

167649

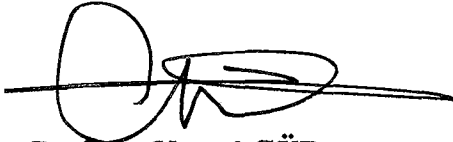
T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

COĞRAFİK BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) İLE
DEMİRYOLU GÜRÜLTÜ KİRLİLİĞİNİN
MODELLENMESİ: KONYA ÖRNEĞİ

Serkan ŞAHİNKAYA
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

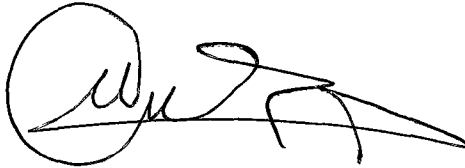
Bu tez 15.08.2005 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/ oyçokluğu
ile kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Kemal GÜR
(Danışman)



Yrd. Doç. Dr. Şükrü DURSUN
(Üye)



Yrd. Doç. Dr. Murat YAKAR
(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

COĞRAFİK BİLGİ SİSTEMLER (CBS) İLE DEMİRYOLU GÜRÜLTÜ KİRLİLİĞİNİN MODELLENMESİ: KONYA ÖRNEĞİ

Serkan ŞAHİNKAYA

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kemal GÜR

2005, 96 Sayfa

Gürültü kirliliği Konya şehri için önemli çevre sorunlarından biridir. Demiryolu gürültüsü üzerine arazide yapılan bu çalışma Konya şehir merkezinde yapıldı. Demiryolu hattı şehir merkezinin ortasından geçmektedir ve şehri ikiye ayırmaktadır. Trenler Kuzey - Güney doğrultusunda çoğunlukla şehir içerisinden gündüzleri geçmektedir. Demiryolunun yakınında okullar, iskân alanları, çarşı ve endüstriyel alanlar bulunmaktadır. Böylece demiryolu gürültüsü pek çok aktiviteyi engellemektedir.

Çalışmanın esas amaçları;

- Biri maksimum (L_{max}) diğeri gece – gündüz ortalama gürültü (L_{dn}) düzeyini gösteren iki demiryolu kaynaklı gürültü kirliliği haritasının elde edilmesi,
- Demiryolu çevresindeki gürültü seviyesinin tespiti, insanlar üzerine etkisi ve standartlara göre değerlendirilmesi,
- Yüksek gürültü seviyelerine karşı alınabilecek önlemlerin değerlendirilmesidir.

Bu amaçla gerekli ölçümler TES marka 1350 Sound Level Meter model ses ölçüm cihazı ile yapıldı, elde edilen veriler çeşitli formüller ile modellendi ve NetCAD ve Coğrafik Bilgi Sistemleri (GIS, Geographical Information Systems) adlı bilgisayar yazılımları ile bilgisayar ortamında bölgenin haritaları çıkartıldı.

Anahtar Kelimeler: Gürültü kirliliği, demiryolu gürültüsü, karayolu gürültüsü.

ABSTRACT

Master Thesis

RAILWAY NOISE MODELLING BY USING GEORAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS) : MODEL OF THE CITY OF KONYA

Serkan ŞAHİNKAYA

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Environmental Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Kemal GÜR

2005, 96 Page

Noise pollution is one of the most important environmental problems in the city of Konya. A field study of railway noise has been carried out in Konya, which is the largest city in Turkey. The railway line is located in the middle of the city and splits it into two parts. The trains pass through it, to connect the north side of Turkey with the South side. The trains pass at all periods especially daytime. Many activities are located beside the railway line including schools, residential, downtown and industrial areas. So railway noise disturbs many activities and is an urgent problem in the city of Konya.

The target of this study as the following;

1. Preparing of two noise map that one of both depending on L_{max} (maximum noise level) and the other depending on L_{dn} (day-night average sound level);
2. Deteminating of the noise level near the railway and the effects on the humans, interpreting in term of the standarts.
3. Detecting of the countermeasurements aganist the high noise levels.

The required measurements was carry out by TES 1350 sound level meter for this reason. The datas was modelled by various formulas. the maps was drawn the two softwares called NetCAD and Geographical Information Systems (GIS).

Key Words: Noise pollution, railway noise, road noise.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince bilimsel şartların hazırlanmasındaki önemli yardımlarından dolayı S.Ü. Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanlığına ve değerli hocalarım S.Ü. Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü öğretim görevlilerinden danışman hocam sayın Prof.Dr. Kemal GÜR'e, sayın Yrd. Doç. Dr. Şükrü DURSUN'a ve sayın Dr. Celalettin ÖZDEMİR'e ve de S.Ü. Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Bölümü öğretim üyesi sayın Yrd. Doç. Dr. Murat YAKAR'a teşekkür ederim.

Serkan ŞAHİNKAYA

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Gürültünün İnsan Sağlığına Etkileri.....	4
2.1.1. Fiziksel etkiler	5
2.1.2. Uyku üzerine etkisi.....	6
2.1.3. Psikolojik etkileri.....	7
2.1.4. İletişim üzerine etkisi.....	8
2.1.5. Verimlilik üzerine etkisi.....	8
2.1.6. Maruz kalınan gürültü düzeyine göre sağlık etkileri.....	9
2.2. Gürültünün Yayılmasına Etki Eden Faktörler.....	10
2.2.1. Kaynağın tipi.....	11
2.2.2. Bariyerler.....	12
2.2.3. Hava absorpsiyonu.....	15
2.2.4. Rüzgârın tesiri.....	16
2.2.5. Sıcaklığın tesiri.....	17
2.2.6. Zemin absorpsiyonu.....	18
2.2.7. Yansımalar.....	19
2.3. Gürültü Kirliliği Kaynakları.....	19

2.3.1. Karayolu gürültüsü.....	21
2.3.1.1. Karayolu gürültüsünü etkileyen faktörler.....	22
2.3.1.2. Karayolu taşıtlarında gürültü kaynakları.....	23
2.3.2. Demiryolu gürültüsü.....	25
2.3.2.1. Demiryolu gürültüsünü etkileyen faktörler.....	25
2.3.2.2. Demiryolu gürültüsünün alt kaynakları.....	27
2.4. Gürültü Kirliliği Haritaları.....	33
3. MATERYAL VE METOT.....	37
3.1. Çalışma Bölgesinin Tanımlanması.....	37
3.2. Gürültü Ölçüm Cihazı.....	37
3.3. Gürültü Ölçümünden Önce Yapılması Gerekenler.....	38
3.4. Gürültü Ölçümlerinin Yapılması.....	39
3.4.1. Anlık demiryolu trafik gürültüsünün ölçümü.....	40
3.4.2. Demiryolu için L_{dn} 'in tespiti.....	41
3.4.3. Anlık karayolu trafik gürültüsü ölçümleri.....	41
3.4.4. Ortalama karayolu gürültüsünün ölçümü.....	42
3.4.5. Ortam gürültüsünün ölçümü.....	42
3.5. Gürültü Kirliliğinin Matematiksel Modellemesinin Yapılması.....	43
3.5.1. Ölçüm sonuçlarına göre gürültü kirliliği modellemesi	43
3.5.2. Gürültü düzeylerinin toplanması.....	46
3.5.3. Gürültü düzeylerinin çıkartılması.....	47
3.6. Gürültü Kirliliği Haritasının Çıkartılması.....	49
4. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	53
4.1. Araştırma Sonuçları.....	53
4.1.1. Konya şehrinde demiryolu hattı için operasyon sayıları.....	53
4.1.2. Demiryolu gürültüsü ölçüm sonuçları.....	54
4.1.3. Ortam gürültüsünün ölçüm sonuçları.....	60
4.1.4. Anlık trafik gürültüsü ölçüm sonuçları.....	60

4.1.5. Ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları.....	63
4.1.6. Gürültü kirliliği haritaları.....	75
4.2. Tartışma.....	82
4.2.1. Gürültü sevipleri, haritadan okunanlar ile GKY ile kıyaslanması.....	82
4.2.2. Karayolu gürültüsünün irdelenmesi, araç tür ve sayıları ile ilişkisi....	87
4.2.3. Demiryolu araçlarından yayılan gürültülerin kaynakları ve baskınlıkları.....	89
4.2.4. Demiryolu gürültüsü ile karayolu gürültüsü arasındaki farklılıklar...	90
4.2.5. Gürültü seviyesinin mesafe ile değişimi.....	91
4.2.6. Gürültü seviyesinin mesafe ile değişimi.....	92

5. ÖNERİLER.....	94
------------------	----

KAYNAKLAR.....	
----------------	--

EK	
----------	--

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1. Gürültü kaynakları.....	20
Çizelge 2. Belirli durumlar için önemli gürültü kaynakları.....	27
Çizelge 3. Dört farklı tren tipi için gürültü kaynaklarının önem sınıflandırması.....	28
Çizelge 4. Demiryolu gürültüsünün farklı tipleri için frekans aralığı.....	32
Çizelge 5. Konya ilinin 2003-2004 yıllarının ortalama nem ve sıcaklık değerleri.....	37
Çizelge 6. Trenlerin operasyon sayıları.....	53
Çizelge 7. (a). Demiryolu gürültüsü ölçüm sonuçları (İstasyonun güneyi).....	55
Çizelge 7. (b). Demiryolu gürültüsü ölçüm sonuçları (İstasyonun kuzeyi).....	58
Çizelge 8 (a). İstasyonun Kuzeyinde yapılan ortam gürültüsü ölçümlerinin sonuçları.....	60
Çizelge 8 (b). İstasyonun Güneyinde yapılan ortam gürültüsü ölçümlerinin sonuçları.....	60
Çizelge 9 (a). İstasyonun Güneyinde yapılan anlık trafik gürültüsü ölçüm sonuçları.....	61
Çizelge 9 (b). İstasyonun Kuzeyinde yapılan anlık trafik gürültüsü ölçüm sonuçları.....	62
Çizelge 10. Demiryolu yakınından geçen yollarda yapılmış ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları.....	64
Çizelge 11. Kullanım alanlarına göre kabul edilebilir SBD'ler.....	83
Çizelge 12. Gürültüye duyarlı alanlardaki kabul edilebilir gürültü düzeyleri.....	84
Çizelge 13. Duvarın izolasyon kalibiyeti.....	85
Çizelge 14. Yapı içlerindeki gürültü düzeyleri ve GKY'ne göre değerlendirilmesi.....	85
Çizelge 15. Yapı içlerindeki gürültü düzeyleri ve GKY'ne göre değerlendirilmesi.....	86
Çizelge 16. Çizelge 1. Ağır araç %'si – gürültü ilişkisi.....	87
Çizelge 17. Araç sayısı-SBD ilişkisi.....	88
Çizelge 18. Tren Hızı-Gürültü Düzeyi İlişkisi.....	89

Çizelge 19. Tren Hızı-Gürültü Düzeyi İlişkisi.....	90
Çizelge 20. Referans yapı elemanlarının özellikleri.....	EK



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Gürültü bariyerler ile ses azaltımına patika uzaklığın etkisi.....	14
Şekil 2. Gürültü bariyerler ile ses azaltımına frekansın etkisi.....	14
Şekil 3. 18 °C sıcaklıkta ve % 50 nispi nemde havanın ses absorpsiyonu.....	15
Şekil 4. Rüzgar varlığında hava ortamında ses dalgaları.....	16
Şekil 5. Sıcaklığın sesin yayılımına etkisi.....	17
Şekil 6. Ses yayılımına yerin etkisi.....	18
Şekil 7. Tren hızına bağlı demiryolu gürültüsünün alt kaynakları.....	29
Şekil 8. Yuvarlanma gürültüsünün mekanizmasının gösterimi.....	31
Şekil 9. TES marka 1350 model ses düzeyi ölçer.....	38
Şekil 10. Tren hızına bağlı olarak L_{max} 'ın bulunduğu grafik.....	45
Şekil 11. Tren hızına bağlı olarak $SEL_{lokomotif}$ 'in bulunduğu grafik.....	45
Şekil 12. Gürültü düzeylerinin toplanması.....	47
Şekil 13. Gürültü düzeylerinde çıkartma.....	48
Şekil 14. (a) NetCAD yazılımında haritanın çıkartılışı.....	51
Şekil 14. (b) NetCAD yazılımında haritanın çıkartılışı	52
Şekil 15. (a) L_{dn} 'e dayalı gürültü kirliliği haritası	76
Şekil 15. (b) L_{dn} 'e dayalı gürültü kirliliği haritası	77
Şekil 15. (c) L_{dn} 'e dayalı gürültü kirliliği haritası	78
Şekil 16. (a) L_{max} 'a dayalı gürültü kirliliği haritası	79
Şekil 16. (b) L_{max} 'a dayalı gürültü kirliliği haritası	80
Şekil 16. (c) L_{max} 'a dayalı gürültü kirliliği haritası	81
Şekil 17. Başka her hangi bir kaynağın varlığında SBD'nin mesafe ile değişimi.....	91
Şekil 18. SBD'nin mesafe ile değişimi.....	92

1. GİRİŞ

Çağımızda ulaşım askeri, ticari, bireysel vb faaliyetler için bir vazgeçilmezdir. Ancak ulaşımın bu önemine rağmen taşıtlardan çeşitli kirletici emisyonlar (gürültü, CO, CO₂, NO_x vb) yayılmaktadır. Bunlar önemli çevre kirleticileridir. Bu çevre kirleticileri arasında insan sağlığı için en önemlilerinden biri şüphesiz gürültüdür.

Günümüzde gürültü, yaygın ve sinsi bir tehdit olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu evlerimize, iş yerlerimize, dışarıya kısaca her yere yayılmış olabilir. Böylece insanlar üzerinde çeşitli fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklara neden olmaktadır.

Gürültünün insan sağlığı üzerine olan zararlı etkilerinin bilimsel çalışmalar ile belirlenmesinin ardından, gürültüye karşı alınabilecek önlemler tartışılmaya başlanmış ve insan fizyolojisine ve psikolojisine olan zararlı etkileri belirlenmiştir. Gürültüye maruz kalan insanların da şikâyetlerinin artması üzerine, yasa koyucular gerekli yasa ve yönetmelikleri çıkartarak her bireye sağlıklı bir yaşam için gerekli hakları vermişlerdir. Gürültüye karşı olan bu şikâyet, yasal düzenlemeler ve azaltımın gerekliliğinden dolayı gürültü kontrolü uzmanlık gerektiren bir iş olarak ortaya çıkmıştır.

Günümüzde en yaygın gürültü kaynaklarından biri trafiktir. Başta gelişmiş ülkeler olmak üzere, pek çok ülke 1970'lerden beri trafik gürültüsü üzerinde önemle durmuş ve gürültünün ölçülmesi, çevrede yayılımının modellenmesi ve çeşitli yollar ile azaltımı konularında metotlar geliştirmişlerdir. Söz konusu çalışmalar, pek çok ülkede farklı araştırmacılar tarafından değişik bölgelerdeki gürültü kirliliğinin boyutlarının belirlenmesi ve nasıl engellenebileceği üzerine yoğunlaşmıştır.

Gürültü kirliliğinin etkilerinin belirlenmesi, alınabilecek karşı önlemlerin tespiti ve uygulanabilecek yasal zorlamalar için öncelikle gürültü kirliliği haritalarının hazırlanması gerekmektedir. Bu haritalar hazırlanmadan, bir bölgede var olan kirliliğe karşı alınabilecek önlemlerin belirlenmesinin ve insanlar üzerine kirliliğin ne boyutta etki ettiğinin tespiti mümkün değildir. Bu çalışmalar da amaç, gürültü kirliliği olan bölgenin matematiksel modellemesini yapmaktır. Bu amaç ile haritanın elde edilmesinde iki

farklı yöntem izlenebilir; yerinde ölçüm metodu ve tahmin yöntemi. Bu yöntemler kısaca;

- Yerinde ölçüm metodu: Bu yöntemde amaç, doğrudan kaynaktan yayılan gürültüyü ölçmektir. Metodun özü, bir bölgede farklı ardışık noktalar belirlenerek bu noktalarda ses düzeyi ölçümü alınır. Alınan ölçüm sonuçlarına dayanarak hesaplama ve matematiksel modellemeler yapılır.
- Tahmin yöntemi: Bu yöntemde amaç, gürültü kaynağının özelliklerini belirleyip buradan da gürültü değerlerini tahmin etmektir. Örneğin bir karayolunda bu yöntem şöyle kullanılır; yoldan saatte geçen araç sayısı, yol malzemesinin özellikleri, yol eğimi vb özellikleri belirlenir ve çeşitli formüllerin kullanımı ile kaynaktan yayılacak gürültü düzeyi tespit edilir.

Konya şehir merkezinde yapılmış olan bu çalışmada, yerinde ölçüm metodu kullanılmıştır.

Bu yöntemlerden, yerinde ölçüm metodu çalışmanın yapıldığı zamandaki gürültü düzeyini belirlemektedir. Gürültü kirliliği haritalarının hazırlanmasında genellikle bu yöntem kullanılmaktadır. Tahmin yöntemi ise, genellikle geleceğe dönük projelerde kullanılmaktadır. Çünkü bölge ve kaynak özelliklerine bağlı olarak ölçüm sonuçları ile tahmin yöntemi neticesinde elde edilen sonuçlar arasında önemli farklılıklar olabilmektedir.

Yerinde ölçüm metodu ile ölçülen ses düzeyi sevipleri veya tahmin yöntemi kullanılarak elde edilen gürültü düzeyleri, çevre şartlarının gürültünün yayılımı üzerine etkileri göz önüne alınarak tekrar hesaplanmaktadır. Bu hesaplamalar kaynaktan belirli bir uzaklığa kadar yapılmalıdır. Farklı noktalar için ardışık olarak bu hesaplamalar yapılmalı ve sonuçta çevrenin gürültü düzeyi sayısal değerler olarak elde edilmelidir. Sonraki aşama haritanın çıkartılmasıdır.

Gürültü kirliliği haritaları, tıpkı diğer haritalar gibi, renk skalasına göre yapılanlar, karakalem boyaması veya eş yükselti eğrileri çizilen haritalar gibi sınıflara ayrılırlar. Ancak bunların herhangi birisini hazırlamak için de genellikle bir yazılım

kullanılmaktadır. Bilgisayar ortamında, yazılıma farklı noktalardaki gürültü düzeyleri girilmekte ve harita elde edilmektedir.

Gürültü haritasının çıkartılmasından sonraki aşama, gürültünün insanlar üzerine yaptığı etkinin tespiti ve buna karşı alınabilecek önlemlerdir. Ancak bu iki husus bu çalışma kapsamında düşünülmemiştir.

Bütün büyük şehirlerde olduğu gibi, Konya şehri için de gürültü kirliliği önemli bir çevresel sorundur. Konya şehrindeki demiryolu ulaşımından kaynaklanan gürültünün boyutlarının incelendiği bu çalışmanın amaçları;

- Biri maksimum (L_{max}) diğeri gece – gündüz ortalama gürültü (L_{dn}) düzeyini gösteren iki demiryolu kaynaklı gürültü kirliliği haritasının elde edilmesi,
- Demiryolu çevresindeki gürültü seviyesinin tespiti, insanlar üzerine etkisi ve standartlara göre değerlendirilmesi,
- Yüksek gürültü seviyelerine karşı alınabilecek önlemlerin değerlendirilmesidir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Gürültünün İnsan Sağlığına Etkileri

Gürültü “istenmeyen ses” olarak tarif edilir. Halk sağlığını ve refahını koruma konusunda, gürültü çevre ve insanlar üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Gürültü işitme kayıplarına neden olur, iş yerinde ve evlerde insan aktivitelerini engeller ve insan sağlığı ve refahı üzerine çeşitli yollar ile zararı dokunur. Böylece, ses istenmeyen fizyolojik ve psikolojik etkileri olduğu zaman gürültü olur. Toplum çalışmalarında, gürültüye duyarlı insanlar gürültüye daha az hassas olanlara kıyasla daha fazla rahatsız olmuştur (Guzejev, 2000).

İşitme kayıpları sağlık üzerine en kolay fark edilir zararı iken, fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklar da gürültü ile ilişkilidir. Gürültü, insanları rahatsız eder, uyandırır, sinirlendirir ve engeller. Bireysel düşünmeyi ve iletişimi aksatır ve böylece kişinin performansına etki eder. Gürültü, günlük yaşamımızda biyolojik gerilimlerin bir nedenidir (EPA, 1974). Böylece, gürültü insan hayatının ve çevresinin kalitesinin azalmasına neden olur.

Gürültünün insanı etkilenmesinde; işitsel, fizyolojik, psikolojik ve insan performansı yönlerinden ayrı ayrı incelenmesi gerekmektedir (EPA, 1978). Gürültü insanların çalışmalarını, dinlenmelerini, uyumalarını ve iletişim kurmalarını engeller; işitme organlarına zarar verir ve fizyolojik, psikolojik ve muhtemelen patolojik rahatsızlıklara neden olur. Ama gürültünün karmaşıklığı, zamanla değişebilirliği ve diğer çevre unsurları ile etkileşiminden dolayı, gürültünün sağlık üzerine olumsuz etkileri tam olarak belirlenemez (EPA, 1978).

Gürültüden etkilenen kişiler ise;

- a. Gürültü kaynağı ile doğrudan ilişkili olanlar (endüstri işçileri, ağır taşıt ve makine sürücülere),

b. Kaynağın bulunduğu çevreyi kullananlar veya dolaylı ilişkilerde bulunanlar olarak iki grupta toplamak mümkündür.

İlk gruptakiler arasında gürültü etkileme şiddeti daha yüksek, ancak ikinciler arasında etkilenme daha yaygındır ve etkilenen kişi sayısı daha fazladır.

2.1.1. Fiziksel etkiler

Yüksek düzeyli gürültülerde belirli bir süre kalma sonucunda geçici veya sürekli işitme kayıpları ve akustik travmalar (ani bir gürültüden ve patlama sesinden sonra-örneğin atış alanında-birdenbire) ortaya çıkar (WHO, 1999).

İşitme kayıpları geçici veya daimi olabilir. Bu konuda kullanılan indisler şunlardır; geçici işitme kayıpları (NITTS, geçici işitme eşiğinin yükselmesi) ve sürekli işitme kayıpları (NIPTS, kalıcı işitme eşiğinin yükselmesi)'dir. Bu ikisi arasındaki iki önemli fark; işitme düzeyleri ve işitmede düzelme olup olmayacağıdır (WHO, 1980).

NITTS, maruz kalınan nispeten yüksek gürültü düzeyinin neden olduğu geçici işitme kaybıdır (EPA, 1980). Kişinin yaşına bağlı değildir, maruz kalınan gürültü seviyesi ile ilgilidir. NIPTS ise uzun süre gürültüye maruz kalınması halinde gerçekleşir ve genellikle yüksek frekanslarda oluşur, yaklaşık 4000 Hz maksimumdur (EPA, 1980; Karabiber, 1992). İşitme kayıpları bir anda gerçekleşebileceği gibi, zamanla da oluşabilir. İşitme kayıplarının belirlenmesinde desibel (dB) biriminde ağırlıksız ses düzeylerinin kullanılması (500, 1000 ve 1500 Hz frekanslarında) bazen yanıltıcı olabilir; çünkü genellikle işitme kayıpları 2000 Hz'in üzerinde oluşur (EPA, 1980). Sonuç olarak, 3000 ve 4000 Hz frekanslarında işitme kayıpları artma eğilimindedir (WHO, 1980).

Çevrenin işitme kayıplarına neden olması, "işitme zarar riski" ile ifade edilir. Bu risk, L_{eq} (8 saat) 75 dB (A) seviyesinden daha az maruz kalınması halinde azalırken, aksi halde de artacaktır (WHO, 1980).

130 – 140 dB (A) yüksek gürültü düzeyleri insan kulağı için acı eşiğidir. Kulaktaki bu acı, yüksek gürültü seviyesine maruziyetin bir işareti kabul edilmektedir (WHO, 1980).

İnsan vücudu, sürekli, ani ve yüksek seslere karşı otomatik ve bilinçsiz olarak tepki göstermektedir. EPA'ya göre gürültünün; yüksek kan basıncına, hızlı kalp atışına, kolesterol artışına, adrenalin yükselmesine, solunum hızlanmasına, adale gerilmesine, irkilmelere ve strese neden olabildiğini ve enfeksiyonlara karşı direncini azalttığını kanıtlamıştır (EPA, 1978). Gürültülere karşı verilen otomatik tepkiler üst üste bindiğinde, stres, ülser, astım, tansiyon, baş ağrıları ve kolitlerin ortaya çıktığı bilimsel olarak çalışmalarla ortaya konulmuştur (EPA, 1981). Bunlardan başka gürültünün stresi, tansiyonu ve kalp atış ritmini arttırdığı için onun kalp krizlerine dahi neden olabileceği iddia edilmektedir (EPA, 1978)

2.1.2. Uyku üzerine etkisi

Gürültünün uyku üzerine iki etkisi vardır. Birincisi, uykuya dalmada zorluk, uyanmalar, uykunun derinliğinin veya aşamalarının değişmesi, özellikle de REM uykusunun hazırlanmasında azalmasıdır (Hobson, 1989). İkinci etkisi ise, uykunun kalitesinin azalması, uyandıktan sonra yorgunluk hissi, rahatsızlık hissi ve azalan performanstır (Carter 1996, Pearsons 1998).

Uyku öncesi etkilerden en önemlisi; uykuya dalma süresinin uzunluğudur. Bu etki, çevre gürültüsünün 35 dB (A) L_{eq} 'i aşması uykuya dalma süresinin uzaması şeklinde kendisini gösterir. Uyku sırasında ise; elektroensefalografik (EEG) tepkilerde değişimler, çeşitli uyku kademelerindeki bozukluklar, vücut hareketlerinin artışı, nörovejetatif reaksiyonların değişimi gibi olgular gözlenmiştir (EPA, 1978). Kalp atışındaki artışlar uykuda daha belirgindir (EPA,1978; EPA, 1981). Uyku sırasında, özellikle sabaha karşı olan gürültü nedenli ani uyanmalar, insanları daha fazla rahatsız etmektedir. Uyku sonrası gürültü etkileri ise, uyanma sırasındaki ruhsal durum

değişimi, dinlenememiş olma duygusu, yorgunluk ve baş ağrıları ve genel olarak insan performansının düşmesi şeklinde görülebilir. Son araştırmalara göre 35 dB (A)'lık hafif bir sesin uyanmaya neden olduğu ortaya konulmuştur (WHO, 1999).

İnsanların gürültüye karşı olan bu tepkileri yaşlarına göre değişiklik gösterir. Yaşlılar ve hastalar, gürültünün bu etkisine karşı bilhassa hassastır. Gençlere kıyasla, yaşlı insanlar gürültü ile daha kolay uyanırlar ve tekrar güçlükle uyuyabilirler (EPA, 1978)

2.1.3. Psikolojik etkileri

Akıl sağlığı, var olan ölçütlere göre tanımlanabilen psikiyatrik düzensizlikler olarak tanımlanabilir (Freeman, 1984). Çevre gürültüsünün doğrudan akıl hastalıklarına neden olduğuna inanılmaz, ama gizli rahatsızlıklara neden olabileceği ve onların gelişimini hızlandırabileceği kabul edilir (WHO, 1999). Çevre gürültüsünün psikolojik olumsuz etkileri semptomların değişmesi ve korkuyu kapsar; duygusal gerilim, endişe, mide bulantısı, baş ağrıları, kararsızlık, tartışmacılık, psikolojik durumda değişmeler, sosyal tepkilerde artış ve sinirlilik gibi genel duygusal tepkilerdir.

Bilimsel araştırmalarda gürültüye maruz kalmış kişilerin hemen tümünde çeşitli psikolojik rahatsızlıklar bulunmuştur. Gürültülü yerlerde en sık karşılaşılan rahatsızlık "sıkıntı" duygusudur. Sıkıntı, gürültü tarafından açığa çıkan memnuniyetsizlik hissi olarak açıklanabilir. Gürültünün bu etkisi, onun özelliklerine bağlıdır; sesin spektral özellikleri, gücü ve zamanla değişimi. Ayrıca rahatsızlık duygusu kişinin eğitim derecesine, sosyal ve psikolojik özellikleri gibi kişiye has özelliklere de bağlıdır (EPA, 1981).

Gürültünün diğer bir önemli psikolojik etkisi de strestir. Gürültü yüzeyi yüksekse kaynağı belirsiz ise ve kişide ortaya çıkan gerilim yeteri kadar belirgin ise, hoşgörü azalması görülebilir ve rahatsızlık, aşırı tepkilere ve davranışlara dönüşebilir (EPA, 1978).

2.1.4. İletişim üzerine etkisi

Konuşmanın akustik enerjisinin çoğu, 100 – 6.000 Hz frekans aralığındadır; en önemli olduğu kısım ise, 300 – 3.000 Hz aralığındadır (WHO, 1999). Gürültünün iletişimi engellemesi basitçe bu yüksek frekanslı seslerin eş zamanlı olarak çevre gürültüsü tarafından maskelenmesidir.

Birkaç metrenin ötesindeki iletişim mesafelerinde, 500, 1000 ve 2000 Hz konuşma frekanslarının merkezi oktav frekansları için, ses basınç düzeyi 50 dB (A)'nın altında olduğu zaman iletişimi engellenmesi etkisi başlar. Gürültü düzeyi ile konuşmanın anlaşılabilirliği arasında bir ilişki kurmak mümkündür. Aşağıda, konuşmacı ile dinleyici arasındaki mesafenin 1 m olması halinde bu ilişkiye değinilmiştir (WHO, 1980);

- yaklaşık 35 dB (A)'lık arka plan gürültü seviyesinde konuşmanın anlaşılması % 100 iken, arka plan gürültüsü 45 dB (A) ise yeterli derecede anlaşılır.
- arka plan gürültüsü yaklaşık 65 dB (A) olduğu zaman, konuşmanın anlaşılması için daha çok çaba sarf etmek gerekir.

2.1.5. Verimlilik üzerine etkisi

Gürültünün işlerin verimlilikleri üzerine etkisi, insanların laboratuvar, okul, iş yeri vb. yerlerde işlerini yapamaması veya pek azını yapabilmeleri şeklinde olur (EPA, 1978). Bu, gürültünün algılanan düzeyi ile ilişkilidir (WHO, 1999).

Gürültü, dikkat dağıtıcı bir uyarıcı gibi davranır. Sonuç olarak kişinin her hangi bir işi yapabilme kapasitesi azalır (EPA, 1978). Yine bu etki de, gürültünün özelliklerine ve kişinin hassasiyetlerine bağlıdır.

Çocuklarda, çevre gürültüsü onların anlama ve motivasyon parametreleri üzerine etki eder (Hygge ve ark, 1998). Gürültü alışlagelmiş ve monotonlaşmış işlerin

yapılmasına etki edemeyebilirken, zihin gücü gerektiren işlerde dikkat dağılımına ve performansın düşmesine neden olur (EPA, 1978).

2.1.6. Maruz kalınan gürültü düzeyine göre sağlık etkileri

WHO'ya göre gürültünün etkisi insan fizyolojisi ve psikolojisi üzerinde değişik bir takım sorunlar yaratabilir. Bu etkiler ses düzeyine, gürültüye maruz kalma süresine ve kişiye bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak sınıflandıırırsak yarattığı etkiye göre gürültü düzeyleri 5 kategoriye ayrılır (WHO, 1999; Özdemir, 2004);

1.Derece Gürültü Düzeyi: Sosyal etkiler yapan (iletişim üzerine negatif etkiler gibi) Rahatsızlık duygusu, öfke, kızgınlık, dikkatte dağılma ve uyku bozuklukları ortaya çıkar. 30 – 60 dB (A) arası gürültülerdir.

2.Derece Gürültü Düzeyi: 1. derecedekilere ek olarak fizyolojik bozukluklarda yapar. Solunum ve kalp atışlarının hızlanması, beyin sıvısı basıncında bozukluklar ortaya çıkar. 60 – 90 dB (A) arası gürültülerdir.

3.Derece Gürültü Düzeyi: Sosyal, psikolojik ve fizyolojik etkilerinin yanında baş ağrıları ve geçici duyma bozuklukları yaratır. 90 – 120 dB (A) arası gürültülerdir.

4.Derece Gürültü Düzeyi: Tüm önceki etkilerinin yanında sağırılığa neden olur. 120-140 dB (A) arası gürültülerdir.

5.Derece Gürültü Düzeyi: 140 dB (A) ve üzerindeki gürültülerdir. Ciddi beyin tahribatı (felç) ve şok etkisinden dolayı kalp krizleri gibi önemli rahatsızlıklara neden olur.

Yukarıda da görüldüğü üzere gürültü insan sağlığı üzerinde ciddi etkiler yaratabilir. Bu durum göz önüne alınarak Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve ülkemizde GKY tarafından gürültülü bölge ve mekânlarda çalışan kişiler için maruziyet süreleri belirlenmiştir (GKY, 1986).

- 80 dB (A) en çok 7,5 saat,

- 90 dB (A) en çok 4 saat,
- 90 dB (A) en çok 2 saat,
- 100 dB (A) en çok 1 saat,
- 105 dB (A) en çok 30 dakika,
- 110 dB (A) en çok 15 dakika,
- 115 dB (A) en çok 7, 5 dakika.

2.2. Gürültünün Yayılmasına Etki Eden Faktörler:

Gürültü, kaynağından alıcıya nasıl ulaşır? Bu soru, gürültünün çevrede yayılımına etki eden faktörlerin tespiti için önemlidir. Bu bölümde gürültünün yayılımına etki eden bu faktörler anlatılacaktır (Rau ve Wooten, 1980; Barber, 1992):

Gürültünün yayılımına etki eden en önemli faktörler (Rau ve Wooten, 1980; Barber, 1992);

- kaynağın tipi (noktasal yada çizgisel),
- kaynaktan uzaklık,
- atmosferik absorpsiyon,
- rüzgar,
- sıcaklık ve sıcaklık gradyanları,
- bariyer ve binalar gibi engeller,
- zeminin absorpsiyonu,
- yansımalar,
- nem,
- yağıştır.

Ölçüm ve hesaplamalarda mümkün olan en hatasız sonuca ulaşabilmek için, bu etkenler dikkate alınmalıdır. Yönetmelik vb standartlarda, her etken için şartlar tanımlanır.

2.2.1. Kaynağın tipi

Gürültü kaynakları, esas olarak çizgisel ve noktasal kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılır.

Noktasal kaynak;

Gürültü kaynağının uzunluğu, alıcının uzaklığına kıyasla kısa ise “noktasal kaynak” olarak adlandırılır. Örneğin fanlar gibi.

Ses enerjisi küresel olarak yayılır. Yer yüzeyinde yer alan kaynaklar için yayılım yarı küreseldir. Ses basınç düzeyi, kaynaktan aynı uzaklıktaki bütün noktalar için aynıdır ve uzaklığın her ikiye katlanışında 6 dB kadar azalır. Yer ve hava absorpsiyonu gibi etkenler etki etmediği sürece, bu değer doğrudur.

Yer yüzeyine yerleştirilmiş, noktasal kaynak için ses güç düzeyi (L_w), kaynaktan her hangi bir mesafedeki (r , metre olarak) ses basınç düzeyi (L_p) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır;

$$L_p = L_w - 20 \log_{10}(r) - 8 \text{ dB} \quad (\text{Rau ve Wooten, 1980; Barber, 1992}).$$

Çizgisel kaynak;

Gürültü kaynağı, alıcının uzaklığına kıyasla dar ve uzun ise, “çizgisel kaynak” olarak adlandırılır. Bu, içerisinde bir akışkanı taşıyan uzun bir boru gibi sabit bir kaynak olabileceği gibi; işlek bir yoldaki araç akışı gibi, eş zamanlı olarak işletilen pek çok noktasal kaynaktan da oluşabilir.

Ses silindirik olarak yayılır. Karayolu gibi yere yakın kaynaklarda bu yayılım yarı silindiriklidir. Çizgisel kaynaktan aynı uzaklıktaki bütün noktalarda ses basınç düzeyi

aynıdır ve uzaklık iki katına çıktığında 3 dB kadar azalır. Bu diğer etkiler göz ardı edildiği sürece doğrudur.

Yer yüzeyine yerleştirilmiş, çizgisel kaynak için ses güç düzeyi (L_w), kaynaktan her hangi bir mesafedeki (r , metre olarak) ses basınç düzeyi (L_p) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır;

$$L_p = L_w - 10 \log_{10} (r) - 5 \text{ dB (Rau ve Wooten, 1980; Barber, 1992).}$$

2.2.2. Bariyerler

Gürültü bariyerleri, kaynak ile alıcı arasına inşa edilen sert yapılı engellerdir. Bunlar gürültüyü tam olarak engelleyemezler, ancak gürültü düzeyini azaltabilirler. Etkili gürültü bariyerleri 5 – 10 dB kadar gürültüyü azaltabilirler.

Gürültü bariyerleri, betondan, tuğladan, odundan, metalden veya diğer materyallerden inşa edilebilirler. Bunların dışında toprak seddeler de gürültü bariyeri olarak kullanılmaktadır. Bahsedilen bu iki tür bariyer ayrı ayrı kullanılacakları gibi, bunların kombinasyonları da gürültü azaltımı için kullanılmaktadır. Toprak seddeler, aynı yükseklikteki duvarlardan yaklaşık 3 dB kadar daha fazla gürültüyü azaltır. Toprak seddelerin inşası için geniş alanlara ihtiyaç duyulur, özellikle de yükseltiler. Duvarların inşası daha az boş alan gerektirir, ama onların yükseklikleri de, yapısal ve estetik sebeplerden dolayı, 25 m ile sınırlıdır.

Ayrıca, yeterince sık ve yoğun bitki örtüsüne sahip ağaçlık geniş alanlar da gürültüyü azaltabilmektedir. 30 m genişliğinde yoğun bitki örtüsüne sahip alanlarda, 5 dB'ye kadar gürültüyü azaltır. Ancak gürültü azaltımı için bitki örtüsünün kullanımı her zaman ekonomik ve mümkün değildir. Örneğin nüfusun yoğun olduğu şehir merkezlerindeki karayolları çevresinde bu derece yoğun bitki örtüsüne sahip geniş alanlar bulundurmamak pek mümkün değildir.

Bariyerin ses geçirimsizliğinin verimi, onun sertliğine ve yoğunluğuna bağlıdır. Etkili bir verim için, gürültü bariyerinin yoğunluğu en azından birim alanda 20 kg olmalıdır. Bu yapısal özelliklere sahip oldukları sürece, bütün bariyerler yeterli gürültü azaltımını sağlayacaktır. Yapısal özelliklerinden başka, gürültü azaltımına etki eden diğer unsurlar; bariyerin genişliği, yüksekliği, kaynağın ve alıcının bariyere mesafedir.

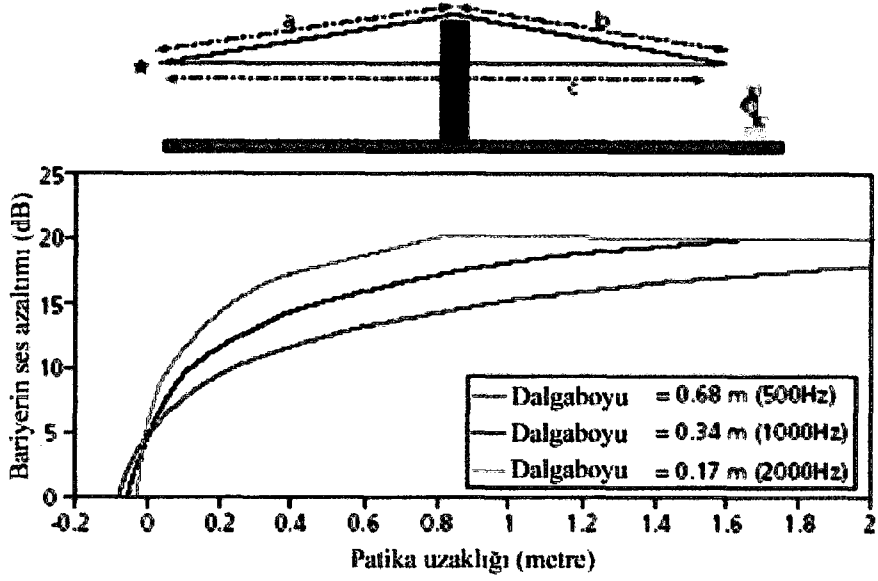
Gürültü kirliliği haritalarında bariyerlerden kaynaklanan gürültü azaltımının hesaplanması iki etkene bağlıdır (Rau ve Wooten, 1980);

- Bariyer varlığında sesin alıcıya ulaştığı mesafe ile bariyer olmadan sesin alıcıya ulaşacağı mesafelerin farkı ($a + b - c$).
- Sesin frekans yapısı.

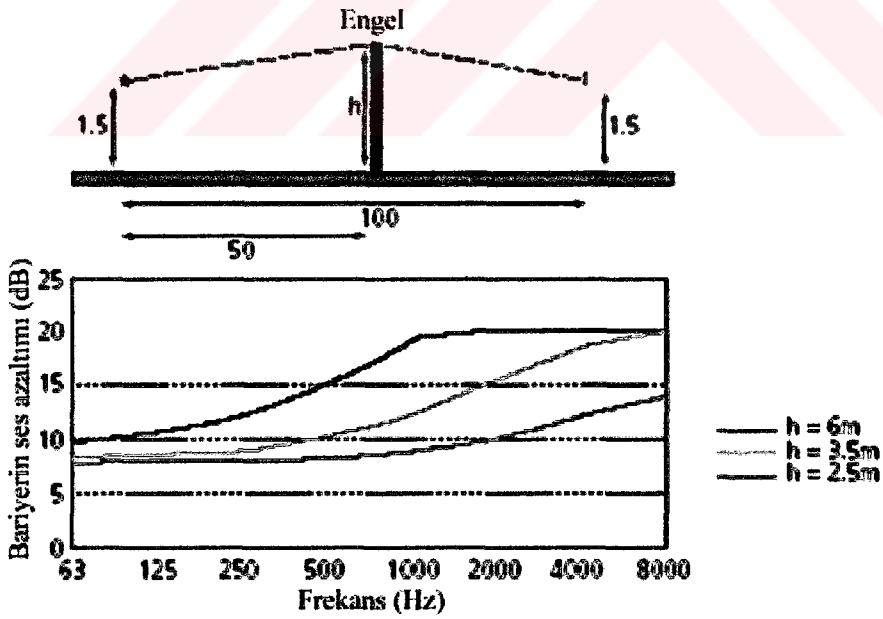
Bu ikisinin birleşik etkisi aşağıdaki grafikte gösterilmektedir. Şekil 1 ve Şekil 2'den de anlaşılacağı gibi, ses frekansı arttıkça verim de artmaktadır.

Tipik bir engel için, bariyerin yüksekliğinin bir fonksiyonu olarak gürültü azaltımı Şekil 1'de gösterilmiştir. Burada unutulmaması gereken başka bir unsur da, bariyerin alıcıya ya da kaynağa olan uzaklığıdır.

Şekil 2'de de gösterildiği gibi bir bariyerin verimi sesin frekansı ile değişmektedir. Bunun nedeni yalıtım malzemelerinin farklı frekanslarda farklı verimler vermesinden kaynaklanmaktadır.



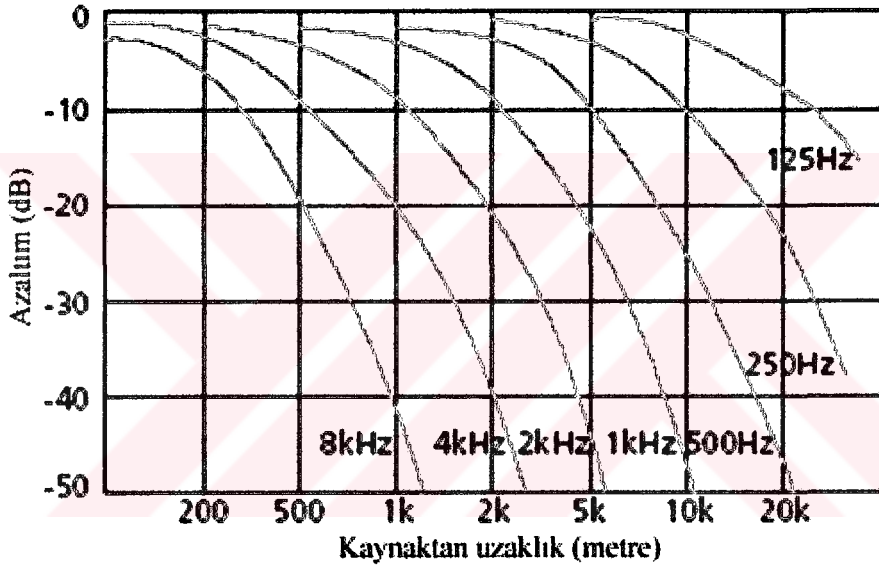
Şekil 1. Gürültü bariyerleri ile ses azaltımına patika uzaklığının etkisi (Anonymous, 2001).



Şekil 2. Gürültü bariyerleri ile ses azaltımına frekansın etkisi (Anonymous, 2001).

2.2.3. Hava absorpsiyonu

Ses dalgaları hava içerisinde yol alırken, ses enerjisinin küçük bir kısmı hava tarafından absorbe edilir. Bu işlem, havadaki oksijen ve nitrojen tarafından vibrasyonun azaltılmasıdır. Enerji, havanın viskozitesinden de çıkartılabilir. Enerji kayıpları, hava basıncına, sıcaklığına, nemine, kaynaktan uzaklığa ve sesin frekans bileşimine bağlıdır. Sesin absorpsiyonu, farklı frekansları için farklıdır.

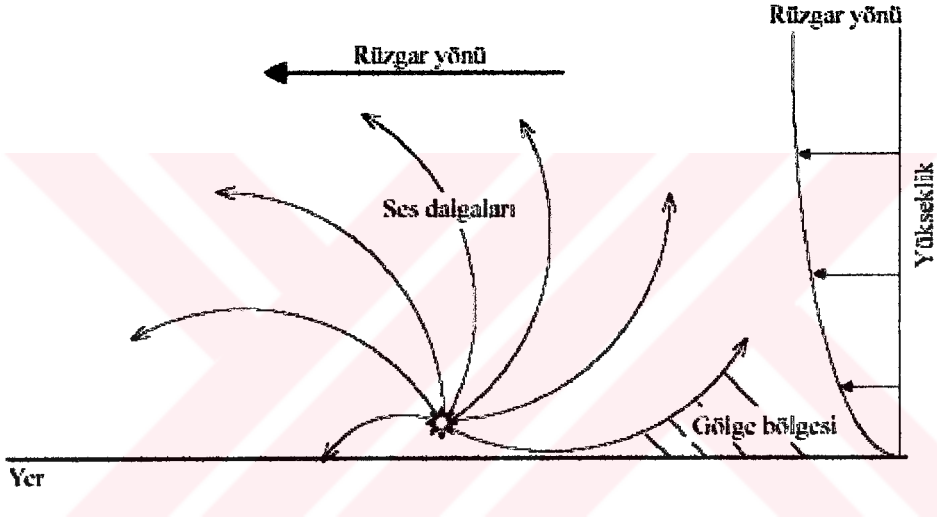


Şekil 3. 18 °C sıcaklıkta ve % 50 nispi nemde havanın ses absorpsiyonu (Anonymous, 2001).

Atmosferik absorpsiyonda, kaynaktan uzaklık ve ses frekansı en önemli iki parametredir. Şekil 3'den de anlaşılacağı üzere, düşük frekanslarda ses atmosferik absorpsiyon da düşük düzeydedir.

2.2.4. Rüzgârın tesiri

Atmosfer normal şartlar altında gerçek bir akışkan olduğundan, akışkanların bütün özelliklerine sahiptir. Havanın viskoz bir ortam olması dolayısıyla yer yüzeyinde hava moleküllerinin hareketi sıfırdır ve burada sınır tabakası teşekkül eder. Yer yüzeyinden yükseldikçe, rüzgâr hızı artar. Böylece, Şekil 4'den de anlaşılacağı gibi, yükseldikçe hızı artan rüzgâr, kendi yönünde, ses dalgalarında sapmalara neden olacak ve bir gölge bölgesi oluşturacaktır.



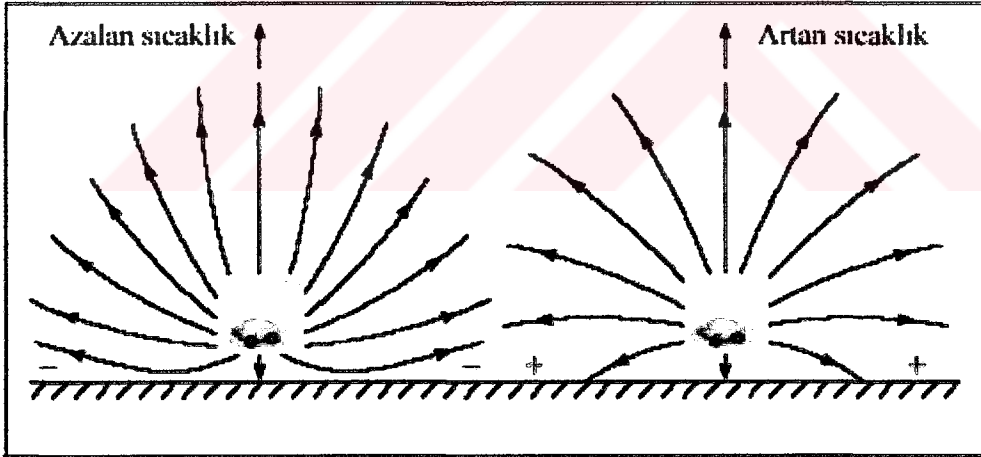
Şekil 4. Rüzgâr varlığında, hava ortamında ses dalgaları (Anonymous, 2001).

50 m'ye kadar olan kısa mesafelerde, rüzgârın ölçüm ses düzeyi üzerine etkisi küçüktür. Daha uzun mesafelerde, rüzgârın etkisi daha önemli olabilir.

Gürültü ölçümlerinde rüzgâr hızı ve yönü önemlidir. Ölçümlerde arkadan esen rüzgar, rüzgar hızına bağlı olarak, birkaç dB artışa neden olabilir. Karşıdan veya yandan esen rüzgar ise, rüzgar hızına ve mesafeye bağlı olarak, ölçüm sonucunu 20 dB'ye kadar artırabilir.

2.2.5. Sıcaklığın tesiri

Ses dalgalarının atmosferdeki hızı hava sıcaklığı ile artar. Hâlbuki atmosferde sıcaklık da yükseklikle azalır. Yükselen ses dalgaları düşük sıcaklıktaki bir atmosfer tabakasına girerse yayılma hızını kaybeder ve ses dalgaları iki tabakanın sınırında kırılır. Neticede, Şekil 5’de de görüldüğü gibi, rüzgârsız bir havada yer yüzeyinden yükselen gürültü dalgaları hız gradyanının büyüklüğüne bağlı olarak bükülür ve kaynaktan belirli mesafelerde ölü noktalar teşekkül etmeye başlar. Bununla beraber, inversiyon tabakasının meydana geldiği hallerde, atmosferde hava sıcaklığı yükseklikle arttığından gürültünün yayılma hızı da yükseklikle artar ve ölü noktalar teşekkül etmez. Gürültünün yayıldığı ortamdaki maddeler gürültüyü meydana getiren ses dalgalarının yansınması ve yutulması bakımından önem taşır.

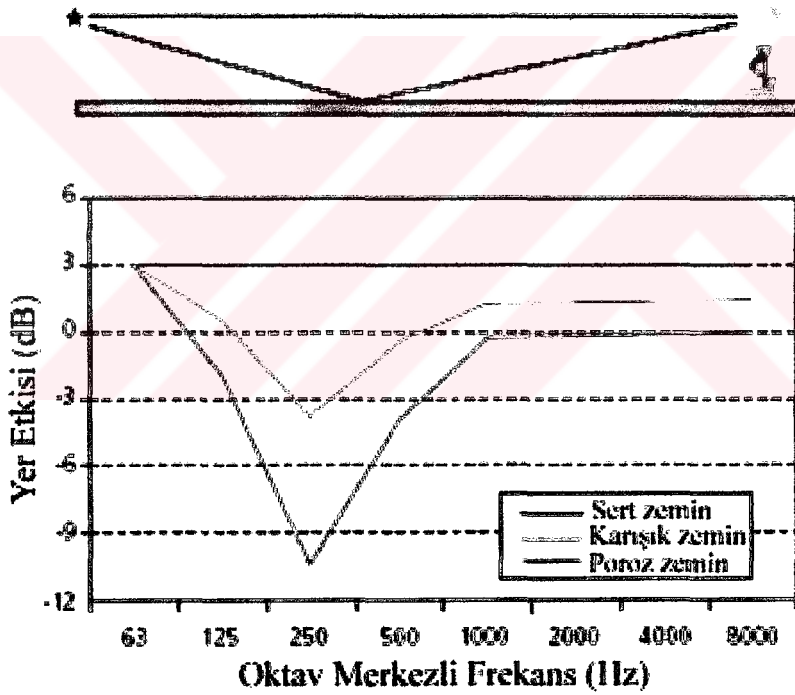


Şekil 5. Sıcaklığın sesin yayılımına etkisi (Anonymous, 2001).

2.2.6. Zemin absorpsiyonu

Zemin absorpsiyonu akustik açıdan sert (beton veya su), yumuşak yüzeyler (çimlik, ağaçlık vb bitki örtüsü) ve bunların karışımı olan yüzeyler için farklıdır. Yer etkisinin belirlenmesinde, kaynaktan yayılan sesin frekans düzeyi ve kaynak ile alıcı arasındaki zemin dikkate alınır. Yağış da yer absorpsiyonuna etki eder. Örneğin, kar ses azaltımını artırabilir.

Şekil 6'da, kaynak ile alıcı arasındaki mesafenin 100 m ve alıcının ve kaynağın yüksekliklerinin 2 m olması durumunda frekanslara bağlı olarak ses absorpsiyonunu göstermektedir.



Şekil 6. Ses yayılımına yerin etkisi (Anonymous, 2001).

2.2.7. Yansımalar

Ses dalgaları bir yüzeye çarptıkları zaman, sesin akustik enerjisinin bir kısmı engelden yansır, bir kısmı engel içerisinden geçer, bir kısmı da engel tarafından absorbe edilir. Eğer geçiş ve absorpsiyon düşük düzeyde ise, ses enerjisinin büyük kısmı – özellikle beton gibi sert yüzeylerde – geri yansır. Böylece her hangi bir kaynaktan yayılan gürültüye maruz kalan alıcı sert bir yüzey yakınında ise, alıcının maruz kaldığı gürültü düzeyi artacaktır. Örneğin duvardan 0,5 m uzakta ölçüm alınacak olursa, ölçülen gürültü düzeyi 3 dB kadar artmaktadır.

2.3. Gürültü Kirliliği Kaynakları

Gürültü kaynakları sahip oldukları farklı özelliklere göre gruplandırılabilirler. Seslerin doğuş biçimlerine göre havada veya katı ortamlarda doğan gürültüler, akustik yönden çizgisel, noktasal ve düzlemsel kaynaklardan yayılabilirler. Ancak düzlemsel kaynaklar ile nadiren karşılaşmaktadır. Çevremizde yer alan gürültü kaynakları genellikle çizgisel ve noktasal gürültü kaynaklarıdır. Akustik kirlilik yaratan gürültüler, kaynak ve alıcıların bir çevredeki konumuna ve yayılma yollarına bağlı olarak iki grupta incelenebilir.

Çizelge 1. Gürültü kaynakları (Özdemir, 2004).

Yapı İçi Gürültüler	Yapı Dışı Gürültüler
<ul style="list-style-type: none"> - Konuşma sesleri - Adım sesleri - Ev makinelerinin gürültüleri - Yükseltilmiş müzik sesleri - Darbe ve eşya sürtünme sesleri - Kapı çarpmaları - Büro gürültüleri - Garaj gürültüleri - Yapı içinde yer alan her türlü işyerinden gelen özel gürültüler - Çeşitli makine ve donatımların gürültüleri (asansör, sıhhi tesisat, soğutma sistemleri, havalandırma ve ısıtma sistemleri, çöp bacaları ve hidrofor gibi) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ulaşım Gürültüleri, Karayolu Trafik Gürültüsü, Demiryolu Gürültüsü Havayolu Gürültüsü - Sanayi Gürültüsü - İş ve tarım makinelerinin neden olduğu gürültüler, - Konser, miting gibi sosyal faaliyetlerden kaynaklanan gürültüler, - İnşaat gürültüleri, - Pazar yerleri gibi açık alan faaliyetlerinden kaynaklanan gürültüler.

Bu kaynaklardan üzerinde en çok bilimsel ve teknolojik araştırma yapılan, özellikle kentlerde en yaygın olarak bulunan ve birçok ülkede yapılan etkilenme analizleri sonucunda insanları en fazla rahatsız ettiği belirlenen gürültü türü ulaşım ve özellikle motorlu araç trafiğinden doğan gürültülerdir. Ulaşım gürültüleri, düzeyleri etkileyen yapısal ve işlemsel faktörlerin çeşitliliği ve farklılığı nedeniyle iki ayrı ölçekte incelenir;

1. Tek bir taşıttan kaynaklanan gürültü,
2. Tüm taşıtlardan kaynaklanan toplam gürültü.

Her iki ölçekte gürültü üretimini ve gürültü düzeylerini etkileyen faktörler çok farklı ve çeşitlidir.

2.3.1. Karayolu gürültüsü

Sanayinin gelişmesi, endüstriyel ürünler için ham madde ve ürünlerin yakın/uzak alanlardaki pazarlara taşınması ve nüfus artışı ile ulaşım insanlar için bir gereklilik arz etmektedir. Ancak bu gereksinim taşıtlardan yayılan gürültü sorunlarını da beraberinde getirmektedir. 1970'lerden günümüze kadar pek çok araştırmacı farklı ülkelerde farklı ulaşım gürültüleri üzerine çalışmış ve sonunda ulaşım kaynaklı bu gürültülerin ölçülmesi, değerlendirilmesi, haritalandırılması ve giderilmesi ile ilgili farklı yöntemler geliştirmişlerdir. Ama bunlar için öncelikle gürültü kaynağının ve yayılan gürültü emisyonunun belirlenmesi gerekir.

Çevremizde yaygın olarak karşılaşılan gürültü kaynakları çizgisel ve noktasal kaynaklardır. Kaynakların yapısındaki bu farklılık, gürültünün yayılımına da etki eder. Çizgisel kaynaktan yayılan gürültü, olduğu kaynak ile aralarındaki mesafenin iki katına çıkması halinde 3 dB (A) azalır. Bu azalım, kaynak ile alıcı arasındaki mesafenin referans mesafesine oranının karesi ile ilişkilidir. Noktasal kaynaklarda ise bu, mesafenin iki katına çıkması halinde 6 dB (A) kadar azalacaktır. Bu nedenle, kaynakların sınıflandırılması önemlidir.

Trafik gürültüsü, karayolunun ve aracın sahip olduğu özellikler ile ilgilidir (Calixto ve ark 2003). Karayolu gürültüsü, trafik ışıkları arasındaki uzaklık, ortalama hız, araç sınıflarının yüzdelik dağılımı ve araç akışına bağlı olarak sahip olduğu normal trafik akış özelliklerine bağlıdır (Pamanikabud ve ark, 2003). Dolaşan araç sayısında ve insan nüfusundaki artış, kentlerdeki gürültü düzeylerinde bir artışa neden olmaktadır (Arana ve ark, 1998; Onunu, 2000). Ayrıca, araçlar birbirlerinden farklıdırlar. Bu nedenle belirli araçlar tarafından yayımlanan gürültü, çeşitli parametrelerin bir fonksiyonudur; araç sınıfı, yükü, hızı, egzoz sistemi, motor özellikleri vb gibi.

Yukarıdaki sebeplerden dolayı, sürüş yeteneği, trafik akış hacmi ve bileşimi aynı kalsa bile, araçlardan yayılan gürültü emisyon değerleri değişecektir (Pamanikabud ve ark, 2003).

2.3.1.1. Karayolu gürültüsünü etkileyen faktörler

Gürültüyü etkileyen faktörler, kaynaktan yayılan gürültünün şiddetine ve sesin çevrede yayılımına etki ederler. Bunların iki ana kategoride sınıflandırılmaktadır.

Kaynağın özelliklerinin etkisi;

- Kaynak sayısı: Bir karayolunda seyreden araç sayıları arttıkça gürültü düzeyi de artacaktır (Rau ve Wooten, 1980).
- Kaynağın teknik özellikleri: Aracın motor gücü, silindir hacmi, hava emiş ağzının yapısı, egzozun yapısı vb. etkenler yayılan gürültü seviyesi ile doğrudan ilişkilidir. (Çetin ve ark, 2002; Aktürk ve ark 2003).
- Araç hızı: Araç hızlarına bağlı olarak gürültü düzeyleri de artış gösterir (Rau ve Wooten, 1980).
- Aracın yaşı: Aracın yaşı arttıkça yaydığı gürültü emisyonunun şiddeti de artmaktadır. Gelişen teknoloji ile otomobil firmalarının müşteri memnuniyetini arttırmaya yönelik çalışmaları gürültü seviyelerinde azalmaya neden olmuştur.
- Lastikler: Araç hızının artması ile tekerlek/yol temasından kaynaklanan gürültü baskın kaynak olarak belirebilmektedir. Bu lastiğin ve yolun özelliklerine bağlı bir durumdur (Aktürk ve ark 2003).
- Aerodinamik şekil: Aracın yüksek hızlarda hareketi sırasında aracın hava ile temasından oluşan aerodinamik gürültü, hıza bağlı olarak, ortaya çıkar. Aerodinamik, gürültü kaynağının hava ile temas yüzeyinin şekli ile alakalıdır (Aktürk ve ark 2003).

Çevre şartlarının etkisi;

- Yol malzemesinin pürüzlülüğü: Pürüzlülüğün artışı ile tekerlek/yol temasından kaynaklanan gürültünün şiddeti de artacaktır (Golebiewski ve ark., 2003; Calixto ve ark., 2003).
- Islaklık: Islaklık ile yüzeylerde ki gürültü seviyesinde artış olur.
- Çevre malzemesinin özellikleri: Kaynağı çevreleyen malzemelerin absorban (yolun çevresinde yer alan yeşil alanlar vb) ağırlıklı olması halinde gürültü seviyesinde bir azalma olabilirken, sert malzeme (beton vb) ile çevrelenmesi halinde kaynaktan yayılan sesin yansımaları ile gürültü seviyesi, yansımalarından dolayı, artacaktır.
- Karayollarının eğimi: Eğim arttıkça, yokuşu çıkan araçlardan yayılan gürültü artacaktır (Pamanikabud ve ark., 2003).
- Trafik ışıkları: Dur-kalklar araçlardan kaynaklanan gürültünün kümülatif olarak artmasına neden olur (Aktürk ve ark, 2003).
- Duraklar: Araç durakları, gürültü düzeyinin kümülatif olarak artmasını neden olmayacak şekilde düzenlenmelidir (Özdemir, 2004).

2.3.1.2. Karayolu taşıtlarında gürültü kaynakları

Trafik gürültüsü belirlenirken her bir aracın gürültüsü ile trafik akışının sebep olduğu gürültü ayrı ayrı ele alınmalıdır. Tek bir araç noktasal kaynak olarak değerlendirilirken trafik akışının olduğu yol, çizgisel kaynak olarak değerlendirilir. Normal olarak yoldan uzaklaştıkça kaynağın etkisi azdır. Hızlanmalar, fren, yavaşlamalar, kavşaklar ve trafik ışıkları gürültünün etkisini olumsuz yönde etkiler.

Çevresel karayolu 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 (Aktürk ve ark, 2003).

Taşıtlardaki iç gürültüyü motor, fan, egzoz, hava filtresi, lastik, aerodinamik unsurlar, vites kutusu ve aktarma organları, tekerlek asılış sistemi gibi tekil kaynakların

gürültüsü oluşturur. Tekil kaynakların toplam gürültüye katkıları taşıt işletme şartlarına bağlıdır. Örneğin yüksek kademeli vitesle seyredilen şehir içinde (motor devri yüksek, seyir hızı düşük) motor gürültüsü etkili olurken, bunun aksine şehirlerarası yollarda lastik ve rüzgâr gürültüsü ön plana çıkmaktadır.

İçten yanmalı motorlardaki alt gürültü kaynakları aşağıda verilmiştir (Özdemir, 2004);

- a. Motor gürültüsü,
- b. Fan Gürültüsü,
- c. Egzoz gürültüsü,
- d. Vites kutusu ve aktarma organları gürültüsü,
- e. Tekerlek asılış sistemi gürültüsü,
- f. Aerodinamik Gürültü,
- g. Lastik gürültüsü.

2.3.2. Demiryolu gürültüsü

Demiryolu her ülke için stratejik önemi olan ucuz bir ulaşım seçeneğidir. Günümüzde ABD, Avrupa Birliği ve Japonya gibi gelişmiş ülkeler demiryolu ulaşımı ile ilgili özel enstitüler kurarak bu ulaşım ağının nasıl daha etkin, çevre dostu ve daha ucuz olabileceği üzerinde çalışmaktadırlar. Demiryoluna karşı gösterilen bu ilgi, onun uzun ömürlü ve ucuz ulaşım seçeneklerinden biri olmasından kaynaklanmaktadır.

Demiryolu araçları da diğerleri gibi çeşitli çevresel sorunlara neden olmaktadır. Gelişen teknoloji ile artık buhar kazanlı lokomotiflerin yerini, elektrikli, dizel ve magnetik çekişli araçlar almıştır. Bu lokomotif çeşitlerinin hepsinden yayılan ortak kirletici ise, gürültüdür.

Demiryolu araç tiplerindeki farklılık, yaydıkları gürültünün özelliklerinin (frekans spektrumu, zamana bağlı değişimler vb) değişmesinde neden olmaktadır. Bir demiryolu aracının farklı alt gürültü kaynakları vardır. Bunlar, çekme/yardımcı gürültüler, tekerlek/ray temasından kaynaklanan gürültüler ve aerodinamik gürültülerdir. Yine bu alt kaynaklar da kendi içlerinde sınıflandırılırlar. Bunlara ileriki bölümlerde detaylı olarak değinilmiştir.

2.3.2.1. Demiryolu gürültüsünü etkileyen faktörler

Kaynağın özelliklerinin etkisi;

- Kaynak sayısı : Demiryolunda günde geçen tren sayısı arttıkça çevreye yayılan gürültü de artacaktır.
- Kaynağın teknik özellikleri: Aracın motor gücü, motor türü, jeneratör, fan vb. etkenler yayılan gürültü seviyesi ile doğrudan ilişkilidir. Bu özellikler ileriki bölümlerde detaylı olarak açıklanmıştır (Talotte ve ark, 2003).
- Araç hızı: Araç hızlarına bağlı olarak gürültü düzeyleri de artış gösterir (Vincent, 2000; Talotte, 2000; Talotte ve ark, 2003)

- Aracın yaşı/bakım sıklığı: Demiryolu araçları, karayolu araçlarına göre daha uzun ömürlüdür. Araçtan yayılan gürültü, periyodik bakımlar ile azalmaktadır (EU, 2003).
- Tekerlekler: Tekerleklerdeki ve/veya raylardaki pürüzlülüğün artması tekerlek/ray temasından kaynaklanan gürültünün de artmasına neden olmaktadır (Vincent, 2003; EU, 2003; Talotte ve ark, 2003).
- Aerodinamik şekil: Aracın yüksek hızlarda hareketi sırasında aracın hava ile temasından oluşan aerodinamik gürültü, hıza bağlı olarak, ortaya çıkar. Aerodinamik gürültü kaynağın hava ile temas yüzeyinin şekli ile ilgilidir (Talotte ve ark, 2000; HARMONOISE, 2002; EU, 2003).

Çevre şartlarının etkisi;

- Raylar: Raylar ve tekerlek üzerindeki pürüzlülüğün artışı ile tekerlek/ray temasından kaynaklanan gürültünün şiddeti de artacaktır ((Vincent, 2003).
- Islaklık: Islaklık ile yüzeylerde gürültü seviyesinde artış olur.
- Çevre malzemesinin özellikleri: Kaynağı çevreleyen malzemelerin absorban (yolun çevresinde yer alan yeşil alanlar vb) ağırlıklı olması halinde gürültü seviyesinde bir azalma olabilirken, sert malzeme (beton, su vb) ile çevrenmesi halinde kaynaktan yayılan sesin yansımaları ile gürültü seviyesi, yansılardan dolayı, artacaktır (Rau ve Wooten, 1980).
- Demiryolunun eğimi: Eğim arttıkça, yokuşu çıkan araçlardan yayılan gürültü artacaktır.
- Yolu çevreleyen masif yapı ve engeller: Bunlar gürültünün yayılımını engelleyerek, arkalarında kalan alıcıyı koruyarak ulaşan gürültü seviyesini azaltacaktır. Herhangi bir engelin bulunmadığı durumlarda ise, ses alıcıya daha kolay ulaşacaktır.

2.3.2.2. Demiryolu gürültüsünün alt kaynakları

Demiryolu araçları, çalışırken ve hareket ederken farklı bileşenlerin neden olduğu gürültüleri oluştururlar. Bu gürültü bileşenleri, üç önemli bileşende sınıflandırılabilir (EU, 2003; HARMONOISE, 2002; Talotte ve ark, 2003).

- Çekme gürültüsü ve yardımcı gürültüler,
- Tekerlerin neden olduğu yuvarlanma gürültüleri,
- Aerodinamik gürültülerdir.

Demiryolu gürültüsünün mevcut durumunun genellemesinde, tekerlek ve rayların temasından kaynaklanan, yuvarlanma gürültüsü (tekerlek/ray gürültüsü) diğer kaynaklar üzerinde, aracın belirli bir hız aralığında, baskındır. Fan, vites ve motor gibi mekanik bileşenlerden yayılan mekanik gürültü ancak düşük hızlarda önemlidir ve demiryolu aracı ile hava temasından kaynaklanan aerodinamik gürültü 250 – 350 km/h'nin üzerindeki hızlarda önemlidir (EU, 2003).

Demiryolu kaynaklı bu gürültü emisyonları, farklı operasyon süreçleri için Çizelge 2'deki gibi gruplandırılırlar;

Çizelge 2. Belirli durumlar için önemli gürültü kaynakları (EU, 2003).

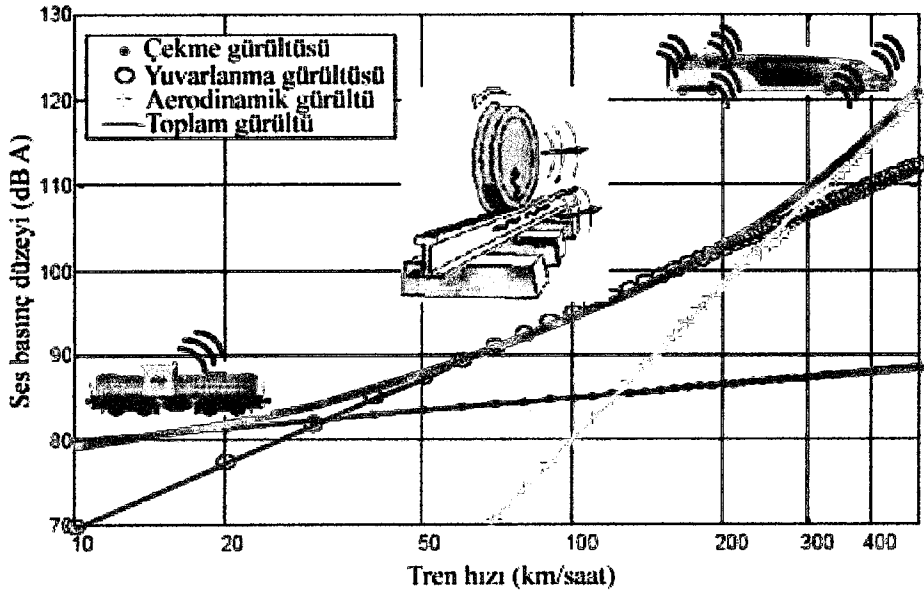
Gürültü Durumu	Geçiş Gürültüsü: Sabit hızda ve hızlanma/yavaşlamada	İstasyon Gürültüsü	Ray Değiştirme ve diğerleri
Gürültü Kaynağı	Yuvarlanma, Çekme ve yardımcı, Aerodinamik (Lokal olarak: gıcırtı, vuruş, köprüler).	Çekme/Yardımcı	Tiz sesler/ Vuruşlar, Çekme/yardımcı, Yuvarlanma

Farklı tren sınıfları için gürültü kaynaklarının baskınlıkları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Dört farklı tren tipi için gürültü kaynaklarının önem sınıflandırması (+: ilgili, ++: çok ilgili) (EU, 2003).

Tren Türü	Yuvarlanma Gürültüsü	Çekme ve Yardımcı Sistemlerden gelen gürültü	Aerodinamik Gürültü
Yük Trenleri	++	+	
Yüksek Hızlı Trenler	++	+	++
Şehirlerarası trenler	++	+	
Şehir içi çalışan trenler	++	+	

Trenin hızı, gürültü emisyonu için önemli bir parametredir. Çekme ve yardımcı sistemlerden kaynaklanan gürültü (dizel üniteleri, jeneratörler, soğutma ekipmanları, kompresörler, fanlar vb), 60 km/h’ye kadar düşük hızlarda da baskın olma eğilimindedir (Vincent, 2000; EU, 2002). Tekerlek – ray yuvarlanma gürültüsü 200 – 300 km/h’ye kadar olan hızlarda baskındır, bundan sonra aerodinamik gürültüler baskın etken olarak yerini alır (Talotte, 2000; EU, 2002). Bu üç farklı gürültü kaynağının baskınları operasyon şartları ile ilgilidir. Örneğin, tekerlek – ray temas gürültüsü, ray ve tekerlek yüzeylerinin pürüzlüklerine bağlı iken (Talotte, 2000; Vincent, 2000); aerodinamik gürültü aracın aerodinamik yapısına bağlıdır (Talotte, 2000; Talotte ve ark, 2003). Tren hızı ile gürültü seviyesi arasındaki ilişki Şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 7. Tren hızına bağlı demiryolu gürültüsünün alt kaynakları (EU, 2003)

Normal operasyonlar sırasında, tekerlek ve raylar üzerindeki pürüzlükler artar. Çok düzgün ve aşırı derecede yıpranmış raylar arasında, gürültü düzeyleri arasında önemli derecede bir artış vardır. Gürültü düzeyindeki değişimler, sınır durumlarda, +20 dB A kadar olabilirken, normal bakım şartlarında ± 3 dB A'lık bir değişim gözlenir (EU, 2003).

Çekme gürültüsü ve yardımcı gürültüler:

Lokomotiften kaynaklanan gürültüdür. Bu gürültü, dizel ünitelerinden, cer motorundan, soğutma ekipmanlarından, kompresörlerden ve jeneratörden kaynaklanır. Tren hareketsiz dururken, trenin ilk kalkış ve durmaya yakın olduğu zaman ve yavaş hareket ettiğinde baskın gürültü kaynağıdır (Vincent, 2000; Nielsen, 2003).

Çekme gürültüsü için genellikle aşağıda belirtilen tasarım parametreleri önemlidir;

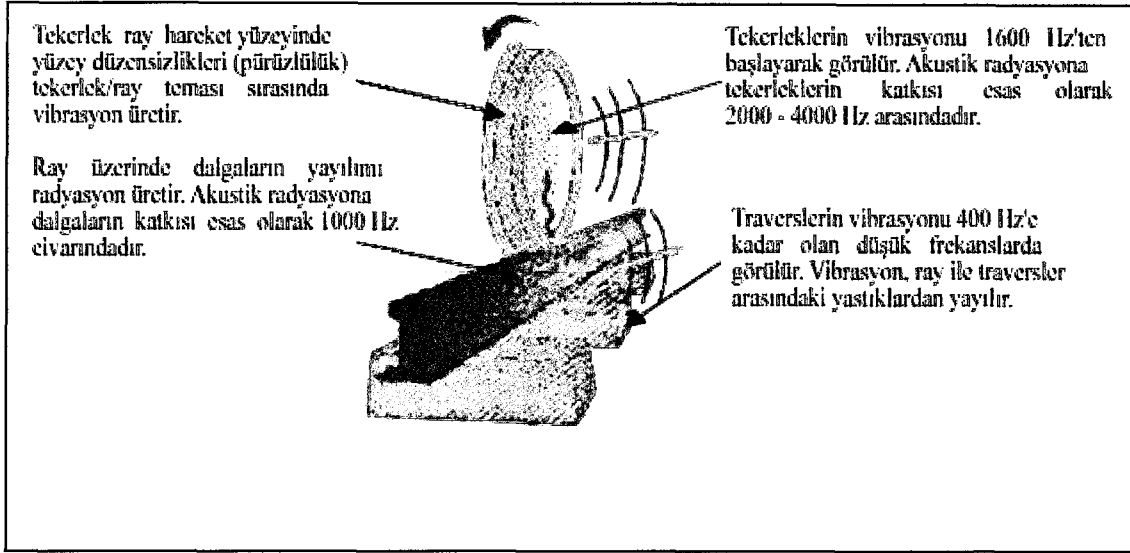
- Çekiş sisteminin tipi: Lokomotifin motor tipi yayılan gürültü düzeyi için önemlidir. Örneğin dizel motora sahip lokomotifler elektrikli olanlara kıyasla daha şiddetli gürültü yayar.

- Çekme ünitelerinin (lokomotiflerin) sayısı: Bazen bir trende önde iki tane veya biri önde diğeri arka olmak üzere iki tane lokomotif bulunabilir. Böyle durumlarda çekme ünitelerinden yayılan gürültü, tek çekişlilere kıyasla, artış gösterir.
- Motorun çalışma anındaki devir sayısı (rpm), yüklenme durumu ve ivmesi: Motorun çalışma anındaki devir sayısı yayılan gürültü üzerinde önemli etkiye sahiptir. Dakikadaki devir sayısının artması ile gürültünün şiddeti de artmaktadır.
- Egzoz gürültüsü: Trenlerin egzozlarından yayılan gürültü önemli bir sorundur. Tren duruyorken ve düşük hızla hareket ediyorken (yaklaşık 60 km/sa'te kadar olan hızlarda) bu gürültü kaynağı baskın kaynak olma eğilimindedir. Egzozdan yayılan gürültü genellikle 200 Hz'in altında düşük frekansları içerir (Talotte ve ark, 2003).
- Fan sayısı: Çalışan fan sayısının artışı ile gürültünün şiddeti de artar.
- Fanların kanatlarının dakikadaki devir sayısı: Fan kanatlarının çapı, kanat sayısı ve devir sayıları gürültünün şiddetine etki eder. Bunlardaki artış doğru orantılı olarak ses şiddetini de arttıracaktır. Fan gürültüsü, motorun sürekli soğutulma ihtiyacından dolayı baskın olma eğilimindedir. Fanlardan yayılan gürültü, sıcak veya soğuk hava şartlarına bağlı olarak devir sayıları ile ilgilidir (Talotte ve ark, 2003).
- Tren sireni: Uyarı amacı ile kullanılan sirenler de demiryolu çevresinde rahatsızlık kaynağı olabilmektedirler. Tren sirenleri, trenin önünde 30 m mesafede 96 dB (A) düzeyine ulaşması gerekir, ama çoğu siren 115 dB (A) düzeyine ayarlanır (Talotte ve ark, 2003)
- Motorun yapısı, hava giriş ve çıkış sistemleri gibi tasarım özellikleri önemlidir. Ama belirli araçlar için sabittirler ve değişmezler.

Çekme gürültüsü için önemli bir konu, çekiş ünitelerinin veya fanların devir sayısına (rpm) bağlılık tren hızından daha önemlidir. Fan gürültüsü, fan kanatlarının çapına ve etkinliğine ve de aynı zamanda motorun sıcaklığına bağlıdır. Motor gürültüsü ise, yüklenme durumuna da bağlı olabilmektedir.

Yuvarlanma (tekerlek-ray teması) gürültüleri:

Tekerlek – ray ara yüzeyindeki temastan kaynaklanan gürültüdür. Hareketin etkisi ile hız arttıkça bu gürültünün şiddeti artar. Raylar arasındaki boşluklara tekerleklerin düşmesi gürültü düzeyinde önemli artışlara neden olur. Şekil 8'de yuvarlanma gürültüsünün mekanizması gösterilmiştir.



Şekil 8. Yuvarlanma gürültüsünün mekanizmasının gösterimi (HARMONOISE, 2003)

Yer doğuşumlu vibrasyonlar ve yapı-doğuşumlu gürültü, düşük frekanslarda (<50 Hz) oluşur. Bunun üzerindeki frekanslar çabuk ve hızlı bir şekilde azaltılırlar (Vincent, 2000). Vibrasyon sorunu genellikle ray ile tekerlekler arasındaki düşey dinamik kuvvetler tarafından üretilirler. Bu frekanslar, geniş bir frekans aralığında ray ve tekerlek pürüzlülüğüne bağlı düzensiz olarak değişmektedir.

Tekerlek gıcırtıları ray ve tekerlekler arasında dönemeçlerde kararsız sürtünmelerden kaynaklanır. Tekerlek yüzeyindeki boşluklar tekerlek rezonansına neden olur; tekerlek titreşimleri etkili olarak gürültüye neden olur.

Gıcırtılar dönemeçler ile ilgili sesin başka bir şeklidir. Ne yazık ki literatürde bu olay ile ilgili pek az bilgi vardır. Bunun neden olduğu ses düşük frekanslıdır. Muhtemelen kenar sürtünmelerinden kaynaklanabilmektedir.

Çizelge 4'de tüm bu alt bileşenlerin frekans aralıkları verilmiştir.

Çizelge 4. Demiryolu gürültüsünün farklı tipleri için frekans aralığı (Eadie ve ark. 2003)

Sese neden olan kaynak tipi	Frekans aralığı, Hz
Yuvarlanma	30 – 5.000
Ray üstündeki pürüzlülükler	50 – 250
Yer doğuşumlu vibrasyon	4 – 80
Yapı doğuşumlu sesler	30 – 200
Ray – tekerlek temas gıcirtısı	1.000 – 5.000
Virajlardaki gıcirtılar	5.000 – 10.000

Aerodinamik gürültüler;

Demiryolu araçlarının yüksek hızlarda hareket etmeleri sırasında oluşan ve aracın şeklinin aerodinamikliği ile ilgili olan gürültüdür. Yüksek hızlı trenler ülkemizde kullanılmadığı için, ülkemizdeki demiryolu araçlarında aerodinamik gürültü baskın olmamaktadır.

Çoğu çalışma, aerodinamik gürültünün 300 km/h'den daha yüksek hızlarda önemli olduğunu göstermiştir. Mekanik gürültü esasen yuvarlanma gürültüsünü simgeler. Aerodinamik gürültü böylece 300 km/h hızda yuvarlanma gürültüsünden daha baskın olur (Talotte, 2000).

Hareket eden bir trende, boji ve pantograflar gibi yapısal elementlerin müdahalesi ile, kompleks türbülasyon akışı gelişir (Talotte, 2000; Talotte ve ark, 2003).

Yüksek hızlı trenlerde aerodinamik gürültü kaynaklarının gelişimi,

Çeşitli yüksek hızlı tren tipleri üzerinde yapılmış farklı çalışmalarda tanımlanmış esas aerodinamik gürültü kaynakları (Talotte, 2000);

- Pantograf,
- Pantografin geri çekilmesi,
- Vagonlar arası boşluk,
- Boji,
- Lokomotifin burnu,

- Aracın yüzeyleri,
- Arkaya eklenen lokomotifler,
- Pencereleler,
- Vantilatörlerdir.

Trenlerde kullanılan farklı teknolojiler ve farklı şekillerden dolayı yukarıda yazılı olan kaynakların önemi daha fazla veya daha az olabilmektedir (Talotte, 2000).

Farklı kaynaklar tarafından üretilen aerodinamik gürültü iki tipte sınıflandırılabilir,

Yapısal elemanlar üzerindeki akış tarafından üretilen gürültü:

- Vorteks akış: Pantograf ve ekipmanların yüzeylerinde oluşur.
- Boşluk gürültüsü: Pantografların geri çekilmesi, vagonlar arası boşluk, pencerelerde oluşur.
- Bojiler: Bojilerin çevresinde belirlenmesi güç hava akımları oluşur. Bunların tespiti için genellikle rüzgar tünelleri kullanılır.
- Vantilatörler.

Türbülasyon akımı tarafından üretilen gürültü:

- Türbülasyon sınır tabakası: Yüzeylerde oluşur.
- Sınır tabakası ayrımı: Lokomotifin burnunda oluşur.
- Düzeniz hava akımı: Arkaya eklenen lokomotifler tarafından oluşturulur.

2.4. Gürültü Kirliliği Haritaları

Gürültü kirliliğine karşı koyulabilecek yasalar, yönetmelikler ve diğer önlemlerin ilk adımı gürültü kirliliği haritalardır. Haritalandırma ve modelleme neticesinde, bölgedeki kirlilik düzeyleri hakkında daha açık, detaylı ve anlaşılır bilgiler edinilebilmekte ve böylece çevrede insanlar üzerine rahatsızlık uyandıran gürültü seviyeleri tespit edilebilmektedir (Onunu, 2000). Ancak gürültü kirliliği haritalarının hazırlanması için gereken verilerin toplanması uzun süre alabilmektedir. Bu durumda çeşitli tahmin yöntemlerinin kullanılması daha az emek,

para ve zaman harcayacaktır. Gürültü kirliliği haritaları, bir endüstriyel tesisten (veya başka bir noktasal kaynak) kaynaklanan gürültü için kullanılabilmesi gibi demiryolu veya karayolu gibi çizgisel kaynaklar için de kullanılabilirler.

Gürültü kirliliği haritalarının hazırlanmasında iki amaç vardır. Birincisi, alıcıların maruz kaldıkları gürültü seviyesinin tespiti ve etkilerin belirlenmesidir. İkincisi ise, yüksek gürültü düzeyine karşı alınabilecek önlemlerin yerlerinin ve bunların muhtemel türlerinin belirlenmesidir (Özdemir, 2004). Bunlardan ilki, gürültünün insan sağlığına etkisi ile ilgilidir ve konudaki çalışmalar ile birlikte genellikle çalışmanın yapıldığı halka dönük olarak anket çalışmaları da yapılmaktadır. Böylece, maruz kalınan gürültü seviyelerine bağlı olarak rahatsızlık düzeyleri tespit edilebilmektedir. İkincisi ise, gürültü gideriminin teknolojik boyutu ile ilgilidir. Alınabilecek farklı önlemlerin giderimdeki verimlilikleri, çeşitli modelleme yazılımları ile, harita üzerinde görülebilmektedir.

Şehirlerde var olan çok sayıda ve farklı özelliklerde gürültü kaynakları bulunmaktadır; karayolları, demiryolları, hava alanları, sanayi tesisleri vb. Bunlar, yakınlarında yaşayan insanlar için rahatsızlık kaynaklarıdır. Bir şehir içerisinde bu gürültü kaynakları ile iskân alanları, hastaneler, okullar gibi sessizlik ihtiyacı olan bölgelerin bir birlerinden ayrılmaları gürültünün azaltımı için basit ve ucuz bir önlemdir. Ancak bu önlem için şehir planlamacılığı ile ilgilidir. Gürültü kirliliği haritaları bu noktada önemlidirler. Çünkü bu haritalarda, herhangi bir kaynaktan yayılan gürültünün şiddeti ve alıcıya hangi dozda etkidiği görülebilmektedir.

Kluijver ve Stoter (2003), gürültü kirliliği haritaları ve GIS ile ilgili olarak yaptıkları çalışmada şu soruya cevap vermeye çalışmışlardır; gürültünün etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar nasıl daha açık, anlaşılır, güvenilir ve anlamlı olabilir ve gürültünün etkileri nasıl daha etkin olarak tespit edilebilir? Onlar, bu soruya cevap verebilmek için çalıştıkları gürültü kirliliği haritasında şu aşamaları izlemişlerdir (Kluijver ve Stoter, 2003);

- Ham verilerin toplanması, hazırlanması, depolanması ve bu verilerin ayıklanması,
- Bilgisayar modellerinde gürültü düzeyinin hazırlanması,
- Gürültü düzeylerinin toplanması (farklı kaynaklar var ise),

- Harita üzerinde gürültü düzeylerinin belirlenmesi,
- Gürültünün etkilerinin belirlenmesi ve,
- Gürültünün etkilerinin sunumu.

Guzejev ve arkadaşları (2000), gürültü kirliliği haritaları ile insanlardaki rahatsızlık düzeyi arasındaki ilişki üzerine yaptıkları çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaştılar:

- Ulaşım gürültüsünün insanlar üzerindeki rahatsızlık etkisi iki etkene bağlıdır. Bunlardan birincisi, kişinin gürültüye karşı hassasiyetidir ki kişiden kişiye farklılık gösterir. İkinci husus ise gürültünün olduğu zamandır. Aynı gürültünün gece (22.00 – 06.00) ve gündüz (06.00 – 22.00) vakitlerindeki etki düzeyi farklı olacaktır.
- Gürültüye karşı hassasiyet, bu haritalar için önemlidir.
- Gürültüye karşı hassasiyeti fazla olanlar, az olanlardan daha fazla rahatsız olmuşlardır. Dış ortamda, ulaşım gürültüsü önemli bir rahatsızlık kaynağıdır.
- Gürültüye karşı alınabilecek önlemlerde, bu haritalardan yararlanılabilir.

Gürültü kirliliği haritaları anketler ile birlikte uygulanarak maruz kalınan gürültü düzeyi ile rahatsızlık arasındaki ilişki incelenebilmektedir. Zanin ve arkadaşları (2003), Brezilya'nın 1.600.000 nüfuslu büyük şehirlerinden biri olan Curitiba yaptıkları ve gürültünün insanlar üzerindeki olumsuz etkilerinin belirlenmesi konulu çalışmada uyguladıkları metod iki aşamalıydı. Bunlar; şehirdeki esas gürültü kaynaklarının tanımlamak ve bu kaynakların neden olduğu rahatsızlık ve sıkıntıların tespiti idi. Onların yaptıkları çalışmaya göre, ankete katılanların % 73 trafik (karayolu ve demiryolu) gürültüsünden rahatsız olurken, % 37'si rahatsız edici gürültü kaynağı olarak yakın çevrelerindeki inşaat, gece kulübü vb. kaynakları belirtmiştir. Yine anket çalışmasına göre, gürültü insanların % 52'sinde sinirliliğe, % 42'sinde dikkat dağılımına, % 20'sinde uykusuzluğa ve % 20'sinde baş ağrılarına neden olmaktadır.

Ali (2005) tarafından, Yukarı Mısır'daki Assiut şehrinde yapılan tren gürültüsü ile ilgili bir başka çalışmada da şu sonuçlar elde edilmiştir; tren sirenlerinin kullanımının yasaklanması ile gürültü düzeyi 17 dB (A) kadar azaltılabilir; bariyer

kullanımı ile gürültü düzeyleri 12,7 dB (A) kadar azaltılabilir; tren hızının 100 km/sa'den 30 km/sa'te azaltılması gürültü düzeyini 10,1 dB (A) kadar azaltabilir; demiryolu hattı ile binalar arasındaki mesafenin 50 m'den 100 m'ye çıkartılması ile gürültü düzeyi 4,3 dB (A) kadar azalmaktadır. Yine bu çalışmada yapılmış olan anket sonuçları göstermiştir ki, demiryolunun yakınında oturan halkın %67'si gürültüden ciddi şekilde rahatsız olmuştur ve gürültü düzeyinin artması ile gürültüden rahatsız olanların sayısı da artmaktadır.

Özdemir ve arkadaşları (1999) tarafından, trafik gürültüsü konusunda Konya şehrinde yapılan çalışmada, değişik meslek gruplarından 200 kişiye uygulanan Hamilton ankesiyete testine göre, test edilen kişilerin %38'inin devamlı, % 23'ünün sık sık, % 35'inin bazen ve % 4'ünde hiçbir zaman gürültüden rahatsız olmadıkları görülmüştür. Yine bu ankete katılanların % 21,5'i gürültü kirliliğini önemli bir çevre sorunu olduğu yönünde fikir belirtmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışma Bölgesinin Tanımlanması

Bu çalışma, Konya şehir merkezinde yapıldı. Ölçümün yapıldığı demiryolu hattının toplam uzunluğu yaklaşık 18 km'dir ve bu demiryolu şehir merkezindeki iskân alanlarından, sanayi bölgesinden ve açık alanlardan geçmektedir.

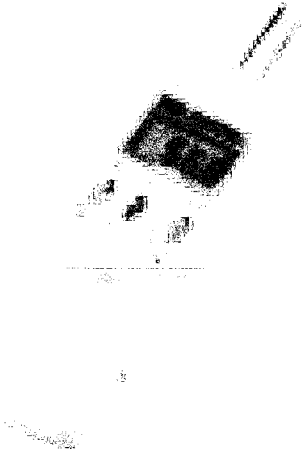
Konya ili için 2003 – 2004 yıllarının ortalama sıcaklık ve nem değerleri Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Konya ilinin 2003 – 2004 yıllarının ortalama nem ve sıcaklık değerleri.

	Ortama Sıcaklık, °C	Ortalama Nem, %
2003 yılı	11,74	54,20
2004 yılı	11,53	53,67

3.2. Gürültü Ölçüm Cihazı

Bu çalışmada, TES marka 1350 Sound Level Meter model ses ölçüm cihazı kullanıldı. Bu ölçüm aygıtı, üç farklı desibel türünde, dB (A), dB (B) ve dB (C) ölçüm yapabilmektedir. Cihaz yılda bir kez kalibrasyon merkezinde kalibre edilmektedir. Ayrıca cihazın her kullanımdan önce otomatik olarak kalibre edilmektedir. Cihazın özellikleri aşağıda sunulmuştur.



Şekil 9. TES marka 1350 model ses düzeyi ölçer

Cihazın Özellikleri:

- 0,1 dB hassaslık,
- 35 dB'den 130 dB'e kadar ölçüm aralığı,
- A, B ve C ağırlıklı frekanslarında ölçüm yapabilme,
- Maksimum ölçümü hafızasında tutabilme.
- Yavaş ve hızlı ölçüm alabilme.
- Yardımcı çıkış çekleri.
- Üçayaklı sehpa üzerine yerleştirilebilme.
- Otomatik kalibrasyon yapabilme.

3.3. Gürültü Ölçümünden Önce Yapılması Gerekenler

Cihazla ilgili olarak ölçüm yapılmadan önce yapılanlar şunlardır:

- Kullanılan cihaz pille çalıştığı için, ölçümlerden önce cihazın pili kontrol edildi.

- Ölçüm alınmadan önce, cihazın kalibrasyonu yapıldı.

Çevre şartları ile ilgili olarak yapılanlar şunlardır;

- Ölçümün yapıldığı yerin yakın çevresinde (< 1 metre) her hangi bir engel (toprak setler, bariyer, duvar vb) yoktu.

- Ölçüm alanında başka her hangi bir gürültü kaynağının olup olmadığı belirlendi.
- Gürültü ölçümleri trenlerden 3 m uzakta, karayolu araçlarından da 1 m uzakta yapıldı.
- Şayet ölçüm alanında başka herhangi bir gürültü kaynağı var ise, bunun SBD ortam gürültüsünün ölçümü ile belirlendi.
- Ölçüm anındaki meteorolojik şartlar (sıcaklık, hava durumu vb.) belirlendi.
- Ölçüm rüzgârsız hava şartlarında yapıldı.
- Ölçüm yapılan noktadaki yerleşim alanları içinde imar durumları (bina yükseklikleri, binaların karayolları ve demiryoluna göre yerleşimleri, gürültü kaynakları ile alıcılar arasında engel bulunup bulunmadığı, şayet varsa boyutları ve özellikleri vs.) kayıt edildi
- Çevrenin krokisi çizildi ve fotoğrafları çekildi.

3.4. Gürültü Ölçümlerinin Yapılması

Yapılan her ölçümden önce TES marka 1350 Sound Level Meter model cihaz kalibre edildi. Ölçüm sırasında, cihaz yerden 120 – 150 cm yüksekte ve yer ile 30 – 45° açı ile tutuldu. Ölçümlerde kaynaktan uzaklık, gürültü kaynaklarının yakın alanının içinde bulunulmaması gerekliliğinden yola çıkarak belirlendi. Çünkü yakın alan içindeki gürültü çok değişkendir ve sonuçlarda önemli sapmalara neden olabilir. Bu maksatla demiryolunda ölçüm uzaklığı 3 m alınırken, karayolunda 1 m alındı. Yine ölçümler esnasında duvar vb. yapıların yakın çevresinde bulunmaktan kaçınıldı. Bu engellerden geri yansıyan ses dalgaları ölçüm sonucunun olması gereken değerden, yakınlığa bağlı olarak, 3 dB (A)'ya kadar artmasına neden olarak sonuçlarda hataya neden olabilmektedir.

Gürültü ölçümleri için önemli olan diğer bir unsurda, atmosferik çalkantılardan dolayı olası hata sapmalarından kaçınmaktır. Bu hata sapmaları kaynak ile alıcı

arasındaki mesafeye ve rüzgâr hızına bağlı olarak +/- 30 dB (A)'ya kadar çıkabilmektedir. Bu nedenle gürültü ölçümleri rüzgârlı havalarda yapılmadı.

3.4.1. Anlık demiryolu trafik gürültüsünün ölçümü

Daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi çalışmanın esas amacı demiryolu araçlarından kaynaklanan gürültünün tespiti ve bunun haritasının çıkartılmasıdır. Bu amaçla aşağıda belirtildiği gibi, anlık demiryolu gürültüsünün ölçümleri alındı.

Demiryollarında trenlerin yaydığı gürültünün tespiti için öncelikle yapılacak ölçümlerin yerleri belirlendi. Ölçümlerin yapıldığı noktalar demiryolu hattında ve belirli uzaklıklarda bulunan ardışık noktalardı. Buna göre, yaklaşık 18 km'lik bir demiryolu hattı boyunca ortalama 300 m'de bir ve demiryolu üzerindeki her köprü ve hem zemin geçitte bir ölçüm alındı. Bu genel belirlemeden sonra, bir de ölçümün yapıldığı yerlerdeki gözlemler neticesinde ölçüm noktası belirlendi. Buradaki amaç, harita üzerinde bölge karakteristikleri tam olarak görülemediği için ölçümün yapıldığı zamandaki şartları değerlendirmektir. Örneğin, ölçümün bir duvar, bariyer vb. engelin önünde yapılması sonuçta artmaya neden olacaktır. Dolayısı ile, ölçümün yapılması gereken yerlerin genel değerlendirmesinden sonra bir de ölçüm mevkisinde o bölgenin karakteristiklerini dikkate alan ikinci bir değerlendirme daha yapıldı.

Demiryolundaki ölçümler, trenin en yakın kenarından 3 m uzakta yapıldı. Ölçümlerde, cihazımız doğrudan kaynağa doğru tutuldu. Cihazın yer ile açısı 30 – 45°C ve yerden yüksekliği 1 – 1,5 metre arasındaydı. Ölçüm için uygun konum alındıktan ve cihaz kalibre edildikten sonra ölçümler yapıldı.

Her ölçüm noktasında bir yolcu treni ve bir de yük treni ölçüldü. Bu ölçümler 58 farklı mevkide yapıldı. Toplam da 58 yolcu ve 58 yük olmak üzere 116 trenin gürültüsü ölçüldü. Böylece farklı tren türlerinden yayılan anlık gürültünün değerlendirmesi yapılabildi. Yine her ölçümde, ölçümün yapıldığı tarih, saat, ölçülen trenin türü, lokomotif ve vagon türleri ve sayısı, trenin geçiş süresi, hızı, uzunluğu,

ölçüm anında ortamın sıcaklığı, hava durumu kaydedildi ve ölçümün yapıldığı bölgenin krokisi çizildi, özellikleri alındı ve fotoğrafları çekildi.

3.4.2. Demiryolu için L_{dn} 'in tespiti

Çalışmada anlık gürültü ölçümlerine dayanan gürültü kirliliği haritasına ilaveten bir de uzun dönem gürültü seviyesini gösteren L_{dn} verilerinde dayanan gürültü kirliliği haritası çizildi. L_{dn} (gece-gündüz gürültü seviyesi) için gerekli olan operasyon sayıları ve tren uzunlukları Konya Tren Garı Müdürlüğü'nden temin edildi. L_{dn} hesaplanması için kullanılan formüller ileriki bölümlerde verilmiştir.

3.4.3. Anlık karayolu trafik gürültüsü ölçümleri

Konya şehir merkezinde ölçümlerin yapıldığı alanlardaki en önemli ve sürekli gürültü kaynağı trafik gürültüsüydü. Demiryolu gürültüsünün ölçüldüğü zamanlarda karayolundaki trafik akışını engellemek mümkün olmadığı için, demiryolu gürültüsü ölçülürken aynı zamanda da karayolu gürültüsünün buna katkısı da ölçüldü. Bu katkıyı belirleyebilmek için, karayolu gürültüsünün anlık etkisi ölçüldü. Böylece, iki gürültü kaynağının yaymış olduğu gürültülerin değerlendirmesi yapılarak trenden yayılan gürültü hesaplanabildi.

Karayolu gürültüsünün diğer bir etkisi de alıcılara ulaşan gürültü seviyesinin artmasıydı. Bu amaçla çalışmada, demiryolu gürültüsü ile karayolu gürültüsünün kümülatif değerlendirmesi yapıldı. Bu değerlendirmede anlık demiryolu gürültüsünün maksimum ölçüm sonuçları ile anlık karayolu gürültüsünün maksimum sonuçları birlikte değerlendirildi.

Anlık karayolu gürültüsü ölçümleri demiryollu yakınındaki yollarda ve demiryolunu kesen köprü ve hem zemin geçitlerde anlık trafik gürültüsü ölçüldü. Yapılan ölçüm sayısı toplamda 33 farklı yerde yapılarak noktadaki gürültü

düzeyleri belirlendi. Ölçümler karayolunun en yakın kenarından 1 metre uzaklıkta yapıldı. Bu ölçümler sadece bir kez ve 10 dakikalık sürede yapıldı. Bu süre içindeki dB A cinsinden olan ölçümler kaydedildi. Ayrıca yoldan geçen araç türleri ve sayıları, çevre özellikleri ve ölçüm şartları belirlenerek krokileri çizildi ve fotoğrafları da çekildi. Ölçümler sırasında ölçülen gürültünün yayılımına etki eden çevre şartları yine dikkate alındı.

3.4.4. Ortalama karayolu gürültüsünün ölçümü

Ortalama karayolu gürültüsü gece-gündüz gürültü seviyesine (L_{dn}) dayalı hesaplamalarda toplam gürültü seviyesinin hesaplanmasında kullanılması amacı ile ölçüldü.

Karayollarında ortalama trafik gürültüsü ölçümleri, demiryolu hattının yakınındaki önemli karayollarında yapıldı. Bu ölçümler 41 farklı noktada yapıldı. Her ölçüm yeri için, hafta için iki gün ve hafta sonu da bir gün olmak üzere toplam üç gün ve 07.00 – 09.00, 11.00 – 14.00 ve 16.00 – 18.00 saatleri arasında yapıldı. Trafik ölçümü, karayolundan 1 m uzakta yapıldı. Bu karayolu trafik ölçümünde, ölçümün yapıldığı tarih, saat, saatte geçen araç sayısı, araçların türlerine göre dağılımı, ölçüm yapıldığı mevkideki hava sıcaklığı, hava durumu, ölçümün yapıldığı bölgenin özellikleri de alındı.

3.4.5. Ortam gürültüsünün ölçümü

Demiryolu ve karayolu trafik gürültüsü ölçümlerinden başka, belirli bölgelerde (karayolu üst geçitlerinin yanında vb. yerlerde) ortam gürültüsü ölçümleri yapıldı. Bu ölçümde esas, duvar, panel vb. engelden uzakta sesin serbest yayılım alanında ölçüm yapmaktır.

Karayolu ve ortam gürültüsü ölçümlerinin yapılmasının sebebi, ölçümün yapıldığı çevrede var olan bu gürültülerin ölçülen demiryolu gürültüsüne katkılarını hesaplayabilmek ve gürültünün yayılımının hesaplanmasında kullanmaktır.

3.5. Gürültü Kirliliğinin Matematiksel Modellemesinin Yapılması

Yapılan ölçümler neticesinde elde edilen sonuçlara göre, Environmental Impact Analysis Handbook adlı kitapta verilen ve aşağıda da sunulan formüllerin kullanımı ile ölçüm yapılan mevkilerden belirtilen uzaklıklardaki gürültü değerlerinin modellemeleri yapıldı. Yapılan bu modellemelerde sadece gürültünün uzaklıkla azalımı dikkate alındı.

3.5.1. Ölçüm sonuçlarına göre gürültü kirliliği modellemesi

Ses basınç düzeyi (SBD),

$$SBD = 20 \cdot \log (\text{Ölçülen Ses Basıncı/Referans Ses Basıncı}), \text{ (Rau ve Wooten, 1980)}$$

burada Referans Ses Basıncı = 0,0002 μ bar'dır.

Farklı gürültü kaynakları için, gürültünün mesafe ile azalmasının hesaplanması,
Çizgisel Kaynak İçin Gürültünün Yayılımı,

$$L_1 - L_2 = 10 \cdot \log (r_2/r_1) \quad \text{(Rau ve Wooten, 1980),}$$

Örneğin $r_1 = 1$ m referans ölçüm mesafesinde bulunan bir karayolunda ölçülen SBD değeri $L_1 = 85$ dB ise, $r_2 = 30$ m'de L_2 SBD değeri;

$$L_1 - L_2 = 10 \cdot \log (r_2/r_1)$$

$$85 \text{ dB} - L_2 = 10 \cdot \log (30 \text{ m}/1 \text{ m})$$

$$L_2 = 70,23 \text{ dB' dir.}$$

Noktasal Kaynak İçin Gürültünün Yayılımı,

$$L_1 - L_2 = 20 \cdot \log (r_2/r_1) \quad \text{(Rau ve Wooten, 1980)}$$

Örneğin $r_1 = 3$ m referans ölçüm mesafesinde bulunan bir lokomotiften ölçülen SBD değeri $L_1 = 85$ dB ise, $r_2 = 30$ m'de L_2 SBD değeri;

$$L_1 - L_2 = 20 \cdot \log (r_2/r_1)$$

$$85 \text{ dB} - L_2 = 20 \cdot \log (30 \text{ m}/3 \text{ m})$$

$$L_2 = 65 \text{ dB'dir.}$$

Yukarıdaki formüllerde kullanılan kısaltmaların açıklamaları;

r_1 : Ölçümün yapıldığı noktanın kaynağa uzaklığı (m),

r_2 : Mesafe ile gürültünün azalımında, belirlenen mesafe (m),

L_1 : r_1 mesafesindeki (metre) gürültü düzeyi (dB)'dir.

L_2 : r_2 mesafesindeki (metre) gürültü düzeyi (dB)'dir.

Demiryolu gürültüsü için gece-gündüz gürültü seviyesinin (L_{dn}) hesaplanması,

Eşdeğer Operasyon Sayısı (N_t),

$$N_t = N_{\text{gündüz}} + 2 \cdot N_{\text{gece}}, \quad (\text{Rau ve Wooten, 1980}),$$

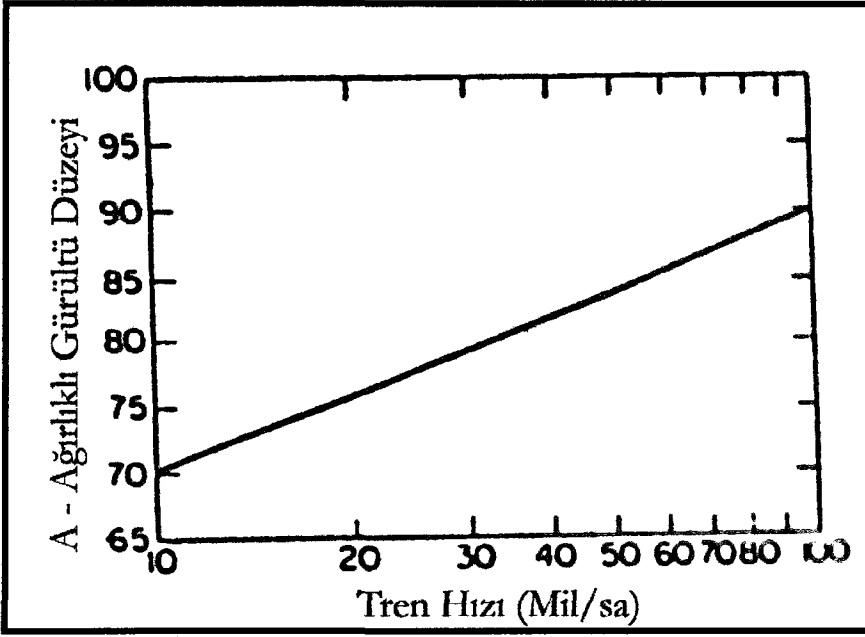
burada, $N_{\text{gündüz}}$, gündüz operasyon sayısı ve N_{gece} ise gece operasyon sayısıdır.

Etki Zamanı ($t_{1/2}$),

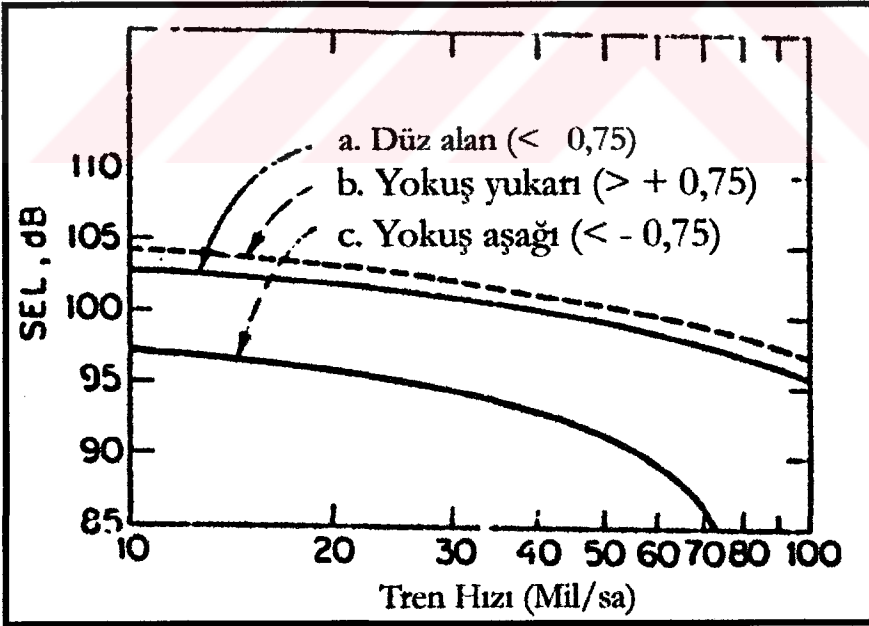
$$t_{1/2} = 0,68 \cdot L/V \quad (\text{Rau ve Wooten, 1980}),$$

burada, L , trenin uzunluğu (ft) ve V ise trenin hızı (mil/saat).

Maksimum gürültü seviyesi (L_{max}), Şekil 10'dan bulunur.



Şekil 10. Tren hızına bağlı olarak L_{max} 'ın bulunduğu grafik(Rau ve Wooten, 1980)



Şekil 11. Tren hızına bağlı olarak $SEL_{lokomotif}$ 'in bulunduğu grafik (Rau ve Wooten, 1980)

SEL_{yillik} = Tekerlerden 100 ft uzaklıkta yapılan ölçümlerin yıllık değeri,

$$SEL_{yillik} = L_{max} + 10 \cdot \log t_{1/2} \quad (\text{Rau ve Wooten, 1980}),$$

$$SEL_{toplam} = 10 \cdot [10^{SEL_{lokomotif} \cdot 10} + 10^{SEL_{yillik} \cdot 10}] \quad (\text{Rau ve Wooten, 1980}),$$

burada, $SEL_{lokomotif}$ Şekil 11'den trenin hızına bağlı olarak bulunur.

Gece – gündüz dış ortam gürültü seviyesi (L_{dn}),

Demiryolu hattından 100 ft uzaklıktaki L_{dn} aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$L_{dn} = SEL_{toplam} + 10 \cdot \log N_t - 49,4 \quad (\text{Rau ve Wooten, 1980}).$$

3.5.2. Gürültü düzeylerinin toplanması

İki veya daha fazla kaynaktan yayılan gürültü düzeyleri ayrı ayrı ölçülmüş ise ve ses kaynaklarının toplam ses basınç düzeyleri bilinmek isteniyor ise, ses düzeyleri toplanmalıdır. dB ölçeğinin logaritmik değerlendirilmesinden dolayı, ses düzeyleri doğrudan toplanamaz.

Ses basınç düzeylerinin toplanmasında iki yol vardır. Bunlardan biri aşağıda verilen formüldür;

$$L_{p \text{ sonuç}} = 10 \cdot \log [10^{L_{p1}/10} + 10^{L_{p2}/10} + 10^{L_{p3}/10} + \dots + 10^{L_{pn}/10}], \quad (\text{Anonymous, 2001}),$$

burada, $L_{p \text{ sonuç}}$, toplam ses basınç düzeyi; L_{p1} , L_{p2} , L_{p3} ise birinci, ikinci, ve üçüncü kaynağın ses basınç düzeyleridir.

Örneğin ses basınç düzeyleri, $L_{p1} = 51$ dB ve $L_{p2} = 55$ dB olan iki farklı kaynaktan yayılan gürültü düzeylerinin toplanması;

$$\begin{aligned} L_{p \text{ sonuç}} &= 10 \cdot \log [10^{L_{p1}/10} + 10^{L_{p2}/10}] \\ &= 10 \cdot \log [10^{51/10} + 10^{55/10}] \\ &= 56,45 \text{ dB'dir.} \end{aligned}$$

Toplam ses basınç düzeyinin hesaplanmasında kullanılan diğer bir yöntem de grafik yöntemidir. Nispeten daha basit olan bu yöntemin kullanılışı aşağıdaki gibidir,

gürültü düzeyinden (L_p toplam) arka plan gürültü düzeyinin (L_p arkaplan) çıkartılması ile yapılmaktadır.

$$L_p \text{ sonuç} = 10 \cdot \log [10^{L_p \text{ top}/10} - 10^{L_p \text{ arkaplan}/10}] \text{ dir (Anonymous, 2001).}$$

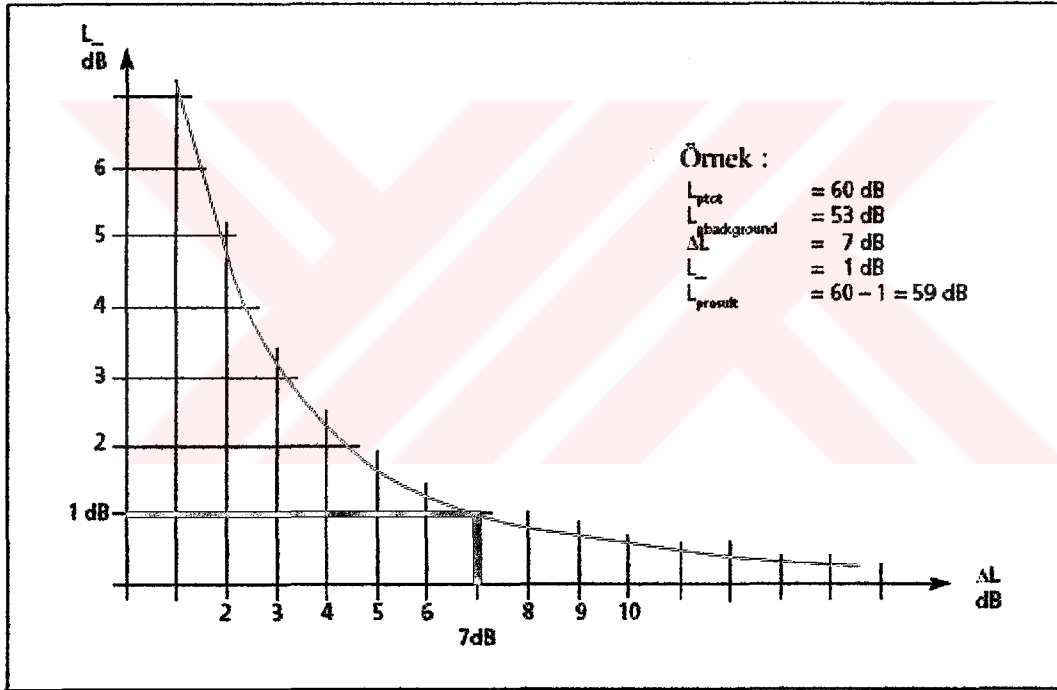
Örneğin ses basınç düzeyleri, L_p toplam = 60 dB ve L_p arkaplan = 53 dB ise kaynağın gürültü düzeyi,

$$L_p \text{ sonuç} = 10 \cdot \log [10^{L_p \text{ top}/10} - 10^{L_p \text{ arkaplan}/10}]$$

$$L_p \text{ sonuç} = 10 \cdot \log [10^{60/10} - 10^{53/10}]$$

$$L_p \text{ sonuç} = 59,03 \text{ dB' dir.}$$

İkinci ve daha basit bir yöntem de grafiksel okumadır;



Şekil 13. Gürültü düzeylerinde çıkartma (Anonymous, 2001).

Bu grafiğin kullanılması da, bir gürültü düzeylerinin toplanmasında kullanılan grafikteki gibidir. Yine grafik üzerinde sayısal bir örnek görülmektedir.

Arka plan gürültüsünde dikkat edilmesi gereken konu, eğer ΔL 3 dB'den küçük ise toplam gürültü düzeyine ciddi katkısı bulunur. Diğer taraftan, ΔL 10 dB'den büyük ise etkisi ihmal edilebilecek derecedir.

Eşdeğer gürültü düzeyi (L_{eq}): Belirli bir süre içerisinde süreklilik gösteren ses enerjisinin veya ses basınçlarının ortalama değerini veren gürültü ölçөгüdür. Birimi dB (A)'dır.

$$L_{eq} = 10 \cdot \log_{10} \frac{1}{n} \sum 10^{L_i/10}, \text{ dB (A) (GKY, 1980)}$$

Yukarıda kısaca değinilen ve formülleri verilen hesaplamalar, her bir ölçüm noktası için, kaynaktan 3, 5, 10, 15, 20, 35, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250, 2500, 2750 ve 3000 metre uzaklıklar için yukarıdaki hesaplamalar yapıldı. Tüm bu hesaplamalar L_{max} ve L_{dn} 'i gösteren haritalar için ayrı ayrı yapıldı.

3.6. Gürültü Kirliliği Haritasının Çıkartılması

Gürültü kirliliği haritasının çıkartılması iki aşamada yapıldı. Bunlar,

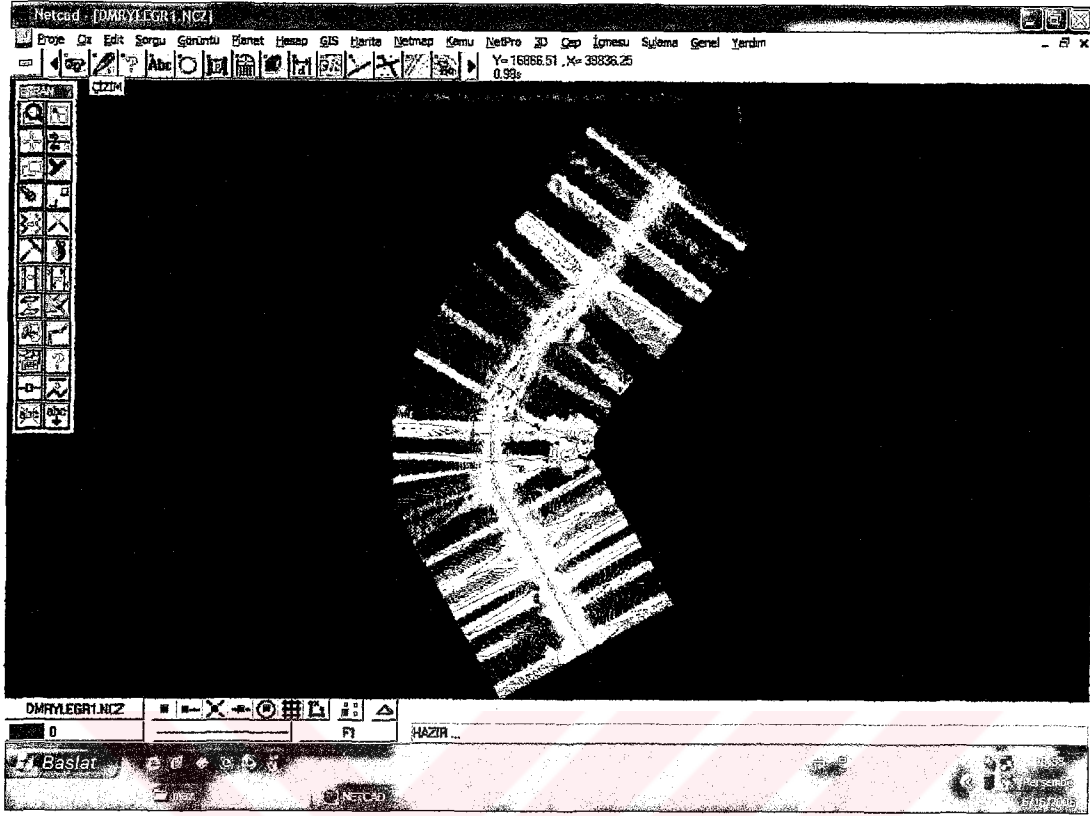
- Bilgisayar ortamında dijital haritanın hazırlanması, ölçümlerin yapıldığı noktaların ve onlara dayanarak hesaplamaların yapıldığı noktaların belirlenmesi,
- Bu belirlenen noktalar için gürültü düzeylerinin girilmesi ve eş yükselti eğrilerinin çizdirilmesi.

Hesaplamalar yapıldıktan sonra, çalışmanın sonraki aşaması gürültü kirliliği haritasının çıkartılmasındadır. Bunun için de öncelikle Konya şehir merkezinin sayısallaştırılmış haritası NetCAD haritalama yazılımında oluşturuldu. Bu harita Konya Büyükşehir Belediyesinin mevcut durumdaki ve imar planlarının sayısal verilerine dayanmaktadır. NetCAD yazılımının ana modülleri olan, hesap ve harita modülleri kullanıldı. Oluşturulan bu dijital harita üzerinde gürültü kaynakları belirlendi. Akabinde bu çalışmada gürültü kaynağı olan demiryolunda ölçümlerin

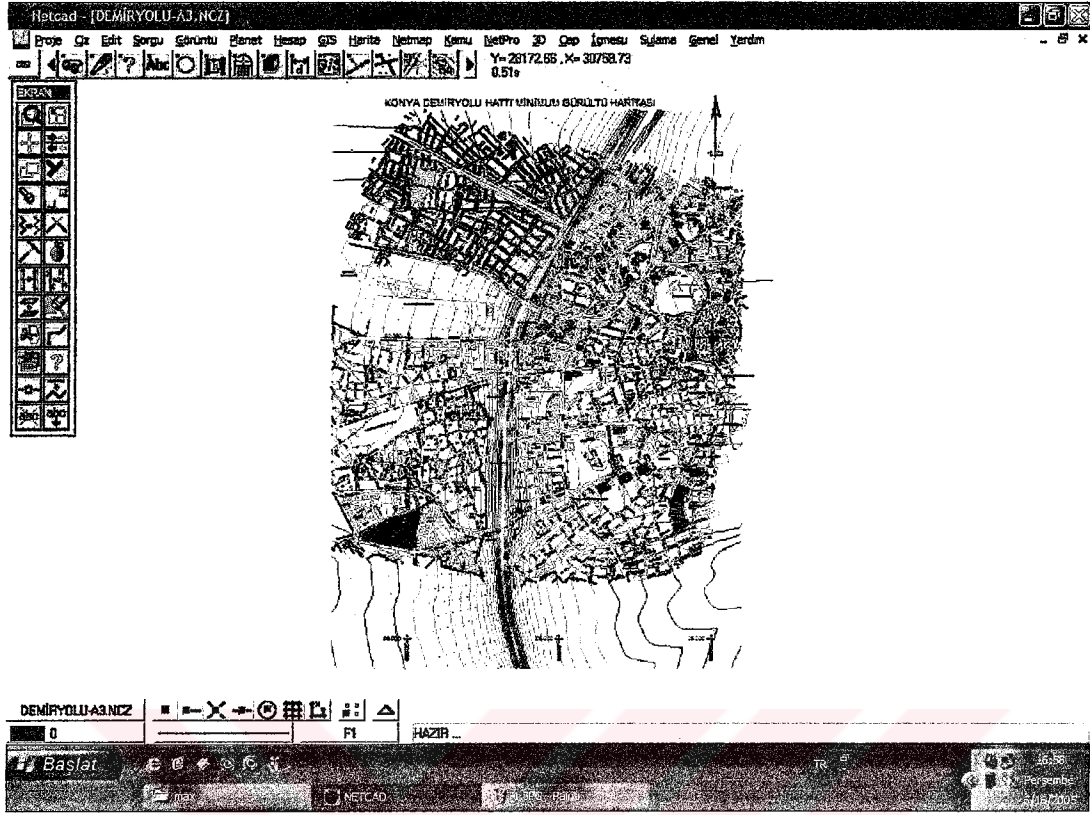
yapıldığı noktalar haritada belirlendi ve bu noktaların kılavuzluğunda her nokta için kaynaktan belirli mesafelerde bulunan ve gürültü düzeyleri modellenmiş olan noktaların yerleri belirlendi. Ölçümlerin yapıldıkları noktaların uzaklıkları ölçümler yapıldığında belirlenmişti. Buna göre ölçüm noktalarının yerleri tespit edilmiş oldu. Sonra ölçümlerin yapıldığı noktaların sağında ve solunda yer alan ölçüm noktasından 3, 5, 10, 15, 20, 35, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250, 2500, 2750 ve 3000 m uzaklıktaki noktaların yerleri programda tespit edildi. Böylece haritalamanın ilk aşaması olan tüm noktaların (x,y) eksenlerindeki lokasyonlarının tespiti yapılmış oldu.

Gürültü kirliliği haritasının ikinci aşamasında, 58 ölçüm noktasının her biri için ölçüm noktasının sağında ve solunda 28'er, yani 56 ($= 28 \cdot 2$) noktanın gürültü değerlerinin yazılıma girilmesi ve eş yükselti eğrilerinin girilmesiydi. Ölçümlerin yapıldığı 58 değişik noktanın her birinde toplam 56 noktada, toplamda 3248 nokta için gürültü düzeyleri hesaplandı. Bu noktaların her biri için ayrı ayrı gürültü düzeyleri NetCAD adlı yazılımda girildi ve gürültü düzeylerini gösteren eş yükselti eğrileri çizdirildi. Hesaplanmış olan gürültü değerleri üçüncü boyut olan Z eksenindeki değer olarak girildi. Yani noktaların (X,Y) eksenlerindeki değeri koordinatları ve Z eksenindeki değeri ise gürültü düzeyiydi.

Eşyükselti eğrilerinin çizilmesinde NetCAD yazılımının halihazır bir modülü olan üçgenleme yapılarak üçgen modeli oluşturuldu. Üçgenleme işleminin sonrasında izohips eğrileri yani gürültü düzeylerinin gösteren eğriler çizilmiş oldu. Bu işlem hem anlık gürültü ölçümleri (L_{max}) hem de gece – gündüz ortalama gürültü düzeyleri için yapıldı. Böylece gürültü kirliliği haritası NetCAD tabanında hazırlandı. Aşağıda NetCAD yazılımında haritanın çıkartılışı ile ilgili resimler gösterilmiştir.



Şekil 14. NetCAD yazılımında haritanın çıkartılışı (a).



Şekil 15. NetCAD yazılımında haritanın çıkartılışı (b).

GIS ise, NetCAD tabanında hazırlanan harita üzerinde değişler yapmak ve bilgisayar ortamında dataların gösterilmesi amacıyla kullanıldı.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Sonuçları

Bu tez çalışması kapsamında yapılan demiryolu gürültüsü ölçümleri, anlık ve ortalama karayolu gürültüsü ölçümleri ve arka plan gürültünü ölçümlerinin sonuçları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

4.1.1. Konya şehrinde demiryolu hattı için operasyon sayıları

Operasyon sayıları Konya tren garı müdürlüğünden temin edilmiştir.

Çizelge 6. Trenlerin operasyon sayıları.

	Yolcu treni	Yük treni
Günlük Gece Operasyon Sayısı	3	1
Günlük Gündüz Operasyon Sayısı	5	6
Yıllık Gece Operasyon Sayısı	1095	365
Yıllık Gündüz Operasyon Sayısı	1825	2190

4.1.2. Demiryolu gürültüsü ölçüm sonuçları

Konya tren istasyonunun güneyinde ve kuzeyinde yapılmış olan ölçümlerin sonuçları aşağıdaki gibidir.



Tablo 7 (a). Demiryolu gürültüsü ölçüm sonuçları (İstasyonun Güneyi)

ÖLÇÜM MEVKİ	ÖLÇÜM TARİHİ	ÖLÇÜM SAATI	TREN TÜRÜ	UZUNLUĞU m	GEÇİŞ SÜRESİ sn	HIZI km/h	ÖLÇÜM SONUÇLARI, dB (A)		
							Min Ölçüm Değeri	Max Ölçüm Değeri	Ortalama Ölçüm Değeri
250 metre	08.11.2002	pm 18:48	Yük Treni	501	97	18,59	80,6	105,2	90,25
	08.11.2002	am 08:41	Yolcu Treni	139	15	33,36	89,9	96,6	92,7
600 metre	16,11,2002	am 09:50	Yük Treni	348	117	10,7	82	96,7	94
	16,11,2002	am 08:40	Yolcu Treni	139	12	41,7	89	99	93,56
1000 metre	16,11,2002	pm 12:31	Yük Treni	250	47	19,15	91	98,5	95,5
	16,11,2002	pm 12:45	Yolcu Treni	208	18	41,6	91,8	98	96
1250 metre	17,11,2002	pm 19:25	Yük Treni	318	64	17,88	82,2	96,3	88,51
	17,11,2002	pm 13:08	Yolcu Treni	208	13,2	56,72	95,5	105,3	100,25
1580 metre	08.03.2003	pm 19:41	Yük Treni	663	73	32,7	89	99,6	92,37
	08.03.2003	pm 17:01	Yolcu Treni	209	13,7	54,09	91,1	106	99,37
1750 metre	08.03.2003	am 08:17	Yük Treni	388	37,7	36,95	90,2	98	91,5
	09,03,2003	pm 22:45	Yolcu Treni	118	7,86	54,05	99,8	103,8	101,32
2000 metre	14,03,2003	am 11:47	Yük Treni	402	31,71	45,6	92,5	107,3	100,66
	09,03,2003	am 08:43	Yolcu Treni	176	10,46	60,57	91,7	101,1	98,35
2250 metre	14,03,2003	pm 19:11	Yük Treni	474	35,66	47,85	91,6	108,5	95,79
	14,03,2003	pm 14:25	Yolcu Treni	208	12,23	61,22	82,8	113	97,23
2370 metre	17,03,2003	pm 18:54	Yük Treni	509	32	53,7	90	104,2	94,28
	14,03,2003	pm 18:05	Yolcu Treni	139	6,67	75	81,4	100,1	95,26
2750 metre	15,03,2003	pm 18:48	Yük Treni	509	32,42	56,52	91,6	105,4	96,23
	15,03,2003	pm 18:05	Yolcu Treni	509	6,12	88,82	98,1	110	102,42
2910 metre	16,03,2003	pm 18:55	Yük Treni	509	31,7	57,86	92,5	107,3	100,66
	16,03,2003	pm 18:05	Yolcu Treni	139	6,67	75	105	110,9	106,83
3170 metre	27,03,2003	pm 18:45	Yük Treni	522	30	62	94,9	107,5	100,25
	27,03,2003	pm 18:05	Yolcu Treni	151	6	90,6	99,7	106,6	104,46

Tablo 7 (a). Demiryolu gürültüsü ölçüm sonuçları (İstasyonun Güneyi) (devam)

3500 metre	28,03,2003	pm 18:42	Yük Treni	478	25	68,8	90	107,1	94,39
	28,03,2003	pm 18:05	Yolcu Treni	139	6,68	75	92,8	105,8	98,24
3750 metre	29,03,2003	pm 19:15	Yük Treni	426	33	46,4	92,5	101,1	96,73
	29,03,2003	pm 18:05	Yolcu Treni	139	5,52	90,6	93,2	99,1	95,3
4000 metre	30,03,2003	pm 18:51	Yük Treni	590	30,34	70	95,1	112,5	101,37
	30,03,2003	pm 22:31	Yolcu Treni	139	7	71,48	80,5	96,6	90,4
4175 metre	31,03,2003	pm 20:21	Yük Treni	262	20	47,16	96	106,6	100,55
	31,03,2003	pm 18:05	Yolcu Treni	139	5,4	92,66	81,4	100,1	95,26
4500 metre	12,04,2003	pm 18:37	Yük Treni	530	28,15	67,78	82,1	101,1	90,15
	12,04,2003	pm 16:51	Yolcu Treni	139	5,22	95,8	95,6	101,1	98,74
4650 metre	12,04,2003	pm 18:41	Yük Treni	425	30,8	49,68	90,7	109,2	96,07
	14,04,2003	pm 18:05	Yolcu Treni	159	7	81,26	98	103	100,5
5000 metre	30,04,2003	pm 19:31	Yük Treni	388	27	51,48	79	97	84,86
	30,04,2003	pm 18:01	Yolcu Treni	139	6,42	77,94	88	98	93
5250 metre	05.05.2003	pm 19:15	Yük Treni	410	36	41	79	91	84,1
	05.05.2003	pm 18:01	Yolcu Treni	182	8,37	78,2	88	99	93,88
5536 metre	05.05.2003	pm 17:05	Yük Treni	700	30,6	82,35	90,9	95,6	93,62
	05.05.2003	pm 18:31	Yolcu Treni	139	6,14	81,49	98	102	100
5750 metre	06.05.2003	pm 18:52	Yük Treni	428	19,89	77,4	81,4	101	93,74
	06.05.2003	pm 17:01	Yolcu Treni	209	8,83	85,2	90,5	104,3	99,3
6000 metre	07.05.2003	pm 18:45	Yük Treni	570	36,2	56,6	87,4	100,4	91,02
	06.05.2003	pm 18:05	Yolcu Treni	116	4,51	92,5	80,7	104,5	98,37
6180 metre	22.05.2003	pm 18:45	Yük Treni	450	23,69	68,3	78,5	96,2	88,53
	22.05.2003	pm 17:11	Yolcu Treni	198	7,3	97,6	86,1	102,9	97,05
6250 metre	24.05.2003	pm 18:55	Yük Treni	418	17,56	85,69	81,8	110,4	91,61
	24.05.2003	pm 17:41	Yolcu Treni	189	7,78	87,45	97	107	101,43
6500 metre	23,05,2003	pm 19:15	Yük Treni	445	19,2	83,43	88	102	92,21

Tablo 7 (a). Demiryolu gürültüsü ölçüm sonuçları (İstasyonun Güneyi) (devam)

6500 metre	23.05.2003	pm 17:01	Yolcu Treni	227	11,26	72,57	89,2	99,4	93,48
6750 metre	25.05.2003	pm 12:21	Yük Treni	452	21,52	75,61	88,5	103,5	92,65
	23.05.2003	pm 22:31	Yolcu Treni	182	8,38	78,18	90	98	93,9
7000 metre	25.05.2003	pm 12:35	Yük Treni	428	22,8	67,5	81,4	101	94,04
	23.05.2003	pm 22:45	Yolcu Treni	205	11,56	63,84	90	103	94,67
7250 metre	26.05.2003	pm 19:11	Yük Treni	428	20,2	76,27	81,4	101,5	93,72
	24.05.2003	pm 18:13	Yolcu Treni	189	6,7	101,6	83	102	96,8
7500 metre	27.05.2003	pm 13:01	Yük Treni	193	8,95	77,63	92	110	96,7
	26.05.2003	pm 17:35	Yolcu Treni	198	9,3	76,64	88,2	103,2	97,63
7750 metre	27.05.2003	pm 18:45	Yük Treni	430	20,45	75,69	85,3	100,2	90,57
	26.05.2003	pm 18:08	Yolcu Treni	116	5,2	80,3	81,9	103,5	96,93

Tablo 7 (b). Demiryolu gürültü ölçüm sonuçları (İstasyonun Kuzeyi)

ÖLÇÜM YERİ	ÖLÇÜM TARİHİ	ÖLÇÜM SAATI	TREN TÜRÜ	UZUNLUĞU m	GEÇİŞ SÜRESİ sn	HIZI km/h	ÖLÇÜM SONUÇLARI, dB (A)		
							Min. Ölçüm Değeri	Mak. Ölçüm Değeri	Ortalama Ölçüm Değeri
0 metre	26.10.2002	a.m. 08.34	Yük Treni	Tren duruyordu.			79,5	86	82,38
	26.10.2002	a.m. 09.24	Yolcu Treni	Tren duruyordu.			79,4	85	81,44
200 metre	26.10.2002	a.m. 09.15	Yük Treni	406,32	67,19	21,7	83,1	98,6	91,63
	26.10.2002	a.m. 09.00	Yolcu Treni	443,36	40,83	38,91	84,8	92	87,89
500 metre	10.05.2003	a.m. 12.30	Yük Treni	712,5	93	27,58	71,9	98,3	79,6
	10.05.2003	a.m. 13.06	Yolcu Treni	240	28,42	30,4	73,1	87	81,2
800 metre	26.10.2002	a.m. 11.07	Yük Treni	491,3	62,6	28,25	75,8	99	84,23
	26.10.2002	a.m. 13.23	Yolcu Treni	229,8	19,23	43,02	82,8	91,1	86,03
1150 metre	27.10.2002	a.m. 08.42	Yolcu Treni	276,88	19,17	60	78,1	94,3	90,92
	27.10.2002	a.m. 12.30	Yük Treni	468,7	41	42,73	80,3	100,6	89,88
1600 metre	02.11.2002	a.m. 08.48	Yolcu Treni	346,96	30	41,63	93	108	97,15
	02.11.2002	a.m. 09.15	Yük Treni	468,7	60	48,7	84,4	102,1	88,93
2000 metre	07.03.2003	a.m. 08.30	Yük Treni	194,3	16,83	41,56	78	100,6	94,08
	07.03.2003	a.m. 09.00	Yolcu Treni	262	16,63	56,04	89	103,3	94,66
2350 metre	10.05.2003	p.m. 17.50	Yolcu Treni	267	17	56,54	87	99,4	91,2
	10.05.2003	p.m. 18.10	Yolcu Treni	213	13	58,98	88	105	94,16
2750 metre	12.05.2003	p.m. 15.10	Yük Treni	387,62	30	46,51	87	95,5	91,2
	07.03.2003	p.m. 12.30	Yolcu Treni	205	14	52,71	88	96,2	93,15
2910 metre	07.03.2003	a.m. 11.00	Yük Treni	265	18	53	90,5	101,9	95,63
	16.05.2003	a.m. 08.25	Yolcu Treni	127,6	9	51,04	89,5	96,5	91,32
3170 metre	16.05.2003	a.m. 09.00	Yük Treni	145,38	10	52,34	80,9	97,8	93,53
	23.03.2003	a.m. 08.33	Yolcu Treni	239	14	61,46	86,4	98,5	92,8
3500 metre	23.03.2003	a.m. 08.51	Yük Treni	747	55	48,89	84,6	97	88,58
	16.05.2003	a.m. 09.20	Yolcu Treni	126	17,5	25,92	86,6	96	90,12

Tablo 7 (b). Demiryolu gürültüsü ölçüm sonuçları (İstasyonun Kuzeyi) (devam)

3500 metre	16.05.2003	p.m. 12.45	Yük Treni	463,34	49	34,04	85	101,3	91,28
3750 metre	18.05.2003	a.m. 08.29	Yük Treni	169,66	13,72	44,51	87,2	96,6	91,99
	18.05.2003	a.m. 09.15	Yolcu Treni	288	15	69,15	91,2	105,2	97,64
4000 metre	23.03.2003	a.m. 10.30	Yolcu Treni	264	12	79,2	74	102	95,54
	23.03.2003	p.m. 12.15	Yük Treni	414,36	27	55,25	86	103,2	92,12
4175 metre	04.04.2003	a.m. 08.30	Yük Treni	214	9,47	81,35	80,6	97,3	91,97
	04.04.2003	a.m. 09.07	Yolcu Treni	234	11,47	73,7	91,8	98	95,33
4500 metre	04.04.2003	a.m. 10.00	Yük Treni	564	41,5	48,92	91,3	99	94,29
	04.04.2003	p.m. 12.37	Yolcu Treni	209	9	83,6	94	100	95,8
4650 metre	18.05.2003	p.m. 13.20	Yük Treni	289,48	16,6	62,78	93,1	98,7	95,59
	18.05.2003	p.m. 14.05	Yolcu Treni	255,2	11	83,52	93,9	101,3	94,47
5000 metre	05.04.2003	a.m. 08.35	Yük Treni	768,04	48,2	57,36	90,2	103,8	95,74
	05.04.2003	a.m. 09.15	Yolcu Treni	214	8,8	87,54	93,4	99,6	96,91
5250 metre	19.05.2003	a.m. 08.30	Yük Treni	160,78	8	72,35	91,7	96,5	94,07
	19.05.2003	a.m. 09.05	Yolcu Treni	281	13	77,81	93,3	100,6	96,37
6180 metre	02.05.2003	a.m. 08.50	Yolcu Treni	262	14	67,37	96,5	103,1	100,77
	02.05.2003	a.m. 10.05	Yük Treni	327,04	30	39,24	88,2	101,1	93,22
6250 metre	02.05.2003	a.m. 08.35	Yolcu Treni	272	15	65,28	82,3	100	96,22
	02.05.2003	a.m. 11.30	Yük Treni	314,66	26	43,27	86,1	102,4	92,22
6500 metre	02.05.2003	p.m. 12.05	Yük Treni	386,92	27	51,59	81,9	100,1	88,53
	02.05.2003	p.m. 13.20	Yolcu Treni	209	10	75,24	80	100,3	92,32
6750 metre	03.05.2003	a.m. 08.35	Yük Treni	175	9,5	66,31	89,9	98	95,02
	03.05.2003	a.m. 09.20	Yolcu Treni	262	15,63	60,34	80	99,7	94,06
7000 metre	03.05.2003	a.m. 11.45	Yük Treni	263,06	27	35,07	87,6	102,8	92,02
	03.05.2003	p.m. 13.20	Yolcu Treni	235	11,7	72,3	93,2	102	96,43
7250 metre	10.05.2003	a.m. 08.35	Yolcu Treni	142	10,16	50,31	80,9	91,7	87,3
	10.05.2003	a.m. 10.00	Yük Treni	249,5	35,81	25,08	75,5	88,7	82,76

Tablo 7 (b). Demiryolu gürültüsü ölçüm sonuçları (İstasyonun Kuzeyi) (devam)

7500 metre	19.05.2003	a.m. 11.25	Yük Treni	634,16	50	45,66	83,2	112,8	89,59
	19.05.2003	p.m. 13.23	Yolcu Treni	205	15,4	47,92	88	102,2	95,69
7750 metre	10.05.2003	a.m. 09.40	Yolcu Treni	208	13,67	54,78	82	101,2	92,4
	19.05.2003	p.m. 12.40	Yük Treni	368	36	36,8	81,8	104,4	88,78

4.1.3. Ortam gürültüsünün ölçüm sonuçları

Ortam gürültüsü sonuçları Çizelge 11 (a) ve Çizelge 11 (b)'de sunulmuştur.

Çizelge 8 (a). İstasyonun kuzeyinde yapılan ortam gürültüsü ölçümlerinin sonuçları.

Ölçümün Yapıldığı Mevki	Tarih	Saat	Ölçüm Sonuçları, dB (A)			Ölçümün Süresi dakika
			min.	mak.	Ortalama	
3350 metre	23.03,2003	08.30	63	80,8	68,32	10
6300 metre	05.04,2003	08.35	62,6	65,7	63,98	10

Çizelge 8 (b). İstasyonun güneyinde yapılan ortam gürültüsü ölçümlerinin sonuçları.

Ölçümün Yapıldığı Mevki	Tarih	Saat	Ölçüm Sonuçları, dB (A)			Ölçümün Süresi dk.
			min.	mak.	Ortalama	
5000 m	30.04.2003	18.20	38,8	46,8	41,49	10
5250 m	05.05.2003	18.15	38,7	49,5	41,98	10
5750 m	06.05.2003	18.25	37,7	44,7	40	10
6250 m	24.05.2003	17.01	44,4	55,1	52,61	10
6500 m	23.05.2003	17.21	39,1	59,2	43,85	10
6750 m	23.05.2003	1 9.30	31,8	39,8	37,29	10

4.1.4. Anlık trafik gürültüsü ölçüm sonuçları

Ölçümler 10 dakikalık süre içerisinde yapılmıştır. Araç geçişinin olmadığı veya çok az olduğu hemzemin geçitlerde ve yollarda trafik gürültüsü ölçümü alınmamıştır.

Tablo 9 (a). İstasyonun Kuzeyinde yapılan anlık trafik gürültüsü ölçüm sonuçları.

Ölçüm Yapılan Mevki	Geçen Araç Sayıları						Ölçüm Sonuçları, dB (A)		
	Motosikle	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyone	Kamyon	Minimum	Maksimum	Ortalama
500 metre	4	108	28	4	15	2	59,5	83,4	69,75
800 metre	8	75		20		6	61	87	77,77
1150 metre	11	62	16	0	10	8	62	90,9	74,22
1600 metre	17	75		19	15	15	66	88,4	75,56
2000 metre	3	34		15		22	66,9	85	70,9
2350 metre	13	58	13	0	11	6	60	93,1	71,66
2750 metre	5	36		15		27	63,6	88,6	73,56
3000 metre	23	22	30	0	8	4	62,7	89	73,93
3550 metre	0	48	25	0	9	0	64,8	88,2	73,51
4450 metre	0	24	9	2	10	2	64,4	80,4	70,46
6300 metre	8	65	26	2	34	38	63,7	93,3	74,53
6700 metre	7	95	15	7	27	21	61,1	93,7	71,7
7100 metre	13	103	30	0	40	19	64,8	92,7	73,64
7300 metre	20	42	14	2		32	65,1	92,6	75,8
7800 metre	20	43	17	3	0	37	64,8	95,8	78,4
8150 metre	1	102	30	0	20	63	65	89,9	75,58
8500 metre	3	65	19	3	20	32	64	91,8	75,18
8750 metre	3	60	7	6	24	29	62,2	91,8	73,86
9000 metre	9	87	12	3	27	19	61,1	96	73,45
9300 metre	0	65	19	5	23	30	55,8	93	74,73

Tablo 9 (b). İstasyonun Güneyinde yapılan anlık trafik gürültüsü ölçüm sonuçları.

Ölçüm Yapılan Mevki	Geçen Araç Sayıları						Ölçüm Sonuçları		
	Motosikle	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyone	Kamyon	Minimum	Maksimum	Ortalama
1250 m	7	18	3	-	-	3	69,6	97,3	84,64
1580 m	20	21	2	-	-	3	72,1	89,5	79,23
1750 m	12	9	2	-	1	-	49,5	84,3	68,73
2000 m	5	9	-	-	1	-	65,5	88,6	74,92
2250 m	4	7	1	-	-	1	64,8	88,9	73,84
2370 m	2	9	6	-	-	7	66,8	88,8	76,77
2750 m	9	12	2	-	-	5	64,5	93	77,32
3170 m	20	21	12	-	-	4	66,1	91,9	76,29
4000 m	4	4	1	-	-	1	39,8	80,1	52,24
4175 m	4	17	5	-	-	6	69	89	74,52
4650 m	8	35	5	-	-	8	60,8	94,2	77,45
7000 m	1	-	1	-	-	-	36,4	43,4	38,74

4.1.5. Ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları

Demiryolunun yakınında bulunan (< 300 m mesafede) karayollarında yapılmış olan ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları Çizelge 10'da verilmiştir.



Tablo 10. Demiryolu yakınından geçen yollarda yapılmış ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları.

Ölçümün Yapıldığı Mevki	Tarih	Saat	Trafik Gürültüsü Ölçümlerinin Ortalamalarını Gösteren Tablo										Ölçüm Sonuçları, dB A		Hava	Sıcaklık °C		
			Otomobil		Minibüs		Otobüs		Kamyonet		Motor		Diğer	Minimum			Ortalama	Maksimum
			510	210	90	0	120	60	0	0	0	0						
Alay Caddesi 1, istasyon ölü	25.03.2004	07:30	510	210	90	0	120	60	0	0	0	0	0	65,6	75,11	90,7	Güneşli	7
Alay Caddesi 1, istasyon ölü	25.03.2004	11:30	450	210	0	0	0	0	0	0	0	0	62,4	69,59	87	Güneşli	12	
Alay Caddesi 1, istasyon ölü	25.03.2004	16:30	450	240	30	0	60	90	0	0	0	0	65	73,71	90,6	Güneşli	16	
Alay Caddesi 1, istasyon ölü	26.03.2004	07:30	540	240	0	0	90	60	0	0	0	0	64,2	73,17	91	Güneşli	8	
Alay Caddesi 1, istasyon ölü	26.03.2004	11:30	600	270	0	60	0	90	0	0	0	0	62	71,62	88	Güneşli	12	
Alay Caddesi 1, istasyon ölü	26.03.2004	16:30	510	240	30	0	60	60	0	0	0	0	62,3	71,24	84	Güneşli	16	
Alay Caddesi 1, istasyon ölü	03.04.2004	07:30	570	120	0	90	210	150	0	0	0	0	64,2	77,38	96,6	Güneşli	-1	
Alay Caddesi 1, istasyon ölü	03.04.2004	11:30	690	300	30	0	60	90	0	0	0	0	60,4	70,41	76,9	Güneşli	1	
Alay Caddesi 1, istasyon ölü	03.04.2004	16:30	810	180	0	60	0	150	0	0	0	0	61,2	70,8	89	Güneşli	3	
Alay caddesi 2	25.03.2004	07:40	690	270	0	0	120	270	0	0	0	0	66,3	75,55	91	Güneşli	7	
Alay caddesi 2	25.03.2004	11:40	630	210	30	0	0	90	0	0	0	0	55	72,06	94	Güneşli	12	
Alay caddesi 2	25.03.2004	16:40	570	270	30	60	60	60	0	0	0	0	57	69,66	86	Güneşli	16	
Alay caddesi 2	26.03.2004	07:40	750	300	0	60	120	90	0	0	0	0	65	74,1	81,1	Güneşli	7	
Alay caddesi 2	26.03.2004	11:40	630	300	30	60	0	120	0	0	0	0	57,1	71,38	88,2	Güneşli	12	
Alay caddesi 2	26.03.2004	16:40	540	120	0	0	0	30	0	0	0	0	55,5	72,49	92,6	Güneşli	16	
Alay caddesi 2	03.04.2004	07:40	240	330	30	0	0	240	0	0	0	0	65,2	75,67	85	Güneşli	-1	
Alay caddesi 2	03.04.2004	11:40	600	180	0	0	30	60	0	0	0	0	56	67,72	81,1	Güneşli	1	
Alay caddesi 2	03.04.2004	16:40	630	120	0	90	60	60	0	0	0	0	58	69,7	92	Güneşli	3	
Yahya Çavuş Caddesi, DMO ölü	25.03.2004	07:50	900	360	0	120	120	180	0	0	0	0	65	72,83	87	Güneşli	7	
Yahya Çavuş Caddesi, DMO ölü	25.03.2004	11:50	870	330	0	0	90	30	0	0	0	0	61,1	71,09	82,1	Güneşli	13	
Yahya Çavuş Caddesi, DMO ölü	25.03.2004	16:50	960	210	30	60	60	90	0	0	0	0	61	71,97	86	Güneşli	16	
Yahya Çavuş Caddesi, DMO ölü	26.03.2004	07:50	810	150	60	0	30	150	0	0	0	0	66,6	73,83	91,2	Güneşli	7	
Yahya Çavuş Caddesi, DMO ölü	26.03.2004	11:50	570	210	0	90	0	60	0	0	0	0	64,6	70,36	86	Güneşli	12	
Yahya Çavuş Caddesi, DMO ölü	26.03.2004	16:50	690	240	30	60	30	120	0	0	0	0	65,6	75,11	90,7	Güneşli	16	
Yahya Çavuş Caddesi, DMO ölü	03.04.2004	07:50	780	180	30	0	90	180	0	0	0	0	67	76,16	95	Güneşli	-1	
Yahya Çavuş Caddesi, DMO ölü	03.04.2004	11:50	420	240	30	90	0	120	0	0	0	0	59,7	71,14	95,4	Güneşli	1	
Yahya Çavuş Caddesi, DMO ölü	03.04.2004	16:50	780	150	0	0	60	0	0	0	0	0	62,5	71,05	77,5	Güneşli	3	
Vatan Caddesi	25.03.2004	08:00	960	270	30	30	90	240	0	0	0	0	70	75,76	84	Güneşli	7	
Vatan Caddesi	25.03.2004	12:00	810	270	0	90	30	120	0	0	0	0	64,3	72,54	81	Güneşli	12	
Vatan Caddesi	25.03.2004	17:00	1200	360	0	30	30	180	0	0	0	0	68	76,85	81,8	Güneşli	16	
Vatan Caddesi	26.03.2004	08:00	870	150	60	0	0	60	0	0	0	0	66,7	72,89	80	Güneşli	7	

Tablo 10. Demiryolu yakından geçen yollarda yapılmış ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları (devam).

Vatan Caddesi	26.03.2004	12:00	600	390	30	60	0	60	0	65,2	71,86	81	Güneşli	13
Vatan Caddesi	26.03.2004	17:00	870	420	0	0	90	0	0	65,5	72,91	81	Güneşli	17
Vatan Caddesi	03.04.2004	08:00	1260	330	90	60	60	180	0	67,2	74,16	83,6	Güneşli	-1
Vatan Caddesi	03.04.2004	12:00	570	300	60	30	120	120	0	66	70,77	81,2	Güneşli	1
Vatan Caddesi	03.04.2004	17:00	900	180	30	30	90	210	0	63,3	72,42	84,4	Güneşli	3
Şair Güfrani Sokak	25.03.2004	08:10	510	270	0	0	0	150	0	53,6	64,03	74,4	Güneşli	8
Şair Güfrani Sokak	25.03.2004	12:10	510	0	0	30	0	120	0	52	67,03	84,5	Güneşli	14
Şair Güfrani Sokak	25.03.2004	17:10	360	30	0	0	0	0	0	53	62,98	79	Güneşli	17
Şair Güfrani Sokak	26.03.2004	08:10	450	210	0	0	0	60	0	54,5	67	80	Güneşli	8
Şair Güfrani Sokak	26.03.2004	12:10	360	0	0	0	0	0	0	54,7	64,51	73,3	Güneşli	14
Şair Güfrani Sokak	26.03.2004	17:10	480	90	0	0	30	0	0	56	65,93	75,3	Güneşli	17
Şair Güfrani Sokak	03.04.2004	08:10	360	90	0	90	0	0	0	62,9	70,67	82	Güneşli	-1
Şair Güfrani Sokak	03.04.2004	12:10	300	30	0	0	60	0	0	54,4	64,76	77	Güneşli	1
Şair Güfrani Sokak	03.04.2004	17:10	450	0	0	0	0	0	0	55	66,73	75,5	Güneşli	3
Şair Güfrani & Şahinaga Sokakları	25.03.2004	08:15	450	180	0	0	0	120	0	63,9	74,57	79,5	Güneşli	8
Şair Güfrani & Şahinaga Sokakları	25.03.2004	12:15	510	240	0	0	0	0	0	57,1	67,67	77	Güneşli	12
Şair Güfrani & Şahinaga Sokakları	25.03.2004	17:15	690	300	0	0	0	0	0	65,5	72,92	80	Güneşli	17
Şair Güfrani & Şahinaga Sokakları	26.03.2004	08:15	540	90	0	0	0	30	0	61,6	70,73	83,3	Güneşli	8
Şair Güfrani & Şahinaga Sokakları	26.03.2004	12:15	600	210	0	30	0	0	0	56,4	69,22	77,7	Güneşli	12
Şair Güfrani & Şahinaga Sokakları	26.03.2004	17:15	540	330	0	30	0	0	0	58,6	71,36	79,7	Güneşli	17
Şair Güfrani & Şahinaga Sokakları	03.04.2004	08:15	660	90	0	0	0	60	0	67	72,89	79,8	Güneşli	-1
Şair Güfrani & Şahinaga Sokakları	03.04.2004	12:15	360	210	0	0	0	30	0	56	66,23	78	Güneşli	1
Şair Güfrani & Şahinaga Sokakları	03.04.2004	17:15	600	300	0	120	30	0	0	64,5	76,67	85	Güneşli	3
Kaletaş Sokak	25.03.2004	08:30	600	270	30	0	0	60	0	62,2	71,1	81	Güneşli	8
Kaletaş Sokak	25.03.2004	12:30	570	330	0	30	0	0	0	56	65,86	74,4	Güneşli	12
Kaletaş Sokak	25.03.2004	17:30	450	270	0	60	0	30	0	58	70,41	80	Güneşli	17
Kaletaş Sokak	26.03.2004	08:30	750	300	0	0	0	120	0	68	75,66	84	Güneşli	8
Kaletaş Sokak	26.03.2004	12:30	450	240	0	150	0	0	0	65,4	71,55	79	Güneşli	13
Kaletaş Sokak	26.03.2004	17:30	600	240	0	60	30	120	0	69	75,29	86	Güneşli	17
Kaletaş Sokak	03.04.2004	08:30	1020	150	0	60	0	0	0	65	73,95	80	Güneşli	-1
Kaletaş Sokak	03.04.2004	12:30	750	300	0	0	30	0	0	64	72,49	88,3	Güneşli	1
Kaletaş Sokak	03.04.2004	17:30	540	450	0	0	90	60	0	66	74,16	85	Güneşli	3
Kerkük Caddesi 1	01.04.2004	08:50	1950	450	90	30	90	30	0	65,6	72,45	83,3	Güneşli	9
Kerkük Caddesi 1	01.04.2004	12:30	1050	360	30	30	120	30	0	68,6	73,52	81,1	Güneşli	13

Tablo 10. Demiryolu yakınından geçen yollarda yapılmış ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları (devam).

Kerkük Caddesi 1	01.04.2004	16:30	1500	330	90	60	150	0	0	67	73,35	82	Güneşli	16
Kerkük Caddesi 1	02.04.2004	08:50	1980	360	60	90	120	60	0	69	74,21	81,2	Güneşli	9
Kerkük Caddesi 1	02.04.2004	11:30	1140	300	60	0	60	60	0	67,1	72,96	82,9	Güneşli	13
Kerkük Caddesi 1	02.04.2004	16:30	1350	420	0	0	90	120	0	67,4	73,96	85	Güneşli	16
Kerkük Caddesi 1	04.04.2004	08:40	1440	240	30	0	0	60	0	68,6	73,52	81,1	Güneşli	-1
Kerkük Caddesi 1	04.04.2004	12:40	1950	270	180	30	0	30	0	63	70,87	81,8	Güneşli	1
Kerkük Caddesi 1	04.04.2004	17:40	1500	300	60	0	60	60	0	61,4	69,58	79,3	Güneşli	3
Kerkük Caddesi 2	01.04.2004	08:40	1350	300	30	0	30	120	0	66,3	75,88	85,9	Güneşli	8
Kerkük Caddesi 2	01.04.2004	11:40	600	300	30	0	60	60	0	64	73,63	89	Güneşli	13
Kerkük Caddesi 2	01.04.2004	16:40	420	150	0	0	30	30	0	61	70,36	80,2	Güneşli	16
Kerkük Caddesi 2	02.04.2004	08:40	900	240	90	90	30	180	0	63,1	74,3	86	Güneşli	8
Kerkük Caddesi 2	02.04.2004	11:40	300	210	0	120	0	120	0	63,1	73,04	87	Güneşli	13
Kerkük Caddesi 2	02.04.2004	16:40	600	180	30	30	60	90	0	64	75	93,1	Güneşli	16
Kerkük Caddesi 2	04.04.2004	08:30	600	90	30	0	30	0	0	64	73,63	89	Güneşli	-1
Kerkük Caddesi 2	04.04.2004	12:30	810	210	0	0	0	30	0	55,9	66,61	81,9	Güneşli	1
Kerkük Caddesi 2	04.04.2004	17:30	450	180	30	0	0	30	0	55,8	66,95	79,3	Güneşli	3
Kerkük Caddesi 3	01.04.2004	08:10	870	150	60	30	90	60	0	62,8	71,49	81	Güneşli	8
Kerkük Caddesi 3	01.04.2004	12:00	360	90	0	60	0	0	0	55	68,91	83	Güneşli	13
Kerkük Caddesi 3	01.04.2004	17:00	570	300	60	0	0	90	0	66	73,2	87	Güneşli	18
Kerkük Caddesi 3	02.04.2004	08:10	720	240	30	0	30	120	0	66,7	75,85	89	Güneşli	8
Kerkük Caddesi 3	02.04.2004	12:00	630	240	0	0	90	60	0	64	73,61	90	Güneşli	13
Kerkük Caddesi 3	02.04.2004	17:00	750	210	60	0	60	60	0	68,6	75,71	82	Güneşli	18
Kerkük Caddesi 3	04.04.2004	08:20	150	30	30	0	0	0	0	53,6	64,83	81,6	Güneşli	-1
Kerkük Caddesi 3	04.04.2004	12:20	600	150	0	60	0	0	0	62,2	71,12	83,7	Güneşli	1
Kerkük Caddesi 3	04.04.2004	17:20	840	210	0	30	30	30	0	58	72,93	83,7	Güneşli	3
Kerkük Caddesi 4	01.04.2004	08:10	810	450	30	60	90	120	0	61,3	74,7	88,5	Güneşli	8
Kerkük Caddesi 4	01.04.2004	12:10	510	180	0	90	0	30	0	60	70,62	81,8	Güneşli	13
Kerkük Caddesi 4	01.04.2004	17:10	630	240	30	0	30	90	0	64,1	73,81	84	Güneşli	17
Kerkük Caddesi 4	02.04.2004	08:10	690	390	60	0	30	210	0	61	74,67	92	Güneşli	8
Kerkük Caddesi 4	02.04.2004	12:10	570	240	0	90	150	120	0	68,1	73,64	81	Güneşli	13
Kerkük Caddesi 4	02.04.2004	17:10	810	270	60	60	0	30	0	61,8	74,14	87	Güneşli	17
Kerkük Caddesi 4	04.04.2004	08:10	330	30	0	0	30	0	0	60	70,62	81,8	Güneşli	-1
Kerkük Caddesi 4	04.04.2004	12:10	840	90	0	0	0	0	0	55,6	67,31	77	Güneşli	1
Kerkük Caddesi 4	04.04.2004	17:10	630	120	0	0	30	0	0	58,8	72,34	86	Güneşli	3

Tablo 10. Demiryolu yakınından geçen yollarda yapılmış ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları (devam).

Kerkük Caddesi 5	01.04.2004	08:00	840	210	30	120	150	240	0	66	74,4	90	Güneşli	8
Kerkük Caddesi 5	01.04.2004	12:20	510	330	0	150	0	60	0	64,6	72,26	82	Güneşli	13
Kerkük Caddesi 5	01.04.2004	17:20	570	270	30	60	60	60	0	63,8	72,57	87	Güneşli	17
Kerkük Caddesi 5	02.04.2004	08:00	750	270	0	0	120	180	0	69,8	76,9	88,1	Güneşli	8
Kerkük Caddesi 5	02.04.2004	12:20	600	180	0	0	0	120	0	64	73,91	88,9	Güneşli	13
Kerkük Caddesi 5	02.04.2004	17:20	510	300	0	30	0	0	0	66,1	74,74	79	Güneşli	17
Kerkük Caddesi 5	04.04.2004	08:10	180	30	60	0	0	0	0	59,2	66,98	75	Güneşli	-1
Kerkük Caddesi 5	04.04.2004	12:20	690	150	0	60	0	30	0	63	69,66	83,3	Güneşli	1
Kerkük Caddesi 5	04.04.2004	17:00	930	180	0	30	0	30	0	60,8	69,4	91,1	Güneşli	3
Kerkük Caddesi 6	01.04.2004	07:50	300	210	0	60	90	90	0	63,1	73,56	85,5	Güneşli	8
Kerkük Caddesi 6	01.04.2004	12:30	360	240	0	30	60	30	0	63	67,51	91,9	Güneşli	13
Kerkük Caddesi 6	01.04.2004	17:30	480	240	30	60	120	0	0	62,6	71,13	90	Güneşli	17
Kerkük Caddesi 6	02.04.2004	07:50	270	270	30	0	60	60	0	62,6	71,64	83	Güneşli	8
Kerkük Caddesi 6	02.04.2004	12:30	510	300	30	60	0	120	0	66	74,19	89,5	Güneşli	13
Kerkük Caddesi 6	02.04.2004	17:30	450	270	60	0	60	60	0	61,5	72,85	86	Güneşli	17
Kerkük Caddesi 6	04.04.2004	08:00	120	0	30	0	0	30	0	52,9	63,76	77,4	Güneşli	-1
Kerkük Caddesi 6	04.04.2004	11:50	660	150	30	30	60	60	0	58	66,49	80,7	Güneşli	1
Kerkük Caddesi 6	04.04.2004	16:50	1050	150	0	30	30	0	0	58,4	64,59	86,7	Güneşli	3
Yeni İstanbul Caddesi 1	01.04.2004	07:40	930	540	30	0	210	60	Tramvay = 30	63,7	74,09	84,4	Güneşli	8
Yeni İstanbul Caddesi 1	01.04.2004	11:40	750	300	0	90	150	30	Tramvay = 60	61,3	74,27	90,1	Güneşli	11
Yeni İstanbul Caddesi 1	01.04.2004	16:40	1290	270	0	30	90	120	0	68	76,71	89	Güneşli	17
Yeni İstanbul Caddesi 1	02.04.2004	07:40	840	420	90	90	90	120	Tramvay = 30	69,8	75,85	96	Güneşli	8
Yeni İstanbul Caddesi 1	02.04.2004	11:40	900	240	60	0	210	60	0	60	71,5	85,3	Güneşli	10
Yeni İstanbul Caddesi 1	02.04.2004	16:40	1380	450	60	30	60	0	Tramvay = 30	67	75	88	Güneşli	17
Yeni İstanbul Caddesi 1	04.04.2004	07:40	390	120	30	0	30	0	0	60,1	72,43	87	Güneşli	-1
Yeni İstanbul Caddesi 1	04.04.2004	11:40	810	150	0	90	30	0	Tramvay = 30	65	74,64	89,5	Güneşli	1
Yeni İstanbul Caddesi 1	04.04.2004	16:40	630	120	0	60	60	90	Tramvay = 30	58,5	80,49	94,4	Güneşli	3
Yeni İstanbul Caddesi 2	01.04.2004	07:30	810	300	90	60	30	210	Tramvay = 30	63,7	78,23	90,4	Güneşli	8
Yeni İstanbul Caddesi 2	01.04.2004	12:50	900	300	30	0	90	60	Tramvay = 30	63,8	75,16	85	Güneşli	13
Yeni İstanbul Caddesi 2	01.04.2004	17:50	810	210	90	60	0	90	0	65,9	74,41	83	Güneşli	17
Yeni İstanbul Caddesi 2	02.04.2004	07:30	1140	390	150	0	120	90	Tramvay = 30	68	81,44	92,7	Güneşli	8
Yeni İstanbul Caddesi 2	02.04.2004	12:50	900	300	30	90	60	120	Tramvay = 60	66,9	74,39	86	Güneşli	13
Yeni İstanbul Caddesi 2	02.04.2004	17:50	900	300	30	30	30	60	Tramvay = 0	61	75,85	84	Güneşli	17
Yeni İstanbul Caddesi 2	04.04.2004	07:30	480	60	0	0	30	0	Tramvay = 30	56,7	69,12	84	Güneşli	-1

Tablo 10. Demiryolu yakınından geçen yollarda yapılmış ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları (devam).

Yeni İstanbul Caddesi 2	04.04.2004	11:30	1800	210	0	0	90	30	Tramway = 30	62,9	73,52	86	Güneşli	1
Yeni İstanbul Caddesi 2	04.04.2004	16:30	1380	390	60	0	120	0	0	62,4	78,69	90	Güneşli	3
Elmalı Caddesi 1	05.04.2004	07:30	750	150	90	30	90	120	0	60,8	73,6	81,4	Güneşli	8
Elmalı Caddesi 1	05.04.2004	11:30	1200	360	30	120	30	30	0	58,2	73	84	Güneşli	11
Elmalı Caddesi 1	05.04.2004	16:30	900	270	90	90	120	30	0	62	71,5	80,8	Güneşli	16
Elmalı Caddesi 1	06.04.2004	07:30	420	240	30	90	30	120	0	60,8	71	80,2	Güneşli	8
Elmalı Caddesi 1	06.04.2004	11:30	1080	210	0	90	180	30	0	65	73,46	83,8	Güneşli	11
Elmalı Caddesi 1	06.04.2004	16:30	990	210	0	30	120	120	0	60,1	71,3	83,1	Güneşli	16
Elmalı Caddesi 1	11.04.2004	07:30	0	30	0	0	0	30	0	49,5	57	78	Güneşli	12
Elmalı Caddesi 1	11.04.2004	11:30	300	120	0	30	30	30	0	55,5	68,37	82,7	Güneşli	16
Elmalı Caddesi 1	11.04.2004	16:30	360	60	0	0	90	120	0	58,5	71,34	96	Güneşli	23
Elmalı Caddesi 2	05.04.2004	07:40	1050	330	30	0	30	180	0	64	74,32	86,6	Güneşli	8
Elmalı Caddesi 2	05.04.2004	11:40	1080	210	0	0	90	120	0	63,6	75,15	87	Güneşli	11
Elmalı Caddesi 2	05.04.2004	16:40	1170	390	0	0	210	120	0	64,4	74,31	89	Güneşli	16
Elmalı Caddesi 2	06.04.2004	07:40	870	270	30	30	60	150	0	66	77,57	86,6	Güneşli	8
Elmalı Caddesi 2	06.04.2004	11:40	1260	240	30	30	270	90	0	62,9	76	84,4	Güneşli	11
Elmalı Caddesi 2	06.04.2004	16:40	930	300	60	90	60	60	0	59,6	71,85	86	Güneşli	16
Elmalı Caddesi 2	11.04.2004	07:40	30	60	0	0	0	60	0	47	58,2	81	Güneşli	12
Elmalı Caddesi 2	11.04.2004	11:40	330	90	30	0	0	90	0	56,3	70,79	84,4	Güneşli	16
Elmalı Caddesi 2	11.04.2004	16:40	510	30	0	30	0	60	0	56,2	68,12	84,9	Güneşli	23
Elmalı Caddesi 3	05.04.2004	07:50	900	390	30	210	90	150	0	66	72,1	82,1	Güneşli	8
Elmalı Caddesi 3	05.04.2004	11:50	1290	180	30	150	150	90	0	62,8	74,34	90,1	Güneşli	11
Elmalı Caddesi 3	05.04.2004	16:50	1380	330	60	60	150	120	0	63,4	74,5	84,7	Güneşli	16
Elmalı Caddesi 3	06.04.2004	07:50	1530	330	60	300	90	180	0	67,6	76,93	85	Güneşli	8
Elmalı Caddesi 3	06.04.2004	11:50	1590	210	0	150	120	120	0	59,2	72,74	83,7	Güneşli	11
Elmalı Caddesi 3	06.04.2004	16:50	1350	300	30	120	90	150	0	67	74,2	83,2	Güneşli	16
Elmalı Caddesi 3	11.04.2004	07:50	120	30	0	0	60	90	0	51,2	65,7	78,5	Güneşli	12
Elmalı Caddesi 3	11.04.2004	11:50	450	0	0	30	30	60	0	54,1	66,11	78	Güneşli	16
Elmalı Caddesi 3	11.04.2004	16:50	330	90	0	0	60	60	0	49,9	66,68	82	Güneşli	23
Erkan Caddesi 1	05.04.2004	08:10	1860	390	30	60	60	210	0	66,6	75,05	85	Güneşli	8
Erkan Caddesi 1	05.04.2004	12:10	750	300	0	30	60	60	0	63	69,64	80	Güneşli	11
Erkan Caddesi 1	05.04.2004	17:10	1170	390	0	180	240	90	0	67	78,66	85,1	Güneşli	16
Erkan Caddesi 1	06.04.2004	08:10	1650	330	60	90	60	150	0	65	75,08	85	Güneşli	8
Erkan Caddesi 1	06.04.2004	12:10	900	240	0	90	120	120	0	66,8	73,2	93	Güneşli	11

Tablo 10. Demiryolu yakından geçen yollarda yapılmış ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları (devam).

Erkan Caddesi 1	06.04.2004	17:10	1260	300	30	60	120	120	0	66,8	75,34	88	Güneşli	16
Erkan Caddesi 1	11.04.2004	08:10	90	0	30	0	0	30	0	49,3	59,96	75	Güneşli	12
Erkan Caddesi 1	11.04.2004	12:10	450	0	0	0	60	60	0	55,8	66,8	89,8	Güneşli	16
Erkan Caddesi 1	11.04.2004	17:10	690	60	0	0	0	0	0	55,7	65,83	79	Güneşli	23
Erkan Caddesi 2	05.04.2004	08:20	1380	270	0	180	120	120	0	68	75,18	93	Güneşli	8
Erkan Caddesi 2	05.04.2004	12:30	780	120	30	120	30	60	0	60	72,4	88	Güneşli	11
Erkan Caddesi 2	05.04.2004	17:30	1050	270	0	120	90	60	0	61,8	71,35	85	Güneşli	16
Erkan Caddesi 2	06.04.2004	08:20	600	240	30	60	90	90	0	59,4	70,4	87	Güneşli	8
Erkan Caddesi 2	06.04.2004	12:30	510	240	0	60	90	30	0	56,1	73	91	Güneşli	11
Erkan Caddesi 2	06.04.2004	17:30	1050	270	0	120	90	60	0	61,8	71,35	85	Güneşli	16
Erkan Caddesi 2	11.04.2004	08:20	90	60	0	90	30	60	0	55,4	68,12	85,8	Güneşli	12
Erkan Caddesi 2	11.04.2004	12:30	420	0	0	0	30	30	0	52,4	67,44	78	Güneşli	16
Erkan Caddesi 2	11.04.2004	17:30	330	0	0	0	60	60	0	51,1	66,93	84,6	Güneşli	23
Erkan Caddesi 3	05.04.2004	08:40	900	120	0	120	150	60	0	59,4	72	82	Güneşli	8
Erkan Caddesi 3	05.04.2004	12:40	510	180	30	60	60	30	0	55,6	69,49	83,5	Güneşli	11
Erkan Caddesi 3	05.04.2004	17:40	600	180	0	150	30	90	0	58,4	69,2	80	Güneşli	16
Erkan Caddesi 3	06.04.2004	08:40	1170	90	0	150	30	150	0	63,8	72,7	84,9	Güneşli	8
Erkan Caddesi 3	06.04.2004	12:40	690	60	0	90	0	0	0	52	68,62	81,2	Güneşli	11
Erkan Caddesi 3	06.04.2004	17:40	900	240	30	120	150	150	0	65	72	80,9	Güneşli	16
Erkan Caddesi 3	11.04.2004	08:40	90	0	0	0	0	0	0	44	57,61	78	Güneşli	12
Erkan Caddesi 3	11.04.2004	12:40	240	30	0	0	0	60	0	48,1	59,91	75	Güneşli	16
Erkan Caddesi 3	11.04.2004	17:40	150	60	0	0	90	60	0	50	73,91	90,4	Güneşli	23
Kazım Karabekir Caddesi	08.04.2004	07:30	1200	360	90	0	150	150	0	60	74,15	80,3	Güneşli	9
Kazım Karabekir Caddesi	08.04.2004	11:30	1080	240	30	60	120	30	0	61,8	72	83	Güneşli	14
Kazım Karabekir Caddesi	08.04.2004	16:30	510	210	0	120	60	90	0	64,2	73,25	84	Güneşli	21
Kazım Karabekir Caddesi	09.04.2004	07:30	1440	270	30	60	120	90	0	59,6	72,19	81	Güneşli	9
Kazım Karabekir Caddesi	09.04.2004	11:30	840	150	30	60	90	120	0	66,5	75,67	84	Güneşli	14
Kazım Karabekir Caddesi	09.04.2004	16:30	1500	300	120	30	150	30	0	64	72,26	86	Güneşli	21
Kazım Karabekir Caddesi	10.04.2004	07:30	780	420	30	0	150	150	0	59,7	71,81	82,8	Güneşli	9
Kazım Karabekir Caddesi	10.04.2004	11:30	600	150	0	60	60	90	0	55,8	70,53	82,7	Güneşli	14
Kazım Karabekir Caddesi	10.04.2004	16:30	780	120	0	60	120	30	0	61,3	73,8	87,5	Güneşli	21
Meram Yeniyol Caddesi	08.04.2004	07:40	750	120	0	0	0	90	0	58,6	73,81	83	Güneşli	9
Meram Yeniyol Caddesi	08.04.2004	11:40	540	120	30	0	0	0	0	58	71,31	83,3	Güneşli	14
Meram Yeniyol Caddesi	08.04.2004	16:40	420	240	0	0	60	60	0	55,9	73,53	96,4	Güneşli	21

Tablo 10. Demiryolu yakından geçen yollarda yapılmış ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları (devam).

Meram Yeni yol Caddesi	09.04.2004	07:40	570	120	30	0	0	60	30	0	55,5	72,91	80,7	Güneşli	9
Meram Yeni yol Caddesi	09.04.2004	11:40	600	60	0	30	0	90	90	0	57,4	70,22	87	Güneşli	14
Meram Yeni yol Caddesi	09.04.2004	16:40	540	0	0	0	0	60	60	0	62,3	74,39	90,3	Güneşli	21
Meram Yeni yol Caddesi	10.04.2004	07:40	750	240	0	0	0	0	30	0	55,7	71	82	Güneşli	9
Meram Yeni yol Caddesi	10.04.2004	11:40	450	150	0	0	0	0	90	0	55	70,94	82,1	Güneşli	14
Meram Yeni yol Caddesi	10.04.2004	16:40	600	90	0	0	0	30	30	0	61	72,37	82,6	Güneşli	21
Muhlis Koner Caddesi	08.04.2004	07:50	240	0	0	0	0	0	60	0	53,1	65,36	80,1	Güneşli	9
Muhlis Koner Caddesi	08.04.2004	11:50	300	0	0	0	0	60	30	0	54,8	70,53	86,4	Güneşli	14
Muhlis Koner Caddesi	08.04.2004	16:50	570	60	0	0	0	30	30	0	60,3	71,34	84,8	Güneşli	21
Muhlis Koner Caddesi	09.04.2004	07:50	270	90	0	0	0	30	30	0	56	70,42	81,7	Güneşli	9
Muhlis Koner Caddesi	09.04.2004	11:50	450	240	0	0	0	0	30	0	53,8	67,32	85,7	Güneşli	14
Muhlis Koner Caddesi	09.04.2004	16:50	390	90	0	60	0	0	0	0	54,9	68,31	86	Güneşli	21
Muhlis Koner Caddesi	10.04.2004	07:50	390	60	0	0	0	30	30	0	52,3	64,78	76	Güneşli	9
Muhlis Koner Caddesi	10.04.2004	11:50	480	90	0	0	0	30	30	0	61,6	72,47	81,2	Güneşli	14
Muhlis Koner Caddesi	10.04.2004	16:50	480	150	0	0	0	60	0	0	53	65,23	81,2	Güneşli	21
Millet Caddesi	08.04.2004	08:15	480	330	30	0	0	60	90	0	63,6	72,21	82	Güneşli	9
Millet Caddesi	08.04.2004	12:15	810	270	30	0	0	90	120	0	64,6	72,56	81,9	Güneşli	14
Millet Caddesi	08.04.2004	17:15	690	210	30	0	0	60	0	0	64,6	74,14	81,9	Güneşli	21
Millet Caddesi	09.04.2004	08:15	900	300	0	0	0	120	60	0	62,7	75,34	85	Güneşli	9
Millet Caddesi	09.04.2004	12:15	510	270	30	0	0	30	60	0	56	71,57	95,4	Güneşli	14
Millet Caddesi	09.04.2004	17:15	600	360	0	0	0	180	90	0	65,1	75,67	87	Güneşli	21
Millet Caddesi	10.04.2004	08:15	750	300	0	0	0	60	60	0	59,5	72,03	83,1	Güneşli	9
Millet Caddesi	10.04.2004	12:15	450	180	0	0	0	60	60	0	57	70,23	81,2	Güneşli	14
Millet Caddesi	10.04.2004	17:15	600	360	0	0	0	180	90	0	65,1	75,67	87	Güneşli	21
Konya - Adana Yolu I	12.04.2004	07:30	900	90	180	0	0	210	30	0	59,4	76,61	89	Güneşli	12
Konya - Adana Yolu I	12.04.2004	11:30	690	270	30	120	0	0	0	0	64,7	72	89,8	Güneşli	21
Konya - Adana Yolu I	12.04.2004	16:30	960	240	90	180	0	150	60	0	63,8	75,62	91,8	Güneşli	28
Konya - Adana Yolu I	13.04.2004	07:30	810	120	30	30	0	150	30	0	59	74,32	89,3	Güneşli	11
Konya - Adana Yolu I	13.04.2004	11:30	1050	240	0	90	0	270	90	0	64,5	74,7	98,8	Güneşli	20
Konya - Adana Yolu I	13.04.2004	16:30	900	300	30	30	0	150	30	0	64	78,43	96,6	Güneşli	27
Konya - Adana Yolu I	17.04.2004	07:30	570	150	60	0	0	90	30	0	59,5	74,24	90,8	Bulutlu	5
Konya - Adana Yolu I	17.04.2004	11:30	1110	270	0	150	0	330	30	0	62,5	76,3	87,8	Bulutlu	12
Konya - Adana Yolu I	17.04.2004	16:30	900	300	30	0	0	210	60	0	61	75,12	90,6	Bulutlu	16
Konya - Adana Yolu 2	12.04.2004	07:40	600	240	120	30	0	0	0	0	63,8	74,74	91	Güneşli	12

Tablo 10. Demiryolu yakınından geçen yollarda yapılmış ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları (devam).

Konya - Adana Yolu 2	12.04.2004	11:40	750	180	60	60	90	60	60	63,4	75,14	91	Güneşli	21
Konya - Adana Yolu 2	12.04.2004	16:40	900	300	0	90	0	30	0	60,4	72,38	87	Güneşli	28
Konya - Adana Yolu 2	13.04.2004	07:40	720	330	30	150	150	30	0	64,5	76,45	86,5	Güneşli	11
Konya - Adana Yolu 2	13.04.2004	11:40	780	270	60	60	30	0	0	60,5	71,8	85,7	Güneşli	18
Konya - Adana Yolu 2	13.04.2004	16:40	870	300	0	90	90	150	0	60,5	74,01	84,9	Güneşli	27
Konya - Adana Yolu 2	17.04.2004	07:40	420	300	30	30	120	90	0	59,3	74,6	93,9	Bulutlu	5
Konya - Adana Yolu 2	17.04.2004	11:40	900	180	0	120	210	0	0	58	73,2	86	Bulutlu	12
Konya - Adana Yolu 2	17.04.2004	16:40	750	120	60	150	150	60	0	56,5	73,76	88	Bulutlu	16
Konya - Ankara Karayolu 1	12.04.2004	07:45	1440	660	150	60	60	60	0	65,9	79,65	92,2	Güneşli	12
Konya - Ankara Karayolu 1	12.04.2004	11:45	900	450	60	30	120	0	0	58,3	72,41	87,1	Güneşli	21
Konya - Ankara Karayolu 1	12.04.2004	16:45	840	390	30	120	120	30	0	59,3	75,57	86	Güneşli	28
Konya - Ankara Karayolu 1	13.04.2004	07:45	960	540	90	60	90	90	0	63,8	78	92,2	Güneşli	11
Konya - Ankara Karayolu 1	13.04.2004	11:45	690	390	30	90	330	60	0	58,4	76,42	91,9	Güneşli	18
Konya - Ankara Karayolu 1	13.04.2004	16:45	960	300	120	150	240	120	0	61,5	74,06	90,7	Güneşli	27
Konya - Ankara Karayolu 1	17.04.2004	07:45	1080	360	90	0	270	120	0	66,5	79,42	89,2	Bulutlu	5
Konya - Ankara Karayolu 1	17.04.2004	11:45	1350	240	30	60	270	30	0	58,4	75,18	84,8	Bulutlu	12
Konya - Ankara Karayolu 1	17.04.2004	16:45	1800	180	60	0	210	60	0	59	74,31	86	Bulutlu	16
Konya - Ankara Karayolu 2	12.04.2004	08:05	1200	510	120	30	510	60	0	65,9	79,33	90,7	Güneşli	12
Konya - Ankara Karayolu 2	12.04.2004	11:05	600	300	30	30	60	90	0	65,7	76,62	89,9	Güneşli	21
Konya - Ankara Karayolu 2	12.04.2004	17:05	690	240	90	90	240	0	0	63,4	79	98	Güneşli	28
Konya - Ankara Karayolu 2	13.04.2004	08:05	2280	630	120	120	330	180	0	66,4	80,76	102,7	Güneşli	11
Konya - Ankara Karayolu 2	13.04.2004	11:05	900	180	60	90	300	0	0	62,1	73,6	89	Güneşli	18
Konya - Ankara Karayolu 2	13.04.2004	17:05	900	240	0	150	180	90	0	64,2	76,72	85,6	Güneşli	27
Konya - Ankara Karayolu 2	17.04.2004	08:05	1260	450	60	120	330	120	0	61,8	76,46	93,4	Bulutlu	5
Konya - Ankara Karayolu 2	17.04.2004	11:05	1440	390	0	60	450	0	0	60,8	75,41	90,3	Bulutlu	12
Konya - Ankara Karayolu 2	17.04.2004	17:05	1200	300	60	120	480	120	0	65	77,7	95,8	Bulutlu	16
Konya - Ankara Karayolu 3	12.04.2004	08:15	1050	300	180	90	300	90	0	66,2	75,85	92,3	Güneşli	12
Konya - Ankara Karayolu 3	12.04.2004	12:15	600	180	60	120	180	30	0	52,3	70,59	92,5	Güneşli	21
Konya - Ankara Karayolu 3	12.04.2004	17:15	690	270	90	30	180	90	0	53,7	75,7	90	Güneşli	28
Konya - Ankara Karayolu 3	13.04.2004	08:15	1080	390	150	120	240	60	0	60,2	75,12	92	Güneşli	11
Konya - Ankara Karayolu 3	13.04.2004	12:15	540	150	0	0	300	60	0	57,2	71,91	85	Güneşli	18
Konya - Ankara Karayolu 3	13.04.2004	17:15	750	300	30	90	180	30	0	52,6	70,84	87	Güneşli	27
Konya - Ankara Karayolu 3	17.04.2004	08:15	1470	480	90	60	180	90	0	66,6	77,25	88	Bulutlu	5
Konya - Ankara Karayolu 3	17.04.2004	12:15	510	240	0	120	150	30	0	54,3	71,7	89	Bulutlu	12

Tablo 10. Demiryolu yakınından geçen yollarda yapılmış ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları (devam).

Konya - Ankara Karayolu 3	17.04.2004	17:15	540	330	60	0	450	60	0	56,5	73,51	86,3	Bulutlu	16
Konya - Ankara Karayolu 4	12.04.2004	08:30	720	240	120	0	210	30	0	61,5	74,42	86,2	Güneşli	12
Konya - Ankara Karayolu 4	12.04.2004	11:30	450	150	0	60	270	0	0	57,9	73,13	91,7	Güneşli	21
Konya - Ankara Karayolu 4	12.04.2004	17:30	540	270	90	30	180	30	0	59,7	76,51	88	Güneşli	28
Konya - Ankara Karayolu 4	13.04.2004	08:30	900	330	60	60	270	30	0	60,7	74	86	Güneşli	11
Konya - Ankara Karayolu 4	13.04.2004	11:30	390	270	0	90	300	60	0	55	76,48	87,7	Güneşli	18
Konya - Ankara Karayolu 4	13.04.2004	17:30	480	150	30	0	90	0	0	60,4	71,45	83,7	Güneşli	27
Konya - Ankara Karayolu 4	17.04.2004	08:30	450	90	60	90	450	90	0	57,7	70,2	85	Bulutlu	5
Konya - Ankara Karayolu 4	17.04.2004	11:30	720	60	30	90	210	30	0	56,6	73,82	88,5	Bulutlu	12
Konya - Ankara Karayolu 4	17.04.2004	17:30	450	120	0	0	300	0	Traktör = 30	55,8	69,13	91	Bulutlu	16
Konya - Ankara Karayolu 5	12.04.2004	08:45	390	30	0	30	450	0	0	66,6	77,21	94,6	Güneşli	12
Konya - Ankara Karayolu 5	12.04.2004	12:45	270	120	0	0	60	0	0	53,4	69,6	90	Güneşli	21
Konya - Ankara Karayolu 5	12.04.2004	17:45	360	180	60	0	240	0	0	55	72,43	89	Güneşli	28
Konya - Ankara Karayolu 5	13.04.2004	08:45	570	30	0	0	360	0	Traktör = 30	62,5	75,82	91,8	Güneşli	11
Konya - Ankara Karayolu 5	13.04.2004	12:45	300	90	0	90	180	30	0	53,1	67,5	87,1	Güneşli	18
Konya - Ankara Karayolu 5	13.04.2004	17:45	450	150	90	0	150	0	0	57	74,9	97,1	Güneşli	27
Konya - Ankara Karayolu 5	17.04.2004	08:45	570	180	60	0	240	30	0	67,8	76,5	92,8	Bulutlu	5
Konya - Ankara Karayolu 5	17.04.2004	12:45	750	90	0	60	270	30	0	59	72,72	85	Bulutlu	12
Konya - Ankara Karayolu 5	17.04.2004	17:45	570	180	30	0	330	0	0	53,7	73,56	89,4	Bulutlu	16
Larende Caddesi	15.04.2004	07:30	240	240	0	30	30	90	0	59,3	70,81	87	Bulutlu	5
Larende Caddesi	15.04.2004	11:30	510	30	30	30	0	0	0	63,5	70,55	81	Bulutlu	10
Larende Caddesi	15.04.2004	16:30	420	90	0	0	120	30	0	64,2	72,6	81,2	Bulutlu	14
Larende Caddesi	16.04.2004	07:30	390	180	60	0	30	30	0	58,8	70,2	82,1	Bulutlu	5
Larende Caddesi	16.04.2004	11:30	240	90	0	0	0	0	0	63,9	72,3	86	Bulutlu	10
Larende Caddesi	16.04.2004	16:30	270	90	0	0	30	0	0	60	71,9	88	Bulutlu	14
Larende Caddesi	18.04.2004	07:30	30	60	0	0	30	0	0	48,8	63,4	81,5	Bulutlu	5
Larende Caddesi	18.04.2004	11:30	600	30	0	0	0	30	0	59,5	70,17	81	Bulutlu	10
Larende Caddesi	18.04.2004	16:30	690	30	0	30	0	0	0	58,4	71,8	90,1	Bulutlu	14
Meçhul Asker Caddesi	15.04.2004	07:40	600	330	90	30	30	120	0	64,7	74,28	89	Bulutlu	5
Meçhul Asker Caddesi	15.04.2004	11:40	240	120	60	0	0	30	0	54,9	66,16	78,3	Bulutlu	10
Meçhul Asker Caddesi	15.04.2004	16:40	330	240	0	0	30	60	0	55,5	68,7	87	Bulutlu	14
Meçhul Asker Caddesi	16.04.2004	07:40	810	210	0	30	150	60	0	65,2	74,85	89,7	Bulutlu	5
Meçhul Asker Caddesi	16.04.2004	11:40	450	180	30	0	0	0	0	56,9	68,14	89	Bulutlu	10
Meçhul Asker Caddesi	16.04.2004	16:40	510	60	30	60	30	0	0	56	70,44	87	Bulutlu	14

Tablo 10. Demiryolu yakınından geçen yollarda yapılmış ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları (devam).

Meçhul Asker Caddesi	18.04.2004	07:40	30	30	30	30	0	0	60	0	53,8	65,4	80	Bulutlu	5
Meçhul Asker Caddesi	18.04.2004	11:40	780	30	0	0	0	0	120	0	59,8	72,33	86	Bulutlu	10
Meçhul Asker Caddesi	18.04.2004	16:40	660	90	0	0	60	240	0	0	62,4	73,23	83,8	Bulutlu	14
Kovanağzı Caddesi	15.04.2004	07:50	120	120	0	0	0	30	0	0	51,1	65,08	81,2	Bulutlu	5
Kovanağzı Caddesi	15.04.2004	11:50	150	30	0	0	0	60	0	0	53,7	70,25	87,6	Bulutlu	10
Kovanağzı Caddesi	15.04.2004	16:50	90	60	0	0	0	60	0	0	49,1	64,3	84	Bulutlu	14
Kovanağzı Caddesi	16.04.2004	07:50	90	30	0	0	0	120	0	0	49,8	67,65	86,7	Bulutlu	5
Kovanağzı Caddesi	16.04.2004	11:50	60	30	0	0	0	120	0	0	52,9	65,6	79,7	Bulutlu	10
Kovanağzı Caddesi	16.04.2004	16:50	270	0	0	0	0	60	0	0	50,9	67,44	82,1	Bulutlu	14
Kovanağzı Caddesi	18.04.2004	07:50	0	60	0	0	0	30	0	0	47,1	63,01	72,4	Bulutlu	5
Kovanağzı Caddesi	18.04.2004	11:50	270	60	0	30	30	60	60	0	57,8	69	86	Bulutlu	10
Kovanağzı Caddesi	18.04.2004	16:50	120	30	0	0	30	60	60	0	51	66,6	83,4	Bulutlu	14
Aşağı Kovanağzı Caddesi	15.04.2004	08:00	0	30	0	0	0	30	0	0	44,4	59,14	81	Bulutlu	5
Aşağı Kovanağzı Caddesi	15.04.2004	12:00	30	0	0	0	0	0	0	0	43,9	52,13	68,6	Bulutlu	10
Aşağı Kovanağzı Caddesi	15.04.2004	17:00	30	30	0	0	0	30	30	0	45,4	56,96	76,7	Bulutlu	14
Aşağı Kovanağzı Caddesi	16.04.2004	08:00	90	0	0	0	30	30	30	0	46,2	60,7	87	Bulutlu	5
Aşağı Kovanağzı Caddesi	16.04.2004	12:00	60	0	0	0	0	0	0	0	43,1	51,71	66,9	Bulutlu	10
Aşağı Kovanağzı Caddesi	16.04.2004	17:00	60	30	0	30	60	30	30	0	50,7	63,21	78,4	Bulutlu	14
Aşağı Kovanağzı Caddesi	18.04.2004	08:00	60	0	0	0	0	60	60	0	47,5	60,88	82	Bulutlu	5
Aşağı Kovanağzı Caddesi	18.04.2004	12:00	90	0	0	30	0	0	0	0	45	53,86	75	Bulutlu	10
Aşağı Kovanağzı Caddesi	18.04.2004	17:00	150	0	0	30	0	60	60	0	45,8	56,7	78	Bulutlu	14
Küçük Kovanağzı Caddesi	15.04.2004	08:10	30	30	0	0	60	30	30	0	50,7	63,49	85	Bulutlu	7
Küçük Kovanağzı Caddesi	15.04.2004	12:10	150	0	0	0	0	120	0	0	50,7	58,81	71,3	Bulutlu	10
Küçük Kovanağzı Caddesi	15.04.2004	17:10	120	90	0	0	0	0	0	0	48,9	57,1	70,3	Bulutlu	14
Küçük Kovanağzı Caddesi	16.04.2004	08:10	0	60	0	0	120	0	0	0	53,3	65,58	83,8	Bulutlu	7
Küçük Kovanağzı Caddesi	16.04.2004	12:10	0	0	0	30	0	60	60	0	50,4	56,48	67	Bulutlu	10
Küçük Kovanağzı Caddesi	16.04.2004	17:10	90	30	0	0	30	30	30	0	50,9	63,55	84,5	Bulutlu	14
Küçük Kovanağzı Caddesi	18.04.2004	08:10	120	30	0	0	0	0	0	0	52,2	60,55	77	Bulutlu	7
Küçük Kovanağzı Caddesi	18.04.2004	12:10	210	30	0	0	0	90	90	0	53,1	65,47	79,6	Bulutlu	10
Küçük Kovanağzı Caddesi	18.04.2004	17:10	150	90	30	0	0	60	60	0	51,5	65,76	80	Bulutlu	14
Abdulreşit Caddesi	15.04.2004	08:15	30	30	0	0	0	0	90	0	53,5	66,81	88	Bulutlu	7
Abdulreşit Caddesi	15.04.2004	12:15	120	0	0	0	30	0	0	0	48	55,62	85	Bulutlu	10
Abdulreşit Caddesi	15.04.2004	17:15	30	90	60	30	0	60	60	0	50,6	65,3	86,9	Bulutlu	14
Abdulreşit Caddesi	16.04.2004	08:15	90	30	0	0	0	30	30	0	52,8	62,28	77	Bulutlu	7

Antalya Yolu yakınından geçen yollarda yapılmış ortalama trafik gürültüsü ölçüm sonuçları (devam).

Abdüleşit Caddesi	16.04.2004	12:15	90	30	30	0	0	60	0	51	67	82,8	Bulutlu	10
Abdüleşit Caddesi	16.04.2004	17:15	90	0	30	30	0	30	0	48,5	60,93	82	Bulutlu	14
Abdüleşit Caddesi	18.04.2004	08:15	90	0	0	0	0	30	0	49,5	60,05	79,9	Bulutlu	7
Abdüleşit Caddesi	18.04.2004	12:15	180	30	0	90	30	0	0	49,8	60,03	79	Bulutlu	10
Abdüleşit Caddesi	18.04.2004	17:15	90	30	30	90	30	0	Traktör = 30, Dozer = 30	49,8	64,47	92	Bulutlu	14
Yeni Konya - Antalya Yolu 1	15.04.2004	08:25	450	90	0	120	0	0	0	58,2	69,83	85	Bulutlu	7
Yeni Konya - Antalya Yolu 1	15.04.2004	12:30	150	30	120	90	60	60	0	56,6	70,43	85	Bulutlu	10
Yeni Konya - Antalya Yolu 1	15.04.2004	17:30	390	0	0	120	0	0	0	61,2	72,46	90	Bulutlu	14
Yeni Konya - Antalya Yolu 1	16.04.2004	08:25	30	0	0	30	150	0	0	54	63,82	82,9	Bulutlu	7
Yeni Konya - Antalya Yolu 1	16.04.2004	12:30	300	60	30	90	60	0	0	58,6	68,35	82,3	Bulutlu	10
Yeni Konya - Antalya Yolu 1	16.04.2004	17:30	240	90	0	0	30	60	0	56	72,72	84	Bulutlu	14
Yeni Konya - Antalya Yolu 1	18.04.2004	08:25	90	60	0	0	30	60	0	52,7	65,04	83	Bulutlu	7
Yeni Konya - Antalya Yolu 1	18.04.2004	12:30	600	30	0	180	30	0	0	60	71,63	90	Bulutlu	10
Yeni Konya - Antalya Yolu 1	18.04.2004	17:30	300	90	60	60	150	60	Traktör = 30	59,9	69,66	82	Güneşli	18
Yeni Konya - Antalya Yolu 2	15.04.2004	08:45	90	0	0	60	30	0	0	48,8	61,16	83	Bulutlu	7
Yeni Konya - Antalya Yolu 2	15.04.2004	11:45	120	30	0	120	0	0	0	45	66,03	90,7	Bulutlu	10
Yeni Konya - Antalya Yolu 2	15.04.2004	17:45	0	90	30	0	60	60	0	48,1	67,17	83,1	Bulutlu	14
Yeni Konya - Antalya Yolu 2	16.04.2004	08:45	120	0	0	60	30	30	0	48	66,68	85,6	Bulutlu	7
Yeni Konya - Antalya Yolu 2	16.04.2004	11:45	90	60	60	0	120	0	0	49,6	66,45	82	Bulutlu	10
Yeni Konya - Antalya Yolu 2	16.04.2004	17:45	180	0	0	90	30	0	0	52,3	68,77	82,6	Bulutlu	14
Yeni Konya - Antalya Yolu 2	18.04.2004	08:45	90	30	0	60	60	0	0	50,4	67,32	92	Bulutlu	7
Yeni Konya - Antalya Yolu 2	18.04.2004	11:45	210	30	0	30	60	30	0	46	61,28	82,8	Bulutlu	10
Yeni Konya - Antalya Yolu 2	18.04.2004	17:45	300	30	0	0	60	90	0	49	68,37	98,6	Güneşli	18
Yeni Konya - Antalya Yolu 3	15.04.2004	08:50	60	30	0	90	120	30	0	51,6	68,52	88,8	Bulutlu	7
Yeni Konya - Antalya Yolu 3	15.04.2004	11:50	0	90	0	120	60	0	0	49	67,92	82,6	Bulutlu	10
Yeni Konya - Antalya Yolu 3	15.04.2004	17:50	150	60	30	0	60	0	0	48,6	65,31	81,3	Bulutlu	14
Yeni Konya - Antalya Yolu 3	16.04.2004	08:50	120	60	0	0	60	0	0	58,4	68,48	87,4	Bulutlu	7
Yeni Konya - Antalya Yolu 3	16.04.2004	11:50	180	0	0	90	0	60	0	49	65,32	83	Bulutlu	10
Yeni Konya - Antalya Yolu 3	16.04.2004	17:50	150	60	0	0	90	0	0	50	68,22	83	Bulutlu	14
Yeni Konya - Antalya Yolu 3	18.04.2004	08:50	120	0	0	60	30	0	0	51,9	65,55	99	Bulutlu	7
Yeni Konya - Antalya Yolu 3	18.04.2004	11:50	210	60	0	90	90	0	0	58	69,13	94	Bulutlu	10
Yeni Konya - Antalya Yolu 3	18.04.2004	17:50	210	60	30	0	30	30	0	55,5	68,71	85,5	Güneşli	18

4.1.6. Gürültü kirliliği haritaları

Çalışma sonucunda biri maksimum gürültü düzeyini (L_{max}) diğeri gece – gündüz ortalama ses basınç (L_{dn}) düzeyini gösteren iki farklı harita elde edilmiştir. Bu haritaların ölçeklerinin çok küçük olması dolayısı ile ölçekleri iki defa büyütülerek sunulmuştur. Ölçeği büyütülen bölge Konya Tren İstasyonunun olduğu bölgedir. Bu kısmın ölçeğinin büyütülmesinin sebebi istasyondaki çalışmalardan dolayı gürültünün daha yoğun olmasıdır. Böylece bölgedeki gürültü kirliliğini daha detaylı göstermek mümkün olmuştur.



4.2. Tartışma

Elde edilen haritalar 1/50.000, 1/10.000 ve 1/2.000 ölçeklerinde hazırlandı. L_{max} ve L_{dn} için üç farklı ölçekte hazırlanmasındaki maksat, daha detaylı gösterilebilmesiydi.

L_{max} ve L_{dn} 'ye dayalı haritalarda önemli farklılıklar ve sapmalar görülmektedir. Bunun nedeni, L_{dn} 'ye göre hazırlanmış olan haritanın gece – gündüz ortalama gürültü düzeylerine; L_{max} 'a dayalı olanın ise anlık ölçümler neticesinde elde edilen maksimum ölçüm sonuçlarına dayanmasıdır.

Haritalarda demiryolu hattı boyunca gürültü düzeylerini gösteren eş yükselti eğrilerinde salınımlar görülmektedir. Bunun nedeni demiryolu yakınındaki trafiğin yoğun olduğu kavşaklar ve karayollarıdır. Demiryolu yakınında karayolundan başka herhangi bir önemli kaynak bulunmamaktadır.

Bir diğer önemli husus da modellemeye etki eden parametrelerin, mesafe bağlı olarak gürültünün azalması ve karayolu gürültüsünün olması idi. Modelleme açık alana göre yapıldı. Çünkü diğer etkenlerin hesaplamalara dâhil edilmesi ancak ticari yazılımlar ile mümkündü. Bu ticari yazılımların yüksek maliyetleri modellemeye etki eden parametrelerin sınırlandırılmasına neden olmuştur.

4.2.1. Gürültü sevipleri, haritadan okunanlar ile GKY ile kıyaslanması

İskân alanlarındaki gürültü düzeyleri;

Konya şehrinde demiryolu hattı şehri kuzey-güney doğrultusunda kesmektedir. Bu hattın çevresinde, sanayi alanları, iskân alanları ve yerleşimin bulunmadığı açık alanlar yer almaktadır. İskân alanları içerisinde okullar, oteller, konutlar, lokantalar, ticarethaneler, iş hanları ve idari binalar bulunmaktadır. Farklı amaçlar için kullanılan tüm bu yapılar için farklı gürültü seviyeleri GKY'de yer almaktadır. Bu seviyeler, yapılarıdaki iç hacimlerin kullanım amaçlarına göre belirlenmiştir. GKY'de yer alan kabul edilebilir ses basınç düzeyleri Çizelge 11'deki gibidir,

Çizelge 11. Kullanım alanlarına göre kabul edilebilir SBD'ler (GKY, 1986)

Kullanım Alanı	Kabul edilebilir SBD, L_{eq} dB (A)
Dinlenme Alanı – Tiyatro salonları	25
– Konferans salonları	30
– Otel yatak odaları	30
– Otel restoran	35
Sağlık yapıları – Hastaneler	35
Konutlar – Yatak odaları	35
– Oturma odaları (şehir dışı)	40
– Oturma odaları (şehir kenarı)	45
– Oturma odaları (şehir)	60
– Servis bölümleri (mutfak, banyo)	70
Eğitim yapıları – Derslikler, laboratuvarlar	45
– Spor salonu, yemekhane	60
Ticari yapılar – Özel büro (uygulamalı)	50
– Genel büro (yazı, hesap bölümleri, dükkanlar)	60
Endüstri yapıları – Fabrikalar	70
– Fabrikalar (geniş kapsamlı)	80

GKY'ye göre trafikten uzaklıklarına göre yapıların iç hacimlerindeki gürültü düzeyleri Çizelge 12'deki gibi olmalıdır,

Çizelge 12. Gürültüye duyarlı alanlardaki kabul edilebilir gürültü düzeyleri (GKY, 1986)

	Bölge Tanımı	Temel Kriter $L_{eq} : 35$ – 45 dB (A)
I. Bölge	Şehir dışı konut alanı (trafikten uzak)	35
II. Bölge	Şehir kenarı konutları	40
	Şehir konut alanı (trafik akımından 100 m uzaklıkta)	45
	Şehir konut alanı, anayolları, iş yerleri (trafik akımından 60 m uzaklıkta)	50
III. Bölge	Şehir merkezi konut alanı, anayolları, iş yerleri (trafik akımına 20 m uzaklıkta)	55
IV. Bölge	Endüstri bölgesi veya ağır vasıta ve otobüslerin geçtiği anayollar	60
	Günün zaman dilimi	
	Gündüz (06.00 – 19.00)	35
	Akşam (19.00 – 22.00)	30
	Gece (22.00 – 06.00)	25

Gürültü seviyelerinin GKY'ye göre değerlendirilmesinde L_{dn} ses basınç düzeyleri kullanılmıştır. Bunun için öncelikle yapı içerisindeki gürültü düzeylerinin dolayısı ile yapının detaylı teknik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu teknik özellikler; cam, kapı, duvar, döşeme, tavan vb yapı elemanının yüzey yoğunluğu; malzemenin sertliği; duvar boşluklarında kullanılan malzemenin yoğunluğu; duvar, kapı, pencerelerin kaç katlı olduğu; duvar sıvasının kalınlıkları ve benzerleridir. Haritası çıkartılan bölgenin 18 km uzunluğunda ve 3 km genişliğinde olduğundan bu detaylı teknik özelliklerin her bir yapı için tespit edilmesi ve bilinmesi oldukça zordur. Bundan dolayı dış ortamdaki gürültünün yapı içindeki etkisinin tespitinde,

aşağıda özellikleri verilen belirli tipte yapı elemanı için kabul yapılmıştır. Bu yapı elemanının sesi azaltma düzeyleri EK-1’de sunulmuştur.

Çizelge 13. Duvarın izolasyon kalibiyeti (Ek-1’de açıklanmıştır).

Yapı Malzemesi	Ses Azaltma Miktarı, dB (A)
İç Sıva (2 cm)+Düşey Delikli Tuğla (20 cm)+Dış Sıva(2,5 cm)	51,6

Demiryolu hattından uzaklaştıkça, L_{dn} ses basınç düzeyi de azalmaktadır. Bu nedenle GKY’de de olduğu gibi farklı uzaklıklar için değerlendirmeler yapılacaktır. Konya tren istasyonunun çevresi için 60 ve 100 m’deki gürültü seviyeleri ve bu mevkilerde olması gereken ses basınç düzeyleri Çizelge 14’de sunulmuştur.

Çizelge 14. Yapı içlerindeki gürültü düzeyleri ve GKY’ne göre değerlendirilmesi

Demiryolundan Uzaklık, m	Konut Tipi	Dış Ortam SBD, dB(A)	L_{dn}	Hesaplanan İç SBD, dB(A)	L_{dn}	GKY’ne göre kabul edilebilirlik
60	TCDD lojmanları	67		15,4 (< 45 dB(A))		Kabul edilir.
100	Konutlar	64		12,4 (< 50 dB(A))		Kabul edilir.

Bu tablo haritada gürültü seviyesinin en yüksek olduğu istasyonun yakınındaki yerleşimler örnek verilmiştir. Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı gibi, dış ortamdaki gürültü düzeyleri (L_{dn} , dB (A)) yapıların iç hacimlerinde kabul edilebilir düzeylere inmektedir. Dolayısı ile demiryolu gürültüsünün – L_{dn} esas alınarak – insan sağlığına her hangi bir zararı olamayacağı sonucuna varılmaktadır.

Anlık gürültü düzeyindeki (L_{max}) ani anlık değişimler insanlar üzerinde önemli sağlık sorunlarına neden olabilir. Çünkü L_{max} 'taki anlık değişimler 50 ve hatta 60 dB A'ya kadar ulaşabilmektedir. Geceleri oluşabilecek bu değişim insanlar üzerinde uyku bozukluklarına ve psikolojik rahatsızlıklara neden olabilecektir. Bu rahatsızlıkların düzeyi, maruz kalınan gürültü düzeyi ve kişinin gürültüye karşı hassaslığı ile ilgidir.

Sanayi bölgesindeki gürültü düzeyleri;

Sanayi bölgelerinin sahip olduğu özellikler, iskân alanlarınınkinden farklıdır.

Bu farklılıklar,

- Sanayi tesislerinin kendileri gürültü kaynakları oldukları için, bu bölgelerde daha yüksek seviyelerde gürültü yayılmıştır,
- Bu, tesis içlerindeki, yüksek gürültü seviyesi, demiryolu gürültüsünü maskeleyebilir,
- Sanayi bölgelerinde, iskân alanlarındaki gibi, geceleri mesken olarak kullanılmamaktadırlar.

Bu farklılıklardan dolayı, sanayi bölgelerindeki rahatsızlıklar iskân alanlarındaki kadar yoğun olmamaktadırlar. Endüstriyel tesislerde gürültü seviyesi 60 dB (A) olması gerektiği belirtilerek buna GKY standartlarında değinilmiştir. Tesis içi gürültü seviyesinin tahmini olarak hesaplanması ve bunun GKY'ye göre uygunluğu ile ilgili bir örnek vermek gerekirse;

Çizelge 15. Yapı içlerindeki gürültü düzeyleri ve GKY'ne göre değerlendirilmesi.

Demiryolundan Uzaklık, m	Konut Tipi	Dış Ortam SBD dB(A), 100 m mesafede.	Hesaplanan İç SBD, L _{dn} , dB(A)	GKY'ne göre kabul edilebilirlik
100	Atölye	59,44	7,84 (< 60 dB(A))	Kabul edilir.

Çizelge 15'da görüldüğü gibi, demiryolu hattından 100 m uzaklıktaki bir atölyenin içerisine gürültü etkisi kabul edilebilir düzeydedir.

Açık alanlardaki gürültü düzeyleri;

Herhangi bir mesken veya endüstriyel tesisin bulunmadığı alanlardır. Gürültü kirliliği haritasından da anlaşılacağı gibi bu gölgeler de demiryolundan uzaklaştıkça gürültü seviyesi azalmaktadır. Herhangi bir yerleşim bulunmadığı için bu alanlara değilmeyecektir.

4.2.2. Karayolu gürültüsünün irdelenmesi, araç tür ve sayıları ile ilişkisi

Bu bölümde karayolu gürültüsü ile araç sayısının, araç türlerinin ve sayılarının ilişkine değinilecektir.

Ağır araç sayısının gürültüye katkısı;

Ağır araçlar genellikle küçük araçlardan daha yüksek seviyede gürültü yaymaktadırlar. Burada, araç motorlarının dizel olması, araçların daha ağır olması ve dolayısı ile araçların daha yüksek çekiş gücü ile çalıştırılmaları etkilidir. Ağır araçların bir karayolundan yayılan gürültüye katkısı, bu araçların yoldan geçen diğer araçlara göre %'si ile kıyaslanır. Konya-Ankara karayolu üzerinde, çimento fabrikası önünde yapılan ölçümlerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

Çizelge 16. Ağır araç %'si – gürültü ilişkisi.

Yoldan Geçen Toplam Araç Sayısı	Ağır Araç Sayısı	Ağır Araçların Yüzdesi	Ortalama Gürültü Düzeyleri
450	60	13,33	69,6
900	450	50	77,21
1110	330	29,73	73,56

Çizelge 16'den de anlaşılacağı üzere, yoldan geçen ağır araç sayılarının ve yüzdelerinin artışına bağlı olarak yayılan gürültünün şiddeti de artmaktadır. Ancak bu artış sadece bu araçların sayıları ya da yüzdeleri ile ilgili değildir. Gürültü

düzeyindeki artış, yoldan geçen tüm araçların teknik özellikleri, hızları, yol ve çevre özellikleri, araçların ölçüm noktasından uzaklıkları gibi çeşitli etkenlere de bağlıdır.

Araçların hızlarına göre gürültüdeki artış;

Anlık ve ortalama trafik gürültüsü ölçümleri sırasında yapılan gözlemlerde, araçların hızlarının artışı ile yaydıkları gürültünün arttığı görülmüştür. Araçlar hızla yolda seyrederken yaydıkları gürültü seviyeleri, hızlarını arttırmaları ile artarken; aracın yavaşlamaya başlaması ile azalmaktadır. Yayılan gürültünün alt kaynakları motor gürültüsü, tekerlek/yol temasından kaynaklanan yuvarlanma gürültüsü ve aerodinamik gürültülerdir. Bu alt kaynakların baskınlıkları ve yaydıkları gürültü aracın hızına bağlı olarak değişmektedir. Ama ölçümler sırasında, hiçbir araç aerodinamik gürültünün baskın olacağı hızlara ulaşmamıştır. Dolayısı ile ölçümlerde, karayolu araçlarından yayılan gürültünün alt kaynakları motor gürültüsü ve yuvarlanma gürültüsü olmuştur.

Toplam araç sayısına göre gürültüdeki artış;

Karayolu gürültüsünde, gürültü kaynakları araçlardır ve araç yani kaynak sayısındaki artış yoldan yayılan gürültünün de artmasına neden olmaktadır. Konya şehir merkezinde demiryolunun çevresindeki Aşağıkovanağzı caddesinde yapılan ortalama trafik gürültüsü ölçümlerinden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir,

Çizelge 17. Araç sayısı-SBD ilişkisi.

Saate geçen araç sayısı	SBD, dB (A)
30 araç/saat	52,13
150 araç/saat	60,7

Çizelge 17'den de anlaşılacağı gibi, araç sayısındaki artış gürültü seviyesinin artmasına neden olmaktadır.

4.2.3. Demiryolu araçlarından yayılan gürültülerin kaynakları ve baskınlıkları

Bu bölümde demiryolu gürültüsüne etki eden faktörler incelenecektir.

Tren türlerine göre gürültü düzeyleri;

Konya şehrine giriş ve çıkış yapan tüm yük ve yolcu trenlerinde kullanılan lokomotiflerin türü, ülkemizde TÜLOMŞAŞ tarafından üretilmekte olan DE 24000 model dizel elektrikli ana hat lokomotifidir. Ayrıca istasyonda da, lokomotifi ve vagonları birbirlerinden ayırmak için, DH 9500 model dizel hidrolik ana hat ve manevra lokomotifi kullanılmaktadır. Tüm trenlerin lokomotifinin aynı model olması ve operasyonların aynı demiryolu hattı üzerinde gerçekleşmesi farklı trenlerden yayılan gürültü düzeylerinin yorumlanmasına imkân vermektedir.

Ölçümlerde yük trenlerinin yolcu trenlerine kıyasla daha yavaş hızlarda seyrettikleri görülmüştür. Onun bu nispeten yavaş hızından dolayı, yaydığı gürültü yolcu treninkinden daha düşük olmaktadır. Bu Çizelge 18'de de görülmektedir;

Çizelge 18. Tren Hızı-Gürültü Düzeyi İlişkisi.

Tren Türü	Trenin Uzunluğu, metre	Trenin Hızı, km/h	Ortalama Gürültü Düzeyi
Yük Treni	263,06	35,07	92,02
Yolcu Treni	235	72,30	96,43

Tren hızlarına göre gürültü düzeyleri;

Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi, demiryolu araçlarından yayılan gürültüyü 3 kaynağa ayrılmaktaydı. Bunlar, çekme ve yardımcı gürültüler; yuvarlanma gürültüsü; aerodinamik gürültülerdir. Bu alt kaynakların birbirlerine baskınlıkları ve yaydıkları gürültü başta aracın hızı olmak üzere çeşitli faktörlerin

etkisi altındadır. Yapılan ölçümlerde tüm trenler aynı ray hattını kullandıkları için aracın hızının etkisini gözlemlemek mümkün olmuştur.

Konya şehrinde kullanılan demiryolu araçlarının yüksek hızlara ulaşamamasından dolayı, aerodinamik gürültü baskın olamamaktadır. Demiryolu araçlarının dururken (motor çalışırken), hareket etmeye başlarken ve durmaya yakın zamanlarda çekme ve yardımcı gürültüler baskındır. Tren belirli bir hızın üstüne çıktığında ise, yuvarlanma gürültüsü baskın bir hal alır. Bu kritik hızın belirlenmesinde, ray ve tekerleklerin pürüzlülükler başta olmak üzere aracın ve demiryolu ağının teknik özellikleri de dikkate alınmalıdır. Çizelge 19'de bir yük trenin hızına bağlı olarak gürültü düzeyindeki değişim görülmektedir.

Çizelge 19. Tren Hızı, Gürültü düzeyi ilişkisi.

Trenin Hızı, km/sa	Ortalama Gürültü Düzeyi, dB (A)	Maksimum Gürültü Düzeyi, dB (A)
Tren Duruyor.	82,38	86,0
21,77	91,63	98,6
48,92	94,29	99,0
66,31	95,02	98,0

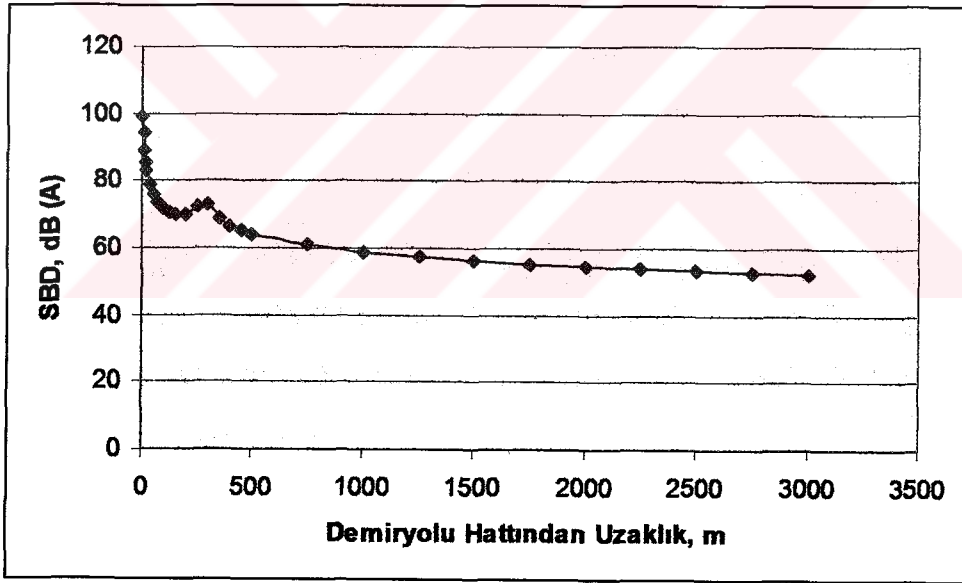
4.2.4. Demiryolu gürültüsü ile karayolu gürültüsü arasındaki farklılıklar

İki kaynak arasındaki en önemli fark gürültü düzeylerinde gece ve gündüz saatleri arasındaki farklılıklardır. Gece ve gündüz zamanları arasında, gürültü düzeylerine kıyasla, açık bir fark vardır. Karayollarından yayılan gürültü geceleri önemli derecede azalmakta iken, demiryolu gürültüsü tüm 24 saatlik süre içerisinde sabit kalmaktadır (Moehler ve ark, 2000). Ayrıca karayolu gürültüsü saatten saate ciddi değişimler göstermezken, demiryolu gürültüsü için saatlik gürültü düzeyi değişme eğilimindedir.

Demiryolu ve karayolu araçlarından yayılan gürültü düzeyindeki değişimler, gece ve gündüz için değişim gösterir. Gündüzleri, karayolu gürültüsü yüksek ortalama gürültü düzeyi ile baskın iken, geceleri baskın gürültü kaynağı demiryolu araçları olur.

4.2.5. Gürültü seviyesinin mesafe ile değişimi

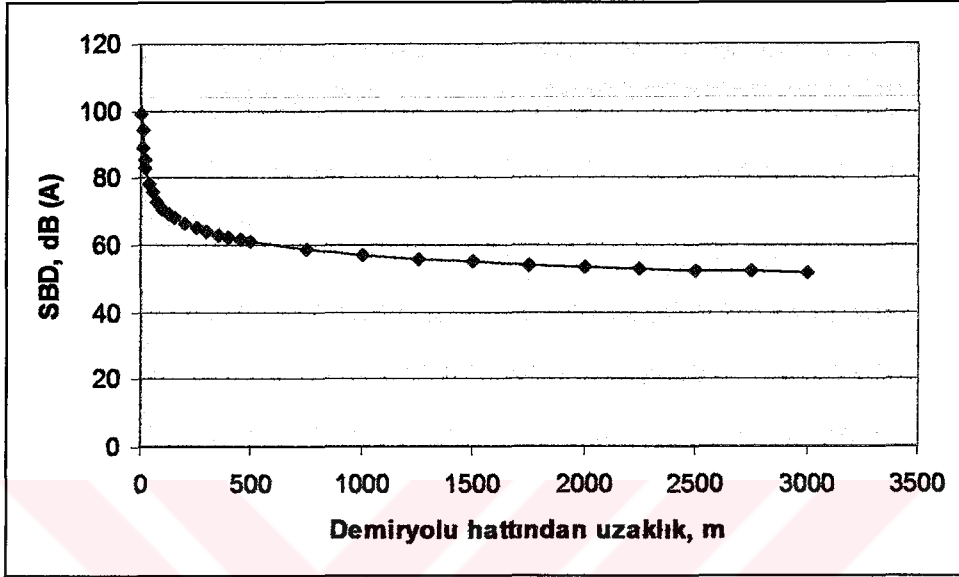
Gürültü kirliliği haritalarında, demiryolunun yakınındaki önemli karayollarının da etkisi matematiksel modellemeye dâhil edildiği için, mesafe arttıkça gürültü düzeyinde da artış görülmektedir. Bu artış demiryolunun yakınındaki önemli karayollarından kaynaklanmaktadır. Bu durum aşağıda grafik olarak gösterilmiştir,



Şekil 17. Başka her hangi bir kaynağın varlığında SBD'nin mesafe ile değişimi.

Şekil 17'da da görüldüğü gibi, esas kaynak olan demiryolundan uzaklaştıkça gürültü düzeyinde önce bir düşüş, sonra da bir artış olmaktadır. Bu ikinci bir gürültü

kaynağının varlığını gösterir. Bu kaynak karayolu trafiğidir. Karayolu trafiğinin dikkate alınmadığı bölgelerde ise uzaklık ile değişim aşağıdaki gibi olmaktadır;



Şekil 18. SBD'nin mesafe ile değişimi.

Şekil 18'de de görüldüğü gibi, başka herhangi bir kaynak etki etmediği zaman gürültü düzeyindeki değişim sürekli olarak azalma eğilimindedir.

Çizgisel kaynaklarda mesafenin iki katına çıkması ile SBD 3 dB (A) azalmaktadır. Bu nedenle kaynağın yakınında artan mesafe ile önemli değişimler gözlemlenirken; kaynaktan uzaklaştıkça SBD'deki değişimlerde azalmaktadır.

4.2.6. Modelleme sonuçlarındaki olası sapmalar

Matematiksel modellemede gürültünün sadece mesafe ile değişimi dikkate alındı. Diğer etkenler (binalar vb engeller, yüzeylerden yansımalar, havanın

absorpsiyonu gibi) göz ardı edildi. Bunun nedeni modellenmesi yapılacak bölgenin çok geniş olması ve gürültü hesaplamalarının çok karışık olması idi.

Yapılan bu kabullerden dolayı, demiryolu hattından uzaklaştıkça değerlerde sapmalar olması ve artan uzaklık ile sapmalarında artacaktır. Ancak çalışmanın şehir içinde yapılmış olması ve çalışma konusu olan kaynağın ve diğer kaynakların gürültü yaymaların engellenmesi mümkün olmayacağı için bu sapmaların miktarının belirlenmesi oldukça zordur.



5. ÖNERİLER

Karayolu ve demiryolu gürültü için yüksek gürültü düzeylerine karşı alınabilecek bazı önlemler aşağıda sunulmuştur,

Karayolu gürültüsüne karşı kaynakta alınabilecek bazı önlemler;

- Motordan yayılan gürültünün izolasyonu için izolasyon yapılması (motor gürültüsünün azaltılması için motor devir sayısının azaltılması, silindir sayısının artırılması ve motor gövdesinin kalınlaştırılması gibi önlemler de önerilebilir, ancak bu önlemler beraberinde maliyetlerin artması, yakıt sarfiyatının artması ve vergilerin artması gibi olumsuzluklara da neden olacağından tavsiye edilmez),
- Motorun hava emme yapısı iyi tasarlanmalıdır. Bu sistem inceltirilerek titreşimden kaynaklanan gürültü azaltılabilir ve ayrıca hava filtre haznesi mümkün olduğu kadar büyütülerek motorun hava emişinden kaynaklanan gürültü azaltılabilir,
- Motoru soğutma amacı ile kullanılan fanın neden olduğu gürültüyü azaltmak için pervaneler asimetrik tasarlanabilir veya pervane sayısı azaltılıp devir sayıları arttırılabilir,
- Egzozdan kaynaklanan gürültünün azaltılması için patlak egzoz kullanımı engellenmelidir,
- Vites gürültüsü ya aracın üretiminden kaynaklanan hatalardan ya da aracın kullanımındaki sorunlardan kaynaklanır. Aracın dişlileri tasarımı uygun tasarlanmış ise yağlama ile bu gürültü en aza indirilebilir.
- Tekerlek yol temas gürültü yol malzemesinin pürüzlülüğünün artması ile artmaktadır. Bunun azaltımı için yollar poroz malzemelerden ve en az pürüzlülük inşa edilmelidir.
- Araçların teknik bakımlarının yaptırılması ve kontrolü,
- Eski motosikletlerin ve triportörlerin bakım ve kontrollerinin yaptırılması veya kullanımlarının sınırlandırılması,

- Şehir içlerinde hızlı araç kullanılmasının önlenmesi,
- Gereksiz korna çalınmasının engellenmesi,
- Ağır vasıtaların şehir içlerine girmelerinin mümkün olduğunca engellenmesi,
- Trafik akışının gereksiz yere trafik ışıkları ile kesilmesinin engellenmesi,
- Yol malzemelerinin daha az pürüzlü ve ses absorplayıcı malzemelerden yaptırılmasıdır.

Demiryolu gürültüsüne karşı kaynakta alınabilecek bazı önlemler;

- Ray ve tekerleklerin pürüzlülüklerinin artması ile, aracın hızına bağlı olarak, yuvarlanma gürültüsü de artacaktır. Tekerleklerin ve rayların sürekli periyodik bakımlarının yaptırılması ile bu tür gürültü azalmaktadır.
- Dönemeçlerde oluşan gıcırtı vb gürültüler bu alanlardaki raylardaki sürtünmenin azaltılması ile gürültü düzeyi azaltılır,
- Dizel lokomotiflerdeki egzoz gürültüsü önemli bir sorundur, bu gürültü yalıtımla azaltılabilir. Ancak en etkili azatlımı üretici firmaların geliştirdikleri yeni teknolojiler ile mümkündür.
- Çekme gürültüsü, dizel ve elektrikli lokomotiflerden kaynaklanan bir başka önemli gürültü kaynağıdır. Pratikte buna karşı alınabilecek en etkili önlem yalıtımdır.
- Fanlar, motorun sürekli soğutulması ihtiyacından dolayı sürekli çalıştırılırlar. Fanların devir sayısının azaltılması yayılan gürültünün de azalmasını sağlar.
- Tren sirenlerinin gürültüsü yerleşim bölgelerine özellikle geceleri rahatsızlığa neden olur. Bu nedenle sirenlerin lüzumlu görülmedikçe çalınmasından sakınılmalıdır.
- Geceleri trenlerin operasyon sayılarının mümkün olduğunca azaltılması gürültü düzeylerini ve bu gürültüden kaynaklanan rahatsızlığı azaltacaktır,
- Yerleşim merkezleri yakınında demiryolu araçlarının mümkün olduğunca yavaş gitmesinin sağlanması ile, yuvarlanma gürültüsü azalacağından, kent merkezlerindeki gürültü düzeyi azaltılacaktır,

Gürültü kaynaklarının evrede alınabilecek bazı önlemler;

- Kaynakların çevresinin toprak, beton vb malzemelerden yapılmış engeller ile çevrilebilir,
- Kaynakların çevresinde geniş yeşil alanların oluşturulabilir,
- Şehir planlamasında, kaynağın çevresinin gürültüye karşı hassasiyeti nispeten daha az olan atölyeler, iş merkezleri vb amaçlı yapılar ile çevrilebilir,
- Gürültü kaynağının yakınındaki binaların uzaktakilere kıyasla daha az yükseklikte inşa edilebilir,
- Planlama aşamasında önemli karayolları ve demiryollarının inşası iskan alanlarından yeterli uzaklıkta yapılabilir.



KAYNAKLAR

1. Aktürk N, Akdemir O, Üzkurt İ, 2003. Trafik ıfık sürelerinin neden olduğu çevresel taşıt gürültüsü, Gazi Üniv. Müh. mim. fak. der. cilt 18, no 1, 71-87, 2003
2. Ali, S.A. 2005 Railway noise level, annoyance and countermeasures in Assiut, Egypt. Applied Acoustics. 66, 105 – 113.
3. Anonymous, 2001, Environmental noise, Brüel&Kjaer, <http://www.bksv.com/pdf/Environmental%20Noise%20Booklet.pdf>
4. Anonymous, 2002, İzocam Ses Yalıtımı ve Denetimi Seminer Notları.
5. Arana, M. ve Garcia, A. 1998. A social survey on the effects on environmental noise on the residents of Pamplona, Spain. Applied Acoustic 53, 245-253.
6. Barber A. 1992, Handbook of noise and vibration control, 6th edition, Elsevier science publishers ltd, Oxford, UK
7. World Health Organization, 1999. Guidelines for community noise, <http://www.who.int/docstore/peh/noise/Comnoise-1.pdf>
8. Calixto, A., Diniz, F.B., Zanin, P.H.T. 2003 The statistical modelling of road traffic noise in an urban setting. Cities, Vol. 20, No.1, p. 23-29, 2003
9. Carter N.L. 1996 Transportation noise, sleep and possible after effects. Environmental international, 22, 105 – 116.
10. Çetin, İ., Erođlu, M., Aktürk, N., 2002, Taşıt Motorlarının Neden Olduğu Gürültü. Uluslararası trafik ve yol güvenliği kongresi ve fuarı, Ankara, Türkiye.
11. Eadie, D.T., Santoro, M., Kalousek, J. 2005 Railway noise and the effect of top rail liquid friction modifiers: changes in sound and vibration spectral distributions in curves. WEAR 258, 1148-1155
12. Environmental Protection Agency 1974. Protective Noise Levels, Condensed Version of EPA Levels Document, <http://www.nonoise.org/library/levels/levels.htm>
13. Environmental Protection Agency 1978. Noise: A health problem. <http://www.nonoise.org/library/epahlth/epahlth.htm>
14. Environmental Protection Agency 1981. Noise Effects Handbook, <http://www.nonoise.org/library/handbook/handbook.htm>

15. EU 2003. Position paper on the European strategies and priorities for railway noise abatement, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg,
http://europa.eu.int/comm/environment/noise/pdf/railway_noise_en.pdf
16. Freeman K. 1984 Mental health and the environment. Churcill Livingstone, London, UK.
17. Golebiewski, R. Makarewicz, M. Nowak, A. Preis 2003. Traffic noise reduction due to the porous road surface. Applied Acoustics 64 481–494
18. Guzejev M.H., Vuorinens H.S., Kaprio J., Heikkila K. ve Rauhamaa H.M. 2000. Self-Reported of transportation noise exposure, annoyance and noise sentitivity in relation to noise map information. Journal of Sound and Vibration 234 (2), 191 – 206.
19. Gür K., Önder S. , 2000. Konya'Da Gürültü Kirliliği Ve Alınması Gerekli Biyolojik Önlemler, 3.GAP Mühendislik Kongresi, 286 – 295.
20. HARMONISE, 2002, State of The Art, Technical Report, http://www.harmonoise.nl/bestanden/DP_WP1.2_HAR12TR_010218_scnf10.pdf
21. Hobson, JA, 1989. Sleep. Scientific American Library, W.H. Freeman and Co, New York, NY, USA
22. Hyyge S, Jones DM, Smith AP, 1998, Recent developments in noise and performance, In N.L. Carter and R.F.S. Job (eds.) Noise as a Health Problem (Noise effects '98), Vol. 1, pp. 321 – 28, Noise effects '98 PTY Ltd, Sydney, Australia.
23. Karabiber Z. 1992. Mimari Akustikte Ses Ölçmeleri. Yıldız Teknik Üniversitesi yayınları, İstanbul.
24. Kluijver, H. Stoter, J. 2003. Noise mapping and GIS: optimising quality and efficiency of noise effect studies. Computers, Environment and Urban Systems, 27 (2003) 85 –102.
25. Moehler, U., Liepert, M., Schuemer, R., Griefahn, B. 2000. Differences between railway and road traffic noise. Journal of Sound and Vibration 231 (3), 853-864
26. Nielsen J.C.O. 2003 Numerical prediction of rail roughness growth on target railway tracks. Journal of Sound and Vibration 267 537-548.

27. Onunu, M.U. 2000. Road traffic noise in Nigeria: Measurements, Analysis and evaluation of nuisance. *Journal of Sound and vibration* 233 (3), 391-405
28. Özdemir, C. 2004. Gürültü Kirliliği ders notları. Yayınlanmamış.
29. Özdemir, C, Dursun Ş, Burdurlu Y, 1999. Konya (şehir merkezi) Gürültü Kirliliği Haritası, *Mühendislik Bilimleri Dergisi* 5, 2 – 3, 1179 - 1185
30. Pamanikabud, P. ve Tansatcha M. 2003 Geographical information system for traffic noise analysis and forecasting with the appearance of barriers, *Environmental Modelling&Software* 18, 959-973.
31. Pearsons K.S. 1998 Awakening and motility effects of aircraft noise. In N.L. Carter and RFS Job (eds) *Noise as a public health problem (Noise effects'98)*, Vol. 2, 427 – 432 Noise effects'98 PTY Ltd, Sydney, Australia.
32. Rau J, Wooten D.1980, *Environmental Impact Analysis Handbook*, McGrawHill, USA
33. Talotte, C. 2000. Aerodynamic Noise: A Critical Survey. *Journal of Sound and Vibration* 231 (3), 549 – 562.
34. Talotte, C., Gautier, P.E., Thompson, D.J., Hanson, C. 2003. Identification, modelling and reduction potential of railway noise sources: a critical survey. *Journal of Sound and Vibration* 267, 447-468.
35. Vincent, N. 2000. Rolling noise control at source: State-of-The Art Survey. *Journal of Sound and Vibration* 231 (3), 865-876
36. WHO 1980. *Environmental Health Criteria 12. International programme on chemical safety*, Geneva.
37. Zanin, P, Calixto A, Diniz F.B., Ferreira J.A.C. 2003 Survey of urban noise annoyance in a large Brazilian city: the importance of a subjective analysis in conjunction subjective analysis in conjunction. *Environmental Impact Assessment Review* 23 245–255

EK

Çizelge 16'da verilen duvarın ses azaltma değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır,

Çizelge 23. Referans yapı elemanlarının özellikleri

	Kalınlık (m)	Birim hacim kütlesi (kg/m ³)
İç sıva (alçı)	0,02	1400
Düşey delikli tuğla	0,2	1400
Dış sıva	0,025	2000

Yapı elemanlarının ses azaltım aşağıdaki formülle hesaplanır;

$$R = 19,4 \cdot g^{1/6} \quad (\text{Anonymous, 2003})$$

Burada, R dB cinsinden ses azalma miktarı iken g kütlenin toplam ağırlığıdır (kg/m²). Buna göre yukarıda özellikleri verilen duvar için ses azalma miktarı hesaplanır ise,

$$g_1 = 0,02 \cdot 1400 = 28 \text{ kg/m}^3$$

$$g_2 = 0,2 \cdot 1400 = 280 \text{ kg/m}^3$$

$$g_3 = 0,025 \cdot 2000 = 50 \text{ kg/m}^3$$

$$g = g_1 + g_2 + g_3 = 28 + 280 + 50 = 358 \text{ kg/m}^3$$

$$R_{\text{Duvar}} = 19,4 \cdot 358^{1/6} = 51,6 \text{ dB (A) olacaktır.}$$