

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE GÜRÜLTÜ DÜZEYİ KATMANI  
OLUŞTURMA ÇALIŞMASI ANTALYA ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Samet Feyyaz HAMAMCI**

**Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı**

**Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı**

**Anabilim Dalı : Herhangi Mühendislik, Bilim**

**Programı : Herhangi Program**

**MAYIS 2015**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE GÜRÜLTÜ DÜZEYİ KATMANI  
OLUŞTURMA ÇALIŞMASI ANTALYA ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Samet Feyyaz HAMAMCI  
(706131021)**

**Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı**

**Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ahmet Özgür DOĞRU  
Anabilim Dalı : Herhangi Mühendislik, Bilim  
Programı : Herhangi Program**

**04 MAYIS 2015**



İTÜ, Bilişim Enstitüsü'nün 706131021 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Samet Feyyaz HAMAMCI**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE GÜRÜLTÜ DÜZEYİ KATMANI OLUŞTURMA ÇALIŞMASI ANTALYA ÖRNEĞİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :**      **Yrd. Doç. Dr. Ahmet Özgür DOĞRU**      .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :**      **Yrd. Doç. Dr. Caner GÜNEY**      .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Doç. Dr. A. Melih BAŞARANER**      .....  
Yıldız Teknik Üniversitesi

**Teslim Tarihi :**      **04 Mayıs 2015**  
**Savunma Tarihi :**      **28 Mayıs 2015**



*Canım Annem, Babam ve Kardeşime,*





## ÖNSÖZ

Bu çalışmada Antalya ili Muratpaşa ilçesi Yenigün, Etiler ve Yüksekalam ilçelerine ait karayolu cephe gürültü haritası oluşturulmuştur. Çalışmada Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY) ve WG-AEN tarafından hazırlanan Environmental Noise Directive (END) dökümanında belirlenen stratejik gürültü haritalama prensiplerine uygunluk esas alınmıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Gürültü Düzeyi Katmanı Oluşturma Çalışması Antalya Örneği konulu tez çalışmamda sahip olduğu bilgi ve tecrübelerini paylaşan ve desteklerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Ahmet Özgür DOĞRU ve Dr. Nesimi ÖZKURT'a tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Tez çalışmamda ihtiyaç duyduğum her konuda fikir ve önerilerini aldığım, hiçbir zaman benden yardımlarını esirgemeyen değerli çalışma arkadaşım ve abim Deniz SARI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bana her konuda destek olan, desteklerini her zaman hissettiren ve sevgileriyle bana güç veren annem Leyla HAMAMCI, babam Süleyman HAMAMCI ve kardeşim Sena HAMAMCI'ya tüm kalbimle teşekkür ederim.

Mayıs 2015

Samet Feyyaz HAMAMCI  
(Çevre Mühendisi)



# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
KISALTMALAR .....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY .....	xviii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı .....	1
1.2 Literatür Araştırması .....	1
<b>2. AKUSTİK KAVRAMLAR .....</b>	<b>7</b>
2.1 Ses Kavramları .....	7
2.2 Sesin İncelik ve Kalınlığı .....	8
2.3 Eşdeğer Sürekli Ses Düzeyi .....	9
<b>3. GÜRÜLTÜ HARİTALARI.....</b>	<b>11</b>
3.1 Gürültü Haritası Kavramı.....	11
3.2 Gürültü Haritalarının Kullanım Alanları.....	12
3.3 Gürültüye Maruz Kalma Kategorileri .....	12
<b>4. KENT BİLGİ SİSTEMLERİ.....</b>	<b>13</b>
4.1 Kent Bilgi Sistemi Nedir.....	13
4.2 Kent Bilgi Sisteminin Amacı .....	14
4.3 Kent Bilgi Sisteminin Kapsamı.....	14
4.4 Antalya Büyükşehir Belediyesi Kent Bilgi Sistemi .....	15
<b>5. ÇALIŞMA ALANI.....</b>	<b>17</b>
5.1 Genel Bilgiler .....	17
5.2 Topografya .....	18
5.3 Nüfus Bilgileri.....	19
<b>6. MODEL BİLGİLERİ .....</b>	<b>23</b>
6.1 Çalışmanın Model Bilgileri.....	23
6.2 Karayolu Trafiği.....	24
6.3 Model Çıktısı.....	33
6.3.1 Etkilenme Analizi.....	33
6.3.2 Karayolu Gürültü Haritası.....	33
<b>7. YÖNTEM.....</b>	<b>35</b>
7.1 Cog-Veri (Coğrafi Veri) Modülü .....	35
7.2 Hesaplama Modülü .....	35
7.3 Ayrıntılı dökümantasyon.....	35
7.4 Veri girişleri .....	35
7.4.1 Dışarıdan DXF aktarımı .....	36
7.4.2 Kullanılan geometrik veriler .....	36
7.4.3 Nüfusun Dağıtılması .....	36
7.4.4 Karayolu Hatları.....	37
7.4.5 Kavşaklar ve Yol Profili.....	37
7.4.6 Binalar .....	37
7.5 Cephe Gürültü Haritaları.....	38
7.6 Arazi Noktaları.....	39

7.7	Hacimsel Yutuculuk Alanları.....	39
7.8	Zemin Etkisi .....	39
7.9	Tek Nokta Alıcıları.....	40
7.10	Hesaplama Alanı .....	40
7.11	Cephe Gürültü Haritası Hesaplamaları .....	41
7.12	Gürültünün Fiziksel Olarak Tanımlanması .....	41
7.13	Gerçek Dünyanın Program İçerisinde Modellenmesi .....	41
7.14	Fiziksel Şartlara Karşı Standartlar.....	42
<b>8.</b>	<b>ÖRNEK ÇALIŞMA ALANI CEPHE GÜRÜLTÜ HARİTALARI.....</b>	<b>43</b>
<b>9.</b>	<b>SONUÇLAR .....</b>	<b>53</b>
	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>55</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>59</b>

## KISALTMALAR

<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>ABB</b>	: Antalya Bykehir Belediyesi
<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
<b>CORINE</b>	: Coordination of Information on the Environment
<b>GDYY</b>	: evresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Ynetmeliği
<b>B</b>	: evre ve ehircilik Bakanlığı
<b>dB</b>	: Desibel
<b>DXF</b>	: Drawing Exchange Format
<b>GIS</b>	: Geographic Information Systems
<b>ECAC</b>	: European Civil Aviation Conference
<b>END</b>	: The Environmental Noise Directive
<b>EU</b>	: European Union
<b>Hz</b>	: Hertz
<b>ISO 9613</b>	: Attenuation of sound during propagation outdoors
<b>KBS</b>	: Kent Bilgi Sistemleri
<b>MAM</b>	: Marmara Aratırma Merkezi
<b>NMPB</b>	: Nouvelle Methode de Prevision du Bruit des Routes
<b>RMRS</b>	: Reken Meervoorschrift Railverkeer Slawaai 96
<b>TBTAK</b>	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
<b>TK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu
<b>UTM</b>	: Universal Transverse Mercator
<b>WG-AEN</b>	: European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise
<b>WHO</b>	: World Health Organization



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

**Çizelge 5.1:** Proje alanında yer alan merkez ilçelerinin 2011 ve 2012 yılı nüfusları 20





## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 5.1: Antalya Büyükşehir Belediyesi sayısal yükseklik modeli .....	19
Şekil 5.2: Proje alanı mahalle alanları dağılımı.....	20
Şekil 5.3: Proje alanı mahalle nüfus yüzdeleri .....	21
Şekil 5.4: Proje alanı mahalle nüfus yoğunluğu dağılımı.....	22
Şekil 6.1: Çalışma alanı karayolları gündüz taşıt yoğunlukları.....	28
Şekil 6.2: Çalışma alanı karayolları akşam taşıt yoğunlukları .....	29
Şekil 6.3: Çalışma alanı karayolları gece taşıt yoğunlukları .....	30
Şekil 8.1: Yenigün, Etiler ve Yüksekalam karayolu 24 saatlik ızgaralı gürültü haritası .....	43
Şekil 8.2: Yenigün, Etiler ve Yüksekalam 24 saatlik cephe gürültü haritası .....	44
Şekil 8.3: Yenigün, Etiler ve Yüksekalam 24 saatlik cephe gürültü haritası üç boyutlu görünümü .....	45
Şekil 8.4: Yenigün, Etiler ve Yüksekalam cephe alıcıları .....	46
Şekil 8.5: Örnek bina 1. kat batı cephesine ait gürültü değerleri.....	47
Şekil 8.6: Örnek bina 1. kat doğu cephesine ait gürültü değerleri.....	48
Şekil 8.7: Örnek bina 1. kat güney cephesine ait gürültü değerleri.....	50
Şekil 8.8: Örnek bina 1. kat kuzey cephesine ait gürültü değerleri .....	51



# COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE GÜRÜLTÜ DÜZEYİ KATMANI OLUŞTURMA ÇALIŞMASI ANTALYA ÖRNEĞİ

## ÖZET

Dünyada son dönemde giderek önem kazanan ve artık hava kirliliği kadar önemli bir sorun haline gelen gürültü kirliliği alanında son yıllarda ülkemizde de birçok çalışma yapılmaya başlanmış ve sonuçlandırılmıştır. Gürültü kirliliği evrensel boyutta çevresel gürültü kavramı kullanılarak ele alınmaktadır. Çevresel gürültüyü ise karayolları, demiryolları, uçak gürültüsü ve endüstriyel gürültü kaynaklarından meydana gelen gürültüden oluşmaktadır.

Şehir merkezlerinde yaşayan insanlar yaşadıkları şehrin karakteristik özelliklerine bağlı olarak karayolu, demiryolu, uçak ve endüstri gürültülerinin bir veya birkaçına baskın olarak maruz kalabilmektedirler. Ancak şehir merkezlerinde genel olarak karayolu gürültüsü baskın özellik göstermektedir. Karayolu gürültüsü, nüfus ve refah seviyesinin artışı ile şehir merkezlerindeki motorlu araç sayısının da artışı ile birlikte bir yükselme eğilimine girmektedir.

Gürültü haritaları hazırlanırken ampirik formüller, kuramsal yaklaşımlar ve bilgisayar ortamında kurgulanan modelleme teknikleri kullanılmaktadır. Gürültü haritalarının hazırlanma aşamasının sonucunda ise çalışılan alanların hangi düzeyde gürültüye maruz kaldığı verisine ulaşılabilmekte ve bu veriler çeşitli amaçlar doğrultusunda kullanılabilir. Gürültü maruziyeti verileri gürültü eylem planlarının hazırlanmasına altlık oluşturmakta ve azaltım önlemleri ve şehir tasarımında yer alan planlamaların yapılması aşamasında bir etken oluşturabilmektedir. Gürültü haritalarının çıktılarında gürültünün yoğun olarak var olduğu sıcak noktalar görülebilmekte ve şehrin genel hatlarıyla hangi bölgelerinde gürültünün yoğun veya az olduğu saptanabilmektedir.

Gürültü haritaları ile elde edilen sonuçlar il, ilçe, mahalle, sokak, bina, kat ve cephe detayları kapsamında incelenebilmektedir. Bu çalışmada Antalya Büyükşehir Belediyesi sorumluluk alanı içerisinde yer alan merkez ilçelerinden biri olan Muratpaşa ilçesi sınırları içerisindeki yoğun kent nüfusuna sahip Yenigün, Etiler ve Yüksekalam mahallelerinin gürültü haritaları hazırlanmış ve binaların kat ve cephelerinin maruz kaldığı gürültü düzeyleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak saptanmıştır.

Çalışma kapsamında, çalışma alanına ait sayısal haritalar kullanılmıştır. Sayısal haritalar kullanılan gürültü hesaplama modeline uygun hale getirilmiş ve harita altlığı oluşturulmuştur. Gürültü haritasına altlık oluşturan CBS tabanlı harita verileri ve gürültü hesaplama modeli yazılımları ile çalışma alanında Avrupa Birliği ve Türkiye standartlarına uygun gürültü haritası oluşturulmuştur.

Oluşturulan gürültü haritası Coğrafi Bilgi Sistemleri'nde detaylandırılarak çalışma alanı içerisinde yer alan gürültü maruziyeti her binanın her katının her cephesi detayında incelenebilir hale getirilmiş ve yorumlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Gürültü haritası, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Cephe gürültüsü, Modelleme

# **STUDY OF CREATING NOISE LEVEL LAYER IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS EXAMPLE OF ANTALYA**

## **SUMMARY**

In recent years, many studies have begun to be made and finalized also in our country in the field of noise pollution which has increasingly gained importance recently and become an important issue as much as air pollution. Noise pollution is dealt with using the concept of Environmental Noise in universal size. Besides, the environmental noise is consisted from the noises occurring from the highways, railways, aircraft noise and industrial noise sources.

Depending on the characteristics of the cities they live in, people who live in urban centers may be dominantly exposed to one or several noises of highway, railway, airway and industry. But, in the city centers generally highway noises become dominant. Highway noise, with the increase of population and prosperity and with the increase in the number of motor vehicles in the city centers goes into an upward trend.

When the noise maps are getting prepared, empirical formulas, the theoretical approaches and constructed computer modeling techniques are used. And in the result of the preparation phase of noise maps, in what level the studied zones are exposed to noise can be reached and these data can be used for a variety of purposes. Noise exposure data forms the basis for the preparation of noise action plans and can generate a factor in the stage of making the plans located in the city design and mitigation measures. In the noise map outputs, the hot spots has intense noise can be seen and it can be detected in which region of the city generally the noise is intense or less.

Noise map results obtained with the provincial, district, neighborhood, street, building, floor and wall can be examined in detail. In this study, the noise maps of Yenigün, Etiler and Yüksekalam neighborhoods that has a dense urban population, within the boundaries of Muratpaşa district which is one of central districts within the area of responsibility of Antalya Büyükşehir Belediyesi were prepared and the noise exposure levels of the buildings' floors and facades is determined using the Geographic Information System.

In this study, Antalya Metropolitan Municipality, which is one of central districts within the area of responsibility Kepez district within the boundaries of a dense urban population Yenigün, Etiler and Yüksekalam neighborhoods of noise maps of noise levels was prepared and the building of floors and exposed the facade is determined using the Geographic Information System.

Acoustic knowledge in a given area or of a city, in a certain system, in more detail, the noise maps can be defined as taking place in the background or section as peer curves, coloring systems and / or numerical values contains a lot of information that can be used in the process of planning city, region and building.

In most developed countries, the creation of noise maps in regional and urban scale is emphasized topic, with the help of these maps, as well as the revelation of the current situation, studies about the changes would result in the possible development are also made.

In the study, the digital maps of the study area are used. Digital maps are tailored to the used noise calculation model and map base has been created. Noise maps that make

up the base map data and GIS-based software for noise calculation model and in the study area according to the standards of European Union and Turkey noise map is created.

Noise map, to show whether the all kinds of thresholds in force has been exceeded, means to specify the the data on an existing or future noise situations that may arise in the areas at issue as appropriate to the standards on the physical map by using noise indicator, including the number of affected people and houses in the particular area.

Strategic noise map defines evaluating the impact of noise from different sources within a specific area such as a whole or it defines a map which is prepared / designed for the evaluation of such an area taking into account all of the the resources and the physical environment.

Noise maps provide a basis for identifying the noise problems in the regional, general, national and international scale. In addition, the community is informed about the noise and management units. Noise maps constitute the basis of new regulations about transportation.

Noise maps create a resource for determining the measures which are necessary for the noise control in the shell of the building and for determining the required measures for noise control in outdoor areas.

In addition, noise maps create data in the selection of appropriate residential area, urban planning, and especially in the planning of roads, and they provide the opportunity to create the ability to anticipate possible developments in noise.

The aim of the preparing environmental noise maps are to estimate noise levels caused by a noise source in a region and to determine the population in the areas and affective sensitive structures (houses, schools, hospitals etc.) exceeding of noise limit of acceptable by regulations. Noise maps can be defined as data / information layers which are added on geodatabase. In other words; it is the individually calculation of the noise level for the receiving points in sufficient frequencies in an region or an area with designated boundaries and it is the creation of the noise contour. Calculation points and the distances between them are detected in a certain order on the geographical maps and residential plans of the land. Therefore, one of the most important steps during the preparation of the noise maps is determining the physical environment data. These data consist of the locations and height of the buildings, floor numbers, floor types, topographical condition, natural and artificial barriers.

The population data are processed as secondary data set to the region wherein the terrain modeling is being made. If there is the information of the population in the building information system, the population density is calculated automatically. However, in the case of the absence of this information, population density is calculated by distributing tho the residential areas.

Information about the noise sources to be modeled as a third data set is defined. Under the transportation title, the resources can be classified as airports, highways and railways, and industrial facilities. The noise contributions to the recipients point is estimated using by prepared noise sources inventory with calculation methods set by Ministry of Environment and Urbanism's standards.

Antalya is a province that has industry and enhanced tourism effects because it contains lots of entertainment throughtout the originating with city noise and urban

traffic because its location as intercity linking to many ways with transport noise are intertwined.

The created noise map in working area is can be examined in detail level which each building's each floor's each facade's by detailed in the Geographical Information System.







## **1. GİRİŞ**

Bu bölümde, hazırlanan tez çalışması kapsamında gerçekleştirilmiş çalışmaların amacı ve kapsamından bahsedilmiştir. Tez çalışması dahilinde hazırlanmış gürültü haritalarının Avrupa Birliği ve Türkiye'deki yasal statüsü ele alınmıştır.

### **1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı**

Hazırlanan bu tez kapsamında yapılan çalışmalarda örnek çalışma alanı içerisinde seçilen üç mahallede karayolu kaynaklı gürültüden etkilenen konutların her katının her cephesine her zaman diliminde etki eden gürültü veri katmanının söz konusu şehre ilişkin oluşturulan CBS uygulamalarında kullanılabilecek şekilde oluşturulması ve kullanılabilirliğinin gösterilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında, Antalya ilinin beş merkez ilçesi (Aksu, Döşemealtı, Kepez, Konyaaltı, Muratpaşa) arasından en merkezi konumda olan ve yerleşik nüfusu kalabalık Muratpaşa ilçesinin yine en merkezi konumda olan ve yerleşik nüfusu kalabalık üç mahallesi olan Yenigün, Etiler ve Yüksekalam mahalleleri değerlendirilmiştir.

### **1.2 Literatür Araştırması**

Avrupa Komisyonu tarafından 2002 yılında yayımlanarak yürürlüğe giren Çevresel Gürültü Direktifi "The Environmental Noise Directive (END)", Avrupa Birliği ülkelerinin ulusal gürültü politikalarının desteklenmesi, üye ülkelerin kentsel planlamalarında yol göstermesi ve gürültüye maruziyet ile etkileri hakkındaki bilgilerin topluma ulaşmasının sağlanması amaçlarına hizmet etmektedir.

2002/49 EC (END, 2002) sayılı direktif paralelinde ülkemizde de, 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun ilgili hükümleri gereğince 04/06/2010 tarih ve 27601 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY) yürürlüğe girmiştir (ÇGDYY, 2010).

Yönetmelik, kişilerin beden ve ruh sağlığını, huzur ve sükûnunu gürültü ile bozmayacak bir çevrenin geliştirilmesi ve çevresel gürültüye maruz kalmanın etkileriyle mücadele etmeye yönelik olarak kaynaklardan yayılan gürültü emisyonuna sınırlamalar getirmiştir. ÇGDYY kapsamında stratejik gürültü haritalama esaslarına göre 250.000’den fazla yerleşik nüfusu olan ve nüfus yoğunluğu kilometrekarede 1000’den fazla olan yerleşim alanları, stratejik gürültü haritalarının hazırlanması gereken öncelikli alanlar olarak tanımlanmıştır. ÇGDYY’ye göre, yerleşim alanları içerisinde yer alan işletme, tesis, atölye, imalathane, eğlence yeri ve benzeri alanların gürültü haritalarında TS ISO 9613-2 standardının, karayolu trafiği gürültüsü için Fransız ulusal hesaplama yöntemi olan “NMPB–Routes–96”nin ve demiryolu gürültüsü için Hollanda ulusal hesaplama yöntemi “Reken–Meervoorschrift Railverkeer slawaai-96” hesaplama yönteminin kullanılması öngörülmektedir.

Antalya Büyükşehir Belediyesi ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (TÜBİTAK MAM), arasında imzalanan proje sözleşmesi ile ÇGDYY Stratejik Gürültü Haritalama Esas ve Kriterleri kapsamında gürültü haritalarının hazırlanması çalışmaları başlatılmıştır. Proje kapsamında Muratpaşa, Kepez, Aksu, Döşemealtı ve Konyaaltı ilçeleri sorumluluk sınırları içerisinde bulunan endüstri tesisleri, eğlence yerleri, ana kara yolları ve demiryolları kaynaklı gürültü haritalarının oluşturulması amaçlanmıştır.

Aynı sınırlar içerisinde, güncel bilgiler doğrultusunda stratejik gürültü haritalarının oluşturulması planlanmıştır. Bu tez kapsamında, 2012 yılı kaynak verileri ile Antalya Büyükşehir Belediyesi tarafından 2008 yılında hazırlanan büyük ölçekli topografik haritalar ve imar planları kullanılarak gürültü haritaları hazırlanmıştır.

Avrupa Birliği’nde tüm üye ülkelerde 250.000 ve üzeri nüfusa sahip kentsel alanların stratejik gürültü haritasının hazırlanması gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak, yerleşim alanlarında gürültü maruziyetini belirlemek için gürültü tahmin modelleri yaygın olarak kullanılmaktadır (European Commission, 2002).

Gürültü tahmin modellerinde, çeşitli kaynaklardan yayılan gürültünün maruziyet alanlarını hesaplamak için yapılan nicel analizlerde (Örn.: Karayolu trafiği), yayılma (Örn.: Topografik etkiler, atmosferik yutulma) ve zayıflama (Örn.: Binalarda yansımalar) faktörleri kullanılmaktadır (Samuel, 2006). Gürültü, genel olarak beğenilmeyen, hoş gitmeyen ve herhangi bir değeri olmayan sesler olarak tanımlanmaktadır (Magrab ve Jackson, 1972).

Kaynaklardaki gürültü, nicelik ve nitelik bakımından, yaşam standardının günden güne yükselişine paralel olarak artmıştır. Bu artışın sonucunda ise gürültü insanların sağlığını etkileyen çevresel faktörlerden birisi haline gelmiştir. 20. yüzyılın başında gelişmeye başlayan endüstrileşme sonucu, sanayi makinelerinin sesleri, gücün, ilerlemenin ve daha iyi bir yaşamın sembolleri olarak kabul edilirken, zamanla teknolojik gelişmenin olumsuz faktörleri olarak belirtilmektedir (B.M.U., 1988).

Gürültü, teknolojik gelişmelerin yol açtığı çevre kirliliklerinin en önemlilerinden birisidir (Karabiber, 1991). Özellikle büyük şehirlerde aynı anda gürültü yayan çok sayıda kaynak bir arada bulunabilmektedir. Bu gürültü kaynakları arasında en önemlileri ulaşım ve sanayi tesisleridir. Motorlu araç trafiği, raylı ulaşım, hava ulaşımı ve deniz ulaşımından kaynaklanan gürültüler ulaşım kaynaklı gürültüler olarak nitelendirilirler.

Birçok ülkede yapılan etkilenme analizleri sonucunda insanları en fazla rahatsız ettiği belirtilen gürültü türü; ulaşımdan kaynaklanan gürültülerdir (Nelson, 1987). Kentsel yerleşim bölgelerinde ortaya çıkan gürültünün yaklaşık %80'i trafikten kaynaklanmaktadır (Beranek, 1974).

Fabrika, sanayi tesisi, atölye, imalathane, liman ve eğlence tesisleri endüstri gürültüleri olarak sınıflandırılır. Gürültü kaynaklarının alıcılara etkileri araştırılırken öncelikle her bir bağımsız gürültü kaynağının emisyonları incelenmektedir. Ulaşım ve sanayi kaynaklı çevresel gürültü düzeyleri, hesaplama yöntemleri veya standart ölçüm yöntemleri kullanılarak tespit edilmektedir.

Günümüzde gürültü haritaları, çoğunlukla üç boyutlu sayısal yükselteleri, trafik akışı ve kompozisyonu ile meteorolojik koşullar gibi bilinen veya tahmin edilen parametrelerin hesaplanması sonucu elde edilir. Genellikle bütün alanlar için gerekli tüm veriler bulunamayabilir. Bununla birlikte, bu tür hesaplamalar için belirsizlik bilgileri nadiren bulunabilmektedir.

Ayrıca, yasal zorunlulukların nasıl karşılanacağına dair yönlendirmede de eksiklik olabilmektedir. Sonuç olarak, modeli gerekli girdi verileriyle çalıştırabilmek için belirli kabuller yapmak ve stratejiler belirlemek gerekebilir. Bu sebeple, çalışma alanındaki belirli noktalarda model doğrulaması için genellikle kısa süreli ölçümlerin sonuçları kullanılmaktadır (Miouduszewski v.d., 2011).

Gürültü haritaları, sınırlı alanlarda akustik ölçümlere dayalı elde edilen sonuçlarla hazırlanabileceği gibi, sesin ortamda yayılması sırasında yansıtıcı yüzeyler, engeller, saçıcı köşeler, yutucu zemin gibi çeşitli fiziksel elemanların ve atmosferik koşulların etkileri dikkate alınarak hesaplama yöntemi ile de hazırlanabilmektedir (Kurra, 2009). Gürültü haritaları genellikle yıllık ortalama seviyeleri ya da en kötü durumu temsil eden koşulları gösterecek nitelikte hazırlanır.

Avrupa Birliği Çevresel Gürültü Direktifi günün değişik zaman dilimlerine göre tanımlanan gürültü terimleri (Lgündüz, Lakşam, Lgece) için LAeq değerinin gösterilmesini gerekli görmektedir. Buna ilave olarak, gürültü haritalarının doğrulanması ve hesaplamaların belirsizliklerinin tahminine yönelik bir rehber doküman da (WG-AEN guide) yayımlanmıştır (WG-AEN, 2007).

Belirli bir çevrenin geometrik ve fiziksel haritalarıyla tarif edilen gürültü eğrileri, farklı gürültü kaynakları (havalimanları için ECAC, sanayi tesisleri için ISO 9613, demiryolu için RMRS ve karayolu için NMPB) için kullanılan tahmin modelleri ile elde edilir (ECAC, 1997; TS ISO 9613, 1996; RMRS, 1996; NMPB, 1996; Salomons v.d., 2011). Gürültü seviyesi ile ilgili hesapların doğrulanması, ölçülen ve hesaplanan değerlerin karşılaştırılmasıyla sistematik olarak elde edilebilmektedir.

Gürültünün haritalanması çevresel gürültünün tespit edilmesi için en iyi yöntemlerden biridir (Hamamci v.d., 2013). Modern gürültü haritalama metodları çoğunlukla bilgisayar ortamında gürültünün modellenmesine dayanmaktadır (Ozkurt v.d., 2015). Şehirlerde gürültünün modellenmesi gürültüden etkilenenler hakkında tahminlerde bulunabilmeyi sağlar (Sari v.d., 2014). Günümüzde gürültü haritaları, çoğunlukla üç boyutlu dijital yükselteleri, trafik akışı ve kompozisyonu ile meteorolojik koşullar gibi bilinen veya tahmin edilen parametrelerin hesaplanmasıyla elde edilirler (Sarı v.d., 2013).

Yerleşim yerlerinde yaygın olarak bilinen gürültü haritalama yöntemi, verilerin elde edilmesi, kriterlerin belirlenmesi, bir grid sistemi üzerinde gürültü seviyelerinin hesaplanması, fiziksel çevre üzerinde gürültü eğrileri gösterimi adımlarını kapsamaktadır. Haritalamada değerlendirilmesi gereken diğer faktörler arasında, kullanılacak yazılım, bilgisayar kapasitesi, verilerin ulaşılabilirliği, personel ihtiyacı, teknik yeterlik ve zaman sınırlaması sıralanabilir (Kurra ve Dal, 2012).

Gürültü haritaları, azaltım ve kontrol tedbirlerinin alınacağı etkilenen alanların tespitinde faydalı araçlar olarak kullanılabilir (Gan v.d., 2012). Dünyada, hızlı sanayileşmeden dolayı, gürültü bir halk sağlığı problemi olarak önem kazanmıştır.

Karayolu trafiği gürültüsü, uçak gürültüsü ve demiryolu gürültüsüne uzun süre maruziyet, uyku bozuklukları, stres ve kardiyovasküler hastalıklar vb. sağlık problemleriyle ilişkilendirilmiştir (WHO, 1999, 2009, 2011). Çeşitli araştırmalarla kaynak türlerinin ayrı ayrı rahatsızlık etki sonuçları doz-etki ilişkisi temelinde saha çalışmaları ile doğrulanmıştır. Daha önce kaynak bazında yapılan değerlendirmelerde rahatsızlık karşılaştırmaları yapılmıştır. Berry (1983), Birleşik Krallık'ta yaptığı çalışmada, üç ayrı kaynak türünün rahatsızlık etkilerini karşılaştırmıştır. Çalışma sonucuna göre demiryolu gürültüsünün karayolu gürültüsünden her zaman daha az rahatsızlık vermediği ortaya çıkmıştır.

Diğer taraftan, havalimanı gürültüsünün rahatsızlığının daha yüksek olduğu işaret edilerek, havalimanı gürültüsü ile karayolu gürültüsünün aynı rahatsızlık derecesi için 10 dB(A) sabit farkla birbirine paralel regresyon eğrilerine sahip oldukları görülmüştür. Cooper v.d. (1983), Heathrow Havalimanında yaptıkları çalışmada, kaynak bazında rahatsızlıkları karşılaştırdıklarında etkileri bir skalada dört dilimde ifade etmişler ve  $Leq$  (dış ortam)=60 dB(A) değerinde havalimanı gürültüsünün daha yüksek rahatsızlık etkisine, daha düşük değerlerde ise karayolu gürültüsünün daha yüksek rahatsızlığa neden olduğunu göstermişlerdir.

Kryter (1985), havalimanı gürültüsü kaynaklı rahatsızlığın  $L_{gag}$  ( $Leq$ )=50-80 dB(A) aralığında tüm seviyelerde karayolu gürültüsünden daha büyük olduğunu (örneğin 70 dB(A) için havalimanı gürültüsü karayolu gürültüsünden %12 daha fazla) ortaya koymuştur. Bu çalışmalardan önce Rice, havalimanı ve karayolu gürültüsüyle ilgili çeşitli koşullar için deneyler gerçekleştirmiş ve tersine, karayolu gürültüsüyle mücadele etmenin havalimanı gürültüsüne göre daha zor olduğuna dair tavsiyelerde bulunmuştur.

Havalimanı ve karayolu gürültü seviyeleri için yaptığı değerlendirmede, regresyon eğrileri arasında dış ortamda sabit  $Leq$ =3 dB(A) ve iç ortamda sabit  $Leq$ =5 dB(A) fark tespit etmiştir. Bununla birlikte, Izumi'nin Japonya'da yaptığı benzer çalışma da bu sonucu desteklemektedir. Izumi (1986), aynı zamanda havalimanı ve karayolu gürültü rahatsızlıkları arasındaki farkın yüksek gürültü seviyelerinde azaldığını vurgulamıştır.

Akut gürültü maruziyetinin kan basıncı ve stres hormonlarının seviyesinde geçici artışlara neden olduğu deneysel çalışmalarla ortaya koyulduğu için, uzun süreli maruziyetin sağlık üzerine olumsuz etkileri olabileceği hipotezi öne sürülmektedir (Babisch, 2000). Karayolu trafiği gürültüsüne maruziyetle ilgili çok sayıda sağlık problemi ilişkilendirilmiştir. Yapılan çalışmalarda, gürültü seviyesi ile yüksek tansiyon ve miyokard infarktüsü hastalıklarının artışı arasındaki ilişkiler belirlenmiştir (Fyhri ve Aasvang, 2010).

## 2. AKUSTİK KAVRAMLAR

Bu bölümde hepsi birer akustik kavram olan; ses ve sesin incelik-kalınlığı, akustik basınç, ses gücü ve düzeyi, ölçüm değerleri, işitsel duyarlılık ve eşdeğer sürekli ses düzeyi kavramları ele alınmış olup, her terim hakkında temel açıklamalara yer verilmiştir.

### 2.1 Ses Kavramları

İnsan kulağında işitsel duyulanma yaratan maddesel ortam titreşimlerine ses denir. Titreşen bir nesne, statik denge konumundan ayrıldığında, önündeki havayı iter ve sıkıştırır. Aynı anda titreşen nesnenin arkasında ani bir basınç azlığı oluşur ve arkadaki bu boşluğu hava hızla doldurur. Bu yolla havadaki basınç değişimleri uzak noktalara iletilir.

Sesler; düzenli (yani, frekansı ve notası belirlenebilen), ya da düzensiz (devirselliği olmayan) titreşimlerden oluşabilir. Fiziksel açıdan düzensiz sesler gürültü olarak adlandırılır. Gürültü genelde, frekans ve düzey dağılımları gelişigüzel olan, az ya da çok sayıda frekans bileşeninden oluşur (Akdağ, 2013).

Müzik ise düzenli seslerden oluşur; düzeyi ve frekansı zaman içinde değişir ancak bu değişimler arasında bir uyum söz konusudur. Müzik kulağı olan kişi sesin tınısını, hangi enstrümandan ya da enstrümanlardan oluştuğunu algılar.

Gürültü, fiziksel olarak düzensiz seslerden oluşur. Fizyolojik olarak ise istenmeyen hoş gitmeyen her türlü ses gürültüdür. Gürültünün tınısı yoktur ancak baskın frekans içeriği olabilir.

Konuşma düzenli ve düzensiz seslerden oluşur. Konuşmada sesli harfler düzenli, sessiz harfler düzensiz seslerdir. Konuşmada sesli ve sessiz harfler birbirini kısa zaman aralıkları ile izler. Sesin; incelik-kalınlık, azlık-çokluk ve tını olmak üzere üç bileşeni vardır ve ses zaman içerisinde değişir (Akdağ, 2013).

Ses titreşimlerinin hava basıncında yol açtığı değişimlere akustik basınç denir. Havadaki basınç farklarına akustik basınç denir. Simgesi P, birimi mikrobar ( $\mu\text{bar}$ ) ya da mikropaskal ( $\mu\text{Pa}$ )'dır. Duyulabilen en hafif ve en güçlü sesin akustik basıncı 0.0002  $\mu\text{bar}$  ile 200  $\mu\text{bar}$ 'dır.

Ses gücü, akustik enerjinin yayılım hızıdır. Ses kaynaklarının birim zamanda yayımladıkları ses enerjisinin, ses gücü ile Watt ya da  $\mu\text{W}$  cinsinden belirlenir.

Bir ses kaynağı, ses g¼c¼ yayımlar ve bunun sonucunda ses basıncı oluşur. Ses basıncı, ses g¼c¼n¼n etkisidir.

Akustik olayların, kuramsal olarak incelenmesinde akustik basınç, ses yeğinliği ve ses g¼c¼nden yararlanılır. Ancak uygulamada, özellikle de ¼lçmelerde bu b¼y¼kl¼klerin d¼zey cinsinden kullanılması daha uygun olur.

D¼zey; verilen bir b¼y¼kl¼đ¼n aynı cinsten bir referans b¼y¼kl¼đe oranının logaritmasının 10 katıdır. Akustik basınç, ses g¼c¼ ve ses yeğinliği d¼zey cinsinden ifade edildiğinde sırasıyla; ses basınç d¼zeyi, ses g¼c¼ d¼zeyi, yeğinlik d¼zeyi olarak anılır (Akdağ, 2013).

## **2.2 Sesin İncelik ve Kalınlığı**

Sesin frekansı incelik kalınlığı belirler. Frekansın birimi Hz (hertz) simgesi “f” dir. Ses; 16, 32, 64, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 ve 16000 Hz olmak üzere 10 oktav banttan oluşur. 125-400 Hz arası insanın işitebildiği frekanslardır. 125 Hz ve 250 Hz; kalın sesler, 500 Hz Orta kalın ses ve 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz İnce sesler olarak değerlendirilir.

İşittiğimiz sesler birbirinden farklı frekansta yani incelik/kalınlıkta titreşimler içerir. Bu titreşimlerin içinde hangisi baskınsa kişi sesi o incelik/kalınlıkta algılar.

D¼zenli sesler yalın ve karmaşık olmak üzere iki grupta ele alınabilir. Yalın sesler, tek frekanstan oluşmuş seslerdir ve genelde yapay olarak elde edilebilirler.

Genelde ses kaynaklarının ııkardığı sesler birden fazla frekansı içerir. Notası belirlenebilen, aralarında belli uyum kuralları bulunan frekans topluluğundan oluşan sesler ise m¼zikal seslerdir.

Titreşen bir taneciğin maksimum ayrılımina ya da titreşim hareketi ile gidip geldiği uzaklığa genlik denir. Simgesi A, birimi mikrometre (micron,  $\mu\text{m}$ )’dir.

Havada doğan ses dalgalarının genlikleri ıok k¼ç¼kt¼r. İnsan kulağının algılayabildiği sesin genliği 0.1  $\mu\text{m}$  ile 100  $\mu\text{m}$  arasındadır (Akdağ, 2013).



### **2.3 Eşdeğer Sürekli Ses Düzeyi**

İnsan kulağının frekansa göre duyarlılığı dikkate alınmadan ölçülen ya da hesaplanan ses düzeyleridir, birimi ise dB olarak ifade edilir. İnsan kulağının işitsel duyarlılığı yani frekansa ve düzeye göre duyarlılık değişimleri dikkate alınarak geliştirilmiş olan “A ağırlıklı ses düzeyleri (dBA)” kullanılır. dBA değerleri, insan kulağının kalın seslerdeki duyarlılık azalmasını hesaba katar. Yani sese kulağımızın yaptığına benzeyen filtreleme uygular.

Eşdeğer sürekli ses düzeyi, ölçme ya da gözlem süresinde, zaman içinde düzeyi değişen sesle aynı akustik enerjiye sahip olan durağan sesin A ağırlıklı düzeyi olarak tanımlanır. Leq (dBA), ülkemizde yürürlükte olan Çevresel Gürültünün Denetimi ve Yönetimi Yönetmeliği de dahil, pek çok ulusal ve uluslararası yönetmelik ve standartta kullanılan önemli bir birimdir (Akdağ, 2013).



### **3. GÜRÜLTÜ HARİTALARI**

Bu bölümde gürültü haritasının kavramsal açıklaması yapılmış ve gürültü haritalarının temel unsurlarından bahsedilmiştir. Ayrıca gürültü haritalarının kullanım alanları ve gürültü maruziyeti kategorilerine yer verilmiştir.

#### **3.1 Gürültü Haritası Kavramı**

Belli bir bölgeye ya da bir kente ait akustik bilginin, belli bir sistem içinde, ayrıntılı olarak, eş düzey eğrileri, renklendirme sistemi ve/ya da sayısal değer olarak plan ya da kesitte yer alması biçiminde tanımlanabilecek olan gürültü haritaları, kent, bölge ve yapı planlama aşamalarında kullanılacak pek çok bilgiyi içerir. Gelişmiş ülkelerin çoğunda, bölgesel ve kent ölçeğinde gürültü haritalarının oluşturulması konusu üzerinde önemle durulmakta, söz konusu haritalar yardımıyla, mevcut durumun ortaya konmasının yanı sıra, olası gelişmelerin neden olacağı değişiklikler ile ilgili çalışmalar da yapılmaktadır.

**Gürültü Haritası:** Yürürlükte bulunan her türlü sınır değerinin aşılmış aşılmadığını göstermek amacıyla, belirli bir alanda etkilenen kişi ve konut sayısı da dahil olmak üzere, mevcut veya gelecekte ortaya çıkabilecek bir gürültü durumu hakkındaki verilerin; gürültü göstergesi kullanılarak söz konusu alanın haritası üzerinde standartlara uygun olarak belirtilmesi anlamını taşır (ÇGDYY, 2010).

**Stratejik Gürültü Haritası:** Belirli bir alan dahilinde farklı kaynaklardan yayılan gürültü etkilerini bir bütün olarak değerlendirmek ya da bu tür bir alanın tüm kaynaklar ve fiziksel çevre faktörleri hesaba katılarak değerlendirilmesi için hazırlanan/tasarımlanan bir haritayı tanımlar (ÇGDYY, 2010).

**Eylem Planı:** Gerektiğinde gürültü düzeyinin düşürülmesi de dahil olmak üzere, gürültü ile ilgili sorunlar ve etkileriyle mücadele edebilmek için tasarımlanan teknik önlemler, planlar, etkinlikler ve yaptırımların bütünüdür (ÇGDYY, 2010).

### 3.2 Gürültü Haritalarının Kullanım Alanları

Gürültü haritaları; gürültü probleminin bölgesel, genel, ulusal ve uluslararası ölçekte tanımlanması için bir temel oluşturmaktadır. Ayrıca, toplumu ve yönetim birimlerini gürültü konusunda bilgilendirmektedir.

Gürültü haritaları, ulaşım ile ilgili yeni düzenlemelere gidilmesi konusunda dayanak teşkil etmektedir. Gürültü haritaları, açık hava kullanım alanlarında ve yapı kabuğunda gürültü denetimi açısından gereken önlemlerin saptanması için kaynak oluşturur. Ayrıca gürültü haritaları, işleve uygun yerleşim alanı seçiminde veri oluşturma, kent planlama, özellikle trafik yollarının planlanması konusunda veri oluşturmaktadır ve olası gelişmelerin oluşturacağı gürültü konusunda önceden tahmin yapabilme imkanı sağlamaktadır.

### 3.3 Gürültüye Maruz Kalma Kategorileri

Planlama aşamasında uygun alanların tespitinde aşağıda verilen gürültüye maruz kalma kategorileri dikkate alınır (ÇGDDY, 2010) Madde 27:

- Kategori A (Lgündüz cinsinden <55 dBA) Alanı: Planlama kararlarında, gürültüye çok hassas mevcut veya planlanan kullanımlar göz önüne alınarak mevcut sessizliği koruyacak şekilde gürültüye karşı tedbirler alınır. Bu kategorinin en üst seviyesindeki gürültü rahatsızlık verici derecede değildir.
- Kategori B (Lgündüz cinsinden 55- 64 dBA) Alanı: Planlama kararlarında çok ve orta derecede kullanımları korumak amacıyla, planlama izni verilirken arka plan gürültü seviyesinin göz önüne alınması gerekir. Gerekli durumlarda gürültüye karşı tedbirler alınır.
- Kategori C (Lgündüz cinsinden 64-74 dBA) Alanı: Planlama kararı normalde verilmez. Ancak kamu yararı gerektiren hallerde, daha sessiz bir yer bulunamaması nedeniyle izin verilmek zorunda kalınması halinde arka plan gürültü seviyesi göz önünde bulundurulurarak gürültüye karşı tedbirler alınır.
- Kategori D (Lgündüz cinsinden >74 dBA) Alanı: Planlama kararı verilmez. Gürültüye duyarsız kullanımlar için durum incelenerek yapıların gürültü engeli oluşturacak biçimde düzenlenmesi halinde izin verilebilir.

## **4. KENT BİLGİ SİSTEMLERİ**

Bu bölümde Kent Bilgi Sistemleri, KBS'nin amacı ve kapsamı konuları ele alınmış ve Antalya Büyükşehir Belediyesi için örnek KBS modeli çalışmasından bahsedilmiştir.

### **4.1 Kent Bilgi Sistemi Nedir**

Kentlerde daha nitelikli hizmet sunabilmek için; doğru ve hızla erişilebilecek veri/bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat bu bilgiler; kentin yapısı gereği, farklı uzmanlık alanları içinde, sınırlı sayıda, dağınık ortamlarda bulunabilmektedir. Bu veriler, mevcut sistemde kağıt ortamında veya sayısal ortamda saklanır fakat, bu yaklaşım; verilerin toplanması, güncellenmesi, analiz edilmesi ve sunulması için yeterli olmayabilir. Ayrıca, bir kentin teknik altyapısı ve üstyapısının denetim altında tutulması, ulaşımın kontrolü, vergilerin sağlıklı toplanabilmesi ve kentsel sorunlara çözüm üretilmesi, varolan sistem imkanları ile pek mümkün olmayabilir. Tüm bu faktörler, yerel yönetimlerin “bilgi yönetimi” ve “yönetim düzenekleri” oluşturma gereğini ortaya çıkarmış, kente sahip olabilmek için kendilerine yönelik konumsal tabanlı bilgi sistemlerini oluşturmaya yöneltmiştir.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kentsel düzeydeki uygulaması olarak bilinen Kent Bilgi Sistemleri bu anlamda yerel yönetimler tarafından tercih edilmeye başlanmıştır. Kent Bilgi Sistemleri (KBS), kentsel faaliyetlerin yerine getirilmesinde optimum-karar verebilmek için ihtiyaç duyulan planlama, altyapı, mühendislik, temel hizmetler ve yönetsel bilgileri hızlı ve sağlıklı bir şekilde irdelemek amacıyla oluşturulan, konumsal bilgi sistemlerinden biridir (Yomralıoğlu, 2000).

Kent Bilgi Sistemleri, yönetsel amaçlı fonksiyonları yerine getirirken, veri, yazılım, donanım, insanlar ve yöntemler gibi temel bileşenlere ihtiyaç duymaktadır. Bu bileşenlerden veri bileşeni en önemli bileşendir. Bilginin hammaddesi durumunda olan verinin toplanması, maliyet ve zaman olarak bir sistem içerisinde önemli yer tutar.

Sistemin düzenli çalışması için uygun yazılım-donanımın yanında, kurulacak sistemi kullanacak ve denetleyecek insanlara da ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlara ek olarak, işlemlerin mevzuata, kural ve standartlara uygun bir biçimde işleyebilmesi için yöntemlere de ihtiyaç vardır.

Hızla kentleşen ülkemizde kentle ilgili sorunlar da kentleşme ile birlikte hızlı bir şekilde artmaktadır. Mekansal, sosyal ve ekonomik planları oluşturan, yerleşim alanları ve bu alanlardaki yapılaşmaların; plan, fen, sağlık ve çevre koşullarına uygunluğunu sağlamak, teknik altyapı (elektrik, gaz, telefon, içme suyu, pis su vb.), ulaşım (otobüs, tren,vapur, metro vb.), sağlık (hastane, dispanser, sağlık ocağı vb.), eğitim, sanat, turizm, güvenlik, denetim gibi hizmetlerin yerine getirilmesi ve bunlardan elde edilen istatistiksel verilerin değerlendirilmesi, mülkiyetin güvence altına alınması, taşınmaz mal varlıklarının belirlenmesi, buna bağlı olarak vergi haritalarının oluşturulması, taşınmaz mal fiyatlarının denetlenebilmesi, hizmetlerin yerine getirilmesinde kurumlar arasındaki ilişkilerin sağlanıp, verimliliği artırma doğrultusunda; güncel, doğru ve ilişkisel veriye duyulan ihtiyaçlar da sürekli olmaktadır (Yomralıoğlu ve Çete, 2002).

#### **4.2 Kent Bilgi Sisteminin Amacı**

KBS'nin temel amacı; planlama ve hizmet amaçlı yatırım çalışmalarında yerel yönetimlerin optimum kararları alabilmesi için doğru karar verme yeteneğini arttırmak, bu yatırımlara kentlilerin katılımına imkan sağlamak ve kentlilere etkin hizmetler sunulmasına yardımcı olmaktır. Yani KBS, kentsel hizmetlerin yerine getirilmesinde yerel yöneticiler için önemli bir karar-destek sistemidir.

#### **4.3 Kent Bilgi Sisteminin Kapsamı**

KBS'nin birinci temel ögesi, belediye sınırları içinde yaşayan kentlilerin nüfus, mülkiyet, uğraş ve vergi bilgilerinin toplandığı kentli kütüğüdür. İkinci temel öge ise, kentin topografik özelliklerini yansıtan halihazır haritalar, mülkiyet durumunu yansıtan kadastro haritaları ve şehir planlamasını temsil eden imar planları ile kentin altyapı bilgilerinin bilgisayar ortamında yer aldığı grafik kütüğüdür.

Bu ögelerin tümleşik bir biçimde kullanılması ile başta imar hizmetleri olmak üzere, temel altyapı hizmetleri, şehir planlama hizmetleri ve vergi yükümlülükleri ile ilgili diğer çalışmalar da daha etkin, daha hızlı ve çağdaş bir biçimde yerine getirilecektir. KBS kente ilişkin birçok veriyle uğraşmasına karşın temel girdi verilerinin içeriğini aşağıdaki şekilde gruplandırmak ta mümkündür (Haşal, 1999).

Kent Bilgi Sisteminin, topografik, tüzel, teknik donanım, doğal kaynak ilişkili, doğayı etkileyen ve ekonomik-sosyal veriler olmak üzere altı temel girdi verisi vardır. Topografik veriler, geometrik ve öznelikselsel verilerden oluşmaktadır.

Tüzel veriler, taşınmazların sınır ve yüzeyi, mülkiyet bilgileri ve değerinden meydana gelmektedir. Teknik donanım verileri, su ve kanalizasyon, doğalgaz, telefon, tv, enerji, trafik, endüstri, ticaret ve konut verilerinden oluşmaktadır.

Doğal kaynak verileri, jeolojik yapı, ağaç ve bitki örtüsü, su kaynakları, su miktarı ve iklimden meydana gelmektedir. Doğayı etkileyen veriler, hava kalitesi, gürültü ve çevre kirlenici diğer etmenlerden oluşmaktadır. Ekonomik ve sosyal veriler ise taşınmazların kullanımları, imar bilgileri, trafik ve ulaşım, sağlık hizmetleri, eğitim, kültür hizmetleri, nüfus ve istihdam bilgilerinden meydana gelmektedir.

#### **4.4 Antalya Büyükşehir Belediyesi Kent Bilgi Sistemi**

Günümüz bilgi teknolojileri ve uygulamaları destekli bir mekânsal bilgi sistemi portalının Antalya Büyükşehir Belediyesi bünyesinde kurulup yaygınlaştırılması, bunların sağladığı yararların internet tabanlı sistemler aracılığıyla belediye yetkililerinin ve son kullanıcının (vatandaş) hizmetine sunulması, belediye ve tüm kurumların çalışmalarında hizmet verimliliğinin, hızın, kalitenin yükseltilmesi, kent yöneticilerine güncel verilere dayalı karar destek sistemleri ile daha hızlı ve doğru kararlar verme imkânı sağlanması hedeflenmektedir. Bu portal;

- Sistem analizi ve tasarımı, sistemin yaşatılmasına yönelik veri güncelleme yaklaşımlarını,
- Yüksek çözünürlüklü görüntünün temini,

- Numarataj bilgilerinin standartlara uygun toplanması, güncellenmesi, sayısallaştırılması ve Kadastro ve Tapu Bilgileri ile birlikte Portala entegrasyonu,
- Web ortamında İl, ilçe ve mahalle sınırları, ulaşım ağları, adres bilgileri, bina adları ve kullanım amaçları ile önemli lokasyonlara ait sorgulamalar,
- Trafik yoğunluk haritaları ve Şehir video kamera görüntülerine uzaktan erişim,
- Şehir hava tahmini haritalarını,
- Şehir tahmini hava kalitesi ve gürültü kirliliği haritalarını,
- Su kaynaklarına ait günlük su kalitesi analiz değerleri, baraj doluluk oranlarını,
- Turistik ve tarihi yerlere ait tanıtıcı bilgiler/videolarını,
- Olası su, elektrik veya gaz kesintilerinin meydana geldiği bölgeler ve tahmini kesinti sürelerini,
- Belediyenin farklı birimlerinden üretilen ve coğrafik olarak depolanan verileri, içerecektir.



## 5. ÇALIŞMA ALANI

Bu bölümde tez çalışma alanını oluşturan Antalya İline ait genel bilgiler verilmiştir. Antalya ilinin topografyası ve arazi kullanımını hakkında bilgiler paylaşılmış ve nüfusu hakkında yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

### 5.1 Genel Bilgiler

Türkiye'nin güneybatı kıyısında yer alan Antalya, Akdeniz'in kuzey sahillerini kapsayan 36° 06' ve 37° 27' kuzey enlemleri ile 29° 14' ve 32° 27' doğu boylamları arasında bulunmaktadır. 20 Nisan 1924'te kabul edilen Teşkilat-ı Esasiye Kanunu'na göre Türkiye Cumhuriyeti Devleti'ndeki idari taksimatta yapılan bazı düzenlemeler sonucunda Antalya vilayet haline getirilmiştir.

22/03/2008 Tarihli Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren, 5747 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçerisinde İlçe Kurulması ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun ile birlikte Antalya Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde Muratpaşa, Aksu, Konyaaltı, Döşemealtı ve Kepez ilçeleri yer almıştır (ABB, 2012). Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı 5 ilçenin toplam yüz ölçümü 220.000 hektarı bulsa da Antalya Büyükşehir Belediyesi'nin kapsadığı alan yaklaşık 138.000 hektardır.

Büyükşehir Belediyesi'nin güneyinde Akdeniz, kuzeyinde Çubukbeli'nden geçilerek ulaşılan Burdur İlinin Bucak ilçesi, batısında Toroslar, kuzeybatısında Korkuteli ilçesi, doğusunda Serik ilçesi, güneybatısında Kemer ilçesi bulunmaktadır. Proje çalışmaları kapsamında Büyükşehir Belediyesi sorumluluk sınırları gözetilerek gürültü kaynaklarından etkilenmesi muhtemel bölgeler belirlenmiş ve çalışma alanı bu doğrultuda belirlenmiştir.

Antalya İli iklimi genel olarak yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olarak ifade edilen Akdeniz iklimine girmektedir. İlde yıllık ortalama nispi nem %64 civarında seyretmektedir.

Yazın ortalama sıcaklık ise 28°C - 36°C arasında gözlenmektedir. Kış aylarında ise sıcaklık ortalama 10°C - 20°C arasında değişmektedir.

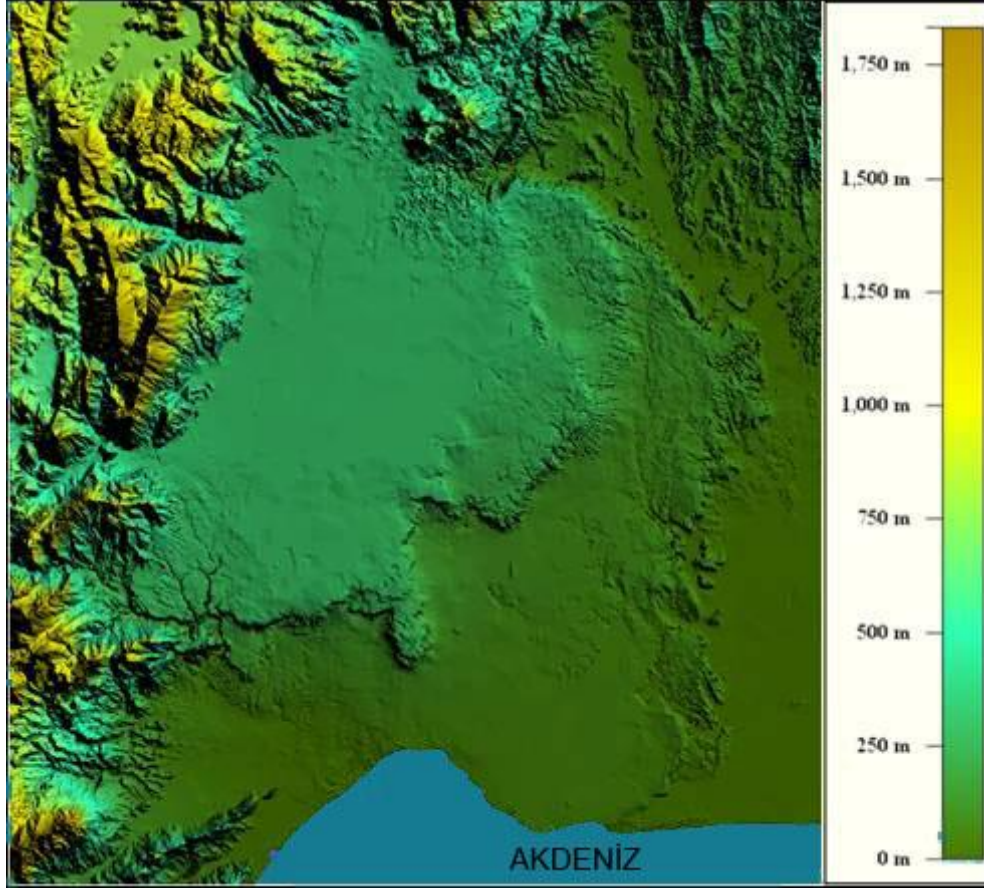
Antalya İli ekonomik özellikleri açısından incelendiğinde turizm, tarım ve ticaret sektörleri ön plana çıkmaktadır. Antalya'da sanayi sektörü ise turizm ve tarım faaliyetlerine göre daha az gelişmiş durumdadır.

## **5.2 Topografya**

Antalya İli, Antalya Ovası'nda falezler üzerinde kurulmuş, batısında Toros Dağları, doğusunda ise Aksu Çayı bulunan ve topoğrafik olarak yerleşime uygun bir coğrafi havza içerisinde yer almaktadır. Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde en yüksek noktalardan biri 618 metre yükselti ile Konyaaltı'na yakın Tünektepe'dir.

Kıyıda iç kesimlere doğru uzandıkça Geyikbayırı çevresinde Beydağları ile 1000-1300 metreye ulaşan yükseklik, Saklıkent çevresindeki tepelerde 2500 metrelere ulaşmaktadır. Kentin üzerinde yer aldığı falezin doğusunda ve batısında kıyı düzlükleri bulunmaktadır (ABB, 2008).

Antalya Büyükşehir Belediye sınırları içinde topoğrafik yapı %65'i düzlük ve az eğimli, kalan kısım ise şehrin batı kısmında bulunan Toroslar ve Düzlerçamı civarında yer alan dağlık ve ormanlık alandan oluşmaktadır. Antalya Büyükşehir Belediyesi'nin topografyasını ifade eden sayısal yükseklik modeli Şekil 5.1'de verilmektedir.



Şekil 5.1: Antalya Büyükşehir Belediyesi sayısal yükseklik modeli

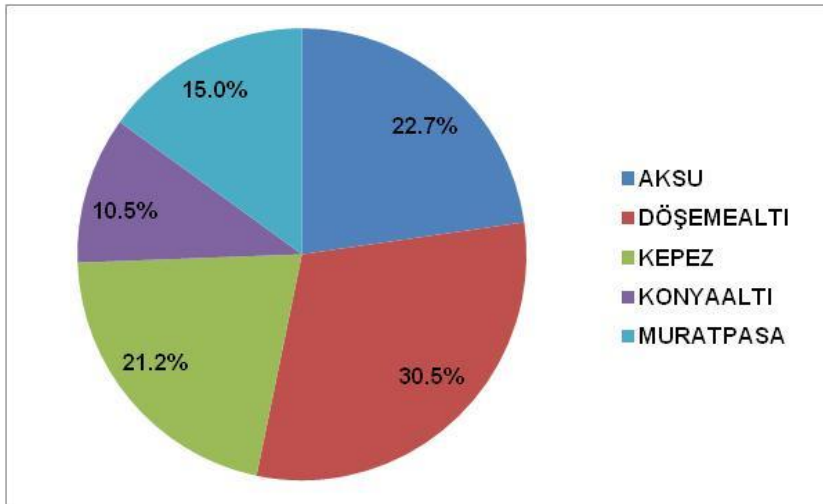
### 5.3 Nüfus Bilgileri

1927’de nüfus büyüklüğü açısından 63 il arasında 29. sırada bulunan Antalya 28.01.2013 tarihinde TÜİK tarafından açıklanan 2012 ADNKS sonuçlarına göre 2092537 kişi ile 6. sırada yer almaktadır (TÜİK, 2013). 2011 yılında 2043482 kişi olan nüfus 2012 yılında %2,4'lük bir büyüme göstermiştir. 2012 yılında Antalya genelinde nüfus yoğunluğu 101 kişi/km<sup>2</sup>'dir. Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde yaşayan nüfus ise 2012 yılı istatistiklerine göre 1.073.794 kişidir. Bu rakam Antalya'nın toplam nüfusunun %51, Türkiye'nin toplam nüfusunun ise %1,4'üne karşılık gelmektedir. Büyükşehir Belediyesi'nin 2011 yılı nüfus istatistikleri incelediğinde; şehir merkezinde toplam 1.041.972 kişinin yaşadığı ve 2012 yılında nüfus artışının %3,1 olduğu belirlenmiştir. Merkez ilçelerin 2011 ve 2012 nüfusları Çizelge 5.11’de verilmiştir.

**Çizelge 5.1:** Proje alanında yer alan merkez ilçelerinin 2011 ve 2012 yılı nüfusları

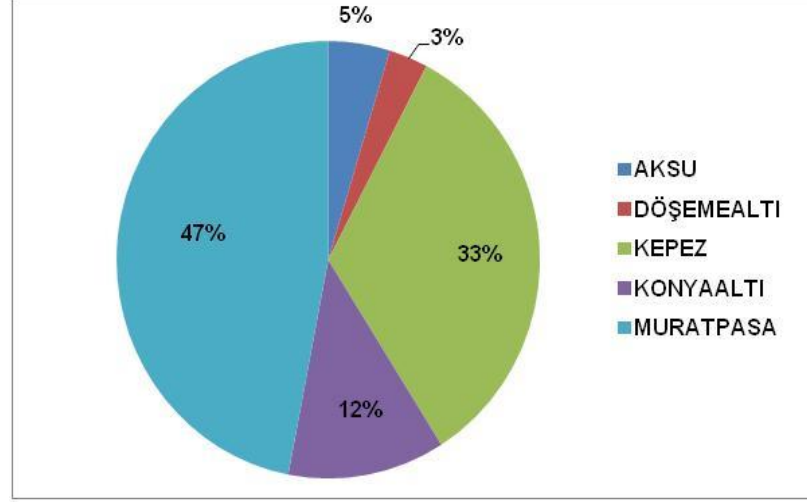
İlçeler	Nüfus_2011	Nüfus_2012
Aksu	46.953	47.023
Döşemealtı	30.133	32.465
Kepez	411.937	425.794
Konyaaltı	121.601	125.849
Muratpaşa	431.348	442.663
<b>Büyükşehir Belediyesi</b>	<b>1.041.972</b>	<b>1.073.794</b>

Gürültü kaynaklarından etkilenmesi muhtemel bölgeler belirlenerek oluşturulan çalışma alanı içerisinde 5 ilçeye ait toplam 145 mahalle yer almaktadır. Bu mahallelerden 56'sı Muratpaşa ilçesinde bulunmaktadır. Muratpaşa ilçesi mahallelerinin alanının, toplam mahalle alanının yaklaşık %15'i olduğu hesaplanmıştır. Çalışma alanı içerisinde sınırı bulunan 145 mahalleden 17'si Konyaaltı ilçesinde, 46'sı Kepez ilçesinde, 9'u Döşemealtı ilçesinde ve 17'si de Aksu ilçesinde bulunmaktadır. Çalışma alanına giren mahallelerin alanlarının toplam alana oranı incelediğinde en büyük pay %30 ile Döşemealtı ve %23 ile Aksu ilçelerine aittir. Ancak nüfus açısından incelendiğinde tam tersi bir durumun olduğu görülmektedir. Muratpaşa ve Kepez ilçeleri sınırları içerisinde yer alan mahalleler en kalabalık yerleşim yerleri olurken, alan yüzdesinde büyük bir payı olan Döşemealtı ilçesinin nüfusa katkısı %3 ile en az olmaktadır. Çalışma alanı içerisine giren mahalle alanlarının yer aldıkları ilçelere göre dağılımı Şekil 5.2'te verilmektedir.



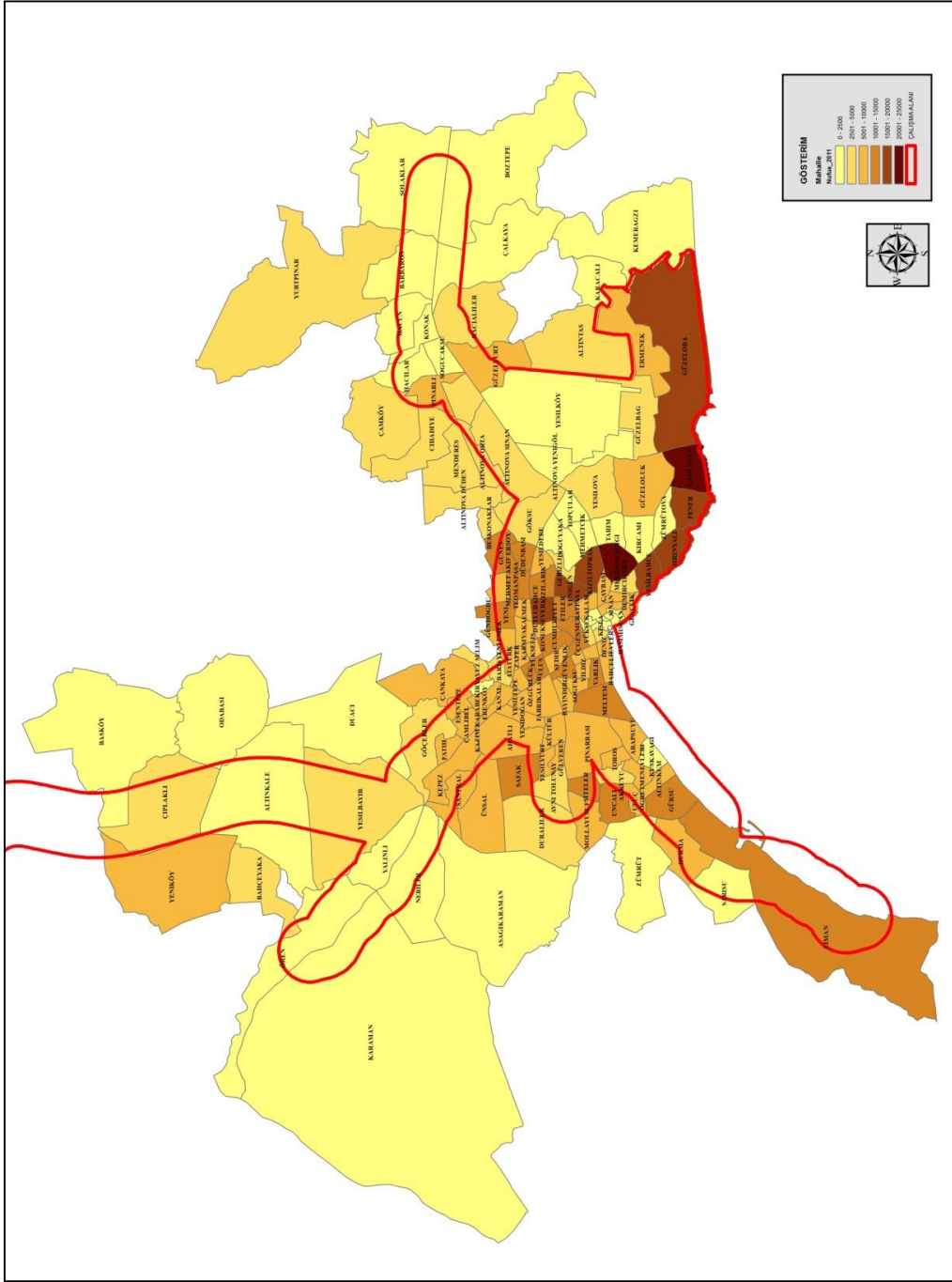
**Şekil 5.2:** Proje alanı mahalle alanları dağılımı

Proje çalışma alanına giren mahallelerin bağlı oldukları ilçelere göre nüfus yüzdeleri Şekil 5.3'te verilmektedir. Çalışma alanı içerisindeki 145 mahallenin 2011 yılı nüfuslarına göre yoğunluk dağılımı Şekil 5.4'te verilmektedir. Mahalle nüfusları incelendiğinde, kıyı kesimlerde yer alan yerleşim alanlarının iç bölgelere kıyasla daha yoğun olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 5.3:** Proje alanı mahalle nüfus yüzdeleri

ÇGDYY kapsamında stratejik gürültü haritalama esaslarına göre haritası hazırlanacak yerleşim alanı, nüfusu yüz binden fazla olan, şehirleşmiş alan olarak kabul edilen ve nüfus yoğunluğunun kilometrekare başına 1000 kişiden fazla olduğu alanlar olarak tanımlanmıştır. Çalışma alanı oluşturulurken şehirleşmiş bölgeler göz önüne alınmış; yerleşimin olmadığı boş araziler kapsam dışı bırakılmıştır. Çalışma alanı içerisinde yaşayan nüfus 1 milyondan fazla ve nüfus yoğunluğu ise yaklaşık 3491 kişi/km<sup>2</sup> 'dir.



**Şekil 5.4:** Proje alanı mahalle nüfus yoğunluğu dağılımı

## **6. MODEL BİLGİLERİ**

Bu bölümde çalışma alanında hazırlanmış model çalışmalarına girdi teşkil eden arazi verileri, nüfus verileri ve gürültü kaynağı verilerinden bahsedilmiştir. Ayrıca çalıştırılan model sonucunda elde edilen sayısal veriler değerlendirilmiş ve modelin doğrulama çalışmaları dahilinde yapılmış ölçümlerden bahsedilmiştir.

### **6.1 Çalışmanın Model Bilgileri**

Bir bölgede bir gürültü kaynağının neden olduğu mevcut veya tahmin edilen gürültü düzeylerini ortaya koymak ve yönetmeliklerde kabul edilen gürültü limitlerinin aşıldığı alanları ve etkilenen hassas yapıları (konut, okul, hastane v.b.) ve nüfusu belirlemek nedeniyle çevresel gürültü haritaları hazırlanmaktadır. Gürültü haritaları coğrafi veri tabanları üzerine eklenen veri/bilgi katmanları olarak tanımlanabilir. Başka bir deyişle; sınırları belirlenmiş bir bölge veya alanda yeterli sıklıkta bulunan alıcı noktaları için gürültü düzeylerinin tek tek hesaplanması ve gürültü konturlarının oluşturulmasıdır. Hesaplama noktaları ve aralarındaki mesafeler arazinin haritaları ve yerleşim planları üzerinden belirli bir düzen içerisinde tespit edilir. Bu nedenle gürültü haritalarını hazırlama çalışmaları sırasındaki en önemli adımlardan biri fiziksel çevre verilerinin saptanmasıdır. Bu veriler, yapıların konumu ve yükseklikleri, kat adetleri, zemin tipleri, topoğrafik durum ile doğal ve yapay engellerden oluşmaktadır.

Tez çalışması kapsamında, haritalama tekniklerinden hesaplama yöntemi temelinde SoundPLAN programı kullanılmıştır. SoundPLAN gürültü haritalama programı, 2002/49/EC sayılı Avrupa Direktifi'ne uygun olarak, gürültü haritalarının hızlı ve hassas bir biçimde hazırlanmasına uygun altyapıya sahip bir yazılımdır. Program ile, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın belirlemiş olduğu standartlar çerçevesinde, karayolu, demiryolu, havaalanı ve sanayi tesislerinden yayılan gürültü modellenmektedir.

Modellemede ilk olarak coğrafi veri tabanı ile arazi modellemesi yapılabilmektedir.

Arazi modellemesinde kullanılan haritalar elektronik ortamda, 1:1000 ya da 1:5000 ölçekli paftalar halinde ve Universal Transversal Mercator (UTM) koordinat sistemindedir. Elektronik ortamda temin edilen haritalarda koordinatlar ve arazi kotları (x, y, h (yükseklik)), bina bilgi sistemi (binaların kullanım amacı, kat sayısı, binadaki daire sayısı, bina yaşayan nüfus vb.) yer almaktadır.

Arazi modellemesi yapılan bölgeye ikincil veri grubu olarak nüfus bilgileri işlenmektedir. Eğer bina bilgi sisteminde nüfus bilgileri var ise nüfus yoğunluğu otomatik olarak hesaplanır. Ancak bunun olmadığı durumlarda ise nüfus yoğunluğu konut alanlarına dağıtılarak hesaplanmaktadır.

Üçüncü veri grubu olarak modellenecek gürültü kaynakları ile ilgili bilgiler tanımlanmaktadır. Kaynaklar, ulaşım başlığı altında havaalanları, karayolları ve demiryolları ile sanayi tesisleri olarak sınıflandırılabilir. Hazırlanan gürültü kaynakları envanteri kullanılarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın belirlemiş olduğu standartlar arasında yer alan hesaplama yöntemleri ile alıcı noktalara yapılan gürültü katkıları tahmin edilmektedir.

Antalya, sanayi ve gelişmiş turizmin etkisinden dolayı içerdiği çok sayıda eğlence yerinden kaynaklanan şehir gürültüsü ile şehir içi trafik yoğunluğu ve şehrin konumu itibarıyla şehirlerarası pek çok yolu birbirine bağlaması nedeniyle oluşan ulaşım gürültüsünün iç içe olduğu bir ildir. Tez çalışması kapsamında yer alan karayolu trafiği gürültüsü için Fransız ulusal hesaplama yöntemi olan NMPB Routes 96 kullanılmıştır

## **6.2 Karayolu Trafiği**

Günümüzde gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkenin öncelikli sorunlarından birisi de ulaşım gürültüsüdür. Yerleşim yerlerindeki sürekliliği ve yaygınlığı nedeniyle konut sakinlerinin en çok maruz kaldığı gürültü türü motorlu taşıtların karayolları üzerinde hareketlerinin neden olduğu karayolu gürültüsüdür. Özellikle nüfusun günden güne büyümesine bağlı olarak araç sayılarındaki artış, hızlı ulaşım yollarının yaygınlaşması ve yoğunlaşan trafik akışı karayolu gürültüsünün oluşmasındaki başlıca etmenlerdir.



Karayolu gürültüsünün en önemli bileşeni olan motorlu taşıtlarla ilgili temel gürültü bileşenleri; motor gürültüsü, egzoz gürültüsü, aerodinamik gürültü, lastik-yol yüzeyi sürtünmesinden kaynaklanan gürültü, fren ve klakson gürültüleridir. Karayolu gürültüsü, esas olarak, taşıtın mekanizması ile taşıt-zemin-hava arasındaki sürtünmelerden meydana gelmektedir. Trafiğin ses basınç düzeyi, akış oranı, araçların hızı, ağır ile hafif taşıt sayıları ile yol yüzeyinin özelliği karayolu gürültüsünde etkilidir.

Karayolu gürültüsü incelenirken, her bir taşıtın sebep olduğu gürültü ile trafik akışının sebep olduğu gürültünün mutlaka ayrı ayrı ele alınması gerekir. Yoldan uzaklaştıkça gerek taşıtların, gerekse trafik akışının sebep olduğu gürültünün şiddeti azalmaktadır.

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan gürültüler incelenirken öncelikle taşıtların sınıflandırılması gerekmektedir. Taşıtlar, gereksinime bağlı olarak tekerlek sayılarına, akslarına, kullanım amaçlarına ve tiplerine göre değişik biçimlerde sınıflandırılır.

Gürültü açısından sınıflandırma ise, emisyonlarına bağlı olarak, ağır ve hafif taşıtlar biçimindedir. Üç tondan ağır olan çeşitli büyüklükteki kamyonlar, otobüsler ağır taşıt olarak sınıflandırılırken, otomobil ve motosiklet ise hafif taşıt olarak nitelendirilebilir.

Gerçekleştirilen araştırma sonuçlarına göre gürültü düzeyleri; artan taşıt ağırlığı, motorun bakımsız ve eski olması, artan hız ve ivmeye bağlı olarak artmaktadır (Nelson, 1987;). Genellikle düşük hızlarda motor gürültüsü, yüksek hızlarda lastik/yol yüzeyi sürtünme gürültüsü, orta hızlarda ise aerodinamik gürültü önemli olmaktadır.

Antalya'da karayolları önemli ölçüde gelişmiş olup; Antalya, motorlu kara taşıtı sayısı büyüklüğü bakımından Türkiye'nin dördüncü ili durumundadır (KGM). Bunun yanı sıra ulaşım açısından incelendiğinde Antalya, Türkiye'nin temel trafik akslarının dışında olsa da turizm, sera ve narenciye alanlarındaki kapasitesi nedeniyle önemli trafik potansiyeline sahiptir.

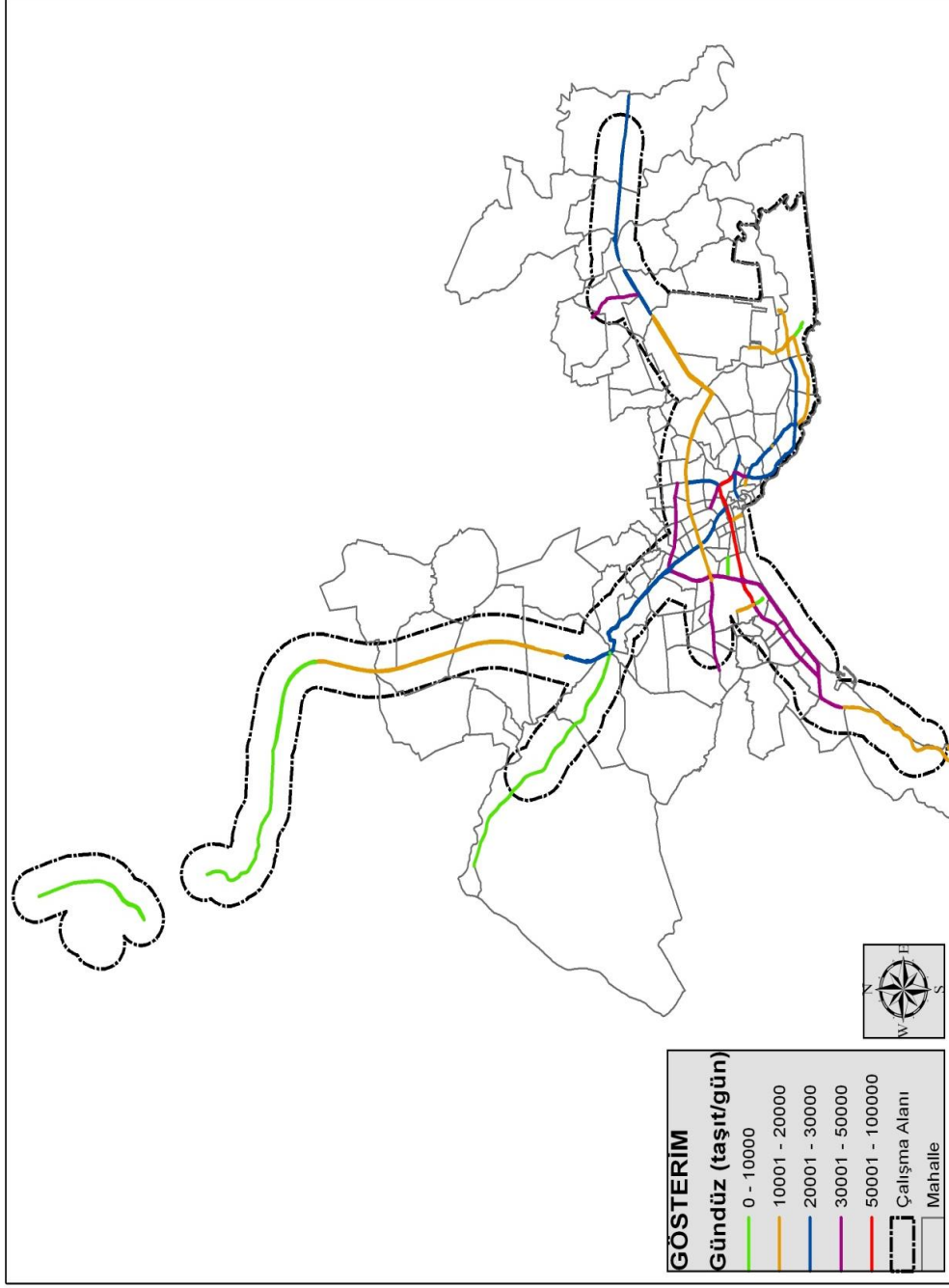
Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Sekizinci Bölüm Stratejik Gürültü Haritalama Esas ve Kriterleri başlıklı 29'uncu madde (1) no'lu başlık (a) bendinde belirtilen “Yılda altı milyondan fazla aracın geçtiği ana karayolları” tanımına uyan karayollarının belirlenmesi ve bu yollara ait pik gün ve saatlerin tespit edilmesi için haftanın 7 günü boyunca arazide izleme çalışmaları ve tespit sayımları yapılmıştır. Belirtilen ana karayolları dışında şehir merkezinde oluşan karayolu gürültüsünün profilinin belirlenmesine yönelik trafiğin yoğun olduğu 30 adet cadde belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen caddelere ait envanter çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Belirlenen caddelerde günün üç zaman dilimini (gündüz, akşam ve gece) temsil eden pik saatlerde 30'ar dakikalık kamera kayıtları alınmıştır. Daha sonra bilgisayar ortamında kayıtlar izlenerek sayımlar yapılmış, araçlar ağır ve hafif araç olarak sınıflandırılmıştır. Elde edilen sayım sonuçları Gündüz zaman dilimi için 12 saati, Akşam zaman dilimi için 4 saati ve Gece zaman dilimi için 8 saati temsil edecek şekilde düzenlenmiştir.

Trafik sayımlarının yapılması sırasında yüksek çözünürlüklü kamera kullanılmış, özellikle akşam ve gece ölçümlerinde araçların farlarından gelen ışığın çekim kalitesini olumsuz etkilememesi için kamera yola açılı bakacak şekilde binaların üstüne ya da üst geçitlere konumlandırılmıştır. Böyle imkânların olmadığı kavşak ve caddelerde 2'şer kişiden oluşan 4 ekip ile manüel sayımlar yapılmıştır. Her ekipte bir kişi ağır araçları bir kişi de hafif araçları saymıştır. Sayımlar her cadde için gidiş ve dönüş şeritleri olarak teker teker yapılarak hesaplamalar sırasında birleştirilmiştir.

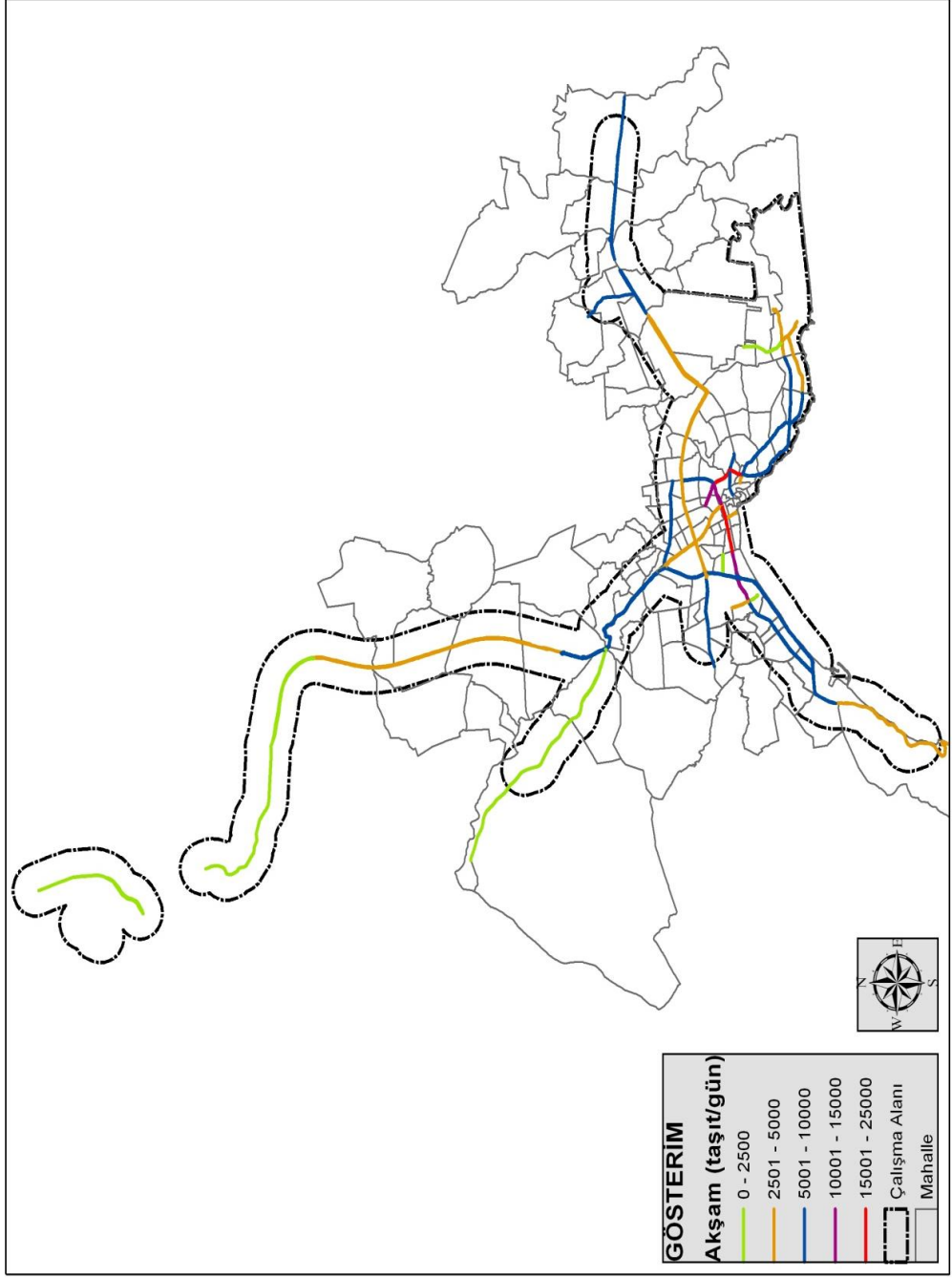
Kentin içindeki yolların darlığı ve trafik yoğunluğu, yolların her iki tarafında genelde bitişik ve yüksek yapıların yer alması, karayolundan kaynaklanan mevcut gürültünün artmasına neden olmaktadır. Şehirde toplu taşıma araçlarının yanı sıra hafif taşıt trafiğinin fazla oluşu gürültü seviyelerinin yükselmesine yol açan faktörlerdir.

Karayolu gürültüsüne etki eden önemli etmenlerden birisi de trafik akışıdır. Ulaşım akışının niteliği (kesikli veya kesiksiz akış), durmalar, ivmelenmeler (kavşak, trafik lambaları ve ulaşım sıklığı ile) ve vites değişimlerinin çevresel gürültü düzeylerine önemli etkileri mevcuttur.

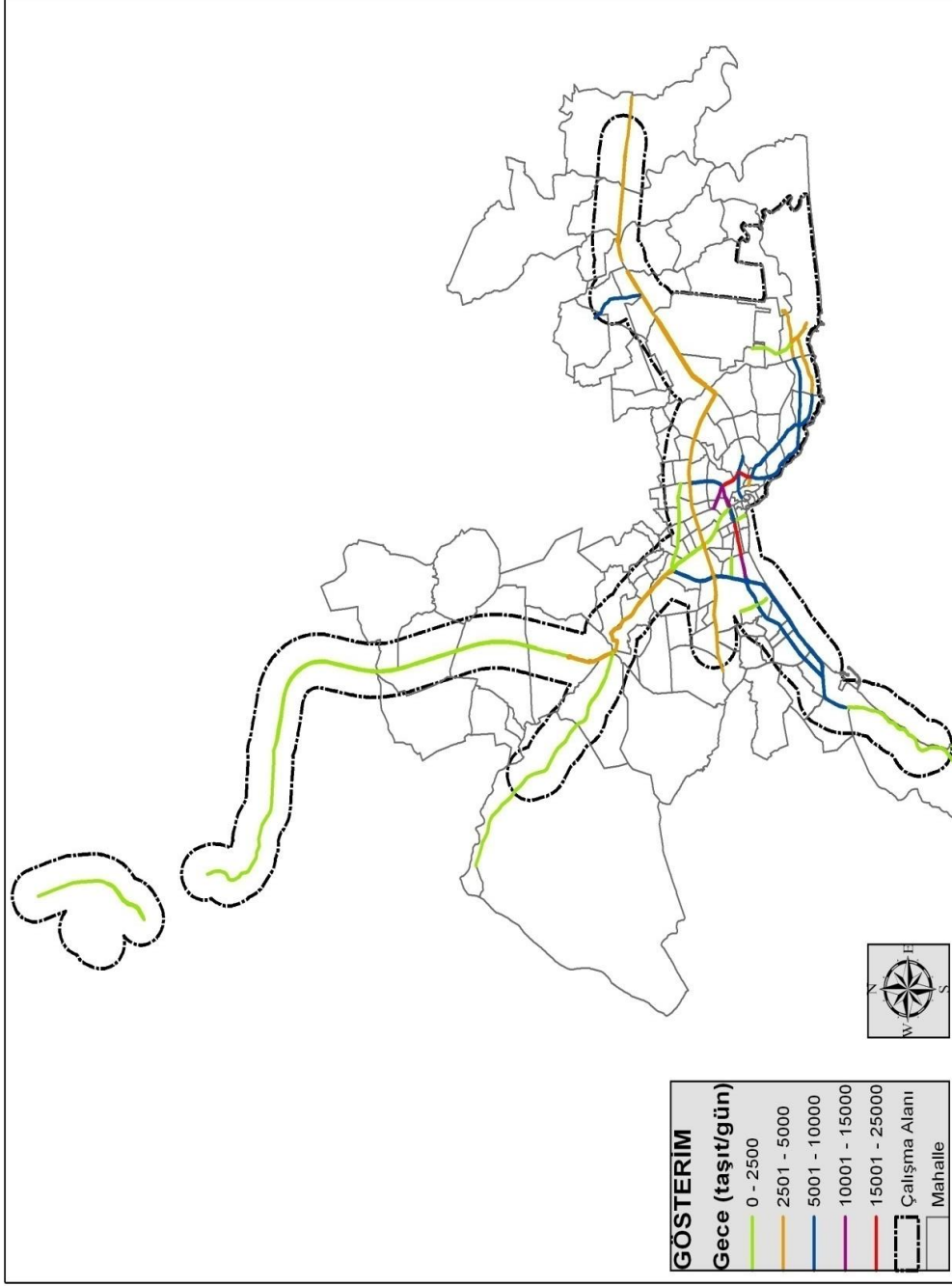
Karayolundan kaynaklanan gürültüde diğere önemli bir etken de ulaşımın hacmi (taşıt/birim zaman) veya gece-gündüz ağırlığı uygulanarak bulunan "efektif taşıt sayısı" olarak belirtilebilir (Johnson ve Saunders, 1968). Çalışma alanı içerisinde yer alan karayollarının gündüz, akşam ve gece zaman dilimlerine ait taşıt yoğunluklarını gösteren haritalar sırasıyla Şekil 6.1, Şekil 6.2 ve Şekil 6.3' te verilmektedir.



**Şekil 6.1:** Çalışma alanı karayolları gündüz taşıt yoğunlukları



**şekil 6.2:** Çalişma alanı karayolları akşam taşıt yoğunlukları



**Şekil 6.3:** Çalışma alanı karayolları gece taşıt yoğunlukları

Araştırma sonuçlarına göre gürültü düzeyleri; artan taşıt ağırlığı, motorun bakımsız ve eski olması, artan hız ve ivmeye bağlı olarak artmaktadır (Nelson, 1987). Genellikle alçak hızlarda motor gürültüsü, yüksek hızlarda lastik/yol yüzeyi sürtünme sesi, orta hızlarda ise aerodinamik gürültü önemli olmaktadır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen modelleme çalışmalarında karayollarından geçen araçların hızlarına ait verilere ulaşılamamasından dolayı araç hızları otoyollar için ortalama 90 km/saat ve şehir içi yollar için ortalama 50 km/saat olarak kabul edilmiştir.

Karayolu trafiği için gürültü haritalarının oluşturulmasında, karayollarındaki çevre gürültüsünün hesaplanması için AB geçici Metodu (NMPB Routes 96) uygulanmıştır. Yöntemin amacı; trafikten kaynaklanan ses düzeylerinin meteorolojik ve çevresel koşulların da dikkate alınarak belirlenmesidir. Noktasal kaynak olarak nitelendirilen motorlu taşıtların bir doğru boyunca sıralanması sonucunda trafik gürültüsü kaynağının çizgisel olarak incelenmesine sağlanmaktadır. Ancak NMPB Metodu ile hesaplamalar, çizgisel kaynakları noktasal kaynaklara dönüştürme ilkesi ile gerçekleştirilmektedir.

Bunlarla birlikte yolların kaplamalarının da (asfalt beton ve parke gibi) gürültü düzeyleri üzerindeki etkileri araştırılmış ve özellikle soğuk iklim bölgelerinde kaymaya karşı uygulanan yivli ya da oluklu beton yüzeylerin, sürtünmeden dolayı gürültü düzeylerini arttırdığı ifade edilmiştir (Kurra, 2009). Yol eğiminin artması, yollarda bulunan viraj ve kavşaklar, yolların çevreye göre yükseltilmiş veya alçaltılmış olması özellikle gürültünün yayılma alanını etkiler ve topografik etkiler ile yapısal etkilerin doğru saptanmasını gerektirir.

Yol genişliği ve şerit sayısı ise gürültü hesaplamalarında, ulaşım hacmi, kaynak uzaklığı gibi diğer değişkenleri de etkiler. Özetle, trafik ışıkları, tepeler ve kesişen yollar ya da topografya, meteorolojik koşullar ve düşük fon gürültüleri gibi trafik hareketleriyle taşıtın hızında ve gücünde değişikliklerin gerektirdiği özel bölgelerde ve durumlarda gürültü düzeyleri yükselebilir. NMPB Routes 96 standardında karayolu malzeme tipleri "düz asfalt, gözenekli yüzey, beton yol veya kaplama taşı yol" olarak tanımlanabilmektedir. Karayolları 13. Bölge Müdürlüğü (Antalya Bölgesi) yetkililerinden edinilen bilgiler doğrultusunda çalışma alanındaki karayolu malzeme yapısının düz asfalt yapısına uyduğu belirlenmiştir. Bu nedenle modellemede kent içerisindeki tüm yollar düz asfalt olarak tanımlanmıştır.

Karayolu gürültüsüne etki eden bu faktörlerin dışında, yolun tek veya çift yönlü olması, şerit sayısı, yol kaplama malzemelerinin dokusu, boşluk oranı ve yoğunluğu da önemlidir. Yoldaki aşağı eğim, gürültü seviyelerinde azalmaya sebep olurken, yukarı eğim ise motorun daha fazla zorlanması ve parçaların üzerine daha fazla yük binmesi nedeniyle gürültü emisyon miktarında artışlar gözlenmektedir.

Çalışma kapsamında temin edilen mevcut kent haritalarının 2012 yılındaki güncel durumu tam yansıtmamasından dolayı modelleme çalışmaları sırasında bazı problemler ile karşılaşmıştır. Bu nedenle stratejik gürültü haritalarının 2012 yılını en gerçekçi şekilde temsil edebilmesi için imar planlarının hazırlandığı yıldan sonra inşa edildiği tespit edilen köprüler, alt geçitler ve demiryolu hattı da planlara işlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan NMPB metoduna göre, hesaplamalar yoldan 1000 m uzaklığında bir bant aralığında gerçekleştirilmiştir.

ÇGDYY'nde "Kara yolu, demir yolu ve hava trafiği ile endüstriyel tesisler, eğlence yeri ve benzeri gibi kaynakların bulunduğu alanda, bu kaynakların her birinden ayrı ayrı yayılan çevresel gürültü seviyesinin zeminden 4 m yükseklikte dB olarak hesaplanmış L<sub>gag</sub> (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75) değer aralıklarının her birine maruz kalan tahmini sakin sayılarının (bu sayıların en yakın yüz rakamına yuvarlanmış) olması zorunludur" denilmektedir. Bu nedenle model kapsamında ses basınç düzeyleri yerden 4 metre yükseklik için hesaplanmıştır.

Çalışma alanı içerisinde gerekli hesaplamaların yapılacağı noktaların yerleri ve noktalar arasındaki mesafenin seçimi, eğrilerin kalitesinde büyük bir etkidir. Ayrıca noktaların sık seçilmesi hesaplama süresinin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle hesaplamaların yapılacağı nokta aralıkları seçilirken optimum sayının belirlenmesi önem taşımaktadır.

Nokta aralıklarının 300 metre olması durumunda eğriler için standart sapma 0,5 dB (A) civarındadır (Kurra, 2009). Dolayısıyla, grid noktası aralıklarının bu mesafeden daha küçük seçilmesi çalışma için yeterli hassasiyette eğrilerin üretilmesini sağlayacağından grid aralıkları 10 m olarak belirlenmiştir.



## **6.3 Model Çıktısı**

### **6.3.1 Etkilenme Analizi**

Etkilenme analizi kapsamında, çalışma alanı içerisinde gürültüye maruz kalan konut sayısı, okul sayısı, hastane sayısı ve yaşayan kişi sayısı tespit edilir. Bu tespit, çeşitli hesaplamalar ve bilgilerin değerlendirilmesiyle yapılabilir. Günümüzde gelişmiş gürültü hesaplama programları etkilenme analizini yapabilme altyapısına sahiptir.

ÇGDYY'de etkilenme analizine yönelik, gürültüye maruz kalan konutlarda yaşayan ve maruz kaldığı gürültü seviyesi, en fazla gürültüye maruz kalan cephede zeminden 4 m yükseklikte  $L_{gag}$ ,  $L_{gündüz}$ ,  $L_{akşam}$  cinsinden hesaplanmış 55-59, 60-64, 65-69, 70-74,  $>75$  dB (A) değer aralıklarının ve bunlara ilave olarak  $L_{gece}$  cinsinden hesaplanmış 50-54 dB (A) değer aralığının her birine maruz kalan tahmini sakin sayılarının yüzölçümü ifadeleri belirtilmesi istenmektedir. Bu kapsamda, projede gürültüye maruz kalan konutlarda yaşayan ve maruz kaldığı gürültü seviyesi, en fazla gürültüye maruz kalan cephede zeminden 4 m yükseklikte  $L_{gag}$ ,  $L_{gündüz}$ ,  $L_{akşam}$ ,  $L_{gece}$  cinsinden hesaplanmış 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, 70-74,  $>75$  dB (A) değer aralıklarının her birine maruz kalan tahmini sakin sayıları hesaplanmıştır.

Tez çalışması kapsamında yer alan karayolu kaynaklarından ÇGDYY'de belirtilen değer aralıkları maruziyetinin tespitine yönelik ayrı ayrı etkilenme analizleri yapılmıştır.

### **6.3.2 Karayolu Gürültü Haritası**

Çalışma alanı içerisinde yer alan karayollarının gündüz, akşam ve gece zaman dilimlerindeki trafik yoğunluğu ve akışına bağlı olarak yakın çevrelerine etkileri değişmektedir. Karayolları etki alanlarındaki maruziyet hesaplama çalışmaları günün farklı zaman dilimlerine göre ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.



## **7. YÖNTEM**

Bu bölümde kullanılan yazılım programı envanterindeki; emisyon, yutuculuk, geçirgenlik bilgilerinin bulunduğu kitaplıktaki iki ve üç boyutlu yönelme eğilimlerinin yanı sıra gün histogramları, rüzgar istatistikleri, hava kirliliği kitaplığı ve değerlendirme kitaplığı gibi bölümlerden bahsedilmiştir.

### **7.1 Cog-Veri (Coğrafi Veri) Modülü**

Sayısallaştırıcı ve taranmış bitmap aracılığıyla veri girişinin yapıldığı, DXF, AutoCAD ve CBS sistemlerinden verilerin aktarıldığı modüldür. Veriler coğrafi veri dosyalarına eklenir ve farklı durumlar oluşturmak için birbirleri ile ilişkilendirilir.

### **7.2 Hesaplama Modülü**

Hesap işlemleri, coğrafi veritabanı aracılığıyla girilmiş verilere esas alınarak bu modül tarafından yürütülür. Hata ve uyarı kayıtlarını da içeren kapsamlı kayıt fonksiyonları, hesaplamaların grafik kontrolleri, çoklu hesaplamaları bir sıra halinde yapabilmek için hesap çizelgesi formundaki tanımlamalar bu modül tarafından oluşturulur.

### **7.3 Ayrıntılı dökümantasyon**

Tek nokta alıcılarından ve cephe gürültü haritalarından gelen sonuçlar bu modülde hesap çizelgesi formundaki sunumlara dönüştürülür. Metinler ve değerler için ilave sütunlar oluşturulabilir, ilave sütunlarda ek hesaplama sonuçları görüntülenebilir, sonuç sütunları eklenebilir ve çoklu hesaplarla sonuçları sayısallaştıran formüller kullanılır.

### **7.4 Veri girişleri**

Verilerin formatına göre, bir çok farklı formda veri girişi yapılabilmektedir.

Veriler elektronik ortamda ise, aktarım arayüzleri (ArcView, DXF) ile ya da programlanabilir ASCII arayüzü ile programa aktarılır. Ayrıca, yükselti modeli için bir Sayısal Zemin Modeli kullanabilir ve oluşturulan koordinatlara bu model içerisindeki yükseklik bilgileri atanabilir. Nesne yüksekliklerinin de sayısal zemin modelleri aracılığıyla tanımlanması mümkündür.

#### **7.4.1 Dışarıdan DXF aktarımı**

DXF dosyasının geometrisi (x,y,z koordinatları) Cog-Veriye bir genel nokta, çizgi ve alan bilgisi şeklinde aktarılır. Aktarım sırasında gerçek nesne tipi belirlenemez. Nesneleri için AutoCAD format özellikleri kullanılmaktadır. AutoCAD formatında, katmanlar oluşturulur ve özellikler de verilere atanır.

#### **7.4.2 Kullanılan geometrik veriler**

Yollar: Emisyon seviyesi hesaplanır ve şerit genişlikleri yeni oluşturulan nesneye aktarılır.

Demiryolu Hatları: Yalnızca geometrik yapı aktarılır. Emisyon seviyelerinin tekrar hesaplanması gerekir.

Sanayi Gürültü Kaynakları: Yalnızca geometrik yapı aktarılır. Diğer tüm nesne özelliklerinin tekrar tanımlanması gerekir.

Binalar: Geometrik yapı ve özellikler birlikte aktarılır. Ancak alan kullanım tipinin tekrar tanımlanması gerekir.

Alıcılar: Geometrik yapı ve özellikler birlikte aktarılır. Ancak alan kullanım tipinin tekrar tanımlanması gerekir. Binalara yerleştirilmiş alıcılar için, alıcının binaya tekrar atanması gerekecektir.

Yükselti Çizgileri, Nokta Yükseklikleri, Hesaplama Alanları: Tüm özellikleriyle birlikte aktarılır, düzenlemeye gerek yoktur.

Gürültü Hafifletici Alanlar: Geometrik yapı ve özelliklerle birlikte aktarılır.

Gürültü Engelleri: Gürültü engeli olarak çevrilir ve özellikleriyle birlikte aktarılır.

Zemin Etkisi: Geometrik yapı ve özelliklerle birlikte aktarılır.

#### **7.4.3 Nüfusun Dağıtılması**

Eğer harita üzerindeki alanın toplamı veya farklı bölgeleri için nüfus bilgileri mevcut ise, kullanım alanlarına nüfus verilerini atanabilir ve bu nüfus haritadaki konut binalarına, kişi başı yaşam alanı (metrekare) kriterine göre dağıtılabilir. Nüfus rakamları tam sayılara yuvarlandığı için, nüfus hesaplamalarında bir yuvarlama sapması ortaya çıkacak ve bu sapma, nüfus dağıtıldıktan sonra kullanıcıya bildirilecektir.

#### **7.4.4 Karayolu Hatları**

Yol hatları nesne tipi, karayollarını temsil eder. Bu nesne, akustik ve hava kirliliği modellemelerinde bir çizgisel eleman olarak kullanılır. Yolun ana doğrultusu x ve y koordinatları, nesne ve arazi yükseklikleri, verileri ile girilir.

Yolun genişliği ve emisyon bantlarının uzaklığı, emisyon bandının yüksekliği, otomatik olarak nesne yükseklik değerinden hesaplanır. Gürültü simülasyonlarında, kaynağın araziden yüksekliği genellikle zemin azaltma etkisi hesaplaması üzerinde belirleyici etkiye sahiptir. Bu nedenle, nesne yüksekliği, diğer verilerden hesaplamak yerine doğrudan arazi yüksekliğine bağlı olarak tanımlanmaktadır.

Sayısal zemin modelleri için de arazi yüksekliği bir sabit nokta olarak değerlendirilmektedir. Eğer arka planda bir sayısal zemin modeli yüklüyse, yol yüksekliği, arazi yüksekliğine eşit kabul edilir. Yollar gürültü yayılımında engel teşkil etmemektedir.

#### **7.4.5 Kavşaklar ve Yol Profili**

Yollar, çizgisel nesnelere olarak sayısallaştırılmaktadır. Oluşan çizgi, yolun ana doğrultusunu göstermektedir. Akustik hesaplamalarda, emisyonun ortaya çıktığı yer daima yolun orta kısmı olmamaktadır.

Profil dizin sayfasında, tek bir yönün genişliği, her iki yön için emisyon bant uzaklığı ve orta refüj genişliği değerleri girilir. Burada girilen değerler hem akustik simülasyonunda, hem bant tipi gürültü haritası grafiklerinde, hem de yolu resmeden gri yol hattında kullanılır.

#### **7.4.6 Binalar**

Binalar, hem açık alan gürültü yayılımı, hem de hava kirliliği yayılma modeli için önemli bileşenlerdir.

Binalar için zemin kat yükseklik değeri ( $z_1$ ) referans kabul edilir. Tüm yükseklikler (bina yüksekliği, alıcı yüksekliği vb.) bu noktaya göre bağıl olarak ifade edilir. Binaya atanan arazi yüksekliği değeri ise binanın merkezindeki ortalama arazi yüksekliğidir. Sayısal zemin modelinde bu yükseklik değeri kullanılır. Bir bina, köşelerinde yer alan koordinatların yükseklikleriyle ve zemin kat yüksekliği ( $z_1$ ) ile tanımlanır.

Binanın her bir özelliği için yalnızca bir tanımlama yapılabilir. Bina yüksekliğindeki değişimler arazi yüksekliği değiştirilerek tanımlanabilir. Gerekirse, binanın tamamlanması için ek bina şeklinde ilaveler de yapılabilir. Bir binaya alıcı atandığında, bina adı alıcı adı için varsayılan giriş olacaktır. Cephe gürültü haritalarında ise bina adı otomatik olarak alıcılar için de kullanılır. Cog-aracını kullanarak 'binaların hazırlanması' aynı anda çok sayıda bina adı tanımlaması yapmak mümkündür.

Bir yansıma sırasında, yutulan ses miktarı, frekansa bağlı bir olaydır. Genel olarak yüksek frekanstaki seslerin, alçak frekanslı seslere göre daha fazla yutulduğu söylenebilir. Bu da yüksek frekanslı sesler yutulurken, düşük frekanslı olanların varlığını koruyabileceği anlamına gelmektedir.

Spektrum değiştiğinde, yansıma kayıpları azalacaktır. Bu azalmanın dengelenmesi için, yüksek miktardaki yansımalarda yansıma kaybı %10 daha yüksek hesaplanır.

Bina yüksekliği, yayılım hesaplamaları sırasında perdeleme ve yansıma etkilerinin ortaya çıkmasında etkili olacaktır. Bina yüksekliği, zemin kat yüksekliğine göre, bağlı olarak tanımlanır.

Çatının şekli genellikle yayılım hesaplamasında etkili olmamaktadır. Çoğu hesaplamada bina yüksekliğini su oluğu yüksekliği ile çatının tepe noktasının orta noktasındaki yükseklik değerini tanımlamak yeterli olacaktır.

Eğer bir binaya alıcı ataması yapılmışsa, alıcıyla ilgili tüm veriler bina özelliklerine işlenmelidir. Alıcının tanımlanması sırasında, bina için girilmiş veriler alıcıya da atanır. Böylece kat sayısı, kat yükseklikleri, alan kullanım amacı, bina adı vb. parametrelerin tekrar girilmesine gerek kalmaz. Kullanılan standarda bağlı olarak, alıcı duvarın orta kısmında (1,5 m), tavanda (2,4 m) veya 4 m yükseklikte yer alabilir.

## **7.5 Cephe Gürültü Haritaları**

Cephe gürültü haritası hesaplaması, tek alıcılar girmeye gerek olmadan, otomatik bir tek alıcı hesaplaması yapılmasına olanak verir. Bunun için, alıcıların yerleştirilmesi istenen tüm cephelerin işaretlenmesi gerekir. Eğer iki bina ortak bir cepheye sahipse, bu cephedeki alıcılar hesaplamaya dahil edilmeyecektir.

## 7.6 Arazi Noktaları

Tekil yükselti verileri (nokta yükseklikleri), sayısal zemin modelleri için veri oluştururlar. Bu nesne tipi, arazi modeli aracılığıyla alıcı pozisyonlarını da etkileyecektir. Ancak gürültü yayılım hesaplaması, arazi noktası nesnesinden etkilenmez.

## 7.7 Hacimsel Yutuculuk Alanları

Hacimsel yutuculuk alanı, ormanların ve yüksek yoğunluklu alanların simülasyonunda kullanılmaktadır. Hacimsel yutuculuk alanları yalnızca gürültü hesaplamalarında hesaba katılır ve ormanlarla yoğun yerleşim alanlarının grafiklerde gösterimi için kullanılır.

Büyük ölçekli gürültü haritalarında her binanın sayısallaştırılması fiili olarak olanaksız olabilir. Bu nedenle üniform yapıya sahip konut alanlarının hacimsel yutuculuk alanlarının nesne tipiyle sayısallaştırılması mantıklıdır. Bu nesne tipi, ormanlar için de yutuculuk bakımından yeterli bir tanımlamadır.

İlk bina sırasının, yansıtıcı özelliklerin gerçekçi olması için yine bina nesne tipiyle tanımlanması gerekmektedir. İlk sıranın arkasındaki binalar için hacimsel yutuculuk alanı nesne tipi uygun olacaktır.

Tepe yükseklikleri veya yutuculuk faktörleri farklı olan hacimsel yutuculuk alanlarının iç içe tanımlanması da olanaklıdır. Yutuculuk faktörü metre başına dB(A) cinsinden girilir. 0,05 ile 0,1 dB/m arasında değerler uygun görülmektedir. ISO 9613 standardı, metre başına azaltma etkisi değerini kabul etmemekte ve bunun yerine yutuculuk tipine bağlı azaltma etkisi spektrumu kullanmaktadır.

## 7.8 Zemin Etkisi

Birçok standart, zemin etkisinin değerlendirilmesinde zemin yutuculuk faktörünün kullanılmasını gerektirir. Zemin tipi tanımlanmadığı sürece, tüm alan yumuşak zemin kabul edilir. Bu nedenle yalnızca sert zemine sahip alanların tanımlanması yeterlidir.

Zemin tipi Almanya menşeli olmayan hesaplama standartlarının çoğunda hesaba katılır. Alman standartları ise zemin etkisini görüş alanının ortalama yükseklik değerine ve alıcı ile kaynak arasındaki uzaklığa bağlı olarak ele alır.

Sesin kaynak ile alıcı arasındaki rotası, zemin etkisi bakımından, kaynağın etrafındaki alan, kaynak ile alıcı arasındaki alan, alıcının etrafındaki alan olarak üç kısımda incelenir. Zemin etkisi, dalgaların faz etkilerine dayanmaktadır. Zeminin yumuşaklığına bağlı olarak, bazı frekanslar yutulurken bazıları zemin tarafından azaltılamayabilir.

Sertlik, zemin yutuculuk katsayısı ile tanımlanmaktadır. Sert zeminler yutucu özellikte değilken, yumuşak zeminler yutucudur.

## **7.9 Tek Nokta Alıcıları**

Tek nokta alıcıları, gürültü veya hava kirliliği için tek nokta hesaplamalarının ve engel tasarım tek nokta ön hesaplamasının yapılacağı konumları ifade eder.

## **7.10 Hesaplama Alanı**

Hesaplama alanı, ızgaralı gürültü hesaplamaları ve hava kirliliği hesaplamalarında kullanılacak alanın tanımlanması içindir. Hesaplama alanı, alıcıların birbirini izleyen üçgenlemeler tarafından tanımlandığı şehir gürültü haritalarında alan sınırlaması amacıyla kullanılır.

Cephe gürültü haritaları ve tek nokta hesaplamalarında da alıcıların hesaba katılacağı alanı sınırlamak için hesaplama alanından faydalanılır. Hesaplama modülünün grafik dizin sayfasında, hesaplama alanı dışında kalan alıcılar gri renkle gösterilir.

Hesaplama alanı içerisinde kalan tüm alıcıların zeminden yüksekliği kullanıcı tarafından tanımlanmalıdır. Gürültü ve hava kirliliği değerleri, her ızgara noktası için ya hesaplanır, ya da enterpolasyon ile elde edilir.

Hesaplama alanının şekli istendiği gibi ayarlanabilir (içbükey, dışbükey vb) ve hesaplama alanının kendisi için bir yükselti bilgisinin girilmesi gerekmektedir.



### **7.11 Cephe Gürültü Haritası Hesaplamaları**

Cephe gürültü haritası temel olarak, otomasyona tabi tutulmuş bir tek nokta alıcı hesaplamasının grafiksel gösterimidir. Hesaplama kapsamına alınan tüm cepheler için program tarafından alıcılar oluşturulur. Alıcılar otomatik olarak oluşturulduğu için, ayrıntılı sonuç dokümantasyonuna ihtiyaç duyulan büyük hesaplama alanlarında kullanışlı bir hesaplama tipidir.

Eğer bir hesaplama alanı hesaplama verileri içerisine dahil edilirse, yalnızca bu hesaplama alanı için cephe gürültü haritası alıcıları oluşturulur. Haritanın diğer bölümlerinde binalarda alıcı oluşturulmaz.

Binaların birbirleriyle bağlantılandırılmış cepheleri hesaplama sırasında fark edilir ve atlanır. Eğer cephelerden birisi diğerinden yüksekse, yüksek olan için sadece komşu binanın üzerinde kalan kısımda alıcılar oluşturulacaktır.

### **7.12 Gürültünün Fiziksel Olarak Tanımlanması**

Hesaplamalar için gürültü birimi olarak dB(A) kullanılmaktadır. Burada, parantez içerisindeki A harfi, gürültü düzeyinde, insan kulağının duyarlılığına göre düzeltme değerlerinin uygulandığını gösterir. Bu, bir ses ölçerinin ölçümü gibi lineer bir birim değil, frekansa bağlı bir birimdir. Çoğu zaman dB(A) birimi Leq (gürültü enerji düzeyi) olarak anlaşılacaktır.

Bazı durumlarda tanımlayıcı olarak, zamanın %10'luk kısmında maruz kalınan gürültü düzeyini ifade eden L10 birimi kullanılır. Literatürde, gürültü düzeyinin değerlendirilmesiyle ilgili olarak L5 ve L95 istatistiksel tanımlayıcılara da yer verilmektedir. Maksimum gürültü düzeyini ifade eden Lmax da bazı standartlar tarafından kullanılmaktadır.

### **7.13 Gerçek Dünyanın Program İçerisinde Modellenmesi**

Makinaların ses enerjilerinin değerlendirilmesinde uzun yıllardır gürültü düzeyi ölçümlerinden yararlanılmaktadır.

Bir kaynağın ses enerjisinin ölçülebilmesi için öncelikle var olması gerekecektir. Simülasyonlarda (modellemelerde) fiziksel varlıklar, varsayımsal durumların üretilebileceği matematiksel modellere dönüştürülür. Simülasyon sonucunda gürültü düzeyinin kabul edilemeyecek derecede yüksek olduğu belirlenir ise, modele uygun görülen önlemler eklenerek sonuçlar bir kez de bu şekilde gözden geçirilebilir.

Modeller çoğu zaman gerçek dünyanın tam bir yansıması şeklinde oluşturulmaz ve yalnızca ana hatlar çizilir. Akustik simülasyonları için de durum farklı değildir. Atmosfere bağlı şartlar ancak çok temel bir düzeyde işlenir. Modelin gerçek dünyaya göre farklılıklar içermesi de, son derece dikkatli oluşturulmalarını ve gerektiğinde ölçümlerle kalibre edilmelerini gerektirmektedir.

#### **7.14 Fiziksel Şartlara Karşı Standartlar**

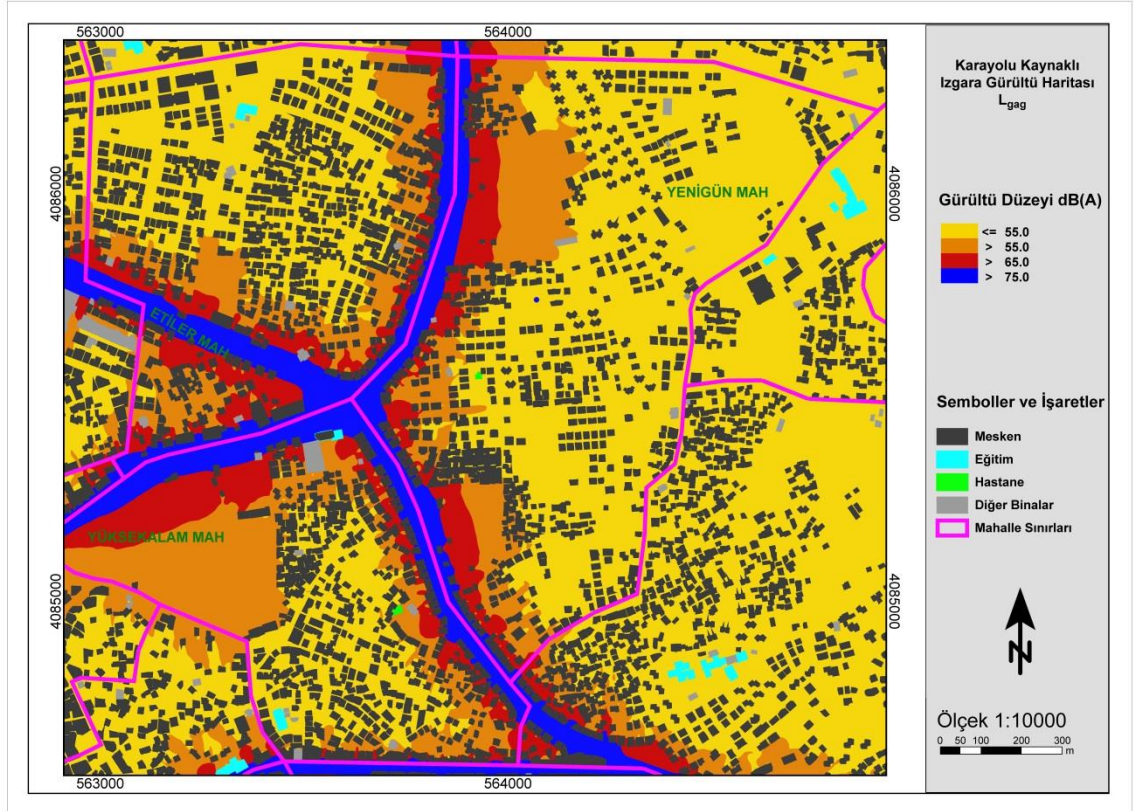
Bu konudaki ilk çalışmalar yapıldığında, fizikçilerin elinde bilgisayarlar değil, hesap cetvelleri ve nomograflar bulunuyordu. Bu da akustik hesaplamalarının mümkün olduğunca basitleştirilmesini zorunlu kılmaktaydı.

SoundPLAN, standartları temel alan ve standartların gereklerini 0,2 dB hassasiyetle yerine getirebilen bir programdır. Dolayısıyla hesaplamaların fiziksel sonuçları, seçilen standardın yetkinliğini yansıtacaktır (SoundPLAN, 2007).

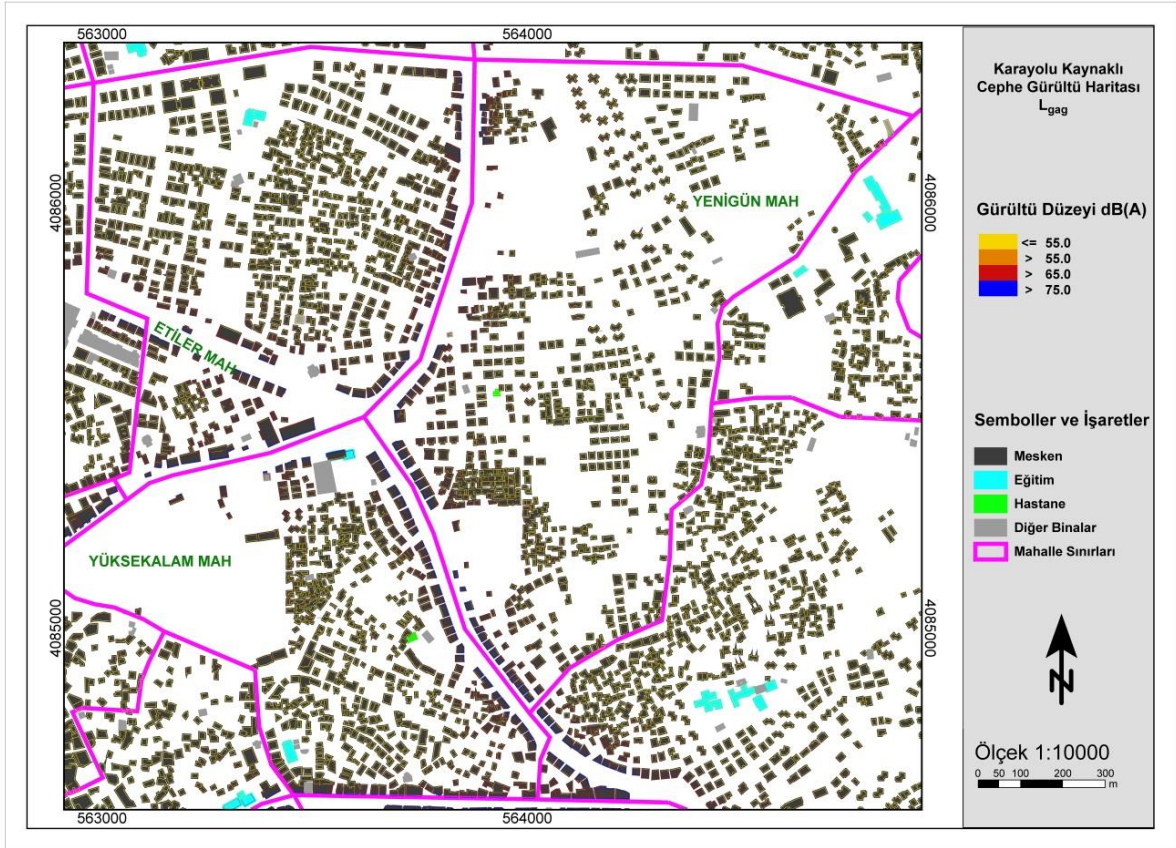
## 8. ÖRNEK ÇALIŞMA ALANI CEPHE GÜRÜLTÜ HARİTALARI

Bu bölümde tez çalışması için seçilmiş Antalya ili Muratpaşa ilçesi Yenigün, Etiler ve Yüksekalam mahalleleri için hazırlanmış karayolu cephe gürültü haritaları, ızgara gürültü haritaları, üç boyutlu cephe gürültü haritaları, yine çalışma için seçilmiş alana özel hazırlanmış gürültü alıcı konumları ve örnek seçilmiş bir binanın altı katının her birine ve bu altı katın tüm cephelerine ait CBS ortamında elde edilmiş verilere yer verilmiştir.

Tez çalışması için seçilmiş Antalya ili Muratpaşa ilçesi Yenigün, Etiler ve Yüksekalam mahalleleri için hazırlanmış karayolu ızgaralı gürültü haritası Şekil 8.1’de verilmiştir;

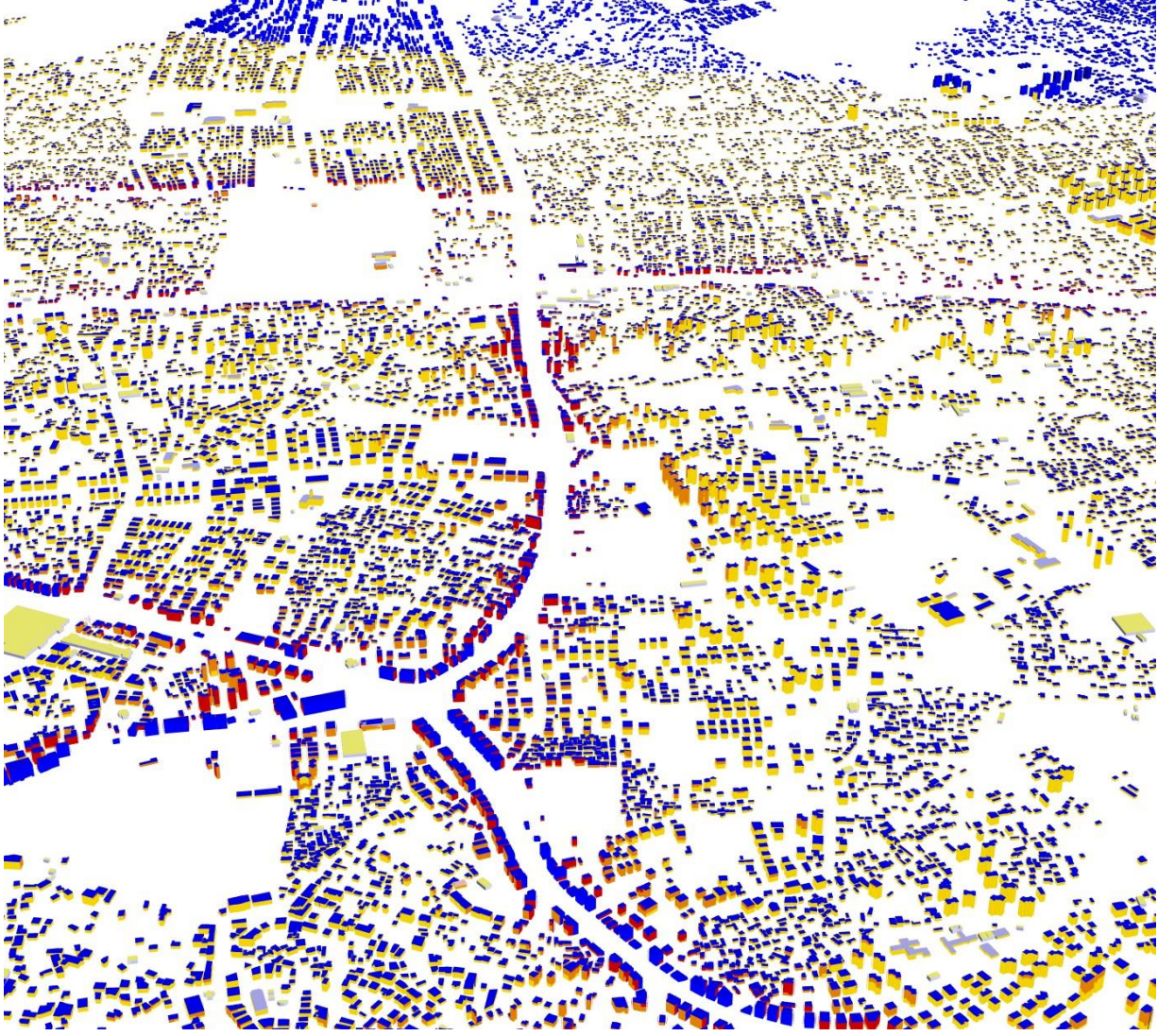


**Şekil 8.1:** Yenigün, Etiler ve Yüksekalam karayolu 24 saatlik ızgaralı gürültü haritası Antalya ili Muratpaşa ilçesi Yenigün, Etiler ve Yüksekalam mahalleleri için hazırlanmış karayolu cephe gürültü haritası Şekil 8.2’de verilmiştir;



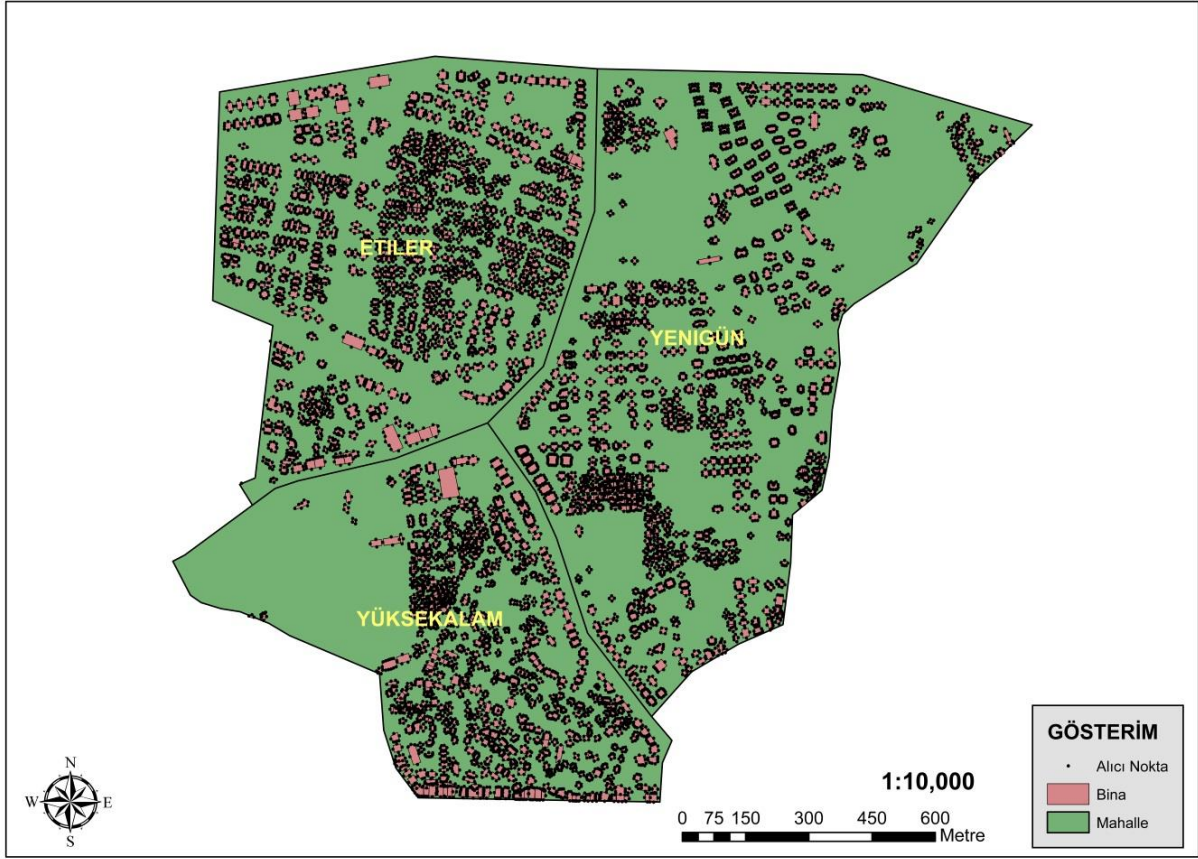
Şekil 8.2: Yenigün, Etiler ve Yüksekalam 24 saatlik cephe gürültü haritası

Antalya ili Muratpaşa ilçesi Yenigün, Etiler ve Yüksekalam mahalleleri için hazırlanmış cephe gürültü haritasının üç boyutlu görünümü Şekil 8.3'te verilmiştir;



**Şekil 8.3:** Yenigün, Etiler ve Yüksekalam 24 saatlik cephe gürültü haritası üç boyutlu görünümü

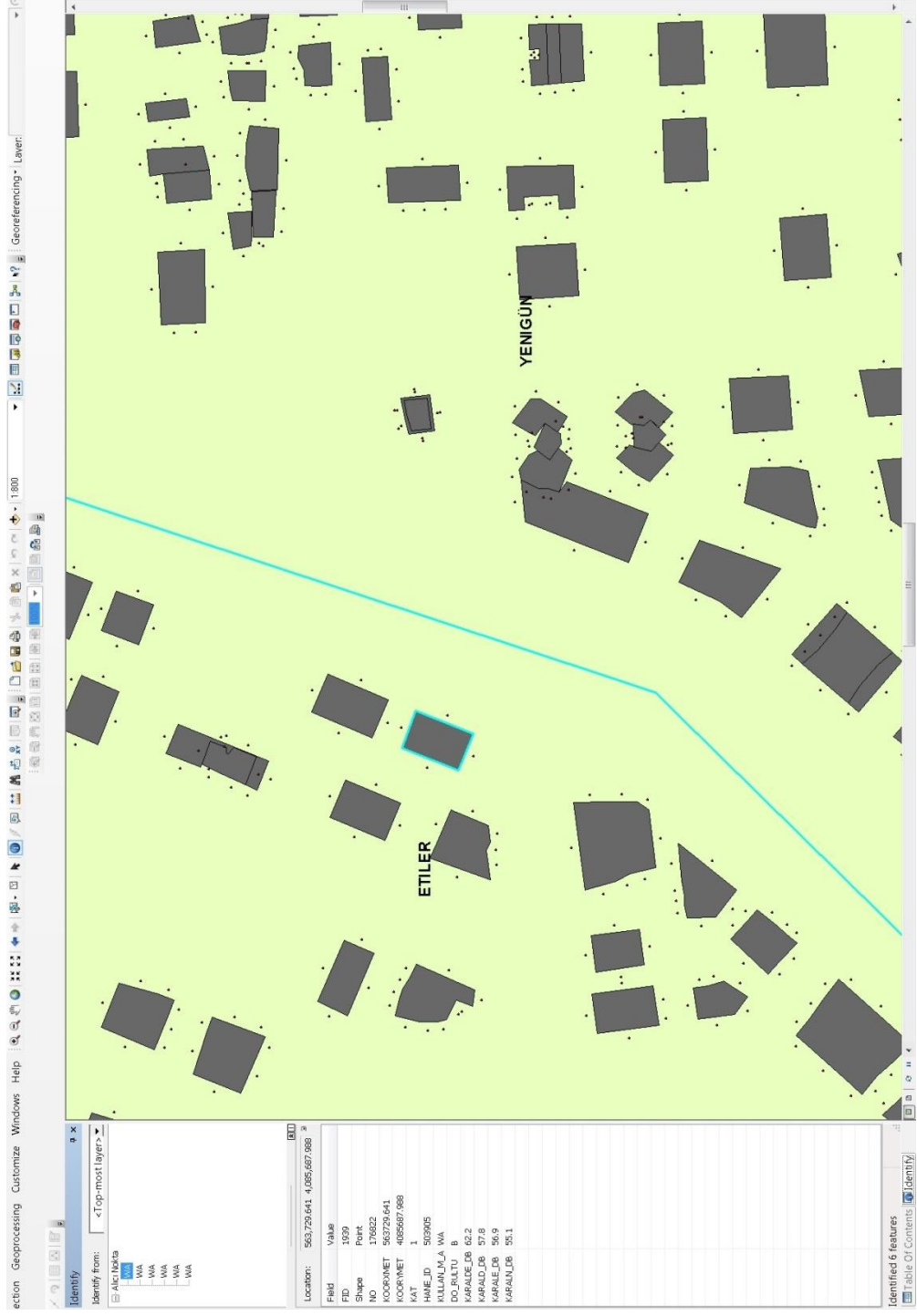
Antalya ili Muratpaşa ilçesi Yenigün, Etiler ve Yüksekalam mahalleleri için hazırlanmış karayolu cephe gürültü haritasına ait her binanın her cephesine atanmış alıcılar Şekil 8.4'te verilmiştir;



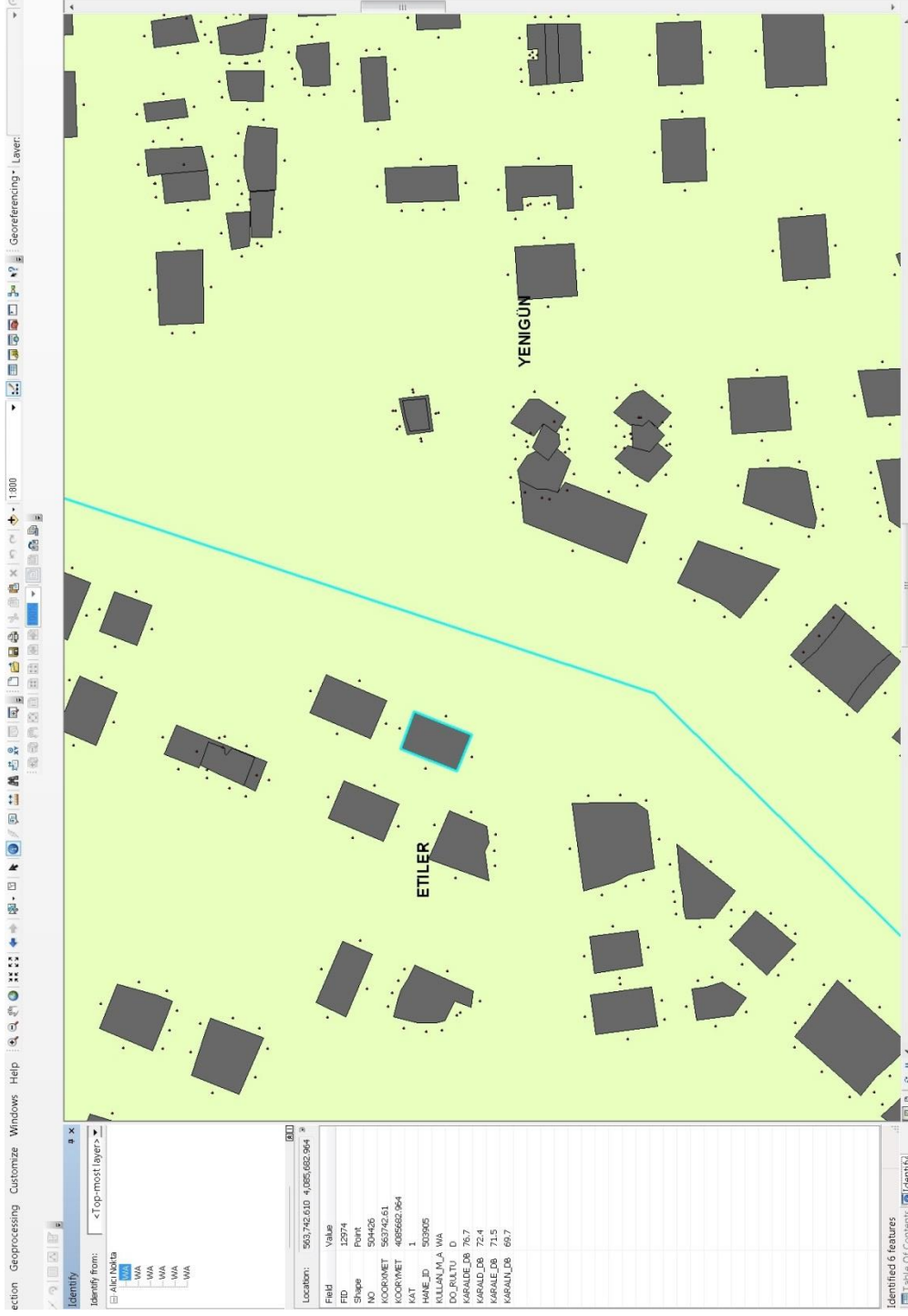
**Şekil 8.4:** Yenigün, Etiler ve Yüksekalam cephe alıcıları

Antalya ili Muratpaşa ilçesi Yenigün, Etiler ve Yüksekalam mahallelerinden Etiler mahallesinde bulunan örnek binanın 1. kat batı cephesi için hazırlanmış karayolu cephe gürültü haritası çıktısına ait verilerin Coğrafi Bilgi Sistemine işlenerek elde edilmiş değerleri Şekil 8.5'te verilmiştir. Diğer tüm binalarda her katta ve her cephede ayrı ayrı olarak da gürültü düzeyi elde edilebilmektedir.

Antalya ili Muratpaşa ilçesi Yenigün, Etiler ve Yüksekalam mahallelerinden Etiler mahallesinde bulunan örnek binanın 1. kat doğu cephesi için hazırlanmış karayolu cephe gürültü haritası çıktısına ait verilerin Coğrafi Bilgi Sistemine işlenerek elde edilmiş değerleri Şekil 8.6'da verilmiştir;



Şekil 8.5: Örnek bina 1. kat batı cephesine ait görüntü değerleri

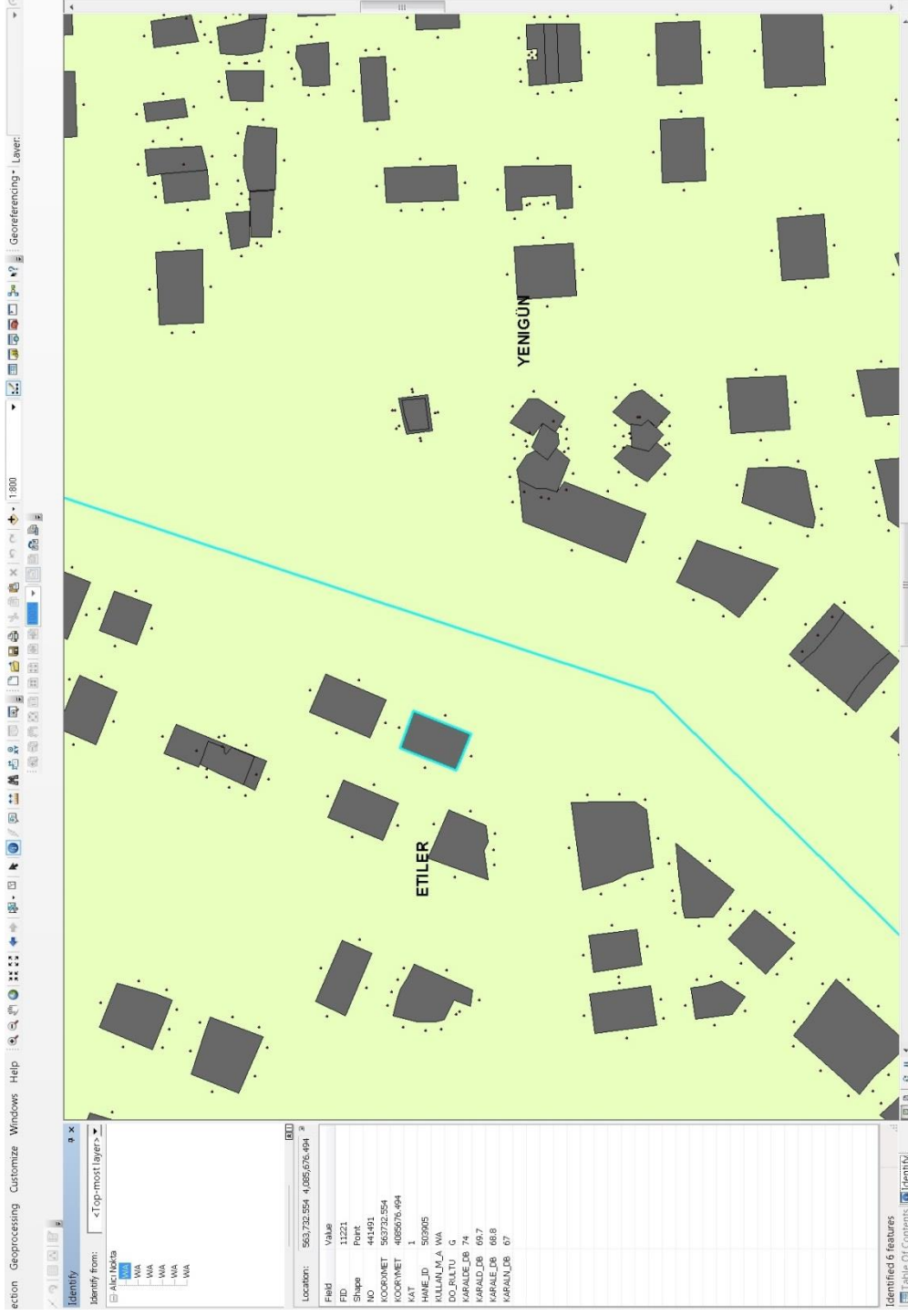


Şekil 8.6: Örnek bina 1. kat doğu cephesine ait gürültü değerleri

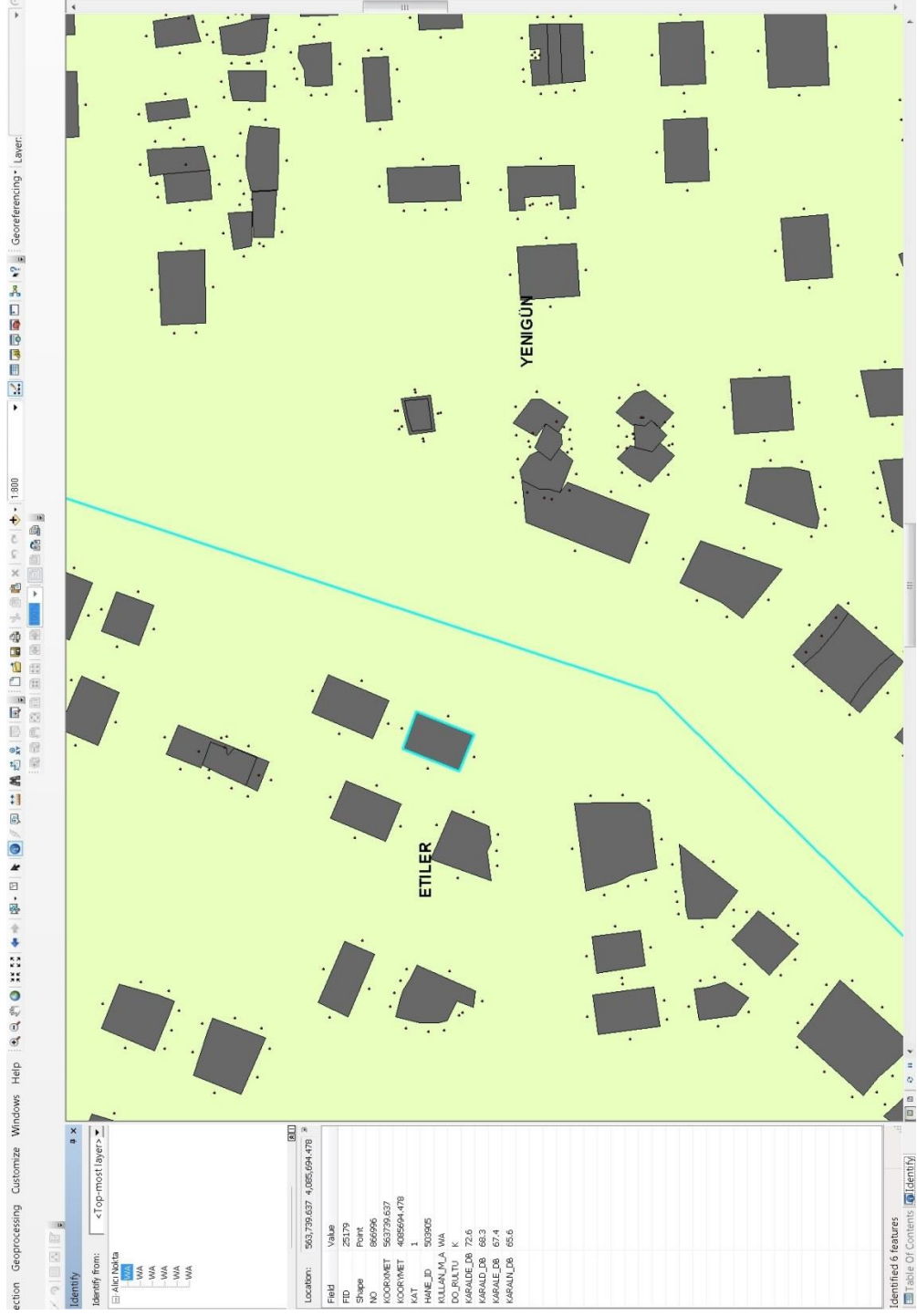


Antalya ili Muratpaşa ilçesi Yenigün, Etiler ve Yüksekalam mahallelerinden Etiler mahallesinde bulunan örnek binanın 1.kat güney cephesi için hazırlanmış karayolu cephe gürültü haritası çıktısına ait verilerin Coğrafi Bilgi Sistemine işlenerek elde edilmiş değerleri Şekil 8.7’de verilmiştir;

Antalya ili Muratpaşa ilçesi Yenigün, Etiler ve Yüksekalam mahallelerinden Etiler mahallesinde bulunan örnek binanın 1.kat kuzey cephesi için hazırlanmış karayolu cephe gürültü haritası çıktısına ait verilerin Coğrafi Bilgi Sistemine işlenerek elde edilmiş değerleri Şekil 8.8: ’de verilmiştir;



Şekil 8.7: Örnek bina 1. kat güney cephesine ait görüntü değerleri



Şekil 8.8: Örnek bina 1. kat kuzey cephesine ait gürültü değerleri



## 9. SONUÇLAR

Bu çalışmada Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY) ve WG-AEN tarafından hazırlanan Environmental Noise Directive (END) dökümanında belirlenen stratejik gürültü haritalama prensiplerine uygunluk esas alınmıştır.

Gürültü haritaları ile elde edilen sonuçlar il, ilçe, mahalle, sokak, bina, kat ve cephe detayları kapsamında incelenebilmektedir. Tez çalışması kapsamında, Antalya İlinin beş merkez ilçesi (Aksu, Döşemealtı, Kepez, Konyaaltı, Muratpaşa) arasından en merkezi konumda olan ve yerleşik nüfusu kalabalık Muratpaşa ilçesinin yine en merkezi konumda olan ve yerleşik nüfusu kalabalık üç mahallesi olan Yenigün, Etiler ve Yüksekalam mahalleleri değerlendirilmiştir. Bu mahallelerinin gürültü haritaları hazırlanmış ve binaların kat ve cephelerinin maruz kaldığı gürültü düzeyleri Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak saptanmıştır.

Çalışma kapsamında, çalışma alanına ait sayısal haritalar kullanılmıştır. Sayısal haritalar kullanılan gürültü hesaplama modeline uygun hale getirilmiş ve harita altlığı oluşturulmuştur. Gürültü haritasına altlık oluşturan CBS tabanlı harita verileri ve gürültü hesaplama modeli yazılımları ile çalışma alanında Avrupa Birliği ve Türkiye standartlarına uygun gürültü haritası oluşturulmuştur.

Oluşturulan gürültü haritası Coğrafi Bilgi Sistemi'nde detaylandırılarak çalışma alanı içerisinde yer alan gürültü maruziyeti her binanın her katının her cephesi detayında incelenebilir hale getirilmiş ve yorumlanmıştır.

Hazırlanan bu tez kapsamında yapılan çalışmalarda örnek çalışma alanı içerisinde seçilen üç mahallede karayolu kaynaklı gürültüden etkilenen konutların her katının her cephesine her zaman diliminde etki eden gürültüyü ifade eden katmanın söz konusu şehrin coğrafi bilgi sistemlerine eklenmesi amaçlanmıştır.

Hazırlanan gürültü haritaları ve gürültü düzeyi verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri'ne entegrasyonunun amaçlandığı bu çalışmada Antalya Büyükşehir Belediyesi bünyesinden oluşturulması planlanan Kent Bilgi Sistemi'ne kent içindeki gürültü düzeyine de ulaşılabilecek bir katman oluşturulması fikri savunulmuştur.

Kamu kurumlarının yanı sıra özel kurum, kuruluşların ve kişilerin ihtiyacı olan bilgiler açısından güncel bir veri tabanı sağlamakta olan Kent Bilgi Sisteminde kullanıcı, yaşadığı dairenin, yaşadığı dairenin herhangi bir cephesinin, yaşadığı binadaki herhangi bir katın, yaşadığı binanın veya sisteme entegre edilmiş herhangi bir bölgede bulunan diğer binaların günün herhangi bir zaman diliminde ne kadar gürültüye maruz kaldığını görebilecektir. Kurulacak Antalya Büyükşehir Belediyesi Kent Bilgi Sistemi ile veritabanı üzerinden:

- Belli düzeylerin üzerinde veya altında gürültüye maruz kalan binalar, katlar ve cepheler saptanabilecek,
- Gürültüye maruz kalan bu yapıların günün hangi zaman diliminde gürültüden ne ölçüde etkilendiği bilgisine ulaşılabilecek,
- Elde edilen sonuç verilerinin ulaşabileceği bu sistem aracılığı ile ileride karşılaşılabilecek muhtemel gürültü problemlerine yönelik önlemler alınmasına bir altyapı oluşturulabilecek,
- Yine bu sistem üzerinden değerlendirilebilecek olan veriler gürültü kontrol tedbirleri alınması gereken alanların belirlenmesi için kolaylık sağlayacak,
- Verilerin yayınlanacağı sisteme kamuoyu tarafından web üzerinden erişim sağlanabilecek,
- Gürültüye yüksek düzeyde maruz kalan hane halkı bünyesinde yaşanması muhtemel işitme bozukluğu gibi fiziksel etkilere, kan basıncı artışı, dolaşım bozukluğu, solunum hızlanması, kalp atışı yavaşlaması ve ani refleks gibi fizyolojik etkilere, davranış bozuklukları, aşırı sinirlilik ve stres gibi psikolojik etkilere, iş veriminin düşmesi, konsantrasyon ve yoğunlaşma bozukluğu gibi performans üzerinde oluşabilecek etkilere erkenden önlem alınması sağlanabilecek,
- Yapımı planlanan yerleşim yeri veya ulaşım hatlarının güzergahlarının belirlenmesinde veya trafik düzenlemesinde (hız sınırlaması, sinyalizasyon) dikkate alınması önem taşıyan verilere ulaşım sağlanabilecek,
- Yapılarda gürültü yalıtımına ihtiyaç duyulup duyulmadığı konusunda kaynak veri oluşturulabilecektir.

## KAYNAKLAR

- Akdağ, N.Y.**, 2013: Ses ile İlgili Temel Kavramlar ve Gürültü Haritalama Kavramları, *Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, Haziran 7.*
- ABB, Antalya Büyükşehir Belediyesi**, 2008: Antalya Büyükşehir Belediyesi Bütünü 1/25.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı, *Antalya Büyükşehir Belediyesi, Antalya, Türkiye.*
- ABB, Antalya Büyükşehir Belediyesi**, 2012: Antalya Strateji Planı 2010-2014, *Antalya Büyükşehir Belediyesi, Antalya, Türkiye.*
- Babisch, W.**, 2000: Traffic noise and cardiovascular disease: epidemiological review and synthesis, *Noise Health*, 2:9-32.
- Berry, B.**, 1983: LAeq and subjective reaction to different noise sources: review of research, *Proceedings of Inter-Noise*, 83(2), 993-996.
- B.M.U. (Bunderminister Für Umwelt Naturschutz Und Reaktorsicherheit)**, 1988: Was Sie Schon Immer Über Larmschutz Wissen Wollten. Verlag W. Kohlhammer Gmbh, *Mercedes-Druck*, Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz, Germany, pp. 247.
- Beranek, L.L.**, 1974: Noise Reduction, *McGraw-Hill Bokk Co. Inc*, USA.
- Cooper, P.J., Rice, C.G., Diamond, I.D., Walker, J.G.**, 1983: Heathrow International Airport study-Technical Report, *Institute of Sound and Vibration Research*, Southampton University.
- ÇGDYY, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği**, 2010: 27601 sayılı Resmi Gazete.
- Çivi, A., Akgündüz, E., Kalaycı, K., İnan, Ç., Sarıca, E., Toru, E.**, 2009: CORINE (Coordination of Information on the Environment ) Projesi, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, İzmir, Türkiye, Kasım 2-6.
- ECAC, Standard Method of Computing Noise Contour around Civil Airports.**, 1997: ECAC.CEAC Doc.29, Strasbourg, France, July 2-3.
- END, European Commision**, 2002: Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and manage-ment of environmental noise, *Official Journal of European Commun.*, L189, 12-25.
- Fyhri, A., Aasvang, G.M.**, 2010: Noise, sleep and poor health: Modeling the relationship between road traffic noise and cardiovascular problems, *Science of Total Environment*, 408, 4935-4942.
- Gan, W. Q., McLean, K., Brauer, M., Chiarello, S.A., Davies, H.W.**, 2012: Modeling population exposure to community noise and air pollution in a large metropolitan area, *Environmental Research*, 116, 11-16.
- Hamamci, S.F., Sari, D., Ozkurt, N.**, 2013: Modeling of Noise Pollution and Estimated Human Exposure around the İzmir Adnan Menderes Airport, *Second International Conference on Water, Energy and the Environment*, 296, Kusadası, Turkey, September 21-24.

- Hasal, F.**, 1999: KBS Oluşturulmasında Vazgeçilmez Çalışma Adımları, *Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu*, 54-63, Trabzon, Türkiye.
- Italo, K., Montalvão, G., Bertoli, S.R., Zannin P.H.T.**, 2011: Influence of urban shapes on environmental noise: a case study in Aracaju—Brazil, *Science of The Total Environment*, 412– 413: 66 –76.
- Izumi, K.**, 1986: On the measurement of annoyance in the laboratory, *Muroran Institute of Technology*, H-86-35 N. 85-10-2.
- Johnson, D.R., Saunders, E.G.**, 1968: The evaluation of noise from freely flowing road traffic, *Journal of Sound and Vibration*, v.7(2), 287-309.
- Karabiber, Z.**, 1991: Gürültü-İnsan Etkileşimi, *Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu Bildirileri*, İstanbul, Türkiye, Mayıs, I.Cilt, 21-22, 457-469.
- Kryter, K.D.**, 1985: The Effect of Noise on Man, *Academic Press*, New York, USA.
- Kurra, S.**, 2009: Çevre Gürültüsü ve Yönetimi, *Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları*.
- Kurra, S., Dal, L.**, 2012: Sound insulation design by using noise maps, *Building and Environment*, 49, 291-303.
- Magrab, E. B., Jackson, F. J.**, 1972: Noise Control, *CRC Critical Reviews in Environmental*.
- Miouduszewski, P., Ejsmont, J.A., Grabowski, J. and Karpinski, D.**, 2011: Noise map validation by continuous noise monitoring, *Applied Acoustics*, 72, 582-589.
- Nelson, P.**, 1987: Road Traffic Noise, *Transportation Noise Reference Book*.
- NMPB**, 1996: Nouvelle Methode de Prevision du Bruit des Routes.
- Ozkurt, N., Hamamci, S.F., Sari, D.**, 2015: Estimation of airport noise impacts on public health. A case study of İzmir Adnan Menderes Airport, *Transportation Research Part D*, 36, 152-159.
- RMRS**, 1996: Reken-Meervoorschrift Railverkeer Slawaai.
- Salomons, E., Van Maercke, D., De Roo, F.**, 2011: The harmonoise sound propagation model, *Acta Acustica*, January/February 97(1), 62-74.
- Samuel, S.**, 2006: Road traffic noise. In: Fwa, T.F. (Ed.), *The Handbook of Highway Engineering*. Taylor & Francis, Boca Raton, pp. 5-1-5-32.
- Sari, D., Ozkurt, N., Hamamci, S.F., Ece, M., Yalcindag, N., Akdag, A., Yugruk Akdag, N.**, 2014: Assessment of noise pollution sourced from entertainment places in Antalya, Turkey, *Internoise 2014*, 141, Melbourne, Australia, November 16-19.
- Sari, D., Hamamci, S.F., Akdağ, A., Kütükoğlu, M., Özkurt, N.**, 2013: Havalimanlarında Gürültü Haritalama Çalışmaları - Türkiye'den Örnekler, *10. Ulusal Akustik Kongresi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 16-17 Aralık.
- SoundPLAN**, 2007: Kullanım Kılavuzu, *Braunstein + Berndt GmbH SoundPLAN LLC*, 369, January.
- TS ISO 9613-2**, 1996: Acoustics - attenuation of sound during propagation outdoors- Part 2: general method of calculation.



- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu**, 2013: 2012 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları.
- WG-AEN, European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise**, 2007: Position Paper-Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure.
- WHO, World Health Organization**, 1999: WHO Guidelines for Community Noise, [http://www.bvsde.paho.org/bvs\\_ci/i/fulltext/noise/noise.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvs_ci/i/fulltext/noise/noise.pdf) (Alındığı tarih: 15 Nisan 2015).
- WHO, World Health Organization**, 2009: Night noise guidelines for Europe, [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0017/43316/E92845.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf) (Alındığı tarih: 15 Nisan 2015).
- WHO, World Health Organization**, 2011: Burden of Disease from Environmental Noise, <http://docs.wind-watch.org/WHO-burden-of-disease-from-environmental-noise-2011.pdf> (Alındığı tarih: 15 Nisan 2015).
- Yomralıoğlu, T.**, 2000: Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, İstanbul, Türkiye.
- Yomralıoğlu, T., Çete, M.**, 2002: Kent Bilgi Sistemleri: Çağdaş Yerel Yönetim Aracı, *Arkitekt Dergisi*, 2:34-39, İstanbul, Türkiye.



## ÖZGEÇMİŞ



**Ad Soyad:** Samet Feyyaz HAMAMCI  
**Doğum Yeri ve Tarihi:** Şişli 28.08.1988  
**Adres:** Barbaros Mh. Fikret Mualla Sk. 6/10 Üsküdar  
**E-Posta:** hamamci@itu.edu.tr  
**Lisans:** İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği

### Mesleki Deneyim ve Ödüller:

**Araştırmacı, TÜBİTAK MAM ÇTÜE (2013-halen)**

### Yayın ve Patent Listesi:

#### Hakemli Dergi Yayınları;

▪ Özkurt N., Hamamcı S.F., Sarı D., 2015: Estimation of airport noise impacts on public health. A case study of İzmir Adnan Menderes Airport. *Transportation Research Part D* 36, 2015, 152-159.

#### Hakemli Konferans Yayınları;

▪ Sari D., Özkurt N., Hamamcı S.F., Ece M., Yalcindag N., Akdag A., Akdag N., 2014: Assessment of noise pollution sourced from entertainment places in Antalya, Turkey. *43rd International Congress on Noise Control Engineering, inter.noise 2014*, November 16-19, 2014 Melbourne, Australia.

▪ Sarı D., Hamamcı S.F., Akdağ A., Kütükoğlu M., Özkurt N., Havalimanlarında Gürültü Haritalama Çalışmaları-Türkiye'den Örnekler. *10. Ulusal Akustik Kongresi*, 16-17 Aralık, 2013 İstanbul, Türkiye.

▪ Hamamcı S.F., Sari D., Özkurt N., Modelling of noise pollution and estimated human exposure around the İzmir Adnan Menderes Airport. *The Second International Conference on Water, Energy and the Environment*, September 21-24, 2013 Kusadasi, Turkey

#### Raporlar;

▪ Özkurt N., Sarı D., Hamamcı S.F., Karan H., Hilmioğlu B., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Avinal A., Çakmak E.G., Çolak O.N., 2014: Balıkesir Merkez Havalimanı Stratejik Gürültü Haritası Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., Hamamcı S.F., Karan H., Hilmioğlu B., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Avinal A., Çakmak E.G., Çolak O.N., 2014: Diyarbakır Havalimanı

Stratejik Gürültü Haritası Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Karan H., Hilmioğlu B., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Avinal A., Çakmak E.G., Çolak O.N., 2014: Erzurum Havalimanı Stratejik Gürültü Haritası Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Karan H., Hilmioğlu B., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Avinal A., Çakmak E.G., Çolak O.N., 2014: Elazığ Havalimanı Stratejik Gürültü Haritası Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Karan H., Hilmioğlu B., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Avinal A., Çakmak E.G., Çolak O.N., 2014: Sivas Nuri Demirağ Havalimanı Stratejik Gürültü Haritası Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Hilmioğlu B., Güler N., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Çolak O.N., 2014: Malatya Belediyesi'nin Stratejik Gürültü Haritasının Oluşturulması Projesi Sonuç Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Hilmioğlu B., Güler N., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Çolak O.N., 2013: Antalya Büyükşehir Belediyesi'nin Stratejik Gürültü Haritalarının Hazırlanması Projesi Sonuç Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Hilmioğlu B., Güler N., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Çolak O.N., 2013: İstanbul Atatürk Havalimanı Stratejik Gürültü Haritası Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Hilmioğlu B., Güler N., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Çolak O.N., 2013: Ankara Esenboğa Havalimanı Stratejik Gürültü Haritası Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Hilmioğlu B., Güler N., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Çolak O.N., 2013: İzmir Adnan Menderes Havalimanı Stratejik Gürültü Haritası Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Hilmioğlu B., Güler N., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Çolak O.N., 2013: Antalya Havalimanı Stratejik Gürültü Haritası Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Hilmioğlu B., Güler N., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Çolak O.N., 2013: Antalya Havalimanı Yaz Sezonu Stratejik Gürültü Haritası Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Hilmioğlu B., Güler N., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Çolak O.N., 2013: Kayseri Havalimanı Stratejik Gürültü Haritası Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Hilmioğlu B., Güler N., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Çolak O.N., 2013: Kahramanmaraş Havalimanı Stratejik Gürültü Haritası Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Hilmioğlu B., Güler N., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Çolak O.N., 2013: Batman Havalimanı Stratejik Gürültü Haritası Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi*.

▪ Özkurt N., Sarı D., **Hamamcı S.F.**, Hilmioğlu B., Güler N., Ercan Ö., Dinçer F., Ceylan Ö., Çolak O.N., 2013: Van Ferit Melen Havalimanı Stratejik Gürültü Haritası

Raporu, *TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi.*