

**KTO KARATAY
ÜNİVERSİTESİ**

T.C.

KTO Karatay Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**RAYLI SİSTEMLERİNİN OLUŞTURDUĞU ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ
(İSTANBUL KABATAŞ-BAĞCILAR TRAMVAY HATTI ÖRNEĞİ)**

Mücahit KULU

KONYA

Ocak, 2019

RAYLI SİSTEMLERİNİN OLUŞTURDUĞU ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ
(İSTANBUL KABATAŞ-BAĞCILAR TRAMVAY HATTI ÖRNEĞİ)

Mücahit KULU

KTO Karatay Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

KONYA

Ocak, 2019

Fen Bilimleri Enstitü Onayı



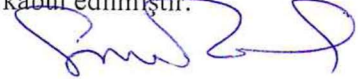
Prof. Dr. Hüseyin Bekir YILDIZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezli yüksek lisans tezinin yapılması gereken bütün gerekliliklerinin yerine getirdiğini onaylıyorum.



Doç. Dr. Atilla ÖZÜTOK
Anabilim Dalı Başkanı

Mücahit KULU tarafından hazırlanan Raylı Sistemlerin Oluşturduğu Çevresel Gürültü (İstanbul Örneği) başlıklı bu çalışma 28.01.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jüri tarafından tezli yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ
Tez Danışmanı

Jüri Üyeleri

Başkan: Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Abdulkerim İLGÜN

Üye: Doç. Dr. Mahmud Sami DÖNDÜREN



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak ve kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

15.11.2018

MÜCAHİT KULU



ÖZET

RAYLI SİSTEMLERİNİN OLUŞTURDUĞU ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ (İSTANBUL KABATAŞ-BAĞCILAR TRAMVAY HATTI ÖRNEĞİ)

KULU, Mücahit

Yüksek Lisans-İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: MEHMET FAİK SEVİMLİ

Ocak 2019

Geçtiğimiz otuz yılda, kentsel demiryolu yatırımında önemli bir artış olmuştur. Metrolar ve diğer raylı sistemler, dünya çapında planlamacılar ve politikacılar tarafından çok popüler hale gelmiştir. Raylı sistemlerin, toplu taşıma kullanımında ki artışın sebep olduğu, araç trafiğinde azalma ve hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi olumlu yönde etkileri bulunmaktadır. Raylı ulaşım sistemlerini kullanan ülkelerde çevre sorunlarından biri de bu sistemlerin neden olduğu gürültüdür. Bu çalışmada, gürültünün tanımı ve hayatımıza etkileri, raylı sistemler hakkında genel bilgiler, oluşturdukları gürültünün araç içi, araç dışı ve istasyonlardaki değerleri ölçülerek gerekli tespitler yapılmıştır.

Gürültü, gelişi güzel bir yapısı olan, sübjektif olarak istenmeyen ses olarak tanımlanan ses spektrumudur. Gürültü, insan çevresini tehdit eden önemli bir problemdir. Birey ve toplum sağlığı üzerinde zarar verici etkileri tüm dünyaca kabul edilmiş olan gürültü kirliliği sorunu, diğer kirlenme türleri gibi insanlara olduğu kadar çevreye de rahatsızlık verir duruma gelmiştir. Gürültünün, insan sağlığı ve konforu açısından kabul edilebilir sınırlara indirgenmesi ve zararlı etkilerinin giderilebilmesi için uzun yıllardır çalışmalar yapılmaktadır. Gürültü probleminin çözümü için ilk olarak yapılması gereken işlem gürültünün tespitidir.

Bu tez çalışmasında, İstanbul ilinde Kabataş-Bağcılar tramvay sistemlerinin oluşturdukları sesin mevcut yönetmelikler dâhilinde gürültü olarak değerlendirilip değerlendirilmediğinin araştırması yapılmıştır. Bunun için belirlenen noktalarda, araç tipleri göz önünde bulundurularak ses düzeyi ölçümleri yapılmış, elde edilen verilerin detaylı bir şekilde analizi yapılmış ve bu değerlerin makul değerler altında olup olmadıkları araştırılmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde, ölçüm yapılan bölgelerde gürültünün etkileri araştırılmış, toplanan veriler doğrultusunda alınması gereken önlemlere değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gürültü, Ulaşım sistemlerinin gürültü analizi, İstanbul gürültü ölçümü



ABSTRACT

ENVIRONMENTAL NOISE GENERATED BY RAILWAY SYSTEMS

(İSTANBUL KABATAŞ-BAĞCILAR TRAM LİNE EXAMPLE)

KULU, Mücahit

M. Sc. Department of Civil Engineering

Advisor: Mehmet Faik Sevimli

January 2019

In the past thirty years, there has been a significant increase in urban rail investment. Metros and other rail systems have become very popular by planners and politicians worldwide. Rail systems have positive effects on the use of public transport, such as reduced vehicle traffic and improved air quality. One of the environmental problems in countries using railway transportation systems is the noise caused by these systems. In this study, the definition of noise and its effects on our lives, general information about rail systems, noise in the vehicle, outside the vehicle and the values of the stations were measured and the necessary determinations were made. Noise is a sound spectrum that is defined as a subject that has a beautiful structure, subjectively unwanted sound. Noise is an important problem that threatens the human environment. The damaging effects on the individual and the public health have been disturbing the environment as well as the people, such as the noise pollution problem, other types of contamination that are accepted all over the world. Studies have been carried out for many years in order to reduce noise to acceptable limits in terms of human health and comfort and to eliminate the harmful effects. In order to solve the noise problem, the first thing to be done is determining the noise. In this thesis, The effect of the sound created by tram systems on total sound level in Istanbul was investigated. In order to do this, the sound level measurements made by considering the vehicle types at the determined points, a detailed analysis of the obtained data and investigating whether these values are below the reasonable values. As a result, the effects of noise are investigated in the regions where the measurements are made and it is aimed to increase the comfort level of people by mentioning on the measures to be taken in accordance with the collected data.

Keywords: Noise, Noise control, İstanbul noise detection

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez programımın yürütülmesi esnasında, çalışmalarımaya yön vererek yardım ve bilgi konusunda bana her türlü desteği sağlayan hocalarım, Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ 'ye, Sayın Ertuğrul ASİLOğLU 'na ve Sayın Arş. Gör. Vahdettin DEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Mücahit KULU

Ocak-2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
KISALTMALAR	xii
SEMBOL LİSTESİ	xiii
1.GİRİŞ	1
1.1.Çevre	1
1.2.Gürültünün Tanımı	1
2.RAYLI SİSTEMLER	2
2.1.Şehir İçi Raylı Sistemler	3
2.1.1.Tramvay	4
2.1.2.Hafif Metro	5
2.1.3.Metro	6
2.1.4.Banliyö	8
2.1.5.Monoray	9
2.2.Şehirlerarası Raylı Sistemler	10
2.2.1.Klasik tren	11
2.2.2.Hızlı tren	12
3. GÜRÜLTÜ	14
3.1.Gürültünün Tanımı Ve Genel Bilgiler	14
3.2.Gürültü Kirliliğinin Nedenleri	15
3.2.1. Ev faaliyetleri / Yardımcı programlar	15
3.2.2. Endüstriyel nedenler	15
3.2.3. Sosyal olaylar	16
3.2.4. Zayıf kentsel planlama	16
3.2.5. İnşaat faaliyetleri	16
3.2.6. Diğerleri	16
3.3. Ulaştırma Sektörünün Oluşturduğu Gürültü Kirliliği	17
3.4.Gürültü Kirliliğinin Etkileri	19
3.4.1. İşitme sorunları	19

3.4.2.Sağlık sorunları:	19
3.4.3.Uyku bozuklukları	19
3.4.4.Kardiyovasküler sorunlar	20
3.4.5.İletişim sorunu	20
3.4.6.Yaban hayatı üzerine etkisi	20
3.5.Gürültü Kirliliğinden Korunma Yöntemleri	20
3.5.1. Gürültüyü kaynağında azaltmak	21
3.5.2. Yaşam alanlarındaki ses yalıtımının sağlanması	21
3.5.3. Yüksek sesle çalışan makineleri veya cihazları uyku veya yaşam alanlarından uzak tutmak	21
3.5.4. Gürültüden uzak durmak	21
3.6. Ses Ve Frekans	22
4. LİTERATÜR TARAMASI	26
5. METOT VE UYGULAMA	30
5.1. Uluslararası Standartlara Göre Gürültü Ölçümü	30
5.1.1. ISO 3095: 2013 Akustik - Demiryolu Uygulamaları - demiryolu araçlarının yaydığı gürültünün ölçülmesi	31
5.1.2. DS/EN 15461+A1 Demiryolu Uygulamaları – Gürültü Yayınımı – geçiş gürültü ölçümleri için hat bölümlerinin dinamik karakterizasyonu	32
5.1.3. Raylı sistem çevresel gürültü kriterleri	32
5.2.Gürültü Ölçüm ve Kayıt Cihazı	36
5.3. Kabataş-Bağcılar Tramvay Hattı	38
5.4. Araç Dışında Gürültü Ölçümü	40
5.4.1. Eğimsiz yolda	40
5.4.2. Eğimli yolda	41
5.4.3. Restoran içerisinde	44
5.4.4. Mağaza içerisinde	45
5.5. İstasyonda Gürültü Ölçümü	46
5.5.1. Beyazıt-Kapalı Çarşı istasyonu	46
5.5.2. Cevizlibağ tramvay istasyonu	50
5.5.3. Sultan Ahmet tramvay istasyonu	52
5.5.4. Haseki tramvay istasyonu	54
5.5.4. Topkapı tramvay istasyonu	57
5.6. Araç İçerisinde Gürültü Ölçümü	59

5.6.1. Cevizlibağ-Kabataş yönü	59
5.6.2. Kabataş Cevizlibağ yönü	61
6.SONUÇ	63
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	67



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Bazı Ulaşım Sistemleri Gürültü Seviyeleri ve Etkileri	39
Çizelge 5.1. Hafif Raylı Sistemler İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri	48
Çizelge 5.2. Extech HD 600 Teknik Veriler	53



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.2. Hafif Metro	6
Şekil 2.4. Metro Treni	8
Şekil 2.5. Banliyö Treni	8
Şekil 2.6. Monoray İstasyonu	9
Şekil 2.7. Monoray Treni	10
Şekil 2.8. Klasik Tren	11
Şekil 2.9. Japonya Hızlı Tren	13
Şekil 2.10. Türkiye Hızlı Tren	13
Şekil 3.1. İşitme Sınırları	25
Şekil 5.1. Extech HD600	36
Şekil 5.2. Extech HD600	36
Şekil 5.3. Kabataş Bağcılar Hattı Tramvayı	38
Şekil 5.4. Kabataş Bağcılar Tramvay Hattı Güzergâhı	39
Şekil 5.3. Raydan 1 metre Uzaklıkta Yapılan Ölçümler	41
Şekil 5.4. Raydan 4 metre Uzaklıkta Yapılan Ölçümler	42
Şekil 5.5. Divan Yolu Caddesi Yokuş Aşağı Yönde Yapılan Ölçümler	43
Şekil 5.6. Divan Yolu Caddesi Yokuş Yukarı Yönde Yapılan Ölçümler	43
Şekil 5.7. Divan Yolu Caddesi Çevre Gürültüsü	44
Şekil 5.8. Tramvaydan 15 metre Uzaklıktaki Mağazada Yapılan Ölçümler	46
Şekil 5.9. Beyazıt Durağı Araç Gelirken Yapılan Ses Ölçümleri	47
Şekil 5.10. Beyazıt Durağı Araç Giderken Yapılan Ses Ölçümleri	48
Şekil 5.11. Beyazıt Durağı Araç İstasyonda Dururken Ses Ölçümleri	49
Şekil 5.12. Beyazıt Durağı Çevre Ses Ölçümleri	50
Şekil 5.13. Cevizlibağ Araç İstasyonda Beklerken Yapılan Ses Ölçümleri	51
Şekil 5.14. Cevizlibağ Araç İstasyona Gelirken Yapılan Ses Ölçümleri	52
Şekil 5.15. Cevizlibağ Araç İstasyondan Giderken Yapılan Ses Ölçümleri	52
Şekil 5.16. Sultan Ahmet Tramvay İstasyonu Araç Olması ve Olmaması Durumu	53
Şekil 5.17. Sultan Ahmet Tramvay İstasyonu Araç Gelirken Yapılan Ses Ölçümleri	53
Şekil 5.18. Sultan Ahmet Tramvay İstasyonu Araç Giderken Yapılan Ses Ölçümleri	54
Şekil 5.19. Haseki Tramvay İstasyonu Araç Gelirken Yapılan Ses Ölçümleri	55
Şekil 5.20. Haseki Tramvay İstasyonu Araç Giderken Yapılan Ses Ölçümleri	55
Şekil 5.21. Haseki Tramvay İstasyonu Araç Beklerken Yapılan Ses Ölçümleri	56
Şekil 5.22. Topkapı Tramvay İstasyonu Araç Gelirken Yapılan Ölçümler	57
Şekil 5.23. Topkapı Tramvay Durağı Araç Giderken Yapılan Ölçümler	58
Şekil 5.24. Topkapı Tramvay Durağı Araç Yokken Yapılan Ölçümler	58
Şekil 5.25. Tramvay İçi Seyahat Ses Ölçümleri 1	59
Şekil 5.26. Tramvay İçi Seyahat Ses Ölçümleri 2	60
Şekil 5.27. Tramvay İçi Seyahat Ses Ölçümleri 3	60
Şekil 5.28. Tramvay İçi Seyahat Ses Ölçümleri 4	61
Şekil 5.29. Tramvay İçi Seyahat Ses Ölçümleri 5	62
Şekil 5.30. Tramvay İçi Seyahat Ses Ölçümleri 6	62

KISALTMALAR

Kısaltmalar Açıklama

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
EEG	Electro Encephalo Gram
FRF	Frequency Response Function
GPS	Global Positioning System
ISO	International Organization for Standardization
REM	Rapid Eye Movement
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
WHO	World Health Organization



SEMBOL LİSTESİ

Bu çalışmada kullanılmış olan simgeler açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
L_p basıncı dBA	Ses şiddeti seviyesi (dBA) P Ses basıncı (N/m^2) P_0 Referans ses
Hz	Desibel
Pa	Hertz
L_{gag}	Pascal
$L_{gündüz}$	Gündüz, akşam, gece gürültü göstergesi A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, günlük rahatsızlık düzeyi.
$L_{akşam}$	Gündüz gürültü göstergesi A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, yılın gündüz sürelerinin tamamına göre belirlenir ve gündüz süresince rahatsızlık düzeyi.
L_{gece}	Akşam gürültü göstergesi A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, yılın akşam sürelerinin tamamına göre belirlenir ve akşam süresince rahatsızlık düzeyi.
L_{Amax}	Gece gürültü göstergesi A ağırlıklı uzun dönem ses düzeyi ortalaması olup, yılın gece sürelerinin tamamına göre belirlenir ve gece süresince uyku kaçırıcı rahatsızlık düzeyi.
	Ölçüm süresi içerisinde A ağırlıklı ses düzeyinin en büyük değerini dBA olarak ölçülür.
İndisler	Açıklama
Üsler	Açıklama

1.GİRİŞ

1.1.Çevre

Çevre, yeryüzünde veya onun bazı bölgelerinde doğal olarak meydana gelen tüm canlı ve canlı olmayan şeyleri kapsayan bir terimdir. Tüm bitki örtüsü, hayvanlar, mikroorganizmalar, toprak, kayalar, atmosfer ve sınırları içinde meydana gelen doğal fenomenler de dâhil olmak üzere, kitlesel insan müdahalesi olmadan doğal sistemler olarak işlev gören çevreyle ilgili birimlerdir.

Son kırk yıl içinde, değişen insan-çevre ilişkisi ile insanların sağlığı üzerindeki etkisi arasında bir bağ olup olmadığını anlamak için yapılan araştırmalar giderek artmaktadır. İnsan ve çevre ilişkisini incelediğimiz zaman, insanların çevrelerine verdikleri zarar her geçen gün artış göstermektedir. Artan çevre kirliliğinin en önemli nedenlerinden bir tanesini, kent öbeklerinde kontrolsüzce kullanılan enerji kaynakları oluşturmaktadır. Özellikle petrol ve kömür gibi fosil enerji kaynaklarının aşırı kullanımı, başta hava kirliliği ve gürültü olmak üzere birçok ciddi çevre sorununa neden olmaktadır. Çevre sorunları beraberinde çok sayıda toplumsal, ekonomik ve bireysel sorunları getirmektedir. Özellikle kontrol edilemeyen çevre ve gürültü kirliliğinin, başta yaşam hakkı olmak üzere, insanın sahip olduğu temel hak ve hürriyetleri tehdit ettiği görülmektedir. Bu yönüyle çevre sorunları, salt çevre kirliliği değil aynı zamanda anayasalar ve uluslararası antlaşmalar tarafından koruma altına alınmış olan temel insan haklarını tehdit eden tehlikeli bir boyut kazanmıştır [1].

1.2.Gürültünün Tanımı

İnsanların sebep oldukları çevre etkilerinden biriside ulaşım sistemlerinin oluşturduğu gürültü kirliliğidir. Bu kirlilik, insanların hoşuna gitmeyen sesler olarak da adlandırılabilir. Şehirlerin büyümesi ile birlikte gürültü kirliliğinde doğru orantılı olarak artışlar yaşanmıştır. Bu artışlarla birlikte gelinen nokta, insan sağlığına zarar verme boyutlarına ulaşmıştır. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) belirlemiş olduğu üst limitlerin üzerine çıkmıştır [2].

2.RAYLI SİSTEMLER

Ulaşım, yüzyıllar boyunca insanlık için kritik bir öneme sahiptir ve geçmişi şekillendirdi, şimdiki zamanı şekillendiriyor ve geleceği şekillendirecektir. İnsanların faaliyetleri, esas olarak ulaştırmaya bağımlıdır. Ürünlerin, hayvanların, kişilerin hatta kişisel iletişim dahi ulaştırmaya bağlıdır.

Ulaştırma faaliyetlerini sürdürmek için kullanılan enerji kaynakları, iletişim sistemlerinin gelişimine paralel olarak, tarih boyunca değişime uğramaktadır. Ulaşım ve iletişim arasındaki bu ilişki önemli sosyal etkilere sahiptir. Gelecek için, var olan veya öngörülen ulaşım sistemleri, ekonomik, sosyal ve fiziksel bileşenlerin ilişkilerine göre sistemsal olarak sınıflandırılabilir. Kılavuz yollar, genellikle Dünya'nın yüzeyinde veya içinde bulunur ve bu nedenle yüzey veya yer taşımacılığı sistemleri olarak tanımlanır. Örnekler: otoyollar ve demiryollarıdır. Bununla birlikte, bazı sistemlerin kılavuzları havada veya suda bulunur. Bu durumda, başlıca tesisleri limanlar, havaalanları ya da limanlardır. Bu çalışmada raylı sistemler detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Özellikle demiryolu taşımacılığı; krizler, acil durumlar ve askeri seferberliğin gerekli olduğu zamanlarda hayati önem taşımaktadır. Demiryolu taşımacılığı, acil durumlarda gerekli ihtiyacı fazlasıyla sağlama yeteneğine sahiptir. Buharlı lokomotifin gelişimi ve dövmeye demir ray teknolojisinin icadı, modern demiryolu taşımacılığının kurulmasına yol açan iki önemli faktördü.

Demiryolu taşımacılığı sistemleri, günümüzde karmaşık operasyonları ve altyapıyı içerdikleri için çok çeşitlidir. Uzun mesafelerde ve aynı zamanda kısa mesafelerde en önemli, yaygın olarak kullanılan ve çok ekonomik ulaşım ve mal taşıma yollarından birisidir. Bu sistem metal (genellikle çelik) raylar ve tekerlekler üzerinde çalıştığı için karayolu taşımacılığına oranla daha fazla yüke imkân verir. Bu durum daha az sürtünme direncinin doğal bir yararüdür. Bu sistemleri genel olarak iki sınıfta incelememiz mümkündür. Bunlar: şehirlerarası çalışan sistemler ve şehir içi çalışan sistemler olarak ele alınabilir.

Ürün bazında dünya genelinde Raylı Ulaşım Sistemleri pazarının yaklaşık %30'unu hızlı trenler, %28'ini yük vagonları, %26'sını lokomotifler ve %16'sını metro ve hafif raylı sistem araçları oluşturmaktadır. 2014 yılında dünyada en fazla demiryolu uzunluğuna sahip ilk 10 ülke içinde; Amerika Birleşik Devletleri (ABD), 293.564 km ile başı çekerken bazı diğer ülkeler, 191.270 km ile 2.sırada Çin, 87.157 km ile 3.sırada Rusya, 43.468 km. ile 6. sırada Almanya ve 11.ci sırada 27.311 km ile Japonya gelmektedir. Türkiye ise 2003 yılından sonra yaptığı

atılımla 12.008 km. ile 20.ci sıraya yükselmiştir. Yapılan araştırmalarda 2015-2017 yılları arasında pazar artışının yeni yükselen bölgeleri: Latin Amerika, Orta Doğu ve Afrika olmuştur. Yolcu vagonları pazarında Avrupa Birliği (AB) ve Asya en büyük pazar paylarına sahipken, hafif raylı sistemler alanında AB ülkeleri ilk sırada yer almaktadır. Çin, İspanya, Fransa, Japonya, Türkiye, Almanya, İtalya, Polonya, Portekiz, ABD, İsveç, Rusya, Suudi Arabistan, Brezilya, Hindistan, Güney Kore gibi ülkelerin gelecekteki ihtiyaçlarına yönelik talepler sayesinde hızlı tren araç seti sayısında önemli artışlar beklenmektedir. Dünya da raylı sistemler ihracatı 2013 yılında yaklaşık 40 Milyar Amerikan Doları (USD) iken 2014 yılında 43 milyar USD yükselmiştir [3].

Kent içi toplu taşıma sistemlerinde, yolcuları etkileyen ölçütler (bilet fiyatları, seyahat süresi, güvenilirlik), şehir ve trafiği etkileyen ölçütler (kent yapısına uygunluk, trafik sıklığı, güvenlik vb.), ülke ve kentte yaşayan diğer insanları etkileyen ölçütler (enerji gereksinimi, çevre kirliliği, alan kullanımı, kaynak gereksinimi), işletmeyi etkileyen ölçütler (esneklik, sistemlere uyum, işletme ekonomisi, personel ihtiyacı) sistem belirleme kriterleri için esas alınır [4].

2.1.Şehir İçi Raylı Sistemler

Şehir içi raylı sistemlerin de bir sınıflandırılması mevcuttur. Bu sınıflandırma belirli kriterlere göre yapılır ve bunları şu şekilde sıralayabiliriz; yolcu kapasitesi, ticari hızı, lokomotifine bağlı vagon sayısı, rayların özellikleri, sinyal sistemi, karayolu ile kesişme noktaları, istasyon uzunlukları ve istasyonlar arası mesafeler olarak ele alınabilir. Tercih edilen raylı sistemler genellikle, tramvay, hafif metro, metro, banliyö, lastik tekerli raylı sistem ve monoray gibi çeşitleridir.

Geçtiğimiz otuz yılda, kentsel demiryolu yatırımında önemli bir artış olmuştur. Metrolar ve diğer raylı sistemler dünya çapında planlamacılar ve politikacılar tarafından çok popüler hale gelmiştir. Büyük metropollerden, 300.000 kişilik nüfuslu düşük nüfuslu küçük şehirlere kadar pek çok şehir de, arabanın en etkili alternatifleri oldukları savunularak şehir içi raylı sistemleri tercih edilmiştir.

Yeni kentsel raylı sistemlerin inşa edildiği yerlerde, toplu taşıma kullanımında artış, araç trafiğinde azalma ve hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi pozitif yönde beklentiler mevcuttur. Buna ek olarak, kentsel demiryolu yatırımının, şehir merkezinde ve ekonomik alanlarda yeni

gelişme ve kentsel büyüme modeli gibi, arazi kullanımı ve kentsel gelişim üzerinde iyi yönde etkileri olması beklenmektedir. Kentsel raylı sistemlerin başarısına odaklanan çalışmalar, ulaşım ve kentsel planlama arasındaki koordinasyonun daha güçlü olmasıyla başarılarının artırılabilirliğini göstermiştir. Bununla birlikte, çağdaş yerel yönetim yapısı ve parçalanmış planlama sistemi içerisinde koordinasyonun sağlanması çok zordur. Bu nedenle, daha başarılı kentsel raylı sistemler geliştirmek için ulaşım ve şehir planlaması arasındaki koordinasyonu geliştirmek mecburi bir hale gelmiştir. Kentsel raylı sistemlere yönelik politik destek hala güçlü bir haldedir ve bu sistemlere yatırım devam etmektedir.

2.1.1. Tramvay

Tramvaylar başlangıçta motorsuz bir şekilde atların raylar üzerindeki vagonları çekmesiyle oluşmuştur. 1800'lü yıllar düşünüldüğünde ulaşım sistemleri için büyük bir atılım olmuştur. İstanbul'da Tramvay ilk olarak 3 Eylül 1869 tarihinde Tophane – Ortaköy hattında çalışmaya başlamıştır. 30 Ağustos 1869 tarihindeki Der Saadet'te Tramvay ve tesis inşasına dair bir sözleşme ile İstanbul caddelerinde yolcu, eşya taşımacılığı için demiryolu yapılarak hayvanların çektiği araba işletmeciliği, 40 yıl süre ile Konstantin Krepano Efendi'nin kurduğu "Der Saadet Tramvay Şirketi" isimli şirkete verilmiştir. İlk atlı Tramvay 1871 yılında Azap kapı – Galata, Aksaray – Yedikule, Aksaray – Topkapı ve Eminönü – Aksaray olmak üzere 4 hatta çalışmaya başlamış ve ilk işletme yılında 430 at kullanılarak 4,5 milyon yolcu taşımıştır [5]. Elektriğin ulaşım sektörüne girmesi ile birlikte Almanya da 1881 yılında elektrikli tramvay kullanılmaya başlanmıştır. Almanya'nın öncülük etmiş olduğu bu sistem dünya çapında kullanılmaya başlanmıştır.

Tramvaylar bazı durumlarda lastikli araç yolları ile karışık yollar kullanıyor olsalar dahi, güzergâhlarının büyük bir bölümü genellikle tahsisli yollardan oluşmaktadır. Tek vagonun başlayıp 4 vagonluk dizelere kadar uzatılabilen, vagon başı tek seferde 200 yolcuya kadar taşıma kapasitesine sahip olan sistemlerdir. Yatırım maliyetleri yüksek olsa da diğer raylı sistemlerle kıyaslandığında daha düşüktür. İşletme giderlerinin de düşük olması tercih sebeplerindedir. Dar alanlar için elverişli olmamakla birlikte geniş alanlarda oldukça etkili bir ulaşım sistemidir. Şehir merkezi trafiğini azaltması, trafiğin azalması ile birlikte gürültü ve hava kirliliğinin azalmasına da yardımcı olmaktadır.

Tramvay sistemleri, hemzemin yollardaki karma trafiğin etkisiyle düşük seyreden bir trafik rejimine sahiptirler ortalama ticari hızları genellikle 28-30 km/s maksimum seyir hızı 50

km/saat şeklindedir. Ayrıca karma trafikte araç boylarının fazla uzun olması da mümkün olamamaktadır. Saydığımız sebeplerden dolayı tramvay sistemlerinin yolculuk kapasiteleri de diğer sistemlere oranla daha sınırlı kalmaktadır. Tramvay sistemlerinin saatteki maksimum yolcu taşıma kapasiteleri 15.000 yolcu/yön şeklinde açıklanabilir. Tramvay sistemleri nüfusu fazla olmayan yerleşim birimlerinde ana ulaşım sistemi olarak düşünülebilir ancak nüfusu fazla olan ve yolculuk talepleri tramvay sistemlerinin kapasitelerini aşan yerleşim merkezlerinde daha çok ana ulaşım sistemlerini besleyen ve yolcu transferlerini sağlayan tali ulaşım sistemleri olarak tercih edilmektedirler [6].



Şekil 2.1 Tramvay

2.1.2.Hafif Metro

Hafif metro, belirli saha gerekliliklerine uymak ve elektrik ile çalıştırılmak üzere gerekli şekilde modifiye edilmiş, standart demiryolu teknolojisine dayanan sabit bir ray sistemi kullanan bir yolcu taşımacılığı şeklidir[6].

Hafif metronun başlıca özelliklerinden biri çok önemli farklılıklara yol açan çok yönlülüğüdür. Bu çok yönlülüğün avantajı çok geniş bir ulaşım problemi için uygun bir çözüm sunmak ve kapasite artışında artış sağlamaya elverişli olmasıdır.

Taşıma şekilleri içerisinde hafif metro saatte 3.000 ila 30.000 yolcu arasında bir kapasite sağlarken, alt aralıklardaki kapasiteler tek araçlarla sağlanmakta ve trenlerde operasyonla daha yüksek kapasiteler elde edilmektedir. Bu geniş aralığın pratik avantajı, uzun vadede taşıma

ihtiyaçlarını karşılamak için, tesislerin gerektiğinde kapasitenin yükseltilebilmesi için fırsatlar sunmasıdır.

Saatte 3.000'den fazla yolcu yükü için, otobüsler saatte yaklaşık 6.000 yolcu akışını ve hatta daha özel durumlarda daha fazla işlem yapabilmesine rağmen, dizel otobüslerle aynı işletme maliyetine hizmet verilebilir. Ancak dizel otobüs işletmesinin maliyetinin aksine, hafif metro işletme maliyetleri kapasite ile orantılı değildir, kapasiteyi artırdığınız zaman bile işletme giderleri aynı kalır. Bu yüzden bir bütün olarak ulaşım sistemden en iyi maliyet / fayda oranını elde etmek için, yatırımın amortisman süreci ve gereklilik hususuna çok dikkat edilmelidir.

Hafif metro sistemlerinde ortalama ticari hız 42-45 km/saat, maksimum seyir hızı 80 km/s'dir. İstasyon boyları ortalama 100 m civarında ve araç genişliği genellikle 2650 mm'dir. Enerji temini katener (konvansiyonel sistem), rijit katener veya 3. ray diye tabir edilen alttan besleme sistemleri ile sağlanabilmektedir. Yaygın olarak 750 VDC veya 1500 VDC akım tercih edilmektedir [7].



Şekil 2.2 Hafif Metro

2.1.3.Metro

Metro veya metro sistemleri olarak adlandırılan hızlı ulaşım sistemleri, büyük şehirlerdeki en büyük yolcu trafiğini taşıyan taşımacılık sistemleridir. Hafif metro sistemlerine benzeyen özellikleri bulunan metrolar elektrik enerjisi ile çalışırlar, hafif metrolara göre daha uzun durak

mesafelerine sahiptirler, çoğunlukla yer altı çalışmaları da hemzemin olarak çalışan kısımları da olabilmektedir. Genelde 4 ila 8 vagon arası tercih edilirken 10 araçlık versiyonları da mevcuttur. Tam kontrollü kendilerine tahsis edilmiş yollarda, sinyal kontrolü ile çalıştırılan yüksek hızlara çıkabilirler. Metro sistemlerinde ticari hız diğer sistemlere göre daha yüksektir, ortalama ticari hız 42-48 km/saattir. Maksimum hız 90 km/saate kadar çıkabilmektedir. İstasyon boyları genellikle 200 m civarında olan metro sistemlerinde araç boyları da 180-200 metreye kadar çıkabilmektedir [8].

Metro hatları şehirlerin toplu taşıma kalitesinde büyük oranda belirleyici bir faktördür, şehir merkezleri, toplu yaşam alanları, sanayi ve eğlence alanları gibi alanları kendisine ayrılmış yeraltı veya hemzemin yollarda trafiksiz hızlı ve güvenli bir şekilde gerçekleştirdiği için insanlara büyük kolaylıklar ve konfor sunmaktadır. Bu sistemlerin en büyük dezavantajı, genellikle yer altında yer almaları sebebiyle çok büyük yatırım maliyetlerine sahip olmalarıdır. Her ne kadar büyük yatırım maliyetleri mevcut olsa da işletme giderlerinin düşük oluşu tercih noktasında önemli rol oynamaktadır. Metro sistemleri yer altında çalışmasının en büyük avantajlarında biriside karayolu trafiğini rahatlatarak hem trafik problemine yardımcı olmaktadır hem de dolaylı yoldan trafiğin oluşturduğu gürültü ve hava kirliliğini de azaltmaktadır.



Şekil 2.3 Metro Tüneli



Şekil 2.4 Metro Treni

2.1.4. Banliyö

Banliyö trenleri kapasiteleri bakımından en az tramvaylar kadar olup şehirlere 15-20 km olan mesafelerde çalışırlar. Kullandıkları yol olarak incelendiğinde şehirlerarası demiryolu raylarından şehir içi tramvay yollarına da geçiş yapabilmektedirler. Tramvay yollarını kullanabilmeleri için aynı tip elektrikli vagonlar kullanmaları gerekmektedir. Banliyö trenler önceleri sadece şehirlerarası kullanılmasına rağmen günümüzde şehir içi kullanımları da artış göstermiştir.



Şekil 2.5 Banliyö Treni

2.1.5.Monoray

Monoray, temel olarak üst yollu elektrikle yakın mesafe, toplu taşıma sistemidir. Ray yolu, kapalı bir kutu şeklinde (Suspended, alttan asılı) veya aracın kapattığı, üzerine oturduğu (Straddle, üstten giden) olmak üzere iki türlü olup yüksek seviyeli çelik veya beton kolonlara asılı şekilde monte edilmiştir [9].

Buldukları bölgenin coğrafi koşullarına ve alt yapının durumuna göre farklı şekillerde imal edilebilirler. Bunlar genellikle zeminden belirli bir yükseklikte çalışan ancak duruma göre zemin üzerinde hatta yerin altında da imal edilebilirler.

Monoraylar, hava alanları, eğlence sektörü, kent içi ulaşım için kullanılmaya başlanmış olsalar bile henüz yeterince yaygın değildir. Ancak imalat açısından tekil ray yapısında oldukları için diğer taşıma sistemlerine göre daha az yer kaplamaktadırlar. Monoray vagonlarının hızı saatte 80 km'ye kadar çıkabilmektedir. Çevreci ve ileri teknolojisi düşünüldüğünde günümüzde daha çok tercih edilmeye başlanmıştır.



Şekil 2.6 Monoray İstasyonu



Şekil 2.7 Monoray Treni

2.2.Şehirlerarası Raylı Sistemler

Şehirlerarası raylı sistemler demiryolu taşımacılığı olarak da adlandırılırlar, raylar olarak da bilinen raylar üzerinde çalışan tekerlekli taşıtlarda yolcuların ve malların aktarılmasının bir yoludur. Aynı zamanda tren taşımacılığı olarak da adlandırılır. Araçların hazır düz bir yüzey üzerinde çalıştığı, karayolu taşımacılığının aksine, raylı taşıtlar, üzerinde çalıştıkları raylar tarafından yönlendirilir. Parçalar genellikle, metal jantlarla hareket teker sistemi, çelik rayların üzerine monte edilerek oluşur. Ayrıca, raylar, bir beton temele tutturulur.

Demiryolu taşıma sistemi genellikle kara taşıtlarına göre daha düşük sürtünme direnci ile karşılaşır. Bu nedenle yolcu ve yük arabaları (vagonlar) daha uzun trenlere bağlanabilir. Operasyon, tren istasyonları veya nakliye müşteri tesisleri arasında ulaşım sağlayan bir demiryolu şirketi tarafından yürütülmektedir. Ülkemizde bu operasyonu Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) yürütmektedir. Yakıt olarak bir demiryolu elektrik ağı sisteminden elektrik enerjisi çeken veya genellikle dizel motorlar tarafından kendi gücünü üreten lokomotifler tarafından sağlanır. Demiryolları, diğer taşımacılık türlerine kıyasla güvenli bir kara taşımacılığı sistemidir. Demiryolu taşımacılığı, yüksek yolcu ve kargo kullanımı ve enerji verimliliği seviyelerine sahiptir, ancak genellikle daha az esnektir ve karayolu taşımacılığından daha fazla sermaye ihtiyacına sahiptir. Daha düşük trafik seviyeleri mevcuttur.

2.2.1.Klasik tren

Klasik tren, genellikle çok uzun ve hızlı olabilen yolcu taşıyan araçları içeren bir ulaşım aracıdır. Kendinden beslemeli birçok ünite, vagon veya bir ve daha fazla lokomotif ile kombinasyonundan oluşabilir. Yolcu trenleri, yolcuların iniş ve iniş yapabileceği istasyonlar veya depolar arasında seyahat eder. Çoğu durumda, yolcu trenleri sabit bir programla çalışırlar ve yük trenleri için daha iyi bir yer işgal haklarına sahiptirler.

Yük trenlerinden farklı olarak, klasik yolcu trenleri, diğer amaçların yanı sıra, aydınlatma ve ısıtma için her bir vagona güç sağlamalıdır. Bu, doğrudan lokomotifin ana motorundan veya lokomotif içindeki ayrı bir dizel jeneratörden çekilebilir. Baştan sona donanımlı bir lokomotifin bulunmadığı uzak yollarda yolcu servisi için ayrı bir jeneratör yapısı kullanılabilir. Yolcu treninin gözetimi, şefin sorumluluğundadır. Bazen hizmet görevlileri gibi diğer mürettebat üyeleri tarafından desteklenir.



Şekil 2.8 Klasik Tren

Birçok prestijli yolcu trenine eskiden özel isimler verilirdi. Geçtiğimiz yıllarda, demiryolları çoğu zaman yolcu vagonlarına ahşap gövdeli vagonların parlak dış cepheleri ile müşterilerini taşıdılar. Hem uzun mesafe hem de kısa mesafe olan bazı yolcu trenleri, tren başına daha fazla yolcu taşımak için iki seviyeli (çift katlı) vagonlar kullanabilir. Araç tasarımı ve yolcu trenlerinin genel güvenliği zamanla önemli ölçüde gelişti ve demiryolu ile yolculuk güvenli bir hale getirildi.

2.2.2.Hızlı tren

Genel olarak, yüksek hızlı trenler için hız aralığı 200 km/s ile 400 km/s arasındadır. Geleneksel trenlerden, yüksek hızlı trenleri ayrılan dünya çapında kabul edilmiş bir standart yoktur. Bununla birlikte son yıllarda geniş çapta kabul görmüş değişkenler endüstri tarafından kabul edilmiştir. Genel olarak, yüksek hızlı demiryolu, 200 km/s üzerinde düzenli kullanımda bir üst hıza sahip olarak tanımlanır. Her ne kadar yüksek hızlı rayların hemen hemen her biçimi hava hatları üzerinden elektriksel olarak beslense de, bu kesin olarak bir tanımlama kriteri değildir ve dizel lokomotifler gibi diğer enerji üretim şekilleri de kullanılabilir. Kesin bir gereklilik olarak, trenlerin rayların üzerinde 200 km/s'in üzerindeki hızlarda geçmesine izin verecek şekilde ray parçaları arasındaki sapmaları ve uyuşmazlıkları azaltan sürekli kaynaklı rayın kullanılmasıdır. Parça yarıçapı genellikle bir trenin hızındaki en büyük sınırlayıcı faktör olacaktır ve yolcu rahatsızlığı üst seviyelere çıkacaktır. Yolcular için daha fazla konfor sağlamak için devirme trenleri geliştirilmiştir, bu nedenle virajlı pistlerde daha yüksek hızlar mümkündür. Ancak bu sistem pek tercih edilmez ve birkaç istisna olsa da, sıfır dereceli geçişler neredeyse tüm dünyada benimsenen bir politikadır.

Yüksek hızlı tren hatlarını konvansiyonel hatlardan ayıran pek çok teknik özellik bulunmaktadır. Hızların artmasına bağlı olarak trenlerin birtakım fiziki ve elektriksel güçlüklerle karşı karşıya kalması nedeni ile yüksek hızlarda emniyetli bir biçimde seyredecek trenlerin kullanılabilmesi için hızlı tren hatları çok büyük önem taşımaktadır. Halen dünyada hızlı tren işletmeciliği yapan ülkelerdeki hızlı trenlerin önemli bir kısmı 350 km/s hızları geçmemektedir. Almanya, Fransa ve Japonya'da test ve araştırma amaçlı olarak 350 km/s'i aşan hız uygulamaları vardır. Örneğin 2008 yılında Fransa TGV treni ile Paris Strazburg kentleri arasında yaptığı test sürüşlerinde 575 km/saat hız ile yeni bir dünya rekoru kırmıştır. Farklı bir teknolojiye sahip olan Japonya'nın Maglev treni ise 2003 yılında 581 km/saat hız ile rekor kırmıştır [10].



Şekil 2.9 Japonya’da Kullanılan Hızlı Tren Örneği



Şekil 2.10 Türkiye’de Kullanılan Hızlı Tren Örneği

3. GÜRÜLTÜ

3.1.Gürültünün Tanımı Ve Genel Bilgiler

Gürültü kelime anlamı itibariyle istenmeyen, rahatsız edici ses anlamına gelir. Günlük aktivitelere müdahale ettiğinde veya bir kişinin yaşam kalitesini bozduğunda ses istenmeyen hale gelir. Bu sesler birçok kaynak tarafından oluşturulabilir. Çalışan bir iş makinesi, yüksek sesli müzik çalan eğlence mekânları, insan sesleri ve ulaşım sistemlerinin oluşturduğu ses gürültüye örnek verilebilir.

Gürültü, çıplak gözle görülemez ve bu nedenle genellikle hava ve su kirliliği gibi karıştılarından daha az zararlı olarak görülür. Toplum tarafından farkında olunmasa da, gündelik hayatta duyulan sesler, zaman içinde işitme problemleri, stres ve hatta bir dizi psikolojik problem gibi potansiyel riskler taşır. Sürekli ve artan sesler, kişinin sağlığını olumsuz etkileyebilecek rahatsızlık olarak kabul edilir [10].

Ülkemizde, 9 Ağustos 1983 tarih ve 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 14. maddesi hükmüne dayandırılarak hazırlanan 'Gürültü Kontrol Yönetmeliği'nin amacı kişilerin huzur ve sükûnunu beden ve ruh sağlığını gürültü ile bozmayacak bir çevrenin geliştirilmesini sağlamak ve bu amaca uygun olarak gürültü ile ilgili terimlerin tarifi ile gürültü kontrolünün uygulanacağı sınırları belirlemektir [11].

Günümüzün çağdaş toplumunda, endüstriyel üretim, ulaşım ve teknoloji gibi çok çeşitli faaliyetler nedeniyle gürültü kalıcı bir unsur olarak görülmektedir. Bütün bunlar kentsel kültürün bir parçası gibi görünse de, gürültü, evde ya da işte olsun, hayatın doğal ritmini bozma eğiliminde olduğunda sorun haline gelir.

Gürültü kirliliğine uzun ve kısa vadeli mazuriyetler, potansiyel olarak insanların üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir. Bu zararlı etkiler davranışsal ve fizyolojik olarak ayrılır.

Konsantrasyon eksikliği ve uyku bozukluğu insan üzerinde ki en yaygın davranışsal etkilerdir. Fizyolojik etkiler ise hipertansiyon, hormon değişiklikleri ve akıl sağlığı sorunları gibi stresten kaynaklanır. Gürültüden kaynaklı olan tüm bu zararlı etkiler toplumun yaşam kalitesini düşürmektedir.

3.2.Gürültü Kirliliğinin Nedenleri

Gürültü kirliliğinin nedenleri temel olarak doğal ve insan yapımı olarak sınıflandırılabilir. Fırtına ve hayvanlar tarafından üretilen sesler doğal seslere örnektir. Fabrikalar, arabalar, çamaşır makineleri vb. tarafından üretilen sesler, ses kirliliğinin insani nedenleri olarak kabul edilir.

Genel olarak gürültü kirliliğinin ana kaynağı olarak görülen insan yapımı gürültü kirliliğinin farklı tipleri vardır. İlk tip gürültü kirliliği, makine sesleri tarafından oluşturulan endüstriyel gürültüdür. Ağır yol trafiğinden gelen sesler ve otobüs, motosiklet ve kamyon gibi yollardaki araçlar da bir çeşit ses kirliliği sebebidir. Son olarak, sağlıklı seviyelerin çok ötesine geçen hoş olmayan sesler yaratabilen başka ulaşım şekilleri de vardır. Bunlara örnek olarak uçak ve tren gibi etrafındaki yerel çevreye fiziksel ve davranışsal zararlı etkiler bırakan taşıtlar verilebilir.

Tüm bu unsurlar temel başlıklar altında toplanacak olursa gürültü kirliliğinin nedenleri şu belirli konu başlıkları altında inceleyebiliriz.

3.2.1. Ev faaliyetleri / Yardımcı programlar

Yerleşim birimlerinin birbirine yakın olduğu alanlarda meydana gelen gürültü kirliliğidir. Kümelenmiş yerleşim alanlarında TV'ler, düdüklü tencereler, ev sinema sistemleri, cep telefonları, mikserler, elektrikli süpürgeler, çamaşır makineleri, kurutucular, çim biçme makineleri, klimalar gibi pek çok cihaz ve alet maruz kalınan gürültü miktarına katkıda bulunur. Bunlara ek olarak, ağlayan bebeklerin, ev tadilatlarının, mobilya taşımının, oyun oynayan çocukların çıkardıkları sesler de yerleşim alanlarındaki gürültünün nedenidir.

Gürültünün bu biçimi zararsız görünse de, yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Ev faaliyetleri aslında mahalle gürültüsünün önde gelen kaynağıdır.

3.2.2. Endüstriyel nedenler

Endüstrilerin çoğu büyük miktarda gürültü üreten büyük ve ağır makineler kullanılmaktadır. Metal işleme şirketleri, matbaalar, tekstil fabrikaları ve diğer endüstriler, jeneratörler, testereler, kompresörler, öğütme değirmenleri, sondaj kuleleri ve fanlar gibi kamu gürültüsüne yol açabilecek aşırı gürültü üreten çeşitli makineleri kullanır.

Endüstriyel sanayi bölgelerinde ve yakınında yaşayan insanlar genellikle en çok etkilenenlerdir. Bu yerlerin çoğunda çalışanların kulak tıkacı ve kulaklık gibi işitme koruması kullanmaları gerekmektedir.

3.2.3. Sosyal olaylar

Partiler, dđğünler, konserler, ibadet yerleri, pazar yerleri ve gece etkinliklerine ev sahipliği yapan kafeler ve kulüpler gibi günümüz sosyal yaşamını oluşturan tüm bu ve benzeri olay-mekân örgüleri de insan yapımı gürültü kirliliğinin başlıca nedenlerindedir. Pek çok ülkede, yerleşim alanlarında büyüyen bu sorunu gidermek için çeşitli gürültü kontrol kuralları uygulamaya konmuştur.

3.2.4. Zayıf kentsel planlama

Gelişmekte olan ülkelerin çoğunda, zayıf şehir planlaması da hayati bir rol oynamaktadır. Çarpık kentleşme, park etme, konutlardaki toplu hane sayısı gibi sorunlara bağlı olarak temel ihtiyaçlara göre sık sık yapılan kavgalar toplumun çevresini bozabilecek gürültü kirliliğine yol açar.

3.2.5. İnşaat faaliyetleri

Bina ve inşaat sektörü de gürültü kirliliğine katkıda bulunmaktadır. Gelişmekte olan günümüz çağdaş toplumlarında altyapı talebi arttıkça madencilik, bina istasyonları, yollar, okullar, barajlar ve köprüler gibi yapı faaliyetler sürekli olarak gerçekleşmektedir. Bu faaliyetlerin ve kullanılan ekipmanın çıkardıkları sesler de rahatsız edici kabul edilir.

3.2.6. Diğerleri

İnsan kaynaklı olmamasına rağmen, işitme yeteneğini etkileyebilecek kasırgalar, kasırgalar, yıldırımlar, gök gürültüleri, fırtınalar gibi doğa olaylarının yanı sıra hayvan sesleri gibi doğal yaşamın getirisi olan başka gürültü kirliliği kaynakları da vardır.

Kamusal adres sistemleri, alarm sistemleri ve askeri teçhizat ile roket fırlatma ve askeri uçak eğitimi gibi aktiviteler de kulaklarımızı olumsuz etkileyebilecek yüksek perdeli seslere neden olabilir.

Günlük hayatta sürekli karşılaşılan bu tür ses kirlilikleri zararsız görünse de, aslında sonuçlara ulaşır. Çevrenin sağlığı üzerindeki olumsuz etkiler oldukça şiddetlidir. Gürültü kirliliğinden etkilenen sadece insanlar değildir; hayvanlar da buna bağlı olarak birtakım sorunlarla karşı karşıya kalırlar.

3.3. Ulaştırma Sektörünün Oluşturduğu Gürültü Kirliliği

Yollarda giderek artan araç sayısı ve buna bağlı yaşanan trafik sıkışıklığı nedeniyle özellikle büyük kentlerde en belirgin çevre sorunlarının başında gürültü gelmektedir. Şehirlerdeki ulusal ve uluslararası kara, hava, deniz ve demiryolu ulaşımı ve şehir içi ulaşım sistemlerindeki trafik gürültü kirliliğinin en önemli kaynaklarından. Yerleşim yerlerindeki ve şehir merkezlerindeki bu yüksek sesler zamanla işitme sorunlarına neden olabilir. Bu çalışmada raylı ulaşım sistemlerin oluşturduğu gürültüye değinilmiştir.

Karayolu ulaşım gürültüsü, taşıtların çalışması ve hareketi sonucu oluşan taşıt ulaşım gürültüsü, motor gürültüsü, şasi ve kaporta gürültüleri, frenlemeden doğan gürültü, tekerleklerin yol yüzeyi ile temasından doğan gürültü ve taşıtın neden olduğu aerodinamik gürültü gibi bileşenlerden oluşur. Karayolunda oluşan bu gürültü algılanma düzeyine etkileyen faktörler ise; yola olan uzaklık, trafik hacmi, yol seviyesi, yolun kaplama cinsi, yolun eğim derecesi, aracın boyu ve cinsi, yol kenarında yapılaşma ve bitki örtüsü şeklinde sıralanabilir. Çevresel karayolu ulaşım gürültüsünün üç ana unsuru vardır. Bunlar taşıtın neden olduğu gürültü, aracın yol ve çevre ile etkileşimi sonucu oluşan gürültü ve araçların yanlış kullanımı sonucu oluşan (yani insan kaynaklı) gürültüdür [12].

Hava gürültüsü; farklı özellikteki hava taşıtlarının sivil havacılıkta kullanılan veya askeri amaçla kullanılan (savaş uçakları askeri helikopterler vb. gibi) araçların oluşturdukları gürültüye denilebilir. Jetlerin iniş kalkışlarında, alana 150 m uzaklıktan hissedilen gürültü düzeyi ortalama 120 dBA olarak saptanmıştır. Özellikle İstanbul, Ankara, İzmir gibi yoğun kullanılan ya da Antalya örneğinde olduğu gibi kentsel alana çok yakın konumdaki hava alanlarında gürültü düzeyi çok rahatsız edici boyutlara ulaşabilmektedir. Türk ve yabancı ülke tescilindeki havayolu araçlarının iç ve dış trafiğe açık hava alanlarına iniş ve kalkış yapabilmek için gürültü sertifikasına sahip olması gerekmektedir [11].

Ray gürültüsü, tren ve tramvayların işletilmesinden kaynaklanan ses emisyonlarıdır. Lokomotiflerin hızlanması, yük vagonlarının frenlenmesi, kıvrımlarda gıcırdama sesi, ray oluklu titreşimden titreşim ve yuvarlak tekerlekler, şantiyelerde araç kavramaları ve hatta yüksek hızlı tren pantografları gibi çok çeşitli ray gürültüsü kaynakları vardır [13].

Tren ve raylı sistemler özellikle kent içinde gürültü düzeyinin (güzergâhlar boyunca) artmasında önemli bir etkidir. Bugün gelişen teknolojiye bağlı olarak sessizleştirilmelerine rağmen raylı sistem araçlarının gürültü düzeyi kaynağında yaklaşık 80 dBA olarak belirlenmiştir (25 yıl önce bu değer 100 dBA'ye kadar çıkmaktadır). Ancak temelde oluşan

gürültü tren tipi, raylı sistemin konstrüksiyon biçimi, kullanılan teknolojiye göre farklılaşmaktadır. Banliyö ve şehirlerarası trenler ile ağır ve hafif metrodan çıkan gürültüler, Gürültü kontrol yönetmeliği'ne göre lokomotif için dizel motorlu tam güç ve yükte çalışırken hız 80 km/s dBA ve pencereler kapalı iken 85 dBA, elektrikli tren lokomotiflerinde 80 dBA, vagonlar için de 70 dBA üst sınır olarak belirlenmiştir [11].

Demiryolu gürültüsü ile ilgili birçok çalışma ve yayın literatür de mevcuttur. Avrupa Komisyonu Çalışma Grubu Demiryolu Gürültüsü, 2003 yılında demiryolu gürültü azaltımına yönelik Avrupa stratejileri ve öncelikleri konusundaki 'Konum Raporu'nu yayınlamıştır. Uluslararası Demiryolları Birliği (UIC, The International Union of Railways) Nisan 2008'de "Çevresel Gürültü Direktifi Demiryolları için Eylem Planlarının Geliştirilmesi" ni yayınlamıştır [13].

Her iki çalışma demiryolu gürültüsü için aşağıdaki kaynakları tanımlamak:

- Hareket sesi
- Güç ekipmanı gürültüsü
- Aerodinamik gürültü.

Bu gürültü kaynaklarının şiddeti ve nispi oranları tren hızına bağlıdır. Düşük hızda, motor gürültüsü en etkili kaynaktır, fakat orta hızda baskın kaynak teker-ray etkileşimi gürültüsüdür. Sadece çok yüksek hızlarda aerodinamik gürültü önemli bir faktör haline gelmektedir.

Raylı ulaşım sistemlerinin oluşturduğu gürültü iki kısımda ele alınabilir; ilk olarak araç özelliklerinin oluşturduğu gürültüyü ele alırsak Şehir içi raylı ulaşım sistemlerinde çekici araçların gürültüsü trenin hızına göre değişmekte, gürültü hız arttıkça artmaktadır. Aynı zamanda trenin geçiş süresi ne kadar uzun olursa gürültüye maruz kalınma süresi de o kadar uzun olacaktır [14]. Bunun dışında araçların doğrudan hareketi ile ilgili olmayıp yardımcı ekipmanların çalışmasıyla ortaya çıkan gürültüler de mevcuttur. Bir raylı ulaşım sisteminde araç içinde ve araç dışında istenen gürültü düzeyleri Toprak ve Aktürk'ün daha önceki çalışmalarında verilmiştir [15,16].

İkinci olarak da yapısal nedenlerle oluşan gürültünün sebebi, raylı sistemlerde, teknik özelliklere, ilgili standartlara ve teknik şartnamelere uygun olan araçların sistemde çalışır olarak bulunduğu, sistemin çalışması nedeni ile oluşan her türlü gürültü bu gruba giren gürültü kaynak ve nedenlerindedir. Bu tanımda da belirtildiği üzere, hatasız araç da dâhil olmak üzere, sistemin çalışmasında ortaya çıkan her türlü gürültü bu gruba girmektedir [15,16].

3.4.Gürültü Kirliliğinin Etkileri

3.4.1. İşitme sorunları

Gürültü kirliliği işitmeyle ilgili pek çok sağlık sorununa yol açabilir. Yüksek ses seviyelerine sürekli maruz kalmak, kulakların vücudun ritmini düzenlemek için bilinçsizce topladığı seslere olan duyarlılığın azalmasına, işitme duyusunun hasar görmesine ve işitme kaybına yol açabilir. İşitmeyle ilgili başlıca sağlık sorunları;

Akustik travma; Silah atış ve patlama sesleri gibi çok yüksek ve ani bir gürültünün sebep olduğu, gürültünün şiddetine bağlı olarak geçici ya da kalıcı hasar bırakabilen işitme kaybıdır.

Tinnitus; Çoğunlukla işitme kaybıyla bir ya da iki kulakta görülen, ‘‘kulak çınlaması’’ olarak bilinen ses algısıdır. Patlama gibi, çok yüksek sesler de tinnitusa sebep olsa da, başlıca nedeni bu yüksek ses seviyelerine uzun süreli maruz kalmaktır. Kısa süreli maruziyetlerde ise ortamı terk ettikten belli bu süre sonra kulak çınlaması geçse de, bu kısa periyotlardaki büyük seslere sık aralıklarla maruz kalmak rahatsızlığı kalıcı kılabilir.

3.4.2.Sağlık sorunları:

Gürültü işitmeyle ilgili sağlık sorunlarına yol açabildiği gibi işitmeyle ilgili olmayan pek çok sağlık sorununun da zeminini hazırlar. Ofisler, şantiyeler, kafeler ve evler gibi yaşam alanlarında aşırı gürültü kirliliği psikolojik sağlığı etkileyebilir. Çalışmalar, saldırgan davranış, uyku bozukluğu, sürekli stres, yorgunluk ve hipertansiyon oluşumunun aşırı gürültü seviyelerine bağlanabileceğini göstermektedir. Bunlar daha sonra yaşamda daha ciddi ve kronik sağlık sorunlarına neden olabilir.

3.4.3.Uyku bozuklukları

Gürültü insan psikolojisini ve gündelik performansı etkilediği gibi uyku düzenini de engelleyebilir, uykuya dalmada güçlük, uyku sırasında uyanma, çok erken kalkma ve gün içerisinde uykusuzluk hissetme gibi verici durumlara yol açabilir. Genellikle sosyal olaylara ve zayıf kentsel planlamaya bağlı zararlı sesler uyku kalitesini ve buna bağlı olarak kişilerin iş hayatı hem de sosyal hayattaki performanslarını olumsuz yönde etkiler.

Yapılan araştırmalar, değişken gürültünün uyku üzerinde olumsuz etkilerini kanıtlamaktadır. Gürültü nedeniyle uykunun kalite yönünden bozulması uzun yıllardan beri araştırılmaktadır. Gürültünün uyku öncesi etkilerinden en önemlisi, uykuya dalma süresinin uzunluğudur. Bu konuda Fransa’da yapılan bir araştırmada, gürültü nedenli uyuyama ve uyku ilacı tüketimi

arasında doğrudan bir ilişki bulunmuştur. Gürültü, kişinin derin uykuya geçişini ve böylece tam bir dinlenme olmasını engellemektedir. Uyku sırasında ise EEG'deki değişimler, çeşitli uyku kademelerindeki bozukluklar ((REM uykusunun bozulması) (REM: Rapid Eye Movement / Hızlı Göz Hareketleri)) vücut hareketlerinin artışı gibi olgular gözlenmektedir. Kalp atışındaki artışlar uykuda daha belirgin olmaktadır [15].

3.4.4.Kardiyovasküler sorunlar

Çalışmalar yüksek yoğunluktaki gürültünün yüksek kan basıncına neden olduğunu ve normal kan akışını bozduğundan kalp atım hızını artırdığını ileri sürmektedir. Kan basıncı seviyeleri, kardiyovasküler hastalık ve stresle ilişkili kalp problemleri artmaktadır. Bu rahatsızlıkları yönetilebilir bir seviyeye getirmek, başlıca nedenlerinden biri olan gürültü kirliliğinin farkındalığına bağlıdır.

3.4.5. İletişim sorunu

Yüksek desibelli ses, bireylerin birbirleriyle sağlıklı iletişim kurmasına engeldir. Gürültülü ortamlar yanlış anlaşılmalara yol açabilir. Sürekli ve yüksek sese maruz kalmak, şiddetli baş ağrısı verebilir ve kişilerin duygusal dengesini bozabilir.

3.4.6.yaban hayatı üzerine etkisi

Yaban hayatı, insanlardan çok daha fazla problemle karşı karşıyadır çünkü seslere daha fazla bağımlı olduklarından dolayı gürültü kirliliği daha yoğun hissedilir. Hayvanlar hayatta kalmalarına bağlı olduğu için insanlardan daha iyi duyma yetisine sahiptirler. Sanayi bölgeleri, inşaat bölgeleri ve şehir merkezlerinde yaşayan hayvanlar pek çok zararlı seslere maruz kalırlar. Özellikle evcil hayvanlar sürekli gürültü olan hanelerde daha saldırgan davranırlar.

3.5.Gürültü Kirliliğinden Korunma Yöntemleri

Gürültü kirliliğinin ne olduğunu ve nedenlerini anlamak, nasıl kontrol edileceğini öğrenmek için hayati önem taşır. İşitme duyusunu korumak için, hangi gürültünün zarar verebileceğini bilmek önemlidir. 85 dBA veya üzerinde olan sesler, insan kulağı için güvenli değildir.

Çoğu zaman gürültü kirliliğinin etkilerini ciddiye almasa da, kişilerin sağlıklı yaşam için bu zararlı seslerden korunmaları önemlidir. Kişilerin gürültü kirliliğine maruz kalmamak için korunma yöntemleri:

3.5.1. Gürültüyü kaynağında azaltmak

Titreşim ve ses oluşturan kaynakların azaltılması, bu grup çalışmanın içine istasyonların veya araçların tasarımı sırasında alınacak önlemler girmektedir. Bu nedenle inşaat veya imalat yapılırken, inşaatın veya makinenin gerekli gürültü standartlarına uygun olup olmadıkları araştırılmalıdır. Daha sonra bu araçlar veya inşaatların zaman aşımıyla gürültü üretim veya yalıtımlarında değişiklik olup olmadığı kontrol edilmeli ve bununla ilgili standartlara uygunluğu araştırılmalıdır. Bu nedenle raylı ulaşım araçları, istasyonlar ve hat boyundaki gürültü oluşturan donanımların periyodik bakımları yapılmalı, arızalı parçalar en kısa zamanda onarılarak gürültü oluşumunun önüne geçilmelidir [16].

3.5.2. Yaşam alanlarındaki ses yalıtımının sağlanması

Evlerdeki veya ofislerdeki ses yalıtımı, kişilerin kendilerini müdahale edemeyecekleri seslerden koruyabilecekleri bir başka yoldur. Mekânın ses yalıtımının sağlanması sosyal hayatta ve iş hayatında, gün içinde daha yüksek performans sağlar ayrıca daha verimli ve rahat uyku için yardımcı olur. Bunun için tam izolasyon önerilse de düşük bütçeler için farklı korunma yolları da mevcuttur. Örneğin; gürültülü bir mahalledeki bir evin tüm duvarlarını ses geçirmez hale getirmek pahalı olabilir. Bunun yerine yüksek sesleri dışarıda tutmak ve sesleri emmeye yardımcı olmak için halı ve duvar kaplaması, kritik noktalara uygulanan köpük panelleri basit ama etkili bir yöntem olarak tercih edilebilir.

3.5.3. Yüksek sesle çalışan makineleri veya cihazları uyku veya yaşam alanlarından uzak tutmak

Bazen, klima üniteleri veya çamaşır makinesi gibi gürültülü aletlerini yaşam alanlarından uzaklaştırmak gerekir. Böylece sessiz ve huzurlu bir ortam sağlanır ve kişinin hem uyku hemde günlük verimi artar. Özellikle evlerdeki bazı makinelerin yerini değiştirmek, büyük sıkıntılara neden olmadığı sürece zararlı seslere engeldir.

3.5.4. Gürültüden uzak durmak

Günümüzün aktif şehir yaşamında, gürültü kirliliğinden uzaklaşmak zor olabilir. Kişinin kendisini gürültülü sokaklardan, trafik ve insan seslerinden mümkün olduğunca uzak tutması gerekir. Sosyal yaşamda bu pek mümkün değil gibi görünse de kişilerin gündelik işleri öğle vakitleri, iş çıkış saatleri gibi yoğun zamanlara bırakmaması, dinlenmek için daha sakin yerler seçmesi gibi önlemler küçük ama etkilidirler. Çevrenizdeki sabit gürültülerden bir mola,

duygusal dengenizi yeniden kazanmanız için haklı olabilirsiniz. Yoğun yaşamdan uzak, sakin bir doğal noktaya bakın ve birkaç saat dinlenin.

3.6. Ses Ve Frekans

Gürültünün iki tane önemli özelliği vardır bunlar frekans ve ses seviyesidir. Ses, ortamdan geçen hızlı değişen basınç dalgasıdır. Ses havada geçtiğinde, atmosferik basınç, periyodik olarak değişir. Saniyedeki basınç varyasyonlarının sayısı, ses frekansı olarak adlandırılır ve saniyedeki devir olarak tanımlanan Hertz (Hz) cinsinden ölçülür. Frekans ne kadar yüksek olursa, daha yüksek perdeli bir ses algılanır. Davullar tarafından üretilen sesler, bir düdük tarafından üretilenlerden çok daha düşük frekanslara sahiptir.

İnsan kulağının sese oluşturduğu tepki, sesin frekansına bağlıdır. İnsan kulağının 2.500 ila 3.000 Hz civarında maksimum tepkisi vardır ve düşük frekanslarda nispeten düşük bir tepkiye sahiptir [16].

Çevre gürültüsünün pek çok ses sinyalinin karmaşık yapısından oluştuğunu düşündüğümüzde, frekans analizinin bize kazandırdığı şey, bir sinyalin hangi büyüklükteki hangi frekans bileşenlerinden meydana geldiğini göstermesidir. Elde edilen frekans bileşenlerinin sayısı (spektrumdaki çizgi sayısı), analizin hassasiyetini belirleyen bir faktördür ve kullanıcı tarafından belirlenebilmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) bir ömür boyu ölçülebilir işitme kaybını önleyecek çevre gürültüsü seviyesini, 24 saatlik bir maruz kalmada 70 desibel olarak belirlemiştir. Benzer şekilde, açık havada 55, iç mekânda ise 45 desibelin aktivite ve rahatsızlığı önleyici olduğu tespit edilmiştir. Bu gürültü seviyeleri, konuşulan konuşmalara ve günlük insan durumunun bir parçası olan uyku, çalışma ve rekreasyon gibi diğer etkinliklere izin verecek olanlardır [17].

Seviyeler tek olay veya "tepe" seviyeleri değildir. Bunun yerine, akustik enerjinin ortalamalarını 8 saat veya 24 saat gibi zaman dilimlerinde ve yıllar gibi uzun süreler boyunca temsil ederler. Örneğin, zaman zaman daha yüksek gürültü seviyeleri, kalan süre boyunca yeterli miktarda nispi sessizliğin yaşandığı sürece, 70 desibelin 24 saatlik enerji ortalaması ile tutarlı olacaktır. Sesin veya gürültünün bir başka özelliği de sesin yüksekliğidir. Yüksek bir gürültü genellikle daha büyük bir basınç varyasyonuna sahiptir ve zayıf olan daha küçük bir basınç varyasyonuna sahiptir. Basınç ve basınç varyasyonları Pascal (Pa) cinsinden ifade edilir. Pa cinsinden ses ya da gürültüyü ifade etmek oldukça zordur, çünkü 20.000'den

2.000.000.000'a kadar sayılarla belirtilmesi gerekir. Logaritmik bir ölçek kullanmak daha basit ve kullanışlı bir yoldur. Bu yüzden, sesin ses yüksekliği genellikle dBA cinsinden ifade edilir[18].

Desibel, bir sesin yoğunluğunu ölçmek için kullanılan birimdir. Desibel skalasının anlaşılması biraz güçtür, çünkü insan kulağı inanılmaz derecede hassastır. Kulağınız parmak ucunuzla cildiniz üzerinde hafifçe sürtme sesinden, yüksek bir jet motorunun çıkardığı sese kadar her şeyi duyabilir. Güç bakımından, jet motorunun sesi, en küçük sesli sestten yaklaşık 1.000.000.000.000 kat daha güçlüdür. Desibel ölçeğinde, en küçük sesli ses (toplam sessizlik) 0 dBA'dir. 10 kat daha güçlü bir ses 10 dBA'dir. Toplam sessizlikten 100 kat daha güçlü bir ses 20 dBA'dir. Toplam sessizlikten 1000 kat daha güçlü bir ses 30 dBA'dir. Bazı ses kaynaklarının çıkardıkları seslerin dBA cinsinden değerlerini ve etkilerini örneklendirmek gerekirse [18];

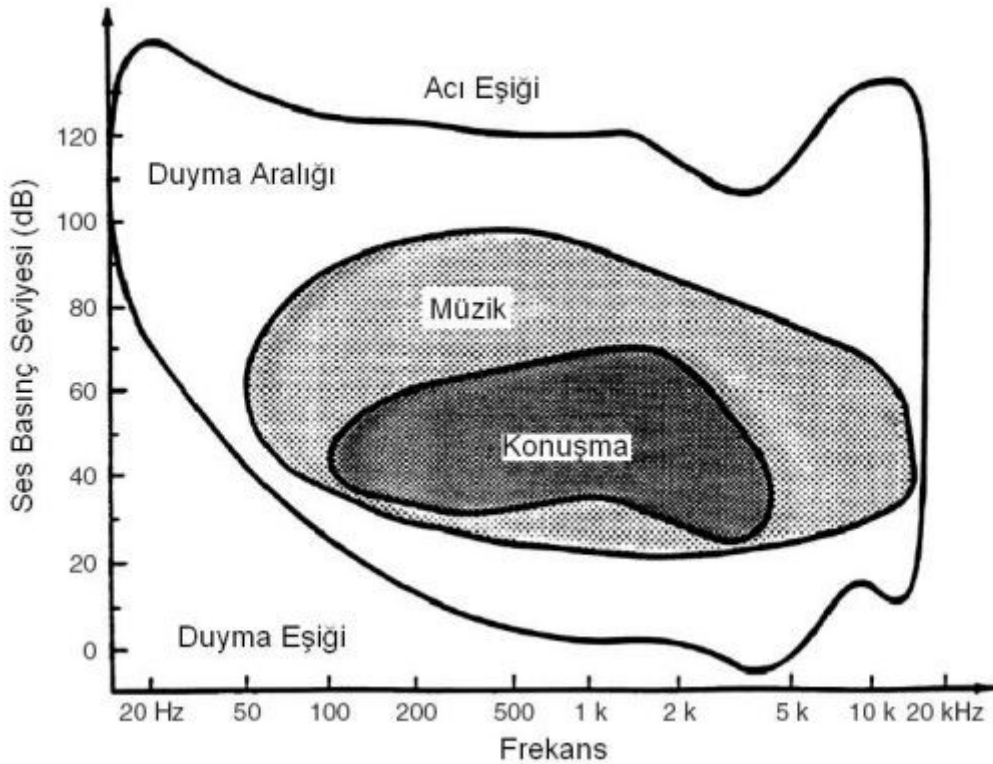
Çizelge 3.1 Bazı Ulaşım Sistemleri Gürültü Seviyeleri ve Etkileri

Aktivite	Gürültü Seviyesi [dBA]	Tipik Fiziksel Tepkiler
Roket fırlatma	180	Tehlikeli seviye
Jet uçakların kalkışı	140	Tehlikeli seviye (Ağrı eşiği)
Araba kornası	120	Günlük 7,5 dk. boyunca bu seviyedeki gürültüye maruz kalma kulağa hasar verebilmektedir.
Susturucusuz motosiklet (7m uzakta)	110	Günlük yarım saat boyunca bu seviyedeki gürültüye maruz kalma kulağa hasar verebilmektedir.
Tren sireni (30 m uzakta)	100	Günlük iki saat boyunca bu seviyedeki gürültüye maruz kalma kulağa hasar verebilmektedir.
Yoğun şehir caddesi	90	Çok rahatsız edici. Günlük sekiz saat boyunca bu seviyedeki gürültüye maruz kalma kulağa hasar verebilmektedir.
Hafif araç trafiği (15 m uzakta)	60	Rahatsızlık
Fısıltılı konuşma	30	Çok sessiz
Duyuma eşiği	0	Duyulur değil

85 dBA'nin üzerindeki herhangi bir ses, işitme kaybına neden olabilir ve oluşabilecek bu kayıp, hem sesin gücü hem de maruz kalınma süresiyle ilişkilidir. Sesinizi bir başkası tarafından duyulmak için yükseltmeniz gerekiyorsa 85 dBA'lık bir ses dinliyor olmanız gerekiyordur. 90 dBA ve daha yüksek ses, yukarıdaki tabloda da örneklendirildiği şekilde kulaklarınıza zarar verebilir[19].

Dünya da insanları en çok etkileyen ve en büyük gürültü kaynağı, ulaşım sistemlerinin oluşturduğu gürültüdür. WHO göre ulaşım sistemlerinin oluşturduğu gürültü sadece işitme kaybına değil, aynı zamanda kalp hastalıkları, çocuklarda öğrenme bozuklukları ve uyku bozukluklarına sebep olabilmektedir. Ancak bunun önüne geçmek mevcut teknoloji ile mümkündür.

2005 ve 2014 yılları arasında otomobiller, kamyonlar ve trenler de dâhil olmak üzere ulaşım gürültüsü kaynakları konusunda daha sıkı kısıtlamalar için AB ve küresel düzeyde çalışmalar hızlanmıştır. Gürültü kirliliğini azaltmak için araştırmalar devam etmektedir.



Şekil 3.1 İşitme Sınırları

4. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde bugüne kadar birçok çalışma yapılmış olup, bu çalışmaların sayısı gün geçtikte artmaktadır. Çünkü ulaşım sistemlerinin oluşturduğu gürültü kirliliği artmaya devam etmektedir. Günümüzde ulaşım sistemlerinin oluşturduğu gürültü seviyesini belirli yöntemler kullanarak kabul edilebilir düzeye çekmek mümkündür. Çalışmalar farklı noktalarda özgünleşmiş olsa da, birleştirildiğin de çözüm odaklı hale gelmektedirler. Çözümün aşamalarını temel bazda değerlendirirsek gürültünün kaynaklarının incelenmesi, bu kaynakların hangi noktalarda yoğunlaştıklarının tespiti, yoğunlaşan noktalarda hangi düzeylerde ve hangi zaman aralıklarında oluştuğunun belirlenmesi, çözüm için alınabilecek önlemlerin incelenmesi ve uygulanması şeklinde düşünülebilir. Çalışmanın bu kısmında daha önceki yapılan çalışmalara kısa bir şekilde aşağıda değinilmiştir.

Aşcıgil (2009), çalışmasında karayolu gürültü haritalaması, teorik olarak incelenmiş ve İstanbul'da Zincirlikuyu Maslak ulaşım aksı üzerinden örneklenmiştir. Öncelikle gürültünün serbest alanda yayılması, karayolu gürültü göstergeleri, karayolu gürültü karakteristikleri ve doz-etki ilişkileri verilmiş, Dünya'da ve Türkiye'de çevresel gürültü üzerine mevzuatlar incelenmiştir. Avrupa Birliği sürecinde yürürlüğe giren, Çevre ve Orman Bakanlığı'nın "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği"ne (2002/49) göre, Haziran 2013'e kadar yılda altı milyondan fazla aracın geçtiği ana kara yollarının ve iki yüz elli binden fazla yerleşik nüfusu olan yerleşim alanlarının gürültü haritaları çıkartılmalıdır. Çalışmanın 4. bölümünde gürültü haritalama prensipleri, Avrupa ve Türkiye'deki gürültü haritalama çalışmaları ve eylem planları üzerinde durulmuştur. 5. bölümde ise İstanbul'da bulunan Zincirlikuyu - Maslak ulaşım aksının karayolu gürültü haritalarının hazırlanma süreci, sonuçları, doğrulama ölçümleri ve çevresel gürültü kontrol önerileri sunulmuştur [19].

Bilgiç (2013), çalışmasında raylı ulaşım sistemlerinin oluşturduğu gürültü, ray yüzeyindeki pürüzlülüğün doğrudan ölçümleri, yönetmelikler ve ilgili uluslararası standartların kapsamı hakkında bilgi sunulmaktadır. Ray üzerinde hareket eden sistemlerin oluşturduğu gürültünün belirlenmesi için gerekli olan parametreler, bu parametrelerle ilgili tanımlar, standartlar ve yönetmelikler incelenmiştir. Ray ve tekerlek arasındaki temas nedeni ile oluşan gürültüye neden olan parametrelerden birisi de ray pürüzlülüğüdür. Pürüzlülük ölçümleri ile ilgili yöntemler, ölçüm cihazları, değerlendirmeler ve gürültü limitleri verilmiştir [20].

Kocer (2007), çalışmasında Elazığ kent merkezinde oluşan gürültü kirliliğine trafik, endüstri ve ticari faaliyetlerin etkisi araştırmıştır. Gürültü ölçümleri, trafiğin yoğun olduğu kavşak ve kavşak benzeri noktalar, tren garı ve Elazığ Atatürk Havaalanında, sanayi bölgesi, meskûn bölgelerde yapılmıştır. Elazığ'da demiryollarında ölçülen çevresel gürültü düzeyleri hem bekleme salonu hem de iniş-biniş platformundaki değerlerin 65 dB(A)'yı aştığından raylı sistemlerde oluşan gürültü kaynakları, insan sağlığına etkileri göz önünde bulundurularak, gerekli tedbirler alınmalıdır. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi Yönetmeliği Madde 22'de raylı sistemlerden kaynaklanan çevresel gürültü düzeyi ve gürültünün önlenmesine ilişkin kriterler ve alınacak önlemler belirtilmiştir [21].

Candemir (2010), çalışmasında kapsamında raylı sistemlerde akustik saha çalışmaları kapsamında son 4 yılda yapılmış - gerçekleşen ve uygulaması yapılan- son çalışmalardan bahsedilmiştir. Yazıya konu olan ray taşıma, gömülü ray sistemleri-bağlantı malzemesiz hat imalatları ve ses perdeleri günümüzde en çok kullanılan raylı sistem gürültü ve vibrasyonu önleme biçimleridir. Bu metotlardaki enstrümanların kullanılması raylı sistem işletmecileri açısından son derece önem arz etmektedir. Hali hazırda tüm Avrupa ve Amerika, Çin, Tayvan, Japonya ve Avustralya'da kullanılmaktadır. İşletmelerin en önemli ögesi olan yolcuların yolculuklarının konfor içinde geçmesinin sağlanması bu yöntemlerin aktif olarak kullanılmasından geçmektedir. Ayrıca bu çalışmada bahsedilmeyen farklı tasarımlar ve projeksiyonlarla da gürültü ve vibrasyon önlenir sonucuna ulaşılmıştır [22].

Pampal (2011), çalışmasında karayollarının ve demiryollarının gürültü oluşturma seviyeleri aynı olsa bile demiryolları daha az rahatsızlık vermektedir. Bunun başlıca sebebi demiryollarında düzenli ve aralıklı seyirlerinin olması böylece bir süre gürültüden dinlenme olanağının sağlanmasıdır. Kent içi hafif raylı sistemlerine ağırlık verilmesi ve bunların birbirleri ile entegrasyonunun sağlanması çok problemler kesimlerde karayolu trafiğinin sınırlandırılması çevresel problemler açısından rahatlama sağlayacaktır. Metro hatlarının tamamen, hafif raylı sistemlerinin ise kısmen yer altına inşa edilmiş olması çevresel etkileri açısından önemli yararlar sağlamaktadır. Raylı ulaşım sistemlerinin meydana getirdiği belirli birkaç olumsuz etkileri bulunmaktadır bunun başında yerleşim alanlarının içerisinden ve yapılarının çok yakınından geçmesidir. Bu tür yerlerde gürültü haritaları oluşturulup gerekli tedbirler alınmalıdır. Gürültü açısından, şehir içinde kara yoluna alternatif olan metro ve hafif raylı sistemlerde durum daha iç açıdır. Hem balastın gürültüyü söndürme etkisinin olması, hem de titreşimi sönmek amacıyla rayın altına elastik malzeme yerleştirilmiş olması önemli azalmalar sağlamıştır [23].

Toprak ve Aktürk (2002), çalışmasında Raylı ulaşım sistemlerinin birçok yerde, yerleşme bölgelerinin içinden ve yapıların oldukça yakınından geçtiği bir gerçektir. Özel tedbir alınmamış raylı ulaşım sistemlerinin çevrede meydana getirdiği gürültüler, çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur. Raylı ulaşım sistemlerinin meydana getirdiği belirli birkaç çevre sorunu bulunmaktadır. Fakat diğer ulaşım sistemlerinin oluşturduğu çevre sorunlarının yanında raylı sistemler çevre dostu ulaşım sistemi olarak belirlenmekte, üstelik gelişmiş raylı ulaşım sistemlerinin kullanımıyla bu sorunlar daha da azaltılabilmektedir. Raylı ulaşım sistemleri ile gürültü sorunu tam olarak ortadan kaldırılamazsa da, özellikle iyi bir kontrol ve bakım çalışması ile diğer şehir içi ulaşım sistemlerine oranla daha az gürültü oluşturacağı ve açığa çıkan gürültünün de düşük seviyede kalacağı yapılan çalışmayla ortaya konmuştur [24].

Torun (2014), çalışmasında demiryollarından kaynaklanan gürültü ile demiryolu çevresindeki diğer gürültüler ele alınarak; gürültü seviyesinin tespiti ve insanlar üzerine etkisinin azaltılması amaçlanmıştır. Gerekli ölçümler SVANTEK marka SVAN 958 model ses ölçüm cihazı ile yapılmış ve elde edilen verilerden çeşitli formüller ile gürültü seviye parametreleri hesaplanmıştır. 16 Nisan ve 15 Mayıs 2014 tarihleri arasında bir ay süre ile toplam 131 ölçüm yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarının yaklaşık üçte birinin “geçen trenler” için yönetmelikle belirlenen sınır değer olan 75 dB(A)’yı geçtiği görülmüştür. Çalışmanın sonucunda, yüksek gürültü seviyelerine karşı alınabilecek etkin önlemler üzerinde durularak demiryolu gürültüsünün mevzuatlar çerçevesinde kabul edilebilir sınırlara getirilmesi için çeşitli çözüm önerileri sunulmuştur [25].

Aydın (2005), çalışmasında Konya ilinde gürültü üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada Konya’da trafiğin yoğun olduğu ana caddeler üzerinde belirlenen yaklaşık 90 farklı noktada 07.30-08.30, 12.00-13.30 ve 17.00-18.30 saatleri arasında hafta içerisinde oluşan gürültü ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca cadde üzerindeki noktalardan iç kısımlara 30 metre ve 60 metre daha girilerek bu noktalardaki gürültü ölçümleri yapılmış ve caddeden uzaklaştıkça gürültü düzeyindeki değişim incelenmiştir. Çalışmada gürültü düzeylerinin ölçüldüğü noktalara ait konumsal verilerin toplanmasında Magellan marka düşük maliyetli bir el GPS (Küresel konum belirleme sistemi) alıcısı kullanılmış ve elde edilen öznel (gürültü) verileri ile GPS aracılığıyla üretilen konum bilgileri ArcView yazılımı kullanılarak ilişkilendirilerek GIS (Coğrafik bilgi sistemi-CBS) ortamına aktarılmıştır. Bu sayede konumsal verilerle ilişkilendirilmiş gürültü verileri üzerinde her türlü analizin yapılabileceği sayısal bir platform oluşturulmuştur. Bu çalışmanın bir sonucu olarak da Konya şehri taşıt trafiği gürültü seviye haritaları ölçüm yapılan güzergâhlar için üretilmiştir [26].

Şahinkaya (2005), çalışmasında sonuç olarak biri maksimum gürültü düzeyini diğeri gece gündüz ortalama ses basınç haritaları hazırlanmıştır. Bu haritaların ölçeklerinin çok küçük olması dolayısıyla ölçekleri iki defa büyütülerek sunulmuştur. Ölçeği büyütülen bölge Konya tren istasyonunun olduğu bölgedir. Oluşturulan haritalarda önemli farklılar ve sapmalar görülmektedir. Bunun nedeni L_{DN} , ortalama ses basınç düzeylerine; L_{MAX} anlık gürültü seviyesine odaklı ölçümler olmasıdır. Haritalarda demiryolu hattı boyunca gürültü düzeylerini gösteren eş yükselti eğrilerinde salınımlar görülmektedir. Bunun nedeni demiryolu yakınındaki trafiği yoğun olduğu yollar ve kavşaklardır. Demiryolu yakınında karayolunda başka herhangi bir ses kaynağı bulunmamıştır [27].



5. METOT VE UYGULAMA

5.1. Uluslararası Standartlara Göre Gürültü Ölçümü

Uluslararası Standardizasyon Örgütü, ISO (International Organization for Standardization) dünya çapında bir ulusal standart kurumları federasyonudur. Uluslararası Standartların hazırlanması işi, normal olarak ISO teknik komiteleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Teknik komitenin oluşturulduğu bir konuyla ilgilenen her üye organ, bu komitede temsil edilme hakkına sahiptir. ISO ile irtibat halinde olan uluslararası kuruluşlar, hükümet ve hükümet dışı kuruluşlar da çalışmalara katılmaktadırlar.

Pratik kullanımda olmak için, çevresel gürültünün tanımlanması, ölçülmesi ve değerlendirilmesine yönelik yöntem, insanın gürültüye karşı verdiği tepki ile ilişkilidir. Çevresel gürültünün birçok olumsuz sonucu günümüzde halen artmaktadır, ancak söz konusu olan kesin etki tepki ilişkileri, bilimsel tartışmalara konu olmaya devam etmektedir. Ayrıca, kullanılan tüm yöntemlerin, kullandıkları sosyal, ekonomik ve politik iklim içinde uygulanabilir olması önemlidir. Bu nedenlerden ötürü, dünya genelinde farklı gürültü türleri için çok geniş bir yelpazede farklı yöntemler kullanılmaktadır ve bu, uluslararası karşılaştırma ve anlama için önemli zorluklar yaratmaktadır.

Bir ses basınç ölçerinin en kritik bileşeni mikrofondur. Çünkü bir basınç ölçüm cihazının diğer elektronik bileşenleri ile aynı hassaslıkta mikrofonlar üretmek zordur. Düşük kaliteli mikrofonlar genellikle daha az duyarlıdır ve bu nedenle çok düşük ses basıncı seviyelerini ölçemez. Ayrıca, yüksek ses kaynaklarına daha yakın bulunan, çok yüksek ses basıncı seviyelerini doğru bir şekilde ölçemeyebilirler. Daha düşük kaliteli mikrofonlar A-ağırlıklı seviyelerin ölçüm tipi ölçümleri için kabul edilebilir, ancak seslerin detaylı frekans analizi dâhil daha kesin ölçümler için tercih edilmeyecektir.

Ani ses basınçları, ses basıncı seviyelerini elde edebilmek için, bir zaman sabiti ile entegre edilmiştir. Çoğu sayaç hem hızlı hem de yavaş yanıt sürelerini içerecektir. Hızlı yanıt, 0.125sn'lik bir zaman sabitine karşılık gelir ve insan işitme sisteminin zaman sabitine yaklaşmayı amaçlamaktadır. Yavaş yanıt 1sn'lik bir zaman sabitesine karşılık gelir ve basit sayaç okumalarından yaklaşık olarak ortalama bir dalgalanma seviyesi elde etmeyi kolaylaştıran eski bir kavramdır.

Standartlar, ses basıncı ölçüm cihazlarını tip 1 veya tip 2 olarak sınıflandırır. Tip 2 metre, aşırı hassaslığın gerekli olmadığı ve çok düşük ses basıncı seviyelerinin ölçülemeyeceği geniş bant

A-ağırlıklı seviye ölçümleri için yeterlidir. Tip 1 metre çok daha pahalıdır ve daha kesin sonuçların gerekli olduğu durumlarda veya frekans analizinin gerekli olduğu durumlarda kullanılmalıdır.

5.1.1. ISO 3095: 2013 Akustik - Demiryolu Uygulamaları - demiryolu araçlarının yaydığı gürültünün ölçülmesi

ISO 3095: 2013, raylar veya diğer sabit raylı tiplerde çalışan her türlü taşıt için tekrarlanabilir ve karşılaştırılabilir, dış gürültü emisyon seviyeleri ve spektrumları elde etmek için olan ölçüm yöntemlerini ve koşullarını belirtir.

ISO 3095: 2013, Altyapı ile ilgili diğer kaynakların (köprüler, geçitler, anahtarlama, çarpma gürültüsü, kıvrılma gürültüsü vb.) Gürültü emisyonunu karakterize etmek için tüm talimatları içermez.

ISO 3095: 2013 aşağıdaki durumlar için uygulanması uygun değildir:

- Çalışırken parça bakım ünitelerinin gürültü emisyonu;
- Çevresel etki değerlendirmesi;
- Gürültü emisyon değerlendirmesi;
- Rehberli otobüsler;
- Uyarı sinyali sesi,

Sonuçlar aşağıdaki durumlar için kullanılabilir:

Raylar veya benzer yapı üzerinde tüm araçların: 1. Tip testleri ve 2. Periyodik izleme testleri için uygulanabilir. Bu testlerin sonuçları 1. Trenlerden yayılan gürültüyü karakterize etmek, 2. Belirli bir hat üzerinde çalışan çeşitli araçların gürültülerini kıyaslamak ve 3. Trenler için kaynak verisi toplamak için kullanılabilir. Yapılan ölçümler Mühendislik sınıfında olup ± 2 dB doğruluğa sahiptir [28].

5.1.2. DS/EN 15461+A1 Demiryolu Uygulamaları – Gürültü Yayınımı – geçiş gürültü ölçümleri için hat bölümlerinin dinamik karakterizasyonu

Bu standartta (1. Hattın) mekanik Frekans Tepki Fonksiyonu (FRF) için veri toplama, 2. İşitme frekans bölgesi içerisinde hat boyunca titreşim azalma oranını hesaplamak için veri işleme 3. Hesaplanan değerleri limit değerleri ile kıyaslamak için metot tanımlanmaktadır.

İvme ölçümleri yaparak FRF belirlenmesi, Ölçümler “ISO 7626-5 Titreşim ve şok - Mekanik hareketliliğin deneysel belirlenmesi Part 5: Yapısına bağlı olmayan bir uyarıcı ile dalga uyarısını kullanarak ölçümler” standardına göre yapılmaktadır.

5.1.3. Raylı sistem çevresel gürültü kriterleri

MADDE 19 – (1) Raylı sistemlerden kaynaklanan gürültü seviyesi ve gürültünün önlenmesine ilişkin kriterler aşağıda belirtilmiştir:

a) Raylı ulaşım sistemlerinden çevreye yayılan gürültü seviyesi $L_{gündüz}$ 65 dBA, $L_{akşam}$ 60 dBA ve L_{gece} 55 dBA sınır değerlerini aşamaz.

b) Hafif raylı sistemlerin yer altından geçtiği kapalı alanlar ile yer üstünden geçtiği alanlarda; bekleme, iniş ve biniş platformlarında, istasyonlarda ve havalandırma kanallarında zaman dilimine bağlı olarak oluşabilecek Leq cinsinden çevresel gürültü sınır değerleri Tablo-2'deki değerleri aşamaz.

Çizelge 5.2 Hafif Raylı Sistemler İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri

Yer altı İstasyonları		Leq (dBA)	Yerüstü İstasyonları		Leq (dBA)
Gişeler, merdivenler, koridorlar		55	Platformlar (platform kenarından 1,8 m)	Duran ve kalkan trenler için	70
Platformlar (platform kenarından 1,8 m)	Duran ve kalkan trenler için	80		Geçen Trenler	75
	Geçen Trenler	85		Çalışır durumda bekleyen trenler için	65
	Çalışır durumda bekleyen trenler için	65			
İstasyon içinde Havalandırma sistemi		55			
Caddelerde havalandırma kanalları (9.0 m'de)		55			
İstasyon içinde kapalı hacimlerde bulunan acil havalandırma fanları (22.5 m.'de)		80			

c) Hafif raylı sistemlerin yer altından geçtiği yerlerde istasyon boş iken 500 Hz'de maksimum çınlama süresi proje hedef değeri için 1.4, kabul değeri için ise 1.6 saniye olur. Kent içi ve dışında hafif raylı ulaşım sisteminin gürültüye hassas alanlardan geçtiği yerlerde gürültü perdeleme teknikleri dikkate alınarak etkin ve uygulanabilir tedbirler alınır [29].

Ses basınç seviyesi veya gürültü seviyesi:

Ses şiddeti

$$L_p = 10 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 = 20 \log \frac{P}{P_0} \quad (5.1)$$

seviyesi tarzında tarif edilir.

Burada:

L_p = Ses şiddeti seviyesi (dB)

P = Ses basıncı (N/m^2)

P_0 = Referans ses basıncı (TS 187'e göre $2 \times 10^{-4} N/m^2$) dir.

Eşdeğer gürültü seviyesi (L_{eq}):

Verilmiş bir süre içinde süreklilik gösteren ses enerjisinin veya ses basınçlarının ortalama değerini veren dBA biriminde bir gürültü ölçөгüdür. Simgesi L_{eq} olup aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{10} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10}, \text{ dBA} \quad (5.2)$$

n : gürültü sayısı

L_i : gürültü düzeyleri, dBA

Demiryolu L_{eq} seviyesi: Demiryolları gürültüsünün değerlendirilmesinde kullanılan ve ulaşım yoğunluklarını ve lokomotif ve vagonların ses düzeylerini ayrı ayrı hesaba katan gürültü ölçөгüdür.

Aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$L_{eq} = NEL_T + 10 \log N - 49dBA \quad (5.3)$$

$$NEL_T = 10 \log(10 NEL_C/10 + 10 NEL_L/10) \quad (5.4)$$

$$NEL_C = L_{ACmax} + 10 \log_{10} T_C \quad (5.5)$$

$$NEL_L = L_{ALmax} + 10 \log_{10} T_L \quad (5.6)$$

L_{ACmax} ve L_{ALmax} : Vagonların ve lokomotifin geçişi sırasında tepe düzeyler, dBA.

T_c ve T_L : Vagon ve lokomotifin efektif geçiş süreleri, s.

Koushki ve diğ., Baaj ve diğ. 1,5 m yükseklikten ölçümleri yapar iken, Onuu ve Leong 1,2 m yükseklikten ölçüm yapmıştır. Dursun ve Özdemir ise ölçümleri kulak seviyesi olan (yerden 165-180 cm) normal yükseklikte yapmıştır [19].

Yapılan bu ölçümler aşağıdaki bilgileri içermektedir;

- Ölçümlerin yapıldığı tarih
- Konum,
- Çevre şartları,
- Akustik ortam (engellerin varlığı, toprak örtüsü, vb.),
- Meteorolojik koşullar: ortam sıcaklığı, nem, basınç, rüzgâr hız ve yön,
- Arka plan ses basınç seviyesi.
- Ünitenin tanımı (tip ve seri numarası), çekiş sistemi,
- Ölçüm pozisyonları,
- Ölçüm miktarları,
- Diğer yararlı bilgiler.

5.2.Gürültü Ölçüm ve Kayıt Cihazı

Bu çalışmada kullanılan cihaz Extech Instruments marka HD600 modeldir. Cihaza ait teknik bilgiler aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.1. Extech HD600



Şekil 5.2. Extech HD600

- ANSI IEC61672-1 Type 2 Standartlarında
- Dâhili Hafıza ile 20000 kayıt
- 30-130 dB Aralığında 6 farklı otomatik seçim
- Geniş **Lcd** grafik ekran
- Data beraberinde Tarih ve Saat, Dakika kayıt,
- RS 232 portu sayesinde hızlı ve kolay veri transferi
- Pc bağlandığı zaman saniyede 10 kayıt
- Beraberindeki yazılım desteği ile veri analizi,
- A&C ağırlıklandırma, Hızlı/Yavaş yanıt,
- Tripod ayaklık bağlayabilme,
- Maksimum değer Hold fonksiyonu,
- Analog AC/DC kayıt çıkışı 10m VDC / desibel
- 1/8 sn fast 1/1 sn slow ölçüm aralığı seçimi
- Cihaza dâhil olan parçalar
- Bilgisayar bağlantı kablosu ve yazılım
- 2 adet rüzgâr başlığı
- Elektrik bağlantı adaptörü
- Kalibrasyon ayar tornavidası
- Taşıma çantası

Çizelge 5.2. Extech HD 600 için Teknik Veriler

Ölçüm Aralığı	30-130 dB
Hassasiyet	± 1.4 dB
Çözünürlük	0.1 dB
Bilgisayar Bağlantısı	USB
Ebat	278x76x50 cm
Ağırlık	350 gr
Kalibrasyon Sertifikası	Opsiyonel
Ebatlar	278 x 76 x 50mm
Ağırlık	350g

5.3. Kabataş-Bağcılar Tramvay Hattı

Hattın ilk etabı, Sirkeci ile Aksaray arasında inşa edilmiş ve 1992 yılında açılmıştır. Topkapı ve Zeytinburnu yönlerine bağlanan hat, daha sonra Eminönü İstasyonu'na kadar uzatılmıştır. 29 Haziran 2006 tarihinde de Galata Köprüsü üzerinden geçerek Kabataş'a bağlanmıştır.

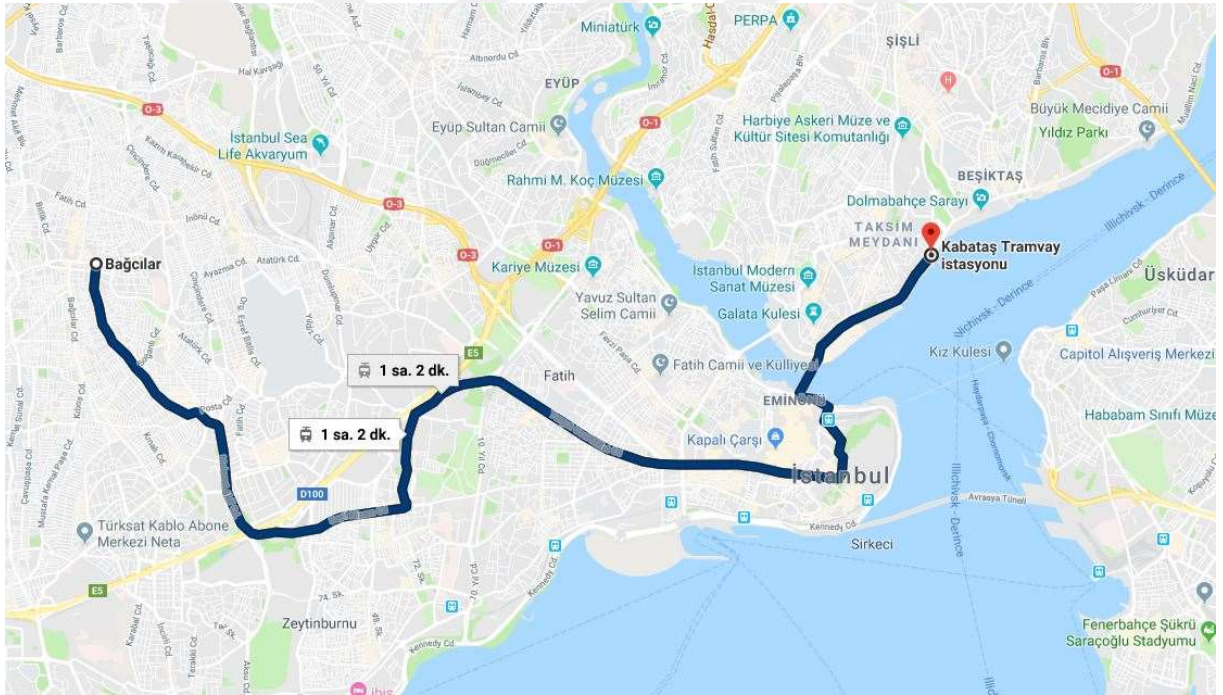


Şekil 5.3 Kabataş Bağcılar Hattı Tramvayı

İşletme bilgileri;

- Hat Uzunluğu: 19,3 km.
- İstasyon Sayısı: 31
- Vagon Sayısı: 92
- Sefer Süresi: 65 Dk. tek yönde
- İşletme Saatleri: 06.00 - 00.00
- Günlük Yolcu Sayısı: 320.000 Yolcu
- Günlük Sefer Sayısı: 295 Sefer / Tek Yön
- Sefer Sıklığı: 2 dk. (Pik Saatte) [30].

Tramvay bulunduğu konum ve şartları göz önünde bulundurularak yapılacak olan uygulamalar da ölçümlerin yapılması için bu hat seçimi uygun bulunmuştur.



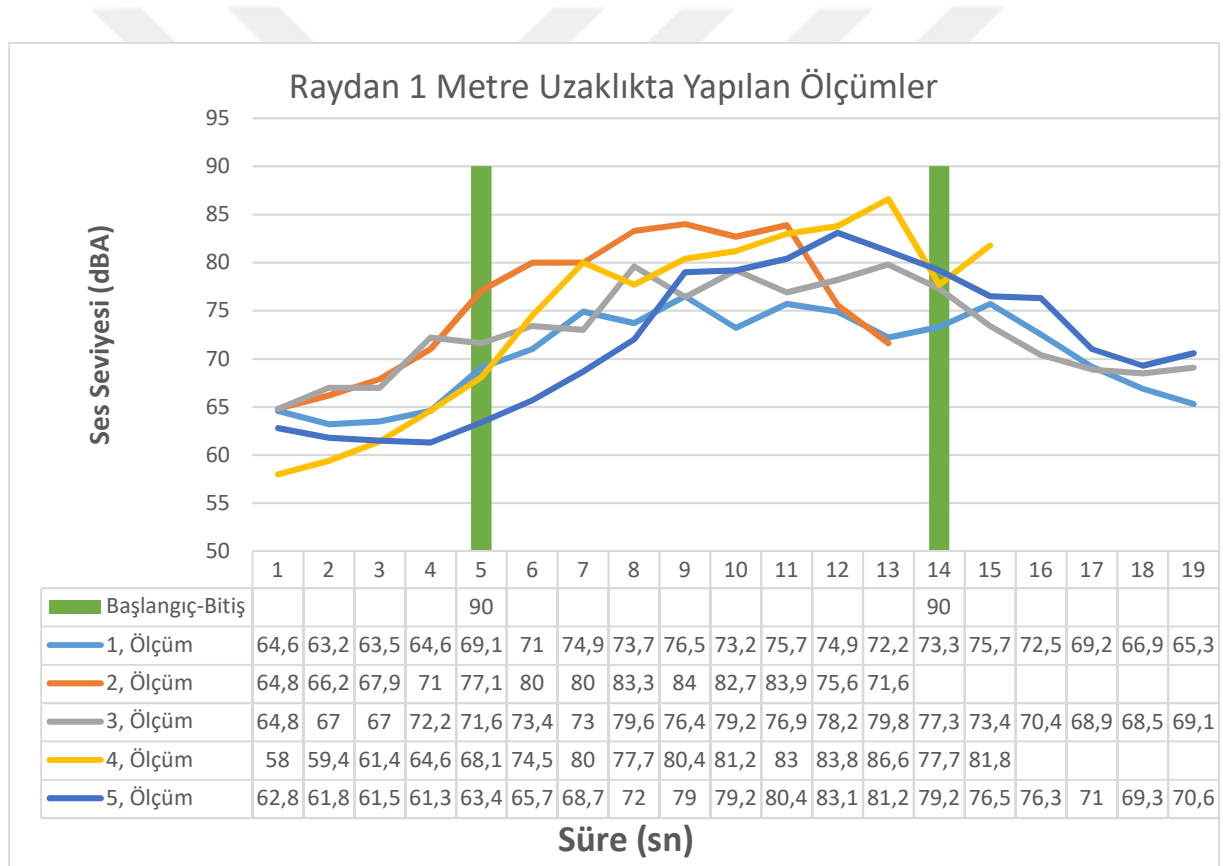
Şekil 5.4 Kabataş Bağcılar Tramvay Hattı Güzergâhı

5.4. Araç Dışında Gürültü Ölçümü

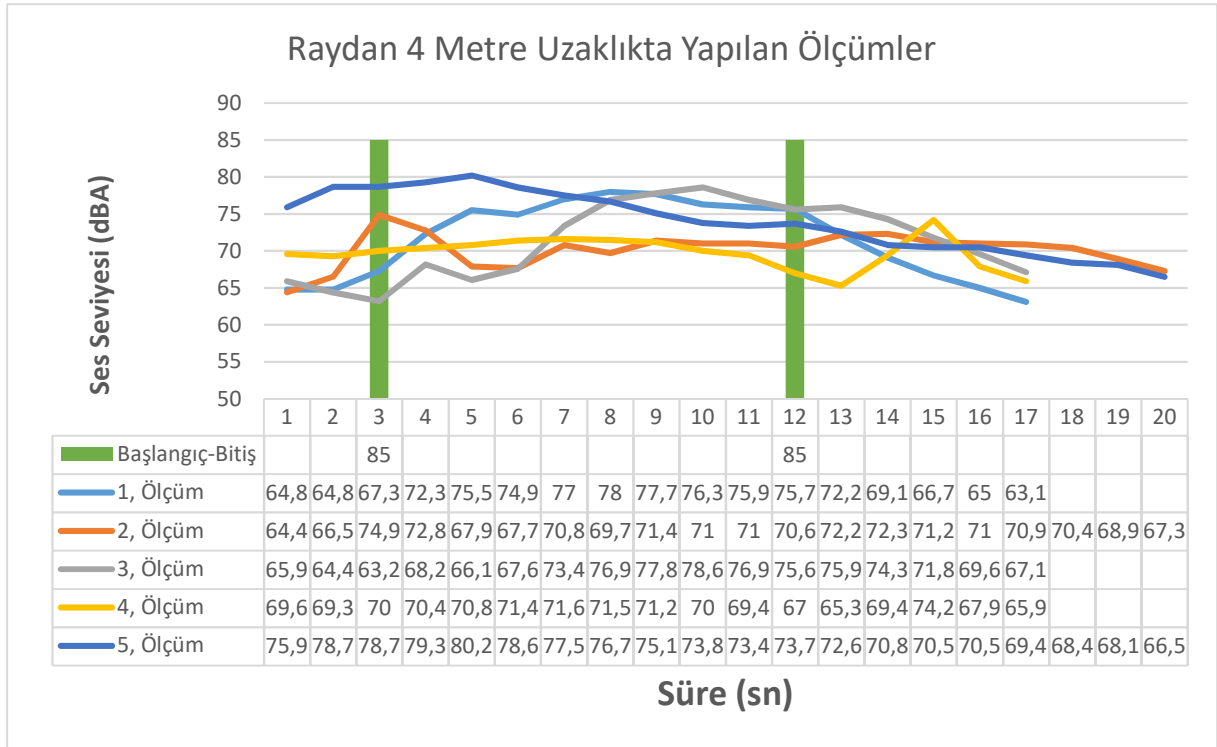
Yapılan bütün ölçümler yerde 1,5 metre yükseklikte, A ağırlığı, yavaş tepki süresi, 30-130 frekans aralığı seçiliyken yapılmıştır. Şekiller de bulunan başlangıç ve bitiş verileri tramvayın başı ile son kısmının ölçüm kayıt cihazı ile aynı hizaya geldiği anları göstermektedir.

5.4.1. Eğimsiz yolda

Divan Yolu Caddesi Alemdar Mahallesi Fatih/İstanbul'da yolun eğimsiz olan bir kısmında raydan 1 metre Şekil 5.5 ve 4 metre Şekil 5.6 uzaklıkta iki durum için de tramvay geçişi boyunca 5'er kere ölçümler yapılmıştır. Ölçümler elimine edemediğimiz çevre gürültüsü dâhilinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.5 Raydan 1 metre Uzaklıkta Yapılan Ölçümler

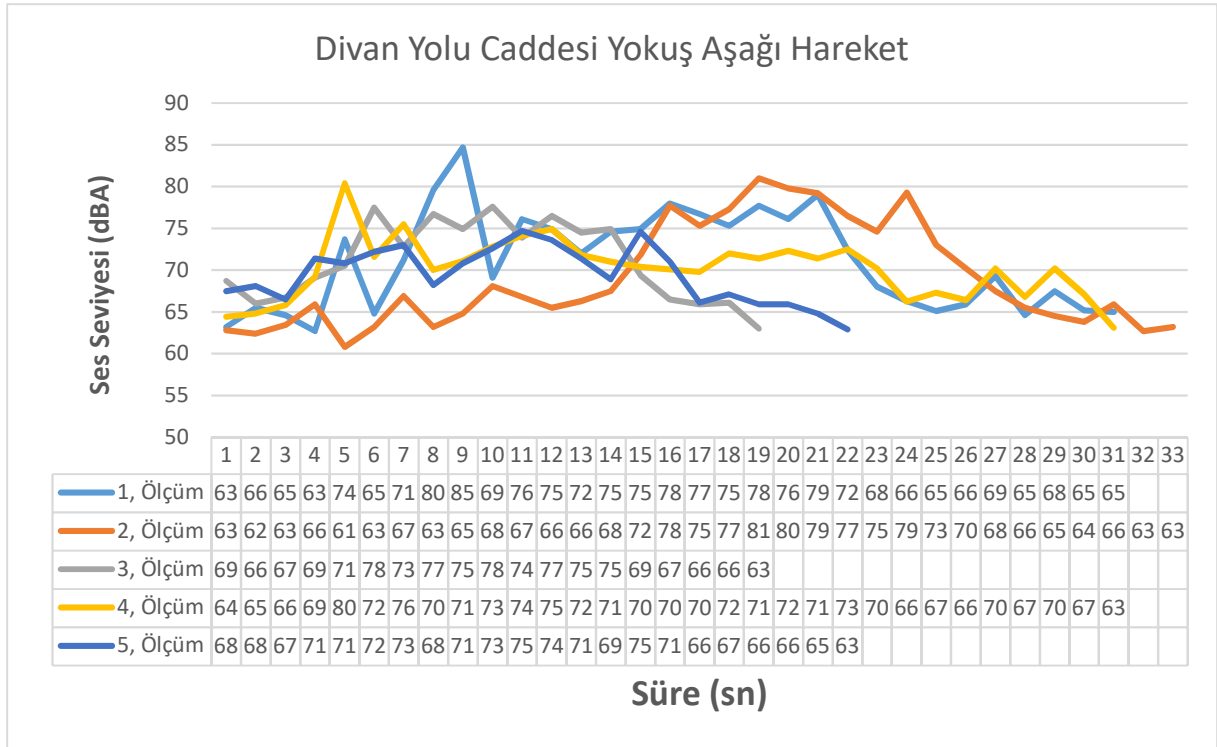


Şekil 5.6 Raydan 4 metre Uzaklıkta Yapılan Ölçümler

Yukarıda ki grafiklerde de görüldüğü gibi beklenmedik ani artışlar mevcut değildir, ölçümler süresince zaten mevcut olan çevresel seslerin üzerine herhangi bir kaynak eklenmemiştir. Raylardan 1 metre ve 4 metre uzaklıkta yapılan bu ölçümler sonucunda tramvay yolunun insanların kullandığı kaldırıma çok yakın olması sebebiyle tramvay yakın geçişlerinden 5 dBA civarında bir fark olduğu gözlemlenmektedir. Bu sonuçlar tramvay raylarının, kaldırıma olan mesafelerin belirlenmesinde dikkate alınması gerektiği ortadadır.

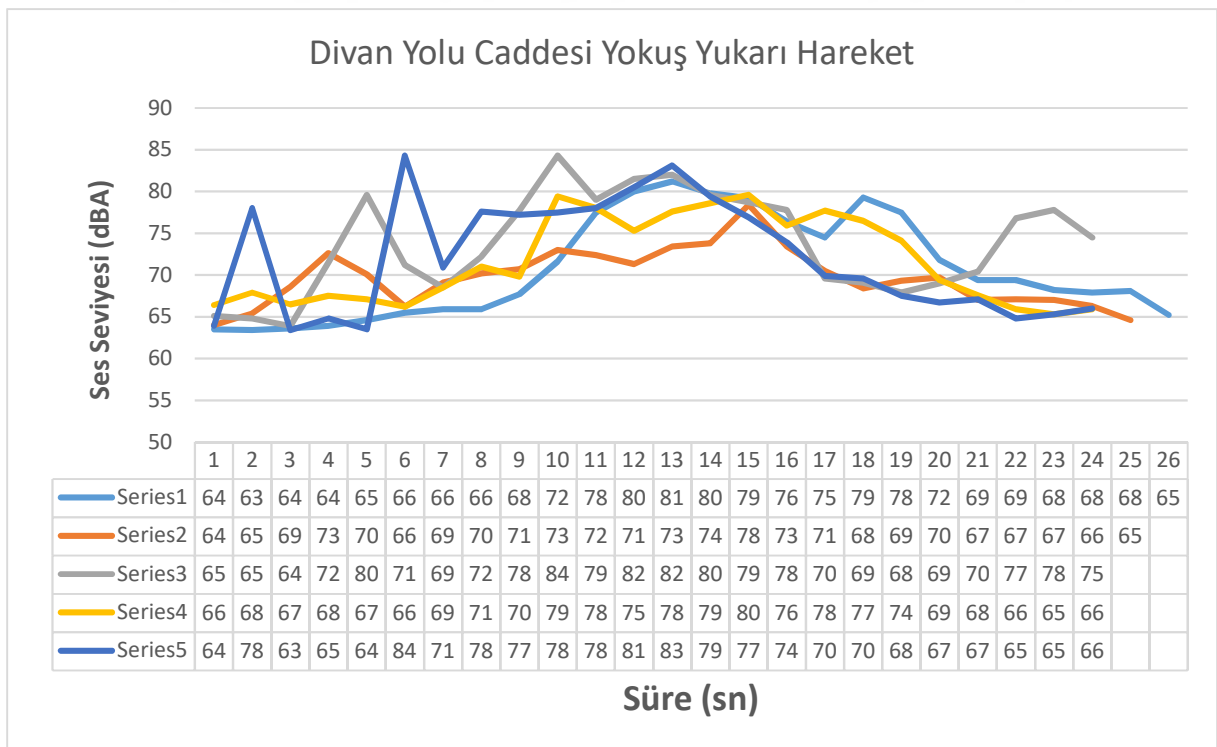
5.4.2. Eğimli yolda

Divan Yolu Caddesi Alemdar Mahallesi Fatih/İstanbul'da yolun eğimli olan bir kısmında araç yokuş aşağı giderken Şekil 5.7 yokuş yukarı Şekil 5.8 tırmanırken ve araç yokken Şekil 5.9 çevre de olan sesler için üç durum da tramvay geçişi boyunca 5'er kere ölçümler yapılmıştır.



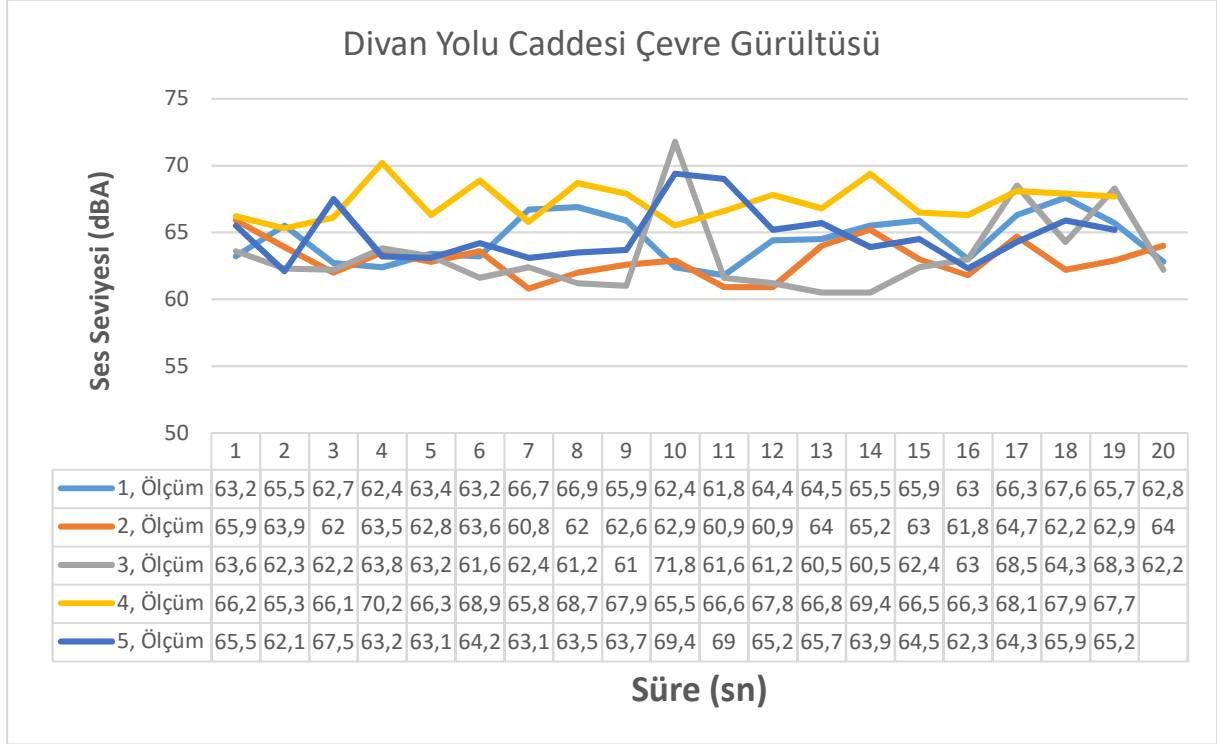
Şekil 5.7 Divan Yolu Caddesi Yokuş Aşağı Yönde Yapılan Ölçümler

Yapılan ölçümler arasında 1. Ölçümde 9.sn de tramvay yolu üzerinden geçen bir araç sonuçları etkilemiş ve o zaman aralığında bir pick noktası oluşturmuştur.



Şekil 5.8 Divan Yolu Caddesi Yokuş Yukarı Yönde Yapılan Ölçümler

Yokuş yukarı yapılan ölçümler arasında 5. ölçüm esnasında araç korna sesi 7.sn ye kadar ani artışlara sebep olmuştur.



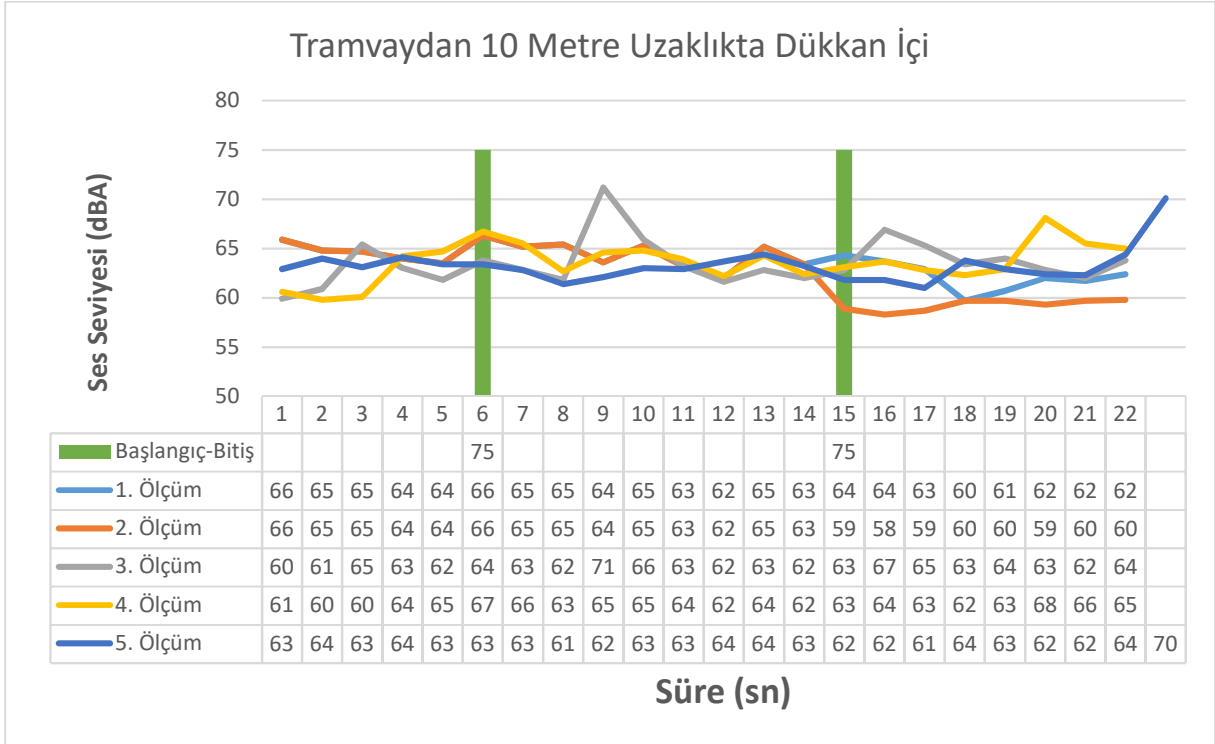
Şekil 5.9 Divan Yolu Caddesi Çevre Gürültüsü

Çevrede oluşan seslerin ölçümü yapılırken 3.ölçümde sesli bir şekilde telefonla konuşan bir kişi ölçüm cihazına yakın geçmiş olup 10.sn de bir ani artışa sebep olmuştur.

Yukarıda verilmiş olan grafikler dikkate alındığında tramvayın yokuş yukarı yönde ilerlemesi sonucu maksimum gürültü seviyesi 5 dBA civarında artış göstermiş olduğu gözlemlenmiştir.

5.4.3. Restoran içerisinde

Tramvay sisteminin çevreye etkilerini inceleme kapsamında, raylardan 7 metre uzaklıktaki cam cepheli bir restoranın içerisinde, camekâna en yakın masada tramvay geçiş anlarında 5 kere ölçüm yapılmıştır ve aşağıdaki grafik üzerinde işlenmiştir.

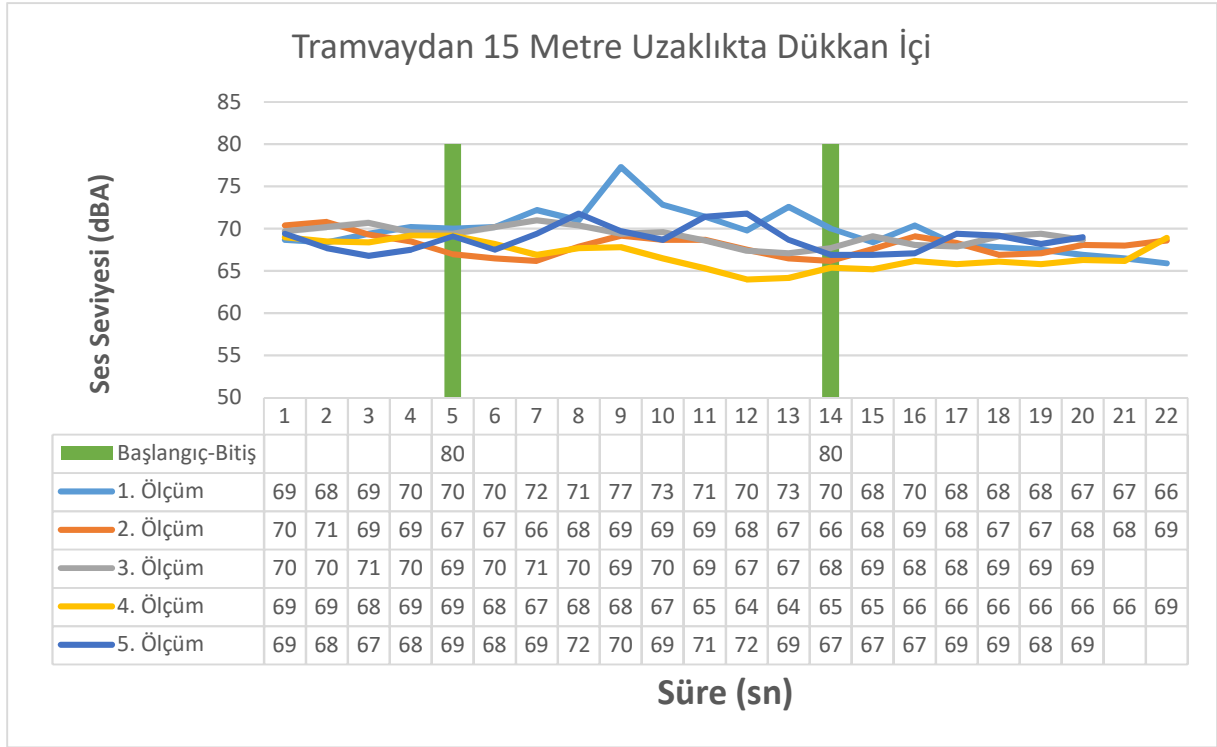


Şekil 5.10 Tramvaydan 10 metre Uzaklıktaki Restoranda Yapılan Ölçümler

Restoranın içerisinde yapılan ölçümlerde 3. ölçüm esnasında bir müşterinin oluşturmuş olduğu ani ses artışına sebep olmuştur. Bunun dışında tramvay geçişinin herhangi bir etkisi gözlemlenmemiştir.

5.4.4. Mağaza içerisinde

Tramvay yolundan 15 metre uzaklıkta bulunan bir mağazanın içerisinde tramvay geçişleri sırasında yapılan ölçümler sonucu Şekil 5.11 elde edilmiştir.



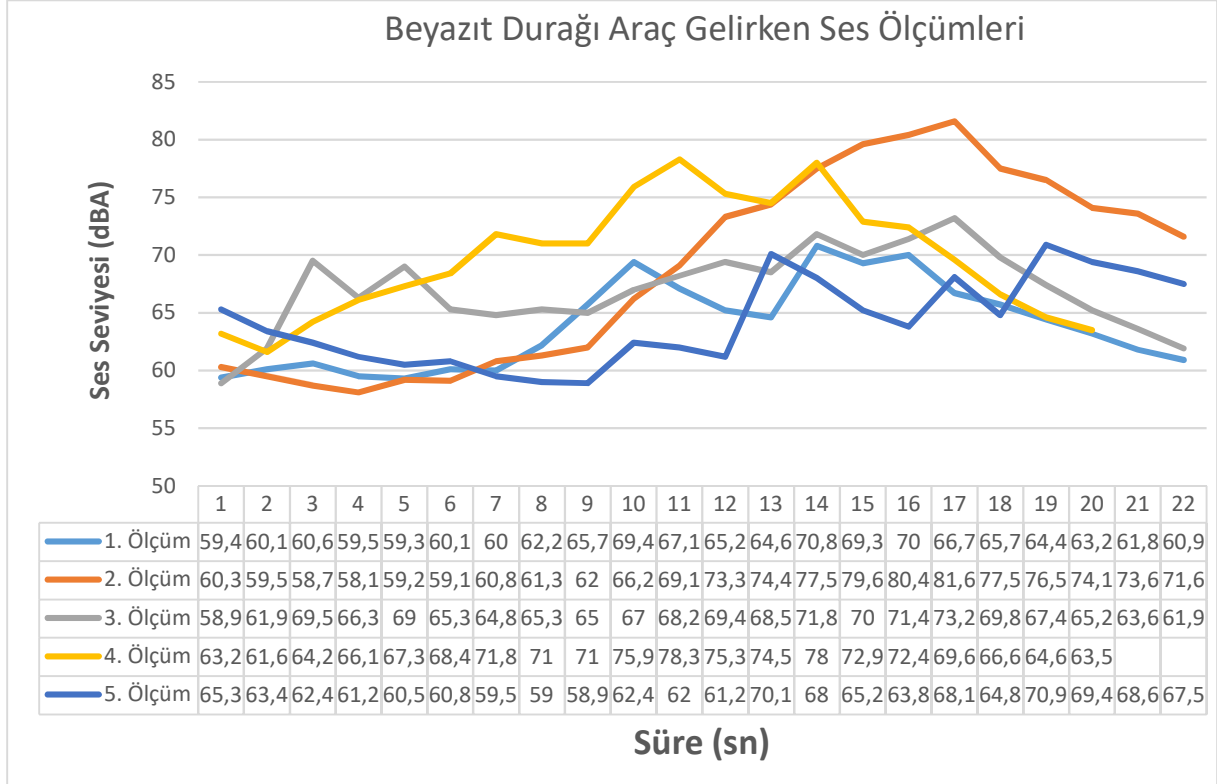
Şekil 5.11 Tramvaydan 15 metre Uzaklıktaki Mağazada Yapılan Ölçümler

Yapılan ölçümler sonucunda 1. ölçüm sırasında bir ani artış görülmüştür bunun sebebi mağaza içerisinde yapılan anons çağrısıdır. Tramvay geçişi sırasında ses seviyesinde herhangi bir artış gözlemlenmemiştir.

5.5. İstasyonda Gürültü Ölçümü

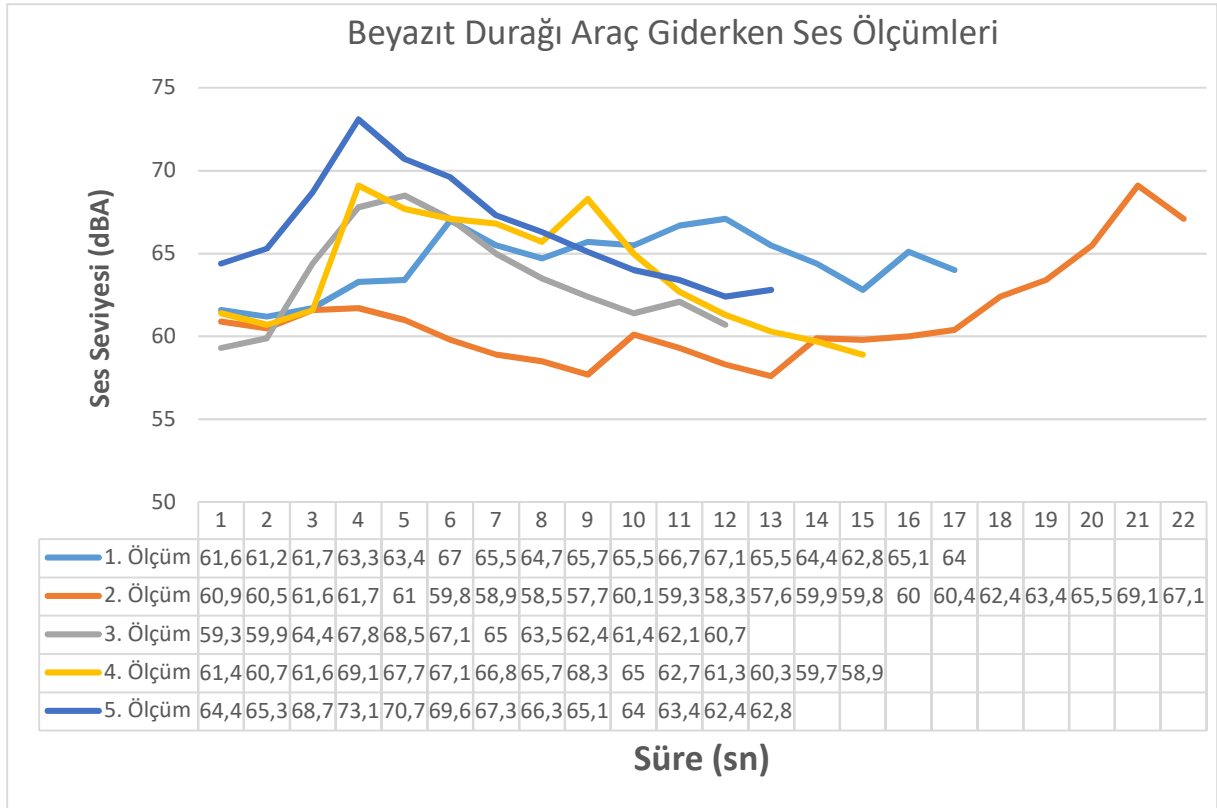
5.5.1. Beyazıt-Kapalı Çarşı istasyonu

Beyazıt-Kapalı Çarşı tramvay istasyonunda, aracın istasyona yanaşma ve kalkış durumlarında oluşturdukları ses seviyeleri, istasyon içerisinde araç yokken ve araç yolcu indirme bindirme halinde iken ölçümler yapılmıştır.



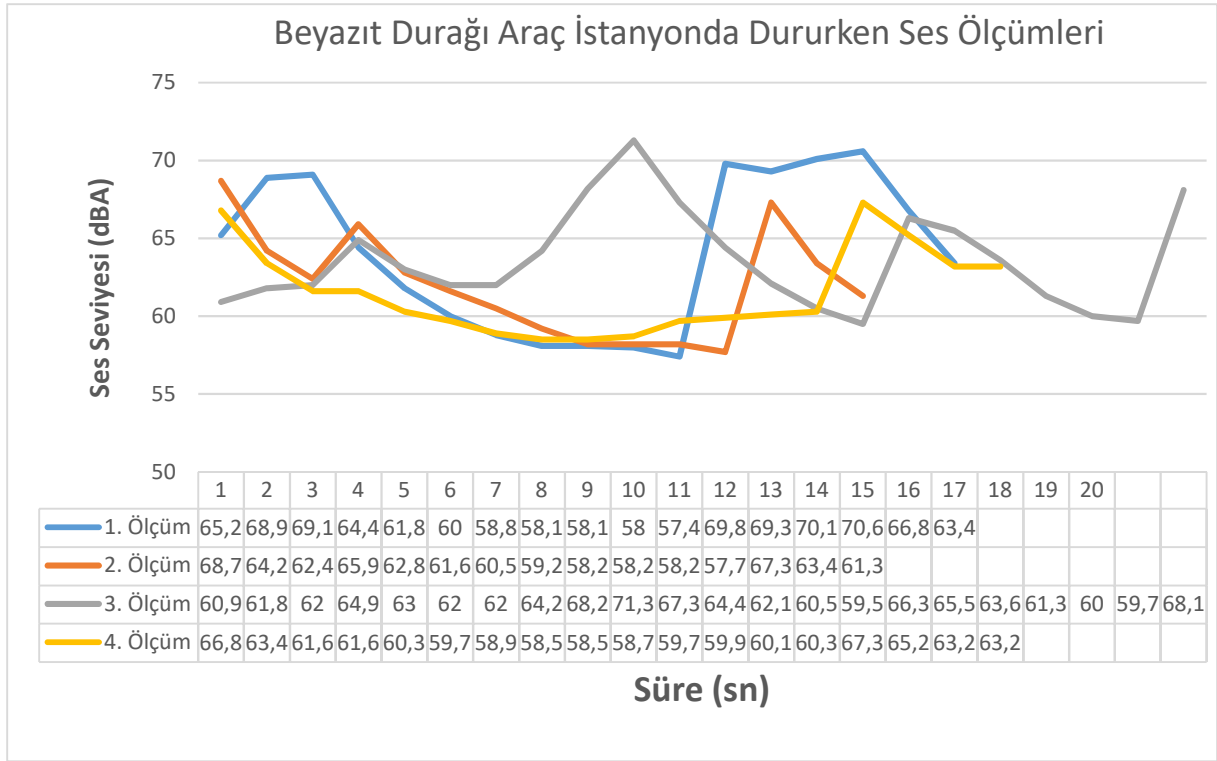
Şekil 5.12 Beyazıt Durağı Araç Gelirken Yapılan Ses Ölçümleri

Şekil 5.12 da verilen ölçümlerde 2. ve 3. ölçümde büyük oranda bir ses artışı gözlemlenmiştir bunun sebebi tramvayın makastan geçerek ray değiştirmesidir.



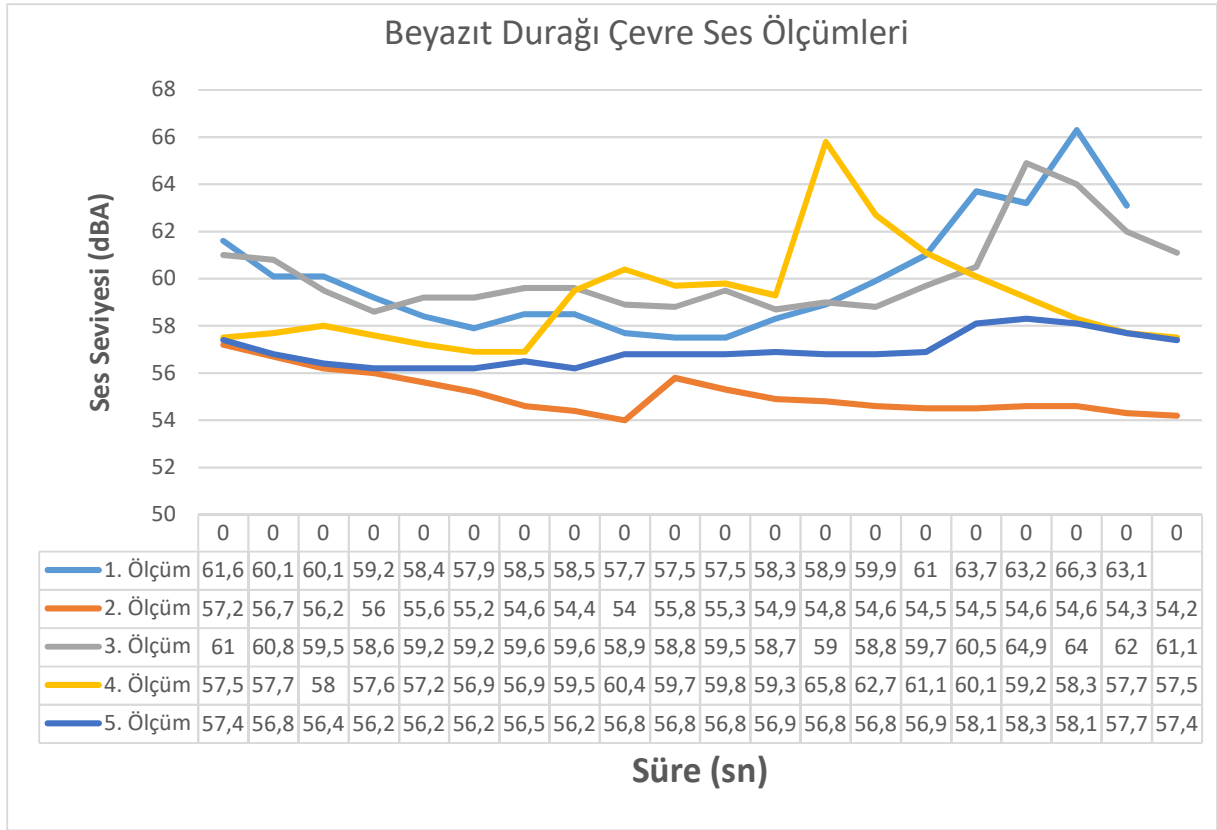
Şekil 5.13 Beyazıt Durağı Araç Giderken Yapılan Ses Ölçümleri

Şekil 5.13’de verilen ölçümlerde 1. ve 2. ölçümde büyük oranda bir ses artışı gözlemlenmiştir bunun sebebi tramvayın makastan geçerek ray değiştirmesidir.



Şekil 5.14 Beyazıt Durağı Araç İstasyonda Dururken Ses Ölçümleri

Şekil 5.14’de görüldüğü üzere aracın istasyonda durur pozisyonda oluşturduğu ses seviyelerinin insanların araç iniş ve binış sırasında oluşturdukları hareket ile birlikte çıkardıkları seslerden kaynaklandığı gözlemlenmiştir.

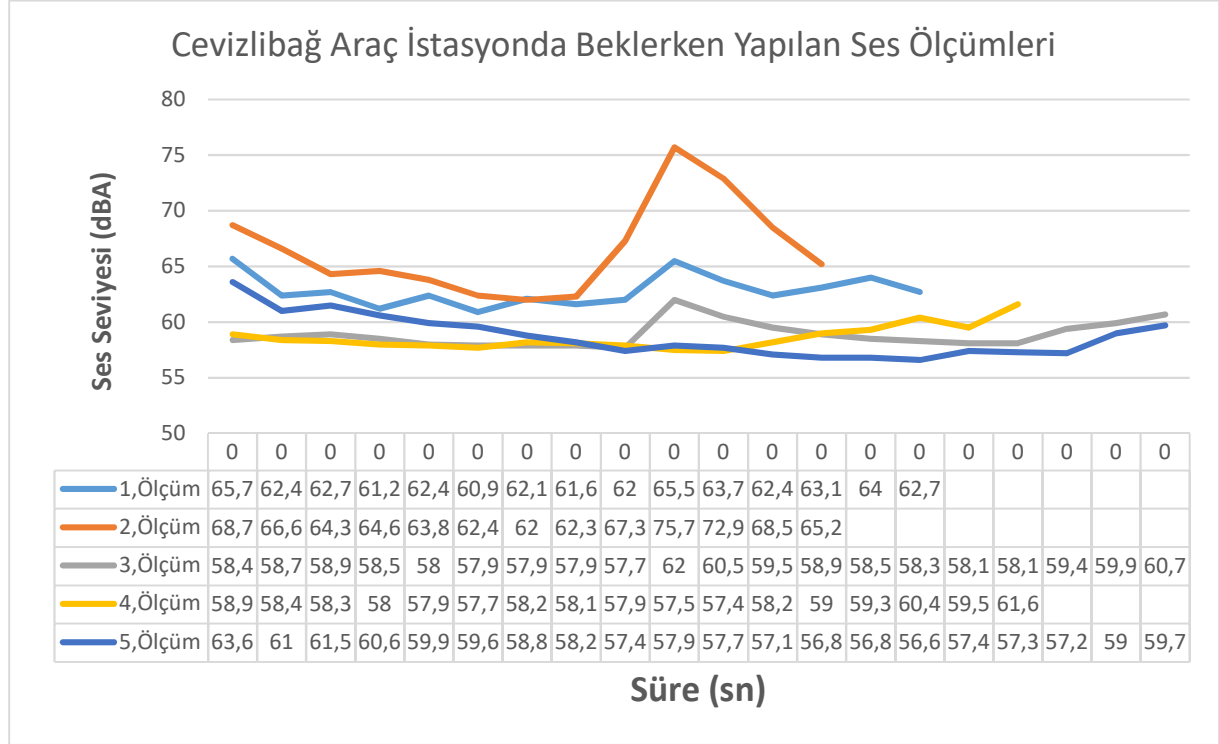


Şekil 5.15 Beyazıt Durağı Çevre Ses Ölçümleri

Beyazıt-Kapalı Çarşı durağı içerisinde yapılan çevresel ses seviyesi ölçümleri sırasında 1., 3. ve 4. ölçümler sırasında insanların durağa girişleri sırasında turnikelerin yapmış olduğu bakiye yetersiz sesi ani artışlara sebep olmuştur.

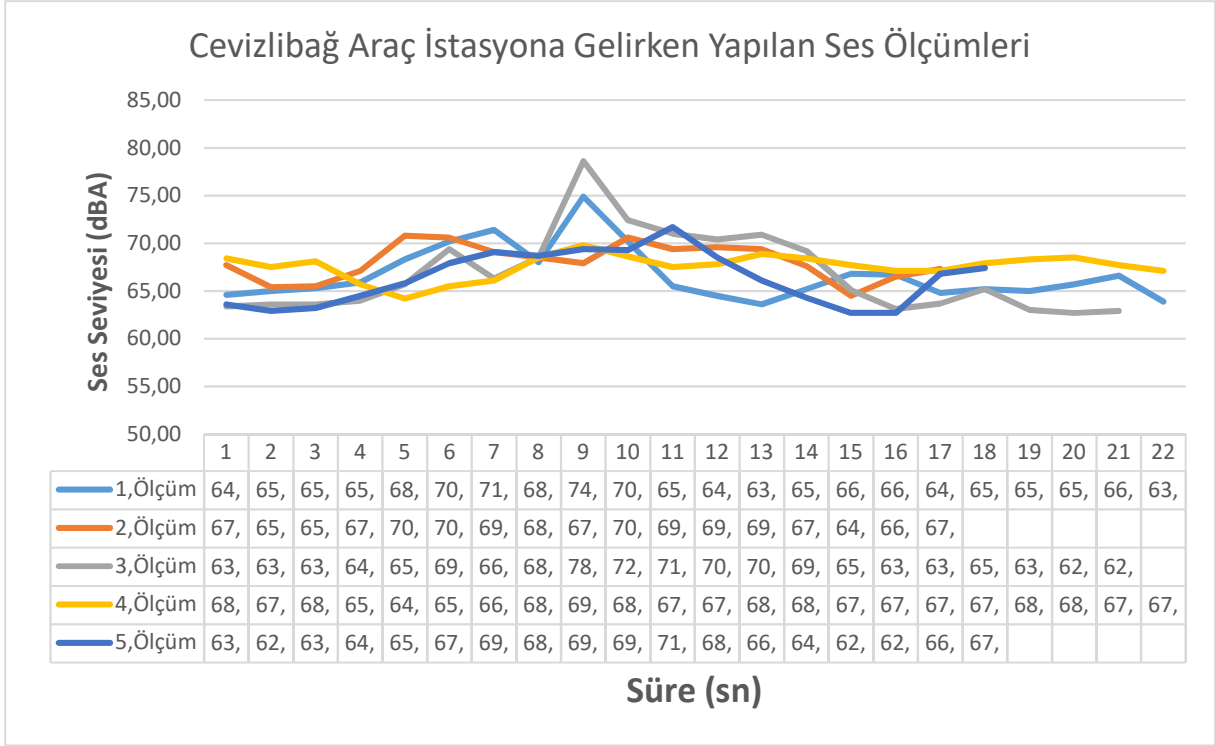
5.5.2. Cevizlibağ tramvay istasyonu

Cevizlibağ tramvay istasyonunda aynı standartlarda ölçümler yapılmıştır. İstasyona araç geliş, gidiş ve bekleme süreçlerinde ölçümler yapılmıştır.



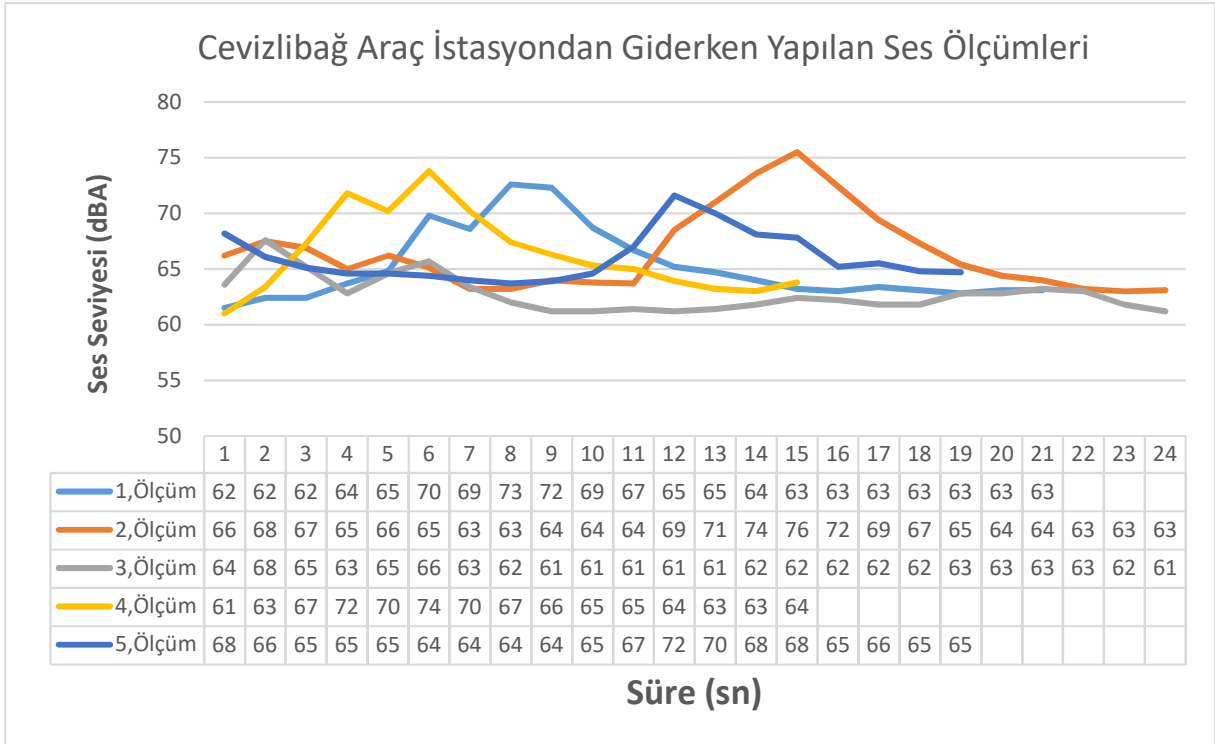
Şekil 5.16 Cevizlibağ Araç İstasyonda Beklerken Yapılan Ses Ölçümleri

Araç istasyon içerisinde beklerken yapılan ölçümlerin 2.sinde iki vatandaşın kendi aralarında sert bir tartışma içerisine girmiş olmaları ölçüm sonuçlarını etkilemiştir. Oluşan etkiyi grafik üzerinde gözlemlemek mümkündür.



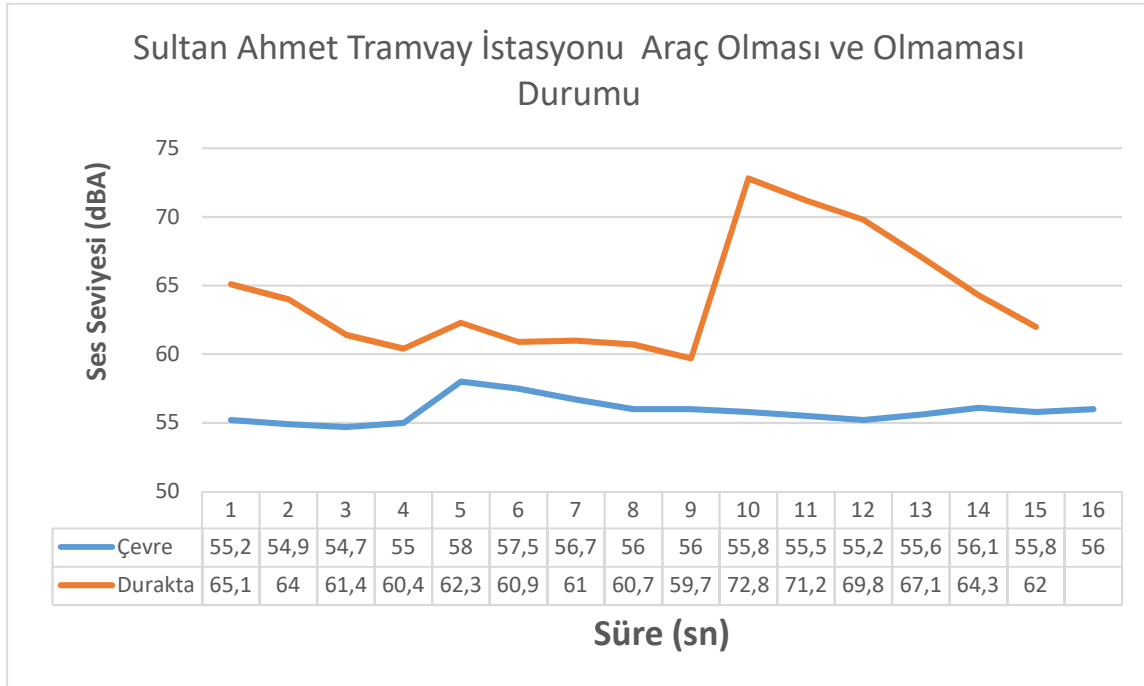
Şekil 5.17 Cevizlibağ Araç İstasyona Gelirken Yapılan Ses Ölçümleri

Aracın istasyona gelişi esnasında oluşan bazı ani artışlar mevcuttur. 1. ve 3. ölçümlerde araç yolu üzerindeki insanların çekilmeleri için korna çalmıştır ve sonuçları etkilemiştir.



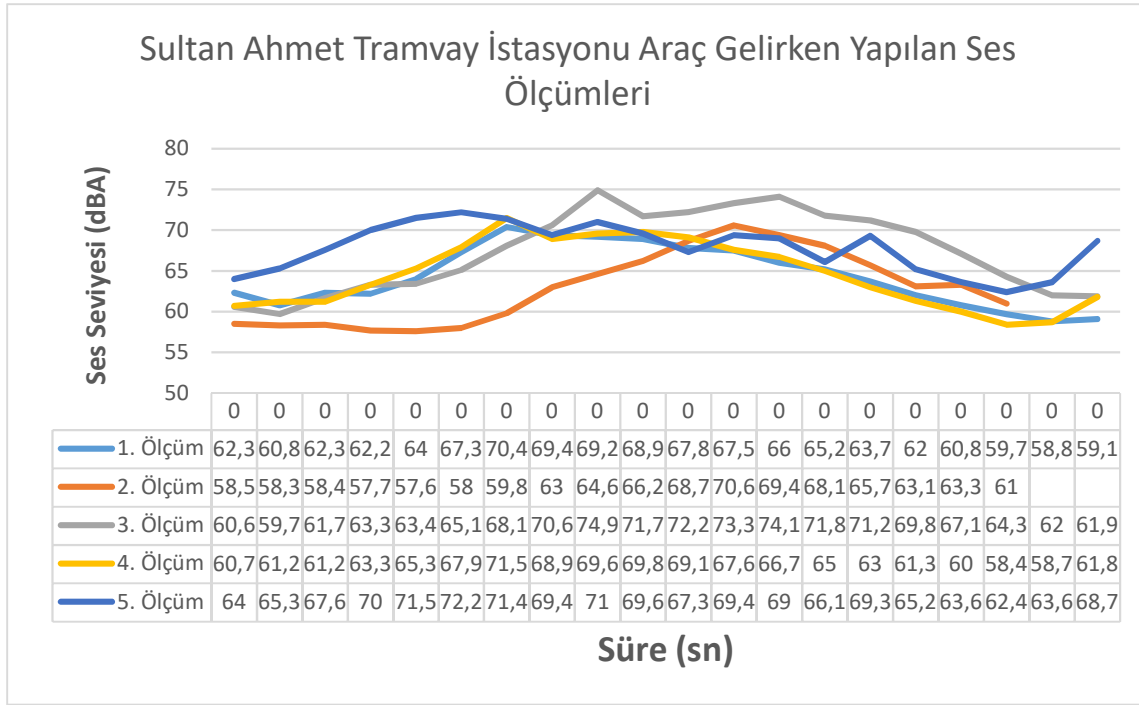
Şekil 5.18 Cevizlibağ Araç İstasyondan Giderken Yapılan Ses Ölçümleri

5.5.3. Sultan Ahmet tramvay istasyonu

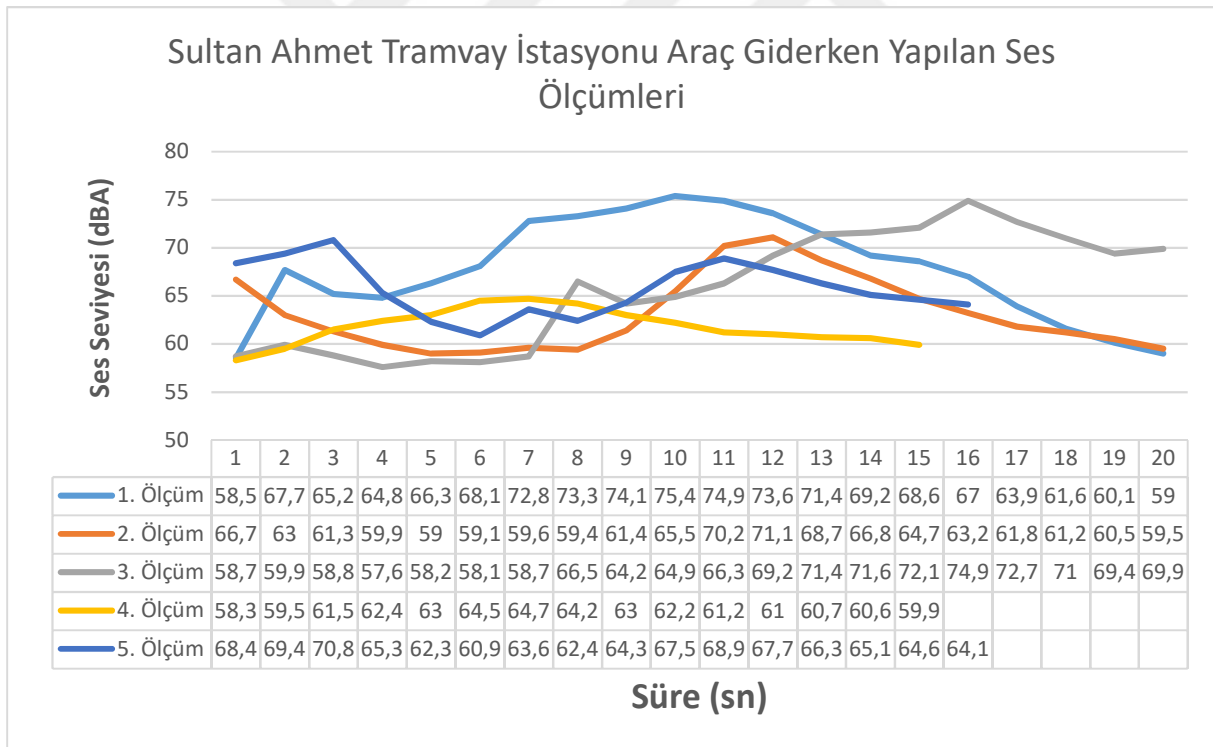


Şekil 5.19 Sultan Ahmet Tramvay İstasyonu Araç Olması ve Olmaması Durumu

Yukarıdaki grafikte de gözlemleneceği gibi araç durak içerisinde iken ciddi bir oranda ses seviyesi artışı yaşanmıştır. Bunun sebebi de aracın yolcu indirilmesi ve inen insanların oluşturmuş oldukları gürültülerdir, ani artış ise aracın kapı kapama uyarı sesinden dolayı oluşmuştur.



Şekil 5.20 Sultan Ahmet Tramvay İstasyonu Araç Gelirken Yapılan Ses Ölçümleri

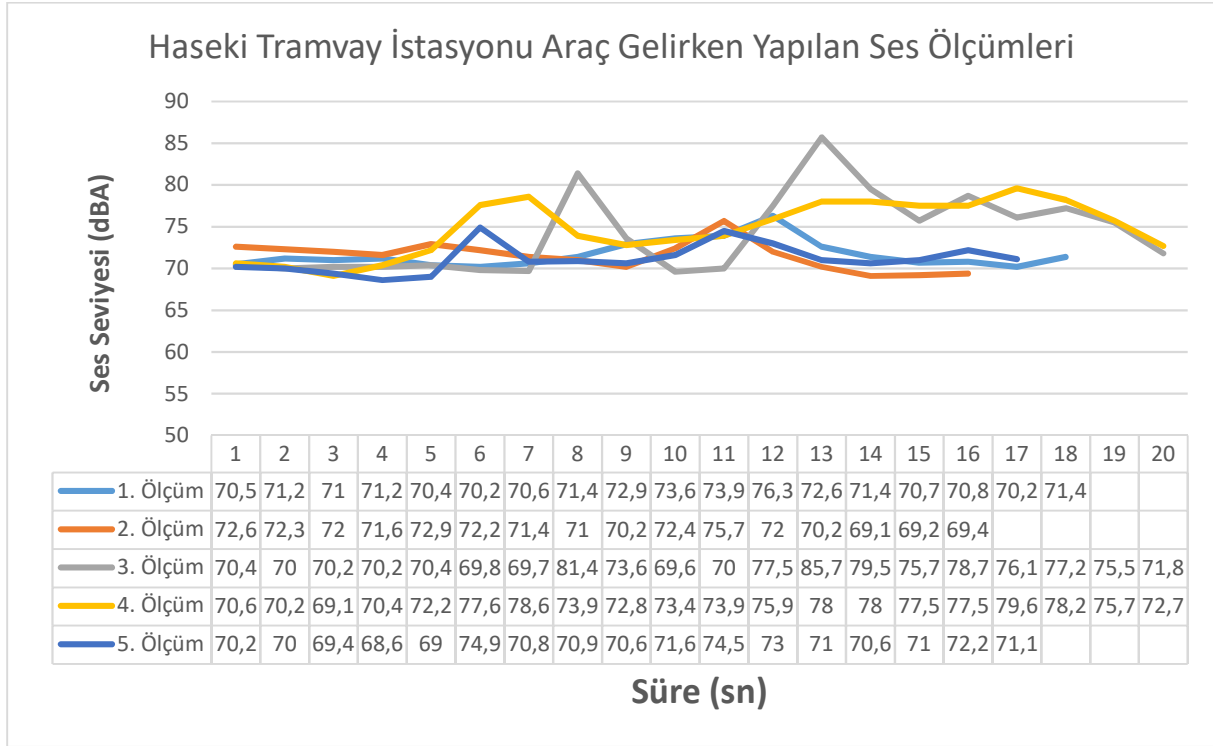


Şekil 5.21 Sultan Ahmet Tramvay İstasyonu Araç Giderken Yapılan Ses Ölçümleri

Aracın gidiş sıraların da korna çalma ve turnike geçiş seslerinin etkilerini gözlemlenmiştir.

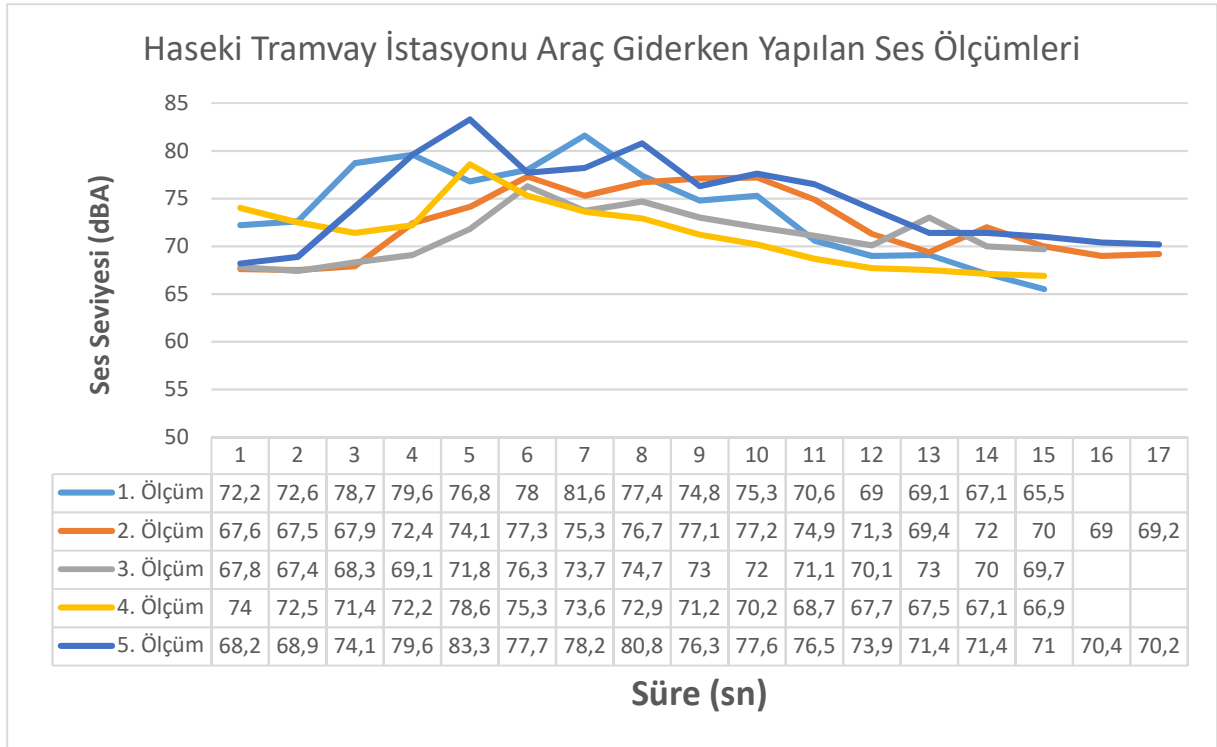
5.5.4. Haseki tramvay istasyonu

Haseki tramvay istasyonunda da diğer istasyonlarla aynı standartlarda ölçümler gerçekleştirilmiştir.



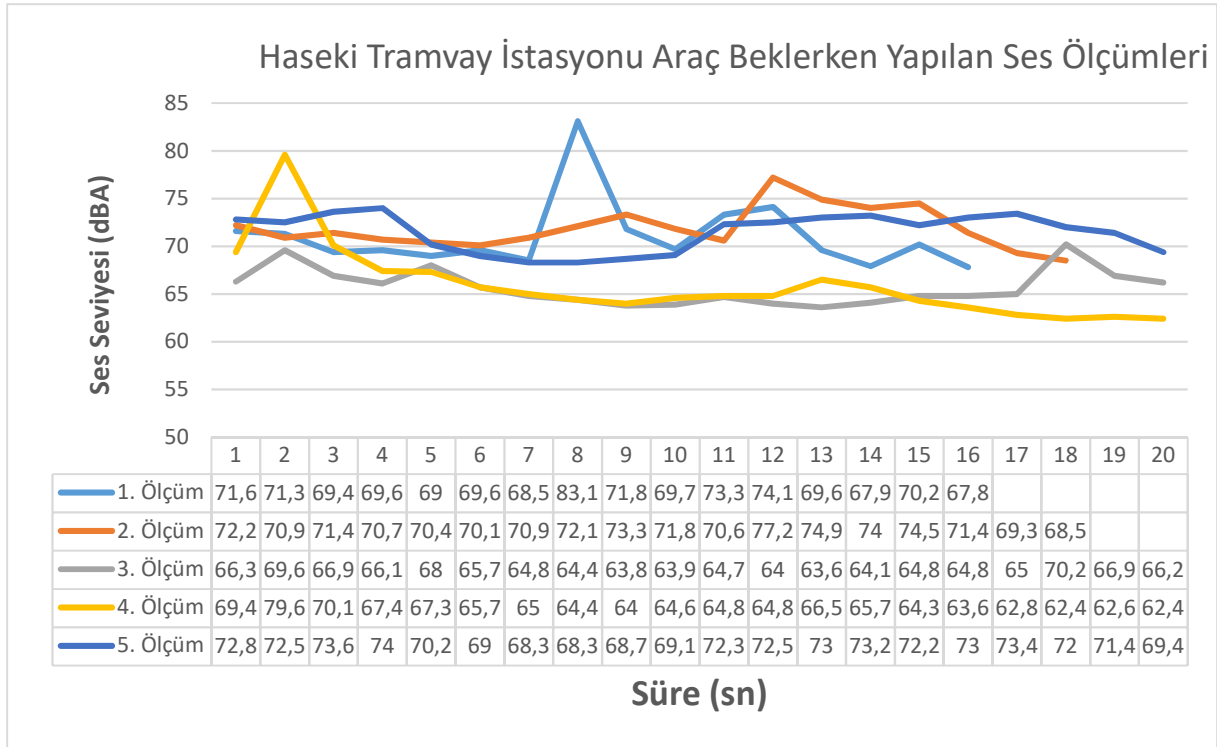
Şekil 5.22 Haseki Tramvay İstasyonu Araç Gelirken Yapılan Ses Ölçümleri

Yapılan 3. ölçümde gözlemlendiği gibi bazı ani artışlar mevcuttur bunun sebebi ölçüm cihazına yakın geçen yüksek sesli konuşan insanlardır.



Şekil 5.23 Haseki Tramvay İstasyonu Araç Giderken Yapılan Ses Ölçümleri

Haseki tramvay istasyonunda yapılan ölçümlerde, hem zemin geçişten dolayı 3. saniyeden itibaren bütün ölçümlerde büyük miktarda ses artışı gözlemlenmiştir.

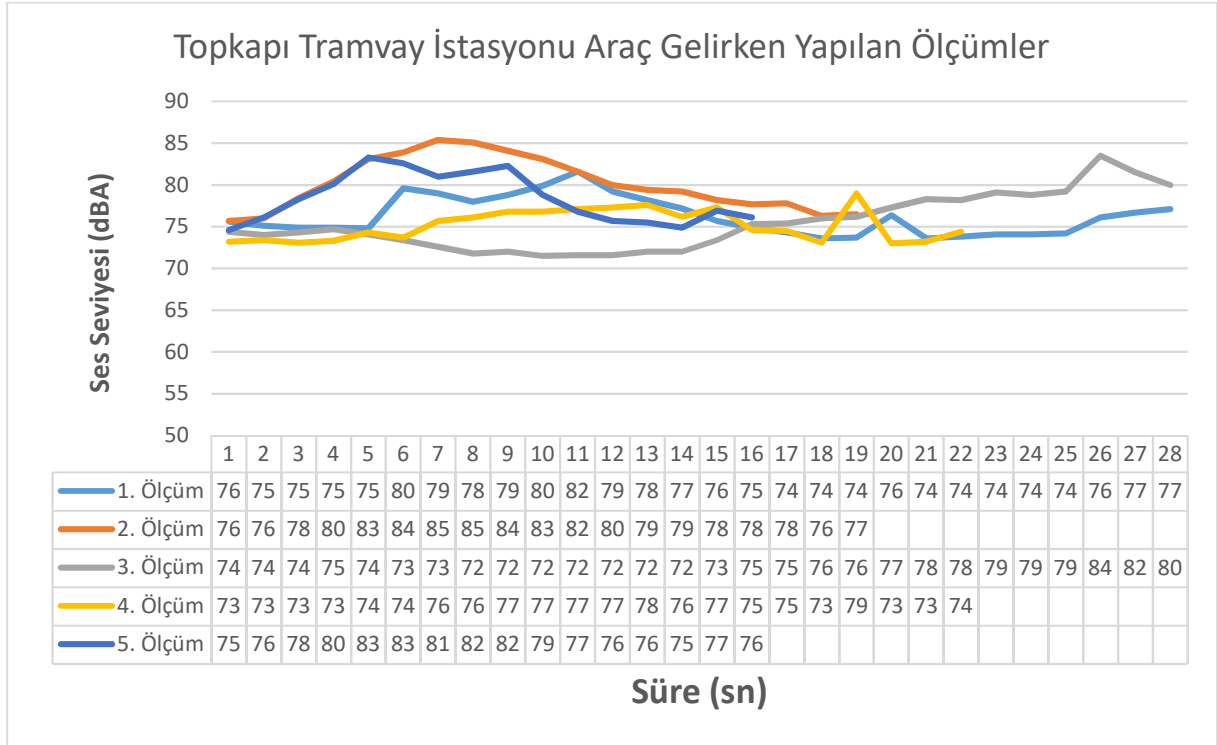


Şekil 5.24 Haseki Tramvay İstasyonu Araç Beklerken Yapılan Ses Ölçümleri

Şekil 5.26’da görüldüğü gibi 1. ölçümde ani artış mevcuttur bunun sebebi çevredeki bir yoldan geçen motosikletin çıkarmış olduğu sestir.

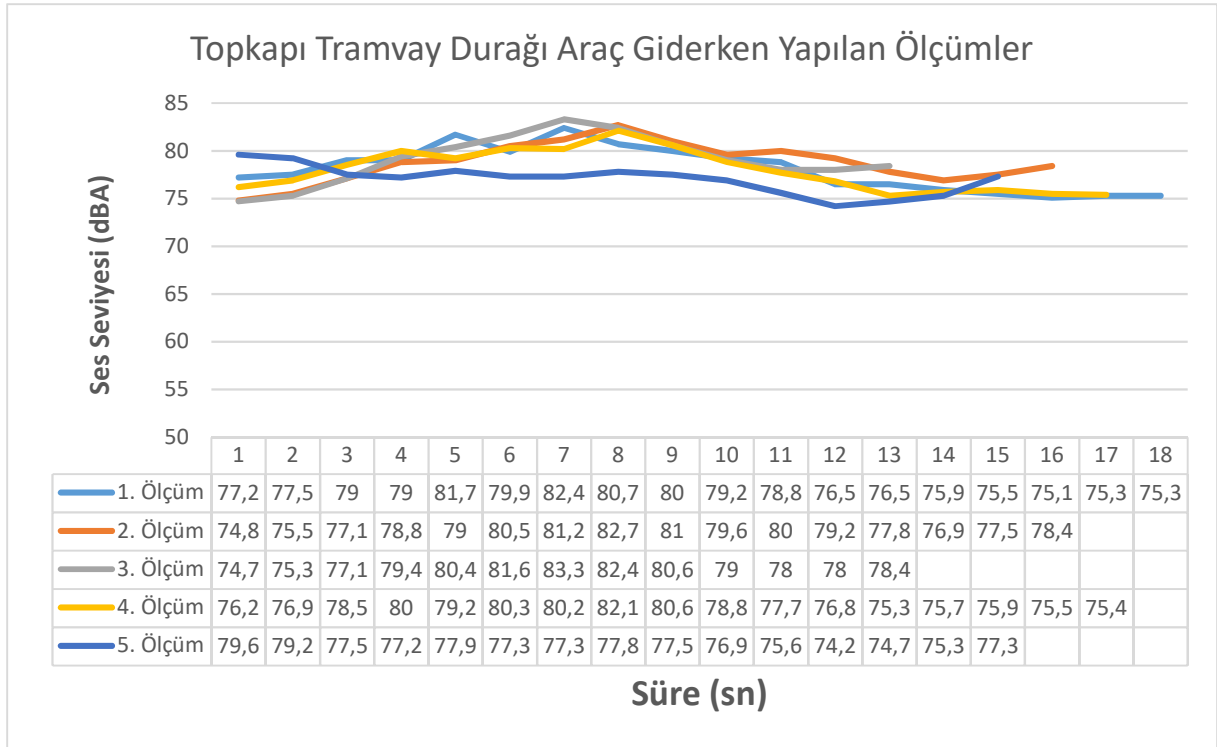
5.5.4. Topkapı tramvay istasyonu

Topkapı tramvay istasyonunda aynı standartlarda ölçümler yapılmıştır. İstasyona araç geliş, gidiş ve bekleme süreçlerinde ölçümler yapılmıştır.

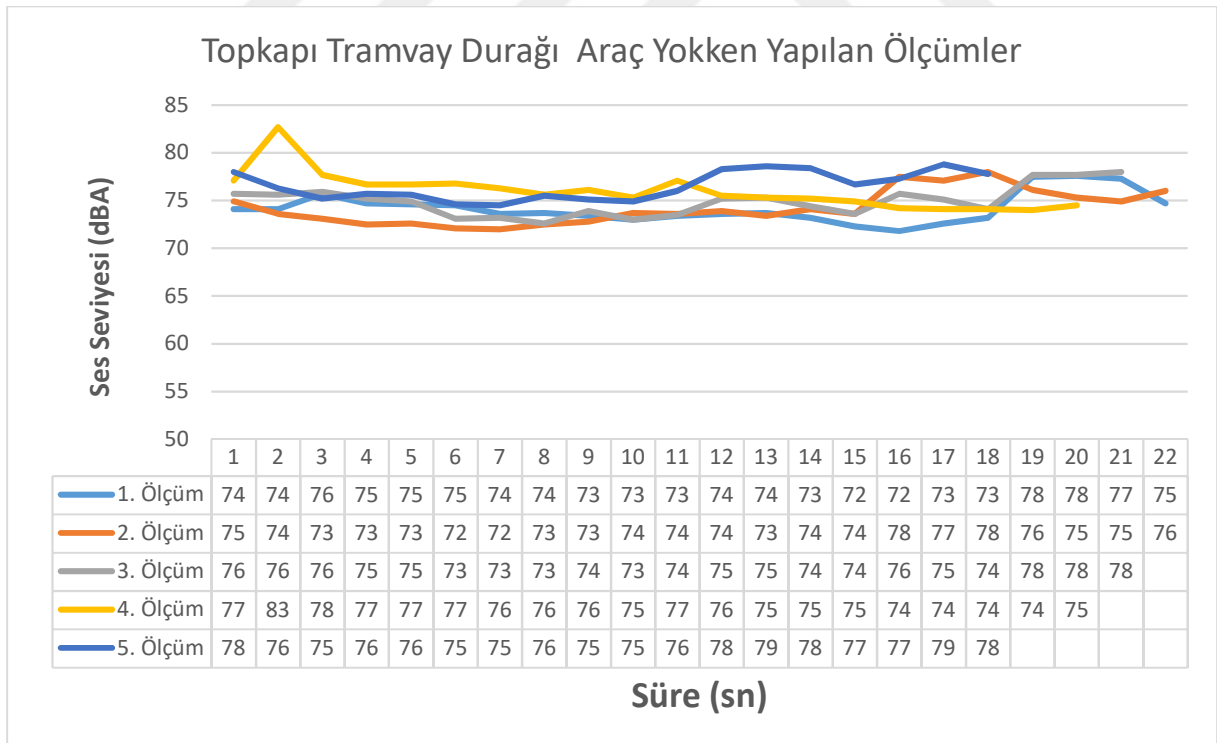


Şekil 5.25 Topkapı Tramvay İstasyonu Araç Gelirken Yapılan Ölçümler

Yapılan ölçümlere göre Şekil 5.25’de görüldüğü gibi 2. ve 5. ölçümlerde araç gelişi sırasında korna sesinden dolayı ani artışlar yaşanmıştır.



Şekil 5.26 Topkapı Tramvay Durağı Araç Giderken Yapılan Ölçümler

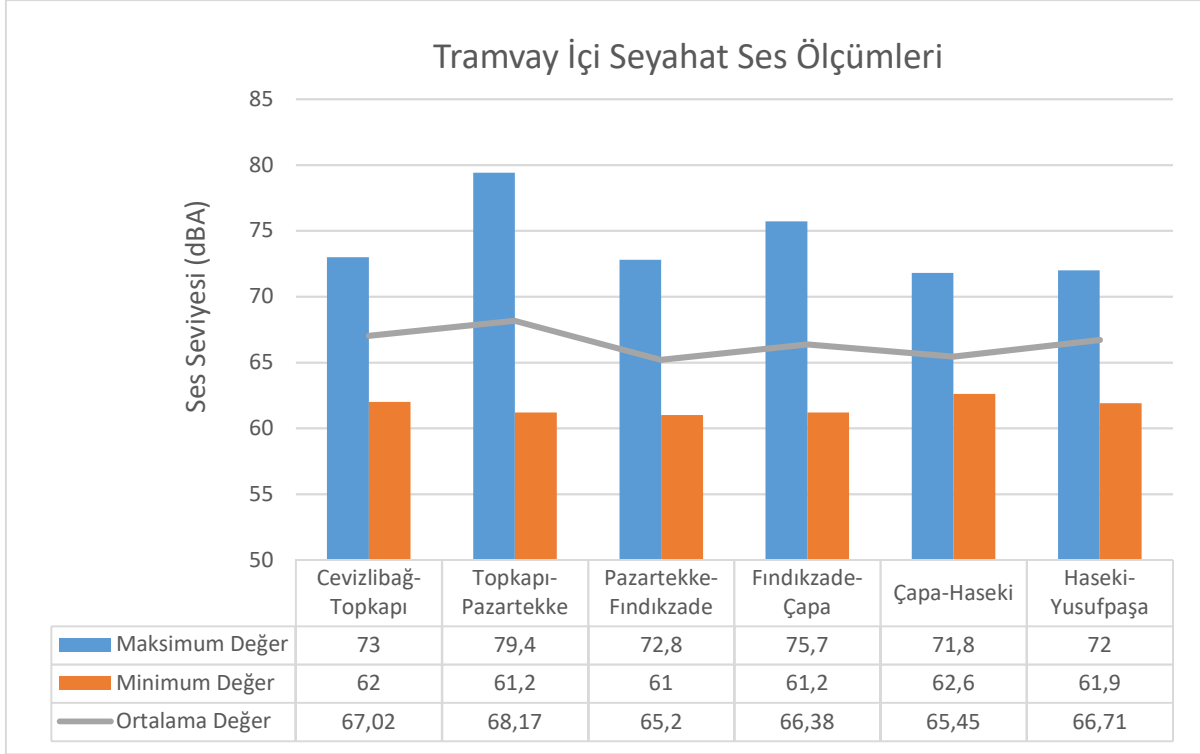


Şekil 5.27 Topkapı Tramvay Durağı Araç Yokken Yapılan Ölçümler

5.6. Araç İçerisinde Gürültü Ölçümü

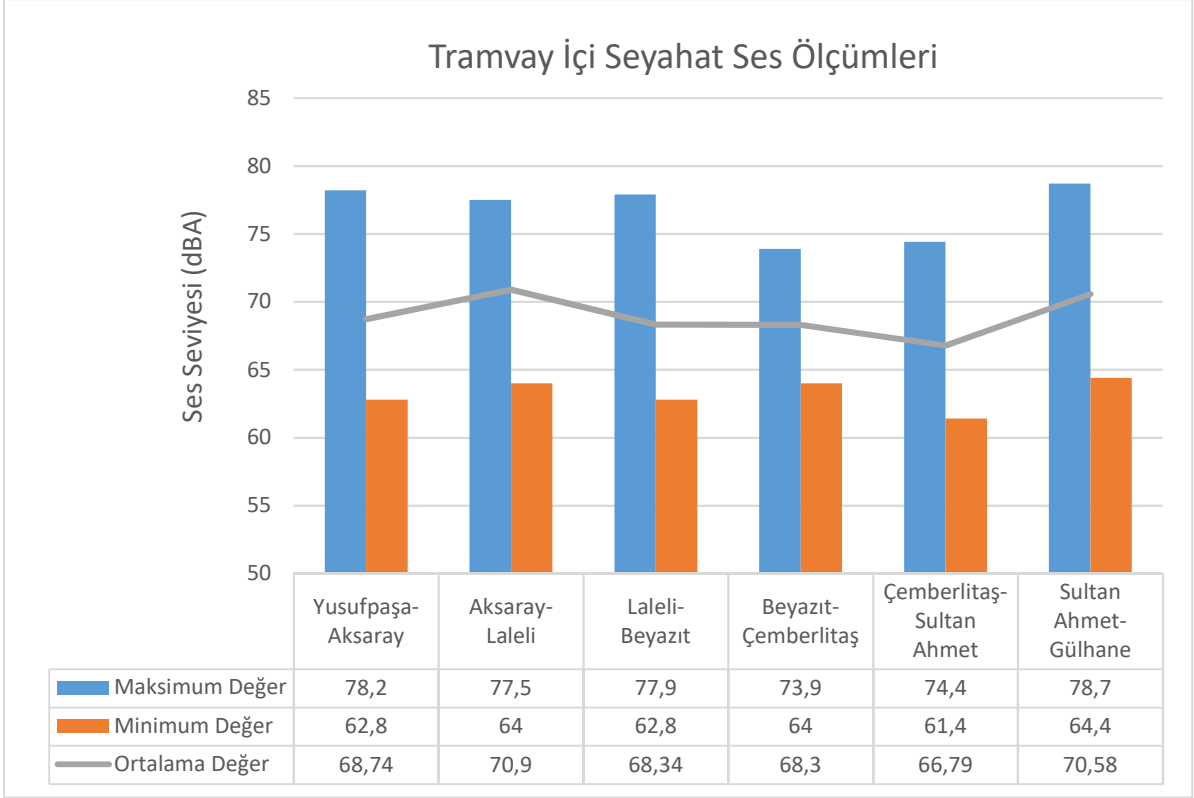
Araç içerisinde yapılan ölçümler iki durak arası yolculuk boyunca yapılmıştır. Tramvayın 4'lü teker aksının merkezinde yapılmıştır. Genel olarak akşam saatlerinde insanların oluşturduğu gürültünün daha az olduğu saatler tercih edilmiştir.

5.6.1. Cevizlibağ-Kabataş yönü

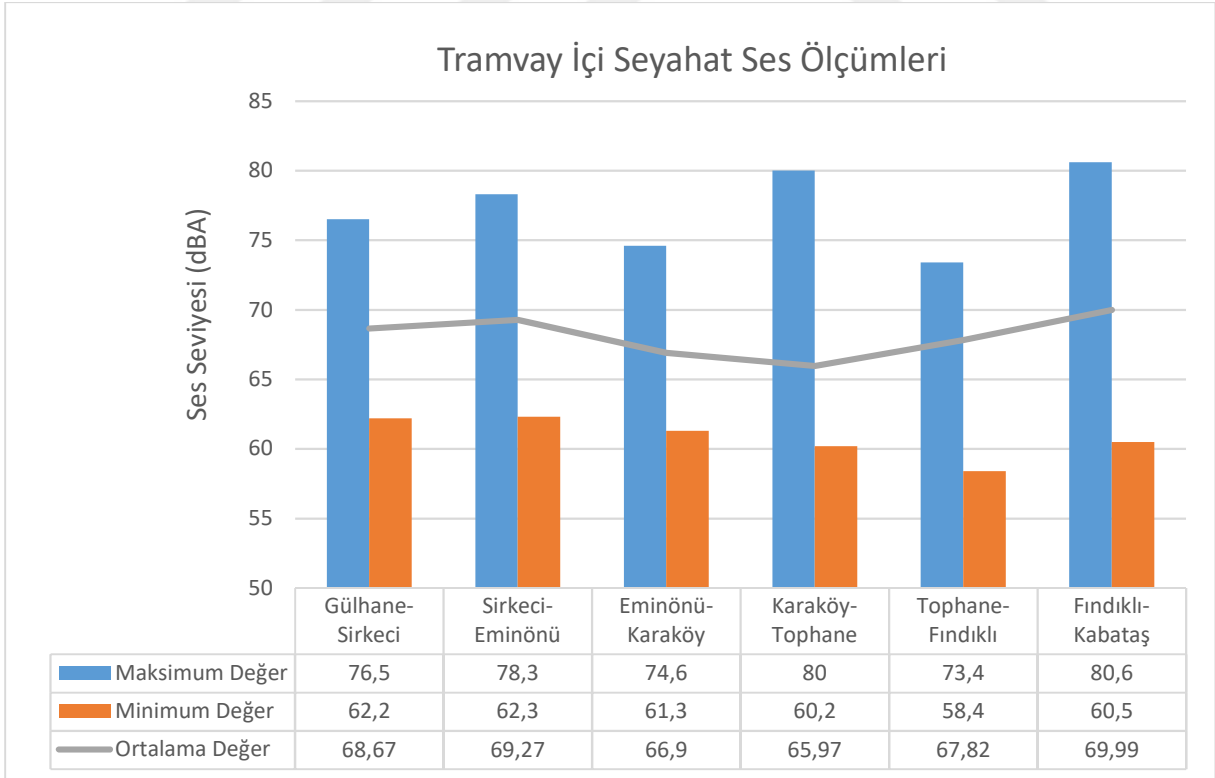


Şekil 5.28 Tramvay İçi Seyahat Ses Ölçümleri 1

Şekil 5.28'de görüldüğü gibi Topkapı Pazartekke arası yapılan ölçümlerde hem ölçülen maksimum değer hem de ortalama diğer duraklara oranla daha fazla çıkmıştır, bu durumun sebebi tramvay bu yolda alt geçitten geçmesinden dolayı yankının daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 5.29 Tramvay İçi Seyahat Ses Ölçümleri 2

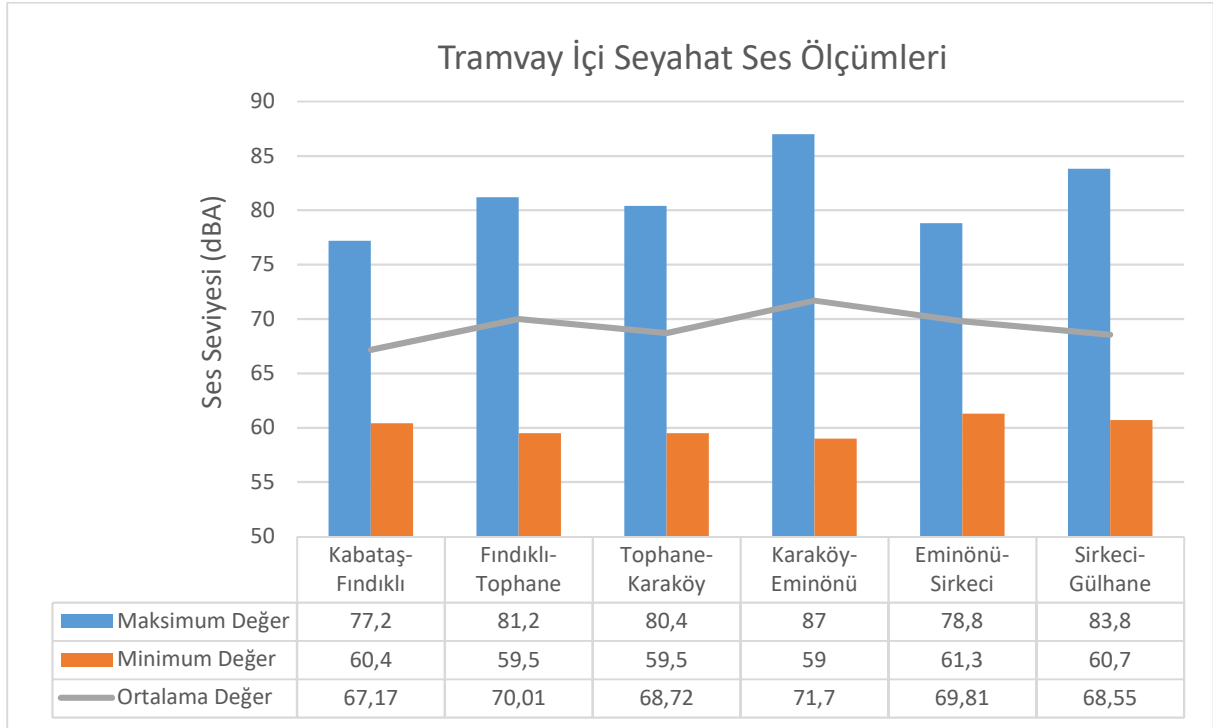


Şekil 5.30 Tramvay İçi Seyahat Ses Ölçümleri 3

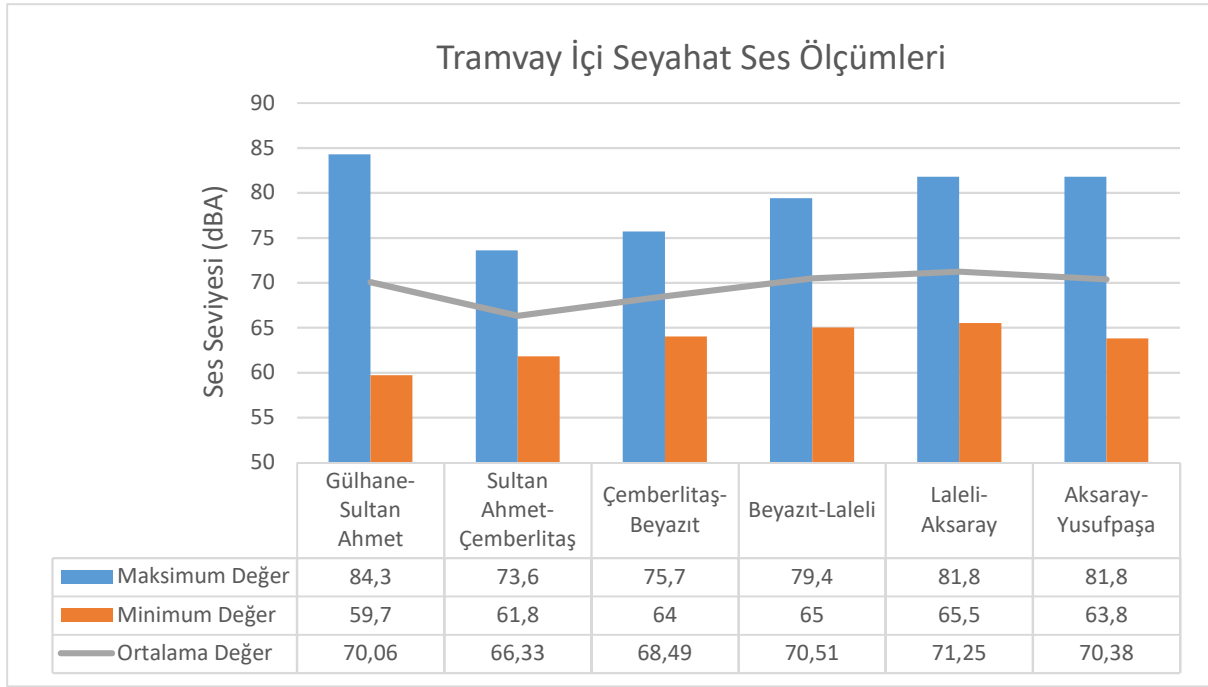
Yapılan ölçümlere göre Gülhane Tophane istasyonları arasında ölçülen sesin büyüklüğünün sebebi tramvay güzergâhının çok virajlı olması ve dönüşler sırasında daha çok ses oluşturmasıdır. Fındıklı-Kabataş arasında oluşan büyüklüğün sebebi de son durak olması sebebiyle daha fazla anons yapılmasıdır.

5.6.2. Kabataş Cevzlibağ yönü

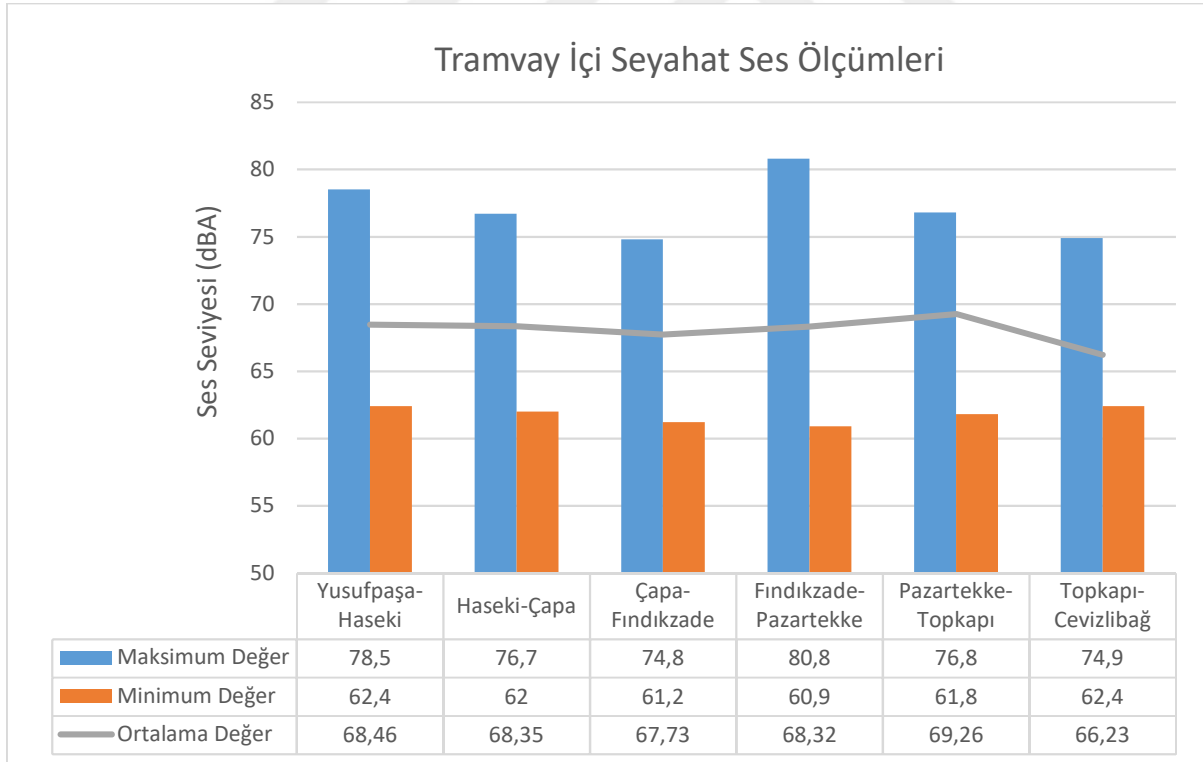
Yapılan dönüş yolu araç içi ölçümler incelendiğinde de dönüş yolculuğunda da büyük çapta uygunluk gözlemlenmiştir. Oluşan bazı farklılıkların sebebi insan faktörüdür.



Şekil 5.31 Tramvay İçi Seyahat Ses Ölçümleri 4



Şekil 5.32 Tramvay İçi Seyahat Ses Ölçümleri 5



Şekil 5.33 Tramvay İçi Seyahat Ses Ölçümleri 6

6.SONUÇ

Bu tez çalışmasında çevre ile ilgili genel bilgiler, çevremizin hayatımızdaki önemi, ulaşım sektörü ile ilgili genel bilgiler, raylı ulaşım sistemleri hakkında detaylı açıklamalar, gürültünü tanımı etkileri önemi, literatürde bu konuyla ilgili daha önce yapılmamış çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir. Kullanılan metot açıklanmış, toplanılan veriler excel tabloları şeklinde gösterilmiştir. Sonuç olarak, tramvay gürültüsünün insan hayatına etkileri tartışılmıştır.

Raylı ulaşım sistemlerinin çeşitleri kullanımları ilgili genel ve teknik bilgiler verilmiştir. Şehir içi ve şehir arası olarak iki ana konu başlığı altında açıklanmıştır. Bu tez çalışmasına konu olan tramvay, şehir içi raylı ulaşım sistemleri konu başlığı altında incelenmiştir.

Gürültünün insan hayatına olan etkileri konu başlıkları altında toparlanmış detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Gürültü kirliliğinden bahsedilmiş, gürültü kirliliğinin üzerinde durulmuş ve kaynakları açıklanmıştır. Ulaşım sistemlerinin oluşturduğu gürültü kirliliğine yönelik detaylı açıklamalar yapılmıştır. Gürültü kirliliğinin önüne nasıl geçilebileceği ile ilgili çeşitli yöntemlerden bahsedilmiştir.

Günümüzde gürültü kirliliği problemi halen devam etmekte hatta metropollerin büyümeye devam etmesiyle orantılı olarak artış göstermektedir. Bununla ilgili geçmişte birçok araştırma yapılmış ve konunun önemi açıklanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalar halen devam etmekte ve bu çalışma da bu kapsamda gürültü problemine çözüm arayışı için hazırlanmıştır. Konu ile ilgili yapılmış çalışmalardan en alakalı olanlarından kısaca bahsedilmiştir.

Çalışmada kullanılan cihaz 'Extech HD 600' KTO Karatay Üniversitesi tarafından temin edilmiştir olup cihaz ile ilgili teknik ve genel bilgiler, cihazın çalışma sistemi hakkında bilgiler verilmiştir. İmkânlar doğrultusunda kullanılan bu cihaz toplam ses şiddetini ölçebilmekte ancak frekans ölçümü yapamamaktadır. Bu özellikler dâhilinde yapılan ölçümlerde toplam ses seviyeleri ölçümleri yapılmış ancak sesleri birbirinden ayırtırmadan sadece tramvay gürültüsü olarak incelenememiştir. Bu konu ile ilgili uluslararası standartlardan bahsedilmiş ve ülkemizde geçerliliği olan yönetmelikler gösterilmiştir.

Ölçümler araç içi ve araç dışında gerçekleştirilmiştir. Araç içerisinde yapılan ölçümler seyahat sürelerince yapılmış olup iki durak arası olarak sınıflandırılmıştır. Ölçüm zaman aralıkları uzun süreler sürmesinden dolayı sesin anlık değişimleri grafik üzerinde gösterilmesi uygun bulunmamıştır, bundan dolayı maksimum, minimum ve ortalama değerleri grafikler üzerinde gösterilerek duraklar arasında kıyaslamalar yapılabilmektedir.

Araç dışında yapılan ölçümler farklı ortam koşullarında gerçekleştirilmiştir. Çeşitli istasyonlarda araçların gelirken, istasyon içerisinde ve kalkışları sırasından ölçümler gerçekleştirilmiştir. Düz yol ve rampa kıyaslaması yapılmıştır. İnsanlara olan etkileri kapsamında tramvay yolu yakınındaki dükkânların içerisinde mağaza ve restoranda ölçümler yapılmıştır.

Sonuç olarak sadece tramvayın oluşturduğu gürültü ayrıştırılamasa bile tramvay geçiş zamanlarında oluşan gürültü ölçülmeye çalışılmıştır. Ölçülen ses değerleri yönetmeliklerde belirtilen sınır değerlerin üzerinde olduğu gözlemlenmiş ve önlem alınması gereken bir konu olduğu ortaya konulmuştur. Ancak tramvayın oluşturduğu gürültünün istasyonlarda bekleme halinde herhangi bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Tramvayın oluşturduğu sesin büyük bir çoğunluğu dış etmenler kaynaklı olduğu gözlemlenmiştir. Tramvaya yapılan dış müdahaleler yolunun engellenmesi ve korna çalması gibi örnekleri olan bu durumların etkileri grafikler üzerinde açıklanmıştır. Dükkân içerilerinde insanlara tramvay geçişleri sırasında herhangi bir etki olmadığı ortaya konulmuştur.

İnsanların maruz kaldığı bu gürültü seviyelerinin önüne geçilebilmesi amacıyla insanları bilinçlendirme programların yapılması uygun olacaktır. Gerekli yerlerde ray teker gürültüsü ile ilgili alınabilecek önlemler mevcuttur. Bu tez çalışmasının literatüre katkıda bulunması beklenmektedir ve bundan sonra yapılacak olan çalışmalara kaynak niteliği taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Akyüz, E., Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 15, 2015.
- [2] Chepesuk, R., The Effects of Living in a Noisy World-Environ Health Perspect, 113, 34-41, 2005.
- [3] Pektaş, İ., Anadolu Raylı Ulaşım Sistemleri Kümelenmesi, Arus Raylı Ulaşım Sistemleri Kümelenmesi, 2017.
- [4] Gökdağ, M., Trafik ve Gürültü, Tabiat ve İnsan, 41-44, 1992.
- [5] Çoşaran, Ç., Otobüs ve Tramvay Benzeri Sistemlerin İncelenip İşletme Maliyetlerinin Karşılaştırılması, 33, 2018.
- [6] Arlı, V., Kent İçi Raylı Sistemler, Teknik Dergi, EMO Antalya Şubesi, 2, 15-16, 2010.
- [7] Aktürk, N., Raylı toplu taşıma sistemleri ve raylı toplu taşıma sistemlerinde güvenliği tehdit eden tehlikeler, 3. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı, *Makina Mühendisleri Odası*, 280, 2001.
- [8] Baştürk, G., Kent içi raylı toplu taşıma sistemleri, ulaştırma, Denizcilik Ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara, 2014.
- [9] Gültekin Z., Kent içi ulaşımında monorail sistemi, 4. Ulaşım ve Trafik Kongresi-Sergisi Bildiriler Kitabı, *Makine Mühendisleri Odası*, 2003.
- [10] Yılmaz, E., Ankara - Konya Hızlı Tren Projesi Altyapı İşlerinin İncelenmesi, 3, 2011.
- [11] Erdoğan, E., Kentlerde Trafik Gürültüsü Sorununu Azaltmada Peyzaj Mimarlığı, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi , 2, 203, 2007.
- [12] Aktürk, N., Trafik ışık sürelerinin neden olduğu, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18, 72, 2003.
- [13] Clausen, U., 2012, Reducing railway noise pollution, European Parliament's Committee on Transport and Tourism.
- [14] Asiloğulları, E., Hızlı Raylı Ulaşım Sistem Kaynaklı Çevresel Gürültü, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 3, 15-25, 2003.
- [15] Kamil. S., Gürültü kirliliği, Ulusal Çevre Eylem Planı, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Yayını, 90, 1998.
- [16] Toprak, R., Raylı Ulaşım Sistemlerinin Neden Olduğu Gürültü ve Çevresel Etkileri, TMH Haberleri , 417, 2002.
- [17] Özgen, Ö., 2010, Demiryolu gürültüsü ve etkili önlemlerin incelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [18] 'İLG Gürültü Kontrol Sistemleri' erişim adresi:
<http://ilgltd.com.tr/2016/10/10/bazi-gurultu-degerleri-ve-etkileri/> erişim tarihi: 10 Ekim 2016.
- [19] Aşcıgil, M., 2001, Karayolu Gürültü Haritalarının Hazırlanması, İstanbul.

- [20] Bilgiç, E., 2013, Raylı ulaşım sistemlerinde oluşan akustik gürültü ve ray parametreleri ilişkisi, VIII. Ulusal ölçüm bilim kongresi, Kocaeli.
- [21] Kocer, N., 2007, Elazığ kent merkezinde gürültü düzeyi üzerine trafik, endüstri ve ticari faaliyetlerin etkisi, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Yaşam Çevre Teknoloji , İzmir.
- [22] Candemir, I., Raylı Sistemlerde Gürültü ve Vibrasyon Sorunları, Çözüm Seçenekleri ve Fayda Analizleri, 4, 461-462, 2010.
- [23] Pampal, S., 2005, Raylı ulaşım sistemlerinden kaynaklanan çevresel gürültünün incelenmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trafik Planlama ve Uygulama Anabilim Dalı, Ankara.
- [24] Aktürk, N., Raylı Ulaşım Sistemlerinin Neden Olduğu Gürültü ve Çevresel Etkileri, T. Mühendislik Haberleri , 417, 33-38, 2002.
- [25] Torun, F., Demiryollarından Kaynaklanan Çevresel Gürültü ve Erzurum İli Örneği, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,4, 67-74, 2014.
- [26] Aydın, Ö., Konya şehri taşıt trafiği gürültü seviyeleri haritasının gis ve gps teknolojileri kullanılarak elde edilmesi, Selçuk Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. Dergisi, 2, 20, 2005.
- [27] Şahinkaya, S., CBS ile demiryolu gürültü kirliliğinin modellenmesi, Konya örneği, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 96, 2005.
- [28] ‘International Organization for Standardization’ erişim adresi: <https://www.iso.org/standard/55726.html>. erişim tarihi: 17 Ocak 2013.
- [29] Yönetmelik, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi Ve Yönetimi Yönetmeliği, Resmî Gazete, 2010.
- [30] ‘Metro İstanbul’ erişim adresi: <https://www.metro.istanbul/Hatlarimiz/HatDetay?hat=T1>. erişim tarihi: 11 Mart 2016.
- [31] Aktürk, N., Raylı Ulaşım Sistemlerinin Neden Olduğu Çevresel Gürültü, TMMOB Makine Mühendisleri Odası İstanbul'da Kent İçi Ulaşım Sempozyumu, İstanbul, 2001.
- [32] Karadayı, Z., 2001, Bursa İlinin Trafik Kaynaklı Gürültü Haritasının Hazırlanması, Bursa.
- [33] Bıçakcı, T., 2011, Trafikten Kaynaklanan Çevresel Gürültü Haritaları ve Çukurova Üniversitesi Kampüsü Örneği, Adana.
- [34] Özgen, Ö., 2011, Demiryolu Gürültüsü ve Etkili Önlemlerin İncelenmesi, İstanbul.
- [35] Şenlik, İ., Elektrik Mühendisleri Odası Dergisi, 1, 2013.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : KULU, Mücahit
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi ve Yeri :26.01.1992
Medeni Hali :Evli
Telefon :+90 533 656 9470
e-mail :mkulu@thy.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Anadolu Üniversitesi İnşaat Mühendisliği	2016

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2016-2017	Aşçı Yapı	Saha Mühendisi
2017-2018	HMFA İnşaat	Şantiye Şefi
2018-	THY AO	Uzman

Yabancı Dil

İngilizce