzeyleri ve etkilenmenin yaş, cinsiyet, eğitim ve meslekle ilişkisinin araştırılması amacıyla web tabanlı bir anket çalışması yapılmıştır. Bu amaçla oluşturulan web sitesi <http://www.samsungurultu.com> adresinde sunulmuştur. Ankette kullanıcılardan Çizelge 5.1’de verilen altı adet soruyu yanıtlamaları istenmiştir. Ankete 432 kişi katılmıştır.

Çizelge 5.1 Gürültü anketindeki sorular

1. **Yaş aralığınızı seçiniz**

15-18
18-25
25-30
30-35
35-45
45-60
60+
2. **Mesleğinizi seçiniz?**

İşçi
Memur
Emekli
Çiftçi
Serbest Meslek
Eğitimci
Ev hanımı
İşsiz
Diğer
3. **Cinsiyetiniz?**

Erkek
Kadın
4. **Eğitim durumunuz?**

İlköğretim
Lise
Üniversite
Yüksek Lisans
Doktora
Diğer
6. **En önemli Gürültü kaynağı?**

Trafik
Hava alanı
Demir Yolu
Komşular
Seyyar Satıcılar
Fabrika
Atölye

5. **En çok hangi zaman diliminde rahatsız oluyorsunuz?**

07.00 – 19.00 gündüz
19.00 – 23.00 akşam
23.00 – 07.00 gece

İnşaat
Eğlence yerleri
Diğer

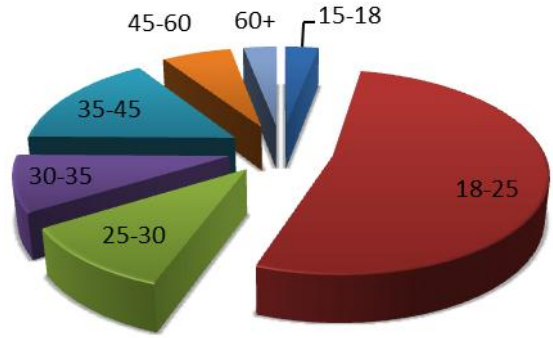
Anket sonuçlarının analiz edilebilmesi için kullanıcıların yanıtları kodlanmıştır. Bu amaçla kullanılan kodlama Çizelge 5.2’de verilmektedir. Ankete genel olarak 18-25 yaşları arasındaki kişilerin ilgi gösterdiği gözlenmektedir. Katılımcı sayısının en fazla olduğu ikinci yaş grubu 35 ile 45 arasındadır. Katılanların yaş dağılımı Çizelge 5.3’de verilmektedir. Katılımcıların mesleklere göre dağılımında, ankete katılanların büyük bölümünün “diğer” şıkkını işaretlediği göze çarpmaktadır. Katılımcıların yaş grubu da dikkate alındığında, seçenekler bulunmayan öğrencilerin ankete ilgi gösterdiği tahmin edilmektedir. Katılımcıların mesleklere göre dağılımı Çizelge 5.4’de verilmektedir.

Çizelge 5.2 Anket yanıtlarının kodlanması

Kod	Yaş Aralığı	Meslek	Cinsiyet	Eğitim Durumu	Gürültü Kaynağı	Zaman Dilim
0	15-18	İşçi	Erkek	İlköğretim	Trafik	07:00 - 19:00 Gündüz
1	18-25	Memur	Kadın	Lise	Hava alanı	19:00 - 23:00 Akşam
2	25-30	Emekli		Üniversite	Demir Yolu	23:00 - 07:00 Gece
3	30-35	Çiftçi		Yüksek lisans	Komşular	
4	35-45	Serbest Meslek		Doktora	Seyyar Satıcılar	
5	45-60	Eğitimci		Diğer	Fabrika	
6	60+	Evhanımı			Atölye	
7		İşsiz			İnşaat	
8		Diğer			Eğlence Yerleri	
9					Diğer	

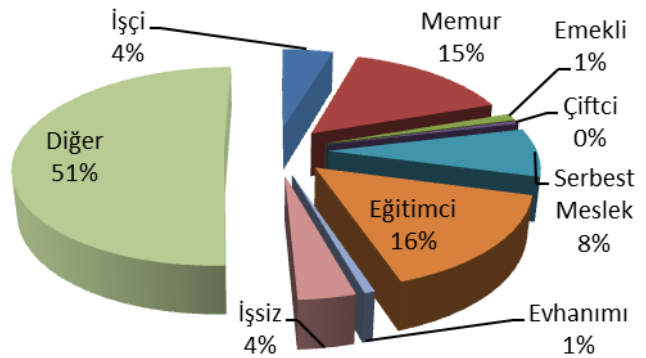
Çizelge 5.3 Ankete katılanların yaş aralığı dağılımı

Kod	Yaş Aralığı	Oy Sayısı	Yüzde
0	15-18	13	3.01%
1	18-25	227	52.55%
2	25-30	46	10.65%
3	30-35	39	9.03%
4	35-45	67	15.51%
5	45-60	27	6.25%
6	60+	13	3.01%
	TOPLAM	432	



Çizelge 5.4 Ankete katılanların meslek dağılımı

Kod	Meslek	Oy Sayısı	Yüzde
0	İşçi	0	4.63%
1	Memur	65	15.05%
2	Emekli	5	1.16%
3	Çiftçi	2	0.46%
4	Serbest Meslek	34	7.87%
5	Eğitimci	68	15.74%
6	Ev hanımı	3	0.69%
7	İşsiz	16	3.70%
8	Diğer	219	50.69%
	TOPLAM	432	

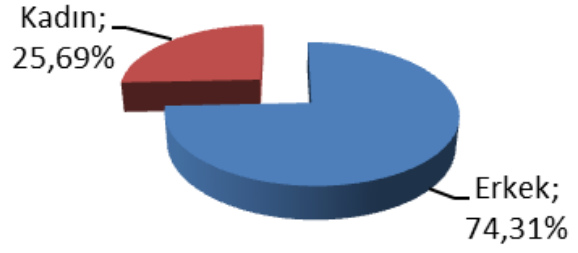


Diğer yandan özellikle erkek katılımcıların ankete ilgi gösterdikleri gözlenmektedir. Katılımcıların %85'inden fazlası üniversite mezunudur. Anketin web tabanlı olması itibarıyla özellikle katılımcıların yüksek eğitim düzeyinden gelmesi genel olarak beklenen bir sonuçtur. Ancak, beş katılımcıdan birinin yüksek lisans veya doktora mezunu olduğu dikkate alındığında özellikle akademik çevrede anketin ilgi gördüğü değerlendirilmektedir. Ankete katılanların cinsiyetlere ve eğitim durumlarına göre dağılımı sırasıyla Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.6'da verilmektedir.

Yapılan çalışmada en fazla rahatsızlık yaratan gürültü kaynağı %64.12 ile trafik gürültüsü olmuştur. İkinci gürültü kaynağı ise %11.11 ile komşular olmuştur. Katılımcıların rahatsız oldukları gürültü kaynaklarının dağılımı Çizelge 5.7 ve Şekil 5.1'de verilmektedir.

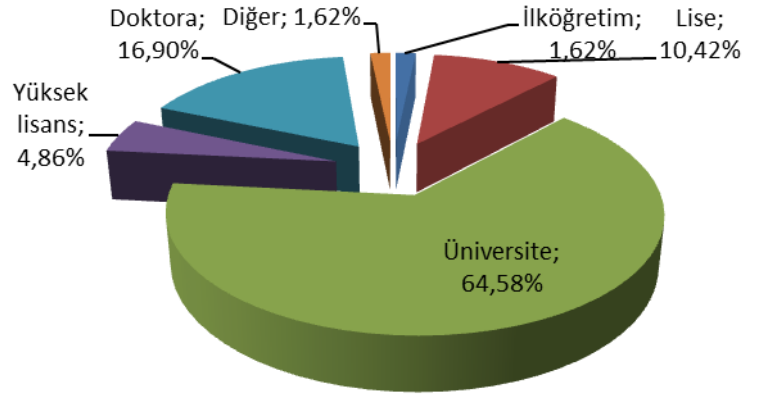
Çizelge 5.5 Ankete katılanların cinsiyet dağılımı

Kod	Cinsiyet	Oy Sayısı	Yüzde
0	Erkek	321	74.31%
1	Kadın	111	25.69%
	TOPLAM	432	



Çizelge 5.6 Ankete katılanların eğitim durumları

Kod	Eğitim Durumu	Oy Sayısı	Yüzde
0	İlköğretim	7	1.62%
1	Lise	45	10.42%
2	Üniversite	279	64.58%
3	Y.Lisans	21	4.86%
4	Doktora	73	16.90%
5	Diğer	7	1.62%
	TOPLAM	432	



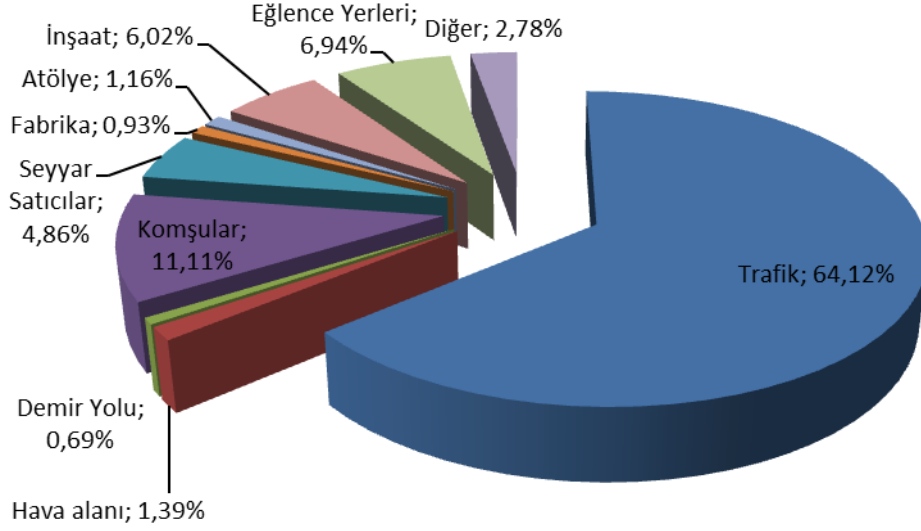
Katılımcıların gürültüden en fazla rahatsız oldukları zaman dilimi %61.11 ile 07.00 – 19.00 arasındaki gündüz saatleri olarak gerçekleşmiştir. En fazla rahatsız olunan gürültü kaynağının trafik gürültüsü olduğu dikkate alındığında özellikle iş gidiş ve çıkış saatlerindeki yoğun trafik gürültüsünün Samsunluları en fazla olumsuz etkileyen gürültü olduğu söylenebilir.

Ankete katılanların gürültüden en fazla rahatsız oldukları zaman dilimlerinin dağılımı Çizelge 5.8 ve Şekil 5.2’de verilmektedir.

Çizelge 5.7 Ankete katılanların en fazla rahatsız oldukları gürültü kaynakları

Kod	Gürültü Kaynağı	Oy Sayısı	Yüzde
0	Trafik	277	64.12%
1	Hava alanı	6	1.39%
2	Demir Yolu	3	0.69%
3	Komşular	48	11.11%
4	Seyyar Satıcılar	21	4.86%

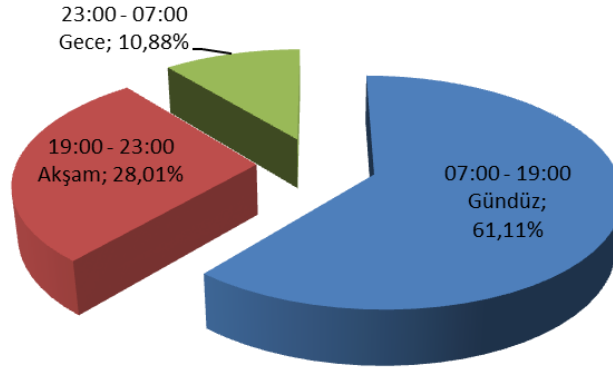
5	Fabrika	4	0.93%
6	Atölye	5	1.16%
7	İnşaat	26	6.02%
8	Eğlence Yerleri	30	6.94%
9	Diğer	12	2.78%
	TOPLAM	432	



Şekil 5.1 Ankete katılanların en fazla rahatsız oldukları gürültü kaynakları

Çizelge 5.8 Ankete katılanların gürültüden en fazla rahatsız oldukları zaman dilimleri

Kod	Zaman Dilim	Oy Sayısı	Yüzde
0	07.00 – 19.00 Gündüz	264	61.11%
1	19.00 – 23.00 Akşam	121	28.01%
2	23.00 – 07.00 Gece	47	10.88%
	TOPLAM	432	

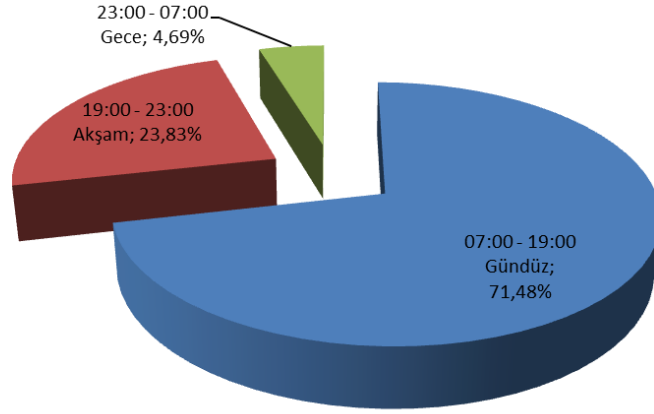


Şekil 5.2 Ankete katılanların gürültüden en fazla rahatsız oldukları zaman dilimleri

Genel olarak gürültüden en fazla rahatsız olunan zaman dilimi %61 ile gündüz saatleri iken trafik gürültüsünden rahatsız olanlar içinde bu oran %71.5'a çıkmaktadır. Trafik gürültüsünden rahatsız olanların en fazla rahatsız oldukları zaman dilimi Şekil 5.3'de gösterilmektedir. Diğer çarpıcı bir sonuç ise yaş ile trafik gürültüsünden rahatsız olma arasındaki ilişkidir. Çizelge 5.9'da da görüleceği üzere trafik gürültüsünden en fazla etkilenen yaş grubu 18-25 iken en az etkilenen 15-18 grubudur. Yaş grupları arasında trafik gürültüsünden en fazla rahatsız olma incelendiğinde 60 yaş üstü grupta hiç kimse gündüz saatinde trafikten rahatsız olmazken, gündüz zaman diliminde yine en fazla 18-25 yaş grubunun rahatsız olduğu gözlenmektedir (Çizelge 5.9). Diğer ilginç bir korelasyon da eğitim durumu ile rahatsız olunan gürültü arasındadır.

Çizelge 5.9 Yaş aralığı ile trafik gürültüsünden rahatsız olma ilişkisi

Yaş Aralığı	Trafik Gürültüsünden rahatsız olanlar		Trafik Gürültüsünden gündüz zaman diliminde rahatsız olanlar	
	Oy Sayısı	Yüzde	Oy Sayısı	Yüzde
15-18	7	2.53%	4	2.02%
18-25	144	51.99%	114	57.58%
25-30	29	10.47%	20	10.10%
30-35	27	9.75%	17	8.59%
35-45	49	17.69%	32	16.16%
45-60	18	6.50%	11	5.56%
60+	3	1.08%	0	0.00%



Şekil 5.3 Trafik gürültüsünden rahatsız olanların en fazla rahatsız oldukları zaman dilimleri

Üniversite mezunları büyük ağırlıkla trafik gürültüsünden ve özellikle de gündüz diliminde rahatsız olmaktadır (Çizelge 5.10). Meslek ile rahatsız olunan gürültü türü ve zaman dilimi incelendiğinde, trafik gürültüsünden tanımlanan meslek grupları dışındaki mesleklerden insanların etkilendiği ancak tanımlı meslek grupları içinde ağırlıklı olarak memur ve eğitimci kesimin trafik gürültüsünden etkilendiği görülmektedir.

Çizelge 5.10 Eğitim durumu ile trafik gürültüsünden rahatsız olma ilişkisi

Eğitim Durumu	Trafik Gürültüsünden rahatsız olanlar		Trafik Gürültüsünden gündüz zaman diliminde rahatsız olanlar	
	Oy Sayısı	Yüzde	Oy Sayısı	Yüzde
İlköğretim	2	0.72%	1	0.51%
Lise	26	9.39%	19	9.60%
Üniversite	186	67.15%	143	72.22%
Yüksek lisans	12	4.33%	10	5.05%
Doktora	48	17.33%	24	12.12%
Diğer	3	1.08%	1	0.51%

Önceki sonuçlara benzer şekilde bu kesimin trafik gürültüsünden yine gündüz zaman diliminde en fazla etkilendiği gözlenmiştir (Çizelge 5.11)

Çizelge 5.11 Eğitim durumu ile trafik gürültüsünden rahatsız olma ilişkisi

Meslek	Trafik Gürültüsünden rahatsız olanlar		Trafik Gürültüsünden gündüz zaman diliminde rahatsız olanlar	
	Oy Sayısı	Yüzde	Oy Sayısı	Yüzde
İşçi	14	5.05%	10	5.05%
Memur	50	18.05%	29	14.65%
Emekli	0	0.00%	0	0.00%
Çiftçi	1	0.36%	0	0.00%
Serbest Meslek	14	5.05%	11	5.56%
Eğitimci	45	16.25%	30	15.15%
Ev hanımı	1	0.36%	1	0.51%
İşsiz	5	1.81%	4	2.02%
Diğer	147	53.07%	113	57.07%

WEB TABANLI KARAYOLU GÜRÜLTÜSÜ HESAPLAMA SİSTEM TASARIMI

6.1 Tasarımın Tanımı

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 4 Haziran 2011 tarihli resmi gazetede yayınlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinin amacı:

Çevresel gürültüye maruz kalınması sonucu kişilerin huzur ve sükûnunun, beden ve ruh sağlığının bozulmaması için gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamak ve kademeli olarak uygulamaya konulmak üzere; değerlendirme yöntemleri kullanılarak çevresel gürültüye maruz kalma seviyelerinin, hazırlanacak gürültü haritaları, akustik rapor ve çevresel gürültü seviyesi değerlendirme raporu ile belirlenmesi, çevresel gürültü ve etkileri hakkında kamuoyunun bilgilendirilmesi, gürültü haritaları, akustik rapor ve çevresel gürültü seviyesi değerlendirme raporu sonuçları esas alınarak; özellikle çevresel gürültüye maruz kalma seviyelerinin insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere sebep olabileceği ve çevresel gürültü kalitesini korumanın gerekli olduğu yerlerde, gürültüyü önleme ve azaltmaya yönelik eylem planlarının hazırlanması ve bu planların uygulanması ile ilgili usul ve esasları belirlemektir.

Yönetmeliğin amacının;

a) Çevresel gürültü ve etkileri hakkında kamuoyunun bilgilendirilmesi,

b) Çevresel gürültüye maruz kalma seviyelerinin insan sağlığı üzerinde zararlı etkileri,

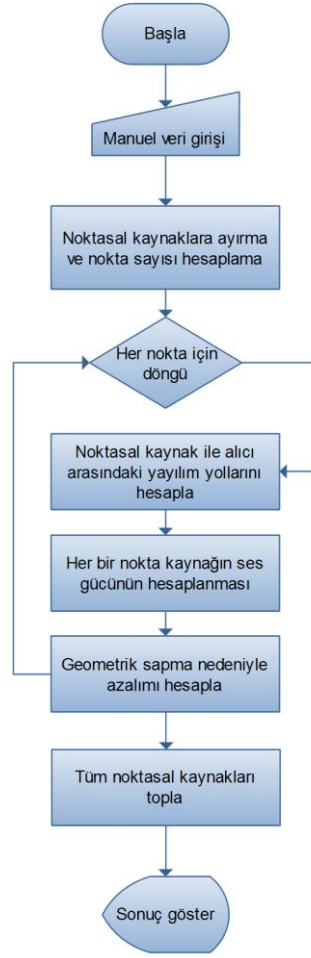
kısımlarına istinaden kişilerin maruz kaldıkları gürültü düzeylerinin ne kadar olduğunu ve bu miktarların kendilerine ne ölçüde zarar verebileceğini öğrenebilmesi ve kamu

oyunun bilgilendirilmesi için bu çalışma içerisinde web üzerinde www.samsungurultu.com adresinde PHP betiği aracılığı ile hazırlanmış web sayfası yayınlanmıştır.

Sistem HTML ve PHP betiği ile kullanıcıya sunulmuştur. Sistemde veriler seçimlik giriş ve sayısal değer girişı şeklindedir. Sistem girilen değerleri 6.1.1 başlığı altında bahsedilen akış diyagramı ve 6.1.2 başlığı altında verilen formüller ve kabulleri kullanarak sayısal çözümünü sunucu üzerinde hesaplayıp HTML kodu olarak döndürmektedir. Algoritma sisteme girilen verileri kullanarak hesaplamayı çok kısa sürede sonuçlandırmaktadır. Çözümün sunucu üzerinde yapılmasının ve sonucun kullanıcıya döndürülmesinden dolayı sistem zamana ve internet trafiğine ek bir yük getirmemektedir. Ayrıca sistem hesaplama sonucunu limitler ile karşılaştırmaktadır.

6.1.1 Sistemin Akış Diyagramı

HTML ve PHP betiğinde hazırlanan trafik gürültü hesaplama sisteminin akış diyagramı Şekil 6.1'de verilmiştir.



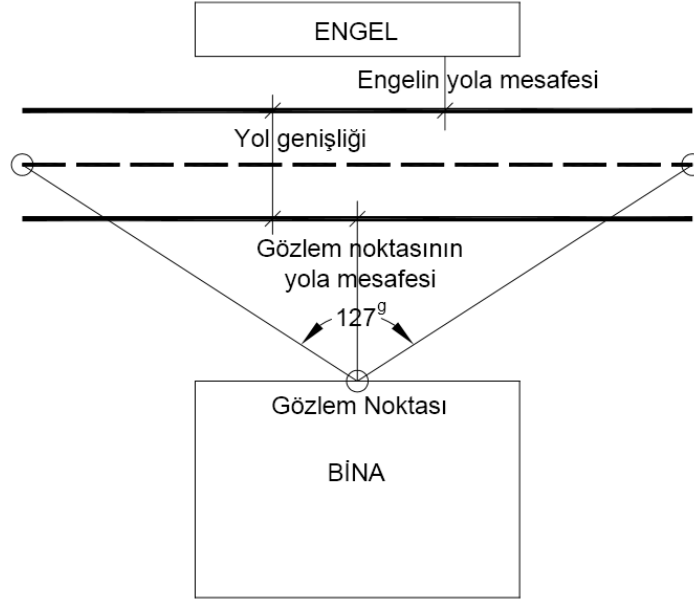
Şekil 6.1 Sistem akış diyagramı

6.1.2 Formüller ve Kabuller

Sistem Çevre ve Orman Bakanlığının Türkiye için kabul ettiği NMPB karayolu gürültüsü hesaplama yöntemini kullanmaktadır. Uzmanlık gerektirmemesi, anlaşılır ve basit kullanılabilmesi amacıyla hesaplamada yöntemin meteorolojik faktörlerden kaynaklanan artırıcı ve azaltıcı uzun süreli etkisi kullanılmamıştır.

Sistem yoldan 800 m uzaklık içinde ve yüksekliği en az 2 m olan alıcı noktaları için uygulanabilir.

Sistemde yol uzunluğu, alıcı noktasının yolu görüş açısı 127° kabul edilerek, alıcı noktası ile yol arasındaki mesafe ile hesaplanır. (Şekil 6.2)



Şekil 6.2 Alıcıda hesaplanacak yolun kesiti

Karayolu gürültü kaynağı çizgisel bir kaynaktır. NMPB hesaplama yönteminde çizgisel kaynak nokta kaynaklara ayrılır. Nokta kaynaklar ile hesaplamalar çok daha pratik ve kolaydır. Noktalara ayrılan kaynaklar eşit aralıklarla yer alacak biçimde seçilir. İki kaynak arası uzaklık yol eksenine - alıcı arası en yakın yatay uzaklığın yarısından küçük olmasıdır. Genelde noktasal kaynaklar arası uzaklık 20 metreden küçük alınır.

Hafif taşıt ağır taşı eşdeğerliliği yolun eğimine ve araçların ortalama hızlarına göre Çizelge 6.1'den seçilir.

Çizelge 6.1 Hafif taşıt – ağır taşıt eşdeğerliliği

Eşdeğerlik		Yolun eğimi %				
		≤ 2	3	4	5	6 ≤
Ortalama Hız, km/h	120	4	5	5	6	6
	100	5	5	6	6	7
	80	7	9	10	11	12
	50	10	13	16	18	20

Hafif taşıt akustik gücü;

$$L_{WL}=46+30 \times \log (V)+C \quad (6.1)$$

formülü ile hesaplanır. Formülde V: Ortalama trafik hızı, km/h, C: Trafik durumudur (akıcı, kesikli trafik, hızlanan trafik).

Her bir nokta kaynağın gücü;

$$L_W = L_{WL} + 10 \times \log \left(\frac{Q_H + Q_A \times EQ}{V} \right) - 30 \quad \text{db} \quad (6.2)$$

formülü ile hesaplanır. Formülde; QH: Ortalama bir saatte geçen hafif araç sayısı, QA: Ortalama bir saatte geçen ağır araç sayısı, EQ: hafif taşıt – ağır taşıt eşdeğerliliğidir.

Kaynaktan çıkan ses yayılımı mesafeye oranla azalmaktadır. Alıcı noktasında kaynağın ses gücü daha az algılanır. Alıcı noktasındaki algılanan ses düzeyi;

$$\text{Algılanan Ses Düzeyi} = L_W - 20 \times \log (U) - 11 \quad (6.3)$$

formülü ile hesaplanır. Formülde; U: Kaynak ile alıcı noktası arasındaki eğik mesafedir.

Her kaynak için algılanan ses düzeyi hesaplandıktan sonra alıcı noktasında toplam nokta kaynaklardan algılanan ses düzeyi ise;

$$L_{eq} = 10 \times \log \left(\sum_{i=1}^{\text{kaynak sayısı}} 10^{\frac{\text{Algılanan Ses Düzeyi}}{10}} \right) \quad (6.4)$$

formülü ile hesaplanır.

6.1.3 Kullanıcı Arayüzü

Tez çalışması kapsamında hazırlanan sistem www.samsungurultu.com adresi üzerinden index.htm sayfası ile kullanıcıyı karşılamaktadır. Şekil 6.3’de Kullanıcı arayüzü karşılama ekranı gösterilmektedir.

Sayfa form nesnelere yardımıyla kullanıcı verilerini post metodu ile server da çalışan hesap.php sayfasında işleme tabi tutmaktadır. Hesaplama sonucunu kullanıcıya başka bir sayfada döndürülmektedir. Kullanıcı arayüzünde girilen ve seçilen verilerin tanımları aşağıda yapılmıştır.

Hafif Araç Sayısı: Hafif araç motosiklet de dâhil olmak üzere 14 kişiye kadar taşıma yapan araçlar olarak sınıflandırılmaktadır. Hafif araç sayısı ise bir saatte geçen ortalama araç miktarıdır. ÇGDYY göre gündüz araç sayımları 07.00 – 19.00 saatleri arasında yapılması istenmektedir. Sayımlar bir saat boyunca yapılabileceği gibi günün belirli zamanlarında birkaç defa yapıp ortalaması da alınabilir. Sayımın kolay olması için küçük periyotlar halinde de araç sayımları yapılabilir. Örneğin saat 08.00-08.15, 08.30-08.45 gibi birçok periyotta sayım gerçekleştirilebilir. Araç sayımlarında önemli kural trafiğin en yoğun olduğu zamanlarda araç sayılarını belirlemektir. Sayımlar hafta içi yapılmalıdır. Hafta sonu yapılan sayımlar geçersizdir.

Ağır Araç Sayısı: Hafif araçlar dışında kalan araçlardır. Araç sayımları hafif araç sayımlarındaki anlatılan yöntemin aynısı uygulanır.

Araç Hızları: Araç hızları, yoldan geçen araçların ortalama hızlarını ifade etmektedir. Radar veya diğer mevcut yöntemler ile ölçülebileceği gibi araç hızlarının ölçümünde başka tahmin yöntemleri de kullanılabilir. Araçların belli bir mesafeye göre aldığı sürenin hesaplanması, araç kullanımı esnasında ortalama hızın saptanması, levhalarda yazan hız limitlerinin kullanılması, gibi benzer yollardan faydalanarak araç hızları tahmini olarak belirlenebilir. Tahmin yöntemi ile belirlenen araç hızları sonucu $\pm 1-2$ db etkiler.

Trafik Durumu: Belirli bazı yollar için Trafik Müdürlüklerinde trafiğin durumu hakkında bilgi olabileceği gibi, trafik durumu sayım yapılan periyotlarda gözlemleyerek de belirlenebilir. Yol üzerinde ışık varsa hızlanan, dur kalk şeklinde yoğun bir trafiğe sahipse kesikli ve normal seyirde ise akıcı trafik olarak belirlenebilir.

Yol Üst Yapı Niteliği: Tüm yollar farklı kategorilere ayrılır ve Türkiye'deki her yol türleri için en sık görülen kaplama türü uygulanır. Hesaplama yol türleri asfalt, beton ve stabilize olarak belirlenmiştir.

Engel: Gözlem noktasının karşı tarafında ses arttırıcı bir yapı varsa kesinlikle hesaba dâhil edilmelidir. Duvar, bina gibi yansıtıcı özelliği olan ve 5 metreden yüksek yapılar için engel tanımlaması yapılmalıdır.

ERDEM EMİN MARAŞ

www.samsungurultu.com/trafik/

KARAYOLU ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ HESAPLAMA SİSTEMİ

YOL VERİLERİ

TRAFİK VERİ GİRİŞİ

	Gündüz 07.00- 19.00	Akşam 19.00- 23.00	Gece 23.00- 07.00
Hafif Araç Sayısı: (Ortalama bir saatte geçen)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ağır Taşıt Sayısı: (Ortalama bir saatte geçen)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Araç Ortalama Hızları (km/h)	<input type="text" value="50 km/h"/>	<input type="text" value="50 km/h"/>	<input type="text" value="50 km/h"/>

Yol üst yapısı niteliği

Asfalt
 Beton
 Stabilize

Trafik Durumu

Akıcı
 Kesikli
 Hızlanan

ÇEVRE VE KONUM VERİLERİ

GEOMETRİK VERİ GİRİŞİ

Yol Eğimi

%2
 %3
 %4
 %5
 %6

Konumunuzun kat yüksekliği

Binanızın yola mesafesi

Yol genişliği

Karşı tarafta yansımaya yüzeyi varmı?

Karşı tarafta yansımaya yüzeyi yola mesafesi

Karşı tarafta yansımaya yüzeyi Yüksekliği (min. 5m)

Hesapla

Şekil 6.3 Kullanıcı arayüzü

6.1.4 Sonuçların Limit Değerler İle Karşılaştırılması Yorumlanması:

Bu bölümde sonuçlar Şekil 6.4'de görüldüğü gibi kullanıcıya geri döndürülmektedir. Limit değer aşılıp aşılmadı sistem tarafından kontrol edilmekte ve değer aşımı mevcut ise iki değer arasındaki fark kullanıcıya gösterilmektedir.

Hesaplanan Gürültü Düzeyi (Leq) dB	Sınır Gürültü Düzeyi	FARK	DURUM
69	65	4	Gürültü değeriniz sınır değer üzerindedir!

Şekil 6.4 Sonuç ekranı

Kişilerin maruz kaldıkları gürültü düzeylerinin ne kadar olduğunu ve bu miktarların kendilerine ne ölçüde zarar verebileceğini öğrenebilmesi için sonuçların alt kısmında Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan ÇGDYY belirtilen karayolu sınır değerleri verilmektedir. (Şekil 6.5)

ÇEVRE GÜRÜLTÜSÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YÖNETİMİ YÖNETMELİ GÖRE SINIR DEĞERLER

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği ise Avrupa Birliği adaylık sürecine paralel olarak Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 2002/49/EC sayılı Gürültü Yönetimi hakkındaki Direktifi ile oluşturulmuştur. Bu yönetmeliğin özellikle 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 12. Bölümleri söz konusu direktife uygun olarak hazırlanmıştır. Bu yönetmelik 2011 yılında güncellenmiş olup, gürültüye karşı alınacak tedbirler yönetmeliğin esasını oluşturmaktadır. Söz konusu yönetmelik ile karayolu, demiryolu ve havaalanları ile ilgili gürültü standartları düzenlenmiş olup, karayolu için olan sınır değerler aşağıda verilmiştir.

Kara Yolu Çevre Gürültü Sınır Değerleri

Alanlar	Planlanan/Yenilenmiş/Onarılmış yollar			Mevcut yollar		
	L _{gündüz} (dBA)	L _{akşam} (dBA)	L _{gece} (dBA)	L _{gündüz} (dBA)	L _{akşam} (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

Şekil 6.5 Karayolu limit değerler çıktısı

Ayrıca gürültünün insan sağlığına olumsuz etkisi ve zararları hakkında kısa bilgiler verilmektedir. (Şekil 6.6)

SONUÇ

www.samsungurultu.com/trafik/hesap.php

GÜRÜLTÜNÜN İNSAN ÜZERİNDE OLUMSUZ ETKİLERİ

1. Fiziksel Etkisi:

Gürültü düzeyi belirli bir sınırdan sonra insan sağlığını fiziksel olarak etkilemeye başlamaktadır. Bu etkiler geçici ve kalıcı olarak iki şekilde değerlendirilmektedir.

Gürültünün insan üzerindeki etkilerinin 55–60 Leq düzeyinde oluşmaya başladığını 65 Leq düzeyinden sonra sağlık sorunları ve davranış bozukluklarının meydana geldiği belirtilmektedir.

Gürültü nedeniyle meydana gelen fiziksel sorunlara örnek olarak kardiyovasküler, gastrointestinal ve ruhsal bozukluklar, çocukların gelişimleri ve okul başarıları, gürültü ortamında çalışan annelerin bebeklerinin kilolarının azalması gibi farklı örnekler bildirilmektedir. Kuşkusuz gürültünün en önemli etkilerinden biri de kalıcı işitme kaybıdır. Zira işitme kaybının tedavisi yoktur. Özellikle, kişilerin uçuş vb. şeklinde tarif ettikleri belirtiler işitme kaybı öncesindeki belirtilerdir.

2. Fizyolojik Etkisi:

Fizyolojik etkiler, ani veya sürekli gürültü nedeniyle insan vücudundaki oluşan tepkiler olarak sınıflandırılır. Bu kapsamda, gürültü nedeniyle meydana gelen ses dalgalarının insan kulağındaki işitme hücrelerine fiziksel olarak doğrudan etkilerden ayrılır. İnsan vücudunun gürültüye tepkisi, anlık veya uzun süreli ya da bilinçli veya bilinçsiz şekilde olabilir. Gürültünün kanıtlanmış fizyolojik etkilerini aşağıdaki şekilde sıralamaktadır:

- Yüksek kan basıncı (hipertansiyon)
- Yüksek kalp atışı
- Kolesterol artışı
- Adrenalin yükselmesi
- Solunum huzlanması
- Adale gerilmeleri
- İrkişmeler (refleks)
- Metabolizma değişimi
- Sindirim sistemi düzensizliği
- Yorgunluk
- Uyku bozuklukları

3. Psikolojik Etkisi:

Gürültü kaynaklı psikolojik etkiler temel olarak gürültünün yarattığı stres ve asabiyete bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Gürültünün psikolojik etki kişilere göre değişmektedir. Aynı iş ortamında çalışan ve aynı gürültü düzeyine maruz kalan insanlardaki psikolojik etkisi farklı olabilmektedir. Bu etkiler gerginlik, asabiyet, isteksizlik gibi gözlenebilen etkiler olabileceği gibi fark edilebileceği gibi fark edilmeyen ve diğer etkenlerden kaynaklanan stres vb. ile birleşince kendinin gösteren etkiler de olabilir.

Gürültüye bağlı psikolojik etkilerin kişilere göre değiştiğini göz önünde bulundurarak belirli seviyenin üzerindeki gürültünün bazı davranış bozukluklarına neden olduğu bilinmektedir. Bu davranış bozuklukları;

- Rahatsızlık; aşırı tepkilere ve davranışlara dönüşen rahatsızlık (ani parlamalar, öfkeye hüküm olamama, kendini kaybetme, şiddete yönelme gibi)
- Kızgınlık ve öfkenin içe yöneltilmesi (kendini suçlama ve aşırı sessizlik gibi)
- Kızgınlık ve öfkenin dışa vurumu (tartışmacı ve karamsar olma durumu)
- Sakinleştirici kullanımı
- Hoşgörünün azalması
- Yardım isteğinin azalması şeklinde vermektedir.

4. Performans Üzerindeki Etkisi:

Gürültü karşılıklı konuşmayı, söyleneni doğru anlamayı etkilediğinden öğretim kurumları, iş yaşamı gibi karşılıklı konuşma ve anlatılan doğru anlamının önemli olduğu durumlarda performansı etkilemektedir. Bu durum en çarpıcı olarak öğrenciler için okul başarısına, çalışanlar için ise iş verimine yansımaktadır. Benzer şekilde hata yapmanın çok önemli olduğu üretim birimlerinde gürültü nedeniyle hatalar artabilmektedir. Benzer şekilde sürekli gürültünün yaratacağı stres, zihinsel yorgunluk da iş ilişkilerini ve dolayısıyla iş verimini düşürebilir. Gürültünün iş verimliliği ve performansına etki etmesinin nedeni temel olarak gürültü nedeniyle oluşan konsantrasyon kaybı, stres, yorgunluk şeklinde değerlendirilebilir. Bu nedenlere bağlı olarak oluşan performans kayıpları şu şekilde verilmektedir:

- Okuma ve anlamın etkilenmesi
- Konuşma ve girişim
- Dinlenme, çalışma vs. gibi eylemler ile girişim
- İş performansının ve veriminin etkilenmesi
- İrkişmeler nedeniyle iş aksaması
- Zihinsel odaklanma (konsantrasyon) bozukluğu

İş hızının ve kalitesinin etkilenmesi

[Bu çalışma Erdem Emin MARAŞ tarafından doktora tezi için hazırlanmıştır. Sistem, Çevre ve Orman Bakanlığının Türkiye için kabul ettiği NMPB kararolu gürültüsü hesaplama yöntemini kullanmaktadır. Uzmanlık gerektirmemesi, anlaşılır ve basit kullanılabilmesi amacıyla hesaplamada yöntemin meteorolojik faktörlerden kaynaklanan artırıcı ve azaltıcı uzun süreli etkisi kullanılmamıştır.](#)

[Daha Hassas çalışmalar, detaylı ölçüm, hesaplamalar ve bilgi için emaras@omu.edu.tr adresinden ulaşabilirsiniz.](#)

Şekil 6.6 Sonuç ekranında gürültünün sağlık etkileri hakkında bilgilendirme

SAMSUN İLİ STRATEJİK TRAFİK GÜRÜLTÜ HARİTASI

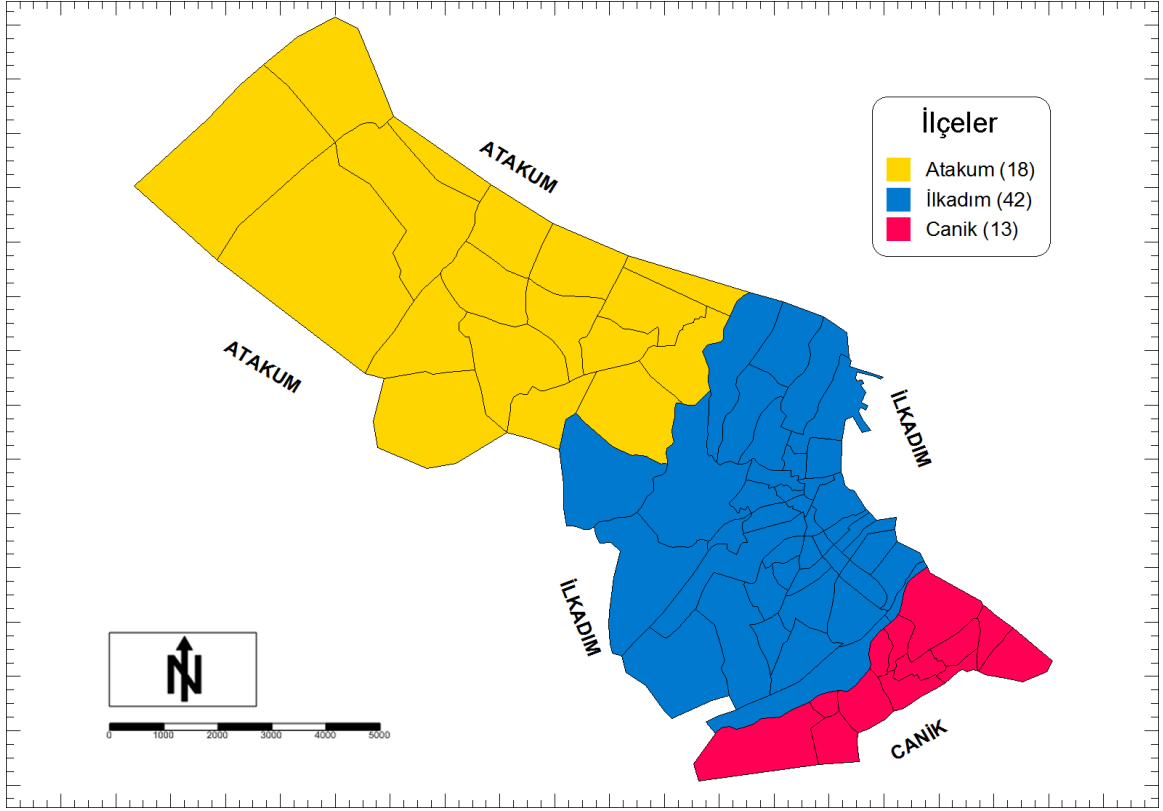
7.1 Bölgenin Tanımı ve Harita Verileri

Samsun ili Türkiye'nin ve Anadolu yarımadasının ortasında ve Kuzey'de Karadeniz kıyısında kurulmuş bir şehirdir. Karadeniz bölgesinde bulunan şehir bölgenin en yüksek nüfusa sahip ili olup büyükşehir kimliğine sahiptir. 2010 nüfus verilerine göre nüfusu 1252693 kişidir. İl nüfusunun 816576'sı şehirlerde 436117'si belde ve köylerde yaşamaktadır. Türkiye'nin en çok nüfusu sahip olan 15. ilidir. [89]

7.1.1 Demografi

Şehir merkezinde yerleşim, kıyıya paralel Kuzeybatı-Güneydoğu doğrultusunda yerleşmiştir.

Gürültü Haritasının hazırlandığı alan Şekil 7.1'de gösterilen Atakum, Canik ve İlkadım ilçelerinden oluşan ve Samsun il merkezini de kapsayan nüfus bakımından en yoğun bölgedir. WG-AEN [39] nüfus yoğunluğunun kilometrekareye 1000 kişiden fazla olan bölgeler için haritalama yapılmasının önemine dikkat çekmiştir. Seçilen bölgedeki yerleşim birimlerinde nüfus yoğunluğu genellikle bu rakamın üzerine çıkmaktadır. İlçedeki semtlerin nüfusları, yüzölçümleri ve nüfus yoğunlukları Çizelge 7.1, Çizelge 7.2 ve Çizelge 7.3'de verilmiştir. Nüfus yoğunluğu açısından en kalabalık ilçe İlkadım en düşük ise Atakum olarak görülmektedir.



Şekil 7.1 Haritalanan bölgedeki ilçeler ve mahalle sınırları

Çizelge 7.1 Atakum ilçesi mahalle nüfus ve alan bilgileri

Mahalle	Mahalle Nüfusu	Yüzölçüm (km ²)	Nüfus Yoğunluğu (1/km ²)
Alanlı	752	8.12	93
Balaç	747	2.30	324
Beypınar	590	1.18	498
Büyükkolpınar	923	2.27	407
Büyükoyumca	3448	6.02	573
Cumhuriyet	24579	1.54	16011
Çobanlı	326	2.11	155
Çobanözü	318	3.14	101
Denizevleri	3563	0.83	4268
Esenevler	13102	1.50	8729
Güzelyalı	2036	0.84	2413
İstiklal	2518	1.53	1641
Körfez	5646	2.95	1912
Küçükkolpınar	1239	0.94	1318
Mevlana	5950	1.27	4676
Mimarsinan	17170	1.61	10698
Yenimahalle	9781	3.69	2649

Yeşildere	437	1.43	305
18 Mahalle	93125 kişi	43.29 km²	2151 kişi/km²

Çizelge 7.2 Canik ilçesi mahalle nüfus ve alan bilgileri

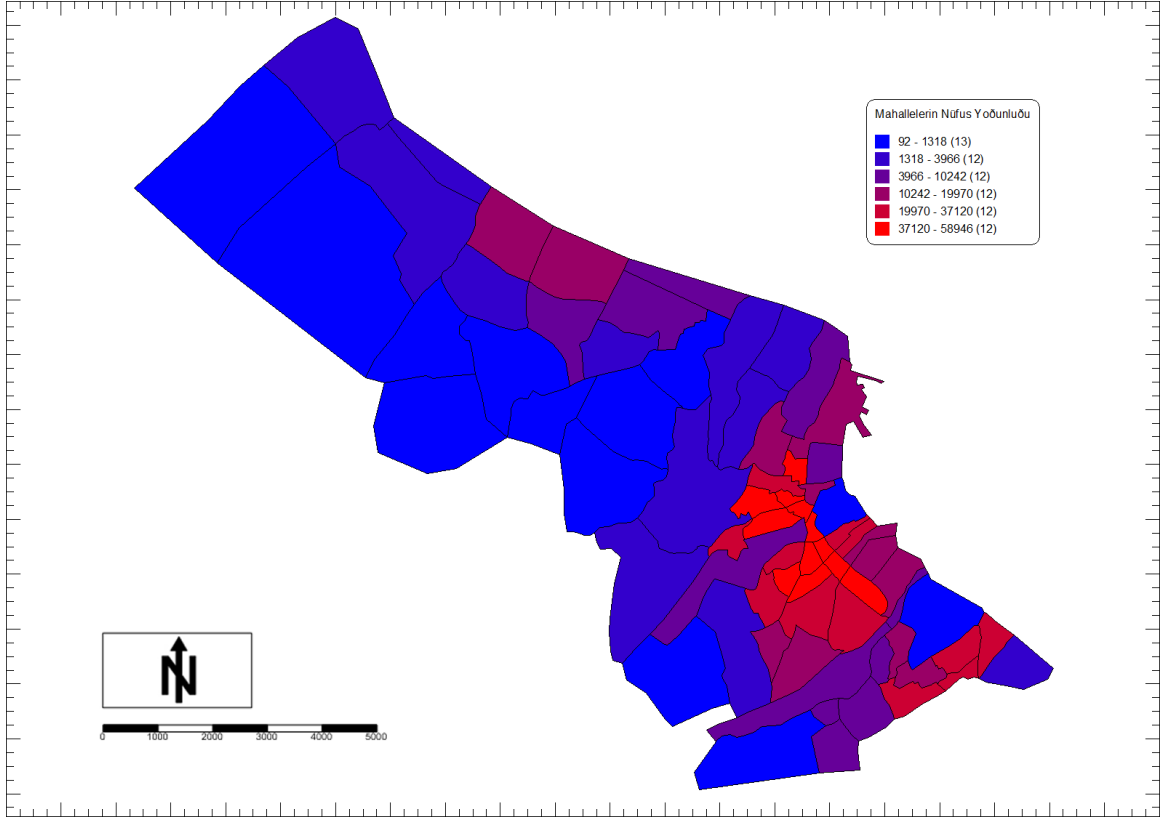
Mahalle	Mahalle Nüfusu	Yüzölçüm (km ²)	Nüfus Yoğunluğu (1/km ²)
Belediye Evleri	8324	0.37	22241
Gazi	5271	0.31	17186
Gaziköy	645	2.02	319
Gaziosmanpaşa	15743	0.45	34978
Hacı İsmail	2502	0.63	3994
İkiyüzevler	1144	0.18	6401
Karşıyaka	14416	0.42	34445
Soğuksu	5489	0.33	16683
Toptepe	1899	0.75	2542
Uludağ	4680	0.17	28074
Yavuz Selim	3796	0.72	5274
Yenimahalle	1685	1.44	1174
Yeşilova	1063	0.27	3967
13 Mahalle	66657 kişi	8.04 km²	8290 kişi/km²

Çizelge 7.3 İlkadım ilçesi mahalle nüfus ve alan bilgileri

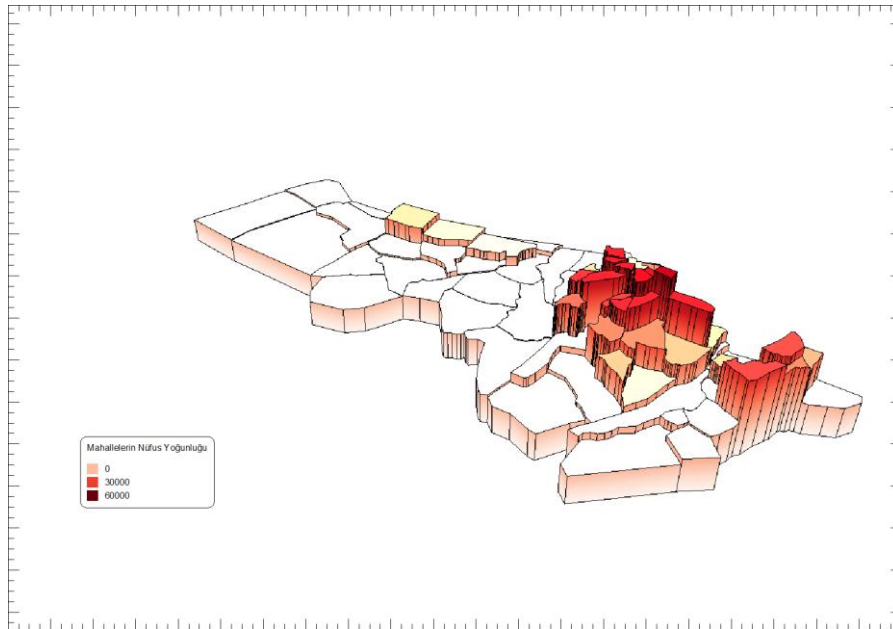
Mahalle	Mahalle Nüfusu	Yüzölçüm (km ²)	Nüfus Yoğunluğu (1/km ²)
19 Mayıs	3559	0.17	21064
Adalet	15854	0.79	19971
Anadolu	8053	0.27	30362
Bahçelievler	15443	0.34	45060
Baruthane	1994	1.13	1766
Cedit	9635	1.20	8014
Çatalarmut	6467	3.04	2126
Çay	914	0.15	6187
Çiftlik	7989	0.14	58946
Derebahçe	8303	1.56	5318
Derecik	2044	2.47	829
Fatih	7658	0.19	39584

Fevzi Çakmak	19597	0.73	26850
Hançerli	4424	0.43	10230
Hastane	12641	0.34	37121
Hürriyet	4796	0.09	53562
İlyasköy	12551	0.45	27986
İstasyon	6403	0.40	16126
Kadıköy	11376	1.53	7449
Kadifekale	11824	0.69	17190
Kale	647	0.58	1113
Kalkancı	2966	1.78	1666
Karadeniz	3118	0.19	16121
Karasamsun	2426	1.06	2282
Kazım Karabekir	8768	0.86	10242
Kılıçdede	7912	0.55	14462
Kıran	4366	2.65	1645
Kışla	5243	1.87	2796
Kökçüoğlu	6369	0.30	21506
Liman	11841	1.10	10730
Pazar	2261	0.13	16849
Rasathane	9478	0.17	54399
Reşadiye	8453	0.24	35736
Saitbey	5052	0.11	47227
Selahiye	8579	0.19	45832
Tepecik	530	2.36	225
Ulugazi	4818	0.10	46023
Unkapanı	4802	0.10	48630
Yaşardoğu	7634	0.38	19926
Yenidoğan	10054	0.23	43921
Zafer	3946	0.18	21783
Zeytinlik	14050	0.33	42940
42 Mahalle	304838 kişi	31.58 km²	9654 kişi/km²

Şekil 7.2 ve Şekil 7.3 mahallelerdeki nüfus bilgilerine göre bölgeni nüfus yoğunluğunu göstermektedir. En parlak renk ile ifade edilen İlkadım ilçesinin merkezi en yoğun nüfusun bulunduğu bölgedir.

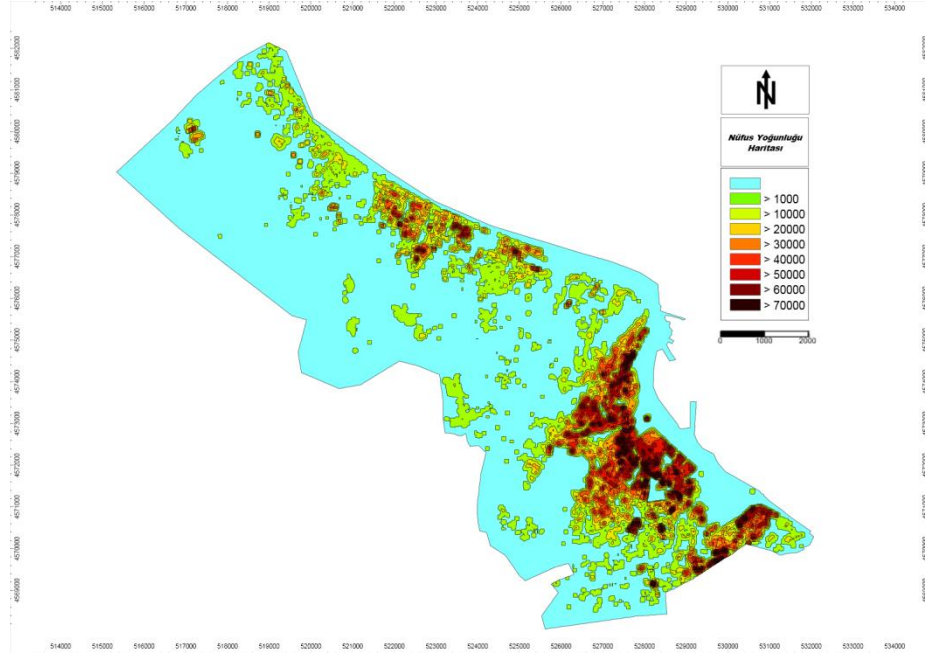


Şekil 7.2 Bölge mahallelerinin nüfus yoğunluğu



Şekil 7.3 Mahalle nüfus yoğunluğu 3B grafiği

Nüfus yoğunluğu, özellikle nüfusun binalara atanmasından sonra elde edilmiştir. Bunun için mahalle nüfuslarından tüm konut binalarına hacimleri doğrultusunda nüfus dağıtılmıştır. Bunun sonucu olarak Şekil 7.4’de gösterilen harita oluşturulmuştur.

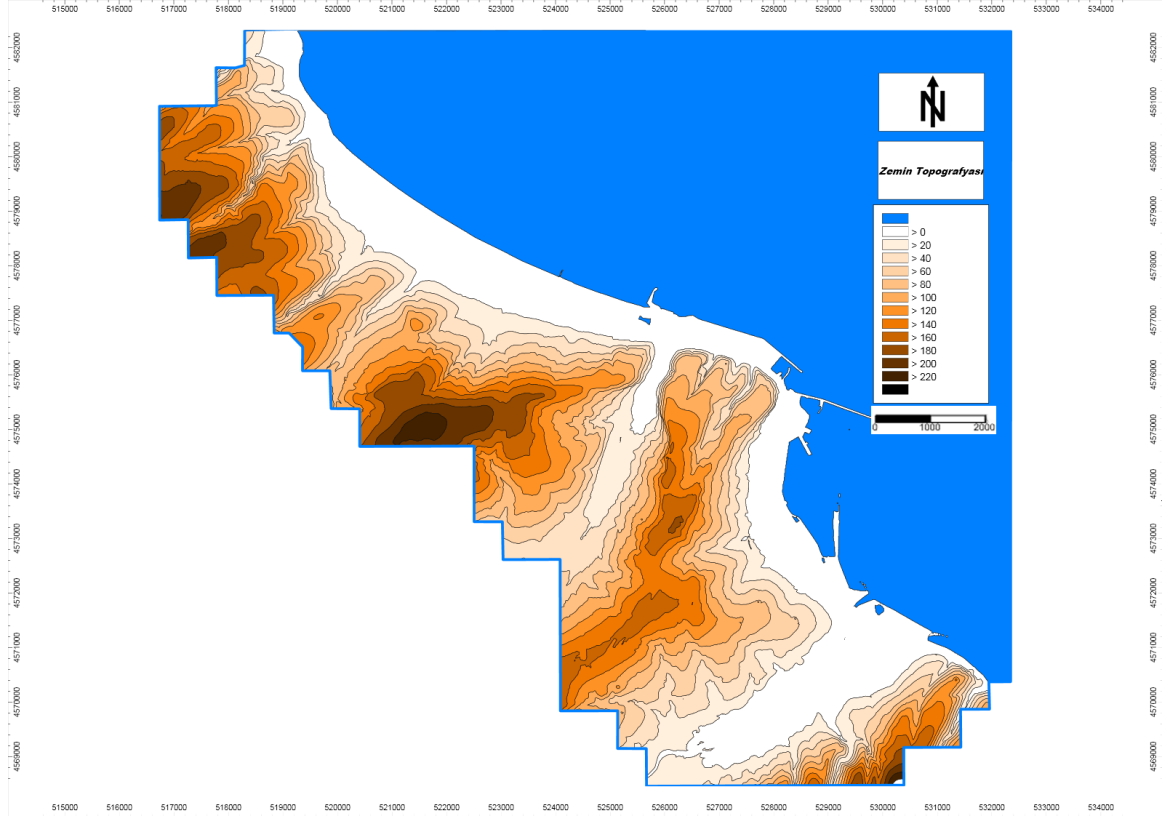


Şekil 7.4 Bina sakin sayılarından elde edilen nüfus yoğunluğu haritası

7.1.2 Topografya

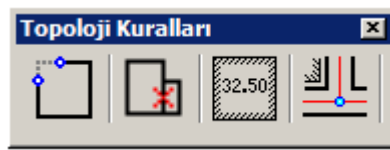
Bölge için topografik veriler, imar uygulamaları amacıyla yerel kurum ve kuruluşlarınca 2008 yılından itibaren kullanılmakta olan 1/1000 ölçekli veri setlerinden elde edilmiştir. Elde edilen sayısal haritalarda bazı bölgeler eş yükseklik eğrileri, bazı bölgeler ise yükseklik noktaları ile tanımlanmıştır. Konut yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde daha çok yükseklik noktası kullanılmıştır. Bir kısım bölgelerde ise yol dış şeritlerinin yükseklikleri elde edilmiştir. Ancak yükseklik verilerinde çelişkiler ve hatalar olduğu görülmüş birçok noktada Topcon GRS1 GPS aleti ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçülen bölgelerde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Düzenlenen veriler arasında kıyı hattı, nehir yatakları, alt geçitler, kesmeler bulunmaktadır. Haritalandırılacak bölge sahilde 500m ile 1 km arasında düşük yükseklik göstermektedir. Bölgenin güneydoğu doğrultusunda engebe ve yükseklik ani olarak artmaktadır. Yükseklikler sadece Mert Irmağının denize döküldüğü ve İlkadım ile Canik ilçelerinin sınırını oluşturan bölgede ani değişiklikler olmadan yaklaşık deniz seviyesinde devam etmektedir. Sayısal haritalarda üst ve alt geçitler için yükseklik verileri sadece en yüksek noktada verilmiştir. Özellikle gürültüyü etkileyecek büyüklüklerdeki yapılar için yerine gidilmiş, ölçümler yapılmış, köprü veya yükseltmiş yol uygulaması haritalara işlenerek yolların düzgün modellenmesi sağlanmıştır.

Gürültünün hesaplanacağı bölgede tüm yükseklik verileri kullanılarak yükseklik modeli oluşturulmuştur. Bölge içerisinde yükseklikler 0-240m arasında değişmektedir. Şekil 7.5’de bölgenin 20m’lik kontur aralıklarıyla hazırlanmış topografik şekli gösterilmektedir.



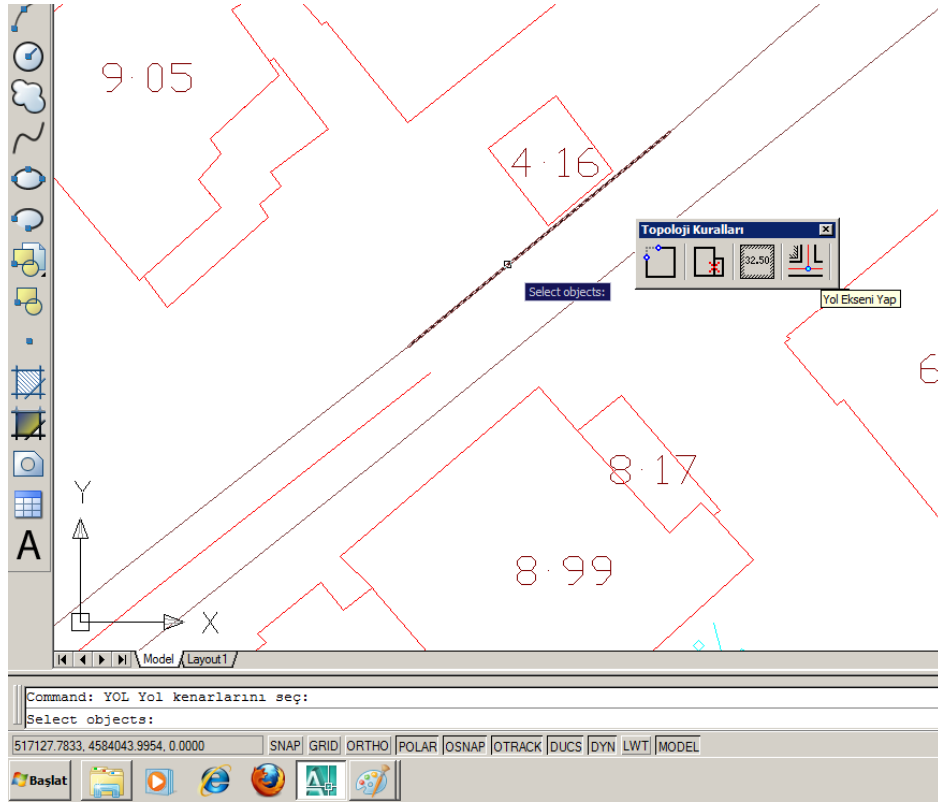
Şekil 7.5 Bölgenin 20 m eş yükseklik eğrileri ile topografik haritası

Hazırlanan sayısal haritalara ayrıca topoloji kuralları da uygulanmıştır. Topoloji kuralları için AutoCAD LISP dilinde yazılım geliştirmiştir. Yol eksenini belirleme ve üç adet topoloji kuralı kontrolü yapan “Topoloji Kuralları” araç çubuğu ve ilgili araçlar oluşturulmuş, topolojik kural tanımlamaları yapılmıştır. Hazırlanan araç çubuğu Şekil 7.6’de verilmiştir.



Şekil 7.6 Topoloji kuralları araç çubuğu

Gürültü haritası CadnaA yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. CadnaA CBS tabanlı bir program olup birçok veri tabakası programdaki veri tabakasıyla eşleşmektedir. Sayısal haritalarda yollar parsel, ada, yapay ve doğal sınırlar arasında kalan alanlar olarak görünmektedir. Buna karşın CadnaA yazılımı, yolları, eksenleri ile tanımaktadır. Hazırlanan yazılımdaki yol eksenini, yap aracı yardımıyla tüm yolların eksenleri oluşturulmuştur (Şekil 7.7). Yol eksenlerinin kesişim ve birleşimleri düzenlenmiştir.



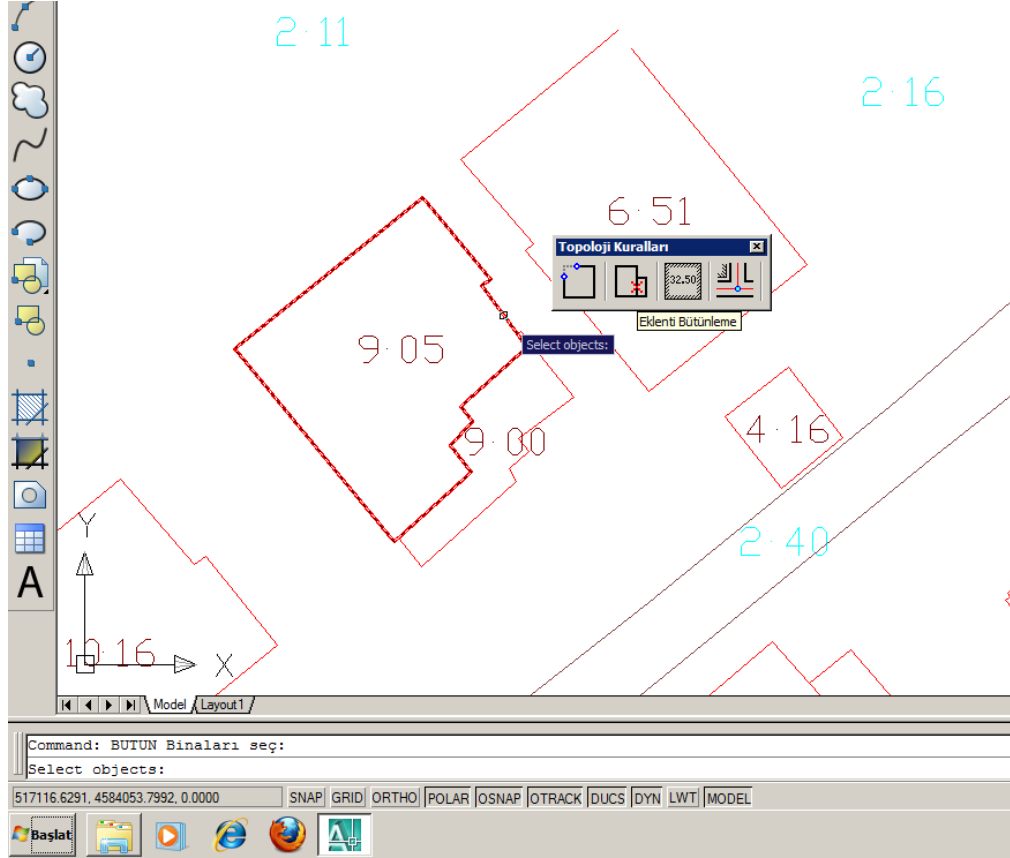
Şekil 7.7 Yol eksenini oluşturma uygulaması

7.1.3 Bina Verileri

Çeşitli kurum ve kuruluşlardan elde edilen hâlihazır haritalarda çeşitli eksiklikler gözlemlenmiştir. Bu eksikliklerden en önemlisi kütle yapısının oluşturulabilmesi için binaların kapalı poligon oluşturmamalarıdır. Kapalı poligon oluşturmayan birçok binanın bu problemi hazırlanan topoloji kuralları yazılımı ile giderilmiştir.

Hazırlanan sayısal haritalar ile mevcut durum arasında farklılıklar gözlenmiştir. Bazı değişiklikler güncel uydu fotoğrafları da incelenerek düzeltilmiştir. Gürültü

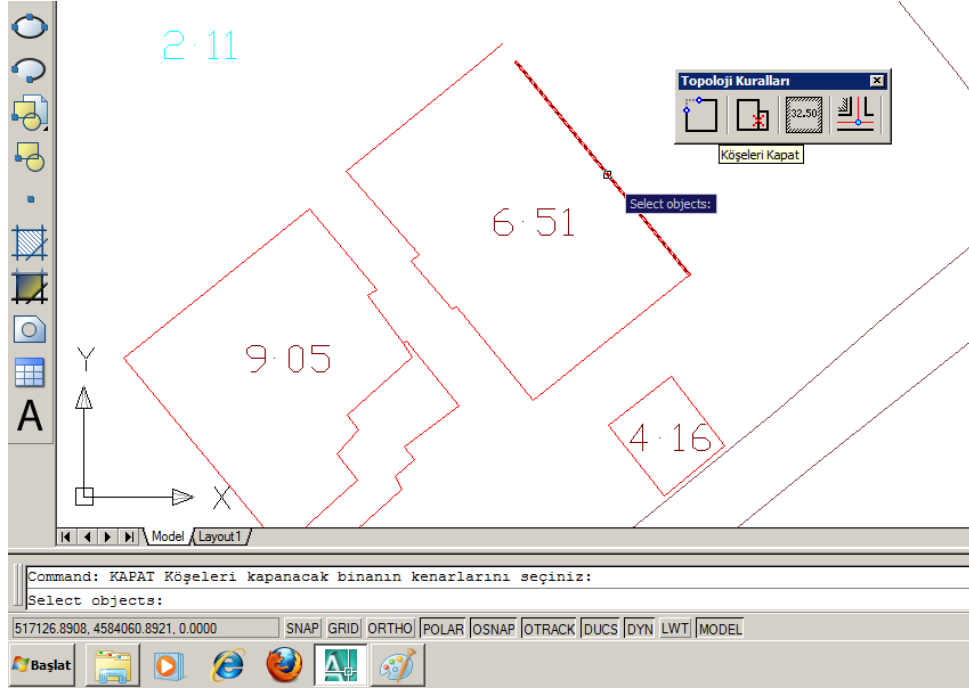
haritalarında nüfus hesaplamasının düzgün yapılabilmesi ve binaların kütle haline getirilebilmesi için birkaç parça halinde bulunan yapılar düzenlenerek tek parçada bütünleştirilmiştir. Bütünleştirme işlemi hazırlanan yazılımdaki eklenti bütünleme aracı yardımıyla yapılmıştır. Birkaç parçadan oluşan tüm yapılar Şekil 7.8'de gösterildiği şekilde tek yapı haline getirilmiştir.



Şekil 7.8 Parçalı durumdaki binaları bir bütün haline getirme uygulaması

Konut ve konut olmayan binalar işaretlenerek nüfusun sadece konut binalarına atanması sağlanmıştır.

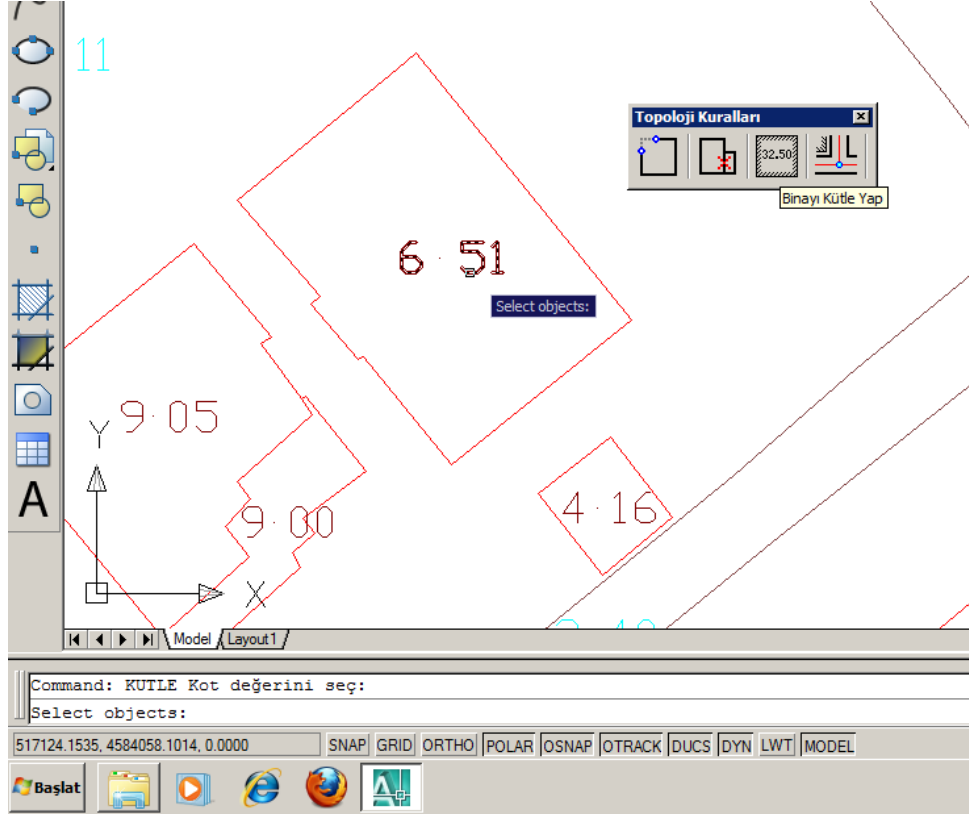
Sayısal haritalarda ayrıca bazı binaların kapalı poligon oluşturmadığı veya birbiriyle kesişen poligon çizgileri gözlemlenmiştir. Kütle yapısının oluşturulabilmesi için binaların kapalı poligon oluşturmaları gereklidir. Kapalı poligon oluşturmayan yapılar, hazırlanan yazılımdaki köşeleri kapat aracı yardımıyla yapılmıştır (Şekil 7.9).



Şekil 7.9 Binalarda açık kalan köşeleri kapatma uygulaması

Sayısal haritalarda binalar için yanlış yükseklik verileri görülmüş; bunlar da tek tek incelenerek çevredeki binaların ortalama yükseklikleri arazide gezilerek güncellenmiştir.

Sayısal haritalarda yükseklik verileri ve binayı oluşturan köşe noktalarının kot değerleri ile yapıların taban kotu belirlenmiştir. Haritalarda binalar iki boyutlu olup tavan kot değerleri bina üzerlerinde yazmaktadır. Binaları üç boyutlu yapabilmek için yükseklik verilmesi gerekmektedir. Yapıları kütle haline getirmek için hazırlanan yazılımdaki binayı kütle yap aracı kullanılmaktadır. Araç bina tavan kotunu okumakta ve yapıyı otomatik olarak kütle haline getirmektedir (Şekil 7.10).



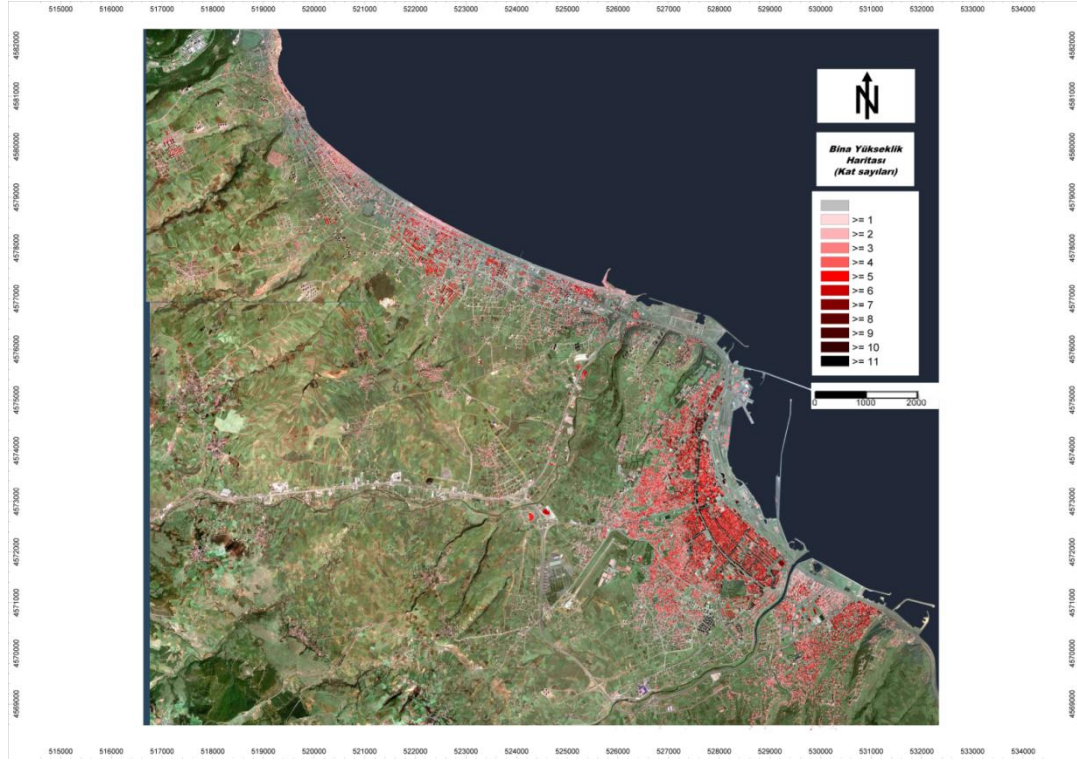
Şekil 7.10 Bina tavan kotu okuma uygulaması

Çalışmalarının sonucunda bölgenin 3 boyutlu modeli tamamlanmış ve bina ile topografya verilerinin girilmesi sonucunda harita hesaplamasına uygun Şekil 7.11'de görülebilecek bir tasarım elde edilmiştir.



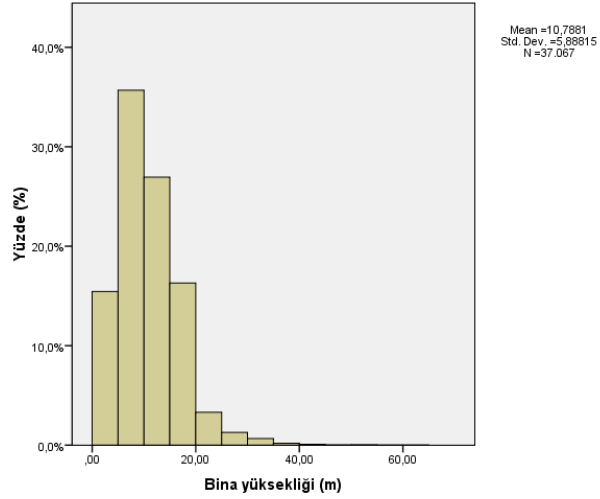
Şekil 7.11 Modellenen bölgenin İlkadım ilçesinden kuzeybatı yönüne doğru olan kesiminin 3 boyutlu görünümü

Bu çalışmalar sonucunda önceki haritalarda 56000 adet olan bina sayısı 37000'e kadar inmiştir. Bu sayede Şekil 7.12'de gösterilen bina katlarına göre binaların engel etkisi hesaplanır hale gelmiştir. Bu çalışma hem hesaplama süresinin kılmasına hem de daha düzgün sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. CBS için gerekli olan veri düzenlemesi yaklaşık 5 aylık bir süreç almıştır.



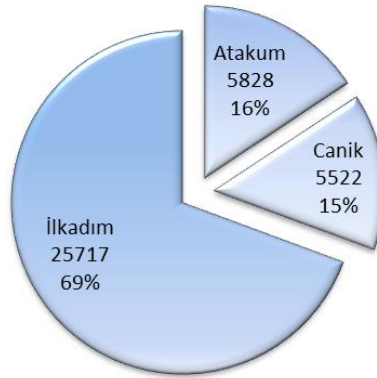
Şekil 7.12 Bölgede bulunan binaların kat sayılarını gösteren harita

Bölgedeki binaların yükseklikleri 3 metre ile 65 metre arasında değişmektedir. Şekil 7.13'de bina yükseklikleri için histogram verisi belirtilmiştir. Bu histogramdan da görüleceği üzere binaların büyük bölümü 5-10 metre aralığında yüksekliğe sahiptir.

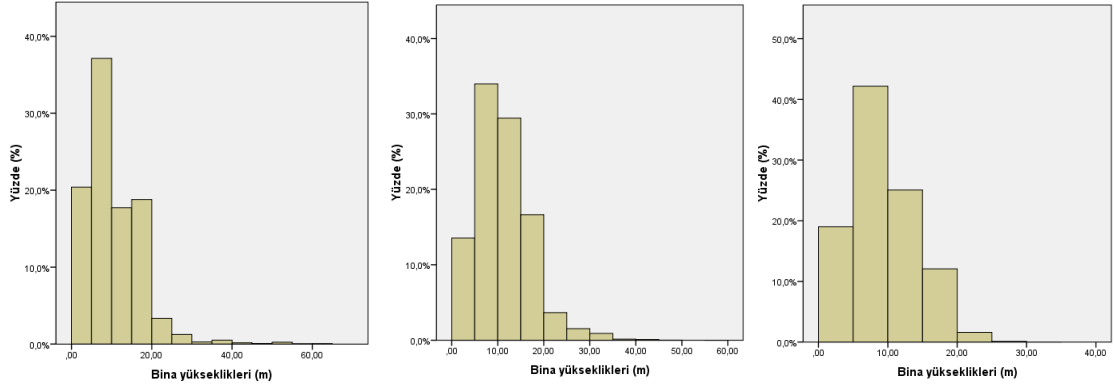


Şekil 7.13 Bina yükseklikleri histogramı

Binaların ilçelere göre dağılımı Şekil 7.14’de verilmiştir. Buna göre binaların önemli bir bölümü İlkadım ilçesinde yer almaktadır. Yapılaşma açısından İlkadım aynı zamanda daha yüksek binaları barındırmaktadır. Canik ve İlkadım’da bina yükseklikleri benzer dağılım göstermekle birlikte Atakum’da yeni yapılan yüksek katlı siteler nedeniyle dağılımın farklı olduğu görülmüştür. İlçeler için bina yükseklik histogramları Şekil 7.15’de verilmiştir.



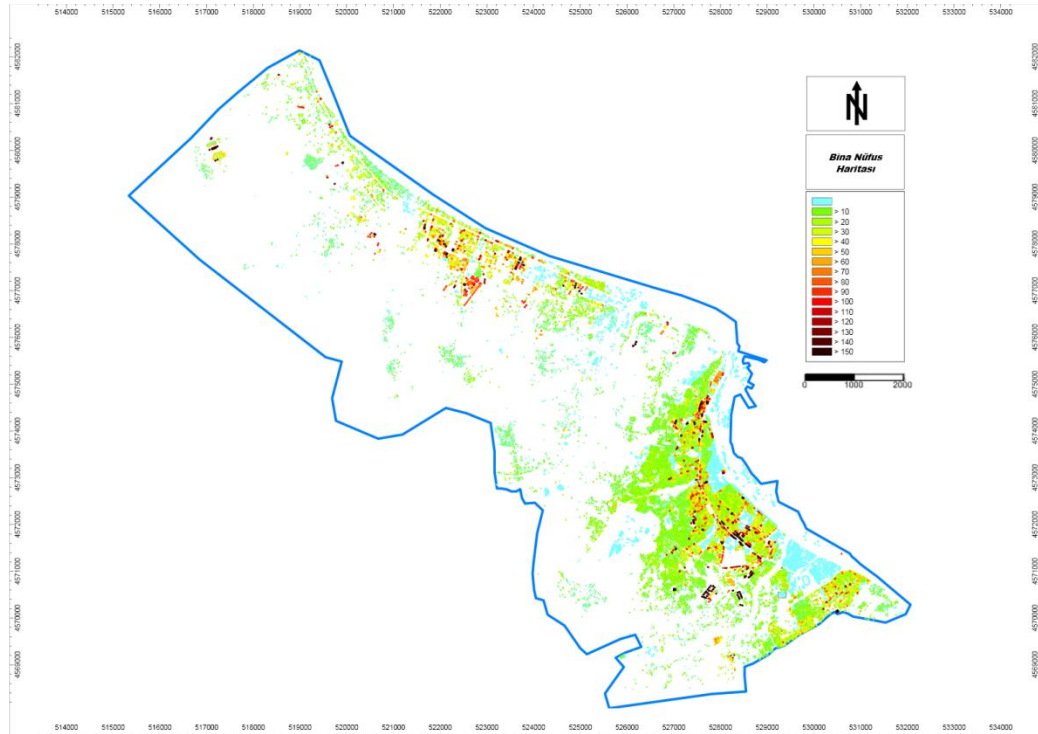
Şekil 7.14 Bölgedeki binaların ilçelere göre sayısı ve bina yüzdeleri



Şekil 7.15 Atakum, İlkadım ve Canik ilçelerindeki bina yükseklikleri histogramları

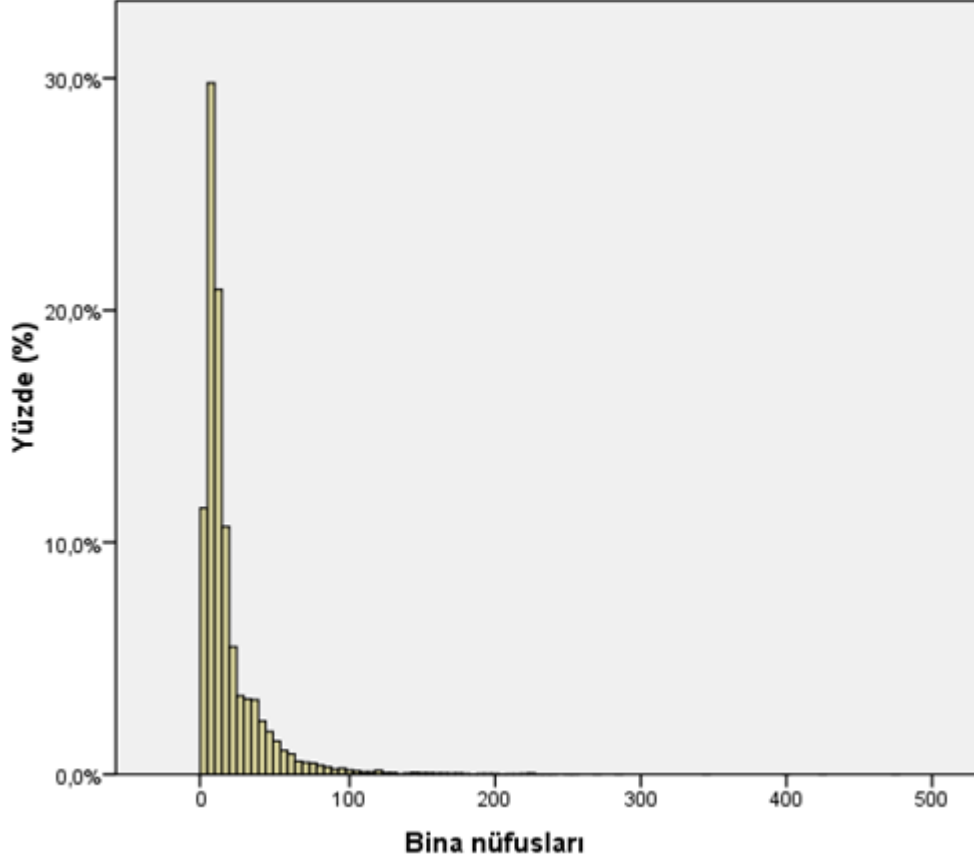
7.1.4 Bina Nüfus Verileri

7.1.1 ve 7.1.2'den elde edilen veriler kullanılarak binalara nüfus ataması yapılmıştır. Binaların nüfus yoğunluk değerlerinin gösterildiği harita Şekil 7.16'da verilmiştir. Açık mavi renk ile gösterilen binalar konut olmayan binaları göstermektedir. Yüksek nüfuslu binaların İlkadım ilçesinde 100. Yıl bulvarına yakın yerlerde olduğu, Atakum'da da bölgenin ortasında yüksek nüfus olduğu görülmektedir. Canik ilçesinde yüksek nüfuslu binalar bölgeye dağılmıştır. Bina sakin sayılarından elde edilen nüfus yoğunluğu haritası Şekil 7.4'de gösterilmiştir.



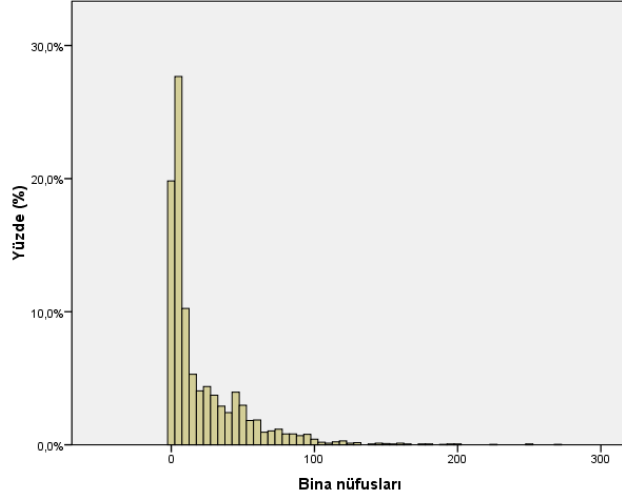
Şekil 7.16 Bina nüfus yoğunluk haritası

Şekil 7.17’de bölgedeki konut binalarına girilen nüfus sayıları görülmektedir. Bu histogram bölgedeki tüm konutları içerdiğinden çok küçük bina parçalarını da içermektedir. Bu alan olarak küçük veya alçak binalar düşük nüfus barındırmaktadır.



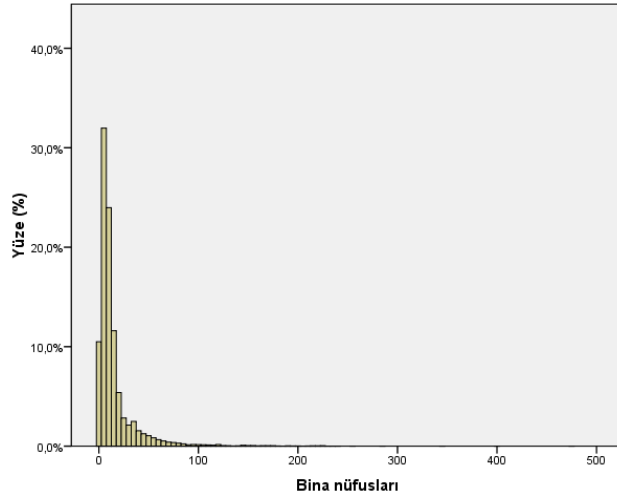
Şekil 7.17 Samsun ili bina nüfus histogramı

Atakum ilçesi nüfus yoğunluğu düşük olmakla beraber bölgede bina başına en fazla nüfusun olduğu ilçedir. Bu da daha önce belirtildiği üzere çok katlı binaların fazla olması nedeniyle ortaya çıkmıştır. Şekil 7.18’den görülebileceği gibi Atakum ilçesinde nüfus girilmemiş bina sayısı bölge ortalamasının üzerindedir. Bunun nedeni konut binalarının oranının daha düşük olmasıdır.



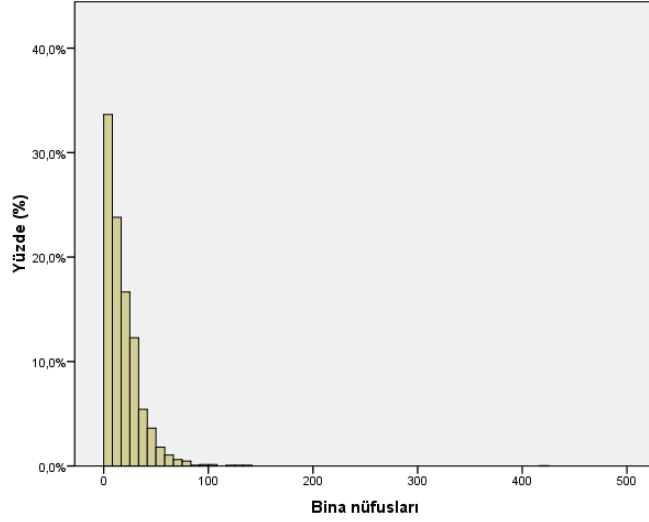
Şekil 7.18 Atakum ilçesi bina nüfus histogramı

İlkadım ilçesi nüfus yoğunluğu bakımından en yoğun ilçe olmasına rağmen bina başına nüfus sayısı diğer ilçelere göre düşüktür. Daha küçük binaların fazla olması nedeniyle ortaya çıkan bu sonuç Şekil 7.19’da gösterilmiştir.



Şekil 7.19 İlkadım ilçesi bina nüfus histogramı

Canik ilçesi nüfus yoğunluğu bakımından İlkadım’a yakın değerler göstermiştir. Ancak bölgede yoğunluk değişik bir dağılım göstermektedir. Nüfusun eşit dağıldığı ancak bazı binalarda yüksek nüfus olduğu görülmüştür. Bunun dışında bölgede çok düşük nüfuslu küçük binaların olduğu Şekil 7.20’de görülmektedir.



Şekil 7.20 Canik ilçesi bina nüfus histogramı

Nüfus verileri CBS sisteminden elde edilememiştir. Bu nedenle sonuçların belirli bir hata payı içerdiği gerçektir. İleride bu verilerin CBS sistemine otomatik girilmesi durumunda binalar ile eşleştirme yapılarak gerçek nüfus verilerinin kullanılması mümkün olabilecektir.

7.1.5 Trafik Verileri

Samsun iline dair yol merkez akslarının bulunduğu ve tüm yolları kapsayan bir yol haritası bulunamamıştır. Temin edilen sayısal haritalarda ancak yol kenarlarını gösteren kaldırım veya sınır çizgileri sağlanabilmiştir. Yolların harita yazılımına merkez aks çizgisi şeklinde girilmesi gerekmektedir. Yol aksları 7.1.2’de bahsedildiği gibi hazırlanan araçlar yardımı ile oluşturulmuştur. Böylelikle 6200 kadar yol ve yol parçacığı yazılıma girilmiş daha sonra bunların genişlikleri yine sınır çizgilerinden hesaplanarak CAD yazılımına aktarılmıştır. Bu işlem yaklaşık 6 aylık bir çalışmayı gerektirmiştir.

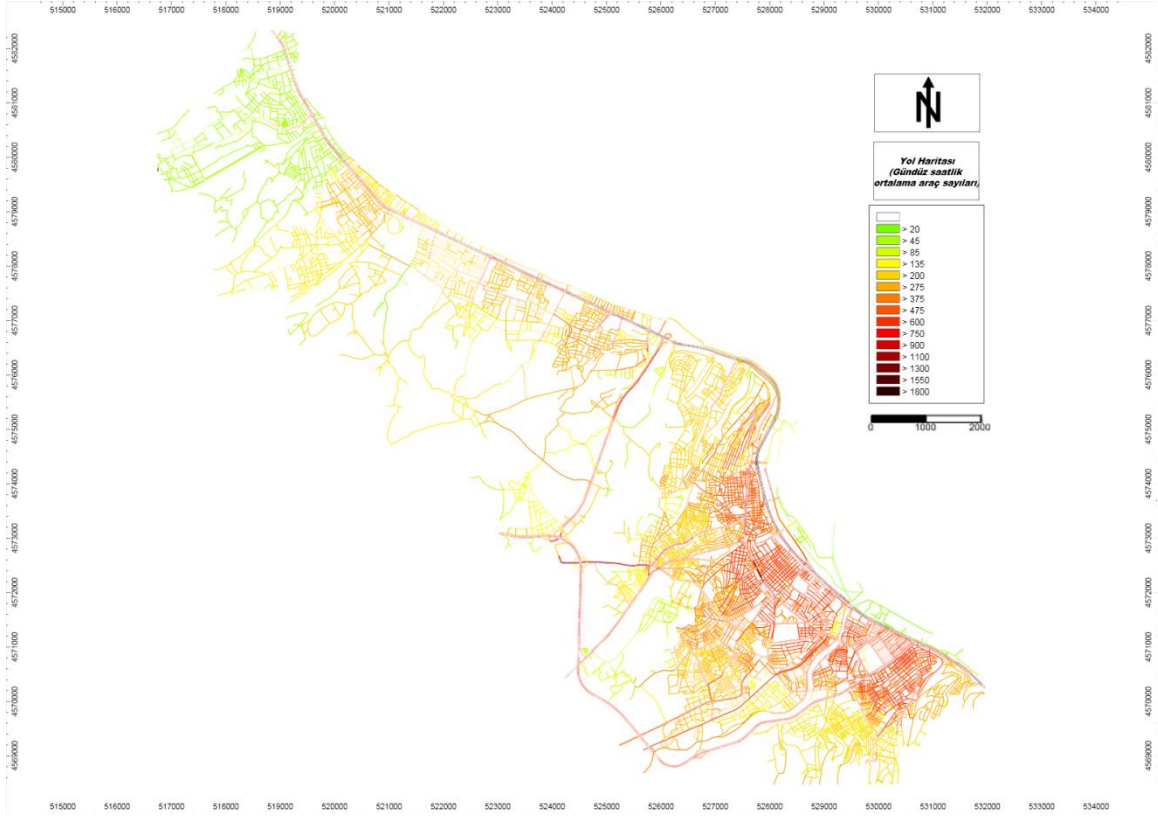
Hesaplama kullanılmak üzere yollardaki araç sayıları ve ağır araç yüzdeleri mevcut hiçbir kaynak olmadığı için periyodik olarak sayılmış ve toplamda yaklaşık 500 noktada onar dakikalık periyotlarda gündüz için iki ve akşam için bir kez olmak üzere trafik sayımları elde edilmiştir. Değerler saatlik değerlere dönüştürülmüş daha sonra da ortalamaları alınarak gündüz ve akşam saatleri için değerler elde edilmiştir. Gece için sayım yapılamadığından araç sayıları akşam periyodunun yarısı, ağır araç yüzdeleri ise

gündüz görülen değerler olarak kullanılmıştır. Bu yaklaşımın gece için hesaplanan gürültü düzeylerinin artı yönde 1-3 dB hata payı içereceği göz önüne alınmıştır.

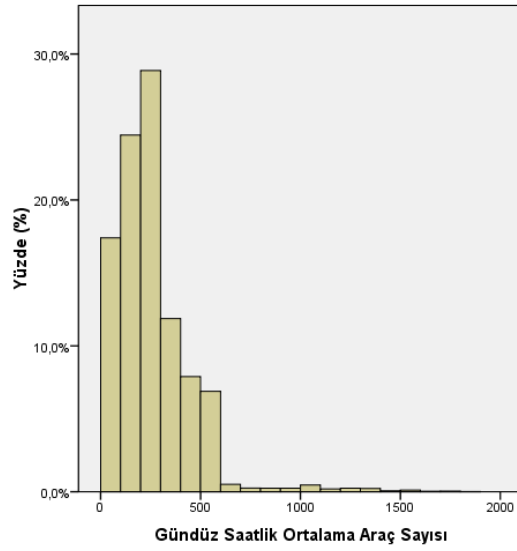
Bölgedeki her bir yol için trafik sayımı yapılmamıştır. Özellikle mahalle içlerine giren yollardaki trafik verileri bu nedenle bir yaklaşım uygulanarak hesaplanmıştır. Ana arterlerden elde edilen veriler yolların kesiştiği noktalarda diğer yollara dağıtılmış bunun yapılamadığı durumlarda bina yoğunluğunun azaldığı ve ana arterden uzak yollar için yakındaki sayılan yol değerinin 1/3'ü, yüksek yoğunlukta olan bölgeler için 2/3'ü oranında kabul edilmiştir. Gerçek değerlerin bundan daha az olduğu bunun da bu bölgelerdeki sonuçlara 0.5-2.5 dB arasında artırıcı bir unsur olduğu göz önüne alınmıştır. Sonuç olarak trafik yoğunluk haritası Şekil 7.21'deki gibi elde edilmiştir. Trafiğin en yoğun olduğu bölgenin İlkadım ilçesi olduğu görülmektedir. Şehirde ağır araç hareketlerinin D-010 karayolu ve Atatürk Bulvarı'nın Canik ilçesindeki kısmında yoğunlaştığı ve trafik hacminin en yüksek olduğu caddelerin Atatürk Bulvarı ve 100. Yıl Bulvarı olduğu ayrıca saptanmıştır.

Bölgenin tamamındaki yollar için ortalama araç sayıları gündüz için 250 araç/saat olarak hesaplanmıştır. Şekil 7.22'de araç sayılarının dağılımı görülmektedir. Atatürk Bulvarının belirli kesimlerinde bu rakam 1800 araç/saat'e çıkmaktadır.

Yol kaplamaları şehrin neredeyse tamamında asfalt zeminden oluşmaktadır. Ortalama trafik hızları geniş yollarda 80 km/h, merkez yollarda 60 km/h ve şehir içi yollarda 40 km/h olarak kullanılmıştır. Burada da değerlerin yüksek tutulması nedeniyle 0.5-1.5 dB arasında artırıcı bir etkisi oluşması göz önüne alınmıştır.



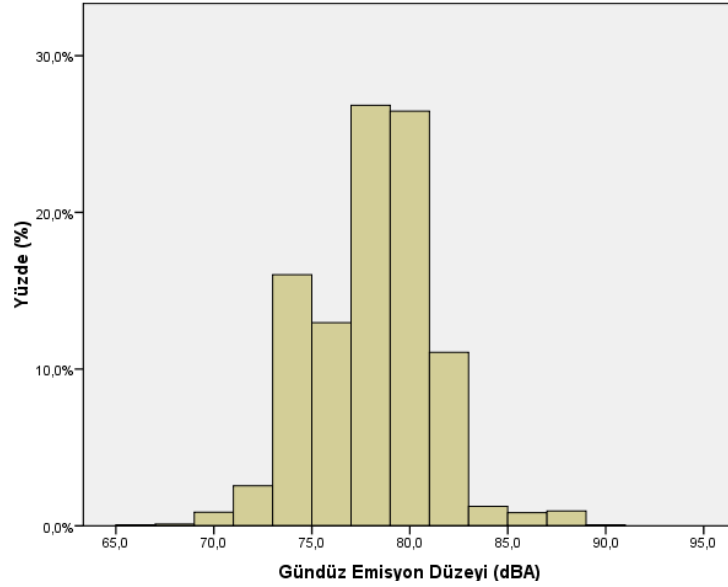
Şekil 7.21 Gündüz periyodu için ortalama saatlik trafik yoğunluk haritası



Şekil 7.22 Gündüz periyodu için bölgedeki yollarda saatlik araç sayıları

Yol eğimleri otomatik olarak gürültü haritası yazılımında hesaplanmıştır. Bazı noktalarda eğimler %30'lara ulaşmaktadır. Bu yollar genellikle kısa ve engebeli arazide olduğundan gürültüye etkisi fazla değildir ama şehir içinde yüksek eğime sahip yollar olduğu görülmektedir.

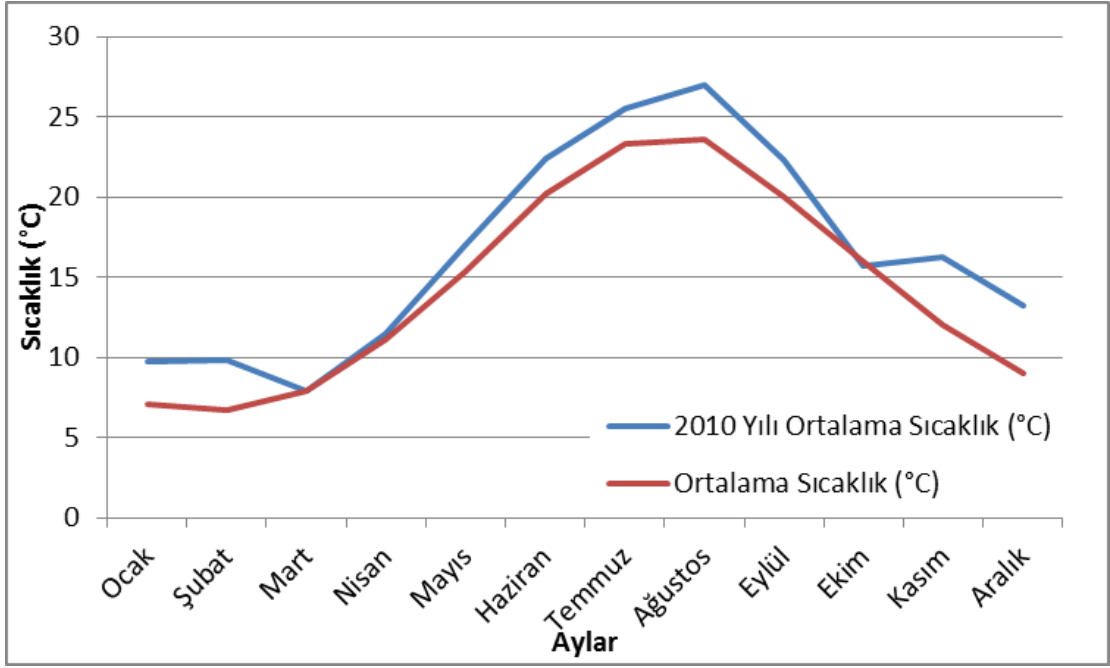
Şekil 7.23’de de tüm veriler yazılıma girildikten sonra elde edilen ve yolların gürültü yönünden etkisinin hesaplanmasında kullanılan değerlerin histogramı verilmiştir. Buradan da anlaşılacağı üzere yollardan kaynaklanan emisyon değerleri 67-91 dBA arasında değişmekte en yaygın görülen düzey ise 73-83 dBA aralığındadır.



Şekil 7.23 Gündüz periyodu için yolların gürültü emisyon değerleri

7.1.6 Meteorolojik Veriler

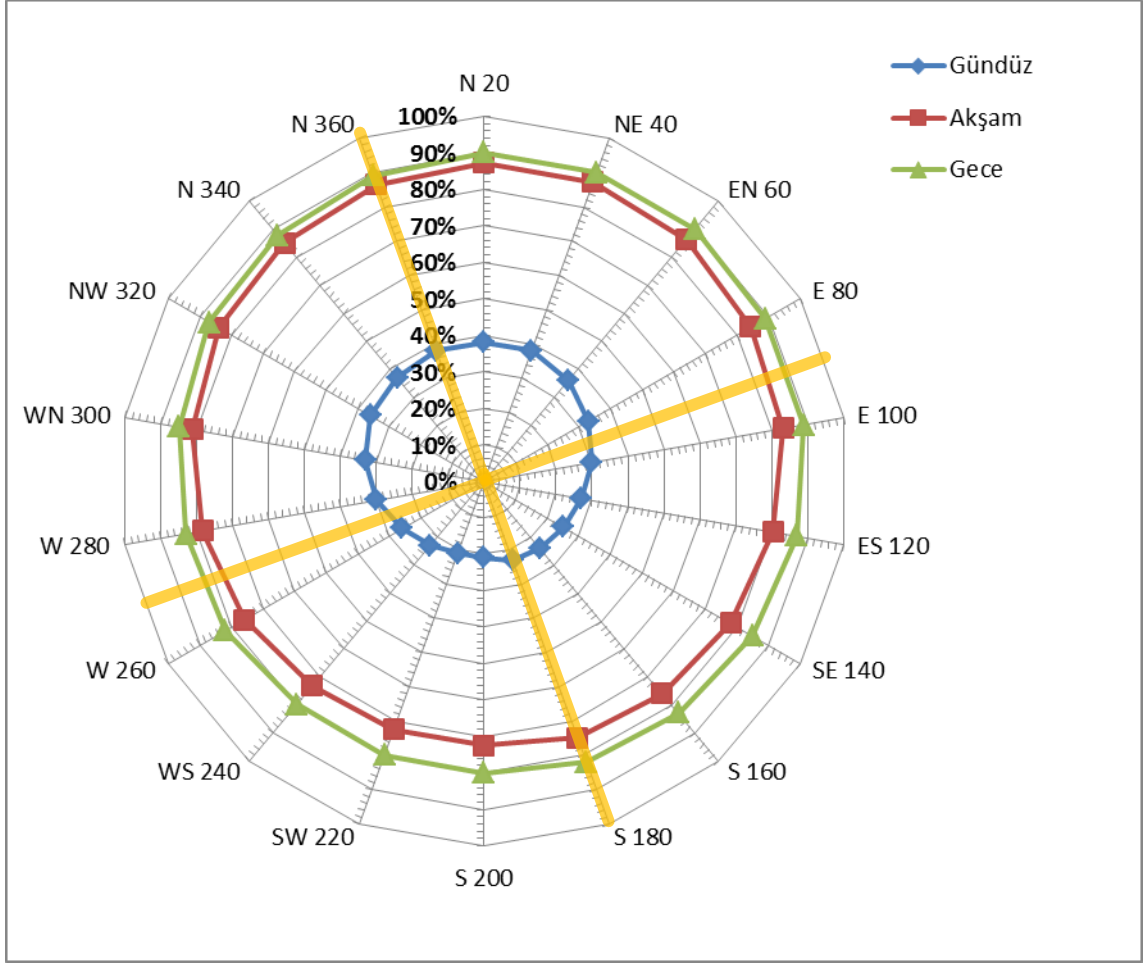
Sesin yayılımında meteorolojik koşulların büyük önemi bulunmaktadır. Bu nedenle 2010 yılına ait bir yıllık meteorolojik veriler Samsun Meteoroloji Müdürlüğü’nden Mart 2011 tarihinde temin edilmiştir. Elde edilen veriler Çizelge 7.4’de gösterilmiştir. Bölgede 2010 yılı sıcaklık ortalaması 16.5 °C, bağıl nem ise % 72 civarındadır. Aylık sıcaklık verilerinin grafiği Şekil 7.24’de verilmiştir. Hava genellikle bulutlu, rüzgâr ise düşük hızlarda görülmektedir. Bu verilerden yola çıkılarak Şekil 7.25’de gösterilen ve NMPB modelinde kullanılan değerler elde edilmiştir. Hâkim rüzgar yönünün Güneybatı olması gürültü yayılımı açısından Atatürk Bulvarının etkisini azaltıcı rol edebilmesi öngörülmüştür. Ancak yaz aylarında durum tersine dönerek rüzgâr yönü Kuzeydoğu olmakta bu durumda da artırıcı bir unsur olabilmektedir.



Şekil 7.24 Aylık ortalama sıcaklık grafiği [90]

Çizelge 7.4 Samsun ili 2010 yılı aylık ortalama meteorolojik değerleri [90]

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
Ortalama Sıcaklık (°C)	9.7	9.8	7.9	11.5	17	22.4	25.5	27	22.3	15.7	16.3	13.2	16.5
Bağıl Nem (%)	61.6	69	76.5	79.9	77.4	80.9	75.6	71.5	76.8	74.1	57	61	72
Ortalama Rüzgar Yönü	SSW	SSW	N	NNE	SW	NNE	NNE	NNE	NNE	SW	SW	SW	SW
Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	2.1	1.7	1.1	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.3	1	1.5	2	1.5
Açık günler sayısı	1		3	6	7	3	4	13	1	2	11	4	55
Bulutlu günler sayısı	20	14	17	17	23	26	22	18	21	13	18	17	226
Kapalı günler sayısı	10	14	11	7	1	1	5		8	16	1	10	84
Ortalama Bulutluluk (0-10)	7.1	7.4	6.7	5	4.2	5.6	5	2.5	5.9	7	3.4	6	5.5



Şekil 7.25 Samsun ili NMPB modeli için artırıcı koşulların yön ve yüzde grafiği

7.1.7 Diğer Veriler

Bölgede genişliği 30 metreden fazla olan bitki örtüsü tabakası elle eklenmiş ve ortalama bitki boyu 5 metre olarak kabul edilmiştir. Bu bölgeler arasında mezarlıklar ve parklar ile yerleşim dışındaki ormanlık alanlar bulunmaktadır.

7.1.8 Kullanılan Verilerin Özeti

Bölgenin en yoğun ilçesinin İlkadım olduğu nüfus yoğunluğu, bina sayısı, yol uzunluğu trafik yoğunluğu gibi pek çok gösterge yönünden görülmüştür. Yoğun yerleşim olması nedeniyle gürültüye maruziyet açısından özel değerlendirilmesi gereken bir bölgedir. Bu bölge ileri araştırmalarda mahalle bazında hesaplamalarla özel haritaların elde edilmesi yöntemiyle daha detaylı incelenebilir. Çizelge 7.5'de bölgenin üç ilçesi için bina, nüfus ve trafik verilerinin özeti verilmiştir.

Çizelge 7.5 Bölgedeki ilçelerin bilgi özeti

İlçe	Bina sayısı	Ortalama Bina Yüksekliği (m)	Alan (km ²)	Bina Yoğunluğu (/km ²)	Nüfus	Nüfus Yoğunluğu (/km ²)	Toplam Yol Uzunluğu (km)
Atakum	5828	10.50	43.29	135	93125	2151	345
Canik	5522	9.3	8.04	687	66657	8291	143
İlkadım	25717	11.17	31.57	815	304838	9656	536
Toplam	37067	10.79	82.9	447	464620	5605	1024

7.2 Yöntem ve Kabuller

Haritaların hazırlanmasında Alman Datakustik firmasının geliştirdiği CadnaA yazılımı, nüfus analizinde programın nüfus analiz modülü XL kullanılmıştır.

Trafik gürültüsü için NMPB yöntemi seçilmiştir. Bunun nedeni T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı yönetmelikleriyle ülkemizde kabul edilmiş yöntem olmasıdır. Bölgenin büyük olması nedeniyle grid aralığı dikey ve yatay düzlemde 25 m kabul edilmiştir. Maksimum hata değeri de hesaplamayı hızlandırması açısından 3 dB'de tutulmuştur.

Yansımalar birinci derecede hesaplanmış binaların yüzlerindeki yutuculuk katsayısı 0.37 alınmıştır. Gündüz periyodu 07-19, akşam periyodu 19-23 ve gece periyodu 23-07 arasında yine T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı ve EU Directive 2002/49/EC'de öngörülen değer olmasıdır.

Haritalar L_{gag} ve L_{gece} göstergeleri için hesaplatılmıştır. Hesaplanan haritalar, yerden 4 m yükseklik için hazırlanmıştır.

Varsayılan zemin yutuculuğu değeri 0 alınmış, şehir dışındaki araziler tanımlanarak buralarda 1 değeri tanımlanmıştır.

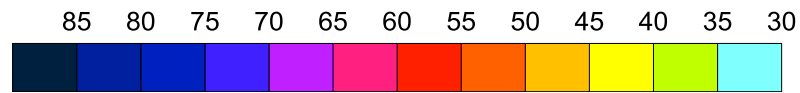
Uçak gürültüsü için bir çalışma yapılmamıştır. DHMI verilerine göre havaalanı şehir merkezine 25 km mesafededir. Uçak geçişlerinden belirli bir etkilendirme söz konusu olsa da iniş-kalkış sayılarının da düşük olması nedeniyle genel gürültü düzeylerine büyük etkisi olmadığı kabul edilmiştir. Bu ayrı bir çalışma ile değerlendirilebilir.

7.3 Gürültü Hesaplamaları

Modelin oluşturulması ve verilerin sisteme girilmesinden sonra hesaplama işlemleri haritanın 24 parçaya ayrılmasının ardından farklı bilgisayarlarda hesaplatılmıştır. Toplam hesaplama süresi 1152 saate yakın bir zaman almıştır. 10x10m'lik aralıklarla yerleştirilen alıcılarda bölge toplamında 805590 adedi için L_{gag} ve L_{gece} göstergelerinden hesaplama yapılmıştır. Bir hesaplama noktasında tek bir gürültü göstergesi için ortalama gereken sürenin yaklaşık 2.5 saniye olduğu görülmüştür.

Ayrı ayrı hesaplanan haritalar daha sonra toplanarak bölgenin tamamı için tek bir haritaya dönüştürülmüştür.

Hesaplanan haritalardaki gürültü aralıkları renk tonlaması ile ifade edilmiş ve bu renkleri yorumlamak için kullanılan renk skalası Şekil 7.26'da gösterilmiştir.

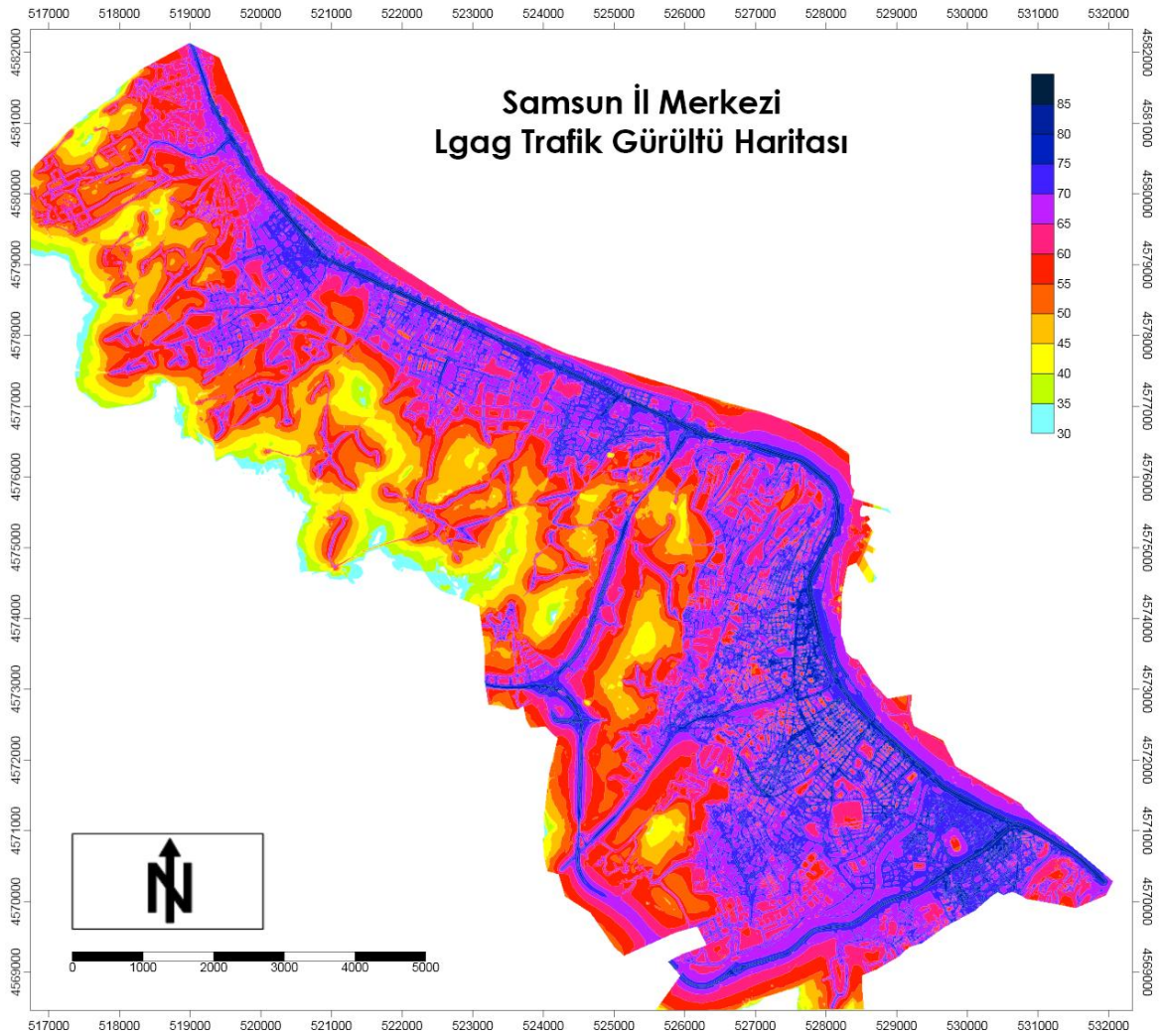


Şekil 7.26 Eş gürültü konturlarının değerlendirilmesinde kullanılan renk skalası

Haritalarda renk değişimleri stratejik haritalama gereksiniminde olduğu gibi 5dB'lik bant genişliklerinde yapılmıştır.

Hesaplanan tüm bölge için L_{gag} göstergesinden harita Şekil 7.27'de gösterilmiştir. Gürültü düzeyleri Atatürk Bulvarı çevresinde çok yüksek değerlere ulaşmıştır. Ancak ara yolların şehir içinde özellikle İlkadım ilçesinde yoğunlaşması nedeniyle bu bölgedeki gürültü seviyeleri de oldukça yüksek değerlerde seyretmiştir. Özellikle Atakum ilçesinin iç bölümlerinde yolların seyrelmesi ve araç trafiğinin azalması nedeniyle nispi olarak

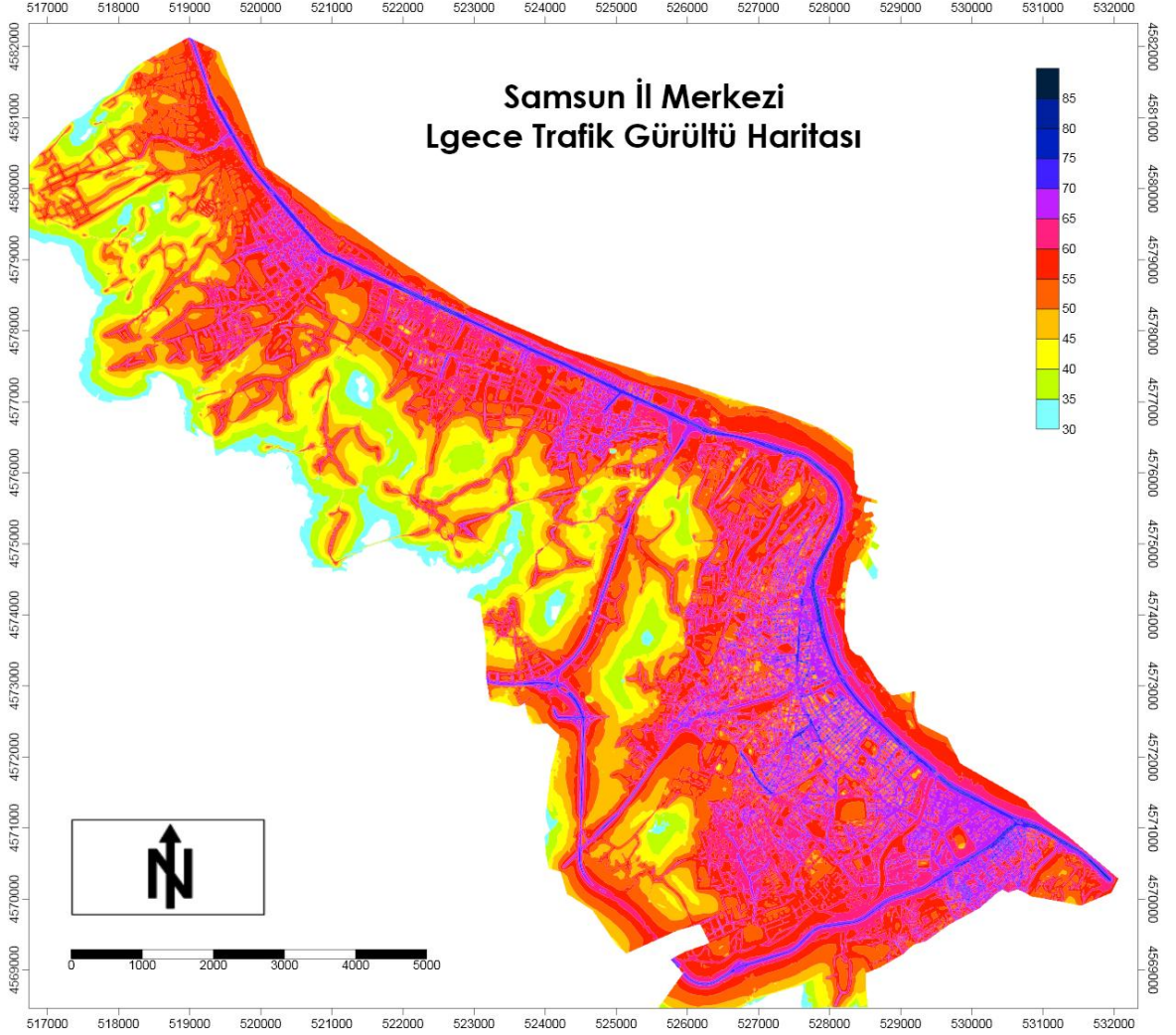
gözlenen gürültü düzeylerinde düşmeler görülmüştür. İlkadım ilçesinin çok küçük bir bölümü yollardan uzak kalmış ve buralarda da düşük gürültü düzeyleri görülmüştür. Ancak Canik ilçesinde böyle bir arazi yapısı olmadığı için gürültü bölgenin neredeyse tamamında yüksek seviyelere ulaşmıştır. Bunda bölgedeki binaların çok yüksek olmaması ve gürültünün arka bloklara rahat ulaşmasının da rolü bulunmaktadır. Ayrıca yol sayısı az olsa da Canik ilçesi içinden bölgenin en yüksek emisyon değerine sahip yolları geçmektedir. İlçelerin L_{gag} ve L_{gece} düzeyindeki gürültü haritaları Eklere verilmiştir.



Şekil 7.27 Samsun il merkezi L_{gag} göstergesi için hazırlanmış trafik gürültü haritası

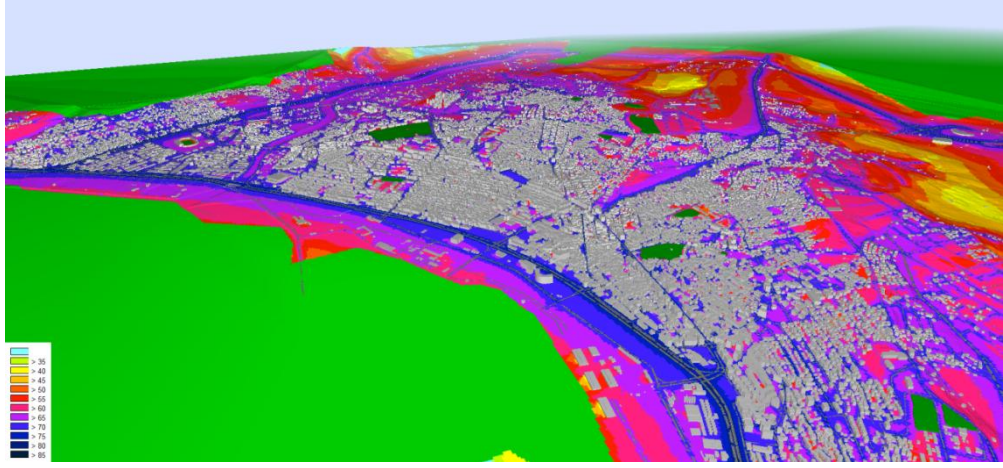
L_{gece} göstergesiyle hazırlanan gürültü haritası Şekil 7.28'da görülmektedir. Burada ana karayollarının geceleri de yüksek emisyon seviyelerinde bulunduğu görülmekle beraber

gürültü düzeyinde L_{gag} göstergesine oranla ortalama yaklaşık 5-10 dB'lik bir azalma olduğu gözlenmiştir.

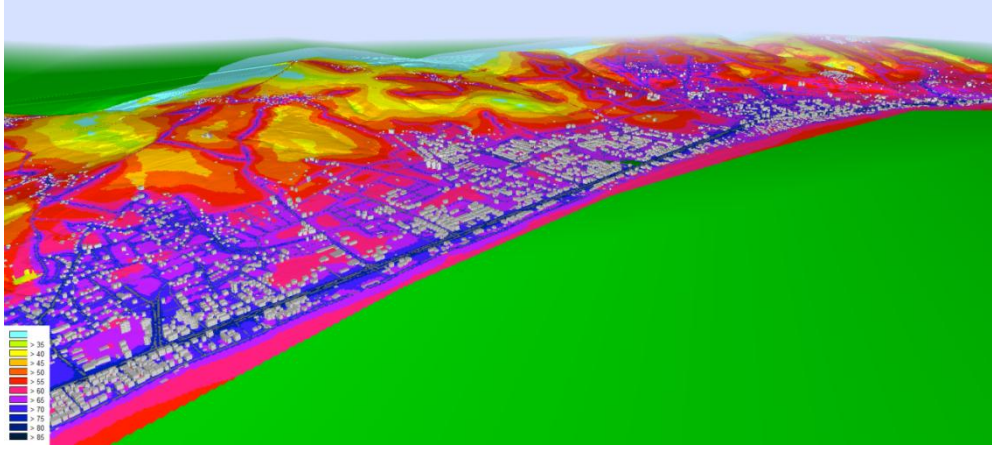


Şekil 7.28 Samsun il merkezi L_{gece} göstergesi için hazırlanmış trafik gürültü haritası

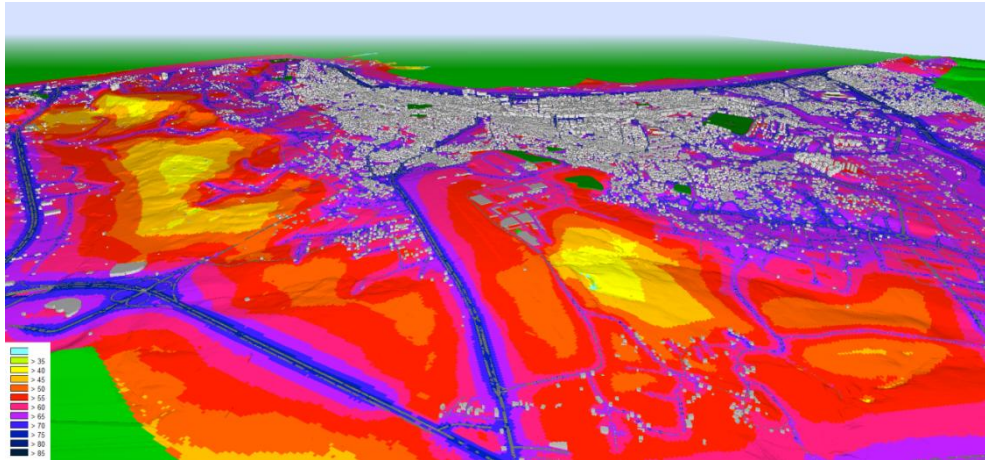
İlçelerdeki gürültü haritalarının 3 boyutta gösterimleri Şekil 7.29'da İlkadım ve Canik ilçelerine yönelmiş olarak Şekil 7.30'da Atakum ilçesi için görülebilir. Burada şehir içindeki bölgelerde düzeylerin daha yüksek olduğu ancak kırsala çıktıkça ve yollardan uzaklaştıkça azaldığı görülmektedir. Güneyden bakıldığında gürültünün yayılımı Şekil 7.31'de görülmektedir. Boş arazilerde düzeyler düşmekte ancak yol kenarlarında düzeyler yükselmektedir.



Şekil 7.29 İlkadam ve Canik ilçelerine kuzeyden 3 boyutlu bakış



Şekil 7.30 Atakum ilçesine kuzeyden 3 boyutlu bakış



Şekil 7.31 D0-10 ve Barış Bulvarından İlkadam ilçesine doğru güneyden 3 boyutlu bakış

BULGULAR VE KARŞILAŞTIRMA ÖLÇÜMLERİ

8.1 Alan Üzerinde Trafik Gürültüsü Değerlendirmeleri

8.1.1 Tüm Bölgenin Değerlendirilmesi

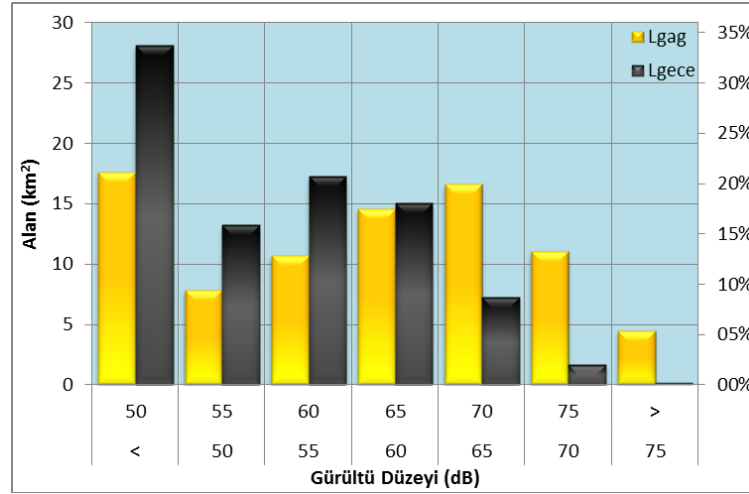
Trafik gürültü haritasının hesaplanması ile ses basıncı düzeyi hesaplanan grid noktaları temel alınarak gürültünün farklı düzeyleri için ne kadarlık bir alanda bu düzeylerin görüldüğü saptanmıştır.

Avrupa Birliği birlik içindeki standartların sağlanması için L_{gag} ve L_{gece} birimlerinin kullanılmasını şart koşmuştur. Üye ülkeler limitlerini kendileri belirlemekle birlikte bu birimleri esas alacaklardır. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde de L_{gag} ve L_{gece} birimlerinin değerlendirilmesi istenmektedir. Amaç tüm gün boyunca kişilerin etkilendiği gürültü düzey miktarlarının belirlenmesidir. Ayrıca hem AB hem de Türkiye’de ki mevzuatlarda insanların dinlenme anları olan ve gece olarak ifade edilen (23.00 – 07.00) zaman diliminin de incelenmesinin önemine vurgu yapılmıştır.

Samsun ili için trafik gürültü düzeylerinin görüldüğü alanlar ve yüzdeleri Çizelge 8.1’da tablo halinde ve Şekil 8.1’da grafik halinde verilmiştir. Eş değer gürültü düzeyleri arası ÇGDYY göre 5 dB olarak alınmıştır.

Çizelge 8.1 Samsun merkezi için trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alan ve yüzdeleri

		L_{gag}		L_{gece}	
		km ²	yüzde (%)	km ²	yüzde (%)
<	50	17.58	21.2%	28.17	34.0%
50	55	7.88	9.5%	13.24	16.0%
55	60	10.73	12.9%	17.25	20.8%
60	65	14.61	17.6%	15.06	18.2%
65	70	16.61	20.0%	7.30	8.8%
70	75	11.06	13.3%	1.69	2.0%
75	>	4.43	5.3%	0.19	0.2%



Şekil 8.1 Samsun merkezi için trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alanlar

Bölgenin büyük bölümünde yüksek bir trafik gürültüsü mevcuttur. Karayolu çevresel gürültü sınır değerleri L_{gag} ve mevcut yollar için minimum 65 dB Maksimum 70 dB arasındadır. L_{gag} göstergesinde 50 dB üzerinde 5 dB'lik bant aralığında en yüksek değer 16.61 km² ile 65 - 70 dB aralığındadır.

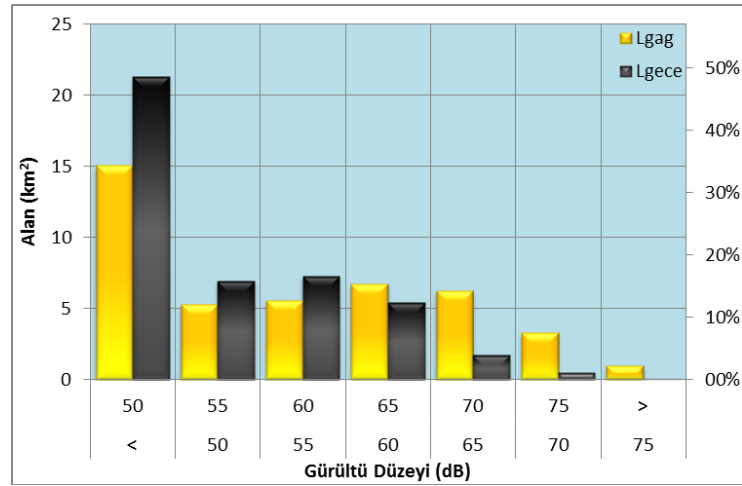
Karayolu çevresel gürültü sınır değerleri L_{gece} ve mevcut yollar için minimum 55 dB Maksimum 60 dB arasındadır. L_{gece} göstergesinde 55 – 60 dB aralığında gürültü düzeyleri en yüksek oranda toplam 17.25 km² alanda görülmüştür.

8.1.2 Atakum Bölgesinin Değerlendirilmesi

İlçe bazında incelendiğinde Atakum ilçesi için trafik gürültüsünün alansal değerleri Çizelge 8.2’de tablo halinde ve Şekil 8.2’de grafik halinde görülmektedir.

Çizelge 8.2 Atakum ilçesi trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alan ve yüzdeleri

		L _{gag}		L _{gece}	
		km ²	yüzde (%)	km ²	yüzde (%)
<	50	15.08	34.9%	21.28	49.3%
50	55	5.25	12.2%	6.93	16.0%
55	60	5.56	12.9%	7.29	16.9%
60	65	6.73	15.6%	5.40	12.5%
65	70	6.27	14.5%	1.75	4.1%
70	75	3.32	7.7%	0.52	1.2%
75	>	1.00	2.3%	0.03	0.1%



Şekil 8.2 Atakum ilçesi için trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alanlar

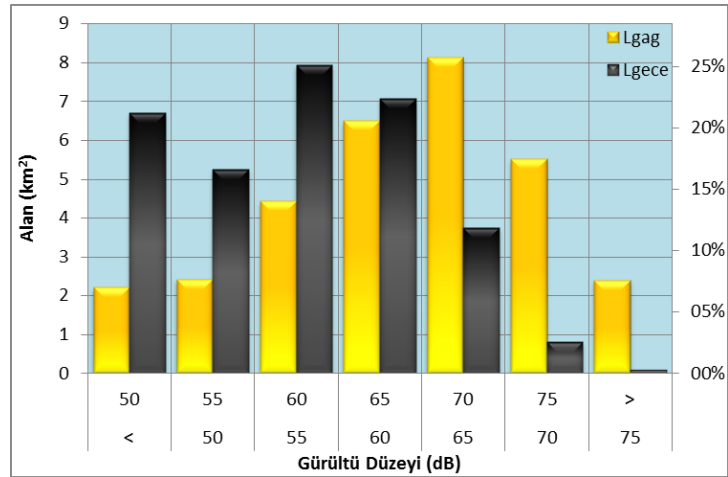
İlçelerde alan bazında bakıldığında Atakum ilçesi daha düşük bir gürültü düzeyine maruz kaldığı görülmektedir. Bunun en büyük nedeni Atakum ilçesinde yol uzunluklarının ilçenin toplam alanına göre az olmasıdır. Yollar bölgenin tamamına yayılmamıştır. L_{gag} göstergesinde 50 dB üzerinde 5 dB bant aralığında en yüksek değer 6.73 km² ile 60 – 65 dB aralığındadır. L_{gece} göstergesinde ise 7.29 km² ile 55 – 60 dB aralığındadır.

8.1.3 İlkadım Bölgesinin Değerlendirilmesi

ilçe bazında incelendiğinde İlkadım ilçesi için gürültüsünün alansal değerleri Çizelge 8.3'de tablo halinde ve Şekil 8.3'de grafik halinde görülmektedir.

Çizelge 8.3 İlkadım ilçesi trafik gürültü aralıklarının kapladığı alan ve yüzdeleri

		L_{gag}		L_{gece}	
		km ²	yüzde (%)	km ²	yüzde (%)
<	50	2.21	7.0%	6.69	21.2%
50	55	2.41	7.6%	5.25	16.6%
55	60	4.43	14.0%	7.93	25.1%
60	65	6.49	20.6%	7.08	22.4%
65	70	8.12	25.7%	3.73	11.8%
70	75	5.51	17.5%	0.80	2.5%
75	>	2.40	7.6%	0.09	0.3%



Şekil 8.3 İlkadım ilçesi için trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alanlar

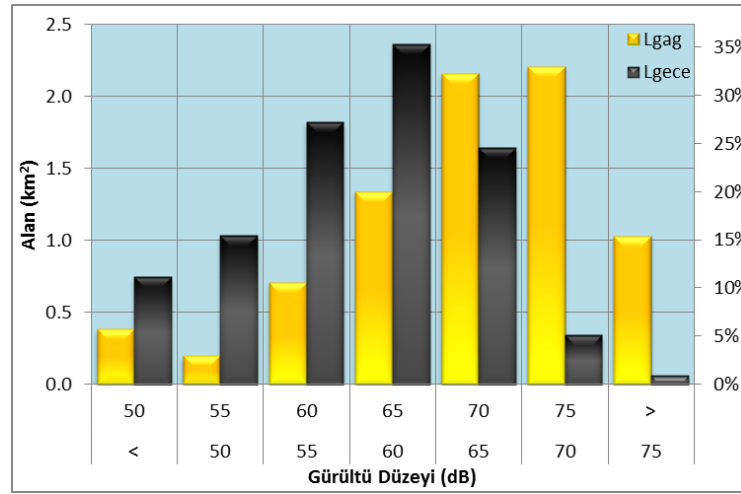
İlkadım ilçesinin yüksek gürültü düzeyine maruz kaldığı görülmektedir. Yolların ilçe içinde geniş bir alana yayılması ve ana ulaşım hatlarının burada kesişmesi önemli bir rol oynamaktadır. L_{gag} göstergesinde 50 dB üzerinde 5 dB bant aralığında en yüksek değer 8.12 km² ile 65 – 70 dB aralığındadır. L_{gece} göstergesinde ise 7.93 km² ile 55 – 60 dB aralığındadır.

8.1.4 Canik Bölgesinin Değerlendirilmesi

İlçe bazında incelendiğinde Canik ilçesi için trafik gürültüsünün alansal değerleri Çizelge 8.4’da tablo halinde ve Şekil 8.4’da grafik halinde görülmektedir.

Çizelge 8.4 Canik ilçesi trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alan ve yüzdeleri

		L_{gag}		L_{gece}	
		km ²	yüzde (%)	km ²	yüzde (%)
<	50	0.39	4.8%	0.75	9.3%
50	55	0.20	2.5%	1.04	12.9%
55	60	0.71	8.8%	1.83	22.7%
60	65	1.34	16.7%	2.37	29.5%
65	70	2.16	26.9%	1.65	20.5%
70	75	2.21	27.5%	0.34	4.3%
75	>	1.03	12.8%	0.07	0.8%

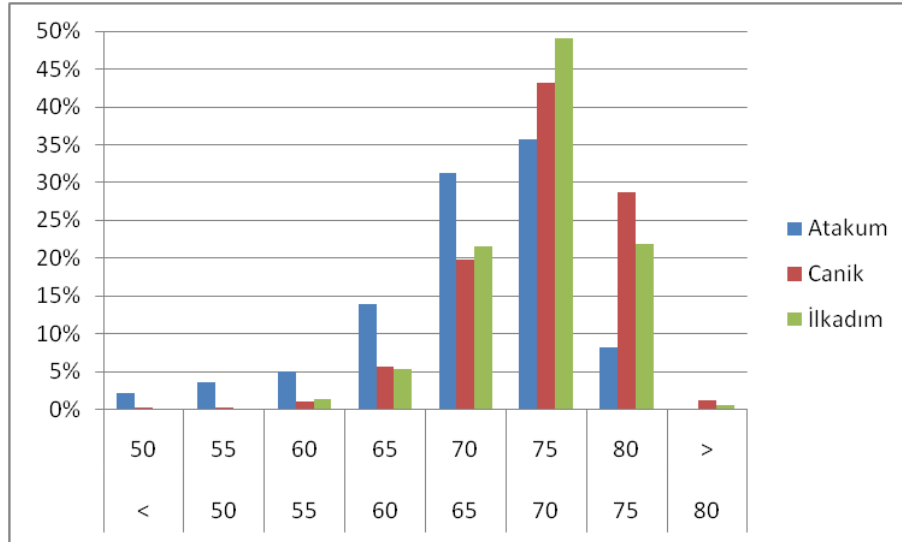


Şekil 8.4 Canik ilçesi için trafik gürültü aralıklarının görüldüğü alanlar

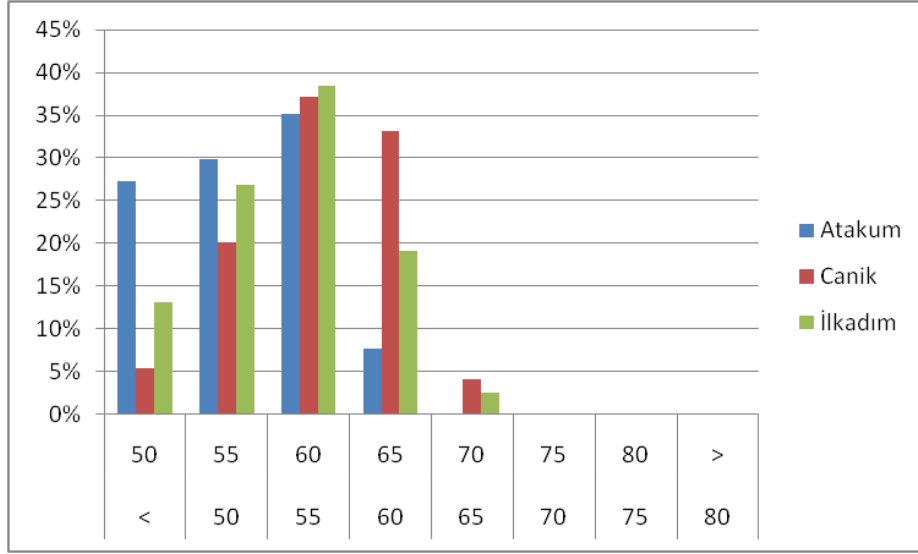
Canik ilçesi diğer ilçelere göre alan bakımından daha yüksek gürültüye maruz kalmıştır. Bu duruma ana bağlantı yollarının bu ilçeyi enine ve boyuna kat etmesi, daha alçak evlerin bu bölgede yer alması ve gürültünün arka bloklara daha kolay yayılması neden olmaktadır. Ayrıca boş alanlarda gürültü serbestçe yayılabilmektedir. L_{gag} göstergesinde 50 dB üzerinde 5 dB bant aralığında en yüksek değer 2.21 km² ile 70 – 75 dB aralığındadır. L_{gece} göstergesinde ise 2.37 km² ile 60 – 65 dB aralığındadır.

8.2 Binalardaki Trafik Gürültü Etkisinin Değerlendirilmesi

Bölgede bulunan binaların cephelerinde gözlenen en yüksek gürültü değerleri gridlerden buldukları eş değer gürültü düzey değerine göre elde edilmiştir. Buna göre L_{gag} göstergesinden üç ilçedeki binaların en yüksek gürültüye maruz cephelerindeki düzeyler, L_{gag} göstergesi için Şekil 8.5’de L_{gece} göstergesi için ise Şekil 8.6’de verilmiştir. Buna göre Canik ilçesindeki binalar oransal açıdan diğer ilçelere göre daha yüksek gürültü düzeylerine maruz kalmaktadır. Bu ilçeyi ilkadım izlemektedir. Atakum ilçesindeki binaların nispeten daha düşük trafik gürültü düzeylerine maruz kaldığı görülmektedir.



Şekil 8.5 L_{gag} göstergesinde ilçelerdeki binaların yüzdesel olarak maruz kaldıkları trafik gürültü düzeylerine dağılımları



Şekil 8.6 L_{gece} göstergesinde ilçelerdeki binaların yüzdesel olarak maruz kaldıkları trafik gürültü düzeylerine dağılımları

8.3 Nüfusa Göre Trafik Gürültüsünün Değerlendirilmesi

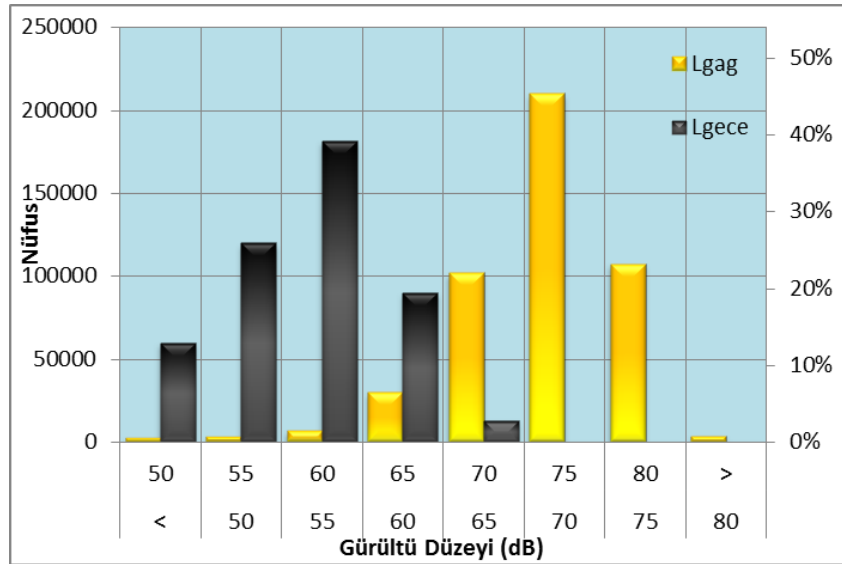
Nüfus analizleri için WG-AEN iki yöntem önermektedir: Bunlardan birincisi bina cephelerinde hesaplama yapılmasıdır. Bu durumda yansımaların etkisi göz önüne alınır ve program bunu otomatik olarak değerlerden düşer. İkinci yöntem hesaplanan harita değerlerinden elde edilmesidir. Bu yöntem özellikle büyük bölgelerde çok daha kullanışlıdır. Bu durumda yazılım yansımaların etkisini çıkartamayacağı için 3dB'lik bir düzeltimin el ile yapılması gerekir. Herhangi bir cephede saptanan en yüksek değer o binada yaşayan insanların maruz kaldığı gürültü seviyesi olarak belirlenmektedir.

8.3.1 Tüm Bölgenin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada hesaplama süresinin uzun olması nedeniyle ikinci yöntem seçilmiştir. Bu şekilde yapılan hesaplamada tüm bölge için nüfusun maruz kaldığı gürültü aralıkları Çizelge 8.5'da tablo halinde ve Şekil 8.7'da ise grafik haline gösterilmiştir. L_{gag} göstergesinde bölgede yaşayan nüfusun büyük bölümünün 70 – 75 dB aralığında bir düzeye maruz kaldığı görülmüştür. Toplam nüfusun %45.29'unu oluşturan 210095 kişi bu düzeylere maruz kalmıştır. L_{gece} göstergesinde toplam nüfusun %39.16'sı olan 181627 kişinin 55 - 60 dB aralığında bir düzeye maruz kaldığı görülmüştür.

Çizelge 8.5 Haritalanan tüm bölgede trafik gürültü aralıklarına göre bina ve nüfus dağılımı

		L _{gag}			L _{gece}		
		Bina Sayısı	Nüfus	Nüfus Yüzde	Bina Sayısı	Nüfus	Nüfus Yüzde
0	50	141	2267	0.49%	4905	59619	12.85%
50	55	242	2922	0.63%	9059	119770	25.82%
55	60	653	6522	1.41%	12944	181627	39.16%
60	65	2333	29765	6.42%	6552	90045	19.41%
65	70	7833	101681	21.92%	805	12803	2.76%
70	75	15800	210095	45.29%	0	0	0.00%
75	80	7058	107144	23.10%	0	0	0.00%
80		205	3468	0.75%	0	0	0.00%



Şekil 8.7 Samsun merkezi için trafik gürültüsünden etkilenen nüfus göstergesi

Elde edilen veriler alan verileriyle karşılaştırıldığında nüfusun yoğun yaşadığı fazla sakinin bulunduğu binaların daha yüksek trafik gürültü seviyelerine maruz kaldığı görülmekte ve bu durum nüfus yoğunluğu haritası ile uyumlu bir sonuç vermektedir.

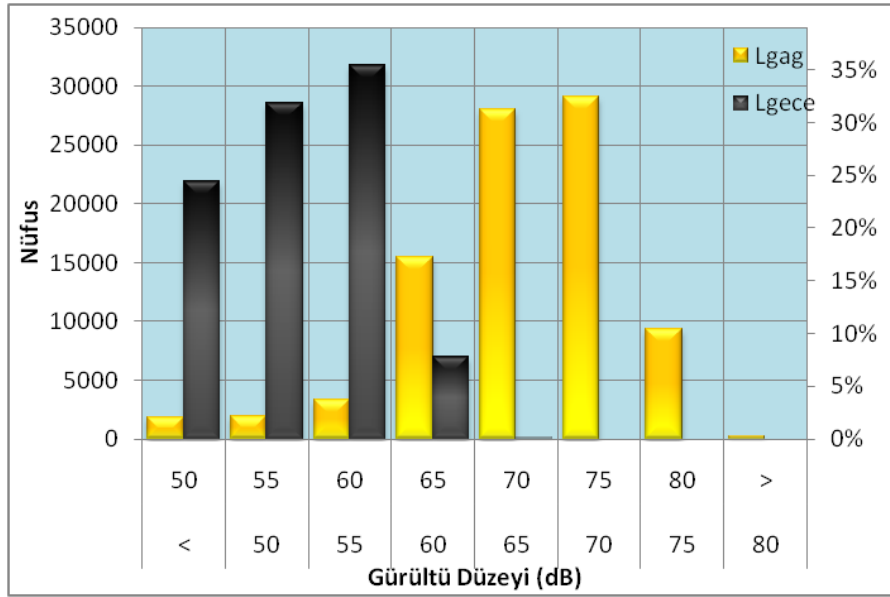
8.3.2 Atakum Bölgesinin Değerlendirilmesi

Alan bakımından nispeten daha az gürültü düzeylerinin görüldüğü Atakum ilçesinde nüfusun etkilenmesi alansal duruma göre farklılık göstermiştir. Tüm il bazında bakıldığında geniş ve kullanım dışı boş arazilerin bu bölgede bulunması bu durumu normal ve olağan kılmıştır. Ancak konutlar yol kenarlarında olduğundan buralarda

yüksek gürültü düzeylerine rastlanmıştır. Atakum ilçesi için nüfusun maruz kaldığı gürültü aralıkları Çizelge 8.6’de tablo ve Şekil 8.8’de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 8.6 Atakum ilçesinde gürültü aralıklarına göre bina ve nüfus dağılımı

		L_{gag}			L_{gece}		
		Bina Sayısı	Nüfus	Nüfus Yüzde	Bina Sayısı	Nüfus	Nüfus Yüzde
0	50	117	1858	2.08%	1505	21929	24.55%
50	55	196	1912	2.14%	1646	28577	31.99%
55	60	279	3377	3.78%	1944	31766	35.56%
60	65	769	15494	17.34%	422	6994	7.83%
65	70	1728	27995	31.34%	8	65	0.07%
70	75	1972	29081	32.55%	0	0	0.00%
75	80	455	9349	10.47%	0	0	0.00%
80		9	265	0.30%	0	0	0.00%



Şekil 8.8 Atakum ilçesi için gürültüden etkilenen nüfus

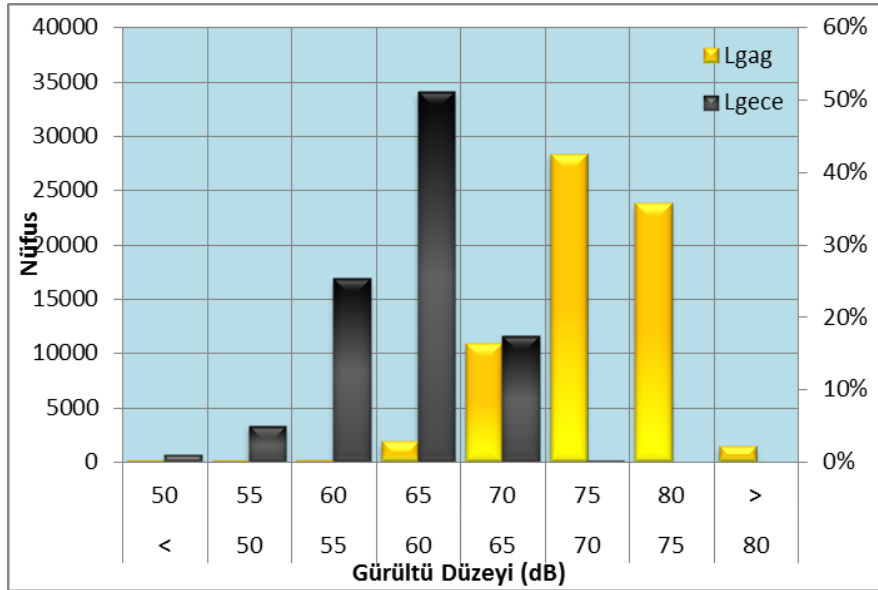
8.3.3 Canik Bölgesinin Değerlendirilmesi

Canik ilçesinde maruziyet yüksek değerlere ulaşmış ve bölge ortalamasının üzerine çıkmıştır. L_{gag} göstergesinde ilçede yaşayanların %41.32’si olan 26548 kişi 70 – 75 dB aralığında gürültüye maruz kalmaktadır. Ancak ilçe 75 - 80dB aralığında en yüksek nüfus oranına sahip ilçedir. L_{gece} göstergesinde 55-60dB aralığında yaşayanların sayısı

25416'dır. Canik ilçesi için nüfusun maruz kaldığı gürültü aralıkları Çizelge 8.7'de tablo ve Şekil 8.9'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 8.7 Canik ilçesinde gürültü aralıklarına göre bina ve nüfus dağılımı

		L_{gag}			L_{gece}		
		Bina Sayısı	Nüfus	Nüfus Yüzde	Bina Sayısı	Nüfus	Nüfus Yüzde
0	50	11	74	0.12%	245	1821	2.83%
50	55	8	138	0.21%	913	10298	16.03%
55	60	45	311	0.48%	1690	25416	39.56%
60	65	254	2172	3.38%	1506	23369	36.37%
65	70	902	11190	17.42%	189	3348	5.21%
70	75	1961	26548	41.32%	0	0	0.00%
75	80	1306	22742	35.40%	0	0	0.00%
80		56	1077	1.68%	0	0	0.00%



Şekil 8.9 Canik ilçesi için gürültüden etkilenen nüfus

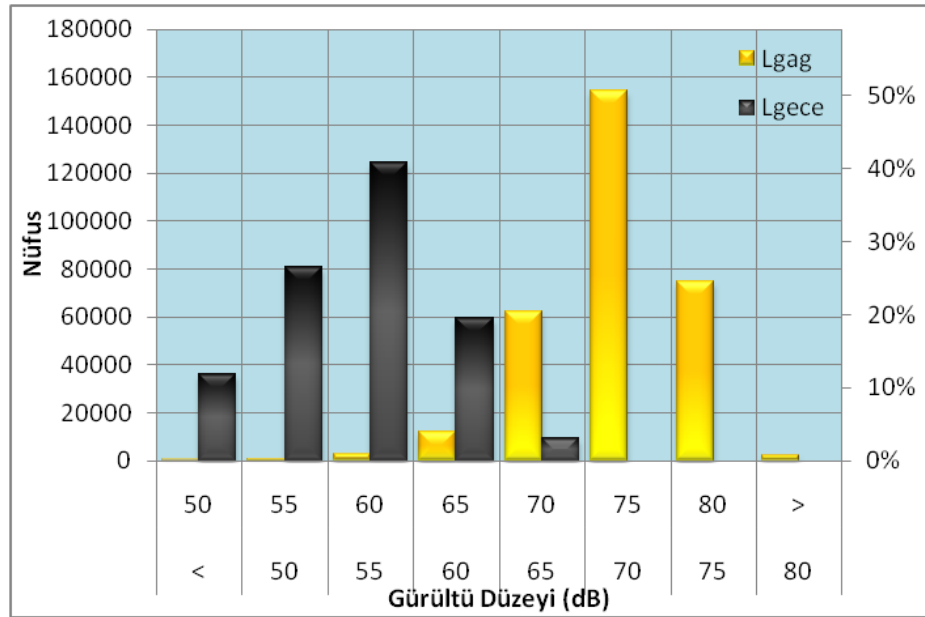
8.3.4 İlkadım Bölgesinin Değerlendirilmesi

Bölgenin nüfus bakımından en büyük ilçesi İlkadım'dır. Özellikle yolların sokaklara dağılmasından çevrede gürültü düzeyleri yüksek seviyelere ulaşmaktadır. L_{gag} göstergesinde en çok etkilenen nüfus %49.78 oranıyla 70 – 75 dB aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bölgede 75 – 80 dB trafik gürültü düzeyi aralığında yaşayan nüfus

%24.19 oranına ulaşmıştır. Çizelge 8.8’de tablo ve Şekil 8.10’de grafik halinde görülmektedir.

Çizelge 8.8 İlkadım ilçesinde gürültü aralıklarına göre bina ve nüfus dağılımı

		L _{gag}			L _{gece}		
		Bina Sayısı	Nüfus	Nüfus Yüzde	Bina Sayısı	Nüfus	Nüfus Yüzde
0	50	13	335	0.11%	3155	35869	11.56%
50	55	38	872	0.28%	6500	80895	26.07%
55	60	329	2834	0.91%	9310	124445	40.11%
60	65	1310	12099	3.90%	4624	59682	19.23%
65	70	5203	62496	20.14%	608	9390	3.03%
70	75	11867	154466	49.78%	0	0	0.00%
75	80	5297	75053	24.19%	0	0	0.00%
80		140	2126	0.69%	0	0	0.00%

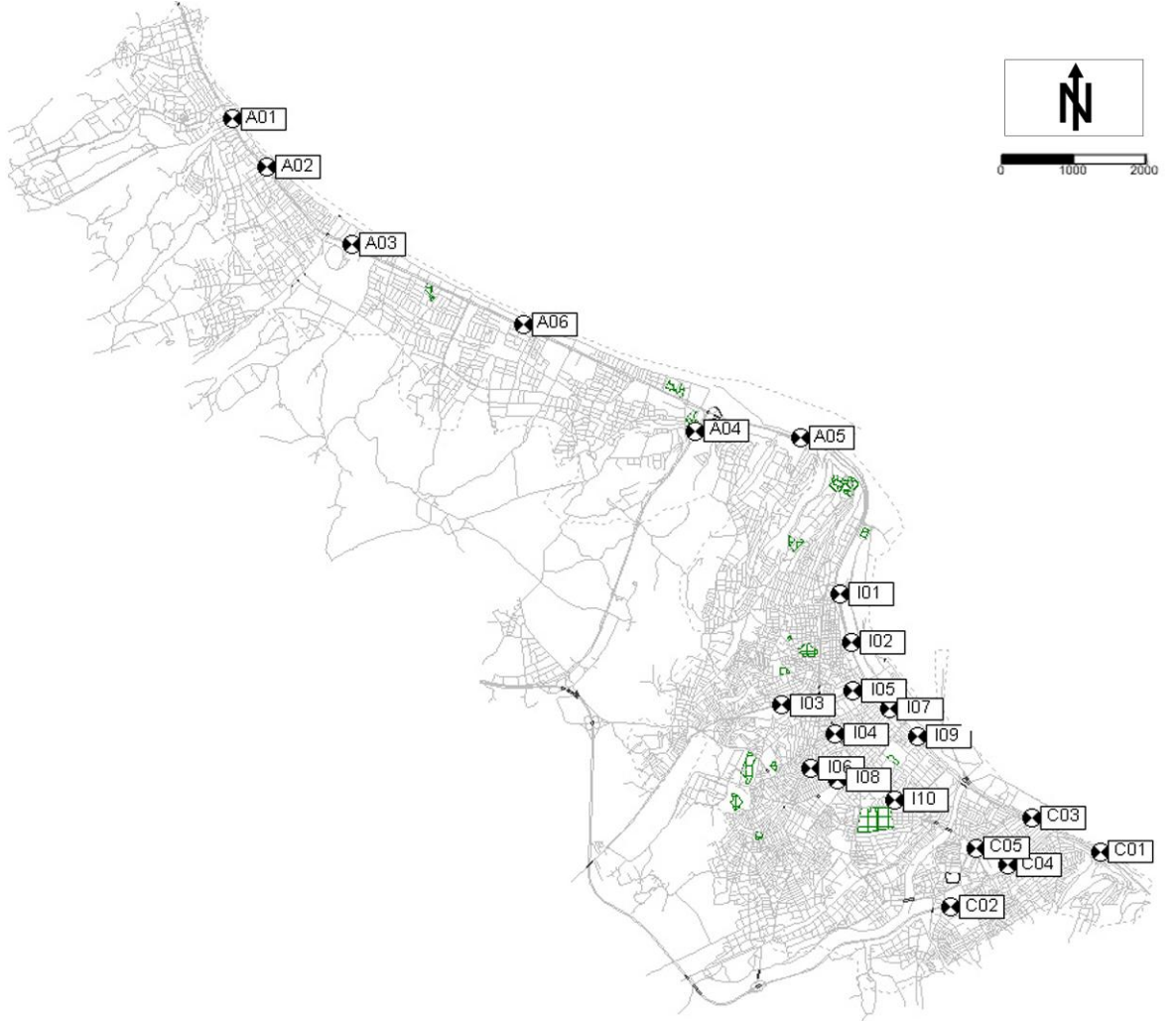


Şekil 8.10 İlkadım ilçesi için gürültüden etkilenen nüfus

8.4 Karşılaştırma Ölçümleri

Haritaların doğruluğunun ve tutarlılığının araştırılması amacıyla toplam 21 noktada çeşitli aralıklarla 15'er dakikalık gürültü ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm noktaları kolay ve düzgün ölçüm yapılabilecek bölgelerde seçilmiş ve bölgenin geneline dağılmıştır. Ölçüm

noktaları Şekil 8.11’da görülebilmektedir. Ölçümler yerden 1.5 metre yüksekte yol aksının yaklaşık 10 metre uzaklığında yola dik ve arkada yansıtıcı duvarlar olmayan konumlarda yapılmıştır.



Şekil 8.11 Ölçüm noktalarının konumları

Ölçümler gündüz periyodu için sabah 08-10, öğlen 11-13, ikindi 15-17, akşam öncesi 17-19 arasında, akşam 19-23 arasında ve gece 23-02 arasında değişik zaman dilimlerinde gerçekleştirilmiştir. Bir noktada bir zaman dilimi için üç kez ölçüm yapılmıştır. Ölçümler Nisan-Haziran 2011 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Arka plan gürültü seviyeleri sonuçlardan çıkartılmış ve sadece kaynak gürültü düzeyleri elde edilmiştir. Bazı noktalarda arka plan gürültü seviyeleri yüksek düzeylere ulaşmakla beraber ölçüm sonuçlarını büyük ölçüde etkilememiştir.

Çizelge 8.9’de arka plan gürültüsü çıkartılmış ve 3 günün ortalamasının periyodlara göre değerleri görülmektedir.

Haritada hesaplanan L_{gece} değerlerini doğrudan gece periyodunda yapılan ölçümlerin logaritmik ortalamalarıyla karşılaştırmak mümkündür. Bu değerlere bakıldığında aradaki farkların ortalama 1.4 dB olduğu görülmektedir. Haritada hesaplanan değerler bu ortalama ile gerçekteki değerlerin üzerinde elde edilmiştir. Görülen en büyük sapma 2.6 dB en düşük sapma ise 0.3 dB olarak elde edilmiştir. Farkların standart sapması 0.75 dB olarak elde edilmiştir. Buradan sonuçların L_{gece} göstergesi için %95 güven aralığında 3dB’lik bir bant içinde harita sonuçlarının doğru olduğunu göstermektedir.

L_{gag} göstergesinde karşılaştırma yapmak için ölçülen değerleri doğrudan kullanmak mümkün olmamıştır. 3.3.2’de belirtilen L_{gag} formülü kullanılarak L_{gag} düzeyleri elde edilmiştir. Bu değerler haritada ölçülen değerler ile karşılaştırıldığında ortalama 0.6 dB’lik bir fark olduğu görülmüştür. Görülen en büyük fark 1.3, en düşük fark ise 0.2 dB olarak gerçekleşmiştir. Yine farklar haritada daha yüksek sonuçlar olduğunu belirtmekle beraber L_{gag} göstergesi için 0.28dB’lik bir standart sapma elde edilmiş olup sonuçların %95 güven aralığında 1.2 dB’lik bir bant içinde harita sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmüştür.

L_{gag} düzeylerinin L_{gece} düzeylerine oranla daha tutarlı olmasında ölçülen gürültü düzeylerinin gündüz ve akşam daha yüksek olması nedeniyle arka plan gürültüsüyle ayrıştırmanın daha kolay olması rol oynamıştır. Ayrıca gece ölçülen düzeyler daha dar bir periyotta ölçüldüğünden ölçüm sonuçlarının 1-2 dB daha sapsmış olabileceği göz önüne alınabilir.

Çizelge 8.9 Karşılaştırma ölçümleri için alıcı noktalarda gürültü düzeyleri ve harita düzeyleri ve oluşan farklar

Alıcı	İlçe	X	Y	Ölçümler														
				Gündüz				Akşam			Gece		Ortalama		Harita		Fark	
				1	2	3	4	1	2	3	1	2	L _{gag}	L _{gece}	L _{gag}	L _{gece}	L _{gag}	L _{gece}
A01	Atakum	519728,3	4580597,9	69,8	68,4	67,2	69,7	68,6	67,0	67,5	67,4	64,2	73,1	66,1	74,1	66,5	1,0	0,4
A02	Atakum	520188,8	4579956,6	72,7	69,9	69,4	71,3	69,9	68,9	68,9	68,1	65,5	74,4	67,0	75,2	67,6	0,8	0,6
A03	Atakum	521315,7	4578930,8	72,5	71,2	70,9	72,1	71,4	70,6	69,4	69,2	66,6	75,4	68,1	76,6	69,4	1,2	1,3
A04	Atakum	525897,6	4576446,4	71,3	70,3	69,2	72,0	69,4	67,7	67,9	67,2	66,2	74,0	66,7	74,3	67,0	0,3	0,3
A05	Atakum	527295,8	4576348,6	77,7	73,5	72,3	76,2	73,5	70,5	70,1	69,8	68,9	77,3	69,4	78,6	71,1	1,3	1,7
A06	Atakum	523603,7	4577865,5	72,6	70,1	70,1	71,6	71,0	70,2	69,9	68,6	64,4	74,6	67,0	74,9	67,3	0,3	0,3
C01	Canik	531283,5	4570839,3	71,6	71,2	68,9	71,7	70,8	70,6	67,4	64,2	63,5	72,9	63,9	73,6	66,5	0,7	2,6
C02	Canik	529299,8	4570106,2	71,6	70,7	68,7	72,1	70,8	69,9	67,0	64,6	63,8	73,0	64,2	73,7	66,2	0,7	2,0
C03	Canik	530385,1	4571295,8	70,9	68,9	66,3	70,2	68,7	68,1	64,8	66,1	63,2	72,5	64,9	72,9	65,2	0,4	0,3
C04	Canik	530059,7	4570662,7	73,7	71,7	69,5	73,6	72,1	71,4	68,6	65,2	64,6	74,1	64,9	74,7	67,1	0,6	2,2
C05	Canik	529627,2	4570891,4	68,5	67,7	65,6	69,1	67,7	67,0	63,9	62,6	58,8	69,9	61,1	70,5	62,9	0,6	1,8
I01	İlkadım	527822,8	4574264,8	74,3	73,0	70,9	74,6	73,3	72,5	69,5	68,8	67,6	76,2	68,2	76,7	69,3	0,5	1,1
I02	İlkadım	527973,5	4573626,6	75,2	72,4	70,8	73,1	71,6	70,6	69,3	68,0	67,6	75,6	67,8	75,8	68,4	0,2	0,6
I03	İlkadım	527047,4	4572789,7	70,1	69,0	66,6	69,8	69,2	68,8	65,5	62,1	60,8	70,9	61,5	71,6	63,9	0,7	2,4
I04	İlkadım	527759,5	4572400,3	73,7	71,0	69,6	73,3	71,6	71,2	67,7	65,6	64,2	73,9	65,0	74,5	66,7	0,6	1,7
I05	İlkadım	527996,5	4572981,1	71,4	68,8	66,7	71,0	69,0	68,7	65,3	64,6	63,4	72,2	64,0	72,7	65,1	0,5	1,1
I06	İlkadım	527426,1	4571950,1	70,0	67,7	65,7	68,8	67,9	66,9	64,1	61,2	60,6	70,0	60,9	70,6	63,0	0,6	2,1
I07	İlkadım	528479,4	4572740,2	72,3	71,2	69,0	72,0	71,0	70,7	67,3	66,7	65,6	74,1	66,2	74,6	67,3	0,5	1,1
I08	İlkadım	527792,5	4571804,0	69,9	67,4	65,5	69,7	67,9	67,0	64,3	62,1	60,9	70,3	61,5	70,9	63,4	0,6	1,9
I09	İlkadım	528853,4	4572370,8	73,1	72,1	70,1	74,0	72,1	71,4	68,7	67,6	66,8	75,2	67,2	75,7	68,2	0,5	1,0
I10	İlkadım	528548,1	4571521,6	60,6	58,6	57,5	60,9	60,1	58,2	55,1	54,1	53,8	62,1	54,0	63,1	55,9	1,0	1,9

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Samsun il merkezi ait, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde [7] ve WG-AEN tarafından hazırlanan END dokümanında [39] belirlenen stratejik gürültü haritalama prensiplerine ve yöntemlerine uygun olarak trafik gürültüsü için gürültü haritası hazırlanmıştır. Haritalanan bölge Samsun ili merkezini oluşturan Atakum, İlkadım ve Canik ilçelerini kapsamaktadır.

Samsun ili gürültü haritasının hazırlanmasından üç temel seti veri toplanmıştır: Birinci veri seti Samsun il merkezini oluşturan sayısal ve sayısal olmayan tüm topografik değerlerdir. Toplanmış tüm topografik veriler harita teknikleri ve CBS kuralları ile sayısal haritalara dönüştürülmüştür. Hazırlanan haritalar titizlikle gözden geçirilmiş, binalar, topografya ve diğer çevre verileri üzerinde uzun zaman alan çeşitli düzeltmeler yapılmış ve gürültü haritalarında kullanılacak sayısal arazi modeli elde edilmiştir. Arazi modelindeki her bir hata gürültüyü düzeyini etkilediği gözlemlenmiştir. Örneğin yol eğim hesaplamasındaki %1~2'li fark oluşması veya hatalı olması gürültü düzeyini 0.5 dB değiştirmektedir. Aynı şekilde eş yükseklik eğrilerindeki, engel teşkil eden yapıların konum ve yüksekliklerindeki, bina konum ve yüksekliklerindeki hatalar ve eksiklikler gürültü düzeyini olumsuz yönde etkilemekte, sonuçları değiştirmektedir.

İkinci veri seti Samsun iline ait bir meteorolojik yıl olarak ifade edilen ve 2010 yılına ait sıcaklık, bağıl nem, ortalama rüzgar yönü ve hız verileridir. Bu verileri gürültünün arttırıcı veya azaltıcı etkisini ortaya koymaktadır. Diğer taraftan rüzgar yön ve hızı gürültünün yayılım yönünde önemlidir.

Son veri seti ise gürültü kaynak verileridir. Gürültü hesaplama yazılımlarında yollar aksları ile ifade edildiğinden hazırlanan haritalarda tüm yolların eksenleri belirlenmiştir. Trafik verileri pek çok noktada yapılan sayımlar sonucunda elde edilmiş daha sonra elde trafik verisi olmayan yollar için tahmin yöntemleri kullanılarak trafik düzeyleri belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda haritalar hesaplanmış ve çok çeşitli sonuçlar elde edilmiştir. Atakum ilçesi geniş boş alanlara sahip olduğu için yüzde olarak daha düşük gürültü düzeyleri saptanmıştır. Ancak konutların yoğunlaştığı yerlerde ve yol trafiğinin yoğunlaştığından dolayı nüfusun maruziyeti yükselmiştir. Yine de Atakum, bölgenin en sessiz ilçesi olarak görülmüştür.

İlkadım ilçesi bölgenin en merkezi yerinde ve en fazla yol, trafik akışı ve nüfusa sahip ilçesidir. Burada saptanan gürültü düzeyleri Atakum ilçesinden daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Burada en önemli nedenlerden biri yüksek nüfusa sahip binaların ana yollara çok yakın olması, boş alanların fazla olmaması, yerleşim yerinde blokların çok geniş olmaması ve gürültünün binaları hem ön hem arka cephelerini kolayca etkilemesidir.

Canik ilçesi en küçük ilçe olmasına rağmen nüfus yoğunluğu bakımından Atakum ilçesinden daha yüksek değerlere sahiptir. Bunun yanında küçük olmasına rağmen bölgedeki araç trafiği yüksek trafik akışına sahip yolları içerdiğinden daha yüksek düzeyleri görmektedir. Bu nedenle nüfusun gürültüden etkileniminin bu ilçede diğerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Bölgede elde edilen gürültü düzeylerinin oldukça yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Bunda bölgenin yapısı ve imar planı gereği ana yolların konutlara çok yakın olması ve pek çok yoldaki yüksek trafik hacmi gözükmektedir.

Yapılan hesaplamalar karşılaştırma ölçümleriyle desteklenmiş ve haritada hesaplanan değerlerin L_{gag} göstergesi için pozitif 1.2 dB, L_{gece} göstergesi için pozitif 3dB'lik bir hata

payı içerdği görülmüştür. Ancak genel olarak bu hata payı kabul edilebilir düzeyler içerisinde kabul edilmektedir.

Samsun gürültü haritasındaki gürültü düzeylerinin yüksek olduğu bölgeler genellikle ana yol ve ana yol bağlantılarının olduğu gözlemlenmektedir. Samsun'da şehir içi yapılaşmanın yollara çok yakın olmasının ve ön bahçe mesafesi olmamasından dolayı bu bölgelerde gürültü düzeyleri yüksektir. İmarsız yapılaşma, dar yollar, şehirlerarası yolcu ve yük trafiğinin yüksek olması gürültü düzeyini artırmaktadır.

Samsun'da gerek duyulduğu takdirde veya gürültü önlemi alınmak istenilen bölgelerde yüksek gürültü düzeyli alanlar için daha hassas yerel çalışmalar yapılabilir.

Çalışmada aynı zamanda Samsun sakinlerinin gürültüden etkilenme düzeyleri ve etkilenmenin yaş, cinsiyet, eğitim ve meslekle ilişkisinin araştırılması amacıyla web tabanlı 432 bağımsız kişi üzerinde anket çalışması yapılmıştır. Ankete göre gürültüden en çok rahatsız olan yaş grubu 18-25 olduğu görülmüştür. En çok rahatsız olunan gürültü kaynağı ise trafik gürültüsü olduğu gözlemlenmiştir. Yine ankete göre, katılımcıların büyük çoğunluğu gündüz saatlerinde (07.00 - 19.00) daha çok gürültüye maruz kaldıkları ve bu durumdan hoşnut olmadıkları gözlenmiştir.

Çevresel gürültü ve etkileri hakkında kamuoyunun bilgilendirilmesine istinaden kişilerin maruz kaldıkları gürültü düzeylerinin ne kadar olduğunu ve bu miktarların kendilerine ne ölçüde zarar verebileceğini öğrenebilmesi ve kamuoyunun bilgilendirilmesi için bu çalışma içerisinde web üzerinde www.samsungurultu.com adresinde karayolu çevresel gürültü hesaplama sistemi geliştirilmiştir. Bu sayede insanlar yaşadıkları ortamda ne kadar gürültüye maruz kaldıklarını kolayca hesaplayabilmekte ve gürültünün kendilerine ne ölçüde zarar vereceği hakkında bilgi almaktadır.

Yapılan çalışma sonucunda gürültü haritasında belirlenen yüksek düzeyli bölgeler için bazı önlemlerin alınması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Kısa vadeli önlemler: İlk olarak şehir merkezinde ve özellikle şehirlerarası veya şehir içi yük taşımacılığında kullanılan ana yollardaki trafik yükünün azaltılması gerekmektedir. Gürültü düzeyini artırıcı araçların şehir içine girişlerinin engellenmesi, saat uygulaması ve alternatif yolların üretilmesi gerekmektedir. Şehir içi toplu taşıma trafiğine ağırlık veren ve küçük toplu ulaşım araçları olan dolmuş v.b. araçların yerine daha sessiz, çevreci ve elektrikle çalışan hafif raylı sistem araçları tercih edilmelidir. Yeni yapılacak yollarda gürültüyü azaltıcı, geçirimli malzemeli yol kaplamaları kullanılmalıdır. Gürültü düzeyi yüksek araçlar trafikten men edilmelidir. Hastane, okul, eğlencilen alanlar gibi gürültüye hassas alanların yakınından geçen yollardaki trafik yoğunluğunun azaltılması gereklidir. Özellikle gürültü düzeyini artıran dur-kalk olaylarının yaşandığı trafik ışıklarında yeşil dalga uygulamasının yapılması gereklidir.

Orta vadeli önlemler: Gürültüden aşırı derecede etkilenen binalarda pencere sayısı azaltılmalı; gürültüye maruz kalan yapılarda ses yalıtımları yapılmalıdır. Canlı veya cansız materyallerle ses perdeleri oluşturulmalıdır. Ulaşım planlaması yapılmalı çevre yolların kullanımı teşvik edilmelidir. Şehir halkının gürültünün etkileri konusunda eğitilmesi gerekmektedir. Ayrıca toplu taşıma araçlarının kullanımı özendirilmelidir. Hız kontrol istasyonları kurulmalı ve sürekli hız kontrolü yapılmalıdır.

Uzun vadeli önlemler: Mevcut gürültü için önlemlerin alınması yerine gürültüyle savaşmada en etkin yol, Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak yapılaşma öncesinde planlama yapmasıdır. Hem daha ekonomik hem de daha pratik olan bu yöntemde yerleşim yerleri oluşturulmadan, hazırlanan imar planları üzerinde yol genişlikleri, araç sayıları ve diğer gürültü oluşturabilecek etkenler de göz önüne alınarak ileride oluşabilecek simülasyon gürültü haritaları hazırlanmalıdır. Hazırlanan bu gürültü haritaları üzerinde istenilen gürültü sınır değerlerini geçmeyen alanlar belirlenmelidir. Sınır değerlerini geçmeyen alanlar hassas yerleşim bölgeleri olarak belirlenip, binaların bu bölgeler içinde yapılması sağlanmalıdır.

Diğer taraftan; bireyler için sağlıklı yaşamaya elverişli alanların oluşturulabilmesi amacıyla, karayolu trafiği gürültüsü dışında etkili olan ve genelde yerleşim bölgeleri

içinde ya da yakınında bulunan diğer gürültü kaynaklarından havaalanı, liman, tren istasyonları ve büyük çaplı spor kompleksleri gibi tesisleri de içerisinde barındıran bölgelerin gürültü haritalarının hazırlanması, yerleşime yeni açılacak bölgelerde ise planlama kriterlerine göre simülasyon gürültü haritalarının hazırlanması gereklidir.

Ayrıca hazırlanacak mimari projelerde bina iç tasarımlarında yatak odası gibi hassas alanların gürültüden etkilenmeyecek şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Yaptırım ve ceza uygulamalarının düzgün işlemesi sağlanmalıdır. Bina ses yalıtım projeleri zorunlu hale getirilmesi alınacak tedbirler arasında yer almaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Ollerhead J.B., (1980). "Noise as a Public Healty Problem", OSHA Report, ICBEN.
- [2] Anon., (1991). "Fighting Noise in the 1990's", OECD, Paris.
- [3] AVKOM, (1996). "The Green Paper on Future Policy adopted and published by the European Commission".
- [4] FP5, (1998). "Fifth Environmental Action Programme Towards Sustainability the European Community Programme of Policy and Action in Relation to the Environment and Sustainable Development".
- [5] AVKON, (2001). "No.25 7 June 2001 Common Pasition (EC) No: 25/2000 of 7 June 2001 adapted by the Council with a view to adapting a directive of the European Parliament and of the Council relating to the assessment and Management of environmental noise".
- [6] ABDMEV. <http://www.nonoise.org/lawlib.htm> 12.01.2011
- [7] T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, (Haziran 2010). "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği", Ankara Türkiye.
- [8] Fidell S., Barber D. S., ve Schultz T., (1991). "Updating a Dosage - Effect Relationship for the Prevalence of Annoyance due to General Transportation Noise", Journal of the Acoustic Society of America, (89): 221-233.
- [9] Flindell I. H. ve Mckenzie A. R., (2000). "An Inventory of Current European Methodologies and Procedures for Environmental Noise Management", European Environmental Agency - Technical Report.
- [10] Pierce A. D., (1998). Mathematical Theory of Wave Propagation. USA: John Wiley and Sons Inc.
- [11] Fahy F., (2001). Foundations of Engineering Acoustics. UK: Academic Press.
- [12] Özgüven H. N., (2008). "Gürültü Kontrolü, Endüstriyel ve Çevresel Gürültü", Türk Akustik Derneği, Ankara.
- [13] Wikipedia. Wikipedia. <http://tr.wikipedia.org> 09.2010

- [14] Bies D. A. ve Hansen C. H., (2009). Engineering Noise Control Theory And Practice, 4th bas. New York: Spon Press.
- [15] Kurra S., (2009). Çevre Gürültüsü ve Yönetimi. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, I.
- [16] Maekawa Z. ve Lord P., (1994). Environmental and Architectural Acoustics. UK: Spon Press.
- [17] ISO, (2007). "ISO 1996-2:2007 Acoustics - Description, assessment and measurement of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels", International Standards Organization.
- [18] Wang L. K., Pereira N.C., ve Hung Yung-Tse, (2005). Advanced Air And Noise Pollution. New Jersey: Humana Press, II.
- [19] Fletcher H. ve Munson W. A., (1933). "Loudness, its definition, measurement and calculation", Journal of the Acoustic Society of America, 82-108.
- [20] Vorländer M., (2008). "Auralization Fundamentals of Acoustics, Modelling, Simulation, Algorithms and Acoustic Virtual Reality", Germany.
- [21] Cheremisinoff N. P., (1996). Noise Control In Industry. USA: Noyes Publications.
- [22] Calixto A., Diniz F.B., ve Zannin P. H. T., (2003). "The Statistical Modeling of Road Traffic Noise in an Urban Setting", Cities, 23-29.
- [23] Rodrigue Jean-Paul, Comtois Claude, ve Slack Brian, (2009). The Geography Of Transport Systems. USA: Taylor & Francis.
- [24] Nelson P. M. ve Piner R., (1997). "Classifying Road Vehicles for the Prediction of Road Traffic Noise".
- [25] (1997). "Bruit des infrastructures routières - Méthode de calcul incluant les effets météorologiques", Fransa.
- [26] Kurra S., (1988). "Analysis of Traffic Noise Problems in Developing Countries with Reference to a Case Study in Residential Areas", International Congress on Noise as a Health Problem, Stockholm, 215-223.
- [27] Johnson D. R. ve Saunders E. G., (1968). "The evaluation of noise from freely flowing road traffic", Journal of Sound and Vibration, 287-288.
- [28] Thompson D., (2009). Railway Noise and Vibration. Hollanda: Elsevier.
- [29] Verheijen E., (2007). "Geluidemissie van de spoormaterieelcategorien".
- [30] Smith M. J. T., (1989). Aircraft Noise. İngiltere: Cambridge University Press.
- [31] ISO, (1996). "ISO 9613-2:1996 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation".

- [32] Lukasik S. ve Nolle W., (1952). "Handbook of acoustic noise control", ABD.
- [33] Quartieri J. vd., (2010). "A Review of Traffic Noise Predictive Models", İtalya.
- [34] Department Of Transport, (1988). "CoRTN", Birleşik Krallık.
- [35] RLS, (1990). "Richtlinien für den Lärmschutz", Bonn.
- [36] Certu, (1980). "Guide du bruit des transports terrestres".
- [37] NMPB-Routes-96, (1996). "Nouvelle Methode de Prevision de Bruit".
- [38] European Parliment Council, (June 2002). "Directive 2002/49/EC".
- [39] WG-AEN European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise, (2006). "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure".
- [40] Tekalan S. A., (1996). "Gürültünün İşitme ve Diğer Sistemler Üzerine Etkisi", Ekoloji ve Çevre Dergisi, 1-11.
- [41] Güler Ç., (1994). "Gürültü ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi", Ankara Valiliği Çevre Koruma Vakfı Başkanlığı Yayını, 2, 47-51.
- [42] Carter N. L., (1988). "Heart-rate and blood-pressure response in mediu-artillery gun crews", Medical Journal Of Australia, 149(15): 185-189.
- [43] Prabhakaran K., Suthanthirarajan N., ve Namassivayam A., (1987). "Biochemical Changes in Acute Noise Stress in Rats' Biochemical Parameters in Noise Stress", Indian Journal of Physiology and Pharmacology, 32(2): 100-103.
- [44] Huang T., (2007). "Age-Related Hearing Loss", Clinical and Health Affairs, 25-37.
- [45] Çelikyurt C., (1996). "Gürültünün Oluşturduğu Tinnutus", 2.Ulusal Akustik ve Gürültü Kongresi.
- [46] Kumbur H. ve Doğan N., (1995). "Mersin'de Gürültü Sorunu", Beşinci Ergonomi Kongresi Bildirileri, İstanbul.
- [47] MEB. İşitme Engeli.
http://orgm.meb.gov.tr/yayinlar/isitmeengelliler/Bolum_01.htm 2011
- [48] Ekerbiçer H.Ç., (2008). "Endüstriyel Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri ve Korunma Yöntemleri", TAF Preventive Medicine Bulletin, 7(3): 261-264.
- [49] Pouryaghoub G., Mehrdad R., ve Mohammadi S., (2007). "Interaction of Smoking and Occupational Noise Exposure on Hearing Loss: A Cross- Sectional Study", BMC Public Health, 7(1): 137.
- [50] Öztürk H., (2010). Kırklareli İl Merkezi'nde Gürültü Düzeyleri Belirlenerek Gürültü Haritasının Oluşturulması, Halk Sağlığı Anabilim Dalı İş Sağlığı Yüksek

Lisans Programı, Trakya Üniversitesi, Edirne.

- [51] Kryter K. D., (1971). *The Effects of Noise on Man.*: Academic Pres Inc.
- [52] Loeb M., (1986). *Noise and Human Efficiency.*: John Wiley & Sons Ltd..
- [53] Asan A., (1999). "Gürültü ve Fizyolojik Etkileri", *Metal-Makina*, 117, 84-86.
- [54] Ando Y. ve Hattori H., (1977). "Effects of noise on human placental lactogen (HPL) levels in maternal plasma", *British Journal of Obstet Gynaecol*, 84, 115-118.
- [55] Tamari I., (1970). *Audiogenic stimulation and reproductive function, Physiological Effects of Noise*, Welch B. L. and Welch A. S., Bas. ABD: Plenum Press.
- [56] Schell L. M. ve Norell R. J., (1983). "Airport noise exposure and the post-natal growth of children", *American Journal of Physical Anthropology*, 61: 473-482.
- [57] Karabiber Z., (21-22 Mayıs 1991). "Gürültü-İnsan Etkileşimi", *Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu Bildirileri*, 1, İstanbul, 457-469.
- [58] Akça A., (2009). *Afyonkarahisar Şehir Merkezi Gürültü Haritasının Oluşturulması ve Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkisi Yüksek Lisans Tezi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- [59] Hobson JA., (1989). *The Dreaming Brain: How the Brain Creates Both the Sense and the Nonsense of Dreams.*: Scrantam: Basic Books.
- [60] Dalgıç N.A., (1991). *Gürültünün Ankara Esenboğa Hava Limanındaki İşçilerin Sağlığı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması*, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara Uzmanlık Tezi.
- [61] Berglund B. ve Lindval T., (1995). "Community Noise", *Archives of the Center for Sensory Research*, 2(1).
- [62] Özgüven H. N., (1985). "Endüstriyel Gürültü Kontrolü", *TMMOB Makine Mühendisleri Odası*, 1(6): 27-28.
- [63] Öhrström E., (1991). "Psycho-Social Effects of Traffic Noise Exposure", *Journal of Sound and Vibration*, 151: 513-517.
- [64] Ahrlin U., (1988). "Activity disturbance caused by different environment noise", *Journal of Sound and Vibration*, 599-603.
- [65] Kang-Ting Tsai, Min-Der Lin, ve Yen-Hua Chen, (2009). "Noise mapping in urban environments: A Taiwan study", *Applied Acoustics*, 964-972.
- [66] King E. A. ve Rice H. J., (2009). "The development of a practical framework for strategic noise mapping", *Applied Acoustics*, 1116-1127.
- [67] Arana M., San Martin R., San Martin M. L., ve Aramendia E., (2009). "Strategic noise map of a major road carried out with two environmental prediction

- software packages", Environmental Monitoring and Assessment, 503-513.
- [68] Asensio C., Recuero M., Ruiz M., Ausejo M., ve Pavon I., (2011). "Self-adaptive grids for noise mapping refinement", Applied Acoustics.
- [69] Manvell D. ve van Banda E. H., (2010). "Good practice in the use of noise mapping software", Applied Acoustics.
- [70] Maraş E. ve diğerleri, (2011). "CBS Verilerinden Çevresel Gürültü Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Tahmin Yönteminin Analizi", Harita Dergisi, 145, (ISSN 1300-5790).
- [71] De Kluijver H. ve Stoter J., (2003). "Noise mapping and GIS: Optimizing quality and efficiency of noise effect studies", Computers, Environment and Urban Systems, 27: 85-102.
- [72] Kurra S., (2009). Çevre Gürültüsü ve Yönetimi. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, II.
- [73] Kurra S. ve Yılmaz S., (1985). "Yerleşim yerlerinin Planlanmasında Uçak Gürültüsü ve Denetimi: Yeşilköy", TÜBİTAK Yapı Araştırma Kurumu, 21.
- [74] De Kluijver H. ve Stoter J., (27-30 Ağustos 2000). "Noise Mapping And GIS: Optimising Quality, Accuracy and Efficiency Of Noise Studies", The 29th International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering, Nice, Fransa.
- [75] Uslu G., Koçer N. N., Isık H. A., ve Hanay Ö., (24-27 Ekim 2007). "Elazığ ilindeki Gürültü Kirliliğine Karayolu Trafikinin Etkisi", 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Yasam Çevre Teknoloji, İzmir.
- [76] Şener E., Morova N., Polat E., Terzi S., ve Serin S., (2008). "Kent içi Trafikten Kaynaklanan Gürültülerin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Haritalandırılması: Isparta Kenti Örnekleme", II. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Kayseri, 656-667.
- [77] Nas B., Berktaş A., Ertuğrul T., Aygün A., ve Işık M., (2004). "Konya Kenti Yol Trafik Gürültüsü Seviyelerinin CBS ile Görüntülenmesi", 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildiriler Kitabı, İstanbul, 1-10.
- [78] Kumbur H., Özer Z., ve Avcı E. D., (13-16 Eylül 2006). "Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Gürültü Seviyelerinin CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) İle Analizi", 4. CBS Bilişim Günleri Bildiriler Kitabı, İstanbul, 389-395.
- [79] Yılmaz G. ve Hocanlı Y., (2006). "Mapping of Noise By Using GIS in Şanlıurfa", Environmental Monitoring and Assessment, 121: 103-108.
- [80] EPA, (2009). "Guidance Note for Strategic Noise Mapping", İrlanda.
- [81] Onuu M., (2000). "Road traffic noise in Nigeria: Measurements, analysis and evaluation of nuisance", Journal of Sound and Vibration, 233(3): 391-405.

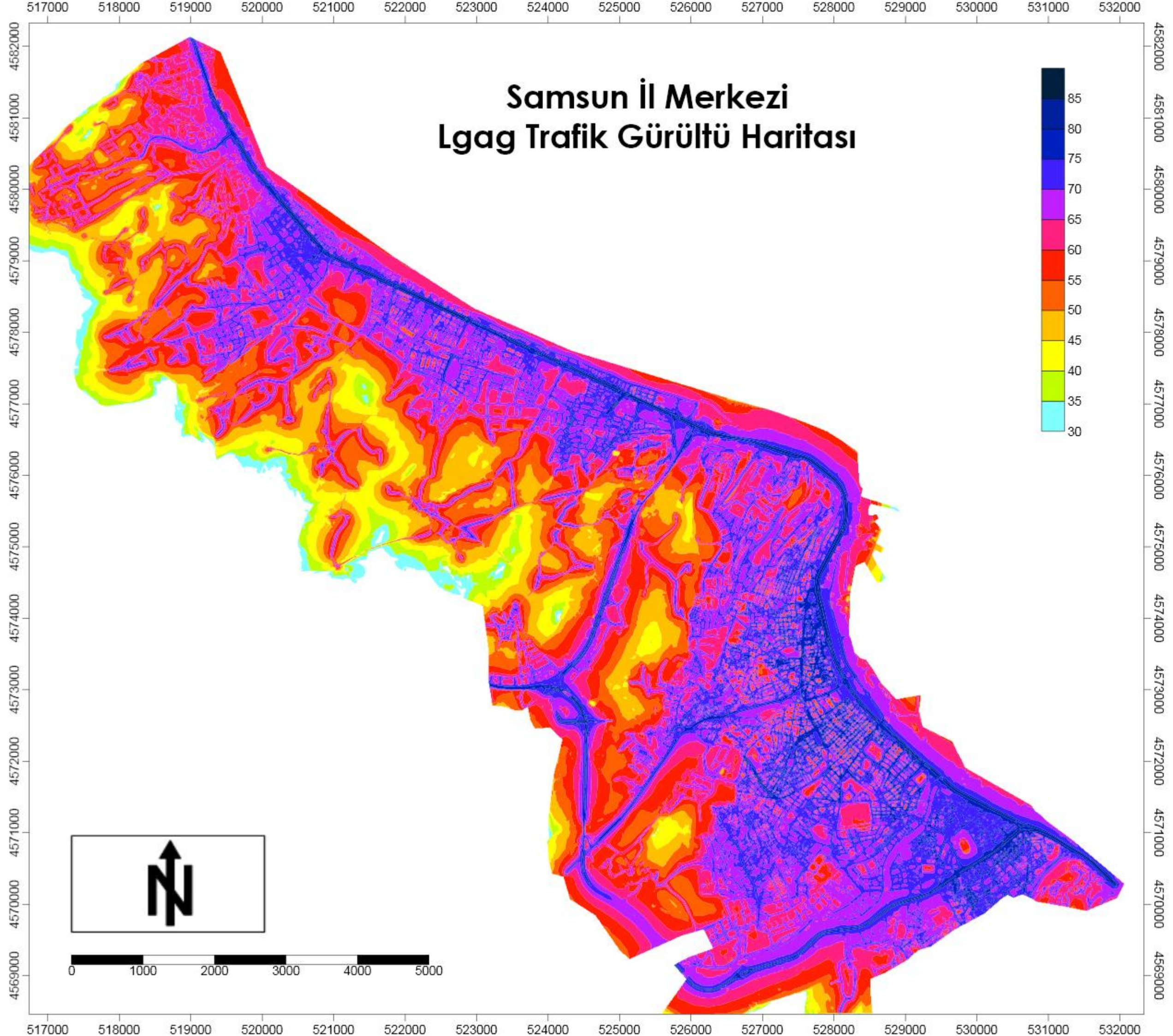
- [82] Zannin P. H. T., Diniz F. B., ve Barbosa W. A., (2002). "Environmental noise pollution in the city of Curitiba", *Applied Acoustics*, 63(4): 351-358.
- [83] Li B., Tao S., Dawson R. W., Cao J., ve Lam K., (2002). "A GIS based road traffic noise prediction model", *Applied Acoustics*, 63: 679-691.
- [84] Gajaa E., Gimenezb A., Sanchoa S., ve Reig A., (2003). "Sampling techniques for the estimation of the annual equivalent noise level under urban traffic conditions", *Applied Acoustics*, 63: 43-53.
- [85] Ali S. A. ve Tamura A., (2003). "Road traffic noise levels, restrictions and annoyance in Greater Cairo, Egypt", *Applied Acoustics*, 64: 815-823.
- [86] Wilhelmsson M., (2000). "The impact of traffic noise on the values of single-family houses", *Journal of Environmental Planning and Management*, 43(6): 799-815.
- [87] Lin M. D., Lin Y. H., Tsai K. T., ve Chen Y. H., (2007). "Using Noise Map to Evaluate the Environmental Quality of Tainan, Taiwan", *Environmental Informatics Archives*, 5: 401-408.
- [88] Mehdi M. R., Kim M., Seong C. J., ve Arsalan M. H., (2010). "Spatio-temporal patterns of road traffic noise pollution in Karachi", *Environ Int*, 97-104.
- [89] TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/> 2010
- [90] Samsun Meteoroloji Müdürlüğü, (2011). "Hava Durumu Raporu".

EK-A

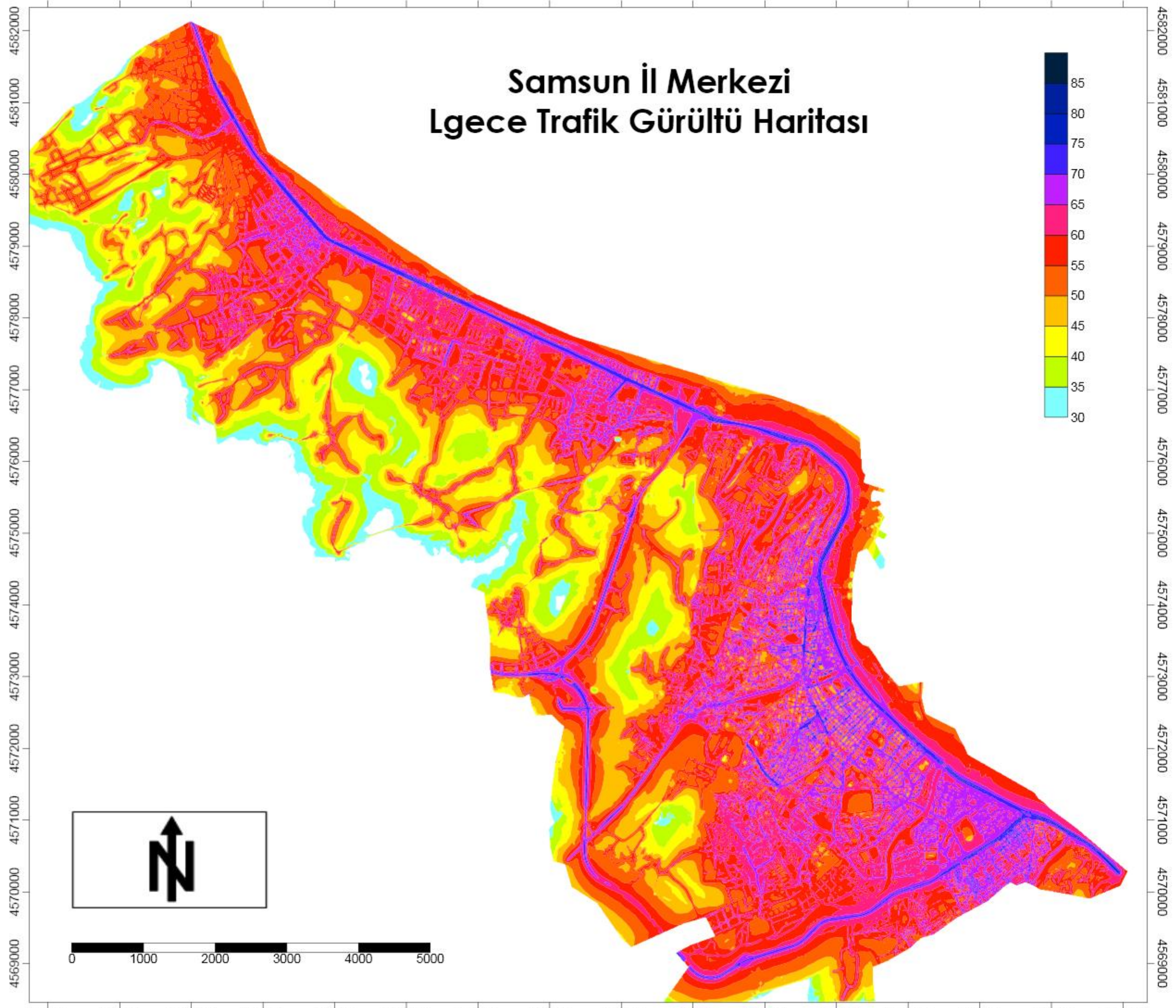
HARİTALAR

Ekte Samsun ili geneli ve ilçeleri için hazırlanmış trafik gürültü haritaları görülmektedir.

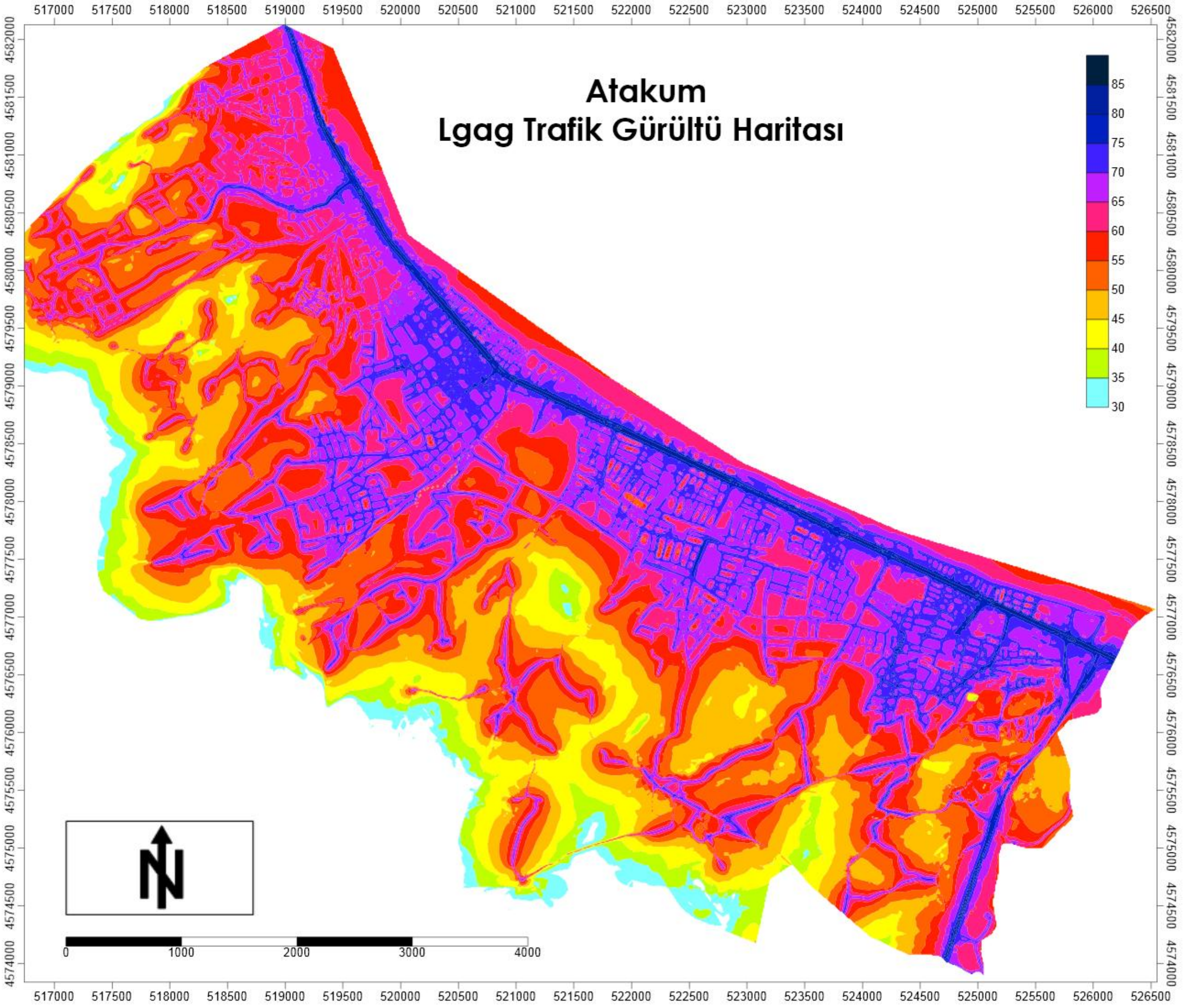
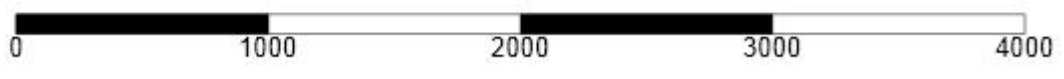
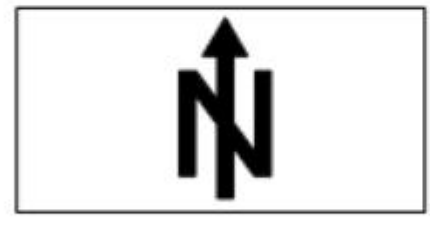
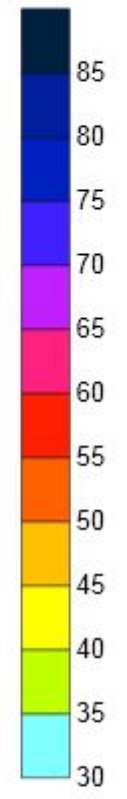
Samsun İl Merkezi Lgag Trafik Gürültü Haritası



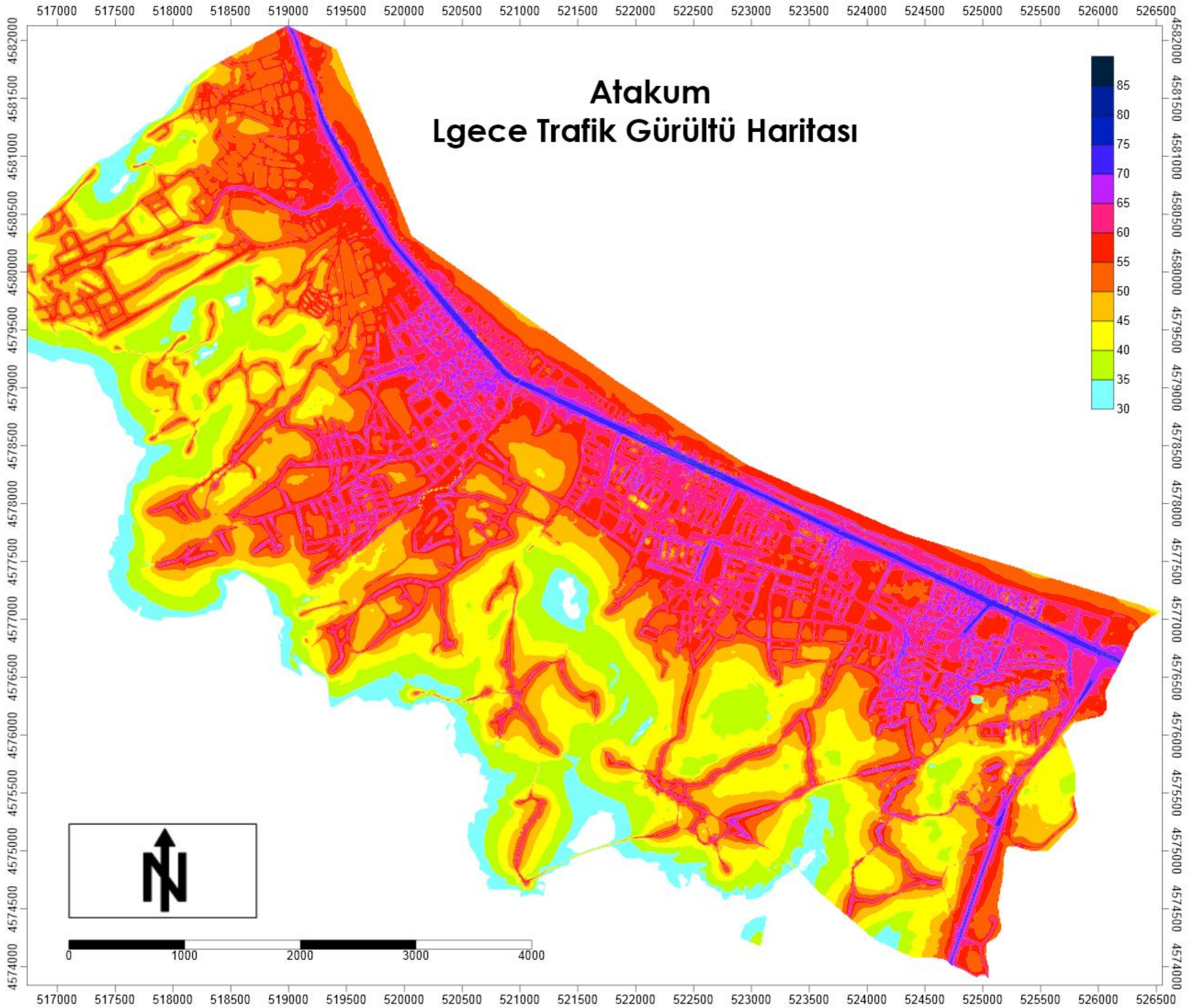
Samsun İl Merkezi Lgece Trafik Gürültü Haritası



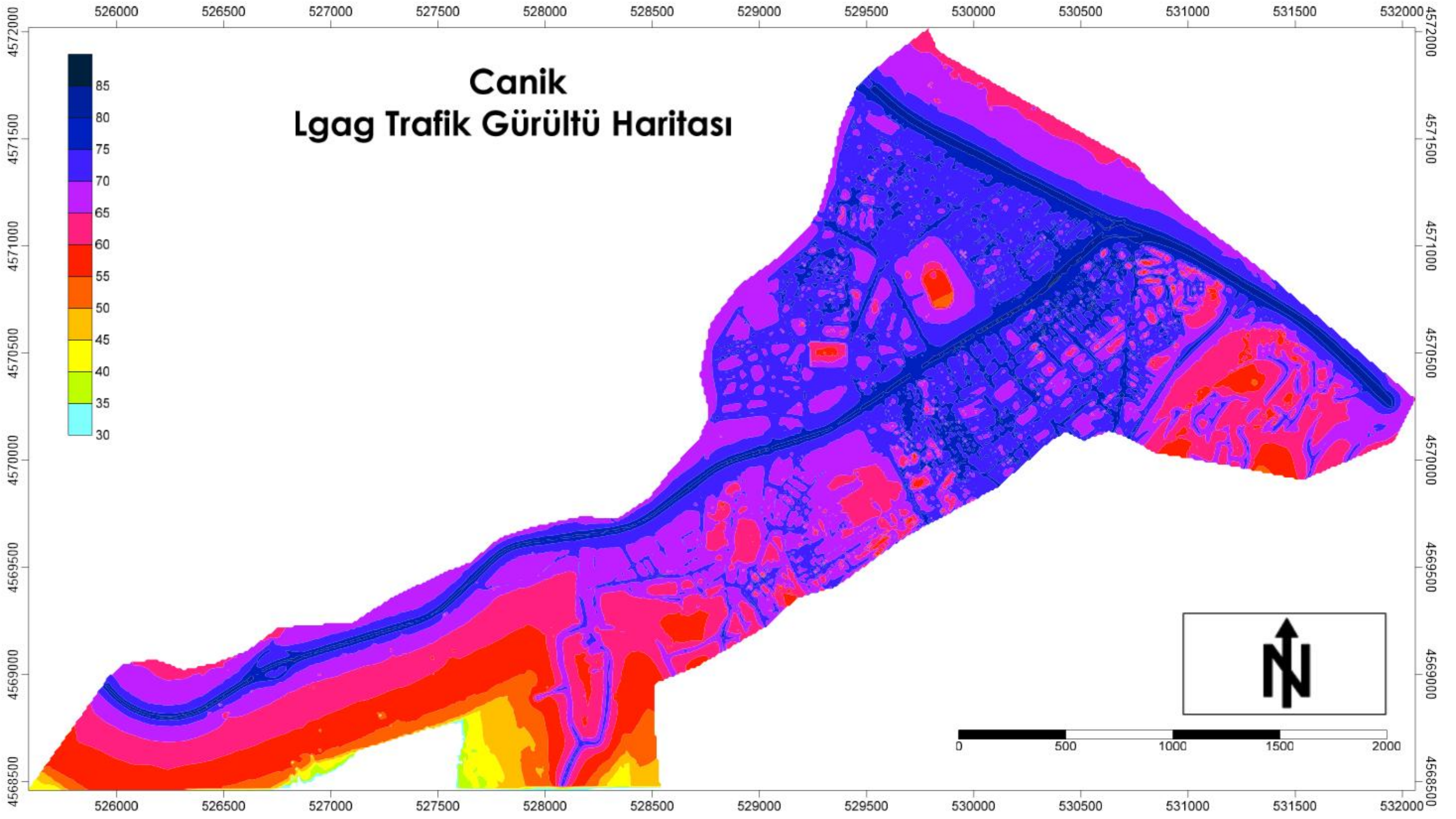
Atakum Lgag Trafik Gürültü Haritası



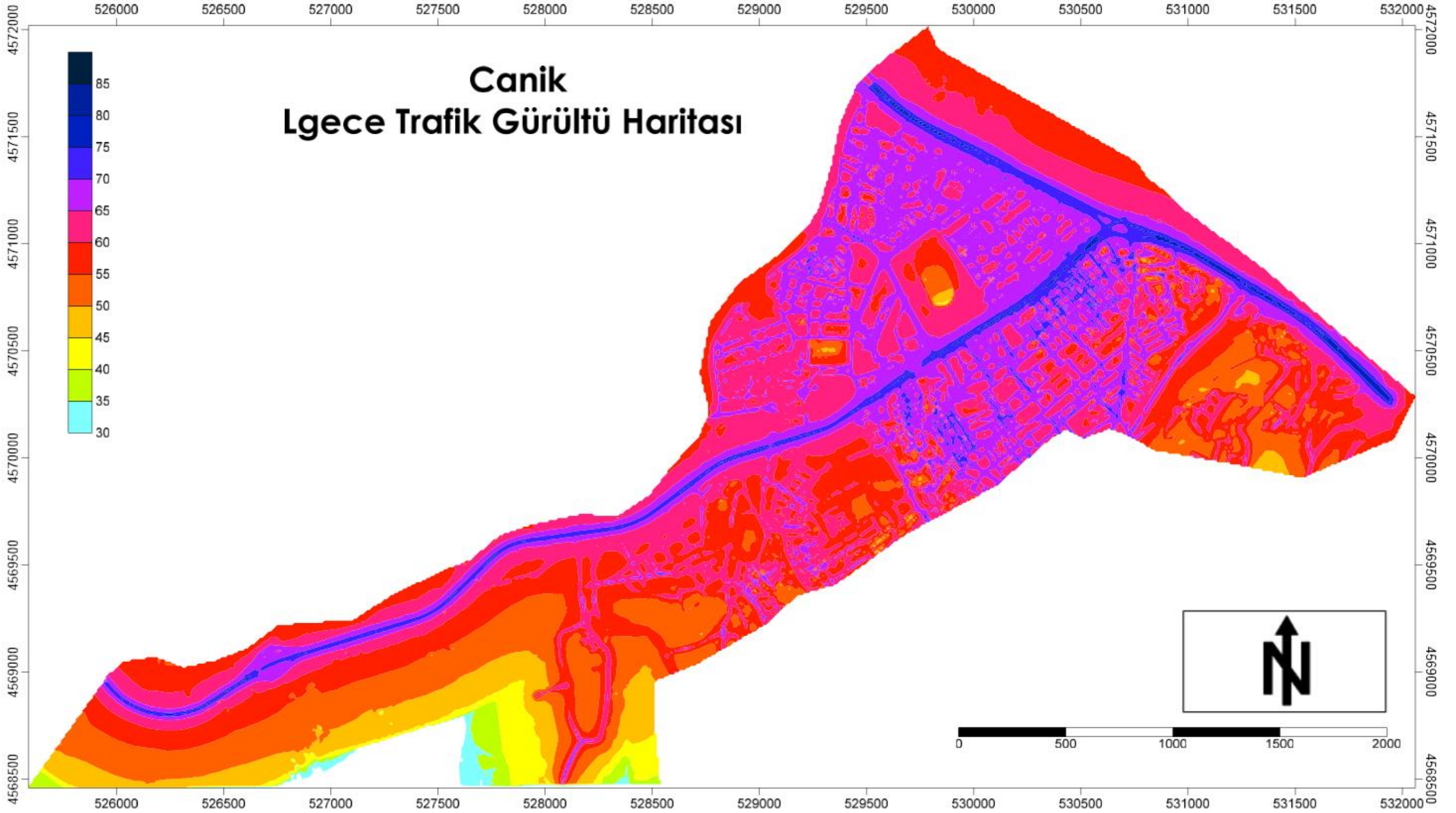
Atakum Lgece Trafik Gürültü Haritası



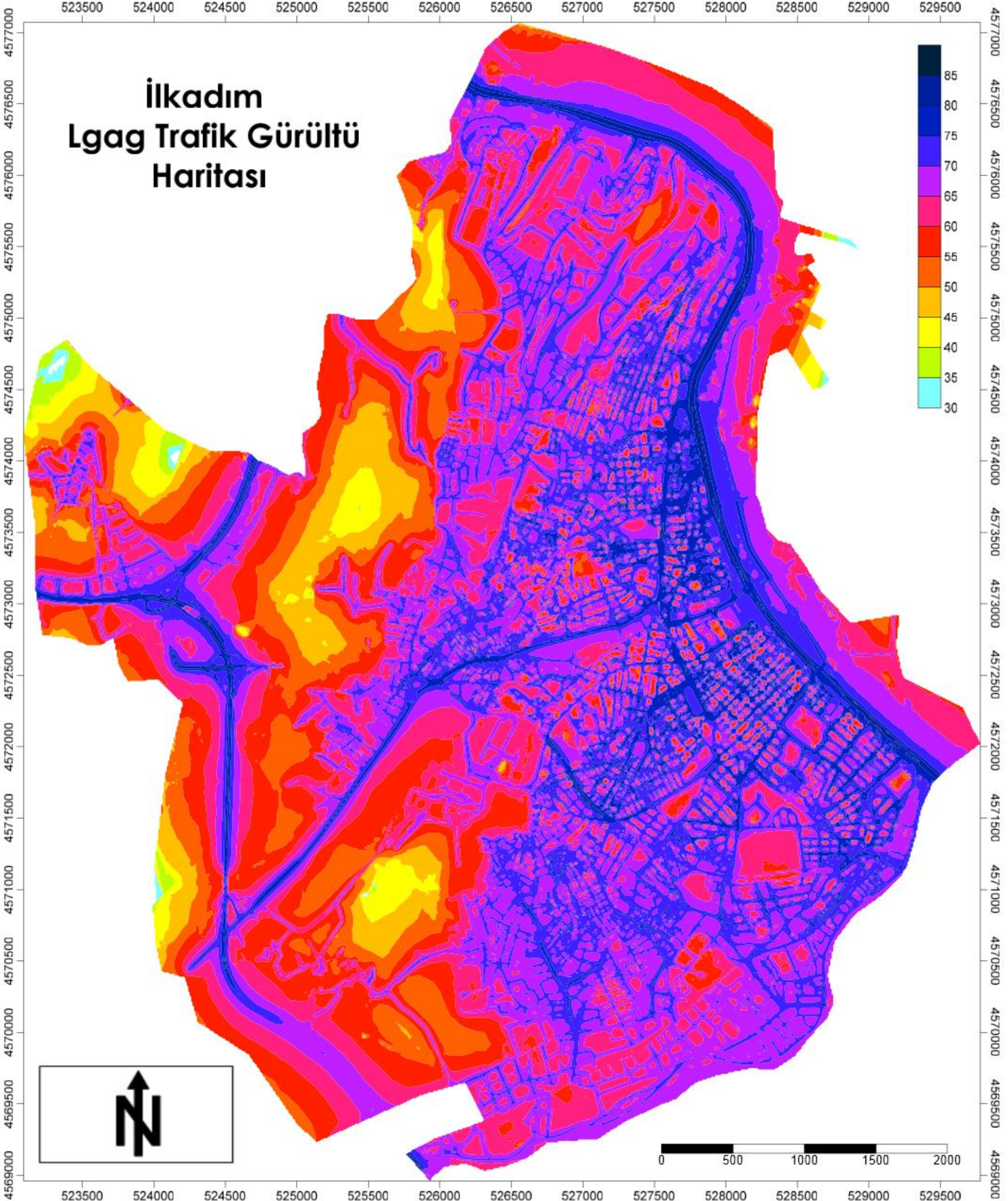
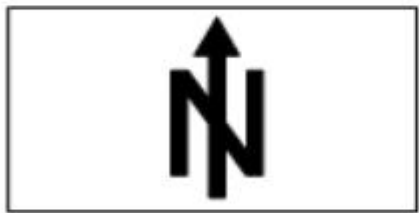
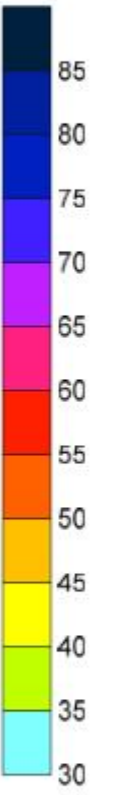
Canik Lgag Trafik Gürültü Haritası



Canik Lgece Trafik Gürültü Haritası



İlkadım Lgag Trafik Gürültü Haritası

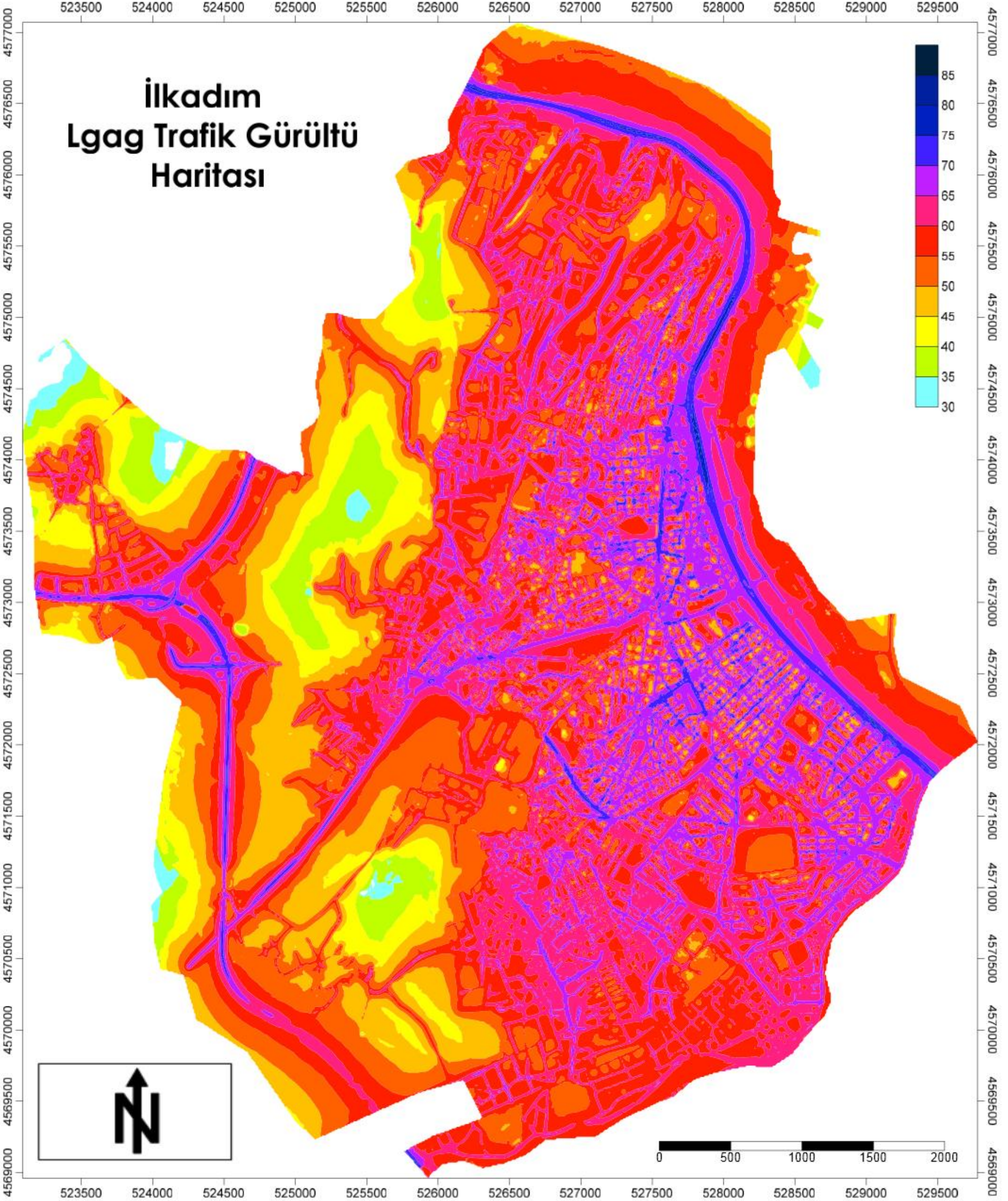
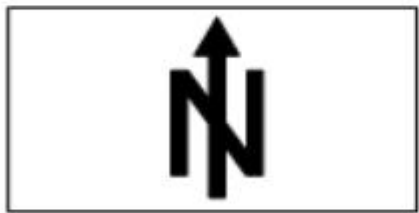
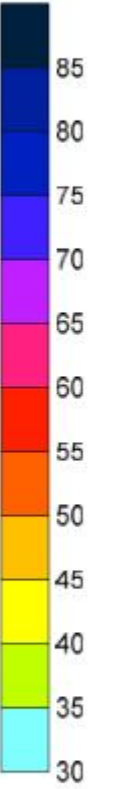


523500 524000 524500 525000 525500 526000 526500 527000 527500 528000 528500 529000 529500

4569000 4569500 4570000 4570500 4571000 4571500 4572000 4572500 4573000 4573500 4574000 4574500 4575000 4575500 4576000 4576500 4577000

4569000 4569500 4570000 4570500 4571000 4571500 4572000 4572500 4573000 4573500 4574000 4574500 4575000 4575500 4576000 4576500 4577000

İlkadım Lgag Trafik Gürültü Haritası



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	Erdem Emin MARAŞ
Doğum Tarihi ve Yeri	:02.05.1972 Konya/Ereğli
Yabancı Dili	:İngilizce
E-posta	:eemaras@gmail.com – emaras@omu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı	Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	2004
Lisans	Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği	Konya Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi	1994
Lise		Samsun 19 Mayıs Lisesi	1989

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2008 -	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü	Öğretim Görevlisi
2004 - 2008	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kavak Meslek Yüksek Okulu	Müdür Yardımcılığı
2001 - 2008	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kavak Meslek Yüksek Okulu	Öğretim Görevlisi

YAYINLARI

Makale

1. **E.E. Maraş**, B. Bayram, H.H. Maraş, S.S. Maraş, B. Aktuğ (2010). Multi-Focus Image Fusion in High Precision Close-Range Photogrammetry, International Journal of the Physical Sciences, 5(6), p.763-767, ISSN 1992-1950.
2. **E.E. Maraş**, H.H. Maraş, S.S. Maraş, Z. Alkış (2011). CBS Verilerinden Çevresel Gürültü Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Tahmin Yönteminin Analizi, Harita Dergisi, Sayı:145, ISSN 1300-5790

Bildiri

1. **E.E. Maraş**, H.H. Maraş, Z. Alkış (2010). Çevresel Gürültü Haritalarının Hazırlanmasında CBS'nin Önemi, UZALCBS 2010 Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 11-13 Eylül, Kocaeli, s:221-226,

ISBN:978-975-8316-19-9

2. D. Öztürk, **E.E. Maraş**, A. Şişman, Y. Şişman (2010). CBS Tabanlı Taşınmaz Kültür ve Tabiat Varlıkları Envanteri, 11. Ulusal Turizm Kongresi, Adnan Menderes Üniversitesi Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik Y.O., 2-5 Aralık, Kuşadası, s:696-707, ISBN:978-605-5681-95-1

Proje

1. Alaçatı Örneğinde Sürdürülebilir Kıyı Alanı İzleme Modeli, C Kapsamındaki Yönetilen Araştırma Projeleri, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2008, Proje Üyesi.
2. TR83 Bölgesinde Turist Bilgi Sisteminin Oluşturulması, Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı, Samsun İl Özel İdaresi, 2011, Proje Danışmanı