



**T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI**

ÇEVRE YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

OLASI GÜRÜLTÜ AZALTIM TEDBİRLERİ KATALOĞU

İÇİNDEKİLER

ÖZET 2

1. GİRİŞ	3
<i>AB'de Eylem Planları (Avrupa Çevre Ajansı)</i>	4
<i>Bu belgenin AMACI ve KAPSAMI</i>	6
<i>YAPI ve İÇERİK: Bu belgenin kullanım şekli</i>	7
2. YÖNTEM: GÜRÜLTÜ AZALTIM ÖNLEMLERİNİN SEÇİMİNDE KARAR ALMA ÖLÇÜTLERİ	9
<i>Düzeltilici ve Önleyici Gürültü Azaltım Önlemleri</i>	9
<i>Gürültü Azaltım Önlemleri, çözümün kalitesi ve uygunluğunu değerlendirmede kullanılan ölçütler</i>	9
3. GÜRÜLTÜ AZALTIM VE KONTROL ÖNLEMLERİ ENVANTERİ	14
<i>Dünya çapında edinilen tecrübeler</i>	15
<i>Standartlar ve Mevzuat</i>	18
<i>Gürültü Azaltımına İlişkin Önlem ve Eylemleri Listesi</i>	19
4. VERİ FÖYLERİ	31
VERİ FÖYÜ 1. KARAYOLUNDA GÜRÜLTÜ AZALTIM ÇALIŞMASI	31
VERİ FÖYÜ 2. DEMİRYOLLARINDA GÜRÜLTÜ AZALTIMI	79
VERİ FÖYÜ 3. SANAYİ KAYNAKLARINDA GÜRÜLTÜ AZALTIMI	92
VERİ FÖYÜ 4. EĞLENCE YERLERİNDE GÜRÜLTÜNÜN AZALTIMI	118
VERİ FÖYÜ 5. YAYILIM YOLU ÜZERİNDE GÜRÜLTÜ AZALTIMI	140
VERİ FÖYÜ 6. ŞEHİR PLANLAMA VE GÜRÜLTÜ YÖNETİMİ	159
VERİ FÖYÜ 7. GÜRÜLTÜNÜN ALICIDA AZALTIMI	168

ÖZET

Bu belge, pilot alanlara uygulanabilecek gürültü azaltım önlemlerine yönelik bir katalog sunmaktadır. Burada önerilen önlemler şu ana kadar dünyanın herhangi bir yerinde uygulanmış ya da değerlendirilmiş olup, konuyla ilgili kaynak taraması yapılabilir. Şehirlerde uygulanacak gürültü azaltım önlemlerine ilişkin kamuya ait mali kaynaklar kullanılacağı için önceki deneyimlerden faydalanmak önem arz etmektedir. Bu kaynakların kullanımında izlenecek yolun optimizasyonu ise kilit unsur niteliğindedir.

Gürültü önlemlerine yönelik bu katalogun amacı, sadece önlemlerle ilgili tanımlama yapmak değil; aynı zamanda AB tarafından finanse edilen projelerde ve şehirlerde gerçekleştirilen önlemleri, şu ana kadar uygulanmış çalışmaları nicel halde sunmaktır. Bu rapor; kaynakta gürültü azaltımı (karayolu, demiryolu, sanayi ve eğlence alanlarında), yayılım yolunda gürültü azaltımı, alıcıda gürültü azaltımı hususlarını veri föyü grupları halinde ve şehir planlamasını ayrı bir kategoride ele alarak oluşturulmuştur. Her bir veri föyünün içerisinde farklı önlem türleri bulunmaktadır. Örn. karayolu kaynağında gürültü azaltımı konusu; trafik yönetimiyle karayolu trafiği yoğunluğunun azaltılması, gürültülü taşıtlara ilişkin kontrol önlemleri, trafiğin yavaşlatılması, trafik hızını azaltacak ve düzensiz trafik akışını düzenleyecek gürültü kontrol önlemleri, sessiz yüzeyler ve sokakların bakımı ile karayolu süreksizliğinin düzeltilmesi şeklinde beş pakete ayrılmıştır.

Aynı zamanda her bir azaltım önlemine ilişkin tanımlama yapılmış ve bu önlemler yazılı kaynak ile geçmiş deneyimler ışığında değerlendirmeye alınmıştır. Analitik açıdan bakılacak olursa her bir durum çalışması, örnek ya da deneyim (çoğunlukla yerel kurumların ele aldığı şekilde) tek tek değerlendirilmiştir. Değerlendirmeye ilişkin en önemli göstergeler: çözümle ilgili maliyet, etki derecesi ve zorluk derecesidir. Maliyet hesaplamasının içerisinde uygulama ve bakıma ilişkin yatırımlar yer almakta, etki derecesi ile ilgili hesaplama çalışmaları yerel bazda ve şehir kapsamında yapılmakta ve zorlukla ilgili hesaplama ise önlemlere ilişkin proje tasarımı, program, yönetim ve uygulama (ya da yapı) hususlarını göz önünde bulundurmaktadır. Bu parametreler, her bir önleme ilişkin en önemli özelliklere hızlı bir şekilde ulaşmak amacıyla grafiksel simgelerle kodlanmıştır.

Son olarak, her bir önlemin maliyetine ilişkin net bir bulgu elde etmek zor olup bu bilginin çok dikkatle ele alınması gerekmektedir. Ayrıca bu belgeyi okuyan kişinin şu hususa dikkat etmesi gerekmektedir: bir önlem hayata geçirilmeden önce yapılan değerlendirme, olay bazında yapılan değerlendirme ile aynı sonuçları vermeyecektir.

1. GİRİŞ

Bu rapor; karayolu trafiği, demiryolu altyapısı, sanayi faaliyetleri ve aynı zamanda eğlence faaliyetlerinin sebep olduğu kentsel gürültü yönetiminde kullanılan önlemlerle ilgili doğrulanmış kanıtlar çerçevesinde bir katalog hazırlamak amacıyla kaleme alınmıştır. Ancak belirli bir çevresel sorunu çözmek amacıyla özel bir eylem planı hazırlanırken bu hususun daha geniş bir şehir planlaması kapsamında ele alınması gerekmektedir.

Genel anlamda 2002/49/EC Direktifi'nin uyumlaştırılması, Avrupa'daki hükümetler açısından çevresel gürültüyle başa çıkma konusunda bir yükümlülük ortaya koymaktadır. Bu çerçevede ilk yapılması gereken iş, her ülkenin günümüzdeki çevresel durumunu teşhis etmesine yöneliktir ve bu da farklı gürültü seviyelerine maruz kalan nüfus sayısının hesaplamasına yönelik Stratejik Gürültü Haritalarının hazırlanmasını gerektirmektedir. AB'nin her ülkesinde hazırlanan bu haritaları ve gürültü ile ilgili mevzuat çerçevesini, çevresel gürültü ile mücadelede çıkış noktası olarak kabul edebiliriz. Bu mevzuat çerçevesinde yalnızca gürültü sınırlarına ilişkin ölçütler değil; aynı zamanda içerisinde bu sınır değerlerin korunmasının gerektiği belirtilmekte ve "Gürültü Zonlaması" olarak da bilinen arazi kullanımları ile ilgili tanımlamalar da yer almaktadır.

Bu sebeple, Gürültü Eylem Planı süreci, sistematik ve nesnel bir karar sistemi ile desteklenen uygun bir yöntemle dayanmalıdır. Bu bağlamda eylem planlarını aşağıda gösterildiği üzere üç aşamada gerçekleştirmek mümkündür. Bu raporda, idari ya da siyasi aşamalardan çok teknik aşamalara yer verilmiştir.

1. Sıcak noktaların tespit edilmesi ve bir önem sırasına konması
2. Bu sıcak noktalardaki mevcut ve gelecekte ortaya çıkabilecek gürültü sorunlarının kaynağının tanımlanması ve incelenmesi
3. Kısa ve uzun vadede düzeltici ve önleyici gürültü azaltım önlemlerinin tasarlanması ve ortaya konması

Ayrıca bu sürecin başarılı olmasında izlenecek yol dolambaçlıdır. Ancak elimizde "SICAK NOKTA" nedir sorusuna ilişkin kesin bir tanım bulunmamakla birlikte aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Binaların içerisinde gürültüden son derece rahatsız olan insanların çok yoğun olarak bulunduğu yerdir.

Bu tanım, önerilen gürültü azaltım önlemlerinin çözülmesi gereken sorunun ne olduğunu ortaya koymasından dolayı önemlidir. Sıcak nokta kavramı, bina dışındaki insanları kapsıyor olsa bu durum farklı olacaktır. Unutmamalıyız ki Gürültü Eylem Planları, maruziyet değerlerinin insan sağlığı üzerinde zararlı etki yaratabileceği yerlerde çevresel gürültüyü önlemeye ve azaltmaya yöneliktir.

Sıcak noktalar tespit edildikten ve bu sıcak noktaları etkileyen başlıca gürültü kaynakları tanımlandıktan sonra, bir sonraki aşamada gürültüye karşı eylem planlarının tasarlanması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Burada hükümet politikalarında gürültüye yönelik kamu harcamalarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Diğer yandan gürültünün ekonomik etkilerinin olduğunu da gözden kaçırmamak gerekmektedir. Gürültünün

gayrimenkul fiyatları üzerindeki etkisi ile artan sağlık sorunlarından dolayı sosyal güvenlik kurumuna olan maliyetler buna örnek olarak verilebilir. İyi bir teşhis için tıbbi analiz ne kadar önemli ve gerekli ise, eylem planlarının başarıya ulaşması için de uygun yöntemin kullanılması o kadar önemlidir. Bu sebeple, gürültü azaltım önlemlerine yönelik el kitapçığı tarzında bir katalog hazırlanması, eylem planı çalışmasının başından itibaren gerekli bir husustur. Ancak bu kataloğun gereğinden fazla geniş kapsamlı olup kontrol edilemez hale gelmesinden sakınmak gerekmekte ve bunun için de uygulanacak önlemlere ilişkin sınırlı sistematik bir listeye ihtiyaç bulunmaktadır.

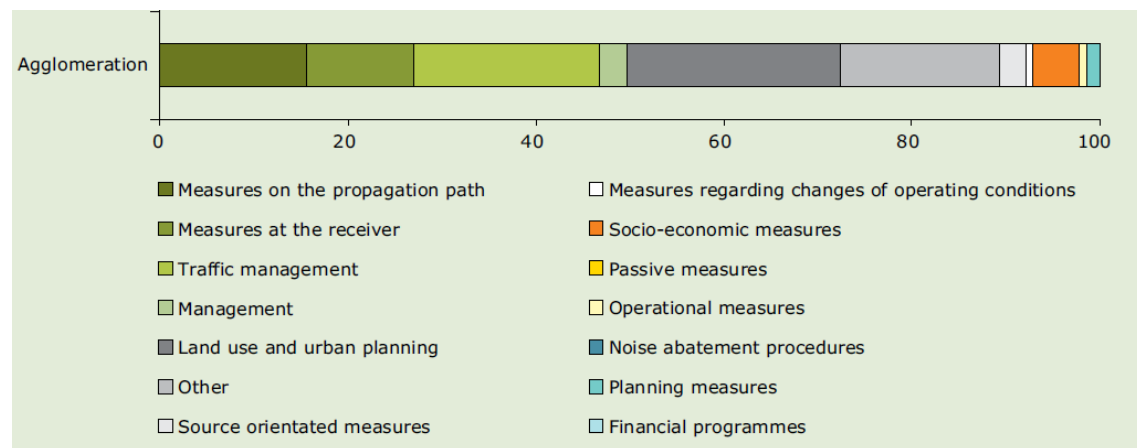
Son olarak, bu Eylem Planı Proje Yönetimi, **nerede** çalışılacağını (seçili hedef alanlarda), en iyi sonuçların **hangileri** olduğunu (gürültü simülasyonları), bu sonuçlara (projenin) **nasıl** ulaşacağını, bu sonuçların **ne zaman** uygulanacağını (faaliyet ve değerlendirme silsilesine dayalı kronogram) ve **maliyetin** ne olacağını (bütçeyi) ortaya koymaktadır.

AB'de Eylem Planları (Avrupa Çevre Ajansı)

Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) Avrupa'daki Gürültü Eylem Planları'na yönelik olarak elde edilen ilk sonuçları yayımlamıştır. Kentsel alanlarla ilgili sonuçlar Şekil 2'de gösterilmiş olup AB şehirlerinde planlaması yapılmış gürültü önlem türleri arasında öne çıkanlar aşağıdadır:

- Kentsel planlama (tüm eylem planlarının %23'ü yerleşim alanlarına ilişkindir),
- Trafik yönetimi (%20)
- Aşağıdaki önlemlerin de içinde bulunduğu diğer hususlar (%17):
 - kamuoyu bilincinin artırılması,
 - ilave trafik yükünün artmasının önüne geçilmesi,
 - toplu taşımanın teşvik edilmesi,
 - bisiklet kullanımı ile yaya ulaşımının teşvik edilmesi.

Yerleşim alanlarına ilişkin eylem planlarında trafik ve ulaşım ile ilgili alınması gereken önlemlerin oranının yüksek olması, bu konuların yerleşim alanları içerisinde gürültü kaynakları olarak sahip olduğu önemi vurgulamaktadır.



Şekil 1. AÇA grafiği

Ana karayolları için eylem planlarının sıralaması aşağıdadır:

- Gürültü yayılım yolundaki önlemler (%32)
- Alıcıdaki önlemler (%23),

- Trafik yönetimine ilişkin önlemler (%22),
- Arazi kullanımı ve kentsel planlamaya ilişkin önlemler (%12).

Demiryolları için eylem planlarının sıralaması aşağıdadır:

- Gürültü yayılım yolundaki önlemler (%22)
- Trafik yönetimine ilişkin önlemler (%22),
- Tramvay hattı ve tekerlekte iyileştirme gibi demiryoluna özgü yönetim eylemleri (%17),
- Alıcıdaki önlemler (%15).

Bu belge, dünya çapında bilinen ve uygulanan muhtemel teknik gürültü azaltım önlemlerinin bulunduğu bir liste taslağı ortaya koymayı hedeflemektedir; fakat bunu yerel bağlamda potansiyel önlemleri, artısı ve eksisiyle göz önünde bulundurarak gerçekleştirmeye çalışmaktadır.

Bu ana hedefi layıkıyla gerçekleştirmek amacıyla ilk olarak bu proje için önceden seçilmiş önlemlerin hem kalitesini hem de uygunluğunu ortaya koyacak en elverişli ölçütlerin belirlenmesi gerekmektedir.

Bu belgede “teknik gürültü önlemi” hususuna teknik denmesinin sebebi, bu tür bir önlemin uygulama, tasarlama ve hayata geçirme çalışmaları için (endüstri mühendisliği, inşaat mühendisliği, ulaştırma mühendisliği, mimarlık ve şehircilik gibi) bazı mühendislik bilgisi gerektirmesinden ileri gelmektedir. Bu sebeple, gürültü arazi planlamasını burada teknik önlemlerin bir parçası olarak ele alacağız.

Bu belgeyle birlikte, Çevresel Gürültü Direktifini Uygulama Kapasitesi için Teknik Yardım Projesi (EuropeAid/131352/D/SER/TR) kapsamında Türkiye’nin pilot alanlarında uygulanabilir gürültü azaltım önlemlerine yönelik sizlere bir katalog sunmak hedeflenmiştir.

Konuyu özetleyecek olursak bu belge, teknik bir bakış açısıyla vatandaşların maruz kaldığı gürültüyü azaltmak amacıyla sıcak noktalarda neler yapılabileceğine dair yerel idarelere tavsiyelerde bulunmaya yöneliktir.

Bu belge iki ana kısma ayrılmıştır:

1. Gürültü azaltım önlemlerinin seçiminde karar alma ölçütleri.

Gürültüye karşı oluşturulacak muhtemel önlemlerle ilgili geniş bir listenin olması kadar, bu önlemlerin uygulanmasından çıkacak muhtemel sonuçların hepsini en iyi şekilde kavramak ve önceden tahmin etmek amacıyla uzman bilgisinin de kullanılması da önemlidir. Bu nedenle raporun bu kısmı, yerel idarelerin her bir durum için en uygun olan gürültü azaltım önlemi ya da önlem dizisini kıyaslama, değerlendirme ve nihayetinde kendilerine seçim yapma konusunda yardımcı olmaya yöneliktir. Bu tür çoklu ölçüt analizi kullanıldığında, yetkili idareler tarafından alınan kararların daha sağlam ve çevre konusundaki teknik personelin öznel düşüncelerine karşı daha dayanıklı olduğu görülmektedir.

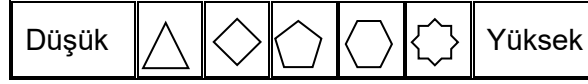
Düzeltilici ve önleyici önlemler arasındaki fark sayesinde yerel idareler; kısa, orta ve uzun vadede çevresel gürültüye karşı mücadelede daha iyi planlar (eylemler, imar planları, mevzuat geliştirme ve yatırımlar) ortaya koymaktadır.

2. Gürültü azaltım ve kontrol önlemleri envanteri: Veri föyleri.

Bu envanter; gürültü kaynağında, yayılım yolunda, alıcıdaki önlemler ile planlama önlemleri olmak üzere dört kısma ayrılmış olup pilot alanlarda tanımlanan karayolu, demiryolu, sanayi ve eğlence gürültü kaynaklarını kapsamaktadır. Şehir planlaması, çoğu zaman yayılım yolunda yapılan azaltım örneği olarak karşımıza çıkmaktadır; ancak bizler planlama konusu; gürültü kaynakları, yol ve alıcıları etkileyebildiği için bunu ayrı tutmayı tercih ediyoruz. Önlemler; önleyici ve düzeltilici olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Elinizdeki bu katalog daha çok kentsel alanlara yoğunlaşmış olup önerilen bütün önlemler birbirleriyle olan ilgilerine göre bir “broşür”e benzer şekilde gruplandırılmıştır. Bir dizi önlem ve bunlardan her biri ile ilgili genel bir tanımın bir önceki bölümde liste halinde verilen ölçütlere dayalı olduğu 16 paket bulunmaktadır. Ancak şu hususa dikkat etmek gerekmektedir: burada verilen önlemler sadece geçmiş tecrübeler ve öncelikle yazılı kaynaklarda revize edilen sonuçlara dayalı şekilde incelenmiştir; çünkü her bir gürültü azaltım önlemine ilişkin değerlendirmenin (ölçüt listesine dayalı olarak) daha sonra her bir duruma ve her bir sıcak noktaya göre ayrı ayrı uygulanması gerekmektedir. Bu durum, gürültü azaltım önlemleri ile ilgili taslak bir listenin oluşturulduğu 2. grafikte gösterilmiştir.

Son olarak (yazılı kaynaklarda bilgi mevcut olup sonuçlar çoğu uzmanlar tarafından kabul edilmişse) bir ölçüt dizisi dikkate alınarak bazı gürültü önlemlerinin yanında bu önlemlerin uygulanıp uygulanamayacağını görebilmek adına bir grafik kodlaması verilmiştir. Bu grafik belirli bir dereceye kadar her bir önlemin uygulanmasındaki başarı ihtimalini ortaya koymaktadır. Diğer bir deyişle şu soruyu sormamızı sağlar: bu önlemleri uyguladıktan sonra ne bekleyebiliriz?

- Her bir paketteki önlemlere dair genel tanım ve diğer görüşler.
- Paketin içerisinde bulunan önlem endeksi.
- Her bir önlemle ilgili özel tanım.
- Örnekler ve dünya çapında edinilen deneyimler.
- Spesifik gürültü eylemi, yaklaşık maliyet, genel geçerlilik, karmaşıklık ve uygulama derecesine ait kolayca erişilebilen grafiksel tanımlama. Değerlendirmeler en basitten en karmaşık olana doğru (düşük / yüksek, ucuz / maliyetli) beş ihtimalin bulunduğu bir ölçek şeklinde verilmiştir.



Konuyu özetleyecek olursak, İş Paketi 3 (WP3)'ün ilk kısmında çözüme bağlı gürültü sorunlarını kavrama ve ikinci kısmında pratik bir şekilde somut sonuçlara ilişkin karar alma konuları ele alınmıştır. Şekil 2'de süreçten bahsedilmiş; gerçek sıcak noktalardaki farklı gürültü azaltım önlemlerini karşılaştırma, avantajları ve dezavantajları değerlendirme ve hangi eylem planının (ya da bunların birleşiminin) daha iyi olduğuna karar verme adına (karar alma sisteminin kalbi olan) çoklu ölçüt analizinin yüksek kabiliyetine vurgu yapılmıştır.

2. YÖNTEM: GÜRÜLTÜ AZALTIM ÖNLEMLERİNİN SEÇİMİNDE KARAR ALMA ÖLÇÜTLERİ

Azaltım çalışması, vatandaşların yaşam kalitesinin ve mülkiyetlerinin değerinin düşmesini önlemeye yönelik bir çabadır. Etkili bir azaltım çalışması, şehirde bulunan yetkili idarelerin zor kararlar almasını ve uzun vadede insanların refahına yatırım yapmasını gerektirmektedir. Daha sonra gürültü kontrolü ile ilgili genel bir strateji düşünülüp bu konu diğer şehir planlarına (ulaşım, kentsel gelişim vb.) entegre edilmelidir.

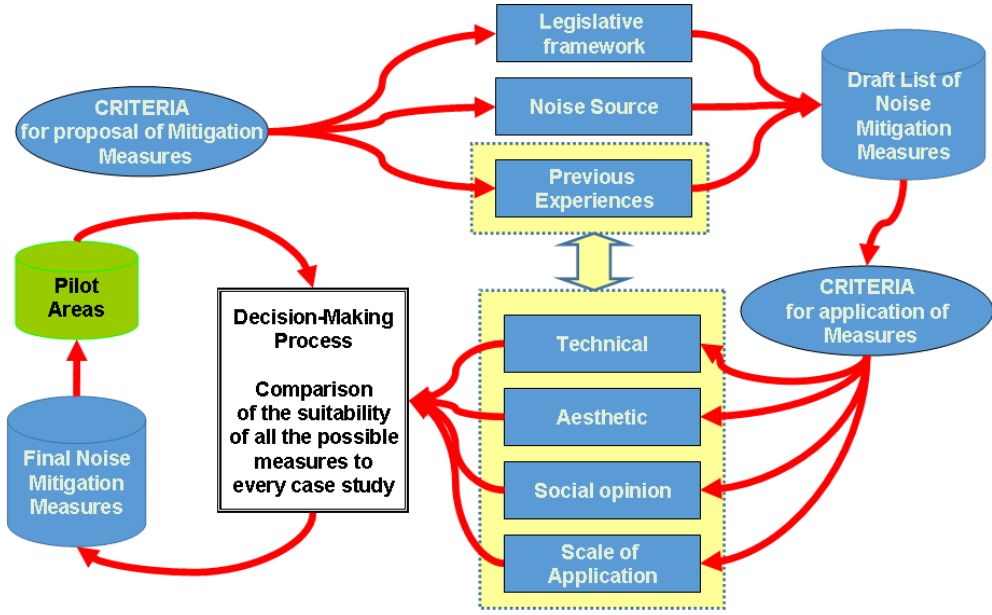
Düzeltilici ve Önleyici Gürültü Azaltım Önlemleri

- ❑ **Düzeltilici önlemler.** Eylem planı sürecinin başında, yetkili idarenin şehrin mevcut acil sorunlarını ele alması ve bunları çözmek adına fon yatırımında bulunması gerekmektedir. Bunu da gürültüye hassas alanlarda ve sıcak noktalarda **gürültüyü önleyerek ya da en azından en aza indirgeyerek** yapması gerekmektedir. Bu önlemlerin büyük kısmı kısa-orta vadede hayata geçirilmektedir.
- ❑ **Önleyici önlemler.** Ancak zamanla kamusal kaynaklar düzeltilici önlemlerden çok, **önleyici** önlemlere harcanmaktadır. Gürültü önleyici önlemler, sürdürülebilir kalkınma modeli gereklilikleri çerçevesinde tasarlanıp bütün şehir planlamasına entegre edilmektedir. Bu tür önlemler çevre dostu şehir gelişimine temel oluşturmaktadır. Altyapı projeleri; yeni konut geliştirme çalışmaları, hastane, okul inşası vb. bazı gürültü koşullarını göz önünde bulundurarak gerçekleştirilebilir. Bu önlemler genelde maliyet-etkisi en yüksek olanlardır ve çoğu da orta vadede hayata geçirilecek planlardır.

Ayrıca **elde edilen sonuçları korumak** adına düzeltilici ve önleyici önlemlere ilişkin bütün süreçleri **kontrol etmemiz** ve bu süreçlerle ilgili değerlendirme (**geri bildirim**) yapmamız gerekmektedir. Bu çerçevede hem düzeltilici hem de önleyici önlemlerin, **halihazırda bulunan önlemlerin etki derecesini gözlemleyecek ve ileride ortaya çıkacak trendleri önceden tahmin edecek** bazı çözümleri içermesi söz konusudur. Bu bağlamda kontrolden kasıt, ne zaman müdahale edilmesi, ne zaman önleme koruma çalışmalarının yapılması gerektiğine dair bizi doğru kararlar almaya sevk eden verileri toplamak amacıyla kaynakların işleme konmasıdır.

Gürültü Azaltım Önlemleri, çözümün kalitesi ve uygunluğunu değerlendirmede kullanılan ölçütler

Aşağıda, her bir durum çalışması için muhtemel gürültü azaltım önlemlerinin arasından en iyi ve uygun olanını seçmek adını kullanılan çoklu ölçüt analizini gösteren akış şeması bulunmaktadır.



Şekil 2.

Muhtemel gürültü azaltım önlemleri içerisinde bazılarını seçmede kullanılan ölçütler nelerdir? Bu ölçütler, uygulanacak çözümün başarı ihtimalini ortaya koyan göstergelerdir. Şekil 2'ye istinaden gürültü önlemlerinin seçiminde aşağıdaki karar alma parametreleri göz önünde bulundurulmaktadır.

TABLO 1

Ölçüt: Geçmiş deneyimler	Yorumlar
Uygulamada başarılı olan geçmiş deneyimler	Gürültü azaltım önlemleri deneyimleri. Aşağıdaki ölçütler göz önünde bulundurularak başarı değerlendirilmiştir. • Teknik, tablo 3. • Estetik, tablo 4. • Kamuoyu görüşü, tablo 5. • Uygulamanın kapsamı, tablo 6. Kanıtlanmış fayda sağlamışlardır. Kaynakça ve diğer deneyimleri (tablo 2) göz önüne alarak kentsel gelişimde uygulanması gereken durumdur. Bir planın başarısını öngörmek adına gayet iyi bir göstergedir.

TABLO 2

Ölçütler: Mevzuat çerçevesi	Yorumlar
Yasal çerçeve	Gürültü kanunu Gürültü yönetimi: Önleyici önlemlerle ilgili yükümlülük

TABLO 3

Ölçütler: Teknik	Yorumlar
Fizibilite	Mevcut çözümün gürültü teknik şartnamesine uygunluk seviyesi, basitlik, kolay hayata geçirme, önerilen önlemlerin yapısı ve uygulamasındaki teknik geçerlilik, Materyallerin mevcudiyeti ve geçerli mühendislik tasarım uygulamaları ve teknolojisi. İmar ve yapı çalışmalarına dayalı çözümlere ilişkin tasarım aşamasında temel ve rüzgâr yükü açısından zemin koşulları önem arz etmektedir. Yapıya ilişkin her çözümün, deprem riskini göz önüne alarak zemin koşullarına ilişkin temellerle ilgili yapısal gerekliliklerle uyumlu olması gerekmektedir. Geçerli mühendislik tasarım uygulamaları ve teknolojisi Bakımın yapılabilmesi İşlevsel ve teknik riskler
Maliyet (Yatırım ve Bakım)	Yapı maliyetleri. Akustik ve fiziksel dayanıklılık için tasarlanmış yapı ve materyaller. Bakım maliyeti. Bakım kolaylığı ve uzun ömürlülük için gerekli materyal. Akustik ve fiziksel özellikler dâhil dayanıklılık. Bu katalogta bahsedilen maliyet bilgisi bu sebeple gösterge maliyeti olarak kullanılabilir.

Güvenlik	Gürültüye ilişkin yeni trafik düzenlemeleri ile diğer trafik çözümlerinin taşıt ve yayaların güvenliğini tehlikeye düşürmemesi gerekmektedir. Kullanılan materyaller ve tesisin kendisinin yerel güvenlik gerekliliklerini yerine getirmesi ve kaza, yangın, yakıt, duman vb. durumlara karşı genel güvenlik korumasını sağlaması gerekmektedir. Ters hava koşulları, tepkileri vb. durumların olumsuz etkilerini artırmayacak şekilde dikkat dağıtıcı hususlardan kaçınılması gerekmektedir. Bu güvenlik şartları içerisinde, herhangi bir kazaya sebebiyet vermeden gürültü azaltımına ilişkin imar ve planlama çalışmasında depreme dayanıklılık hususu da bulunmaktadır.
Akustik etki derecesi	Akustik etki derecesi. Gürültüye maruz kalan insan sayısı ve gürültü azaltım rakamlarının önce ve sonra kıyaslaması. Ciddi Gürültü Azaltımı. İlgili azaltım önlemini alıp almamak üzere bir sınır değeri belirlenebilir.
Fayda/Maliyet Oranı (yatırıma olan geri dönüşü)	Verimlilik Parasal bir yaklaşımla gürültü planlarının mevcut yatırım ile fayda arasındaki dengeyi sağlayabilecek bir değerlendirme. Sadece doğrudan maliyet göz önünde bulundurulduğunda € / gürültü azaltımı / kişi arasında bir ilişki bulunmaktadır. Gürültüde bir desibel azaltımın kişi başına maliyeti nedir?
Yan etkiler	Diğer yerel plan (ulaşım, şehir planlaması vb.) ve politikalarla olan sinerjiler, yenileme ya da ikame planlarının avantajları Kentsel hareketlilik ve sürdürülebilirliğe olan ters etkiler. Şebeke etkisi (Önlemin alındığı yerden daha geniş alana olan etki) Gürültüye karşı en iyi çözümleri değerlendirmek adına Gürültü Haritalaması kullanılarak alternatif senaryolar denenebilir. Tasarlama çalışması, gürültüyü mümkün olan en aza indirmek adına optimize edilmelidir; fakat şehir planlarında diğer değişkenlerin (örneğin hareketlilik) daha ağırlıklı olabileceği unutulmamalıdır.
Yasal çerçeve. Teknik kısım	Yapı, materyal, güvenlik vb. konuları düzenleyen teknik öneri ve yükümlülükler. Gürültü azaltım önlemleri, yasal çerçeveye uyumlu şekilde tasarlanmalı, geliştirilmeli (ve/veya uygulanmalı) ve hayata geçirilmelidir.
Tamamlayıcı unsurlar. Diğer gürültü önlemleriyle etkileşim	Önlemlerin uygulanması, daha sonradan tamamlayıcı önlemlerin kullanılmasına engel teşkil etmez. Bazen iki farklı önlemin uygulanması, nihayetinde her iki önlemin de ayrı ayrı etki derecesinin toplamını vermeyebilir. Bu da iki farklı gürültü azaltım önleminin tamamlayıcılığının negatif skoru olarak karşımıza çıkmaktadır.

TABLO 4

Ölçütler: Estetik	Yorumlar
Estetik	Tabiattaki entegrasyon seviyesi. Görsel efektler. Mimari miras ve peyzaj ile olacak enterferanslardan kaçınılması gerekmektedir. Kentsel miras Sanat tasarımı ve grafiti karşıtı önlemler

TABLO 5

Ölçütler: Kamuoyu görüşü	Yorumlar
Kamuoyu görüşü	Kamuoyunun kabulü. Kamuoyunun önlemlere olumlu bakması gerekmektedir. Toplumsal anlayış ve değerlendirmenin toplumsal muhalefet karşısında güçlü olması ve önerilen gürültü azaltım önlemleri karşısında oluşabilecek direnç ve şikâyetlerin kamuoyu görüşü alınarak göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Burada bir gürültü eylem planı hazırlanırken kamuoyunu bilgilendirme ve kamuoyuna danışma hususlarının idare için zorunlu olduğunu unutmamak gerekir. Halkla iki taraflı iletişim süreci oluşturmak adına iyi bir iletişim stratejinin kurulması tavsiye edilmektedir. Bu biraz da yanıltıcı ölçüt olabilmektedir; çünkü yetkili mercilerin eğitim kanalları ve kitle iletişim araçlarını kullanarak kamuoyu yaratma ve manipüle etme şansı vardır. Ayrıca ekonomik yardımları da unutmamak gerekir.

TABLO 6

Ölçütler: Ölçek unsurları	Yorumlar
Uygulamada ölçek unsuru	Alan yöntemi - Makro düzeye karşı Mikro düzey Zaman yöntemi - Ses olayları. Lmax - Lgag'a karşı Lgece ya da Lgündüz/Lakşam - Kısa, orta ve uzun vadede sunulan önlemler

3. GÜRÜLTÜ AZALTIM ve KONTROL ÖNLEMLERİ ENVANTERİ

Kentsel alanlara uygulanan eylem planlarının daima daha karmaşık bir yapısı vardır. Çözüm önerileri farklı açılardan elde edilebilir, bunlar: teknik, planlama (daha yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirlere ulaşmak amacıyla bütünsel çözümlere odaklanma), eğitimsel (kamuoyunu gürültü eylem planları ve sonuçları hakkında bilgilendirme, çocuklar ve öğrenciler dâhil farklı toplumsal gruplar arasında gürültü sorunu ile ilgili farkındalık oluşturma), örgütsel (insanların dinlenme zamanlarında ortaya çıkan gürültü etkisini azaltmak üzere bir faaliyetin zamanında değişiklik yapma, ilgili paydaşlar arasında gürültü sorunu ile ilgili farkındalık yaratma), ekonomik (devlet teşvikleri ve ekonomik yardımlara karşı cezalar; ödül ve ceza yaklaşımı), hukuki (önerilen prosedürleri zorunlu prosedürlere çevirme) vb. olabilir. Teknik çözümler bazen tercih edilebilir; ancak bazen bu tür çözümler ne en etkili, ne en ucuz ne de şehirde en düşük sosyo-ekonomik etkiye sahip olan çözümlerdir.

Karayolu trafiğinde ortaya çıkan tekerleğin dönme gürültüsüne karşı iyi bir azaltım önleminin, tekerlek / asfalt ara yüzünde bir eylem çalışması yaparak elde edileceği fikri mantıklı gelmektedir. Ancak bazı sessiz lastik türlerinin kullanımını zorunlu kılan kurallar ve düzenlemeler, sadece AB'nin yetki alanında bulunmaktadır. Bu tür tekerleklerin kullanımını teşvik amacıyla ulusal çapta ekonomik yardımlar verilebilir; çünkü bu husus yerel idarelerin yetkisi dışındadır.

Geniş bir Gürültü Azaltım ve Kontrol Önlemleri envanterini, nihayetinde arasından bir ölçüt dizisi oluşturacak şekilde filtreleyerek ele alabiliriz. Bu şekilde farklı önlemleri, belirlenen soruna verebileceği çözümler açısından önem sırasına koyabiliriz.

Muhtemel gürültü önlemleri kataloğu, kentsel ortamdaki gürültü kaynağı türüne (karayolu trafiği, demiryolu trafiği, endüstriyel faaliyetler ve eğlence alanları) göre ve önlemin uygulandığı yerlere göre sınıflandırılmaktadır.

- ✗ Gürültüyü kaynağında azaltmak, gürültü azaltma konusundaki en uygun yöntem olarak görülebilir. Bu durumda gürültüyü her yerde önlemiş oluruz. Gürültü önlemiyle ilgili alınabilecek en iyi sonuç gürültü emisyonunun engellenmesidir. Bu mümkün değilse (ulaşım altyapılarından gelen gürültü emisyonunda durum çoğunlukla bu şekildedir) sadece gürültü emisyonunu uygun seviyelere indirmek yeterli olacaktır.
- ✗ Kaynakta gürültü azaltımı ile ilgili iyi rakamlara ulaşmak zor ise başka ihtimalleri de araştırmak faydalı olacaktır. Gürültü yayılımının azaltımı hususu aynı zamanda kaynağın çevresinde ya da alan sınırında amaca uygun olarak inşa edilen bariyerleri de kapsayabilir. Göz önünde bulundurulabilecek diğer bir konu da gürültü kaynaklarının ve konut alanların yerlerinin değiştirilmesidir.
- ✗ Alıcıda gürültü azaltımı ise her zaman en son seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Gürültü kirliliği aynı şekilde kalır; ancak sadece insanlar bina içerisinde iken bireysel seviyede bir azaltım söz konusu olur. Ayrıca bu çalışmaya havaalanı ya da ana karayolu sistemleri gibi aşırı gürültüye sahip kaynaklara maruz kalan binaların duvar ve çatılarında ek gürültü azaltım çalışmaları eklenebilir.

Gürültü kontrolü, planlama ve tasarım aşamasında (gürültüye karşı önleyici önlemler), daha sonraki aşamalara (düzeltici azaltım önlemleri) kıyasla daha az maliyetli olabilir. Bu konu özellikle önlemler yayılım yolu ve alıcılara uygulandığı zaman geçerlilik

kazanmaktadır; çünkü bu tür önlemler daha pahalı olma eğilimi gösterip topluma da bazen mali yük getirmektedir.

Bazı durumlarda kişileri bazı şekilde davranmaya ya da bazı gürültü ürünlerini kullanılmaya çalışmak yetkimiz dışında kalabilir. Diğer durumlarda ise ulusal mevzuat ve hatta AB yetkileri gibi hususlar ortaya çıkmaktadır. Bu önlemlerin ayrışık olması gerekmemektedir; bazen farklı birleşimler de istenen sonuçları elde etmede kullanılmaktadır.

Bu kılavuz, yerel idarelerin bir ya da birden fazla önlem birleşimi seçerek gürültü azaltım planlarını tasarlamada kullanılmak üzere sizlere sunulmuştur. Bu belge hem bütün belediye (makro önlemler) hem de kısımları (yerel önlemler) için uygulanmalıdır.

Dünya çapında edinilen tecrübeler

[ARPAT] Tuscany Environmental Protection Agency <http://www.arp.at.toscana.it>

- (2009) I PIANI DI AZIONE. Noise reduction at the source, chapters 3, 4 and 5

[ASHRAE] American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers
<https://www.ashrae.org/resources--publications/description-of-the-2011-ashrae-handbook-hvac-applications>

- (2011) ASHRAE Handbook—HVAC Applications. Chapter 48. Noise and vibration control
[BARRON] Barron R.F.
- (2003) Industrial noise control and acoustics

[BBPA] British Beer and Pub Association

http://beerandpub.com/content.asp?id_Content=992id_ContentType=1

- Licensed Property: Noise control Effective Management of Noise from Licensed Premises

[BELL] Bell L.H. & Bell D.H.

- (1993) Industrial Noise Control: Fundamentals and Applications

[BIES] Bies D.A.

- (2003) Engineering noise control : theory and practice

[CEDR] Conference of European Directors of Roads <http://www.cedr.fr/>

- (2010) Noise management and abatement
- (2013) The European Noise Directive and NRAs. Final summary report CEDR road noise 2009-2013
- (2013) Value for Money in Road Traffic Noise Abatement

[CITYHUSH] Acoustically Green Road Vehicles and City Areas <http://www.cityhush.eu/>

- (2011) Deliverable 1.1.1. Acoustically green city areas - Q-Zones. Tools for creating Q-Zones. Selection of 5 reference sites for analysis

[DEC] Department of Environment and Conservation NSW

<http://www.epa.nsw.gov.au/resources/noise/vibrationguide0643.pdf>

- (2006) Assessing Vibration: a technical guideline

[DECC] Department of Environment and Climate Change NSW

<http://www.epa.nsw.gov.au/resources/noise/09265cng.pdf>

- (2009) Interim Construction Noise Guideline

[DEFRA] Department for Environment, Food & Rural Affairs

<https://www.gov.uk/government/publications/>

- (2005) Guide to the Control of Outdoor and Noise from Commercial Kitchen Exhaust System
- (2005) Noise from Pubs and Clubs (Phase I)
- (2006) Noise from Pubs and Clubs (Phase II)

[DRI] Danish Road Institute. <http://www.vejdirektoratet.dk/>

- (2004) Report 137. Traffic management and noise reducing pavements - Recommendations on additional noise reducing measures
- (2005) Report 144. Two-layer porous asphalt - for urban roads
- (2005) Report 145 Thin noise reducing pavements – Experiences
- (2008) Technical note 69. Use of noise reducing pavements - European experience
- (2009) Report 178 DVS-DRI. SUPER QUIET TRAFFIC INTERNATIONAL SEARCH FOR PAVEMENT PROVIDING 10 dB NOISE REDUCTION
- (2009) Report 174 Noise Barrier Design. Danish and some European Examples

[EA] Environmental Agency UK

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290397/sp4-079-tr-1-e-e.pdf

- (2011) Best Available Techniques for Control of Noise & Vibration

[EC] European Commission

<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>

- (2003-2013) Best Available Techniques Reference Document (BREFs) for Industry

[EDMC] Environmental Department of Madrid City

http://www.mambiente.munimadrid.es/opencms/opencms/calibre/contAcustica/plan_accion.html

- (2009) Noise EYLEM Plan

[EEA] European Environment Agency <http://www.eea.europa.eu/>

- (2013) Report 11/2013. A closer look at urban transport. TERM 2013: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe

[EHD] Environmental Health Department of Armagh

<http://www.armagh.gov.uk/wp-content/uploads/2011/09/Guide-to-the-Management-of-Noise-from-Licensed-Premises.pdf>

- (2009) Guide to the Management of Noise from Licensed Premises

[EP] Environmental Protection. Bath & North East Somerset Council

http://www.bathnes.gov.uk/sites/default/files/concerts_cop_v_3_0_september_2012_0.pdf

- (2012) Code of Practice and guidance Notes on Noise control for Concerts and Outdoor Events

[EPA] Environmental Protection Authority of New South Wales

http://www.environment.nsw.gov.au/resources/noise/ind_noise.pdf

- (2000) NSW Industrial Noise Policy

[EPDGIP] European Parliament, Directorate General for Internal Policies. Structural and Cohesion Policies Transport and Tourism <http://www.europarl.europa.eu/studies>

- (2012) Reducing railway noise pollution study

[EPDHK] Environmental Protection Department of Hong Kong.
http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/noise/noise_maincontent.html

- (2003) Guidelines on Design of Noise Barriers
- (2003) Code of Practice on Good Management Practice to Prevent Violation of the Noise Control Ordinance (Chapter 400) (for Industrial/Commercial Operation)
- (2003) Good Practices on Noise Abatement for Karaoke, Discos and Bars
- (2003) Noise Control Guidelines for Music, Singing and Instrument Performing Activities
- (2005) Good Practices on Pumping System Noise Control pdf
- (2006) Good Practices on Ventilation System Noise Control

[EQDSG] Environmental Quality Division. Scottish Government
<http://www.scottishnoisemapping.org/>

- (2010) Guidance for possible measures to manage noise from road and rail

[FEAG] Federal Environment Agency of Germany <http://www.uba.de>

- (2011). Noise Action planning in agglomerations. Reduction potentials based on the example of Hamburg. <http://www.uba.de/uba-info-medien-e/4090.html>

[GLA] Greater London Authority
http://www.london.gov.uk/sites/default/files/archives/mayor-strategies-noise-docs-noise_strategy_all.pdf

- (2004) The Mayor's Ambient Noise Strategy

[HARRIS] Harris C.M.

- (1979) Handbook of Noise Control
- (1991) Handbook of Measurement and Noise Control

[HEAVEN] Healthier Environment through Abatement of Vehicle Emission and Noise (2001)

[HUSH] Harmonization of Urban noise reduction Strategies for Homogeneous Action plans
http://www.hush-project.eu/en/progetto/estratti_progetto.htm

- (2010) The H.U.S.H. project - database of noise reduction measures for city noise Action planning

[IOA] Institute of Acoustic
<http://www.ioa.org.uk>

- (2003) Good practice Guide on the Control of Noise from Pubs and Clubs

[Jimenez] Jimenez S. et al.

- (2014) Acoustic aspects of the development of silent loading and unloading devices. The 45th SPANISH CONGRESS ON ACOUSTICS. Murcia. October 29th -31st

[KOTZEN] Ben Kotzen and Colin English

- (2009). Environmental Noise Barriers. A guide to their acoustic and visual design. 2^o edition Spon Press.

[NADIA] Noise Abatement Demonstrative and Innovative Actions and information to the public. <http://www.nadia-noise.eu>

- (2009) Deliverable 4: "Noise reduction Action Plans"

[NZTA] New Zealand Transport Agency <http://www.nzta.govt.nz/resources/>

- (2010) State Highway Noise Barrier Design Guide

- [OCC] Oslo City Council. <http://www.oslo.kommune.no/english/environment/>
- (2008) The 2008 Municipal Master Plan, Oslo towards 2025. Chapter 6. Quality of the Acoustic Environment
- [Oostdijk] J.P.J. Oostdijk, H. Kuypers, J.H. Granneman.
- (2001) Acoustic aspects of the development of silent loading and unloading devices. The 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering The Hague, The Netherlands, 2001 August 27-30
- [QCITY] Quiet City Transport. <http://www.qcity.org/>
- (2007) Deliverable 2.15. Report on ranking of different noise source mitigation measures
 - (2007) Deliverable D 5.14 Amsterdam – Efficiency road traffic noise reduction measures.
 - (2007) Deliverable 6.2 – part 1. Consolidation - Action Plans – Dissemination. Part 1 - General measures for noise mitigation
- [SILENCE] Quieter Surface Transport in Urban Areas. <http://www.silence-ip.org/site/>
- (2005) Deliverable H.D1 Efficiency and Benefits of Traffic Flow Measures on Noise Control
 - (2006) Deliverable F.D2 Reduction of noise from vehicles crossing discontinuities on urban streets
 - (2007) Deliverable LD1, LD2, LD3. State of the art on noise abatement policies and tools in cities, noise abatement priorities and necessary technologies
 - (2008) Practitioner Handbook for Local Noise Action Plans. polis@polis-online.org
- [SILVIA] Sustainable road surfaces for traffic noise control
- (2006) FEHRL Report 2006/02. Guidance Manual for the Implementation of Low-Noise Road Surfaces
- [SMILE] Sustainable Mobility Initiatives for Local Environment.
- (2004) Guidelines for road traffic noise abatement. Recommendations for Local Authorities
http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseEYLEM=search.dspPage&n_proj_id=1869
- [UIC] International Union of Railways (UIC) <http://www.uic.org/>
- (2013) Railway noise Technical Measures Catalogue
- [Vorobjovasa] Viktoras Vorobjovasa, Tadas Andriejauskas, Aleksandras Jagniatinskis
- (2014). Laboratory evaluation of noise reducing asphalt mixtures The 9th International Conference “Environmental Engineering”
- [WGNA] Working Group on Noise Abatement. European Commission
- (2002) Inventory of noise mitigation methods.

Standartlar ve Mevzuat

- [CEN] Avrupa Standardizasyon Komitesi ve Türk Standardları Enstitüsü. <http://www.cen.eu/> and <http://www.tse.org.tr/>
- TS EN 1793-1:2012 Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 1: Intrinsic characteristics of sound absorption
 - TS EN 1793-2:2012 Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 2: Intrinsic characteristics of airborne sound insulation under diffuse sound field conditions

- TS EN 1794-1:2011 Road traffic noise reducing devices — Non-acoustic performance Part 1: Mechanical performance and stability requirements
- TS EN 1794-2:2011 Road traffic noise reducing devices — Non-acoustic performance Part 2: General safety and environmental requirements

[ISO] International Organization for Standardization. <http://www.iso.org/>

- ISO 14163:1998 Acoustics. Guidelines for noise control by silencers
- ISO 15667:2000 Guidelines for noise control by enclosures and cabins
- ISO 17624:2004 Acoustics. Guidelines for noise control in offices and workrooms by means of acoustical screens.

[VDI] Verein Deutscher Ingenieure. <https://www.vdi.de/>

- (2012) Characteristic Noise Emission values of sound sources. Facilities for sporting and recreational activities.

Gürültü Azaltımına İlişkin Önlem ve Eylemleri Listesi

Aşağıda yine gürültü azaltım eylemleri ve değerlendirmesine dair bir liste yer almaktadır. Aşağıda ilk sırada gürültü azaltım önlemlerinin değerlendirilmesine yönelik 5 seviyeyi bulabilirsiniz.

Düşük						Yüksek
-------	--	--	--	--	--	--------

1) Trafik akışının değiştirilmesi

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Çevre yollarının inşa edilmesi				Makro
Bazı sokak/caddelerin taşıt trafiğine kapatılması				Yerel

2) Akıllı Ulaşım Sistemi (AKUS) Çözümleri. Akıllı trafik güzergahı.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Trafik bilgilendirme panelleri				Makro
Akıllı park yönetimi				Yerel

3) Trafiğin kısıtlanması

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Yayalaştırma				Yerel

4) Sessiz alanlar

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Sessiz alanlar				Yerel

5) Toplu taşımanın teşviki ile özel araç kullanımının azaltılması

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Otobüsler için özel şeritler				Makro
Kavşaklarda otobüslere öncelik verilmesi		 		Yerel
Otobüs ağının genişletilmesi				Makro
Yeni tramvay ağının inşa edilmesi				Yerel

6) Motorsuz ulaşım türlerinin teşviki ile özel araç kullanımının azaltılması

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Bisikletler ile diğer toplu taşıma araçları arasında multimodal uyumluluk				Makro
Talep üzerine bisiklet filosunun oluşturulması				Makro
Bisiklet yollarının inşa edilmesi				Makro

7) Park çözümleri

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Park et-devam et tesisleri				Makro
Şehir merkezine yakın sokakların kenarlarına araç park etmenin yasaklanması				Yerel

8) Ağır taşıt trafiği yönetimi: şehrin içine giden güzergâhı değiştirme

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Var olan güzergâhların ağır yük taşıt güzergâhlarına tahsis edilmesi				Yerel

9) Ağır (ve diğer gürültülü) taşıt trafiği yönetimi: gece zaman dilimine ait total yasak ve kısıtlamalar

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Ağır yük taşıtlarının bazı saatlerde trafiğe çıkmasına kısıtlama getirme				Yerel

10) Ağır taşıt trafiği yönetimi: yük indirme-bindirme

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Düşük gürültülü yük indirme-bindirme işlemlerinin teşvik edilmesi				Yerel

11) Toplu taşımanın yönetimi: toplu taşıma araçlarının yenilenmesi

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Uzun vadede toplu taşıma filosunun yenilenmesi				Makro
Kısa vadede toplu taşıma filosunun yenilenmesi				Makro

12) Yük taşımacılığı ve yolcu taşımacılığı için modal-shift

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Yük taşımacılığının yeniden düzenlenmesi				Yerel

13) Toplu ulaşımın yönetimi: Gürültü emisyon kontrolü de dâhil taşıtların periyodik teknik muayenelerinin yapılması

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Toplu taşıma filosunun yönetimi: Taşıtların belli aralıklarla teknik muayenelerinin yapılması				Makro

14) Kentsel atık yönetimi: Çöp kamyonları

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Uzun vadede eski çöp kamyonlarının yenileri ile değiştirilmesi				Yerel

15) Sokak temizleme (süpürme) araçları ve güzergâhları

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Sokak temizleme çalışmalarının yönetimi				Yerel

16) Yeşil Dalgalar

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Yeşil dalga				Yerel

17) Trafik akışının istikrara kavuşturulması

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Talebi kapasiteye uyumlaştırma				Yerel

18) Hız için Akıllı Ulaşım Sistemi (AKUS) çözümleri

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Talebi kapasiteye uyumlaştırma				Yerel

19) Gece boyunca trafik yoğunluğu düşük olan kavşaklarda trafik ışıklarının söndürülmesi

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Hızın 30 km/s olduğu alanlar				Makro
Oyun alanları				Yerel

20) Trafiğin sakinleştirilmesi. 30km/s alanların seçilmesi

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Kavşakların göbeklerle değiştirilmesi				Yerel

21) Trafik işaretleriyle düzenlenen kavşakların göbeklerle değiştirilmesi

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Gece boyunca trafik yoğunluğu düşük olan kavşaklarda trafik ışıklarının söndürülmesi				Yerel

22) Sokakların planlarının yeniden tasarlanması. Hız sınırlayıcıları

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Tümsekler, hız yastıkları, şeritler				Yerel
Şikanlar ve dar sokaklar				Yerel

23) Radar cihazları ve polis gibi caydırıcı önlemlerle hız sınırlarının uygulanması

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Otomatik hız kontrolü (ATC)nün konması				Yerel

24) Çift katmanlı gözenekli asfalt kaplamaları. Referans gürültü kaplaması

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Eski yüzeylerin yeni çift katmanlı gözenekli asfalt ile yenilenmesi				Makro

25) Tek katmanlı gözenekli asfalt kaplamalar

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Eski yüzeylerin tek katmanlı gözenekli asfalt ile yenilenmesi				Makro

26) İnce katmanlı asfalt kaplamalar

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Eski yüzeyin ince katmanla yenilenmesi				Makro

27) Gözenekli elastik yol yüzeyi

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Eski yüzeyin Gözenekli Elastik Yol Yüzeyi (PERS) ile değiştirilmesi				Makro

28) Kauçuklu asfalt

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Eski yüzeyin kauçuklanmış asfalt ile değiştirilmesi				Makro

29) Hemzemin geçitlerinden gelen gürültü

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Kaplama blokları ile raylar arasındaki contaların kauçuk ile doldurulması				Yerel

30) Dar kavis ve makasların sebep olduğu tiz ve flanging noise karşı önlemler

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Raya-monteli sürtünme önleyici sistemler				Yerel
Raya-monteli su püskürteci				Yerel
Taşıt-monteli sürtünme önleyici				Yerel

31) Tekerleklerle müdahale ve bakım prosedürleri. Demiryolu araçlarına yönelik önlemler

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
K, LL fren bloklarını güçlendirme/moderni ze etme çalışması				Makro
Tekerlek amortisörleri				Makro

32) Raya müdahale ve bakım prosedürleri. Altyapı önlemleri

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Akustik zımparalama. İlk kez				Yerel
Rutin akustik zımparalama.				Yerel
Ray sönümlemesi/Rail damping				Yerel

33) Bazı kesimlerden gece saatlerinde geçen trenlerin hızını sınırlama

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Gece bazı yerlerde trenlere hız sınırı getirme				Yerel

34) Yük trenlerini dizel lokomotif ile idare etme

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Eski dizel lokomotiflerin egzozlarına etkili susturucuların takılması				Makro

35) Sanayi tesislerinin yerleşim düzeninde değişikliği ve tasarımı

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Sanayi tesislerinin yerleşim düzeninde ve tasarımında değişiklik				Yerel

36) Ağır taşıtların hareketlerine kısıtlama getirilmesi

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Ağır taşıtların hareketlerine kısıtlama getirilmesi				Yerel

37) Materyallerin yüklenmesi, taşınması ve işlenmesinin kontrolü

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Materyallerin yüklenmesi, taşınması ve işlenmesinin kontrolü				Yerel

38) Çalışma programının ayarlanması

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Çalışma programının ayarlanması				Yerel

39) Akustik Bakım

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Akustik bakım				Yerel

40) Daha sessiz teknolojilerin tercih edilmesi

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Daha sessiz teknolojilerin tercih edilmesi				Yerel

41) Makinelerin giydirilmesi

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Makinelerin giydirilmesi				Yerel

42) Kaynakta perdeleme

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Kaynakta perdeleme				Yerel

43) Etkili susturucuların tasarımı

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Etkili susturucuların tasarımı				Yerel

44) [Ses yalıtımının geliştirilmesi](#)

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Ses yalıtımının geliştirilmesi				Yerel

45) [Ses emicilerin kurulumu](#)

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Ses emicilerin kurulumu				Yerel

46) [Titreşimsavar sistemler](#)

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Titreşimsavar sistemler				Yerel

47) [Çalışma saatlerinin sınırlandırılması](#)

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Çalışma saatlerine kısıtlama getirilmesi				Yerel

48) [Ses sistemi tasarımı](#)

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Ses sistemi tasarımı				Yerel

49) [Gürültü Yönetim Planı](#)

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Gürültü Yönetim Planı				Yerel

50) [Faaliyet ve konserler için özel gereklilikler](#)

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Faaliyet ve konserler için özel gereklilikler				Yerel

51) Ses sınırlayıcıların kurulumu

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Ses sınırlayıcılarının kurulumu				Yerel

52) Ses yalıtımının geliştirilmesi

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Ses yalıtımının geliştirilmesi				Yerel

53) Teras ve açık alan faaliyetleri için etrafını kapama ve perdeleme

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Teras ve açık alan faaliyetleri için etrafı kapama ve perdeleme				Yerel

54) Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme (HVAC) Mekanizmasının akustik kontrolü

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme (HVAC) Mekanizmasının akustik kontrolü				Yerel

55) Gürültü Bariyerleri: Materyaller.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Şeffaf bariyerler				Yerel
Metal emici bariyerler				Yerel

56) Gürültü Bariyerleri: şekiller.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Konut ve konut bahçelerini koruma amaçlı düzlemsel şeffaf bariyerler				Yerel
Yarım boru şeklinde bükümlü şekil verilmiş bariyerler				Yerel

57) Gürültü Bariyerleri: üst kısımlar (Kapaklı bariyerler)

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Boru şeklinde emici üst kısım				Yerel

58) Tren rayına yakın özel düşük bariyerler

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Tren rayına yakın düşük bariyerler				Yerel

59) Yeşil bariyerler. Canlı bariyerler.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
10 metre derinliğinde yeni yoğun bitki örtüsünün yetiştirilmesi				Yerel

60) Karayolu ya da bir demiryolu rayının dikey ya da yatay olarak hizalanması

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Otoyol inşasında toprak banketin kullanılması				Yerel
İndirilmiş karayolu				Yerel

61) Karışık Yapılar

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Yeni toprak banket + bariyer				Yerel

62) Gürültü perdesi görevi gören binalar

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Bariyer olarak gürültüye hassas olmayan bir bina tasarımı				Yerel

63) Yenilikçi bariyerler. Esnek gürültü perdeleri

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Esnek gürültü perdeleri				Yerel

64) Arazi kullanım planlaması: Ana gürültü kaynakları ile hassas alıcılar arasındaki uzamsal ayırım

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Ana gürültü kaynakları ile hassas alıcılar arasındaki uzamsal ayırım				Yerel

65) Arazi kullanım planlaması: Gürültü ile uyumlu arazi kullanım planlaması ya da gürültü zonlaması

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Gürültü ile uyumlu arazi kullanım planlaması ya da gürültü zonlaması				Makro

66) Arazi kullanım planlaması: Ana stratejik altyapılar gibi yüksek gürültülü kaynaklarını çevreleyen yerlerdeki irtifak hakkının beyan edilmesi

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Yüksek gürültü kaynaklarını çevreleyen yerlerdeki irtifak hakkının beyan edilmesi				Yerel

67) Şehrin büyümesini tasarlamak adına öngörücü çevresel etki çalışmaları

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Yüksek gürültü kaynaklarını çevreleyen yerlerdeki irtifak hakkının beyan edilmesi				Yerel

68) Mevcut sanayi ve eğlence alanları için gürültü azaltım programları

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Mevcut sanayi alanları için gürültü azaltım programları				Makro
Mevcut eğlence alanları için gürültü azaltım programları				Makro

69) Konut geliştirme ve diğer hassas binaların gelişiminin tasarımı

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Binaların akustik yalıtımı için genel gereklilikler				Yerel
Konut geliştirme tasarımı, konum, oryantasyon, iç dağılım düzeni				Yerel

70) Pencere, havalandırma, makaralı panjür, açılabilir pencere ve cam çerçevesi için izolasyon yöntemi

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Pencere, havalandırma, makaralı panjürü değiştirme, açılabilir pencere ve cam çerçevesi için yalıtım yöntemi				Yerel / Makro

71) Yenilikçi pencere iyileştirme çalışması

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Açık pencereli gürültü panjuru				Yerel / Makro

4. VERİ FÖYLERİ

VERİ FÖYÜ 1. KARAYOLUNDA GÜRÜLTÜ AZALTIM ÇALIŞMASI

Özel araçların lastik ve motorlarının akustik iyileştirme çalışması yerel idarelerin politikasında yer almadığı için elinizdeki bu rapor; şehirlerde karayolundan kaynaklanan gürültünün azaltımında göz önünde bulundurulacak trafik ve yol yüzeyi kaplama seçeneklerine odaklanmaktadır. Trafik yönetimi ve yüzey kaplama teknolojileri şehirlerde karayolundan gelen gürültüyü azaltmak için çeşitli teknik çözümler sunmaktadır. Bu azaltım önlemleri dizisi bize, her ne kadar bazıları için yeniymiş gibi görünse de çoğu geniş çapta test edilmiş stratejilerden oluşan muhtemel bir kombinasyon sunmaktadır. Avantajlı olduğunu fazlasıyla kanıtlayan bu stratejiler, Avrupa'da pek çok belediye tarafından hayata geçirilmiştir. Pek çok durumda belediyeler bu stratejileri kentsel gelişime yeni bir yaklaşım yöntemi olarak entegre edip daha geniş bir politikada ele almış ve kendi içinde sadece Çevre birimi değil; şehir planlama, trafik ve toplu ulaşım, polis vb. birimleri de konuya dâhil ederek yönünü uzun vadede bir sürdürülebilirlik planına doğru çevirmiştir.

• KARAYOLU TRAFİĞİ YÖNETİMİ

Raporun bu kısmı bazı trafik parametrelerini modifiye etmek suretiyle trafik yönetim şemalarının gürültü emisyonlarını değiştirme kapasitesine odaklanmıştır. Çevresel gürültü üzerinde etkisi olan trafik yönetim strateji ve önlemleri, aşağıda bulunan trafik akış parametrelerinde yapılacak değişikliklerle birlikte etkili olmaktadır:

- Trafik hacmi
- Ağır taşıt yüzdesi
- Trafiğin günün 24 saatine dağılımı
- Trafiğin haftanın günlerine olan dağılımı
- Hız
- Sürüş tarzları

Bu önlemlerin büyük kısmının, ayrıntılı bir hareketlilik çalışması temelinde incelenip değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu şekilde, bir bölgenin ulaşım ihtiyaçları ile uygun çözümlerini belirlemek amacıyla bir trafik kaynak-menzil yeri etüdünün yapılması gerekmektedir.

Karayolu trafik yönetimine dâhil edilen bu önlemler aşağıdaki paketlerden oluşmaktadır:

- **Paket 1.1. Trafik yönetimiyle karayolu trafik yoğunluğunun azaltılması**
- **Paket 1.2. Gürültülü taşıtların kontrol önlemleri**
- **Paket 1.3. Trafiğin yavaşlatılması: Hız ve düzensiz trafik akışını hafifletebilecek gürültü kontrol önlemleri**

• YOL YÜZEYİ YÖNETİMİ

Yerel idareler için, yüzey kaplama yönetiminin gürültüye etkin bir bileşen olarak entegre edilmesi, gürültü azaltımında uygun maliyetli bir çözümdür. Bu konu gürültü azaltıcı kaplamaların kullanımıyla birlikte mevcut karayollarında iyileştirme yapıldığı zaman daha da netlik kazanır; çünkü bu çalışma çoğu zaman düşük maliyetli azaltım önlemi demektir. Elbette kaplama malzemesinin gürültü ile ilgili özelliklerinin düzenli bir şekilde bakımının yapılması gerekmekte, bazı kaplama malzemelerinin dönemeç, eğim, kavşak, çizgili yaya geçidi, göbek vb. gibi lastik/yol ara yüzünün nispeten yüksek sürtünme gücü ortaya çıkardığı yerlerde zarar görebileceğine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Karayolu trafik yönetimine dâhil edilen bu önlemler aşağıdaki paketlerden oluşmaktadır:

- **Paket 1.4. Normal karayolu yüzeylerini daha sessiz yüzeylerle değiştirme**
- **Paket 1.5. Cadde/Sokakların bakımı ve yol süreksizliklerinin çözümü**

1.1. Trafik yönetimiyle karayolu trafik yoğunluğunun azaltılması

- 1) Trafik akışının değiştirilmesi
- 2) Akıllı Ulaşım Sistemi (AKUS) Çözümleri. Akıllı trafik yönlendirmesi
- 3) Trafiğin kısıtlanması ve kontrol altına alınması
- 4) Sessiz alanlar
- 5) Toplu taşımanın teşviki ile özel araç kullanımının azaltılması
- 6) Motorsuz ulaşım türlerinin teşviki ile özel araç kullanımının azaltılması
- 7) Park çözümleri

Bu 1.1 no'lu paketteki önlemlerin genel tanımı ve diğer düşünceler

Trafik hacmini düşürerek elde edilen gürültü kontrolünün etkinliği, ortadan kaldırılan trafiğin oranına bağlıdır. Trafik akışının diğer özellikleri göz önüne alındığında, ölçülebilir azaltım (ağır taşıtların yüzdesi, hız vb.) aynı kalır [DRI 2004]:

Trafik hacmindeki azaltım yüzdesi	LAeq gürültü seviyesinde azaltım
%20	1 dB
%50	3 dB
%75	6 dB
%90	10 dB

Genel anlamda hız ve sürüş tarzları negatif yönde değişmediği takdirde bu hacim azaltımı, gürültü açısından etkili olur.

Trafik hacmini azaltmak için üç yol bulunmaktadır:

- Trafikten kaynaklanan gürültüyü azaltmanın en bariz yöntemi, trafiği yolun gürültüye hassas olan kısmından uzağa kaydırmaktır.
- Sürdürülebilirliği en fazla olan yöntem ise trafikteki özel araç sayısını düşürmektir. Diğer bir deyişle şehirdeki nüfus aynı ise, hareketliliği sağlamak ve gürültünün çevreye olan etkisini azaltmak amacıyla yetkililer ulaşım türlerinin birleştirilmesini teşvik etmelidir.
- Seyahat süresinin düşürülmesi taşıtların yarattığı gürültü kirliliği süresinin de azalması anlamına gelmektedir.
- Son olarak, gürültü emisyonlarında referans taşıt olarak “otomobil”i aldığımız için bu pakete elektrikli taşıtların kullanımını dâhil etmeye karar verdik; çünkü gerçekte bu kategorideki taşıtlar da “normal taşıtlar” gibi muamele görmektedir.

Önlem 1) Trafik akışının değiştirilmesi. Basit Tanım.

Gürültünün çevresel etkisi, kentsel alanlarda yoğun trafik arterlerinden etkilenebilmektedir. Bu etki, özellikle hassas alanlardaki gürültü rahatsızlığını içermektedir.

- Büyük çapta yapılan karayolu altyapı planlamasında **çevre yolları ve servis yolları gürültüye daha az hassas olan alanlardan geçecek şekilde tasarlanabilir**. Bu projelerden beklenen yüksek seviyedeki faydalardan biri, şehrin içerisinde fark edilir seviyede bir gürültü azaltımı gerçekleştirmek ve aynı zamanda trafik sıkışıklığı ile hava kirliliğini de azaltmak olacaktır.
- Yerel seviyede ise temel olarak **trafik akışının değiştirilmesi** ve aşağıdaki yerlerde bulundukları için **bazı sokak/caddelerin taşıt trafiğine kapatılması** düşünülebilir:
 - Gürültüye hassas alanlar ve mesken alanlar. Örneğin, **mesken alanlarda çıkmaz sokakların tasarlanması**
 - Kanyon tipi (vadiye benzer ve gürültüyü son derece yansıtan) sokak/caddelerin konumunda gürültü maruziyetini açık caddelere taşımak gerekmektedir.

Önlem 1) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Viyana [WGNA]. Meskenlerin bulunduğu sokakları rahatlatmak amacıyla yüksek trafik akışını **servis yollarına** kaydırma

- Verimlilik 0-4 dB olarak rapor edilmiştir.
- Maliyeti [SILENCE Projesi] 10.000.000 EUR/km.
- Bütünleyici unsurlar (gürültü ve trafik). Şehir merkezlerindeki sokak ve yolların yeniden sınıflandırılması
- Tamamlayıcı unsurlar (gürültü ve trafik). Otobüs şeritleri ve bisiklet şeritleri için kullanılan artık yer. Aynı zamanda bu husus, trafik hacminin azaltımının ilişkili olduğu hız artışının önüne geçmektedir.
- Tamamlayıcı unsurlar (gürültü ve trafik). Gece boyunca trafiği yeniden yönlendirmek de mümkündür.

Bristol [SILENCE Projesi]. **Gürültü emisyonlarını (ve gürültüye olan anormal seviyedeki maruziyeti)** ve hava kirliliğini **kanyon tipi sokaklardan açık sokaklara kaydırma**

- Maliyet. Trafik geçişini yasaklayan işaretlerin maliyeti yaklaşık 300 EUR.
- Bütünleyici unsurlar (gürültü ve trafik). Yol hiyerarşisinin genel değerlendirmesi
- Olumsuz etkileri (trafik). Buradaki temel dayanak, trafiği ana şebekenin zorlanmadan kaldırabileceğinin varsayılmasıdır.

Amsterdam [QCITY Projesi]. Şehir merkezi ile tali yol arasındaki otomobil akışının %15 azatılması

- Verimlilik (Lgag). Amsterdam'ın bütün merkezinde 1 dB(A)'ye kadar gürültü azaltımı ortaya çıkmıştır.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Çevre yollarının inşa edilmesi				Makro
Bazı sokak/caddelerin taşıt trafiğine kapatılması				Yerel

Önlem 2) Akıllı Ulaşım Sistemi (AKUS) Çözümleri. Akıllı trafik yönlendirmesi

Şehir Trafik Yönetim Merkezi, alternatif rotalar mevcut olduğu ve çok yoğun trafiğin çoğunlukla gürültüye sebebiyet verdiği özellikle kentsel alanlarda trafik akışını iyileştirmek amacıyla **trafik bilgi panelleri** (çeşitli elektronik bilgilendirme işaretleri) kullanabilir. Kapalı devre kamera bağlantıları ve trafik sensörleri, Trafik Yönetim Merkezi personelinin gerçek zamanlı trafik (ve çevre) bilgisini yönetmesine olanak vermektedir. Bu özel trafik yönlendirme sistemi, sürücülerin varacakları yere zaman açısından daha etkin bir şekilde (örneğin yol yapım çalışmalarının ya da kazaların olduğu yerlere girmeyerek) ulaşmalarını sağlamaktadır.

Akıllı park yönetimi taşıtların daha hızlı bir şekilde park yeri bulmalarını ve böylece daha az süreyle gürültü yaymalarını sağlamaktadır.

Her iki önlem de hem yakıttan hem de (gürültünün yayıldığı) sürüş süresinden tasarruf sağlamaktadır.

Önlem 2) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Berlin ve Prag [HEAVEN Projesi] Berlin’de, 2001 yılında trafik koordinasyonu için karar alma konusunda destek sağlayan bir sistem olarak bir Trafik Yönetim Merkezi kurulmuştur.

- Maliyet. Elbette yeni bir birimin kurulmasının maliyeti yüksek olmuştur; ancak dinamik bir trafik kontrol sistemi için trafik bilgilendirme panellerinin her biri modele bağlı olmak üzere 250.000 € civarında olmuştur.
- Bütünleyici unsurlar. Çevre odaklı trafik yönetim sistemi ile birlikte dinamik işaretlerle gösterme çalışması, ilave fırsatlar doğurmuştur.
- HEAVEN Projesi’nde gürültü azaltımı ortaya çıkmamış; ancak uzun vadedeki (LAeq) seviyelere oranla önemli kısa dönemli faaliyetlerde (LAmaz) dikkate değer azaltımlar beklenmektedir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Trafik bilgilendirme panelleri				Makro
Akıllı park yönetimi				Yerel

Önlem 3) Trafiğin kısıtlanması ve kontrol altına alınması

Yayalaştırma çalışması; insanları turistik, kültürel faaliyet, eğlence ve alışverişe çekmek amaçlarıyla şehirlerin tarihi kısımlarında ya da merkezinde daha yeşil, çevredostu ve sessiz bir alan oluşturmak adına şehir planlarının bir parçasını oluşturmaktadır. Bu kentsel ve mimari dönüşümün yayaların hem güvenliğine hem de hareketliliğine önemli katkıları bulunmaktadır; dahası yürümeyi alternatif bir ulaşım türü olarak teşvik etmektedir. Bu şemalar, ikinci derecede önemli olan taşıtların erişimine kısıtlama getirerek hem gürültü hem de çevre kirliliğini azaltmaya yardımcı olmaktadır.

Ancak yayalaştırma çalışmasının diğer tamamlayıcı önlemlerle birlikte uygulanmaması halinde bir yerden trafiği alıp başka bir yere götürmenin sadece diğer sokak ve caddelerde gürültünün artmasına sebebiyet vereceği unutulmamalıdır.

Trafiği tamamen kısıtlamak yerine şehir içerisinde özel araçlarla ilgili kısıtlamalara dair teknik çözümlerin olduğu tam (akıllı) bir liste mevcuttur. Kısmi erişim alanlarını kullanarak (trafik akışını durdurmaksızın) **trafiğe kısıtlama** getirilebilir.

- **Gürültü harcı** (giriş ve çıkışta ödenmek üzere) ve (trafik yoğunluğuna bağlı olarak) diğer **trafik sıkışıklığı harcı**
- Sadece toplu taşıma araçları ve taksilere ayrılmış yollar. Komşulara ve kargo firmalarının taşıtlarına has sınırlı erişim yolları.
- Yukarıdaki hususların bir karması

Önlem 3) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Londra [SILENCE Projesi] “Sokaklar insanlar içindir” sözüyle yola çıkıp şehrin Trafalgar Meydanı’nda **kısmi yayalaştırma** çalışmasıyla akustik gelişimler kaydedilmiştir. Trafik gürültüsü azaltıldığı için insanların gürültüsü daha belirgin ve herkes artık Ulusal Galerî’nin önündeki çeşmelerin sesini duyar hale gelmiştir (ses manzarası/soundscape önlemi).

- Gürültü Verimliliği. Yüksek. Trafik gürültü kaynaklarının mesafesine bağlıdır.
- Gürültü Verimliliği. Cenova [SILENCE Projesi]’da 4-12 dB’lik (beklenen ve nihai olmak üzere) gürültü ölçüm farkları rapor edilmiştir.
- Maliyet. Uygulamada çok az maliyet çıkmıştır.

Stokholm [QCITY Projesi]. **Yolun trafiğe kapatılması.** www.stockholmsforsoket.se

- Gürültü Verimliliği. 3 – 14 dB(A)’lık önemli gürültü azaltımı elde edilebilir.
- Maliyet. Düşük uygulama maliyeti.

Stokholm [QCITY Projesi] **Trafik sıkışıklığı harcının alınması.** www.stockholmsforsoket.se

- Gürültü Verimliliği. Genelde 1 - 2 dB(A) Lgag seviyesinde küçük gürültü azaltımları ortaya çıkmaktadır.
- Maliyet. Geliri aşan yüksek uygulama maliyeti söz konusudur.

Londra [SILENCE Projesi]. Bütünleyici unsurlar. Şehir içerisinde de yol parası alınması ve araç park alanlarının kısıtlanması çalışmaları ile özellikle geceleri zararlı etkilerin sınırlandırılması amaçlanmaktadır.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Yayalaştırma				Yerel

Önlem 4) Sessiz alanlar.

Önceki önlemlerde gürültünün azaltımı konusunda bazı taşıtlara trafik kısıtlaması getirilmesini inceledik. Bu kısımda da sessiz alanlarda elektrikli ya da hibrid taşıtların devreye sokulmasından bahsedeceğiz [CityHUSH Projesi]. Elektrikli taşıtlara ait bu kısıtlı alanların kullanımı, içerisinde şarj istasyonlarının bulunduğu ücretsiz park alanlarını da kapsamaktadır.

Sessiz taşıtların payı	Gürültü azaltımı 50 Km/s
%10	0.4 dB(A)
%30	1.4 dB(A)
%50	2.6 dB(A)
%90	7.2 dB(A)
%100	10 dB(A)

Elektrikli taşıtların saatte 50 km ile hareket halinde olması durumunda, gürültü azaltımının 10 dB (hibridleri göz önünde bulundurursak 5 – 10 dB) olması tahmin edilmektedir. Hız bunun altına düştüğünde azaltım daha da yüksek seviyede olacaktır. Hızın 50 km/s'in üstünde olması durumunda gürültü azaltımı daha az olacaktır (baskın tekerlek/karayolu gürültüsü).

- Maliyet. [QCITY 2007] Stokholm. Yüksek uygulama maliyeti söz konusudur.

Önlem 4) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Bristol, Birmingham, Anvers, Atina, Brüksel [CityHUSH]. Sadece elektrikli/hibrid taşıtlara izin verilen bir alan oluşturma projesi.

- Gürültü Verimliliği. Bu çalışma, alanın içerisinde 10-15 dB(A)'lik bir gürültü azaltımı sağlayacaktır.
- Olumsuz etkiler. Alanın çevresinde 0-3 db(A)'lik bir artış söz konusudur.
- Olumsuz etkiler. Sessiz alanın dışında büyük trafik sıkışıklığı ortaya çıkacaktır.

Essen ve Stokholm [CityHUSH]. Sadece elektrikli/hibrid taşıtlara sınırlı büyüklükte izin verilen bir alan oluşturma projesi.

CityHUSH	Gürültü azaltımı	Arkaplan gürültüsünden sakınacak kadar geniş bir alan
Essen	3 - 5 dB	500 x 500 m
Stokholm	5 - 10 dB	1000 x 1000 m

Bratislava [CityHush]. Bütün senaryolarda sadece otomobillerinin oluşturduğu trafiğin düşük emisyonlu otomobil trafiği (kamyonlarda herhangi bir iyileşme yapılmaksızın) ile ikame edilmesi göz önüne alındığına, gürültü azaltımı yaklaşık 3 dB ile sınırlıdır.

CityHUSH	Gürültü azaltımı	Arkaplan gürültüsünden sakınacak kadar geniş bir alan
Bratislava	2 - 3 dB	500 x 500 m

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Sessiz alanlar				Yerel

Önlem 5) Toplu taşımanın teşviki ile özel araç kullanımının azaltılması

Bu önlem insanları otomobillerden uzaklaştırmaya yöneliktir. Bu kapsamda, insanları evlerinden çıkarken toplu taşımaya yöneltecek iyi bir ulaştırma sisteminin kurulması gerekmektedir. Ayrıca, özel araçların şehir merkezine girmesine getirilecek kısıtlama ya da yasak konusunun toplu taşımayı geliştirecek diğer önlemlerle bir arada olması gerekmektedir.

- Verimlilik [ARPAT] Özel araçlardan toplu taşımaya geçiş 6-9 dB arasında bir etki yaratacaktır (Yerel seviyedeki önem).
- Verimlilik [QCITY]. Genelde Lgag seviyesinde küçük bir gürültü azaltımı (şehir çapındaki önemi).
- Maliyet [QCITY]. Toplu taşıma filosunun tamamen yenilenmesi söz konusu olduğu için yüksek uygulama maliyeti söz konusudur.
- Bütünleyici unsurlar [QCITY]. Çevre ve sürdürülebilir hareketliliğe olan toplam etkinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Bunu elde etmek için ise aşağıdaki hususlar gereklidir:

- Karayolu trafiği önlemleri. Toplu taşımadaki seyahat süresini kısaltma konusunda aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulabilir:
 - **Otobüslere ayrılmış özel şeritler**. Verimlilik [ARPAT] [QCITY] 1-2 dB.
 - **Kavşaklarda otobüslere öncelik verilmesi. Akıllı Ulaştırma Sistemi önlemleri**.
- Kentsel hareketlilik planlama önlemleri. **İyi bir erişilebilirlik sistemini** garanti etme.
 - **Otobüs transit ağını genişletme** (şehir planlaması ve konut geliştirme).
 - **Tramvay şebekesi inşaatı**, hafif raylı, akarsu taşımacılığı vb. (kentsel ve kentler arası) daha ilgi çekici alternatif ulaşım sistemlerinin ortaya çıkarılması.
 - Yukarıdaki hususlara da ilgiyi arttırmak adına örgütsel anlamda önlemler de eklenebilir.
 - Toplu taşıma saatlerini (taşıtların geçiş sıklığı, dakikliği) genişletme
 - Seyahat amacıyla şehir içerisinde farklı ulaşım türleri arasındaki intermodalitenin güvence altına alınması (bütün seyahat için tek bilet).
 - Bilet fiyatlarının düşürülmesi [QCITY].

Önlem 5) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Breda. [SIMILE Projesi]. Hollanda. 2x2 şeritli sokakların 2x1 şerite indirilmesi ile ilgili projedir. Trafik planlaması ve kentsel planlama çerçevesinde arta kalan alanın **otobüs şeriti** olarak kullanılması genel fikir olarak karşımıza çıkmaktadır. Toplu taşımayı teşvik eden bu fikrin ardında ise 6 km'den daha az mesafede özel araçların kullanımını caydırmaya çalışmak vardır.

- Verimlilik (SIMILE'da ifade edilmemiştir). Sokakların/caddelerin kapasitesi yarıdan daha fazla düşerse hız da aynı şekilde düşer ve bunun sonucunda 2-4 dB'lik gürültü azaltımı beklenebilir.
- Maliyetler. Düşük. Celle şehrinde [SIMILE] benzer bir çalışmanın uygulama maliyeti yaklaşık 800.000 € olarak çıkmıştır.
- Bütünleyici unsurlar. Bisikletler için yeterli alan ortaya çıkmaktadır.
- Bütünleyici unsurlar. Araçların olmadığı alanlar genişlemekte ve yayalar için daha fazla alan ortaya çıkmaktadır.

Diğer örnekler [SILENCE].

- Paris'te **otobüs ağının genişlemesi**
- Londra'da yeni otobüs ve **tramvay hatlarının** inşası

Amsterdam [QCITY Projesi]. Şehir merkezi ile tali yol arasındaki yolcu otomobil akışının %15 azatılması

- Verimlilik. Lgag seviyesindeki azalım=1 dB.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Otobüsler için özel şeritler				Makro
Kavşaklarda otobüslere öncelik verilmesi		 		Yerel
Otobüs ağının genişletilmesi				Makro
Yeni tramvay ağının inşa edilmesi				Yerel

Önlem 6) Motorsuz ulaşım türlerinin teşviki ile özel araç kullanımının azaltılması

Toplu taşıma (otobüs ve tramvaylar) ile (bisiklet, elektrikli otomobil vb.) özel ekolojik taşıtların teşviki aynı stratejinin bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır. CityHUSH projesinde dendiği gibi “İnsanlar daha fazla yürüyüp bisiklete bindikçe toplu ulaşım için daha fazla alan açılacaktır”.

- **Bisikletler ile diğer toplu taşıma sistemi arasındaki multimodal uyumluluğun** teşvik edilmesi (bu amaç doğrultusunda şehir içi otobüsler ile şehirlerarası otobüsleri ve tramvaylar ile trenleri uyarlama çalışması).
- Bisikletler için güvenli park sisteminin tasarlanması ve inşa edilmesi.
- **Talep üzerine** şehre bir **bisiklet filosunun** sunulması
- **Bisikletlere ayrılmış yol ağının** inşası ve **genişletilmesi** ile birlikte bu bisiklet şeritlerinin gelecekteki şehir ve konut gelişim planları ile ilişkilendirilmesi
- Bisiklet kullanımının öncelikli ve güvenli olmasını sağlamak amacıyla altyapı tasarımı
- Bir cadde/sokak peyzajının tasarım ve düzenlemesi ile birlikte **yayalar için** daha iyi ve daha güvenli olanakların ortaya konması
- Seyahat amacıyla ve seyahat süreleri için iyi bir ulaşılabilirliğin güvence altına alınması

Önlem 6) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Breda. [SIMILE Projesi]. Hollanda. 2x2 şeritli sokakların 2x1 şerite indirilmesi ile ilgili projedir. Trafik planlaması ve kentsel planlama çerçevesinde arta kalan alanın: **mevcut bisiklet ağının** 3,5 metre genişliğinde kaymaz malzemeden oluşan iki yönlü bisiklet yoluna genişletmek ve böylece otomobil kullanımını azaltmak amaçlanmıştır. Ayrıca **bu bisiklet ağının genişletilmesi, yaya yollarının genişletilmesi** ve hem korunaklı hem de korunaksız kapalı bisiklet park yerlerinin ve park alanlarının inşa edilmesi hedeflenmiştir.

- Bu önlemler dizisi ile birlikte Breda şehrinde motorsuz ulaşım türünün teşviki ortaya çıkmıştır. Arkaplandaki fikir ise otomobillerin 6 km'den daha kısa mesafelerde kullanılmamasını sağlayıp bisiklet kullanıcılarının daha güvenli, hızlı ve rahat seyahat etmelerini sağlamaktır.
- Verimlilik (SIMILE'da ifade edilmemiştir). Sokakların/caddelerin kapasitesi yarıdan daha fazla düşerse hız da aynı şekilde düşer ve bunun sonucunda 2-4 dB'lik gürültü azaltımı beklenebilir.
- Maliyetler. Düşük. Celle şehrinde [SIMILE] benzer bir çalışmanın uygulama maliyeti yaklaşık 800.000 € olarak çıkmıştır.
- Bütünleyici unsurlar. Otobüs şeritleri için yeterli alan ortaya çıkmaktadır.
- Güvenlik. Ortalama otomobil hızı düşmekte ve böylece otomobil ve bisiklet trafiği daha güvenli hâle gelmektedir.

Savona ve Cenova [NADIA].

- Maliyet. Bisiklet yollarının yapımının maliyeti metre başına 100 € olarak ortaya çıkmıştır.
- Verimlilik. 1.5 dB.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESİ	ÖLÇEK
Bisikletler ile diğer toplu taşıma araçları arasında multimodal uyumluluk				Makro
Talep üzerine bisiklet filosunun oluşturulması				Makro
Bisiklet yollarının inşaa edilmesi				Makro

Önlem 7) Park çözümleri

Park yönetimindeki amaç, araçların park etmesindeki arz ve talep dengesini kurmaktır. Bu denge çoğu zaman şehrin içerisinde kurulamamaktadır. [FEAG] Özel motorlu taşıtların park alanlarını daraltarak bağlantı yollarındaki trafik hacmi düşürebilir; toplu taşıma hizmetlerinde ve belirli bir alandaki altyapıda yapılacak iyileştirme çalışmalarının yanı sıra bisikletler için park tesisleri gibi alternatif kullanımlara ilişkin boş alanlar genişletilebilir.

Park et-devam et tesisleri. Şehir merkezine seyahate izin veren ring servisi, tramvay, tren gibi toplu taşımalara ait istasyonların civarında araçlara daha uzun süreli park imkânı sağlayan düşük maliyetli alanlar oluşturma amaçlıdır. Bu ana hedef çerçevesinde park sorununa mümkün olan en hızlı şekilde akıllı çözümler de ek olarak sunulabilir.

Şehir merkezlerine yakın cadde/sokaklar boyunca park alanlarının kaldırılması [City HUSH] projesinde olduğu gibi radikal kararlar alınırken yolda fazladan ortaya çıkacak alandan nasıl yararlanılacağına dair önlemlerin de alınması gerekmektedir. Örneğin; otobüs, bisiklet ve yayalar için daha fazla alan planları yapılabilir. Çünkü sıkışık bir trafikte seyreden otobüs yolcuları çok da cezbetmez.

Diğer park yönetim çözümlerinin [SILENCE] aşağıdaki hususlara dayanması gerekmektedir:

- Şehir merkezlerinde ve talep gören yerlerde yüksek park ücretlerinin alınması
- Çevre dostu diğer ulaşım alternatifleri ile toplu taşımanın teşvik edilmesi

Önlem 7) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Parma (İtalya) [SIMILE]. Park yönetimine dayalı bir önlemler dizisi: 1. Şehir merkezine ulaşmak için otobüsleri kullanmak adına transfer park alanlarının (park et-devam et) oluşturulması. 2. İçerisinde yoğunlukla ücretli otopark alanları yapılan şehir merkezindeki park alanlarının tamamen yeniden tanımlanması. 3. Toplu taşımanın teşvik edilmesi. 4. Taşıt ve yüzey kaplama özelliklerine ilişkin diğer önlemler.

- Gürültü verimliliği. Ortalama 7 db(A)'lık bir gürültü azaltımı elde edilmiştir. Park yönetiminin gürültü azaltımındaki payı düşük olsa da toplu taşımanın teşviki ile ilgili diğer önlemler tek başına işe yaramamaktadır.

Hamburg. [FEAG]. Gün içerisindeki gidiş geliş trafiğini azaltmak adına park et-devam et stratejisine ilişkin bir projedir. Bu proje kapsamında araç başına 1.2 kişinin düştüğü durumlarda insanların araçlarını park edip otobüs, tramvay ve tren gibi toplu taşımaya geçmeleri teşvik edilmektedir. Ortalama doluluk oranı %85 olan yaklaşık 15.000 park alanı sunan 95 adet park et-devam et tesisi mevcuttur.

Hamburg. [FEAG]. Daha az yoğun toplu taşıma ağının bulunduğu gün içerisindeki gidiş geliş trafiğini azaltmak amacıyla bisiklet park et-devam et stratejisine ilişkin bir projedir. 2006 yılında Hamburg'da yaklaşık 15.000 bisiklet park alanı bulunmaktaydı.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESİ	ÖLÇEK
Park et-devam et tesisleri	◇	◇	◇	Makro
Şehir merkezine yakın sokakların kenarlarına araç park etmenin yasaklanması	△	◇	△	Yerel

1.2. Gürültülü taşıtlarla ilgili kontrol önlemleri.

- 1) **Ağır taşıt trafiği yönetimi: şehrin içine giden güzergâhı değiştirme**
- 2) **Ağır (ve diğer gürültülü) taşıt trafiği yönetimi: gece zaman dilimine ait toptan yasaklama ve kısıtlamalar**
- 3) **Ağır taşıt trafiği yönetimi: yük indirme-bindirme**
- 4) **Toplu taşımanın yönetimi: Toplu taşıma araçlarının yenilenmesi**
- 5) **Yük taşımacılığı ve yolcu taşımacılığı için modal-shift.**
- 6) **Toplu taşıma filosunun yönetimi: Gürültü emisyon kontrolü de dâhil taşıtların periyodik teknik muayenelerinin yapılması**
- 7) **Kentsel atık yönetimi - Çöp kamyonları**
- 8) **Sokak temizleme (süpürme) araçları ve güzergâhları**

Bu 1.2 no'lu paketteki önlemlerin genel tanımı ve diğer düşünceler

1.1 no'lu pakette gürültü azaltımı, sokak/caddelerdeki taşıt sayısının azaltımı ile doğru orantılı olarak ele alınmıştır. 1.2 no'lu pakette ise gürültülü taşıtların yüzdesinin düşürülmesine yönelik çalışmalar incelenecektir. Şehirlerde trafik akışının hızı ne kadar düşük olursa ağır kamyonlardan gelen gürültü daha yüksek olacak ve bu gürültü oluşumları gece uykularında bozukluğa sebebiyet verecektir. Ayrıca bu taşıtların ince katmanlı kaplamaya mali zarar verdiği, trafik sıkışıklığına ve kirliliğe sebep olduğu ve bisiklet kullanımı için tehlike oluşturduğunu da unutmamak gerekir.

Ancak gürültülü taşıtlar söz konusu olduğunda, bu tür sınıflandırmanın sadece 3 ya da daha fazla şaftlı ağır kamyonlar değil; diğer taşıt türlerini de kapsayacak şekilde genişletilmesi gerekmektedir. Motorsiklet, motorlu bisiklet, otobüs, quark motor, hafif hizmet taşıtları vb.'nin de buraya eklenmesi gerekir.

Yerel idareler bir dizi çözüm ortaya koyabilir ve bunlardan en yaygın olanlarından biri de ticari ve endüstriyel taşıtların trafik yönünü değiştirme çalışmasıdır. Ancak yük taşıma araçlarının varış noktası şehir merkezi ise bu tür taşıtların yolunu değiştirme çabası da sınırlı kalacaktır. Gürültüye hassas alanlarda ve ticari araçların indirme-bindirme yapması gibi diğer spesifik sorunların olduğu özellikle şehir merkezlerinde gürültülü taşıtların etkisini azaltmak için çeşitli alternatifler bulunmaktadır. Aynı zamanda dar sokakların kanyon etkisi dediğimiz gürültü sorunlarını katlayan bir gürültü sorununa sebebiyet verdiği bilinmektedir. Burada yerel idareler; bu senaryolarda ortaya çıkan sorunlara yönelik farklı türdeki gürültülü taşıtların hassas alanlara girişini düzenleyen bazı önlem alternatiflerini hayata geçirebilir.

- Bunlardan ilki bu sokakların kullanımının yasaklanmasıdır; çoğunlukla bu yasak bir alanla ya da belirli bir zaman aralığı (genellikle gece) ile ilgilidir.
- İkinci muhtemel yaklaşım ise daha yapıcı olup taşıtları ya da kullanım koşullarını ikame etmeye ya da modifiye etmeye yöneliktir. Çünkü yük taşıtlarına getirilen sınırlamaların diğer yandan yerel ekonomi ve sanayiye olumsuz etkileri olabilir.
- En son yöntem ise çevre dostu olan diğer taşıt türlerine geçmektir. Bu çalışma; şehir merkezi, tarihi ve mesken alanlara, yaya yollarına vb. yerlere yolcu ve yük taşımacılığında ilginç bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır.

Trafik akışı göz önüne alındığında hız saatte 50 km'ye sabitlendiğinde, genel olarak uzun dönemli gürültü verimliliğine ilişkin aşağıdaki gibi bir tablo karşımıza çıkmaktadır [DRI, 2004].

Ağır taşıt filosunun azaltımının yüzdesi	50 km/s'te LAeq seviyesinde gürültü azaltımı (Danimarka Karayolları Enstitüsü)	80 km/s'te LAeq seviyesinde gürültü azaltımı (Danimarka Karayolları Enstitüsü)
%5'ten %0'a	1 dB	1 dB
%10'dan %0'a	1,5 dB	1,9 dB
%20'den %0'a	2 dB	2,6 dB

Diğer kaynaklarda [EQDSG] ağır taşıtların yüzdesini 20'den 5'e düşürmekten ve böylelikle saatte yaklaşık 50 km'lik hızla 3 dB(A) civarında trafik gürültüsünün azaltmaktan bahsedilmektedir.

Araçların hızı 50 km/s'ten az olduğunda ve gürültülü taşıtların yüzdesi arttığında, bu araçların motorlarından gelen gürültü, karayolu gürültü emisyonuna hâkim olmaya başlamaktadır. Bu sebeple bu senaryoda ağır taşıtların yüzdesinin azaltımının gürültü maruziyetine daha büyük etkisi olmaktadır.

Ancak, gürültülü araçlar kısa dönemde gürültü rahtsızlığı ortaya çıkarmaktadır ki bu da komşuların sorunlarını değerlendirirken daha önemli bir husus haline gelmektedir.

Taşıt türü	50 Km/s'teki Lmax seviyesi	60 Km/s'teki Lmax seviyesi	80 Km/s'teki Lmax seviyesi
Üçten daha fazla şaftı bulunan kamyonlar	82 dB	83	86
En fazla üç şaftı bulunan kamyonlar	79 dB	80	83
Toplu taşıma otobüsleri	77 dB	79	82
Motorlu bisikletler	76 dB	--	--
Hafif hizmet taşıtları	74 dB	75	77
Motorsikletler	73 dB	74	76
Yolcu otomobilleri	71 dB	73	75

Buradan çıkarılacak sonuç, saatte 50 km hızla giden bir toplu taşıma otobüsü, 4 adet otomobil kadar; en fazla üç şaftı bulunan bir kamyon, 5 otomobil kadar ve üçten daha fazla şaftı bulunan bir kamyon ise 10 otomobil kadar gürültü çıkarmaktadır.

Önlem 8) Ağır taşıt trafiği yönetimi: şehrin içine giden güzergâhı değiştirme

Burada ticari taşıtlar ile ağır taşıtların mesken sokaklara ve diğer hassas alanlara girmemesini sağlayacak bir yönetim planından bahsedilmektedir. Ağır yük taşıtlarının güzergâhının seçiminde hareketlilik ve çevresel konular göz önünde bulundurulmaktadır. Karayolu yönetiminde, ağır taşıtların taşıtın ağırlığına bağlı olarak şehrin içerisine girmek amacıyla kullanacakları mevcut tali yolların ve çevre yolların belirlenmesi gerekmektedir. Bu güzergâhlar gerçek zamanlı olarak, örneğin trafik yönlendirmesi ve işaretlemesi için bilgilendirici paneller kullanarak bir trafik kontrol sistemi ile yönetilebilir.

- Bir şehirde ya da belirli bir alan boyunca ağır yük taşıtı güzergâhlarının tasarlanması. **Mevcut güzergâhların yeni ağır yük taşıtı güzergâhı olarak tahsis edilmesi.**
- Gelecekteki kentsel gelişim ve arazi (kullanım) planlaması
- Sakinlerin ihtiyaç ve gereklilikleri ile ticari, iş taşıtları ile motorlu ve motorsuz taşıtlar arasındaki denge

Ağır yük taşıtına ait güzergâhlar boyunca bulunan alanlarda oluşacak muhtemel yan etkileri, bu trafiği (çevreyolları dâhil) tek bir yerde toplarken göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Örn. önceden sessiz olan mesken ya da eğlence alanlarında ortaya çıkacak yeni gürültü kirliliği

Önlem 8) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Celle Şehri. Fransa [SMILE]. Toplam ağırlığı 3,5 tonun üstünde olan ağır yük taşıtlarının güzergâhının yeniden düzenlenmesi / değiştirilmesine dair bir sistem ortaya koyan bir projedir. Burada trafik çevre yoluna yönlendirilmektedir.

- Verimlilik (trafik). Şehir merkezindeki ağır yük taşıt oranı %7-8'den %3-5 oranına düşürülmüştür.
- Verimlilik (gürültü). SIMILE'da ifade edilmemiştir, düşük hızda ağır taşıtların gürültüsü motordan geldiği için bu ciddi bir gürültü azaltımını ifade etmektedir. Bu tür gürültü aynı zamanda rahatsız eden ses olaylarının çoğundan sorumludur (Lmax).
- Bütünleyici unsurlar. Şehrin eski kısmında hava kirliliği konusunda gelişmeler yaşanmıştır.
- Maliyet. 50.000 €

Århus Şehri [DRI]. Ağır yük taşıtlarının güzergâhının değiştirilmesi projesidir. Ağır taşıt trafiğini limandan alıp elektronik güzergâh kılavuzu aracılığı ile alternatif güzergâhlar arasında dağıtmak amaçlı kentsel trafik planı oluşturulmuştur. Otobüs ve dağıtım kamyonlarının şehir merkezine girmesine izin verilmektedir.

- Verimlilik (gürültü). 3 dB.
- Verimlilik (trafik). Çalışmalar sonrasında şehir merkezinde ve mesken alanlardaki ağır taşıt trafiği %60 azalmıştır.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Var olan güzergâhların ağır yük taşıt güzergâhlarına tahsis edilmesi				Yerel

Önlem 9) Ağır (ve diğer gürültülü) taşıt trafiği yönetimi: gece zaman dilimine ait toplam yasaklama ve kısıtlamalar

(3,5 tonun üzerindeki) Ağır yük taşıtlarının arabaya servis alanlarına, turistik, tarihi, mesken, eğitim, sağlık ile ilgili ve şehrin diğer hassas alanlarına girişine zaman kısıtlaması getirilmesi gayet normal bir durumdur. Bu kısıtlama genelde geceleri getirilmekle birlikte bazen 24 saati de bulabilmektedir.

Mesken ve diğer hassas alanlarda trafiğe çıkan motorlu bisiklet gibi bazı gürültülü taşıtlara trafik kısıtlamaları getirilebilir. Ancak şehrin ekonomisine katkısı olan önemli hizmetlere getirilecek kısıtlamalardan daha az sorun ortaya koyacaktır.

[CityHUSH] Düşük gürültülü taşıtlar:

- Motorsikletler (elektrikli).

Yük trafiği söz konusu olduğunda gece zaman diliminde getirilen kısıtlamalar bazen çelişki doğurabilmektedir; çünkü akşam ve geceleri mesai saatleri dışında yapılan teslimatlar trafik sıkışıklığı ile mücadelede iyi bir çözüm sunmakta ve taşınan mallar (örneğin çabuk bozulabilecek gıdalar) ertesi güne hazır hale gelmektedir. Ancak, motor sesi, açılıp kapanan kapılar, malların çekilmesinden kaynaklanan gürültü uyuyan insanları rahatsız etmektedir.

- Verimlilik (gürültü). Gürültü doruklarının sayısı düşmekte ve böylece uyku bozuklukları ve yol kenarında yaşayan insanlara verilen rahatsızlık da azalmaktadır.
- Gündüz yük teslimatının olumsuz yan etkileri ise gün içerisinde trafik üzerinde aşağıdaki etkileri yaratması ile açıklanabilir:
 - Trafik sıkışıklığı
 - Yük indirme-bindirme alanlarının sayısının artması ve sadece kamyonlar için park kısıtlaması
 - Trafiğin yoğun olduğu saatlerin artması

Aynı zamanda 24 saatlik yasak konusunda şehir içerisindeki bazı yerlere dağıtım konusunda istisnaların uygulanması gerekmektedir.

Ağır taşıtların bazı saatlerde trafiğe çıkışına kısıtlama getirilmesi. Buradaki en iyi çözüm, bu alanda yapılabilecek kısıtlama getirilmeyen dağıtım işlemlerinin olduğu kısa bir zaman dilimi belirlemek olacaktır (kalan sürede sadece düşük ya da sıfır gürültü emisyonu olan hafif taşıtların girişine izin verilecek şekilde).

Önlem 9) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

İsviçre’de [WGNA] otobüs, itfaiye aracı ve bazı bozulabilir yiyecekleri taşıyan araçlar hariç ağır kamyonların gece boyunca tüm ülkede trafiğe çıkmasına izin verilmemektedir. Gece ve haftasonunu kapsayan bu kısıtlamalar genel olarak Avrupa’daki diğer pek çok şehirde uygulanmaktadır. Bristol’da ve Toskana’daki pek çok şehirde gece trafiğe çıkma konusunda kısıtlamalar bulunmaktadır.

- Verimlilik (gürültü) Bristol örneği [SILENCE] spesifik bir yolda gece boyunca 6 dB’lik bir gürültü azaltımı ortaya çıkmıştır.
- Verimlilik (gürültü) [ARPAT]. Ağır taşıtlara getirilen trafiğe çıkma yasağı toplamda 1-3 dB’lik bir azaltımı ortaya çıkarmıştır.

Avusturya [DRI]. Yük taşıtlarının seyahatini en aza indirip yükünü arttıran, belirli saatlerde ağır yük taşıtlarının trafiğe çıkışına kısıtlama getiren bir projedir. Düşük ya da sıfır emisyonlu taşıtlara dair bir zaman sınırlaması olmadığı için belediye bu taşıtların kullanımını teşvik etmektedir.

- Verimlilik (gürültü) Avusturya örneği [DRI] 7 dB’lik LAeq seviyesinde bir azalma göstermiştir.
- Maliyet. Trafik işletmelerinin maliyeti söz konusudur.

Amsterdam [QCITY 2008] Verimlilik (gürültü).

- Ağır yük kamyonlarında toplam %50’lik bir gürültü azaltımı söz konusu olup 1 dB’lik L_{gag} azaltımı ortaya çıkmıştır.
- Gece boyunca eski şehir merkezine ağır yük kamyonlarının girişinin yasaklanması sonucu L_{gece}’de 0 dB’lik azaltım söz konusu olmuştur.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Ağır yük taşıtlarının bazı saatlerde trafiğe çıkmasına kısıtlama getirme				Yerel

Önlem 10) Ağır taşıt trafiği yönetimi: yük indirme-bindirme

Bu kısımda, kamyon ve kamyonetlerin manevrası, kamyonların soğutma ünitesi, kamyon ve kamyonetlerin yük bölmesi, araçların hidrolik yükleme kapağı, tekerlekli konteynırlar, palet taşıyıcılar, alışveriş arabaları, forklift ya da kamyonda diğer indirme-bindirmeye yarayan araçlar gibi araçların yük indirme-bindirme sırasında ortaya çıkardığı gürültü ele alınacaktır.

Düşük gürültülü indirme-bindirme operasyonlarının teşviki, bu hususta 24 saat ya da gece boyunca mesken ve hassas alanlara yakın yerlerde yüksek gürültülü indirme-bindirme işlemlerinin yapılmasına (hatta araçların dolaşımına) yasak getirilebilir. Yerel idareler tarafından maksimum gürültü seviyeleri belirlendiğinde gece teslimat yapabilmek için düşük gürültülü teknikler aşağıdaki hususları içermektedir:

- İndirme-bindirme için elektrikli sessiz platform asansörü (hidrolik vinç veya forklift)
 - Çarpma ve malların sürtünmesine karşı yalıtılmış konteynır. Kargo bölmesinin zemin ve kenarlarının ve hidrolik yükleme kapağının özel bir kauçuk kaplama ile kaplanması gerekmektedir.
 - Konteynırda düşük gürültü etkisine sahip sessiz soğutma ünitesi. Gürültünün doruk seviyesini azaltmak amacıyla buhar motoru ve fanın akustik olarak yalıtılmış malzemeye kaplanması gerekmektedir. Motor egzozuna da daha iyi bir susturucu takılmalıdır.
 - Sessiz tekerlekli konteynırlar
 - Elektrikli hareket dişlisi
 - Akustik forklift
 - Akustik roll cage (konteynır)
- Verimlilik. Gürültü [Oostdijk] [SILENCE].

Faaliyet	Lmax seviyesinde gürültü azaltımı
Hidrolik yükleme kapağını hareket ettirme	14 dB
Konteynır (roll cage) kargo bölümünün içinde sürme	8-17 dB
Konteynır hidrolik yükleme kapağının (arka kapak yük platformu) üzerinde sürme	6 dB
Konteynır zeminle kapak arasındaki geçiş bölümünde sürme	15 dB
Konteynır kapakla yol arasındaki geçiş bölümünde sürme	4 dB
Moving rolling stop devices	25 dB
Kargo bölümünün perdesini hareket ettirme	29 dB
Çarpma simülasyonu: duvara karşı çelik bilye	13 dB
Soğutma ünitesi	6-12 dB
Forklift	12 dB

Önlem 10) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Dublin [SILENCE].

- Maliyet/etki. Tek bir depodan haftanın 6 günü, 636 teslimat yapan 5 araçlık bir filonun göz önünde bulundurulduğu kuramsal bir durum çalışması, teslimatları geceye kaydırmakla yıllık 80.000 € tasarruf edilebildiğini göstermiştir.
- Maliyet. Mevcut gelişim durumu – Düşük gürültülü ürünler için %10 ile %15 arası bir maliyet cezası söz konusudur.

Barselona [SILENCE].

- Verimlilik. (gürültü) İncelenen alanlarda çevreye herhangi artan bir gürültü etkisi olmaksızın yük indirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.
- Verimlilik (seyahat süresi) Teslimat süresi kısalmıştır.
- Maliyet/etki. Yatırım 3 yıl içerisinde geri dönmektedir.
- Maliyet. Mevcut gelişim durumu – Düşük gürültülü ürünler için %10 ile %15 arası bir maliyet cezası söz konusudur.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Düşük gürültülü yük indirme-bindirme işlemlerinin teşvik edilmesi				Yerel

Önlem 11) Toplu taşımanın yönetimi: Toplu taşıma araçlarının yenilenmesi

Yerel idareler, **toplu taşıma filolarını** eskilerinden daha sessiz olduğu kanıtlanmış yeni, düşük gürültülü araçlarla değiştirmelidir. Bu kapsamda düşük gürültülü otobüs ve tramvaylar hizmete sunulmalıdır.

- Bütünleyici unsurlar. Toplu taşımanın her halükarda yenilenmesi gerektiği için bunların düşük seviyede gürültü çıkaran araçlarla değiştirilmesi uygun olacaktır.
- Bütünleyici unsurlar. Yeni araçların hava kirliliği emisyonu, yolcu güvenliği ve yakıt tüketimi gibi diğer konularda da iyileştirici hususları beraberinde getirmektedir.
- Maliyet. İlk yöntem kolay ve uygulanması ucuzdur.
- Uzun vadeli önlem, çoğunlukla uzun bir süreyi kapsayacak şekilde alındığı için etkileri yavaş yavaş görülmektedir.
- Bu ilke aynı zamanda yerel idarelerin bazı hizmet alımlarında ihaleye çıkarken talep edeceği hususlar arasında yer alabilir (örn. toplu ulaşımda düşük gürültülü ve düşük emisyonlu araçlar).

[CityHUSH] Düşük gürültüye sahip araçlar:

- Hibrid otobüsler
- Verimlilik. Modern tramvaylardaki gürültü emisyonu (yaklaşık 30 yıllık) eski tramvaylara göre aşağı yukarı 10 dB(A) daha azdır.

Önlem 11) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

[SMILE] Belgrad. 2021'e doğru Akıllı Plan (Smart Plan to 2021). Bu proje çerçevesinde tramvay ve otobüs filosunun 30 yeni etkili tramvayla ve 400 adet yüksek kapasiteli sıkıştırılmış doğalgazla çalışan (CNG) otobüsle yenilenmesi söz konusudur.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Uzun vadede toplu taşıma filosunun yenilenmesi	◇	◇	△	Makro
Kısa vadede toplu taşıma filosunun yenilenmesi	⬡	◇	△	Makro

Önlem 12) Yük taşımacılığı ve yolcu taşımacılığı için modal-shift.

Hiçbir şey yapmaktan önce şehir içerisinde kullanılan bütün yük taşıtları ile şehiriçi otobüslerini düşük gürültülü araçlarla değiştirmek bizlere ara bir çözüm sunacaktır. [Avrupa Çevre Ajansı] daha iyi ve erişilebilir bir toplu taşıma ağının geliştirilmesine yardımcı olacak şekilde modal-shift'i desteklemektedir. Burada modal-shift ile çevre kirliliğine yol açan ağır taşıtlar ile şehrin hassas alanları ve tarihi merkezine giriş izni olan küçük ve daha az çevre kirliliğine yol açan taşıtların bir arada bulunduğu bir sistem kastedilmektedir. Bu modal arayüzün tasarımı ve uygulanması normalde uzun vadeli gürültü azaltım politikasının bir parçası olarak alınmaktadır.

Modal-shift'in tasarımında önemli olan üç husus vardır:

- (Gürültü emisyonu, kirlileti madde, hacim ve ağırlık konusunda taşıt kısıtlamaları ile baş edebilmek amacıyla) çevre dostu araç tasarımı
- Metropol alanlar ile farklı taşıma yöntemleri arasında mal ya da insan taşımacılığının gerçekleştirildiği şehir merkezi arasındaki taşıma arayüzlerinin yapılandırılması ve mevcut durumunun gözden geçirilmesi
- Etkileşimden ortaya çıkan gürültüyü azaltmak amacıyla yolcu trafiği ile yük trafiğinin mümkün olduğu kadar birbirinden zaman ve yer olarak ayrılması

Yük taşımacılığı

- Şehir merkezine az miktarlarda yapılan teslimat kavramı, gürültüye hassas alanların içerisinde yük taşımacılığında düşük gürültülü araç kullanım zorunluluğu hususunu da beraberinde getirmektedir.

[CityHUSH] Düşük gürültülü araçlar:

- Hafif kamyonlar (hibrid).
- Bununla birlikte projeyi desteklemek üzere bir dizi caydırıcı ya da teşvik edici önlemler uygulanabilir, örneğin: sabah 06.00 ile 07.30 arası hariç diğer saatlerde şehir merkezindeki sokaklarda 3,5 metrik tondan daha ağır ve çevre dostu olmayan kamyonların kullanımına yasaklama getirilebilir.
- "Lojistik faaliyet alanları"nın tasarlanması ve belirlenmesi, yük taşımacılığı terminalleri ve depolarının organizasyonu hususunu da içermektedir.

Yolcu taşımacılığı

- Şehiriçi mesken alanlarda ve şehir merkezinde yolcu taşımacılığına ilişkin yeni bir planı içermektedir. Bu pakette yoğunluk daha çok otobüslere, enerji tüketiminden tasarruf amacıyla özellikle elektrikli araçlara verilmektedir.

[CityHUSH]. Düşük gürültülü araçlar:

- Otobüsler (hibrid).

Önlem 12) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Brüksel'de [SILENCE] yoğun bir demiryolu ağından faydalanılmaktadır. Brüksel'in yerel idareleri karayolu taşımacılığına alternatif olarak ve AB'nin başkentinde trafik akışını rahatlatmak ve hava kirliliği ile mücadele etmek adına demiryolu temelli ulaşım çözümlerini ele almaktadır.

Mevcut senaryo temelinde şehrin içerisinde ticari malların tedariki için tramvay ağının kullanımına ilişkin ihtimaller göz önünde bulundurulmaktadır.

- Verimlilik (trafik). Şehir merkezinde ağır yük taşıtlarının oranında %7-8'den %3-5'e kadar bir düşüş söz konusudur.

Cenova [SILENCE] Yeni kentsel bir dağılım söz konusu olup aşağıdaki hususları bir araya getirmektedir:

- Trafikteki taşıt sayısının azaltılması
- Eski taşıtları, daha az hava ve gürültü kirliliğine sebebiyet veren taşıtlarla ikame etme
- Elektrikli taşıtlar kullanarak varacağı noktaya sevk edilmeden önce tarihi şehir merkezine varan bütün ticari malların toplandığı intermodal merkezine alan tahsis edilmesi

Parma [SMILE] Şehir merkezinde gürültüye hassas alanlardan geçmek için kullanılan ve bataryayla çalışan elektrikli motora sahip yeni daha küçük otobüsler söz konusudur.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Yük taşımacılığının yeniden düzenlenmesi				Yerel

Önlem 13) Toplu taşıma filosunun yönetimi: Gürültü emisyon kontrolü de dâhil taşıtların periyodik teknik muayenelerinin yapılması

Bazen ulusal mevzutlar taşıtların gürültü emisyonu kontrolüne yönelik periyodik teknik muayene konusunu kapsamamaktadır. Ancak yerel idareler, yasadışı taşıt modifiyelerini bitirmek amacıyla bu konunun üstüne gidebilir ve yol kenarlarında kontroller yapabilir. Yasadışı susturucularla mücadele, motorlu bisikletlerin gürültüsünü 5-10 dB(A) azaltabilir.

Ancak yerel idarelerin kendi sorumluklarında bulunan bütün toplu taşıma filosunun bakımlarının en iyi şekilde yaptırılmasını ve böylelikle araçların gündelik seyirlerinde mümkün olan en az gürültüyü yaymasını sağlamak için gerekli mevzuat çalışmalarını yapması gerekmektedir. Bu toplu taşıma filosunun içerisinde atık toplama araçları, sokak temizleme/süpürme araçları ve yerel idarelerin kullandığı diğer araçlar olabilir.

Önlem 13) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Yerel idareler, toplu taşıma operatörlerinden (ve diğer hizmetlerden) taşıtların gürültü performansını ölçen değerlendirme şemaları sunmalarını zorunlu tutabilir ve bunun belediyenin hizmet alımlarına ilişkin ihalelerdeki şartnamelere eklenmesiyle durumun süreklilik arz etmesini sağlayabilir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESİ	ÖLÇEK
Toplu taşıma filosunun yönetimi: Taşıtların belli aralıklarla teknik muayenelerinin yapılması	△	△	△	Makro

Önlem 14) Kentsel atık yönetimi. Çöp kamyonları.

Pek çok şehirdeki atık toplama çalışması, trafik sıkışıklığını arttırmadığı zaman dilimlerinde gerçekleştirilmekte, bu işlem ek gürültü ortaya çıkarmakta ve insanları ciddi ölçüde rahatsız etmektedir. Trafik sorunlarının haricinde, atık toplama çalışmasının gürültüye sebep olan iki ana boyutu daha bulunmaktadır. Ancak bu iki hususla ilgili olarak gürültüyü azaltma konusunda büyük bir potansiyel de mevcuttur.

- Elektrikli kamyonlar ve düşük gürültü etkisine sahip çöp taşıma sistemi. Çöp bidonlarını boşaltıp presleyen taşıt ve motorlar (çöp toplama sistemi).
- Çöp toplama sırasında çöp bidonlarının çarpmasından ortaya çıkacak gürültüyü önlemek amacıyla plastik konteynırların kullanılması
- **Eski çöp kamyonlarının yenileriyle değiştirilmesi.** Bu önlem uzun vadede hayata geçirilebildiği için etkileri yavaş yavaş görülmektedir. Belediyeler taşıt filolarını yenilerken önceliği düşük gürültülü taşıtlara verebilir. Bu husus aynı zamanda bazı hizmet alımlarında yapılan ihalelerde teknik şartnameye eklenebilir.
- Taşıtların her halükarda yenilenmesi gerekmektedir. Belediyenin taşıt filoları, örneğin çöp kamyonları, yenilenirken düşük gürültülü araçlar tercih edilebilir.

CityHUSH. Düşük gürültülü taşıtlar:

- Hibrid hafif kamyonlar

Önlem 14) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

[SILENCE] Göteborg - İsveç. Bu şehrin merkezinde 2004 yılından beri gaz ve elektrikle çalışan hibrid çöp kamyonları kullanılmaktadır. Bu çöp toplama sistemi bataryalarla desteklenen elektrikle çalışmaktadır.

- Verimlilik. Klasik taşıtlarla kıyaslandığında 25 dB(A)'ye kadar bir azaltım söz konusu olmuştur.
- Maliyet. Klasik araçlara göre 22.000 – 32.000 € daha fazla maliyetlidir.
- Maliyet. Yeni araçların bakımı sadece biraz daha pahalı, yaklaşık 10 yıllık ömrü boyunca bataryaların en az bir kez değiştirilmesi gerekmektedir. Bunun da ek maliyeti yaklaşık 8.000 €
- Sürücülerin de düşük gürültü çıkarma konusunda eğitilmesi gerekmektedir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Uzun vadede eski çöp kamyonlarının yenileri ile değiştirilmesi	◇	◇	◇	Yerel

Önlem 15) Sokak temizleme (süpürme) araçları ve güzergâhları

Şehrin sokaklarının temizlenmesinde kullanılan araçların güzergâhları belirlenirken aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmaktadır:

- Gürültülü işlemler sokakların süpürülmesi ve vakumlu temizleyiciler ile temizlenmesidir. Bu işlemler hassas alanlara yakın yerlerde yapılması gerekiyorsa, sabah 07.00 civarında yapılabilir.
- Hassas alanlara yakın yerlerdeki gürültülü temizlik işlemlerinin düşük gürültülü taşıtlarla yapılması gerekmektedir.
- Taşıtların rölantide çalışmasının sadece hassas olmayan alanlarla sınırlandırılması gerekmektedir.
- Temizlikte kullanılan yüksek tazyikli suyun kullanı sıklığı yılın bazı zamanlarında belirli süreliğine azaltılabilir.
- İş makineleri ve ağır taşıtların geri gelirken kullandıkları uyarı kornaları, geniş bantlı uyarı kornalar ile değiştirilebilir.

Önlem 15) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Gece uykusundaki rahatsızlıkların sayısını düşürmeye katkıda bulunacak faaliyetler (gece boyunca Lmax seviyesini azaltarak).

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Sokak temizleme çalışmalarının yönetimi	△	△	△	Yerel

1.3. Trafiğin yavaşlatılması: trafik hızını azaltacak ve düzensiz trafik akışını düzenleyecek gürültü kontrol önlemleri

- 1) Yeşil dalgalar
- 2) Trafik akışının istikrara kavuşturulması
- 3) Hız için Akıllı Ulaşım Sistemi (AKUS) çözümleri
- 4) Gece boyunca trafik yoğunluğu düşük olan kavşaklarda trafik ışıklarının söndürülmesi
- 5) Trafiğin sakinleştirilmesi. Hızın 30 km/s olduğu alanlar
- 6) Trafik işaretleriyle düzenlenen kavşakların göbeklerle değiştirilmesi
- 7) Sokakların planlarının yeniden tasarlanması. Hız sınırlayıcıları.
- 8) Radar cihazları ve polis gibi caydırıcı önlemlerle hız sınırlarının uygulanması

Bu 1.3 no'lu paketteki önlemlerin genel tanımı ve diğer düşünceler

Bu paketin genel amacı, daha düz ve sabit bir hızda akışkan bir trafik seyri elde etmeye yöneliktir.

Konu trafik planları olunca belediyelerdeki trafik birimi için hareketlilik ve güvenlik göz önünde bulundurulması gereken en önemli etkenlerdir. Bu sebeple gürültü azaltım önlemleri, trafiğin en yoğun olduğu saatlerde hareketliliği etkilememektedir. Trafik

sıkışıklıklarında sürücülerin kaybettiği zaman, olumsuz yan etkilerin bir parçası olup ekonomik kayıplar € cinsinden değerlendirilmektedir. Bu nedenle, önerilen önlemler şehrin diğer alanlarını ve diğer sokak/cadelerini olumsuz etkilememelidir.

- Verimlilik, Gürültü [DRI 2004] [SILENCE, yeni rakamlar]. Trafik akışı ile ilgili gürültü azaltımı konusu aynı hacim ve (sabit) hızda kalmalıdır. Aşağıdaki veriler gürültü ölçümlerine dayanarak ortaya çıkmıştır.

Hız azaltımı	Hafif taşıtların LAeq gürültü seviyesinde azaltım	Ağır taşıtların LAeq gürültü seviyesinde azaltım
80 Km/s'ten 70 Km/s'e	1,7 dB	1,2 dB
70 Km/s'ten 60 Km/s'e	1,8-1,9 dB	1,4 dB
60 Km/s'ten 50 Km/s'e	2,1-2,3 dB	1,7 dB
50 Km/s'ten 40 Km/s'e	2,7-2,8 dB	2,1 dB
40 Km/s'ten 30 Km/s'e	3,7 dB	2,7 dB

- Amsterdam [QCITY]. Çevre yolunda hızın 100 km/s'ten 80 km/s'e düşürülmesi Lgag seviyesinde 1 dB'lik azaltıma yol açmaktadır.
- Verimlilik [Q-CITY]. Lgüdüz seviyesinde 3 – 4 dB(A)lik gürültü azaltımı
- Maliyet [Q-CITY]. Düşük uygulama.
- Verimlilik, gürültü [SILVIA]. Ağır yük taşıtı kompozisyonlarının %20'lik bir aşım yaptığı yerde, 30 km/s'in altındaki hızda yapılacak azaltım çalışması gürültü seviyelerinin artmasına sebep olacaktır. Bazı durumlarda ağır taşıtlardan gelen gürültü, vites değiştirme ve aracın kendi titreşiminden gelen gürültüye bağlı olarak artabilir. Burada kısıtlamalar tasarlanırken orografinin önemi de göz önünde bulundurulmalıdır.
- Güvenlik. Bu tür hız azaltıcı önlem setler, aynı zamanda kazaları da azaltmaktadır.

Ancak burada tek sorun hız değildir. Araçlardaki dur-kalktan ortaya çıkan yüksek hız çeşitliliği başka bir sorunu ortaya çıkarmaktadır. Ancak bütün sürücüler trafikte aynı şekilde seyretmemektedir; sürücüleri agresif (sportif sürüş), normal ve sakin olmak üzere üçe ayırabiliriz. Sakin sürüş tarzı sadece gürültü için değil; aynı zamanda yakıt tüketimi ve güvenlik için de olumlu sonuçlar vermektedir. Gürültü sadece hızla ilişkili değil; aynı zamanda hızlanma ve yavaşlama ile birlikte derin ve düşük vites ayarları ile ilgilidir. Bu durumda ortaya çıkan sorun bütün önerilen önlemler hayata geçirilse dahi, agresif sürücülerin hız artırıp tümsek, trafik ışıkları, çizgili yaya geçitleri vb. engellere geldiklerinde fren yapması olacaktır.

- Gürültüye ilişkin olumsuz etkiler. Yerel bazda belirlenmiş olan hız limitleri, agresif araç kullanımından dolayı hız arttırılmadığı takdirde etkin sonuç verebilir.
- Verimlilik, gürültü [DRI 2004]. Dengeli olmayan sürüş tarzından (hızlanma/hız kaybetme) ortaya çıkan gürültüye olan etki. Aşağıda 50 Km/s sabit hız referans alınarak HARMONOISE'e dayalı veriler sunulmuştur.

Hızlanma/hız azaltımı	Taşıt türü	Gürültü etkisi	Not
1 m/s2	Hafif	+ 1.7 dB	Orta seviyede hızlanma
2 m/s2	Hafif	+ 4.5 dB	Yüksek seviyede hızlanma
0.5 m/s2	Ağır	+ 2.1dB	Orta seviyede hızlanma
1 m/s2	Ağır	+ 4.5 dB	Yüksek seviyede hızlanma
- 1 m/s2	Hafif	- 0.8 dB	Yavaş yavaş hız azaltımı
- 2 m/s2	Hafif	- 1.2 dB	Yüksek seviyede hız azaltımı

- 1.5 m/s ²	Ağır, 2 şaftlı	- 4.5 dB	Orta seviyede hız azaltımı
- 1.5 m/s ²	Ağır, 3 şaftlı	+ 4,5 dB	Orta seviyede hız azaltımı

- Verimlilik, gürültü [SILENCE]. 30 km/s ve 50 km/s sabit hızları referans aldığımızda L_{max} emisyon seviye farkına dair aşağıdaki tablo karşımıza çıkmaktadır.

Taşıt türü	30 Km/s'te gürültü aşımı	50 Km/s'te gürültü aşımı
Otomobil	+2.0	+1.4
Hafif Yük Taşıtları	+3.5	+2.3
Ağır Yük Taşıtları, P _n < 75 kW	+4.4	+3.5
Ağır Yük Taşıtları, 75 < P _n < 150	+4.4	+3.6
Ağır Yük Taşıtları, 150 < P _n < 250	+3.5	+3.0
Ağır Yük Taşıtları, P _n ≥ 250 kW	+3.5	+2.7

- Verimlilik [WGNA]. Daha az agresif bir sürüş tarzı benimsenirse gürültüde potansiyel bir azalma söz konusu olacaktır.
 - Otomobil ve ağır yük taşıtları için 1 dB(A) ile 5 dB(A) arası bir azaltım sağlanabilir. Örneğin, otobüs, kargo ve diğer teslimat firma çalışanlarının “enerji verimli sürüş” kapasitesinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılabilir. Gürültüyü azaltan sürüş tarzı aynı zamanda yakıt verimliliğini artırır, gaz egzoz emisyonlarını düşürür ve trafik güvenliğini sağlar.
 - Motorsikletler için 7 dB(A)'ye kadar azaltım söz konusudur.
- Verimlilik [SILENCE]. 4000 devirde 1 araçtan gelen motor gürültüsü 2000 devirde çalışan 32 aracın toplam yaydığı gürültüye eşittir.
- Verimlilik [SILENCE]. Motor hızını %50 azaltmak motor gürültüsünü 15 dB azaltacaktır.

Önlem 16) Yeşil Dalgalar.

Dur-kalk yaparak giden araçların gürültüsü daha fazladır; çünkü hızlanan araçlar sabit hızda giden araçlardan daha fazla gürültü yayar.

Burada amaç yüksek yoğunluğa sahip arterlerdeki pek çok dörttyol ağzı boyunca trafik akış hızını 30-40 km/s'e ya da 40-50 km/s'e sabitlemek için trafik ışıklarının optimize edilmesidir.

Trafik ışıkları genelde bir yol ağının kapasitesini geliştirmek adına optimize edilir. Arterlerde az trafik varsa interaktif hız sınırı işaretleri hız sınırının o anda daha düşük olduğuna dair bilgilendirmede bulunur ve böylece Yeşil Dalgalar hızı düşürmek adına ayarlanır.

Bu şekilde, yollar kapasitesini doldurmaya yaklaştığında agresif sürücülerin davranışları kontrol altına alınabilir. Bu şemaya “**Sakinleştirici Yeşil Dalgalar**” denmektedir. İki kavşakta bulunan yeşil ışıkların **offsetini** artırma yoluyla yeşil dalgaların hızı düşürülerek sürücülerin kırmızı ışıkta durmamak için yeşil dalgaya yakın bir hızda gitmeleri sağlanmaktadır.

Trafik ışıklarının ayarlanmasında üç önemli parametre bulunmaktadır:

- Koordinasyon hızı. Yeşil dalga hızı. Örneğin 40-45 km/s
- Devir süresi. Örneğin 50 – 60 sn.lik devir süresi.
- Yeşil dalga bant genişliği (etkili yeşil). Örneğin 20 – 25 sn.lik bant genişliği.

Önlem 16) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

[DRI] raporuna göre Fransa'nın tecrübeleri.

Aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Taşıt grupları için ortalama hız 15 km/s kadar düşmüştür.
- En hızlı %15'ik kesimin ortalama hızı 22 km/s kadar düşmüştür.
- Hız sınırını aşan otomobil sayısı düşmüştür.

[WGNA] Yeşil Dalga Verimliliği (gürültü) 0-2 dB.

[SILENCE] projesi, sakinleştirici bir yeşil dalga çalışmasının uygulanmasından önce ve sonrasındaki hızları göstermektedir. Sinyallerle hız koordinasyonunun 45 km/s olarak hedeflendiği ilk aşamada, biri yaklaşık 40 km/s, diğeri 70 km/s olmak üzere hız dağılımında iki uç nokta ortaya çıkmıştır. Sinyal koordinasyonunun 41 km/s'e dayalı olduğu uygulama aşamasına geçildikten sonra ise yaklaşık 40 km/s olarak bir tane uç nokta ortaya çıkmıştır.

- Gürültü verimliliği. 2,5 - 3 dB.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESİ	ÖLÇEK
Yeşil Dalga	△	◇	◇	Yerel

Önlem 17) Trafik akışının istikrara kavuşturulması

Yolun kapasitesine göre taşıtların akış yoğunluğu azaltılırken, aynı zamanda sürüş koşulları da değişmektedir. Bu sebeple, sabit bir hız yerine gürültü rahatsızlığında artışa sebep olan araçların fren yapma ve hız artırma riski bulunmaktadır. Bu olgu, aynı zamanda aterlerdeki yeşil dalga hızını 35 km/s'in altında belirlediğinizde de ortaya çıkacaktır. Bu da hız limitinin bütün durumlarda mümkün olan en düzgün sürüş şeklini garanti etmediği anlamına gelmektedir.

Bu nedenle, trafik talebine dinamik olarak uyumlu sabir bir trafik akışını sağlayan trafik yönetim çözümlerinin ortaya konması gerekmektedir.

Trafik akışı verimliliği (dur-kalk süre sayısının azaltılması) gürültü, hava kirliliği, yakıt tüketimi ve trafik güvenliğinde verimlilik elde edilmesi anlamına gelmektedir.

Önlem 17) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Burada **talebi kapasiteye uyarlama çalışması** interaktif bir şekilde yürütülebilir. Trafik, talebi en verimli şekilde karşılayacak şerit sayısı ile yönlendirilebilir. Trafiğin yoğun olduğu saatlerde şerit sayısı artırılabilir; trafik yoğunluğunun düşük olduğu zamanlarda genellikle geceleri sürüşe açık şeritlerin sayısı düşürülebilir. Bu durum ise sürücülere zeminde uygulanacak ışık sinyalleriyle (kedigözü) ve bilgilendirici trafik panelleriyle bildirilir. Ayrıca birbirinin yerine kullanılabilen şerit (talebe bağlı olarak trafiğin her iki yönünde de kullanıma açık şeritler) örnekleri bulunmaktadır.

- Tamamlayıcı unsurlar. Yeşil dalgalarla olan mükemmel uyum

Ramp metering kullanarak talebin karayolu kapasitesine uyarlanması ile ilgili ABD'de örnekler bulunmaktadır. Bu ramp metering sayesinde otoyollara girişte, sabit hızda trafik akışını sağlayan bir kontrol sistemi kurulmuştur.

- Verimlilik. [DRI]'debu önlemlerle ilgili 4 dB'ye kadar potansiyel bir gürültü azaltımı rapor edilmiştir.
- Verimlilik [ARPAT]. Daha yumuşak bir sürüş, 0-3 dB.
- Verimlilik [ARPAT] Karayolu kapasitesine ilişkin farklı konular için taşıt akışını bir işlevi olarak gürültü emisyon seviyelerinin tanımı. Talep karayolunun kapasitesine ne kadar yakın olursa (near saturation) o kadar az gürültü ortaya çıkar.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Talebi kapasiteye uyumlaştırma				Yerel

Önlem 18) Hız için Akıllı Ulaşım Sisitemi (AKUS) çözümleri

Günün saatine, taşıtların yoğunluğuna, binaların cephelerindeki gürültü seviyesi ya da bunların toplamına bağlı olarak dinamik hız limitlerini (bilgi panelleri) gösteren trafik yönetim araçları burada söz konusudur. Buradaki önlemler, gece boyunca bazı gürültüye hassas bazı alanlarda hız limitinin sistematik olarak düşürülmesini kapsayabilir.

- Gürültü rahatsızlığı ile ilgili işaretlerle birlikte hız limitlerine ilişkin trafik yönetim önlemi kapsamında Danimarka Karayolları Müdürlüğü'nün verdiği rapora göre [DRI] potansiyel gürültü azaltımı (LAeq) 1 – 4 dB'dir.
- [SILENCE]. Trafik açısından verimlilik. Statik işaretler: 0-3 Km/s'lik hız azaltımı. İnteraktif işaretler: 5-10 Km/s.
- [SILENCE]. Gürültü açısından verimlilik. Statik işaretler: 0 dB. İnteraktif işaretler: 1-2 dB (3 dB'ye kadar).

Önlem 18) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

[SILENCE] Birden fazla işlevi bulunan bir gürültü koruma tesisi Avusturya'nın Gleisdorf şehrinde kurulmuştur. Çıktısı gerçek zamanlı olarak ölçülen (trafik koşullarına değil) çevresel koşullara bağlı olan Akıllı Ulaşım Sistemi (AKUS)'ne dayalıdır. Bu şemayı oluşturan unsurlar aşağıdakilerdir:

- 1 – Gürültü Ölçüm Tesisi. Bu durumda hız doğrudan trafik gürültü değerleri gözlemlenerek düzenlenmektedir.
- 2 – Trafik Yönetim Aracı – Farklı hız limitlerinin bulunduğu bilgilendirme panellerinde ayrıca psikolojik mesajlar veren işaretler bulunmaktadır, örneğin uyuyan bir bebek gösterilmektedir.
- 3 – Diğer tamamlayıcı (pasif) gürültü önlemleri ise gürültüyü azaltan yol yüzeyi, orta refüj gürültü bariyerleri ve ek güneş jeneratörlerinin bulunduğu gürültü bariyerleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Taşıtlar hız limitlerine uyduğu sürece (pasif önlemleri hesaba katmaksızın) 6 db(A)'ye kadar gürültü azaltımının ortaya çıkabileceği rapor edilmiştir. Diğer bir deyişle, Akıllı Ulaşım Sistemi (AKUS)'ni hayata geçirip geçirmeme arasındaki fark 6 dB'dir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESİ	ÖLÇEK
Talebi kapasiteye uyumlaştırma				Yerel

Önlem 19) Trafiğin sakinleştirilmesi. Hızın 30 km/s olduğu alanlar

Nordik ülkelerin (Danimarka, Finlandiya, İzlanda, Norveç ve İzlanda) konuyla ilgili tecrübeleri [DRI] 50 km/s'in altındaki bir hızda akıcı bir trafiğin sağlanması için hızın azaltılması halinde gürültünün de azalacağını göstermiştir. Bu hususa ilişkin bazı görüşler de bulunmaktadır (bazıları diğer paketlerde de tekrarlanmıştır).

- Gürültü azaltımı önemli ölçüde ağır taşıtlardan çok otomobillerde daha fazladır.
- Otomobillerdeki gürültü azaltımı sürüş şekillerine bağlıdır.
- Gürültü azaltımı, eşdeğer gürültü seviyesine (LAeq) oranla maksimum gürültü seviyesi için daha fazladır.
- Mümkün olan en yumuşak sürüş şeklini elde etmek amacıyla hız azaltımına ilişkin önlemlerin oluşturulması önem arz etmektedir.
- Büyük mesafelerde tek başına hız azaltım önlemleri iyi bir sonuç ortaya koymamaktadır.
- Hız 50 km/s'ten 30 km/s'e düşürülürse, eşdeğer gürültü seviyesinde (LAeq) 3-4 dB'lik, maksimum gürültü seviyesinde 7 dB'lik bir azaltım elde edilebilir.

Ve en önemlisi, bu gürültü önleminin sağladığı sinerjiler aşağıdakilerdir:

- Motorsuz taşıt trafiği, özellikle bisiklet trafiği ile uyum.
- Bir yayaya çarpma olayında kendisinin hayatta kalma ihtimali dâhil güvenliğe ilişkin iyileştirme çalışmaları
- Ticari alanlar için yapılan planlamalarla uyum.

Hız limitinin düşürülmesine dayalı bütün trafik önlemlerinde olduğu gibi, bu önlemin de başarılı olması için belirtilen limitlerin özellikle ilk evrede uygulanması gerekmektedir.

Hızın 30 km/s olduğu alanların bir uzantısı olarak **trafiğe kapatılmaya çalışılan yoğun yerleşim bölgesi** ve **oyun alanları** kavramları ortaya çıkmaktadır. Her iki kavram da yaya kullanımını arttırmak ve altyapısında hızı sınırlayıp mahalli olmayan trafiği önlemek amacıyla özel olarak tasarlanmış mesken alanlar tarafından belirlenmektedir. Sokakları kullananlar arasında bir ayrım bulunmamaktadır; bu sebeple burası hızın 30 km/s olduğu alan ile trafik sınırlamasının bulunduğu bir alan arası bir bölge olarak düşünülebilir. Oyun alanları da trafiğe kapatılmaya çalışılan yoğun yerleşim bölgesinin içerisinde olup günün bazı saatlerinde çocukların oyun oynaması için tasarlanmış bölgelerdir; bu sebeple bu spesifik saatlerde trafik kısıtlaması söz konusu olmaktadır.

Önlem 19) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Graz, Avusturya [DRI] Hızın 30 km/s olduğu alanlar.

- Verimlilik. 0,2 dB'den 1,9 dB'ye kadar gürültü azaltımı söz konusudur.

Viyana, Avusturya [DRI] Hızın 30 km/s olduğu alanlar.

- Verimlilik. Hızı 30 km/s'e düşürerek 3 – 4 dB'lik bir azaltım elde edilebilir. Diğer bir deyişle, (aracın motoruna göre) 30 km/s'lik bir hızla en “gürültülü” şekilde araç kullansanız dahi 50 km/s ile yapacağınız sürüşten daha fazla gürültü yaymamış olacaksınız.

[SMILE]. Fransa. Berlin. Annecy. Hızın 30 km/s olduğu şehiriçi alanlar.

- Verimlilik. (3,5 tondan ağır taşıtların yasaklanmasını hesaba katarak) 2 ve 3 dB
- [ARPAT] 2 – 3 dB'lik azaltımın olduğu rapor edilmiştir.

[QCITY] Amsterdam. 24 saatlik süreçte 10.000 taşıttan fazla trafik yoğunluğu olan döner yol içerisindeki bütün yollarda hızın 50 km/s'ten 30 km/s'e düşürülmesine yönelik bir çalışmadır.

- Verimlilik. 2-3 dB'lik bir azaltım.

[QCITY] Amsterdam. Döner yol üzerinde hızın 100 km/s'ten 80 km/s'e düşürülmesine yönelik bir çalışmadır.

Belçika'nın Deinze kentinde oyun alanı olarak belirli bir süreliğine (14.00 – 17.00 arası) geçici metal barikat ile engellenen bir kamu yolu kullanılmaktadır. Bu geçici metal barikatın üstünde “oyun alanı” ifadesinin yer aldığı trafik işaretleri konmaktadır.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Hızın 30 km/s olduğu alanlar				Makro
Oyun alanları				Yerel

Önlem 20) Trafik işaretleriyle düzenlenen kavşakların göbeklerle değiştirilmesi

[WGNA] Yazılı kaynaklar göbeklerin, sinyal bulunan kavşaklardan daha az gürültü seviyesine sahip olduğunu göstermektedir. Eğer sabit ve serbest akan bir trafiğin gürültüsünü referans alırsak, göbeklerin etrafındaki gürültünün genelde 2 dB civarında arttığını görürüz. Sabit ve serbest akan bir trafiğin seyir hızı göbeği geçme hızıdır (20-30 km/s). Bir kavşağın planını iyileştirme çalışması, etkin bir şekilde daha yumuşak bir sürüş ortaya koyabilir ve araçların hız arttırmasından kaynaklanan gürültüyü azaltabilir.

Trafik ışıklarının bulunduğu ve dur-kalkın olduğu bir kavşaktan geçen taşıt trafiğinin çıkardığı gürültü, sabit bir geçişin olduğu trafik akışından 5 dB(A) kadar daha fazladır.

Verimlilik [DRI]. 4 dB'ye kadar potansiyel gürültü azaltımı (LAeq).

Önlem 20) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

[DRI] İsveç'in Uppsala kentinden bir örnek.

- Verimlilik. Kavşaktan yukarı ve aşağı doğru 100 m boyunca eşdeğer ses seviyesinde 1-2,5 dB'lik bir azaltım söz konusudur.

[DRI] Basel, İsviçre'de şu etkiler ortaya çıkmıştır: Gelişmiş trafik akışı, arttırılmış trafik güvenliği ve azaltılmış trafik gürültüsü.

- Verimlilik. Göbekte uygulanmadan öncesi ve sonrasında yapılan ölçümlerin hesaplaması doğrultusunda gündüz 2 dB ve gece 3 dB civarında eşdeğer ses seviyesinde potansiyel azalım söz konusudur.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESİ	ÖLÇEK
Kavşakların göbeklerle değiştirilmesi	◇	◇	◇	Yerel

Önlem 21) Gece boyunca trafik yoğunluğu düşük olan kavşaklarda trafik ışıklarının söndürülmesi

Yol kavşaklarındaki gürültü, düz trafik akışının olduğu yol kenarlarından daha fazla olabilir. Araçların özellikle ilk hızı düşük ise, motorlarının hızlanması sırasında gürültü büyük ölçüde artar. Karayolu planlayıcıları için önemli olan kavşakları planlarken seyahat sürelerini ve kazaları azaltmaktır. Bu sebeple, bu önlemi belirli bir yerde uygulamadan önce bir güvenlik değerlendirmesi ve bunun yanı sıra tamamlayıcı önlemlerin olması gerekmektedir. Trafik ışıklarının söndürülmesi daha yumuşak bir sürüş sağlamıyorsa gürültü açısından bu önlem faydasızdır.

- Güvenlik. Trafik güvenliği daha dikkatlice düşünülüp araştırılabilir.

Önlem 21) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Verimlilik. Trafik koşullarına, trafik ışığı yapılandırmasına ve gürültü sınırlarına bağlıdır; ancak trafik ışıklarının ilk 50-100 metresinde 3-4 dB'ye kadar gürültü azaltılabilir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Gece boyunca trafik yoğunluğu düşük olan kavşaklarda trafik ışıklarının söndürülmesi	△	◇	△	Yerel

Önlem 22) Sokakların planlarının yeniden tasarlanması. Hız sınırlayıcıları.

Hız sınırı işaretlerinin konması normalde araçların yol boyunca hız sınırına uymalarını garanti etmemektedir. Bu sınırlara uyulmasını sağlamak için genelde polis, radar vb. pahalı önlemlerin uygulanması gerekmektedir. Bu konuya sokakların yeniden tasarlanması ve inşa edilmesi bir alternatif olarak sunulabilir ve dolayısıyla fiziksel düzen taşıtların hızının seçiminde önemli rol oynayabilmektedir. Hız azaltımları genelde trafik güvenliği üzerinde iyi bir etkiye sahiptir. Hız, aşağıdaki önlemler kullanılarak azaltılabilir:

- **Karayolu tümsekleri. Hız yastıkları.** Bir karayolunun düşey sapmaları söz konusudur. Bu tür hız azaltıcılar, taşıtların engellerin üzerinden yavaşça geçmelerini sağlamaktadır.
 - **Olumsuz etkiler.** Ancak bu durum, araçların gürültüsünün geniş aralıklı tepe yaptığı, özellikle ağır taşıt ve karayolu tümsekleri konusunda bazen sorunlara yol açmaktadır.
 - **Olumsuz etkiler.** Bazı durumlarda sürücülerin (birden hız arttırma ya da fren yapma gibi) daha agresif bir tutum takınmalarından dolayı gürültüde bir artış meydana gelebilir. Bu aşamada sürücülerin tutarsız sürüş şekillerini en aza indirmek önem arz etmektedir. Bu ise hız azaltıcılar arasına uygun mesafeler koyarak elde edilebilir. [SILENCE] Tutarsız sürüş şeklinden kaçınmak amacıyla engeller arasında olması gereken mesafeye dair bir öneri mevcut olup bu mesafe hız saatte 30 km iken 50 metre olarak belirlenmiştir.
 - [SILENCE] Saatte 25 km'den daha az hızda giden ağır taşıtlar için dar hız yastıkları ve üst kısmı yuvarlak tümsekler tercih edilir.
- Tırtıklı şerit alanları. **Karayolunda çizgiler. Kaldırım taşlarının bulunduğu alanlar.** Bu tür alanlar aracın içerisinde gürültü ortaya çıkarıp sürücünün yavaşlamasını sağlayan bir işleve sahiptir.
- Uzun banketli **dar yollar** sürücülerin hız yapmasını ve kaldırıma park etmesini engellemektedir. Bu tür bir çalışma yayalara ayrılan yolu da genişletmektedir. Diğer yapıya ilişkin engeller, bisiklet şeritlerine ayrılmış şeritleri korumak adına yolun her iki tarafına konabilir.
- **Şikanlar**, yol kıvrımları, sürüş şeridinin yerinin değiştirilmesi türünde yapılacak olan azaltıcı çalışmalar özellikle ağır taşıtları önce sola sonra sağa kaydırıp gürültüyü azaltmada etkili olmaktadır.

[WGNA] Gürültü açısından etki derecesi. Engeller arasındaki kısımlarda 2-3 dB'lik bir gürültü azaltımı gerçekleştirilebilir.

EffNoise çalışmasında mini-göneklerin inşasının 7500 € ve sokakların yeniden tasarlanması için (örneğin şikanlar) ortalama değer 2000 €/m² olduğundan söz edilmektedir.

Önlem 22) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

[DRI] raporu etki derecesine ilişkin aşağıdaki rakamları sunmaktadır:

Trafik yönetimi önlemi	Potansiyel gürültü azaltımı (LAeq)	Potential noise reduction (LAeq) of HGV [SILENCE]
Üst kısmı yuvarlak tümsekler	2 dB'ye kadar ARTIŞ	4-8 dB'ye kadar ARTIŞ
Yassı başlı tümsekler	6 dB'ye kadar ARTIŞ	8 dB'ye kadar ARTIŞ
Dar hız yastıkları	1 dB'ye kadar ARTIŞ	2 dB'ye kadar ARTIŞ
Geniş hız yastıkları		10 dB ve 8 dB'ye Lmax bazında kadar ARTIŞ
Termoplastik tırtıklı şeritler	4 dB'ye kadar ARTIŞ	
Kaldırım taşlarının tırtıklı şeritli alanları	3 dB'ye kadar ARTIŞ	
Tırtıklı şerit dalga cihazları	0 dB'ye kadar	

Londra [SILENCE] raporu etki derecesine ilişkin aşağıdaki rakamları sunmaktadır:

Senaryolar	Otomobiller %100	Otomobiller %98 otobüs %1 ağır taşıtlar %1	Otomobiller %94 otobüs %1 ağır taşıtlar %5	Otomobiller %79 otobüs %1 ağır taşıtlar %20
Dar hız yastıkları Geçiş hızı Otomobiller=30Km/h Ağır yük taşıtları=34Km/h	- 4 dB	- 3 dB	- 1 dB	+ 2 dB
Geniş hız yastıkları Geçiş hızı Otomobiller =22Km/h Ağır yük taşıtları=24Km/h	- 6 dB	+ 0,5 dB	+ 5 dB	+ 8 dB
Yassı başlı yol tümsekleri Geçiş hızı Otomobiller =22Km/h Ağır yük taşıtları=18Km/h	- 8 dB	- 0,5 dB	+ 4 dB	+ 8 dB
Üst kısmı yuvarlak tümsekler Geçiş hızı Otomobiller =22Km/h Ağır yük taşıtları=18Km/h	- 8 dB	- 6 dB	- 2,5 dB	+ 0 dB

Celle Şehri [SMILE]. Bu proje sayesinde yol genişliğini 7,50 metreden 6,50 metreye düşürerek yoldaki ortalama hızı saatte 10 km'ye düşürmek mümkündür.

- Etkileri: yol güvenliği, yolcu ve bisiklet sürücülerinin hareketliliğinde gelişmeler, taşıt park etmede konusunda değişiklikler, filo hızının düşürülmesi ve gürültü kirliliğinde gelişmeler söz konusudur.
- Bu çalışmanın maliyeti yaklaşık 800.000 € olarak ortaya çıkmıştır.
- Gürültü rahatsızlığındaki azaltım (- 1.3 dB(A)).

[DRI] İsveç'in Katrineholm kentindeki yol tümsekleri. Trafiği sakinleştirme projesi.

- Yaya geçidinde, üst kısmında kaldırım taşı bulunan bir yol tümseğinin inşa edilmesi
- Sokak/cadde kesiti boyunca konumsal bir işlev olarak eko-sürüş hızı ve buna uygun vites seçimi
- Tümseğin üst kısmında 3 dB'lik bir gürültü artışının yanı sıra gürültü eğrisinde geçici gürültü artışları (hafif trafik).
- Tümsekler arasında 4 dB'lik bir gürültü azaltımı.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Tümsekler, hız yastıkları, şeritler	△	△	△	Yerel
Şikanlar ve dar sokaklar	△	△	△	Yerel

Önlem 23) Radar cihazları ve polis gibi caydırıcı önlemlerle hız sınırlarının uygulanması

Otomatik hız izleme sistemi, belirlenen hız sınırlarına uyulmasını sağlamak için kullanılabilecek bir araç olabilir. Genelde karayolu trafiğinin hızını düşürmek söz konusu olduğunda güvenlik hedefleri ile gürültü azaltımı arasında bir uyumsuzluk ortaya çıkmamaktadır.

Hızın gürültüye ilişkin esasları, gece trafik yoğunluğunun düşük olduğu saatlerde belirgin hale gelmektedir; çünkü uykuyu etkileyen nihai durumlar bu zaman diliminde ortaya çıkmaktadır.

Elektronik olarak güçlendirilmiş **otomatik hız kontrolü (ATC)** de dâhil günümüzde otomatik hız izleme sistemi pek çok yerde mevcuttur.

Ortalama hızı, tek tek noktasal konumlardan ziyade kameralarla ölçmek daha etkili olabilir.

Önlem 23) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

- [SILENCE]. Verimlilik (trafik). Sabit işaretler: hızın 3 km/s'e düşürülmesi. Otomatik hız kontrolü (ATC)nün ya da polisin konması: 5-10 Km/s.
- [SILENCE]. Verimlilik (gürültü). Sabit işaretler: 0 dB. Otomatik hız kontrolü (ATC)nün ya da polisin konması: 1-3 dB

[NADIA] Savona ve Cenova'nın tecrübeleri:

- Maliyet. 3000 €/cihaz.
- Verimlilik. Her 500 metrede 2 cihaz (en az 4 tane olması koşuluyla). Bu alanda 2 dB'lik genel bir gürültü azaltımı söz konusudur.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESİ	ÖLÇEK
Otomatik hız kontrolü (ATC)nün konması				Yerel

1.4. Normal karayolu yüzeylerini daha sessiz yüzeylerle değiştirme

- 1) Çift katmanlı gözenekli asfalt kaplamaları. Referans gürültü kaplaması
- 2) Tek katmanlı gözenekli asfalt kaplamalar
- 3) İnce katmanlı asfalt kaplamalar.
- 4) Gözenekli elastik yol yüzeyi
- 5) Kauçuklu asfalt

Bu 1.4 no'lu paketteki önlemlerin genel tanımı ve diğer düşünceler

Şehir içerisinde gürültü kontrolü bağlamında en yaygın gürültü azaltım önlemlerinden biri de ses yutucu yol kaplamasının kullanımıdır ve bu da asfaltın yenilenmesi anlamına gelmektedir. Yerel idareler bu tür gürültü çözümünü tek başına ya da diğer trafik yönetim önlemleri ile birlikte kullanmaktadır; çünkü bu tür önlemlerin olumlu tamamlayıcı özellikleri bulunmaktadır.

Düşük gürültülü karayolu yüzeylerinin bir dizi avantajı ve dezavantajı bulunmaktadır. Bunlardan bazılarını (gözenekli), şehrin içerisinde çok otoyollara döşemek daha ilginç gelebilir. Bunun sebebi ise bu tür yüzeyler, özellikle ağır taşıtlardan dolayı düzensiz trafiğe (fren ve hız arttırma) karşı dirençli değildir ve yine bu yüzden trafik ışıklarının, eğimin ve keskin dönemeçlerin vb. olduğu kavşaklara uygulanması tavsiye edilmektedir.

İnce taneli gözenekli asfalt üzerinde ölçülen en düşük gürültü seviyeleri ile beton üzerinde maksimum agrega hacmine sahip asfalt beton üzerinde ölçülen en yüksek gürültü seviyeleri arasında 10 dB(A)'den daha fazla fark çıktığı rapor edilmiştir. Yaklaşık bir hesaplama maksimum agrega hacmi ne kadar büyükse gürültü seviyesi o kadar yüksek denebilir.

Genelde, trafik yönetim önlemleri ile yol yüzeyi çözümlerini birleştirmemek için herhangi bir teknik kanıt bulunmamaktadır. Şehir içerisindeki yollarda bu çözümleri birleştirerek 3 – 8 dB arasında bir gürültü azaltımı elde etmek mümkündür. Daha yüksek hız limitlerinin olduğu otoyollarda gürültü azaltım potansiyeli 10 dB'ye kadar ya da daha fazla olabilir.

- Ancak, ciddi fren ve hız yapma ihtimallerinin bulunduğu özellikle hızı düşürülmüş şekilde tasarlanmış yollara bu tür yol yüzeyleri uygulanırken daha ince katmanlı yol yüzeylerinin dayanıklılığında sorunlar ortaya çıkabilir; fakat bu tür durumlarda gürültü azaltımına yönelik farklı yüzeyler kullanılabilir.
- Gürültüyü azaltan yol yüzeylerinin, ağır taşıtlardan ziyade hafif taşıtlardan gelen gürültüyü azaltmada daha etkilidir. Bu husus, gürültü azaltım önlemleri birleştirilirken göz önünde bulundurulmalıdır.

Önlem 24) Çift katmanlı gözenekli asfalt kaplamaları.

Gözenekli asfaltın trafik gürültüsünden gelen emisyonu azaltma konusundaki faydaları kanıtlanmıştır; ancak asfalt ile ilgili en büyük sorun zamanla tıkanma sonucu bu kaplamanın akustik özelliklerinin zayıflamasıdır. Bu sebeple çift katmanlı gözenekli asfalt geliştirilmiştir. Bir karayolu yüzeyinin bütün değerlendirme parametrelerindeki iyi özellikler, bizi bunları bir referans olarak almaya yönlendirmektedir. Bu tür asfalt, üstü daha ince ve altı daha kalın bir tabakadan oluşmakta ve tarihsel açıdan trafik gürültüsünü daha da azaltmak amacıyla geliştirilmiştir. Çift katmanlı gözenekli kaplama, tıkanmayı azaltmak ve pürüzlü asfaltın gürültüyü yutma kapasitesini daha da arttırmak amacıyla geliştirilmiştir. Farklı türdeki çift katmanlı gözenekli asfaltlar için kendine ait karışık kompozisyon ve gürültü azaltma özellikleri önemli farklılıklar gösterebilir.

- Verimlilik. Çift katmanlı gözenekli kaplamaların, taşıt filosundaki ağır taşıtların yüzdesine bağlı olarak 4-6 dB civarında bir gürültü azaltım potansiyeli bulunmaktadır. Ağır taşıtların, motorsiklet ve gürültülü motorların sayısı ne kadar az olursa o kadar iyidir. HUSH Şehri projesinde (yepyeni bir asfalt ile) 7-9 dB'lik bir durum söz konusudur.
- Maliyet. Kurulum. Çift katmanlı asfalt yüzeylerin maliyeti EUR/m² civarındadır (klasik yüzeylerin iki katından daha fazla).
- Verimlilik. Maliyet/Verimlilik. Bariyer, ses geçirmez pencere gibi diğer gürültü azaltım önlemleri ile kıyaslandığında, düşük gürültülü karayolu yüzeylerinin maliyetleri bazı koşullar ortaya çıktığında nispeten düşük kalmaktadır: 1. Geniş ölçekli sorunlara uygulandığında. 2. Orta yoğunluğun üstünde bir nüfusa uygulandığında. 3. Şehirde yüksek binaların olması durumunda. 4. Bariyer kurmak imkânsız olduğunda ya da vatandaşların karşı çıkması durumunda. 5. Hâkim gürültünün tekerleğin dönmesinden kaynaklanan gürültü olduğu ve düşük seviyede ağır taşıt ve motorsiklet trafiği bulunan sokakların olması durumunda.
- Verimlilik. Maliyet/Verimlilik. Tek katmanlı gözenekli asfalt gibi diğer gürültü azaltım önlemleri ile kıyaslandığında, düşük gürültülü karayolu yüzeylerinin maliyetleri bazı koşullar ortaya çıktığında nispeten düşük kalmaktadır: 1. Trafik hızı 50 km/s ya da daha az olan şehir için alanlarda. 2. Yüzeyinde düzensiz trafik sorununun olduğu yüksek oranda ağır taşıt trafiğine sahip sokakların bulunduğu şehir içi alanlarda.
- Maliyet. Teknoloji ve materyallere dayalı olarak yeni gelişmelerin uygulanması ve bakımı. Yaklaşık hesap: katmanların kalınlığını azaltma hususu, uygulama maliyetinin düşürülmesi; ancak dayanıklılık ve bakıma harcanacak bütçenin artması anlamına gelmektedir.
- Bakım. Daha uzun vadeli bir gürültü azaltımının ortaya çıkarılması burada hedeflenmektedir. Üst katman kalınlığı azaldıkça, kaplamada tıkanıklığın oluşması o kadar daha fazla zaman almaktadır. Üst katmanda oluşan ince kir tabakası, vakumlu temizleme ekipmanı ile ortadan kaldırılabilir.
- Akustik dayanıklılık. Akustik özellikler zamanla bozulmaktadır.
- Dayanıklılık. Fiziksel özellikler. Beklenen kullanım süresi; trafik yoğunluğu, düzensiz trafik ve ağır taşıtların ve özelliklerine bağlı olarak 7-10 yıl arasında değişmektedir.
- Dayanıklılık. Olumsuz yan etkiler. Kışın ortaya çıkan buzlanma sorunu asfaltın çatlamasına sebep olabilir.
- Fizibilite. Döşeme kolaylığı. Asfaltın döşenmesi sırasındaki titizlik en iyi sonuçların elde edilmesinde önemli rol oynamaktadır.
- Geçmiş tecrübeler. Geçmişte yaşanan çok sayıda olumlu tecrübe, bu önlemi desteklemektedir.
- Tamamlayıcı unsurlar. Trafik yönetim önlemleri ile mükemmel bir kombinasyon oluşturmaktadır.

- Olumsuz tamamlayıcı unsurlar. Bariyerlerle çok uyumlu değildir; çünkü gürültü azaltımının frekans bandı (orta ve yüksek bantlarda) aynı banttadır. İkincil bir etki olarak düşük frekans gürültüsünde bir artış söz konusudur.
- Olumsuz tamamlayıcı unsurlar. Hız azaltımı gibi çeşitli trafik yönetim önlem türleriyle uyumlu değildir (30 km/s'ten az hızda baskın gürültü motor gürültüsüdür).
- Güvenlik. Karışımın drenaj kapasitesine bağlıdır.

Önlem 24) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

[QCITY 2007-1]. İsveç, Danimarka ve Hollanda, üst katmanda yaygın olarak kullanılan agrega taneciğinin büyüklüğü 5-8 mm, alt katmanda ise 16-22 mm'dir. İki katmanın kalınlığı 55 mm ile 99 mm arasında değişmektedir.

- Verimlilik. Üst katmandaki taş büyüklüğüne bağlı olarak 5-9 dB.
- Döşeme maliyeti. 10.45 €/m².
- Bakım maliyeti. Daha çok normal yoğun asfaltla ilgili olarak 1-1,85 €/m².

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Eski yüzeylerin yeni çift katmanlı gözenekli asfalt ile yenilenmesi				Makro

Önlem 25) Tek katmanlı gözenekli asfalt kaplamalar. Çift katmanlı gözenekli kaplamalarla arasındaki farklar.

Tek katmanlı gözenekli kaplamalara ait durum çalışması. Gözenekli asfaltlar için uygun şekilde tanımlanan karayolları 25 m. genişliğinde 4 şeritli olarak addedilmiştir. Bu hesaplamalardaki kaplamaların beklenen kullanım süresi 13 yıldır. 20 yıllık bir zaman dilimini kapsamak için üstüne ikinci bir yeni kaplama gerekmektedir.

- Verimlilik. Tek katmanlı gözenekli kaplamaların 4-6 dB civarında bir gürültü azaltım potansiyeli bulunmaktadır.
- Bakım. Buzlanma erken ortaya çıkıp uzun süreyle asfalt üzerinde kalmaktadır. Gözenekli asfalttaki kış bakımı genellikle ciddi bir tuz kullanımını gerektirmektedir.
- Döşeme maliyeti. Tek katmanlı gözenekli asfalt yüzeylerin maliyeti, klasik yüzeylerin maliyeti ile aynıdır.
- Bakım maliyeti. Tecrübeler, ağır ve hızlı trafiğin tekerleklerin sürtünme sırasında ortaya çıkarmış olduğu etkiyle yolların kendi kendini temizlediğini ve böylece gürültüyü azaltıcı özelliklerin belli bir dereceye kadar muhafaza edildiğini göstermektedir.
- Bakım maliyeti. Sonuç olarak, tıkanma ile ilgili sorunlar özellikle ağır seyreden trafikte ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple yüksek basınçlı su kullanarak belli aralıklarla yolların temizlenmesi gerekmektedir.
- Etkinlik. Maliyet/Verimlilik. Gözenekli asfaltın kullanımı, sadece saatteki hızın 60 km ya da daha fazla olduğu şehir içinde tavsiye edilmektedir.
- Akustik dayanıklılık. Eğer yüzey ciddi şekilde tıkanırsa, temizlemenin de gürültü performansı üzerinde bir etkisi kalmayacaktır.
- Dayanıklılık. Fiziksel özellikler. Beklenen kullanım süresi; trafik yoğunluğu, düzensiz trafik ve ağır taşıtların ve özelliklerine bağlı olarak 10-12 yıl arasında değişmektedir.
- Olumsuz tamamlayıcı unsurlar. Asfalt hız azaltımı konusuyla çok uyumlu olmasa da (30 km/s'ten az hızda baskın gürültü motor gürültüsüdür) gözenekli asfalt bu tür gürültüyü yutabilir.

Önlem 25) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

İyi akustik özellikleri olan gözenekli asfalt kaplamalarda 8 mm. çapında maksimum agrega tanecikleri, %20-30 hava bulunmakta ve katmanı 40 mm. kalınlığındadır. Gözenekli asfalt kaplamaların ana sorunu toz ya da kirden dolayı tıkanma ve soğuk iklime karşı dayanıksızlıktır.

- [NADIA] Döşeme maliyeti 15.1 €/m² + bakım maliyeti 0.5 €/m.
- [NADIA] Verimlilik. Alanda toplam 3 dB değerinde pragmatik bir değerde bir gürültü azaltımı söz konusudur (zaman ve yer üzerinden ortalama bir değere bağlı olarak hesaplama yapılmaktadır).
- Almanya ve Birleşik Krallık. Verimlilik. İlk başta 8 dBA'lık bir etkisi olup her yıl 0,5-1,0 dBA'lık bir azalma söz konusudur.
- Maliyet. Normal yoğunluktaki asfaltla kıyaslandığında 2.14 €/m²'lik bir ek maliyet ortaya çıkmaktadır.
- Yıllık bakım maliyeti. 0.24 €/m² maliyet söz konusudur.
- [ARPAT] Akustik dayanıklılık:

8 mm çapında maksimum agregalı gözenekli yüzey	dB'de azaltım (hafif ve ağır taşıtlarla oluşan karışık trafik)
0. Yıl	4,5
1. Yıl	4,6
2. Yıl	2,7
3. Yıl	2,4
4. Yıl	2,8
5. Yıl	1,7

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Eski yüzeylerin tek katmanlı gözenekli asfalt ile yenilenmesi				Makro

Önlem 26) İnce katmanlı asfalt kaplamalar. Çift katmanlı gözenekli kaplamalarla arasındaki farklar.

[DRI] İnce katmanlı kaplamalar. İnce asfalt katman teknolojisi, bu tür kaplamanın hızlı ve basit olmasından ve en az trafik kesintisine sebep olmasından dolayı etkilidir. İnce katmanlı asfalt; tek ya da çift katmanlı gözenekli asfaltın akustik özellikleri ile geleneksel asfalt dayanıklılığı arasında bir alternatiftir. İnce katmanların gürültü azaltım etkisi, kaplama yüzeyinin yapısına bağlıdır. Burada amaç, tekerleklerden gelen titreşim gürültüsünü azaltmak amacıyla kaplamanın mümkün olduğunca yumuşak ve aynı zamanda hava pompasından gelen gürültüyü azaltmak amacıyla bir kaplama yüzeyinin mümkün olduğu kadar açık olmasıdır. İnce katmanlar için uygun olan karayollarının genişliği 18 metre (4 şeritli) ve kullanım ömürleri 14 yıl olarak addedilmektedir. İkinci bir kaplamanın maliyeti ise ilkinin sadece yarısıdır (0.75 €/m²); çünkü ikinci kez kaplama, 20 yıllık hesaplama süresinin sonunda yarısını daha tamamlamamış olacaktır. İnce katmanlı asfaltlar için fazladan bir maliyet söz konusu değildir.

- Verimlilik. 3 - 6 dB.
- Maliyet. 1.5 €/ m².
- Bakım maliyeti. Daha kolay bir kış bakımı.
- Döşeme maliyeti. İlk başta düşük yatırımlara ihtiyaç bulunmaktadır.
- Bakım maliyeti. Tamiri kolaydır.
- Bakım maliyeti. Yüzey bozulmalarına karşı daha dirençlidir.
- Bakım maliyeti. İnce katmanlarda özel herhangi bir bakıma ihtiyaç bulunmamaktadır.

Önlem 26) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Danimarka [DRI] İnce katmanlı asfaltlar geniş ölçüde Danimarka ve Birleşik Krallık'ta kullanılmaktadır.

- Verimlilik. İnce katmanlı asfalt kullanımıyla 3–4 dBA 'lık gürültü azaltımı ortaya çıkmaktadır.
- İkinci kaplamanın maliyeti. 14 yıldan 20 yıla kadarlık sürede 0.75 €/m².

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECE	ÖLÇEK
Eski yüzeyin ince katmanla yenilenmesi				Makro

Önlem 27) Gözenekli elastik yol yüzeyi. Çift katmanlı gözenekli kaplamalarla arasındaki farklar.

Gözenekli elastik yol yüzeyinin (PERS), genellikle poliüretan olan elastik reçine ile karışık daha çok kauçuk parçacıklardan (hiç işlenmemiş ya da lastiklerden geri dönüştürülmüş kauçuk) oluşan alışlagelmemiş bir kaplama türüdür. Gürültü azaltım potansiyel kapasitesi, dokusu, gözenekliliği ve esnekliğinden ileri gelmektedir. Çift katmanlı gözenekli kaplamalarla arasındaki farklar aşağıdaki gibidir:

- Verimlilik. En iyi çift katmanlı kaplamalarla aynı ya da onlardan daha iyidir. 10 dB'den fazla bir potansiyeli bulunmaktadır.
- Verimlilik. [ARPAT]. 5-15 dB.
- Akustik dayanıklılık. Gürültü azaltımı yıllık olarak yaklaşık 0,3 dB bazında gerçekleşmekte ve bu da tipik gözenekli bir asfalttan daha yavaş bozulma anlamına gelmektedir.
- Fiziksel özelliklerin dayanıklılığı. Konvansiyonel yüzeyler kadar uzun dayanır ancak bu yüzeylerden çok daha iyi bir deformasyon performansı sergilemektedir.

Önlem 27) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

[QCITY]:

- Verimlilik. 8-10 dB.
- Maliyet. 20 €/m².
- Bakım maliyeti. 2 €/m².
- Fiziksel özelliklerin dayanıklılığı. Gözenekli elastik yol yüzeyinin dayanma süresi standart yoğunluktaki yüzeyden daha kısa olabilir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Eski yüzeyin Gözenekli Elastik Yol Yüzeyi (PERS) ile değiştirilmesi				Makro

Önlem 28) Kauçuklu asfaltlar. Çift katmanlı gözenekli kaplamalarla arasındaki farklar.

Kauçuklu Asfalt Beton (RAC). [Vorobjovasa] Kauçuk asfalt; toplam karışım hacminin %15'i öğütülmüş kauçuk parçacıklarından oluşan asfalt karışımı kullanılarak uygulanan yoğun bir asfalt kaplamadır. İsveç'te yapılan araştırmada, kauçuk asfalt teknolojilerinin dokuda 11 mm'lik maksimum agrega fraksiyonu, içinde %10 kauçuk granüllerinin bulunduğu %20'lik yapıştırıcı madde, yaklaşık %15'lik hava boşluğu bulunduğu ve katman kalınlığı 40 mm. olduğu zaman daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Gürültü azaltım etkisi 3-7 dBA arasındadır.

Çift katlı gözenekli kaplamalara ait bilgiler aşağıdadır:

- Verimlilik. Nomal çift katlı yüzeyden daha az etkilidir.
- Maliyet. Kalınlığı daha azdır.

Önlem 28) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

Fransa'nın tecrübeleri:

- Hiç kamyon yoksa 3 – 5 dB arasında bir azaltım ve %5 kamyon oranı varsa 2 -3 dB'lik bir azaltım söz konusudur. Belçika tecrübesi: yaklaşık 50 km/s'lik bir hızda 2.1 ve 3.2 dB arasında azaltım söz konusudur.
- Dayanıklılık. Fiziksel özellikler. Yüksek dayanıklılığı bulunmaktadır.
- Maliyet. Kurulum. Karışımın sıcaklığının yüksek olması gerekmektedir, bu sebeple kaplama ve yola dökme maliyeti de yüksek çıkmaktadır.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Eski yüzeyin kauçuklanmış asfalt ile değiştirilmesi				Makro

1.5. Sokak/Cadde Bakımı ve yol süreksizliklerinin çözümü.

1) Hemzemin geçit gürültüsü

Bu 1.5 no'lu paketteki önlemlerin genel tanımı ve diğer düşünceler

Yol çukuru ve çatlaklar, yaması kötü yapılmış çukurlar, kaldırım taşları, köprü kavşakları, hemzemin geçitler, kaplama yüzeyi ile kanalizasyon kapakları arasındaki pürüz gibi yüzeydeki düzensizlikler ile yüzey profilindeki süreksizlikler gürültü seviyelerini önemli ölçüde arttırmaktadır. Bu tür düzensizlikler tipik olarak özellikle ağır yük taşıtları üzerinden geçerken darbeli taşıt gürültüsüne sebep olmakta ve bu da civardaki insanları yaklaşık 10 dB(A) seviyesinde gürültüye maruz bırakıp ciddi rahatsızlıklara neden olmaktadır.

Göz önünde bulundurulması gereken diğer önlemler aşağıdaki hususları içermektedir:

- Kaldırım taşlarının pürüzsüz asfaltla değiştirmek gürültüyü önemli ölçüde azaltabilir.
- Kanalizasyonun yenilenmesi ya da ilgili alanı etkileyen diğer planlı yapı önlemleri, özellikle besleme ve tasfiye boru hatlarının yenilenmesi faydalı olacaktır.

Önlem 29) Hemzemin geçit gürültüsü

Asfalt beton ile raylar arasındaki geniş conta, yeterli bakımı yapılmayan tramvay hatları söz konusudur. Etki gürültüsü ray conta boşlukları ve ray üstündeki süreksizliklerden ortaya çıkmaktadır. Ayrıca tramvayın gittiği yüzeydeki yükseltilerin yanlış hizalanması da etki gürültüsüne sebep olmaktadır. Bu nedenle, conta bakımı yapılırken sökme ya da boşlukları kapatmak üzere ray contalarının sıkılması ve böylelikle gidiş hat yüzeyindeki yükseltilerin hizalanması ve yıpranmış uçların tamir edilmesi gerekmektedir.

Hemzemin geçitlerdeki taşıttan gelen gürültü emisyonunu azaltmak için, daha önceden ray aralarında ve kenarlarında denenmiş kauçuk gibi uygun yumuşak bir materyal ile değiştirmek bir çözüm olabilir.

- Kauçuk kullanmayla ortaya çıkacak etki derecesi yaklaşık 2-5 dB'dir.
- Olumsuz etkileri. Kauçuk geçitler daha düz olduğu için sürücüler hemzemin geçitlerde daha hızlı sürme eğiliminde olabilir ve bu da gürültü azaltımını kısmen ya da tamamen tehlikeye atabilir.

Ayrıca yapılan çalışmalar hemzemin geçitlerde karayolu ile demiryolu arasındaki açının 90° yerine 45° ile hizalanmasının gürültüyü azalttığını göstermiştir.

- Verimlilik. 4 dB.
- Bu iki önlemin kombinasyonuyla ortaya çıkan etki derecesi 8 dB'ye kadar bir gürültü azaltımı anlamına gelmektedir.

Önlem 29) Yazılı kaynak örnekleri ve tecrübeler

[SILENCE]. Fransa'nın Nantes şehrindeki yeni tramvay hatlarında kaplama blokları ile raylar arasındaki contalar kauçukla doldurulmuştur.

[SILENCE]. İsveç'teki mevcut geçitler STRAIL adı verilen kauçuk plakalarla yeniden inşa edilecek şekilde planlanmıştır. Geçitim hem önceki hem de sonraki hali İsveç Ulusal Karayolu ve Ulaşım Araştırma Enstitüsü (VTI)'nün hükümlerine uygun şekilde konumlandırılmıştır.

- Geçitin yeniden inşa edilmesinin önce ve sonrasındaki önlemler, kauçuk tabaka sistemindeki geçiş kaybını değerlendirme imkanı sunmuştur.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	GÜÇLÜK DERECESESİ	ÖLÇEK
Kaplama blokları ile raylar arasındaki contaların kauçuk ile doldurulması				Yerel

VERİ FÖYÜ 2. DEMİRYOLLARINDA GÜRÜLTÜ AZALTIMI

Gürültü, yeni demiryolu ağı projelerinde veya mevcut altyapının işletme koşullarında yapılacak olan değişikliklerde sınırlandırıcı bir etmen olabilir. Aynı zamanda gürültü azaltımı için yapılacak olan harcamalar da bütçenin sabit kalemlerinden biri olarak ilave edilmelidir. Bu durumda gürültü azaltımı maliyetinin, demiryolunda taşıma ücretleri üzerinde önemli bir etkisi olacaktır. Yaşam döngüsü maliyetlerinin bir gürültü teknolojisinin nihai değerlendirmesine dahil edilmesi gerekir ancak bu durum özellikle yenilikçi ürünler için güç olabiliyor. Toplam gürültü, araçlara ve raylara bağlıdır ancak aynı zamanda trafik koşulları ve işletme faaliyetleri ile de bir ilişki söz konusudur.

Raylara bağlı taşıma araçlarından bazı eski teknolojiler çok gürültülüdürler. Bu tamamen rayların ve/veya ray üstü araçlarının bakım çalışmalarının yapılmamasından kaynaklanır. Bu tip kamusal taşıma sistemleri, bahsedilen sebeple genellikle araç trafik sistemlerine oranla daha gürültülüdür (günümüzün ray üstü araçları 1960lardaki ve 1970lerdeki 10 dB daha az gürültülüdür). Ancak iyi tasarlanmış ve bakımı yapılmış sistemler, aynı taşıma hacmi için araç taşıma sistemlerine oranla daha az gürültüye sebep olabiliyorlar. Aynı zamanda demiryolu trafiği için gürültü emisyonu hedeflerini oturtmak tek tek karayolu taşıma araçları için oturtmaktan daha kolaydır. Yerel otoriteler gürültüyü sadece planlama aşamasında değil aynı zamanda düzeltme ve bakım aşamasında da gözönünde bulundurmak zorundadır.

Gürültüye karşı mücadele ana planı çerçevesinde özel araç kullanımının engellenmesi amacıyla ulaşım araçlarının değişimli kullanılmasının özendirilmesi planı dahilinde yük ve yolcu trenlerinin trafik hacimleri artmaktadır. Araştırmalar gösteriyor ki demiryolları en fazla rahatsızlık veren gürültü kaynaklarından biridir ve kısa (etkinliklerde) ve uzun vadede (dozlar halinde) gürültü kaynaklı rahatsızlıklara sebep olabiliyor.

Demiryolu gürültüsünün başlıca kaynağı yük vagonlarının hareketlerinden kaynaklanan gürültüdür. Motor gürültüsü (daha düşük hızlarda) ve aerodinamik gürültüsü (yüksek hızlı trenlerde) daha az önemlidir. Yerel olmak kaydıyla gıcırdama gürültüsü de önemli olabilir.

Gürültünün hıza bağlı ilintili kaynakları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. [ARPAT].

Gürültü kaynağı	V<60 Km/h	60Km/h<V<250Km/h	Demiryolu istasyonu	Tren manevraları
Dönme	ilgili	Yüksek derecede ilgili	ilgili	Daha az önemli
Çekme ve yardımcı sistemler	Yüksek derecede ilgili	ilgili	Yüksek derecede ilgili	Yüksek derecede ilgili
Aerodinamik	Daha az önemli	Daha az önemli	Daha az önemli	Daha az önemli

Gıcırdama gürültüsü	ilgili	Daha az önemli	Yüksek derecede ilgili	Yüksek derecede ilgili
Frenleme	ilgili	Daha az önemli	Yüksek derecede ilgili	Yüksek derecede ilgili

Tekerlek gürültüsü kompozit fren takozları (yük vagonları), esnek tekerlekler veya tekerlek amortisörleri ile azaltılabilir. Ray gürültüsü ise ray amortisörleri, esnek ray pedalları ve çeşitli yüksekliklerdeki gürültü bariyerleri ile kombinasyonlar sayesinde azaltılabilir. Ray veya araç tarafında yağlama sistemleri gıcırdama gürültüsünü önleyebilirler ve tramvay sistemlerinde iyi bir şekilde uygulanabilirler. Bütün ağ boyunca gürültü azaltımına ulaşabilmek için en etkin önlem yük vagonlarının yenilenmesi esnasında kompozit fren takozlarının yerleştirilmesidir.

Karayolu trafik yönetimi önlemleri aşağıdaki paketleri içermektedir:

- **Paket 2.1. Gürültünün kaynağında azaltımı. Ray-tekerlek etkileşimi gürültüsünü control altında bulundurunuz.**
- **Paket 2.2. Demiryolu trafiği gürültü kontrolü.**

2.1. Gürültünün kaynağında azaltımı. Ray-tekerlek etkileşimi gürültüsünü control altında bulundurunuz.
8) Dar virajların ve makasların sebep olduğu gıcırdama ve boşluklardan kaynaklanan gürültüye karşı önlemler. 9) Tekerlekler üzerinde müdahale ve bakım prosedürleri. Demiryolu araçları ile ilgili önlemler. 10) Raylar üzerinde müdahale ve bakım prosedürleri. Altyapı önlemleri.

Önlemlerin genel tanımlaması ve 2.1. paketi hakkında diğer yorumlar
Tam yüklü halde çalışır durumda olan dizel motorlardan kaynaklanan gürültü hariç, demiryollarından kaynaklanan başlıca gürültü (motor gürültüsü) tekerlek ve demiryolu rayları arasındaki arayüzden (dönme gürültüsü) kaynaklanmaktadır. Dönme gürültüsü, temas noktasında ray ve tekerlek pürüzlülüğünün doğurduğu titreşimlerin sebep olduğu en bilindik demiryolu gürültüsü türüdür. Problemin ciddiyeti birçok farklı etmene bağlı olmakla birlikte özellikle şunlarla ilgilidir: ○ Hız. ○ Tekerleklerin sayısı. ○ Frenleme sisteminin türü. Gürültü emisyonları konusunda sadece olası küçük iyileşmeleri hedef alacak şekilde orta yaşlı trenleri yenileri ile ikame etmek kötü bir fikirdir. Ancak geliştirilmiş bakım,

gürültünün kaynağında azaltılması konusunda önemli bir rol oynayabilir. Yüksek seviyelerde dönme gürültüsünün sebebi tekerlek paleti ve ray başı arasındaki düzensizlikten kaynaklanır. Bunun adı ray pürüzlülüğüdür. Ray/tekerlek gürültüsünün control edilmesi şu anlama gelir:

- Hem tekerleklerin hem de rayların pürüzlülüğünü azaltmak ve control etmek. Rayların ve tekerleklerin pürüzlülüğü, özellikle raylarda ve yuvarlaklığını kaybetmiş tekerleklerde dalgalanma ray gürültüsünün başlıca sebeplerinden biridir ve izlenerek control edilmelidir. Altyapı yöneticileri ve tren işletmecilerinin, hasarlı tekerlekleri control etmek ve izlemek için halihazırda bakım programları vardır.
 - Rayların pürüzlülüğü **ray bakımı zımparalaması** ile control edilebilir.
- Tekerleklerin düzleşmesinin ve ray dalgalanmalarının bozukluklarının azaltılması.
 - Mevcut vagonların kompozit (K) fren takozları monte edilerek yenilenmesi, döküm demir (DD) fren takozları yerine fren disklerinin kullanılması önemli ölçüde tekerleğin temas eden yüzeyini iyileştirerek gürültü seviyesini azaltır.
- Araç üzerinde tekerleklerin yağlanması. **Tekerleklerdeki düzensizliklerin raylarla teması esnasında ortaya çıkan gıcırdama sesinin azaltılması** (keskin kavislerin en aza indirgenmesi).
- Ray izolasyon tekniklerinin uygulanması.
 - **Ray amortisörlerinin** (0-3 dB(A)) ve **tekerlek amortisörlerinin** uygulanması.

Raylarda dalgalanmalar ile tekerleklerde düzleşmeler, aynı zamanda hem raylarda hem de tekerleklerde küçük ölçekli **pürüzlülükler** gürültü seviyelerini 10–20 dB aralığında arttırabilir. Bu da önemlerin bir açıklaması niteliğindedir.

Önlem 30) Gıcırdama gürültüsü. Temel tanımlama.

Virajda gıcırdama gürültüsü genellikle esnek olmayan bir bujinin (bu gibi araçların yönlendirilemeyen paralel iki aksı olur) dar virajları düşük hızlarla almaya çalışması esnasında ortaya çıkar. Dar bir gürültü emisyonu aralığında, yaklaşık 4 kHz civarında tanımlanır. Bu ses perdesine ait gürültü çok rahatsız edici olabilir. Bu gürültünün kaynağı tekerlek ile ray teması ve bu temas esnasındaki geçici titreşimdir. Bu da raylarda ve tekerleklerde yapısal dalgalanmalara sebep olabilir.

Makaslarda ortaya çıkan gıcırdama gürültüsünün kaynağı, dar virajlarda ortaya çıkan gürültünün kaynağı ile aynıdır. Kentsel raylı sistemlerin de dar virajları vardır ve sonuç olarak viraj gıcırdama sesi ile ilgili daha fazla problemleri vardır. Tekerlek gıcırdama gürültüsü tonal gürültüdür ve yatay tutma bırakma hareketi ile ilgilidir. Oluşan boşluklardan kaynaklanan gürültü ise tonal değildir ve tekerleğin kenarının raylar arasındaki açıklığa sürtünmesi sonucu oluşur. Raylar arasındaki boşlukta uygulanabilecek yağlar veya sürtünme önleyiciler olası çözümlerdir (5-20 dB(A)).

Azaltım önlemlerinin amacı gıcırdama olaylarını engellemek ya da en azından sürelerini veya kuvvetlerini azaltmaktır.

Önlemler:

- **Yağların uygulanması. Rayların üst kısmında uygulama.** Kavrama ve frenleme için tutunma problemlerine özen gösteriniz.
- **Sürtünme önleyicinin** amacı engellemekten ziyade sürtünmeyi kontrol altında tutmaktır, dolayısıyla rayların üst kısmına uygulanabilecek şekilde geliştirilmiştir. Bu önlem çok etkin olabilir ancak sıklıkla uygulanmasını gerektirir. Ray içlerinde otomatik uygulayıcılarla sağlanabilir, genellikle belirlenen lokasyonlarda tesbit edilen sayılarda bu gibi uygulayıcıların bulunmasını gerektirir.
- Her iki yöntem de monte edilebilir:
 - Raylara monte edilen sistem.
 - Araçlara monte edilen sistem.
 - Her ikisinin de çok verimli olduğu bildirilmektedir (azaltım 5-20 dB(A)).
- Tren geçmeden önce **su ile ıslatmak**.
- **Tekerlek amortisörleri** de gıcırdama gürültüsünü azaltır; ancak virajlarda gıcırdama sesini azaltmak genellikle tekerlek amortisörlerinin kullanılmasının temel amacı değildir.

Önlem 30) Literatür örnekleri ve deneyimler.

Raylara monte edilmiş yağlama sistemleri.

- Verimlilik [UIC] Bern. Bern kentindeki demiryolu istasyonunda test çalışması (viraj çapı 180 m), 5 kHz civarındaki gürültü yaklaşık 11 dB azaltıldı ve gıcırdama sesinin süresi ortalama 9 saniyeden 1 saniyeye düşürüldü.
- Verimlilik [UIC] Almanya. En yüksek seviyelerin değerleri 20 dB civarında düşüş kaydetti. Fren testleri gösterdi ki yağlanma sebebiyle istem dışı fren mesafesi uzamamıştır.
- [QCITY] tesis başına 5000 €. Gerek yağlama sıvısının yeniden doldurulması gerekse bakım çalışmalarının sahada yapılması gerektiği için ve aynı zamanda sahada elektrik enerjisi ihtiyacı da olduğu için bakım çalışmaları daha problemlidir.

Raylara monte edilmiş sürtünme önleyici sistemler.

- Verimlilik. [UIC] Portekiz. Ray üstü araçların türüne bağlı olarak yağlamanın azaltma etkisi 3 ila 10 dB(A) aralığında değişir. Frekansta 3 kHz seviyesinin üstünde, ortalama 20 dB'e kadar azaltımlar kaydedilmiştir.
- Maliyet. Sistem başına 25.700 Euro (500 m viraj).
- [QCITY] Bakım maliyeti. Sistem başına 5.000 Euro (500 m viraj)
- Dayanıklılık. 13 yıl.

Su spreyi

- Verimlilik [UIC] Avustralya. 600 m uzunluğunda bir system tren gelmeden 10 sn önce musluk suyu püskürtüyor. Sonuçlar tatmin edici ve sürtünmeyi iyileştirmek için herhangi ek maddeler kullanılmasına ihtiyaç yok.

Araca monte edilmiş sürtünme önleyici sistemler.

- Araca monteli sürtünme önleyicinin maliyeti tren başına 20.000 Euro'dur.
- [QCITY] üzerinde kurulum yapılabilir, oldukça düşük maliyetlidir (araç başına 3000 Euro'dan daha düşük), garajda bakımı basittir ve aynı virajlar için yağlama ihtiyacı sınırlıdır.
- Tren başına araç bazlı sürtünme önleyicinin bakım maliyeti 3.600 Euro'dur.
- Araç bazlı sürtünme önleyicinin dayanıklılığı 15 yıldır.
- Yük trenlerinde uygulanması mümkün değildir.
- Çevresel olumsuz etkileri vardır. Ray hattı boyunca kirlilik söz konusu.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Raylara monte edilen sürtünme önleyici sistemler				Yerel
Raylara monte edilen su spreyleri				Yerel
Araca monte edilen sürtünme önleyici				Yerel

Önlem 31) Tekerlekler üzerinde etkileşim ve bakım. Temel tanımlama.

Maliyet verimliliği. [EPDGIP] aracın kendisi ile ilgili önlemler en iyi maliyet verimlilik oranına sahiptir, özellikle de etkisi tüm demiryolu hattı üzerinde hissedildiği için. Dolayısıyla yük trenleri üzerinde kompozit frenlerin kullanılması uygulamasına büyük öncelikli olarak başlanmalıdır.

İlk olası önlem tekerleklerin titreşimini azaltır. Ekipmanların yeniden kurulumu veya ikame edilmesi (örneğin programlanmış revizyon esnasında) [EPDGIP]:

- **Esnek tekerlekler.**
- **Tekerleklerin ısılatılması.**
- **Tekerleklerin delinmesi** etkisizdir.
- **Tekerlek ayarlı titreşim yutucuları** gürültüyü 2-7 dB aralığında azaltır; maliyet tekerlek başına 3000-8000 Euro yani 4 dingilli herbir vagon için 24000 ila 64000 Euro'dur.
- **Tekerlek ağ koruyucusu** gürültüyü 9 dB'e kadar azaltır.
- **[QCITY] Tren tekerleklerinin yüzeyindeki pürüzlülüğünün giderilmesi,** rayların zımparalanması ile birlikte yapılması halinde 7 ila 10 db aralığında gürültü azaltımına sebep olabileceği bildirilmektedir (her bir tekerlek için 60 EURO) .

Esnek tekerlekler gürültüyü azaltarak seyir kalitesini arttırabilirler, aynı zamanda dar virajlarda gıcırdama gürültüsünü azaltmada da çok etkilidirler.

Diğer olası önlemler grubunun amacı gürültü önlemleri üzerinde önemli oranda etkisi olan tekerlek (ve ray) tırtılının yüzey koşullarının durumunu korumaya yöneliktir. Tekerlek tırtıllarındaki bozulmalara karşı savaşır çünkü frenleme esnasında düzleşmeler tekerleklerin kaymasına sebep olur. **Demir döküm fren bloklarının kompozit fren blokları ile ikame edilmesi sonucunda pürüzsüz tekerlekler elde edilir:**

- **K takozları.** Mevcut bir aracı K takozları ile yenilemek olasıdır. Araç frenleme sisteminin (basınç) uygulanmasını gerektirir, bundan dolayı da LL takozları ile yenilenmeye oranla maliyet çok daha yüksektir.
- **LL-takozları, homologasyon yakında olası,** tekerlek takımının uyarlanması gerekmez.

Tekerlek amortisörlerinin uyarlanması. Tekerlek amortisörleri, tekerleğin titreşimini yutarak yuvarlanma gürültüsünü azaltan ve aynı zamanda ray gürültüsünü de azaltabilen parçalardır.

- Verimlilik. Tren hızı ile birlikte artar. 2 ila 5 dB aralığında ([SILENCE] viscoelastik materyalli yük trenleri için raporlanan azaltım 2 dB'dir).
- Verimlilik. [EPDGIP] Gürültüyü 6 dB civarında azaltır.
- Maliyet araç başına 27.000 Euro'dur.
- Bakım maliyeti araç başına 400 Euro'dur.
- Dayanıklılık 20 yıldır.
- Uyumluluk. [EPDGIP] tekerlek gürültüsü yutucuları ile ray gürültüsü yutucuları arasındaki etkileşim optimum sistem verimliliği için gözönünde bulundurulmalıdır.

Fren takozlarının ikame edilmesi. K ve LL takozları tekerlekleri hırplamazlar dolayısıyla da dönme gürültüsünü belirgin şekilde düşürürler.

- Verimlilik K. demir döküm fren takozları yerine 8 dB ila 10 dB aralığında raporlanmıştır.
- Verimlilik LL. demir döküm fren takozları yerine 7 dB ila 12 dB aralığında raporlanmıştır ([ARPAT] 10-12dB, [EPDGIP] 8-10 dB).
- K takozlarının yenilenme maliyeti araç başına 8000 Euro ([EPDGIP] 4000-10000 Euro vagon başına).
- LL takozlarının yenilenme maliyeti araç başına 21000 Euro ([EPDGIP] 500-2000 Euro vagon başına).
- K takozlarının bakım maliyeti araç başına 400 Euro'dur.
- LL takozlarının bakım maliyeti araç başına 300 Euro'dur.
- Dayanıklılık 40 yıl.

Önlem 31) Literatür örnekleri ve deneyimler.

- Oslo yakınlarındaki havalimanı ekspres treninde **zırlı amortisörün** sağlayabileceği gürültü azaltımına ilişkin ölçümler 200 km/h altında yaklaşık 3 dB(A)'lık bir azaltımı göstermektedir.
- Üzerinde **tekerlek amortisörleri** kullanılmış olan bir yük vagonunda, 80 km/h hız altında 1 dB(A)'lık, 120 km/h hız altında ise 2 dB(A)'lık gürültü azaltımı kaydedilmiştir.
- Almanya. 9 adet yük vagonu üzerinde bir gürültü ölçüm testi gerçekleştirilmiştir. Ardıl üç vagon grubu üzerinde üç farklı **fren takozunun (K,LL ve DD)** kurulumu yapılmıştır. Bu seviyelerde hesaplanabilen gürültü azaltımı 12.6 ila 13.3 dB(A) aralığındadır.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Fren takozlarının yenilenmesi K, LL				Makro
Tekerlek amortisörleri				Makro

Önlem 32) Ray üzerinde etkileşim ve bakım. Temel tanımlama.

Demiryolu altyapısı gürültü azaltım önlemlerini iki ana bölüme ayırabiliriz:

- **Akustik zımparalama.**
- **Ray amortisörleri.**

Akustik zımparalama rayın gürültü azaltımı bakımıdır. Zımparalama, rayın pürüzlülüğünü gidermek üzere yıllık olarak programlanmalıdır. Hat boyunca ray yüzeylerindeki ve ray kesişimlerindeki pürüzler tren gürültüsünün başlıca sebeplerinden bir tanesidir. Kötü bir şekilde oluklandırılmış bir rayın gürültü seviyelerini, pürüzsüz bir rayın gürültü seviyeleri ile kıyasladığımız zaman yaklaşık 20 dB(A)'lık bir artış gözlemlenebilir. ([ARPAT] 7-10 dB [EPDGIP] 10-12 dB).

- Yıllık olağan bakımın verimliliği. Kesişimler arasındaki zaman dilimi boyunca gürültüdeki artış 3 dB ila 4 dB aralığındadır.

Şehirleşmiş alanlarda gürültü ve zeminden kaynaklanan titreşim başlıca problemlerden iki tanesidir. Rayların gömülmesi işleminin amacı da bu titreşimi önleyerek veya yutarak ses gücünü kaynağında azaltmaktır.

- Mafsallı raylar sürekli kaynak yapılmış raylara oranla 2 ila 3 dB(A) daha gürültülüdür ([SILENCE] 3 to 4 dB). Dolayısıyla birleştirilmiş eklemli rayların, kesintisiz kaynaklı raylarla ikame edilmesi genel gürültü seviyelerini azaltmaya yardımcı olacaktır.
- Diğer olası bir çözüm ise yutucuların yerleştirilmesidir, örneğin 0-3 dB(A)'lık bir azaltım sağlayan ray amortisörleri gibi. Ray amortisörleri, ray ağına ve ayağa monte edilmiş olan bileşenlerden oluşmaktadır. Sessiz ray amortisörleri ile ileri doğru büyük bir adım atılmıştır.
- Gürültü azaltımı büyük ölçüde, amortisörler olmaksızın, ray sisteminin özelliklerine bağlıdır.
- Uygunluk. [EPDGIP] en iyi system performansı için tekerleklerdeki gürültü yutucular ile ray gürültüsü yutucuları arasındaki etkileşim gözönünde bulundurulmalıdır.

[EPDGIP]. Esnek ray pedalları yaygın bir çözümdür ancak daha büyük ölçekte susturma ihtiyacı duyulan lokasyonlarda yüzen veya izole edilmiş ray pedallarının kullanımı, veya traverslerin altında pedler kullanılması ve moloz içine gömülü raylar için moloz minderlerinin kullanılması gibi seçenekler gündeme gelebilirler.

Önlem 32) Literatür örnekleri ve deneyimler.

Yüksek hızlı zımparalama Almanya’da, Vossloh Rail Services’in 100 km/h hıza kadar çıkabilen makineleri ile geliştirilmiştir.

Belçikalı altyapı yöneticisi InfraBel 2011 – 2012 yılları arasında bir test programı yürüttü. Burada amaç standart bakım esnasında zımparalamaya oranla daha iyi sonuç alınacak şekilde dalgalanmaları düzeltmekti. Bu yöntemle zımparalamadan 6 ay sonra 3-4 dB(A)’lık gürültü azaltımına ulaşılmıştır.

- [UIC] [QCITY] zımparalama bakımının maliyeti. Rayın her bir km’si başına 3.000 ila 4.000 Euro’dur.

Tata çelik [EPDGIP] **ayarı yapılmış ray amortisörlerinden** oluşan bir sistemin patentini almış, bu sistemde yüksek ses bastırma faktörüne sahip elastomerin içine yerleştirilmiş iki ya da üç titreşimli çelik parka bulunur. Amortisörler rayların her iki yanına özel yaylı klipslerle tutturulmuşlardır. Bileşimi oluşturan materyallerin türü ve miktarı, SilentTrack® ‘in ray gürültüsü ile ilgili olarak geniş frekans aralığında gürültü azaltımını garanti etmektedir. Aynı zamanda hattın halihazırda kullanımda olduğu durumlarda ray üzerinde de kurulum yapılabilir. 3-7 dB’lik bir azaltım sağlar. Maliyet 300-400 Euro/aydır.

Tata Çelik’in amortisörleri Fransa’da rayların ve köprülerin üzerinde test edildi. 2005 yılında yapılan ölçümlerin ardından yayımlanan sonuç raporu uyarınca normal bir ray üzerinde gözlemlenen azaltım 2 ila 4 dB(A) aralığındadır. Gavignot köprüsü üzerinde ölçülen azaltım 4 ila 5 dB(A) aralığındadır.

Hollanda’da elde edilen sonuçlara göre çift ray üzerinde bulunan ray amortisörleri demiryolu hattının bir tarafında bulunan 1 m yüksekliğindeki gürültü bariyerinden daha verimlidir. Bu sebeple 2007 – 2012 yılları arasında Hollanda demiryolu ağı boyunca, yüksek bariyerlerin gerekli olabileceği lokasyonlara 106 km uzunluğunda ray amortisörleri yerleştirilmiştir.

- Verimlilik. Ray gürültüsü seviyelerinin zirve noktalarında 3 – 6 dB civarında düşüş sağlamıştır.
- Maliyet. Ray’ın km’si başına 240.000 Euro.
- Bakım maliyeti. Ray’ın km’si başına 11.000 Euro.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LİK	ÖLÇEK
Akustik zımparalama. İlk sefer				Yerel
Akustik zımparalama. Rutin				Yerel
Ray amortisörü				Yerel

2.2. Demiryolu trafiği gürültü kontrolü.

- 11) Bazı bölümlerde gece saatlerinde geçen trenlerin hızlarını sınırlandırmak.
- 12) Dizel motoru olan yük trenlerinin trafiğini yönetmek.

Önlemlerin genel tanımlaması ve 2.2. paketi hakkında diğer yorumlar

Diğer gürültü kaynakları arasında lokomotif frenleme gürültüsü yer alır: kaynaklar arasında frenleme motorları, soğutma fanları, vitesler, yardımcı ekipmanlar, v.b. yer alır. Zayıf ya da düzenli aralıklarla yapılmayan bakım çalışmaları daha yüksek gürültü seviyelerine sebep olabilir, özellikle de hareketli parçalardan oluşan bileşenlerden kaynaklanan gürültü için.

Teknik önlemlerin yetersiz kalması halinde demiryolu ağının yönetimine/işletmesine bağlı olan diğer azaltım önlemleri de devreye girebilirler (örneğin trenlerin zaman çizelgesi, rotalar, hız sınırları, v.b.) :

- Planlama. Şehir planı.
- Trafik hacmini, hızını ve seçerek kullanılan belirli raylar vasıtasıyla trafik dağılımını yönetmek.

Bu çözüm [UIC 2008]'de geri çevrilmiştir, ancak diğer kılavuzlarda ve önerilerde bu durum sözkonusu değildir. Belirgin bir gürültü etkisi görülebilmesi için hız sınırlarının (50 km/h) net olması gerekir ki "bu durum ticari açıdan rekabet edebilirliği olan bir demiryolu faaliyeti ile uyumlu değildir" (ancak hızı düşürmenin faydaları her bir vaka özelinde ele alınmalıdır). [UIC] Raporlanan bilgiye göre demiryolu ağına 50 m'den daha uzak mesafede bulunan bölgeler için arazi kullanımı planlamasının etkisi çok küçüktür. Trenlerin farklı yönlemlendirilmeleri her zaman uygun olmayabiliyor. Bazı durumlarda alternatif hatlar sözkonusu olabiliyor, ancak bu durumda da yeni hat boyunca insanlar etkilenebiliyorlar. Dolayısıyla bu çözüm sadece problemin yer değiştirmesinden ibarettir.

Önlem 33) Gece zaman diliminde bazı yol bölümlerinden geçmekte olan trenlerin hızlarının düşürülmesi.

Tekerlek dönme gürültüsünün hıza bağlı olduğu belirtilmiştir. Tren hızının ve dolayısıyla gürültü seviyesinin düşürülmesi aşağıdaki kurallara bağlıdır.

Verimlilik. Gürültü.

Hız azaltımı (%)	Gürültü azaltımı dB(A)
10	0.9
20	1.9
30	3.1
40	4.4
50	6.0

Olumsuz yan etkiler. Trafik. Her ne kadar bu önlemin gürültüye karşı verimli olma ihtimali olsa da sürekli olarak hız sınırında yapılacak bir düşürmenin demiryolu ağının genel kapasitesi ve trafik, seyahat sayıları, v.b.'nin üzerinde olası sonuçlarını gösterir nitelikte kapsamlı bir değerlendirme yapılması gerekir.

Olumsuz yan etkiler. Gürültü. İkincil olumsuz yan etki, daha fazla sayıda insanın araçla seyahat etmesini teşvik etmek ve böylece trafik kaynaklı gürültünün artışı olacaktır.

Olumsuz yan etkiler. Gürültü. İlaveten, gündüz zaman diliminde trafik doymuş olduğu için kargo taşımaları gece saatlerinde planlanmalıdır.

Önlem 33) Literatür örnekleri ve deneyimler.

[EQDSG] Rapor, “çok yüksek gürültü seviyelerinin”, “yakın çevrede yaşayan sakinlerin uykusu üzerinde başlıca rahatsızlık yaratma ihtimalinin” altını çizirken trenlerin hızlarının yarı yarıya dahi düşürülmesinin önemli bir değişiklik yaratmayacağını belirtmektedir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Bazı bölümlerde gece zaman diliminde geçen trenlerin hızlarının sınırlandırılması				Yerel

Önlem 34) Yük treni trafiğinin yönetimi.

İdeal olan gürültünün kaynağında azaltılmasıdır çünkü bu şekilde alınan önlemlerin tüm demiryolu ağı boyunca etkisi olacaktır. Yük trenleri günümüzde en gürültülü trenler olarak sınıflandırılmışlardır ve bunların büyük bir bölümü gece saatlerinde faaldirler. 2002 yılından beri kullanımda olan dizel motorlar 8-10 dB(A) aralığında bir gürültü azaltımı sağlıyorlar. 80 km/h hız altında 80 dB(A). Bu bağlamda, bahse konu tren türünün yönetimi bütüncül bir yaklaşımla çözülmelidir.

- Tüm yük trenlerinin fren sistemlerinin yenilenirken, kompozit fren amortisörleri ile ikame edilmesi bu dokümanda daha önceki bölümlerde ele alınmıştır.
- Dizel motorlar, elektrikli motorlar ile kıyaslandığı zaman yüksek gürültülü düşük ses bantlarında 7-8 dB daha fazla gürültü üretirler. Dizel lokomotifin eksoz gürültüsü, soğutma sistemleri ile birlikte en önemli gürültü kaynaklarıdır. Çözümler şunlardır:
 - Düşük frekanslarda eksoz gürültüsüne karşı etkin susturucular kullanılması.
 - Dizel motorun soğutucusu, maksimum soğutma esnasında yüksek rpm altında çalışırken baskın gürültü kaynağıdır. Optimize edilmiş aks fanları ve çizgisel fanlar gürültüyü 8 dB(A) civarında düşürebilirler.
- Rölantide çalışma gürültüsü dizel motorlarla alakalı bir problemdir. Lokomotiflerin rölantide çalışma sürelerini kısaltmak gürültü, kirlilik ve yakıt tüketimi açısından en mantıklı çözüm olacaktır. Eğer bu mümkün değilse, hassas bölgelerden uzakta demiryolu lokomotiflerine ayrılmış manevra (bakım) alanlarında bir yer bulunmalıdır.
- Manevra alanları ile ilgili olarak: gürültü kaynakları şunları içerir: manevra yapan motorlardan kaynaklanan motor gürültüsü, özellikle frenleme ve hızlanma kaynaklı, aynı zamanda manevra etkisinden kaynaklanan gürültü.

Önlem 34) Literatür örnekleri ve deneyimler.

Chicago. Motor kapatıldığı zaman yardımcı bir enerji birimi devreye girerek lokomotifin güvenli, verimli ve konforlu çalışması için gerekli olan yakıt, yağ, su ve kabin ısı seviyelerini temin eder.

[SILENCE] Bombardier testi

- Radial fan kullanılarak ses gücü seviyesinde 10 dB(A) azalma elde edilmiştir.
- Radial fan kullanımıyla tonal bileşenler büyük ölçüde azaltılmıştır.
- Aksial fan ve diğer gürültü kontrol önlemlerinin kombinasyonu kullanılarak 7 dB(A)'lık azaltım elde edilmiştir.
- Radial fan konseptini kullanarak bir soğutucuda değişiklik yapmaya karar vermek.
- Düşük hızda (30Km/h) geçiş esnasında gürültü azaltımı: 8 dBA.
- Sabit halde gürültü azaltımı: 5 dBA.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Eski dizel lokomotiflerin eksoz gürültülerine karşı etkin susturucuların kullanılması				Makro

VERİ FÖYÜ 3. SANAYİ KAYNAKLARINDA GÜRÜLTÜ AZALTIMI

Sanayi gürültüsü çeşitli türde ve formda gürültü kaynaklarının, geniş ve karma kolleksiyonu tarafından üretilir. Dolayısıyla kısa bir envanter içerisinde bunların azaltım önlemlerinin sadece genel bir özeti yer alabilir. Bu önlemler listesini anlayabilmek için sanayi gürültüsünü aşağıdaki türlerde gürültü kaynaklarına göre sınıflandırmak gerekir:

- Sanayi tesisleri (tesisin mülkiyet sınırları dahilinde gerçekleştirilen tüm faaliyetler) genellikle birçok ses kaynağını kapsar: sanayi tesisleri; maden sanayii; ticari işletmeler ve antrepo tesisleri.
- Bakım ve onarım tesisleri, kırsal bölgelerdeki küçük şirketler de dahil olmak üzere.
- Tek tek sanayi kaynakları
 - Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) ekipmanı
 - Dönen makineler: motorlar, fanlar, pompalar, kompresörler ile gaz türbinleri, dizel ve elektrikli motorlar ile bunlarla bağlantılı vitesler, konveyörler, elektrikli transformatörler,...
 - Borularda, kanallarda, nakil hatlarında, eksozlarda, vanalardan veya açıklıklardan açık havaya doğru hareket eden hava veya akan gazlar tarafından üretilen gürültü
 - Etki eden mekanik kaynaklar: freze ve damga (metal işleri), ahşap kesme ve ağaç kabuğunun soyulması (ahşap frezesi)
 - Belirli bir lokasyona hapsedilmiş, ağır kazı makineleri ve nakliye araçları gibi hareketli kaynaklar
 - Konveyörler gibi diğer mekanik ekipmanlar ile makineler

Gürültü kontrol önlemi seçimi hem istenilen azaltım derecesine hem de kontrol altına alınması gereken gürültü kaynağının istenmeyen karakteristiğine bağlıdır. Seçilecek olan önlem aynı zamanda yan faktörlere de bağlıdır, örneğin diğer önlemlere ve bunların yan maliyetlerine bağlı olan belirli mühendislik önlemlerini barındırma yetisi gibi.

Bu önlemler listesi yeni sanayi tesislerine veya mevcut sanayi tesisinin tadilatı esnasında uygulanabilir. Bu önlemler iki ayrı gürültü kriteri için uygulanabilir: birincisi istenmeden içeri giren gürültüyü bloke etmek için ikinci olarak da belirli arazi kullanımlarının faydalarını korumak için.

Temelde gürültü kontrolü için üç ana azaltım stratejisi bulunmaktadır:

- Gürültünün kaynağında kontrol edilmesi. Bu noktada iki yaklaşım vardır: En İyi Yönetim Uygulaması (BMP) ve Ekonomik Açıdan Ulaşılabilir Mevcut En İyi Teknoloji (BATEA).
- Gürültü taşınımının kontrol altına alınması. Bu konuda iki ayrı yaklaşım vardır: bariyerlerin kullanımı ve arazi kullanımının kontrolü — bu şekilde kaynak ile alıcı arasındaki mesafe kısaltılarak gürültü azaltılır. Bu önlemler hakkında daha detaylı bilgilere 5 & 6 numaralı formlardan ulaşabilirsiniz. .
- Gürültünün alıcıda kontrol altına alınması. Bu önlemleri 7 numaralı formda detaylı bir şekilde bulabilirsiniz.

En iyi yönetim uygulaması (BMP), üretim verimliliğini muhafaza ederken aynı zamanda gürültü azaltan belirli işletme prosedürlerinin uyarlanmasıdır.

BMP'ye bağılı bir diğerkavram da 'Ekonomik Açıdan Ulaşılabilir Mevcut En İyi Teknoloji' (BATEA)'dir. Gürültü üreten ekipman, tesis ve makinelerin gürültünün dışarı çıkmasını en aza indirmeye yönelik en ileri ve ulaşılır teknolojiyi içermesi gerekir. Ulaşılabilirlik tek başına teknolojinin fiyatıyla tanımlanan bir kavram değildir. Artan verimlilik de daha ileri ekipman kullanımından, başlangıç giderlerinin çıkarılmasından kaynaklanabilir — örneğin, 'uzun saatler boyunca çalışabilen daha sessiz ekipman. Eski ya da kötü tasarlanmış ekipman sıklıkla başlıca gürültü kaynağı olabilir.

BMP'nin tek başına istenilen gürültü azaltımına ulaşamaması durumunda BATEA yaklaşımı benimsenmelidir:

- Döner makineler ve bunlardan çıkan ya da bunlara giren borular/kanallar ile bağlantılı olarak daha etkin sessiz tasarıma sahip ekipman kullanımı;
- Daha sessiz makinelerin kullanımı örneğin içten yanmalı sistemler yerine elektrikli sistemler;
- Gürültü kaynaklarına karşı etkin bariyerler ve engeller kullanmak;
- Destek sağlaması açısından zeminde etkiel bağlama kırışı yerine titreşimli bağlama kırışı kullanılması;
- Metal tablaların veya haznelerin elastic materyallerle kaplanması;
- Kayaları parçalamak üzere hidrolik veya havalı çekikler yerine yüksek basınçlı hidrolik sistemler kullanmak;
- Metal tablaların veya kutuların yığılması ya da ayrılması;
- Aktif gürültü kontrolü

Sanayi gürültüsü için alınan önlemler aşağıdaki paketleri içerir

- **Paket 3.1. Gürültünün kaynağında azaltılması. En iyi yönetim uygulaması.**
- **Paket 3.2. Gürültünün kaynağında azaltılması. Ekonomik Açıdan Ulaşılabilir Mevcut En İyi Teknoloji.**

3.1. En İyi Yönetim Uygulamaları.

- 13) Tesis sınırları dahilinde işletme bölümlerinin dağılımının değiştirilmesi.**
- 14) Ağır vasıtaların hareketlerinin kısıtlanması.**
- 15) Malzemenin yüklenmesinin, taşınmasının ve işlenmesinin kontrol edilmesi.**
- 16) İş'in takvimlenmesi.**
- 17) Akustik bakım.**

Önlemlerin genel tanımlaması ve 3.1 paketi hakkında diğer yorumlar

Sanayi gürültüsü öncelikle tesis tasarımı, kurulum, işletim ve bakım çalışmaları aracılığıyla kaynağında kontrol altına alınmalıdır. Sanayi gürültüsü kaynakları çok sayıda ve yüksek çeşitliliğe sahiptir dolayısıyla rahatsız edici kaynakların ve bunlara uygun çözümlerin tesbit edilmesi zor olabiliyor. İyi işletim ve yönetim uygulamaları esastır.

En iyi yönetim uygulaması (BMP), üretim verimliliğini artırırken gürültüyü de minimize eden belirli işletim prosedürlerinin uyarlanmasıdır. Eğer pahalı mühendislik çözümlerini içeren uygun bir azaltım stratejisi düşünülürse, mühendislik odaklı olmayan bir en iyi yönetim uygulaması istenilen gürültü azaltımına ulaşmak için katkıda bulunabilir.

BMP'nin uygulanması aşağıdaki uygulama türlerini içerir:

- Açık maden ocaklarında: sürekli ağır vasıta trafiğinden kaynaklanan gürültünün kontrol edilmesi için geliştirilen strateji çerçevesinde gece saatlerinde gürültü bariyerleri ile korunan karayolunun kullanılması.
- Gürültü ekipman kullanımının en azından günün en az hassas olan zamanına ayarlanması.
- Gürültülü ekipmanların, önünde bariyer görevi görecekteki yapıların arkasına yerleştirilmesi veya gürültüye hassas alanlardan mümkün olduğunca uzak mesafede bulunmaları; ya da azami gürültü azaltımına ulaşmak için gürültü emisyonunun herhangi hassas alandan olabildiğince uzağa gidecek şekilde ekipmanın yerleştirilmesi.
- Ekipman içerisinde birkaç parça gürültülü ünite var ise faaliyetlerin bu parçaların farklı zamanlarda çalışmasını sağlayacak şekilde zamana yayılması gerekir.
- Ekipmanın bakımının her zaman yapılmış olması gerekir.
- Ekipmanın çalıştırılması esnasında 'sessiz' uygulamalara yer verilmesi örneğin rölantide çalışan araçların uygun yerlerde konumlandırılması.
- Gürültünün etkileri ve sessiz çalışma uygulamaları hakkında çalışanlara yönelik eğitim programlarının gerçekleştirilmesi.

Önlem 35) Plan değişiklikleri ve sanayi tesislerinin dizayn edilmesi.

Tüm sanayi projelerinde gürültü kaynağının mekansal lokasyonu gözönünde bulundurulması gereken bir değişkendir. Ana gürültü kaynakları en hasas alıcılardan olabilecek en uzak mesafede yer almalıdırlar, bu esnada tesis içerisinde bulunan binaları ve diğer olası engelleri gürültü bariyeri olarak kullanırken sesin yansıma ve kırılma hareketlerinin olası etkilerini de dikkate almak gerekir.

Mümkün olduğu takdirde en sesli olan ekipmanlar ve prosesler, belirli bir düzeyde (kapalı ortmalarda ses düzeyi 90 dBA'nın üzerinde ise en az 35 dBA önerilmektedir) ses izolasyonunu garanti edecek şekilde tasarlanmış kapalı binalarda veya akustik açıdan kapalı ortamlarda bulunmalıdırlar. Bu binalar, kapılar ve pencereler kapalı haldeyken faaliyet göstermelidirler (bunların geri kalan binalara benzer nitelikte ses yalıtımlarının olması gerekir), ve tüm havalandırma boşlukları buralardan salınacak olası gürültü emisyonlarını engelleyecek şekilde uygun aletlerle donatılmış olmalıdır (susturucu ve/veya akustik kafesler). Bu tip önlemler daha sonraki paketlerde açıklanmıştır.

Proje uygulayıcılarının kullanabilecekleri strateji türleri şunları içerir:

- Sanayi alanlarının gelişmesi planlanırken gürültü etkisi düşünülerek aşağıdakilere benzer şekilde uygun önlemler alınabilir:
 - Gürültülü faaliyetler ile gürültüye hassas alanların, gürültülü alanların yakınlarına gürültüye daha az hassas arazi kullanımlarının (aktif eğlence yerleri veya ulaşım yolları) yerleştirilmesiyle, mekansal olarak ayrılması.
 - Gürültü etkisini perdeleyebilecek özellikte doğal topografik yapılardan faydalanmak.
 - Gürültüden korunan alanı büyütme adına alanın alt bölümlere ayrılması.
 - Bir açık hava faaliyeti ile alıcı arasında bulunan binalar bir çeşit gürültü bariyeri görevi görürler. Bu binalar yüksek gürültü seviyelerine maruz kaldıkları için iç bölümlerinde uygun ses seviyelerinin sağlanabilmesi için cephe yalıtımının oldukça yüksek olması gerekir.
 - Geçici yapılaşmaları ve malzeme yığınlarını gürültü bariyeri olarak kullanmak (örneğin limanlarda konteynırlar).
 - Yansıyan gürültünün, gürültü maruziyetini arttıracak veya azaltım önlemlerinin etkisini azaltacak bölgelere gürültülü ekipmanların yerleştirilmesinden kaçınmak.
 - Yüksek oranda titreşimli gürültü kaynaklarının hassas alanlardan olabildiğince uzakta çalıştırılması veya yerleştirilmesi.
 - Eğer bir prosesin bünyesinde çok gürültülü aşamalar var ise bunlar firmanın diğer üretim alanlarına (tesis yakınında herhangi hassas kullanım olmayan) kaydırılırlar. Malzeme istenilen hale dönüştürüldükten sonra tekrar ana üretim sahasına taşınır.
- Gürültü etkisini en aza indirmek için uygun bina tasarımının yaratılması örneğin:
 - Belirli bir alanda peyzaj çalışması yapılırken zeminde banket, duvarlar veya çit gibi bariyer görevi görebilecek yapıların uygunluğunun araştırılması.
 - Binalar tasarlanırken evlerin gürültüye hassas olmayan mutfak, depolama alanı ve çamaşırhane gibi bölümlerinin gürültü kaynağının

olduğu tarafa yerleştirilmesi; gürültü kaynağı yönünde yer alan pencerelerin sayısını ve büyüklüğünü azaltmak; geleneksel çatı tasarımının daha alçak ve siperli çatılarla ikame edilmesi; dış mekanları korumak için binaların yapısal özelliklerini kullanmak.

- Gürültüye maruz kalan kapı ve pencerelerde bulunan hava boşluklarını iyi bir şekilde kapatma özelliğine sahip olan inşaat tekniklerinin kullanılması; tek parçadan ibaret kapıların kullanılması; ve daha kalın pencere camlarının ya da çift cam kullanılması.
- Titreşime sebep olan ekipmanın esnek yükseltiler üzerinde yalıtımını sağlamak.

Bu önlemlerin temel özellikleri şunlardır:

- Verimlilik: Verimlilik, alıcılara olan mesafeye ve tesisin planındaki değişiklik olasılıklarına bağlı olarak çok değişkendir. İyileşme oranı 20 dBA'yı bulabiliyor.
- Maliyet: Çok değişken.
- Bakım maliyetleri: bu tip faaliyetler tesislerin bakımı için ilave bir masraf gerektirmez.
- Süre: genellikle 20 yıldan fazla
- Fizibilite: tesis olanaklarına bağlı olarak uygulanabilirliği çok kolaydan ekonomik açıdan ulaşılabilir olmayan değişikliklere kadar farklılık gösterir.

Önlem 35) Literatür örnekleri ve deneyimler.

[WGNA] bazı yönetim stratejileri için elde edilmiş olan verimlilik aralıkları:

- Gürültü bariyeri olarak binalar 20 dB(A)'ya kadar.
- Gürültü kaynaklarının lokasyonu, mekansal ayırma 0-6 dB(A) kadar azalma sağlar.
- Gürültü etkisini azaltmak için açık alanların kullanılması. Raporlanan fayda 0–20 dB(A) aralığındadır.

Belirtilen verimlilikler karayolları ve demiryolları düşünülerek hesaplandığına göre, gürültü öngörü modellerinin kullanımı, sanayi bölgelerinde beklenen verimliliğin analiz edilmesi için gereklidir. Genel olarak verimlilik ve maliyet hesapları her bir sanayi tesisinin gürültü kaynaklarının kendine has özellikleri ve yüksekliği gözönünde bulundurularak hesaplanmalıdır.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Sanayi tesislerinin tasarımı ve plan değişiklikleri				Yerel

Önlem 36) Ağır vasıtaların hareketlerinin kısıtlanması.

Sanayi faaliyetlerinin büyük bir bölümü ağır vasıta trafik akışı üretir, özellikle gece saatleri boyunca faaliyet gösterenlerin altını çiziyoruz. Tesis sınırları dahilinde, sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan trafik (esas olarak kamyonlar ve trenler), genellikle tesisin gürültü emisyonunu, çevresel gürültü seviyelerini ve en yakında bulunan hassas alanlardaki rahatsızlığı artırır.

Sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel gürültü kirliliğini azaltmak için, saha içinde malzemelerin taşınması/yüklenmesi ve trafik rotalarının yönetimi etkin bir önlemdir. Tipik yönetim stratejileri aşağıdaki unsurları içerir:

- Tesis içerisindeki trafik rotalarının sınırlandırılması
- Sahaya araç giriş noktalarının konutlardan ve hassas arazi kullanımlarından uzakta konumlandırılması.
- Gürültüye hassas kullanımlara en yakın alanlardaki hareketlere kısıtlamalar getirilmesi.
- Park alanlarında motorun kapatılması zorunluluğunun getirilmesi. Kamyon bekleme alanlarında, gürültüyü minimize etmek için duvarlara veya gürültü bariyerlerine ihtiyaç duyulabilir.
- Trafik akışının iyi yönetilmesi ve böylelikle trafik sıkışıklığının ve gereksiz beklemelerin önüne geçilmesi.
- Tesise giren ve tesisten çıkan araç sayısının optimize edilmesi – hareketler, küçük küçük yüklerin taşındığı ufak araçlardan ziyade yüklerin birleştirilmesi ve büyük araçların kullanılması şeklinde organize edilebilir.
- Saha dışında, konutlardan uzakta, kapılar açılmadan önce gelen kamyonların park edebilecekleri bir alan tahsis edilmesi.
- Yerleşim yerlerine yakın mesafede bulunan karayollarının kullanılması konusunda sınırlamalar getirilmesi (özellikle gece zaman diliminde)
- Kamyon sürücülerini, araç rotaları, park alanlarının yerleri, Kabul edilebilir teslimat saatleri veya diğer konuyla ilgili uygulamalar hakkında bilgilendiriniz (örneğin fren kullanımının minimize edilmesi, rölantide çalışma süresinin uzun tutulmaması).

Bu önlemlerin temel özellikleri şunlardır:

- Verimlilik: Verimlilik büyük ölçüde trafik yönetiminin esnek değiştirilebilirliğine bağlıdır. Genellikle gündüz saatlerinde 3 dBA'lık, gece zaman diliminde ise 5 dBA'lık iyileştirmelere ulaşmak mümkün.
- Maliyet: her bir durum için hesaplanmalıdır.
- Bakım maliyeti: yok
- Fizibilite: sanayi tesisinin iç ve dış etmenlerine bağlıdır. Çoğu malzemelerin tesis sahası içinde taşınması esnasında uygulanabilir: madencilik ve taş ocağı faaliyetleri, freze ve metal işleri, beton tesisleri, v.b.
- Olumsuz etkiler: verimliliği ve tesisin işleyişini etkileyebilir

Önlem 36) Literatür örnekleri ve deneyimler.

Trafik akış hızının (sabit) 50 km/h olduğu varsayılarak ağır vasıta sayısının azaltılması açısından uzun vadeli genel gürültü verimliliği aşağıdaki gibidir [DRI, 2004].

Akış içerisinde ağır vasıta trafik yüzdesinin azaltılması	50 Km/h hızda LAeq gürültü değerinin azaltılması (<u>Danimarka karayolu enstitüsü</u>)
%5'den % 0'a kadar	1 dB
%10'dan %0'a kadar	1,5 dB
%20'den % 0'a kadar	2 dB

Diğer bir bibliyografya kaynağı [EQDSG] da yaklaşık 50 km/h hız sınırında trafik gürültüsünü yaklaşık 3 dB(A) civarında azaltılması beklenen, ağır vasıta oranının %20'den %5'e indirilmesinden bahsediyor.

Eğer trafik akış hızı 50 Km/h'in altında ise ve gürültülü araçların oranı azalırsa bu durumda bu araçların motor gürültüsü karayolundan kaynaklı gürültü emisyonunda baskın hale gelir. Böylece bu senaryoda ağır vasıta yüzdesinin düşmesinin gürültü maruziyeti üzerindeki etkisi daha büyüktür.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Ağır vasıtaların hareketlerinin kısıtlanması				Yerel

Önlem 37) Malzemelerin yüklenmesi, taşınması ve işlenmesinin kontrolü.

Tesisin kendi içinde ham maddelerin yüklenmesini, boşaltılmasını ve tartılmasını gerektiren çok sayıda sanayi faaliyeti vardır: elektrik santralleri, biomass tesisleri, demir ve çelik tesisleri, limanlar, madencilik v.b.

Bu faaliyetlerin kendileri gürültülü oldukları gibi (vinç ve kamyon hareketleri) ayrıca ham maddelerin işlenme tarzı (örneğin hurda işleme) ve taşınmaları için gerekli makineler: konveyörler. Bu tür faaliyetler 90-110 dBA aralığında gürültü üretirler.

Bu faaliyetlerin büyük bir bölümü dış mekanlarda gerçekleştikleri için ve yükleme alanının büyüklüğü malzemenin miktarına ve iş makinelerine bağlı olduğu için gürültü emisyonunu azaltmak için pasif control önlemlerinin alınması oldukça zordur.

Sıradan azaltım önlemleri şunları içerir:

- Asgari düzeyde gürültü yayan – tekerlek, eksoz ve kompresör/fan gürültüsü de dahil olmak üzere – araçların seçilmesi
- Yükleme – indirme ve materyal işleme proseslerine en az gürültüye hassas alanlarda izin vermek ve bu tür faaliyetleri gündüz ve akşam saatleri ile sınırlandırmak.
- Tünel açma işleri esnasında, verimli ve yapılabilir olması halinde, kazı materyallerinin gece boyunca kapalı bir ortamda toplanmasını ve dışarı taşınması işlerinin sadece önerilen standart saatlerle sınırlandırılmasını araştırınız ve uygulayınız.
- Materyallerin yüksekte atılmasını/düşmesini engelleyiniz
- Ağır vasıtalar (vinçler, traktörler, v.b.) geri viteste hareket ediyorken insanların hareketin farkında olmaları ve herhangi kazaların önlenmesi için yüksek sesli bir sinyal sesi duyuluyor. Bazen bu sinyal sesinin emisyon seviyeleri çok yüksek olabiliyor. Bu sesin ortam gürültüsünün seviyesine uygun hale gelmesini sağlayınız.
- Çalışanlara ve yüklenicilere düzenli aralıklarla gürültüyü minimize etmek için ekipmanların kullanılması konusunda eğitimler veriniz.

Bu önlemin temel özellikleri:

- Verimlilik: her bir sanayi tesisinin gürültü kaynağının yüksekliği ve özelliği gözönünde bulundurularak verimlilik ve maliyet hesabı her bir duruma özel olarak yapılmalıdır. Sanayi tesislerinde beklenen verimliliğin analiz edilebilmesi için gürültü tahmin modelinin kullanılması önerilmektedir.
- Maliyet: Her bir durum için hesaplanmalıdır.
- Bakım maliyeti: yok
- Fizibilite: Önerilen önlemlerin fizibilitesi sanayi tesisinin özelliklerine bağlı olarak değişecektir. Önerilen önlemlerin büyük bir kısmı, üretilen ürünlerin büyük bir bölümü dışarıya taşınacağı için, madenlerde ve çelik fabrikalarında uygulanabilirler.
- Olumsuz etkiler: Verimliliği ve sanayi tesislerinin faaliyetlerini etkileyebilir

Önlem 37) Literatürden örnekler ve deneyimler.

[EPA, 2000] Maden çıkarma sanayi ile malzemelerin saha içinde taşınması konularında alınabilecek azaltım önlemlerinin ilişkisi hakkında New South Wales otoritesi bilgi sağlamıştır ancak verimlilik konusunda herhangi bir bilgiye yer verilmemiştir.

- Minimum gürültü çıkaran araçların seçilmesi — tekerlek gürültüsü, eksoz ve kompresör/fan gürültüsü de dahil olmak üzere.
- Kuplajı ve frenleri sessiz döner malzeme kullanılması.
- Tonal veya düşük frekanslı gürültü üretmeyen bileşenlere sahip lokomotiflerin kullanılması.
- Nakliye rotaları için hendekler, geçitler, tüneller ve bariyerler kullanılması.
- Tesis sınırlarında ve sınırların dışında, alıcıların bulunduğu bölgelerde ağır vasıtaların faaliyet zamanlarının kısıtlanması.
- Düşük eğimli taşımacılık rotalarına tercih hakkı tanıyınız.
- Düşük seviyede gürültü çıkaran taşıma sistemlerinin kullanılması, özellikle de makaralara/tekerleklerle dikkat edilmesi.
- Gerekli olan durumlarda taşıma bantlarının üzerlerinin kapatılması.
- 'Akıllı' geri vites alarmları kullanılması.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LIK	ÖLÇEK
Yükleme, taşıma ve malzemelerin işlenmesinin kontrolü				Yerel

Önlem 38) Çalışmanın zaman dilimlerine ayrılması.

Gürültü etkisini azaltmanın en önemli yollarından biri gürültülü çalışmaları insanların en az etkilendikleri zaman dilimlerinde gerçekleştirmektir.

“Çalışma saatlerinin” değiştirilmesi, sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan gürültü emisyonu sonuçlarının değerlerini, yıllık ortalama değerler oldukları için, etkileyecektir. Çalışma saatlerinin miktarı ve sanayi tesislerinin çeşitli çalışma şekillerinin görülme sıklığı, gürültü emisyonunu azaltmak amacıyla sanayi tesisi tarafından değiştirilebilir özellikle de gece zaman dilimi için.

Eğer birden fazla sayıda gürültülü çalışma koşulu mevcutsa bu faaliyetlerin eş zamanlı değil farklı zamanlarda çalışmaları sağlanarak alıcılarda yüksek seviyede rahatsızlık önlenabilir. Örneğin bazen işin önerilen standart zaman dilimlerinde yapılması sağlanabilir; komşular yokken çalışılabilir (örneğin ticari faaliyet yürüten komşular, kolejler ve okullar çalışma saatleri ve hafta sonları dışında çalışmıyor olabilirler); gürültülü faaliyetler arka plan gürültüsünün yüksek olduğu saatlere planlanabilir (yerel karayolu trafiği veya diğer yerel gürültü kaynaklarının aktif olduğu zamanlarda) mümkün olan yerlerde maskeleyerek çalışılabilir.

Avrupalı yetkililer şu sıralarda, gün içerisinde çeşitli zaman dilimleri için (gündüz, akşam, gece) çalışılabilecek azami çalışma süresini sınırlandırarak bu tür faaliyetlerden kaynaklanan gürültü emisyonları için sınır değerlere uymaya çalışıyorlar.

Gürültü etkilerini minimize etmek için faaliyetleri planlayınız:

- Mümkün olduğunca çalışmaları önerilen standart saatlere planlayınız, Pazar günleri veya ulusal tatil günlerine planlamaktan kaçınınız.
- Engel olunamayacak azami gürültü seviyelerinde etkinlikler için ertelemeleri temin ediniz (örneğin çalışmaların gerçekleştirildiği bir hafta içerisindeki gece sayısını ve/veya bir ay içerisindeki gece sayısını sınırlandırabilirsiniz).
- İşleri komşuların olmadığı zamanlara planlayınız (örneğin ticari faaliyet yürüten komşular, kolejler ve okullar çalışma saatleri ve hafta sonları dışında çalışmıyor olabilirler).
- Gürültülü faaliyetler arka plan gürültüsünün yüksek olduğu saatlere planlanabilir (yerel karayolu trafiği veya diğer yerel gürültü kaynaklarının aktif olduğu zamanlarda) mümkün olan yerlerde maskeleyerek çalışılabilir.
- Gürültünün etkisini azaltmak için faaliyetlerin zaman planlamasını değiştirmek üzere etkilenen komşulara danışınız.
- Titreşime sebep olan matkap benzeri ekipmanların kullanımını günün en az hassas olan zamanına planlayınız.
- Titreşime sebep olan faaliyetlerin eş zamanlı gerçekleşmemesi için çalışmaları ardıl planlayınız.
- Planlı teslimatların sadece belirtilen zamanlarda yapılmasını sağlayınız.

Bu önlemin temel özellikleri:

- Verimlilik: gece saatlerinde en gürültülü faaliyetlerin yasaklanması L_{gag} ve L_{gece} göstergelerinin 10-15 dB(A)'ya kadar düşmesine sebep olabilir.
- Maliyet: yüksek, üretimin azalmasıyla ilgili olarak.
- Bakım maliyeti: yok

- Fizibilite: çoğu sanayi tesisi 24 saat boyunca ya da enerji fiyatlarının daha düşük olduğu gece saatlerinde çalışıyorlar. Bu sebeple faaliyet saatlerinin değiştirilmesi bazen imkansız olabiliyor.
- Olumsuz etkiler: Verimlilik ve sanayi tesislerinin faaliyetleri

Önlem 38) Literatür örnekleri ve deneyimler.

Çalışma saatlerinin sınırlandırılması etkinliği ile ilgili olarak aşağıdaki tablo, çalışma saatlerinin azaltılması sonucunda beklenen düşüşleri göstermektedir:

Çalışma saatlerinin azaltılması	Gürültü azaltımı
10%	0,5 dB(A)
20%	1,0 dB(A)
30%	1,5 dB(A)
40%	2,2 dB(A)
50%	3,0 dB(A)

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Çalışma takvimi				Yerel

Önlem 39) Akustik bakım.

Makinelerin etkinliklerinin düşmesi, yıpranmışlığı ve bozuklukları gürültü seviyelerinde belirgin artışlara sebep olabiliyor. Normal tesis bakımlarının amacı verimli üretim amacıyla makinelerin uygun koşullarda çalışmasını sağlamaktır. Eğer tesisin olağan bakım programının içeriğine gürültü azaltımı da dahil edilirse makinelerin gürültü emisyon seviyeleri kontrol edilmelidir.

Düzenli ve etkin bakım-onarım çalışmaları maliyet verimliliğini beraberinde getirebilir, örneğin konveyör araçlarında, trolleybüslerde ve diğer ekipmanlarda sürtünme önleyicilerin yıpranmasının önlenmesi, döner kısımlarda titreşimi azaltmak için dengeleme çalışmasının iyileştirilmesi gibi. Döner ekipmanların düzenli olarak titreşimlerinin izlenmesi rulmanlardaki deformasyonların tesbit edilmesini, bir hataya sebep olmadan önce değiştirilmesini, gürültünün ve titreşimin azaltılmasını ve tasarrufu mümkün kılabilir. Çalışanların eğitimi tesisin bakımını ve kullanımını ve mobil ekipmanların konumlandırılmasını içermelidir.

Akustik bakım çalışmaları normal bakım çalışmalarının yanısıra ayrı bir disiplin ve ilave bir sorumluluk olarak görülmelidir. Bakım çalışmaları vasıtasıyla gürültü kontrolü gerçekleştirmek, "gürültü farkındalığı" oluşturmak ve önleyici bakım çalışmaları için işe alınmış kişilere benzer şekilde temel mühendislik bakım çalışmalarını yapacak personele yönelik bir eğitim programı gerektirir.

Aşağıdaki hususlara özellikle dikkat edilmelidir:

- Uyumlaştırma ve uyarlamalar
- Titreşim ve etki bakımları
- Hava sistemleri: havayolu firmalarının pnömatik ekipmanlarının sızdırmazlığını sağlamaları gerekiyor.
- Yağlama malzemesi
- Makine dinamikleri
- Akustik kurulumlar: bir muhafaza içinde bulunan makineler için kapıları, kapıların kilitlerinin iyi durumda olduğunu ve kapıların kilitlerle tam olarak uyumlu bir şekilde kapandığını kontrol ediniz.

Bu önlemin temel özellikleri:

- Verimlilik: makinenin türüne ve yıpranmışlık düzeyine bağlıdır. Genellikle 3 dBA civarında bir iyileşme kaydedilmiştir.
- Maliyet: işletme ve bakım planının bir parçası olarak dahil edilmelidir.
- Fizibilite: tüm sanayi dalları ama özellikle metal üretim sanayi, kimyasal ve petrol ürünleri sanayisi.
- Olumsuz etkiler: hiçbir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LIK	ÖLÇEK
Akustik bakım	△	◇	△	Yerel

3.2. Ekonomik Açıdan Ulaşılabilir Mevcut En İyi Teknoloji (EAMET).

- 18) Daha sessiz teknolojilerin seçimi.
- 19) Makinelerin üzerlerinin kapatılması.
- 20) Kaynağında tarama.
- 21) Etkin susturucuların tasarlanması.
- 22) Ses izolasyonunun iyileştirilmesi.
- 23) Ses yutucuların kurulması.
- 24) Anti-titreşim sistemleri.

Önlemlerin genel tanımlaması ve 3.2. paketi hakkında diğer yorumlar

Sanayi gürültüsü ve titreşim kontrolü başlıca bir uzmanlık alanı olup bu alandaki kontrol teknolojileri genellikle bahse konu sanayi dalına özeldir. Darbelilik, kesintililik ve tonalite sanayi gürültüsünün özellikle rahatsız edici nitelikleri arasında sayılabilir. Özellikle düşük frekans probemli olabilir.

En iyi uygulamaların yanı sıra (paket 3.1), ekonomik açıdan ulaşılabilir mevcut en iyi teknolojiler' (EAUMET) sanayi gürültüsüne karşı azaltım önlemleri içeren ikinci bir paket yerine geçer. EAUMET ile gürültü üreten ekipman, tesis ve makineler, gürültü çıkışını minimize etmek için en ileri ve elde edilebilir teknolojilerle donatılırlar. Elde edilebilirlik sadece teknolojinin fiyatıyla tanımlanmayabilir. Örneğin daha sessiz makineler gürültü şikayetine sebep olmadıkları için daha uzun süreli çalışabilirler ve böylece ilk etapta yapılan yüksek yatırım yüksek verimlilik ile dengelenmiş olur. Eski ya da kötü bir şekilde dizayn edilmiş ekipman başlıca bir gürültü kaynağı olabilir.

Genellikle sanayi tesislerinin gürültü emisyonunu azaltmak için üç ayrı teknik bulunmaktadır:

- En bariz teknik daha sessiz proseslerin ve ekipmanların kullanımıdır.
- Eğer gürültü ve titreşim mevcut üretim teknolojileri ile engellenemiyor ise tesisi muhafaza içine almak ve tarama yapmak gerekir.
- Ses yalıtımının iyileştirilmesi ve soğutma ve havalandırma sistemlerinde akustik azalma gözönünde bulundurularak bina dizaynı.

Bu paketin içeriğinde belirli sanayi dallarına yönelik dizayn edilmiş bazı gürültü azaltım önlemlerinin tanımı yer almaktadır.

Önlem 40) Daha sessiz teknolojilerin seçilmesi.

Gürültü birçok farklı şekillerde üretilebiliyor, örneğin titreşen yüzeyler, reverberasyon, fanlar, jetler veya pompalar benzeri aerodinamik prosesler gibi. Genellikle, öncelikle en sessiz proseslerin kullanımını ve en sessiz tesislerin ve çalışma yöntemlerinin teknik özelliklerinin belirlenmesini sağlamak üzere tüm uygulanabilir adımların atılması gerekir. Burada amaç gürültü ve titreşimi kaynağında yok etmektir. AB direktifleri, çeşitli makinelerin ürettikleri gürültüler için sınır değerler belirleyerek, giderek artan oranda sanayi gürültüsünü kaynağında control etmektedir. Açık alanlarda yürütülen faaliyetler için örneğin hurda metallerin işlenmesi, çeşitli faaliyetler için geçici olarak kullanılan alanlar gibi, gürültü kontrolü zordur.

Yeni projelerde veya yeni makinelere yatırım yapabilecek olan tesislerde gözönünde bulundurulması gereken faktörlerden biri bu tesislerin gürültü emisyonları olacaktır. Gürültü makinelerin ve ekipmanların (fanlar, motorlar, makineler, hava soğutucuları, kompresörler, türbinler, valfler, pompalar, presler, değirmenler, dökümhaneler, gaz ocakları, vitesli sistemler, vakumlu yükleyiciler, konveyörler,...) tedarikçileri, bahse konu makinelerin ses gücü seviyelerini bildirmelidirler. Satın almadan sorumlu yöneticiler, tesis adına nihai kararı verirken akustik kriterleri de düşünmelidirler.

Gürültüyü azaltmak için, mevcut makinelerde yapılacak değişikliklerle kıyaslayınca, göreceli olarak daha basit ve ekonomik değişiklikler yapmak olasıdır.

Çeşitli türlerde ekipmanlarla ilgili tipik stratejiler şunlardır:

- Uygulanabilir olduğu durumlarda, kaya ve beton için hidrolik dallandırıcılar, hidrolik çeneli kırıcı, kaya ve beton için kimyasal dallandırıcılar ve örneğin koni şeklinde çıkıntı yapıların kontrollü patlatılması gibi alternative kaya kırma yöntemlerinin incelenmesi ve uygulanması. Hava basıncı ile çalışan ekipmanlar genellikle bir problem oluştururlar, olabildiğince çok sessiz kompresörler, sessiz havalı matkaplar seçilmelidir. Alternatif yöntemlerin uygunluğu her bir vaka için ayrı ayrı değerlendirilmelidir.
- Uygun olan durumlarda dizel ve petrol makinelere ve hava basıncı ile çalışan birimlere alternatif olarak hidrolik ya da elektrik ile çalışan birimlerin tercih edilmesi. Elektrik enerjisinin bulunmadığı yerlerde, konutlardan uzakta kalacak şekilde bir jeneratör kullanınız.
- Fanlar: 1 dakika içerisindeki devir sayısını düşürünüz. Pervanenin yapraklarının açılarının optimum hale getirilmesi, daha sessiz ve daha yavaş motor, titreşimi azaltacak şekilde bastırma da alınabilecek önlemler arasında.
- Valfler: sessiz valfler kullanınız, toplu akışı sınırlandırınız, basınç düşmelerini ve süratı sınırlandırınız, gürültü seviyeleri akışa bağlıdır,
- Boru döşeme: akış hızını sınırlandırınız
- Kısmi konveyörler: konveyörlerin üzerinde sarsıntı sonucunda üretilen gürültü, titreşimi bastıran elastic materyallerin ve akustik yutucuların kullanımı ile azaltılabilir.
- Metal oluklardan ve haznelerden kaynaklanan gürültüyü azaltmak için uygun olduğu takdirde, haznelerin içine susturucu materyal yerleştirilmesi.
- Daha sessiz makinelerin kullanılması, örneğin içten yanmalı yerine elektrikli. Ses perdesine ait veya düşük frekanslı gürültü yaymayan bileşenlere sahip lokomotiflerin kullanılması.
- Çekiçle vurma: metalik parçalar arasındaki teması azaltmak için elastic materyallerin ve akustik yutucuların kullanılması

○ çarkların içinde kuplaj: naylon susturucu malzeme olarak sıkla kullanılır.
The main characteristics of this measure:

- Verimlilik: Verimlilik sektörün türüne ve mevcut teknolojilere göre değişkenlik gösterebilir ancak düzelme zaman zaman 20 dBA'ya kadar ulaşabiliyor.
- Maliyet: Yüksek.
- Bakım maliyeti: işletme ve bakım, planlamanın bir parçası olarak değerlendirilmelidir.
- Süre: Sanayi prosesinin yaşam döngüsü.
- Fizibilite: uygulaması sanayinin türüne bağlıdır ve genellikle önemli ölçüde ekonomik yatırım gerektirir.

40) Literatür rnekleri ve deneyimler.

[EC, 2003-2013] IPPC uyarınca işletmeci, tesis sınırlarının dışında kalan kişilerin rahatsız olacağı sebeplerin ortadan kalkmasını sağlamak için “mevcut en iyi teknikleri” kullanmak zorundadır. [EC 2003-2013] Avrupa Birliği, sınırları içerisindeki belirli sanayi/tarım sektörleri, bahse konu sektörlerde kullanılan teknikler ve prosesler, mevcut emisyon ve tüketim seviyeleri, mevcut en iyi tekniklerin (MET) tanımlanması esnasında dikkate alınması gereken teknikler ve yaklaşan teknikler hakkında bilgiler içeren raporlar yayımlamıştır. Bu raporlar gürültü azaltım önlemleri hakkında bilgiler içerir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LİK	ÖLÇEK
Daha sessiz teknolojilerin seçilmesi				Yerel

Önlem 41) Makina ve ekipmanların akustik muhafaza içine alınması.

Akustik muhafaza içine almak demek, bir makinenin, ekipmanın ve bunlardan oluşan bir takımın akustik muhafaza içine alınarak gürültü kaynağından alıcıya uzanan yayılım yolu boyunca gürültünün yayılmasını engellemektir. Bu tip akustik çözümler genellikle hafif materyallerle yapılan muhafazalara atıfta bulunur (gürültü panelleri); ancak beton ya da tuğla gibi ağır malzemelerle inşa edilen muhafazalar da bu kapsamda değerlendirilmelidirler.

Akustik muhafazalar genellikle paralel borular gibi yanyana dizilmiş yapıların oluşturduğu dört duvardan ve bir tavandan ibarettir. Genellikle akustik muhafazaların ince bir zemini vardır, neredeyse bulunduğu yere yapışık dururlar.

ISO 15667: 2000 standardı uyarınca akustik bir muhafazanın verimliliğini değerlendirmek için bazı endeksler mevcuttur: D_w , $D_{w, A}$, D_p , D_{pA} , R . Bir akustik muhafazanın A ağırlıklandırılmış azaltım aralığı çok değişkendir ve birçok etmene bağlıdır. Ancak genel bir kural olarak herhangi bir akustik muhafazanın 15 dBA'ya kadar azaltımlar sağlaması gerekir. ISO 15667: 2000 standardı ihtiyatlı bir şekilde bir muhafazanın akustik azaltımına dair çekinceleri açıklamaktadır. Genel olarak dikkate alınması gereken etmenler şunlardır:

- Muhafazanın tasarımı ve boyutlandırılması
- Muhafaza için kullanılacak malzemenin seçimi (her zaman ses yutucu maddeler)
- Ses geçirgenlik katsayısını minimize edin
- Gürültülü ekipmanı tamamen kapatın.
- Eklemler: zeminler, duvarlar, tavanlar
- Bakım ve erişim (kapılar) için kayıtların seçilmesi
- Seçim penceresi (görmek için)
- Susturucuların ve akustik kafeslerin seçimi, kapalı muhafaza içinde bulunan ekipmanın ventilasyonu için gereklidir.

Genellikle sanayide iki tür muhafaza mevcuttur: etkin ve soğurucu. Yutucu malzemeden yapılmış muhafazaların seçilmesi her zaman önerilir. Sanayide kullanılan muhafazaların büyük bir bölümü gürültü bariyerleri için kullanılan akustik modellere benzer modellerden oluşturulmuşlardır.

Tavanı olan tüm muhafazaların, içeriye erişimi sağlayacak şekilde kapılara ve havalandırma boşluklarına (hem içeri hem de dışarı doğru hava akışını sağlamak için) ihtiyacı vardır. Bu akustik kapılar, duvarlardaki akustik panellere benzer şekilde iletim kaybı endeksi temin etmelidirler. Tüm açıklıklara akustik susturucular yerleştirilmelidir.

- Verimlilik: Akustik performansı iyileştirmek için kullanılacak akustik muhafazalar olabildiğince küçük ölçekli olmalıdır. Genellikle ebatlar, makinelerin büyüklüğü ile susturucuların hacmine göre belirlenirler.
- Maliyet: muhafazalı gürültü sistemi : 180 €/m² – 250 €/m² (susturucular olmadan)
- Bakım maliyeti:
 - Genellikle gerektirmez. Sadece temizlik faaliyetleri.
 - Sistem basitçe ortadan kaldırılabilir olmalı
 - Modüller boyanabilir.
 - Akustik bariyerlerin bir bölümünün kolay erişim, bakım ve denetim işleri için kullanılmak üzere kapı olarak kullanılması önerilmektedir.

- Yaşam süresi: 20 yıl
- Fizibilite: bunlar genellikle kolay kurulur ve sökülürler. Kullanılabilir alan bu tip çözümler için gerçek bir çözüm olabilir. Akustik muhafazalar makinelerin doğru çalışmasını, havalandırılmalarını ve bakım çalışmaları için ulaşılabilirliği sağlamalıdır. Genellikle akustik muhafazanın kullanıldığı, sanayi faaliyetlerindeki gürültü kaynakları şunlardır: makineler, kompresörler, pompalar, çarklar, ekstrüderler, fırınlar, presler, borular ve benzeri ekipmanlar. Elektrik santrallerinde boiler, türbinler ve makine odaları kapalı bir muhafaza içinde yer alırlar ki böylece düzenleyici sınır değerler ile uygunluk sağlanabilsin. Akustik muhafazalar sanayide ve binalarda yaygın şekilde jeneratörler için de kullanılırlar. Benzer şekilde akustik açıdan hassas bölgelerde (hastaneler, oteller, ve benzeri kullanımlar) yakın çevrede bulunan soğutucular için de sıklıkla kullanılırlar.
- Estetik: Estetik açıdan herhangi olumsuz etkileri yoktur. Bu sistemler sadece gürültülü makinelerin görüntülerini saklarlar.

41) Literatürden örnekler ve deneyimler

[CEN, 2012] Muhafazayı oluşturan modüllerin akustik verimliliğini nitelendirmek için EN 1793-1 ve 1793-2 tarafından tanımlanan terminolojinin kullanılması normaldir. Bu standartlar kataloğu akustik azalmaya ve zemin yutuculuğunun düzeyine bağlı modülleri içerir. Genellikle önerilen, performansı garanti altına almak için A3 B3 modülünün tercih edilmesidir. Genel bir kural olarak akustik muhafazalar 15 ila 30 dBA aralığında gürültü azaltımı sağlayacak şekilde tasarlanırlar.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Makinelerin muhafaza içine alınması				Yerel

Önlem 42) Kaynağında engelleme: gürültü bariyerleri.

Akustik bariyerler, belirli bir gürültü kaynağı tarafından yayılan özel bir gürültü çeşidine karşı bir veya daha fazla pozisyonda koruma sağlayacak şekilde tasarlanmış objelerdir. Bunlar makine ve ekipmanlardan kaynaklanan ses emisyonlarına karşı cevap veren ve en çok kullanılan yöntemlerdir.

Gürültü bariyerleri özel olarak tasarlanmalı ve uygulanmalıdırlar. Bunlar bir tür pasif gürültü control sistemi olup, örneğin gürültülü ekipman üzerinde değişikliğe sebep olmazlar, işletme koşulları ve performans üzerinde herhangi etkileri yoktur.

Gürültü bariyerleri kullanarak gürültü azaltımının anahtarları şunlardır:

- Bariyerlerin tasarlanması: geometrisi kritiktir: lokasyon, ölçü, en, yükseklik. Kaynak ile alıcı arasındaki mesafe dizaynı tanımlar. Genellikle bariyerler, gürültü kaynağının olabildiğince yakınında ve kaynağın mümkün olduğunca büyük bir kısmını kaplayacak şekilde inşa edilmelidirler: geliştirilmiş verimlilik ve daha küçük ölçekler.
- Bir gürültü bariyerini oluşturan modülün akustik performansı: RA bariyerinin ses izolasyonu ve yutuculuk katsayısı. Genel bir kural olarak, akustik bir bariyeri oluşturan modüllerin $RA > 20$ dBA ve/veya yüzey kütlesi > 15 kg / m² değerlerini garanti etmeleri gerekir.

Sanayi alanında iki tür gürültü bariyeri mevcuttur: yansıtıcı ve yutucu. Her zaman için çelik veya alüminyumdan yapılmış, yutucu özelliği olan, çekirdeği yutucu özellikte ham maddeden oluşan ve ön kısmında delikli metal bir levha bulunan bariyer. Bunlar, açık alanda kullanılmak üzere tasarlanmışlardır ve üretilmişlerdir. Yağmur, kar ve toz performanslarını etkilememelidir.

Akustik bariyerin doğru kurulumu: bir gürültü bariyerinin teorik azaltımını garanti altına almak için modüller arasındaki birleşme noktalarında, köşelerde ve zemine destek sağlayacak şekilde yer kaplamasında herhangi ses kaçaklarının önlenmesi gerekir. Sanayi tesisinde inşa edilen akustik perdeler bakım amacıyla ortadan kaldırılabilir olmalıdırlar. Normal şartlarda akustik perdeler, güvenliklerini, yapısal bütünlüklerini ve dayanıklılıklarını sağlamak üzere metal bir yapı gerektirirler. Uygulanan standartların izlenmesi için bir mühendislik projesine ihtiyaç duyulabilir.

- Verimlilik: muhafazayı oluşturan modüllerin akustik etkinliğini sağlamak için EN 1793-1 ve 1793-2 ile tanımlanan standartların kullanılması normaldir. Bu standartlar kataloğunun içeriğinde akustik azaltıma ve ses yutuculuğu düzeyine bağlı olarak değişen çeşitli muhafaza modülleri yer almaktadır. Genellikle belirli bir performansı güvence altına almak için A3 B3 modülünün seçilmesi önerilmektedir. Bariyeri oluşturacak olan modülün türüne karar verdikten sonra bariyer ile ulaşılan akustik azaltım üzerinde yukarıda listelenen koşulların tamamı etkili olur. Genel bir kural olarak gürültü bariyerleri gürültü seviyesini 10 ila 15 dBA aralığında azaltmak için tasarlanırlar.
- Maliyet:
 - Yutucu modülün maliyeti: 50 €/m² – 90 €/m²
 - Gürültü bariyerleri sistemi : kurulum ve çelik yapılar dahil 150 €/m² – 350 €/m²
- Bakım maliyeti:
 - Genellikle gerekli değildir. Sadece temizlik faaliyetleri.
 - Modüller boyanabilir

- Akustik bariyerlerin bir kısmının, bakım ve denetleme işleri için kolay erişim sağlaması açısından bir kapıdan ibaret olması önerilmektedir.
- Dayanıklılık: 20 yıl
- Fizibilite: genellikle gürültü bariyerleri kolaylıkla kurulup sökülür niteliktedirler çünkü çeşitli modüllerden oluşan bir takımdan ibarettir. Bu modüllerin çalışmaları kolaylaştıracak ölçüye ve ağırlığa sahip olmaları beklenir. Projelerin içeriğinde akustik bariyerlerin kurulumu, mekanik yük ve akustik uygulanabilirlik konularında çalışmalara yer verilmelidir. Bütün bu unsurlar bir bariyer inşa edilmeden önce hesaplanmalıdır. Akustik perdelerin bir yükseklik sınırı vardır. 12 m'nin üzerinde bariyerler inşa etmek normal değildir.
- Gürültülü ekipmanların düzgün çalışabilmeleri için gerekli olan, havalandırma da dahil olmak üzere çeşitli unsurlar gözönünde bulundurularak gürültü bariyerinin etkinliği değerlendirilmelidir. Bariyerler, gürültü kaynağına yakın mesafede inşa edildikleri zaman daha etkin ve daha az maliyetli olurlar. Ancak hiçbir faktörün ekipmanın performansını etkilemeyeceğinden ve bakım için izin verileceğinden emin olunmalıdır.
- Estetik: bunların herhangi olumsuz estetik etkileri yoktur. Bahse konu system gürültülü makinelerin görüntüsünü saklamaktadır.

Bazı kurulum örnekleri:

- Soğutma kulelerine, kompresörlere, makinelere, tutuşturuculara ve pompalara yakın konumda bulunan gürültü bariyerleri.
- Bunlar valflerden kaynaklanan gürültü emisyonunu, alevleri, dönüştürücü ses emisyonlarını, v.b. azaltmak için kullanılan standart gürültü control sistemleridir.
- Binalarda, binanın dışında bulunan soğutma üniteleri, fanlar, iklimlendirme sistemleri gibi aletlerin emisyonlarını azaltmak için gürültü bariyerleri kullanılır.

42) Literatür örnekleri ve deneyimler

[ISO, 2004] ISO 17624:2004 uyarınca akustik bariyerlerin verimliliğini değerlendirmek için çeşitli endeksler mevcuttur: D_p , D_{pA} , D_i , R , D_z . Bir bariyerin geçirgenlik kaybı D_i , kaynaktan bariyerin ardındaki alana kadar yayılan akustik güçteki azalmayı gösterir. Ancak genel bir kural olarak akustik bariyerlerde A-ağırlıklandırılmış azalma aşağıdaki aralıklar içerisinde değişkenlik gösterir:

- İç mekanlarda 10 dB'e kadar: ofisler ve çalışma alanları.
- Dış mekanlarda 15 dB'e kadar.

Bu azalma temel olarak aşağıdaki unsurlara bağlıdır:

- Bariyerin yüzeyindeki ses yutuculuğu.
- Bir kaynaktan alıcıya uzanan doğrudan yayılım patikasının sürekliliği.
- Bariyerin her iki tarafında bulunan ses alanlarının kısmi ayrışması.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Kaynakta perdeleme	◇	◡	◇	Yerel

Önlem 43) Etkin susturucuların tasarlanması.

Susturucu, sesin bir açıklıktan, borudan veya kanaldan geçişini, herhangi bir aracın taşınmasına zarar vermeksizin azaltan bir alettir. İstenilen ses azaltımı türüne (spektrumuna) bağlı olarak dört ana susturucu grubu mevcuttur: yok edici, tepki veren, tepki veren – yok edici, ve pürüzlü. Akustik kafes adı verilen bir tür yok edici susturucu mevcuttur.

Susturucuların temel uygulamaları şunlardır:

- Sistemden kaynaklanan gürültüyü azaltınız ve ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme ekipmanları ile etkileşimi engelleyiniz.
- Muhafazaların ve fabrikaların havalandırma fanları
- İç mekanda yüksek ses seviyelerinin olduğu ortamlardan havalandırma aracılığıyla sesin taşınmasını engellemek ya da en aza indirmek
- Akustik muhafazaların gürültülü havalandırma ve havalandırma sistemleri
 - Yüksek basınçlı hatlar tarafından üretilen eksoz gürültüsünü azaltmak: control valfleri, güvenlik valfleri – “havalandırma susturucuları”
 - İçten yanmalı motorların giriş ve çıkış kısımlarında üretilen gürültüyü azaltmak için: “eksoz susturucuları”.
 - Fanların, kompresörlerin, tutuşturucuların, konveksiyon sistemlerinin ve türbinlerin gürültü girişini ve çıkışını azaltmak için: “eksoz veya giriş susturucuları”

Örnekler ve deneyimler:

- Makineler, kompresörler, pompalar, değirmenler, ekstrüderler, ısıtıcılar, fırınlar, boilerlar, türbinler ve benzeri havalandırma gerektiren ekipmanların tüm akustik muhafaza türleri için susturucular gereklidir.
- Boilerlar genellikle elektrik santrallerinin bacalarında susturuculara ihtiyaç duyarlar (kombine döngülü, biyo kütle, termal elektrik, ...)
- Tutuşturucular ve fanlar genellikle susturuculara ihtiyaç duyarlar
- Kontrol valfleri her zaman havalandırma susturucuları gerektirirler
- Yanmalı motorlar için eksoz susturucuları her zaman gereklidir
- Boru tesisatı kullanmak

Bu önlemin temel özellikleri:

- Verimlilik: pasif bir kontrol sistemi olarak susturucuların fiziksel lokasyonu kilit unsurdur. Genel bir kural olarak olabildiğince gürültü kaynaklarına yakın konumlandırılmalıdır.
- Maliyet: susturucuların fiyat aralığı oldukça geniştir, akış özelliklerine bağlı olarak değişecektir örneğin hız, ısı, basınç, v.b. Ancak bazı referans değerler verebiliriz:
 - Hava akışı için susturucular: 0,06 – 0,5 €/ (m³/h)
 - Eksoz susturucuları: 4- 14 €/CV
 - Havalandırma susturucuları: 1-5 €/kg h-1
- Bakım maliyeti: kurulum maliyeti önemli bir meblağ olabilir. Günümüzde bakım gerekli olmayıp sadece temizlik faaliyetleri yapılmaktadır.
- Dayanıklılık: 20 yıl
- Fizibilite: susturucuların temel sorunu sistemin sebep olduğu basınç farklılıklarıdır. Susturucular gürültü spektrumunu azaltmak için ses azaltımına ve mevcut basınç düşüşüne dayalı olarak seçilirler. Her iki değişken de önemlidir. Bu parametreleri dikkate alarak, susturucular boyutlandırılmışlardır.

Susturucuların kurulumu basittir ancak bazen elverişli alana göre konumlandırılırlar.

- Estetik: herhangi olumsuz görsel etkileri yoktur.

43) Literatür örnekleri ve deneyimler

[ISO, 1998] ISO 14163 Standardı: 1998, susturucuların azaltımını değerlendirmek için kullanılan çeşitli göstergeleri tanımlar (D_i , D_{ip} , D_t , D_s). A-ağırlıklandırılmış bir susturucunun azaltım aralığı 5-60 dBA aralığında değişkenlik gösterir. Akustik kafesler genellikle 10 ila 20 dBA'lık gürültü azaltımı sağlayacak şekilde tasarlanırlar.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LIK	ÖLÇEK
Etkin susturucuların tasarımı				Yerel

Önlem 44) Ses yalıtımının iyileştirilmesi.

Hassas alanların (mesken, eğitim, sağlık, kültürel, dini faaliyetler) yakınında, hatta binaların bodrum katlarında faaliyet gösteren tipik sanayi faaliyetleri için gürültü azaltımına yardımcı olan önleyici ve düzenleyici önlemlerin bir listesi bulunur.

Aşağıda, ses yalıtımının iyileştirilmesi için alınabilecek olası önlemlerin bir derlemesi yer alıyor:

- Gürültüye hassas binaların içerisinde yer alan faaliyetlerin, içerisinde bulundukları odalar itibarıyla hava ile taşınan gürültüye karşı (DNTA> 60 dBA), asgari bir akustik yalıtıma sahip olması gerekir.
- Faaliyet kapalı kapılar ve camlar ardında yürütülmelidir. Sistemin otomatize edilmiş, sessiz kapı açma ve kapama sistemi bulunmalıdır.
- Sanayi tesislerinin yalıtılmış binaları, kapalı mekanlardaki ses seviyelerine göre yeterli yalıtımı sağlamalıdır. İnşaat teknikleri, gürültüye maruz kalan kapıların ve pencerelerin etrafında bulunan hava boşluklarını kapatmayı içermeli, tek parka kapılar, daha kalın pencere camları ya da çift camlar kullanılmalıdır.
- Bu faaliyetlerin havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin, gürültü emisyonunu ve rahatsızlığını minimize etmeye elverişli, gürültü ve titreşimi kontrol altında tutmaya yarayan uygulamalarının bulunması gerekir.
- Kapalı ortamda ses yutuculuğu için sistemler bulunmalı ki bu şekilde iç mekan gürültü seviyeleri azalsın.
- Makinelere titreşim yalıtıcıları sağlayarak bu şekilde destekleyen yapıdan izole etmek

Aynı bina içerisinde başka sakinler de yaşıyor ise veya alt katta gürültüye hassas alıcılar var ise bina yapısından kaynaklanan yüksek Zemin inşa ediniz.

Uygulamalar:

- Gürültülü odalarının (çalışma odaları, makine odaları, trafo merkezleri ...) zemin, tavan ve duvarlarında akustik yalıtıma ihtiyacı vardır.
- Tüm bağlantı noktalarında elastic system kullanılmalıdır
- Gürültülü odalarında, 30 dBA'nın üzerinde akutik izolasyona sahip kapılara ve pencerelere ihtiyaç vardır
- Havalandırma boşluklarının akustik veya ortam susturucularına ihtiyacı vardır
- Açık alanlarda bulunan HVAC'lerin akustik bakımlara ihtiyacı vardır: perdeler ve akustik muhafazalar
- Odaların tavanlarında yutucu yüzey kaplamaları ya da yutucu perdeler kullanılabilir

Bu önlemin temel özellikleri:

- Verimlilik:
 - Gürültü emisyonu seviyeleri, iyi yalıtılmış binaların dışında, 55 dBA'dan daha düşük olabilir
 - HVAC sistemi için gürültü control sistemi, emisyon seviyelerini 30 dBA'dan daha fazla düşürebilir
- Maliyet:
 - Makine odasının yalıtımı: 200 €/m²
 - Tavanda yutucu malzeme uygulanması: 100 €/m²
 - HVAC sistemi için gürültü bariyerleri : 150 €/m²
 - HVAC sistemi için akustik muhafaza: 250 €/m²
 - Fan susturucusu: 0,5 – 2 €/m³/h
- Bakım maliyeti: günümüzde bakım değil sadece temizlik faaliyetleri.
- Dayanıklılık: 20 yıl

- Fizibilite: yalıtım ile gürültü ve titreşim control sistemlerinin kurulumu esnasında karşılaşılan en büyük güçlük yeterince büyük alan olmamasıdır ancak bu sistemlerin çok sayıda farklı olanakları mevcuttur. Bir projenin yürütülmesi esnasında genellikle istenen şudur: ses izolasyonu ve gürültü control sistemleri hakkında bilgi sahibi mühendis ve/veya mimar çalıştırılması. İş'in uygulanması esnasında yüksek kalite seviyesi gereklidir.
- Estetik: herhangi bir olumsuz estetik etkisi yoktur.
- Olumsuz etkiler:
 - Havalandırma sistemlerinin gürültü control mekanizması basınç düşüşünü ve ısıyı artırır
 - Odalardaki müsait alanı azaltır
 - HVAC sistemlerinin bakım işlemleri daha karmaşıktır

44) Literatür örnekleri ve deneyimler.

[EPDHK, 2003] Örnekler ve deneyimler:

- Binalardaki gürültülü odalar: makine odaları (pompaları, motorlar, kompresörler,...), transformatörler, jeneratör sistemleri,...
- HVAC sistemleri: fanlar, havalandırma sistemleri, iklimlendirme sistemleri,...
- Tamirhaneler: araba, motorsiklet, demir atölyesi, marangozluk.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LIK	ÖLÇEK
Ses izolasyonunun iyileştirilmesi				Yerel

Önlem 45) Ses yutucuların kurulumu.

Makinelerin kapalı ortamlarda çalıştırılması halinde yansıma sebebiyle iç mekanda ses seviyelerinde bir artış olur. Yansıma kaynaklı ses seviyelerindeki artışlar önemli bir orana ulaşırsa makinelerin üzerinde bulunan tavanda ve hatta duvarlarda ses yutucu özellikte materyallerin kullanılması/uygulanması uygun olacaktır.

Ses yutuculuğunu sağlamak için en etkin yöntem akustik perdelerin yerleştirilmesidir. Büyük ölçekte yüzey alanları ise sözkonusu olan ses yutucu malzeme doğrudan tavanlara veya duvarlara monte edilir.

Bu uygulamalarda kullanılan malzemeler tekstil, metal veya madeni elyaflar ve odundan meydana gelen kombinasyonlardan oluşurlar.

- Verimlilik: bu sistemlerle ulaşılan azalma miktarı genellikle 1 ila 6 dBA aralığındadır.
- Maliyet:
 - Duvarlarda yüzey uygulaması: 100 €/m²
 - Tavanda yüzey uygulaması: 110 €/m²
 - Perdeler: 180 €/m² (birimler halinde teslimat)
- Bakım maliyeti: kurulum maliyeti önemli ölçüde olabilir. Günümüzde bakım gerekli değil, sadece temizlik faaliyetleri yapılıyor
- Dayanıklılık: 20 yıl
- Fizibilite:
 - Bu çözüm sanayi tesisini ters yönde etkilemez.
 - Genellikle aynı zamanda termal izolasyonu iyileştirici etkisi vardır.
 - Gıda ve içecek sanayiine yönelik özel malzemeler mevcuttur
 - Bunlar çok hafif ve esnek yapıdadır
 - Bu tür çözümler aynı zamanda işçilerin, makinelerden kaynaklı yüksek seslere maruz kaldıkları çalışma alanlarına, gürültüyü azaltmak maksadıyla uygulanabilir.
- Estetik: genellikle bunların herhangi olumsuz görsel etkileri yoktur. Bunlar endüstriyel çözümlerdir.

45) Literatür örnekleri ve deneyimler

Örnekler ve deneyimler:

- İçerideki ses seviyesi 90 dBA'nın üzerinde olan yeni mağazalarda tasarlama esnasında, duvarların ve çatının yutucu yalıtımı gözönünde bulundurulmalıdır.
- Makine/ekipman odaları, motor odaları ve benzeri 100 dBA'nın üzerinde ses seviyesi olan odalarda akustik yutucu malzemeler kullanılmalıdır
- Kimya endüstrisinde, gıda endüstrisinde, otomotiv ve havacılık endüstrisinde çok kullanılan bir çözümdür.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Ses yutucuların kurulumu	◇	△	◇	Yerel

Önlem 46) Titreşim karşıtı çözümler.

Bu azaltım önlemi, sanayi tesisinden ve makinelerden kaynaklanan titreşim emisyonunun etkileri değerlendirildikten sonra uygulanması gereken kriterleri ortaya koymaktadır. Bu kılavuz içeriğinde ele alınan titreşim kaynakları inşaat ve kazı ekipmanları ile sanayi makineleridir. Bazı ağır vasıtalar, hava araçları ve makineler tarafından üretilen düşük frekanslı basınç dalgaları da binalarda titreşime sebep olabilirler. Benzer şekilde bazı titreşim kaynakları da sesli efektlerin doğmasına sebep olabilirler.

Önerilen bir iyileşme için ya da mevcut gelişmelerin iyileştirilmesi için uygun stratejinin seçilmesi aşağıdaki adımları içerir:

- İstenilen titreşim değerlerine ulaşmak için gerekli olan titreşim azalmasını tesbit ediniz.
- Projeye has veya bölgeye has sınırlamaları ya da fırsatları belirleyiniz.
- Benzer sanayiler tarafından benzer bölgelerde uygulanmış olan azaltım stratejilerini inceleyiniz.
- Mevcut azaltım seçeneklerinin aralığını değerlendiriniz.
- Belirli stratejiler için toplumun tercihlerini değerlendiriniz. Toplumun titreşime karşı özel bir hassasiyeti var ise bu husus özel önem taşır.

Çeşitli kaynaklar için bu tip strateji örnekleri şu şekildedir:

- İnşaat: inşaat sahalarından kaynaklanan titreşimi kontrol altına almak için çeşitli stratejiler mevcuttur:
 - Komşuları bahse konu inşaatın yapım aşamaları ve titreşim hakkında bilgilendiriniz.
 - Üreten faaliyetler — örneğin kazı ve kaya parçalama.
 - İnşaat sahalarında destek yapısı için zemine bir giriş yerleştiriniz. Burada amaç girişin metalik kısmı ile, vurma etkisini azaltmaktır.
 - Yıkım, yer hareketi ve Zemin etkileme faaliyetlerini aynı zaman dilimine gelmeyecek şekilde organize edin.
 - Gece zaman diliminde faaliyetleri olabildiğince önleyerek konutlarda yaşayan sakinler üzerindeki etkiyi asgariye indiriniz.
 - Alıcılar ile tesis ya da ekipman arasında mümkün olduğunca büyük mesafeler bırakınız.
 - Mümkün olduğunca darbe/sarsıntı içermeyen yıkım yöntemleri seçiniz (örneğin hidrolik kaya bölücülerinin kaya kırıcılara tercih edilmesi).
- Sanayi tesisi: Başlangıçta tasarım aşamasında, yapısal olarak titreşimsiz makinelerin seçilmesi tercih edilmelidir. Titreşim üreten makineler, alttan sağlam yapılı bileşenlerle ve etkin titreşim yalıtım sistemleri ile desteklenmelidirler.

Makinelerin ürettikleri yapısal titreşime, fanlar, çarklar, makaralar, miller ve şaftlar gibi zayıf bir şekilde dengelenmiş kısımların dönmeleri sebep olabilir. Bu durumu düzeltmek için kullanılabilecek önlemler arasında dönen bölüme dengeleyici ağırlıkların ilave edilmesi ya da bahse konu bölümden seçili kütlelerin uzaklaştırılması sayılabilir.

Titreşimi azaltmak üzere sistemin kütlelerini arttırmak için İnertia blokları kullanılabilir. Bunlar hareketi azaltır, ağırlık merkezini alçaltır, eşit olmayan ağırlık dağılımının etkisini azaltır ve montajı sağlamlaştırır.

Mekanik titreşim sert/sıkı yapılardan kolaylıkla geçiş yapabilir. Titreşim yalıtıcıları, titreşim geçirme hattında fren vazifesi yaparak titreşimi azaltırlar. Etkin control için, titreşen birimin bağlı bulunduğu herhangi yapılardan izole edilmesi gerekir. Titreşim yalıtıcılarının türleri şunları ihtiva eder:

- Esnek paspas—neoprene ya da neoprene ve mantar karışımından yapılmış petler. İklimlendirme cihazları, iş makineleri, dönüştürücüler ve pompalar, v.b. tipik kullanım alanlarıdır.
- Çelik yay dağı—çelik yay dağları yatay hareketlerin sınırlandırılması gerektiği zaman kullanılırlar örneğin üstünde ve tabanında kapaklar bulunan ve zeminde ribanalı neoprenden yapılmış akustik bir ped'in üzerine oturan yay dağı. Tipik olarak buzdolabı kompresörlerinde, yangın musluklarında, soğutma kulelerinde ve su soğutma sistemlerinde – fanlar, pompalar ve genel sanayi ekipmanlarının üzerinde kullanılırlar
- İzolasyon askıları—boru tesisatlarında, kanallarda, fanlarda, kapatılmış iklimlendirme cihazlarında, asma tavanlarda sıklıkla kullanılır.
- Yere monte edilmeyen yüksek zemin—takma zeminler integral jacking mounting sistemi ile desteklenerek destek ve akustik izolasyon sağlarlar. Genellikle yapım odalarında, tiyatrolarda, çok katlı binalarda ve hastanelerde kullanılır.

Motorlarda, kompresörlerde, iklimlendirme cihazlarında ve fanların döner birimlerinde makine titreşimini azaltmak için yalıtım kullanımı düşünülmelidir. Montaj makinenin aşırı derecede sallanmasını önleyecek şekilde gerçekleştirilmelidir. Montajın seçimi ekipmanın statik ağırlığına bağlı olacaktır, başlama esnasındaki dinamik ve tepki kuvveti. Montaj, ekipman ile yapı arasında herhangi bir bağlantı kalmayacak şekilde yapılmalıdır.

- Verimlilik: çok değişken. ISO 2631-1:1997 standardı, Mekanik titreşim ve şok – bütün vücut titreşimine insan maruziyetinin değerlendirilmesi – Bölüm 1: Genel şartlar ve ISO 2631-2:2003, bütün vücut titreşimine insan maruziyetinin değerlendirilmesi – Bölüm 2: Binalarda titreşim ve ISO 2631-5:2004 Mekanik titreşim ve şok -- bütün vücut titreşimine insan maruziyetinin değerlendirilmesi - - Bölüm 5: titreşim içeren çoklu şokların değerlendirilmesi yöntemi, titreşim değerlendirmelerinde son ilerlemeleri içerir ve titreşim karşıtı sistemlerin verimliliğini belirlemek üzere kullanılabilir.
- Maliyet: makine türüne, ağırlığa ve rezonans sıklığına bağlı olarak çok değişkendir.
- Bakım maliyeti: Kurulum maliyeti yüksek olabilir. Günümüzde bakım gerektirmez, sadece temizlik faaliyetleri gerçekleştirilir.
- Dayanıklılık: 10 yıl
- Fizibilite. Bu çözümün sanayi tesisi üzerinde herhangi olumsuz etkisi bulunmamaktadır.
- Sinerjiler. Çalışanların yüksek seviyelerde makine gürültüsüne maruz kaldıkları tamirhane/atölye gibi alanlardaki gürültüyü azaltmak için de uygulanabilirliği olan bir çözüm yöntemidir.
- Estetik: Genellikle olumsuz görsel etkileri yoktur. Bunlar endüstriyel çözümlerdir.

Önlem 46) Literatür örnekleri ve deneyimler.

[DEC, 2006] [EPDHK, 2005] [EPDHK, 2006] sanayi tesislerinde, pompalamada ve HVAC'de titreşimin değerlendirilmesi için eksiksiz bir teknik kılavuz temn eder.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Anti titreşim sistemleri				Yerel

VERİ FÖYÜ 4. EĞLENCE YERLERİNDE GÜRÜLTÜNÜN AZALTIMI

Eğlence yerlerinde gürültünün azaltımı çok sayıda faaliyetin yönetilmesini içerir:

- Eğlence : gece kulüpleri, barlar, diskolar, sinemalar, tiyatrolar, bowling, dans salonları, kumarhaneler, tema parkları, açık hava konserleri, v.b.
- Tatil mekanları: oteller, kamplar, v.b.
- Spor tesisleri: stadyumlar, yüzme havuzları, motor sporları alanları, v.b.
- Ticari tesisler: alışveriş caddeleri, avm'ler, restoranlar, kafeler, marketler, supermarketler, v.b.

Aşağıdaki gürültü kaynakları hem tasarlama hem faaliyet aşamalarında dikkate alınmalıdır:

- Tesisler (tesisin sınırları dahilinde gerçekleşen tüm faaliyetleri kapsayacak şekilde) genellikle birçok kaynağı içerirler, örneğin:
 - Müzik tesisleri
 - Ticari tesisler
 - Spor tesisleri
 - Mağazalar/depolar
- Hoparlörlü veya hoparlörsüz müzik, şarkı söyleme veya konuşma, binaların içinden veya dışından, kayıt veya canlı müzik de dahil olmak üzere, kornalar ve kamusal ilanlar yapmak üzere kullanılan bir dizi hoparlörden oluşan sistem.
- Tesis ve ekipman (havalandırma, enerji üreten ekipmanlar, soğutma ekipmanları ile diğer mekanik ekipmanlar ve bu faaliyetlerle ilintili makineler örneğin tema parkları)
- Gürültücü davranışlar, bağırma, v.b.
- Bira bahçelerinde, sigara içilen alanlarda ve diğer dış mekanlardaki faaliyetler, özellikle teraslar
- Araç parklarının ve bağlantı yollarının ve taksilerin varış/ayrılış noktaları, v.b.
- Teslimat, toplama ve depolama faaliyetleri (bira teslimatları, çöp toplama – geri dönüştürülebilir atıkların toplanması ve depolanması, ve aynı zamanda sanatçıların ekipmanları)

Tüm bu saydığımız faaliyetler çevresel gürültü kirliliğinin derecesini etkileyen ve kalabalık ortamlarda rahatsızlığa sebep olan gürültü kaynaklarıdır. Çevresel gürültü yönetiminin amaçlarından biri sakinleri bu gibi gürültülü faaliyetlere karşı korumak ve aynı zamanda geniş bir kitlenin de boş zamanlarını geçirmek için çeşitli faaliyetleri istediğini gözönünde bulunduraktır. Bu dokümanın içeriğinde, faaliyetlerin yönetimini yapabilmeye yardımcı olabilecek bir dizi öneri getiriyoruz.

Esasen eğlence yeri gürültü kaynaklarında control sağlanabilmesi için iki temel yaklaşım vardır: En İyi Yönetim Uygulamaları (BMP) ve Ekonomik Açından Ulaşılabilir Mevcut En İyi Teknoloji (BATEA).

En iyi yönetim uygulaması (BMP) faaliyetler esnasında gürültüyü minimize eden özel operasyonel prosedürlerin uyarlanması ibarettir. Bunlar en az BATEA stratejilerinin kendileri kadar önemlidir.

Eğlence yeri faaliyetleri için düşünülen önlemler aşağıdaki paketleri içerirler:

- **Paket 3.1. Gürültünün kaynağında azaltımı. En iyi yönetim uygulaması**
- **Paket 3.2. Gürültünün kaynağında azaltımı. Ekonomik açıdan ulaşılabilir mevcut en iyi teknoloji.**

4.1 En İyi Yönetim Uygulaması.

- 25) Çalışma saatlerinin sınırlandırılması.
- 26) Ses ekipmanının tasarımı.
- 27) Etkinlik öncesinde ve sonrasında faaliyetin yönetimi.
- 28) Etkinlikler ve konserler için özel şartlar.

Önlemlerin genel tanımı ve 4.1. paketi hakkında diğer yorumlar

Gürültüye hassas kullanımların rahatsızlığını önlemek için eğlence yerlerinde iç mekan ses seviyesini control altında tutmak en etkin ve basit azaltım önlemi olarak düşünülebilir. Ancak eğlence yeri gürültüsünden kaynaklanan rahatsızlığı azaltmak için etkinliği kanıtlanmış olan, geniş seçeneğe sahip öneriler ve kılavuzlar mevcuttur. Bahse konu önlemlerin büyük bir bölümü tesislerin etrafında bulunan lisanslı kaynaklardan kaynaklanan gürültünün etkin yönetimini ve en hassas zaman dilimlerinde çalışma saatlerinin kontrolünü salık vermektedir.

Bu kılavuzların içeriğinde müzik çalınan, canlı ses ve enstrüman performansı sergilenen faaliyetleri organize eden kişilere, otel ve bar sahiplerine, diskolara ve restoranlara gürültü control şartları ve bu faaliyetlerden kaynaklanan gürültü emisyonunun minimize edilme yöntemlerine ilişkin bilgiler içerir.

Çoğunlukla bu tip faaliyetlerin şehrin belirli bir kısmında veya bölgesinde toplandığını düşünürsek önerilen BMP öncelikle tüm tesislere genel olarak uygulanmalıdır, ancak faaliyet türüne bağlı olarak verilmiş olan çalışma iznine sadık kalarak: restoranlar, müzik, canlı müzik, konserler, v.b.

Eğlence yeri gürültüsü genel bir yöntem izlenerek, yerelde yetkili makamlar tarafından tesbit edilince BATEA yaklaşımı ile her bir tesisin emisyon seviyesinin azaltılması düşünülmelidir (paket 4.2).

Önlem 47) Çalışma saatlerinin sınırlandırılması.

Müzik çalınması, şarkı söylenmesi ve konuşmalar sık rastlanılan şikayet sebepleridir. Tesisin içinde bulunanlar için müziğin türü ve ses seviyesi Kabul edilebilirken halk için çok gereksiz olabilir. Problemi doğuran başlıca unsur, etkinlik ilerledikçe müziğin seviyesi artarken, dış çevrede gürültü seviyesi düşebiliyor ve birçok kişi uyumuş olabiliyor. Sonuç olarak gece saatlerinde açık kalan az sayıda tesisten gelen gürültü daha belirgin hale gelip sakinleri daha fazla rahatsız edici olabiliyor.

Eğer gürültü örneğin teraslar gibi açık mekanlardan geliyorsa, komşular için iç mekandan gelen seslerden daha yüksek sesli olup, daha fazla rahatsızlığa sebep olabiliyor. Açık

mekanlarda gerçekleşen etkinliklerden kaynaklanan gürültüyü control etmenin ne kadar güç olduğunu düşünerek, gürültüye hassas yapıları etkileyebilecek potansiyele sahip etkinliklerin olası uyku rahatsızlıklarını minimize etmek amacıyla, akşamın olabildiğince erken saatlerinde gerçekleşmesi yerinde olacaktır.

Bu noktada, Çevresel Koruma'dan sorumlu Otoritenin, lisans verme yöntemi aracılığıyla çalışma saatlerini kontrol altında tutmak için gerekli koşulları uygulama yolunu araması gerekiyor. Bu koşullar şunları içerebilir:

- Yarı kapalı çadır benzeri yerlerde veya açık havada çalan ve hoparlörler ile verilen tüm müzik yayınlarının en geç (*) saatinde bitmiş olması gerekiyor.
- Provalar ve ses kontrolleri sadece aşağıda belirtilen zaman aralıklarında gerçekleştirilebilir: (*) ile (*) saatleri arasında.
- Konserden veya etkinlikten kaynaklanan müzik sesleri için izin verilen saatler: (*) ile (*) saatleri arası.
- Diğer kaynaklardan gelen müzik sesleri için izin verilen zaman aralığı (örneğin yiyecek-içecek satıcıları, panayır eğlenceleri, teslimatlar, toplama ve depolama): (*) ile (*) saatleri arasında.

Faaliyetlerini 23.00 civarında sonlandıran iyi bir işletme sadece faaliyetlerini bu saatlerden sonra, genişletilmiş bir izin çerçevesinde devam ettirdiği takdirde şikayet konusu olabilir. Daha geç saatlerde arka plan gürültü seviyeleri de çok daha düşük olacaktır. Bundan dolayı saat 23.00'dan sonra daha yüksek standartta gürültü kontrolü gerçekleştirilmelidir.

Yetkili mercii geç saatlerde müzikli etkinliklere, ancak tüm gürültüye hassas alanlarda sesin algılanmaması halinde veya yapılmak istenilen etkinliğin kar amacı güdülmeyen, hayır amaçlı ve önemli sosyal önceliğe sahip olması durumunda izin verebilir.

- Verimlilik: en gürültülü faaliyetlerin gece zaman diliminde kısıtlanması, Lgag ve Lgece gösterge değerlerinde 5-10 dB(A) düşmelere sebep olabilir, tüm tesislere uygulandığı düşünülürse.
- Maliyet: yüksek, üretim kaybı ile ilgili olarak.
- Bakım maliyeti: Yok
- Fizibilite: herhangi eğlence tesisi ancak lisans türüne bağlı.
- Olumsuz etkileri: eğlence tesislerinde ve turizm sektöründe verimlilik

47) Literatür örnekleri ve deneyimler

Çalışma saatlerinin sınırlandırılmasının etkinliği ile ilgili olarak, aşağıdaki tablo çalışma saatleri ile bağlantılı beklenen azaltımı göstermektedir:

Çalışma saatlerindeki azalma	Gürültü azaltımı
10%	0,5 dB(A)
20%	1,0 dB(A)
30%	1,5 dB(A)
40%	2,2 dB(A)
50%	3,0 dB(A)

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Çalışma saatlerinin sınırlandırılması				Yerel

Önlem 48) Ses sisteminin tasarımı.

İşletmeci, tüm müzik çalınacak olan sahne ve dans alanlarının lokasyonlarının, gürültüye hassas yapılar üzerindeki etkilerini minimize edecek şekilde seçildiğini ilan etmelidir. Gürültü kontrolü uzmanları şunların gözönünde bulundurulmasını önermektedir:

- Hoparlörlerin yönü, lokasyonu ve sayısı: az sayıda güçlü hoparlör yerine bir dizi daha az güçlü hoparlör kullanınız. Görünümünüzün modern hoparlörleri genellikle sesi, hedeflenen bir bölgeye verebiliyorlar örneğin dinleyicilere. Hoparlörlerin, dinleyicilerin bulunacağı Alana yönlendirildiğinden emin olunuz, böylece çevreye yayılımı azaltmış olursunuz. Ses mühendislerinizin dinleyicilerin bulunacağı alanı dikkate alarak müzik sistemini uygun şekilde kurduğundan emin olunuz.
- İnsanların yaşadıkları binalarda bina yapısı aracılığıyla sesin komşulara taşınmasını önlemek için hoparlörlerin veya destek mekanizmasının altına kalın esnek peddler yerleştiriniz. Diğer katlara düşük frekanslı seslerin ve titreşimin taşınmasını azaltmak için tavana güçlü veya büyük bas ses sistemlerinin asılmasını engelleyiniz. Hoparlörleri binalarda, köşelerden uzak noktalara yerleştiriniz.
- Olabildiğince döner hoparlörler kullanan bir ses sistemi kullanınız (örneğin sahnenin her iki tarafında sabit hoparlörler kullanarak sesin tüm dinleyicilere yönelmesini zorlamak yerine tentenin ya da tesisin etrafında oldukça düşük güce sahip bir dizi hoparlör kullanmak). Çevredeki sakinlere en fazla rahatsızlık veren müziğin düşük frekanslı seviyelerinin ses mühendisleri tarafından sıkı bir şekilde control edilmesini sağlayınız.
- Bir ses mühendisini işe alırken, bu kişinin belirlenen kısıtlamalara göre çalışması gerektiğini anladığından emin olunuz ve lisans sahibinden, etkinlik düzenleyen kişilerden, ya da sorumlu otoriteden ses seviyeleri ile ilgili olarak yönerge almaya hazır olmalarını sağlayınız. Size önerimiz, o pozisyon ile ilgili olarak Kabul edilebilir ses seviyelerinin yönetimi ile ilgili beklentileriniz hakkında detaylı ve anlaşılır bilgiler içeren bir kontrat hazırlamanızdır.
- Dış mekanlarda, hoparlörleri en fazla gürültüye hassas binalardan farklı bir doğrultuda yerleştirmek; sahneyi gürültüye hassas yapılardan uzağa, farklı bir yöne yerleştirmek; mevcut hassas olmayan binalar, bariyerler ve topografik yapılar tarafından sağlanan perdelemeyi kullanmak ve amaca yönelik bariyer inşa etmek

Birden fazla eğlence faaliyeti yapılmak isteniyorsa, bunlar tesisin veya alanın tamamına yayılmalıdır. Eş zamanlı müzik de farklı noktalarda çalınmalı ki kalabalıklar tek bir yerde toplanmasın. Bu şekilde bir ses sisteminden kaynaklanan müzik diğer bir sistemden kaynaklanan müzik ile çakışmaz ve gürültü seviyelerinin artması engellenmiş olur.

- Verimlilik: ses sisteminin doğru tasarımı iç mekan ses seviyelerinde 5 dB'e kadar bir azaltıma sebep olabilir ve aynı zamanda düşük frekanslı bileşenler sebebiyle daha düşük rahatsızlık gerçekleşir. Yapının doğurduğu sesin iletilmesi control altında ise titreşim yalıtıcılarının ve titreşim karşıtı petlerin verimliliği yaklaşık 10-15 dBA civarındadır.
- Maliyet: Düşük.
- Bakım maliyeti: Yok
- Fizibilite: Herhangi eğlence tesisi ancak lisans türüne bağlı.
- Olumsuz etkiler: Yok

48) Literatür örnekleri ve deneyimler.

[VDI, 2012] Bu standart, ses sistemi tasarımlarının etkinliğini değerlendirmek için kullanılabilecek hoparlör düzenlemelerine ilişkin A-ağırlıklandırılmış doğrultu endeksi D_l 'yi içermektedir (0° ana emisyon yönü).

Emisyonun açısı	Doğrultu endeksi D_l
0°	0 dB(A)
45°	-5 dB(A)
90°	-12 dB(A)
135°	-16 dB(A)
180°	-14 dB(A)

[Türkiye gürültü projesi] Alanya'da liman bölgesinde birkaç tane tesis, hemen yan taraflarında bulunan tesisten gelen müzikle karışıklık meydana gelmemesi için aynı müziği çalışıyorlar. Bu uygulamanın sonuçları pozitif olmakla birlikte etkinliği açısından herhangi bir değerlendirme çalışması yapılmamıştır.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LIK	ÖLÇEK
Ses sisteminin tasarımı	△	◇	◇	YEREL

Önlem 49) Gürültü Yönetim Planı.

Etkinlik esnasında ve sonrasında, üzerinde anlaşılmış gürültü koşulları ve en iyi yönetim uygulamaları ile uyumluluğu sağlamak için etkinliği düzenleyen kişinin bir gürültü yönetim planı (GYP) aracılığı ile faaliyeti control etmesi beklenir.

Bir gürültü yönetim planı şunları içermelidir:

- Eğlence sözleşmesinin türü
- Tesislerin nerelerde müzik çalınmasına izin verdiği (açık hava ve iç mekan tesisleri): hoparlör yüksekliği, düzenlemesi ve oryantasyon
- Çalışma saatleri: zaman çizelgesi
- Kaynağında gürültü azaltım önlemleri
- Yayılım yolu üzerinde azaltım önlemleri (örneğin gürültü bariyerleri) ve insanların rahatsızlığını minimize etmek için diğer işletme koşulları
- Gürültü ölçümü ve izleme
- Şikayet bildirimi için telefon hattı
- Şikayet bildirimi için yanıt prosedürü

Organizatör, gürültü durumunu izlemesi ve faaliyetlerin yetkili makamlarca verilmiş olan kılavuzlara ve önerilere uygun şekilde gerçekleştiğini doğrulaması için uygun bir kişiyi görevlendirmelidir.

Aşağıda gürültü yönetiminin iyi uygulamalarına dayanan bazı azaltım önlemleri yer almaktadır:

Bahçelerin ve oyun alanlarının kullanımı

Komşularda rahatsızlık yaratma riskini minimize etmek için, müşterilerin kullanımı amaçlı oluşturulan bahçelerin ve oyun alanlarının yerleştirilmesine dikkat edilmelidir. Şikayet konusu olmuş ya da olabilecek bahçelerin ve oyun alanlarının kullanımı ticari faaliyetlerin başladığı saatten önce olmamalı ve normalde karanlık bastırınca veya saat 21.00'da, hangisi daha erken ise, sona ermelidir.

Sonuç olarak yakınlarda gürültüye hassas kullanımlar var ise, akşamın geç saatlerine kadar bahçelerin ve açık hava oyun alanlarının ışıklandırılması, sağlık ve güvenlik gerekçesi dışında, arzu edilmeyebilir. Bu gibi ışıklandırmanın yapılması, müşterilerin bahse konu alanlarda toplanmalarına ve hassas olan saatlerde gürültü rahatsızlığına sebep olmalarına zemin hazırlayabilir.

Kaba davranışlar

Bir etkinliğin sonuna doğru, kapanış saati yaklaşırken ve bitiminin ardından bu problem görülebilir. Çıkış kapılarına ve araç park yerlerine notlar yazarak müşterilerin sessizce dağılmalarını ve ayrılmalarını istemek durumu iyileştirmeye yardımcı olabilir. Benzeri bir mesajı, uygulanabilir olduğu durumlarda bir kamusal, çok hoparlörlü anons sistemi ile düzenlemek böylesi bir isteği destekler. Bir etkinliğin sonuna doğru daha sessiz müzik çalınması müşterilerin de daha sessiz ayrılmalarını teşvik edebilir.

Gürültüye hassas kullanımların ana giriş/çıkış kapısına dönük olması halinde arka tarafa veya araç park alanına bakan alternative giriş/çıkış kapılarının kullanılması da rahatsızlığın minimize edilmesine yardımcı olabilir. Girişlerde ve çıkışlarda otomatik kapı kapatıcı sistemlerin bulunduğu lobi alanlarının bulunması ve kapı görevlilerinin etkin bir

şekilde ana giriş ve çıkışları yönetmeleri rahatsızlığın azaltılmasında faydalı olacaktır. Eğer olasılık dahilinde ise iç ve dış kapılar arasındaki mesafe, insanların lobiden geçişi esnasında kapılardan birinin kapalı olmasını temin edecek kadar büyük olmalıdır. Tekerlekli sandalye geçişinin sıkıntısız bir şekilde mümkün olması da sağlanmalıdır.

Gürültü şikayetini azaltmak için lisans sahiplerine yönelik bazı öneriler aşağıda yer almaktadır:

- Tesislerin etrafına, insanların tesis içinde veya dışında sigara içerken, komşuları dikkate alarak sessiz olmalarını isteyen levhalar yerleştirilebilir.
- Lisans sahipleri, kalabalıktan veya eğlence yerinden kaynaklanan gürültüyü içeride hapsetmek için, sigara içilen alanlara ya da dış ortamlara açılan kapıların kapalı tutulduğundan emin olmaları gerekir.
- Belirli zamanlarda tesislere girişleri yasaklamak ve gürültülü müşterileri control edebilmek için deneyimli ve eğitimli kapı hosteslerini işe alınız.

Araç park alanlarının ve bağlantı yollarının kullanımı

Park alanlarında ve bağlantı yollarında gürültü, genellikle gecenin ilerleyen saatlerinde müşterilerin etkinlik bitiminde mekanı terk etmeleri esnasında ortaya çıkan bir sorundur. Bu alanlarda, belirtilen zaman dilimlerinde etkin ve güvenli bir izleme faaliyeti temin edebilmek için kapalı döner televizyon sistemlerinin (KDTS) kurulumu temin edilebilir. Bu şekilde gürültü rahatsızlıklarına sebep olabilecek olayların çabuk kontrolü veya engellenmesi sağlanabilir.

Belirli bir taksi işletmesi ile çalışılabilir. Etkinlik alanında işletmenin telefon numarası reklam edilebilir. Bahse konu işletmenin ve tüm sürücülerinin olabildiğince sessiz gelinip gidilmesi, gereksiz korna kullanımından kaçınılması ve aracın motorunun gereksiz bir şekilde çalışır halde bırakılmaması gerektiği konusunda bilgilendirilmiş olmaları gerekir. Ayrıca, çalışanların da, özellikle gece geç saatlerde ve sabahın erken saatlerinde olabildiğince sessiz gelmeleri ve gitmeleri sağlanmalıdır.

Bazı etkinlik türleri için, müşterilerin geliş ve gidişlerinde özel transfer hizmeti maliyetini içerir nitelikte bilet satışı da müşterilerin etkinlik alanını daha doğrudan ve sessiz bir şekilde terk etmelerini sağlayabilir.

Teslimat / Toplama/ Depolama Faaliyetleri

Yükleme/boşaltma ve/veya depolama alanlarının tahsisine ve bu alanlarda araçların, özellikle de geri manevra yapma ihtiyaçlarını en aza indirgeyecek şekilde ayarlamalara özel itina gösterilmelidir.

Eğer tesise ticari teslimat sayısı ve/veya toplama faaliyeti sıklıkla gerçekleşiyorsa ve bu durum gürültü rahatsızlığına sebep oluyorsa tesis yönetiminin aşağıdaki hususları görüşerek içlerinden uygun ve gerekli olanları uygulamaları gerekir:

- Bu gibi faaliyetleri örneğin normal iş günleri ile sınırlandırmak;
- Teslimat ve/veya toplama işlemlerinin sayısını sınırlamak;
- Alternatif yükleme/boşaltma alanlarını kullanmak;
- Alternatif teslimat/toplama araçları kullanmak; ve
- Teslimat/toplama/yükleme/boşaltma için alternatif yöntemler kullanmak

Tesisin gürültüye hassas kullanımlara yakın olması halinde, özellikle dış mekanlarda akşam geç saatlerde, gece ve erken sabah saatlerinde bira fiçilerinin, şişelerin ve diğer benzeri malzemelerin toplanması/işlenmesi engellenmelidir. Benzeri adımlar, belirtilen zaman dilimlerinde şişe haznelerinin kullanılması ile ilgili olarak da gerekli görülebilir.

- Verimlilik: 5-10 dBA aralığı. Özellikle gece geç saatlerde kaba davranışlardan kaynaklanan kışkırtıcı ve rahatsızlık veren seslerin azaltılması açısından etkili.
- Maliyet: Düşük.
- Bakım maliyeti: Yok. Gürültü yönetim planı izin/lisans başvurusu esnasında gerekli olacaktır.
- Fizibilite: herhangi eğlence tesisi
- Olumsuz etkileri: Yok

Önlem 49) Literatür örnekleri ve deneyimler.

[EA, 2009] Madrid, Malaga ve Sevilla şehirlerinin yerel makamları tarafından kaba davranışların control edilmesi ve otomatik kapanan kapıların bulunduğu lobi alanlarının yaratılması uygulamaları başarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu deneyimin sonuçları komşular tarafından çok olumlu olarak değerlendirilmiştir ancak verimlilik konusunda herhangi değerlendirme yapılmamıştır.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LIK	ÖLÇEK
Gürültü yönetim planı	△	◇	△	Yerel

Önlem 50) Etkinlikler ve konserler için özel şartlar.

Bu kılavuz gürültü rahatsızlığı yaratma potansiyeline sahip olan konserler, çeşitli etkinlikler, festivaller ve otellerde gerçekleşen performanslar gibi durumlara uygulanabilir. Aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- Organizatörlerin, dış mekanda bulunan ve müzik yayını yapılacak olan tüm sahne ve çadırların, gürültüye hassas olarak belirlenmiş binalardaki etkilerini en aza indirgeyecek şekilde konumlandırıldıklarını duyurmaları gerekir.
- Müzik kaynaklarından yayılan gürültü seviyelerinin azaltımı için alınabilecek herhangi önlemlerin de dikkate alınmaları gerekir. Örneğin delay veya döner hoparlörlerin kullanılması, ses sisteminde kompresörlerin veya sınırlandırıcıların bulundurulması gibi.
- Yakın çevrede yaşayan sakinlere konserden ya da etkinlikten iki hafta önce uygun bir broşür vasıtasıyla bilgi verilmeli ve konuyla ilgili şikayetlerin iletebileceği bir iletişim bilgisinin de bu kapsamda temin edilmesi gerekir.
- Müzik çalacak grupların, DJ'lerin ve diğer kaynakların ne zaman yayın yapacaklarını bildiren bir zaman çizelgesi ve çalacak müziğin türü gibi bilgiler olabildiğince erken zamanda çevre sağlığı görevlisinin bağlı olduğu yetkili otoriteye temin edilmelidir.
- Tesisin veya sahanın, üzerinde etkinlik süresi boyunca geçici olarak kullanılacak sahne, çadır, jeneratörler ve diğer yapıların gösterildiği 1:500 (ya da müzik çalınacak olan tüm lokasyonları gösterecek şekilde) ölçekli bir haritasının temin edilmesi gerekir.
- Etkinliğin lokasyonu

- Etkinliğinizin lokasyonu için karar verirken organizatörün, çevrede yaşayan sakinler üzerinde etkinliğin gürültüsünün potansiyel etkisini gözönünde bulundurması gerekir. Eğer alan çepeçevre konutlarla çevrili ise, etkinlik için uygun olmayabilir veya çok sıkı gürültü kontrolleri gerekli olabilir.
- Organizatör müzik, insanlar, etkinlik alanındaki hareketler, hoparlörler, kamusal anons sistemi v.b potansiyel gürültü kaynaklarını dikkate almalıdır. Eğer alanın çok yakınında sakinler var ise organizatörün, bu insanlar üzerindeki etkisini azaltmak için gerekli adımları atması gerekecektir.
- Rüzgar gürültüsü, gürültü alıcılarına doğru esen hakim rüzgarlarla taşınır. Eğer hakim rüzgar dinleyicilerden sanatçılara doğru esiyor ise bu durumda dinleyiciler işitmekte zorluk çekecekleri için sesin yükseltilmesi gerekecektir. Dolayısıyla rüzgar yönünde yaşayan alıcılar mağdur olacaklardır. Tepeler etkili gürültü bariyerleri vazifesi görebilirler. Ağaçlar etkin gürültü bariyeri görevi görmezler, bunlara güvenmeyin. Gürültü yakın çevrede bulunan binalardan yankılanabilir bu da sesin beklenmeyen yönlere yönelmesine sebep olabilir.
- Performans alanları
 - Herşeyden önce etkinlik alanına karar verildikten sonra sahne için alandaki en uygun yer ve hoparlörler için en uygun yön belirlenmelidir. Hoparlörlerin ön taraflarına doğru daha yüksek bir ses çıkışı olurken arka taraflarına doğru daha az ses çıkışı gerçekleşir ancak hoparlörlerin arka tarafından ses çıkışı da halen önemli boyutlarda olacaktır.
 - Hoparlörler gürültüye hassas binaların bulunduğundan farklı bir yöne bakmalıdırlar.
- Orkestra ve canlı müzik
 - Çoğu orkestranın amplifikasyonu, enstrümanlar ve vokalistler için amplifikatörlerden ve hoparlörlerden oluşur. Performans öncesinde ses, bir ses masasında bir ses mühendisi tarafından karıştırılır ve dengelenir. Gürültü sınırlandırıcıların/kompresörlerin ana sahnenin önünde kullanımı, müzik için azami ses düzeyinin buradan sağlanması açısından, özellikle tavsiye edilir. Düşük frekanslı ses seviyeleri (bas) yerel sakinler için en büyük rahatsızlığı doğurdıkları için, bunlar için maksimum seviyelerin belirlenmesi önerilir. İşe aldığınız ses mühendisinin tavsiyelerini alınız.
 - Performans sergileyenlerin etraflarındaki sesin farkında olmaları için sahnede hoparlörlerin arka tarafına bir “geri hat” oluşturulur. Bu nokta ses masasının kontrolünde olmayıp ses mühendisinin ses seviyeleri üzerinde yapılması gereken tüm kısıtlamalara vakıf olmasını ve performans esnasında “geri hat” oluşturarak ful control sahibi olmasını sağlamaya yöneliktir. Organizatörler seviyelerin uygun şekilde belirlendiğine ikna olmalıdırlar. Bu husus özellikle çok önemlidir çünkü performans esnasında üretilen toplam ses hacminin sadece %15-20’si ses masasının kontrolünde olacaktır.
 - En sık rastlanılan problemlerden bir tanesi, etkin kontrolü güçleştiren gereksiz fazla miktarda ses ekipmanının temin edilmiş olmasıdır. Ses sistemlerinin çıkışı etkinliğin boyutlarına uygun olmalıdır ve genel bir kural olarak hesaplamalar esnasında her 100 dinleyici için 1KW esas alınmalıdır.
 - Programın belirlenen saatlere sadık kalarak akması her zaman zordur. Orkestranın beklenenden daha uzun süreye ihtiyacı olabiliyor ya da zamanında gelemiyorlar ve sonuç itibarıyla programda sarkmalar oluyor. Organizatörlerin orkestralar arası değişim için yeterli zaman bırakıldığından emin olmaları gerekir.
- Tesis ve ekipmanlardan kaynaklanan gürültü
 - Tesis dışında bulunan herhangi tesisat veya makineler öyle konumlandırılmalıdır ki binanın yapısı yakın çevrede bulunan gürültüye

hassas binalar için olabildiğince perde vazifesi görmelidir. Alternative olarak ya da ilaveten akustik muhafaza, akustik panjurlar, susturucular veya ilaveten akustik perdeleme de gerekli olabilir.

- Yapısal olarak gürültüye hassas kullanımlara bitişik olan binaların içine veya dışına, örneğin bir bar veya kulübün üst katında daire bulunması hali gibi, tesisat veya makinelerin monte edilmesi gerekiyorsa bu ekipmanların, yapı kaynaklı iletkenliği en aza indirmek için titreşimi engelleyen yükseltilelerin üzerine ilâştirilmesi gerekir.
- Bu gibi kaynaklardan gürültü rahatsızlığını en aza indirmek için tüm tesislerin ve makinelerin düzenli bakım çalışmalarının yapılması gerekir.

Bu önlemin temel özellikleri şunlardır:

- Verimlilik: 10-15 dBA aralığı, en yakın binaları gürültü bariyeri olarak düşünülmesi ve hoparlörlerin doğru yönlendirilmesi.
- Maliyet: Düşük.
- Bakım maliyeti: Yok.
- Fizibilite: Herhangi eğlence tesisi.
- Olumsuz etkiler: Yok.

Önlem 50) Literatür örnekleri ve deneyimler.

[EP, 2009; EHD, 2012] Konserler ve dış mekan etkinlikleri esnasında gürültü kontrolünü sağlamak üzere farklı merciler kendi uygulamalarını ve kılavuzluk notlarını geliştirmişlerdir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LIK	ÖLÇEK
Etkinlikler ve konserler için özel koşullar				Yerel

4.2. Ekonomik Açıdan Ulaşılabilir Mevcut En İyi Teknoloji

- 29) Ses seviyesi sınırlandırıcısının kurulumu.
- 30) Ses izolasyonunun iyileştirilmesi.
- 31) Teraslar ve açık hava etkinlikleri için muhafazalar ve perdeleme.
- 32) HVAC'nin akustik kontrolü.

4.2. paketi hakkında genel tanımlama ve diğer yorumlar

Eğlence yerleri için ekonomik açıdan ulaşılabilir mevcut en iyi teknolojiler aşağıda yer alan iki strateji çerçevesinde özetlenebilirler:

1. İç mekan gürültü seviyelerinin, ses seviyesi kısıtlayıcısının kurulumu ile azaltılması. Maksimum gürültü seviyeleri çeşitli faaliyet kategorileri gözönünde bulundurularak yerel otoriteler tarafından belirlenmelidir. Emisyon seviyelerinin azaltılması en yakın hassas kullanımlarda kısmi verimlilik sağlayacaktır.
2. Kapalı mekanlarda ses izolasyonunun iyileştirilmesi, gürültü bariyerlerinin kurulumu ve açık alanlar ile teraslarda kapatma çözümleri. Bu strateji dış mekanların tamamının yalıtımını kapsayabilir. Günümüzde herhangi eğlence faaliyetleri, hava ve yapı kaynaklı rahatsızlıklara karşı doğru yalıtımın uygulanması ile control edilebilirler.

Açıkça görülüyor ki iç mekanlar dış ortamdan yalıtımla ayrıştırılmış ise tam bir iklimlendirme ve havalandırma sistemi gereklidir. Bu sistemin kendisi de rahatsızlık yaratabilir (borular ve hava girşi) dolayısıyla susturucuların, kafeslerin, gürültü bariyerlerinin ve dış mekandaki birimler için muhafazaların kurulumu incelenmeli.

51) Ses seviyesi sınırlandırıcısının kurulumu

Ses ekipmanları ile gürültülü faaliyetlerin temel kaynağı ses sistemleridir. Bu faaliyetler çerçevesinde ulaşılan ses basıncı seviyesi bu ekiplerin kalitesine ve bunların ses güçlerine bağlıdır. Ses sistemi amplifikatörünün ses gücü seviyesi, basitçe ses düğmesi kullanılarak, hoparlörlerin ürettiği maksimum ses basıncı seviyesine ulaşmaya kadar yükseltilmesi ile yönetilir. Dolayısıyla değişken bir gürültü kaynağıdır.

The level of music being played outside the building and into any affected rooms is directly proportional to the sound pressure level inside, and therefore volume level. Ses sınırlayıcılar yerleştirilerek bu tür faaliyetlerin maksimum ses basıncı seviyelerini sınırlandırmak Avrupa ülkelerinde yaygın bir uygulamadır.

Mikser pozisyonunda belirlenmiş olan kontrol sınırları çerçevesinde, faaliyet süresince herhangi gürültüye hassas binada aşım olmaması garanti edilmelidir [onbeş dakikalık zaman diliminde (*)dB / belirli bir zaman aralığında 63Hz ve 125Hz oktavlık frekans aralıklarında arka plan gürültü seviyesi yaklaşık (*)dB]. Organizatörün ses amplifikasyon ekipmanı üzerinde tam kontrol sağlamalı ve ses Çevre Koruma'dan sorumlu yetkili makamın şartlarına göre ayarlanmalıdır.

Faaliyet sahibi sınırlandırıcının düzgün çalışmasından sorumlu olacaktır ve bu çerçevede sürekli bakım ve yıllık doğrulama için hizmet alımı yapmalıdır. Ekipmanın arızalanması halinde onarım ya da ikame edilmesi, arıza kaydından itibaren bir haftadan kısa bir süre içerisinde temin edilmelidir. İşletme sahibinin elinde bulunacak bir seyir defterinde, ekibin maruz kaldığı herhangi anormal durumlar, bakım servisinin gerçekleştirdiği onarım ve ikame etme hizmetleri de dahil olmak üzere, sorumlu teknisyenin ismi imzası ve tarih bilgisi ile beraber yer almalıdır. Bahse konu defter, denetimler esnasında gerekli olduğu ve istedikleri takdirde belediye denetçilerine açık olacaktır.

Bu ekipman, iç mekan faaliyetlerinde maksimum gürültü seviyelerini sınırlandıran ses sistemlerini yapılandırmanızı sağlar ve böylece mesafeye ve akustik yalıtıma bağlı olarak emisyon ve imisyon gürültü seviyelerini sınırlandırır.

- Verimlilik: Çok yüksek (5-20 dBA), ancak doğru kullanımlarını güvence altına almak için bazı önlemler almak gereklidir. Araçların izlenmesini ve bunların yetkili idare tarafından kontrolünü kolaylaştırıcı elektronik uygulamalar mevcuttur. İç mekanda gürültü seviyelerinin azaltılması verimliliği ile orantılıdır.
- Maliyet: 3.000 €/birim kurulumun tamamı.
- Bakım maliyeti: Elektronik aktarım verileri: 600 €/yıl. Bakım sözleşmesi: 750 €/yıl.
- Fizibilite: ses sistemine sahip herhangi eğlence tesisi.
- Olumsuz etkiler: Bir gürültü sınırlayıcısı her zaman için gürültü problemlerini ortadan kaldırmaz özellikle de ekipman müzikli etkinliğin yaşamasına izin vermeyecek şekilde düşük ses seviyelerine ayarlı ise.

51) Literatür örnekleri ve deneyimler

Bu ekipmanları kullanma zorunluluğu olan ülkeler: İspanya ve Portekiz. Kullanımda olan diğer ülkeler: Birleşik krallık, Fransa, İtalya, Hollanda veya Yunanistan.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LIK	ÖLÇEK
Ses seviyesi sınırlayıcısının kurulumu	◊	✪	◊	Local

Önlem 52) Ses yalıtımının iyileştirilmesi.

Bu faaliyetler çerçevesinde üretilen gürültünün asgari kontrolünü sağlayabilmek için binalara dair bir dizi akustik koşulların ortaya konması gerekir. Bu koşullar gerekli olan şartlar olarak görülmeli ancak bahse konu faaliyetlerce üretilen gürültünün kontrolü için yeterli olmamalıdır.

Bir çok Avrupa ülkesinde ISO 12354 standardını teorik zemin kabul ederek ve her türlü faaliyetin tipik iç mekan gürültü seviyeleri uyarınca asgari seviyede gürültü yalıtımı belirlenmiştir. Akustik yalıtımlar, akustik ölçümler yapmak suretiyle tasarlanmış ve doğrulanmıştır. Bu gürültü ölçümlerinin yöntemleri uluslararası standartlarda olup ISO 140 standartları ailesinin içinde toplanmıştır.

Yeni tesislerin tasarlanması aşamasında, mevcut tesislerin yenileme çalışmaları planlanıyorken ya da mevcut tesislerden kaynaklanan gürültü rahatsızlığı var ise aşağıdaki önlemlerin alınması düşünülmelidir:

- Gerçek gürültü seviyelerine dayanan uygun bir ses yalıtım seviyesinin tanımlanması;
- İlave iç duvar bölmelerinin inşa edilmesi, ses yalıtımının ilave edilmesi (köpük ya da mineral cam yünü gibi malzemelerle) veya sesin azaltımını ve hapsedilmesini güçlendirmek için sert malzemeden üretilmiş bağımsız yalıtım levhalarının duvarlara monte edilmesi;
- Ahşap veya alçıdan yapılmış levhalar şeklinde asma tavanlar inşa ederek ve aynı zamanda mevcut tavana gürültü yutucu materyaller ilave ederek gürültünün diğer katlara iletimini azaltmak.
- Bina giriş ve çıkışlarında otomatik kapanan kapıları olan lobi alanlarının inşa edilmesi. Olabildiği takdirde iç ve dış kapılar arasındaki mesafenin, insanların geçişi esnasında kapılardan birinin kapalı olmuş olmasına yetecek kadar büyük olması sağlanmalıdır. Aynı zamanda tekerlekli sandalye geçişinin de sağlanması;
- Çift kapılı bu gibi sistemlere, kapılardan her ikisinin de eş zamanlı açık olması halinde çalarak uyarı verecek şekilde bir alarm sisteminin kurulumunun yapılması böylelikle sorumlu kişinin kapıyı kapatması;
- Acil çıkışlarda iyi izolasyonlu akustik kapıların temin edilmesi;
- Ses izolasyonlu pencerelerin temin edilmesi (çift camlı) ve bunların çalışma saatleri içerisinde sürekli kapalı halde bulundurulmaları;
- Kapıların ve camların kapalı kalmasını mümkün kılacak mekanik havalandırma veya iklimlendirme sistemleri temin edilerek sesin dışarı çıkışının azaltılması. Ancak bu gibi tesisler yapının kendisindeki havalandırma boşlukları veya aralıklar sebebiyle gürültü üretebilirler veya gürültüyü dışarı verebilirler, dolayısıyla sıklıkla akustik bakıma ihtiyaç duyabilirler.
- Kapalı tutulması gereken kapıların ya da pencerelerin açık olduğunu çalışanlara bildirmesi için görsel veya işitsel alarm sisteminin kurulması
- Temin edilmiş ses yalıtımı ile, ya genel olarak müziğin ses seviyesini azaltarak ya da rahatsızlık veren veya verme potansiyeline sahip olan tek tek frekanslar için ses seviyesini düşürerek müzik sesinin kaynağında kontrol edilmesi.

Bu önlemlerin temel özellikleri:

- Verimlilik: Bu koşullar sağlandıktan sonra tesislerden kaynaklanan gürültü şikayetlerinde % 80 oranında azalma gözlenmiştir
- Maliyet:
 - DnTA> 55 dBA: 100 €/m2

- DnTA> 60 dBA: 130 €/m²
- DnTA> 65 dBA: 200 €/m²
- DnTA> 75 dBA: 250 €/m²
- DA> 40 dBA: 2.000 - 3.000 €/door unit
- Bakım maliyeti: Yok
- Dayanıklılık süresi: 20 yıl
- Fizibilite: avrupa ülkelerinin çoğunda bu tür faaliyetlerin, belirli seviyede ses yalıtımına ihtiyaç duyduğu Kabul edilmektedir. Normal şartlarda faaliyetlerin alanı 100 m²'nin üstünde ve yükseklikleri yaklaşık 3.5 metredir. Belirtilen seviyelerde akustik yalıtım sağlayan materyaller çoğunlukla inşaat aşamasında kullanılır. İnşaat kalitesi çok önemlidir. Herhangi kurulum hatası sağlanan yalıtımla ortaya çıkacaktır dolayısıyla bunların en aza indirilmeleri gerekir
- Görsellik: herhangi olumsuz görsel etkileri yoktur. Ses yalıtımı dekorasyonun arkasına gizlenmiştir.

52) Literatür örnekleri ve deneyimler

İspanya'da bu tür faaliyetlerden kaynaklanan gürültü şikayetlerini minimize etmek için kullanımda olan referans değerleri aşağıda bulabilirsiniz:

- ISO 140-4:1999 standardına göre odalar arasında hava ile taşınan gürültüye karşı bir dizi akustik yalıtım, gürültülü etkinliklerden kaynaklanan rahatsızlıklar: konutlar, ofisler, hoteller, sınıflar, ...
 - Değerlendirme endeksi DnTA.
 - İç mekanda tavsiye edilen asgari şartlar şu şekildedir:
 - Tüm kapalı mekanlarda gerçekleştirilen faaliyetler için $D_{nTA} > 55$ dBA
 - ii. İç mekanda üretilen ses basıncı seviyesine bağlı olarak:
 - Eğer kapalı ortamda/iç mekanda beklenen ses basıncı seviyesi $70 \text{ dBA} < L(t) < 85 \text{ dBA}$ ise istenen asgari zorunlu yalıtım $D_{nTA} > 60$ dBA'dır
 - Eğer kapalı ortamda/iç mekanda beklenen ses basıncı seviyesi $85 \text{ dBA} < L(t) < 95 \text{ dBA}$ ise istenen asgari zorunlu yalıtım $D_{nTA} > 65$ dBA'dır
 - Eğer kapalı ortamda/iç mekanda beklenen ses basıncı seviyesi $L(t) > 95 \text{ dBA}$ ise istenen asgari zorunlu yalıtım $D_{nTA} > 75$ dBA'dır
- Kapalı ortamda gürültü seviyesi 84 dBA'nın üzerinde olan ve akustik açıdan hassas bölgelerde bulunan tesisler için, dış cephe yüzeyleri ve kaplamaları ile iç mekanlar arasında hava yoluyla gürültü taşınımına karşı 140-5:1999 ISO standardına uygun bir dizi akustik yalıtım önerisi geliştirilmiştir:
 - Önerilen değerlendirme endeksi DA'dır.
 - Ulaşılması hedeflenen iç mekanda ses yalıtımına ilişkin önerilen minimum şartlar şu şekildedir:
 - İç mekanda üretilen ses basıncı seviyesine bağlı olarak
 - Eğer kapalı ortamda/iç mekanda beklenen ses basıncı seviyesi $L(t) > 95 \text{ dBA}$ ise istenen asgari zorunlu yalıtım $D_{nTA} > 40$ dBA'dır
 - Eğer kapalı ortamda/iç mekanda beklenen ses basıncı seviyesi $L(t) > 95 \text{ dBA}$ ise istenen asgari zorunlu yalıtım $D_{nTA} > 55$ dBA'dır
 - İç mekan gürültü seviyesi 84 dBA'nın üzerinde ise akustik kapılar kullanılması.

- Eğer müzik veya ses sistemi mevcut değil ise bir adet (1) akustik kapı ($R_A > 40$ dBA)
- Eğer canlı müzik veya ses sistemi mevcut ise iki adet (2) akustik kapı ($R_A > 40$ dBA).

Örnekler ve deneyimler:

- $D_nTA > 60$ dBA değerini gerektiren faaliyetler: restoranlar, kafeler, barlar, sergi sarayları, konferans salonları, oyun alanları, atari salonları, yüzme havuzları,
- $D_nTA > 65$ dBA değerini gerektiren faaliyetler: barlar, müzikli restoranlar, karaoke, spor salonları, dans okulları, tiyatrolar, sinemalar, bowling salonları,
- $D_nTA > 75$ dBA değerini gerektiren faaliyetler: diskolar, düşün salonları, canlı müzik icra edilen mekanlar,...

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Ses yalıtımının iyileştirilmesi				Yerel

Önlem 53) Teraslar ve açık hava faaliyetleri için perdeleme ve kapatma seçenekleri.

Eğlence faaliyetlerinde akustik bariyerlerin kullanımı oldukça yaygın bir uygulamadır. Dış mekanlarda gerçekleşen faaliyetlerin (insanların toplanması ve/veya müzik) etkisini minimize edecek şekilde şeffaf akustik bariyerler dizayn edilebilir. Bu gibi durumlarda karayolu veya demiryolu gürültüsüne karşı tanımlanan çözümlere benzer şekilde bir operasyon gerçekleştirilir.

Eğer gürültüye hassas tesislerin sınırlarına uygulanan etkin akustik bariyerler gürültü yönetmeliğinin şartlarını yerine getirmeye yetmiyorsa, açık hava alanlarının ve terasların tamamı hafif malzemelerle kapatılabilirler. Otomatik çatı kurulumu gündüz zaman diliminde gün ışığı ve havalandırma olanağı sağlarken gece saatlerinde de gürültü kaynaklı rahatsızlığın minimize edilmesine katkıda bulunacaktır.

Teraslarda kısmi veya tamamen kapatma uygulaması, özellikle hassas kullanımlara bakan cephesinde pencere bulunmayan binalardan, en yakın konutlara gürültü yayılımının control edilmesine yardımcı olur.

- Verimlilik: terasların tamamen kapatılmış olmaları halinde seçili materyallerce (25-45 dBA) temin edilen ses yalıtımı ile sağlanan azaltım verilmiştir. Terasların sınırlarında perdelemenin verimliliği 10-15 dBA'dır. Malaganın eğlence caddelerinden birinde yatay bariyerlerin ve kapatmaların uygulanmasının sonucunda, alanların sadece kısmi kapatılması halinde beklenen azaltım 5 – 7 dBA aralığındadır. Komşu şikayetlerinde %80'e varan oranlarda azalma gibi olumlu deneyimler mevcut.
- Cost:
 - $DA > 40$ dBA: 250 €/m²
 - $DA > 55$ dBA: 300 €/m²

- Çift camlı pencereler (akustik pencere pervazı da dahil olmak üzere) [Jimenez S. et als, 2014]

Havayolu yalıtımı R_{Atr}	Maliyet (€/m ²)
42 dBA	1.120
35 dBA	900
33 dBA	650
30 dBA	445

- Bakım maliyeti: Yok
- Dayanıklılık: 30 yıl
- Fizibilite: Bu azaltım önleminin uygulanabilirliği açık hava alanlarının düzenlemesine ve gürültüye hassas kullanımların lokasyonuna bağlıdır.
- Görseellik: Potansiyel olarak yüksek. Şeffaf materyal kullanımı ışıklandırmayı kolaylaştırıp görsel etkiyi en aza indirebilir.

Önlem 53) Literatür örnekleri ve deneyimler.

İspanya'da bu tür faaliyetlerden kaynaklanan gürültü şikayetlerini en aza indirmek için kullanılmakta olan referans değerler aşağıda verilmektedir:

- Kapalı ortamda gürültü seviyesi 84 dBA'nın üzerinde olan ve akustik açıdan hassas bölgelerde bulunan tesisler için, dış cephe yüzeyleri ve kaplamaları ile iç mekanlar arasında hava yoluyla gürültü taşınımına karşı 140-5:1999 ISO standardına uygun bir dizi akustik yalıtım önerisi geliştirilmiştir:
 - Önerilen değerlendirme endeksi DA'dır.
 - Ulaşılmayı hedeflenen iç mekanda ses yalıtımına ilişkin önerilen minimum şartlar şu şekildedir:
 - İç mekanda üretilen ses basıncı seviyesine bağlı olarak
 - Sonuç olarak faaliyetten beklenen ses basıncı seviyesi 95 dBA değerini aşıyorsa asgari yalıtım ihtiyacı $DA > 55$ olacaktır.
 - Eğer beklenen ses basıncı seviyesi $85 \text{ dBA} < L(t) < 95 \text{ dBA}$ ise istenen asgari zorunlu yalıtım $D_{nTA} > 40 \text{ dBA}$ 'dır
 - Eğer faaliyetten kaynaklanan ses basıncı seviyesi $L(t) > 95 \text{ dBA}$ ise istenen asgari zorunlu yalıtım $D_{nTA} > 55 \text{ dBA}$ 'dır

Örnekler ve deneyimler:

- $DA > 40 \text{ dBA}$ gerektiren faaliyetler: barlar, müzikli restoranlar, karaoke, spor salonları, dans okulları, tiyatrolar, sinemalar, bowling,
- Activities that require $DA > 55 \text{ dBA}$ gerektiren faaliyetler: diskolar, düğün mekanları, canlı müzik çalınan mekanlar...

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Teraslar ve açık hava faaliyetleri için kapatma ve perdeleme imkanları				Yerel

Önlem 54) HVAC'nin akustik kontrolü.

Havalandırma ve iklimlendirme sistemleri kapıların ve pencerelerin kapalı tutulmasına imkan verdikleri için gürültü kontrolüne yardımcı olur. Her ne kadar gerekli olsalar da son derece büyük ve gürültü çıkaran makinelerle sahip olan soğutma üniteleri, herhangi bir koruması olmaksızın çatılara monte edilmiş olabilirler. Bunlar çoğunlukla fanlarla çalışıyorlar, gece ve gündüz saatlerinde rastgele çalışıp - durabiliyorlar. Aynı zamanda çalıştırma ve durdurma esnasında da bu cihazlar gürültü üretebiliyorlar.

Bu tür gürültü, aşağıdaki kılavuz izlenerek kontrol altına alınabilir:

- Yeni inşa edilen ya da tadil edilen bir yapı için, asgaride gürültü salınımı amacıyla tesisin ve makinelerin doğru yerleştirilmesine özen gösteriniz.
- Öyle konumlandırınız ki bina, en yakında bulunan gürültüye hassas kullanımlara karşı perde vazifesi görsün.
- Makineler, titreşimi engelleyen petlerin üzerine monte edilerek ve/veya gerekli olduğu durumlarda akustik muhafaza veya perde de kullanılmalıdır.
- Yapısal olarak gürültüye hassas kullanımlara bitişik olan binaların içine veya dışına, örneğin bir bar veya kulübün üst katında daire bulunması hali gibi, tesisat veya makinelerin monte edilmesi gerekiyorsa bu ekipmanların, yapı kaynaklı iletkenliği en aza indirmek için titreşimi engelleyen yükselticilerin üzerine iliştirilmesi gerekir.
- Yerleştirme ve/veya perdeleme konusunda bir gürültü uzmanının tavsiyesini almak gerekli olabilir.
- Havalandırma sistemleri borulu havalandırma sistemi, içeriğinde eksoz sistemleri ve içe doğru ızgara sistemlerindeki susturucular da yer alırlar
- Tesise ve ekipmanlara zaman ayarlayıcısı ilave edilebilir
- Isı verimliliği olan tasarımların soğutucu ekipmanlar (zaman ve güç olarak) ve dolayısıyla gürültü üzerinde doğrudan etkisi vardır
- Havalandırma ve diğer ekipmanların sorunsuz çalışmasını temin etmek üzere düzenli bakım sözleşmeleri yapınız.

Perdeleme ve akustik muhafaza çözümleri, gürültülü sanayi faaliyetlerinin gürültüsünü en aza indirmek için önerilen çözümlerle benzerlik gösterirler.

- Verimlilik: akustik muhafazalar, akustik performansı iyileştirmek amacıyla olabildiğince en küçük boyutlarda olmalıdır.
- Maliyet: gürültülü sistemin muhafaza içine alınması : 180 €/m² – 250 €/m² (sustrucular dışında)
- Bakım maliyeti:
 - Genellikle gerekli değildir. Sadece temizleme faaliyetleri.
 - Sistem kolaylıkla çıkarılabilir olmalıdır.
 - Modüller boyanabilir.
 - Akustik bariyerlerin bir kısmının, bakım ve denetleme çalışmaları esnasında kolay erişim için kapı vazifesi görmesi önerilir.
- Dayanıklılık: 20 yıl.
- Fizibilite: bunlar genellikle kurulup sökülebilirler. Kullanılabilir alan bu tür çözümler için gerçek bir problem teşkil edebilir. Düzgün çalışması için gürültülü parçalara ihtiyaç duyan havalandırma sisteminin üzerindeki muhafazanın etkisi, ekipmanın ebatlarına ve performansına ve bunların bakımlarının yapılabilirliğine bağlıdır. Görsellik: Bunların herhangi olumsuz görsel etkileri yoktur. Bu sistemler gürültülü makinelerin görüntüsünü gizler.

Önlem 54) Literatür örnekleri ve deneyimler.

[EPDHK, 2006] soğutucu birimlerin muhafaza içine alınması sonucu beklenen verimlilik 10 dBA civarında olup bu miktar tamamen kapatma ve titreşim yalıtıcılarının kullanımı da dahil olunca yaklaşık 30 dBA'ya kadar çıkabiliyor. Fanlar için, deşarj noktalarında susturucuların kullanılması veya kaynak tarafından yayılan gürültü enerjisinin hapsedilmesi ve yutulması amacıyla sistemin tamamen muhafaza içine alınması 30 dBA'ya kadar bir azaltım sağlayacaktır.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
HVAC'nin akustik kontrolü				Yerel

Gürültü bariyerleri, kaynakta uygulanan azaltım önlemlerinin yetersiz kalması veya verimsiz olması halinde özellikle gürültü kirliliğinden etkilenen sakinlerin veya belirli hassas alanların korunması için tasarlanan ve inşa edilen dış mekan yapılarıdır. Her ne kadar binalar, duvarlar ve düz olmayan arazi yapısı da bariyer olarak değerlendirilebilse de bu başlık altında ele alınmayıp, bu dokümanın farklı bölümlerinde incelenmiştir. Dolayısıyla sadece duvarlar ya da inşaat çalışmaları esnasında yer hareketleri veya toprak bir banketin üzerinde bulunan bir duvar bu bölüm içerisinde yer almaktadır. En sıradışı durumlarda gürültü kaynağı kısmen veya tamamen bariyer tarafından kuşatılmış olabilir (tüneller gibi).

Her ne kadar görünüşte bariyerin nasıl çalıştığı kolay gibi görünse de sesin kırılması ve sapması da hesaba katılmalıdır. Kırılan dalgaların alçalmasını sağlar (dikey sapma) veya bariyerin kenarlarında zayıflar (yatay kırılma). Sesin kırılması olayı, uygun bir yayılım olması halinde sesin daha uzak mesafelere ulaşmasına ve engelleri aşmasına izin verir. Genellikle rüzgar yönüne ve yalıtıma bağlıdır.

Bariyerler sadece bir düzeltim önlemi olarak değil (gürültü haritalarında sıcak noktalarda ya da bir gürültü problemini ortaya koyan, şikayetlerin toplandığı yerlerde) aynı zamanda koruyucu olarak da projelendirilebilirler:

- Bir otoyol, çevre yolu veya demiryolu altyapısı inşaatı; yeni şeritlerin veya yolların ilave edilmesi. Örneğin rampalar (hızlanma şeritleri gibi).
- Mevcut bir otoyolda yapılacak fiziksel değişiklik (yatay veya dikey hizalamayı büyük ölçüde değiştirir).
- Yeni kentsel gelişmeleri veya hassas arazi kullanımlarını tamamlamak üzere.
- Mevcut trafik akışının önemli ölçüde değiştirilmesini gerektirecek şekilde gürültü önlemlerinin yeniden yapılandırılmasına katkıda bulunmak (yoğunluk, ağır vasıtaların yüzdesi veya hız).

5. Bölümde ele alınan önlemler aşağıdaki paketleri içerirler:

- **Paket 5.1. Akustik bariyerler.**
- **Paket 5.2. Diğer perdeleme alternatifleri.**

5.1. Gürültü bariyerleri.

33) Gürültü bariyerleri: materyaller.

34) Gürültü bariyerleri: şekiller.

35) Gürültü bariyerleri: üst kısımları (kapaklı bariyerler).

36) Tren raylarına yakın bölgede bulunan özel alçak bariyerler.

Paket 5.1 hakkında diğer yorumlar ve önlemlerin genel tanımlaması

Gürültü bariyerleri, karayolu ve demiryolu trafik gürültüsü etkisi açısından, gürültü azaltım yöntemleri içerisinde en fazla kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Bazı ülkelerde bunlar isteğe bağlı olarak uygulanmıştır. Bu önlem türü oldukça etkin bir azaltım önlemi olmakla beraber son derece pahalıdır.

Akustik bariyerler özel bir gürültü türüne karşı set oluşturmak üzere dayanıklı bir yapı şeklinde tasarlanmıştır. Bu tür önlemlerin büyük bir bölümü, yoğun trafiğin olduğu karayolları ve demiryolu hatları boyunca inşa edilmiştir. Ancak bazı örnekleri var ki etki altında bulunan alanı kuşatırlar veya doğrusal gürültü kaynakları dışında kalan başka türden problemleri çözerler. Havalimanı taksileri, sanayi tesisleri ve diğer gürültü kaynakları için de bunlar kullanılmışlardır.

Gürültü bariyerlerinin tasarlanması akustik ve akustik olmayan çözümlerle örtüşebilir.

- Bariyer malzemelerini, bariyer lokasyonunu, boyutlarını ve şekillerini içeren akustik çözümler. Genel olarak bariyerlerin etkisi, etki altında kalan alıcılar, gürültü kaynağı ve bariyer (yükseklik) arasındaki mesafelere ve ilişkilere bağlıdır. Alçak binaların gürültüden korunması yüksek binaların korunmasından daha kolaydır. Bariyerlerin üst kısmına uygulanan özel çözümler de incelenmiştir. Bu kısımlarda uygulanan bazı formlar kırılmaların sayısını artırırken yansıyan dalgalarla etkileşimi artırır. Her ne kadar bu değerlendirme her bir örnek olay çalışması için yapılıyorsa da genel anlamda bunun anlamı düşük verimlilik/maliyet oranı anlamına gelir.
- Yapısal ve diğer akustik olmayan tasarımla ilgili düşünceler bakımına ilgili değerlendirmeleri, yapısal entegre edilebilirlik, güvenlik, estetik ve diğer drenaj, toprak koşulları, temeller, yapısal çekinceler, karayolu erişimi, araç etkisi, maliyet, peyzaj, toplum etkisi, görüş mesafesi, yolun sağındaki genişlik, v.b. diğer akustik olmayan faktörleri içerir.

Bariyer kurulumu için akustik çözümler

Bir ses duvarı inşa etmenin ilk basamağı karayolu ve potansiyel alıcılarda ilişkilendirerek, duvarın yüksekliğinin, uzunluğunun ve lokasyonunun belirlenmesidir. Bu özellikler hesaplanarak belirlendikten sonra artık duvarın yapısal tasarımına başlanabilir. Şehirleşmiş bölgelerde bariyer inşaatı aşağıdaki durumlarda kesinlikle önerilmektedir:

- Esas problemin demiryolu gürültüsü olduğu, şehirleşmiş alanların içinde tesbit edilmiş sıcak noktalarda:
 - Maruz kalan kişi başı maliyetin en düşüğe kalmasını sağlayacak şekilde nüfus yoğunluğunun bulunduğu durumlarda.
- Esas problemin yoğun otoyollardan kaynaklanan karayolu gürültüsü olduğu, şehirleşmiş alanların içinde tesbit edilmiş sıcak noktalarda:
 - Maruz kalan kişi başı maliyetin en düşüğe kalmasını sağlayacak şekilde nüfus yoğunluğunun bulunduğu durumlarda
 - Hız sınırının 70 Km/h veya daha fazla olduğu, bina tipolojisinin ve karayolunun yatay ve dikey hizalamasının daha büyük verimliliği sağladığı durumlarda.
- Hassas binaların perdelenmesi.
- Şehir içinde 50 km/h veya daha düşük hız sınırının uygulandığı yoğun bulvarlardan kaynaklanan karayolu gürültüsünün temel problem oluşturduğu özel sıcak noktalarda. Bu durumda önerilen bariyerler, estetik önemli bir rol oynadığı için, şeffaf olanlardır.
- Gürültü seviyesinin yüksek olduğu ve binaların u şeklinde dizildiği özel sıcak noktalarda. Daha sonra alan buzlu camla kapatılabilir.

Sadece bariyerin inşası vasıtasıyla elde edilen gürültü verimliliği. Verimlilik analizi, alıcı ile gürültü kaynağı arasında doğrudan bir görüş var olup olmadığını (nişan çizgisi kırık mı değil mi) ortaya koyan (kaba tabirle) geometric bir konudur. Bariyerlerin inşa edilmesinin verimliliği, karayolunun veya demiryolu hattının, bariyerlerin, binaların ve bütün bu elementlerin boyutlarına bağlıdır.

- Yükseklik. Verimlilik. Genel olarak, eğer gürültü kaynağı ile gürültü alıcısı arasındaki nişan çizgisi (gölge sınır) kırık ise, 5 dBA civarında kayda değer bir gürültü azaltımına ulaşılabilir. Bu durumda şu pratik kural uygulanabilir: bariyer yüksekliğinde her bir 61 cm'lik artış ile 1 dB civarında gürültü azaltımı elde edilir.
- Lokasyon. Verimlilik. Bundan dolayı duvar kaynağa ne kadar yakın konumda bulunursa etkisi de o denli büyük olacaktır.
 - Bir çok geniş otoyolda bariyerlerin tam ortada yer almasının sebebi de budur.
- Bariyerin ölçüsü. Ortalama bir yaklaşım olarak doğrudan görüşü girmek uygundur ancak bariyer ölçüleri ve pozisyonu hesaplanırken dikey ve yatay sapmanın (saran gürültü) hesaba katılması önemlidir. Bu gibi durumlarda dikey sapma daha önemlidir (Zemin yutuculuğundan dolayı).
- Bariyer uzunluğu. Saran gürültü ile ilgili olarak, bir bariyerin son alıcı ile bariyer arasındaki mesafenin 4 katı uzunluğunda olması gerekir (saran gürültüyü önlemek için gereken mesafe oranı).
- Lokasyon. Verimlilik. Ancak temeli derin bir yarığın içinde ise bariyeri, daha etkili olacağı tepeye inşa etmek yerinde olacaktır.
- Eğer bir karayolu veya demiryolu hattı etrafından daha yüksekte inşa edilmişse örneğin bir köprünün tepesinde gibi, çok yüksek özel bariyerler olmaksızın büyük gürültü azaltımı elde edilebilir.
- Lokasyon. Fizibilite. Projenin uygulanabilirliği ile verimliliği arasında bir uzlaşma sağlayacak şekilde prensiplerin değerlendirilmesine ihtiyaç vardır.
- Uygulamada verimlilik. Gürültü bariyerleri ile gürültü azaltımının maksimum teorik sınırı 20 dBA'dır, ancak gerçek uygulamada maksimum gürültü azaltım sınırı 15 dB'ya kadardır. Her ne kadar en yaygın gürültü azaltım miktarı 5-10 dB aralığında görülse de.

- Lokasyon. Bariyerler, alıcıya yakın mesafede bulunuyorsa verimli olabilir (eğer çok yüksek değilse). Eğer korunması gereken çok katlı apartmanlar çok yüksek ise bariyerler genel olarak Kabul edilebilirliği olan çözümlerdir.
- Bariyer ile konutlar arasındaki mesafe ne kadar büyükse bariyerin etkinliği de o oranda azalacaktır.
- Gürültünün frekansı ne kadar düşük olursa bariyerin etkinliği de o oranda azalacaktır.
- Boşluklar sebebiyle bariyer performansında azalma:
 - Bariyerin taban sınırı.
 - Yayaların erişimini sağlamak amacıyla bariyerde kesintiler.

Yan etkiler. Sinerjiler.

- Gürültü tamponları için daha az alana gereksinim vardır.
- Gürültü azaltımı, bariyerlerin arkasında bulunan açık alanlarda deneyimlenecektir.

Yan etkiler. Negatif etkiler. Akustikler.

- Düşük frekansın artması.
- Bariyerin önündeki alanlar için azaltım gözlenmemiştir; bazen yansıyan bariyerler sözkonusu ise karşı tarafta gürültü artar. Kanyon etkisi.
- Gürültü bariyerleri bir karayolunun her iki tarafında inşa edilmiş ise (ya da gürültü bariyeri orta şeritte yer alıyorsa), yansıyan gürültünün etkisini zayıflatmak için yutucu bir bariyerin inşa edilmesi gerekli olabilir.

Gürültü bariyeri kurulumu için yapısal ve diğer akustik olmayan tasarım çözümleri

Fizibilite. Her bir malzeme için karşılaşılabilecek yükü kaldırabileceği şekilde tasarımlar ve çeşitli kalınlıklar çalışılmalıdır. Yükseklik sınırı. Mühendislik faktörleri ve hesaplamaları:

- Uygun Zemin koşullarında sundurmalı ve dikey bariyerler için 8 m'lik yükseklikte, yaygın beton ayaklar gürültü bariyeri yapısını desteklemek için uygun olacaktır. 8 m'yi aşan yükseklikte, zayıf Zemin materyalleri üzerine inşa edilecek olan bariyerler için çelik yapı kullanılması gerekebilir:
- Geçiş yapan araçların etkisi sebebiyle dinamik yükleme etkisi de dahil olmak üzere rüzgar yüklemesi.
- Sismik yükleme.
- Bariyerler üzerinde kar yüklemesi (var ise).
- Geçen araçların aerodinamik kuvveti ve titreşimi.
- Kendi ağırlığı – hedeflenen ses yalıtımını ölçmeye izin verecek şekilde kuru ağırlık, uygun olan yerlerde ıslak ağırlık.
- Etki yüklemesi, akustik bir bariyerin inşaatı esnasında kullanılan materyallerin etki direncini de hesaba katmak gerekir, örneğin araçların, taşların ve normal karayolu kullanımı esnasında diğer etmenlerin.
- Bölgelerarası net mesafeler, aynı zamanda sokak mobilyaları için müsaitlik, örneğin levhalar gibi.

Maliyet. Büyük ölçüde bariyer yüksekliğine, Zemin durumlarına ve malzemeye bağlıdır.

- Ortalama bariyerlerin ortalama mevcut maliyetleri. Kolay kurulum.
 - [SESSİZLİK] 4 m yüksekliğinde bariyerin m2 fiyatı 300 Euro.

- [CEDR] 4 m yüksekliğinde bariyerin m2 fiyatı 400 Euro.
- 20 yıl dayanıklılık süresi ile m2 başına yıllık bakım [CEDR] maliyeti 20 EURO.
- [EPDHK] 8 m yüksekliğinde bariyer maliyeti 450-650 Euro.
- [QCITY] 5 m ses yutucu bariyer maliyeti 300-800 Euro.
- Maliyet. Tepelerin üzerinde kurulu mevcut bariyerlerin (8 m yüksekliğinde) ortalama maliyeti.
 - [EPDHK] 650-900 Euro/m2.
- Maliyet. Kapalı bariyerlerin ortalama maliyetleri.
 - [EPDHK] 900-1600 Euro/m2.

Maliyet verimliliği. Tasarım. Açıkça, bariyer ne denli yüksek olursa akustik verimliliği de o denli iyi olacaktır, ancak bazı hususların dikkate alınması gerekir.

- Maliyet. Bariyer yüksekliğinde doğrudan artış, doğrudan maliyet artışını beraberinde getirmez.
- Maliyet/fayda oranı büyük ölçüde nüfus yoğunluğuna, binaların dağılımına ve inşa edilecek olan bariyerin türüne bağlıdır.

Yan etkiler. Olumsuz etkiler.

- Şehirleşmiş alanlarda özellikle yaya erişimi problemlidir (bir karayolunu karşıdan karşıya geçebilmek için yaya geçitleri inşa edilmelidir). Acil durum gereklilikleri.
- Gelecek için tasarım. Gürültü bariyeri gelecek genişletme projeleri ile çatışabilir.
- Isı, havalandırma olmaması, yanmalı motorlu araçların gazlarının birikmesi, v.b. gürültü bariyerleri yerel hava sirkülasyonu ile çatışabilir böylece gürültü bariyeri ile alıcılar arasında ağır vasıta trafiği sözkonusu ise yüksek miktarlarda hava kirleticilerinin yoğunlaşmasına sebep olunur.
- Çeşitli bakış açılarından manzaranın bozulması.
- Karayolundan su tahliyesinin önünü kesmesi.
- Paralel gürültü bariyerleri yolu kullanan insanlarda hapsedilmişlik hissi yaratıyorsa, sürüş esnasında olumsuz bir görsel etkiye sebep olur. Bunun önüne geçilmelidir.

Tamamlayıcılar. Olumsuz.

- En kötüsü düşük sesli asfalt ile pencereler bulunması halinde düşük frekans aralığında bileşenler arasındaki nicelik farkıdır.

Önlem 55) Gürültü bariyerleri: Materyaller.

Ortalama performansta bariyerler için seçilen materyal kritik öneme sahip değildir. Ancak 10 dB'den daha fazla gürültü azaltımı için ve akustik açıdan materyal seçimi önem kazanıyor. Çevre, bakım ve estetik unsurların materyal seçiminde merkezi bir rol oynayabiliyorlar olması dikkat çekicidir.

Gürültü bariyerindeki herhangi açıklık ve/veya tasarım/ inşaat hataları hava ile gürültü taşınmasına karşı izolasyon değerlerini aşağı çekebilir ve bir gürültü bariyerinin genel performansını ciddi şekilde riske atabilir.

- Gürültü bariyerleri için çok çeşitli materyaller kullanılabilir : metal, beton, ahşap, cam, plastik, seramik.
- Bariyerler gürültü seviyesini, ya ses enerjisini yutarak (ses aktarım kaybı) ya da bariyerin üzerinden veya etrafından daha uzun bir yol izlemesini sağlayarak (kırılma) azaltırlar. Her iki bariyer türü ses enerjisini yutarak veya ses enerjisini yansıtarak çalışır. Ancak ses yutuculuğu (gürültü kaynağına bakan yutucu yüzey) daha etkin olup beklenmedik sonuçlar doğurması daha uzak ihtimaldir. Yutucu materyallerin kıyaslanması 21 dB ile ahşaptan 47 dB ile bazı yutucu özel polyester panellere kadar geniş bir yelpazede gerçekleşir (verimli olabilmesi için bir bariyerin en az 23 dB'lik aktarım kaybını sağlaması gerekir).
- Yutucu materyallerin en önemli dezavantajı konvansiyonel matryallerle kıyaslandığı zaman ilave maliyetleridir.
- Gürültüyü yansıtan bariyerler kullanıldığı zaman (şeffaf materyaller) bunların tercih edildikleri kullanım alanları yansımanın problem teşkil etmeyeceği alanlarla sınırlandırılmalıdır.

Bu dokümanın içeriğinde gürültü bariyerlerinin inşasında kullanılan tüm materyallerin ele alınması mümkün değildir dolayısıyla biz daha çok şehrileşmiş alanlara yönelik esas çözümlere odaklanacağız. Ana parçalar prefabrik elementlerle yapılmaktadır, modüler yapıları sebebiyle perdenin yüksekliğinden veya genişliğinden bağımsız olarak çeşitli durumlara adapte edilmeleri kolaydır.

Şeffaf hafif iletken cam. Poli-karbonat, poli-metakrilat veya cam. Bu materyallerin herbiri farklı özelliklere ve mekanik güçlere, zafiyetlere, hava şartları sebebiyle yaşlanma (özellikle UV ışınları) etkilerine sahiptir.

- Yansıyan yüzey. Meyilli bariyer kurulumu mümkündür.
- Fizibilite. Kurulumu kolay. Genellikle standart çelik profilden yapılmış olan destek yapıya şeffaf table monte edilir. (IPE, HEB, etc.).
- Verimlilik bazı unsurlara bağlıdır. Gürültü yansıtan bariyerler kullanılıyorsa (şeffaf materyaller) bunların kullanım alanları yansımanın problem çıkarmayacağı yerlerle sınırlandırılmalıdır. Ya da 15°'lik açı ile kurulumu yapılabilir.
- Dayanıklılık. Olumsuz fiziksel mülkiyetler.
 - Bazı şeffaf materyallerin polikarbonatı UV aşınmasından etkileniyor (ve şeffaflığını kaybediyor).
- Maliyet. Daha konvansiyonel alternatiflerle kıyaslandığı zaman çoğunlukla maliyetlidir. 4-5 metre yüksekliğinde bir bariyerin maliyeti metrekare başına 500 – 1000 EURO.
- Maliyet. Bakım. Yüksek:
 - Şeffaf bariyerler sık sık temizlik gerektirir.
 - Vandalizme açık – cam kolayca kırılabilir, akrilik kolaylıkla çizilir.
 - Şeffaflık kirleticiler tarafından bozulabilir.
- Güvenlik, trafik.

- Şeffaf ve hafif bariyerler. Rüzgarın ve statik yükün önemi.
- Şeffaflık “göz kamaştırıcı” olabilir.
- Şeffaf panellerin araçların etkisinden korunmaları gerekebilir.
- Herhangi bir araç çarpmasının etkisiyle kırıkların dağılmasını önlemek için control önlemi.
- Yangına dayanıklı materyallerin seçilmesi gerekir.
- Estetik. Çeşitli koşullarda gürültüye psikolojik tepki verilebilir:
 - Şehirlerde şeffaf bariyerler. Şeffaf materyaller yüksek gürültü bariyerlerinin görsel etkisini azaltacaktır. “Pencereler” (örneğin gürültü bariyerinin göz hizasına gelen kısmına şeffaf panellerin yerleştirilmesi) karayolunu kullananların, etraflarını görmeleri sayesinde kendilerini konumlandırmalarını sağlar.
 - Şeffaf bariyerlerin vandalizm ve duvar yazıları ile ilgili sorunları vardır.

Yutucu “sandviç panellerle” yapılmış metal bariyerler (yutucu materyal iç tarafta).

- Fizibilite.
 - Genellikle destek yapısı çelikten yapılmış olup dikey veya bükümlü profillerle zemine oturtulmuştur.
- Fizibilite. Kolay kurulum.
 - Delikli sacdan yapılmış yutucu metal paneller, ses yutucu malzeme ile kaplandığında klasik metal bariyerlerden daha hafiftirler.
 - Çeşitli şekiller alabilmesi için plastisite. Örneğin eğimli gürültü bariyeri.
- Maliyet. 4-5 metre yüksekliğinde bir bariyerin maliyeti metrekare başına 200 – 300 EURO.
- Maliyet. Bakım.
 - İkame edilmesi kolay.
 - Delikli kaplama toz, kirlilik sebebiyle çöker ve yutucu materyalin özellikleri bozulur.
 - Düz yüzeyler, kirlenme daha belirgin olacağı ve bariyerin görüntüsünü kötüleştireceği için daha düzenli aralıklarla temizleme gerektirebilir. Yüksek basınçlı su jetleri uygulanmalıdır.
 - Periyodik denetim ve yapının metal kısımlarının boyanması. Ek yerlerinin sıkılaştırılması ve ilk kurulum sonrası sabitleme.
- Estetik. Çeşitli koşullarda gürültüye psikolojik tepki verilebilir.
 - Gürültü azaltımında ağaçların çok fazla etkisi yoktur ancak yakın etki altında olanlar gürültünün belirgin şekilde azaldığını iddia etmektedirler. Vejetasyonla kaplanmış gürültü bariyerleri insanları daha iyi hissettirmektedir. Seçilen bitkilerin düşük seviyede bakım ihtiyacı bulunmalıdır.
 - Beton yutucu bariyerler dışında çeşitli renkleri mevcuttur. Metal ve beton malzeme, görsel etkiyi yumuşatmak için bir yüzey işlemine gereksinim duyar.
 - Polyamit bazlı boyalar duvar yazılarının daha kolay silinmesine olanak verir.
- Güvenlik, trafik.
 - Bariyerlerin yapısal tasarımlarının, otomobillerin etkisi ile ilgili olarak trafik güvenliği açısından incelenmeleri gerekir.
- Dayanıklılık
 - 15-20 yıl.
- Dayanıklılık. Negatif fiziksel etkiler.
 - Metal. Paslanma.

Önlem 55) Literatür örnekleri ve deneyimler.

Şeffaf bariyerlerin rutin kullanımı:

- Köprüler ve yüksek yamaç bölgeler.
- Şeffaf paneller, görsel olarak daha az belirgin oldukları için binalara daha yakın ve daha yüksek inşa edilebilirler.
- İnsanlar tarafından yoğun olarak yerleşilmiş ve kullanılmakta olan şehirleşmiş bölge senaryolarında bariyerler şu şekilde tasarlanmalıdır:
 - Bulvarlara doğru ve bulvarlardan gelen önemli görüş açılarının kapanmasını engelleyecek şekilde.
 - Gözetim yapma gerekliliği olan bölgelerde kamu güvenliğini arttıracak şekilde.
- Diğer bariyerlerin üst kısmı olarak kullanılabilir (veya karma).

Şeffaf bariyerlerin rutin kullanımı:

- Gerekli olduğu hallerde çevre yolları boyunca yüksek bariyerler.
- Yolun her iki yönü boyunca, görülen yüzeylerde ve/veya raylara ve kavşaklara çok yakın lokasyonlarda (risk of interaction screen-body) hassas alanlar mevcut ise.
- Vejetasyonla kolaylıkla entegre edilebiliyorsa.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LİK	ÖLÇEK
Şeffaf bariyerler				Yerel
Metal yutucu bariyerler				Yerel

Önlem 56) Gürültü bariyerleri: şekilleri ve tasarımları.

Gürültü bariyerleri farklı fonksiyonları olan iki ayrı yüz olarak düşünülmelidirler. Normalde iç yüzeyinin işlevi akustik olup dış yüzeyi peyzaj ve şehir entegrasyonuna tahsis edilmiştir.

- **Açılı (eğimli) bariyerler**, gürültüyü yukarı yönlü ve binalardan uzağa yansıtır.
- **Dağınık bariyer**, farklı yüzeylerinde farklı açılarla inşa edilmiş böylece gürültüyü istenen yöne yansıtan, örneğin hassas alıcıları koruyacak şekilde. Genel bir kural olarak bir gürültü bariyerini 7°'lik açı ile dışarı doğru eğimle inşa edersek yansıma etkisi azalacaktır.
- **Bükümlü bariyerler**. Sundurma ve bariyerler ile karayollarını/demiryolu hatlarını kısmen veya tamamen kaplayan çeşitli çözümler. Bazen güneş panelleri ile kaplanmış olan yarı kapalı veya tamamen kapalı bariyer örnekleri (boru hattına benzer bariyerler) mevcuttur.
 - Verimlilik [QCITY]. Çok yüksek. 10-25 dBs.
 - Maliyet [QCITY] 5-10 m bükümlü bariyerin m2 başına maliyeti 2000 ila 4000 Euro aralığındadır.
- **Konutları ve kamuya ait parkları, yoğun caddelerden ve demiryollarından koruyan cam kaplama bariyerler**. Yakınlarda bulunan binalarla aradaki boşlukları genellikle şeffaf materyallerle kapatır. Çok katlı bir apartmanın cephesinde bulunan

yatak odaları ile oturma odaları için gürültü yalıtımı amacıyla dışarıdan cam kaplama monte edilmiştir:

- U şeklindeki binayı perde benzeri bir bariyerle (20 m'den daha yüksek olabilir) kapatmanın verimliliği şehirleşmiş bölgelerde oldukça yüksektir, verimliliği sadece insanların binanın içinde ve dışında dolaşmalarına izin verecek şekilde bırakılması gereken boşluklara bağlıdır.
- 6 veya daha fazla katlı bir binanın tamamını kaplamak için gerekli olan yüksekliği gözönünde bulundurarak binalarda iyi bir destek tasarlamak oldukça kolaydır.

Önlem 56) Literatür örnekleri ve deneyimler.

- Viyana. [KOTZEN]. 20 metre yüksekliğinde cam kaplama, çok katlı binaları (6 kat) yoğun karayollarından ve şehir içindeki demiryollarından korur. Buzlu cam şeklindeki duvar u şeklindeki binanın uçlarındaki cepheler arasında asılı bulunur.
- İtalya [ARPAT]. Chiasso'daki A2 otoyolu. Gürültü bariyerleri eğimli iki parçadan oluşmakta ancak bu parçalar tünele benzer şekilde kapanmazlar. Bariyer, birbirleri ile birleştirilmiş 3 farklı kalınlıkta dairesel profil çelik kazıklardan (2500 ton) oluşturulan bir "orman" adeta. Bariyerin destek kaplamasının 20.000m²'si ses yutucu alüminyum panellerden ve 40.000m²'si ise lamine camdan oluşmaktadır.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LİK	ÖLÇEK
Konutları ve kamuya ait parkları koruyan cam kaplama				Yerel
Heykelsi, oluk şeklinde bariyerler				Yerel

Önlem 57) Gürültü bariyerleri : üst kısımları.

Aynı yükseklikte sıradan üstü düz kesimli gürültü bariyerinin verimliliği, üst kısmın eğimli hale getirilmesi ile artırılabilir. Bu ayrıntı aynı zamanda azaltımı da artırabilir.

Bariyerin üst kısmının şekli, ölçüsü ve materyali dikey sapmada önemli bir rol oynar. Gürültü bariyerlerinde kullanılan şekiller çok çeşitlidir: bariyerin üst kısmı için farklı çözümler içeren dikey, eğimli ya da sundurmalı bariyerler : T şeklinde, Y-şeklinde ve çok kenarlı, tırtıklı kenarlı, silindirik kenarlı üst kısım, v.b. bu tasarımların hepsinin amacı kırılmaların sayısını arttırmak ve sonuçta bunların yansıyan dalgalarla etkileşimini sağlamaktır. Gürültü yutucu materyallerin, gürültü kaynağına ve her bir "Y"nin üst kısmına dönük yüzeylere sabitlenmiş olmaları verimliliği arttıracaktır.

- Verimlilik.
 - T şeklinde üst kısım. 2-3 dB'lik azaltım, yaklaşık 1 m daha kısa olan bir bariyere eşdeğer bir azaltım.
 - Çok kenarlı, Y-şeklinde, Y-üst kısım. Gürültü yutucu materyallerin ses kaynağına ve "Y"nin üst kısımlarına dönük olması daha verimli olacaktır. 1-3 dB aralığında azaltım.
 - Tırtıklı kenarlı üst kısım. 6 dB azaltım.
 - Silindirik kenarlı yutucu üst kısım. 6 dB azaltım.
 - 0,5 m'den büyük yarıçapa sahip silindir şeklinde üst kısmın maliyeti [QCITY], metre başı 200 ila 400 Euro aralığındadır.

Önlem 57) Literatür örnekleri ve deneyimler.

- Gent. [KOTZEN]. Gürültü yutucu özellikte bariyerin üst kısmında, 3 dB'lik fayda sağlayan boru şeklinde yutucu özellikte gürültü azaltıcı (65 cm yüksekliğinde ve 60 cm genişliğinde) .

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LIK	ÖLÇEK
Boru şeklinde yutucu üst kısım	◇	△	△	Yerel

Önlem 58) Tren raylarına yakın bölgede bulunan alçak bariyerler.

Şehirleşmiş alanlar ve demiryolu/tramvay hatları için ilginç bir çözüm, traverslerin sonlarına çok yakın mesafede 0.5 – 1 m aralığında alçak bariyerlerin inşa edilmesine dayanır (genellikle ray orta çizgisinin 1.70 m uzağında). Beklenti, belirli durumlarda (tekerleğin dönme gürültüsünün makine gürültüsünden daha güçlü olması halinde) geleneksel bariyerlerin yaptığı perdeleme işini, görüntüyü engellemeksizin bu sistemin yerine getirmesidir. Bu özelliği sayesinde bahse konu sistem şehir tasarlama ve planlama açısından daha kabul edilebilirdir. Ancak, güvenlik sebebiyle bu bariyerler trafiğe öylesine yakın mesafede inşa edilmişler ki çok az sayıda ülke onaylamıştır.

- Verimlilik. Gürültü.
 - Azaltım seviyesi bariyer yüksekliğine, akustik özelliklerine, raylarla ilintili konumuna ve yerel topografyaya bağlıdır.
 - Bu bariyerlerin ölçülmüş gürültü azaltım miktarı 2 ila 10 dB aralığındadır.
 - Diğer bazı raporlar sadece tekerlek/ray gürültüsü için 8-10 dB aralığında azaltımlar göstermektedir (boji davlumbazları ile birlikte veya değil).
 - [QCITY] raporuna göre bir raydan yakın mesafede konumlandırılan 0,7 m yüksekliğinde ses yutucu platform şeklindeki ekranlar 6 -11 dB aralığında gürültü azaltımına yol açabilir.
 - Materyaller. Demiryolu araçlarının gövdesi ile gürültü bariyeri arasında yüksek seviyede yansıma görülebilir, bu durumda önerilen gözenekli beton gibi yutucu bariyerlerin kullanılmasıdır.
- Maliyet.
 - Normal bariyerlerden daha ucuz (bariyer ve temel), raylar arasında alçak bariyerlerin gerekli olduğu durumlar hariç.
 - Maliyet [UIC] 0,7 m yüksekliğinde ses yutucu bariyerin doğrusal m başına maliyeti 1.152 Euro.
 - Maliyet [QCITY] 0,7 m yüksekliğinde ses yutucu bariyerin doğrusal m başına maliyeti 500 - 1.500 Euro.
- Maliyet. Bakım.
 - Maliyet yok.
- Dayanıklılık.
 - Yaşam süresi 25 yıl.
- Fizibilite.
 - Küçük bir temel olsa dahi kanalizasyon, kablolar ve raylara yakın mesafede bulunan yapı unsurları ile çelişki doğabilir.
- Olumsuz etkiler.
 - Altyapı bakımı bariyerlerin mevcut olması halinde, olmamaları halinden daha zor ve maliyetli olacaktır.
 - Raylar üzerinde çalışanlar için risk oluşturacaktır.
 - Kar uzaklaştırma.

Önlem 58) Literatür örnekleri ve deneyimler.

Alçak bariyerlerin kullanım sıklığı geleneksel yüksek bariyerlere oranla belirgin biçimde daha düşüktür. Her ne kadar gerçek kullanım durumları varsa da raporlanan çoğu uygulamalar test bölümlerine aittir.

İsveç [UIC]. Zblok bariyeri denendi. Ray orta çizgisinden 1.70 m uzağa, ray başından 0.73 yüsekte yerleştirilmiştir.

- Bariyerin verimliliği yük trenleri için 4-6 dB(A) ila yolcu trenleri için 8-9 dB(A) aralığında değişmektedir. Bu fark yolcu trenlerinin yapısından kaynaklanmaktadır, trenin kaynak yüksekliği daha düşüktür.

Almanya [UIC] Almanya'da 9 farklı konumda 7 ayrı alçak – yakın bariyerle bir deneme yapıldı. Zblok bariyeri, çelik yapım ve taşlarla doldurulmuş gabyonlar test edildi.

Bariyerler ray orta çizgisinin 1.75 m uzağına, ray üst kısmından 55 cm veya 74 cm yükseğe yerleştirilmişler. Akustik ölçümler 25 m mesafede ve farklı alıcı yüksekliklerinde gerçekleştirilmiş.

- Verimlilik.
 - Yük trenleri ile yolcu trenlerinde benzer azaltım etkileri elde edilmiştir. En iyi sonuçlar 74 cm'lik bariyerlerde, ray üzerinde bariyerin önünde elde edilmiştir. Azaltım miktarı 3.5 m yükseklikte 6 dB(A), 6.3 m'de 5 dB(A), ve 9.1 m'de 4 dB(A) kaydedilmiştir.
 - Daha uzakta bulunan raylardaki azaltım miktarları daha düşüktür. Sonuç olarak her iki tarafında alçak ve yakın bariyerlerin bulunduğu çift raylı durumlarda bir orta bariyer ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu durum teorik olarak toplamda 2 dB(A)'lık bir iyileştirme sağlayacaktır. Ancak bu çözüm de genellikle raylar arasında var olandan daha fazla yer ihtiyacını doğuracaktır.
- Güvenlik ve düzenlemeler.
 - Şu an için çalışanların güvenliği ve tahliye sebepleri ile sadece tek taraflı bariyer için onay verilmiştir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LİK	ÖLÇEK
Tren raylarına yakın mesafede alçak bariyerler	◇	◇	◇	Yerel

5.2. Akustik bariyerlere alternatif perdeleme yöntemleri.

- 37) Yeşil bariyerler. Canlı bariyerler.
- 38) Karayolunun veya tren rayının dikey ya da yatay hizalanması.
- 39) Karma yapılar.
- 40) Gürültü kalkanı vazifesi gören binalar.
- 41) Inovatif bariyerler. Esnek gürültü perdeleri.

Önlemlerin genel tanımlaması ve 5.2. paketi hakkında diğer yorumlar

Gürültü banketleri, taşıma tesisi boyunca kesintiler, bariyerler ile aynı etkilere sahiptirler. Ancak bunların maliyetleri ve mühendislik deneyimi gereksinimleri çok farklı olup bunlar ayrıca tartışılacaktır. Aynı fizik prensibi ile çalışan, farklı materyaller, sadece doğrusal gürültü kaynakları üzerinde değil çeşitli şekillerde uygulanan diğer perdeleme objeleri ve bariyerler.

Önlem 59) Yeşil bariyerler.

Vejetasyon, bitkiler çok sık ve uygun yükseklikte/uzunlukta olmadıkları sürece gürültü emisyonunu bloke etmeyeceğine göre iyi bir ses bariyeri olarak görülmez. Şehir içlerinde karma kullanımın baskın olduğu çevrelerde, gürültü azaltımı yapabilecek bitkilerin ekimi için çok az sayıda olasılık vardır.

Vejetasyon gürültü seviyelerini hem yutarak (yapraklar ve diğer yumuşak kısımlar) hem de yayarak (ağaç gövdelerinden ve dallardan) azaltıyor. Böylece sezona ve vejetasyon türüne göre gürültü azaltımı değişebilir.

- 10 m derinliğinde sıkı vejetasyon (orman ve çalılık) 1-3 dB gürültü azaltımı sağlar.
- [KOTZEN] azaltım faydası hem düşük (250 Hz) hem de yüksek (>1 KHz) frekans aralıklarında ölçülmüştür. Orta frekansta herhangi fayda gözlenmemiştir.
- Diğer yazarlar, 30 m derinliğinde, etkin bir biçimde görüşü engelleyen sıkı vejetasyonun gürültü seviyelerini 5 dBA'ya kadar düşürdüğünü ifade etmektedirler.
- Maliyet. Doğrusal metre başına 300 Euro.

Ancak literatürde **yeşil bariyerler** denince, peyzajın içerisine inşa edilen sadece estetik değil aynı zamanda psikolojik ve hedefe yönelik kazanımlar sağlayan bariyerler aklı gelir. Yeşil bariyerlerin türleri şu şekilde özetlenebilir:

- Gürültü kaynağının manzarasını keserek insanların, yoğun trafiğin olduğu yönündeki farkındalığını azaltabilen, yukarıda bahsedilen sıkı ağaç ve çalı vejetasyonu.
- Bitkilerle çevrili yapı materyallerinden inşa edilmiş bariyerler.
 - Bariyerin iç kısmında, yakın komşular için görsel anlamda bir iyileştirme kaydedilir.
 - Bariyerin dış kısmında ise yansıtıcı bariyerlere yutuculuk eklenebilir.
- Vejetasyon zemin dolgusuna destek ve sağlamlık sağlayabilir.

Önlem 59) Literatür örnekleri ve deneyimler.

- [KOTZEN] Londra. "Lonicera nitida" destek niteliğinde dış yapı boyunca kullanılan, **her daim yeşil duvara tutunan** Temse nehrinde bariyer parkında kullanılan bir bitkidir. Sıkı, çabuk büyüyen çalı alternatifidir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LIK	ÖLÇEK
10 m derinliğinde yeni ve sıkı vejetasyon ekimi				Yerel

Önlem 60) Karayolunun veya demiryolu hattının dikey ya da yatay hizalanması.

Bu önlemler paketi altında perdeleme vazifesi gören arazi gözönünde bulundurularak altyapının geometrik dizaynı ele alınmıştır.

Perdeleme bariyerlerinin prensipleri şu şekilde uygulanabilir:

- Yer varsa ki bu bazı şehirleşmiş alanlarda çok görülmemekle beraber Zemin tümsekleri daha ilgi çeken bir çözüm olabilir (aynı zamanda **arazi tümseği** veya **arazi eğimi** olarak da nitelendirilebilir). Altyapı, kendisine paralel olan arazi eğimleri arasına sıkışıp kalmıştır. İnşaat aşamasında bu azaltım önlemi artık malzemeler kullanılarak, yok sayılabilecek maliyetlerle inşa edilebilir. Bazı hallerde tümseğin merkezi, maliyeti azaltmak için alternatif materyallerle doldurulabilir (örneğin geri kazanılmış lastikler gibi). Tümseklerin tasarımı yerel peyzajla ve topografi ile uyumlu olmalı ve şehrin büyük bir kısmında uygulanabilir olmamalı.
 - Verimlilik. Yeryüzü tümsekleri ile sağlanan perdeleme seviyesi uygulanmış olan yükseklik ve eğim kombinasyonuna bağlıdır.
- Altyapı profili yeryüzü çukurunun dibinde ya da bir yarma'da (çökmüş karayolu) bulunuyorsa. Ses kaynağının bir yarmada yer alması sesin kaynak ile alıcı arasında doğrudan taşınmasını engelleyecektir. Ancak ses konusunda, demiryolları boyunca ve etrafında bulunan yarmalarda yapılan çalışmalar, demiryolu araçları ile yarmaların duvarları arasında ve yarmaların kendi duvarları arasında gerçekleşen çok sayıda ses yansıması gürültü seviyelerini domine edebilirler. Bu, yarmaların duvarlarının akustik açıdan sert olması halinde karşılaşılan özel bir durumdur.
- Karayolunun veya şeritin, **tüneller, altgeçitler ve kanallar (yarı tüpler)** ile tamamen veya kısmen kapatılması. İnşa edilmiş yarım tüplerin tabanından geçen altyapı. Gürültü azaltımındaki verimlilik açısından bir tünel elde edinceye kadar yapıların tamamen kapanması (karayollarının ve demiryollarının “kes-ve-kapat bölümleri”) en ilginç ama en pahalı çözümdür. Akustik perdelemede (modüler paneller, yarısaydam veya saydam malzemelerle kaplanmış bariyerler, v.b.) kullanılan yöntemle benzer şekilde tamamen veya kısmen kapatma için başka çözümler de var ancak hafif bileşenleri içeren yüksek yatırım maliyeti sebebiyle bunların da kullanımları oldukça sınırlıdır.

Önlem 60) Literatür örnekleri ve deneyimler.

Kanada. British Columbia Ulaştırma ve Karayolları Bakanlığı (1997).

- Verimlilik. Yeryüzü banketleri. Aynı yükseklikte ve aynı pozisyonda gürültü bariyerinden 2 dB(A) daha az.
- Verimlilik. Yüksek oranda ses yutucu özellikte yüzeylere sahip banketler, normal çimle kaplı yüzeylere oranla 4-5 dB(A) daha iyi performans sergileyecektir.
- Verimlilik. Pratik uygulanabilirlik. Büyük ayakizi sebebiyle banketin ön ayağı, bir bariyerin ön ayağı ile aynı pozisyonda konumlandırılmıştır böylece bariyerle kıyaslandığı zaman banket ile perdelemeye yaşanacak kayıp azaltılmıştır.
- Verimlilik. Yeryüzü banketlerinin perdeleme etkisinin, banketin tepesinde alçak bariyerler kullanılarak artırılabilceği rapor edilmiştir.
 - En fazla gürültü azaltımı, 10.2 dB(A), 3 m yüksekliği ve 3:1 eğimli banketin tepesinde inşa edilmiş 1m'lik duvar ile elde edilmiştir.
 - 2.5 m yüksekliğinde hendeğin tepesinde 0.5 m yüksekliğinde gürültü bariyerleri bulunması durumunda, bariyer olmaksızın 5 m yüksekliğinde bir hendekten daha yüksek ya da eşdeğer verim alınabilir.

Barcelona [DRI] Bozuk otoyol, kısmen yolun iki tarafında bulunan, yutucu, karayolunun üzerine doğru eğilen, beton gürültü bariyerleri. [QCITY] 15-25 dB gürültü azaltımı. Doğrusal her bir metre başına 100.000 ila 300.000 Euro aralığında (duvarların ve bariyerlerin yüksekliğine bağlıdır).

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LİK	ÖLÇEK
Otoyolun yapımında yeryüzü banketleri				Yerel
Bozuk otoyol				Yerel

Önlem 61) Karma yapılar.

Karma yapılar: yeryüzü banketi + tepesinde bariyer kombinasyonundan elde edilen sonuçlar, örneğin bitkisel arazi kaplama unsurları, v.b.).

- Tamamlayıcılık. Pozitif.
 - Zemin tümseklerinin tepesinde veya yarmaların tepelerinde konumlandırılmış en uygun bariyerler.
 - Yutucu panellerin kurulumu veya duvarların yutucu malzeme ile kaplanması. Genellikle duvarların, hendeklerin duvarlarının, bağlantı ve tünellerin duvarlarının ses yutuculuk derecesini belirgin biçimde arttırmak için uygulanır. Yutucu bariyerler için kullanılan malzemelere benzer malzemeler sıklıkla kullanılır. Diğer bir olası çözüm ise yüzeylerin kaplanması işlemidir.
 - Bariyer, yeryüzünün tümsekli yapısına destek ve sağlamlık, aynı zamanda gürültü azaltımına ciddi bir katkı sağlayabilir.

Önlem 61) Literatür örnekleri ve deneyimler.

Bu aynı zamanda, yüksek hızlı trenlerin tünellere girmesi halinde, havalandırma boşluklarından gürültü emisyonu olması durumunda uçakların sebep olduğu patlama sesi etkisi yaratır. Bu ikincil gürültü kaynakları sırasıyla tünel başlıkları/portal tasarımı, yutucu örtü ve siperler vasıtasıyla azaltım gerektirir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LIK	ÖLÇEK
Yeni yeryüzü banketi + bariyer				Yerel

Önlem 62) Kalkan görevi gören binalar.

Binalar ve diğer insan yapımı nesneler de kalkan görevi görebilirler ve ardıl gürültüye hassas alıcıları karayolu koridorundan koruyabilirler. Bazen şehir planlamasında bir azaltım önlemi düşük ölçekli bir girişim olarak değerlendirilebilir. Daha yüksek gürültü toleransı olan binaları (örneğin ticari kullanımlar, ofisler, boş zaman geçirilebilecek faaliyet sahaları, v.b.) ulaştırma yapıları ile hassas binaların (örneğin konutlar, okullar, hastaneler, v.b.) arasına yerleştiriniz. Böylelikle daha az hassas olan binalar gürültü perdesi vazifesi görürler. Elde edilebilecek gürültü azaltımı miktarı bina ölçeği, binalar arası boşluklar, ve diğer coğrafi ve geometrik unsurlara bağlı olarak değişebilirler. Azaltımlar, binaların büyüklüğü ve uzunluğu arttıkça ve/veya birinci sıradaki binalar ile ikinci sıradaki binalar (ve daha sonraki sıralar) arasındaki boşluk azaldıkça oransal olarak artabilir.

Örneğin çok katlı bir otoparkın ulaşım yapısı ile hassas binaların arasına yerleştirilmesi, otoparkın gürültü perdesi vazifesi görmesi sağlanabilir ancak yeni ortaya atılan bir fikir de konutların ve diğer hassas binaların altyapı kaynaklı gürültüden korunmasını sağlamaya yöneliktir. Bu fikir uyarınca binaların birinci katlarının diğer katlardan daha geniş bir alana inşa edilmesi böylece altyapı kaynaklı gürültünün perdelenmesi hedeflenmektedir. Büyük balkonların inşa edilmesi de benzeri bir etkiye sebep olabilir.

Gürültüden etkilenen bölgelerde gelişim control planları ve yeni binaların projeleri, yükseklikleri, tasarımları, akustik yalıtımlarının gürültü etkisinin minimize edilmesine katkısını garanti altına alınmasını sağlar.

- Maliyet-fayda çözümü. Gürültüye duyarsız binalar her halikarda inşa edilecekler.
- Eğer binalar karayoluna veya tren raylarına yakın ise verimlilik 10-20 dB.
- Verimlilik [SESSİZLİK]. 5-14 dB.

Önlem 62) Literatür örnekleri ve deneyimler.

- [KOTZEN] Hollanda. Utrecht yakınlarında bir otoyolun önünde bulunan, yontu mimari özelliğinde (klasik mimari çizgilerin dışında) bir bina içerisinde lüks bir oto galeri barındırırken aynı zamanda arka tarafında bulunan yerleşim bölgesinde gürültü azaltımı sağlıyor.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Gürültüye hassas olmayan binaların bariyer olarak kullanılması				Yerel

Önlem 63) Özel bariyerler.

Yenilikçi bariyerler. İç ve dış mekanda aşırı gürültüyü control altında tutmak için esnek gürültü perdeleri. Genellikle bir bariyeri veya kapatmayı oluşturacak şekilde bir veya daha fazla prefabrik esnek akustik perde panellerinden oluşur. Bu temel ses bariyeri paneli, bir veya iki taraflı olarak bir dizi farklı farklı ses yutucu material ile kaplanabilir, böylece istenen akustik özelliğe sahip olacak şekilde bir kompozit perde oluşturulabilir.

- Bariyer materyalleri şunlardır:
 - Üst seviyede güç ve dayanıklılık için takviyeli polyester.
 - Kapitoneli fiberglas sayesinde dış mekana karşı daha yüksek derecede dirençli olan ses yutucu paneller.
- Maliyet. Düşük.
- Kolay kurulum, taşınabilirlik veya modifiye etmek.
- Bakım kolaylığı.
- Bildirilen verimlilik. 15-20 dB(A)'ya kadar gürültü azaltımı.

Önlem 63) Literatür örnekleri ve deneyimler.

Sadece satıcıların literatürü. Uygulamalar.

- Ticari sokaklar.
- İnşaat.
- Sanayi.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LIK	ÖLÇEK
Flexible Noise curtains	◇	◇	◇	Local

VERİ FÖYÜ 6. ŞEHİR PLANLAMA VE GÜRÜLTÜ YÖNETİMİ

END’de akustik planlama, planlanmış önlemlerle gelecekte oluşabilecek gürültüyü control altında tutma olarak tanımlanmaktadır. Örneğin trafik için system mühendisliği, trafik planlama, ses yalıtım önlemleri aracılığıyla azaltım, kaynakların gürültü kontrolü ve aynı zamanda arazi kullanımı planlaması.

Arazi kullanımı planlaması ve şehir gelişim planlarının ele alınması (konut, altyapı, v.b.), sakinlerin gürültü maruziyetlerinin artması veya azalması konusunda ciddi katkısı olabilir. Dolayısıyla şehir planlama ile ilgili olarak ve mevcut şehirleşmiş alanlarda olası değişiklikler anlamında gürültü gözönünde bulundurulması gereken önemli bir unsurdur. Bu planların taslakları, belediye yetkililerince kent planlama yasası altında, çevre de dahil olmak üzere çeşitli amaçlar doğrultusunda arazi kullanımlarını düzenlemek için hazırlanır.

Şehir planlamaya entegre edilebilecek azaltım önlemleri, yeni gelişim alanlarında çevresel etki çalışmaları gerekli olduğu zaman en büyük potansiyeline ulaşabiliyor. Bu şekilde gelecekte, daha maliyetli ve verimsiz azaltım önlemleri engellenebilir. Dolayısıyla, en önleyici ve genel anlamda fayda – maliyet oranı en yüksek gürültü önlemi olarak düşünülebilir. Gürültü zonlarına ayırma konseptinin uygulanması, arazi kullanımlarının tahsis edilmesi esnasında birincil gürültü kaynakları ile gürültüye hassas alanlar arasında tampon alan oluşturulmasına izin verir. Karar vericiler de bu doküman içerisinde yer alan herhangi gürültü önlemini uyarlayacak pozisyonda olabilirler: örneğin kamuya ait araç filolarının iyileştirilmesi, demiryolu istasyonuna yakın mesafede bulunan yeni park alanlarının tesis edilmesi, ulaşım için bisikletin teşvik edilmesi, v.b.

Ele alınan önlemler aşağıdaki paketleri içerirler:

- **Paket 6.1. Şehir planlama ve gürültü yönetimi**

6.1. Şehir planlama ve gürültü yönetimi.

- 42) Arazi kullanımı planlaması: Başlıca gürültü kaynakları ile hassas alıcılar arasında mekansal ayırma.
- 43) Arazi kullanımı planlaması: Gürültü ile uyumlu arazi kullanımı planlaması veya gürültü zonlarına ayırma.
- 44) Arazi kullanımı planlaması: Yüksek gürültü kaynaklarının etrafında bulunan kullanımların, örneğin başlıca stratejik altyapılar gibi, deklare edilmesi.
- 45) Şehrin büyümesini tasarlayabilmek için öngörülü çevresel etki değerlendirme çalışmaları.
- 46) Mevcut sanayi ve eğlence tesisleri için gürültü azaltım programı.
- 47) Konut ve diğer hassas gelişme tasarımları.

Önlemlerin genel tanımlaması ve paket 6.1 hakkında diğer yorumlar

Gelecekte ortaya çıkabilecek gürültü etkilerini minimize etmek için yeni gürültü kirliliği yaratacak yapıların taslağının ve tasarımının kritik önemde olabileceği anlaşılabilir. Gürültü ile başa çıkabilmenin en etkin yöntemlerinden bir tanesi alternatif lokasyonlar seçerek problemi planlama ile ortadan kaldırmak ya da hizalama (yatay/dikey) ile ciddi problemleri önlemek. Diğer taraftan yeni yerleşim alanlarının ve hassas alanların gelişmesi gelecekteki gürültü etkilerini gözönünde bulundurarak bunların kontrolü için araçlar temin etmelidir. Yeni binaların yükseklikleri, oryantasyonu ve pozisyonu uygun bir azaltım önlemi olabilir, bununla birlikte fonksiyonları, karayollarına olan mesafeleri ve düşük gürültü hassasiyeti ile tampon bölgeler de değerlendirilebilir. Böylece sürdürülebilir şehir amacı doğrultusunda, şehir plancıları, inşaat mühendisleri, trafik yöneticileri ve gürültü uzmanları arasında işbirliğinin, bir projenin daha en başından itibaren gerekli olduğu açıkça görülmektedir.

Gürültünün şehir planlama ile control edilmesi , gelişmeyi engellemez hatta mantıklı gelişim planları gerektirir ve gürültüye hassas kullanımlar ile ulaşım altyapıları arasında koruma gerektirir. Bu araçlardan bazılarının yasasya dahil edilmesi öngörülü çalışmaların, sistematik ve standart şekilde yürütülmesini güvence altına alır. Açıkça söylemek gerekirse şehir planlama, gürültü emisyonu salanlar ile hassas alıcılar arasındaki ilişkiye etkisi olan bir politikadan geçer. Yaklaşım bütüncül olmalıdır. Bu amaca ulaşabilmek için karar verme süreci, çevresel etki değerlendirme çalışmalarına ve “kirleten öder” prensibine dayandırılmalıdır.

- Zaman ölçeği faktörü. Şehir planlama ve gürültü yönetimi uzun vadede daha sessiz yeni bir şehir tasarlanmasına izin verir; genellikle zaman ufku 15 yıldan fazla olarak belirlenir.
- Boşluk ölçek faktörü. Şehir planlama ve gürültü yönetimi bütün şehri etkiler.

Önlem 64) Arazi kullanımı planlaması: Başlıca gürültü kaynakları ile hassas alıcılar arasında mekansal ayırma.

Yüksek gürültünün potansiyel etkisini minimize etmek için arazi kullanımını uygun tekniklerle planlamak, bunlar arasında gürültü kaynağı ile alıcılar arasında mekansal ayırma da yer alır, önerilir. Hassas alanlar ile gürültü üreten alanlar arasındaki yakınlığı engelleyerek. Sanayi bölgeleri ve başlıca ulaşım altyapıları gürültüye hassas alanlardan, örneğin yerleşim alanları ve okullar gibi, uzakta planlanmalıdır. Böylelikle, gürültü kontrolü uygun tampon mesafelerin hesaplanması ile sağlanabilir. Uyumlu olmayan kullanımlar arasında ayırım yapma gereksinimi, arazinin perdeleme etkisi, bina tasarımları ve bariyerlerden faydalanmak suretiyle azaltılabilir. Bir karayolu ya da demiryolu projesi şu ana kadar gelişmemiş ya da gelecekte gelişmesi öngörülen bir alandan geçiyor ise bu durumda uygun arazi kullanımı yönetimi ile maksimum fayda birbiriyle yakın ilintilidir.

- Verimlilik. [SILENCE] Ayırma. Doğrusal bir kaynağın mesafesini iki katına çıkarmak, zeminin eğimine göre 3-5 dB aralığında bir azalmaya sebep olabilir.
- Verimlilik. [WGNA]. 0-2 dB Genel etki ve 0-6 dB yerel etki.
- Negatif yan etkiler. Tampon mesafeleri sıklıkla şehir içi bölgelerde, çeşitli arazi kullanım türlerinin birbirlerine yakın mesafede olmasından dolayı, pratik değildir. Birçok durumda mesafe şehir gelişiminin diğer hedefleri ile çelişir: Hastaneler otoban ağının yakınında bulunmalı, konut gelişimi demiryolu istasyonlarının yakınında, yoğun kentleşme gürültü açısından en kötü durum iken enerji açısından en iyi durumdur. Diğer taraftan mekansal ayırma tasarımcılar tarafından çok tercih edilmez çünkü değerli bir arazinin ekonomik olmayacak şekilde kullanımıdır. Bu gibi durumlarda gürültü bariyeri kullanımı veya yalıtım gibi önlemler daha gerçekçi yönetim yöntemleridir.
- Sinerjiler. Tamponları rekreasyon alanı, mutlak açık alan ya da yeşil hat olarak kullanarak topluma ilave faydalar sağlanabilir.
- Estetik. Yerleşim alanları üzerinde pozitif etkiler.
- Kamu düşüncesi. Bir toplumun genel yaşam kalitesi üzerinde pozitif etkiler.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIK LİK	ÖLÇEK
Başlıca gürültü kaynakları ile hassas alıcılar arasında mekansal ayırma				Yerel

Önlem 65) Arazi kullanım planlaması: Gürültü ile uyumlu arazi kullanımı planlaması veya gürültü zonlarına ayırma.

Gürültü zonlarına ayırma, gürültü ile uyumlu faaliyetlerin ve alanların biraraya getirilebilir olduğu prensibine dayanır. Her bir zon, belediyenin şehir planlaması çerçevesinde mevcut ya da planlanan kullanımına bağlı olarak akustik kalite hedefleri ile tanımlanır. Kategoriler hassas, konut, ticari, endüstriyel ve yüksek oranda yapılaşmış aralığında değişkenlik gösterebilir; bunlar da tekrar geçisi alt kategorilere ayrışabilirler. Zonlara ayırma işlemine, içeriğinde zonlara ayırma işlemine kılavuzluk yapabilecek kılavuzlar ve kamu projeleri bulunması sebebiyle çeşitli kullanımlar içeren kapsamlı bir planlama çalışması eşlik eder.

- Verimlilik. Gürültü zonlarına ayırma ve gürültü etki değerlendirmesi. Açık söylemek gerekirse bu aşamada gürültü azaltımından söz edemeyiz. Çünkü aslında bu noktada gürültü azaltımından söz edemeyiz çünkü planlama “önleme” kavramını içerir ancak “düzeltme” kavramını içermez. Verimlilikten sadece kıyaslamalı olarak bahsedebiliriz, planlı şehir bölgesini yenilenen şehir bölgesi ile karşılaştırabiliriz. Böylece tasarımcıların amacı, gürültü zonlarına ayırma ile ilgili olarak yasada yer alan sınır değerlerle uyumlu hale gelmektir.
- Verimlilik. Dolayısıyla 5 ila 15 dB aralığında bir azaltımdan söz ediyor olabiliriz. Bu değerler, yeni gelişmeler ve yapılaşmalar için mevcut alan ile doğru orantılı olarak artabilir.
- Verimlilik. [WGNA]. 0-20 dB yerel.
- Ulusal veya yerel yetkililer yeni binaların yapımında ses yalıtımı konusunda yeni yönetmelikler yapabilirler.
- Fizibilite. Negatif faktör. Genellikle gürültü ile uyumlu arazi kullanımı için yeterince talep olmuyor. Hatta bu tür zonlara ayırma, düzenli gelişme için diğer planlar ile uyumlu olmayabilir.
- Fizibilite. Yüksek oranda etki altında kalmış yerleşim alanlarının, tesislerin alternatif kullanımına izin vermek için yeniden zonlara ayrılması, belirli bir bölgedeki bazı evler için makul bir seçenek oluşturabilir.
- Negatif yan etkiler. Gürültü zonlarına ayırma kavramı ve binaların boş alanlara dağıtılması (yüksek popülasyon yoğunluğu kısıtlaması) iyi iletişim ve toplu taşıma olanaklarının gerekliliğini ortaya çıkarır.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Gürültü ile uyumlu arazi kullanımı planlaması veya gürültü zonlarına ayırma	△	☆	△	Makro

Önlem 66) Arazi kullanımı planlaması: Yüksek gürültü kaynaklarının etrafında bulunan kullanımların, örneğin başlıca stratejik altyapılar gibi, deklare edilmesi.

Uçaklardan kaynaklanan gürültünün konutlarda, okullarda, hastanelerde ve diğer hassas binalarda yaşam kalitesini olumsuz etkilemesi halinde havalimanı yetkilileri, bu tür arazi kullanım türlerini havalimanı ile uyumsuz kullanım şeklinde nitelendirebilirler.

Bu havalimanları için büyük bir problem. Ekonomik olarak bakıldığında zaman, havalimanları toplumun gelişimi açısından çok önemlidir. Faaliyetlerini azaltmak veya yerini değiştirmek, ekonomik maliyet açısından uygulanamayabilir. Bunun alternatifi, havalimanının çevresinde gürültü haklarının deklare edilmesi. Bu gibi bir deklarasyonun çift etkisi vardır: ev sahiplerinin uygunsuz bina inşa etme haklarının kesilmesi diğer taraftan da havalimanının binaların yalıtımını sağlaması veya konut edindirmesi. Arazi gelişim haklarının satın alınması havalimanı otoritesinin kullandığı bir yönetim aracıdır. Burada amaç havalimanının gürültü ayakizi içerisinde yer alan arazilerin sahiplerinin, arazilerine herhangi bir kısıtlama olmaksızın inşaat yapmalarını engellemektir. Bu işlem, parselin tapusunun değiştirilmesi ve sürekli bir tapu kısıtlaması getirilerek uygulanır. Konutların ve diğer gürültüye hassas yapıların yalıtılması, havalimanları tarafından alınan en pahalı gürültü azaltım önlemi olmuştur.

Başlıca karayolları veya başlıca demiryolları gibi diğer altyapı çalışmalarını gerçekleştirirken, yüksek seviyede gürültü maruziyeti bulunan arsaların ve konutların satın alınması, bir tampon bölge oluşturma işlevi görebilir. Bu aşamada ya binaların yıkılması ya da bunların daha az hassas ticari kullanıma hizmet edecek şekilde yeniden yapılandırılması seçenekleri ortaya çıkacaktır.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Yüksek seviyede gürültü kaynaklarını çevreleyen sıkıntıların bildirilmesi				Yerel

Önlem 67) Şehrin büyümesini tasarlayabilmek için öngörülü çevresel etki değerlendirme çalışmaları.

Yeni gürültü kirliliğine sebep olan faaliyetlerin tasarlanması esnasında bunların hassas alıcılar üzerinde gelecekteki olası etkileri dikkate alınmalıdır. Planlama sürecine yerel otoritelerin dahil olmaları gerekir, böylece şehrin gelişme planları hazırlanırken insanların gürültü maruziyetlerinin minimize edilmesi bu makamlarca güvence altına alınmalıdır. Yönetim, aynı zamanda öngörülü çevresel etki çalışmalarına dayanarak gelecekte ortaya çıkabilecek problemleri önleyecek şekilde kararlar almalıdır. Belirlenmiş olan gürültü rahatsızlıkları için uygun azaltım önlemleri dikkate alınmalı ve bunlar gelişme projelerine dahil edilmelidirler. Çalışmalar, birbiriyle çelişen arazi kullanımlarını ortaya koyarken fiziksel gürültü control önlemlerinin uygulanabilirliğini ve ekonomik fizibilitesini de, seçilmiş olan saha tasarımı ile birlikte ele almalıdır. Problemler alanların ortadan kaldırılması zor ise, daha uygun kazanç alanlarının desteklenmesini sağlayacak şekilde uzun vadeli planlara geçilmesi gerekir. Bu durumda atılacak adımlar şu şekilde olabilir:

- Mevcut ve gelecekteki kapalı – açık mekandaki çevresel akustik durumları değerlendiriniz.
- Gürültü azaltım önlemlerinin fizibilitesini belirleyiniz. Bu değerlendirme, sahanın planını, binaların altyapısını ve oryantasyonunu, arazi kullanımlarının sanayi, ticari, yüksek, düşük ve ortalama yoğunlukta konut ağırlıklı olarak bölgelere ayrılmasını da içerecek şekilde yapılmalıdır.
- Gerekli olduğu hallerde gürültü control önlemleri ve bakım prosedürleri öneriniz.
- Gerekli gürültü control önlemlerinin gelişme planlarına dahil edildiğini ve uygun şekilde çalıştığından emin olunuz. Gerekli gürültü control önlemleri için teknik detayları tanımlayınız, gerekli gürültü control önlemlerinin uygulanması ve bakımı için sorumluluk dağılımını ortaya koyunuz.
- Geri bildirim. Planın nihai bileşeni ise inşaat sonrası gözden geçirme prosesidir. Bu genellikle gürültü ölçüm çalışmaları vasıtasıyla gerçekleştirilir. Bu aşama plan ile planı geliştirenler arasında uyumu güvence altına almak, gelecekte geliştirici olacaklar için de control ve denge unsuru olmak içindir.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Öngörülü çevresel etki çalışmaları	△	☆	△	Yerel

Önlem 68) Mevcut sanayi ve eğlence tesisleri için gürültü azaltım programı

Çevresel gürültü ile ilgili bazı çok özel durumlar var ki bunların yetkili makamlarca yönetilmeleri oldukça zordur. Bu önlem başlığı altında sanayi ve eğlence tesisleri üzerinde yoğunlaşacağız. Özellikle çok sayıda sanayi tesisinin/eğlence yerinin birarada yoğun olarak bulundukları karmaşık durumlara odaklaşmak istiyoruz. Her iki durumda da, hassas alıcıların çok yakınında bulunan çok sayıda gürültü kaynağı üzerinde duracağız.

Bu durumların çoğunda mevcut kriterlerden daha yüksek gürültü emisyon seviyelerinin görüldüğü, mevcut sanayi ve eğlence kaynakları ele alınacaktır. Diğer durumlarda eğlence tesisleri, yakın çevrede herhangi yerleşim yeri bulunmadan önce vardır ya da sanayi tesisi faaliyetlerine herhangi gürültü control yönetmeliği yürürlüğe girmeden önce başlamış olabilir. Bu gibi sahalara yönelik azaltım önlemleri ya sayıca az olacaktır ya da maliyeti oldukça yüksek olacaktır.

Birçok örnekte bahse konu tesis veya sahanın içinde bulunan tesislerin bütünü, belirli tarihlerde belirli gürültü sınır değerlerine ulaşmakla yükümlüdürler. Bu şekilde bir alanın iyileştirilmesi esnasında gürültü de esas unsurlardan biri olacaktır. Ancak, genellikle gürültüyü azaltmak üzere resmi işletme uygulamalarının geliştirilmesi genellikle saha kullanımının yükseltilmesi ile ilişkilendirilmelidir ve bu işletme uygulamaları en erken fırsatta hayata geçirilmelidir.

Gürültü sınır değerlerine ulaşmak için gerekli olan gürültü önlemleri genellikle bir gürültü azaltım programı içerisinde belirlenmelidir ve zaman içerisinde aşamalandırılmalıdır. Gürültü azaltım programı lisans şartlarının olağan bir ek'i olarak düşünülmelidir. Gürültü azaltımını hedefleyen faaliyetler, çevrede yaşayan sakinlere en büyük faydayı sağlarken mevcut işletmenin koşullarında herhangi geriye doğru revizyon gereksinimi doğurmamalıdır. Bu hedefe, çeşitli gürültü control önlemlerini önceliklendirmek suretiyle ulaşmak mümkün olacaktır.

Bu süreç bir firmanın sahasını kısmen iyileştirmek için verdiği öneri ile başlayabileceği gibi çok ciddi gürültü şikayetleri ile de başlayabilir. Şikayetlerin söz konusu olması halinde genel süreç şöyle işler:

1. Aşağıdakileri belirlemek üzere gürültü ölçüm kampanyası:
 - o Mevcut özel gürültü seviyeleri (bahse konu kaynak tarafından üretilen gürültü seviyeleri), gürültü kaynağının çalışma modlarının dikkate alan gürültü seviyeleri (bazen toplam gürültü seviyelerinden hesaplanır).
 - o Mevcut artık (arka plan) gürültü seviyeleri.
 - o Sesin yayılımını olumlu veya olumsuz yönde etkileyen meteorolojik koşullar.
2. Özel gürültü seviyelerini gürültü kriterleri ile kıyaslayınız.
3. Detaylı gürültü haritalarının hazırlanması. Belirlenmiş özel gürültü seviyelerinin aşılması halinde bu kılavuz içerisinde ele alınmış olan verimli ve gerekçeli gürültü azaltım stratejilerini inceleyiniz. Gürültü ile ilgili öngörülerini kullanan gürültü azaltım önlemlerinin verimliliğini değerlendiriniz.
4. Düzenleyici merciler ile gürültü kaynağının yöneticileri arasında, ulaşılabilir gürültü sınır değerleri konusunda anlaşmaya varmak üzere müzakereler (bu aynı zamanda toplumla müzakereleri de içerebilir). Düzenleyici merciler ile gürültü kaynağının yöneticileri, teknik uygulanabilirlikleri, gürültü azaltım önlemlerinin maliyetini ve bunlarla birlikte belirli gürültü seviyelerinin aşımalarının çevresel sonuçlarını düşünmek zorundalar.

5. Belirli tarihlerle birlikte saptanmış hedeflere ulaşmak için öngörülen azaltım önlemlerinin bir gürültü azaltım programı çerçevesinde ortaya konması gerekir.
6. Gürültülü durumlarla ilgili control ve geri bildirimin gerekli olduğu hallerde sürekli gürültü izleme önerilir, eylem planlarında genellikle uzun vadede ele alınır. Her durumda izleme gürültü azaltım programı ile uyumlu olmalı ve program gerekli olduğu şekilde gözden geçirilmeli ve değiştirilmelidir.

Gürültü azaltım programı, başvuru sahibi ile düzenleyici mercii arasındaki anlaşma vasıtasıyla ortaya çıkacaktır ve doğal olarak bir lisans veya bildirim üzerinde yer alarak yasal yaptırımı olacaktır. Bu bir anlamda gürültü sınır değerlerine ulaşmak için yapılması gereken faaliyetlerin yazıya dökülmesi olacaktır. Önlemler genellikle kaynak ve sahaya özel olmakla beraber aşağıdaki unsurları da içerebilir:

- Programın amacı ve kapsamı.
- Bahse konu saha için gürültü seviyeleri ve hedefler.
- Yeni ekipmanlar için üst sınır.
- Sahanın kısmi ıslahı için üst sınır.
- Tesbit edilmiş problemleri durumlar için örneğin tonal ve düşük frekanslı gürültü gibi, planların geliştirilmesi.
- Sahanın ilgili bölümleri için ses gücü sınır değeri.
- Eğitimler ve farkındalık faaliyetleri ile tamamlanacak şekilde gürültü emisyonlarını azaltan işletme uygulamaları.
- Gürültü emisyonu seviyelerini değerlendirmek için devam eden bir izleme programı.
- Etkilenen toplum kesimi ile iletişim, bir veya daha fazla şikayetin ele alınması, irtibat grubu, gazeteler, v.b.

Önlem 68) Literatür örnekleri ve deneyimler.

Yönetmeliğin uygulanmasının ardından İspanya deneyimleri.

- Verimlilik. Çok değişken. Bir sanayi tesisinde azaltım önlemlerinin uygulanmasının ardından, İspanya'da gürültü azaltım programı ile çevresel gürültü sınır değerlerinde 5-10 dB'lik azalma sağlanmıştır.
- Negatif yan etkiler. Belediyenin arazi yönetimi bağlamında birçok vaka itibarıyla gürültü kaynağı ile gürültü alıcıları arasında fiziksel ayırıcı yerleştirmek verimli değildir. Sorumlu firmalar için öngörülen azaltım önlemlerinin uygulamasını kolaylaştırmak için gürültü azaltım programının aşamalar halinde tasarlanması gerekir.
- Sinerjiler. Bu programlar, hava kirliliği veya atık ve su yönetimi ile ilgili programlar ile eş zamanlı geliştirilebilir.
- Kamunun görüşü. Bir topluluğun genel yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkiler.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Mevcut sanayi bölgeleri için gürültü azaltım programı				Makro
Mevcut eğlence tesisleri için gürültü azaltım programı				Makro

Önlem 69) Konut ve diğer hassas kullanımların tasarlanması.

Gelecekte gelişmeye aday olan alanlar için ev tasarımları, aynı probleme ait iki farklı bakış açısını ele alır, her ikisi de en önemli gürültü kaynakları ile ilgili olarak yeterli engelleyici önlemler gerektirmektedir.

- **Binaların akustik yalıtımı için genel koşullar** niyet edilen kullanım türlerine ve dış cephede ölçülen gürültü seviyelerine bağlıdır.
 - Verimlilik [WGNA] 0-10 dBs
 - Verimlilik. Eğer iç mekan gürültü seviyesi 5 ila 15 dB aralığında düşürülmek isteniyorsa, çalışanların standart yapı malzemeleri ile kıyaslandığı zaman kullanabilecekleri daha verimli, çeşitli yapı malzemeleri seçenekleri vardır.
- [SILENCE] **konut bölgesi gelişimi tasarımı, şekil, oryantasyon, bina içerisindeki en hassas odaların dağılım şemaları ve bahse konu bölgedeki binaların ayarlanması. Bu çalışma, kat planlarının değiştirilmesini ve bu değişiklik esnasında banyolar, koridorlar, ardiyeler, v.b. ikincil odaların gürültülü cephede diğer yaşam alanları ve yatak odalarının ise ana gürültü kaynağına bakmamasını kapsayabilir.** Diğer bir seçenek ise en fazla maruziyet olan cephede pencere ebatlarının küçültülmesi ve evin daha sessiz cephesinde ise daha büyük pencerelerin kullanılması şeklindedir. Mimari tasarım pencerelerin bulunduğu cephelerde ses yansımaları engelleyecek çözümler getiriyor olabilir. Tasarım, aynı zamanda binanın belirli bölümlerinin, gürültüye hassas odalarını korumak üzere gürültü bariyeri oluşturacak şekilde kullanılmasını sağlayabilir.
 - Hassas odaların sessiz cephede bulunduğu binaların verimliliği (iç tasarımı) 15-25 dB aralığındadır [QCITY]. [WGNA] 0-10 dB aralığında.
 - Oryantasyon ve dış tasarım verimliliği [WGNA] 0-20 dB aralığında.
 - Dış tasarım korumasının verimliliği. [SILENCE] Özellikle balkonlar, “kendi kendine koruma” amaçlı kullanılabilecek kanat duvarlar” 5-15 dB. [QCITY] başka raporlar 2-5 dBs aralığında değişen farklı azaltım seviyeleri bildirmektedirler.

Bütün bunlar iç mekandaki emisyon seviyelerini düşürmek üzere planlanmalıdır. Eğer “gürültü zonlarına ayırma” ulusal gürültü mevzuatında yer alıyorsa yerel planlama esnasında herhangi yasak getirilmesi gerekmez. Örneğin havalimanlarının etrafında belirli binalar için (okullar, hastaneler).

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Binaların akustik yalıtımıyla ilgili genel koşullar				Yerel
Konut alanlarının gelişim planları, lokasyon, oryantasyon, iç mimari planı.				Yerel

Bu bölümde alınabilecek en kötü azaltım önlemi türü ele alınmaktadır: Alıcıda alınabilecek önlemler. Bunlar en kötü önlemler olarak adlandırılmaktadır çünkü bu şekilde sadece binaların iç mekanlarının gürültüsü üzerinde etkili olurken maalesef çevresel gürültü aynı şekilde kalmaktadır. Bu sebeple önlemler, mevcut gürültüye hassas binalar üzerinden açıklanmaktadır. Bu lokasyonlar genellikle konut gelişim alanlarını, okulları, hastaneleri ve arazi kullanımına bağlı olarak benzeri lokasyonları temsil etmektedir.

“Dolayısıyla bu bölümde hassas binaların iç kısımlarında akustik konforla ilgili olan bir dizi düzeltme önlemine yer verilmiştir. Bunların binaların tasarımıyla ilgili gürültü azaltım önlemlerinden ayrışmaları son derece basittir (önlem 69).” Bu paketi bir önceki, yapı projesinin teknik şartnamesindeki izolasyon ile ilgili unsurları içeren paketten ayırmak rahatlık sağlayacaktır (paket 13).

Mevcut konut üzerinde bakım içeren paketler aşağıdaki seçenekleri içerebilir:

- Ses geçirmeyen pencereler.
 - İç mekandaki hava kalitesi ve konfor için HVAC (ısı, havalandırma ve iklimlendirme) sistemi ile birlikte çift cam uygulaması.
 - Pencereler üzerinde diğer inovatif gürültü yalıtımları.
- Kapılar (doğrudan iç mekandan dış mekana götüren).
- Duvar ve tavan bakımı. Oda izolasyonu kalınlığının artırılması ve iç ve dış duvarların ayrılması ile arttırılabilir.
- Gürültü yutucu malzemelerin kullanıldığı balkonlar.

○ **Paket 7.1. Pencere bakımı ve havalandırma sağlanması.**

Paket 7.1. Pencerelelerin bakımı ve havalandırmanın sağlanması.

- 48) Pencerelelerin bakımı, havalandırma, kepenk, açılabilir pencerele ve pencere çerçevelelerinin izolasyon yöntemleleri**
49) Inovatif pencere bakımları.

Önlemlerle genel tanımlaması ve 7.1. paketi hakkında diğler yorumlar

Hassas binalarda yalıtımın iyileştirilmesi birçok gürültü problemi için tek çözümdür, özellikle de havalandırma ile ilgili olanlar için. Bu azaltım önleminin uygulanması sadece diğler başka önlemlerle uygulanamaması halinde değıl, diğler önlemlerle etkisinin yetersiz olduğı durumlarda da söz konusudur.

Dış mekan sesleleri konutların içlerisine iki farklı yoldan girebiliyor: dışarıya açılan boşluklar ve binanın kendi dış yapısından. Ses dalgaları camların titreşimine sebep olurken bu enerjinin pencerelelerin iç yüzeylelerine taşınarak sesin iç mekanda yayılmasına sebep olurlar. Materyal ne kadar ağır ve sağlam olursa, sese maruz kalınca o denli daha az titreşir ve dolayısıyla daha iyi gürültü bariyeri vazifesi görür. Ancak bina cephelerinin iç ve dış yüzeylelerinin mekanik ayrılması sesin taşınmasının control altına alınmasında önemli bir rol oynar.

Maalesef gürültünün yüksek enerjili düşük frekanslı içeriğı var ise (ağır vasıtalar, hava araçları, diskolar, v.b.) o durumda duvarlar ve çatılar gürültü yalıtımı anlamında zayıflık gösterirler.

Önlem 70) Pencereleler, havalandırma, kepenkler, açılabilir pencereler ve pencere pervazları için yalıtım yöntemi.

Daha önce belirtildiği gibi sayısız durumda gürültüden korunmak için tek yol ses geçirmeyen pencerelerin kullanılmasıdır. Ancak verimli olabilmesi için pencerelerin kapalı tutulmaları gerekir. Ancak, özellikle havanın sıcak olduğu bölgelerde havalandırma çok önemli olduğu için, bu durumda bazı sıkıntılara yol açar. Diğer bir yaklaşım ise sadece gece zaman dilimi boyunca yatak odalarında verimlilik aramaktır.

Dolayısıyla eğer pencerelerin kapalı tutulmaları gerekiyorsa, pencerelerin nemi önleyen ve aynı zamanda iç mekanda uygun ortam sıcaklığını garanti eden havalandırma donanımına (termal yalıtım) sahip olmaları gerekir. Sıcak bölgelerde iklimlendirme cihazlarının kurulumu bazen camların değiştirilmesi ile birlikte gerçekleştirilmek zorunda olabiliyor.

Böylece gerçekte, gürültü karakteristiğini değerlendirirken şu bileşenlerin de gözönünde bulundurulmaları gerekir: pencere, havalandırma, kepenk, açılabilir pencereler ve pencere pervazları için yalıtım yöntemleri. Ses geçirmeyen camların kurulumu her bir ev için özel olarak değerlendirilmelidir. Ses geçirmeyen camların ebatları, her bir binanın her bir cephesinin gürültü maruziyeti esas alınarak, bahse konu meskenin o bölümünün hassasiyeti ve nihai olarak yapsal ses izolasyonunun derecesi gözönünde bulundurulmalıdır. Yapılacak herhangi bir yalıtım işlemi ile konutların yatak odaları ve oturma odaları gibi hassas alanlarının akustik kalitelerinin güvence altına alınması gerekir.

Bu tür azaltım, rehabilitasyon çalışmalarında (eski binalarda düzeltme önlemleri) ve yeni altyapı çalışmalarında ya da mevcutlarda kesinlikle önerilmektedir.

- Pencerelelere bağlı verimlilik:
 - Hava geçirmeyen perimetre mühürleri.
 - Cam ne kadar ağır olursa ve cam katmanları arasında hava boşluğu ne kadar büyük olursa o denli iyi olacaktır.
- Yalıtımın diğer azaltım önlemleri ile combine edilemediği durumlarda istenilen verimlilik:
 - Beklenen dış ortam gürültüsü 70 dB'den daha fazla ise azami (LAeq) şartlar. Bu durumda yatak odalarında, odalarda ve hastanelerde, okul dersliklerinde yalıtım 45-50 dB olmalıdır.
 - Beklenen dış ortam gürültüsü 60 dB'den daha az ise asgari (LAeq) şartlar istenir. Bu durumda ofislerde, mutfaklarda, banyolarda binaların ortak alanlarında gerekli olan izolasyon her halikarda 30 dB olmalıdır.
- Verimlilik. [EPDGIP]: 10-30 dB.
- Verimlilik [QCITY] 15 dB
- Kurulum maliyeti [EPDGIP]: Ev başına 3000-8000 Avro (örneğin 4 pencereli)
- Kurulum maliyeti. En fazla maruziyet olan cephelerde yer alan yatak odalarının ve hassas odaların sayısına, gerekli olan gürültü azaltımına, pencerelerin ve balkonların ebatlarına bağlıdır.
- Maliyet [QCITY] yalıtılmış camla kaplama (kabaca) 300-500 Eur/m2. Her bir havalandırmanın maliyeti [QCITY] 400 €.
- Verimlilik. Fayda / maliyet. Altyapının (karayolu ve demiryolu) işletmecisi açısından bakıldığı zaman nüfus yoğunluğuna bağlıdır. Yoğunluk ne kadar fazla olursa diğer azaltım yöntemleri de o denli ilgi çekici olacaktır.
- Verimlilik. Her durumda düşük.

- Sinerjiler. Pozitif faktörler. Binayı, binaların enerji verimliliği ile ilgili yeni yönetmeliklere uygun hale getirmek. Enerji tasarrufu.
- Negatif yan etkiler. Havalandırma sistemleri en sıcak boylamlarda gereklidir ve bunların çevrelerinde yarattıkları gürültü dikkate alınmalıdır.
- Kamunun görüşü bu tür önlemler hakkında olumludur çünkü konutlarının kalitesini ve değerini arttırmaktadır.
- Bakım. Gerekli değildir.
- Dayanıklılık. Akustik. Akustik aletler zaman içerisinde aynı kalır.
- Fizibilite. Tesisin basitleştirilmesi.
- Geçmiş deneyimler. Son seçenek olarak havalimanı gürültüsünde çok sayıda pozitif deneyim.
- Tamamlayıcılar. Geri kalan çözümlerle mükemmel kombinasyon. Bazen alçak gürültü seviyesinden de kaçınmak gerekebilir, iyi ki ISO 16283, ses yalıtımı için standartları belirleyen daha önceki ISO-140'ı ikame eden standartlar yürürlüğe girdi.

Gürültü izolasyonunu azamiye çıkaran **kepenk sistemlerine sahip pencereler.**

- Verimlilik 34-38 dB.

Önlem 70) Literatür örnekleri ve deneyimler

[NADIA] Savona ve Cenova şehirlerinin karayolları üzerinde eylem planları.

- Ses yalıtım pencereleri.
 - Verimlilik. Komple rehabilitasyon.
 - Maliyet. 550 Eur/m².
- Ses yalıtımlı havalandırma penceresi.
 - Verimlilik. Komple rehabilitasyon.
 - Maliyet. 750 Eur/m².

[QCITY] Normal cam kullanılmış olan apartıman şeklinde binalar üzerinde eylemler.

- Yalıtılmış 4mm-6mm-4mm cam kaplama ve havalandırma hükümlerinin verimliliği. İç mekana etkileri 5-10 dB
- Yalıtılmış 6mm-16mm-8mm cam kaplama ve haalandırma hükümleri. İç mekana etkileri 10-15 dB

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Pencerelerin değiştirilmesi, havalandırma, kepenk, açılabilir pencereler ve pencere pervazları için izolasyon yöntemleri				Yerel / Makro

Önlem 71) Yenilikçi pencere bakımları.

Gürültü bariyerleri ile dış cephe uygulamaları arasında, insanların evlerinin pencerelerini açmalarına izin veren çeşitli çözümler mevcuttur.

[DRI] Çok katlı apartıman şeklinde bir binanın yatak odalarının veya oturma odalarının mevcut pencerelerinin ve balkonlarının önlerine “**cam kutu**” veya “**cam kaplama**” uygulaması yalıtım seviyesini arttıracaktır. Cam kaplamanın üst kısmı açık olabilir, her halikarda arka taraftan gelen temiz hava havalandırma amacıyla kullanılabilir.

[DRI] “**Noise shutter**” adı verilen ve “cam kaplamanın”, orijinal pencereyi açık tutabilmek amacıyla, saga toplanabildiği gürültü azaltım yöntemi düşünülebilir. Eğer pencerelerin açılabilir olmaları gerekiyorsa açıklığın gürültü kaynağından sakınılması için sert bir perde veya bölme de düşünülebilir.

Önlem 71) Literatür örnekleri ve deneyimler

- [QCITY] Apartman şeklinde binaların dış cephelerindeki tasarımın verimliliği. Kuzey doğrultuda **şeffaf çift cephe** (doğudan kuzey batıya). 10-20 dB.

EYLEM	MALİYET	VERİMLİLİK	KARMAŞIKLIK	ÖLÇEK
Açık pencerelerin bulunduğu “toplanabilir cam kaplama (Noise shutter)”				Yerel / Makro



**T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI**

T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI

Mustafa Kemal Mahallesi 2082. Cadde No:52 Çankaya / Ankara