

# Okullarda Akustik ve Konuşmanın Anlaşılabilirliği - 2

Bartu Gökçora  
Teknik Danışman  
Knauf A.Ş.

**A**sma Tavanlar ve Duvar Giydirmeler  
Asma tavanlar (yatay) ve duvar giydirme uygulamaları (dikey), mevcut yapı elemanları, döşeme ve duvarlar üzerine uygulanmaları sebebi ile destekleyici sistemler olarak gruplandırılabilir. Bu sebeptendir ki, hava yollu ses yalıtım değerleri ( $R_w$ ), üzerine uygulandıkları strüktür ile ilişkilendirilerek ve çoğu zaman hesaplanarak beyan edilmelidir. Asma tavan ve duvar giydirme sistemlerinde birincil kriter ve terminoloji, bölme duvarlarda olduğu gibi enerjinin direkt değil ancak dolaylı olarak diğer mekanlara ilerleyişinin engellenmesidir ( $R_{LWR}$ )

Alçı Plaka ve muadilleri ile oluşturulan sistemler, tüm Kuru Yapı Sistemlerinde olduğu gibi, yapı bileşenlerinden oluşan kompozit bir karakteristiğe sahiptir. Ancak, taleplerin tam olarak yerine gelmesi için gerek asma tavanların gerekse duvar giydirmelerin, bölme duvar sistemleri ile bir bütün olarak çalışılıp, doğru detaylar düşünülerek uygulanmalıdır. Aksi takdirde böl-

me duvarlarda en yüksek performansa sahip kesitler uygulan- sa bile, dolaylı yoldan ses dalgalarının transfer olması sebebi ile talep edilen yalıtım değerlerine ulaşmak mümkün olmayabilir. Tablo 6 ve 7'den takip edilebileceği gibi, iki mekan birbirinden bir bölme duvar ile ayrılacak ise, duvar alt döşeme üzerinden üst döşeme altına kadar devam ettirilmeli; asma tavan duvar işlemi tamamlandıktan sonra uygulanmalıdır. Aynı hususlar duvar giydirmeler için de geçerlidir.

Uygulama örneği	Eğilme derinliği	Eğilme derinliği	Değerlendirme
	mm	kg/m <sup>2</sup>	$R_{LWR}$ dB
40 mm eğilme derinliği (Aşağıya eğilim)	100	100	53
	200	200	57
	300	300	58
	400	400	58
30 mm eğilme derinliği (Aşağıya eğilim)	100	100	43
	200	200	46
	300	300	47
	400	400	47

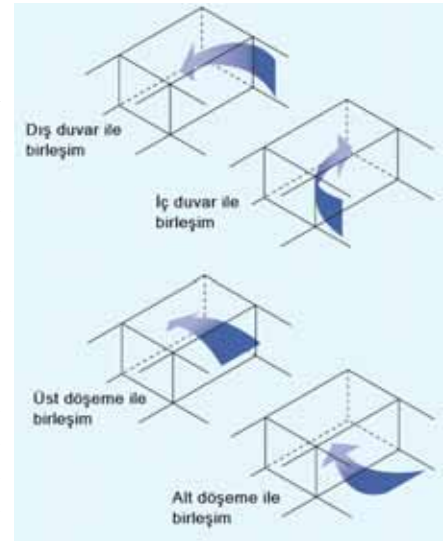
Duvar giydirme sistemleri dolaylı ses yalıtım değerleri Tablo 7

Asma Tavan Uygulamaları Aşağı Yalıtım 400 mm	Alçıpan Kalınlığı mm	dB (Zırtırmama ses yalıtım değeri $R_{LWR}$ )	
		Mineral Yün Yalıtım	Mineral Yün Yalıtım
Asma tavana bölme duvar bağlantısı (Alçıpan kesitli)	Tek kat $\geq 12.5$ mm	48	47
	Çift kat $\geq 2 \times 12.5$ mm	53	54
Asma tavana bölme duvar bağlantısı (Alçıpan kesitli)	Tek kat $\geq 12.5$ mm	48	52
	Çift kat $\geq 2 \times 12.5$ mm	53	57
Ayırma duvarı bağlantısı asma tavana (Özellikle ses yalıtım bölmesiyle birlikte ayrı olarak *) $\geq 400$ mm	Tek katmanlı $\geq 12.5$ mm	60	
Asma tavana bölme duvar bağlantısı (Tıynetli tavana katlar monte edilmiş Alçıpan tavan bağlamasını kapatan görevi görür.)	Tek kat $\geq 12.5$ mm	55	53
Tavan boşluk kamunun levha örtülmesi ile örtülmesi	Tek katmanlı $\geq 12.5$ mm	60	
Asma tavana bölme duvar bağlantısı (Tıynetli tavana katlar monte edilmiş Alçıpan tavan bağlamasını kapatan görevi görür.)	Tek kat $\geq 12.5$ mm	60	

Asma tavan sistemleri dolaylı ses yalıtım değerleri Tablo 6

## Birleşim detayları

Doğrudan duvardan ve döşemelerden iletilen sesler haricinde dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli husus dikey ve / veya yatay elemanların (döşeme- tavan-iç bölme) birleşim detaylarıdır. Birleşimler, zayıf noktalar ve sesin iletilmesi için geçiş köprüleri oluşturmaktadır. Örnek olarak, yüzer şaplı bir döşeme üzerine uygulanmış bir bölme duvarı ele alalım. Yüzer şapın diğer mekana ilerlemesi sebebi ile bölme duvarın ses yalıtım performansının ne kadar yüksek olursa olsun  $R_w$  değerini 40dB'ye kadar düşürmektedir. Bunun sebebi, sesin şap yoluyla diğer tarafa kolaylıkla ilerleyebilmesidir.



Şekil: birleşim detayları

## SES YUTUMU

Odaların "Konuşma" Amaçlı Tasarlanması - Anlaşılabilirlik Mekan içerisindeki gürültü düzeyleri, konuşmacının sesinin duyulması ve anlaşılabilirliği açısından kritik bir rol oynamaktadır. Gürültü tek başına, dinleyicilerin dikkatinin dağılmasına ve belirli bir süreden sonra ciddi boyutlarda konsantrasyon eksikliği yaşamasına sebep olmaktadır.

Kuru Yapı Sistemlerinin ve Alçı Plakaların kullanılmasıyla, oda içerisinde yankı oluşumu engellenebilir. Uygun geometrik tasarımlar ve ses yutum oranları yüksek malzemelerin doğru oranda kullanımı ile hem estetik hem de konforlu mekanlar yaratmak mümkündür.

### Çınlama Süreleri (T<sub>mf</sub>) ve Ses Yutumu

Ses sustuktan sonra ses şiddetinin almış olduğu en yüksek değerin, ses düzeyinin en yüksek değerinde 60 desibel aşağı düşmesi için saniye cinsinden geçen süreye o hacmin çınlama süresi denir. Çınlama süresi, odanın hacmi, alanı ve yüzeylerde kullanılan ürünlerin ses yutum değerleri ( $\alpha$ ) ve kullanıldığı yüzeylerin alanları kullanılarak hesaplanmaktadır. Her mekan için standart bir çınlama süresi vermek mümkün değildir. Çeşitli mekanların kullanım alanlarına göre uygun süreler Tablo 8'den incelenebilir. Aynı şekilde spesifik olarak eğitim amaçlı binalarda, genel olarak kullanılan mekanlarda olması gereken çınlama süreleri Tablo 9'dan takip edilebilir.

Tablo 8

Kullanım alanı	125Hz	500Hz	2000Hz
Sınıf	0.9 sn	0.6 sn	0.6 sn
Kilise veya tiyatro (konuşma)	1.3 sn	1.0 sn	1.0 sn
Kilise veya tiyatro (müzik)	1.8-2.0 sn	1.5 - 1.8 sn	1.5 - 1.8 sn
Kongre salonları	1.8 sn	1.5 sn	1.5 sn
Spor salonu	1.8-2.0 sn	1.5 - 1.8 sn	1.5 - 1.8 sn
Küçük arena (500-2000 koltuk)	2.75 sn	2.0 sn	2.0 sn
Büyük arena (2000+ koltuk)	3.25 sn	2.75 sn	2.75 sn

“Gürültü tek başına, dinleyicilerin dikkatinin dağılmasına ve belirli bir süreden sonra ciddi boyutlarda konsantrasyon eksikliği yaşamasına sebep olmaktadır.”

Tablo 9

Oda tipi	T <sub>mf</sub> saniye
Kongre oyun odaları	< 0.6
Kongre sessiz odaları	< 0.6
Okul	< 0.6
Sınıflar ve genel öğretim alanları	< 0.8
Açık alan (öğretim amaçlı)	< 0.8
Açık alan (kaynak bulundurma amaçlı)	< 1.0
Müzik (konservatuvar)	< 1.0
Müzik sınıfları	< 0.8
Küçük idrisim sınıfı	0.6 - 1.2
Orkestra odası	0.6 - 1.2
Performans odası	0.6 - 1.2
Kayıt odası	< 0.5
Kayıt kontrol odası	< 0.8
Küçük ders odaları (50 kişiden az)	< 1.0
Büyük ders odaları (50 kişiden fazla)	< 0.4
Duyuma engelili öğrenciler için sınıf	< 0.8
Çalışma odası (kişisel çalışma, çizm odaları, öğretmen hazırlık)	< 1.0
Kütüphaneler	< 0.8
Fen laboratuvarları	< 1.0
Tiyatro oyun stüdyoları	< 0.8
Metal ve ahşap işleme sınıfları	< 0.8
Half makine ile çalışma	< 0.8
Çok kullanışlı haller (görüşel sunum, müzik, gösteri vb.)	0.8 - 1.2
Görüşel video konferans odaları	< 0.8
Öğrenci sirkülasyon alanları	< 1.5
Küçük spor salonları	< 1.5
Dans stüdyoları	< 1.2
Yüzme havuzu	< 2.0
Sağlık odaları	< 0.8
Yemekhaneler	< 1.0
Hizmet ve personel alanları	< 1.0
Öğretmen odaları, ofisler	< 1.5
Mutfaklar	< 1.5
Konditörler, merdiven halleri	< 1.5
Goyuzma odaları	< 1.5
WC ler	< 1.5

Aynı mekan içerisindeki gürültü düzeyinin yüksek olduğunda dinleyicileri olumsuz etkilemesi gibi; mekan içerisinde doğru ve hesaplanarak belirlenmiş ses yutucu elemanların kullanılmaması veya mekanın geometrik şeklinde oynamalar yapılmadan tasarlanmış olması da aynı sonuçları vermektedir. Çınlama süresi fazla olan bir mekanda iki kesin çözüm yolu vardır.

1. Mekanın hacmini küçültmek
2. Yüzeylerde daha fazla ses yutucu malzeme kullanmak

Uygun çınlama süreleri (T<sub>mf</sub>), mekan içerisinde kullanılacak malzemelerin ses yutum katsayıları bilindikçe hesaplanabilmektedir. Akustik özelliği üzerine yuvarlak, kare veya çizgisel delikler açılarak sağlanmış akustik Alçı Plaka asma tavan sistemleri (arkasında 60mm tavan aralığı) ile hemen hemen tüm mekanların en uygun çınlama sürelerinin elde edilmesini sağlamaktadır. Yüksek ses yutum özelliklerinin yanı sıra, eğrisel olarak uygulanabilme özellikleri ile de üç boyutlu tasarımlar kolaylıkla uygulanabilmektedir.

Tablo 10

Plaka Tipi	Yüzey Performansı	Performans Oranı (%)	Ses Yutum Değeri (α)	İç ve Dış Bükümlü Eğilme Yarı Çapı (mm)	Berlin'den itibaren İç Bükümlü Eğilme Yarı Çapı (mm)
Standart Yuvarlak Delikli	8/180	8.7	0.50	± 3000	± 2000
	8/180	15.5	0.55 - 0.70		
	10/230	14.8	0.55 - 0.65		
	12/250	18.1	0.55 - 0.70		
	15/300	19.8	0.58 - 0.65		
Standart Kare Delikli	8/180	19.8	0.55 - 0.70	± 3000	± 2000
	12/250	23	0.55 - 0.70		
	8/12/500	13.1	0.50 - 0.60		
Karelik Yuvarlak Delikli	12/20/180	19.6	0.50 - 0.60	± 3000	± 2000
	8/15/200	9.8	0.40 - 0.45		
Dağarcık Yuvarlak Delikli	12/20/350	9.8	0.35 - 0.40	± 3000	± 2500
	8/4	13.7	0.48 - 0.50		
SLOTLINE (Çizgisel Delikli)	8/4	10.9	0.48 - 0.45	± 3000	± 2000
	8/4	15.7	0.45 - 0.55		
	8/180	12.1	0.45 - 0.55		
B4 (Blok Halka Delikli)	12/250	11.3	0.48 - 0.50	± 3000	± 2000
	12/250	14.4	0.45 - 0.55		
	8/180	9.1	0.45 - 0.50		
B5 (Blok Halka Delikli)	12/250	8.2	0.38 - 0.35	± 3000	± 2000
	12/250	7.8	0.38 - 0.40		
	8/180	12.9	0.45 - 0.50		
B6 (Blok Halka Delikli)	12/250	12.8	0.48 - 0.55	± 3000	± 2000
	12/250	16.3	0.45 - 0.60		

Akustik Alçı Plakalar, mekan içerisinde yatay veya dikey olarak uygulanabilirler. Uygulama alanları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Tam Plaka Akustik Alçı Plakalar ile kesintisiz (tek satır) asma tavanlar
- Modüler (kaset) asma tavanlar
- Tavan C veya Duvar C Profiller ile mevcut duvar üzerine giydirme

Tam Plaka Akustik Alçı Plakalar ile yapılan asma tavan imalatlarında, uygulama sonunda sürekli perforasyona ve görsel akıcılığa sahip tavanlar yaratılabilir. Kolaylıkla estetik açıdan zengin eğrisel yüzeyler ve kot farklılıklar oluşturulabilir.

Diğer bir asma tavan seçeneği, 60cm x 60cm Akustik Alçı Plakalar ile oluşturulan modüler tavanlardır. 60x60 cm ebatlarında Akustik Alçı Plakaların T Taşıyıcı Konstrüksiyona yerleştirilmesi ile oluşan bu tavanlar, kolay ve hızlı montaj ve ses yutucu özellikleri ile ön plana çıkmakta; ancak estetik ve ses yalıtım değerleri açısından tam plakalar oluşturulan tavanlardan az da olsa geride kalmaktadır.

Duvar giydirme olarak uygulanması durumunda dikkat edilmesi gereken birkaç husus haricinde uygulama metodolojisi Tam Plaka Akustik Asma Tavanlar ile aynıdır. Aynı konstrüksiyonun dikey olarak kullanılması ve darbelere karşı zayıf olması (per-



forasyon sebebi ile), plakaların belirli yükseklikten sonra uygulanması kriterini ortaya çıkartmaktadır.

Dikkat edilmesi gereken hususlardan bir tanesi, ses yutucu malzemeler ne kadar çok kullanılırsa o kadar iyi sonuç alınacağı yaklaşımının doğru olmadığıdır. Çınlama sürelerinin belirli oranların altına düşmesi tam ters etki yaratacaktır ve dinleyicilerin konuya odaklanmasını zorlaştıracaktır gibi özellikle konuşmacının oldukça kısa bir sürede yorulmasına sebep olacaktır. Tablo 4, yönetmelikler gereği, odalarda kullanım alanlarına göre olması gereken çınlama sürelerini içermektedir.

#### Referanslar:

Knauf "W11 Metal Alt Konstrüksiyonlu Bölme Duvarlar Detay Kataloğu 2004"

Knauf "Ses Yalıtımı ve Akustik 08/2007" Kitapçığı

Knauf "Cleaneo Akustik Tavanlar"

Noise Levels and the Speech Intelligibility of Teachers in Classrooms - J.C.Webster and K.B.Snell

<http://www.mcsquared.com/classrooms.htm>

Acoustical Society of America

