

KENT İÇİ VE KENTLERARASI KARAYOLU ULAŞIMINDA GÜRÜLTÜ KİRLİLİĞİ VE ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Bülent TUZCU*
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KIRBAŞ**

ÖZET

Gürültü, insanı rahatsız edici duygular uyandıran ve insan organizmasında hasar yapabilen karmaşık yapı bir ses olayı olup, istenmeyen yer ve zamanda oluşan rahatsız edici ses olarak tanımlanabilir. Bu sebeple gürültü kirliliği, insan sağlığı için çeşitli yönlerden bir risk oluşturan çevre sorunlarından birisidir. Ülkemizde son yıllarda motorlu araç sayısının hızla artması nedeniyle kent içi ve kentler arası karayollarında trafik kaynaklı gürültü kirliliği buralarda yaşayanlarda fizyolojik, patolojik, psikolojik ve performans bozukluklarına sebep olmaktadır.

* İnşaat Mühendisi

** Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi KÜTAHYA

Bugüne kadar yürütülen gürültü kirliliği araştırmalarından, çevre gürültüsü içinde trafik gürültüsünün önemli nispette olduğu ve trafik hacmine bağlı olarak gürültü düzeyinin farklı özellikler gösterdiği anlaşılmıştır. Düşük hacimdeki trafikte gürültü seviyesi az, buna karşılık trafik hacmindeki artışa bağlı olarak gürültü düzeyinde artış olduğu, ancak trafik akışı en yüksek kapasiteye yaklaşırken, akış hızının yavaşlaması sebebiyle gürültü düzeyinde de azalmanın olduğu görülmektedir.

Kent içi ve kentler arası karayolu ulaşımında çevre gürültüsünün önlenmesi doğrudan yolun konumuna ve gelişimine bağlı olması sebebiyle karayollarının planlama aşamasında gereken dıyarlılığın gösterilerek en uygun güzergâh ve gerekli önlemlerin uygulanması en doğru ve ekonomik çözümler olacaktır.

1. GİRİŞ

Yirminci yüzyılda hızlı sanayileşme dünyaya yeni boyutlar kazandırmış, hızlı nüfus artışı ve endüstri dallanmış, kırsal kesimden kentlere yerleşme hızı artmış, arz ve talep odakları kaçınılmaz olarak birbirinden ayrılmıştır. Bu ayrılık üretim alanlarında kent içi/ kentler arası düzeyde çok değişkenli, farklı boyutlarda ve yoğun ilişkilerin oluşturduğu bir ulaştırma sistemini doğurmuştur.

Yaşadığımız son yıllarda ülkemizdeki motorlu araç sayısının artışı belirgin ve rahatsız edici çevre sorunlarının başında gürültü kirliliğini getirmiştir. Karayollarımızda gün geçtikçe trafik yoğunluğu artmakta ve buna bağlı olarak oluşan gürültü kirliliği yaşayanlar üzerinde psikolojik ve fizyolojik olarak zararlı etkiler oluşturmaktadır. Tıp uzmanları bu aşırı gürültünün insanları saldırgan duruma getirildiğini ruh ve sinir sistemi sağlıklarını bozduğunu kanıtlamışlardır. Aşırı ve sürekli gürültü, insanın sinir sistemini tahrip etmekte bunun sonucunda kişiler sinirli bir tutum içine girmektedirler.

Gürültü kirliliği konusunda yapılan bilimsel çalışmalardan çevre gürültüsü içerisinde trafik gürültüsünün önemli ölçülerde olduğu, özellikle büyük kentlerde yaşayanların bunun olumsuz sonuçlarından çok etkilendikleri anlaşılmaktadır.

2. GÜRÜLTÜ TANIMI VE KAVRAMI

Fiziksel olarak ses; esnek bir ortam içerisinde titreşen bir cisim tarafından oluşturulan basınç değişimlerinin buldukları ortamda iletilmesi biçiminde görülen bir mekanik dalga hareketidir. Titreşen bu cisim belirli bir toplam güce sahiptir. Bu güç kaynağından ortama yayılan dalgaların yarattığı maksimum ve minimum basınçlar “ses basıncı” olarak tanımlanan basıncı oluşturur.

Gürültü, karmaşık yapıya sahip bir ses olayı olup, istenmeyen yer ve zamanda oluşan rahatsız edici ses olarak tanımlanabilir.

Çevre sorunları içerisinde en yaygın olarak karşılaşılan gürültü kirliliği gelişmiş ülkelerde sanayileşme sürecinin sonuçlarından biri olarak teknoloji atığı biçiminde ortaya çıkmış ve başta ulaşım gürültüleri olmak üzere 1960’lı yıllardan sonra toplumun çeşitli kesimleri için büyük bir ilgi alanı haline gelmiştir.

3. GÜRÜLTÜ KİRLİLİĞİ KAYNAKLARI

Gürültü kirliliğinin kaynakları değişik şekillerde sınıflandırılabilir. Esasen seslerin doğuş biçimlerine göre havada veya katı ortamlarda doğan gürültüler, akustik olarak noktasal, çizgisel ve düzlemsel kaynaklardan yayılabilir. Genel olarak gürültü kirliliği yaratan sesler kaynak ve alıcıların çevremizdeki konumuna ve yayılma şekline bağlı olarak iki grupta incelenebilir.

3.1. YAPI İÇİ GÜRÜLTÜLER

Yapıların içinde yer alan kaynaklardan doğan seslerdir. Bunlar da aşağıdaki şekilde alt gruplara ayrılabilir:

- a- Konuşma sesleri,
- b- Adım ayak sesleri,
- c- Ev araçlarının gürültüleri,
- d- Yükseltilmiş müzik sesleri,
- e- Darbe veya eşya sürtünme sesleri,
- f- Kapı çarpmaları,
- g- Büro gürültüleri,
- h- Garaj gürültüleri,
- ı- Çeşitli makine ve donatımların gürültüleri (asansör, sıhhi tesisat, soğutma sistemleri, havalandırma ve ısıtma sistemleri gibi.).

3.2. YAPI DIŞI GÜRÜLTÜLER

Yapıların dışında yer alan kaynaklardan üretilen ve gerek yapı içindeki hacimleri ve gerekse yapı dışındaki açık alanları kullanan kişileri etkileyen gürültülerdir. Bunlar aşağıdaki şekilde alt gruplara ayrılabilir:

- a- Ulaşım gürültüleri (Karayolu, demiryolu, denizyolu, uçak ve hava alanı gürültüleri),
- b- Endüstri gürültüleri (Sanayide kullanılan araç, gereç ve makineler ile işyerlerindeki çeşitli faaliyetlerden kaynaklanan gürültüler),
- c- İnşaat (şantiye) gürültüleri (Binaların ve ulaştırma tesislerinin yapımında kullanılan iş makineleri veya işçilikten kaynaklanan gürültüler),
- d- İnsan etkinliklerine ilişkin gürültüler (Yüksek sesle konuşma, bağırma, çocuk sesleri, radyo ve TV ile spor alanlarında yapılan tezahüratlar gibi.),
- e- Eğlence ve ticari amaçlı gürültüler (Eğlence yerleri, yükseltilmiş sesli reklamlar, kaset ve plakçıkların müzik sesleri ile açık hava sinemaları gibi.).

3.2.1. Ulaşım Gürültüleri

Gürültü Kaynakları üzerinde yapılan bilimsel teknolojik araştırmalar ile gürültü- insan ilişkileri analizlerinden en fazla rahatsız edici gürültü türünün ulaşım ve özellikler motorlu araçlar trafiğinden doğan gürültüler olduğu anlaşılmıştır. Bu tip gürültü düzeyine etkileyen yapısal ve işlevsel faktörlerin çeşitliliği/ farklılığı nedeniyle iki ayrı boyutta değerlendirmektedir. Bunlar;

- a-Taşıtların bireysel gürültüleri,
- b-Ulaşımın toplam gürültüsüdür,

Her iki boyutta gürültü üretimini ve düzeyini etkileyen faktörler çok farklı ve çeşitlidir.

Tablo 3.1’de kaynaklarına bağlı olarak bu faktörler özetlenmektedir.

3.2.2. Motorlu Taşıt Gürültüleri

Motor, egzost, aerodinamik gürültü, lastik ve yol yüzeyi sürtünme seslerinden oluşmaktadır. Motorlu taşıt gürültüsünün bu bileşenleri genel olarak aracın hızı, devir sayısı ve ivmesine bağlı değişmekle birlikte ağır taşıtların referans gürültüleri yol kenarlarından 7.5 m. uzaklıkta alçak frekanslarda örneğin 63 Hz.’de 85-90 dB(A)’ya kadar, otomobiller ise 65-70 dB(A) düzeyinde gürültü üretmektedir. Ayrıca alçak hızlarda ağır taşıt sayısının ulaşım hacmi içindeki oranının iki kat artması halinde gürültü düzeyinin 7 dB(A) kadar arttığı görülmektedir.

Tablo 3.1. Ulaşım Grubu Gürültü Kaynaklarından Üretilen Seslerin Yapısal ve İşlevsel Faktörleri:

ULAŞIM GÜRÜLTÜLERİ	Kaynak tipi	Karayolu Taşıtları	Yaşı-Bakımı, Motor, fan, egzost, fren, iletişim sistemleri, klakson tipi, ağırlığı ve aks sayısı, lastik tipi ve sayısı
		Demiryolu Taşıtları	Hızı, Yaşı-bakımı, Lokomotif tipi (makine, egzost, fren, tekerlekler, siren), Vagonların tipi, tekerlek sayısı,
		Uçaklar	Yaşı-bakımı, Uçak tipi (ağırlığı, pervane ve kompresör, motor, egzost tipleri), Uçuş profilleri,
	Kaynak grubu	Ulaşım türü (duraklı-duraksız), Kompozisyonu (ağır taşıt ve yük/yolcu yüzdesi), Ulaşım hacmi (taşıt, tren, uçuş sayısı/birim, zaman),	
	Karayolu	Kaplama tipi, Boyuna eğim (%), Yatay kurb yarıçapı, Kavşaklar, trafik ışıkları, Yol Genişliği, Yolun çevreye göre kotu,	
	Demiryolu	Rayların yüzeysel düzgünlüğü ve pürüzlülüğü, Yatay kurba yarıçapı, Rayların bağlantı türü ve balast tipi, Demiryolu strüktürü Çevreye göre kotu,	
	Taksi ve Taksi Yolları	Pist sayısı, Pistlerin birbirlerine ve çevreye göre konumları, Uçuş pisti ve taksi yollarının kaplama tipi,	

3.2.1.2. Demiryolu Gürültüsü

Lokomotif ve vagonların hareketi sırasında makine, fren ve tekerlek ile ray sürtünmesinden dolayı toplam gürültüsü diesellerde 87-96 dB(A), elektriklielerde 6-7 dB(A) kadar daha düşük düzeyde olmak üzere çevresinde kesikli de olsa özellikle yüksek hızlarda aerodinamik gürültü sebebiyle önemli sorun oluşturmaktadır.

Demiryollarında hava doğuşlu seslerin yanı sıra darbe sesi ve vibrasyon sesi ile manevra ve bakım alanlarında 30 m'de 120 dB(A)'ya kadar tiz ses bileşenlerinde gürültüler ortaya çıkabilmektedir.

3.2.1.3. Uçak Gürültüsü

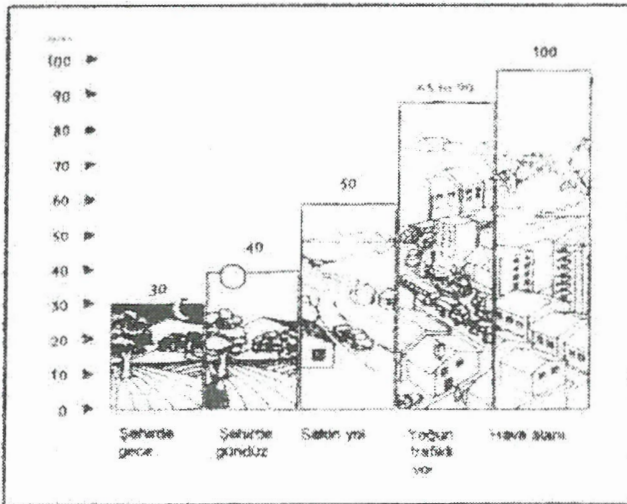
Yerleşim yerlerinde 110 dB(A)'ya kadar çıkabilen yüksek düzeyli gürültü kaynağıdır. Tek uçak biriminde hava emişli motor ve egzost gürültüleri ile aerodinamik gürültüler toplam gürültüye katkıda bulunurlar. Genel olarak jet motorunun yakınında toplam gürültü düzeyi 130 dB(A)'nın üzerine çıkabilmektedir.

Uçakların kalkış, iniş ve normal uçuşlarında yayılan gürültüler farklı spektral özelliklere sahiptir. Örneğin jet gürültüsü kalkışta alçak frekanslı, inişte hakim olan pervane ve kompresör sesi ise yüksek frekanslı bileşenleri içerir. Ses üstü hızla uçan uçaklar oluşturdukları şok dalgaları ile yerde sonik patlamalara, sonuçta binalar ve insanlar için sakıncalı olan ses ve mekanik vibrasyona sebep olurlar.

4. KARAYOLU ULAŞIMININ YOL AÇTIĞI GÜRÜLTÜ SORUNU

4.1. KARAYOLU GÜRÜLTÜSÜ

Yapılan araştırmalar, birçok ülkede karayollarındaki trafik olgusundan kaynaklanan gürültü kirliliğinin toplum sağlığını bozucu alt sınırın çok üstüne çıktığını ortaya koymaktadır. Sakin ortamda ses düzeyi ölçüsü 30-50 dB(A) iken bu ölçünün 70 dB(A)'nın üzerine çıkması, gürültüye hasar verici nitelik kazandırmaktadır. (Şekil 4.1)

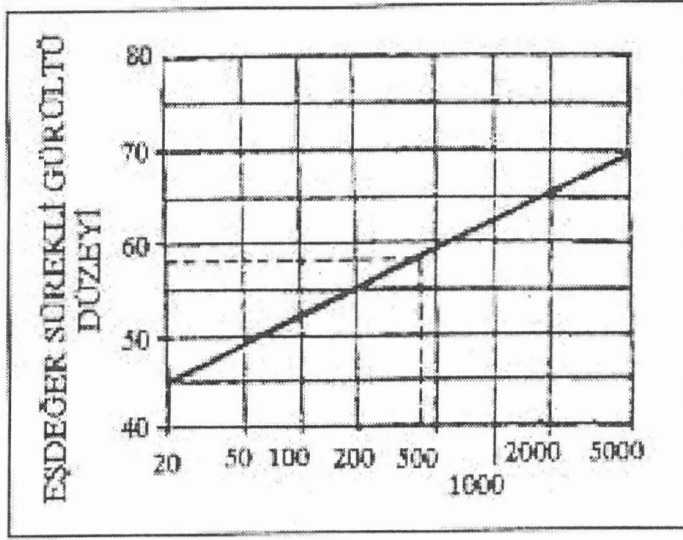


Şekil 4.1: Trafik Yoğunluğuna Göre Gürültü Düzeyinin Belirlenmesi

Gürültünün giderek önem kazanması, gürültüden koruma çalışmalarını, topluma sağlıklı yaşam ortamları hazırlamanın ön koşullarından biri durumuna getirmiştir. Konuya ilişkin önlemlerin alınabilmesi, her şeyden önce gürültünün ölçümü veya hesaplanması yoluyla değerlendirilmesine bağlıdır. Doğrudan ölçüm işleri, genellikle daha büyük zaman ve para harcamasına neden olur. Bu bakımdan çoğu zaman yeterli doğrulukta planlama ölçülerine ulaştıran hesaplamalarla yetinmek yoluna gidilmektedir.

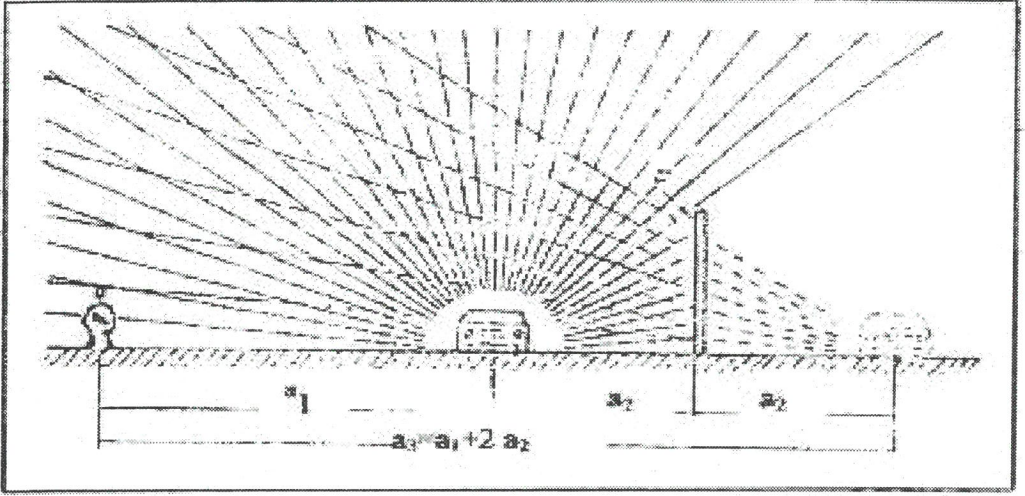
Bir yol çevresinde eşdeğer sürekli gürültü düzeyinin saptanmasında Şekil 4.2'de görüldüğü gibi eldeki trafik yoğunluğuna bağlı olarak okunan değerlerden yararlanılabilir.

Genel olarak trafik gürültüleri, motor gücüne, trafik hızına, karayolunun boyuna eğim derecesi ve kaplamanın yüzey düzgünlüğü ve pürüzlülüğüne göre değişmekle beraber karayolları boyunca en yüksek gürültü düzeyinin 78-92 dB(A) arasında olduğu kabul edilmektedir (Lovejoy 1973).



Şekil 4.2: Taşıt Türlerine Bağlı Olarak Üst Gürültü Seviyeleri

Bir yansımaya yüzeyinin mevcudiyeti halinde ise gürültünün yansımalarla çoğaldığı görülür. Örneğin katı yüzeylere yakın olan gürültü kaynağı çevrede daha şiddetli bir algılamaya neden olur. Genellikle konutsal yerleşim bölgelerinde veya alışveriş merkezlerindeki yapıların yola bakan yüzeylerinde duvarlar, yayılan gürültüyü yansıtarak artırır. Bu artım, yansıtıcı duvarın bir aynaya benzer şekilde, simetrik bir gürültü kaynağı varmış gibi etkili olmasından kaynaklanır (DIN 1971 Şekil 4.3).



Şekil 4.3: Bir Gürültü Kaynağının Düz Yüzeyle Yansıması

Böyle bir yansımanın söz konusu olduğu durumlarda gürültü hesaplanırken: $a_3 = a_1 + 2a_2$ formülü uygulanır.

Gürültü düzeylerinin ulaşım hacmi ve ağır taşıt yüzdesi ile ilişkisi düşünüldüğünde, ülkemiz kentlerinde ulaşım gürültüsünün sürekli arttığı bir gerçektir. Ayrıca toplu taşıt araçlarının (özellikle belediye otobüsleri) ve kamyonların eskiliği, bakım-sızlığı ve taşınması gerekenden fazla ağırlıkta yüklenmesi sebepleriyle gürültü düzeyleri çok yükselmektedir. Ayrıca trafik kurallarına uymama alışkanlığı taksi ve minibuslerin gelişi güzel durmaları, yanlış park etme gibi diğer nedenlerle kent içi ve dışı trafiğin düzensizliği (kesikliği), gürültüyü büyük ölçüde artırıcı faktörler olmaktadır.

4. 2. KARAYOLU GÜRÜLTÜLERİNE KARŞI ALINACAK ÖNLEMLER

Önlem alma, gürültü problemine karşı en uygun çözümdür. Bu maksatla aşağıdaki alanlarda önlem almak mümkündür.

- a- Gürültü kaynağında (taşıtlarda),
- b- Proje aşamasında,
- c- Binalarda,
- d- Yol yüzeyinde,

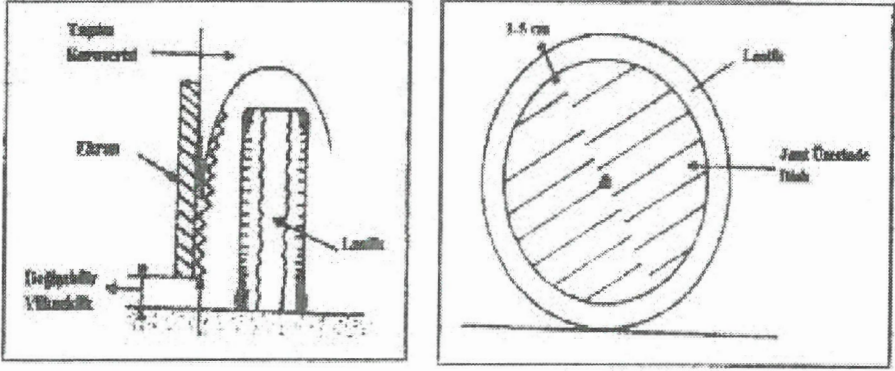
4.2.1. Kaynakta Önlem Alma

Bu tip alınabilecek önlemler iki grupta değerlendirilebilir:

4.2.2.1. Taşıt Üzerinde

Motordan gelen gürültüyü azaltmak için, motor tamamen geçirimsiz bir muhafaza ile kaplanabilir. Ancak bu durumda motoru soğutma problemi ile karşılaşıl-

makta olup, bu konudaki araştırmalar devam etmektedir. Deneyimler, hafif taşıtların gürültüsünün 3-5 dB(A), ağır taşıtların ise 6-8 dB(A) seviyesinde düşürülebileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca taşıtları bakımda tutarak parazit gürültülerini önlemek mümkündür.



Şekil 4.4: a) Gürültü Emici Ekran b) Tekerlek Jantına Monte Edilmiş Disk

İsveç'te Şekil 4.4: (a)'da görüldüğü gibi taşıtın karoserine monte edilen ve yüksekliği değişebilen gürültü emici ekran kullanılmaktadır. Ekranın yol yüzeyinden 100 mm. ile 5 mm. yükseklikte olmasına göre gürültü 3 ile 5 dB(A) seviyesinde düşmektedir.

İngiltere'de ise Şekil 4.4: (b)'de görüldüğü üzere tekerlek jantına monte edilen kurşun disk sayesinde gürültü seviyesinde 1.2 ile 2 dB(A)'lık düşüş sağlanmaktadır.

Ancak tamamen gürültüsüz (motor ve parazit gürültüleri açısından) bir taşıt yapılsa bile, seyir gürültüsünü tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir. Çünkü taşıtların seyir güvenliği tekerlek lastiği ile yol yüzeyi arasındaki aderansa bağlıdır. Aderans oluşabilmesi için tekerlek lastiğinin dişli, yol yüzeyinin pürüzlü olması gerekir. Bu durum ise gürültüyü azaltmada bir sınır getirmektedir.

4.2.1.2. Karayolunun İşletilmesinde

Özellikle, yoldaki trafik hacminin düşürülmesi kapsamında uyku ve dinlenme saatlerinde ağır taşıt sayısının sınırlandırılması ile birlikte trafik akışının iyileştirilmesi, yüksek hızların düşürülmesi şeklinde önlemler alınabilir.

4.2.1.3. Gürültü Kaynağından Uzaklaşmak

Gürültüden korunmanın en kolay yolu, gürültü kaynağından uzaklaşmaktır. Ancak, bazı yerleşim alanlarında bu amaçla yeterli bir uzaklığın sağlanması çoğu kez mümkün olmamaktadır. Bu sebeple başka önlemler üzerinde durmak zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

4.2.2. Proje Aşamasında

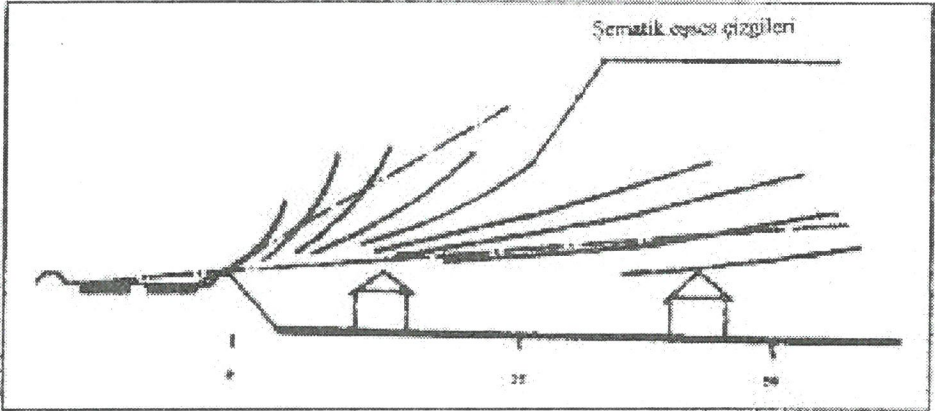
4.2.2.1. Geçki Planının Seçimi

Mümkün olan tüm geçki seçeneklerinin incelenmesi uygun olur. Bu incelemede, zorunlu noktalar, muhtemel geçiş yerleri, zemin yapısı dikkate alınmalı ve yoğun oturma bölgeleri, korunması güç ortak binalar, okullar, hastaneler, kritik noktalar olarak kabul edilip seçenekler gürültü sakıncaları açısından karşılaştırılmalıdır.

4.2.2.2. Boy Kesit ve Enine Kesit Seçimi

Karayollarında yüksek boyuna meyil, küçük çarplı kurba, ışıklı veya kontrolsüz kavşaklardan kaçınmak gerekir. Ayrıca enine kesitlerin gürültünün yayılması üzerinde etkisi büyüktür.

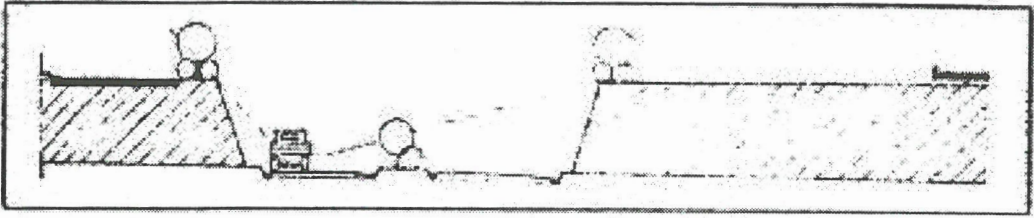
Yol dolguda veya viyadükte ise ve konutların yüksekliği dolgu plâformunun altında ise gürültü rahatsızlığına karşı oldukça iyi bir konuma mevcuttur. (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Yolun Dolguda ve Binaların Alçak Kotta Olması Halinde Gürültü Yayılması

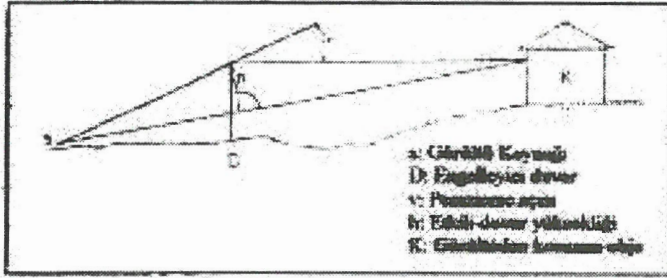
4.2.2.3. Yol Kotunun Düşürülerek veya Setleme ve Duvar Yardımı ile Perdeleme İçerisinden Geçirilmesi

Yolun kotunu düşürerek yeterli derinlikte bir yarma içinden geçirmek, gürültünün azaltılmasında en etkili teknik uygulamalardan biridir (Şekil 4.6). Setleme ve duvar önlemleri ise belli ölçüde buna yakın yarar sağlayabilmekle beraber, yanısıra etkisi yapma olasılığı önemli bir sakıncasıdır.



Şekil 4.6: Gürültüye Karşı Önlem Olarak Yolun Kotunu Düşürerek Yarma İçinden Geçirilmesi

Gürültü kaynağı ile korunması istenen obje arasında doğrudan görüşün perdeleme yapılarak engellenmesi, gürültü düzeyinde 6 dB(A) kadar bir azalma sağlayabilmektedir. (Şekil 4.7).



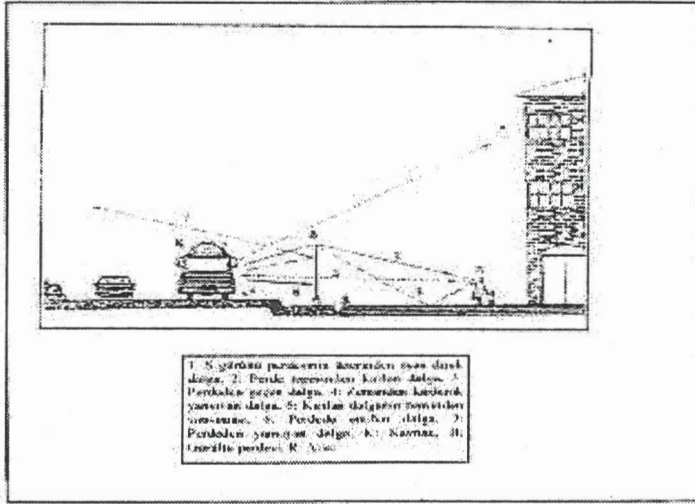
Şekil 4.7: Görüşün Engellenmesi Yoluyla Gürültü Düzeyinin Düşürülmesi

4.2.3. Gürültü Yayılmasını Önleyecek Yapıların İnşaatı

4.2.3.1. Gürültü Perdeleri

Gürültü Perdeleri basit duvarlar değildir. Gürültü perdeleri yol kenarlarına diğer bir deyişle gürültü kaynağı ile gürültünün algılandığı alan arasına inşa edilen "yansıtıcı" ve "emen (yutucu)" yapılardır. (Şekil 4.8).

Gürültü perdeleri, gürültüyü gelen sesin bir kısmını yansıtmak bir kısmını yutmak ve ses dalgalarını kırmak suretiyle azaltırlar. Bu maksatla kullanılan malzemelerin ses emici ve sesi olabildiğince yansıtmama gibi özelliklerinin olması gerekmektedir. Genel olarak 2.5-3.0 m. yükseklikte ağır betonarme paneller, metal paneller arasında bulunan fiber cam elyafı, bitkilerle gizlenmiş ahşap paneller, alüminyum paneller ve toprak seddelerden oluşmaktadır.



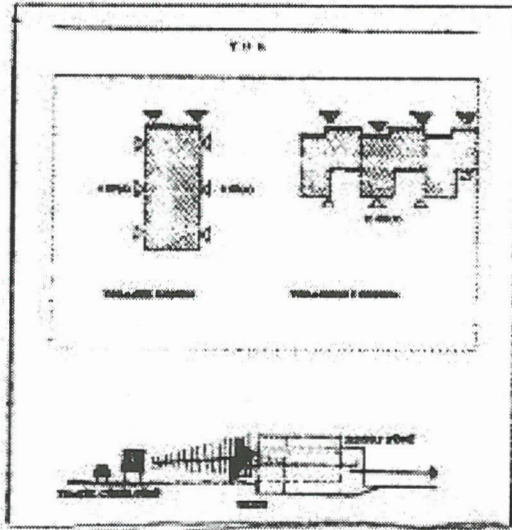
Şekil 4. 8: Trafik Gürültüsünün Yol Kenarındaki Gürültü Perdesi Halinde Yayılması

Bütün malzemeler ses enerjisi yutarlar. Ancak yansıtıcı ve yutucu (emici) malzemeleri birbirinden ayırmak gerekir. Düzgün, sert ve ağır malzemeler yansıtıcıdır. Pürüzlü gözenekli elyaflı olanlar ise yutucudur.

4.2.3.2. Binaların Yerleşimi

a- Yola göre yapıların konumu ve yüksekliğini düzenlemede alınacak önlemler:

Doğrudan gürültü kaynağı durumundaki yolun boyunca yapıların geniş yüzeyleri kapalı olarak yola karşı biçimde yerleştirilirse arka tarafta 15 dB(A) gürültü azalması olduğu saptanmıştır. (Şekil 4.9)

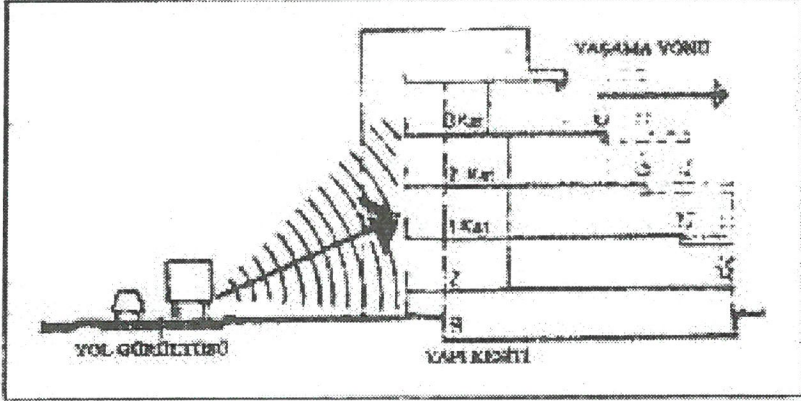


Şekil 4.9: Yapıların Konumu Bakımından Yol ile İlişisine Göre Gürültü Azaltılması

b- Yapıların kendisinde alınacak önlemler:

Planlanan yerleşim alanlarında yol tarafında, işlev yönünden konutlar kadar gürültüye duyarlı olmayan yapılara yer verilebilir. Örneğin, otopark yapıları, garajlar, büyük mağazalar, fazla gürültüsü olmayan küçük işyerleri yola yakın yerleştirilebilir ve yola bakan duvarları, yalıtılmış sağır duvarlar olarak düzenlenebilir.

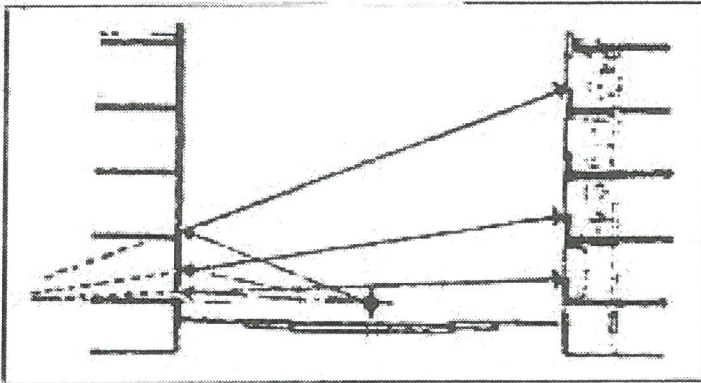
Sağır duvarlar dışında konutların yola bakan taraflarında girişleri kemer biçiminde kapalı yapma, küçük pencere yüzeyi ile perdeleyici ek yapısal elemanlar kullanma yöntemleri belli ölçülerde gürültü azalması sağlayabilmektedir. (Şekil 4.10).



Şekil 4.10: Gürültü İndirimi Sağlayabilmek Üzere Yapılara Ek Önlemler

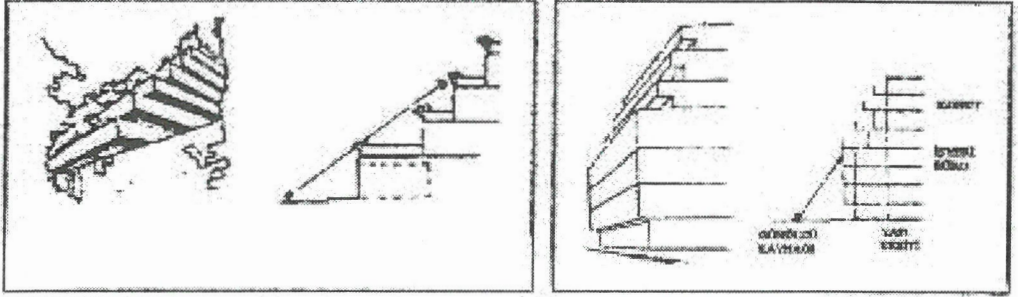
c- Yolun iki yanına dizilerek bir koridor oluşturan sıra yapılar aynı zamanda gürültüyü yansıtarak birbirini olumsuz etkilerler;

Böyle sıralanma zorunluluğunda kapalı yüzeylere loca (kapalı balkon) gibi ekler yapılması veya yapının kendisinin parçalı biçimde yapımı düşünülerek gürültü etkisinin azaltılmasına çalışılır. (Şekil 4.11).



Şekil 4.11: Koridor Oluşturan Yapılarda Yapım Sırasında Geliştirilecek Önlem Özellikleri

Karayoluna karşı konumdaki yapıların üst katlarını geriye doğru çekerek tasarlamak, pencere yüzeylerine ulaşacak gürültüyü azaltmanın bir başka teknik yöntemidir. Ayrıca balkonların uygun açı ile biraz dışa dönük yapılması yararlı olabilmektedir. (Şekil 4.12(a)).



Şekil 4.12: Gürültüye Karşı Yapılarda Üst Katların Geriye Çekilerek Teraslanması ve Balkonların Dışa Dönük Sıralanması (a) ile Çok Yönlü İşlevli Olan Yapı Tipi (b)

Binaların belirli yüksekliğe kadar yer alan katlarının yola kapalı duvarlarla yapılarak iş ve ticaret büroları olarak kullanımı, daha yukarı katların geriye çekilerek konut biçiminde değerlendirilmesi düşünülebilir. (Şekil 4.12(b)).

4.2.4. Bitkisel Örtüleme Yöntemiyle Alınacak Önlemler

4.2.4.1. Doğal Peyzaj

Karayolu planlamasında gürültüye karşı bitkilerin kullanılması, bazı koşullar gerektirmekle birlikte, diğer önlemlere göre üstünlükler sağlar. Öncelikle bitkisel Örtüleme yolun çevreye uyumunu sağlar. Ayrıca gürültüden başka toz ve zararlı gazların tutulmasında ve havanın temizlenmesinde önemli rol oynar. İnsanlar üzerindeki ruhsal ve dinlendirici etkisi ise, bitkilere, diğer önlemlerle karşılaştırılamayacak bir üstünlük kazandırır. Bu maksatla yapılan araştırmalara göre sarılıcı ve tırmanıcı bitkilerden; *Parthenocissus quinquefolia* L., *Polygonum aubertii* Henry, *Hedera helix* L., *Rubus fruticosus* L. ile olumlu sonuçlar alınmıştır. (Rostock ve Arkadaşları 1979).

Uygulamada sadece bitkisel örtüleme ile gürültü azalması amaçlandığında odunsu bitkilerin çoğunlukta olduğu yeşil bantlar oluşturulabilir. Ancak duvar ve benzeri perdeleme önlemlerine göre odunsu bitkilerin aralıksız bir düzey oluşturarak sesin yayılmasını tamamen önlemesi olanaksızdır. Bu sebeple, bitkisel örtüleme yöntemi uygulayarak gürültüden korunmada olumlu sonuçların alınması için, uygun nitelikte bitki seçimine, dikim sıklığına ve bant genişliğine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Yapılan araştırmalardan en az 10 m. genişlikteki bir yeşil kuşağın ölçülebilir bir gürültü azalması sağlayabileceği anlaşılmaktadır. (Meister ve Ruhrberg, 1959. ile Beck, 1965,1967,1971). Bu araştırma sonuçlarında, iğne yapraklı ağaçların geniş yapraklılara göre daha etkili olduğu, 100 m. genişliğinde sık iğne yapraklı bir yeşil kuşak derinliğinde gürültü düzeyinin yarıya indirilebileceği belirtilmektedir.

Beck (1965), öncelikle gürültü azaltılması yönünde özelliklerini incelediği odunsu bitki türlerini genel olarak sıralamış daha sonra (1967), bitkisel örtüleme çalışmalarında değerlendirmek üzere, gürültü azaltma değerlerine göre bunları gruplandırmıştır. Bu durumda bitkilerin genel karakteristik özelliklerini Beck (1971) aşağıdaki şekilde açıklamaktadır.

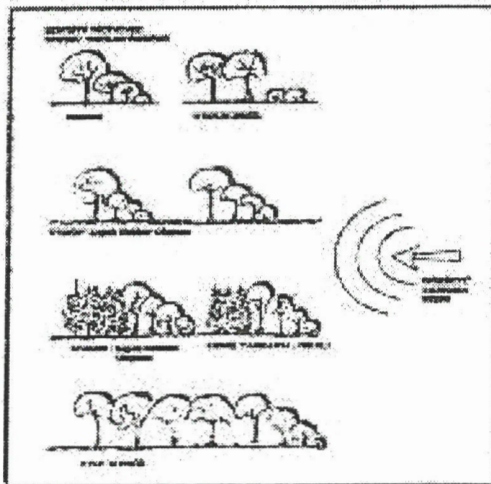
- 1- Yapraklar mümkün olduğunca geniş, sert ve dayanıklı olmalıdır,
- 2- Yapraklar gürültünün yayılma yönüne dik ve birbirini örterek bir düzey oluşturacak şekilde diziliş göstermelidir,
- 3- Bitki iç kısımlarında da yüksek yapraklanma yoğunluğu ve gelişim ile birlikte dallanma kapasitesine sahip olmalıdır,
- 4- Mümkün olduğu kadar, uzun süre yapraklı kalma süresi diğer bitki türlerine göre az olmakla beraber, her zaman yeşil iğne yapraklıların bütün yıl boyunca etkili olduğu anlaşılmıştır.

Bu maksatla Beck (1971) "Acer platanoides- A. Campestre, Parrotia persica, Platanus x acerifolia, Prunus padus-P.serotina, Celastrus arbutifolia-C. scandens, Aristolochia duioi, Hedera helix." bitkilerinin kullanılmasını özellikle salık vermektedir.

Ayrıca Buchwald/ Engelhardt (1973) yaptığı araştırmalarda bitkilerin gövde, dal, dalcıkları, yaprak veya ibre özelliklerine bağlı olarak çok yönlü yansıtma ve absorbe etme yoluyla gürültüyü azalttığını tespit etmiştir.

Seçilecek bitki türlerinin hem gürültü azaltma yönünden aranan özelliklerde olması, hem de çevre koşullarına uyum gösterebilecek nitelikleri taşıması özen gösterilmesi halinde daha dar tutulacak yeşil kuşaklarla daha etkili sonuçlar alınabilmektedir.

Yukarıda yapılan açıklamalarla birlikte, bitkilerin gürültü yayılma yönüne göre dikim özellikleri ve boşluksuz bir strüktür oluşturmaları son derece önemlidir. Bu bakımdan, yerden başlayarak sık dallanma gösterenler ile değişik yükseklikteki bitkilerin bir arada kullanılması ve yapraklanmanın oluşturduğu şemsiye biçimindeki taç örtülerinin birbiri içine kısmen geçerek daha sık yapı oluşturması sağlanmalıdır. (Şekil 4.13).

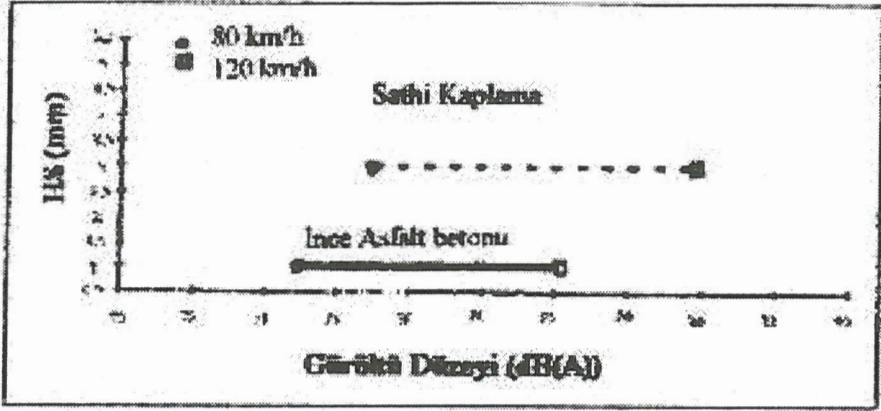


Şekil 4.13: Gürültüye Karşı Kullanılan Bitkilerin Engelleyici Bir Strüktür Oluşturmasına İlişkin Örnekler (Beck'den)

4.2.5. Yol Yüzeyindeki Alınacak Önlemler

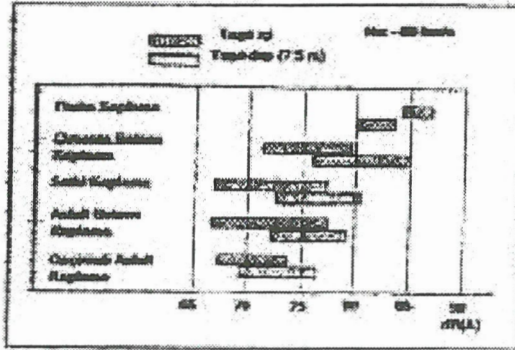
4.2.5.1. Asfalt Kaplama Tiplerine Göre Gürültü

Asfalt kaplama tiplerine göre gürültünün etkisi kıyaslandığında sathi kaplamaların en fazla gürültü üreten yol kaplamaları olduğu anlaşılmıştır. Bunun esas sebebi gürültünün ana faktörü olan en yüksek pürüzlülüğün bu tip kaplamaların belirgin özelliği olmasıdır. Buna göre bitümlü karışımlarda kullanılan agregaların tane boyutu, yol yüzeyinin makro pürüzlülüğünü belirler. İri taneli karışımın aderansı yüksek olduğu için ince taneli agregaya göre, güvenlik açısından üstünlük sağlar. Ancak, iri tane boyutu, makro pürüzlülüğü (HS) artıracığı için taşıt hızının etkisiyle seyir gürültüsü düzeyi artış göstermektedir. (Şekil 4.14).



Şekil 4.14: Gürültü Düzeyi-Makropürüzlülük İlişkisi

Buna karşın Şekil 4.15'de görüldüğü üzere en az gürültü düzeyi geçirimli kaplamalarda meydana gelmektedir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre bunun sebebinin, kaplamada geçirimsizliği oluşturan boşluk oranının diğer tür kaplamalara kıyasla daha fazla olması dolayısıyla, hızdan kaynaklanan gürültü için yol yüzeyi – tekerlek arasındaki hava sıkışma enerjisinin boşluklar tarafından emilerek gürültü düzeyinin azalması biçiminde olduğu anlaşılmaktadır.

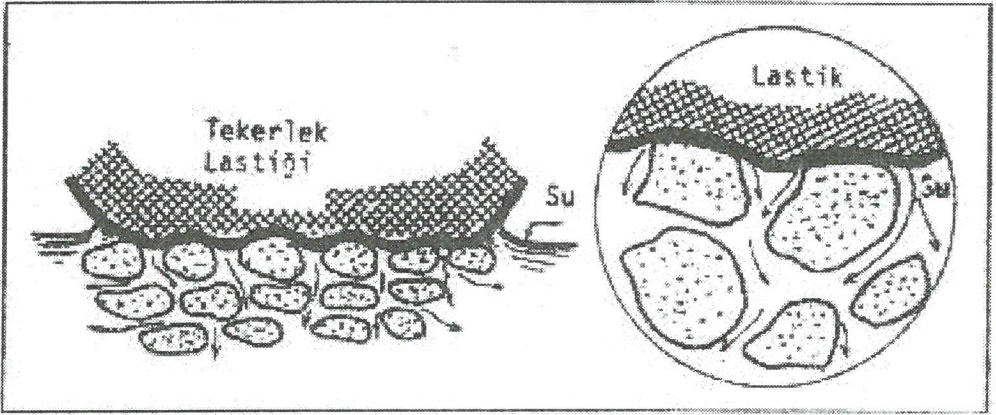


Şekil 4.15: Asfalt Kaplama Türlerine Göre Seyir Gürültüsü Düzeyleri

Klasik asfalt kaplamaların boşluk oranı %3-5 arasında değiştiği halde geçirimli kaplamalarda başlangıçta %20 civarında boşluk oranı bulunması istenir. Bu yüksek boşluk oranı, agreganın granülometrik bileşimi ayarlanarak yapılmalı, az sıkıştırma ile sağlanmaya çalışılmamalıdır.

Islak halde iken çok kaza olan yol kesimlerinde seyir gürültüsü düzeyinin düşürülmesi ile taşıtların su sıçratmasının önlenmesi istenen yerleşim bölgelerinde veya aşınarak kaygan hale gelmiş asfalt betonu kaplamaların pürüzlülüğünü arttırmanın gerekli olduğu durumlarda geçirimli kaplamalarla uygun çözüm bulunabilir. (Şekil 4.16).

Yaygın olarak uygulanan normal asfalt betonu kaplamalarının gürültü seviyeleri 73-81 dB(A) arasında değişmesine karşın, geçirimli asfalt betonu kaplamanın gürültü düzeyi 69-77 dB(A) olmaktadır. Ancak ülkemizde henüz bu tür kaplama uygulaması mümkün değildir. İngiltere’de yapılan çalışmalarda, sıcak karışım asfalt betonu kaplamalarla arasında ıslak halde 6-8 dB(A) arasında fark olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.16: Geçirimli Kaplamada Tekerlek Lastiği-Kaplama Yüzeyi İlişkisi

Geçirimli kaplamalarda cilalanmaya, aşınmaya ve darbeye daha dayanıklı agrega kullanılması zorunludur. Aksi takdirde geçirimli kaplamanın boşluklarının zamanla dolması sonucu karışım yoğun normal tip asfalt betonu kaplamaları gibi davranır.

Değişik kaynaklarda bu tip kaplamaların ömrünün 4-10 yıl arasında değiştiği ifade edilmektedir.

5.KARAYOLU GÜRÜLTÜSÜNÜN ÖNLENMESİNDE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Trafik gürültüsü düzeyinin 2000 yılından sonra belirli seviyelere düşürülmesi Avrupa Birliği'nin ve OECD'nin planları arasında önemli yer tutmakta olup, Avrupa Birliği'nin 2005-2010 yılları için üye ülkelere önerdiği konut yüzeyindeki gürültü limitleri Tablo 5.1'de görülmektedir. Ayrıca OECD tarafından yapılan araştırma sonuçlarına göre açıklanan çözüm yöntemlerinin maliyeti Dolar/ Metre bazından

Tablo 5.2’de karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmadan açıkça görüldüğü gibi geçirimli asfalt betonu kaplama diğer çözüm yöntemlerine göre maliyeti en düşük olan ekonomik yöntemdir.

Tablo 5.1: Avrupa Birliği Gürültü limitleri

Leq (dB(A))			
Gündüz		Gece	
Yeni Limit	Eski Limit	Yeni Limit	Eski Limit
57/68	65/70	47/58	57/62

Günümüzde kent için ve kentler arası ulaşımı sağlayan karayollarında, trafik gürültüsünü önlemek için öngörülen çözümler içinde geçirimli kaplamalar önemli bir alternatif olmaktadır. Bu tip kaplamaların asfalt üretim tesislerinde hazırlanması ile yerinde imalatında serme ve sıkıştırma işleri normal sıcak karışım asfalt betonu kaplamalarla aynı şekilde olması nedeniyle, mevcut kaplamaların üzerine uygulanması gürültü düzeyinin azaltılmasında büyük kolaylık sağlamaktadır.

Tablo 5.2: Trafik Gürültüsü Çözüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Trafik Gürültüsü Önleme Çeşidi	Etkinliği (dB(A))	Maliyeti (Dolar/Metre)
Yolun tek tarafına gürültü perdesi konması	6-12	600-1600
Yolun çift tarafına gürültü perdesi konması	6-12	1200-1300
Yolun tümünün perde ile kaplanması	15-25	6600
Geçirimli asfalt kaplama ve uygulanması (3-5 cm)	3-5	300
Geçirimli asfalt kaplama uygulaması (5-20 cm)	5-7	1400
Apartmanların yüzeylerinde iyileştirme	5-10	6000
Tekil evlerin yüzeyinde iyileştirme	5-10	3300
Yolun tünelle geçilmesi	Temel Çözüm	30000-50000

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonuçlarına göre dünyanın hangi ülkesinde olursa olsun karayollarının kullanıma açılmasından sonra trafik yoğunluğunun yarattığı sorunların öncelikle çözüm gerektiren sorunlar olduğu anlaşılmaktadır. Gürültü kirliliğinin etkileri ve alınacak önlemler kapsamında konuyu genelde ele alan bu çalışmada özellikle trafik gürültüsünün etkileri ve çözüm yöntemleri üzerinde durulmuştur.

Tablo 6.1: Taşıt Türlerine Göre Üst Gürültü Düzeyleri

Taşıt Türü	Üst Gürültü Düzeyleri (dB(A))
Otomobil	75
Otobüs	85
(Kent İçi)	80
(Kent Dışı)	85
Kamyon (80 Km/h)	85

Tablo 6.2: Kullanım Alanlarına Göre Kabul Edilebilir Ses Basıncı Düzeyi Değerleri

Kullanım Alanları	Kabul Edilebilir Ses Basıncı Düzeyi Leq (dB(A))
Dinlenme Alanları	25-35
Sağlık Yapıları	35
Eğitim Yapıları	45-60
Ticari Yapılar	50-60
Endüstri Yapıları	70-80
Konutlar (Şehir içi)	
Yatak Odaları	35
Oturma Odaları	60
Mutfak, Banyo	70

Kent içi ve kentler arası karayolu ulaşımından kaynaklanan çevre gürültüsünün önlenmesi doğrudan yolun konumuna ve gelişimine bağlı olması sebebiyle karayollarının planlama aşamasında gereken duyarlılığı gösterip en uygun güzergah ve gerekli önlemlerin belirlenerek uygulanması en doğru ve ekonomik çözüm olmaktadır. Aksi takdirde sonradan alınacak önlemlerin daha büyük harcamalar gerektirdiği, buna karşın başlangıçta alınacak önlemler kadar etkili sonuçlar veremediği görülmektedir.

Ayrıca gürültü kirliliğine karşı sadece alınabilecek önlemlerden bahsetmenin ve öneriler ortaya koymanın yeterli olmadığı anlaşıldığından esas olarak yaşanabilir, sağlıklı bir çevre için planlama, uygulama ve kullanım aşamalarında gereken önlemlerin alınması ile birlikte istenen seviyede denetimin sağlanması gerekmektedir.

1986 yılında "Gürültü Kontrol Yönetmeliği"nin çıkarılmış olması bu yönde atılmış ciddi bir adımdır. Söz konusu yönetmelikle motorlu taşıtlar için üst gürültü düzeyi Tablo 6.1'de ve farklı kullanım alanları için kullanılabilir ses basıncı düzeyi değerleri Tablo 6.2'de verilmiştir. Bu iki tablo değerlerini karşılaştırdığımızda trafiğin ne kadar rahatsız edici bir gürültüye sahip olduğu açıkça görülmektedir.

Avrupa Ülkeleri seviyesine ulaşılması için ülkemizde gürültü kirliliği sorununa karşı ciddi önlemler alınmalı, halkımız bu konuda bilinçlendirilmeli ve geliştirilecek sürekli devlet politikaları kapsamında yasal düzenlemeler yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. BAYRAKTAR Aysel, **Karayollarının Ekolojik Baskılarının Peyzaj Mimarlığı Açısından İncelenmesi ve İzmir-Ankara Karayolunda Bir Örneklem Üzerine Araştırmalar**, İzmir, 1980.
2. **İstanbul 2. Kentiçi Ulaşım Kongresi**, 16-18, İstanbul, Aralık 1992.
3. **Karayolları Vakfı Dergisi**, Sayı 98-99, Ankara, Ocak-Şubat 1997.

4. Karayolu ulaştırması, VI. Beş Yıllık Kalkınma Planı ÖİK Raporu, Ankara, 1992.
5. Çevre Kirliliği, Ulusal Çevre Eylem Planı, Ankara, Mart 1996.
6. I. Balıkesir Mühendislik Sempozyumu, Balıkesir, 26-27 Nisan 1998.
7. ŞENOCAK Mustafa, **Şehrsel Bölgelerde Rastlanan Günlük Gürültü Farklaşmasının Değerlendirilmesi**, İstanbul, 1980.
8. **TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Bursa Bülteni**, Aralık 1997.
9. Transportation Research Record. No 1265,1990.
10. **TEM Traffic And Construction Noise Control Report**, UNDP TEM/CO/TEC/ WP. 88,1990.
11. AĞAR Emine, SÜTAŞ İlhan, ÖZTAŞ Güven, Geçirimli Esnek Üst Yapılar, 1. Ulusal Asfalt Sempozyumu, İstanbul, 19-20 Aralık 1996.
12. ERGÜN Murat, SÜTAŞ İlhan, ÖZTAŞ Güven, **Asfalt Kaplama Bileşenlerinin ve Türlerinin Yol Yüzey Özelliklerine Etkileri**, 1. Ulusal Asfalt Sempozyumu Bildiriler, İstanbul, 19-20 Aralık 1996.
13. **Yollar Türk Milli Komitesi Karayolları ve Çevre El Kitabı**, Ankara, Aralık, 1995.
14. TOPBAŞ M. Turgut, BROHİ A. Reşit, KARMAN M. Rüştü T.C. Çevre Bak. Çevre Kirliliği, Ankara, 1998.