

YAPI FİZİĞİ KONULARI II

İlk Baskı : 10 Mayıs 1994

SES YALITIMI

(İNŞAAT MALZEMELERİ VE UYGULAMALARI dergisinin Nisan 1994, 77. sayısında çıkan yazı; sayfa 90)

Ses yalıtımından anlaşılması gereken, ses enerjisinin bir mekandan bir başka mekana geçerken önemli ölçüde azaltılmasıdır. Bu geçiş bir dış mekandan bir iç mekana, bir iç mekandan bir başka iç mekana ya da bir iç mekandan dış mekana olabilir. Hepsinde de olay, ses enerjisinin bir mekan sınırını, yani mekanları ayıran bir bölmeyi geçerken ya da bu bölme boyunca yayılıp bir başka mekana girerken belli bir kayba uğraması, yeterince azalmasıdır.

SES ENERJİSİNİN GEÇİŞ BİÇİMLERİ VE ÖNLEMLER

Ses enerjisi mekan sınırlarını (*döşeme, tavan, kapılı kapısız, pencereless penceresiz duvarlar, camekanlar, hafif bölmeler vb.*) genelde dört biçimde geçer:

1- Deliklerden ve aralıklardan geçiş

Örneğin kapı altı aralıkları, iyi kapanmamış kapı ve pencereler, türlü delikler vb.

Bu geçiş biçiminde azalan ses enerjisi, delik ve aralıkların boyutları ile gelen ses enerjisinin frekansına bağlıdır. Alınacak önlem delik ve aralıkların kapatılmasıdır.

2- Ses titreşimlerinin molekülden moleküle geçişi

Bu geçiş biçimi ısının özellikle katı cisimlerde yayılmasına benzer (*iletim yolu ile yayılma*). Ses enerjisi bu yolla havadan katı cisimlere ve katı cisimlerden havaya geçerken çok büyük kayba uğrar. Bu nedenle, bu geçiş biçimi hemen hemen hiç bir zaman hesaba katılmaz.

3- Cidar (bölme) titreşimi ile geçiş

Bu geçiş biçimi ses yalıtımında çok büyük önem taşır. Çünkü ses enerjisinin çok büyük bir bölümü çoğu durumda bu yolla geçer. Bu geçiş biçiminde ses titreşimlerinin hava basıncında oluşturduğu ufak değişimler, bölmeyi (*duvar, döşeme vb.*) bütünü ile titreştirir. Bu titreşimlerin genliği çoğu kez gözle görünmeyecek kadar küçüktür. (*Kalın sesli ve güçlü gürültülerin camları titreştirdiğini herkes bilir*). Böylece bütünü ile titreşen bölme, öbür yandaki havayı da, bir hoparlör membranı gibi aynı frekansta titreştirir ve ses böylece geçmiş olur. Bölmeye eğik gelen ses dalgaları, bölmede yer yer eksi ve artı basınç ayrımları oluşturacağından, bölmeyi dalgalandırır ve ses yine aynı biçimde geçer.

Ses enerjisinin bu yolla geçişine, bölme, ağırlığı yani kütlesi ile karşı koyar. Gelen titreşim enerjisi daha büyük bir kütleyi titreştirmeye harcandığında, frekans değişmeyeceğine göre genlik ufalacaktır. Böylece öbür yana geçen ses enerjisi de azalacaktır. Buna kütle yasası ya da Berger Yasası denir.

Çok özel durumlar için Berger Yasası

$R = 15.4 \times \log(m) + 10$ formülü ile verilir. Bu formülde:

R: Ses geçiş kaybı (dB cinsinden)

m: Bölmenin m^2 ağırlığı (kg/m^2 cinsinden) dir.

Özel olmayan durumlarda yine aynı formül belli düzeltmeler için kullanılır. Ses geçiş kaybını veren buna benzer daha pek çok formül vardır. Bu formüller 500~1000 Hz için ve beyaz gürültü geçerlidir.

Ses geçiş kaybını frekansa göre veren formüller de geniş bir alanda kullanılmaktadır.

Ses geçiş kaybını veren tüm bu formüllerde ortak olan, ses geçiş kaybının, bölmenin kütesinin ondalık logaritması ile değiştiğidir.

4- Dolaylı geçiş

Yukarıda sözü edildiği gibi ses titreşimleri çoğu kez cidarlarda dalgalanma oluşturur. Betonarme döşemeler ve perdeler gibi sürekli ve esnek cidarlarda bu dalgalanma cidar boyunca yayılabilir. (*Cidar dalgalanma öz frekansı ile cidarı dalgalandıran frekansın rastlaşması durumunda bir rezonans olayı da söz konusu olabilir*). Böylece ses titreşimleri yalnız komşu mekan değil, daha uzaktaki mekanlara da geçebilir. Buna, dolaylı geçiş denir. Mamafî bu tür geçişte genellikle 50 dB bir kayıp söz konusudur ve bu nedenle çok özel durumlar dışında bu tür geçiş te pek hesaba katılmaz.

Dolaylı geçişin önlenmesi, heterojen cidarlar oluşturmak, betonarme döşemelerde kesiklikler yapmak ve benzeri önlemler ile olur.

Sürekli asma tavanların üzerinde, tavanla taşıyıcı döşeme arasında kalan hava katmanı da bir tür dolaylı geçmeye neden olur. Önlem yine kesiklikler yapmak, yani bölmeleri asma tavana kadar değil, taşıyıcı döşemeye kadar çıkarmaktır.

ÇİFT CİDAR İLE SES YALITIMI

Yukarıda, sesin en önemli geçiş biçiminin cidar titreşimi yolu ile olduğu ve önlem olarak ta cidarın m^2 ağırlığının artırılması gereği üzerinde durulmuş ve kütle yasası ile ilgili bir de genel formül verilmişti. Bu formül incelendiğinde, cidar ağırlığının aritmetik artışının, ses geçiş kaybında logaritmasal artışlara neden olduğu görülür. Bu nedenle, cidarda, belli bir ağırlıktan sonraki artışlar ses yalıtımı için uygun olmaz.

Bundan ötürü, yüksek ses yalıtımı gerektiren durumlarda “çift cidar” çözümüne baş vurulur. Çift cidar, genelde birbiri ile aradaki hava katmanından başka hiç bir bağlantısı olmayan yan yana iki cidar (*yan yana iki bölme*) demektir. Eğer aradaki hava katmanı da cidarları birbirine bağlama bakımından hiç bir etkisi olamayacak derecede geniş, yani cidarların birbirinden uzaklığı yeterince fazla ise (*örneğin bir~birbuçuk metre kadar*), Berger Yasası iki kez uygulanıp bunların toplamı alınabilir. Ancak bu, çift cidar tanımına uymayan bir durumdur. Genelde, uygulanan çift cidarlar (*çift doğrama, çift duvar vb.*) arasında fazla bir uzaklık bulunmaz. Bu durumda da Berger Yasası iki kez uygulanıp, bunların toplamı alınamaz. Çünkü aradaki hava katmanı, bu derece ince olduğunda, akustik açıdan çok önemli bir bağlayıcı durumuna gelir. Buna karşılık, tekniğine uygun bir biçimde oluşturulmuş çift cidarlar, yine de Berger Yasasına oranla 8~10 dB daha fazla bir ses yalıtımı sağlayabilir.

Çift cidarın düşeyde (*duvar vb.*) ve yatayda (*döşeme, tavan*) tekniğine uygun bir biçimde uygulanması ise bir sürü kurala uyulmasına ve çift cidarla ilgili zorca hesapların yapılmasına bağlıdır. Bu konu ile ilgili ayrıntılar bu yazı sınırları dışında kalır. Ancak şu kadarını belirtmekte yarar vardır: Çift cidar toplam ağırlığı (kg/m^2) ile cidarlar arası uzaklığı veren formüllere göre, ısı-cam genel adı altında satılan çift camlar ses yalıtımı sağlamazlar normal kalınlıkta (~ 4 mm) iki camın ses yalıtımı sağlayabilmesi için, tüm öteki önlemlerin yanısıra iki cam arası uzaklığın da 10~12 mm değil 130~140 mm olması gerekir. Birbirinden bu kadar uzak iki cam ise ısı yalıtımını gereği gibi sağlayamaz ve ısı-cam tanımına da uymaz.

BİLEŞİK BÖLMENİN SES YALITIM DEĞERİ

Bir bölme, m^2 ağırlığı değişik olan bölümlerden oluşabilir. Örneğin dış duvarda pencereler, iç bölmelerde kapı ya da camlı bölümler bulunabilir. Duyulanma, uyarmanın logaritması gibi değiştiğinden, işitsel algılama da gelen ses enerjisinin logaritması gibi değişir. Bu nedenle de ses yalıtım değeri, logaritmasal bir büyüklük olan desibel ile ölçülür. Bundan ötürü ses yalıtım değerleri değişik olan bölümlerden oluşmuş bir bileşik bölmenin ses yalıtım değeri, ısı geçişindeki duruma benzemez, yani, bu bölmelerin yüzölçümleri ile orantılı değildir.

Bir bileşik bölmenin toplam ses yalıtım değerini hesaplamak için bununla ilgili formüller kullanılır. Bu formüllerin verilmesi ve açıklanması bu yazının sınırlarını aşar. Ancak, önemli kural olarak şu söylenebilir: Bileşik bir bölmenin toplam ses yalıtım değeri, bu bölmeyi oluşturan bölümlerden, ses yalıtım değeri en düşük olana yakındır. Bu kuralın önemli bir sonucu da şudur: Bir bileşik bölmede, ses yalıtım değeri en düşük olanların yalıtımının iyileştirilmesine çalışılmalıdır. Örneğin, 1 tuğla kalınlığında bir dış duvarda ses yalıtımı, çoğu kez pencerelerin ses yalıtımı gibi düşünülebilir.

SESİN YUTULMASI VE YALITIMI

Sesin gözenekli gereçlerde ya da titreşen levhalarda yutulması ile, bir bölmeyi geçerken azalması, birbiri ile hiç ilgisi olmayan apayrı olaylardır. Bu olaylar, oluş biçimleri, birimleri, hesapları, sonuçları ve alınacak önlemler, kullanılacak malzeme bakımından büyük ayırım gösterir.

Bir yüzeyde yutulan ses enerjisi, bu yüzeyden geri dönmeyen ses enerjisidir, ve bir oranla verilir. Bir cidarın ses yalıtım değeri ise, sesin bu cidarı geçerken uğradığı kayıp olup dB birimi ile verilir. Kalın kumaştan yapılmış bir perdenin beyaz gürültü için yutma çarpanı yaklaşık 0.50 dir, yani mikrovat/cm^2 cinsinden ses enerjisinin böyle bir yüzeyden ancak yarısı geri döner. Bu büyük bir yutuculuktur. Oysa aynı perdenin aynı gürültü için ses yalıtım değeri en çok 3 dB dir.

Ses yalıtım değeri olarak bu anlamsızdır. Çünkü sıradan bir ses yalıtımında genellikle 40~45 dB bir azalma söz konusu olur.

Demek ki ses yutucu gereçlerle ses yalıtımı yapılamaz. Bu, sürekli olarak yinelenen en büyük yanlışlardan biridir.

(Kalın kumaştan yapılmış bir perdenin büyük oranda ses yutucu olduğu, fakat bu perdenin arkasında bulunan bir kişinin de herşeyi rahatça işitebileceği herkesçe bilinen bir gerçektir.)

GÜRÜLTÜ DENETİMİ VE SES YALITIMI

Gürültünün insan üzerindeki çeşitli kötü etkilerinin zamanla ortaya çıkması ve bu konudaki bilginin giderek yaygınlaşması gürültü denetimini, yapı fiziğinin en önemli konularından biri durumuna getirmiştir.

Gürültü denetiminin iki önemli özelliği vardır:

- 1- Güçlük, yani başarının kolay olmaması,
- 2- Pahalılık, yani gerekli önlemlerin çoğu kez önemlice harcamalar gerektirmesi.

Bu nedenlerle gürültü denetiminin planlı bir biçimde ve her şey iyice hesaplanarak yapılması gerekir. Bunun için bir gürültü denetim planı oluşturulmuştur. Bu planda bazı adımların atlanması, başarısızlığa ya da gereğinden çok daha fazla harcamalara neden olabilir.

Gürültü denetimi,

- ◆ gereksiz gürültü kaynaklarının ortadan kaldırılması,
- ◆ gerekli olanların gürültülerinin azaltılması,
- ◆ gürültünün çevreye yayılmasının önlenmesi

gibi, birbirini izleyen aşamaların sırayla ele alınmasını gerektirir. Ses yalıtımı, gürültü denetim planının bu adımlarının, sonucularından biridir. Yani bir bütün planın belli bir bölümüdür ve hiç bir zaman tek başına ele alınmamalı, olaya bir gürültü denetim planı ile yaklaşılmalıdır. Trafik, sanayi, inşaat ve benzeri gürültülerden yapıların içindeki teknik donanım gürültülerine, komşu gürültülerine kadar her tür gürültünün kötü etkileri ancak böyle bir çalışma sonucu en az harcama ile yeterince azaltılabilir.

Bir önemli nokta da şudur. Gürültü, çok titiz ölçme ve hesaplarla yeterince azaltılmalı, yeterinden fazla azaltılmamalıdır. Çünkü bu, boşa büyük harcamalar demek olur.

Yabancı, yani denetimimiz dışındaki gürültü kaynakları konusunda, ülkemizde bir kaç yıldır yürürlükte bulunan Gürültü Kontrol Yönetmeliği'ni uygulamakla yükümlü olan Belediye sorumluları yardımcı olmak durumundadırlar.

Yazının başında belirtildiği gibi, ses yalıtımından anlaşılan, ses tanımına uymuş, yani kulakla algılanabilir duruma gelmiş titreşimlerin (yani hava titreşimlerinin) yalıtımıdır. Oysa, örneğin, bir betonarme döşemeye sıkıca bağlanmış bir motor, bir fan ya da herhangi bir titreşim kaynağı, bu döşemeyi bütünü ile titreştirir. Yani döşeme, hoparlör membranı gibi gürültü kaynağı durumuna girer. Bu durumda olay bir ses yalıtımı olayı değil, gürültü denetiminin daha önceki adımları ile ilgili bir olaydır.

Sonuç olarak şu söylenebilir: Gürültü denetimi oldukça karmaşık bir uzmanlık konusudur. Ses yalıtımı gürültü denetimi planının belli bir bölümüdür. Konuya bu çerçevede yaklaşılmalıdır.

KONUTLARDA GÖRSEL KONFOR

(MESA 25. Yıldönümü, Konutta Kalite Sempozyumu bildirisi)

GİRİŞ, TERİMLER VE KAVRAMLAR

Konfor sözcüğünün belli ve iyi bilinen bir anlamı vardır. Genelde maddesel rahatlık, yani bir bakıma, psikolojik değil de fizyolojik rahatlık anlamına gelir. Konfor, bilim ve tekniğin sağladığı olanaklarla incelenmiş bir yaşam biçiminde ulaşılan rahatlıklar olarak ta tanımlanır. Bu anlamda, örneğin, bir konutta belli konforların sağlanıp sağlanmadığından söz edilir.

Konfor'un rahatlık kavramına bağlanmış, onun bir türü olarak tanımlanmış olması, bu kavramın öznel değerlendirmelerle ilgisini akla getirmektedir.

Konutlarda ya da herhangi bir yerde görsel konforun sağlanması ya da görme ile, görsel algılama ile ilgili herhangi bir konunun çözümü, aydınlatma tekniği alanına girer. Bu bakımdan, görsel konfor konusunun da aydınlatma tekniği çerçevesinde ele alınması gerekmektedir.

Aydınlatma tekniğinde kesin tanımlar vardır. Örneğin **iyi görme** belli ölçütlere (*kriterlere*) bağlanarak tanımlanmıştır. Bu ölçütler şöylece sıralanabilir:

- ◆ Görülmesi gereken en ufak parçaları ve ayrıntıları kolayca görebilmek
- ◆ Yüzey biçimlerini, iki ve üç boyutlu dokuları doğru algılayabilmek
- ◆ Devingenliği, doğrultu, yön, hız, ivme vb. tüm özellikleri ile doğru algılayabilmek
- ◆ Renkleri doğru görebilmek ve en ufak renk ayrımlarını algılayabilmek
- ◆ Görsel algılamayı, zorlanmadan, rahat bir biçimde uzun süre sürdürebilmek

Görme konusunun özelliklerine göre, bu ölçütlerden biri, birkaçı ya da hepsi söz konusu olabilir. Aydınlatma tekniği, oluşturulacak aydınlığın bu ölçütlere göre biçimlendirilmesinin yollarını gösterir. Elde edilen aydınlığın, seçilen ölçütlere uyup uymadığı, standartlaşmış denemeler ve ölçmelerle kesin bir biçimde belirlenebilir.

İyi görme'nin böylece tanımlanmış olmasına karşılık görsel konfor için kesin bir tanım bulunamamaktadır. Örneğin, akkor lamba ışığı altında renkler doğru bir biçimde algılanamaz. Fakat bu, görsel algılamada herhangi bir rahatsızlık doğurmaz. İyi görmenin öyle ölçütleri vardır ki, bir aydınlığın bu ölçütlere uymamasının bir rahatsızlık doğurup doğurmayacağı tartışma konusudur. Bu yaklaşımda, iyi görme koşullarının sağlanamaması durumunda bile görsel konforun varlığından söz edilebileceği anlaşılıyor.

Parter kesiti, görme etüdü ile elde edilmiş bir sinemada perdenin her yanının rahatça görülebilmesi de bir tür görsel konfor olarak düşünülebilir, ve o sinemada görsel konforun sağlanmış olduğu söylenebilir. Bunun ise aydınlatma tekniği ile hiç bir ilgisi yoktur.

O halde görsel konfor kavramını daha kesin bir biçimde nasıl tanımlamalı ve bununla ilgili ölçütleri nasıl belirlemeli sorusu gündeme gelmektedir.

Derinlemesine kuramsal tartışmalar bir yana bırakılırsa, biraz kabaca da olsa, görsel konfor, görsel algılamanın rahatsız edici ya da uzun sürede yorucu olmaması gibi tanımlanarak, bu kavram, hiç olmazsa belli bir biçimde sınırlandırılabilir.

Bu tanıma göre konutlarda sağlanması gereken, genelde görsel konfor mudur, iyi görme koşulları mıdır, yoksa yerine göre her ikisi de söz konusu olabilecek midir?

Buna karar verebilmek için iyi görme koşullarının ne sağladığına ve ne gibi yerlerde uygulandığına bakmak ve konutların özel durumunu buna göre değerlendirmek gerekir.

İyi görme koşullarının sağladığı yararlar arasında, araştırma ve ölçme sonuçlarına göre belirlenmiş ve ciddi literatürde yer almış bulunanlar şöylece özetlenebilir.

- ◆ İş yerlerinde çalışma hızının ve verimin artması
- ◆ Üretimde, kusurlu üretim oranının düşmesi
- ◆ Trafik ve iş yeri kazalarının azalması
- ◆ Görsel ağırlıklı tanılamalarda (teşhislerde) yanlışların azalması
- ◆ Öğretim kuruluşlarında başarı oranının yükselmesi
- ◆ İşe bağlılığın artması
- ◆ Genelde yorgunluğun ve sinirliliğin azalması
- ◆ Aydınlatma giderlerinin azalması

Bu sonuçların elde edilmesi amacı ile aydınlatma tekniğine gerekli önemin verildiği ve doyurucu sonuçların alındığı yerlere bakıldığında, buraların iş yerleri, öğretim kurumları, sağlık kuruluşları vb. yapılar olduğu görülmektedir. Bu tür yapılarda belli bir bölümde, ve kimi zaman tüm yapıda, aynı tür çalışmanın yapılması nedeni ile, görsel algılama konusunun aynı olması, ve bu nedenle de belli bir aydınlık düzeyi ve ondan çok daha önemli olarak, belli bir aydınlık niteliğinin de tanımlanabilmesi olanaklı olmakta, aydınlatma da buna göre yapılabilmektedir.

Konutlarda, ve özellikle yaşama bölümlerinde (*oturma odalarında, salonlarda*) yapılan işlerin ve bulunulan durumların çeşitliliği, aydınlatmanın, bu mekanlara özgü kesin kurallara bağlanmasını olanaksız kılmaktadır. Banyo ve mutfak gibi işlevi oldukça belli bölümler için ise, aydınlatma tekniği, iyi görme koşullarına bağlı belli kurallar getirmektedir.

Aydınlatma literatürüne bakıldığında, konut aydınlatması ile ilgili yayınların büyük oranda teknik içerikten yoksun ve dekorasyon ağırlıklı olduğu, geri kalanının da aydınlatma tekniğinin genel kurallarını oldukça kuramsal düzeyde ve konut yaşantısının özelliklerini yeterince dikkate almayan bir yaklaşımla yinelemekten öteye gidemedikleri görülmektedir.

Özetle denebilir ki, konutlar, aydınlatma tekniğinin uygulanması bakımından belli kurallara bağlanması en güç yapılardır. Aydınlatma düzenlerinin büyük oranda iç mimari, ince yapı ve tefriş içinde yer almaları da konuyu tasarımcı ve yapımcıdan, kullanıcıya doğru kaydırmakta ve çoğu kez kullanıcının kişisel ve her türlü disiplinden uzak kararları büyük oranda belirleyici olmaktadır.

Yine de bu konuda tasarımcı ve yapımcının, alt yapıyı doğru oluşturmak, aydınlatma konusunda doğru çözümlere yönelecek kullanıcılar için olanak hazırlamak ve konutun kullanıcıya teslim edileceği “bitirilmişlik düzeyi”ne göre az ya da çok belirlemelerde bulunmak gibi oldukça önemli katkıları olacaktır.

Aşağıda, tasarımcı, yapımcı ve kullanıcı ayrımı gözetmeksizin konut aydınlatmasında dikkate alınması yarar sağlayacak bir takım düşünce ve önerilere yer verilecektir. Bu önerilerin gerekçeleri de, olanaklı olduğu oranda ve çok kısa bir biçimde açıklanacaktır. Çünkü

unutulmamalıdır ki, iş yeri, okul, spor kuruluşları, bürolar vb. yapılarda aydınlatma düzeni yönetmeliklere ya da belli kurallara ve kararlara göre kullanım öncesinde oluşturulmaktadır. Oysa konutlarda durum bunun aksidir. Özellikle kullanıcı aydınlatma düzenini büyük oranda istediği gibi belirleyebilmekte, ve kendi görüş ve beğenilerine göre, dilediği zaman değiştirebilmektedir. Bu nedenle konutlarda, önerilen aydınlatma düzenlerinin, yeri geldikçe, neden daha iyi olduklarını da açıklamak yararlı olabilir.

Konut aydınlatması ile ilgili önerilere geçmeden önce, konutla ilgili olmamakla birlikte, burada bir noktaya daha değinmek gerekli gibi görünmektedir. Yukarıda aydınlatma yönetmeliklerinden söz edildi. Bir kere yönetmeliğin elektrik döşemi (*tesisatı*) yönetmeliği değil, aydınlatma yönetmeliği olması gerekir. Ayrıca bu yönetmeliğin günümüz teknik düzeyinin gereklerine göre yenilenmiş olması da büyük önem taşır.

Bu satırların burada yer almasının nedeni, örneğin Fransız Milli Eğitim Bakanlığı'nca 30 Mart 1965'te, yani günümüzden tam 29 yıl önce “Okul Yapılarının Aydınlatılması İle İlgili Yönetmelik” adı altında yayınlanan bir yönetmelikte geçen “ışık kaynaklarının ışıklılığı”, “çevrenin arka plan ışıklılığı”, “rahatsız edici yansımalar”, “fovea alanı”, “merkez görüş alanı”, “çevre görüş alanı”, “bütün görüş alanı” gibi, aydınlatma tekniğine özgü terimlere ve bunlarla ilgili uygulamaya dönük belirlemelere, ülkemiz yönetmeliklerinde hala yer verilememiş olmasıdır. Kuşkusuz, aydınlatmanın, tek tek kişilerin kendi beğeni ve kararlarına göre mi, yoksa çağdışı kalmış yönetmeliklere göre mi yapılmasının daha doğru olacağı tartışmaya açıktır.

KONUT AYDINLATMASI İLE İLGİLİ ÖNERİLER

Önce, konutun hemen her bölümünde geçerli olacak önerilere yer verilmesi, belli yinelemeleri önleyecektir.

GENEL ÖNERİLER

Konutlarda **sıcak renkli ışığın kullanılması** daha uygun olur. Bunun için standart ampullü akkor lambalar, linestra tipi tüp biçiminde akkor lambalar, ya da halojen lambalar kullanılmalıdır. (*Akkor lamba: Işık kaynağı tungsten teli olan lamba.*)

Işık rengi sıcak olan flüoresan lambalar da kullanılabilir. Bu lambaların enerji tüketimi standart akkor lambalara oranla yaklaşık beş kat daha azdır. Ancak, ülkemizde üretilen sıcak renkli flüoresan lambaların renksel geriverimi (*renkleri iyi gösterme özelliği*) iyi değildir.

Işık kaynağının, olabildiğince **gözden gizlenmesi** gerekir. Görme alanı içinde, görünür durumda bir ışık kaynağı, oluşturduğu aydınlıktan yararlanmayı büyük oranda azaltır, dolayısı ile enerji, boşuna harcanmış olur. Işık kaynaklarının gözden gizlenmesi, yazının başında oldukça dar sınırlar içinde tanımlanmış olan görsel konforun, görme alanı içindeki ışıklılık karşıtlıklarının belli oranlar içinde tutularak sağlanmasında da olağanüstü önem taşır.

Genellikle mekanların değil, **görsel algılama konularının aydınlatılmasına** çalışılmalıdır. Buralardan yansıyan ışık, yeterli bir genel aydınlık oluşturacaktır. Böylece, görsel algılama konuları üzerinde bulunması gereken aydınlık düzeyi, çok daha az enerji harcayarak oluşturulabilecektir. Ayrıca bu düzenlemelerle elde edilecek dinamik aydınlık düzeyi dağılışı, konut karakteri ile daha iyi bağdaşır.

Gerekli olmayan yerlerde tavanlarda ve duvarlarda aydınlatma sortisi bırakılmamalıdır. Tekniğine uygun bir aydınlatma gerçekleştirildiğinde bu sortiler boşuna bir yapım harcaması oluşturacaktır.

Elektronik **dimmer kullanımına** yeterince geniş **yer verilmelidir**. Elektronik dimmerler akım sınırlaması yaptığından, reosta'nın aksine, enerji harcamaları azalır. Aydınlik gereksinimi, yapılan işe, kişinin yaşına, günün saatine ve yorgunluk durumuna göre değişir. Konutlarda bulunan kişilerin yaşları ve yapılan işin çeşitliliği düşünülürse, dimmerlerin kullanılmasının en yaygın olması gereken yerin konutlar olduğu anlaşılır.

Yatak odası, koridorlar, ve çocuk odasında, çok az enerji harcaması olan uzun ömürlü **gece lambalarının kullanılması** uygun olur. Bu lambaların iç mimari ile birlikte düşünülmesi en iyi çözümdür.

MUTFAKLAR

Mutfaklarda görsel algılama konusu tezgahların üstü ve dolapların, çekmecelerin içidir. En çok aydınlık gereksinimi tezgah üstlerindedir. Bu bakımdan buraların, tezgah üstü dolapların altından, yani oldukça yakından, gözden gizlenmiş ışık kaynakları ile güçlü bir biçimde aydınlatılması gerekir. Dolap ve çekmece içlerinin aydınlatılması dolap üstlerinden tavanın aydınlatılması ile elde edilecek gölgesiz bir genel aydınlatma ile sağlanabilir. Böylece, tezgah önünde çalışan kişilerin, baktığı alana gölgesinin düşmesi gibi en büyük bir aydınlatma kusuru önlenmiş olur. Bu büyük kusur, mutfak tavanı ortasından sarkıtılmış bir lamba ile yapılan mekan aydınlatmasında en sakıncalı duruma gelir.

Eğer mutfakta bir yemek masası ya da kahvaltı köşesi varsa, ve yeri değişmeyecekse, bunun tavandan masanın ortasına doğru sarkıtılan bir ışık kaynağı ile aydınlatılması klasik çözümlerden biridir. Bu durumda, tavanda, yeri tefrişe göre belirlenmiş bir ışık sortisi bırakılabilir. Tavandan masa ortasına doğru sarkan bu ışık kaynağı yalnızca masayı aydınlatmalı, bu amaç doğrultusunda seçilecek bir ışıklık ile (*bir armatür ile*) ışığın göze gelmesi ve çevrede zararlı gölgeler oluşturması önlenmelidir. Masa üzerinde elde edilecek ortalama aydınlık düzeyi 300 lx'ün altında olmamalıdır.

Kimi zengin mutfaklarda bitkiler, resimler ya da çeşitli süs eşyaları bulunabilir. Eğer bunların da aydınlatılması isteniyorsa konuya dönük, bölgesel aydınlatma yapılmalıdır.

Günümüzde, konutlarda hazır mutfak kullanımı yaygınlaşmıştır. Kimi hazır mutfaklarda dolap altından tekniğine uygun tezgah aydınlatmaları da yer almaktadır. Hazır mutfak seçiminin buna göre yapılması uygun olur. Bu tür hazır mutfaklarda bile tezgah üstünde yeterli aydınlığın elde edilmemiş olduğu görülmektedir. Tezgah üstünde en az 500 lx aydınlık gerekmektedir. Bu noktalara da dikkat edilmesinde yarar vardır.

AYNA ÖNLERİ - BANYOLAR

Aydınlatma tekniğinde, ayakta duran insanın bedeni, ve oturan ya da ayakta duran insanın kafası, düşey eksenli silindirler gibi düşünülür. Bu nedenle aydınlatmanın yukarıdan aşağıya, yani insanın yalnızca tepesini ve omuzlarını aydınlatacak biçimde değil, yanlardan yapılması gerekir. Ayna önü aydınlatmasının birinci özelliği budur. İkinci önemli nokta da, aydınlatılacak şeyin ayna olmayıp, ayna önünde duran insan olduğudur. Bu nedenle, doğru deyim ayna aydınlatması değil, ayna önü aydınlatmasıdır. Bütün düzen, aynaya belli bir uzaklıkta duracak olan insanın aynada görünen her noktasının iyi aydınlatılabilmesini sağlayacak biçimde kurulmalıdır. Ayna önü aydınlatmasında bir üçüncü özellik te, aydınlatan ışığın göze gelmemesi kuralının burada zorunlu olarak bozulmasıdır. Çünkü ışığın, gözü de aydınlatması gerekmektedir.

Bu nedenlerle, ayna önü aydınlatmalarında fazla seçenek yoktur. Aydınlatma iki yandan, düşey konumda, çizgisel (*silindirselsel*) ya da aynı konumda dizi oluşturan noktasal (*normal akkor lamba*) ışık kaynakları ile yapılacaktır. Bu kaynakların ışığı sıcak renkli olmalı, baş hizasında ve özellikle yüz üzerinde oluşturdıkları aydınlık düzeyi 500 lx'ün altında olmamalıdır. Burada 1000~1500 lx aydınlık fazla sayılmaz. Işığın göze gelmesi ile oluşacak göz kamaşması, bakış doğrultusu (*gözden ayna düzlemine inen dik*) ile ışığın geliş doğrultusu arasında, yatayda 45°~60° lik bir açı oluşturulması ile bir ölçüde önlenmiş olacaktır. **Belli bir aydınlık düzeyini oluşturan bir ışık kaynağının, görünen yüzeyi ne kadar büyük olursa, ışıklılığı, o oranda az olur** ve daha az kamaşmaya neden olur. Bundan ötürü uzun silindir biçiminde ışık kaynakları yeğlenmelidir. Işık kaynakları aynanın hemen kenarında ya da ayna üzerinde bulunacaksa, bu açının hesaplanmasında, ışık kaynaklarının aynadaki görüntülerini de dikkate almak gerekir.

Piyasada rastlanan hazır banyo aynaları ile, ve bir çok satıcı tarafından önerilen süslü ve gösterişli aynalar ile birlikte düzenlenmiş aydınlatma donanımlarında, bu temel ilkelere rastlanmamaktadır. Unutulmamalıdır ki, lavabo üstünde, tuvalet masasında ya da herhangi bir yerde, insanın kendisini görmek için kullandığı aynanın temel işlevi, aynaya bakıldığında istenen ayrıntıların net bir biçimde görülebilmesidir. Bu bakımdan, üzerine bol süslemeler içinde zavallı bir lamba takılmış aynaların kullanılmasından vazgeçilmelidir.

Banyolarda aydınlatma, ayna önü aydınlatmasına indirgenebilir. Çünkü, kimi özel durumlar ve çok zengin banyolar dışında, banyoda, ayna önü aydınlatmasının dışında, hiç bir yerde fazla bir aydınlığa gereksinim duyulmaz. Ayna önü aydınlatmasının, yukarıda da belirtildiği gibi, oldukça güçlü olması gerekmektedir. Bunun kademeli bir biçimde devreye sokulması ile banyonun tümünde gerekli olan düşük düzeyde genel aydınlık elde edilebilir. Böylece tavanda ayrıca bir aydınlatma sortisine de gerek kalmaz.

Kuşkusuz, mutfakta olduğu gibi, banyoda da bitkiler, vazolar, biblolar vb. süs eşyası yer alıyor ve bunlardan bir ikisinin de aydınlatılması isteniyorsa konuya dönük bölgesel aydınlatmalar yapılabilirse de bu, abartılmamalı, küçük hacimler fazla yüklenmemelidir.

YATAK ODALARI

Giysi dolapları, yatak odasında ya da bitişik bir hacilde düzenlenmiş olabilir. Her iki biçimde de dolap içlerinin oldukça iyi aydınlanması gerekir. Dolapların içi genellikle karanlık olur ve bu, insanlara sıkıntı verir.

Yatak odalarında başucu aydınlatması ile birlikte ve göze gelmeyecek bir biçimde düzenlenen güçlü ışık kaynakları ile tavan aydınlatılabilir. Böylece odanın genel aydınlatması sağlandığı gibi, dolap içleri de, tavandan yansıyarak tüm tavan yüzeyinden, yani değişik doğrultulardan gelen ışıkla gereği gibi aydınlanır. Doğaldır ki, tavan mat beyaz olmalıdır. Bu çözümün, odada genel aydınlığın tavanın ortasında yer almış bir ışık kaynağı ile elde edilmesine oranla belli üstünlükleri vardır. Bu üstünlükler, dolap içlerinde ışık almayan köşelerin bulunmaması, ışık kaynağının yatan kişinin gözüne gelmemesi, tavana fazladan elektrik döşemi yapılmaması olarak özetlenebilir. Başucu aydınlatması ile birlikte düzenlenerek tavanı aydınlatacak bu ışık kaynakları 'va e viyen' sistemi ile kapı yanında bir anahtara bağlanabilir ve hem kapı yanından hem de başucundan söndürülüp yakılabilir.

Yatak odasında bir tuvalet masası varsa, burada da ayna önü aydınlatması kuralları geçerlidir.

OTURMA ODALARI - SALONLAR

İşlev ve görsel algılama konusu çeşitliliği bakımından, konutları öteki yapılardan ayıran başlıca bölüm, kuşkusuz oturma odalarıdır. Buralarda bulunan durumlar ve yapılan işler, görsel algılama özellikleri bakımından ikiye ayrılabilir. Birinci grupta, oturup dinlenmek, müzik dinlemek, sohbet etmek, çay, kahve, içki içmek vb. etkinlikler yer alır. Bunlar için, görsel konforun sağlanmış olması yeterli gibi görünmektedir. Yani çevrede rahatsızlık verici ışıklılık karşıtıklarının olmaması, aksine ışıklılık ve renk karşıtıkları arasında bir uyum, hatta onun ötesinde bir estetik düzen olması, doyurucu bir çözüm gibi düşünülebilir. Böyle bir ışıksal ortam için çevredeki yüzeylerin yansıtma çarpanları ortalaması 0.4 dolaylarında ise, 10~15 lx ile 100~150 lx arasında değişen bir aydınlık düzeyi uygun olur. Bunu sağlayacak aydınlatma düzeni ise tümüyle iç mimari ve daha çok tefriş içinde yer alır, yani tümüyle kullanıcı denetimindedir.

Görsel konforun sağlanması ile ilgili ışıklılık¹ oranları konusuna girmek bu yazı sınır ve amacını aşar. Bu konuda yine de bir kaç öneride bulunulabilir.

Oturma bölümlerinde, iş yerlerini anımsatan düzgün yayılmış statik karakterde bir aydınlık oluşturulmamalıdır. Ayaklı lambalar, masa lambaları ve benzeri düzenlerle, mekan içinde aydınlık düzeyinin değişkenliğinin rahatça algılanabileceği, dinamik karakterde bir aydınlık düzeyleri düzeni yaratılmalıdır. Bu amaçla kullanılacak ışık kaynakları tefrişle uyumlu bir biçimde konumlandırılır. Bu ışık kaynaklarının yan yüzeylerinin ışıklılığı çok az olmalı, yani yandan bırakıldığında göz almamalıdır.

Oturma bölümleri için önerilen bu düzen şöylece özetlenebilir. Aydınlatma yer değiştirebilen ayaklı lambalar, masa lambaları ve benzeri ışık kaynakları ile yapılacaktır. Buna göre tavan ve duvarlarda ışık sortileri gereksizdir. Buna karşılık süpürgelik hizasında en fazla iki metre ara ile prizler düzenlenmelidir. Bu prizlerin tek değil ikili, üçlü olmalarında yarar vardır. Yine bu prizlerden biri, 'va e viyen' döşemi ile kapı yanında bir anahtara bağlanmalıdır. Oturma bölümlerinde tefriş zaman zaman değiştiğinden, bu düzenin esnekliği yarar sağlar.

Kimi, beyaz tüllü geniş pencerelerde korniş altına gizlenmiş çizgisel ışık kaynakları ile, ve öteki aydınlatmalara ek olarak yapılan tül aydınlatması da, iç mimari özelliklerine bağlı olarak iyi sonuç verebilmektedir. Bu durumda aynı ışık kaynaklarının tavanı da aydınlatması, bu çözümün anlamını büyük oranda azaltır. Tavan yüzeyi bu ışık kaynaklarını görmemelidir.

Oturma odalarında kitap dergi okumak, dikiş dikmek, nakış yapmak gibi doğal çalışmalar yanında çok değişik etkinlikler de yer alabilmektedir. Bu etkinlikler ikinci grubu oluşturur ve bunlar için aslında, iyi görme koşullarının sağlanması gerekir. Ne var ki, her bir tür çalışmanın özelliğine göre en uygun aydınlık niteliğinin seçilmesi ve iyi görüş koşullarının sağlanması bir konut için söz konusu olamaz ve gerçekleştirilemez. Böyle olunca çoğu zaman göz yorgunlukları, baş ağrıları, sinirlilik vb. rahatsızlıklar da kaçınılmaz olur. Siyah iplikle siyah kumaş diken 40 yaşında bir kişinin 30.000 lx (*otuzbin lüks*) üzerinde bir aydınlık düzeyine gereksinimi olduğu hesaplanır. Çok ince yazılar okumak, parlak nesnelere çalışmak vb. etkinlikler de çok özel aydınlık düzenleri gerektirebilir. Eğer bu gibi çalışmalar her gün uzunca bir süre yapılacaksa, kullanıcıların, kendi olanakları ile buna bir çare bulmalarından başka çözüm

¹ Bu yazıda zorunlu olarak bir kaç kez kullanılmış olan **İŞIKLILIK** terimi şöyle tanımlanabilir:

- 1- Başka yerden ışık alan yüzeyler ve nesnelere için **ışıklılık** : Aydınlık çarpı yansıtma ya da geçirme çarpanı.
- 2- Birincil ışık kaynakları için **ışıklılık** : Kaynağın bir doğrultudaki ışık yeğlinliği bölü o doğrultudan görünen yüzeyi.

yoktur. Bu konuda kullanıcılar uyarılmalıdır. **Burada, aydınlık gereksiniminin yaşla arttığına ve 40 yaşa oranla 50 yaşta iki, 60 yaşta beş katına çıktığına dikkati çekmekte yarar vardır.**

Yemek masası oturma bölümünde bulunuyorsa, ve yeri de değişmeyecekse, ya da ayrıca bir yemek odası varsa, buralarda yemek masası, mutfakta olduğu gibi tavadan sarkan armatürlerle aydınlatılmalıdır. Işık göze gelmemeli, masayı aydınlatmalıdır.

ÇOCUK ODALARI

Aydınlatma tekniği açısından çocuk odaları çok büyük önem taşır. Çünkü aydınlık, ve onun sağladığı görsel algılama olanakları, çocukların, ilk aylardan başlayarak gelişmelerinde çok önemli bir rol oynar. Bununla ilgili kimi gerçekleri sıralamak, sonra da aydınlatma özellikleri ile ilgili önerilerde bulunmak daha yararlı olabilecektir.

- ◆ Normal bir insanın dış dünya ile kurduğu ilişkilerde, yani kendi dışındaki varlıkları ve olayları algılamasında, görsel algının payının %95 (*yüzde doksanbeş*) dolaylarında olduğu bilinmektedir.
- ◆ Görsel algı mekanizmasının görme ile, işitsel algı mekanizmasının işitme ile gelişmesi, insan fizyolojinin bir özelliğidir. Kaslar çalıştırılarak, taşıyıcı iskelet (*kemikler*) yüklenerek, düşünce yeteneği zihinsel etkinliklerle gelişir ve gelişmişliğini korur. Çok uzun süre çok az kımıldayan bir insanın kaslarının erimesi kemiklerinin zayıflaması gibi, örneğin 10 gün boyunca yeşil ışığı geçirmeyen bir gözlükle yaşayan kişinin, yeşili görmesinde büyük bir zayıflama olduğu gözlenmiş ve deneylerle kanıtlanmıştır. Dar spektrumlu kırmızı ışık altında sürekli bir biçimde çalışanların, bu ışık altında çevrelerini, giderek daha iyi görmeye başladıkları genellikle bilinmektedir. Bunun nedeni, retinadaki kırmızı ışık alıcılarının zamanla gelişmesidir.
- ◆ İnsanın öğrenme kapasitesi hızla artarak yaklaşık 25 yaşlarında maksimum geçer ve sonra yavaş yavaş azalır. (*Bu azalma yaratıcılık ve zihinsel verim ile ilgili değildir*). Öğrenme kapasitesinin çizdiği bu eğrinin tepe noktasının yüksekliği eğrinin başındaki tegetin eğilimi ile büyük oranda ilgilidir. Yani çocuklar daha ilk aylardan başlayarak ne kadar çabuk ve çok öğrenirlerse, ileride öğrenme kapasiteleri o oranda yüksek olacaktır.

Bu üç gerçek bir araya getirildiğinde, çocuk odalarının, görsel algılamanın bir an önce gelişmesini sağlayacak biçimde oluşturulmalarının önemi ortaya çıkar.

Çocuk odaları, spektral (*tayfsal*) yapısı düzgün bir ışıkla aydınlatılmalıdır. Bu odaların bol günışığı alması en iyi çözümlerden biridir. Yağmurlu günlerde ya da kış mevsiminde günışığı büyük oranda yetersiz olabilir. Bu durumlarda akkor ve soğuk renkli flüoresan lamba karışımları kullanmak iyi sonuç verebilir. Aydınlık karakteri yarı saydam ve yumuşak gölgeli olmalıdır.

Erkek çocuk odası mavi, kız çocuk odası pembe **OLMAMALIDIR**. Çocuk odalarında tüm renkler ve özellikle kırmızı, yeşil ve mavi renkler dengeli bir biçimde duvar ve eşyaya dağıtılmalı, renklerde koyuluk açıklık ayrımları da ayrıca oluşturulmalıdır. Daha ilk aylardan başlayarak çocukların üçüncü boyutu, perspektifi, başlıca dokuları ve parlaklığı algılayabilmesine olanak sağlanmalıdır. Aydınlatma bakımından en iyi çözümlerden biri beyaz badanalı tavanı soğuk renkli bir ışıkla aydınlatarak yayınık ışık alanı oluşturmak ve bunu, ışıklılığı denetimli, doğrultulu ışık veren bir armatürle, örneğin tavana asılı büyükçe ve beyaz bir japon feneri ile tamamlamak olabilir.

Çocuk odalarında aydınlık düzeyi 300 lx ün altına düşmemelidir. Gün ışığında pencere yanında bir kaç bin lx aydınlığın bir zararı yoktur. Uyku zamanı, gece lambası ile sağlanmış 0.5 lx bir aydınlık yeterlidir.

GÜNIŞIĞI KONUSU

Bu yazıda baştan beri lamba ışığı ile aydınlatma, yani yapay aydınlatma ele alınmıştır. Çünkü, çağdaş aydınlatma tekniğinin tüm gerekleri ancak lamba ışığı ile yerine getirilebilir.

Günişığı, rengi, doğrultusu ve öteki nitelikleri ile çok büyük oranda değişkendir. Ve bu değişkenliğin hızı da bir çok öğeleri için tamamen rastlantısaldır. Bu özellikleri ile günişığı canlı, devingen bir nitelik gösterir. Bu, insan doğasına uygun çok güzel bir özelliktir. İnsan, yeryüzünde varolduğu günden bu yana, böyle bir ışık içinde gelişmiş, tüm organizması, belli guddelerin çalışmasından psikolojik yaşantısına değin, buna göre oluşmuştur.

Ancak, bu günkü gereksinimler ve uygar yaşantının gerekleri bakımından gün ışığı, hiç olmazsa büyük çocuklar ve yetişkinler için, yetersiz kalmaktadır. Günişığının kaynağı yapıların dışındadır ve denetlenemez. Yapı içinde oluşturduğu ışıklılık karşıtlıkları genellikle çok yüksek ve yorucudur. Günişığının yapıların içinde oluşturduğu aydınlık pencereden uzaklaşıldıkça büyük oranda azalır ve genellikle yetersiz kalır. Bu ve buna benzer bir çok nedenlerden ötürü bu güzel doğal ışıktan olabildiğince yararlanmalı, fakat günişığı sevgisi anlamsız bir tutkuya dönüşmemeli, her gerekli olduğunda çağdaş aydınlatma tekniğinin gerekleri, lamba ışığı ile yerine getirilmelidir.

ISI VE SES YALITIMINDA ÇİFT CİDAR

(İNŞAAT MALZEMELERİ VE UYGULAMALARI dergisinin Haziran 1993, 67. Sayısında çıkan yazı; sayfa 84)

Çift cidar konusuna girmeden önce, ısı ve ses yalıtımı ile ilgili genel bilgileri kısaca anımsamakta yarar vardır.

- ◆ Isı, üç biçimde yayılır: ışıınım (*radyasyon*), iletim (*kondüksiyon*), taşınım (*konveksiyon*).
İşınım, kızgın bir cismin ısı ışıınımlarını, ışığa benzer doğrusal ışınlar biçiminde yaymasıdır. Bu tür yayılma maddesel ortamın varlığına bağlı değildir.
İletim, ısı enerjisinin molekülden moleküle geçişi ile olur ve maddesel ortamın varlığına bağlıdır.
Taşınım ise, ışıınım ve / ya da iletim yolu ile ısınan maddesel ortamın yer değiştirmesi ve ısıyı böylece taşıması, yaymasıdır. Taşınım katı cisimlerde söz konusu değildir.
- ◆ Ses titreşimleri maddesel ortamın titreşimleri olup yalnızca maddesel ortamda yayılabilir. Ses titreşimlerinin iletim yolu ile yayılmasında ses basınç düzeyi, esneklik modülü çok farklı olan ortamlar arasında (*katı cisim-hava, su-hava gibi*) çok büyük (*50 dB dolayında*) kayba uğrar. Örneğin, sesin havadan duvara, duvardan öbür yandaki havaya **iletim yolu** ile geçişinde yaklaşık **50 dB + 50 dB = 100 dB**, hatta daha fazla bir kayıp söz konusudur. Oysa ses böyle bir engeli, engelin **tümünü** titreştirerek çok daha az bir kayıpla geçer. Bu geçiş biçimi hiç bir bakımdan ısı geçişinin herhangi bir türüne benzemez.

Duvar, cam ya da herhangi bir cidarın bir yanında oluşan ses titreşimleri hava basıncında ufak değişimlere neden olur ve bu değişimler çok ufak genliklerle cidarın bütününe değiştirir. Böylece titreşen cidar bir hoparlör membranı gibi öbür yandaki havayı titreştirir ve ses böylece geçer. Bu geçiş biçiminde azalma, çok büyük oranda cidarın ağırlığına (*küttlesine*), yani, hava basıncında oluşan ufak değişimlere (*akustik basınca*) küttlesi ile karşı koymasına bağlıdır. Buna Berger Yasası ya da Kütle Yasası denir. Bu yasanın basit anlatım biçimi $R = 15.4 \log(m) + 10 \text{ dB}$ dir. Burada, **R**: Ses geçiş kaybı [dB], **m**: cidar ağırlığı [kg/m^2] dir. Cidarın yapısı da (*rijitliği, homojen ya da heterojen yapıda olması, ankastrelik durumu vb.*) sesin geçmesini biraz etkiler.

Yukarıdaki kısa açıklama ses yalıtımı ile ısı yalıtımının kullanılacak yapı gereçleri ve alınacak önlemler bakımından bir benzerlikleri olmadığını anlaşılması için yeterli olmalıdır.

Özetle denebilir ki, hafif yani içinde büyük oranda boşluklar bulunan yapı gereçleri ısı yalıtımı sağlar fakat hafifliği nedeni ile bütünüyle titreşerek sesi geçirir, bunun aksine, içinde boşluk

bulunmayan tıkız ve ağır yapı gereçleri ağırlığı nedeni ile ses yalıtımı sağlar fakat iletim yoluyla yani molekülden moleküle ısı geçişi için fazla bir engel oluşturmaz.

ÇİFT CİDAR KONUSU

Ses yalıtımında ve ısı yalıtımında çift cidar uygulanması ayrı nedenlere dayanır. Bundan ötürü konu, önce ses yalıtımı, sonra ısı yalıtımı açısından ayrı ayrı ele alınarak açıklanacaktır.

Ses Yalıtımında Çift Cidar

Ses yalıtımında, Berger yasasına göre, cidar ağırlığının artırılması, sonucu logaritmasal olarak etkiler. Yani, örneğin cidarın m^2 ağırlığının iki katına çıkarılması, ses yalıtımında ancak 4 dB kadar bir artış sağlayabilir; m^2 ağırlığı 100 kg olan bir cidar, geçen seste ortalama yaklaşık 41 dB azalma sağlarken, m^2 ağırlığı 200 kg olan bir cidar ancak 45.5 dB bir azalma sağlayabilir.

Buna karşılık, birbirinden **yeterince uzak** ve her biri 100 kg/m^2 ağırlığında iki cidar ikisini birden geçen seste $2 \times 41 \text{ dB}$ yani 82 dB bir azalma sağlayabilir. Ses yalıtımında çift cidar böyle bir amaçla uygulanır.

Yalnız bu sonuç, iki cidar arasındaki hava katmanının cidarları birbirine bağlayıcı **hiç bir etkisi** olmaması durumunda elde edilebilir. İki cidar arasındaki hava katmanı, cidarları birbirine bağlayan bir yay gibi düşünülebilir. Hava katmanı ne kadar kalınsa, yani cidarlar birbirinden ne kadar uzaksa, bu yayın o derece yumuşak; hava katmanı ne kadar ince yani cidarlar birbirine ne kadar yakınsa yayın o oranda sert olduğunu düşünmek gerekir. Doğaldır ki sert bir yayın bağlayıcılığı çok daha güçlüdür.

Yapılarda genellikle rastlanan boyutlar bakımından pek önemli olmayan rijitlik ve ankastrelik etkileri bir yana bırakılırsa, daha genel bir anlatımla, çift cidar, iki ucunda iki kütle bulunan bir yay benzetilebilir. Böyle bir sistemin dıştan gelen titreşimler (*kütlelerden birini etkileyen eksi artı periodik kuvvetler*) karşısındaki davranışı yalnızca yayın sertliğine bağlı olmayıp aynı zamanda kütlelerin de büyüklüğüne yani eylemsizliğine bağlıdır. Bunun dışında, verilmiş bir “kütle-yay-kütle” sisteminin tepkisi, etkileyen titreşimin frekansına göre değişir. Gürültü denetiminde söz konusu olan frekansların yaklaşık 60 Hz ten 4000 Hz e kadar değişmesi bu etkenin de önemini açıklamak için yeterlidir.

(Alçak frekanslar için daha büyük kütleler ve daha yumuşak yaylar yani daha ağır cidarlar ve daha geniş hava katmanları gerekir.)

Çift cidar uygulamasında (*çift camlar, çift doğramalar, çift duvarlar vb.*), cidarlar arasındaki uzaklık pek fazla olamaz. Bu nedenle de hemen hemen hiç bir durumda **Berger yasasının iki kez uygulanması söz konusu değildir**. Buna karşılık, bir çok durumda çift cidar oluşturularak 7~8 dB, hatta biraz daha fazla kazanç elde edilebilir. Ancak bunun için de belli kurallara uymak gerekir.

Ses yalıtımında çift cidar uygulaması ile ilgili tüm kuralların açıklanması bu yazının konusu dışında kalır. Burada yalnızca iki cidar arası uzaklık üzerinde durulacaktır.

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı gibi çift cidarda ses yalıtım değeri çok büyük oranda

- 1- Cidar ağırlıklarına
- 2- İki cidar arası uzaklığa
- 3- Gelen ses titreşiminin frekansına

bağlıdır.

Bu değişkenlere göre çift cidar ses geçiş kaybını veren formüller oldukça karmaşıktır. Genelde çift cidar sisteminin rezonans frekansına göre belli kabuller ile hesaplar biraz daha basitleştirilebilmektedir.

Bu durumda kütle ile yay, yani cidar ağırlığı ile cidarlar arası uzaklık arasındaki ilişki şöylece açıklanabilir:

**Cidarların toplam ağırlığı (kg/m^2) arttıkça,
aynı sonucu elde etmek için gerekli cidar arası
uzaklık azalmaktadır.**

Bu hesapları hızla yapabilmek için bilgisayar programları oluşturulmuştur. Örneğin çift cidar rezonans frekansının 75 Hz in altında olması için (*genelde uygulanan değer*), cidarların toplam ağırlığı 120 kg/m^2 ise iki cidar arası uzaklık 25 mm, cidarların toplam ağırlığı 20 kg/m^2 ise (*4 mm kalınlığında 2 cam*) iki cidar arası uzaklık 130 mm olmalıdır.

Eğer ara uzaklık yukarıdaki değerlerden daha az olursa, aradaki hava katmanı daha sert bir yay görevi görecek ve ara uzaklık azaldıkça iki cidar birbirine daha sıkı bir biçimde bağlanmış olacak, ses geçiş kaybı da azalacaktır. İki cidar arası uzaklığın sifıra inmesi ile iki cidar durumu ortadan kalkacak ve yalnızca Berger formülündeki '**m**' artmış olacaktır. Hatta kazanç bu kadar da olmayacak, çünkü birbirine değmiş olan iki ayrı cidarın toplam rijitliği, cidarların toplam kalınlığına eşit kalınlığı olan tek cidardan daha az olacaktır.

Yukarıdaki ikinci örnek ile, yani 4 mm kalınlıkta iki camdan oluşmuş bir çift cidarın ara uzaklığının en az 130 mm olması gerektiğini belirten örnekle bu yazının amacına yaklaşılmış olmaktadır.

Isı Yalıtımında Çift Cidar

Isı yalıtımında gerçek anlamda çift cidara normal ısı yalıtım gereçlerinin kullanılmayacağı durumlarda baş vurulur. Bu da hemen hemen yalnızca çift camlar, yani ülkemizde alışılmış deyimini ile ısı-camlardır.

Isı yalıtımı için kullanılan çift camın ara uzaklığı, aradaki havanın kolayca yer değiştirememesini sağlayacak derecede az olmalıdır. Böylece, iki cam arasındaki hava dolaşımı sonucu ısının taşınım yoluyla geçmesi önlenir. Yani, ses yalıtımında çift cidar, Berger Yasasının özelliklerinden yararlanmak için oluşturulurken, ve cidarın birbirine uzaklığı ne kadar fazla olursa o derece iyi bir sonuç elde edilecekken, ısı yalıtımında amaç taşınımın yani cidar arası hava dolaşımının önlenmesi olduğundan cidarların birbirinden uzak **olmaması** gerekir.

Isının iletim yoluyla geçişini azaltmak için de camların birbirine çok yakın **olmaması** gerekir. Böylece ısı camlarda arasındaki hava katmanının kalınlığı 8~12 mm olarak hesaplanır.

SONUÇ

Bütün bu açıklamalardan çıkarılacak önemli sonuç, pencere, camlı kapı, camlı bölme vb. yapı bölümlerinde uygulanacak çift cam detaylarının amaca göre belirlenmesi gereğidir. Arada 12 mm hava boşluğu olan bir ısı cam yeterli ses yalıtımı sağlayamaz. Bunun için örneğin cam kalınlıkları 4+6 mm ise camlar arası uzaklığın en az 112 mm olması gerekir.

Arada 112 mm hava boşluğu olan çift cam da, aradaki hava serbestce devinim yapabileceği ve böylece ısının, taşınım yoluyla geçmesini önleyemeyeceği için istenen ısı yalıtımını sağlayamaz.

O halde, ya hangi gereksinim daha ağırlıklı ise uygulama ona göre yapılmalı, ya da hem ısı hem ses yalıtımı aynı derecede önemli ve bu yalıtımların her ikisi de mutlaka gerekli ise, ses yalıtımını sağlayacak çift cidar oluşturulurken bu cidarlardan biri ısı cam olarak düşünülmelidir.

Prof. Şazi SİREL
YFU Yön. Kur. Bşk.