

SAĞLIKLI VE YAŞANABİLİR ÇEVRELER İÇİN AKUSTİĞİN ÖNEMİ

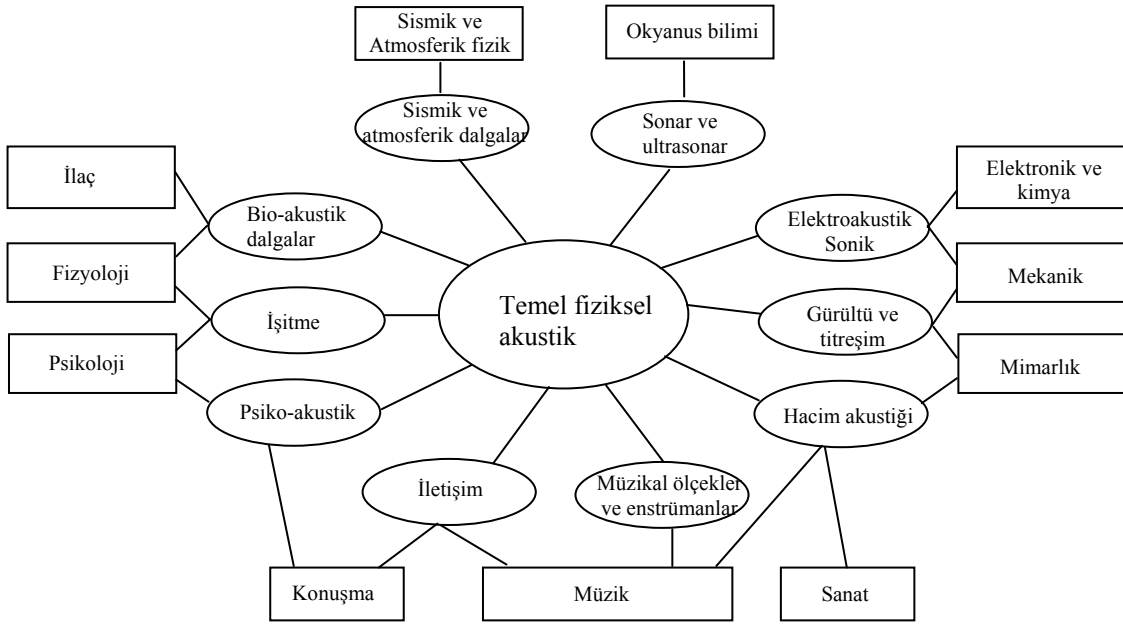
Nurgün Tamer BAYAZIT
Mine AŞÇIGİL

ÖZET

Ses, insan yaşamının ve kültürünün çok önemli bir parçasıdır ve iyi akustik koşullara sahip mekanların tasarlanması tüm mimar, iç mimar ve diğer tasarım işi ile uğraşanların sorumluluğunda gerçekleştirilmesi gereken önemli bir görevdir. Sınıflar, sinemalar, tiyatrolar, konser salonları vb. pek çok mekan, akustik açıdan dinleyiciler ve konuşmacılar için iyi işitme ve konfor koşullarını sağlamalıdır. Günümüzde, bazı mekanlar, çok tehlikeli biçimde yüksek gürültü düzeylerine sahip olabilmekte ve kullanıcıları için bir tehdit oluşturmaktadır. Bu konuları efektif bir biçimde halledebilmek, belirli bir akustik bilgisini gerektirmektedir. Bu çalışma, mimarlar ve mühendisler ile yapma çevre arasında sürdürülebilirlik-yaşanabilirlik çerçevesinde ortak bir dil geliştirmede, akustiğin etkisini tanımlamayı amaçlamaktadır. Akustik açıdan yaşanabilir çevreler yaratmak için -daha tasarım aşamasında- kontrol edilmesi gereken belirli parametreler vardır. Mekanın kullanım amacına maksimum uygunluk, ihtiyaçların optimum karşılanması ve üretkenliğin sağlanması, kullanıcıların sağlığının ve konfor koşullarının sağlanması, estetiklik ve sürdürülebilirlik açısından uygunluk gibi ana başlıklar altında toplanabilecek olan bu parametrelerin iyi anlaşılması, yaşanabilir ve sağlıklı çevreler yaratmak isteyen tüm tasarımcı ve mühendisler için büyük önem taşımaktadır.

1. GİRİŞ

Günümüzde, akustik konusuda bilgi sahibi olmak içinde yaşadığımız doğal ya da yapma çevrelerin konfor ve sağlık koşullarını arttırmak için, tasarım işinin içinde olan tüm mimar ve mühendislerin olmazsa olmazlarından birisidir. Ses dalgalarının oluşumu, iletimi, etkileri ve işitme ile ilgili konuları kapsayan ve kökeni antik çağlara kadar uzanan akustik bilimi, içerdiği tıp, fizik, mimarlık, biyoloji gibi pek çok bilim ve disiplini ilgilendiren konularıyla, günümüzün ilgi çeken çevre bilimlerinden birisidir. Şekil 1, fiziksel akustik temelinden başlayarak akustik konularının uygulandığı ve ilişkili olduğu farklı disiplinleri detaylı bir biçimde göstermektedir. Bu disiplinlerden birisi olan mimari akustik, ses olaylarını bir fiziksel çevre etkeni biçiminde ele alarak, işitsel gereksinimleri karşılayacak sağlıklı bir ses ortamının yaratılmasını amaçlamaktadır. Antik çağlarda daha çok geniş dinleyici alanlarına sesin işitilir biçimde ulaştırılabilmesi amacı ile başlayan mimari akustik çalışmaları, sonrasında kapalı mekanların ve tiyatro salonlarının inşa edilmesi ile iyi işitme koşullarını ve akustik konforu sağlamanın yanında, bina içi veya dışı çevreden gelen gürültü ve titreşimlerin kontrol altına alınması konularını da ağırlıklı olarak içerir hale gelmiştir. İşitmenin net bir biçimde duyulması, etkileyici bir biçimde algılanması, gürültü ve titreşimin maskeleyici ve rahatsız edici etkilerinden kurtulması ve kısaca " akustik konforun" sağlanması ve " akustik kalitenin" artırılması olarak tanımlayabileceğimiz mimari akustik bu açılardan bakıldığında yaşanabilir ve sürdürülmeye değer bir çevre için çok önemli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.



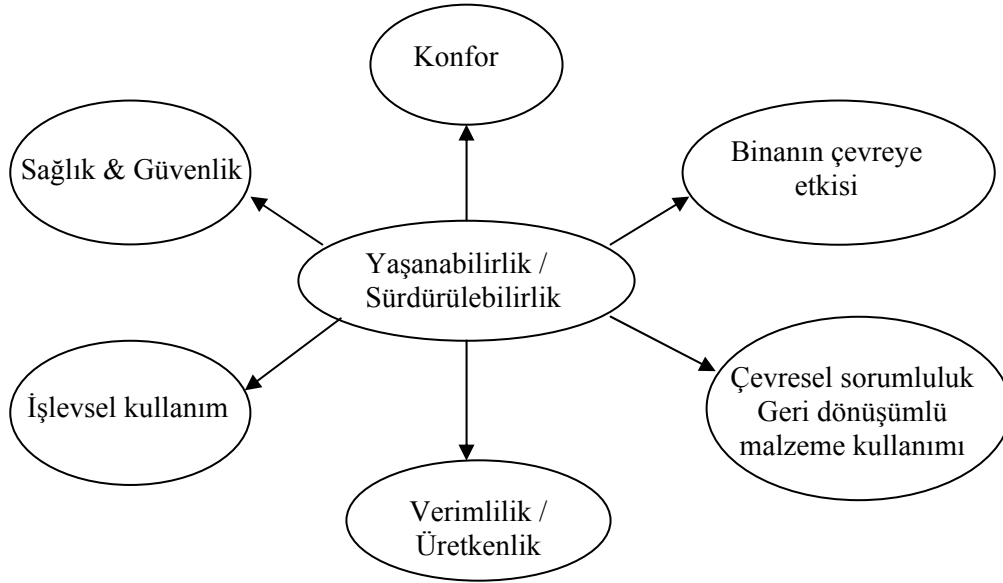
Şekil 1. Lindsay akustik çemberi [1]

2. YAŞANABİLİRLİĞİ SAĞLAYAN KRİTERLER

Yaşanabilir çevreler, içerisinde yaşayan insanların sağlığını, güvenliğini ve yaşam kalitesini doğrudan etkilemektedirler. Bu anlamda bakıldığında yaşanabilir çevreler, sürdürülebilirliğinin de sağlanması gereken çevreler olmaktadır. Son yıllarda, sürdürülebilir tasarıma kendini adanmış tasarımcı ve mimarların sağlık ve güvenlik, verimlilik, çevre sorumluluğu ve uygun kullanılabilirlik konularına gösterdikleri ilgi ile yaşanabilir mekanların sayısı artmaktadır. Tasarımcı ve mimarlar sürdürülebilirliği projelerine uygulamaya çalıştıkça, doğru ve güvenilir bilgiye ihtiyaç artmaktadır. Yaşanabilir/sürdürülebilir tasarımın ve akustiği tamamlayıcı rolünün önemini kavramak ve herkesi bu konuda yönlendirmek gerekmektedir. Sürdürülebilir tasarım ve akustiğin temelinde çevresel etki, karlılık, sağlık ve güvenlik bulunmaktadır. Akustik koşulları hesaba katmak bir mekanın konfor seviyesini büyük ölçüde artırabilirken, kötü akustik, tehlikeli, sağlıksız mekanlar yaratabilmektedir. Akustik, tasarım projelerine, işlevsellik de dahil olmak üzere bir çok yarar sağlayacak şekilde uygulanabileceği gibi, akustik çözümler, kolayca erişilebilen, verimli, geri kazanılmış ürünler ile uygulanarak yaşanabilirlik/sürdürülebilirlik yolunda önemli bir hizmeti de karşılayabilmektedir. Bir mekanın yaşanabilir/sürdürülebilir olması için sağlanması gereken parametreler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Şekil 2) [2].

1. **İşlevsellik** olabilecek en üst düzeyde sağlanmalıdır: Bir mekanın başarılı olabilmesi için işlevini yerine getirmesi gerekmektedir. İşlevini yerine getirmesi, binanın yaşam süresini de uzatacaktır. Bir çok mekanda akustik, işlevsellik için başlıca gerekliliktir. Akustik, konuşma anlaşılabilirliğinin (sınıf, mahkeme, toplantı odası, vs.), konuşma gizliliğinin (açık ofis, çağrı merkezi, vs.), mahremiyetin (doktor/danışman ofisi, avukat ofisi, polis tesisi, vs.), müziğin (performans alanı, konser salonu, kayıt stüdyosu, vs.), hem konuşma hem müziğin (ibadet merkezi, balo salonu, tiyatro, çok amaçlı oda, vs.), sessiz bir atmosferin (kütüphane, müze, sağlık tesisi, vs.) önemli olduğu, hoparlör çağrı sisteminin bulunduğu (havaalanı, spor salonu, kamu binası, vs.) ve gürültünün birikmesinin sorun yaratacağı (restoran, lobi, alışveriş merkezi, vs.) mekanlar için mutlaka ele alınmalıdır.

2. **Optimum düzeyde verimlilik ve üretkenlik sağlanmalıdır:** Bir mekanda enerjinin verimliliği kadar çalışan insanların verimi de göz önüne alınmalı ve üretkenliklerini arttıracak mekanlar yaratılmalıdır. Son 10 yılda yapılan araştırmalar gürültünün üretkenlik önündeki en büyük engel olduğunu ortaya koymaktadır.
3. **Kullanıcının sağlık ve güvenliğine dikkat etmelidir :** Aşırı gürültü nedeniyle oluşan işitme kaybı en büyük mesleki tehlikelerden birisidir ve %100 önlenebilir. Gürültü nedeniyle oluşan diğer sağlık problemleri kısaca, fiziksel (kulak sağlığı ile ilgili), fizyolojik (kan basıncındaki değişimler gibi vücut aktivitesindeki değişiklikler), psikolojik (rahatsızlık, öfkelenme vb. duygularla ilgili) ve performans (iş veriminin azalması vb.) etkileri olmak üzere 4 ana başlıkta incelenebilir.
4. **Konforlu bir ortam yaratılmalıdır:** Gürültünün önlendiği, iyi işitme koşullarının sağlandığı, iletişim problemlerinin önlendiği bir ortam yaratılmalıdır.
5. **İçinde bulunduğu çevreye karşı sorumluluk sahibi olmalı, geri dönüşümlü malzemeler kullanılmalıdır:** İyi işitme koşullarını sağlayacak şekilde tasarlanmış bir mekanda kullanılan akustik malzemeler oldukça geniş bir alanı kaplamaktadır. Bir çok mekanda, çoğunlukla tavanın tümü, döşemeler ve bazı özel mekanlar için duvarların büyük bölümü akustik malzeme ile kaplanmaktadır. Günümüzde üretilen geri dönüşümlü malzemelerden yapılmış akustik malzemeler, en az geri dönüşümlü olmayanlar kadar iyi sonuç vermektedir. Tasarımda mümkün olduğunca bu tür malzemelerin kullanımına dikkat edilmelidir.
6. **Çevreye zararlı etkiler vermemelidir:** Tasarlanan mekan içinde bulunduğu çevreye zarar vermemeli, gürültünün yayılması önlenmelidir.



Şekil 2. Yaşanabilir / sürdürülebilir çevrelerin sağlanması gereken parametreler [2].

3. AKUSTİK AÇIDAN YAŞANABİLİR MEKANLARIN GEREKSİNİMLERİ

Akustik kirlilik dünyada giderek artan bir çevre sorunu olduğundan, yaşanabilir bir çevrede öncelikle gürültü kontrolü sağlanmalıdır. Gürültü kontrolünü bina dışı çevrede gerçekleştirmek; özellikle mevcut yerleşimler ve yapılar için oldukça güç bir iştir ve günümüzde artık bir çevre sorunu olarak ele alınmaktadır.

Ancak, yapıların içinde yer alan ve kullanıcılarını etkileyen mekanik ve elektronik sesler başta olmak üzere, çeşitli aktivitelerin oluşturduğu aşırı sesler yapı içi gürültü kontrolünü zorunlu hale getirmektedir. Günümüz mimari yapılaşması içinde hızla sayıları artan yüksek yapılar ve yeni teknolojinin getirdiği hafif yapı elemanlarından oluşan yapım teknikleri ve prefabrik strüktür sistemleri, yapı içinde çözülmesi oldukça karmaşık akustik sorunlar yaratmaktadır. Genel olarak bir mekanda akustik açıdan yaşanabilirlik sağlanması için istenen akustik önlemler şunlardır:

- Yapının kapalı hacimlerinde yapı dışından ve içinden gelebilecek insan sağlığı ve konforu açısından sakıncalı gürültülerin önlenmesi
- Bazı hacimlerde konuşma gizliliğinin sağlanması (açık planlı bürolar, yatak odaları, restoranlar vb.)
- İşitmeye dayalı fonksiyon içeren hacimlerde (toplantı salonu, konferans ve konser salonları gibi) iyi bir ses algılamasının elde edilmesi.

Bu istekleri karşılamaya yönelik bir gürültü sorunun çözümü için sırasıyla (1) sorunu analiz etmek, (2) en ekonomik ve işlevsel çözümü belirlemek, (3) bu çözümü gürültü azaltım prensiplerine göre uygulamak; yöntemi gerçekleştirmek gereklidir. Sorunu analiz etmek için standartlarda belirlenmiş şekilde ölçüm yapılmalı, hesaplanmalı ya da mevcut benzer sorunların verilerinden tahmin yapılmalıdır. En ekonomik ve işlevsel çözümü belirlemek için, kabul edilebilir gürültü düzeyleri veya belirlenmiş akustik ölçütler gözönünde tutulmalı dah sonra olarak sorun ve ölçütler arasındaki gerekli ses azaltımını sağlamak için çözüm üretilip uygulanmalıdır.

3.1. Akustik Ölçütlerin Belirlenmesi

Gürültü azaltımı için bir sistem tasarlanmasının en önemli kurallarından biri içinde bulunulan fiziksel durum için akustik ölçüt belirlemektir. Bu ölçütlere bağlı olarak yerleşim aşamasında başlayarak, mekan organizasyon, yapı eleman ve bileşenlerinin tasarımı, yapı malzemesi seçimi ve uygun montaj işlemleri ile gürültünün yarattığı olumsuz etkiler minimize edilebilir [3]. Farklı uygulamalar için farklı akustik ölçütler geliştirilmiştir. Sanayi alanlarında işçi sağlığı veya çevredeki konutları korumak amacı ile geliştirilmiş işitme sağlığı ölçütleri, ya da bir mekanda çalışan ve yaşayanların konfor ve üretkenliğini sağlamak için geliştirilmiş rahatsızlık ölçütleri bulunmaktadır [4].

İşitme konforunun sağlanabilmesi amacıyla kabul edilebilecek arka plan gürültüsü değerlerini veren ölçütlerden bir kısmı, ülkemizde yürürlükte olan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde kabul edildiği üzere, bir sesin verilmiş bir zaman aralığındaki eşdeğer ortalama düzeyine L_{eq} (dBA) dayanmaktadır. Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği"nin (2002/49/EC) Madde 28, c bendine göre, yeni yapılan yapılarda iç mekan gürültü düzeyleri L_{eq} dBA cinsinden Tablo 1'de verilen sınır değerleri aşamaz. L_{eq} , örnek zamanlarda gözlenen ses enerjilerinin aritmetik ortalaması biçimine tanımlanmaktadır ve aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L_T}{10}} \right] \quad (\text{dBA}) \quad (1)$$

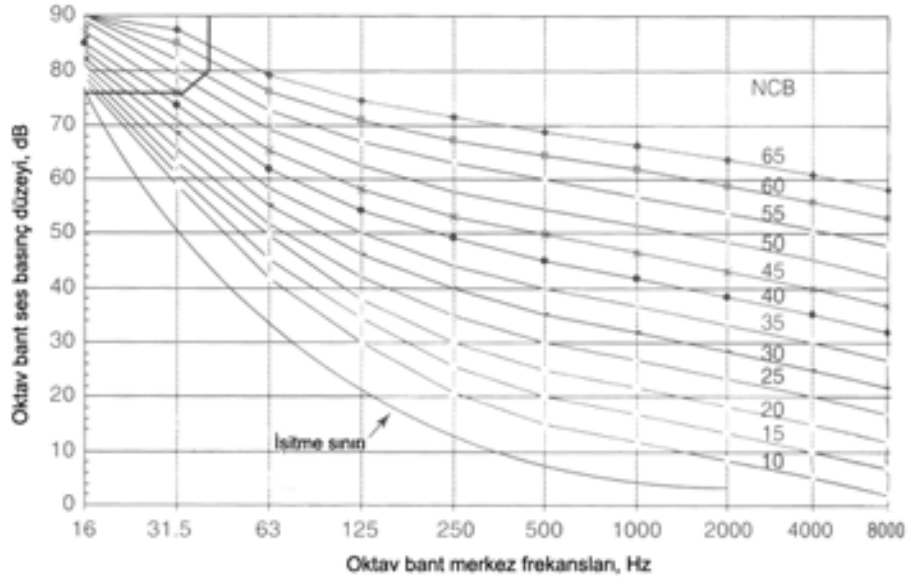
T: Örnek zaman sayısı

L_T : Örnek zamandaki gürültü düzeyleri, dBA

Tablo 1. İç Mekan Gürültü Düzeyi Sınır Değerleri [5]

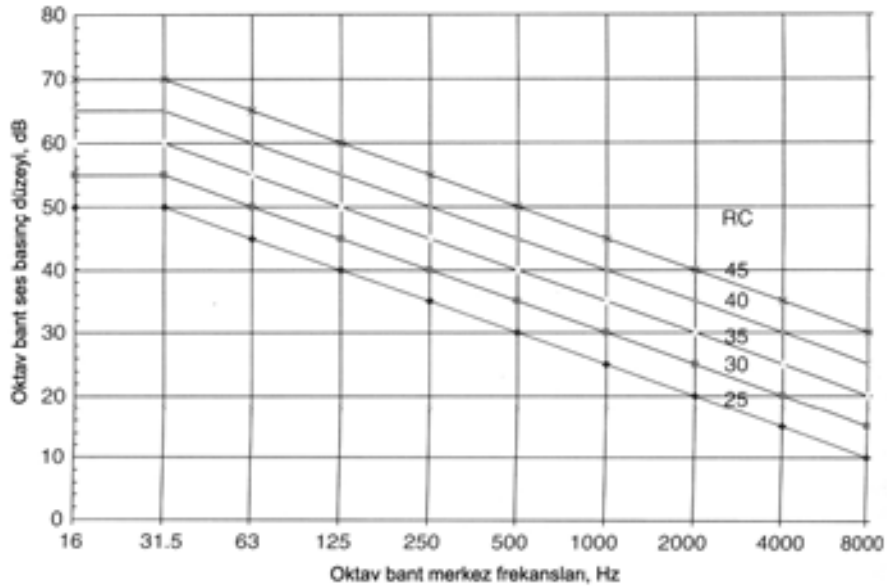
Kullanım Alanı		L_{eq} (dBA)	Zaman Dilimi (h)
Kültürel Tesis Alanları	Tiyatro salonları	30	Sürekli
	Sinema salonları	30	Sürekli
	Konser salonları	25	Sürekli
	Konferans salonları	30	Sürekli
Sağlık Tesis Alanları	Yataklı tedavi kurum ve kurumları, dispanser, poliklinik, bakım ve huzur evleri ve benzeri.	35	Sürekli
	Dinlenme ve tedavi odaları	25	Sürekli
Eğitim Tesisleri Alanları	Okullarda derslikler, okul öncesi binaların içi, laboratuvarlar, özel eğitim tesisleri, özürllüler tesisler ve benzeri.	35	Ders sırasında
	Spor salonu, yemekhane	55	Faaliyet süresince
	Okul öncesi yatak odaları	30	Uyku sırasında
Turizm Yerleşme Alanları	Otel, motel, tatil köyü, pansiyon ve benzeri yatak odası	30	Uyku sırasında
	Konaklama tesislerindeki restoran	35	Yemek süresince
Sit Alanları	Arkeolojik, doğal, kentsel, tarihi ve benzeri.	55	Sürekli
Ticari Yapılar	Büyük ofis	35	Çalışma sırasında
	Toplantı salonları	35	Çalışma sırasında
	Büyük daktilo veya bilgisayar odaları	60	Çalışma sırasında
	Oyun odaları	60	Oyun süresince
	Özel büro (uygulamalı)	50	Çalışma süresince
	Genel büro (hesap, yazı bölmeleri)	60	Çalışma süresince
	İş merkezleri, dükkanlar ve benzeri.	60	Çalışma süresince
	Ticari depolama	45	Faaliyet süresince
	Lokantalar	45	Çalışma süresince
Kamu Kurum Kuruluşları	Ofisler	45	Çalışma süresince
	Laboratuvarlar	45	Çalışma süresince
	Toplantı salonları	35	Çalışma süresince
	Bilgisayar odaları	45	Çalışma süresince
Spor Alanları	Spor salonları ve yüzme havuzları	55	Faaliyet süresince
Konut Alanları	Yatak odaları (şehir içinde)	40	Gece süresince
	Yatak odaları (şehir dışında)	35	Gece süresince
	Oturma odaları (şehir içinde)	55	Gündüz-akşam süresince
	Oturma odaları (şehir dışı)	40	Gündüz-akşam süresince
	Oturma odaları (şehir kenarı)	45	Gündüz-akşam süresince
	Servis bölümleri (mutfak) (şehir içi, dışı ve şehir kenarı)	60	Faaliyet süresince

Hacim akustiği uygulamalarında gürültü rahatsızlığı konusunda sıkça kullanılan diğer bir ölçüt ise, hacmin işlevine bağlı olarak sesin her frekans bileşeni için kabul edilebilecek üst sınır değerlerini veren NCB - Dengelenmiş Gürültü Ölçüt Eğrileridir. (Şekil 3)



Şekil 3. Dengelenmiş Gürültü Ölçüt Eğrileri (NCB – Balanced Noise Criterion Curves) [6]

Benzer şekilde, mekanın işlevine uygun olarak ısıtma, havalandırma ve iklimizasyon (HVAC) sisteminin akustik tasarımı için tasarlanan Oda Ölçüt (RC) eğrileri, gürültünün frekans spektrumuna bağlı kabul edilebilecek değerleri vermektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Oda Ölçüt eğrileri (RC – Room Criterion Curves) [6]

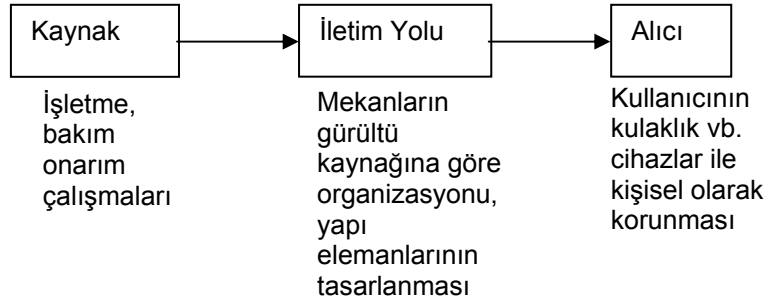
İstenilen ölçüt eğrisinin seçilmesi ile mekan içinde kabul edilebilir gürültü düzeyleri saptanmalıdır. Bu değerleri sağlamaya yönelik önlemler almak veya HVAC sistemini bu değerlere uygun seçmek, tasarımın ilk aşamalarında düşünülmesi gereken konulardır. Tasarımın ilk aşamalarında yapılacak seçimlerin iyi yapılması, ilk yatırım maliyetini arttırıcı gibi görülmese de, kullanım aşamasında yaşanabilirliği sağlamada çok büyük fayda sağlayacaktır.

3.2. Uygulanacak Ses Yalıtım İlkelerinin Saptanması

Gürültü kontrolü açısından yapıların içindeki mekanları 4 grupta toplamak olanaklıdır:

- Gürültüye duyarlı mekanlar (yatak ve oturma odaları, konferans salonları, özel çalışma mekanları, stüdyolar vb.)
- Orta derecede duyarlı mekanlar (bürolar, lobiler ve koridorlar, vb.)
- Gürültüye duyarsız mekanlar (sirkülasyon alanları, mutfaklar, vb.)
- Gürültü kaynağı durumunda olan mekanlar (tesisat merkezleri, garajlar, gürültülü işyerleri, vb.)

Mekanların gürültüye karşı hassasiyetine bağlı olarak seçilen ölçüt değerini sağlamaya yönelik ses yalıtımını ve gürültü kontrolünü artırma yöntemlerine başvurulabilir. Bilindiği gibi gürültü kontrolü, ekonomik ve işlevsel gereklilikler ile uyumlu, kabul edilebilir bir gürültü ortamı yaratma teknolojisidir [7]. Bir gürültü probleminin temelde 3 bileşeni vardır (Şekil 5). Gürültü kaynağı, gürültüye maruz kalan kişi (alıcı) ve aralarında bulunan iletim yolu. Kaynakta oluşan gürültü, bir ya da birden fazla iletim yolu ile alıcıya ulaşır. Gürültü kontrolünde ilk amaç gürültüyü kaynağında azaltmak olmalı, eğer bu başarılamıyorsa iletim yolunda yapılacak değişiklikler ile gürültü azaltımı sağlanmalı son çare olarak kullanıcıda kontrole baş vurulmalıdır.

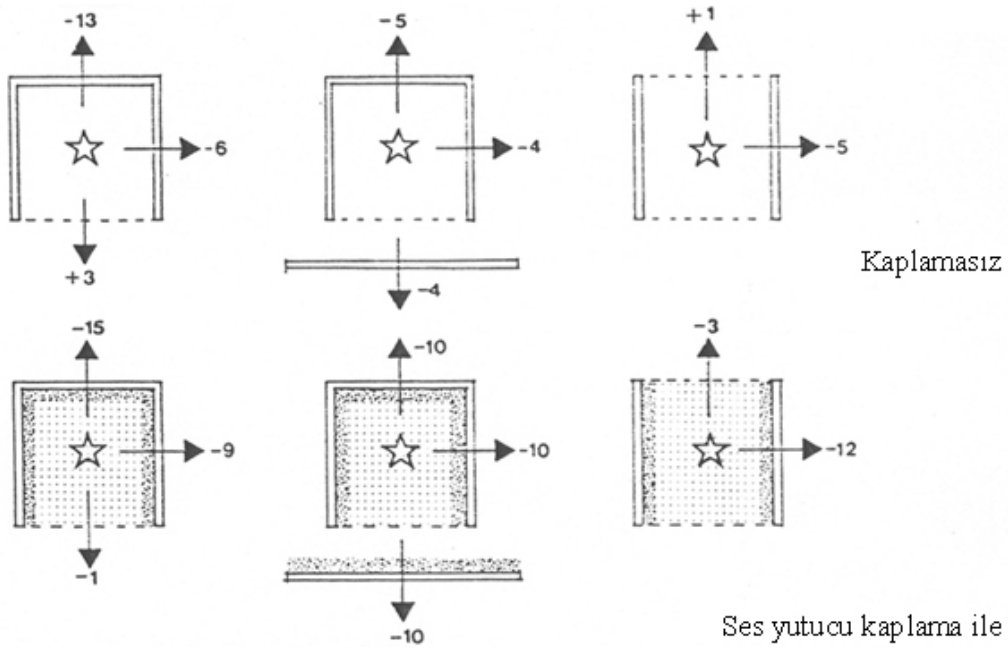


Şekil 5. Gürültü kontrolünün bileşenleri

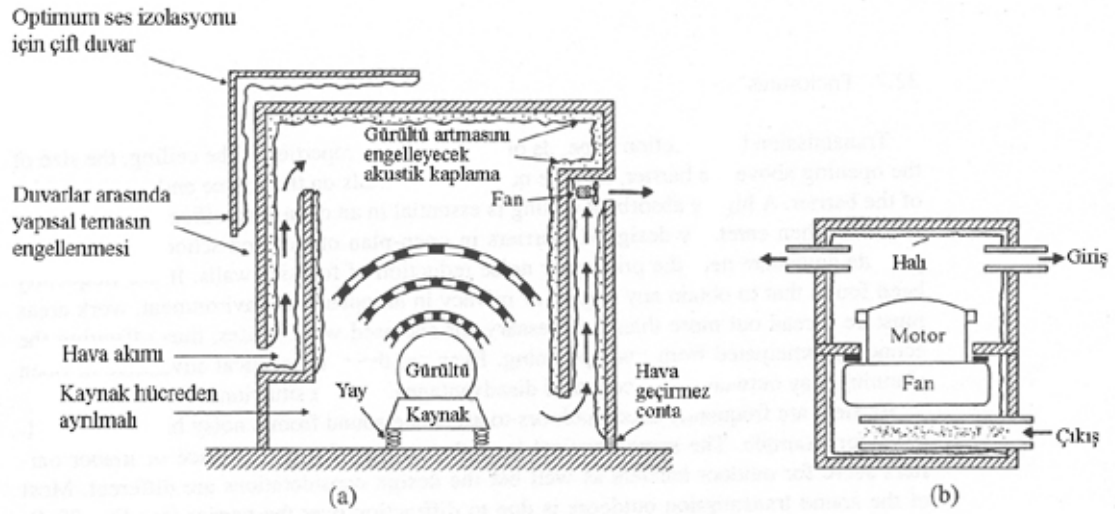
Kaynakta Kontrol: Binaların içlerinde yer alan ve kendi başına gürültü kaynağı olan mekanlardaki gürültü düzeylerinin azaltılması büyük önem taşımaktadır. Binaların tesisat merkezlerini oluşturan bu mekanlarda bulunan kaynağın kısmi, ya da tam hücrelenmesi ile önemli miktarda ses azaltımı sağlanabilir. Kısmi hücreleme, genellikle kaynağın önüne yerleştirilen gürültü perdelerinden daha iyi olmakla birlikte, iyi tasarlanmış bir tam hücrelemeden daha az etkilidir. Kısmi hücreleme, tam hücreleme makine kullanımını engelliyorsa, ya da bir inşaat alanındaki gibi geçici gürültü oluşuyorsa kullanılır. Bazı basit kısmi hücrelemeler Şekil 6'da verilmiştir. Kaynağın veya onu çevreleyen mekanın hücrelemesi için genel prensipler aşağıda özetlenmiştir.

- Kısmi hücreler epeyce küçük yüzey yoğunluğuna sahip (20 kg/m²) bir malzemedan üretilebilir, ama gürültü kaynağına bakan yüzeyleri emici malzeme ile kaplanmalıdır.
- Tam hücrelemede ise gürültü kaynağı ya da alıcı tam olarak çevrelenebilir. Dikkatli bir tasarımla 30 dB'e kadar ses azaltımı sağlanabilir. Ses azaltımı, hücreleyen duvarın ses azaltım indeksine ve kullanılan ses emicilerine bağlıdır. Eğer ses yutucu malzeme kullanılmazsa, hücre içinde enerji birikir ve oluşacak ses azaltımı ihmal edilebilir seviyelere düşer. Bu nedenle yutucu malzeme kullanılması şarttır.
- Gürültü kaynağını hücrelemenin bir alternatifi, alıcıyı bir "ses sığınağı" ile hücrelemektir. Bunun için, reverberant ses düzeylerini düşük tutmak için ses yutucu malzeme ile kaplanmalıdır. Bu tip bir hücrelemenin kendi azaltılmış havası olması gerekmektedir. Bir hücrelemede ses geçişine neden olabilecek delik ya da çatlak bulunmamalıdır. Detaylandırmadaki dikkatsizlik bu yöntemin etkinliğini önemli ölçüde azaltır.

- Geleneksel yapı malzemeleri (tuğla ve harç gibi) ağır oldukları için hücreleme uygulamalarında problem çıkartmamaktadırlar. Ama tavanın da duvarlar kadar etkili olmasına özen gösterilmelidir. Hafif konstrüksiyonlar, çift kat kullanılarak, aralarındaki 75-100 mm boşlukların içine yutucu malzeme koyulması ile 40 dB'lik ya da daha fazla ses azaltımı sağlayabilirler. Kapılar ve geçitler ise zayıf noktalardır.
- Makine hücrelemeleri ya dar ya da makineden çok daha geniş (teknisyen için bir oda da dahil) şekilde inşa edilir. Dar inşa edildiğinde, makine ile hücreleme arasında direk bağlantı olmamasına dikkat edilmelidir. Makinenin boruları ve bağlantıları hücre ile rijit bağlantı içinde olmamalı, lastik yumuşak contalar kullanılmalıdır.
- Bir makinenin tamamen kapatılması çoğunlukla soğutma ve havalandırma problemlerine yol açar. Soğutma, arabalardaki gibi radyatör ve su dolaşımı ile elde edilebilir. Havalandırma ise ses geçişine olanak tanıyacak deliklerin açılması zorunluluğu nedeniyle biraz daha problemlidir. Bunun tek çözümü, hücrenin geri kalanı kadar ses azaltımı sağlayacak susturucuların takılmasıdır. Eğer fanlar da kullanılacaksa, susturucular fanların sesini de azaltacak şekilde yerleştirilmelidirler. [8]
- Eğer gürültü kaynağının havalandırmaya ihtiyacı varsa, hücreyi hava geçirmez yapmak mümkün olmayabilir. Bu durumda ses azaltımı düşer. Özellikle kaynak belli frekanslarda daha yüksek ses yayıyorsa, kanallara susturucu takılabilir. Eğer susturucu takmak pratik değilse boruların ve kanalların içi yutucu malzeme ile kaplanmalıdır ve olabildiğince çok dönüş yapılmalıdır. Havalandırılmalı hücreler Şekil 7'de gösterilmiştir. [9]

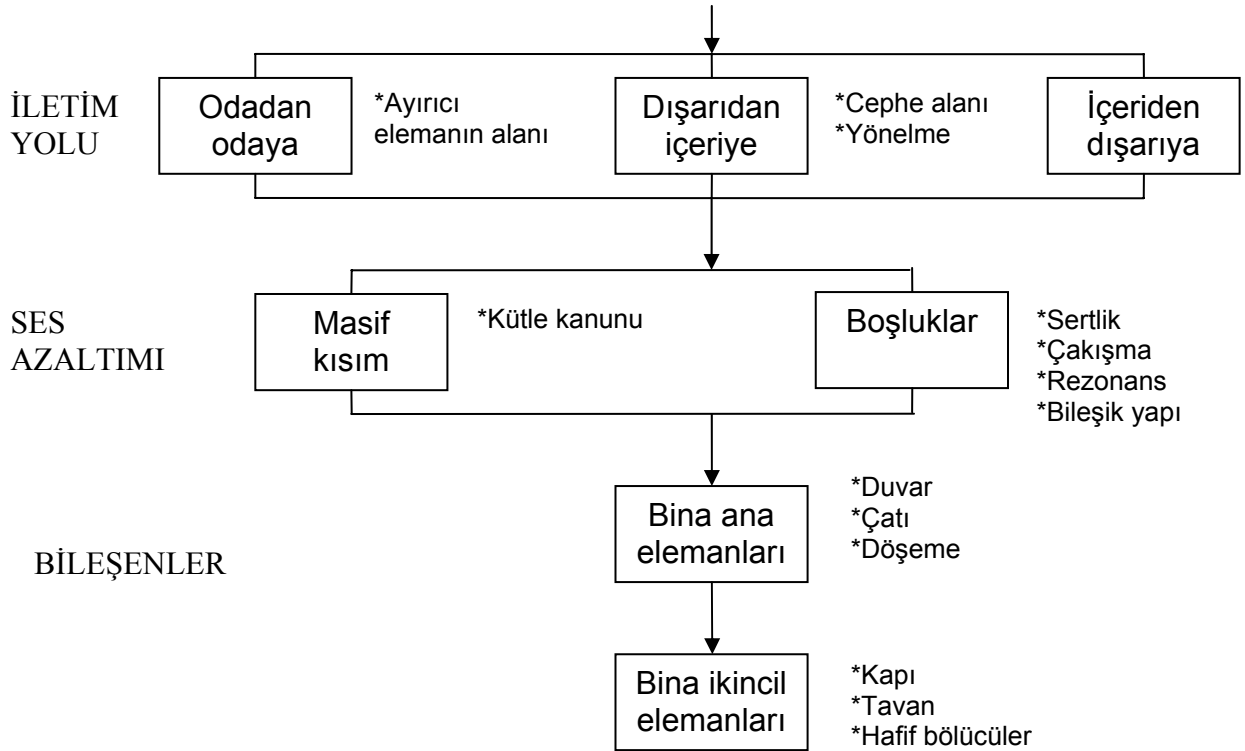


Şekil 6. Kısmi gürültü hücreleme örnekleri (Tüm değerler (dB) yakın alanda 500-4000Hz içindir.) [8]



Şekil 7. (a) Havalandırma gerektiren bir gürültü azaltım hücrelemesi (b) elektrikli süpürgelerden 10-15 dB daha sessiz bir ev-yapımı havalandırma. [9]

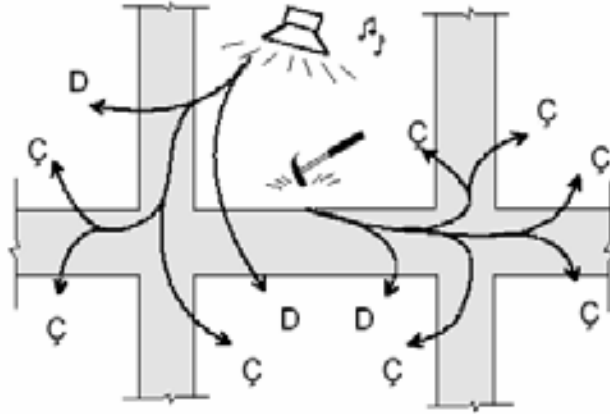
İletim Yolunda Kontrol: Bir çok durumda, kaynağın özelliklerini değiştirmek mümkün olmayabilir. Bu durumlarda, kaynak ile alıcı arasındaki bir ya da bir çok iletim yolunu değiştirmek uygun bir çözüm olmaktadır. [10] Havadoğuşlu ses yalıtımı gürültü kaynağı bulunduran bir mekanın yanındaki koruma gerektiren mekandan fiziksel bir bariyerle ayrılmasını gerektirmektedir. Fiziksel bariyer yan yana bulunan odalar için duvar, üst üste bulunanlar için döşemedir (Şekil 8) [11].



Şekil 8. Tasarım sürecinde ses yalıtımı [11]

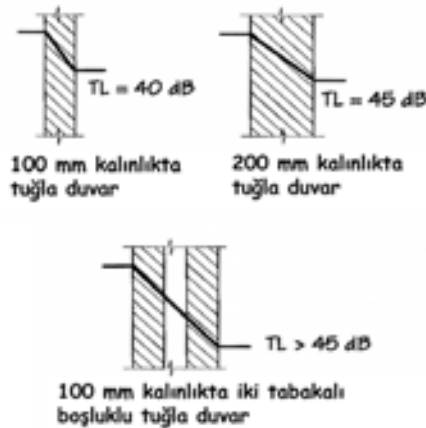
İletim yolu ile gürültü kontrolünde ilk iş iletim yollarını tanımlamak ve bunları önem sırasına dizmek olmalıdır. Eğer kaynağın bağlantılı olduğu elemanlardan katıdoğuşlu gürültü yayılıyorsa havadoğuşlu ses yalıtımı önlemi almak yeterli olmayacaktır [10]. Ses geçişi, kaynak tarafında, havadaki ses dalgalarının bölücü elemana çarpması, titreşmesini sağlaması ve bunun sonucunda bariyerin sesi alıcı mekana yayması ile gerçekleşir. Ana sorunlar, iletim yolu, ayırıcı elemanın sağladığı ses azaltımı ve bu elemanı oluşturan bileşenlerdir. Havadoğuşlu ses enerjisinin azaltımı sadece ayırıcı elemanın direk yoluna değil, çapraz geçişlere de bağlıdır.

Çapraz geçişler ayırıcı elemanın kenarında, döşeme, duvar ya da iki mekanın ortak kanal bağlantılarında oluşur. Şekil 9'da yapı elemanlarında direk ve çapraz geçiş grafiksel olarak gösterilmektedir. Çapraz geçişler, ayırıcı veya birleşen duvarların kütleleri artırılarak ya da yüzer döşeme, bağımsız duvar kaplaması ile yapı elemanlarından ayırarak azaltılabilir. [11]



Şekil 9. Mekanlar arasında sesin direk ve çapraz geçiş yolları

Tek tabakalı duvarların ses azaltımında, kullanılan elemanın kalınlığı, kütlesi, malzemenin sertliği, sönümleyiciliği, elemanın montaj şekli ve boyutları etkilidir. Çift tabakalı panellerde havadoğuşlu ses azaltımını arttırmak için yüzey kütlesi ağırlaştırılabilir; malzemenin sertliği azaltılabilir; bağlantılar esnekleştirilerek tabakalar birbirinden mümkün olduğunca bağımsız hale getirilebilir; paneller arası boşluk artırılabilir (en az 10 cm olmalıdır); paneller arası boşlukta boşluğun 3/4'ünden kalın olmayacak şekilde yutucu malzeme uygulanabilir; paneller birbirinden farklı seçilebilir. Şekil 10'da farklı özelliklerdeki tek ve çift tabakalı duvarların ses azaltım değerlerinin karşılaştırılması görülmektedir.



Şekil 10. Tek ve çift tabakalı duvarların ses yalıtımı karşılaştırması

SONUÇ

Günümüzün önemli konularından birisi olan, içinde yaşayan kullanıcıların gereksinmelerini optimum düzeyde karşılayan, yaşanabilir, dolayısı ile sürdürülmeye değer olan mekanlar yaratma çalışmalarında, yapma çevrenin fiziksel ve mekansal nitelikleri içinde incelenen ses sorunları, olumsuz etkilerinden korunulması ve olumlu etkilerinde yararlanılması gereken fiziksel çevre faktörlerinin arasında yer almaktadır. Akustik konuları bir bütündür ve tasarımla ilgilenen mimarların ve akustik ile uğraşan mühendislerin tümünün katkısını gerektirmektedir. Akustik sorunlar yukarıda belirtildiği gibi mekanların işlevine göre farklılık gösterdiğinden, her çevre ve yapı için ayrı ayrı belirlenmeli, önlemi özel olarak alınmalıdır. Gürültü konusunda toplumun bilinçlendirilmesi, akustik konularındaki eğitimin artırılması, ölçütlerin doğru konulması ve mevcut koşullara bağlı olarak malzeme ve bileşen seçimlerinin doğru yapılması, mekanlardaki akustik ihtiyaçların karşılanmasında büyük önem taşımaktadır. Gürültünün önlenmesi, uykunun bölünmemesi, iletişimin kesilmemesi, eğitim ve öğretimde algılamının kolaylaşması, işitme hasarlarının azalması, kısaca yaşam kalitesinin artırılarak, gelecek kuşaklara sürdürülebilir ve yaşanabilir mekanlar bırakma konusunda büyük önem taşımaktadır. Sorunu kaynağında azaltmak, binalara gelmeden çevrede çözmek ya da alıcıya ulaşmadan iletim yolunda önlem almak gürültü açısından sürdürülebilir ve yaşanabilir çevreler bırakmak için akustik ve çevre mühendislerinin sağlamaları gereken en önemli görevlerin başında gelmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] LINDSAY, R.B., "Acoustics: Historical and Philosophical Development, Dowden Hutchinson & Ross, 1973.
- [2] http://www.acoustics.com/ra_sustainable.asp, "What Does Sustainable Design Sound Like?"
- [3] KURRA, S., "Prefabrikte Yapılarda Ses Yalıtımı Sorunları", Prefabrikte İnşaat Teknolojileri Sempozyumu Boğaziçi Üniversitesi, 23-26 Haziran 1997.
- [4] BARRON, R.F., "Industrial Noise Control and Acoustics", Marcel Dekker Inc., 2003.
- [5] 2002/49/EC, "Çevre Gürültüsünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği", Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2005.
- [6] VER, L.I., BERANEK, L.L., "Noise and Vibration Control Engineering", John Wiley & Sons Inc, 2006.
- [7] HARRIS, C.M., "Noise Control in Buildings", McGraw-Hill Inc., 1994.
- [8] TEMPELTON, D., SAUNDERS, D., "Acoustic Design", The Architectural Press: London, 1987.
- [9] ROSSING, MOORE, WHEELER, "The Science of Sound", Addison Wesley, 2001.
- [10] BIES, D.A., HANSEN C.H., "Engineering Noise Control", Spon Press, 2003.
- [11] TEMPLETON, D., "Acoustics in the Built Environment", Butterworth Architecture, 1993.



ÖZGEÇMİŞLER

Nurgün Tamer BAYAZIT

1966 yılında İstanbul'da doğdu. 1983 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nden 1987 yılı Ocak ayında mezun oldu. 1990 yılında aynı fakültede Araştırma Görevlisi, 1999 yılında Doktor, 2002 yılında Y.Doçent oldu. Halen Y.Doçentlik görevini sürdürmektedir. Şu anda İstanbul Bakırköy ve Şişli ilçelerindeki ilkokullarda yapılan anket ve ölçme çalışmalarına dayanan ve "İlköğretimde Gürültünün Etkilerini İnceleyen" bir araştırma projesini ile İstanbul'daki 4 konser salonunda yapılan anket ve ölçme çalışmalarına dayanan "Konser Salonlarımızın Akustik Açısından Değerlendirilmesini" konu alan araştırma projelerini yürütmektedir.

Mine AŞCIGİL

1983 yılı İstanbul doğumludur. Orta öğrenimini İstanbul Robert Lisesi'nde tamamlamış, 2001 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nden 2006 Ocak'ında mezun olmuştur. Halen Ocak 2006'da başladığı İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi programında, akustik konusunda yüksek lisans eğitimini ve Aralık 2006'da başladığı İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Yapı Bilgisi Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi görevini sürdürmektedir.