



**ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ DEĞERLENDİRMESİ VE YÖNETİMİ İLE
İLGİLİ AB DİREKTİFLERİNİN UYUMLAŞTIRILMASI VE UYGULAMALARI
AVRUPA BİRLİĞİ EŞLEŞTİRME PROJESİ
TR/2004/IB/EN/02**



GÜRÜLTÜ AZALTIM ÖNLEMLERİ EL KİTABI

Nisan 2008

Bu el kitabı, Avrupa Komisyonu tarafından teşvik edilen Avrupa Birliği Twinning (Eşleştirme) Projesi TR/2004/IB/EN/02 “Çevresel Gürültü Değerlendirmesi ve Yönetimi İle İlgili AB Direktiflerinin Uyumlaştırılması ve Uygulamaları” Projesi kapsamında

Matthias Hintzsche, Federal Çevre Dairesi, Dessau, Almanya
Michael Jäcker-Cüppers, Federal Çevre Dairesi, Dessau, Almanya
Rainer Kühne, München, Almanya
Heinz-Dieter Marohn, Berlin, Almanya
Dr. Lars Schade, Federal Çevre Dairesi, Dessau, Almanya

tarafından hazırlanmıştır.

El kitabında ifade edilen görüş ve düşüncelerin Avrupa Komisyonunun fikirleri ile uyumlu olması gerekmektedir.

İçindekiler

0.	Giriş.....	7
0.1.	Gerekçe.....	7
0.2.	Hedef.....	7
0.3.	Gürültüden Korunma Politikasına ilişkin Genel Bilgiler	8
1.	Gürültü Azaltma Planlamasının Esasları	9
1.1.	Eylem Planlamasının Desteklenmesi	9
1.2.	El Kitabının Konuları	9
1.2.1	Ele Alınan Kaynaklar.....	9
1.2.2.	Ele Alınan Planlama Şartları ve Uyuşmazlık Durumları	9
1.2.2.1.	Gürültünün İyileştirilmesi	10
1.2.2.2.	Yeni Kaynaklar (Sessiz alanların Korunması Dahil) ...	10
1.2.2.3.	Yeni İmasyon Yerleri (Gittikçe Genişleyen Yerleşim Yeri Yapılaşması)	11
1.2.2.4.	Yeni Kaynaklar ve İmasyon Yerleri	11
1.3.	Muhataplar	11
1.4.	Tanımlamalar	11
1.4.1.	Önlemler	11
1.4.2.	Araçlar.....	12
1.4.2.1.	Yasalar ve Yönetmelikler	12
1.4.2.2.	Ekonomik Araçlar	13
1.4.2.3.	Az Gürültü ile Çalışan Ürünler için Kullanıcı Avantajları	13
1.4.2.4.	Finansman	14
1.4.2.5.	Kamunun Çalışması ve Katılımı	15
1.4.3.	Stratejiler	16
1.4.4.	Araçlar	18
1.5.	Alınacak Önlemlerin Tarif Edilmesi	19
1.5.1.	Çevresel Politika Prensiplerinin Dikkate Alınması	19
1.5.2.	Etkililik	19
1.5.3.	Maliyet.....	21
1.5.4.	Gerekli Araçlar.....	21
1.5.5.	Sinerjiler	21
1.5.6.	Hedef Çelişkisi	22
1.5.7.	Önlemlerin ve Araçların Mekanlarda Devreye Girmesi	22
1.5.8.	Önlemler ve Araçların Önem Sıralaması	24
1.5.9.	İlgili Taraflar.....	25
2.	Başarılı bir Gürültüden Korunma Politikasının Esasları	26
2.1.	Toplu Düşüncelerin Gerekliliği	26
2.2.	Alınacak Önlemlerin Önem Sıralaması	26
2.3.	Envanter Tanzimi	26
2.4..	Gürültüden Korunma Hedefleri	27

2.5.	Gürültü Azaltmanın Faydaları	28
2.6.	Yükümlülükler	29
2.7.	Diğer Planlamalar ile Uyumlaştırma	29
2.7.1.	Şehir Planlaması	29
2.7.2.	Ulaşım Planlaması	30
2.8.	Gündüz /Akşam /Gece ve Hafta Sonu Sorunu	30
3	Yol Trafiğinde Gürültü Azaltımına ilişkin Önlemler	32
3.1.	Yol Trafik Gürültüsünün Özellikleri	32
3.2.	Toplu düşünce	32
3.3.	Motorlu Araç Trafiğinin Önüne Geçilmesine ilişkin Önlemler	33
3.3.1.	Şehir Planlaması	34
3.3.2.	Trafik Kapasitesinin Düşürülmesi / Mevcut Yapısal Strüktüre Dayalı Sürüş Kapasitesi	35
3.3.3.	Motorlu Taşıtların Taşıma Kapasitesinin Artırılması	38
3.3.4.	Yaya Trafiğinin Teşvik Edilmesi	40
3.3.5.	Bisiklet Trafiğinin Teşvik Edilmesi	41
3.4.	Trafiğin Başka Hatlara Yönlendirilmesi	43
3.4.1.	Farklı Ulaşım Araçlarının Karşılaştırılması	43
3.4.2.	Uzak Mesafe Taşımacılığı – Yolcular	45
3.4.3.	Uzak Mesafe Taşımacılığı – Yükler	45
3.4.4.	Şehir Trafiği – Yolcular	46
3.4.5.	Şehir Trafiği – Mal Taşımacılığı	48
3.5.	Emisyonların Azaltımı	49
3.5.1.	Yol Trafiğinde Gürültünün Meydana Gelmesinin Nedenleri...	50
3.5.2.	Teknik Önlemler Yoluyla Motor İşletme Gürültüsünün Azaltımı	54
3.5.3.	Teknik Önlemler Yoluyla Tekerlek Gürültüsünün Azaltımı	56
3.5.4.	Az Gürültü ile Çalışan Motorlu Taşıt ve Lastik Tekerleklerin Teşvik Edilmesi	57
3.5.5.	Hız Sınırlamaları	58
3.5.6.	Sürüş ve Kullanım Şekli	64
3.6.	Trafik Yönetimi	66
3.7:	Alt Yapı Planlaması	69
3.7.1.	Yeni Yol Yapımı	69
3.7.2.	Çevre Yolları	70
4.	Demiryolu Trafiğinin Gürültüsünü Azaltmaya Yönelik Önlemler	71
4.1.	Giriş	71
4.2.	Toplu düşünce	75
4.3.	İşletmeye Dayalı Önlemler	75
4.3.1.	Trafikten Men Etme	76
4.3.2.	Trafik Yönetimi	76
4.3.3.	Hız Sınırlamaları	77
4.3.4.	Giriş Sınırlamaları	78

4.4.	Taşıta Bağlı Önlemler	78
4.4.1.	Yeni Sessiz Taşıtların Tedariki	79
4.4.2.	Uluslararası Çalışan Yeni Taşıtların Tedariki	79
4.4.3.	Uluslararası Çalışmayan Yeni Taşıtların Tedariki	84
4.4.4.	Mevcut Taşıtların Yeniden Donatılması	84
4.4.5.	Taşıt Bakımı	86
4.5.	Tren Yoluna Dayalı Önlemler	86
4.5.1.	Raylardaki Pürüzlülüğün Daimi Olarak Azaltımına ilişkin Önlemler	86
4.5.2.	Tren Yolundaki Yayılmaların Azaltımına ilişkin Önlemler	90
4.5.3.	Raya Yakın Mesafeli Gürültü Perdeleri.....	91
4.5.4.	Tren Hattı Absorbsiyonunun (Emiciliğinin) Artırılması	93
4.6.	Dönüş Gıcırtilarına ilişkin Önlemler	95
4.7.	Demiryolu Trafiğinin Gürültüsünü Kaynağında Azaltmak için Beş Ana Tavsiye	95
5.	Uçak Gürültüsünün Azaltımına ilişkin Önlemler	96
5.1.	Giriş	96
5.2.	Uçak Gürültü Kaynakları	96
5.2.1.	Motor İşletme Gürültüsü	96
5.2.1.1.	Jet Motorunun Çıkardığı Gürültü.....	96
5.2.1.2.	Pervaneli Uçak Gürültüsü	101
5.2.1.3.	Helikopter Gürültüsü	102
5.2.2.	Hava Akımı Gürültüsü (Aerodinamik Gürültü)	103
5.2.3.	Zemin Gürültüsü	106
5.3.	Uçak Gürültüsünün Kaynağında Azaltımı.....	107
5.3.1.	Hava Taşıtlarında Gürültü Ruhsatı	108
5.3.1.1.	Jet Uçakları ve Ağır Pervaneli Uçaklar için Gürültü Ruhsatı İşlemleri	110
5.3.1.2.	Jet Uçakları ve Ağır Pervaneli Uçaklar için Gürültü Kabul Sınır Değerleri	111
5.3.1.3.	Helikopterler için Gürültü Emisyonları Ölçüm İşlemi..	117
5.3.2.	Motor Takımı Gürültüsünün Azaltımı	119
5.3.3.	Etraftaki Hava Akımı Gürültüsünün Azaltımı	123
5.4.	İşletmeye Dayalı Önlemler	125
5.4.1.	Gürültü Azaltıcı Kalkış Prosedürü	126
5.4.2.	Gürültü Azaltıcı İniş Prosedürü	132
5.5.	Planlı Önlemler ile Uçak Gürültüsünün Azaltımı	139
5.5.1.	Rota Planlaması	140
5.5.2.	Yerleşim Planı	141
5.6.	Ekonomik Önlemlerle Uçak Gürültüsü Azaltımı	142
5.6.1.	Gürültüye Bağlı İniş Ücretleri	143
5.6.2.	Uçuş Sınırlaması	148
5.6.3.	Dengeli Yaklaşım (Balanced Approach)	149
5.7.	Motor Takımı Test Sürüşlerinde Uçak Gürültüsü Azaltımı	150

5.7.1.	Hava Limanlarında Alınacak Önlemler	151
5.7.2.	Askeri Hava Alanlarında Alınacak Önlemler	155
5.8.	Yapısal Ses Koruma Önlemlerine Dayalı Olarak Uçak Gürültüsünün Azaltımı.....	158
6.	Endüstri Gürültüsünün Azaltımına ilişkin Önlemler	165
6.1.	Genel Hususlar	165
6.2.	Gürültü Azaltma Prensipleri	168
6.3.	Sessiz Yapılandırma	169
6.3.1.	Ses Durumunun Analizi	170
6.3.2.	Yapısal Gürültü Azaltımına Yönelik Teknik Olanaklar	171
6.3.3.	Tekli Ses Kaynakları ve Toplam Gürültü	171
6.4.	Makinelerin ve Makine Parçalarının Değişimi ve Yedeği	172
6.4.1.	Ses Oluşumunun ve Aktarımının Azaltımı	173
6.4.2.	Ses Yayılmanın Azaltımı	176
6.5.	Gürültü Azaltıcı Makinelerin Kullanımı....	176
6.6.	Bakım	177
6.7.	Ses Geçirmez Makine Kapsülleri.....	178
6.8.	Ses Soğurucuları (Emicileri).....	182
6.9.	Cephe gürültüsü - Yalıtım Plakaları ve Titreşim Elemanları.....	184
6.10.	Mekanlar İçersindeki Yalıtım.....	186
6.11.	Dış Alandaki Yalıtım	188
6.12.	Binalarda Ses Yayılmanın Azaltımına Yönelik Yapısal Önlemler	189
6.13.	Organizasyon Önlemleri, Ses Korumanın Planlanması...	191
6.14.	Lokanta,Eğlence Mekanları vs.gibi yerlerdeki Gürültünün Azaltımına İlişkin Yapısal Önlemler.....	198
7.	Yayılma Yollarındaki Önlemler	198
7.1.	İzolasyon	198
7.1.1.	Gürültü Bariyerlerinin Gürültü Seviyesini Azaltıcı Etkileri, Genel Bilgiler	198
7.1.1.1.	Geometri	199
7.1.1.2.	Sesin Soğurulması	204
7.1.1.3.	Yansımalar, Sesi Soğurucu Kaplamalar	204
7.1.1.4.	Hava Şartlarının Etkisi	208
7.2.	Gürültü Bariyerleri	209
7.2.1.	Ses Geçirmez Perde – Konstrüksiyon Esasları	209
7.2.2.	Ses Geçirmez Sedleri.....	212
7.2.3.	Dik Gürültü Sedleri.....	213
7.2.4.	Gürültü Sistemlerinin Kombinasyonu	213

7.2.5.	Kanal, Çanak	214
7.2.6.	Tünel – Karayolu ve/veya otopanın üzerinin kapatılması	215
7.2.7.	Yeşillendirme Çalışması.....	217
7.2.8.	Sinerjiler	218
8.	İmisyon Yerinde Önlemler	220
8.1.	Ön Açıklamalar.....	220
8.2.	Trafik Gürültüsüne ilişkin Yapısal Önlemler.....	220
8.2.1.	Belirleyici Olan Dış Gürültü Seviyesi L_a	221
8.2.1.1.	Ölçümler	223
8.2.1.2.	Hesaplama... ..	225
8.2.1.3.	Gürültü Haritaları	225
8.2.1.4.	Gürültü Seviyesi Alanları	225
8.2.2.	İç Ortam Düzeyi L_i 'ye İlişkin Kullanıma Bağlı Koşullar... .	226
8.2.3.	Gerekli Ses Yalıtımının Belirlenmesi	227
8.2.3.1.	Birden Fazla Kısmi Yüzeyden Meydana Gelen Toplam Yüzey Sonuçlarının $R'_{w,res}$ Yalıtım Hesaplaması	230
8.2.3.2.	Kısmi Alanla İlgili Gerekli Ses Yalıtımın Hesaplanması	231
8.2.4.	Uygun Ses Geçirmez Pencerelelerin Seçimi	232
8.2.4.1.	Ses Geçirmezlik Sınıfları ve Pencere Cinsleri	232
8.2.4.2.	Pencerelelerde Ses Yalıtımının İyileştirilmesi	234
8.2.4.3.	Kepenk Sayesinde Pencerelelerle Ses Yalıtımının İyileştirilmesi	235
8.2.4.4.	Yapıdaki Müteakip Ölçümler.....	237
8.2.5.	Dış Duvarların Ses Yalıtımı.....	237
8.2.6.	Yapısal Önlemlerin Maliyeti	238
8.2.7.	Konutlardaki Isı & Nem Durumu (Konut İçi İklimi) ve Sesten Koruma	239
8.3.	Bina Planlaması Sayesinde Sesten Korunma	243
8.3.1.	İmar Planlaması Sayesinde Gürültü Azaltımı	243
8.3.2.	İzolasyon Sayesinde Sesten Korunma.....	245
8.3.3.	Bina Konumlandırması ve İç Düzeni.....	246
8.3.3.1.	Yola Paralel Bitişik Nizam Yapılanma.....	249
8.3.3.2.	Yeni Yapılanma Sayesinde Yerleşimin Korunması....	250
8.3.3.3.	Bina Tasarımı	251
8.3.4.	Bina Temel Planı ve Odaların Konumlandırması.....	253
8.3.4.1.	Serbest Konumlanan Tekli ve İkiz Müstakil Evler	255
8.3.4.2.	Sıra Evler	258
8.3.4.3.	Çok Aileli Evler	259
8.3.4.4.	Kış Bahçeleri	261
8.3.5.	Tamamlayıcı Koruma Önlemleri	262
9.	Ulusal Düzeyde Gürültüden Korunma Çalışmaları.	264
9.1.	Giriş	264
9.2.	Çevresel Gürültü Yönetmeliğinin Uygulamaya Konması..	264
9.3.	Gürültüden Korunma Politikasının Organize Edilmesi.....	264
9.4.	Mevzuat.....	266
9.4.1.	Temel haklar.....	266
9.4.2.	Özel Hukuk.....	267

9.4.3.	İdari Hukuk.....	267
9.4.4.	İmisyon Koruma kanunu.....	267
9.4.5	İhtisasa Alanına Yönelik Planlama Hukuku.....	267
9.5.	Hukuki Yol.....	268
9.6.	Fiyat Politikası.....	268
9.7.	Hazine Politikası.....	268
EK A	Gürültü Bariyerlerinin Tasarlanması	269
EK B	Lastik Tekerlek ve Taşıt Yolu	300
EK C	AB: Ağır Vasıtalar ve Raylı Taşıtlarda Gürültüden Korunma için Araçlar.....	319

0 Giriş

0.1. Gerekçe

Bu el kitabı, Türk ve Alman Çevre Bakanlıkları tarafından ortaklaşa yürütülen „Harmonisation and Implementation of the EC Directive Related to Environmental Noise Management (Çevresel Gürültü Değerlendirmesi ile ilgili AB Direktifinin Uyumlaştırılması ve Uygulanması)“ adlı Twinning Projesi TR/2004/IB/EN/02 kapsamında hazırlanmıştır. Kitap, Türk kamu ve kuruluşlarını çevresel gürültünün azaltımında destekleyecektir.

Söz konusu el kitabı, Alman Federal Çevre Bakanlığında ve Bavyera Eyaleti Çevre Dairesi bünyesinde çalışan Alman gürültüden korunma uzmanları tarafından hazırlanmıştır. Uzmanlar, Avrupa ve Alman gürültüden korunma politikasında uzun yıllara dayalı bir deneyime sahiptir. El kitabı, ağırlıklı olarak bu bakış açısından yola çıkılarak yazılmıştır ve bu yüzden Türkiye’deki şartlar ile her zaman uyumlu olmayabilir ya da anlamlı gelmeyebilir. Buna rağmen eylem planlamasına ilişkin kısa vadede bir dizi uygun önlemin alınmasını mümkün kılan ve uzun vadede gürültüden korunma politikasına ilişkin geniş çaplı bir katkı sağlayan ve önlem ve araçlardan¹ meydana gelen kapsamlı bir katalogun ortaya konması yerinde görülmüştür.

0.2. Hedef

El kitabının hedefi, en önemli gürültü kaynakları ve problemlerin azaltımına yönelik bir **önlemler** katalogu hazırlamaktır. Bunu yaparken iki somut amaç güdülmektedir; birincisi, özellikle eylem planında olmak üzere çevresel gürültü direktifini Türk Hukukuna uyarlayan Türk kamu ve kuruluşları ve uzmanlarına çevresel gürültünün tespiti ve azaltımı hakkındaki yönetmeliğin (Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği) uygulanmasında destek olmak, diğeri ise tüm bunların ötesinde bir gürültüden korunma politikasına katkı sağlamaktır.

¹ Önlem ve araç kavramları Bölüm 0 ‘de tanımlanmıştır.

Alınacak önlemlerin etkisi, tam olarak tanımlanmış bir çevrenin yalnızca kendi içinde değerlendirilmelidir. Bu yüzden el kitabı, ele alınacak önlemlerin kritik uygulaması ile ilgili tavsiyelerde bulunmaktadır.

Çoğu önlemler, ele alınması ve uygulamaya konması ile sonuçlanacak hareket tarzı ve yayınları (örneğin yönetmelikler, kanunlar, mali imkanların hazır bulundurulması v.s. gibi) ve de belli başlı **araçları** (veriler, bilimsel bağlamlar, algoritmalar, ölçüm ve hesaplama yönelik yönetmelikler v.s.) gerektirir. Önlemler için yöntemler ve burada araçlar diye tanımlanan **araçlar**, alınacak önlemlerin ortaya konmasında gerektiği takdirde birlikte açıklanacaktır.

0.3. Gürültüden Korunma Politikasına Yönelik Genel Bilgiler

Genel anlamda Avrupa ülkelerinin gürültü problemleri, 2. derece eylem planlamasının uygulamaya konmasıyla dahi çözülmüş olmaz. Ayrıca konuyu tamamlaması bakımından el kitabında ortaya konulan bazı önlemler, aglomerasyonlardaki eylem planlamasından sorumlu kurum ve kuruluşların yetki alanı dışındadır (örneğin ulusal, Avrupa ve uluslararası gürültüden korunma politikası). Bu yüzden eylem planlamasının gürültü azaltımında ulusal, Avrupa ve uluslararası kapasite ve imkanları da gerektiren ve zorlayan (örneğin ürünlerin, araç ve uçakların gürültü emisyonu sınır değerlerinin uygulamaya konması ve bunların devamlı kılınması) genel bir gürültüden korunma politikasına orta vadede entegre edilmesi tavsiye edilir. Maliyetler ve etkilerine ilişkin bir önlemler paketinin iyileştirilmesinde, şayet önlemlerin tamamı ve sorumlu taraf sürece dahil edilirse en iyi sonuç alınır. AB'nin halen geçerli olan gürültüden korunma politikasına ilişkin tavsiyeler "Gürültüden korunmaya yönelik AB Araçları" ekinde, iyileştirilmiş ulusal gürültü azaltımına ilişkin tavsiyeler ise "Ulusal Devlet Düzeyinde Gürültü Azaltımı" ekinde bulunabilir.

1. Gürültü Azaltım Planlamasının Esasları

1.1. Eylem Planlamasının Desteklenmesi

Çevresel Gürültü Direktifi gereği birinci kademede eylem planlaması, yüksek seviyede gürültülü ortamlara yöneliktir (ana ulaşım yolları, büyük aglomerasyonlar vs.). Söz konusu planlamanın, Avrupa direktifine göre 2008 yılı ortalarına kadar (Türk yönetmeliğine göre 2014 yılı ortalarına kadar) geliştirilmesi gerekir. Bu aşama için kısa vadede uygulanabilir ve sorumlu kurumların yetki alanına dahil önlemlerin alınması uygundur. 2. aşamaya yönelik eylem planları, 2019 yılı ortalarına kadar Türkiye’de oluşturulmalıdır; bu planlar ayrıca daha uzun bir ön süreci gerektiren önlemleri de kapsayabilir.

1.2. El Kitabının Konuları

1.2.1. Ele Alınan Kaynaklar

El kitabı, yönetmelikte gürültü haritalaması ve eylem planlamasında açıkça yer alan kaynaklar (yollar, demiryolu, sanayi, hava trafiği) çerçevesindeki açıklamalara yoğunlaşmaktadır; söz konusu kaynaklar esas olarak gürültü yoluyla meydana gelen önemli ihlallere neden olmaktadır. El kitabı, eylem planlamasının somut süreci hakkında herhangi bir fikir vermemektedir; bu konu ayrı bir biçimde uygulama talimatlarının alanına girmektedir.

1.2.2. Ele Alınan Planlama Şartları ve Uyuşmazlık Durumları

Gürültünün azaltımında öncelikli olan, mevcut uyumsuzluk durumlarının çözülmesidir. Bu durumlar, farklı problemlerin her biri için uyumlaştırılmış stratejiler, önlemler ve araçları gerektirir. Fakat bunun yanı sıra gürültü ile mücadele işleminin bir görevi de başka planlamaların gürültüden korunma üzerindeki etkilerini itina ile analiz etmek, değerlendirmek ve duruma göre azaltmaktır. Özellikle her bir ulusal ulaşım politikası ve şehir ulaşım planlaması, trafik oluşturan ve böylece gürültüyü artıran bir etkiye neden olabilir.

El kitabı, aşağıda belirtilen uyuşmazlık durumlarına yönelik gerekli araçları ortaya koymaktadır:

1.2.2.1. Gürültünün İyileştirilmesi

Ağırlıklı gürültü problemleri genelde şehir içi, sık aralıklarla inşa edilmiş ana trafik yolları gibi uzun zamandır var olan uyuşmazlık ortamlarında kendini göstermektedir (motorlu araç trafiğinin neredeyse hiç olmadığı daha eski zamanlarda). Burada hem maruziyetler hem de etkilenen kişi sayısı oldukça yüksektir. Ancak gürültü politikasının önemi ile arasındaki fark, özellikle bu tür durumlar için etkili olan araç ve önlemlerin ya geliştirilmemiş ya da uygulanamaz olmasıdır. Bu yüzden burada özellikle kapsamlı stratejiler geliştirilmelidir. Daha sakin yeni bölgelerin meydana getirilmesi (bkz. ayrıca 0) gürültünün iyileştirilmesinde dengeleyici bir nitelik olabilir. Bununla birlikte gürültünün iyileştirilmesi hususu yeni alt yapıların inşa edilmesini de kapsamaktadır (örneğin şehir içi geçiş yollarının yükünün azaltımı için bir çevre yolunun inşa edilmesi). O zaman da uyuşmazlık durumu “Yeni Kaynaklar” a yol açacaktır (bkz. bundan sonraki bölüm).

1.2.2.2. Yeni Kaynaklar (Sessiz alanların Korunması dahil)

Yeni yollar, demiryolları, hava limanları ya da yeni üretim yerleri gibi yeni alt yapılar, gürültüyü doğuran etkilerinden dolayı kural olarak izin ya da onay gerektiren yönetmeliklere tabiidir. Burada planlama aşamasındaki etkiler (uygun hat seçimi ile) en aza indirgenebilir ve nispeten zorlayıcı gürültü standartları uygulanabilir. Burada da en iyi stratejinin seçilmesi ile gürültüden korunma iyileştirilebilir ve maliyetler düşürülebilir. Planlama açısından bu uyuşmazlık durumuna çoğu zaman mevcut şartların önemli ölçüde değiştirilmesi hususu da ilave edilir (örneğin bir karayolunun bir şerit genişletilmesi). Burada gürültü problemlerinin çözümü gerçekte tamamen yeni bir yapının inşa edilmesinden daha zordur.

Yeni gürültü kaynakları, özellikle çok daha sakin mevcut bölgelerin içinde ya da yakınlarında daha problemleri bir hal almaktadır. Sessiz alanların olması - her şeyden önce gürültülü şehir içi bölgelerinde ve yakınlarında – toplumun yakın mesafeli dinlenme yerleri açısından önemlidir. Yönetmelik bu yüzden sessiz alanların korunması gerektiğini belirtmektedir. Burada bu tür bölgelerin belirlenmesinden

başlanarak korunmalarına yönelik siyasi kararlar ve uygulanmaları için gerekli önlemlerin seçimi gibi özel çabaları gerektirir.

1.2.2.3. Yeni İmisyon Yerleri (Gittikçe Genişleyen Yerleşim Yeri Yapılaşması)
Nüfusun ve refahın artması ile oturma alanı ile ilgili soru işaretleri de artmaktadır. Var olan yoğun yerleşim yerlerinin zaman zaman halihazırda mevcut emisyon kaynaklarının tamamen yanında ya da civarında olduklarına rastlanmaktadır. “Gittikçe genişleyen yerleşim yeri yapılaşmasına” ilişkin uyumsuzluk durumuna yönelik koruma hükümleri çoğu zaman yeterince geliştirilmemiştir.

1.2.2.4. Yeni Kaynaklar ve İmisyon Yerleri
Genişleyen yeni yerleşim yerlerinin planlanmasında hassas kullanım ve gürültü kaynakları da – trafiğe açılan yollar – birlikte planlanır. Burada daha planlama aşamasında gürültüden korunmadan, trafiğe kapalı yerleşim yerlerine kadar optimal bir çözüm mümkün olmaktadır.

1.3. Muhataplar

El kitabının muhatapları eylem planlamasından sorumlu, yani aglomerasyonlardaki kurumlar (ve uzmanlar) ve ana trafik yolları (karayolu, demiryolu) ve hava limanlarından sorumlu Genel Müdürlüklerdir. Ulusal gürültü politikasının yasal beyanatları ve çerçeve şartları uyumlu bir önlemler paketinin uygulamaya konmasında büyük bir önem taşıdığından (bkz. Ek “Ulusal Düzlemde Gürültüden korunma Aktiviteleri”) bu el kitabı, aynı zamanda yetkili ulusal bakanlıklara da yöneliktir (Çevre, Ulaşım, Bayındırlık, Ekonomi vs.). Bu el kitabı ayrıca, makamların haricinde eylem planlamasına dahil olan tüm diğer katılımcılara da yönelmektedir.

1.4. Tanımlamalar

Aşağıda araçlar, stratejiler ve işlemler gibi kavramlar daha ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır.

1.4.1. Önlemler

Önlem kavramından gürültü sorununun somut bir biçimde azaltımına yol açacak tüm eylemler / uygulamalar anlaşılmaktadır. Önlemlere ilişkin örnekler şunlardır:

- Demiryolu hattında bir gürültü perdesinin inşa edilmesi
- Karayolu trafiği için hız sınırlamalarının konması
- Günün belirli saatlerinde gürültülü ürünlerin kullanımının yasaklanması
- Gürültüsü azaltılmış motorlu taşıtların kullanılması

1.4.2. Araçlar

Gürültüden korunma önlemleri maliyetli işlemlerdir (örneğin bir gürültü perdesinin kurulması ya da motorlu taşıtlarda uygulanacak gürültü azaltıcı önlemler gibi) ya da trafikte kısıtlamalara yol açarlar (örneğin hız sınırlamaları gibi). Bu demek oluyor ki, söz konusu önlemler kendiliğinden alınamazlar. Bu yüzden önlemlerin alınması, kural olarak bir takım araçlar vasıtası ile sağlanmalı ya da teşvik edilmelidir. Örneğin bir gürültü perdesinin inşa edilmesi işi, bir trafik yolunun kenarında bulunan yerleşim yerleri için izne tabi gürültü emisyonlarının sınırlandırılması aracılığı ile şarta bağlanabilir. Hız sınırlamaları, karayolu trafiğinde gerekli izinleri gerektirmektedir. Motorlu taşıtlarda gürültünün azaltımı, deneyimlere göre AB'nin motorlu taşıtlarda izin verilen gürültü sınır değerlerinin indirilmesine ilişkin beyanlarını gerektirir. Bu yüzden el kitabında, mümkün olduğunca, önlemlerin alınmasını sağlayıcı her bir araç, önlemleri ile birlikte belirtilmiştir. Aşağıda gürültüden korunma politikasında yer alan en önemli araçlar verilmiştir.

1.4.2.1. Yasalar ve Yönetmelikler

Yasalar ve yönetmelikler, özellikle de bunlar sayesinde kural olarak aşılmaması gereken gürültü sınır değerleri uygulamaya konulmuşsa, esas olarak toplumun gürültüden korunmasına yönelik en etkili araçlardır. Dünya çapında, Avrupa'da ve üye ülkelerde ve de Türkiye'de emisyonlar ve emisyonlar için sınır değerleri vardır. Çoğu emisyonun sınırlandırılması Avrupa Birliği'nin yetkisindedir, çünkü bu husus

Ortak Pazar politikasının bir unsurudur ve böylece sınır ötesi ürünlerin satışında özel ulusal hükümlerin uygulanmasının önlenmesi sağlanmaktadır. Uçaklardaki gürültü emisyonları, Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu (ICAO) tarafından tespit edilir. İmisyonlar için sınır değerleri, şimdiye kadar üye ülkeler tarafından ağırlıklı olarak yalnızca yeni ve önemli ölçüde değiştirilmiş – mevcut olanlar için değil – alt yapılar ve üretim yerleri için belirlenmiştir.

Korumaya ilişkin hedeflerin bu somut tespitlerinin yanı sıra pek çok yasada (örneğin inşaat yönetim planlamasında) gürültüden koruma hususu niteliksel olarak ön görülmüştür (sağlığı koruma ya da rahatsızlıkların önüne geçilmesi bakış açıları altında).

1.4.2.2. Ekonomik Araçlar

“Sükunet“, esas itibarıyla kullanımına herhangi bir fiyat biçilemeyen kamusal bir varlıktır. Örneğin bir motorlu taşıt bir sokağın bitişiğinde oturanların sükunetini bozduğu için (“tüketiği için“) bedelini ödemek zorunda değil midir? Yani gürültüyü meydana getiren için herhangi bir maliyet doğmamakta – o sükunetten yalnızca bedelsiz olarak yararlanmaktadır. Ancak diğer taraftan rahatsız edilenler için harici maliyetler de denilen (sağlığın olumsuz etkilenmesi ile meydana gelen maliyetler, binaların değerlerinin azaltımı v.s.) maliyetler ortaya çıkmaktadır. Pazara dayalı ekonomik araçlar, bu maliyetleri de gürültüyü meydana getirenin hesabına yazmaktadır (araçlar bu maliyetleri “içselleştirmektedir“). Gürültüyü meydana getiren, kendisinden kaynaklanan gürültüyü azaltma yoluna giderek bu maliyetleri düşürmeye çalışacaktır. Ekonomik araçlar böylece, esnek ve ekonomik açıdan etkili bir yöntemle kamu mallarının kullanımının kısıtlanmasına ya da dengeleyici önlemler için bir fon oluşturulmasına yol açmaktadır.

Halen en çok bilinen ekonomik araç, sera gazlarında emisyon uygulamasıdır. Fakat gürültüden korunmada da hava trafiğinde gürültüye bağlı iniş ücretleri alınması gibi ekonomik araçlar kullanılmaktadır.

1.4.2.3. Az Gürültü ile Çalışan Ürünler için Kullanıcı Avantajları

Bu aracın, ekonomik araçlarla sıkı bir bağı vardır. Ekonomik bir talebin yerine daha sessiz makinelerin, cihazların ve taşıma araçlarının kullanımı belli başlı imtiyazlara dahil edilmiştir, örnek olarak işletme sınırlamalarından muaf tutma gibi. Böylelikle

Avusturya ve Almanya'da az gürültü ile çalışan kamyonlara yönelik kullanım yasağı kaldırılmıştır. Az gürültü ile çalışan bahçe cihazları bazı üye ülkelerde kullanım kısıtlanmasından hariç tutulabilir.

1.4.2.4. Finansman

Gürültüden korunmanın önemli ve çok yaygın bir parçası da devlet imkanlarının gürültüden korunması için hazır bulundurulması hususudur. Bu imkanlar, önemli ölçüde üç amaç için seferber edilebilir: Yeni alt yapılarda alınan gürültüden korunma önlemlerinin artı masrafları, az gürültülü ürünler ve gürültü iyileştirme programlarının finansmanı için kullanılabilir.

Alt Yapının Yeniden İnşası

Şayet devlet yeni bir alt yapının mal sahibi ise, esas itibariyle bu alt yapının üretimi çerçevesinde alınacak gürültüden korunma önlemlerini finanse etmek durumundadır.

Tedarik (Yeni Taşıtlar, Bileşenler)

Az gürültü ile çalışan ürünler normal sürümlerinden daha pahalı olabilir (örneğin gürültüden korunması, alınacak ilave önlemler sayesinde sağlanacaksa). Gürültü konusunda bilinçli kamu kuruluşları, kadın erkek tüm vatandaşları yükten kurtarmak ve kendi gürültü azaltma planlamasına tüm vatandaşların inanması ve örnek almalarını sağlamak için bu maliyet fazlalığına katlanmaktadır. Söz konusu araç, özellikle bir taraftan düşük seviyede gürültü emisyonlarına sahip taşıtları tedarik etmede, diğer taraftan ise az gürültülü taşıt yollarının yapım ve bakımı için mali kaynakların hazır bulundurulmasını gerektiren yerel kamusal yakın mesafe yolcu trafiğinin (YMTT) finanse etmede, büyük önem arz etmektedir.

İyileştirme

Hemen hemen tüm Avrupa ülkeleri bir nevi gürültü iyileştirme programlarını yürürlüğe koydular. Bu programlar, çoğu zaman bir nevi "Hot Spots"lardaki ("sıcak nokta"lardaki) yüksek seviyedeki gürültünün yok edilmesinde yararlıdır ve bunlar esas itibariyle aşağıdakiler gibi ölçülebilen hedefleri içermektedir,

- Gürültü seviyesi altında sağlık açısından bir risk olarak görülen rahatsızlığın indirgenmesi,
- Yüksek seviyede gürültüye maruz kalanların sayısının belli bir kotaya düşürülmesi.

Gürültü iyileştirme programları, genel anlamda mevcut trafik yollarındaki bağlayıcı yasal koruma hedeflerinin boşluğunu doldurmaktadır.

Bazı şehir ve belediyeler de gürültü iyileştirme programlarını kendi karayollarında uygulamışlardır.

Gürültü iyileştirme programları, çoğu zaman ikinci kademede gürültü azaltma önlemleri ile sınırlandırılmıştır (gürültü perdeleri ve setleri, gürültü camı).

1.4.2.5. Kamunun Çalışması ve Katılımı

Başarılı bir gürültüden korunma politikası için kamuyu da işin içine dahil etmek önemlidir. Kadın erkek tüm vatandaşlar gürültüden dolayı hem mağdur kişilerdir, hem de gürültünün kaynağını oluştururlar. Mağdur kişiler açısından herkesin gürültü sorunlarının değerlendirilmesi ve çözümüne katılımı sağlanmalıdır; gürültünün kaynağı açısından da kişisel olarak gürültünün önüne geçilmesi konusuna ne gibi katkılarda bulunacaklarına dair ilave bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Gürültüden korunmanın, uzun vadede kültürel değerlerin eğitim süreçleri içinde aktarılmasının çok doğal bir davranış biçimi halini aldığı, dikkat ve ilgi gerektiren ve sükunetin kıymetini bilen (“Sükunetin içinde güç vardır” anlayışı) toplumsal bir kültüre gereksinimi vardır. Buna örnek olarak aşağıda yer alan kamusal çalışma içindeki somut görevler verilebilir:

Gürültüden Korunma Politikası Hakkında Genel Bilgiler

Kadın erkek tüm vatandaşlar ve ayrıca özel kuruluşlar, somut gürültüden korunma politikasına, özellikle de yönetmeliğin uygulama sürecine dahil edilmelidir. Çoğu Avrupa şehri ve belediyesi, kendi bölgelerindeki her gürültüden korunma kuralını bilgi olarak yayınladılar. Kamu kuruluşları (AB Komisyonundan belediyelere kadar) modern bilgi teknolojilerini kullanmaktalar. Etkinliklerde, çalıştaylarda ve “yuvarlak masa” toplantıları aracılığı ile kadın erkek tüm vatandaşlar pozisyonlarını belirleyebilirler. Verilen bilgiler vatandaşlar için basit ve anlaşılır olmalıdır (bu durum gürültüden korunma politikasının spesifik göstergelerinde (örneğin gürültü seviyesinin dB(A) cinsinden ifade edilmesi) her zaman mümkün olmayabiliyor).

Gürültü Şikayetlerine Destek Sağlanması

Önemli olan olumsuz etkilenen ilgili kişilerin somut gürültü sorunlarının olmasıdır. Gürültü rahatsızlığı çoğu zaman geçici bir yapıya sahip olduğundan şikayet merci her an ve hızlı bir biçimde ulaşılabilir olmalıdır. Gürültü problemlerinin, gürültüyü meydana getirenlerin ve sorumlu kişilerin çeşitliliği nedeniyle merkezi bir işlem yerinin olması önemlidir, böylece mağdur olanlar kendilerini bürokrasi ordusu içinde kaybetmezler. Bazı şehirler ve belediyeler bu yüzden merkezi bir gürültü telefon hattı kurdular.

Sessiz Ürünler ve Davranış Biçimleri Hakkında Bilgi

Çoğu vatandaş, tamamen gürültü bilincine sahip ve gürültünün azaltımında aktif rol oynamaya hazır durumdadır. Bunun için sessiz ürünler ve davranış biçimleri hakkında gerekli bilgiye ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden gürültü açısından önemli ürünler, emisyonları ve az gürültü ile çalıştıklarına yönelik verilerle işaretlenmelidir. Bazı kuruluşlar tüketicilere, özellikle daha düşük emisyon ile kendini gösteren ürünleri etiketleyerek ("Labelling") destek vermektedir (Almanya'da çevre işareti ya da "mavi melek", AB'de "European Union Eco-label / Avrupa Birliği Eko-Etiket").

Sürücülerin Eğitilmesi

Kadın erkek hemen hemen tüm vatandaşlar, motorlu taşıt sahibi ve kullanıcısı olarak yol trafiğindeki gürültünün kaynağıdır. Onlar değişik biçimlerde gürültünün azaltımına katkıda bulunabilirler. Bir taraftan motorlu taşıtların zorunlu trafikte kullanımının sınırlandırılması gerekir, diğer taraftan ise taşıtların az gürültülü sürüş şekli ile gürültünün azaltımına katkı sağlayabilmektedir. Sürücü kursları, motorlu taşıtların gürültü bilinci ile kullanımının öğrenilmesi bakımından önemli yerlerdir.

1.4.3. Stratejiler

Gürültü ile mücadelede rahatsızlık ve hedef değerler arasındaki farklar, esas itibarıyla alınacak tek bir önlemin sağlayacağı azaltma potansiyeline göre çok daha yüksektir. Bu yüzden gürültü problemleri genel anlamda yalnızca önlemler ve buna bağlı araçların birlikte uygulanması sayesinde çözülebilmektedir. Böylece çok sayıda ilgili tarafın buna dahil olması gerekir. Gürültünün kaynağı da (bir nevi "Driving

forces“ (araç kullanma kuvveti) çok çeşitlidir: Örneğin belirli bir karayolunda trafik gürültüsünün yol açtığı rahatsızlığın kaynağı şunlardır:

- Motorlu taşıtlar ve tekerlekler hakkındaki gürültü yönetmeliği nedeniyle AB
- İmasyon sınırlarının konmasından sorumlu üye ülke
- Harici maliyetlerin uluslararası hale getirilmesinden ve böylece **küresel** trafik oluşumunun azaltımından sorumlu AB ve üye ülke (karayolu trafiği için vergi ve sübvansiyonlar (destekler)
- Kendi şehir ve ulaşım planı ve böylece **yerel** trafik oluşumunun azaltımından sorumlu her belediye
- Karayolunun biçimlendirilmesinden ve karayolu yüzeyinin seçiminden sorumlu yol yapımı yüklenicileri
- Karayolu trafiği açısından beyanlarda bulunan karayolu trafik idaresi (örneğin izin verilen üst hız limiti)
- Sessiz ya da gürültülü motorlu taşıt ya da tekerlekleri sunan taşıt ve tekerlek üreticileri
- Ulaşım aracının seçilmesi e taşıt kullanma biçimi nedeniyle kadın erkek tüm vatandaşlar
- Yapıya yönelik sesten korunmadan ve hassas mekan kullanımlarının karayolları kaynaklarına konumlandırılmasından sorumlu mimar ve müteahhitler.

Ağır vasıta gürültüden korunma kuşağının uygulamaya konması ile (az gürültü ile çalışan modelleri dışında ağır vasıtalarla sürüş yasağı getirilmesi) alınacak tek bir önlem bile çok sayıda hareket tarzını gerektirir:

- Az gürültü ile çalışan ağır vasıtaların yasal bir biçimde tanımlanması (AB, üye ülkeler):
 - Şehir içi sürüş durumları için gürültü yönetmelikleri ya da kriterleri
 - Karşılıklı uygulanabilen ölçüm metotları
- Az gürültü ile çalışan ağır vasıtaların mevcut olması (üreticiler)
- Karayolu trafiği açısından tayin edilmiş sürüş yasağı (AB, üye ülkeler)
- Ağır vasıta gürültüden korunma kuşağının tasarlanması (İşletmeciler ile birlikte şehirler ve de kadın erkek tüm vatandaşlar):
 - Zaman çerçevesi
 - Kapsamı
 - Etkilenen taşıt tipleri

- Az gürültü ile çalışan ağır vasıtaların tedarik edilmesi (işletmeciler, bunların arasında şehirler, kendi araba parkları için)
- Kurallara uyulup uyulmadığının kontrol edilmesi (Polis)

Çoğu gürültü probleminde, mümkün olduğunca çok sayıda ilgili tarafların, önlemlerin ve araçların dahil olduğu yalnızca bir toplam stratejinin hedefe götüren bir etkisi olduğu görülebilir. Toplam strateji, maliyetler ve etkisi yönünden iyileştirilmelidir. Genel olarak kaynağında önlem alınması (“birinci kademedeki” önlemler) maliyet açısından duvarlar ve camlar gibi ikinci k alınacak önlemlere göre daha etkilidir.

Gürültüyü azaltmaya yönelik stratejiler esas itibarıyla havanın temiz tutulmasına dair planlar gibi çevreyi korumaya yönelik başka planlamalarla birlikte koordine edilmelidir.

1.4.4. Araçlar

Alınacak önlemlerin başarılı bir biçimde planlanması ve uygulanması için belli başlı araçlar gerekmektedir. Bunun için alınan bir önlemin başarısının değerlendirildiği ölçütler önceliklidir. Gürültünün azalması bir başarı kriteri olarak ele alınırsa bu durum, bir emisyon hesaplama vasıtasıyla önlem ile birlikte ya da önlem olmaksızın tespit edilebilir. Hesaplama yönetmeliği önlemin etkilerini aynen verebilecek durumda olmalıdır. Bunun için farklılaştırılmış bir emisyon modeli ve gerçekçi bir yayılma hesabının var olması gerekir. Az gürültülü yol kaplamalarının² oluşturulması için, örneğin farklı yapısal parametreler için (yapım şekli, yapıştırıcı madde ve kaplamanın tane boyutu gibi) emisyonların standart ölçümleri belirtilmiş olmalıdır. Hesaplama yönetmelikleri etkinin zaman içindeki değişimlerini tarif edebilecek durumda olmalıdır.

Bu el kitabında araçlar ile ilgili olarak uygun kalitede başarılı bir gürültüden korunma politikası için olması gereken veri esasları da hesaplanmıştır. Gürültü haritaları aracılığı ile öne çıkarılan gürültü verilerinin yanı sıra, öncelikle toplumun öznel tercihlerine ilişkin verilerin olması önemlidir. Önlemlerin etkisinin tamamen sayısal bir biçimde tespit edilmesi hususu da etkilenenler tarafından öznel bir değerlendirme ile tamamlanmalıdır.

Trafik gürültüsünün önüne geçilmesi konusunda trafiğe dayalı iyi bir veri donanımının

² Karayolu trafik gürültüsü için interim (ara) metodunda, Fransız NMPB-Routes-96, esas olarak kaplama türlerine göre herhangi bir farklılık yer almamaktadır.

olması şarttır. Böylece trafik durumunu kontrol altına alabilmek için farklı sürüş amaçları ile ilgili trafik araçlarının seçimine, kişisel ulaşım tercihlerine ve objektif ulaşım mecburiyetlerine yönelik verilere ihtiyaç duyulur (özel otomobil mevcudiyeti ve yolların uzunluğu gibi).

1.5. Alınacak Önlemlerin Tarif Edilmesi

El kitabında alınacak önlemler, belli başlı kriterler ve bakış açıları vasıtası ile değerlendirilir. Aşağıda bu kriterler ortaya konmuştur:

1.5.1. Çevresel Politika Prensiplerinin Dikkate Alınması

“AVRUPA BİRLİĞİNİN KURULMASINA İLİŞKİN SÖZLEŞMENİN KONSOLİDE (TAKVİYE) METNİ” içinde 174. Maddede şu husus yer almaktadır:

“(2) Birliğin çevre politikası, Birliğin her bölgesinde yaşanan değişik şartlar dikkate alınarak yüksek seviyede bir korumayı hedeflemektedir.

Bu hedef, **ön koruma** ve **ön tedbir** esaslarına, olumsuz çevresel etkileri meydana getiren **kaynağa** öncelik verilerek önüne geçilmesi esasına ve de “**meydana getiren neden prensibine**” dayanmaktadır.”

Bu prensiplerin göz önüne alınması aşağıda tarifi yapılan önlemlerin ve araçların önlem sıralaması ile gerçekleşecektir.

1.5.2. Etkililik

Bir önlemin en önemli özelliği onun gürültü nedeniyle olumsuz etkilenmelerin azaltımı için uygun olup olmamasıdır. Yönetmelik terminolojisinde bunun anlamı L_{den} ve L_{night} 'ın ve /veya etkilenenlerin sayısının indirgenmesidir. El kitabında gürültü seviyesinin **konut içi** gürültü seviyesinin azaltımını sağlayan önlemler de anlatılmaktadır, örneğin binaya dayalı ses geçirmezlik önlemleri gibi. Ancak yönetmeliğin kastettiklerine ve evlerin dışında kalan bölümlerin rahatsızlık vermeden kullanılmaları için (balkonlar, teraslar, bahçeler vs.) ve kamusal alanın (sokaklar, parklar, meydanlar) kullanım kalitesinin iyileştirilmesi yönünde çaba sarf eden bir gürültüden korunma politikasına oranla bunlar, yalnızca dış alanları koruyucu ve ekonomik

açından temsil edilebilir³ tüm önlemlerin tamamen tükendiği durumlarda alınacak acil tedbirlerdir.

Yönetmeliğin standart gürültü göstergeleri L_{den} ve L_{night} , eşdeğer gürültü seviyeleri, başka bir deyişle eşdeğer gürültü seviyelerinin ağırlıklı özetidir. Çoğu zaman tek başına bir olayın yarattığı rahatsızlık ortalama rahatsızlıktan daha fazladır, örneğin maksimum gürültü seviyesi L_{max} 'ının insanların uykudan uyanmasına yol açan bir uçağın geçişi ya da gürültü seviyesi ve frekans bileşimi ile aşırı derecede rahatsız edici olabilen karayolundaki viraj gıcırtısı gibi. Bu yüzden çevresel gürültü yönetmeliği başka göstergelerin⁴ kullanımına izin vermektedir. Önlemlerde ayrıca mümkün olabildiğince maksimum gürültü seviyesine dayalı etkiler ve de doğrudan maksimum gürültü seviyesinin azaltımını hedef alan önlemler de anlatılmaktadır.

Bununla birlikte “hissedilen” gürültü seviyesi azaltımı, gürültü seviyesinin gürültüyü azaltıcı önlemlerin öznel değerlendirilmesi açık bir biçimde eşdeğer gürültü seviyesinin azaltmalarından sapmaktadır⁵. Gürültüden korunma perdeleri vasıtası ile gerçekleşen ve öznel olarak görülen azaltmalar araştırmalarda çoğu zaman gürültü seviyesinin objektif azaltılmalarına karşılık gelmezken, trafiği rahatlatıcı önlemlerin etkisi objektif azaltmaya uymayacak şekilde öznel olarak çok daha yüksek seviyede tahmin edilmektedir (Almanya'dan bir örnek, öznel azaltmalar 6 ila 10 dB(A) seviyesinde olduğunu, objektifin ise yalnızca 1 dB(A) seviyesine ulaştığını göstermektedir). Görünüşe göre kaynağın “içselleştirilmesi” ile bağlantılı olan ve tehdit edici özelliğinden kaybeden gürültüden korunma önlemlerin öznel olarak daha etkili olduğu tahmin edilmektedir.

Esas itibarıyla etkililiğin tanımlanmasında azaltma, alınan önlem uygulamaya konmaksızın referans durumuna dayandırılır (ΔL); bu açıkça anlaşılır şekilde tanımlanmış olmalıdır. Kural olarak ΔL standart hale getirilmiş emisyon ya da imisyon durumu belirtilmelidir, gerçekte ise ΔL değişik imisyon yerleri için farklı olacaktır (örnek gürültü perdesi) ve bunun için uygun bir biçimde belirtilmesi gerekir.

³ Gürültü sorununa ilişkin yüksek bilince ve büyük toplumsal servete sahip üye ülkelerde bile gürültünün azaltımına yönelik çoğu düzenlemeler “uygunsuz ve olmayacak ekonomik talepler”in etkisi altındadır.

⁴ Bkz. Çevresel Gürültü Yönetmeliğini içeren Ek I

⁵ Karşılaştırm: Federal Çevre Bakanlığı, Gürültü ile Mücadele '88

Azaltma potansiyelinin belirtilmesi ile ilgili bir diğ er problem, alınacak önlemin kompleks, çok sayıda işletme parametreleri tarafından belirlenen bir ortamda somut bir biçimde yapılandırılmasıdır.  rnek olarak bir raylı ta ıtta alınacak önlemin azaltma başarısı, tren yolu ve taşıtın toplam emisyonlarının nasıl bir bile ime sahip olduğuna bağlıdır. Tren yolu emisyonunun baskın olduğu belli ba lı durumlarda ( rne in düşük hız seviyelerinde ve tren yolunun kötü bir durumda olması) ta ıtta ba lı önlemler çok az etkilidir; bunun tersine yüksek hızlarda aerodinamik sesler baskın olabilir ve böylece tren yolu ile ilgili alınacak önlemler etkisiz kalacaktır. Söz konusu bu probleme, önlemlerin ortaya konması sırasında ayrıca dikkat çekilecektir. Alınan bir önlemin akustik başarısı, zaman içinde azalabilir. Başlangıçta oldukça etkili olan açık gözenekli yol kaplamaları örneğin, belli ba lı şartlar altında gözeneklerin tıkanması ile etkisiz hale gelebilir. Bu yüzden s reye ba lı etki ile ilgili problemlere, önlemlerin tarif edilmesi konusunda değinilecektir; şayet mümkün olursa etkinin kalıcı kılınması ile ilgili önlemler de buna ek olarak anlatılacaktır.

1.5.3. Maliyet

Arka plandaki sınırlı araçlar ışığında en iyi maliyet etkisi yaratan önlemlerin uygulanmasına, yani ΔL başına en düşük maliyete sahip olanın tercih edilmesine çalışılacaktır. Maliyetin etkinliğinin belirlenmesinde Bölüm 1.5.2 'de belirtilen tüm problemler bu hususa dahil olmaktadır.

El kitabında belirtilen maliyetler Alman ya da Avrupa'da ya anmı  deneyimlere dayanmaktadır ve bunlar yeniden düzenlenmeden Türkiye'ye uyarlanamaz. Bu nedenden dolayı mümkün olduğunca referans olması için ya da başka alınabilecek önlemler için karşılaştırmalı maliyetler verilmiştir. Burada fiyat de i ikliklerinin zaman içinde yarattığı problem dikkate alınmalıdır.

1.5.4. Gerekli Araçlar

Çoğu  nlem onu sağlayacak en az bir araca gereksinim duyar. Bunların arasında alternatif araçlar da mevcuttur. Burada anlamlı ya da gerekli olduğu sürece önlemlere dayalı araçlar anlatılacaktır.

1.5.5. Sinerjiler

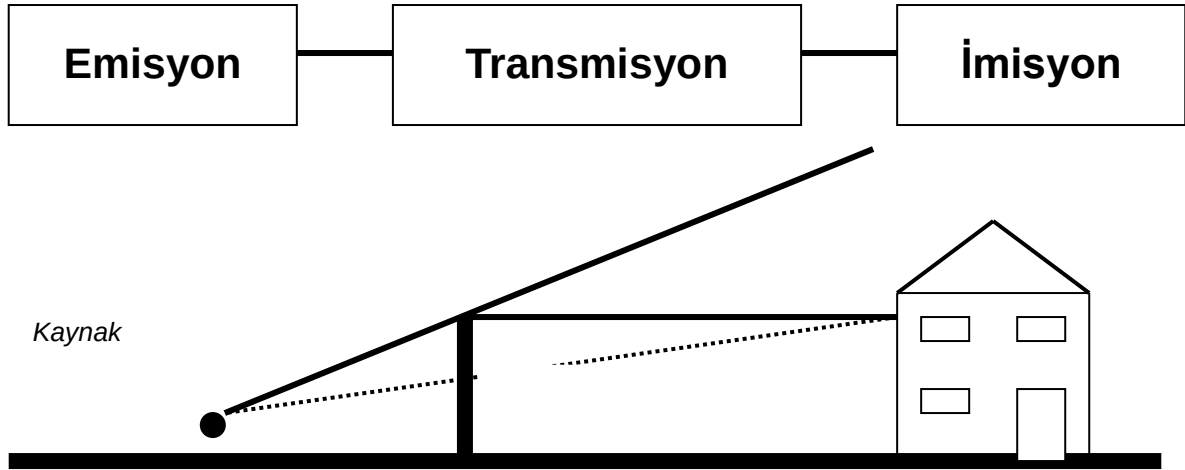
Gürültüden korunmaya yönelik alınacak önlemler, başka alanlarda pozitif etkilere yol açabilir ve çevresel politika ile ilgili diğer hedeflere götürebilir. Örnek olarak trafiğe çıkmama şeklinde alınacak bir önlem esas itibariyle havayı kirleten zararlı maddelerin ve trafikteki sera gazlarının azaltımı yönünde pozitif bir etki yaratır. Maliyetlerin bölünmesinden dolayı bu tür önlemler iyileştirilmiş bir maliyet etkisine neden olmaktadır. Karayollarında izin edilen hız limitlerinin düşürülmesi yalnızca gürültüyü azaltmakla kalmamakta, aynı zamanda trafiğin güvenliğini de artırmaktadır. Gürültü bariyerleri diğer kullanım alanları ile birlikte kombine edilebilir, örneğin garajların arka tarafına gürültü setleri sıralanabilir. Gürültü perdelerinin uygun yerlerine yakınlardaki bina inşaatına, aydınlatmaya ya da sulamada kullanılan pompalara gerekli akımı sağlayan foto galvanik elemanlar entegre edilebilir.

1.5.6. Hedef Uyuşmazlığı

Yukarıda anlatılanların aksine önlemler, başka hedefler ve alanlar üzerinde negatif etkilere yol açabilirler. Örneğin gürültü perdeleri görsel açıdan olumsuz görüntülere ya da yine mikro klimayı etkileyecek görüntüleri kapatmaya yol açabilir. Gürültü perdeleri, trafik yollarının ayrışma etkisini de artırmaktadır (bkz. Bölüm 5). Bazı gürültüden korunma önlemleri (örneğin motoru kapsülleme) taşıtın ağırlığının artmasına ve böylece yüksek seviyede CO₂ emisyonlarına neden olmaktadır.

1.5.7. Önlemlerin ve Araçların Mekanlarda Devreye Girmesi

Önlemler, uygulamaya konulacakları mekanlara göre ayrılabilir. Şekil 1-1, yol ile ev arasında bir gürültü perdesi (GP) bulunan bir yol kesitini göstermektedir. Taşıt akımı bir kaynak noktası ile resmedilmiştir. Ses yayılmasını, ses dalgaları ile belirlenmiştir. Doğrudan eve doğru yayılan ses dalgası (noktalı çizgi) gürültü perdesi sayesinde kesintiye uğramıştır. Kaynaktan gürültü perdesinin üst kenarına kadar yayılan ses dalgası eve doğru eğilim gösterir. Emisyonlar kaynaktan yayılan gürültülerdir, imisyonlar ise bunların ev üzerine yaptığı etkilerdir. Buna uygun olarak kaynak emisyon yeri ve ev de (burada daha ayrıntılı biçimde açıklamak gerekirse ses dalgasının düştüğü cephe noktası) imisyon yeri diye adlandırılır. Transmisyonlar emisyon ve imisyon yerleri arasındaki ses yayılmasını tanımlamaktadır.



Şekil 1-1 : Gürültü perdesi (GP) bulunan yol kesiti - Emisyonların – Transmisyonların – İmisyonların ayırt edilmesi

Alınacak önlemler kaynak, transmisyon ya da imisyon yerlerine etki edebilir. Kaynağa dayalı önlemler **birinci derecede** önlemler diye bilinir, tüm diğer önlemler **ikinci derecede** önlemler diye adlandırılır. İmisyon seviyesini dıştan, yani cepheden azaltan (burada GP gibi) ikinci derecede önlemler – birinci derecede olanlar gibi – **aktif** önlemlerdir; imisyon yerinde alınan ve iç gürültü seviyesinin azaltımına katkıda bulunan önlemler (ses geçirmez cam gibi) ise **pasif** önlemler diye adlandırılır. Birinci derecede önlemler, esasında halen emisyonları azaltıcı önlemlere (örneğin hız sınırı) ve kaynağı etkileyenlerin sayısına (trafikten çekilme, trafiğin başka bir hatta yönlendirilmesi) göre ayırt edilir. Önlemlerin etkili olup olmadığı uygulamaya konuldukları mekanlara göre:

- **Birinci derecede** ya da emisyonlara dayalı önlemler toplam çalışma alanında etkilidir ve sınırlı alana sahip şehir içlerinde de uygulanabilmektedir; bu önlemler görsel açıdan olumsuz görüntülere neden olmazlar; taşıt emisyonları her yerde etkili bir biçimde azaltılmaktadır.
- **Yayılma yoluna** etki eden önlemler, komşu alanlar üzerinde farklı etkilere sahiptir (örneğin yakın mesafe ya da alçak imisyon yerlerindeki gürültü perdeleri için yüksek, uzak mesafe ya da yüksek imisyon yerlerindeki gürültü perdeleri için sınırlı) ve görsel açıdan olumsuz görüntülere, mikro iklimin zarar görmesine ve ayrışma etkisine yol açmaktadır.

- **İmisyon yerine** etki eden önlemler, örneğin ses geçirmez cam, yalnızca iç mekanın korunmasına etki etmektedir; ancak kapalı konumdayken etkilidirler.

Birinci derecedeki önlemler öncelikli olmalıdır.

1.5.8. Önlemler ve Araçların Önem Sıralaması

Çevre politikasında genel olarak şu husus geçerlidir: Düzeltmeden önce azaltma, azaltmadan önce önleme: İlk önce bir gürültü kaynağının oluşumu ya da varlığı önlenebilir mi kontrol edilmelidir (örneğin bir yolu otomobille gitmek yerine yürüyerek kat etmek), daha sonra önüne geçilemez kaynaklar söz konusu olduğunda da emisyonlar ve bunun sonucu olan imisyon yerleri mümkün olabildiğince azaltılmalıdır (örneğin taşıtlarda alınacak önlemler ve bir gürültü perdesinin inşa edilmesi) ve sonunda da hala mevcut olan imisyonlar için dengeleyici önlemler alınmalıdır (gürültü camı, zararın giderilmesi vs.). Bunun gerekçesi, esas itibarıyla önlemenin en az yan etkileri olan ve en fazla sinerjiye sahip ve maliyeti en yüksek önlemleri kapsamasıdır (örnek olarak trafiğe çıkmama: daha az kaza olması, daha az gürültü, daha az atık gaz salınması, daha az alan tüketimi vs.). Daha düşük maliyete sahip olup daha fazla yan etkilere neden olan telafi edici önlemler sonuçta yalnızca acil yardımcılardan ibarettir.

Önlemlerin önem sıralaması, örneğin karayolu trafik gürültüsünde şöyledir:

- Gürültü emisyonlarının **önlenmesi** (güvenlik, iklim, hava kirliliği gibi hedefleri olan sinerjiler):
 - Yerel: Gürültü yayan otomobil, kamyon, YMTT gibi trafik araçlarının sayısının azaltımı
 - Global: Sürüş performanslarının azaltımı
 - Bisiklet ve yaya trafiği gibi gürültü yaymayan trafik araçlarına ağırlık verilmesi
 - Taşıtların taşıma kapasitesinin / dolum derecesinin yükseltilmesi
- Gürültü **emisyonlarının azaltımı** (Burada söz konusu olan çoğu zaman çok düşük yan etkilere, çoğu zaman da kapsamlı etkiye sahip sinerjiler):
 - Daha sessiz çalışan trafik araçlarına ağırlık verilmesi
 - Taşıt ve taşıt yollarında alınacak teknik önlemler
 - Daha sessiz sürüş şekli

- Daha düşük hız yapılması
 - **Gürültü emisyonlarının dışardan azaltımı**
(Burada söz konusu olan negatif yan etkilere sahip izole edilmiş ve masrafa yol açan önlemlerdir):
 - Perdeleme (çok pahalı, görüntünün önlenmesi)
 - Mekana ve zamana ağırlık verme (örneğin bir çevre yolu inşa edilerek şehir içi trafiğinin rahatlatılması, ancak bu durum başka bir yerde gürültü artışına neden olmakta ve bu yüzden yerel anlamda “önleme” gibi görünse de toplam emisyon sayısını düşürmemektedir)
 - Temel plan seçimi
 - **Gürültü emisyonlarının içten azaltımı** (Binaya dayalı ses geçirmezlik)
- Önlemlerin önem sıralaması etki zincirindeki uygulama yerleri ile aynıdır. Önlemlerin mekanlardaki uygulama yerleri (bkz. Şekil 1.-1) önem sıralamasının yerel yönünü anlatmaktadır.

1.5.9. İlgili Taraflar

İlgili Taraflar, alınacak önlemlerin tasarlanması ve uygulamaya konmasından ve de bunun için gerekli araçların tedarik edilmesinden sorumlu kişiler ve kuruluşlardır. Gürültüden korunma hususunda kent düzeyinde halen değişik yönetimlerde bulunan çok sayıda ilgili tarafın katılımı söz konusudur. Başarılı bir gürültüden korunma politikasında ilgili tarafların tanımlanması ve çalışmaya dahil edilmesi gerekir.

2. Başarılı bir Gürültüden Korunma Politikasının Esasları

2.1. Toplu Düşüncelerin Gerekliliği

Gürültünün çok çeşitli nedenleri ve sorumlularının olması ve de bir önlemler kombinasyonunun zorunlu olması nedeniyle gürültüden korunmasına yönelik bir toplu düşünceyi gerekli kılmaktadır. Çevresel Gürültü Direktifini Türk Hukukuna uyarlayan ve çevresel gürültünün tespit edilmesi ve önüne geçilmesi ile ilgili yönetmelik, öncelikli olarak yüksek seviyede etki altında olan ortamların iyileştirilmesini hedef almakta ve gerekli olduğu gibi bir toplu düşünceye götürmemektedir. Böyle bir toplu düşüncenin, yönetmeliğin önemli bir yapı taşı olduğu ulusal devlet düzeyinde geliştirilmesi gerekir (bkz. Ek “Ulusal Devlet Düzeyinde Gürültüden korunma Aktiviteleri”). Böyle bir gürültü politikasının sorumluları, devlet idaresi gürültüden mağdur olanlar ve gürültüyü meydana getirenler arasında denge sağlama konusunda çok daha erken ve en iyi şekilde etkili olduğundan ilk etapta her düzeyden devlet kuruluşları olmalıdır (Hükümet, Valilikler, Şehir ve Belediyeler). Bu yüzden uygun bir biçimde donatılmış vasıflı bir personel toplam stratejinin bir parçası olmalıdır. Ürünler ve taşıtlardaki gürültü emisyonlarının azaltımı hususunu ulusal gürültü önleme stratejilerinde kullanabilmek için AB çerçevesinde uygun inisiyatif ve aktivitelerin varlığı gerekir. Ulusal, bölgesel ve yerel gürültü önleme stratejileri, diğer çevre koruma stratejileri ile olan sinerjiden faydalanmalı ve diğer önemli politik alanlarda kendini dinletebilmelidir (Ulaşım ve Ekonomi Politikası).

2.2. Alınacak Önlemlerin Önem Sıralaması

Avrupa çevre politikasında problemlerin çözümüne yönelik geniş anlamli bir düstur edinilmesi düşüncesi yerleşmiştir: Düzeltmeden önce azaltma, azaltmadan önce önleme.

2.3.- Envanter Tanzimi

Gürültü azaltma politikasının çıkış noktası, gürültü nedeniyle oluşan zararların bir envanterinin çıkarılmasıdır. Süre olarak Türk Yönetmeliği gürültünün sınıflandırılması

konusunun ilk ayağı için 30.06.2013 tarihini belirlemiştir. Akustik envanter tanzimi, gürültünün nedenlerinin analiz edilmesini ön şart olarak koymaktadır (örneğin önemli trafik verilerinin tespit edilmesi⁶). Envanter tanzimi kapsamında, imisyonlar için her bir hesaplama yönetmeliğinin gerçeğe uygun olup olmadığının ve alınacak önlemlerin azaltımı potansiyelini oluşturmaya izin verip vermediklerinin kontrol edilmesi gerekir (aksi takdirde önlemin etkisi hesaplama açısından ispat edilemez).

2.4. Gürültüden Korunma Hedefleri

Bir gürültü azaltma düşüncesinde önemli bir kısmı adım da gürültüden korunma hedeflerinin belirlenmesidir. Bu hedefler, Gürültünün Etkisi konulu araştırmanın sonuçlarını temel almalıdır. Gürültünün etkisi, toplumun her bir kültürel normları tarafından da etki altına alınmaktadır. Bu durumda söz konusu farkındalıklar bir toplumdan diğerine doğrudan aktarılabilir. Ancak Gürültünün Etkisi konulu araştırmanın sonuçları Batı Avrupa'da farklılaştırılmış hedeflerin belirlenmesi ve aşama planlarının geliştirilmesinin gerekli olduğunu göstermektedir. Örneğin yüksek seviyede gürültüden etkilenen trafik yollarında sağlığa yönelik risklerin birinci derecede ve kısa vadeli koruma hedefi ile önüne geçilirken, gürültüyü meydana getiren yeni kaynakların planlanmasında ve onaylanmasında belirgin bir biçimde daha zorlayıcı hedeflerin koyulması gerekir.

Epidemiyolojik araştırmalar, gürültünün gün boyu sürekli olarak 65 dB(A) seviyesinin üstünde (dışarıda eşdeğer gürültü seviyesi) bulunduğu karayolu trafiğinde yarattığı etkilerle ilgili olarak kalp damar rahatsızlıklarına ilişkin yüksek bir risk unsuru oluşturduğunu göstermektedir. Diğer gürültü kaynağı türleri için de benzer risklerin olduğu göz ardı edilemez. Gürültünün Etkisi konulu araştırmanın yaptığı çalışmalar, halihazırda trafiğin yol açtığı gündüz / gece 50/40 dB(A seviyesinde bir gürültünün oluşumunun beklenmesi gerektiğini göstermektedir. Şayet bu seviyeler yaklaşık 5 dB(A) civarında aşılsa çok daha fazla gürültü rahatsızlıkları meydana gelir. Bu türdeki gürültüler gün boyunca dinlenme, iletişim ve performansın olumsuz

⁶ Trafiğe ilişkin veriler detaylı biçimde ortaya konmalıdır, örneğin özel araç mevcudiyeti, yaya ve bisiklet trafiği dahil olmak üzere farklı trafik araçlarının trafik ve sürüş performansları, belli başlı coğrafi birimlerde trafikteki araç seçimi ve çeşitli mobilize olma amaçları

etkilenmesine yol açmaktadır. Uyku bozuklukları, özellikle gürültünün doğurduğu ve en sık rastlanan olumsuz sonuçları arasında sayılmaktadır.

Alman Federal Çevre İdaresi⁷ ve WHO⁸ (Dünya Sağlık Örgütü), Gürültünün Etkisi konulu araştırmanın bulgularından yola çıkarak gürültü ile mücadele için hedef değerler belirlemiştir. Bu değerler, konut dışında kalan alanları ve kentsel kullanım alanlarını da korumak için konut dışı eşdeğer gürültü seviyelerine dayanmaktadır.

- Sağlığa yönelik risklerin önüne geçmek için gündüz/ gece için 65/55 dB(A) seviyesinin aşılmaması gerekir (**Minimum hedef**).
- Oldukça yüksek seviyedeki gürültünün önüne geçmek için gürültü seviyesinin gündüz/ gece için 55/45 dB(A) seviyesine indirilmesi gerekir (**Orta hedef**)
- Uzun vadede değerlerin gündüz/ gece için 50/40 dB(A) seviyesinde olması için çaba gösterilmelidir (**Optimal (en uygun) koruma**). Bu hedefe özellikle şehir içlerinde uzun vadede erişilmesi neredeyse imkansız olsa da, yine de maliyet- kar değerlendirmelerinde ya da zararın tazmini ayarlamalarında olduğu gibi hedef değerlerin zarar eşiği bakımından önem arz eder.

Gürültü kaynakları aynı gürültü seviyesindeyken farklı etkilere yol açabilir⁹. Bu durumun, gürültü kaynaklarının gürültü politikası açısından aynı şekilde ele alınabilmesi için hedef değerlere aynen yansıtılması gerekir.

Türk Yönetmeliği sessiz alanların korunmasını aglomerasyonlar ve kırsal alanda ön görmektedir. Aglomerasyonlardaki sessiz alanlar için koruma hedefleri ortamın gerektirdiği gibi - yani kullanım alanına, kullanım zamanına ve kentsel çevreye göre – tespit edilmelidir. En azından WHO sınır değerlerine uymak için çaba gösterilmelidir. Kırsal alandaki sessiz alanlar hiçbir çevre gürültüsüne maruz bırakılmamalıdır.

2.5. Gürültü Azaltmanın Faydaları

Gürültünün negatif etkileri kısmen parasal açıdan değerlendirilir, yani mali zarar şeklinde ifade edilir. AB Komisyonunun 1996 tarihli “Gelecekteki Gürültüden korunma Politikası” adlı Yeşil Kitabında gürültünün Avrupa’da yol açtığı toplam zararın ülke içi gayri safi üretimin 0,2 ila % 2’si şeklinde tahmin edilmektedir. Bunun

⁷ Federal Çevre İdaresi: 1999 tarihli Yıllık Rapor

⁸ WHO Executive Summary of the Guidelines for Community Noise (Toplumdaki Gürültüye İlişkin Ana Esasların İdari Özeti), Cenevre 2000

⁹ bkz. Örnek: Gürültüden korunma politikasına yönelik 2002 tarihli Avrupa Çalışma Grubunun Pozisyon Dokümanı WG2. Daha sonra aynı eşdeğer gürültü seviyesinde uçak gürültüsü aracılığıyla meydana gelen rahatsızlık en fazla olup bunu sırasıyla karayolu trafik gürültüsü ve demiryolu trafik gürültüsü takip etmektedir. Bu yüzden hukuki düzenlemeler demiryolu trafiğine bir nevi “demiryolu bonusu” bahsetmiştir.

tersi ise alınacak bir gürültü azaltma önlemi zarar tutarını düşürecek, başka bir deyişle beraberinde mali fayda sağlayacaktır. Bu yüzden zorlayıcı bir gürültü azaltma planlamasını haklı çıkarmak için düşüncenin maliyetine karşın sağlayacağı mali faydaların öne çıkarılması yararlı olabilir. Değişik araştırmalar göstermiştir ki, Avrupa çapındaki gürültü kaynaklarında uygulamaya konulan önlemler (örneğin yük vagonlarının emisyonlarının düşürülmesi¹⁰) en yüksek kar- maliyet oranına sahiptir. Bir gürültüden korunma önleminin faydası kesin olarak zarar eşiğinin nasıl tespit edildiğine bağlıdır, bunun anlamı hangi sınır seviyesinde iken bir azaltmanın hala fayda sağladığıdır. Gürültünün etkisi ile ilgili araştırmalar, henüz daha dışarıda 50/40 dB(A) üzerindeki gürültü seviyelerinden itibaren olumsuz etkilerin tespit edilebildiğini göstermektedir. Bu yüzden bu gürültü seviyeleri zarar eşiği olarak belirlenmeli ve sağlanacak fayda yalnızca yukarıda verilen kısa vadeli hedef gürültü seviyelerinin aşılması ile sınırlı kalmamalıdır.

2.6. Yükümlülükler

Toplu düşünce kapsamında yükümlülüklerin belirlenmesi gerekir. Önemli olan gürültü azaltma düşünceleri içinde farklı işlem basamaklarında toplam koordinasyondan sorumlu kişi, yer ve kuruluşun tespit edilmesidir. Aktivitelerin koordine edilmesi için gerekli uygun yapıların oluşturulması gerekir.

2.7. Diğer Planlamalar ile Uyumlaştırma

Gürültü azaltma planlaması tüm işlem basamaklarında sıkı bir biçimde diğer politik alanlarla iç içe geçmiştir. Yerel düzeyde özellikle aşağıda belirtilen planlama alanları önem arz eder:

2.7.1. Şehir Planlaması

Şehir planlaması, bir yandan yerel düzeyde tamamen somut olarak kaynakların ve hassas kullanım alanlarının koordinasyonunu belirler. Diğer yandan ise oturma, çalışma, dinlenme, alışveriş vs. yerlerinin birbiriyle koordinasyonunu sağlayarak ulaşımı sağlaması açısından önemlidir. Bu yüzden gürültü azaltma hususlarının şehir planlamasına dahil edilmesi gerekir.

¹⁰ Bkz. Avrupa STAIRRS projesinin sonuçları

2.7.2. Ulaşım Planlaması

Ulaşım planlaması, çok daha önemli ölçüde trafik gürültüsünün insanlar üzerinde yol açtığı her tür rahatsızlıktan sorumludur. Bu husus hem toplu ve özel taşıma trafiğinin ve ayrıca bisiklet ve yaya trafiğinin koordinasyonu, hem de trafik akımlarının yönetilmesi ve karayolu ağ hiyerarşisinin kurulması için geçerlidir. Bu sebepten dolayı gürültü azaltma planlaması ulaşımın planlanmasının entegral bir parçası olmalıdır.

2.8. Gündüz /Akşam /Gece ve Hafta Sonu Sorunu

Pek çok diğer çevreye zarar veren etmenlerden farklı olarak gündüz saatleri gürültünün etkisini büyük ölçüde artırmaktadır. İnsanlar günlerini uyku, dinlenme ve çalışma (bu safha eğitim ve ev işlerini de kapsar) gibi değişik safhalara ayırırlar. AB ülkelerinde, geleneksel üretim, tüketim ve rekreasyon modellerinin çözülmesi ile birlikte git gide daha fazla sayıda insan geceyi uyumak için daha az kullanıyor olsa da gece dönemi hala ağırlıklı olarak uyumak içindir.

Yönetmelik, insanların en büyük hassasiyeti olan dinlenme ve uyku esnasında 5 ya da 10 dB(A) şiddetindeki gürültü bombardımanı ile rahatsız edilmeleri hususunu dikkate almaktadır.

Gürültü azaltımı, dar anlamda ses olaylarının zaman bakımından gece saatlerinden gündüz saatlerine ağırlık verilerek düzenlenmesi ile elde edilebilir. Ancak değiştirilmiş yaşam alışkanlıkları sonucu (bu alışkanlıklar arasında hizmete olan talebin her saat karşılanması gerekir) tam tersi bir eğilim ağırlık kazanmaktadır. Alt yapıların çalışma yüklerinin her saat optimal olarak azaltımına dair duyulan istek ya da ekonomik baskı - çoğu zaman trafik sıklığının bertaraf edilmesiyle havayı kirleten zararlı maddelerin azaltılacağına dair bir beklenti içinde olmak - akşam ve gece saatlerinde gürültüden korunmayı zorlaştırmaktadır. Gürültüden korunma politikası, bu eğilim ve gelişmelere karşı gecenin sessizliğini müdafaa etmek zorundadır.

Nüfusun büyük çoğunluğunun dinlenme ve rahatlama için kullandığı günlerin korunması hususunda da durum buna benzerdir (Pazar günleri, tatil günleri ve hafta sonları). Genel olarak bu günlerde sessizliğin sağlanmasına ilişkin hukuki düzenlemeler toplumun tercihlerine rağmen pek de açık ve net değildir. Ancak yönetmelik, hafta sonlarında yoğunlaştırılmış gürültüden korunma için gürültü

indislerini uygulamaya koymaya izin vermektedir. AB'nin bazı üye ülkelerinde farklı gürültü kaynaklarının hafta sonu kullanımına ilişkin tahditler getirilmiştir (örneğin Pazar günleri kamyonlara sürüş yasağı getirilmesi). “Dinlenme Günleri”nde gürültüden korunma, her durumda kamusal çalışma kapsamı içinde değerlendirilmeli ve duruma göre korunmalı ya da iyileştirilmelidir.

3. Yol Trafikinde Gürültü Azaltımına İlişkin Önlemler

3.1. Yol Trafik Gürültüsünün Özellikleri

Yol trafiği, gürültü sorununda özel bir rol oynamaktadır, çünkü gürültüye maruz kalanlar ve gürültüyü meydana getirenler çoğunlukla aynı kişilerdir. Karayolu ağları yalnızca şehirlerimize girmekle kalmıyor, aynı zamanda da tüm yerleşim yerlerine ulaşıyor. Ulaşım, modern sanayi toplumlarının entegral bir yapı taşı olup siyasetin de gerekçeli bir hedefidir. Arzu edilen ulaşım esas itibariyle trafik kapasitesinin yoğun bir biçimde artışı ile bağlantılıdır ve bu istek her şeyden evvel maalesef önemli ölçüde bireysel motorlu taşıtlar üzerinden gerçekleştirilmektedir. Kişisel otomobile sahip olmak genel anlamda ulaşılmaya değer kabul edilmekte ve bir toplumun motorlu taşıta sahip olma derecesi gelişmesi için bir ölçüt olarak görülmektedir. Şehirlerimizin mekansal olarak oturma, çalışma ve rekreasyonel amaçlı bölünmesi ile gelişim göstermesi trafiği, çoğu zaman da özel olarak otomobil trafiğini artırmaktadır.

3.2. Toplu düşünce

Artan ulaşım maliyetinin negatif etkileri büyük şehirlerde gürültü ve atık gaz biçiminde her yerde görülebilir. Solunan hava kalitesi, bugün maliyetli atık gaz işleme teknolojisi sayesinde yoğun trafik ortamında dahi sağlanabilmektedir. Buna karşın yol trafiğindeki gürültünün meydana gelmesine yönelik problem konusunda taşıtlarda, problemin çözümüne dair tek başına kabul edilebilir değerde herhangi bir teknik önlem mevcut değildir. Daha çok yol trafik gürültüsünün yol açtığı rahatsızlığın kısa vadede azaltımı için birbirine bağlı çok sayıda ayrı ayrı önlem gerekli olmaktadır. Uzun vadede fikir değiştirmek yalnızca trafik politikasında değil, genel olarak şehirlerimizi nasıl planlayacağımız ve ulaşımı nasıl gerçekleştireceğimiz konusunda da elzemdir. Devam eden trafik için bu toplu düşüncede önemli bir rol de **çevre birliği**ne (kamu trafiği, yaya ve bisiklet trafiği) düşmektedir.

Yol trafik gürültüsünün önüne geçilmesinde **kaynak yönünden** alınacak önlemler hedeflerine göre şu şekilde sıralanabilir:

- **Motorlu** araç trafiğinin **önüne geçilmesine** ilişkin önlemler (Bölüm 3.3),
- **Motorlu** araç trafiğinin daha sessiz trafik araçlarına **kaydırılmasına** ilişkin önlemler (Bölüm 3.4)
- Motorlu araç trafiğinin **gürültü emisyonlarının azaltımına** ilişkin önlemler (Bölüm 3.5) ve
- Motorlu araç trafiğinin **gürültü emisyonlarının azaltımına** ilişkin kaynağa dayalı önlemler (Trafik Yönetimi, (Bölüm 3.6))

Sunulan araçlar, yayılma yollarında alınacak önlemlerle bağlantılı olarak hem mevcut karayollarındaki yüksek gürültü seviyelerini azaltmak, hem de daha sessiz bölgelerin korunmasını sağlamak açısından uygundur.

Kitabın bu bölümünde, çevre yolları biçimindeki şehir içi yolların yükünü kat be kat hafifletmek açısından talep edilen ve gerçekleştirilen “Yeni Yol Yapımı” konusunda gürültüden korunma önlemine de değinilecektir (Bölüm 3.7).

3.3. Motorlu Araç Trafiğinin Önüne Geçilmesine İlişkin Önlemler

Önem arz eden taşıma gereksinimleri bir açıdan motorlu olmayacak biçimde de karşılanabilir (bisiklet trafiği, yaya trafiği). Diğer açıdan motorlu araç trafiğinin önemli bir kısmı sırf ya tahsisata bağlandığı için ya da harici maliyetlerini karşılamadığı için gerçekleşmektedir. Buradan da trafiğin önüne geçilmesi politikasının esas elemanları olarak şu unsurlar ortaya çıkmaktadır:

- Trafiğin neden olduğu harici maliyetlerin içselleştirilmesi
- Sübvansiyonları kaldırmak ve
- Motorlu olmayan araç trafiğini teşvik etmek.

İlk iki madde önemli ölçüde her üye ülkenin ya da Avrupa'nın finans ve vergi politikasının görev alanına girmektedir. Yerel düzeyde şehirler ve belediyelerin görevi, motorlu araç kullanmadan bir ulaşımı mümkün kılan yapısal faydalanma imkanlarını korumak ve teşvik etmektir ("Kısa yollar şehri"). Nüfusun büyük oranda yoğun olduğu aglomerasyonlar prensip olarak ulaşım ihtiyacının giderilmesi için geniş çaplı motorlu araç kullanmadan bireysel ulaşım imkanı sunar. Burada ulaşımın değiştirilmesine yönelik çevre dostu bisiklet ve yaya trafiğinin ve ayrıca Modal

Split'de (araç seçimi) yakın mesafede toplu taşıma (YMTT) belirgin bir biçimde payının artırılması hedeflenerek etkili düşüncelerin geliştirilmesi gerekir. Mevcut duruma ilişkin alternatiflerin uygulanabilir hale getirilebilmesi için somut düşüncelerin geliştirilmesi ve örneklemelerle test edilmesi gerekir.

Şehir içi kamyon trafiğinin önüne geçilmesi çok daha zordur, çünkü bisikletlerle gerçekleştirilecek yük taşımacılığı pekala yaygınlaştırılabilecek durumda olsa da aynı ölçüde taşıma alternatifleri sunmamaktadır.

Trafikte önlem alınması öncelikli strateji olsa da etkisi çok daha sınırlı kalmaktadır. Bireysel motorlu araç trafiğinin sürüş kapasitesinin yarıya indirilmesi gibi gerçekleşmesi zor bir hedefte bile bu gürültü kaynağı türü için yalnızca 3 dB(A) civarında ortalama bir azaltma söz konusudur. Ancak trafikte önlem alınması konusu gürültüden korunmanın yanı sıra diğer çevresel hedefleri de desteklemekte (iklimin korunması, havanın temiz tutulması, alanların tasarruflu kullanılması vs.) ve trafiğin güvenliğine ve de kullanım kalitesine katkıda bulunmaktadır. Trafikte önlem alınmasının getirdiği maliyet tutarları zor hesaplanabilir ve çok sayıda hedefe yaptığı katkıdan dolayı hemen hiçbir koruma hedefine (gürültüden korunma gibi) ayrı olarak dağıtılamamaktadır.

Tek tek ele alındığında aşağıda belirtilen her bir önlem ve aracın uygulamaya konması gerekir:

3.3.1. Şehir Planlaması

Trafikte önlem alan bir şehrin ana düşüncesi, şehir içinde taşıma işlerinin ağırlıklı olarak yaya ya da bisiklet yoluyla halledilebildiği **sıkı bir "Kısa yollar şehri"** haline gelmektir¹¹.

Bu arada trafiğin önüne geçme hususa değişik faktörler katkıda bulunur. Her gün kullanılan oturma, çalışma ve rekreasyon amaçlı pek çok yol birbiriyle kombine edilerek yürüyerek ya da bisikletle kat edilebilir. Ancak bu durum yeşil çayırarda trafiği meydana getirici gelişmelere yönelik bir karşı düşünce olarak merkezlerin hedefe yönelik geliştirilmesini şart koşturmaktadır. Pek çok durumda şehir kenarlarında bulunan alışveriş merkezleri, şehir merkezlerindeki iş yerlerinin korunması ve geliştirilmesi açısından somut bir engel teşkil etmektedir. Şehirlerin yoğunlaşması ile şehir içi yollarının kısaltılmasının yanı sıra cazip bir YMTT sunumunun yapılması daha ekonomik olacaktır. Böylelikle ses geçirmez açısından en uygun taşıma aracı

¹¹ Hollanda'daki 92 000 nüfuslu Delft şehri, „sıkı“ bir şehre iyi bir örnektir; burada yerleşim alanlarının % 90'ı 2,2 km çapındaki şehir merkezinin etrafında yer almaktadır ve böylece hem yayan hem de bisikletle rahatlıkla ulaşılabilir. Yolların ilgili oranı neredeyse % 70'tir.

olan metroların yapım işi esasen yalnızca yüksek yoğunluktaki aglomerasyonlarda anlamlı olmaktadır. Aglomerasyonlarda da sakin bir ortamda yaşamak mümkün olmalıdır. Böylece inşaata dayalı hünerli bir tasarımla fazla bir harcamada bulunmadan sakin iç avlular yaratılabilir. En iyisi araç trafiğine kapalı bölgelerin öncelikli olarak yaşamaya ayrılacak şekilde tasarlanmasıdır (bkz. altta).

Fakat mevcut **bina yapılarında** da örneğin, kentsel yerleşimlerin merkezileşmesi önlenerek konutların taşınması işi kolaylaştırılarak karışık kullanımlar iyileştirilebilir (örneğin kiracılar için kısa vadeli fesih sürelerini ön gören kira kanunları ile).

Eski şehirlerin çoğu tarihi nedenlerden dolayı yaya geçidine yöneliktir (örneğin doğu şehirlerinde kapalı çarşılar) ve böylece bunlar kısa yollara sahip kentlerdir. Bu yüzden yüksek düzeyde **tarihsel – kentsel** kalitede olan şehir konutlarının korunması gerekir.

Trafiğin önüne geçilmesinin spesifik biçimi, günümüzde pek çok Avrupa şehrinde oluşturulmuş olan geniş çaplı **araç trafiğine kapalı** yerleşim yerlerinin yaratılmasıdır. Motorlu taşıt trafiğinin alt yapı düzenlemelerinin kaldırılması ya da tasarruflu bir biçimde boyutlandırılması sayesinde (örneğin garajlardan ya da araba park yerlerinden feragat edilmesi) burada mal sahipleri ya da kiracılar için oldukça bir maliyet tasarrufu sağlanabilir ve kazanılan mekan kalite bakımından, çocuklar için oyun parkları gibi, yüksek değer kazanıp (gürültüye maruz kalmayacağı ve motorlu taşıtlar tarafından rahatsız edilmeyeceğinden) rekreasyonlar için kullanılabilir.

3.3.2. Trafik Kapasitesinin Düşürülmesi / Mevcut Yapısal Strüktürlerde Trafiğe Dayalı Uygulamalar

Her şeyden önce **şehir içi** araba trafiği aşağıda yer alan önlemler ile azaltılabilir:

- Park yerlerinin işletilmesi
- Fiyat politikası
- Bireysel motorlu araç trafiği alanının sınırlandırılması
- Lokal sürüş yasakları

Park Yerlerinin İşletilmesi

Park yerlerinin işletilmesi demek bir şehirde uyuyan trafiğin düzenlenmesi anlamına gelir. Trafiğin önüne geçecek işletimlerin unsurları, şehir içi araba park alanlarının azaltımı ve ücrete tabi tutulmasıdır. Bu yüzden kamusal ve özel alanlarda araba park etmek için uygun düzenlemelerin yapılması gerekir. Fiyatın belirlenmesi için kısa mesafe motorlu yollar örneğin, alışveriş için cazibesiz kılınmalıdır (ücretsiz kısa süreli park edememe), fakat otomobil ile kısa mesafede mekik dokunmasını da, şayet iş yerine ulaştıracak yeterince alternatif imkanlar mevcut ise (örneğin YMTT) zorlaştırmak gerekir.

Fiyat Politikası

Araba trafiği, kendisinin meydana getirdiği toplumsal (“harici”) maliyetlerin yalnızca bir kısmını üstlenmektedir (örneğin kendisinden kaynaklanan gürültünün doğurduğu zararlar. Harici maliyetler, maliyetleri doğuranlara motorlu taşıtları kullandıkları için (hem yolcu hem de yük trafiği) vergiler ve harçlar yoluyla yüklenebilmektedir. Vergiler ulusal ve yerel düzeyde konulabilir. Trafiğin önüne geçme amacı için önemli bir **ulusal** fiyat aracı, akaryakıtların vergilendirilmesidir. Bu sayede ortaya çıkan sürüş kapasitesinin maliyetleri nispi olduğundan bunların azaltımı için özellikle uygun bir yoldur. İsviçre’de, diğer konular arasında demiryolu tünel inşasının ve demiryolu hatlarında gürültünün iyileştirilmesinin finansmanı için kullanılan bir **ağır vasıta trafik vergisi** konulmuştur. 1.1.2005 tarihinden itibaren Almanya’da otoyollar için **kamyon gümrük resmi** konmuştur (izin verilen toplam ağırlık olan 12 t ve yukarısı için 12 Cent /km).

Lokal fiyat araçları City (Şehir) Gümrük Resmi ya da Road Pricing (Karayolu Fiyatlandırması) diye bilinir: Belli başlı yollar ya da kentsel bölgeler tanımlı taşıtlar için yalnızca ücrete tabi olarak kullanılabilir. Bilinen örnekleri Londra ve Stockholm’deki City Gümrük Resmidir (Şubat 2003’ten beri “Congestion Charge”¹² (Tıkanma Bedeli), bkz. Resim 3–1). Söz konusu bu araçlar buna göre ağırlıklı olarak trafiğin tıkanmasının azaltımına yöneliktir ve bu yüzden geceleri uygulamaya konulmaktadır ki bu durum trafiğin gündüz saatlerinden gece saatlerine alınması nedeniyle gürültüden korunma bakımından tamamen olumsuz sonuçlar doğurabilir.

¹² Bkz. http://www.tfl.gov.uk/tfl/cclondon/cc_intro.shtml



Resim 3–1: 2003'te Londra'da Congestion Charge (Trafik Sıkışıklığı Ücreti) uygulanan bölgeye ait trafik bilgi levhası (ücret, geçerli olan süreler, bölgeye kadar olan mesafe)

Fiyat politikasının araçlarına, motorlu araç trafiği için çok çeşitli biçimlerde var olan sübvansiyonların azaltımı da dahildir (örneğin otomobil ile işe gidilen yollar için vergi alınması, ihracat sübvansiyonları vs.).

Bireysel Motorlu Araç Trafiği Alanlarının Sınırlandırılması

Sakin trafik için alanların daraltılmasının yanı sıra özel otomobil kullanılması sürüş yollarının sınırlandırılması ile de daha az cazip hale getirilebilir. O zaman bu alanlar, örneğin kamu trafiği, bisiklet ve yayalar için kullanılabilir. Karayolu şeritlerinin daraltılması, yerleşim alanlarına olan mesafenin artması ile doğrudan bir gürültü azaltımına neden olabilir. Araba kullanma alanlarının azaltımı, yol şeritlerinin zamana bağlı olarak trafiğe kapatılması ile de sağlanabilir. Bu husus özellikle belirgin bir biçimde az olan gece trafiğinde mesafenin artırılması için uygun bir yöntemdir.

Lokal Sürüş Yasakları

Lokal sürüş yasakları, her sokakta ya da birbiri ile bağlantılı caddelerde belli taşıt türlerinin belli zamanlarda geçişine yasak getirmektedir. Yaygın olan yaya geçiş bölgelerinde iki tekerlekli motorlu araçlar, kamyonlar ve de her türlü motorlu araç için gece geçiş yasağı vardır – bu önlem özellikle de eşdeğer gürültü seviyesinin düşürülmesinden çok rahatsız edici her olayın azaltımına yöneliktir - (bkz. Resim 3-2).

Söz konusu yasaklar, yalnızca trafiğin diğer sokaklara yönlendirilmesine (o zaman trafik idaresinin alacağı önlemler olurlar, bkz. Resim 3.7) yönelik değil, aynı zamanda her trafik aracı ile bağlantılı olarak belli hedeflere ulaşmayı sağlıyorsa o zaman trafiğin önüne geçilmesine katkıda bulunuyor demektir. Esas itibariyle bu durum geniş kapsamlı sürüş yasaklarının olduğu yerlerde, örneğin tarihi merkezlerde söz konusudur.

Yerel sürüş yasakları, daha sessiz taşıtların sürüş yasaklarından muaf tutularak kullanımının teşvik edilmesine esas teşkil eder (bkz. Resim 3.6.4)



Resim 3–2: İtalya'da küçük bir kasabada motosikletler için gece geçiş yasağı

3.3.3. Motorlu Taşıtların Taşıma Kapasitesinin Artırılması

Bu önlem, bir taşıma aracının (yolcu, yük vs.) tam taşıma kapasitesini (hacim ve ağırlık birimleri ölçeğinde) hedef almaktadır. Böylece emisyon açısından önem arz eden sürüş performansı azaltılır. Söz konusu önlem, gürültüden korunma önlemleri

arasında doğrudan karşılanabilir özelliktedir ve bu yüzden uyarılması için esasen herhangi bir araca ihtiyaç duymamaktadır. Diğer taraftan ise belli bir organizasyon çabasını gerektirir. Bunlarla birlikte taşıma kapasitesinin iyileştirilmesi karşısında direktifler halihazırda vardır ya da daha önceleri yürürlükteydi, ki bunlar, örneğin kamyonların memleketlerindeki varış noktasına dönüşlerinde yük almalarına izin vermemektedir (faaliyet trafiği).

Özellikle **otomobil trafiğinde** bu önlemin yüksek potansiyelinden yola çıkılabilir: Örneğin otomobil, öncelikle çalışma trafiğinde yalnızca 1 ya da 2 kişiliktir. Bu yüzden bireysel motorlu araç trafiğinin sürüş performansı, yüksek doluluk derecesiyle, örneğin toplu ulaşımın oluşturulması ile azaltılabilir. Bahsi geçen fiyat araçları dışında (toplu ulaşımlar paradan tasarruf sağlar) öncelikle yüksek doluluk derecesini teşvik etmek için **rüşhan hakkı** verme biçiminde cazip kılınabilir. Örneğin Almanya'daki BASF Ludwigshafen firması, toplu ulaşımları teşvik etmek için şirket binası girişlerinin yakınına ve şirket otobüslerine rahatlıkla aktarım yapılabilmesi için özel park yerleri tahsis etmiştir. Özellikle ABD'de belli başlı yollarda yüksek doluluk derecesine sahip taşıtlar için ön görülmüş özel şeritler vardır (HOV lanes: High occupancy vehicle lanes (Yüksek doluluklu Taşıt şeritleri)). Resim 3–3, baklava biçiminde (ya da “elmas”) çizilerek işaretlenmiş böyle bir HOV lane karayolunu göstermektedir.



Resim 3–3: Connecticut, ABD'de şehirlerarası Interstate 91 (I-91) karayolunda “high-occupancy vehicle lane (yüksek doluluklu taşıt şeritleri)”

Bu arada Avrupa'daki pek çok şehirde toplu ulaşımların de organizasyonunun gerçekleştirilebildiği bir nevi ulaşım merkezleri kurulmuştur.

Yük trafiğinde taşıma kapasitesi bir nevi **City Lojistik (şehir lojistiği)** ile artırılabilir. City lojistik ile mallar gibi nakliye ürünlerinin yerinden alınması ve yüklenmesi işi iyileştirilir: Esas itibariyle örneğin, perakende sevkiyatlar toplu sevkiyatlar ile yer değiştirir ve böylece nakil yollarının sayısı azaltılır. Şehirler ve belediyeler City lojistiğini, nakliye meslek kolunu ve müşterilerini organizasyonlarında desteklemek ve önlemleri kentsel trafik geliştirme planlarına dahil etmek suretiyle teşvik edebilirler.

3.3.4. Yaya Trafiğinin Teşvik Edilmesi

Hemen hemen her nakliye işi yayan başlar ve yayan biter. Yaya yollarının tüm yollar içindeki payı gerçekte oldukça yüksektir. Yaya gitmek, henüz çocukken bile istifade edebildiğimiz en sağlıklı, emisyonu en düşük, en maliyetsiz ve deneyimi bol ulaşım tarzıdır. Yaya gitmek esas olarak neredeyse hiçbir alt yapıya gereksinim duymaz (örneğin herhangi bir park yeri) ve var olan değişik şartlara uyum gösterebilir (merdivenler, dar sokaklar, Pazar yerleri vs.). Yaya gitmenin süresi, şehirlerdeki otomobil seyahat hızı ile kıyaslandığında çoğu zaman çok kısa olmaktadır.

Yine de çoğu şehirdeki yaya trafiği “üvey evlat” muamelesi görür ve ikinci sınıf muamelesi görerek motorlu taşıt trafiğinin geri planına itilir. Yaya trafiği, aşağıda yer alan önlemlerle hak ettiği önceliği yeniden kazanmalıdır :

- En kısa bağlantı yollarını sağlayacak, yeterince geniş ve düz ve daha kısıtlı hareket imkanına sahip insanların¹³ ihtiyaçlarına da yönelik olan daha **cazip ve güvenli yaya yollarının** yaratılması (kaldırımların yüksekliklerinin azaltımı, kısıtlı görme kabiliyeti olan insanlar için engelsiz yollar, aydınlatma vs.)
- Motorlu araç trafiğinin trafik bağlantılarının **arasından geçişin** iyileştirilmesi (direkt geçitler, kavşaklarda kısa yollar, trafik ışıklarında yeterince uzun yeşil ışık

¹³ Burada bu husus daha geniş bir açıklama ile ortaya konulacak olursa: Bu kişiler yalnızca esas anlamda bedensel engelliler değil, aynı zamanda örneğin yük taşıyan insanlar (örnek bavul, çocuk arabası) ve de çocuklar ve yaşlı insanlardır.

süresi, kısa bekleme süreleri, geniş hatların geçilmesinde kullanılacak yaya adaları). Özellikle zemini düzleştirilmiş aralardan geçiş imkanlarının yaratılması çok önemlidir (yayalar değil de arabalar geri planda olacaktır). Şayet bu mümkün değil ise kısıtlı hareket imkanına sahip insanlara yönelik kullanımı kolaylaştırmak için rampa ya da diğer yardımcı malzemelerle donatılmalıdır.

- Motorlu araç trafiği hızının düşürülmesi, atık gaz ve gürültü azaltımının sağlanması ile **kullanım kalitesinin** ve **güvenliğinin** artırılması.
- Yayaların **öncelikli** ya da **eşit** geçiş hakkına sahip oldukları bölgelerin (yaya geçitleri) yaratılması (örneğin yol şeridi ile kaldırım arasında belirgin bir ayrımın olduğu motorlu taşıtlar için hız engelleri).

3.3.5. Bisiklet Trafiğinin Teşvik Edilmesi

Bisiklet trafiğinin yaya trafiği gibi pek çok avantajı vardır (örneğin sağlıklı, maliyetsiz, emisyonu düşük). Şehirlerde yaklaşık 5 km'ye kadar olan mesafelerde en hızlı ulaşım tarzıdır (topoğrafik açıdan zorlu şartlar olmadığı sürece). Ancak bisiklet trafiği, özel bir biçimde hareket etme yönteminin teşvik edilmesine ve bunun spesifik kültürüne tabiidir¹⁴. Bisiklet trafiğinin teşvik edilmesi için gerekli önlem ve araçlar şunlardır:

- Cazip ve güvenli bisiklet yolları ve ağı
Yaya trafiğinde olduğu gibi bisiklet yol bağlantıları da direkt ve mümkün olduğunca alt geçitsiz olmalıdır. Bisiklet trafiği için esas olarak tek istikametli yollar yönünde gidiş mümkün olması gerekir. Bisiklet trafiğinin güvenliği çevredeki bireysel motorlu trafik hızlarının azaltımı ile artırılabilir. Yeterince düz zeminler mevcut olmalıdır (araçlar tarafından yoğun olarak kullanılan yollarda bisiklet yollarının olması, alçak seviyede kaldırım kenarları). Örneğin Hollanda'da, bisikletlerin daha yüksek seyir hızını mümkün kılan kendi yolları vardır. Çoğu şehirde, şehrin hızlı bir biçimde baştan başa kat edilmesine olanak sağlayan, ana yolların dışında kapsamlı bir bisiklet güzergah ağı oluşturulmuştur.

¹⁴ Topoğrafik açıdan benzer ülkeler olan Belçika ve Hollanda mukayese edildiğinde bisiklet kültürünün bu ülkelerdeki etkisi görülmektedir. Hollanda'da bisiklet trafiğinin yollardaki payı % 27 iken Belçika'da bu oran % 10'dur (90lı yılların verileri).

Kavşaklar dikkate alındığında bisiklet kullanımının güvenliği açısından kritik noktalardır. Buraların güvenliği bisiklet sürücülerine geçiş hakkı tanınarak sağlanabilir (araba trafiğinin önünde durak yerleri, trafik ışıklarında zaman bakımından öncelik tanıma gibi).

- Bisiklet alt yapısının iyileştirilmesi (bisiklet park yerleri, ödünç bisikletler vs.)

Bisiklet trafiği bunun için özel alt yapı tesislerinin kullanıma sunulması ile teşvik edilebilir. Avrupa'daki pek çok şehirde bugün tren garlarında, kullanılmadığı zamanlarda bisikletin güvenli ve hava şartlarından korunmuş olarak bırakılabilmesine imkan tanıyan bisiklet evleri ve bisiklet istasyonları vardır. Çok sayıda şehirde halen kiralanabilen bisikletler mevcuttur (bkz. Resim 3- 4'de gösterilen Berlin'deki Deutsche Bahn (Alman Demiryolları) örneği). Bazı kurum ve şirketler de hizmete mahsus bisikletler sunmaktadır.



Resim 3-4 : Berlin'deki Alman Demiryollarının kiralananan bisikletlerine bir örnek

- Kamu Çalışması

Bisiklet trafiğinin teşvik edilmesinde devlete ve şehirlere düşen önemli görev kamu çalışmalarının yapılmasıdır. Bu çalışma, bisiklet kullanmanın avantajları ve potansiyellerini ortaya koymalı ve farklı tarafların katılımını sağlamak için onları ikna etmelidir (örneğin firmalara sunum yapmak, hizmete mahsus bisikletleri hazır bulundurmak ve öncelikli park yerleri sağlamak). Örneğin kamu çalışması,

bilhassa idare ve siyasetin kendisi de, belediye sarayına bisikletle giden bazı belediye başkanları gibi iyi bir örnek oluştursun daha inandırıcı olabilir. Çoğu zaman bisiklet kullanmanın avantajları konusunda idarelerin bile ikna edilmesi gerekmektedir. Şehirlerde bisiklet trafiği üzerinde etkileri olan tüm planlamalara iştirak eden bisiklet görevlilerinin tayin edilmesi çok yarar sağlamıştır. Çoğu zaman bisiklet sürücü organları yol ve bisiklet trafik ağındaki kritik noktalar hakkında en iyi bilgilere sahiptir. Bu bilgilerin belediyeler tarafından bisiklet kullanımı için gerekli şartların iyileştirilmesi için kullanılmalıdır.

- **YMTT – Bisiklet Kombinasyonunun Teşvik Edilmesi**

Daha uzun mesafelerde, yakın mesafe raylı sistem ve bisikletin birlikte kullanımı çoğu zaman en hızlı ulaşım tarzıdır. Bunun için bisikletin de makul ücretler karşılığında trenlerde sahipleri ile birlikte taşınması mümkün olmalıdır. Tren garlarında bisikletler için uygun park yerleri olmalıdır.

3.4. Trafiğin Başka Hattı Yönlendirilmesi

Bisiklet ve yaya trafiğinin yanı sıra yeterli nakil alternatifleri de mevcut olduğunda, bireysel motorlu araç trafiğinin azaltımına yönelik yukarıda anlatılan önlem ve araçlara sosyal ve ekonomik açıdan daha çok katlanılabilir. Bu yüzden bisiklet ve yaya trafiğinin yanı sıra umuma açık trafikte de (şehirlerde YMTT, uzak mesafe taşımacılığında demiryolu ulaşımı gibi) trafiğin devamlılığı açısından önemli bir fonksiyonu vardır.

3.4.1. Farklı Ulaşım Araçlarının Karşılaştırılması

Gürültü azaltma, ulaşımın gürültülü araçlardan daha sessiz araçlara kaydırılması ile ancak sağlanabilir. İki şehir arasında gerçekleşen yük trafiğinde karayolunu kullanan bir kamyon aracılığıyla yapılan taşımacılık ile raylar üzerinde yapılan taşımacılık mukayese edildiğinde bilançonun, bariz bir biçimde somut karayolu ve demiryolunun hat yönetimine bağlı olduğu hemen fark edilmektedir. Demiryolu hattı kırsal alanı kat ederken söz konusu karayolu bir yerleşim alanının içinden geçiyorsa, o zaman ulaşımın güvenli bir biçimde karayolundan demiryoluna kaydırılması gerekir. Aksi

durumda ise karayolu üzerinden ulaşımın sağlanması gürültüden korunma açısından bakıldığında tercih edilmelidir. Bu nedenle trafiğin belirli bir hatta yönlendirilmesi durumunda, yerel özelliklerin her yönüyle dikkate alınması bakımından, her iki ulaşım aracı arasında yapılan bir gürültü karşılaştırma prosedürünün tam olarak gerçekleşmesi, yeniden uygulanması gerekir.

Genel bir ifade için mukayese edilen ulaşım araçlarının spesifik gürültü emisyonlarına başvurulabilir. Spesifik emisyonlar, taşıma performansı başına ortalama emisyonlardır, yani bu emisyonlar yük trafiğinde dB cinsinden ton ve kilometre başına, yolcu trafiğinde ise dB cinsinden yolcu sayısı ve kilometre başına verilir. Bu yaklaşımda pek çok önemli detay toptan ele alınır, bunun anlamı birkaçını örnek vermek gerekirse yukarıda verilen yapılaşma ortamı ya da hız, yolun durumu ve günlük işleyiştir. Bunun için eldeki spesifik emisyon verileri sayesinde tek tek durumlardan yola çıkarak genel bir ulaşım aracı kıyaslaması yapılabilmektedir.

Örnek: Almanya'daki otomobil ve otobüsler ve YMTT arasında bir kıyaslama yapmak için ilk önce tipik bir YMTT otobüsünün emisyonlarının yine tipik bir otomobilinkiyile karşılaştırılması gerekir. Buradaki "tipik" kelimesinin anlamı, taşıtın akustik olarak taşıt filosunun modelleri arasında yer alması demektir. Bu arada Almanya'da 2000 yılında tipik bir otobüsün tipik bir otomobilden 8 dB(A) daha gürültülü olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durumda spesifik emisyonlar için araçta taşınan kişi sayısının her taşıt başına dikkate alınması gerekir. Otomobilde bu, otomobil başına 1,3 kişi; otobüste ise 100 kişilik bir kapasitede % 20'lik bir taşıma oranını ele almaktayız, yani otobüs başına 20 kişi. Bu demek oluyor ki, bir otobüs otomobile göre yaklaşık olarak 15 kat daha fazla insan taşımaktadır. Buradan otobüslerin lehine olarak $10 \log(20/1,3)$ ya da neredeyse 12 dB(A)'lik bir faktör ortaya çıkmaktadır, öyle ki YMTT otobüsleri ile yapılan taşımacılığın spesifik emisyonları, otomobil ile yapılan taşımacılığın emisyonlarından yaklaşık olarak 4 dB(A) daha aşağıda yer almaktadır. Bu örnek ışığında taşıma kapasitesi oranının önemi daha da belirgin olmaktadır. YMTT'nin taşıma kapasitesi oranının artırılmasına yönelik önlemler, aynı zamanda YMTT'nin spesifik emisyonlarının azaltımına yönelik önlemlerdir ve böylelikle ekonomik bilançonun da iyileştirilmesine yönelik demektir.

Almanya'da demiryolu trafiği için yapılan karşılaştırma hesapları, demiryolu trafiğinin –hızlı tren ICE'ye kadar olanı – spesifik olarak kamyon ve otomobilden daha sessiz olmadığını göstermiştir. Hareket hattının cadde trafiği ile ortaklaşa kullanıldığı

tramvaylar bilhassa problemlidir. Bu yüzden trafiğin başka hatta yönlendirilmesi hususunda en sessiz demiryolu taşıtının kullanılması, tramvayların mümkün olduğunca birbirinden ayrı vagonlarının olması ve yüksek taşıma kapasitelerine ulaşılması için çaba sarf edilmesi gerekir. En etkili yöntem ise trafiğin elbette ki yüksek taşıma performansları olan ve imisyonlara yol açmayan metrolara yönlendirilmesidir. Bu yüzden gürültüden korunma bakımından daha büyük şehirlerde metro ulaşımının geliştirilmesi gerekir.

3.4.2. Uzak Mesafe Taşımacılığı – Yolcular

Uzak mesafe yolcu taşımacılığında otomobil ve uçakların demiryollarına kaydırılması için uğraş verilmelidir. Yukarıda YMTT için sıralanan maddeler, benzer şekilde raylar üzerinde gerçekleşen uzak mesafe yolcu taşımacılığı için de geçerlidir. Uçak ile rekabet, yüksek hız demiryolu ağlarının işletilmesi ile ortalama mesafelerde yaklaşık beş saat süren bir yolculuk süresi ile başarılı bir biçimde sağlanabilir.

3.4.3. Uzak Mesafe Taşımacılığı – Yükler

Yük trafiğinde kamyonu ve en son git gide büyüyen hava yolu taşımacılığına karşı demiryoluna bağlı ulaşım payının artırılması için uğraş verilmelidir. Bunun için raylar üzerinde gerçekleşecek yük trafiğinin talebinin artırılması gerekir. Yük taşımacılığında taşıma aracının seçimini ilk etapta maliyetleri belirlemektedir. Çoğu nakil yollarının son kilometreleri karayolu üzerinde gerçekleştiğinden karma ulaşımlarda ek yükleme maliyetleri ortaya çıkmaktadır. Bu maliyetler, çoğu yüklerin taşınmasında ISO konteynırların kullanılması ile en aza indirilebilir. Sanayi bölgeleri ve dağıtım merkezlerine doğrudan yapılan isabetli ray bağlantılarının teşvik edilmesi ile yine aynı şekilde yükleme maliyetlerinin önlenmesine katkı sağlanabilir ve demiryoluna bağlı yük trafiği daha rekabet edebilir duruma getirilebilir.

Ancak bu noktada, taşıtlar geleneksel dökme demir takozlu frenlerle birlikte kullanıldıkları sürece demiryolu yük trafiğinin de bizzat büyük bir gürültü problemine neden olduğuna işaret etmek gerekir. Bu yüzden taşınacak yükün karayolundan raylara yönlendirilmesi hususu ancak, yük vagonlarının K tabanlar ya da diskli fren sistemi kullanılarak modernize edilmesi ve düzenli olarak rayların bakımının yapılması şartı ile tavsiye edilmektedir (bkz. Bölüm 4).

3.4.4. Şehir Trafiği - Yolcular

Yolcuların taşınmasında, mümkün olduğunca toplu merkezlerde ulaşımın kişisel otomobilden (MIV) yakın mesafe toplu taşımacılığa (YMTT) doğru geniş çaplı bir yönlendirme için uğraş verilmelidir. Bunun için de kişisel otomobilin kullanımına kıyasla YMTT'nin çekiciliği artırılmalıdır, ki bunu yapmak için bir dizi önlem alınabilir:

- *Ağın Oluşturulması:* YMTT ağı öyle oluşturulmalıdır ki, ana yollardaki trafik akışı, özellikle günlük iş ve eğitim amaçlı gidiş gelişler rahat bir biçimde YMTT'ye yönlendirilebilmelidir. Farklı toplumsal grupların özel ihtiyaçlarına (örneğin yaşlı insanlar için kısa durak mesafeleri) mümkün olabildiğince cevap verebilmelidir. Şehir planı ve gelişimi çerçevesinde yeni oturma ve iş yeri bölgelerinin tam olarak YMTT ağına bağlanmasına dikkat edilmelidir.
- *Fiyat Belirleme:* YMTT'ye cazip fiyatları mümkün kılabilmek için devlet eliyle teşvik verilmelidir. Özel otomobil mi yoksa YMTT ile mi gitmek konusunda verilecek kararda, YMTT fiyat tarifeleri önemli rol oynamaktadır. Burada bilet fiyatları otomobil sınır maliyetleri ile rekabet içindedir. Tarife sistemi, bir liste halinde açık olmalıdır ve her şeye rağmen günlük gidiş – gelişlerin farklı ihtiyaçlarına ve arada sırada kullanım durumlarına uygun olmalıdır.
- *Bekleme Süreleri:* Hareket aralığı sıklığının artırılması sayesinde kısa bekleme süreleri, YMTT'ye olan talebe oldukça katkı sağlamaktadır. Düğüm noktalarında ve de otobüs ile demiryolu ağına geçişlerde de belli bir hareket planı oluşturularak kısa bekleme süreleri, özellikle çalışma saatlerine yakın zamanlarda gerçekleştirilebilir.
- *Yolculuk Süreleri:* Özellikle iş trafiğinde yolculuk süreleri mukayese edildiğinde MIV'nin altında teklif sunmak YMTT'nin hedefi olmalıdır. Bu husus toplu merkezlerde kendi ray yatağında demiryolları ile bağlantılı hatlar ile kolayca sağlanabilir. Fakat otobüslerin de, şayet YMTT taşıtları için uygun geçiş hakkı düzenlemeleri yapılmışsa, otomobillerle yapılacak bir hareket zamanı mukayesesinden korkmaması gerekir. Burada trafik ışıklarında yapılan otomatik geçiş ayarları ve otobüs hattının düzenlenmesi başarı sağlamıştır

(bkz. Resim 3–5). Ayrıca uzun mesafelerde yolculuk süresi, yalnız belirlenen duraklarda duran ekspres otobüslerin işletilmesi ile kısaltılabilir.

- *Konfor*: YMTT, daha çok ödeme gücü daha az vatandaşların kullandığı bir taşıma aracı olduğuna dair bir imaja sahiptir. Bu imaj, otomobil trafiğinin YMTT'ye yönlendirilmesi açısından bir hayli engelleyici olmaktadır ve çoğu zaman YMTT içinde konfor eksikliği öne sürülerek desteklenir. Bu yüzden YMTT'de konfor, temizlik, dakiklik ve güvenlik konularına büyük değer verilmesi çok önemlidir. Modern taşıtlar ve interaktif durak yeri bilgileri sayesinde YMTT, ilerici bir hareket etme aracı olarak sunulabilir.



Resim 3–5: Berlin’de otobüs hattı (bkz. asfalt üzerine uygulanmış “BUS (otobüs)” işareti)

- *Park and Ride (Park Et ve Devam Et)*: Bir toplu yerleşim alanındaki YMTT hattının dış kenarında kalan son noktaları, otomobilden YMTT'ye aktarma yapmayı kolaylaştıracak şekilde Park and Ride bağlantıları oluşturulmalıdır.

Cazip bir YMTT arzına iyi bir örnek **Zürih**'te mevcuttur: Önemli ölçüde sık aralıklı seyir hattı ve kısa hareket saatlerine sahip tramvay tarafından gerçekleştirilir. İş sahipleri dahil olmak üzere Zürich halkı için tramvayın kullanımı çok doğal ve rahattır: çünkü onlar, birkaç dakika içinde ve hemen “köşeyi dönünce” bir tramvaya binebileceklerini bilmekteler; kısa aktarma süreleri sayesinde direkt bağlantısı olmayan yerlere de hızlı bir biçimde varılabilmektedir. Bu yüzden Zürich şehri, Avrupa'yla kıyaslandığında da trafikteki araç seçiminde çok yüksek oranda YMTT'yi tercih etmektedir: Yolların % 42'si YMTT, yalnızca % 29'u otomobil kullanılarak kat ediliyor. .

YMTT'nin yanında **Car-Sharing** (araba paylaşımı) yarı umumi bir taşıma aracı olarak gürültü azaltımına katkı sağlayabilir. Car-Sharing'in anlamı, kişisel motorlu taşıttan vazgeçmek ve araba kiralama sistemine katılmak demektir. Farklı ulaşım amaçlarına hizmet etmek üzere bunlarla uyumlu bir tekliften yararlanılabilir (yük taşımacılığı için kamyonet, aile gezintileri için büyük limuzinler vs.). Car-Sharing, ayrıca Çevre Birliğinin 4. ayağı olarak da nitelendirilir (diğerleri YMTT, yaya ve bisiklet trafiği). Car-Sharing, hem trafiğin önüne geçilmesine, hem de ulaşımında YMTT'ye ağırlık verilmesine katkı sağlamaktadır. Car-Sharing'in yarattığı potansiyel bu sebepten dolayı iyi yapılandırılmış bir YMTT sistemine sahip yerlerde bile çok yüksektir. Böylece Car-Sharing kullanıcılarının Zürich'teki yerleşik nüfus içindeki payı oldukça yüksektir (2004 yılında % 4,5). Car-Sharing sisteminin teşvik edilmesi için ilk adım, örneğin umuma açık cadde ve sokaklarda Car-Sharing taşıtlarına sabit park yerleri tahsis ederek var olan engellerin kaldırılması ile atılabilir.

3.4.5. Şehir Trafiği – Mal Taşımacılığı

Şehir içlerinde yüklerin (malların) dağıtımının kamyonlar aracılığıyla yapılması, örnek olarak şu alternatif taşıma araçları kullanılsa da ya da düşünülse de çoğu zaman vazgeçilemez bir durumdur:

- Bisiklet kuryeleri ve bisikletli postacılar (mektup ve paket taşımacılığı)
- Yük (eşya) taşıma bisikletleri
- Yük (eşya) taşımacılığı için tramvaylar

- El arabaları: Resim 3 – 6, arabasız Venedik şehrinde ara modüllü modern bir nakliye sandığını göstermektedir¹⁵
- Borular içinde nakliye (eskiden yaygın olan pnömatik posta gibi)



Resim 3-6: Venedik'te ara modüle sahip el arabasında nakliye sandığı

Ancak bu alternatif taşıma araçları çok sınırlı bir Pazar payına sahiptir. Bu yüzden her şeyden önce şehir içindeki kamyon trafiğinde gürültü azaltma önlemlerinin alınması gereklidir. Burada, örneğin gürültüye karşı hassas olan gündüz saatlerinde yalnızca az gürültü ile çalışan taşıtlar kategorisindeki kamyonların geçişine izin verilen yükleme bölgelerinin uygulamaya konması ile sessiz çalışan kamyon kullanıcıları için elde edilecek avantajlar sayesinde doğrudan yükün hafifletilmesi ve dolaylı olarak da gürültülü dağıtım araçlarının piyasadan çekilmesi sağlanabilir (bkz. Resim 3.6).

3.5. Emisyonların Azaltımı

Trafiğin önüne geçilmesinin ve daha sessiz çalışan ulaşım araçlarına ağırlık verilmesinin yanı sıra geriye kalan trafikteki emisyonların da en aza indirilmesi zorunludur. Bu husus taşıtlarda ve taşıt yollarında alınacak teknik önlemler, taşıt

¹⁵ Kaynak: Transcare-Logistik-Konzept

Venedik için

http://www.transcare.de/fileadmin/user_upload/Pressemitteilungen/040622_Konzeptumsetzung_Venedig.pdf:

hızlarına yapılacak müdahale ve ayrıca trafik alanının yapılandırılması ve sonuç olarak trafikteki katılımcılara verilecek daha az gürültülü davranış biçimlerine yönelik bilgi ve eğitim yoluyla gerçekleştirilebilir.

Doğrudan gürültünün meydana geldiği kaynakta alınacak önlemlerin avantajı, gürültüye maruz kalan tüm emisyon yerlerine aynı anda etki etmesidir, bu demek oluyor ki, yolun her iki yanına da etki etmektedir. Böylelikle umumi alanlarda ve konut dışındaki mekanlarda sokak gürültüsü oldukça etkili bir biçimde azaltılabilir. Bunun haricinde ise taşıtlarda alınacak önlemlerin avantajı global açıdan etkili olmalarıdır (yani toplam yol ağı içinde).

3.5.1. Yol trafiğinde Gürültünün Meydana Gelmesinin Nedenleri

Yol trafiğinde gürültünün meydana gelmesinin nedenleri üç grupta toplanabilir:

- **Motor İşletme Gürültüsü:** Bu grupta motor ile bağlantılı olan tüm gürültüler yer alır. Bunlar, önemli olanları sıralamak gerekirse, gaz değişim gürültüleri, yani absorpsiyon ve atık gaz gürültüsü, yanma gürültüsü ve şanzıman gürültüsüdür. Gürültünün meydana gelmesine dair önemli bir parametre de motor devir sayısıdır. Bu yüzden düşük devirli motor donanımı oldukça düşük maliyetli bir gürültü azaltma yöntemidir.
- Motor işletme gürültülerinin azaltımına yönelik önlemler, doğrudan taşıtların fiyatına yansıyan üreticilerin ürün geliştirme ve üretim maliyetleri ile bağlantılıdır. Bu durumun avantajı, maliyetlerin direk olarak gürültüyü meydana getirenlere yüklenmesidir. Diğer taraftan üreticiler, esas itibarıyla maliyet artırıcı önlemleri gönüllü olarak uygulamaya koymaya istekli değildirler. Bu yüzden üreticiler yasal düzenlemelerle motorlu taşıtlarda alınacak gürültü azaltımına yönelik teknik değişiklikleri yapmaya zorunlu kılınmalıdır. Avrupa’da direktifler yoluyla bağlayıcı bir biçimde uygulanan tek tip kuralları geçerlidir. Bir nevi dünya çapında bir uyumlaştırmayı UNECE¹⁶, “Vehicle Regulations (Araç Düzenlemeleri)” ya da “Global Technical Regulations (Global Teknik Düzenlemeler)” (GTD) adlı düzenlemeler yoluyla sağlamaktadır (bkz. “AB Mevzuatı”).

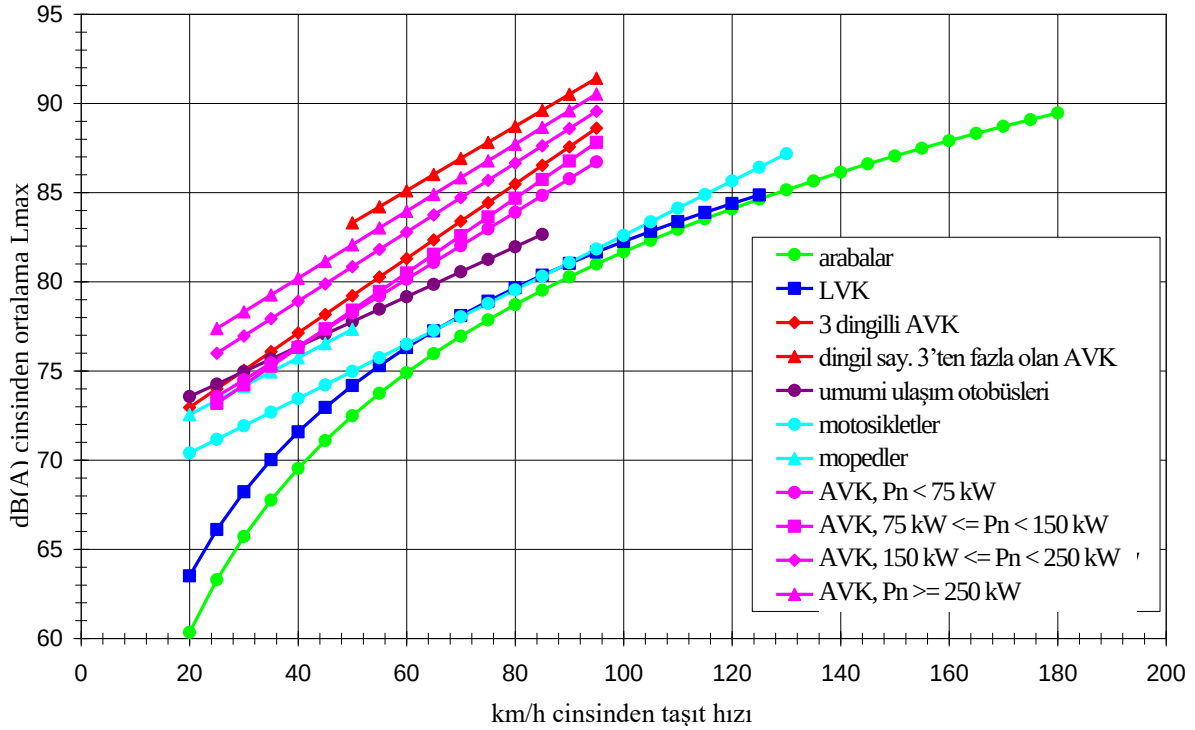
¹⁶ United Nations Economic Commission for Europe (Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomi Komisyonu)

- Uluslararası yönetmelikler yeni taşıt modellerini ya da yeni taşıtları baz almaktadır, öyle ki, ön görülen gürültü sınır değerlerinin taşıtların toplam kullanım ömürleri boyunca kontrol edilmesi ya da sağlanmasının ulusal düzlemde düzenlenmesi zorunludur. Bu amaçla teknik bir hizmet yoluyla taşıtlarda gürültü davranışının düzenli olarak kontrol edilmesi ön görülmelidir. Buna ilaveten gürültü bileşenlerinin hedeflenen manipülasyonu yol kontrolleri ile sağlanmalıdır.
- Lastik Tekerlek – Seyir Hattı - Gürültü: Bu grupta tekerleğin seyir hattı üzerinde dönmesi ile meydana gelen tüm gürültü biçimleri yer alır. Lastik tekerlek – seyir hattı – gürültü grubunun oranı, geniş lastik tekerlek kullanımı ve yüksek hızlarda seyredilmesinden dolayı motorlu taşıtın ağırlığının artması nedeniyle de gittikçe artmaktadır. Gürültü emisyonları, lastik tekerlek ve seyir hattı arasındaki karşılıklı etkiden dolayı meydana geldiklerinden, her iki tarafta da, hem lastik tekerlek, hem seyir hattında, gürültü azaltımına ilişkin imkanlar bulunmaktadır. Buradaki gürültüde yer alan ilgili taraflar bir yandan benzer bir biçimde motorlu taşıt üreticileri olduğu kadar, zorunlu yasal düzenlemeleri¹⁷ gerektiren ve bu yolla lastik tekerleklerde gürültü azaltma yönünden olası teknik değişiklikleri yapmaya mecbur olan lastik tekerlek üreticileridir. Diğer taraftan yol yapımcıları ya da onların işverenlerine, yani esas itibarıyla devlete, yeni bir yolun yapımında ya da yol kaplamalarının değiştirilmesinde akustik hususları dikkate alıp almadıkları, yani uygun yol yapım tekniklerinin getirilip getirilmediği ve kusursuz bir yol inşaatı uygulaması için gerekli gözetimlerin yapılıp yapılmadığı sorulmalıdır. Ve burada da yol kaplamasının akustik kalitesinin kullanım ömrü boyunca kontrol edilmesi hususu yine devlete düşen bir görevdir. Lastik tekerlekler, lastik tekerlek – seyir hattı – gürültü üçlemesini meydana getiren mekanizmalar ve yol kaplamaları ile ilgili Avrupa mevzuatına ilişkin bilgiler, “Gürültüden korunmaya ilişkin AB Araçları” ve “Lastik Tekerlek ve Seyir Hattı” adlı eklerde yer almaktadır.
- Aerodinamik Gürültüler: Burada taşıtların akıma uğraması ile meydana gelen tüm gürültüler kastedilmektedir. Aerodinamik gürültüler, sıkı bir biçimde taşıtın hızına bağlı olduğu ve ancak ilk iki gürültü grubunda yer alan sıralamalardaki 100 km/h’nin üzerine çıkan hız durumlarında rastlandığı için bu konuya burada daha

¹⁷ bkz. Ek „Gürültüden korunmaya ilişkin AB Araçları“

fazla yer vermeye gerek yoktur. Esas olarak aerodinamik gürültülere, ancak karoserlerin oluşturulması ile etki edilebilir.

Bu durumda eylem planlaması için her iki kısmi ses kaynağının, lastik tekerlek - seyir hattı – tekerlek gürültüsü ve Motor işletme gürültüsünün yarattığı emisyonların dikkate alınması yeterlidir. Bu hususların toplam gürültüdeki payları, taşıt tipine ve taşıtın kullanım durumuna göre değişiklik gösterir. Tekerlek gürültüsü taşıtın hızının artması ile artar, Motor işletme gürültüsü ise önemli ölçüde vites seçimi üzerinden yapılan hızla bağlantılı olan motor devir sayısı ile birlikte artar. İstatistik açıdan ortalama bir yol kaplaması üzerinde seyreden yeterince büyük bir taşıt filosunun her iki emisyon payının özeti, farklı taşıt kategorilerinin hızları ile ilgili örnek olarak Şekil 3-7’de gösterilen gürültü seviyesi geçişleri hakkında bilgi vermektedir¹⁸. Geçişte ortalama maksimum gürültü seviyesi, 2001 / 2002 yıllarında Alman karayolu hattının akan trafiğinde yer alan taşıtlar için 7,5 m’lik bir ölçüm mesafesinden gerçekleşmiştir.



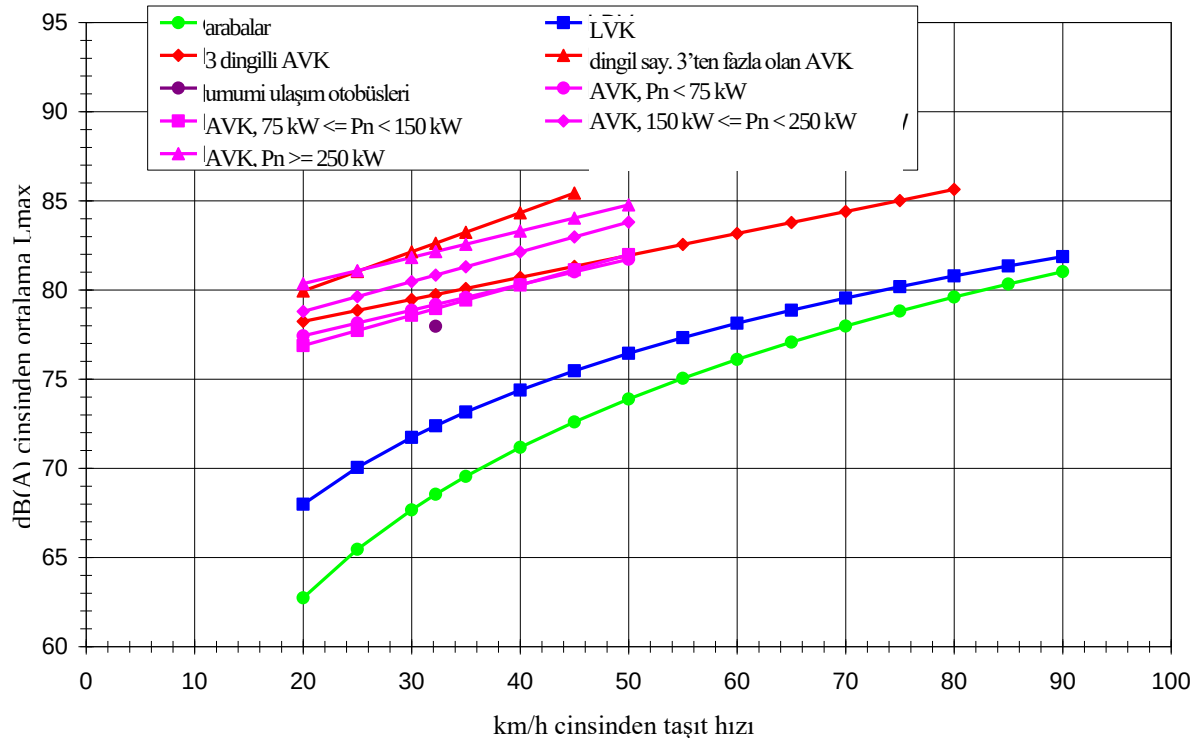
Şekil 3-7: 2001 / 2002 yıllarında Almanya’nın serbest akan trafiğindeki farklı motorlu taşıtların hızlarına bağlı olarak maksimum geçiş gürültü seviyesi¹⁹

¹⁸ Kaynak: RWTÜV Nord. “Yol Trafiğindeki Motorlu Taşıtların Gürültü Emisyonlarının Tespit Edilmesi”; Federal Çevre İdaresinin Araştırma Raporu, Şubat 2005

¹⁹ HDV - Ağır Vasıta Kamyonu, LDV - Hafif Vasıta Kamyonu

Burada dikkate değer husus, en gürültülü kamyon modellerinin (üç akisten fazlasına sahip olan) emisyonlarının, otomobillerin emisyonlarından yaklaşık olarak 10 dB(A) daha yukarıda yer almasıdır. Bu kamyonların oranı % 10'un üzerinde ise toplam gürültü seviyesini etkilemektedirler. Bu demek oluyor ki, böyle durumlarda öncelikli olarak kamyon emisyonlarının azaltımı gerekir.

Toplam gürültünün her iki kısmi ses kaynaklarının emisyonlarından oluşmasının yanı sıra azaltma önlemlerinin düşüncesi oluşturulması ve değerlendirilmesi için her işlerlik durumunun da önemsenmesi gerekir. Serbest akan trafiğin işlerlik durumunun yanı sıra hızlandırıcı şartların da ele alınması gerektiği düşüncesi yerleşmiştir. Şekil 3-8, hızın artırılması durumunda ortaya çıkan emisyonları göstermektedir :



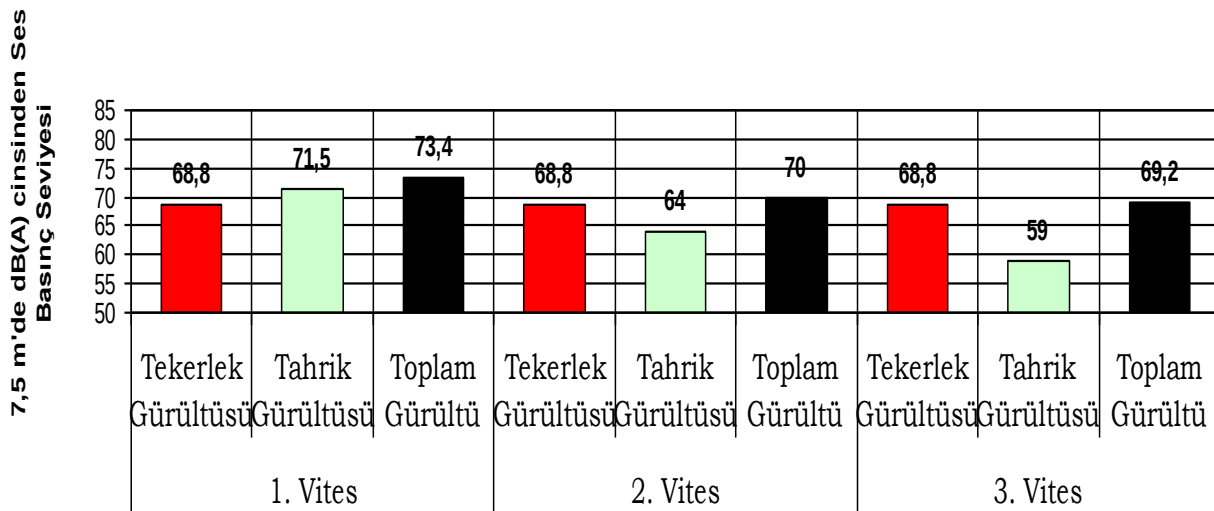
Şekil 3-8: 2001 / 2002 yıllarında Almanya'da hızlanma durumunda farklı motorlu taşıtların hızlarına bağlı olarak maksimum geçiş gürültü seviyesi²⁰

²⁰ HDV - Ağır Vasıta Kamyonu, LDV - Hafif Vasıta Kamyonu

Hızlanma durumunda emisyonlar serbest akan trafikteki emisyonlardan daha yukarı seviyelerdedir (otomobillerde 1 ila 2 dB(A) arası ve yukarısı).

Şekil 3–9, ortalama bir yol kaplaması üzerinde serbest akan trafikte hızı 50 km’de olan otomobillerdeki Motor işletme ve tekerlek gürültüsünün bileşimini göstermektedir. Burada 2. ve 3. viteslerdeki tekerlek gürültüsünün daha baskın olduğu ve bu yüzden bu taşıt kategorisinin hızının öncelikli olarak düşürülmesi gerektiği hemen fark edilmektedir. Tekerlek gürültüsü azaltıldığında bu sefer de Motor işletme gürültüsü ağır basmaktadır. Ortalama işlerlik durumlarında tekerlek gürültüsü ağır bassa da, motor işletme gürültülerini daima göz önünde bulundurmamak gerekir. motor işletme gürültüsü, 12,5 dB(A) civarında artırılan vites sayısına bağlı olarak düşer, bu yüzden şu husus önemli bir not olarak verilebilir: Mümkün olduğunca erken vites değiştirmeli ve araç mümkün olduğunca yüksek viteste sürülmelidir.

50 km/h’da Seyreden Otomobillerin Toplam Gürültü Bileşimi



Şekil 3-9: Farklı vites seçiminde serbest akan trafikte hızı 50 km’de olan otomobillerdeki Motor işletme ve tekerlek gürültüsünün bileşimini

3.5.2. Teknik Önlemler Yoluyla motor işletme Gürültüsünün Azaltımı

Motorlu taşıtlarda alınacak teknik önlemler, ilk etapta motorlu taşıt üreticileri tarafından gerçekleştirilmelidir. Bu tür önlemler ürün geliştirme ve üretim maliyetleri ile bağlantılı olup doğal olarak doğrudan taşıtların nihai fiyatlarına etki ettiği için üreticiler, teknik gürültü azaltma önlemlerini yasal düzenlemelerle motorlu taşıtlarda yapmaya zorlanmalıdır²¹. Motorlu taşıtlardaki dış gürültüye yönelik teknik gereksinimler, United Nations Economic Commission for Europe - UNECE (Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu) tarafından dünya çapında uyumlaştırılarak tespit edilmektedir. Motorlu taşıt gürültüsü ile ilgili olarak düzenleme R51 (otomobil ve kamyon) ve düzenleme R41 (iki tekerlekli motorlu araçlar) ve de düzenleme R117 (lastik tekerlekler) önem arz etmektedir.

Uluslararası yönetmelikler yeni taşıtları baz almaktadır, öyle ki, ön görülen gürültü sınır değerlerinin taşıtların kullanım ömürleri boyunca kontrol edilmesi ve sağlanması konusunun **ulusal** düzeyde düzenlenmesi gerekir. Bu amaçla taşıtın gürültüye ilişkin davranışının teknik bir hizmet yoluyla düzenli olarak kontrol edilmesi ön görülmelidir. Buna ilaveten gürültü bileşenlerinin yol denetimleri ile isabetli manipülasyonunun sağlanması gerekir. Taşıt yapımındaki teknik gelişmelerin ilerleme kaydetmesinden ve motorlu taşıtlar için git gide daha sıkı yasal sınır değerlerinin uygulamaya konmasından dolayı son on yıllarda motor, emme ve egzoz gürültüsü büyük ölçüde azaltılabilmektedir, ancak aynı durum lastik tekerlek – taşıt yolu – gürültü grubu için geçerli değildir.

Bir diğer ulusal müdahale imkanını Hollandalılar gerçekleştirmekteler. Sabahın erken saatleri ve akşam saatlerinde malların sevk edilmesinden kaynaklanan şikayetlerin artması nedeniyle PIEK Programı²² kapsamında kamyonların yüklenmesi ve boşaltılmasında ortaya çıkan gürültülerin maksimum gürültü seviyelerine bir sınır değeri getirilmiştir:

- 19 - 23 saatleri arasında: 7,5 m mesafede azami L: **65 dB(A)**
- 23 - 07 saatleri arasında: 7,5 m mesafede azami L: **60 dB(A)**

²¹ bkz. Ek „Gürültüden korunmaya ilişkin AB Araçları“

²² bkz. http://www.piek.org/engels/home_eng.htm

Bu denli düşük emisyon seviyesi ancak tekerlekli konteynırlarda ve kamyonların kaldırma sistemlerinde uygulanacak gürültü azaltma ile elde edilebilir. Hareket sesi de geleneksel kamyonlara göre daha fazla azaltılmalıdır. Bu program kapsamında kamyon üreticisi DAF, sessiz çalışmaya ayarlanabilir tablalı çekiş makinesi geliştirmiştir (azami 65 dB(A), bunun yanı sıra motor devir sayısı 1100 U/min ile sınırlandırılır).

Yerel düzlemde Motor işletme gürültüsünün azaltımı, ayrıca muhtemel gürültü azaltma paketlerini de beraberinde getiren sessiz taşıtların tedarik edilmesi ile teşvik edilmelidir (bkz. aşağıda Bölüm 3.6.4).

3.5.3. Teknik Önlemler Yoluyla Tekerlek Gürültüsünün Azaltımı

Tekerlek gürültüsü, **lastik tekerleklerin** teknik tasarımından ve **taşıt yolundan** etkilenmektedir. Bu demek oluyor ki, gürültünün azaltımına yönelik uygulamalar her iki unsurda da gerçekleştirilmelidir.

Lastik tekerlekler, aracın hızlanırken, frene basılırken, virajlarda yandan gelen kuvvetleri karşılarken gücü taşıttan alıp yola aktarmalıdır. Lastik tekerlekler dönerken çok sayıda unsurun da etkisiyle gürültü açığa çıkmaktadır; bunun için bkz. “**Lastik Tekerlek ve Taşıt Yolu** “ **EKİ**. Geçen on yıllarda artan oranda daha yüksek hız yapan ve daha yüksek toplam ağırlığa izin verilen taşıt düşünceleri geliştirilmiştir. Bu durum daha sert lastik karışımına sahip daha geniş lastiklerin geliştirilmesine yol açmıştır. Geçmişteki lastik tekerlek jenerasyonları ile mukayese edildiğinde bunlar ortalama olarak 3 dB(A) civarında daha yüksek gürültü seviyelerini de beraberinde getirmiştir. Şu sıralar sunulan lastik tekerlekler aynı lastik boyutunda kısmen farklı tekerlek gürültüsü meydana getirmektedirler. Piyasada artık yol yüzeyine bağlı olarak “yaygın olarak geçerli” lastiklerden 3 ila 5 dB(A) civarında daha az gürültü meydana getiren lastik tekerlekler bulunmaktadır. Az gürültülü ve akaryakıt tasarrufu sağlayan motorlu taşıt lastikleri Almanya’da çevre işareti “Mavi Melek” (RAL-ZU 89) ile tanımlanmıştır. Bu tanımlama, az gürültülü lastik tekerleklerin teşvik edilmesine temel teşkil edebilir.

Bir taşıtın toplam gürültüsüne önemli katkı sağlayan tekerlek gürültüsü, diğer taraftan kesin olarak **yolun** durumu ve yapım şekli ile birlikte belirlenir. Bu yüzden sessiz bir yol kaplaması, geleneksel kaplamaya göre belirgin bir gürültü azaltma sağlayabilir. Yol kaplamalarının genel yapım şekillerinin yanı sıra bunların yapımına bağlı teknik

uygulama ve bakımı da gürültü emisyonları için belirleyicidir. “**Lastik Tekerlek ve Taşıt Yolu “ Ek’inde** yol kaplamaları konusu detaylı bir biçimde ele alınmıştır.

3.5.4. Az Gürültü ile Çalışan Motorlu Taşıt ve Lastik Tekerleklerin Teşvik Edilmesi

Az gürültü ile çalışan motorlu taşıt ve lastik tekerleklerin oranı, özellikle kamuoyunun dikkati bu ürünlere çekilirse artırılabilir. Az gürültü ile çalışan motorlu taşıt ve lastik tekerleklerin tanımlanması ve işaretlenmesi ile müşteriler arasında bir bilinç oluşturulabilir ve böylelikle söz konusu çevre dostu ürünleri sağlayacak üreticilerde bir Pazar baskısı yaratılabilir. Umumi araba parklarının tedarik edilmesine yönelik ihalelerde diğer çevre özelliklerinin yanı sıra gürültü özellikleri ile ilgili minimum talepler tam olarak belirlenmelidir. Bu arada mümkün olduğunca geçerli sınır değerlerinin altının çizilmesi gerekir: Motorlu taşıt emisyonları ile ilgili teknolojide yaklaşık olarak 3 dB(A) civarında daha düşük emisyonlar öne sürülmelidir.

Az gürültü ile çalışan motorlu taşıtların kullanıma sunulması, bu tür taşıtların kullanımları özendirildiğinde sağlanabilir. Söz konusu bu önlem aracı Almanya ve Avusturya’da, üstelik de az gürültü ile çalışan kamyonlarda **kullanıcı avantajları** şeklinde uygulanmıştır. Bu avantajlar, az gürültülü taşıt modellerinin yürürlükte olan ya da yeni uygulanacak kamyon sürüş yasaklarından muaf tutulması şeklindedir.

Resim 3–10, bir Alman şehri olan Heidelberg’de kamyonlarla ilgili gürültüden korunma bölgesine ilişkin bir trafik levhasını göstermektedir. Toplam ağırlı 3,5 ton olan normal kamyonlar, bölgeye yalnızca 7 ve 11 saatleri arasında girebiliyorken (örneğin yük sevkiyatı için), az gürültü ile çalışan kamyonlar bu yasaktan muaf tutulmuştur. Bu önlem aracının uygulamaya konması az gürültü ile çalışan kamyonların tanımlanmasını, uygun bir biçimde işaretlenmelerini ve trafik levhalarının konulmasını şart koşmaktadır.



Resim 3–10: 1994 yılında Heidelberg’de uygulamaya konulan bir kamyon gürültüden korunma bölgesine ilişkin bir trafik levhası.

3.5.5. Hız Sınırlamaları

Ön görülen üst hız limitlerinin düşürülmesi ile trafiğin yavaşlatılması, teknik açıdan bir yolun gürültü emisyonlarının azaltımı yönünde ucuz ve etkili bir araçtır. Uygulamada böyle bir önlemin etkisi, trafikteki katılımcılarının bu sınırlamalara kesin olarak uyma derecesine bağlıdır. Genel olarak izin verilen üst hız limitlerine uymak öncelikle, limitleri aşma durumunda caydırıcı cezalarla sonuçlanacak kontrollerin yapılması ile sağlanabilir. Somut biçimde trafik ağındaki akışın canlandırıldığı simülasyonlar

aracılığıyla izin verilen üst hız limitinin düşürülmesinin ne gibi sonuçlara yol açabileceği kontrol edilebilir. İdeal durumda trafik akışının düzeni sağlanarak yolun performansı korunabilir. Şayet bunun dışına çıkan durumlar bekleniyorsa, bu hususun toplam gürültü sorununa olan etkisi, alınan önlemin değerlendirilmesinde dikkate alınmalıdır. Şekil 3-7 ve 3-8 hızın emisyonlar üzerindeki etkisini göstermektedir. Örneğin araç hızının 50km/h'den 30 km/h'ye düşürülmesi otomobillerde, geçiş gürültü seviyesi emisyonlarının yaklaşık olarak 6,5 (aracın hızlanması esnasında) ve 7 dB(A)²³ civarında bir ortalama azaltma etkisine yol açmaktadır. Hızın düşürülmesi, yukarıda belirtilen kontrollerin yanı sıra alınacak iki önlem ya da araç ile sağlanabilir. Birincisi **izin verilen üst hız limiti** düşürülür, örneğin 30 km'lik bir hız seviyesine (günümüzde Avrupa'da çok yaygın olan bir önlem), diğeri ise yollarda alınacak **yapısal önlemler** ile sürücüler daha düşük hız limitlerine zorlanabilir. Resim 3–11 Berlin'de bir ana cadde trafiğinde yer alan ve üzerinde gecenin sessizliğini korumak için üst hız limitinin 30 km/h'a indirilmesi yönünde uyarı bulunan bir trafik levhasını göstermektedir.

Hız Sınırı 30, tercihen belirli yapılanma kurallarının geçerli olduğu yerleşim yerlerinde uygulanmaktadır. Motorlu taşıt sürücüsü bu tür bir bölgeye girerken çok dikkatli bir biçimde değerlendirme yapmalıdır. Bu durum spesifik biçimde tasarlanmış ana yol girişleriyle desteklenebilir. Bölgenin içerisinde de tek tip trafik kuralları sayesinde (örneğin yollarda geçiş önceliği olmaksızın) bölgenin hız azaltıcı bir karaktere sahip olduğu öğrenilebilmelidir.

²³ Eşdeğer gürültü seviyesinin kayda geçen azaltılması yaklaşık olarak 2 dB(A) daha düşüktür.



Resim 3–11: Gecenin sessizliğini korumak için Berlin’deki bir ana caddede üst hız limiti 30 km/h’yi gösteren bir trafik levhası

Bazı Avrupa ülkelerinde daha da ileri giden hız sınırlamaları uygulamaya konmuştur. Almanya’da “trafik gürültüsünden yoksun bölge” diye bilinen bölgeler oluşturulmuştur. Burada trafikteki tüm katılımcılar eşit konumdadır. Esas itibariyle taşıt yolu ile kaldırım arasındaki ayırım kaldırılmıştır ve izin verilen hız limiti “yürüme hızı” (yaklaşık 7km/h) şeklindedir. Resim 3–12 Berlin’de trafik gürültüsünden yoksun olan ve Hız Sınırı 30 bölgesine bağlanan bir bölgenin ilgili trafik levhasını göstermektedir.



Resim 3–12: Berlin’de trafik gürültüsünden yoksun olan ve Hız Sınırı 30 bölgesine bağlanan bir bölgenin ilgili trafik levhası

İzin verilen düşük hızlara, trafikteki katılımcıların tamamı tarafından uyulmamaktadır. Bu yüzden yapısal önlemler ya da kontroller yoluyla ön görülen hız sınırlamalarına uyulması sağlanabilir. Özellikle bu durum hızın 50 ya da daha yüksek olduğu ana cadde trafiğinde önemlidir. Bilhassa koruma gerektiren gece saatlerinde sayısı azalan taşıtlar, özellikle izin verilen üst hız limitlerini açık bir biçimde ihlal etmektedir. İzin verilen hız limitlerine, hız kontrolleri sayesinde uyulması burada bilhassa önemlidir. Trafik davranışının iyileştirilmesine yönelik yapısal önlemler bundan sonraki kesimde anlatılmıştır.

Almanya'da yapılan daha eski araştırmalar sonucunda izin verilen farklı hız limitleri için Tablo 3-1'de listelenen azaltma potansiyelleri ortaya çıkmıştır. Hız Sınırı 30 uygulamalarının da göstermiş olduğu gibi, motor gürültüsünün azaltımı ile Hız Sınırı 30 bölgelerindeki gürültü azaltma potansiyeli de artmış durumdadır.

Tablo 3-1: İzin verilen üst hız limitlerine uyulması ya da bunların düşürölmesi ile sağlanan azaltma potansiyelleri (Almanya 1992²⁴)

	Otomobillerde Önceki Durumlarıyla Kıyaslandığında Gürültü Azaltmaları (Hız Sınırı 50) dB(A) cinsinden	
	Gürültü Emisyonları (Araç Geçiş Gürültü Seviyesi)	Gürültü Sorunu (Eşdeğer gürültü Seviyesi)
Trafiğin Sakin Olduğu Bölge (Yürüme Hızı)	6'ya kadar	4'e kadar
Hız Sınırı 30 Bölgesi	5'e kadar	3'e kadar
Ana Cadde Trafiğinde Hızın Yavaşlatılması (Hız Sınırı 50'ye uyulması)	5'e kadar	-

Hıza bağlı sürüş biçiminin iyileştirilmesine yönelik **yapısal önlemler**, özellikle bir yolun geçilmesi esnasında yaşanan direncin, düşürölümüş hız limiti ile artırılmasında kendini gösterir. Eşikler, parke döşemeler, mantar bariyerler, tek istikametli dairesel yollar, ağaçlı geçitler vs. kullanıla gelmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken husus, eşikler gibi noktasal önlemlerin kararlı olmayan sürüş biçimine yol açtığıdır (frene basmak ve tekrar hızlanmak gibi). Bundan dolayı bu tür unsurlar arasındaki belli bir mesafenin aşılmaması gerekir ve bağlantı “yumuşak” biçimde kurulmalıdır.

²⁴ Federal Çevre Düzeni, Yapı İşleri ve Şehir Kurma Bakanlığı, Federal Ulaştırma Bakanlığı, Federal Çevre, Doğayı Koruma ve Reaktör Güvenliğinden Sorumlu Bakanlık:
Trafiğin Alana Bağlı Olarak Sakinleştirilmesine ilişkin Araştırma Planı, Uygulama için Çıkarılacak Sonuçlar
Bonn 1992

Resim 3–14 ve Resim 3-14, Berlin Hız Sınırı 30 bölgesindeki bir parke döşemeyi ve bir mantar bariyer artı bir daralan yolu göstermektedir.



Resim 3–13: Berlin Hız Sınırı 30 bölgesinde bir parke döşeme.



Resim 3–14: Berlin Hız Sınırı 30 bölgesinde mantar bariyer artı daralan yol.

Yol yapımına dayalı ve bilgi teknolojik önlemler, düzgün ve kararlı bir trafik akışına katkıda bulunabilirler. Trafiğin kararlı hale getirilmesi, pek çok açıdan beraberinde avantaj da getirmektedir: Bu işlem, yolların performans düzeyinin artmasını, aynı zamanda gürültü ve zararlı madde emisyonlarının ve de akaryakıt tüketimi ve fren, lastik ve yolların aşınmasının azalmasını sağlar. Böylece düzgün bir trafik akışı, daima ideal bir trafiği betimler ve bu yüzden sürücü eğitimi kapsamında ileriye dönük, savunucu ve düşük devirli araba sürüş biçiminin, öncelikle eğitim yoluyla hedefe yönelik olarak teşvik edilmesi gerekir. Düzgün bir trafik akışı, uzun bir etki süresinden sonra yaklaşık olarak eşit düzeyde bir sınırlı bilgi birikimine sahip bir gürültü seviye sürecine neden olmaktadır. Kavşaklar ve trafik ışıkları kararlı süreci sekteye uğratmakta, yeşil yandığında kalkışta çıkan gürültü çok ani olarak artmaktadır. Ayrıca kırmızı ışık süresinin başlangıcındaki fren sesinin çıkardığı gürültü de rahatsız edicidir.

Tek istikametli dairesel trafik sisteminin yapılandırılması ile gürültü sorunları azaltılır, çünkü burada taşıtlar durana kadar frene basmak zorunda değildir. Bu durumda kalkışta açığa çıkan gürültüler de azalmaktadır. Bunun dışında bir düğüm noktasının görüş mesafesindeki sürüş hızı çoğu zaman yavaş yavaş azaltılır.

3.5.6. Sürüş ve Kullanım Şekli

Şehir trafiğindeki gerçek emisyonların ölçümleri, aynı işlerlik durumunda (hız artırma ya da serbest akan trafik) ve aynı hız seviyesindeyken belirgin bir biçimde ve teknik özelliğinin çok üstünde bir emisyon farkının ortaya çıktığını göstermektedir. Böylece son derece sessiz ve gürültülü taşıtlar dikkate alınmamış olsa dahi, alt hız limitlerinde gerçekleşen hızlanma süreçlerindeki aynı tip taşıtların emisyon farkı 10 dB(A) civarında tespit edilmiştir. Yukarıda belirtilen verilerin de gösterdiği gibi (bkz. Şekil 3-9) özellikle vites değiştirme ve vites seçimi etkili olmaktadır. Buna ek olarak çok çabuk hız değiştirilen ve fren yapılan aceleci sürüş biçimi yüksek emisyonlara yol açmaktadır. Bu durum motosikletlerde daha belirgindir: Manipüle edilmemiş motosikletlerin düşük devirli kullanımında otomobil kategorisinde bir gürültü seviyesi meydana gelmektedir. Bu şekilde kullanılan motosikletlerin sesi, şehir trafiğinde duyulmamaktadır. Fakat aşırı hızlanma durumunda birkaç saniye içinde gürültü seviyeleri 15 dB(A)'e kadar çıkmaktadır. Aynı şekilde yüksek hızlardaki yüksek devir sayısı da kamyon düzeyinde bir gürültü seviyesine yol açmaktadır. Burada ayrıca frekans spektrumu da yüksek oranda kaydığından, gürültü seviyeleri bir hayli dikkat çekici ve rahatsız edici olarak nitelendirilebilir.

Buna göre az gürültülü bir sürüş şekli, aracın teknik olarak mümkün olduğunca en yüksek viteste ve düşük devirli düzgün sürülmesi şeklinde tanımlanmıştır. Düşük devirli sürüş şekli, yakıt tüketimini ve atık gaz emisyonlarını azaltmakta, böylece doğrudan karşılığı alınabilen bir gürültü azaltma önlemi olmaktadır.

Az gürültülü sürüş şekli, yani sürücü eğitimi kapsamında ileriye dönük, savunucu ve düşük devirli araba sürüş şeklinin, öncelikle eğitim yoluyla hedefe yönelik olarak teşvik edilmesi gerekir. Sürücü eğitimi ile ilgili ulusal düzeyde ilgili hükümler direktiflere dahil edilmelidir.

Bu hususa ek olarak az gürültülü sürüş şekli, kamusal çalışma ile teşvik edilebilir. Örneğin Almanya’da, en büyük Alman otomobil kulübü ADAC, federal hükümetin de desteği ile “Sessiz sür, akaryakıt tasarruf et” sloganı altında bir bilgilendirme kampanyası başlatmıştır. Yerel bir eylem planı kapsamında da az gürültülü sürüş şeklinin bir propagandası yapılmalıdır.

Az gürültülü sürüş şekline ve böylece sürücü eğitimine, araçlardaki kornaların ve ses sistemlerinin daha dikkatli kullanılması konusu da dahildir. İç mekanlardaki ses sistemlerinin ses seviyesinde çalıştırılması gerekir; kornaların kullanılması, ileriye dönük ve sakin bir sürüş şekli de olsa, az sayıda yaşanabilecek tehlikeli durumlarla sınırlı kalmalıdır. Korna çalmak, tabii ki yol trafiği açısından da açıkca yasaklanabilir (bkz. Resim 3-15).



Resim 3-15: Ankara’da bir korna yasağı

3.6. Trafik Yönetimi

Trafik yönetimi hususundan, var olan trafik şartlarındaki (örneğin kaynak – hedef – kilitlenmeler) trafik akışı ve çevreye zarar verici unsurların (yani diğer bir deyişle gürültünün yol açtığı zararlar) en aza indirilmesine yönelik alınan bütün önlemler anlaşılmaktadır. Böylece kamyonlar için, ağırlıklı olarak sanayi bölgeleri gibi gürültüye duyarlı olmayan yapılaşmalar içinden geçen güzergahlar belirlenmelidir. Trafik yönetimi, alışlagelen yerel trafiği göz ardı etmemelidir, örneğin yerleşim yerlerindeki trafiğe yeni açılan yollarda yaşanan geçiş trafiği gibi. Trafiğin yönlendirilmesi ile, örneğin hafta sonu gibi yoğun korumayı gerektiren dinlenme dönemlerinde motosiklet trafiğinin sınırlandırılması gibi, daha sessiz alanların korunması da sağlanabilir.

Trafikteki sayının bir ölçüde azaltımı, yolların eşdeğer gürültü seviyesine çok sınırlı oranda etki etmektedir. Ayrıca trafiğe olan gereksinim azaltılmadığı sürece trafikteki sayının yerel düzeyde azaltımı, trafiğin daima başka yollara **yönlendirilmesi** ve dolayısıyla gürültü emisyonlarının buralarda artması anlamına gelmektedir. Bu nedenle trafikteki sayının yerel düzeyde azaltımını hedefleyen önlemlerde, bir trafik ağının daima kendi içinde ele alınması ve değerlendirilmesi gerekir.

Gürültüden korunmada pek çok kez **toplanma** prensibi ileri sürülür: Yerleşim yerleri trafikten istisna edilmeli ve buralardaki trafik ana caddelerde toplanmalıdır. Bu husus, bir açıdan yerleşim yerlerindeki sokakların trafik yükünün yüksek oranda azaltımı, diğer açıdan da ana caddelerde sınırlı orandaki çok sayıda trafik yükünün artırılması ile gerekçelendirilir²⁵. Ancak esas itibarıyla ana caddelerdeki trafik yükü zaten çok fazladır ve bu yüzden bu husus eylem planlamasının öncelikli konusu olmakla birlikte, burada yerleşim yerlerindeki caddelerle ilgili çevresel gürültü direktifinin sayı kriterlerine (6 ya da 3 Milyon motorlu taşıt/yıl) çoğu zaman ulaşılammamaktadır. Bu nedenle toplanma konusu, eylem planlamasının uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Bu demektir ki, bu husus daha çok ana caddelerdeki gürültü azaltma önlemleri toplanma etkisini dengeleyebiliyorsa savunulabilir.

Gürültüye yönelik her yönlendirme işlemi gibi toplanma konusunun da bilançolaştırılması gerekir (yükün azaltımına karşılık çok sayıda yükün artırılması).

²⁵ Bunun sebebi desibel değerlerinin logaritmik karakterli olmasıdır. **Örnek:** Bir ana cadde trafiğindeki (ACT) günlük 60 000 motorlu taşıttan günlük 3 000 motorlu taşıt, günlük 6 000 motorlu taşıta sahip bir sokak trafiğine (ST) kaydırılır. O zaman $\Delta L (ST) = - 3,0 \text{ dB(A)}$ ve $\Delta L (ACT) = +0,2 \text{ dB(A)}$

Sonuç, değerlendirme fonksiyonunun seçiminden kesin olarak etkilenecektir (Dozaj – Etki - İlişki).

Gürültünün etkileri konulu araştırmalar, ağırlıklı olarak değerlendirme fonksiyonlarının taraflı süreçler olduğunu göstermektedir²⁶. Taraflı değerlendirme fonksiyonları ile bir toplanma konusu, sıkça kullanılan lineer bir değerlendirme fonksiyonundan daha az kabul görecektir. Trafik yönetimi, trafik akışının gürültüyü iyileştirici şekilde dağıtılmasını şu hususlarla sağlayabilir:

- Yollardaki trafik yönünden
- Yapıma dayalı olarak
- Ve bilgi teknolojilerine dayalı önlemler ile.

Yollardaki Trafik Yönünden:

Burada söz konusu olan belirli zamanlarda, belli trafik aracına uygulanan geçiş yasağıdır. Hız sınırlamasının derecelendirilerek uygulamaya konması ile geçiş yasakları çeşitlendirilebilir ve böylece trafik akışı aynı anda yönlendirilebilir (örneğin yerleşim yerlerinde düşük hız limiti (örneğin Hız Sınırı 30), ana caddelerde ortalama hız limiti (örneğin hız sınırı 50) ve çevre yollarında daha yüksek hız limitine izin verilerek (örneğin hız sınırı 70)). Tek istikametli yollar da bu amaçla düzenlenebilir. Trafik ışıklarının çeşitli biçimde düzenlenmesi ile de geçiş yasakları uygulanabilir. Bu tekniğin değişik bir türü ya da tipi de, şehir girişlerini çeşitli kırmızı ışık safhalarıyla idare eden ve “kapıcı ışıkları” diye adlandırılan bir türüdür.

Yapıma Dayalı Önlemler:

Aynı şekilde yapıma dayalı önlemlerde geçiş yasakları çeşitlendirilebilir (dar şeritlere karşı geniş şeritler, mantar bariyerler, eşikler vs.) ve de geçişler tamamen yasaklanabilir (örneğin bloke yolların yapılması, Türkiye’de yaygın olan “yer tuzakları”, bkz. Resim 3-16) ve böylece trafik akışı yönlendirilebilir.

²⁶ bkz. Örneğin Avrupa Komisyonu WG2’nin yayınında yer alan Dozaj Etkili Virajlar “Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance “Taşıma Gürültüsü ile Rahatsızlığı arasındaki Dozaj Etkisi Yaratın İlişki hakkında Araştırma Yazısı”
EU’s FUTURE NOISE POLICY, 20 February 2002 (AB’nin GELECEKTEKİ GÜRÜLTÜ POLİTİKASI, 20 ŞUBAT 2002)



Resim 3-16: İstanbul’da bir geçiş yönünü kapatmak için “yer tuzağı” (kapan)

Enformasyon Teknolojisi:

Trafik yönlendirme sistemleriyle de trafik akışı yine aynı şekilde idare edilebilir. Burada özellikle boş olan taşıt park yerleri ile ilgili bilgi vererek park yeri ararken meydana gelen trafiği en aza indiren (ve böylece trafiğin önüne geçilmesine yönelik unsurlara da dahil edilebilen) park yeri yönlendirme sistemi, yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Resim 3–17, Garda Gölü kıyısındaki İtalyan mesire yeri Riva’nın otobüs yönlendirme sisteminin bir bölümünü göstermektedir. Levha, zaman dilimlerine göre park yeri ücretleri (ora ya da ore), mesafeler, giriş yolları ve park yerlerinin durumunu (yeşil ya da kırmızı ışık) göstermektedir.



Resim 3–17: Garda Gölü kıyısındaki İtalyan mesire yeri Riva'da otobüs yönlendirme sistemini gösteren trafik bilgi levhası

3.7. Alt Yapı Planlaması

3.7.1. Yeni Yol Yapımı

Yeni yol yapımı ya da yollarda önemli ölçüde değişiklik yapılması (örneğin yola bir şerit daha ilave edilmesi) yeni emisyon kaynaklarına yol açacaktır. Bununla ilgili nerdeyse tüm Avrupa ülkelerinde, dış gürültü seviyesi için daha fazla çaba gerektiren imisyon sınır değerlerine ya da, şayet bu husus ekonomik açıdan uygulanamaz ise, onun yerine iç gürültü seviyesinde yapıma dayalı ses geçirmez sınır değerlerine uyma zorunluluğu vardır.

İmisyon sınır değerlerine uymak için aşağıda yer alan şu önlemler, belirtilen önem sırasına göre alınabilir:

- Yol ve yerleşim bölgesi arasındaki **mesafenin artırılması**. Uygun hat seçimi ile ek önlem almadan imisyon sınır değerlerine uyulabilir.
- Yeni inşa edilen hatlarda **hız sınırı konulması** (bkz. 3.5.5)

- **Az gürültülü yol kaplamasının** döşenmesi (bkz. 3.5.3)
- **Perdelemeler**

3.7.2. Çevre Yolları

Yeni yol yapımına yönelik sıkça rastlanan özel bir durum da şehir içi yollarının yükünün azaltımı için bir çevre yolunun inşa edilmesidir. Bu husus gürültüden korunma açısından da bir önlem olabilmektedir. Çevre yollarının yapımı, çoğu zaman trafik yükünün azaltımının halihazırda olduğundan çok daha fazla olumlu bir etki yaratacağını zanneden ve şehir içi yol kenarlarında oturanlar tarafından arzulanan bir durumdur. Oysa ki 3 dB(A) civarında ortalama bir azaltma elde edebilmek için trafiğin % 50'sinin buradan başka hatlara yönlendirilmesi gerekir. Bu yüzden çevre yolunun inşası, şehir içi yollarda ek olarak alınacak önlemlerle bağlantılı olarak gerçekleştirilmelidir (izin verilen hız limitinin düşürülmesi, taşıt yolunun yeni baştan yapımı, az gürültüye neden olan yol kaplamalarının döşenmesi vs.). Ayrıca gürültünün bilançosunun pozitif, yani yük azaltmalarının toplamının yeni oluşan ilave zararların çok üstünde olduğu ortaya konmalıdır. Farklı trafik araçlarının spesifik emisyonlarının karşılaştırılmasında olduğu gibi, burada da birbirinden farklı gürültülerin duruma göre ağırlıklı bir biçimde ele alınarak özetinin yapılabildiği bir değerlendirme fonksiyonuna ihtiyaç duyulmaktadır.

4. Demiryolu Trafiğinin Gürültüsünü Azaltmaya Yönelik Önlemler

4.1. Giriş

Demiryolu trafiğinin gürültüsü, değişik sistemlerin bünyesinde yer alan ve bu sistemlere ait olan **farklı tren yapılarından** kaynaklanmaktadır, özellikle de şu trenlerden:

- Klasik anlamda **trenler**: Entegre edilmiş, yurtdışına doğru açık ağlar üzerinde uzak mesafe ve bölgesel trenler; bu ağlar üzerinde dış ülke kaynaklı vagon ve araçlar da hareket etmektedir. Bu ağ ve trafik için Avrupa entegrasyonu bağlamında ortak standartlar geliştirilmektedir. (**Uluslararası İşletim için Teknik Şartname**, TSI)
- **Tramvay ve metrolar**, genel anlamda ayrı ağlar üzerinde işlerler ve belli başlı yerel özellikler taşırlar
- Yolcu taşımacılığına yönelik **tren garları** (Hoparlör duyuruları)
- Yük taşımacılığına yönelik **manevra istasyonları**
- Birleşik demiryolu trafiğine yönelik yol, su yolu, liman vs. bulunan **aktarma sistemleri**

Bu yapıların her biri farklı çözümler gerektiren spesifik gürültü problemlerine yol açmaktadır.

En önemli gürültü problemi Avrupa yöresinde yaşanmakta olup nedenleri şunlardır:

- **Gece yaşanan yük trafiği**: Yük taşıyan trenler, en çok ses çıkaran raylı taşıtlardır ve geceleri ses hassasiyeti özellikle daha fazladır.
- **Yüksek hız trafiği**: Emisyonlar hız ile birlikte artar ve yüksek hızlarda aerodinamik kaynaklara baskı yapar.
- **Tramvaylar**: Çoğu zaman yapılaşmaya çok yakın mesafede seyrederek; cadde üzerindeki kamyon ve tramvayların trafikteki ortak seyirleri nedeniyle rayların kalitesi taşıt trafiğinden ötürü azalmaktadır.

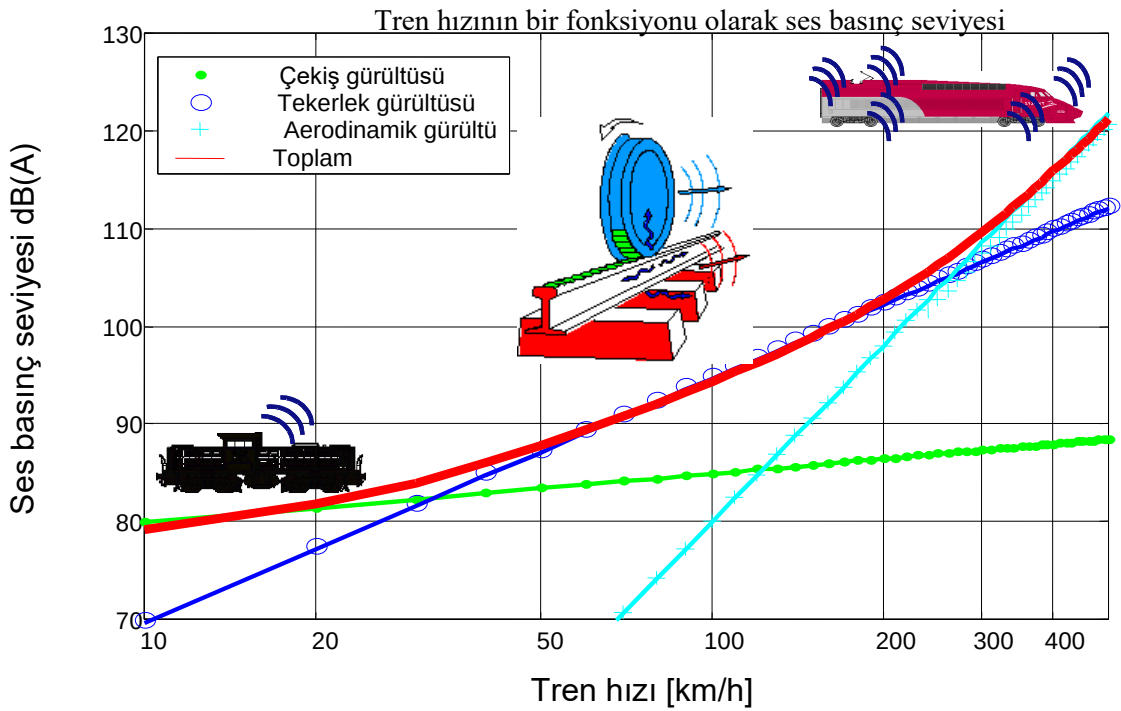
Kısmi Ses Kaynakları

Demiryolu trafiğinin gürültüsü, farklı kısmi ses kaynaklarının bir araya gelmesinden oluşur:

- Tekerlek- ray temasından kaynaklanan **tekerlek sesi**
- Mototrenlerde **çekiş sesi** (örneğin lokomotifler)
- Hareket halindeki vagonlarda hava akımının kuşatması nedeniyle oluşan **aerodinamik sesler**
- Değişik tabiatlı **grup sesler** (örneğin yolcu trenlerindeki klima cihazları)
- Avrupa ses değerlendirme seviyesi L_{DEN} ya da L_{eq} aracılığı ile çok yetersiz saptanan ve özellikle rahatsız eden **kısa süreli etki eden sesler**, örneğin
 - Dönüş gıcirtısı (özellikle tramvaylarda)

- Fren gıcırtısı (örneğin tren garlarında)
- Sinyal borusu
- Manevra hatlarındaki **çarpma sesleri**

Geçiş gürültüsünün toplam ses seviyesi ya da ortalama ses seviyesi L_{eq} içinde kısmi ses kaynaklarının derecesi ve önemi trenin hızına bağlıdır. Şekil 4 -1, önemli kaynaklardan dönüş, çekiş ve aerodinamik seslerin hız ve ses seviyeleri arasındaki bağlantısını göstermektedir.

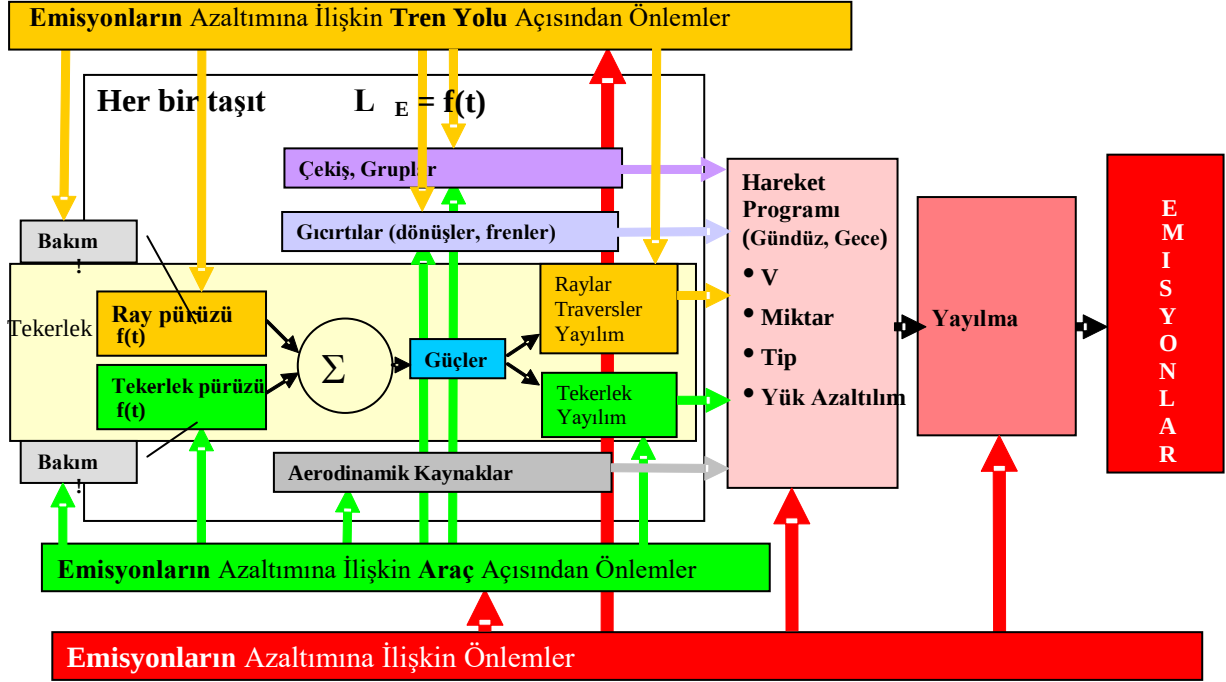


Şekil 4 - 1: Tren hızına bağlı olarak raylı taşıtların geçiş gürültüsü

Şekil 4-1'den yüksek bir hız kapsamında **tekerlek gürültüsünün baskın** olduğu açıkça görülmektedir.

Şekil 4-2 en önemli kısmi ses kaynakları arasından **prensipde gürültü azaltıcı düşünceleri** göstermektedir (Önlemler / Araçlar):

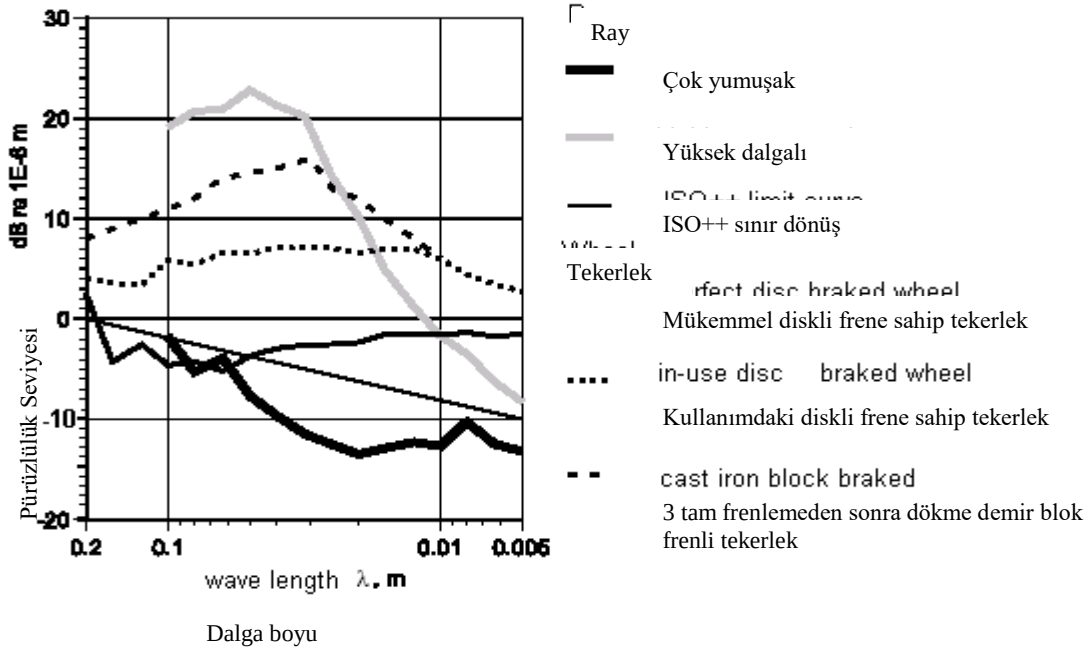
Demiryolu Trafiğinde Prensipte Gürültü Azaltıcı Düşünceler



Şekil 4-2: Demiryolu Trafiğinde Prensipte Gürültüyü Azaltıcı Düşünceler

Her raylı taşıt, değişik kısmi ses kaynaklarının katkısından meydana gelen ve zaman açısından değiştirilebilen emisyon seviyesi $L(t)$ ' ni oluşturmaktadır. Emisyon seviyesinden hem **taşıt** hem de **tren yolu** (traverslerden ve raylardan yayılma) **payını** almaktadır. Tekerlek sesi, pratik sürüşlerde yüksek oranda dalgalanmalara tabi olan tekerleklerin ve rayların kombine pürüzlülüğünden (toplam işareti Σ) meydana gelmektedir (zaman t 'den fonksiyon $f(t)$). Şekil 4-3 tekerleklerin ve rayların farklı durumlardaki pürüzlülük spektrumlarını²⁷ göstermektedir. Dönüş ISO++ hızlı trenlerin tip kontrolünde tamamen pürüzsüz raylarla ilgili olarak bir model oluşturur (Bölüm 4.4.1.1).

²⁷ Pürüzlülük spektrumları, belirli bir λ dalga boyutuna sahip kısmi dönüşlerdeki pürüzlü dönemeçlerin transformasyonuna dayanmaktadır. λ i dalga boyutuna sahip bir kısmi dönemeğin payı logaritmik pürüz seviyesi $L_{r,i}$ şeklinde ifade edilir.



Şekil 4 -3: Tekerleklerin ve rayların farklı durumlardaki pürüzlülük spektrumları

Her taşıt, her bir hareket programı çerçevesinde yanından geçen ve gece ve gündüz olmasına göre değişen ve hızları vasıtasıyla önemli bir emisyon parametresi belirlenen yerel **tren topluluğunun** bir parçasıdır. Tren topluluğunun emisyon seviyesi yerleşimcilere aktarılır.

Böylece prensipte beş müdahale imkanı doğmaktadır:

- **Vagonların emisyonlarının azaltımı** (Tekerlek sesinde aynı zamanda: ray pürüzlerinin azaltımı)
- **Tren hattının emisyonlarını azaltmak** (Tekerlek sesinde aynı zamanda: ray pürüzlerinin azaltımı)
- **Hareket programına yönelik önlemler** (Özellikle geceleri gürültülü taşıtların sayısını, hızını vs. azaltmak)
- **Genişleme yollarında** alınacak önlemler
- **İmisyon yerinde** alınacak önlemler

Sırada ilk üç - kaynaklı – önlem biçimi anlatılmıştır; genişleme yolu ve imisyon yerindeki önlemler ayrı olarak 5. ve 6. bölümlerde ortaya konulacaktır.

4.2. Toplu düşünce

Şekil 4-2 ve yukarıda yer alan uygulamalardan, alınacak önlemlerin yalnızca bir kombinasyonunun hedefe yönelik olduğu net olarak anlaşılmaktadır. İdeal durumda en yüksek **maliyete yol açan uygulama** seçilir. Komple ulusal raylı sistem ağında yapılan araştırmalar (örneğin Avrupa Araştırma Projesi STAIRRS²⁸), taşıtlara dayalı önlemlerin en az maliyetle en iyi etkiye yol açtığını göstermiştir. Ancak yetkili kurumlar aglomerasyonlarda, yerel ulaşım işletmeleri dışında, taşıtlardaki ses kalitesi konusunda çok sınırlı bir etkiye sahiptir. Bu durum tarafların katılımı ile oluşacak bir toplu düşüncenin önemini azaltmaktadır. Avrupa Komisyonuna bağlı eski adıyla WG Railway Noise (raylı sistemlerin oluşturduğu gürültü), böyle bir toplu düşünceyi Avrupa'daki demiryolu ulaşımı için geliştirmiştir. Aşağıda sözü edilen önlem ve araçların çoğu orada detaylı bir biçimde tarif edilmiştir [Position Paper Strategies PPS]²⁹. Uluslararası demiryolu trafiğine açılmış ağlarda yabancı taşıtların emisyonlarına etki edebilmek için özel araçlara ihtiyaç vardır.

4.3. İşletmeye Dayalı Önlemler

İşletmeye dayalı önlemler, ulusal / küresel ya da yerel düzeyde alınabilir. İşletmeye dayalı önlemlerin değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken husus, demiryolu ulaşımının esas itibarıyla daha çok çevreye duyarlı bir ulaşım aracı olarak ele alınmasıdır. Böylece, örneğin sera gazı emisyonları, aynı ulaşım performansına dayalı olarak karayolu ya da hava yolu ulaşımına göre daha azdır. Demiryolu ulaşımı karayolu ulaşımından daha güvenlidir. Bu yüzden Avrupa ulaşım politikasının hedefi, karayolu ve hava yolu ulaşımının ağırlıklı olarak daha çok demiryoluna kaydırılmasıdır [Weißbuch EU-Verkehrspolitik (AB Ulaşım Politikası Beyaz Kitap)]. Demiryolu ulaşımının zorlaştırılmasına neden olan işletmeye dayalı önlemler, bu nedenden dolayı özellikle ağırlaştırıcı mevcut müeyyideler ile sınırlı kalmalıdır.

²⁸ Jakob Oertli

Developing Noise Control Strategies for Entire Railway Networks
Internoise 2004, Prag

²⁹ Avrupa Birliği: Avrupa Komisyonunun „Demiryolu Ulaşımında Gürültü“ adlı çalışma grubu Demiryolu ulaşımındaki gürültüyle mücadelede Avrupa stratejileri ve öncelikleri hakkında durum yazısı , Luxemburg, 2003
İnternet: http://europa.eu.int/comm/transport/rail/environment/noise_en.htm

4.3.1. Trafikten Men Etme

Demiryolu ulaşımında da **gereksiz taşımacılığın** önüne geçilmesi için çaba gösterilmelidir. Bu husus örneğin, yalnızca sübvansiyonlar nedeniyle meydana gelen ihracata yönelik taşımacılık işlerinde geçerli olabilir. Maliyetlerin tamamının, dış harcamalar dahil (çevre, trafik kazaları vs.) yansıtılmadığı taşımacılık fiyatları da gereksiz taşımacılığa neden olmaktadır. Fiyat politikası ile ilgili ayrıca ulusal hükümet yetkilidir. AB çerçeve şartlarını, ayrıca dış harcamaların ülkeler arası genelleştirilmesi hususunda da belirlemektedir.

Trafikten men etme hususuna ilişkin bir diğer bakış açısı ise **taşıma veriminin artırılması**, yani gerekli **sürüş performansının** (km olarak) **trafikteki performansına** dayalı olarak (yük taşımacılığında ton - km olarak, yolcu taşımacılığında kişi sayısı - km olarak) azaltımı; bunun anlamı aynı zamanda vagonların **taşıma kapasitesini** artırmaktır. Artırılmış bir taşıma verimi, demiryolu ulaşım işletmesinin maddi menfaatinidir, fakat bu durumun gürültünün azaltımına ilişkin bir katkı sağladığı her zaman görülmemiştir. Demiryolu ulaşımının tüm sektörlerinde taşıma kapasitesinin artırılması için bir çaba gösterilmelidir (yük ve yolcu taşımacılığı, yakın mesafe raylı toplu taşımacılığı), üstelik küresel ve yerel düzlemde. Yakın mesafe raylı toplu taşımacılığı genel olarak tesis ya da işletmelerin bünyesinde ya da aglomerasyonların görevlendirmesi sonucu işletilir; bunlar bu alanda doğrudan ya da dolaylı olarak yetkilidir. Burada kamu trafiğine olan talebin artırılması amacıyla sunulan teklifin kapsamı ile taşıma kapasitesinin artırılması arasında bir değerlendirme yapmak gerekir.

4.3.2. Trafik Yönetimi

Trafik yönetiminin anlamı, mevcut ağ üzerindeki **trafik akışının idare edilmesidir**. Gürültünün azaltımı bakımından bunun anlamı şudur: Demiryolu ağındaki mevcut kapasitelerde trafik akışı, gürültülü trenlerin hassas bölgelerden mümkün olduğunca daha az geçiş yapması sağlanacak şekilde ayarlanmalıdır. Trafik yönetiminin bu bakış açısı henüz Avrupa trenlerinde gürültüyü azaltıcı bir araç olarak hemen hiç kullanılmamıştır. Ancak bu husus, şayet **emisyonu bağlı hat fiyatlarının** [bkz. PPS] kumanda aracı, İsviçre’de hayata geçirildiği ve diğer Avrupa ülkelerinde değerlendirildiği gibi uygulamaya konulursa, gelecek dönemlerde daha önemli hale

gelebilir. Emisyona bağı hat fiyatlarının anlamı, sessiz taşıtlar için daha az hat fiyatı ve / veya sesli demiryolu taşıtları için daha yüksek hat fiyatı demektir. Bu arada düşen emisyonlarla birlikte maliyet yönünden avantaj artabilir. Şayet özellikle fazla yük binen ve çok sayıda yerleşimci bulunan hatlarda maliyet yönünden avantaj oldukça yüksek ise, oralarda sessiz vagonların çalıştırılması için güçlü bir teşvik vardır. Emisyona bağı hat fiyatları, açık ağılarda **yabancı** vagonların ses kalitesini etkileyebilmenin az sayıda araçlarından biridir.

4.3.3. Hız Sınırlamaları

Hız sınırlamaları, gürültü emisyonlarının açık bir biçimde azalmasına yol açmaktadır. Geçiş esnasındaki ses düzeyinin azaltımı Şekil 4 -1 de görülebilir. Hızın yarıya indirilmesinde ortalama hız kapsamında yaklaşık 8 ila 9 dB(A) civarında azaltılmış; ortalama ses düzeyinin uygun bir biçimde azaltımı ise 5 ila 6 dB(A) civarındadır. Alınacak önlem ise nerdeyse masrafsızdır, fakat demiryolu trafiğinin ekonomikliğı ve talep görmesi üzerinde negatif sonuçları bulunmaktadır. Bu yüzden önlemin, yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı (bkz. Bölüm 4.2.3) yalnızca ağırlaşan özel şartlarda uygulamaya konulması gerekir. Diğer taraftan ise bu önlem, **emisyon kontenjanlama kapsamında**, yani emisyonların hatlara bağı olarak sınırlandırılmalarında (İngilizce ifadesinde „**Emission Ceiling**“ / Emisyon Tavan Değeri) uygulamaya konulabilir [PPS]. Şayet böyle bir üst limit konulursa, trafik sayısının artması ayrıca hızın düşürülmesi ile dengelenebilir. Kontenjanlama aracı, İsviçre Gürültü İyileştirme Programı çerçevesinde İsviçre’de uygulamaya konmuştur. Bu program 2015 yılında tamamlandığında mevcut emisyonlar sabit hale getirilecektir. Ses seviyesini artırıcı, daha fazla trafik, sesli taşıtların kullanılması, yüksek hızlar gibi başka uygulamaları demiryolları kendi hesabına karşılamak zorundadır. Önlemlerden sorumlu olan alt yapı işletmecileridir. Demiryolu trafik gürültüsünden etkilenen kesim, kural olarak bu önlemleri talep etme imkanına sahip değildir. Genel anlamda üye ülkelerin demiryolu ulaşımı kanunları, gürültüden korumak için hız sınırlamalarını düzenleyecek demiryolu denetleme kurumlarını

somut olarak tayin etmeyi öngörmemektedir. Bu önlemlerin alınması isteniyorsa, o halde gerekli atamaların yapılması gerekir.

4.3.4. Giriş Sınırlamaları

Gürültüden koruma açısından giriş sınırlamaları, sesli taşıtlara belli **hatlarda** ve belli **zamanlarda çalışma yasağı** getirilmesi demektir. Bu husus da hız sınırlaması gibi bir ulaşım politikası olarak değerlendirilmelidir. Maliyetler, yetkiler, yan etkiler ve araçların değerlendirilmesi hususları da bir önceki bölümde anlatılan önlemlerle uyum içindedir. Önlemler, Hollanda'da, ancak yalnızca yeni yapılanma hatlarında uygulanmakta ve buralarda da yük taşımacılığına izin verilmemektedir.

4.4. Taşıta Bağlı Önlemler

Taşıta bağlı önlemlerle, **sürekli olarak sessiz çalışan taşıtların kullanılmasını** hedeflenmektedir. Genel anlamda bu taşıtlar, yüksek oranda maliyetleri düşürücü bir etkiye sahiptir, tüm ağın her bölümüne ve emisyon türlerine etki etmekte ve düşük oranda yan etkilere neden olmaktadır (taşıtlarda gürültüden koruma önlemleri, örneğin saf hamulenin azaltımı ve enerji sarfiyatının artması için taşıtın ağırlığının da artmasına neden olabilir; diğer taraftan dökme demir takozlar yerine lastik takozlar kullanarak ağırlığın azaltımı da söz konusudur). Bu önlemler kompleksinde, taşıtların **yeni tedarik** edilmesi ile kullanılan mevcut taşıtların modernize edilmesi arasında karar verilmelidir. Yukarıda da anlatıldığı ve diskli frene sahip tekerleklerin³⁰ Şekil 4–3'de gösterildiği gibi demiryolu taşıtlarının emisyonları zaman içinde değişmekte olup taşıtların **bakımı** ile düşük bir emisyon seviyesi garanti edilecektir.

4.4.1. Yeni Sessiz Taşıtların Tedariki

Yeni sessiz taşıtların tedarik edilmesi, demiryolu ulaşım kurumlarının sorumluluğundadır. Avrupa hukukuna göre burada **uluslararası çalışan** ve **uluslararası çalışmayan** taşıtlar arasından bir seçim yapılmalıdır. Uluslararası çalışan taşıtlar, Avrupa dışındaki tanımlı demiryolu ağlarında çalıştırılabilen

³⁰ Tekerlek prüzülük seviyesi 10 dB'e kadar farklılık göstermektedir.

taşıtlardır; uluslararası çalışmayan taşıtlar, örneğin izole edilmiş yerel ağ üzerindeki tramvaylar gibi tüm diğer taşıtları içine almaktadır.

4.4.2. Uluslararası Çalışan Yeni Taşıtların Tedariki

AB, bu taşıt tipi için taşıtların tedarik edilmesinde en düşük standardı ortaya koyan bir gürültü sınır değeri koymuştur.

- Yüksek hız trafiği taşıtları için hareket ve duruş gürültüsü sınır değerleri 1.12.2002 tarihinden beri yürürlüktedir³¹;
- Konvansiyonel demiryolu trafiğinin hareket, geçiş ve duruş gürültüsü sınır değerleri 23.07.2006 tarihinde yürürlüğe girmiştir³².

Sınır değerleri ve ölçüm işlemine yönelik bilgi “Gürültüden Korunmaya ilişkin AB Araçları” ekinde bir araya getirilmiştir. Onay ölçümünün, tren yolunun toplam emisyonu etkisini düşük tutmak için **çok sessiz bir test hattında** (ray yüzeyi çok az pürüzlü³³, rayların ses yutuculuğu yüksek oranda artırılmış) yapıldığının tedarik açısından bilinmesi gerekir (sonuçların yeniden sağlanabilmesi garanti edilmelidir). Gerçek hayattaki kullanımlarda emisyonlar, şayet raylar daha pürüzlü ve ses yutuculuğu daha az sağlanmışsa belirgin bir biçimde daha yüksek olacaktır.

Yüksek hız trafiğinin sınır değerleri, kullanımda olan mevcut sessiz taşıtlar ile yapılan karşılaştırmanın da gösterdiği gibi daha zorlayıcıdır (bkz. Ek “Gürültüden Korunmaya Yönelik AB Araçları”, Tablo 5).

Gürültü yönetmeliğinin **konvansiyonel** taşıtlar açısından en önemli etkisi (bkz. Tablo 6, Ek “Gürültüden Korunmaya Yönelik AB Araçları”), **dökme demir takozlu frenlere**³⁴

³¹ KOMİSYONUN 30 Mayıs 2002 gün ve 2002/735/EC sayılı Avrupa Ötesinde Hızlı Ray Sisteminin Kısmi Sistemi Olan “Taşıtlar”ın 96/48/EC Sayılı Direktifinin 6. Maddesi, 1. Fıkrası gereği Uluslararası Çalıştırılmasına ilişkin Teknik Şartname hakkındaki KARARI 12.9.2002 tarih ve L 245/402ff sayılı Avrupa Birliği Resmi Gazetesi

³² KOMİSYONUN 23 Aralık 2005 gün ve 2006/66/EC sayılı Avrupa Ötesi Konvansiyonel Ray Sisteminin Kısmi Sistemi Olan “Taşıtlar - Gürültü” Hususunun Uluslararası Çalıştırılmasına (TSI) ilişkin Teknik Şartname hakkındaki KARARI 8.2.2006 tarih ve L37/1ff sayılı Avrupa Birliği Resmi Gazetesi
Metnin olduğu adres:
http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/site/de/oj/2006/l_037/l_03720060208de00010049.pdf

³³ Yüksek hız trafiğinde ISO++ direktifi Şekil 3.2 -3’ de halen geçerli olan pürüzlülük sınır dönüşünü göstermektedir.
Şekil 4-3’deki ISO++ hattı yüksek hız trafiğinde, pürüzlüğün halen geçerli olan sınır eğrisini tanımlar.

sahip raylı taşıtların (DD) sınır değerlerini artık tutturamadıkları yönündedir. Bu durumda yeni taşıtlar başka tip frenlerle donatılmak zorundadırlar (lastik takozlar, diskli frenler vs.). Bu durum özellikle en sesli taşıt kategorisine giren yük trenlerini ilgilendirmektedir. DD takozlu vagonlara karşılık bu durum, gürültü emisyonlarının yaklaşık olarak 6 ila 9 dB(A) civarında azalmasına yol açmaktadır (alt değer ortalama pürüzsüz raylar için, üst değer ise çok daha pürüzsüz raylar için geçerlidir). Bu önlem Avrupa Demiryolları tarafından maliyet açısından nötr olarak değerlendirilmektedir. Gerçi lastik takozlar DD takozlardan daha pahalıdır, fakat bunlar kadar çabuk aşınmamaktadır.

Tekerlek Soğurucular

Tüm bunların dışında, tekerlek soğurucular gibi alınacak azaltma önlemleri sınır değerleri ile öngörülmemekle birlikte tedarik kapsamında talep edilmelidir. Tekerlek soğurucuların kullanılması ile tekerleklerin yayılmış emisyonları azalacaktır, öyle ki geçişin toplam gürültüsü uygulamanın şekline ve kullanım yerine göre 4,5 dB(A)'e kadar azaltılacaktır.

Şekil 4 -4 ila 4-5 tekerlek soğurucuların değişik tiplerini, Şekil 4 -6 ise tekerlek kasnağına vidalanmış bir tekerlek emicinin tipini göstermektedir.

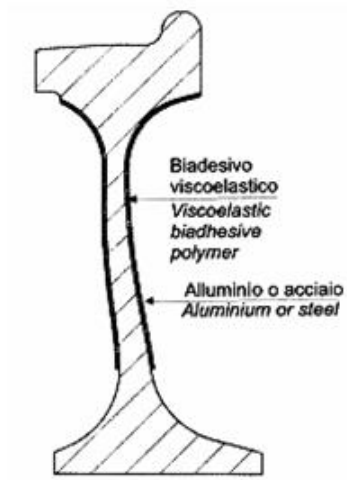


Resim 4 – 4: Schrey&Veit firmasının tekerlek emicisi

³⁴ DD takozlu frenler tekerlek yüzeyinin daimi olarak pürüzlenmesine yol açarlar; rayların pürüzlülüğü ile birlikte seyir halinde iken tekerlek gürültüsüne yol açar (Şekil 4.2 -3' deki pürüz düzeyi ile kıyaslayın).



Resim 4 – 5: GHH firmasının tekerlek emicisi



Resim 4 – 6: Tekerleğin kaplaması biçiminde bir tekerlek emici (Lucchini firmasına ait Ras Syope)

Diskli Tekerlek Frenleri

Tekerleklerin gürültü yaymasını önlemenin bir diğer yolu, tekerleğin diskine monte edilen diskli fren sisteminin kullanılmasıdır. Bu sayede elde edilen azaltmalar yaklaşık olarak 2 dB(A)'dir. Bu fren sistemi bugün çekişli tekerleklerde yerleşmiş bir teknolojidir, ama bu arada yük trenleri için de geliştirilmiştir (LEILA Boji Çerçevesi).



Resim 4 – 7: Diskli Tekerlek Freni

Gürültüyü azaltmanın başka bir yolu da tekerlek gürültüsüne özgü potansiyel taşıma kapasitesine bağlı olarak aksların sayısını azaltmaktır. Örneğin aksların sayısı Jakobs boji çerçevesi kullanarak (bkz. Resim 4 - 8) ya da çift katlı vagonlar aracılığı ile (Resim 4 - 9) azaltılabilir. Potansiyel azaltma her durumda nerdeyse 3 dB(A).



Resim 4 – 8: Thalys'de Jakobs boji çerçeveleri



Resim 4 -9: Çift katlı vagon

Buji Çerçevesi Giydirmeleri

Tekerleklerden yayılan tekerlek gürültüsü tekerlek ve buji çerçevesi giydirmeleri ile azaltılabilir. **Hızlı trenlerde** bu tür bir giydirme ayrıca aerodinamik kaynaklı gürültüleri de azaltmaktadır. Ancak alınacak bu önleme giydirme alt kenarı ile ray arasında gerekli mesafe koyularak bir sınırlama getirilmiştir. Hızlı taşıtlarda en azından birinci buji çerçevesi giydirilmiş olmalıdır, çünkü burada en yüksek aerodinamik sesler açığa çıkmaktadır. Bu arada bu önlem şekli **alçak kodlu tramvaylarda** yerleşmiş bir teknolojidir.

Resim 4 – 10, raylara yakın mesafede alçak konumlandırılmış bir gürültü perdesi ile kombine edilmiş ve giydirilmiş buji çerçevesine sahip bir yük treninin **prototipini** göstermektedir. DD takozlu frenlere sahip geleneksel bir yük trenine karşılık sessiz çalışan frenler ve rayların özenli bakımı ile birlikte ortalama raylar üzerinde gürültü emisyonları 20 dB(A) civarına erişmiştir.



Resim 4 – 10: Raylara yakın mesafede alçak konumlandırılmış bir gürültü perdesi ile kombine edilmiş ve giydirilmiş boji çerçevesine sahip DB AG (Alman Demiryolları) anonim şirketine ait bir yük treni prototipi

4.4.3. Uluslararası Çalışmayan Yeni Taşıtların Tedariki

Uluslararası çalışmayan raylı taşıtlar için konulmuş herhangi bir **Avrupa gürültü sınırı** mevcut değildir. Kural olarak bu tür taşıtların siparişinde İdari Şartnamelerde gürültü emisyonları ön görülmüştür. Bu tür taleplerin kalitesi, ulaşım işletmesine göre farklılık gösterdiğinden, burada uyumlu bir Avrupa yönetmeliğinin olması anlamlı olurdu. Avrupa düzeyinde Alman Trafik İşletmeleri Birliği VDV tarafından geliştirilen **UITP'nin İdari Şartnameye ilişkin tavsiyeleri** yer almaktadır (bkz. Ek “Gürültüden Korunmaya İlişkin AB Araçları”). Tavsiyelerin uygulanmasında, gürültü emisyonlarının ölçümü için kullanılan test hattının uluslararası çalışan taşıtlara yönelik aynı ağır iddiaları karşılamak için yeterli olmadığına dikkat edilmelidir. Bu yüzden **Almanya'daki Federal Çevre Dairesi**, üstelik de teknolojinin şimdiki durumuna uygun olarak daha düşük gürültü seviyesi önermiştir (Diskli fren sistemi ve tekerlek soğurucuların, buji çerçevesi ses yutucularının ve giydirmelerinin, sessiz çalışan – örneğin su ile soğutulmuş ve tamamen mahfaza içine alınmış – motorların kullanımı). Bu hususlar da yine “Gürültüden Korunmaya ilişkin AB Araçları” ekindeki Tablo 7’de ortaya konmuştur.

4.4.4. Mevcut Taşıtların Yeniden Donatılması

Özellikle yüksek oranda azaltma potansiyeli, **dökme demir takozlu frenlere** sahip taşıtların **yeniden donatılması** hususunda yatmaktadır, ki gerçekte bu taşıtların neredeyse tamamı yük trenidir. Avrupa demiryolu birlikleri, son yıllarda tekerleklerin

pürüzlenmesini önleyen lastik ve cürufu malzemeden üretilmiş alternatif takozların geliştirilmesi ve test edilmesine ön ayak olmuşlardır.

Burada K taban ve LL taban adlı türleri söz konusudur:

- **K Taban³⁵:**

2003 yılından beri iki tip tabanın kullanılmasına izin edilmiştir (Cosid 810, Jurid 816 M); Avrupa'da halen yaklaşık 9300 vagon bu tabanlarla donatılmıştır. Gürültü azaltımı, UIC'nin ifadesine göre 8 ila 10 dB(A) seviyesindedir, rayların durumuna bağlı olarak yukarıda verilen 6 ila 9 dB(A) arasındaki değerler ise daha gerçekçidir. Bir takozun yol açtığı maliyetler, bir DD takozlara göre yaklaşık olarak 3 ila 5 kat daha fazladır; takozların kullanım ömrü 1,5 ila 3,5 katıdır. Modernizasyon maliyeti, UIC'nin verilerine göre yaklaşık olarak 4 000 ila 10 000 € civarındadır. Bu denli yüksek tutarların sebebi, fren sisteminin tamamının uyumlaştırılması zorunluluğundan (fren silindiri vs.) ve değiştirilen fren özellikleri nedeniyle de taşıt için yeni bir ruhsatın alınması gerekliliğinden doğmaktadır.

- **LL Tabanlar:**

Geçici olarak 2006 yılından beri kullanımına izin edilmiş üç tipi vardır (Cüruf takozlar CoFren C952, Jurid 777, lastik takoz Icer-Becorit IB 116*), yaklaşık olarak 200 vagon test sürüşündedir. Nihai izin en erken 2008 yılı için beklenmektedir. Etkileri K tabanlara göre biraz daha olumsuzdur, UIC verilerine göre 6 ila 9 dB(A) seviyesindedir, 4 ila 7 dB(A) arasındaki değerler ise daha gerçekçidir. Lastik takozun maliyeti K tabanları ile aynı, ama cüruf takozlar neredeyse iki katı tutarındadır. Takozların kullanım ömrü DD takozların 2 ila 10 katı kadardır. Fren sisteminde çok az modifikasyon gereklidir, öyle ki, modernizasyon maliyeti oldukça az tutmaktadır (UIC tahmini: 500 ila 2000 €).

K-tabanının geliştirilmesi, özellikle yeni yük trenlerinde ayrıca gürültü sınır değerlerinin konulmasına yol açmıştır.

Ulusal ya da Avrupa yük trenleri filosunun yeni takozlarla yeniden donatılması, özellikle henüz kullanımına izin edilmiş K tabanı kullanılacaksa, oldukça yüksek maliyetlere yol açmaktadır. Avrupa demiryolu işletmeleri, Avrupa'daki yük taşımacılığının zor ekonomik şartlarından dolayı **devletin** modernizasyonu mümkün olduğunca **finanse** etmesini istemektedirler. Bu şekilde modernizasyona hükümet tarafından tam bir finansman sağlanması şimdiye kadar yalnızca İsviçre'de olmuştur.

³⁵ J. Kettner'in EC Workshop'taki Rail Noise konulu konuşması 23.05.2007

Modernizasyonu teşvik edebilecek ikinci bir araç, modernize edilmiş yük trenlerinde hat fiyatlarının düşürülmesine olanak sağlayan **emisyonu bağlı hat fiyatlarıdır**. Söz konusu bu aracın avantajı, **yabancı** işletmeler açısından da teşvik edici olmasından kaynaklanmaktadır; üstelik modernize edilmiş trenlerin doğrudan aşırı yüklenmiş hatlarda kullanımı sağlanabilmektedir. Bu husus hükümetin sağlayacağı direkt teşvikte söz konusu değildir. Hükümet, ağ işletmecilerinin sessiz taşıtların düşürülmüş hat fiyatları nedeniyle kesilen gelir kaynaklarını tamamen ya da kısmen karşılayabilir.

4.4.5. Taşıt Bakımı

Taşıtların zamanla aşınması nedeniyle genel anlamda gürültü sorunları artar. Özellikle bu sorun, Şekil 4 -3'de de görüldüğü gibi tekerleğin geçiş yüzeylerinde daha da belirgindir. Bunun dışında tekerleklerin bloke edilmesi ile tekerlek yüzeylerinde düzleşmeler meydana gelebilir. Tekerleklerin düzenli bakımı sayesinde gürültü sorunu azaltılabilir.

4.5. Tren Yoluna Dayalı Önlemler

Tren yoluna dayalı alınacak önlemler, Şekil 0 -2'deki gibi, **rayların pürüzlenmesinin sürekli olarak azaltımına** dair önlemleri, **tren yolundaki yayılmaların azaltımına** dair önlemler ve de tren hattının absorbe etme kapasitesinin artırılmasına dair önlemleri kapsamaktadır. Avrupa'daki demiryolu ağının geniş kesimlerinde **ray ekleri**, kaynak yapılarak birleştirilmiş ve yassılaştırılmıştır. Daha eski demiryolu ağlarındaki kaynak yapılmamış ray eklerinde, ki bunlara halen Türkiye'de de rastlanmaktadır, kaynak yapmak alınacak ilk önlem olmalıdır. Tren yolunun **kurala uygun** yapılması (balast döşeme, travers ve rayların iyi durumda olması gibi) asıl gürültü azaltımından önce birincil alınacak önlemler arasındadır.

4.5.1. Raylardaki Pürüzlülüğün Daimi Olarak Azaltımına ilişkin Önlemler

Raylardaki pürüzlülük, gerçekleşen tren hareketleri sonucu zamanla artar. Raylar üzerinde tipik **oluklar** meydana gelir (bkz. Resim 4 -11). Böylece tekerlek gürültüsü

de artmaktadır. Alman demiryolu ağındaki³⁶ tecrübelerine göre yıllık artış, yılda ortalama 0,7 dB(A) civarını bulmaktadır.

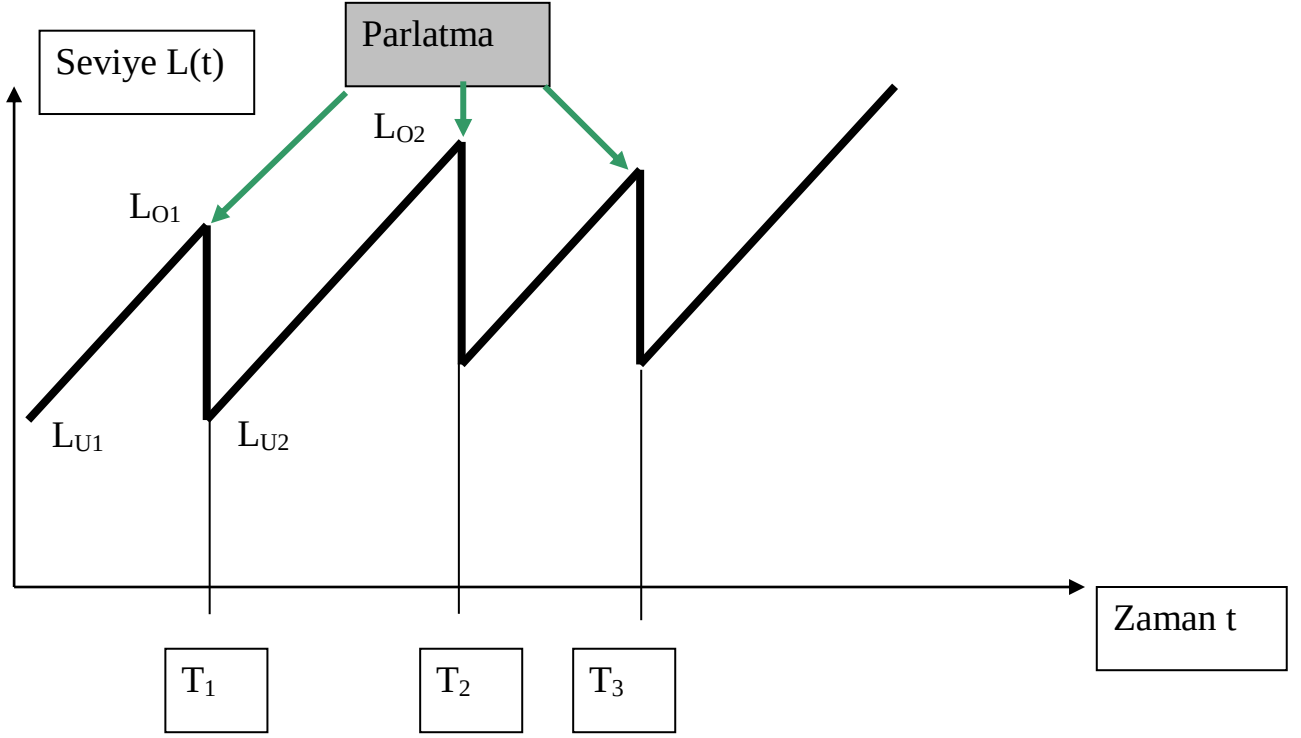


Resim 4 -11: Oluklu raylar (dalga biçiminde açık gri renkli desen)

Tamamen yassı ve çok oluklu raylar arasındaki emisyon farkı 25 dB(A)'e kadar çıkabilir. Günümüzde rayların pürüzlenmesine karşı alınacak tek pratik önlem, rayların düzenli olarak parlatılmasıdır, ki bu işlem çoğu Avrupa demiryollarında işletmeye dayalı nedenlerden ötürü (güvenlik, rayların iyi durumda olmasını sağlama vs.) uygulanmaktadır.

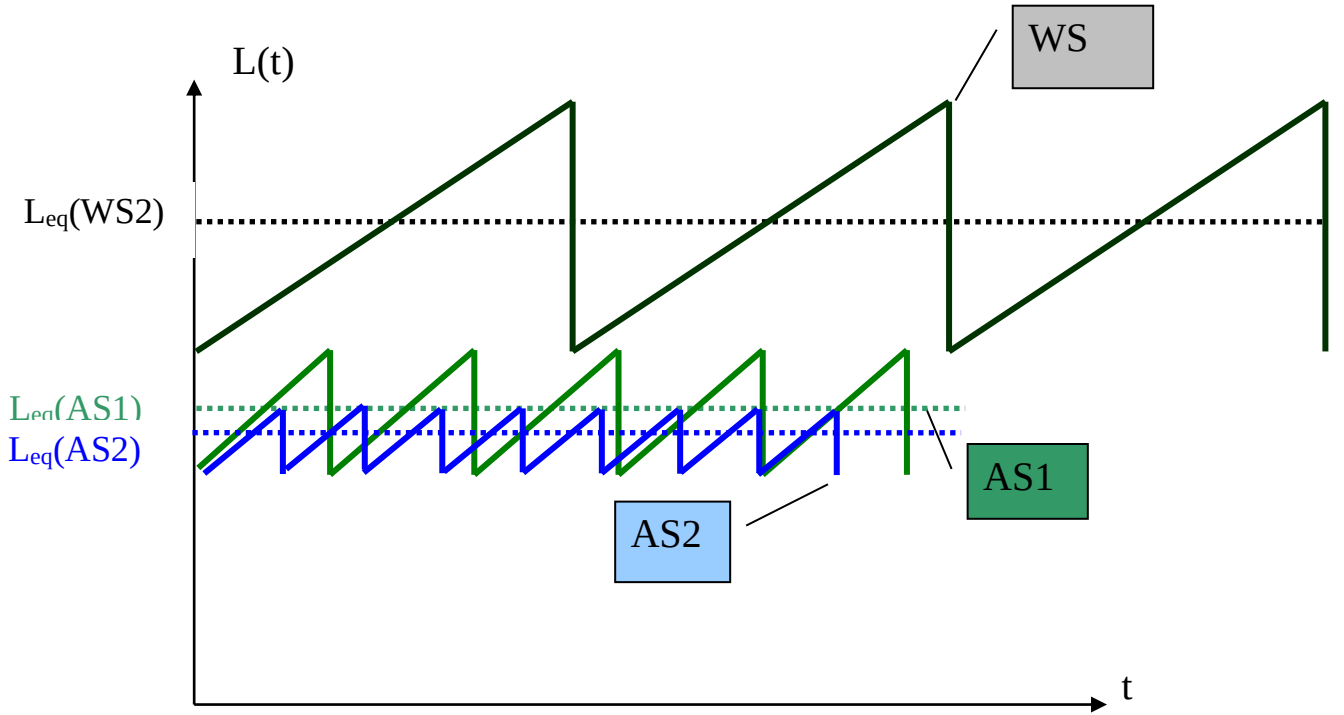
İdeal biçimde emisyon seviyesinin yükselmesi artan oluklaşma nedeniyle lineer bir fonksiyon olarak gösterilebilir (Şekil 4 -2). T1, T2, T3 zamanlarında yapılan parlatma işlemi nedeniyle emisyon seviyesi L_{oi} 'den L_{ui} 'ye indirgenmiştir. Ortalama zaman içinde ağırlık dişli eğrilerinin tepe noktalarının arasında yer almaktadır.

³⁶ Alman demiryolu ağı ile ilgili olarak ağıın akustik durumuna ilişkin en kapsamlı ölçümler mevcuttur. Alman Demiryolları, yakın alan tekerlek sesinin ölçümü için demiryolu ağıının büyük bir bölümünde düzenli olarak hareket eden özel bir ses ölçüm vagonu kullanmaktadır.



Şekil 4 -12: Parlatma programları sonucu emisyonların zaman içinde gösterdiği gelişme

İyileştirilmiş parlatma işlemi ve parlatma zaman aralığının kısaltılması sayesinde söz konusu ortalama ağırlık belirgin biçimde azaltılmaktadır. Şekil 4 -13 parlatma programının değişik biçimlerini göstermektedir:



Şekil 4 -13: Parlatma programları sonucu emisyonların zaman içinde gösterdiği gelişme

WS, ortalama emisyon seviyesi $Leq(WS)$ ile sonuçlanan normal **parlatma bakımı**dır. Belirgin bir biçimde azalmış emisyon seviyesi $Leq(AS1)$ 'e iyileştirilmiş parlatma kalitesi ve parlatma zaman aralığının kısaltılması ile erişilir (Parlatma programı AS1). Diğer azaltmalara daha da kısaltılmış parlatma zaman aralığı ile erişilir (AS2, $Leq(AS2)$).

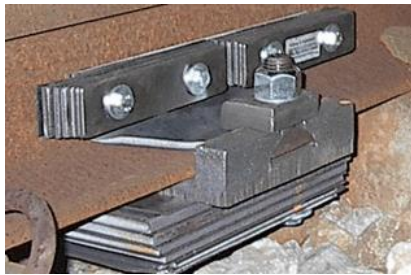
Böylece azaltma etkileri **parlatma işleminin kalitesine** ve **parlatma zaman aralığına** bağlıdır. Parlatma kalitesi ya akustik (standart bir taşıtla yapılan ölçümler) ya da doğrudan ray geçiş yüzeyi pürüzlenme spektrumlarının yardımı ile kontrol edilebilir. Raylar oluklu durumda iken yapılan parlatma bakımı sayesinde yer yer 20 dB(A)'e kadar bir azaltma elde edilmektedir. Düzenli olarak ve gözetim altında uygulamaya konulan parlatma bakım işlemi bu yüzden, tren yolu bakımına ilişkin akustiğe yönelik ilk adımdır.

Demiryolu trafiğinin gürültü yükünün hesaplama işleminde rayların durumunun tanımlanması için yapılan tahminler, işlem somut olarak gerçekleşmese dahi esas olarak düzenli yapılan parlatma bakım işlemine dayanmaktadır³⁷.

Parlatma bakımı sayesinde elde edilen sonuca karşın diğer azaltma şekli, **akustik olarak iyileştirilmiş parlatma işlemidir**. Parlatma bakım işlemine ek olarak özel tekniğe dayalı ilave parlatma işlemleri uygulanmaktadır. Rayların pürüzlülük sonucu Şekil Sch-3'de ortaya konulan raylar için en düşük eğime yaklaşık olarak karşılık gelmektedir. Mukayese olarak. Akustik parlatma işlemi aşağı yukarı 8 yılda bir uygulanırsa, lastik takozlu ya da diskli frenlere sahip taşıtlardaki parlatma bakım işlemine kıyasla azaltmalar yaklaşık 4 dB(A), DD takozlu olanlarda ise yalnızca 1 dB(A) seviyesinde olmaktadır. Parlatma periyodu 2 yıla indirgenirse, azaltmalar 6 dB(A) seviyesinde olmaktadır. Akustik parlatmanın maliyeti, rayların durumunun düzenli olarak kontrol edilmesi de dahil olmak üzere Almanya'da km başına ve yıllık 3500 €'dur; bu tutar, aynı etkiyi yaratan bir gürültü perdesinin maliyetinin yalnızca % 10'una tekabül etmektedir.

4.5.2. Tren Yolundaki Yayılmaların Azaltımına ilişkin Önlemler

Tren yolundaki emisyonlar, yoğun bir kurulum ve raylarda artırılmış soğurma işlemi sayesinde azaltılır. Mevcut demiryolu ağlarında soğurma işleminin artırılması ray soğurucuların için kullanılabilir. Resim 4-14 ila 4-16 üç modelini göstermektedir. 2 ila 4 dB(A)'e kadar bir azaltma sağlanabilir (yüksek değer, tekerlek gürültüsünde rayların yayılması, tekerleklerin yayılmasını belirgin bir biçimde aşması halinde geçerlidir). Resim 4 -14'de gösterilen soğurucular için maliyetler Avrupa'da 230 000 € / km civarındadır.



Resim 4 -14 : Schrey & Veit firmasının gizlenmiş soğurucusu

³⁷ Almanya'da ortalama olarak her 8 yılda bir parlatma işleminin yapılması zorunludur.



Resim 4-15: Corus firmasının gizlenmiş soğurucusu



Resim 4-16: Corus firmasının tekrar eden soğurucusu

4.5.3. Raya Yakın Mesafeli Gürültü Perdeleri

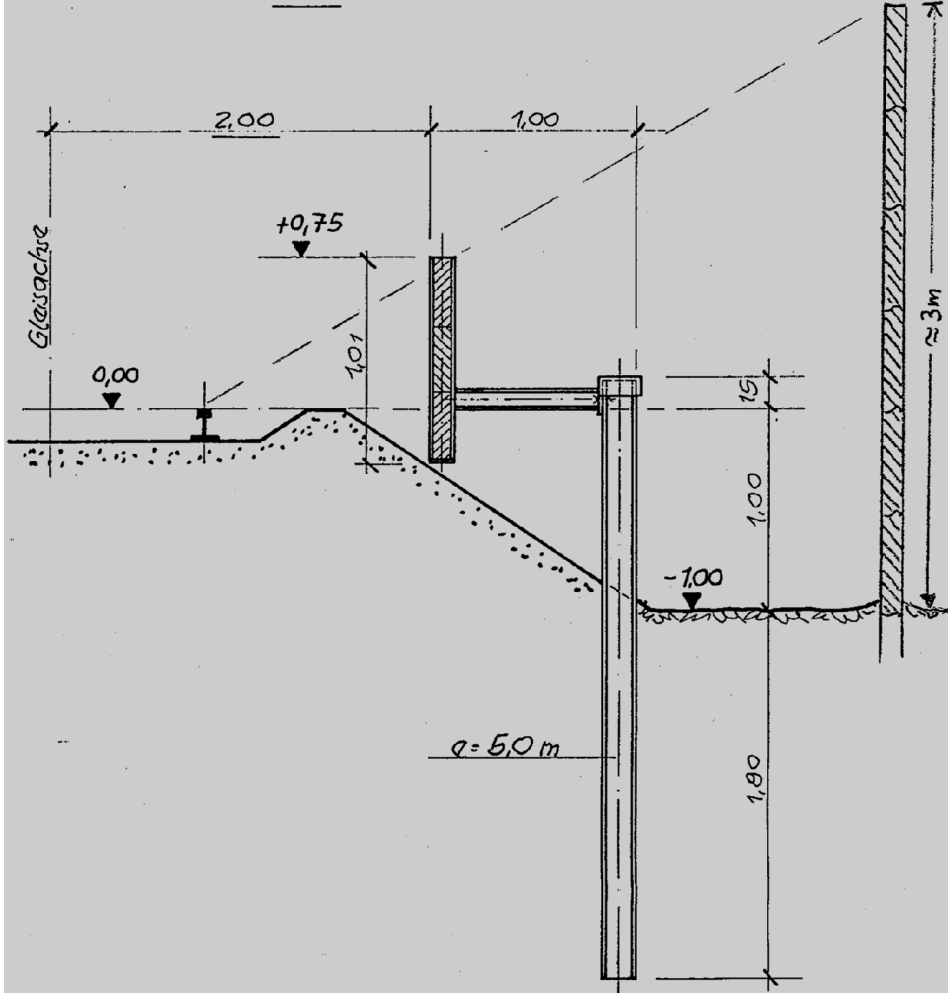
Raya yakın mesafeli gürültü perdesi, esasında genişleme hattında alınan önlemlerdir (bkz. Bölüm 5), ancak bu perdelerin özel olarak yapılandırılmasından dolayı Kaynağa Dayalı Önlemler kategorisine dahil edilmektedir. Perde mümkün olduğunca yakın bir şekilde açık alan profiline yanaştırılır ve bu yüzden uzun mesafelerde standart perdelerden daha etkilidirler. Bu nedenle bu perdeler daha alçak konumlandırılabilir ve bu durum maliyetleri azaltmakta ve geleneksel perdelerin olumsuz görsel etkisini bertaraf etmektedir. Perdeler, açık alandaki yakın mesafe nedeniyle rayların arasına da kurulabilir ve bu şekilde, özellikle çok raylı demiryolu tesislerinde ray hattının kenarında tek tek kurulan perdelerle göre belirgin bir biçimde daha etkili olmaktadır. Raya yakın mesafeli gürültü perdeleri, doğrudan tren yoluna da bağlanabilir (tekne şeklinde kurulum). Bunlar boji çerçeve giydirmeleri ile kombine edildiğinde özellikle etkilidir (bkz. Resim 4-10). Raya yakın mesafeli gürültü perdesi örnekleri Avusturya ve Almanya'da bulunmaktadır. Resim 4-19, Almanya'da raya yakın mesafeli bir perdenin kesitini göstermektedir. Perde, ray çalışmaları için sökülebilir, ray dış kenarından yüksekliği 0,75 m ve 4 m aralıklı 2 m'lik bir perde kadar etkili olmaktadır. Resim 4-17 raydan bir görünüşü ve Resim 4-18 perdenin dıştan görünüşünü göstermektedir.



Resim 4-17: Asbach-Bäumenheim, Almanya'daki tren hattına kurulan alçak gürültü perdesi: Raydan görünüş



Resim 4-18: Asbach-Bäumenheim tren hattında alçak gürültü perdesi: Dıştan görünüş



Resim 4-19 : Asbach-Bäumenheim tren hattında alçak gürültü perdesi: Kesit

4.5.4. Tren Hattı Absorbsiyonunun (Emiciliğinin) Arttırılması

(Yüksek derecede) soğurucu biçimde oluşturulmuş bir tren hattı, taşıt ve tren yolu tarafından yayılan ve bunlardan yansıyan sesi azaltmaktadır. Trenlerin klasik balast yapısı, çok az iyileştirilebilir iyi bir absorbsiyon etkisine sahiptir. Sabit tren hatlarında balasta karşı gürültü durumunu daha da kötüleştirmemek için soğurucu kaplamalar kullanılmalıdır. Tramvaylarda son yıllarda ağırlıklı olarak çimenli raylar diye adlandırılan bir sistem uygulamaya konmuştur, hatta bunlarla birlikte balasta karşın yaklaşık 2 dB(A) civarında bir ilave azaltma elde edilmektedir. Bu arada çimen ya da bitki örtüsü rayın dış kenarına kadar yükselmelidir ("yüksek seviyede çimenli ray").

Bununla ilgili Resim 4 -20 ve 4 -21 iki örnek göstermektedir. Bilbao’da çimen, rayların her iki tarafında da açık bir biçimde esas rayın dışına taşmıştır ve bu şekilde cadde üzerindeki soğurucu etkiyi artırmaktadır.



Resim 4 -21 : Bir yük tramvayı için Dresen’de çimenli ray

4.6. Dönüş Gıcırtilarına ilişkin Önlemler

Dönüş gıcırtiları, özellikle yakın mesafe demiryollarının dar virajlarında meydana gelmektedir. Dönüş gıcırtilasının rahatsız edici etkisi, ortalama ses seviyesine yaptığı katkıların çok ötesindedir. Bu sorunun çözümü için ayrıca;

- Göbek doğrusu ayarlanabilir boji çerçevesi:
Bunlar tekerlek akslarının karşılıklı ters çevrilmesine imkan verir ve böylece daha iyi bir viraj dönüşü sağlarlar.
- Tekerlek soğurucular
- Raylarda yağlama malzemelerinin kullanılması (bunların arasında sulama da var)

4.7. Demiryolu Trafiğinin Gürültüsünü Kaynağında Azaltmak için Beş Ana Tavsiye:

- Dökme demir takozlu frenlere sahip taşıtların modernize edilmesi
- Emisyona bağlı hat fiyatlarının uygulamaya konması
- Akustik olarak iyileştirilmiş parlatma işleminin ve programlarının uygulamaya konması
- AB tarafından ön görülen gürültü sınır değerlerinin uluslararası çalışan yeni demiryolu taşıtlarının tedarikinde alt sınır olarak belirlenmesi
- Yakın mesafe trafiğindeki (tramvaylar, metrolar) taşıtların tedarikinde zorlayıcı İdari Şartname değerleri

5. Uçak Gürültüsünün Azaltımına ilişkin Önlemler

Bir hava taşıtı ile ilgili başlıca gürültü kaynakları açıklandıktan sonra gürültü azaltımına ilişkin imkanlar ortaya konacaktır. Kaynağında alınacak gürültü azaltma önlemlerinden yola çıkıldığında hava işletmesine dayalı, planlı ve ekonomik imkanların ön planda olduğu görülür. Buna ek olarak motor takımı test sürüşlerinin meydana getirdiği gürültülerin azaltımına ilişkin önlemler de ele alınacaktır.

5.1. Giriş

Uçak gürültüsü, her zaman olduğu gibi hava limanları yakınında oturanlar için bir hayli büyük bir problem olmaya devam etmektedir. Bu durum her uçak için gürültü azaltma konusunda elde edilmiş tartışmasız başarılarla rağmen, hava trafiğinin ve hava taşıtı sayısının sürekli artmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenden dolayı uçak gürültüsünü azaltmaya yönelik önlemlerin alınması hala gerekli olmaktadır. Bu önlemler, hem gelecekteki yeni hava taşıtları, hem de mevcut hava taşıtları için uygulanmalıdır.

5.2. Uçak Gürültü Kaynakları

İlk jet motorlu uçaklarda motor takımının çıkardığı gürültüler çok fazlaydı. Ancak uçak üreticileri, bu gürültü kaynağını azalttıktan sonra bu sefer başka gürültü kaynakları ön plana çıktı – önemli ölçüde aerodinamik gürültü kaynakları -. İlk önce aşağıda motor takımının yarattığı gürültülerden ve daha sonra aerodinamik gürültü kaynaklarından söz edilecektir.

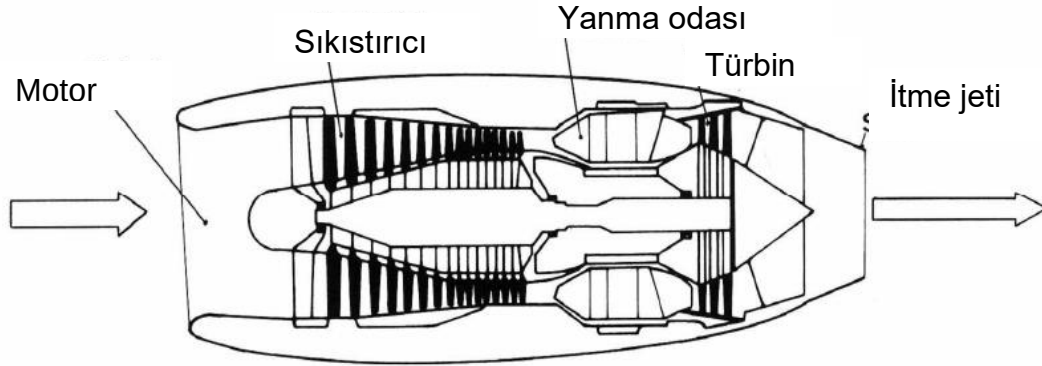
5.2.1. Motor İşletme Gürültüsü

Hava taşıtlarındaki gürültü emisyonlarına ilişkin genel kanı, jet motorlu uçakların gürültü emisyonları yarattığı şeklindedir ve bu yüzden bu konu burada öncelikli olarak ele alınacaktır. Fakat pervaneli uçakların ve helikopterlerin çıkardığı gürültüler de çok rahatsız edici bir etki yaratmaktadır ve bu yüzden bu hususlar da yine en son incelenecektir.

5.2.1.1. Jet Motorunun Yarattığı Gürültü

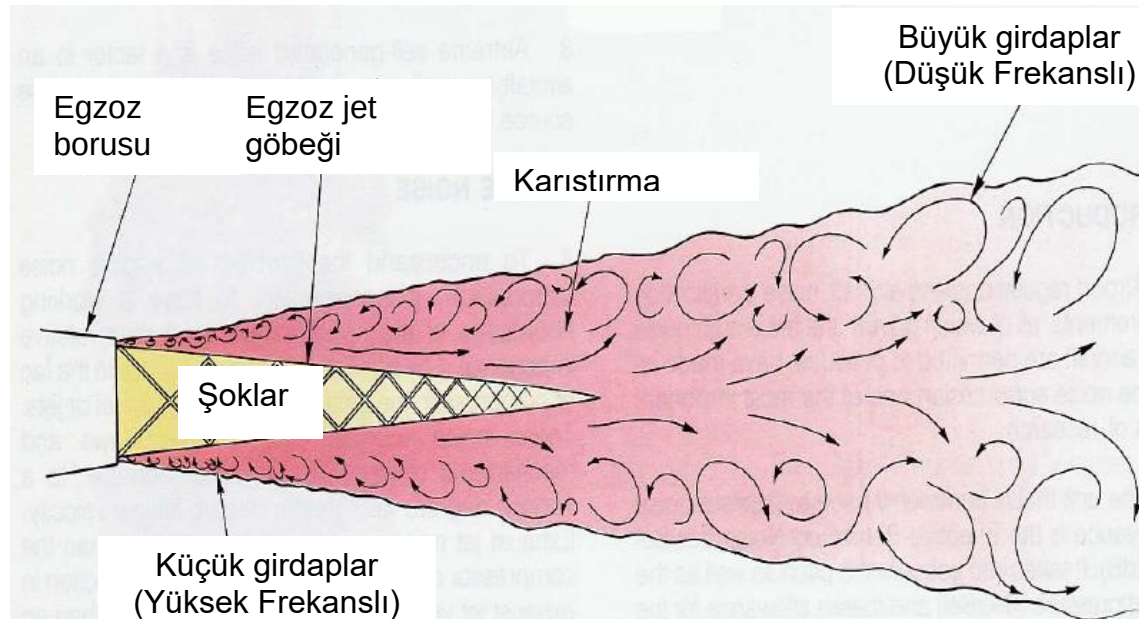
Birinci jenerasyon jet motorunun çalışma prensibi Şekil 5-1'de görülmektedir.

Motorun ağızına akın eden hava, kompresör aracılığıyla sıkıştırılır ve içine yakıtın püskürtüldüğü yanma odasına gönderilir. Sıcak atık gazlar, kompresörün de çalışmasını sağlayan motoru hareket geçirir. İtme jetinden püskürtülen sıcak atık gazlar hava taşıtının ileri hareket etmesini sağlar.



Şekil 5-1: Birinci jenerasyon jet motorunun çalışma prensibi [1]

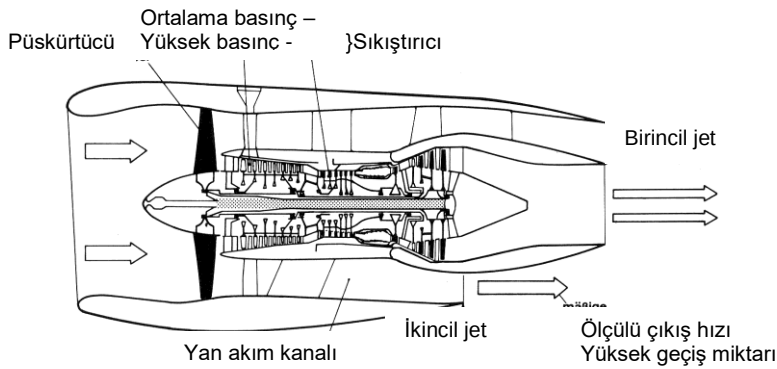
Bu tür motor takımlarının gürültü emisyonları, ağırlıklı olarak atık gaz püskürtülmesinden meydana gelir ve bu esnada girdaplar oluşur. Girdapların büyüklüğüne göre farklı ses frekansları açığa çıkar. Bu tür motorların atık gaz püskürtmesi esnasında ağırlıklı olarak düşük frekanslar baskındır. Şekil 5-2 bir atık gaz püskürtülmesinde meydana gelen farklı gürültü kaynaklarını göstermektedir.



Şekil 5-2: Bir atık gaz püskürtülmesinde meydana gelen gürültü kaynağı [2]

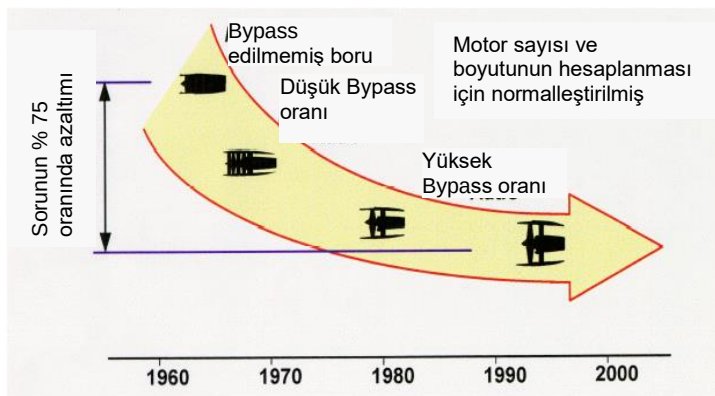
Bir atık gaz püskürtülmesinde meydana gelen gürültü emisyonları, orantılı olarak 6

ila 8 püskürtme hızı gücündedir. Bu yüzden bir sonraki jenerasyon motor takımlarında atık gaz püskürtme hızı düşürülmüştür. Bu tür dış yüz akım motor takımlarında Şekil Flu-3'ün de gösterdiği gibi sıcak atık gaz püskürtülmesinde daha yavaş bir hava akımı verilmektedir. Böylece son tahlilde etkili olan atık gaz püskürme hızı belirgin bir biçimde düşürülmüş ve motorun iç kısımda meydana gelen hızlı atık gaz püskürmesi, dışarıdan gözlemlenebilen daha soğuk ve yavaş hava akımı tarafından perdelenmiştir.



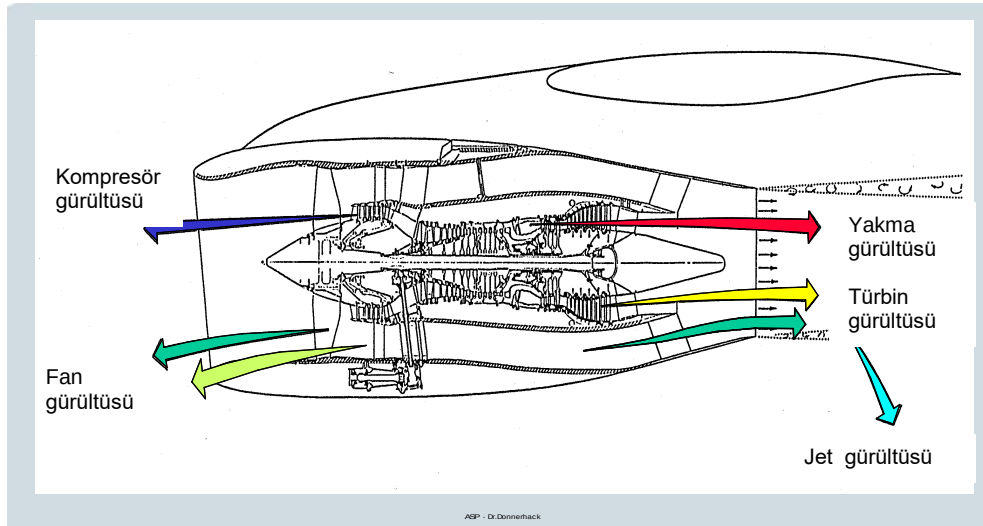
Şekil 5-3: İkinci jenerasyon püskürtmeli motor takımlarının çalışma prensibi (Bypass Edilmiş Motor Takımı) [1]

Bu teknoloji ile elde edilen gürültü azaltımının, her bir motor teknolojisindeki gürültü emisyonlarının motor takımlarının hizmete alındığı yıl içerisinde ön görüldüğü Şekil 5-3'de görülebilir. Bu emisyonlar, aynı hava taşıtı boyutunda 30 dB'e kadar çıkmaktadır.

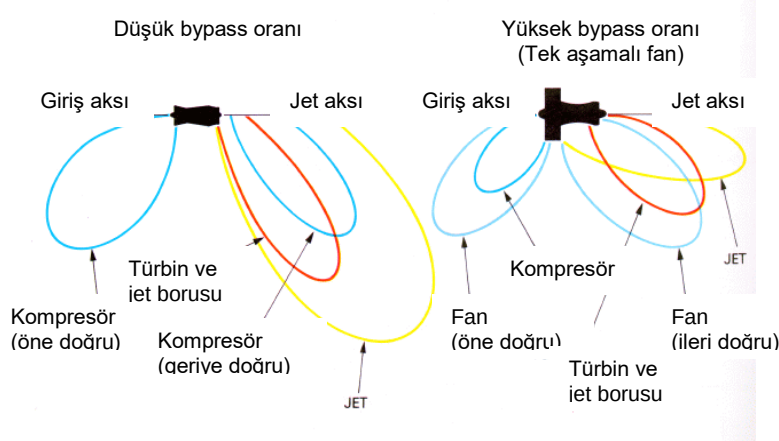


Şekil 5-4: Bypass edilmiş motor takımlarının uygulamaya konması ile sağlanan gürültü azaltımı [3]

Püskürtme gürültüsünün (jet noise (jet gürültüsü)) azaltımı ile bypass edilmiş motor takımlarında farklı yönlerde doğru yayılan (öne ya da arkaya doğru) kompresör gürültüsü (Compressor noise), yakma gürültüsü (Combustor noise) ve türbin gürültüsü (Turbine noise) gibi yeni ya da şimdiye kadar önemsiz olan gürültü kaynakları ortaya çıkmaktadır (fan noise (fan gürültüsü)). Şekil 5-5, bu gürültü bileşenlerine ait farklı emisyonları şematik olarak gösterirken Şekil 5-6, birinci jenerasyon motor takımı ile mukayese ederek her bir gürültü bileşeninin farklı yön karakterlerini ve de bunların karşılaştırmalı gürültü emisyonlarını göstermektedir. Bu resimden, birinci jenerasyon motor takımında da ayrı ayrı gürültü bileşeninin ortaya çıktığı (örneğin arkaya doğru yayılan kompresör gürültüsü gibi) anlaşılmaktadır, ancak bunlar atık gazların çıkardığı gürültünün içinde tamamen yok almaktadır. Buna ek olarak bypass edilmiş motor takımlarında, özellikle yüksek frekans oranları ve ses tutuculuğu nedeniyle (dairesele testerenin çıkardığı gürültüye benzer) bir hayli rahatsız edici olan ilk bypass edilmiş motor takımlarında üfleme gürültüsü (fan gürültüsü) gibi yeni gürültü bileşenleri ortaya çıkmıştır.



Şekil 5-5: Bypass edilmiş bir motor takımının gürültü bileşenleri [4]



Şekil 5-6: Birinci jenerasyon motor takımının (solda) ve bypass edilmiş bir motor takımının (sağda) ayrı ayrı gürültü bileşenlerinin yön karakteristiğinin şematik olarak gösterilmesi [3]

Şekil 5-7, bypass edilmiş bir motor takımının püskürtme gürültüsü ve toplam gürültüsünün bypass ilişkisi ile olan bağlantısını göstermektedir. Bu şekilden püskürtme gürültüsünün bypass ilişkisinin artmasıyla azaldığı, dönen motor takımı parçalarının çıkardığı gürültünün ise bypass ilişkisinin artmasıyla belirgin bir biçimde azaldığı açıkça görülmektedir. Oysa ki toplam gürültü, bypass ilişkisinin artmasıyla en aza doğru gitmekte, fakat artan motor ağırlığı ve artan hava direnci gibi daha yüksek bypass ilişkisinin yarattığı negatif etkiler daha baskın gelmektedir. Buna göre toplam olarak ele alındığında bypass ilişkisi için bugünün düşüncesine sahip motor takımlarında 10 civarında seyreden bir optimum söz konusudur. Motor takımı gürültüsünün azaltımına yönelik diğer alınacak önlemler – özellikle de halen mevcut olan hava taşıtları için - Bölüm 5.3.2’de anlatılmıştır.

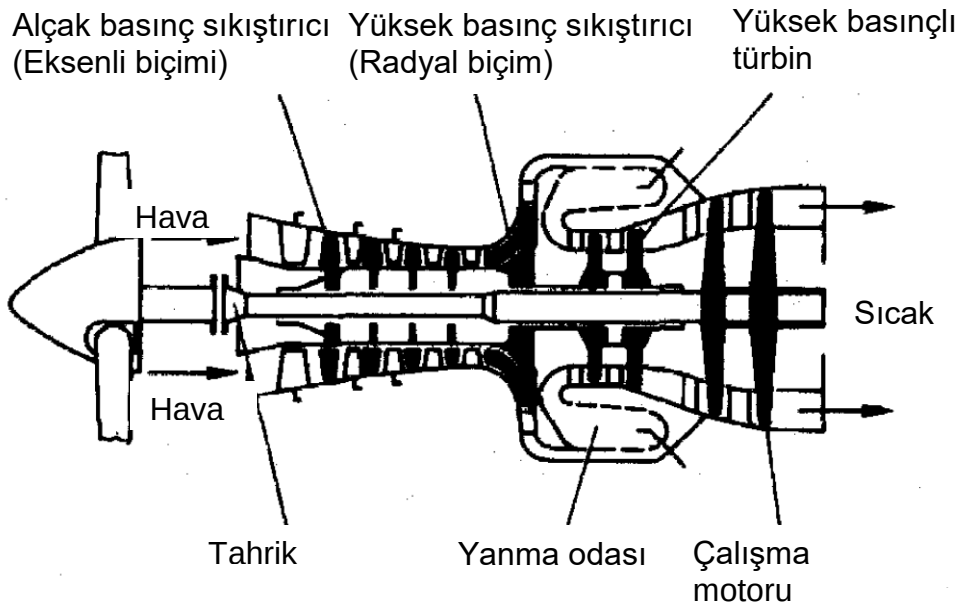
Şekil 5-7: Püskürtme gürültüsü, dönen motor takımının parçalarından kaynaklanan gürültü ve toplam gürültü için bypass ilişkisi ile bağlantılı gürültü seviyesi [4]

5.2.1.2. Pervaneli Uçak Gürültüsü

Bugünlerde ağırlıklı olarak genel hava ulaşımında kullanılan ve pervane ile çalışan hava taşıtlarında havalanma gürültüsü her şeyden önce pervaneden kaynaklanmaktadır. Gürültüler, pervane kanatlarının etrafını kuşatan hava ile etkileşiminden meydana gelmektedir. Emisyon seviyesinin azaltımı, bir hız azaltma şanzımanı takılarak pervane dönüş hızının düşürülmesi ve aynı anda pervane çapının artırılması ve / veya pervane geometrisinin ya da kanat sayısının değiştirilmesi yoluna gidilerek pervane kanat uçları hızının düşürülmesi ile sağlanabilir. Pistonlu motor ile çalışan pervaneli uçaklarda pervane gürültüsü azaltıldığında çoğu zaman ilave bir egzoz soğurucusu ile azaltımı icap eden bir atık gaz gürültüsü ortaya çıkmaktadır.

En yüksek kalkış ağırlığı 5,7 tonun üzerindeki ağır pervaneli uçaklarda bugün ağırlıklı olarak ve hatta neredeyse tamamında normal türbin motorlarına benzeyen mille çalışan motor takımları (turbo pervaneli motor takımları) kullanılmaktadır. Ancak bu

tür motor takımlarında ileri hareket yalnızca - püskürtmeli motor takımlarında olduğu gibi – atık gaz püskürtülmesi ile meydana gelmemektedir. Aynı anda pervaneyi (ya da helikopter rotorunu) harekete geçiren motor performansının bir kısmı mekanik enerjiye dönüştürülür. Mille çalışan motor takımlarının gürültü kaynağı önemli ölçüde diğer türbin motorlarının kaynağı ile uyumludur. Esas olarak sadece yayılan gürültü seviyesi belirgin bir biçimde daha düşüktür. Şekil 5-8 pervaneli türbin motor takımını şematik olarak göstermektedir.

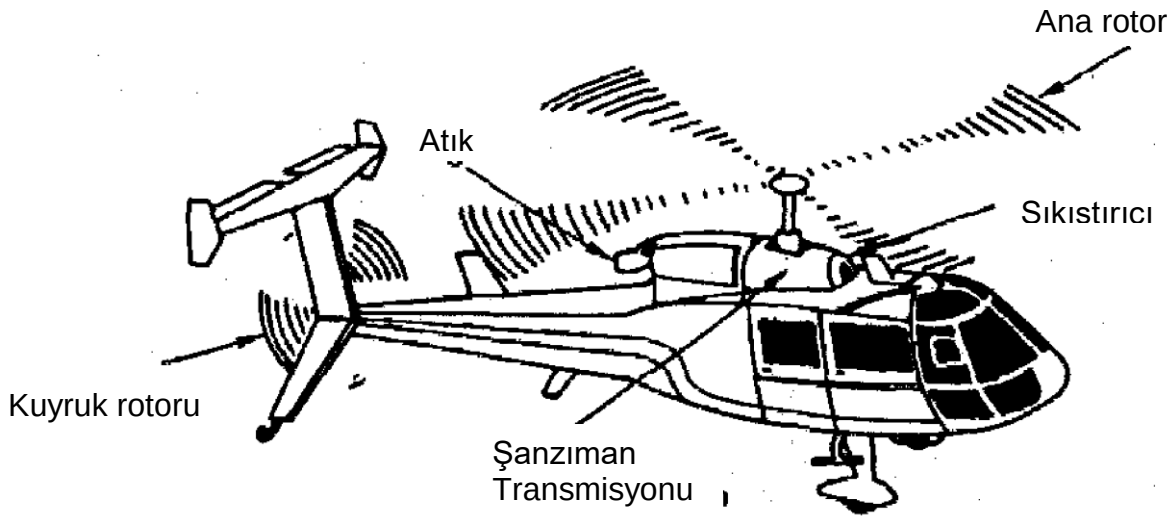


Şekil 5-8: Pervaneli bir türbin motor takımının şematik olarak gösterilmesi [5]

5.2.1.3. Helikopter Gürültüsü

Helikopterlerin çıkardığı gürültüler, hem motor işletme gürültüsü hem de rotor kanatları yoluyla (ana rotor ve kuyruk rotoru) meydana gelmektedir. Şanzımanların ve transmisyonların çıkardığı gürültüler yalnızca yakın alanda fark edilir ve yalnızca kabinin iç kısmında etkili olmaktadır. Mille çalışan motor takımlarına sahip helikopterlerde genel olarak motor gürültüsü daha az önem arz eder. Baskın olan gürültüler rotorlar tarafından meydana getirilir ve aerodinamik kaynaklıdır. Tüm aerodinamik gürültülerde olduğu gibi dönüş sesinin açığa çıkardığı bir gürültü (pervane ya da rotor frekans uyumu) ve geniş band gürültüsü meydana gelmektedir. Helikopterlerde özellikle belirgin olan gürültü bileşenleri, bir hayli sesli ve periyodik

tekrarlanan darbeleri bir gürültü türü olan “blade slap (kanat çırpma)”dır. Pervane kanadından yayılan ve kanat ucunda meydana gelen bir girdabın dönen bir sonraki rotor kanadı ile buluşması nedeniyle meydana gelmektedir. Söz konusu bu keskin gürültü, sık sık alçalma uçuşlarında motor takımının performansı düşürüldüğünde ortaya çıkmaktadır. Fakat bazı helikopterler bu gürültüyü, belli hızlarda seyrettikleri yatay uçuşlarda da yaymaktadır. Şekil 5-9, bir helikopterin gürültü kaynaklarını şematik olarak göstermektedir. Pervaneli motorlarda olduğu gibi gürültü emisyonları, kanat ucu hızının düşürülmesi, kanat yükünün azaltımı ve uygun rotor kanadı formları kullanılması ve kanat sayısının artırılması ile azaltılabilir.



Şekil 5-9: Bir helikopterin gürültü kaynaklarının şematik olarak gösterilmesi [5]

5.2.2. Hava Akımı Gürültüsü (Aerodinamik Gürültü)

Uçaklardaki bir diğer gürültü kaynağı da, aerodinamik gürültü yoluyla hava akımını delen uçak parçaları tarafından meydana getirilir. Gövdeden hava akımının içine doğru uzayan antenler, menfezler, ölçüm araçları ve ayrıca ek yerleri, perçinleri ve bakım kapaklarının ağızları ve drenaj delikleri gibi tüm yapısal parçalar, uçuş esnasında hava akımına karşı türbülans ve gürültü yayan bir direnç meydana getirirler. Esasen yapısal parçalar, daha uçak gövdesinin tasarımı ve dizaynı sırasında optimum yerleştirilmiş ve şekillendirilmiştir, ancak, örneğin bazı anten ve sensörler minimum mesafe ve montaj yerleri gerektirirler ve gürültüyü azaltacak

biçimde yerleştirilmelerine ve dolayısıyla optimum bir gürültü azaltımına izin vermezler. Minimum düzeyde bir hava direnci ile ilgili olarak gövdenin aerodinamik bir iyileştirme, uçağın seyahat biçimi için, yani gövdenin yatay olarak bir hava akımına uğraması ile gerçekleşir. Ancak bu ön şart en azından kalkışta ve inişte geçerli değildir, çünkü burada uçak 8 – 12’lik bir kalkış açısıyla yükselmekte (hava akımına karşı uçağı ayarlama açısı 20 dereceye kadardır) ya da inişe geçişte 3 – 5 derecelik bir açıyla alçalmaktadır (hava akımına göre ayarlama açısı yaklaşık olarak +5 derecedir). Bunun sonucu olarak da söz konusu uçuş evrelerinde aerodinamik gürültüler artmaktadır.

Kanatlardaki yoğun gürültü emisyonlarının asıl nedeni uçağın açılmış iniş kapakları, (flaps), burun kapakları (slats) ve fren kapaklarıdır (spoiler). Açılmış durumda olan arka kanat kenarındaki iniş kapakları ve ön kanat kenarındaki burun kapakları kalkışta ve ayrıca yavaş uçuşta – yani inişe geçişte - daha yüksek itiş gücüne neden olurken, kanat yüzeyindeki spoiler (hız kesici kanat) direncin artması ve böylece uçağın frenlenmesi için kullanılmaktadır. Resim 5-10, aerodinamik gürültünün meydana gelmesinden sorumlu olan uçağın bazı bileşenlerini göstermektedir.



Resim 5-10: Taşıyıcı kanattaki aerodinamik gürültü kaynakları [6]

Bir diğerk önemli gürültü kaynağı da, özellikle iniş geçişte açılan iniş takımlarıdır. Günümüzde üretilen iniş takımları, dar bir alan içinde çalışmakta ve daha da kötüsü birbirlerini karşılıklı etkileyen çok sayıda ses kaynağını içermektedir. Resim 5-11, modern bir yolcu uçağının iniş takımlarındaki ses kaynaklarını göstermektedir: Burada dikkat edilmesi gereken husus, günümüzde jet motorlu yolcu uçaklarının iniş takımlarının yaklaşık olarak 160 kt'da (yaklaşık 270 km/h) açıldığıdır. Bu sayede hava direncinde ve buna bağlı olarak da gürültü emisyonlarında sonsuz artış meydana gelmektedir. Kalkış esnasında iniş takımlarındaki yüksek oranda hava direnci nedeniyle bunlar, havalandıktan sonra mümkün olduğunca çabuk içeri alınmakta ve bu sayede kısa bir süre için de olsa, bunun haricinde önemli ölçüde gürültülü motor takımı sesi tarafından bastırılan bir kalkış gürültüsüne yol açmaktadır.



Resim 5-11: İniş takımlarındaki gürültü kaynakları [6]

Gürültü kaynakları konusu ile ilgili son olarak Şekil Flu-12, 5'lik bir bypass ilişkisi olan modern bir jet uçağına ait ayrı ayrı ses kaynaklarının hem kalkış sürecine (solda) hem de iniş (sağda) yaptığı etkileri göstermektedir. En alttaki kolon, motor gürültüsü ve aerodinamik gürültü kaynaklarından meydana gelen toplam gürültü seviyesini ortaya koymaktadır. Bu arada ölçüm noktalarında izin verilen her bir gürültü miktarı (kalkış süreci için kalkış yeri ölçüm noktası ve iniş geçişlerde iniş gürültüsü ölçüm noktası; Bölüm 5.3.1 ile karşılaştırın), ICAO Ek 16, Bölüm 1, [7]'ye göre verilmiştir. Bu resimden kısmi gürültü kaynaklarının nispeten önemli olduğu anlaşılmaktadır. Böylece, örneğin aerodinamik gürültü (Airframe noise) kalkışta ihmal edilebilir, çünkü

hem jet gürültüsü (Jet noise) hem de üfleme gürültüsü (Fan noise) belirgin bir biçimde daha fazladır. Buna karşılık inişteki aerodinamik gürültü, türbin gürültüsü (Turbine noise) ile aynı büyüklükte olup jet gürültüsü de belirgin bir biçimde daha azdır. Bu resimden, net bir gürültü azaltma elde etmek için kullanma sürecine bağlı olarak bir hava taşıtının gürültüsünün en aza indirilmesi için hangi noktasından müdahale edilmesi gerektiği çok açık bir biçimde görülmektedir.

Resim 5-12: 5'lik bir bypass ilişkisi olan bir jet uçağında her bir ses kaynağının kalkışta (solda) ve inişte (sağda) toplam gürültüye yaptığı etkiler [4]

5.2.3. Zemin Gürültüsü

Kısmen de olsa hava taşıtları zeminde de, uzun süreli etkisinden ya da ağırlıklı olarak gürültü hassasiyetinin olduğu zamanlarda ortaya çıktığından, aşırı derecede rahatsız edici olabilen büyük gürültüler açığa çıkarmaktadır. Gürültü, hem yardımcı güç üniteleri aracılığıyla, hem de bakım yapıldıktan ya da motorlar tamir edildikten sonra gerekli olabilen motor takımı test sürüşlerinde meydana gelmektedir.

Hava taşıtları yerdeyken, şayet hava taşıtlarının yer ile bağlantılı ikmalî mümkün değilse, enerji tasarrufu, havalandırma ve motor takımlarının kendi başına çalışması için yardımcı güç ünitelerine ihtiyaç duyarlar (**Auxiliar Power Units, APU**). Söz konusu bu yardımcı güç üniteleri, alışlageldiği gibi hava taşıtının kuyruğuna monte edilmiştir ve yüksek oranda ve sürekli tekrarlanan gürültüler açığa çıkarırlar. Bunlar

elektrik üretmek üzere flanş bağlantılı jeneratör ile kabinlerin ve uçak donanımının havalandırılması ve iklimlendirilmesi (nem ve temizlik sağlayan, gerekli hava akımını gerçekleştirmek) ve ayrıca motor takımlarının çalıştırılması için gerekli hava basıncının oluşturulması için bir kompresöre sahip küçük birer jet motorlarıdır. Pek çok hava alanında hava taşıtlarının ikmali için uçak güvertesine özgü yardımcı güç ünitelerinden daha iyi ve daha etkili bir biçimde gürültü azaltımı yapılabilecek zemin takımları hazır bulundurulur.

Motor takımı test sürüşleri alışageldiği üzere motorda ya da motorların ayar cihazlarında yapılan çalışmalar bitirildikten sonra ve hava taşıtlarının çalıştırılmasından kısa bir süre önce gerçekleştirilir. Bu nedenden dolayı çoğu zaman gece saatlerinde ve sabahın erken saatlerinde yapılmaktadır. Bu arada alışlageldiği üzere nispeten yüksek olan motor performans ayarlarının uzun süre korunması gerekir, böylece gerekli düzeltmeler yapılabilmektedir. Şayet hava alanı bölgesinde motor takımı test sürüşleri için her türlü yerleşim yerinden uzakta uygun park yerleri mevcut değilse, motor takımı test sürüşleri için düzeneklerin kurulması gerekir. Bu sistemler Bölüm 5.7'de ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

5.3. Uçak Gürültüsünün Kaynağında Azaltımı

Uçak gürültüsünün kaynağında azaltımı, en büyük başarıyı sağlamaktadır; ancak gürültü seviyesinin sonradan azaltımı esas olarak yüksek maliyetlere yol açmaktadır. Bu yüzden hava taşıtlarının düşüncesinin oluşturulması aşamasında, uçak gürültüsünün azaltımı yönünde gerekli önlemlerin alınması için tüm çabaların sarf edilmesi gerekir. Geçmişte daha sessiz çalışan hava taşıtları ile ilgili olarak gürültü ruhsat yönetmeliklerinin uygulamaya konması ile kesin olarak bir ilerleme sağlandığı görülmüştür. Bu yüzden bundan sonraki bölümde, ilkönce hava taşıtlarında gürültü ruhsat konusuna değinilecektir. Daha sonraki bölümde motor takımı gürültüsünün azaltımına yönelik önlemler ve son olarak da hava akımı gürültüsünün azaltımına yönelik önlemler anlatılacaktır.

5.3.1 Hava Taşıtlarında Gürültü Ruhsatı

Geçen yüzyıldaki 60'lı yılların başında jet motorlu uçakların kullanılması ile hava limanları yakınında oturanlar, jet motorlu uçakların aşırı bir biçimde artan gürültü emisyonlarına karşı bir hayli direnç geliştirmiştir. Bu durum 1969 yılında ABD Hava İşletmeleri İdaresi (Federal Aviation Agency (FAA)) tarafından hava taşıtları ile ilgili dünya çapındaki ilk gürültü ruhsat yönetmeliğini (Federal Aviation Regulation (FAR) (Federal Havacılık Düzenlemesi) Bölüm 36 ile [8]) yayınlamasına neden olmuştur. Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu (International Civil Aviation Authority (ICAO)) tarafından bu yönetmelik üzerinde ufak değişiklikler yapılmış ve 1974 yılında ICAO Ek 16 (ICAO Annex 16 to the Convention of Chicago...) [7 a] (ICAO Chicago Anlaşması EK 16...) yayınlanmıştır. 1981 yılında EK 16'ya hava taşıtlarının atık gazları ile ilgili bir ruhsat yönetmeliği olan ikinci bir cilt ilave edilmiştir [7 b] ve gürültü ruhsat yönetmeliği halen EK 16, Cilt 1'de yer almaktadır.

Uçak gürültüsü ruhsat işlemi, hem hava taşıtı açısından (motora bağlı olarak), hem de genel olarak uçak üreticilerinin içinde bulundukları tüm olumsuz gürültü durumlarını kapsayacak şekilde özel işletme şartlarını tanımlamaktadır. Jet uçakları ile ilgili gürültü emisyonlarının çeşitli ölçüm işlemleri mevcuttur (Bölüm 2, 3 ve 4; ilgili bölümlerde verilen bilgiler EK 16, Cilt 1'in 2005 tarihli son baskısı ile uyumludur); pervaneli uçaklar (uçağın kalkış ağırlığına göre Bölüm 3, 4, 5, 6 ve 11), helikopterler (Bölüm 8 ve 11) ve ses üstü uçaklar (Bölüm 12) ve ayrıca hava taşıtlarının yerde enerji ikmali yapması ve iklimlendirilmesi için yardımcı güç üniteleri (Auxiliar Power Units (APU)) (Bölüm 9 ve EK C). Aşağıda yer alan Tablo 5-1, ilgili bölümlerin her bir konu başlığına ve hava taşıtları için örnek ruhsat uygulamalarına açıklık getirmektedir:

Tablo 5-1: ICAO Ek 16, Cilt I'in içeriği

Bölüm	Hava Taşıtı Tipi	Örnek Ruhsat Uygulaması
1	Genel Hususlar	
2	Sessiz Jet Uçakları	1977'ye kadar
3	8618 kg ya da 5700 kg'ın Üstündeki Sessiz Jet Uçakları ve Pervaneli Uçaklar	1977'den 2005'e kadar
4	8618 kg ya da 5700 kg'ın Üstündeki Sessiz Jet Uçakları ve Pervaneli Uçaklar	2006'dan itibaren
5	8618 kg ya da 5700 kg'ın Üstündeki Pervaneli Uçaklar	1977'den 1985'e kadar
6	8618 kg'nun Üstündeki Pervaneli Uçaklar	1975'den 1988'e kadar
7	STOL Uçaklar	
8	Helikopterler	1985'den itibaren
9	Takılmış Yardımcı Üniteler (APU)	
10	8618 kg'ın Altındaki Pervaneli Uçaklar	1988'den itibaren
11	3175 kg'ın Altındaki (Hafif) Helikopterler	1993'den itibaren
12	Ses Üstü Uçaklar	--
13	Tilt – Rotor - Uçak	

Sessiz jet uçakları ve pervaneli uçakların gürültü ruhsatına ilişkin önemli kısımlar Bölüm 2, 3, 4 ve 5'te yer almaktadır. Sessiz jet uçakları için sınır değerler, Bölüm 3'ün ya da 4'ün uygulanmaya alınmasıyla, Bölüm 2 ya da 3'te yer alan sınır değerlerinin sıkılaştırılması sonucunda oluşturulmuştur. 8618 kg ya da 5700 kg'nun üstündeki pervaneli uçaklar için Bölüm 4'ün uygulamaya konması ile Bölüm 5 ya da 3'te yer alan sınır değerleri ile ilgili olarak aynı hususlar geçerlidir. Gürültü ruhsatı için Bölüm 2 ya da 5'te yer alan sınır değerleri, yeni taşıtların kullanıma sunulması ile eskilerde kaldığından bundan sonraki bölümde Bölüm 3 ve 4'e yer verilecektir.

EK 16'nın her bir bölümü, uçak gürültü ruhsatı ile ilgili detaylı bilgileri içermektedir. Söz konusu bilgiler, uygulanabilirlik (Applicability), gürültü ölçüm işlemleri (Noise Evaluation Measure), ölçüm noktaları (Reference Noise Measurement Points), azami gürültü sınır değerleri (Maximum Noise Levels), izin verilen sınır aşımaları (Trade-

offs), uçak gürültü ruhsatına dair referans uçuş işlemleri (Noise Certification Reference Procedures) ve test işlemleridir (Test Procedures). ICAO EK 16, Cilt I, Bölüm II'nin 2 no.lu ekinde gürültü tespit işlemlerinden olan gürültü ruhsat ölçümü, asıl gürültü ölçüm işlemi, gürültü algılama seviyesi EPNL'nin (**E**ffective **P**erceived **N**oise **L**evel / Etkili algılamalı gürültü seviyesi) EPNdB (**E**ffective **P**erceived **N**oise **L**evel in **dB** / Etkili algılamalı gürültü desibeli) olarak hesaplanması ve ruhsata ilişkin verilerin Ruhsat İşlemleri Dairesine aktarılması ile ilgili çerçeve şartları detaylı olarak anlatılmıştır.

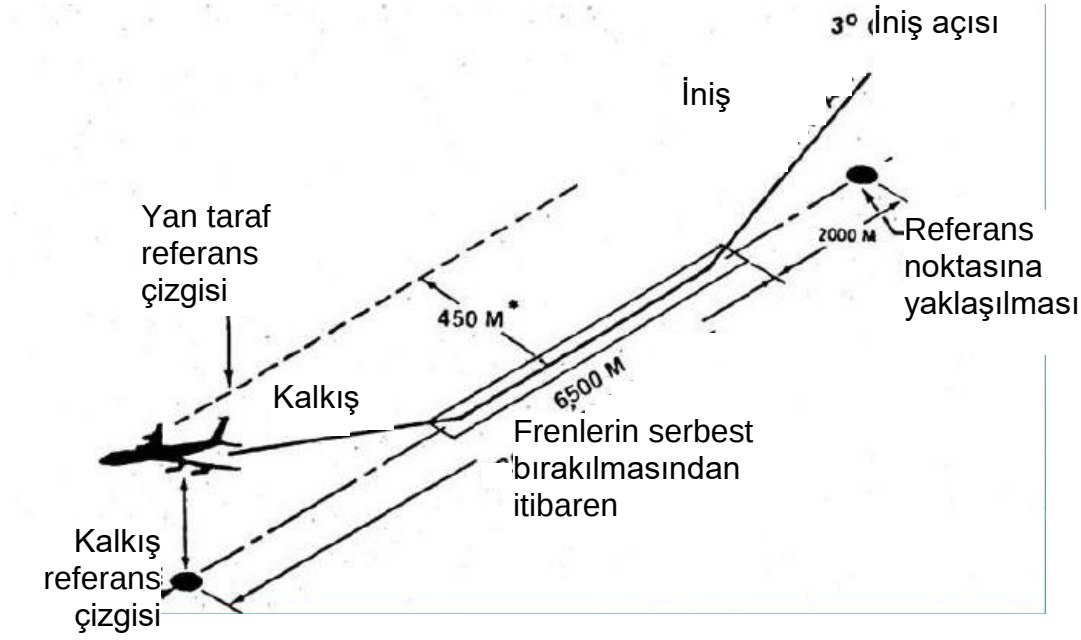
Böylece gürültü ruhsat yönetmelikleri bir yönüyle daima gürültü emisyonları ölçüm işlemlerini tanımlamakta, diğer bir yönüyle de gürültü emisyonları ölçüm işlemlerini belirlemektedir. Aşağıda yalnızca jet uçakları ve helikopterler ile ilgili ruhsat yönetmeliklerine detaylı olarak girilecektir.

5.3.1.1. Jet Uçakları ve Ağır Pervaneli Uçaklar için Gürültü Ruhsatı İşlemleri

Gürültü ruhsat işlemlerinin tespit edilmesiyle, genel olarak bir hava taşıtının bilhassa gürültülü işletim şartları ele alınmaya çalışılmıştır. Bunun için hem ölçüm yöntemini, hem de uygulanması gereken uçuş yöntemini ayrıntılı bir biçimde tespit eden gürültü emisyonu ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Kalkış prosedürü için iki ölçüm noktası mevcuttur:

- Kalkış pisti başlangıcının 6500 m mesafede bulunan ve doğrudan üzerinden uçulan kalkış yeri ölçüm noktası, ve
- Kalkış yolu orta çizgisine 450 m mesafede, uçağın kalkmasından sonra gürültünün en fazla olduğu yerde bulunan, yan taraf gürültü ölçüm noktası.

İniş prosedüründeki gürültü eşiği, 2000 m önünde yer alan ve 121 m yükseklikte aşılabilen bir ölçüm noktasında ölçülür. Şekil 5-13, bu üç ölçüm noktasının konumunu göstermektedir.



Şekil 5-13: ICAO EK 16, Cilt I, Bölüm 3 (ve Bölüm 4)'e göre jet uçakları ve ağır pervaneli uçaklar için gürültü ruhsatı ile ilgili olarak ölçüm noktaları

5.3.1.2. Jet Uçakları ve Ağır Pervaneli Uçaklar için Gürültü Kabul Sınır Değerleri

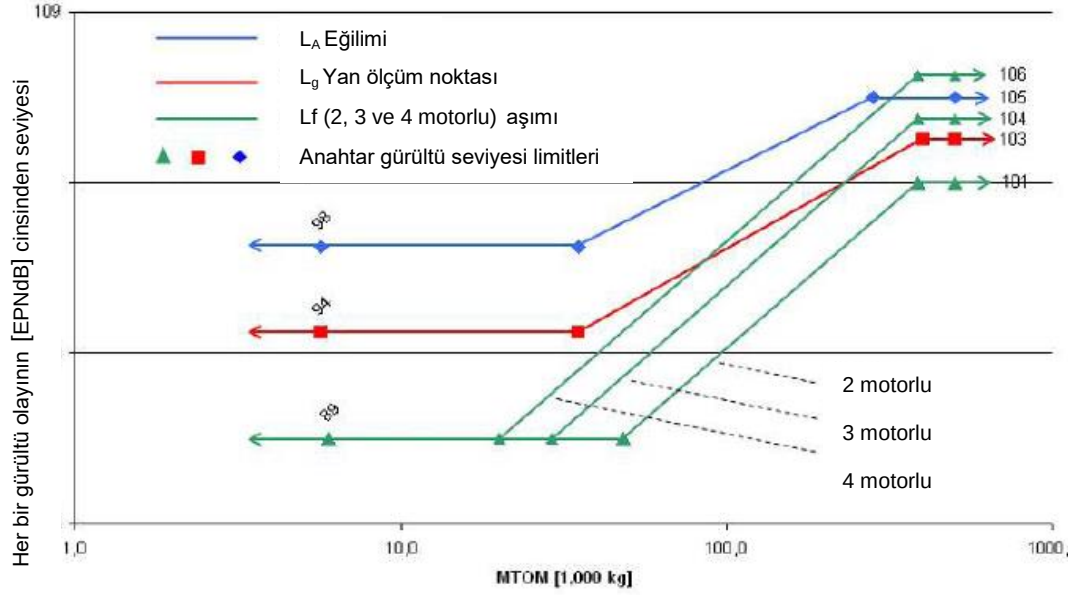
Bölüm 3'e Göre Ruhsat İzni

Gürültü kabul sınır değerleri, hava taşıtının taşıma kapasitesine, çalıştırılma durumuna (kalkış ya da iniş) ve yer yer motorların sayısına bağlı olarak tespit edilir. Bölüm 3'e istinaden bir jet uçağının ruhsatı ile ilgili Tablo 5-2'de sıralanan emisyon sınır değerleri geçerlidir:

Tablo 5-2: ICAO EK 16, Cilt I, Bölüm 3'e göre alınacak ruhsatlarda jet uçakları için gürültü kabul sınır değerleri

Ölçüm Noktası	2 motorlu	3 motorlu	4 motorlu
Kalkış yeri	89-101	89-104	89-106
Kalkış - Yan taraf Gürültüsü	94-103	94-103	94-103
İniş	98-105	98-105	98-105

Şekil 5-14, jet uçağının azami kalkış ağırlığına bağlı sınır değerlerini grafiksel olarak göstermektedir.



Şekil 5-14: ICAO EK 16, Cilt I, Bölüm 3'e göre alınacak ruhsatlarda sessiz jet uçakları için gürültü sınır değerleri

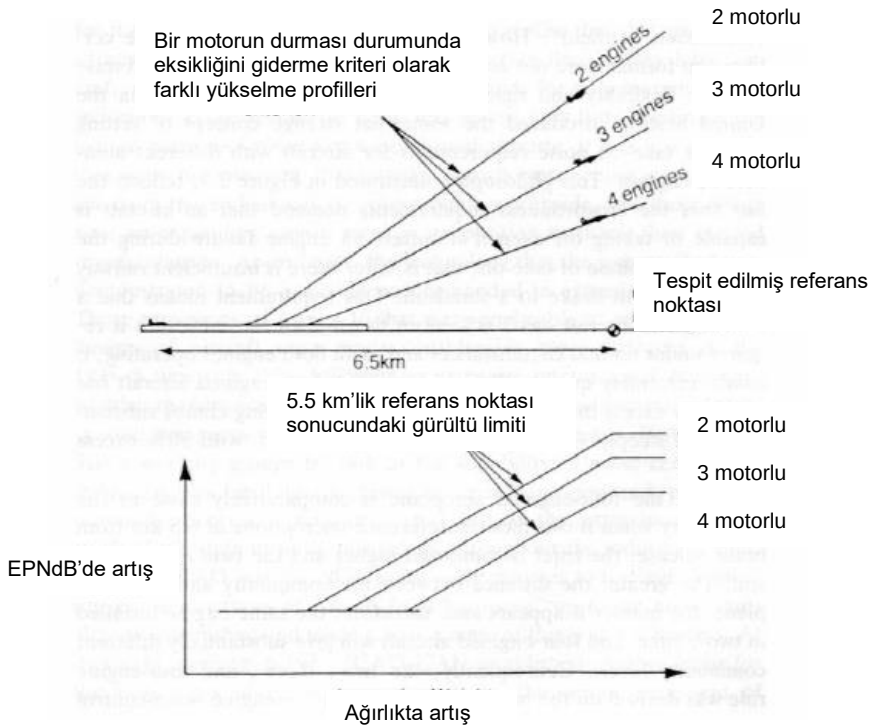
Ölçümlerde aşağıda yer alan şartlara sahip olmaları durumunda, sınır değerlerinin aşılmasına (Trade-offs) izin verilmektedir:

- Her üç noktada da sınır aşımı toplamı 3 dB'e kadar olabilir
- Ölçüm noktalarından herhangi birinde sınır aşımı 2 dB'e kadar olabilir ve
- Her değer aşımı sınırın altında kalan diğer ölçüm noktaları ile dengelenmelidir.

Gürültü emisyonları için ölçüm miktarı olarak EPNdB ölçü birimi ile birlikte, algılanan gürültü seviyesi EPNL (Effective Perceived Noise Level) seçilmiştir. Bu ölçü miktarı PNdB (Perceived Noise Level in dB) ile hesaplanır ve gürültünün rahatsızlık veren etkisini, gürültünün tonalite ve süresini dikkate almaktadır. Ölçü birimi EPNdB, yalnızca hava taşıtlarının gürültü ruhsatında kullanılır. Bu ölçünün tespit edilmesinin detaylı bir tanımı ve ölçülen EPNdB değerlerinin yaklaşık olarak L_{Amax} hesabına dönüştürülmesi EK 5-A'da verilmiştir.

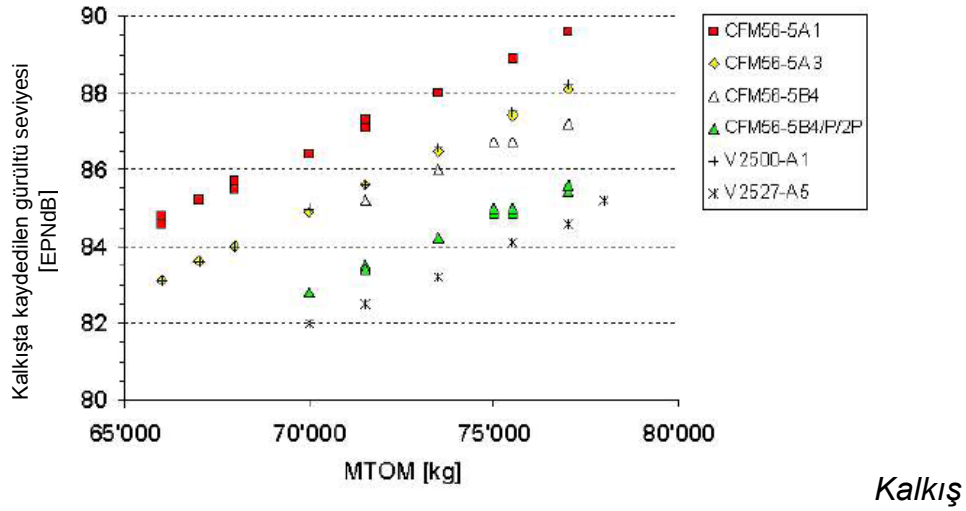
Motorların sayısına bağlı olarak sınır değerleri arasındaki farklar, uçuş güvenliği yönetmeliklerinde gerekçelendirilmiştir. Çünkü kalkış prosedürü esnasında bir motorun durması durumunda uçağa takılı motorların gücü, sınırlı bir biçimde de olsa uçağın yükselmeye devam etmesine yetecek kadar olmalıdır. Çift motorlu jet

uçaklarında bir motorun durması halinde motor enerjisinin yalnızca % 50'si kullanılabilir durumda olacağından, çift motorlu jet uçaklarında motor sayısı fazladır, çünkü geriye kalan motor takımı tam anlamıyla minimum düzeyde ihtiyaç duyulan motor gücünü de üstlenmek zorundadır. Buna karşılık 4 motorlu jet uçaklarında bir motorun durması halinde her zamanki motor gücü yalnız % 25 oranında eksilir. Bu demek oluyor ki, geriye kalan üç motor takımının kapasiteleri sınırlı oranda zorlanacaktır. Ortaya konulan bu kriterler, Şekil 5-15'de de görüldüğü gibi, gürültü emisyonlarını doğrudan etkilemektedir. Şeklin üst kısmında normal durumdaki – yani herhangi bir motorun durması söz konusu olmadan – güvenlik kriterleri nedeniyle farklı yükselme profili çizen emisyonlar gösterilmiştir. Sonuç olarak buradan, hemen altında yer alan ve motor sayısına bağlı farklı sınır değerleri ortaya çıkmaktadır.

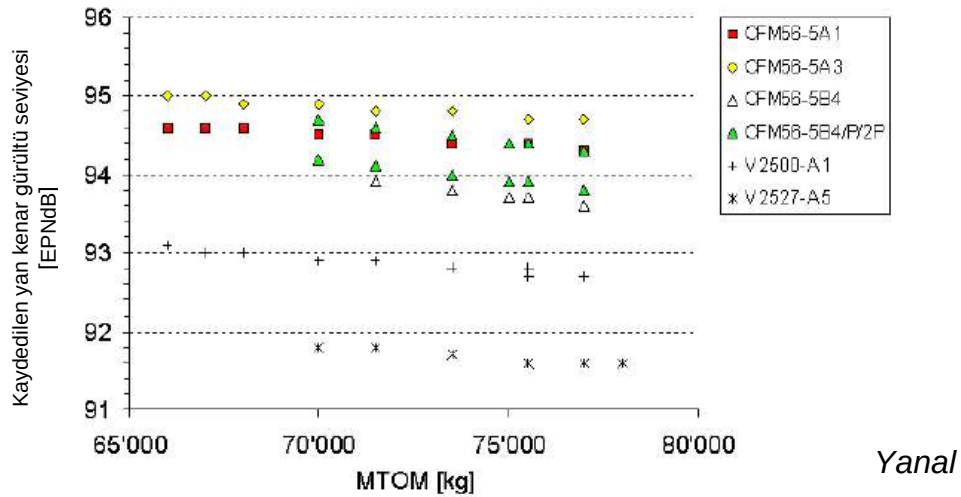


Şekil 5-15: Kalkış prosedüründe motor sayısına bağlı olarak gürültü sınır değerlerinin gerekçelendirilmesi [9]

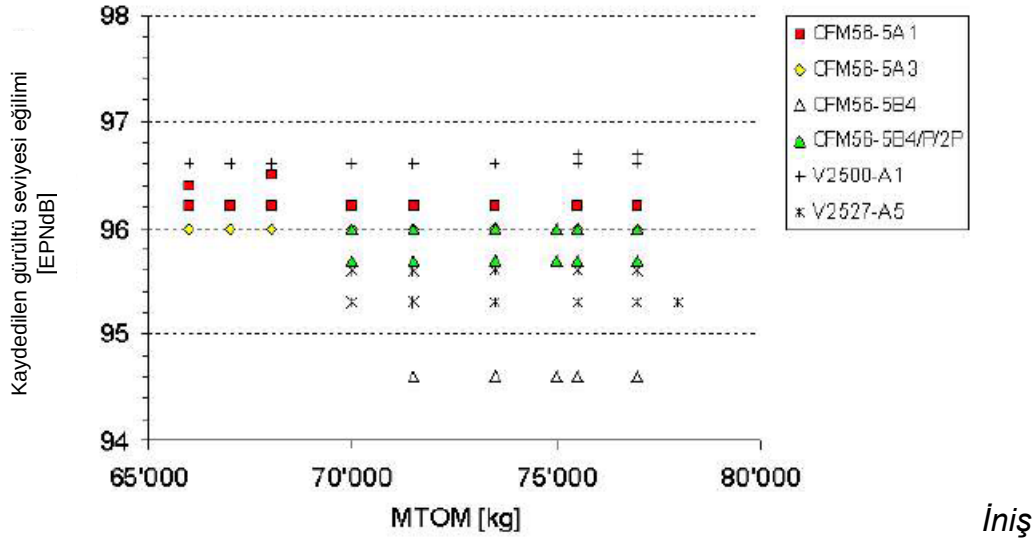
Kalkış yeri ölçüm noktası için A 320 uçak modelindeki motor takımı seçiminin ve maksimum taşıma kapasitesinin gürültü kabul sınır değerlerine olan etkisi Şekil Flu-16'da, kalkış-yan taraf ölçüm noktasının etkileri Şekil 5-17'de ve iniş gürültüsü ölçüm noktasının etkileri Şekil 5-18'de gösterilmektedir.



Şekil 5-16: A 320 uçak modelinde maksimum taşıma kapasitesi ve motor takımı modeline bağlı olarak kalkış yeri ölçüm noktasında gürültü emisyonu ölçüm değerleri [10]



Şekil 5-17: A 320 uçak modelinde maksimum taşıma kapasitesi ve motor takımı modeline bağlı olarak yan kenar ölçüm noktasında gürültü emisyonu ölçüm değerleri [10]



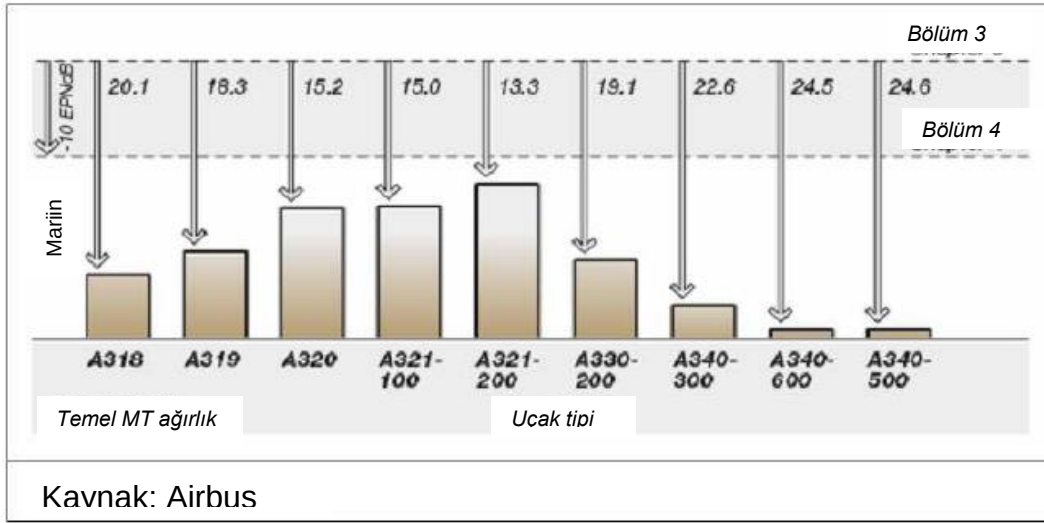
Şekil 5-18: A 320 uçak modelinde maksimum taşıma kapasitesi ve motor takımı modeline bağlı olarak iniş gürültüsü ölçüm noktasındaki gürültü emisyonu ölçüm değerleri [10]

Yukarıda yer alan şekillerden uçak işletmecisinin, az gürültü ile çalışan motor takımı kullanımında ve daha düşük maksimum taşıma kapasitesinde karar kılmakla gürültü emisyonlarına bir hayli etki edebileceği görülmektedir. Kalkış yeri ölçüm noktasının maksimum kalkış ağırlığı ile olan ilişkisi net bir biçimde görülebilmektedir; bu husus diğer iki ölçüm noktasında bu denli belirgin değildir. Kalkış yeri ölçüm noktasında, değişik motor tipleri ve maksimum kalkış ağırlıkları arasında yaklaşık 6,5 dB civarında bir fark olabilir; buna karşılık yan taraf gürültü ölçüm noktasında maksimum fark yalnızca 3 dB civarında ve iniş gürültüsü ölçüm noktasında, neredeyse maksimum kalkış ağırlığından bağımsız olarak yalnızca 2 dB civarındadır.

Bölüm 4'e Göre Gürültü Ruhsatı

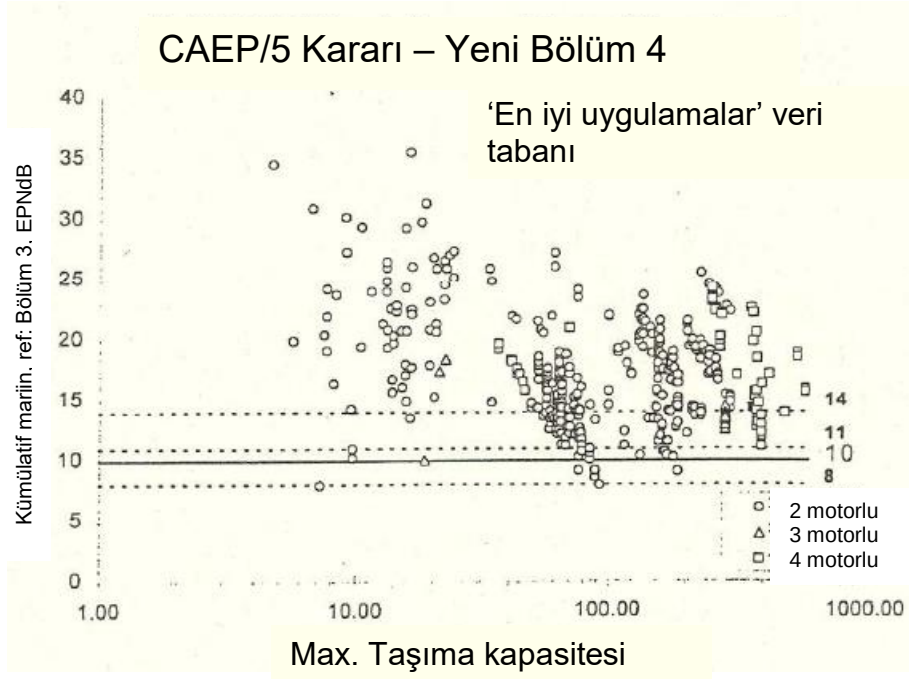
2001 yılında ICAO Çalışma Grubu CAEP (ICAO Committee on Aviation Environmental Protection Havacılık Çevre Komitesi), Bölüm 4'ün uygulamaya konması ile ilgili sunulan bir öneriyle sınır değerlerinin daha da sıkılaştırılması kabul etmiştir. Gerçi 01.01.2006 tarihinden itibaren uygulanan ruhsat örnekleri için bugüne kadar yürürlükte olan ve Bölüm 3'te yer alan aynı sınır değerleri geçerlidir. Ancak ölçüm değerlerinin hiçbir noktasında sınır değerlerinin aşılmasına (Trade-offs) artık izin verilmemektedir. Daha çok, her üç ölçüm noktasındaki toplam farkın, tespit edilen ölçüm değerleri ile izin verilen maksimum sınır değerleri arasında 10 dB'den daha

düşük olmaması gerektiği istenmektedir. Buna ek olarak üç ölçüm noktasından ikisinin ölçüm işleminde, sınır değerinde en az 2 dB'lik bir sınır değeri bırakılmalıdır. Bu ilave şartlarla Bölüm 3'te yer alan sınır değerlerinin tümüyle sıklaştırılması söz konusudur. Fakat uygulamada günümüz modern uçakları, Bölüm 3'te yer alan sınır değerlerine ilişkin bir hayli yüksek bir sınır değerine sahiptir. Şekil 5-19, Airbus firmasına ait uçaklarda 13,3 dB'den 24,6 dB'e kadar ulaşan her üç ölçüm noktasındaki sınır değerlerinin kümülatif altında kaldığını göstermektedir.



Şekil 5-19: Airbus firmasına ait uçaklarda her üç ölçüm noktasındaki ölçüm değerlerinin kümülatif altında kalma göstergesidir [11]

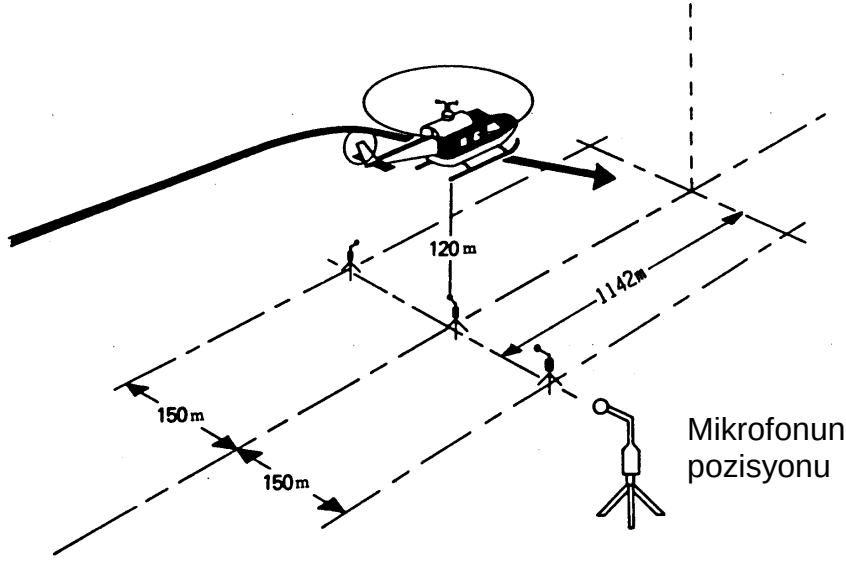
Aynı hususu Şekil 5-20, ICAO'nun Bölüm 3'te yer alan gürültü kabul sınır değerlerinin sıklaştırılması kararına esas teşkil eden uluslararası uçak filosunun tamamı için (Best Practice Database / En İyi Pratik Veri Tabanı)



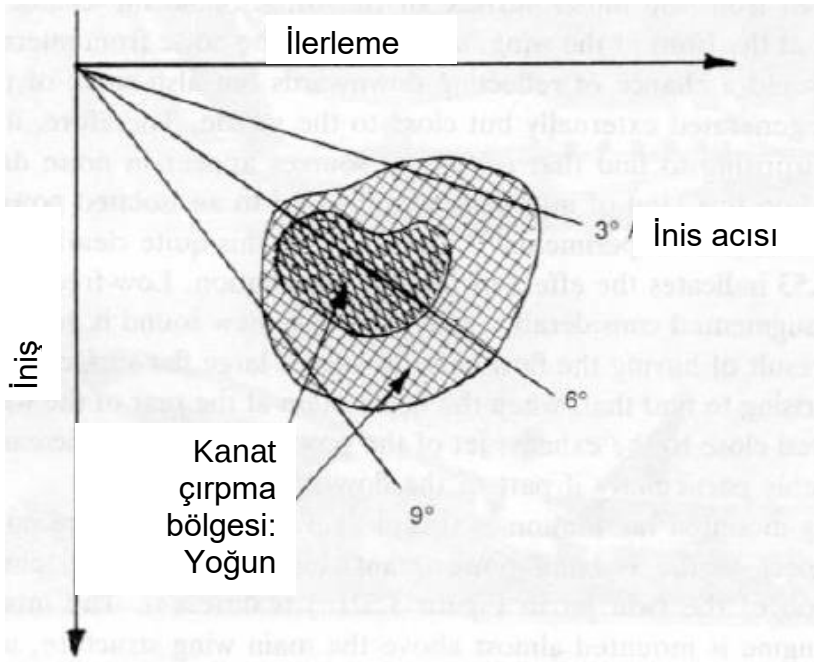
Şekil 5-20: Bölüm 3 sınır değerlerinin kümülatif alt sınırı [12]

5.3.1.3. Helikopterler için Gürültü Emisyonları Ölçüm İşlemi

ICAO gürültü ruhsat yönetmelikleri, genel anlamda hava taşıtlarının gürültü kabul ölçümünde gürültü emisyonları ile ilgili olarak uygunsuz işletme şartlarında kullanılıp kullanılmadığının tespitini ön görmektedir. Bu husus helikopterlerin gürültü kabul işlemlerinde çok açık bir biçimde görülmektedir. Şekil 5-21’de inişe geçişteki uçuş profili ortaya konulmuştur. Yeterli uçuş yüksekliğine ulaşılmamasından başlayarak, ölçüm yerine erişmeden önce 6 derecelik bir iniş açısı ile alçalma uçuşuna geçilir. Bu iniş açısında, Şekil 5-22’nin de gösterdiği gibi, helikopter maksimum kanat çırpınışıyla (“Blade slap”) hareket ettirilir. Bu şekil üzerinde bir helikopterin inişe geçişi için gerekli 3^0 , 6^0 ve 9^0 derecelik iniş açıları ve maksimum kanat çırpma şekli resmedilmiştir.

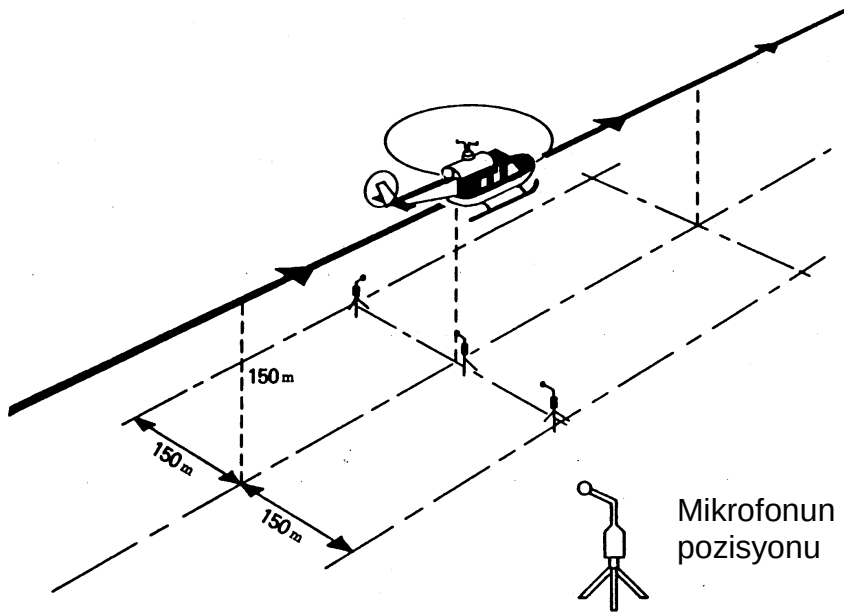


Şekil 5-21: Helikopterlerin inişe geçişlerinde ruhsat ölçüm işlemleri için tespitler yapılması [5]

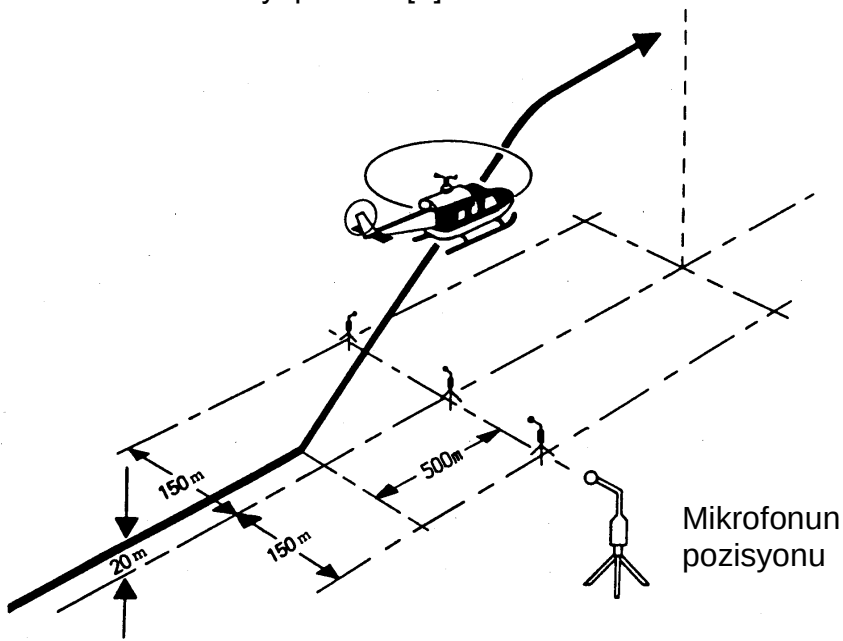


Şekil 5-22: Alçalma derecesi, iniş açısı parametrelerine bağlı olarak kanat çırpma ("Blade slap") [9]

Şekil 5-23 ve Şekil 5-24'de, helikopterlerde ruhsat ölçüm işlemi ile ilgili geri kalan iki uçuş prosedürü de (yüksek hızda havalanma ve kalkış prosedürü) konuyu tamamlamak açısından ortaya konmuştur.



Şekil 5-23: Helikopterlerin yatay uçuşları ile ilgili ruhsat ölçüm işlemleri için tespitler yapılması [5]



Şekil 5-24: Helikopterlerin simule edilmiş kalkış prosedürleri ile ilgili ruhsat ölçüm işlemleri için tespitler yapılması [5]

5.3.2. Motor Takımı Gürültüsünün Azaltımı

Motor takımı gürültüsünün azaltımına yönelik tartışmalarda mevcut hava taşıtları ile yeni geliştirilecek olan hava taşıtlarını birbirinden ayırmak gerekir. Aşağıda ilkönce

var olan hava taşıtlarına ilişkin olası yöntemler ele alınacaktır.

Jet motorlu uçaklarda, Bölüm 5.2.1’de ortaya konduğu gibi atık gaz püskürme hızının düşürülmesi yoluyla bir gürültü azaltma sağlanmalıdır. Bu durum ayrıca sıcak ve hızlı ilerleyen atık gaz yayılmalı ile aksine çevredeki yavaş ilerleyen havanın birbiriyle hızlı bir biçimde karışmasını sağlayan bir karıştırıcı sayesinde elde edilir. Şekil 5-25 sonradan motora takılan bir karıştırıcıyı göstermektedir. Ancak karıştırıcı nedeniyle motorun itme gücü azalır ve bunun sonucunda, üstelik motora taşınması gereken bir de karıştırıcının ağırlığı eklendiği için yakıt tüketimi artar.



Şekil5-25: Bir jet motoruna sonradan takılan bir karıştırıcı [3]

Birinci jenerasyon motor takımları ile donatılmış olan daha eski uçak modelleri, genel olarak gürültü azaltımına yönelik motorun içine ya da üstüne bir “soğurucunun” takılmasına imkan verir. Bir yandan da dışarıdaki soğuk havayı, püsküren sıcak atık gaz ile daha hızlı karıştırması için püskürtücü çıkışına bir karma meme takılabilir. Şekil 5-26, bir Boeing B707 uçağının motorlarına takılmış “corrugated nozzle (kırımlı meme) formundaki böyle bir soğurucuyu (emiciyi) göstermektedir. Burada memenin kırımlı formu nedeniyle etraftaki hava doğrudan püsküren sıcak atık gazın içine yönlendirilir ve sonuç olarak püskürme hızı azaltılır. Bu şekilde 6 ila 10 EPNdB’lik bir gürültü azaltma elde edilebilir. Fakat bu önlem şekli de motorun itme gücünde kayıplar yaşanmasını ve ağırlığının artmasını ve dolayısıyla fazladan yakıt tüketimini beraberinde getirmektedir.



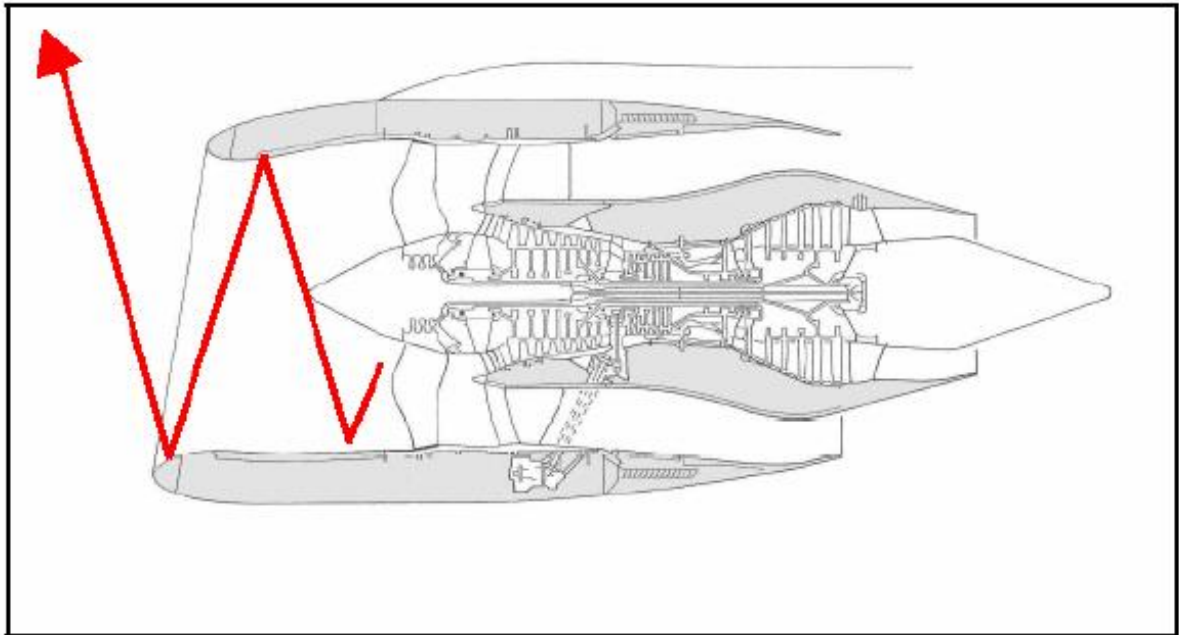
Şekil 5-26: Bir Boeing B707 uçağındaki soğurucular [1]

Bir diğ er yöntem de hava taşı tının “Hush-Kits” (soğ urucu donanımlar) yardımıyla yeniden donatılmasıdır, ki bu teçhizatlar mevcut uçakların yeni hava taşı tları için geçerli olan sınır değ erlerine ulaşmasını sağlayabilmektedir. Fakat yeni bir uçak konstrüksiyonu, her zaman gürültü ortamının belirgin bir biçimde iyileştirilmesini sağ larken, maalesef bu tarz girişimlerle sınır değ erleri ancak korunabilmektedir. Şekil 5-27, bir Boeing B737-200 uçağına monte edilen Hush-Kits’leri göstermektedir. Bu noktada bu tür gürültü azaltma önlemlerinin de motorda güç kayıplarına, Hush-Kit motor takımı nedeniyle uçağ ın ağırlığ ının artması nedeniyle taşıyacağı yük miktarının azaltımına ve fazladan yakıt tüketimine yol açtığ ını belirtmek gerekir.



Şekil 5-27: Boeing B737 uçağında bir Hush-Kit [13]

Eğer jet gürültüsünün azaltımı ile başka motor bileşenlerinin gürültüsü öne çıkıyorsa, bu durum gürültü azaltımına ilişkin ilave önlemlerin alınmasını zorunlu kılar. Şekil 5-28, fan sesinin doğrudan yere ulaşmasını önleyen özel bir motor girişi şeklini göstermektedir. Şayet motor girişi buna ek olarak sesi soğurucu malzeme ile kaplanmışsa, fanın yansıyan sesi ayrıca azaltılır. Uçuş gürültüsü azaltımına ilişkin bu imkan esas olarak hem mevcut, hem de bilhassa yeni uçaklarda uygulanabilir.

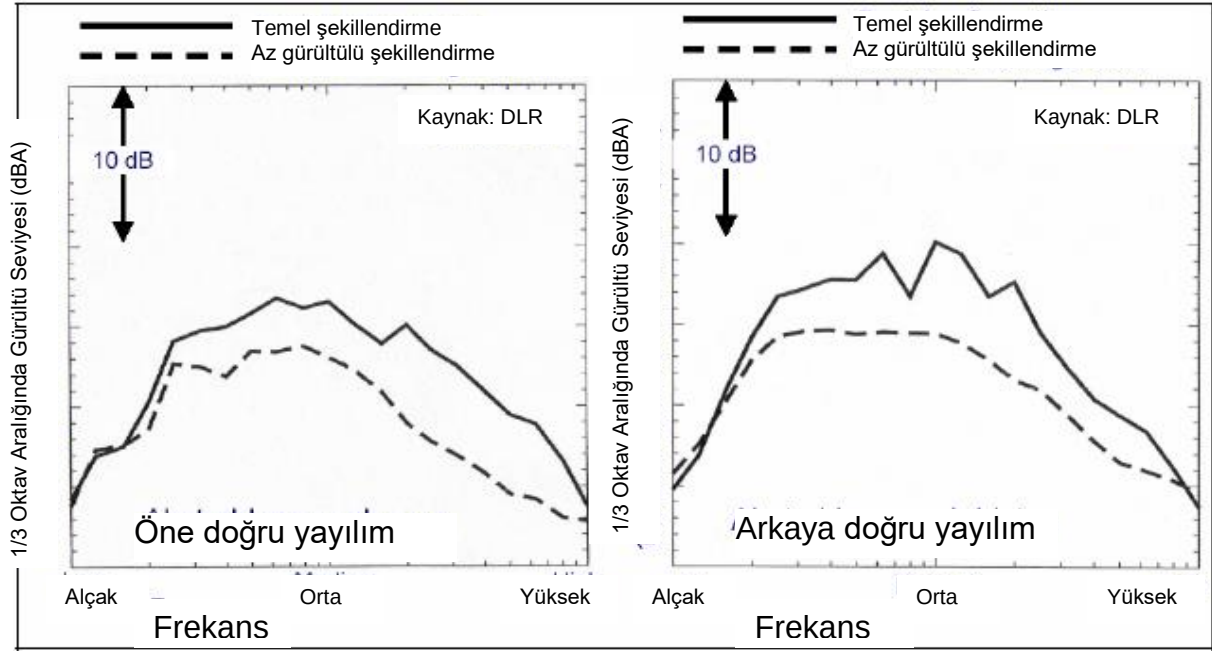


Şekil 5-28: Motor girişine özel bir şekil verilerek gürültü azaltımı sağlanması ("Scarfed Inlet") [3]

5.3.3. Etraftaki Hava Akımı Gürültüsünün Azaltımı

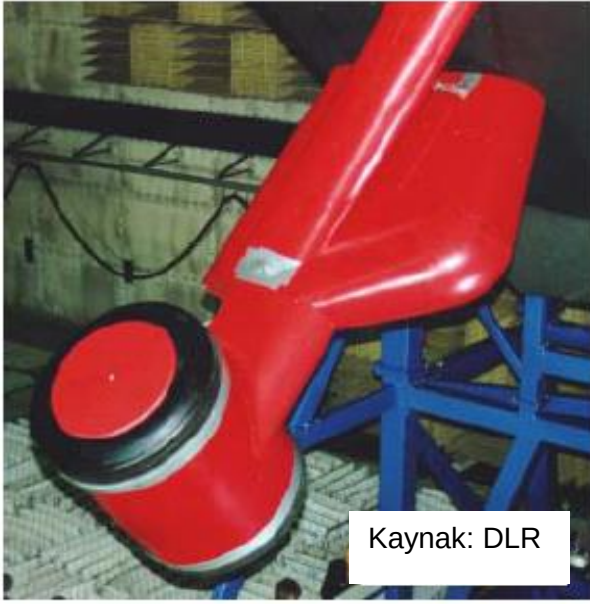
Etrafı kuşatan hava sirkülasyonunun gürültüsünün azaltımında, basitçe söylemek gerekirse, uçak gövdesinin mümkün olduğunca kaygan bir dış yüzeye sahip olması söz konusudur. Bu demek oluyor ki, burada söz konusu olan önemli ölçüde, örneğin anten ya da birikinti boruları gibi çıkıntılı sensörlerin mümkün olduğunca hava akımına uygun şekilde yerleştirilmesidir. Ancak tüm bu çabalar doğa ve sensörlerin maruz kaldığı şartlardan dolayı sınırlı oranda etkili olmaktadır. Kapaklar ve ön kanatlar gibi uçağı kaldırmada yardımcı olan üniteler de ayrıca hareket etmek için hava akımının içine uzanan ve dolayısıyla hava girdapları ve gürültü meydana getiren destek elemanlarına ihtiyaç duymaktadır. Günümüz uçak konstrüksiyonlarında bu destek elemanlarının kullanımı kaçınılmaz olmaktadır.

Bir araştırma çalışmasında, mevcut bir uçaktaki taşıyıcı yüzeyde meydana gelen aerodinamik gürültü kaynaklarının maksimum azaltımı test edilmeye çalışılmıştır. Alınan her bir önlemdaki olası gürültü seviyesi azaltmaları, farklı frekans aralığında ortaya çıkmaları nedeniyle hesaplanamadığından, Şekil 5-29'da her bir önlemin toplam gürültü azaltımı verilmiştir. Bu arada gürültü emisyonları ile ilgili olarak uçağın temel biçimine ait her bir gürültü emisyonunun karşısına, gürültü azaltma önlemlerindeki gürültü emisyonları, frekansa bağlı olarak öne doğru (resmin sol tarafı) ve arkaya doğru (resmin sağ tarafı) getirilir. Öncelikle burada önemli derecede ve en şiddetli biçimde algılanan ortalama frekans aralığında belirgin ses seviyesi düşüşlerinin sağlanabileceği açıkça görülmektedir. Fakat bu konunun, seçilmiş ve ses azaltımını maksimize edecek şekilde elden geçirilmiş bir uçak modelinde uygulanmış olan bir deneyin sonucu olduğu gözden kaçırılmamalıdır. Maalesef söz konusu araştırma sonucunun genel bir geçerliliği olduğuna ilişkin bir veri elde mevcut değildir.



Şekil 5-29: Alınacak kombine önlemler ile taşıma yüzeyinde meydana gelen aerodinamik gürültü kaynaklarının azaltımı [6]

Hareket düzeni, Bölüm 3.3.2.2’de de ortaya konduğu gibi, inişe geçiş esnasında ortaya çıkan ana ses kaynaklarından biridir, çünkü yaklaşık olarak 270 km/h’lik bir hıza sahip hava akımında hareket düzeninin işlemesi bir hayli yüksek gürültüye yol açmaktadır. Teorik açıdan hareket düzeni teknolojisinde prensip olarak değişiklik yapılması bir iyileştirme sağlayabilir. Ancak bu husus gerçek dışıdır, çünkü bugüne kadar uygulanan teknikler kendini tümüyle kanıtlamıştır ve üstelik bunun dışına çıkabilecek eşdeğerde bir çözüm üretileceği ufukta görünmemektedir. Bu nedenden dolayı halen mevcut olan düşünceye dair çözümler ışığında, aerodinamik elemanların yalnızca kısmen kaplanmaları mümkündür. Bir araştırma çalışması kapsamında bu imkan araştırılmıştır. Gürültü tekniği açısından optimum bir çözüm, tamamen kaplanmasına yöneliktir ve bu konu Şekil Flu-30’da gösterilmiştir. Bu şekilde yapılan bir deneyde 10 EPNdB civarında bir ses azaltımı elde edilmiştir. Uçak tekerleklerinin üstlerinin kapanacağından dolayı tam bir kaplama yapılması, tabii ki tamamen gerçeğe aykırıdır ve bu yüzden bu çalışma, yalnızca akademik bir tespiti ortaya koymaktadır; konunun seçilmesinin nedeni ise hareket düzenlerinde maksimum bir gürültü azaltımı olasılığını belirlemek içindir.



Şekil 5-30: Bir hareket düzeninde aerodinamik bir yuva içine alınması (tamamen kaplama) yoluyla maksimum gürültü azaltımı [6]

Esas olarak gürültü azaltma önlemlerinin kaynakta en etkili yöntem olup olmadığı belirlenmelidir. Ancak sonradan uygulanacak etkileme yöntemleri sınırlı olup esas itibarıyla bunların kullanımı bir hayli dezavantaja sahiptir. Diğer taraftan yeni uçak konstrüksiyonlarında bu önlemler seçilmelerine bağlıdır, çünkü ancak o zaman hava taşıtının topyekun ele alınması hususuna dikkat edilerek bir optimum elde edilebilmektedir. Ne bir devlet, ne de bir havacılık kuruluşunun çevre dostu hava taşıtlarının kullanıma sunulması için baskı uygulayacak bir konumda olmadığı aşıkardır. Bu önlem şekli daha çok uluslararası arenada, özellikle de yeni hava taşıtları için gürültü ruhsat yönetmeliklerinin ortaya konmasıyla sağlanabilir. Kaynakta alınacak gürültü azaltma önlemleri, sadece adım adım ve bin bir güçlükle uygulamaya konulduğundan bundan sonraki bölümde anlatılan işletilmeye bağılı uçak gürültüsü önlemlerinin önemi büyüktür,       kısa vadede yerine getirilebilmektedir.

5.4 İşletmeye Dayalı Önlemler

Aşağıda anlatılan ve uçağın kullanımı ile ilgili önlemler, gerek yeni, gerekse de mevcut olan hava taşıtlarında etkili olmaktadır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus, spesifik önlemlerin her iki uçak tipinde de bir optimum elde edebilmek için

şartlara bağlı olarak alınması gerektiğidir. Konuyu tamamlamak bakımından gürültü azaltma imkanlarını ortaya koymak için aşağıda, ilkönce halihazırda uygulanmakta olan ve uçağın iniş ve kalkış yöntemlerine ilişkin işlemlere açıklık getirilmiştir. İlk etapta gürültü azaltımı ile ilgili kalkış prosedürü konusuna değinilecek ve daha sonra da gürültü azaltımı ile ilgili iniş prosedürüne açıklık getirilecektir.

Havadaki güzergah uçuşları, esas itibariyle halkın uçak gürültüsünden olumsuz etkilenmesine yol açmadan gerçekleşmektedir ve bu yüzden burada ele alınmayacaktır. Bu arada çoğu zaman alçak mesafede seyreden ve dolayısıyla pekala olumsuz etkilere neden olan ve genel anlamda havacılıkta var olan pervaneli uçakların güzergah uçuşları ve helikopter uçuşları burada birer istisnadır.

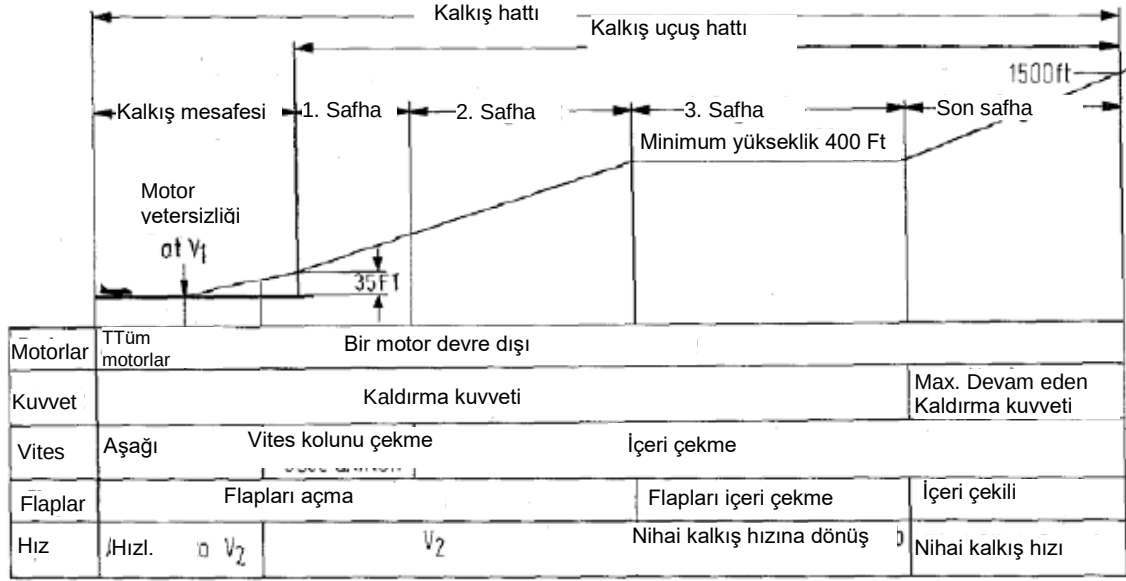
Uçak güzergahları ve prosedürleri, uçuş güvenliğinden sorumlu makam tarafından işlenir ve ICAO tarafından ele alınmış prosedürler çerçevesinde hareket edilir (bu husus diğer konularla birlikte PANS-OPS, Cilt I ve II’de yer almaktadır [14]). Buradaki hususlar Almanya’da yönetmelikler şeklinde uygulamaya konulmaktadır ve dolayısıyla hukuki geçerliliği vardır. ICAO düzenlemeleri, öncelikli olarak güvenli ve ekonomik hava trafiğine ilişkin Chicago Anlaşmasında belirlenen hedeflere dayanmaktadır. Eskiden uçağın iniş ve kalkış prosedürünün yapılandırılmasına yönelik yönetmelikler esas olarak güvenlik, tasarruflu kullanım ve kolay uçuş açısından ele alınarak çıkarılmıştır. Ancak çok sonraları uçak gürültüsü ve bunun azaltımı konusu da ilave edilmiştir.

Hava limanlarının, uçuş rotalarının uçuş güvenliği birimleri tarafından gürültü yönünden optimum bir biçimde oluşturulmasından bağımsız olarak uçuş hattının belirlenmesi ve böylece uçağın iniş ve kalkış rotalarının çevredeki yerleşim bölgelerine mümkün olduğunca az zarar verecek şekilde tespit etme imkanının olduğunu bu noktada belirtmek gerekir. Motor takımı test sürüşleri de, eğer özel bir gürültü azaltma önlemi uygulanmıyorsa, belli zamanlarla sınırlandırılabilir (Bölüm 5.7 ile karşılaştırın).

5.4.1. Gürültü Azaltıcı Kalkış Prosedürü

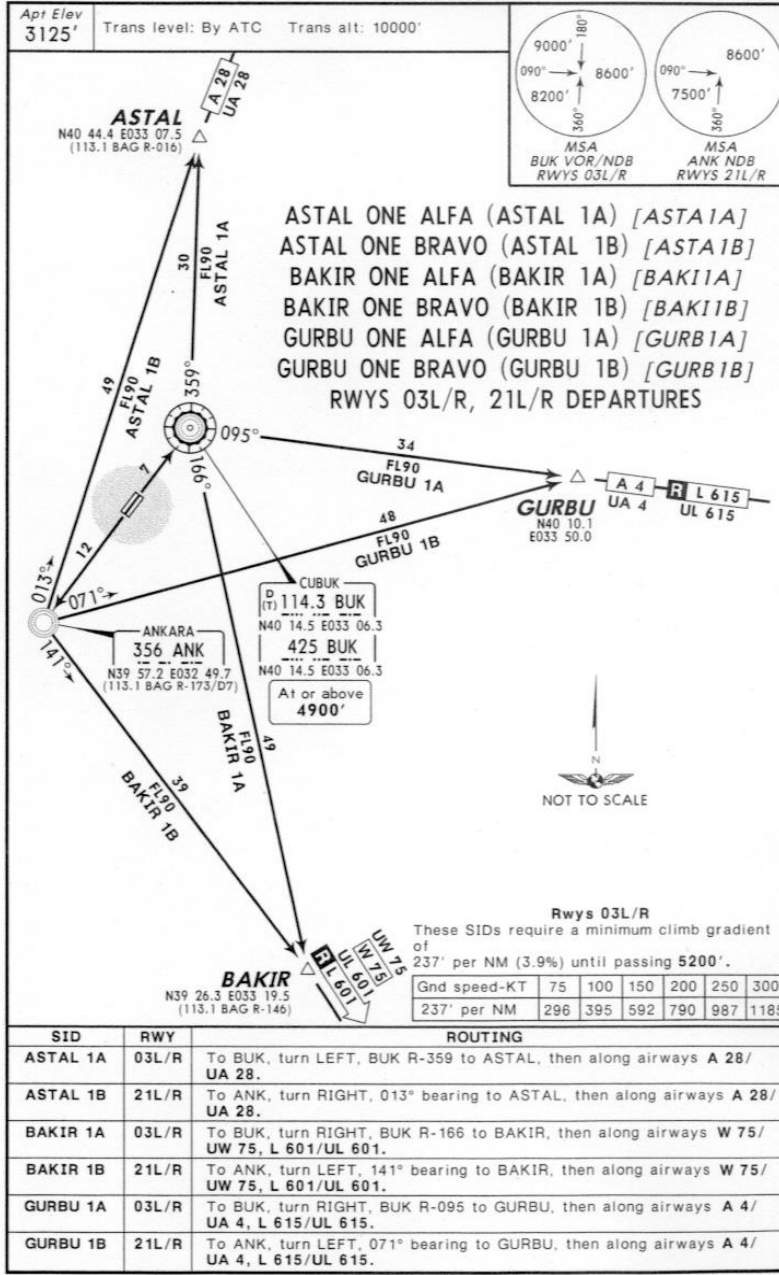
Hava trafiğini kolaylaştırmak için özellikle deneme uçuş ruhsatlarında ve acil durumlarda kullanılan Standard Kalkış Prosedürü uygulamaya konmuştur. Bu süreçte kalkış prosedürü safhalara ayrılır ve bu safhalar için hava taşıtının kullanım parametreleri belirlenir. Şekil 5-31, motor gücü, alt sistem biçimi, kanat ayarı ve uçuş

hızına dair verilerle birlikte standart kalkış prosedürünü şematik olarak göstermektedir.



Şekil 5-31: Standard Kalkış Prosedürü

Standard Kalkış Prosedürü, yıllardan beri uçağın kullanımına dair uygulamada kendini kanıtlamıştır ve üstelik de en ekonomik prosedürdür, çünkü direnci yüksek kalkış biçimi (büyük kanat ayarı) yalnızca kısa bir süre için korunmakta ve böylece hem yakıttan hem de zamandan tasarruf sağlanarak uçuş gerçekleştirilebilmektedir. Asıl kalkış rotasının izlenmesi, Standart Aletle Kalkışlar (SID'ler) yardımıyla gerçekleşir. Böylece rotanın izlenmesi, açık bir biçimde tanımlanmış ve Havacılık El Kitabında (Aeronautical Information Publication, AIP) yayınlanmıştır. Şekil Flu-32, alt kısmında SID'lerin fiili anlatımının yer aldığı Ankara Hava Limanının (ESB) standart kalkış hattının (SID'ler) grafiksel çizimini göstermektedir.



CHANGES: Trans alt; new format.

© JEPPesen SANDERSON, INC., 2004. ALL RIGHTS RESERVED.

Şekil 5-32: Ankara Hava Limanı için Standard Aletle Kalkış hattı (SID'ler) (Harita görünümü ve fiili anlatımı) [15]

Gürültü tekniği ve uçuş açısından bakıldığında gürültü kaynağı (yani hava taşıtı) ile yer arasındaki mesafenin mümkün olduğunca artırılması için olabildiğince hızlı yükselmek daha anlamlı olmaktadır. Fakat hızlı bir kalkış yüksek bir motor gücü ve kaldırma kuvveti için de flapların açılmasını gerektirmektedir ve dolayısıyla da gürültü emisyonları artar. Buna ek olarak, uçuş hızının daha dar hücum açısına sahip bir

Standart kalkış prosedürünün yanı sıra farklı avantaj ve dezavantajları ile aşağıda belirtilen gürültü azaltıcı kalkış süreci, uluslararası boyutta kendini kabul ettirmiştir (Şekil 5-33):

-

Şekil 5-33: İşletim parametreleri ile gürültü azaltıcı uçuş prosedürü [16]

- Uçuş hızı

- Motor verim ayarı (Thrust) ve
- Kanat ayarı (Flaps).

Her prosedürde birinci kalkış safhası, 1000 ft'lik (yaklaşık 305 m) bir uçuş yüksekliğine erişilene kadar geçen süreci kapsamaktadır. Parametrelerin farklı türü ya da tipleriyle (uçuş hızı, motor verim ayarı ve kanat ayarı) uçuş yüksekliğine ve motor verimine ve böylece gürültü emisyonlarına bu yükseklikten etki edilir.

Standard prosedürde uçak, 1000 ft'lik (yaklaşık 305 m) bir yüksekliğe ulaştığında kaldırma kuvveti taşıma kuvvetine indirgenir, hücum açısı küçülür ve uçak hızlanır. Bu arada flaplar birbiri ardına kapatılır ve uçak 250 kts'lık bir hıza ulaştığında hücum açısı tekrar azaltılır, uçak tekrar hızlanır ve yükselir.

Dik kalkış prosedüründe ya da “**Noise Abatement Take off Procedure**“, uçak kaldırma kuvveti ve kalkış flap ayarı ile 1500 ft'lik bir yüksekliğe (yaklaşık 450 m) tırmanır ve ancak o zaman kaldırma kuvvetini, kararlı bir hızda 3000 ft'e kadar (yaklaşık 915 m) korunacak olan taşıma kuvveti yönünde azaltır. Ancak 3000 ft yüksekliğe erişildiğinde hücum açısı azaltılır, uçak hızlanmaya devam eder ve flaplar kapatılır. Bu kalkış prosedürünün olumsuz yanı, uçuşun en yüksek gürültü emisyonlarının açığa çıktığı ve nispeten uzun süren bir kalkış ve taşıma kuvveti ile gerçekleşmesidir. Böylece, özellikle doğrudan hava alanı kenarında yer alan bölgeler, diğer uçuş süreçlerine göre çok daha fazla gürültüye maruz kalmaktadır. Gerçi uçak oldukça yüksekte uçmaktadır, fakat motor verim ayarı nedeniyle yüksek oranda gerçekleşen ses yayılmasının yanı sıra düşük uçuş hızı nedeniyle uzun bir etki süreci söz konusudur.

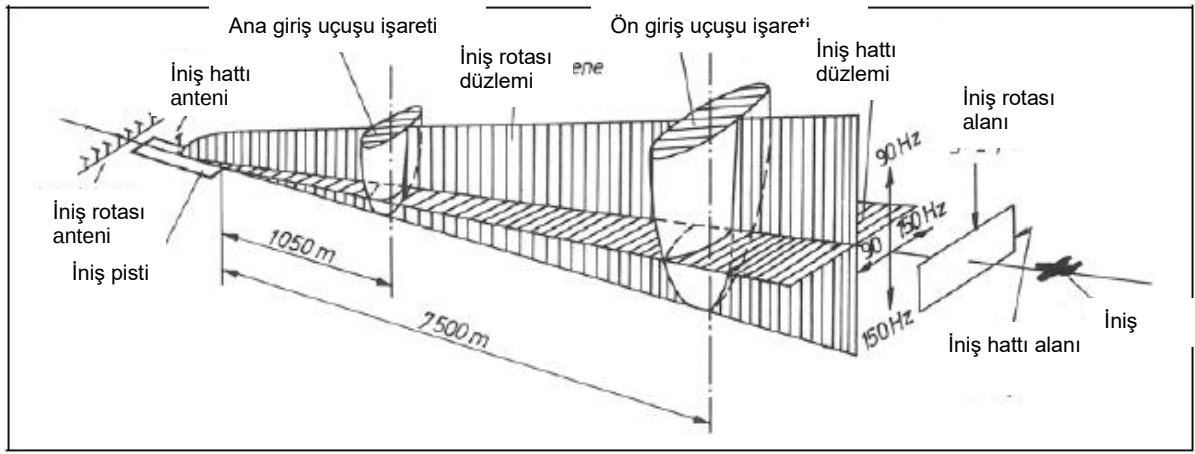
Bu yüzden diğer bir çözümü “**Cutback Prosedürü (Azaltma Prosedürü)**“ ya da “**Climb – Cutback – Cleanup Prosedürü (Kalkış – Azaltma - Temizleme Prosedürü)**“ sunmaktadır. Bu prosedürde, ilk önce en düşük uçuş yüksekliği olan 1000-1500 ft'e (yaklaşık 305 - 450 m) çıkılır ve daha sonra belirgin bir biçimde kuvvetin azaltımı ile yatay ya da hafif kalkış uçuşuna geçiş yapılır. Bu arada kalkış safhasındaki kanat biçimi korunur. Yaşayan nüfusun olduğu bölgelerin üzerinden geçildikten sonra, daha büyük bir kaldırma kuvveti ile bir kalkış uçuşu daha gerçekleşir. Uçak yükselir ve aynı zamanda hızlanır ve flaplar artık kapatılabilir. Bu prosedür sayesinde sesin yayıldığı alan genişler, fakat maksimum ses basınç seviyesi azalır. Söz konusu bu prosedür, yerleşim yeri doğrudan hava alanı yakınında yer alıyorsa ve uzun mesafede herhangi başka bir yerleşim yeri yoksa uygulamaya konulabilir. “**Cutback Prosedürü**“, **IATA Prosedürü** olarak da bilinir. Bu

Climb – Cutback – Cleanup Prosedürü’nde ise uçak, 1000 ft (yaklaşık 305 m) yüksekliğine ulaştıktan sonra hücum açısı azaltılır ve fazla kuvvet hızlanmaya dönüştürülür. Uçakların modellerine özgü olarak değişen flap kapatma hızına ulaşıldığında kaldırma kuvveti taşıma kuvvetine doğru itilir ve kararlı bir hızla 3000 ft’e (yaklaşık 915 m) çıkılır. 3000 ft’lik bir yüksekliğe erişildikten sonra standart olarak 250 kts’luk bir kalkış hızına devam edilir. Climb – Cutback – Cleanup Prosedürü, 1978 yılından beri ABD’de Standart Prosedür adı altında uygulamaya konmuştur (*FAA Advisory Circular 91-53* (FAA Tavsiye Genelgesi) [Flu-17]) ve dünya çapında da uygulanmaktadır. Esas olarak Climb – Cutback – Cleanup Prosedürü, daha küçük gürültü bölgelerine yol açar, fakat Cutback Prosedürüne göre doğrudan kalkış rotasının altında biraz daha yüksek gürültü seviyesine yol açmaktadır. İmkan dahilindeki prosedürlerin iki farklı yerleşim alanı için avantaj ve dezavantajları Şekil 5-34’de şematik olarak ortaya konmuştur.

134

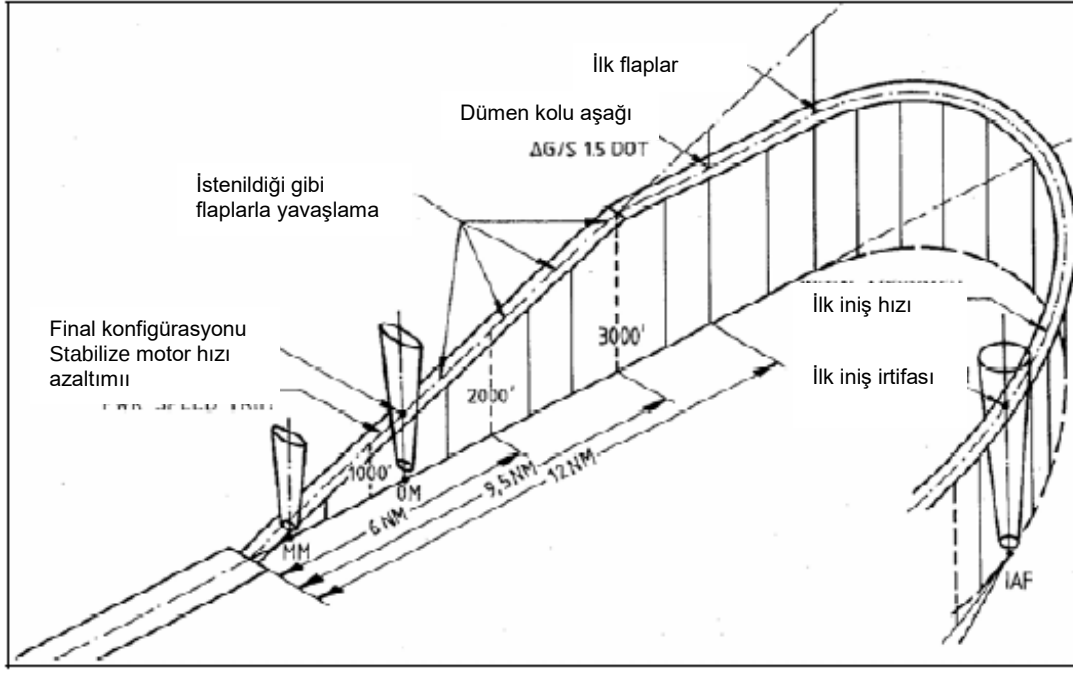
5.4.2. Gürültü Azaltıcı İniş Prosedürü

Kesin inişler için, alışılageldiği gibi hava taşıtını idare edenin iniş yönünün durumu ile ilgili olarak hem yükseklik, hem de iniş pisti eşiğine olan yan taraf ve noktasal mesafesi hakkında devamlı olarak kesin bilgiler aldığı Aletli (Güvenli) İniş Sistemi ILS (Instrument Landing System) kullanılır. Bu arada, nihai inişte, yalnızca sabit pozisyonlu inişler mümkün olmaktadır; bu durum gürültü açısından olumlu iniş prosedürlerinin seçimini, özellikle de hava alanının direkt yakınında gerçekleşiyorsa, belirgin bir biçimde daraltmaktadır. Şekil 5-35, bir ILS bileşenlerini ve iniş pisti eşiğine olan mesafeleri göstermektedir.



Şekil 5-35: Aletli iniş prosedürünün (ILS) bileşenleri [18]

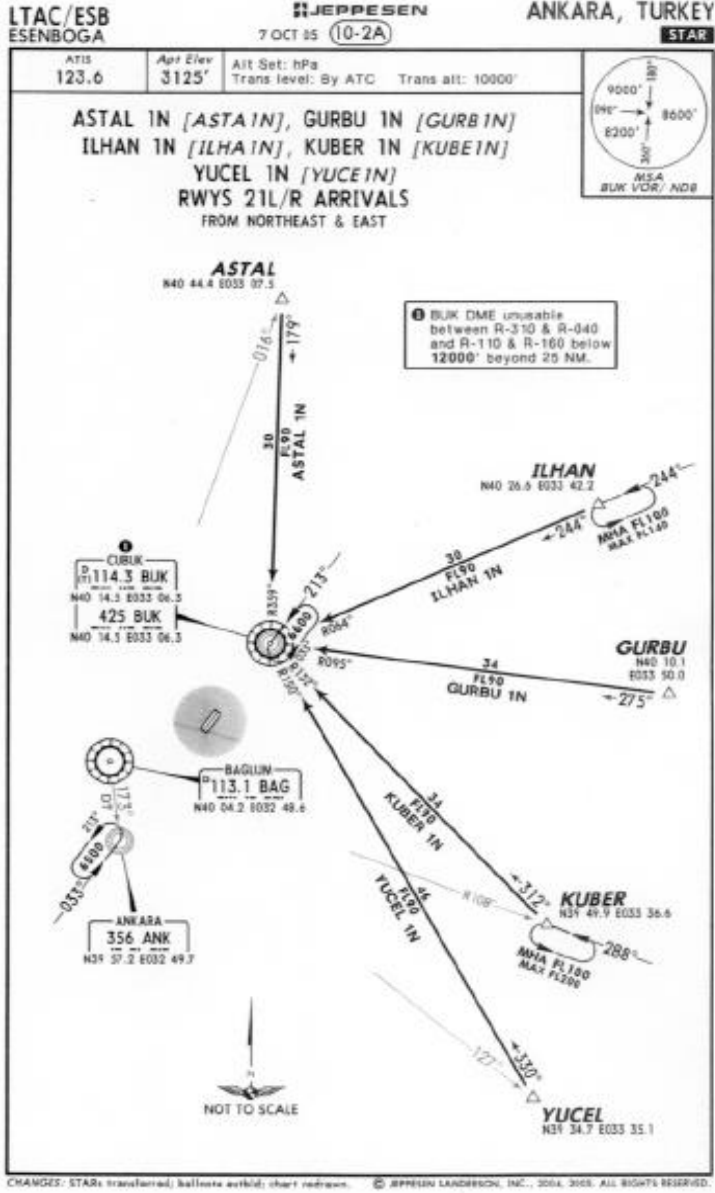
İnişe geçiş süreci – kalkışta olduğu gibi – çok sayıda safhalara ayrılır. Şekil 5-36, kararlı bir uçuş yüksekliğinde inişe geçiş ile başlayan ve sabit pozisyonlu nihai iniş ile sonlanan Standart İniş Prosedürünü göstermektedir. Standart İniş Prosedürünün olumsuz yanı, uçağın sınırlı bir uçuş yüksekliğinde (çoğu zaman 3000 ft (yaklaşık olarak 915 m)) uzun bir süre uçmasıdır. Kalkış uçuşu ve uçağın havadaki seyahat uçuşlarına karşı inişe geçişte azaltılan motor verimi, oldukça geniş bir alanı gürültü bombardımanına tutacaktır.



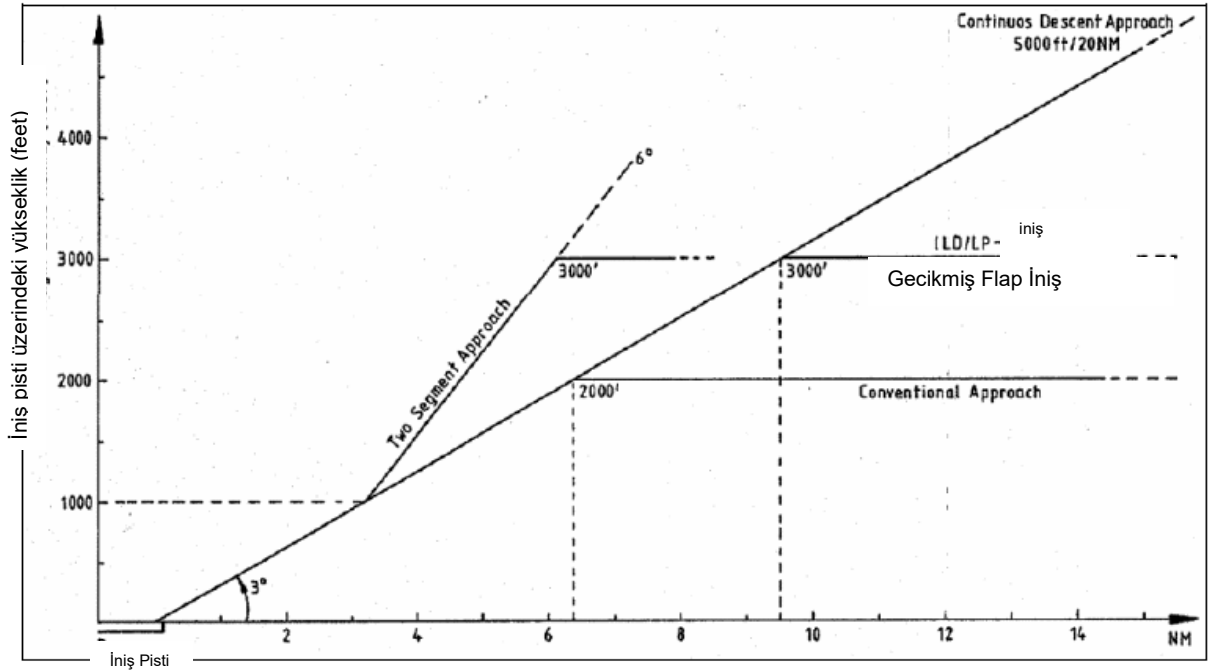
Şekil 5-36: Standart İniş Prosedürü

Standart İniş Prosedürü, yukarıda anlatılan ve görüş engelinin olduğu şartlarda uçağın inişine imkan veren ILS prosedürüne dayanmaktadır. Uçak kararlı yükseklikteki uçuşu (Şekil Flu-36'da 3000 ft (yaklaşık 915 m) yükseklikte) sonrasında ILS iniş hattını deler delmez devamlı sürede iniş uçuşuna geçer. Söz konusu bu iniş hattı uçağı, her zamanki 3° derecelik iniş açısı ile iniş pisti eşiğine yönlendirir. Uçak bu iniş hattını tam olarak takip etmelidir; bu arada yalnızca uçağın hızı uçağın modeline bağlı olarak değişiklik gösterir. Söz konusu bu iniş prensibi, günümüz teknolojik şartlarına bakıldığında yakın gelecekte de değişmeyecektir.

Esas iniş rotası yönetimi, kalkış rotalarında olduğu gibi, Standard-Arrival Routes (STARs) (Standart Varış Rotaları) ile tespit edilir. Böylece rotanın yönetimi açık bir biçimde tanımlanmış ve Havacılık El Kitabında (Aeronautical Information Publication, AIP) yayınlanır. Şekil 5-37, Ankara (ESB) Hava Limanında yer alan STARs'ların grafiksel resmini ortaya koymakta, diğer taraftan Şekil Flu-38, Ankara (ESB) Hava Limanı 03 L no.lu piste ait bir araç iniş kartını göstermektedir.



Şekil 5-37: Ankara (ESB) Hava Limanı için Standart Uçuş Hattı (STARs) [15]

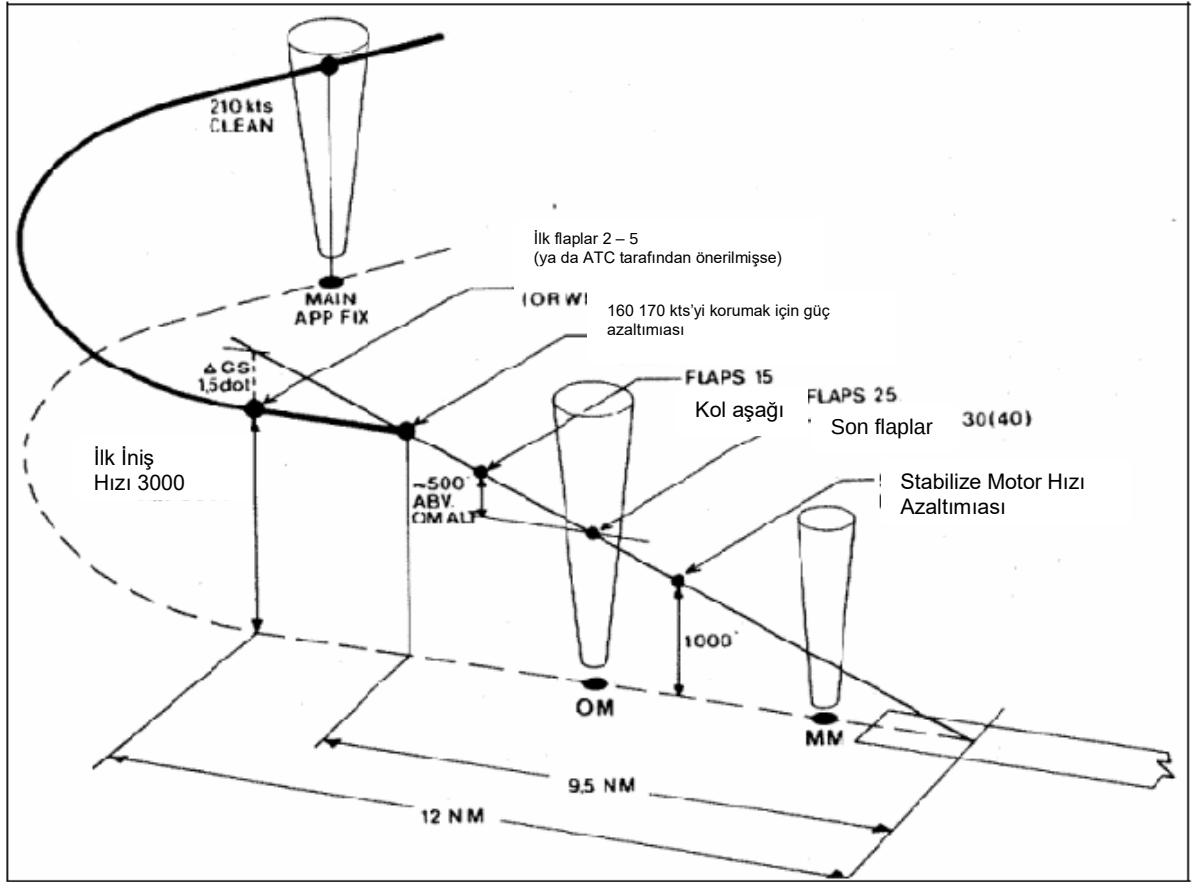


Şekil 5-39: Gürültü Azaltıcı İniş Prosedürü [16]

İki Safhalı İniş Prosedürü'nde, standart İnişten farklı olarak iniş hattı çok sonra geçilir. İniş hattına yatay olarak uçmak yerine uçak, belirgin bir yükseklikte iniş hattının üzerinden yatay olarak geçer. Daha sonra uçak, belirgin bir 3° derecelik iniş açısının üzerinde, ILS iniş hattını yukarıdan gelip delene kadar ve bu hattı inişe kadar takip ederek alçalır. Bu prosedürün avantajı, iniş hattının altında yer alan ve oturulan bölgelerin üzerinden standart prosedüre göre çok daha yüksekten uçulabilmesi ve böylece daha az gürültü sorununa neden olmasıdır. Gelecekte iyileştirilmiş yüksek kaldırma desteği ve aletlerle çok daha yüksek alçalma oranlarını gerçekleştirme imkanı olabilir. Fakat bu arada uçağın 1000 ft'lik (yaklaşık 305 m) bir yükseklikteyken standart iniş hattının 3° derecelik sabit uçuş konumunda olması sağlanmalıdır. Ancak yüksek bir iniş açısı, yolcuların konforunu olumsuz etkilemekte ve uçağı idare edenlere çok büyük sorumluluklar yüklemektedir. Bu yüzden söz konusu bu prosedürün, uygulamada ve yakın gelecekte daha geniş bir tabanda yaygınlık kazanacağı pek ihtimal dahilinde değildir.

Bir diğer alternatif olan "**Low Drag & Low Energy**" ("Düşük Sürüklenme & Düşük Enerji) prosedürüne ilişkin Şekil 5-40 açıklık getirmektedir. Buradaki prensip, uçağın mümkün olabildiğince çok sonraları yüksek bir hava direnci ve yüksek bir motor

verimi ile bağlantılı olan ve böylece önüne geçilebilir gürültüler meydana getiren bir iniş biçimine geçmesidir. Bunun için iniş flapları ve ön kanatları (Flaps und Slats) ve ayrıca duruma göre gerçekleşen her uçuş hızının ihtiyaç duyduğu bir kaldırma kuvvetine göre, gerektiğinde hızın ya da kaldırma kuvvetinin azaltımı için spoiler öncelikle kademe kademe açılır. Bu durum karşılaştırmalı olarak az bir kaldırma kuvveti ile uçulabilmesi avantajını sağlar; böylece motorlar da daha az gürültü meydana getirirler.

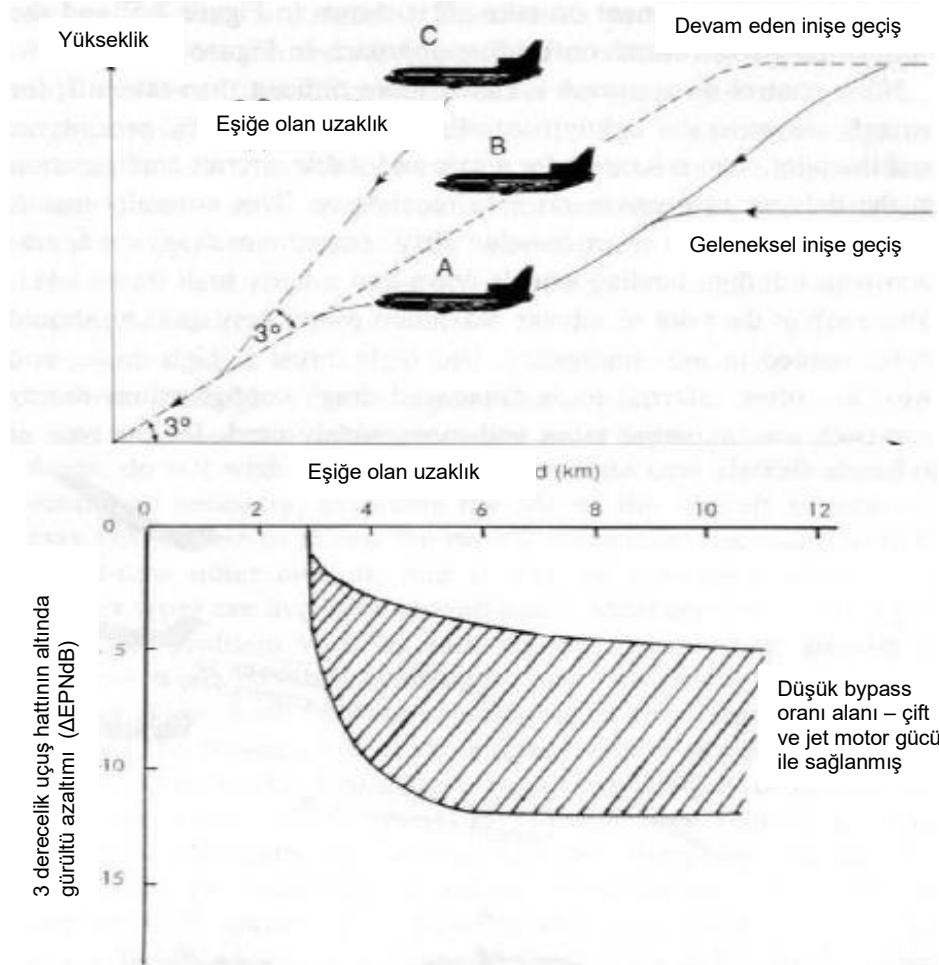


Şekil -40: “Low Drag & Low Energy (Düşük Sürüklenme & Düşük Enerji)” iniş prosedürü [Flu-16]

Gürültü yönünden en uygun, fakat en zor uçuş prosedürü, iniş hattının hava alanından çok uzakta ve çok yüksekte (hava alanına 20 nm mesafede yaklaşık 5000 ft) uçulabilmesine dayanan “**Continuos Descent Approach**” (Devamlı Alçalma inişleri) prosedürüdür. İniş hattına erişilmesinden sonra bu hat takip edilir ve bu arada uçuş hızı ardı ardına azaltılır ve flaplar ve slatlar ihtiyaç duyulan kaldırma kuvvetine bağlı olarak devreye sokulur. İdeal durumda sabit alçalma uçuşuna eriştikten sonra

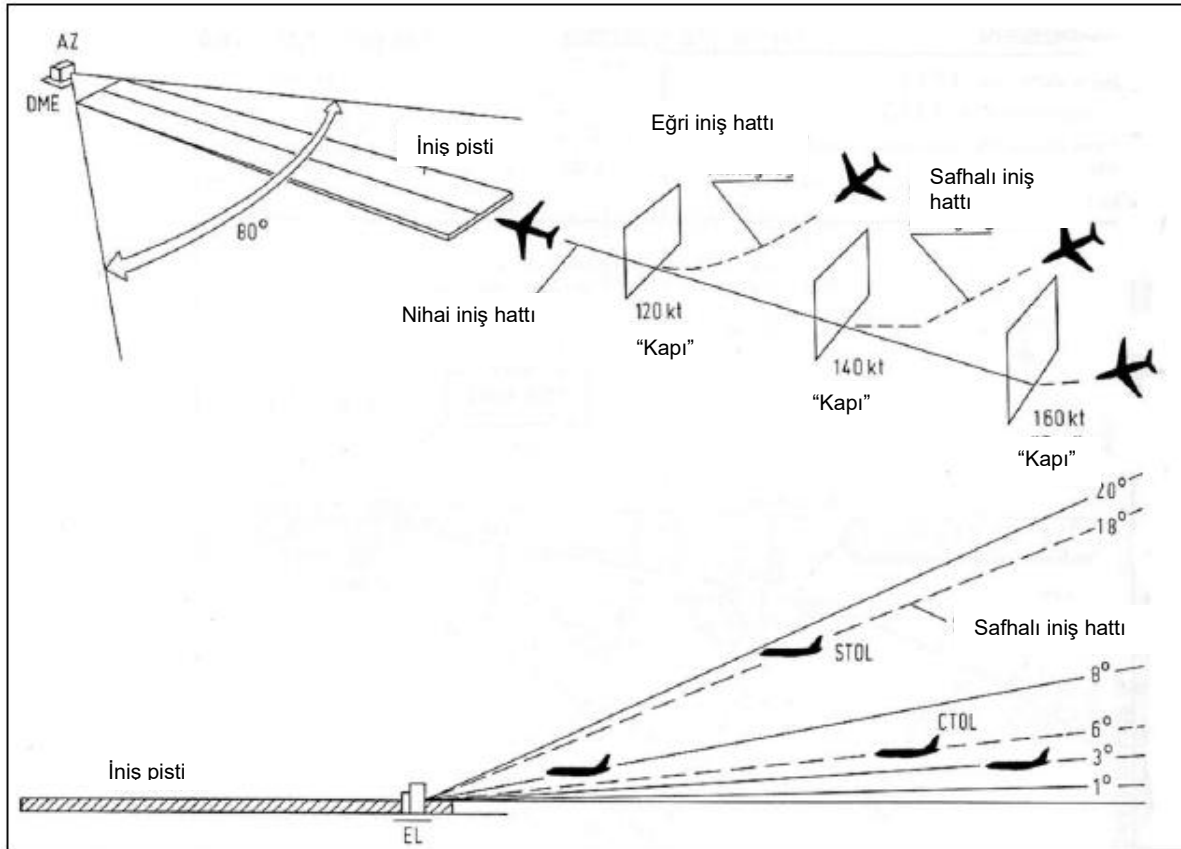
motor verim ayarı, tüm iniş hattı boyunca değiştirilmez. Söz konusu bu iniş prosedürü de yakın gelecekte geniş bir tabanda yaygınlık kazanamayacaktır, çünkü uçağı idare edenler açısından çok yüksek seviyede bir kullanım becerisini gerektirmekte ve pilotlara destek olmak için buna uygun aletlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebepten dolayı şimdilik gürültü azaltıcı iniş prosedürü, yalnızca “Low Drag & Low Energy” prosedürünü sunmaktadır.

Söz konusu bu gürültü azaltıcı iniş prosedürünün gürültü azaltma potansiyeli Şekil 5-41’de görülebilir. Bu şekilden, söz konusu prosedürün büyük bir gürültü azaltma potansiyelinin olduğu anlaşılmaktadır. Fakat yine aynı şekilden nihai iniş uçuşu sırasında, iniş pisti eşiğinin hemen öncesinde, uygulanan hiçbir prosedürde bir gürültü azaltımının mümkün olmadığı da anlaşılmaktadır, çünkü uçaklar inişin hemen öncesinde sabit bir uçuş pozisyonu almak zorunda olduklarından, burada mevcut prosedürlerde uygulanacak modifikasyon yoluyla çok sınırlı oranda bir gürültü azaltma imkanı elde edilebilmektedir.



Şekil 5-41: Standart iniş prosedürüne karşı gürültü azaltıcı iniş prosedürünün gürültü azaltma potansiyeli [9]

Fakat gelecekte uygulamaya konulacak Mikrodalgalı İniş Sistemi (MLS) ya da uydu navigasyonu yardımıyla tamamen yeni tarzda iniş ve kalkış imkanları mümkün olacaktır. O zaman mecburi uçuş yolları - şimdiye dek olduğu gibi - navigasyona bağlı zorunluluklar yönüyle değil, yalnızca uçuş performans özellikleri ve güvenlik değerlemeleri ile belirlenecektir. Böylece eğri inişler de tam bir uçuş yönetimi ile mümkün olacak, öyle ki iniş ve kalkış prosedürlerinin gürültü iyileştirmeleri için tamamen yeni imkanlar ortaya çıkacaktır. Örnek olarak Şekil 5-42, uydu destekli navigasyon prosedürleri ile de gerçekleştirilebilecek olası MLS iniş prosedürlerini göstermektedir.



Şekil -42: Eğri inişleri de mümkün kılabilen gelecekteki iniş prosedürleri [18]

5.5. Planlı Önlemler ile Uçak Gürültüsünün Azaltımı

Geçmişte en yeni konstrüksiyona sahip uçaklarda tartışmasız olarak elde edilen gürültü azaltmalarına rağmen, yine de pek çok hava alanında gürültü problemi

yaşanmaktadır. Bu durum çoğu zaman hava alanlarının yerleşim yerlerine çok yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden yerleşim bölgeleri ile gürültüyü meydana getirenlerin mümkün olduğunca birbirinden ayrı tutmak için gerekli tüm çabaların sarf edilmesi gerekir. Diğer tüm gürültü meydana getiriciler için de aynı şekilde geçerli olan bu prensip, gürültünün hava alanının uzağında yer alan yerleşim yerlerinin üzerinde ve zemindeki ses kaynaklarında gürültünün azaltımı için yardımcı olacak zemin soğurucusu olmadan yukarıdan yayıldığından, hava alanlarının çevresinde çok kolay uygulanamamaktadır. Bu sebepten dolayı planlı önlemlerle ilgili daha çok hava alanlarının hemen yakınında uygulanabilecek hem rota planlaması, hem de yerleşim planının ele alınması gerekmektedir.

5.5.1. Rota Planlaması

Uçuş rotalarının planlanmasında çok özel vakalarda başarı elde edilebilmektedir. Bunun için bir yandan topoğrafik şartlar ile var olan ya da planlanmış yerleşim yeri yapısının dikkate alınması gerekir. Diğer yandan ise rotalar uçuşu gerçekleştirebilir nitelikte ve güvenli olmalı, hem trafik akışını hem de yolcuların konforunu olumsuz etkilememelidir. Bu yüzden bir rota planlaması, yalnızca işletmeciler ve uçuş güvenliğinden sorumlu makam tarafından yapılmalıdır.

Fakat genel olarak varış rotalarında yaratıcılık çok sınırlıdır. Buna karşılık kalkış hattında belirgin bir biçimde daha fazla imkan mevcuttur. Fakat mevcut altyapıdan (örneğin navigasyon düzenekleri ve navigasyon yön noktaları) ve topoğrafik şartlardan dolayı bunların uygulanması yine sınırlıdır. Esas itibarıyla – şayet mümkünse – rotaların yerleşim bölgelerinin üzerinden alçak irtifada geçirilmemesi gerekir. Eğer mümkünse şu temel ilkeye uyulması gerekir: “keep them high (onları yüksekte tut)”, çünkü hava taşıtı ile gürültüden etkilenenlerin arasındaki mesafeyi artırmak çoğu zaman yapılacak en iyi seçimdir.

Şayet her yerleşim yerinin çevresinden dolaşarak geçilebiliyorsa, uçağın ana rüzgar yönüne dönük olan tarafı ile ve yerleşim yerlerinin etrafından dolaşarak uçulmalıdır. Çoğu durumda bu yöntem, ses alanının geçiş esnasında yerleşim yerine doğru yayılmasını önlemektedir.

Gürültü azaltıcı rotaların gürültüden etkilenenlere göre belirlenmesine yönelik tüm denemelerde, uçuş rotalarının başkalarına yük teşkil edecek şekilde kaydırılmamasına dikkat etmek gerekir. Kural olarak gürültüden kurtulanların

teşekkür ve takdirlerini bildirmesinden çok, onlardan önce gürültüden yeni etkilenenler gürültüden şikayet etmektedir. Gürültü sorununun adil bir biçimde değerlendirilmesi bu durumu yine de kolaylaştırmamaktadır. Gürültü sorununun bu biçimde değerlendirmesinin yapılabilmesi için, var olan uçuş rotasına ve planlı değişikliklere yönelik gürültü sorunu ile ilgili hesaplamalar kaçınılmaz olmaktadır. Ancak bu şekilde, uçak gürültüsü sorunu ışığında nesnel bir değerlendirme yapmak mümkündür.

5.5.2. Yerleşim Planı

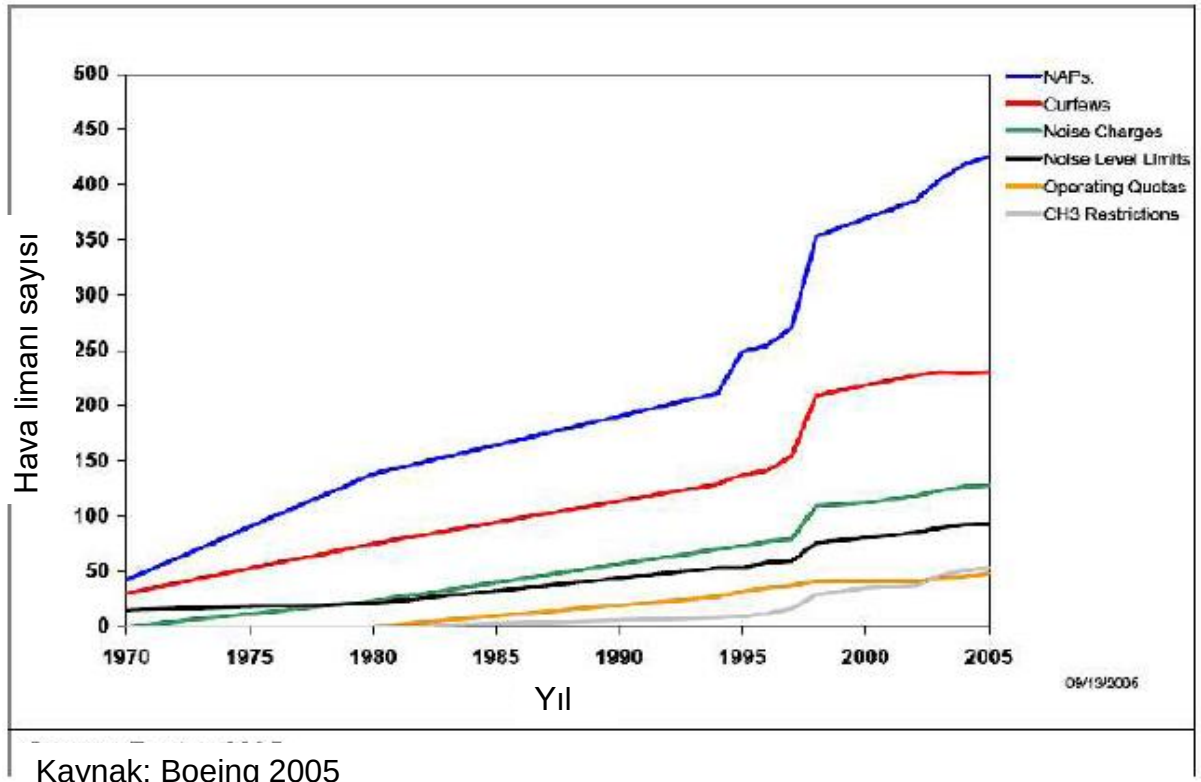
Yerleşimin planlanması, mevcut yerleşimlerde yaşanan gürültü sorununu olabildiğince sınırlamak ve bunun haricinde gürültülü bölgelerde yapılacak yeni inşaat işleri ile yeni gürültü sorunlarını ve rahatsızlıklarını önlemek içindir. Hedef, yerleşim yerinin gürültülü bölgelerinin diğerlerinden ayrılması olmalıdır. Hava limanlarındaki yerleşim planı için geçerli olan, anlamına uygun yerinde bir planın, yerleşim planı üzerinden başka bir yerde uygulanmasıdır. Fakat uçak gürültüsünün olumsuz yanı, “kaynağın” uzağında da dahi, yani hava limanlarında da, gürültü sorunu meydana getirebilmesidir. Özellikle de inşaatlara onay verenlere, uçak gürültüsü nedeniyle gürültü rahatsızlıklarının ortaya çıkabileceğini anlatmak çok zordur. Buna ek olarak uçuş rotasının rüzgar yönüne bağlı olarak kullanılması nedeniyle – uçaklar kural olarak rüzgara karşı kalkış ve iniş gerçekleştirirler – ağırlıklı olarak zarar görmeyen bölgeleri de zaman zaman uçak gürültüsü bombardımanına tuttukları dikkate alınmalıdır. İnşaat onayı verenlerin de, inşaat taleplerinin reddedilmesi ya da inşaatla ilave ses geçirmez önlemlerinin alınması gerektiği konularında ikna edilebilmeleri için, uçak gürültüsünün yol açtığı zararların hesaplanması kaçınılmaz olmaktadır. Söz konusu gürültülerin yarattığı zararların değerlendirilmesi kolay değildir; bunu yaparken gürültüden etkilenenlere, benzer biçimde etkilenen bölgeler delil olarak gösterilerek ya da en iyisi dinletme örnekleri ile destek verilmelidir.

Uçak gürültüsüne ilişkin Alman yasaları – az ya da çok başarı sağlayarak – hava alanı yakınında gürültüden en fazla etkilenen bölgelerde inşaat yasağı koymuştur. Buralarda ancak öncesinde var olan inşaat hakları uygulanabilmiştir. Buna ek olarak belediyeler, yerleşime yönelik çalışmaları toparlamak için yer yer inşaat tedbirlerine izin vermektedir. Ancak bu imkandan, olması gerektiğinden çok daha fazla istifade edilmiştir. Hava limanının çok yakınında inşaat yapılmaması ve bu sayede yeni

problemlerin ve yeni gürültü sorunlarının meydana gelmemesi için daha büyük hava limanlarında da inşaat yasağı koymak için teşvikler yapılmaktadır.

5.6. Ekonomik Önlemlerle Uçak Gürültüsü Azaltımı

Esas olarak yukarıda anlatıldığı gibi yalnızca teknik ve planlı önlemler ile uçak gürültü azaltımı tek başına işlerlik kazanmaz. Bu teknik önlemleri test eden, uygulamaya koyan ve uygulatan imkanların da olması gerekir. Bunun için çoğu zaman katılımcılara uygulanacak belli oranda bir baskının olması gerekebilir. Son yıllarda pek çok yerde uçak gürültüsü azaltımına yönelik farklı yöntemlerin uygulanmasına ilişkin yerinde çabalar sarf edilmiştir. Bu esnada hem planlı, hem de ekonomik önlemler ele alınmıştır. Bu tür önlemlerin uygulamaya konulduğu hava limanlarının sayısının sürekli arttığı anlaşılmaktadır. Şekil 5-43 bu artış, açık bir biçimde gösterilmekte olup burada gece uçuş sınırlamaları (Curfews), gürültüye bağlı ücretler (noise charges), maksimum gürültü seviyesinin sınırlandırılması (Noise Level Limits), trafik bedeli sınırlandırması (Noise Quotas) ve Bölüm 3'te yer alan uçak modellerine sınırlama (CH3 Restrictions) getirilmesi hususları söz konusudur (NAPs = Number of Airports; sınırlamanın olduğu hava limanlarının toplam sayısını vermektedir). 1995 ve 2000 yılları arasında, özellikle gece uçuş sınırlaması bulunan ve gürültüye bağlı ücretlendirmeye tabi olan hava alanı sayısı yüksek oranda artmıştır. Bu önlemlerin tamamı, daha gürültülü uçakların gürültü sorunu yaşanan hava limanlarından uzaklaştırılmasını hedeflemektedir. Bunun anlamı, daha gürültülü uçaklarla ilgili dezavantajların ortaya çıkacağı ve daha sessiz uçakların tercih edileceği sonucunun doğacağıdır. Prensipite ise en geniş anlamıyla ekonomik önlemlerin alınması anlamına gelmektedir.



Şekil 5-43: Hava limanlarında sınırlayıcı ve gürültüye bağlı iniş ücretleri [19]

5.6.1. Gürültüye Bağlı İniş Ücretleri

Artık bir çok hava limanında, diğer olağan hava limanı ücretlerinin dışında, gürültüye bağlı iniş ücretleri alınmaktadır. Bu ücretlerin alınması için şu şartların geçerli olması gerekir:

- Gürültüye bağlı iniş ücretleri, yalnızca gürültü problemi olan hava limanlarından alınmalıdır.
- Gürültüye bağlı iniş ücretlerinin uygulamaya konması, uygun bir şekilde ve lüzumu halinde olmalıdır (bkz. ayrıca Böl. 3.3.6.3 “Balanced Approach (Dengeli Yaklaşım)”)
- Gürültüye bağlı iniş ücretlerinde ayrımcılık yapılmamalıdır (Ayrımcılık Yasağı)
- Gürültüye bağlı iniş ücretlerinin miktarı ve alınma şekli şeffaf olmalıdır
- Gürültüye bağlı iniş ücretleri, gürültü problemlerinin önüne geçilmesi ve azaltımı için kullanılmalıdır (maliyetleri karşılama prensibi)
- Gürültüye bağlı iniş ücretlerinin miktarı, kendi içinde masraflarını karşılayacak kadar olmalıdır
- Gürültüye bağlı iniş ücretleri, Muhasebe İlkeleri temel alınarak (“sound

accounting principles“) tespit edilmeli ve diğer iniş ücretleri, örneğin zam ve kesintiler ile ilişkili olmalıdır.

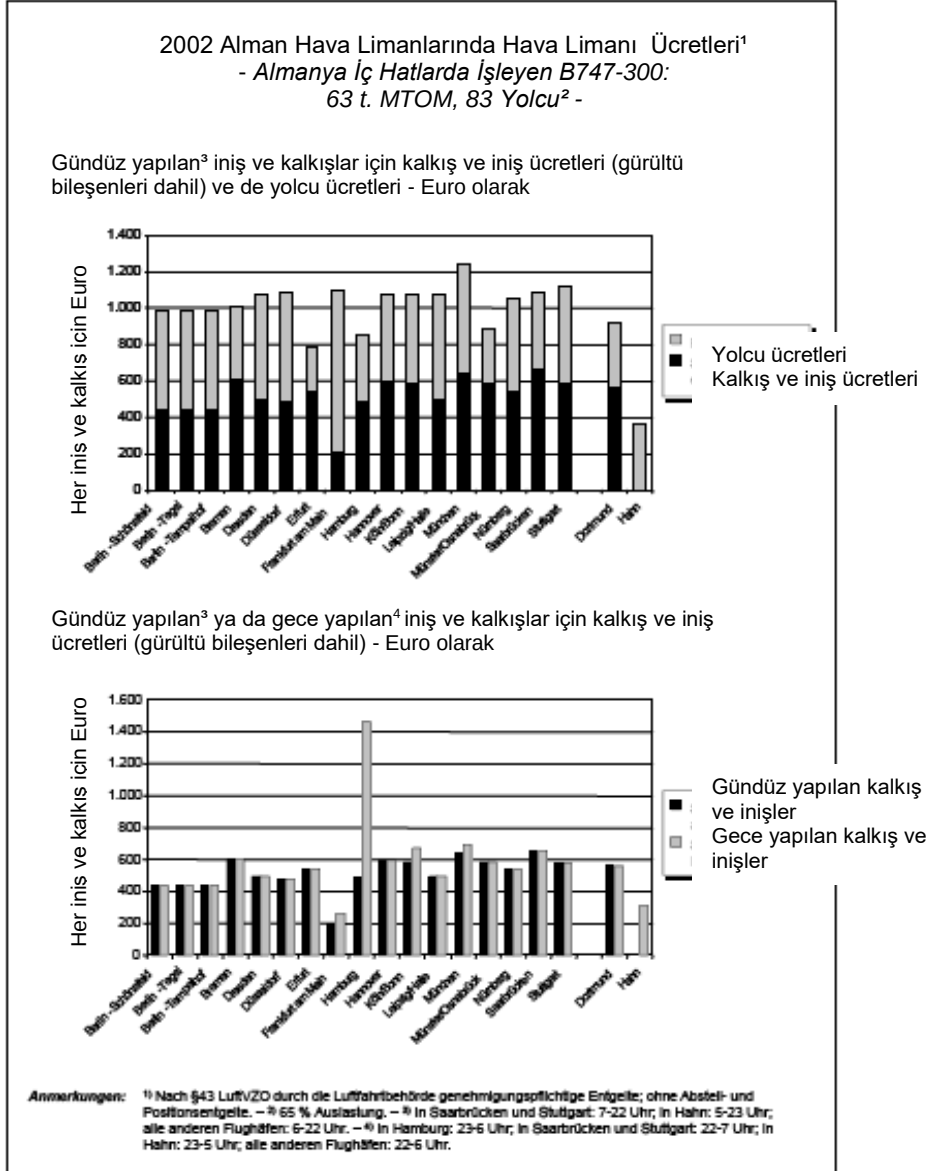
- Gürültüye bağlı iniş ücretleri, bir yasaklamayı gerektirecek miktarda tespit edilmemelidir.
- Gürültüye bağlı iniş ücretlerinin artırılması, hava limanı kullanıcılarının uygunsuz bir biçimde şikayet etmelerini önlemek için, yalnızca kademeli olarak gerçekleşmelidir. Burada belli şartlar altında başka bir yaklaşım metodu da kullanılabilir.
- Bir ücret sistemi, bir hava limanının hesabına yazılmadan önce, hava limanını kullananlarla karşılıklı görüşülerek zamanında bu sisteme dahil olmaları sağlanmalıdır (konsültasyon prensibi).

ICAO Düzenlemeleri EK I (ICAO Doc. 9082/6) [20]'de yer alan "Gürültünün Önlenmesi ve Azaltımı" konu başlığı altında hava limanı ücretleri tespit edilirken, maliyetlerinin de dikkate alındığı ve özellikle de gürültüye bağlı iniş ücretleri ile karşılanabilecek aşağıda yer alan hizmetler, önlemler ve sistemler sıralanmıştır:

- Uçak gürültüsü ölçüm sistemleri, gürültü azaltıcı sistemler ve gürültü perdeleri (Noise-monitoring systems, noise-suppressing equipment and noise barriers)
- Hava limanı çevresinden arazi ya da bina alınması (Land or property acquired around airports), hava limanı yakınlarındaki binalarda gürültü azaltma önlemleri ve diğer gürültü azaltma önlemleri (Soundproofing of buildings near airports and other noise alleviation)
- Hukuken ya da hükümet tarafından ön görülen önlemlere ait masraflar (measures arising from legal or governmental requirements).

Gürültüye bağlı iniş ücretleri, Almanya'da uzun yıllardan beri alınmaktadır. Ücretler, miktar ve şekil itibariyle hava limanına göre farklılık göstermektedir. Şekil 5-44, hava limanı ücretlerini ve içeriklerinde yer alan yolcu ücretlerini (gri sütun) ve ayrıca Almanya iç hat seferlerindeki bir Boeing B 737-300 uçak modeli için gürültüye bağlı iniş ücretlerini de içeren iniş ücretlerini (siyah sütun) göstermektedir. Şeklin alt kısmında gündüz ve gece için iniş ücretleri (gürültü bileşenleri de dahil olmak üzere) yer almaktadır. Buradan gece saatleri için, Almanya'daki hava limanları arasından

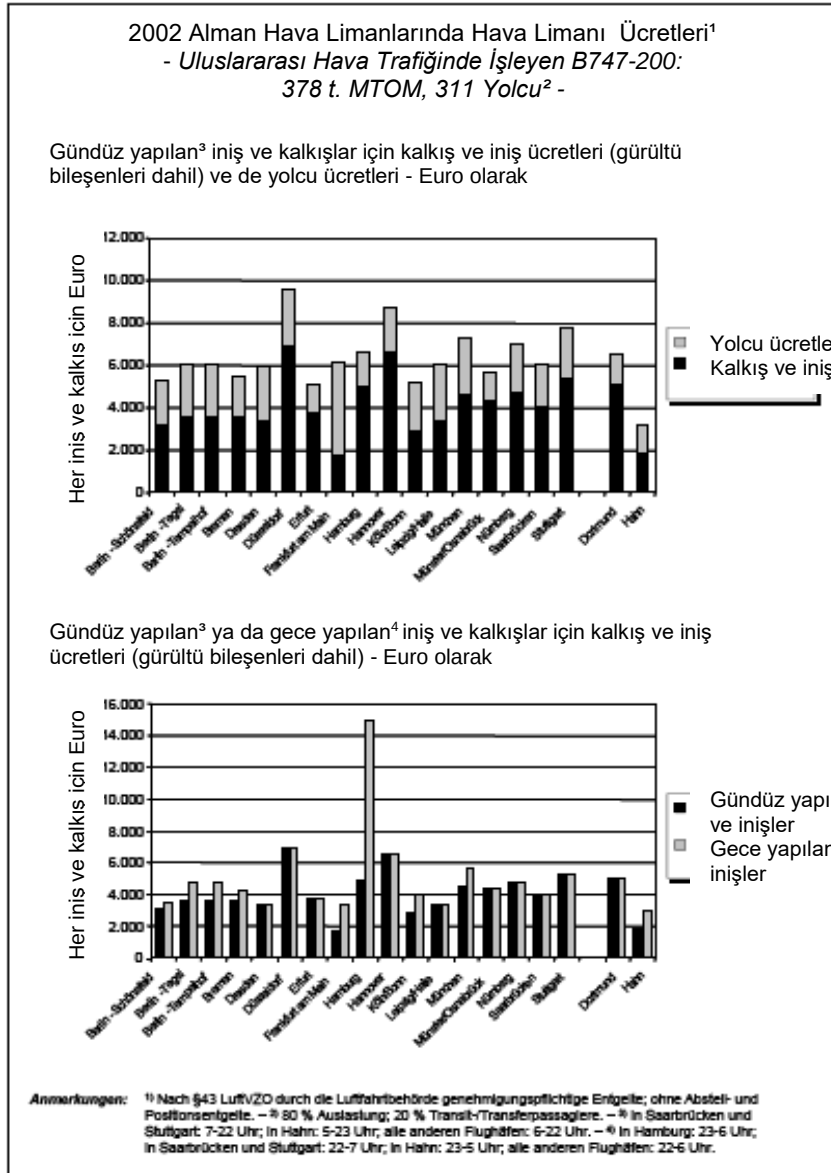
yalnızca dört hava limanında farklı ücret alındığı anlaşılmaktadır. Bunun asıl nedeni Almanya'daki çoğu hava limanında gece uçuşlarının yasak ya da sınırlı olmasıdır ve bu yüzden çoğu hava limanında gece uçuşlarının sayısı nispeten azdır. Gece uçuşları için daha yüksek miktarlarda iniş ücretlerinin alınmasının bu hava limanlarında herhangi bir etkisi olmayacaktır.



Şekil 5-44: Alman iç hat seferlerindeki bir Boeing B737-300 tipi uçağın gürültüye bağlı iniş ücretleri [21]

Uluslararası uçuş trafiğinde bir Boeing B747-200 tipi (Bölüm 3'e göre gürültü ruhsatı ile) uçağı ile ilgili durum Şekil 5-45'de gösterilmiştir. Alman iç hat seferlerinde

kullanılan Boeing B 737-300 tipi uçağına karşın her iki ücretin toplamı, hava limanına göre farklılık göstermektedir – hava limanlarının çoğu bir Boeing B 747-200 tipi uçağı için günlük iniş başına 5.000 ila 7.000 Euro arasında, hatta bazı durumlarda 9.600 Euro'ya kadar çıkan miktarlarda (Düsseldorf) değişen hava limanı ücretleri koymuştur. Alman iç hat seferlerinde Frankfurt/Main hava limanı, konunun dışına çıkan bir ücret politikası nedeniyle toplam tutarda en düşük iniş ücreti oranını (< 30 %) ortaya koymaktadır. Diğer hava limanlarında bir Boeing B 747-200 tipi uçağı için iniş ücreti oranı, kalkış ağırlığına bağlı olarak yolcu ücretlerine göre daha yüksektir. Buna karşılık hafif Boeing B 737-300 tipi uçağının kalkış ağırlığına bağlı iniş ücreti oranı yaklaşık % 50 civarındadır.



Şekil 5-45: Uluslararası hava trafiğinde bir Boeing B747-200 tipi uçağı için iniş

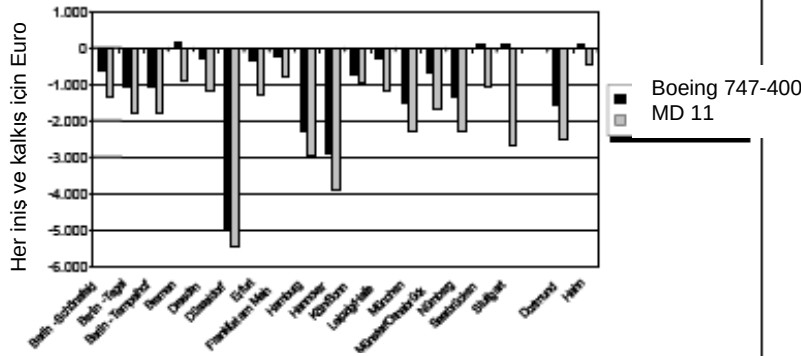
Ücretleri [21]

Gürültüye bağlı iniş ücretlerinin uygulamaya konmasındaki hedeflerden biri de, buradan elde edilecek gelirlerle gürültü azaltıcı önlemleri uygulayabilme imkanının yanı sıra, daha sessiz hava taşıtlarının tercih edilmesini sağlayabilmektir. Şekil 5-46'da, daha eski bir yapım olan ve Bölüm 3'te yer alan bir uçağın (Boeing B747-200 tipi) daha modern ve sessiz bir donanımla (Boeing B747-400 ya da MD 11 tipi) değiştirildiğinde meydana gelebilecek durum ortaya konmuştur. Burada her bir uçak için elde edilebilecek maliyet fazlası ya da tasarruflar belirtilmiştir. Şeklin üst kısımda, uluslararası bir hava trafiğinde iniş başına sağlanan mutlak tasarruflar € olarak gösterilmiş, resmin alt kısmında ise farklı yolcu ücretlerinden sağlanan tasarruflar görülebilmektedir.

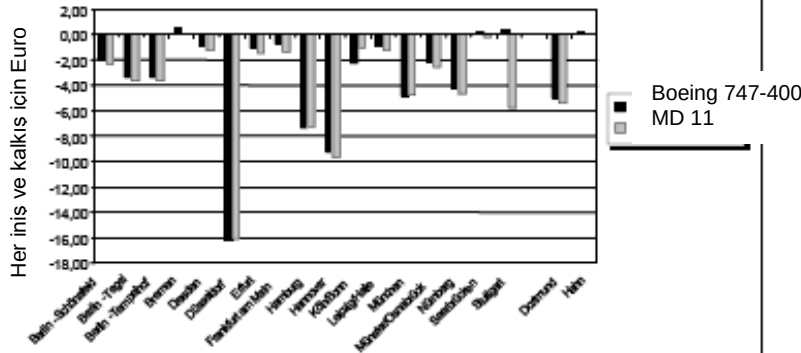
2002 Alman Hava Limanlarında Hava Limanı Ücretleri¹⁾:
Değiştirilmiş Uçak Modeli ile Sağlanan Maliyet Fazlası ya da Tasarruflar :
- Gündüz Gerçekleşen Uluslararası Hava Trafiğinde Kalkış ve İnişler²⁾ -

Boeing 747-400 ve MD 11 ile Boeing 747-200 uçağını karşılaştıran (Bölüm 3)³⁾

A) Boeing 747-200 uçağı ile ilgili olarak iniş ve kalkıştaki mutlak fark



B) Boeing 747-200 uçağı ile ilgili olarak iniş ve kalkıştaki spesifik fark



Anmerkungen: ¹⁾ Einschließlich Lärmkomponenten. – ²⁾ In Saarbrücken und Stuttgart: 7-22 Uhr; in Hahn: 5-23 Uhr; alle anderen Flughäfen: 6-22 Uhr. – ³⁾ Boeing 747-400: 395 t MTOM, 312 Passagiere; MD 11: 286 t MTOM, 234 Passagiere; Boeing 747-200: 378 t MTOM, 311 Passagiere; Annahme: 80 % Auslastung; 20 % Transit-/Transferpassagiere.

Şekil 5-46: Çevre dostu taşıtların kullanılması ile sağlanan tasarruflar (Boeing B747-200 tipi uçağın (Bölüm 3) Boeing B747-400 ya da MD 11 tipi uçaklar ile değiştirilmesi) [21]

Bu verilerden, gürültü ve kütleye dayalı iniş ücretlerinin daha sessiz hava taşıtlarının kullanılması yönünde pekala bir itici güç olduğu anlaşılmaktadır. Ancak iniş ücretlerinin, bir hava yolu şirketinin toplam maliyetlerinin çok az bir kısmını oluşturduğu dikkate alınmalıdır. Tablo 5-3 bazı Avrupalı Hava Yolu Şirketlerinin toplam maliyetleri içindeki iniş ücreti payını göstermektedir. Fakat bu tablodan ayrıca, ucuz uçuş hatlarında (Low Cost-Carrier), diğer hava yolu şirketlerine göre toplam maliyetler içindeki iniş ücretleri payının yaklaşık olarak 3 - 4 faktör daha yüksek olduğu sonucu çıkarılmaktadır.

Hava Yolu Şirketi	Hava Limanı Ücretleri / Hava Limanı Harçları ¹	Uçuş Güvenliği Harçları ²
	% olarak	% olarak
British Midland	15,9	5,0
Aer Lingus	11,9	3,9
Austrian	7,9	5,4
BA	7,1	4,1
Iberia	6,4	5,4
Finnair	5,8	5,0
SAS	5,4	4,5
Swissair	4,7	5,9
KLM	4,3	5,6
TAP	4,1	5,4
Lufthansa	4,1	6,3

¹ Hava Limanı Ücretleri - ² Navigasyon Ücretleri
Kaynak: AEA 2001.

Tablo 5-3: Avrupa içi hava trafiğinde çalışan bazı hava yolu şirketlerine ait hava limanı ücretlerinin ve harçlarının ve de uçuş güvenliği harçlarının toplam maliyetler içindeki payı (2000 yılına ait veriler) [21]

5.6.2. Uçuş Sınırlaması

Avrupa Birliğinin gürültüye bağlı işletim sınırlamaları hakkındaki 2002/30/EC sayılı

direktifinin [22] amacı, üye ülkelerin hava limanlarında işletim sınırlamaları için ortak bir kurallar ve prosedürler çerçevesi oluşturmaktır. Karşılaştırılabilir gürültü problemi olan hava limanlarında, aynı işletim sınırlamalarının uygulamaya konması gerekir. İşletim sınırlamaları, hem iç piyasanın talepleri ile uyumlu olmalı (1. Madde, b fıkrası), aynı zamanda da her bir hava limanında belli gürültü azaltma hedeflerine ulaşmayı kolaylaştırmalıdır (1. Madde, d fıkrası). 2002/30/EC sayılı direktifinin 2. Madde, e fıkrasında “sivil sessiz uçaklarının bir hava limanına girişinin sınırlandırılması ya da azaltımına ilişkin gürültü açısından alınacak önemli önlemler” şeklinde tanımlanmış olup gürültü ücretleri de işletim sınırlamaları arasında sayılabilmektedir. “Buna yönetmelik şartlarını zorlukla yerine getiren hava taşıtlarının belli hava limanlarından çekilmelerini sağlayan işletim sınırlamaları ile sivil sessiz uçaklarının işletilmesini zaman dilimine göre kısıtlayan kısmi işletim sınırlaması da dahildir.”

2002/30/EC sayılı direktifinin 4. Madde, 4. Bölümünde, Uluslararası Havacılık Anlaşmasının EK 16, Cilt I’e istinaden (Temmuz 1993 yılının üçüncü baskısı) yürütülen işletim onay prosedürlerine göre tespit edilen “verime dayalı işletim sınırlamalarında”, hava taşıtının gürültü değerinden yola çıkılması gerektiği düzenlenmiştir. Fakat 2002/30/EC sayılı direktif, “verime dayalı işletim sınırlamaları”ndan ne anlamak gerektiğini açık bir biçimde tanımlamamıştır.

Sessiz hava yolu uçaklarının işletim sınırlamasında aşağıda yer alan önlemler söz konusudur:

- Bir hava limanında maksimum uçuş hareketlerinin kısıtlanması (sınırlama)
- Uçuş hareketleri sayısının azaltımı
- Sınır değerlerini sadece marjinal koruyabilen uçakların inişine yasak getirilmesi (bu amaçla bu direktiften önce bir ön direktif oluşturulmuş, fakat ABD’nin baskısı ile geri çekilmek zorunda kalmıştır)
- Uçuş hareketlerinin zamana göre sınırlandırılması.

5.6.3. Dengeli Yaklaşım (Balanced Approach)

Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu ICAO, 33-7 sayılı yasa tasarısı [23] ile gürültü azaltımına ilişkin dengeli iniş düşüncesini (“Balanced Approach”) terk etti. Yasa tasarısı, gürültü azaltıcı önlemlerin uygulamaya konmasında dört unsurun değerlendirilerek ele alınması gerektiğine açıklık getirmektedir:

- Kaynakta gürültü azaltımı
- Alan kullanımı ve alan kullanım planı
- Gürültü azaltıcı uçuş prosedürleri ve
- Uçuş sınırlamaları.

Daha evvel yukarıda bahsedilen 2002/30/EC sayılı direktif ile Avrupa Birliği, ICAO'nun bu fikrini almış ve yeniden düzenlemiştir. “Dengeli yaklaşım“, bu direktifin 2. Madde, g fıkrasında “üye ülkelerin bir hava limanındaki gürültü problemlerinin çözümü için alınacak muhtemel önlemleri, özellikle uçak gürültüsünün kaynağında azaltımı, alan kullanım planı ve yönetimi, gürültü azaltıcı uçuş prosedürleri ve işletim sınırlamalarının önceden tahmin edilebilen etkilerini kendi bölgelerinde test edecek hususlar dahilinde yaklaşım” şeklinde tanımlanmaktadır.

Bu demek oluyor ki, hava limanlarındaki gürültü problemlerinin çözümünde üye ülkelerin “dengeli bir yaklaşımı” takip etmeleri gerekmektedir, yani alınan önlemler gürültü problemini çözebilmek için uygun ve gerekli olmak zorundadır. Gürültü probleminin çözümüne yönelik aynı uygunlukta, daha az kısıtlayıcı bir önlemin olmadığı durumlarda, bir önlem alınması gerekir. 2002/30/EC sayılı direktifte, bir önlemin ya da önlemler paketinin gerekliliği “belli bir hava limanı için konulan çevresel hedeflerin gerçekleştirilmesine yönelik gereken önlemlerden daha kısıtlayıcı olmamalı” şeklinde tanımlanmıştır (4. Madde, 3. Bölüm, Sayfa 1).

5.7. Motor Takımı Test Sürüşlerinde Uçak Gürültüsünün Azaltımı

Uçak motorlarının ya da hava taşıtlarının parçalarının bakım ya da onarımından sonra, bir sonraki kalkıştan önce gerçekleşen test sürüşleri çoğu zaman kaçınılmaz. Bunlar sık sık gece ya da sabahın erken saatlerinde gerçekleşir ve bu esnada hava alanlarındaki yerleşim yerlerine göre bir hayli gürültü sorunu meydana getirirler. Bu yüzden geçmişte, motor takımı test sürüşleri için hava alanlarında ortamın iyileştirilmesine katkıda bulunmuş özel sistemler kurulmuştur. Sistemlerin çeşitliliği, basit ses perdelerinden sabit pistlere ve kısmen açık olan hangarlardan motor takımı test sürüşleri için dört bir yanı kapalı hangarlara kadar uzanmaktadır. Bundan sonraki bölümde, motor takımı test sürüşleri için kurulmuş sistemlere ilişkin birkaç örnek verilerek avantajları ve dezavantajları ile bahsedilecektir.

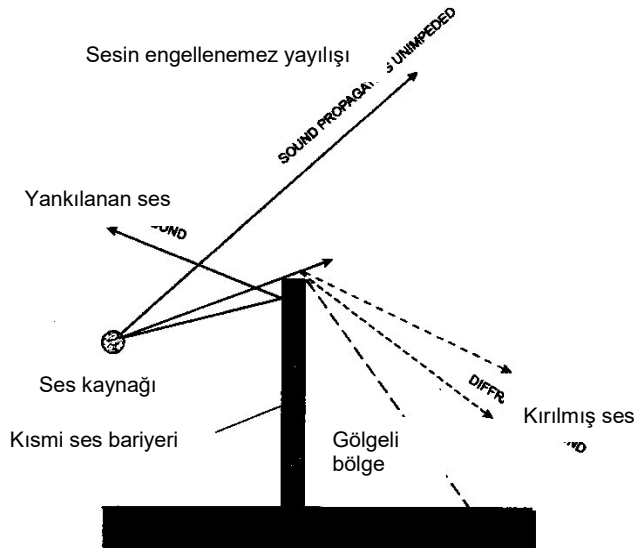
5.7.1. Hava Limanlarında Alınacak Önlemler

Motor takımı test sürüşleri için gürültüden korunma sistemleri, hava alanının kullanım

yoğunluğuna ve hava alanı çevresindeki yapılaşmayla ilgili yerel şartlara ve hava limanı alanındaki sunulan yere bağlı olarak farklı şekillerde kurulmaktadır. Şekil 5-47, örnek olarak Chicago'daki O'Hare hava limanında yer alan basit bir gürültü perdesini göstermektedir. Bu uygulama ile olası mevcut yerleşim yeri, uçağın burnuna karşı hiç de korunmuş değildir. Çünkü gürültü perdelerinin arkasında, uçaktan yayılan ses dalgaları perdenin kenarından kırıldığı için, Resim 5-48'in de gösterdiği gibi, tam bir gürültü azaltımı sağlanamamaktadır. Bu gürültü koruma ekipmanı, yalnızca motor takımı test sürüşleri seyrek olarak gerçekleştiğinde ya da sistem, daha az rahatsızlık meydana getirecek şekilde yerleşim yerinden yeterince uzak kurulduğunda tavsiye edilmektedir.



Resim 5-47: Chicago O' Hare Hava Limanındaki gürültü perdesi [24]



Şekil 5-48: Bir ses perdesi ile ses azaltımı

Motor takımı test sürüşleri için iyileştirilmiş bir tertibatı Resim 5-49 göstermektedir.

Burada yanlarda yer alan duvarların bir çatı ile bağlantısı söz konusu olup ses

yayılmasının yan duvarların üstünden geçişi önlenmiştir. Ancak bu hangarın önü ve arkası az çok açıktır. Arkaya doğru gerçekleşen direkt ses yayılması, sıcak ve hızlı atık gazı yukarıya yönlendiren ses püskürtücü (Blast Fence) sayesinde biraz olsun azaltılmaktadır. Öne doğru ise, ses azalmadan yayılmaktadır. Bu arada motorların tam kapasitede çalışması durumunda öne doğru yayılan ses emisyonlarının arkaya doğru yayılanlara göre belirgin bir biçimde azaldığı ve ağırlıklı olarak motorun ön kısmından yayılan yüksek frekanslı ses dalgalarının öne doğru yayılma yollarında önünün daha iyi kesildiği dikkate alınmalıdır.



Resim 5-49: Bir hava limanında gürültü hangarı [25]

Bu gürültü hangarının, yüksek irtifa dümeni bulunan uçakların da hangarı kullanabilmesi için çatısında bir yarık bulunan türünü yada tipini Resim 5-50 göstermektedir.



Resim 5-50: Bir hava limanında gürültü hangarı (yarılmış bir çatı uygulaması)
[25]

Boeing 747 tipi uçakların da kullanabildiği bir gürültü hangarı, Münih Hava Limanında vardır (Resim 5-51). Bu hangar hava alanının güney - batı kenarında bulunmaktadır. İlk yerleşim yeri hangarın arkasında yer alırken, hangarın önünde hava alanı uzanmaktadır.



Resim 5-51: Münih Hava Limanındaki gürültü hangarı

Bu düşüncenin daha da iyileştirilmiş halini, yakın yerleşim yerleri nedeniyle çok sorunlu olan Hamburg-Fuhlsbüttel Hava Limanındaki hangar ortaya koymaktadır. Resim 5u-52'nin de gösterdiği gibi hangar yarılmış çatısı nedeniyle hem A 340 uçak modelleri, hem de yüksek irtifa dümenine sahip (örneğin MD-10 gibi) uçak modelleri için uygundur. Ayrıca yüksek irtifa dümenine sahip bir uçağın içeri girmesinden sonra

çatıdaki yarık, buradaki ses yayılma yolunu da kesmek için açılıp kapanabilen bir kapak ile kapatılır.



Resim 5-52: Hamburg-Fuhlsbüttel Hava Limanındaki gürültü hangarı (hangar kapısı açık)

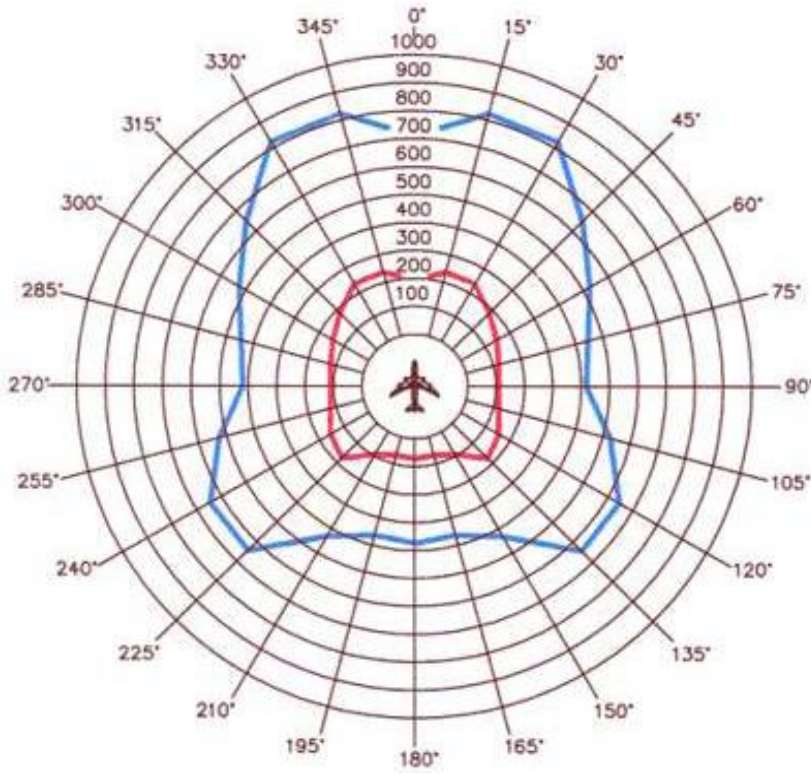
Resim 5-53, motor takımı test sürüşü için bir kapı ile kapatılmış bir hangarı göstermektedir. Yüksek maliyet gerektiren hangar kapısı konstrüksiyonu, motorun çapraz rüzgar şartlarında dahi paralel hava akımına uğramasını mümkün kılabilmek için kullanılmaktadır.



Resim 5-53: Hamburg-Fuhlsbüttel Hava Limanındaki gürültü hangarı (hangar kapısı kapalı)

Motor takımı test sürüşleri için kullanılan bir hangarın gürültü azaltma potansiyelini görsel olarak Şekil 5-54 göstermektedir. Bu arada kararlı bir emisyon seviyesine hem hangar olmadan (mavi renkteki kontur) hem de hangarlı olarak (kırmızı renkteki

kontur) hangi mesafeden erişildiği belirtilmiştir.



Şekil 5-54: Motor takımı test sürüşleri için bir hangarın gürültü azaltma potansiyeli (karalı bir emisyon seviyesi için hangar olmadan (mavi renkteki kontur) ve hangarlı olarak (kırmızı renkteki kontur) m cinsinden mesafesi) [25]

5.7.2. Askeri Hava Alanlarında Alınacak Önlemler

Askeri jet uçaklarının yüksek gürültü emisyonları - 100 m mesafede maksimum motor gücü ses seviyesi yaklaşık olarak 125 dB olarak ölçülmüştür -, motor takımı test sürüşleri için bir tesis yapısını gerektirmektedir. Bu yüzden Alman Silahlı Kuvvetlerine ait 25'in üzerindeki hava alanında ve de askeri hava taşıtlarının bakımının yapıldığı atölye özelliğindeki hava alanlarında Federal Almanya Cumhuriyetinde askeri uçaklar için motor takımı test sürüşleri için 53 adet gürültü hangarı kurulmuştur. Bu arada kullanım alanı bakımından Alman Silahlı Kuvvetleri, alışlageldiği biçimde hangarın birini sökölümüş motorların test edilmesi için ve ikinci bir hangarı ise uçaklara takılmış motorları test etmek için kullanmaktadır. Resim 5-55, içlerinde o an bir uçağın test

sürüşünün yapıldığı yan yana duran hangarları göstermektedir. Resim 5-56, içinde bir uçağın test sürüşü için hazırlanmakta olduğu hangarın iç kısmını göstermektedir. Bir test sürüşünde önde yer alan hangar kapıları personelin güvenliği için kapatılır. Motorlar için hava çatıdan emilir, diğer taraftan hava çıkışı ses soğurucu malzeme ile kaplanmış silindir biçiminde bir kanaldan sağlanır (Resim 5-57). Atık gaz püskürmesi yüksek ısı ve yüksek egzoz hızı nedeniyle yine hangarın çatısından emilen ilave bir soğutucu hava ile çevrelenmelidir. Tekrar sirkülasyonun önlenmesi için uçağın arka tarafı uçağın gövde şekline uyan bir kapı ile kapatılmalıdır.



Resim 5-55: Alman Silahlı Kuvvetlerinin motor takımı test sürüşü için gürültü koruma ekipmanı

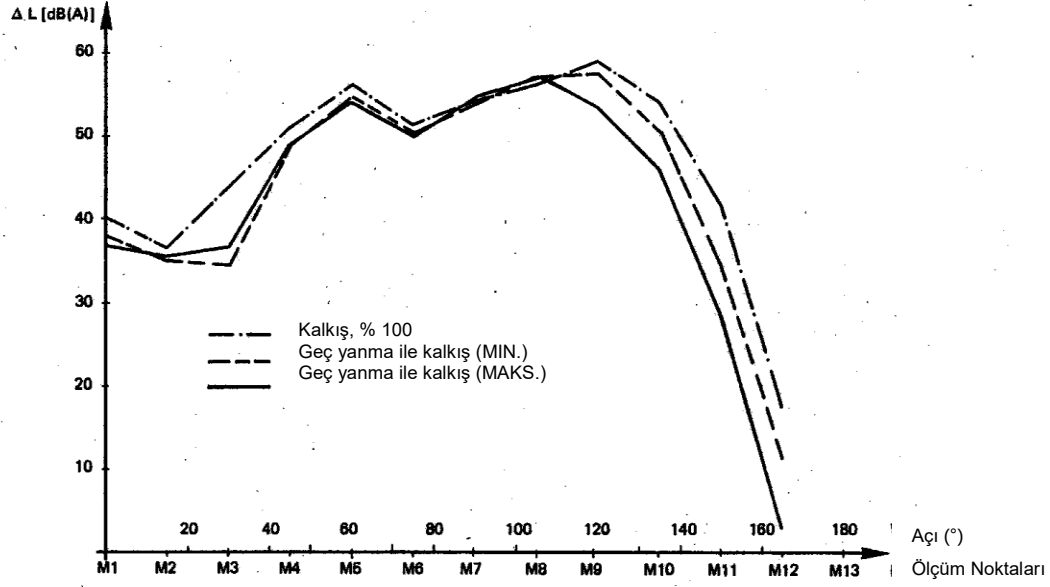


Resim 5-56: Alman Silahlı Kuvvetlerinin motor takımı test sürüşleri için gürültü koruma ekipmanı (içerden görünüş)



Resim 5-57: Alman Silahlı Kuvvetlerinin motor takımı test sürüşleri için gürültü koruma ekipmanı (atık gaz borusu)

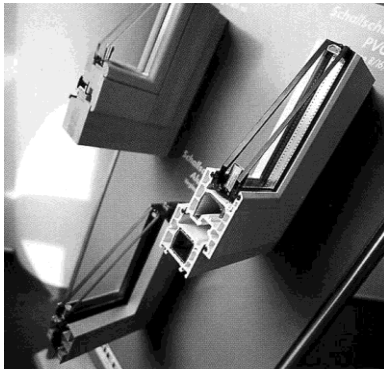
Bu konstrüksiyon sayesinde elde edilebilen gürültü azaltımı Şekil 5-58'de ortaya konmuştur. Bu şekilden 35 dB'den (önde) 60 dB' kadar (hangarın yan kenarlarında) bir gürültü azaltımı elde edildiği anlaşılmaktadır.



Şekil 5-58: Alman Silahlı Kuvvetlerine ait farklı motor veriminin gürültü koruma tertibatının açısına bağlı olarak motor takımı test sürüşleri için bir gürültü koruma tertibatına yönelik gürültü azaltımı [26]

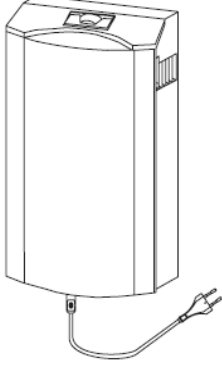
5.8. Yapısal Ses Koruma Önlemlerine Dayalı Olarak Uçak Gürültüsünün Azaltımı

Yukarıda belirtilen uçak gürültüsü azaltma önlemlerine ek olarak çoğu zaman Bölüm 8'de detaylı bir biçimde ele alınan yapısal ses koruma önlemleri gereklidir. Burada önlem olarak ilk etapta bir ses koruma camının hava limanı işletmecisi tarafından ödenecek şekilde sonradan takılması söz konusudur (Resim 5-59).



Resim 5-59: Bir ses koruma camının takılması [27]

Gece uçuş gürültüsünün düzenli bir biçimde oturulan bölgelerde ortaya çıktığı durumlarda ses koruma camlarına ek olarak yatak odalarında bir ses koruma cihazına da ihtiyaç duyulur. Resim 5-60 özellikle sonradan da takılabilen bir ses koruma cihazını göstermektedir.



Resim 5-60: Ses koruma havalandırıcısı [28]

Effektive Perceived Noise Level (EPNL / Etkili algılamalı gürültü seviyesi)'in Tespit Edilmesi

EPNL (Effektive Perceived Noise Level), yalnızca hava taşıtlarının gürültü ruhsatları için kullanılır. Bu seviye ilk önce bir PNL (Perceived Noise Level / algılamalı gürültü seviyesi) ile özetlenen ölçüm sonuçlarına (gürültü seviyesi zaman akışı) dayanmaktadır. PNL'nin ölçü birimi PNdB ile belirlenmesinde bir gürültü seviyesi zaman akışının spektral verilerinden ilkönce algılanan rahatsızlık (NOY) ve bundan hareketle tüm seviye zaman akışını kapsayan ve daha sonra bir dönüştürme hesabı tablosunun yardımıyla PNdB'ye dönüştürülen toplam rahatsızlık oluşturulur. Her gürültü seviyesi zaman akışı için son olarak ICAO Annex 16, Band I, Bölüm 4.3 ya da ETM [29] (Environmental Technical Manual (Çevresel Teknik Kullanım)) [] gereği ses tutuculuğu için bir C(k faktörü belirlenir. Bunu takiben PNL gürültü seviyesi zaman akışının entegrasyonu ile gürültünün süresi için t_{10} zamanı esnasında toplam gürültü seviyesi zaman akışı üzerinden bir D faktörü oluşturulur. t_{10} zamanı, ICAO Annex 16, Band I, Bölüm 4.5'e göre tespit edilir. Sürekli faktör D'nin PNLTm'ye ilave edilmesi ile aranan EPNL değeri elde edilir. Sıradaki Şekil 5-61 EPNL değerinin tespiti için yapılan işlemleri şematik olarak göstermektedir.

Ruhsat ölçüm değerleri arasında EPNL'ye ve alışlageldiği gibi ölçü değeri olarak kullanılan L_{Amax} 'a dönüştürme işlemini ancak yaklaşık olarak hesaplamak mümkündür. Kaba bir yaklaşık hesaplama EPNdB değerine göre L_{Amax} değeri 10 - 15 dB civarında daha düşük çıkmaktadır. Amerikan Havacılık Dairesi FAA, AC 36-4 (Advisory Circular AC 36-4 [30]) verileri ile (EPNL değerleri ve L_{Amax} değerleri) değişik hava taşıtlarını karşılaştırmıştır. Tablo 5-4, FAA verilerinin bir bölümünü göstermektedir.

Tablo 5-4: EPNL değerinin tespiti için yapılan işlemlerin şematik olarak gösterilmesi

İşlem Basamakları	Hedeflenen Değer
0. Başlangıç noktası: Bir - üç oktav aralığında ölçülen ses basınç seviyesi (SPL)	SPL(i,k)
1. Anlık algılanan gürültü seviyesinin (PNL) ortalama üçlü işlem basamakları (algılanan gürültünün tespiti $n(i, k)$, toplam algılanan gürültünün hesaplanması $N(k)$, olarak belirlenmesi ve de $N(k)$ 'nin PNL(k)'ya dönüştürülmesi	PNL(k)
2. Ses düzeltme faktörü $C(k)$ 'nin her spektrum için belirlenmesi; Bölüm 4.3 ve ETM'de yer alan şartnamelere göre hesaplanması	$C(k)$
3. Ses düzeltimi yapılmış anlık algılanan gürültü seviyesinin, ses düzeltme faktörünün algılanan gürültü seviyesinin (PNL) ile toplanarak belirlenmesi ve de PNL'nin maksimum değerinin belirlenmesi: PNLTM	PNLT(k) PNLTM
4. Devamlı düzeltme faktörü D 'nin t_{10} zamanı süresince PNLT(k) ile entegrali yoluyla Bölüm 4.5'de yer alan şartnamelere göre hesaplanması	D
5. PNLTM'nin devamlı düzeltme faktörü D ile toplanması yoluyla efektif algılanan gürültü seviyesi EPNL'nin belirlenmesi	EPNL
Yorum: Annex 16'ta göre EPNL'nin belirlenmesi için bu beş basamak ve de gerekli ortalama işlem basamakları detaylı olarak EK 2, Bölüm 4'de açıklanmıştır. İlgili bilgiler ETM'de (Environmental Technical Manual, ICAO Doc. 9501) yer almaktadır.	

Ruhsat ölçüm değerleri arasında EPNL'ye ve alışlageldiği gibi ölçü değeri olarak kullanılan L_{Amax} 'a dönüştürme işlemini ancak yaklaşık olarak hesaplamak mümkündür. Kaba bir yaklaşık hesaplama EPNdB değerine göre L_{Amax} değeri 10 - 15 dB civarında daha düşük çıkmaktadır. Amerikan Havacılık Dairesi FAA, AC 36-4 (Advisory Circular AC 36-4 [30]) verileri ile (EPNL değerleri ve L_{Amax} değerleri) değişik hava taşıtlarını karşılaştırmıştır. Tablo 5-4, FAA verilerinin bir bölümünü göstermektedir.

Tablo 5-5: Bazı uçak modellerine ait EPNL değerleri ve LA_{max} değerlerinin karşılaştırılması

Uçak tipi	Motor	MTOM (kg)	EPNL cinsinden FAA Gürültü Listesi (EPNdB)		(dB(A)) cinsinden Yaklaşık LA _{max}	
			Kalkış	İlerleme	Kalkış	İlerleme
B 747-400	CF6-80C2B1F	396,893	99.8	103.8	87.9	94.2
B 737-300	CFM56-3B-2	58,472	82.8	99.6	71.5	89.5
B 757-300	RB211-535E4B	106,989	84.0	95.2	69.0	85.7
A 310-324	PW 4152	150,000	90.6	100.2	76.2	91.6
A 319-131	V 2522A5	71,999	85.3	94.5	73.2	83.5
A 320-231	V 2500 A1	73,500	86.6	96.6	72.9	84.7
Boeing 737-800	PW 305A	10,470	70.0	87.7	60.9	77.4
MD 80	JTBD-217C	72,575	91.5	93.7	78.3	83.8
Kaynak:			FAA 2001		FAA 2002	

Bibliyografya

- [1] Hünecke, K.; Flugtriebwerke, Motorbuch Verlag, Stuttgart 1993 (Uçak Motorları, Motorbuch Yayınevi, Stuttgart 1993)
- [2] Rolls-Royce; The Jet Engine, 1986
- [3] Holste, F.; DGLR Workshop, 2001
- [4] MTU ? Arcachon
- [5] Umweltbundesamt, Lärmbekämpfung '88, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1988 (Federal Çevre Dairesi, Gürültünün Önüne Geçilmesi '88, Erich Schmidt Yayınevi, Berlin 1988)
- [6] Mau, K.; DGLR Workshop, 2001
- [7] International Civil Aviation Organization (ICAO), Annex 16 - Environmental Protection, Volume I - Aircraft Noise, 4th Edition, July 2005
- [7 a] International Civil Aviation Organization (ICAO), Annex 16
- [7 b] International Civil Aviation Organization (ICAO), Annex 16
- [8] Federal Aviation Administration (FAA), Federal Aviation Regulation (FAR) Part 36 - Noise Standards: Aircraft Type and Airworthiness Certification
- [9] Smith, M.; Aircraft Noise, Cambridge University Press, Cambridge 2004
- [10] Farklı Motorlara Sahip A320
- [11] Airbus
- [12] CAEP Taslağı
- [13] Internet sayfası, <http://www.airliners.net>
- [14] International Civil Aviation Organization (ICAO), "Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations (PANS-OPS)", Band I und II , Doc. 8168/611, 4th Edition, 1993
- [15] Jeppesen Airway Manual, Europe - Mediterranean
- [16] TU Berlin, 2000
- [17] Federal Aviation Administration (FAA), Noise Abatement Departure Profile, FAA Advisory Circular 91-53, 22.07.1993
- [18] International Civil Aviation Organization (ICAO), Annex 10 - Aeronautical Telecommunications, Volume 1, "Radio Navigation Aids", 5th Edition, July 1996
- [18] Mensen, H., Moderne Flugsicherung, Organisation, Verfahren, Technik, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 1993 (Uçuş Güvenliği, Organizasyon,

- Prosedür, Teknik, 2. Baskı, Springer Yayınevi, Berlin 1993)
- [19] Boeing
- [20] International Civil Aviation Organization (ICAO), ICAO's Policies on Charges for Airports and Air Navigation Services, Doc. 9082/6, 6th Edition, 2001
- [21] Hochfeld, C. et al., Ökonomische Massnahmen zur Reduzierung der Umweltauswirkungen des Flugverkehrs: Lärmabhängige Landegebühren (FKZ 201 96 107 des Umweltbundesamtes), Öko-Institut, Mai 2004 (Uçuş Trafiğinin Çevre Etkilerinin Azaltımına ilişkin Ekonomik Önlemler: Gürültüye Bağlı İniş Ücretleri (Federal Çevre Dairesinin 201 96 107 sayılı Uçuş Trafiği Ruhsatları) Eko Enstitüsü, Mayıs 2004)
- [22] Avrupa Parlamentosu ve Meclisinin Birliğin Hava Limanlarında Gürültüye Bağlı İşletim Sınırlamaları için Kurallar ve Prosedürler hakkında 26. Mart 2002 tarih ve 2002/30/EC sayılı Direktifi, 28.03.2002 gün ve L 85/40 sayılı Avrupa Birliği Resmi Gazetesi
- [23] International Civil Aviation Organization (ICAO), Assembly Resolution 33-7: Consolidated Statement of Continuing ICAO Policies and Practices related to Environmental Protection, Doc. 9790
- [24] Internet sayfası, <http://www.blastdeflection.com>, Lynncor Blast Deflectors, Inc., 2004
- [25] Internet sayfası <http://www.apsgermany.de>, R&M Airport Protection Systems APS GmbH, 2004
- [26] Laube L.; Lärmschutzeinrichtungen für Triebwerksprobeläufe für Flugzeuge mit geringem Bypass-Verhältnis (Düşük Bypass ilişkisi olan Uçakların Motor Test Sürüşleri için Gürültü Koruma Tertibatları)
- [27] Passiver Schallschutz, Fraport AG, Frankfurt/Main 2001 (Pasif Ses Koruma, Fraport AG (Anonim Şirketi), Frankfurt/Main 2001)
- [28] Internet sayfası, <http://www.siegenia-aubi.de>, Siegenia-AUBI GmbH, 2007
- [29] International Civil Aviation Organization (ICAO), Environmental Technical Manual on the Use of Procedures in the Noise Certification of Aircraft, Doc. 9501, 3rd Edition, 2004
- [30] Federal Aviation Administration (FAA), Estimated Airplane Noise Levels in A-Weighted Decibels, Advisory Circular AC 36- 3 H, 25.04.2002

6. Endüstri Gürültüsünün Azaltımına İlişkin Önlemler

6.1. Genel Hususlar

Endüstri tesislerinden kaynaklanan gürültü genel olarak pek çok gürültü kaynaklarına ve değişken gürültü çeşitlerine dayanmaktadır. Bu yüzden endüstri gürültü alanında, gürültü azaltımına yönelik ancak genel esaslar ve önlemler gösterilebilmektedir. Daha sonra bunların ilgili yerel koşullara uyarlanması gerekir.

Endüstri tesislerinden kaynaklanan gürültüde de, gürültü karmaşıklıklarından kaçınmak için en basit ve maliyeti en düşük önlem, planlamadır. Endüstri tesislerinin kuruluşunda ve değişiminde gürültü koruma durumlarının dikkate alınması, oldukça maliyeti düşük önlemlerle büyük azaltma etkilerine ulaşılmasını sağlayabilir. Aynı boyutta sonradan yapılan azaltmalar, çoğunlukla oldukça daha yüksek bir masrafı gerektirir. Karmaşa durumlarının oluşumunu engellemek için yapısal şehir planlamasından da daha fazla faydalanmak gerekir. Endüstri tesislerinin etrafında konut alanları inşa edilmezse, yeni sorunların da oluşması mümkün değildir.

Çevresel Gürültü Direktifi, endüstri gürültüsünde, “çevre kirliliğinin entegre bir şekilde önlenmesi ve azaltması hakkındaki direktifin” “[1] geçerlilik alanına giren aglomerasyondaki tesislere yöneliktir. Burada söz konusu olan genelde daha büyük endüstri tesisleridir, örneğin metal üretim ve işleme sektörü, mineral işleyen sanayi veya kimyasal sanayi gibi sektörler. Aşağıda yer alan bilgiler ise, ancak kesinlikle daha küçük endüstri tesislerine ve esnaf işletmelerinde uygulanabilir. Endüstri tesislerinde gürültü kaynakları ses tekniği bakımından üç farklı kategoriye ayrılır:

- Açık alanlardaki kaynaklar:

Doğrudan açık alanlarda bulunan makineler ve tesisler. Bunlar makineler ya da bina üzerindeki çatılarda bulunan tesis parçaları veyahut yapısal bir muhafazaya sahip olmayan tesis parçaları da olabilir.

- Örnek: Çatı üzerinde bulunan hava çıkış tekniği, dış mekânlardaki pompalar, kimyasal endüstrinin açık tesisleri
- Bina içindeki kaynaklar:

Bina içerisindeki gürültü kaynaklarının yayılması, yapısal muhafaza üzerinden ya da mevcut açıklıklardan gerçekleşir. Burada, kaynaklardan yayılan ses gücünün ilaveten soğurulması söz konusudur.

Örnek: Ham bir bina içerisinde kâğıt imalat tesisi, bir elektrik santralin havalandırma boşlukları

- Araç trafiği:

Bölgeye uygun olmayan, genelde malzeme taşımacılığında kullanılan makineler ve araçlar, endüstri tesislerinin gürültü emisyonunda önemli bir pay teşkil edebilir.

Örnek: Tekerlek yükleyicisi, kepçe, forklift, vinçler, kamyonlar

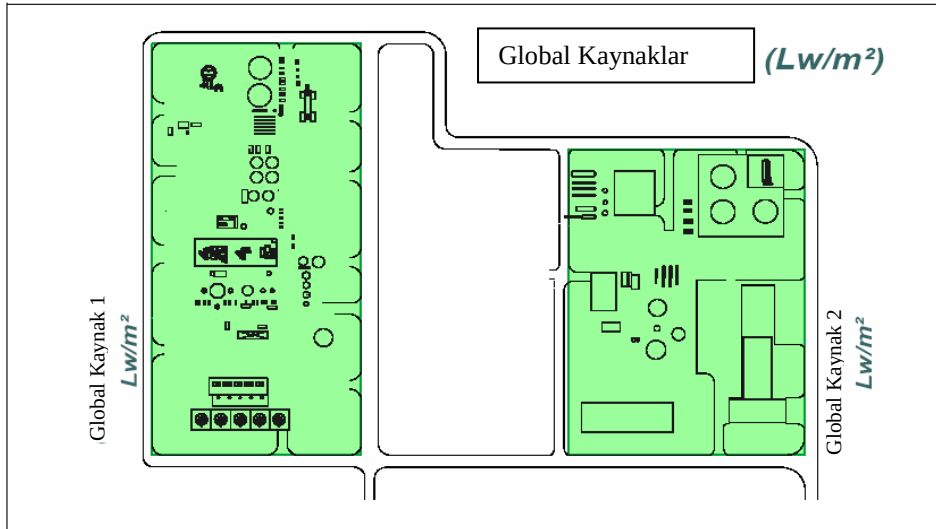
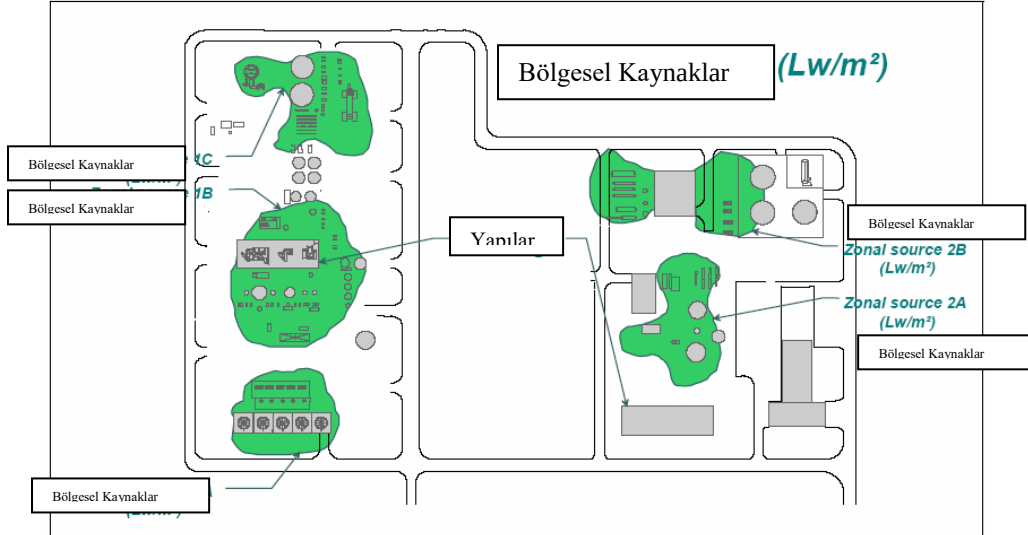
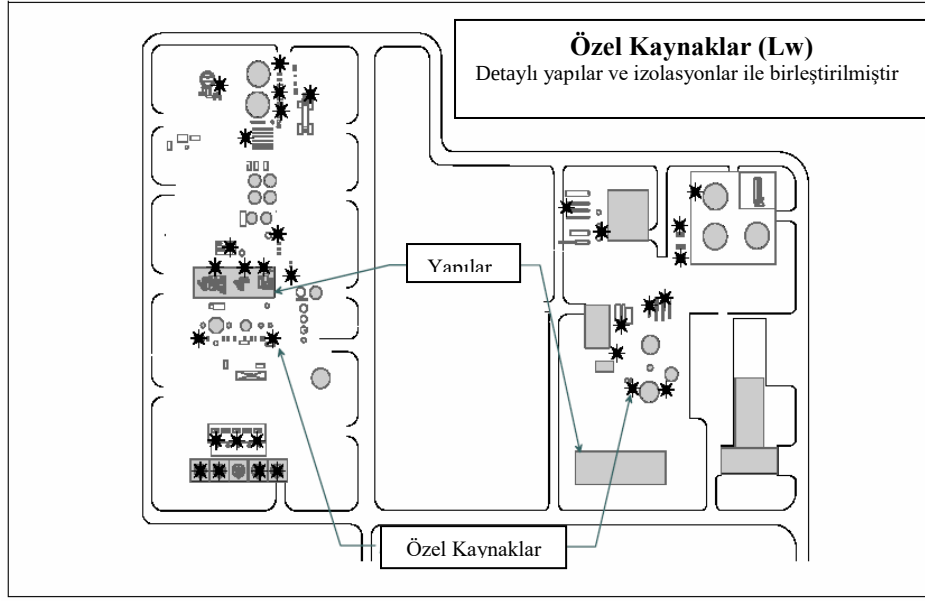
Endüstri tesislerine ait gürültü azaltma önlemlerinin ön hazırlığı yapılırken (planlamada), her bir tesis parçasının gürültü emisyonu üzerindeki emisyon oranı hakkında ayrıntılı bilgi sahibi olmak gerekir. Dağılım hesabı üzerinden her bir tesis parçasının emisyon oranını belirleyebilmek için, genelde ses teknikli dijital endüstri tesisi modelinin (modellerinin) kurulumu gerekir. Binaların temel planı ve gerektiğinde binaların ve arazinin yüksekliği ile endüstri kaynakları (ses kaynakları) dijital olarak kayıtlanır. Daha sonra ses kaynaklarına emisyon parametreleri tahsis edilir. Bu dijital modele dayanarak, emisyon seviyeleri hesaplanır. Her bir emisyon tablosundan edinilen bilgiler doğrultusunda onarılabacak tesis parçalarının öncelik sıralamasına karar verilmelidir.

Olası azaltma önlemlerinin kalite ve ayrıntı hassasiyeti ve böylelikle gürültü azaltma başarısı, esas itibarıyla kullanılan ses teknik modelinin kalitesine ve hassasiyetine bağlıdır. Genel olarak üç ayrıntılı aşama arasında ayrım yapılabilir.

(bakınız şekil 6-1):

- Bölgeler
- Zonlar
- Tekli kaynaklar

Azaltma önlemleri ancak, modele dayanan ayrıntı aşamasına kadar mümkündür. Örneğin, hesaplama için bir zon modeli kullanılmışsa, tekli kaynaklarda planlama yapılamaz.



Şekil 6-1: Akustik önlem planlamasında muhtelif ayrıştırma aşamaları [2]

Genel olarak gürültü azaltma planlamasına yönelik akustik bir modelin kurulması için, aşağıdaki giriş verileri gereklidir. Ancak sonuç kalitesinde bütün parametreler aynı önemi taşımazlar.

- Gürültü kaynağının konumu (koordinatlar) ve yüksekliği
- Genişletme ve yön tayini
- Kaynağın türü (noktasal, çizgisel, alansal kaynak)
- Kaynağın işletim koşulları
- Yayılan spektral ses gücü
- Yön etkisi
- İşletme zamanları (gün, gece, sezon)

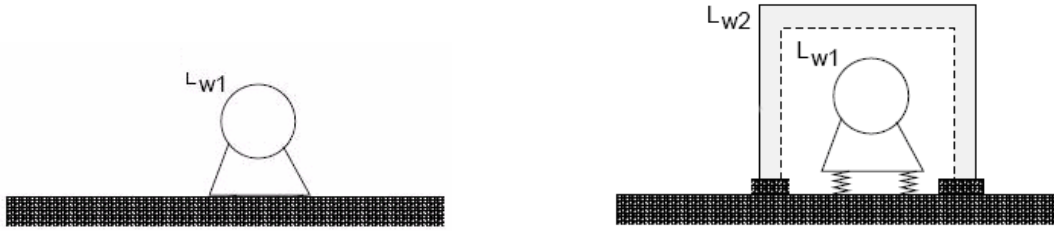
6.2. Gürültü azaltma prensipleri

Gürültü azaltımına yönelik hedefli ve etkili önlemler, ancak ses oluşumu hakkında detaylı bilgiye sahip olunmasıyla mümkün olur. Havadaki ses ile cephe gürültüsü ya da ikisinin kombinasyonu arasındaki farkın belirlenmesi, özellikle önlemlerin boyutlanmasında gereklidir.

Havadaki seste söz konusu olan mekanik titreşimlerdir, örneğin makine parçalarından ve ortaya çıkan gazlar gibi titreşimli cisimlerden doğrudan havaya aktarılan titreşimlerdir. Böylece ses enerjisi havadan alıcının kulağına ulaşır.

Dalgalı akımlardan oluşan mekanik titreşimler, makine ve bina parçaları gibi yapılara iletilir ve bu ortamlara aktarılır. Nihayetinde bu enerjinin bir kısmı başka bir yerde havadaki ses olarak yayılır.

Makine ve tesislerdeki gürültü azaltma yöntemlerini, birincil ve ikincil ses koruma önlemleri olarak ayırabiliriz. Birincil ses korumada ses oluşumundan kaçınmak ya da azaltımı hedeflenirken, ikincil ses korumada yayılması ve dağılması engellenir.



Birincil ses koruma

- Ses oluşumunu “sessiz yapılandırma” sayesinde engellemek
- Makine ve makine parçalarının değişimi ve yedeği
- Gürültüsü azaltılmış makinelerin kullanımı

İkincil Ses koruma

- Ses geçirmez makine kapsülleri
- Ses soğurucu (emici)
- Cephe gürültüsü - yalıtım levhaları ve titreşim yalıtım elemanları
- Mekân içindeki izolasyon
- Dış alandaki izolasyon
- Binalardaki ses yayılmanın azaltımına yönelik yapısal önlemler

Tablo 6-2: Gürültü azaltımına yönelik prensipler

6.3. Sessiz yapılandırma

Sessiz yapılandırma, bir makinenin ya da tesisin gelişim aşamasında bile ses tutumunu fark etmek, tahmin etmek ve yapıcı önlemlere etkilemek demektir [5]. Bütün yapısal gürültü azaltma önlemlerin öncelikli hedefi, sesin olduğu yerde ve onun doğrudan bulunduğu çevresinde ses enerjisini azaltmaktır. Bunlar ise genelde etkili ve en ekonomik yöntemlerdir. Sesin oluşumu yanı sıra, bütünleyici bakış açısından aktarımı ve yayılması da en baştan sorun çözüm sistemine dahil edilmelidir. Uygulanacak çalışma yöntemi, yapısal kurulum ve makinen işlevsel akışları, ses tekniği unsurları altında değerlendirilmeli ve gerektiğinde pratik yedek çözüm alternatifleri açısından denetlenmelidir.

6.3.1. Ses durumunun analizi

Sessiz yapılandırma, genel olarak durum tespitiyle başlar. Bu esnada örneğin aşağıdaki noktalar analiz edilmelidir:

- Ses kaynağın türü ve yeri; vantilatör, mekanizma, mandal, yatak, yuva, vana gibi
- Ses oluşum süreçlerin cinsi
Örneğin: hava akımı, dişli geçişi, itme, sürtünme, kavitasyon
- Ses dağılım cinsi
Hava, gövde veya sıvı sesi ya da muhtelif ses türlerinin karışımı
- Cephe gürültüsü aktarımının yolları
Örneğin dalga, silindir yatağı, boru hattı, temel üzerinden
- Cephe gürültüsüne neden olan hava gürültüsü yayılma yerleri
Örneğin muhafaza, giydirme sacı, temel, boru hattı
- Sesin ağırlık noktası
Baskın tekli ses kaynakları, örneğin havadaki ses hâkimli ve/veya seviye belirleyici ses yayan makine parçaları, örneğin giydirme sacı gibi.
- Karakteristik seviye belirleyici işletim süreçleri
Örneğin açma ve rahatlama süreçleri, azami besleme veya hız
- Ses emisyon gücü
Ses gücü seviyesi, iş alanına bağlı emisyon seviyesi
- Ses türü ve frekans dağılımı
Örneğin devir sesi, tekli ses, çarpmalı ses, uğultu, yüksek veya düşük sıklıkta
- Yapıya özgü tahrik edici ve/veya kendine özgü frekanslar
Örneğin tekli ses nedenleri olarak türbindeki kürek ve devir sayısı
- Rahatsızlık veren sesler
Örneğin gıcırdamak, ısıklık çalmak, patlamak, uğultu veya mırıltı
- Makinenin kurulduğu alandaki ses durumu

Örneğin komşu makinelerin ses emisyon gücü ve buna bağlı ses emisyonları ya da odadaki seviye

- Sessiz imalat süreçleri için uygulama olanakları

6.3.2. Yapısal Gürültü Azaltımına Yönelik Teknik Olanaklar

Aşağıda yer alan yollar, gürültü durumunu iyileştirme olanakları olarak tekli veya kombinasyon şeklinde söz konusudur:

- Ses oluşumunun azaltımı

Tahrik edici dalgalı akımların zaman akışını etkileyerek, çalışma yöntemini ve/veya ses kaynağına biçim verme ve malzeme seçimiyle ilgili yapısını değiştirerek

- Ses aktarımının azaltımı

Cephe gürültüsünü, sıvı sesini ve/veya havadaki ses dağılımını düşürerek, örneğin soğurma (emici) veya yalıtım elemanları vasıtasıyla

- Ses yayılmanın azaltımı

Örneğin tahrik eden titreşimleri düşürerek ve/veya uygun şekillendirmeye veya yayılma yapan yapı taşlarının kapsül içerisine alarak

Gürültü azaltımında öncelikli başlangıç noktası ses oluşumunu engellemek ya da azaltmaktır.

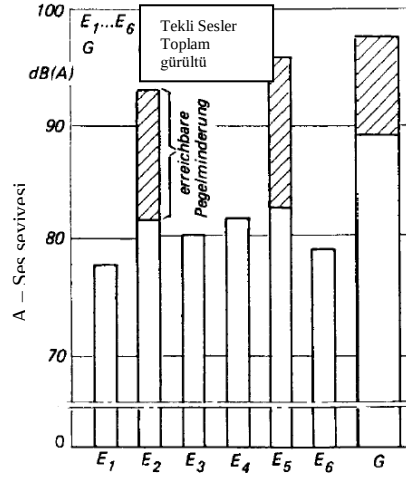
6.3.3. Tekli ses kaynakları ve toplam gürültüler

Gürültü azaltma yöntemlerinin etkili olarak uygulanabilmesi için, makine içerisindeki muhtelif tekli ses kaynaklarının makinenin toplam gürültüsünde hangi orana sahip olduğunu bilmek önemlidir.

Makinelerin, takımların veya tesislerin bütünü, uygulamada çoğu zaman tekli ses kaynakları olarak ele alınmaktadır, hâlbuki bunlar genel anlamda pek çok değişik tekli ses kaynak cinslerinin birlikte etki etmesiyle belirli bir makineye ait tipik ses karakteristiğini meydana getirirler. Bir tek ses kaynağı bile o denli baskın olabilir ki, diğer ses kaynakları gürültünün tamamı için önemsiz veya nerdeyse düşük bir anlam ifade eder.

Tüm önemli tekli ses kaynaklarının ve toplam gürültünün A-ses gücü seviyesinin kaydedildiği bir ses seviye diyagramını hazırlamak, iyi bir bakış açısı sağlayacaktır.

Ayrıca en güçlü tekli ses kaynaklarının ikisinde olabilecek seviye düşümleri ve onların toplam gürültü üzerindeki etkileri de gösterilmiştir. Bu tür ses seviye diyagramları sayesinde hangi tekli ses kaynağının ses azaltma önlemlerine maruz bırakılarak toplam gürültü üzerinde en fazla azaltma etkisine yol açacağı da çok kolayca fark edilebilir.



Şekil 6- 3: *Ses seviye diyagramının temel görünüşü. Seçilen örnek, altı tekli ses kaynağının ve toplam gürültünün ses seviyesi ile en güçlü iki tekli ses kaynağının olası seviye düşümlerini ve onun toplam gürültü üzerindeki etkilerini göstermektedir. [5]*

Gürültü azaltma önlemleri öncelikle, makinenin en yüksek ses veren ya da ses gücü bakımından en güçlü tekli ses kaynaklarına uygulanması gerekir. Alt kademelerde yer alan tekli ses kaynaklarına uygulanacak önlemlerin toplam ses seviyesi üzerine gösterecekleri etki, seviye belirleyici tekli ses kaynakları değişmediği sürece önemsiz kalır; ancak ses görüntüsünü ve böylece makinenin gürültü karakterini değiştirebilirler.

6.4. Makinelerin ve makine parçalarının değişimi veya yedeği

Maliyetli gürültü koruma düzenekleri yerine başka bir tesis parçasının kullanımı veya muhtemel daha az gürültülü bir sürecin seçilmesi avantajlı olabilir. Oldukça daha sessiz olanlarıyla telafi edilebilecek pek çok çalışma yöntemleri vardır. Gürültü oluşumunda çalışma yöntemi oldukça önemli bir rol üstlendiğinden, yeni planlama

veya geliştirme esnasında seçilecek olan yöntemle büyük bir dikkat gösterilmesi gerekir. Tablo 6-’de değişik ses yaratan yöntemler karşı karşıya getirilmiştir:

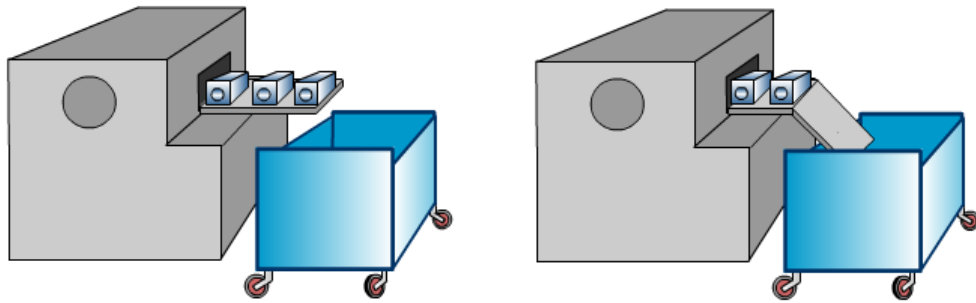
Tablo 6-4: [6]’ya göre değişik gürültüdeki çalışma yöntemi örnekleri

Yoğun gürültü yöntemleri	Sessiz yöntemler
• Hava basınçlı veya yanmalı motorlu işletim düzeni • Akımla kurutma • Vurmalı	• Elektrikli işletim düzeni • Işınla kurutma • Presli

6.4.1. Ses Oluşumunun Ve Aktarımının Azaltımı

Ses oluşumunun ve aktarımının azaltımında aşağıdaki önlemler söz konusu olmaktadır:

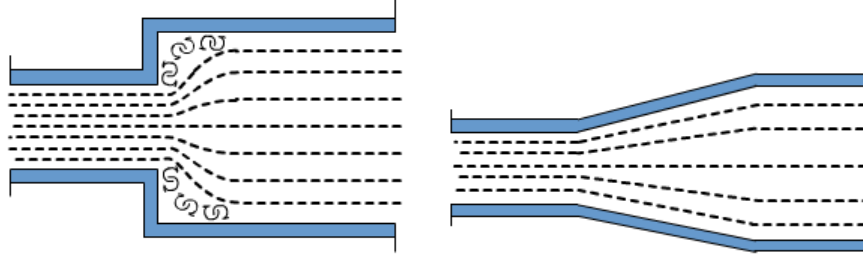
- **İtme ve vurma hareketlerinin önlenmesi** örneğin mümkün olduğunca eşit şekilli hareketlerin uygulanması veya düşme kuvvetinin daha küçük düşme hızı sayesinde azaltımıyla (örneğin fire (dökme) malzemenin daha düşük düşme yüksekliği gibi, şekil 6-5), daha küçük hareket eden kümelerle, vurmaya dahil olan makine elemanları arasına soğurma etkili elemanların yerleştirilmesiyle, geriye çarpma işlemlerinin kapatılmasıyla



Şekil 6-5: Örnek – Yuvarlanarak veya kayarak düşme alternatifi. Yatay bir düzenek üzerinde frenlenen kayma hareketi sayesinde, hareket eden parçanın hızı düşürülmektedir[]

[7] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Grundlagen zum lärmarmen Konstruieren, 2007

- **Akıma uygun olmayan yapının önlenmesi örneğin, daha küçük kıvrımlı boru hatları yerine büyük olanların tercih edilmesi veya aniden profil (kesit) değişiklikleri yerine düzenli olanların şekillendirilmesi gibi (şekil 6-6)**



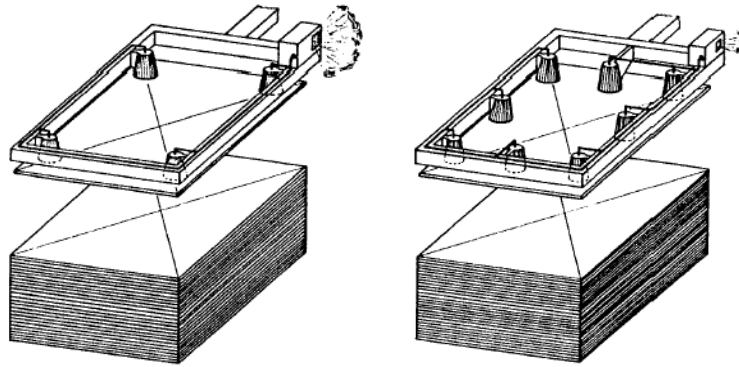
Şekil 6-6: Örnek- Profil (kesit) genişletilmesi: kesit sıçrayışı ve difüzör [7]

- **Akım hızının ses hızına yakın ve duran elemanlardaki kavitasyonla önlenmesi**
- Ses kaynağı ile sesi ışıyan alanlar arasındaki yolda **cephe gürültüsü yalıtım elemanlarının yerleştirilmesi**
- Esnek malzemelerle veya bağlantı saclarının kullanılmasıyla **düşme alanların giydirilmesi**
- Üst üste kayan ya da yuvarlanan makine parçaları için **yüksek işleme hassasiyeti ve üst yüzey performansı**
- Eksen üzerine dönen kitlelerde **statik ve dinamik kitle dengelemesi** (dengeleme)
- **Sessiz yatakların seçimi** (örneğin hareketli mil yatakları genelde silindir yataklarından daha sessizdir)
- **Optimum kurulma şekli ve işletme koşullarının sağlanması**
- **Uygun malzeme çiftleşme seçimi** (örneğin plastik/çelik) ve üst üste geçen elemanların **üst yüzey yağlanması**
- Örneğin ek kitleler aracılığıyla kavrama gücü olan bölgelerde **mekanik giriş direncinin artırılması**

- Esnek kavrama veya sıvı düzeneği gibi **akustik bakımdan avantajlı güç aktarımının kullanımı**; kayışların (dişli, vantilatör veya düz kayışlar) veya çark dişli işletim düzeni yerine sürtünme çarklı işletim düzeni kullanımı.

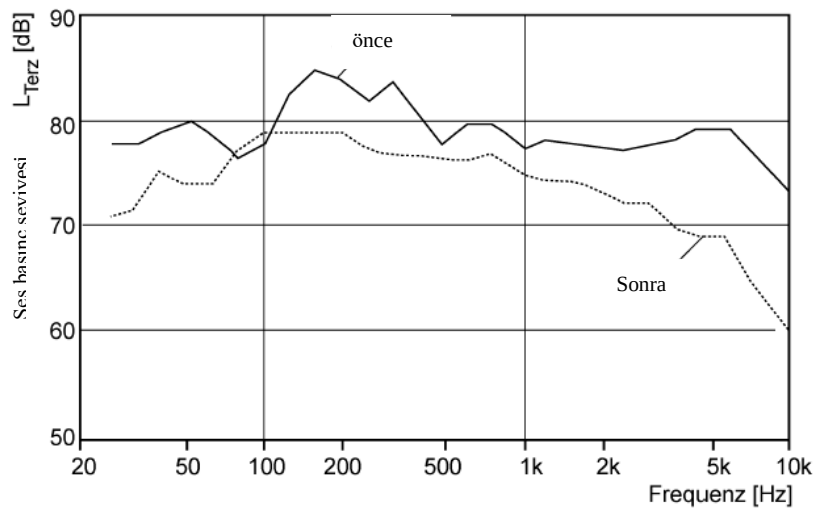
Örnek:

Şekil 6- kâğıt tabakaların vakumlar aracılığıyla kavrandığı ve taşındığı bir kâğıt taşıyıcısını göstermektedir. Vakumlar kâğıt üzerine bastırıldıktan sonra vakumlarda bir alt basınç yaratılır. Tasnif konumuna gelindiğinde alt basıncı, kâğıt tabakası aşağıya düşebilecek şekilde düşürülür. Vakumlarda alt basıncın aniden düşürülmesi sırasında vakum ağzında ya da üfleme memesinde akım gürültüsü meydana gelir.



Şekil 6-7: Kâğıt taşıyıcısının gürültü azaltımından önce ve sonraki hali [11]

Belirtilen örnekte vakumların sayıca iki misline çıkartılması, vakumlanan alanın büyümesini sağlamıştır ve bu da pnömatik sistemde basıncın azalmasına olanak getirmiştir. Bu ise daha az bir akım gürültüsüne neden olmuştur, bakınız Şekil 6-8.



Şekil 6-8: Gürültü azaltımından önceki ve sonraki haliyle ses basınç seviyesi göstergesi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**

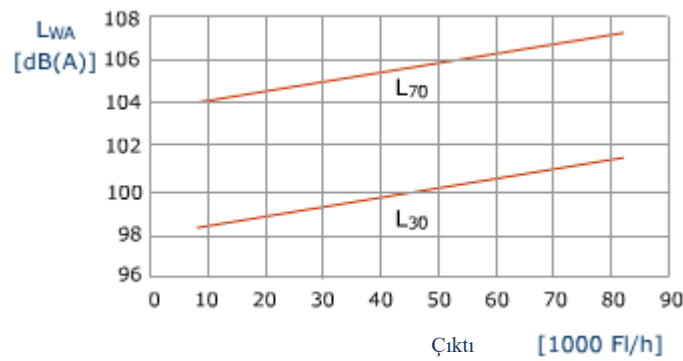
6.4.2. Ses yayılmanın azaltımı

Bunun için örneğin aşağıdaki önlemler uygundur:

- Mümkün olduğunca sıkıştırılmış inşa şekli sayesinde **ses yayılma alanının düşürülmesi**
- Makine düzeneği **sertliğinin arttırılması**, rezonanslardan kaçınarak kalın duvarlar, nervürler
- Cephe gürültüsünden tahrik olan yayılma alanlı **bükülebilir uygulamalar (yapımlar)**
- Cephe gürültüsü duyarlı olma durumunda (eğer havadaki ses yalıtımı gerekmiyorsa) % 20'den daha fazla delik oranı olan **delikli sacların kullanılması**
- **Yüksek iç soğurmaya sahip ham maddelerin kullanımı** (örneğin, dökme demir, bağlantı sacları, plastikler gibi)
- Işın yayan üst yüzeylerin **cephe gürültüsü soğurması** (örneğin çınlamayı kesen kaplamaların uygulanması gibi)
- Mümkün olduğunca ağır bükülebilen duvarların takılmasıyla veya çift duvarların düzenlenmesiyle ve ara bölmenin emici bir malzeme ile doldurulmasıyla **havadaki ses yalıtımının iyileşmesi**
- Gövde iç alanlarının emici bir malzemeye **kaplanması (giydirilmesi)**
- **Cephe gürültüsü aktarımın** sese duyarlı olan yapı parçasından ses kaynağının yayılma alanı üzerine cephe gürültüsü yalıtımı vasıtasıyla **önlenmesi**
- **Gereksiz açıklıkların kapatılması** ve aralıkların sızdırmaz hale getirilmesi
- Gerekli olan açıklıklara **ses soğurucuların kurulması** ya da açıklıkların ses soğurması olarak geliştirilmesi (bakınız 6-7)

6.5. Gürültü azaltıcı makinelerin kullanılması

Ticari ve endüstri tesislerin planlamasında ve iyileştirilmesinde ayrıca özellikle sesli makinelerin veya makine parçalarının daha sessiz olanlarıyla yer değiştirip değiştirilemeyeceği kontrol edilmelidir. Gürültü azaltma teknolojisine dayanan bu değerlendirmeler, emisyon veri toplama esasına göre gerçekleşir (şekil 6-9)



Şekil 6- 9: İçecek sanayisinde etiketleme makinesi için ses kapasite seviyesi örneği. Makinelerin % 30'u, L_{30} olarak tanımlı doğrunun değerlerini karşılamakta ve tesisin % 70'i, L_{70} -doğrusunda bulunan değerleri karşılamaktadır. [7]

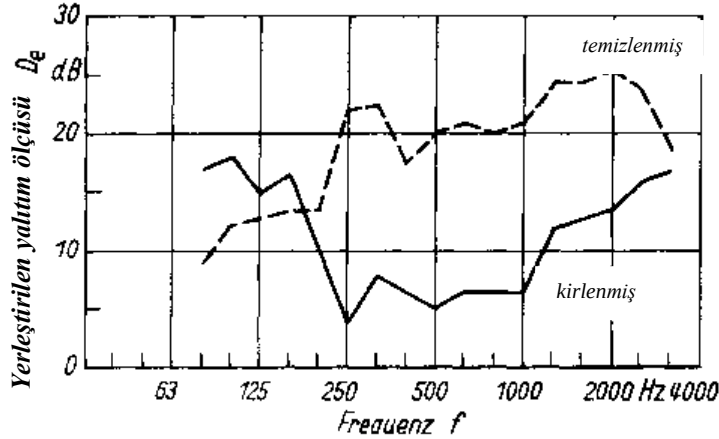
Bu durum başka makine türünün seçimiyle (örneğin vuruşlu vidalama yerine, devirli vidalamanın yerleştirilmesi) veya sesli (eski) parçaların daha az sesli yeni konstrüksiyonlara değiştirilmesiyle gerçekleştirilebilir.

6.6. Bakım

Makinelerin ses emisyonları aynı zamanda bakım durumuna da bağlıdır. Yetersiz yağlanmanın, dengesizliğin, gevşeyen parçaların, aşınmış parçaların (yatak, kılavuzlar, çark dişlileri) giderilmesiyle ve benzeri ile, gürültü oluşumu oldukça düşürülebilir. Bu gürültüye sebep olanlar örneğin, çalışma esnasındaki gürültülerin kontrol edilmesi sırasında fark edilebilir. Bazı durumlarda optimum işletme noktasından bir sapma söz konusu olduğunda seviye artışı meydana gelir. Eğer bu

nokta aynı zamanda en sessiz noktaysa, işletme koşullarının düzeltilmesiyle ses seviye düşüşleri de elde edilebilir.

Aynı şekilde daha az etkili olan ikincil ses koruma önlemleri ses seviyesini arttırabilir örneğin, kapsülleme etrafındaki açıklıklar, kapsüllerin ve alan iç giydirmelerin kirlenmiş absorbe malzemeleri veya kirlenmiş ses soğurucuları gibi (Şekil 6-10).

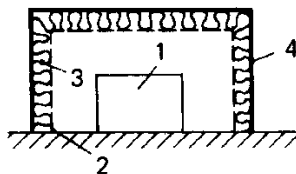


Şekil 6-10: Taş yün bağlama parçalı olan bir absorbe ses soğurucunun kirlenme sonucu azalmış etkisi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**

6.7. Ses geçirmez makine kapsülleri

Ses geçirmez kapsülleme, çoğu zaman pasif ses koruma önlemi açısından makinelerin veya makine parçalarının ses yayılmayı azaltmak için tek olanaktır. Önemli olmasının nedeni ses kaynağın hemen yanında bile ses seviyesinin aşağıya düşmesi ve bu sayede yakın çevredeki iş alanlarının da korunma olanağına sahip olmasıdır.

- Ses geçirmez kapsüller, ses yayılmanın azaltımı için ses kaynaklarının kaplanmasıdır. Kapsülleme ile ilgili çizim Şekil 6-'de gösterilmiştir.



- 1 – Ses kaynağı
- 2 – Ses geçirgen kaplama
- 3 – Ses absorbe malzemesi
- 4 – Dış kapsül duvarı

Şekil 6-11: Kapsülleme çizimi [3]

Bir kapsülün akustik özelliklerinin belirlenmesi için genel olarak yerleştirilen soğurma – ölçüsü D_{eK} kullanılır. Aynı işletim koşulları altında (örneğin oktav veya üçlü alan içinde) kapsül dışında bulunan bir üst noktası için frekansa bağlı olarak kapsüllü ve kapsülsüz ölçülen ses kaynağına ait ses seviyesinin tespit edilen farkıdır.

$$D_{e,K} = L_Q - L_K \quad (1)$$

L_Q yayılan oktav ya da kapsülsüz agreganın üçlü ses seviyesi

L_K yayılan oktav ya da kapsüllü agreganın üçlü ses seviyesi, aynı ölçüm yerinde ölçülmüştür

Temel kapsül yapı şekilleri, bütün ve kısmi kapsüller ile makine konstrüksiyonuna dahil edilen kapsüller – entegre kapsüller olarak da anılır – olmak üzere farklılık gösterir.

Bütün bir kapsülden bir makinenin veya tesisin tamamen çepeçevre kaplanması anlaşılır, tabi bunlarda havalandırma amaçlı, kumanda ve benzeri gibi işlevler için açıklıklar da bulunur(şekil 6-10). Bütün kapsüller, genelde güç makineleri (örneğin elektrik tahrikli), gazların ya da sıvıların yoğunlaştırılması ve iletilmesinde kullanılan makineler veya yakma güç makinelerinde olduğu gibi, özellikle bir muhafaza alanı tarafından kaplanan ses kaynaklarında kullanım görürler. Ancak bunlar kapalı olmayan muhafazalı iş makinelerinde de (örneğin presleme) kullanılabilir.

Bazı makinelerde veya tesislerde sadece tek konstrüksiyon parçaları (örneğin el aletleri, iş parçası) havadaki ses seviyesini belirler. Bu durumda kısmi kapsül ekonomik bakımdan ve hatta işletme açısından da (daha iyi bakım ve soğuma, daha az yer israfı, daha kolay ulaşılabilirlik ve benzeri) avantajların eklendiği daha uygun çözüm olabilir. Kısmi bir kapsülleme çok nadir durumlarda bütün ses kaynaklarından yayılan ses emisyonunda kayda değer bir azaltma sağlar, çünkü genelde tekli ses kaynakları diğer kapsülsüz tesis parçalarıyla öylesine zincirleme bağlıdır ki, cephe gürültüsü yolu üzerinde ses enerjisi kapsülüz tesis parçalarına aktarılır ve buradan da havadaki ses olarak yayılır. Kısmi bir kapsülleme işleminin yeterli olup olmadığının veya daha geniş önlemlerin gerekli olup olmadığının anlaşılması için, havadaki ses seviye ölçümlerinin yanında cephe gürültüsünün ölçümleri de yapılmalıdır (kapsülleme işlemine tabi tutulmayacak tesis parçalarında da). Aktarılan ya da yayılan cephe gürültüsünün azaltımında tamamlayıcı önlem olarak örneğin sac

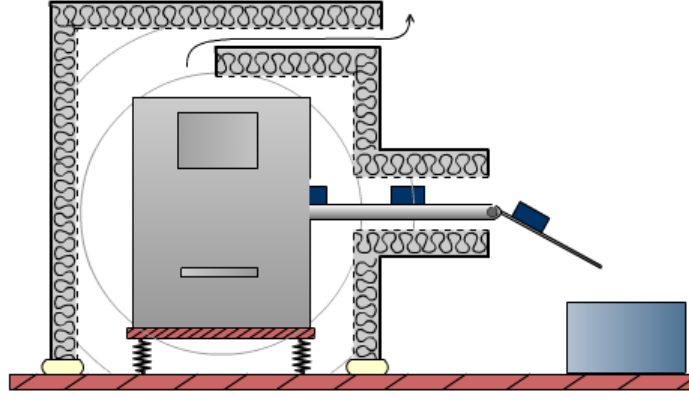
parçalarının sarsıntısız hale getirilmesi, makine parçalarının esnek sıkıştırılması veya kilitleme kitlelerinin yerleştirilmesi sayılabilir.

Makine konstrüksiyonuna entegre edilen kapsüller, çoğu zaman imalatı daha ucuz ve özellikle işletim taleplerini daha iyi karşılayan kapsüllerdir. Bunlar esas itibarıyla daha baştan kapalı olması istenen bir yapı şeklinden ve/veya makine muhafazasının sesi soğurucu edici kaplamasından oluşmaktadır. Bunun dışında, şayet ses teknik talepleri uygulama sırasında dikkate alınırsa, ısıya veya soğuğa karşı izolasyonlar ek kapsül olarak şekillendirilebilir. Şayet ses koruma bakımından bir kapsülleme gerekirse, o zaman bu sayede ısı geçişinin düşülmesi sağlanacağından ekonomik avantajlar elde edilebilir.

Kapsül konstrüksiyonun uygulanmasına bağlı olarak 50 dB'ye kadar ses seviye düşümleri mümkündür (bakınız Tablo 6-1 ve Şekil 6-6)

Grup	Kapsül konstrüksiyonu	Kapsül duvarın alansal ağırlığı	Ses seviye azalımı
I	Ses geçirmez minder	5 ila 6 kg/m ²	3 ila 10 dB
II a	Ses absorbe etmeyen, giydirilmiş tek kabuklu kapsül	5 ila 15 kg/m ²	5 ila 15 dB
II b	Ses absorbeli, giydirilmiş tek kabuklu kapsül	5 ila 15 kg/m ²	7 ila 25 dB
II c	Ses absorbeli, giydirilmiş tek kabuklu kapsül	20 ila 25 kg/m ²	10 ila 30 dB
III a	Ses absorbeli, giydirilmiş çift kabuklu kapsül veya Ağır, tek kabuklu kapsül (duvarla örülmüş)	Her bir kabuk 5 ila 10 kg/m ² yaklaşık 100 kg/m ²	20 ila 40 dB
III b	Ses absorbeli, giydirilmiş çift kabuklu kapsül veya Ağır, tek kabuklu kapsül (duvarla örülmüş)	Her bir kabuk 10 ila 15 kg/m ² yaklaşık 400 kg/m ²	30 ila 50 dB

Ses teknik taleplerinin yanı sıra kapsül konstrüksiyonlarının seçiminde işletim talepleri de dikkate alınması gerekir. Bunlar örneğin iş güvenliğiyle ilgili, makineye ulaşılabilirlikle ilgili, yer ihtiyacıyla ilgili, ısı ve gaz çıkışıyla ilgili ve benzeri talepler olabilir.

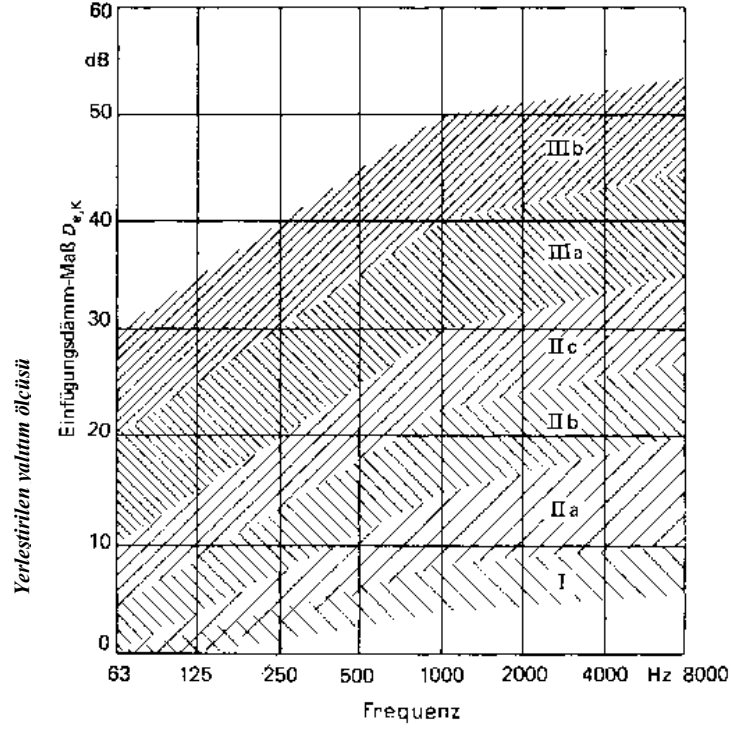


Şekil 6-3: Kapsüllü makine. Malzeme ve madde nakilleri için vazgeçilmez olan açıklıklar, ses emici malzemelerle giydirilmelidir. Sıkı bağlanmamış parçalar arasındaki aralıklar, esnek olarak sızdırmaz hale getirilmelidir.)

[7] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Grundlagen zum lärmarmen Konstruieren, 2007

Tablo 6-1: Şekil 6-4 [3]'e göre gruplar için oryantasyonlu konstrüksiyon göstergeleri

Grup	Kapsül konstrüksiyonu	Kapsül duvarın alansal ağırlığı	Ses seviye azalımı
I	Ses geçirmez minder	5 ila 6 kg/m ²	3 ila 10 dB
II a	Ses absorbe etmeyen, giydirilmiş tek kabuklu kapsül	5 ila 15 kg/m ²	5 ila 15 dB
II b	Ses absorbeli, giydirilmiş tek kabuklu kapsül	5 ila 15 kg/m ²	7 ila 25 dB
II c	Ses absorbeli, giydirilmiş tek kabuklu kapsül	20 ila 25 kg/m ²	10 ila 30 dB
III a	Ses absorbeli, giydirilmiş çift kabuklu kapsül veya Ağır, tek kabuklu kapsül (duvarla örülmüş)	Her bir kabuk 5 ila 10 kg/m ² yaklaşık 100 kg/m ²	20 ila 40 dB
III b	Ses absorbeli, giydirilmiş çift kabuklu kapsül veya Ağır, tek kabuklu kapsül (duvarla örülmüş)	Her bir kabuk 10 ila 15 kg/m ² yaklaşık 400 kg/m ²	30 ila 50 dB



Şekil 6-4: 6 [3]'e göre muhtelif tipik kapsül şekleri için olağan yerleştirme yalıtım ölçüleri]

6.8. Ses soğurucuları (emicileri)

Ses soğurucuları, ses yayılmasını, kanallar, boru hatları ve açıklıklar vasıtasıyla ortam naklini engellemeden azaltan düzeneklerdir. Ses soğurucularının kullanıldığı yerlere yönelik örnekler şunlardır:

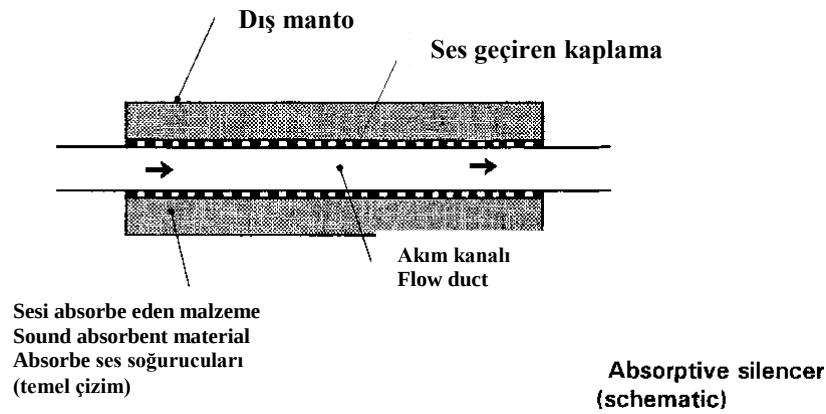
- İç ortam havası tekniğine sahip tesislerde
- Odaların havalandırma açıklıklarından çıkan sesin yüksek iç gürültü seviyesiyle azaltmak için,
- Basınç hatlarının dışarıya üfleme gürültülerini indirmek için,
- Yanma motorlarının absorbe ve üfleme gürültülerini soğurmak için ve
- Vantilatörlerin, kompresörlerin ve türbinlerin absorbe ve üfleme gürültülerini azaltmak için

Ses soğurucuların seçimi

- İstenilen ses seviye azaltımıyla
- Gaz akımındaki izin verilen basın kaybıyla

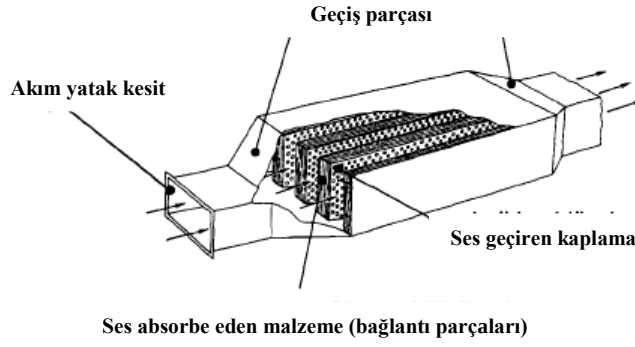
- Ses soğurucuları tarafından neden olan akım gürültüsüyle
- Kullanılabilir yapı hacmiyle
- Akıma, basınçlı çarpmaya, mekanik titreşimlere, ısıya, kirlenmeye, neme ve korozyona karşı gerekli sağlamlıkla
- Denetim ve temizleme becerisiyle sağlanır.

Absorbe ses soğurucusunda ses enerjisi, sürtünmeyle kısmen ısıya dönüştürülür (bakınız Şekil 6-5). Absorbenin üst yüzeyi ne kadar genişse ve kanal iç giydirmenin ses absorbe derecesi ne kadar büyükse, absorbe ses soğurucusunun etkisi o kadar büyüktür. Absorbe ses soğurucuları oldukça düşük basınç kayıplarında geniş bantlı ses soğurmalarına olanak tanır. Toz içeren gazlar ve kabuklaşmaya dönük kirlenmelerin içinden aktığı kanallara yapılacak müdahalede, absorbe malzemenin üst yüzeyinin alkalize olmayacak şekilde önlemler alınması gerekir



Şekil 6-5: Absorbe ses soğurucuları (Temel çizim) [4]

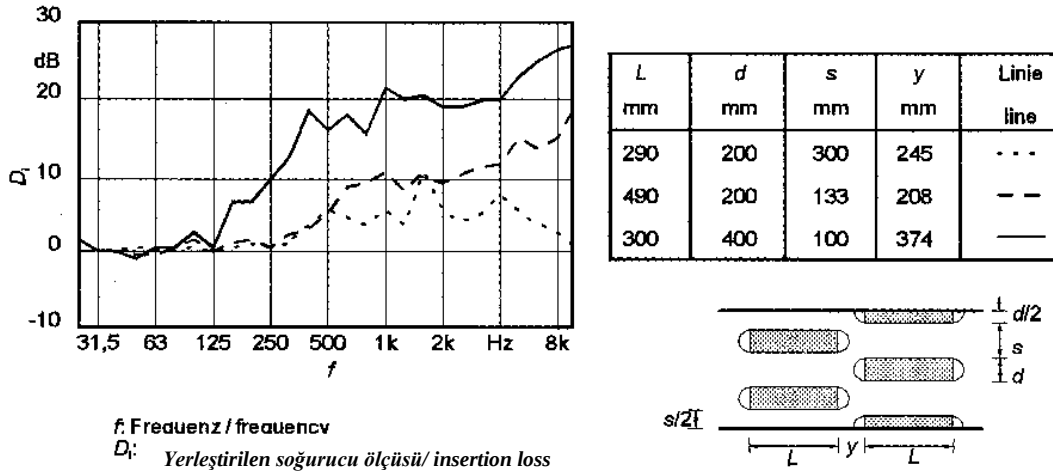
Bağlama parçalı ses soğurucuları genelde kanal genişletmeye yarar bir geçiş parçasından, ses absorbe eden bağlantı parçalı orta kesitten ve arasında yatan akım ileten mesafeler ile asıl kanal yatay kesiti olarak birleştiren bir oluktan meydana gelir. Şekil 6-6 temel bir çizim gösterir.



Şekil 6-6: Bağlama parçalı ses soğurucusu (Temel çizim) [4]

Bağlama parçalı ses soğurucuları paralel aralıklar vasıtasıyla büyük bir ses seviye düşümü yaratılabilir. Düşük frekanslardaki yüksek absorbe derecesi için oldukça kalın bağlama parçaları gerekirken, yüksek frekanslar için ince bağlama parçaları yeterli olmaktadır. Bağlama parçaların şekillendirilmesinde ve aralık genişliğinin seçiminde giriş ve çıkış akımlarının basınç kayıpları ölçüt olmaktadır.

Bağlama parçalı ses soğurucuların yerleştirmesi ve en iyi konuma getirilmesi, her bir özel durum için uyarlanmalıdır (örneğin istenilen ses seviye düşümü, frekans spektrumu). Muhtelif bağlama parçası düzenlemelerin etkilerine yönelik bir örnek Şekil 6-7’de verilmiştir.



Şekil 6-7: Muhtelif bağlama parça düzenleri için yerleştirilen soğurma ölçüsü ve toplam basınç kaybı [4]

6.9. Cephe gürültüsü – Yalıtım Plakaları Ve Titreşim – Yalıtım Elemanları

Cephe gürültüsü aktarımına karşı en etkili yöntem, esnek konumlandırma veya titreşime yol açanın yaylandırılmasıdır.

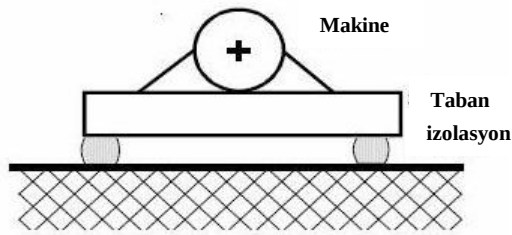
Temele yerleştirilen gücün, uyarılan güçten daha az olması için tahrik frekansının sistem rezonans frekansından biraz daha yüksek olması gerektiği burada belirleyicidir. Rezonans frekans yakınındaki temelin uyarılması ve böylelikle cephe gürültüsü aktarımı, sanki uyaran güç doğrudan temele etki edercesine, daha da büyümektedir.

Rezonans frekansı bu durumda hangi frekans alanlarının esnek konumlandırma vasıtasıyla etkili bir şekilde soğurulabileceğini gösteren belirleyici bir büyüklüktür. Özellikle şunlara bağlıdır:

- Yaylanması gereken cephe gürültüsünün etkin kitlesine
- Maruziyet altında yayın dinamik sertliğine
- Alt malzemenin etkin kitlesine

Makinelerdeki noktasal yaylanma (Şekil 6-8) iyi hesaplanabilir ve iyi bir şekilde kontrol edilebilir. Kullanıldığı yerler şunlardır:

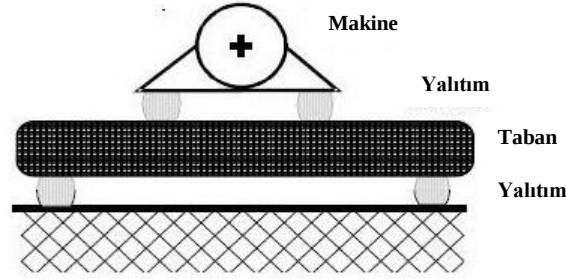
- Kat arası tavanlarda kullanılan orta derece ses çıkartan makinelerde
- Bina temel tabakasında kullanılan güçlü ses çıkartan makinelerde



Şekil 6-8: Bir makinenin noktasal olarak konumlandırılması (Basit izolasyon) [10]

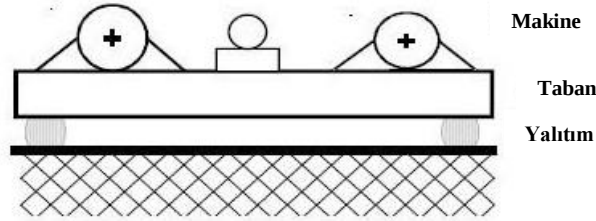
Eğer güçlü titreşim uyarana sahip makineler zemin ayırma tavanı üzerine yerleştirilirse, o zaman yalıtımın artırılması çoğu zaman kaçınılmazdır. **Çift yalıtımla** (Şekil 6-9), doğru boyutlama yapıldığı takdirde, tekli yalıtıma kıyasla çok daha yüksek

cephe gürültüsü yalıtım değerleri elde edilebilir. Ancak hesaplaması daha karmaşıktır ve hatalı yerleşimlerde hemen kötü sonuçlar elde edilir.



Şekil 6-9: Zemin ayırma tavanı üzerinde yer alan bir makinenin çift yalıtımı [10]

Eğer birden fazla cihazlar cephe gürültüsüne karşı yalıtılacaksa, onları ortak bir taban üzerine monte etmek mantıklı olacaktır (Şekil 6-10)



Şekil 6-10: Aynı taban üzerinde makine grupları [10]

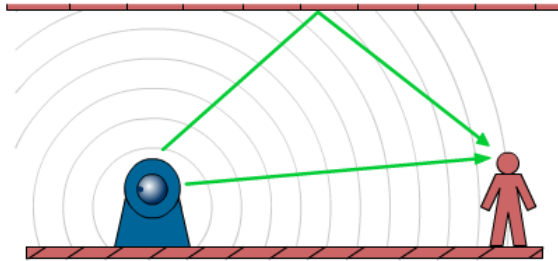
6.10. Mekân İçersindeki Yalıtım

Mekân içersindeki ses izolasyonları, basit yalıtım duvarları olarak (dikilen duvarlar veya kısmi izolasyonlar) yan kaplamalar veya kısmi bölme duvarlarıyla uygulanır. Genel olarak çelik, ahşap veya plastikten, kısmi absorbe eden talaştan veya hafif yapı levhalarından ile yan kaplamalarda yüksek absorbe eden duvarlardan oluşurlar. Ses izolasyonlarının uygulanması, şayet bununla ses kaynağından emisyon alanına doğrudan gelen ses yayılması engellenebiliyorsa ya da azaltılabiliyorsa, çalışma mekânlarında dikkate alınabilir. Bunun dışında ses izolasyonları mekânların ayrılmasına hizmet edebilir, özellikle kısmi ayırma duvarları veyahut yan kaplama

şeklinde. Bu sayede yaklaşık 10 dB(A) kadar A – ses seviye azaltmaları elde edilebiliyor.

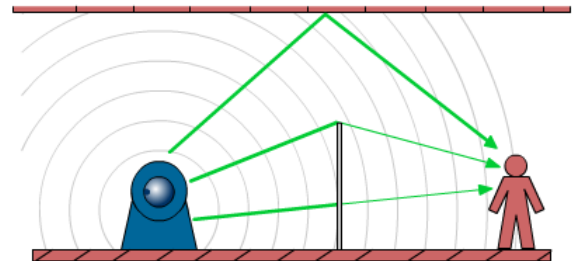
Ses izolasyonları kullanarak gürültülü çalışma mekânlarına veya makinelere karşı koruma şu durumlarda avantajlı olmaktadır:

- Eğer birincil ses koruma önlemleri bilinmiyorsa veya uygulanılması mümkün değilse,
- Kapsül veya kapalı kabin şeklindeki ikincil önlemler uygulanamıyorsa veya daha masraflıysa,
- Ses koruma tercihe göre bir yöne doğru olması gerekiyorsa,
- Yeterli bir ses koruma, refakat eden önlemlerle (örneğin mekâna yönelik akustik önlemler) sağlanabiliyorsa,
- Ulaşım yolları (örneğin vinç geçitleri), ortak havalandırmalar veya iletişim gereklilikleri mekânsal ayırmalara tezatlık gösteriyorsa.



İzolasyonsuz

- Tavana yansıyan ses
- Doğrudan ses



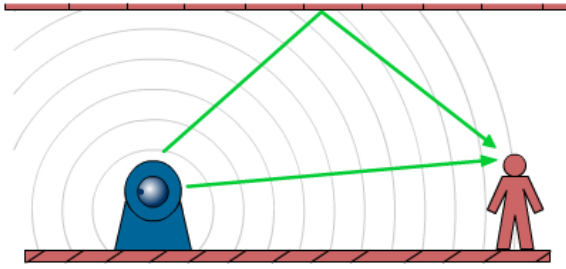
İzolasyonlu

- Tavana yansıyan ses
- İzolasyon üzerinden eğilen ses
- İzolasyon içerisinde geçen ses

Şekil 6-11: Mekânlar içindeki yalıtımda ses alan parçaları [7]

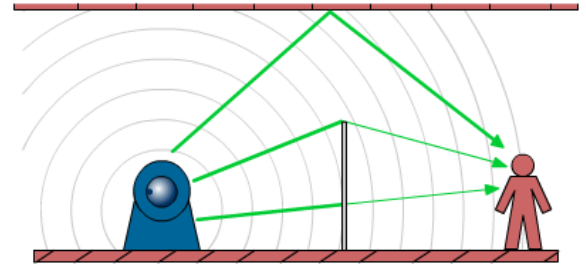
Kapalı mekanlar içerisindeki ses seviyesinin azaltımı için (örneğin makine parkurları), **mekansal akustik önlemler** olarak sesi absorbe eden frekans spektrum içinde hâkim olan frekans alanlarında yüksek ses absorbe derecesi gösteren duvar ve tavan malzemesi ya da sesi absorbe eden duvar ve tavan giydirmeleri uygulanabilir. Bu önlemler sayesinde ancak mekân sınırlama alanlarına yansımalar suretiyle aktarılan, mekân içindeki ses alanına ait ses seviye oranları yakalanabilmektedir. Fakat tekli ses kaynaklarının yakınında doğrudan ses daha ağır bastığından, mekân ses soğurucu giydirmeler aracılığıyla kayda değer seviye azaltımları elde edilememektedir.

Daha büyük aralıklarla yer alan tekli ses kaynaklarında ise, ses seviyesi uygun koşullar altında orta büyüklükteki mekânlarda 4 ila 8 dB kadar düşürülebilir. Düz parkurlarda daha büyük mesafe aralıklarındaki tekli ses kaynakları daha yüksek değerleri sağlamaktadır.



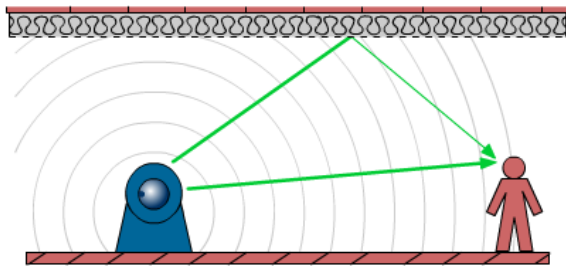
İzolasyonsuz / tavan absorbesi yok

- Gürültü ağırlıklı olarak doğrudan ses tarafından belirlenir, fakat sert ses yansımaları tarafından da (çoğunlukla tavan bölgesinden)

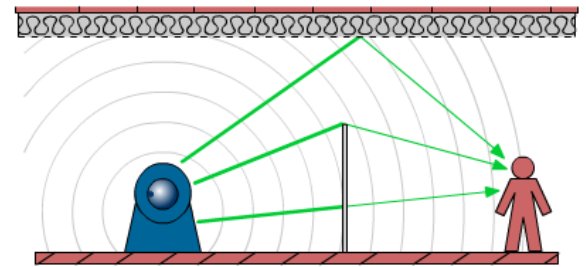


İzolasyonlu / Tavan absorbesi yok

- Ses izolasyonu doğrudan sesi azaltır. Tavandaki sert ses yansımaları gürültü yüklemesini belirler.



İzolasyonsuz / Tavan absorbesi var



İzolasyonlu / Tavan absorbesi var

- Makinenin yakın bölgesinde gürültü yüklemesi doğrudan ses tarafından belirlenir. Yansımaları sesi absorbe eden giydirmelerle elde edilen azaltma az etkilidir.
- Ancak ses izolasyonu ile ses absorbesi kombinasyonu genelde belirgin bir gürültü azaltımı sağlar.

Şekil 6-12: Kombinasyonlu önlemler sayesinde önemli gürültü azaltmaları [7] Önlemlerin uygun kombinasyonu sayesinde 10 dB'lik seviye azaltmalarına ulaşılabilir.

6.11. Dış alandaki yalıtım

Dış alanlardaki işletmelerde ses izolasyonları, gürültü koruma duvarları ve gürültü koruma izolasyonları veya yalıtım sağlayan binalar şeklinde uygulama bulunmaktadır. Tercihen şu durumlarda uygulanır:

- Eğer ses kaynakları zemine yakın bulunuyorsa,
- Yalıtım etkisi ağırlıklı olarak bir yöne doğru gerekiyorsa,
- Başka önlemler mümkün değilse veya daha masraflıysa.

Genel olarak azami elde edilebilen A – ses seviye azaltımı yaklaşık 15 dB dir. Bu yüzden ses duvarlarının ses yalıtımından çok büyük beklentilere girilmemelidir (alan ağırlığı yaklaşık 3 ila 5 kg/m²). Biraz daha büyük azaltmalar ses kaynağının veya emisyon yerinin muhafaza altına alınmasında elde edilir. Ses izolasyonlarının etkisi özellikle ses kaynağı ile emisyon yeri arasında bulunan daha büyük mesafelerde hava koşulları nedeniyle olumsuz etkilenebilir.

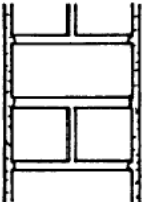
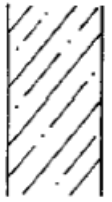
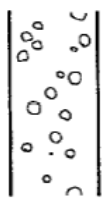
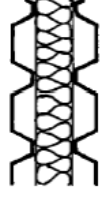
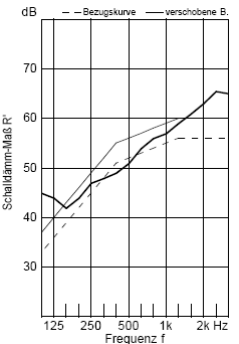
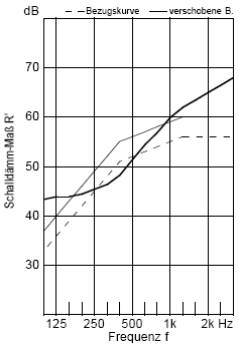
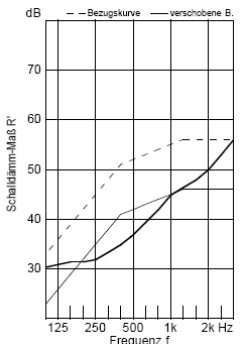
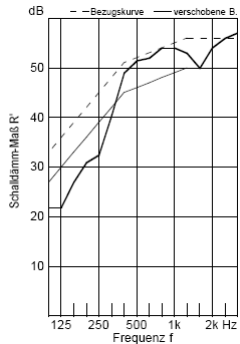
Pratikteki uygulama ile uygulama örnekleri “Dağıtım yolundaki önlemler” bölümünde açıklanmıştır.

Çoğu zaman, ses izolasyonunu ses kaynağına doğru olan tarafına etkiyi azaltan veya başka yerlerde ses seviye artışına neden olan istenmeyen yansımaları engellemek için, absorbe eden malzemeler uygulamak gerekir.

Tek veya birden fazla binalar da çoğu zaman işletmelerin gürültülerine karşı etkili bir yalıtım sağlar. Açık yapılanma sayesindeki seviye azaltma sınırı yaklaşık 15 dB(A) dır.

6.12. Binalardaki Ses Yayılmalarının Azaltımına Yönelik Yapısal Önlemler

Parkurun ya da bina içerisindeki ses basınç seviyesi, kurulan makinelerin ve kurulan alanlardaki akustik özelliklerdeki yansıyan ses kapasiteleriyle belirlenir. Havadaki sesinin komşu mekânlara veya açık alanlara aktarımı, mekânı saran ses yalıtım yapı taşları (duvarlar, tavanlar, çatılar, pencereler, kapılar) sayesinde azaltılır (şekil 6-22). Tek kabuklu yapı parçalarının havadaki ses yalıtımı, ağırlıklı olarak zemine yönelik kitleye ve onun yoğunluğuna bağlıdır. Zemine yönelik kitlenin iki katına çıkartılması, genel olarak havadaki ses yalıtımının yaklaşık 5 dB değerinde bir artışa karşılık gelir.

			
Her iki tarafı 15 mm iç sıvalı kireçli kum taşı	Sıvasız çelik beton duvar	Gaz beton levhaları tavanı yüksek, sıvasız	1-mm-çelik sac-100 mm'lik mineral lif levhalı çift trapez profili
240 mm	180 mm	200 mm	190 mm
54 dB	53 dB	42 dB	46 dB
			

Şekil 6-13: Değişik duvar kurulumları (konstrüksiyon, duvar kalınlığı) ve onlara ait havadaki ses yalıtımı örnekleri [12]

Çift duvarlar aynı zemine yönelik kitlelerde ve uygun akustik uygulamada tek kabuklu yapı parçalarına oranla yaklaşık 10 ila 20 dB daha fazla hava ses yalıtımına sahiptir. Alana yönelik kitleler ve kabukların düşük bükülme sertlikleri, ses absorbe malzemeleri vasıtasıyla boşlukların soğurulması, büyük boş mekan derinliklerinden ve kabuklar arasındaki sabit bağlantılardan kaçınmak, ses yalıtımını olumlu etkiler.

Akustik bükülebilen çift duvarların kabuklarına benzer bir şekilde kurulan ve hafif ham duvarlarda kullanılan ses yalıtan üst kabuklar sayesinde 5 ila 10 dB'ye kadar bir düzelme elde edilebilir.

Havadaki ses aktarımlara karşı özellikle de cephe gürültüsü aktarımlarına karşı, örneğin makine mekânları ve büro ile sosyal alanlar arasında, özellikle yüksek bir korunma boydan boya geçen ayırma aralıklarıyla bina kısımlarını ayrılmak suretiyle elde edilebilir.

Ses sadece yukarıya doğru yansımaya karşın aynı zamanda yatay yöne doğru da ilerlediğinden, çatılar da komşuların korunmasında aynı şekilde yeterli ses yalıtımına gereksinim duyarlar (çoğu zaman duvarların havadaki ses yalıtımı yüksekliğinde). Bunun için gerekli olan ağırlık, daha parkur konstrüksiyonun belirlenmesinde dikkate alınmalıdır.

Pencereler ve kapılar, ham yapı parçalarına göre daha düşük bir ses yalıtımı gösterirler. Bütün dış yapı parçalarının ses yalıtım ölçüsü pencere ve kapıların ve diğer yapı parçalarının ses yalıtımı arasındaki farkı ne kadar azsa ve pencere ve kapıların toplam yüzeyi ses aktaran toplam yüzeyinden ne kadar azsa o denli düşük azalır.

Birçok durumlarda bina içerisinde yer alan makineler ve kurulumlar ile çalışma alanları kabul edilemez yüksek ısılarla karşı korunabilmeleri için, binaların ısı çıkışı bakımından havalandırma tertibatlarıyla donatılması gerekir. Burada bina içinde gerekli olan hava dolaşımı doğal cereyan akımıyla uygun değerlendirilmiş giriş ve çıkış havalandırmalarla veya vantilatörlerle mecburi havalandırma sayesinde gerçekleştirilebilir. Havalandırma açıklıkları ve vantilatörler ses yalıtımlı olmalıdır.

6.13. Organizasyon Önlemleri, Ses Koruma Planlaması

Zamansal ve mekânsal faaliyetlerin koordinasyonuna bağlı olan organizasyon önlemleri mevcut işletmeler ve yeni tesisler için önem arz etmektedir.

Uygulama bakımından mümkün olduğu sürece gürültü yoğunluğu yaratan çalışmalar akşam veya gece saatlerinde yapılmamalıdır, örneğin nakliye işlerinden 22.00 ve 6.00 saatleri arasında imtina edilmelidir. Ham maddelerin ve malların teslimatında ve yüklenmesinde ray ve deniz yollarının ağırlıklı olarak kullanılmasına özen gösterilmelidir, çünkü bu sayede karayolları üzerindeki nakliye hareketi azaltılabilir.

Ses yayan tesislerin fabrika alanları üzerinde yapılacak konum seçiminde, bu ses kaynaklarının düzenlenmesinde, kendine has gürültü emisyonları olmayan (depo parkurları, silolar, idari binalar) yalıtımdan faydalanılması ve/veya bu yapıların, en çok ses yansıması yapan bina cephelerin korumaya muhtaç emisyon bölgelerinden farklı yönde olacak şekilde inşa edilmesi sağlanmalıdır.

Bütün gürültülü makineler teknik ve ekonomik bakımından gerçekleştirilecek ölçüde açık alanlar yerine kapalı binalar içerisinde kurulmalıdır. Yapısal ses korumasıyla ilgili masrafların düşürülmesi bakımından birden fazla gürültü agregaların birlikte yüksek ses yalıtımı olan bir alan içerisine toplanması faydalı olur.

Binaların içinde ve dışında agregalar için gerekli olan alanlar sonradan ses yalıtımı ya da soğurma için alınması gereken önlemleri göz önünde tutacak şekilde ölçülmelidir. Bazı önceden tahmin edilen durumlarda, özellikle hafif yapı malzemelerinin kullanımında duvar ve tavan konstrüksiyonunu ölçümü, ileride gerekli olabilecek ses geçirmez önlemleri için statik koşulları hazır olacak şekilde yapılmalıdır (örneğin çatı üzerinde havalandırma ses yalıtımının uygulanması gibi).

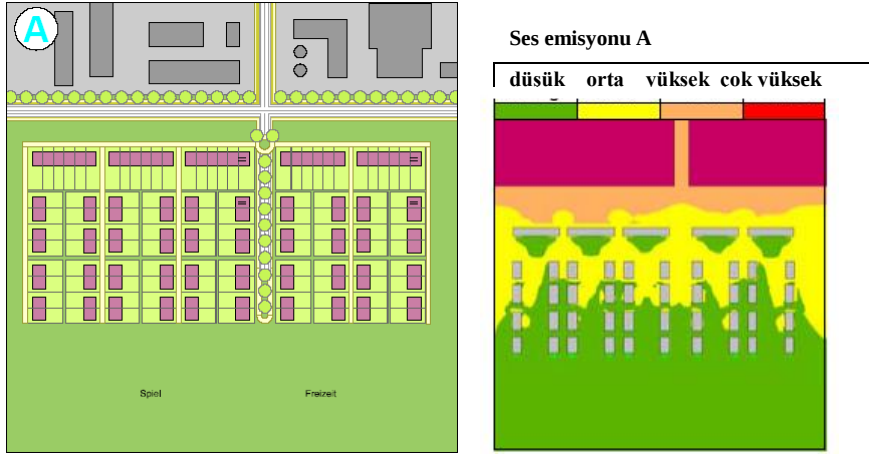
Yön etkisi olan ses kaynakları (örneğin üfleme manşonları ya da vantilatör bacaları, kapakların vakum manşonları v.b.) binanın komşuya bakan tarafında uygulanmamalıdır. Aynısı montaj açıklıkları, kapılar ve pencereler ile havalandırma açıklıkları için geçerlidir.

Daha büyüklükteki ses kaynakların uygulamasından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır, çünkü buradaki ses seviye azaltmaları yalıtım ve zemin absorbe işlemiyle etkili olmayacaktır.

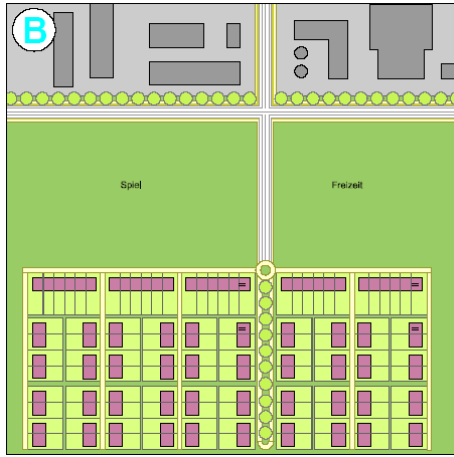
Örnek: Ticari ve sanayi bölgesi yakınında yeni bir inşaat alanının planlanması
[13]

Şehir kenarında bir yeni inşaat bölgesi kurulacaktır. Planlanan alan, diğer şehir bölgesinden çevre yolu olarak kullanılan bir karayolu ile ayrılmış bir yerdedir. Kuzeyde geniş ticari ve sanayi alanları mevcuttur.

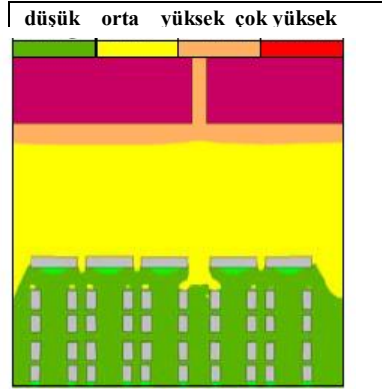
Birinci planlama düşünceleri: İnşaat alanı ticari ve sanayi bölgesine az bir mesafeyle planlanır ki pekişen bir yerleşim manzarası elde edilebilsin ve açıktaki kırsal alan korunabilsin. Sıralı ev yapılanması arka tarafta bulunan konut alanlarını izole edecek. Yalıtıma rağmen planlanan alanın büyük bir kısmı orta seviye sınıfı olarak gürültüye maruz kalır:



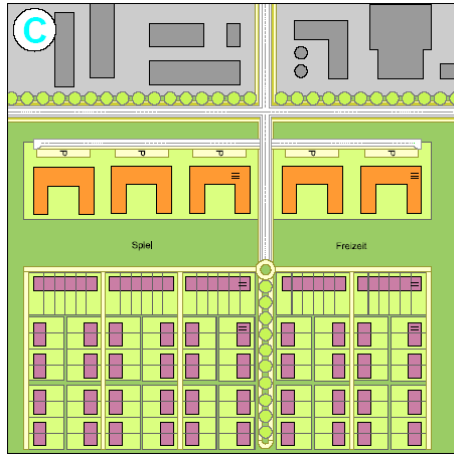
Ses kaynağına olan mesafe: Konut inşaatı ses kaynaklarından uzaklaştırılır. Arada kalan alanlar, oyun ve serbest çalışma alanları olarak kullanılır. Oyun ve serbest çalışma alanlarında sanayi bölgesi nedeniyle orta seviye sınıfları oluşur. Oluşturulan mesafe sayesinde planlanan inşaat ikinci sıradan itibaren gürültüye karşı korunmuştur:



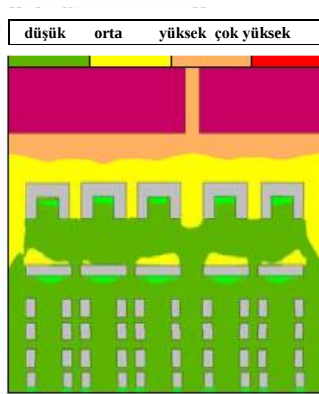
Ses emisyonu B



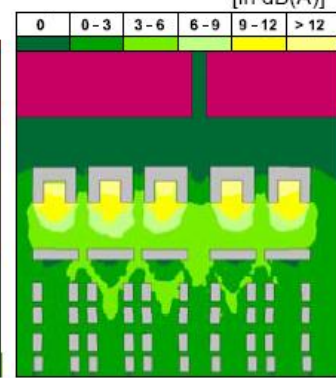
Bina yapıları sayesinde yalıtım: Bütün konut inşaatının yalıtımı için ticari ve sanayi bölgesi ve inşaat bölgesi arasında üçünü kullanımlar için üç katlı binalar uygulanır. Bu önlem sayesinde konut inşaatı birkaç tekli yansıma haricinde, binalarda düşük seviye alanında yer alır:



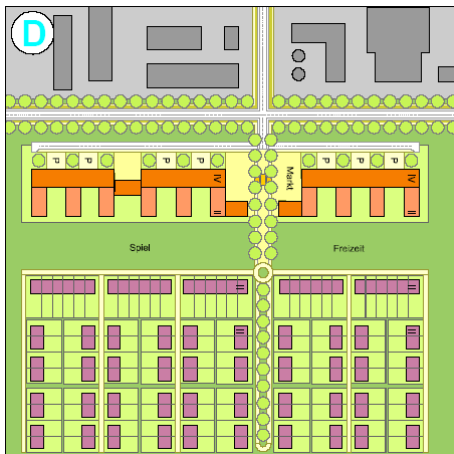
Ses emisyonu C



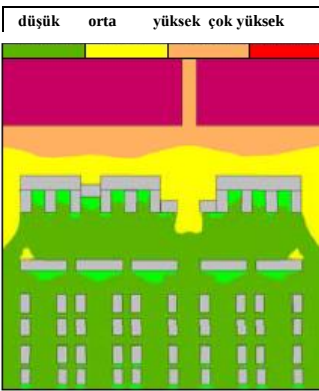
Seviye farkı C-B



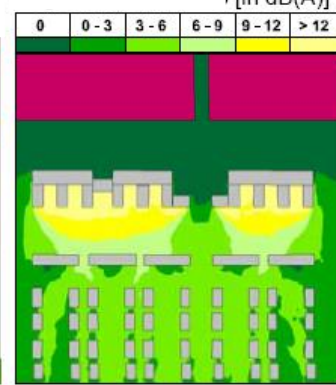
İnşaatın kapatılması: Üçüncü kullanımlara yönelik binalar arasındaki boşluklar kapatılır, böylece tarak şeklinde dört ya da iki katlı bina yapıları meydana gelir. Trafik sessiz olan bir pazar alanı, yeni inşaat alanın girişini oluşturur. Tüm konut yapıları sessiz bir bölgede bulunur:



Ses emisyonu D



Seviye farkı D-B



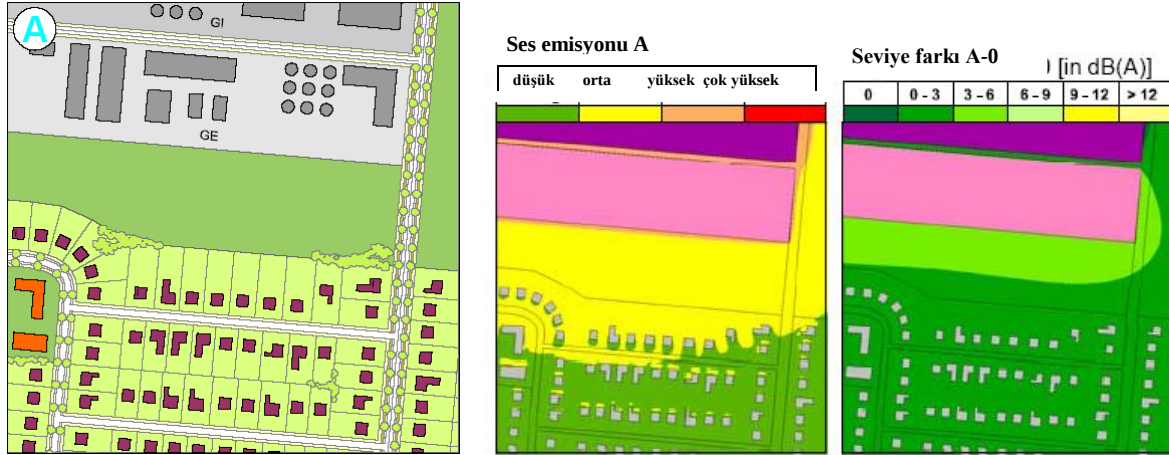
Öneriler: Birlikte uyum içerisinde olmayan mümkün olan en büyük mesafeye uygulanmıştır. Bu koruma alanlarının etkin olarak kullanılması için, gürültü

hassasiyeti bakımından daha düşük olarak sınıflandırılabilir tampon kullanımlar öngörülmüştür.

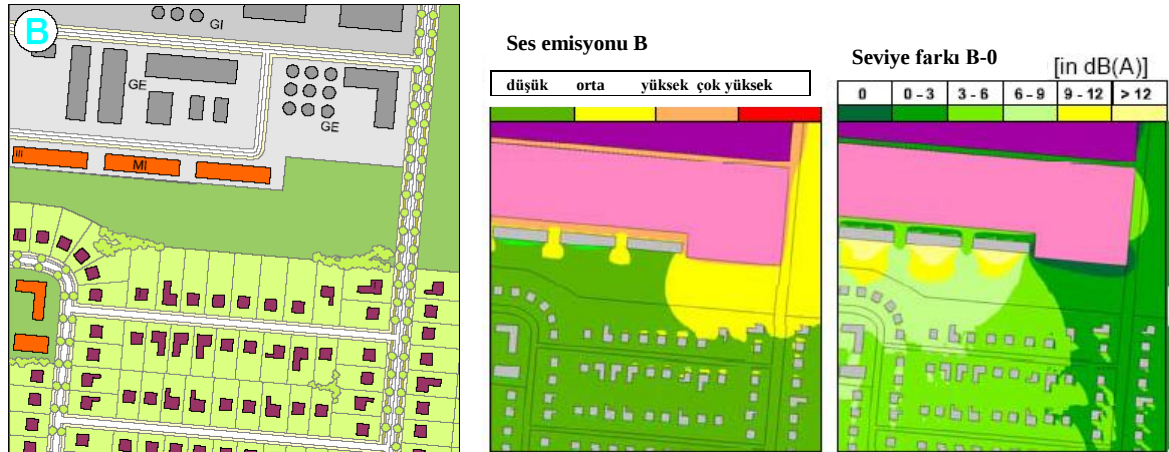
Örnek: Sanayi bölgesi karşısında bulunan konut alanı [13]

Bir konut alanı mevcut bir sanayi ve ticaret bölgesine sınırdır. Her iki kullanımlar birbirinde bir yeşil alan ile ayrılmıştır. Sanayi bölgesinden gelen gürültü maruziyeti gürültü vericiler ile konut kullanımlar arasında bulunan mesafeye rağmen, mevcut durumda bir gürültü sorununa yol açmaktadır.

Sanayi ve ticari bölgenin bölgeselleştirilmesi: Sanayi ve ticari bölgenin konut kısmına bakan tarafı, sanayi bölgesinden (GI) bir ticari bölge (GE) haline getirilir. Planlanan alanın güney tarafından sessiz konut alanları oluşurken kuzey tarafı halen gürültüye maruz kalır:



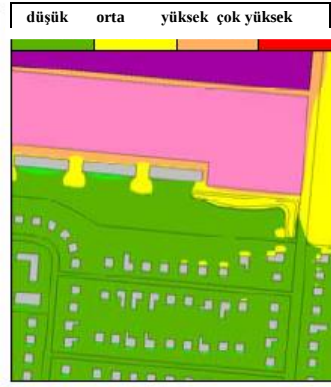
Emisyon oluşturmeyen kullanımlarla genişletme: Güney kenarda ticari bir bölgenin emisyon oluşturmeyen kullanımlarla (MI) genişlemesi ve buna bağlı ek bina yapıların oluşturdukları engel, konut inşaatının bir kısmını korumaktadır. Ancak inşaatın kuzey doğu tarafı orta seviye alanında gürültüye maruz kalmaktadır:



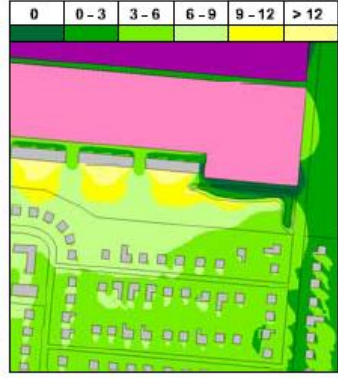
Gürültü Seddi ile yalıtım: Yeşil alanlar bölgesinde alan düzenlemesi, konut bölgesinin doğu kısmı için de bir gürültü azaltımı anlamına gelmektedir ve büro binalarının yanında ticari kullanımın genişlemesine de yol açar. Çıkış durumlarına kıyasla bölgenin geniş alanlarında 9 dB(A)'lık bir seviye azalımı meydana gelir.



Ses emisyonu C



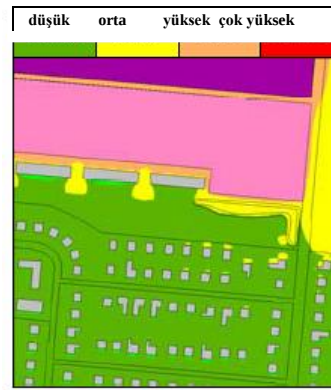
Seviye farkı C-A [in dB(A)]



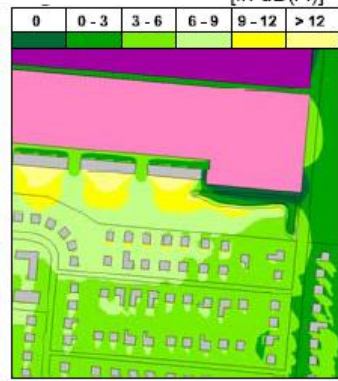
Konut inşaatın tamamlanması: Gürültü azaltıcı önlemler sayesinde sonuç olarak konut inşaatın tamamlanması ihtimali ortaya çıkar. Planlanan konutlar da ticari bölgelere yakın olmalarına rağmen, sessiz bir konut konumu olarak inşa edilebilir:



Ses emisyonu D



Seviye farkı D-A [in dB(A)]



Öneriler: Konut kullanımını pekiştirmek için, daha sonraki gelişiminde sanayi ve ticari bölgesini çok fazla sınırlandırmayan gürültü azaltma önlemleri gerekir. Sanayi bölgesinin ticari bölgeye indirgenmesi ve konut bölgesine geçiş niteliği taşıyan karma bölge şeridinin aynı zamanda gelişmesi ve ek olarak izole edici yapılanma veya gürültü seddinin göz önünde bulundurulması, konut bölgesinin ticari bölgeye doğru büyümesine imkan tanır. İzolasyona yönelik önlemler, çünkü ticari yapılara doğru görünüş de kesilmiş olması nedeniyle, aynı zamanda ek cazibe artışı anlamına da gelir.

6.14. Lokanta, Eğlence Mekanları vs. gibi Yerlerdeki Gürültünün Azaltımına ilişkin Yapısal Önlemler

Lokanta, eğlence mekanları vs. gibi yerlerin meydana getirdiği gürültü esas olarak endüstri tesislerindeki gürültülerden ayırt edilemediği için endüstri tesisleri için belirtilen azaltma önlemleri bu tür tesislerde de uygulanmalıdır. Önlemler her bir şarta göre uyumlu hale getirilmelidir.

Gürültü azaltma önlemleri, henüz planlama aşamasındayken ele alınmalı ve onay belgelerine dahil edilmelidir.

Literatür

- [1] Richtlinie 96/61/EC des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, Amtsblatt Nr. L 257 vom 10/10/1996 S. 0026 – 0040 (*Çevre kirliliğinin entegre önlenmesi ve azaltımı üzerine 24 Eylül 1996 tarihli konseyin 96/61/EC sayılı direktifi, 10.10.1996 tarih ve L.257 sayılı resmi gazete, sayfa 0026-0040*)
- [2] Adaptation and revision of the interim noise computation methods for the purpose of strategic noise mapping, Report for European Commission DG Environment, Wölfel Messsysteme, December 2002 (*Stratejik gürültü haritalaması için ara gürültü hesaplama yöntemlerinin uyumu ve düzeltilmesi, Avrupa Komisyonu için Rapor DG Çevre, Wölfel Ölçüm sistemleri, Aralık 2002*)
- [3] VDI 2711, Schallschutz durch Kapselung, Juni 1978 (*VDI 2711, Kapsülleme sayesinde ses geçirmez, Haziran 1978*)
- [4] VDI 2567, Schallschutz durch Schalldämpfer, Oktober 1994 (*VDI 2567, Ses izolasyonları sayesinde ses geçirmez, Ekim 1994*)
- [5] VDI 3720 Blatt 1, Lärmarm Konstruieren - Allgemeine Grundlagen, November 1980 (*VDI 3720 Sayfa 1, Sessiz yapılanma – Genel esaslar, Kasım 1980*)
- [6] VDI 2570, Lärminderung in Betrieben - Allgemeine Grundlagen, September 1980 (*VDI 2570, İşletmelerdeki gürültü azaltımı – Genel esaslar, Eylül 1980*)
- [7] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Grundlagen zum lärmarmen Konstruieren, 2007 (*İş güvenliği ve iş sağlığından sorumlu federal kurum: Sessiz yapılanma esasları, 2007*)
- [8] VDI 2713, Lärminderung bei Wärmekraftanlagen, Juli 1974 (*VDI 2713, Isı güç tesislerindeki gürültü azaltımı, Temmuz 1974*)
- [9] VDI 2720 Blatt 2, Schallschutz durch Abschirmung in Räumen, April 1983 (*VDI 2720 Sayfa 2, Mekânların yalıtılmasıyla ses geçirmez, Nisan 1983*)
- [10] Zur lärmarmen Konstruktion von Wärmepumpenanlagen, EMPA, Februar 2002 (*Isı pompalama tesislerinin sessiz yapılanması hakkında, EMPA, Şubat 2002*)
- [11] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Lärmarm konstruieren XVIII, Systematische Zusammenstellung maschinenakustischer Konstruktionsbeispiele, 1999 (*İş güvenliği ve iş sağlığından sorumlu federal kurum: Sessiz yapılanma XVIII, akustik makine şeklindeki konstrüksiyon örneklerinin sistematik olarak bir araya toplanması, 1999*)
- [12] Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: Kenndaten und Kosten für Schutzmaßnahmen, 2000 (*Çevre Korumadan Sorumlu Bavyera Eyalet Kurumu: Koruma önlemleri için kodlar ve maliyetler, 2000*)
- [13] Umweltbundesamt: Praxisorientierter Umgang mit Lärm in der räumlichen Planung und im Städtebau, 2004 (*Çevre Bakanlığı: Mekânsal planlamada ve şehir yapılarında gürültüyle pratikteki uygulama şekilleri, 2004*)

7. Yayılma Yollarındaki Önlemler

7.1. İzolasyon

7.1.1. Gürültü Bariyerinin Gürültü Seviyesini Azaltıcı Etkileri, Genel Bilgiler

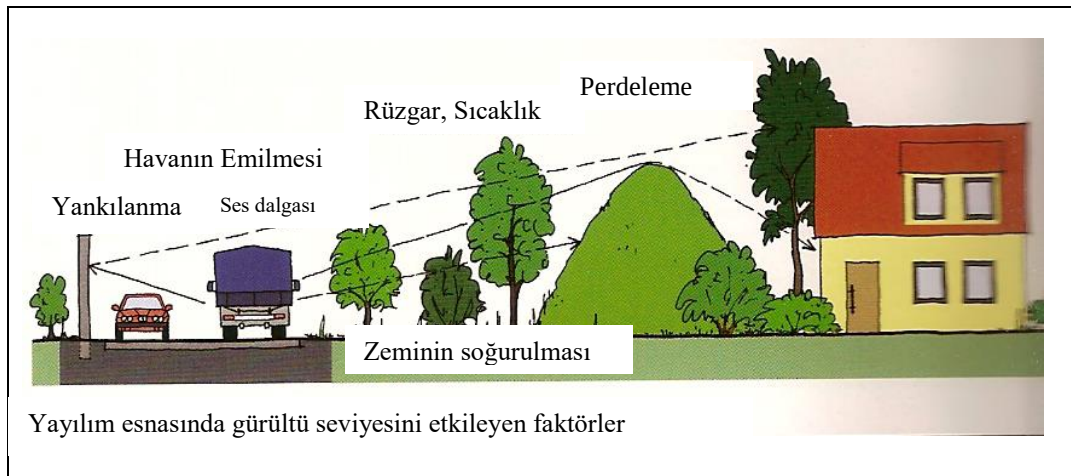
Ses ilk anda düz bir çizgi halinde yayılır. Gürültüden etkilenen bir konuttan yola doğru bakıldığında, gürültünün yalnızca mesafe arttıkça azaldığı görülür. Mesafenin iki kat artırılması ile gürültü yaklaşık olarak 4 dB(A) civarında azalır.

Ses yayılmasına sabit bariyerler ile engel olunur.

Engelleme olarak;

- Ses geçirmez perdeleri
- Ses geçirmez sedleri
- Üzerine gürültü perdesi takılmış sedler
- Yolun derinliği ya da çanakı yapısı
- Yolun çıkıntılı kaplanması
- Tünel
- Siper olan binalar
- (Bitki örtüsü)

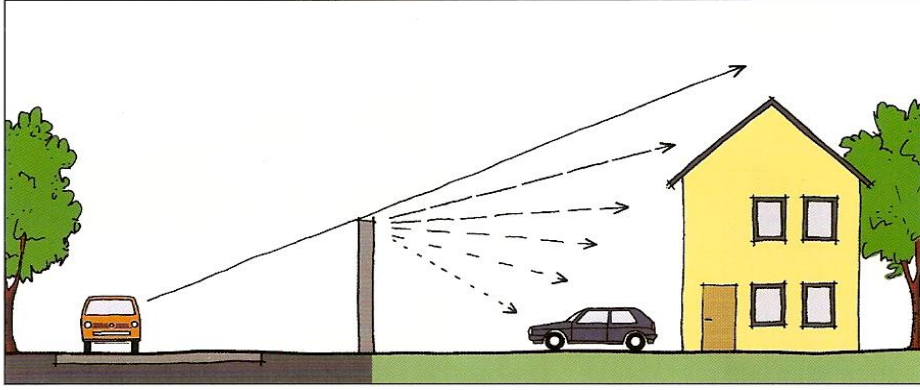
Hangi önlemlerin daha etkili, daha anlamlı ve savunulabilir olduğu geometrik şartlar, şehir inşaatı ile ilgili bakış açıları, kullanılabilir alan ve finansal imkanlara bağlıdır.



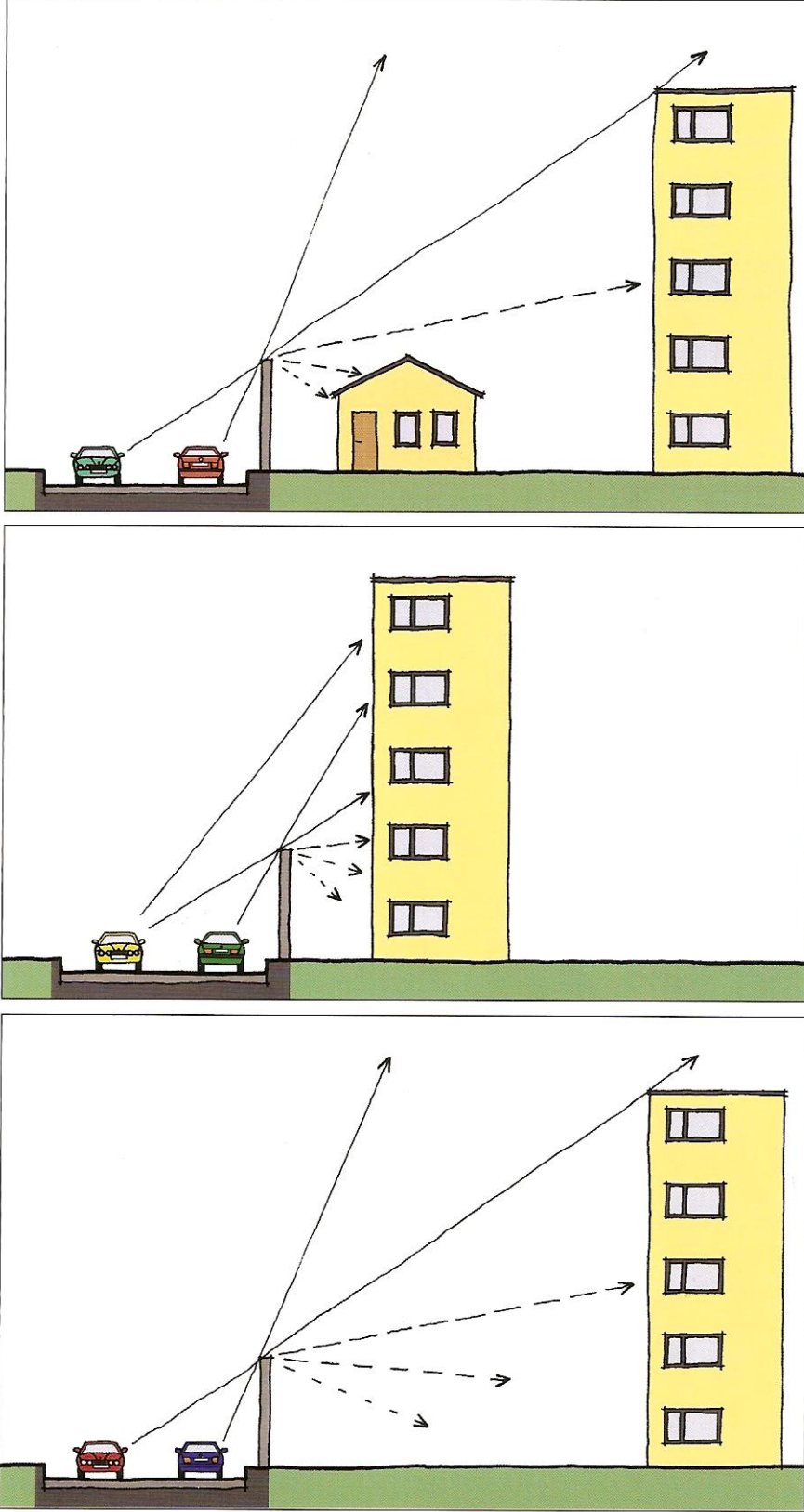
Resim 7-1: Ses yayılması üzerindeki etkiler

7.1.1.1. Geometri

Bir gürültü bariyerinin etkisi, ilk anda bu sistemlerin yüksekliklerine bağlıdır. Sesin azaltımı emisyon yerinden yola olan görüş bağlantısının kesilmesi ile başlar. Direkt olarak sadece bir duvar arkasında 15 dB(A)'ya kadar bir değer elde edilebilir, gerçekleştirilebilen tipik değerler 5 ve 10 dB(A) arasında olmaktadır. Yani “dış konut mekanı” diye adlandırılan (teraslar, gezinti yeri, çocuk oyun parkları) ve alt kısımlarda yer alan bir koruma bariyeri, gürültüden hissedilir derecede korurken, oturanların bulunduğu daha yüksek binaların üst katlarında ise başarısız olmaktadır. (Resim 7-1 ila 7-3).



Resim 7-2: “Dış konut mekanı”nın en iyi şekilde korunması (burada gürültüyü meydana getiren bir etken dinlenme halindedir. Resimlerin kaynağı: ADAC)



Resim 7-3: Gürültü perdesinin arkasındaki alt kısımlar korunmuş, yukarıya doğru ise gürültü seviyesini düşürücü etkisi azalmakta, görüş bağlantısı bulunan üst kısımlar ise korunmamaktadır

7 m yüksekliğindeki gürültü perdeleri şehir ve manzara görüntüsünü önemli ölçüde olumsuz etkilemektedir. Büyük bariyerler mikro klimanın değişmesine yol açmakta, gölge bölgeler ve rüzgar etkileri meydana getirmektedir. Yolların ayrışma etkisi bu sayede daha da artmaktadır (Resim 7-4).



Resim 7-4: Çevre manzarası gürültü bariyerlerinin kurulması ile “değişikliğe” uğratılmıştır.

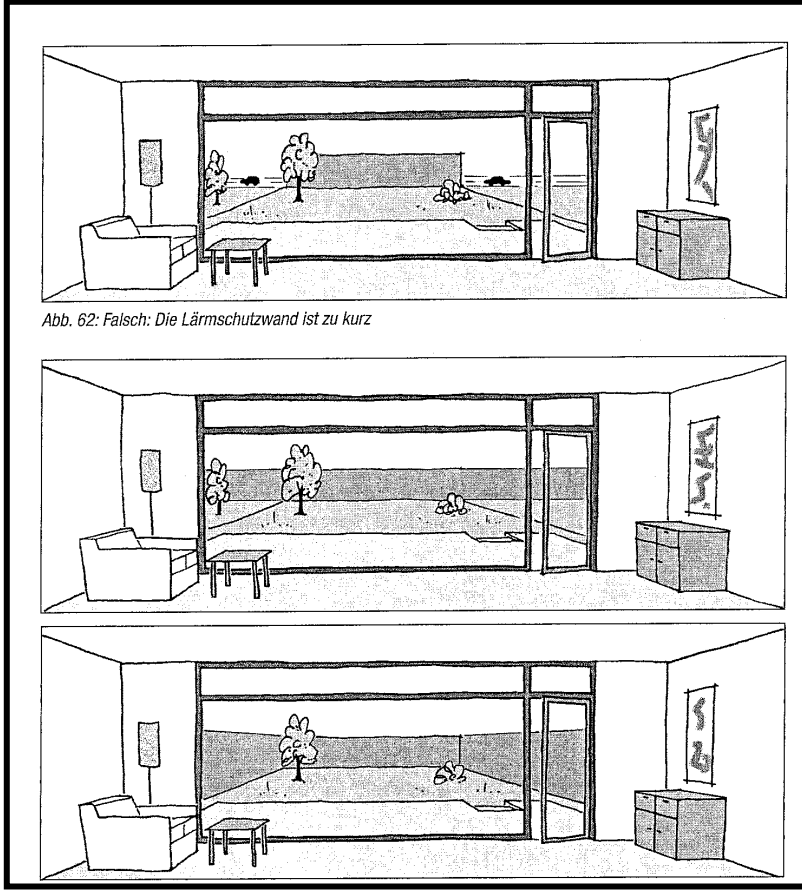
Esas olarak daha az rahatsız edici olan gürültü bariyerleri, çok büyük bir alanı gerektirmekte ve bu yüzden aglomerasyonlarda neredeyse hiç uygulanamamaktadır. Bariyerlerin eğik kenarlarından alçak frekanslardan çok, yüksek frekanslar azaltılmaktadır. Bu sebepten dolayı bir perdenin arkasındaki “ses rengi” de değişmektedir. Bu yüzden bir bariyerin arkasındaki gürültü – düşürülmüş gürültü seviyelerinden bağımsız olarak – daha az rahatsız edici şekilde algılanmaktadır. Bu duruma gürültü tepe seviyeleri yoğun bir biçimde katkıda bulunmakta, gürültü seviye süreci daha düzenli gerçekleşmektedir.

Kenar izolasyonu trafik yoluna ne kadar yakın olursa, aynı yükseklikteki bir gürültü bariyeri daha da etkili olmaktadır. Bu yüzden, örneğin kaldırımların bir izolasyon bariyerinin arkasına konumlandırılması tavsiye edilir (Resim 7-5).



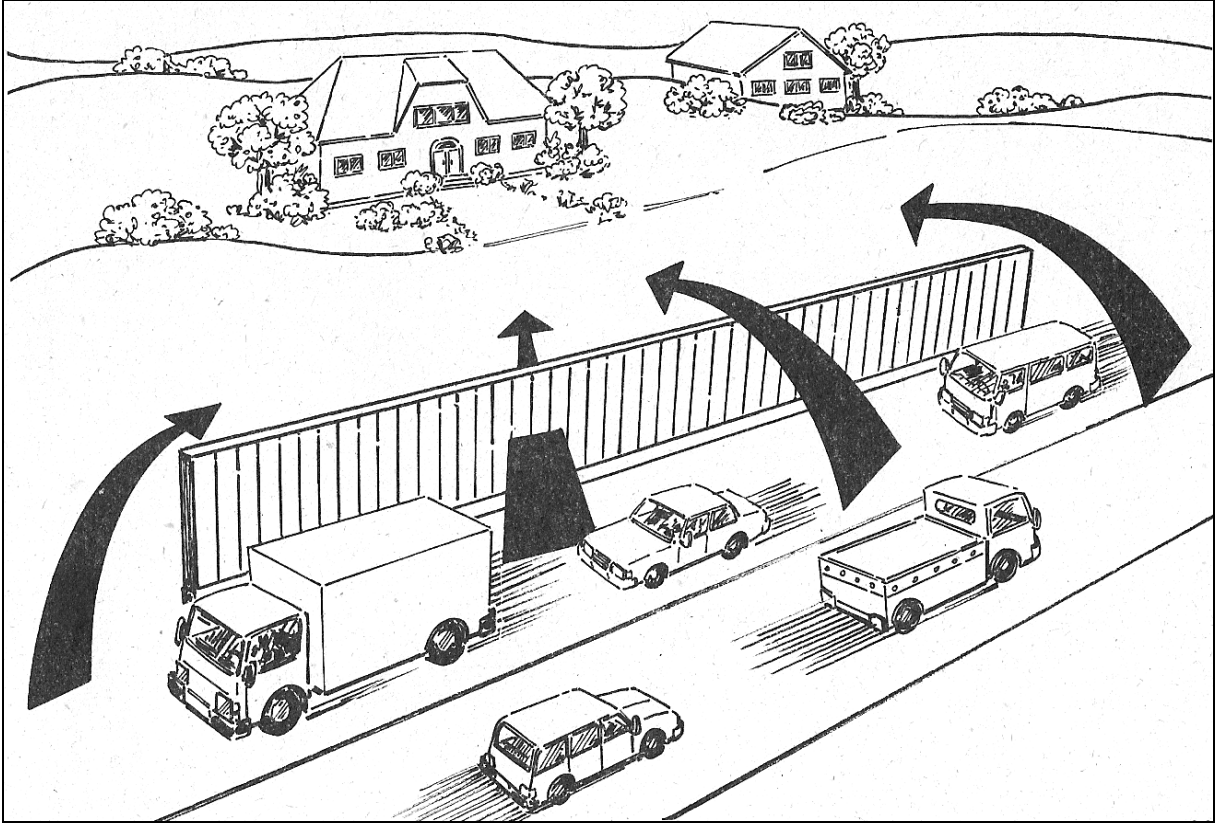
Resim 7-5: Korunmuş bir kaldırım

Gürültü bariyerleri, korunan nesneye yanlardan gürültü gelmemesi için yeterince uzun olmalıdır. İhtiyaç duyulan uzunluk, korunan yapının alanına göre belirlenir. Şayet gürültü bariyeri, yapılaşma ile yol arasındaki en kısa mesafeden ölçüldüğünde her iki tarafta da yaklaşık üç kat uzunlukta ise doğru ölçü bulunmuş demektir. Bariyerin başlangıç kısımları, konutun ya da bölgenin etrafından dolaşabilir, böylece bu yapılar her yönden perdelenmiş olurlar (Resim 7-6).



Resim 7-6: Üstteki resim: gürültü perdesi çok kısa
Ortakdaki resim: gürültü perdesi uzunluğu yeterli
Altındaki resim: arazinin etrafını dolaşan gürültü perdesi

Gürültü perdesinde hiçbir surette, örneğin araç çıkışları ile meydana gelebilecek boşluklar olmamalıdır. Kesintiler, araçların her biri bu boşluklardan geçtikçe bariyerin toplam etkisini bir hayli azaltmakta, meydana gelen hızlı gürültü seviyesi değişimleri nedeniyle ayrıca gürültü sorunları meydana gelmektedir. (Resim 7-7).



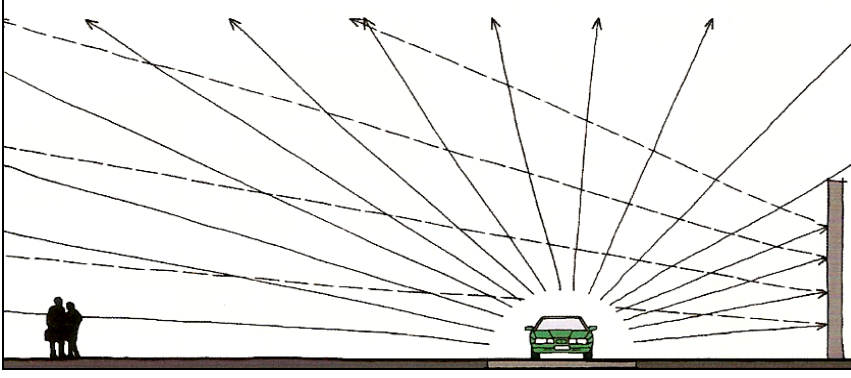
Resim 7-7: Bir gürültü perdesinin yüzeyindeki ses yolları

7.1.1.2. Sesin Soğurulması

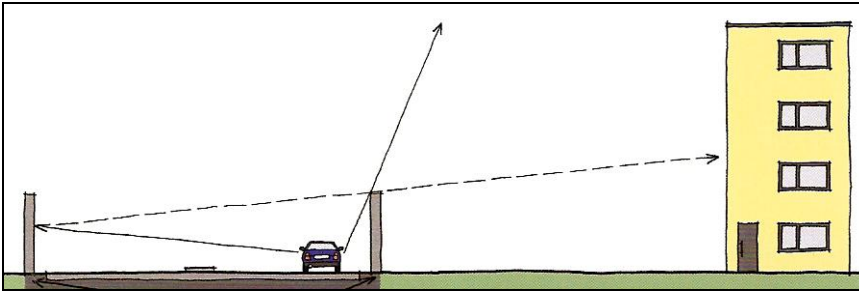
Bütün gürültü bariyerlerinin ortak yanı hiçbir sesi geçirmemesi gerektiğidir. Bir engel üzerinde meydana gelen ve perde içinden geçen enerji arasındaki gürültü seviye farkı, sesin soğurulması olarak tanımlanır. Ses soğurma özelliği, en az 25 dB olmak zorundadır. Bu da 20 kg/m^2 'nin üzerinde bir alan ağırlığını gerektirir, 40 kg/m^2 'nin çok üzerindeki ağırlıklarda ise daha fazla garanti sağlanması söz konusudur. Bir tahta duvar bu gereksinimler için yeterli değildir.

7.1.1.3. Yansımalar, Sesi Absorbe Eden Kaplamalar

Ses, ses için sert olan yüzeylerden yansır. Bu sayede gürültü seviyesinin karşı tarafında meydana gelen serbest ses yayılmalarındaki seviye, 3 dB(A) civarında artmaktadır. Bu tür seviye artışlarına bina cephelerinde de rastlanmaktadır (Resim 7-8 ve 7-9).



Resim 7-8: Ses için sert olan bir perdede meydana gelen yansımalar



Resim 7-9: Karşı tarafta yer alan bir perdede meydana gelen yansımalar nedeniyle azaltma etkisi büyük ölçüde düşmektedir

Şayet her iki tarafta da yansımali gürültü bariyerleri bulunuyorsa, bunların etkileri karşı tarafta meydana gelen yansımalar nedeniyle azaltılır. O zaman geometriye bağlı olarak asıl korunan alanda belirgin gürültü seviye artışları meydana gelebilir. Çift yansımanın etkilerine, karşı tarafta yer alan yapılarda, iki taraflı paralel perdelerde, istinat duvarlarında, etrafa çekilen duvarlarda ya da tünel çıkışlarında dikkat edilmelidir.

Karşı tarafta yer alan ses için sert yüzeye sahip gürültü perdelerinden sağlanan yansımalar, perdelerin çapraz ya da eğik konumlandırılması sayesinde de azaltılabilir (Resim 7-10 ila 7-12). Ses emisyonları, dışa doğru eğilen perdelerde yukarı doğru yönlendirilir. Aynı şekilde cam perdelerde de rahatsız edici ışık yansımalarının önüne geçilmiştir.



Resim 7-10: Bir köprü üzerinde dışa doğru eğik cam perde (Foto R.Kohlhauer GmbH)



Resim 7-11: Bir köprü üzerinde eğik cam perde (Foto R.Kohlhauer GmbH)



Resim 7-12: Bir köprü üzerinde eğik gürültü perdeleri (Foto R.Kohlhauer GmbH)

Gürültü perdelerindeki istenmeyen yansımalar, gürültü perdesinin iç tarafında yer alan ve sesi absorbe eden giydirme (çoğunlukla kaplama olarak da adlandırılır) ile engellenir. Ses absorpsiyonu, meydana gelen ve yansıtılan enerji arasındaki ses seviyesi farkı ile tanımlanır. 8 dB(A) üzerindeki değerlerde yüksek, 4 – 7 dB(A) arasındaki değerlerde sesi absorbe eden kaplamalardan söz edilir. 4 dB(A)'ın altındaki değerlerde ise absorpsiyonun olmadığı şeklinde değerlendirilir.

Cam perdeler, ses absorbe eden malzeme ile kaplanamamaktadır, çünkü öyle olduğunda şeffaflık etkisini kaybetmektedirler. Her iki tarafında koruma bariyeri bulunan köprü yapılarında, yansımaları önleyecek şekilde eğik olarak kurulabilirler. Sesi absorbe eden bir engele sahip yeni tip cam konstrüksiyonlar, burada da yansımaları azaltılmaktadır (Resim 7-13). Üzerine takılı lameller sayesinde sistem 4-8 dB(A)'lık bir absorpsiyon değerine ulaşmaktadır.

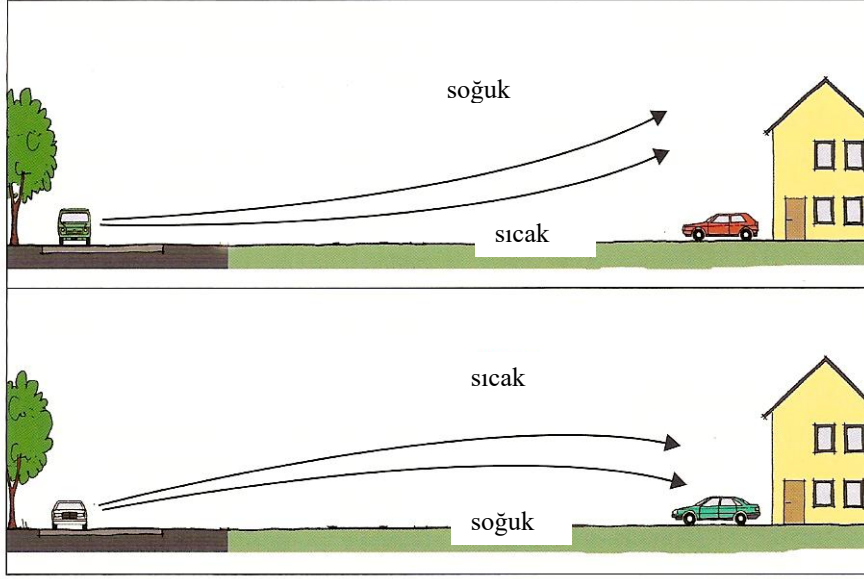


Resim 7-13: Ses absorbe eden özelliklere sahip bir cam perde (Foto R.Kohlhauer GmbH)

7.1.1.4 Hava Şartlarının Etkisi

Yere yakın ses yayılmalarında zeminin soğurulması ilave bir gürültü seviyesi azaltımına neden olmaktadır. Köprülerde, yokuş araziler ve vadiler üzerinde ses yayılmasına rastlanmaz, kıyas kabul eden mesafeler karşısında ise ses daha yüksektir (Resim 7-14).

Tersine olan hava şartlarında, yani hava sıcaklığının hızla artması ya da rüzgar yönündeki şartlarda da ses yayılması yere doğru eğilir. Bunun sonucu olarak gürültü bariyerlerinin etkileri belirgin bir biçimde azalabilmektedir.



Resim 7-14: Tersine olan hava şartlarında gürültü bariyerlerinin etkisi belirgin bir biçimde azalabilmektedir

7.2. Gürültü Bariyerleri

7.2.1. Ses Geçirmez Perde – Konstrüksiyon Esasları

Bir ses geçirmez perde, sesi izole eden, kıyas kabilinde ince, çok az yer kaplayan bir yapıdır. Bu yapı akustik nedenlerden dolayı gürültü kaynağına nispeten yakın mesafede konumlandırılabilir ve ayrıca konumlandırılması gereklidir. Ses geçirmez perdeler alüminyum, beton, ahşap, cam benzeri şeffaf plastik ve kiremitten üretilmektedir. Son yıllarda, özellikle kendi kendini temizleyen ve grafiti korumalı şeffaf malzemelerin geliştirilmesinde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. İlave konstrüksiyonlar sayesinde sesi absorbe eden etki yaratan şeffaf perdeler de mevcuttur.

Malzemeler birbirleri ile kombine edilerek de, örneğin alt kısımda beton, üst kısımda cam kullanılabilir. Gürültü perdeleri, yerden tasarruf sağlamak için gürültü sedlerinin üzerine de takılabilir (bkz. 7.2.4: Gürültü Sistemlerinin Kombinasyonu).

Gürültü perdeleri, yolu kullanan ve yakında oturanlar ve çevre için bir tehlike oluşturmamalıdır. Ekspres yollarda uyarı sistemleri (yönlendirme levhaları, yüksek tabelalar) perdelerin önüne monte edilmelidir, aksi takdirde çarpma tehlikesini her

zamanki gibi önleyemezler. Ancak gürültü sistemlerinin, bizzat destek sistemler olarak kullanılacak şekilde boyutlandırılmaları sağlanabilir.

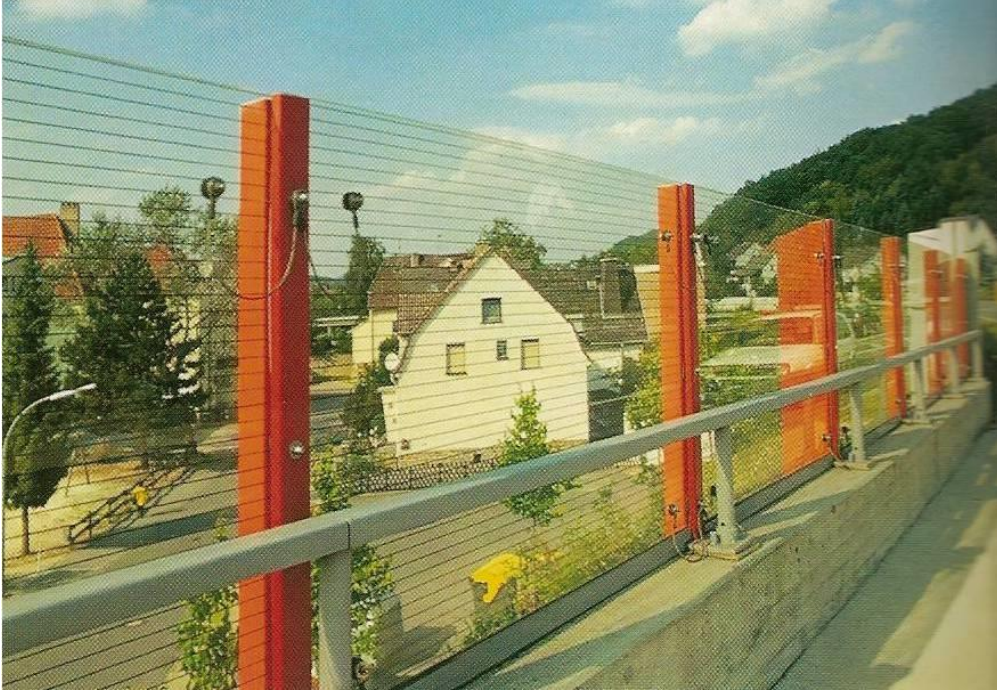
Yollardaki gürültüden korunma sistemleri, rüzgar gücü, yanından geçen araçların yarattığı basınç ve çekilmeler ya da yapısal parçalardan kaynaklanan kendi ağırlığının yol açtığı spesifik yüklere maruz kalmaktadır. Bu durumun sistemlerin boyutlandırılmasında dikkate alınması gerekir. Ayrıca, özellikle gürültü perdeleri, fırlatılan taşların çarpması, toplanmış kar sonucu oluşan karın ağırlığı ile zorlanır. Bu nedenle dinamik yükler de meydana gelir. Beklenen kullanım ömrü, söz konusu bu etkiler nedeniyle kısalabilir.

Yüksek perdeler güçlü rüzgarlarla baş edebilmelidir. Bu husus perdelerin kurulması sırasında planlanmalıdır. Hızlı trenlerin seyri için döşenmiş demiryolu hatlarında şartlar bilhassa ağırdır, çünkü buralarda kısa zamanda yüksek aerodinamik değişken yükler ortaya çıkmaktadır.

Gürültü perdeleri, daimi olarak dayanıklı olmalı ve üzerinde çatlak, delik, yarık ya da açık ek yeri bulunmamalıdır. Konstrüksiyonun tüm malzemelerinin, ek yerleri de dahil yangına karşı korumalı, eskimeye ve korozyona karşı dayanıklı, sürekli olarak formunu koruyan ve hava ve tuzlu su etkilerine karşı dirençli bir yapıda olmalıdır. Bariyer, ayrıca hayvansal ve bitkisel zararlara karşı duyarsız olmalıdır. Renkli elemanlar öyle boyanmalı ya da kaplanmalıdır ki, kullanım süresi boyunca renk tonunda mümkün olduğunca çok az değişim olmalı, fakat hiçbir zaman düzensiz değişim olmamalıdır. Bunun dışında zarar gören elemanların ya da gürültü perde yüzeyinin tamamının, zarar görmeyen kısımları işleminden olumsuz etkilenmeden değiştirilebilmesi mümkün olmalıdır. Aynı esaslar sesi absorbe eden perde kaplamaları için de geçerlidir. Onların da yine aynı şekilde yüksek bir yangına dayanıklılık özelliği göstermeleri ve yıkılmalarını önleyecek şekilde sabitlendirilmeleri gerekir.

Ahşaptan yapılan gürültü perdelerinde, ses absorbe eden perde kaplamalarındaki hususların burada da geçerli olmalarına ek olarak bir de çürüme tehlikesine karşı dikkatli olmak gerekir. Ahşap koruma maddelerinden kaynaklanan buharlaşmalar ya da havanın etkisi ile işlenmiş ürünlerin çevreye ya da yakınında oturanlara zarar vermemesi, ayrıca zehirli eriyiklerin açığa çıkmaması gerekir.

Işık, camdan yapılmış perdelerde düştüğü yerin açısına bağlı olarak yansır. Büyük düşme açılarında güneşin yansması ya da gece araba farlarının yansmaları, kamyon sürücülerini tedirgin edecek ya da gözlerini kamaştıracak ve böylece trafiğin tehlikeye sokacak kadar güçlü olabilir. Bu yüzden mümkün olduğunca yansıtıcılık özelliği olmayan camların kullanılması gerekir. Ağaçların, çit ve çalılıkların yakınındaki şeffaf perdeler problem arz eder, çünkü buraya kuşlar yaklaşmaktadır. Kuş çarpmalarına karşı malzemenin içine şeritler kullanılmalıdır; yapışkanlı, kuşları kaçırtıcı kuş yakalama sembolleri, kısa bir süre sonra etkili olamamaktadır (Resim 7-15). Cam perdelerin çatlamaması da gerekir. Şeffaf malzemeler belli zaman aralıklarında temizlenmelidir.



Resim 7-15: Kuş çarpmalarına karşı malzemenin içine işlenmiş şeritlere sahip bir cam perde

Köprüler, istinat duvarları ve benzer tehlikelere açık yerlerin üstünde ya da diğer umuma açık ulaşım alanlarında ve de orta şerit ve refüjde bulunan gürültü perdelerinde, gürültüden korunma elemanları devrilmeye karşı sabitleyici bir konstrüksiyonla (örneğin taşıyıcı halatlar gibi) ya da özel tutturucu sistemler ile güvenli hale getirilmelidir. Aynı şekilde cam ya da plastik gibi kırılğan malzemelerinde de devrilmeye karşı özel tutturucu konstrüksiyonlar ile donatılması gerekir.

Gürültüden korunma sistemleri, kuraklık nedeniyle ya da yakınlarda bulunan başka malzemelerin tutuşması sonucu yangınlara maruz kalabilir. Büyük yangınlar, trafik

kazalarında boşalan yakıt sonucu meydana gelebilir. Bu yüzden yanıcı sistemlerin, özellikle ahşap perdelerin yangına dayanıklı hale getirilmesi, yangın çıkması durumunda da zehirli gazların açığa çıkmasının önlenmesi gerekir. Esas olarak tekrar dönüştürülebilen malzemelerin kullanılması tercih edilmelidir.

Sel tehlikesi olan yerlerde, kurulum esnasında suyun akmasına imkan sağlayacak su geçirgen katmanlar ön görülmelidir.

Uzun bariyerlerde güvenlik nedeniyle (yolları kullananlar için acil çıkış yolları ve kurtarma hizmeti için girişler) kapılar ön görülmelidir (Resim 7-16). Hem gürültü sistemlerinin, hem de kenar şeridinin bakımına ilişkin hizmetler için de giriş bölümleri gerekmektedir. Bu “servis kapıları”nın aralarındaki mesafe 500 m’den daha fazla olmamalıdır. Bu kapılar, bariyerde olduğu gibi yine aynı şekilde ses soğurma özelliği (>24 dB) ile donatılmış olmalıdır.



Resim 7.-16: Uzun bariyerlerde acil çıkış kapısı

7.2.2. Ses Geçirmez Sedler

Ses geçirmez bir sed, boylu boyunca uzanan, yeşillendirilebilecek toprak malzeme ya da başka dolgu malzemesinden meydana gelmiş bir yığından ibarettir. Ses geçirmez

sedler, yumuşak bir şekillendirme ve yeşillendirme yoluyla çevredeki manzaraya çok iyi uyum sağlamaktadır. Bir seddin çekirdeğini, bulaşıcı bir madde olup olmaması açısından kontrol edildikten sonra, sökülmüş çatı ya da bina molozları oluşturabilir. Üzerinde bulunan zemin kaplamasının kalınlığı dikilecek bitkilerin türlerine göre belirlenir. Değişik ağaç grupları ile optik açıdan çeşitli, hareketli bir sırt çizgisi sağlanabilmektedir. Sedler, uç noktalarına gelindiğinde birden bitmemeli, aksine en az 1:8'lik bir eğimle sonlanmalıdır; tabanında gerçekleştirilecek yana kırmalar da başka bir tasarım imkanı sunmaktadır, bunun için ayrıca Bölüm "Tasarım"a bakınız. Destek önlemleri alınmadan gerçekleştirilemeyecek olan yığın açısı 1:1,5 olduğundan, yamaç topuk genişliği için büyük bir alan için ihtiyaç doğmaktadır. Şayet daha dik dökülürse, toprak erozyonu tehlikesi meydana gelir. Kullanım için yeterli alan olduğu sürece tasarıma dayalı gerekçeler, yamacın yakınında oturanların tarafında yer alması, mümkün olduğunca düz olması ve dolayısıyla daha doğal şekillendirilmesi yönündedir.

7.2.3. Dik Gürültü Sedleri

Dik bir sed, doğal yığınlardan daha yüksek bir yamaç topuk birimine sahip yapay bir istinat konstrüksiyonudur. İstinat konstrüksiyonu, ahşap ya da beton parçalardan, tel kafes çakıl kutuları (çelik ağ) ya da içlerine ağaç fidanları dikilebilen örülmüş otlardan meydana gelmektedir. Dik sedler, daha çok bir sed için yeterli bir kurulum alanı bulunmadığı zaman kullanılmaktadır. Bunların bakımları personel yönünden maliyetli olabilir, bitki örtüsünün korunması çoğu zaman ilave sulama çalışmaları ile mümkündür.

7.2.4. Gürültü Sistemlerinin Kombinasyonu

Toprak sed, dik sed / istinat duvarı ve perde gibi gürültü sistemleri birbirleri ile kombine edilebilir.

Başlıca alternatif olarak şu hususlar söz konusu olmaktadır:

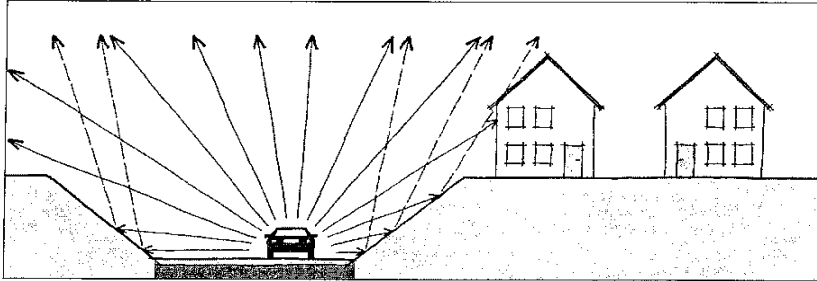
- Üzerine perde kurulmuş toprak sed
- Üzerine dik sed kurulmuş toprak sed
- Sed biçiminde yükseltilmiş dik sed
- Sed biçiminde moloz yığınınına sahip perde
- Sed biçiminde moloz yığınınına sahip dik sed.

Toprak sed bir perde ile kombine edildiğinde bir taraftan yer ihtiyacı azalmakta, diğer taraftan da seddin üzerine konulan perdenin yüksekliği de azaltılabilmektedir. Bu durumda perde ile sed arasındaki oran, tasarımsal nedenlerden dolayı 2 : 3 olmalıdır. Yatay bir ayırımla optik bir avantaj elde edilmektedir, çünkü üzerinde 2 m yüksekliğinde bir perdenin bulunduğu 3 m yüksekliğinde yeşillendirilmiş bir sed, üzerinde 5 m yüksekliğinde bir perdeye sahip bir bariyerden çok daha memnuniyet verici algılanır.

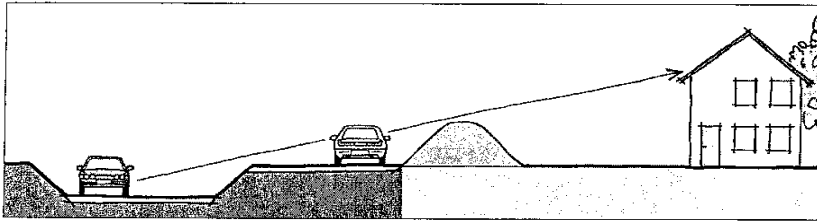
Üzerinde çelik ağ bulunan bir bariyer, doğa ile daha uyumlu bir çözüm sunmaktadır.

7.2.5. Kanal, Çanak

Ulaşım yollarının bir kanal içinden (Resim 7-17 ila 7 -19) ya da kısmi kaplamalı bir çanak yatağından geçirilerek de izolasyon sağlanabilir. Farklı koruma önlemlerinin birbirleriyle kombinasyonu sayesinde – kanal, sed, perde gibi – her birinin boyutları düşük tutulabilmektedir. Çanak yataklardaki çoklu yansımaları önlemek için yan duvarlar sesi soğurucu malzeme ile kaplanmalıdır. Şehir içlerinde derin satırların oluşturulması nedeniyle kanalizasyon ve kabloların döşenmesi için ilave masraflar çıkabilir.



Resim 7-17: Kanal içinden geçen bir yol, yakında bulunan konutlar kanal yatağından dolayı bir avantaja sahip değiller



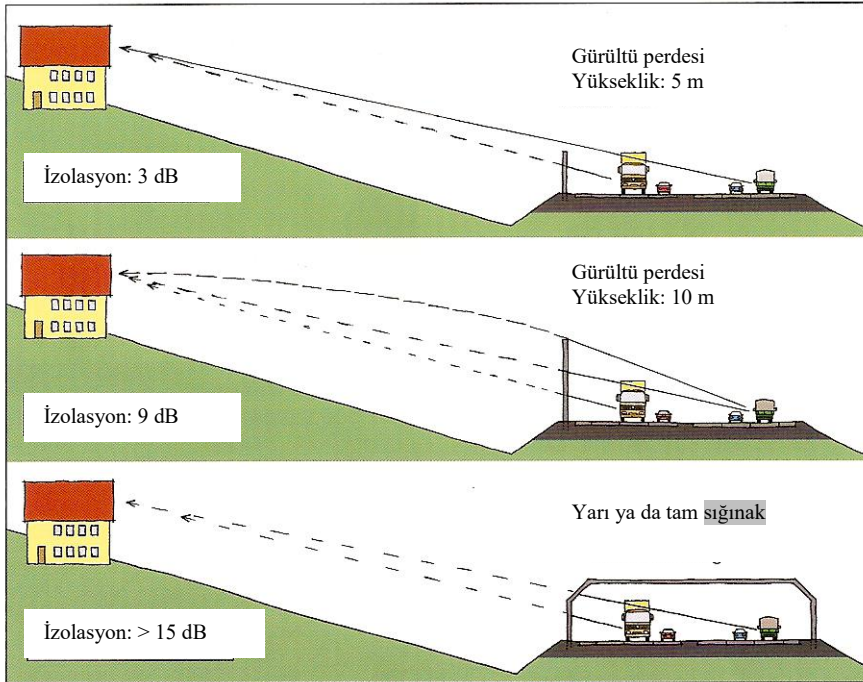
Resim 7-18: Kazılan toprak yol kenarında bir gürültü seddi oluşturmak için kullanılmış. Yalnız yolun diğer yarısının da derinleştirilmesi ile yakın şeritlerdeki aynı gürültü seviyesi azaltması elde edilmektedir.



Resim 7-19: Çanak yatağında bir şehir içi yolu

7.2.6. Tünel – Karayolu ve/veya otobanın üzerinin kapatılması

Bilhassa problemli ortamlarda – yüksek oranda yapılaşmanın olduğu şehir içlerinde, yol kenarında uzanan arazinin çok dik olması ya da değerli kırsal alanların korunmasında olduğu gibi – yolun bir tünel ya da bir barınak içine yönlendirilmesi anlamlı bir alternatif olabilir. (Resim 7-20 ve 7-21).



Resim 7-20: Daha yüksekte bulunan alanlarda ilgili yerin üzerinin kapatılması ile daha etkili gürültü seviye azaltmaları elde edilmektedir.

Tüneller, sesi neredeyse tamamen izole etmektedir, ancak bu durum çok nadiren akustik olarak yeterince uzun süreli sağlanabilmektedir. Tünellerin giriş ve çıkış kısımlarında gürültü seviyesi azaltması belirgin bir biçimde düşmekte, buralarda azaltma ancak 3 dB(A) seviyesinde kalmaktadır. Bu durum da toplam sonucu, özellikle daha büyük mesafelerde çok daha fazla etkilemektedir. T nele giriş ve çıkışlarda dikkat çekici gürültü seviyesi değişimleri meydana gelmektedir, ki bunların tünele eklenen ve gittikçe azalan bir y ksekl e sahip istinat duvarları ile azaltımı gerekir. Ayrıca tünelin başı ve sonlarında rastlanan zararlı madde konsantrasyonları ile ilgili problemler de bu konuya dahildir.



Resim 7-21: Regensburg şehir sahasındaki bir otoyol üzerinin kapatılması

Yalnızca inşaat değil, bakım ve işletme masrafları da (aydınlatma, havalandırma, güvenlik)  oğu zaman gerçekte elde edilen gürültü seviyesi azaltmaları ile kıyaslandığında çok yetersiz kalmaktadır. Fakat tünel tavanının üstündeki alanın kullanılması ve ulaşım yollarının ayrışma etkisinin yok edilmesi ile de şehrin yapılanmasına bir katkı sağlamaktadır (Resim 7-22).



Resim 7-22: Münih'teki "Mittleren Ring"de üzeri kapatılan bir yer üzerinde bir park alanı

Ancak geriye kalan yüzey, çoğu zaman başka trafik alanları kazanmak için kullanılmaktadır. Bu durum elde edilen etkiyi yine bozacaktır. Ayrıca çoğu zaman bir tünelin inşa edilmesi ile bu ulaşım yolunun daha çok tercih edildiği ve böylece fazladan trafiği kendine çektiği ve bu yüzden giriş yollarında trafik gürültüsünün artmasına yol açtığı da hesaba katılmalıdır.

7.2.7. Yeşillendirme Çalışması

Ağaçlar ve çalılıklar aracılığıyla ses enerjisi dağıtılır ve kısmen absorbe edilir.

Fakat yol kenarındaki yeşillendirmenin etkisi, rahatsızlığın azaltıldığı yönündeki algılama nedeniyle çoğu zaman oldukça hafife alınır. Gerçi çalılıklar ve ağaçlar vejetasyon döneminde yüksek frekansları azaltmakta ve böylece yolun gürültüsü çok şiddetli algılanmamaktadır, ama en iyi durumda gerçek fiziksel gürültü seviyesi azaltması her 10 m derinlik için 1 dB(A)'dır. Diğer taraftan yeşillendirmenin hukuki bakımdan olduğu kadar, fiziki bakımdan da uzun ömürlü olması sağlanmalıdır.

7.2.8. Sinerjiler

Gürültü bariyerleri, ilave fonksiyonlar üstlenebilirler (Resim 7-23). Böylece gürültü sedlerinin arka tarafına garajlar entegre edilebilir ya da çocuk oyun parkları ilave edilebilir.



Resim 7-23: Bir gürültü bariyerinin arkasında bir niş

Gürültü perdelerinin yüzeyleri, foto galvanik elemanlar sayesinde çevre dostu enerji üretimi için kullanılabilir (sinerji etkisi). Güneş enerjisi modülleri perdelerin içine bir yapılanma biçimde monte edilebilmektedir. Foto galvanik sistemin üzerine düşen enerji bir ağ içine yedirilerek ya da yerinde uygulanan bağımsız bir ada çözümü ile aydınlatma için kullanılabilir.

Kaynak Bilgileri:

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen ZTV-Lsw 06, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Gürültü Perdelerinin Yollarda Uygulanmasına ilişkin İlave Teknik Sözleşme Şartları ve Direktifleri ZTV-Lsw 06, Karayolları ve Ulaşım Araştırma Kurumu);

DIN EN 1793-1 ve 1793-2: Lärmschutzeinrichtungen an Straßen, Prüfverfahren zur Bestimmung der akustischen Eigenschaften (Yollardaki Gürültü Sistemleri, Akustik Özelliklerinin Belirlenmesine dair Test Prosedürü)

DIN EN 1794-1 ve 1794-2: Lärmschutzeinrichtungen an Straßen, Nichtakustische Eigenschaften (Ausgabe 7.2003) (Yollardaki Gürültü Sistemleri, Akustik Olmayan Özellikleri (2003 yılı 7. baskısı))

Sammlung neu entwickelter Lärmschutzanlagen (Yeni Geliştirilen Gürültü Bariyerleri Koleksiyonu): R. Kohlhauer GmbH, Draisstr. 2, D-76571 Gaggenau;

www.kohlhauer.com

8. İmisyon Yerinde Önlemler

8.1. Ön Açıklamalar

Şüphesiz bir konutun en önemli görevlerinden biri uykuyu ve dinlenmeyi sağlamasıdır. Konut ihtiyacının uygun olarak karşılanması, bilhassa gün içerisinde ve akşam saatlerinde telefonu, radyoyu ve televizyonu rahatsız edilmeden kullanabilme ile geceleyin rahatsız edilmeden uyuyabilme olanağının bulunmasıdır. Bunları yaparken ara sıra pencerelerin açık olabilmesi de gerekir. Konut kavramı balkon, teras ve ev bahçeleri gibi konut çevresinin de uygun olarak kullanılmasını kapsar.

Ne yazık ki ev içerisinde rahatsız edilmeden yaşamayı engelleyen pek çok sesler bulunur. Rahatsız edici sesler arasında trafik gürültüsü birinci sırada yer alır. Trafik gürültüsünden kaçabilmek için çoğu zaman, iyi yalıtımlı, kapalı pencereleri ve yeterli boyutlu dış duvarları olan kendimize ait “dört duvara” çekiliriz..

“Gürültüden korunma önlemi” olarak koruyucu duvarların arkasına sığınma önlemi,, aslında günlük trafik gürültüsüne teslim olmaktır. Ancak, trafiğin olduğu yollarda oturanlara sessizlik sağlamak amacıyla onları duvarların içine hapsetmek istenen hedef olamaz. Açılabilen pencereler planlamada hedef olarak göz önünde bulundurulmalıdır. Ses geçirmez pencerelerini takmadan önce evvela kaynaktan başlamak üzere dağılım yolları üzerindeki gürültü azaltma olanaklarının hepsi denenmelidir. Gürültüden korunmanın asıl hedefi, açık alanlardaki (konutların) gürültüyü hafifletmektir. Aktif önlemler pasif önlemlerden önce gelir.

Ancak yerel ortamlar ve yapısal şehir düşünceleri gürültü azaltımına yönelik aktif önlem alınmasına her zaman imkan tanımaz. Özel koruma tesislerin inşa edilmesi çoğu zaman diğer planlama tasarımlarıyla bağdaşamaz (Örneğin: uçuş gürültüsünden koruma zonları, otobanlardaki ses geçirmez duvarlarının arkasına yapılan imar, gürültülü yolların olduğu yerlere yapılan şehir içi imar)

8.2. Trafik Gürültüsüne ilişkin Yapısal Önlemler

Şayet “aktif” sesten koruma önlemlerinin (kaynak, dağılım yolları) hepsi denenmişse veya baştan itibaren bunlara olanak yoksa, o zaman konutların dış gürültüye karşı korunması için dış yapı parçalarının ses yalıtım taleplerini karşılaması gerekir.

Ses yalıtımından beklenenler, öncelikle bütün dış yapı parçalarını, yani dış duvarları, çatıları, pencereleri, kapıları, kepenk kutularını, havalandırma tertibatını kapsar. Bu sıralamada hiç şüphesiz pencereler en önemli role sahiptir; emisyon alanındaki “pasif” sesten koruma önlemleri demek, nerdeyse sadece ses geçirmez pencerelerinin takılması demektir. Bu nedenle bu bölüm ağırlıklı olarak pencerelerden beklenen sesten koruma önlemleri üzerinde durmaktadır.

Yüksek ses yalıtım değerlerinin beklendiği ve herhangi bir dezavantaja yol açmayan dâhili ses korumasına karşılık olarak (mekândan mekâna ses aktarım koruması) harici ses korumasında (dışarıdan içeriye doğru ses aktarım koruması) yalıtımın hedefli ve özenle değerlendirilmesi gerekir, çünkü yüksek yalıtım değerlerinin olması halinde aşağıdaki dezavantajlar beklenir:

- Konutlarda çok az düzeyde temel ses seviyesi (“maskeleye düzeyi”), bu yüzden komşu konutlardan gelen gürültülerin daha çok duyabilme olasılığı, örneğin rahatsız edici tesisat gürültüleri;
- İzolasyon hissi;
- Mekân iklimine (ısı ve nem durumuna) yönelik dezavantajlar (havalandırma, kat lekeleri);
- Havalandırma tertibatının kurulması gerekli;
- Yüksek ses yalıtan (ağır) pencerelerde zorlaşan kullanılabilirlik;
- Gereksiz yüksek maliyet

Gerek yalıtması gereken dış seviye L_a , gerekse uyulması gereken iç ortam düzeyi L_i , büyük sınırlar içerisinde sapmalar gösterebileceğinden, yani

L_a	yaklaşık	50 ila 80 dB(A),
L_i	yaklaşık	25 ila 50 dB(A),

olabileceğinden, dış yapı parçalarının ne kadar yükseklikte bir ses yalıtımı gerektirdiğini bireysel olarak tespit etmek amaca uygun olacaktır.

8.2.1. Belirleyici Olan Dış Gürültü Seviyesi L_a

Dış yapı parçalarının gerekli havadaki ses yalıtım ölçümü için mevcut “belirleyici dış gürültü seviyesi” temel alınır. “Belirleyici dış gürültü seviyesi” L_a “dışarıdaki” gürültü

maruziyetini tanımlar. L_a ölçülebilir veya hesaplanabilir. Hangi belirleme yönteminin uygulanacağına dair karar, bireysel duruma bağlıdır.

Trafik gürültüsü genellikle L_a ile hesaplanır, örneğin planlamalarda (örneğin geniş alanlı trafik ve çevre planlamaları) ve kamu hukuksal uygunluğun ispatlanmasında (örneğin gürültüden korunma önlemlerinde gerekli harcamaların iadesi için emisyon sınır değerleri) olduğu gibi.

Özel durumlarda, özellikle yüksek seviye uçlarının mevcut olması halinde, L_a ölçülebilir. Ölçümlere dayanan “belirleyici dış gürültü seviyesinin” hesaplanması için yapı parçalarının 2 m önünde ölçülebilir ortalama düzey ile gürültü türüne göre orta uç seviyeler alınır.

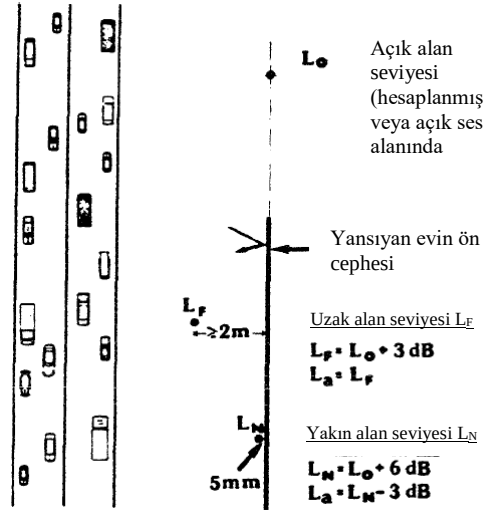
Şiddetli seviye dalgalanmaları olan dış gürültüsünde “orta azami seviye” ile ortalama düzey arasındaki fark, yol trafik gürültüsünde 10 dB(A) ya da ray trafik gürültüsünde 15 dB(A)’dan daha yüksek ise, yüksek rahatsızlık etkisinin karakterize edilmesinde seviye uçları dikkate alınmalıdır. Bu durumlarda değerlendirme seviyesi yerine “belirleyici dış gürültü seviyesi” L_a için yol trafik gürültüsünde 10 dB(A), ray trafik gürültüsünde 20 dB(A) değerinde düşürülen orta azami seviye esas alınmalıdır.

“Belirleyici dış gürültü seviyesi” L_a , hesaplanan veya açık ses alanında ölçülen seviye L_o den meydana gelir

$$L_a = L_o + 3 \text{ dB}$$

L_a , geniş alanlı yansıyan dış cephelerde, cephe önünde doğrudan > 2 m mesafede ölçülebilir. Eğer ölçüm açık alanda gerçekleşiyorsa ölçüm değerine 3 dB eklenmelidir ve yakın alanlarda, yansıyan ön cephenin yaklaşık 5 mm önünde, yapılan ölçümlerde bu ölçüm değerinden 3 dB çıkartılmalıdır.

Hesaplanan düzey, genellikle açık alan düzeyi olup ses yalıtım ölçümü için bu değerler her durumda 3 dB kadar arttırılması gerekir (Şekil 8-1).



Şekil 8-1: “Belirleyici dış gürültü seviyesi” L_a nın tespit edilmesi

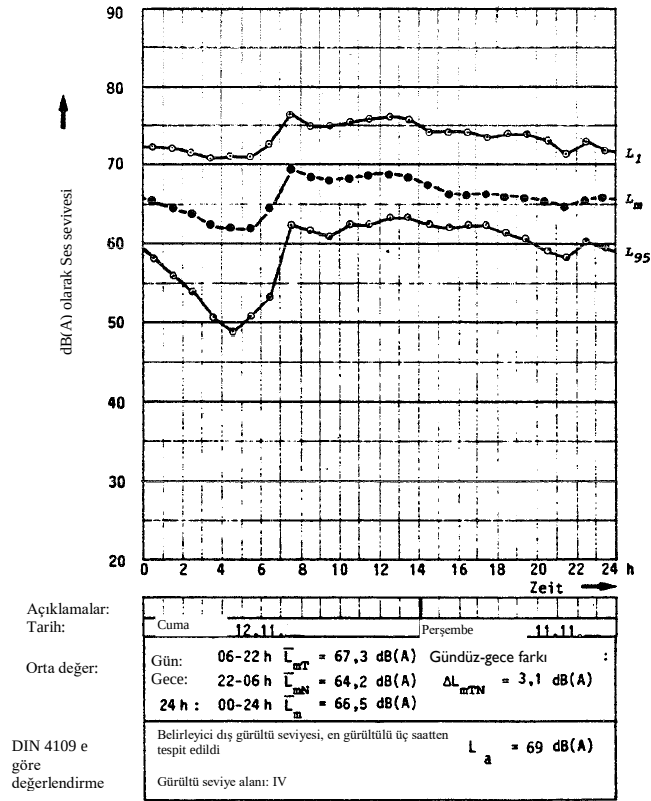
8.2.1.1. Ölçümler

Çok düşük olmayan trafik yoğunluğunda yaklaşık “orta azami seviye” karakterize eden ortalama düzey L_m ve gerekirse % 1’ toplam sıklık seviyesi L_1 (“aşan seviye” olarak da anılır) ölçülür. .

Gerekli ölçüm koşulları:

- İş günlerindeki bölgeye özgü trafik;trafiğin başka yöne çevrilmesi, büyük organizasyonlar, tatil zamanları, v.b.nedenlerden dolayı geçici trafik değişikliklerinden etkilenmeden
- Yağışsız hava; daha uzun ses dağılım yollarında hafif rüzgâr ve ısı değişimleri;
- Mikrofon konumu, ön cephe yansımasını dikkate alarak, yalıtım yapılacak ön cepheler için;
- Bir entegre ses seviye ölçerin, L_m ’yi sabit gösterene kadarki ölçüm süresi. Bunun için orta ila yüksek yoğunluktaki akıcı bir trafikte birkaç dakika bile yeterlidir.

En güvenilir bilgi 24 saat süren ölçüm neticesinde elde edilir (bunun için bkz. Şekil 8-2)



Şekil 8-2: Örnek, trafik gürültüsünün 24 saat ölçümü

“Belirleyici dış gürültü seviyesinin” 24 saat ölçümüyle, en gürültülü üç saatin enerjik ortalamasıyla belirlemek, amaca yönelik olacaktır. Şekil 8-2’deki ölçüm örneğinde “belirleyici dış gürültü seviyesi” $L_a = 69 \text{ dB(A)}$ ’dır. Ölçülen ortalama seviyesinden aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$L_a = L_m + k_1 + k_2 \quad \text{dB(A)}$$

Açıklamalar:

L_m dB(A) olarak ölçülen ortalama seviye

k_1 gelecekte artacak trafik maruziyeti için düzeltme değer

Özel bulgular olmadığı sürece $k_1 = 0,5 \text{ dB(A)}$ uygulanabilir.

k_2 Yüksek azami seviye L_1 mevcut olması halinde düzeltme değer

İst $L_1 - L_m > 10 \text{ dB(A)}$, böylece $k_2 = L_1 - L_m - 10 \text{ dB(A)}$ olur.

İst $L_1 - L_m < 10 \text{ dB(A)}$, $k_2 = 0$ olur.

Aşağıdaki ölçüm değerlerinde ortaya çıkan örnek sonuçlar:

$$L_m = 62,3 \text{ dB(A)}$$

$$L_1 = 75,4 \text{ dB(A)}$$

$$k_1 = 0,5 \text{ dB(A)}$$

$$L_a = 62,3 + 0,5 + 3,1 = 66 \text{ dB(A)}.$$

L_a nın en yoğun maruziyet olduğu zamanda belirlenmesi, ölçüm tekniği bakımından gerekçelendirilmiştir: trafik yoğunluğu arttıkça, ölçümün hassasiyeti ve tekrarlanabilirliği bir o kadar büyür. Trafik yoğunluğu düştükçe, tesadüf bireysel olayların ortalama seviyesinin bağılılığı da bir o kadar büyür.

8.2.1.2. Hesaplama

Hesaplamalar, ilgili hesaplama talimatlarına göre (örneğin Almanya'da RLS-90'a göre yol trafiği) gerçekleştirilmelidir. Gürültü seviye alanlarındaki (bakınız Tablo 8-1) sınıflandırma için, eğer başka tespitler, örneğin yasal kurallar veya idari kurallar, imar planları veya gürültü kartları esası belirlemezse, tespit edilen seviyeler esas alınmalıdır.

8.2.1.3. Gürültü Haritaları

Gürültü haritaları belirleyici dış gürültü seviyesinin tespitinde de kullanılabilir. Ancak burada gürültü haritalarının ifadeleri en yüksek gürültü maruziyeti zamanına yönelik olup olmadığı kontrol edilmelidir. Aksi halde düzeltmeler yapılmalıdır.

8.2.1.4. Gürültü Seviyesi Alanları

Tespit edilen belirleyici dış gürültü seviyesi, aşağıdaki gürültü seviye alanlarına bölünebilir:

Gürültü seviye alanları	I	II	III	IV	V	VI	VII
dB(A) cinsinden belirleyici dış gürültü seviyesi	en çok 55	56 - 60	61 - 65	66 - 70	71 - 75	76 - 80	> 80

Tablo 8-1: Gürültü seviye alanları

Gürültü seviye alanları dış yapı parça yalıtımının tespit edilmesinde esas teşkil eder ve genel olarak dış gürültü maruziyetinde önemli işaretlemeye yarar.

Açıklama: Temel olarak belirleyici dış gürültü seviyesini sadece 6.00 ve 22.00 saatleri arasında tespit etmek faydalı olacaktır; uyuma mekânlarının ses geçirmez ebadı haline getirilmesinde de öyle. Böylelikle gün içerisindeki saatlerde de örneğin vardiyalı işçiler, hastalar ve küçük çocuklar için rahatsız edilmeyen sükûnetli süreçler sağlanmış olur.

8.2.2. İç Ortam Düzeyi L_i ye ilişkin Kullanıma Bağlı Koşullar

Sızan dış gürültüsüne yönelik belirli iç ortam düzeylerine L_i uymak özellikle üç hedefe hizmet eder:

- Sağlık için, yani kesintisiz uyumayı sağlamak için;
- Rahatlama veya zihinsel faaliyetleri gürültüye bağlı rahatsızlıklardan önlemek;
- Konuşma seviyesi ve rahatsızlık seviyesi (maskeleme düzeyi) arasında yeterince büyük bir fark sağlamak için (> 10 dB, daha iyi > 20 dB)

25 ila 35 dB(A) arasında bulunan içerdeki ortalama seviyenin uyumaya elverişli alan içerisinde yer aldığından hareket edilir. Yol trafik gürültüsü için içerdeki ortalama düzeyin 30dB(A)'yı aşmaması halinde uyku bozukluklarına genelde engel olduğu kabul edilir. Eğer gürültüler dikkati çekecek emareler gösteriyorsa o zaman daha katı kıstaslar gerekebilir.

Bu yüzden yol trafik gürültüsü için gün içerisinde konut alanında iç ortam düzeyi olarak 35 dB(A)'lık bir değer (ortalama düzey) hedeflenmelidir. Buna genellikle gece iç ortam düzeyi olarak 30 dB(A)'lık (en gürültülü saatin ortalama düzeyi) bir değer karşılık gelir.

Bu değerlere koruma altına alınacak konutun hangi bölgede bulunduğundan bağımsız olarak uyulmalıdır. Mağdur olan birinin iç mekânlardaki koruma ihtiyacı sade bir konut alanında mı yoksa karma bir bölgede mi, yaşayıp yaşamadığına bağlı değildir. Sadece içerideki ortalama seviyesi (pencereler kapalı durumdayken) bağlayıcıdır, çünkü sadece bu değer mağdur olan kişinin mazuriyeti için belirleyicidir.

Aksi halde tedavi (rehabilitasyon) ve hastane bölgeleri için daha yüksek bir koruma istenebilirdi.

[2]'de muhtelif mekân kullanımlarını da içeren izin verilen iç gürültü seviyeleri için farklı çıkış değerleri gösterilmiştir (bakınız *Tablo 8-22*).

Tablo 8-2: [2]'ye göre iç gürültü seviyeleri için referans değerler (dışarıdan oturma odalarına sızan ses için geçerlidir)

Mekân türü	Ortalama düzey L_m [dB(A)]	Ortalama azami seviye L_{max} [dB(A)]
Uyku mekânları gece *) Sade ve genel konut alanlarında, hastane ve tedavi bölgelerinde Diğer tüm bölgelerde	25 ila 30 30 ila 35	35 ila 40 40 ila 45
Gün içerisindeki konut mekânları Sade ve genel konut alanlarında, hastane ve tedavi bölgelerinde Diğer tüm bölgelerde	30 ila 35 35 ila 40	40 ila 45 45 ila 50
İletişim ve çalışma mekânları gün içerisinde Derslikler, sükûneti gerektiren bireysel bürolar, bilimsel çalışma mekânları, kütüphaneler, konferans mekânları, doktor muayenahaneleri, ameliyat odaları, camiler, kiliseler, toplantı salonları Birden fazla kişi için bürolar Büyük mekân büroları, restoranlar, vezneler, mağazalar	30 ila 40 35 ila 45 40 ila 50	40 ila 50 45 ila 55 50 ila 60

*) Burada 22.00. ila 6.00 saatleri arasındaki en gürültülü gece saatinden hareket edilmelidir; ki bu saat büyük ölçüde yerel koşullara bağlıdır.

8.2.3. Gerekli Ses Yalıtımının Belirlenmesi

Uygulama [2]'deki yöntem gerekli ses yalıtımının maruziyet ve konut tipine tam olarak ayarlanmış boyutlandırmasını izin etmektedir. Burada ilgili kullanıma göre ayrılan iç ortam düzeyi L_i den ve belirleyici dış gürültü seviyesi L_a dan hareket edilir ve toplam dış alan S_g ve mekan absorpsiyonu A 'dan toplam alana ait ön görülen iç ortam düzeyine uyma hedefiyle gerekli, sonuç veren, değerlendirilen ses yalıtım ölçüsü $R'_{w,res,erf}$ değeri belirlenir. Daha sonra $R'_{w,res,erf}$ değerinden her bir alan

elemanlarına ait (dış duvar, pencere, vs) değerlendirilmiş ses yalıtım ölçüleri birbirleriyle düzenlenir. Ayrıca havalandırma tertibatının, kepenklerin, korkulukların, v.b. sese bağlı teknik etkileri de tespit etmek mümkündür.

[2] no.lu uygulama, gerekli olan ilgili yalıtımın mümkün olduğunca tam elde edilmesini hedefler, yani çoğu zaman dış duvarların oldukça daha yüksek ses yalıtımını pencerelerle kıyasla sonuna kadar kullanıldığı, ekonomik yapı inşa etmeyi hedefler. Ancak bu planlayan kişide ihtisas bilgilerini gerektirir ve daha maliyetli bir planlamayı ön görür.

[2] ye göre bir mekânın toplam dış alanına ait gerekli değerlendirilen yapı ses yalıtım ölçüsü şu şekilde hesaplanır:

$$R'_{w,res,erf} = L_a - L_i + 10 \lg \frac{S_g}{A} + K + W$$

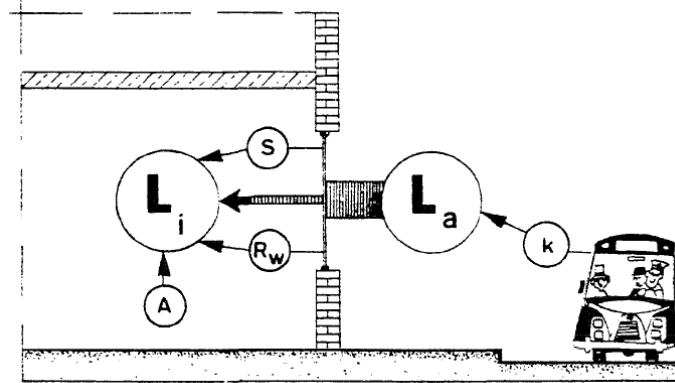
Açıklamalar:

$R'_{w,res,erf}$	toplam dış alanına ait gerekli sonuçlanan değerlendirilmiş yapı – ses yalıtım – ölçüsü
L_a	dış alanın önüne dB(A) cinsinden geçerli dış ses seviyesi
L_i	dB(A) cinsinden iç ses seviyesi, değerlendirilecek mekânda aşılması gereken değer
S_g	mekândan bakıldığında m ² olarak toplam dış alan
A	m ² olarak mekânın eş değer absorpsiyon alanı (Genelde $A \approx 0,8$ x temel alan)
K	dış gürültü spektrumu ile pencerelerin ses yalıtım – ölçüsüne ait frekans bağlılığından elde edilen dB cinsinden düzeltme toplananı (değerler <i>Tablo 8-3</i> de yer almaktadır)
W	dB cinsinden (genellikle göz ardı edilebilir) açı düzeltmesi

Tablo 8-3: normal trafik durumları [2] için dB cinsinden K düzeltme toplananları

Emisyon bölgeleri	dB cinsinden K
Ağırlıklı insan taşıyan tren güzergâhları	0
Diğer tren güzergâhlarında	3
Şehir içi yollarda	6
Diğer yollarda	3
Ulaşım havalimanlarında	6

Şekil 8-3 dış ve iç kısım arasındaki seviye farkı $L_a - L_i$ ile yalıtım R_w bağlantısını göstermektedir. En basit durumda çok daha yüksek yalıtımlı dış duvarda bulunan bir pencerede hesaplama sadece pencerenin R'_w ve S 'sine ilişkilendirilmelidir. Karmaşık meydana gelen dış alanlarda toplam alan S_g ve ondan sonuçlanan, değerlendirilen yapı – ses yalıtım – ölçüsü $R'_{w,res}$ dikkate alınması gerekir.



Şekil 8-3: Dış yapı parçalarının ses yalıtımın belirlenmesinde etki büyüklüklerin gösterimi

Gerekli yalıtım $R'_{w,erf}$ ya da $R'_{w,res,erf}$ belirlenmesinden örnekler:

Örnek 1: Ham dış duvarda $R'_{w, duvar} \gg R'_{w, pencere}$, olan $S = 2 \text{ m}^2$ büyüklükteki bir pencerenin gerekli değerlendirilmiş ses yalıtım – ölçüsü $R'_{w,erf}$ aranmaktadır, konut mekanı 20 m^2 temel alan, dış seviye $L_a = 67 \text{ dB(A)}$, olağan yol trafik gürültüsü ($k=5$), hedeflenen iç ortam düzeyi $L_i = 35 \text{ dB(A)}$.

$$R'_{w,erf} = 67 - 35 + 10 \log \frac{2}{0,8 \times 20} + 5$$

$$R'_{w,erf} = 28 \text{ dB}$$

Örnek 2: Yukarıdaki örnek gibi ancak, $S_g = 12 \text{ m}^2$ temel alanlı karmaşık dış duvar

$$R'_{w,res,erf} = 67 - 35 + 10 \log \frac{12}{0,8 \times 20} + 5$$

$$R'_{w,res,erf} = 36 \text{ dB(A)}$$

Bu değerden birimsel alanların yalıtımı (duvar, korkuluk, pencere, kepenk kutuları, vs.), her bir alanın ön görülen yalıtımları dikkate alınarak (çoğu zaman dış duvar) hesaplanır.

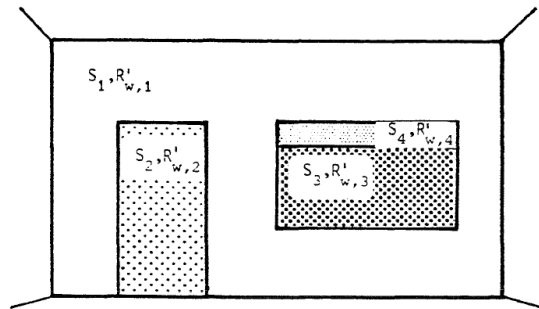
8.2.3.1. Birden Fazla Kısmi Yüzeyden Meydana Gelen Toplam Yüzey Sonuçlarının $R'_{w,res}$ Yalıtım Hesaplaması

Birden fazla kısmi yüzeylerden meydana gelen toplam yüzey sonuçlarının yalıtımı şu şekilde hesaplanır:

$$R'_{w,res} = - 10 \log \frac{1}{S_g} \left(\sum_{v=1}^n S_v \times 10^{\frac{-R'_{w,v}}{10}} \right) \text{ dB}$$

Açıklamalar:

$R'_{w,res}$	dB cinsinden toplam alanın sonuçlanmış, değerlendirilmiş yapı – ses yalıtım – ölçüsü
S_v	m^2 cinsinden kısmi alanlar (bakınız Şekil 8-426)
S_g	m^2 cinsinden $S_1 + S_2 + \dots + S_n = S_g$ kısmi alanlardan meydana gelen toplam alan
$R'_{w,v}$	S_v kısmi alanın değerlendirilmiş yapı – ses yalıtım – ölçüsü (bakınız Şekil 8-4)



Şekil 8-4: karmaşık meydana gelen dış duvarın kısmi ve toplam alanı

Örnek 3: İstenen $S_g = 15 \text{ m}^2$ ebadında, aşağıdaki gibi meydana gelen bir dış duvarın sonuçlanmış, değerlendirilmiş yapı – ses yalıtım – ölçüsü (bakınız Şekil 8-4):

Tuğla (duvar malzemesi)	$S_1 = 10,0 \text{ m}^2$	$R'_{w,1} = 55 \text{ dB}$
Balkon kapısı	$S_2 = 2,3 \text{ m}^2$	$R'_{w,2} = 32 \text{ dB}$
Pencere	$S_3 = 2,5 \text{ m}^2$	$R'_{w,3} = 44 \text{ dB}$
Havalandırma elemanı	$S_4 = 0,2 \text{ m}^2$	
Toplam alan	$S_g = 15,0 \text{ m}^2$	

$$R'_{w,res} = -10 \log \frac{1}{15} (10 \cdot 10^{-5,5} + 2,3 \cdot 10^{-3,2} + 2,5 \cdot 10^{-4,4} + 0,2 \cdot 10^{-1,8})$$

$$R'_{w,res} = 35 \text{ dB}$$

8.2.3.2. Kısmi Alanla İlgili Gerekli Ses Yalıtımın Hesaplanması

Genel olarak ses geçirmez önlemlerin planlanmasında belirli kısmi alanlar ve ona ait ses yalıtım – ölçüleri önceden verilmiştir (örnek, dış duvar ve pencere korkuluğu) böylece istenilen $R'_{w,res}$ den “eksik” kısmi alan S_x için henüz bilinmeyen $R_{w,x}$ yalıtımın hesaplanması gerekir. Bunun formülü şudur:

$$R'_{w,x} = -10 \log \frac{1}{S_x} \left(S_g \cdot 10^{\frac{R'_{w,res,erf}}{10}} - S_1 \cdot 10^{\frac{-R'_{w,1}}{10}} - \Lambda - S_n \cdot 10^{\frac{-R'_{w,n}}{10}} \right) \text{ dB}$$

Örnek 4: Örnek 3’de $R'_{w,res}$ dört kısmi alandan hesaplanarak $R'_{w,res} = 35 \text{ dB}$ sonucu elde edilmiştir. Eğer bu değer istenilen olarak alınıp $2,5 \text{ m}^2$ ebadındaki pencerenin gerekli ses yalıtımı sorgulanırsa, o zaman S ve R_w 3’ncü örnekteki gibi diğer üç kısmi alana eklenirse:

$$R'_{w,Fenster} = -10 \log \frac{1}{2,5} (15 \cdot 10^{-3,5} - 10 \cdot 10^{-5,5} - 2,3 \cdot 10^{-3,2} - 0,2 \cdot 10^{-1,8})$$

$$R'_{w,Fenster} = 44 \text{ dB}$$

Elde edilir, yani 3’ncü örnekte asıl olarak yerleştirilen değer.

8.2.4. Uygun Ses Geçirmez Pencerelelerin Seçimi

Pencereler bir evin ses yalıtımında en zayıf noktalar dır. Eski pencerelerin ses yalıtımları (yaklaşık 25 dB) iyi bir dış duvardan (55 dB) 1000 kez (!) daha zayıftır.

Bunun nedeni boşluk yoğunlukları ve fazla ince camlardır. Binanın içine giren gürültünün ölçüsü bu yüzden önemli ölçüde mevcut pencerelerin alan oranından etkilenir. Dış duvarda ne kadar çok pencere ve bu pencereler ne kadar çok büyükse duvar malzemesi o denli bu zayıflığı dengeleyebilir. Bu durumda dış gürültüye karşı korumada pencerelere özellikle dikkat edilmesi gerekir. Pencerelelerdeki ses yalıtımı aşağıdaki özelliklerle elde edilir:

- Çerçeveden duvara (tuğla) doğru boşluk yoğunluğu,
- Kanat ve çerçeve arasındaki boşluk yoğunluğu,
- Büyük cam mesafesi,
- Değişik cam kalınlıkları,
- Camların büyük toplam yoğunluğu

Yeni pencereler bu talepleri muhtelif konstrüksiyonlarla karşılar. Eski pencereler de ses geçirmez pencerelerine dönüştürülebilir. Gerçi bu durumda optimal ses geçirmez elde edilemez ama, bu türlü düzeltmeler genellikle komple yenileme yerine daha ucuza mal edilmektedir.

Denetim sertifikaları bir pencerenin ses teknik özellikleri ve yapısal kurulumu hakkında bilgi verir. Denetim sertifikasında laboratuvar koşullarında tespit edilen pencerenin ses yalıtım değerini görebilirsiniz. Bunlar elbette en elverişli olanlarıdır. Montaj sırasında doğrulardan sapma, ki inşaat esnasında asla bundan kaçınılamaz, takılan pencerenin ses yalıtım değerinin 2 ila 3 dB daha aşağıda olmasına neden olabilir.

Pencere seçim esaslarını belirleyen unsurlar bir yandan ön cephenin gürültü maruziyeti hakkında bilgi sahibi olmaktır ve öte yandan ise denetime tabi tutulan bir pencerenin ses geçirmez sonuçlarıdır.

8.2.4.1. Ses Geçirmezlik Sınıfları ve Pencere Cinsleri

Pencerelerin ses yalıtımı, konstrüksiyon ve kalitesine göre büyük bir alanı kapsamaktadır, yani yaklaşık $R_w = 20$ ila 60 dB dir. Gerek aynı pencereye ait ses yalıtımı birkaç dB dalgalanabileceğinden ve gerekse gerekli yalıtıma ait hesaba dayalı belirlemelerde bazı belirsizlikler kaçınılmaz olduğundan, pencerelerin ses yalıtımları 5-dB-sınıflarına bölünmüştür ve bir sınıf içerisinde yer alan bütün pencereler eşdeğerde görülmüştür.

Ses geçirmez pencereleri [2]'ya göre altı ses geçirmez sınıflarına ayrılır (Tablo 8-4).

Ses geçirmezlik sınıfı	Yapıda işlevsel olarak takılan pencerenin dB cinsinden değerlendirilmiş ses yalıtım ölçüsü R'_w	Denetim konumundaki takılan pencerenin dB cinsinden değerlendirilmiş ses yalıtım ölçüsü R'_w
1	25 ila 29	≥ 27
2	30 ila 34	≥ 32
3	35 ila 39	≥ 37
4	40 ila 44	≥ 42
5	45 ila 49	≥ 47
6	≥ 50	≥ 52

Tablo 8-4: [2]'ye göre pencerelere ait ses geçirmez sınıfları

Bu türdeki bir sınıflama gerçek uygulamada önemli ölçüde pencerelerin tanımlanmasını, seçimini ve ihalelerini kolaylaştırır. Bir pencerenin ses geçirmez sınıfına yerleşebilmesi için laboratuardan yapı örneği veya uygunluk testi gerekir.

Pencereler temel yapısal oluşumlarına göre üç türe ayrılır:

- Basit pencereler
- Çift kanatlı pencereler
- Kasalı çift pencereler

Basit pencere içine gerek basit bir cam ve gerekse herhangi bir izole cam takılan bir pencere kanadından meydana gelmektedir.

Çift kanatlı pencerenin birlikte bağlanmış olan iki pencere kanadı vardır ve sadece pencere kanatlarının biri kasaya tutturulmuştur.

Kasalı çift pencereler basit ve çift kanatlı pencerelere göre sırasıyla açılması gereken birbirinden bağımsız iki adet pencere kanadından meydana gelmiştir. Kasalı çift pencerelerde kasa bir parçadan oluşabileceği gibi, özellikle yüksek ses geçirmez gerektiren yerlerde, her bir pencere kanadı ayrı bir kasaya sahip olacak şekilde ayrılmış da olabilir.

Aşağıda sunulan pencere türlerinin sırası genel olarak artan ses yalıtımına da karşılık gelmektedir. Böylece izole camlı basit pencereler ağırlıklı olarak ses geçirmez sınıfı olan 1 ila 3 de kullanılır. Çift kanatlı pencereler ses geçirmez sınıfı 3 ila 5 de olağan sayılırken kasalı çift pencereler ağırlıklı olarak ses geçirmez sınıfı 5 ve 6 için tercih edilir.

Çerçeve malzemesinin (ahşap, plastik, metal veya karma konstrüksiyon) pencerelerin ses yalıtımına olan etkisi genel olarak göz ardı edilebilir, yani bütün malzemeler ses geçirmez sınıfları için uygundur.

Yapıda istenen ses yalıtımına ulaşabilmek için, pencerenin kasa ile çıplak yapı arasındaki yoğun bağlantı önemli bir etki taşır. Yüksek ses geçirmez gerektiren yerlerde de, açıklıkların tamamen taş yün ile doldurulması ve her iki tarafın sürekli esnek kalacak bir maddeyle kapatılması halinde, geçirmezlik söz konusudur.

8.2.4.2. Pencerelerdeki Ses Yalıtımının İyileştirilmesi

Eski yapıların yenilenmesinde tarihi yapıyı koruma nedeniyle ve özellikle ekonomik açıdan mevcut pencerelerin belirli kısımlarının yenilenmesiyle gerekli ses yalıtımının sağlanıp sağlanmayacağı kontrol edilmelidir. Eski pencereler de ses geçirmez pencereleri haline dönüştürülebilir.

Başarı, tabii ki pencerenin durumuna bağlıdır. Hemen her pencere düşük de olsa düzeltmeler ister. Ancak daimi olarak büyük gürültüden başarılı bir şekilde kurtulmak isteniyorsa, bazı koşulların sağlanmış olması gerekir. Tüm konstrüksiyonun dayanıklılığı, eski ahşap pencerelerin ömürlerine bağlıdır. Bu nedenle aşağıdaki noktalar denetlenmelidir:

- Ahşap çatlak mı?
- Köşe bağlantıları gevşek mi?
- Pervazlar sıkı olarak çerçeveye bağlı mı?
- Çerçeve ahşabı nemli mi, küflenme var mı?

- Kanat ahşabı ek cam yüküne karşı yeterince güçlü mü?

Hangi önlemlerin ayrıntıda gerekli olduğuna eski pencerenin durumu ile istenilen iyileşmenin işlevine bağlıdır. Bu yüzden iyileştirme önlem kararının, her bir vakaya göre alınması gerekir. Bu türdeki bir iyileştirme ekonomik bakımdan ancak tamirat masrafları artı ses geçirmez önlemlerinin, montajı dâhil, yeni bir ses geçirmez penceresinin fiyatından belirgin olarak altında olması halinde avantajlı olur.

Ses yalıtımının düzeltilmesindeki basit teknik önlemler, pencerenin tuğla yapısına karşı izole edilmesi, oluk kısmındaki pencere kanatlarının izole edilmesi ve ince basit camlamanın çerçevesi el verdiği ölçüde daha kalın camlarla veya izole camlarla değiştirilmesidir.

Örneğin pencere oluklarında sızdırmazlık yoksa silikon kauçuk tarzında kasa ile pencere kanadı arasında kapatıcı bir salmastra malzemesi kullanılabilir. Bu sayede 10 dB'ye kadar iyileşmeler mümkün.

Kasanın duvara olan bağlantısı kusursuz yapılmamışsa, o zaman kasa ve kaplayıcı yapı parçaları ile arasındaki sızdırmazlık belirgin olarak ses yalıtımını arttırabilir.

Sonradan yapılacak ses geçirmez için, ön pencere uygulaması bir diğer seçenektir. Yeterli duvar kalınlığı varsa mevcut pencerenin iç ve dış kısmına 10 cm den daha fazla mesafeli ön pencereler takılabilir. İç pencerenin avantajı, ön cephe yapısının bozulmamasıdır. Dış pencere ise, hava şartlarına karşı daha iyi koruma sağlar.

Örneğin $R_w = 25$ dB lik bir basit pencere 20 mm kalınlıkta ve yaklaşık 15 cm aralıklı izole camlı bir ön pencere sayesinde, 20 dB arttırılarak, $R_w = 45$ dB olacak şekilde iyileştirilebilir. Bu konstrüksiyon kasalı çift pencereyle eşdeğerdir. Bu çözüm, önceki pencerelerin sökülmesi ve yeni ses geçirmez penceresinin takılmasına kıyasla daha ucuz ve oldukça iyi bir ses geçirmez sağlayabilir.

Şayet tarif edilen tekli önlemler birbiriyle kombine edilirse, pencerelerden beklenen ses yalıtımına yönelik yüksek talepler karşılanabilir..

8.2.4.3. Kepenk Sayesinde Pencerelele Ses Yalıtımının İyileştirilmesi

Kepenkler, -doğru yapılmışsa-, örneğin geceleyin geçici ses geçirmez için uygun olur. Kepenkler uyuyan bir insanın (özellikle vardiyalı çalışan işçilerde) sestten korumasına yönelik taleplerini karşılayabilir.

Hemen pencerenin önünde yer alan ve aşağı indirilmiş olan kepenkler, pencerenin ses yalıtımını yaklaşık 3 dB kadar kötüleştirir. Bu olayı anlamak biraz zordur çünkü aslında gürültünün önüne ek bir engel konulmuştur. Yalıtımın kötüleşmesi rezonansla meydana gelir.

Ses yalıtımını iyileştirmek için kepenk en az pencere seviyesinin 10 cm önünde bulunması gerekir. Daha büyük mesafelerde 15 dB'ye kadar iyileşmeler elde edilebilir. Ancak bunun için bazı koşulların sağlanmış olması gerekir.

- Her bir eleman arasındaki boşluklar sızıntı olmayacak şekilde oturtulması gerekir. Ağırlık burada olumlu etki yapar;
- Kepenk çerçevesi yan taraftaki kanallardan iyi gerdirilmiş olmalı ve alt taraftan da sızıntı olmayacak şekilde oturmalıdır;
- Çerçevenin malzemesi alüminyum veya ahşaptan olmalı. Oyuk profiller köpüklerle doldurulmalıdır.

Kepenk kasası nedeniyle toplam pencere ses yalıtımında 10 db kadar bir kötüleşmenin olacağı hesaba katılmalıdır. Ses kepenk açıklığından veya kasanın yan duvarlarından içeriye sızar. Özellikle yan storları olmayan kepenklerde ses geçirmez önlemleri kasalarda yapılmalıdır:

- 2 mm kalınlıkta alüminyum, 1 mm kalınlıkta çinko veya kurşundan sac şeritler içeriden montaj kapağı ve kasa duvarları üzerine monte edilir.
- Oyuk alan taş yün lifleriyle giydirilmelidir;
- Montaj kapağının boşlukları daimi esnek macunla kapatılmalıdır;
- Kemer aralığı küçültülür.

Pencere üzerinde bulunan kepenk kasaları, şayet tüm bağlantı boşlukları çevresi yeterince sızıntıya karşı kapatılmışsa ve mekâna dönük sınırlandırma alanları, özellikle montaj kapağı sızdırmazsa ve yeterince ağırsa sesi yalıtırlar.

Dış tarafta pencerenin önünde ya da pencere eşiği önüne monte edilen kepenk kasalarından ses tekniğiyle ilgili özel taleplerin karşılanması beklenmemelidir.

Tüm kepenk kasalarının iç gövdelerinin takılması için aşağı indirilmiş olan stor kasasında son çubukları dış eşiğe doğru bastıran ve böylece kepenk kasasını dışarıya doğru kapatan çelik yay klipsler önerilmektedir.

8.2.4.4. Yapıdaki Müteakip Ölçümler

Pencerelerin takılmasından sonra müteakip ölçüm (kalite denetimi) yapılarak, ölçüm tekniğine dayalı ses yalıtım kontrolü çok önemlidir. Dış yapı parçalarının kalite denetimleri, ağırlık derecesi ve mutlaka olması gereken ölçü tekniği tecrübesi nedeniyle, sadece yapı akustik alanında sertifikalaştırılmış denetim kuruluşları tarafından yapılmalıdır.

Uygunluk denetimi sonucuna göre seçilen pencereler kullanılması ve bunların yapıda eksiksiz uygulanması halinde laboratuvar değerinin en fazla 2 dB altında bulunan değerlendirilmiş yapı – ses yalıtım – ölçüsü beklenebilir.

Yapıdaki kalite denetiminde bir sonraki düşük ses geçirmez sınıfındaki değerlerin ölçülmesi halinde, şüphesiz uygulama kursuları vardır.

Yapıdaki pencere ölçümleri sırasında sadece pencere değil, dış duvarın toplam alanı da sese maruz kaldığından, iyi bir pencerenin başka etkiler nedeniyle yalıtımı azaltılmaması için, elde dilen sonuç her halükarda bilirkişi yorumunu gerektirir.

8.2.5. Dış Duvarların Ses Yalıtımı

Yüksek değerdeki pahalı ses geçirmez pencerelerine karar vermeden önce dış duvarların ses yalıtımı kontrol edilmelidir. Duvardan geçen çatlaklar veya yarıklar olmamalıdır.

Enerji tasarruf önlemleri nedeniyle, son yıllarda dış duvarlardan beklenenler değişmiştir: iyi ısı yalıtım özellikleri gösteren hafif ve sızdırgan malzemeler aranır oldu. Ses yalıtımı için bu malzemeler daha az uygundur. İyi bir ses ve ısı konumu çoğu kez birbirine bağlı olarak yürüyebilir. Ancak her ikisinin elverişli bir oranda bir araya getirilmesi, ilk bakışta görüldüğü kadar kolay değildir.

Pratik kural der ki: ses geçirmez iyileştirmesi aynı zamanda ısı koruma iyileştirmesidir. Ancak bu kuralın tersi geçerli değildir!

Çok kabuklu duvarlarda özel ısı koruma önlemleriyle, ses geçirmez iyileştirilebildiği gibi, kötüleşebilir de. Sonradan yapılan ısı yalıtımı eski yapılarda olduğu gibi yeni yapılarda da yaygın olan dış duvarın bir ısı yalıtım tabakasıyla kaplanması ve sonra sıvayla kapatılmasıdır. Bu türdeki ısı yalıtım bağlantı sistemleri eğer yalıtım tabakası hafif bir sıva tabakasıyla (mala sıvası 3 ila 5 mm kalınlıkta) örtülürse duvarın havadaki ses yalıtımını ortalama olarak 5 dB kötüleştirir.

Yüksek dinamik sertliğe sahip özel polistiren sert köpük levhaları, sıva kitlesinin alanla ilgili bağlantısından bağımsız olarak değerlendirilmiş ses yalıtım ölçüsünü 5 ila 6 dB kadar düşürür. Ağır sıva katmanları altındaki daha düşük dinamik sertliğe sahip yalıtım tabakaları havadaki ses yalıtımını düşürmez, hatta iyileştirilebilir.

8.2.6. Yapısal Önlemlerin Maliyeti

Aynı kalitede pencereler ve aynı ses yalıtımından yola çıkılsa bile, ısı koruma pencere maliyetleri ile ilgili bilgilerin verilmesi zordur. Pencere fiyatları projeye bağlıdır.

Bir pencerenin fiyatı, pencere çerçevesinin yapısına bağlıdır. Böylece alüminyum pencereler plastik ve ahşap pencerelerden daha pahalıdır. Termik alüminyum çerçeveleriyle ayrılmış olan pencereler ve alüminyum / plastik veya alüminyum / ahşap olanlar, eşit ses yalıtımına sahip ahşap pencerelerden daha pahalıdır. Akustik özellikleri bakımından değişik hammaddeler aynı değerdedir. Büyük alanlı pencereler her bir m² alana göre maliyeti daha düşüktür, çünkü kenar şeritlerinin maliyet oranı pencere alanın maliyetleriyle orantılı olarak artmaz. Değişik açma türleri (örneğin çevirmeli açılan kanat, vasisdas (yarı açılan kanat)) ile pencere kanatların sayısı da spesifik maliyeti etkiler.

Yeni yapılarda ses geçirmez pencerelerin takılması eski yapılardan daha az maliyete sebep olur.

Dış duvarlarda her bir duvar türüne göre belirli bir ses yalıtım ölçüsü, oldukça değişik maliyetlerle elde edilebilir. 70 dB'ye kadar olan azami ses yalıtımı değerleri genellikle de en pahalı olan çift kabuklu konstrüksiyonlarla sağlanır. Isı koruma nedenlerine bağlı olarak düşük ham yoğunluktaki tek kabuklu dış duvarlar, çoğu zaman 55 dB'nin altında kalırlar. Seçim kararını duvar konstrüksiyonların farklı ısı yalıtım tutumları belirlemelidir.

Ses / ısı korumanın aynı kombinasyon etkisinde, belirgin farklı maliyetler görülmektedir. Düşük ısı geçiş katsayılı duvarlarda ($< 0,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) gerek $R'_w = 41 \text{ dB}$ 'li dış duvar konstrüksiyonları (ısı yalıtım – bağlantı sistemli), gerekse $R'_w = 65 \text{ dB}$ 'li duvar konstrüksiyonları (mineral lif yalıtımlı çift kabuklu duvar) temsil edilir.

8.2.7. Konutlardaki Isı ve Nem Durumu (Konut İçi İklimi) ve Sesten Koruma

Gerçi sıradan gibi geliyor ama çoğu zaman dikkate alınmıyor: ses geçirmez pencereleri gürültü maruziyetini ancak kapalı kaldıkları zaman azaltırlar. Bu da, özellikle sürekli gürültü olan durumlarda geçerlidir.

Bu yüzden gürültüye maruz konutların sakinleri sadece ses stresi ve iklim (ısı ve nem durumu) stresi arasında bir seçim yapabilirler. Daha az trafik yoğunluğu olan yollarda ise, pencereler daha çok açık kalmaktadır ve bu nedenle etkisizdirler.

Modern ses yalıtımlı ve bu sayede hava sızdırmaz pencerelerin oturma mekânlarındaki iklim (ısı ve nem durumu) üzerindeki etkileri önemlidir. Bu bağlantılar daha çok örneğin, “eski usul” minimum ısı koruması olan tipik bir eski yapıdaki iklim (ısı ve nem durumu) sonuçlarına bakıldığında ortaya çıkmaktadır, ki bu durum genelde sızıntı gösteren pencereler yerine modern ses yalıtımlı pencerelerin değiştirilmesiyle giderilmektedir.

Eski pencerelerdeki sızdıran bağlantı yerleri nedeniyle mekân havasının bir kısmı sürekli yenilenmiştir. Bağlantı yerleri hava geçiren yerli eski yapı pencereleri bilinen büyük odalarda rüzgârın yaklaşık 10 m^3 hava / saat değişen bir genel

havalandırmaya neden olur. “Kullanılmış hava” oluşumu nerdeyse hiç mümkün değildi. Ancak bu “kendi kendine havalandırmanın” genel bilinen sonuçları şunlardır:

- Kötü ses yalıtımı
- Yüksek ısıtma enerji kayıpları
- Rüzgâr ve soğukta cereyan oluşumu
- Kışın belirgin nemin yaklaşık % 10 -30 düşüşü

Hava kuruluğu, pencere aralıklarından içeriye sızan soğuk havanın ısıtılması nedeniyle, yani havanın ısı artışı karşısında nispi nemin düşüşü sonucunda meydana gelir. Kalorifer peteklerine takılan buharlaşma kapları sayesinde kayda değer bir artış olmaz. Bunun için oturma mekânlarında günde yaklaşık 10 l su buharlaştıran elektrik tertibatlı buharlaştırıcılar kullanılmalıdır ki, yaklaşık %50 oranında bir nispi nem korunabilsin. Eğer bu olmazsa kışın odadaki hava kuru kalır ve sızdıran pencerelerin istenmeyen sonuçları olan mukozal şişkinlikler ve buna bağlı soğuk algınlıklar meydana gelir.

Şayet bir iyileştirme çalışması çerçevesinde veya daha iyi bir ses geçirmez elde etmek için bu eski pencereler yeni ve sızdırmayan pencereler ile değiştirilirse, anılan dezavantajlar tersine döner, yani:

- İyi ses yalıtımı
- Düşük ısı enerji kayıpları
- Cereyan olmaz
- Nispi nemin artışı

Ancak burada son anılan işlem sorunludur. Dışarısı ve içerisi arasında engellenen hava akımı nefes alış verişiyile, buharlaşmayla, yıkamayla, duş almayla, yemek pişirmeyle, v.b. aşırı nispi nemin artmasına neden olur. Eğer bu nemli sıcak iç hava dış duvarlardaki soğuk havayla temasa geçerse, iç mekanın dış yüzeyler üzerinde özellikle dolap arkası ve perdeler, iç ortam köşeleri, v.b. az hava hareketi olan yerlerde su buharı oluşur. Mobilyalar, resim ve duvar kâğıdı nemlenir ve hatta küflenir. Yani eski pencerelerin yenileriyle değiştirilmesi kendine has bir işlem olarak kalmamalı, aksine aynı zamanda dış yapı elemanlarının ısı korumasının yükseltilmesini ve havalandırma sorunun çözümünü de gerektirir.

Peki, bilinen konutların havalandırma sorunları nasıl çözülebilir?

Herhangi bir havalandırma tertibatı olmadığında en elverişli havalandırma türü karşı karşıya duran odaların pencerelerini ve kapılarını açarak 10 dakikalığına çapraz havalandırma yapmak ve bu sayede konut içindeki hava alışverişini sağlamak olacaktır. Bu “şok havalandırma” faydalanma hassasiyetine göre birkaç veya birden fazla saatte bir tekrarlanması gerekir. Kısmen açılan pencereler ile sürekli bir havalandırmanın sağlanması yanlış olur, çünkü böylece pencereye yakın olan bölgeler aşırı soğur ve bu alanlarda yüzeyde nem oluşur. Şok etkisiyle meydana gelen çapraz havalandırma ile aynı zamanda konutun diğer odalarında ısı konumunun eşit düzeye yakın olması sağlanır.

Bazı odaların (örneğin yatak odası) daha az ısıtılıp sadece daha sıcak komşu odaların kapılarını açarak ısıtma ihtiyacını karşılamak tamamen yanlıştır, çünkü daha önce soğutulmuş olan odanın nispi nemi bu durumda artacak ve yine su buharına neden olacaktır.

Dış duvarlarda arttırılmış ısı korumalı modern pencere kombinasyonları, ek havalandırma tertibatı olmasa dahi, bütün odaları çapraz şok şeklinde havalandırmak iki istisnai durum haricinde mekânsal iklim sorunu yaratmaz:

- Açıkta bulunan ısınma yerleri
- Yatak odaları

Açıkta bulunan ısınma yerlerinde (sobayla ısınma, gazla ısınma, şömineler) en az 150 cm²'lik kilitli (kapalı) olmayan açıklıklardan yeterince temiz hava aktarılamazsa yüksek zehirli karbon monoksit meydana gelebilir. Mutfak veya banyoya açılan ara duvarların içindeki ya da kapılarda yer alan bu türdeki açıklıkların önüne nesne konarak veya üzerine duvar kâğıdı yaparak göz ardı edilmesi veya kapatılması, geçmişte hep ölümlerle sonuçlanmıştır.

Geceleyin uyurken genel olarak yatak odalarında şok havalandırmanın uygulanması pek elverişli olmaz. Kısmi açıklıktaki pencereler uyku için gerekli olan ses korumasını oldukça düşürür ve çoğu zaman odaların aşırı soğumasına neden olur.

Her iki durumda yani açıkta bulunan ısınma yerlerinde ve yatak odalarında bu yüzden dış duvar pencere alanında belli miktarlarda taze havayı veya hava alışverişini sağlayan bir havalandırma tertibatı ön görülmelidir, ki rahatsız edici dış gürültü olması

halinde havalandırma tertibatları ses yalıtımlı ya da emici olacak şekilde donatılmalıdır. “Ses yalıtım havalandırıcıları” kavramı altında bilinen periferik pencere ek düzenekleri muhtelif firmalar tarafından üretilir ve bunlar esas itibarıyla üflemez ve üflemez ses yalıtımlı havalandırma tertibatları olarak ayrılır.

Yani ses yalıtım havalandırıcıları, sızdıran pencere açıklıklarına göre oldukça daha yüksek ses yalıtımına ve gerektiğinde daha yüksek havalandırmaya da sahiptirler. Ses seviyesinin absorbe edilmesiyle hava akımının geçtiği kanallardan meydana gelirler. Karşılıklı olarak hareketli çıkış aralıkları üflemez düzende rüzgâr ve ısı farklılığından meydana gelen doğal itici güçler sayesinde belirli bir miktarda havalandırma alışverişine izin verirler.

Saatte 50 m³ hacimlik hava akımına sahip havalandırma elemanları önerilir. Yatay kesit alanı 70 cm² olmalıdır.

Üflemez ses yalıtım havalandırmaları daha yüksek havalandırma kapasitesine ulaşırlar ve ilgili düzenleme tertibatları (kontrollü havalandırma) üzerinden hava akımının bireysel olarak düzenlenmesini sağlarlar. Ancak üflemez ses yalıtım havalandırmalarında havalandırma gürültüsünün yeterince sessiz olmasına dikkat edilmelidir (odanın ihtiyacına göre 25 ila 35 db (A) civarında).

Ses yalıtımına sahip havalandırma elemanları değişik şekillerde bulunur:

- Kepenk kasaları içinde
- Pencere çerçevesi içinde, pencerenin yanında, altında, üstünde
- Korkuluk alanı içinde
- Duvar veya ön eleman olarak

Aynı zamanda pencerede üst ve alt kanal üzerinden hava girişi ve çıkışından kaçınılmalıdır. Termik kısa devre olarak anılan bu şekil sayesinde, ısı doğrudan dışarıya nakledilir ve ısıtma maliyetleri artar.

Özet olarak şunlar tespit edilebilir:

Yoğunluklu, ses yalıtımlı pencerelerin takılmasıyla, mekânsal iklim (ısı ve nem durumu) ile yapı fizikinden kaynaklanan dezavantajlar aşağıdaki hususlar sayesinde engellenebilir:

- Dış yapı parçalarındaki ısı korumasının artırılması,

- Bütün konutun birkaç saat aralıklarla şok çapraz şeklinde havalandırılması,
- Yatak odaları ile açık ısınma yerlerinde ses yalıtım havalandırıcıların takılması,

Eğer bunlar yapılırsa aşağıda yer alan yeniden yapılanma önlemlerine ait toplam bilanço olumlu seyreder:

- Daha iyi bir ses geçirmez
- Transmisyon ısı kaybının azaltımı
- Cereyan oluşumu ortadan kalkar
- Gereksiz yüksek hava alışveriş miktarlarının önlenmesi
- Yeni pervazlar sayesinde kullanım konforunun düzelmesi

Pencerelerin ses geçirmez sınıfı 2'de bile sızıntısız olması gerektiğinden, bu kıstaslar değişmesi gereken eski pencereleri veya yeni yapıları ilgilendiren bütün durumlarda genel olarak geçerlidir.

8.3. Bina Planlaması Sayesinde Sesten Korunma

Binaların kendilerinde bulunan koruma özelliğinden faydalanılması, sesten korunmaya uygun yapısal şehir planlamasında en önemli araçlardan bir tanesidir. Amaca uygun bina şeklinin uygun elverişli imar planlamasıyla birleşmesi, iç mekânlara gürültü sızıntısını engelleyebilir ve ek olarak dışarıda sessiz alanlar yaratabilir.

8.3.1. İmar Planlaması Sayesinde Gürültü Azaltımı

İmar planlaması yıllardır şehirlerin gelişimini belirler. Burada oluşan kusurların sonradan telafi edilmesi çoğu zaman mümkün değildir. Bu planlamaların vatandaşların huzuru için önemli olması nedeniyle, örneğin gelecekteki gürültü maruziyetini planlama araçları vasıtasıyla asgari düzeye indirmek önem taşımaktadır.

Hiçbir alan imar planlaması gibi gürültünün önlenmesi ve azaltımı için bu kadar çok olanak sunmaz. Tam tersine hatalı ve eksik şehir planlaması nedeniyle meydana gelen aşırı ses emisyonları, çoğu zaman ancak yetersiz veya orantısız maliyetlerle

giderilebiliyor veya azaltılabiliyor; sonradan yapılan etkili ses geçirmez önlemleri çoğu kez yapılamıyor veya zor ve oldukça maliyetli olarak gerçekleştiriliyor.

Ses, öncelikle daha oluşum aşamasında (örneğin araçlarda) azaltılmalıdır. Bunun yeterince yapılamadığı yerlerde gürültü önlemleri ve gürültü azaltmaları şehirdeki yapısal önlemler sayesinde etkin olmalıdır.

Planlamada ses tekniğine ait temel kurallara dikkat etmek ve ona ait imar planlarının (alan kullanım planı, inşaat projesi) kurulum sürecinde dikkate alınması (zamanında) mutlaka ön koşuldur.

Ses tekniğine dayalı düşüncelerin bitmiş yapısal şehir planlamasına sonradan dâhil edilmesi, genelde ses tekniğiyle ilgili koşulların sağlanmasını zorlaştırır.

Ses kaynağından artarak uzaklaşmak, ses basınç seviyesini düşürür. Yeterli yer olduğu sürece, mümkün olduğunca yol ile inşaat arasındaki mesafeyi açarak sesi azaltmak en basit yöntemdir. Bu yüzden örneğin yeni bir yolun daha çizim taslağı ve ön incelemeleri yapılırken gürültüden korunması ile ilgili fikirlerin dâhil edilmesi gerekir.

Şayet zamanında aşağıda yer alan önlemlerin biri veya birden fazlası planlamaya katılırsa, çoğu zaman gürültü etkisine karşı yeterince bir koruma sağlanmış olur:

- İnşaat alanlarının ve gelişimlerinin ses tekniği bakımından elverişli tayin edilmesi ve sınıflandırılması,
- Koruma mesafelerinin ve ara zonların uygulanması,
- İzolasyon düzenekleri (gürültüden korunma izolasyonları, gürültüden korunma duvarları), yolların seviye düşüklüğü,
- Yalıtımlı binaların uygulanması (kenar yapılanma, blok yapılanma),
- Bina temel planı oluşumu (odaların gürültü olmayan taraflara yönlendirilmesi),
- Gürültü yaratan durumların zamansal olarak sınırlandırılması,

Anılan önlemlerin hiçbirisi sadece bir planlamanın münhasır konusu olmadığından, aşağıdaki mutabakatların da yapılması gerekir:

- Alan kullanım planlama evresinde sesten korunma, örneğin koruma mesafeleriyle sağlanmalı mı, bunların uygun boyutlandırması için özel kullanımı şekli şimdiden bilinmeli mi?
- İzolasyonlar için alan ihtiyacı belirlenmeli mi, onlara ait gelecekteki yükseklik gelişmeleri ve böylece koruması gereken imarın yüksekliğiyle ilgili hesaplamalar yapılmalı mı?
- Alan kullanım planı içindeki ana ulaşım yollarının yerleştirilmesinde, trafik gürültüsünden uzak tutulan mekân yönlendirmesi için elverişli koşulların yaratılmasına dikkat edilmelidir.
- İmar planında açık, kapalı veya bundan sapan bir imar belirlenebilir. Ses geçirmez nedenleri yüzünden belirli bir imar şeklinin veya bina yapımının tespit edilmesi, yine uygun konut tiplerinin ve zeminlerin dâhil edilmesine ve böylece sonraki proje planlamasında oldukça geniş kapsamlı bir müdahaleye yol açmaktadır.

Mimar, imar planlamasının verilerini proje planlamasında dikkate almak zorundadır. İmar planı bu yüzden bir yandan ses tekniği bakımından mantıklı bina planlamasına izin verip ona engel olmamalıdır, öte yandan ise proje planlaması için ses geçirmez bakış açıları belirleme olanağı sunar

İmar planlamasında dış gürültü bakımından tespit edilmesi gereken binaya ait koruma önlemlerine örnekler şunlardır:

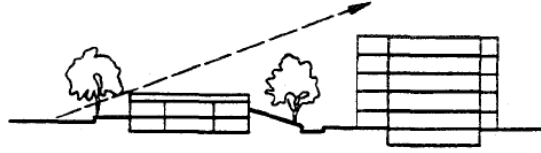
- Ses yalıtan bina türlerinin seçimi, örneğin artriyum ve bahçe avlusu olan evler, sıralı evle, balkonlu evler, teraslı ve kubbeli evler,
- Ses tekniği bakımından elverişli imar sıralaması,
- Kapalı imar şekli (yol kenarı / blok kenar yapılanma), kilitlenebilen türde gürültüden korunma binaları.

8.3.2. İzolasyon Sayesinde Sesten Korunma

İzolasyon sayesinde sesten korunmadan, izolasyon düzenlemeleri, binanın kendisinden veya bunlara ait parçalar sayesinde etkinleşen her türlü seviye azaltması anlaşılır. İzolasyon önlemleri pencereler açık olsa dahi binanın içindeki ve dışındaki

gürültüyü azaltır, Bu yüzden ses yalıtım tekniklerinin kullanımına karar vermeden, öncelikle izolasyon kurma olanaklarının hepsini denemek gerekir. Yeni yapılar mevcut konutlara izolasyon oluşturacak veya yeni konutlar konumları bakımından mevcut binaların korumasından istifade edecek şekilde planlanabilir.

Emisyona maruz kalan kenar alanlardaki binaları, konut ve yerleşim çevrelerini sanayi ve ulaşım gürültüsüne karşı korumak için, büro, rahatsız etmeyen esnaf işletmeleri, (sessiz) fabrikalar, alışveriş merkezleri, garaj vs. olarak kullanmak (Şekil 8-5), özellikle etkin bir yöntemdir.



Şekil 8-5: Ön tarafta konumlandırılan garajlar sayesinde ses geçirmez izolasyonları.

Ulaşım yolunda ara zon olan sınırlı ticari bölgelerde bulunan ve depo gibi az ses yayan ticari yapılar, korunacak konut binalarının önüne konumlandırılabilir.

Dağılım alanı içinde izolasyon önlemi olarak, koruyucu duvar yerine sessiz ulaşım için, mekansal ortama uyum sağlayan özel düşünceli yapılanmalar da uygulanabilir. Bu kenar yapılanması arkasında bulunan bölgeler için ses geçirmez izolasyonu veya ses geçirmez, duvar görevini yerine getirir.

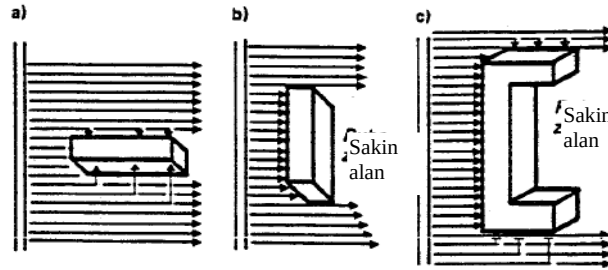
Amaca yönelik yapıların izolasyonla korunması, elbette kullanımlarına yönelik bir ihtiyaç gerektirir. Bu durum özellikle şehir içindeki alanlarda her zaman sağlanmadığı için, bu türdeki ses geçirmez önlemleri genellikle daha büyük konut bölgelerindeki yeni yapılarda sınırlı kalır.

Nihayetinde bu çözümlerin büyük bir avantajı, bahçe, balkon gibi dış yaşam mekânlarının da gürültüden korunmuş olmasıdır.

8.3.3. Bina Konumlandırması ve İç Düzeni (Örn. Mutfak ve Banyolar Yola Doğru)

Tüm binalar “ses – gölgesi” gibi bir özellik yaratır. Şayet özel bir izolasyon ön görülemiyorsa bir projeye ait değişik binalar birbirlerini koruyabilecek şekilde düzenlenmelidir (Şekil 8-6). Gruplandırma “gölgeleri” birbirlerinin içinden geçecek şekilde yapılırsa, binaların arkasında sessiz bir bölge yaratılır ve arka cephedeki ses seviyesi düşürülür (kapalı imar şekli, yol kenarı / blok kenar yapılanma, imar boşluğu yok).

Böylece korunması gereken bir konut yapılanması, örneğin kendi gölge özelliğinden yararlanarak, izolasyon işlevini yerine getirmiş oluyor. Buradaki koşul Konutun sessizliğe ihtiyacı olan odaları gürültüden izole edilmiş tarafta pencereler ile donatılmasına izin veren uygun bina temel planının hazırlanmasıdır.

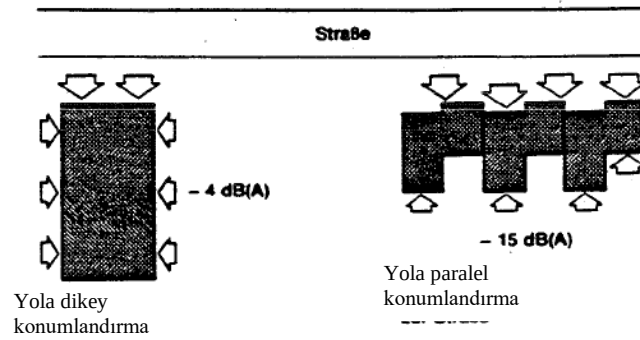


Şekil 8-6: Gürültü maruziyeti bakımından bina yapımları
a) Ön cephede eşit şekilde maruziyet söz konusu (akustik bakımdan elverişsiz).
b) ve c) Ses gölgesinde yer alan bina tarafı (akustik bakımdan elverişli). Karmaşık bileşimli dış duvarın kısmi ve toplam alanları.

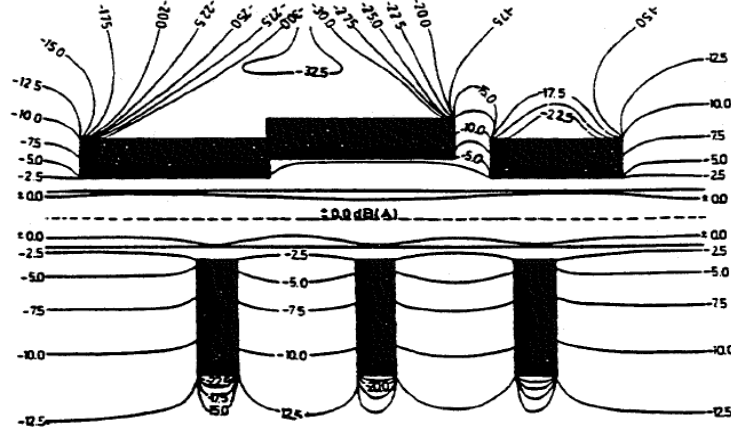
Sonradan düzenlenen imara karşılık bir binanın izolasyon etkisi, binanın yüksekliğiyle belirlenir. Alçak binalar (1 ila 4 katları) yüksek binalara oranla trafik gürültüsüne karşı daha iyi korunabilirler.

Gerek binanın yüksekliği gerekse uzunluğu arkasında duran ses gölge alanını etkiler. Ancak araştırmalar 3 katın üzerinde yükseklik etkisinin düştüğünü göstermiştir. O yüzden bina uzunluğunun büyütölmesi önemlidir.

İmar elemanlarının yola paralel olarak düzenlenmesi sonucunda, dikey yol düzenlemesine kıyasla düşük ses seviyelerinin olduğu daha büyük bir alan yaratılır. Ev ekseninin çevrilmesiyle yola doğru artan açıyla beraber etkin ses gölgelendirme alanı gittikçe küçölür. Ev mesafelerinin açılımı da evlerin arkasındaki daha büyük ses seviye düşüm alanlarının azalmasına neden olur. Tüm bina düzenlemelerinde kapalı ev cephesinin en iyi gürültüden korunmasını sağlaması geçerlidir. Yan yana dizilmiş evlerin yer değiştirilmesiyle gürültünün arasından geçtiği yoldan çok uzakta bulunan binalara da ulaşmasını sağlayan boşluklar oluşur. Uzunlamasına doğru uzanan blok evlerin sıralı yapım şekilleri de (yola doğru dikey) büyük boşluklara meydan bırakır.



Şekil 8-714: Yola doğru bina konumlandırılması



Şekil 8-8: Yola doğru dikey duran evler konut ve bahçe için paralel duranlara kıyasla daha az ses koruması sağlar (dB cinsinden ses düşümleri).

Garajlar veya çapraz yerleştirilen binalarla her türlü boşluğun daraltılması gürültü yayılmasını azaltır. Eğer evler yol trafik gürültüsüne karşı daha iyi korunacaklarsa o zaman örneğin garajların veya yeterince yüksek duvarların yapımı gerekir (Şekiller 8-7 ve 8-8).

Her bir boşluklu kenar yapılanmasında ses, yansımalar sayesinde ara boşluklardan arkalarda duran binaların sessiz cephelerine (kaynağa zıt yöndeki cephelere) ve pencerelere dahi ulaşabilir.

İkinci sıradaki bir imar arka tarafta yolun yanında bulunan ev sıralarının seviye değerlerini aynı şekilde elverişsiz olarak etkiler. Doğrudan evlerin arkasındaki seviye artar, ikinci sıradaki evlerin konumlandırılması ise, önem arz etmez. Yola doğru olabildiğince sağlanacak olan büyük seviye farkı ise, ancak evler arasındaki boşluğun tamamen kapanmasıyla mümkündür.

Garajların veya benzeri yassı binaların yol ile konut binalarının arasındaki konumu, konutların alt katlarındaki ses seviyesi üzerinde büyük bir etkisi vardır. Örneğin garajların yola doğru yakınlaştırılması önemli bir izolasyon etkisine neden olur.

Bu türdeki çözümler nadiren ek masraflara yol açar ve pencereler açık konumdayken veya balkonda bile akustik konfor bakımından memnun edici bir durum sağlar; ki bu durum ses yalıtım konstrüksiyonlarının kullanımında beklenemez (örneğin ses geçirmez pencereleri). Bu yüzden tüm planlamalarda öncelikle bu türdeki çözümler de araştırılmalıdır.

8.3.3.1. Yola Paralel Bitişik Nizam Yapılanma

Yola paralel bitişik nizam yapılanması, en çok az açıklık bulunması ve uzun yüksek yapı olarak uygulandığı zaman etkindir. Ancak trafik yoluna doğru bakan taraflar ise, burada özellikle yüksek miktarda trafik gürültüsüne maruz kalır ve ayrıntılı planlamada özellikle incelenmesi gerekir.

Üç tarafı kapalı konut avluları imar şekline ve kat yüksekliğine bağlı olarak, 20 dB(A)'dan daha fazla seviyesi azaltılmış gürültüden korunma alanları oluşturabilirler. Çevreleyen imarlardaki boşluklar (giriş kapıları vs.) ise seviyeyi arttırıcı etki yapar.

Dış yan yüzün korunması sayesinde, yani açılı bina şekilleri sayesinde, arka tarafta bulunan bina yönünün ve özellikle binaya yakın serbest alanın gölgelendirilmesi iyileştirilir. Sonuç olarak böylesi fikirler, eskiden şehirlerde genel olarak kullanılan imar türü olan tüm yönlü kaplayıcı nizam yapılanmasının ortaya çıkmasına neden olur; . Bu özellikle birden fazla yönden gelen trafik gürültüsünün imar arsası üzerine etki etmesi halinde önerilir. Birden fazla katlı avlu içerisindeki seviye azaltması 35 dB'ye kadar gerçekleşebilir.

Gürültüden korunma ve güneş alma hususlarının dikkate alındığı konut amaçlı binalarda, blok ve kenar yapılanmadaki köşeler, çoğu zaman temel planı sorunlarına neden olmaktadır. Bu sorunlar ancak, en azından kuzey batı ve kuzey doğu köşelerinde daha kolay aşılmalıdır. Güney doğu ve güney batı köşeleri için de gerektiğinde kullanıma hizmet edecek ara yapılar sayesinde çözümler bulunmalıdır.

Çoğu zaman kaçınılmaz olan geçiş açıklıkları yine gürültüden korunması bakımından zayıf noktaları oluşturur. Ses girişi burada kendi kendine kapanan kapılarla, izolasyon duvarlarıyla veya avluya bakan dış yüzey yapısıyla azaltılır.

Kenar yapılanma tekli ve ikiz müstakil evlerden meydana gelmişse garajlar, yan mekânlar için ek binalar veya dükkânlar ara yapıları olarak avantajlı olur. Yola doğru yükselen çatılar sayesinde izolasyon etkisi daha da arttırılır.

Tarif edilen türdeki kesintisiz bir izolasyon sağlamak için genellikle kapalı imar şekilleri belirlenmelidir. Ama farklı bir imar yapısıyla da örneğin araya alınan yan binalı müstakil ikiz ev modeliyle buna ulaşılabilir. İkincisi için asgari bir yükseklik ön görülmüş olmalıdır.

8.3.3.2. Yeni Yapılanma (Büro, Otopark vs.) Sayesinde Yerleşimin Korunması

Temel olarak, kenar yapılanması çok yüksek ve korunması gereken yapılanma oransal bakımdan düşük uygulanmışsa izolasyon etkisi en fazla olur. Bu esnada gerekli yükseklik izole edilmesi gereken ulaşım genişliğiyle ve korunması gereken bölgenin derinliğiyle beraber büyür. 2 ila 3 katlı sıralı evler veya kış bahçeli bir yapılanma sonucunda, az katlı yapılanması olan daha küçük bir konut alanı etkin bir şekilde korunabilir.

Daha eskiden yapılmış iç kısımlarda bulunan yüksek bir yapılanma daha alçak bir kenar yapılanmayla tamamen veya kısmen izole edilebilir. Özellikle bir yapı alanının güney ve batısından geçen yollarda böylesi bir kademeli yapılanma tedbir bakımından olmalıdır.

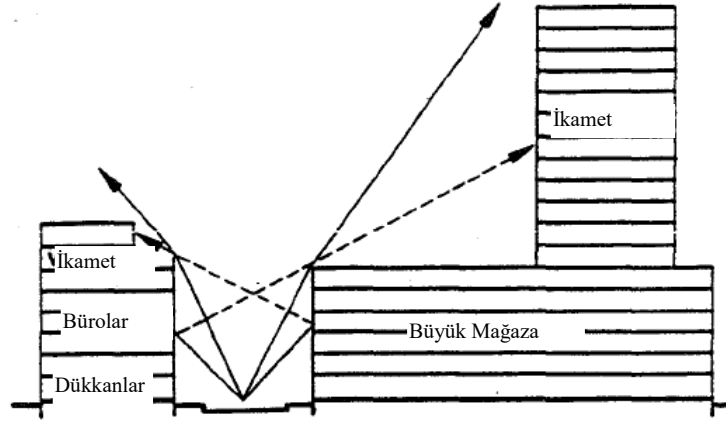
Kenar yapılanma için bu durumda gürültüden etkilenmeyen ve ikamet amaçlı kullanılmayan konutlar amaca yöneliktir, örneğin ön tarafta konumlanan garaj sıraları veya 1 ila 2 katlı mağazalar gibi.

Kenar yapılanmanın izolasyon etkisi yan taraftaki ses girişlerinden dolayı etkisiz hale gelmemesi için korunan bölge üzerinden yeterli bir uzunluğa sahip olmalıdır. Şayet bu durum örneğin gerekli bir bağlantı yolu nedeniyle mümkün değilse, bir aç veya “u” şekli imar alanını kaplayacak düzenlemeyle çözümlenebilir.

8.3.3.3. Bina Tasarımı

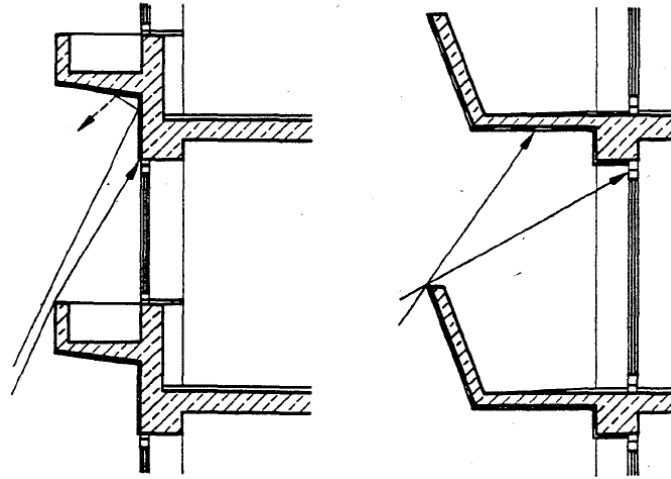
Ulaşım yollarının etki alanları içinde yeni konut bölgelerinin planlanmasında uygun ev tiplerinin kullanılmasıyla ve ses tekniği bakımından elverişli ön cephe şekillendirilmesiyle hissedilebilir gürültü azalması elde edilebilir.

Bina bölümleri de ses izolasyonu olarak kullanılabilir, örneğin bina makasları, önden çıkıntılı alt katlar, ön cephe veya balkon parçaları. Kule tarzındaki bir gökdelenin önünde eşik niteliğindeki ön yapı örneğin, alt katlarda hissedilebilir bir izolasyon sağlar (şekil 8-9).



Şekil 8-9: Binanın düzeni

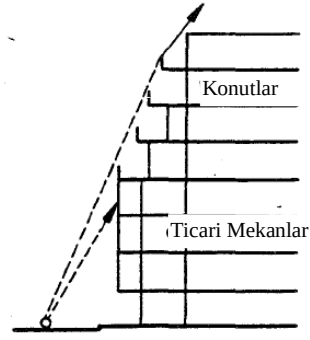
Çıkıntılı ön cephe parçaları veya balkonlar, yansımaları engellemek için alt taraftan soğurucu maddelerle kaplanır. Özel soğurucu kalkanlar binaları çok etkili biçimde ulaşım trafiğine karşı izole edebilir (şekil 8-10).



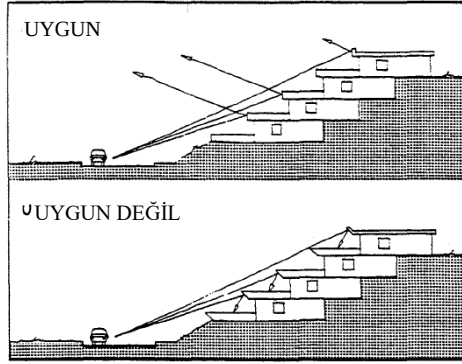
Şekil 8-10: Cephe çıkıntıları (solda) ve boydan boya sıvalı balkonlar (sağda) sayesinde ses izolasyonu.

Nihayetinde bir bina kalın camlı bir perde cephesiyle de donatılabilir. Cam arkasında gerekli olan havalandırma her bir kattaki havalandırma tertibatıyla veya binanın arkasındaki sessiz tarafında bulunan toplam cephenin havalandırılmasıyla ön görülebilir.

Özellikle teras şeklindeki düzenlenmiş konut katları, konutların ses kaynağına olan mesafesi bir yandan bina yükseldikçe artarken, öte yandan ses tekniği bakımından doğru yapılmış teras korkuluğu trafik gürültüsünden izole edildiğinden, çok etkili olmaktadır.

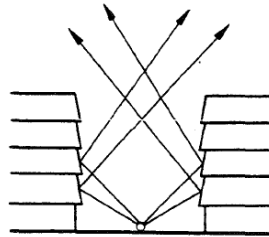


Şekil 8-11: Katların sıralanması

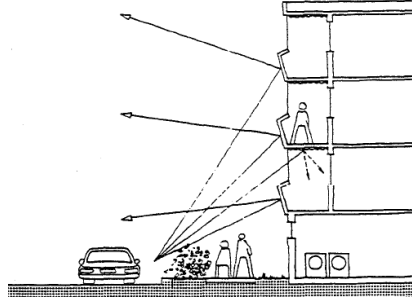


Şekil 8-1215: Katların – teras yapı tarzında sıralanması

Eğer konut katlarının dizilmesi mümkün değilse sınıflandırılmış cephelerle (büyük dikey alanlardan kaçınmak şartıyla) ses emisyonları kısmen konutların pencere yüzeylerine ulaşmadan önce yansıma yapabilir. Özellikle öne doğru yapılmış galeriler veya ses absorbe eden tavan giydirmeli balkonlar ve ses kaynağına doğru eğimli korkulukların arkasında bulunan konut mekânları, cepheye ulaşan emisyonlara karşı büyük ölçüde izole (yansıma ve absorbe) edilmiş olurlar.



Şekil 8-13: eğilimli cepheyle yönelttilen yansıma



Şekil 8-14: Sınıflandırılmış cepheler sayesinde yansıma

Ancak, bina ya da cephe parçalarının gürültü izolasyonlu etkisi genellikle yeterli bir koruma sağlamaz. Gerçi konut mekânları artık doğrudan bir ulaşım gürültüsüne maruz kalmamaktadır, ancak konutların serbest alanları (balkonlar, teraslar) çoğu zaman korumasızdır ve kullanımlarında çok kısıtlanmıştır.

8.3.4. Bina Temel Planı ve Odaların Konumlandırılması

İzolasyon prensibinin aynı zamanda binanın iç alanına da aktarımı, mesafeyi artırma ve başka mekânların “araya alınma” yoluyla sağlanan ses azaltma prensibine göre, basit ama çok etkili bina temel plan çözümünü sağlamaktadır. Eski yapılarda planlanan onarımda da, temel plan yenilenmesiyle aynı zamanda gürültüden korunma noktaları da dikkate alınıp alınamayacağı düşünülmelidir.

Bu temel prensibe göre bina içindeki tüm ana konut alanların (konut, yemek, çalışma, uyuma, vs), emisyon kaynağının diğer tarafındaki bina cephesine, ek konut kısımların (mutfak, banyo, WC, merdiven boşlukları, yan odalar, vs) ise, emisyon kaynağına bakan bina cephesine (ki bunların istisnai durumlarda doğal ışığa dahi ihtiyacı olmayan ve suni havalandırma yapılabilen yerlerdir) yerleştirilerek, gürültüden korunmalı bina temel planlar gerçekleştirilebilir.

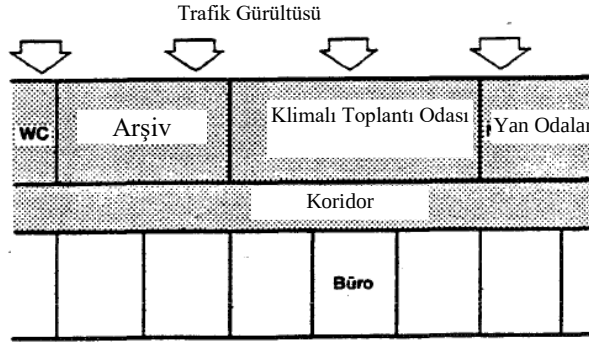
Gürültüye sırtını çevirmek ve konut mekânlarını “arka tarafa doğru” planlanma ilkesine göre, bir mekânın dış gürültü maruziyeti aşağıdaki hususlarla azaltılabilir:

- Konuta ait olmayan teknik odalar, garajlar, merdiven boşlukları, holler, kilerler vs. yapıtların konutlar ile dış gürültü kaynakları arasına yerleştirilmesi.
- Oturma amaçlı kullanılmayan mekânların ve daha az gürültü hassasiyetli faaliyetler için kullanılan mekânların, gürültülü bina tarafında düzenlenmesi,

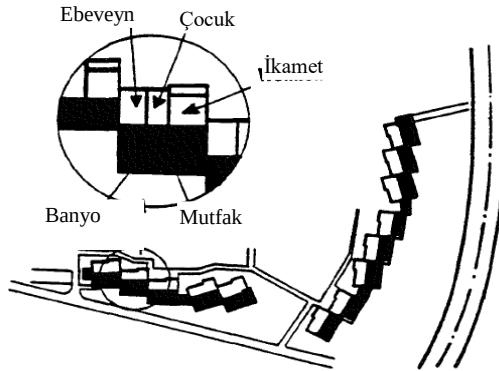
örneğin giriş alanı, banyolar, tuvaletler, kiler; çok yüksek olmayan gürültü maruziyetinde, mutfak veya yemek odasının izole edilmesi,

- Örneğin kış bahçesi veya galeri gibi izole edici özelliğe sahip, sadece gündüz kullanılan “mekanların” bir konutun gürültülü dış duvarında “düzenlenmesi,

Bu tür önlemler, gürültü seviyesinin yeterince azalması sağlandığı sürece, öznel bakımdan duvar ya da pencere yalıtımı için alınan önlemlerden çok daha etkilidir, çünkü böylece doğal dış dünyayla yeterli bir temas korunmuş olur. Sessizliği gerektiren mekânların örneğin, iç ve dış gürültülerine yönelik ses seviye farkının 20 dB olacak şekilde yapılması durumunda, buradaki havalandırma pencereleri örneğin vasistas konumunda tutarak sağlanır.



Şekil 8-15: Büro yapılarında bina temel plan alanları



Şekil 8-16: Bir konut alanının yeni planlamasında bina temel plan şekillendirme sayesinde trafik gürültüsünün göz önünde bulundurulması

Mimar için, konutlar içinde kabul edilebilir akustik bir iklimin (ısı ve nem durumunun) diğer taleplerin yanında sadece birisi olduğundan, örneğin iyi bir ısı yalıtımı ve yeterli havalandırma gibi, sorunlar meydana gelebilir. Özellikle güneş alma burada büyük bir rol oynar. Bir konutun oturma mekânları ana kullanım süreleri içerisinde güneş alması gerekir. Bütün konut ve uyku mekânları bu yüzden mümkün olduğunca güneş

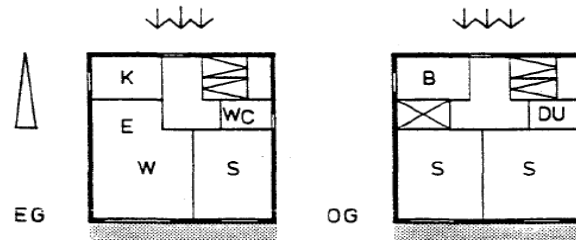
tarafına veya bahçeye doğru yönlendirilir. Manzara da bir konutun taslağında etkili olabilir. Buna benzer faktörler ve konutun akustik iklim (ısı ve nem durumu) arasında daima dönüşümlü bir etki vardır.

Özellikle konutun kullanımı, bölünmesiyle ilgili taleplerini sıralar. Ev işlerine yönelik faaliyetler verimli şekilde gerçekleşmelidir. Bu, birbirine bağlı aktivitelerin gerçekleştiği mekânlar arasında kısa ve rahat bağlantılar ister..

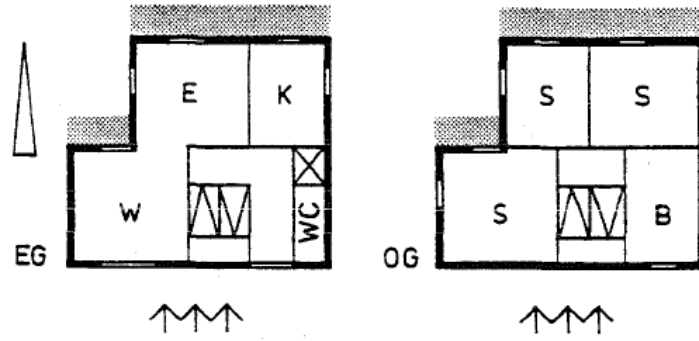
8.3.4.1. Serbest Konumlanan Tekli ve İkiz Müstakil Evler

Daha küçük olan bu binalar da gürültüden uzak tarafında, arka taraftaki pencere seviyesinde 10-15 dB değerinde bir izolasyon sağlarlar. Açık yapılanmada (sınır duvarlı tekli müstakil evler) genellikle yolun güneyinde bulunan arsa en elverişli olanıdır, çünkü o zaman mecburi olarak tüm yan ve ekonomik mekânlar girişleriyle birlikte yolun kuzeyine bakarlar. . Tüm konut ve uyuma mekânları yola ters olan sakin güneş tarafında (doğu – güney – batı) çıkışı ve manzarası bahçeye doğru bulunur. Yol gürültüsünün kuzey tarafından etki ettiği imar arsalarında, gürültüden uzak, oldukça kolay bir mekân düzenlemesi yaratılabilir (Şekiller 8-17 ve 8-18).

Yapının güney veya batı kenarında bulunan trafik yoğunlu bakımından zengin bir yol daha sorunludur. Modifikasyon oturma mekânlarının çoğunun kuzeye veya hiç olmazsa doğuya doğru yönlendirilir ancak, bu durumda yeterli bir güneş alma elde edilmez. Her bir konutta belirlenmesi için yeterli büyüklükte ve uygun sayıda güneş alan oturma odaları olmalıdır. Bütün oturma odaları kuzeye bakmamalıdır.



Şekil 8-17: Gürültünün önlendiği mekanların yer aldığı müstakil evlerin temel planı, W = oturma, E = yemek, S = uyumak, K = mutfak, B = Banyo, DU = Duş, WC = tuvalet, EG = zemin kat, OG = üst kat



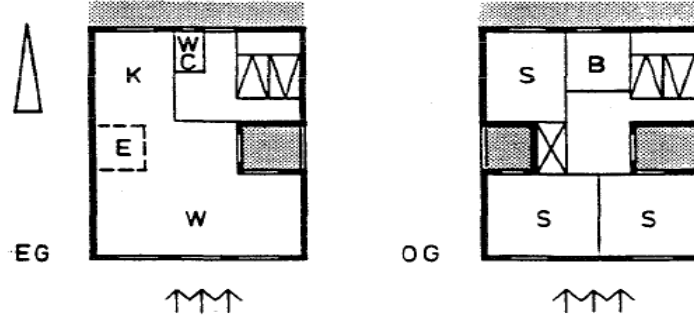
Şekil 8-18: Güney tarafta bulunan bir yolun gürültü önleyici pencere ile düzenlenmesi.

Güneş ve gürültü tarafının birleşmesi durumunda bu hedefleri uyumlu hale getirmek için pencere düzeni konusunda üç olanak düşünülebilir:

- Örneğin hem kuzey hem de aynı anda doğu veya batı yönüne bakan sessiz mekânlar ayrı olarak havalandırma ve güneş almaya yarayan her iki dış cephede pencereler takılır. Gürültülü, güneş alan mekânlardan sessiz tarafa uzanan mekânlar oluşturulmaya çalışılmaktadır. Buna büyük oturma veya yatak odalarında nispeten daha kolay ulaşılır. Daha küçük oturma veya yatak odalarında gerekirse binada değişikliklerin yapılması yardımcı olur. Bu odaların da her iki tarafına pencere takılır.
- Birden fazla oturma odasının bulunduğu konutlarda bir kısmı sessiz (yatak odaları) olan, bir kısmı güneş alan bina tarafına (günlük konut mekânları) konumlandırılır. İkincisi için zor durumlarda ek olarak ses yalıtan veya dolaylı havalandırma olanakları öngörülebilir.

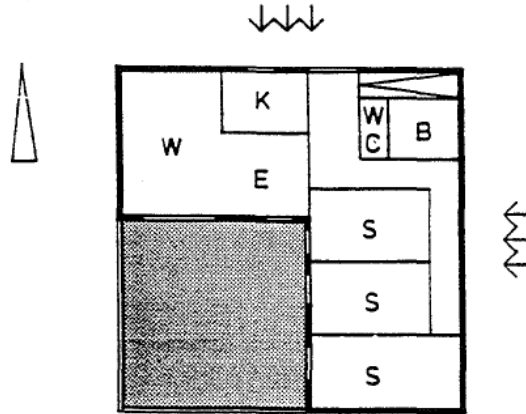
Tarif edilen türdeki çözümler trafik yoğunluğuna sahip olan yolun konut konumunun manzara tarafından geçmesi halinde bile önerilir.

Gürültü yönüne bakan pencereler yeterli ses yalıtım – ölçüleri göstermelidir ve kapalı kalmalıdır. Sessiz havalandırma gürültüden uzak tutulmuş bir pencereden sağlanır. Başka bir imkân gürültüden izole edilmiş küçük iç avlu (şekil 19) veya uygun şekilde geriye çekilmiş bina parçaları üzerinden havalandırma, ki burada izolasyon etkisinin yansması nedeniyle azalmamasına mutlaka dikkat edilmelidir.

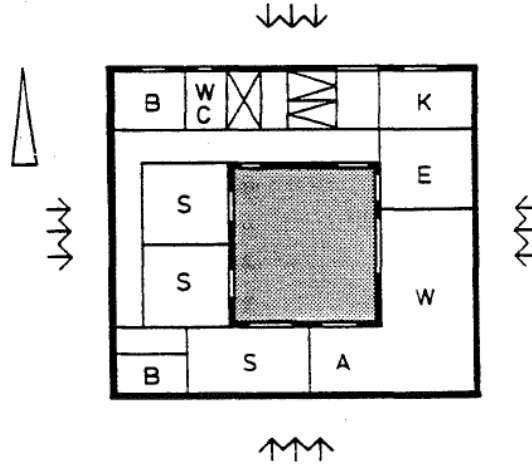


Resim 8-19: İzole edilen bir iç avluya bakan havalandırma pencereleri

Tekli veya ikiz müstakil evler için temel plan oluşumu eğer karayolu gürültüsü imar arsasına birden çok yönden etki etmesi durumunda sorunlu olur. O zaman, açılı veya bahçe avlulu ev veya istisna durumunda tüm mekânların izolasyonlu bir iç avluya doğru yöneltilmiş eksiksiz atrium evin tamamı gibi “özel formlar” gerekir (Şekiller 8-20 ve 8-21)..



Şekil 8-20: Bahçe avlu evi

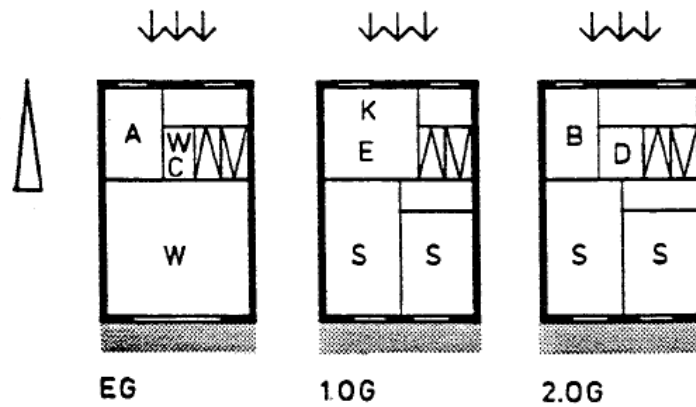


Şekil 8-21: Atrium evi

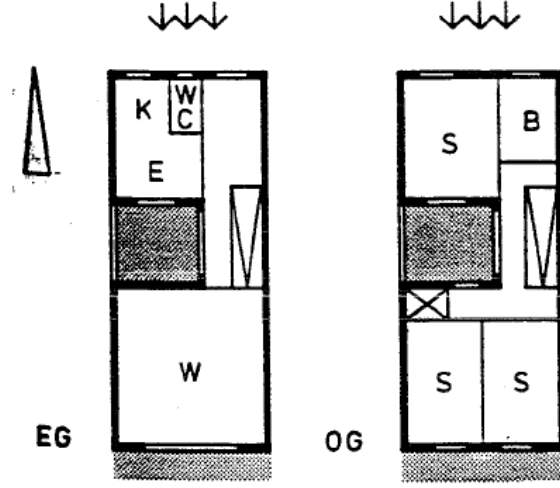
Benzer bir etki ek bahçe duvarları ve yan binalarla da elde edilebilir. İzolasyonun iyileştirilmesi için açılı ev tiplerinde yola karşılık 45 derecelik bir çevirme yapmak avantajlı olur.

8.3.4.2. Sıra Evler

Çoğu sıra ev tiplerinin temel planları 2 katlı olup, oturma ya da yatak odalarının her iki ev cephesine bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Salt sessiz konut yönleri için pencere takılması veya konum değişikliği, daha büyük ev genişliklerini gerektirir ki buradaki ekonomik koşullara bağlı arsaların darlığı buna mani olmaktadır. Böylece sadece oturma mekânların çok merdiven kullanma gerekliliğinden dolayı rahat olmayan veya daha önce anılan daha küçük, özellikle havalandırmaya yarayan “iç avlunun” bulunduğu 3 kata dağılması imkanı kalmaktadır. Bu ise daha derin imar arsalarını gerektirir ve güney veya batı tarafından sızan trafik gürültüsünde elverişli bir çözümdür (Şekiller 8-22 ve 8-23)..



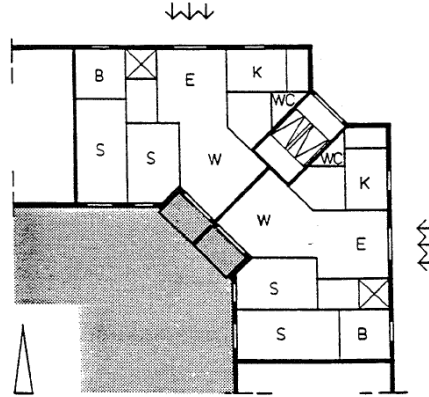
Şekil 8-22: Gürültüden arınmış mekan yerleşimli üç katlı sıra ev tipi



Şekil 8-23: Küçük, korumalı iç avlusu olan sıralı ev

8.3.4.3. Çok Aileli Evler (Apartmanlar)

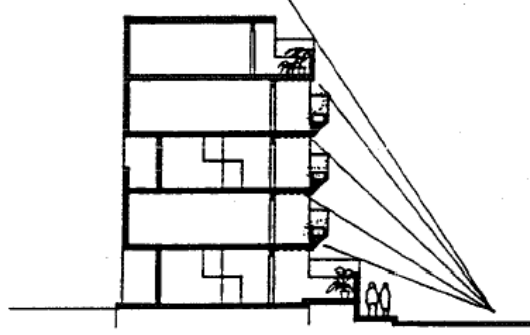
Çok aileli evler veya konut bloklarındaki ses korumasına uygun temel plan hazırlığı, kesinlikle daha önce ele alınan ev tiplerinden daha farklı değildir. Burada elverişli görülen ev tipleri, daha konumlandırma itibarıyla mümkün olduğunca çok oturma ve dinlenme mekânların bir yöne –burada gürültüden arınmış yöne- yerleştirilmeye çalışıldığı pergoleli evlerdir. Buna bilinen 2 ve 3 bloklu sitelerde de gerekirse binaların uygun derinlik sıralamasının yapılmasıyla da sağlanabilir.



Şekil 8-24: Avlu imar değişikliğinin kuzey doğu köşesinin temel planı

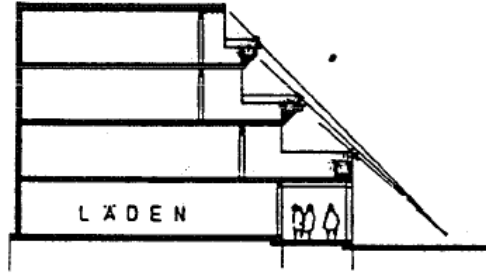
Şayet trafiğin yoğun olduğu yol, binanın güneyinden geçiyorsa, bilinen diğer temel planlar burada da bir yandan oturma mekânlarının güneş almayla, öte yandan havalandırmayla ilgili koşulları artık karşılamamaktadır. Binanın içeriye alınmasıyla ve çift katlı konutların düzenlenmesiyle bu sorun ancak kısmen aşılabılır.

Güneş alan taraftan gelen gürültüye yönelik daha çok bilinen çözüm, “teras evleridir”.Korkuluklar burada geriye alınan oturma mekânları için, cam duvarlar ile etkisi güçlendirilen bir ses koruması sağlarlar.



Şekil 8-25:Yüksek korkuluklarla balkonların ve çatı terasların izole edilmesi

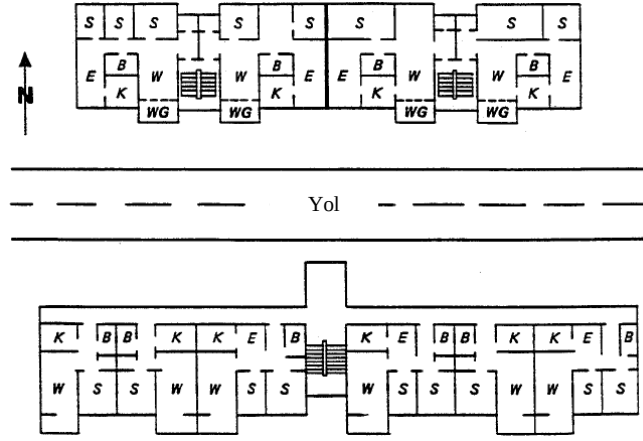
Eğer arsa yolun yakınında bulunuyorsa o zaman ekonomik, avantajlı, nispeten dik bir teraslama mümkündür. Bu konumda bulunan diğer alışagelen binalardaki geriye alınmış çatı terası konutları da kolayca izole edilir (Şekiller 8-25 ve 8-26).



Şekil 8-26: Yola yakın bir binanın teraslanması

8.3.4.4. Kış Bahçeleri

Kış bahçeleri, şekil bakımından oldukça ilginç olan ve özellikle trafik gürültüsüne maruz kalan güney cephe için daha avantajlar sunan bir çözümdür (Şekil 8-27). Fiziksel yapı bakımından kış bahçeleri bir yandan gürültüden korunması diğer yandan ısı tamponu teşkil eder. Sakinleri tarafından bir kış bahçesi memnun edici “geçiş alanı” olarak görülür. Ancak tek cam düzenlemeli kış bahçeleri sesten korumanın iyileştirilmesinde çok düşük bir etki sağlar.

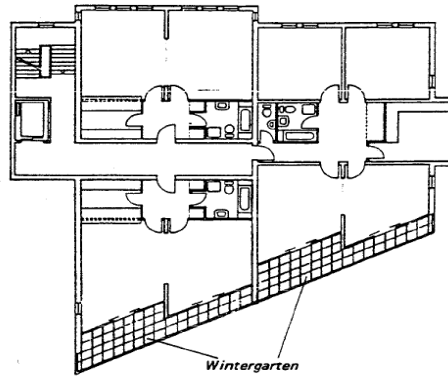


Şekil 8-27: Kış bahçeleri (KB) göz önünde tutularak gürültü duyarlı mekânların dağılımı

Ses yalıtıan kış bahçe cephesi örneğin büyük cam bölmeli alanların bulunduğu, 3 katlı mekânsal camlardan oluşur, yani kış bahçesinden. Bu mekânsal 3 katlı camlama sestten korunmayı garanti eder. Yaklaşık 70 db(A)'lık trafik gürültüsü bu durumda 45 dB(A) değerinde düşürülür, bu demektir ki kalan 25dB(A) gece saatlerinde yatak odaları için istenen 30 dB(A)'lık değerden daha azdır. Ses yalıtımlı sürekli havalandırıcılar, kapalı pencereler olsa dahi kış bahçelerini havalandırırlar ve terleme sonucu su oluşumunu ve ısı birikimlerini önlerler.

Kış bahçeleri ısıtılmalı olmadıkları için bir ısı tamponu oluştururlar. Bu da ısı maliyetini düşürür.

Bir kış bahçenin oluşturulması balkondan daha zahmetli ve pahalıdır. Ancak gerek işlevsel (konut değeri) gerekse fiziksel yapı (ses ve ısı koruması) avantajları, yüksek trafik gürültüsü kullanımı kuşkulu olan balkon ile kıyaslandığında, daha ağır basmaktadır ve kış bahçelerini uygun yapısal şehir durumlarında tercih sebebi olmaktadır (Şekil 8-28).



Şekil 8-28: “Ses benti” olarak kış bahçeli cepheler

8.3.5. Tamlamayıcı Koruma Önlemleri

İzole edilen bölgenin içinde “araç trafiği” gürültüsü rahatsızlığını engellemek için, otopark alanlarının imar bölgesinin dışında, sınırlandırılmış bir kısmında yoğunlaştırılması gerekir. Geriye almadan bir dönüş imkanı sağlamak için, konut yollarının dönüşü imkanı veren bir kıvrımla yapılmalıdır. Sesten korunmaya uygun bina şekillerinin yanı sıra imar planı da ayrıca tamamlayıcı veya bağımsız olarak, duvar veya toprak izolasyonları şeklinde etkin koruma önlemlerini öngörebilir.

Bu tür tesislerin yapımı, gerek imar arsası üzerinde her bir binanın ve ona ait serbest alanların, gerekse imar bölgesinin kenarındaki veya trafik yolunda birden fazla arsanın korunması için mümkündür ve amaca uygundur.

İmar arsası üzerindeki tamamlayıcı önlemler, yan terasların ve dinlenme odalarının izolasyonunda kullanılmaktadır. Yola olan arsa sınırına doğru inşa edilmeleri halinde en azından zemin katta ve bahçedeki serbest alan bölgelerini toplamda izole edebilirler. Bu çözüm özellikle imar bölgesinin güney kenarında bulunan bir arsa için elverişlidir.

Meyilli konumlarda da arsa üzerinde yapılan duvarlarla sessiz alanlar yaratılabilir.

Kısmen cam olarak uygulanmaları sayesinde manzara ve güneş alma göz önünde bulundurulmuş olunur.

Literatür

[14] DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, November 1989 (Yüksek yapılarda ses koruması, Kasım 1989)

[15]VDI 2719, Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen, August 1987 (Pencere ve ona ait ek düzeneklerin ses yalıtımları, Ağustos 1987)

9. Ulusal Düzeyde Gürültüden Korunma Çalışmaları

9.1. Giriş

Bölüm 2.1’de, ulusal gürültüden korunma politikası için bir toplu düşüncenin geliştirilmesinin arzu edilen bir şey olduğu vurgulanmıştır. 3. ve 6. kısımlarda gürültü azaltma önlemlerinin aglomerasyonlarda uygulamaya konmasının önemi anlatılmış, burada kapsamlı ve çaba gerektiren bir ulusal politikanın gürültüden korunmaya ne şekilde katkı sağlayacağı tamamlayıcı olması bakımından ortaya konmuştur. Bir taraftan Çevresel Gürültü Yönetmeliğinin uygulamaya konmasına ilişkin sağladığı somut katkılar ele alınmış, fakat diğer taraftan da merkezi yönetim teşkilatının etkili bir gürültüden korunma politikasının gürültüden korunmaya dayalı izlenecek bir politika içinde tükenmemiş, tersine politikanın pek çok alanında aktif olabilen genel bir organizasyonun içindeki rolü anlatılmıştır.

9.2. Çevresel Gürültü Yönetmeliğinin Uygulamaya Konması

3. ve 6. kısımlarda – özellikle ana ulaşım yolları, ana demiryolları ve hava limanlarındaki gürültü kaynaklarında – yerinde alınacak önlemler paketinin sınırlı kaldığı hususuna açıklık getirilmiştir. Örneğin demiryolu ulaşımının azaltımı ile ilgili olarak taşıtların emisyonlarının düşürülmesinde en iyi ulusal düzeyde - hatta uluslararası ulaşım nedeniyle devletler üstü de olabilen – organize edilebilen bir hayli yüksek azaltma potansiyelleri vardır (örneğin yük vagonlarının modernize edilmesi yoluyla). Bu yüzden ulusal yönetim alanındaki, dahil edilmiş bir düşünce ile sonradan düzenlenen alanların katılımını sağlayacak yetkileri, eylem planı için daha etkin bir biçimde düzenlemek gerekir. Ulusal hükümlerin, eylem planının hedefleri doğrultusunda ele alınması ya da demiryolu hatları ve uzak mesafe karayolları gibi bölgeler üstü kaynaklarda bilhassa anlamlı ya da şart gibi görünmektedir.

9.3. Gürültüden Korunma Politikasının Organize Edilmesi

Çevresel Gürültü Yönetmeliğinin somut bir biçimde uygulamaya konmasının dışında, uzun vadeli bir gürültüden korunma politikasının iyileştirilmesi için çaba sarf edilmelidir. Bununla ilgili ilk çalışma sahası bu çabaların organize edilmesi ile başlar.

Ulusal düzeydeki gürültüden korunma politikasından çok sayıda Bakanlık sorumludur, örneğin Çevre, Sağlık, Ulaştırma, Bayındırlık, Sanayi, Ekonomi, Savunma Bakanlıkları vs.³⁸

Gürültüyü azaltma ile ilgili koruma düşüncesinin en iyi şekilde hakkını vermek, ancak ulusal gürültüden korunma politikasının sorumlulukları tek elden yürütülmesi ve Çevre Bakanlıkları bünyesine (muhtemelen Sağlık Bakanlığının bünyesine) dahil edilmesi ile mümkündür.

Böyle merkezi bir mercinin diğer bir görevi de ulusal ve yerel düzeyde sorumlu kurum ve kuruluşların işbirliğini organize etmektir. Bunun içine gürültü azaltma ile ilgili okullar ve yüksek okullardaki eğitim ve ileri eğitimi ve de araştırmanın finansmanını kapsayan gürültü sorununa yönelik vasıflı bir personelin yetiştirilmesi konusu da dahildir.

Önemli bir diğer ulusal görev de, gürültüden korunmaya ilişkin araçların (normlar, ölçüm ve hesaplama yönetmelikleri, trafiğe ve gürültüden korunmaya ilişkin veriler) iyileştirilmesidir.

Bu arada gürültüden korunma alanındaki pek çok yetkiler, Avrupa ve uluslararası kurumlara verilmiştir (AB, WHO, UN-ECE, ICAO, IMA, ISO vs.). Merkezi bir yönetime dayalı bir “Gürültüden Korunma Merkezinin” görevi, bu organizasyonlar içinde gürültü azaltmasına dair zorlayıcı standartlar konusunda katkıda bulunmaktır.

9.4. Mevzuat

Ulusal mevzuatın gürültüden korunma politikasında büyük bir ağırlığı vardır. Esas olarak hedef ve sınır değerlerini belirler ve gürültüden korunmanın görüş açılarını her bir planlama ve hukuki uygulamalarda tespit ve tayin eder ve tüm alanlardaki mercileri problemin çözümüne ilişkin önlemler almak üzere yetkilendirir.

9.4.1. Temel Haklar

Temel haklar, sağlıklı bir yaşam sürme hakkını garanti eder ve böylece sağlık bakımından riskleri de beraberinde getiren gürültülerden korunmayı sağlar. Mal varlığının korunması da gürültü açısından önem arz eder, çünkü örneğin gürültüye maruz kalan arazilerin değeri de düşmektedir.

³⁸ Örneğin askeri uçak gürültüsünden sorumludur.

9.4.2. Özel Hukuk

Pek çok gürültü uyuşmazlıklarında gürültüyü meydana getirenler ile gürültüden mağdur olanlar karşı karşıya gelir. Özel hukuk, bu uyuşmazlıkların adil bir şekilde nasıl çözüleceğine ve “meydana getiren prensibinin” geçerlilik kazanmasına dair düzenlemeleri içermelidir.

9.4.3. İdari Hukuk

İdari Hukuk genel bir biçimde vatandaşların idari işlemlerdeki (sorumluluklar, bürokratik yollar, vadeler, form talepleri vs.) haklarını düzenler. Gürültü açısından önemli pek çok planlama İdari Hukukun alanına girmektedir. Öyle planlanma yapılmalıdır ki, mağdur olanlar, idari işlemlerle ilgili haklarını basit bir biçimde arayabilmelidir. İdare Yasası bundan sonra gelen hukuki alanlarda netleştirilmiştir:

9.4.4. İmisyon Koruma Hukuku

İmisyon koruma hukuku, gürültüden korunmaya yönelik ulusal düzenlemelerin çekirdeğini oluşturur. Tüm gürültü problemlerinin kapsamlı bir biçimde düzenlenmesi için gayret gösterilmelidir, çünkü ancak bu şekilde **çok sayıda** kaynağa yönelik korunma hedeflerinin etkili olabilmesi garanti edilebilir (Genel Gürültüden Korunma Kanunu). Her bir kaynak için verilen hükümlerin birbiriyle uyumlu olması ve bunların etkileme derecesinin dikkate alınması gerekir. İmisyon koruma hukuku, yalnızca yeni kaynaklara ilişkin onayları kapsamamalı, aynı zamanda var olanlar üzerinde de uygulanabilir olmalıdır, yani Çevresel Gürültü Yönetmeliğinin uygulamaya konması ile ilgili somut hedefler ortaya konmalıdır. “Genişleyen Yerleşim Yeri Yapılaşması” ile ilgili problem için de aynı şekilde sınır değerlerinin tespit edilmesi gerekir. Gürültüden korunma hususu, imisyon hukukuna dayalı genel anlamda onaylara ve kontrollere dahil edilmelidir.

9.4.5. İhtisas Alanına Yönelik Planlama Hukuku

Gürültüden korunmanın bakış açıları, inşaat ve inşaat planlama hukukuna, yol, demiryolu ve havayolu ulaşım hukukuna yönelik uzmanlık gerektiren planlamalara dahil edilmeli ve imisyon koruma hukuku ile uyumlaştırılmalıdır. İhtisas alanına yönelik planlamalar, imisyon koruma hukukuna açıkça yapılan bir göndermenin yanı

sıra Bölüm 3 ila 6'da yer alan çok sayıdaki önlemler için gerekli olan her bir yetkilendirme konusunu da içermelidir (buna örnek olarak gürültüye karşı korumak için sınır tahditleri gibi trafiğe ilişkin sınırlamalar). İhtisas alanına yönelik planlamalarda, gürültüden korunma düzenlemeleri yalnızca yeni alt yapıları değil, aynı zamanda mevcut sistemlerde yer alanları da kapsamalıdır.

İhtisas alanına yönelik planlama hukukunun özel bir alanı da taşıtların ruhsat almasıdır. Gerçi artık bunun için, çok az bir istisna dışında, devletler üstü hükümler geçerlidir. Fakat bu hükümlere uyulup uyulmadığının kontrol ve gözetim işi halen ulusal düzeyde yürütülmektedir.

9.5. Hukuki Yol

Gürültü nedeniyle mağdur olanların şikayetlerini adli yoldan da inceletme ve dava açabilme hakları olmalıdır. Bunun için tüm mercilerde konunun uzmanı hakimlere ihtiyaç vardır.

9.6. Fiyat Politikası (Harici Maliyetlerin İçselleştirilmesi)

Fiyat politikası ile ilgili araçların, çevreci mallar planlama prosedürleri ile korunmadıkları sürece çoğu zaman piyasa koşullarından uzaklaştırıldığından ve bedava kullanıldığından çevre politikasında önemli bir yeri vardır. Gürültüler de, herhangi bir maddi karşılığı olmadan geniş alanlarda meydana getirilebilmektedir. Fiyat politikası ile ilgili araçların bu gibi durumlardaki fonksiyonu, çevreye verilen ve şimdiye kadar toplumun katlandığı (harici maliyetler³⁹) zararların masraflarla donatılarak içselleştirilmesidir. Gürültüden korunma politikasında, uçuş trafiğinde alınan gürültüye bağlı iniş ücretleri klasik bir örnektir. Çevreye verilen zararları azaltacak sübvansiyonların düşürülmesi de konuyu tamamlayıcı niteliktedir⁴⁰.

Hava için zararlı maddeler, gürültü ve sera gazları gibi ulaşım dayalı olarak çevreye verilen zararlar söz konusu olduğunda, içselleştirmenin parametreleri olarak sürüş performansı ve taşıt özelliklerini seçerek ortak bir adım atmak yerinde olacaktır. Bu bağlamdaki araçlar akaryakıt ve ağır vasıta vergileridir. Alternatif olarak ya da bunlara ilaveten trafiğin idaresine yönelik alt yapıların kullanımı ile ilgili ücretler de konabilir (trafiğin azaltımını hedefleyen Londra ve Stockholm'deki kent gümrük resmi Road

³⁹ Bu maliyetlerin miktarlarına ilişkin bkz. Bölüm 2.5

⁴⁰ Bu türdeki sübvansiyonlar için örnek tasarrufa dayanan - politik nedenlerden dolayı sağlanan, fakat trafik artışına yol açan ihracat muafiyetleridir.

Pricing somut örneklerinde olduğu gibi). Bu kullanım ücretleri ayrıca, emisyonlara göre ölçülen tazmin paylarını da içerebilir (yukarıda belirtilen ve çok sayıda hava limanında uygulanan gürültüye bağıli iniş ücretleri, İsviçre'deki demiryolu ulaşımı için gürültüye bağıli hat fiyatları ve Almanya'daki zararlı maddelere bağıli kamyon gümrük resmi örnek gösterilebilir). Devletin görevi, bu araçlar için ulusal, bölgesel ve yerel düzeyde çerçeve şartlarını uygulamaya koymaktır.

Böylece vergiler, harçlar ve sübvansiyonların düşürülmesi yoluyla sağlanan ve ulusal para politikası ile birlikte gürültüden korunma politikasına önemli bir katkıda bulunmak mümkün olmaktadır. Devletin ayrıca, bölgesel ve yerel düzeyde konulan fiyat araçlarına ilişkin çerçeve şartlarını belirlemesi gerekir.

9.7. Hazine Politikası

Çoğu zaman gürültüden korunma çalışmaları, örneğin ulaşım yollarındaki gürültü perdeleri ya da taşıtlarda alınan ek önlemler gibi çok para tutmaktadır. Gürültüyü meydana getirene hak ettiğı gibi bir külfet yüklenemediğı durumlarda ya da devletin kendisi gürültüyü meydana getiren unsur olduğunda (alt yapı inşaatlarında olduğu gibi), gerekli olan gürültüden korunma önlemlerini devletin finanse etmesi gerekir. Her şeyden önce önemli olan, finansal akışın somut yerel uygulamalardan sorumlu olan idari birimlere kadar sağlanabilmesidir. Ayrıca araştırmaların ve eğitimlerin ve de araçların geliştirilmesinin, kapsamlı bir veritabanı oluşturulması da dahil olmak üzere, teşvik edilebilmesi için yeterli sayıda finansal kaynak hazır bulundurulmalıdır.

Gürültü Bariyerlerinin Tasarlanması

(Kaynak: Empfehlungen für die Gestaltung von Lärmschutzanlagen an Straßen, Ausgabe 2005, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Karayollarındaki Gürültü Bariyerlerinin Tasarlanmasına ilişkin Tavsiyeler, 2005 Baskısı, Karayolları ve Ulaşım Araştırma Şirketi))

A.0. Giriş

Çoğu zaman gürültü bariyerleri, oldukça yüksek ve bir hayli görsel rahatsızlıklara yol açabilecek, optik açıdan baskın yapılar şeklindedir. Bu yüzden gürültü bariyerlerinin görüntüsüne ve tasarlanmasına büyük önem verilmesi gerekir. İnsanlara hitap eden gürültüden korunma sistemlerinde kabul edilen ve öznel algılanan akustik etkiler daha fazladır.

Gürültü bariyerleri yolların ayrılmaz bir parçası olarak görülmelidir. Gürültü bariyerlerinin boyutlandırılması ve yapım tekniği ve akustik talepler için tecrübeye dayalı denenmiş düzenlemeler elde mevcut olmasına rağmen planlayıcı, çoğunlukla tasarıma ilişkin pek çok soru işareti ile baş başa kalır. Bu yüzden “Gürültü Bariyerlerinin Karayollarında Tasarlanmasına ilişkin Tavsiyeler” konusu ele alınmıştır. Burada gürültü bariyerlerinin çevresel ve estetik açıdan uygun bir tasarımı için öneriler ve bilgiler yer almaktadır.

A.1. Genel Tasarım Esasları

A.1.1. Optik Algılama

Araç sürücüsü gürültü bariyerlerini karayolunun bir parçası olarak görür. Sürücünün içinde bulunduğu ve araba kullanmaya yönelik konsantrasyon ihtiyacı nedeniyle araç yolu istikametindeki yapı, ilk anda kaba bir şekil olarak algılanır. Detaylar hızın artması ile kaybolur. Bir trende ya da otobüste yan koltukta oturan ya da misafir yolcu olan bir kişi, ağırlıklı olarak bir gürültü bariyerini, gözleri ile görsel etkisini algılamaya çalışarak - bilinçli ya da bilinçsiz bir şekilde –, içinden geçtikleri kırsal alanın ya da şehir sahasının bir parçası olarak görür. Ancak sürücüler ve yan koltukta oturanlar / misafir yolcular için gürültü bariyeri, manzaraya dair görüntü serbestliğinin önlenmesi ya da şehrin görüntüsünün bozulması anlamına gelmektedir.

Son olarak bir gürültü bariyerini bitişik arazide oturanlar, yakın çevrelerinin daimi bir parçası olarak görürler. Bu hususun araç yoluna bakmayan tarafın tasarlanmasında dikkate alınması gerekir.



Resim A-1: Bitişik arazide oturanlara dönük tarafın iç karartıcı bir tasarımı, negatif bir örnek

A.1.2. Tasarım Hedefleri

Gürültü bariyerleri, algıladığımız çevremizde göze batan birer unsur olmaktadır (Resim A-1). Bir gürültü bariyeri daha taslak aşamasındayken, sağlam ve ekonomik konstrüksiyonunun yanı sıra tasarım ve yapının çevresine uyumlu hale getirilmesi konularına yeterince dikkat edilmelidir.

Tasarım, ilk etapta şekil vermek demektir. Bu husus dış şekli ve yapısal oluşumu ile yapının bulunduğu çevre içindeki ölçeğini belirler. Şekil verme konusu tamamen teknik ve ekonomik bakış açıları doğrultusunda ise gürültü bariyerleri, pek çok durumda gelişmiş şehirleri rahatsız edecek ya da az çok manzara görüntüsünü bozacaktır.

Bu yüzden hedef, gürültü bariyerlerinin çevrelerine uyumlu bir biçimde dahil olacak şekilde ve izleyenler tarafından yabancı bir cisim olarak algılanmayacak şekilde tasarlanmaları olmalıdır. Uyumlu bir tasarım ve yapının manzaraya ve çevreye dahil edilmesi, buna uygun ve çevrenin karakterini yansıtan yapı şekilleri, yapı türleri, yapı malzemesi ve renklendirmenin seçilmesi ile elde edilebilir.

Ağaçlar, çalılıklar ya da sarmaşık gibi bitkilerin dikilmesi sayesinde çevreye uyumlu hale getirme sorunu bir hayli iyileştirilmiş olacaktır. Bitkiler, mevsime göre değişen renkleri ve yapraklar, çiçekler, meyveler ve görünüşlerindeki farklı şekiller ile görüntüye bir çeşitlilik katmaktadır.

Oturanların bulunduğu arazilerin hemen yakınında çok işlevli bir kullanım ön görülebilir. Gürültü perdelerinin taşıt yoluna bakmayan tarafı, bitişiğinde oturanların arazilerindeki garajlara, kulübelere, oyun sahalarına vs. dahil edilebilir.

Bu yüzden gürültü bariyerinin türü konusunda verilecek kararda, kullanılabilecek mevcut alan ölçüsüne ve ses tekniğine ilişkin bakış açıları dikkate alınarak (ilgili hesaplama işlemine göre tespit edilir) kırsal alana özgü çeşitli unsurlara daima öncelik verilmesi gerekir. Bunu yaparken şu esaslar geçerli olacaktır:

- Her kırsal alan ya da şehir sahasının özelliği dikkate alınmalıdır.
- Bitkiler, toprak, taş ve ahşap gibi doğal tasarım elemanlarının tercih edilmesi ve bunların kullanılacak yere göre seçilmesi gerekir.
- Göze batmayan bir tasarım ve renklendirme çevreye uyumu kolaylaştırmaktadır.
- Sedler ve sed / perde kombinasyonları tasarımsal nedenlerden dolayı bir perde konstrüksiyonuna tercih edilmelidir.
- Monotonluğun önüne geçilmesi için çok uzun gürültü bariyerleri oluşturulmalıdır.
- Bir gürültü bariyerinin yüzeyinde farklı sistem ve renklerin küçük bir alanı kaplayacak ve uyumlu olmayacak şekilde değiştirilmesinin önlenmesi gerekir.
- Yoldaki trafiğin akış yönünde birbirini sık aralıklarla takip eden gürültü bariyerlerinin olması halinde, bunların tasarımsal bir biçimde birbirleri ile uyumlu olmaları sağlanmalıdır.
- Dar alanlar söz konusu ise var olan zemin alanı ile ilgili bitişik arazi lehine öncelik verilmelidir.
- Var olan yapıların dikkate alınması gerekir.

A.1.3. Taslak Çalışması

Bir taslağın ortaya konmasında ses geçirmezliği, trafik güvenliği, ekonomikliği (yapım maliyeti, kullanım ömrü, geri dönüşüm gibi) ve yapının bakımı gibi genel gereksinimlerinin yanı sıra şu noktalar da sistemin seçiminde dikkate alınmalıdır:

- Kullanılabilecek alan
- Bitişik arazinin kullanımı
- Kırsal alan ve yapı yönetim planı için keşif yapılması
- Yer ve kırsal manzara
- Gürültü bariyerinin yarattığı görüntü (bitişik arazi açısından, yol açısından)
- Bitişğinde oturanların kaygıları (araziye giriş, gölgeleme, görüntü, konut dışı mekanın kullanımı)
- Doğanın korunması ve kırsal alanın bakımı
- Bölge ikliminin değiştirilmesi (bunun yanı sıra gölge etkisi, soğuk hava nedeniyle çiy oluşumu),
- Yol tasnifleri (Yüksek konum, araziye yakınlık, alçak konum)
- Gürültü bariyerinin yol kesitindeki konumu (tek yönlü, iki yönlü, orta)
- Aktif ve pasif gürültü koruması arasında bir değerlendirme yapılması (özellikle perde yüksekliklerin sınırlandırılması konusunda)
- Zemin ve hidrolojik şartlar.

Karar verme süreci için umumi kaygıları taşıyanlar ve mağdur olanların bu sürece katılımları konusunun önceden kararlaştırılması tavsiye edilir. Karara ilişkin çözüm önerilerinin, genel olarak anlaşılabilecek biçimde ortaya konması bu konuda yardımcı olabilir (örneğin görünüşler, perspektifler, fotomontajlar, maketler gibi). Örneğin görüş açısının sınırlı olduğu ya da tahmin edilen gölgelemelerin yaşandığı durumlarda, ortama göre bu konunun değerlendirilmesine yönelik olarak kazık çakmak ve tahtadan kafes dikmek işe yaramaktadır. Daha yaşlı bitkilerin korunması ve gürültü bariyerlerine dahil edilmeleri gerekir.

A.1.4. Yeşillendirme Çalışması

Gürültü bariyerlerinin yeşillendirilmesi, bu yapıları çevrelerine dahil edebilmek, görünen taraflarını hafifletmek ve şekillendirmek için etkili bir yöntemdir (Resim A-2 ve A-3). Yeşillendirme çalışması, ya daha geri planda kalabilir ya da tasarıma hakim bir işlev üstlenebilir. Bunun yanı sıra grafitiye karşı etkili ve ucuz bir koruma sağlar.



Resim A-2: Bir beton perdenin yoğun biçimde yeşillendirilmesi



Resim A-3: Fide yastıkları kullanılarak yeşillendirme için yaratılan uygun çevre şartları

İç ve dış ekili alanlarda, bulundukları konuma göre yer yer çevre şartlarına bağlı olarak uygun ağaçlar seçilmelidir. Esas olarak yerel, çevreye özgü bitkilere öncelik verilmelidir. Gürültü bariyerlerinin yeşillendirilmesinde kullanılan bitkiler, çoğu zaman çok farklı ve çetin şartlara maruz kalırlar (Resim A-4). Bu yüzden kendilerine özgü büyüme özellikleri ile bulundukları çevreye uyum sağlayan türde bitkilerin ön görülmesi gerekir. Bunun dışında bitkilerin en iyi şekilde gelişmesi için kısmen de olsa, daha taslak çalışmaları aşamasında hesabının yapılması gereken önemli yapılanma şartlarının yaratılması zorunludur (Resim A-3).



Resim A-4: Bitkiler için uygunsuz çevre şartları

Diğer tasarım imkanları.

Böylece örneğin güneşe ve de ışınların yansımalarına maruz kalan ortamlardaki su ihtiyacı fazla olacaktır. Ancak suni bir sulama sisteminden mümkün olduğunca kaçınılması gerekir.

Ağaç türlerinin seçimi, her şeyden önce şu kriterlere göre yapılır:

- Spesifik büyüme özellikleri
- Tasarım hedefi
- Su ihtiyacı
- Aydınlik alan

- Yeşillik alanı
- Bitkilerin olduğu bölgenin sergilenme biçimi
- Trafiğe bağlı emisyonlar ve olumsuzluklar
- Gürültü bariyerinin yüksekliği ve eğimi
- Bakım ihtiyacı.

Yeni bitkilerin büyümesini garanti etmek için, bunların yetiştirilmesine yönelik düzenli bakımlarının yapılması gerekir. Ayrıca ilave edilen bitki yetiştirme bakımının kapsamı, bitkilerin bulunduğu her bir çevre şartına bağlıdır. Bu kapsam, bitkiler içinde yetiştikleri mikro klima şartlarını bizzat büyümeleri sayesinde iyileştirdikleri oranda azaltılır. Yetiştirme bakımı, çetin çevre şartlarında, ihtiyaç durumunda iki yıldan daha uzun bir süre için ön görülebilir. Fakat her bitki dikiminde hedef, daha sonraki bakım ihtiyaçlarının minimum düzeye inebildiği, dayanıklı ve daha çok kendi kendine yetebilen bitkisel varlıkların geliştirilmesi olmalıdır.

A.2. Gürültü Sedleri

Gürültü sedleri, bir yeşillendirme ile bağlantılı olarak çok çeşitli şekillerde ve dolayısıyla bulunduğu çevreye uyumlu bir şekilde dahil edilebilir. Buna ek olarak, yalnızca bitkilerin bakımı ile sınırlı kalan daha az bakıma ihtiyaç duymaktadır. Bunun dışında gürültü sedleri, oyuk yamaçlar gibi göründüklerinden sürücüler tarafından genel olarak rahatsız edici dar geçitler şeklinde algılanmayacaktır. Sedlerin taşıt yoluna doğru arkası dönük olan tarafı, bitişiğindeki kırsal alana dahil edilecek şekilde tasarlanabilir ve yüzey kısımları da bitişiğinde oturanların mülkiyetinde kalabilir.

A.2.1. Toprağı İşleme

Sedlere dahil edilen her moloz malzeme, sedde yapılan daha sonraki yeşillendirme çalışmalarını etkilemektedir. Bitki örtüsünün gelişimi için yeterli derecede bir sulama sisteminin olması, bitki yetişme özelliği olmayan tohum malzemenin ekiminde tohumların, kaba bileşenler içermeyen en az 1 m kalınlığında bir toprak malzeme içeren bir katman ile kapatılması gerekir.

A.2.2. Kesit ve Uzunlamasına Profil

Bir gürültü seddi, kesitin oluşturulması için ses teknik hesaplamanın yüksekliğe ve de kullanılacak alana dair verileri belirleyici olmaktadır. Bu veriler, bir takım tasarım

oyunlarına imkan veriyorsa, bitişik arazide yer alan yamaç yüzeyinin mümkün olduğunca yassı yapılması ve uygun bir modelleme ile kırsal alana yumuşak geçişlerle uyumlaştırılması gerekir (Resim A-5).



Resim A-5: Bir gürültü seddinin arka yüzünün şekillendirilmesi



Resim A-6: Yüksek gürültü siperlerinin yatay yönde oluşturulması

Yüksek ve dik yamaçlar, etekler oluşturularak sıralanabilir (Resim A-6). Yamaç bükülme noktaları, seddin ahenkli bir biçimde çevreye uyum sağlaması için daima yuvarlatılmalıdır. Karayolu yönündeki yamaç ayak noktasında yol yapım kurallarına uyulurken araziye dönük diğer tarafın da geniş bir biçimde yuvarlatılması için uğraş verilmelidir.

Tasarımsal nedenlerden ötürü yükseklik ve zemin bakımından çeşitlilik gösteren bir sırt çizgisi, ses teknik gereksinimler de dikkate alınarak istenilen şekilde olabilir. Bu şekilde uzun mesafelerde gürültü sedleri, taşıt yolu yönüne doğru daha etkili oluşturulabilir ve çeşitli şekillerde tasarlanabilir. Buna ek olarak yamaç eğimi çeşitlendirilebilir. Sırt çizgisinde, tasarım bakımından istenildiği gibi bir değişiklik yapılması durumunda, bu tasarımın daha sonra büyüyecek bitkilerden dolayı yok olmamasına dikkat edilmelidir. Optik açıdan hareketli bir sırt çizgisi, git gide yükselen ağaç gruplarının alçak kalan ağaç grupları ile düzenli olmayan bir biçimde yer değiştirmeleri ile de elde edilebilir.

Oyuk içindeki gürültü sedleri, taşıt yolu yönünde oyuğun yamaç eğimini takip etmelidir.

A.2.3. Başlangıç ve Bitiş Kısımları

Gürültü sedlerinin serbest başlangıç ve bitiş kısımları, tasarımsal nedenlerden ötürü mümkün olduğunca düz inmelidir. Şayet yerel şartlar izin veriyorsa, başlangıç ve bitiş kısımları, tabanda eşit bir biçimde yana kırılarak oluşturulabilecek başka bir tasarım imkanı da sunmaktadır.

Gürültü sedlerinin binalara geçiş kısımlarına ya da bağlantılarına tasarım ve ses teknik nedenlerden dolayı taslak çalışması çerçevesinde özel ilgi gösterilmelidir. Mümkün olduğunca gürültü sedleri, arazi oyuklarına geçiş yapmalı ya da bitişindeki bağlantı yapılarına kusursuz bir biçimde bağlanmalıdır.

A.2.4. Yeşillendirme Çalışması

Yeşillik, her şeyden önce gürültü seddini kırsal manzaranın içine dahil etmelidir. Bitkilerin yardımıyla seddin hatları yumuşatılabilir ya da tamamen kapatılabilir. Bir seddin yeşillendirilmesi ya da bitki ekilmesi, aynı zamanda seddin yüzeyini erozyona karşı da korur. Bir seddin yapımının tamamlanması ile yeşillendirme çalışmalarının arasında uzun bir süreç varsa, dik yamaç eğimlerinde bir ara yeşillendirme çalışmasının yapılması gerekir. Duruma göre canlı sed örgü şeklindeki yapı türleri bu amaca uygun olabilir.

Bakım masraflarını da azaltmak için gürültü sedlerine esas olarak ağaç dikilir. Ancak ağaçlar, her zaman kapalı ve düzgün bir biçimde dikilmemelidir, aksine hem bitki türlerinin seçiminde, hem de bunların düzenlenmesinde boş alanlarla çeşitlendirme yapılmalıdır. Belli durumlarda tamamen bir öncü dikimlerin gerçekleştirilmesi gerekebilir; kalan boş alanlar doğal gelişimlerine bırakılabilir. Ağaç ve çalılıkların seçiminde, gürültü seddinin içinde bulunduğu farklı çevre şartlarına dikkat edilmesi gerekir (örneğin moloz malzemenin değişen kalitesi, sınırlı su biriktirme kapasitesi, eriyen maddelerin etkisi, yokuşun eğimi, yamacın anayönlere doğru yönlendirilmesi, güneş ışınları, gölgeleme, erozyon tehlikesi gibi).

Bunun dışında seçim yapılırken ağaçların büyüme özellikleri de dikkate alınmalıdır. Bu durumda trafiğin olduğu alana doğru büyüyeceklerinden taşıt yoluna yakın yerlerde ağaç dikilmemelidir.

Gürültü sedlerinin yeşillendirilmesi için bir yeşillendirme planının yapılması gerekir.

3. Dik Sedler

Dik sedler, toprak sedler için yeterli alan olmaması durumunda dikkate alınabilirler. Dik sedler esas olarak beton, ahşap, metal ya da plastik gibi farklı malzemelerden üretilen çerçeve ya da kafes konstrüksiyonlardan meydana gelirler (Resim A-6). Boşluklar toprak ya da verimli bitki toprağı ile doldurulur.



Resim A-7: Yeşillendirilmiş bir dik sed

Bunun haricinde dik sedler, örneğin taşla doldurulmuş tel örgü sepetlerinden de oluşturulabilir.

Dik sedlerin alan ihtiyacı, eğimlerinden dolayı toprak sedlere göre belirgin bir biçimde daha azdır ve yaklaşık olarak her iki yüzü de yeşillendirilmiş bir gürültü perdesine karşılık gelmektedir. Bir dik seddin seçilip seçilmeyeceğinin kararı verilirken her iki yüzü de yeşillendirilmiş bir gürültü perdesine ile karşılaştırılarak seddin yapım, bakım ve duruma göre ek sulama maliyetleri de dikkate alınmalı ve değerlendirilmelidir.

Dik seddin çevreye uyumlaştırılması ya da başka bir yapı ile birleştirilmesi konusu, özellikle göz önünde bulundurulmalıdır (Resim A-7).

A.3.2. Bitki Teknik Şartlar

Yatay bir elemanın konumu değiştirildikten sonra toprak malzemenin söz konusu elemanların içine doldurulması ve elemanların arkasındaki boşlukların da kapatılması gerekir. Farklı genişlikteki standart elemanlar, dik sedlerin duvar basamakları ve nişlerle tasarlanmasına imkan sağlamaktadır. Bu sayede duruma göre daha güçlü büyüyen otların ekilmesi için bir ön koşul sağlanmış olmaktadır.

İyi bir bitki örtüsü için ön kısımda yer alan elemanlar arasındaki boşlukların uygun bir humuslu toprakla doldurulması önemlidir. Sık sık yaşanan çetin çevre şartları nedeniyle ilave bir başlangıç gübresinin kullanımından kaçınılmaması gerekir. Bir sulama sistemi, özellikle yüksek seviyedeki dik sedlerde, duruma göre gerekmektedir.

Doldurulan bitki kalıntılarının su tutma özelliği, humus ya da uygun anorganik maddelerle iyileştirilmelidir. Yine aynı şekilde kuru yaprak örtüsü ile toprağın su tutma özelliği iyileştirilebilir ve böylece otların sararması bir hayli engellenebilir. Dikim ve söküm çalışması ile bitki kalıntılarının hacmi azaltılır. Bu sayede meydana gelen boşlukların, bitkilerin yaşam şartlarının korunması ve ses geçiren delikleri kapatmak için doldurulması gerekir.

A.3.3. Yeşillendirme Çalışması

Söz konusu yapının yerel şartlara uyum sağlaması bakımından yeşillendirilmesi çok büyük önem kazanmaktadır. Dik sedlerde sürekli bir yeşillendirme çalışmasının yapılması çok zordur. Bitki kalıntılarının sınırlı oranda örtmesinden dolayı taşıyıcı sistemlerin, güneş ışınları ile ısınmasıyla birlikte yüksek oranda su ihtiyacı ve de çevreye göre daha büyük ısı değişimleri meydana gelmektedir. Burada ortak bir yer çekirdeği ile ilişkili olan bir bitki alanının yeterli genişlikte ve derinlikte olup olmadığı belirleyici olmaktadır. Sınırlı kök alanı nedeniyle az sayıdaki bitki türü seçenekleri, boyları alçak kalan çalılıklar, toprak örten ve de sarmaşık gibi bitkiler ile sınırlı kalmaktadır. Pek çok durumda bu gerçeğe aldırmadan bitkiler sadece, yerine göre de foto galvaniklerle çalıştırılan, suni bir sulama ile korunabilir. Ancak bu şekilde maliyetler bir hayli artmaktadır.

Bitkilerin kuraklık, rüzgar, donma ve eriyen tuzlara karşı büyüme özelliği ve dayanıklılık özelliğinin yanı sıra bitki türlerinin seçiminde dik seddin her bir anayöne ilişkin konumu da dikkate alınmalıdır. Her şeyden önce güneşe bakan konumlar bir

hayli kötü çevre şartları ve böylece kötü büyüme şartları yaratmaktadır. Süs bitkilerinden vazgeçilmelidir. Uygunsuz çevre şartlarından dolayı konteynır bitkilerin kullanılması tavsiye edilir. Yeşillendirme çalışması için bir yeşillendirme planının yapılması gerekir.

A.4. Gürültü Perdeleri

Gürültü perdeleri, kullanım için az bir alan olduğunda ya da, örneğin köprüler ve yüksek barajlarda olduğu gibi, esas olarak başka bir çözümün olmadığı durumlarda diğer sistemlere tercih edilmelidir.

A.4.1. Tasarım Hedefleri

Gürültü perdeleri, yerinde tasarımlara değer verilmesi gereken optik açıdan baskın yapılardır. Esas olarak mümkün olduğunca dikkat çekmeyecek şekilde çevreye dahil edilmelidirler (Resim A-8).

Gürültü perdeleri, özellikle yüksek yapılarda iç karartıcı ve daraltıcı etki yaratabilirler. Yüksek perdelerdeki “duvar” çağrışımının önüne geçilmelidir. Yakın mesafe yapılaşmalarda özellikle bitişik arazi yönünde ve yeterince yeşil alanın bulunmadığı yerlerde uygun bir tasarım yapılmasına dikkat edilmelidir.



Resim A-8: Çevreye dahil edilmiş bir gürültü perdesi



Resim A-9: Abartılı bir tasarım



Resim A-10: Dengeli bir tasarım



Resim A-11: Bir gürültü perdesinin şeffaf bir konstrüksiyonu



Şekil A-12: Yeterli aralıkta yatay kuş koruma şeritlerine sahip, yerleşim yerine yakın bir şeffaf perde (dikey şeritler kuşları daha çok tedirgin eder)

Örneğin dikkat çekici renklendirme ve birbiriyle bağlantısı olmayan geometrik unsurlar gibi göze batan tasarımlardan kaçınılmalıdır (Resim A-9). Bunun yerine tipik yerel unsurların ve malzemelerin dikkate alınması ve uygulanması gerekir. Birbirini tamamlayan bir diziliş, strüktür ve renk sayesinde dengeli konstrüksiyonlar elde edilebilir (Resim A-10). Daha az yapı malzemesi ve renk kullanımı için çaba gösterilmelidir.

Yeşillendirme yolu ile yapılan tasarımlara çok büyük önem verilmelidir. Bir gürültü perdesinin her iki yüzünün de yeşillendirilmesi sayesinde çevreye en iyi şekilde uyumu sağlanır (Resim A-8). Şayet ağaç ve çalılık dikilmesi için yer yoksa sarmaşık bitkilerin ön görülmesi gerekir (Resim A-25).

Yoğun yapılaşmalarda, köprüler ve özellikle şehir yapısına bağlı ortamlarda şeffaf gürültü perdeleri kullanılabilir (Resim A-11 ve A-12). Böyle durumlarda kuşlardan korunma konusu dikkate alınmalıdır.

Hemen bitişikte ya da aynı çevre bağlantısı içinde yer alan gürültü perdeleri, tasarım açısından birbirleri ile uyumlu hale getirilmelidir.

Bitişik arazi yönüne bakan yüzü ile taşıt yolu yönündeki algılama şartları, belirgin bir biçimde birbirinden farklı olduğundan, bitişik taraf yönünde taşıt yolu üzerindeki dışında başka bir tasarımın uygulanması (örneğin daha küçük kesimli) amaca uygun olabilir.

Gürültü perdeleri, spreyciler arasında git gide daha çok sevildiğinden, duvar yazılarını ya tamamen, ya da olumsuz yönde etkileyecek ve spreyci için kötü bir sonuç elde edecek şekilde yazmayı engelleyecek bir tasarım ya da yapım türü seçilmelidir. Perde yüzeyinin tamamının yeşillendirilmesi grafitiye karşı bir koruma olarak kendini kanıtlamıştır.

A.4.2. Yol Hizasının Takibi

Esas olarak bir gürültü perdesi serbest bir güzergah üzerinde taşıt yol kenarını ilgili kurallara uygun olarak 2,5 m'lik bir mesafe ile takip eder.



Resim A-13: Değişik şekilde görselleştirilmiş bir yol hizası takibi

Söz konusu mesafe kuralının dışına, ancak zorunlu noktalar, örneğin trafik levhalarının direkleri, var olan bitkiler ya da serbest bırakılması gereken görüş alanları nedeniyle çıkılabilir, fakat yine de değişik şekillerde görselleştirilmiş bir yol hizasının tasarlanması için bir imkan sunabilmektedir (Resim A-13 ve A-24). Yol hizası takibinin dışına çıkmak, akustik nedenlerden ötürü daha yüksek perdelerin kurulmasına yol açar.

A.4.3. Perde Görünüşü

A.4.3.1. Yüksekliğin Belirlenmesi

2 m'nin altındaki gürültü perdesi boylarından ekonomik nedenlerden dolayı kaçınılmalıdır. Çok yüksek duvarlar, özellikle karayolu bir baraj üzerinden geçiyorsa, bunları çevreye uyumlu bir biçimde dahil etmek için maliyetli bir tasarım yapılmasını gerektirebilir. Eğimli yokuşlarda perdenin üst yanı,

- Sürekli bir kenar akışını takip etmelidir,
- Perdenin tüm yüzeyin eşit olarak basamaklandırılmış olmalıdır,
- Daha fazla uzunluğa sahip basamakları olmalıdır (Resim A-13).



Resim A-14: Duvar üst kenarının basamaklandırılması



Resim A-15: Üst kenar akışının tasarımı

Perde üst kenarı, özel elemanlarla değişiklik yaratacak şekilde tasarlanmışsa (Resim A-14), o zaman buralarda düzensiz etki yaratan bir kenar akışının önüne geçmek için araya mesafeler konmalıdır.

Beton ayak elemanlarının boyu konusunda, eğimli yokuşun devamı da dikkate alınarak, perde yüksekliği ile orantılı bir ölçü seçilmelidir. Fakat banketten 0,5 m'den fazla yükseklikteki ayaklardan kaçınılmalıdır. Beton ayaklar, esas olarak kısmen var olan koruyucu sarmaşık bitkileri ya da başka bir yerden getirilip dikilecek olan bitkiler nedeniyle kaplanacağından ya da kısa bir süre sonra yoldan sıçrayan sularla kirleneceğinden kaplamasız bırakılmalıdır.



Resim A-16: Değişiklik yaratan uzunlamasına dizilim şekli



Resim A-17: Düzensiz dizilim

A.4.3.2. Uzunlamasına Dizilim

Bir perdenin kabaca dizilmesi, tasarım elemanları, direklerin türü ve düzenlenme biçimi ve ayak elemanlarının ölçülmesi ile gerçekleşir. Direklerin biçim ve renkleri sayesinde uzunlamasına daha zarif bir dizilim elde edilebilir (Resim A-26). Uzun perdelerde tasarım aracı olarak ayrıca;

- Malzemenin değiştirilmesi,
- Yüzey strüktürünün değiştirilmesi,
- Farklı renk uygulaması

söz konusu olmaktadır (Resimler A-10, A-16 ve A-23).

Kısa perdelerde malzeme, strüktür, renk ve özellikle sistem değişikliğinden kaçınılmalıdır (Resim A-17). İstisnai durumlarda yapılaşmanın olduğu bölgelerin sınırları içinde ya da belirgin yönlendirme noktalarında gürültü perdelerinin özel elemanlarla vurgulanması sağlanabilir. Böylesine dikkat çekici olmakla birlikte yine de dikkati dağıtmayan bir tasarımın sürekli kabul görebilmesi için yüksek kalitede olması gerekir.

A.4.3.3. Malzeme ve Yüzey Tasarımı

Çoğunlukla malzeme ve konstrüksiyon, bir gürültü perdesinin temel yapısını ortaya koymaktadır. Perde elemanları olarak kullanılan malzemeler şunlardır:

- Beton
- Ahşap
- Hafif metal
- Şeffaf malzemeler
- Doğal taş
- Tuğla duvar

Malzeme yerel şartlara bağlı olarak seçilir.

Tasarımın şekli, gürültü perdelerine tırmanmayı teşvik edecek şekilde olmamalıdır. Kalıp halindeki plastik unsurlarla süslemelerden kesinlikle kaçınılmalıdır (Resim A-9). Bitişik arazide eskiden kalma bitkiler varsa ya da yüksek ve sık bitkilerin dikimi kabul edilirse, duvarların yapısına, şekline ve rengine yönelik özel beklentiler ortadan kalkar.

A.4.3.4. Renklendirme

Gürültü perdelerinin görüntüsünde, ışık ve gölgelerin de etkisiyle renkler önemli ölçüde belirleyici olmaktadır. Renk, bir perdenin yerel ve kırsal manzaraya dahil olması bakımından çok önemlidir (Resimler A-10 ve A-19). Esas olarak şu hususlar geçerlidir:

- Bir renklendirme ne kadar sade olursa, gürültü perdesi de çevresine bir o kadar iyi uyum sağlar.
- Sık ve küçük çaplı uygulanan renk değişikliklerinden kaçınılmalıdır (Resim A-17)
- Örneğin doğal taş, ahşap, tuğla gibi doğal malzemelerin kendi renkleri, yapay renk katmanlarına tercih edilmelidir.

Doğadaki renk geçişlerinin, değişik renklerdeki üst üste dizilmiş renk bantları (örneğin hafif metal perdelerdeki katmanlı kasetler gibi) ile taklit edilmesi, esas olarak hiç de memnuniyet verici sonuçlara götürmemektedir. Direklerin perde elemanlarına karşı farklı renge boyanması, değişiklik yaratan bir tasarım imkanı sunmaktadır (Resim A-10). Renklendirmede perde kısımlarında yapılabilecek olası yer değiştirmeler ve de

renk katmanının güneş ışınları, hava şartlarının etkisi ve kirlenmeler ile eskimesi de göz önünde bulundurulmalıdır. Her durumda çok açık (Resim A-18) ve de çok koyu renklerden de kaçınılması gerekir.

Renk seçimi, her kırsal bölgenin doğal ve yapay unsurlarla (örneğin bitki örtüsü, taşlar, toprak, bina cepheleri, çatılar gibi) kendini ortaya koyan karakterine yakışır olmalıdır.

Pastel tonlar, uyarıcı renkler, siyah ve beyaz renklerden uzak durulmalıdır. Sıklıkla “toprak renkleri”, yani kiremit renginden açık kahve rengine kadar olan renk tonları kullanılmalıdır (Resim A-16). Yeşil renk tonlarının seçiminde, doğada bulunan renklere göre yapay bir izlenim bırakabileceğinden özel bir itina gösterilmelidir.



Resim A-18: Çok parlak bir renk tasarımı



Resim A-19: Çevreden esinlenilmiş bir renk seçimi

A.4.4. Özel Kısımlar

Çoğu zaman tasarımda, başlangıç ve bitiş noktaları ve de alt geçit ve üst geçitlere olan bağlantı noktaları zorluk çıkarmaktadır.

A.4.4.1. Başlangıç ve Bitiş Kısımları

Bir gürültü perdesinin başlangıç ve bitiş kısımları, gürültü tekniği ve ekonomik açıdan savunulabildiği ve yerel şartlar elverdiği sürece alt geçitlere, arazi oyuklarına ya da diğer belirgin arazi noktalarına yerleştirilmelidir. Aksi takdirde başlangıç ya da son kısımlar, bitki grupları ile çevrelenerek mimari tasarım elemanları ile vurgulanması için - özellikle şehir sahalarında – çaba gösterilmeyecekse, karayolu hattı tasarımının bütününe dahil edilebilir (Resim A-20). Herhangi bir ilave tasarımsal önlemin alınmadığı bir perdenin, tüm boyutlarıyla başlamasını ve sonlanmasını sağlamak optik açıdan elverişli değildir.



Resim A-20: Bir gürültü perdesinin basamaklı başlangıcı

A.4.4.2. Üst Geçitlerle Bağlantı

Üst geçitlerdeki köprü ayaklarının çok olması, gürültü perdeleri için bazı durumlarda farklı bağlantı modellerini gerektirmektedir. Gürültü perdesinin hizasında bulunan köprü ayakları, perde bağlantıları ya da gürültü perdesinin köprünün altına çekilebildiği durumlar tasarım açısından herhangi bir sorun yaratmamaktadır. Şayet perde, köprü ayaklarının hizasına bağlanamıyorsa, köprü ayağına bağlantısı mümkün olduğunca uzun tutulmuş bir geçiş bağlantısı ile yapılmalıdır. Perdelerin direklere bağlanmasında olduğu gibi, burada da özel bir itina gösterilmesi şarttır.

A-4.4.3. Köprülerde Gürültü Perdeleri

Kısa köprülerdeki başlık kirişi genişliğinin (köprü kanadı mesafesi yaklaşık 30 m kadar) uygulama kurallarının dışına çıkılarak, perde için bağlantı yapılan yol kesimlerinde olduğu gibi, taşıt yoluna aynı mesafede kurulmasına imkan tanıyacak şekilde seçilmesi gerekir. Şayet köprü başlık kirişleri, perde için tek bir mesafe ölçüsüne imkan vermiyorsa, geçiş bağlantıları uzun tutulabilir ya da aralıklı olarak uygulanabilir. (Resim A-21). Duruma göre buralarda meydana gelen alanlara bitki

dikilmesi öngörülebilir. Örnek olarak dar bir üst yapının hafifliği, üzerine oturtulan ve şeffaf olmayan bir gürültü perdesi ile hemen kaybolur, ki buralarda şeffaf elemanların kullanılması tavsiye edilir.

Köprüden geçen ağır vasıta sürücüleri için de, şeffaf olmayandan şeffaf olana yönelik bir sistem değişikliği, yapının durumuna açıklık getirecek ve bir yön tayini sağlayacaktır.

İki köprü arasındaki kanat mesafesi 200 m'den az ise, taşıt yolu kenarı ile gürültü perdesi arasındaki mesafe, serbest güzergahlardaki mesafe kuralından bağımsız olarak, yapıların mesafesi ile uyumlu hale getirilebilir. Yıkılmaya karşı koruma sağlamak için öngörülen demir halatlı, enine destek kirişi, yapıyı oluşturan bir unsurdur ve tasarım açısından dikkate alınması gerekir (Resimler A-12 ve A-23).

Bir köprü yapısının görünümü özellikle boyu yüksek bir gürültü perdesinden bir hayli etkilenebilir. Öncelikle uzun ve yüksek köprülerde bakışları bilhassa iç ve dış görüşlere yönlendirmek gerekir (Resimle A-10 ve A-21).



Resim A-21: Serbest güzergahta geçiş – daha geriden bir yapılanma şekli



Resim A-22: Bir köprü üzerinde yer alan şeffaf bir perde

Çoğunlukla statik nedenler ve trafik güvenliğinden dolayı, örneğin beton elemanlar gibi ağır konstrüksiyonlardan vazgeçilmelidir (Resim A-23).



Resim A-23: Bir köprü üzerinde yer alan alüminyum bir perde

Gürültü perdeleri, bir tasarım elemanı ve aynı zamanda taşıyıcı bir eleman olarak köprülerin konstrüksiyonuna dahil edilebilir. Üzerine perde dirseklerinin sabitlendirildiği 1 m yükseklikteki köprüler (şev üzerindeki köprüler) ve de beton korkuluklara sahip köprüler bunun için iyi birer örnektir.

A.4.4.4. Servis Kapıları

Servis kapıları, imkan dahilinde gürültü teknik ya da tasarıma dayalı nedenlerden dolayı az çok sistem değişikliğine gidilmiş, niş ya da şekil değişiklikleri öngörölmüş kısımlarda yer almalıdır (Resim 20). Sürücüler tarafından görölmeyecek tarafta, perdenin aksına, dik açılı gelecek şekilde bir niş içinde düzenlenmesi tasarım açısından iyi bir çözüm sunmaktadır.

A.4.5. Bitki Alanının Oluşturulması

Bitki şeridinin mevcut genişliğine bağılı olarak gürültü perdelerine başka yerden bitki getirilip dikilmesi konusu, bitki şeritleri ya da fide yastıkları şeklinde, üstelik de ağaçların tek başına yüzeysel ya da noktasal dikilmesi biçiminde düzenlenmelidir (Resimler A-16 ve A-24). Gürültü perdelerine, başka yerden getirilip dikilen bitkiler çetin çevre koşullarına maruz kalmaktadır (Resim A-4). Gürültü perdesinin konumuna bağılı olarak güneş ışınlarına maruz kalabilir ya da tüm gün boyunca gölgede bırakılabilirler. Sınırlı kök alanı, yanlarından geçen taşıtların meydana getirdiği rüzgarların etkisi ve tuzlu su sıçraması gibi etkenler, bitkileri doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle henüz daha taslak aşamasındayken en iyi çevrenin oluşturulmasına ilişkin uygun önlemlerin alınması gerekir.

Böylece bitki şeritleri, yamaçlarda yığın halinde ya da beton duvar desteği ile daha yükseğe yerleştirilerek oluşturulabilirler. Bu sayede tuz içeren suların sıçramasına ya da eriyen sulara karşı koruma sağlanmış olmaktadır (Resim A-3). Ayrıca beton duvar, gürültü perdesinin toplam yüksekliğinin optik açıdan daha alçak algılanmasına yol açmaktadır.

Bankete göre daha yüksek düzenlenmiş bitki alanları, işlenmiş üst toprak (verimli toprak) ile öngörölmelidir. Verimli toprağın su tutma özelliği, ilave madde katılmasıyla sınırlı oranda artırılabilir. Verimli toprak için şu karışımın ilave edilmesi tavsiye edilir: yaklaşık % 60 üst toprak, yaklaşık % 30 su tutucu malzeme, yaklaşık % 10 hazır gübre. Verimli toprak en az 40 cm kalınlıkta olmalıdır. Sınırlı oranda verimli toprak

hacmine rağmen kuraklık dönemlerinde de yüksek fide yastıklarının sulanmasını bir ölçüde sağlamak ve aynı zamanda su birikintilerini önlemek için, köklenmenin olduğu toprak katmanının altına çakıl taşları ya da molozdan oluşan, çok sayıda boşluğu olan bir tabaka ile örtülmüş bir katman öngörülmelidir. Suyun tutulması işlemi, uzatılan bir boru sayesinde ayarlanmalıdır.

Ekili bitki alanlarının, 30 – 50 cm derinliğinde bir üst toprak ile doldurulması gerekir. Buna ek olarak daha büyük ağaçlarda iyi bir dayanıklılık sağlamak açısından üst toprağın altına köklerin de geçebileceği yaklaşık olarak 40 – 50 cm kalınlığında bir toprak katmanının öngörülmesi gerekir. Bitki dikilmesinden sonra üzerine serilen kuru yaprak malzemesi, verimli bitki toprağının kurumasını önleyecektir.

Taşıt yolu tarafında yer alan bitkilerin çok fazla zor şartlara maruz kalmasından dolayı buralara bitki ekilmesi ilkbaharda tercih edilmelidir. Bu sayede zorlu geçen kök salma sürecinin, eriyen tuzlara maruz kalmasının önüne geçilmiş olunmaktadır. Başka yerlerden getirilen bitkilerin dikilmesi işleminde seçilen ağaç türleri, yalnızca fidan halinde dikilmelidir. Ayrıca ısıdan kaynaklanan yansımaların ve rüzgarın olumsuz etkilerine karşın bilhassa dayanıklı bitkilerin kullanılması gerekir. Eriyen tuz nedeniyle birkaç yıl aradan sonra budama yapılması gerekebilir. Düzenli olarak kontrollerin ve bakımların yapılması gerekir.

4.6. Yeşillendirme Çalışması

Gürültü perdelerine bitki dikilmesi, öncelikle yerel ve kırsal görüntüye uyum sağlamak içindir (Resimler A-8 ve A-16). Taşıt yolu tarafında yer alan gürültü perdesi, sabitleştirildiği taşıt yolu kenarından itibaren uygulama mesafesi olan 2,50 m'lik bir mesafede, yalnızca tek sıra halinde bir çalılık ekilmesine imkan tanımaktadır; taşıt yoluna olan sınırlı mesafe nedeniyle buraya ağaç dikmekten kaçınmak gerekir – ancak yeterince derin olan duvar nişleri hariçtir (Resim A-24).

Sıkışık şartlarda istisnai olarak taşıt yolu kenarı ile perde arasındaki yalnız 1,50 m'lik asgari mesafeye uyulsa bile, yine de buralarda özel önlemler alınarak (toprak değiş tokuşu, toprağın iyileştirilmesi gibi) hiç değilse sarmaşık gibi bitkilerin öngörülmesi gerekir (Resim A-25). Çoğu bitki düz perde yüzeylerinde ancak sarmaşık desteği ile tutunabilir. Böyle durumlarda perdeye 5 – 20 cm mesafelerle uygulanan germe teli ya da katı ya da esnek örgüler işe yaramaktadır. Kullanılan malzeme uzun ömürlü olmalıdır.



Resim A-24: Bitki nişleri

Tasarımsal nedenlere dayanarak yapraksız dönemlerde, optik açıdan etkili olan tahta ızgaralar ya da boru konstrüksiyonlar da öngörülebilir. (Resim A-25).



Resim A-25: Sarmaşık desteği



Resim A-26: Ahşaptan sarmaşık desteği

Taşıt yolu tarafına dikilecek ağaç ve çalılık türlerinin seçenekleri yukarıda anlatılan zor şartlar nedeniyle oldukça sınırlıdır. Bitişik arazi tarafı ise yukarıda belirtilen sınırlamalara aynı ölçüde tabi değildir. Burada, örneğin taşıt yolu tarafına, uygun bir yükseklikte bir tasarım elemanına dönüşen tek tek ağaçlar dikilebilir (Resim A-8). Bitişik arazide oturanlar, kendi taraflarında yer alan ağaçların bakımını üstlenebilir ve bunları arazilerine dahil edebilirler.

5. Farkına Varma

Gürültü bariyerlerini mümkün olduğunca dikkat çekmeyecek şekilde şehir ya da kırsal görüntüye dahil etmeye yönelik tüm çabalardan sonra, gürültünün bu önlemler yoluyla pekala azaltılabileceği, fakat tamamen yok edilemeyeceği gerçeğinin farkına varılmaktadır. Gürültü bariyerleri, sorunu yalnızca “tamir” edebilmektedirler. İlk olarak gürültünün kaynakta önlenmesi gerekir. Meydana gelmeyen bir gürültünün, zahmet çekilerek azaltımına da gerek olmayacaktır. Fakat sakin ve sessiz bir ikamet yeri yaratma düşüncesi, kentsel yapıya ilişkin çözümleri gerektirmektedir.

Bütünüyle Direktifin Dayandığı Kaynaklar:

FGSV Verlag GmbH
Wesseling Str. 17
D-50999 Köln

Lastik Tekerlek ve Taşıt Yolunun Karşılıklı Etkileşiminden Meydana Gelen Gürültüler

B.1. Lastik Tekerlek ve Taşıt Yolu

Yapısal gürültü bariyerlerinin yollardaki sayısının artışı her yerde fark edilebilmektedir. Bu sistemler, zarif tasarımlarla da olsa aslında kırsal manzarayı ya da şehir görüntüsünü bozmaktadır, Resim B-1. Arazilerdeki yaya ve araç girişleri, nerdeyse kabul edilmesi imkansız bir çaba ile bir ölçüde başarılı bir biçimde çözülebilmektedir, Resim B-2. Bariyerlerin arka tarafının trafiğe açılması nadiren mümkün olmaktadır. Gürültü emisyonlarını meydana getiren unsurların azaltımı nerdeyse bir zorunluluk halini almaktadır.



Resim B-1: Bir otoyol kenarındaki gürültü bariyerinin devasa boyutları



Resim B-2: Bir gürültü perdesinin trafiğe açılması ile kesintiye uğraması

B.2. Lastik Tekerlek – Taşıt Yolu – Gürültü Oluşumu

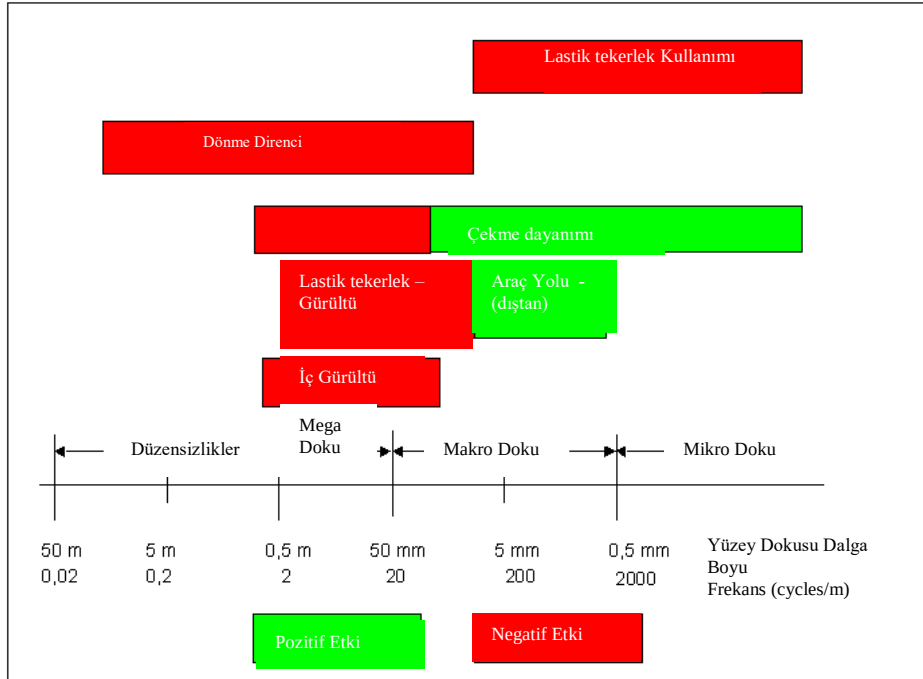
Lastik tekerlekler, taşıt yolu üzerinde döndükleri sırada titreşim yapmaları yönünde uyarılır ve ses çıkarırlar, yani gürültü meydana getirirler. Bu gürültüler, lastik tekerlek ve taşıt yolunun karşılıklı etkileşimi nedeniyle meydana geldiğinden ve önemli ölçüde taşıt yolunun türüne ve yapım şekline bağlı olduğundan lastik tekerlek – taşıt yolu – gürültüsünden söz edilmektedir.

Karayolları, kural olarak her birinde farklı malzeme karışımı ve tabakalarının ve de tabaka kalınlığının olduğu taşıyıcı alt tabaka, bağlayıcı ve üst tabaka olmak üzere üç tabakadan meydana gelir. Üst tabaka, kaplama tabaka, burada yolun düz olması, pürüzlülük ve yol tutuculuğu gibi yüzey özelliklerinden sorumludur ve lastik tekerlek – taşıt yolu – gürültü üzerinde önemli ölçüde etkisi vardır. Tekerleğin dönme esnasında ne kadar şiddette titreşim yaptığı ve ses çıkardığı çok sayıda faktörler tarafından belirlenir ve bunlar dört gruba ayrılır:

- Tekerleğin Titreşim Özelliği: Tekerleğin titreşim özelliği, ilk etapta lastiğin dizaynı, yani malzeme seçimi, tekerleğin yapısı (karkas) ve lastik geometrisi ve nihai profili tarafından belirlenir. Tekerleğin dizayn şekli komple lastik üreticisinin elindedir. Bunun haricinde üzerine binen aks

yükü ve lastik basıncı da rol oynamakta olup bu esnada her iki parametre de tekerleğin geliştirilmesinde sabit çerçeve parametreleri olarak ele alınabilmektedir.

- **Tekerleğin Uyarılması:** Tekerleğin mekanik olarak uyarılmasının şekli ve şiddeti, tekerleğin ses yayılmasında merkezi bir rol oynamaktadır. Uyarım, lastik tekerlek ve araç yolu arasındaki parametrelerin karşılıklı bir oyunudur. Bu arada yüzeydeki pürüzlülük önemli bir kriterdir. Taşıt yolunun pürüzlülüğü ya da dokusu dendiğinde üç boyutlu yeryüzü yüzey oluşumunun “topografi”si anlaşılmaktadır. Kesit, dağ ve vadilerden oluşan dalgalı bir profil çizmektedir. Bu profil, ilk olarak yüzey dokusu dalga boylarını (dağların zirveleri arasındaki mesafe) ve profil derinliğini (dağların tepeleri ile vadilerin en derin noktaları arasındaki yükseklik farkları) vermektedir. Yüzey dokusunu, taşıt yolu kaplamasının yapım metodu ve kullanılan hammaddeler belirlemektedir. Yüzey dokusu dalga boylarının düşürülmesi ile tekerleğin gürültü potansiyeli azaltılır (Şekil B-1).



Şekil B-1: Kaplama tabakası dokusunun farklı lastik tekerlek türlerine olan etkisi

Asfaltın dalga boyu uzunluk dağılımı, çok miktarda kullanılan tanecik büyüklüğüne, inşaat prosedüründeki profil derinliğine bağlıdır. Karayolu yapı malzemeleri ve uygun yapım tekniğinin seçilmesi ile taşıt yolu yüzeyinin dokusu uygun bir şekilde oluşturulabilir ve bu şekilde belli taşıt yolu yüzeyleri, diğer uygulamalara göre daha düşük lastik tekerlek – taşıt yolu – gürültü sorununa yol açacaktır. Lastik tekerlek – taşıt yolu – gürültünün yüzey dokusunun uygun bir biçimde oluşturularak azaltımı, günümüzde alışlageldiği gibi uygulanan yol yapım tekniği ile sınırlı olmakta, fakat yapımın kalitesini gerçek gürültü emisyonları belirlemektedir.

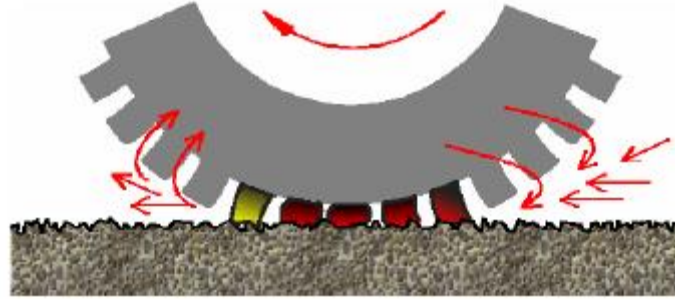
Taşıt yolunun pürüzlülüğünden dolayı tekerleğin uyarılması hususunun yanı sıra her bir profil blok, taşıt yolu ile temasında şekil değiştirir ve boşa dönerken taşıt yolu ile teması kesildiğinde yeniden hızlanır. Stick - Slip Etki (değme – kayma etkisi) diye adlandırılan bu etki, yüklenen dönme momenti ve dolayısıyla temas yüzeyinde etkili olan güçlerin artmasıyla tekerleğin daha da güçlü uyarılmasına yol açmaktadır. Bu etki, Resim B-2’de şematik olarak gösterilmiştir.



Resim B-2: Tekerleğin temas kısmından uyarılmasının şematik olarak gösterilmesi (Müller-BBM)

- Air - Pumping (Hava Pompalama): Air - Pumping’de titreşim yapan lastik tekerlek, etraftaki havaya enerji aktarımında bulunmaz, aksine dönüş esnasında lastik tekerlek ve taşıt yolu ya da profil yivleri arasında yer alan küçük boşluklarda kısa bir süre için oluşan hava sıkışır ve tekrar serbest kalır. Bu basınç değişimi, Resim B-3’de de gösterildiği gibi havanın çıkardığı sesler olarak yayılır. Bu etkinin ne kadar güçlü olduğu, taşıt yolu yüzeyinin ve lastik yüzeyinin yapısına bağlıdır. Açık gözenekli üst tabakalarda hava, kaplamanın gözeneklerinden kaçabileceğinden dönüş esnasında hemen hemen hiç kapalı hava boşlukları oluşmaz. Bu yüzden

açık gözeneklilerde Air - Pumping etkisine, çok sınırlı oranda rastlanmaktadır.



Resim B-16: Air - Pumping'in şematik olarak gösterilmesi (Müller-BBM)

- Ses Absorbsiyonu: Daha açık bir ifadeyle, taşıt yolu yüzeyinden kaynaklanan bir ses absorpsiyonu, gürültünün oluşumuna değil, ses yayılmasına dahil edilmektedir. Ancak temas yüzeyinden kaynaklanan ses yayılması, gürültüyü şiddetlendiren boru ya da huni etkisinin iyi absorbe edilmiş bir taşıt yolu kaplaması ile büyük oranda azaltıldığından, taşıt yolu kaplamasının absorpsiyon özelliği, lastik tekerleklerin lastik izleri ve kaynağında meydana gelen ses ile doğrudan bağlantılıdır ve bu yüzden burada da belirtilmektedir.

Özellikle açık gözenekli taşıt yolu kaplamaları, korunan hava boşlukları nedeniyle geleneksel kalın taşıt yolu kaplamalarına oranla daha yüksek bir absorpsiyon özelliği göstermekte ve bu yüzden daha zayıf bir boru etkisi ortaya koymaktadır (Resim B-4).



Resim B-17: Boru etkisinin şematik olarak gösterilmesi (Müller-BBM)

Kamyon lastik tekerleklerinin, malzeme bileşimindeki farklılıklar ve daha yüksek lastik basıncı ve otomobil lastik tekerleklerine oranla daha belirgin olan büyük

boyutları nedeniyle taşıt yolu pürüzlülük farklarına, otomobil lastik tekerleklerinden çok daha az tepki vermektedir.

B.3. Akustik Açıdan Çeşitli Üst Tabaka Farkları

Lastik tekerlek / taşıt yolu gürültüsü, hem lastik modeline, hem de yol kaplamasına bağlıdır. Yol kaplamaları, sürekli bir gelişme göstermekte olup farklı coğrafik gereksinimler (termik hareket) ve kullanılan agrega malzeme nedeniyle doğrudan mukayese edilememektedirler. Almanya'da üst tabakanın yapımında öncelikli olarak farklı tanecik, asfalt beton, agrega mastik, dökme asfalt, beton ve açık gözenekli asfalt şeklinde asfalt kaplamalar kullanılmaktadır. Şehir içlerinde sıklıkla bir tarihi şehrin bakımı nedeniyle halen kaldırım taşı döşenmekte ya da yeni baştan inşa edilmektedir.

- Dökme Asfalt: Dökme asfalt, farklı büyüklükteki agrega, kum, dolgu (ince kum, öğütülmüş taş) ve bitümden meydana gelen yoğun bir maddedir. Bu mineral maddeli karışım az boşluklu olacak şekilde dökülür. Yüzey, yeterli yol tutuculuğu elde edebilmek için dökümden hemen sonra pürüzlendirilerek ya da cilalanarak yeniden işlenir. Bir dökme asfaltlı üst tabaka dirençli ve trafik yönünden güvenlidir.

Dökme asfalt, Almanya'da taşıt yolu kaplamalarının akustik karşılaştırmalarında referans kaplama olarak kullanılır. Yüzeyin işlenmesi konusunda yeni teknikler geliştirilerek yaklaşık olarak 1 ila 2 dB(A) civarında daha düşük gürültü emisyonları elde edilebilir.

- Kaldırım Taşı: Caddelerin, yolların ve parkların kaldırım taşı kaplamaları ve plaka kaplı döşemeleri ile sabitleştirilmesi en eski yol yapım tekniğidir. Kaldırım taşları ya da plakalar, taşıyıcı ve su geçirgen bir taban üzerindeki bir kum yatağına döşenir. Kaldırım taşları doğal taş, sert kaldırım tuğlası ya da betondan meydana gelebilir. Taşlar arasında dolgu malzemesi ile doldurulabilen ek yerleri vardır. Bu ek yerleri, lastik tekerleği ilave titreşim yapmaları yönünde uyarırlar.

Kaldırım taşı döşemeler, esas olarak daha yüksek lastik tekerlek – taşıt yolu gürültüsünü, üstelik her taşıt hızında meydana getirirler, çünkü yüzeyin kendiliğinden olan düzensizliği nedeniyle lastik tekerlekler şiddetli titreşim yapmaları yönünde uyarılırlar ve bunlar da karkasları gürültü şeklinde yayarlar. Kaba bir kaldırım

döşemesi üzerindeki emisyon seviyesi, Almanya’da referans olarak kullanılan dökme asfaltların seviyesinin 6 dB(A) daha üzerinde yer almaktadır. Özellikle sert ve geniş otomobil lastikleri kaldırım döşemesine daha şiddetli, buna karşılık kamyon lastikleri daha az tepki vermektedir. Buna, özellikle yüzeyde şekil bozukluğu olduğunda, ticari taşıtlara ait şasilerin takırtı sesleri de eklenmektedir. Kopan taşlar ya da plakalar ve suyun akması için mevcut olan oluklar rahatsız edici gürültüleri artırmaktadır. Özellikle asfalt ve kaldırım döşemesi arasındaki geçişler daha dikkat çekicidir, çünkü buralardaki yol yüzeylerinde çoğu zaman seviye farkı vardır ve bu fark, yüksek gürültü seviyesinin tepe noktasına çıkmasına yol açmaktadır. Bir kaplamadan diğerine geçerken meydana gelen ses karakterleri arasındaki fark, ayrıca rahatsız edicidir. Bu yüzden kaldırım taşı kaplamalarının, yalnızca şehir mimarisi açısından öne çıkarılan bölgelerin tasarımı kapsamında uygulanması gerekir. Akustik açıdan yaya kaldırımlarında ya da duran trafiğin olduğu alanlarda (araç park yerleri gibi) sorun yaratmamaktadırlar.

Daha yüksek seviyelere sahip, daha küçük kaldırım taşı şeritleri, diğer bir deyişle kaldırımın yeniden döşenmesi, trafiğin sakin olduğu bölgelerde rahatlıkla uygulanır. Buralarda araçlar düşük hızlarda kullanıldığı takdirde daha anlamlı olmaktadır. Ancak akustik nedenlerden ötürü cadde girişlerinde kullanılması hiç uygun değildir, çünkü buralarda araçlar düzenli olarak 50 km/h ve üzerinde bir hızla seyrederek.

Tarihsel – kentsel nedenlerden dolayı parklar ve yolların kaldırım taşı ile döşenmesi gerektiğinde, buna paralel olarak da 30 km/h’nin altında bir hız sınırlaması getirilmelidir. Alternatif olarak düz yüzeyli büyük kaldırım taşları ya da suni taşlar döşenebilir. Şayet ek yerlerinin yönü araç istikametine çapraz gelecek şekilde seçilirse, küçük kaldırım taşı döşemesine göre gürültü emisyonları 3 dB(A) civarında azalmaktadır. Esas olarak tüm alanın aynı taşlar kullanılarak döşenmesi gerekir, çünkü geçişler sırasında yeni gürültüler meydana gelmektedir.

- **Beton:** Beton, çimento, taş parçacıkları (kum, çakıl ya da agregalar) ve hazırlamak için sudan meydana gelmektedir. Betondan oluşan bir taşıt yolu kaplaması, bir yolun üst tabakasının en üst tabakasıdır, ama onun altındaki taşıyıcı tabaka da betondan yapılabilir.

Beton seyir hatları, Almanya’da referans olarak kullanılan dökme asfaltlara göre 2 dB(A) daha gürültülü olup yüzeyin özel olarak işlenmesi ile (jüt bezi ile uzunlamasına düzleme ve uzunlamasına doku verme) ya da ıslak beton yüzey

şekli verilmek suretiyle ve dökme asfaltlardan daha gürültülü olmayacak şekilde ancak 2 dB(A) daha sessiz hale getirilmeleri sağlanabilmektedir.

- Asfalt Beton, Mastik Agrega: Asfalt beton, farklı taneciklerin mineral karışımlarından ve yapıştırıcı madde olarak yol yapım bitümlerinden oluşmaktadır. Bu sayede direnç özelliği gösteren ve trafik yönünden güvenli, az boşluklu bir kaplama meydana gelmektedir. Başlangıçta eksik olan yol tutuculuğu özelliğini artırmak için serpmeye malzemesi olarak agregalarla cilalama yapılır ve silindirle ezilir.

Mastik asfalt, 2 mm'nin altında tanecik büyüklüğüne sahip kaya malzemesi, kum ve yol yapım bitümünden meydana gelmiş yoğun kıvamlı bir maddedir. Dökülme işleminde yine agrega serpiştirilecek ve sıkıştırılacaktır. Mastik asfalt, çoğu zaman yolun kaplama tabakasının onarılması için kullanılır. Akustik davranış, yapım çalışmasında sık sık oluşan düzensizlikler yüzünden neredeyse hiç tanımlanamamaktadır. Bunun yerine yeni bir kaplamanın kullanılması durumu daha da kötüleşmesine neden olabilmektedir.

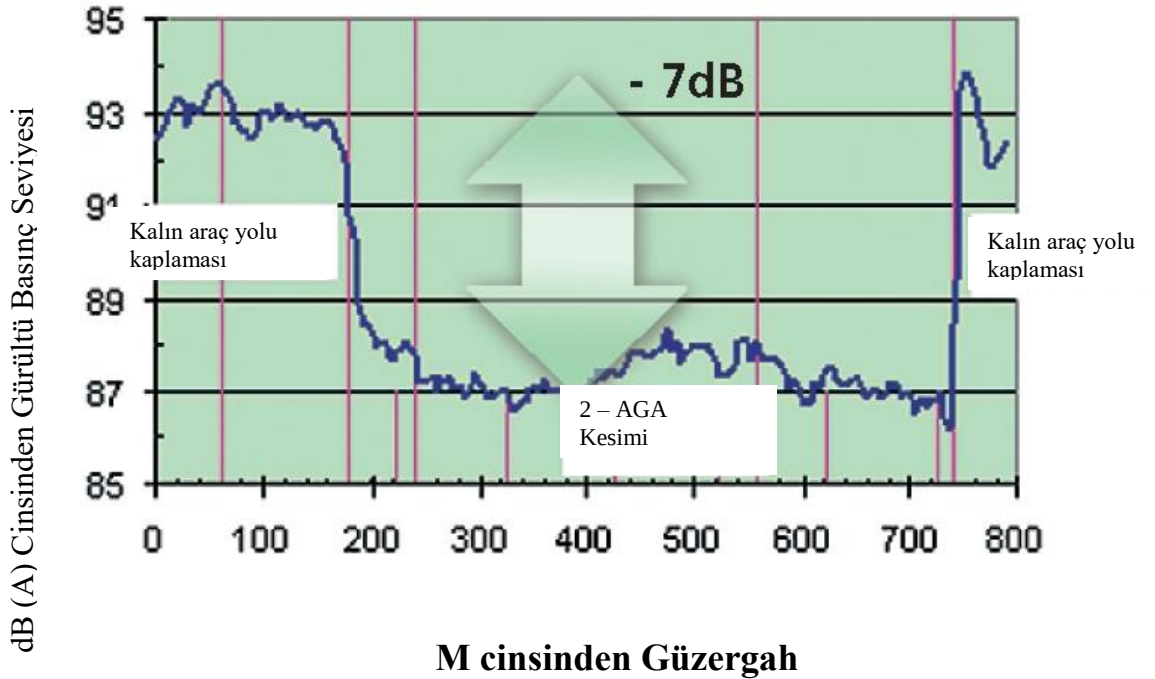
Yüksek oranda agrega ve bitüm içeren mastik asfalt yoluyla agregalı mastik asfalt elde edilir. Özel bitümlerin ilave edilmesiyle ("polimer modifikasyonlu bitüm – PmB") bir agregalı mastik kaplamanın dayanıklılığı artmakta, bu sayede de otobanlar gibi yüksek trafik yüküne maruz kalan yollar için de uygun olmaktadır.

0/11'den küçük tanecikli ve kırılma olmaksızın 0/8 ve 0/11'lik agregalı mastik asfalt içeren asfalt betonlar, otomobil lastiklerinin emisyon davranışını, Almanya'da referans kaplama olarak kullanılan dökme asfaltına nazaran azaltmaktadır.

- Açık Gözenekli Asfaltlar: Açık gözenekli asfaltlar, taneciklerin çevresi direnç özelliği gösteren özel bir bitüm tabaka ile kaplanıp etrafında bağlar oluşturulan, neredeyse tamamen iri kaya parçacıklarından ibarettir. Bu sayede ağ halinde, girişleri bulunan boşluklar meydana gelir. Bu boşluklardan sızan su, kalın bir alt tabaka üzerinden çapraz bir eğimle yandan dışarıya akıtılır. Yağmur yağdığında taşıt yolu yüzeyinde yalnızca çok ince bir su tabakası oluşur. Bu sayede su saçaklarının oluşması ve suda kayma tehlikesi bir hayli azalmaktadır. Islak (kapalı) taşıt yolları ek hissettiği gürültüsü nedeniyle gürültü emisyonlarını 5 - 10 dB(A) civarında artırabilirken, açık gözenekli bir asfalt yağmurda hemen hemen aynı gürültü seviyesini korumaktadır. Buna ek olarak bu yapım metodu, dökme asfalta nazaran şekil bozukluklarına (tekerlek izinden dolayı oluklaşma)

karşı daha yüksek bir direnç göstermektedir ve yapımında özel bir agreganın kullanılmasından dolayı çok iyi bir yol tutuculuğuna sahiptir. Açık gözenekli asfalt kaplama tabakası en az gürültü seviyesine sahip bir yapım metodudur. Bu kaplamalar homojen bir tabaka halinde (tek tabakalı yapım şekli) ya da farklı karışım malzemesine sahip iki tabakalı üretilmektedir, bkz. Resim 6. Tek tabakalı açık gözenekli asfaltlar (AGA) yoluyla 0/11'lik bir tanecik yapısı ile 4 dB(A)'lık, hatta otomobil lastiklerinde % ≥ 25 'lik, yüksek boşluk miktarına ve üst tabakada 0/6 - 0/8'lik bir tanecik yapısına sahip iki tabakalı açık gözenekli asfaltlar (2AGA) yoluyla da 8 – 10 dB(A)'lık bir gürültü seviyesi azaltması elde edilmektedir. Kamyon lastiklerinin çıkardığı gürültü, yaklaşık olarak 7 dB(A) civarında azaltılır. (Not: Yalnızca açık gözenekli kaplamalar kamyon lastiklerinin gürültüsünü azaltmaktadır). Resim B-5'de, iki tabakalı kaplama ile kapalı kaplamaların birbiriyle kıyaslandığı bir yol kesimi hakkında bir gürültü seviyesi kaydı gösterilmiştir.

**“Normal” Kaplama ve 2AGA’ya Sahip Yol Kesimlerinde Süre
Bakımından Ses Seviyesi Akışı (CPX Değerleri)**



Resim B-5: Agregalı mastik kaplama ve bir 2AGA’ya sahip yol kesimlerinde süre bakımından ses seviyesi akışı (Müller-BBM)

B.4. Açık Gözenekli Asfaltlar

B.4.1. Açık Gözenekli Asfaltların Avantajları

Açık gözenekli asfaltlar (Resim B-6), etkisi yüksek ve yüzeyde etkili bir ses geçirmezlik sağlamaktadır. Gürültü, daha kaynağında azaltıldığından çoğu zaman diğer yapısal ses geçirmez önlemlere ihtiyaç kalmamakta ya da kapsamaları belirgin bir biçimde daraltılmaktadır. Gürültü seviyesi azaltması karayolunun tamamında etkili olduğundan, bu asfaltın yolun iki tarafına da dökülerek kullanılması bilhassa etkili olmaktadır. Gürültü seviyesi azaltması dikey de etkilidir, öyle ki bu noktada gürültü bariyerlerinin yukarıya doğru azalan etkisi ile ilgili problemin dikkate alınması gerekmemektedir.

Bu yol yapım metodu ile yüksek frekanslar daha güçlü biçimde azaltılır, böylece yolun trafik gürültüsü, gürültü seviyesi azaltmasından bağımsız olarak daha az şiddette duyulur. Bunun dışında gürültü seviyesi azaltması, taşıtların içerisinde de belirgin bir biçimde hissedilmekte ve böylece sürüş konforu artmaktadır. Açık gözenekli, su geçirgen yapım metodu sonucunda, yağın yağmur, su geçirmez salmastra tabakaya yönlendirilir ve yolun kenarına doğru akıtılır. Bu sayede yağmur yağdığında salmastra tabaka üzerinde gürültü seviyesini artırıcı bir su tabakası meydana gelmez ve böylece azaltma etkisi, kapalı kaplama tabakalarından farklı olarak ıslak taşıt yollarında da sağlanabilir. Aynı şekilde göz kamaştırma etkisi de belirgin bir biçimde azaltılır.



Resim B-6: Kapalı bir taşıt yolu kaplamasından açık gözenekli asfalta geçiş

B.4.2. Açık Gözenekli Asfalt Kaplamaların İşleyiş Şekli

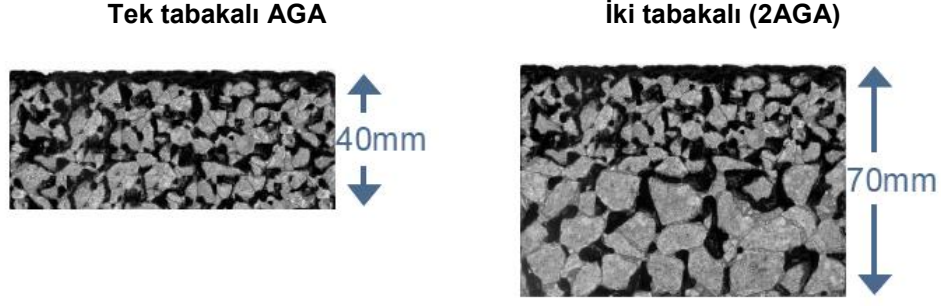
Açık gözenekli asfalt kaplamalar, her şeyden önce yüksek oranda geçiş sağlayan boşluklarının olması nedeniyle etkili olmaktadır. Bir çökelti taneciklerinin (ince tanecikli olanı değil) kullanılması ile hazır su geçirmez tabaka, birbirini ıslatan boşluklardan oluşan, yüksek dayanıklılığı olan bir tanecik kafesine sahip olmaktadır. Boşluk miktarı, tanecik büyüklüğü dağılımına ve kullanılan kayanın tanecik şekline ve yapıştırıcı maddenin türü ve miktarına bağlıdır.

Havanın dışardan girebildiği boşluklar nedeniyle açık gözenekli asfalt kaplamalarda ses enerjisi dağıtılır. Ses dalgaları, yani titreşim yapan hava kütleleri açık gözenekli asfalt kaplamanın içine işler, kısmen yansır (bu anlamı, azalmış olarak taşıt yolu kaplama tabakasından tekrar dışarı çıkar) ve kısmen de absorbe edilir. Absorbe etmek demek, hareket enerjisinin başka bir enerji biçimine dönüşmesi anlamına gelmektedir. Açık gözenekli asfalt kaplamalarda bu durum iki türlü meydana gelir:

- Havanın basınç dalgaları kaplama tabakasındaki boşlukların içine ve dışına pompalandığında yoğun sürtünmeden dolayı ve
- Isı elastikiyetli soğurma nedeniyle.

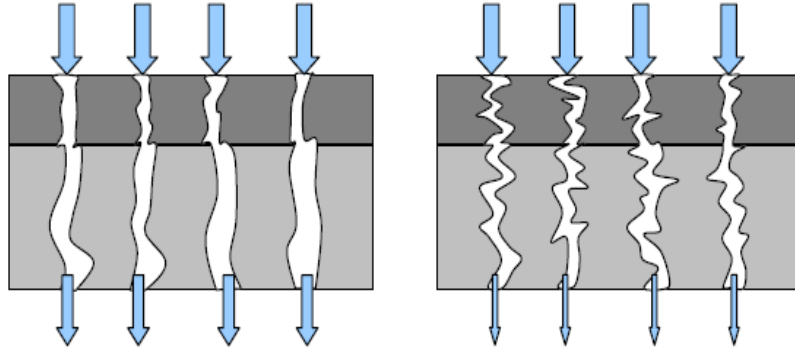
Tek tabakalı açık gözenekli asfalt kaplamalara (AGA) karşın iki tabakalı açık gözenekli asfalt kaplamalar (2AGA), belirleyici bir ses teknik avantaja sahiptir. İki tabakalı yol yapım metodu sayesinde, daha büyük ve uygulanabilir tabaka kalınlıklarından dolayı ses absorpsiyon özelliği, tekerlek gürültüsünün en gürültülü seslerin ortaya çıktığı frekans aralığına göre ayarlanabilir. Söz konusu bu frekans aralığı hem taşıtın hızına, hem de yoldaki ağır trafik oranına bağlıdır.

Tek tabakalı ve iki tabakalı açık gözenekli asfalt kaplamalar tipik olarak 40 ve 80 mm kalınlığında dökülürler ve yeni dökülmüş haliyle belirgin biçimde % 20'lik bir hacimden çok daha fazla boşluk miktarına sahip oldukları görülür. Resim B-7, tek tabakalı açık gözenekli asfalt kaplama (solda) ile iki tabakalı açık gözenekli asfalt kaplamanın (sağda) kesitlerini göstermektedir.



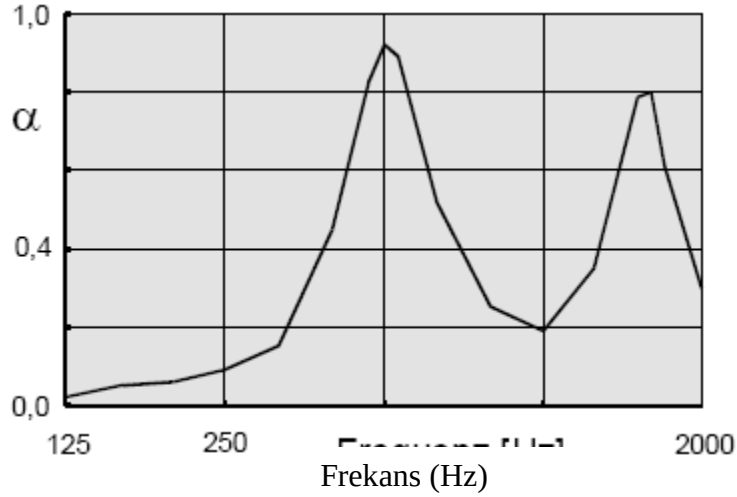
Resim B-7: Açık gözenekli asfalt kaplamaların kesitleri

Islanan boşluklar hava akımına karşı bir direnç oluştururlar. Kanallar ne kadar dar olursa, söz konusu hava akımı direnci de bir o kadar yüksek olur. (bkz. Resim B-8)



Resim B-8: Islanan boşluklara ilişkin prensip krokisi (Müller-BBM)

Resim B-9, bir açık gözenekli asfalt kaplamada ses absorpsiyon derecesi α 'nın örnek frekans geçişini göstermektedir. Absorpsiyon derecesinin belirgin olarak % 100'lük bir maksimum seviyesine ulaştığı frekans aralıkları vardır, fakat diğer frekans aralıklarında neredeyse sesi soğurucu hiç bir etki görülmemektedir.



Resim B-9: Ses absorpsiyon derecesinin frekans geçişi □□□□□□□□□□□□□□□□

B.4.3. Açık Gözenekli Asfaltların Dezavantajları

Açık gözenekli asfaltlar, gürültü azaltmasında ve aynı şekilde trafik güvenliğinde ikna edici avantajlar sunarlar. Fakat aynı anda bunların kullanılmasına karşı çıkan çok sayıda neden de vardır. Bir kere kullanımı oldukça karmaşıktır, o denli ki, halen çok az inşaat şirketi hatasız bir ürün üretebilecek konumdadır. Bu husus çok yoğun bir n araştırmayı ve inşaat yönetiminin diğer mağdur kurum ve inşaat şirketleri ile yoğun işbirliğini gerektirmektedir. Bu husus, özellikle karayolu kapsamında olan kısımların (kanallar, kablolar) döşenmesi ve de şehir içi sahasında AGA'dan sızan sular için özel sulama kanallarının planlanması için geçerlidir. Yapımın tamamlanmasından sonra çukur kazılması, taşıt yolu yüzeyinin yassılığını olumsuz etkileyecek ve yapışmalara ve böylece kaplama tabakasının su akıtma özelliğinin nlenmesine neden olabilecektir. Bu gibi durumlarda proje tamamlanıncaya kadar çalışmaları takip eden bir uzman çevrenin devreye girmesi başarı sağlamıştır. Malzeme karışımının ve nihai yol yapım metodunun seçilmesi inşaata katılanların tamamının deneyimli birikimlerini gerektirmekte, kalitenin yüksek oranda ve devamlı surette sağlanması gerekir.

Başlangıçtaki gürültü seviyesi azaltmasının, gözeneklerin kirlenmesi sonucu daha sonra düşüş gösterdiği de düşünülmelidir ki bu durum yılda 0,5 dB(A) seviyesindedir. 10 yıl içinde etkisi o denli azalmaktadır ki, kaplama tabakasının bir yedeğinin yapılması düşüncesi oluşabilir. Bu konudaki temizleme çalışmaları henüz olgunlaşmış değildir. Kazalardan dolayı yüzeyde oluşan hasarlar, konvansiyonel tamir teknikleri ile neredeyse hiç giderilememektedir.

Sonuçta yüksek yapım maliyetleri ortaya çıkmaktadır. AGA'lar için Almanya'daki ortalama bir yapım maliyeti yaklaşık olarak 15 €/m² civarında, agregalı mastik yüzey için bu tutar 8 €/m²'dir. Maliyetler çok yüksektir, çünkü özel olarak seçilen bir agrega malzeme ve yüksek kalitede bir yapıştırıcı madde kullanılması gerekir. Şayet – çoğunlukla şehir içlerinde olduğu gibi – yüzeydeki suyun özel bir su oluşu ve bir arık konstrüksiyonuyla toplanması gerekiyorsa, bunun için de ayrıca 8 €/ldm planlanmalıdır. Ancak bir maliyet karşılaştırmasında, normalde yapımı gerekli olan gürültü bariyerleri için harcanmayıp tasarruf edilen giderlerin, özellikle bu hususta, mutlaka dikkate alınması gerekir.

Bugünkü bilgilere göre aşağıda yer alan çerçeve şartları altında açık gözenekli asfalt kaplamaların kullanılması pek anlamlı olmamaktadır:

- Düşük hızlarda (AGA ≤ 70 km/h, 2AGA ≤ 50 km/h),
- Sıkça duran trafikte ("Stop and Go" (Dur ve Git)),
- Yollarda kirlenme tehlikesi olduğunda (örneğin zirai ulaşım yolları, şantiye yolu vs.),
- Kavşaklarda ve / veya çıkışlarda,
- Toplayıcı yollardaki ağır vasıta trafiği sonucu yüksek oranda yük binmesi durumunda (örneğin fabrika tesislerine giriş ve çıkışlar, ağır vasıta trafiği için istikamet değiştiren şeritler),
- Dönemeçli yol kesimleri ya da tek istikametli dairesel yollar,
- Park yerleri, otobüs durakları,
- Taşıt yolu sahasındaki kablolu besleme hatlarında (eğer yol sahasının dışında başka bir yere döşenmemişse),
- % 5'den fazla olan uzunlamasına eğimlerde,
- Yoğun bitki yetişen, yolun yakınlarına yaprak düşüren bitkilerin olduğu yol kesimleri (örneğin ağaçlı yollar).

Açık gözenekli asfalt kaplamaların üretiminde, gürültü azaltıcı etkinin sağlanmasında gerekli olan düzgünlüğü elde etmek için en düşük yol yapım uzunluğu yaklaşık olarak 1 km'yi geçmemelidir. Özellikle sürüş ve dökme yönündeki ilk 50 m, sıkı asfalt kaplamadan açık gözenekli asfalt kaplamaya geçişin ilk aşamasında yaşanan döküm dalgalanmaları ve kirin içine nüfuz etmesi nedeniyle problem arz etmektedir. Açık gözenekli asfalt kaplamaların gürültü seviyesini sürekli olarak azaltıcı etkisi nedeniyle gözeneklerin açık kalması gerekir. Otobanlarda ve ekspres yollarda

taşıtların yüksek hızda seyirlerinden dolayı meydana gelen kendi kendini temizleme etkisi ile boşlukların dolması engellenmektedir. Açık gözenekli bir asfalt kaplamanın üzerinden kar zincirleri ile geçilmemeli, kış sezonunda herhangi bir kırılma meydana gelmemeli ve kullanılan kar eritme malzemesinin kullanım sıklığı ve miktarı uygun olmalıdır.

B.4.4. Açık Gözenekli Asfaltların Değerlendirilmesi

Açık gözenekli asfaltlar, şu sıralar en etkili gürültü azaltma ve trafik güvenliği metodudur. Etkileri, ilk etapta çok fazla sayıda olan ve açık girişleri bulunan boşluklardan kaynaklanmaktadır. Yalnız bu yapım metodu ile ilgili sorun da işte tam bu noktada yatmaktadır. Bir taraftan gözeneklerin kir nedeniyle kapanmaması sağlanmalıdır; fakat diğer taraftan yalnızca yüzeyin değil, kaplama tabakasının tamamı atmosfere ve dolayısıyla kaplama malzemesinin hızlı bir biçimde eskimesine yol açan yıpratıcı maddelere maruz kalmaktadır. Ayrıca yüksek oranda var olan boşluk sayısı, kaplama tabakası için mekanik bir problem yaratmaktadır: Esasen tanecik kafesi statik kuvvetleri gayet iyi karşılayabilmektedir, ancak kavşak ve dönemeçlerde ortaya çıkan dinamik kuvvetlerin, tanecikleri birbirine bağlayan bir yapıştırıcı madde yardımıyla karşılanması gerekir. Çünkü bu noktalarda tanecikler birbirinden ayrılabilir ve bu durum kaplama tabakasının hızlı bir şekilde çökmesine neden olur.

Bu yüzden açık gözenekli asfaltlar, ilk anda ekspres yollarda ve otobanlarda uygulanmalıdır, çünkü buralarda kirlenme nispeten daha az görülür ve taşıtların yüksek sürüş hızlarından dolayı meydana gelen kendi kendini temizleme etkisi ile gözeneklerin tıkanması önlenmektedir. Kaplamanın türü, özellikle yerleşim yerlerinin yakınında nerede korunması gereken ve yoğun işleyen karayolu varsa orada ve yapısal önlemlerin şehir görünümü ya da çevre manzarası ile uyumlu olmadığı ya da karayolunun yapımı diğer önlemler ile kıyaslandığında daha ekonomik olduğu durumlarda söz konusudur.

Açık gözenekli asfaltlar, uzmanlar tarafından yoğun olarak geliştirilmeye devam edilmektedir. Uygulanması yönünde bir düşünce varsa, konuyla ilgili en yeni bilgilerin dikkate alınması ve uzman görüşlerine başvurulması gerekir.

Bavyera'da iki tabakalı açık gözenekli asfaltlar, başarılı bir şekilde otobanlarda ve şehir içi sahalarında uygulanmıştır. Bu konuyla ilgili Ingolstadt'daki yol yapımına

ilişkin önlemler hakkında bir rapor hazırlanmıştır; bununla ilgili olarak EK “İngolstadt Şehri” örneğine bakınız.

B.5- Yol Yapımında Kalite Güvencesi ve Yol Kaplamalarında Kalitenin Korunması

Yol kaplamasının bakımı ile ilgili temel konu, yapısal bütünlüğüne (hasarlar, çatlaklar ve delinmeler), güvenliğine (yol tutuculuğu) ve akustik durumuna yönelik bir denetim programı çerçevesinde düzenli olarak kontrol ölçümlerinin yapılmasıdır. Kaplama tabakasının yenilenmesi, bu kontrol ölçümleri temelinde, yani akustik durumun çok ağır bir şekilde zarar görmesi durumunda gerçekleşmelidir.



Resim B-10 : Bir agregalı mastik kaplamanın hatasız olarak yapımı

Akustik durumun bozulması, yüzeyde her türlü düzensizliğe yol açmaktadır. Düzensizlikler daha yapım aşamasındayken doğru biçimde uygulanmamış bir sıkıştırma işleminde (dalgalanmalar, katlanmalar) meydana gelebilir, Resim B-10. Daha sonra düzensizlikler, eskime (çatlaklar, tekerlek izi oluklaşması, çökmeler, taneciklerin parçalanması) ya da kazılarak hatalı yapılmış küçük kaplama onarımları, yine aynı şekilde hatalı uygulanmış yedek kaplama ya da kanal kapaklarının yükseklik ayarının yapılmaması nedeniyle de meydana gelebilmektedir.

Açık gözenekli asfaltlar özel bir denetim gerektirmektedir, çünkü toz partikülleri akustik yönden etkili olan açık gözeneklere yerleşmekte ve böylece gürültü seviyesi azaltması olumsuz etkileyebilmektedir. Kazalardan dolayı meydana gelen hasarlar, oluklaşmalar (özellikle yola dökülen dizel yakıtlar), kamyonların yıpranmış lastiklerle jant üzerinde sürülmesinden dolayı oluşan oluklaşmalar ya da daha büyük alanlara yayılabilecek hasarları önlemek için olabildiğince erken düzeltilmesi gereken ve baş gösteren tanecik parçalanmaları da ayrıca problem teşkil etmektedir.

B.6. Taşıt Yolu Yüzeyindeki Süreksizliklerin Önlenmesi

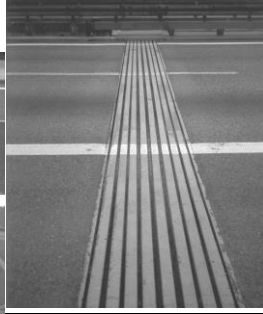
Taşıt yolu kaplamasındaki homojensizlikler ve kesintiler, bir taşıtın üzerinden geçmesi sırasında geçiş gürültü seviyesini şiddetli bir biçimde artırabilir. Yüksek oranda enformasyon içeriği ve dikkat çekiciliği nedeniyle bir hayli rahatsız edici olarak algılanan, ani darbeleri vuruş ve takırtı sesleri meydana gelebilir. Yol yüzeyinde meydana gelen bu tür kesintiler, tipik olarak köprü eklentilerinde, çapraz tramvay hatlarında, demiryolu geçitlerinde, kanal kapakları ya da yoldaki hasarların doğru tamir edilmemesi ya da çukur açılması ile oluşmaktadır. Çoğu zaman bu darbeleri gürültüler, özellikle ses dağılması için çok uygun olan köprülerde, daha uzak mesafelerden de duyulabilmektedir.

- Köprü Üstgeçitleri: Üstgeçitler ve köprü ayakları arasında ısıya bağlı genleşmeleri dengelemek için birleşme derzleri gerekli olmaktadır. Aralığı kapatmak için özel üstgeçit konstrüksiyonları inşa edilir. Sıkça sürüş istikametine çapraz gelecek şekilde paralel uzayan çelik kirişlere sahip lamelli geçitler ya da sinüs plakalar takılı kayıcı dikey derzli geçitler inşa edilir, çünkü bu sayede alt konstrüksiyona tuzlu su girişinin gayet iyi bir şekilde önüne geçilebilmektedir. İşte asıl bu konstrüksiyonlar, darbeleri gürültülere yol açmaktadır. Hasır konstrüksiyonlu taşıt yolu geçitleri bu gürültü etkilerini bir hayli azaltmaktadır. Fakat sürüş istikametinin çaprazında yer alan üstgeçit konstrüksiyonları da ani gürültü seviyesi artışını belirgin bir biçimde önlemektedir.

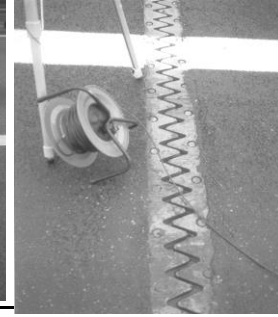
Kayıcı dikey derzler



Lameller



Diş tasarımı



Hasır konstrüksiyon



Resim B 11:

Çeşitli köprü üstgeçit konstrüksiyonları

- Tramvay Hattı ve Demiryolu Üstgeçitleri: Demir yolları çoğu zaman yolun sağ köşesinden geçmektedir. Bu durum lastik tekerleklerin maksimum darbe almasına ve yapılarda takırtı seslerine yol açmaktadır. Çapraz bir yanaşma ile bu etkiler bayağı azaltabilir. Fakat kural olarak taşıt yollarının istikametleri değiştirilemeyeceğinden, bir nevi tekerlek izi dolgusu geliştirilmiştir. Söz konusu bu ek malzemeler, raylar ile taşıt yolu arasındaki boşluklara zerk edilir. Bu sayede gürültünün artması bir hayli engellenmiştir. Ancak bu malzemelerin dayanıklılıkları sınırlıdır.
- Kanal Kapağı: Kanal kapakları ve şaft kapakları çoğu zaman direkt şaftın üzerinde yer alır. Bunlar harçla tutturulmuş beton halkalardan yapılmıştır. Özellikle ağır vasıta taşıtları, geçişleri sırasında doğrudan şaftın üzerine baskı yapmaktadır. Bundan dolayı harç bağları kopmakta ve kapak zaman içerisinde kaplamanın daha da içine çökmektedir. Fakat sık sık yol yüzeyinin dışına taşmış kanal kapaklarına da rastlanmaktadır, çünkü yol kaplamasının bitişik kaynak tabakası aşağı doğru bastırılmıştır. Konik şaft çerçevesi, plastik halkalı ya da asfalt kaplanmış yeni kapak konstrüksiyonları, çok sınırlı oranda ilave gürültü meydana getirmektedir, Resim B-12. Fakat en güvenli çözüm kanalın ya da şaftın tekerlek çizgisinin dışına kaydırılmasıdır.



Resim B-12: Taşıt yolu ile aynı seviyede bir kanal kapağı

Kaynağa ilişkin Bilgiler:

Merkblatt Offenporige Asphaltdeckschichten M OPA (2008) Açık Gözenekli Asfaltlar Pusulası (AGAP), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Karayolu ve Trafik Araştırma Şirketi)

Hinweise für die Herstellung von Gussasphaltdeckschichten mit lärmtechnisch verbesserten Eigenschaften (Gürültü Tekniği Açısından Düzeltilmiş Özelliklere Sahip Dökme Asfalt Yol Kaplamaları ile ilgili Bilgiler), FGSV-Nr. 761

Ağır Vasıtalar ve Raylı Taşıtlarda Gürültüden Korunmak için AB Araçları

C.1. Giriş

AB, genelde **ürün yönetmeliklerinden**, yani bunların **gürültü emisyonlarından** da sorumludur. Başlangıçta birincil hedef, ortak bir pazarın yaratılmasıydı. Daha sonraları çevrenin korunması da düzenlemelerin hedefi oldu. Dolayısıyla şu hususlar halen yürürlüktedir:

- **1970**'ten beri karayolu taşıtları için gürültü yönetmelikleri (bkz. alta),
- **1978**'den beri açık alanda çalıştırılan makineler için düzenlemeler,
- **2002**: Raylı taşıtlar için gürültü yönetmelikleri (bkz. alta).

2002 tarihli Çevresel Gürültü Direktifi ile AB, ilk defa imisyonlara ilişkin, bilhassa imisyonların ve gürültü azaltma planlamasının tespitinde uyumlu metotların kullanılmasına dair hükümlerle ilgili düzenlemeler yapmıştır. Fakat diğer düzenleme alanlarının aksine (havanın temiz tutulması gibi) bir hedef belirlememiştir.

C.2. Motorlu Taşıtlar için Gürültü Yönetmeliği

C.2.1. Otomobil ve Kamyonlar için Gürültü Yönetmeliği

AB, tüm trafik taşıtları içinde ilk önce otomobil ve kamyonlar için gürültü sınır değerlerini, motorlu taşıtlarda müsaade edilen gürültü seviyeleri ve egzoz sistemine ilişkin üye ülkelerin hukuki düzenlemelerinin uyumlaştırılmasına ilişkin 6 Şubat 1970 tarih ve 70/157/EEC sayılı Direktifi ile 1970 yılında yürürlüğe koymuştur.

Direktifte, tip kontrolü için gürültü sınır değerleri ve ölçüm prosedürleri⁴¹ belirtilmiştir. Sınır değerlerinin/değerlerin , yalnızca her bir ölçüm prosedürü ile bağlantılı olarak değerlendirilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu direktif sonradan pek çok kez değiştirilmiştir (sınır değerlerin sıkılaştırılması, ölçüm prosedürünün değiştirilmesi gibi). Sınır değerlerin en son sıkılaştırılması konusu, 1995'te aşağıda yer alan direktif ile yürürlüğe girmiştir.

⁴¹ ISO / DIS 362 - 1'e istinaden "Acoustics – Engineering method for the measurement of noise emitted by accelerating road vehicles – Part 1: Vehicles of categories M and N (Karayolu taşıt hızlarında tespit edilen gürültünün ölçülmesi için akustik – mühendislik metodu – Bölüm 1: M ve N kategorisindeki taşıtlar)"

Üye Ülkelerin Hukuki Düzenlemelerinin Motorlu Taşıtlarda Kabul Edilen Gürültü Seviyeleri ve Egzoz Sisteminin Uyumlaştırılması hakkında 70/157/EEC sayılı Direktifte Değişiklik Yapılması hakkında **Meclisin** 10 Kasım 1992 tarih ve **92/97/EEC sayılı Direktifi**.

Tablo C-1 farklı taşıt kategorileri için sınır değerleri göstermektedir.

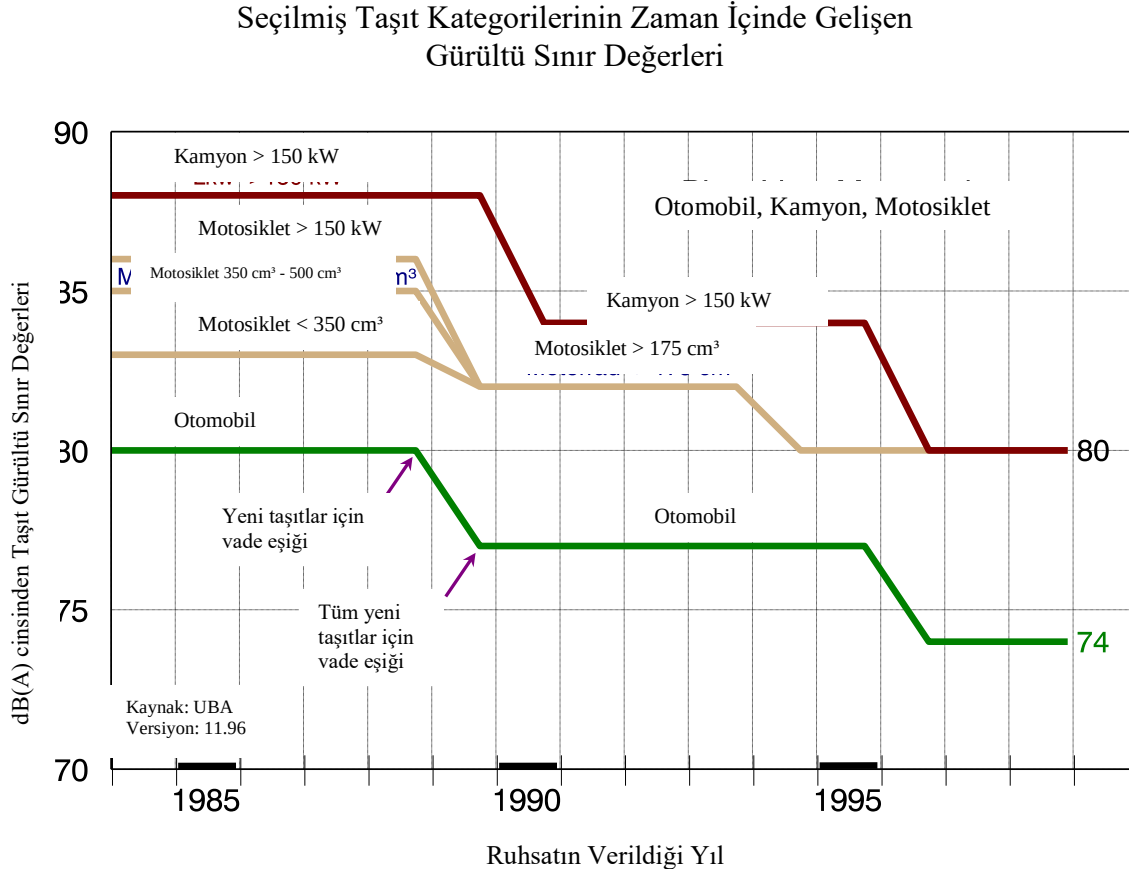
Tablo C-1: Farklı taşıt kategorileri için sınır değerleri

Taşıt Sınıfı	dB (A) Cinsinden Değer
Yolcu taşımacılığında kullanılan sürücü koltuğu dahil en fazla dokuz oturma yeri bulunan taşıtlar	74
Yolcu taşımacılığında kullanılan sürücü koltuğu dahil dokuzdan fazla oturma yeri bulunan ve toplam ağırlığı 3,5 t ve üstü olan taşıtlar:	
. - 150 kW'dan daha düşük motor gücüne sahip	78
. - 150 kW ve üstü motor gücüne sahip	80
Yük taşımacılığında kullanılan taşıtlar:	
. - izin verilen toplam ağırlığı 2 t'dan fazla olmayan taşıtlar	76
. - izin verilen toplam ağırlığı 2 t'dan fazla ancak 3,5 t'dan fazla olmayan taşıtlar	77
Yük taşımacılığında kullanılan ve izin verilen toplam ağırlığı 3,5 t'dan fazla olan taşıtlar:	
- 75 kW'dan daha düşük motor gücüne sahip	77
- 75 kW ya da üstü, ancak 150 kW'dan daha düşük motor gücüne sahip	78
- 150 kW ya da üstü motor gücüne sahip	80

Motorlu taşıt tekerlekleri için sınır değerleri ve ölçüm prosedürleri,

İki Tekerlekli ya da Üç Tekerlekli Motorlu Taşıtların Belli Başlı Yapı Parçaları ve Vasıfları hakkında Avrupa Parlamentosu ve Meclisinin 17 Temmuz 1997 tarih ve **1997/24/ EC** sayılı Direktifi'nde belirlenmiştir.

Resim C-1 seçilmiş taşıt kategorilerinin zaman içinde gelişen gürültü sınır değerlerini göstermektedir:



Resim C-1: Seçilmiş taşıt kategorilerinin zaman içinde gelişen gürültü sınır değerleri

C.2.2. Lastik Tekerleklerin Gürültü Yönetmeliği

AB Direktifi,

Motorlu Taşıt ve Römorklarının Lastik Tekerlekleri ve Bunların Montajı hakkındaki 92/23/EEC sayılı Direktifinde Yapılacak Değişikliğe ilişkin AVRUPA PARLAMENTOSU VE MECLİSİNİN 27.06.2001 tarih ve 2001/43/EC sayılı Direktifinin kabul edilmesiyle gürültü emisyonlarının tespitine ilişkin ölçüm prosedürleri öngörülmüş ve tekerleklerdeki gürültü oluşumuna ilişkin sınır değerler belirlenmiştir. Üye ülkeler 04.02.2003'ten beri bu uygulamadan sorumludur. (Tablolar C2 ile C.4).

Tablo C-2: L_{roll} için sınır değerleri: Otomobil Lastiği (C1)

Nominal Lastik Genişliği		dB(A) Cinsinden Sınır Değeri		
		A	B ⁴²	C ^{42, 43}
C1a	145 ve altı	72 ⁴⁴	71 ⁴⁴	70
C1b	155 ve 165	73 ⁴⁴	72 ⁴⁴	71
C1c	175 ve 185	74 ⁴⁴	73 ⁴⁴	72
C1d	195 ila 215	75 ⁴⁵	74 ⁴⁵	74
C1e	225 ve üstü	76 ⁴⁶	75 ⁴⁶	75

Güçlendirilmiş Lastikler : +1 dB(A); “Özel” Lastikler : +2 dB(A)

Tablo C-3: Hafif Ticari Araçlar için Lastikler (C2)

Kullanım Şekli	dB(A) Cinsinden Sınır Değeri
Normal	75
M+S	77
Özel	78

Tablo C-4: Ağır Ticari Araçlar için Lastikler (C3)

Kullanım Şekli	dB(A) Cinsinden Sınır Değeri
Normal	76
M+S	78
Özel	79

Sınır değerlerin yürürlüğe girmesi:

- Yeni lastik modelleri: 4.8.2003
- İleri lastik donanımlı otomobil modelleri: 4.2.2004
- İleri lastik donanımlı yeni otomobiller: 4.2.2005
- Tüm lastikler: 1.10.2009 (C1d için + 1 yıl, C1e için +2 yıl)

Direktife bakılırsa burada yer alan ve nispeten daha yüksek sınır değerlerinden dolayı piyasada bulunan hiçbir lastiğin piyasadā çekilmemesi gerekmektedir. Ayrıca

⁴² Yalnızca bilgi amaçlı rakamlar

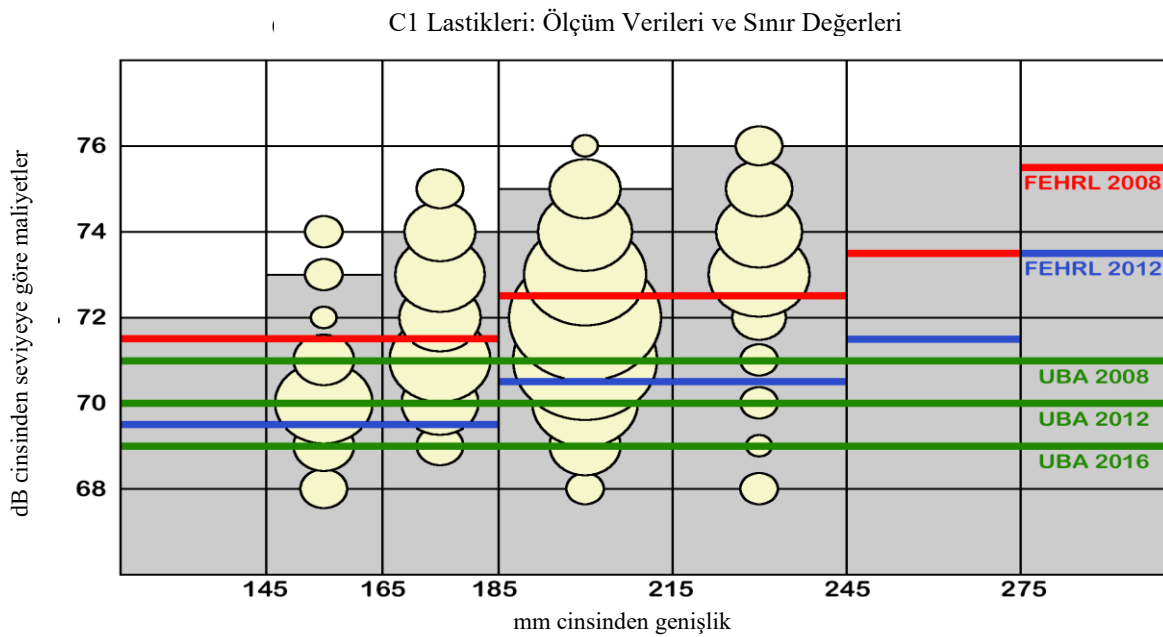
⁴³ Başka araştırmalarla yapılan nihai tespit; B ve C sütunları Meclis ve Parlamento arasında uzlaşma yolu ile (Parlamento 2 dB(A) daha düşük sınır değerleri önermişti)

⁴⁴ 30.06.2007’ye kadar A Sütunundaki sınır değerler, daha sonra B Sütunu

⁴⁵ 30.06.2008’e kadar A Sütunundaki sınır değerler, daha sonra B Sütunu

⁴⁶ 30.06.2009’a kadar A Sütunundaki sınır değerler, daha sonra B Sütunu

geniş lastikler, normal lastiklere göre 4 dB(A) daha sesli olabilir, hatta kamyon lastiklerinde 9 dB(A)'ya kadar çıkabilmektedir. Tamamen yenilenmiş lastikler ise ağır ticari taşıtlarda % 50'lik bir pazar payına sahip olmasına rağmen bu direktifin kapsamına hiç girmemektedir. Böylece az gürültülü lastiklerin gelişmesi için ek gürültü azaltmaları ya da zorlamaların olması beklenmemelidir. Sınır değerlerin düşürülmesi, ancak birkaç yıl içinde, o da uzun geçiş dönemleriyle gerçekleşebilir. Resim C-2⁴⁷ otomobil lastiklerinin emisyon ölçüm sonuçlarını (daireler; sayılar ölçüm miktarları ile uyumludur), güncel sınır değerleri (gri basamaklar) ve FEHRL ve Alman Federal Çevre Dairesinin sınır değerlerine ilişkin önerilerini göstermektedir.



Resim C-2: Lastiklerde lastik genişliğine bağlı gürültü emisyonları:
Daireler: Ölçüm sonuçları, gri basamaklar sınır değerleri, çizgiler:
Sınır değerine ilişkin önerilerdir

C.2.3.. Motorlu Taşıt Tip Ruhsatı Çerçevesinde Lastiklerin Seçimi

Lastik gürültüsü, motorlu taşıtların tip ruhsatlarında kullanılan ölçüm prosedürü nedeniyle bir anlam ifade etmemektedir. Bu nedenle motorlu taşıt endüstrisi için İdari Şartnamede az gürültü çıkartan lastiklerin tedarik edilmesinin ön plana çıkartılması konusu git gide gözden düşmektedir. Motorlu taşıtların Avrupa Birliğinde yapılan gürültü tip kontrollerindeki "hızlandırılmış araç geçişi gürültü ölçümünde" bugüne kadar öngörülen ölçüm prosedürleri (ISO 362 „Acoustics – Measurement of noise

⁴⁷ Kaynak: L. Schade: "Reifen und Umwelt - Schwerpunkt Lärm (Lastik ve Çevre – Ağırlık Noktası)", 10. Chemnitz Uzmanlık Semineri Ses İmisyon Koruması Konferansı, 19.11.2007

emitted by accelerating road vehicles – Engineering method“) uzun süredir uygulama dışı kalmaktadır. Burada öngörülen “hızlandırılmış araç geçişi” ile ilgili motorlu taşıtın, ortalama hızda ve yüksek motor devir sayısında seyrederken (yaklaşık olarak 50 km/h) aşırı hızlanması sağlanmaktadır. Bunun için otomobiller, 2. ve 3. viteste kullanılır. Günlük hayatta çok nadiren ortaya çıkan böyle bir araç kullanım şekli, motorun ve de emme ve egzoz donanımının gürültü emisyonlarını artırmaktadır. Buna karşılık günlük hayatta lastik tekerlek / taşıt yolu gürültüsünün halen orta dereceli ve elbette ki, yüksek sürüş hızında baskın gelen bir gürültü kaynağı olması, “hızlandırılmış araç geçişi”nde nispeten daha az bir rol oynamaktadır. Bu ölçüm prosedürü değiştirilmeden gürültü sınır değerlerin düşürülmeye devam edilmesi, normal günlük hayatta ortaya çıkan emisyonlarda herhangi bir azalmaya yol açmayacaktır. Bu arada hızlandırma ve kararlı sürüş modellerinin bir karışımını içeren ve yeniden düzenlenmiş bir direktif yayınlanmıştır. Bu prosedür de sadece daha yüksek hız sınırlarını değil (ring yolları, şehir otoyolları) trafiğin az olduğu saatleri (akşamları ve geceleri) ve yalnızca toplu merkezlerdeki gündüz yaşanan karayolu trafik gürültüsü sorununu yansıtmaktadır. Bu yüzden AB, buna paralel olarak kendi ruhsat (onay) prosedürlerini geliştirmektedir.

C.2.4. İşaretleme - Etiketleme

Seçilmiş lastiklerdeki gürültü emisyonları, testlerle her yıl ölçülür ve yayınlanır, fakat bulunan değerler lastiğin üzerine işlenmez. Bir gürültü işareti öngörülmemiştir. Ayrıca tip ruhsatında (onayında) kullanılan lastiklerin, yeni satılan arabalara monte edilmemiş olması gerekir. Kullanım izni gürültülü lastikler için de geçerlidir. Yedek lastik tedarik edilmesi konusunda ise gürültü oluşumu ile ilgili herhangi bir hüküm yoktur.

C.3. Raylı Taşıtlar için Gürültü Yönetmelikleri

C.3.1. Uluslararası İşleyen Taşıtlar

AB uluslararası işleyen⁴⁸ raylı taşıtlar için gürültü sınır değerlerini **Uluslararası İşletim için Teknik Şartname (TSI)** biçiminde uygulamaya koymuştur.

⁴⁸ Bunlar Trans - Avrupa demir yolu ağında işleyebilen taşıtlardır ve böylece esas olarak ulaşımında hız sınırını aşabilecek konumdadır.

- Yüksek hız taşımacılığı kapsamında yer alan taşıtların sürüş ve duruş gürültüsüne yönelik sınır değerler, 01.12.2002 tarihinden itibaren yürürlüktedir⁴⁹;
- Geleneksel demir yolu trafiğindeki taşıtlar için seyir, yanaşma ve durma gürültüsü sınır değerleri 23.07.2006 tarihinde yürürlüğe girmiştir⁵⁰.

Sınır değerler, yalnız yeni ve önemli ölçüde değiştirilmiş taşıtlar için geçerlidir. Sınır değerler ve ölçüm prosedürüne ilişkin veriler, bu EK içerisinde bir araya getirilmiştir.

Tablo C-5, **yüksek hız taşımacılığı** kapsamında yer alan taşıtların sabit hızdaki seyir gürültüsüne yönelik gürültü sınır değerlerini göstermektedir. Ölçüm birimi ya da gösterge, ray akisinin 25 m mesafesinden dB(A) cinsinden Transit Exposure Level TEL seviyesidir (Geçiş Maruziyet Seviyesi). Buna ek olarak sınır değerleri durma gürültüsü için de geçerlidir. Avrupa'da şu an en sessiz hızlı tren ICE 1 ve 2 ile kıyaslandığında sınır değerlerin oldukça zorlayıcı olduğu açıkça görülmektedir.

Ölçüm prosedürü için uluslararası bir standart olan ve Ocak 2001 tarihli "Hatta Bağlı Taşıtların Gürültü Emisyonlarının Ölçümü" prEN ISO 3095 temel teşkil etmektedir. Test güzergahı⁵¹ için ayrıca HS-TSI tanımı altında;

- Demir yolu pürüzlülüğü açısından ISO 3095 ile kıyaslandığında daha düşük sınır eğrileri söz konusudur.
- Rayların gürültü yayma sorunu, ara ortamlarda mevcut olan yüksek statik katılık yoluyla demiryolu ve travers arasında azaltılır.

⁴⁹ 96/48/EC sayılı Direktifinin 6. Madde, 1. fıkra gereği Trans - Avrupa Yüksek Hız Demir yolu Sisteminde Kısmi Sistem Olan "Taşıtların Uluslararası İşletim için Teknik Şartname (TSI) hakkındaki 30 Mayıs 2002 gün ve 2002/735/EC sayılı KOMİSYON KARARI

12.9.2002 gün ve L 245/402ff sayılı Avrupa Birliği Resmi Gazetesi

⁵⁰ Konvansiyonel Trans - Avrupa Demir yolu Sisteminde Kısmi Sistem Olan "Taşıtlar - Gürültü"nün Uluslararası İşletim için Teknik Şartname (TSI) hakkındaki 23 Aralık 2005 gün ve 2006/66/EC sayılı KOMİSYON KARARI

8.2.2006 gün ve L37/1ff sayılı Avrupa Birliği Resmi Gazetesi

Metnin internet adresi:

http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/site/de/oj/2006/l_037/l_03720060208de00010049.pdf

⁵¹ Tanımın hedefi, gürültü oluşumuna ve gürültü yayılımına çok düşük oranda katkı sağlayan bir test güzergahında ölçüm yapılmasıdır, öyle ki test edilen taşıtın emisyonları belirgin bir biçimde baskın gelmelidir.

Tablo C-5: Maksimum hızdaki kararlı sürüşlerde hızlı trenlere ait gürültü emisyonları için sınır değerleri (Transit Exposure Level/ Geçiş Maruziyet Seviyesi) TEL dB(A) cinsinden, mesafe 25 m)

	Kararlı Sürüş km/h cinsinden			
	250	300	320	350
Yeni taşıt modelleri (Tam ölçümler için 1 dB(A) dahildir)	88	92	93	
Uygulamaya konulan konstrüksiyon düşüncelerini esas alan yeni taşıtlar	90	93	94	
2004 sonrası yeni siparişler için tavsiyeler	86	89	90	92
Mukayese için: ICE ½ Gürültü emisyonları	85-87	90,5		

C.3.2. Konvansiyonel Ulaşım için Sınır Değerleri

TSI ile sınır değerleri, kullanım alanı gürültü⁵² olan şu hususlar için iki kademe halinde uygulanır:

- 80 km/h'da **seyir gürültüsü**; ölçüm birimi ray orta çizgisinden 7,5 m mesafede ortalama araç geçiş gürültü seviyesi $L_{pAeq,Tp}$ ⁵³ ve 80 km/h ve maksimum V hızında demir yolu üst kenarından 1,2 m yukarıda (fakat < 190 km/h); sonuncusu 80 km/h'da $L_{pAeq,Tp}(80 \text{ km/h}) = L_{pAeq,Tp}(V) - 30 \cdot \log(V/80)$ formülüne göre hesaplanır. Sınır değerinin her iki hızda da korunması gerekir;
- **Yanaşma gürültüsü**; ölçü miktarı maksimum araç geçiş gürültü seviyesi $L_{pAFmax}(7,5m/1,2m)$;
- **Durma gürültüsü** $L_{pAeq,T}$ aynı şekilde 7,5 m / 1,2 m'de.

⁵² Bkz. Dipnot 10

⁵³ $L_{pAeq,Tp}$, geçiş sırasında toplam ses enerjisini yakalayamadığından TEL'e göre özellikle kısa trenlerde daha düşüktür.

Ölçüm prosedürüne, bu arada yürürlüğe giren uluslararası EN ISO 3095: Şubat 2005 standardı temel teşkil eder. Buna ilaveten test güzergahı⁵⁴ için ISO 3095 ile kıyaslandığında ray pürüzlülüğü açısından daha düşük bir sınır eğrisi (0,032 m'nin altındaki dalga boyları için yüksek hız trafiğindeki test rayının sınır eğrisi ile aynı, fakat daha yüksek dalga boylarında belirgin bir biçimde daha yukarıda yer almakta) ortaya konmuş ve rayın yansıma durumu, gövdenin çıkardığı ses derecesine ait sınır eğrisiyle belirlenmiştir.

Kullanım şartlarına ilişkin hükümler de ISO 3095'e karşı modifikasyona uğramış ve bu durum genel olarak daha düşük emisyonlara yol açmıştır.

Böylece test güzergahı sessiz olarak tanımlanmış ("*TSI+*" terimi ile), fakat yüksek hız trafiğine ait test güzergahının tanımına nazaran ("*HS-TSI*") daha yüksek emisyonlara neden olmuştur.

Resim C-3, en gürültülü taşıt kategorisindeki yük vagonlarının bugünkü teknolojiye göre seyir gürültüsü sınır değerleri ile bağlantısını göstermektedir. Güncel olarak öngörülen sınır değerlerin yanı sıra 1983 tarihli asıl komisyon önerisi ve de bugünün gürültülü (dökme demir takozlu frenlere sahip olanlar – DD) ve sessiz yük vagonlarının emisyonları da resmedilmiştir.

⁵⁴ Hedef sessiz bir test güzergahıdır, hızlı trenlere yönelik hükümlerle karşılaştırın.

Tablo C-6: Geleneksel uluslararası raylı taşıtlarda dış kaynaklı gürültüler için sınır değerler (Birinci Kademe)

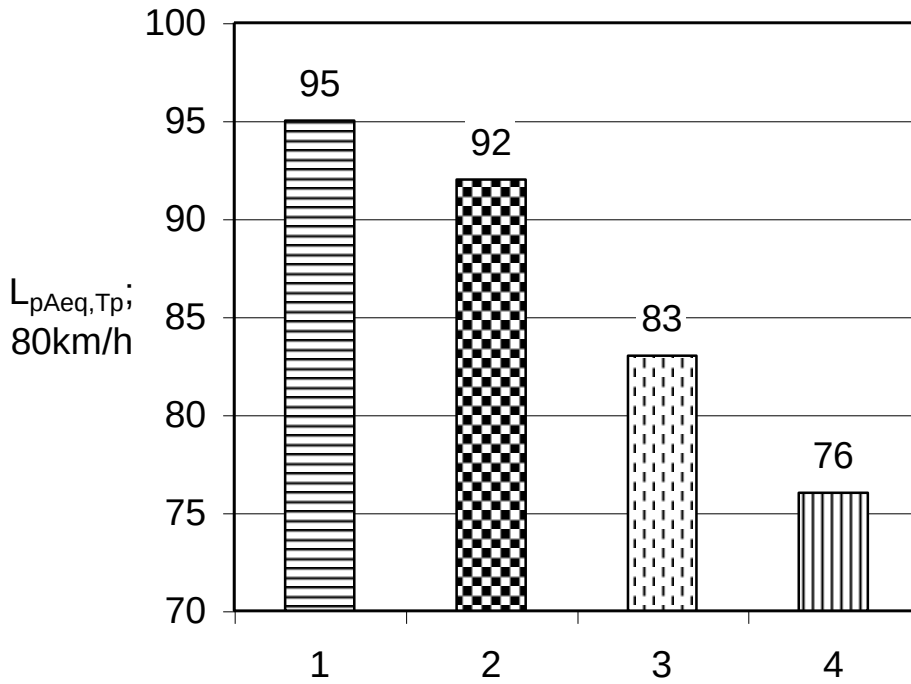
Taşıt kategorisi	apl Aks sayısı / Taşıt uzunluğu m cinsinden	P Gücü kW olarak	Durma Gürültüsü	Yanaşma Gürültüsü	Seyir Gürültüsü
			$L_{pAeq,T}$ dB(A) cinsinden	L_{pAFmax} dB(A) cinsinden	L_{pAeq,Tp^2} dB(A) cinsinden 80 km/h'de
			Ray aksından 7,5 m uzaklıkta		
Yük vagonları	0,15'e kadar		65		82
Yük vagonları	0,15 üstü ve 0,275'e kadar		65		83
Yük vagonları	0,275 üstü		65		85
Elektrikli lokomotifler		Tekerlek çevresinde < 4500	75	82	85
Elektrikli lokomotifler		Tekerlek çevresinde ≥ 4500	75	85	85
Dizel lokomotifler		Mil üzerinde < 2000	75	86	85
Dizel lokomotifler		Mil üzerinde ≥ 2000	75	89	85
E- Motorlu vagonlar			68	82	81
Dizel Motorlu vagonlar		< 500/Motor	73	83	82
Dizel Motorlu vagonlar		≥ 500/Motor	73	85	82
Yolcu vagonu			65		80

Sessiz bir yük vagonuna örnek olarak lastik takozlu frenlere ve anti uğultu kaplamalara sahip Low Noise Train (LNT – Sessiz Tren) seçilmiştir. Emisyonlar, mümkün olduğunca hesaplanarak ortalama 0,2'lik bir apl elde edilmiş ve ayrıca maksimum gürültü seviyesi de ortalama geçiş gürültü seviyesine dönüştürülmüştür.

AB sınır değerleri yürürlüğe girdikten sonra dökme demir takozlu frenlere sahip raylı taşıtlara artık ruhsat verilmeyeceği sonucunu doğurmuştur. Fakat LNT rneği, sınır değerlerinin/değerlerin daha da katı bir şekilde formüle edilebileceğini göstermektedir.

Sınır değerlerin düzenlenmesi, seyir gürültüsü için **ikinci kademeye** yönelik tavsiyeleri öngörmektedir. Birinci kademe yürürlüğe girdikten 10 sene sonra sipariş edilen ya da 12 sene sonra hizmete alınan taşıtlarda, sınır değerlerin 2 dB(A) azaltımı ve tavsiye edilen motorlu vagonlar dışında 5 dB(A) daha düşük değerlerin korunması gerekir. Bunun haricinde Komisyon (bkz. Karar, dipnot 10, Blm7.1) TSI'nin yürürlüğe girmesinden sonra en geç 7 sene içinde olası revize edilmiş nerileri içeren bir rapor sunmakla yükümlüdür. Bu rapor, diğer hususların yanı sıra şu maddelerle ilgilidir:

- 2. kademe için sunulan önerilerin en yeni teknik gelişmeler ışığında ve ölçüm kampanyaları temelinde değerlendirilmesi;
- Gürültüye dayalı teknik şartnamelere altyapının da dahil edilmesi;
- Tekerleklerin TSI'ye olan etkilerinin denetlenmesi için uygulanacak prosedürlerin ele alınması.



Resim C-3: dB(A) cinsinden yük vagonlarına ait seyir gürültüsünün gürültü emisyonları ve sınır değerleri; ($a_{pl} = 0,2$);
 1 1983 AB önerisi (ray tanımlanamıyor),
 2 AB önerisi, çok iyi durumdaki raylar üzerinde işleyen DD vagonları
 3 AB 2005 sınır değeri (TSI+)
 4 LNT (HS-TSI)

C.3.4. Uluslararası İşleyen Taşıtlar için İdari Şartname Önerileri

AB'nin koyduğu sınır değerleri, teknolojinin son durumunu her zaman yansıtmamaktadır. Taşıtların siparişinde yaşanan zorlayıcı standartları gerekçe olarak göstermek isteyen demir yolu ulaşım şirketleri bu değerleri, ilerleme sağlayan İdari Şartname önerileri açısından destekleyebilirler. Tablo 4'te Alman Federal Çevre Dairesinin İdari Şartname önerileri örnek olarak verilmiştir. Buradaki hususlar, yüksek hız trafiğinde olduğu gibi test raylarının tanımlanması ile ilgilidir. Yük vagonları ve dizel lokomotifler için öneriler, Karayolları ve Demiryollarında Kombine Ulaşım için Alman Teşvik Programı kapsamında ele alınmıştır.

Tablo C-7: Demiryolu taşıtlarının tedarik edilmesi için İdari Şartname önerileri – Alman Federal Çevre Dairesinin önerileri

	Geçiş	Yanaşma	Durma	
				Motor ve yardımcı ünite durumu ile ilgili düşünceler
	80 km/h, 7,5 m, 1,2 m	7,5 m, 1,2 m	7,5 m, 1,2 m	
	L_{pAeq,TP}	L_{pAFmax}	L_{pAeq,T}	
Dizel lokomotifler	80	75	78	Olabilecek en yüksek devir sayısı ile boşta çalışan motor ve tam yük yardımcı üniteler
Elektrikli lokomotifler	80	75	73	Olabilecek en yüksek devir sayısı ile boşta çalışan motor ve tam yük yardımcı üniteler
Yük vagonları	80			
Dizel motorlu vagonlar	78	75	76	Olabilecek en yüksek devir sayısı ile boşta çalışan motor ve tam yük yardımcı üniteler
Elektrik motorlu vagonlar	78	75	71	Olabilecek en yüksek devir sayısı ile boşta çalışan motor ve tam yük yardımcı üniteler
Yolcu treni vagonları	75		62	Tam yük yardımcı motorlar
Tramvaylar	78	72	55	Kısmi yük klima sistemi
Metrolar, Şehir çevresinde işleyen raylar	78	72	55	Kısmi yük klima sistemi
Tam yük klima sistemine sahip Tramvay / Metro / Şehir çevresinde işleyen raylar			58	Tam yük klima sistemi

C.3.5. Uluslararası İşlemeyen Taşıtlar

AB, tramvay ve metro gibi yeni ve uluslararası işlemeyen taşıtlarda izin verilen gürültü emisyonları için şimdiye kadar herhangi bir sınır değeri belirlememiştir.

Bu hususlardan ulusal düzeyde kesinlikle vazgeçilebilir. Uygulamada, teknolojinin son durumuna uygun olarak gerçekleşecek yakın mesafe raylı ulaşım taşıtlarının siparişi, İdari Şartname önerileri ile açıklanmıştır. Tablo 4'te, tramvay ve metrolar için öneriler de yer almaktadır. Daha az zorlayıcı öneriler (ancak daha sessiz raylar üzerinde yapılan gürültü tip testleri için) 2002 tarihli "BOStrab⁵⁵ gereği "Yakın Mesafe Raylı Ulaşım Taşıtlarının Gürültüsü" konulu 154 sayılı VDV⁵⁶ Metni içeriğinde yer almaktadır. Bu öneriler, Uluslararası Umumi Ulaşım Çevre Birliği UITP tarafından ele alınmıştır.

⁵⁵ Tramvaylar için Kullanım Talimatı

⁵⁶ VDV = Alman Ulaşım Birliği