

**KÖPRÜLÜ KAVŞAKLARIN ÇEVRESEL TRAFİK GÜRÜLTÜ
SEVİYELERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Gülden ENER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2006
ANKARA**

**KÖPRÜLÜ KAVŞAKLARIN ÇEVRESEL TRAFİK GÜRÜLTÜ
SEVİYELERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Gülden ENER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2006
ANKARA**

Gülden ENER tarafından hazırlanan KÖPRÜLÜ KAVŞAKLARIN ÇEVRESEL TRAFİK GÜRÜLTÜ SEVİYELERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd.Doç.Dr. Metin U. SALAMCI
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Çevre Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mustafa KURT

ye : Yrd. Doç. Dr. Metin U. SALAMCI (Danışman)

ye : Prof. Dr. Nizami ALTRK

ye : Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN

ye : Doç. Dr. şeref SAğIROğLU

Tarih : 13.06.2006

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Gülden ENER

KÖPRÜLÜ KAVŞAKLARIN ÇEVRESEL TRAFİK GÜRÜLTÜ SEVİYELERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Güliden ENER

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Haziran 2006

ÖZET

Gürültü son yıllarda fazlaca rahatsızlığa neden olan çevresel problemlerin başında gelmektedir. Gürültü kirliliğinin önemli bir bölümü, karayolu ulaşımı kaynaklı gürültüdür. Bu çalışmada, köprülü kavşak yapımı gibi trafik düzenlemelerinin trafik gürültüsüne olan etkileri incelenmiştir. Bunun için, Ankara’da köprülü kavşak yapılacak olan iki kavşak belirlenmiştir. Köprülü kavşak yapımından önce ve sonra detaylı gürültü ölçümü ve bu kavşakların CNM 5.0 (Community Noise Model) bilgisayar yazılımı yardımıyla modellemesi yapılmıştır. Modellerin gerçek hayatla olan ilişkisinin ve bu modellerin doğruluğu tespit edildikten sonra gelecekte oluşabilecek gürültü seviyesinin belirlenmesinde, trafikteki araç sayısının iki katına çıkacağı tahmin edilerek teorik modellemeler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak, köprülü kavşakların trafik gürültüsüne olan etkileri araştırılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Bilim Kodu : 903.1.027

Anahtar Kelimeler : Köprülü kavşak, Trafik gürültüsü, Gürültü modelleme,

Sayfa Adedi : 106

Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Metin U. SALAMCI

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF GRADE SEPARATION TO THE ENVIROMENTAL TRAFFIC NOISE

(M.Sc. Thesis)

Gülden ENER

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
June 2006**

ABSTRACT

Nowadays, noise is one of the most important environmental problems in the world. Major part of this noise pollution comes from the road traffic. In this study, effects of traffic arrangements -such as construction of grade separations- on the environmental traffic noise were examined. In order to do this, two junctions in Ankara which were planned to be replaced with grade separations were chosen for this study. Noise measurement were performed before and after the construction of the grade separations and the Community Noise Model (CNM 5.0) was used to model the junctions. After testing the noise levels of models by comparing them with the measured traffic noise levels, future traffic noise level predictions were performed by assuming that the number of vehicles would be doubled. By comparing the measured results, effects of grade separations on environmental traffic noise were determined and the results were presented.

Science Code : 903.1.027
Key Words : Grade separation, Traffic noise, Noise modelling
Page Number : 106
Advise : Assist. Prof. Dr. Metin U. SALAMCI

TEŞEKKÜR

Çalışma boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren sayın danışmanım Yrd.Doç.Dr. Metin U. SALAMCI'ya, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım hocam Prof. Dr. Nizami AKTÜRK'e, çalışmalarımnda ve teknik konularda gösterdiği yardımlardan dolayı Arş.Gör. Tuncay KARAÇAY'a ve İbrahim ÜZKURT'a, model çalışmasında çözüm yöntemindeki katkılarından dolayı çok değerli arkadaşım Aydın KARATAŞ'a, beni maddi ve manevi destekleriyle yalnız bırakmayan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3. GÜRÜLTÜ İLE İLGİLİ TEMEL TANIM VE KAVRAMLAR	20
3.1. Gürültü Birimleri ve İndeksleri	20
3.1.1. DB	20
3.1.2. dBA	21
3.1.3. Frekans	21
3.1.4. Eşdeğer ses düzeyi (L_{eq})	21
3.1.5. En yüksek ses düzeyi - tepe düzeyi (L_{max})	24
3.1.6. Trafik gürültü indeksi	24
3.2. Gürültü Kaynakları	24
3.2.1. Fiziksel gürültü kaynakları	25
3.2.2. Çevresel gürültü kaynakları	25
3.3. Gürültü Türleri	27

Sayfa

3.3.1. Frekans spektrumuna göre gürültü türleri	27
3.3.2. Zamana bağlı olarak gürültü türleri	27
3.4. Gürültünün Etkileri	28
3.4.1. Gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri.....	28
3.4.2. Gürültünün çalışma hayatına etkisi.....	31
4. KARAYOLU ULAŞIM GÜRÜLTÜSÜ	32
4.1. Ulaşım Gürültüsünün Faktörleri	32
4.2. Taşıtlardaki Gürültü Kaynakları	34
4.2.1. Motor gürültüsü.....	34
4.2.2. Hava filtresi	34
4.2.3. Fan gürültüsü	34
4.2.4. Egzoz gürültüsü	35
4.2.5. Vites kutusu ve aktarma organları gürültüsü	35
4.2.6. Tekerlek askı sistemi gürültüsü	36
4.2.7. Seyir rüzgarı gürültüsü	36
4.2.8. Lastik gürültüsü	36
4.3. İnsan Kaynaklı Gürültü	37
4.4. Karayolu Ulaşım Gürültüsünün Modellenmesi	38
5. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA.....	41
5.1. Kavşaklardan Geçen Araç Sayılarının Belirlenmesi.....	42
5.2. Gürültü Ölçümleri	42
5.2.1. Ses basınç seviyesi ölçer	43
5.2.2. Jade 2.65 bilgisayar yazılımı	43

Sayfa

5.3. Verilerin Değerlendirilmesi	44
5.3.1. Community Noise Model (CNM) 5.0 bilgisayar yazılımı	44
5.4. Uygulama Çalışması	45
5.4.1. İnönü Bulvarı KKYÖ modellemesi	45
5.4.2. İnönü Bulvarı KKYS modellemesi.....	59
5.4.3. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ modellemesi.....	67
5.4.4. Çetin Emeç Bulvarı KKYS modellemesi	76
5.4.5. İki kat artan araç sayısına göre İnönü Bulvarı KKYÖ modellemesi	84
5.4.6. İki kat artan araç sayısına göre İnönü Bulvarı KKYS modellemesi	86
5.4.7. İki kat artan araç sayısına göre Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ modellemesi	88
5.4.8. İki kat artan araç sayısına göre Çetin Emeç Bulvarı KKYS modellemesi	89
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	94
KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ.....	106

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Gürültünün insan üzerinde yarattığı olumsuz etkiler	29
Çizelge 3.2. Ses şiddetine göre maksimum gürültüye maruz kalma süreleri	30
Çizelge 4.1. Taşıtların neden olduğu gürültü seviyeleri.....	33
Çizelge 5.1. CEL-231 Digital Sound Survey Meter cihazının teknik özellikleri	43
Çizelge 5.2. İnönü Bulvarı KKYÖ taşıt sayım raporu	47
Çizelge 5.3. İnönü Bulvarı KKYÖ normal sayım CNM 5.0 modelleme sonuçları	58
Çizelge 5.4. İnönü Bulvarı KKYS taşıt sayım raporu	61
Çizelge 5.5. İnönü Bulvarı KKYS normal sayım CNM 5.0 modelleme sonuçları	67
Çizelge 5.6. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ taşıt sayım raporu	70
Çizelge 5.7. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ normal sayım CNM 5.0 modelleme sonuçları	75
Çizelge 5.8. Çetin Emeç Bulvarı KKYS taşıt sayım raporu	78
Çizelge 5.9. Çetin Emeç Bulvarı KKYS normal sayım CNM 5.0 modelleme sonuçları	83
Çizelge 5.10. İnönü Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katı modelleme	85
Çizelge 5.11. İnönü Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katı modelleme sonuçları	87
Çizelge 5.12. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katı CNM modelleme sonuçları	89
Çizelge 5.13. Çetin Emeç bulvarı KKYS araç sayısının iki katı CNM modelleme sonuçları	91
Çizelge 5.14. Kavşaklarda alınan ölçüm ve modelleme sonuçları	93

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 5.1. İnönü Bulvarı köprülÜ kavşak yapımı öncesi şematik görünüşü	46
Şekil 5.2. İnönü Bulvarı KKYÖ 1. noktadan alınan ölçüm sonuçları	48
Şekil 5.3. İnönü Bulvarı KKYÖ 2. noktada alınan ölçüm sonuçları	49
Şekil 5.4. İnönü Bulvarı KKYÖ 3.noktadan alınan ölçüm sonuçları	50
Şekil 5.5. İnönü Bulvarı KKYÖ 4. noktadan alınan ölçüm sonuçları	51
Şekil 5.6. İnönü Bulvarı KKYÖ için yolların tanımlanması	52
Şekil 5.7. İnönü Bulvarı KKYÖ dönüş tanımlama penceresi	53
Şekil 5.8 İnönü Bulvarı KKYÖ sinyalizasyon konum penceresi	54
Şekil 5.9. İnönü Bulvarı KKYÖ algılayıcıların belirlenmesi	55
Şekil 5.10. İnönü Bulvarı KKYÖ CNM 5.0 modellemesi	57
Şekil 5.11. İnönü Bulvarı KKYS şematik görünüşü	59
Şekil 5.12. İnönü Bulvarı KKYS 1. noktada alınan ölçüm sonuçları	62
Şekil 5.13. İnönü Bulvarı KKYS 2. noktada alınan ölçüm sonuçları	63
Şekil 5.14. İnönü Bulvarı KKYS 3. noktada alınan ölçüm sonuçları	64
Şekil 5.15. İnönü Bulvarı KKYS 4. noktada alınan ölçüm sonuçları	65
Şekil 5.16. İnönü Bulvarı KKYS CNM Modellemesi	66
Şekil 5.17. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ şematik görünüşü	68
Şekil 5.18. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ 1. noktadan alınan ölçüm sonuçları	71
Şekil 5.19. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ 2. noktada alınan ölçüm sonuçları	72
Şekil 5.20. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ 3. noktada alınan ölçüm sonuçları	73

Şekil	Sayfa
Şekil 5.21. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ CNM 5.0 Modellemesi	74
Şekil 5.22. Çetin Emeç bulvarının KKYS şematik görünüşü	76
Şekil 5.23. Çetin Emeç Bulvarı KKYS 1. noktada alınan ölçüm sonuçları	79
Şekil 5.24. Çetin Emeç Bulvarı KKYS 2. noktada alınan ölçüm sonuçları	80
Şekil 5.25. Çetin Emeç Bulvarı KKYS 3. noktada alınan ölçüm sonuçları	81
Şekil 5.26. Çetin Emeç Bulvarı KKYSCNM 5.0 modellemesi	82
Şekil 5.27. İnönü Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katı modellemesi	84
Şekil 5.28. İnönü Bulvarı KKYS araç sayısının iki katı CNM 5.0 modellemesi	86
Şekil 5.29. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katı CNM 5.0 modellemesi	88
Şekil 5.30. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katı CNM 5.0 modellemesi	90

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 5.1. İnönü Bulvarı'ndan KKYÖ bir görünüş.....	47
Resim 5.2. İnönü Bulvarı'ndan KKYS bir görünüş.....	60
Resim 5.3. İnönü Bulvarı'ndan KKYS bir görünüş.....	60
Resim 5.4. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ bir görünüş.....	69
Resim 5.5. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ bir görünüş.....	69
Resim 5.6. Çetin Emeç Bulvarı KKYS bir görünüş	77
Resim 5.7. Çetin Emeç Bulvarı KKYS bir görünüş	77

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
dB	Ses gücünün ifadesi
dBA	Orta ve yüksek frekanstaki ses değerlendirme birimi
Leq	Eşdeğer sürekli ses düzeyi
Lmax	Anlık en yüksek gürültü seviyesi
Lmin	Anlık en düşük gürültü seviyesi
Kısaltmalar	Açıklama
KKYÖ	Köprülü kavşak yapımı öncesi
KKYS	Köprülü kavşak yapımı sonrası
CNM	Community noise model

1. GİRİŞ

Gürültü, insan çevresini tehdit eden önemli bir problemdir ve arzu edilmeyen ses olarak ifade edilir [1]. Aynı zamanda gürültü; insanların işitme duyusunu olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozan, işteki performansını azaltan, çevrenin dinlendirici özelliklerini azaltarak veya yok ederek niteliğini değiştiren, gelişmiş güzel spektruma sahip istenmeyen seslerden oluşan önemli bir çevre kirleticisidir [2].

Yapılan çalışmalar; gürültünün insan ve toplum sağlığı üzerinde büyük riskler oluşturduğunu ve kentlerde gürültüden olumsuz etkilenen kişi sayısının giderek arttığını ortaya koymuştur [3]. Avrupa ülkelerinde nüfusun %40'ının 55 dBA'nın, %20'sinin 65 dBA'nın üzerindeki bir ulaşım gürültüsüne maruz kaldığı belirtilmektedir [4]. Teknolojinin artması ve hızlı şehirleşmenin sonucunda ulaşım ihtiyacı artmakta, buna bağlı olarak trafik gürültüsü geçmişten günümüze gittikçe artan ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ülkemizde, ulaşım denildiğinde akla ilk gelen karayolu ulaşımıdır. Türkiye'nin coğrafi yapısı itibarıyla her tür taşımanın yapılabileceği bir ülke olmasına rağmen, 1999 yılı verilerine göre taşımacılık, yolcuda %96, yükte %89 oranında karayolu ile yapılmaktadır [5]. Gelişmekte olan ülkeler grubundaki ülkemizde taşıt gürültüsü sorunun varlığı grup rahatsızlığı düzeyinde henüz yeni ortaya çıkmıştır. Bunun nedenlerinden birisi de gürültünün fizyolojik ve psikolojik etkisini uzun vadede göstermesidir. Ülkemizde gürültü ile ilgili sorunlarla mücadele etmek için 2005 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından düzenlenerek 'Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği' çıkarılmıştır.

Bu yönetmelik ışığında trafik gürültü ile mücadelede çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Son zamanlarda büyükşehir belediyelerinin projeleri arasında oldukça fazla sayıda köprülülük kavşak yapımı yer almaktadır. Asıl amacın

trafik yoğunluğunun azaltılması olan bu projelerin, trafik akışını düzenlemesi ve araçların durma-kalkma sayılarını azaltmasına bağlı olarak trafik gürültüsüne etkilerinin olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, köprülü kavşak yapımı gibi trafik düzenlemelerinin çevresel trafik gürültüsüne etkilerinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaçla, Ankara Büyükşehir Belediyesi'nin köprülü kavşak yapımı projesi olan kavşaklar tespit edilmiştir. Bu kavşaklarda hiçbir inşaat çalışması başlamadan trafiğin normal seyri değişmeden gürültü ölçümleri yapılmış ve ölçüm esnasında araç sayıları tespit edilmiştir. Bu verilere dayanılarak modelleme çalışmaları yapılmıştır. Köprülü kavşakların tamamlanmasından sonra tekrar gürültü ölçümleri yapılmış ve ölçüm esnasındaki araç sayıları belirlenmiş ve modelleme çalışmaları yapılmıştır. Daha sonra köprülü kavşak yapılmadan önce, yapıldıktan sonra araç sayısının iki katına çıktığı varsayılarak gelecek senaryosu oluşturulmuş ve modellemeler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak köprülü kavşakların çevresel trafik gürültüsüne olan etkileri incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünyada kentsel ulaştırmanın önemi İkinci Dünya Savaşı'nın ardından otomobil ve motorlu taşıt sayılarının hızla artışına bağlı olarak ön plana çıkmış, otomobil arzının artması, buna karşılık karayolu ağlarının yetersizliği, kent içi trafik sorununun doğmasına neden olmuştur. Bu sorunun çözülmesi amacıyla bir takım çalışmalar ve planlamalar yapılması gereği ortaya çıkmıştır [6]. ABD' de 1972 yılında yürürlüğe giren bir kanunla, Çevresel Korunma Ajansı (EPA - Environmental Protection Agency) tüm federal gürültü kontrol programlarının eşgüdümünü üstlenmiştir. Çevresel Korunma Ajansı, ilk önce çevre gürültüsünü yaratan ana kaynakları saptamış ve bunların yarattığı gürültüleri azaltabilmenin yöntemleri ve maliyetleri hakkında rapor hazırlamıştır [7]. Daha sonra çeşitli sanayi ürünleri için izin verilen en yüksek gürültü seviyelerini belirlemiştir. Yarattığı gürültü seviyeleri için sınırlamalar konulan sanayi ürünlerinin başında motorlu taşıtlar, yol ve inşaat yapı araçları gelmektedir. Zaman zaman sınır değerler gözden geçirilmekte, ilerleyen teknoloji göz önünde bulundurularak bu sınırlar düşürülmektedir.

Steele [8], yaptığı çalışmada bazı gürültü tahmin modellemelerini incelemiştir. Çalışmada karayolu ulaşım araçlarından kaynaklanan gürültünün kurumsal olarak saptanması için 1950'lerde ve 1960'larda trafik gürültü tahmin modelleri, yol kenarında, tek bir aracın ses basınç seviyesini tahmin etmek için tertip edilmiştir. Bu modeller, sabit hız deneylerine dayanmaktadır. Daha sonra tahmin edilen seviyeler sıfır ivmeyle hız fonksiyonu olarak ifade edilmiştir. Bundan sonra gerçekleştirilen modeller, tek bir aracın seviyesini tahmin etmek amacıyla değildir. Bunlar, trafikte seçilmiş bir devirde, eşdeğer sürekli seviyeyi tahmin etmek için tasarlanmıştır. Sonraki modeller, kesintiye uğrayan ve değişen trafik akış şartları altında tahmin yürütmekte olduğunu tespit etmiştir.

Wetzel vd. [9], Almanya'da, yol kenarı gürültü yayılımını modellemek için birçok standart geliştirildiğini belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada DIN 18005, RLS-90 ve VDI 2714'ün karşılaştırmışlardır. Bunların hepsi, trafik gürültüsünü modellemekte elverişli olan bir çeşit ses çizgisi sağlamaktadır. Bu standartlar arasındaki farklılıklar hesaplanmıştır ve bunların pratik hesaplamalar üzerindeki etkisi Belçika'nın Arlon bölgesindeki Uluslararası N4 yolu üzerinde gösterilmiştir. Hesaplanan sonuçlar, yol boyunca bulunan kritik noktalar üzerinde yapılan ölçümlerle karşılaştırılmıştır. Uygulanan yazılım ile tasarlanmış metotlardan dolayı hesaplanan sonuçların farklılığından kaçınmak için tüm hesaplamalar ticarî olarak elde edilebilir tek bir benzetim programı kullanılarak yapılmıştır.

Suksaard vd. [10], Tayland'da, yol trafik gürültü tahmin modelini, çevresel etki değerlerinin ölçülmesi için geliştirmişlerdir. Model, bazı varsayımlar altında yapılmıştır. Buna göre araçlar iki grupta sınıflandırılmış ve sonra her bir grubun ortalama gürültü seviyesi, pek çok aracın oluşturmuş olduğu gürültü ölçümünden belirlenmiştir. Her bir grubun güç seviyesi, hareket halindeki araçların gürültü seviyesinin ölçümüyle belirlenmiştir. Hareket halindeki araçların ortalama güç seviyesi, güç seviyesi ve araç hızının logaritması arasındaki ilişki tarafından izah edilmiştir. Tahmin edilen gürültü seviyeleri, sonra, 2, 4, 6, 8 ve 10 şeritli yollar gibi farklı yollardan alınarak ölçülmüş trafik gürültü seviyeleriyle karşılaştırılmıştır. Modelin ± 3 dB(A) için doğru, tam, uygun olduğuna karar verilmiştir ve model aynı zamanda, 2, 4, 6, 8 ve 10 şeritli yollarda zemin yol trafik gürültü tahmininde kullanılabildiği gibi araçların uygulanabilir hızları 30 km/sa ve 140 km/sa arasında olması halinde trafik gürültü seviyelerini, yol kenarından 80 metre ve zeminden 1'den 12 metreye dek yüksekliğe kadar tahmin edilebilir olduğunu açıklamışlardır.

Pamanikabud vd. [11], şehir merkezindeki trafik gürültüsünü mevcut yol şebekesini dikkate alarak, stop-go matematiksel modeli ile kentsel trafik gürültü senaryosu oluşturmuşlardır. Başka bir çalışmada Harris vd. [12], trafik gürültü modeli ile Stamina modelini gürültü ölçümleri yaparak

karşılaştırmıştır. Trafik gürültüsü modeli ve Stamina adlı modeli aynı mekânda ses ölçümleri kullanılarak uygulanmışlar ve sonuçları analiz etmişlerdir.

Kumar vd. [13], ses basınç seviyelerini (dBA), yoğun araç trafiğinin çevresinde 10 s aralıklarla hesaplamışlardır. Bileşke zaman serileri, kendiliğinden gerileyen birleşik hareket eden ortalama modelleme tekniği (ARIMA-Auto Regressive Integrated Moving Average) kullanılarak analiz etmişlerdir. Zaman serileri, değişken olarak kaydedilmiştir.

Probst vd. [14], CadnaA (Computer Aided Noise Abatement A) programını kullanarak gürültü haritaları çıkarmışlardır. Programda gürültü haritaları ve uygun veri dosyaları kullanılarak, tüm pratik durumlar için mümkün olan alternatifler, mevcut en düşük gürültü etkisi dikkate alınarak değerlendirmişlerdir.

Landsberger vd. [15], yaptıkları çalışmada Teksas'ta bulunan 15 farklı asfalt çeşidi üzerinde alan testleri yapılmıştır. Bu testler aynı zamanda Güney Afrika'daki 6 asfalt çeşidi üzerinde de yapılmıştır. Test, yol kıyılarına monte edilen mikrofonların kayıtları ve asfalt lastik gürültüsündeki farklılıklar analiz edilerek gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda diğer değişkenler sabit tutularak asfaltlar arasındaki karşılaştırmaların gelişimleri çizilerek incelemeler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarda 7 dBA varan gürültü seviyesi farklılıkları tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada Wats vd. [16] gözenekli asfaltlarla gözeneksiz asfaltlar arasındaki gürültü tahminlerini BEM metodunu kullanarak yapmışlardır.

Clench vd. [17], Oslo'da, yerleşim yerlerine ait trafik gürültüsü ve hava kirliliğinin göstergeleri üzerinde göreceli olarak çalışılarak insanları rahatsız eden çevresel faktörler üzerinde bütünleştirilmiş alternatif bir yaklaşım benimsemişlerdir. Yapılan çalışmada, her yıl yaklaşık 1000 deneği kapsayan 1987, 1994 ve 1996 yıllarındaki çevre ile ilgili çalışmalar, deneklerin %50

cevaplama oranından sonra, iki tünel projesinin önceki ve sonraki çalışmaları şeklinde sonuçlar ortaya konmaktadır. Kişisel görüşmelerde, 1987'deki çalışmaların birikimlerinden, telefon görüşmelerinde de 1994 ve 1996'daki çalışmaların birikimlerinden yararlanılmıştır. Her bir denek için ortaya çıkan hava kirliliği göstergeleri, yol trafik gürültü ve yerleşim yerlerine ait trafik seviyeleri gibi,  evre ile ilgili geniş bir modellemeyle üretilmiştir. İnsanların ekzost kokusu ve yol trafik gürültüsü tarafından fazlaca zarar görme ihtimalleri için, ortaya çıkan gürültü-etki lojistik gerileme modelleri tahmin edilmiştir. Sonuçlar, yol trafik gürültü seviyelerine insanlar ne kadar maruz kalırlarsa, spesifik hava kirliliği seviyesinden, ekzost kokusundan zarar görme olasılıkları da o kadar yüksek olabileceğini göstermiştir. Diğer taraftan insanlar ne kadar hava kirliliği seviyelerine maruz kalırlarsa, spesifik gürültü seviyesinden, yol trafik gürültüsünden o ölçüde zarar görmeleri muhtemeldir.

Clench vd. [18], Oslo'da, yoğun trafik altında yapılan üç ardışık karşı-bölgesel araştırmanın sonuçlarını sunmuşlardır. Çalışma, Oslo'da yaşayan 1100 yetişkinin kötü giden sağlık durumuna ilişkin olarak, trafik ölçümlerinin etkileri üzerine çalışmalar yürütmüşlerdir. Oslo'daki hava kirliliğinin temel kaynağı araç trafiğidir. Temel kirlilik içerikleri nitrojen dioksit (NO₂) ve solunumla ilgili partikülleridir. (PM 2.5 ve PM 10) ortalama saatlik ortaya çıkan konsantrasyon, her bir deneğin evinde zamandan bağımsız sonlu yayma modeli yardımıyla hesap edilmiştir. Metot, ortaya çıkan farklı kirleticilerin bireysel tahminlerine dayandığı için, farklı kirleticilerin etkilerini karşılaştırmak için ortaya çıkanların standartlaştırılmasına imk n verir. Çalışma hem farklı alt grup popülasyonları üzerinde farklı bileşiklerin ve tesirlerin etkilerini karşılaştırmak ve hem de nicel hale getirebilmekle, hesaplamaların faydalarını değerlendirmekte oldukça kullanışlıdır.

Guzejev vd. [19], maruz kalınan gürültüye ilişkin rapor hazırlamışlardır. Çalışmada, gürültü duyarlılığı ve bunun verdiği rahatsızlığın ölçümleri hesaba katılmak suretiyle, gürültü haritalarının ortaya koymuş olduğu verilerle karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, tüm deneklere dayanan faktör

analizinde, maruz kalınan gürültünün taşınması raporu, gürültü duyarlılığı veya rahatsızlık verici değişkenlerin kendi bağımsız faktörünü şekillendirmiştir.

Sato vd. [20], trafik gürültüsünün sebep olduğu zararın derecesi, trafikte ve evlerde, farklı mesafeler ve çok değişik araçlarla, 15 alanda araştırmışlar ve çıkan gürültüyü ifade etmek için iki prensibi karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmada birinci prensip, 24-saat Leq açısından, konvansiyonel enerji eşdeğer değerine dayandırılmıştır. Diğeri ise, iki bağımsız değişken olarak, gürültü seviyesi ve olayların sayısına dayandırılmıştır.

Szagun ve Seidel [21], tarafından yapılan çalışmada, 1997 yılında modüler tip gürültü bariyerlerinin dikildiği iki mahal seçilmiştir. seçilen bölgelerden birisi olan Almanya'nın Baden-Wurttemberg bölgesi için trafik yoğunluğunun ölüm oranları üzerindeki etkisi araştırılarak çözüm yolları önerilmiştir.

Steensberg [22], son otuz yıldır toplumsal gürültüyü halk sağlığı açısından görebilmek amaçlı Danimarka'da analizler yapmıştır. Yapılan analizler sonucuna göre, merkezi seviyede bir gelişmiş koordinasyona ihtiyaç olduğunu tespit etmiştir.

Watts vd. [23], gürültü bariyerlerinden yansıyan gürültüyü azaltmak için sesi emen materyallerin kullanılmasını araştırmışlardır. Çalışmada ses emici maddelerin uygulandığı yol kenarındaki gürültü seviyelerinin, trafik yönüne olan etkilerini belirlemişlerdir. Yüzeysel işlemiş ve 3,7 m yüksekliğindeki bariyerler 34 m arayla, yolun her iki yanına dikilmiştir. Diğer mahalde, tek bir 3 m yüksekliğinde bariyer, sekiz şeritli otoyola bitişik olarak dikilmiştir. Her iki mahalde, paneller özdeş üretilmiş ve bir tarafta sesi oldukça emici, diğer tarafta sesi yansıtıcı durumunda yerleştirilmiştir. Trafik gürültü ölçümü, hem arkasında hem de ters tarafında bariyerler olmak üzere yollara yakın olarak yapılmıştır. Sonra ölçümler, paneller ters çevrildikten yani yansıtıcı taraf trafiğe doğru çevrildikten sonra tekrarlanmıştır. Sonuç olarak, her iki

mahalde, bariyer yönü ses emiciden ses yansıtıcıya çevrildiğinde, genel olarak 1 dB'den az gürültü artışı olduğunu tespit edilmiştir.

Moehler vd. [24], demiryolu ve karayolu trafik gürültüleri arasındaki farkları incelemişlerdir. 1994–1998 yılları arasında gerçekleştirilen bu alan çalışmasında dört bölgede 1600 kişi üzerinde hem demiryolu hem de karayolu trafik gürültüsünün psikolojik reaksiyonlar gibi etkileri ölçülmüştür.

Manoel vd. [25], Brezilya'da yapmış oldukları çalışmada, trafik kompozisyonunun cadde gürültüsüne olan etkisi araştırılmıştır. Üç tipik Brezilya Caddesi üzerinde Pazartesi' den Cuma' ya kadar 6.00' dan 10.10' a kadar 146 ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar karşılaştırılmıştır ve bu farklılığın, şehirde bulunan araç çeşitleri ve sürücü farklılıklarından yani trafik kompozisyonundan kaynaklandığı ortaya konmuştur. Brezilya'daki araçların hızları, eksoz sistemlerinin standartlarının olmayışı, trafik ışıklarında beklerken gereksiz korna kullanımı gibi nedenlere bağlı olarak gürültü seviyelerinin daha yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Bendtsen [26], trafik gürültüsü modellenmesinde Nordic tahmin metodunu araştırmıştır. Bu tahmin metodunun 3. Versiyonu olmakla birlikte A ağırlıklı sürekli eş değer gürültü seviyesini $L_{Aeq,24}$ ve A ağırlıklı en yüksek eşdeğer gürültü seviyesine bağlı olarak trafik ve topografya parametreleri tahmin edilmektedir.

Türkiye'de gürültü ile ilgili çalışmalar son yıllarda bazı devlet kuruluşları ve üniversiteler tarafından yapılmaya başlanmıştır. 2872 sayılı Çevre Yasası kapsamında çıkarılan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinin 11. maddesi, kara ulaşımındaki bazı taşıtlarla aşılması gereken dış ve iç gürültü seviyeleri yayınlanmıştır. Daha sonra Çevre Bakanlığı Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrolü Genel Müdürlüğü, 10.02.1990 tarih ve 20429 sayılı Resmi Gazetede "Trafikteki 4 Veya Daha Fazla Tekerlekli Araçlar İçin Azami Dış Gürültü Seviyelerine İlişkin Tebliği" de

yayınlanmıştır. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı ise; 22 Eylül 1992 tarihli ve 21353 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Trafığe İlk Defa Çıkacak Motorlu Araçlar İçin Müsaade Edilebilir Azami Dış Gürültü Seviyeleri Uygulama Usul Ve Esasları Hakkında 92/109-110 Nolu Tebliğ”inde bu listeyi aynen yayınlamış ve gürültü kontrol esaslarını belirlemiştir. Türk Standartları Enstitüsü’de gürültü ile ilgili olarak TSE ECE R-59 “Motorlu Taşıtlarda Değiştirilebilen Susturucu Sistemlerin Onayı İle İlgili Hükümler” [27], TSE ECE R-51 “Motorlu Taşıtlarda Gürültü Emisyonları Konusunda En Az 4 Tekerleğe Sahip Motorlu Taşıtların Onayı İle İlgili Hükümler” [28], TS EN ISO 11689, “Akustik Makine Ve Donanım İçin Gürültü Yayma Verilerinin Karşılaştırılması İşlemi” [29], TS 187, “Ses Veya Gürültünün Fiziksel Ve Öznel Yeğinliğinin İfadesi” [30], TS 9235, “Sabit Durumda Çalışan Karayolu Taşıtlarının Çıkardığı Gürültünün Ölçülmesinde Kullanılan Klavuz Metod” [31], TS 10792, “Çevre Gürültüsünün Belirlenmesi Ve Ölçümü, Gürültü Sınırlarına Uygulama” [32], TS 9335, “Çevre Gürültüsünün Belirlenmesi, Ölçümü Ve Temel Büyüklükler Ve İşlemler” [33], TS 2214, “Hareket Halindeki Karayolu Taşıtlarının Çıkardığı Gürültünün Ölçülmesi İçin Klavuz Metod” [34], TS 10713, “Şehir İçi Yolların Trafik Gürültüsü Tespiti Ve Önlemleri” [35], TS 8535, “Ses Seviyesi Ölçme Aletleri” [36] standartlarını yayınlamıştır.

Can [37], Bir iş yerinde veya endüstriyel alanda gürültünün çalışanlar üzerindeki etkisi ve çeşitli ulaşım sistemlerinin neden olduğu gürültü konusunda çalışmalar yapmıştır. Endüstriyel gürültüleri incelemiş, bu gürültülerin çalışma koşulları üzerindeki etkilerini araştırmış ve alınması gereken önlemleri tespit etmeye çalışmıştır. Vehid vd. [38], yaptıkları çalışmada iş yeri gürültüsünün çalışanların kan basınçları üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Arpacı [39], endüstriyel gürültüyü incelemiş ve önerilerde bulunmuştur. Şahin [40], gürültünün performans üzerindeki etkisini incelemiştir. Karakaş [41], ise fabrikada gürültünün çalışanlar üzerindeki fizyolojik ve psikolojik etkilerinin boyutlarını incelemiştir. Alfıtlı [42], endüstriyel kuruluşlarda gürültü kontrolü için yapılması gerekenleri incelemiştir.

Devren [43], yaptığı çalışmada gürültüye bağlı işitme kayıplı olguların odyolojik bulgularını incelemiş ve bunlar arasında psiko-sosyal yönden bir karşılaştırma yapmıştır. Dereköy [44], ise bir mermer fabrikasında oluşan gürültünün çalışan işçiler üzerindeki odyolojik etkilerini incelemiştir. Benzer bir çalışmayı Ergüner vd. [45], açık olan maden işletmelerinin neden olduğu çevresel gürültünün tespiti için yapmışlardır. Yapılan bu çalışmada özellikle taş işleminin de yapıldığı taş ocağı açık işletmeleri diğer çevresel zararlarının yanı sıra gürültü kirliliği açısından da önem arz ettiği belirtilmiştir. Tipik bir taş ocağı ve taş işleme işletmesinin neden olduğu çevresel gürültü kirliliği incelenmiş, oluşan gürültünün ölçümleri yapılmış ve taş ocağının bulunduğu bölgenin gürültü haritası çıkarılmıştır.

Sözen ve İlgürel [46], bir sanayi kuruluşunda sanayi yapılarında gürültü sorunuyla ilgili ölçümler yaparak gürültü seviyelerini saptamışlar ve bu ortamda çalışanlara yönelik yapılan bir anketle gürültüden etkilenme durumlarını araştırmışlardır. Sözen vd. [47], benzer bir çalışmada tekstil sanayinde oluşan gürültüyü bir örnek inceleme ile belirlemişlerdir. Çalışmada sanayi kolları içinde tekstil sanayisinin gürültünün en etkili olduğu alanlardan biri olduğu vurgulanmış ve Türkiye'nin tekstil sanayisinde dünyanın en önemli üreticileri arasında yer aldığı belirtilmiştir. Örnek bir kuruluştaki yapılan çalışmalar ile tekstil sanayinde oluşan gürültü ve denetimi konusu ele alınarak sonuçlar irdelenmiştir. Bir başka çalışmada ise Üçüncü ve Demirel, [48], Trabzon'da bulunan çay farikalarında gürültü kirliliği üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada bina içine ve dışına taşan gürültü kirliliğinin boyutlarını ortaya koyarak, çalışanlar ve yakındaki yerleşim alanları açısından ve en önemlisi akustik konforun sağlanması bakımından yapılması gerekenlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Tosun ve Avşar [49], Isparta ilinde gürültü seviyesi üzerine trafik, endüstri ve ticari faaliyetlerin etkisini incelemişlerdir. Yapılan bu incelemede, gürültünün, kent planlaması yapılırken göz önüne alınması gerektiğini ortaya

konmuşlardır. Yapılan ölçümler ile şehirde farklı karakteristiğe sahip bölgeler oluşturulmuş. Bu bölgeler; trafiğin yoğun olduğu bölge (I. Bölge), sanayi bölgesi (II. Bölge), ticaret ağırlıklı bölge (III. Bölge) ve meskûn bölge (IV. Bölge) şeklinde sınıflandırılmıştır. Bulgulara göre gürültü seviyelerinin yönetmelik sınırlarını aştığı ve yıllara göre düzenli bir artışın oluşunu tespit etmişlerdir.

Güney [50], yaptığı araştırmada açık alanda çalışan makinelerin gerek çevreyi korumak, gerekse de tüketicilere bilgi sağlamak amacıyla yaydıkları gürültüleri kontrol altına alan 2000/14/EC yönetmeliğinin Avrupa'da yürürlüğe girdiğini belirtmiştir. Bu çalışmada 2004 yılında Türkiye'de de yürürlüğe konulması planlanan bu yönetmeliğin getirdiği zorunluluklar ve yönetmeliğin uygulama şekli ele alınarak, bir uygulama örneği verilmiştir.

Özlü ve Güney [51], motorlu taşıt gürültülerini inceleyerek bunların azaltılması için gerekli yöntemleri araştırmışlardır. Akbulut ve Baldemir [52], Elazığ şehir merkezindeki gürültü kaynaklarını ve gürültü seviyelerini araştırmışlardır. Elazığ merkezinde gürültüye sebep olan kaynakların %34'ünü otomobiller, %5'ini havalı kornalar, %2'sini iki tekerlekli motosikletler, %3'ünü üç tekerlekli motosikletlerin oluşturduğunu ve bunun gürültünün %74'ünü oluşturduğunu belirtmiştir.

Tekin ve Baysoy [53], yaptıkları çalışmada motorlu taşıtlarda gürültü emisyonu ve kontrolünü incelemişlerdir. Bu çalışmada değişik çalışma şartlarında testler ile gürültü ölçümleri yapılmıştır. Taşıtın değişik organlarından kaynaklanan gürültü miktarlarına ve genel taşıt gürültüsüne etkileri araştırılmış, sonuçlar gürültü kontrol yönetmelikleri açısından değerlendirilmiştir. Benzer bir çalışmada ise Çetin vd. [54], taşıt motorlarının neden olduğu gürültü üzerine yaptıkları çalışma sonucunda araçların sağ tarafı sol tarafından daha fazla gürültüye neden olduğunu tespit etmişlerdir. Marş dinamosu ve kayışın yani motor gürültü kaynağının etkin parçalarının

aracın sağ tarafında bulunması bu farklılığın ana sebebi olduğunu belirtmişlerdir.

Bay ve Güney [55], lastik-yol gürültüsü üzerine bir çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda tüm yüklerde ve ölçüm konumlarında hız arttıkça gürültü seviyesi belirgin şekilde arttığı, tüm yüklerde ve hızlarda, en yüksek gürültü seviyesi lastiğin ön kısmında, en düşük gürültü seviyesi ise yan kısmında olduğu görülmüş ve yükün etkisi önde yük azaldıkça gürültü seviyesi de bir miktar azalmış, yüksek hızlarda fark daha küçük olduğu gözlemlenmiştir.

Tayfur vd. [56], gürültü önleyici asfalt kaplamalarının tasarımı, üretimi, uygulama aşamaları ve Türkiye koşullarında uygulanabilirliği üzerine genel bilgi vererek, büyük şehirlerimizin önemli problemlerinden olan gürültünün azaltılması amacıyla İstanbul ilinde yapılan uygulamalar ve gürültü ölçümleri hakkında bilgi vermişlerdir.

Gökoğlu ve Göktan [57], yaptıkları çalışmada aktif gürültü kontrol sistemi, araç tekerlek/yol gürültüsünü azaltma amacıyla kullanılmış ve sinyal tepe noktaları yakalama algoritması ile yeni bir sistem oluşturulmaya çalışılmıştır. Sonuçlar öncelikle sanal ortamda, daha sonra gerçek şartlarda kaydedilmiş sinyaller ile laboratuvar ortamında oluşturulan bir deney düzeneğinde gözlenmiştir.

Herman [58], yaptığı çalışmada trafik gürültüsünü kaynağından azaltmak üzere stratejiler belirledi. Aracın alt gürültü kaynaklarına göre gruplandırarak stratejilerden ve araç gürültüsünü kontrolü adına yapılan yakın zamandaki ilerlemelerden örnekler vererek, lastik asfalt gürültüsünü azaltmak için yapılan çalışmalar sonucuna göre yolcu otobüslerinin lastiklerinin değiştirilebileceğini belirtmiştir.

Özdamar ve Baltacı [59], Ege Üniversitesi Kampüsü'nün gürültü profilini çıkarmışlardır. Yapılan çalışmada kampüs içinde alınan ölçüm sonuçlarının Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde belirtilen değerleri aştığını tespit etmişlerdir.

Öbek vd. [60], Elazığ'da trafikten kaynaklanan gürültü ölçümlerinin yapıldığı güzergahtaki bitkisel gürültü perdesi türlerinin tespiti ile perdeli ve perdesiz konumdaki binaların iç mekanlarda gürültü seviyelerini belirlemişlerdir. Çalışmada, Elazığ kent merkezinde, özellikle taşıt trafiğinin yoğun ve sürekli olduğu Öğretmen Evi ve Çaydaçıra kavşağına gidiş geliş yol güzergahında yer alan perdeli ve perdesiz binaların iç mekanlarında yola bakan gürültüye duyarlı odalarda pencere açık ve kapalı iken, Ekim 1999 tarihinde gündüz saatlerinde gürültü ölçümleri gerçekleştirilmiş ve taşıt trafiğinden kaynaklanan gürültü seviyesi ölçüm değerleri, binaların yola olan uzaklığı ve yakınlığının yanı sıra, yapı malzemeleri ile taşıt hızı, trafik hacmi ve akım durumu, yolun durumu, taşıtın motor gücü, yaşı ve cinsi, yol çevresindeki gürültü perdesi türlerinin farklılığı ve sıklığı gibi nedenlerden dolayı aynı yol güzergahındaki binaların iç ortamlarında pencere açık ve kapalı iken farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Gezbul [61], Sakarya şehri için karayolu trafik kaynaklı gürültüyü incelemiştir. Benzer bir çalışmada Uslu vd. [62], Elazığ şehri için ulaşım sistemi kaynaklı gürültü kirliliğinin araştırılması konusunda çalışmışlardır.

Akdağ [63], gürültü haritalarının oluşturulmasına bir örnek olarak Barboros Bulvarı çevresini incelemiştir. Yaptığı çalışmada elde ettiği sonuçları Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği değerleri ve Uluslararası Standartlarda önerilen değerlerle karşılaştırmış ve yapılan işleve bağlı olarak yapılan değerlendirmelerde, çoğunun kabul edilebilir seviyelerin üzerindeki gürültü ortamında yer aldığını belirtmiştir.

Kurra [64], İstanbul'un çevre sorunları ve çözüm yollarını araştırmıştır. Yaptığı araştırmada 13 örnek bölge seçilmiş ve her bölgede konutları etkileyen gürültü koşullarını ve bu gürültülerin olumsuz etkilerini ortaya koymaya çalışmıştır. Yapılan ölçüm sonuçlarına göre Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde belirtilen değerleri aştığı gözlemlenmiştir.

Bir başka çalışmada Kurra vd. [65], değişik ulaşım gürültüleri için rahatsızlık tepkileri üzerine gürültü seviyesi ve kaynak türlerinin etkilerini belirlemek için benzer bir çevresel çalışmayı yapmışlardır. Diğer bir çalışmada Kurra vd. [66], benzer bir çevresel çalışma tarafından sağlanan etkinlik karşılığında gürültü seviyesinin ve gürültü kaynak tiplerinin etkileri ile ilgili olarak iki eş çalışmanın ikinci bölümünde yapılan deneylerinin amaçlarını, gürültü benzetiminde önemli olan çevresel ve toplumsal faktörler göz önüne alınarak çalışmanın birinci bölümünde açıklanmıştır.

Öztürk [66], karayolu ve demiryolunda ulaştırma kaynaklı gürültünün azaltılması amacıyla yol yakınında alınabilecek önlemleri incelemiştir. Yaptığı çalışmada gürültüyü önlemek için uygulanan yöntemler grubuna giren setler, gürültü perdeleri, tünel içine alma, kısmen kapama, bitki ve ağaçlandırma yöntemlerini incelemiştir. Bu önlemlerin birbirlerine göre farklılıkları, genel karşılaştırmalarını ve birim maliyetlerini ortaya koymuştur.

Göktaş [67], Ankara'da trafiğin yoğun olduğu bölgelerde gürültü seviyelerinin belirlenmesine çalışmış ve bazı bitkilerin oluşan bu gürültüyü sönümleme değerlerini incelemiştir.

Can vd. [68], Balıkesir ilinde pilot olarak seçilen sekiz kavşakta gürültü ölçümleri yapılarak çevreye etkilerini araştırılmışlardır. Yapılan çalışmada ölçüm sonuçlarının seçilen 8 kavşakta Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde belirtilen değerleri aştığı görülmüştür. Bu kavşaklarda gürültüyü azaltmak için önlemin alınmadığı,

sadece trafik akışını hızlandıracak trafik polislerinin bulunduğunu gözlemlemişlerdir. Balıkesir ili bünyesinde ve Türkiye çapında ilgili bakanlıkların ve üniversitelerin bu konuya eğilmeleri gerektiğini belirtmişlerdir.

Akçay [69], yoğun trafik gürültüsünün nedenleri ve getirdiği zararları çok yönlü ele alıp istatistiksel olarak inceleyerek çözüm yolları önermiştir. Erel [70], kentiçi ulaşım sistemlerinin fonksiyonel nitelikleri incelenip geliştirilen bir fonksiyonel sınıflandırma yöntemiyle kent içi ulaşım sistemi seçimi için bir karar destek yöntemi tanıtmıştır.

Çubuk vd. [71], Ankara'da yapılmış olan ulaşım planlamaları içerisinde raylı sistemlerin önemini vurgulayarak, bununla birlikte yapılan planlama çalışmalarında yer alan raylı sistem alternatiflerinin gerçekleşmeme nedenleri belirtilmiş ve Ankara'da işletilen raylı sistemlerin planlara uygunluğu araştırılmıştır. Pampal vd. [72], raylı sistemlerden kaynaklanan çevresel gürültü kaynaklarının, insan sağlığına etkilerini ve alınması gereken tedbirler incelemişlerdir. Koçyiğit [73], metro istasyonlarındaki gürültü kontrolü hakkında çalışma yapmıştır. Diğer bir çalışmada ise Toprak ve Aktürk [74], raylı ulaşım sistemlerinde gürültünün sürücüler üzerine etkilerini incelemişlerdir. Toprak [75], raylı ulaşım sistemlerindeki çevresel ve dinamik gürültü seviyelerini ölçerek aynı ölçüm noktaları için yapılan modelleme sonuçları ile karşılaştırmıştır.

Dülgeroğlu [76], trafiğin sebep olacağı çevre etkilerinin başında gürültü ve hava kirliliği geldiğini belirtmiştir. Trafikte araçların kullanımıyla oluşan gürültü genellikle araçların motorlarından, egzozdan ve süspansiyondan kaynaklanan gürültü olduğunu ve trafik gürültüsünün motor gücüne, hızına, seyreden taşıtların cinsine, yol eğim derecelerine ve kaplama özelliğine bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir.

Akalp vd. [77], taşıtlardaki kabin gürültüsünün yalıtımı üzerine bir araştırma yapmışlardır. Yapılan çalışmada bazı taşıtlardaki iç gürültü seviyeleri

ölçülmüş ve bunların azaltılma yolları araştırılmıştır. Hareket halindeki ve sabit durumdaki taşıtlarda yapılan deneyler sonucunda iç gürültü seviyeleri ve dağılımları tespit edilmiştir. Deneylerde elde edilen bulgular değerlendirilerek yapılabilecek gürültü izolasyonu ile ilgili bazı bilgiler verilmiştir.

Akdoğan [78], kavşak trafiğinin kontrolü için bir sinyal zamanlama algoritması geliştirmiştir. Uzman sistemin bilgi tabanını oluşturmak üzere uzman kişi tecrübesine ek olarak bir sinyalizasyon kavşak kapasite ve zamanlama programı geliştirilmiştir. Delphi 5.0 programlama dili ile gerçekleştirilen program Avusturalya metoduna göre akım parametrelerine dayalı analiz yapılarak gerçekleştirilmiştir.

Uysal vd. [79], Trakya'da Çorlu, Çerkezköy, Lüleburgaz ilçelerinde gürültü kirliliğini araştırmışlardır. Belirlenen noktalardaki gürültü ölçümlerini Cel-269 dijital entegreli ses seviyesi ölçüm cihazı ile yapılmış ve ölçüm sonuçlarının Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde belirtilen sınırları aştığını tespit etmişlerdir. Diğer bir çalışmada Alkan vd. [80], Karayolu trafik gürültüsünün ölçülmesi için bir örnek çalışma olarak Ankara'nın en işlek kavşaklarından olan Bilkent kavşağında ölçümler almışlardır. Ölçüm sonuçlarının Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde belirtilen sınırları aştığını tespit etmişlerdir. Benzer bir çalışmada Özen vd. [81], Karayolu kaynaklı çevresel trafik gürültüsünün modellenmesi için yine Ankara'nın en işlek kavşaklarından olan Bilkent kavşağında taşıt sayımları baz alınarak bir modelleme yapmışlardır. Modellemelerden çıkan sonuçlar ile ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır.

Aktürk ve Gürpınar [82], herhangi bir önlem alınmadığı takdirde çevresel karayolu ulaşım gürültüsünün önemli boyutlara ulaşacağını modelleme yoluyla ortaya koymuşlardır.

Akdemir vd. [83], karayolu ulaşımının önemli yan etkilerinden birisi olan çevresel ulaşım gürültüsünün kaynakları, insanlar üzerindeki etkileri ve bu tür gürültünün trafik ışık süresi ile değişimini incelemişlerdir. Bu çalışmada karayolu ulaşım gürültüsünün modellenmesinde *Community Noise Model* (CNM) isimli bilgisayar yazılımı kullanılmış ve Ankara'daki Kızılay ve Ulus kavşakları modellenerek bu kavşaklar etrafında seçilen tipik bazı noktalardaki eşdeğer gürültü seviyeleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre trafik ışık süre planlamasında yapılan hataların yan etki olarak gürültüye neden olduğu ve yol gösterici bir parametre olarak gürültünün de dikkate alınmasının yerinde olacağını belirtmişlerdir. Aktürk vd. [84], benzer bir çalışma ile trafik ışık sürelerinin neden olduğu çevresel taşıt gürültüsünü incelemişlerdir.

Eskişar ve Kıncal [85], İzmir kentinde karayolu ulaşım problemlerinin coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak trafiğin kitlendiği yollar ve kavşakları tespit etmişlerdir. Kent trafiğini, sinyalizasyon, araçların bakım durumları, sürücü hataları gibi iç faktörler ve hava, yol şartları gibi dış faktörler etkilemektedir. İzmir kent alanında mevcut problemlerin oluşmasına neden olan faktörler kullanılarak Geomedia Professional 4.0 Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı kullanılarak haritalar türetilmiş ve trafik sorunları grafik olarak ortaya konmaya çalışılmıştır.

Özdoğan [86], İstanbul için şehrin değişik bölgelerinde trafik gürültüsü sorununu araştırmıştır. Yapılan bu çalışmada daha çok gürültünün fizyolojik ve işitme üzerindeki etkileri incelenmiş ve gürültüden korunma yöntemleri konusunda öneriler getirilmiştir.

Bu bölümde Karayolu Ulaşım sistemlerinin tarihsel gelişimini ele alınarak, bu sistemlerdeki gelişmeler belirtildikten sonra karayolu ulaşım sistemlerinin Türkiye'deki gelişimi verilmiştir. Daha sonra Türkiye'deki gürültünü kontrolü, gürültünün çalışanlar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Karayolu ulaşım sistemlerinin neden olduğu çevresel gürültü modellemeleri ile ilgili yapılan

alışmalar incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda geleceğe yönelik çalışmaların yeterli olmadığı görölmüş, bu nedenle aşığıda bulun çalışmalarda Ankara'daki bazı kavşaklarda oluşması beklenen gürültü seviyeleri tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Aktürk vd. [87], yapmış olduğu çalışmada Karayolu ulaşımının önemli yan etkilerinden birisi olan çevresel ulaşım gürültüsünün kaynakları, insanlar üzerindeki etkileri ve bu tür gürültünün trafik ışık süresi ile değişimini incelemişlerdir. Karayolu ulaşım gürültüsünün modellenmesinde *Community Noise Model* (CNM) isimli bilgisayar yazılımı kullanılmıştır. Ankara'daki Kızılay ve Ulus kavşakları modellenerek, bu kavşaklar etrafında seçilen tipik bazı noktalardaki eşdeğer gürültü seviyeleri hesaplanmıştır. Aynı işlemler daha sonra ışık bekleme süreleri model üzerinde değiştirilerek bunun gürültüye etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar trafik ışık süre planlamasında yapılan hataların yan etki olarak gürültüye neden olduğu ve yol gösterici bir parametre olarak gürültünün de dikkate alınmasının yerinde olacağını göstermiştir.

Bal [88], Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Çevre Mühendisliği Bölümünde, renklendirme sistemini kullanarak Sakarya ilinin trafik kaynaklı gürültü haritasını hazırlamış ve gürültünün yoğun olduğu bölgeler belirlenerek çevresel taşıt gürültüsünün olumsuz etkileri ortaya konmuştur.

Erol [89], Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında bir çalışma yapmış ve bu araştırma ışığında Orta Anadolu iklim koşullarına uygun, gürültüyü önleyici etkileri fazla, mevsimlere göre değişik renk ve biçim özelliği gösteren bitkiler (alı, ağaççık ve ağaçlar) seçilerek istimlak şeridi genişliği sınırlı olan çevre yolları boyunca bitkisel gürültü önleme engeli yapılabileceği ortaya konmuştur.

Üzkurt [90], Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Ankara ili şehir merkezindeki trafik yoğunluğunun fazla olduğu kavşaklarda detaylı gürültü

ölçümü ve bu kavşakların CNM 5.0 (Community Noise Model) bilgisayar yazılımı yardımıyla modellemesini yapmıştır. Elde etmiş olduğu sonuçları kabul edilebilir bir uyum içerisinde olduğunu gözlemiştir. 2020 yılında herhangi bir önlem alınmadığı varsayımıyla trafikteki araç sayısının iki katına çıkacağını tahmin ederek teorik modellemeler yapmış ve gürültü kontrolü açısından mutlaka önlem alınması gerekliliğini ortaya koymuştur.

Ener vd. [91], Ankara il merkezinde yaygın olarak kullanılmaya başlanan köprülü kavşakların çevresel taşıt gürültü seviyelerine etkileri araştırılmışlardır. Aynı yol üzerinde hemen hemen aynı araç akışına sahip köprülü kavşak ve kavşak bölgelerinde çevresel taşıt gürültüsünü incelemişler ve karşılaştırmışlardır. Yapılan araştırmalarda köprülü kavşak yapımı gibi trafik düzenlemelerinin çevresel gürültü seviyelerini azalttığını ortaya koymuşlardır.

3. GÜRÜLTÜ İLE İLGİLİ TEMEL TANIM VE KAVRAMLAR

Ses, kulak tarafından algılanabilinen, bir ortamdaki basınç değişimi olarak tanımlanmaktadır. Sesin doğuşu ve yayılması, ortamdaki parçacıkların titreşimi ve bu titreşimlerin komşu parçacıklara iletilmesiyle olmaktadır [2, 7].

Gürültü ise hoşla gitmeyen, istenmeyen, rahatsız edici ses olarak tanımlanabilir. Başka bir tanıma göre ise fizik nitelikleri insanın diğer insanlarla ve çevre ile ilgili olan ilişkilerini bozduğunda veya o ses ile ortaya çıkan akustik enerjinin kişide gereksiz stres yaratıp gerçek fizyolojik yıkıma neden olduğunda ses, gürültü olmaktadır [43]. Ses dalgalarının etkinliği ve gürültü olarak adlandırılması sadece sesin şiddetine, tiz ve tok olmalarına ve sürekliliğine bağlı değildir. Ayrıca sese maruz kalan kişinin fiziksel ve ruhsal durumuna, sesi ne şekilde algıladığına da bağlıdır. Bir gürültü ne kadar anlamsız, ne kadar şiddetli, ne kadar düzensiz ve ne kadar ani olursa o kadar rahatsız edicidir. Tanımdan da anlaşılacağı üzere bir sesin gürültü olarak nitelenmesi kişilere bağlı olarak değişmektedir. Bununla birlikte, birçok gürültü tipinin kuşkuyla yer vermeksizin herkes tarafından gürültü olarak kabul edileceği açıktır [51]. Ayrıca, çok yüksek sesin, hoşla gitse bile, işitme kaybından birçok fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklara dek uzanan zararlı etkisi nedeniyle kontrol edilmesi gerekmektedir [92, 77].

3.1. Gürültü Birimleri ve İndeksleri

3.1.1. DB

İnsan kulağı, bir ses gücünün değeri hakkındaki kararını kesin bir terimle ifade etmez. O ses gücü hakkındaki kararını diğer bir ses gücünden ne kadar büyük veya ne kadar küçük olduğu şeklinde verir. Bu davranış, çok geniş bir güç aralığını içine alır. Böyle bir güç aralığını belirtmek için uygun bir logaritmik cetvel kullanılması gerekmektedir. Bu cetvel on tabanına göre alınmış logaritma ile gösterilen ses gücü cetvelidir ve Alexandre Graham

Bell'in hatırasına, "BELL" in onda biri olan, "DESİBELL" ile ifade edilir ve "dB" ile gösterilir. Bu gösteriş biçimi diğer bir ses gücü kaynağına bağımlıdır.

Bir ses gücü kaynağını kesin terimlerle tanımlayabilmek için referans bir değere ihtiyaç vardır. Bu değer "PİCOWATT" tır.

$$\text{Ses gücü düzeyi (dBA)} = 10 \log W / W_0 \quad (3.1)$$

$$W_0 = 10^{-12} \text{ W}$$

Eş. 3.1'de yer alan 10 katsayısı günlük hayatla bir uyum sağlayabilmek için Bell'i dBl'e dönüştürmek amacıyla kullanılmıştır [7].

3.1.2. dBA

İnsan kulağının en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekansların özellikle vurgulandığı bir ses değerlendirmesi birimidir. Gürültü azaltılması veya kontrolünde çok kullanılan dBA birimi, ses yüksekliğinin subjektif değerlendirmesi ile de ilişkilidir [7].

3.1.3. Frekans

Ses dalgasının birim zamanındaki titreşim sayısıdır. Frekansın birimi Hertz (Hz)'dir. (Hz = 1 / s)

3.1.4. Eşdeğer ses düzeyi (L_{eq})

Ses alçalıp yükselmelerinin olduğu ya da ses düzeyinin zamanla gelişigüzel değiştiği tür gürültülerin değerlendirilmesinde; ses düzeyinin zamanla değişiminin incelenmesi yerine, sesin eşdeğer sürekli ses düzeyi kullanılır. Genellikle L_{eq} ile gösterilen eşdeğer sürekli ses düzeyi; verilen bir zaman aralığında, söz konusu ses ile aynı toplam enerjiye

sahip, sabit düzeydeki ses düzeyi olarak tanımlanır. Diğer bir deyişle; verilmiş bir süre içerisinde süreklilik gösteren ses enerjisinin veya ses basınçlarının ortalama değerini veren dBA biriminde bir gürültü ölçөгüdür.

$$Leq = 10 \log \left(\frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n 10^{(L_i / 10)} \quad (3.2)$$

olarak ifade edilir. Eşdeğer ses düzeyi, ses düzeyinin zamanla değişme grafiğinden hesaplanabilirse de, bazı ses düzeyi ölçerler istenilen bir zaman aralığındaki eşdeğer sürekli ses düzeyini doğrudan hesaplayarak verir. Zaman aralığı olarak ölçülecek sesin özelliğine bağlı olarak bir değer seçilebilir. Önemli olan ölçülen sesin düzey değişimi gösterdiği süreyi yakalayabilmektir [7].

Eşdeğer sürekli ses düzeyi, sürekli olarak zamanla değişim gösteren seslerin değerlendirilmesinde kullanılmakla birlikte, belli sürelerde sabit düzeyleri olan birçok sesin toplu olarak değerlendirilmesinde kullanılabilir. Örneğin bir kimsenin gürültüden zarar görmemesi için gürültüde en fazla ne kadar süre kalması gerektiği, değişik gürültü düzeyleri için istatistiksel olarak saptanmıştır. Bir gün içerisinde değişik düzeylerdeki gürültünün etkisinde değişik süreler kalan bir kişinin gürültüden etkilenme durumunu saptamak için, söz konusu gürültülerden bir eşdeğer sürekli ses düzeyi saptanabilir. Bu tür uygulamalarda, L_{eq} , ses düzeyi ölçerlerle doğrudan ölçülemez, çünkü zaman aralığı çok uzundur. Kimi zaman bir gün zaman aralığı olarak alınabilir. Böyle bir durumda, toplam zaman aralığı sabit gürültü düzeylerinin geçerli olduğu zaman aralıklarına bölünür [7].

Çok kısa süren ve birden yükseldikten sonra alçalan sesin değerlendirilmesinde, eşdeğer sürekli ses düzeyi yeterli bilgiyi sağlayamaz. Örneğin bir uçağın havalanması sırasında çıkardığı ses saniyelerle belirtilebilecek bir süre devam eder. Böyle bir ses için L_{eq} ölçülürse, alınan

zaman aralığına bağlı olarak değişik değerler bulunur. Çünkü uçağın havalanması sırasında çıkardığı sesin toplam enerjisi sabit olacak, buna karşılık ölçüm süresi uzadıkça, hesaplanan L_{eq} değeri düşecektir. Bu tür seslerin düzeylerini belirlemede en uygun yöntem, en yüksek ses düzeyi değerini ya da Ses Etkilenim Düzeyi (SED)' ni kullanmaktır. SED, zaman aralığı olarak bir saniye içerisindeki eşdeğer gürültü seviyesi olarak tanımlanır. Başka bir deyişle SED, kısa sürede önemli düzey değişimi gösteren bir sesin enerjisine sahip, bir saniye süren sabit düzeyli sesin ses seviyesidir. SED' in birimide eşdeğer gürültü seviyesinde olduğu gibi dBA' dır [7].

Ses etkilenim düzeyinin iki önemli uygulama alanı vardır. Birincisi, kısa süreli gürültülerin karşılaştırılmasıdır. Örneğin, önümüzden geçen bir otobüs ile daha yüksek ses çıkaran fakat daha kısa zamanda önümüzden geçen bir arabanın gürültü düzeylerini kıyaslamada, taşıtların gürültü düzeylerinin en yüksek değerlerini almak yanıltıcı olabilir. Çünkü kişiye zararı bakımından gürültü seviyesi değil maruz kalınan süre önemlidir. Bunun da ölçüsü SED' dir. İkinci uygulama alanı ise kısa süren birçok kesikli gürültünün SED değerlerinden yararlanarak belirlenen etki altında kalma süresindeki L_{eq} değerinin hesaplanmasıdır. T saniye süren bir olayın neden olduğu sesin SED değeri ile L_{eq} değeri arasında;

$$L_{eq} = SEL - 10 \log T \quad (3.3)$$

bağıntısı vardır. Değişik SED değerlerindeki n ayrı sesin, toplam T saniyedeki eşdeğer sürekli ses düzeyi ise;

$$L_{eq} = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{(SEL_{i/10})} - 10 \log T \quad (3.4)$$

eşitliğinden bulunabilir. Eş. (3.4) ile, enerjileri bilinen ayrı seslerin toplam enerjileri bulunup, aynı enerjiyi T saniyede verecek sabit ses düzeyi hesaplanmaktadır. Bazı ses düzeyi ölçerler, eşdeğer sürekli ses düzeyini ölçtükleri gibi, ses etkilenim düzeyini de daha sonra hiçbir hesaplama gerektirilmeyecek şekilde doğrudan verebilirler [7].

3.1.5. En yüksek ses düzeyi - tepe düzeyi (L_{max})

Zamana göre değişen gürültünün herhangi bir anda sahip olduğu en yüksek değerdir.

3.1.6. Trafik gürültü indeksi

Trafik gürültü indeksi 24 saatlik (günlük) zaman periyodunda ölçülen ağırlıklı bir gürültü seviyesidir ve;

$$TGI = 4 (L_{10} - L_{90}) + 30 \quad (3.5)$$

eşitliği ile ifade edilir. Genel olarak toplumdaki gürültü seviyesi ise;

$$GS (dBA) = L_{50} + (L_{10}-L_{90}) + (L_{10}-L_{90})^2 / 60 \quad (3.6)$$

olarak kullanılır. Burada L_{50} değeri ölçülen değerlerin % 50' sinin büyük veya eşit olduğu gürültü seviyesini, L_{10} değeri pik gürültü seviyesini, L_{90} değeri ise ortalama mevcut arkaplan ifade etmektedir [7].

3.2. Gürültü Kaynakları

Gürültü kaynakları, kaynak ve alıcıların bir çevredeki konumlarına ve yayılma yollarına bağlı olarak fiziksel gürültü kaynakları ve çevresel gürültü kaynakları olarak iki grupta incelenebilir. Fiziksel gürültü kaynakları,

gürültünün yayılım davranışlarına göre noktasal, çizgisel ve alan kaynak olarak sınıflandırılabilirler.

3.2.1. Fiziksel gürültü kaynakları

Düzlem kaynak

Güncel hayatta bu tür kaynağa fazla rastlanmamakta ve gürültü kontrolü çalışmalarında karşılaşılmamaktadır [88].

Nokta kaynak

Gürültüye maruz kalanların kaynağa mesafeleri, kaynağın boyutlarına nazaran fazla ise bu kaynaklar nokta kaynaklardır. Pratikte çok sık rastlanan bu kaynaklardan yayılan ses dalgaları, serbest küresel veya sadece küresel olarak yayılırlar. Bu tür dalgalar kaynaklarından radyal olarak yayılan dalgalardır [88]. Örnek olarak kaya delgi tabancası verilebilir.

Çizgi kaynak

Çizgi kaynak ara mesafeleri yakın olan bir dizi nokta kaynağın olarak tanımlanabilir. Bu kaynaklara örnek olarak otoyollarını, demiryollarını ve bir seri makinenin yan yana bulunduğu fabrikalar dâhil edilebilir [88].

3.2.2. Çevresel gürültü kaynakları

Yapı içi gürültüler

Yapıların içinde yer alan her türlü elektronik ve mekanik sistemler ile yaşam etkinliklerinden doğan gürültülerdir ve doğrudan veya dolaylı olarak gürültüye duyarlı diğer mekânlara iletilmektedir. Örnek olarak, konuşma sesleri, ev araçlarının gürültüleri; yüksek müzik sesleri, adım sesleri,

darbeler, büro gürültüleri ve çeşitli makine ve donatımların (asansör, sıhhi tesisat, soğutma sistemleri, havalandırma ve iklimlendirme tesisatı, çöp bacaları ve hidrofor gibi) gürültüleri verilebilir [90].

Yapı dışı çevre gürültüleri

Yapıların dışında yer alan kaynaklardan üretilen ve gerek yapı içindeki hacimleri, gerekse yapı dışındaki açık alanları kullanan kişileri etkileyen gürültülerdir. Bu gürültüler şöyle sıralanabilir.

Ulaşım gürültüleri: Ulaşım gürültüleri karayolu ulaşımı gürültüsü, demiryolu ulaşımı gürültüsü ve havayolu ulaşımı gürültüsü olarak karşımıza çıkmaktadır. Ulaşım gürültüsünün oluşması ve yayılmasında etkili olan değişkenler, ulaşım koşulları, yol nitelikleri, ulaşım aracının özellikleri olarak söylenebilir.

Endüstri ve donatım gürültüleri: Kent dışındaki endüstri bölgelerinin düzensiz yerleşimlerle kent sınırlarının içine girmesi, kent içinde de gelişigüzel dağılmış işyerlerinin veya bilinçli yerleştirilmiş hafif endüstri alanlarının çeşitli nedenlerle gürültülerinin artması, gürültü sorununu ağırlaştırmaktadır [93]. Endüstri gürültüsü diğer gürültülerden daha yüksek olduğundan ve değişik türlü gürültü kaynaklarından oluştuğundan frekanslara göre değişimi ve etkileme süresi çeşitlidir.

Yapım (şantiye) gürültüsü: Şantiye gürültülerini, yol ve bina inşaatı gürültüleri, atış poligonları ve benzeri gürültüleri oluşturmaktadır.

İnsan faaliyetleri sonucunda oluşan gürültü (reaksiyon gürültüsü): İnsanların yaptıkları çeşitli faaliyetler sonucunda meydana gelen gürültülerdir. Bunlara örnek olarak ticari amaçlı faaliyetler (sinema, reklam müzik yayınları) ve çeşitli sosyal aktivitelerden söz edilebilir.

3.3. Gürültü Türleri

3.3.1. Frekans spektrumuna göre gürültü türleri

Sürekli geniş band gürültüsü

Gürültüyü oluşturan arı seslerin frekansları geniş bir aralığı kapsar. Yani gürültünün frekans spektrumu hiçbir frekans bandında toplanmamıştır [92].

Sürekli dar band gürültüsü

Geniş band gürültüsünün tersine, bu tür gürültünün frekans dağılımı belli bir frekans bandında toplanmıştır. Diğer bir ifadeyle gürültüyü oluşturan arı seslerden frekansı belli bir aralıkta olanlar baskındır [7, 92].

3.3.2. Zamana bağlı olarak gürültü türleri

Kararlı gürültü

Gürültünün seviyesinde zamanla önemli bir değişme gözlenmez. Sabit bir hızda ve güçte çalışan herhangi bir motorun yaratacağı gürültü, kararlı gürültüye iyi bir örnektir [7, 92].

Kararsız gürültü

Gözlem süresinde gürültü seviyesinde önemli değişiklikler olan gürültülere denir. Kararsız gürültüler kendi içinde üçe ayrılır [7, 92].

Dalgalı Gürültü: Gözlem süresince seviyesinde sürekli ve önemli ölçüde değişiklikler olan gürültülere denir.

Kesikli Gürültü: Gözlem süresince seviyesi aniden ortam gürültü seviyesine düşen ve ortam gürültü seviyesi üzerindeki değeri bir saniye veya daha fazla sürede sabit olarak devam eden gürültüdür. Trafik gürültüsü ve durup yeniden çalışan vantilatörler örnek olarak verilebilir.

Vurma Gürültüsü (Anlık Gürültü): Her biri bir saniyeden daha az süren bir veya birden fazla vuruşun çıkardığı gürültüdür. Bu gürültüye çekiç ve perçin makinesi örnek olarak verilebilir.

3.4. Gürültünün Etkileri

3.4.1. Gürültünün insan sağlığı üzerine etkileri

Gürültü, insanların işitme sağlığını ve algılamasını olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengelerini bozabilen, iş yapma gücünü yani verimliliğini azaltan, çevrenin hoşluğunu ve sakinliğini yok ederek niteliğini değiştiren çok önemli bir çevre kirliliği çeşididir. Gelişmiş ülkelerde, diğer kirlilik türlerine göre daha yaygın bir tür olarak, kişisel ve toplumsal yaşam kalitesine genel bir düşkünlüğün göstergesi sayılmaktadır [94].

Çeşitli rahatsızlıkları bulunan insanlar, gürültüye maruz kalmaları halinde tedaviye geç cevap vermekte ve daha geç toparlanmaktadırlar. Bunun yanında hastalık oluşmadan gürültüye maruz kalan kişilerde lökosit sayısında ciddi bir düşüş meydana gelmekte ve bunun genel vücut direncini düşürmesi nedeniyle daha kolay hastalanmaktadırlar [95].

Gürültü sorunları da diğer çevre sorunları gibi değişik boyutlara sahiptir. Bu nedenle farklı bilim alanlarının konusu olmaktadır. Gelişmekte olan Türkiye’de de bu sorun hızla büyümektedir. Rahatsızlıklar belirginleşmekte, bunun yanında alınan önlemlerde yetersiz kalmaktadır [96]. Aslında gürültüden doğan çevre soruları, gürültüye neden olan etken ortadan kalkınca ani olarak son bulmakta ve herhangi bir kalıntı bırakmamaktadır.

Gürültüden dolayı herhangi bir maddi kirlenme, canlıların zehirlenmesi, yanması, tahrip olması söz konusu değildir. Gürültü huzursuzluğa, strese ve işitme zorluklarına neden olmaktadır. Oluşturduğu olumsuz etkilere bağlı olarak gürültü seviyeleri Çizelge 3.1’de verilmiştir [97].

Çizelge 3.1. Gürültünün insan üzerinde yarattığı olumsuz etkiler [97].

1.derece	30 -65 dBA (A)	Konforsuzluk, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, uyku düzensizliği ve konsantrasyon bozukluğu.
2.derece	65-90 dBA	Fizyolojik reaksiyonlar, kan basıncı artışı, kalp atışlarında ve solunumda hızlanma, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler.
3.derece	90-120 dBA	Fizyolojik reaksiyonların artması, baş ağrıları.
4.derece	120 –140 dBA	İç kulakta devamlı hasar, dengenin bozulması.
5.derece	>140 dBA	Ciddi beyin tahribatı.

Gerek çevre ve gerekse endüstriyel gürültülerin insan sağlığına olan olumsuz etkilerini en aza indirmek için uluslar arası kuruluşlar ses şiddetine göre en yüksek gürültüye maruz kalma sürelerini belirlemişlerdir. Türkiye’de de bu süreler ve maruz kalınacak gürültü şiddeti 2002 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yenilenerek yürürlüğe konulan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’nde verilmektedir [98]. Çizelge 3.2.’ de Türkiye için geçerli bu konudaki değerler, A.B.D. için geçerli değerler [37] ve İngiltere için geçerli değerler [99] ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Diğer ülkelerle karşılaştırdığımızda Türkiye standartları endüstri alanında çalışanlarda daha koruyucu seviyededir. Fakat diğer ülkeler kadar uygulandığı konusunda önemli kuşklar mevcuttur.

Çizelge 3.2. Ses şiddetine göre en yüksek gürültüye maruz kalma süreleri [98, 37, 99].

Gürültüye Maruz Kalma Süresi	Gürültü Şiddeti (dBA)	Gürültüye Maruz Kalma Süresi	Gürültü Şiddeti (dBA)	Gürültüye Maruz Kalma Süresi	Gürültü Şiddeti (dBA)
Türkiye		A.B.D.		İngiltere	
7,5 saat	80	8 saat	90	8 saat	90
4 saat	90	6 saat	92	4 saat	93
2 saat	95	4 saat	95	2 saat	96
1 saat	100	3 saat	97	1 saat	99
30 dakika	105	2 saat	100	30 dakika	102
15 dakika	110	1,5 saat	102	15 dakika	105
7,5 dakika	115	1 saat	105	-	-
-	-	30 dakika	110	-	-
-	-	15 dakika	115	-	-

Gürültünün çocukların gelişimi ile ilgili olumsuz etkileri de araştırmalarla belirlenmiştir. Havaalanı yakınlarında oturan ve devamlı gürültüye maruz kalan annelerden doğan çocukların doğum kiloları, sessiz bir çevrede doğan çocuklara oranla daha düşük bulunmuştur [100].

Yüksek şiddetteki gürültünün çocukların okuma yeteneğini de etkilediği bazı araştırmacılar tarafından öne sürülmektedir [101]. Yapılan bu araştırmada gürültünün yoğun olduğu (89 dBA) sınıftaki çocukların okuma yetenek testlerinde, daha az gürültülü (59 dBA) sınıfta okuyan çocuklara oranla daha az başarı tespit edilmiştir [102].

Ulaştırma sistemlerinde konforlu bir seyahat için üst gürültü seviyesi 65 dBA, tahammül bölgesi 65-75 dBA ve rahatsızlık bölgesi de 75-120 dBA olarak kabul edilmektedir. Gürültünün yayılma şekline bağlı olarak etkileri 3 grupta incelenir [103].

Sürekli gürültü: Gürültünün devamlılığı yüksek, uykuda rahatsızlık, uyuma zorluğu ve bedensel reaksiyonlar meydana gelmektedir.

Kesikli gürültü: Gürültünün devamlılığı düşük, uykuda rahatsızlık az, haberleşme ve konuşma zorluğu fazla.

Karışık gürültü: Her iki gürültüdeki etkilerin toplamı söz konusudur.

Açıklanan gürültü tiplerinden birincisi karayolu, ikincisi raylı sistem veya havayolu sistemi, üçüncüsü ise bütün toplu taşıma sistemlerinin bir arada bulunduğu durumlar için geçerlidir. Karayolu motorlu araçlarında gürültü, motor ve susturuculara bağlı olarak değişmektedir. Yapılan araştırmalarda karayollarındaki gürültü şiddetinin 72-92 dBA arasında değiştiği tespit edilmiştir [93].

3.4.2. Gürültünün çalışma hayatına etkisi

Gürültü kişi başına olan verimi düşürür. Bir sigorta şirketinin yaptığı çalışmada şu sonuçlar çıkmıştır; gürültünün azalması ile hesap işlerinde çalışanların yaptığı hatalar % 52, daktilografların yaptığı hatalar % 29 azalmıştır.

Diğer bir araştırma, gürültülü yerlerde çalışanların 4 saatten sonra randımanlarının % 33 azaldığını göstermiştir. Gürültünün randıman üzerine etkisi konusunda yapılmış bir başka araştırma çok anlamlıdır; bir grup işçi çok gürültülü bir kazan yapım atölyesinin yakınında bir yerde ısı regülatörü monte etmektedirler monte ettikleri 80 regülatörün 60'ı hatalı çıkmıştır [99].

4. KARAYOLU ULAŞIM GÜRÜLTÜSÜ

Gelişmekte olan ve özellikle gelişmiş ülkelerde çevre sorunlarından biri de karayolları trafik gürültüsüdür. Taşıtların hareketleri sonucu çıkan bu gürültü, motor gürültüsü, şasi ve kaportadan kaynaklanan gürültüler, frenlemeden doğan gürültü, tekerleklerin yol yüzeyi ile temasından doğan gürültü ve taşıtın oluşturduğu hava anaforundan ileri gelen gürültü gibi bileşenlerden oluşur. Karayolunda oluşan bu gürültü seviyesine etkiyen faktörler ise; yola olan uzaklık, trafik hacmi, yol seviyesi, yolun kaplama cinsi, yolun eğim derecesi, aracın boyu ve cinsi, yol kenarında yapılaşma ve bitki örtüsü şeklinde sıralanabilir. Diğer çevre sorunlarına göre daha kolay ve pratik bir ölçüm sistemi ile trafik gürültüsü, ölçülüp gerekli önlemlerin alınması ile azaltılabilir.

Çevresel karayolu ulaşım gürültüsünün üç ana unsuru vardır. Bunlar taşıtın neden olduğu gürültü, aracın yol ve çevre ile etkileşimi sonucu oluşan gürültü ve araçların yanlış kullanımı sonucu oluşan gürültüdür. Dolayısıyla bu çalışmada önce karayolu ulaşım gürültüsünün faktörleri ele alınacak, sonra araçtaki gürültü kaynaklarından bahsedilecek ve son olarak da insan kaynaklı gürültüye değinilecektir. Bu üç tip gürültünün toplamı bize toplam gürültüyü verecektir. Bu çalışmanın esası bu toplam gürültünün dikkate alınarak planlama yapılmasını sağlamaya çalışmaktır.

4.1. Ulaşım Gürültüsünün Faktörleri

Yapılan araştırmalara göre taşıt sayısı arttıkça ulaşım gürültüsü artmaktadır. Diğer taraftan trafikteki araçların türlerine göre de gürültü seviyesi değişiklik göstermektedir. Kamyon sayılarındaki artış gürültü seviyelerinde artışa neden olup, bir kamyonun neden olduğu gürültü miktarı 4 binek arabasına eşdeğer olduğu tespit edilmiştir [104]. Değişik araç tiplerinin neden olduğu gürültü seviyeleri Çizelge 4.1’de verilmiştir [98]. Diğer taraftan trafikteki araçların seyir hızları da önemlidir. Düşük hızla seyreden araçlar, düşük gürültü yaratmaktadır.

Çizelge 4.1. Taşıtların neden olduğu gürültü seviyeleri [98].

Taşıt Türü	Azami Gürültü (dBA)
Otomobil	75
Otobüs (şehir içi)	85
Otobüs (şehir dışı)	80
Kamyon (80 km/h hızda)	85
Ağır müteharrik araç	85

Taşıt yaşı da gürültü miktarına etki eden faktörlerdendir. Eski araçların yenilere göre daha fazla gürültü çıkardığı saptanmıştır. Bunda kullanılan teknolojinin yanı sıra daha konforlu araç üretimine olan talep de yatmaktadır. Diğer bir faktör olan tekerleklerin etkisi kısaca şu şekilde söylenebilir. Daha az kalınlık ve çaptaki lastikler daha az gürültüye neden olmaktadır. Radyal tip lastikler ile farklı sırt yapılarına sahip lastiklerde etkiler de farklı olmaktadır.

Gürültü seviyelerine etki eden diğer faktörler de yolun tek veya çift yönlü olması, şerit sayısı, orta refüjde engel olup olmaması, yol kaplama malzemelerinin dokusu, boşluk oranı, yoğunluğu, yüzeyin kuru ya da ıslak olmasıdır. Yoldaki aşağı eğimin gürültü seviyelerinde azalıma neden olduğu belirlenmiştir. Yokuş yukarı olduğunda ise motorun daha fazla zorlanması ve parçaların üzerine daha fazla yük binmesi nedeniyle bir miktar artmaktadır.

Günümüzde otoyollardan kaynaklanan gürültülerin önemi fark edilmiştir. Buna ilişkin olarak trafik önlemleri sürekli alınmakta olup, yeni otoyollarda güzergâhlar mümkün olduğu kadar yerleşim alanlarına uzak geçirilmekte ve mevcut otoyollarda ise otoyolun yerleşim alanlarından geçtiği kısımlarda trafik gürültüsünü azaltıcı önlemler alınmaktadır.

4.2. Taşıtlardaki Gürültü Kaynakları

Taşıtlarda gürültü kontrolü, kaynaklarının çokluğu ve yayılım yollarının çeşitliliği nedeniyle çözümü zor bir akustik problemdir. Hem ses hem de titreşimler taşıtın bütün gövdesi ve donanımları üzerinden yayılmaktadır. İlk önce yapılması gereken gürültü kaynaklarını tespit etmek ve bunların gürültü seviyelerini azaltmaya veya uygun frekanslara kaydırmaya çalışmaktır. Dolayısıyla önce taşıttaki gürültü kaynaklarının belirlenmesi gerekmektedir. Taşıtlardaki başlıca gürültü kaynakları sekiz ayrı başlık altında toplanabilir [105].

4.2.1. Motor gürültüsü

Motor silindirindeki yanma olayı ani bir basınç darbesi yaratır. Bu darbe silindir duvarlarının ve motor kafesi aracılığı ile motor yan duvarlarının titreşmesine sebep olur. Bu titreşimler havanın basınç salınımları yapmasına bir ses oluşmasına sebebiyet verir. Gürültü seviyesini düşürmek için motor devir sayısının düşürülmesi, silindir sayısının artırılması ve motor gövdesinin kalınlaştırılması gibi önlemlerin gerçekleştirilmesi yakıt tüketimine, maliyete, performansa ve vergi oranlarına getireceği ek yükler nedeniyle üretici ve kullanıcılar tarafından tercih edilmeyen yöntemlerdir. Bu amaçla daha çok motordan yayılan gürültünün izolasyonu yoluna gidilmektedir [51].

4.2.2. Hava filtresi

Silindirlerdeki yanma için gerekli olan hava 'hava filtresi' aracılığıyla emilirken hava akışı sebebiyle titreşim ve gürültü oluşur.

4.2.3. Fan gürültüsü

Motor suyunun soğutulması veya ısıtma/soğutma sistemine ait fanların çalışmaları sırasında gürültü oluşmaktadır. Fanların gürültüsünü azaltmak

için pervane kanatlarının asimetrik tasarlanması ve iyi dengelenmesi gibi önlemler alınmalıdır [51].

4.2.4. Egzoz gürültüsü

İyi tasarlanmamış bir egzoz sistemi ciddi bir gürültü kaynağıdır. Yaşanabilir bir çevre için araçlardan kaynaklanan trafik gürültüsünün azaltılması gerekmektedir. Bu anlamda egzoz sistemlerinin iyi tasarlanması gerekir.

Egzoz gürültüsünün araçlardan yayılan toplam gürültüye payı, araç ve kullanılan susturucu tipine bağlı olarak değişmekle beraber, %40 mertebelerinde olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, motorlu araçlardan yayılan gürültünün azaltılması için üzerinde çalışılması gereken önemli konulardan bir tanesi de egzoz sistemi olmaktadır.

Egzoz sisteminin esas görevi, yanma sonrası oluşan gazları en az basınç kaybıyla atmosfere atmak, ikinci görevi ise motordan gelen gürültünün çevreye yayılmasını engellemektir. Söz konusu görevleri oluşturan bu iki olay birbirine zıt yönde etki ederler. Gürültünün düşürülmesi demek gazın bir iş yapması demektir. Bunun sonucu olarak basınç kaybı ortaya çıkar ki bu da motor performansında azalma demektir. Bu nedenle iyi bir egzoz tasarımında, gürültü azaltılması ile motor performansı ve yakıt ekonomisi arasında optimum bir noktayı bulmak gerekir [106].

4.2.5. Vites kutusu ve aktarma organları gürültüsü

Vites kutusu gürültüsü takırtı ve uğultu şeklinde tanımlayabileceğimiz iki tipte olur. Bulardan birincisi üzerinde moment bulunmayan dişli gruplarının diş temas değişimi sesidir. Vites kutusu giriş devir sayısı düzgünsüzlüğü, dişli boşlukları, sürtünme kuvvetleri gibi nedenlere bağlıdır. Uğultu olarak algılanan ikinci ses ise o an moment akışında bulunan dişlilerin yarattığı sestir ve seçilen vites kademesine bağlıdır. Dişli kuvvetlerinin sebep olduğu

titreşimler mil ve yataklar vasıtasıyla vites kutusuna iletilirler ve gövde panellerinin titreşimiyle gürültü oluşur [51].

4.2.6. Tekerlek asılış sistemi gürültüsü

Yol bozukluklarının yutulması amacıyla tekerlekler taşıta oynak kollar ve yay-sönüm elemanlarıyla bağlanmıştır. Seyir stabilizesi açısından sert olması istenen bu elemanlar, titreşim ve gürültü izolasyonu açısından yumuşak olmalıdır [51].

4.2.7. Seyir rüzgarı gürültüsü

Rüzgâr gürültüsü de ancak yüksek hızlarda önemli olmaktadır. Taşıtın dış gövdesindeki hava akışı ve türbülanslardan oluşmaktadır. Taşıt aerodinamiği düzeldikçe seyir rüzgarı gürültüsü de azalmaktadır [51].

4.2.8. Lastik gürültüsü

Taşıtların şehir içindeki düşük hızda ve ivmeli hareketlerinde motor, aktarma organları ve egzoz sistemi gürültüleri en önemli gürültü kaynaklarını oluştururken, yüksek hızlı otoyollardaki trafikte lastik yol etkileşiminden kaynaklanan gürültü en yüksek gürültü emisyonunu oluşturmaktadır. Genel olarak, dizel motorlu büyük kamyonlar hariç tüm taşıtlarda 100 km/sa ve üzeri hızlarda lastik-yol gürültü en etkin kaynaktır. Modern küçük taşıtlar için bu değer 60 km/sa seviyesine kadar düşmektedir. Islak zeminde ise aynı lastik gürültüsü seviyesi daha düşük hızlarda oluşmaktadır.

Lastik yol gürültüsü taşıtların iç gürültü seviyesi ve sürüş konforu üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. Taşıt iç gürültü seviyesini temel olarak lastikler, aktarma organları ve süspansiyon sistemi titreşimlerinin ortak etkisi belirlenmektedir [55].

4.3. İnsan Kaynaklı Gürültü

Bu tür gürültü genelde aracın hatalı kullanılmasından dolayı oluşur. Yanlış kullanımlarla ilgili Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nden yola çıkılarak aşağıdaki durumlar sunulabilir.

➤ Hiç kimse susturucusuz veya ses giderici diğer parçaları olmadan bir motorlu kara taşıtı çalıştırmaz veya diğer değiştirme amacı dışında bir motorlu araç veya motosiklet üzerindeki susturucu veya ses giderici parça çıkarılamaz, çalışır hale getirilemez.

➤ Kamuya açık yerlerde çalıştırılan motorlu taşıtların çıkardıkların gürültüler verilen sınır değerleri aşamaz.

➤ Bir motorlu araç üzerinde veya içinde korna ile veya ses çıkaran başka bir cihaz ile tehlike uyarısı vasfı taşımayan ses yapmak veya yapılmasına sebep olmak yasaktır. Taşıtların sesli uyarıcıları TS-1875 ve TS-2214'e göre yapılan ölçümlerde araçtan 2 m uzaklıkta ve 1.2 m yükseklikte 105-118 dBA olmalı ve frekans spektrumu 1800-3550 Hz arasında görülmelidir [34]. Geçiş üstünlüğüne haiz taşıtlara Karayolları Trafik Yönetmeliğinin 157. maddesi hükmü uygulanır.

Görüldüğü gibi burada yalnızca belirli hatalar verilmiştir. Bunların yanı sıra diğer hatalı kullanımlar da göz önüne alındığında hatalı kullanımın da önemli bir faktör olduğu ortaya çıkacaktır. Fakat bu tür hatalı kullanımların önüne ancak iyi bir eğitimle geçilebilir.

4.4. Karayolu Ulaşım Gürültüsünün Modellenmesi

Trafik problemlerinde en iyi çözümleri üretmek; trafik hareketlerinin yeterli derecede bilinmesini sağlayan, geçmişteki ve bugünkü veriler ile bu verilerdeki değişimlerini görüp yorumlayabilmektir [108].

Bütün modelleme yöntemleri temelde ölçülmek istenilen kaynağın veya kaynakların yaydıkları gürültünün, gerçek bir ölçümde oluşabilecek çeşitli doğal faktörlerden (rüzgâr gürültüsü, insan gürültüsü, vb.) bağımsız (yaklaşık) bir değerini elde etmek için bilgisayar ortamında oluşturulmasına dayanmaktadır. Model oluşturulup, gerçeğe uygunluğu test edildikten sonra sistemin yalnızca bugünkü değil gelecekteki tahmini senaryolara göre de modeller yapılabilir.

Bu modelleme çalışmalarına yönelik olarak Amerikan Federal Otoyolları Dairesi (FHWA) Ulaşım Daire Başkanlığı'nın geliştirdiği üç çeşit serbest akan trafik gürültüsü tahmin prosedürü vardır. Bu prosedürlerin ilk ikisi grafiksel yöntemlerdir. Üçüncü ise sayısal bilgisayar yazılımı gerektiren bir yöntemdir.

Bu sonuncu metoda göre geliştirilmiş olan CNM, alıcıların algıladığı ses seviyelerini önceden bildiren bir nokta kaynağı simülasyonudur. Her taşıt, hareketli bir nokta kaynaktır. Trafikte her taşıt diğerlerinden bağımsız çalışan ayrı ayrı nesnelerdir. Öte yandan trafikte ilerleyen bir taşıt, önündeki diğer taşıtı geçebilmesi için hızını ayarlamak zorundadır. CNM, trafik akış düzenini bozan kavşakların ya da sabit hızlı trafik akışının olduğu otobanların modellemesini yapabilir, aynı zamanda ayrıntılı hızlanma, yavaşlama algoritmalarını ve REMEL eğrilerini kapsar.

REMELs (Reference Energy Mean Emission Levels); taşıtlardan yayılan ve belirli bir uzaklıktan ölçülen ses seviyesinin ortalama değeridir. Bu belirli uzaklığa "Referans Uzaklığı" denir. Farklı hızda ilerleyen, farklı tipteki

taşıtların ölçümü, taşıtların hızına (km/sa) karşılık ses seviyeleri (dBA) ile gösterilen REMEL eğrilerinde değişimin oluşmasına sebep olur.

FHWA standartları; binek araçları, kamyonet ve kamyon gibi taşıtlar için REMEL eğrilerini belirlemiştir. Bu taşıt tipleri “Vehicle Characteristics” menüsünden tanımlanır.

CNM, gerçek trafik ortamını ve şartlarını, trafik şeridi, alıcı ve bariyerler gibi bileşenlerle oluşan simülasyon ortamına taşımamızı sağlar. Her zaman adımında alıcılarla taşıtların ses enerjisi katılımları REMEL eğrilerinden, ortalama hız, hızlanma, yavaşlama için belirlenir. Simülasyonla tüm araçların her alıcıdaki enerjilerini toplar ve alıcılar için ses seviyeleri olarak hesaplar. Her adımda çıkan ses enerjisi parçalarını saklar ve bu bilgiyi simülasyon süresince eşdeğer gürültü seviyesini hesaplamada kullanır.

L_{eq} ; alıcıdaki ses basınç seviyelerinin zamana bağlı ortalama logaritmik toplamıdır. CNM, alıcı ses seviyesi sonuçlarını L_{eq} dBA olarak rapor eder. CNM çizgi kaynağı ve sonsuz uzunlukta bariyerler yaklaşımlarını kullanmaz. Kullanılan nokta kaynağı ve trafik simülasyonu, birçok modelden daha gerçekçi bir modelleme yapılmasına olanak tanır.

CNM hem SI birimlerini hem de İngiliz sistemine göre modelleme yapabilmektedir. Simülasyonda beş tip taşıt mevcuttur. Fakat kullanıcı üç tip taşıt daha ekleyebilir. Taşıt tipinin geçerli olması için eklenecek taşıtların ölçüleri ve hız değerlerine karşılık ses seviyeleri değerleri bilinmelidir. Programda otomobil, kamyonet, kamyon, otobüs, motosiklet için değerler mevcuttur.

Modelleme yapıldıktan sonra gürültüden etkilenecek olan alıcılarının konumları bilgisayar yazılımına girilmektedir. Alıcılar; konum, zemin yüzeyi tipi ve korunmasına göre tanımlanır. Alıcıları, şeritlerle aynı x, y, z,

koordinatları kullanılarak konumlandırılır. On taneye kadar farklı tipte alıcı tanımlanabilir.

Bu program University of Central Florida (UCF) tarafından trafik gürültüsünün ölçümlerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Burada amaç, gürültü ölçümü yapılacak yerin bilgisayar ortamında simülasyon yardımıyla modellenmesi ve gerekli hesaplamaların yapılmasını sağlamaktır.

5. DENEYSEL ÇALIŞMA VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, trafik akışının rahatlaması adına köprülÜ geçiş uygulaması yapılan kavşaklardaki gürültü seviyelerindeki değişim incelenmiştir. Bunun için köprülÜ kavşak yapımından önce (KKYÖ) trafik normal seyrinde iken gürültü ölçümleri yapılmış ve ölçüm esnasında kavşaktan geçen araçlar sayılarak ve modelleme için gerekli dönüş noktaları ve oranları, trafik ışık süreleri, algılayıcıların konumları belirlenerek kayıt altına alınmıştır. Elde edilen bu verilere dayanılarak kavşağın modellemesi yapılmıştır. Modellemede CNM 5.0 programı kullanılmıştır. KKYÖ modelleme yapılmasındaki amaç, üzerinde çalışılan kavşakların gelecekte oluşturabilecekleri gürültü seviyelerini gerçek değerlere yakın bir şekilde tahmin edebilmektir. Yapılan modelleme sonucu elde edilen gürültü seviyeleri ile ölçülmüş olan gürültü seviyelerinin birbiri ile örtüşmesi modelin doğru oluşturulduğunu ve gelecek için yapılacak tahminlerin yaklaşık olarak doğru tahmin olabileceğini göstermektedir. Oluşturulan modelin doğruluğunun anlaşılmasından sonra araç sayısının iki katına çıktığı kabul edilerek gelecek için bir senaryo oluşturulur ve bu senaryoya göre tekrar modelleme yapılır. Böylece köprülÜ kavşağın yapılmaması halinde gelecekte oluşabilecek gürültü seviyesi yaklaşık olarak tahmin edilmiş olur.

Çalışmanın ikinci aşmasında köprülÜ kavşak yapımından sonra (KKYS) yukarıda anlatılan aşamalar tekrar edilir. Modelin doğruluğu teyit edildikten sonra köprülÜ kavşak yapılması halinde araç sayısının iki katına çıktığı kabul edilerek gelecekte oluşabilecek gürültü seviyesi yaklaşık olarak tahmin edilir. Her iki durum için elde edilen gelecekte oluşabilecek gürültü seviyeleri karşılaştırılarak ve köprülÜ kavşakların gürültü seviyesine olan etkileri ortaya konulmaktadır.

Ankara Büyükşehir Belediyesi ile irtibatlar sonucunda, çalışmayı uygulamak için 2004 - 2005 yaz dönemine ait köprülÜ kavşak projelerinin, İnönü Bulvarı'nda DSI-TCK'nın bulunduğu kavşak ve Çetin Emeç Bulvarı'nda 70 Gün KöprülÜ

Kavşağı'nın devamı olan kavşak olduğu tespit edilmiştir. Buralara inşa edilecek köprülülük kavşakların gürültüye olan etkilerinin tam olarak belirlenebilmesi için tespit edilen kavşaklarda hiçbir inşaat çalışması başlamadan, trafik normal seyrindeyken 2004 Haziran ayı içerisinde ilk ölçümler alınmıştır. Ölçüm noktaları insanların trafik gürültüsünden etkilenebileceği yerler dikkate alınarak seçilmiştir. Elde edilen verilere dayanarak modellemeler yapılmıştır. Köprülülük kavşak projelerinin tamamlanmasından sonra, aynı konulara dikkat edilerek 2006 Mart ayı içerisinde ikinci ölçümler yapılmış ve modellemeler tekrar edilmiştir. Elde edilen değerler Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiştir.

5.1. Kavşaklardan Geçen Araç Sayılarının Belirlenmesi

Kavşaklardan geçen araç sayısı, kavşaktaki her bir yön için ayrı ayrı şeritler halinde araç çeşitleri de (otomobil, minibüs, kamyonet, kamyon, otobüs) göz önünde tutularak ölçüm süresince gerçekleştirilmiştir. Örneğin herhangi bir A-B yönünde 3 şerit bulunmaktaysa üç şerit içinde ayrı ayrı otomobil, minibüs, kamyonet, kamyon, otobüs olacak şekilde sayımlar gerçekleştirilmiştir.

5.2. Gürültü Ölçümleri

Kavşaklardaki gürültü ölçümleri, ses basınç seviyesi ölçer, taşınabilir bir bilgisayar ve Jade 2.65 yazılımından oluşan bir veri toplama sistemi kullanılarak yapılmıştır. Ölçüm noktaları, kavşakta oluşan gürültüden etkilenen algılayıcıların bulunduğu noktalar dikkate alınarak seçilmiştir. Bu süreçte gürültü ölçümüne yönelik olarak, "TS 2214/Akustik-Hareket Halindeki Karayolu Taşıtlarının Çıkardığı Gürültünün Ölçülmesi" [35] standardında belirtilen esaslara uyulmuştur.

5.2.1. Ses basınç seviyesi ölçer

Gürültü ölçümlerinde, CEL 231 dijital güçte ses seviyesi ölçer kullanılmıştır. Bu cihaz 10 Hz - 25 kHz arasındaki bütün sesleri iyi bir şekilde ölçmektedir. ± 1 dB hata ile çalışmaktadır. CEL 231'in ölçüm aralıkları ve teknik özellikleri Çizelge 5.1.'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. CEL-231 Digital Sound Survey Meter cihazının teknik özellikleri

Tip	CEL-231
Uygun Olduğu Standartlar	ANSI S1.4 Type 2A, IEC 651 Type 2, BS 5969 Type 2
Frekans Aralığı	10 Hz ile 25000 Hz (+0.5 / -3 dB sınırları içinde)
Doğrusallık	± 1 dB (referans koşulları altında)
Ölçüm Aralığı (A) Düşük	30-100 dB
Ölçüm Aralığı (A) Yüksek	65-135 dB
Mikrofon	CEL ¼ inch Pre-polarised electret, 10 mV/Pa, cihaza sürekli olarak bağlı, Tip 2 koşullarına uygun
Frekans Ağırlıklandırması	ANSI S1.4 Type 2A, IEC 651 Type 2, (A ağırlıklandırmasına göre)
Zaman Ağırlıklandırması	F (Fast) : 125 ms S(Slow) : 1 s
Dengeye Ulaşma Süresi	20 s
Çıkışlar	İğnede bulunan AC, ortada bulunan DC ve kolda bulunan toprak hat ile standart 3 kutuplu 3,5 mm coaxial soketten iki çıkış

5.2.2. Jade 2.65 bilgisayar yazılımı

Bilgilerin sürekli olarak kaydedilmesinde ve incelenmesinde Jade 2.65 isimli bilgisayar yazılımı kullanılmıştır. Program gürültü ölçüm cihazı ile uyum içersinde çalışmaktadır. Yazılım; koşullandırılmış AC çıkışlı bütün ses basıncı

seviyesi ölçerlerle kullanılabilmekte, gürültü olaylarını olduğu anda kayıt altına alabilen ve bilgisayar kapasitesiyle sınırlı kayıt yapabilme imkânına sahiptir. Ayrıca birkaç saniyeden birkaç haftaya ve hatta daha uzun bir süre için bilgileri ne kadar süre veya ne amaçla alındığını tamamen kontrol edebilmekte, çalışma esnasında toplanan verilerin eş zamanlı olarak istatistik hesaplarını yapan ve hangi istatistik veri isteniyorsa onu ekrana sürekli olarak yansıtabilmektedir. Bununla birlikte L_p (Anlık Ses Basıncı Seviyesi), L_{eq} (Eşdeğer Gürültü Seviyesi), L_{pk} (Tepe Gürültü Seviyesi) değerlerini daha sonra inceleme yapmak üzere kaydedebilmekte ve L_{max} (Anlık En yüksek Gürültü Seviyesi), L_{osha} (OSHA Standart Gürültü Seviyesi), L_{avg} (Ortalama Gürültü Seviyesi), L_{dn} (Gündüz-Gece Gürültü Seviyesi), L_{den} (Gündüz-Akşam-Gece Gürültü Seviyesi) (CNEL), L_{90} (standart %90'lık bölgeye karşılık gelen gürültü seviyesi)'ı kapsayan standartlara uygun geniş bir istatistik kapasiteye sahiptir.

5.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışma yapılan kavşaklarda ölçülen gürültü değerlerinin elde edildiği süreçteki araç sayıları esas alınmak üzere, elde edilen veriler kullanılarak Community Noise Model (CNM) 5.0 programı ile modelleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra modelleme sonuçları ile ölçüm sonuçları karşılaştırılmak suretiyle uyumlulukları değerlendirilmiş ve uyumluluk göstermesi durumuna yönelik olarak da ilgili kavşaklardaki araç sayılarının elde edilen verilere kıyasla iki katına çıkması duruma yönelik sonuçları görebilmek amacıyla yeni modelleme işlemleri gerçekleştirilmiştir.

5.3.1. Community Noise Model (CNM) 5.0 bilgisayar yazılımı

Bütün modelleme yöntemleri temelde ölçülmek istenilen kaynağın veya kaynakların yaydıkları gürültünün, gerçek bir ölçümde oluşabilecek çeşitli doğal faktörlerden (rüzgar gürültüsü, insan gürültüsü, vb.) bağımsız ortalama

(yaklaşık) bir değerini elde etmek için bilgisayar ortamında oluşturulmasına dayanmaktadır. Bununla birlikte; CNM, alıcıların algıladığı ses seviyelerini önceden bildiren bir nokta kaynağı simülasyonudur. Her taşıt, hareketli bir nokta kaynaktır. Trafikte her taşıt diğerlerinden bağımsız çalışan ayrı ayrı nesnelerdir. CNM, trafik akış düzenini bozan kavşakların ya da sabit hızlı trafik akışının olduğu otobanların modellenmesini yapabilir, aynı zamanda ayrıntılı hızlanma, yavaşlama algoritmalarını ve REMEL eğrilerini kapsar. REMEL (Reference Energy Mean Emission Levels); taşıtlardan yayılan ve belirli bir uzaklıktan ölçülen ses seviyesinin ortalama değeridir. Bu belirli uzaklığa “Referans Uzaklığı” denir. Farklı hızda ilerleyen, farklı tipteki taşıtların gürültü seviyeleri, taşıtların hızına (km/sa) karşılık ses seviyeleri (dBA) ile gösterilen REMEL eğrilerinde oluşan değişimle değerlendirilmektedir [109].

Sonuç olarak her bir kavşak için ölçülmüş bulunan gürültü seviyesi sonuçları, bu sonuçlara göre yapılan modelleme ve iki kat artan araç sayısına yönelik modelleme sonuçları elde edilmiş, elde edilen her sonuca göre değerlendirmeler standartlar çerçevesinde yorumlanmış ve gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır.

5.4. Uygulama Çalışması

Ankara’da belirlenen iki kavşak üzerinde yapılan çalışmada, trafik gürültüsü Comunity Noise Model (CNM) 5.0 bilgisayar programı ile modellenmiştir. Karayolu ulaşım taşıtlarının çıkardığı gürültü ise bilgisayarlı veri toplama ile ölçülmüş ve ölçüm sonuçları şekiller ve çizelgeler halinde verilmiştir.

5.4.1. İnönü Bulvarı KKYÖ modellemesi

Kavşağın şematik görünüşü ve ölçüm yapılan noktalar Şekil 5.1.’de verilmiştir. Kavşağın dört köşesinde de insanların gürültüye maruz kalacakları değerlendirilerek 1, 2, 3 ve 4 numaralı noktalarda ölçüm alınmıştır.



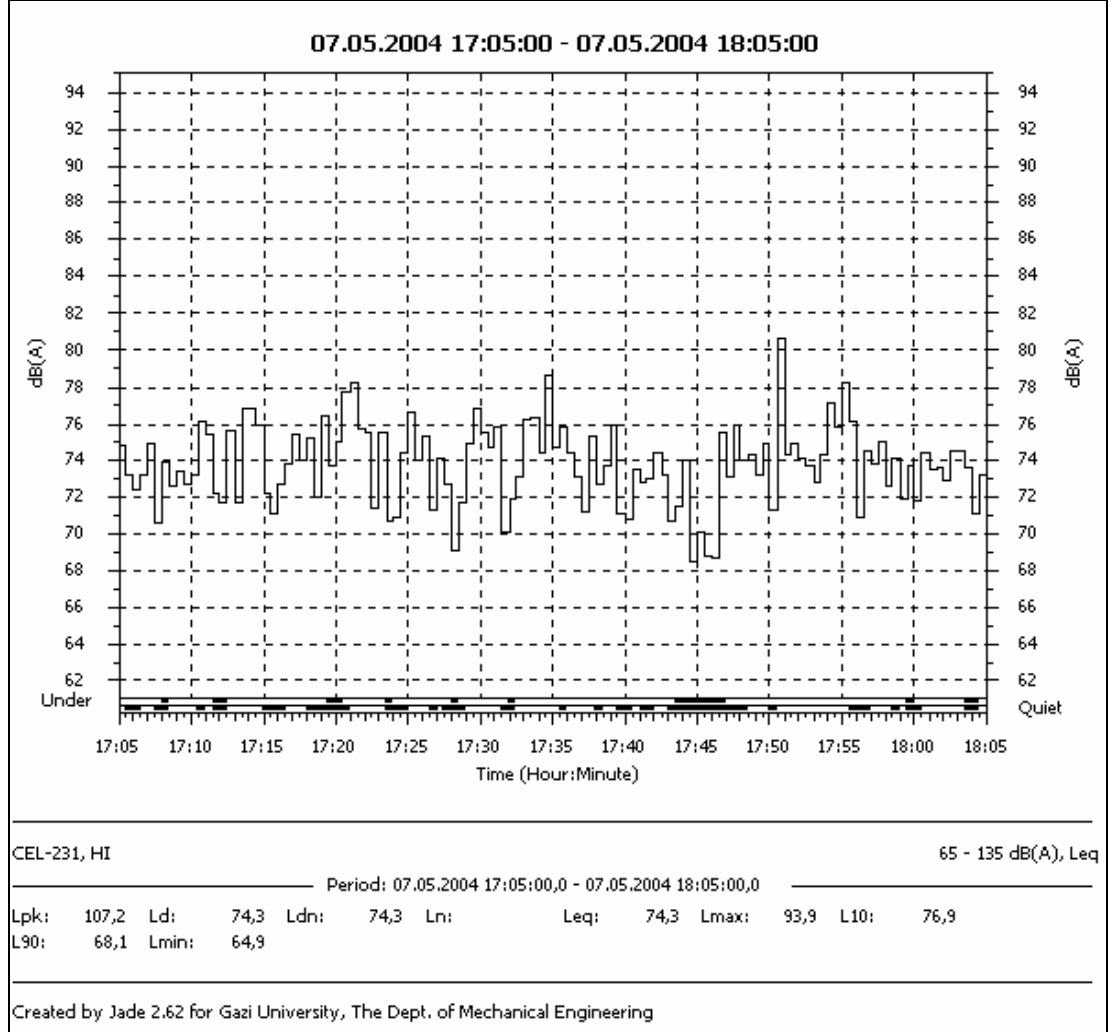
Resim 5.1. İnönü Bulvarı'ndan KKYÖ bir görünüş

İnönü Bulvarı'ndan KKYÖ geçen araç sayıları, Çizelge 5.2'de görüldüğü gibi her şerit için ayrı ayrı farklı araç tiplerinde belirlenmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere en yüksek sayıda araç A-B yönündeki 1 numaralı şeritten (bkz. Şekil 5.1) geçmektedir.

Çizelge 5.2. İnönü Bulvarı KKYÖ taşıt sayım raporu

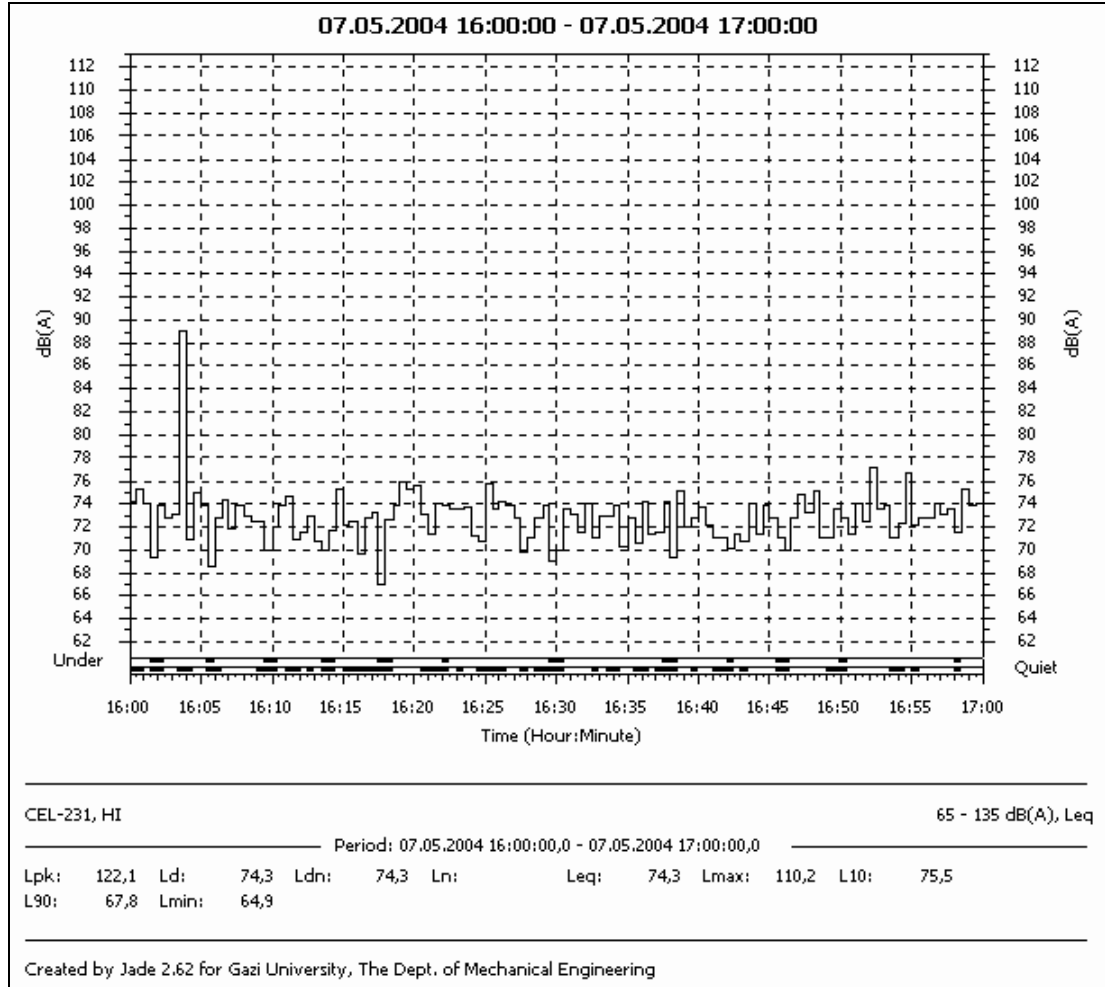
Yönler	A-B			B-A				C-D			D-C		
Şeritler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Otomobil	1355	947	908	699	652	617	110	700	591	842	915	900	110
Minibüs	36	58	29	34	52	33	3	96	18	14	26	19	3
Otobüs	193	257	89	16	59	58	3	44	9	11	13	15	3
Kamyon	3	2	2	2	3	2	0	4	1	2	3	2	0
Kamyonet	79	95	11	3	49	1	1	12	10	7	1	7	1
Toplam	1665	1359	1039	754	815	711	117	826	629	876	957	943	117
	4063			2397				2331			2017		

Bilgisayarlı veri toplama sistemi kullanılarak gerçekleştirilen İnönü Bulvarı KKYÖ gürültü ölçüm sonuçları Şekil 5.2- Şekil 5.5' de verilmiştir.



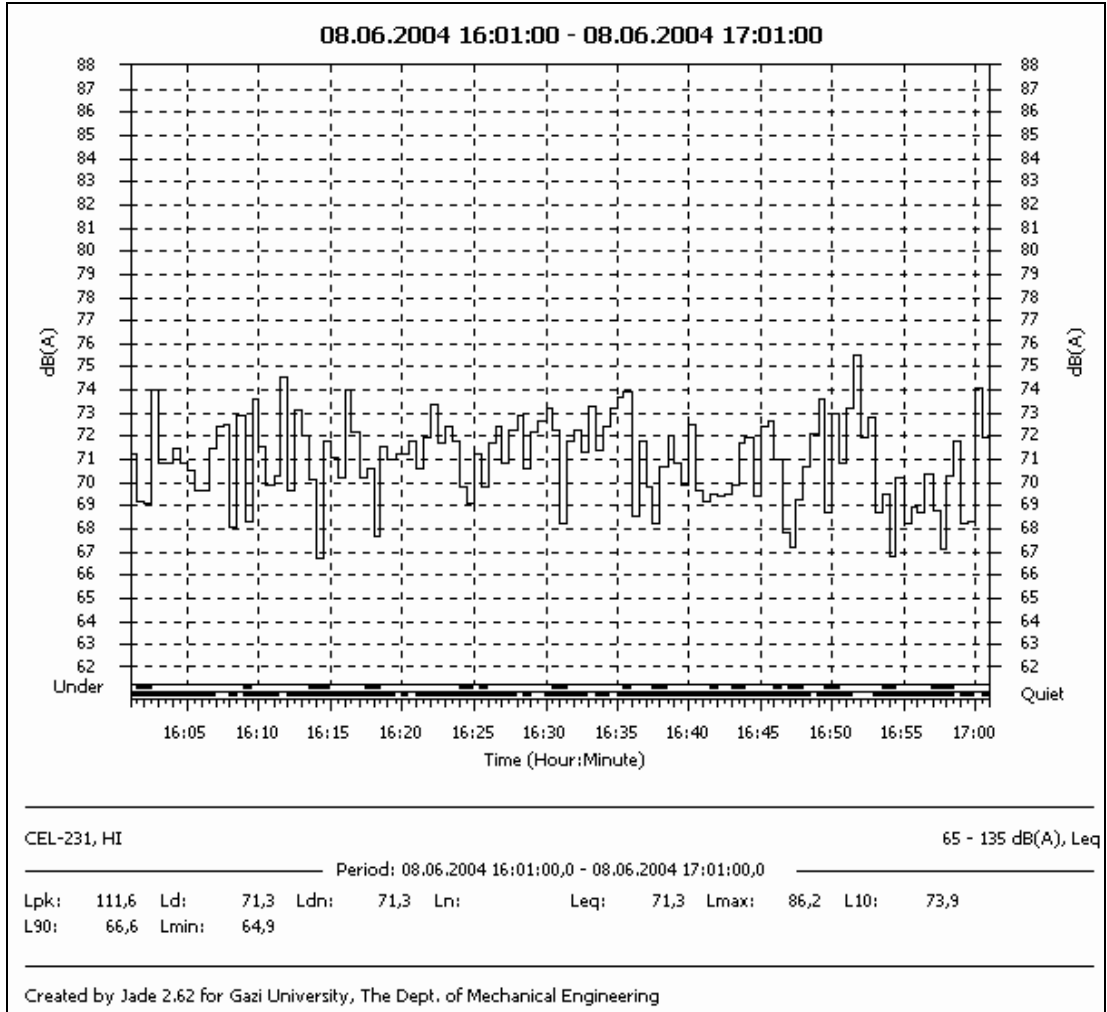
Şekil 5.2. İnönü Bulvarı KKYÖ 1. noktadan alınan ölçüm sonuçları

İnönü Bulvarı 1. noktada yapılan ölçümde eşdeğer gürültü seviyesi (Leq) 74,3 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 93,9 dBA olduğu gözlenmiştir. Gürültü düzeylerinin çoğunlukla 72-76 dBA aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir. Belirlenen gürültü düzeylerinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen izin verilebilir gürültü düzeyi olan 65 dBA'yı aştığı gözlenmiştir.



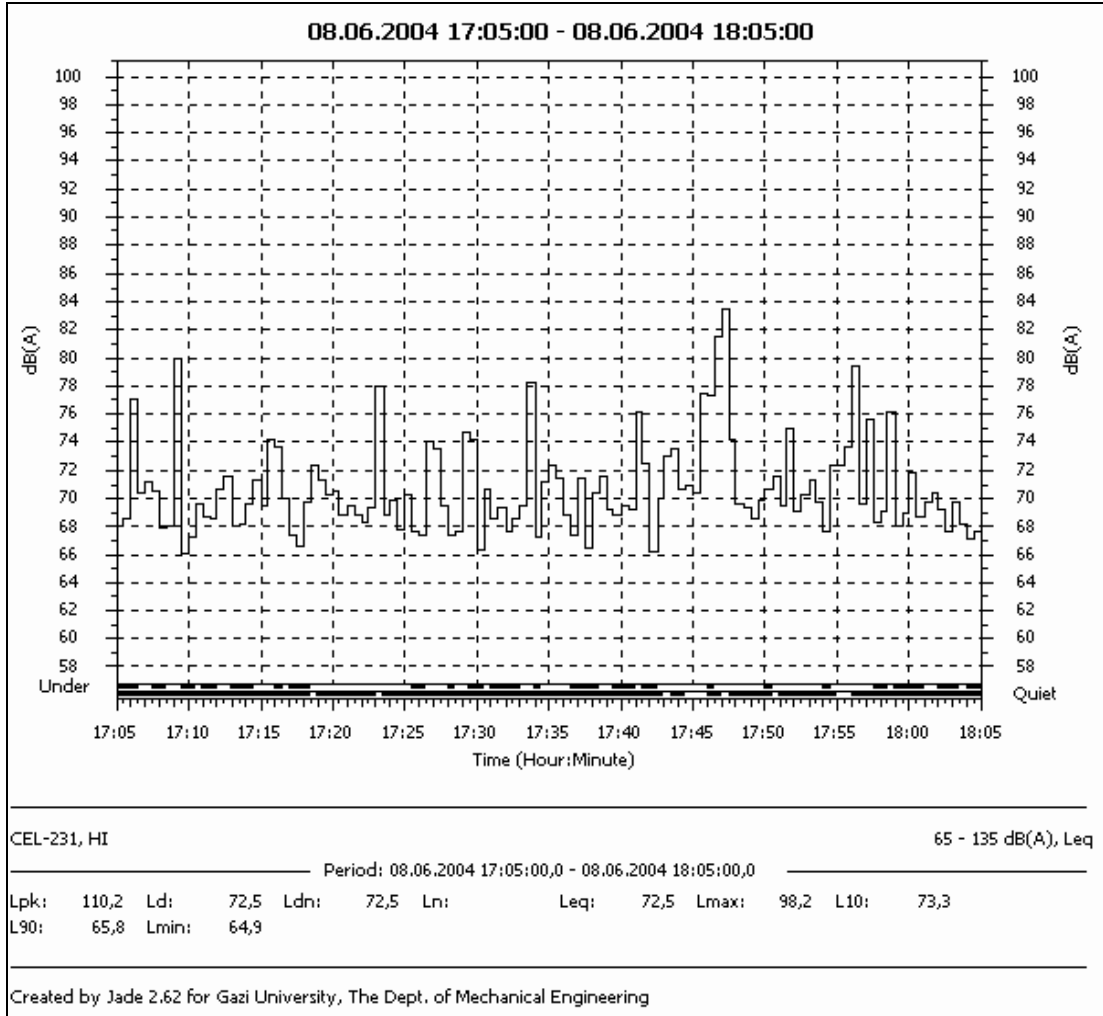
Şekil 5.3. İnönü Bulvarı KKYÖ 2. noktada alınan ölçüm sonuçları

İnönü Bulvarı 2. noktada yapılan ölçümde eşdeğer gürültü seviyesi (Leq) 74,3 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 110,2 dBA olduğu gözlenmiştir. En yüksek gürültü seviyesi, ölçüm esnasında ölçüm noktasına yakın bir yerden geçen kamyonun korna çalması sonucu oluşmuş ve grafikte hissedilir derecede bir yükselmeye neden olmuştur. Eşdeğer gürültü tüm süreç boyunca hesaplandığı için bu anlık yükselme Leq'ı fazla etkilememektedir. Gürültü seviyelerinin 70-74 dBA aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir. Elde edilen gürültü düzeylerinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen izin verilebilir gürültü düzeylerinin üzerinde olduğu görülmektedir.



Şekil 5.4. İnönü Bulvarı KKYÖ 3.noktadan alınan ölçüm sonuçları

İnönü Bulvarı 3 noktasında yapılan ölçümde eşdeğer gürültü seviyesi (Leq) 71,3 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 86,2 dBA olduğu gözlenmiştir. Gürültü düzeyinin 69-73 dBA aralığında değişim gösterdiği görülmektedir. Ölçüm alanında gürültü düzeyinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen izin verilebilir gürültü düzeylerini aştığı gözlenmiştir.



Şekil 5.5. İnönü Bulvarı KKYÖ 4. noktadan alınan ölçüm sonuçları

İnönü Bulvarı 4. noktada yapılan ölçümde eşdeğer gürültü seviyesi (Leq) 72,5 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 98,2 dBA olduğu gözlenmiştir. Gürültü seviyelerinin 68-72 dBA aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir. Elde edilen gürültü düzeylerinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen izin verilebilir gürültü düzeylerini aştığı gözlenmiştir.

İnönü Bulvarı KKYÖ modelleme çalışması için gerekli veriler toplanmıştır. İlk çalışma olan bu modelleme, ayrıntılı olarak, program pencereleri üzerinde açıklanarak gerçekleştirilecektir. Buna göre CNM programının kullanımında öncelikle yolların tanımlanması gerekmektedir. Yollar Şekil 5.1'de belirtilen

yönlerde ve verilen şerit numaraları ile programın 'Lane Number' menüsünden kullanıcı arayüzünde bulunan grafiksel araçlarla imleç koordinatları kullanılarak modellenen kavşağın yapısına göre çizilir. Simülasyon alanı olarak kavşak merkezinden 300'er metre açıklık yeterli olacaktır çünkü daha uzak mesafe oluşan karayolu trafik gürültüsünün ölçüm yapılan noktaya olan etkisinin ihmal edilebilir seviyelerde olduğu düşünülmektedir. Buna göre Şekil 5.6'da verilen 'Lane Editor' penceresinden yollar tanımlanmaktadır.

Lane Editor

Lane Number

Lane Coordinates, Speed, Volume

	Lane Name	Entry X m	Entry Y m	Entry Z m	Exit X m	Exit Y m	Exit Z m	Speed km/h	VPH
1	İnönü 1	100	233	0	240	233	0	40	1665
2	İnönü 2	100	238	0	400	238	0	40	1359
3	İnönü 3	100	243	0	400	243	0	40	1039
4	İnönü 4	400	247	0	100	247	0	40	754
5	İnönü 5	400	252	0	100	252	0	40	615
6	İnönü 6	240	257	0	100	257	0	40	711
7	İnönü 7	400	257	0	260	257	0	40	117
8	İnönü 8	239	400	0	239	264	0	40	826

Lane Number

Vehicle Mix per Lane 1.0 = 100% of VPH

	Lane Name	Car	MedT	HvyT	Bus	MC	Minibu	User 2	User 3
1	İnönü 1	0.815	0.049	0	0.116	0	0.020		
2	İnönü 2	0.697	0.071	0	0.189	0	0.043		
3	İnönü 3	0.874	0.011	0	0.087	0	0.028		
4	İnönü 4	0.928	0.005	0	0.021	0	0.046		
5	İnönü 5	0.801	0.061	0	0.073	0	0.065		
6	İnönü 6	0.869	0.002	0	0.082	0	0.047		
7	İnönü 7	0.948	0.003	0	0.023	0	0.026		
8	İnönü 8	0.848	0.005	0	0.093	0	0.054		
9	İnönü 9	0.940	0.016	0	0.014	0	0.030		
10	İnönü 10	0.962	0.009	0	0.013	0	0.016		

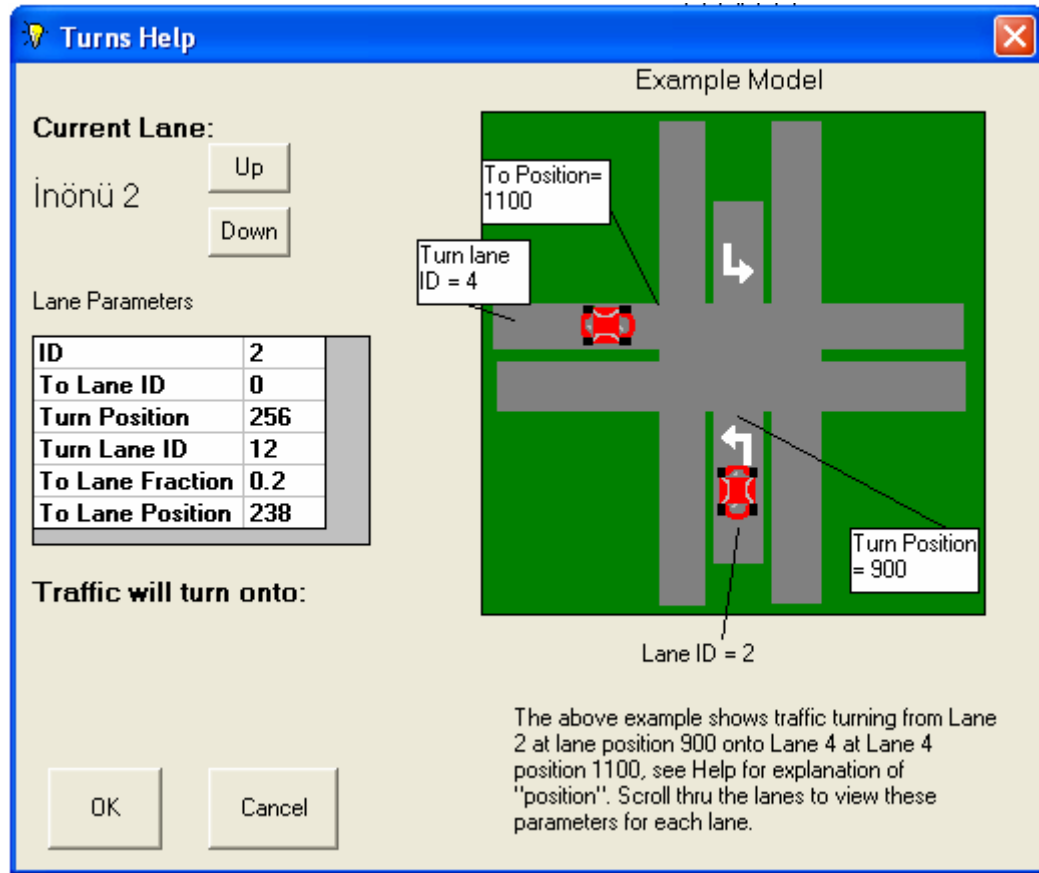
OK Cancel Delete Volume or % Turns

Şekil 5.6. İnönü Bulvarı KKYÖ için yolların tanımlanması

Burada Entry X-Y-Z şeritlerin başlangıç noktalarını, Exit X-Y-Z şeritlerin bitiş noktalarını belirtmektedir. Z değerler yükseklik belirtmektedir ve '0' değeri kullanılmıştır. Speed km/h sütunu kavşaktan geçen araçların ortalama

hızlarını ifade etmektedir ve bu değer 40 km/h olarak belirtilmiştir. VPH, her bir şerit için saatte geçen araç sayısını ifade etmektedir. Yapılmış olan araç sayımlarına göre bu değerler de girilir. Pencerenin ikinci bölümünde her bir şerit için araç çeşitlerinin yüzdeleri belirtilmektedir.

Yolların tanımlanmasından sonraki aşama dönüş noktalarının belirtilmesidir. Bunun için Tools/Turns Help arayüzü kullanılır. Şekil 5.7'de Turns Help penceresi görülmektedir.



Şekil 5.7. İnönü Bulvarı KKYÖ dönüş tanımlama penceresi

Pencere üzerindeki örnek modellemeyi de anlaşılacağı üzere, 'ID' başlangıçta şeritlerin tanımlanmasında belirtilen numarayı, 'To Lane ID' üzerinde çalışılan şeridin sonunda gidilecek olan yolu, 'Turn Positin' şeridin

dönüş noktasının pozisyonunu belirtmektedir. 'Turn Lane ID' dönülecek olan yolu, 'To Lane Fraction' araçların yüzde kaçının dönüş yaptığını, 'To Lane Position' araçları dönüş yaptıkları yoladaki başlangıç noktasını ifade etmektedir. İnönü Bulvarı KKYÖ örneğinde bu bilgileri uygulayarak, 2 nolu yoldan, turn position 256'dan (256. metreden), 12 nolu yola yüzde 20'lik bir oranla (yani 0.20) 0 pozisyon değerine karşılık gelen noktaya geçiş yapılmaktadır.

Sıradaki veri girişi trafik lambalarının belirtilmesidir. 'Signal Editör' arayüzü kullanılarak Şekil 5.8'de görüldüğü gibi trafik ışıklarının konumu modelde tanımlanır.

Lane	Lane Name	Stop Position	Signal ID
1	İnönü 1	130	1
2	İnönü 2	130	1
3	İnönü 3	130	1
4	İnönü 4	130	2
5	İnönü 5	130	2
6	İnönü 6	0	2
7	İnönü 7	130	2
8	İnönü 8	130	3
9	İnönü 9	130	3
10	İnönü 10	130	3

Signal ID	Green time	Yellow time	Red time	Start phase
1	43	3	66	
2	43	3	66	
3	66	3	43	
4	66	3	43	
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Signal Synchronisation
 signal # 1
 signal # 2

Signal Phase
 signal 1
 signal 2

OK Cancel Check Timing cycle timer

Testing Signals 1 and 2

Performing Synch Test

Şekil 5.8. İnönü Bulvarı KKYÖ sinyalizasyon konum penceresi

Burada her bir şerit için lambaların durduğu noktalar 'Stop Position' sütununda tanımlanır. Daha sonra her lambaya 'Signal ID' sütununda numara verilir ve yan tarafta verilen bu numaralara göre ışık süreleri belirtilir. 'Start Phase' sütununda lambaların hangi ışıkla başlayacakları belirtilir. Tasarım aşamasındaki yolların planlanmasında süreleri belirlenmiş

lambaların senkronize bir şekilde çalışıp çalışmadığı 'Check Timing' tuşu ile kontrol edilir. Eğer tanımlamalar doğru ise program 'OK' verir. Bu sağlanmadığı sürece modellemeye devam edilemez.

Algılayıcıları, gürültüden etkilenen veya etkilenebilecek yerleşim birimleri, iş yerleri, okullar ve yayaların yoğun olarak olduğu bölgeleri dikkate alarak daha önce belirlemiştik. Bu noktaları (bkz. Şekil 5.1) Şekil 5.9'da görülen 'Receiver Editor' ara yüzünden yararlanarak her biri için belirlenen numaralarla birlikte X,Y,Z şeklindeki koordinatları girilir. Böylelikle raporun çıktısında hangi noktanın hangi gürültü seviyesine karşılık geldiği daha rahat anlaşılabilir. Arka plan gürültüsü olarak da 'Set Background Level' dan yoğun yerleşim yeri olarak 60 dBA seçilir.

	Name	X m	Y m	Z m	Shielding dB(A)	Surface type
1	1. nokta	235,0	230,0	1,5	0,0	soft ground
2	2. nokta	262,0	230,0	1,5	0,0	soft ground
3	3. nokta	270,0	265,0	1,5	0,0	soft ground
4	4. nokta	235,0	260,0	1,5	0,0	soft ground
5						soft ground
6						soft ground
7						soft ground
8						soft ground
9						soft ground
10						soft ground

Background Noise Level 60 dB(A)

OK Cancel Delete Set Background Level

Şekil 5.9. İnönü Bulvarı KKYÖ algılayıcıların belirlenmesi

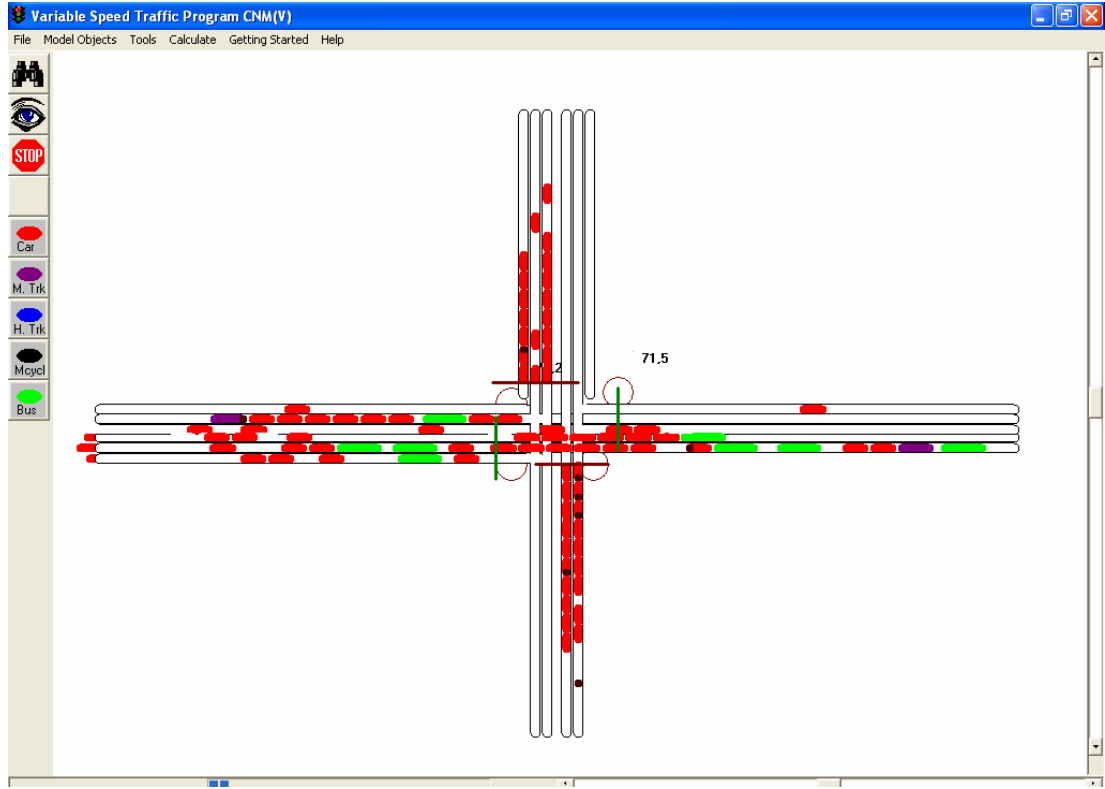
Bütün bu veri girişleri tamamlandıktan sonra hesaplamalar kısmına gelinir. Calculate ara yüzünde iki bölüm bulunmaktadır. Bunlardan ilki Passby

Results'tır. Bu komutla simulasyon yapılmaksızın, algılayıcıların yol kenarında bulunduğu varsayılarak en yüksek trafik yoğunluğu halinde gürültü miktarları hesaplanır. Gerekli hesaplamalar program tarafından yapıp rapor halinde sunulur. İkinci komut ise Simulation Calculations'dır. Burada trafiğin akışı gerçekte olduğu gibi model üzerinde canlandırılır. Bu seçenek seçildiğinde gelen pencerede üç adet süre girilmesi istenir. Bunlar;

Update Receiver Level (sec.): Bu değer hesaplama sonunda sunulan raporda, algılayıcıların maruz kaldıkları gürültü seviyelerinin belirtileceği aralıklardır. Yani kısaca, bu değer 10 olması halinde algılayıcılara gelen gürültü miktarları raporda 10'ar saniye aralıklarla sunulmaktadır.

Simulation Time: Modelin ne kadar süreyle incelenmek istendiği (saniye cinsinden) burada belirtilir. Örneğin bir saat boyunca geçen araç miktarına göre gürültü ölçümü için 3600 değeri girilir. "Update Receiver Level" değerinin 10 olduğunu düşünürsek program bize hesaplama sonunda her algılayıcı için 36'şar tane değer verecektir.

Simulation Time Step: Bu değer çalışma ekranındaki niceliklerin (algılayıcıların hemen yanında yer alan gürültü seviyeleri gibi) güncellenme süresini gösterir. Programın 'Help' bölümünde anlatıldığına göre en küçük değer olarak 0.5, en büyük değer olarak 2 alınması uygun olacaktır. 0.5'in altında daha hassas değerler elde edilemediği, 2'nin üzerinde ise hatalı sonuçlar oluşabileceği söylenmektedir. Ortalama olarak 1 değerinin kabul edilmesi uygun görülmüştür. Bu bilgilerden faydalanarak İnönü Bulvarı KKYÖ araç sayım raporları ve diğer verilere göre yapılan CNM 5.0 modellemesi sonucunda elde edilen ekran görüntüsü Şekil 5.10'da görülmektedir.



Şekil 5.10. İnönü Bulvarı KKYÖ CNM 5.0 modellemesi

Şekil 5.10'da görülen model üzerinde tanımlanan yollar üzerinde trafik lambaları kırmızı ve yeşil çizgiler halinde görülmektedir. Köşelerde görülen dört daire algılayıcıları temsil etmektedir. Şeritler üzerinde bulunan kırmızı renkler otomobilleri, mor renkler kamyonetleri, mavi renkler kamyonları, yeşil renkler ise otobüsleri sembolize etmektedir. Elde edilen 1 saatlik modelleme sonuçları Çizelge 5.3'de görülmektedir.

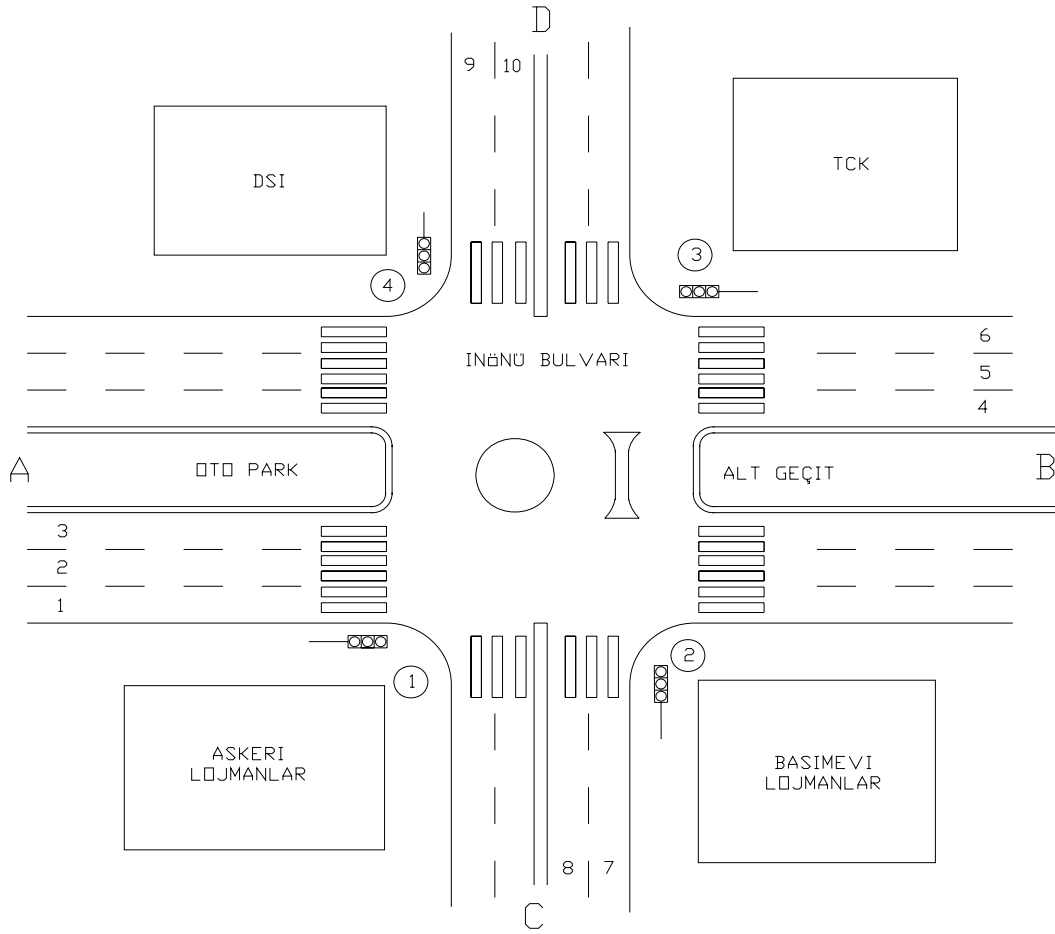
Çizelge 5.3. İnönü Bulvarı KKYÖ normal sayım CNM 5.0 modelleme sonuçları

Zaman (s)	Alıcı Konum Adı	Zaman Aralığı Anlık Araç Sayısı	Zaman Aralığı Anlık Gürültü Seviyesi (dB)	Leq (dBA)
10	1. nokta	23	71,1	71,0
10	2. nokta	23	71,2	71,0
10	3. nokta	23	69,7	69,6
10	4. nokta	23	70,5	70,1
3600	1. nokta	118	72,5	74,3
3600	2. nokta	118	71,9	74,8
3600	3. nokta	118	70,5	71,5
3600	4. nokta	118	71,1	72,8

Çizelge 5.3.'de görüldüğü gibi 1 saatlik modelleme sonucu elde edilen eşdeğer gürültü seviyeleri ile ölçülen eşdeğer gürültü seviyeleri yaklaşık olarak örtüşmektedir. Ölçülen değerler sırasıyla 74,3 dBA, 74,3 dBA, 71,3 dBA, 72,5 dBA 'dır. Bu durumda İnönü Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katına çıktığını varsaydığımız gelecek senaryosunda tahmin edilen gürültü seviyelerinin %90'ın üzerinde bir doğruluk payı olacağı anlaşılmaktadır. Bu değerleri Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ndeki sınır değerlerle kıyaslayacak olursak tamamının izin verilen sınır değerleri aştığı görülmektedir.

5.4.2. İnönü Bulvarı KKYS modellemesi

Köprülü KKYS kavşağın şematik görünüşü ve ölçüm noktaları Şekil 5.11’de, farklı noktalardan çekilen fotoğrafları da Resim 5.2 ve Resim 5.3’de verilmiştir.



Şekil 5.11. İnönü Bulvarı KKYS şematik görünüşü

Şekil 5.11’de görüldüğü gibi kavşağın görünüşü değişmiş ve A-B hattı boyunca alt geçit inşa edilmiştir. A tarafında alt geçidin üzere kapatılmış ve otopark yapılmıştır. Bu yapının, oluşabilecek gürültü seviyelerine, alt geçitten gelebilecek yansımaları önleyeceğinden dolayı olumlu etkilerinin olacağı değerlendirilmektedir. D noktası tarafındaki şerit sayısı azalırken B noktasına gidiş yönündeki şerit sayısının arttığı görülmektedir (bkz. Şekil 5.11).



Resim 5.2. İnönü Bulvarı'ndan KKYS bir görünüş



Resim 5.3. İnönü Bulvarı'ndan KKYS bir görünüş

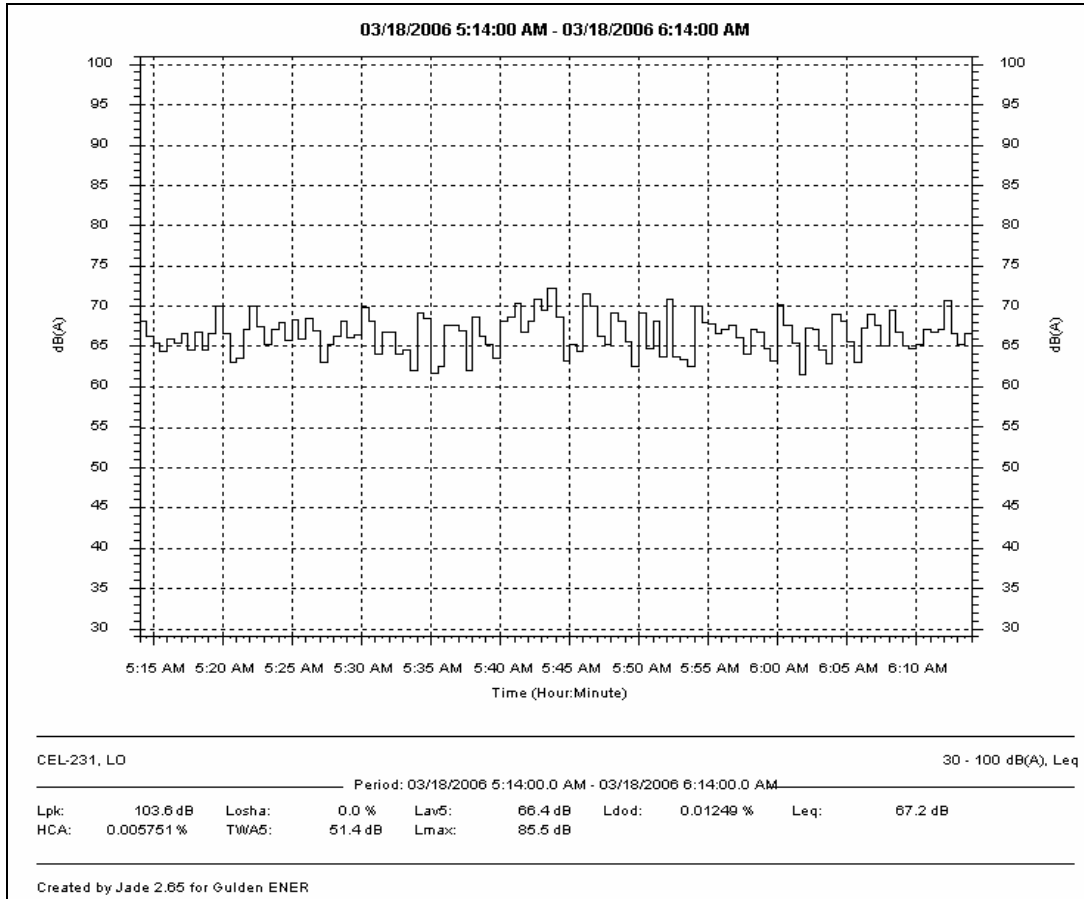
Resim 5.2.'de A yönünden B yönüne doğru hareket eden bir araç görülmektedir. Karşıda görülen bina ise Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) binasıdır 4 numaralı ölçüm noktası bulunduğu yerdir. 2 numaralı noktadan çekilmiş bir görüntüdür. Resim 5.3. de 4 numaralı noktadan alınan bir görüntü vardır. B yönünden A yönüne olan akışı göstermektedir. Karşıda görülen binalar basımevi tarafındaki askeri lojmanlardır.

İnönü Bulvarı' dan KKYS geçen araç sayıları, Çizelge 5.4'de görüldüğü gibi her şerit için ayrı ayrı farklı araç tiplerinde belirlenmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere en yüksek sayıda araç B-A yönündeki 6 numaralı şeritten (bkz. Şekil 5.11) geçmektedir. Çizelge 5.2'de bulunan İnönü Bulvarı KKYÖ taşıt sayım raporu ile karşılaştıracak olursak toplamda araç sayısında yarı yarıya bir düşüş gözlenmektedir. Araçların yarıya yakınının alt geçitten hiç durmadan A-B ve B-A yönünde geçiş yaptıkları ve üstte bulunan kavşağı kullanmadıkları görülmektedir. Bu azalışın bir kısmının da ölçüm yapılan saatlere bağlı olduğu, KKYÖ taşıt sayılarının yüksek olmasının, sayımların daha yoğun saatlere yapılmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Oluşan gürültü seviyesi araç sayısına bağlı olarak değerlendirileceği için ölçüm yapılan saatin önemi bulunmamaktadır.

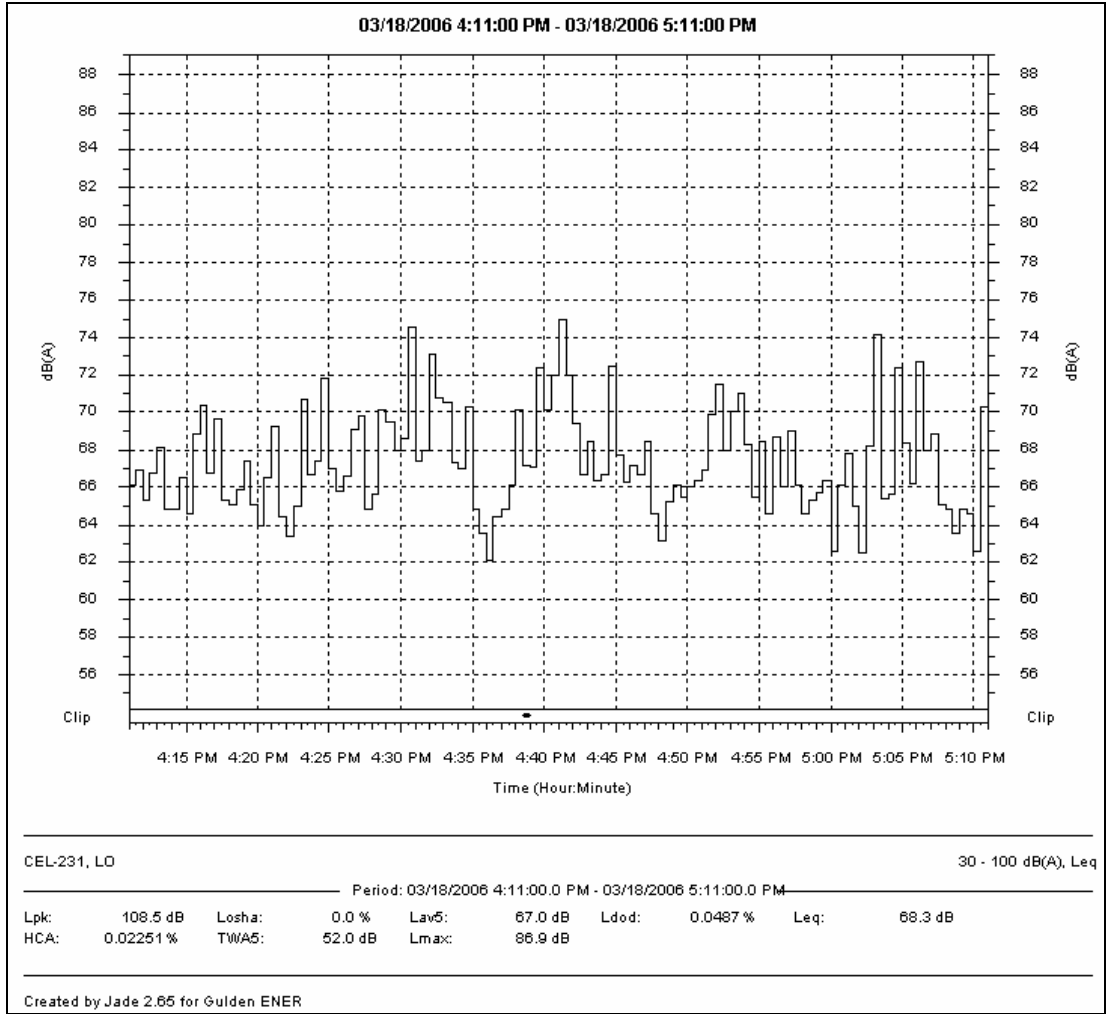
Çizelge 5.4. İnönü Bulvarı KKYS taşıt sayım raporu

Yönler	A-B			B-A			C-D		D-C	
Şeritler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Otomobil	203	161	351	384	615	1025	529	737	386	198
Minibüs	9	1	1	15	42	70	19	68	16	38
Otobüs	7	11	37	18	35	89	8	27	0	26
Kamyon	3	2	2	2	1	9	7	7	0	5
Kamyonet	1	0	6	3	20	5	4	8	6	5
Toplam	223	175	397	422	713	1198	567	847	408	272
	795			2333			1414		680	

İnönü Bulvarı KKYS gürültü ölçüm sonuçları Şekil 5.12-15'de verilmiştir. İnönü Bulvarı 1. noktada yapılan ölçümde, eşdeğer gürültü seviyesi 67,2 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 85,5 dBA olduğu gözlenmiştir. Gürültü seviyelerinin 64-68 dBA aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir. Elde edilen gürültü düzeylerinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen izin verilebilir gürültü düzeylerini aştığı gözlenmiştir. KKYÖ 1 noktasında alınan ölçüme göre, araç sayısındaki azalmaya bağlı olarak eşdeğer gürültü seviyelerinde de azalmalar gözlenmektedir. Bilgisayar saatinin yanlış ayarlanması nedeniyle ölçüm saatler AM olarak görülmektedir ancak ölçüm yapılan saatler akşamüzeri olduğundan, PM olarak değerlendirilmelidir.

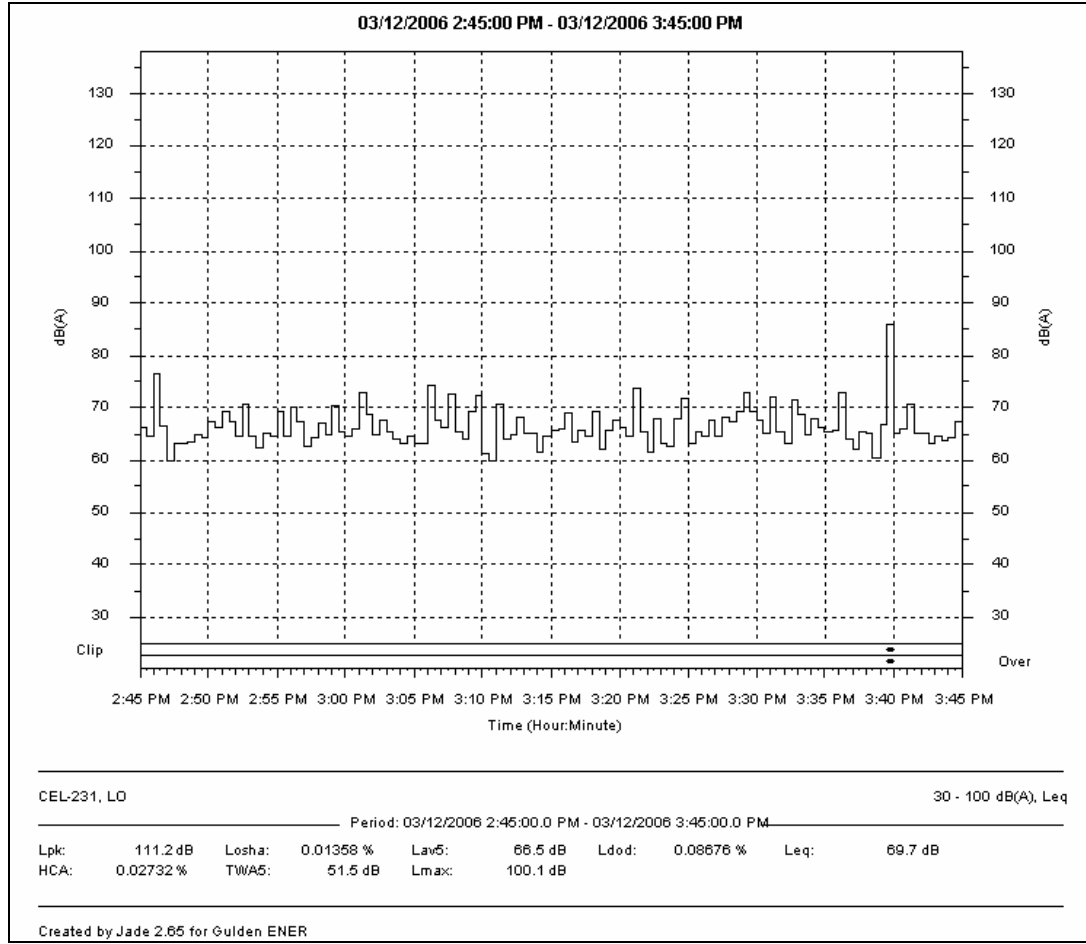


Şekil 5.12. İnönü Bulvarı KKYS 1. noktada alınan ölçüm sonuçları



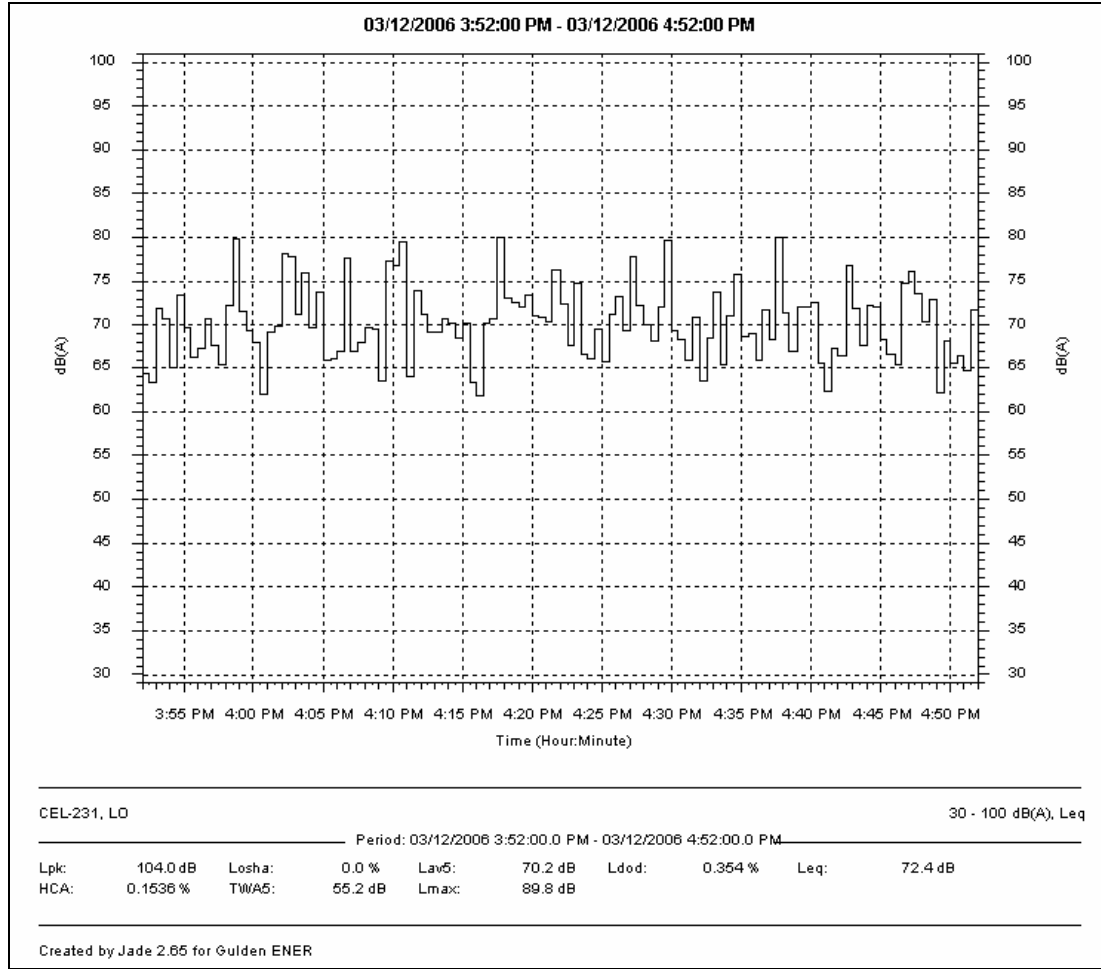
Şekil 5.13. İnönü Bulvarı KKYS 2. noktada alınan ölçüm sonuçları

İnönü Bulvarı 2. noktada yapılan ölçümde, eşdeğer gürültü seviyesi (Leq) 68,3 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 86,9 dBA olduğu gözlenmiştir. Gürültü seviyelerinin 65-69 dBA aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir. Aynı noktada KKYÖ alınmış olan ölçüme göre yaklaşık 5 dB azalma olmuştur. Bu azalma, araç sayısında meydana gelen azalmaya bağlı olarak meydana gelmektedir. Elde edilen gürültü düzeylerinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen izin verilebilir gürültü düzeylerini aştığı gözlenmiştir.



Şekil 5.14. İnönü Bulvarı KKYS 3. noktada alınan ölçüm sonuçları

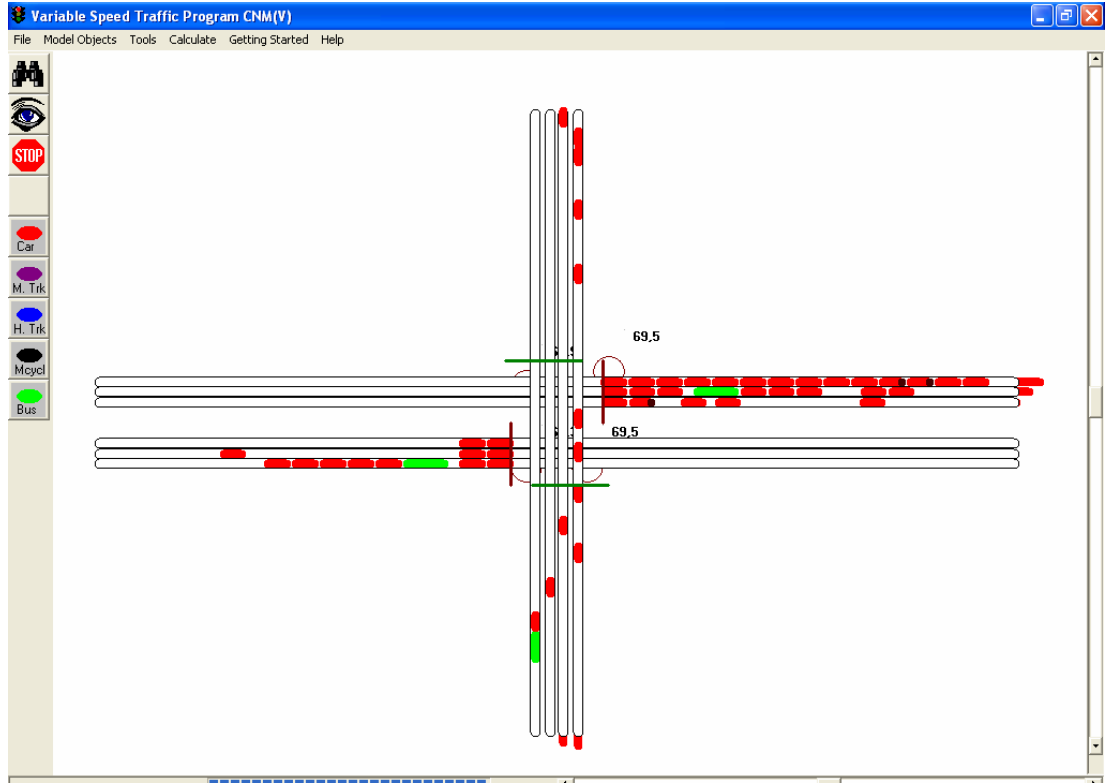
İnönü Bulvarı 3. noktada yapılan ölçümde eşdeğer gürültü seviyesi (Leq) 69,7 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 100,1 dBA olduğu gözlenmiştir. Gürültü seviyelerinin genel olarak 64-68 dBA aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir ancak ölçüm süresinin sonlarına doğru bir otobüsün klakson çalması sonucu, grafikte bir yükselme olmuştur. KKYÖ aynı noktada alınan ölçüm sonuçlarına göre yaklaşık 2 dB'lik bir düşüş görülmektedir. Elde edilen gürültü düzeylerinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen izin verilebilir gürültü düzeylerini aştığı gözlenmiştir.



Şekil 5.15. İnönü Bulvarı KKYS 4. noktada alınan ölçüm sonuçları

İnönü Bulvarı 4. noktada yapılan ölçümde eşdeğer gürültü seviyesi (Leq) 72,4 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 89,8 dBA olduğu gözlenmiştir. Gürültü seviyelerinin 65-75 dBA aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir. Daha önce yapılan ölçümlerde gürültü seviyeleri, yaklaşık 4 dB'lik bir aralıkta değişim göstermekteyken burada 10 dB'lik geniş bir aralık göze çarpmaktadır. Buradan, ölçüm yapılan noktadan geçen araç karakteristiklerinin çok farklı olduğu, sürekli aynı tipte araçların geçmediği ve dolayısıyla yaklaşık bir gürültü seviyesi oluşmadığı anlaşılmaktadır. KKYÖ 4 noktasında alınan ölçüm sonucunda elde edilen Leq ile çok yakın değerler elde edilmiştir (bkz. Şekil 5.5). Diğer taratan elde edilen gürültü düzeylerinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen izin verilebilir gürültü düzeylerini aştığı gözlenmiştir.

İnönü Bulvarı'nda KKYS araç sayım raporları ve diğer verilere göre yapılan CNM 5.0 modellemesi sonucunda elde edilen ekran görüntüsü Şekil 5.16.'da görülmektedir.



Şekil 5.16. İnönü Bulvarı KKYS CNM Modellemesi

Şekil 5.16'da görülen model üzerinde tanımlanan yollar üzerinde trafik lambaları kırmızı ve yeşil çizgiler halinde görülmektedir. Köşelerde görülen dört daire algılayıcıları temsil etmektedir. Şeritler üzerinde bulunan kırmızı renkler otomobilleri, mor renkler kamyonetleri, mavi renkler kamyonları, yeşil renkler ise otobüsleri sembolize etmektedir. KKYÖ oluşturulan modele göre kavşak profilinin değişmiş olduğu anlaşılmaktadır (bkz. Şekil 5.10). Elde edilen 1 saatlik modelleme sonuçları Çizelge 5.5'de görülmektedir.

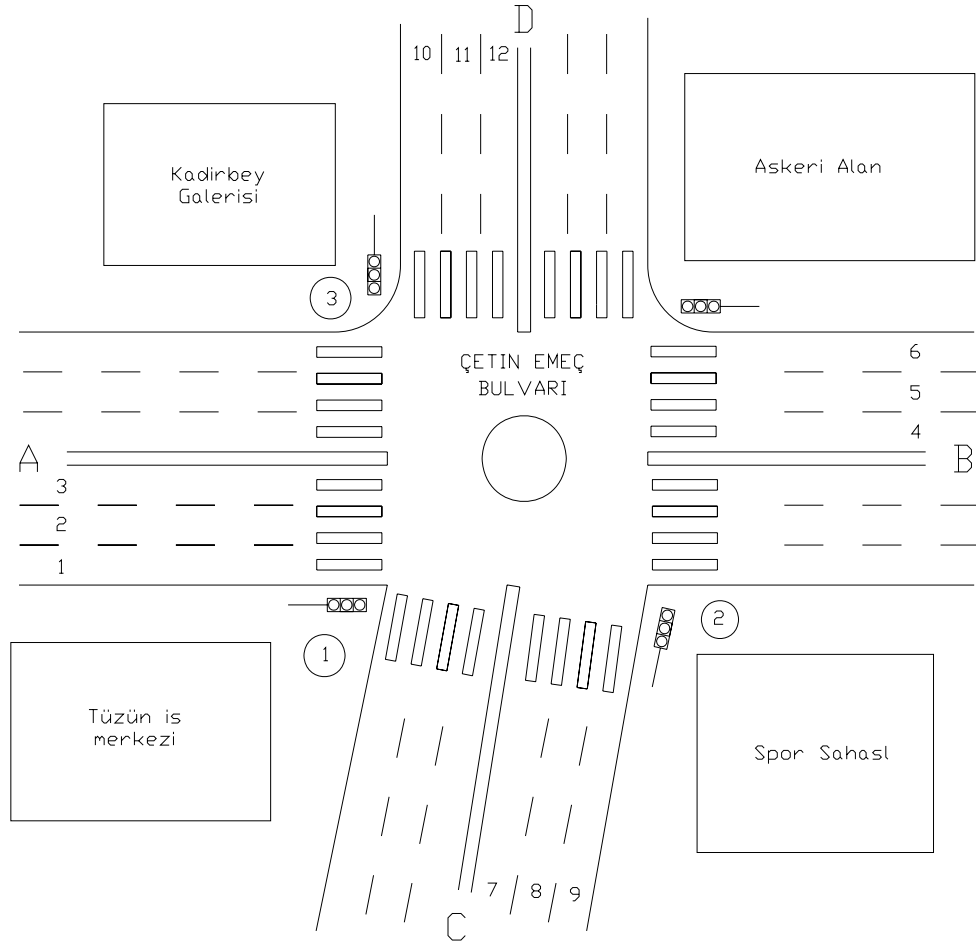
Çizelge 5.5. İnönü Bulvarı KKYS normal sayım CNM 5.0 modelleme sonuçları

Zaman (s)	Alıcı Konum Adı	Zaman Aralığı Anlık Araç Sayısı	Zaman Aralığı Anlık Gürültü Seviyesi(dB)	Leq (dBA)
10	1. nokta	14	59,8	58,4
10	2. nokta	14	62,4	60,6
10	3. nokta	14	60,2	60,1
10	4. nokta	14	63,3	63,1
3600	1. nokta	62	65,5	67,3
3600	2. nokta	62	67,4	68,5
3600	3. nokta	62	65,4	69,4
3600	4. nokta	62	71,5	72,9

Çizelge 5.5’de görüldüğü gibi 1 saatlik modelleme sonucu elde edilen eşdeğer gürültü seviyeleri ile ölçülen eşdeğer gürültü seviyeleri yaklaşık olarak örtüşmektedir. Ölçülen değerler sırasıyla 67,2 dBA, 69,0 dBA, 69,7 dBA, 72,4 dBA ‘dır. Bu durumda İnönü Bulvarı KKYS araç sayısının iki katına çıktığını varsaydığımız gelecek senaryosunda tahmin edilen gürültü seviyelerinin %90’ın üzerinde bir ihtimalle doğru olacağı anlaşılmaktadır. Bu değerleri Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’ndeki sınır değerlerle kıyaslanırsa, tamamının izin verilen sınır değerleri aştığı görülmektedir.

5.4.3. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ modellemesi

Çetin Emeç Bulvarı’nda, kavşak etrafında üç noktada insanların etkilenebileceği tespit edilmiş ve ölçüm alınmıştır. Ölçüm alınmayan nokta askeri bir alan olup ormanlık bir yapıdadır. Kavşağın şematik görünüşü ve ölçüm yapılan noktalar Şekil 5.17.’de verilmiştir.



Şekil 5.17. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ şematik görünüşü

Kavşağın fotoğrafı Resim 5.4 ve Resim 5.5’de verilmiştir. Resim 5.4’de karşıdan geldiği görülen araçlar D-C istikametinde hareket etmektedirler. Sağ tarafta görülen pembe binalar bahsedilen askeri yapılardır ve yeşillik alan görülmektedir. Resim 5.5’de A-B, B-A hareket eden araçlar görülmektedir.



Resim 5.4. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ bir görünüş



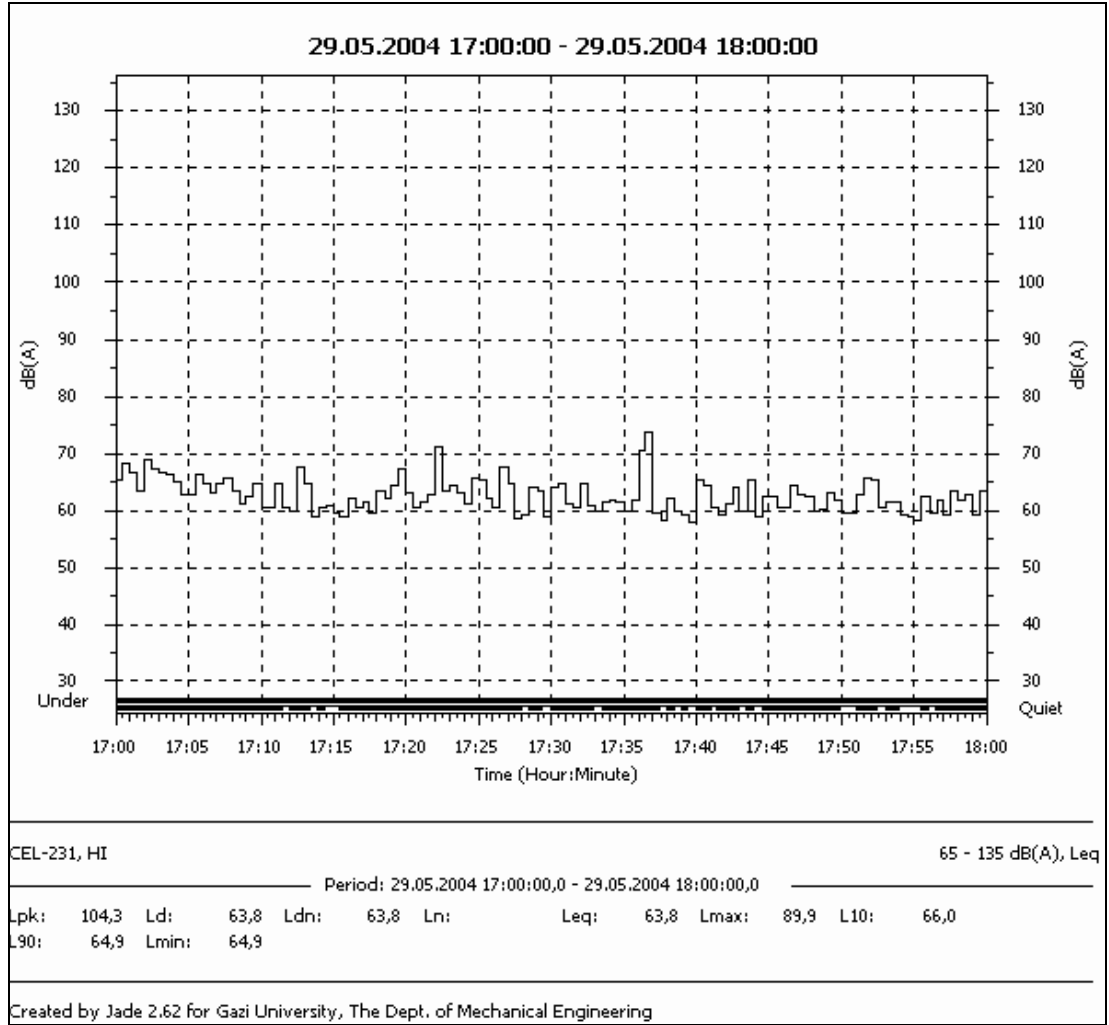
Resim 5.5. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ bir görünüş

Çetin Emeç Bulvarı'ndan KKYÖ geçen araç sayıları, Çizelge 5.6' da görüldüğü gibi her şerit için ayrı ayrı farklı araç tiplerinde belirlenmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere en yüksek sayıda araç B-a yönündeki 6 numaralı şeritten (bkz. Şekil 5.17.) geçmektedir.

Çizelge 5.6. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ taşıt sayım raporu

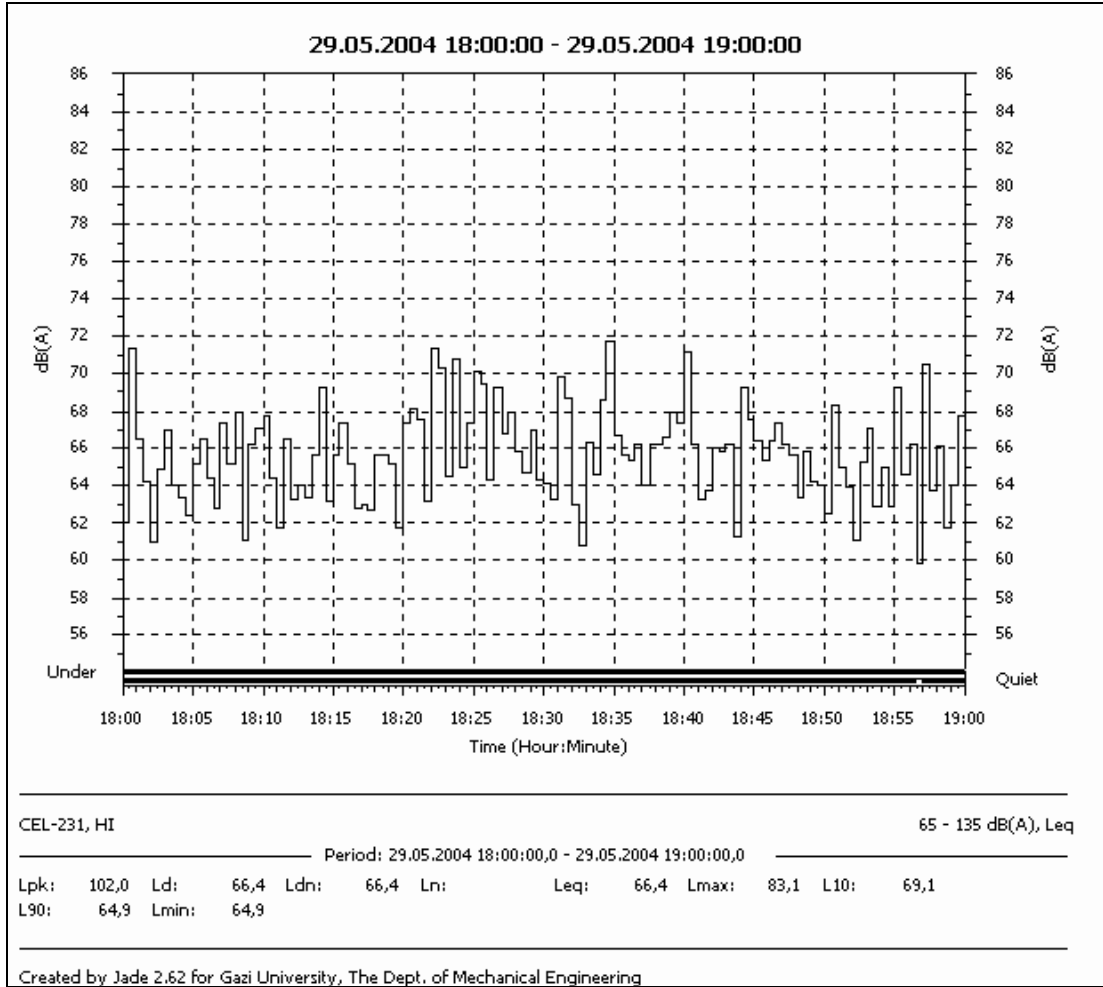
Yönler	A-B			B-A			C-D			D-C		
Şeritler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Otomobil	157	186	208	897	817	896	279	129	268	210	255	292
Minibüs	12	17	13	35	48	56	12	9	25	7	20	9
Otobüs	1	1	0	3	8	1	0	0	1	1	0	1
Kamyon	3	0	2	8	10	21	6	5	0	1	4	4
Kamyonet	6	10	2	33	15	24	6	1	1	2	7	2
Toplam	179	214	225	976	898	998	303	144	295	221	286	308
	618			2872			742			815		

Bilgisayarlı veri toplama sistemi kullanılarak gerçekleştirilen Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ gürültü ölçüm sonuçları Şekil 5.18- Şekil 5.20' de verilmiştir.



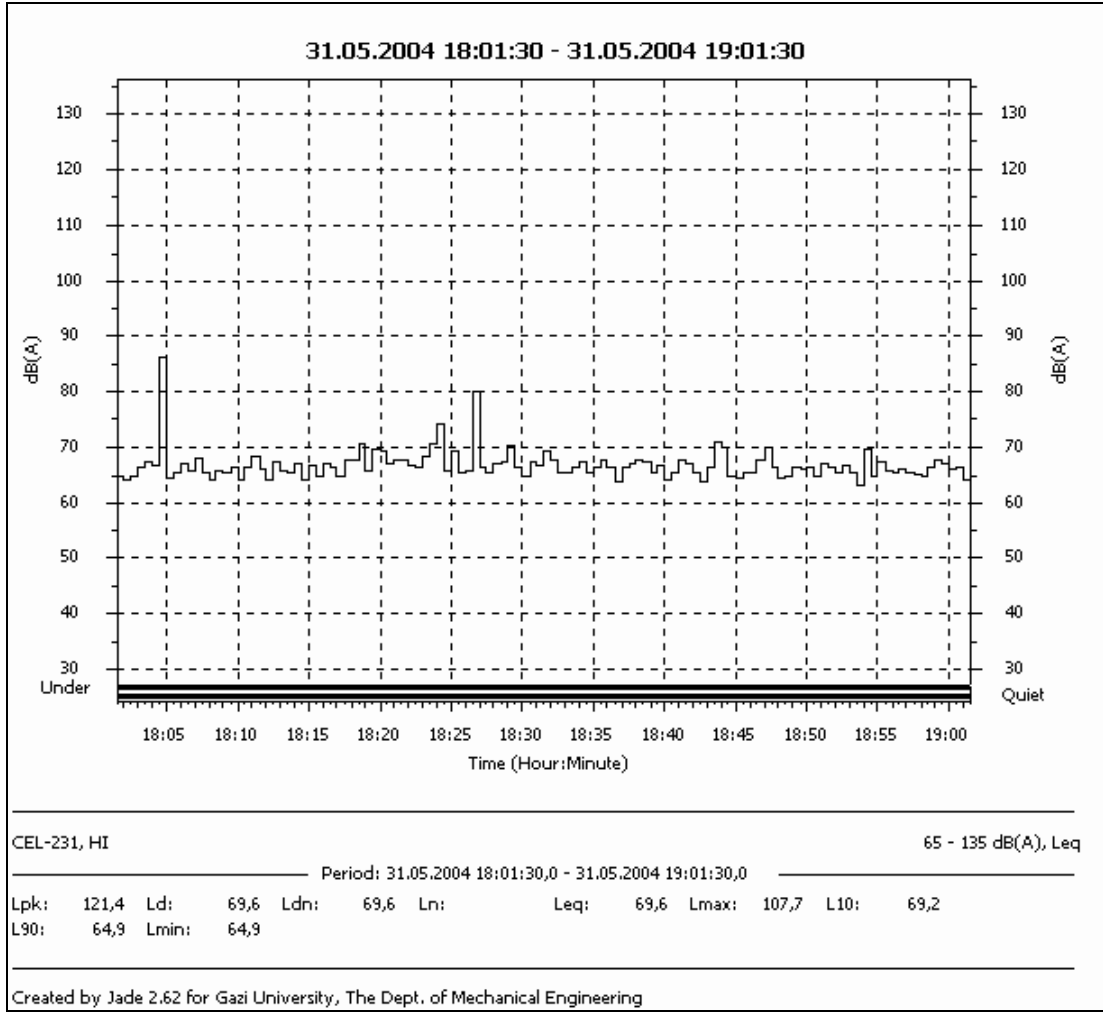
Şekil 5.18. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ 1. noktadan alınan ölçüm sonuçları

Çetin Emeç Bulvarı 1. noktada yapılan ölçümde eşdeğer gürültü seviyesi (Leq) 63,8 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 89,9 dBA olduğu gözlenmiştir. Gürültü düzeylerinin çoğunlukla 60-65 dBA aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir. Ölçülen eşdeğer gürültü seviyesinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre değerlendirildiğinde 1 noktasında izin verilebilir gürültü düzeylerinin altında ancak 2 ve 3 noktalarında izin verilebilir gürültü düzeylerinin üstünde olduğu gözlenmiştir.



Şekil 5.19. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ 2. noktada alınan ölçüm sonuçları

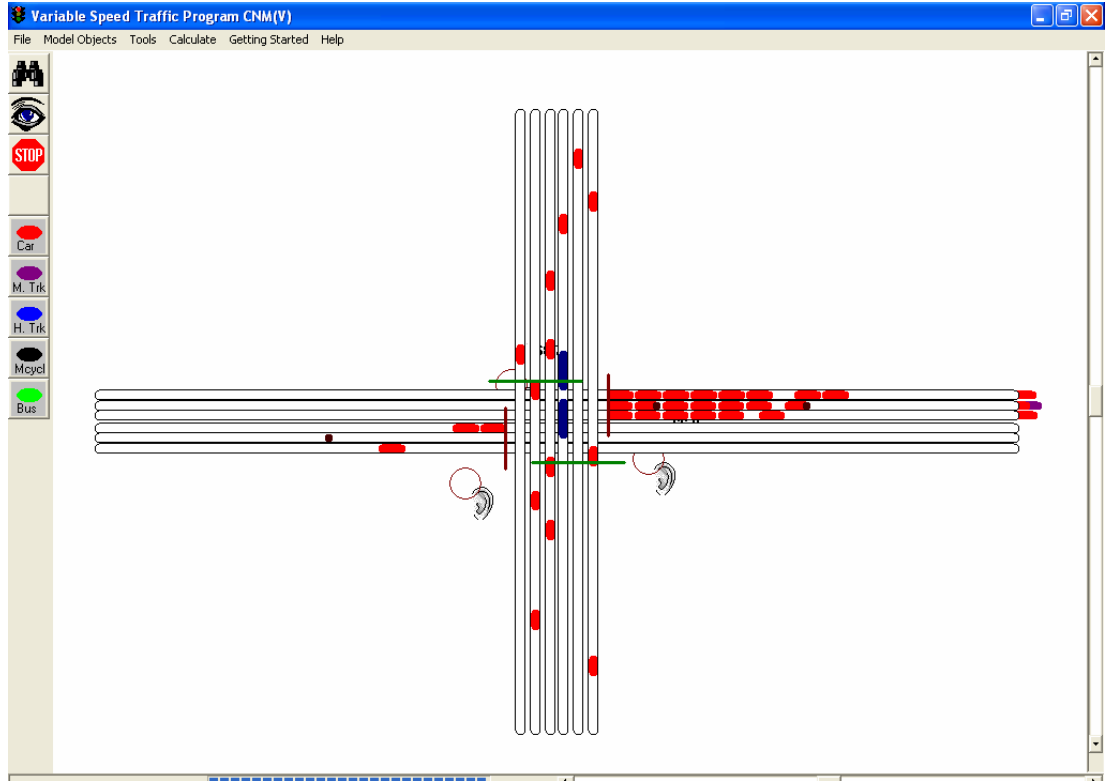
Çetin Emeç Bulvarı 2. noktada yapılan ölçümde eşdeğer gürültü seviyesi (Leq) 66,4 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 83,1 dBA olduğu gözlenmiştir. Gürültü düzeylerinin çoğunlukla 64-68 dBA aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir. Ölçülen eşdeğer gürültü seviyesinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen izin verilebilir gürültü düzeylerini aştığı gözlenmiştir.



Şekil 5.20. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ 3. noktada alınan ölçüm sonuçları

Çetin Emeç Bulvarı 3. noktada yapılan ölçümde eşdeğer gürültü seviyesi (Leq) 69,6 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 107,7 dBA olduğu gözlenmiştir. Gürültü seviyelerinin 65-70 dBA aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir. Ölçüm esnasında araçların yüksek korna sesleri sonucu grafikte iki kez yükselme gerçekleşmiştir. Ölçüm alanındaki gürültü düzeylerinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen izin verilebilir gürültü düzeylerini aştığı gözlenmiştir.

Çetin Emeç Bulvarı'nda KKYÖ araç sayım raporları ve diğer verilere göre yapılan CNM 5.0 modellemesi sonucunda elde edilen ekran görüntüsü Şekil 5.21'de görülmektedir.



Şekil 5.21. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ CNM 5.0 Modellemesi

Şekil 5.21’da görülen model üzerinde tanımlanan yollar üzerinde trafik lambaları kırmızı ve yeşil çizgiler halinde görülmektedir. Köşelerde görülen dört daire algılayıcıları temsil etmektedir. Şeritler üzerinde bulunan kırmızı renkler otomobilleri, mor renkler kamyonetleri, mavi renkler kamyonları, yeşil renkler ise otobüsleri sembolize etmektedir. Elde edilen 1 saatlik modelleme sonuçları Çizelge 5.7’de görülmektedir.

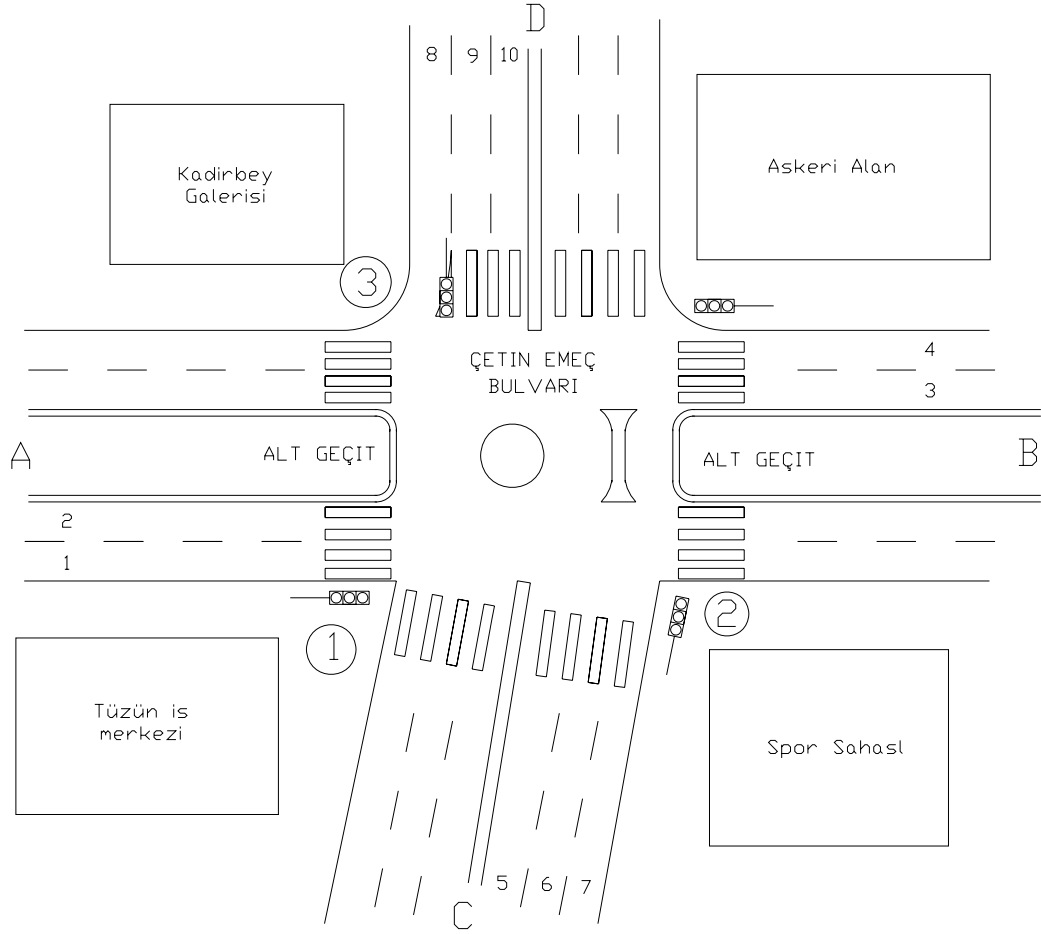
Çizelge 5.7. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ normal sayım CNM 5.0 modelleme sonuçları

Zaman (s)	Alıcı Konum Adı	Zaman Aralığı Anlık Araç Sayısı	Zaman Aralığı Anlık Gürültü Seviyesi(dB)	Leq (dBA)
10	1. nokta	10	58,2	58,0
10	2. nokta	10	60,1	60,0
10	3. nokta	10	61,0	61,0
3600	1. nokta	51	62,1	63,7
3600	2. nokta	51	65,3	66,8
3600	3. nokta	51	68,7	69,7

Çizelge 5.7’de görüldüğü gibi 1 saatlik modelleme sonucu elde edilen eşdeğer gürültü seviyeleri ile ölçülen eşdeğer gürültü seviyeleri yaklaşık olarak örtüşmektedir. Ölçülen değerler sırasıyla 63,7 dBA, 66,4 dBA, 69,6 dBA’ dır. Bu durumda Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katına çıktığını varsaydığımız gelecek senaryosunda tahmin edilen gürültü seviyelerinin %90’ın üzerinde bir doğruluk payı olacağı anlaşılmaktadır. Bu değerleri Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’ndeki sınır değerlerle kıyaslayacak olursak tamamının izin verilen sınır değerleri aştığı görülmektedir.

5.4.4. Çetin Emeç Bulvarı KKYS modellemesi

Köprülü KKYS kavşağın şematik görünüşü ve ölçüm noktaları Şekil 5.22’de, farklı noktalardan çekilen fotoğrafları da Resim 5.5 ve Resim 5.7’de verilmiştir.



Şekil 5.22. Çetin Emeç bulvarının KKYS şematik görünüşü

Şekil 5.22’de görüldüğü gibi kavşağın görünüşü değişmiş ve A-B hattı boyunca alt geçit inşa edilmiştir. A-B istikametindeki şerit sayısı azalırken diğer şerit sayılarının değişmediği görülmektedir (bkz. Şekil 5.17). ayrıca kavşak genişlemiş, ölçüm yapılan noktalara yani algılayıcılara yaklaşmış ve bir miktar yükselmiştir. Kavşağın yükseldiği Resim 5.6’da daha iyi görülmektedir.



Resim 5.6. Çetin Emeç Bulvarı KKYS bir görünüş



Resim 5.7. Çetin Emeç Bulvarı KKYS bir görünüş

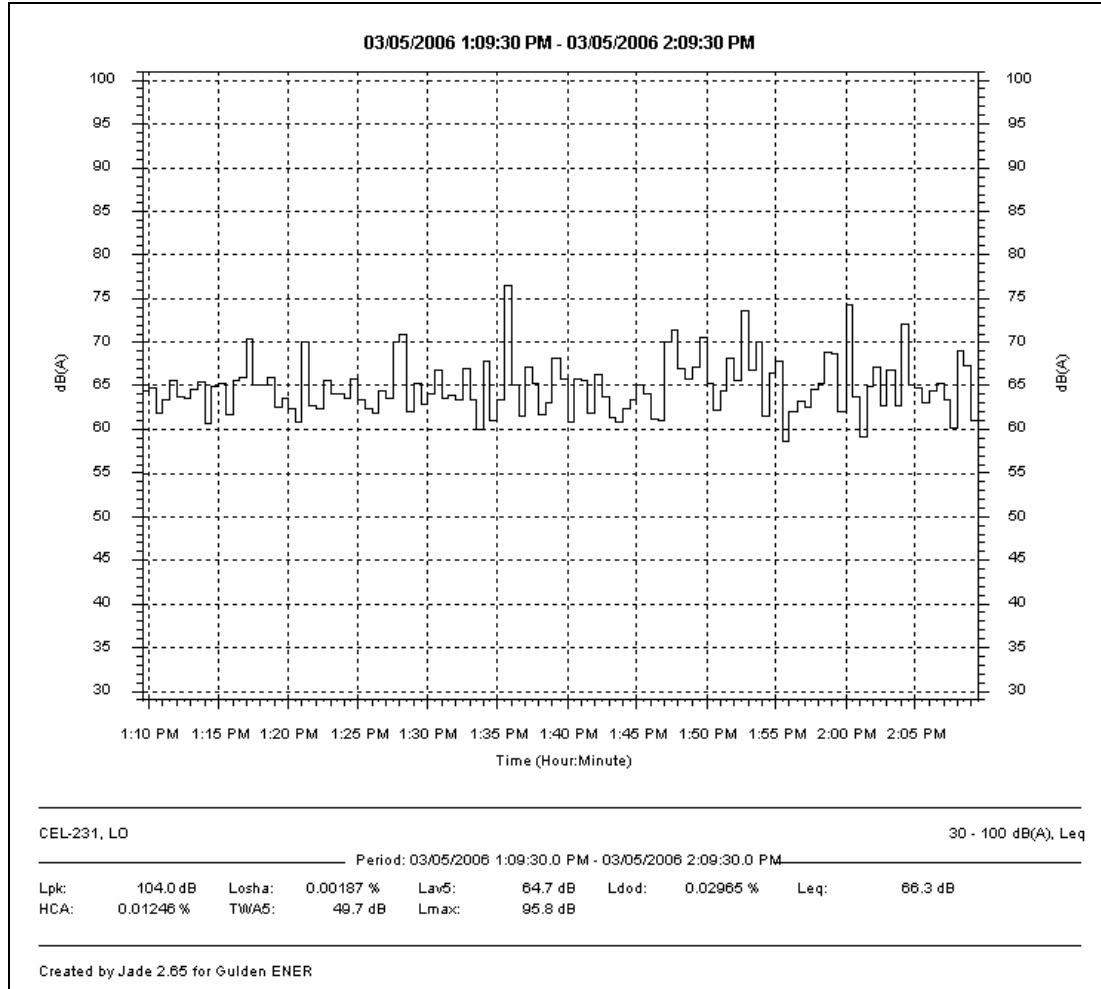
Resim 5.6 ve Resim 5.7’de sağ taraf A yönünü sol taraf B yönünü göstermektedir. Karşıdan gelen araçlar da D’ den C’ ye doğru hareket etmektedirler.

Çetin Emeç Bulvarı’ dan KKYS geçen araç sayıları, Çizelge 5.8’de görüldüğü gibi her şerit için ayrı ayrı farklı araç tiplerinde belirlenmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere en yüksek sayıda araç C-D yönündeki 7 numaralı şeritten (bkz. Şekil 5.22) geçmektedir. Çizelge 5.6’ de bulunan Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ taşıt sayım raporu ile karşılaştıracak olursak toplamda araç sayısında %30 civarında bir düşüş gözlenmektedir. Araçların bir kısmının alt geçitten hiç durmadan A-B ve B-A yönünde geçiş yaptıkları ve üstte bulunan kavşağı kullanmadıkları görülmektedir. Bu azalışın bir kısmının da ölçüm yapılan saatlere bağlı olduğu, KKYÖ taşıt sayılarının yüksek olmasının, sayımların daha yoğun saatlere yapılmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Oluşan gürültü seviyesi araç sayısına bağlı olarak değerlendirileceği için ölçüm yapılan saatin önemi bulunmamaktadır.

Çizelge 5.8. Çetin Emeç Bulvarı KKYS taşıt sayım raporu

Yönler	A-B		B-A		C-D			D-C		
Şeritler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Otomobil	162	124	333	460	435	470	750	104	207	495
Minibüs	7	12	13	29	30	38	33	8	19	17
Otobüs	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Kamyon	3	3	3	9	6	0	17	0	3	2
Kamyonet	4	3	2	14	16	8	16	2	6	5
Toplam	175	143	362	512	487	516	816	114	235	521
	318		874		1819			870		

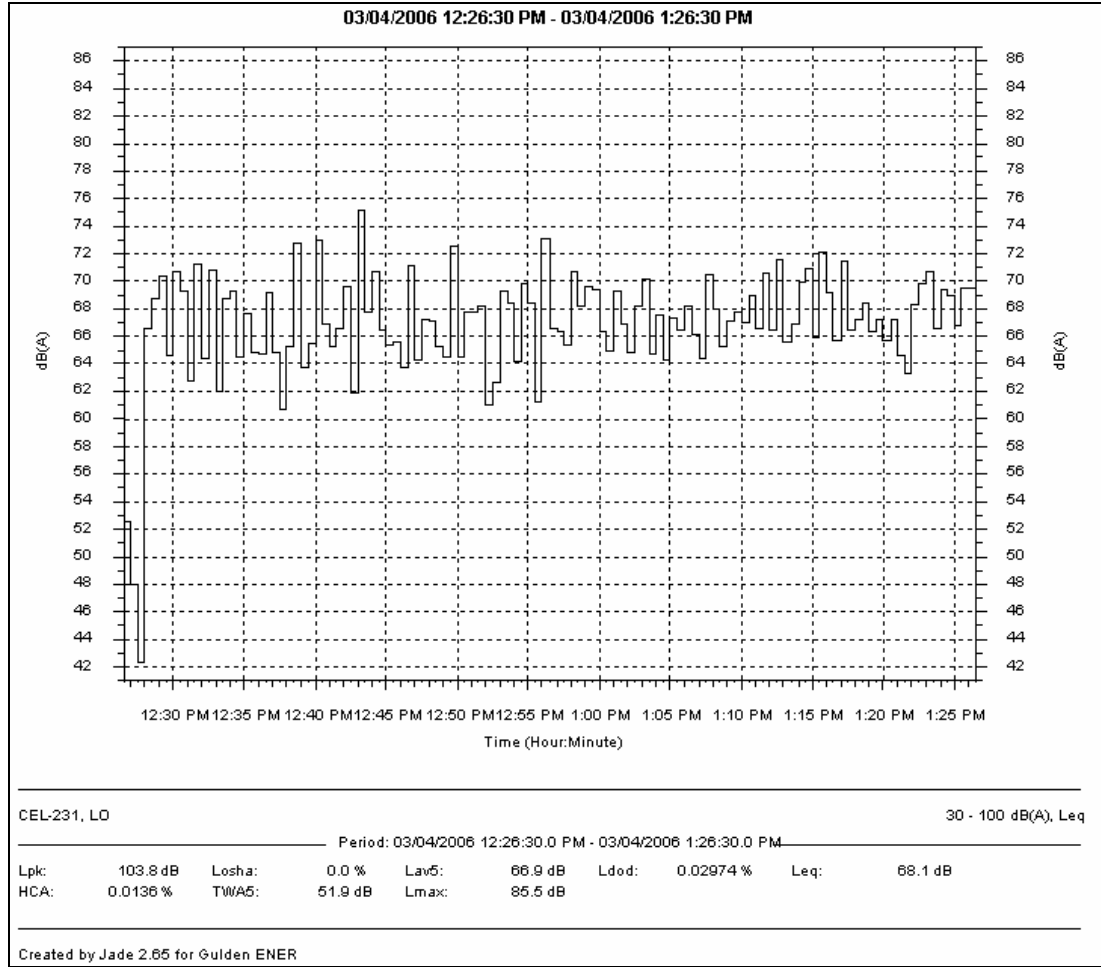
Çetin Emeç Bulvarı KKYS ölçüm sonuçları Şekil 5.23-5.25’de verilmiştir.



Şekil 5.23. Çetin Emeç Bulvarı KKYS 1. noktada alınan ölçüm sonuçları

Çetin Emeç Bulvarı 1. noktada yapılan ölçümde, eşdeğer gürültü seviyesi 66,3 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 95,8 dBA olduğu gözlenmiştir. Gürültü seviyelerinin 63-68 dBA aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir. KKYÖ 1 noktasında alınan ölçüme göre, eşdeğer gürültü seviyelerinde de artış gözlenmektedir. Araç sayılarının bir miktar azalmasına rağmen gürültü seviyesindeki bu artmanın, kavşak profilindeki değişmeye bağlı olduğu değerlendirilmektedir. Kavşağın genişlemesi ve 1 noktasına yaklaşması kaynak ile alıcı arasındaki mesafenin azalmasına ve dolayısıyla maruz kalınan gürültü seviyesinin artmasına neden olmaktadır. KKYÖ 1 noktasında alınan ölçümlerde (bkz. Şekil 5.18), Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen izin verilebilir gürültü düzeylerinin

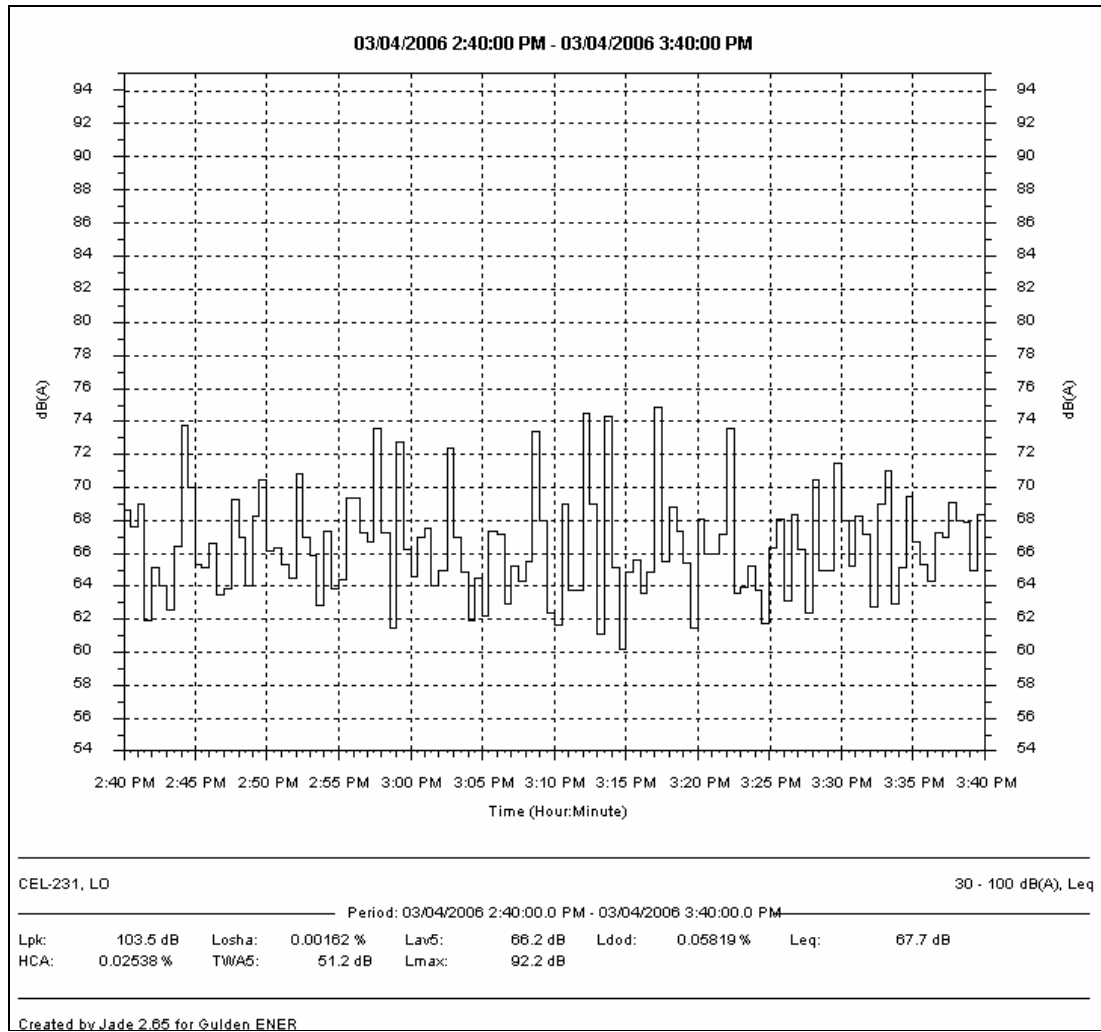
altında bir değer ölçülmüşken, KKYS gürültü seviyesi sınır değerlerin üstünde çıkmıştır.



Şekil 5.24. Çetin Emeç Bulvarı KKYS 2. noktada alınan ölçüm sonuçları

Çetin Emeç Bulvarı 2. noktada yapılan ölçümde, eşdeğer gürültü seviyesi 68,1 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 85,5 dBA olduğu gözlenmiştir. Gürültü seviyelerinin 64-69 dBA aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir. Ancak ölçüme başlandığı sırada, bağlantı kablosunda meydana gelen bir temassızlık sonucu 1-2 dakikalık bir hata oluşmuştur. Bu hatanın ölçüm sonucuna etkisinin ihmal edilebilir olmasından dolayı dikkate alınmamıştır. KKYÖ 2 noktasında alınan ölçüme göre, eşdeğer gürültü seviyelerinde 1 noktasında olduğu gibi artış gözlenmektedir. Araç sayılarının bir miktar azalmasına rağmen gürültü seviyesindeki bu artışın yine kavşak profilindeki

değişmeye bağlı olduğu değerlendirilmektedir. Kavşağın genişlemesi ve 2 noktasına yaklaşması kaynak ile alıcı arasındaki mesafenin azalmasına ve dolayısıyla maruz kalınan gürültü seviyesinin artmasına neden olmaktadır. Elde edilen gürültü düzeylerinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen izin verilebilir gürültü düzeylerini aştığı belirlenmiştir.

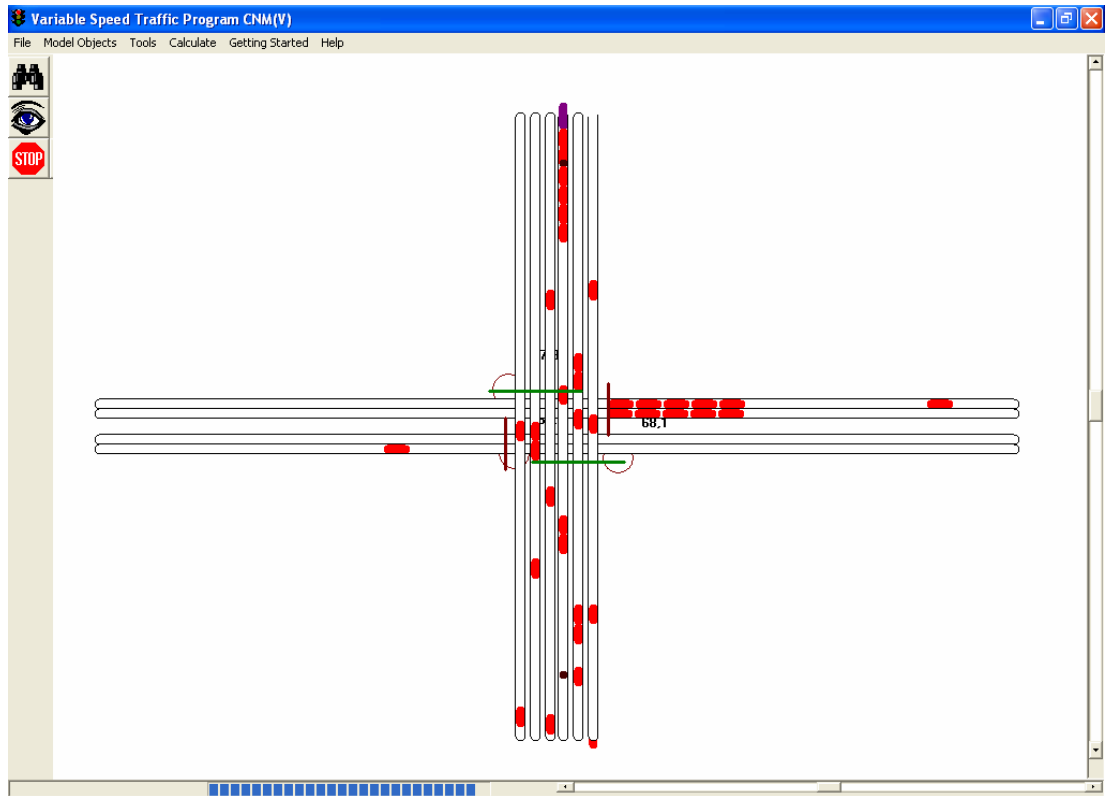


Şekil 5.25. Çetin Emeç Bulvarı KKYS 3. noktada alınan ölçüm sonuçları

Çetin Emeç Bulvarı 3. noktada yapılan ölçümde, eşdeğer gürültü seviyesi 67,7 dBA ve en yüksek gürültü seviyesi ise 92,2 dBA olduğu gözlenmiştir. Gürültü seviyelerinin 62-70 dBA aralığında dağılım gösterdiği görülmektedir. KKYÖ 3 noktasında alınan ölçüme göre, eşdeğer gürültü seviyesinde düşüş

gözlenmektedir. 1 ve 2 noktalarında kavşağın genişlemesi ve ölçüm noktalarına yaklaşması durumu 3 noktasında gerçekleşmemiştir ve araç sayılarının bir miktar azalmasına bağlı olarak gürültü seviyesinde de azalma meydana gelmiştir. Elde edilen gürültü düzeylerinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen izin verilebilir gürültü düzeylerini aştığı belirlenmiştir.

Çetin Emeç Bulvarı'nda KKYS araç sayım raporları ve diğer verilere göre yapılan CNM 5.0 modellemesi sonucunda elde edilen ekran görüntüsü Şekil 5.26'da görülmektedir.



Şekil 5.26. Çetin Emeç Bulvarı KKYS CNM 5.0 modellemesi

Şekil 5.26'da görülen model üzerinde tanımlanan yollar üzerinde trafik lambaları kırmızı ve yeşil çizgiler halinde görülmektedir. Köşelerde görülen dört daire algılayıcıları temsil etmektedir. Şeritler üzerinde bulunan kırmızı renkler otomobilleri, mor renkler kamyonetleri, mavi renkler kamyonları, yeşil

renkler ise otobüsleri sembolize etmektedir. Şekil 5.21 ile karşılaştırıldığında 1 ve 2 numaralı algılayıcıların kavşağa ne kadar yaklaştıkları görülebilmektedir. Elde edilen 1 saatlik modelleme sonuçları Çizelge 5.9’de görülmektedir.

Çizelge 5.9. Çetin Emeç Bulvarı KKYS normal sayım CNM 5.0 modelleme sonuçları

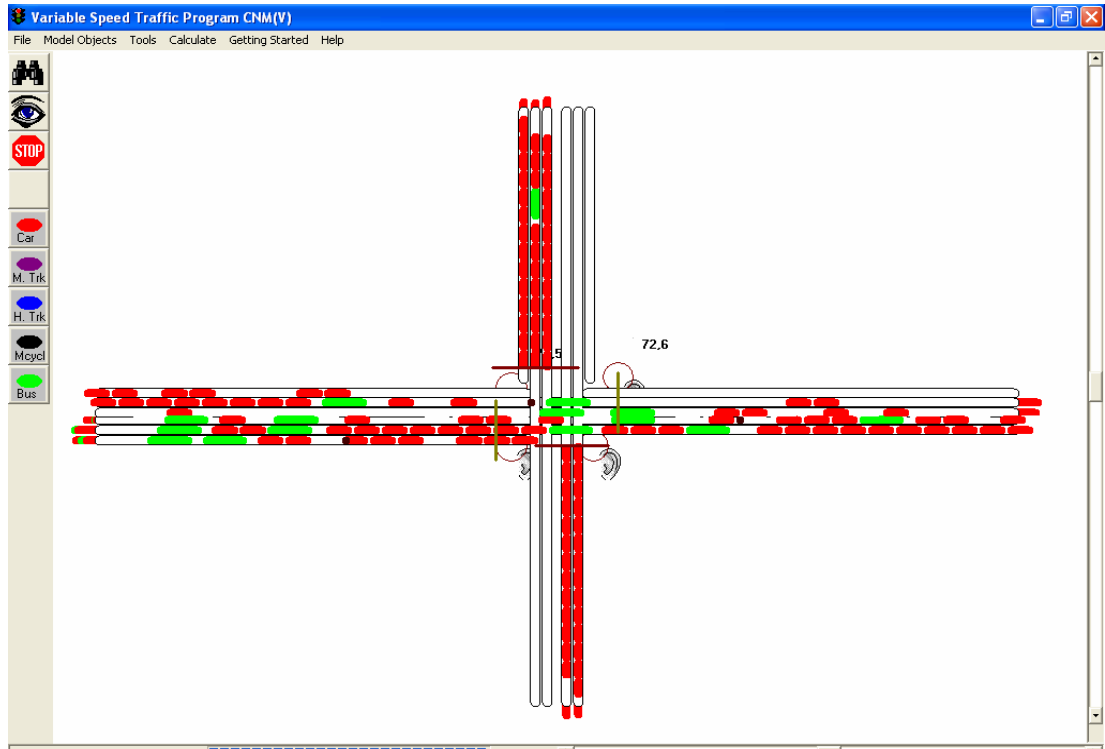
Zaman (s)	Alıcı Konum Adı	Zaman Aralığı Anlık Araç Sayısı	Zaman Aralığı Anlık Gürültü Seviyesi(dB)	Leq (dBA)
10	1. nokta	14	59,1	58,3
10	2. nokta	14	62,2	60,6
10	3. nokta	14	61,1	60,3
3600	1. nokta	57	67,9	66,0
3600	2. nokta	57	68,4	68,0
3600	3. nokta	57	67,6	67,9

Çizelge 5.9’da görüldüğü gibi 1 saatlik modelleme sonucu elde edilen eşdeğer gürültü seviyeleri ile ölçülen eşdeğer gürültü seviyeleri yaklaşık olarak örtüşmektedir. Ölçülen değerler sırasıyla 66,7 dBA, 68,1 dBA, 67,7 dBA’ dır. Bu durumda Çetin Emeç Bulvarı KKYS araç sayısının iki katına çıktığını varsaydığımız gelecek senaryosunda tahmin edilen gürültü seviyelerinin %95’in üzerinde bir doğruluk payı olacağı anlaşılmaktadır. Bu değerleri Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’ndeki sınır değerlerle kıyaslayacak olursak tamamının izin verilen sınır değerleri aştığı görülmektedir.

5.4.5. İki kat artan araç sayısına göre İnönü Bulvarı KKYÖ modellemesi

Kavşaklarda elde edilen gürültü ölçüm sonuçları ile modelleme sonuçlarının uyumluluğu tespit edilmiştir. Köprülü kavşak yapılan bu iki nokta için gelecekte gürültü seviyesinin nasıl olacağına dair bir tahmin yapmak amacıyla, model üzerinde araç sayısının iki katına çıktığı durum senaryosuna göre simülasyon yapılmıştır. Simülasyon her iki kavşak içinde hem KKYÖ hem KKYS yapılacaktır ve sonuçlar karşılaştırılarak köprülü kavşak yapımının, çevresel taşıt gürültüsüne olan etkisi ortaya konacaktır.

İnönü Bulvarı'nda KKYÖ araç sayısının iki katına çıkması durumuna göre yapılan modelleme Şekil 5.27'de görülmektedir.



Şekil 5.27. İnönü Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katı modellemesi

Elde edilen 1 saatlik İnönü Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katı modelleme sonuçları Çizelge 5.10'da görüldüğü gibidir.

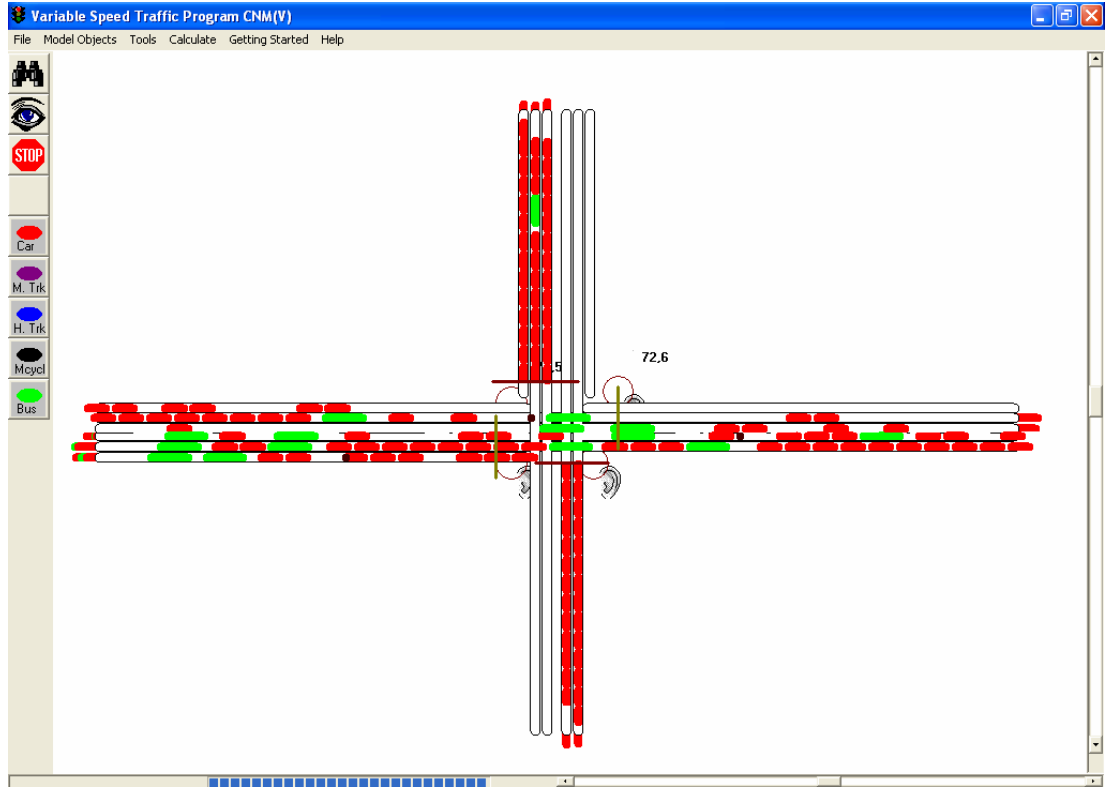
Çizelge 5.10. İnönü Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katı modelleme sonuçları

Zaman (s)	Alıcı Konum Adı	Zaman Aralığı Anlık Araç Sayısı	Zaman Aralığı Anlık Gürültü Seviyesi(dB)	Leq (dBA)
10	1. nokta	67	71,5	71,1
10	2. nokta	67	62,4	71,2
10	3. nokta	67	69,7	69,6
10	1. nokta	67	70,3	70,1
3600	2. nokta	188	73,7	74,8
3600	3. nokta	188	73,6	74,3
3600	1. nokta	188	73,2	72,6
3600	2. nokta	188	76,1	73,5

Çizelge 5.10'da görüldüğü gibi araç sayısının iki katına çıkması senaryosuna göre yapılan simülasyon sonucu elde edilen eşdeğer gürültü seviyeleri, mevcut durumdaki eşdeğer gürültü seviyelerinden yaklaşık olarak 0,5-1 dB arasında fazla çıkmıştır. Bu, İnönü Bulvar'ına köprülülük kavşak yapılmamış durumu ile, gelecekte oluşacak gürültü seviyelerinin 0,5-1 dB artacağını göstermektedir. Araç sayısının iki katına çıkmış olmasına rağmen artışın az gibi görünmesi dB kavramının logaritmik bir değer olmasından kaynaklanmaktadır. Meydana gelen 0,5-1 dB'lik bir artış normalde 10 kat artış meydana geldiğini göstermektedir. Bu değerleri Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ndeki sınır değerlerle kıyaslayacak olursak tamamının izin verilen sınır değerleri aştığı açıkça görülmektedir.

5.4.6. İki kat artan araç sayısına göre İnönü Bulvarı KKYS modellemesi

İnönü Bulvarında KKYS araç sayısının iki katına çıkması durumuna göre yapılan modelleme Şekil 5.28.'de görülmektedir.



Şekil 5.28. İnönü Bulvarı KKYS araç sayısının iki katı CNM 5.0 modellemesi

Elde edilen 1 saatlik İnönü Bulvarı KKYS araç sayısının iki katı modelleme sonuçları Çizelge 5.11'da görüldüğü gibidir.

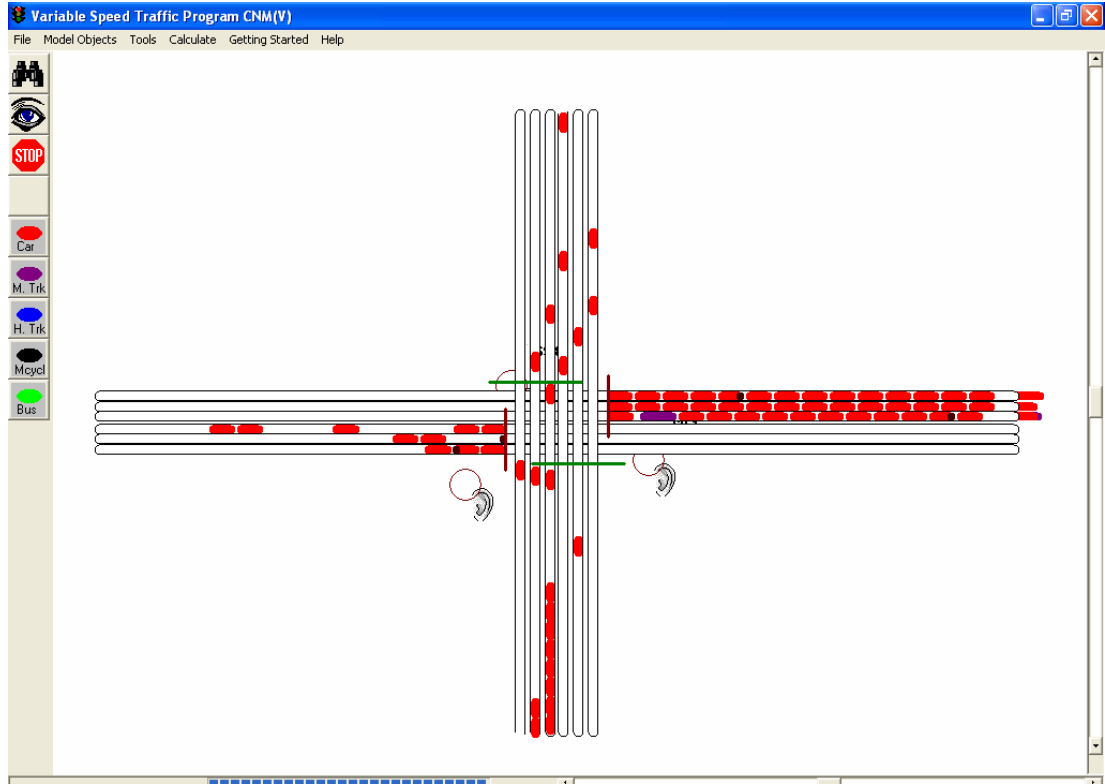
Çizelge 5.11. İnönü Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katı modelleme sonuçları

Zaman (s)	Alıcı Konum Adı	Zaman Aralığı Anlık Araç Sayısı	Zaman Aralığı Anlık Gürültü Seviyesi(dB)	Leq (dBA)
10	1. nokta	31	59,0	58,6
10	2. nokta	31	62,6	60,7
10	3. nokta	31	61,2	60,4
10	4. nokta	31	64,7	63,5
3600	1. nokta	95	66,9	68,9
3600	2. nokta	95	68,9	70,8
3600	3. nokta	95	68,0	70,4
3600	4. nokta	95	73,7	74,2

Çizelge 5.11’da görüldüğü gibi araç sayısının iki katına çıkması senaryosuna göre yapılan simülasyon sonucu elde edilen eşdeğer gürültü seviyeleri, mevcut durumdaki eşdeğer gürültü seviyelerinden yaklaşık olarak 1 dB fazla çıkmıştır. Bu, İnönü Bulvarı’na köprülü kavşak yapılmış durumu ile, gelecekte oluşacak gürültü seviyelerinin 1 dB artacağını göstermektedir. Araç sayısının iki katına çıkmış olmasına rağmen artışın az gibi görünmesi dB kavramının logaritmik bir değer olmasından kaynaklanmaktadır. Meydana gelen 0,5-1 dBlik bir artış normalde 10 kat artış meydana geldiğini göstermektedir. Bu değerleri Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’ndeki sınır değerlerle kıyaslanacak olursa tamamının izin verilen sınır değerleri aştığı açıkça görülmektedir.

5.4.7. İki kat artan araç sayısına göre Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ modellemesi

Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katına çıkması durumuna göre yapılan modelleme Şekil 5.28’de görülmektedir.



Şekil 5.29. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katı CNM 5.0 modellemesi

Elde edilen 1 saatlik Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ iki kat artan taşıt sayılarına göre yapılan modelleme sonuçları Çizelge 5.12.'de görüldüğü gibidir.

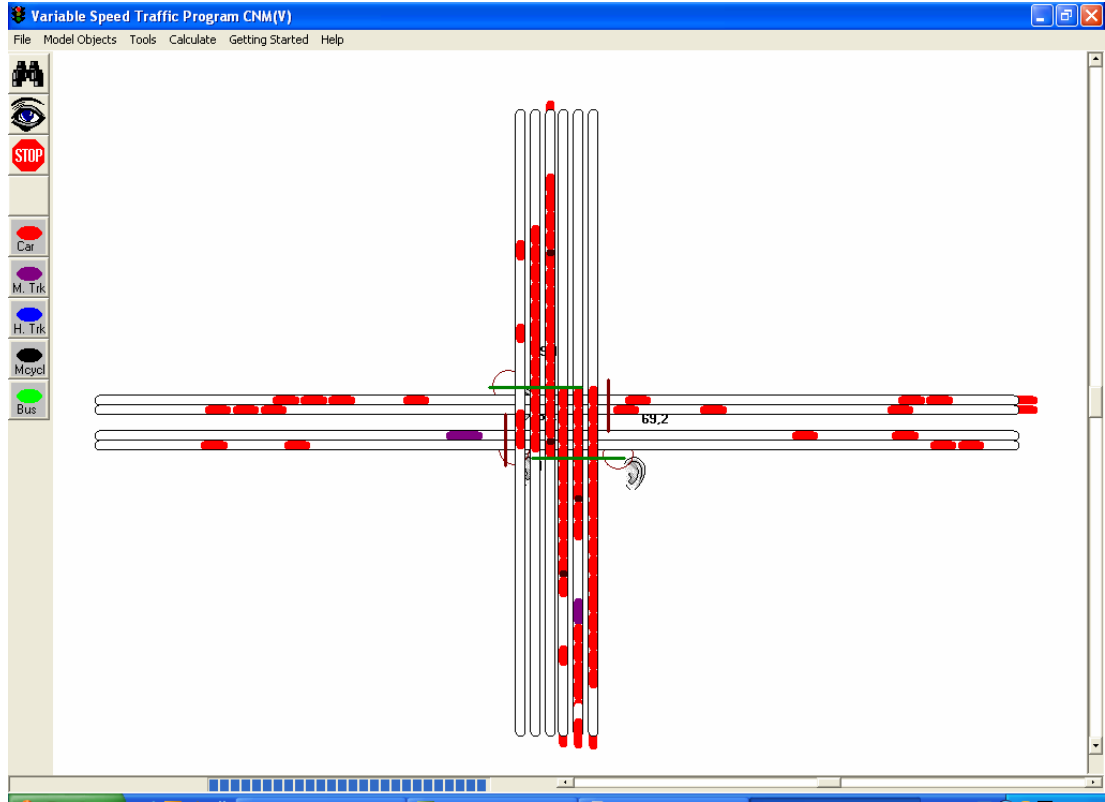
Çizelge 5.12. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katı CNM modelleme sonuçları

Zaman (s)	Alıcı Konum Adı	Zaman Aralığı Anlık Araç Sayısı	Zaman Aralığı Anlık Gürültü Seviyesi(dB)	Leq (dBA)
10	1. nokta	31	58,4	58,2
10	2. nokta	31	60,3	60,1
10	3. nokta	31	60,6	61,1
3600	1. nokta	109	68,6	64,9
3600	2. nokta	109	70,0	68,1
3600	3. nokta	109	72,9	70,7

Çizelge 5.12’de görüldüğü gibi araç sayısının iki katına çıkması senaryosuna göre yapılan simülasyon sonucu elde edilen eşdeğer gürültü seviyeleri, mevcut durumdaki eşdeğer gürültü seviyelerinden yaklaşık olarak 1dB fazla çıkmıştır. Bu, İnönü Bulvar’ına köprülÜ kavşak yapılmış durumu ile, gelecekte oluşacak gürültü seviyelerinin 1dB artacağını göstermektedir. Araç sayısının iki katına çıkmış olmasına rağmen artışın az gibi görünmesi dB kavramının logaritmik bir değer olmasından kaynaklanmaktadır. Meydana gelen 1dB’lik bir artış normalde 10 kat artış meydana geldiğini göstermektedir. Bu değerleri Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’ndeki sınır değerlerle kıyaslayacak olursak, 1 noktasında gelecekte oluşacak gürültü seviyesi izin verilen sınır değerlerin altında, 2 ve 3 noktalarında oluşacak gürültü seviyesi izin verilen sınır değerlerin üzerindedir.

5.4.8. İki kat artan araç sayısına göre Çetin Emeç Bulvarı KKYS modellemesi

Çetin Emeç Bulvarı KKYS araç sayısının iki katına çıkması durumuna göre yapılan modelleme Şekil 5.29’da görölmektedir.



Şekil 5.30. Çetin Emeç Bulvarı KKYÖ araç sayısının iki katı CNM 5.0 modellemesi

Elde edilen 1 saatlik Çetin Emeç Bulvarı KKYS iki kat artan taşıt sayılarına göre yapılan modelleme sonuçları Çizelge 5.13.'de görüldüğü gibidir.

Çizelge 5.13. Çetin Emeç bulvarı KKYS araç sayısının iki katı CNM modelleme sonuçları

Zaman (s)	Alıcı Konum Adı	Zaman Aralığı Anlık Araç Sayısı	Zaman Aralığı Anlık Gürültü Seviyesi(dB)	Leq (dBA)
10	1. nokta	18	58,1	58,4
10	2. nokta	18	60,9	60,2
10	3. nokta	18	61,9	60,5
3600	1. nokta	90	69,1	67,3
3600	2. nokta	90	70,9	69,2
3600	3. nokta	90	69,5	69,1

Çizelge 5.13'de görüldüğü gibi araç sayısının iki katına çıkması senaryosuna göre yapılan simülasyon sonucu elde edilen eşdeğer gürültü seviyeleri, mevcut durumdaki eşdeğer gürültü seviyelerinden yaklaşık olarak 1-1,3 dB fazla çıkmıştır. Bu, İnönü Bulvarı'na köprülülük kavşak yapılmış durumu ile, gelecekte oluşacak gürültü seviyelerinin 1-1,3 dB artacağını göstermektedir. Araç sayısının iki katına çıkmış olmasına rağmen artışın az gibi görünmesi dB kavramının logaritmik bir değer olmasından kaynaklanmaktadır. Meydana gelen 1-1,3 dB'lik bir artış normalde 10 kat artış meydana geldiğini göstermektedir. Bu değerleri Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ndeki sınır değerlerle kıyaslayacak olursak tamamının izin verilen sınır değerleri aştığı açıkça görülmektedir.

Elde edilen verilerin tamamını net bir şekilde görebilmek için Çizelge 5.14 oluşturulmuştur ve aşağıdadır. Bu çizelgeye göre İnönü Bulvarı'nda, KKYÖ alınan ölçümler ile oluşturulan model sonuçları birbiri ile örtüşmektedir. Buna bağlı olarak oluşturulan gelecek senaryosunun modeli de gerçeğe yakın değerler verecektir ki bunlar son sütunda görülmektedir. Yine KKYS alınan ölçümler ve model sonuçları örtüşmekte ve gelecekte oluşabilecek gürültü seviyeleri son sütunda yer almaktadır. 4 noktada da KKYS gürültü değerlerinde yaklaşık 4-5 dB azalma meydana gelmiştir. Bu azalmanın nedeninin, araçların yarıya yakınının alt geçidi kullanarak bölgeyi geçmelerine, alt geçit için inşa edilen tünelin üzerinin otopark yapılarak kapatılmasına ve bunların yanında kavşak profilinin değişmemesine bağlı olarak algılayıcılar ile kaynak arasındaki mesafenin aynı kalmasına bağlı olduğu değerlendirilmektedir. Bu durumda İnönü Bulvarı'nda köprülülük kavşak yapımı araç trafiğindeki durma kalkma faaliyetlerini ve araç sayılarını azaltmasına bağlı olarak oluşan çevresel trafik gürültüsünü azaltmış ve gelecekte oluşabilecek gürültü seviyelerinde 4-5 dBe kadar düşüş sağlamıştır.

Çetin Emeç Bulvarı'nda, KKYÖ ve KKYS oluşturulan modellerin yapılan ölçümlerle örtüştüğü Çizelge 5.14'den anlaşılmaktadır. Buna bağlı olarak

araç sayısının iki katına çıkması şeklinde oluşturulan gelecek senaryosu modellenerek oluşabilecek gürültü seviyeleri gerçeğe yakın olarak tahmin edilmiştir ve Çizelge 5.14'ün son sütununda yer almaktadır. Bulunan değerler irdelenecek olursa Çetin Emeç Bulvarı'nda 1 ve 2 noktalarındaki gürültü seviyesinin KKYS yaklaşık 2-3 dB arttığı görülmektedir. Hatta 1 noktasında KKYÖ sınır değerlerin altında bulunan gürültü seviyesi, KKYS sınır değerlerin üzerine çıkmıştır. 3 noktasındaki gürültü seviyesi ise 2 dB kadar azalmıştır. 1 ve 2 noktalarında kavşaktaki araç sayıları azalmış olmasına rağmen meydana gelen artışın nedeni, kavşak profilinin değişerek kaynak ile alıcı arasındaki mesafenin azalmasına bağlı olarak maruz kalınan gürültü seviyesinin artmasıdır. 3 noktasında ise algılayıcı konumunda bir değişiklik olmamıştır ve gürültü seviyesi araç sayısının azalmasına bağlı olarak azalmıştır. Buna göre Çetin Emeç Bulvarı'nda köprülü kavşağın oluşan trafik gürültü seviyesine olumlu etkileri olduğu söylenemez. Belediyeler, bu gibi durumlarda gerekli araştırmaları, gürültü ölçümlerini yaparak, kavşak profilinin değişmesini değerlendirmeli ve gerekli gürültü kontrol çalışmalarını gerçekleştirmelidir. Bu ve buna benzer alıcıların bulunduğu bölgelerde, algılayıcı kaynaktan uzaklaştırılmalı, uygulamanın zor olduğu hallerde, kaynak ile alıcı arasında yol kenarı şehir karakterine uygun, estetik görünümlü ses yutucu yapay veya ağaç bitki kümesi gibi tabii engellerle perdelenerek gürültü düzeyi düşürülmelidir.

Çizelge 5.14. Kavşaklarda alınan ölçüm ve modelleme sonuçları

Kavşaklar		Ölçüm Alınan Noktalar	Toplam Araç sayısı	Cel 231 ile ölçülen değerler (dBA)	CNM modellem e ile elde edilen değerler (dBA)	CNM ile araç sayısının iki katı modelleme (dBA)
İnönü Bulvarı	KöprülÜ Kavşak Yapımı Öncesi	1. nokta	10808	74,3	74,3	74,8
		2. nokta		74,3	73,8	74,3
		3. nokta		71,3	71,5	72,6
		4. nokta		72,5	72,8	73,5
	KöprülÜ Kavşak Yapımı Sonrası	1. nokta	5222	67,2	67,3	68,9
		2. nokta		69,0	69,5	70,8
		3. nokta		69,7	69,4	70,4
		4. nokta		72,4	72,9	74,2
Çetin Emeç Bulvarı	KöprülÜ Kavşak Yapımı Öncesi	1. nokta	5047	63,8	63,7	64,9
		2. nokta		66,4	66,8	68,1
		3. nokta		69,6	69,7	70,7
	KöprülÜ Kavşak Yapımı Sonrası	1. nokta	3881	66,3	66,0	67,3
		2. nokta		68,0	68,0	69,2
		3. nokta		67,7	67,9	69,1

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu deneysel çalışmada, köprülü kavşak yapımı gibi trafik düzenlemelerinin karayolu ulaşım araçlarından kaynaklanan çevresel gürültüye olan etkileri araştırılmış ve  evresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre değerlendirmeler yapılmıştır.

Yapılan  l  mler ve modellemelerde, köprülü kavşak yapımının çevresel gürültüye olan etkilerine ilişkin şu sonuçlar elde edilmiştir.

- İnönü Bulvarı'nda ölçüm yapılan dört noktada da gürültü seviyesi KKYS ortalama 4 dB azalmıştır.

-  etin Emeç Bulvarı'nda ölçüm yapılan 1 noktasında, KKY   l  len gürültü seviyesi  evresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde verilen sınır değerlerin altındayken, KKYS  l  len gürültü seviyesi yaklaşık 3 dB kadar artmıştır.

-  etin Emeç Bulvarı'nda ölçüm yapılan 2 noktasında, KKYS oluşan gürültü seviyesi yaklaşık 2 dB kadar artmıştır.

-  etin Emeç Bulvarı'nda ölçüm yapılan 3 noktasında, KKYS oluşan gürültü seviyesi yaklaşık 2 dB kadar azalmıştır.

Elde edilen bu sonuçlara göre, köprülü kavşak yapımının çevresel taşıt gürültüsüne olan etkileri konusunda bütün faktörler dikkate alınmadan kesin bir hüküm verilemez. Kavşak profili, kavşak yapılan bölgenin özellikleri ve yapılan çalışma için gerekli alanın yeterliliği, şehrin ulaşım karakteristiği gibi özelliklere bağlı olarak bazı kavşaklarda oluşan gürültü seviyesine olumlu etkileri olabilecekken, bazı kavşaklarda tam aksine olumsuz etkileri olabilmektedir. Bu gibi trafik düzenlemeleri yapılırken bu faktörler göz önünde

bulundurulmalı ve gerekmesi halinde duruma uygun gürültü kontrol önlemleri alınmalı, gürültü seviyesinin azaltılması için uzun ve kısa vadede tedbirler alınmalıdır.

Belediyeler bu gibi projelerinde trafik gürültüsü problemini de göz önüne alarak gerekli kontrolleri yapmalıdır. Bu kontroller sonucunda trafik gürültüsünü arttıracak bir durumun olabileceği değerlendirilmesi halinde kaynak ile alıcı arasında yol kenarı şehir karakterine uygun, estetik görünümlü ses yutucu yapay veya ağaç bitki kümesi gibi tabii engellerle perdelenerek gürültü düzeyi düşürülmelidir.

Özellikle ağır araç sürücülerin kavşaklardaki trafiğin azalmasına bağlı olarak bu yolları daha fazla tercih etmeleri durumunda, planlamalarda sanayi bölgesi ve demiryolu hattı gibi gürültülü alanlardan geçirilmesi sağlanmalı, konut alanlarından mümkün olduğunca uzaklaştırılmalıdır.

Yol kotunun yükselmesi ve buna bağlı olarak yol eğiminin artması sonucu araçların daha fazla gürültü çıkarmaları gibi durumların söz konusu olması durumunda kavşak projesi tekrar gözdeden geçirilmeli bu problemin ortadan kaldırılmasına yönelik mevcut duruma uygun çözüm yöntemleri geliştirilmelidir. Kaynak ile alıcının bulunduğu yerleşim arasında yapılacak düzenleme ile de gürültüde azaltma temin edilebilir. Üst kısımdan geçen araçların gürültü yayılma alanı genişleyeceğinden, yola yakın ses yutucu engel yapılmalı veya yola yakın binalara daha az kat müsaadesi verilmelidir.

Bunun yanında trafik akımı kesilmemeli, sinyalizasyon sisteminde yumuşak akım sağlayan program uygulanmalı ve gereksiz klakson çalma önlenmelidir. Doğru vitesle araç kullanma, araç bakımı, bozuk egzozla trafiğe çıkmamak gibi araç kullanıcıları üzerine düşen konularda etkin biçimde denetleme sağlanmalıdır. Mümkün olduğunca otobüs durakları karşılıklı ve kavşaklara yakın yapılmamalıdır. Otobüslerde aşırı yüklenmeden kaçınılmalıdır.

Gürültü kontrolü açısından değerlendirildiğinde bu gibi çalışmaların ikinci aşamasında, köprülü kavşakların tünellerinde oluşan gürültünün, tünel giriş ve çıkışlarındaki çevresel gürültüye olan etkilerinin, ses yutucu sistemlerin kullanılıp kullanılmamasına bağlı olarak nasıl değiştiği araştırılmalı, ses yutucu sistemlerin etkileri ve gerekliliği incelenmelidir. Yine ileride yapılabilecek böyle bir çalışma, etraftaki alıcıların bulunduğu noktalardan yani ev veya işyerlerinden, balkonlardan alınan ölçümlerle daha kapsamlı değerlendirilmelidir. Yüksekliğe bağlı olarak meydana gelebilecek değişimler, sıcaklığın etkisi gibi faktörlerde dikkate alınarak değerlendirilmeler yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Yüksel, F., Gökdağ, M. ve Çetin, M., "Ulaşım Araçlarından Kaynaklanan Gürültü Kirliliği ve Önleme Yöntemleri," TMMOB, **1. Kent İçi Ulaşım ve Trafik Sempozyumu**, Ankara, 86-91 (2001).
2. Cuniff, P.F., "Transportation noise", Environmental Noise Pollution, **John-Wiley & Sons Inc.**, Canada, 151-175 (1977).
3. Toprak, R., ve Aktürk, N., " Raylı ulaşım sistemlerinde güvenliği tehdit eden tehlikeler", **III. Ulaşım ve Trafik Kongresi**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Ankara, 99-108 (2001).
4. Kurra, S., Gürültü Kirliliği Ulusal Çevre Eylem Planı, **DPT**, Ankara 1-87 (1998).
5. Gülgeç, İ., "Ulaşım Trafik Gürültüsü", **İkinci Toplu Taşıma Kongresi, Ankara Büyükşehir Belediyesi EGO Genel Müdürlüğü**, Ankara, 42-48 (1979).
6. Koncabaş, E.S., "Urban transportation planning applications in developed and developing countries and analysis of transportation system in Ankara on the basis of rail transit" Yüksek Lisans Tezi, **ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 33-46 (1998).
7. Özgüven, N., "Endüstriyel Gürültü Kontrolü", **Makine Mühendisleri Odası Yayınları**, Ankara, 1-17, 37-42 (1986).
8. Steele, C., "A critical review of some traffic noise prediction models", **Applied Acoustics**, 62 (3): 271-287 (2001).
9. Wetzel, E., Nicolas, J., Andre, Ph., and Boreux, J., "Modelling the propagation pathway of street-traffic noise: practical comparison of German guidelines and real-world measurements", **Applied Acoustics**, 57(2): 97-107 (1999).
10. Suksaard, T., Sukasem, P., Tabucanoo, M., Aoi, I., Shirai, K. and Tanaka, H., "Road traffic noise prediction modelin Thailand", **Applied Acoustics**, 58(2) : 123-130 (1999).
11. Pamanikabud, P. and Tharasawatpipat, C., "Modeling of urban area stop-and-go traffic noise", **Journal of Transportation Engineering-Asce**, 125 (2): 152-159 (1999).

12. Harris, R., Cohn, L. and Knudson, S., "Evaluation of the federal Highway Administration's Traffic Noise Model", ***Journal of Transportation Engineering-Asce***, 126 (6): 513-520 (2000).
13. Kumar, K. And Jain, V.K., "Autoregressive integrated moving averages (ARIMA) modelling of a traffic noise time series", ***Applied Acoustics***, 58 (3): 283-294 (1999).
14. Probst, B. and Huber, B., "Calculation and assessment of traffic noise exposure", ***Sound and Vibration***, 34(7):16-20 (2000).
15. McNerney, M., Landsberger, B., Turen, T. and Pandelides, A., "Comparative field measurements of tire pavement noise of selected Texas pavements", ***Environmental and Social Effects of Transportation***, 16(26):78-84 (1998).
16. Watts, G.R., Chandler, S.N. and Morgan, P.A., "The combined effects of porous asphalt surfacing and barriers on traffic noise", ***Applied Acoustics***, 58(3): 351-371 (1999).
17. Clench, J., Bartonova, a., Klaboe, R. and Kolbenstvedt, M., "Oslo traffic study-part 1: an integrated approach to assess the combined effects of noise and air pollution on annoyance", ***Atmospheric Environmental***, 34(27): 4727-4736 (2000).
18. Clench, J., Bartonova, a., Klaboe, R. and Kolbenstvedt, M., "Oslo traffic study-part 2: quantifying effects of traffic measures using individual exposure modeling", ***Atmospheric Environmental***, 34(27): 4737-4744 (2000).
19. Guzejev, M., Vuorinen, H.S., Kaprio, J., Heikkilä, K. and Rauhamaa, H., "Self-report of transportation noise exposure, annoyance and noise sensitivity in relation to noise map information", ***Journal of Sound and Vibration***, 234(2): 191-206 (2000).
20. Sato, T., Yano, T., Björkman, M. and Rylander, R., "road traffic noise annoyance in relation to average noise level, number of events and maximum noise level", ***Journal of Sound and Vibration***, 223(5): 775-784 (1999).
21. Szagun, B. and Seidel, H., "Mortality due to road traffic in Baden-Württemberg- Air pollution, accidents, noise", ***Gesundheitswesen***, 62 (4): 225-233 (2000).
22. Steensberg, J., "Community noise policy in Denmark", ***Journal of Public Health Policy***, 1: 109-117 (1999).

23. Watts, G.R. and Godfrey, N.S., "Effects on roadside noise levels of sound absorptive materials in noise barriers", ***Applied Acoustics***, 58: 385-402 (1999).
24. Moehler, U., Liepert, M., Schuemer, R. and Griefahn, B., "Disferences between railway and road traffic noise", ***Journal of Sound and Vibration***, 231 (3): 853-864 (2000).
25. Manoel, J., Filho, A., Lenzi, A. ve Henrigue, P., 'Trafik Kompozisyonunun Cadde Gürültüsüne Olan Etkisi', ***Journal of Sound and Vibration***, Brezilya, 1-23 (2003).
26. Bendtsen, H., 'Trafik Gürültüsü Modellemesinde Nordic Tahmin Metodunun Kullanılması', ***Journal of Sound and Vibration***, İngiltere, 1-12 (1999).
27. TSE ECE R-59, "Motorlu Taşıtlarda Değiştirilebilen Susturucu Sistemlerin Onayı İle İlgili Hükümler", ***TSE***, Ankara 1-12 (1996).
28. TSE ECE R-51, "Motorlu Taşıtlarda Gürültü Emisyonları Konusunda En Az 4 Tekerleğe Sahip Motorlu Taşıtların Onayı İle İlgili Hükümler", ***TSE***, Ankara 1-29 (1998).
29. TS EN ISO 11689, "Akustik Makine Ve Donanım İçin Gürültü Yayma Verilerinin Karşılaştırılması İşlemi" ***TSE***, Ankara 1-17 (2000).
30. TS 187, "Ses veya Gürültünün Fiziksel ve Öznel Yeğlinliğinin İfadesi", ***TSE***, Ankara, 1-2 (1973).
31. TS 9235, "Akustik-Sabit Durumda Çalışan Karayolu Taşıtlarının Çıkardığı Gürültünün Ölçülmesi-Klavuz Metod", ***TSE***, Ankara, 1-7 (1991).
32. TS 10792, "Akustik-Çevre Gürültüsünün Belirlenmesi ve Ölçümü-Gürültü Sınırlarına Uygulama", ***TSE***, Ankara, 1-4 (1993).
33. TS 9315, "Akustik-Çevre Gürültüsünün Belirlenmesi ve Ölçümü, Temel Büyüklükler ve İşlemler", ***TSE***, Ankara, 1-10 (1991).
34. TS 2214, "Akustik-Hareket Halindeki Karayolu Taşıtlarının Çıkardığı Gürültünün Ölçülmesi İçin Klavuz Metod", ***TSE***, Ankara, 1-5 (1991).
35. TS 10713, "Şehir İçi Yollar- Trafik Gürültüsü Tespiti ve Önlemleri", ***TSE***, Ankara, 1-16 (1993).
36. TS 8535, "Ses Seviyesi Ölçme Aletleri", ***TSE***, Ankara, 1-31 (1990).

37. Can, H., "Endüstriyel Gürültülerin İncelenmesi, Çalışma Koşullarına Etkileri ve Alınması Gerekli Önlemler", Yüksek Lisans Tezi, **Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Balıkesir, 71-85 (1992).
38. Vehid, S., Köksal, S., Yüceokur, A., Şenocak, M. Ve Erginöz, H., "İş yeri gürültüsünün kan basıncı üzerine etkisi", **Cerrahpaşa Tıp Dergisi**, 28 (2): 89-94 (1997).
39. Arpacı, A.S., "Gürültü kirliliğinin incelemesi ve öneri getirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Yıldız teknik üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 51-66 (1995).
40. Şahin, E., "Endüstriyel gürültü kontrolüyle üretimin zaman ve miktar performansına ergonomik bir yaklaşım", Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 60-86 (1995).
41. Karakaş, İ., " FMC Nurol Savunma Sanayi Anonim Şirketine gürültünün çalışanlar üzerindeki fizyolojik ve psikolojik etkilerinin boyutları" Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 18-25 (1997).
42. Alfatlı, S., "Endüstriyel kuruluşlarda gürültü kontrolü", Yüksek Lisan Tezi, **Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Eskişehir, 161-167 (1998).
43. Devren, M., "Gürültüye bağlı işitme kayıplı olguların odyolojik bulguları ve psiko-sosyal yönden karşılaştırılması", Doktora Tezi, **Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Edirne, 14-23 (1999).
44. Dereköy, F.S., "Bir mermer fabrikasındaki gürültünün çalışan işçiler üzerindeki odyolojik etkileri", **Kulak Burun Boğaz Klinikleri Dergisi**, 2 (1): 7-10 (2000).
45. Ergüner, F., Toprak, R. ve Aktürk, N., "Açık ocak maden işletmelerin neden olduğu çevresel gürültü", **Çevre Bilimleri Dergisi**, 6:1-9 (2003).
46. Sözen, M. ve İlgürel, N., "Bir Sanayi Kuruluşunda Gürültü İle İlgili Ölçmeler ve Çalışanların Gürültüden Etkilenme Durumları", **6. Ulusal Akustik Kongresi**, Antalya, 257-267 (2002).
47. Sözen, M., Kepçeoğlu, H. ve İlgürel, N., "Tekstil Sanayinde Gürültü ve Bir Örnek İnceleme", **6. Ulusal Akustik Kongresi**, Antalya, 245-256 (2002).
48. Üçüncü, O. ve Demirel Ö., "Doğu Karadeniz Bölgesinde (Trabzon ili) bulunan çay fabrikalarında gürültü kirliliği üzerine bir araştırma", **6. Ulusal Akustik Kongresi**, Antalya, 366-370 (2002).

49. Tosun, İ., Avşar, Y., Sevindir, H.C. ve Beyhan, M., "İspartada Gürültü Seviyei Üzerine Trafik, Endüstri ve Ticari Faaliyetlerin Etkisi", **S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, Isparta, 7(1): 70-79 (2003).
50. Güney, A., "Açık Alanda Kullanılan Techizatın Çevresindeki Gürültü Emisyonu Yönetmeliği 2000/14/AT'nin Getirdikleri", **6. Ulusal Akustik Kongresi**, Antalya, 172-178 (2002).
51. Özlü, F. Ve Güney, A., "Motorlu Taşıt Gürültüsü ve Azaltma Yöntemleri" **Mühendis ve Makine**, Makine Mühendisleri Odası Yayını, 41(483): 22-29 (2000).
52. Baldemir, F. ve Akbulut, A., "Elazığ Şehir Merkezindeki Gürültü Kaynakları ve Gürültü Seviyesinin Belirlenmesi", **F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 9(1): 1-16 (1997).
53. Tekin, M. ve Baysoy, M., "Motorlu Taşıtlarda Gürültü Emisyonu ve Kontrolü", **6. Ulusal Akustik Kongresi**, Antalya, 313-322 (2002).
54. Çetin, İ., Eroğlu M. ve Aktürk, N., "Taşıt Motorlarının Neden Olduğu Gürültü", **Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi**, Ankara, 153-165 (2002).
55. Bay, F. ve Güney, A., "Lastik-Yol Gürültüsü", **4. Ulusal Akustik Kongresi**, Antalya, 157-173 (1998).
56. Tayfur, S., Özen, H. ve Eren, B.K., "Gürültü Önleyici Asfalt Kaplamalar ve İstanbul İlinde Yapılan Uygulamaların Değerlendirilmesi", **Trafik ve Yol Güvenliği Ulusal Kongresi**, Ankara, 44-45 (2003).
57. Gökoğlu, S. ve Göktan, A., "Sinyal tepe noktaları yakalama algoritması ile aktif gürültü kontrolü", **6. Ulusal Akustik Kongresi**, Antalya, 112-121 (2002).
58. Herman LA., "Analysis of strategies to control traffic noise at the source- Implications for policy makers", **Environmental and social effects of transportation**, 41-48 (1998).
59. Özdamar, A. ve Baltacı, A., "Ege Üniversitesi Kampüsü Gürültü Profili", Mühendis ve Makina, **Makine Mühendisleri Odası Yayını**, 496 (2001).
60. Öbek, E., Koçer, N., Uslu, G.ve Civelek, Ş., "Elazığ'da Bir Yol Güzergahındaki Binalarda Gürültü Seviyei İle Bitkisel Gürültü Perdesi Türlerinin Belirlenmesi", **F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 13(2): 79-87 (2001).

61. Gezbul, H., "Sakarya ilinde trafik kaynaklı gürültü ve kontrolü", Yüksek Lisans Tezi, **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sakarya, 20-27 (1996).
62. Uslu, G., Koçer, N. N. ve Öbek E., "Elazığ'da gürültü kirliliğinin araştırılması", **Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 12 (1): 121-128 (2000).
63. Akdağ, N., "Gürültü Haritalarının Oluşturulmasına Bir Örnek: Barboros Bulvarı Çevresi", ", **6. Ulusal Akustik Kongresi**, Antalya, 371-379 (2002).
64. Kurra, S., "İstanbul'un Çevre Sorunları ve Çözüm Yolları", **İstanbul Ticaret Odası**, 11: 266-297 (1991).
65. Kurra, S., Morimoto, M. and Maekava, Z., "Transportation noise annoyance-a simulated-environment studyfor road, railway and aircraft noises, part 1: overall annoyance", **Journal of Sound and Vibration**, 220 (2):251-278 (1999).
66. Öztürk, Z., "Karayolu ve Demiryolunda Yol Yakınında alınabilecek Gürültü Önlemlerinin İncelenmesi", **IV. Ulusal Akustik Kongresi**, 29-31 Ekim, Kaş/Antalya, 93-103 (1998).
67. Göktaş, A., "Ankara'da Trafiğin Yoğun Olduğu Bölgelerde Gürültü Seviyeleri Tayini ve Bazı Bitkilerde Gürültü Absorbsiyon Değerlerinin Tesbiti", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 7-12,54-55 (1999).
68. Can, H., Özdemir, T. ve Arık, A., "İllerde Gürültü Haritaları ve Balıkesir Örneği", **1. Kentiçi Ulaşım ve Trafik Sempozyumu**, Antalya, 74-79 (2001).
69. Akçay, İ.H., "Yoğun Trafik ve Toplu Taşımacılık", **1. Kentiçi Ulaşım ve Trafik Sempozyumu**, Antalya, 164-169 (2001).
70. Erel, A., "Kentiçi Ulaştırma Sistemlerinin Fonksiyonel Değerlendirmesi", **1. Kentiçi Ulaşım ve Trafik Sempozyumu**, Antalya, 160-162 (2001).
71. Çubuk, K., Türkmen, M. ve Erdem, M., " Ankara'da Yapılan Ulaşım Planlaması Çalışmalarının Raylı Sistemler Bazında Değerlendirilmesi", **Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi**, Ankara, 166-179 (2002).
72. Pampal, S., Kayranlı, B. ve Karakuş, D., "Raylı Ulaşım Sistemlerinden Kaynaklanan Çevresel Gürültünün İncelenmesi", **Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi**, Ankara, 180-189 (2002).

73. Koçyiğit, F.B., "Metro İstasyonlarında Gürültü Kontrolü", **6. Ulusal Akustik Kongresi**, Antalya, 336-345 (2002).
74. Toprak, R. ve Aktürk, N., "Raylı Ulaşım Sistemlerinde Gürültünün Sürücüler Üzerindeki Etkileri", **6. Ulusal Akustik Kongresi**, Antalya, 323-335 (2002).
75. Toprak, R., "Raylı ulaşım sistemlerinde oluşan gürültünün ölçülmesi ve modellenmesi", Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-7 (2003).
76. Dülgeroğlu, A., "Trafik ve Çevre Etkisi", **Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi**, Ankara, 190-195 (2002).
77. Akalp, M.K., Eroğlu, M. ve Aktürk, N., "Taşıtlardaki Kabin Gürültüsünün Yalıtımı", **Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi**, Ankara, 196-206 (2002).
78. Akdoğan, E., "Kavşak Trafiğinin Kontrolü İçin Bir Sinyal Zaman Algoritması ve Uzman Sistem Yaklaşımında Kullanılması", **Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi**, Ankara, 271-276 (2002).
79. Uysal, F., Tütün, K., Güven, A. ve Tınmaz, E., " Trakya'da Gürültü Kirliliği", **Trafik ve Yol Güvenliği Ulusal Kongresi**, Ankara, 76-82 (2003).
80. Alkan, M., Üzkurt, İ. ve Aktürk, N., "Karayolu Trafik Gürültüsünün Ölçülmesi ve Çevresel Açidan Değerlendirilmesi", **Trafik ve Yol Güvenliği Ulusal Kongresi**, Ankara, 523-534 (2003).
81. Özen, M., Eroğlu, M. ve Aktürk, N., "Karayolu Kaynaklı Çevresel Trafik Gürültüsünün Modellenmesi ve Gürültü Tahminleri", **Trafik ve Yol Güvenliği Ulusal Kongresi**, Ankara, 506-518 (2003).
82. Aktürk, N. ve Gürpınar, M., "Çevresel Ulaşım Gürültüsünün Trafik Planlaması Yönünden İncelenmesi", **Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi**, Ankara, 346-359 (2001).
83. Akdemir, O., Üzkurt, İ. ve Aktürk, N., "Trafik Işık Sürelerinin ve Trafik Hacminin Neden Olduğu Çevresel Taşıt Gürültüsü", **6. Ulusal Akustik Kongresi**, Antalya, 346-361 (2002).
84. Aktürk, N., Akdemir, O. ve Üzkurt, İ. "Trafik Işık Sürelerinin ve Trafik Hacminin Neden Olduğu Çevresel Taşıt Gürültüsü", **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 18 (19): 71-87 (2003).

85. Eskişar, T. ve Kıncal, C., “İzmir Kentinde Karayolu Ulaşımı Problemlerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Aracılığıyla Değerlendirilmesi”, **Trafik ve Yol Güvenliği Ulusal Kongresi**”, Ankara 127-133 (2003).
86. Özdoğan, A., “İstanbul şehri değişik bölgelerinde trafik gürültüsü sorunu”, Uzmanlık Tezi, **İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi**, İstanbul, 33-57 (1991).
87. Aktürk, N., Akdemir, O., Üzkurt, İ., ‘Trafik Işık Sürelerinin Neden Olduğu Çevresel Taşıt Gürültüsü’, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, Ankara, 18 (1): 71-87 (2003).
88. Bal, İ., ‘Sakarya İli Trafik Kaynaklı Gürültü Haritasının Hazırlanması’ Yüksek Lisans Tezi, **Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü**, Sakarya, 7-18 (1998).
89. Erol, A., ‘Ankara Kentiçi Trafik Gürültünün Engellenmesi Kullanılacak Bazı Bitkiler Üzerinde Bir Araştırma’, Yüksek Lisans Tezi, **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara 7,47,48 (1993).
90. Üzkurt, İ., ‘ Ulaşım Gürültüsünün Çevresel Etkileri’, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 5-55 2004.
91. Ener, G., Salamcı, M. U. ve Aktürk, N., ‘KöprülÜ Kavşakların Çevresel Taşıt Gürültü Seviyelerine Etkilerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma’, **UMTS 2005 12. Ulusal Makina Teorisi Sempozyumu**, Kayseri, 1: 313-318 (2005).
92. Özen, M., “Karayolu Kaynaklı Çevresel Trafik Gürültüsünün Modellenmesi ve Gürültü Tahminleri”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-58 (2003).
93. Aktürk, N. ve Ünal, Y., “Gürültü, Gürültüyle Mücadele ve Trafik Gürültüsü”, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bülteni**, 3: 21–32 (1998).
94. Gülpınar, O.S., “Yarattıkları Çevre Sorunları Açısından Ulaştırma Sistemlerin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Malatya, 1-15 (1996).
95. Jensen, M.M. and Rasmussen, A.T, “Audiogenic stress and susceptibility to infection”, Physiological Effects of Noise, edited by Wech, B.L. and Welch, A.S., **Plenum Press**, New York, 7-19 (1970).
96. Belgin, E., “Gürültünün İnsan Sağlığına Etkileri”, Kent Ve Gürültü Sempozyumu Bildiriler Kitabı, **T.C. Ankara Valiliği Çevre Koruma Vakfı Başkanlığı**, Ankara , 2 (1994).

97. Kurra, S., "Gürültü, Türkiye'nin Çevre Sorunları", **Türkiye Çevre Vakfı Yayını**, Ankara, 447-484 (1991).
98. ÇGDYY, Çevre ve Orman Bakanlığı, "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği", 11 Aralık 1986 tarih ve 19308 sayılı **Resmî Gazete**, 8-26 (1986).
99. Güler, Ç., "Gürültünün Toplum Sağlığı Açısından Önemi", Kent ve Gürültü sempozyumu bildiriler kitabı, **T.C. Ankara Valiliği Çevre Koruma Vakfı Başkanlığı**, Ankara, 2: 22-36 (1994).
100. Schell, L.M., and Green, E., "Airport Noise Exposure and the Post-Natal Growth of Children", **Am. J. Physical Anthropol**, 2: 226-235 (1983).
101. Kendall, B. and Green, E., "Effects of Air Craft Noise on Reading Ability of School- Age Children", **Arch. Of Environ. Health**, 1: 24-31 (1982).
102. McCarth, B.A., "The Effects of Elevated Train Noise on Reading Ability", **Environ. Behav**, 12: 517-527 (1979).
103. Öztürk, Z., "Demiryolu ve Çevre", **2. Ulusal Demiryolu Kongresi** Bildiriler Kitabı, İstanbul, 91-100 (1997).
104. Jensen, M.M. and Rasmussen, A.T, "Audiogenic stress and susceptibility to infection", Physiological Effects of Noise, Wech, B.L. and Welch, A.S., **Plenum Press**, New York, 7-19 (1970).
105. Öge, A.; Öğüt, T., "Bir Otomobil Egzost Sisteminin İç Performans Analizi", **4. Ulusal Akustik Kongresi**, Kaş/Antalya, 29-31 Ekim, 185-197 (1998).
106. Gülpınar, O.S., "Yarattıkları Çevre Sorunları Açısından Ulaştırma Sistemlerin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Malatya, 1-15 (1996).
107. Gülgeç, İ., "Ulaşım Planlaması", **Özsan Matbaacılık**, Ankara, 15-21 (1998).
108. Akalp, M.K., Eroğlu, M. ve Aktürk, N., "Taşıtlardaki Kabin Gürültüsünün Yalıtımı", **Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi**, Ankara, 196-206 (2002).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ENER, Gülden

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 11.05.1981 Ankara

Medeni hali : Bekar

Telefon : 0312 354 89 45

e-mail : culyuss@yahoo.com

Eğitim**Derece****Eğitim Birimi****Mezuniyet Tarihi**

Lisans

Selçuk Üniv. / Çevre Müh.

2003

Lise

Alparslan Süper Lisesi

1999

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Ener, G., Salamcı, M. U. ve Aktürk, N., 'Köprülü Kavşakların Çevresel Taşıt Gürültü Seviyelerine Etkilerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma', UMTS 2005 12. Ulusal Makina Teorisi Sempozyumu, Cilt 1, Kayseri, 313-318, 2005.