

# ENDÜSTRİ YAPILARINDA AYDINLATMA VE GÜRÜLTÜ DENETİMİ

Gelişmekte olan bir ülke için, endüstriyel üretimin ne denli önemli olduğunu anımsatmak ve bunun değişik boyutlarından söz etmek, bu yazıyı okuyacak olanlar için sanırım gereksizdir. Buna karşılık, doğru aydınlatmanın ve gerekli gürültü denetiminin üretimi nasıl etkilediğini, 23 yıl sonra bir kez daha dikkatlere sunmanın bir tür görev olduğuna inanmaktayım.

23 yıl önce, Mimarlar Odası'nın resmi yayın organı Mimarlık Dergisi, "Sanayi Yapıları Özel Sayısı"nı yayınlamıştı. Bu sayıda (*Mimarlık 70-6*), Afife ve Selçuk Batur, Gülten Kazgan, Ayhan Özbilen, Doğan Tekeli ve Sami Sisa, İlhan Tekeli, Aydın Boysan, Oğuz Arı, Şaban Ormanlar gibi çok değerli meslektaşlarımız ve bilim adamlarının yazıları yanında, benim de konuyla ilgili bir yazım yayınlanmıştı. Bu özel sayıdan birkaç sayı önce (*Mimarlık 69-11*), yalnızca aydınlatma ve akustik konularına ayrılmış bir sayı daha yayınlanmıştı. Bu sayıda da, Yıldız Sey, Aşkın Yücel gibi değerli uzmanların yanı sıra, benim de aydınlatma ve akustik konularında iki yazım yayınlanmıştı. (1)

Aradan 23 yıl geçtikten sonra endüstri yapılarımızın, aydınlatma ve gürültü denetimi bakımından durumları ne olmuştur? İleri ülkeler ile bu alanda bir yaklaşma gerçekleştirilebilmiş midir? Bu sorulara yanıt vermeksizin, daha doğrusu, bu yanıtı okurlara bırakarak aynı konulara yine kısaca değineceğim.

## ENDÜSTRİ YAPILARINDA AYDINLATMA

Önce şu temel kuralın belleklerde iyice yer etmesi bakımından-bir kez daha dikkatlere sunulmasında yarar görmekteyim: **Aydınlatma, iyi görme koşullarının elde edilmesi amacı ile yapılır.** Aydınlatmada bu en önemli kuralı, biraz daha açarak, bir başka deyiş biçimi ile de yinelemekte yarar olabilir: **Aydınlatmada amaç, belli bir aydınlık düzeyi elde etmek değil, iyi görme koşulları sağlamaktır.** Ve iyi görme koşulları çoğu kez, aydınlık düzeyinin yükseltilmesi, gerekli aydınlık düzeyine ulaşılması ile elde edilemez. Burada, "iyi görme"nin de ne anlama geldiğini kısaca açıklamakta yarar vardır.

İyi görme, aydınlatma tekniğinde, belli kriterlere bağlanmış olup şöylece özetlenebilir:

- Tüm ayrıntıları, en ufak parçaları rahatça görebilmek
- Renkleri doğru görmek, en ufak renk ayrımlarını algılayabilmek
- Yüzey biçimlerini, iki ve üç boyutlu dokuları ve öteki yüzey özelliklerini doğru algılayabilmek
- Devingenliği, doğrultu, yön, hız, ivme vb. tüm özellikleri ile doğru algılayabilmek
- Görsel algılamayı, zorlanmadan rahatça yapabilmek ve yorulmadan uzun süre sürdürebilmek.

İyi görme koşullarının elde edilmesi ise, çok büyük oranda aydınlığın niteliğinin (*niceliğinin yani azlığının çokluğunun değil, nitel özelliklerinin, yapısının*), görme konusunun, görsel algı ile ilgili özelliklerine uygun olmasına bağlıdır.

Aydınlıkta nicelik, yani aydınlık düzeyinin belli değerlere ulaşması, kimi konularda gerekli ama kesinlikle yeterli değildir. Kimi konularda ise gereksizdir. Örneğin, düzgün yansıma yapan parlak nesnelere görsel algısı, bu nesnelere üzerinde oluşturulan aydınlığa bağlı değildir. İplik gibi, tel gibi çok ince parlak ya da koyu renkli nesnelere için de durum aynıdır.

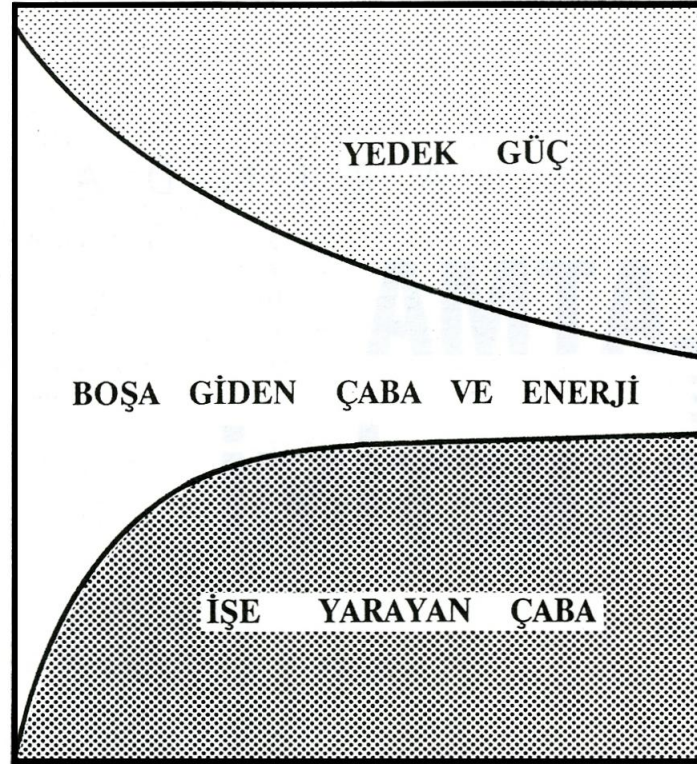
Ülkemizde ve bu arada endüstri yapılarımızda uygulanan aydınlatma projelerinin en az %90'ında nitelik konusu ele alınmamakta, çünkü bilinmemekte, ve çok basit bir aydınlık düzeyi hesabı ile yetinilmektedir.

#### **Bu uygulamanın sonuçları**

1. Görsel ve sinirsel yorgunluk
2. Kusurlu üretim (*ıskarta*) oranında yükselme
3. Kusurlu ürün ayıklamasında başarısızlık
4. Üretimde verim ve kalitenin düşmesi
5. İş kazalarında artış
6. İşçinin işinden soğuması

olarak ilgili literatürde yer almıştır.

Tüm bu sonuçlar birbirine eklenmiş biçimde GRAFİK-1 de özetlenmiştir.



**GRAFİK -1 GÖRÜŞ KOŞULLARININ İYİLEŞMESİ**

İşçileri yıpratın, verimi ve kaliteyi düşüren, insan gücünden malzemeye, kullanılan enerjiye değin türlü kayıplara neden olan bu kötü aydınlatma uygulamasının nedeni ise, başta da değinildiği gibi, aydınlıkta NİTELİK konusunun, yani hemen hemen aynı anlama gelen ÇAĞDAŞ AYDINLATMA TEKNİĞİ'nin bilinmemesi ve en önemli uygulamalarda bile aydınlatma projesi yerine basit bir aydınlık düzeyi hesabı ile yetinilmesidir. Çünkü, bir aydınlık düzeyi hesabının, bir ortaokul öğrencisinin bile yapabileceği kadar basit olmasına, ve şimdi bu hesabı yapan pek çok bilgisayar programı bulunmasına karşın, görsel algılama konusunu inceleyerek buna en uygun aydınlık niteliğini belirlemek, kesinlikle bir uzmanlık işidir ve bu yolda uzmanlaşmak uzun yıllar alır.

Görme konusunun özelliklerine göre aydınlık niteliğini belirleyen reçeteler oluşturmak ve bunları bir el kitabı biçiminde yayınlamak konuyu çözmeyi düşünmek, her hastalık için bir standart reçete oluşturup, bunları topluca yayınlamak insanları doktora gitme zahmetinden kurtarmayı düşünmek gibi bir şey olurdu. Bu amaçla değil, yalnızca endüstri yapılarında oluşturulması gereken aydınlıkların niteliklerine birkaç somut örnek vererek dikkatleri aydınlığın niteliği üzerine çekmek amacı ile, genelde aşağıdaki önerilerde bulunulabilir.

## AYDINLIĞIN NİTELİĞİ KONUSUNDA BİRKAÇ ÖNERİ

- Parlak aletlerle çalışılan, ya da parlak boya, cila vb. uygulamalar yapılan endüstri birimlerinde, görsel algı konusu nesnelere, doğrultulu ya da baskın doğrultulu ışık alanı içinde bulunmamalıdır.
- Devingen (*dönen, gidip gelen, sarkaçsal devinim yapan, hızla yer değiştiren, düşen vb.*) parçaların yer aldığı üretim birimlerinde, stroboskopik etki mutlaka önlenmeli ve bu, özel ölçme aletleri ile denetlenmelidir.
- Çikolata ve bisküvi üretiminden, domates salçası üretimine ve boyama ile, renk ayırımı ile ilgili çok çeşitli üretim dallarına kadar, duyarlı bir renk ayırımının önemli olduğu pek çok endüstri kolunun belli bölümlerinde, spektral yapısı buna uygun ışık yayımlayan özel lambaların ya da ışık karışımlarının kullanılması gerekir.
- Çok hafif renkli lekelerin, işaretlerin ya da kusurların yeterli belirginlikte görülebilmeleri, bu leke, işaret ya da kusurların renklerine göre belirlenmiş özel spektrumlu lambalar ile sağlanabilir.
- Cam nesnelere (*bardak, vazo vb.*) üretim sonrası kusur denetiminde, yüksek aydınlık düzeyinde ve doğrultulu ışık alanı içinde bulunması gereken bu nesnelere, arkasında ışıklılık (*lüminans*) düzeyi çok düşük (*koyu renkli ve karanlık*) bir fon bulunması gerekir.
- Üç boyutlu dokuların algılanmasında, doğrultu açısı hesaplanmış, baskın doğrultulu ışık alanı oluşturmak gerekir.
- İki boyutlu dokuların algılanması, dokuyu oluşturan farklı yüzeyciklerin özelliklerine bağlı olup, mat-parlak ayırımı, renk ayırımı, açık-koyu ayırımı, ya da bu ayırımların ikiye üçer kombinasyonlarına göre belirlenecek ışık niteliğine ve aydınlık düzeyine bağlıdır.

Yukarıdaki birkaç öneri, hemen uygulanabilir basit reçeteler gibi algılanabilir. Oysa bunlar genel doğrular olup, pek çok başka etkenin de dikkate alınması gereken son çözümlerde ancak önemli veriler olarak değerlendirilebilir.

## SONUÇ

Bundan 29 yıl önce Hollanda da Eindhoven’de kadın işçilerin çalıştığı üretim birimleri ile erkek işçilerin çalıştığı ve aynı türden üretim yapan birimler arasında ışık rengi ayırımları yapıldığına tanık olmuştum. Bana, cinsiyetle ilgili bu ışık rengi ayırımının üretim verimini nasıl etkilediği, istatistik grafikleri gösterilerek açıklanmıştı. Kadın-erkek ayırımı da bunun içindi.

Endüstrinin daha pek çok kolunda, ileri ülkelerdeki iş yerlerinde aydınlatma tekniğinin titizlikle uygulandığına tanık olalı yaklaşık 30 yıl oluyor. Önümüzdeki yıllarda ülkemizde de tekniğine uygun aydınlatmalarla elektrik enerjisinden insan gücüne, işçi sağlığından üretim firelerine, türlü kayıpların azaltılmaya ve verimin arttırılmaya başlanacağı umut edilebilir mi?

## ENDÜSTRİ YAPILARINDA GÜRÜLTÜ DENETİMİ

Gürültünün insanlar üzerindeki kötü etkisi ve neden olduğu fizyolojik zararlar, yıllardır ülkemizde de söylenir ve yazılır oldu. Bu nedenle burada bunları yinelenmek gereksiz gibi görünüyor. Yine de, hiç akıldan çıkarılmaması gereken bir gerçeği bir kez daha dile getirmek yararlı olabilir; gürültünün insan üzerindeki zararları çoğu kez üst üste yığılabılır niteliktedir. Bunların sonuçları yıllar sonra ortaya çıkar ve bu zararların giderilmeleri de olanaksızdır. Değişik istatistikler göstermiştir ki, iyi ortam koşullarında 25 yıl verimli bir biçimde çalışabilecek usta bir işçi, gürültülü ortamda 15 yıl sonra kendisinden yararlanılamaz duruma gelebilmektedir. On beş yıllık deneyim ve bilgi birikiminden sonra ve verimli çağından işçi başına 10 yıl kaybın ülke çapında ne anlama geldiğini anlamak zor değildir.

Bu güne kadar gürültü ile savaşım alanında karşılaşılan problemler ikiye ayrılabilir.

- 1- Gürültünün zararlarını anlamamış, buna inanmamış olmak, ya da işçilerin sağlıklarına zararlı bir durumu bile bile sürdürmek.
- 2- Gürültü ile savaşımın tekniğini bilmemek, yanlış ya da yetersiz önlemler almak, boşuna para harcamak ve başarısız olmak.

Bu yazıda ikinci türden problemlere değinilecek ve en genel doğruların açıklanmasına çalışılacaktır.

## GÜRÜLTÜ İLE SAVAŞIM PLANLAMASI

Gürültü ile savaşımında aşağıda verilmiş olan genel plana uyulması, bu yolda yapılacak harcamaların en aza indirilmesi ve başarıya ulaşılması bakımından büyük önem taşır.

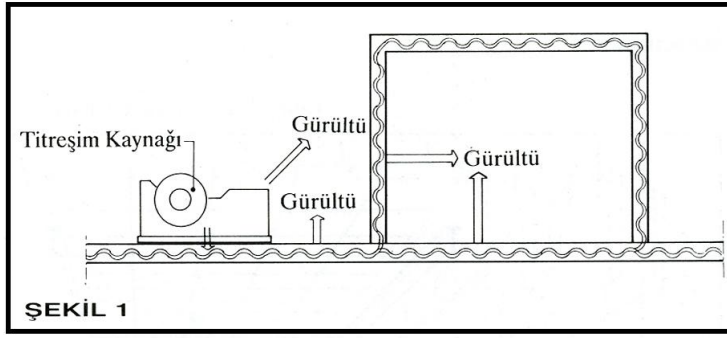
- 1- Gereksiz gürültü kaynaklarını yok etmek
- 2- Aynı işi gören ve daha gürültüsüz çalışan makineler, motorlar, donanımlar ve sistemler seçmek
- 3- Gürültüyü, kaynağında alınacak önlemlerle azaltmak.
- 4- Gürültüyü kaynağına hapsedmek, kaynak dışına çıkmasını engellemek
- 5- Kaynak dışına yayılan gürültüyü en dar sınırları içinde durdurmak
- 6- Yayılmış gürültünün giremeyeceği bölümler oluşturmak

Bu planın sırayla uygulanması gerekir. Bu uygulamada duruma göre bazı aşamaların atlanması da söz konusu olabilir. Kuşkusuz belli çözümler mekanik donanımın özellikleri ile ilgili olup, doğrudan doğruya bunların yapımcılarını, ya da mekanik donanım düzenini seçecek olan teknik elemanların seçimlerini ilgilendirir. Buna karşılık yapıda belli olanakları sağlamak, ya da belli önlemleri almak, mimari belirlemelerle ilgilidir. Aşağıda, yalnızca mimari biçimlendirme, boyutlandırma ve düzenleme ile ilgili konular ele alınmıştır.

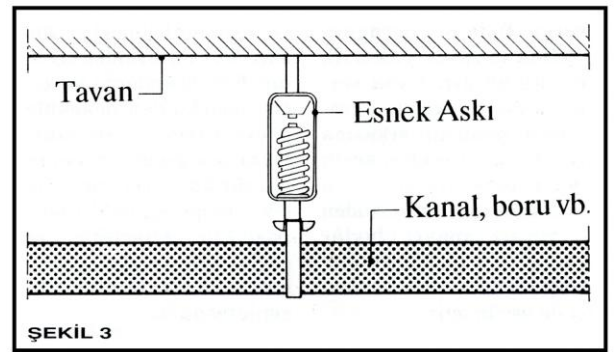
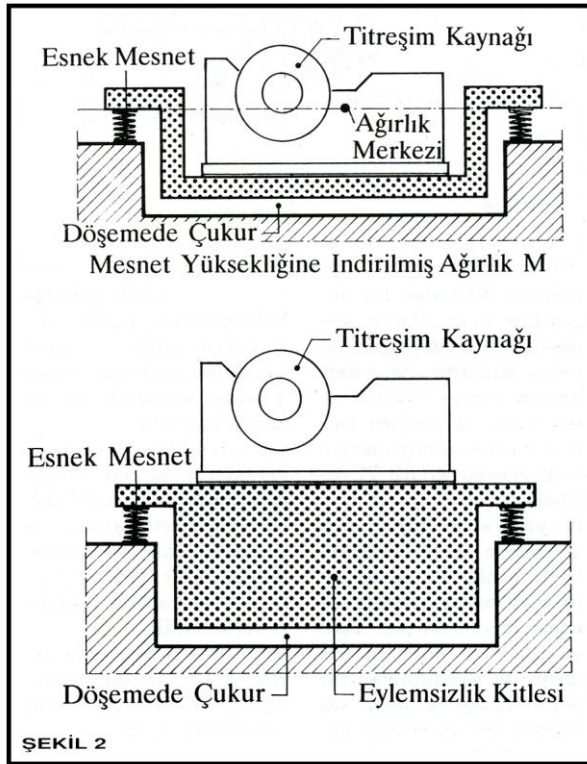
## GÜRÜLTÜ İLE SAVAŞIMDA MİMARİ ÖNLEMLER

Endüstri yapılarında oluşan gürültünün çok büyük bir bölümünün kaynağı, yerli (*yani yer değiştirmeyen, döşeme, duvar ya da tavana bağlı*) çeşitli mekanik donanımlardır. Bunların oluşturduğu gürültü iki yolla yayılır.

- 1- Döşeme, duvar tavan gibi yapı elemanlarına geçen titreşimler.
- 2- Havaya geçen titreşimler.



- 1- Yapı elemanlarına geçen titreşimler daha sonra bu elemanlardan havaya geçerek, kulakla duyulabilen sese dönüşür. (Bkz. ŞEKİL 1) Yapı elemanlarına geçen titreşimlerin yayılmasının önlenmesi çok zordur. Bu bakımdan, teknik donanım titreşimlerinin yapı elemanlarına geçmesi mutlaka önlenmelidir. Bu geçişin önlenmesi, titreşimlerin özelliklerine göre hesaplanmış esnek yastıklar, esnek askılar, eylemsizlik kütleleri vb. elemanlarla sağlanır. Esnek yastıklar ve eylemsizlik kütleleri ile oluşturulmuş bir kaide, ya da tavana asılması gereken bir titreşim kaynağı için gerekli olan esnek askılar, daha fazla tavan yükseklikleri ve döşemede özel biçimler ve kalınlıklar gerektirir. (Bkz. ŞEKİL 2 ve 3)



**Mimari boyutlandırma ve taşıyıcı sistem belirlemeleri buna göre yapılmazsa, gürültünün yayılmasını önlemek için alınması gereken önlemler alınmaz, ya da olağanüstü güç ve pahalı çözümlere gitmek zorunlu olur.**

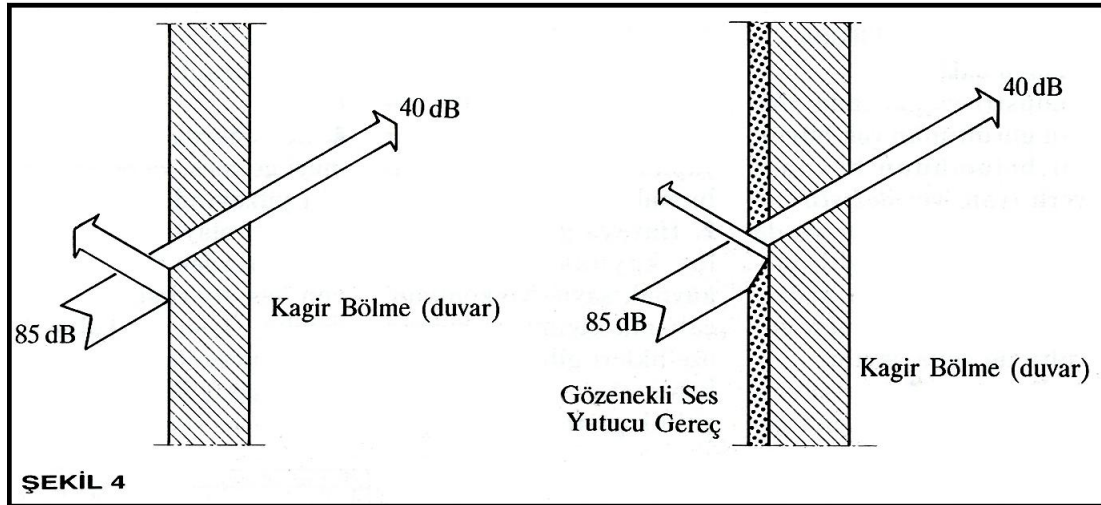
Uygulamada karşılaşılan gürültü denetimi konularının hemen hemen hepsinde, mimari boyutlandırma kusurları ile karşılaşılmakta, ya çözüm bulunamamakta, ya da boş yere çok büyük harcamalar yapılması durumunda kalınmaktadır.

2- Havaya geçen titreşimler kaynak özellikleri, kaynak sayısı ve konumu, çalışma biçimi, iç mekan özellikleri gibi pek çok etkenin etkisi ile büyük çeşitlilik gösterir. Bu nedenle, burada ancak birkaç genel kuraldan söz edilebilir.

- Ses enerjisinin bir bölme geçmesi ve bu bölmenin yüzeyinde yutulması çok ayrı olaylardır. Yutulma, yüzeyden geri dönmeyen ses enerjisi oranı ile verilir. Oysa bir bölme geçerken azalan ses enerjisi (*ses geçiş kaybı*) desibel birimi ile verilir. Yutma çarpanı 0.50 olan yüzeyden geri dönen ses enerjisi bu yüzeye gelenin yarısı kadardır. Ses enerjisinin yarıya inmesi ise ses basınç düzeyinde yalnızca 3 dB azalmaya neden olur. Örneğin 80 dB 77 dB'e düşer.

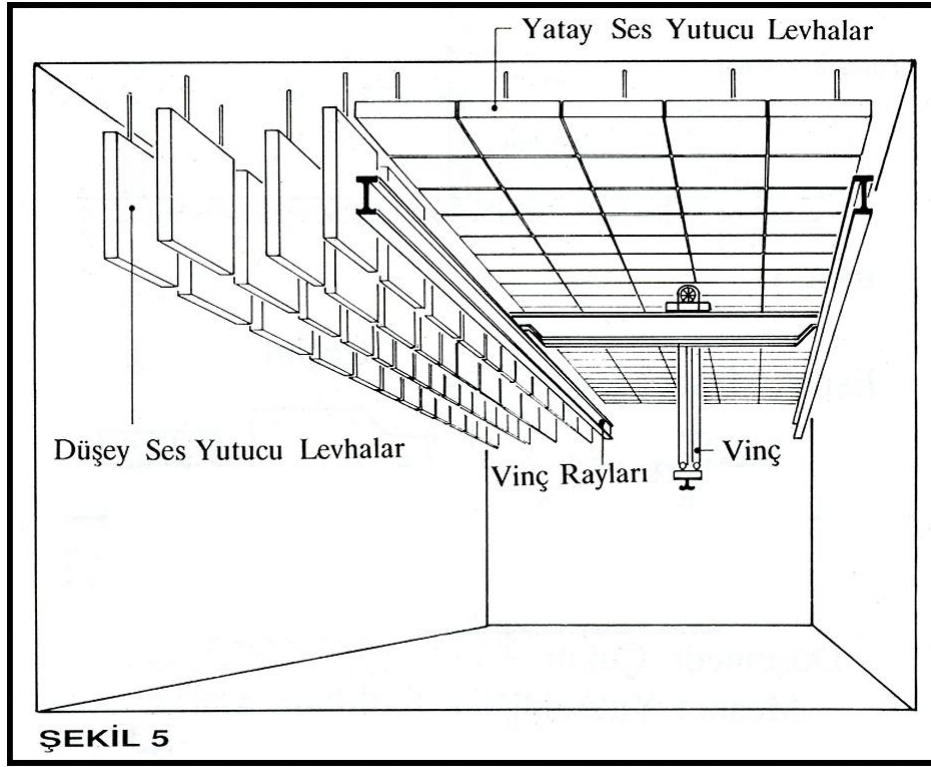
İki yanı sıvalı bir duvardan geçen ses yaklaşık 40-50 dB azalır. Bu duvar yüzeyinin yutma çarpanı ise ancak 0.02-0.04'tür. Yani yutulan ses enerjisi çok azdır. Bol kıvrımlı ağır bir perde yüzeyine gelen ses enerjisi büyük oranda yutulur. Böyle bir perdenin yutma çarpanı yaklaşık 0.70 – 0.90'dır. Oysa ses, nerdeyse hiçbir kayba uğramadan perdenin arkasına geçer. Bu örnekler, sesin yutulması ile geçişinin azaltılmasının birbirinden bağımsız, bambaşka olaylar olduğunun akılda kalmasına yardımcı olmak amacı ile verilmiştir.

Bu temel ayırım genelde bilinmemekte, boşuna para harcanmakta ve başarı sağlanamamaktadır. Şekil 4 olayı şematik olarak açıklamaktadır.



Gürültüden korunması gereken mekânlar, mimari projede ince hafif bölmelerle ayrılmamalı, ya da bu zorunlu ise, mutlaka doğru bir hesaba dayalı özel ses yalıtım detayları verilmelidir.

- Isı yalıtımı yapan gereçler, ses yalıtımı açısından genellikle iyi sonuç vermezler. Çünkü, ısının ve sesin bir bölme geçme süreçleri birbirinden ayrıdır. Katı cisimlerde ısı geçişi molekülden moleküle geçen titreşimlerle olur. Oysa ses geçişi bölmenin tümünün titreşimi ile olur. Isı geçişi, hafif (*hava boşluklu*) gereçlerle, ses geçişi, ağır ve rijit gereçlerle önlenir. Mimari düzenlemede bu unutulmamalıdır.
- Bir iç mekândaki kaynaklardan çıkan gürültü o mekânın iç yüzeylerinde yansıyorak çoğalır ve tüm mekânda yaygın bir gürültü oluşturur. Bu gürültü çoğalmasını en aza indirmek için iç mekân yüzeyleri ses yutucu gereçlerle kaplanmalıdır. Bkz. Şekil 5. Bu da yine ancak mimari boyutlandırmada, gürültü denetimi ile ilgili önlemlerin de hesaba katılması ile doğru bir biçimde yapılabilir.



- Mimari avan proje oluşturulurken sessiz olması gereken mekânlar, gürültülü mekânlardan uzakta düzenlenmeli, aralarında depo, koridor vb. bölümler bulunmalıdır.

## SONUÇ

Yukarıda, gürültü denetiminin, genel biçimlendirmeden belli detaylara varıncaya kadar, mimari çalışmalarını nasıl ilgilendirdiğini gösteren birkaç somut örnek verilmiştir.

Gürültü denetimi için alınacak önlemlerin büyük bölümü, genel reçetelere bağlanamaz. Yapının biçimlenişinden teknik donanımın tek tek özellikleri ve konumlarına kadar pek çok etken sonucu etkiler. Ayrıca endüstri yapılarında (*açık ve kapalı bölümlerinde*) gürültünün de yerine göre denetlenmesi gerekebilir.

Bu bakımdan mimari avan proje aşamasından başlayarak bir uzmanla işbirliği yapmak en sağlıklı yoldur.

Prof. Şazi SİREL

Mart 1993

(1) *O zamanın dergileri, mimari görüşlerle doldurulmuş fotoğraf albümlerine değil, kuramsal ağırlıklı ciddi yazıların da büyük oranda yer aldığı mesleki yayınlara benzemekte idi. Örneğin sözü geçen iki dergide Sezer Tansuğ, Gültekin Elibal, Gülten Kazgan gibi başka mesleklerin ünlü uzmanlarının yazıları yanında, Sümer Gürel, Afife Batur, Ayhan Özbilen, İlhan Tekeli ve Şaban Ormanlar gibi meslektaşlarımızın, ağır kuramsal içerikli yazıları da yer almakta idi.*