

KONYA İLİ MERKEZİNDE
TRAFİK GÜRÜLTÜSÜ
ÖLÇÜMLERİ

ARŞ. GÖREV. YUSUF CEYLAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
FİZİK ANABİLİM DALI

1994

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA İL MERKEZİNDE TRAFİK GÜRÜLTÜSÜ
ÖLÇÜMLERİ

Yusuf CEYLAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
FİZİK ANABİLİM DALI
Konya, 1994.

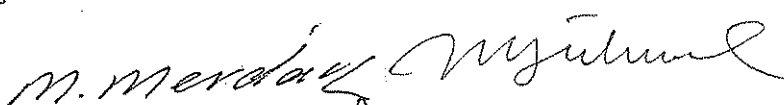

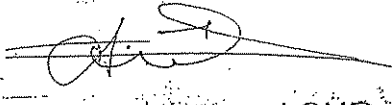
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA İL MERKEZİNDE TRAFİK GÜRÜLTÜSÜ
ÖLÇÜMLERİ

Yusuf CEYLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
FİZİK ANABİLİM DALI

Bu tez 21.10.1994 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Mustafa MERDAN (Danışman)

Prof. Dr. Hüseyin Yüksel (ÜYE)

Prof. Dr. Kemal GÜR (ÜYE)

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA İL MERKEZİNDE TRAFİK GÜRÜLTÜSÜ ÖLÇÜMLERİ

Yusuf CEYLAN

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Mustafa MERDAN

1994, Sayfa (57)

Jüri: Prof.Dr. Mustafa MERDAN

Prof.Dr. Hüseyin Yüksel

Prof.Dr. Kemal GÜR

Sesin ölçümünü konu alan bu çalışmada; sesin iletimi ve sesin yayılmasına etki eden fiziksel çevre faktörleri, gürültünün insan sağlığı üzerindeki önemi ile gürültünün ölçüm yöntemleri ele alınmıştır.

Konya'nın çeşitli caddelerinde trafik gürültü düzeyi ölçüm çalışmaları esnasında standart ölçüm seti olarak PS 103 marka sonometre kullanılmıştır.

Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda elde ettiğimiz değerleri, Gürültü Kontrol Yönetmeliğinin değerleri ile karşılaştırdığımızda, bizim ölçüm değerlerimizin yüksek olduğu görülmüştür.

Bu nedenle Konya'da gürültünün insan sağlığını etkileyecek düzeyde olduğunu, çalışmamızın sonuç ve öneri kısmında açıklamaya çalıştık.

ANAHTAR KELİMELELER: Gürültü, Ses, Trafik

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

MEASUREMENT OF TRAFFIC NOISE IN THE CITY CENTER OF KONYA

Yusuf CEYLAN

Selçuk Üniversitesi

Institute of Sciences

PHYSICS SECTION

Advisor: Prof.Dr. Mustafa MERDAN

1994. Pages: (57)

Jury: Prof.Dr. Mustafa MERDAN

Prof.Dr. Hüseyin Yüksel

Prof.Dr. Kemal GÜR

This study intended to measure noise and investigate conductivity of noise, physical and environmental factors that effective on the spreading of noise, its effects on the human life and different techniques of the noise measurements.

PS 103 sonometer was used as a standard measuring set during the measurement of traffic noise on various streets of Konya.

It was seen that the results of our measurements is higher than the Noise Control Regulation standards.

Therefore, we have stated that the noise in Konya is at a critical level in concerning of human life, in the chapter of the results and suggestions of the thesis.

KEY WORDS: Noise, Sound, Traffic

TEŞEKKÜR

Bu çalışma S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı'nda Prof Dr. Mustafa MERDAN'ın yönetiminde yürütülmüş ve S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsüne "Yüksek Lisans" tezi olarak sunulmuştur.

Yüksek Lisans Çalışmasının yönetimini kabul eden ve tezin hazırlanmasında yakın ilgi ve yardımını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Musfata MERDAN'a sonsuz saygı ve şükranımı sunarım.

Çalışma Süresince her türlü yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Mustafa PEHLİVAN ve Çevre Sağlık Müdürlüğü personeline teşekkürü bir borç bilirim.

Yusuf CEYLAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
1. GİRİŞ.....	1
2. GÜRÜLTÜ VE ÇEVRE İLİŞKİLERİ.....	3
2.1. Dalga Olayı Olarak Ses.....	4
2.1.1. Sesin yayılma hızı	4
2.1.2. Sesin yansıması.....	5
2.1.3. Sesin yankısı.....	5
2.1.4. Sesin kırılması	6
2.1.5. Parazit.....	6
2.1.6 Sesin filitre edilmesi.....	6
2.1.7. Ses Frekans Analizi	8
2.2. Doppler Olayı	9
2.3. Sesin Havada Yayılma Hızı, Şiddet ve Basınç İlişkisi.....	13
2.4. Ses Basıncı Ve Gürültü Seviyesi	14
2.5. Sesin Yayılmasına Etki Eden Fiziksel Çevre Faktörleri.....	16
2.5.1. Rüzgar etkisi.....	16
2.5.2. Sıcaklık gradyanının etkisi	16
2.5.3. Yeşil örtünün ve ağaç gruplarının etkisi	18
2.5.4. Rijit engellerin etkisi.....	18
3. GÜRÜLTÜNÜN SINIFLANDIRILMASI	20
3.1. Gürültü Kaynakları.....	20
3.2. Gürültü Kontrolü.....	21
4. AÇIK ALANLARDA GÜRÜLTÜ KONUSUNDA YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	22
4.1. Gürültü Ölçüm ve Seviyeleri.....	24
4.2. Doğal Gürültü Engelinin Hesaplanması.....	26

5. GÜRÜLTÜNÜN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE OLUMSUZ ETKİLERİ	31
6. DENEYSEL BÖLÜM.....	34
6.1. Kullanılan cihazlar, özellikleri ve kullanım şekli.....	34
6.2. Konya'nın Değişik Yerlerinde Trafik Gürültüsü Ölçümleri.....	37
7. SONUÇ VE ÖNERİ.....	53
8. KAYNAKLAR.....	56

1. GİRİŞ

İnsanın başlangıçtan günümüze değin değişmeyen yeri çevresiyle her zaman kendi ihtiyaçları doğrultusunda ilişki kurmasıdır. Basit ve temel ilişkiler içinde gelişen bu süreç, günümüzde kompleks bir yapıya ulaşmıştır. Giderek değişen ihtiyaçlar kişilere ve topluma göre değişen konfor sınırlarını belirlemektedir. İnsan-çevre sistemi ele alınarak, üç düzeyde tanımlanan gereksinimler üzerinde sayısız çalışmalar olduğu görülür. Bunların görsel çevre, ısısız çevre ve akustik çevre alanlarını oluşturdukları söylenebilir (4). Bu çalışmanın amacı da akustik çevrenin etarflıca incelenmesine fayda sağlamaktır.

Gürültü Kontrol yönetmeliğinin 4. maddesine göre:

Fiziksel bir olay olarak ses: "Esnek bir ortam içinde periyodik titreşimler yapan bir kaynağın, ortamın denge basıncında değişmeler oluşturması ve bu basınç dalgalarının sabit bir hız ve belirli bir faz farkı ile ortamın uzak noktalarına kadar iletilmesi" şeklinde tanımlanmaktadır(12).

Gürültü; "Gelişigüzel, harmonik olmayan titreşimlerin bir araya gelmesiyle oluşan ses spektrumudur" Subjektif olarak Gürültü; istenmeyen ses biçimi diye de tanımlanabilir (12).

Aynı yönetmeliğe göre gürültüden etkilenme iki grupta incelenebilir.

I. Sesin şiddeti ve sesin düzeyi gibi sesin nitelikleriyle ilgili olanlar. Sesin şiddeti ile ilgili olanları şu şekilde sınıflandırabiliriz.

- Gürültü şiddeti 30-59 dB arasında olan sesler: Bu şiddetteki ses insanı ancak uyurken rahatsız eder.

- Gürültü şiddeti 60-89 dB arasında olan sesler: Bu şiddetteki sesler insanın daha çok fizyolojik dengesini olumsuz yönde etkiler.

- Gürültü şiddeti 90-130 dB arasında olan sesler: Bu gürültü şiddetinde insanın duyu organları zarar görür.

- Gürültü şiddeti 130 dB üzerinde olan sesler: Bu sesler çınlama şeklinde olduğundan, insanı çok rahatsız eder ve işitme organlarının tahrip olmasına yol açar.

II. Kişinin önceki yaşamına bağlı olarak gürültü kaynağına olan tepkisi: Burada belli ya da belirsiz aralıklarla tekrarlanan sese karşı alışkanlıklardan dolayı, kişinin sese karşı değişmesi incelenir.

Teknolojiye bağlı olarak insanları rahatsız eden seslerin olması olağandır. Yapılan araştırmalarda gürültü şeklinde olan bu seslerin insanın sağlığına zarar verdiği de bir gerçektir. Günümüzde teknolojiye yapılan değişikliklerle sağlığa zarar veren ses şiddetleri azaltılmaya çalışılmaktadır. Toplumun huzur içerisinde olabilmesi için teknolojik gelişmelerin yanında kültürel gelişmelerin de olması gerekir. Yaşanabilecek bir şehir plânının yapılabilmesi için, şehrin ulaşım yollarındaki gürültünün de muhakkak ki tespit edilmesi gerekir. Çalışmamızın amacı da Konya şehri içerisindeki ulaşım yollarında gürültü şiddetinin tespit edilmesi ve trafik gürültü sorununun önemini belirterek toplumu bilinçlendirmektir. Böylelikle gürültü şiddeti bakımından gelecekte daha huzurlu bir Konya'nın plânlanması hedefimizdir.

2. GÜRÜLTÜ VE ÇEVRE İLİŞKİLER

Genel bir çerçeve içinde gürültüden çevreyi arındırma konusunda hangi düzeylerde çalışmalar yapılmıştır, sorusu araştırılacak. Kısaca ses dalgalarının dış ortamda yayılması sırasında ortaya çıkan fiziksel olaylar ve sonuçta ses basıncındaki azalmalar ve artışları etkileyen çeşitli faktörler, gürültü ve çevre ilişkileri alanındaki literatür içinde gözden geçirilecektir.

Ses: "Titreşim yapan bir kaynağın hava basıncında yaptığı dalgalanmalar ile oluşan ve insanda işitme duyusuna uyaran fiziksel bir hadisedir (12). Başka bir ifadeyle; titreşen cisimlerin hava içinde meydana getirdikleri bir dalga hareketidir. Belirli bir hızla hareket eden ses dalgası yine belirli sınırlar içinde bir frekansa sahip olduğundan ancak kulak yolu ile beyinde ses duyusunu oluşturur. Ses dalgaları hava içinde küresel bir biçimde boyuna dalgalar olarak yayılırlar. Ses kaynağının titreşim hareketi hava tabakalarının da periyodik olarak sıkışmasını ve gevşemesini meydana getirir. Bu sıkışmalar ve gevşemeler bir sonraki komşu hava tabakalarına iletilerek sesin yayılması sağlanmış olur (7). Dalga hareketi için karakteristik olan kırınım ve girişim olaylarının ses ile meydana getirebilmesi sesin de dalga hareketi olduğunu gösterir. Bu dalgaların boyuna dalgalar olduklarını ve boşlukta yayılmadıklarını deneylerle gösterebiliriz.

Ses homojen bir ortamda doğru istikamette, küresel yüzeyler meydana getirecek şekilde yayılırlar. Bu yayılma anında ortamda oluşacak farklılıklar, farklı fiziksel olayları ortaya çıkarır. Herşeyden önce sesin şiddeti kaynak-alıcı arasındaki mesafeyle ilişkilidir. Kaynak ve alıcı arasındaki mesafe arttıkça sesin şiddetinde azalma görülecektir(8).

2.1. Dalga Olayı Olarak Ses

Dalga olayı titreşim enerjisinin bir esnek ortamda yayılması hareketi olarak tanımlanır. Ses, dalga olayının bütün özelliklerine haizdir. Yansıma, yankı, kırınım, kırılma ve girişim özellikleri gösterir.

Dalga hareketi için karakteristik olan kırınım ve girişim olaylarının ses ile meydana getirilebilmesi sesinde dalga hareketi olduğunu gösterir. Genel olarak dalga denklemleri kartezyen koordinatlarda,

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} \quad (2.1)$$

olup, burada P; akustik basınç, $c = \sqrt{\frac{B}{d}}$; sesin hızı, B; hacim modülü ve d; yoğunluktur.

Ses dalgaları basınç dalgaları olduğundan boşlukta yayılamazlar. Ses uzayda yayılırken yayılma denklemi

$$Y = \frac{B}{r} \sin 2\pi \left(\frac{1}{T} - \frac{r}{\lambda} \right) \quad (2.2)$$

şeklinde ifade edilir. Burada B ile gösterilen m^2 boyutunda ve kaynakla ilgili bir katsayı, $\frac{B}{r}$; genliktir.

2.1.1. Sesin yayılma hızı

Sesin yayılması fiziki olarak titreşim kaynağının kendisini çevreleyen moleküllerin diğer moleküllere kazandırdığı momentum şeklinde olur. Suya atılan bir taşın çevresinde oluşturduğu halkalar bunun en belirgin örneğidir. Hareketin aktarılmasının aldığı zaman sesin yayılma hızını belirler ve bu çevreye (mâlzemeye) göre değişir.

2.1.2. Sesin yansması

Genel olarak bir ses dalgası yansır, yansıyan dalga, gelen dalğanın geliş açısı, yansıma yüzeyi ve ortamın karakteristik empedansı gibi değerlerle tanımlanır. Ses dalgaları da ışık dalgaları gibi yansıma kanunlarına uyarlar. Yani yayılma doğrultusu ile yüzey arasındaki açı yansımış dalğaninkine eşittir.

2.1.3. Sesin yankısı

Yansımış ses kaynaktan gelen sestən 0,1 saniye veya daha kısa süre sonra kulaga gelirse ilk sesin devamı gibi işitilir. Buna çınlama denir. Yansımış ses gelene göre 0,1 saniyeden çok gecikirse ayrı ayrı işitilirler. Bu olaya **yankı** denir. Yankı olabilmesi için engelle gidiş dönüş süresinin 0,1 sn ve yolun 34 m, engelin uzaklığı 17 m veya daha çok olmalıdır.

Duran dalga oranı S_{WR} , bir halkadaki akustik basıncın bir düğümdeki akustik basınca oranı olarak veya bir duran dalğanın maksimum genişliğinin minimum genişliğe oranı olarak tanımlanır.

$$S_{WR} = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{A_{\max}}{A_{\min}} = \frac{P_i + P_r}{P_i - P_r} \quad (2.3)$$

veya

$$\frac{P_r}{P_i} = \frac{S_{WR} - 1}{S_{WR} + 1} \quad (2.4)$$

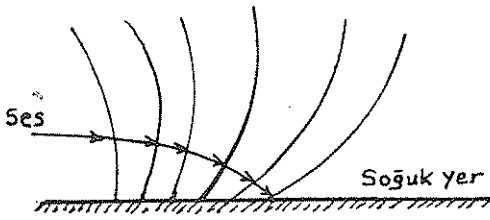
ses dalgalarının toplam yankısı için $S_{WR} = \infty$ sıfır yankısı için $S_{WR}=1$ dir.

Yankı yasasına göre, geliş açısı yankı açısına eşittir.

$$\text{Snell yasası : } \frac{c_i}{\sin\theta_i} = \frac{c_t}{\sin\theta_t} \quad (2.5)$$

2.4.1. Sesin Kırılması

Bir ortamda yayılan ses dalgaları yayılmaya elverişli başka bir ortama geldiklerinde, eğer iki ortamı ayıran yüzeye dik değillerse, yayılma doğrultusunu değiştirerek öteki ortama girerler. Geliş açısı kritik açıdan daha büyük olduğu zaman, bütün dalgalar kırılır ve hiçbiri sınırı geçemez. İletilen dalgalar ortamda sesin hızları gereğince eğilirler veya normalden sınıra doğru uzaklaşırlar. Bu sesin kırılmasıdır. Sıcak havada yayılan ses dalgaları soğuk hava tabakasına gelince kırılırlar. Soğuk havada ses hızı küçüktür. (Şekil 2.1.)



Şekil 2.1. Sesin kırılması

2.1.5. Parazit

Eğer bazı frekansda ve genişlikte ses dalgaları üstüste bindirilirse onlar birbirlerinin etkisini ne yok eder ne de kuvvetlendirir. Bu fiziksel olay parazit olarak tanımlanır, bileşik etki ortamın her bir noktasında iki dalganın cebirsel toplamıdır. Buzucu parazit; ses dalgalarının karşıt fazlarda karşılaştıkları noktalarda. Yapıcı parazit; ses dalgalarının aynı fazlarda karşılaştıkları noktalarda oluşur.

Duran veya sabit dalgalar eşit genişlikteki iki ses dalgasının parazitinden oluşur.

2.1.6 Sesin filitre edilmesi

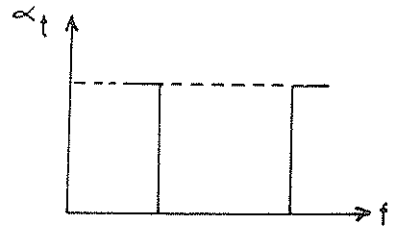
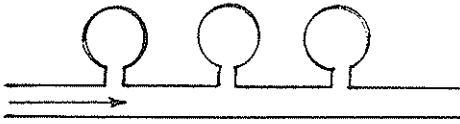
Herhangi bir diğer filitre biçimleri gibi sesin filitresinde belirli dalga boylarında ve frekanslarıdaki ses dalgalarının bazı

parçalarını çıkarmak gibi bir yöntem kullanılır. Gerçekte bu değerler ses dalgalarının ayırıcı bir bölümüdür.

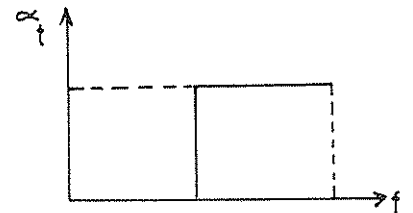
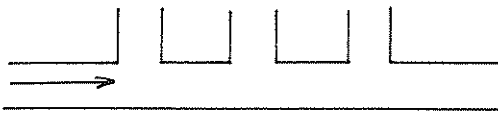
Susturucular, basınç odaları, rezonatörler, ses tutucuları veya ses emici filitreler ve hidrolik filitre gibi akustik filitrelerin frekans temelinde sesin veya bir sinyalin ayırıcı bileşiminin kullanılmasına özgü olarak bir donanımla donatılır.

Filtreler bir veya daha çok frekans bandında sesin bileşenlerinin bağlı olarak sönmeden geçmesine izin verirler, fakat diğer frekans bandlarında sesin bileşenler sönelerler (Şekil 2.2. {a,b,c}).

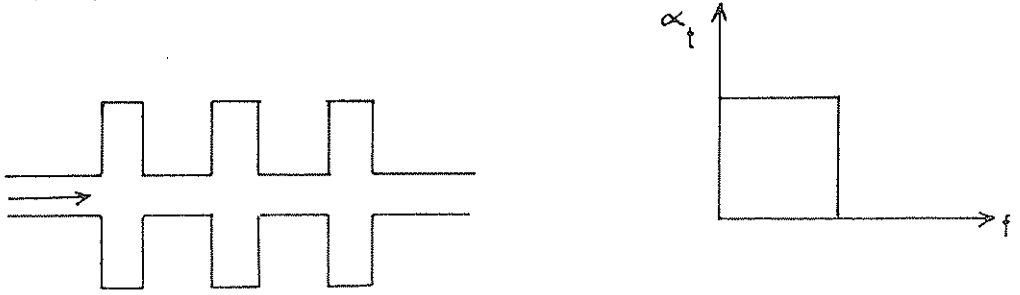
a) Geniş bantlı filitre



b) Yüksek frekans geçiren filitre



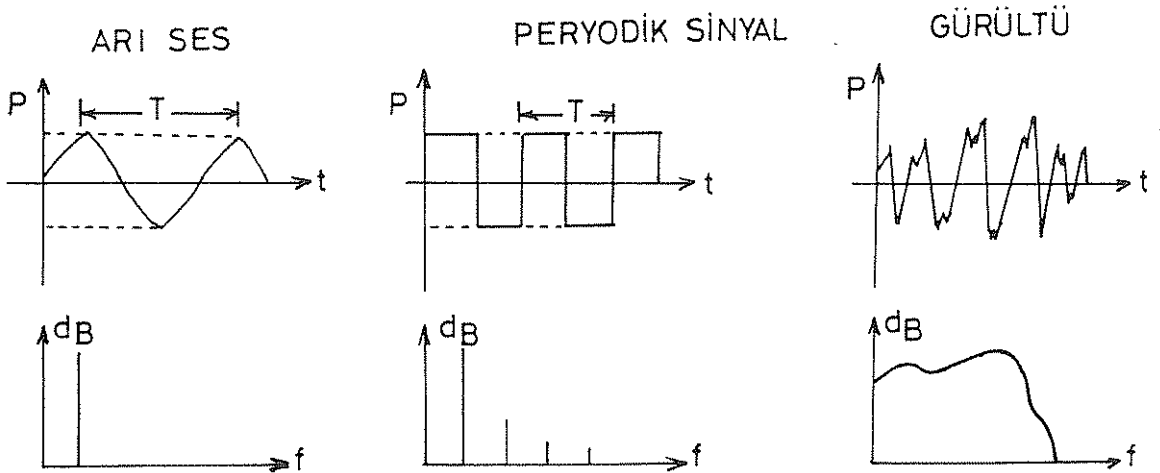
c) Alçak frekans geçiren filitre



Şekil 2.2. Filtreler (a,b,c)

2.1.7. Ses Frekans Analizi

Sesin frekans açısından analizi yapılacak olursa; saf ve temiz ses "f" frekanslı bir sinüs dalgasıdır. Günlük hayattaki ses farklı frekanslardan oluşur ve sinüzoidalın dışında dalga şekillerine sahiptir. Sesin ses basınç seviyesi ile frekans arasındaki ilişkinin incelenmesinde ses analizi alınır ve dB-f grafiğine frekans spektrumu denir. Değişik ses spektrumları vardır. Temiz ses spektrumu bir tek çizgiden oluşur. Peryodik fakat sinüzoidal olmayan ses spektrumu değişik seviyelerdeki bir çok harmonigin toplanmasından oluşur. Gürültü spektrumu ise sürekli bir fonksiyondur (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Frekans spektrumu (a, b, c).

2.2. Doppler Olayı

Yayıma hızı ve yansıma olaylarının anlatımında dalga kaynağı, gözlemci, yansıtıcı ve esnek ortamın birbirine göre özellikle sabit saydığımız bir referans sistemine göre hareket etmedikleri varsayılmıştır. Genel olarak ses kaynağı ve dinleyici birbirine göre hareket halinde ise sesin duyma frekansı kaynağın gerçek frekansından farklıdır. İlk defa Christian DOPPLER (1842) tarafından incelenen bu olaya DOPPLER olayı denir. Duyulan zahiri ses frekansını değişik özel durumlar için inceleyelim (5,6)

- Dinleyici sabit ses kaynağı harekette

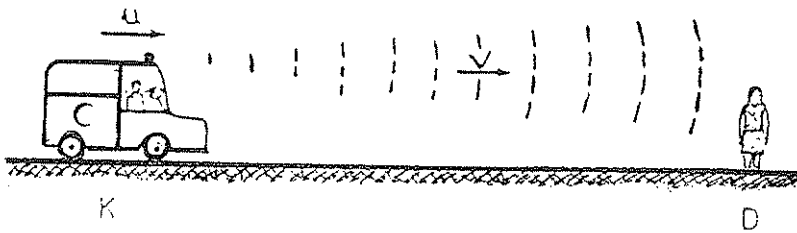
Gerçek siren frekansı f olan bir cankurtaran arabasının yol kenarında duran bir kimseye u hızı ile yaklaştığını düşünelim. Durgun havada ses dalgalarının yayılma hızı v olsun (Şekil 2,4). Sesin periyodu $T=1/f$ 'dir. T saniyede kaynak u/f ve dalgaların bir sıkışma fazı v/f yolunu katetmiş olacağından ardarda iki sıkışma fazı arasındaki uzaklık yani zahiri dalga boyu,

$$\lambda' = \frac{v}{f} - \frac{u}{f} \quad (2.6)$$

dir. f' duyulan zahiri frekans olmak üzere $\lambda' = v/f'$ olduğu dikkate alındığında buradan,

$$f' = \frac{v}{v-u} \cdot f \quad (2.6)$$

bulunur.



Şekil 2.4. Dinleyici sabit, kaynak harekette.

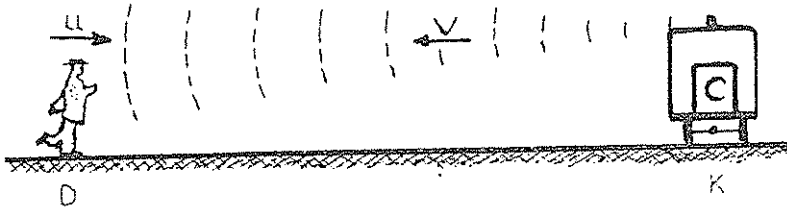
Dikkat edilirse $f' > f$ 'dir, ses olduğundan daha yüksek frekansda (daha tiz) duyulacaktır. Ses kaynağı dinleyiciden uzaklaşırken u ve v 'nin yönleri ters olacağından u/v oranı işaret değiştirir. Bu takdirde $f' < f$ olur, yani ses olduğundan daha küçük frekansta (daha pes) duyulmaya başlar. Her iki hal için (2.6) bağıntısını,

$$f' = \frac{v}{v \mp u} \cdot f \quad (2.7)$$

şeklinde yazabiliriz.

- Ses kaynağı sabit, dinleyici harekette

Dinleyici, duran ve sirenini çalıştırmakta olan bir cankurtarana doğru u hızıyla koşsun (Şekil 2.5). Kaynağa doğru koşan dinleyici ses dalgalarının ardarda iki sıkışma fazını olduğundan daha kısa aralıklarla duyacaktır.



Şekil 2.5. - Ses Kaynağı sabit, dinleyici harekette

Duyulan zahiri frekans f'' olsun. $T''=1/f''$ saniyede ses dalgalarının ve dinleyicinin zıt yönde katettikleri v/f'' ve u/f'' yollarının toplamı gerçek dalga boyuna eşit olacağından,

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{v}{f''} + \frac{u}{f''} \quad (2.8)$$

yazabiliriz.

Buradan,

$$f'' = \frac{v + u}{v} \cdot f \quad (2.9)$$

bulunur.

Görüldüğü gibi kaynağa yaklaşma halinde duyulacak sesin frekansı olduğundan daha büyüktür. Dinleyicinin kaynaktan uzaklaşması halinde (u/v) 'nin işareti eksi olacağından her iki hal için (2.9) bağıntısını,

$$f'' = \frac{v \mp u}{v} \cdot f \quad (2.10)$$

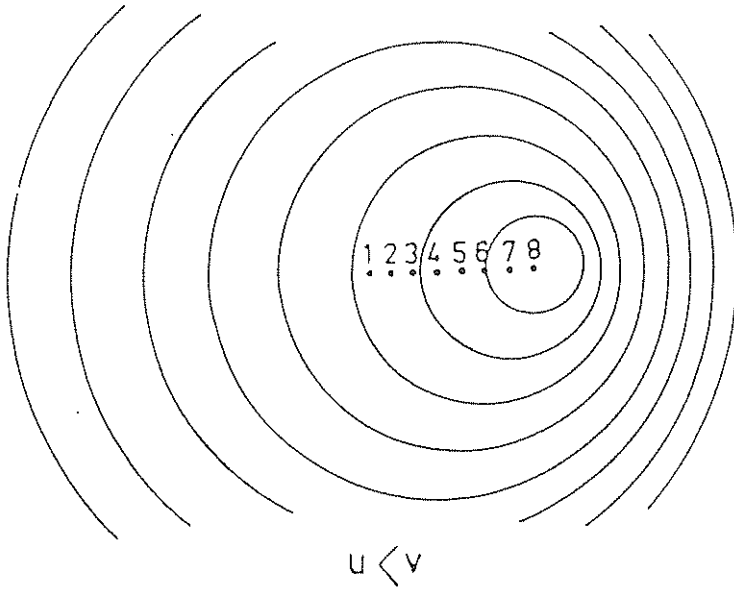
şeklinde yazabiliriz.

- Hem ses kaynağı hem de dinleyici harekette

Dinleyicinin hızı u_d , kaynağın hızı u_k olsun. Bu halde dinleyicinin duyduğu sesin frekansı, (2.7) ve (2.10) bağıntılarındaki değişim çarpanlarının her ikisi ile de orantılı olacağından genel olarak,

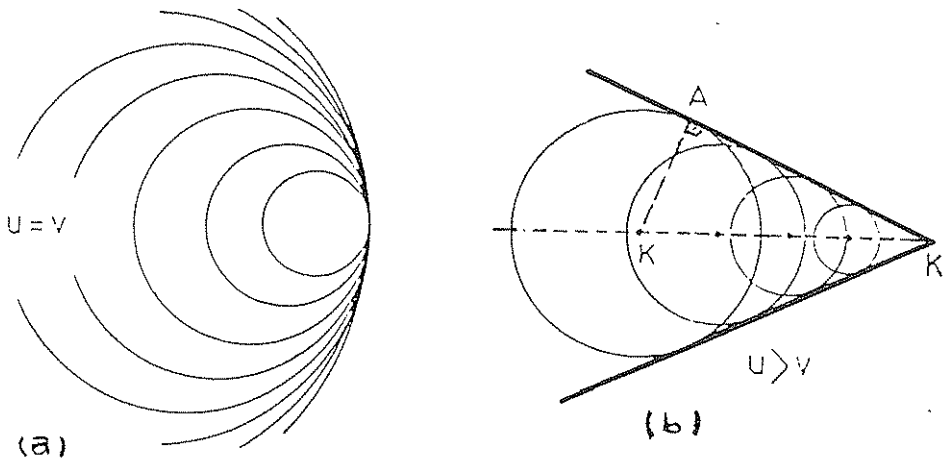
$$f' = \frac{v \mp u_d}{v \mp u_k} \cdot f \quad (2.11)$$

yazabiliriz. (2.7) bağıntısından anlaşılacağı gibi hareket halindeki bir ses kaynağının ön kısmında bir seyrekleşme meydana gelir. (Şekil 2.6)'da sağa doğru hareket halindeki bir kaynağın ardarda 8 noktada yaydığı ses dalgalarının sıkışma fazlarının, sekizinci sıkışma fazını yaydıktan 1 periyot sonraki durumu belirtilmiştir.



Şekil 2.6. Hareket halindeki ses kaynağı önünde dalgalar sıkışır.

Kaynağın önünde bulunan bir kimsenin daha tiz, arkasında bulunan bir kimsenin ise daha pes bir ses duyacağı açıkça görülmektedir. Kaynağın hızı ses hızına yaklaştıkça ön kısmında dalgalar daha da sıklaşacak ve zahiri frekans çok büyük değerler alabilecektir. $u=v$ halinde bütün dalgalar kaynağın önünde toplanarak bir basınç duvarı meydana getirecektir (Şekil 2-7.a). $u>v$ halinde ise bütün ses dalgaları kaynağın arkasında kalacaktır (Şekil 2-7.b). Ses duvarını aşma değişimi bu hal için kullanılmaktadır.



Şekil 2.7 (a,b) Ses duvarını aşma

Doppler olayı yalnız ses için değil diğer dalga hareketleri için söz konusudur. Yıldızların Arza göre hızları, bize gönderdikleri ışığın tayfındaki Doppler kaymasından yararlanılarak ölçülmektedir (5).

2.3. Sesin Havada Yayılma Hızı, Şiddet ve Basınç İlişkisi

Ses maddesel ortamda dalgalar halinde yayıldığından boyuna dalgaların ve dolayısıyla sesin katılar içinde yayılma hızı Newton tarafından ortaya konulmuş

$$v = \sqrt{\frac{E}{d}} \quad (2.12)$$

bağıntısına uymaktadır. Burada d cismin yoğunluğu, E ise young modülüdür. E young modülü yerine sıvının hacim esneklik modülü E' 'yü koymak lâzımdır. Sesin gazlar içindeki yayılması esnasında meydana gelen sıkışıp seyrelmeler adyabatik olarak vuku bulmaktadır. Bu nedenle gazların hacim esnekliği modülü olarak **izoterm hacim esnekliği** modülünü değil adyatik hacim esnekliği modülünü almak lazımdır. Bir gazın **adyabatik hacim esnekliği** modülü $E' = k \cdot P$ olduğuna göre gazlar içinde sesin yayılma hızı,

$$v = \sqrt{\frac{k \cdot P}{d}} \quad (2.13)$$

olur. P ; gazın basıncı, d ; yoğunluğu, k ise **laplace** katsayısıdır. k 'nın değeri gaz moleküllerinin kaç atomdan yapılmış olduklarına bağlıdır. (2.13) bağıntısında $k = C_p / C_v$ olduğundan, P basıncı altında bulunan bir gaz kitlesi içinde oluşturulan sesin yayılma hızı,

$$v = \sqrt{\frac{C_p \cdot P}{C_v \cdot d}} \quad (2.14)$$

şeklinde ifade edilebilir. Bu bağıntıda C_p ve C_v ise gazın sabit basınç ve sabit hacim altındaki ısınma ısıdır.

Bir gazın basıncı ve yoğunluğu birbiriyle doğru orantılı olarak değiştiği için gazlar içinde ses hızı basınca bağlı değildir. Fakat ses hızı sıcaklıkla,

$$v = v_0 \sqrt{1 + \alpha t} \quad (2.15)$$

bağıntısına uygun olarak değişir. Burada v_0 0°C 'deki ses hızı, t sıcaklık, $\alpha \cong 1/273 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ hızın sıcaklıkla artma katsayısıdır. Ses dalgalarının yayılması aslında küçük genlikli periyodik basınç değişimlerinin yayılmasıdır ve sesin ulaştığı bir yerde basıncın değeri $P+p$ şeklinde yazılabilir (P gaz basıncı, p ise ses dalgasına karşılık ve v hızı ile yayılan periyodik değişimli basınç genliğidir). I şiddeti ile p arasında,

$$I = 2\pi f^2 dv A^2 = \frac{p^2}{2dv} \quad (2.16)$$

bağıntısı varlığı hesap ile gösterilmiş ve deneyle doğrulanmıştır (5.6).

2.4. Ses Basıncı Ve Gürültü Seviyesi

Ses dalgası ile etrafa yayılan enerji basınç titreşim enerjisidir. Titreşim genliğinin A olduğu bir yerde yayılma doğrultusuna dik olarak birim alandan birim zamanda geçen enerji I kadardır. Bu enerji miktarına fiziksel ses şiddeti denir. Titreşimin ulaştığı bir bölgede titreşimsel basınç değişiminin genliği P olduğundan, sinüzoidal değişim için,

$$P = 2\pi f d A v \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad (2.17)$$

şeklinde yazılabilir. SI birim sisteminde ses şiddetinin birimi watt/m^2 'dir. Bu şiddetle belirlenen enerji duyum bakımından insan kulağının dayanabileceği sınır, enerji miktarıdır. İnsan

kulağının algılayabildiği en küçük enerji miktarı ise 10^{-12} watt/ m^2 kadardır. Fizikte bir niceliğin bu kadar büyük değişim aralığının bulunması halinde uygun gösterim ve anlatım yolu; ölçü sayılarını seçilen bir ölçü sayısı ile veya değişken nicelik değerlerini seçilen bir değerle oranlanması ve elde edilen oran değerinin 10 tabanına göre logaritmasının belirtilmesidir. Ses basınç seviyesi veya gürültü seviyesi; ses yayılması sırasında değişen atmosferik basıncın denge basıncına göre farklıdır. $0,0002$ newton/ m^2 'lik standart referans ses basınç seviyesine oranlanan ses basınç düzeyinin birimi desibel (dB) dir.

Desibel: Verilmiş bir ses şiddetinin kendisinden 10 kat az diğer bir ses şiddetine oranının 10 tabanına göre logaritmasına eşit ses şiddetine Bel; bunun 1/10'una desibel denir. Ses şiddeti seviyesi

$$L_p = 10 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 = 20 \log \frac{P}{P_0} \quad (2.18)$$

tarzında tarif edilir. (5.12)

Burada L_p = Ses şiddeti seviyesi (dB)

P = Ses basıncı (newton/ m^2)

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

Eşdeğer gürültü seviyesi (L_{eq}); verilmiş bir süre içinde süreklilik gösteren ses enerjisinin veya ses basınçlarının ortalama değerini dBA biriminde veren bir gürültü ölçөгüdür. Eşdeğer gürültü seviyesi (L_{eq}).

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10}, \text{ dBA} \quad (2.19)$$

n : gürültü sayısı

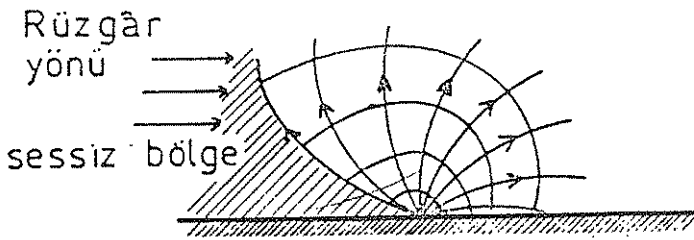
L_i : Gürültü düzeyleri, (dBA)

2.5. Sesin Yayılmasına Etki Eden Fiziksel Çevre Faktörleri

Atmosferde oluşan tüm tabii olaylar sesin dolayısıyla gürültünün yayılmasında önemli değişiklikleri de beraberinde getirmektedir. Hava akışkan özelliğiyle sesin yayılmasına aracı olurken, akışkanlığın homojenliğinde ve sürekliliğinde ortaya çıkan ve havanın viskozitesine etki eden her etken sesin yayılmasında etki etmektedir. Bunların başında sıcaklık, rüzgâr, sis, yağmur, kar, ayaz (don) gibi doğal olaylar gelmektedir(7). Havanın viskozitesi; rüzgara, sıcaklığa havadaki nem miktarına, yağmura, sise, kar yağışına ve don olayına göre değişeceğinden, sesin ve gürültünün yayılmasına etki eden faktörleri de belirlemektedir.

2.5.1. Rüzgâr etkisi

Rüzgâr bir hava akımı olduğu için şiddetine bağlı olarak ses dalgalarının da estiği yöne doğru sürükler. Burada rüzgârın yönüne göre ses kaynağının bir tarafında gürültü şiddeti artarken diğer tarafında ölü bir bölge ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.8) (9).

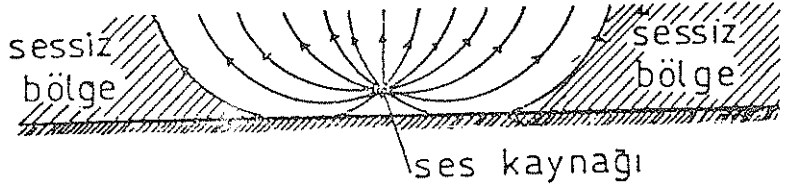


Şekil 2.8. Ses dalgalarının yayılmasına rüzgârın etkisi

2.5.2. Sıcaklık gradientinin etkisi

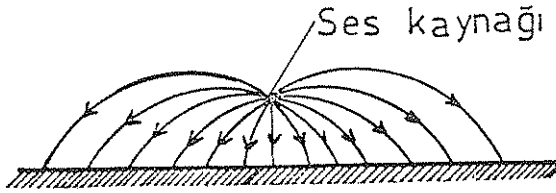
Ses dalgalarının hızı hava sıcaklığı ile artar. Bununla beraber atmosferde farklı sıcaklıklardaki mevcut hava tabakaları ses dalgalarının kırılmasına neden olur.

Eğer gün boyunca sıcaklık, azalıyorsa yere yakın bir kaynaktan çıkan ses dalgaları yukarıya doğru bükülür. Ses kaynağından az bir mesafede sesi daha duyamayız. Kaynağın iki tarafında sessiz bölgeler ya da gürültü gölgeleri oluşur (Şekil 2.9) (9).



Şekil 2.9. Gün yükseldikçe sıcaklığın azalmasıyla ses dalgaları yukarıya doğru bükülür.

Ancak tam aksine gün boyunca sıcaklık, artıyorsa ses dalgaları aşağıya doğru bükülür ve yeryüzünde çok uzak mesafelere ulaşır. Bunun sonucu olarak gece sesin, gündüzden daha uzak mesafelerden duyulmasına neden olur (Şekil 2.10) (9).



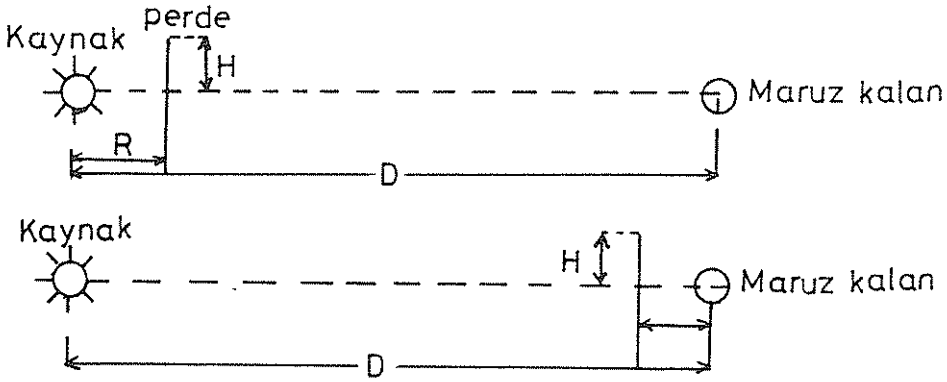
Şekil 2.10. Gün yükseldikçe sıcaklığın artmasıyla ses dalgaları aşağıya doğru bükülür.

2.5.3. Yeşil örtünün ve ağaç gruplarının etkisi

Ses eğer etkin bir genişlikteki ağaçlandırılmış alandan geçiyorsa ses şiddetinde azalmalar gözlenecektir. Gürültü engelinde yer alacak ağaç özellikleri şöyle sıralanmaktadır. Yapraklar mümkün olduğu kadar büyük, sağlam ve sert bir yapıya sahip olmalıdır (7).

2.5.4. Rijit engellerin etkisi

Gürültü kaynağı ile alıcı arasında yeterince masif ve geçirimsiz olarak inşaa edilen yapılara gürültü engeli diyoruz. Bu engel basit bir duvardan, değişik biçim ve ölçülerde düzenlenen, toprak ve diğer dolgu malzemelerinden oluşan tepeciklere kadar pek çok çeşitlilik göstermektedir. Bu tür engellerde amaç geçirimsizliği sağlamaktır. Bu nedenle etkili bir engelin genişliği en az yüksekliği kadar olmalı ve yüzeylerinde gürültü dalgalarını yansıtacak elemanlar bulunmamalıdır. Bir engelde gürültüdeki azalma gürültü frekansının ve H^2/R parametresinin bir fonksiyonudur (Şekil 2.11) (8).



Şekil 2.11. Kaynak, engel ve alıcı arasındaki mesafe ve yükseklik ilişkileri

Yani gürültü şiddetini azaltmak için R mesafesini azaltmak ve H yüksekliğini arttırmak gerekir. Gürültü azalımı engel yüksekliğinin karesi ile doğru kaynakla alıcı arasındaki mesafeyle ters orantılıdır. Tüm bu

faktörler pratikte gürültünün azaltılması hakkında çok kesin olmayan sonuçlar vermektedir.

$D \gg R$ ve $R \geq H$ olduğunda

$$X = \frac{H^2}{\delta R} \quad (2.20)$$

Burada δ sesin dalga boyu, R engelde kaynak arasındaki mesafe, H engelin yüksekliği.

Bir duvar engelinin gürültüyü ne düzeyde anlamlı bir biçimde azalttığı sorusuna cevap arandığında, bu olayın temelinde; 1. Duvarın yüksekliği, 2. Sesin dalga boyu, 3. Duvarın gürültü kaynağı ile alıcı arasındaki mesafe, 4. Gürültü kaynağının ve alıcının zeminden olan yüksekliği olduğuna dikkat çekilmektedir(1).

3. GÜRÜLTÜNÜN SINIFLANDIRILMASI

Gürültü iki şekilde sınıflandırılabilir (12).

1. Kararlı Gürültü:

Gözlem süresince, seviyesinde önemsiz küçük dalgalanmalar olan gürültü.

2. Kararsız Gürültü:

Gözlem süresince, seviyesinde önemli ölçüde değişiklik olan gürültüler.

Bunlar:

- Dalgalı gürültü: Gözlem süresince seviyesinde sürekli ve önemli ölçüde değişiklik olan gürültüler
- Kesikli gürültü: Gözlem süresince seviyesi, aniden ortam gürültü seviyesine düşen ve ortam gürültü seviyesi üzerindeki değeri bir saniye ve daha fazla sürede sabit olarak devam eden gürültüler.
- Pulslu gürültü: Her biri bir saniyede bir veya birden fazla ses darbeleri gürültüleri.
- Yarı kararlı pulslu gürültü: Ses darbeleri arasında 0,2 saniyeden daha kısa aralıklara sahip genlikleri karşılaştırılabilir bir seri darbeli gürültüdür.

3.1. Gürültü Kaynakları

Gürültü kaynaklarını değişik yönlerden gruplandırmak imkânı vardır. Seslerin doğuş biçimlerine göre havada veya katı ortamlarda doğan gürültüler, akustik yönden noktasal, çizgisel veya düzlemsel kaynaklardan yayılabilirler. Çevre gürültüleri; kaynak ve alıcıların bir çevredeki konumlarına ve yayılma yollarına bağlı olarak iki grupta incelenebilir (14).

Yapı içi gürültüler: Yapıların içinde yer alan her türlü mekanik ve elektronik sistemler ile yaşam etkilerinden doğan gürültülerdir ki ayrı veya bitişik yapılardaki kullanıcıları etkilemektedir.

Yapı dışı gürültüler: Yapıların dışında yer alan ve gerek yapı içindeki hacimleri, gerekse yapı dışındaki açık alanları kullanan bireyleri etkileyen gürültülerdir Bunlar da şu şekilde sıralanabilir:

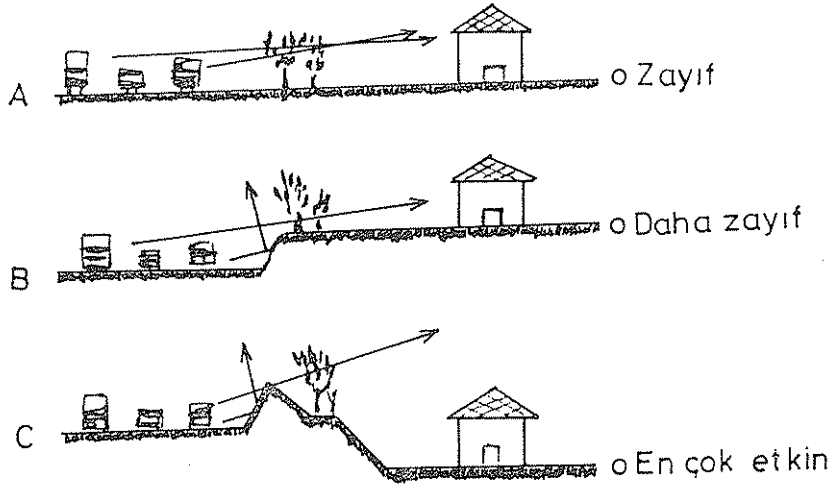
- Ulaşım gürültüleri
- Endüstri gürültüleri
- Yapım (Şantiye) gürültüleri
- Rekreasyon gürültüleri
- Ticari amaçlı gürültüler

3.2. Gürültü Kontrolü

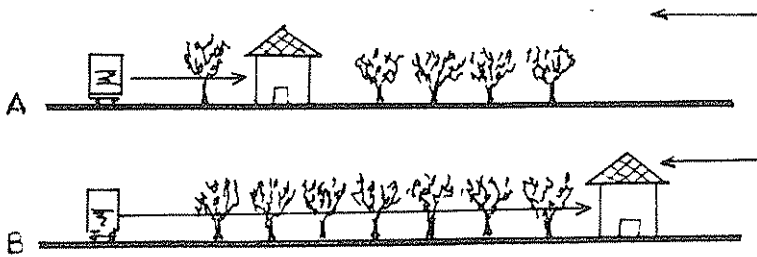
Herhangi bir ses kaynağından çıkan gürültü niteliğine sahip sesleri, kabul edilebilir seviyeye indirmek, akustik özelliği değiştirmek, etki süresini azaltmak, hoşta giden veya daha az rahatsız edici bir başka ses ile maskelemek gibi yöntemler ile sakıncalı etkilerini tamamen veya kısmen yok etme sürecidir. Gürültü kontrolü; performans yönünden yeterliliği sağlamanın yanı sıra, ekonomik olma ve uygulanabilirlik açılarından da tutarlı ve kabul edilebilir çözümler getirmelidir (14).

4. AÇIK ALANLARDA GÜRÜLTÜ KONUSUNDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bizim burada vurgulamak istediğimiz doğal elemanlar kullanılarak gürültünün önlenmesidir. Bu konuda yapılan çalışmalar; gürültü kaynağı ile gürültüden arındırılmak istenen bölge arasında zemine verilen kesit profilleri, engel alanının ölçüsü ve yeşil elemanların sıklığı üzerinde yapılan çalışmalar açısından değerlendirilmektedir (3).

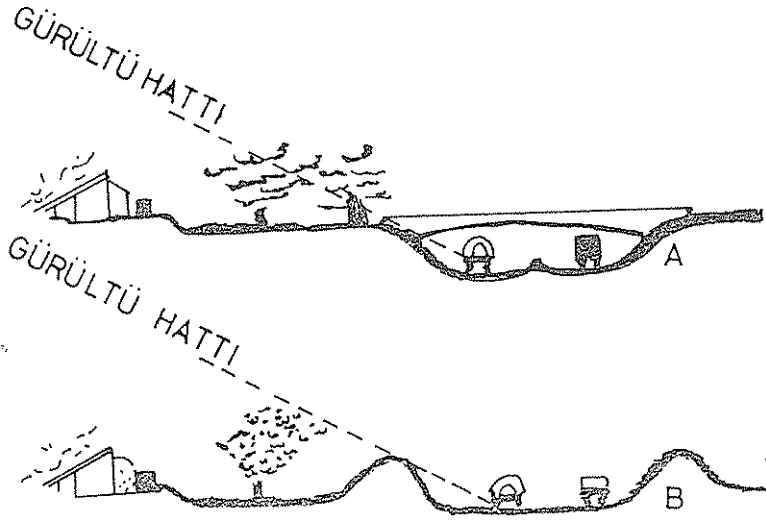


Şekil 4.1. Gürültü yalıtımında zeminin aldığı kesit profiline bağlı olarak doğal engellerin etkinliği (A,B,C)

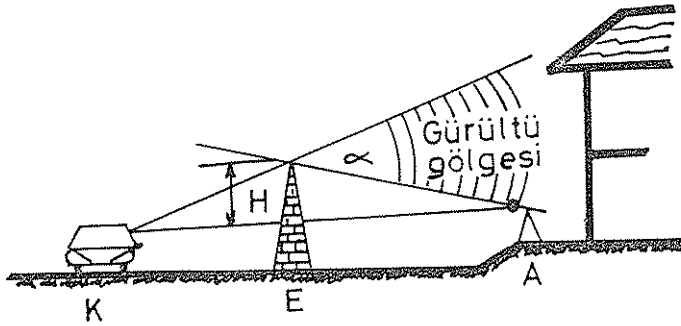


Şekil 4.2. Gürültü yalıtımı ve doğal elemanların sıklığına paralel doğal engelin etkinliği (A,B)

Aynı yaklaşım içinde açık havada trafik gürültüsünün, yollarla (trafikle) yerleşim bölgeleri arasına, yeşil elemanlarla destekli tepecikler, yarmalar, geçitler ve değişik kesitte profiller plânlayarak azaltılacağına işaret edilmektedir (2). Ayrıca engelin yükseklik etkinliğine değinip engelin yüksekliğinin artmasına paralel gürültü düzeyinin düşmesine ilişkin grafikler vermektedir (Şekil 4.3, Şekil 4.4).



Şekil 4.3. Yerleşim bölgelerini trafik gürültüsünden arındırmak için üzeri yeşil elemanlarla donatılmış tepecikler ve yarmalar düzenleme.



Şekil 4.4. Engel yüksekliğinin artmasına paralel gürültü düzeyinin düşmesi. K; Gürültü kaynağı, E; Engel, A; Alıcı.

4.1. Gürültü Ölçüm ve Seviyeleri

Gürültü şiddeti sonometre ile ölçülür ve desibel (dB) ile ifade edilir. Normal bir kulak 0-10 dB arasını rahatça duyar. 120-140 dB arası ise en şiddetli seslerdir. Normal bir insan kulağı frekans olarak 20-20.000 Hz arasını duyar. Bunun alt ve üstüne infrases ve ultrasses denir, insan kulağı bunları duymaz. İnsan kulağının birim fonksiyonlarına bağlı acı duyma eşiği 100 paskaldır. Bu da yaklaşık 95 dB 'dir (12).

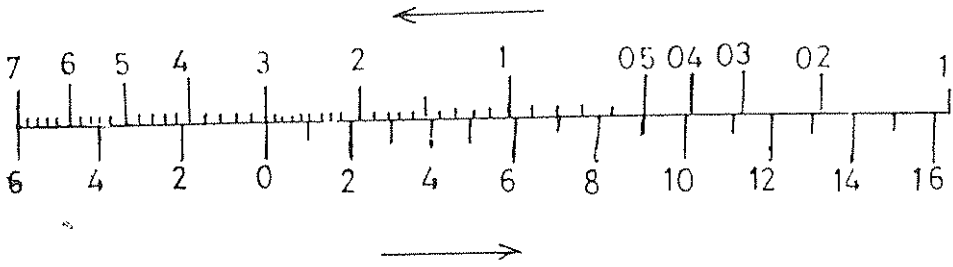
Avrupa Standartları ve Gürültü Kontrol Yönetmeliğine göre değişik ses şiddetlerindeki gürültü çeşitleri verilmektedir (Tablo 4.1.) (13).

Tablo 4.1. Değişik ses şiddetlerindeki gürültü çeşitleri

Karşılıklı Konuşma	Duyuma Hissi	dB	İçerdeki Gürültü	Dışardaki Gürültü	Araba Gürültüsü
Fısıltı Sesi	İşitme Eşiği	5	Akustik Laboratuvarı		
	Sessizlik	5	Akustik Laboratuvarı		
	Çok Sakin	10	Kayıt Stüdyosu	Sakin bir ortamda Yaprak sesi	
		15			
	Sakin	20	Radio Stüdyosu	Sakin Bölge	
		25	1,5 metreden alçak sesle konuşma		
		30	Sakin bir mahalledeki ev		
		35			Yelkenli
Normal Ses	Oldukça Sakin	40	sessiz bir büro		
		45	Normal bir ev	Gündüz Sokaktaki çok hafif sesler	Transatlantikte 1. mevki
Oldukça Şiddetli	Alışılmış gürültüler	50	Sakin bir lokanta	Çok sakin bir sokak	Motorlu vapur
		60	Büyük mağazalar Norm. kon. od. müz.	Normal sokak	Motorlu vapur
	Tahammül edilir gürültü	65	Gürültü apartman		Turist otobüsü
		70	Gürültülü lokanta Müzik	Önemli trafik	Modern yataklı vagonlar
		75	Daktilo Atölyesi Orta fabrika		Lastik tekerlekli metro
Zor	Rahatsızlık verici	85	Kuvvetli radyo Torna Atölyesi	1m.yakınındaki şiddetli trafik	Metro gürültüsü araba klaksonu
		95	Demir atölyesi	Önemli trafiği olan yol	Biraz uzaklıktaki yolcu uçak.
İşittirmek için Bağıрма	Çok güçlükle tahammül edilen	100	Presler, testere	5 m.den çekiç	2 m.deki motb tren vagonları
		105	Rende Makinası		Metro (ici)
		110	Bakırcı atölyesi	10 m.den perçin	Gardangeçen tren
İmkansız	Ağrı eşiği mutlaka özel koruma	120	Motor deneme		Birkaç M. uç mot.
		130	Çekiç, havan		
		140	Reaktör denemeleri		
		180	Füze kalkışı		

Aynı güçte iki veya daha fazla gürültü kaynağından çıkan sesler aynı anda ölçüldüğünde, ölçüm sonucu aritmetik olarak artmamaktadır. Artış logaritmik olarak toplanır. Buna göre iki adet 90 dB'lik gürültü kaynağının ses girişim sonucu meydana gelen gürültü toplamı 93 dB olmaktadır. İki veya daha çok gürültü kaynaklarının toplanmasından elde edilen değerlerin karşılığı verilmektedir (Şekil 4.5) (12).

L_1 eklenecek desibel değeri

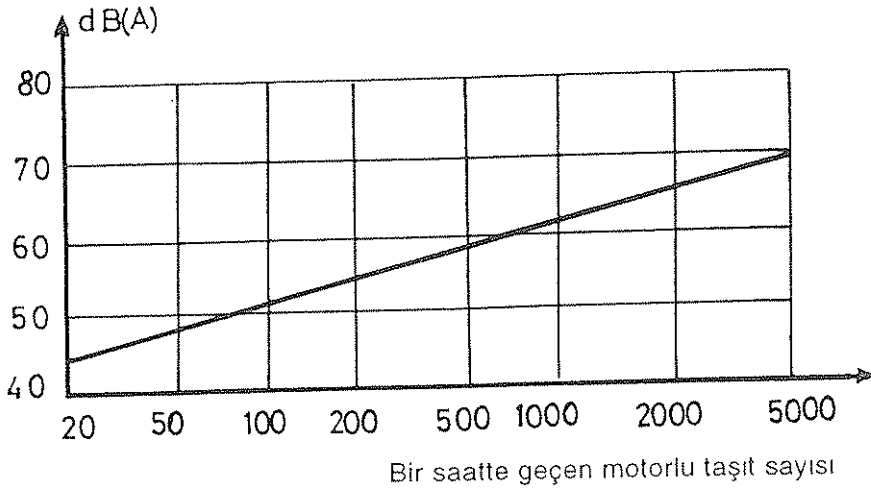


$L_2 - L_1 =$ İki gürültü şiddeti arasındaki fark

Şekil 4.5. Gürültü kaynaklarının toplanmasında faydalanılması gerekli olan cetvel.

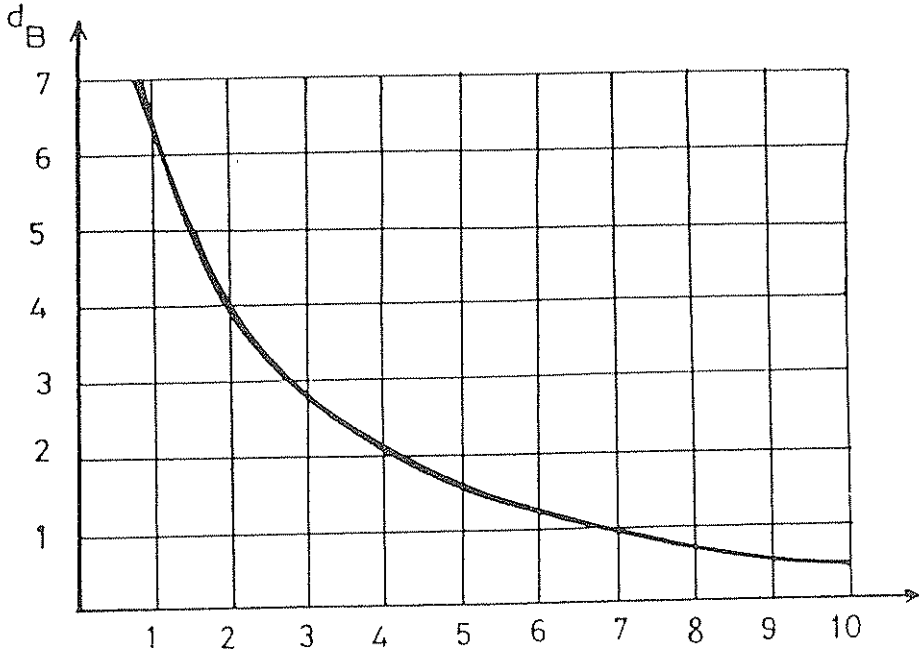
4.2. Doğal Gürültü Engelinin Hesaplanması

Doğal gürültü engellerinin tasarlanmasında istenilen türde doğal eleman kullanarak gürültü düzeyini istenilen seviyeye düşürmek için, gürültü engelinin derinliğini tespit etmek çözülmesi gereken ilk ve temel problemdir. Bu konuda pek çok ölçümler ve bir seri çalışmalar yapılmıştır. Gürültü kaynağı durumunda olan trafik yolunda bir saat içinde geçen araç sayısı ve bu sayıya göre sesin bazınç düzeyi ölçümleri sürekli ve çok sayıda yapılarak bazı değerler uygulamada yarar sağlayacak çizgilere aktarılarak genelleştirilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Serbest ses titreşimi yayılması koşullarında, cadde ortasından 25 m uzakta meydana gelen sürekli gürültü şiddetinin, "dB(A)" olarak bulunması.

Genel olarak otoyolda ortaya çıkan gürültüler doğrudan yoldan geçen araç sayısı ile ilgilidir. Ancak; araçların hızları, fren yapmaları ve kavşaklar gürültünün özelliklerine kötü yönde etki ederler. Başka bir deyişle gürültü düzeyine ilave edilecek bir değer belirlerler. Sonometre ile ölçülen değer, gürültü kaynağı ile fon gürültüsü (arka plân gürültüsü)'nün toplamıdır. Ölçülen sonuç toplam değer olduğundan, kaynağın gürültü seviyesinin hesaplanması uygulamada yarar sağlayacak grafiğe aktarılarak genelleştirilmiştir (Şekil 4.7) (12).



Şekil 4.7. Gürültü seviyesinin dB(A) olarak bulunması.

Dış mekanlarda gürültü ölçümü ve kriterleri çalışmalarında ele alındığı gibi gürültü sadece tek parametreye bağlı değildir. Özellikle araştırmamıza konu olan trafik gürültüsünün aşağıda verildiği gibi bazı parametreleri vardır. Bu değerler ölçülen gürültü düzeyine "+" değer olarak ilave edilir (Tablo 4.2) (10,11)

Tablo 4.2. Cadde ortasından 25 m. uzaklıktaki gürültü şiddetinin grafik yolla bulunan miktarına özel koşullar için eklenmesi gereken değerler.

Özel koşullar	Eklenecek gürültü şiddeti değerleri
Kamyon oranı %	dB(A)
10 norm	-
20	+2
30	+3
40	+4
50	+5
Yol yüzeyi yapısı	
Düz asfalt norm	-
Beton	+3
Dalgalı Asfalt	+5
Parke taşı ile kaplanmış	+8
Eğim artışı %	
0-2 norm	-
3-4	+2
5-6	+3
7 üzerinde	%2 dB(A)
Trafik düzlenmesi yapılmış ana kavşaklar	+7
Otoyollar ve ekspres yollar	+4

Çalışmamızda verilen minimum uzaklığın, gürültü kaynağının yani yolun ortası ile alıcı arasındaki uzaklık olduğunu belirtip, yararlanılan kaynaktaki örnek hesaplamalarda olduğu gibi, azaltılması istenilen gürültü düzeyi değerleri dB(A) biriminde ele alınmıştır.

Ölçüm ve hesaplamalarımızda şu süreç izlenmiştir. Çalışmalarımızda tek ve çift yönlü yolların durumu ve araç cinsine bağlı olarak yolun gürültü şiddeti dB(A) olarak belirlenmiştir. Çalışma alanımız Gürültü Kontrol Yönetmeliğindeki bölge tanımlarından III. bölge kapsamında ve

günün zaman dilimi olarakta gündüz (06.00-19.00) diliminde olduğu düşünülerek kabul edilebilir gürültü şiddeti düzeltilmesi yapılmıştır. Gürültü Kontrol Yönetmeliğinin 12. madde 1. fıkraya göre trafik gürültüsünün kontrolü için yerleşim alanlarında öngörülen gürültü kriterleri verilmektedir (Tablo 4.3) (12).

Tablo 4.3. Trafik gürültüsünün kontrolü için yerleşmelerde öngörülen gürültü kriterleri (X) Eşdeğer gürültü düzeyi.

Bölge Tanımı		(X) Temel Kriterler 35 dBA-45 dBA
I. Bölge	Şehir dışı konut alanı (Trafikten uzak)	0
II. Bölge	Şehir dışı konutları	+5
	Şehir konut alanı (Trafik akımına 100 m)	+10
	Şehir Konut alanı, anayolları, işyerleri (Trafik akımına 60 m uzakta)	+15
III. Bölge	Şehir merkezi konut alanı, anayolları, işyerleri (Trafik akımına 20 m uzakta)	+20
IV. Bölge	endüstri bölgesi veya ağır vasıta ve otobüslerin geçtiği (otoban ana yollar	+25

Not: Bu değerlere gün saatlerine göre aşağıdaki düzeltmeler uygulanacaktır.

Gündüz (06.00 - 19.00) (0) dBA

Akşam (19.00 - 22.00) (-5) dBA

Gece (22.00 - 06.00) (-10) dBA

Not: Gürültüye duyarlı alanlar ve gelecekteki plânlamalar için temel kriter 35 dBA alınır.

5. GÜRÜLTÜNÜN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE OLUMSUZ ETKİLERİ

Gürültünün insan sağlığı açısından etkilerini şu şekilde sıralayabiliriz;

Duyu organları üzerine etkisi

-İşitme: Yüksek şiddetle gelen seslerin hepsi orta kulakta engellenemez ve yüksek enerji iç kulağa geçer. Bu durum; ya ani olarak yüksek şiddetteki bir sesle ya uzun süreli yüksek şiddetteki seslere ya da impulsif denilen periyodik olarak kesilip yeniden gelen seslere maruz kalmakla olur. İşitme kaybı kulak çınlamasıyla başlayıp kalıcı ve geçici sağırılıklar meydana getirebilir. Avrupa topluluğu 8 saat boyunca 85 dB şiddete ulaşan gürültülü yerlerde kulak maskesi takma mecburiyeti getirmiştir. Bazı seslerin şiddet ve şiddet seviyeleri verilmektedir (Tablo 5.1).

Tablo 5.1. Bazı Ses Şiddetleri

Ses	Şiddet (watt/m ²)	Şiddet (dB)
Acı duyma eşiği	1	120
Bir uçağın yakınında	1	120
Ekspres tren	1.10 ⁻⁴	90
Trafikçe yoğun cadde	1.10 ⁻⁵	70
Normal konuşma	3.10 ⁻⁶	65
Evde normal radyo	1.10 ⁻⁸	40
Fısıltı	1.10 ⁻¹⁰	20
Ağaç yapraklarının hisirtisi	1.10 ⁻¹¹	10
İşitme eşiği	1.10 ⁻¹²	0

-Görme: Yüksek sesle gürültüye maruz kalan bir kişide görme duyusunun azalması, göz kasılması, göz bebeklerinin büyümesi gibi hastalıklar görülebilir.

-Uykusuzluk: Uyku, fiziki yorgunluğu gideren bir fonksiyondur. Uyku esnasında 35 dB'e kadar olan sesler kişiyi etkilemez. Bu seviyenin üstüne çıkılınca uyanmalar görülür. Birkaç defa böyle uyanma durumunda kişi yeteri kadar dinlenemez.

Kalp-Damar sistemi üzerine etkileri

- Çevre damarlarda kasılma, kalp atışında artış (Taşikardi)
- Yüksek tansiyon

Hareket sistemi üzerine etkileri

- Kaslarda yorgunluk, yürüyüş bozuklukları, denge bozukluğu
- İş yapabilme kabiliyetinde ve gücünde azalma; beceriksizlik.

Salgı sistemi üzerine etkileri

- Salgılarda artma ve azalma
- Mide-Barsak bozuklukları

Sinir sistemi üzerine etkileri

- Ürperme, irkilme, şaşkınlık, sinirlilik
- Zihin faaliyetlerinde yavaşlama
- Dikkat azalması
- Nörovetajatif distaniler, metabolizma bozukluğu (şişmanlık, diabet)

Doğuma etkisi

Hamile olan kadınlar yüksek şiddetteki gürültüye maruz kaldıklarında erken doğum görülebilir.

Eğitime etkisi

Gürültülü yerde bulunan okullarda gerek öğrencinin gürültü fonu yanında öğretmeni anlaması, gerekse aynı fona karşı mücadele veren öğretmenin yorgunluğu eğitim seviyesini düşürmektedir (5, 12, 13)

6. DENEYSEL BÖLÜM

6.1. Kullanılan cihazlar, özellikleri ve kullanım şekli

1. PS 103 model sonometre (Gürültü ölçüm cihazı)
2. Toz başlığı
3. Kalibratör
4. Kranometre

Sonometre: Kulağa gelen sesleri kulağa geldiği gibi, kulağın algıladığı şekilde ölçmek üzere yapılmış cihazdır. Sanometrelerde insan kulağın duyma hassasiyetine uygun olması için A Frekanslı filitre kullanılmaktadır. Kullandığımız ölçü cihazı Çevre Sağlık Müdürlüğüne ait SAR elektronik marka PS 103 model ibreli sanometredir.

-Sonometrenin Kalibrasyonu

Kalibrasyon esnasında sonometre dik tutulmalıdır. Kalibratör , sonometrenin mikrofona plastik adaptasyon halkasıyla takılmalıdır. Kalibratörün ürettiği sesin 110 dB olması için Kalibratördeki pillerin yeni olması ve üzerinde bulunan ışığı yakmalıdır.

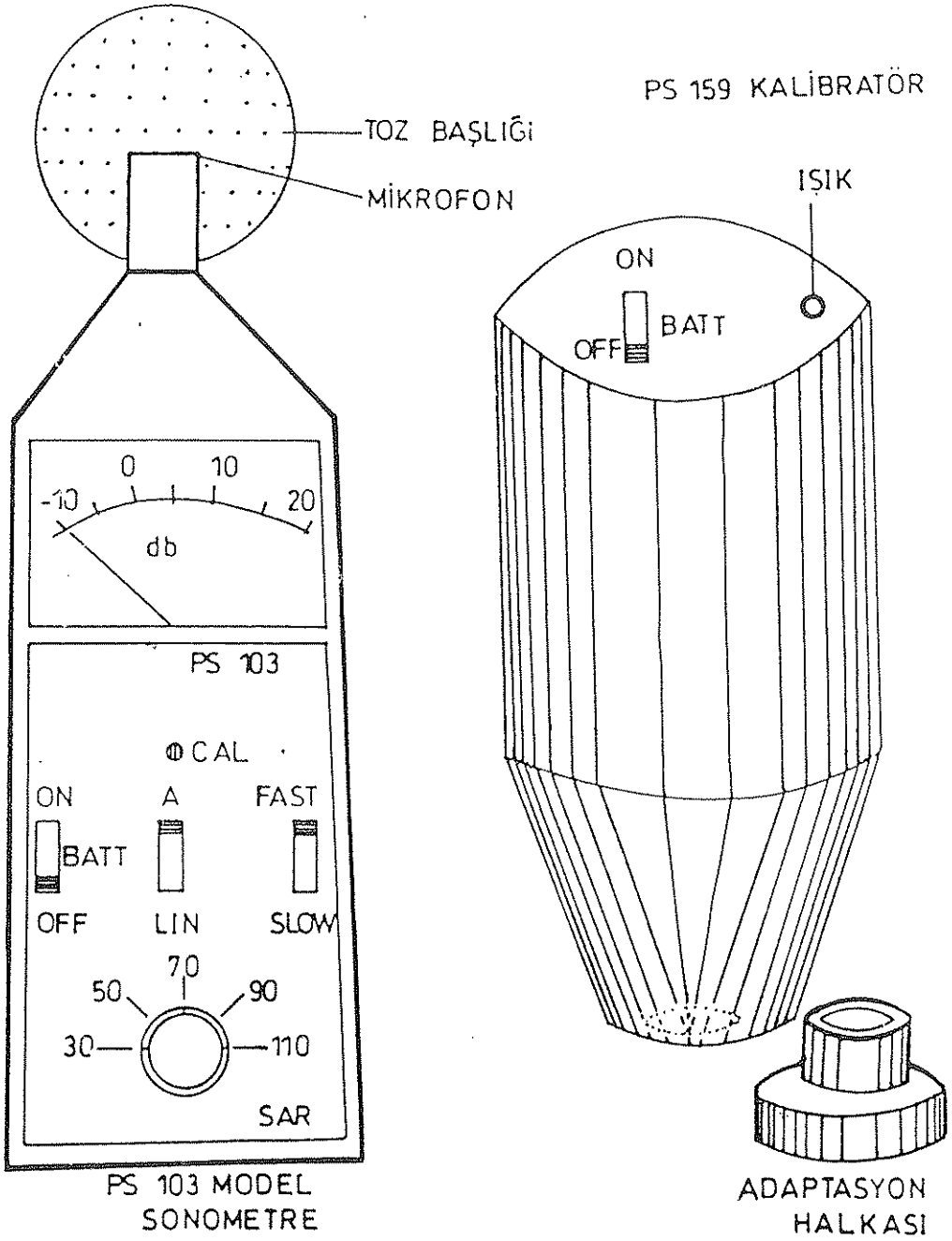
Sonometredeki ölçüm alan kumandası 110 dB'lik konuma getirilmelidir. Kalibratör düğmesi ON durumuna getirilir. Kalibratör 110 dB'lik gürültü ürettiğinden, sonometrenin göstergesi 0 dB'i göstermesi gerekmektedir. Eğer sıfırı göstermiyorsa sonometredeki, cal düğmesi ile sıfırlama yapılarak sonometrenin kalibrasyonu yapılmış olur.

- Sonometrenin kullanılması

- BATT : Pillerin kontrolü yapılır.
- LİN-A : Kumanda anahtarı ile düz ve A Ağırlıklı frekans filitresinden biri devreye sokulur.
- FAST : İbrenin hareketli salınım için kullanılır.
- SLOW : İbrenin yavaş hareketini sağlar.
- CAL : Sonometrenin kalibrasyonunun yapılması için kullanılır.

•**Ölçüm alan kumandası:** 30-50-70-90-110, Beş konumlu kumanda düğmesi ile yükselteç zincirlerin kazançları 20 dB'lik bölmeler halinde ölçüm yapılacak gürültüye göre ayarlanır.

Sonometrenin ölçüm alanı 25,130 dBA arasındır. Ölçüm esnasında, ölçüm yapan kişi dışında başkası bulunmamalıdır. Cihaz vücuttan 45° eğimle ve 50 cm. uzak tutulmalıdır (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Aletin şekli

6.2. Konya'nın Değişik Yerlerinde Trafik Gürültüsü Ölçümleri

Konya'da trafik gürültü düzeyleri ile konut bölgelerindeki rahatsızlık etkisi arasındaki ilişkinin araştırılması amacıyla bazı alan çalışmaları yapılmıştır. Konya'da trafik yoğunluğunun en fazla olan caddelerinde yapılan ölçümlerde 13 saat süre ile 07.00-20.00 saatleri arasında birer saatlik aralıklarla kayıtlar yapılmıştır. Ölçüm seti olarak SAR marka PS 103 model sonometre kullanılmış, bilgisayar yardımıyla dBA birimindeki ses düzeylerinden istatistiksel gürültü birimleri hesaplanmıştır. Plânlanan alanlarda gürültü engeli boyutunun hesaplanmasında 4.cü bölümdeki şekil ve tablolar gözönüne alınarak düzeltme ve hesaplamalar yapılmıştır. Bulgular tablolar halinde verilmiştir. Ayrıca ölçüm yapılan bölgelerin plânları verilmektedir.

- Alâaddin Tepesi ve çevresinde Mayıs ayı (1994) gündüz saatlerinde yapılan bir ölçüm değeri

Alâaddin Tepesi yığma bir tepe olup çevresinde tek yönlü bir trafik akımı vardır. Tepe çevresi büyükçe bir döner kavşak durumunda olup saatte 2000 civarında motorlu taşıt geçmektedir. Motorlu taşıtlardan başka, Alâaddin tepesinin çevresinden raylı sistemde (tramvay hattı) geçmektedir. Burada tramvayın çok fazla etkisi olduğu söylenemez. Bunun sebebi Alâaddin çevresindeki yapay ve doğal gürültü engellerinin en uygun ve etkin plânlamayı içerdiğini göstermektedir. Tepe yeşil alan durumunda olup çevresinde üç-dört katlı binalar bulunmaktadır. Alâaddin tepesindeki ağaçların çoğu kışın yaprağını döken ağaçlardan oluşmakta olduğundan tepedeki gürültü seviyesi yazın ağaçların yapraklanmasıyla düşmesi beklenirken çay bahçelerinin faaliyete geçmesiyle yükselmektedir. Cadde üzerinde değişik noktalarda istasyonlar tespit edilerek yapılan ölçüm ve hesaplamalarda minimum ve maksimum değerlerin en düşük ve en yüksek değerleri verilmektedir.

Minimum değerlerin;

En yükseği 80 dB(A)

En düşüğü 71 dB(A)

Maksimum değerlerin;

En yükseği 90 dB(A)

En düşüğü 76 dB(A)

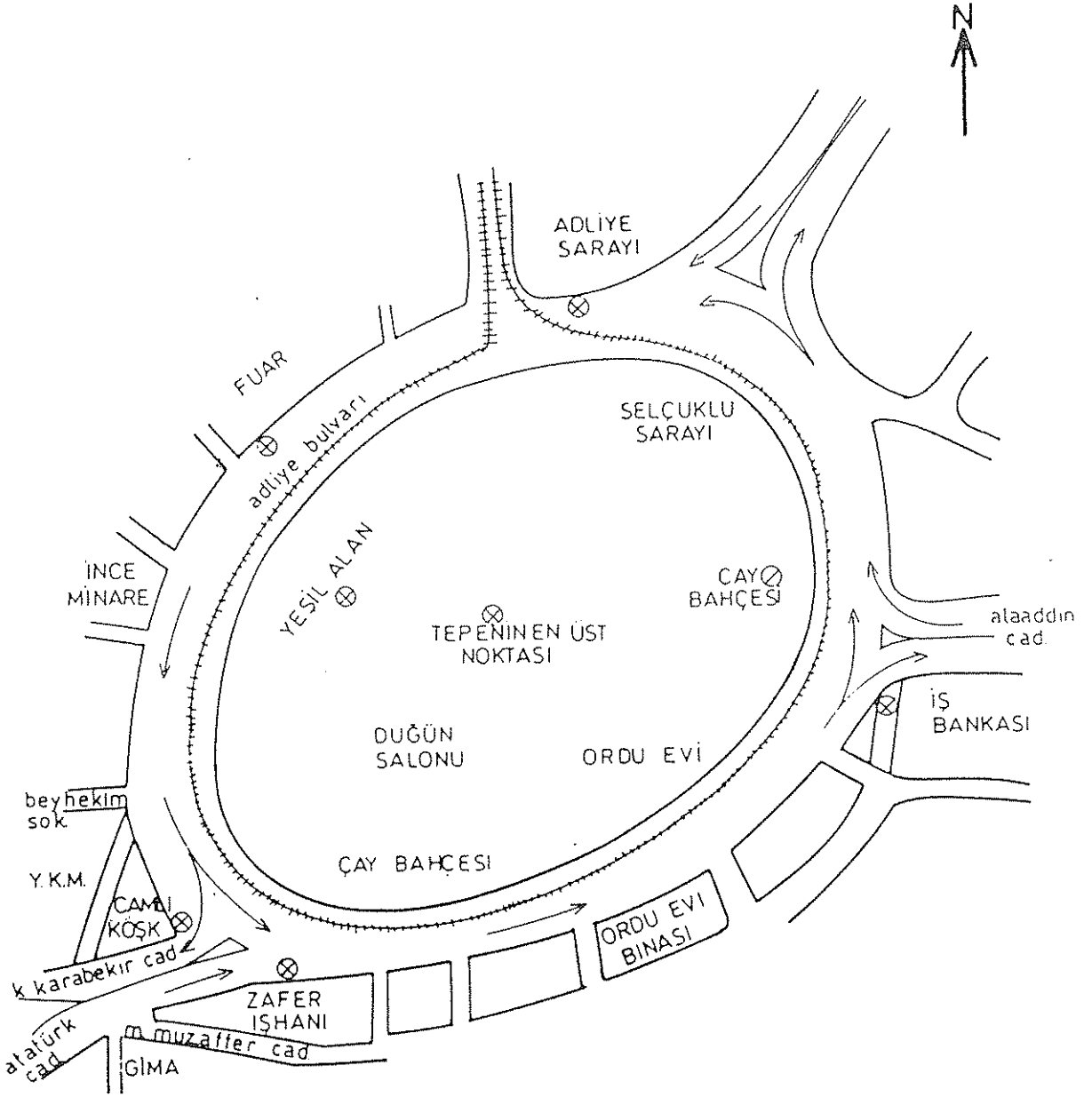
Tepe üzerinde ise en düşük gürültü minimum olarak 52 dB(A), en yüksek gürültü maksimum olarak 70 dB(A) olduğu görülmektedir (Tablo 6.1) (Plân 6.1).

Plân üzerinde gösterilen \otimes işareti ölçüm yapılan noktaları göstermektedir.

Tablo 6.1. Alaaddin Tepesinde yapılan ölçümler dBA

	Ölçüm Saatleri													
	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
Ölçüm istasyonlar	76	84	85	81	76	80	79	75	75	78	83	89	87	86
Ankara Caddesi														
Adliye bulvarı	75	85	84	80	75	79	78	75	75	76	83	87	86	84
Fuar önü	75	83	86	82	74	80	77	74	75	76	83	84	85	80
Zafer İşhanı önü	75	88	87	86	86	81	80	78	79	75	88	89	90	89
İşbankası önü	72	85	86	83	80	75	77	76	73	74	85	86	87	85
Yeşil alanlı kısım	65	66	70	68	65	64	66	67	67	69	68	69	70	68
Tepenin en üst noktası	52	52	53	54	52	57	56	59	58	59	60	60	61	61
Çay bahçesi	70	72	70	72	75	73	74	75	77	82	83	84	81	82

Plan 1. Alaaddin Tepesi



- Nalçacı caddesinde Mayıs (1994) gündüz saatlerinde yapılan bir ölçüm değeri

Nalçacı caddesindeki gürültü trafik gürültüsüdür. Bu caddeden tramvay da geçmektedir. Caddede iki yönlü trafik akımı mevcut olup saatte ortalama 2200 civarında motorlu taşıt geçmektedir. Nalçacı caddesi Konya'nın en işlek caddelerinden biridir. Özellikle sabah ve akşam saatlerinde trafik yoğunlaşmaktadır. Ayrıca caddede 6-11 katlı binalar bulunup, bu özelliğiyle de gürültü şiddetine en çok maruz kalan caddedir. Nalçacı caddesi boyunca değişik noktalarda istasyonlar tesbit edilerek yapılan ölçüm ve hesaplamalarda minimum ve maksimum değerlerin en düşük ve en yüksek değerleri verilmektedir.

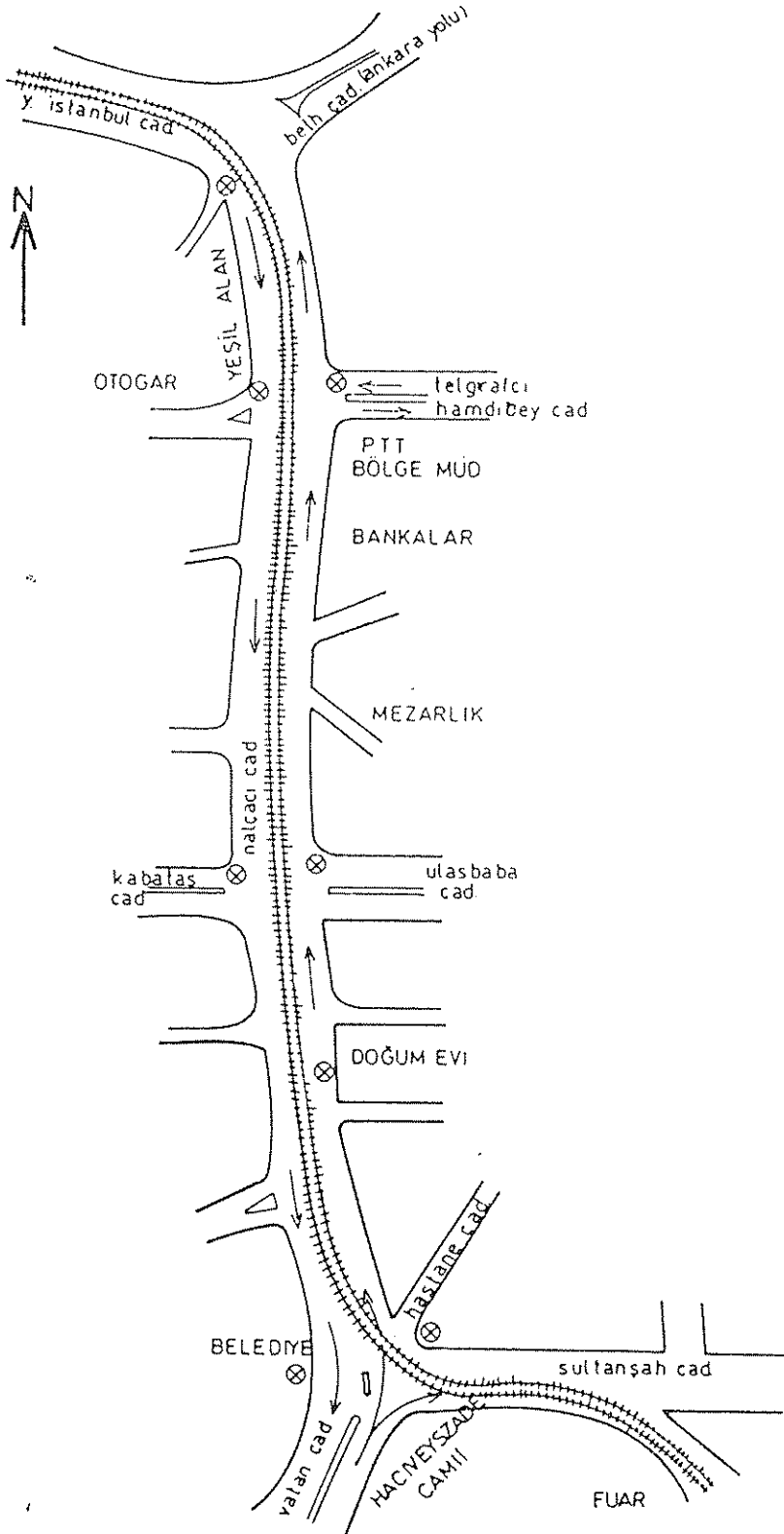
Minimum değerlerin;	Maksimum değerlerin;
En yükseği 80 dBA	En yükseği 90 dBA
En düşüğü 71 dBA	En düşüğü 76 dBA

Nalçacı caddesinin bazı bölgelerindeki yeşil ve açık alanlarda gürültü şiddetinin azaldığı gözlenmektedir (Tablo-6.2), (Plân 6.2).

Tablo 6.2. Nalçacı Caddesi boyunca yapılan ölçümler dRA

	Ölçüm Saatleri													
	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
Ölçüm İstasyonlar	70	89	85	79	80	79	80	79	78	79	88	89	88	87
İstanbul Cad. Otogar girişi	75	88	87	85	86	79	78	77	75	76	87	89	88	85
Yeşil alan ve otogar civarı	78	89	88	84	82	79	80	77	78	76	88	85	86	85
Telgrafçı Hamdi bey Cad.	79	90	89	87	80	84	80	78	77	80	87	90	84	83
Kabataş Cad.	74	89	88	87	80	85	80	76	74	71	78	79	80	78
Doğumevi önü	70	85	84	79	77	78	82	78	75	75	80	82	81	80

Plan 2: Nalçacı Caddesi



- Alâaddin ve Mevlâna caddelerinde Mayıs (1994)
gündüz saatlerinde yapılan bir ölçüm değeri

Bu cadde Alâaddin tepesi ile Mevlâna müzesi arasında uzanmakta olup iki yönlü trafik akımı mevcuttur. Alâaddin tepesi yakınlarında 1800 civarında motorlu taşıt geçmekte iken, Mevlâna müzesi yakınlarında bu sayı 1100 civarına düşmektedir. Cadde boyunca 2-4 katlı binalar bulunmakta ve yeşil alan minimum düzeydedir. Değişik noktalarda istasyonlar tesbit edilerek yapılan ölçüm ve hesaplamalarda minimum ve maksimum değerlerin en düşük ve en yüksek değerleri verilmektedir.

Minimum değerlerin;

Maksimum değerlerin;

En yükseği 77 dBA

En yükseği 90 dBA

En düşüğü 60 dBA

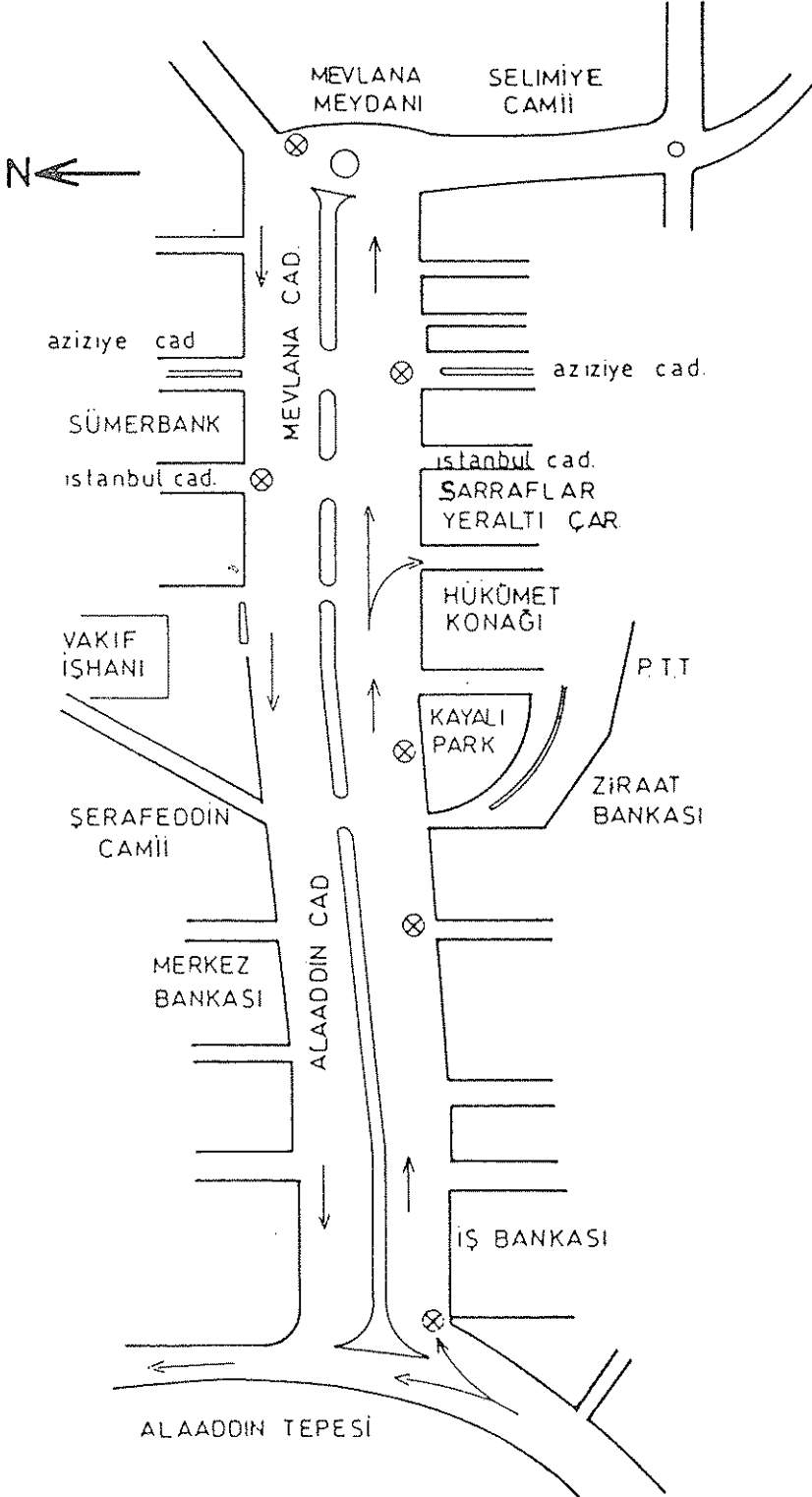
En düşüğü 80 dBA

Alâaddin ve Mevlâna caddeleri yaz aylarında daha fazla gürültüye maruz kalmaktadır (Tablo-6.3.) (Plân-6-3).

Tablo 6.3. Alaaddin ve Mevlana Caddeleri boyunca yapılan ölçümler dBA

	Ölçüm Saatleri													
	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
Ölçüm İstasyonlar	76	90	88	85	86	80	81	77	78	80	88	90	87	86
İşbankası önü	75	90	89	80	81	80	81	78	76	77	89	89	88	85
Merkez bankası karşısı	68	87	86	77	76	80	81	80	74	75	87	88	85	84
Kayalıpark içi	78	89	88	73	74	72	77	75	76	77	87	88	83	80
İstanbul Caddesi	69	86	87	80	82	85	86	78	84	83	86	84	83	82

Plan 3: Alaaddin ve Mevlana Caddesi.



- Meram Yeni Yol caddesinde Mayıs (1994) gündüz saatlerinde yapılan bir ölçüm değeri

Bu cadde Konya'nın mesire yeri olan Meram bağlarına bağlanmakta olup iki yönlü trafik akımı mevcuttur. Yaz aylarında bu caddede trafik akımı akşam saatlerinde yoğunlaşmakta ve saatte ortalama 1600 civarında motorlu taşıt geçmektedir. Cadde boyunca 1-3 katlı çoğunluğu müstakil olan villalar bulunmaktadır. Ayrıca bu cadde diğer caddelere göre daha yeşil ve açık alana sahiptir. Değişik noktalarda istasyonlar tesbit edilerek yapılan ölçüm ve hesaplamalarda minimum ve maksimum değerlerin en düşük ve en yüksek değerleri verilmektedir (Tablo-6.4), (Plân-6.4).

Minimum değerlerin;

Maksimum değerleri;

En yükseği 76 dB(A)

En yükseği 89 dB(A)

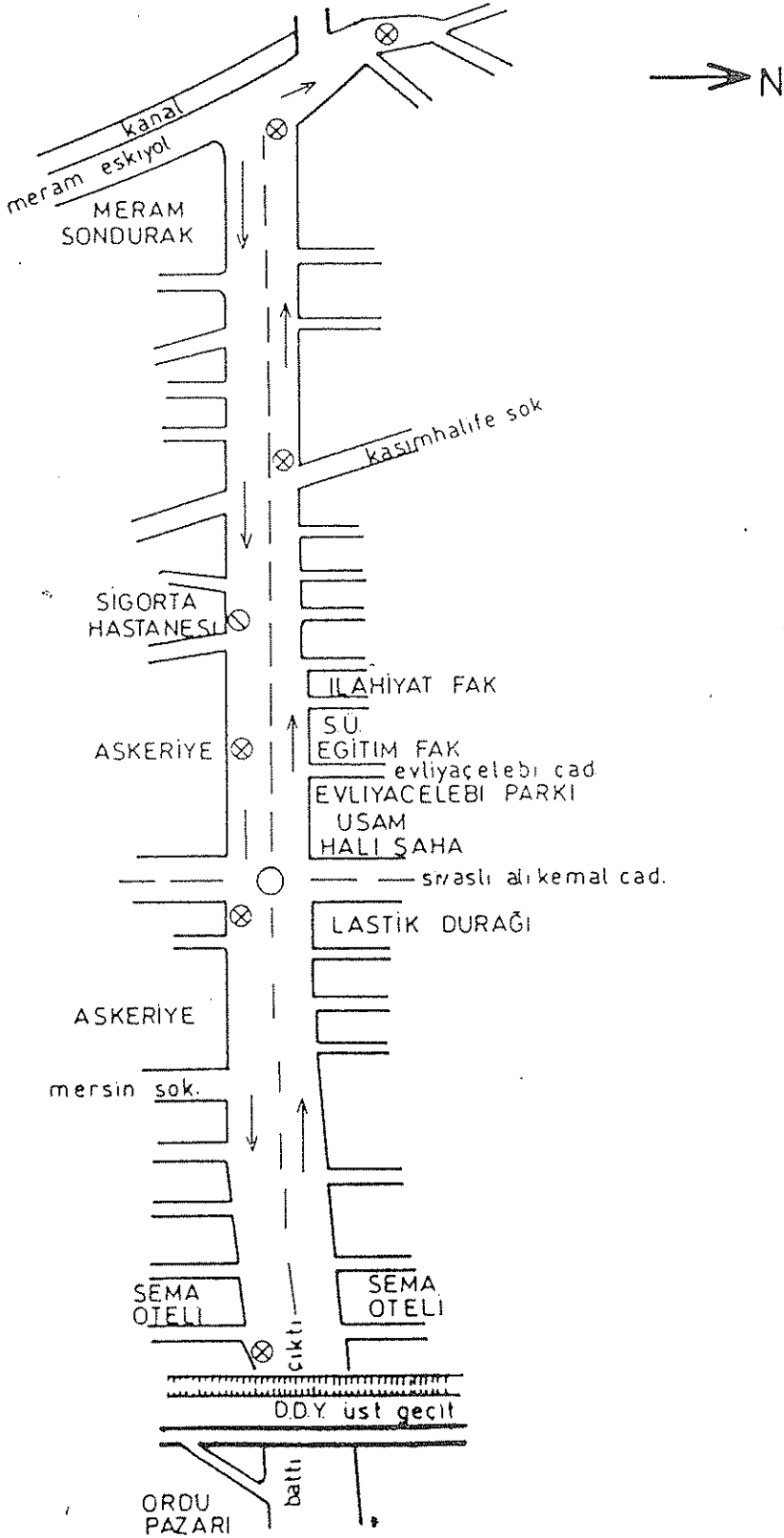
En düşüğü 58 dB(A)

En düşüğü 66 dB(A)

Tablo 6.4. Meram Yeni Yol Caddesi boyunca yapılan ölçümler dBA

	Ölçüm Saatleri													
	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
Ölçüm İstasyonları	58	59	58	59	59	59	58	59	60	61	65	66	67	67
M. Çay bahçesi önü	60	68	67	63	62	63	63	64	65	67	69	71	72	71
Meram sondurak	58	65	64	60	60	64	65	62	63	64	65	66	67	66
Kasım halif sokak	70	75	75	70	70	71	76	75	77	76	77	74	73	72
S.S.K. Hastanesi önü	66	70	70	68	65	66	67	65	64	65	67	68	67	67
S.Ü. Eğitim Fak. Önü	65	68	67	65	64	63	65	66	66	68	70	63	68	67
Lastik Durağı Civarı	75	89	89	77	76	78	78	80	81	83	88	89	89	87
Battı Çıktı girişi														

Plan 4: Meram Yeniyl Caddesi



- Vatan caddesinde Mayıs (1994) gündüz saatlerinde yapılan bir ölçüm değeri

Bu caddede iki yönlü trafik akımı mevcut olup Nalçacı Caddesinin devamı durumundadır. Cadde boyunca 6-10 katlı binalar bulunmakta ve saatte ortalama 2000 cavarında motorlu taşıt geçmektedir. Bu caddede yeşil ve açık alan minimum düzeyde olduğundan gürültüye daha çok maruz kalmaktadır. Değişik noktalarda istasyonlar tesbit edilerek yapılan ölçüm ve hesaplamalarda minimum ve maksimum değerlerin en düşük ve en yüksek değerleri verilmektedir (Tablo-6.5), (Plân-6.5)

Minimum değerlerin;

En düşüğü 66 dBA

En yükseği 78 dBA

Maksimum değerlerin;

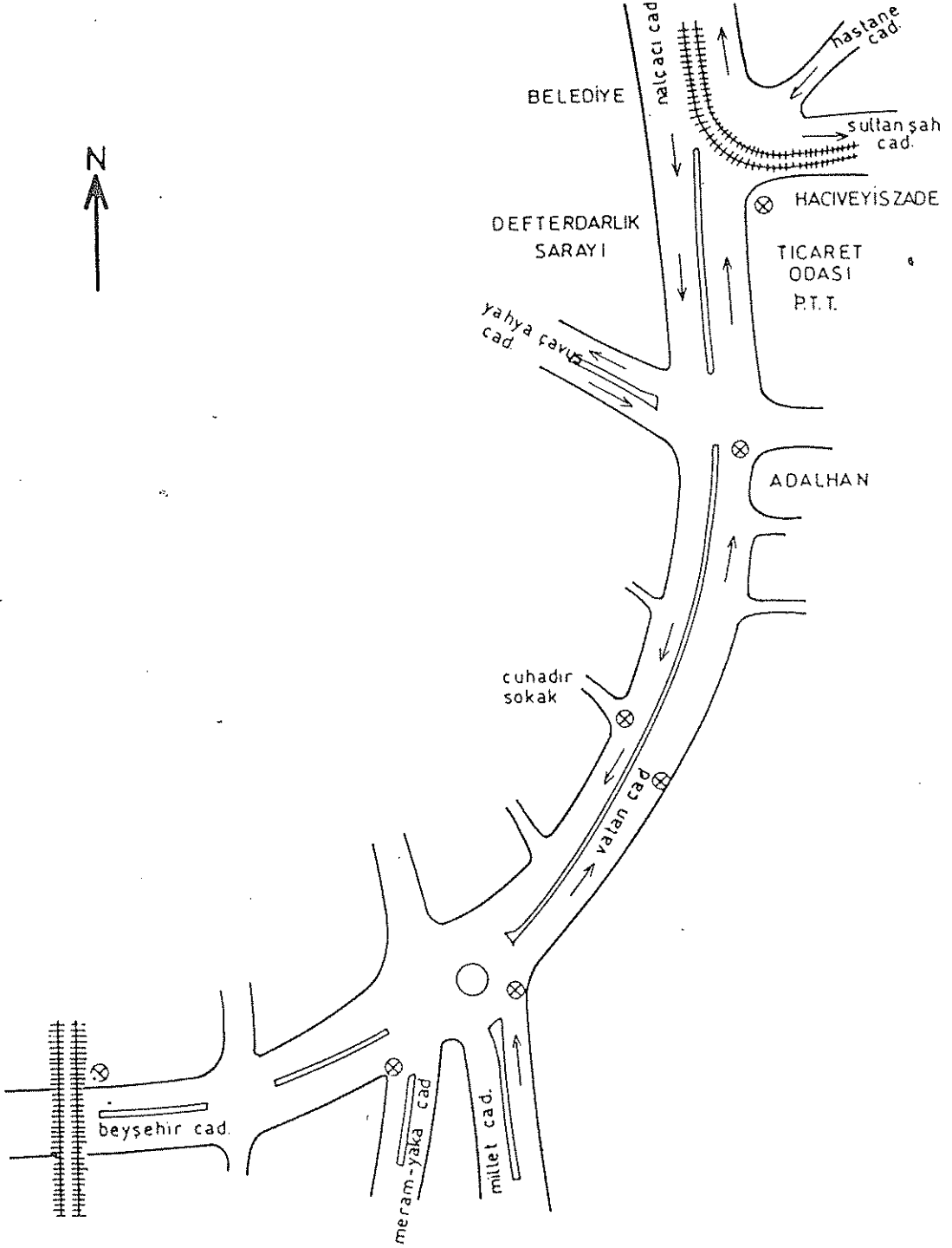
En düşüğü 70 dBA

En yükseği 90 dBA

Tablo 6.5. Vatan Caddesi boyunca yapılan ölçümler dBA

	Ölçüm Saatleri															
	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00		
Ölçüm İstasyonlar	65	81	81	70	72	75	79	68	78	75	78	72	71	70		
Beyşehir Cad, tren yolu	65	78	71	70	65	66	66	70	68	70	71	70	71	72		
meram yaka Cad. kavşağı	70	89	87	75	76	77	80	79	78	79	85	87	88	88		
Vatan ve Millet Cd. Kavş.	78	90	89	80	81	79	80	81	81	82	88	89	90	89		
Çuhadır Sokak	75	89	87	86	80	80	79	78	80	81	88	89	89	89		
Adalhan özü	75	86	85	74	73	82	80	81	80	79	84	85	86	87		
Haciveyizzade camii özü																

Plan 5: Vatan Caddesi



7. SONUÇ VE ÖNERİ

Günümüzde trafik gürültüsü kaçınılmaz bir boyuta ulaşmıştır. Bu nedenle trafiğin yoğun olduğu bölgelerde gerek konut, gerekse eğlence ve dinlenme alanlarının akustik konforunun sağlanması için doğal engeller düzenlenmelidir.

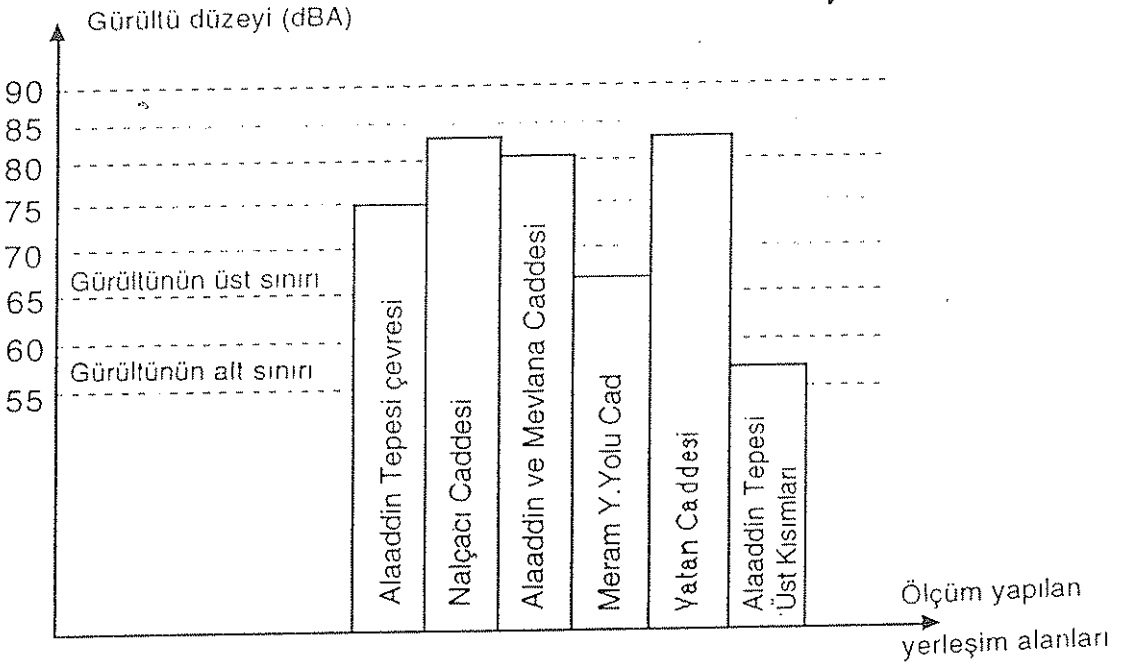
Konya'da kara ulaşımı gürültüsünden etkilenen bazı şehir içi yerleşim bölgelerinde gürültü koşulları ve gürültünün olumsuz etkilerini ortaya koymak, gürültü düzeyini ve sonuçta da gürültü kriterlerini belirlemek amacıyla SAR marka PS 103 model sonometre ile alan çalışmaları yapılmıştır. 6 bölgede sürdürülen çalışmalarda Gürültü kaynakları analiz edilmiş ve uluslararası ölçüm standartlarına uygun olarak yapıların dış duvarlarından 1 m. uzaklıkta ve 1.5 m. yükseklikte yapılan 13 saatlik akustik ölçümlerle bulunan gürültü düzeylerinin bölgelere (Çalışma alanımız Gürültü kontrol yönetmeliğindeki bölge tanımlarından III. bölge kapsamında), zamana (gün ve saatlere) ve diğer bazı faktörlere göre değişimleri incelemiştir; dBA biriminde Lineer gürültü düzeyleri, çeşitli gürültü birimleri cinsinden hesaplamalar yapılmıştır.

Konya'da kara ulaşım gürültüsü düzeyi; $Leq=55-65$ 'den arasında değişen çeşitli dış çevre gürültüsü kriterleri ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Gürültü kontrol yönetmeliği şehir içinde 65 dBA'yı sınır olarak öngörmektedir) (12).

Genellikle sürekli trafik akamına sahip yolların gürültü analizleri tablo (7.1)'de histogramı da (Şekil 7.1)'de verilmektedir.

Tablo 7.1. Konya'da Kara Ulaşımı Gürültü Analizleri

	Lea (14h) dBA	Medyan Hoş- nutsuzluk Puanı	Rahatsızlık %
Alâaddin tepesi	75	5,1	95
Nalçacı Cad.	83	5	90
Alâaddin Cad-Mevlâna	81	4,9	92
Meram Yenyol Cad.	67	3,6	60
Vatan Cad.	83	5	90
Alâaddin tepesinin en yüksek	56	2,6	50



Şekil 7.1. Konya'da bazı bölgelerin gürültü histogramları.

Aynı çalışmalar çerçevesinde yapılan etkilenme analizlerinde ise; incelenen bölgelerin çoğunda sosyal tesislerin ve yeşil alanların yetersizlikleri ve hava kirliliğinden sonra gürültünün 2. sırayı aldığı görülmektedir. Yapılan anketler ölçüm alınan bölgelerdeki kişilerin %75'inin evlerinde trafik gürültüsünden rahatsız olduğunu göstermiştir. Ayrıca pencereler

açık iken, gürültüden hemen bütün hareketlerin ve kullanıcı performansların olumsuz etkilendiği anlaşılmıştır.

Türkiye'de trafik kurallarına uymama alışkanlığı, özellikle dolmuş ve minibüslerin gelişigüzel durmaları üç tekerlekli ve mobiletlerin egzozların susturucularını çıkarmaları, şehir içinde trafiğin sürekliliğinin sağlanmaması, yanlış park etme ve diğer sebepler gürültüyü yakın gelecekte daha da artıracaktır. Ayrıca şehiriçi yolların çoğunlukla bakımsız, bozuk ve pürüzlü oluşu taşıtların lastik/yol sürtünmesinden doğan gürülüğü arttırmaktadır. Bu artış düzgün asfalt-beton yüzeylerde 1-2 dBA, parke taşı kaplı yüzeylerde 4 dBA kadardır (14). Konya'da gürültü ile mücadele yapılabilmesi için; Konya Büyükşehir Belediyesi, Karayolları İl Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü, Makina Mühendisleri Odası ve Şöförler Derneği gibi ilgili kurum ve kuruluşlar koordineli olarak bazı çalışmalar yapmalıdır. Bu çalışmada trafik muayene istasyonları kurularak, araçların gürültü düzeyi testlerinin yapılması, trafikte seyreden araçların denetimlerinin sıklaştırılması, kasten veya ihmal sebebi ile gürültü çıkaran araçların trafikten men edilmesi, sıkı korna yasağı uygulaması ve sürücüler ile halka yönelik eğitim programlarının hazırlanması amaçlanmalıdır.

Tüm bu gerekliliklerin paralelinde sonuç önerisi olarak; kent içi gürültü engeli düzenlemesinde sadece akustik açıdan konfor düşünülmemeli aynı zamanda diğer, plânlama kriterleri ile yörenin değerleri ve toplumun estetik istekleride gözönüne alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- 1) BEANEK, L., L., 1954 Acoustics, Mc Grow-Hill Book, New York, Sayfa: 348
- 2) DOELLE. L., L., 1972 Environmental Acaustics, Mc Grow Hill New York,
- 3) EGAN, M.D., 1972 Consepst in Architecturol Acaustics, Mc. Grow Hill, New York.
- 4) ERTÜRK, D., Z. 1977, Kullanıcı Konforu Açısından Boyutsal Gereksinimlerin Saptanması için Bir Yöнем İTÜ. Mimarlık Fak. İstanbul
- 5) ERTAŞ, İ., 1975 Denel Fizik Dersleri Ege Üniversitesi İZMİR, Cilt:1, Sayfa: 266-272.
- 6) GÜNER, Z., 1990 Tıp ve Biyoloji Öğrencileri için Fizik Ankara Üniversitesi Ankara cilt:2, sayı:394, Sayfa: 50-52
- 7) HARKIN, P., H., Humphreys, H., P., 1958 Acaustics Noise and Buildings, Faber and Faber Ltd. London
- 8) KARPUZCU, M., 1988 Çevre Mühendisliğine Giriş, İ.T.Ü. İnş. Fak. Matbaası, İstanbul sayfa: 201
- 9) KROSİL' Nikow, v.A., 1960 Sound and Ultrasound Waves. Jerusalem by. S. Manson sayfa: 137-138
- 10) ÖZBİLEN, A., Gürültü Problemine Doğal Elemanlarla Çözüm Arama. Doğa Türk. Müh. ve Çevre Bilimleri Dergisi tübitak Ankara Sayı:16 Sayfa: 357,368
- 11) PEUCKER, G., H., 1983 Mabnahem Der Londschafts plage, Verlag Paul, Parey, Berlin und Hamburg sayfa:29-30

- 12) Resmi Gazete, 11 Aralık 1986 Tarih ve 19308 sayılı Resmi Gazete Gürültü Kontrol Yönetmeliği
- 13) TEKELAN, Ş., A., 1991 Gürültünün İşitme ve Duyu Sistemler Üzerine Etkisi, Ekoloji ve Çevre Dergisi, İZMİR, sayı:1 Sayfa:2-10
- 14) Türkiye'nin Çevre Sorunları, 1991, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları, Ankara sayfa: 447-477.