



**İSTANBUL KAVACIK MEVKİİNDE TEM OTOYOLUNDAN KAYNAKLANAN  
GÜRÜLTÜNÜN HARİTALANMASI VE GÜRÜLTÜ PERDESİ MODELİNİN  
UYGULANMASI**

**Süleyman SAVAŞ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Fatma Füsun UYSAL**

**2019**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İSTANBUL KAVACIK MEVKİİNDE TEM OTOYOLUNDAN  
KAYNAKLANAN GÜRÜLTÜNÜN HARİTALANMASI VE GÜRÜLTÜ  
PERDESİ MODELİNİN UYGULANMASI**

**Süleyman SAVAŞ**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Doç. Dr. Fatma Füsun UYSAL**

**TEKİRDAĞ-2019**

Doç. Dr. Fatma Füsun UYSAL danışmanlığında, Süleyman SAVAŞ tarafından hazırlanan “İstanbul Kavacık Mevkiinde Tem Otoyolundan Kaynaklanan Gürültünün Haritalanması ve Gürültü Perdesi Modelinin Uygulanması” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Doç. Dr. Fatma Füsun UYSAL

*İmza :*

Üye : Doç. Dr. Atakan ÖNGEN

*İmza :*

Üye : Doç. Dr. Günay YILDIZ TÖRE

*İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### İSTANBUL KAVACIK MEVKİİNDE TEM OTOYOLUNDAN KAYNAKLANAN GÜRÜLTÜNÜN HARİTALANMASI VE GÜRÜLTÜ PERDESİ MODELİNİN UYGULANMASI

**Süleyman SAVAŞ**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr Fatma Füsun UYSAL

Gürültü, insanlar üzerinde olumsuz etkiler yaratan ve hoş gitmeyen sesler olarak ifade edilmektedir. Büyükşehirlerde gürültü haritalarının bir an önce hazırlanarak, her bölgedeki gürültü seviyelerinin ortaya konulması, gürültü bariyeri uygulanabilecek alanlarda fizibilite çalışmalarının yapılması, gerekli noktalara gürültü bariyerleri yerleştirilerek; okul, hastane ve konutlar gibi hassas ve çok hassas kullanım alanlarında, ulaşımdan kaynaklanan gürültü kirliliği önlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmamızda da otoyol kenarındaki Beykoz Kavacık Mevkii Hisar Evlerinde yaşayan insanların maruz kaldığı gürültü kirliliği önlemeye yönelik çalışmalar üzerinde durulmuştur. Bölgenin sayısal haritaları kullanılarak, SoundPlan 7.4 programıyla Beykoz – Kavacık mevkiindeki Otoyolundan kaynaklanan karayolu gürültüsü için, bölgenin gürültü haritaları hazırlanmıştır. Hisar evlerindeki gürültü rahatsızlığından dolayı, mevcut gürültü düzeylerini indirmek için çözüm önerisi olarak otoyol kenarına 4 metre yüksekliğinde tek taraflı yutucu özelliğe sahip gürültü bariyeri önerilmiştir. Gürültü bariyeri yapıldıktan sonra SoundPlan 7.4 programı kullanılarak oluşan yeni durumdaki gürültü haritaları hazırlanarak mevcut durumdan ne kadar gürültü seviyesi azaltımı olacağı hesaplanmıştır. Yapılan gürültü bariyeri modelleme çalışmaları sonucunda konut alanındaki gürültü düzeylerinin sınır değerlerinin sağladığı oluşturan gürültü haritaları ile görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Gürültü, gürültü haritası, otoyol gürültüsü, çevresel gürültü düzeyi, SoundPlan 7.4, gürültü bariyeri

2019, 57 Sayfa

## **ABSTRACT**

M.Sc. Thesis

**MAPPING OF NOISE ARISING FROM TEM MOTORWAY IN ISTANBUL KAVACIK  
LOCATION AND APPLICATION OF NOISE CURTAIN MODEL**

**Süleyman SAVAŞ**

Tekirdağ Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fatma Füsün UYSAL

Noise is expressed as unpleasant sounds that create negative impacts on people. By preparing the noise maps in metropolitan cities as soon as possible, revealing the noise levels in each region, making feasibility studies in areas where noise barrier can be applied, placing noise barriers at the required points; noise pollution caused by transportation should be prevented in sensitive and very sensitive areas such as schools, hospitals and residential buildings. In this study noise pollution prevention studies emphasized for people exposed to noise pollution living in Beykoz Hisar Houses near the highway. With SoundPlan 7.4 program, noise maps of the region have been prepared for road noise caused by the motorway in Beykoz - Kavacık area. . Due to disturbance from noise in the Hisar houses, a 4-meter-high unilateral sound absorbing featured noise barrier application was proposed as a solution to decrease present noise levels. By preparing noise maps after noise barrier application, noise mitigation from the present situation has been calculated. As a result of the noise barrier modeling studies, it is seen by the noise maps that noise levels in the residential region complied with the noise level limit values.

**Key Words:** Noise, Noise map, highway noise, environmental noise level, SoundPlan 7.4, noise barrier

**2019, 57 Pages**

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
ÇİZELGE DİZİNİ .....	iv
ŞEKİL DİZİNİ .....	v
SİMGELER DİZİNİ .....	vi
ÖNSÖZ .....	vii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GÜRÜLTÜ .....</b>	<b>3</b>
2.1. Ses .....	3
2.2. Gürültü.....	3
2.3. Gürültünün Birimleri.....	4
2.4. Gürültü Kaynakları.....	6
2.5. Gürültünün İnsan Üzerindeki Etkileri.....	7
<b>3. GÜRÜLTÜ KONTROL YÖNTEMLERİ .....</b>	<b>9</b>
3.1 Kaynakta Gürültü Kontrolü Genel İlkeleri.....	9
<b>4. GÜRÜLTÜNÜN YERLEŞİM BİRİMLERİ ÜZERİNE ETKİSİ.....</b>	<b>10</b>
4.1. İstanbuldaki Bazı Toplu Konut Projeleri ve Konumları.....	11
<b>5. ULAŞIMDAN KAYNAKLANAN GÜRÜLTÜNÜN AZALTIM YÖNTEMLERİ.....</b>	<b>14</b>
5.1. Kaynakta Azaltım.....	15
5.1.1. Karayolu Gürültüsünün Kaynakta Azaltımı.....	15
5.1.2. Uçak Gürültüsünün Kaynakta Azaltımı.....	17
5.1.3. Demiryolu Gürültüsünün Kaynakta Azaltımı.....	17
5.2. Kaynak ile Alıcı Arasında Azaltım.....	18
5.3. Alıcıda Azaltım.....	18
<b>6. GÜRÜLTÜ BARIYERLERİ.....</b>	<b>19</b>
6.1. Doğal Gürültü Bariyerleri.....	20
6.1.1. Doğal Bariyerlerin Önemi.....	20
6.2. Yapay Gürültü Bariyerleri.....	22
6.2.1 Yapay Gürültü Bariyerlerinde Olması Gereken Özellikler.....	24
6.2.2 Yapay Gürültü Bariyerinde Sesin Soğurulması.....	25
6.2.3 Yapay Gürültü Bariyerinde Yansımalar ve Ses Absorbe Eden Kaplamalar.....	25
6.2.4 Yapay Gürültü Bariyerinde Hava Şartlarının Etkisi.....	26
6.2.5 Yapay Gürültü Bariyerinde Konstrüksiyon Esasları.....	26
6.3. Güneş enerjili Gürültü Bariyerleri.....	26
6.4. Şeffaf Gürültü Bariyeri .....	28
<b>7. ÜLKEMİZDE MEVCUT DURUM.....</b>	<b>30</b>
7.1. Mevcut Kanun ve Yönetmelikler.....	30
<b>8. GÜRÜLTÜ HARİTALARI .....</b>	<b>32</b>
8.1. Gürültü Haritalarının Yönetmelikteki Yeri.....	32
<b>9. MATERYAL VE METOD .....</b>	<b>33</b>
9.1. Projenin Konumu .....	33
9.2. Gürültü Ölçüm Noktalarının Belirlenmesi .....	34
9.3. Gürültü Ölçümlerinin Yapılması .....	35
9.4. Beykoz Kavacık Bölgesinin Gürültü Haritası .....	39
<b>10. SONUÇ.....</b>	<b>52</b>
<b>11. KAYNAKLAR.....</b>	<b>55</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>57</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

## Sayfa

Çizelge 2.1: Gürültü birim ve göstergeleri.....	5
Çizelge 2.2: Gürültülerin sınıflandırılması.....	8
Çizelge 2.3: Gürültüden etkilenme değerleri.....	8
Çizelge 5.1: Karayolu ulaşım gürültüsüne etkileyen faktörler.....	16
Çizelge 6.1: Bitkisel bariyerlerin gürültü azaltımındaki rolü.....	20
Çizelge 6.2: Yapay Bariyerlerin Sağladıkları Gürültü Azaltım Değerleri.....	22
Çizelge 7.1: Karayolu çevresel gürültü sınır değerleri.....	31
Çizelge 9.1: Tek Tarafı Yutucu Gürültü bariyeri özellikleri.....	42
Çizelge 9.2: SoundPLAN V 7.4 simülasyon programı ile elde edilen gürültü sonuçları.....	48

Şekil 2.1: Toplam ve daha küçük seviyeler arasındaki nümerik fark.....	5
Şekil 4.1: Sancaktepe Resim İstanbul Projesi Hava Fotoğrafı .....	11
Şekil 4.2: Sancaktepe resim İstanbul projesinin Tem otoyol bağlantı yolundan görünümü .....	11
Şekil 4.3: Beykoz Kavacık Hisar Evleri Hava Fotoğrafı.....	12
Şekil 4.4: Beykoz Kavacık Hisar Evlerinin Tem otoyolundan görünümü.....	12
Şekil 5.1: Avrupa Birliği ülkelerinde 55 dB $L_{gag}$ seviyesinden etkilenenler.....	14
Şekil 6.1: Sesin yayılımını etkileyen materyaller .....	19
Şekil 6.2: Doğal gürültü bariyerleri, Almanya .....	21
Şekil 6.3: Alüminyum malzemeli ve şeffaf gürültü bariyeri örnekleri.....	23
Şekil 6.4: Şeffaf gürültü bariyeri örnekleri.....	23
Şekil 6.5: Karayolu ile konutlar arasındaki engelin etki alanı .....	24
Şekil 6.6: Ses için sert olan bir perdede meydana gelen yansımalar .....	25
Şekil 6.7: Güneş enerjili gürültü bariyeri örneği.....	27
Şekil 6.8: Güneş enerjili gürültü bariyeri örneği.....	28
Şekil 6.9: Prag-Modrany Karayolu – Komoko, Çek Cumhuriyeti Şeffaf Gürültü bariyeri.....	29
Şekil 9.1: Araştırma Alanının Yeri ve Konumu .....	33
Şekil 9.2: Gürültü Ölçüm Noktaları .....	34
Şekil 9.3: Hisar evleri bahçesi 2. Ölçüm Noktası .....	35
Şekil 9.4: Brüel&Kjaer 2250 Ses Seviyesi Ölçer Cihazı .....	36
Şekil 9.5: Ölçüm Yapılan 1. Nokta.....	36
Şekil 9.6: Gündüz zaman diliminde 1. Nuktada yapılan ölçüm sonucu.....	37
Şekil 9.7: Akşam zaman diliminde 1. Nuktada yapılan ölçüm sonucu .....	37
Şekil 9.8: Gece zaman diliminde 1. Nuktada yapılan ölçüm sonucu .....	38
Şekil 9.9: Gündüz zaman diliminde 2. Nuktada yapılan ölçüm sonucu .....	38
Şekil 9.10: Gece zaman diliminde 2. Nuktada yapılan ölçüm sonucu .....	39
Şekil 9.11: Beykoz Kavacık bölgesindeki arazinin mevcut topoğrafik yapısı .....	40
Şekil 9.12: Mevcut Çevresel gürültü düzeyi haritası $L_{den}$ dB(A) .....	41
Şekil 9.13: Tek Tarafı Yutucu Gürültü Bariyeri Kesiti.....	42
Şekil 9.14: Beykoz 4 m bariyerli gürültü haritası $L_{den}$ dB(A).....	43
Şekil 9.15: Beykoz Mevcut Çevresel gürültü düzeyi haritası Mevcut $L_n$ dB(A).....	44
Şekil 9.16: Beykoz 4 m bariyerli gürültü haritası $L_n$ dB(A).....	45
Şekil 9.17: Beykoz Mevcut durumla bariyer sonrası arasında gürültü fark $L_{den}$ –dB(A).....	46



## SİMGELER DİZİNİ

dB	: Desibel
dBA	: İnsan kulağı duyarlılığına göre ağırlıklandırılmış ses ölçme birimi
Hz	: Hertz
LAeq	: Eşdeğer gürültü seviyesi
L <sub>gündüz</sub>	: 07:00-19:00 saatleri arasındaki gürültü düzeyi
L <sub>akşam</sub>	: 19:00-23:00 saatleri arasındaki gürültü düzeyi
L <sub>gece</sub>	: 23:00-07:00 saatleri arasındaki gürültü düzeyi
L <sub>gag</sub> (L <sub>den</sub> )	: 24 saatlik Gündüz- Akşam-Gece ortalama gürültü düzeyi
NMPB	: Nouvelle Methode de Prevision du Bruit des Routes
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

## ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanmasında bana büyük destek veren ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Fatma Füsun UYSAL'a, arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Seyfettin AKTAŞ, Önder YUNUSOĞLU ve Yüksel CANLI'ya SoundPlan programındaki yardımlarından dolayı meslektaşım Hediye TAN'a ve hayatımın her zorluğunda bana sınırsız desteklerini sağlayan anneme, babama ve abime sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çıktığım her yolda bana destek ve arkadaş olan eşim Nesibe SAVAŞ'a içtenlikle teşekkür ederim.

MAYIS 2019

Süleyman SAVAŞ  
Çevre Mühendisi

## 1.GİRİŞ

Ulaşım gürültüsü kapsamına giren karayolu gürültüsü, teknolojiyle birlikte gelişen kara taşımacılığı ile kendini hissettirmiştir ve sonuç olarak, teknolojinin ilerlemesi de beraberinde gürültü kirliliğini oluşturmuştur. Gürültü kirliliği, bertaraf edilmesi gereken problemlerden biri olarak son yıllarda insan hayatına girmiştir. Gürültü kirliliğine zemin oluşturan faktörler arasında; sanayileşme, plansız kentleşme, hızlı nüfus artışı, bu konuda yeterli eğitimin verilememesi ve ekonomik yetersizlikler vb. konular diyebiliriz.

Ulaşım gürültüsü veya diğer bir deyişle trafik gürültüsü; gerçekte havayolu, karayolu ve demiryolu trafiği gürültüsünü kapsamına almaktadır. Çeşitli ülkelerde yapılan araştırmalar bir yerleşim yerinde en önemli, en yaygın ve en çok sayıda kişiyi etkileyen gürültü kaynağının, trafik gürültüsü olduğunu ortaya koymuştur (WHO 1995).

Gürültü, en temel anlamıyla kişilerin yaşamını olumsuz yönde etkileyen istenmeyen ses olarak ifade edilir. Ulaşımdan kaynaklı gürültü ise; karayolu, demiryolu ve havayolu araç trafiğinin neden olduğu; kişilerin hayatını, huzurunu, sağlığını etkileyen ve alıcılarda rahatsızlık yaratan çevresel bir kirlilik ögesidir. Gürültü kirliliği insan sağlığı için yüksek risk taşımaktadır; çünkü gürültü rahatsızlığı neticesinde kişilerde stres, huzursuzluk, baş ağrısı, konsantrasyon eksikliği, kardiyovasküler rahatsızlıklar, uykusuzluk gibi psikolojik ve fizyolojik etkiler ortaya çıkmaktadır (WHO 1999). Özellikle gürültünün olduğu zaman aralığı kişilerin rahatsızlık şeklini etkilemektedir. Gece zaman diliminde yüksek seviyelerde gürültü aşımına maruz kalmak, gündüze kıyasla önemli ölçüde farklı olmaktadır. Bu nedenle Dünya Sağlık Örgütü (WHO), gece zaman diliminde 40 dBA üzerinde gürültüye maruz kalan insanların sağlığında olumsuz etkilerin başladığını bildirmektedir (WHO, 2009). WHO' nun 2011 yılında yayınladığı raporlara göre, çevresel gürültü sebebiyle batı Avrupa' da her yıl en az 1 milyon kişinin yaşam kalitesi etkilenmektedir. Gürültüye maruz kalma, hava kirliliğinden sonra en tehlikeli ikinci çevresel hastalık sebebi olarak görülmektedir (WHO 2011).

Karayolu gürültüsü, özellikle 20. yy. başlarından itibaren dünyada hızla artan sanayi ve bunun getirisi olarak ön plana çıkan kara taşıtları sebebiyle, şehirleşen kentlerde önemli bir rahatsızlık olarak ortaya çıkmaktadır. İstanbul gibi kontrolsüz gelişmiş şehirlerde, hızlı nüfus artışı ve göç nedeniyle kentlerin aşırı büyüyerek çevreye doğru yayılması, ayrıca otomobil sahipliğinin ve buna bağlı olarak hareketliliğin hızlı artışı, trafik tıkanıklığı, emisyonlar,

verimli toplu taşıma sisteminin eksikliği ulaştırmadan kaynaklanan çevre sorunlarının, özellikle de karayolu gürültüsünün kentlerde yoğun biçimde yaşanmasına neden olmaktadır.



## 2. GÜRÜLTÜ

### 2.1. Ses

Kulak tarafından algılanabilen hava, su ya da benzeri bir ortamdaki basınç değişimine ses denir. Ses, titreşim yapan bir kaynağın hava basıncında yaptığı dalgalanmalar ile oluşan ve insanda işitme duygusunu uyaran fiziksel bir olaydır. Tanım olarak istenmeyen herhangi ses, havada bulunan partiküllerin ses dalgalarının etkisiyle sıkışıp genişlemesine bağlı olarak ortaya çıkan bir etkidir. Bu durum hava basıncı değerinin frekans ve şiddet farklılıkları yaratabilecek biçimde düşmesine ve yükselmesine yol açmaktadır. Ses, titreşen bir kaynaktan yayılan hava basıncı dalgalarının oluşturduğu ve insanda işitme duygusunu uyaran fiziksel bir olgu olarak tanımlanır. Dalgalar halinde yayılan bir enerji türü olup, tamamen fiziksel bir olaydır. Fiziksel olarak ses, bir basınç altında hava gibi elastik bir ortamdaki parçacıkların yer değiştirmesidir. Gürültü ise basit bir ifadeyle istenmeyen ses olarak tanımlanabilir. Bir başka ifade ile gürültü, gelişigüzel bir yapısı olan ve bağımsız frekans bileşenleri olmayan bir spektrum olarak tanımlanabilir (Harris 1979).

### 2.2. Gürültü

Akustik açıdan gelişigüzel bir dalga biçimine ve birbirleriyle harmonik ilişkisi olmayan birden çok frekans bileşenine sahip, yüksek basınçlı ve basıncı zaman içinde değişebilen, ani veya sürekli karmaşık sesler topluluğuna gürültü denir.

Genel olarak en basit tanımıyla gürültü; insanlar üzerinde olumsuz etki yapan ve hoş gitmeyen seslere denir. Günümüzde; sanayileşmenin artması, otoyollarının yaygınlaşması ve trafik yükünün artması, havayolu taşımacılığın önem kazanması gibi faktörler gürültüyü çağımızın önemli problemlerinden biri halinde getirmektedir. Toplumun refah ve huzurunu tehdit etmemesi açısından, gürültünün belirli seviyeler altında tutulması ve kaynağında azaltmak üzere idareler tarafından çeşitli mevzuatlar geliştirilmektedir (Karpuzcu 2007).

Çevre gürültüsü, genel olarak yapıların dışında bulunan, etkileme süresi kısa olmayan, kısa, orta ve uzun vadede sağlık ve konfor problemleri üreten kaynakları ifade etmektedir. Son

50 yılda yapılan bilimsel araştırmalar, gürültünün insan sağlığı ve konforu üzerindeki olumsuz etkileri sebebiyle bir çevre kirliliği türü olarak ifade edilmesini sağlamaktadır (Kurra 2009).

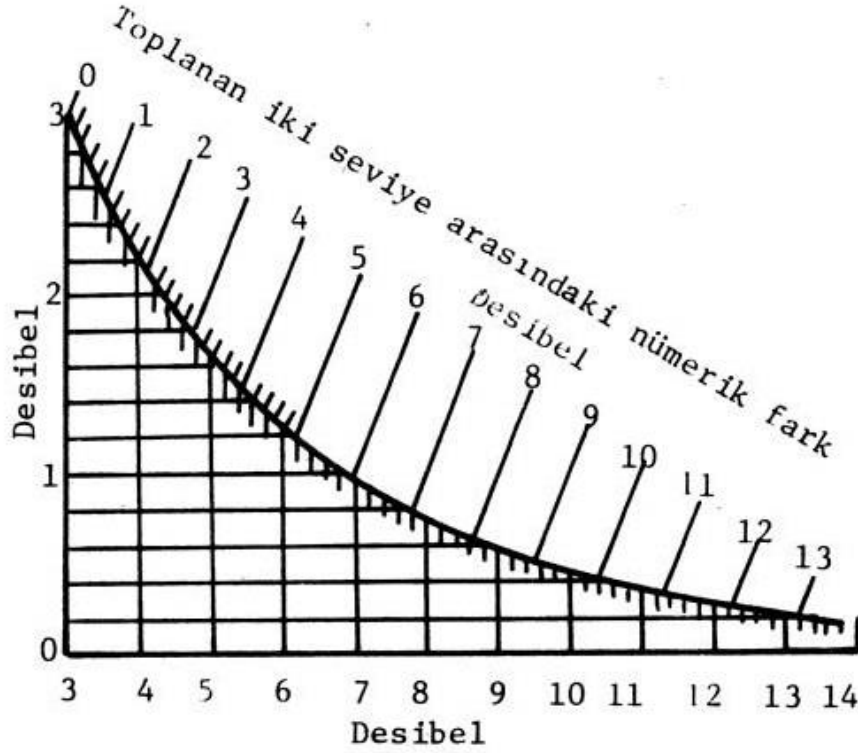
### 2.3. Gürültünün Birimleri

Ses basıncının lineer olarak ölçülmesi zor bir metod olup, bu konuda yapılan araştırmalar da problemler yaratmaktadır. İnsan kulağının işitebildiği en düşük ses seviyesi 1000 Hz'dir. 1000 Hz ses seviyesinin basıncı 20 mPaskal olarak ifade edilmektedir. Bu rakamların gürültüyle ilgili çalışmalarında kullanılması çok büyük rakamlarla çalışmayı gerektirmektedir. Ayrıca insan kulağının sese karşı gösterdiği duyarlılık lineer olmadığından, akustik parametrelerin ölçülen standart değerlere oranının logaritmik olması, ölçümlerde daha pratik olmaktadır. Bu sebeple, gürültü basıncı seviyelerinin ölçülmesinde logaritmik Desibel ifadesi kullanılmaktadır. Gürültü basınç seviyesi aşağıdaki Denklemden

$$GBS = 10 \log\left(\frac{P}{P_0}\right)^2 = 20 \log\left(\frac{P}{P_0}\right) \quad \text{ifade edilmektedir.}$$

P ölçülen gürültü basıncı, P<sub>0</sub> ise referans gürültü basıncıdır ve ekseri 20mPa olarak alınır. 0 dB işitme eşiğini, 120 dB ise insan kulağında ağrının başladığı değeri göstermektedir (Karpuzcu 2007).

Desibel (dB) formülden anlaşılacağı üzere, iki basıncı oranının logaritmik ortalaması olduğundan, aritmetik olarak dB cinsinden ölçülen gürültü seviyeleri toplanamaz. Desibel cinsinden gürültü seviyeleri bazı tablolar tarafından veya logaritmik hesaplar vasıtasıyla toplanmaktadır. Şekil 2.1'de örnek bir tablo gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Toplam ve daha küçük seviyeler arasındaki nümerik fark (Karpuzcu 2007)

Genel olarak gürültü ölçüm ve değerlendirmelerinde kullanılan birimler ulusal ve uluslararası standartlarda yer alan, işitme ve algılamaya dayanan birimlerdir. Uluslar arası standartlarda kullanılan genel birimler Çizelge 2.1’de yer almaktadır.

Çizelge 2.1. Gürültü birim ve göstergeleri (Kurra 2009)

Birim adı	Sembol ve Birim
Birim (unit)	dB(A) veya dB(A)
Ölçek (scale)	SPL (A ağırlıklı basınç düzeyi) $L_A$
Metrik (metric)	$L_{Aeq}$
İndeks (index)	$L_{dn}$

Eşdeğer Gürültü Seviyesi ( $L_{eq}$ ): Belirli bir T zaman aralığında düzenli veya düzensiz olarak süreklilik gösteren toplam ses enerjisinin veya ses basınçlarının ölçüm süresine bölünmesiyle elde edilen dBA biriminde bir gürültü ölçüğü denilmektedir.

En yüksek ses seviyesi ( $L_{max}$ ): Tepe düzeyi=Üst düzey ( $L_{max}$ ): Zamana göre değişen gürültünün herhangi bir anda sahip olduğu en yüksek değerini ifade etmektedir.

En düşük ses seviyesi ( $L_{min}$ ): Zamana göre değişen gürültünün herhangi bir anında sahip olduğu en düşük gürültü değerini ifade etmektedir.

Gündüz-akşam-gece gürültü göstergesi ( $L_{gag}$ ): A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, günlük gürültü rahatsızlık düzeyini ifade etmektedir.

Gündüz gürültü göstergesi ( $L_{gündüz}$ ): A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, yılın gündüz sürelerinin tamamına göre belirlenir ve gündüz süresince rahatsızlık düzeyini ifade etmektedir.

Akşam gürültü göstergesi ( $L_{akşam}$ ): A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, yılın akşam sürelerinin tamamına göre belirlenir ve akşam süresince rahatsızlık düzeyini ifade etmektedir.

Gece gürültü göstergesi ( $L_{gece}$ ): A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, yılın gece sürelerinin tamamına göre belirlenir ve gece süresince uyku kaçıracı rahatsızlık düzeyini ifade etmektedir.

Belirli bir ölçüm süresi içerisindeki A ağırlıklı gösterge ( $L_{Amax}$ ): Ölçüm süresi içerisinde A ağırlıklı ses düzeyinin en büyük değerini gösterir. (Paşaoğlu, 2013)

## 2.4. Gürültü Kaynakları

Gürültü kaynakları çok çeşitli olmakla beraber, genel olarak 6 başlık halinde sınıflandırabiliriz.

- Eğlence ve ticari amaçlı yapılan gürültüler (eğlence mekanları, barlar)



- Sanayi (makine, donatım ve işlem) kaynaklı gürültüler
- Yapım (inşaat) aşamasındaki gürültüler
- Ulaşım esnasında oluşan gürültüler (karayolu, demiryolu, havaalanı, deniz yolu)
- Diğer toplumsal (yapı dışı) davranışlardan kaynaklı gürültüler
- Yapı içinde oluşan gürültüler (konut içi kaynaklar)

## 2.5. Gürültünün İnsan Üzerindeki Etkileri

Gürültünün insan üzerindeki etkileri, kişiden kişiye ve toplumdan topluma değişiklik göstermektedir. Toplumların ve bireylerin gürültüye karşı olan toleransları farklılıklar göstermekte olup, 4 ana başlıkta sıralanabilir.

### 1. Fiziksel Etkiler:

- Gürültünün insan sağlığı üzerindeki en önemli etkilerinden birisi olan fiziksel etkileri işitme hasarları ve kalıcı işitme kaybı olarak karşımıza çıkmaktadır. Genel anlamada gürültünün insan işitme sistemi üzerinde oluşturduğu olumsuz etkileri; Akustik Travma, Geçici Eşik Kayması, Kalıcı Eşik Kayması, olarak ifade edilmektedir (Çetin 2010).

### 2. Fizyolojik Etkiler:

- Gürültü, insan yapısını oluşturan organların fonksiyonları üzerinde birçok olumsuz etkiye neden olmaktadır. Beklenmeyen bir anda maruz kalınan yüksek gürültü düzeyi insan metabolizmasının, kan basıncının artması, dolaşım bozuklukları solunumda hızlanma, kalp atışlarında ani refleks gibi tepkiler vermesine neden olabilmektedir. Gürültüden etkilenme devam etse dahi, genellikle metabolizmanın vermiş olduğu bu tepkilerin çoğu ortadan kalkmaktadır. Ancak, yüksek düzeyde gürültünün etkisinde kalan kişilerde, yüksek kan basıncı (yüksek tansiyon) oluştuğu ve bu durumun kalıcı olduğu yapılan gözlemlerle saptanmıştır (Kalıpcı 2007).

### 3. Psikolojik Etkiler:

Gürültü bilindiği üzere öznel bir kavram olarak ve varlığı kişiden kişiye değişebilen bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Gürültüye maruz kalınan zaman dilimi (gecegündüz) rahatsızlık düzeyini etkilemektedir. Gürültünün psikolojik etkisi insanların içinde bulunduğu ruh hali ve

duyarlılığı ile yakından ilgili olup, aşırı sinirlilik, stres, huzursuzluk, tahammül sınırlarında daralma ve davranış bozuklukları olarak kendini göstermektedir (Demir 2013).

#### 4.Performans Etkileri:

Gürültünün performans anlamında iş yaşamında yol açtığı etkiler, gürültünün tipine süresine ve yapılan işin niteliğine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Gürültüye maruz kalan insanlarda genel olarak iş veriminin düşmesi yoğunlaşma bozukluğu, okuma ve öğrenme düzeyinde azalma, hareketlerin yavaşlaması gibi olumsuz etkiler görülmektedir (Demir, 2013).

**Çizelge 2.2** Gürültülerin sınıflandırılması (Anonim 2019).

I. Derecedeki Gürültüler 30 – 65 dBA Konforsuzluk	Konforsuzluk, rahatsızlık, sıkılma duygusu, kızgınlık konsantrasyon ve uyku bozuk
II. Derecedeki Gürültüler 65 – 90 dBA	Fizyolojik gürültü, kalp atışının değişimi, solunum hızlanması, beyindeki basıncın azalması
III. Derecedeki Gürültüler 90 – 120 dBA	Fizyolojik gürültü, baş ağrısı
IV. Derecedeki Gürültüler 120 – 140 dBA	İç kulakta bozukluk
V. Derecedeki Gürültüler 140 dBA	Kulak zarının patlaması

**Çizelge 2.3.** Gürültüden etkilenme değerleri (Anonim 2019).

Gürültü Düzeyi $L_{eq}$ (gündüz)	Etkilenme
<55 Beyaz Bölge	Rahatsızlık yok
55-60 Gri Bölge	Rahatsızlık var
60-65 Gri Bölge	Rahatsızlık önemli ölçüde
>65 Siyah Bölge	Ciddi rahatsızlıklar ve davranış bozukluğu

### **3. GÜRÜLTÜ KONTROL YÖNTEMLERİ**

Gürültü kontrolü, çevrede meydana gelen gürültü seviyesinin kabul edilebilir eşik düzeye çekilmesi amacıyla yapılan ve maliyeti karşılanabilir büyüklüklerde olan çalışmalardır.

Önemli bir çevre sorunu olarak kabul gören gürültü kirliliğinin önlenmesine yönelik çalışmalar dünya genelinde yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Bu kapsamdaki çalışmalar gürültünün alıcıya ulaşmasını engellemek yönünde yoğunlaşmaktadır. Çalışmalar sonucunda ortaya sunulan çözüm önerilerinin ekonomik olarak ağır bir yük getirdiği görülmektedir.

Bu nedenle gürültü kirliliği ile mücadeleye, bir çevre sorunu olarak ortaya çıkmadan önce başlanmalı ve konuyla ilgili çeşitli meslek disiplinleri ile bir arada çalışılarak teknik ve planlama yönünden gereken önlemler alınmalıdır (Bıçakcı 2011).

Gürültünün kontrolü için önerilen belli başlı üç yöntem bulunmaktadır. Bunlar;

1. Gürültüyü kaynakta kontrol altına almak,
2. Gürültüyü kaynaktan alıcı arasındaki alanda kontrol altına almak,
3. Gürültüyü alıcıda kontrol altına almak

#### **3.1. Kaynakta Gürültü Kontrolü Genel İlkeleri**

1. Planlama ve bakımla gürültü kontrolü
2. İşletme şartlarının değiştirilmesi,
3. Daha sessiz olan işlemlerin seçilmesi,
4. Kaynağın yerinin değiştirilmesi,
5. Susturucu kullanılması,
6. Titreşim yalıtımı,
7. Titreşimin sönmülmesi,
8. Gürültü kaynağının örtülmesi.

#### 4. GÜRÜLTÜNÜN YERLEŞİM BİRİMLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gürültünün konut veya arsa fiyatlarına olan etkisini belirlemek için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bazılarında;

- Gürültünün her bir dB düşmesiyle ev fiyatlarının %1 arttığı (Danimarka Çevre Koruma Dairesi).
- Gürültünün her bir dB düşmesiyle konut fiyatlarının %1.33 arttığı (Booz-Allen & Hamilton Danışmanlık Firması Raporu).
- Gürültünün her bir dB artmasıyla arsa fiyatlarının %1.3 oranında azaldığı (Park, Sung Joong ve ark..2008) sonuçlarına varılmıştır.

Ancak Dünyada yapılan araştırmaların aksine ülkemizdeki metropoliten kentlerde, ulaşım araçlarına mesafe açısından yakınlık durumu konut ve arsa fiyatlarını ciddi şekilde arttırmaktadır. Son yıllarda yapılan konut projeleri genellikle büyük otoyolların çeperlerinde bulunmaktadır.

#### 4.1. İstanbuldaki Bazı Toplu Konut Projeleri ve Konumları



Şekil 4.1. Sancaktepe Resim İstanbul projesi hava fotoğrafı



Şekil 4.2. Sancaktepe resim İstanbul projesinin Tem otoyol bağlantı yolundan görünümü



Şekil 4.3. Beykoz Kavacık Hisar Evleri hava fotoğrafı



Şekil 4.4. Beykoz Kavacık Hisar Evlerinin Tem otoyolundan görünümü

TEM Otoyolu Kartal bağlantı yolu üzerindeki Resim İstanbul Konutları, Şekil 4.1 de uydru fotoğraflarından da açıkça anlaşılacağı gibi bağlantı yoluna cephe olduğundan, sitede yaşayanlar oldukça yüksek karayolu gürültüsüne maruz kalmaktadırlar.

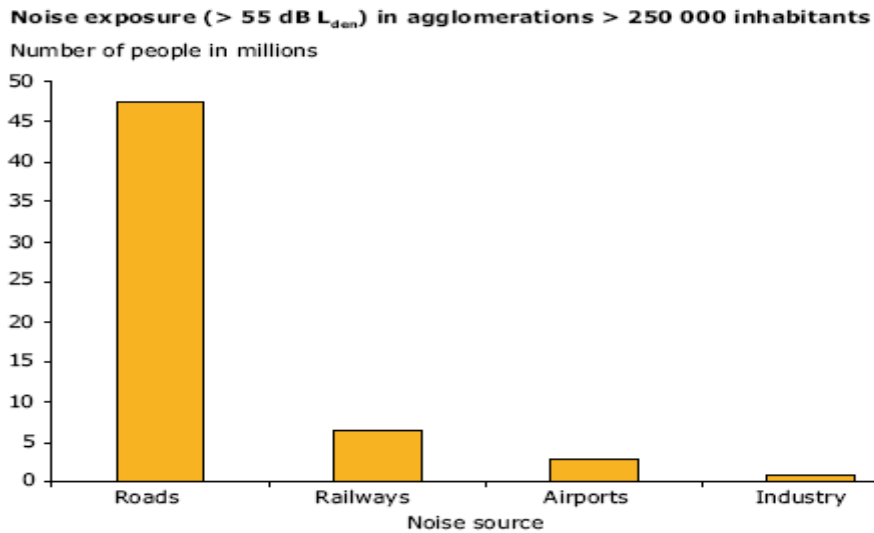
İstanbul da yukarıda Şekil 4.1 ve Şekil 4.3'deki hava fotoğrafları verilen konut projelerine benzer birçok proje bulunmakta olup, yeni yapılan konut projelerinin birçoğu en işlek otoyollarının hemen yanında projelendirilmektedir. İmar planlarında hastane, okul ve konutlar gibi gürültü açısından hassas ve çok hassas yerleşim alanlarıyla otoyollar arasında belirli bir mesafe bırakılması ve gürültü kirliliğinin önlem alınmaya gerek duyulmadan kaynağında kontrol edilmesini gerekmektedir.



## 5. ULAŞIMDAN KAYNAKLANAN GÜRÜLTÜNÜN AZALTIM YÖNTEMLERİ

Karayolu trafiği, demiryolu trafiği ve hava trafiğinden kaynaklanan ulaşım gürültüleri çevresel gürültü kirliliğinin temel kaynağıdır. Helikopterler ile 2 ve 3 tekerlekli karayolu taşıtları hariç olmak üzere, genel kural olarak büyük ve ağır taşıtlar, küçük ve hafif taşıtlardan daha fazla gürültü yaymaktadırlar. (Anonim 1999)

Karayolu gürültüsü, ulaşımdan kaynaklanan gürültülerin en büyük kaynağı olmakla beraber, özellikle gece saatlerinde kentlerde olan etkisini azaltmak için ciddi adımlar atılması gerekmektedir. Gece saatlerinde karayolu gürültüsünden rahatsız olan insanlarda psikolojik ve fizyolojik rahatsızlıklar görülmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde, kentlerde yaşayan insanların yüzde 40'ı  $L_{gag}$  55 dB seviyesinin üzerinde gürültüye maruz kalmaktadırlar. Ayrıca, 34 milyon kişiden fazla insan  $L_g$  50 dB seviyesinin üzerinde gürültüye maruz kalmaktadır. Oysa ki, Dünya Sağlık Örgütü gece gürültü düzeylerinin Avrupa ülkeleri için 40 dB seviyesini aşmaması gerektiğini önermektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde, nüfusu 250 binin üzerindeki şehirlerde karayolu, demiryolu, havaalanı ve sanayi gürültüsünden  $L_{gag}$  55 dB seviyesinin üzerinde gürültüye maruz kalan kişilerin sayısı Şekil 5.1'de gösterilmektedir.



**Şekil 5.1.** Avrupa Birliği ülkelerinde 55 dB  $L_{gag}$  seviyesi Avrupa Birliği ülkelerinde 55 dB  $L_{gag}$  seviyesinden etkilenenler ( Anonim 2010)



Çevre gürültü kaynakları içerisinde en ciddi gürültü kaynağı taşıt gürültüsüdür. Ülkemizde; İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyükşehirlerde geçmiş yıllarda karayolları çeperlerinde bulunan konut, okul ve hastane gibi hassas ve çok hassas alanlarda yapılan ölçümlerde, WHO ve OECD tarafından belirlenen limitlerin aşıldığı görülmektedir.

## **5.1 Kaynakta Azaltım**

### **5.1.1. Karayolu gürültüsünün kaynakta azaltımı**

Kaynakta azaltım, ulaşım gürültüsünün azaltılmasında en önemli unsurdur. Taşıtlarda ve trafikte alınan önlemlerle beraber ulaşım gürültüsünün çok yüksek oranda azaltıldığı görülmektedir. En önemli önlemler;

- Daha sessiz araçların kullanılması,
- Trafik azaltımı,
- Daha sessiz sakin güvenli sürüş,
- Gürültü azaltıcı yol yüzeyleri,

şeklinde sıralanabilir.

**Çizelge 5.1.** Karayolu ulaşım gürültüsüne etkileyen faktörler (Kurra 2009)

<b>Tek taşıtlar:</b>
- Taşıt tipi (ağırlığı, aks sayısı) ve modeli: Ağır, orta ve hafif taşıt grupları
- Motor gücü ve yapısı: Benzinli veya dizel motorlu
- Hızı ve ivmesi (devir sayısı)
- Radyatör, fan, iletim sistemi ve frenler
- Lastik tipi
- Egzost ve susturucular
- Yaşı ve bakımı
- Klakson ve korna özelliği
<b>Ulaşım akımı:</b>
- Ulaşım akımı niteliği (duraklı, duraksız, serbest akışlı)
- Ulaşım hacmi (taşıt/birim zaman: saat veya gün)
- Kompozisyonu: Ağır,hafif taşıt yüzdesi
- Ortalama hız
<b>Ulaşım yolları:</b>
- Yol genişliği
- Yol eğimi
- Kavşaklar ve trafik ışıkları
- Dönemeçler: Eğrilik yarıçapı
- Yolun çevreye göre kotu (çökertilmiş veya yükseltilmiş yol skrüktürleri)
- Şevler ve yarmalar
- Yol kaplaması türü
- Yolların bakımı durumu (yıpranma, bozulma vb.)
- Tüneller

Karayolu taşıtlarının gürültüsü, esas olarak, taşıtın mekanizması ile taşıt-zemin-hava arasındaki sürtünmelerden oluşmaktadır. Trafiğin ses basınç düzeyi, akış oranı, araçların hızı, ağır taşıtların hafif taşıtlara oranı ve yol yüzeyinin özelliği karayolundan kaynaklı gürültüde etkilidir. Gürültü, trafik ışıkları, tepeler ve kesişen yollar ya da topografi, meteorolojik koşullar ve düşük fon gürültüleri (dağlık bölgeler) gibi trafik hareketlerinin makinanın hızında ve gücünde değişiklikler gerektirdiği özel bölgelerde ve durumlarda artabilmektedir. (Anonim 1999)

Sıcak asfalt karışımlarında tekerlek ile yol yüzeyi arasında oluşan sürtünme nedeniyle karayolları civarında gürültü oluşmaktadır. Bu ise özellikle yerleşim bölgelerinde gürültü

kirliliğine sebep olmaktadır. Yol yüzeyi ile tekerlekler arasında oluşan sürtünmeden meydana gelen gürültünün azaltılması amacıyla; çeşitli reçine esaslı katkı maddeleri ile özel gradasyonlu sıcak asfalt karışımları geliştirilmiştir.

Trafik kaynaklı gürültülerin azaltılması için günümüzde yeni olarak yol yüzey kaplamaları üzerinde durulmaya başlanmıştır. Yol yüzeyi ile taşıt arasındaki temastan doğan ve özellikle yüksek hızlarda hakim olan yuvarlanma gürültüsü, kullanılacak farklı yol yüzey malzemesi ile düşürülebilmektedir (Yınam ve ark. 1998). Şehir içinde kullanılan normal asfalt betonu ile poroz asfalt betonu arasında 80 km/saat olan bir araç için OECD (1995) raporuna göre 4 dBA fark doğmaktadır. (Yınam ve ark. 1999), Ergün (2001) tarafından poroz asfalt uygulamalarının trafik gürültüsünü azaltmada klasik yüzeylere göre 3 ila 7 dBA düzeyinde bir gürültü azaltımı sağladığı belirtilmiştir.

### **5.1.2. Uçak gürültüsünün kaynakta azaltımı**

Farklı tipte taşıtlar ve trafik hacimleri, farklı gürültü düzeyleri üretir. Her ne kadar uçak gürültüsü diğer taşımacılık gürültülerinden daha bölgesel bir sorun olsa da, kentsel alanlar için önemli bir sorundur. Gün geçtikçe hava trafiğinin hacmi artmakta, daha fazla havaalanı inşa edilmekte ve bunlara paralel olarak gürültü sorunları da çoğalmaktadır. (Nath 1999)

Uçak gürültüsünün kaynağında azaltılması için gerekli önlemler aşağıda belirtilmiştir:

- Uçak kalkış ve iniş kısıtlamaları
- Gürültü izleme (Monitoring sistem) Gürültü azalımı,
- Uçak rotalarının değiştirilmesi,
- Bazı yük uçaklarının inişine kısıtlama getirilmesi,
- Uçaklarda sessiz motorların kullanılması,
- Havaalanı içerisinde gürültü duvarı yapılması yer operasyonu
- Trafik yönetimi

### **5.1.3. Demiryolu gürültüsünün kaynakta azaltımı**

İnsanlar, trenden kaynaklanan gürültüye, otomobil ve kamyonlardan kaynaklanan gürültülerden farklı tepkiler gösterir. Bir trenin geçişinden kaynaklanan gürültünün tanımlı bir başlangıcı, bitişi ve belli bir oluş süresi vardır. Diğer taraftan kentsel trafik gürültüsü ise, genelde süreklilik gösterir. Karayollarının kilometrelerce uzunluklarının yanında tren raylarının

birkaç kilometrelik uzunlukları olduğu için, tren gürültüsü genellikle, daha az insanı etkiler ancak rahatsızlık etkisi daha fazladır. (Barron 2003)

Demiryolu gürültüsünün kaynağında azaltılması için gerekli önlemler aşağıda belirtilmiştir:

- Vagonlarda yalıtımın yapılması
- Daha sessiz lokomotif ve vagon alımı
- Sürücülerin eğitimi
- Çim zeminli ray hattı,
- Ray ve ray yatağında önlemlerin alınması
- Raylarda taşlama çalışması yapılması.

## **5.2. Kaynak ile Alıcı Arasında Azaltım**

Kaynak ile alıcı arasında engeller yerleştirmek, kaynaktan üretilen gürültünün alıcıya ulaşmasını kısıtlamakta ve bununla beraber alıcıdaki gürültü seviyesini düşürmektedir. Ulaşım araçlarıyla alıcı ortam arasında engeller genellikle yapay gürültü bariyerleri ve doğal gürültü bariyerleri ile yapılarak gürültü azalımı sağlanmaktadır.

## **5.3. Alıcıda Azaltım**

Alıcı ortamda gürültünün azaltılması amacıyla, sesin insan kulağına gelmesini engellemek, alıcı ortam olarak belirlenen bina gibi yapılarda çeşitli yalıtım yöntemleriyle sağlanmaktadır.

## 6. GÜRÜLTÜ BARIYERLERİ

Gürültü bariyerleri doğal ve yapay olarak iki ayrılmaktadır. Taşıt trafiğinden kaynaklanan gürültü kirliliğinin etkisinin azaltılması için Avrupada ve Amerika Birleşik Devletlerinde uygulamaları bulunan gürültü bariyerleri özellikle ana ulaşım akslarının kenarlarına yapılmaktadır. Sesin yayılımına çok farklı yapılarla engel olunabilir. Engelleme olarak;

- Ses koruma perdeleri
- Ses koruma sedleri
- Üzerine ses koruma perdesi takılmış sedler
- Yolun derinliği ya da çanakası yapısı
- Yolun çıkıntılı kaplanması
- Tünel
- Siper olan binalar
- (Bitki örtüsü)

gibi çok farklı materyaller kullanılarak gürültü seviyeleri azaltılabilir. Hangi önlemlerin daha etkili, daha anlamlı ve savunulabilir olduğu geometrik şartlar, şehir inşaatı ile ilgili bakış açıları, kullanılabilir alan ve finansal imkanlara bağlıdır. Sesin yayılımında etkili olan bazı materyaller Şekil 6.1’de gösterilmektedir.



Şekil 6.1 Sesin yayılımını etkileyen materyaller (Anonim 2019b)

## 6.1 Doğal Gürültü Bariyerleri

Doğal perdelerin kullanımında kullanılacak bitkilerin yüksekliği, yaprakların türü, bölgedeki iklime uygunluğu gibi faktörler de önem taşımaktadır.

Bir alanda gürültü bariyeri kurulurken, gürültü kontrolü sağlanması dışında, yerleştirilen bariyerin o bölgenin çevre düzenlemesine ve dokusuna uygun olması hatta bölgeye estetik açıdan katkı sağlaması da önemli önceliklerden biri olmalıdır. Doğayla uyumlu gürültü bariyerleri, uygulama bölgesinde etkin bir gürültü kontrolü sağlamanın yanı sıra, doğal çevreyle uyumlu, kullanıldığı bölgeyi güzelleştiren ve ekonomik bir gürültü kontrol aracıdır.(Fides 2009)

### 6.1.1 Doğal bariyerlerin önemi

Bitkisel bariyerlerin gürültü azaltımı her ne kadar sınırlı düzeyde olsa da, bu bariyerlerin sıra adedinin artırılması ve yapay bariyerlerle birlikte kullanılması ile gerekli gürültü azaltması artırılabilir. Bitkisel bariyerlerin tercih edilmesindeki nedenler;

- Ekonomik olması,
- Göze hoş gözükmemesi,
- Doğal olması,

İtalya’da yapılan bir çalışmada değişik türden bitkisel bariyerlerin neden oldukları gürültü azaltım değerleri Çizelge 6.1’de verilmiştir.

**Çizelge 6.1.** Bitkisel bariyerlerin gürültü azaltımındaki rolü (OECD 1995)

Tür	Boyutlar (m)	Akustik fonksiyonu	Gürültü azatımı (dBA)	(+) Avantaj (-) Dezavantaj
Ağaç Çalılıklar	L: En az 10 H: 8-9	Absorbtif	3-4	(+): Göze hoş gözükmekte ve egzost gazlarını da absorbe edebilmektedir. (-): Sınırlı düzeyde akustik iyileşme sağlamaktadır.
Toprak set üzerine çalılık	L: 15-18 H: 3-4	Absorbtif ve yansıtıcı	15-16	(+): Göze hoş gözükmekte ve akustik azatım açısından etkin (-): Geniş alanlara ihtiyaç vardır.
*L: Uzunluk (m)	* H: Yükseklik (m)			



**Şekil 6.2.** Doğal gürültü bariyerleri (Anonim 2018)

Ağaçlandırma ve bitkilendirme, genellikle ses kontrol bariyerleri kadar etkili değildir. En az 30 m. genişliğindeki yoğun ağaç ve çalılar, 125 – 8000 Hz frekans aralığında, 7 – 11 dB arası azalım sağlarlar.

Ağaçlarla sağlanan azaltım, dallara ve yapraklara bağlıdır, yüzeye yakın yerlerdeki ses enerjisi azaltımı çok olmaz. Ayrıca yaprak döken ağaçlar, kışın hiç azaltım sağlamazlar. Kışın yaprak dökmeyen ağaçlar (genişliği > 6 m), yüksek ve yaprakların yere kadar uzanmasıyla, 2 - 4 dBA azaltım sağlarlar. ( Demirkale,S.Y 2013).

## 6.2 Yapay Gürültü Bariyerleri

Gürültü bariyeri uygulamalarında, uygulama alanının ihtiyaçları da göz önüne alınarak uygun tasarımlar ve malzemeler kullanılması gerekmektedir.

OECD'nin kriterlerine göre; bir yapay gürültü bariyerinin birim metre karesinin ağırlığı minimum 20 kg/m<sup>2</sup> olmalı, her bir metre bariyer yüksekliği gürültü düzeyinde 1,5 dBA bir azalma sağlamalı ve gürültü bariyerinin boyu en az bariyer ile alıcı arasındaki mesafenin 4 katı uzunluğunda olmalıdır. İtalya'da yapılan bir çalışmada değişik türden yapay bariyerlerin neden oldukları gürültü azaltım değerleri Çizelge 6.2'de verilmiştir.

**Çizelge 6.2:** Yapay Bariyerlerin Sağladıkları Gürültü Azaltım Değerleri (OECD 1995)

<b>Tür</b>	<b>Boyutlar (m)</b>	<b>Akustik Fonksiyonu</b>	<b>Gürültü Azaltımı (dBA)</b>	<b>(+) Avantaj (-)Dezavantaj</b>
Boşluklu Briket	L: 0,5 H: 2,5	Yansıtıcı, absorblayıcı	15-16	(+): İyi akustik verim özelliği ve yangına karşı dayanıklılık (-): Estetik açıdan uygunsuz
Güçlendirilmiş beton panel	L: 0,35 H: 3-4	Yansıtıcı, absorblayıcı	17-19	(+):İyi akustik verim özelliği ve yangına karşı dayanıklılık (-): Yüksek maliyet ve bol alan ihtiyacı
Ahşap panel	H: 0,30 L: 2-3	Absorblayıcı	18-19	(+):İyi akustik verim özelliği (-): Yüksek maliyet ve bol alan ihtiyacı
Alüminyum veya çelik panel	L: 0,30 H: 4-5	Yansıtıcı, absorblayıcı	20-22	(+):İyi akustik verim özelliği ve yangına karşı dayanıklılık (-): Yüksek maliyet
Polikarbonlu malzeme	L: 0,5 H: 3-4	Yansıtıcı	16-17	(+):İyi akustik verim özelliği ve yangına karşı dayanıklılık (-): Yüksek maliyet





**Şekil 6.3.** Alüminyum malzemeli ve Şeffaf malzemeli gürültü bariyeri örneği.

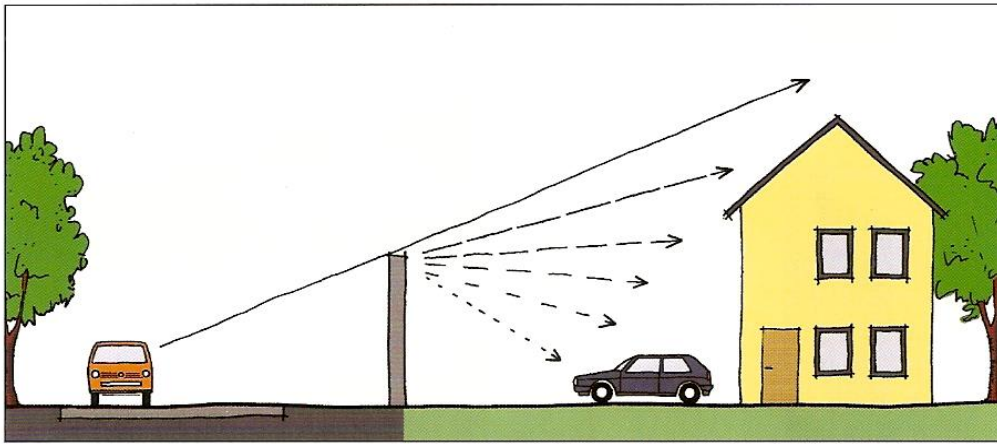


**Şekil 6.4.** Şeffaf gürültü bariyeri örnekleri.

Bazı durumlarda, gürültü kaynağının bulunduğu bölgenin alıcıların yaşam alanından izole edilmesi istenirken, bazı durumlarda ise bariyerin alıcıları gürültü kaynağının bulunduğu bölgeden koparması, çeşitli sebeplerle (görüş alanının kısıtlanması, estetik manzaranın kapanması, vs.) tercih edilmez. Bir başka deyişle, gürültünün alıcılarda etkin kontrolü dışında,

çevresel mimariye ve alıcıların menfaatlerine de uygun çözümler tercih edilir. Gürültünün alıcılarda azaltılması amacıyla gürültü bariyerleri kurulurken, bir çok durumda hem alıcılarda hem de kaynakta örneğin trafikteki sürücülerde görüş alanının kısıtlanmaması ve doğal çevrenin de görülebilmesi amacıyla şeffaf gürültü bariyerleri tercih edilmektedir.(Çelik 2009)

Gürültü bariyerlerinin gürültü azaltımındaki en önemli kriteri bu sistemlerin yükseklikleridir. Gürültü bariyerleri vasıtasıyla sesin azaltılması, ses kaynağıyla görüş bağlantısının kesilmesi ile başlamaktadır. Bir otoyolun gürültü seviyesi bir duvarın arkasında 15 dB(A) kadar azaltılabilmektedir. Yapılan ölçümlerde genel olarak 5 ve 10 dB(A) arasında azaltım sağlanmaktadır. Duvarın arkasında bulunan alanlarda gürültü seviyesi oldukça azalırken, Şekil 6.5’deki gibi otoyolun hemen yakınında bulunan binanın üst katlarında azaltım değerleri sınırlıdır (Hintzsche ve ark 2008).



Şekil 6.5. Karayolu ile konutlar arasındaki engelin etki alanı ( Anonim 2019b)

### 6.2.1 Yapay gürültü bariyerlerinde olması gereken özellikler

- Ses Yalıtımı
- Şeffaflık ve Saydamlık
- Darbe Dayanımı
- Vandalizm (Kolay zarar verilebilir olmama durumu)
- Yangın Dayanımı
- Uzun Ömür

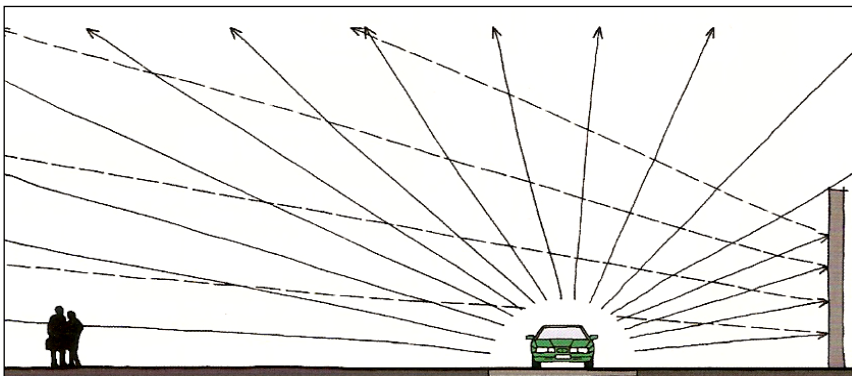
- UV Koruma
- Kimyasallara Karşı Dayanımı
- Drenaj
- Yangın çıkışı
- Acil çıkış kapısı
- Estetik (Çelik, B.D. 2009).

### 6.2.2. Yapay gürültü bariyerinde sesin soğurulması

Yapay gürültü bariyerlerinin en önemli özelliği hiçbir sesi geçirmemesi gerektiğidir. Bir engel üzerinde meydana gelen ve perde içinden geçen enerji arasındaki gürültü seviye farkı sesin soğurulması olarak tanımlanır. Yapay gürültü bariyerlerindeki ses soğurması, en az 25 dB olmalıdır. Bu seviyedeki bir azaltım, 20 kg/m<sup>2</sup>'nin üzerinde bir bariyer ağırlığını gerektirir, bariyerin yoğunluğunun 40 kg/m<sup>2</sup>'nin üzerinde olması ise daha etkilidir. Örnek olarak, tahtadan yapılan bir bariyer bu gereksinimler sağlamamaktadır (Hintzsche ve diğ. 2008).

### 6.2.3. Yapay gürültü bariyerinde yansımalar ve ses absorbe eden kaplamalar

Ses genel olarak sert olan yüzeylerden yansımaktadır. Yansıyan ses dalgaları karşı taraftaki gürültü seviyesini 3 dB(A) civarında artmaktadır. Şekil 6.6'da bulunan araçtan kaynaklanan ses dalgaları gürültü bariyerinden yansıyarak, yolun karşı tarafında 3 dB(A) gürültü seviyesini arttırmaktadır (Hintzsche ve ark. 2008).



Şekil 6.6. Ses için sert olan bir perdede meydana gelen yansımalar (Anonim 2019b)

#### **6.2.4 Yapay gürültü bariyerinde hava şartlarının etkisi**

Yere yakın ses yayılımında zeminin soğurulması ilave bir gürültü seviyesi azaltımına neden olmaktadır. Hava sıcaklığının hızla artması ya da rüzgar yönündeki değişimde ise, ses yere doğru eğilmesi durumunda gürültü bariyerlerinin etkileri belirgin bir biçimde azalabilmektedir (Hintzsche ve ark. 2008).

#### **6.2.5 Yapay gürültü bariyerinde konstrüksiyon esasları**

Gürültü bariyerleri, sesi izole etmesinin yanı sıra az yer kaplayan yapılardır. Bariyerlerinin gürültü kaynağını yakın konumlandırılması esastır. Gürültü bariyerleri alüminyum, beton, ahşap, cam benzeri şeffaf plastik ve kiremitten üretilmektedir. Son yıllarda, özellikle kendi kendini temizleyen ve grafiti geçirmeyen şeffaf malzemeler önem kazanmaktadır. Ayrıca, birkaç farklı malzemedan yapılan gürültü bariyerleri de yaygındır. Örneğin, alt kısımda beton, üst kısımda cam veya sert plastik malzemeler kullanılmaktadır. Gürültü bariyerleri yerden tasarruf sağlamak amacıyla gürültü sedlerinin üzerine de takılabilmektedir (Hintzsche ve ark. 2008).

#### **6.3 Güneş Enerjili Gürültü Bariyeri**

Hem güneş hem de rüzgar üretim istasyonları estetik bakımdan eleştirilebilmektedir. Ancak, bu yenilenebilir enerjileri etkili ve sıkıntı vermeden yerleştirmek için yöntemler ve olasılıklar mevcuttur. Sabit güneş kolektörleri otoyollarda gürültü bariyerleri de olarak kullanılabilir.



**Şekil 6.7.** Güneş enerjili gürültü bariyeri örneği (Anonim 2019c)

Almanya, gürültü bariyerleri ve yenilenebilir enerji üretimi konularında dünyada en önemli ülkelerden biridir. Ülkemiz yıllık güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti bakımından Almanya'dan çok daha potansiyelli bir ülke olup, bu konuda yapılacak yatırımlar önemlidir.

Güneş enerjili panelleri ile yapılmış gürültü bariyerleri ile güneşten gelen temiz ve yenilenebilir enerji hem elektrik enerjisi dönüştürebilir hem de gürültü kirliliği azaltımı ve önlemesi sağlanmış olur. Kamu kurumları için bu tür projeler maliyetleri yüksek gelebilir ancak, üretilecek enerji ile kendini finans edeceği düşünülürse maliyet ve potansiyel gelir yaratmaya gerek bulunmamaktadır. Ayrıca özel sektördeki kurumların teşviki ile sıfır sermaye ile yap işlet devret modeli ile Güneş enerjisi kullanımında net artış sağlayarak hem enerji üretimi hemde gürültü kirliliği azaltımına yönelik çalışmalarda artış sağlanmış olur. Yerel halk tarafından görüntü ve gürültü bariyerlerinin kabulünde olumlu etki yapmaktadır. Ayrıca Karbon ayak izinin azaltılmasına katkı sağlayacaktır.



**Şekil 6.8.** Güneş enerjili gürültü bariyeri örneği (Anonim 2019c)

Panellerin cam yüzeyleri, bir PV modülünün cam yüzeyi gibi gürültü bariyerinde sadece ses yansımaları için uygulanabilir. Birçok durumda, ses emilimi gürültü için gerekli değildir.

Güneş panelleri ses emilimi sağlamaz sadece yansıtıcı özelliği vardır. Gürültü emiliminin gerekli olmadığı durumlarda kullanılabilir.

Gürültü emiliminin gerekli olduğu yerlerde, alüminyum gürültü bariyeri üzerine montaj yapılarak sağlanabilir.

#### **6.4 Şeffaf Gürültü Bariyeri**

Şeffaf ses koruma perdesi çekici görünüm, basit montaj ve yüksek teknik gereksinimleri mükemmel bir şekilde bir araya getirir. Akrilik camlı, polikarbonatlı veya silikat camlı olarak bulunmaktadır. Doğal Peyzaj manzarasına izin verir ve manzarasının kapatılmasının önüne geçilmesinde yardımcı olur. Gürültü azaltımı ile yaşam kalitesini iyileştirmeye katkıda bulunurlar ve ayrıca yollarda görüş açısını kapatmadığından yol güvenliğini artırır. Kültürel anıtlar, güzel manzaralar, şehir manzaraları kapatmadan gürültü azaltımı sunar. Görsel engel olmadan en iyi gürültü koruması sağlanmaktadır. Şekil 6.9' deki uygulama buna en iyi örnektir.



**Şekil 6.9.** Prag-Modrany Karayolu – Komoko, Çek Cumhuriyetindeki Şeffaf Gürültü bariyeri (Anonim 2019d)

Şeffaf paneller, uluslararası akredite akustik laboratuvarlarında yapılan, aynı zamanda da Türk standardı olan TS EN 1793-2 test sonuçlarına göre sırasıyla 29 dB, 30 dB, 32 dB ve 33 dB ağırlıklı ses azaltım indeksi (DLR) değerlerine sahiptir (Anonim 2019d).

## 7. ÜLKEMİZDE MEVCUT DURUM

### 7.1. Mevcut Kanun ve Yönetmelikler

1982 Anayasasının 56. maddesinde “herkes sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşın ödevidir.” denilmektedir.

2872 Sayılı Çevre Kanunu Madde 14 –(Değişik: 26/4/2006 – 5491/11 md.)

- Kişilerin huzur ve sükununu, beden ve ruh sağlığını bozacak şekilde ilgili yönetmeliklerle belirlenen standartlar üzerinde gürültü ve titreşim oluşturulması yasaktır.

- Ulaşım araçları, şantiye, fabrika, atölye, işyeri, eğlence yeri, hizmet binaları ve konutlardan kaynaklanan gürültü ve titreşimin yönetmeliklerle belirlenen standartlara indirilmesi için faaliyet sahipleri tarafından gerekli tedbirler alınır.

Bu amaçla 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 14. Maddesine dayanılarak; 25.06.2002 tarihli 2002.49.EC Çevresel Gürültünün Yönetimi ve Değerlendirilmesi Direktifine paralel olarak, 07.03.2008 tarih ve 26809 sayılı Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği hazırlanmıştır.



**Çizelge 7.1.** Karayolu çevresel gürültü sınır değerleri (Anonim 2018b)

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

Yönetmeliğe göre Çizelge 7.1 Karayolu çevresel gürültü sınır değerleri incelendiğinde, İstanbul’da yaşayan insanların büyük bir kısmının kara yolundan kaynaklı gürültüden dolayı sınır değerlerinin üzerinde gürültüye maruz kaldıkları anlaşılmaktadır.

## 8. GÜRÜLTÜ HARİTALARI

Harita üzerindeki bir çevrede mevcut ses basınç düzeylerinin (gürültü düzeylerinin) ölçülmesi veya hesaplanması ve eş düzey çizgilerinin belirlenerek, gürültü eğrilerinin harita üzerine çizilmesi ile oluşturan haritalara gürültü haritaları denir.

Çevresel gürültü haritası oluşturulmasındaki amaçlar;

- Bir yerleşim merkezinde birden çok kaynaktan meydana gelen gürültü düzeyinin saptanması, bölgenin ortalama gürültü düzeylerinin bulunması
- Belirlenmiş bir alanda gürültü düzeylerinin, ulusal ve uluslararası sınırları aşp aşmadığını belirlenmesi
- Bir kentsel alanda, limitleri aşan gürültü düzeylerinin etkilediği kişi sayısının belirlenmesi
- Kent ölçeğinde limitlerin üzerinde bulunan gürültü düzeyinden etkilenen konut, okul, hastane vb. bina sayılarının tespit edilmesi
- Özel bir çevrede gürültü düzeyinin etkisini azaltacak önlemlerin uygulanabilirliğini araştırılması (gürültü bariyerleri vb. engeller)
- Kentsel planlama aşamasında, arazi kullanım kararlarına temel oluşturulması

şeklinde sıralanabilir (Kurra 2009).

### 8.1. Gürültü Haritalarının Yönetmelikteki Yeri

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

En geç 30/6/2013 tarihine kadar;

- 1) İki yüz elli binden fazla yerleşik nüfusu olan yerleşim alanları,
  - 2) Yılda altı milyondan fazla aracın geçtiği ana kara yolları,
  - 3) Yılda altmış binden fazla trenin geçtiği ana demir yolları,
  - 4) Yılda elli binden fazla hareketin gerçekleştiği ana hava alanları,
- için bir önceki takvim yılındaki durumu gösteren stratejik gürültü haritaları hazırlanır.

(Anonim 2018b)

## 9. MATERYAL VE METOD

### 9.1. Projenin Konumu

İstanbul'un Beykoz İlçesi, Kavacık mevkiinde İstanbul önemli karayolu geçiş noktalarından olan TEM otoyolu Ankara istikametine cephesi bulunan Hisar evleri Şekil 9.1' de görüldüğü gibi proje çalışma alanı olarak seçilmiştir. Tem otoyolun Edirne istikameti Ormanlık alandan oluşmaktadır. Hisar evlerinde konut ağırlıklı olup hassas ve çok hassas kullanım alanları mevcuttur. Hisar evlerinde 750 konut ve 25 dükkan bulunmaktadır. Yaklaşık 3000 kişi yaşamaktadır. Çalışma alanı 760.000 m<sup>2</sup> ' lik alanı kapsamaktadır.



Şekil 9.1. Araştırma alanının yeri ve konumu

## 9.2. Gürültü Ölçüm Noktalarının Belirlenmesi

Beykoz ilçesi Kavacık Mevkiindeki TEM Otoyolundaki trafikten kaynaklanan mevcut çevresel gürültünün; Karayolu kenarında ve Hisar evlerinin bahçesinde oluşturduğu gürültü seviyelerinin belirlenmesi ve gürültü haritası oluşturulması amacıyla, gürültü ölçümü yapmak için 1 tane karayolu kenarında 1 tane hisar evleri bahçesinde 2 ayrı nokta belirlenmiştir. Belirlenen bu noktaların konumları ise Şekil 9.2' de verilmiştir. Ölçüm yapılan noktalar karayolu ile konutların bahçesiyle aynı hizada olmasına dikkat edilmiştir.



Şekil 9.2. Gürültü ölçüm noktaları

Ölçüm noktaları en yakın yansıtıcı duvardan en az 4 metre uzakta yerden 1,50 metre yüksekliğe kurulan bir yükseltici üzerinde Şekil 9.3' deki gibi ölçüm yapılacak şekilde belirlenmiştir.



Şekil 9.3. Hisar evleri bahçesi 2. Ölçüm Noktası

### 9.3. Gürültü Ölçümlerinin Yapılması

Tüm ölçümler TS 9798 Standardına göre yapılmış olup, ölçümlerde Brüel&Kjaer 2250 Ses Seviyesi Ölçer Şekil 9.4' deki cihaz kullanılmıştır. Otoyoldan geçen araçların meydana getirdiği gürültü seviyelerini belirlemek için, rüzgarın 5 m/s'nin altında olduğu ve yağışın olmadığı zaman diliminde, gündüz, akşam ve gece saatlerinde Şekil 9.5' deki gibi ölçümler yapılmıştır.



Şekil 9.4. Brüel&Kjaer 2250 Ses Seviyesi Ölçer Cihazı



Şekil 9.5. Ölçüm yapılan 1. nokta

Otoyol kenarındaki 1. ölçüm noktasında gündüz zaman diliminde yol kenarında yapılan ölçümlerde,  $Leq = 85.9$  dBA ölçülmüştür. (Şekil 9.6). Akşam zaman diliminde yapılan ölçümlerde  $Leq = 80$  dBA ölçülmüştür. (Şekil 9.7). Gece zaman diliminde yapılan ölçümlerde ise,  $Leq = 83.2$  dBA olduğu görülmüştür. (Şekil 9.8). İstanbul'da gündüz saat diliminde bazı ana arterler üzerinde ağır vasıtalar için yola çıkma yasağı olduğundan, yola çıkma yasağının olmadığı akşam ve gece zaman dilimlerinde gürültü seviyesinin düşmediği tespit edilmiştir.



Şekil 9.6. Gündüz zaman diliminde 1. Nuktada yapılan ölçüm sonucu



Şekil 9.7. Akşam zaman diliminde 1. Nuktada yapılan ölçüm sonucu



**Şekil 9.8.** Gece zaman diliminde 1. Nuktada yapılan ölçüm

Hisar evleri bahçesinde yapılan gündüz zaman diliminde ölçümlerde,  $Leq = 73.3$  dBA ölçülmüştür (Şekil 9.9). Akşam zaman diliminde yapılan ölçümlerde  $Leq = 78.7$  dBA ölçülmüştür (Şekil 9.10). Gece zaman diliminde yapılan ölçümlerde ise,  $Leq = 79$  dBA olduğu görülmüştür. Çevresel Gürültünün Kontrolü ve Yönetimi Yönetmeliği “Karayolu Çevresel Gürültü Sınır Değerleri” tablosunda belirtilen değerlerin üzerinde gürültü seviyesi tespit edilmiştir.



**Şekil 9.9.** Gündüz zaman diliminde 2. Nuktada yapılan ölçüm sonucu



Parameter	Value
L <sub>Aeq</sub>	78.7 dB
L <sub>AF90.0</sub>	73.9 dB
L <sub>AF95.0</sub>	72.5 dB
L <sub>AF99.0</sub>	71.0 dB
L <sub>AFmax</sub>	99.0 dB
L <sub>AFmin</sub>	68.3 dB
L <sub>CImax</sub>	101.8 dB
L <sub>Ceq</sub>	86.5 dB
Başlama Saati	17-04-2015 23:02:54
Bitiş Saati	17-04-2015 23:07:54

**Şekil 9.10.** Gece zaman diliminde 2. Noktada yapılan ölçüm sonucu

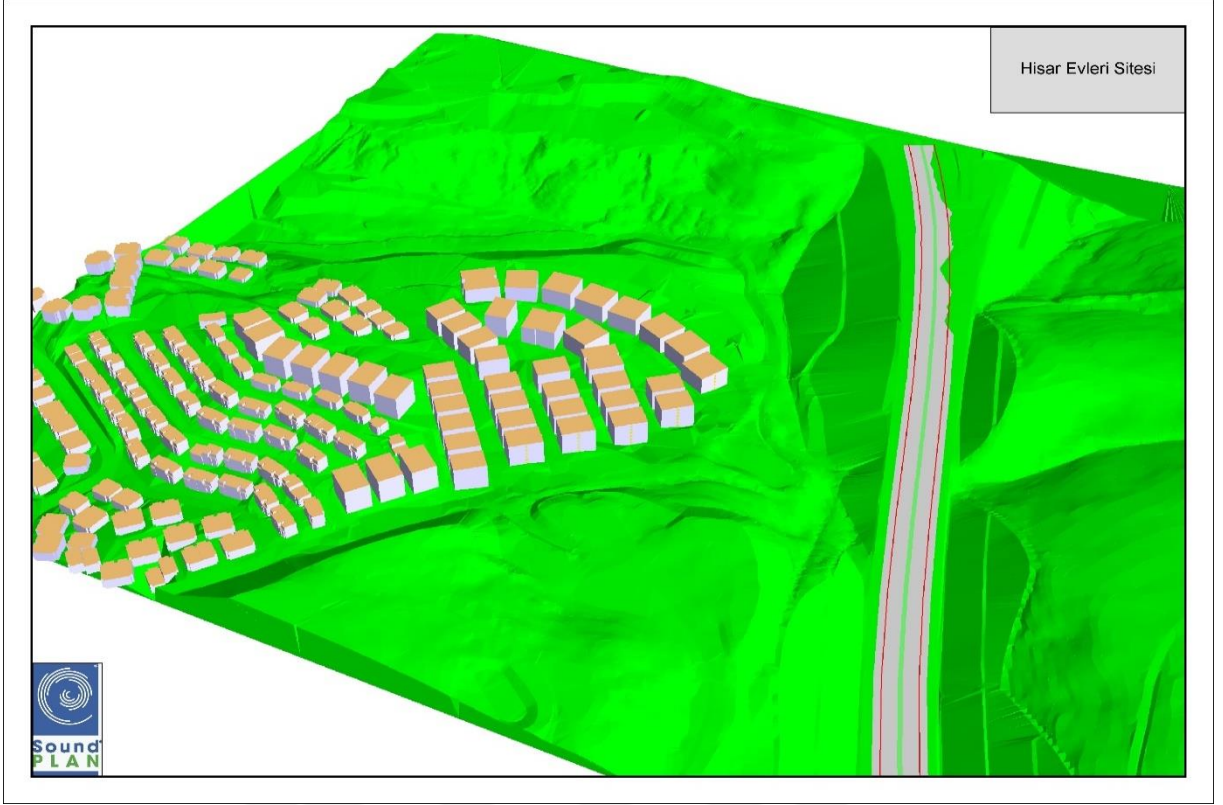
#### 9.4. Beykoz Kavacık Bölgesinin Gürültü Haritası

Gürültü haritalarının oluşturulmasında Modelleme programı olarak SoundPLAN 7.4 (64 bit) yazılımının NMPB 96 hesaplama metodu kullanılmıştır. Dünyada genelinde gürültü haritalarının oluşturulmasında kullanılan en yaygın program olduğundan ülkemizde de birçok kamu kurum ve kuruluşlar tarafından kullanılmaktadır.

SoundPlan 7.4 programında Çevresel Gürültünün Kontrolü ve Yönetimi Yönetmeliğine uygun; Karayolu için NMPB Routes 96 ve değerlendirme için  $L_{den}$  ( $L_{gag}$  gündüz-akşam-gece) standartları seçilmiştir.

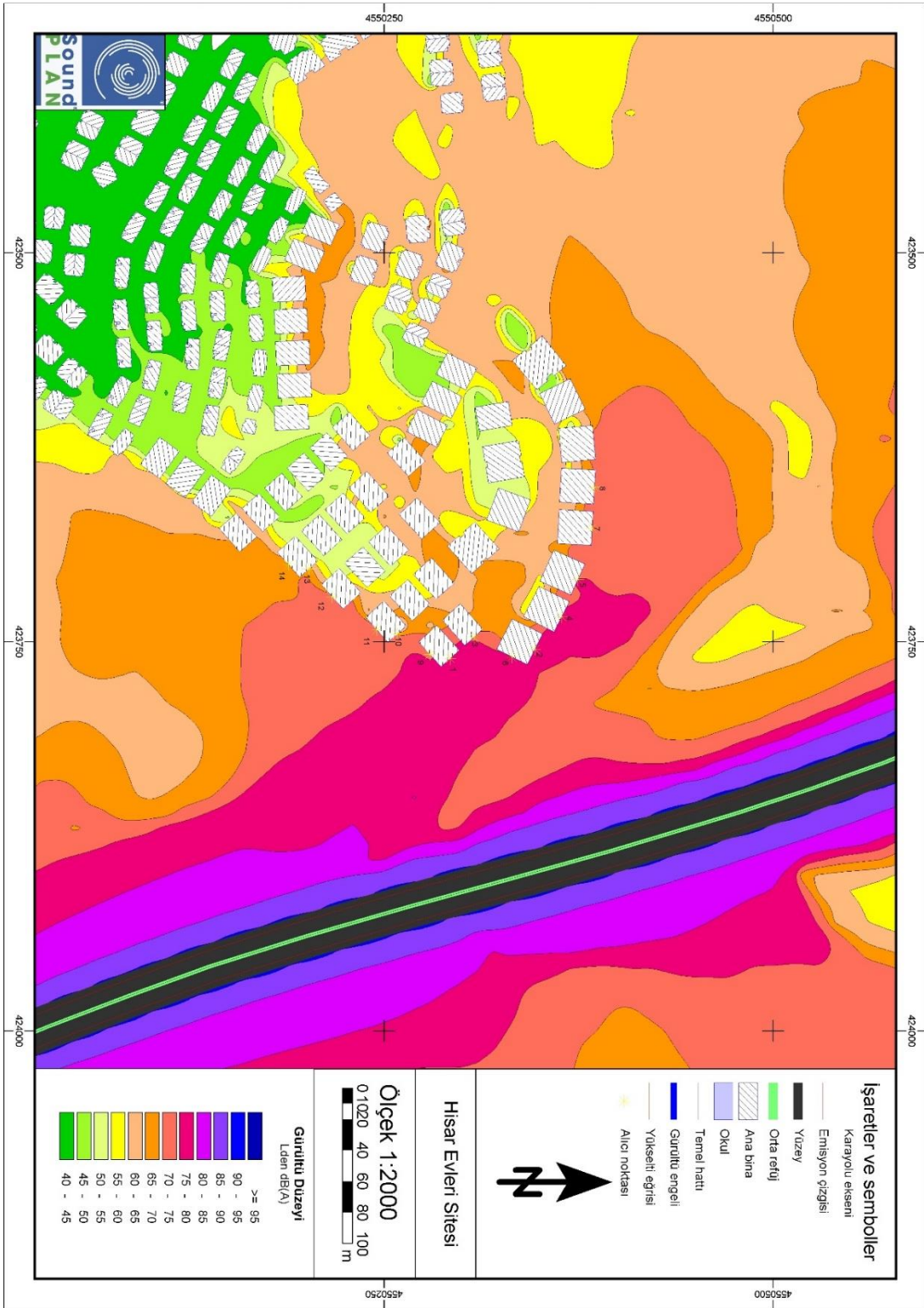
Seçilen bölgeyle ilgili dijital ortamda güncel haritalara ihtiyaç olması sebebiyle, Beykoz İlçesi Kavacık mevkiine ait dijital halihazır haritalar İstanbul Büyükşehir Belediyesi Harita Müdürlüğünden alınmış olup, alınan dijital ortamdaki haritalar SoundPlan 7.4 programına işlenmiştir.

Haritaların oluşturulması aşamasında ilk olarak, karayolu kenarına konumlanmış olan sitenin bulunduğu bölgeye ait olan vaziyet planı SoundPLAN 7.4 (64 bit) programına aktarılmış ve topoğrafik özellikleri üç boyutlu olarak şekil 9.11'deki gibi modellenmiştir.

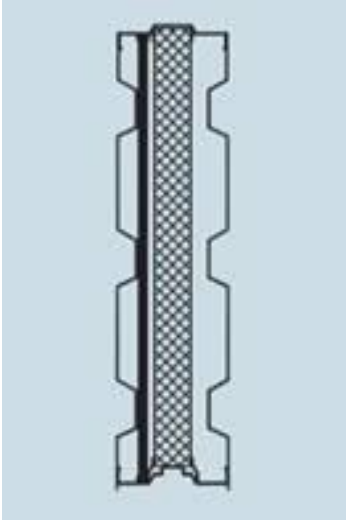


**Şekil 9.11.** Beykoz Kavacık bölgesindeki arazinin mevcut topoğrafik yapısı

Beykoz İlçesi Kavacık mevki hisar evleri sakinleri, sitenin Otoyola cephesi bulunduğundan trafik gürültüsünden rahatsız olmaktadır. Bölgede gürültü bariyeri inşa edilmeden önce, gürültü bariyerinin gürültü düzeyinde meydana getireceği azalmayı ortaya koyması açısından, SoundPlan 7.4 modelleme programı kullanılarak, karayolu kenarında ölçülen değerler programda girilerek alandaki mevcut durumu gösteren çevresel gürültü haritası Şekil 9.12'deki gibi hazırlanmış olup, planlanan gürültü bariyeri yapılması durumunda meydana gelecek gürültü düzeyi azalmaları ortaya konmuş ve bariyerli haliyle oluşan gürültü haritası Şekil 9.14'deki gibi hazırlanmıştır.



Şekil 9.12. Mevcut Çevresel gürültü düzeyi haritası Lden dB(A)

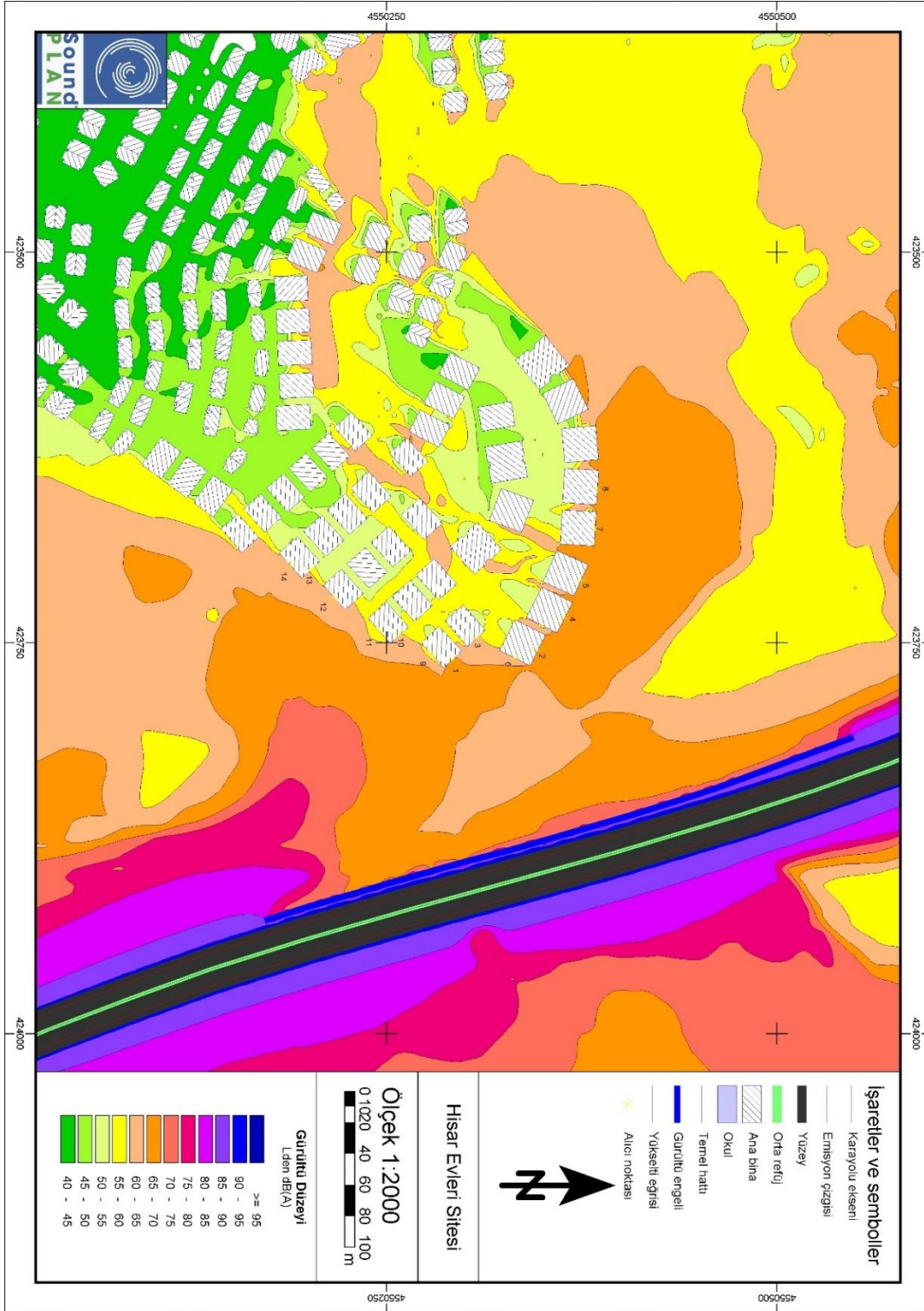


Şekil 9.13. Tek Tarafı Yutucu Gürültü Bariyeri Kesiti

Çizelge 9.1 Tek Tarafı Yutucu Gürültü bariyeri özellikleri

	<b>Tek tarafı yutucu gürültü bariyeri</b>
Ses Yalıtımı $DL_R$ (dB)	$\geq 25$ dB (B3)
Ses Yutumu $DL_\alpha$ (dB)	$\geq 9$ dB (A4)
Min. Ağırlık ( $kg/m^2$ )	$\geq 24$

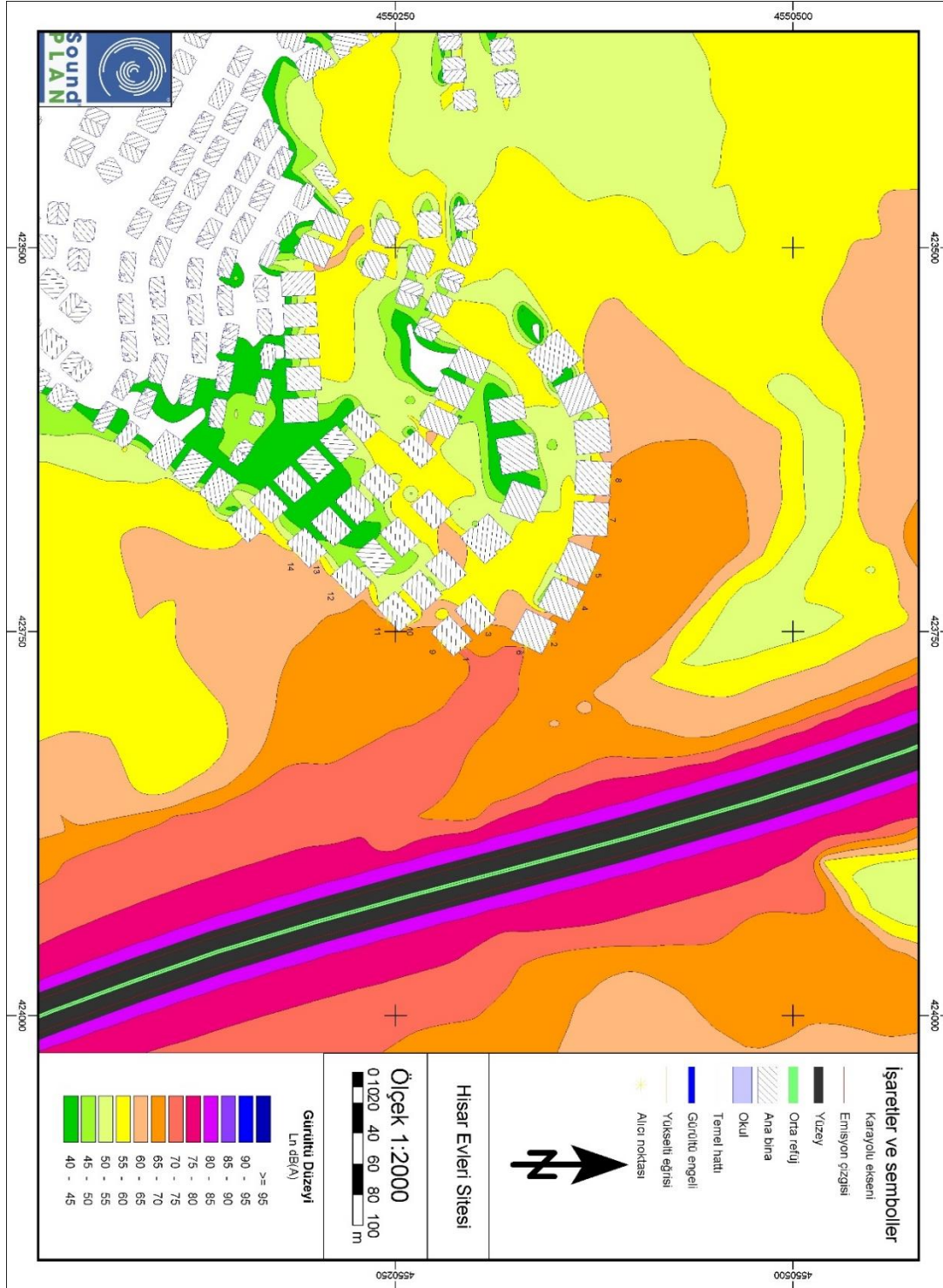
Modellemede; otoyolun kenarına gelecek şekilde 4 m yüksekliğinde yaklaşık 400 m uzunluğunda gürültü bariyeri tasarlanarak sonuçlar elde edilmiştir. Gürültü bariyerinin teknik özellikleri tek tarafı yutucu alüminyum malzeme tipi olacak şekilde modelleme yapılmıştır.



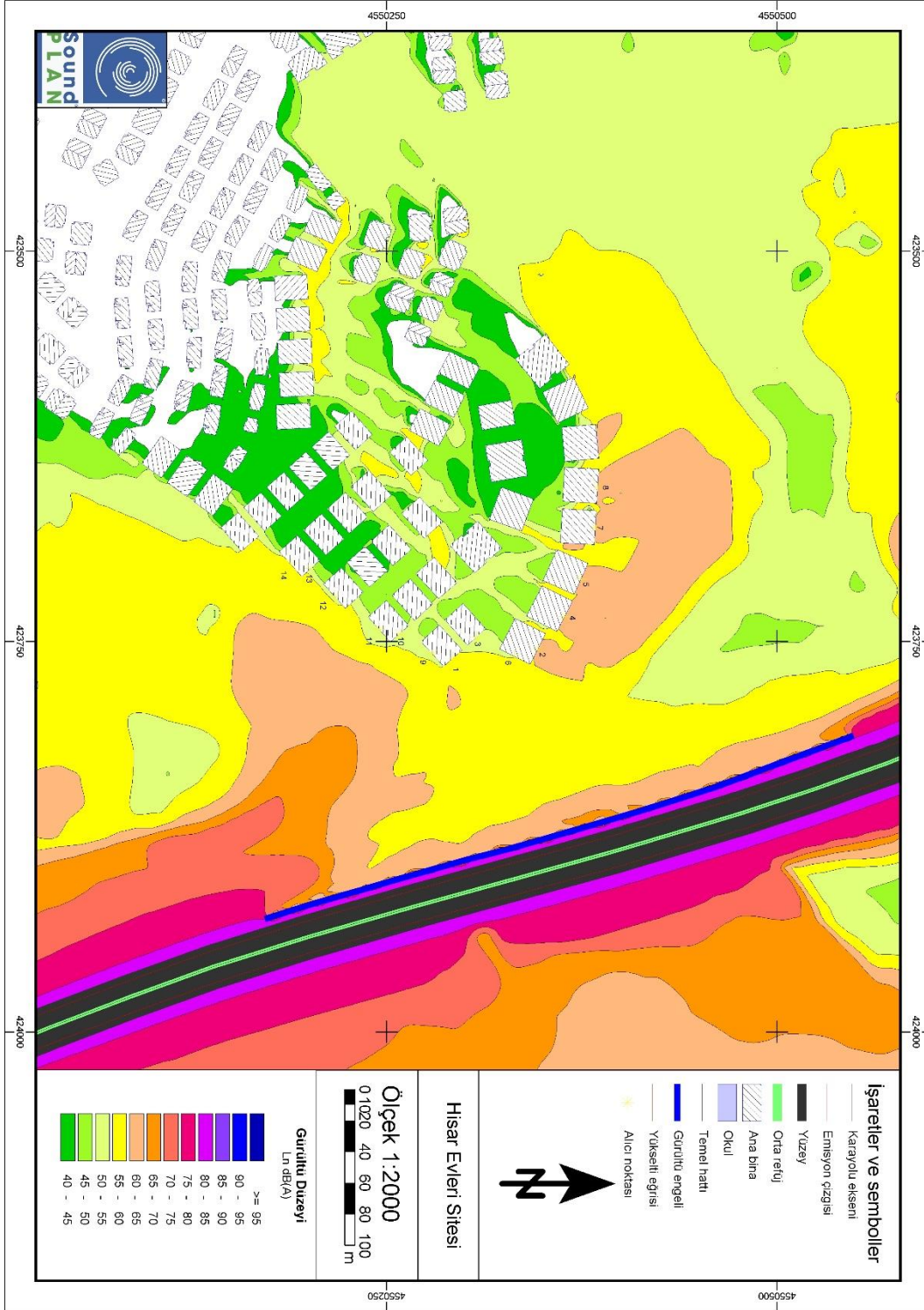
Şekil 9.14. Beykoz 4 m bariyerli gürültü haritası Lden dB(A)

Mevcut durumda, konut alanında otoyola cephe olan ön gruptaki binalarda 70-75 dBA otoyoldan kaynaklanan gürültü seviyesi, yapılan bariyer modellemesi sonucunda yaklaşık 60-65 dBA seviyelerine inmiştir. Mevcut durum olan Şekil 9.15' deki gece zaman dilimdeki

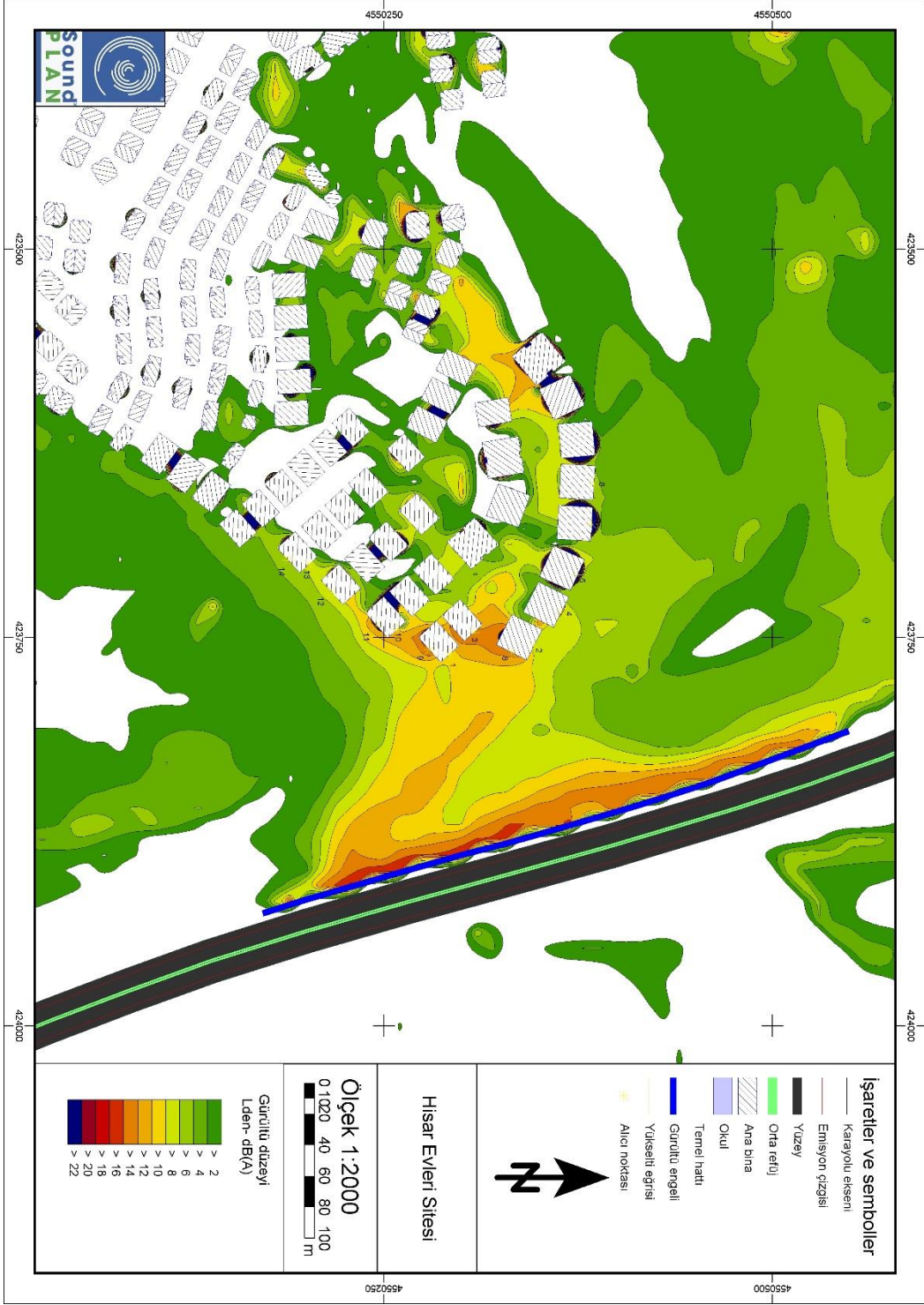
gürültü haritası 4 metrelik tek tarafı yutucu alüminyum malzeme bariyer modellemesi sonucunda gece zaman dilimi için ( $L_n$ ) oluşan durumu gösteren harita Şekil 9.16' daki gibi olmaktadır. Mevcut durumla bariyer sonrası arasındaki gürültü farkı  $L_{den} - dB(A)$  cinsinden oluşan gürültü haritası Şekil 9.17' de verilmiştir.



Şekil 9.15. Beykoz Mevcut Çevresel gürültü düzeyi haritası Mevcut  $L_n$  dB(A)



Şekil 9.16. Beykoz 4 m bariyerli gürültü haritası Ln dB(A)



Şekil 9.17. Beykoz Mevcut durumla bariyer sonrası arasında gürültü fark Lden –dB(A)



Söz konusu arazinin topoğrafik yapısı gereği hisar evleri sitesinde her binanın ve hangi katlarda gürültüye maruz kaldıklarını içeren değerler ve 4 bariyer uygulamasıyla oluşan yeni değerler ve gürültü azaltım değerleri SoundPlan programında oluşturulup, çizelge 9.2 de verilmiştir. Sitedeki binaların alt katlarında yaşayanların insanların maruz kaldığı gürültü düzeyinde Çizelge 9.2' de de görüleceği üzere bariyer sayesinde 10-15 desibel aralığında azalmalar olduğu ve üst katlarda ise 7 desibel kadar azalmalar gözlemlenmiştir.

Karayolu kenarındaki çok yüksek katlı binaların bulunduğu alanlarda gürültü bariyerinin üst katlardaki maruz kalınan gürültüyü azaltımı bulunmamaktadır. Bundan dolayı gürültü bariyerinin karayolu yerine alıcı ortam olan bina cephesine kaplama yapılmak kaydıyla gürültü azaltımı sağlanabilir.



Çizelge 9.2 SoundPLAN V 7.4 simülasyon programı ile elde edilen gürültü sonuçları

Alıcı	Kat	Mevcut Durum				4 m Bariyerli				Fark			
		Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
1	Zemin	74,7	69	69,3	68	64,6	59,4	59,4	57,8	10,1	9,6	9,9	10,2
1	1. Kat	75,2	69,9	70	68,4	65,7	60,3	60,5	58,9	9,5	9,6	9,5	9,5
1	2. Kat	75,7	70,5	70,5	68,8	67	61,4	61,7	60,3	8,7	9,1	8,8	8,5
1	3. Kat	75,3	70,3	70,2	68,4	68	62,4	62,7	61,3	7,3	7,9	7,5	7,1
1	4. Kat	75,3	70,4	70,2	68,4	69,6	63,8	64,3	63	5,7	6,6	5,9	5,4
1	5. Kat	75,4	70,5	70,3	68,5	71,8	65,6	66,3	65,2	3,6	4,9	4	3,3
2	Zemin	74,5	68,3	69	68	65,2	59,6	59,9	58,5	9,3	8,7	9,1	9,5
2	1. Kat	74,9	68,9	69,5	68,3	65,7	60,3	60,4	58,9	9,2	8,6	9,1	9,4
2	2. Kat	75,4	69,7	70,1	68,7	66,1	60,8	60,9	59,3	9,3	8,9	9,2	9,4
2	3. Kat	75,8	70,5	70,6	69	66,9	61,6	61,7	60,1	8,9	8,9	8,9	8,9
2	4. Kat	76	70,9	70,8	69,1	67,8	62,5	62,6	61,1	8,2	8,4	8,2	8
3	Zemin	73	67,1	67,6	66,4	59,6	54,8	54,5	52,6	13,4	12,3	13,1	13,8
3	1. Kat	73,6	68	68,3	66,8	60,7	55,8	55,6	53,8	12,9	12,2	12,7	13
3	2. Kat	74,1	68,8	68,9	67,2	62,1	57	56,9	55,2	12	11,8	12	12
3	3. Kat	75,1	69,9	69,9	68,3	67	61,1	61,6	60,4	8,1	8,8	8,3	7,9
3	4. Kat	75	70,1	69,9	68,1	68,5	62,8	63,2	61,8	6,5	7,3	6,7	6,3
3	5. Kat	75,1	70,1	70	68,1	70,3	64,4	64,9	63,7	4,8	5,7	5,1	4,4
4	Zemin	73,5	67,3	68	66,9	65,6	59,9	60,2	58,8	7,9	7,4	7,8	8,1
4	1. Kat	73,9	68	68,5	67,2	65,9	60,5	60,6	59,1	8	7,5	7,9	8,1
4	2. Kat	74,3	68,7	68,9	67,5	66,2	61	61	59,4	8,1	7,7	7,9	8,1
4	3. Kat	74,6	69,3	69,4	67,8	66,7	61,5	61,5	59,8	7,9	7,8	7,9	8
4	4. Kat	74,8	69,7	69,6	67,9	67,5	62,2	62,3	60,7	7,3	7,5	7,3	7,2

Alıcı	Kat	Mevcut Durum				4 m Bariyerli				Fark			
		Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
5	Zemin	72,6	66,7	67,2	65,9	65,7	60,2	60,4	59	6,9	6,5	6,8	6,9
5	1. Kat	72,9	67,3	67,6	66,2	66,1	60,7	60,8	59,3	6,8	6,6	6,8	6,9
5	2. Kat	73,3	67,9	68,1	66,6	66,4	61,1	61,2	59,5	6,9	6,8	6,9	7,1
5	3. Kat	73,6	68,4	68,4	66,8	66,7	61,5	61,5	59,8	6,9	6,9	6,9	7
5	4. Kat	73,7	68,7	68,6	66,8	67,3	62,1	62,1	60,5	6,4	6,6	6,5	6,3
6	Zemin	73,6	67,3	68,1	67,1	59,3	54,7	54,3	52,3	14,3	12,6	13,8	14,8
6	1. Kat	74,4	68,3	69	67,8	60,6	55,8	55,5	53,6	13,8	12,5	13,5	14,2
6	2. Kat	75,1	69,2	69,7	68,4	61,5	56,6	56,4	54,6	13,6	12,6	13,3	13,8
6	3. Kat	75,6	70,1	70,3	68,8	62,5	57,5	57,4	55,6	13,1	12,6	12,9	13,2
6	4. Kat	75,8	70,7	70,6	68,9	63,7	58,6	58,5	56,9	12,1	12,1	12,1	12
7	Zemin	70,9	65,1	65,5	64,2	65,6	60,1	60,3	58,8	5,3	5	5,2	5,4
7	1. Kat	71,1	65,6	65,9	64,4	65,8	60,5	60,6	59	5,3	5,1	5,3	5,4
7	2. Kat	71,5	66,1	66,2	64,7	66,1	60,9	60,9	59,2	5,4	5,2	5,3	5,5
7	3. Kat	71,6	66,5	66,5	64,8	66,3	61,2	61,1	59,5	5,3	5,3	5,4	5,3
7	4. Kat	71,7	66,7	66,6	64,8	66,7	61,6	61,5	59,8	5	5,1	5,1	5
8	Zemin	70,2	64,6	64,9	63,4	65,4	60	60,2	58,6	4,8	4,6	4,7	4,8
8	1. Kat	70,5	65,1	65,2	63,7	65,6	60,4	60,4	58,7	4,9	4,7	4,8	5
8	2. Kat	70,7	65,4	65,5	63,8	65,8	60,6	60,6	58,9	4,9	4,8	4,9	4,9
8	3. Kat	70,8	65,7	65,6	63,9	66	60,9	60,8	59,1	4,8	4,8	4,8	4,8
8	4. Kat	70,9	65,9	65,8	64	66,4	61,3	61,2	59,5	4,5	4,6	4,6	4,5
9	Zemin	69,7	63,9	64,3	63	56,8	52,1	51,7	49,7	12,9	11,8	12,6	13,3
9	1. Kat	72,8	67,3	67,5	66,1	59,5	54,8	54,4	52,4	13,3	12,5	13,1	13,7
9	2. Kat	73,5	68,3	68,3	66,7	61,1	56,1	56	54,2	12,4	12,2	12,3	12,5
9	3. Kat	73,8	68,8	68,6	66,9	62,5	57,3	57,3	55,6	11,3	11,5	11,3	11,3
9	4. Kat	73,9	69	68,8	67	64,7	59,1	59,4	58	9,2	9,9	9,4	9

Alıcı	Kat	Mevcut Durum				4 m Bariyerli				Fark			
		Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
9	5. Kat	74,1	69,1	68,9	67,1	69	62,6	63,5	62,4	5,1	6,5	5,4	4,7
10	Zemin	72	66,7	66,8	65,1	60,8	55,5	55,6	54	11,2	11,2	11,2	11,1
10	1. Kat	72,6	67,5	67,5	65,8	61,8	56,5	56,6	55	10,8	11	10,9	10,8
10	2. Kat	72,8	67,8	67,7	65,9	63,9	58,2	58,6	57,2	8,9	9,6	9,1	8,7
10	3. Kat	73	68	67,9	66,1	67,1	60,9	61,6	60,5	5,9	7,1	6,3	5,6
10	4. Kat	74,1	68,9	68,9	67,3	70,8	64,3	65,2	64,2	3,3	4,6	3,7	3,1
10	5. Kat	73,9	69	68,8	67	71	64,9	65,6	64,4	2,9	4,1	3,2	2,6
11	Zemin	67,9	62,5	62,7	61,2	56	51,5	51	48,9	11,9	11	11,7	12,3
11	1. Kat	69,6	64,2	64,4	62,8	58,3	53,3	53,1	51,4	11,3	10,9	11,3	11,4
11	2. Kat	71,2	65,8	65,9	64,4	61,1	55,9	55,9	54,3	10,1	9,9	10	10,1
11	3. Kat	71,6	66,5	66,5	64,7	64,4	58,4	58,9	57,7	7,2	8,1	7,6	7
11	4. Kat	71,9	66,8	66,7	65	67,4	61,1	61,9	60,9	4,5	5,7	4,8	4,1
11	5. Kat	72	67	66,9	65,1	68,5	62,1	62,9	61,9	3,5	4,9	4	3,2
12	Zemin	66,5	61,2	61,3	59,7	57,2	52,3	52,1	50,3	9,3	8,9	9,2	9,4
12	1. Kat	68,9	63,5	63,6	62	62,2	56,3	56,8	55,5	6,7	7,2	6,8	6,5
12	2. Kat	69,7	64,4	64,5	62,8	65,2	58,9	59,7	58,7	4,5	5,5	4,8	4,1
12	3. Kat	70,1	64,9	64,9	63,3	66,5	60,2	61	60	3,6	4,7	3,9	3,3
12	4. Kat	70,3	65,2	65,1	63,4	67	60,7	61,5	60,4	3,3	4,5	3,6	3
12	5. Kat	70,4	65,4	65,3	63,5	67,2	61	61,7	60,6	3,2	4,4	3,6	2,9
13	Zemin	65,6	60,2	60,3	58,8	58,9	53,2	53,6	52,2	6,7	7	6,7	6,6
13	1. Kat	66,8	61,4	61,5	60	62,3	56	56,8	55,7	4,5	5,4	4,7	4,3
13	2. Kat	67,3	62	62,1	60,5	63,8	57,4	58,3	57,3	3,5	4,6	3,8	3,2
13	3. Kat	67,7	62,5	62,5	60,9	64,6	58,3	59,1	58,1	3,1	4,2	3,4	2,8
13	4. Kat	68	62,8	62,8	61,1	65	58,8	59,6	58,4	3	4	3,2	2,7
13	5. Kat	70,3	64,7	65	63,6	68,1	61,8	62,6	61,5	2,2	2,9	2,4	2,1

Alıcı	Kat	Mevcut Durum				4 m Bariyerli				Fark			
		Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
14	Zemin	63,8	58,6	58,6	57	57,9	52,1	52,5	51,2	5,9	6,5	6,1	5,8
14	1. Kat	66,2	60,7	60,9	59,4	61,8	55,6	56,3	55,2	4,4	5,1	4,6	4,2
14	2. Kat	67,3	61,8	62	60,5	63,8	57,4	58,2	57,2	3,5	4,4	3,8	3,3
14	3. Kat	67,9	62,5	62,6	61,1	64,6	58,3	59,1	58	3,3	4,2	3,5	3,1
14	4. Kat	68,2	62,9	63	61,4	65	58,8	59,5	58,4	3,2	4,1	3,5	3
14	5. Kat	68,4	63,2	63,2	61,6	65,6	59,4	60,2	59,1	2,8	3,8	3	2,5

## 10. SONUÇ

Gürültünün insan sağlığı üzerinde çok çeşitli ve ciddi zararları bulunduğu birçok çalışmayla ispatlanmıştır. Günümüz teknolojiyle beraber gürültü kaynakları, çeşitleri ve miktarında ciddi artış yaşanmaktadır. Gürültüyü kaynağında azaltmak veya araya bir gürültü perdesi koymak suretiyle gürültünün insanlara ulaşmasını önlemeye çalışmaktır.

Bu tez çalışması kapsamında Beykoz ilçesi Kavacık Mevkiindeki TEM Otoyolundan yoğun trafikten kaynaklanan gürültünün sebepleri, zararları ve azaltma yöntemleri incelenmiş ve otoyol üzerinde bir gürültü ölçümleri yapılarak gürültü haritası çıkarılmıştır. Söz konusu bölgede gürültü kirliliğini azaltıcı önlemlere yer verilmiştir. Beykoz ilçesi Kavacık Mevkiindeki TEM Otoyolu kenarında bulunan Hisar Evleri Sitesi'ndeki karayolu gürültüsünün azaltılması için gürültü bariyeri tasarımı yapılmıştır. Gürültü bariyeri tasarım ve hesaplamaları sonuçları doğrultusunda gürültü haritalarının ortaya konmasını ve bu hesaplamalar yardımı ile mevcut gürültünün azaltılmasının sağlanması için yapılacak eylem planını içermektedir. Karayolu gürültüsünden etkilenen sitenin gürültü seviyesinin kabul edilebilir düzeylere indirilmesi projenin temel amacını oluşturmaktadır. Proje kapsamında bu sitenin karayolu gürültüsüne maruziyetinin mevcut durumunun gürültü haritaları hazırlanmış, daha sonra gürültü bariyeri önerisi ile siteye ulaşan gürültünün azalma düzeyi yine gürültü haritalarıyla belirlenmiştir.

Karayolu kenarına monte edilen gürültü bariyeri tek tarafı yutucu alüminyum özelliğe sahip gürültü bariyeri modellenmiştir. Siteye gelen karayolu gürültü düzeylerinin gündüz, akşam ve gece zaman dilimlerine yönelik durumu SoundPLAN V 7.4 simülasyon programı yardımı ile hesaplanmıştır. Modelleme sonucunda elde edilmiş olan haritalar sunulmuştur. Haritalarda görüldüğü gibi, site bölgesindeki gürültü düzeyi dağılımları değişmiş, bariyerin yerleşimine bağlı olarak, etkin olduğu alanda gürültü düzeylerinde azalmalar olmuştur.

Proje kapsamında Hisar Evleri Sitesi çevresindeki gürültü düzeyini mümkün olan en alt seviyeye indirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla önerilen optimum yükseklik ve uzunluktaki gürültü bariyeri hesaplanmıştır. Gürültü bariyeri sadece otoyolun Hisar evleri tarafına bakan ANKARA istikameti kısmına tek tarafa uygulanacak olup, otoyolun İSTANBUL istikameti olan diğer kısmında ormanlık alan olduğundan uygulanma ihtiyacı bulunmamaktadır.

Önerilen gürültü bariyeri alternatifi 4 m yüksekliğindeki tek tarafı yutucu alüminyum malzeme tipi olacak şekilde gürültü bariyeri tasarımı sonucunda üretilen Lgag ulaşım gürültüsü haritalarına bakıldığında, mevcut durumda ağırlıklı olarak 70-75 dB(A) olan gürültü düzeylerinin, 60-65 dB(A) seviyelerine çekildiği, böylece ulaşım gürültüsü düzeylerinin mevzuatta belirtilen kabul edilebilir sınır değerlere indirildiği görülmektedir. Ayrıca söz konusu yolda sessiz asfalt uygulaması ile tekerlerin asfalta sürtünmesiyle oluşan gürültünün de azaltımı ile çevresel gürültü düzeyi daha da azaltılabilir.

Sonuç olarak yaklaşık 400 m uzunluğunda 4 m yüksekliğinde; 1600 m<sup>2</sup> tek tarafı yutucu gürültü bariyerine ihtiyaç vardır. Bu uygulama sonucunda gürültü düzeyinin istenen yasal limitlere indirilmesine çalışılmıştır

Özellikle İstanbul gibi büyükşehirlerde gürültü haritalarının bir an önce hazırlanıp, gerekli noktalara gürültü bariyerleri yerleştirilerek; okul, hastane ve konutlar gibi hassas ve çok hassas kullanım alanlarında, ulaşımdan kaynaklanan gürültü kirliliği önlenmelidir. Gürültü ortamlarda yaşamamak adına Şehir planlamada gürültü kirliliği dikkate alınarak planlar hazırlanmalıdır.

İmar planlarında hastane, okul ve konutlar gibi gürültü açısından hassas ve çok hassas yerleşim alanlarıyla otoyollar arasında belirli bir mesafe bırakılması, gürültü kirliliğinin önlem alınmaya gerek duyulmadan kaynağında kontrol edilmesini sağlayacaktır. Bu tez çalışmasında çalışılan Hisar evleri de otoyola cephe olacak şekilde konumlandırılmıştır.

Gürültü azaltımı yapmak için seçilecek bariyerlerin çevre şartlarına uygun, teknolojik ve çevreci bariyerler tercih edilmelidir. Güneş enerjili gürültü bariyerleri ortam şartları uygunsa tercih edilmesi daha uygun olacaktır.

Gürültü ile ilgili yapılan çalışmaların çoğu, gürültü kirliliği ile ilgili mevcut durumun ortaya konulması ve gürültü kirliliğinin azaltılması için yapılması gereken çalışmaları ortaya koymaktadır. Gürültü kirliliğinin, durum tespitinin yapılmasının ve gürültü oluştuktan sonra azaltılmasından öte ileri aşamada ise çevre kirliliği sorunu olmaktan çıkarılması gerekmektedir. Gürültü kirliliği oluştuktan sonra alınacak önlemler ve çözüm önerileri ekonomik olmamaktadır.

Çevresel gürültünün oluşması muhtemel durumlarını imar planları ile birlikte değerlendirmek gerekmektedir. İmar planları oluşturulurken gürültü haritalarında veri olarak kullanılması ve buna mekânsal planlamaların yapılması gerekmektedir. Bu şekilde gürültü kirliliğinin etkilerinin kişilerde üzerinde oluşturacağı olumsuz etki gürültü kaynağı oluşmadan engellenmiş olacaktır. Örneğin otoyol kenarlarına konut, okul ve hastane gibi hassas kullanım alanlarına imar planlarında yer verilmeyerek yeşil alan olarak ayrılmasıyla insanlar için huzurlu bir ortamın oluşmasını sağlayabiliriz.





## 11.KAYNAKLAR

- Akdağ Yüğrük,N., Mimarlık Dergisi (2003), Eylül-Ekim, ISSN 1300-4212, Sayı:313
- Anonim (1999). Guidelines for Community Noise, World Health Organization, Londra.
- Anonim (2010). The european environment, state and look, European Environmental Agency, Report
- Anonim (2018). <http://www.fidesgrup.com/> Erişim Tarihi : 01.02.2018
- Anonim (2018b). Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100604-5.htm> Erişim Tarihi: 01.02.2018
- Anonim (2019) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Kılavuzu. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/cevresel-gurultu-olcum-ve-degerlend-rme-klavuzu-20180209145104.pdf> Erişim Tarihi: 25.04.2019
- Anonim (2019a) “Çevresel Gürültü Eylem Planı [http://cygm.gov.tr/CYGM/Files/EylemPlan/Cevresel %20Gurultu %20Eylem Plani.pdf](http://cygm.gov.tr/CYGM/Files/EylemPlan/Cevresel_%20Gurultu_%20Eylem_Plani.pdf) Erişim Tarihi: 10.03.2019
- Anonim (2019b) “Gürültü Azaltım Yöntemleri El Kitabı” Çevre ve Orman Bakanlığı <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/gurultu-tedb-rler-el-k-tabi-20180209145441.pdf> Erişim Tarihi: 04.01.2019
- Anonim (2019c) Güneş enerjili gürültü perdesi uygulaması [www.kohlhauer.com](http://www.kohlhauer.com) (25.04.2019)
- Anonim (2019d) Şeffaf Gürültü Bariyeri Yalıtım Değeri. <http://www.gurultubariyeri.com/Şeffaf-Gürültü-Bariyerleri-T-Serisi> Erişim Tarihi:05.04.2019
- Barron, R.F. (2003), Industrial Noise Control and Acoustics, Marcel Dekker, New York
- Berglund B., Lindvall T. & Schwela D.H., (1995). Guidelines for community noise. World Health Organisation, Geneva.
- Community Noise,( 1995) WHO yayını, Stockholm, Sweden,
- Çelik, B.D. (2009) Bayrampaşa tem otoyolu sağmalcılar mevki gürültü haritasının hazırlanması ve çevre gürültüsünün değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul,
- Çetin, F. (2010). Denizli ili trafik gürültü kirliliği haritası. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Manisa

- Demir, S. (2013). İstanbul'un Beşiktaş ilçe merkezinde gürültü düzeyleri belirlenerek gürültü haritasının oluşturulması. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Halk Sağlığı Anabilim Dalı, İstanbul.
- Ergün, M. (2001), "Turistik Bölgelerde Şehirçi Ulaşımından Kaynaklanan Gürültü Sorununa Yeni Bir Çözüm, Geçirimli Yol Kaplamaları", Ulaşım Sempozyumu, İstanbul/Türkiye
- Harris, C.M. (1979) Hand book of noise control Fifth edition the Mcgraw-Hill Companies 978
- Hintzsche M., Jäcker-Cüppers M., Kühne R., Marohn H. & Schade L., (2008)
- İyınam, S., Ergün, M., İyınam, A.F., (1998), "Kentiçi Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Gürültünün Olumsuz Etkileri ve Çözüm Önerileri" ASFALT 98, 2.Ulusal Asfalt Sempozyumu, Türkiye
- Kalıpçı, E. (2007). Giresun il merkezinde gürültü kirliliği ölçümü ve haritasının hazırlanması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Karpuzcu M. (2007). Çevre kirlenmesi ve kontrolü. : Kubbealtı Neşriyatı, İstanbul
- Kurra, S.(2009). Çevre gürültüsü ve yönetimi. Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları, İstanbul
- Nath, B. (1999), Environmental Management in Practice, Routledge, New York
- Demirkale,S.Y (2013) Çevresel Gürültünün Önlenmesi ve Azalmasına Yönelik Tedbirler Genel Tedbirler Engeller
- WHO (2009). Night noise guidelines for europe. Regional Office for Europe.
- WHO (2011). Burden of Disease from Environmental Noise. Regional Office for Europe.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Süleyman SAVAŞ 1986 yılında Kadıköy'de doğdu. Lisans eğitimini Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde tamamlayarak 2008 yılında mezun oldu. 2008 yılından itibaren İstanbul Büyükşehir Belediyesinde görev yapmaktadır.

