

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE KARAYOLU ULAŞIMI İÇİN
UYGUN GÜRÜLTÜ PERDESİ YERLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cihan ÖZBEK

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK

EYLÜL 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE KARAYOLU ULAŞIMI İÇİN
UYGUN GÜRÜLTÜ PERDESİ YERLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Cihan ÖZBEK
501091430**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK

EYLÜL 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501091430 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Cihan ÖZBEK**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE KARAYOLU ULAŞIMI İÇİN UYGUN GÜRÜLTÜ PERDESİ YERİNİN BELİRLENMESİ”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :	Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK İstanbul Teknik Üniversitesi	
Jüri Üyeleri :	Yard. Doç. Dr. Himmet KARAMAN İstanbul Teknik Üniversitesi	
	Doç. Dr. Mustafa GÜRSOY Yıldız Teknik Üniversitesi	

ÖNSÖZ

2003 yılında büyük umutlarla başladığım İstanbul Teknik Üniversitesi'ndeki öğrenim hayatımda, hedeflerimden birini daha bu tez vasıtasıyla geride bırakmanın haklı gururunu yaşamaktayım.

Bu çalışmada ve yüksek lisans öğrenimim boyunca benden desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesi ile beni yönlendiren, tüm iyi niyetiyle her konuda bana yardımcı olmaya çalışan danışman hocam İnşaat Mühendisliği Bölümü Prof. Dr. Zübeyde Öztürk'e canı gönülden teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

Bu tezin oluşmasında ve Lisans eğitimim sırasında desteğini esirgemeyen sevigili hocam Geomatik Mühendisliği Bölümü Yrd. Doç. Dr. Himmet Karaman'a ve Lisans, Yüksek Lisans ve bu tezde yardımlarını benden esirgemeyen, Lisans dönem arkadaşım, Geomatik Mühendisliği Bölümü Araş. Gör. Serpil Ateş'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca sadece bu tez için değil, tüm hayatım boyunca hiçbir desteğini benden esirgemeyen aileme ve iyi kötü her günümde yanımda olan bütün arkadaşlarıma ve dostlarıma minnetlerimi sunarım.

Son olarak, fakat en önemlisi, lisans ve yüksek lisans hayatımda desteğini her zaman hissettiğim, en zor anlarımda bile bana umut aşılayan, varlığını her zaman yanımda hissettiğim, hissedeceğim Geomatik Mühendisliği Bölümü Araş. Gör. Elif Demir'e sonsuz teşekkürler.

Eylül 2012

Cihan Özbek
Jeodezi ve Fotogrametri
Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xviii
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem Tanımı	4
1.2 Çalışmanın Amacı	5
1.3 Metodoloji	8
2. GÜRÜLTÜ PERDELERİ	11
2.1 Gürültü	11
2.1.1 Gürültü kaynakları	12
Nokta kaynak	13
Çizgi kaynak	13
Düzlem kaynak	14
2.1.2 Gürültü etkileri.....	14
2.2 Karayolu Trafığı Kaynaklı Gürültü.....	15
2.3 Gürültü Perdeleri	18
2.3.1 Gürültü perdeleri tasarımı	19
3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ	25
3.1 CBS Tanımı.....	25
3.1.1 CBS'nin fonksiyonları	26
3.1.2 CBS bileşenleri	27
3.1.3 CBS çalışma prensipleri.....	32
3.2 Konumsal Analizler.....	37
3.2.1 Birleştirme analizleri.....	38
3.2.2 Yakınlık analizi	39
3.2.3 Sınır işlemleri	40
3.3 Ağ Analizi	42
3.3.1 Ağ analizinde veri kaynakları	43
3.4 Gürültü Analizinde CBS Kullanımı	45
4. KONUMSAL VERİ ALTYAPISI	51
4.1 Uluslararası Standartlar	51
4.1.1 ISO/TC	52
ISO 19108 (Zamansal şema).....	53
ISO 19109(Uygulama şeması kuralları)	54
ISO 19110 (Detay kataloglama metodolojisi)	54
4.1.2 OGC (Open Geospatial Consortium).....	55
Web harita servisi.....	56

Web vektör veri Servisi.....	57
Web raster veri servisi.....	57
4.1.3 OGC CityGML (City Geography Markup Language).....	57
4.1.4 INSPIRE.....	59
INSPIRE bileşenleri	60
4.2 KVA gürültü yönetimi Avrupa örneği	61
5. GÜRÜLTÜ ANALİZİ.....	69
5.1 Gürültü Etkisi Analizi.....	69
5.1.1 Gürültünün hesaplanması	69
5.1.2 Gürültünün etkisini saptamak.....	71
5.2 Gürültü Hesaplama Modeli	71
5.3 Gürültü Haritası	76
5.3.1 Gürültü haritası çeşitleri	79
5.3.2 Gürültü haritası doğruluğu	80
5.4 Gürültü Önlemleri	81
6. UYGULAMA.....	85
6.1 Trafik Gürültüsü Yönetimi	85
6.2 Çalışma Alanı	89
6.3 Veritabanı Tasarımı	90
6.4 Uygulamada Kullanılacak Temel Haritaların Üretilmesi.....	81
6.4.1 Yerleşim alanı haritasının üretilmesi.....	92
6.4.2 Nüfus dağılım haritasının üretilmesi	93
6.4.3 Ulaşım ağı haritasının üretilmesi.....	94
6.5 Gürültü Haritasının Üretilmesi	96
6.5.1 Gürültü haritalama yöntemi	96
6.5.2 Gürültü haritalama.....	99
QVL: hafif taşıt sayısı	99
QVL: ağır taşıt sayısı.....	100
E: şerit ve eğime bağlı faktör	102
V: ortalama hız	104
SIC: yol genişliği.....	106
D: yolun yakın kenarına olan uzaklık	57
Ø: yolun görülme açısı	109
Leq: yol kenarına (d) mesafede oluşan gürültü seviyesi	110
6.5.3 Gürültü haritası.....	114
6.6 Gürültü Etki Analizi	118
6.7 Gürültü Perdeleri Yer Seçimi	125
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	129
KAYNAKLAR.....	131
ÖZGEÇMİŞ.....	131

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
AFIS	: Amtliches Festpunkt-Information System
ALKIS	: Amtliches Liegenhhaft Skataster Information System
ATKIS	: Amtliches Topographisch Kartographisches Information System
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CPU	: Central Processing Unit
CRS	: Coordinate Transformation Service
CS/W	: Catalogue for the Web
dB	: Desibel
dB(A)	: Desibel A
DDY	: Devlet Demir Yolları
ESDI	: Earth Science Data Interface
FGDC	: Federal Geographic Data Comitee
GML	: Geography Markup Language
ISO	: International Standardization Organization
KVA	: Konumsal Veri Altyapısı
MİB	: Merkezi İşlem Birimi
mPa	: Mikro Paskal
NCDOT	: North Carolina Department of Transportation
NRW	: North Rhine-Westphalia
OGS	: Open Geospatial Consortium
Pa	: Paskal
PBNA	: Professional Business Network Association
RTA	: Roads and Traffic Authority
SLD	: Style Layer Descriptor
TCK	: Türk Ceza Kanunu
TDOT	: Tennessee Department of Transportation
THY	: Türk Hava Yolları
TM	: Transverse Mercator
URL	: Uniform Resource Locator
USACE	: United States Army Corp of Engineers
UTM	: Universal Transverse Mercator
WCS	: Web Coverage Service
WFS	: Web Feature Service
WHO	: World Health Organization
WMS	: Web Map Service
WSDOT	: Washington State Department of Transportation
2B	: İki Boyutlu
3B	: Üç Boyutlu

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 : INSPIRE Coğrafi Veri Temaları	60
Çizelge 6.1 : Oluşturduğu olumsuz etkilere bağlı olarak gürültü seviyeleri	86
Çizelge 6.2 : Taşıtların neden olduğu gürültü seviyeleri.....	87
Çizelge 6.3 : Yıllık taşıt sayısı ve yol ağı uzunluğu	87
Çizelge 6.4 : Çevresel Gürültü Düzeyi Sınır Değerleri	118
Çizelge 6.5 : 1. ve 2. Derece gürültü bölgelerindeki bina sayıları	125

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Gürültü	11
Şekil 2.2 : İşitsel konfor sınırı	12
Şekil 2.3 : İşitme sınırları	12
Şekil 2.4 : Noktasal kaynak	13
Şekil 2.5 : Çizgisel kaynak	13
Şekil 2.6 : Düzlemsel kaynak	14
Şekil 2.7 : Trafik kaynaklı gürültü.....	15
Şekil 2.8 : Karayolu kaynaklı gürültü.....	16
Şekil 2.9 : Gürültü perdesi	18
Şekil 2.10 : Perdelenmiş yolda ses iletimi	19
Şekil 2.11 : Gürültü perdesi tasarımı	20
Şekil 2.12 : Gürültü perdesi inşaatı	21
Şekil 3.1 : CBS karar verme sistemi.....	25
Şekil 3.2 : CBS fonksiyonları	26
Şekil 3.3 : CBS bileşenleri.....	27
Şekil 3.4 : CBS donanım bileşeni.....	28
Şekil 3.5 : CBS yazılım bileşeni.....	29
Şekil 3.6 : CBS veri bileşeni.....	30
Şekil 3.7 : CBS insan bileşeni	31
Şekil 3.8 : Vektör-Raster veri modelleri.....	32
Şekil 3.9 : Vektörel veri modeli.....	33
Şekil 3.10 : Raster veri modeli	34
Şekil 3.11 : Veri toplama	35
Şekil 3.12 : CBS veri yönetimi.....	36
Şekil 3.13 : CBS veri işleme.....	36
Şekil 3.14 : CBS veri sunumu	37
Şekil 3.15 : Birleştirme analizleri	38
Şekil 3.16 : Yakınlık analizleri	39
Şekil 3.17 : Ayırma işlemleri.....	41
Şekil 3.18 : Yol sınıfları: (a) Ulaşım ağı, (b) Servis ağı.....	42
Şekil 3.19 : Ağ yapısının geometrik ve mantıksal gösterimi.....	44
Şekil 3.20 : CBS ile trafik kaynaklı gürültü yönetimi örnek gösterimi	45
Şekil 3.21 : CBS trafik gürültüsünden etkilenen alan örneği	46
Şekil 3.22 : CBS ile trafik kaynaklı gürültüden etkilenen insan sayısı	47
Şekil 4.1 : Konumsal veri altyapısı.....	51
Şekil 4.2 : CityGML örneği	61
Şekil 5.1 : CBS ile gürültü hesaplama	69
Şekil 5.2 : CBS gürültü simülasyonu.....	70
Şekil 5.3 : Trafik gürültü haritası.....	71
Şekil 5.4 : Trafik gürültü modeli	74
Şekil 5.5 : Gürültü seviyeleri	77

Şekil 5.6 :2B trafik gürültü haritası	79
Şekil 5.7 :3B trafik gürültü haritası	79
Şekil 5.8 : Gürültü perdesi	83
Şekil 6.1 : Gürültü yönetimi	86
Şekil 6.2 : Uygulama bölgesi İstanbul ili.....	89
Şekil 6.3 : Uygulama bölgesi Beşiktaş ilçesi.....	89
Şekil 6.4 : İstanbul ili yerleşim alanı haritası.....	92
Şekil 6.5 : Beşiktaş ilçesi yerleşim alanı haritası.....	92
Şekil 6.6 : İstanbul ili nüfus dağılım haritası	93
Şekil 6.7 : Beşiktaş ilçesi nüfus dağılım haritası	94
Şekil 6.8 : Beşiktaş ilçesi ulaşım ağı haritası.....	95
Şekil 6.9 : İstanbul ili Beşiktaş ilçesi ulaşım ağı haritası.....	96
Şekil 6.10 : Beşiktaş ilçesi karayolu ulaşım ağı hafif taşıt yoğunluk haritası	100
Şekil 6.11 : Beşiktaş ilçesi karayolu ulaşım ağı ağır taşıt yoğunluk haritası.....	101
Şekil 6.12 : Yol katmanı şerit sayısı öznitelik verisi	102
Şekil 6.13 : Beşiktaş ilçesi karayolu ulaşım ağı şerit sayısı haritası.....	103
Şekil 6.14 : Yol katmanı hız öznitelik verisi	104
Şekil 6.15 : Karayolu hız göstergesi	104
Şekil 6.16 : Beşiktaş ilçesi karayolu ulaşım ağı hız yoğunluk haritası.....	105
Şekil 6.17 : Beşiktaş ilçesi karayolu ulaşım ağı genişlik haritası	106
Şekil 6.18 : Beşiktaş ilçesi bina durumu haritası	107
Şekil 6.19 : Yakınlık analizi	108
Şekil 6.20 : Yakınlık analizi mesafe sonucu.....	108
Şekil 6.21 : Yakınlık analizi mesafe gösterimi	109
Şekil 6.22 : Yakınlık analizi açı sonucu	110
Şekil 6.23 : Gürültü seviyesi hesabı.....	110
Şekil 6.24 : Gürültü seviyesi öznitelik verisi	111
Şekil 6.25 : Beşiktaş ilçesi bina gürültü haritası.....	112
Şekil 6.26 : Gürültü haritası gösterimi.....	113
Şekil 6.27 : Gürültü değerleri nokta katmanı.....	114
Şekil 6.28 : Poligon katmanının nokta katmanına dönüştürülmesi	115
Şekil 6.29 : Ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon yöntemi	115
Şekil 6.30 : Beşiktaş İlçesi Karayolu Ulaşımı Gürültü Haritası	116
Şekil 6.31 : Beşiktaş ilçesi eşyükselti eğrili karayolu ulaşımı gürültü haritası.....	117
Şekil 6.32 : Her bir gürültü düzeyinde bulunan alanın hesaplanması	121
Şekil 6.33 : Semt bazında 1. ve 2. derece gürültü bölgeleri	122
Şekil 6.34 : Her bir gürültü düzeyi için bina sayısının hesaplanması.....	123
Şekil 6.35 : Her bir gürültü düzeyi için nüfus yoğunlunun hesaplanması	124
Şekil 6.36 : Gürültü perdeleri yer seçimi	128

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE KARAYOLU ULAŞIMINA YÖNELİK EN UYGUN GÜRÜLTÜ PERDESİ YERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Karayolu ulaşımı, tüm ulaşım türleri içerisinde en fazla kullanılan ve çevre ile ilişkisi en fazla olanıdır. Ulaşım için gereken ulaşım yapıları teknolojileri, yerleşim alanları arasındaki bağları kurar ve sosyal, kültürel ve ekonomik olarak sosyal yaşamda etkili bir rol oynayarak hayatın devam etmesine önemli bir katkıda bulunur. Karayolunun olduğu her yerde aynı zamanda karayolu kaynaklı gürültü de söz konusudur. Trafik kaynaklı gürültü özellikle kentsel yaşam alanlarında yaşayanları en fazla rahatsız eden gürültü türüdür. Karayolu trafiğindeki gürültü; taşıtların motor aksamlarından, taşıtların hızından, yolun niteliğinden ve trafiğin yoğunluğundan kaynaklanan gürültü biçiminde sıralanabilir.

Bu çalışmada, öncelikle tezin amacına yönelik temel bilgileri sağlamak amacıyla temel ses kavramları, sesin fiziksel özellikleri, ses düzeyi tanımları, sesin yayılması ve ses kaynak türleri hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca, çeşitli ulaşım türlerinden kaynaklanan gürültü türleri tanımlandıktan sonra karayolu kaynaklı gürültü türleri ve bu tür bir gürültüyü oluşturan faktörler incelenmiştir.

Özellikle karayolu trafiği kaynaklı gürültü yönetimi gibi acil çözüm gerektiren durumlarda sistem gereksinimlerinin iyi belirlenmiş ve organizasyonun eksiksiz oluşturulmuş olması şarttır. Bu kapsamda öncelikli olarak potansiyel risk bölgelerinin ve ihtiyaçların belirlenmiş olması gerekmektedir. Gürültü haritaları ile gürültü yoğunluğunun konumla ilişkisi kurulabilmekte ve buna bağlı olarak bu bölgeler de trafik gürültüsünün olumsuz etkilerine göre risk alanı içinde bulunan yerleşim yerleri, obje ve canlıların analizi yapılarak, riskin önlenmesine yönelik alınacak tedbirler kapsamında etki bölgelerinde bulunması gereken gürültü perdelerinin uygun konumları belirlenebilmektedir. Gürültü perdelerinin en uygun konumlarının belirlenmesiyle maliyet açısından en uygun seçim yapılarak, gürültü kirliliğinin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır.

Bu gereksinim doğrultusunda gerçekleştirilen bu tez çalışmasında, gürültü perdelerinin en uygun dağılımının sağlanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda konumsal ve konumsal olmayan verileri veritabanında entegre ederek etkin analiz imkanı sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak konumsal analiz fonksiyonlarından Ağ Analizi ile mevcut gürültü perdelerinin etki alanları belirlenmiş, bu etki alanlarının dışında ve risk alanının içinde bulunan bölgelerin analizleri yapılarak çalışmanın sonucunda pilot bölge için en uygun gürültü perde konumları belirlenmiştir.

DETERMINING OPTIMUM NOISE WALL LOCATION FOR HIGHWAY TRANSPORTATION WITH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

SUMMARY

In the last years the numbers of car increase exponentially all over the world. Together with this increase more problems occur, not just increase numbers of accidents or exhaust pollution problems appear in experts focus. Traffic noise is an important environmental health problem affecting the health and wellbeing of the people exposed. Research on traffic noise being undertaken today shows that such noise can also lead to serious health problems.

Noise due to traffic movement, hazardous chemical emissions, and radioactivity, i.e., emitting radiation in the form of particles or electromagnetic waves, along with other factors are considered as the major threats to people living in urban areas. Noise disturbance may cause people in urban areas to move or consider moving from cities of high population density in search of a quieter environment. Therefore, local governments and municipalities try their best to create green buffer zones around residential areas of heavy traffic, enforce lower speed limits, or improve recreational areas in order to reduce the dissatisfaction with the environment in residential areas.

Noise barriers or walls are commonly used to reduce noise levels from ground transportation noise sources and industrial sources. Noise barriers serve a dual purpose in that they can reduce the noise level both outdoors and indoors.

One of the most significant problems that the authorities have to confront, in order to be able to successfully contribute in noise abatement, is that the data available on noise exposure is generally poor, in comparison to that collected to measure other environmental problems. Moreover, even if the data exists, due to different measurement and assessment methods, it is often difficult to make comparisons. For example, the indices used by the countries to measure the levels of noise usually differ. After the harmonization of the methods and indices is finished, there should be an elaboration of guidelines on how noise monitoring and assessment should be realized to ensure valid and comparable data, so as to enable accurate mapping techniques. Although the noise information collecting process may vary between different countries, in terms of accuracy, since each country has its own needs, targets and potential efficiency, it is certain that noise mapping can be a powerful instrument, providing an effective and relatively inexpensive way, to proceed with the visualization and assessment of the acoustical environment. One of the best ways to start noise data collection and presentation is to compile noise maps.

Noise Barrier Analyses; as applicable, a generalized or detailed summary of the assessment of noise barrier reasonableness for traffic noise analyses and design noise reports. This may be provided in text or tabular form; however, it should include mapping of the noise sensitive area and barrier location(s), the logical description (e.g. neighborhood and/or local street name(s)), noise barrier length, number of impacts, number of benefits, the maximum allowable base quantity per benefit, and the base quantity per benefit of the abatement measure (noise wall and/or earthen

berm). Noise barrier analyses should be provided for all optimized barriers including optimized barriers that do not meet feasibility and reasonableness criteria.

Noise mapping (visualisation) aims not only to provide a visual representation of the noise profile at a given geographical area, but can also show the dimension of the noise impact, for example as a percentage of population affected by a certain high level of noise, as well as identify noise black spots, where action is required, or quiet areas. By adding and combining other information, for example population density and building occupancy, a map can be developed which displays operational information, identifying numerically the actual number of people exposed to a specific undesirable noise level, to support action taking against various types of noise.

In that way, the compilation of noise maps becomes a fundamental tool to find out about the noise problem, as well as for planning actions, since the data will be collected and presented in appropriate ways to all those concerned, from simple charts and maps for the general public, up to more scientific reports. As a consequence, noise mitigation plans will be possible and then, by updating those maps, at given intervals, it will be easy to monitor the effect of these plans and re-evaluate actions.

Generally, noise mapping will undoubtedly raise public awareness of noise issues regionally and nationally. In the same time, improvements made in computer and information technology may develop new ways and systems for preparing and presenting noise information, which will of course contribute in adopting the appropriate abatement policy.

Noise mapping is the process of determining and visualising noise impact on the environment in order to support environmental policies. A noise-mapping method could be used to calculate the number of residences exposed to noise, noise propagation in the terrain, and noise levels in specific locations.

Several methods and software tools for noise mapping exist and have been used for noise mapping various cities. These calculate the noise emissions on the basis of digital road maps, where traffic volume, speed and road surface type are attributes of road segments. Further input for noise transmission calculations is digital maps of land use from which the surface type may be derived, and maps of buildings and other objects (e.g. noise screens).

To quantify and visualise noise effects an extended spatial database, spatial tools and computation force are needed. For that reason GIS is used in studies on the environmental impact of noise. Noise levels are computed in specially developed simulation computer models and GIS is used to quantify and visualise noise effects based on these noise levels. Noise effects are determined in GIS by combining noise levels with the location people, of animals and/or their activities (in areas, houses and other buildings) in regard to their sensitivity to noise.

GIS usage could provide great potential to optimize the quality of noise effect studies because traffic noise and its environmental effect have numerous spatial components. Thus, planners could select urban zoning design with the least environmental impact. Further, integrating noise data with spatial and location data would quantify noise effects in a digital maps domain. These maps could quantify noise levels and their effects based on areas, population density, buildings, and type of buildings. Moreover, selecting a threshold noise level would classify the urban area into

acceptable or not acceptable zones for different usage, such as residential, industrial, and commercial.

In this study first, it is given some information about sound terminology, physical properties of sound, sound level definitions, sound propagation and noise source types to supply a basis for this thesis. Moreover, after explaining the types of transportation noise sources on vehicles, highway noise and other main sources are explained in detail.

Well-defined system requirements and the organization must be fully established especially in situations that require urgent solution such as noise management. In this context, needs and potential risk areas must be determined firstly. Relationship between noise density and location can be established by noise maps and as a consequence, optimum noise wall locations can be determined to reach to the required position.

The aim of the this study is to provide optimum distribution of noise wall locations which provide effective noise management in pilot area. In this context, existing noise walls effect areas are determined with Network Analysis which is the spatial analyse function of Geographical Information Systems (GIS). As a result, optimum noise walls locations and number of the noise walls are defined in pilot area.

1. GİRİŞ

Karayolu ulaşımı, tüm ulaşım türleri içerisinde en fazla kullanılan ve çevre ile ilişkisi en fazla olanıdır. Ulaşım için gereken ulaşım yapıları teknolojileri, yerleşim alanları arasındaki bağları kurar ve sosyal, kültürel ve ekonomik olarak sosyal yaşamda etkili bir rol oynayarak hayatın devam etmesine önemli bir katkıda bulunur.

Bir karayolunun çevresel etki incelemesini iki aşamalı değerlendirmek gerekir. Bunlardan ilki yolun inşası sırasında çevreye olan etkilerdir. Bunları kısaca yol güzergâhı üzerindeki habitatların bozulması, inşaat sırasında kullanılan araçlardan çıkan kirletici emisyonlar, gürültü, sızıntılar, atıklar olarak özetlenebilir. İkincisi ise yolun hizmet ömrü süresince çevreye olan etkileridir. Bu etkilerin en önemlileri o yol üzerinde işleyen araçlardan kaynaklanan etkilerdir. Havaya salınan yanma atığı olan kirletici emisyonlar ve bu yolu kullanan taşıtların meydana getirdiği taşıt gürültüsü bu etkilerin başlıcalarıdır.

Trafik durumuna göre gürültü, tehlikeli kimyasalların atımı ve radyoaktivite-başka bir deyişle, parçacıklar veya elektromanyetik dalgalar halindeki radyasyon salınımı-ile birlikte kentsel alanlarda yaşayan insanlar için başlıca tehlikeler arasında yer alır. Gürültünün verdiği rahatsızlık, kentsel alanlardaki insanların, daha sakin bir çevre arayışıyla, nüfus yoğunluğu yüksek olan şehirlerden taşınmalarına veya taşınmayı düşünmelerine neden olabilir. Bu sebeple, yerleşim alanlarındaki memnuniyetsizliği azaltmak amacıyla yerel idare organları ve belediyeler, yoğun trafik bulunan alanlarda yeşil tampon bölgeler oluşturmak için ellerinden geleni yapmakta, daha düşük hız limitleri koyup, insanların boş zamanlarında eğlence ve spor amacı ile gönüllü olarak katıldıkları etkinlik alanlarını geliştirmektedirler. (Luzzi ve diğ., 2005).

Doğal setlerin olmadığı ve yapay setler için gerekli genişliklerin bulunmadığı yerlerde gürültü perdeleri tek başına uygulanmaktadır. Sedlerde olduğu gibi büyük şev eğimleri gerektirmediğinden, perde gövdesi yola daha yakın olduğu için gürültü azaltma etkisi daha büyüktür. İki metre yüksekliğindeki bir perdenin etkisini ancak

yedi metre yüksekliğindeki bir sed sağlayabilmektedir. Gürültü perdeleri veya duvarları genellikle zemin ulaşımı ve endüstriyel kaynaklı gürültüleri azaltmak için kullanılır. Gürültü perdeleri hem dışarıda hem içerideki gürültü seviyesini düşürebildiği için çift yönlü bir amaca hizmet eder. (Recon, 2011) Kullanılan perdenin göze hoş görünebilmesi için estetik şekil renk ve ayrıca dayanıklılık önemlidir.

Gürültü perdesi analizleri kabul edilebilir trafik gürültü analizleri ve gürültü raporu tasarımı için gürültü perdelerinin uygunluklarının değerlendirilmesi gerekir. Bu yazı veya tablo formatında sağlanabilir. Ancak gürültüye karşı hassas alanların ve perde konumunun (konumlarının) haritalanmasını, mantıklı bir konumlandırmayı (örn: semt ve/veya yerel sokak adı (adları)), gürültü perde uzunluklarını, darbelerin sayısı, elde edilen kazancın sayısı, her kazanç için izin verilebilir maksimum taban değer ve düşürme önlemlerinden edinilen her kazanç için taban bir değeri kapsmalıdır. Gürültü perde analizleri uygulanabilirlik ve mantık kriterlerine uymayanlar da dahil, her uygunlaştırılmış perde için sağlanmalıdır (NCDOT, 2011).

Gürültü haritalama, çevreyle ilgili ilkeleri desteklemek amacıyla, sesin çevre üzerindeki etkisini belirleme ve görselleştirme sürecidir (Stoter ve diğ., 2008). Gürültü yönetimi için gürültü haritalama yaklaşımı, gürültü haritalarında daha güvenilir, anlamlı, saydam ve anlaşılır bilgi mevcut olduğunda etkili olur. Hassas gürültü haritalarına ulaşmak için, gürültü haritalama süreci net ve uygun sıralamada olmalıdır. Bölgedeki gürültüye, gürültü yayılımına maruz kalan konutların sayısını hesaplamada ve belirli konumlardaki ses seviyelerini ölçmede bir gürültü haritalama yöntemi kullanılabilir (Obaidat, 2008).

Gürültü haritalaması için birçok yöntem ve yazılım araçları bulunmaktadır ve çeşitli şehirlerde gürültü haritalaması gerçekleştirmek için kullanılmıştır. Bunlar, dijital yol haritaları üzerinden trafik, ses, hız ve yol yüzeyinin, yol bölümlerine ait nitelikler olduğu yerlerde gürültü salınımlarını hesaplar.

İletişim ve bilgi teknolojilerinin gelişimi tüm dünyada bir çok alanda sonuçlarını göstermektedir. Özellikle bilgiye erişim ve paylaşım giderek daha da kolaylaşmakta ve evrensel yorumlar ve bakış açıları gelişmektedir. Bu gelişmelerden öncelikli etkilenen sektörlerin başında ulaşım sektörü gelmektedir. Hizmet sunumu ve alımı açısından özel bir konuma sahip olan ulaşım sektörü bu değişimlerden önemli

derecede etkilenecek tüm dünyada hızlı bir gelişime uğramaktadır. Ulaşımın tüm insanlar için başlıca ihtiyaç olması ve sunulacak hizmetin en önemli bölümünün insanların hayat kalitesini artırması olması nedeniyle gürültü yönetimi çalışmaları büyük öneme sahiptir.

Gürültünün etkilerini ölçmek ve görselleştirmek için, geniş çaplı mekânsal bir veri tabanı, mekânsal araçlar ve hesaba dayalı bir güç gereklidir. Gürültü seviyeleri, özel olarak geliştirilmiş bilgisayar simülasyon modellerinde geliştirilir ve gürültünün etkilerini bu ses seviyelerine dayalı ölçüm ve görselleştirme yapmak için CBS kullanılır (Kluijver ve Stoter, 2003).

Gürültünün CBS içinde haritalanması 90'ların ortalarında başlatılmıştır. Gürültü haritalarını oluşturmak için iki yaklaşım kullanılmıştır. Bunlardan biri, alanda alınan ölçümlerden elde edilen gürültü seviyelerini kullanır. İkincisi, gürültü tahmin modellerini kullanır. Gürültünün alanda ölçümü, trafik akışının çeşitliliği, hızı, tipi ve hava durumunun çeşitliliği gibi farklı faktörlerden dolayı zordur.

CBS çeşitli amaçlar için gerçek dünyadan mekânsal verilerin depolanması ve elde edilmesi, dönüştürülmesi ve sergilenmesi için güçlü bir araç bütünü sağlayabilir. CBS'nin kataloglama ve üstveri yönetim sistemi, süreç aşamasındaki veri değişimlerini takip etmek için kullanılabilir. Bu, sonuçların netliğini etkileyebilecek girdi verilerindeki değişiklikleri, veri basitleştirmeyi, enterpolasyon yöntemlerini, hesaplama yöntemlerini, hesaplama koşullarını ve diğer etkenleri kapsar. Bu nedenle CBS'nin gürültü kirliliğinin muhtemel etkileri üzerine olan çalışmalarda önemi gittikçe artar. CBS, gürültünün etkilerinin görsel sunumunu ve sonuçların analizi için ek analizleri sağlar.

Gürültünün etkileri CBS' de gürültü düzeylerinin; insanların, hayvanların konumları ve/veya aktivitelerinin (çevre, ev ve başka binalarda), gürültüye karşı duyarlılıkları göz önünde bulundurularak, bir araya getirilmesi ile belirlenir. Gerekli olan veri girdileri ve yöntemler, ulaşılmak istenen doğruluğa bağlıdır.

CBS kullanımı, gürültünün etkisi üzerine çalışmaların kalitesini en uygun şekle getirmek üzere büyük bir potansiyele sahiptir. Böylelikle, planlamacılar çevreye en az etkisi olan kentsel imar tasarımlarını seçebilirler. İlaveten, gürültü verilerini mekânsal ve konumsal bilgilerle birleştirerek gürültünün etkilerini dijital harita sahasında ölçülendirebilirler. Bu haritalar, gürültü seviyeleri ve onun etkilerini; alan,

nüfus yoğunluğu, bina ve bina tipolojilerine göre değerlendirebilir. Dahası bir gürültü eşik seviyesi belirlenerek kentsel alanlar; konut yerleşkesi, endüstriyel ve ticari gibi farklı kullanımlara göre kabul edilebilir veya edilemez olarak sınıflandırabilir.

Ayrıca CBS ile gürültü haritalama analizleri sonucu optimum gürültü perdesi konumları etkin bir biçimde belirlenebilir.

1.1 Problemin Tanımı

Trafik kaynaklı gürültü özellikle kentsel yaşam alanlarında yaşayanları en fazla rahatsız eden gürültü türüdür ve en büyük çevre sorunlarından biri olarak algılanmaktadır. Karayolu trafiğindeki gürültü; taşıtların motor aksamlarından, taşıtların hızından, yolun niteliğinden ve trafiğin yoğunluğundan kaynaklanan gürültü biçiminde sıralanabilir.

Birçok çalışma, gürültüye maruz kalma ile halk sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri arasında bir bağlantı olduğunu göstermektedir. Gürültü ciddi olarak yaşam kalitesini (konuşma anlaşılabilirliğine müdahale, uyku bozukluğu) bozar ve hem sosyal hem de psikolojik sorunlara sebebiyet verir. (Wilbur Smith & Associates, 2008). Bu tip bozuklukları ayrıca kardio-vasküler koşullarda risk oluşturabilir. (Luzzi ve diğ., 2006)

Bugün üstlenilmiş olan trafik gürültüsü üzerine yapılan araştırmalar bu çeşit gürültünün ciddi sağlık problemlerine yol açacağını göstermektedir. İsveç'te yapılan bir araştırmaya göre, yaklaşık 2 milyon civarı insanın hava, kara ve demiryolundan aşırı gürültüye maruz kaldığı hesaplanmıştır. 1.6 milyon gibi büyük bir kısmı karayolu trafik gürültüsünden rahatsızdır. Neredeyse bir milyon insan (%22) evlerindeki gürültüden sıkıntı duymaktadır. (Huang ve diğ, 2011) Gürültüdeki artıştan dolayı toplum sürdürülebilir bir geçim yolu için çabalarda bulunur. Konutlarda yaşayan farklı yaşta insanlar arasında yapılan bir kıyaslama göstermiştir ki, daha modern konutlarda yaşayan insanlar gürültü problemlerini eski konutlarda yaşayanlardan daha sık bildirmektedir.

Gürültünün verdiği rahatsızlığın yüksek olduğu kentsel alanlar konut yerleşkeleri kadar cazibeli değildir. Bu sebeple, ses seviyesinin yüksek olduğu alanlarda yaşamak için talep düzeyi ve arsa değerleri düşebilir.

Geniş kentsel alanlarda bulunan, başlıca sanayi, yol ve demiryolu trafiğinden kaynaklanan gürültü kirliliği, ciddi bir çevre problemi olarak da değerlendirilirken bu gürültü problemlerinin idaresi için devletler, altyapı ve sanayi gibi planlanmış inşaatlardan kaynaklanan gürültünün çevreye olan etkilerinin, inşaat başlamadan evvel değerlendirmesini şart koşar. Eğer olumsuz etkiler bekleniyorsa bazı önlemlerin alınması gerekir. Bu önlemler, planlarda değişiklikleri, gürültü perdelerinin inşasını, sessiz yol yüzeylerini ve evlerin yalıtımını kapsayabilir. (Stoter ve diğ., 2008)

Gürültü yönetimi kapsamında etkin hizmet verebilmek için doğru analizler yapabilmek ve bu analizlerin ışığında doğru kararları vermek gerekmektedir. Bu gereksinimi gerçekleştirmek için ise gürültünün nasıl bir dağılım gösterdiği, yoğunluk bölgelerinin nerelerde toplandığı gibi bilgilerin incelenmesi gerekmektedir. Gürültünün coğrafi dağılımların incelenmesi, niteliksel ve konumsal bilgilerin birlikte kullanılabilirdiği veritabanları ile çalışan CBS ile mümkün olmaktadır. CBS kapsamında ağ analizleri kullanılarak yol ağı özelliklerinin de dikkate alınması ile optimum gürültü perdesi konum belirlenmesi sağlanabilmektedir.

Geleneksel olarak, yol trafik gürültüsü üzerine yapılan değerlendirmeler basit sayısal ifadelerle bağlıdır. Böylece, ölçü alınan mekânların dışındaki alanlardaki gürültünün etkisi belirlenemeyebilir ve birçok insan bu sayısal ifadeleri anlayamayabilir. Ancak bir gürültü haritası, daha sezgisel olabilecek bir yöntem olan sayılar yerine resimler kullanarak sonuçları sunabilir.

Halen karar destek sisteminin tam otomatikleştirilmediğinden dolayı CBS çalışmaları kullanıcı insiyatifindedir. Kullanıcının, hangi gürültü kaynağını düşürme önlemini alacağına kendi karar vereceği interaktif bir sistem haline gelmiştir. Etkili olacağı muhtemel gürültü düşürme önlemleri olan final liste ile desteklenmiş, karar destek sistemi tarafından da önerildiği gibi, kullanıcı aynı zamanda seçilen gürültü kaynağına karşı hangi önlemlerin alınacağına karar verir.

1.2 Çalışmanın Amacı

İletişim ve bilgi teknolojilerinin gelişimi tüm dünyada bir çok alanda sonuçlarını göstermektedir. Özellikle bilgiye erişim ve paylaşım giderek daha da kolaylaşmakta ve evrensel yorumlar ve bakış açıları gelişmektedir. Bu gelişmelerden öncelikli

etkilenen sektörlerin başında ulaşım sektörü gelmektedir. Hizmet sunumu ve alımı açısından özel bir konuma sahip olan ulaşım sektörü bu değişimlerden önemli derecede etkilenecek tüm dünyada hızlı bir gelişime uğramaktadır. Ulaşımın tüm insanlar için başlıca ihtiyaç olması ve sunulacak hizmetin en önemli bölümünün insanların hayat kalitesini artırması olması nedeniyle gürültü yönetimi çalışmaları büyük öneme sahiptir.

CBS'ne ait mekânsal veri tabanı ve analizleri gürültünün etkisi ve darbelerinin gözlenmesi için kullanışlıdır. CBS ile oluşturulan gürültü haritaları gürültüden etkilenen alanların hesaplamalarında kullanılabilir. Şu eylemleri gerçekleştirebilecek gürültü haritalarına ihtiyaç vardır:

- Çevreleyen binaları veya seçilmiş yolları kapsamak,
- Farklı trafik gürültü değerlerine maruz kalan insan sayısını belirlemek,
- İçerideki gürültü seviyelerini tahmin etmek,
- Önceden tahmin edilmiş ses seviyesini ölçümler üzerinden teyit etmek,
- İlerideki soruları cevaplamak,
- Trafik işletme önlemlerinin etkisini tespit etmek,
- Yeni bir bina veya gürültü perdesinin inşaatının çevre üzerindeki etkilerini belirlemek,
- Gürültü idaresinin yöntemleri üzerine önerilerde bulunmak.

Bunun yanında, gürültü haritalarının mevcudiyeti plancılar, kentsel planlama büroları, trafik mühendisleri, şehir ve idari birimler için olduğu kadar vatandaş için de karar alma stratejileri ve senaryoları üzerinde faydalı olabilir. Kentsel gürültü bilgisinin ulaşılabilirliğini kolaylaştırmak yerel halk ve sürücüler için trafik davranışlarını da modellemek amacıyla kullanışlı olabilir. (Obaidat, 2008) Kullanıcının araç yoluna olan uzaklığından, gürültü seviyesini; belirlenmiş kıstaslardan daha düşük düzeyde tutabilmek üzere diğer arazi kullanımlarına kadar bir çok alanda kullanışlıdır.

Dahası, araç yolları yakınlarındaki trafik gürültüsü seviyelerini etkileyen faktörleri bir çok alanda kullanılabilir;

- Arazi kullanımını planlama sürecini yönetmek,

- Gürültünün çevrelediği semtin ve geliştirilmiş altyapının üzerindeki etkisini ölçülendirmek,
- İnternet ortamında trafik gürültü bilgi sistemi geliştirmek,
- Günün her saatinde gürültünün verdiği rahatsızlığın en yüksek olduğu konumu bulmak için mekânsal sorgulamalar yapmak,
- Arsa fiyatlarındaki çeşitliliği kontrol etmek üzere de kullanılabilir (Obaidat, 2008).

CBS ve ses veri modellerinin entegrasyonu, mekânsal verilerden elde edilen ses veri modellerinin otomatik olarak üretimini de potansiyel olarak artırabilir. Bu da karar veren şahıslara ve planlamacılara gürültünün, çevresi ve gelişmiş altyapı üzerindeki etkisini ölçmek üzerine de bir fikir verebilir. Dahası, gürültü çalışmalarında CBS kullanımının aşağıdakiler gibi çok sayıda avantajları vardır (Obaidat, 2008):

- Gürültü kirliliği üzerine olan çalışmaların kalitesini artırmak,
- Çevre yönetimini desteklemek,
- Gürültü üzerine çalışmaların masraflarını düşürmek,
- Çevre muhitin coğrafi ve geometrik bilgileri ile gürültü tahmin modeli arasında bağlantı kurmak,
- Gürültünün çevre üzerindeki etkisini hesaplamak,
- Gözlemsel ve ölçülmüş bir ses aracı sağlamak,
- Veri tabanının imkânlarını sunmak, depolamak, yönetmek, değiştirmek, analiz etmek ve görselleştirmek.

Eğer şehirdeki bir yol bölümü yüksek rahatsızlığa sebep oluyorsa, daha düşük gürültü seviyelerine ulaşmak ve rahatsızlığı azaltmak için birkaç imkân bulunabilir. Bu karar destek sistemi kavramını kanıtlama çalışmasında, kendimizi aşağıdaki gürültü düşürme önlemleriyle sınırlandırıyoruz:

- Yol yakınındaki gürültü perdesi,
- Trafik akışının değiştirilmesi (çeşitli araç cinslerinin hızları ve yoğunlukları),
- Yol yüzeyinin değiştirilmesi.

Bu çalışma kentsel bölgelerde karayolu kaynaklı gürültünün yönetimine yönelik gürültü perdelerinin konumlarını belirleme üzerinde durmaktadır. Bu kapsamda riskli bölgelerin belirlenmesi amacıyla CBS kullanılarak gürültü haritaları oluşturulmakta ve ulusal ve uluslararası literatürde kabul edilen eşik değerlerin üstüne çıkılmamasına dikkat edilerek gürültü perdeleri için en uygun konumların belirlenmesi amaçlanmaktadır.

1.3 Metodoloji

Çalışmada; karayolu kaynaklı gürültü ölçütleri dikkate alınarak pilot bölge için gürültü haritaları oluşturulmuş ve bu kapsamda riskli bölgelere gürültü perdeleri yerleştirilmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmanın temel işlem adımları şu şekilde özetlenebilir;

- 1- Çözülecek problemin belirlenmesi,
- 2- Literatür araştırması yapılarak gürültü risk değerlerinin belirlenmesinde kullanılacak parametrelerin belirlenmesi,
- 3- Riskli bölgelerde hangi durumlarda ve ne şekilde gürültü perdelerinin yerleştirileceğinin belirlenmesi,
- 4- Tasarlanacak en uygun gürültü perdesi yeri modeli için coğrafi veritabanı oluşturulması,
- 5- Problem ile ilgili verilerin toplanması,
- 6- Verilerin yapılacak uygulama kapsamında düzenlenmesi ve coğrafi veritabanında bütünleştirilmesi,
- 7- Belirlenen parametreler dikkate alınarak gürültü haritalama analizlerinin yapılması,
- 8- Mevcut gürültü perdelerinin hizmet alanları dışında kalan riskli bölgelerin belirlenmesi,
- 9- CBS'nin konumsal analiz fonksiyonları ile riskli bölgelere yeni gürültü perdeleri önerilmesi.

Gürültü perdelerinin konumlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen gürültü haritalama aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır:

1. Ham veri toplama, hazırlama, depolama ve bu verilerin sorgulanması,
2. Bilgisayar modelleri ile gürültü seviyelerinin hesaplanması,
3. Gürültü seviyelerinin toplanması (farklı kaynaklar olduğu zaman),
4. Gürültü eşyükseltilerinin belirlenmesi,
5. Gürültünün etkilerinin belirlenmesi,
6. Gürültü etkisi sunumu.

Trafik gürültüsü analizleri aşağıdaki alternatiflerin hepsini içeren ayrıntılı yapılmış bir çalışma içermektedir:

1. Var olan etkinliklerin, ana yollardan gelen gürültüden etkilenebilecek, kalkınmanın planlandığı, tasarlandığı ve programlandığı gelişme halindeki ve az gelişmiş arazilerin belirlenmesi,
2. Trafik gürültü seviyelerinin tahmin edilmesi,
3. Var olan gürültü seviyelerinin belirlenmesi,
4. Trafik gürültüsünün etkilerinin belirlenmesi,
5. Gürültünün azaltılması veya engellenmesi için alternatif önlemlerin incelenmesi ve değerlendirilmesi.

2. GÜRÜLTÜ PERDELERİ

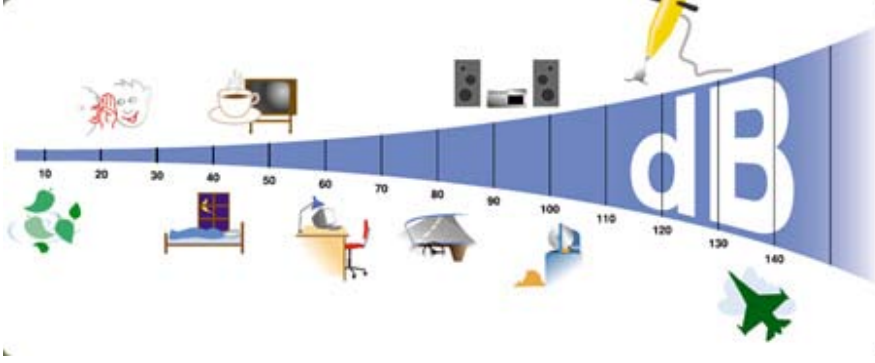
2.1 Gürültü

Ses, titreşen bir kaynaktan yayılan hava basıncı dalgalarının oluşturduğu ve insanda işitme duygusunu uyaran fiziksel bir olgudur. Ses, dalgalar halinde yayılan bir enerji türü olup, fiziksel bir olaydır. Gürültü ise basit bir ifadeyle istenmeyen sestir, gelişigüzel bir yapısı olan ve bağımsız frekans bileşenleri olmayan bir spektrum olarak da tanımlanabilir (Haris,1979)(Şekil 2.1).



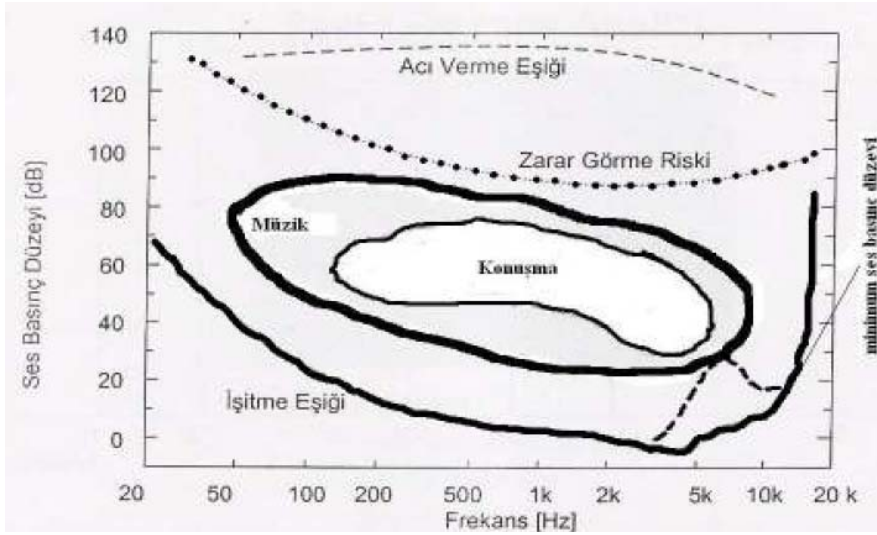
Şekil 2.1 : Gürültü.

Desibel, bir oranı veya görelî bir değeri gösterir. Alexander Graham Bell'in anısına bel adı verilen birim, iki büyüklüğün oranının logaritması olarak tanımlanmaktadır. Yani 1 bel, oranları 10 olan iki büyüklüğü göstermektedir. Bu oranın çok büyük olmasından dolayı "Desibel" adı verilen ve oranların logaritmasının 10 katı olarak tanımlanan birim daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sayılardan biri bilinen bir sayı olarak alındığından, Desibel; söz konusu bir büyüklüğün referans büyüklüğüne oranının logaritmasının 10 katıdır (Millî Eğitim, 2011)(Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : İşitsel konfor sınırı.

20 μ Pa ortalama bir kişi tarafından duyulabilecek en düşük ses seviyesi olarak kabul edilmiştir ve bu nedenle duyum eşiği olarak adlandırılır. 100 Pa ise acı veren çok yüksek bir seviyedir ve bu nedenle acı eşiği olarak adlandırılır(Şekil 2.3).



Şekil 2.3 : İşitme sınırları.

Bu iki seviye arasındaki oran milyon mertebesindedir ve kullanılacak olan Pa cinsinden bir lineer skalanın aralığı çok büyük olacaktır. Bu nedenle kullanılan skala lineer değil logaritmiktir. Ölçüm değişim aralıkları daha kolay izlenilebilir olmaktadır.

2.1.1 Gürültü kaynakları

Gürültü kaynakları fiziksel olarak 3' e ayrılır.

- a) Nokta kaynak
- b) Çizgi kaynak
- c) Düzlem kaynak

Gürültü Kontrolü çalışmalarında, düzlem kaynaklara çok nadir rastlandığından sadece nokta ve çizgi kaynaklar hakkında bilgi verilmiştir.

2.1.1.1 Nokta kaynak

Gürültü kaynakları boyutları, gürültüye maruz kalanlara olan mesafelerine nazaran küçükse böyle kaynaklar nokta kaynak olarak düşünülebilir. Örneğin; bir otobandaki tek başına bir araba nokta kaynaktır. Sanayi kuruluşlarının, hava meydanlarının ve trafikte seyreden her bir vasıtanın gürültüleri bu gruba dahil edilebilir. (Karpuzcu, 2006)

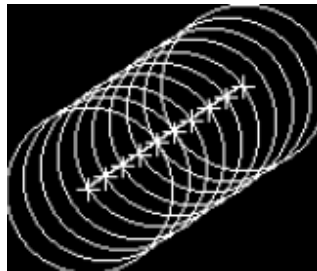


Şekil 2.4 : Noktasal kaynak.

Bir nokta kaynaktan yayılan ses dalgaları her tarafa eşit olarak dağılır. Ortamda enerjinin yok olmadığı düşünülürse, bütün enerji r yarıçaplı küre kabuğuna taşınır(Şekil 2.4).

2.1.1.2 Çizgi kaynak

Sonsuz sayıdaki tekil ses kaynağının bir doğrultuda dizilişiyle meydana gelen ses kaynağıdır. Bu tür kaynağın toplam davranışı, tekil kaynakların etkilerinin tüm uzunluk üzerinden integralinin alınmasıyla bulunur. Bunun sonucunda kaynağın silindirsel bir yayılım davranışı gösterdiği ortaya çıkar(Şekil 2.5). Ses kaynağından yayılan ses enerjisi silindirin merkezine dik doğrultuda uzaklaştıkça azalır. Sıvı taşıyan boru veya trafik gürültüsü çizgisel ses kaynağına örnek verilebilir.

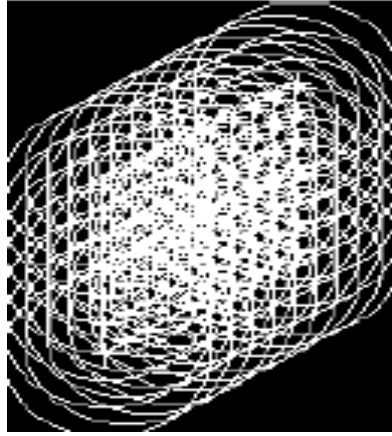


Şekil 2.5 : Çizgisel kaynak.

Bu tip kaynaklardan yayılan ses basıncı, kaynaktan uzaklık iki katına çıktığında yaklaşık olarak 3 dB' lik düşüş göstermektedir.

2.1.1.3 Düzlem kaynak

Sonsuz sayıdaki noktasal ses kaynağının iki boyutta birleştirilmesiyle ortaya bir düzlem çıkmaktadır. Dolayısıyla kaynaktan düzlemsel ses dalgaları açığa çıkmaktadır. Her bir noktasal kaynağın ses enerjisi için oluşan düzleme dik doğrusal bir çizgi üzerinde yayıldığı kabul edilir(Şekil 2.6). Bir başka deyişle, geometriye bağlı bir dağılım söz konusu değildir. Dolayısıyla, bir doğrultuda ilerledikçe ses basınç seviyesinde azalma veya artış gözlenmez.



Şekil 2.6 : Düzlemsel kaynak.

Bu tip kaynaklara günlük hayatta çok sık rastlanmaz. Klima kanallarındaki ses iletimi bu davranışa örnek verilebilir. Diğer bir örnek enerji yayan bir pistondur. Tüp çeperlerinde enerji kaybı olmadığı varsayılırsa, tüp içinde akmakta olan enerji (ses şiddeti) kaynağa olan uzaklıktan bağımsızdır. Bir başka deyişle tüpün her noktasındaki ses basınç seviyesi aynıdır.

2.1.2 Gürültü etkileri

Ses bir bilgi kaynağı olmakla birlikte rahatsız edici de olabilir ve bu durumda gürültü olarak adlandırılır. Birisi için faydalı olan bir ses, başkası tarafından istenmeyebilir. Gürültünün sağlık üzerindeki zararları arasında şunlar yer alır (Kluijver ve Stoter, 2003):

- Duyma kaybı,
- Hipertansiyon gibi stresle alakalı sağlık problemleri,

- Doğum ağırlığı,
- Uyku bozukluğu,
- Performansta düşme (Hollanda Sağlık Komisyonu: gürültü ve sağlık komitesi, 1994)

Kabul edilebilir işitme kaybı (acceptable hearing loss) kişinin sessiz bir ortamda 1.5 metreden günlük konuşmaları anlamakta güçlük çekmeye başladığı noktadır. Genellikle 500, 1000 ve 2000 Hz frekanslarda ortalama 25 dB değerine karşılık gelmektedir.



Şekil 2.7 : Trafik kaynaklı gürültü.

Günümüzde 500 Hz frekanslar dışarıda tutulurken 3000 Hz dekiler buna dahil edilmektedir. Çünkü 500 Hz frekanstaki işitme kaybı genellikle orta kulak hastalığı ile bağlantılıdır. 500, 1000 ve 2000 Hz frekans değerlerinde 25 dB ortalama gürültü etkisinde kalan kişilerde başlangıçta normal işitme değerine sahip olanlardan 20 yıl sonra işitme kaybına uğrayanların oranı %10' dur (Öztürk ve Çalış, 2011)(Şekil 2.7).

2.2 Karayolu Trafiği Kaynaklı Gürültü

Karayolunun olduğu her yerde aynı zamanda karayolu kaynaklı gürültü de söz konusudur. Trafik gürültüsü, birçok aracın aynı anda işlemesinden kaynaklanır (Şekil 2.8). Trafikten kaynaklanan ses, dinleyiciye olan uzaklığa göre bir yönden dar ve diğer yönden uzundur ve bu bir doğrusal kaynak olarak değerlendirilir. Ses debisi, doğrudan eşit uzaklıktaki bütün noktalarda ses seviyesini aynı yapmak üzere silindirik olarak yayılır. Sesin karakteristik özelliği, artan mesafe ile ses seviyesinin düşmesidir. Doğrusal kaynakta, zemin ve havanın etkisinin azalması, seviyeyi fark

edilir derecede etkileyene dek, ses debisi mesafenin her ikiye katlanmasıyla 3 dB düşer. dB, ses ölçme birimi olan desibeli temsil etmektedir. (Wilbur Smith & Associates, 2008)

Trafik kaynaklı gürültü özellikle kentsel yaşam alanlarında yaşayanları en fazla rahatsız eden gürültü türüdür. Karayolu trafiğindeki gürültü; taşıtların motor aksamlarından, taşıtların hızından, yolun niteliğinden ve trafiğin yoğunluğundan kaynaklanan gürültü biçiminde sıralanabilir.



Şekil 2.8 : Karayolu kaynaklı gürültü.

Anayol trafik gürültü analizleri için motorlu araçlar beş kategoriye ayrılır:

- Otomobiller – iki dingilli ve dört tekerli araçlar,
- Orta ağırlıktaki taşıtlar– iki dingilli ve altı tekerli araçlar,
- Ağır taşıtlar – üç veya daha fazla dingilli araçlar
- Otobüsler – dokuz veya daha fazla yolcunun taşınması için uygun araçlar
- Motosikletler – iki veya üç tekerlekli açık kokpit araçlar.

Üç araç tipinin salınım seviyeleri, hızlarının logaritmasının bir fonksiyonu olarak artar. Anayol trafik gürültü seviyesi üç şeye bağlıdır (Öztürk Z, 2003):

- Trafik sesi,
- Trafiğin ses kuvvetinde farklı araç tiplerinin oranları,
- Trafik hızı.

Genellikle trafik gürültüsünün yüksekliği ve trafik ses kuvveti, kamyon oranının artması ve ulaşım hızının artması ile artar. Araç gürültüsü ağırlıklı olarak motorlardan, egzozlardan ve tekerlek zemin temasından kaynaklanan istenmeyen ses salınımlarının bir birleşimidir. Trafik gürültüsü de ayrıca yolun geometrisine (örn: yokuş ve/ veya inişler), kusurlu donanım ve araç işleyişi gibi diğer faktörlere bağlıdır.

Karayolu kaynaklı gürültüyü etkileyen bazı fiziksel faktörler şunlardır (Öztürk, 2003);

- o Yol ekseninden itibaren mesafe
- o Taşıt tipleri
 - Hafif Taşıtlar (Ağırlık<3000 kg)
 - Orta Ağırlıktaki Taşıtlar (2 Dingilli, Ağırlık>3000 kg)
 - Ağır Taşıtlar (Üç veya daha fazla dingilli)
- o Trafik Koşulları
 - Akım Cinsi
 - Trafik Hacmi
 - Ortalama Trafik Hızı
 - Trafik Kompozisyonu
- o Lastik Türü
- o Yol Genişliği
- o Yol Yüzeyi
- o Yol Eğimi
- o Yatay Kurplar ve Kesişmeler
- o Yol Altyapısı

Trafik gürültüsü analizlerinin aşağıdaki alternatiflerin hepsini içeren ayrıntılı yapılmış bir çalışma içermesi gerekir:

- Var olan etkinliklerin, ana yollardan gelen gürültüden etkilenebilecek, kalkınmanın planlandığı, tasarlandığı ve programlandığı gelişme halindeki ve az gelişmiş arazilerin belirlenmesi;
- Trafik gürültü seviyelerinin tahmin edilmesi;
- Var olan gürültü seviyelerinin belirlenmesi;
- Trafik gürültüsünün etkilerinin belirlenmesi ve
- Gürültünün azaltılması veya engellenmesi için alternatif önlemlerin incelenmesi ve değerlendirilmesi (Öztürk Z. 1997).

2.3 Gürültü Perdeleri

Eğer şehirdeki bir yol bölümü yüksek rahatsızlığa sebep oluyorsa, daha düşük gürültü seviyelerine ulaşmak ve rahatsızlığı azaltmak için birkaç imkân bulunabilir. Bu karar destek sistemi kavramını kanıtlama çalışmasında, kendimizi aşağıdaki gürültü düşürme önlemleriyle sınırlıyoruz:

1. Yol yakınındaki gürültü perdesi(Şekil 2.9),
2. Trafik akışının değiştirilmesi (çeşitli araç cinslerinin hızları ve yoğunlukları)
3. Yol yüzeyinin değiştirilmesi.

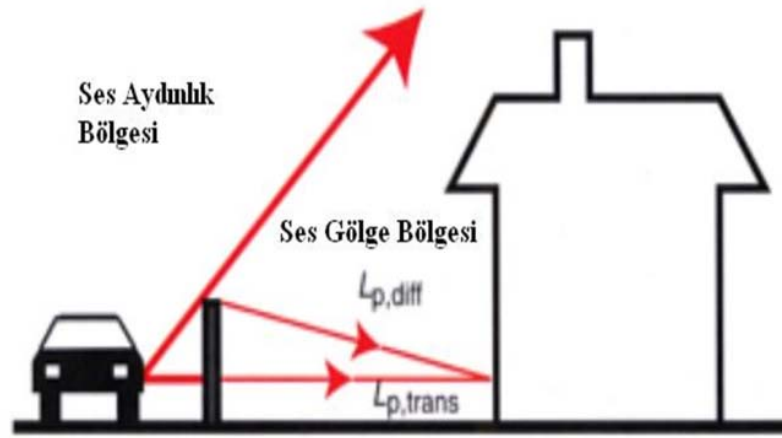
Gürültü perdeleri veya duvarları genellikle zemin ulaşımı ve endüstriyel kaynaklı gürültüleri azaltmak için kullanılır. Gürültü perdeleri hem dışarıda hem içerideki gürültü seviyesini düşürebildiği için çift yönlü bir amaca hizmet eder. (Recon, 2011)



Şekil 2.9 : Gürültü perdesi.

Birçok gürültü perdesi iyi tasarlanmazsa, yapılma amacının aksine yeterli gürültü koruması sağlayamamaktadır. Daha iyi tasarımlar yapabilmek için gürültü perdeleri ile ilgili akustik performansın nasıl sağlandığını, bir başka deyişle akustik bariyer teorisinin bazı temel prensiplerini bilmek gerekir. Ses, kaynaktan küresel bir şekilde, düzensiz, değişken basınç dalgaları şeklinde yayılır. Ancak, bu küresel yayılım düz çizgiler veya ışınlar şeklinde modellenir.

Perdelenmemiş bir yolda en önemli ses iletim yolu, kaynak ile alıcı arasındaki direkt ses ışını, ($L_{p,dir}$), diğeri ise zeminden yansıyarak alıcıya ulaşan ışıdır, ($L_{p,grd}$). Bu iki ses ışınından direkt olan, yansıyarak gelene göre daha etkilidir. Bu azalmanın mekanizması tamamıyla anlaşılmasa da, bu fark yumuşak zeminlerde, örneğin çim alanlarda daha fazladır ve 500Hz frekans civarında daha belirgindir. Bir bariyerin kaynak ve alıcı arasına konumlandırılması direkt ışının gücünü oldukça azaltır, fakat buna rağmen bu ışın birçok bariyer için potansiyel bir iletim yoludur ($L_{p,trans}$). Diğer bir önemli ışın da bariyerin üst kısmında kırılan kırınım ışınıdır ($L_{p,diff}$). (Şekil 2.10), (Çalış 2007).



Şekil 2.10 : Perdelenmiş yolda ses iletimi.

2.3.1 Gürültü perdeleri tasarımı

Yollar ve etkilenen alıcılar arasında gürültü perdelerinin inşası, trafik kaynaklı gürültünün fiziksel olarak yayılmasını azaltır. Bu bariyerler gürültü perdesi veya toprak sed olarak yapılabilir.

Toprak sedler, duvarlardan daha fazla genişlik isterler ve genellikle 3'e 1 eğimle inşa edilirler. Gürültü perdeleri gürültü kaynak ve alıcısı arasındaki görüş çizgisini kesebilecek kadar yükseklikte olmalıdır.

Ayrıca duvarların uçlarından büyük miktarda gürültü geçişini de engelleyebilecek uzunlukta olmalıdırlar (Michael Minor & Associates, 2009)(Şekil 2.11).



Şekil 2.11 : Gürültü perdesi tasarımı.

Gürültü analistleri, gürültü duvarlarının yükseklik ve konumlarını, bunları çeşitli konum ve yüksekliklerde modelleyerek belirlemektedirler. Tavsiye edilen gürültü duvarları hakkında, alıcıların hizada, hiza altında ve üstünde konumlandığı tipik durumların görsellerini de içeren detaylar, duvarların gürültüyü genel olarak düşürme özelliklerinin alan topografyasından etkilenmesi hakkında bilgi ve gürültü duvarlarının detaylı çizimleri, havadan görünüşleri ve konumlarını temin eder (WSDOT, 2006).

Akustik olarak, en etkili gürültü perdeleri; genel olarak kaynağa yakın olarak (yani ana yolun yamacında) veya alıcıya yakın olarak (geçitlerde veya yakınlarında) yerleştirilenlerdir. Analist, perdelerin en etkili olduğu konumu belirlemek için muhakeme çalışması yapmalıdır. Buna ek olarak alttan veya üstten geçişin olduğu alanlarda, gürültü perdesi büyük olasılıkla yol yakınındaki konumdan geçitlere yakın bir konuma alınır.

Perde yüksekliği, trafiğin ses kuvvetine ve karışımına, müdahale edilmiş zeminin özellikleri ve yolun etkisi altında kalan alıcılara göre konumuna bağlı olarak çok değişiklik gösterir. Eğer yolda hiç kamyon yoksa 2 metre yükseklikteki bir gürültü perdesi trafik gürültüsünü yaklaşık 8dB(A) düşürecektir. Eğer kamyon varsa, o zaman kamyonlardan gelen ses yaklaşık 4dB(A) azalacaktır. Bunun sebebi,

kamyonların yükleri gürültü perdesi üzerinden görüş seviyesinde olacak ve direkt yol gürültüsü tamamıyla engellenemeyecektir. (Recon, 2011)

Gürültü perdelerinin etkili olabilmeleri için, yeterli ağırlıkta olması gereklidir ki kayda değer ölçüde ses ulaşımını engelleyebilsin ve de yeterli uzunluk ve yükseklikte olmalıdır ki alıcılara bir kalkan olabilsin. Bir gürültü perdesi için güvenli bir minimum yüzey ağırlığı metre kare başına 1,5 kilogramdır ve hiç bir çatlak veya açıklık olmaması için gürültü perdesi dikkatle inşa edilmelidir(Şekil 2.12). Bir gürültü perdesinin etkili olabilmesi için, gürültü kaynağı ile alıcısı arasındaki görüş hattını engellemelidir. Bu ilişkiyi resimlemek için, yolun yanında konut yerleşkesi olan düzlük bir alanı ele alınmalıdır.



Şekil 2.12 : Gürültü perdesi inşaatı.

Gürültü perdelerinin tasarımında önemli olan ve genellikle gözden kaçırılan diğer bir faktör de “kanal gürültü yayını” olgusudur. Kanal gürültü yayını, gürültü perdelerinin performansının gürültü perdesinin ucundan geçen ses tarafından zarar görmesi halini betimleyen bir terimdir. Kısa gürültü perdeleri, yüksekliği ne olursa olsun genel gürültü seviyesinde aslen hiçbir azalma sağlamaz. Kanal gürültü yayınının etkileri gürültü perdesi uçlarını gürültü kaynağından zıt yönde bükülmesiyle en aza indirilebilir. (Recon, 2011)

Akustik gereksinimleri sağlamasına ek olarak gürültü perdeleri; muhtemel bakım problemlerine, estetik ve çevresel faktörlere, güvenlik problemleri ve maliyete göre de değerlendirilmelidir. Bütününde, gürültü perdeleri toplum açısından görsel bir etkiye sahip olabilir. Bu sebeple toplumu ve genel planlama politikalarını (örn.

manzara koridoru) yansıtmak ve perdelerin genel görüntüsünü yumuşatmak üzere tasarlanmalıdır. (Recon, 2011)

Gürültü perdelerinin performansını belirleme teknikleri geometrik ışın teorisine dayalıdır ve optik kırılma teorisini akustik dalgalara değin kapsar. Işın takibi, parçacık veya yüksek miktarda çok dar ışınlar halinde modellenenebilir ve bu tür bir ışının bölgesel olarak doğrusal olduğu, muhtemelen çok kısa olsa da, bir miktar mesafe bulunmaktadır. Işın takip cihazı, ışının bu mesafeyi aşmasını sağlar ve sonra ışının yeni yönünü hesaplamak için aracın bölgesel bir türevini kullanır. Bu noktadan, yeni bir ışın gönderilir ve tamamlanmış bir güzergâh üretilene kadar bu süreç tekrar edilir. Eğer simülasyon katı objeleri kapsıyorsa, ışının bunlarla kesişimi her adımda bir çarpışma bulunduğu taktirde ışının yönünde ayarlamalar yapılarak test edilebilir. Simülasyon ilerledikçe ışının şiddeti, dalga boyu veya kutuplaşması gibi başka özelliklerinde de değişiklikler yapılabilir. Bu süreç, sistemin davranışının anlaşılması için ne kadar ışın gerekirse o kadarıyla tekrarlanır. (Huang ve diğ., 2011)

Gürültü azaltma prensibi ile gürültü perdelerinin uygunluk ve fizibilitesinin tespit edilmesi için kriterler oluşturmuştur. Gürültü perdesi inşaatı uygunluğu, öncelikle aşağıdakiler de dâhil olmak üzere, gürültünün azaltılması için alınacak önlemlerin mühendislik yönleriyle ilgilenir:

- Arazinin topografisinin perde inşa edilebilecek durumda olması,
- Gürültüde minimum 5dB(A) düşüş olması,
- Çevredeki başka baskın gürültü kaynakları,
- Makuliyet aşağıdaki gibi sağduyu ve iyi muhakemeye bağlıdır:
 - o Maliyetin uygunluğu (faydalanan alıcı başı 25,000\$'dan fazla olmayan);
 - o Bir alıcı, eğer düşüş ölçümü en azından 5dBA'ya ulaşırsa faydalanmış olarak görülür;
 - o Duvarın yüksekliği (7 metreyi aşmamalıdır)
 - o Var olan ve ileride olacak gürültü seviyelerindeki değişiklikler 4dBA'yı geçmelidir (neredeyse hiç algılanmayacak bir değişiklik);

o İşletmeler için (ki genellikle yoldan görünebilirliği tercih ederler) veya izole alıcılar için (düşüşün maliyetine karşılık sağlanan faydalara bağlı olarak) düşüş sağlamak;

- Kontrolsüz veya kısmi kontrollü tesislerde düşüş sağlamak,
- Gürültü perdesini geri dönüşü olmayan boş alanların önüne koymamak,
- Etkilenen yerleşke sahipleri istemezse, bir gürültü perdesi inşa etmemek.

Gürültü düşürme önlemlerinin uygulanabilir olması için önlemler; tasarımda, anayoldan gelen trafik gürültüsünün yakınlarındaki, ilk sıra alıcılarının büyük çoğunluğu için, minimum 5 dB'lik düşüş temin etmelidir. Fizibilite ayrıca:

- Topografya,
- Ulaşım ve hizmet talepleri,
- Drenaj,
- Güvenlik ve bakım koşulları,
- Yörede kesişen sokakların varlığı,
- Bölgeden geçen, bölgesel yollar, trenler, uçaklar ve fabrikalar gibi başka kaynaklardan gelen gürültü,
- Amaçlanan düşüşe ulaşabilmek için gereken aşırı gürültü perdesi yüksekliği vb. durumlardan da etkilenir.

3. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

3.1 CBS'nin Tanımı

Coğrafya yeryüzündeki beşeri ve fiziki olayları konu alarak çok geniş anlamda karmaşık bir veri/bilgi yoğunluğu ile uğraşmaktadır. Bütün bu bilgilere sahip olup, onlardan daha fazla yararlanmak ve coğrafi olaylar arasındaki ilişkileri anlayıp yorumlamak için mutlak suretle organize edilmiş bir düzeneğe, diğer bir deyişle bilgi sistemine ihtiyaç duyulur. Gelişen bilgi teknolojisi ile bir anlamda bu ihtiyaç giderilmiş ve coğrafyayı konu alan Coğrafi Bilgi Sistemleri kavramı ortaya çıkmıştır.



Şekil 3.1 : CBS karar verme sistemi.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik-olamayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir (Yomralıoğlu, 2009). CBS dünya üzerindeki karmaşık sosyal, ekonomik, çevresel vb. sorunların çözümüne yönelik konuma dayalı karar verme süreçlerinde kullanıcılara yardımcı olmak üzere, geliştirilen donanım, yazılım, personel, coğrafi veri ve yöntem bütünüdür (Bayzan, 2005).

CBS, yeryüzü şekillerini ve yeryüzünde gelişen olayları haritaya dönüştürmek ve bunları analiz etmek için gerekli olan bilgisayar destekli araçlardan oluşan bir sistem olarak algılanmaktadır. CBS teknolojisi ortak veri tabanlarını birleştirme özelliğine

sahiptir. Örneğin, haritaların sağladığı görsel ve coğrafi analiz avantajları sorgulama ve istatistiksel analizler olarak kullanıcıya sunulur. Bu özelliği bakımından, CBS diğer bilgi sistemlerinden farklıdır. Bunun bir sonucu olarak, CBS, hizmet alanındaki olayların tanımlanmasında ve ileriye dönük tahminlerde bulunarak stratejik planların yapılmasında kamu ve özel sektör tarafından oldukça yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Yomralıoğlu, 2009).

3.1.1 CBS'nin fonksiyonları

CBS, yeryüzü şekillerini ve yeryüzünde gelişen olayları haritaya dönüştürmek ve bunları analiz etmek için gerekli olan bilgisayar destekli araçlardan oluşan bir sistem olarak algılanmaktadır. CBS teknolojisi ortak veri tabanlarını birleştirme özelliğine sahiptir. Bunun bir sonucu olarak, CBS hizmet alanındaki olayların tanımlanmasında ve ileriye dönük tahminlerde bulunarak stratejik planların yapılmasında kamu ve özel sektör tarafından oldukça yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. CBS bütün dünyada, büyük yatırımlara konu olmakta, yan mesleki kuruluşlarda birçok kişiyi iş sahibi yapmakta, temel eğitim okullarında, üniversitede ve özel sektör kuruluşlarında gereğinde özel kurslarla öğretilmektedir. Dolayısıyla konum bilgisi kullanan kişilerin coğrafi bilgiye olan ilgileri ve konumsal verilerle çalışmaları her geçen gün daha fazla olmaktadır. Tüm bu gelişmelerin temelinde CBS'nin diğer sistemlerden farklı olarak sahip olduğu fonksiyonlar vardır (Yomralıoğlu, 2009).



Şekil 3.2 : CBS fonksiyonları.

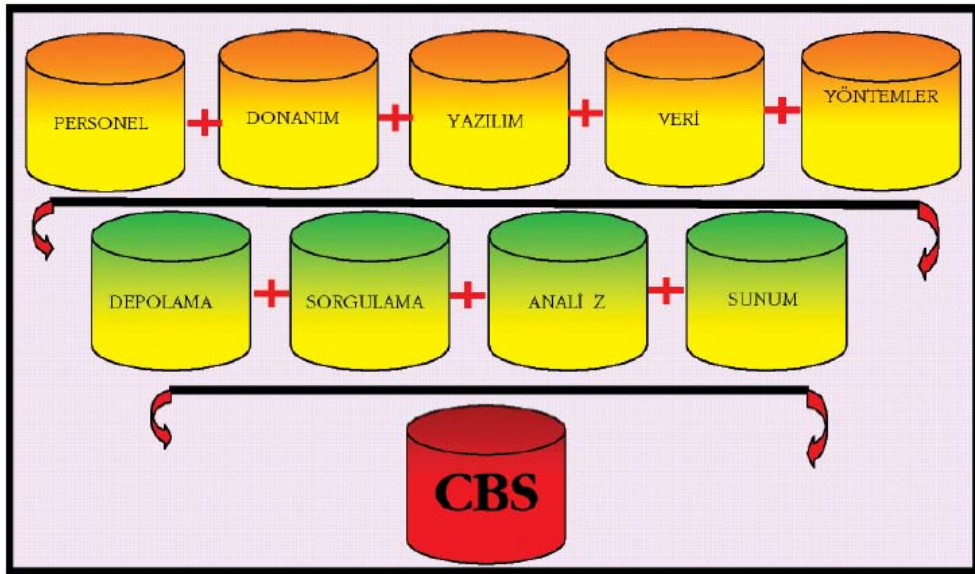
CBS'nin sahip olduğu fonksiyonlar aşağıda özetlenmiştir;

- 1- Sayısal veri entegrasyonu: görünüş verisi, cad verisi, tablosal veri,
- 2- Konumsal sorgulama: grafik, grafik-olamayan

- 3- Otomasyon: harita, işlem, ölçü,
- 4- Görüntüleme: çizelge, tablo, rapor,
- 5- Manipulasyon: transfer, genelleme, veri ayıklama,
- 6- Konumsal analizler: kesişme, birleştirme, adres bulma, tampon,
- 7- Karar verme analizleri: mantıksal işlem, istatistik, yöneylem, sınıflama,
- 8- Model analizleri: yüzey analizi, simulasyon, network, yerleştirme.

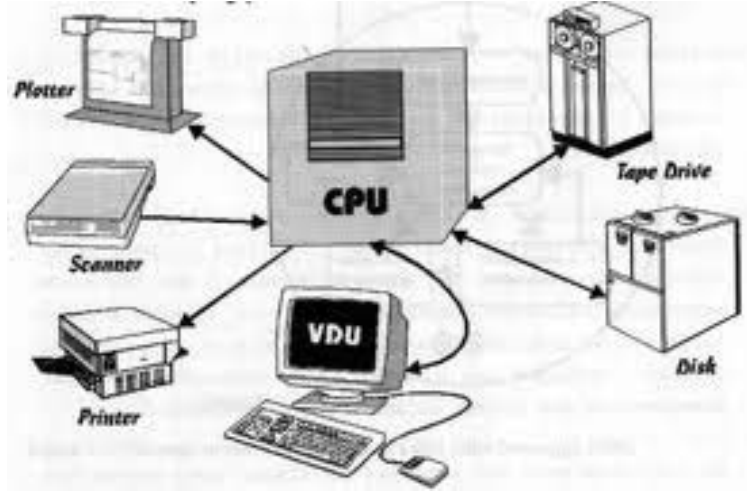
3.1.2 CBS'nin bileşenleri

CBS' nin beş temel bileşeni (Şekil 3.3 de görülen) vardır;



Şekil 3.3 : CBS bileşenleri.

- a- “Donanım”, CBS’ nin işlemlerini mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. Bütün sistem içerisinde en önemli araç olarak gözüken bilgisayar yanında yan donanımlara da ihtiyaç vardır. Bugün bir çok CBS yazılımı farklı donanımlar üzerinde çalışmaktadır. Merkezileştirilmiş bilgisayar sistemlerinden masaüstü bilgisayarlara, kişisel bilgisayarlardan ağ (network) donanımlı bilgisayar sistemlerine kadar çok değişik donanımlar mevcuttur (Yomralıoğlu, 2009).



Şekil 3.4 : CBS donanım bileşeni.

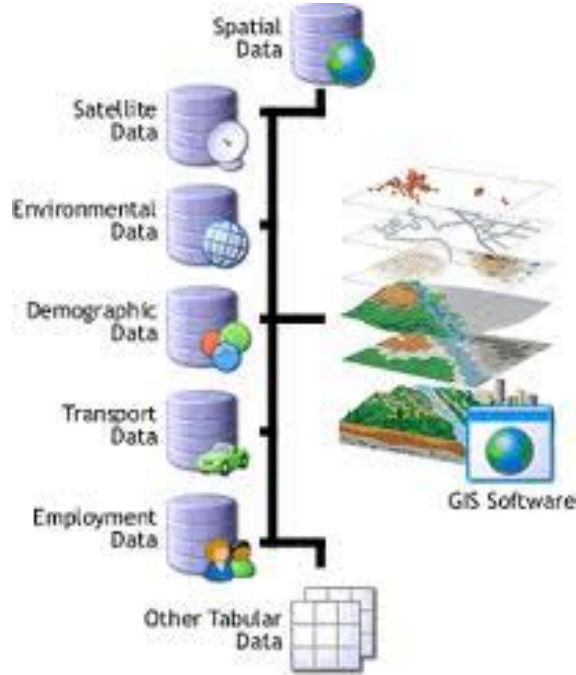
Bilgisayar donanımları Merkezi İşlem Birimi (MİB, CPU: Central Processing Unit) ve çevre birimlerinden oluşmaktadır.

- Merkezi İşlem Birimi: Veri girişi, verilerin güvenliği ve çevre birimleriyle iletişimi sağlayan, komutlara göre verilerle işlemi yapan bir birimdir. CBS'nin amacına ve veri kapasitesine uygun olan donanım seçilir.
- Çevre Birimler: Verilerin girişi, uygulama yazılımlarının çalıştırılabilmesi, biçimleme, sonuçların alınması vb. işlemler için bir CBS'de çevre birimlerine gereksinim vardır. Bunlar; grafik ekran ve alfanümerik klavye, mous, grafik işlemci, yardımcı bellek, sayısallaştırıcı, tarayıcı ve çizicilerdir (Eraslan, 2003).

b) “Yazılım”, diğer bir deyişle bilgisayarda koşabilen program, coğrafi bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalarlardır. Yazılımların pek çoğunun ticari amaçlı firmalarca geliştirilip üretilmesi yanında üniversite ve benzeri araştırma kurumlarınca da eğitim ve araştırmaya yönelik geliştirilmiş yazılımlar da mevcuttur. Dünyadaki CBS pazarının önemli bir kısmı yazılım geliştiren firmaların elindedir. Bu bakımdan günümüzde CBS bu tür yazılımlarla neredeyse özdeşleşmiş durumdadır. En popüler CBS yazılımları olarak Arc/Info, Intergraph, MapInfo, SmallWorld, Genesis, Idrisi, Grass vb. verilebilir (Yomralıoğlu, 2009).

CBS uygulamalarında kullanılan paket yazılımlar; kullanılan bilgisayar ana işlemci tipine göre PC, çalışma istasyonu ve merkezi bilgisayar uyarlı olarak adlandırılırken;

grafik veri işlemine göre ise, vektör yapıdaki verileri işleyen sistemler, raster verilerini işleyen sistemler ve vektör/raster verilerini işleyen karma (hibrid) sistemler olarak sınıflandırılabilir (Eraslan, 2003).



Şekil 3.5 : CBS yazılım bileşeni.

Coğrafi bilgi sistemine yönelik bir yazılımda olması gereken temel unsurlardan bazıları şunlardır;

- Coğrafi veri/bilgi girişi ve işlemi için gerekli araçları bulundurması,
- Bir veri tabanı yönetim sistemine sahip olmak,
- Konumsal sorgulama, analiz ve görüntülemeyi desteklemeli,
- Ek donanımlar ile olan bağlantılar için ara-yüz desteği olmalıdır.

c) “Veri”, CBS’nin en önemli bileşenlerinde biridir. Grafik yapıdaki coğrafi veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi, piyasada bulunan hazır haldeki veriler de satın alınabilir. CBS konumsal veriyi diğer veri kaynaklarıyla birleştirebilir. Böylece birçok kurum ve kuruluşa ait veriler organize edilerek konumsal veriler bütünleştirilmektedir. Veri, uzmanlarca CBS için temel öge olarak kabul edilirken, elde edilmesi en zor bileşen olarak da görülmektedir. Veri kaynaklarının dağınıklığı, çokluğu ve farklı yapılarda olmaları, bu verilerin toplanması için büyük zaman ve maliyet gerektirmektedir. Nitekim CBS’ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve

maliyetin yaklaşık %50 den fazlası veri toplamak için gerekmektedir (Yomralıoğlu, 2009).



Şekil 3.6 : CBS veri bileşeni.

CBS’ de kullanılan verilen aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Grafik veriler: Coğrafi verilerin geometrileri bilgisayar ortamında metrik ölçüleri ve topolojileri ile birlikte depolanır. Grafik veriler elde edildikleri kaynaklara göre vektör ve raster veri tipi olarak adlandırılırlar.
- Vektör veri: Vektör verilerin geometrileri; x, y koordinatlarıyla ifade edilen nokta, çizgi ve alanlarla gösterilir.
- Raster veri: Raster verilerin metrik geometrileri piksel'in orta noktalarının koordinatlarına gösterilirler.
- Grafik-olmayan veriler: CBS’de grafik verileri tanımlayan ve konuma bağlı olmayan, alfanümerik veya sembollerle gösterilen verilerdir (Başkent, 2010).

d) “İnsanlar” CBS teknolojisi insanlar olmadan sınırlı bir yapıda olurdu. Çünkü insanlar gerçek dünyadaki problemleri uygulamak üzere gerekli sistemleri yönetir ve gelişme planları hazırlar. CBS kullanıcıları, sistemleri tasarlayan ve koruyan uzman teknisyenlerden günlük işlerindeki performanslarını artırmak için bu sistemleri kullanan kişilerden oluşan geniş bir kitledir. Dolayısıyla coğrafi bilgi sistemlerinde

insanların istekleri ve yine insanların bu istekleri karşılamaları gibi bir süreç yaşanır (Yomralıoğlu, 2009).

Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemi kullanıcıları deyince; konuma bağlı grafik coğrafi verilerle bunları tanımlayan, konuma bağlı olmayan ve grafik olmayan (sözel) verilerle çalışan özel ve tüzel kişi ve kuruluşlar anlaşılır. Kullanıcılar, çoğunlukla değişik tipte grafik veri veya aynı tür grafik verileri üreten kurumlarla bunları kullanarak kendi sözel verileriyle bütünleştiren kurumlardır(Şekil 3.7). Bu tanıma uygun olarak CBS kullanıcıları özel, özerk ve kamu kurum ve kuruluşların başlığı altında toplanabilir. Ülkemizde aktif ve potansiyel kullanıcılar: Yerel Yönetimler, Tapu ve Kadastro Müdürlükleri, Harita Genel Komutanlığı, Deniz Kuvvetleri, Hava Kuvvetleri, İller Bankası, Devlet İstatistik Enstitüsü, Merkezi Yönetim Müdürlükleri (bayındır ve iskan, arsa ofisi, köy hizmetleri, tarım, orman, sağlık, meteoroloji, milli eğitim, gençlik ve spor vb.), Maden Tetkik Arama Enstitüsü, Devlet Su İşleri, Nüfus Müdürlükleri, Altyapı Kurumları (su, kanalizasyon, elektrik, gaz, PTT vb.), Üstyapı Kurumları (THY, TCK, DDY, DHM vb.), Üniversiteler, Muhtarlıklar ve Özel Kurumlar vb'dir (Eraslan, 2003).



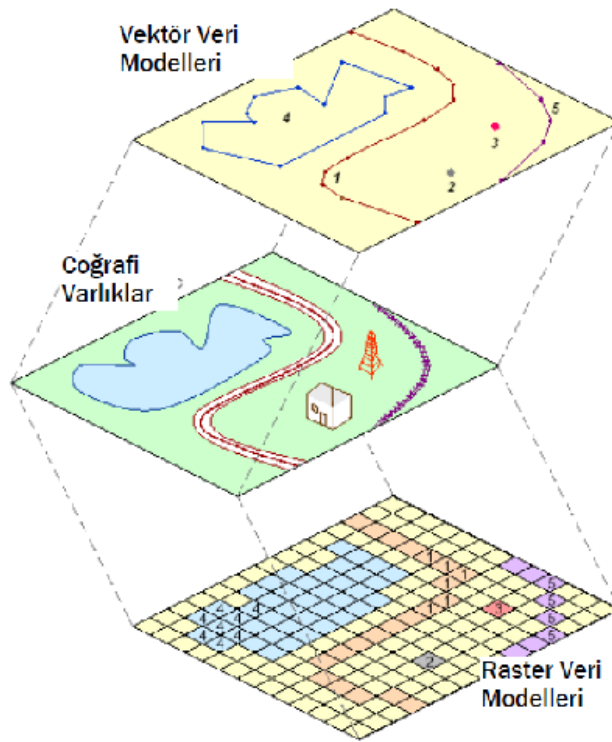
Şekil 3.7 : CBS insan bileşeni.

e) “Yöntemler” Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış plan ve iş kurallarına göre işler. Bu tür işlevler her kuruma özgü model ve uygulamalar şeklindedir. CBS'nin kurumlar içerisindeki birimler veya kurumlar arasındaki konumsal bilgi akışının verimli bir şekilde sağlanabilmesi için gerekli kuralların yani metotların geliştirilerek uygulanıyor olması gerekir. Konuma dayalı verilerin elde edilerek kullanıcı talebine göre üretilmesi ve sunulması mutlaka belli standartlar yani kurallar çerçevesinde

gerçekleşir. Genellikle standartların tespiti şeklinde olan bu uygulamalar bir bakıma kurumun yapısal organizasyonu ile doğrudan ilgilidir. Bu amaçla yasal düzenlemelere gidilerek gerekli yönetmelikler hazırlanarak ilkeler tespit edilir (Yomralıoğlu, 2009).

3.1.3 CBS çalışma prensipleri

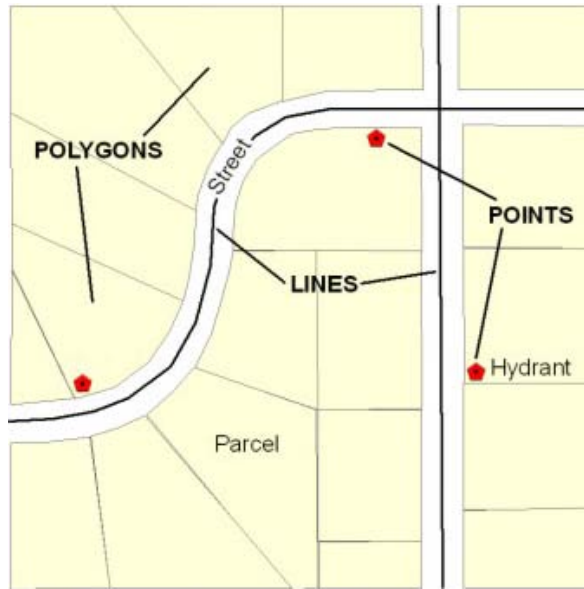
CBS yeryüzüne ait bilgileri, coğrafi anlamda birbiriyle ilişkilendirilmiş tematik harita katmanları gibi kabul ederek saklar. Bu basit ancak konumsal bilgilerin değerlendirilmesi açısından son derece güçlü bir yaklaşımdır (Yomralıoğlu, 2009).



Şekil 3.8 : Vektör-Raster veri modelleri.

Coğrafi referanslar: Coğrafi bilgiler, enlem-boylam şeklindeki coğrafi koordinat ya da ulusal koordinatlar gibi kesin değerleri veya adres, bölge ismi, yol ismi gibi tanımlanan referans bilgileri içerirler. Bu coğrafi referanslar objelerin konumlandırılmasına yani koordinatı bilinen bir pozisyona yerleştirilmelerine imkan sağlar. Böylece ticari bölgeler, araziler, orman alanları, yeryüzü kabuk hareketleri ve yüzey şekillerinin analizleri konuma bağlı olarak belirlenir. Coğrafi referans konumu belirlerken, konum verisi yani koordinat bilgisi seçilecek veri modeline bağlı olarak ifade edilir. Bu ifade şekli CBSde iki farklı konumsal veri modeli biçimindedir (Şekil 3.8). Bunlar “vektörel” ve “hücresel (raster)” veri modelleridir (Yomralıoğlu, 2009).

1- Vektörel veri modelleri: Vektörel veri modelinde, nokta, çizgi ve poligonlar (x,y) koordinat değerleriyle kodlanarak depolanırlar. Nokta özelliği gösteren bir obje tek bir (x, y) koordinatı ile tanımlanırken, çizgi özelliği gösteren coğrafi varlık birbirini izleyen bir dizi (x, y) koordinat serisi şeklinde saklanır. Poligon özelliğine sahip coğrafi varlıklar kapalı şekiller olarak, başlangıç ve bitişinde aynı koordinat olan (x, y) dizi koordinatlar ile depolanır. Vektörel model coğrafi varlıkların kesin konumlarını tanımlamada son derece yararlı bir modeldir. Ancak, süreklilik özelliği gösteren coğrafi varlıkların, örneğin toprak yapısı, bitki örtüsü, jeolojik yapı ve yüzey özelliklerindeki değişimlerin ifadesinde daha az kullanışlı bir model olarak bilinir.



Şekil 3.9 : Vektörel veri modeli.

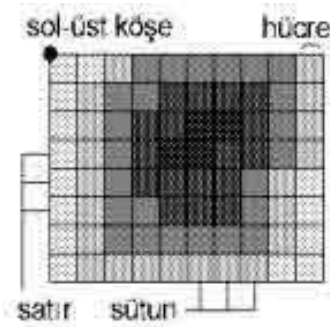
Vektör CBS' ler verilerin yapısının gösterimini gerçeğe en yakın yapar, veri yapısı komplekstir, grafik yapısı hassas ve doğrudur, grafik ve niteliklerin güncellenmesi ve bilgiye erişimi oldukça kolaydır. Diğer taraftan veri yapısının karmaşık olması, vektör poligonları ile raster poligonların çakıştırılmasında güçlüklerin çıkması, renkli tarama ve çizim işlemleriyle özel yazılım ve donanım gerektirdiğinden teknolojinin pahalı olması dezavantaj oluşturmaktadır (Bank, 1997).

Nokta: Büyük ölçekli haritalarda bir trafik lambası nokta (x,y) ile gösterilebilirken, küçük ölçekli bir ülke haritasında kullanılacak veri içinde bir yerleşim aynı şekilde nokta ile gösterilebilir.

Çizgi: Genellikle yol orta çizgisi, nehir, demir yolu gibi birçok noktadan oluşan çizgi göstermelerinde kullanılırlar.

Alan: Parsel, ada, göl, yerleşim alanı gibi kapalı alan olarak gösterilmek istenen verilerin temsilinde kullanılırlar.

2- Raster (hücresel) veri modelleri: Hücresel ya da diğer bir deyişle raster veri modeli daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafi varlıkların ifadesinde kullanılmaktadır. Raster görüntü, birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyutlu hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşur. Hücrelerin her biri piksel olarak da bilinir. Hücre içinde kalan her noktanın kod değeri aynıdır. Rasterde çalışma alanı sıralı olarak tanımlanmış düzenli hücreler takımına bölünür. Her türlü topoloji bu hücrelerle tanımlanır.



Şekil 3.10 : Raster veri modeli.

Vektöre nazaran veri yapısı basittir, haritalanmış veri ile uzaktan algılama ile elde edilen verinin karşılaştırılması kolaydır. Boyutsal analiz imkanı daha fazladır ve teknolojisi ucuzdur. Diğer taraftan, veri yapısı çok hacimlidir. Veri hacmini küçültmek için büyük hücre kullanımı (çözünürlüğün düşürülmesi) bilgi kayıplarına neden olur. Harita olarak gösterimi hoş değil ve projeksiyon dönüşümü güçtür (Bank, 1997).

Vektör ve raster veri modellerinden biri genelde CBS uygulama biçimine göre tercih edilerek kullanılır. Ancak günümüzde her iki model aynı anda da kullanılabilir. Bu tür bir kullanım şekli CBSde hybrid (melez) veri modeli olarak bilinmektedir.

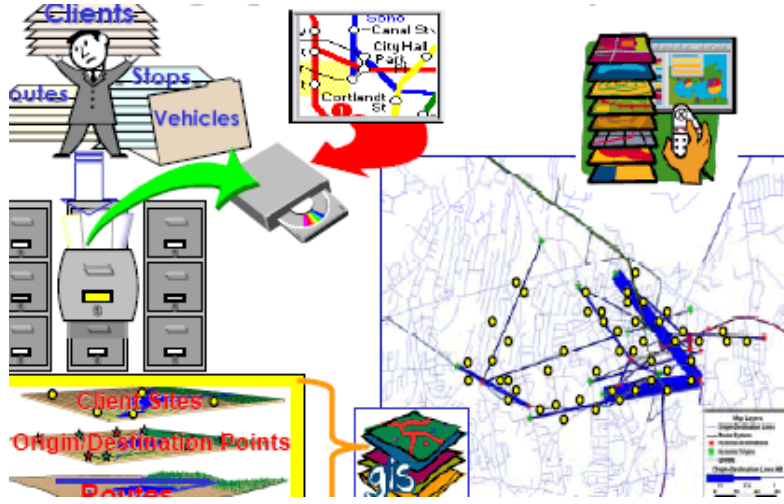
CBS' nin temel işlevleri: Coğrafi bilgi sistemlerinin sağlıklı bir şekilde çalışması aşağıdaki 4 temel işlevin yerine getirilmesine bağlıdır.

- 1- Veri toplama: Coğrafi veriler toplanarak, CBS’ de kullanılmadan önce mutlaka sayısal yani dijital formata dönüştürülmelidir. Verilerin kağıt ya da harita ortamından bilgisayar ortamına dönüştürülmesi işlemi sayısallaştırma olarak bilinir. Bugün birçok coğrafi veri CBS’ ye uyumlu formatta hazır halde piyasada mevcuttur. Bunlar üretici firmalardan sağlanarak doğrudan kurulacak sisteme aktarılabilir.



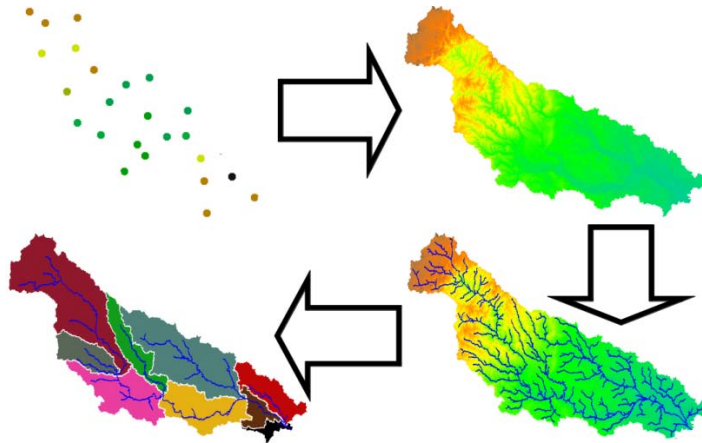
Şekil 3.11 : Veri toplama.

- 2- Veri yönetimi: Küçük boyutlu CBS projelerinde coğrafi bilgilerin sınırlı boyuttaki basit dosyalarda saklanması mümkündür. Ancak, veri hacimlerinin geniş ve kapsamlı olması, bunun yanında birden çok veri gruplarının kullanılması durumunda Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (VTYS) verilerin saklanması, organize edilmesi ve yönetilmesine yardımcı olur. Veri tabanı yönetim sistemleri bir bilgisayar yazılımı olup veri tabanlarını yönetir veya birleştirir. Bir çok yapıda tasarlanmış veri tabanı yönetim sistemi vardır, ancak CBS için en kullanışlı ilişkisel veri tabanı sistemidir. Bu sistem tasarımında veriler tablo bilgilerinin elde edilişindeki düşünce yapısına uygun olarak bilgisayar belleğinde saklanır. Farklı bilgiler içeren tabloların birbiriyle ilişkilendirilmesinde bu tablolardaki ortak sütunlar kullanılır. Bu yaklaşım basit fakat esnek bir tasarım olup, geniş çapta CBS uygulamalarında kullanılmaktadır.



Şekil 3.12 : CBS veri yönetimi.

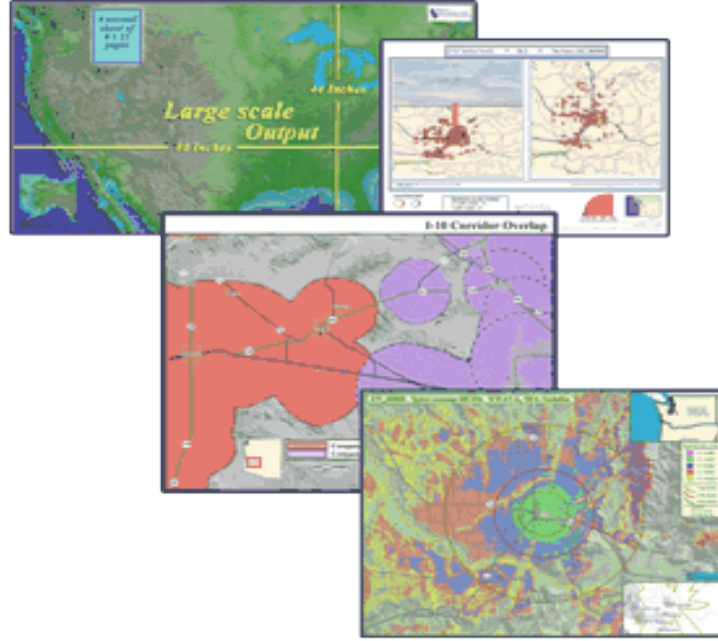
- 3- Veri işleme: Genelde hazır halde temin edilen veriler sistemin kurulması için gerekli formatlarda ve tasarımda olmazlar. Bu gibi durumlarda CBS projeleri için veri çeşitlerinin birbirine dönüşümü veya irdelenmesi istenebilir. Verilerin sisteme uyumlu olması bunu gerektirebilir. CBS, gerek bilgisayar ortamında obje üzerine imlecin tıklanması ile basit sorgulama kapasitesine, gerekse çok yönlü konumsal analiz araçlarıyla yönetici ve araştırmacılara istenen süreçte bilgi sunar. CBS teknolojisi konumsal verilerin sorgulanması ve analizinde, yazılımlar sayesinde, birçok veri her türlü geometrik ve mantıksal işleme tabi tutulabilir.



Şekil 3.13 : CBS veri işleme.

- 4- Veri sunumu: Görsel işlemler yine CBS için önemlidir. Birçok coğrafi işlemin sonunda yapılanlar harita veya grafik gösterimlerle görsel hale getirilir. Haritalar coğrafi bilgiler ile kullanıcı arasındaki en iyi iletişimi sağlayan araçlardır. Haritalar, yazılı raporlarla, üç boyutlu gösterimlerle,

fotoğraf görüntüleri ve çok-ortamlı (multimedia) ve diğer çıktı çeşitleriyle birleştirebilmektedir (Yomralıoğlu, 2009).



Şekil 3.14 : CBS veri sunumu.

3.2 Konumsal Analizler

Coğrafi bilgi sistemleri, konuma bağlı mevcut bilgilerin istenen mantıksal yapıda sorgulanmasına imkan sağladığı gibi, değişik amaçlı ve farklı özellik gösteren yeni bilgilerin türetilmesine de imkan verir. Özellikle coğrafi varlıkların çevresiyle olan ilişkilerini irdelemek ve bu ilişkiler hakkında daha geniş bilgiler edinmek üzere bazı konumsal operasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Konumsal analizler CBS içerisinde yeni konum bilgileri üretilmesi bakımından önemli bir yer tutmaktadır. Çok karmaşık yapıdaki grafik ve grafik-olmayan bilgiler hızlı ve doğru bir şekilde organize edilebilir.

Grafik ve tanımsal bilgilerin belirli bir koordinat sistemi uzayında modellenmesi ve model sonuçlarının irdelenip yorumlanması işlemlerinin tümü konumsal analiz olarak tanımlanır. Konumsal analiz işleminde, mevcut bilgi kümelerinden yararlanarak yeni bilgi kümeleri üretilmektedir.

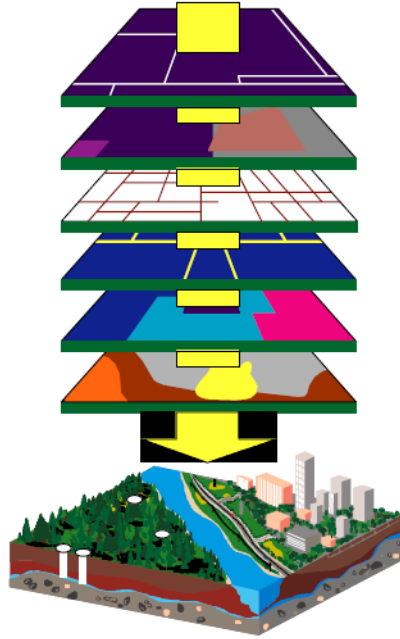
Coğrafi bilgi sistemlerinde en çok kullanılan konumsal analizler;

- 1- Birleştirme Analizleri (Spatial Join),

- 2- Yakınlık Analizi (Proximity Analysis),
- 3- Sınır İşlemleri (Boundary Operations).

3.2.1 Birleştirme analizleri

Konumsal analiz işlemlerinde, aynı koordinat sistemi içerisinde bulunan farklı coğrafi özelliklere sahip harita katmanlarının üst üste çakıştırılarak bütünleştirilmesi konumsal birleştirme analizi (spatial join) veya overlay olarak adlandırılır. (Şekil 3.15)



Şekil 3.15 : Birleştirme analizleri.

Coğrafi bilgi sistemindeki konumsal analiz türlerinden birleştirme analizinde yapılan işlemlerde coğrafi detayların gösterim şekilleri olan nokta, çizgi ve alan arasındaki farklı kombinasyonlar uygulanır. Buna göre birleştirme analizi üç temel başlığa bölünebilir;

- 1- Nokta detayların alan detaylarla birleştirilmesi (point-in-polygon overlay)
- 2- Çizgi detayların alan detaylarla birleştirilmesi (line-in-polygon overlay)
- 3- Alan detayların alan detaylarla birleştirilmesi (polygon-on-polygon overlay)

Nokta detayların alan detaylarla birleştirilmesi: Bir tarafta noktasal öznelikle tanımlanmış nokta katmanı, diğer tarafta alansal öznelik bilgileri ile tanımlanmış poligon tabanlı katman söz konusu ise, nokta katmanı poligon katmanına eklenir.

Çizgi detayların alan detaylarla birleştirilmesi: Çizgi tabanlı katmanın alan detaylarının bulunduğu katmanla birleştirilmesi durumudur. Böyle bir birleştirme işlemi, hangi çizgi detayların hangi alan detayların içine düştüğünü belirlemek amacıyla yapılır. İşlem neticesinde, her iki tür detaya ait öznitelik bilgilerinin birleştiği yeni çizgi detaylar elde edilmiş olur.

Alan detayların alan detaylarla birleştirilmesi: Poligon detaylı bir katman ile bir başka poligon detaylı katmanın üst üste çakıştırılması işlemine poligon ya da alan bindirme adı verilir. Sonuçta elde edilen katman yine poligon detaylarına ve yeni oluşan öznitelik bilgilerine sahip olur. CBS ile yapılan konumsal analiz uygulamaları içerisinde en yoğun kullanılan analiz türlerinden biridir. Özellikle, farklı öznitelik bilgisine sahip olan, alan detaylarının çakıştırılarak bu detayların kesişim alanlarının grafik ve grafik-olmayan bilgileriyle birlikte üretilmesi poligon bindirmesiyle mümkündür (Yomralıoğlu, 2009).

3.2.2 Yakınlık analizi

Tampon analizi olarak da adlandırılan bu işlem, herhangi bir coğrafi detayın çevresindeki diğer coğrafi detaylara olan uzaklıkların irdelenmesini eass alan bir konumsal analizdir (Şekil 3.16). Referans kabul edilen bir coğrafi detayın etrafında istenen uzaklıkta poligon özelliği taşıyan yeni bir tampon bölge oluşturulur ve bu bölgeye rastlayan diğer coğrafi detaylar isteğe bağlı olarak sorgulanır (Yomralıoğlu, 2009).



Şekil 3.16 : Yakınlık analizleri.

Coğrafi varlıklar için genelde üç temel yakınlık analizi söz konusudur;

- 1- Nokta tabanlı yakınlık analizi
- 2- Çizgi tabanlı yakınlık analizi

3- Poligon tabanlı yakınlık analizi

Nokta tabanlı yakınlık analizi: Nokta tipindeki bir coğrafi detayı merkez kabul ederek, istenen yarıçapta bir daire oluşturulur. Daire ile meydana gelen alan, diğer bir deyişle poligon tabanlı tampon bölge kapsamına giren coğrafi detaylar tespit edilirler. Nokta tabanlı yakınlık analizi ile, referans alınan nokta detayın etki alanı istenilen büyüklükte ayarlanabilir.

Çizgi tabanlı yakınlık analizi: Çizgi tipindeki bir coğrafi detayı çevreleyecek şekilde istenen uzaklıkta bir tampon bölge oluşturup bu tampon bölge içinde kalan detayların belirlenmesi işlemidir. Referans alınan çizgi bir yol veya akarsu güzergahı şeklinde olup, daima oluşturulan tampon bölgenin merkezinde yer alır.

Poligon tabanlı yakınlık analizi: Poligon tipindeki detayları çevreleyecek şekilde istenen uzaklıkta tamponlar oluşturulup bu tamponlar içinde kalan detayların belirlenmesi, poligon tabanlı yakınlık analizi olarak bilinir. Poligon tabanlı analiz türünde de, mevcut bir poligon yapısı istenen büyüklükte genişletilir ve yine yeni bir poligon, diğer bir deyişle tampon bölge oluşturulur.

3.2.3 Sınır işlemleri

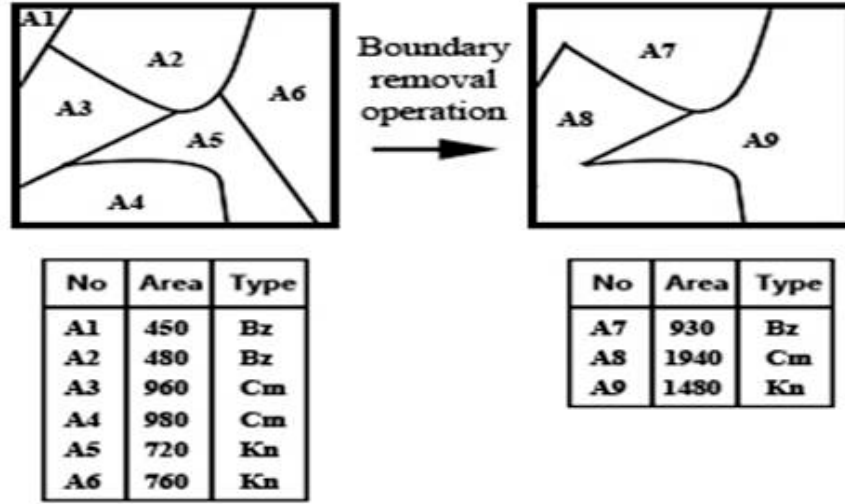
Seçilecek bir coğrafi bölge içerisindeki konumsal bilgilerin değişikliğe uğratılıp, komşu bilgileriyle olan bütünleşik yapılarını aynen korumak için yapılan konum analizleridir. Bir harita üzerinde zaman içerisinde grafik ve grafik-olmayan bilgileri kapsayan bazı değişikliklerin yapılması gerekebilir. Ayrıca, mevcut bilgilerden daha küçük boyutta özel bilgiler talep edilebilir veya sadece belli detaylara sahip bilgilerin gösterildiği haritalar istenebilir. Tüm bunlar sınır analizleri kapsamına girmektedir.

CBS de sınır işlemleri beş değişik şekilde ortaya çıkmaktadır;

- 1- Ayırma (clipping)
- 2- Silme (deleting)
- 3- Güncelleştirme (updating)
- 4- Kenarlaştırma-Birleştirme (edge-matching)
- 5- Sınır kaldırma (dissolving)

Ayırma: Sınırları ile tanımlanacak bir coğrafi bölgeye ait grafik ve grafik-olmayan bilgilerinin çıkartılarak yeni detayların elde edilmesi işlemidir. Herhangi bir coğrafi

bölgenin tamamı yerine bu bölge içerisindeki belli bir alana ait bilgilerden yararlanmak gerektiği durumlarda ayırma işlemi ile bir haritanın bütünü yerine, sınırla tespit edilecek, sadece istenen bölge yeniden elde edilmiş olacaktır.



Şekil 3.17 : Ayırma işlemleri.

Silme: Sınırları ile tanımlanan bir coğrafi bölgeye ait grafik ve grafik-olmayan bilgilerinin mevcut veri tabanından silinmesi işlemidir. Ayırma işleminde olduğu gibi, silme işleminde de katman üzerinde istenmeyen bir öznitelik bilgisine karşılık gelecek bölgeler silme işlemine tabi tutulabilir.

Güncelleştirme: Coğrafi bilgi sistemlerinin kullanıcıya sağladığı en önemli avantajlardan biri de konumsal bilgilerin gerektiğinde hızlıca güncellenebilmesine imkan vermesidir. CBSde güncelleme sınırları ile tanımlanacak bir coğrafi bölgeye ait mevcut grafik ve tanımsal bilgilerin silinerek yerine yenilerinin ilave edilmesidir.

Kenarlaştırma-Birleştirme: Aynı bölgeye ait coğrafi bilgiler bir veri tabanında toplanabildiği gibi, ayrı ayrı veritabanlarında da toplanabilirler. Birbirine komşu coğrafi bölgelerin, birbirini izleyen paftalar şeklinde bir araya getirilmesi kenarlaştırma-birleştirme işlemi olarak tanımlanır.

Sınır kaldırma: Bir coğrafi bölgede poligon şeklinde tanımlanan alanlar çoğu kez farklı öznitelik bilgilerine sahip olabilirler. Bununla birlikte, pafta bazında ortak öznitelik adı altında aynı değerlere sahip poligonlarda olabilir. Benzer öznitelik değerine sahip olan poligonlar arasındaki sınırları kaldırıp yeni poligonlar oluşturma işlemine sınır kaldırma adı verilmektedir. Katman bindirmelerinde sınır boyunca oluşan bazı ince kıyım poligon hatalarının giderilmesi işlemi eleme olarak bilinir.

Eleme ile, poligon sınırlarındaki küçük boyutlu hatalar giderilerek, katman gözden kaçabilecek çok ince poligon hatalarından arındırılmış olur.

3.3 Ağ Analizi

Ağ (Network) analizleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kapsamında, vektör tabanlı coğrafi veriler ile gerçekleştirilebilen konumsal analizlerdir (URL-1, 2009). Coğrafi ağ modellemesi ve güzergah analizlerinin gerçekleştirilebildiği ağ analizleri, çizgi tabanlı coğrafi veri setlerinden karar vermeye yönelik sonuç çıkarmak amacı ile kullanılmaktadır. Bir ağ yapısal olarak birbirine bağlı elemanlardan oluşan bir sistemdir. Şehirleri birbirine bağlayan karayolu ağı, kanalizasyon şebekesi ve su şebekesi ağ yapısına örnek olarak gösterilebilir. CBS’ de Ulaşım Ağları ve Servis Ağları olmak üzere iki farklı ağ modeli kullanılmaktadır (Şekil 3.18).

Ulaşım ağları yönsüz ağlar olarak da isimlendirilir. Ağ üzerinde hareket eden kullanıcı hızını, yönünü ve varış noktasını kendisi belirler. Örneğin bir ulaşım ağı üzerinde hareket eden sürücü hangi yöne döneceğine, nerede duracağına kendisi karar verir. Ağ yapısında tanımlanmış olan u-dönüşü yasağı ya da tek yön gibi kısıtlamalar sürücünün uyması gereken kurallardır. Servis ağları ise yönlü ağlardır. Elektrik ağları ve su şebekeleri servis ağlarına örnek olarak gösterilebilir (URL-1, 2009). Servis ağlarında ürünün izleyeceği yol ağ yapısında tanımlanmıştır.



Şekil 3.18 : Yol sınıfları: (a) Ulaşım ağı, (b) Servis ağı.

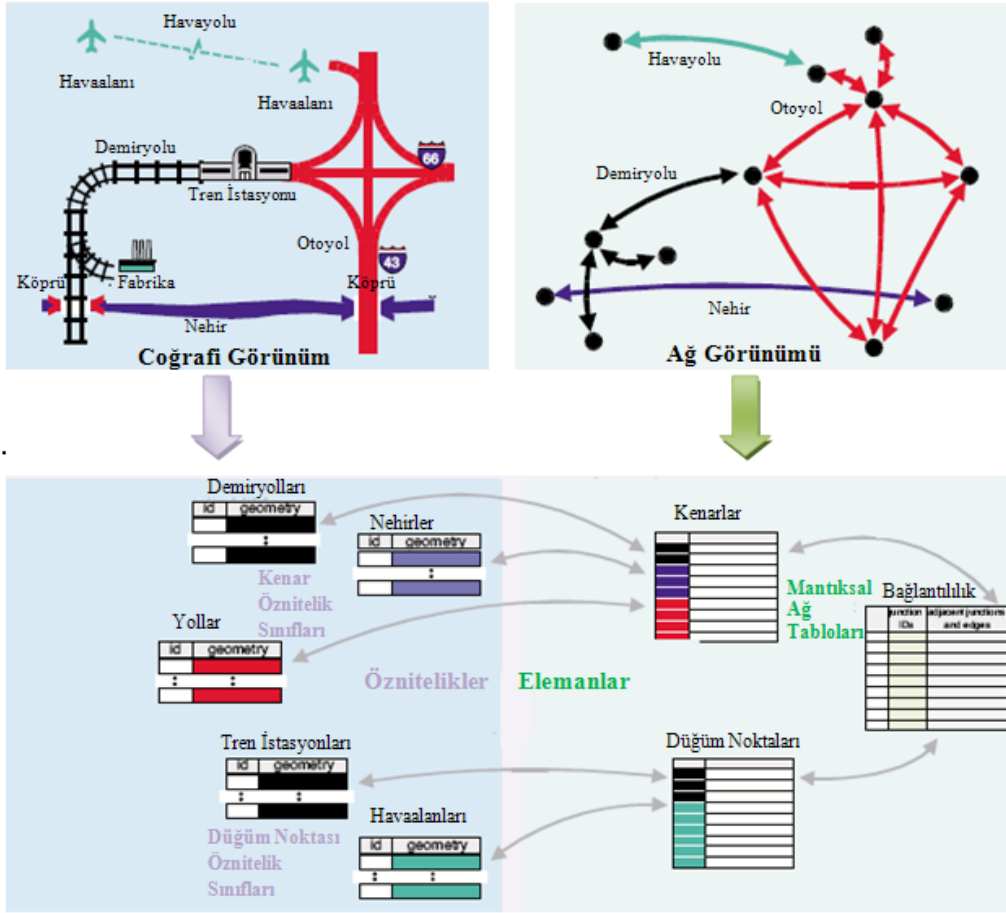
Ağ analizlerinin genel amacı hat (çizgi,kenar) karakteristiklerinin konumsal analizidir. Ağ içerisinde bulunan hatlar, fiziksel hatlar ve sanal hatlar olmak üzere 2 sınıfa ayrılmaktadır. Fiziksel hatlar gerçek dünyada bulunan ve hava fotoğraflarında gözlenebilen hatlardır. Yollar, nehirler ve kıyı çizgileri fiziksel hatlara örnek olarak gösterilebilir. Sanal hatlar ise politik sınırlar ve yönetim sınırları gibi soyut yapıda olan hatlardır. Politik birimler arasındaki sınırlar, paralel ve meridyenler sanal hatlara

örnek gösterilebilir (Erden, 2001). Ağ analizi genel olarak bağlantılı fiziksel hatlar ile ilgilenmektedir.

3.3.1 Ağ analizinde veri kaynakları

Bir ağ, çeşitli yollar ile birbirine bağlanmış hat segmentlerinden oluşmaktadır. Ağ analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için ağ yapısı içerisinde belirgin düğüm noktaları (node, vertex, junction) ve tüm düğüm noktaları arasında bulunan kenarların (edge, link) tanımlanmış olması gerekmektedir. İki düğüm noktası arasında bulunan bağlantı, kenar olarak isimlendirilir. Düğüm noktaları genellikle ağ içerisindeki kenarların başlangıç noktaları, bitiş noktaları ya da kesişim noktaları olarak tanımlanmaktadır. Kenarlar üzerinde bulunan ara noktalar genellikle düğüm noktaları olarak tanımlanmazlar. Ağ yapısında bulunan kenarlar yönlü (directed) ve yönsüz (undirected) olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Tek yönlü tanımlanmış olan bir kenar yönlü kenara, çift yönlü tanımlanmış olan bir kenar ise yönsüz kenara örnek olarak gösterilebilir. Yönsüz kenarlarda düğüm noktalarının sırası önemsizdir. Örneğin 3. düğüm noktası ile 8. düğüm noktası arasındaki kenarı ifade eden (3,8) ifadesi yönsüz bir kenarda (8,3) ile de gösterilebilirken yönlü bir kenarda nokta numaralarının sıralaması önemlidir. Kenarlara ait isim, uzunluk, ulaşım zamanı/maliyet gibi öznitelik bilgileri de ağ yapısı içerisinde bulunabilmektedir (Smith ve diğ., 2008).

CBSde ağ modeli geometrik ağ ve mantıksal ağdan oluşan ikili gösterim ile ifade edilmektedir. Geometrik ağ, birbirine bağlı düğüm noktaları ve kenarların oluşturduğu ağ modelidir. Mantıksal ağlar ise yalnızca kenar ve düğüm noktalarından oluşan, x, y koordinat değerleri bulunmayan ağlardır. Mantıksal ağların amacı, ağ yapısındaki bağlantılılık bilgisini belirli öznitelikler ile saklamaktır (Zeiler, 1999). Geometrik ağlarda kenarlar ve düğüm noktaları birer öznitelik bilgisi iken mantıksal ağ yapısında bu öznitelikler bir geometri içermediğinden ağ elemanı olarak isimlendirilirler. (Şekil 3.19)



Şekil 3.19 : Ağ yapısının geometrik ve mantıksal gösterimi.

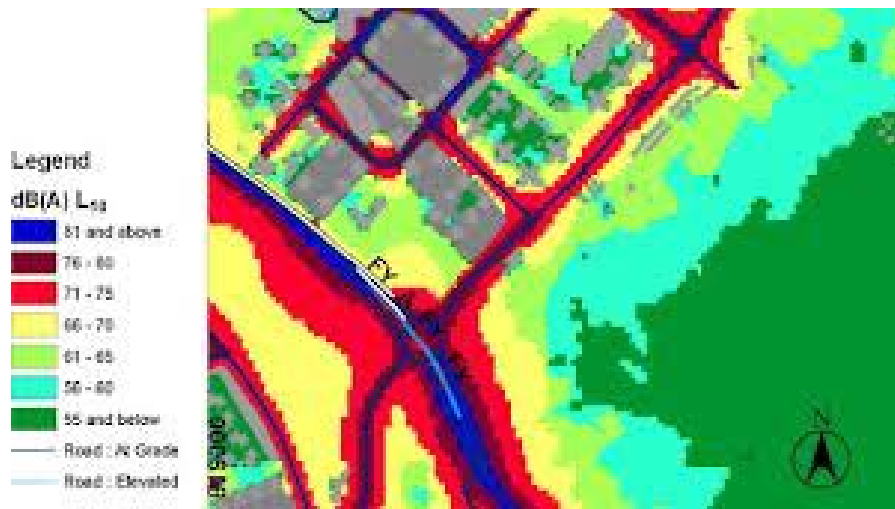
Düğüm noktalarının konumlarına ek olarak her kenar, bir bitişten diğerine olan uzaklığı gösteren direnç (impedance) faktörü ile ilişkilidir. Direnç faktörü problemin doğasına göre tanımlanabilmektedir. Örneğin, yolculuk zamanının ana kriter olması durumunda direnç faktörü, uzaklık/ortalama hız olarak hesaplanan yolculuk zamanı ile tanımlanmaktadır (Chou, 1997).

Ağ yapısının kritik elemanlarından bir tanesi de ağ topolojisidir. Topoloji, varlıkların birbirleri ile nasıl ve ne şekilde ilişkilendirildiğini geometriden bağımsız olarak gösterme biçimi olarak tanımlanmaktadır. Nesneler arasındaki konumsal ilişki ağ topolojisinde, düğüm noktalarının bağlantılılığı ile ilişkilidir. Ağ yapısında bulunan bir segment diğerine doğrudan bağlantılı ise iki segment için de ortak bir düğüm noktası bulunması gerekir. Doğrudan bağlantılı olmayan iki segment arasındaki bağlantı ise aralarında bulunan bağlantılı segmentler üzerinden sağlanır (Chou, 1997).

3.4 Gürültü Analizinde CBS Kullanımı

CBS, mekânsal verileri gerçek dünyadan aktarmak ve sergilemek suretiyle, depolama ve kurtarma için güçlü bir araç takımı sağlar (Huang ve diğ., 2011). CBS gürültü kirliliğinin muhtemel etkileri üzerine olan çalışmalarda giderek önem kazanmıştır.

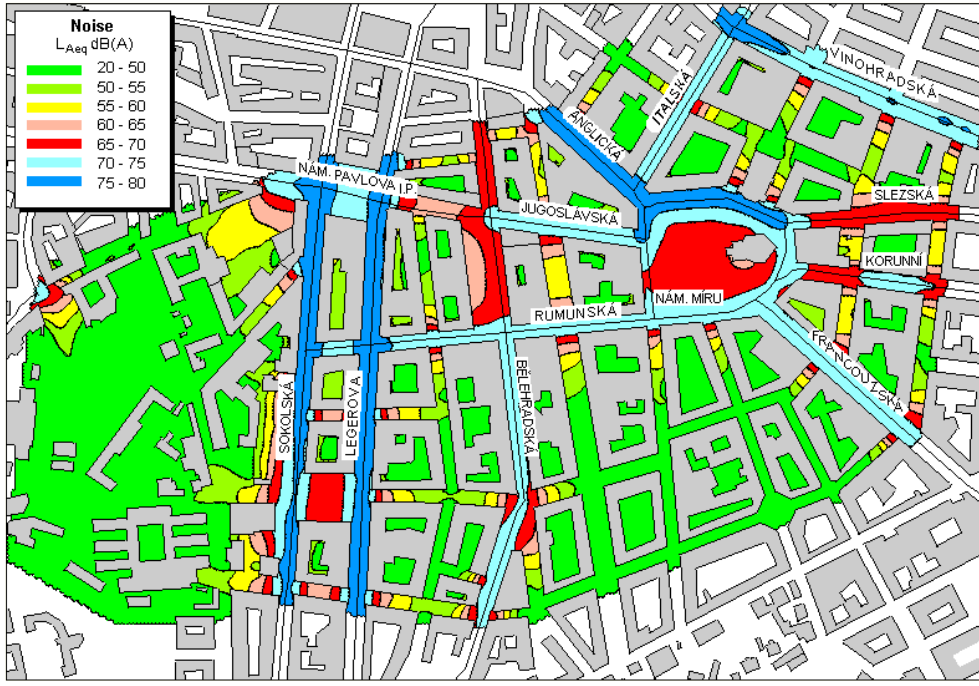
CBS kullanımı, gürültünün etkisi üzerine çalışmaların kalitesini en uygun şekilde getirmek üzere büyük bir potansiyele sahiptir. Böylelikle, planlamacılar çevreye en az etkisi olan kentsel imar tasarımlarını seçebilirler. İlâveten, gürültü verilerini mekânsal ve konumsal bilgilerle birleştirerek gürültünün etkilerini dijital harita sahasında ölçülendirebilirler.



Şekil 3.20 : CBS ile trafik kaynaklı gürültü yönetimi örnek gösterimi.

Biçim verileri ile kurulan üç boyutlu bir şehir modeli, binaların ve bölgede bulunan diğer objelerin yükseklik ve formları ile ilgili hassas bilgi sağlayabilir. Yükseklik bilgisi kullanılarak, yüksek gürültü seviyesinden etkilenen yerleşke sakinlerinin gerçek sayısı kolayca hesaplanabilir. Gürültü etkisini düşürmek için önlemlerin alınması, maliyet tahmini açısından da faydalı olabilir. Binaların kesin yükseklik ve biçim bilgileri, gürültünün binaların çehresindeki etkilerini haritalamak için de kullanılabilir (Huang ve diğ, 2011).

Bu haritalar, gürültü seviyeleri ve onun etkilerini; alan, nüfus yoğunluğu, bina ve bina tipolojilerine göre değerlendirebilir. Dahası, bir gürültü eşik seviyesi belirlenerek kentsel alanlar; konut yerleşkesi, endüstriyel ve ticari gibi farklı kullanımlara göre kabul edilebilir veya edilemez olarak sınıflandırabilir.



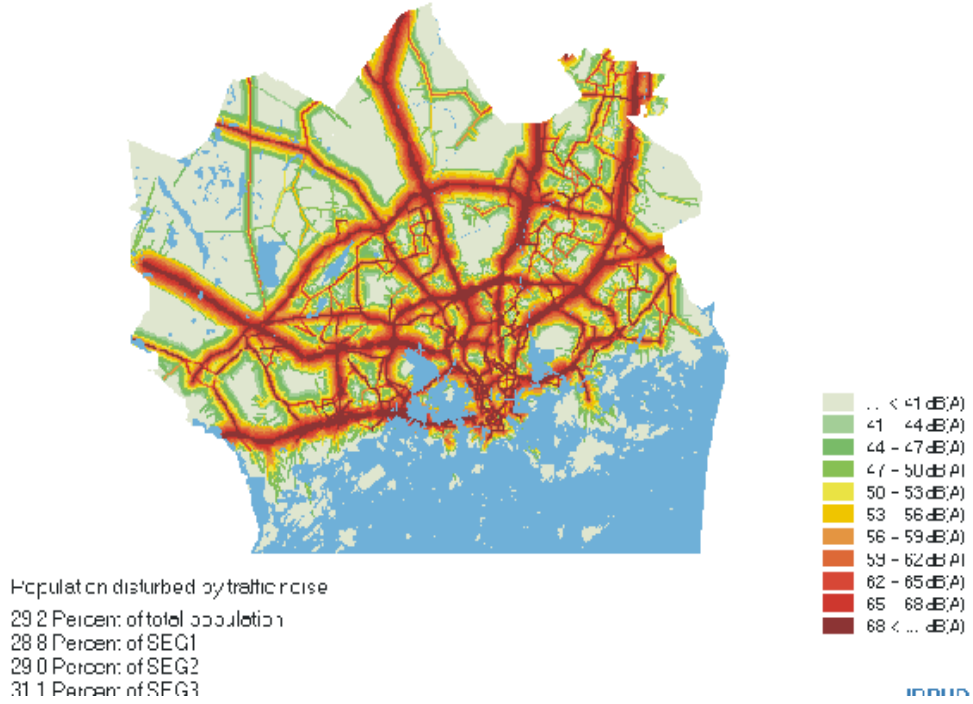
Şekil 3.21 : CBS trafik gürültüsünden etkilenen alan örneği.

Gürültünün etkileri CBS’ de gürültü düzeylerinin; insanların, hayvanların konumları ve/veya aktivitelerinin (çevre, ev ve başka binalarda), gürültüye karşı duyarlılıkları göz önünde bulundurularak, bir araya getirilmesi ile belirlenir. Gerekli olan veri girdileri ve yöntemler, ulaşılmak istenen doğruluğa bağlıdır.

CBS’ ye ait mekânsal veri tabanı ve analizleri gürültünün etkisi ve darbelerinin gözlenmesi için kullanışlıdır. Gürültü haritaları gürültüden etkilenen alanların hesaplamalarında kullanılabilir. Gürültü haritaları yüksek gürültü seviyelerinden etkilenen duyarlı binaların sayısını belirlemekte kullanılabilir. Gürültü haritalarının kullanımı yoluyla rahatsızlık duyan vatandaşların sayısı belirlenebilir. Gürültü haritaları, planlamada ve gürültü kirliliğini azaltmak için karar alma süreçlerinde faydalı olabilir.

CBS merkezi bir çevre yönetim veri tabanı sağlar ve gürültü verileri CBS’ne aktarılabilir. Gürültü fenomeni mekânsal bir yayılma ve CBS çevresine uyan bir dinamik süreci içerir. CBS tarafından desteklenen yeni haritalama yaklaşımları mekânsal veri analizleri ve gürültü haritalarının kalitesini ileri derecede artıran, matematiksel modelleme ile birleştirilebilir. Gürültü haritaları akustikle ilgili durumların mekânsal sunumlarını sağlar. CBS dahil edilen gürültü haritaları analiz ve yönetim süreçlerinde kullanılabilir. CBS gürültü azaltma araçlarının iyi görselleştirilmesini sağlar ve karar alma süreçlerinde kullanılabilecek mekânsal karar

destek sitemine yardımcı olur. Bölgede yaşayan insanların konumlarıyla birlikte gürültü seviyeleri ile CBS’de gürültü etkileri belirlenir.



Şekil 3.22 : CBS ile trafik kaynaklı gürültüden etkilenen insan sayısı.

Gürültünün CBS içinde haritalanması 90’ların ortalarında başlatılmıştır. Gürültü haritalarını oluşturmak için iki yaklaşım kullanılmıştır. Bunlardan biri, alanda alınan ölçümlerden elde edilen gürültü seviyelerini kullanır. İkincisi, gürültü tahmin modellerini kullanır. Gürültünün alanda ölçümü, trafik akışının çeşitliliği, hızı, tipi ve hava durumunun çeşitliliği gibi farklı faktörlerden dolayı zordur.

CBS ve ses veri modellerinin entegrasyonu, mekânsal verilerden elde edilen ses veri modellerinin otomatik olarak üretimini de potansiyel olarak artırabilir. Bu da karar veren şahıslara ve planlamacılara gürültünün, çevresi ve gelişmiş altyapı üzerindeki etkisini ölçmek üzerine de bir fikir verebilir. Dahası gürültü çalışmalarında CBS kullanımının aşağıdakiler gibi çok sayıda avantajları vardır (Obaidat, 2008):

- Gürültü kirliliği üzerine olan çalışmaların kalitesini arttırmak,
- Çevre yönetimini desteklemek,
- Gürültü üzerine çalışmaların masraflarını düşürmek,
- Çevre muhitin coğrafi ve geometrik bilgileri ile gürültü tahmin modeli arasında bağlantı kurmak,

- Gürültünün çevre üzerindeki etkisini hesaplamak,
- Gözlemsel ve ölçülmüş bir ses aracı sağlamak,
- Veri tabanının imkânlarını sunmak, depolamak, yönetmek, değiştirmek, analiz etmek ve görselleştirmek.

Gürültünün etkilerini ölçmek ve görselleştirmek için, geniş çaplı mekânsal bir veri tabanı, mekânsal araçlar ve hesaba dayalı bir güç gereklidir. Gürültü seviyeleri, özel olarak geliştirilmiş bilgisayar simülasyon modellerinde geliştirilir ve gürültünün etkilerini bu ses seviyelerine dayalı ölçüm ve görselleştirme yapmak için CBS kullanılır (Kluijver ve Stoter, 2003).

Gürültünün etkilerini elde etmek için evrensel bir yöntem yoktur. Bu da sonuçlarda olduğu kadar gürültü üzerine farklı çalışmaların kalite ve doğruluğunda da farklılıklara yol açar. Sonuç olarak, farklı çalışmalardan tartışmalı sonuçlara ulaşılabilir (Kluijver ve Stoter, 2003).

CBS kullanımı ile ilgili en kayda değer bulgular aşağıda belirtilen sonuçlardır (Obaidat, 2008):

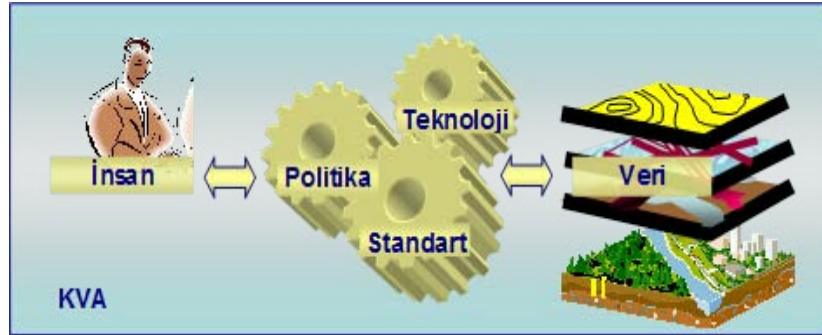
- Geçici haritalandırma, mekânsal haritalandırma ve konut olarak veya diğer şekillerde arazi kullanımına uygun alanların seçilmesi alanlarında trafik gürültüsü seviyelerinin haritalandırılması üzerine büyük potansiyel göstermiştir
- Trafik hareketlerinin gürültü seviyeleri üzerinden oluşturulan mekânsal eşyükselti haritaları arsa fiyatlarını, insanların konfor düzeylerini, ticari işlekliği ve çevresel veya iklimsel faktörleri (sıcaklık, yağış miktarı, bağıl nem ve hava şartlarına bağlı rahatsızlıklar) belirlemek üzere kaynak olarak kullanılabilirler.
- Mekânsal haritalar, gürültü seviyesinin trafik işaretlerinde veya işaret yakınlarında maksimum değerlere ulaştığını ve işaretlerden uzaklaştıkça giderek azaldığını net bir biçimde göstermiştir.

Her ne kadar mekânsal CBS kullanımının başarılı olabilirliği geçici ve mekânsal trafik gürültü seviyeleri üzerinde yapılan çalışmalarla ispatlanmış olsa da, aşağıda belirtilen konular üzerinde daha ileri bir çalışma gerçekleştirilmesi gereklidir (Obaidat, 2008):

- Mekânsal CBS kullanımını standart trafik gürültü kurallarının düzenlenmesi, trafik gürültü seviyelerine dayalı stratejik planlama yapılması ve trafik gürültüsünün yol idare sistemleri üzerindeki etkisinin değerlendirilmesine kadar genişletmek.
- İnternet üzerinden ve gerçek zamanlı olarak işleyen, trafik gürültüsü üzerine bir bilgi sisteminin geliştirilip geliştirilemeyeceğini sorgulamak.
- Trafiğin gelişimine göre tahmin belirtecek mekânsal gürültü modellerinin sağlanması.

4. KONUMSAL VERİ ALTYAPISI

CBS, belirli kullanıcı grupları ve projelerde yoğun olarak kullanılıyorken, çeşitli uygulamalarda üretilen coğrafi verinin kullanımında karar verme sürecine katkı sağlayarak zaman ve emek yönünden bilgi kaybını önleyecek bir yapının oluşturulması için bu sistemlerin bütünleştirilmesi yönünde eğilim ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşımla coğrafi verilerin birlikte çalışabilirliği olarak ifade edilen, farklı idari düzeylerde coğrafi verinin etkin kullanımı ve paylaşımını sağlayan, politikalar, standartlar ve teknolojilerin oluşturduğu çatı olarak kabul edilen Konumsal Veri Altyapısı (KVA) kavramı ortaya çıkmıştır (Mc Laughlin ve Nichols, 1992; Longley, et al, 2001; Georgiadau, 2003; Masser, 2005). Karayolu ulaşımı farklı kaynaklardan gelen coğrafi verinin elektronik iletişim ağları üzerinde birlikte çalışabilirliğine ihtiyaç duyulduğundan, KVA geliştirilmesi karar vericiler için kritik öneme sahiptir (Harrison ve diğ., 2006).



Şekil 4.1 : Konumsal veri altyapısı.

4.1 Uluslararası Standartlar

Standardizasyon kavramı, farklılıkların istenmediği konularda bütünlük ve açıklık sağlamak için kullanıcılar arasında geliştirilen sözleşmeler ve kuralları ifade etmektedir. Uluslararası standardizasyon yaklaşımı ile küresel düzeyde teknik engellerin ortadan kaldırılarak, malların ve hizmetlerin değişimi hedeflenmektedir. Böylelikle standardizasyonun genel amaçları; zaman ve bedel kaybını önlemek, bilginin etkin kullanımını sağlamak, bilgi kayıplarını önlemek, bilgi transferini

kolaylaştırmak ve kaliteyi artırmak olarak sıralanabilir. Dünyada ulusal veya uluslararası düzeyde birçok kuruluş tarafından standart geliştirme çalışmaları sürdürülmektedir.

4.1.1 ISO/TC

International Standardization Organization (ISO), ulusal standardizasyon kuruluşları, uluslararası endüstri ve mesleki kuruluşlarının oluşturduğu federasyondur. ISO/TC olarak isimlendirilen teknik komiteler, küresel düzeyde açıklık, saydamlık, ortak karar ve teknik tutarlılığı destekleyen çalışmalar yapmaktadır.

ISO/TC211 Teknik Komitesi, ulusal standart organizasyonlarının temsil ettiği, birçok ülkeden aktif üyeye ve gözlemci üyeye sahip bir kuruluştur. ISO/TC 211, dijital ortamda coğrafi veri yönetiminde yöntem ve araçları, farklı kullanıcılar arasında dijital ortamda verinin elde edilmesi, işlenmesi, analizi, erişimi ve sunumu için standartlar belirlemektedir. ISO Standartları, coğrafi bilgi ve ilgili sektörlerdeki hizmetlerin tanımlanması ve yönetiminde standart bir çatı önermektedir.

ISO/TC211 teknik komitesinin amaçları sıralanacak olursa;

- Coğrafi Bilgi'nin anlaşılabilirliğini ve kullanımını desteklemek,
- Coğrafi Bilgi'ye erişimi, bilgi bütünleştirme ve coğrafi bilgi kullanan bilgisayar sistemlerinin birlikte çalışabilirliğini olanaklı hale getirmek,
- Küresel, ekolojik ve insani problemlerin çözümünde bütünlük bir yaklaşım sağlamak,
- Yerel, bölgesel ve küresel düzeyde KVA'ların kurulumunu kolaylaştırmak,
- Sürdürülebilir gelişime katkı sağlamaktır.

ISO/TC211 Coğrafi Bilgi/Geomatik Komitesi 191XX isimlendirmesi ile dijital ortamda coğrafi veri yönetimi için 50'nin üzerinde standart geliştirmiştir. Çalışma Grupları ve üretilen standartlar özetlenecek olursa (ISO/TC211, 2005, URL-3, 2008);

- Çerçeve/Referans Modeli: Coğrafi bilgi bileşenlerinin nasıl uyumlu hale getirileceğini belirler, veri paylaşımı ve iletişimi için ortak bir temel sağlar.
- Coğrafi Bilgi Servisleri: Coğrafi Bilgi'nin kartografik sunumu için metodolojiyi ve veri transfer formatlarında kodlamayı belirler. Bu servisler ayrıca uydu konumlandırma ve navigasyon sistemlerini içerir.

- Veri Yönetimi: Coğrafi veri kalitesini değerlendirmede tanımlamaları içerir. Detay kataloglama ve metaveri tanımlamasını da kapsar.
- Veri Modelleri ve Operatörleri: Coğrafi nesnelerin geometrik olarak nasıl modelleneceği ile ilgilidir.
- Profiller ve Fonksiyonel Standartlar: Farklı uygulama alanlarındaki kullanıcıları uyumlu hale getirmek için standart gruplarını bir araya getirir. Böylelikle ülkeler kendi veri grupları için farklı profillere sahip olabilir.

Türk Standartları Enstitüsü (TSE), ISO/TC211 Coğrafi Bilgi Sistemleri isimli Ayna Komitesi kurarak Coğrafi Bilgi Standartlarını Türkiye'ye kazandırmaya çalışmaktadır.

ISO/TC211 standartları, coğrafi bilgi yönetiminde model bazlı yaklaşıma sahiptir. Bu yaklaşımla bütün standartlar bir üst modelin alt bölümleri olarak düşünülebilir, birbiriyle bağlantılı ve uyumludur. Örneğin, bir standart içerisinde nokta geometrili nesne olarak ifade edilen bileşenler GM-Point ile tanımlanır ve diğer standartlarda aynı sınıf ile temsil edilir. ISO standartlarında terminolojide belirtilen bir kavram bütün standartların terminolojilerinde de aynı şekilde ifade edilir. ISO/TC 211 standartları kavramsal düzeyde olmasına rağmen birlikte çalışabilirlik (interoperability), terminoloji ve jeodezik referans sistemine kadar birçok alanda etkin olmuştur. Açık sistem standartlarını savunan endüstri ile aynı çizgide yer almıştır ve CBS üreticileri de ISO çalışmalarında anahtar oyuncular olmuştur. Böylelikle KVA ve muhtemel ulaşım çalışmalarında veri paylaşımını olanaklı hale getirmek için ISO standartlarını temel standart olarak kabul etmek gerekir.

4.1.1.1 ISO 19108 (Zamansal şema)

Bu standart coğrafi verilerin zamansal analizlerinin yapılabilmesi için gerekli kavramları tanımlar. Çoğu CBS uygulaması, zamansal özellikleri olan veriye gereksinim duymaktadır. Bu kapsamda zamansal şema, coğrafi verinin zamansal değişimini göstermektedir. Zamansal veriler için standartlaştırılmış kavramsal bir şema sayesinde bir coğrafi verinin geçmişteki durumu hakkında bilgi edinilebilir, bir süreç içerisindeki değişimi gözlemlenebilir, gelecekteki durumu hakkında öngörü sağlanabilir ve modelleme yapılabilir. Böylelikle zaman boyutu mekânsal boyutlar ile birleştirilebilirse detayın zaman içerisindeki davranışı daha iyi analiz edilebilir. Sonuç olarak detay, zamansal (spatiotemporal) nesne olarak sunulabilir.

ISO 19108 Zamansal Şema standardının zamansal nesneler şemasında, detayların zamansal karakteristikleri geometrik ve topolojik nesnelerle tanımlanmıştır. Zaman, coğrafi boyutlardan herhangi birine eşit bir boyuttur, topoloji veya geometrisi ile tanımlanabilir. TM-Object soyut bir sınıftır ve iki alt sınıfa sahiptir. TM-Primitive, soyut bir sınıftır, topolojik ve geometrik özellikler içeren alt sınıflardan oluşur. TM-Geometric Primitive, belirli zamandaki konum hakkında bilgi verir. TM-Topological Primitive, belirli zamanda topolojik ilişkiler hakkında bilgi sağlar. Ancak 19108 Zamansal Şema standardında belirli zamandaki topolojik ve geometrik değişikliğin irdelenmesiyle kavramsal olarak tanımlanmakta olan bu yaklaşımın uygulanabilirliği zordur.

4.1.1.2 ISO 19109 (Uygulama şeması kuralları)

Günümüzde coğrafi veriler birçok farklı disiplin tarafından kullanılmakta ve paylaşılmaktadır. Bu verilerin tüm bu farklı disiplinler, bilgisayarlar ve kullanıcılar tarafından anlaşılmasını ve doğru yorumlanmasını sağlamak için veri sınıflandırılmasının ve veri yapılarına ait detayların belirli ilkeler doğrultusunda standartlaştırılması gerekir. Farklı sistemler arasındaki veri ve uygulamalara ait arayüzler bu standartlara göre düzenlenmelidir.

Bu standart, coğrafi verilerin sınıflandırılmasını ve veri yapılarına ait detayların standart bir uygulama şemasında ilişkilendirmesini amaçlar. Bu standardın kapsamı aşağıdakileri içermektedir;

- Detaylar ve bunların özniteliklerine ait kavramsal modelleme,
- Uygulama şemalarının tanımı,
- Uygulama şemaları için kavramsal şema dilinin kullanımı,
- Kavramsal modeldeki kavramlardan uygulama şemasındaki veri tiplerine geçiş,
- Diğer ISO coğrafi veri standartlarında ki standart şemaların uygulama şeması ile bütünleştirilmesi.

4.1.1.3 ISO 19110 (Detay kataloglama metodolojisi)

Coğrafi veri modelleri, 19109 standardında olduğu gibi uygulama şemaları ile ifade edilmesinin yanı sıra, detay tipleri, öznitelikleri, işlemleri ve coğrafi veride temsil

edilen bağlantılarıyla idealde detay katalogları ile tanımlanabilir. Detay katalogları, verinin kullanılabilir bilgiye dönüştürülmesi için vazgeçilmezdir. Bu tür detay katalogları, verinin içerik ve anlamının daha iyi kavranması, dağıtılması, paylaşılması ve kullanılmasını desteklemektedir.

Gerçek dünya olaylarına ait sınıflamanın düzenlenip raporlanması için standart bir çerçeve sağlar. Detay kataloğu, coğrafi veri setinin net ve veri kullanıcılarının kolaylıkla anlayabileceği şekilde sunulmasıdır.

4.1.2 OGC (Open Geospatial Consortium)

Günümüzde coğrafi verinin oluşturulması, paylaşımı, dağıtımı, kullanımı konusunda birçok kurum, ticari kuruluş çalışmalar yapmaktadır. Bu veriler farklı üretim ve dağıtım şekilleri ile paylaşılmaktadır. Bu kapsamda OGC (Open Geospatial Consortium), bütün bu kavramlarda bir standart belirlenmesi amacıyla 1994 yılında kurulmuştur. Günümüzde coğrafi verilerin paylaşımı sadece grafik veriler ve bilgisayar ortamında üretilen verilerle sınırlı kalmayıp, web servislerine de taşınmıştır. Konumsal veri paylaşımının önemi anlaşıldıkça, bu alandaki üretimler artmış, yaygınlaşmış, web servislerine taşınmış, çok çeşitli formatlarda ve farklı platformlarda bilgi üretimi yapılmaya başlanmıştır. Bu farklı formatlardaki bilgi üretiminin yol açtığı karışıklık ancak üretime belirli standartlar getirilerek önlenebilir ki; OGC, coğrafi veri konusunda standartlaşma sağlamak için belirli normlar oluşturmuştur. Bu normlar, ağırlıklı olarak web üzerinden bilgi paylaşan coğrafi web servislerinin belirli standartlarda bilgi üretmesine, bu servislerin kullanımının kolaylaştırılmasına ve yaygınlaştırılmasına yol açmakla birlikte CBS ile de veri paylaşımı sağlanmasına çalışmaktadır.

OGC, temel web teknolojilerine dair standartlar ve geometrilere stil tanımlama özelliklerine sahiptir. Bu çalışmada, özellikle ulaşım planlama standartlarının belirlenmesine temel teşkil edecek OGC standartlarının incelenmesi amaçlanmıştır.

Açık Coğrafi Bilgi Konsorsiyumu (OGC-Open Geospatial Consortium), farklı yazılım ve donanım platformlarında coğrafi verinin paylaşımı ve birlikte çalışabilirliğe yönelik doğrudan sektör odaklı standartlar üretmektedir. ISO/TC211 komitesi ile paralel çalışmalar yürütmekte ve hazırlanan standartlarla daha uygulanabilir çözümler sunmaktadır. OGC tarafından Coğrafi İşaretleme Dili olarak geliştirilen GML (Geography Markup Language) ; XML şema tanımına göre coğrafi

varlıkların geometri ve öznitelik bilgilerinin modellenmesi, depolanması ve iletilmesini sağlamaktadır (OGC, 2004). OGC, web servisleri oluşturulmasına yönelik çalışmalarını çok yönlü olarak sürdürmektedir. Bu kapsamda geliştirilen standartlar (OGC, 2003);

- Web Harita Servisi (WMS-Web Map Service)
- Web Vektör Harita Servisi (WFS-Web Feature Service)
- Web Raster Servisi (WCS-Web Coverage Service)
- Web İçin Katalog Servisi (CS/W-Catalogue for the Web)
- Koordinat Dönüşüm Servisi (CRS-Coordinate Transformation Service) olarak sıralanabilir.

4.1.2.1 Web harita servisi

WMS kullanıcıların sunucularda paylaşılan verilerden yararlanarak yaptığı sorgulara bir standart getirmiştir. Bu serviste web tarayıcıları aracılığıyla URL formatında yapılan talepler, üç değişik operasyonla gerçekleştirilebilir:

Get Capabilities: Servis metadatalarını ve sorgulanabilir istek parametrelerini elde etmek için kullanılır. Servis bu operasyonu zorunlu tutmuştur.

Bu operasyonda SLD (Style Layer Descriptor) tanımlarına uygun olarak sunucu veri tabanından ilgili veriler taranır. Sunucuya metin şeklinde gönderilen istekle birlikte veri talep edilen alanın koordinatlarını, çıktı türünü (PNG, JPEG,...) , bilgi formatını (8bit,...) ve kaynağın projeksiyon düzlemi (TM, UTM, ..) belirtilir, veriler ilgili veri tabanında aranır ve kullanıcıya basılmış fotoğraf formatında raster veri sunulur.

- Get Capabilities: Servis metadatalarını ve sorgulanabilir istek parametrelerini elde etmek için kullanılır.
- Get Map: Coğrafi ve konumsal olarak tanımlanmış, koordinat bilgileri, koordinat sistemi belirli raster şekilde harita elde etmek için kullanılır.
- Get Feature Info: Harita üzerinde belirli konumlar için tanımlanan öznitelik verilerini elde etmek için kullanılır.

4.1.2.2 Web vektör veri servisi

Web vektör veri servisi üretilen vektörel coğrafi bilgilerin web üzerinden değiştirilmesine ve düzeltilmesine olanak sağlayan bir servistir. WFS, coğrafi bilgiyi paylaşmaktan çok, veri havuzundaki coğrafi öznitelik verilerine ayrıntılı olarak erişim sağlar. WFS sunucularından elde edilebilecek vektörel öznitelik verileri sunucuya XML formatında istek gönderilerek sorgulanır ve WFS öznitelik verilerini GML ile kodlanmış şekilde cevaplar.

Sorgu operasyonları vektör verilerin öznitelik verilerini, sunucunun veri tabanından, kullanıcının isteği doğrultusunda çağırır. Get Feature operasyonu sorgu operasyonlarına bir örnektir. Bu operasyonda WFS sunucusunda tanımlanan vektör verilerin öznitelikleri elde edilir. Kullanıcı istediği kadar öznitelik verisi elde edebilir ve elde edilen bu verileri filtreleyerek de kullanılabilir.

4.1.2.3 Web raster veri servisi

WCS raster formatında digital coğrafi bilgi elde edilmesini sağlamaktadır. Bu servisin WMS ile aynı olan yanı, raster olarak coğrafi bilgi üretebilmesidir; farklı olan yanı ise WMS gibi sadece bir görüntü sunmaması ayrıca, üretilen coğrafi konumlara ait özniteliklere de ulaşımına olanak sağlamasıdır. WCS, bir bakıma WMS'nin öznitelik verilerini de içeren halidir. WCS, kullanıcılarının zengin ve ayrıntılı coğrafi veri setlerine ulaşmasına, çok bantlı raster veri sağlamasına, olanak sağlar. WMS'nin statik, fotoğraf formatlı haritalarının aksine WCS, sistemdeki tüm verileri ayrıntılı tanımlamalarıyla sunar. Bu yazılım, OGC kullanıcıları arasında WCS verilerinin daha kolay ve hızlı paylaşılması için geliştirmiştir. OGC'nin diğer servislerinde olduğu gibi bu serviste de belirli operasyon tipleri mevcuttur. Bunlar: Get Capabilities, Describe Coverage, Get Coverage operasyonlarıdır. Get Capabilities operasyonu, kullanıcı yaptığı isteğe göre sunucunun kendisine sunduğu veri tabanından coğrafi raster verilerin ayrıntılı tanımlamaları ile birlikte bulunduğu bir GML (text) dokümanı elde edilir. Bu operasyonla elde edilen dosya genellikle kullanıcılar tarafından oturum süresince saklanır.

4.1.3 OGC City GML (City Geography Markup Language)

Bilişim sektöründeki gelişme ve yenilikler ile birlikte birçok şehir ve şirket yönetim sistemlerini ve mevcut uygulamalarını üç boyutlu kent rehberi üzerinden

gerçekleştirmeye başlamıştır. Özellikle kentsel planlama, ulaşım yönetimi, mobil telekomünikasyon, afet yönetimi, 3B kadastro, turizm, navigasyon, tesis yönetimi ve çevre simülasyonları gibi uygulamaların çoğu kent dokusunun sayısal ortama aktarıldığı üç boyutlu kent rehberi ve benzeri uygulamalar ile gerçekleştirilmektedir. Birçok farklı kurum ve kuruluş tarafından farklı standartlarda hazırlanmış olan üç boyutlu kent rehberlerinin çoğunda semantik ve topolojik yönlerin ihmal edilerek, tamamen grafik veya geometrik model olarak hazırlandığı görülmüştür. City GML kavramı ile modellerin sadece görselleştirme amaçlar için değil, tematik, sorgular, analiz görevleri ya da mekansal veri toplama için kullanılabiliyor standartta olması amaçlanmıştır.

City GML çok sayıda verinin birlikte çalışılabilirliğini gerçekleştirebilir. 3B kent modelinin çok fonksiyonel kullanımına fırsat verir. Tematik modelde ulaşım objeleri (transportation objects), kent mobilyaları (city furniture), su yüzeyleri (water bodies), bitki örtüsü (vegetation) kent objesinin (City Object) alt katmanı olarak kent modelinin (City Model) parçasıdır.

City GML üç boyutlu coğrafi veri ağ servisleri ile, sözdizimsel ve semantik olarak başka programlarla çalışabilme problemini çözmek için gürültü ölçüm yazılımları arasında genel bir değişim formatı olarak kullanılır.

City GML özellikle çevre gürültü haritalanması için, farklı 2 boyutlu ve 3 boyutlu coğrafi verilerin entegrasyonu ve tedariki gerekli olduğundan bir değişim formatı olarak kullanılabılır: DTM ve farklı kesinlikte veri kaynakları olan, tarama bölge modelleri ve sınır çizgileri gibi üç boyutlu bina modelleri mevcuttur. Yol bölmeleri ve bina yüzeylerinin modellemesini tematik ses özelliklerine bağlamak mümkündür (örn: trafik akışı, ağır araç oranı, hız limiti, yol yüzeyinin türü, yol eğimi, yol genişliği, yansıma). Bina yüzeyleri ayrı modellenemediği gibi, gürültü salınımı da her bina yüzeyine göre hesaplanabilir. Semantik kullanımı ile City GML' nin birleştirilmesi, kadastral bilgiler (fonksiyon, adres) gibi özellikler, alt sınıf yollar, yol parçaları gibi üst City GML sınıfları/elemanlarından alınabilir. Dolayısıyla, coğrafi veri seçim ve devamlılığı geliştirilebilir. Dahası, gürültü perdeleri veya yol yüzeyleri gibi gürültüyle ilişkili objeler farklı aşamalardaki detaylarla modellenabilir.

4.1.4 INSPIRE

AB’de genişlemenin sonucu olarak çevresel, ekonomik, sosyal ve politik meselelerde ortak karar alma süreci zorlaşmaktadır. AB’nin ötesinde daha geniş bir perspektiften düşünmek gereksinimi ortaya çıkmıştır. Avrupa Komisyonu tarafından Avrupa’da coğrafi bilgi için bir altyapının teknik olarak koordinasyonunu sağlamak amacıyla Eylem 2142-ESDI (Avrupa KVA) başlatılmıştır. ESDI, yerelden küresel düzeye birçok kaynaktan gelen coğrafi veri setlerini koordine ederek kullanıcıya sunmayı hedefler. Bu eylem, küresel veri paylaşımı hedefiyle, bölgesel, ulusal ve yerel ölçekteki coğrafi bilginin etkin kullanımı ve paylaşımı için, kullanılacak teknoloji ve standartlarla ilgili politikaları belirlemeyi hedeflemektedir.

Avrupa Birliği KVA (INSPIRE-Infrastructure for Spatial Information in Europe) girişimi, Avrupa düzeyinde coğrafi veriye erişim ve kullanılması ile ilgili teknik standartlar ve politikalar belirleyerek, Avrupa KVA çalışmalarında yönlendirici bir rol almayı hedeflemektedir. INSPIRE Yönergesi’nde (INSPIRE, 2007a) coğrafi verinin tekrarlı üretimini önleyecek, veri kalitesini sağlayacak, veri ve bilginin etkin kullanımını artıracak standartların kabul edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. INSPIRE kapsamında İdari Birim, Topografya, Ulaşım, Arazi Örtüsü vb. tanımlanan 34 farklı coğrafi veri grubu (teması) için standartların tasarlanması hedeflenmekte, 27 Avrupa ülkesi için de bu modele göre coğrafi verilerin üretimi ve paylaşımı planlanmaktadır (INSPIRE, 2005). ABD’de Yaşam Alanı Güvenlik Bölümü Coğrafi Veri Modeli kapsamında coğrafi veri gruplarına ait üretilen şablon veri modelleri; kamu, özel sektöre yönelik ve vatandaşlara hizmette bilgi altyapıları için altlık sağlamaktadır (FGDC, 2006). Avrupa’da Ulusal düzeydeki KVA çalışmalarını göz önüne alarak gerçekleştirilmesi planlanan Avrupa KVA için INSPIRE’in belirlediği temel prensipler;

- Veri en etkin olarak toplandığı ve bakımının yapılabildiği düzeyde saklanmalıdır.
- Avrupa’da farklı kaynaklardan gelen coğrafi bilgiyi bütünleştirmek, birçok kullanıcı ve uygulama arasında paylaşımın mümkün olmasıdır.
- Bir düzeyde toplanan bilginin bütün farklı düzeyler arasında paylaşımı mümkün olmasıdır.

- Bütün düzeylerde etkin bilgi yönetimi için yeterli coğrafi bilgi olmalı ve kapsamlı kullanımını engellemeyecek koşullar sağlanmalıdır.
- Hangi coğrafi bilginin kullanılacağı, kullanım için ihtiyaçlar ve ne durumlarda elde edilip kullanılabileceğini belirlemek kolay olmalıdır.
- Coğrafi veri, anlaşılır ifadelerle tanımlandığından kullanılması kolay olmalıdır.

4.1.4.1 INSPIRE bileşenleri

Sistemin çatısı üye ülkeler tarafından kurulan ve uygulanan KVA'ları temel almaktadır. INSPIRE Yönergesi'nde belirlenen gereksinimlere göre INSPIRE Bileşenleri;

- Coğrafi veri temaları ve servisleri (Tablo 4.1),
- Metaveri,
- Elektronik ağ servisleri ve teknolojileri,
- Veri paylaşımı, erişim ve kullanımda anlaşmalar,
- Koordinasyon ve izleme mekanizması,
- Yöntem ve Prosedürlerden oluşur.

Çizelge 4.1 : INSPIRE Coğrafi Veri Temaları.

EK-1	EK-3
Referans Koordinat Sist. Coğrafi Grid Sistemleri Coğrafi İsimler İdari Birimler Adres Kadastro Ulaşım Ağları Hidroğrafi Koruma Alanları	1. İstatistik Veriler 2. Binalar 3. Toprak 4. Arazi Kullanım 5. İnsan Sağlığı ve Güvenliği 6. Kamusal Hizmeti Tesisleri 7. Çevresel İzleme Tesisleri 8. Üretim ve Endüstri Tesisleri 9. Zirai ve Su Ürünleri Tesisleri 10. Nüfus Dağılımı ve Demografi
EK-2	11. Alan Yönetimi 12. Doğal Afet Bölgeleri 13. Atmosferik Durumlar 14. Meteorolojik Detaylar 15. Oşinografik Detaylar 16. Deniz Bölgeleri 17. Biyocografik Bölgeler 18. Habitatlar ve Biyotoplar 19. Flora ve Fauna Dağılımı 20. Enerji Kaynakları 21. Mineral Kaynakları
Sayısal Yükseklik Verileri Arazi Örtüsü Ortogörüntü Jeoloji	

4.2 KVA Gürültü Yönetimi Avrupa örneği

Avrupa Birliği'ne ait Çevre Gürültü Yönergesi 2002/49/EG (END), AB üyelerinden üst düzey taleplerde bulunur. Bu talepler özellikle, Almanya'nın END tarafından yüksek oranda etkilenmiş eyaletlerinden biri olan, Kuzey Rhine-Westphalia'da (NRW) (Czerwinski ve ortakları 2006a, 2006b), farkındalık ve tatbikat üzerine büyük problemler olduğunu hatırlatıp, pilot bölge olarak belirlenmiştir. AB gürültü haritalanması için CBS KVA'nın kullanılması ve geliştirilmesinin sürdürülebilirliği önem kazanmıştır.

OGC tarafından standartlaştırılan internet hizmetleri, bütün eyaleti kapsayan geniş bir çevresel coğrafi veri için, tek bir standartlaştırılmış değişim formatı olan CityGML kullanılarak sağlanmıştır. Mimari, internetten ulaşılabilir veri ulaşımı için oldukça otomatikleşmiş bir prosedür ve gürültü salınım hesabı sağlaması ile sonuç birikimine giriş sağlar. Bu amaçlar da Avrupa Birliği'nin odakları arasında olduğundan, NRW hali hazırda, INSPIRE üzerine yeni bir AB yönergesi olarak uygulanabilir bir örnek sunar. (Avrupa Birliği 2002, 2007)



Şekil 4.2 : CityGML örneği.

AB, gürültü haritalarının geliştirilmesi için kullanılabilecek uyumlandırma yöntemleri önerir. Bu yöntemler; kara ve demiryolu trafiği tarafından kaynaklanan çevre gürültüsü seviyelerinin tahmini için kullanılır. Bu yöntemde gürültü seviyeleri,

Lgündüz ve Lgece olarak tahmin edilir ki, bunlar gündüz ve gece vakti gürültü seviyeleri için uyumlandırılmış gürültü göstergeleridir. Uyumlandırma yöntemi Avrupa’ daki bölgesel hava durumu için geçerlidir. Bu yöntem, bir yanda kaynağın tanımlanması ile sesin yayılması arasındaki ayrımı netleştirir.

Bu yöntemle, kara ve demiryolundan kaynaklanan gürültüler, her biri kendi konumunda olan nokta kaynak kümesi olarak tanımlanır. Üçüncü oktav bandı ses güç seviyesi ve yönlendirilmesi göz önünde bulundurulur ki bu, kaynağın çalışma şartlarına bağlıdır. Bu yöntemle alınan gürültü kontrol önlemleri; gürültü seviyeleri ve nokta kaynaklarının hesaplamasına dâhil edilebilir. Bu, gürültü hafifletme yöntemlerinin yeterliliğinin geliştirilmesi için kullanılır.

AB’ye üye devletlerden her 5 yılda, binalara gürültü salınımını belirlemelerini ve sonuçları gürültü haritalarıyla belgelemelerini talep edilir. Çevresel gürültü kaynakları; belli başlı kara ve demiryolları, havayolları, endüstriyel faaliyet alanları ve rekreasyon alanlarıdır. Gürültü haritaları, Avrupa Birliği ve gürültüden etkilenen vatandaşlar için bilgi kaynaklarıdır. Bu gürültü haritaları, ölçümlere dayalı olarak değil, akustik modeller ve ses yayılma hesaplarına dayanarak hesaplanır (Czerwinski ve ortakları, 2007).

Gürültü salınımı, binalar üzerinde 4m yükseklikten hesaplandığı ve dikey yansıtıcı yüzeyleri ilgilendirdiği için, her AB üyesi eyalet için yüksek miktarda coğrafi veri ve üçüncü boyutta tematik veri gereklidir. Gürültü hesabının mekânsal yayılımından dolayı, binalar, yollar, demiryolları ve kalabalık bir kullanıcı kitlesinin bulunduğu bölgeler üzerine, çözünürlük üzerine çok büyük taleplerin bir parçası olarak, eyalet boyunca ve sık rastlanır olan üç boyutlu coğrafi veri birikimi gereklidir.

Bu talepler, özellikle üç boyutlu coğrafi verinin veri akışı zaman ve maliyet tüketici olması ve belediyelerde kişisel talebin aşırı olmasından dolayı, konudan sorumlu taraflar için bir zorluk ortaya çıkarır. Nüfusu 100 000 den az olan yerleşik halkın yanında homojen temel verinin eksik kullanılması gözlenebilir.

Kuzey Rhine-Westphalia’ da, özel şartlar göz önünde bulundurulmalıdır: Almaya’ da bulunan, yüksek nüfus ve ulaşım yolu yoğunluğunu nedeniyle gürültü hesabının en yüksek olduğu alan ve objeler bulunur. NRW, en yüksek miktarda yığılmanın, (12>250.000 yerleşik halk, ~60>100.000 yerleşik halk), sorumlu belediyeler (396 üzerinden 350si) ve maruz kalan insanların sayısı (Czerwinski ve ortakları 2006b,

Stöcker-Meier ve ortakları, 2007), olmasından dolayı, çoğunlukla END tarafından etkilenir. Daha küçük kasabaları desteklemek amacıyla, NRW Doğa, Çevre ve Tüketici Hakları Eyalet Koruma Birimi bu yığılmaların dışında gürültü haritaları hazırlamaktadır.

Amaç, talep edilen üç boyutlu coğrafi veri için 5 yıllık yinelemelerle uzun dönemli, verimli ve çeşitli erişim ve farklı gürültü hesaplama seviyeleri sağlamaktır. Dağıtılan veriye internet servis ulaşımı, ses yazılım araçlarında çoğul veri birikiminden kaçınır ve daha ileri uygulamalar için kullanım sağlar. Dahası, talep edilen farklı üç boyutlu coğrafi veriler arasında söz dizimsel ve anlamsal işlerlik sağlanmalıdır.

KVA temelli AB çevresel gürültü haritalamasının kabulü, iki yolla sürdürülebilir. Biryanda, kişisel mimarilerle karşılaştırılınca üç boyutlu coğrafi veri üretimi ve birikimi üzerine %77 gibi bir oranda finansal kazanç ve %15 oranla üç boyutlu coğrafi veri entegrasyonu ve tasfiyesi sağlar. %77' lik oran, merkezileştirilmiş üç boyutlu coğrafi veri (örn: Eyalet Harita Birimi'nden, City GML' de 3 boyutlu blok modeller), elle üretilmiş kopyalardan ziyade internet üzerinden veri ulaşımı kullanarak, farklı formatlardan verilerin çevrilmesi yerine City GML yoluyla sözdizimsel ortak işlerlik ve her tür yinelemede sürdürülebilir mimari kullanımı tarafından sağlanır. %15'lik kısım, internet servisine ulaşım dayalı üç boyutlu coğrafi veri arıtımına, işlevsel Ağ Özellikli Servis' ine dayalı üç boyutlu coğrafi veri entegrasyonuna ve sadece az miktarda bir lisans ücretine bağlıdır. Diğer bir taraftan, ilerideki güncel taleplere göre esnek olarak genişletilebilir veya değiştirilebilir.

Aşağıdaki ağ servisleri bahsi geçen üç boyutlu coğrafi verileri sağlamak için oluşturulmuştur:

- Temel coğrafi veri servisleri
 - o Üç boyutlu blok modeller için Ağ Özellikli Servis, 3 boyutlu blok modeller için City GML veri tabanına başka programlarla birlikte işleyebilen ve standartlaşmış bir erişim sağlar.
 - o Ağ Kurtarma Servisi, bir dosya sisteminde depolanan DTM 10m'lik karelaja başka programlarla birlikte işleyebilen ve standartlaşmış erişim sağlar. GeoTiff formatında 2,5mb' lik bir alan sağlar (tarama veri).

- o ATKIS kara ve demiryolu verisi için Ağ Özellikli Servis, yeni AAA-Model (AFIS-ALKIS-ATKIS), uygun ATKIS veri tabanına başka programlarla birlikte işleyebilen ve standartlaşmış erişim sağlar. City GML 3 boyutlu kara ve demiryolu özellikleri sağlar.
 - o Yol verileri için Ağ Özellikli Servis, yol veri tabanına uygun başka programlarla birlikte işleyebilen ve standartlaşmış erişim sağlar.
- Gürültü coğrafi veri hizmeti
 - o City GML denilen “gürültü veri tabanı” na işlenmiş ve talep edilmiş bütün üç boyutlu gürültü coğrafi veri erişimi için işlemsel Ağ Özellikli Servis WFS-T.
- Ağ Harita Hizmeti, gürültü haritalarını ve halk için yayılım bilgilerinin esnek bir sunumunu hizmete sunar. İlgilenilen nokta neresi ise gürültü yayılımını sorgulamak için GetFeature işlevi ile gürültü haritalarını tarama biçiminde sağlar.
- Dört temel coğrafi veri, coğrafi veri entegrasyon ve arıtımı için girdi bilgisi olarak coğrafi kökenli ağ hizmeti sağlar.
- 3 boyutlu coğrafi veri entegrasyon ve arıtımı, dört temel coğrafi veriye ağ servisine erişir ve talep edilen coğrafi veriyi indirir. Bunun avantajı, bir bölge için veri bütünü indirilmek zorunda değildir her belediyeye ait bilgi ile artarda ilgilenilebilir. Coğrafi veri arıtımı dağıtılan veri depolanması ve ağ servis birikimine dayalı olduğu için, çok büyük bir veri aktarımı için el yordamı ile veri transferinden kaçınılmış olur.
- “Gürültü veri tabanı”na WFS-T yoluyla üç boyutlu arıtılmış coğrafi veri yerleştirilir. Çifte veri depolanmasından kaçınmak için, DTM ve üç boyutlu blok modellemesine göre, sadece ilave iyileştirilmiş bilgi yerleştirilir (örn: üç boyutlu blok modeli için özelliklerin etkisi, satır sonu özellikleri gibi iyileştirilmiş DTM). İyileştirilmiş yol verisi tamamen yeniden bölümlenmiş olarak tamamıyla yerleştirilir ve talep üzerine seçilmiş bölümler uygulanmış olur.
- Gürültü hesabına dâhil olan etkenler “gürültü veri tabanından” WFS-T yoluyla İyileştirilmiş ve ihtiyaç duyulan gürültü coğrafi verilerini yeniden

indirebilirler. Ek olarak da, orijinal DTM ve üç boyutlu blok model coğrafi verileri de temel coğrafi veri servislerinden erişilebilir.

- Gürültü salınım hesaplamalarının sonuçları ağ servislerine yeniden yerleştirilir: Binaların gürültü seviyeleri, “gürültü veri tabanı”na WFS-T yoluyla yerleştirilir ve 3 boyutlu blok modellemesine eklenir. Ağ Haritası Servisi yoluyla, ses haritalarındaki gürültü salınımı belgelenir (pikseller veya eş çizgilerdeki (izofonlardaki) ses seviyesi).
- Temel coğrafi veri hizmetleri ek olarak, bütün etkilenen belediyelerce örneğin daha ileri gürültü salınımı işletimi için orijinal ATKIS verilerinden yoğun bir demiryolu ağına erişmek için kullanılabilir. Gürültü haritalama amacıyla oluşturulan bu ağ servis mimarisi aşağıdaki zorlukları ortaya çıkarabilir:
 - o Ağ servislerinin yazılması ve okunması (işlemsel) gereklidir.
 - o Üç boyutlu coğrafi veri entegrasyonu ve iyileştirmesi, yukarıda da belirtildiği gibi dağıtılan verinin depolanmasına ve ağ servis birikimine bağlıdır. Dolayısıyla, kişisel ses yazılımlarındaki veri mezarlıkları göz ardı edilir ve yerine iyileştirilmiş coğrafi verilere bütün etkilenen belediyeler erişebilir.
 - o Gürültü hesabı da aynı zamanda gerekli coğrafi verileri ağ servisleri yoluyla alınabilir.
 - o Merkezileşmiş ve dağıtılmış gürültü hesap işletimi karma olarak aynı anda sürdürülebilir: NRW’de kentsel yığılmalar yerleşik halkın 250 000’ den fazla olması, gürültü hesaplarının kendi başlarına merkezden dağılmasına ve ağ servislerinden bütün coğrafi verilere ulaşmasına yol açabilir. Bölgedeki ana yollar, endüstriyel aktivite alanları ve ana havaalanlarının gürültü salınım hesapları merkezi olarak bütün iyileştirilmiş coğrafi veriyi gerektirir.
 - o Ağ servisinin mimarisi, bütün coğrafya kökenli verilerin ve her 5 yılda bir tekrarla gürültü ölçüm sonuçlarının devamlılığı için genişletilebilir olmalıdır (örn: aynı 3 boyutlu blok modellemesinin geometrisi için birkaç tekrardan alınan ses özelliklerinin depolanması veya eşdeğer ses özellikleriyle ilişkilendirmede kayıp olmadan 3

boyutlu blok model geometrisinin güncellenmesi). Böylelikle mimari sürdürülebilir bir kavram olarak hizmet etmelidir.

Gürültü haritalanması ışığında üç boyutlu coğrafi veri iyileştirme prensipleri şunlardır:

- DTM 10m’lik karelağın WCS’ den ses haritalanması ile WFS’ den temin edilen yol verisinin gerekli parçalarının yol verilerinin kesişimi. Amaç; bölgesel yarıklar, halen DTM karelağında yüksek çözünürlükte yer almayan köprü ve tüneller yaratmaktır. DTM, City GML formatı altında devamlı çizgi özelliği ile modellenmiş, tepe ve vadi çizgileri ile iyileştirilmiştir. Bu görevi devam ettirmek için, DTM gürültü haritalama yazılımında eşyükselti eğrilerine dönüştürülebilir. Daha sonra, iyileştirilmiş satır sonu çizgileri WFS-T yoluyla “gürültü veri tabanı” içine yerleştirilir.
- Seçilen üç boyutlu ATKIS yolu veri bölümlerinin gerekli olanları ile birleşmiş eyalet yol veri bölümlerinin entegrasyonu ve iki boyutlu bakış açılarının bitişik bölmelerin yüksekliklerinin tamamlanma ve hizalanmaları.
- Yol verilerinin birbirlerine göre ve WFS’den bina/üç boyutlu model taslaklarıyla ilişkili olarak, geometrik doğruluğundaki eksikliklerin kontrol edilmesi (örn: bir binadan geçen yol).
- Seçilmiş yol bölümleri, gerekli olan bütün ses bilgi/özelliklerine sahip değildir ve bu nedenle ilgili özelliklerle güçlendirilmeleri gerekir (örn: trafik akışı, ağır taşıt oranı, hız limiti). Bu bütünleşmiş ve güçlendirilmiş yol bölmeleri yeniden gürültü hesaplama gereklerine göre bölümlendirilmelidir. Aynı görevler yol boyunca bulunan gürültü perdeleri üzerinde de gerçekleştirilir.
- Üç boyutlu blok modelleri, yansıma özellikleri üzerine niteliklerle güçlendirilir. Dahası, üç boyutlu blok modelleri, gürültü salınımı ve etkilenen yerleşke sahipleri dolayısıyla ikinci bir adımda güçlendirilir. Ses simülasyonu, hesap ve haritalamanın zorlukları, ilerlemenin NRW’deki neredeyse her belediye için otomatik olarak devam ettirilmesi ve orijinal 3 boyutlu coğrafi verilerin gerekli olan kısmının da gürültü etkileri gibi indirilmesi ile WFS-T aracılığıyla “gürültü veri tabanı” na yerleştirilmesidir.

- Otomatik gürültü hesaplaması işlemi, WFS-T üzerinden “gürültü veri tabanı” içerisinde, WFS-T’den ses yazılımına, iyileştirilmiş üç boyutlu coğrafi verinin, yazılım içerisinde bulunan alana ve bina yüzeylerine yayılımı olduğu kadar hesaptan elde edilen sonuçların geri dönüşünü de ilgilendiren gürültü simülasyon/ hesaplamalarının aktarılması anlamına gelmektedir.
- Ses salınımı üzerine istatistiksel bilginin hesabı ayrıca yapılır. (örn: etki altında kalan insanlar ve alanlar)

Aşağıda belirtilen özellikler Avrupa KVA tarafından fark edilmiştir:

- Sadece bir adet, orijinal üç boyutlu blok modellerin yanında, ek olarak iyileştirilmiş gürültü obje ve bilgilerini (gürültü coğrafi veri tabanı olarak adlandırılmış) sağlayan CityGML veri tabanı kabul görmüştür.
- Veri tabanına erişim için bir tane Ağ Özellik Servisi kabul görmüştür, iki örnek dışında: bir tane orijinal üç boyutlu blok modellerine sadece okunur erişim ve bir tane de “gürültü coğrafi veri tabanına” işlemsel erişim (okuma, yerleştirme ve güncelleme) için.
- Bütün ağ servislerinde, veri tabanları ve işlemlerde dışarıdan referanslı bilgi sisteminden orijinal gml:ids özelliği korunmuştur.
- İşlemsel Ağ Özellik Servisi senkronize olmayan bir arayüze erişim imkânı sağlar. Bu ara yüz; çok büyük bir veri hacmi bekleyen bir talep karşısında veya işlem sırasında büyük miktarda obje ele alınacağı takdirde kullanılır. Bu senkronize olmayan ara yüz, gzip aracılığı ile sıkıştırılmış verileri sağlar ve kabul eder.
- WCS yoluyla sağlanan DTM, bir dosya sistemi içerisinde, koordinat referanslı Gauß-Krüger 2. Meridian koordinat sisteminde kenar sınırı olmayan sistem içerisinde depolanır. Çıkış formatı, xyz içerisinde GeoTiff ve ascii verileridir. GeoTiff verileri, üst bilgisinde konum ve ölçekle ilgili bilgi içerir. İşaretsiz tamsayı veri tipi olarak kodlanırlar. Böylelikle, yükseklikleri desimetre olarak verilir ve negatif değerlerden kaçınmak için 1.000m ile toplanır. Dahası, sıkıştırılmış bir veri çıktısı ile birlikte WCS’ nin DTM’yi güncellemesi için erişimi yazmasını da sağlayan bir güncelleme aracı da kabul görür.

5. GÜRÜLTÜ ANALİZİ

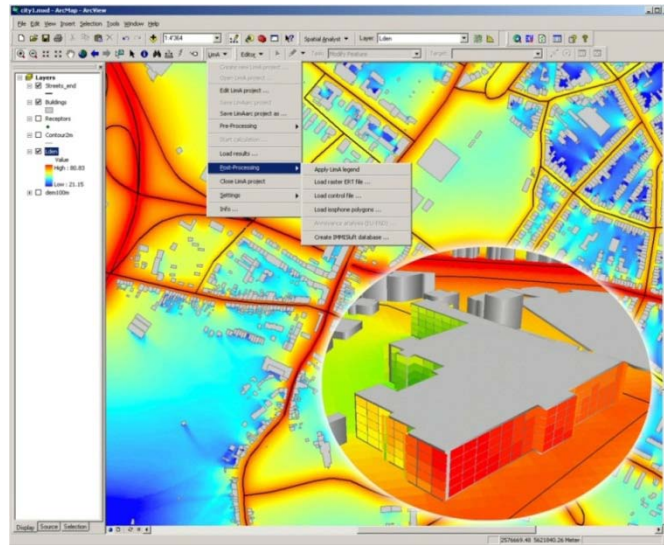
5.1 Gürültü Etkisi Analizi

Gürültü etkisi üzerine çalışmalar iki aşamadan oluşur (Stoter ve diğ., 2008):

- 1) Ses seviyelerinin hesabı,
- 2) Gürültünün etkisine dair bir anlayış sağlamak için diğer mekânsal olan ve olmayan bilgilerin kombinasyonu ile hesaplanan ses seviyesi.

5.1.1 Gürültünün hesaplanması

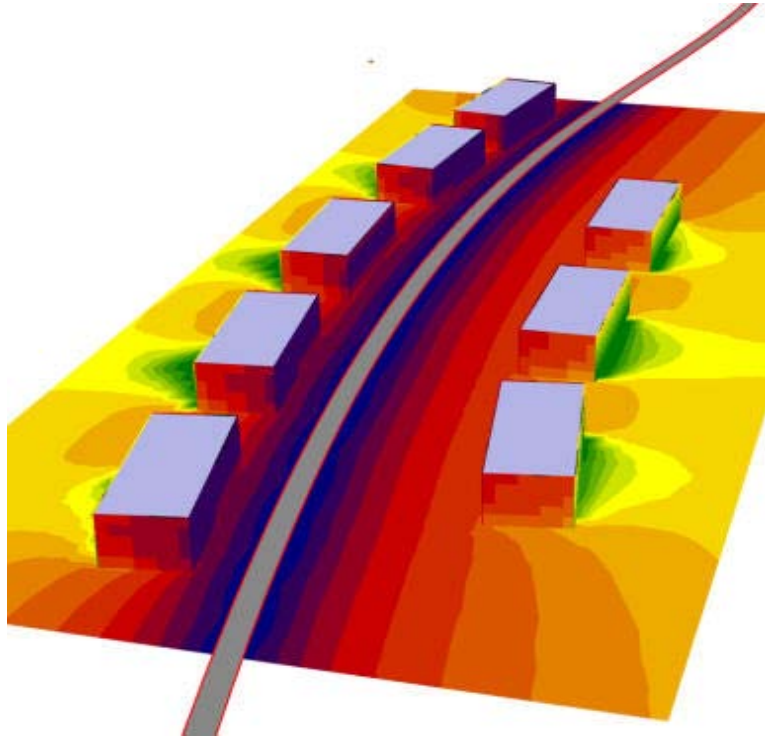
Gürültü etkisi çalışmalarında, ses ölçümleri yerine ses seviyesi bilgisayar simülasyon modelleri ile saptanır. Bunun birkaç farklı nedeni vardır. Öncelikle alan ölçümleri, ses seviyeleri için yıllık ortalama değerler önemli olduğu ve sadece belli uygun hava koşulları altında belirlenebildiği için, çok zaman alıcıdır. Uygulamada, makul ses haritaları çıkarmak için uygun sayıda ölçümleri almak güçtür. Dahası, ses simülasyon modelleri ileride karşılaşılabilecek durumlara değinebilecekken, ölçümler yoluyla gelecekteki ses seviyelerini belirlemek imkansızdır. Buna ek olarak da modellerin birçok koşulda, ses seviyelerini kabul edilebilir bir düzeyde öngörebildiği de belgelenmiştir.



Şekil 5.1 : CBS ile gürültü hesaplama.

Bundan dolayı, alan ölçümleri vasıtasıyla kapsamlı olarak onaylanmış ve ayarlanmış ses hesaplama yöntemlerinin, ses seviyeleri hakkında güvenilir bilgi sağladığı büyük ölçüde kabul görmüştür. Hesaplama yöntemleriyle donanımlı bilgisayar modellerinde, ses seviyeleri, “sanal mikrofonlar” (gözlem noktaları) üzerinden hesap edilir. x, y, z koordinatları ile belirlenmiş bir sanal mikrofon; belirli şartlarda, belli konumlar üzerindeki ses seviyelerini bildiren bir noktadır. Bilgisayar modellerinde ses seviyeleri, üç boyutlu veri noktaları üzerinden, bunları esas alarak hesaplanır (Stoter ve diğ., 2008):

- Ses kaynağı (bu durumda yollar) üzerindeki bilgi: trafik yoğunluğu, maksimum hız, yol yüzeyinin cinsi, farklı araç çeşitlerinden ortaya çıkan ortalama emisyon.
- Objeler yoluyla gürültü engellemesi (binalar, ses, gürültü perdeleri gibi) ve sesin emilimi (çimlik veya çıplak toprak gibi açık alanlar) gibi sesin yayılmasına dair tesiri olan durumlar üzerine bilgi. Bu bilgi ayrıca binaların yüksekliklerini ve diğer topografya özelliklerini de kapsar.
- Ses kaynağının konumuna göre üç boyutlu mesafe ve yöne dair veri noktaları.



Şekil 5.2 : CBS gürültü simülasyonu

5.1.2 Gürültünün etkisini saptamak

CBS'nin işlevleri genellikle stratejik ses haritaları üretilerek gürültünün etkisini değerlendirmek üzere kullanılır. Ses haritaları, gürültü seviyelerinin ara değerleri belirlenmiş yüzeylerinin ve çalışma alanını kapsayan mekânsal verilerin birleşimi ile yapılabilir. Ses haritaları, gürültünün çevre üzerindeki etkisini değerlendirmek üzere, mesela, şiddetli bir gürültüden etkilenecek alanı, gürültüye duyarlı binaların sayısını veya gürültü seviyesinin belli bir düzeyi aştığı doğal park alanlarını, gürültüden dolayı huzursuz olan vatandaşların sayısı vb. belirlemek için girdi olarak kullanılabilir. Gürültünün etkilerini hesaplamak, sesin çevre üzerindeki etkisinin en düşük olduğu tasarımı seçmek amacıyla çeşitli tasarımların karşılaştırılmasına olanak tanır (Stoter ve diğ., 2008).



Şekil 5.3 : Trafik gürültü haritası.

5.2 Gürültü Hesaplama Modeli

Mekânsal modelleme teknikleri, trafik hareketine bağlı gürültü seviyesi verilerinin yayılımını simüle etmek amacıyla da kullanılabilir. Örneğin kent merkezindeki konut bölgelerinde gündüz ve gece vakti için 65 dB(A) ve 55 dB(A) gibi. Şehir plancılar, gürültü seviyesi verilerinden kabul edilebilir bir eşik kullanarak, konut, ticari veya endüstriyel arazi kullanımı için uygun bölgeler belirleyerek sınıflandırma yapabilirler.

İlaveten gürültü seviyesinin herhangi bir zaman aralığı için mekânsal modellemesi ile trafik hareketine bağlı gürültü seviyelerinin gerçek süreçlerini simüle etmek amacıyla; yüzey haritaları, karmaşık modeller, mesafeler, eğimler, bakış açıları, istatistiksel tablolar, karelaj sistemleri, çizelgeler ve karar almada destek araçları yapılandırılabilir (Obaidat, 2008).

Trafik gürültüsü üretiminde katkısı bulunan değişkenler; yol geometrisi, trafiğin hızı, ağır araç trafiği, yol yüzeyinin cinsi ve trafik lambalarına olan mesafedir. Ancak, buna denk gürültü seviyelerini etkileyen ana etken trafiğin ses kuvvetidir. Dahası, trafik ışıklarıyla mesafe arttıkça artan trafik ses kuvvetinin gürültü üzerindeki etkisinin önemi azalır. Bu, dur işareti olan mesafe arttıkça eşdeğer gürültü seviyeleri üzerinde, trafiğin hızı gibi, diğer değişkenlerin etkisinin artmasından dolayıdır.

Gürültü analizi süreci, çeşitli temsili konumlardaki ses seviyelerini tahmin etme esasına dayalıdır. Model için veri olacak gerekli trafik parametreleri; gürültü seviyesinin tavan yaptığı saat, araba, orta düzey kamyon, ağır kamyon ve motosikletlerin hızıdır. Orta düzeydeki kamyonlar; genellikle brüt ağırlığı 3,5 ve 12 ton arasında olan, iki dingilli ve altı lastikli bütün yük araçlarını içerir. Ağır kamyonlar; genellikle brüt ağırlığı 12 ton üzeri, üç veya daha fazla dingilli yük araçlarını içerir (Wilbur Smith & Associates, 2008).

Yol şeridi modelleri için girdiler; yatay koordinatları ve şerit hizası boyunca bulunan noktaların yüksekliklerini içeren, böylelikle yol şeridini devamlı bir dilim olarak oluşturan, geometrik verilerdir. Akış yönünü göz önünde bulundurarak, artan kamyon gürültüsünün hesaplanmasına dair ilave bir faktör sağlamak üzere pozitif kademeler belirlenir (Wilbur Smith & Associates, 2008).

Var olan gürültü perdeleri, binalar ve ağaç hatları da ayrıca koordinat sistemi kullanılarak, üç boyutlu veri olabilirler. Gürültü perdeleri, var olan binaları, çit, tepe ve şevleri temsil eden bir girdi olabilir. Gürültü perdelerinin etrafındaki ses sahası, geleneksel olarak sınırsız bir yarı düzlem olarak modellenabilir ve ses genellikle, gürültü perdesinin üstünden kırılarak veya gürültü perdesinden direkt geçerek, alıcı noktaya ulaşacaktır (Obaidat, 2008). Gürültü Perdesi üzerinden kırılmaya bağlı zayıflamayı hesaplarken, öncelikle gürültünün yayılmasını engellemek için yeterli kırılma olup olmadığını araştırmak uygundur. Bu, ses yolu uzunluğu δ , başka bir

deyişle sesin, gürültü perdesinin bulunduğı ve bulunmadığı durumlarda kaynaktan alıcıya alacağı yol uzunluğunun farkı hesaplanarak elde edilir (Wilbur Smith & Associates, 2008).

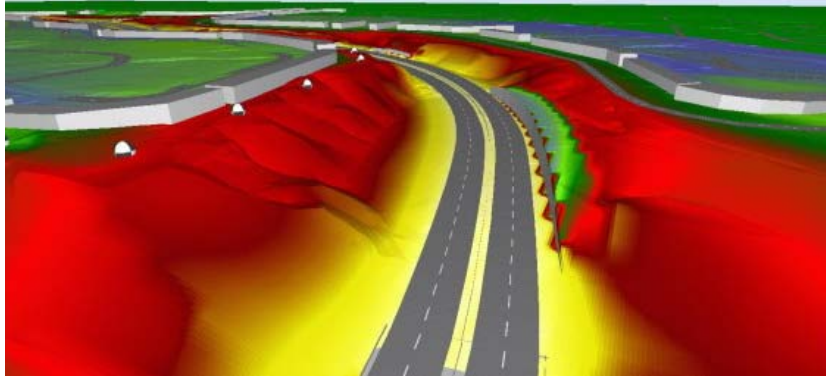
Karayolları çevresindeki ses düzeylerini öngören Trafik Gürültüsü Modeli; yol geometrisini, trafik örgüsü ve araçların verdiği rahatsızlığı, gürültü perdelerini, binaları, sesin üstünden takip etmesi gereken yüzeyleri, alıcıların cephelerini, asfaltın tipi ve birçok sayısız değişkeni göz önünde bulundurarak, CBS tipi bilgi ve trafik verilerinden, kentsel gürültüyü yüksek doğruluklu bir biçimde tahmin etmek üzere kullanılabilir (Hankard et al. 2006; Colorado Department of Transportation 2006; Obaidat, 2008).

Gürültüye maruz kalmanın sonuçları haritalanarak hesaplanmış gürültü seviyeleri (üretilen eşikler) ile alıcıların konumlarındaki farklı gürültü seviyelerinin karşılaştırılmasından türetilir. Hesaplanan gürültü seviyelerinin kendileri de belirli bir hesap yöntemiyle hesaplama yazılımı kullanılarak ortaya çıkarılır ki karşılığında gürültü kaynaklarının konum ve karakterleri hakkında detay ve yayılmayı etkileyen fiziksel çevrenin karakteristik özelliklerini sağlayan girdi verilerine dayanırlar.

Bir hareket şemasına dahil edilecek uygun bir gürültü düşürme şeması oluşturmak için, her potansiyel önlemin değerlendirilmesi gerekebilir. Her öneri için tipik bir bilimsel yaklaşım bir veya daha fazla orijinal parametrenin değiştirilmesi ve sonuçtaki potansiyel değişikliklerin değerlendirmesinin tekrar yapılması, olabilir. Bu süreç daha sonra, bir önlem anlayışıyla onun tahmini faydaları arasındaki denge anlaşılana kadar tekrarlanır. Uygulamada bu, gürültü haritaları kullanarak ve potansiyel bir gürültü düşürme serisi senaryosu yürütülerek, yüksek olasılıkla devam ettirilebilir. Buradan da anlaşılacağı üzere, gürültüye maruz kalma değerlendirmesinin kalitesi ve gürültüye karşı alınan önlemlerin ne derece etkili olduğu eninde sonunda, girdi verilerinin kalitesi ve hesaplama yönteminin geçerliliğine bağlıdır. İkisi de kendi hakları dahilinde ve mevcut verilere göre, ideal olarak uygun standartlara sahip olmalıdırlar. Harmonoise yönteminin gelişmesi ikinci nokta için ortadan dönemden uzun döneme kadar bir sonuç sağlayabilirken; büyük ölçekli haritaların geliştirilmesi için gerekecek verilerin güncel olarak mevcudiyeti ve kalitesi idealden çok uzaktır.

Gürültü değerlendirme verilerinin nitelikleri genellikle kategorize edilebilir. Nitelik; özel olarak akustik değerlendirmeye ilgili olur (örn: gürültü kaynağı hakkında değerlendirmeler) ya da belirli bir özelliğin başka özelliklere göre konumuyla ilgili olur (örn: gürültü perdeinin yola göre konumu). Ayrıca genel olarak veri setiyle ilgisi olan değer ve mülkiyet gibi bağlamsal bilgileri tarifleyen nitelikler vardır.

Gürültü uzmanları için (diğer disiplinlerde olduğu gibi) verilerin akustik niteliklerine; büyük ihtimalle verilerin, aynı değerlendirmeye entegre edilmiş diğer veri setleriyle ilişkili olarak, coğrafi ve bağlamsal nitelikleri değerine odaklanmak doğal bir yatkınlıktır. Ancak bu coğrafi ve fiziki niteliklerin; gürültü değerlendirmelerinin hassasiyeti ve geçerliliği ile birlikte gürültü kontrol politikalarının geliştirilmesi üzerinde önemli etkileri olabilir.



Şekil 5.4 : Trafik gürültü modeli.

Gürültü hesaplaması modeli için veriler:

- Yol trafiği; hafif araçlar, ağır araçlar ve hafif kamyonlar dahil her tür aracı kapsar,
- Gürültü yolların merkez doğrultusundan yayılır,
- Yol yüzey tipi, tüm çalışma alanında aynıdır ve asfalt olarak ele alınır,
- Çalışma alanındaki yol yüzeyi, zemin yüzeyinde dalgalanma olmaksızın düzlüktür.

Bina verisi üzerine kabuller:

- Bütün binalar aynı tip inşaat malzemelerinden oluşmaktadır,
- İnşa edilen alanın tahmini akustik olarak zordur çünkü alanda kontrol edilmesi kolaydır,

- Binanın duvarından gelen cephe etkisine bağılı gürültü oluşmaz,
- Açık zemin gibi gürültü soğuran alanlarda ki kabuller,
- Yol malzemeleri, ağaclar ve su gibi gürültüyü soğuran alanlar, gürültü hesaplama modellerinde göz önünde bulundurulmaz,
- Gürültü hesaplamalarında; arka plan gürültüleri değıl, yol trafiğınden gelen gürültü göz önünde bulundurulur,
- Gürültü hesaplamaları sırasında, çalışmada hiçbir gürültü perdelerinin konumlandırılmadığı farz edilir (Kurakula, 2007),
- Yollardaki gürültü seviyesi hakkında bilgi, çözüme yönelik hareketleri geliştirmek ve planlamak adına gereklidir. Trafik gürültü seviyeleri için hesaplamalar vardır fakat bunlar ya ticaridir (maliyet odaklı) ya da geniş bölgeler için hesaplanamazlar.

Karar alma destek sistemi, kullanıcılara en etkili gürültü kaynağının konumlandırılmasında yardımcı olur ve gürültü azaltılması için alınan önlemlerin etkilerini tahmin etmeye yarar. Şimdiye kadar, karar alma destek sisteminin kavramının ispatında, sadece yol trafiğine dayalı gürültü göz önünde bulundurulmuştur. Dahası, sistem tam otomatik değıldir; onun yerine kullanıcının bazı girdileri döngünün bir parçası olarak kalmıştır.

Karar destek sisteminin işleyişi temelde aşağıdaki beş adımdan oluşur:

- Her bir gürültü kaynağının etkisi ölçülür,
- Kullanıcı, düşüş önlemlerinin üzerinde kullanılacağı gürültü kaynağını belirler,
- Karar destek sistemi, gürültüyü düşürmek için alınan muhtelmelen etkili önlemlerin kısa bir listesini önerir,
- Kullanıcı bir gürültü düşürme önlemi seçer,
- İkinci önlemin etkileri değıerlendirilir.

Halen karar destek sisteminin tam otomatikleştirilmediğinin yeniden altı çizilmektedir. Bunun yerine içinde kullanıcının, hangi gürültü kaynağını düşürme önlemini alacağına kendi karar vereceğı interaktif bir sistem haline gelmiştir. Etkili

olacağı muhtemel gürültü düşürme önlemleri olan final liste ile desteklenmiş, karar destek sistemi tarafından da önerildiği gibi, kullanıcı, aynı zamanda seçilen gürültü kaynağına karşı hangi önlemlerin alınacağına karar verir.

5.3 Gürültü Haritası

Gürültü haritalama, çevreyle ilgili ilkeleri desteklemek amacıyla, sesin çevre üzerindeki etkisini belirleme ve görselleştirme sürecidir (Stoter ve diğ., 2008). Gürültü yönetimi için gürültü haritalama yaklaşımı, gürültü haritalarında daha güvenilir, anlamlı, saydam ve anlaşılır bilgi mevcut olduğunda etkili olur. Hassas gürültü haritalarına ulaşmak için, gürültü haritalama süreci net ve uygun sıralamada olmalıdır.

Geleneksel olarak, yol trafik gürültüsü üzerine yapılan değerlendirmeler basit sayısal ifadelerle bağlıdır. Böylece, ölçü alınan mekânların dışındaki alanlardaki gürültünün etkisi belirlenemeyebilir ve birçok insan bu sayısal ifadeleri anlayamayabilir. Ancak bir gürültü haritası, daha sezgisel olabilecek bir yöntem olan sayılar yerine resimler kullanarak sonuçları sunabilir.

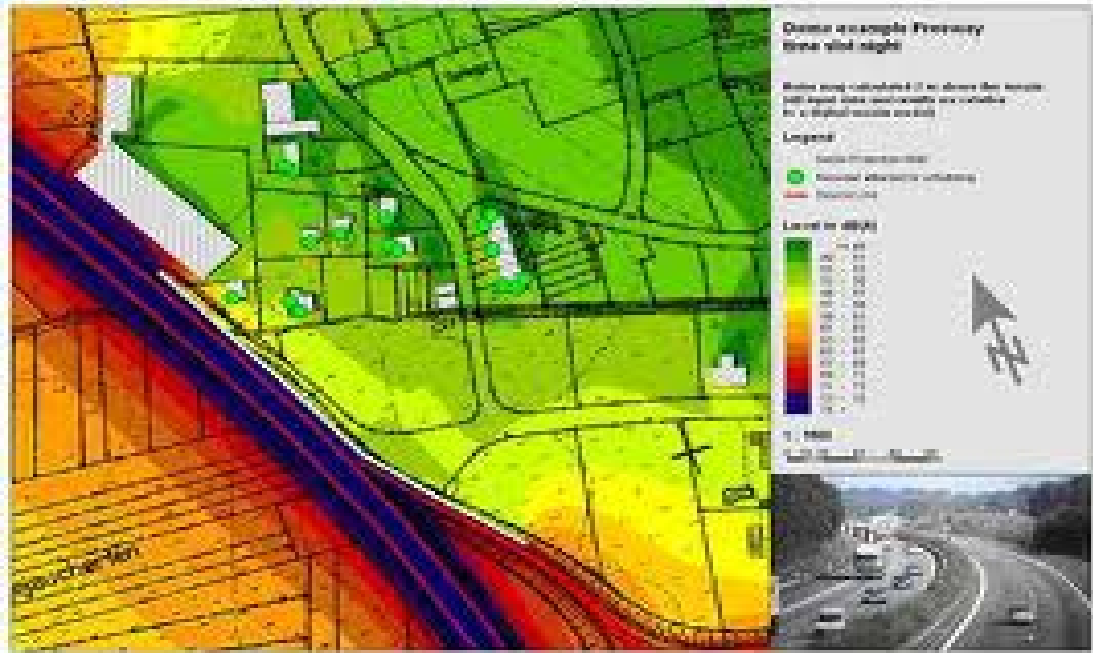
Mekânsal ses eşyükselti haritaları, kentsel planlama büroları, trafik mühendisleri, şehirler ve idari birimler için olduğu kadar; genel halk için de araç yoluna olan uzaklığından, gürültü seviyesini belirlenmiş kıstaslardan daha düşük düzeyde tutabilmek üzere diğer arazi kullanımlarına kadar göstermek üzere kullanışlıdır. Dahası, araç yolları yakınlarındaki trafik gürültüsü seviyelerini etkileyen faktörleri bir çok alanda kullanılabilir;

- Arazi kullanımını planlama sürecini yönetmek,
- Gürültünün çevrelediği semtin ve geliştirilmiş altyapının üzerindeki etkisini ölçülendirmek,
- İnternet ortamında trafik gürültü bilgi sistemi geliştirmek,
- Günün her saatinde gürültünün verdiği rahatsızlığın en yüksek olduğu konumu bulmak için mekânsal sorgulamalar yapmak,
- Arsa fiyatlarındaki çeşitliliği kontrol etmek üzere de kullanılabilir (Obaidat, 2008).

Gürültü haritalaması için birçok yöntem ve yazılım araçları bulunmaktadır ve çeşitli şehirlerde gürültü haritalaması gerçekleştirmek için kullanılmıştır. Bunlar, dijital yol haritaları üzerinden trafik, ses, hız ve yol yüzeyinin, yol bölümlerine ait nitelikler olduğu yerlerde gürültü salınımlarını hesaplar.

Gürültü yayılım hesapları için daha ileri bir girdi de arazi kullanımından belirlenebilecek; yüzeyin cinsi, yerleşim haritaları ve diğer objelerin (gürültü setleri gibi) çıkarılabileceği dijital haritalarıdır. Meteorolojik, zemin, obje ve set etkisinin azalması ve gürültü kaynaklarına yakın olan ilk sıra yansımalar gürültü yayılımı modellerine dâhil edilir. Çeşitli gürültü önlemlerinin etkileri arasında (hız limitinin düşürülmesi, sessiz yol yüzey cinsi gibi) sistemle interaktif olarak keşfedilebilir. Yazılım, modüler olarak inşa edilmiştir, öyle ki trafik modeline bağlantı kurulabilsin ve böylece trafik önlemlerinin etkileri değerlendirilebilsin. Ayrıca, kullanılan gürültü modeli, başka daha detaylı bir gürültü modeliyle değiştirilebilir.

Gürültü seviyeleri, trafiğin ses kuvveti, araç hızı, kavşağa olan mesafe, yol geometrisi parametreleri, ağır araç oranı ve asfalt yüzey dokusunun fonksiyonu olarak tahmin edilirdi.



Şekil 5.5 : Gürültü seviyeleri.

CBS' nin ses seviyesi verisi ile entegrasyonu potansiyel olarak gürültü salınım eğrilerini uzamsal olarak geometrik referanslı bilgiler üzerine çakıştırabilir. Ancak, şu eylemleri gerçekleştirebilecek gürültü haritalarına ihtiyaç vardır:

- Çevreleyen binaları veya seçilmiş yolları kapsamak,
- Farklı trafik gürültü değerlerine maruz kalan insan sayısını belirlemek,
- İçerideki gürültü seviyelerini tahmin etmek,
- Önceden tahmin edilmiş ses seviyesini ölçümler üzerinden teyit etmek,
- İlerideki soruları cevaplamak,
- Trafik işletme önlemlerinin etkisini tespit etmek,
- Yeni bir bina veya gürültü perdesinin inşaatının çevre üzerindeki etkilerini belirlemek,
- Gürültü idaresinin yöntemleri üzerine önerilerde bulunmak.

Bölgedeki gürültüye, gürültü yayılımına maruz kalan konutların sayısını hesaplamada ve belirli konumlardaki ses seviyelerini ölçmede bir gürültü haritalama yöntemi kullanılabilir (Obaidat, 2008).

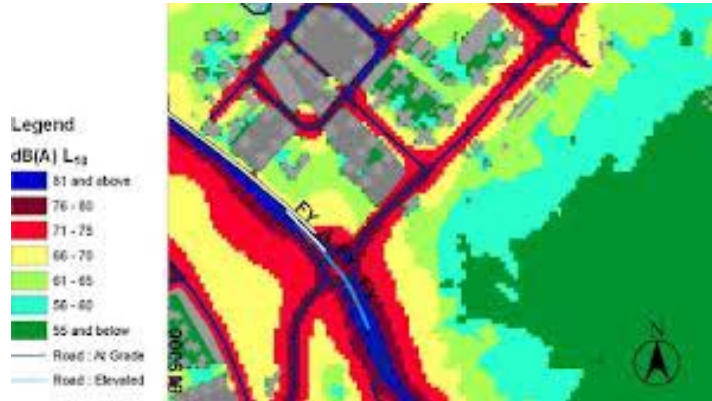
Eşyükselti (vektörel) ve mekânsal CBS haritaları ses seviyelerini araç yolu trafiğine ait ses seviyesi ölçümlerinden oluşturulan değerlerden belirlerler. Her piksel veya konum için trafiğe bağlı olarak çeşitlenen geçici ve mekânsal ses seviyelerini gösterirler. Trafik lambaları ve araç yolları yakınlarında gürültü seviyesinin arttığı, haritalardan açıkça anlaşılabılır. Bu haritalar, trafik gürültüsünü her tür konum için günün her anında değerlendirmek için kullanışlıdır. Böylelikle, vatandaş ve şehir plancılar tarafından, konut bölgelerinde veya daha başka arazi kullanımlarında gürültü seviyesinin rahatsız edici olduğu sınırları bilmeleri adına, bir kılavuz olarak kullanılabilirler. Böylelikle şehir plancılar; konut alanları, endüstriye alanlar, okullar ve hastaneler gibi her türlü arazi kullanım alanlarına dair kabul edilebilir veya edilemez ses seviyelerini gösteren, sınıflandırılmış ses seviyesi haritaları oluşturabilirler. Bu ses seviyesi haritaları arsa fiyatlarındaki çeşitliliği gösteren kılavuzlar olarak, günün her saatinde gürültünün verdiği rahatsızlığın en yüksek olduğu konumu bulmak için mekânsal sorgulama araçları olarak ve internet üzerinden bir ses seviyesi bilgi sisteminin geliştirilmesi amacıyla da kullanılabilirler.

Gürültü Perdesi Analizleri kabul edilebilir trafik gürültü analizleri ve gürültü raporu tasarımı için gürültü perdelerinin uygunluklarının değerlendirilmesi gerekir. Bu yazı veya tablo formatında sağlanabilir. Ancak gürültüye karşı hassas alanların ve perde

konumunun (konumlarının) haritalanmasını, mantıklı bir konumlandırmayı (örn: semt ve/veya yerel sokak adı(adları)), gürültü perde uzunluklarını, darbelerin sayısı, elde edilen kazancın sayısı, her kazanç için izin verilebilir maksimum taban değer ve düşürme önlemlerinden edinilen her kazanç için taban bir değeri kapsamalıdır. Gürültü perde analizleri, uygulanabilirlik ve mantık kriterlerine uymayanlar da dâhil, her uygunlaştırılmış perde için sağlanmalıdır (NCDOT, 2011).

5.3.1 Gürültü haritası çeşitleri

Gürültü haritalama günümüzde 2B ve 3B olarak gerçekleştirilmektedir. Gürültünün etkisini ölçmek için, gürültü seviyelerinin bilgisayar gürültü modelleri ile belirlenmesi ve gürültü haritalarında gösterilmesi gereklidir. CBS' nin özellikleri genellikle gürültünün etkisini haritalamak ve incelemek için kullanılır. Güncel gürültü haritaları, 2 boyutlu temsili gürültü seviyeleri içinde, yüzeye göre seçilen bir yükseklik (örneğin dört metrelik bir yükseklikte) üzerinde çoğunlukla gürültü eşyükseltileri olarak mevcuttur.



Şekil 5.6 : 2B trafik gürültü haritası.



Şekil 5.7 : 3B trafik gürültü haritası.

Bu yöntemin bir dezavantajı, gürültünün üç boyutlu karakteri hakkında bilgi eksikliğidir. Birçok koşulda dört metredeki gürültü seviyeleri bir binanın yüksek katlarındaki seviyeleri doğru temsil etmemektedir.

Bu durumda aradaki fark, bina kaynağa yakın konumdaysa veya bir gürültü perdesi mevcutsa, özellikle yüksek olur. Bir binanın alt katlarında yaşayanlar, üst katlardakilerle karşılaştırılınca, gürültü perdelerinden daha çok faydalanırlar. İki boyutlu gürültü haritaları bu tür durumları göstermek açısından yetersiz kalırlar.

2B görüntü haritalamada gözlenen eksiklikler:

- Belirli bir yükseklikteki gürültü üzerine bilgi iki boyutlu gürültü haritaları tarafından temin edilir. Belirli bir yüksekliğe ait gürültü, gürültü kirliliğine tam bir çözüm sağlamaz. Gürültü, her yönde iletilir ve gürültünün etkisi her yönde olur. Bu nedenle, gürültünün farklı yüksekliklerdeki etkilerini bilmek önemlidir.
- Gürültü nedeniyle rahatsızlık duyan insanların gerçek sayısını iki boyutlu gürültü haritaları kullanılarak belirlemek zordur çünkü bu belli bir yükseklikteki gürültü bilgisini verir.
- İki boyutlu gürültü haritaları karar alma süreci ve gürültüyü azaltma önlemlerin uygulanması için yeterli bilgi sağlayamaz çünkü gürültü her yönde yayılır ve etkileri de her yönde eşit yönde olur.
- Eğim etkisi iki boyutlu haritalarda canlandırılmaz.

5.3.2 Gürültü haritasının doğruluğu

Elde edilen sonuçların kalitesinin, verilerin ve gürültü haritalama sürecindeki her aşamada kullanılan yöntemlerin kalitesine dayalı olduğu aşikârdır. Verimi arttırmak için, bütün gürültü haritalama sürecinin detay düzeyi; amaç ve gürültü etkisinin üzerine yapılan çalışmanın bütününde hedeflenen detay seviyesine uyumlu olmalıdır. Bu ayrıca, detay düzeyi ile gürültü haritalama sürecindeki farklı aşamaların kesinliği arasındaki dengeyi bulmak anlamına gelmektedir. Süreçteki başka bir aşama ise başta elde edilen detayları kaybederek, daha düşük detaylandırma ile çalışılırken, doğruluk üzerinde aşırı çaba sarf etmenin bir anlamı yoktur. Sonuç olarak, yöntemlerin doğruluğu ile girdi olarak kullanılan verilerin dengesi, elde edilen

sonuçlarda istenilen detay düzeyine indirgenmiş olmaları gerekmektedir (Kluijver ve Stoter, 2003).

Belirsizliklerin değerlendirilmesi de standartlaştırılmada önemli rol almalıdır. Alınan çoğu karar gürültünün etkisi üzerine yapılan çalışmalara dayalı olduğuna göre, önemli noktalardan biri şudur: Sonuçların anlamı nedir? Gürültünün etkileri üzerine yapılan çalışmalarda kullanılan şekil ve görselleştirmeler, karar veren kişilere, gürültünün etkilerini, çalışmanın doğruluğu veya hatalarını ölçmek için kullanılan yöntemler üzerine hiçbir fikir vermeyen “kara kutu” lardır. Bir yanda, bahsi geçtiği üzere konu üzerine eksik fikir sahip olunmasına rağmen sonuçlar çoğunlukla, kesin ve doğru olarak kabul görür (Kluijver ve Stoter, 2003).

5.4 Gürültü Önlemleri

Gürültüye karşı alınacak önlemlerin çalışmanın sonuçlarını etkileyeceği bellidir. Ancak, gürültüye karşı alınan önlemlerin (verilen rahatsızlığın düşürülmesi) faydalarının maliyeti (ve diğer negatif etkileri) telafi etmek için yeterli olsa da olmasa da, standartlaştırılmış objektif karar ölçütleri yoktur.

Çoğunlukla gürültüye karşı alınan önlemlerin kanunlar yoluyla belirlendiği düşünülür. Bu kısmen doğrudur; çoğu Avrupa ülkelerindeki kanunlar, (konutların dışarısında) aşılmaması tercih edilen gürültü seviyelerini belirler (Kluijver ve Stoter, 2003).

Gürültü önlemleri, gürültü bariyerleri, “sessiz” betondan yol yüzeyleri, “sessiz” demiryolları vb. olabilir. Ancak, gürültüye karşı alınan önlemlerin maliyetleri çok yüksekse veya görselliğin ciddi derecede etkilenmesi gibi başka olumsuz etkileri varsa daha yüksek gürültü seviyelerine izin verilecek ve bu tür önlemler alınmayacaktır. Bu durumlarda, dışarıdaki gürültü seviyesi yüksek kalırken konutlarda izolasyon yapılacaktır (Kluijver ve Stoter, 2003).

Standartlaşmış bir maliyet/kar kriterlerinin eksikliği, kriterlerde çeşitliliğin gelişmesine yol açmıştır. Neredeyse çalışmaların sayısı kadar kriter bulunmaktadır. Çoğu kriterler, gürültüye karşı alınan önlemler (örn:gürültü seviyesinin düşürülmesinden faydalananak konut sayısı) ile önlemlerin maliyeti (nakit olarak değeri) üzerinde yoğunlaşır. Şimdiye dek başka olumsuz etkileri de göz önünde bulunduran kriterler, boş görüş alanı ve manzara, güvenlik hissiyatı (örneğin,

bariyerlerle kapanmış bir tren platformu) ve iki komşu semtin arasında gürültü bariyerleri aracılığıyla bir sosyal bariyer oluşturmak gibi seyrek olarak kullanılmazlar (Kluijver ve Stoter, 2003).

Şimdiye kadar kullanılan akustik maliyet/ kar kriterleri üç grupta toplanabilir:

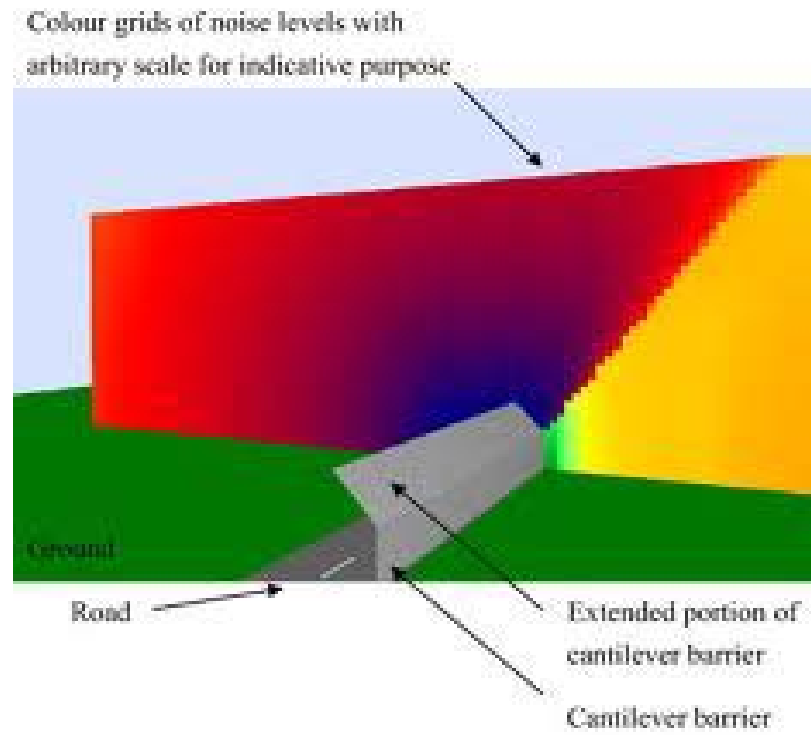
- En iyi tahmin yöntemi,
- Küme tanımı,
- Yinelemeli kriterler.

En İyi Tahmin Yöntemi: İlk çözüm en kolaydır. Bir maliyet/kar kriter listesi belirlenir. Akustik konusundaki danışman bir gürültü önlemi önerir ve karar alan kişi bu önlemin kriterleri karşılayıp karşılamadığını kontrol eder. Bu çözümün eksikliği, maliyet/ kar kriterlerinin aralığında olan en uygun önlemin alındığı konusunda emin olunamaz. Başka bir deyişle, başka bir muhtemel çözümün rahatsızlığı daha yüksek ölçüde giderip gideremeyeceğini tespit etmek zordur.

Küme Tanımı: İkinci çözüm yönteminin de anlaşılması kolaydır. Gürültü perdelerinin bir şehirde, aynı perdenin açıklık bir taşrada, aynı anda iki veya üç çiftlikteki gürültü seviyesinde düşüş sağlayarak kullanılmasına nispeten, verilen rahatsızlığı daha iyi azaltacağı aşıkardır. Konut kümeleri, konutların yoğunluklarına göre tanımlanır. Kümenin dışında kalan konutlar için hiçbir önlem alınmaz. Bu yöntemin eksikliği, bir kümenin hemen dışarısında olan konutlar için gürültüye karşı hiçbir önlem alınmayacak olmasıdır. Bunun için, geniş çaplı bir gelişimlerde gürültü önlemlerine (ve maliyetine) küçük bir ilaveye gerek duyulur.

Yinelemeli Kriterler: Küme tanımında karşılaşılan problemler sadece gürültü önlemlerini tekrarlı olarak genişleten ve her aşama için kar ve maliyeti karşılaştıran bir kriter yoluyla çözümlenebilir. Gürültüye karşı alınan önlemler aşama aşama büyür ve her aşamanın etkileri maliyetle karşılaştırılır.

Yinelemeli yaklaşım, kriterler arasında en uygun sonuca ulaşılmasını garantiler. Bu, gürültü perdelerinin nerede ve ne yükseklikte olacağı üzerine, birinin veya diğerinin daha iyi olduğu iddia edilen, bitmeyen tartışmaların olmasını engelleyecektir (Kluijver ve Stoter, 2003).



Şekil 5.8 : Gürültü perdesi.

6. UYGULAMA

6.1 Trafik Gürültüsü Yönetimi

Ses ölçümü dB (desibel) olarak ifade edilir. Farklı ses ölçüm değerlerinin hangi durumlarda elde edildiği aşağıda belirtilmiştir:

- 30dB Sessiz ortam
- 40-50dB Oda ortamı, hafif yağmur gürültüsü
- 60-80dB Yoğun trafik
- 90-110dB Metro, yüksek seviyede müzik,motosiklet gürültüsü
- 120-140dB Uçak motoru ,ambulans sireni, yangın alarmı

80dBde uzun süreli gürültü veya, 100dB üstü 15dk. üzeri gürültü, 110dB’de 1 dakika bile gürültü belli frekanslarda kalıcı işitme azlığına yol açar. Bu veriler dikkate alındığında yoğun trafik gürültüsünün yol açtığı tehlike boyutları açıkça gözükmektedir.

Uzun yıllar, gürültünün yalnızca işitme sistemine ilişkin sorunlar oluşturduğu düşünülmüştür. Ancak yapılan bilimsel çalışmalardan, gürültünün, Çizelge 6.1’den de görüldüğü gibi insan sağlığı üzerinde hem fiziksel hem de psikolojik etkileri olduğu kanıtlanmıştır. Bu nedenle Dünya Sağlık Örgütü tarafından “insanın fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik durumu” olarak tanımlanan insan sağlığı için büyük tehlikelerden birisi de gürültü kirliliğidir.

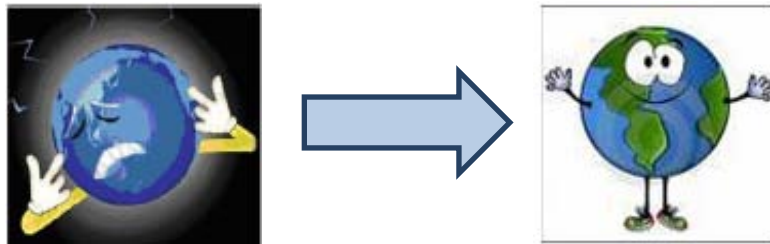
Özellikle şehir merkezlerinde, trafikten kaynaklanan gürültünün, modern hayata verdiği olumsuz etkiler nedeniyle gürültü seviyelerinin azaltılması ve kontrol altına alınabilmesi çalışmaları büyük önem kazanmıştır (Şekil 6.1). Bu çalışmalardan ilki gürültü haritasının oluşturulmasıdır. Gürültü haritası, şehrin şimdiki gürültü durumunu ve gürültü seviyesinin maksimum olduğu yerleri gösterir. Gürültü haritaları, şehir gelişimini belirlemede, trafik ve yol planlamalarında ve ölçülen gürültü seviyelerinin azaltılmasına yönelik çalışmalarda karar verebilmek için önemli bir destek aracıdır. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği

uyarınca gürültü kaynağı işletmecilerinin ve yerel yönetimlerin gürültü haritası hazırlaması zorunlu hale gelmiştir. (Erdoğan ve diğ., 2008)

Çizelge 6.1 : Oluşturduğu olumsuz etkilere bağlı olarak gürültü seviyeleri.

Derece	Değer (dB)	Etki
1	30-65	Konforsuzluk, öfke, uyku ve dikkat bozukluğu
2	65-90	Kan basıncının artması, kalp atışı ve solunum hızlanması
3	90-120	Baş ağrıları
4	120-140	İç kulakta sürekli hasar, denge bozuklukları
5	>140	Ciddi beyin hasarı

Gürültü haritalaması, bir bölgede yaşayan nüfusun gürültüden dolayı ne kadar rahatsız olduğunun belirlenmesi ve bu nüfusun maruz kaldığı çevresel gürültünün değerlendirilmesidir. Bunun için, çeşitli gürültü kaynaklarından (araba trafiği, raylı trafik, havaalanları, sanayi) doğan gürültü yükünü gösteren gürültü haritaları hazırlanır. Gürültü haritalarında bir yıl boyunca tüm gün (Lden) ve gece (Lnight) için ortalaması alınan yük değerleri gösterilmektedir. Ayrıca, gürültü haritaları ile kaç vatandaşın belli ses değerleriyle rahatsız edildiği belirlenmektedir. Gürültü haritalanmasının ve bunun üzerine oluşturulan gürültü eylem planlamasının hedefi, çevre gürültüsünden dolayı önemli ölçüde etkilenmiş sahaları ayırt etmek ve buralarda uygun önlemler almaktır.



Şekil 6.1 : Gürültü yönetimi.

Arzu edilen ulaşım esas itibariyle trafik kapasitesinin yoğun bir biçimde artışı ile bağlantılıdır ve bu istek her şeyden evvel maalesef önemli ölçüde bireysel motorlu taşıtlar üzerinden gerçekleştirilmektedir. Kişisel otomobile sahip olmak genel anlamda ulaşılmaya değer kabul edilmekte ve bir toplumun motorlu taşıta sahip olma derecesi gelişmesi için bir ölçüt olarak görülmektedir. Şehirlerimizin mekansal

olarak oturma, çalışma ve rekreasyonel amaçlı bölünmesi ile gelişim göstermesi trafiği, çoğu zaman da özel olarak otomobil trafiğini artırmaktadır.

Taşıtın neden olduğu gürültülerde taşıt sayısının ve türünün önemi büyüktür. Çizelge 6.2’de değişik araç tiplerinin neden olduğu gürültü seviyeleri verilmiştir.

Çizelge 6.2 : Taşıtların neden olduğu gürültü seviyeleri.

Taşıt Türü	Azami Gürültü (dBA)
Otomobil	75
Otobüs (şehir içi)	85
Otobüs (şehir dışı)	80
Kamyon (80km/saat)	85
Ağır araçlar	85

Türkiye genelinde gürültü sorununun belirlenmesi ve gerekli kontrol tedbirlerinin alınabilmesi için gürültü haritalarının ve harita sonuçlarına göre eylem planlarının hazırlanması büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, bir yandan, gürültü haritalaması yapılacak alanın CBS verileri ; (coğrafi veriler, bina verileri, arazi verileri, gürültü kaynaklarının konumu, binaların konumu, binaların yüksekliği, ikamet edenlerin sayısı, binaların kullanımı vb.) diğer yandan da gürültü emisyon verileri tespit edilmelidir. Bu verilere dayanılarak, gürültü maruziyeti, mevzuatlarda belirtilmiş olan hesaplama metotları ile hesaplanır.

Türkiye’de yılda 6 000 000’den fazla taşıt trafiği yaklaşık olarak toplam 1783,8 km devlet karayolu ve otoyolu mevcuttur. Yılda 3 000 000-6 000 000 arası taşıt trafiği olan yaklaşık olarak toplam 3335,2 km devlet karayolu ve otoyolu mevcuttur (Çizelge 6.3).

Çizelge 6.3 : Yıllık taşıt sayısı ve yol ağı uzunluğu.

Karayolu	Yıllık Taşıt Sayısı	
	3 000 000-6 000 000	6 000 000 ve üzeri
Otoyollar (km)	554,2	538,8
Devlet Yolları (km)	2781	1245
Toplam Yol Ağı Uzunluğu (km)	3335,2	1783,8

Bu yol ağlarından; Yerleşim yeri olarak tanımlanan bölgelerde bulunan ve belediye sınırı ve mücavir alan içinde olan karayollarının gürültü haritasının hazırlanmasından

ilgili belediye, Belediye sınırı ve mücavir alan dışında bulunan karayollarının gürültü haritasının hazırlanmasından Karayolları Genel Müdürlüğü sorumludur.

Yerleşim yeri olarak tanımlanan bölgelerde bulunan ve belediye sınırı ve mücavir alan içinde olan Karayolları Genel Müdürlüğünün sorumluluğunda olan karayollarının gürültü haritasının hazırlanmasında kullanılacak kaynak verilerinin elde edilmesi ve ilgili belediyeye iletilmesinden Karayolları Genel Müdürlüğü sorumludur (Çevre ve Orman, 2011).

Gürültü haritaları ile önceki veya öngörülen gürültü durumu, sınır değerler, gürültü değerlerine göre maruz kalınan belirli bir alandaki konut, okul ve hastanelerin tahmini sayısı ve gürültüye maruz kalınan alandaki tahmini insan sayısı gibi bilgiler verilir.

Gürültü haritalama aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır:

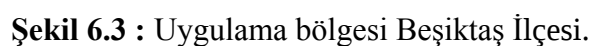
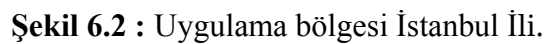
- Ham veri toplama, hazırlama, depolama ve bu verilerin sorgulanması,
- Bilgisayar modelleri ile gürültü seviyelerinin hesaplanması,
- Gürültü eşyükseltilerinin belirlenmesi,
- Gürültünün etkilerinin belirlenmesi,
- Gürültü etkisi sunumu.

Karayolundan kaynaklanan bu çevresel gürültülerin önlenmesine ilişkin alınacak tedbirler, gürültü haritasının hazırlanmasını takiben uygun gürültü önleyici perdeleme tekniklerinin uygulanmasıdır.

6.2 Çalışma Alanı

Çalışmada pilot bölge olarak farklı sosyo demografik yapısıyla Türkiye'nin hemen hemen beşte bir nüfusunu barındıran İstanbul İli seçilmiştir. İstanbul İli'nin Avrupa'daki en yüksek nüfuslu şehir olması özelliği çalışma alanı olarak seçilmesinde etkili olmuştur. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) 2011 yılı nüfus sayımı sonuçlarına göre 74 724 269 olan Türkiye toplam nüfusunun 57 385 706'sı il/ilçe merkezlerinde 17 338 563'ü belde/köylerde yaşamaktadır. İstanbul İli toplam nüfusu 13 624 240 kişi olmak üzere nüfusun 13.483.052'si yani %99'u kent merkezinde 141 188'i yani %1'i ise belde ve köylerde bulunmaktadır.

Verilerin büyüklüğü, analiz ve işlem zamanı göz önünde bulundurularak İstanbul'un Beşiktaş İlçesi üzerinde uygulama gerçekleştirilmiştir (Şekil 6.2, Şekil 6.3).



6.3 Veritabanı Tasarımı

Uygulamanın gerçekleştirilmesinde yapılması gereken çalışmalardan ilki, sistemin üzerinde çalışacağı veritabanının oluşturulmasıdır. Veritabanının oluşturulması, mantıksal ve fiziksel tasarım aşamalarını kapsamaktadır. Veritabanının mantıksal tasarımı aşamasında sistemde hangi tip verilerin kullanılacağı, kullanılan verilerin hangi kriterler altında sınıflandırıldığı, konumsal referansların (nokta, çizgi, alan) nasıl ifade edileceği ve hangi özniteliklere sahip olacağı belirlenmektedir. Fiziksel tasarım sürecinde ise, mantıksal tasarımda ortaya koyulan verilerin ilişkisel veritabanı modelinde saklanacağı veri setleri, obje sınıfları ve tablolar oluşturularak, birbiriyle ilgili veriler arasında ilişki boyutları tanımlanmaktadır.

Çalışma kapsamında kullanılan coğrafi veriler İdari Birim (IB), Ulaşım (UL), Bina (B) ve Arazi Örtüsü (AO) olmak üzere 4 farklı veri grubundan oluşmaktadır. Uygulama bölgesi idari sınırları (il, ilçe, mahalle), yol ağı, bina, nüfus ve arazi kullanım türü verileri çalışmanın veritabanı tasarımı çalışmasının temelini oluşturmaktadır.

Veri iki set halinde ayrılabilir;

-Gürültü seviyelerini hesaplamak için gerekli veriler (gürültü kaynağından gürültü salınımı ve binaların yüksekliği gibi gürültünün yayılımının etkisi);

-Gürültüye karşı duyarlılıkları göz önünde bulundurularak; insanların, hayvanların konumu ve/veya aktiviteleri (çevre, ev ve diğer binalarda)

Gürültünün etkileri iki veri setinin bir araya getirilmesi (ikisinin toplamı) ile belirlenmiştir. Yeterli doğruluğa ulaşmak için gerekli verilerin ölçek ve detay seviyeleri uygun olmalıdır. Ancak, fazla ayrıntı da, hizmet edeceği görev için gereksiz olabilir. Amaçla orantılı olarak fazla detaydan kaçınılarak veri toplama ve hazırlamak için gerekli süre sınırlandırılmalıdır.

Mekânsal bilgide fazla çeşitlilik, sadece örnek noktaların yoğunlukları yeterince yüksek olursa yeterli şekilde üretilebilir. Bu, gürültünün etkisi üzerine yapılan çalışmalarda, gürültü seviyesinin mesafe ile hızla azaldığı konumlarda yüksek yoğunlukta bilgiye gerek olduğu anlamına gelir. Ses seviyesinin çok az farkettiği, mesela gürültüden uzak olduğu veya kaynağa paralel olduğu, konumlarda daha az detaylı bilgi gerekir.

Girdi verilerinin detay seviyesi bu varsayımlarla beraber çalışmanın amacına da uygun olmalıdır. Bu, gürültünün etkisi üzerinde yapılan çalışmalarda (mevcut) bilgileri hazırlamak için gerekli olan, veri toplama, depolama ve dönüştürme sürecinin özüdür.

Gürültünün hesaplanması için mevcut giriş verileri her bir önceki takvim yılının ortalama durumunu yansıtmalı, fakat 3 yıldan da daha yeni olmalıdır.

Eski veriler de tahmin yöntemi çerçevesinde güncelleştirilebilir ve kullanılabilir. Bu arada trafik yoğunluğunun değişmesi gürültü seviyesini önemli ölçüde etkilememektedir; böylece trafiğin bileşenlerinde bir değişiklik olmadan trafikte% 10 civarında bir değişim meydana gelmesi sadece yaklaşık olarak 0,4 dB(A)lık bir seviye değişikliğine karşılık gelmektedir (Çevre ve Orman, 2004).

6.4 Uygulamada Kullanılacak Temel Haritaların Üretilmesi

Tez çalışması kapsamında, elde edilen ve düzenlenen tüm veriler ile üretilen coğrafi veritabanı bünyesinde, CBSnin sağladığı veri görselleştirme olanakları kullanılarak çeşitli tematik haritalar üretilmiştir. Uygulamada kullanılacak temel haritaların üretiminde ArcGIS 10 yazılımı ile oluşturulan katmanlar kullanılarak gerekli kartografik unsurlar da göz önüne alınmıştır.

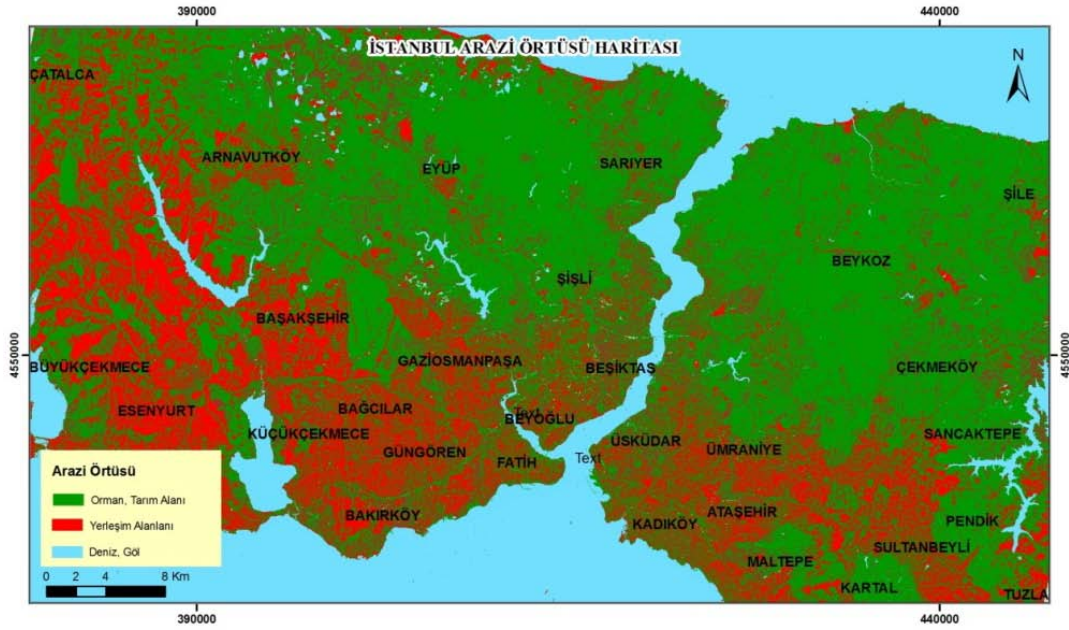
Üretilmesi gerekli temel haritalar:

- Yerleşim Alanı Haritasının Üretilmesi
- Nüfus Dağılım Haritalarının Üretilmesi
- Ulaşım Ağı Haritasının Üretilmesi

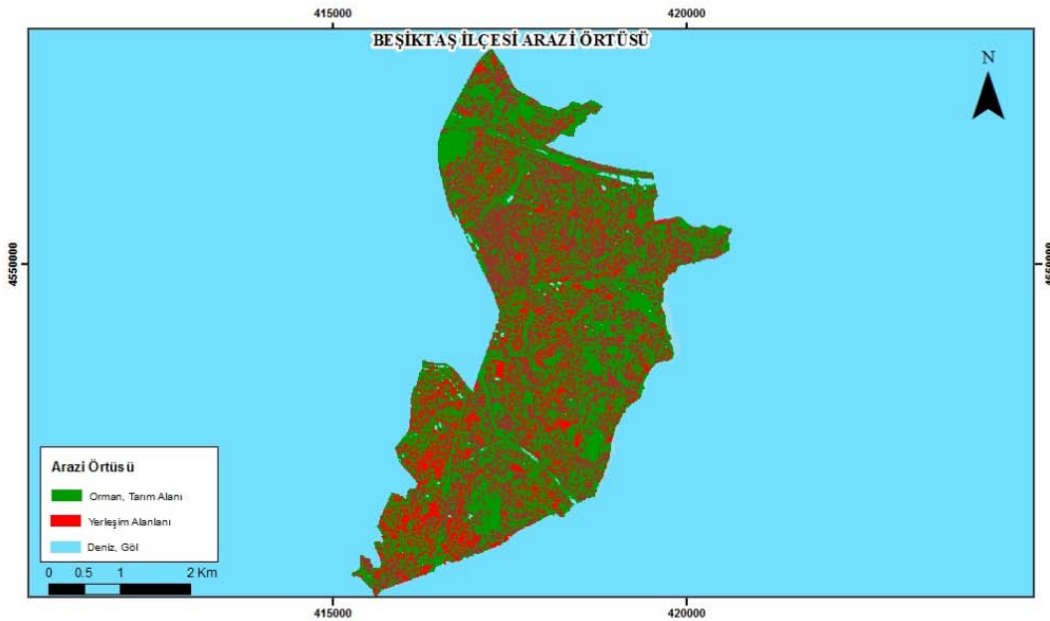
Bu tematik haritalar ve içerdikleri veriler uygulamanın temelini oluşturmaktadır. Bu harita ve veriler kullanılarak İstanbul ili Beşiktaş ilçesi için gürültü haritası belirlenmiş, bu gürültü haritasından elde edilen risk bölgeleri üzerinde gerekli konumsal analizler yapılarak etkilenen obje ve insanların değerlendirilmesi yapıp, yorumlanmış ve bu etki alanının ortadan kalkması için gerekli önlemlerden gürültü perdesi konumlandırma işlemi için en uygun yer analizi yapılmıştır.

6.4.1 Yerleşim alanı haritasının üretilmesi

Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma olmak üzere iki temel yöntem bulunmaktadır. Çalışma kapsamında elde edilen SPOT5 uydu görüntüsü kullanılarak kontrolsüz sınıflandırma yapılmıştır. Sınıflandırma işleminin sonucunda deniz, yerleşim alanları ve kırsal alanlar olmak üzere 3 farklı sınıf elde edilmiştir (Şekil 6.4, Şekil 6.5).(Ateş, 2010)



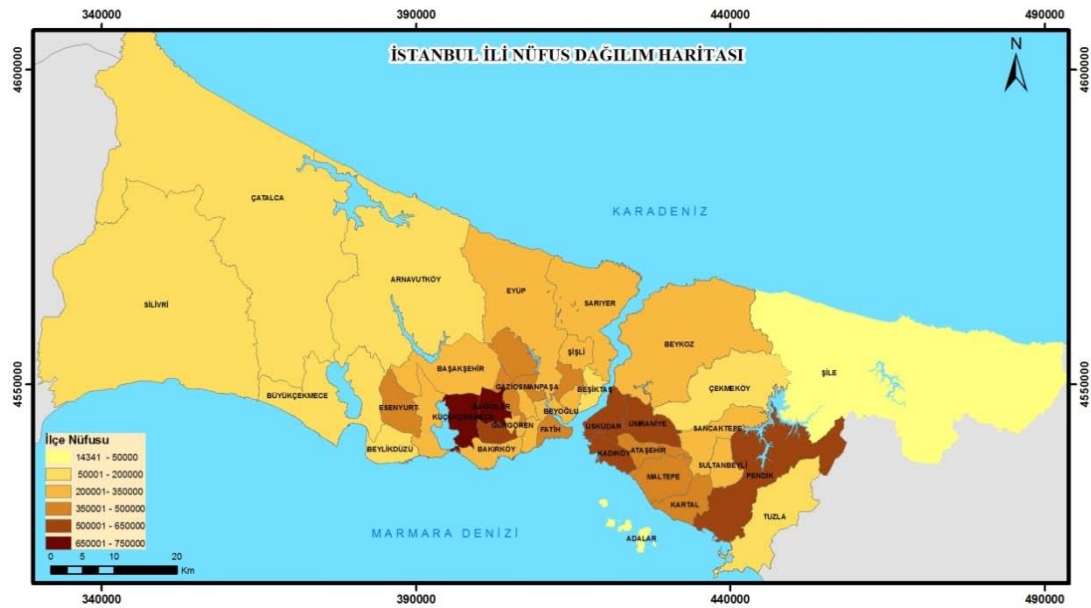
Şekil 6.4 : İstanbul İli yerleşim alanı haritası.



Şekil 6.5 : Beşiktaş İlçesi yerleşim alanı haritası.

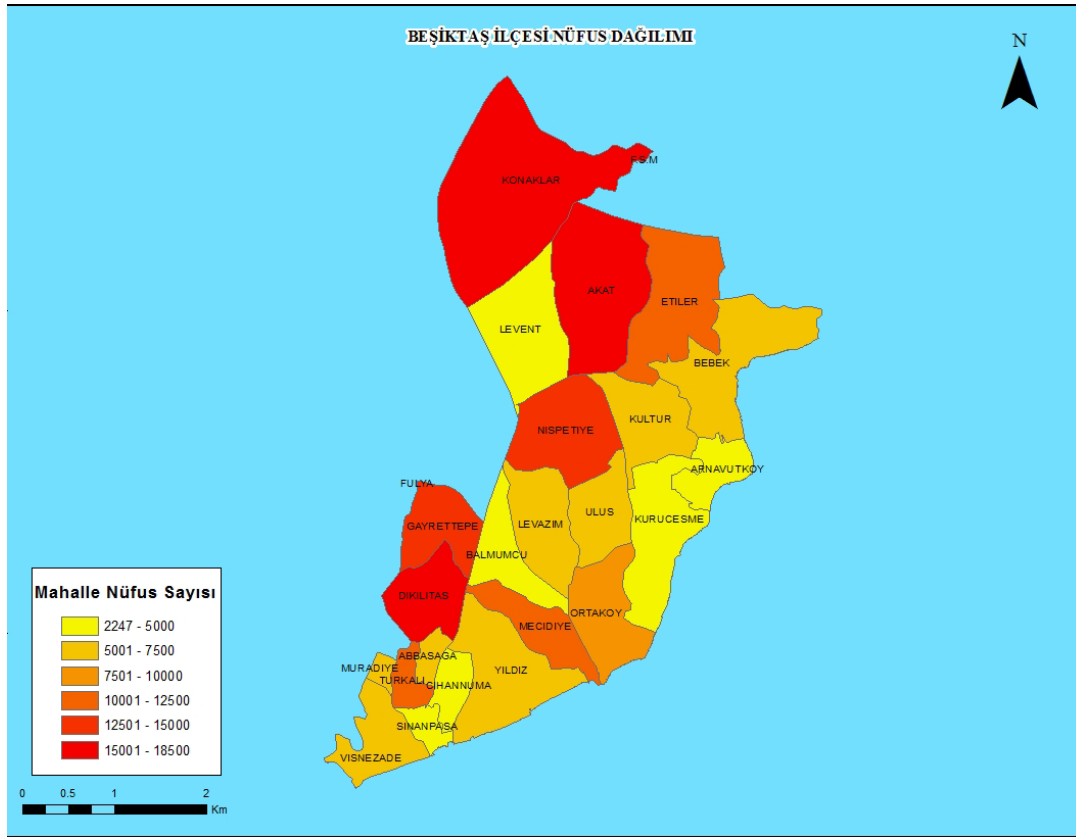
6.4.2 Nüfus dağılım haritasının üretilmesi

Çalışma bölgesindeki idari birimleri temsil eden mekansal veri grupları il, ilçe ve mahalle detay sınıfları olarak alansal gösterimle ifade edilmiştir. TUIK'den elde edilen 2011 yılı İstanbul ilçe ve mahalle nüfus verileri, idari birimlere ait bilgilerin yer aldığı veritabanına ilave edilmiştir (Şekil 6.6). Bu çalışma kapsamında bu bölgede yaşayan nüfusun karayolu trafiği kaynaklı gürültüden etkilenme durumları incelenmiştir.



Şekil 6.6 : İstanbul İli nüfus dağılım haritası.

Çalışma bölgesini oluşturan Beşiktaş ilçesinde analizi yapılacak idari birimleri oluşturan semtlerin nüfus dağılım haritası üretilmiştir (Şekil 6.7). Nüfus bilgileri risk bölgelerinin analizinde kullanılarak karayolu kaynaklı trafik gürültüsünden etkilenen insan sayısının analizinde dikkate alınacaktır. Böylece gürültüden rahatsız olan ve risk altında yaşayan insan yoğunluğu belirlenip, risk boyutu doğru bir şekilde analiz edilebilecek ve gerekli önlemlerin alınmasına yardımcı olacaktır.

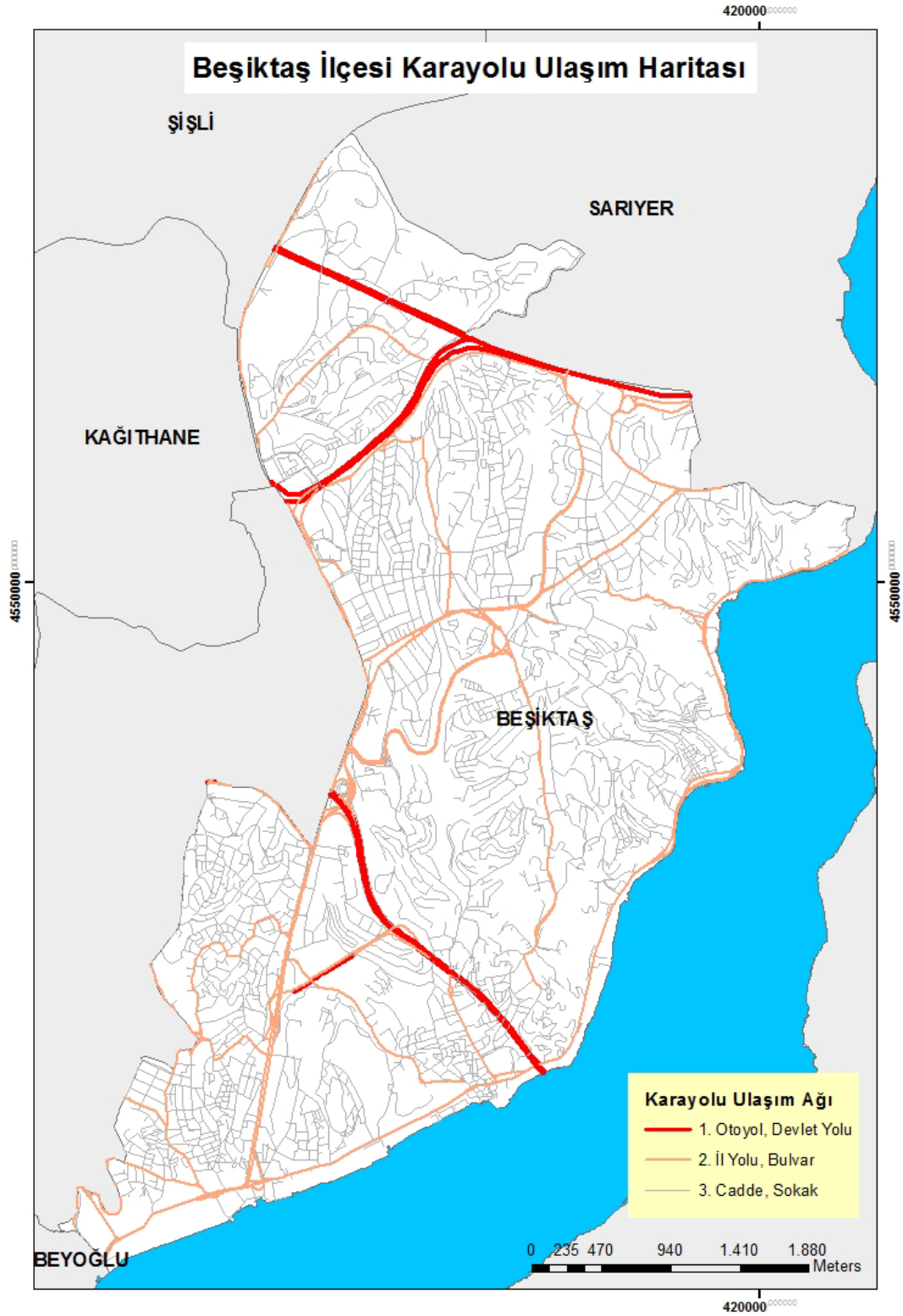


Şekil 6.7 : Beşiktaş İlçesi nüfus dağılım haritası.

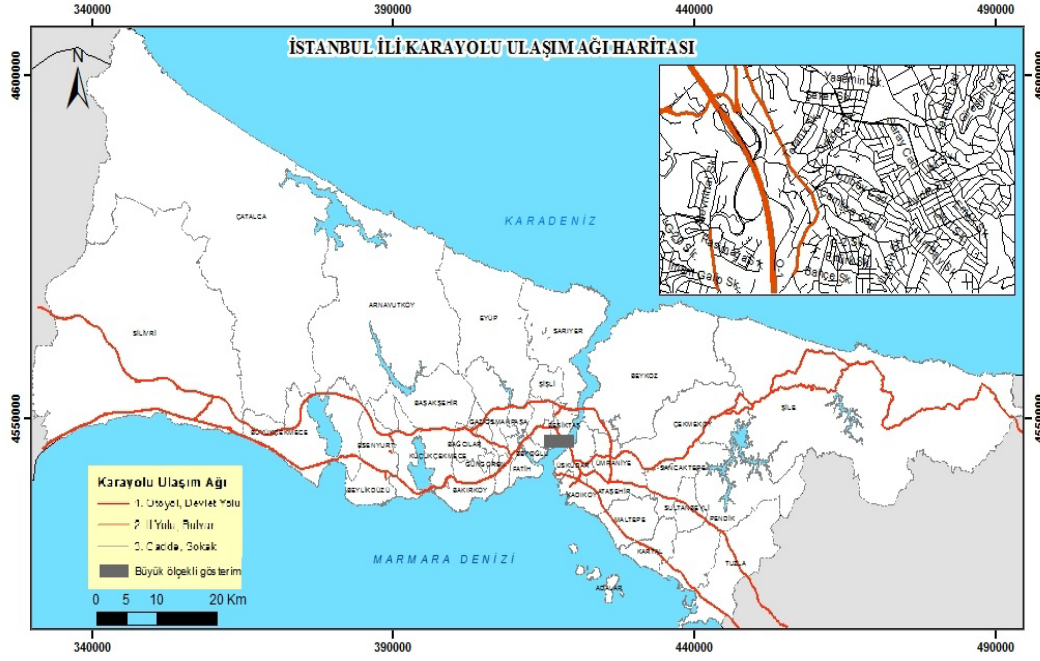
6.4.3 Ulaşım ağı haritasının üretilmesi

Çalışma bölgesine ulaşım ağına ait trafik yoğunluğu dikkate alınarak belirlenmiş olan yol hızları, ve yol uzunlukları kullanılarak her bir yol çizgi geometrisine ait sürüş süresi hesaplanmıştır. Yol ağına ait yol yönü ve şerit sayısı öznitelikleri ilgili coğrafi veritabanına uygun formatta eklenmiştir.

Ulaşım ağında bulunan yollar 1. Derece otoban ve devlet yolu, 2. Derece il yolu ve bulvar ve 3. Derece cadde, sokak, çıkmaz sokak, köy yolu ve patika yolları olmak üzere 3 sınıfa ayrılarak tematik harita üretilmiştir (Şekil 6.8, Şekil 6.9).



Şekil 6.8 : Beşiktaş ilçesi ulaşım ağı haritası.



Şekil 6.9 : İstanbul ili, Beşiktaş ilçesi ulaşım ağı haritası.

6.5 Gürültü Haritasının Oluşturulması

Gürültünün etkileri üzerine yapılan çalışmalarda, gürültü seviyeleri ölçüm yoluyla değil bilgisayar ortamında hesaplanarak bulunur. Gürültü seviyelerinin bilgisayar üzerinden hesaplanması yöntemi gerekli seviyedeki detaya göre ayarlanmalıdır.

6.5.1 Gürültü haritalama yöntemi

Karayolu kaynaklı gürültüyü etkileyen bazı fiziksel faktörler şunlardır

- Ses kaynağı yani yollar üzerindeki bilgi:
 - o Trafik yoğunluğu,
 - o Maksimum hız,
 - o Yol yüzeyinin cinsi,
 - o Araç çeşitleri
 - Hafif taşıtlar (ağırlık<3000 kg),
 - Orta ağırlıktaki taşıtlar (2 dingilli, ağırlık>3000 kg),
 - Ağır taşıtlar (üç veya daha fazla dingilli)],
 - o Akım cinsi,

- Sesin yayılmasına dair tesiri olan durumlar üzerine bilgi:
 - o Objeler yoluyla gürültü engellemesi (binalar, ses, gürültü perdeleri),
 - o Sesin emilimi (çimlik veya çıplak toprak gibi açık alanlar),
 - o Bu bilgi ayrıca binaların yüksekliklerini ve diğer topografya özelliklerini de kapsar.
- Ses kaynağının konumuna göre mesafe ve yöne dair veri noktaları.

Karayolu trafik gürültüsünün hesaplanması için yıllık seyreden motorlu taşıtların (otomobil, kamyon) toplam sayısı önemli bir ölçüttür. Motosikletlerin de otomobiller olarak değerlendirilmesi tavsiye edilir. Hesaplama programı için giriş ölçüsü olarak ilgili yıla tekabül eden ortalama günlük trafik miktarı (DTV) tespit edilmelidir (Çevre ve Orman, 2004).

Günlük trafik miktarı gündüz, akşam ve gece saatlerine bölünmelidir. Aynı durum kamyonların yüzde oranları için de geçerlidir (> 3,5 t).

Gürültünün hesaplanmasına sürüş hızı da dahil edilir. Burada izin verilen en yüksek hız limitlerinin esas alınması tavsiye edilir. Trafik akışına ilişkin sorgulanan veri girişleri ile ilgili olarak “genelde kesintisiz akan trafik” standart değerinin kullanılması tavsiye edilir (Çevre ve Orman, 2004).

Gürültü hesaplaması modeli için kabuller:

- Yol trafiği; hafif araçlar, ağır araçlar ve hafif kamyonlar dahil her tür aracı kapsar,
- Gürültü yolların merkez doğrultusundan yayılır,
- Yol yüzey tipi, tüm çalışma alanında aynıdır ve asfalt olarak ele alınır,
- Çalışma alanındaki yol yüzeyi, zemin yüzeyinde dalgalanma olmaksızın düzlüktür.

Gürültü hesabı resmi hesaplama yöntemlerinden birini takip etmelidir. En yaygın yöntemlerden biri olan Standart Hesaplama Yöntemi 1, kaynaktan salınımı, kaynağa olan mesafeyi, gürültünün zemin tarafından emilimini, rüzgâr ve sıcaklığın etkisini (yıllık ortalama) dikkate alır ve basit bir yansıma terimidir ama gürültünün objeler tarafından engellenmesini hesaba katmaz. Başka bir deyişle Standart Hesaplama Yöntemi 1, düz alanlar için gürültü dağılımını hesaplar. Bu basit yöntem çok seyrek

olarak kullanılır çünkü çoğu durumda gürültünün binalar tarafından engellenmesi önemli bir etkidir.

Bu durumlar için Standart Hesaplama Yöntemi 2 geliştirilmiştir. Bu yöntemle, objeler veya arazideki yükseltiler tarafından engelleme ve kırılmalarda hesaba katılır. Bunun için hesaba katılacak her noktadan “ses yolları” tanımlanır. Bu yollar arasındaki açılar hesaba katılan noktadan görüldüğü haliyle iki tanedir. Noktada genel ses seviyesini elde etmek için her yolun katkısı hesaba katılır ve toplanır.

Bu yansıma yollarının hesabı çok zor ve zaman alıcıdır (“ayna” ses kaynaklarının konumu kesinlikle bulunmalıdır). Bugünlerde daha az zaman aldığı düşünülen fakat gürültü haritalama açısından eşit hassasiyette olan başka bir yaklaşımın kullanılabileceği düşünülmüştür. Bu yöntem için parametreler,

- İlk sıradaki binaların, gürültü-hata arasındaki yükseklik ve ortalama “açıklıkları” ve kaynaktan görüldüğü kadarıyla hesaba katılan nokta
- Alandaki binalar arasında bulunan boşluğun ortalaması.

Gürültü seviyesini tahmin için kullanılan matematiksel bir ifade, değişkenleri olabildiğince gerçekçi yansıtabilmelidir. Kullanılan parametreler ülkeden ülkeye ve kullanıldığı alanın özelliklerine göre değiştiği için deneysel formülün uygulanacağı alan matematiksel olarak iyi tanımlanmalıdır.

Özellikle gürültü kaynağı, gürültü azaltıcı faktörler (yer ve havanın gürültü azaltıcı etkisi) yüzey şekilleri gibi ana etmenler formülde parametre olarak yer almalıdır.

Tez çalışmamda, özellikle yeni yapılmış yollar için Fransa’da kullanılan ve “Gürültü Rehberi”nde (Guide de Bruit) bulunan bağıntı 6.1 kullanılmıştır. Bunun nedeni, Türkiye’deki Gürültü Kontrol Yönetmeliği’nde EK-II gürültü göstergeleri değerlendirme yöntemleri başlıklı bölümünde, bu rehberin esas alınmış olmasıdır.

$$L_{eq} = 20 + 10 \cdot \log (Q_{VL} + E \cdot Q_{VP}) + 20 \cdot \log(V) - 12 \cdot \log (d + \frac{1C}{3}) + 10 \cdot \log (\frac{\theta}{180}) \quad (6.1)$$

Gürültü tahmininde kullanılan bağıntıdaki parametreler;

L_{eq} : yol kenarına (d) mesafede oluşan gürültü seviyesi,

Q_{VL} : hafif taşıt sayısı, (taşıt/saat)

Q_{VP} : ağır taşıt sayısı, (taşıt/saat)

E : şerit ve eğime bağlı faktör,

V : ortalama hız (km/sa),

D : yolun yakın kenarına olan uzaklık,

IC : yol genişliği,

Θ : yolun görülme açısıdır.

6.5.2 Gürültü Haritalama

Uygulama aşamasının gürültü haritalama bölümünde Formül 6.1'e göre karayolu trafiği kaynaklı gürültüden etkilenebilecek objelerde oluşan gürültü seviyeleri hesaplanmış ve bulunan değerler enterpolasyon yöntemiyle analiz edilerek Beşiktaş ilçesi karayolu gürültü haritası elde edilmiştir.

Yapıların (yol kenarına d mesafede bulunan objelerin) gürültü seviyelerini hesaplamak için veritabanında kullanılan katman ve özellikler ve yapılan işlemler aşağıda adım adım açıklanmış ve görsellerştirme teknikleriyle sunumları yapılmıştır:

Bunlar sırasıyla:

QVL : hafif taşıt sayısı, (taşıt/saat)

QVP : ağır taşıt sayısı, (taşıt/saat)

E : şerit ve eğime bağlı faktör

IC : yol genişliği

V : ortalama hız (km/sa)

D : yolun yakın kenarına olan uzaklık

Θ : yolun görülme açısı

Leq : yol kenarına (d) mesafede oluşan gürültü seviyesidir

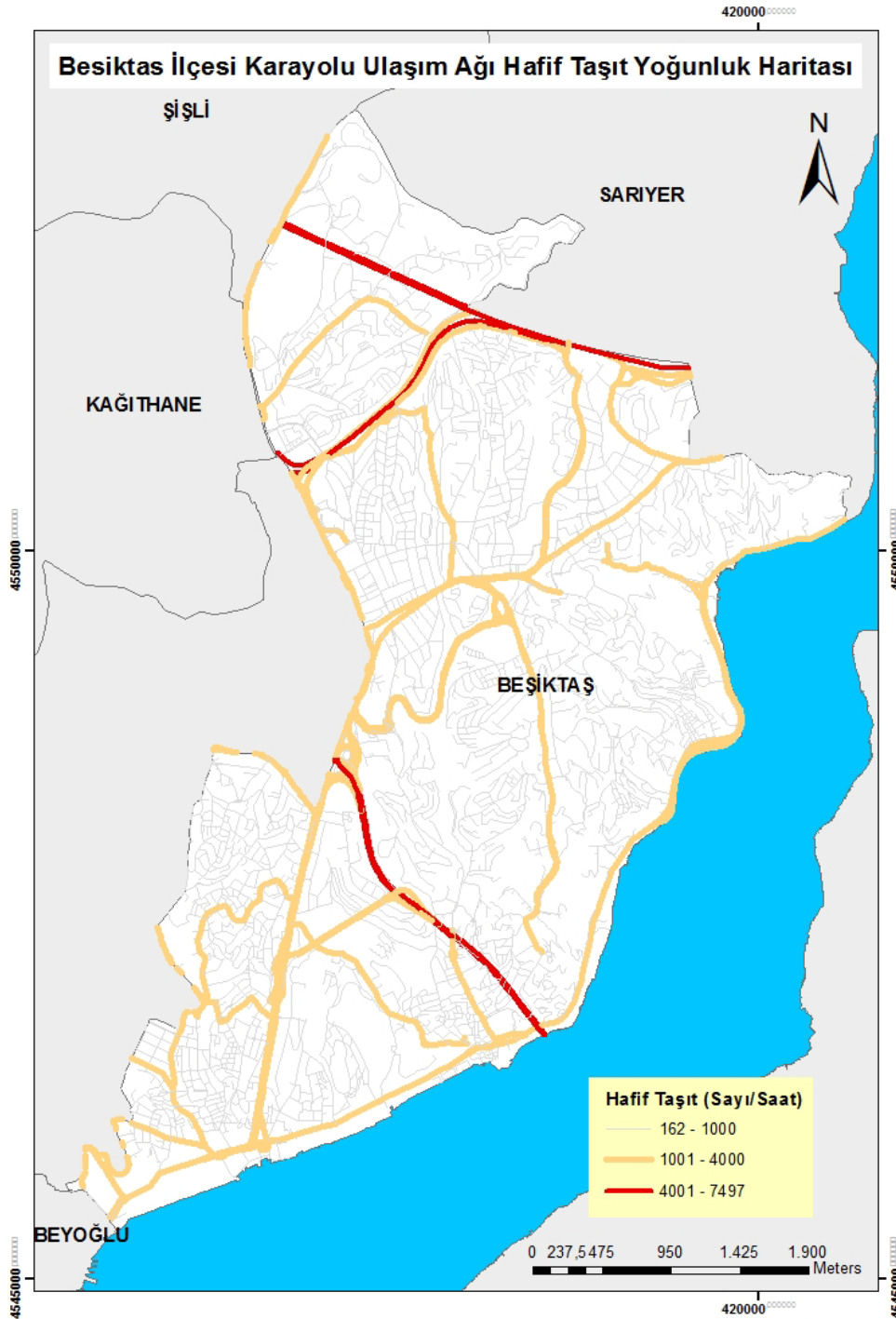
6.5.2.1 QVL: hafif taşıt sayısı, (taşıt/saat)

Gürültü değerlerinin elde edilmesi için kullanılan parametrelerden ilki yoldan saatte geçen hafif taşıt sayısıdır. Bu bilgi veritabanında ulaşım katmanında karayolu ulaşım ağı verilerinin içindeki hafif taşıt öznitelik sütununda bulunmaktadır. Uygulama bölgesi olan Beşiktaş İlçesi için karayolu ulaşım ağı hafif taşıt yoğunluk haritası Şekil 6.10'da görülmektedir.

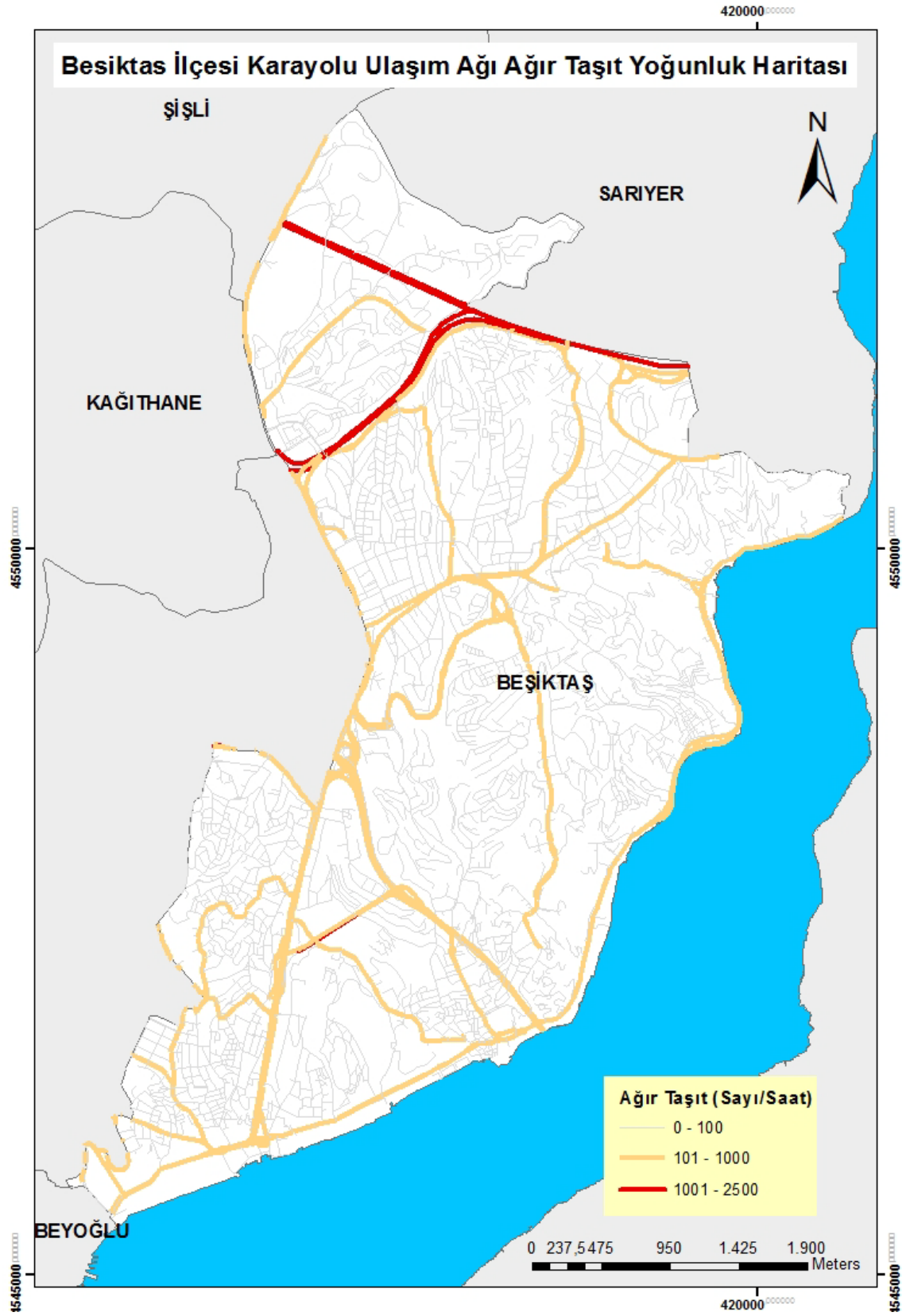
6.5.2.2 QVP: ağır taşıt sayısı, (taşıt/saat)

Gürültü değerlerinin elde edilmesi için kullanılan parametrelerden bir diğeri yoldan saatte geçen ağır taşıt sayısıdır. Bu bilgi veritabanında Ulaşım katmanında karayolu ulaşım ağı verilerinin içindeki ağır taşıt öznitelik sütununda bulunmaktadır.

Uygulama bölgesi olan Beşiktaş İlçesi için karayolu ulaşım ağı ağır taşıt yoğunluk haritası Şekil 6.11’de görülmektedir.



Şekil 6.10 : Beşiktaş İlçesi karayolu ulaşım ağı hafif taşıt yoğunluk haritası.



Şekil 6.11 : Beşiktaş İlçesi karayolu ulaşım ağı ağır taşıt yoğunluk haritası.

6.5.2.3 E: şerit ve eğime bağlı faktör

Gürültü değerlerinin elde edilmesi için kullanılan parametrelerden bir diğeri şerit ve eğim bilgisidir. Bu bilgi veritabanında ulaşım katmanında karayolu ulaşım ağı verilerinin içindeki şerit sayısı öznitelik sütununda bulunmaktadır (Şekil 6.12).

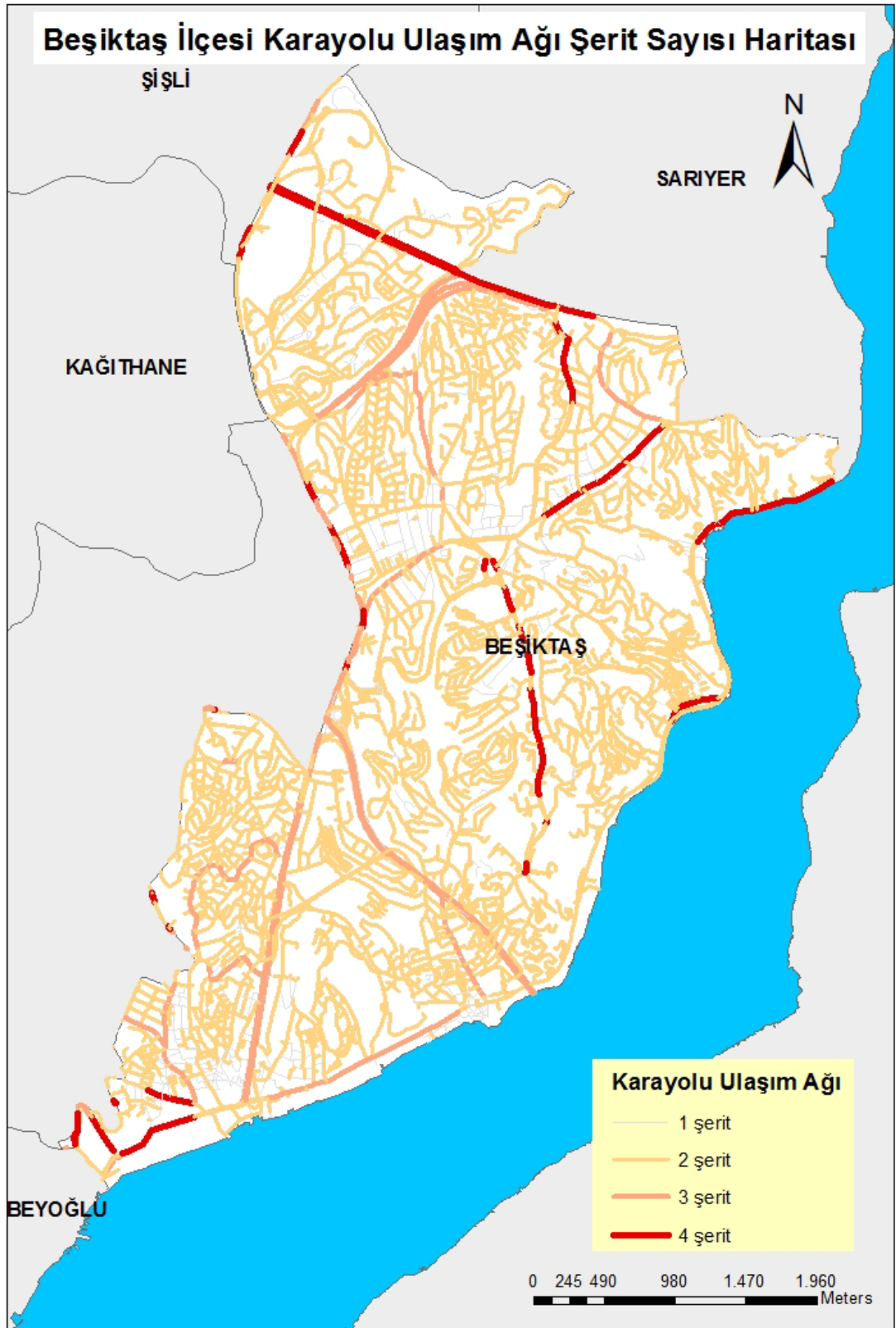
FID	Shap	OBJE	IL	MAH	K	FR	TO	HIZ	DAKİKA	EN	TEK	PA	K	SE	BEL	YOL ID	PARCA ID	SERIT_SAYI
733	Polylin	8499	0	0		0	-1	60	1,26414	1	FT	0	0	0	7	1020480	2461175	3t
1709	Polylin	1904	0	0		0	-1	60	1,29949	1	FT	0	0	0	7	1020480	2559496	3t
4945	Polylin	0	0	0		0	0	25	0	0		0	0	0	0	1072547	0	
2634	Polylin	3144	1	36		0	-1	40	0,07072	1	FT	0	0	0	16	1007129	2413373	2t
1184	Polylin	1310	1	37		0	-1	40	0,06791	1	FT	0	0	111	16	1007129	2369021	2t
1687	Polylin	1941	2	100	k	0	0	40	0,15309	1		0	0	110	21	1018673	2381374	2ç
2630	Polylin	3180	2	100		0	0	25	1,10392	0		0	0	110	0	1012791	2582122	2ç
133	Polylin	1595	2	101		0	-1	25	0,20179	1	FT	0	0	105	21	0	2515739	1t
4705	Polylin	6315	2	101		0	0	25	0	0		0	0	105	0	1065886	2582057	
400	Polylin	4259	7	121	k	0	0	40	0,02707	1		0	0	100	7	1020497	2481373	3ç
486	Polylin	5879	7	121		0	-1	25	0,29237	1	FT	0	0	100	7	1004838	2356646	2t
563	Polylin	6353	7	121		0	-1	25	0,30501	1	FT	0	0	100	7	1010848	2418722	2t
849	Polylin	9653	7	121	k	0	-1	25	0,56556	1	FT	0	0	100	7	1008731	2333449	1t
855	Polylin	9624	7	121		0	-1	25	0,16293	1	FT	0	0	100	7	1017933	2501382	2t
891	Polylin	9943	7	121	k	0	-1	25	0,17346	1	FT	0	0	100	7	1016053	2330440	2t
1010	Polylin	1125	7	121	k	0	-1	25	0,31017	1	FT	0	0	100	7	1008731	2384625	2t
1438	Polylin	1656	7	121		0	0	40	0,0429	1		0	0	100	7	1020497	2432137	3ç
1772	Polylin	2014	7	121		0	-1	25	0,16709	1	FT	0	0	100	7	1017933	2507499	2t
2098	Polylin	2350	7	121		0	0	40	0,06554	1		0	0	100	7	1020497	2311208	3ç
2217	Polylin	2525	7	121		0	-1	25	0,35861	1	FT	0	0	100	7	1004838	2454181	2t
2302	Polylin	2639	7	121	k	0	-1	25	0,15615	1	FT	0	0	100	7	1016053	2330744	2t
2384	Polylin	2728	7	121		0	-1	25	0,16931	1	FT	0	0	100	7	1017933	2518805	2t
2993	Polylin	2083	7	121	k	0	-1	25	0,23384	1	FT	0	0	100	7	1008731	2529890	2t
3077	Polylin	3132	7	121		0	-1	25	0,24347	1	FT	0	0	100	7	1010848	2399990	2t
3312	Polylin	2251	7	121		0	0	40	0,09976	1		0	0	100	7	1020497	2336240	3ç
4074	Polylin	5660	7	121	k	0	-1	25	0,1738	1	FT	0	0	100	7	1016053	2331420	2t
4240	Polylin	2283	7	121		0	-1	25	0,16099	1	FT	0	0	100	7	1017933	2505863	2t
4755	Polylin	1057	7	121	k	0	0	25	0,21199	1		0	0	100	7	1015203	2489214	2ç
4866	Polylin	2365	7	121	k	0	-1	25	0,14831	1	FT	0	0	100	7	1016053	2523647	2t
4910	Polylin	2571	7	121	k	0	-1	25	0,29592	1	FT	0	0	100	7	1015203	2456402	2t
126	Polylin	1166	7	122	y	0	-1	25	0,07922	1	FT	0	0	110	7	1012072	2475813	2t

Şekil 6.12 : Yol katmanı şerit sayısı öznitelik verisi.

Uygulama bölgesi olan Beşiktaş İlçesi için karayolu ulaşım ağı şerit sayısı haritası Şekil 6.13’de görünmektedir.

Formülde ağır taşıt sayısına bağlı oluşan gürültü miktarı, hafif taşıt sayısına bağlı olarak oluşan gürültü miktarına göre yol eğimi ve şerit sayısına göre değişen bir E katsayısı ile arttırılmaktadır. Diğer bir deyişle bir adet ağır taşıtın oluşturduğu gürültü ile bir adet hafif taşıtın oluşturacağı gürültü aynı olamayacağından, oluşacak gürültü bir E katsayısı ile arttırılarak gerçek değerine yaklaşması amaçlanmaktadır.

Faktör bir katsayı olduğu için şerit sayısına göre ağır taşıt sayısının formüldeki etkisi ağırlıklandırılmıştır. Bazı çalışmalarda hafif taşıt ve ağır taşıt sayısının oranları aynı alınsa da bu çalışmada ağır taşıta şerit sayısına göre ağırlık verilmiştir.



Şekil 6.13 : Beşiktaş İlçesi karayolu ulaşım ağı şerit sayısı haritası.

6.5.2.4 V: ortalama hız (km/sa)

Gürültü değerlerinin elde edilmesi için kullanılan parametrelerden bir diğeri ortalama yol hızı bilgisidir. Bu bilgi veritabanında ulaşım katmanında karayolu ulaşım ağı verilerinin içindeki hız öznitelik sütununda bulunmaktadır (Şekil 6.14).

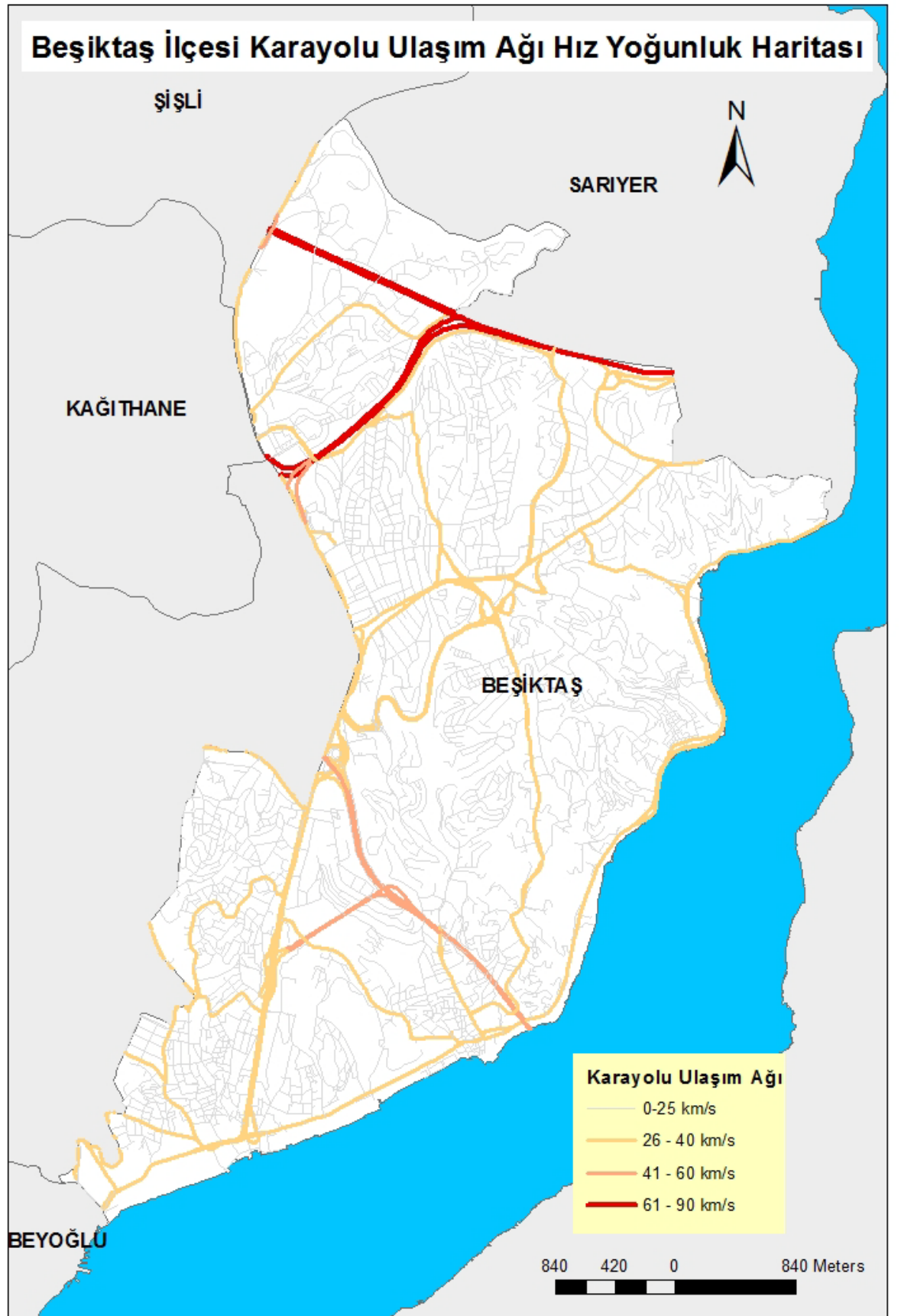
FID	Shap	OBJE	IL	MAH	K	FR	TO	HIZ	DAKİKA
733	Polylin	8499	0	0		0	-1	60	1,26414
1709	Polylin	1904	0	0		0	-1	60	1,29949
4945	Polylin	0	0	0		0	0	25	0
2634	Polylin	3144	1	36		0	-1	40	0,07072
1184	Polylin	1310	1	37		0	-1	40	0,06791
1687	Polylin	1941	2	100	k	0	0	40	0,15309
2630	Polylin	3180	2	100		0	0	25	1,10392
133	Polylin	1595	2	101		0	-1	25	0,20179
4705	Polylin	6315	2	101		0	0	25	0
400	Polylin	4259	7	121	k	0	0	40	0,02707
486	Polylin	5879	7	121		0	-1	25	0,29237
563	Polylin	6353	7	121		0	-1	25	0,30501
849	Polylin	9653	7	121	k	0	-1	25	0,56556
855	Polylin	9624	7	121		0	-1	25	0,16293
891	Polylin	9943	7	121	k	0	-1	25	0,17346
1010	Polylin	1125	7	121	k	0	-1	25	0,31017
1438	Polylin	1656	7	121		0	0	40	0,0429
1772	Polylin	2014	7	121		0	-1	25	0,16709

Şekil 6.14 : Yol katmanı hız öznitelik verisi.

Uygulama bölgesi olan Beşiktaş ilçesi için karayolu ulaşım ağı hız yoğunluğu haritası Şekil 6.16’da görünmektedir (Şekil 6.15).



Şekil 6.15 : Karayolu hız göstergesi.

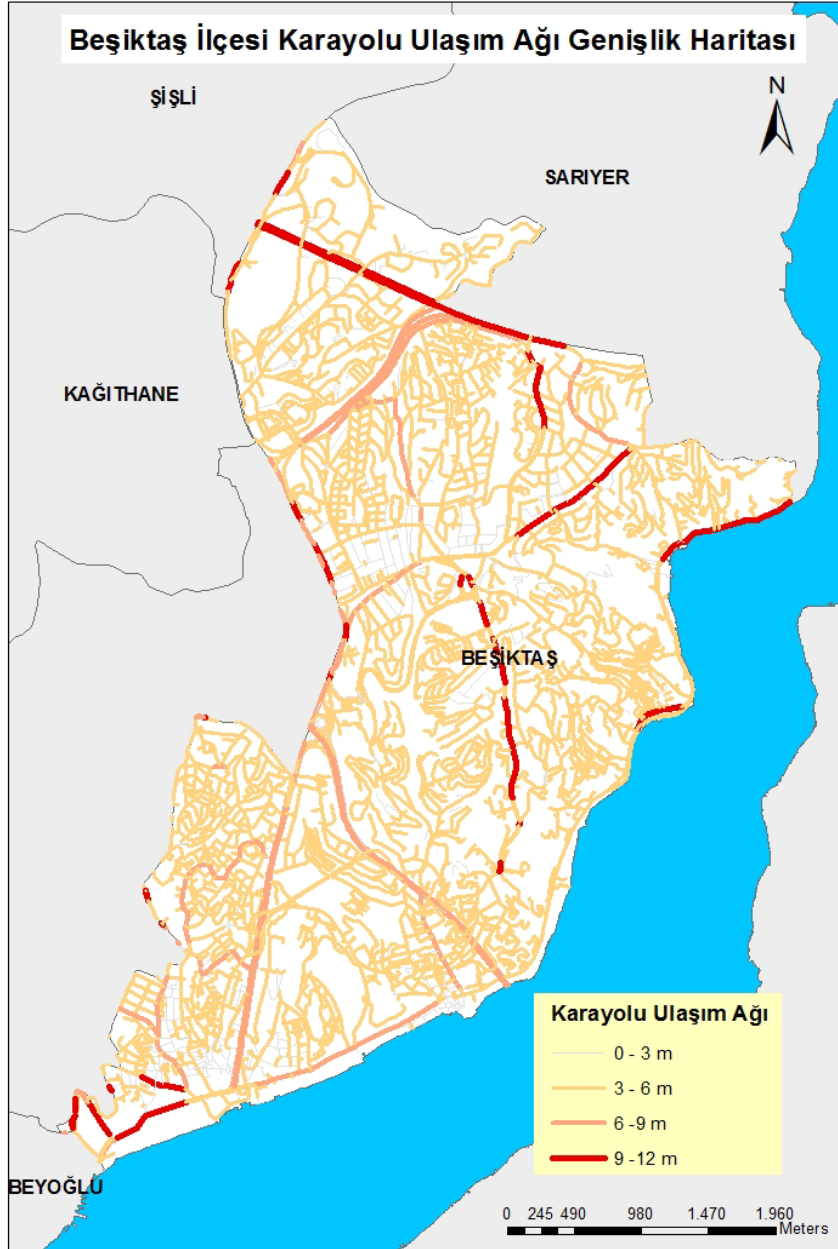


Şekil 6.16 : Beşiktaş İlçesi karayolu ulaşım ağı hız yoğunluk haritası.

6.5.2.5 SIC: yol genişliği

Gürültü değerlerinin elde edilmesi için kullanılan parametrelerden bir diğeri yol genişliği bilgisidir. Bu bilgi veritabanında ulaşım katmanında karayolu ulaşım ağı verilerinin içindeki yol genişliği öznitelik sütununda bulunmaktadır.

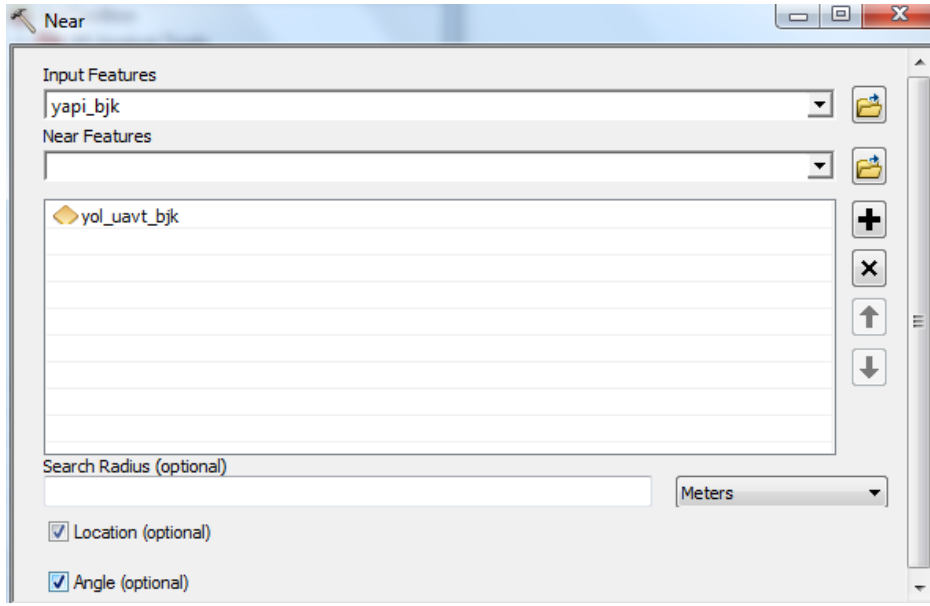
Uygulama bölgesi olan Beşiktaş İlçesi için karayolu ulaşım ağı yol genişliği haritası Şekil 6.17’de görülmektedir.



Şekil 6.17 : Beşiktaş İlçesi karayolu ulaşım ağı genişlik haritası.

Gürültü değerlerinin elde edilmesi için kullanılan parametrelerden bir gürültü değeri hesaplanacak objelerin yollun yakın kenarına olan uzaklık bilgisidir. Burada gürültü değeri hesaplanacak objeler binalar olarak alındığı için her bir binanın en yakın olduğu yol noktasına olan uzaklığının hesaplanması gerekmektedir (Şekil 6.18). Bu amaçla bir konumsal analiz türü olan yakınlık analizi kullanılmış ve böylece her bir binanın en yakın olduğu yol noktası ve bu noktaya olan uzaklığı belirlenmiştir (Şekil 6.19).





Şekil 6.19 : Yakınlık analizi.

Bu analiz sonucunda bina katmanına 4 yeni öznitelik eklenmiştir (Şekil 6.20). Bunlar dan near x ne neary binaya en yakın yol noktasının x ve y koordinatları belirtmektedir. Eklenen diğer bir öznitelik olan near fid bu noktanın ait olduğu yolun katman içindeki özellik numarasıdır ki böylece bina ve gürültüyü aldığı yol arasında veritabanı üzerinde ilişki kurulabilmektedir. Eklenen 4. öznitelik ise gürültü değeri hesaplamada da kullanılacak olan bina ve yol noktası arasındaki uzaklığı içeren near dist özneliğidir.

FID	NEAR FID	NEAR_DIST	NEAR X	NEAR Y
0	3808	15,185121	418055,884718	4551065,4128
1	3808	15,217237	418049,29647	4551081,08788
2	3808	10,607359	418047,790566	4551084,3433
3	3808	5,925359	418026,38387	4551119,29657
4	4892	12,428273	418045,7813	4551138,4999
5	4892	5,053705	418051,960801	4551141,07916
6	4008	2,456296	418073,929722	4551142,08847
7	4008	2,54563	418080,583909	4551126,71814
8	4008	2,8444	418100,954038	4551086,30769
9	3808	13,896264	418042,409566	4551095,97579
10	4892	16,335808	418045,7813	4551138,4999
11	2016	29,743051	418033,1563	4551218,4999
12	3080	24,619989	418082,214606	4551247,47419
13	2016	28,483629	418033,1563	4551218,4999
14	3080	7,515328	418065,15602	4551248,9513
15	2279	10,507132	418086,6875	4551334,4999
16	2279	9,702108	418071,104505	4551341,75303
17	4825	9,23945	418094,990667	4551379,40456
18	1689	9,334701	418115,610631	4551422,23014
19	4901	4,835541	418108,173417	4551486,16374
20	860	3,248895	419286,218822	4548545,01572

Şekil 6.20 : Yakınlık analizi mesafe sonucu.

Örneğin; Şekil 6.20 de özellik numarası 15 ile belirtilen yapı aşağıdaki görüntüde maviyle işaretlenmiştir (Şekil 6.21). Yapılan analiz sonucunda 2279 özellik numaralı yol en yakın olduğu yol olarak belirlenmiş ve aralarında 10,5 m olduğu hesaplanarak öznitelik tablosuna eklenmiştir.



Şekil 6.21 : Yakınlık analizi mesafe gösterimi.

6.5.2.7 Ø: yolun görülme açısı

Gürültü değerlerinin elde edilmesi için kullanılan parametrelerden sonucusu gürültü değeri hesaplanacak objelere yolun görünme açısıdır. Burada gürültü değeri hesaplanacak objeler binalar olarak alındığı için her bir binanın en yakın olduğu yolla yaptığı açının hesaplanması gerekmektedir. Bu amaçla bir konumsal analiz türü olan yakınlık analizi kullanılmış ve böylece her bir binanın en yakın olduğu yolla yaptığı açı belirlenmiştir (Şekil 6.22).

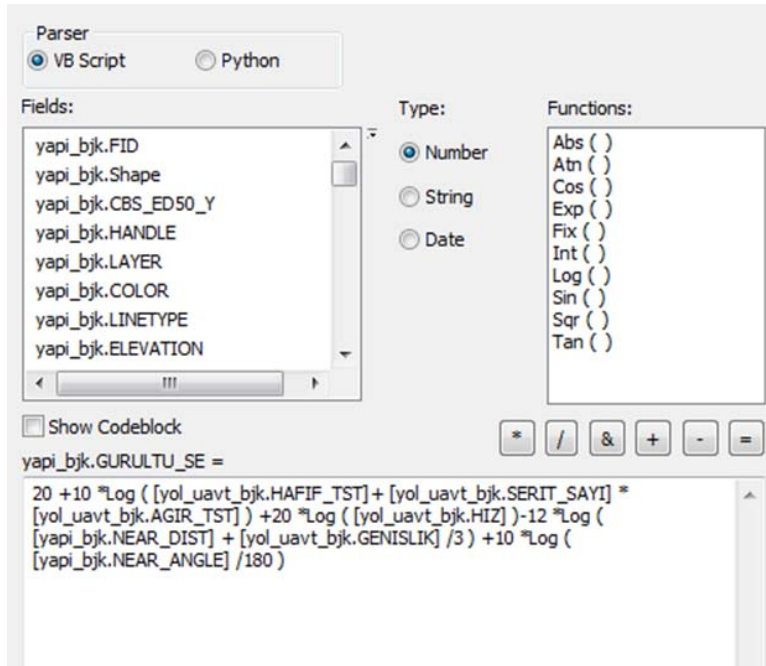
Bu analiz sonucunda bina katmanına yolun görülme açısı bilgisini içeren near angle öznitelik verisi eklenmiştir. Bu açılar derece cinsinden kuzey doğrultusundan itibaren hesaplanan açılardır. Kullanılan program açıları küçük açı oluşacak şekilde hesapladığı için 1800'den büyük açılar eksi değerle hesaplanıp, veritabanına eklenmiştir. Fakat sonraki adımlarda yapılacak hesapların doğruluğu için eksi olan değerler 3600 ile toplanarak veri tabanında eksi değerler tekrar hesaplanmıştır.

FID	NEAR_FID	NEAR_ANGLE
0	3808	-158,296942
1	3808	-155,175512
2	3808	-155,175512
3	3808	-142,378087
4	4892	112,214454
5	4892	112,655192
6	4008	23,408948
7	4008	23,408948
8	4008	29,487323
9	3808	-155,175512
10	4892	-62,975218
11	2016	156,725854
12	3080	85,051079
13	2016	174,136892
14	3080	85,051079
15	2279	-116,994096
16	2279	-114,95971
17	4825	118,63792
18	1689	33,308591
19	4901	-7,098442
20	860	-48,722397

Şekil 6.22 : Yakınlık analizi açısı sonucu.

6.5.2.8 Leq: yol kenarına (d) mesafede oluşan gürültü seviyesi

Gürültü değerini hesaplamayı içeren bu aşamada ilk olarak bina katmanında yeni ve boş gürültü seviyesi öznitelik sütunu oluşturulmuş, mevcut veriler ve hesap değerleri ile gürültü formülü kullanılarak her bir bina karayolu trafiği kaynaklı gürültü değeri hesaplanmıştır (Şekil 6.23, Şekil 6.24).



Şekil 6.23 : Gürültü seviyesi hesabı.

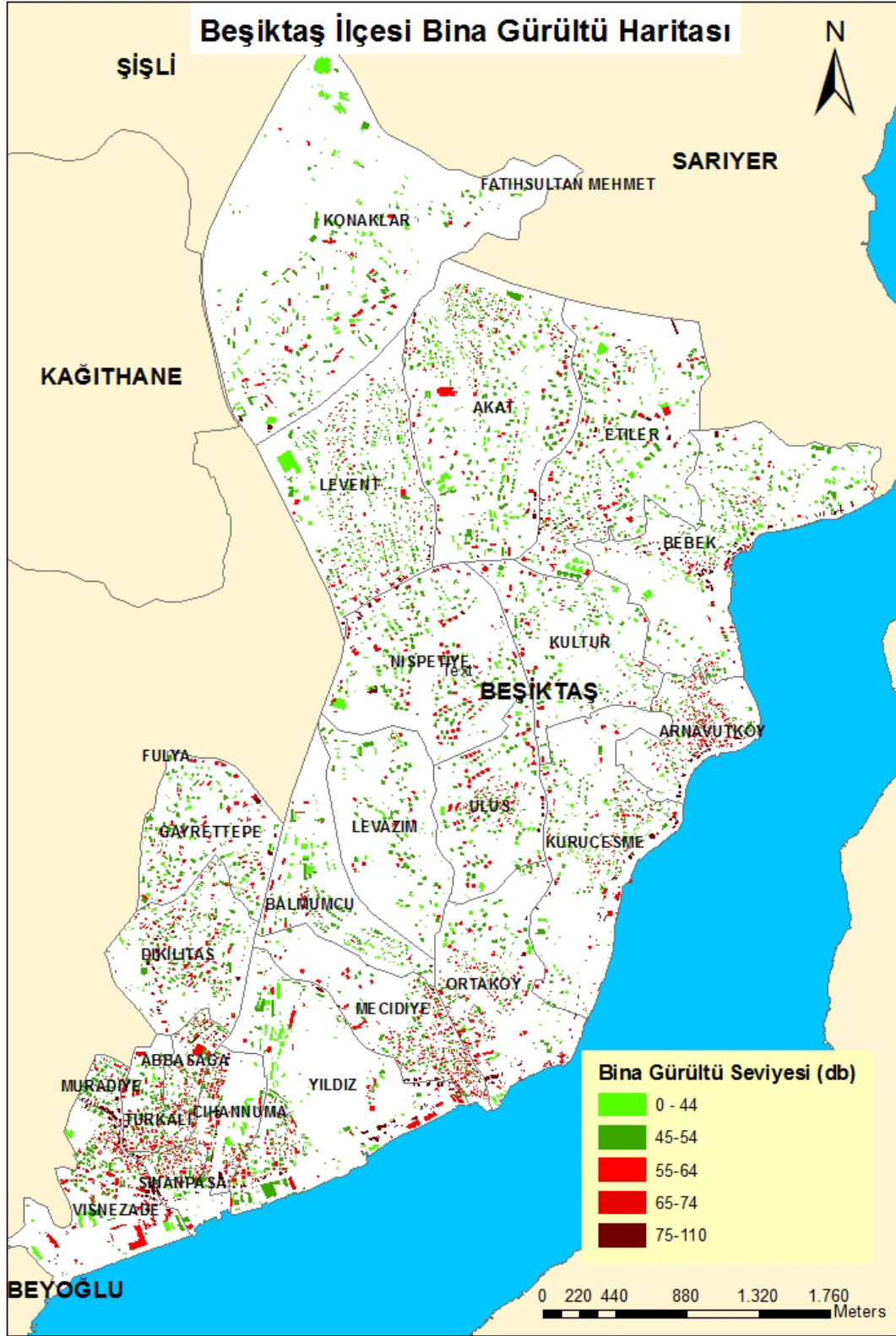
FID	Sha	ELEVATION	YAPI ADI	INSAAT T	KAT ADEDİ	GÜRÜLTÜ SE
0	Poly	80,7064	Konut	betonarme	1	74
1	Poly	80,5594	Konut	betonarme	2	74
2	Poly	79,0948	Konut	betonarme	2	74
3	Poly	74,1423			0	86
4	Poly	76,9714	Konut	yığma	1	94
5	Poly	79,6947	Konut	yığma	1	10
6	Poly	81,324	Konut	yığma	1	98
7	Poly	81,9769	Konut	betonarme	1	86
8	Poly	84,2179	Konut	betonarme	1	86
9	Poly	77,3479	Konut	yığma	1	74
10	Poly	78,6007	Konut	betonarme	1	94
11	Poly	96,0168	Apartman	betonarme	4	94
12	Poly	88,2925	Konut	betonarme	1	84
13	Poly	85,4104	Konut	betonarme	1	94
14	Poly	85,7045	Konut	betonarme	1	96
15	Poly	83,6931	Konut	betonarme	2	84
16	Poly	85,4926	Konut	betonarme	2	96
17	Poly	83,0636	Konut	yığma	1	10
18	Poly	78,9243	Konut	betonarme	1	86
19	Poly	74,5949	Bolerlo Oto	betonarme	2	10
20	Poly	53,028		yığma	1	11

Şekil 6.24 : Gürültü seviyesi öznitelik verisi.

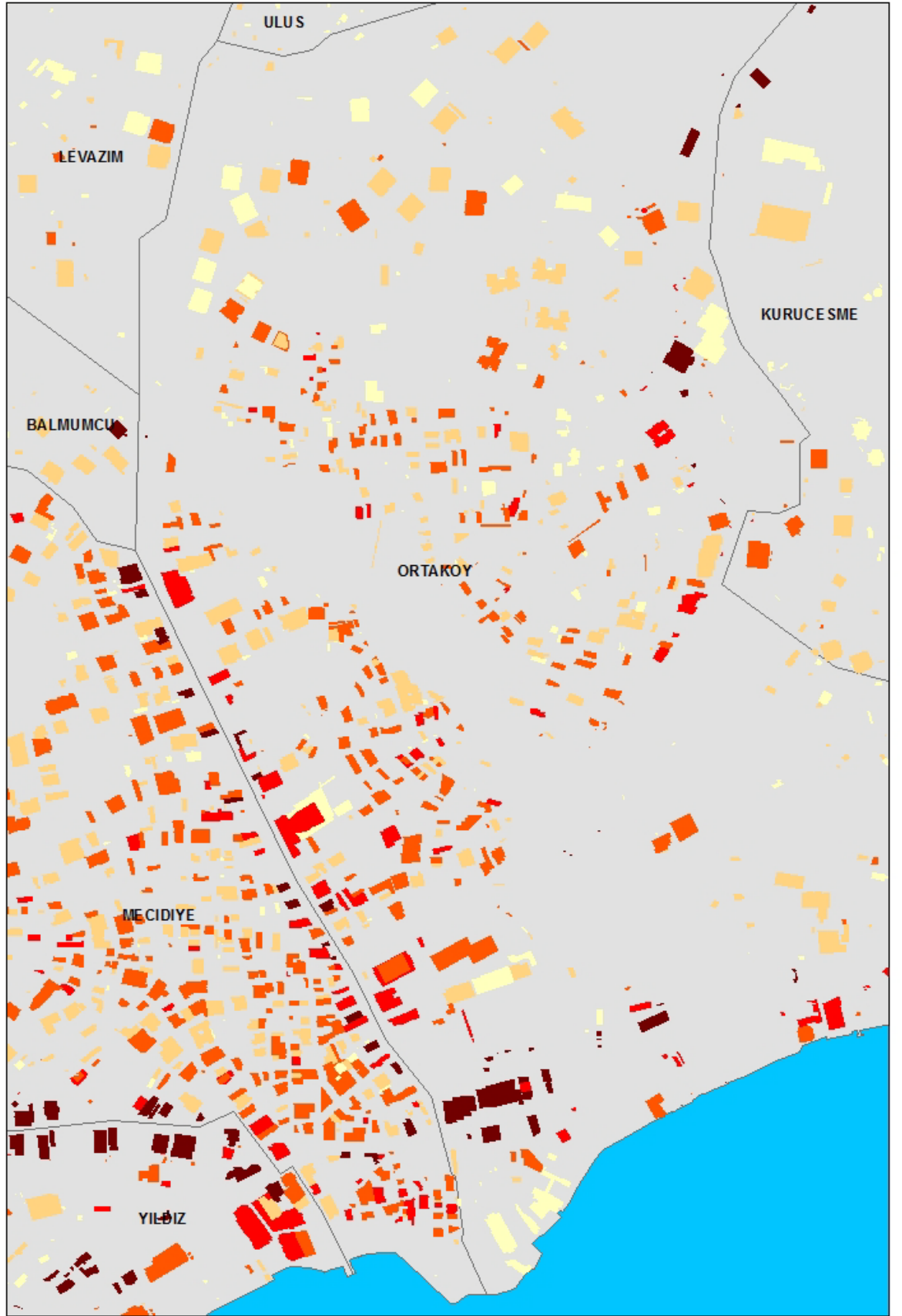
Elde edilen sonuçla binalarda karayolu trafiği nedeniyle oluşan gürültü db cinsinden belirlenmiştir. Elde edilen bu öznitelik verisinin görselleştirilmesi ile Beşiktaş ilçesi bina karayolu trafik gürültüsü haritası oluşturulmuştur (Şekil 6.25, 6.26).

Parametrelere bağlı hesaplama yöntemiyle elde edilen ve bina katmanına eklenen gürültü değeri öznitelikleri yoğunluklarına göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma sonucu görselleştirmede 5 sınıf kullanılmıştır. Bunlardan 1. Sınıf 0-44 dB(A), 2. Sınıf 45- 54 dB(A), 3. Sınıf 55-64 dB(A), 4. Sınıfta 65-74 dB(A) ve 5. Sınıf 75-110 dB(A) aralığını göstermektedir. Böylece hangi binaların hangi düzeyde karayolu kaynaklı trafik gürültüsünden etkilendiği belirlenerek, gürültü haritalama işleminin gerçekleşmesi sağlanır.

Haritadan da görüldüğü gibi yaydığı gürültü oranı fazla olan yollara yakın binalar en fazla etkilenen objelerdir. Bu haritanın oluşturulması analiz, değerlendirme ve yorumlama aşamasında büyük önem taşımaktadır.

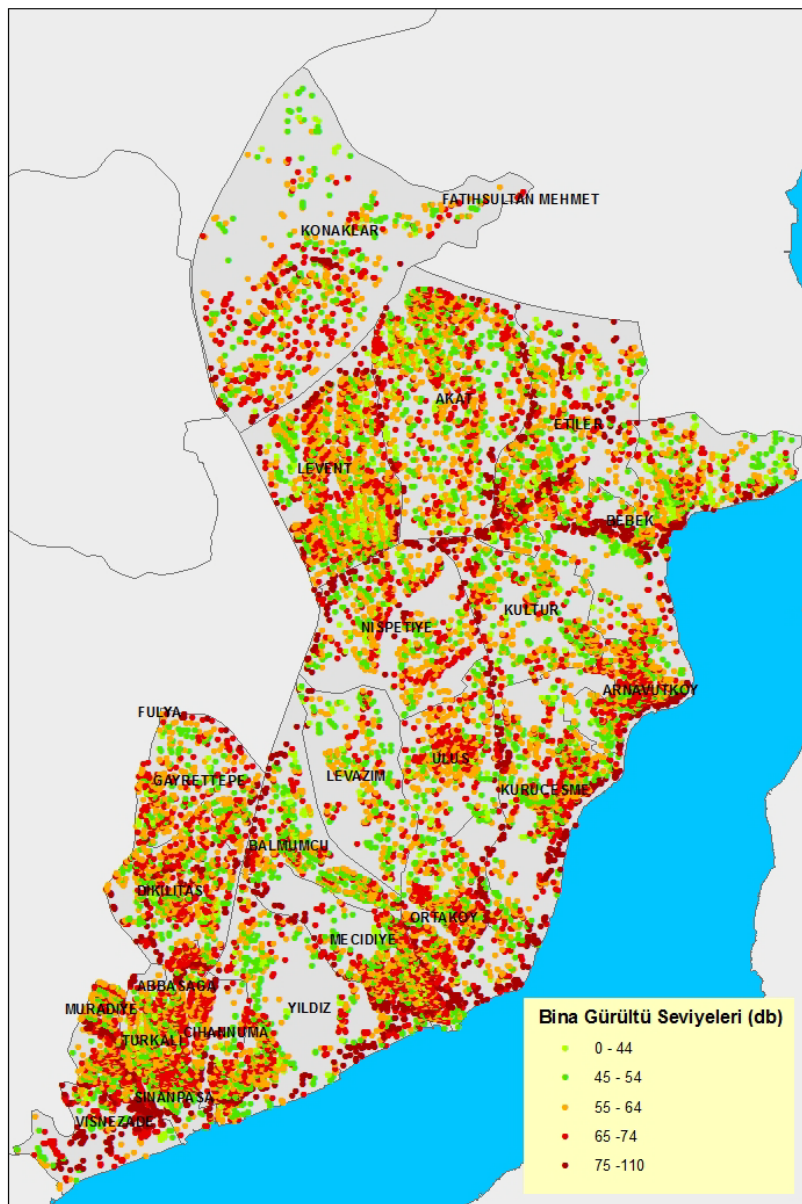


Şekil 6.25 : Beşiktaş İlçesi bina gürültü haritası.

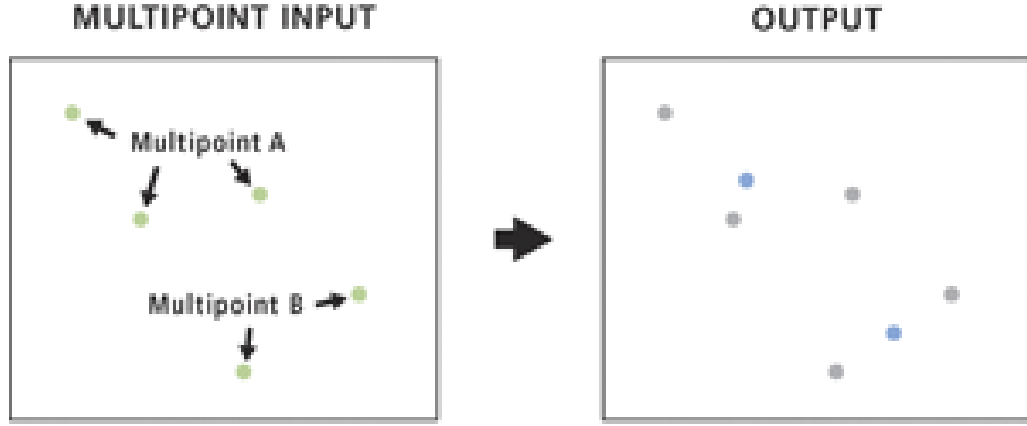


Şekil 6.26 : Gürültü haritası gösterimi.

Bina katmanında yaratılan gürültü_seviye özniteliği temel alınarak gürültü haritasının oluşturulması amacıyla öncelikli olarak poligon geometrisine sahip bina veri katmanı nokta geometrili veri katmanına dönüştürülmüştür (Şekil 6.27). Bu işlemi gerçekleştirirken bina veri katmanına ait öznitelikler korunmuştur. Dönüşüm işleminin amacı risk bölgelerinin enterpolasyon yöntemiyle belirlenmesi aşamasında enterpolasyona uygun veri tipinin elde edilmesidir. Nokta verilerine ait gürültü seviyeleri tanımlandıktan sonra, farklı konumsal enterpolasyon yöntemleriyle hem gürültü alanları hem de gürültü eşyükselti eğrileri elde edilebilir.

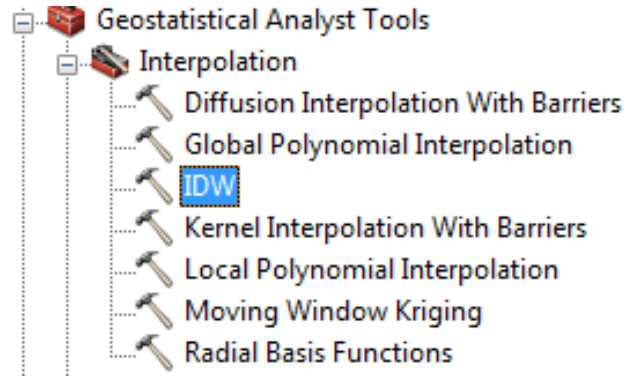


Şekil 6.27 : Gürültü değerleri nokta katmanı.



Şekil 6.28 : Poligon katmanının nokta katmanına dönüştürülmesi.

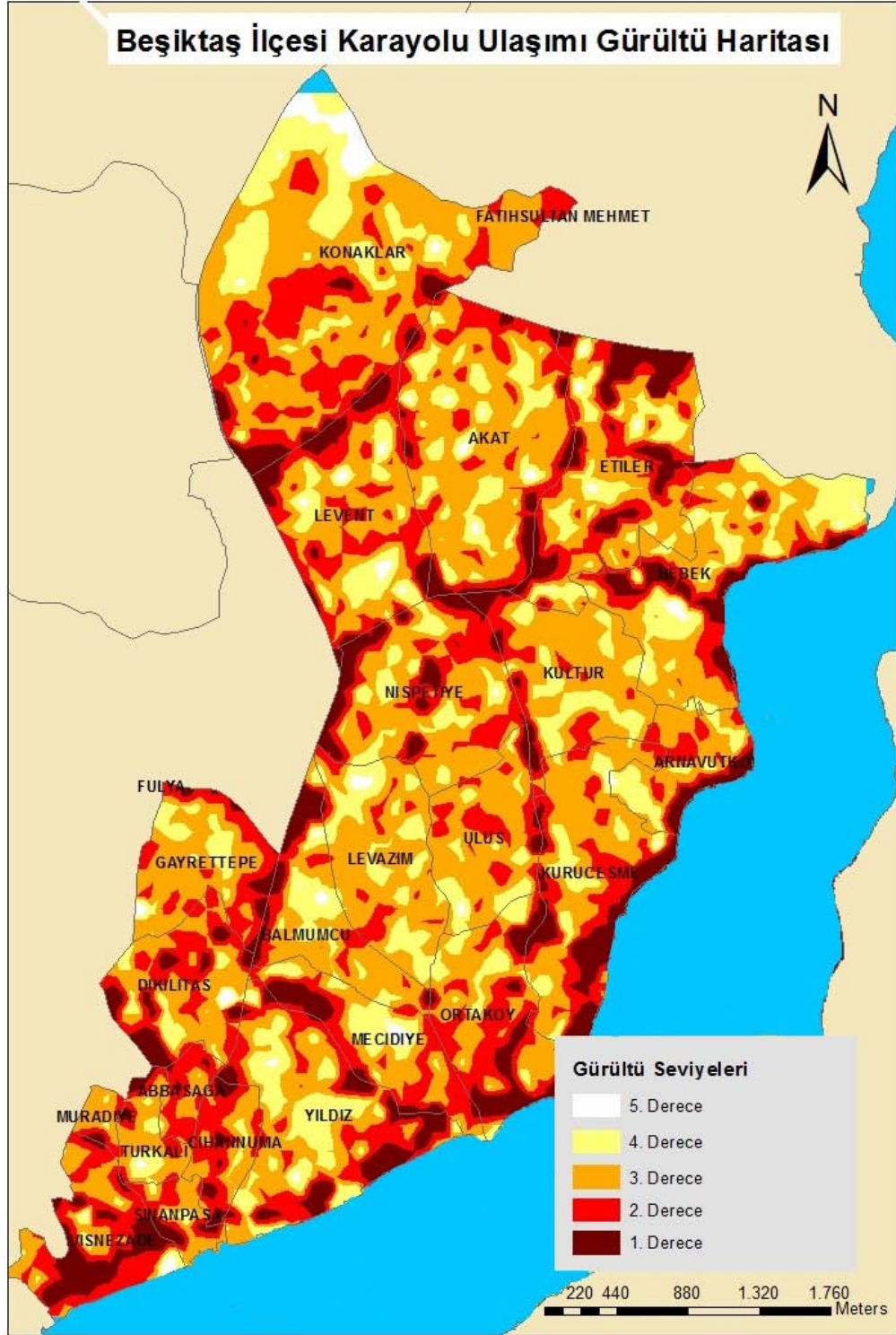
Bu uygulamada nokta bina verilerine ait gürültü değerleri IDW (Inverse Distance Weighted) Ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon yöntemiyle (Şekil 6.29) analiz edilmiştir. IDW enterpolasyon tekniği nokta verilerinden enterpolasyonla grid üretmede çoğunlukla tercih edilen ortak bir yöntemdir. IDW enterpolasyon tekniği enterpole edilecek yüzeyde yakındaki noktaların uzaktaki noktalarda daha fazla ağırlığa sahip olması esasına dayandırılır. Bu teknik enterpole edilecek noktadan uzaklaştıkça ağırlığı da azaltan ve veri noktalarının ağırlıklı ortalamasına göre bir yüzey enterpolasyonu yapar.



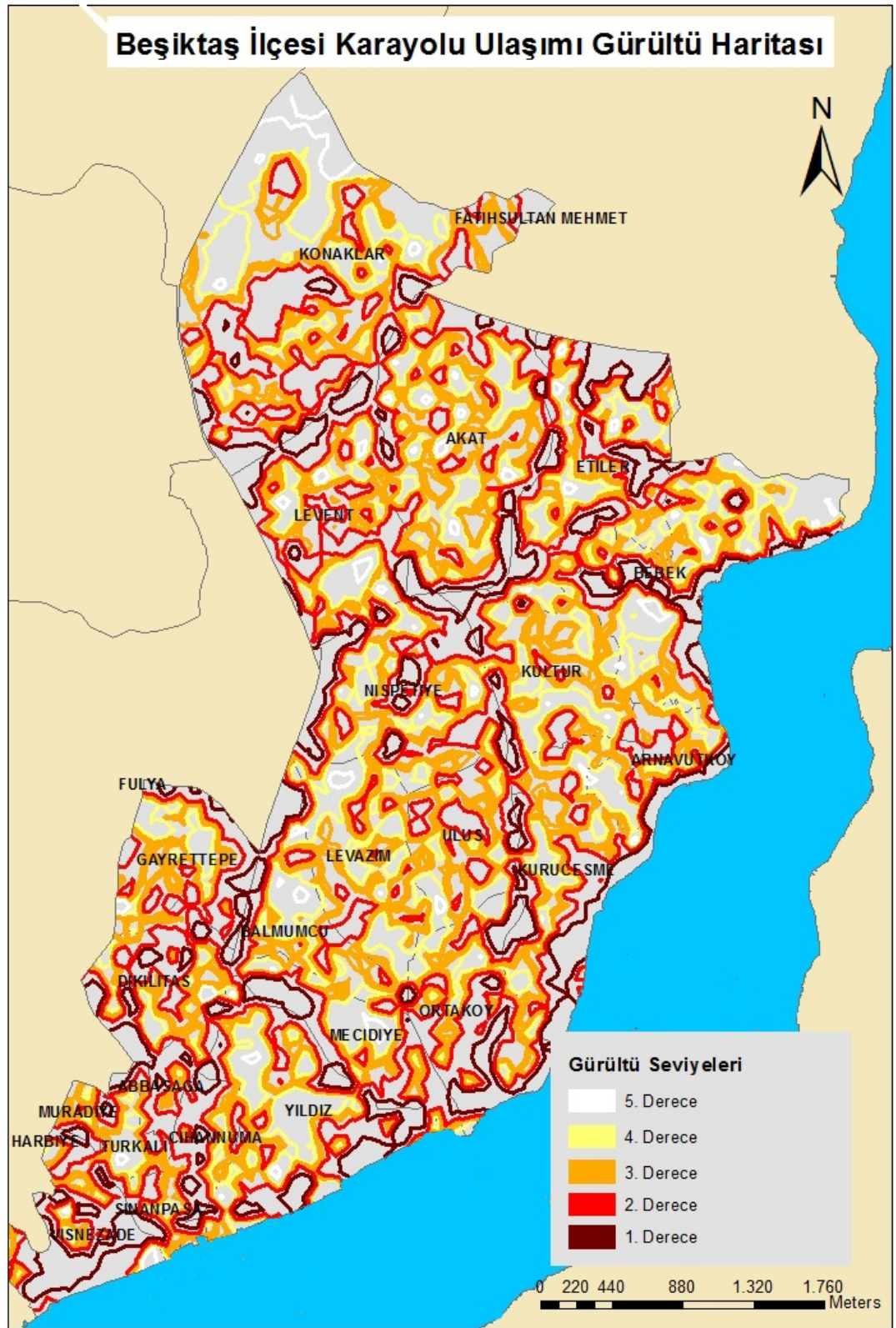
Şekil 6.29 : Ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon yöntemi.

IDW enterpolasyon yöntemiyle nokta bina verileri gürültü seviyeleri temel özneliği belirlenerek gürültü haritası üretiminde kullanılmıştır. Sonuçta Şekil 6.30 ve 6.31 deki gürültü haritası elde edilmiştir.

Böylece Beşiktaş ilçesi uygun gürültü değerlerine göre sınıflandırılmış ve herbir sınıf ayrı polyline değeri ile ifade edilmiştir. Böylece farklı risk durumlarını içeren alanlar içinde kalan etki objeleri üzerinde ayrı analizler ve yorumlar yapılması sağlanmıştır.



Şekil 6.30 : Beşiktaş İlçesi Karayolu Ulaşımı Gürültü Haritası.



Şekil 6.31 : Beşiktaş İlçesi eşyükseiti eğrili karayolu ulaşımı gürültü haritası.

6.6 Gürültü Etki Analizi

Yapılan analizlerin yorumlanması kısmında Türkiye’de gürültü ile mücadele konusundaki mevcut mevzuatta, Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan 01.07.2005 tarih ve 25862 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği” baz alınmıştır. Bu yönetmeliğin amacı, ilgili yönetmelikte “kişilerin huzur ve sükûnunu beden ve ruh sağlığını gürültü ile bozmayacak bir çevre oluşturmak” tır.

Yönetmeliğe göre stratejik gürültü haritası hazırlanması zorunlu olan karayollarının geçtiği alana ve zaman dilimine bağlı olarak, yapılan değerlendirme sonuçlarına göre kara yolu çevresel gürültü düzeyi Lgündüz ve Lgece cinsinden Çizelge 6.4’de verilen sınır değerleri aşamaz.

Çizelge 6.4 : Çevresel Gürültü Düzeyi Sınır Değerleri.

Alanlar	Yenilenmiş/Onarılmış yollar		Mevcut yollar	
	Lgündüz (dBA)	Lgece (dBA)	Lgündüz (dBA)	Lgece (dBA)
Kırsal alanlar	55	45	60	50
Gürültüye duyarlı alanlar (eğitim, kültür ve sağlık alanları), yazlık yerleşim alanları ve kamp yerleri	60	50	65	55
Yerleşim alanları	63	53	68	58
İş alanları ve yerleşim alanları	65	55	70	60
Endüstriyel alanlar	67	57	72	62

Üretilen gürültü haritasında bu değerlere göre önlem alınması gereken yerler belirlenirken öncelikli olarak sınır değerleri aşan yapıların belirlenip, yorumlanması gerekmektedir. Bu şartları sağlayan optimum konumlar belirlenerek gürültü perdeleri yerleştirilir.

Gürültü haritaları, gürültünün çevre üzerindeki etkisini değerlendirmek üzere, mesela, şiddetli bir gürültüden etkilenecek alanı, gürültüye duyarlı binaların sayısını veya gürültü seviyesinin belli bir düzeyi aştığı doğal park alanlarını, gürültüden dolayı huzursuz olan vatandaşların sayısı vb. belirlemek için girdi olarak

kullanılabilir. Etkilenme analizinde gürültü sorununa maruz kalan oturanlar, konutlar, hastaneler ve okulların (bazı durumlara göre kreşler) sayısı tespit edilir. Bu durum, gürültü haritasının yanında başlı başına bir hesaplama ve değerlendirme işlemini gerektirmektedir.

Gürültünün etkileri; konutların ve diğer binaların konumları ve/veya gürültüye duyarlı faaliyetler gibi çevre hakkındaki bilgiler ile elde edilen gürültü eşyükseltilerinin karşılaştırılması ile ölçülür ve görselleştirilir. CBS’ de mevcut fonksiyonlar bu süreçte kullanılır.

Haritalar, gürültü seviyeleri ve onun etkilerini;

- Alan,
- Nüfus yoğunluğu,
- Bina,
- Bina tipolojilerine göre değerlendirebilir.

Gürültü etkilerinin hesaplanması aşağıdakileri içerir (Henk de Kluijver and Jantien Stoter, 2003):

- Gürültüden etkilenen alanın bilgisayar ortamında hesaplanması,
- Gürültüden rahatsızlık duyan insanların sayısının belirlenmesi,
- Gürültüden etkilenen binaların sayısının belirlenmesi (okullar, hastaneler gibi belirlenen seviyenin üstündeki gürültüye karşı duyarlı olan binalar),
- Doğal park sınırları içerisinde bulunan gürültüden etkilenen alanların belirlenmesi.

Dahası, bir gürültü eşik seviyesi belirlenerek farklı kullanımlara göre kabul edilebilir veya edilemez olarak sınıflandırabilir.

- Kentsel alanlar,
- Konut yerleşkesi,
- Endüstriyel ve ticari gibi

Elde edilen sonuçlara daha değerli bir anlam yüklenebilmesi için, elde edilen sonuçların içerik ve sunumlarının kaliteli olması gereklidir. Örneğin, rahatsızlık duyan insan sayısı, bu değer varyasyonları ile sunulmalıdır.

Sonuçların güvenilirliği, girdi verilerinin hassasiyeti ve kalitesi ile kullanılan hesaplama yönteminin geçerlilik ve hassasiyetine bağlıdır. Veri eksikliğinin üstesinden gelmek ve sonuçların kalitesini ortaya koymak için yetersiz ve çalışmanın kalitesini düşürecek verileri egale edebilecek tekniklerin de gürültünün etkileri üzerine yapılan çalışmalara eklenmeleri gerekmektedir. Bu teknikler şunları içerir (Henk de Kluijver and Jantien Stoter, 2003):

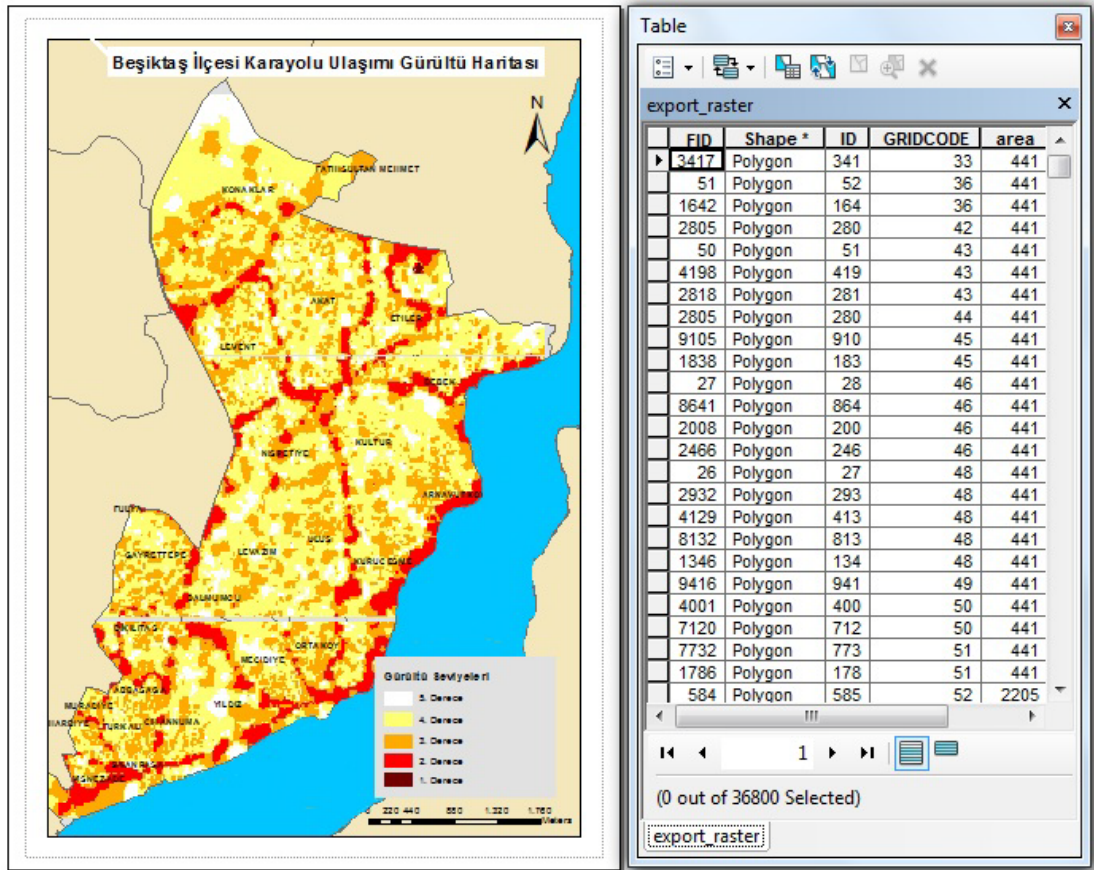
- Hata yayılımı yöntemleri ile veri içerisinde ve modellerde bulunan hataları göz önünde bulundurmak [örn: Mekânsal modellemede, Monte Carlo simülasyonu veya başka hata yayılma yöntemleri],
- Muhtemel hataların tahmin ve hesaplarından elde edilen sonuçların kalitesini sergilemek,
- Kesin ses eşyükseltilerin canlandırmasını belirsizlik bant aralığı ile değiştirmek,
- Kesin rakamların yerine dereceli muhakemeler kullanmak.

Dahası, sunum standartlaştırılmış olmalıdır (Kluijver, 2001; popp, 2000) ve sanal gerçeklik sistemleri ile yapılan gürültü simülasyonları, insanların, planların akustikle ilgili neticelerini anlamalarına yardımcı olacaktır (Dubbink, 2000; Henk de Kluijver and Jantien Stoter, 2003).

Pilot bölge olan Beşiktaş İlçesi'nde risk bölgeleri sınıflarının alanları, nüfus yoğunlukları, bu alanlar içinde kalan bina sayısı ve binaların kullanım sınıflarına göre değerlendirilmiştir.

Veri tabanında esnek analiz yapabilme olanağı için öncelikle raster formattaki gürültü haritası poligon veri setine dönüştürülmüştür. Gürültü seviye öznitelikleri kullanılarak aynı düzeyde bulunan poligonlar sorgulanmış ve böylece her bir düzeyin içinde bulundurduğu toplam ilçe alanı belirlenmiştir (Şekil 6.32).

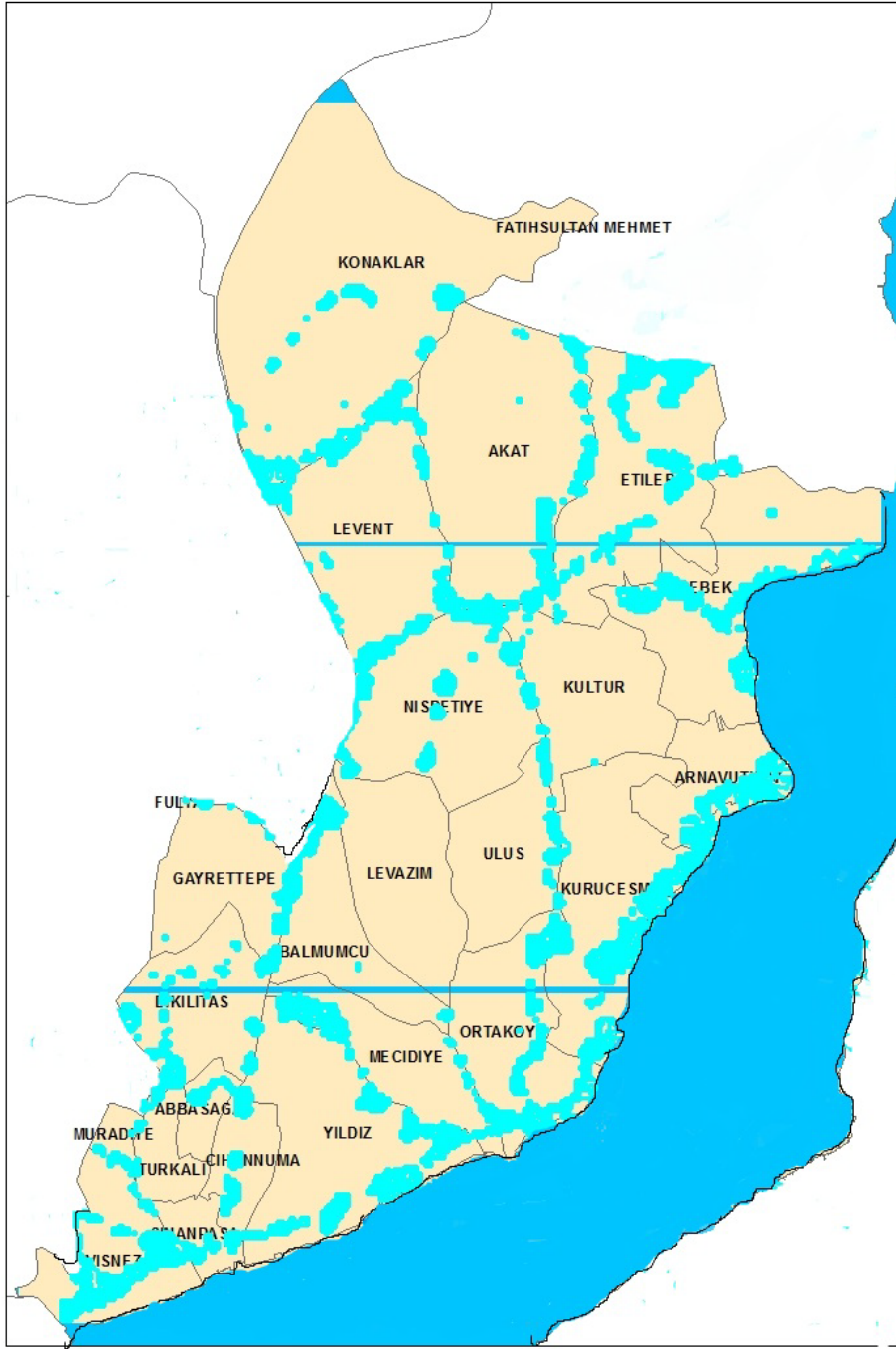
Değerlendirme sonucuna göre Beşiktaş ilçesi %8 alanı 0-40 dB(A) (5. Derece gürültü bölgesi), %20 alanı 45-54 dB(A) (4. Derece gürültü bölgesi), %68 alanı 55-64dB(A) (3. Derece gürültü bölgesi), %2 alanı 65-74 dB(A) (2. Derece gürültü bölgesi) ve %2 alanı 75-110 db (1. Derece gürültü bölgesi) aralıklarında bulunmaktadıdır.



Şekil 6.32 : Her bir gürültü düzeyinde bulunan alanın hesaplanması.

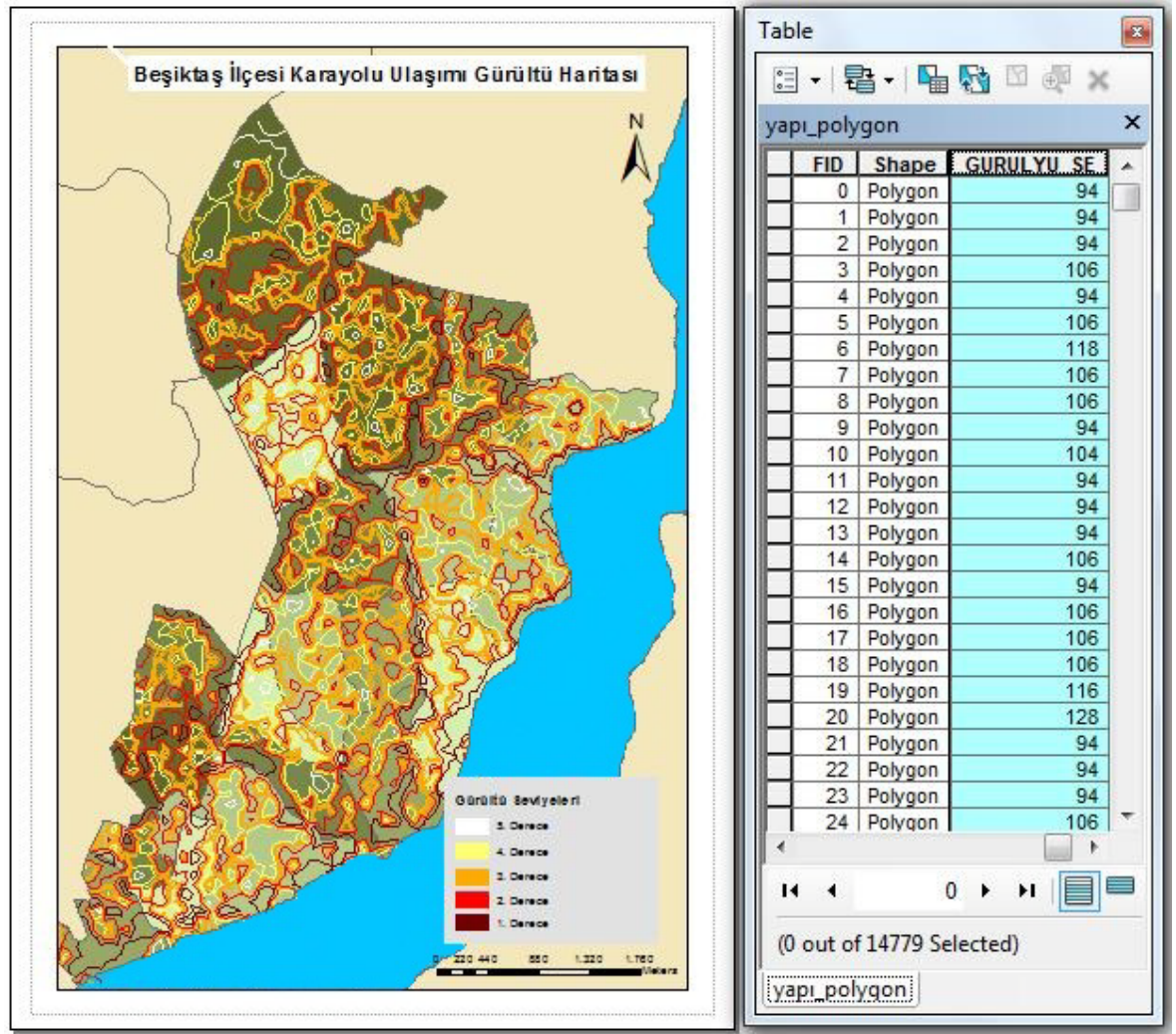
Beşiktaş İlçesi nüfus yoğunluğu verileriyle birlikte etkilenen binalar karşılaştırılınca nüfusun %6'sı 0-40 db (5. Derece gürültü bölgesi), %15'i 45-54 db (4. Derece gürültü bölgesi), %76'sı 55-64db (3. Derece gürültü bölgesi), %2'si 65-74 db (2. Derece gürültü bölgesi) ve %1'i 75-110 db (1. Derece gürültü bölgesi) gürültüye maruz kalmaktadır. Şekil 6.33'de etki bölgeleri nüfus yoğunluğu hesaplama işlemi görülmektedir. Nüfus yoğunlu hesaplanırken gürültü düzeyleri poligon katmanlarında bulunan binaların içinde ikamet eden insan sayısı verisi temel alınsada. Verilerin yetersizliği nedeniyle alan mahalle bazlı hufus verisi ve alan oranlarıyla düzeltilmiştir.

Beşiktaş İlçesinin 4 km²'lik alanı 1. ve 2. derece gürültü düzeyinde yani sınır değerinin üstündedir. Sınır değerinin üstünde olup müdahale edilmesi gereken semtler incelendiğinde sadece Levazım ve Kültür Mahallelerinde oluşan gürültünün ihmal edilebileceği görülmüştür (Şekil 6.33)

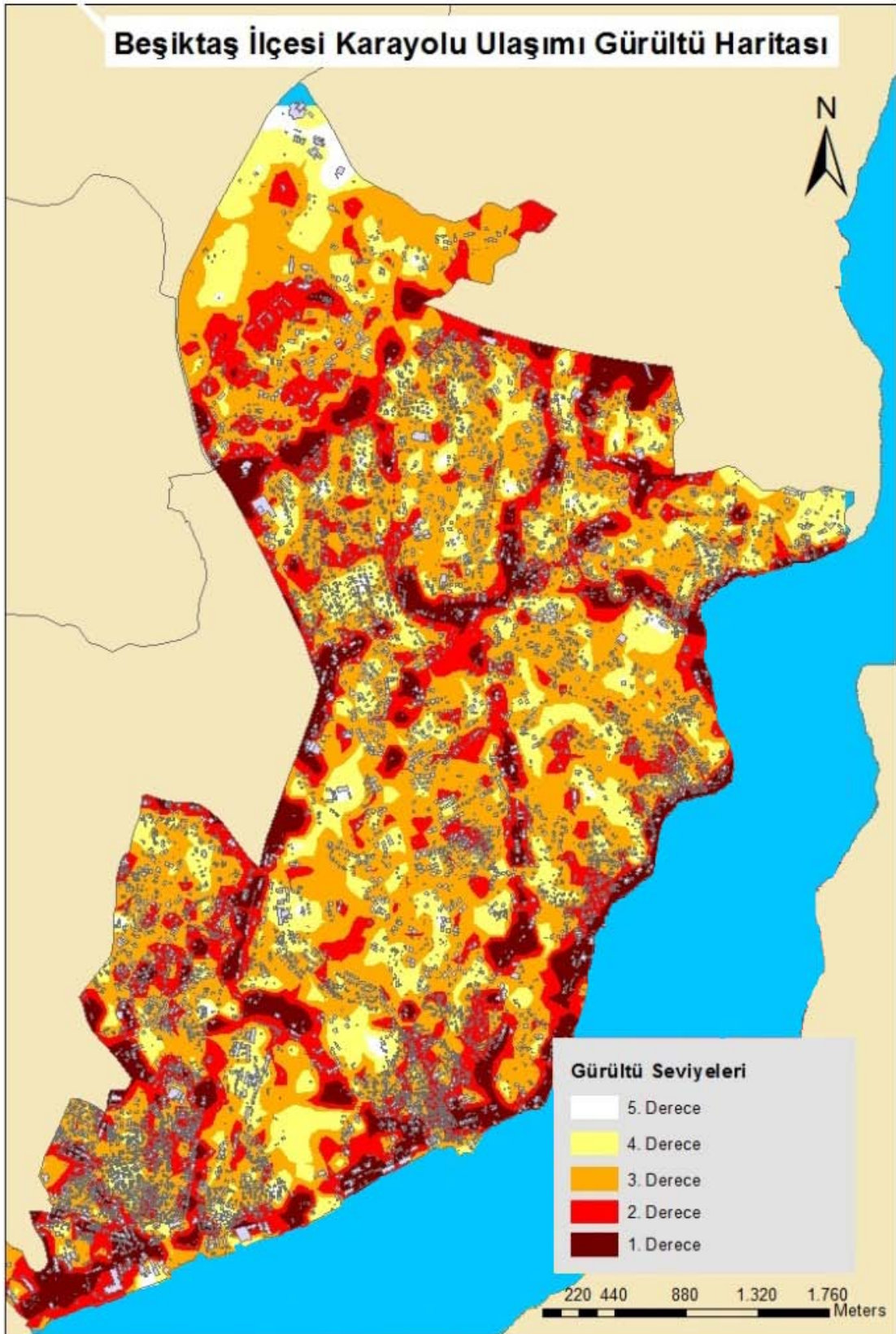


Şekil 6.33 : Semt bazında 1. ve 2. derece gürültü bölgeleri.

Beşiktaş İlçesi'nde gürültü sınıfları içine giren binalar Şekil 6.34'deki görüntüde gösterilmiştir. Böylece kaç sayıda binanın gürültü riski altında olduğu kolayca belirlenebilir.



Şekil 6.34 : Her bir gürültü düzeyi için nüfus yoğunlunun hesaplanması.



Şekil 6.35 : Her bir gürültü düzeyi için bina sayısının hesaplanması.

Beşiktaş İlçesinde 1. ve 2. derece gürültü düzeyinde bulunan 1625 bina mevcuttur. Bunların semtlere göre dağılımı Çizelge 6.5’de göstermiştir.

Çizelge 6.5 : 1. ve 2. Derece gürültü bölgelerindeki bina sayıları.

Bebek	192
Kuruçeşme	149
Arnavutköy	147
Yıldız	133
Ortaköy	129
Vişnezade	121
Mecidiye	109
Etiler	105
Levent	74
Akat	64
Dikilitaş	57
Nispetiye	54
Cihannuma	52
Konaklar	47
Sinanpaşa	39
Gayrettepe	30
Ulus	29
Abbasağa	26
Kültür	21
Muradiye	21
Balmumcu	16
Türkali	10
Levazım	0

6.7 Gürültü Perdeleri Yer Seçimi

İnşaat öncesi analizlerinin gürültü darbesinin karşılık geldiği değerlerin tampon limitlerinden daha yüksek olduğu sonucuna varıldığı bütün alt-bağlamlarda, bir hafifletme müdahalesi gerekli bulunmaktadır: modele bir gürültü perdesi eklenmelidir. Burada, akustik parametreler ve gürültü perdelerinin geometrisi belirlenir ve hafifletmeye yönelik diğer eylemler belirlenir (Luzzi ve diğ., 2006).

Tasarlanmış gürültü perdeleri sonunda modele yerleştirilir ve ses değerlendirilmesi; yeniden simülasyon yazılımı işletilerek, inşaat sonrasında eşyükselti (izofon) eğrileri ile gündüz vakti ve gece vaktindeki haritalanması yapılarak gerçekleştirilir.

Akustik tasarımın tasdik edilmesi; simülasyonu yapılan gürültü seviyelerinin, tampon değerlerin inşaat öncesi seviyelerden yüksek olduğu tespit edilmiş bütün alıcı konumlardaki (aynı cephelerin ortak katlarında) sınırların altına asıl düşüşünü doğrulayarak gerçekleştirilir (Luzzi ve diğ., 2006).

Uygulama kapsamında gürültü perdesi konumları belirlenirken yine yönetmelik temel alınarak analiz ve karar süreci işletilmiştir. Yönetmeliğe göre; gürültü bariyerlerinin kullanılabilmesi için gerekli kriter, “Yılda üç milyonun altında taşıtın geçtiği kara yolunun bulunduğu alanın nüfus yoğunluğu ve kara yolundan kaynaklanan gürültü nedeniyle yaşanan şikâyetin yoğunluğu dikkate alınarak kara yollarının maksimum çevresel gürültü düzeyinin Lgündüz 68 dBA’ yı aştığı yerlerde, işletmeci kurum/kuruluş tarafından, karayolu civarında var olan evlerin mevcut yollardan etkilenmemesi için; kara yolu ve çevresinde trafik akışı, yol kaplaması ve benzeri veya yol kenarlarına TSEN 1793-1, TSEN 1793-2 ve TSEN 1793-3 standartlarına uygun gürültü perdeleme teknikleri dikkate alınarak etkin ve uygulanabilir tedbirler alınır.

Yönetmelikte belirtildiği gibi yılda 3 000 000 yani günde yaklaşık 8220 ve saatte ortalama 343 taşıttan az taşıt yüküne sahip yollar uygulama verileri içerisinde 3. derece yolları kapsamaktadır. Bu bakımdan uygulamada 3. derece yollar gürültü perdesi konumu belirleme işlemi kapsamından çıkartılmıştır.

Gürültü haritası oluşturulmasını takip eden ve sonuç üreni oluşturan gürültü perdesi konum belirleme işlemi gürültü için alınacak önlemlerden bir tanesidir.

Gürültü perdesi konum belirleme analizinin hangi bölgeler kapsamında uygulanacağı belirlenirken dikkat edilen unsurlar:

- Ortalama saatlik taşıt sayısı
- Nüfus yoğunluğu
- Bina sayısı
- Gürültü düzeyi

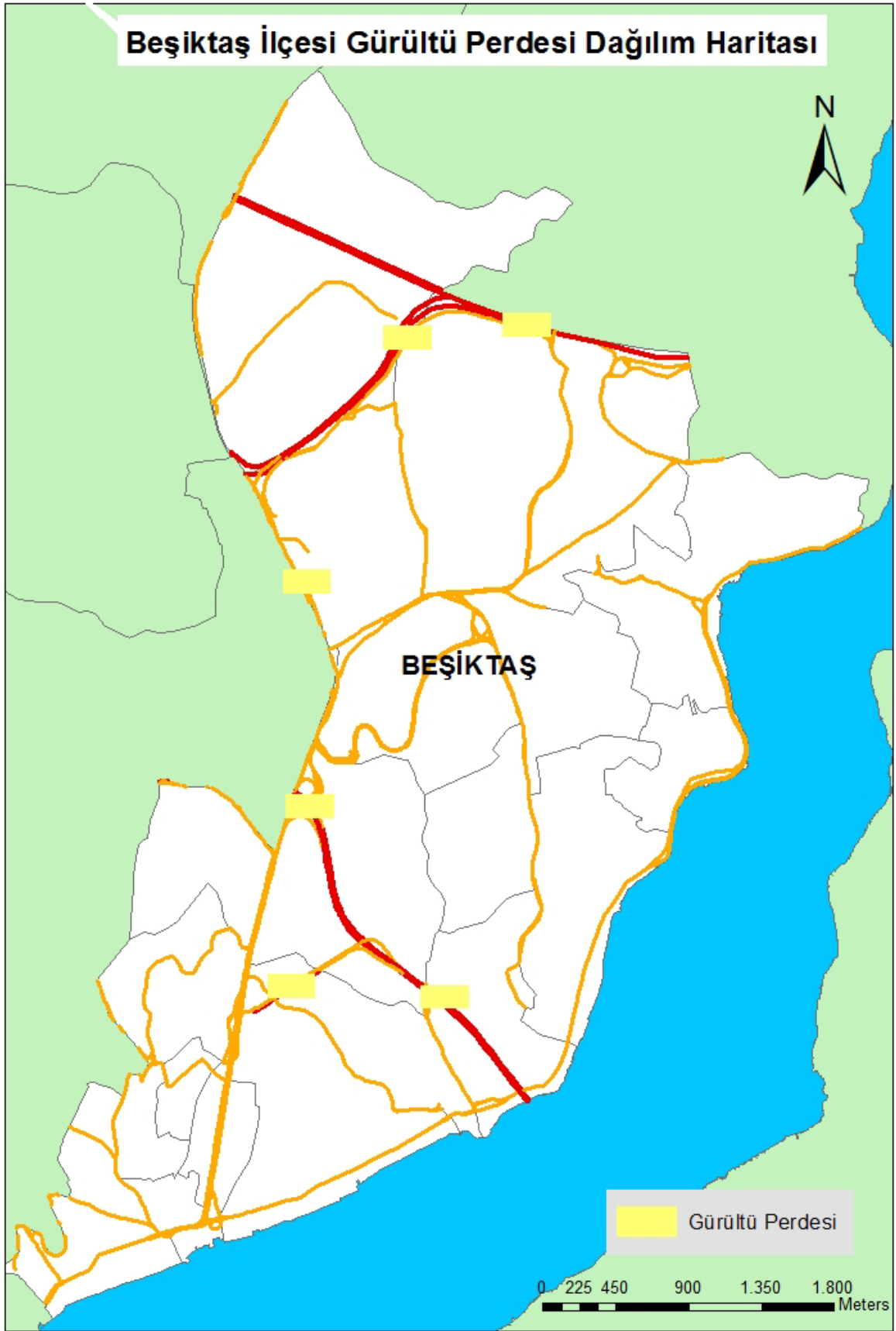
Bu kapsamda kullanılan veriler:

- Yol
- Bina
- Gürültü haritası

Veritabanında kurulan ilişki ile hangi yolun hangi binaları etkilediği ve bu yollardan binalara ulaşan gürültü değerleri bilinmektedir. Uygulama kapsamında 1. derece gürültü düzeyinde bulunan binaların karayolu trafiği kaynaklı gürültüden korunması

için gürültü perdeleri konumları belirlenmiştir. Fakat detaylı bir çalışmada sınır değerin üstünde kalan tüm yerleşim alanlarının korunması için gürültü perdesi konumlarının belirlenmiş olması gerekmektedir.

1. derece gürültü düzeyinde bulunan binalar için yakınlık analizyle bulunan gürültüsünü aldığı yol üzerinde db düşürmek için gürültü perdesi konumu belirlenmiştir. Konum belirleme işleminden sonra tekrar aralarında engel bulunmayan yol ve binalar için, her bir binada oluşan karayolu kaynaklı gürültü değer db cinsinden belirlenmiş ve gürültü haritası oluşturma işlemi tekrarlanmıştır. Çalışma bölgesinde 1. derece risk gurubunu olşturan 75 db üstü gürültü oluşumu engellenene kadar bu çalışma tekrar edilmiştir. Sonuç olarak çalışma kısıtlamaları kapsamında belirlenen gürültü perdesi konumları şekil 6.35’de gösterilmiştir. Gürültü perdesi yer seçimi işlemi gerçekleştirildikten sonra oluşturulan gürültü haritasında 1. derece gürültü bölgesi bulunmamaktadır.



Şekil 6.36 : Gürültü perdeleri yer seçimi.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Beşiktaş İlçesi, nüfus ve alan bakımından İstanbul ilinde ilk sıralarda yer almasa da 1. ve 2. Köprü ve bağlantı yollarının yoğunluğu nedeniyle coğrafi konumu bakımından karayollarının kesistigi bir noktadadır. Bünyesinde 1. derece yol barındırması ve İstanbul içerisinde konumu nedeniyle trafik yoğunluğunun fazla olduğu bir ilçedir. Bütün bu nedenlerden dolayı Beşiktaş için karayolu trafik gürültüsü önemli bir çevre problemi olmuştur.

Trafikten kaynaklanan gürültünün, modern hayata verdiği olumsuz etkiler nedeniyle gürültü seviyelerinin azaltılması ve kontrol altına alınabilmesi çalışmaları büyük önem kazanmıştır.

Bu çalışmada yöntem ve parametrelerin belirlenmesini takiben oluşturulan veritabanından sonra ilk çalışma gürültü haritasının üretilmesi olmuştur. Gürültü haritası, şehrin şimdiki gürültü durumunu ve gürültü seviyesinin maksimum olduğu yerleri gösterir. Gürültü haritaları, şehir gelişimini belirlemede, trafik ve yol planlamalarında ve ölçülen gürültü seviyelerinin azaltılmasına yönelik çalışmalarda karar verebilmek için önemli bir destek aracıdır.

Gürültü haritaları ile önceki veya öngörülen gürültü durumu, sınır değerler, gürültü değerlerine göre maruz kalınan belirli bir alandaki konut, okul ve hastanelerin tahmini sayısı ve gürültüye maruz kalınan alandaki tahmini insan sayısı gibi bilgiler verilir.

Oluşturulan gürültü haritası 5 dereceye ayrılmıştır:

- 5. Derece: 0-44 dB(A)
- 4. Derece: 45-54 dB(A)
- 3. Derece=55-64 dB(A)
- 2. Derece: 64-74 dB(A)
- 1. Derece: 75-110dB(A)

Beşiktaş İlçesinin arazi kullanım yoğunluğu itibariyle değerlendirilmesiyle, çoğunlukla yerleşim yeri özelliğinde bulunduğu için yönetmelik uyarınca 65 dBA sınır değer olarak alınmıştır.

Buna göre 2. ve 1. Düzeyde gürültü bölgesinde bulunan kritik objeler belirlenmiştir.

Sonuç olarak bu değerlendirmeler dikkate alınarak karayolu trafiği kaynaklı gürültünün engellenmesi amacıyla gürültü perdeleri konumları belirlenmiştir. Ancak oluşan ciddi tablo değerlendirildiğinde daha detaylı bir çalışmanın yapılması gerektiği açıkça gözükmemektedir.

Beşiktaş İlçesi için gürültü perdelerinin konumlandırılması dışında gürültü engelleme amacıyla yapılacak çalışmalara öneriler aşağıda verilmiştir:

- Trafik gürültü haritası yapılarak, gürültünün etkisini azaltacak eylem planları hazırlanmalıdır.
- Kent gelişim planlarında, arazi kullanım planlamasının yanı sıra trafik planlamasının da yapılması gereklidir.
- Karayolunu kullanan araçların teknik kontrolleri düzenli olarak yapılmalıdır.
- Trafiğin yoğun olduğu kavşaklarda, hızlı trafik akışını sağlamak amacıyla, trafik ışık sürelerinin yoğunluğu azaltacak şekilde düzenlenmeli, uygun yerlerde yeşil dalga uygulamasına geçilmelidir.
- Ulaşımında minibüslerin yerine toplu taşıma araçlarının kullanılması teşvik edilmelidir.
- Toplu taşımada kullanılan araçların durakları ve bekleme süreleri düzenlenmelidir.
- Trafik gürültüsünün bina içindekilere etkisini azaltmak amacıyla inşaatlarda uygun yalıtım yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Aktürk N., Akdemir O., Üzkur İ.**, 2003, Trafik Işık Sürelerinin Neden Olduğu Çevresel Taşıt Gürültüsü, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi* Cilt 18, No 1, 71-87
- Alam W.**, 2011, GIS based Assessment of Noise Pollution in Guwahati City of Assam, India, *International Journal Of Environmental Sciences* Volume 2, No 2, 731-740
- Alkış, Z.**, 1996, Coğrafi Bilgi Sistemi Bileşenleri, *Harita ve Kadastro Mühendisliği Dergisi*, Sayı 79, Ankara, 57–63.
- Ateş S.**, 2010, Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Kalp Krizi Vakalarına Yönelik En Uygun Ambulans Yerlerinin Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2010.
- Chou Y. H.**, 1997, Exploring Spatial Analysis in Geographic Information Systems. *OnWord Press, Santa Fe, USA*,
- County R.**, Nisan 2009, Noise Analysis, *TH 36 and Rice Street Interchange*, Minnesota, ABD
- Czerwinski A., Sandmann S., Stöcker-Meier E., Plümer L.**, 2007, Sustainable SDI for EU noise mapping in NRW, *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, Vol 2, 90-111
- Çalış M.**, Kara Yolu Gürültüsü Ve Gürültü Perdelerinin Ekonomik Analizi, *Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2007.
- Çevre ve Orman Bakanlığı**, 2004, Gürültü Haritalandırması Kılavuzu, *Çevresel Gürültü Değerlendirmesi Ve Yönetimi İle İlgili AB Direktiflerinin Uyumlaştırılması Ve Uygulamaları Avrupa Birliği Eşleştirme Projesi*
- Çevre ve Orman Bakanlığı**, 2010, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
- Çevre ve Orman Bakanlığı**, 2011, Çevresel Gürültünün Önlenmesi Ve Kontrolüne Yönelik Eylem Planı, *Çevresel Gürültü Eylem Planı 2009-2020*
- Erden T.**, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile Metropolitan Şehirlerde Acil Durum Planlaması, *Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2001.
- Erdoğan S., Doğan M., Yılmaz İ., GÜLLÜ M., Baybura T., Ulu M., Şişe Ö.**, 2008, Afyonkarahisar İl Merkezi Karayolu Trafik Gürültü Haritasının Hazırlanması, *AKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (2), 151-164,
- Farcaş F.**, Temmuz 2008, Road Traffic Noise, *Yüksek Lisans Tezi*, Linköping University Department of Computer and Information Science International Master's Programme in Geoinformatics, Linköping, Sweden

- Farcaş F., Sivertun Å.,** 2007, Road Traffic Noise: Gis Tools For Noise Mapping And A Case Study For Skåne Region, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. 34, Part XXX, Lund, Sweden
- Federal Geographic Data Comitee,** 2006. Information Technology - Geographic Information, *Framework Data Content Standard, Parts 0-7*, FGDC, USA.
- Harrison, T., Gil-Garcia, J. R., Pardo, T. A. ve Thompson, F,** 2006. Learning About Interoperability for Emergency Response, *39th Hawaii International Conference on System Sciences (HICCS'06)*, Hawaii, USA
- Henk de Kluijver and Jantien Stoter,** 2003, Noise mapping and GIS: optimising quality and efficiency of noise effect studies, *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol.27, 85-102
- Huang B., Han Y , Chen G., Ma C.,** Mart 2011, An Accurate Model for Noise Barrier Assessment Using 3DGIS, *Journal of Computational Information Systems* 7:3, 864-871
- Jeong J. H., Che Din N., Otsuru T. and Kim H. C.,** Temmuz 2010, An application of a noise maps for construction and road traffic noise in Korea, *International Journal of the Physical Sciences* Vol. 5, 1063-1073
- Jones N.E. and Shilton S.,** 2004, Production of Scalable Environmental Noise Maps Utilising Interoperable Datasets to Aid Integrated Policy Making, *The 33rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering*, Prag, Çek Cumhuriyeti
- Karpuzcu M.,** 2006, Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, *Kubbealtı Dizgi Merkezi*
- Kurakula V. K.,** Mart 2007, A GIS-Based Approach for 3D Noise Modelling Using 3D City Models, *Yüksek Lisans Tezi*, ITC International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede, Netherlands
- Kurakula V. K. and Kuffer M.,** 2008, 3D Noise Modeling for Urban Environmental Planning and Management, *RealCorp 008 : mobility nodes as innovation hubs : proceedings of 13th international conference on urban planning, regional development and information society*, 517-523
- Luzzi S., Vassiliev A. V.,** 2005, A Comparision of Noise Mapping Methods in Italian and Russian Experiences, *Forum Acusticum, Budpeşte*, 1051-1056
- Luzzi S. , Barbieri L., Bellomini R., Marco, Galassi C. G., Venturi L.,** Kasım 2006, Railway Noise Reduction In Tuscany, A Case Study: The City Council Of Figline Valdarno, *Associazione Italiana di Acustica*, Pisa
- Michael Minor & Associates,** 2009, *Noise Impacts Analysis*, Oregon Department of Transportation, Portland, Oregon
- Milli Eğitim Bakanlığı,** 2011, Dijital Uçak Sistemleri, *Uçak Bakım*, Ankara, Türkiye

- NCDOT**, Temmuz 2011, *Traffic Noise Analysis And Abatement Manual*, North Carolina Department of Transportation
- Obaidat M. T.**, 2008, Spatial Mapping of Traffic Noise Levels in Urban Areas, *Journal of the Transportation Research Forum*, Vol. 47, No. 2, 89-102
- Öztürk Z.**, 1997, Karayolu ve Demiryolunda Taşıt Gürültüsünü Etkileyen Önemli Faktörlerin İncelenmesi, *3.Ulusal Akustik Kongresi YTÜ*
- Öztürk Z.**, 2003, Ulaşım Kaynaklı Gürültüyü Azaltmaya Yönelik Bazı Yöntemlerin İncelenmesi, *İTÜ Dergisi* 50,3
- Öztürk Z., M. Çalış,** 2011, Gürültü Perdelerinin Tasarım ve Seçim Kriterleri, *TRANSİST2011*
- Polinder H., Borst H. C., Lohman W. J. A., Salomons E. M., Eisses A. R.,** Aralık 2008, Tennessee Environmental Procedures Manual, *Quiet City Transport Decision support tool*
- Recon**, Mayıs 2011, Public Review Draft, *City of Encinitas General Plan Noise Element*, Minnesota, ABD
- RTA**, 2001, *Environmental Noise Management Manual*, Roads and Traffic Authority
- Stoter J., Henk de Kluijver and Kurakula V.**, 2008, 3D noise mapping in urban areas, *International Journal of Geographical Information Science*, Sayı 22, 907-924
- TDOT**, 2011, Tennessee Environmental Procedures Manual, Tennessee *Department of Transportation. Environmental Division*
- USACE**, 2011, *South Coast Rail DEIS/DEIR*, U.S. Army Corps of Engineers
- Wilbur Smith & Associates**, Ekim 2008, State Route 9 Improvements From SR 178 in Blue Springs to SR 348/US 45 in Guntown Mississippi, *Noise Technical Memorandum, Appendix H*
- WSDOT**, 2006, *I-5 to Medina: Bridge Replacement and HOV Project | Supplemental Draft EIS*, Washington State Department of Transportation
- Yomralıoğlu T.**, 2009, Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, *İstanbul: İber Matbaası*

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Cihan ÖZBEK

Doğum Yeri ve Tarihi: 20.06.1985 / Cihanbeyli

Adres: Osman Temiz Mah. 1027. Sk. 4/23 Dikmen-ANKARA

E-Posta: cihanozbek@gmail.com

Lisans: Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği (İTÜ-2009)

Yüksek Lisans: Ulaştırma Mühendisliği (İTÜ-2012)

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

- 2005 yaz dönemi şantiye stajı – Gama Nurol Konsorsiyumu Marmaray projesi
- 2006 yaz dönemi büro stajı – TÜBİTAK - Uzay Teknolojileri ve Yüzey Arkeolojisi Yöntemleriyle Eski İstanbul'un (Bizans) Su İkmal Sisteminin Araştırılması
- 2009 Lisans Eğitimi Tez çalışması – İstanbul Teknik Üniversitesi GPS Ağının yenilenmesi
- 2009 Eylül ~ ... - Gama-Nurol Konsorsiyumu Marmaray Projesi – Harita mühendisi

Yayın ve Patent Listesi: -

