

MEKANİK SİSTEMLERDE GÜRÜLTÜ KONTROLÜ

Orhan Turan, Mak. Müh.

1. ÖZET

Gelişen Teknolojinin sonucu olan artan makinalaşma ve azalan doğal malzeme kaynakları, üretimde israftan kaçınılarak, en az sarfla kaliteli ürün elde edilmesini gerektirmektedir. Makine kullanım süresinin uzatılabilmesi, insanların daha sessiz ve konforlu ortamlarda yaşama isteğiyle birleşince yalıtım zorunluluğu kaçınılmaz olmaktadır.

Titreşim yolu ve hava yolu ile olmak üzere iki yolla yayılan sesler bütününden oluşan gürültünün insan sağlığı üzerinde hem fizyolojik hem de psikolojik bozuklıklar meydana getirdiği artık bilimsel veriler olarak ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, makinaların sağladığı seri ve hemen hemen kusursuz üretimlerden vazgeçilemeyeceğinden onlarla birlikte yaşamayı da öğrenmek ve olası hasarlardan korunmak gerekmektedir. Bu yazında mekanik tesisatlarda akustik düzenleme ve titreşim kontrolü detayları ve kullanılan modern yalıtım malzemeleri anlatılacaktır.

Akustik düzenleme ve darbe kontrolü sadece makinalaşma ile sınırlanılamaz. Modern yaşamın aynası olarak gelişen yapı tiplerinden kongre merkezleri, spor tesisleri, tiyatro ve sinema salonları, hatta bu faaliyet alanlarının birarada bulunduğu yapı komplekslerinde olmazsa olmaz akustik düzenleme ve titreşim titreşim yalıtımı gerekmektedir.

2. GİRİŞ

2.1. TİREŞİM NEDİR ?

Titreşim, belirli zaman aralıklarında, bir kütlenin belirli bir mesafede yapmış olduğu periyodik hareketlerdir. Buradaki mesafe genellikle birim zamandaki titreşim sayısı ise frekans olarak adlandırılır. Titreşim kontrolünde en önemli olaylardan birisi rezonansdır. Rezonans cihazın çalışma frekansı ile titreşim alıcının doğal frekansının aynı zaman diliminde aynı frekansta olması durumudur. Rezonansın oluşmasını engellemek için cihazı destekleyen yapının dinamik sertliğinin titreşim alıcı sistemin üç katı olmalıdır.

- a) Üzerine yerleştirilmiş cihazdan sabitlendiği yapıya geçen kuvvetlerin etkisini azaltmak.
- b) Sabitlendiği yapının hareketinden sarsılık zarar görmemesi gereken hassas cihazı korumak.

2.2. HVAC SİSTEMLERİNDE YAYGIN OLARAK YAPILAN AKUSTİK TASARIM HATALARI

HVAC sistemleri için ses ve titreşim kontrolü tasarımı aşamasında aşağıda sıralanan tüm olasılıklar kontrol edilmeli, gerekirse tasarım yeniden düzenlenmelidir. Mümkün olan tüm ses ve titreşim kaynaklarının kontrol edilmemesi, beklenmeyen sorunlara yol açabilir.

2.2.1. Soğutma kuleleri ve hava soğutmalı yoğuşma üniteleri:

- 1. Binaya çok yakın yerleştirilmiş olabilirler.
- 2. Çatı altına yerleştirilmiş levhalar yeterli ağırlıkta olmayıpabilir.
- 3. Çatı altındaki yapı aşırı esnek olabilir.
- 4. Teçhizatta veya bağlanan boru ve kanallarda titreşim yalıtımı eksik olabilir.

2.2.2. Soğutucular:

- 1. Makine dairesi duvarlarının ince olması.
- 2. Havalandırma deliklerinin ses kontrolüne uygun tasarılmaması.
- 3. Teçhizatta veya bağlanan boru ve kanallarda titreşim yalıtımı eksik olabilir.
- 4. Gerekli yerlere akustik panjurlar konmaması.

2.2.3 Pompalar:

1. Hassas uygulamalarda yetersiz titreşim yalıtımı uygulaması.
2. Borulardaki titreşim yalıtımı eksikliği.
3. Gerekli yerlerde fleksibil parçaların kullanılmaması.

2.2.4 Borular:

1. Düşey ve yatay boru sistemlerinin bağlantı noktalarındaki titreşim yalıtımı eksikliği.
2. Duvar veya levha geçişlerinin yalıtılmamış olması.

2.2.5 Fanlar ve Klima santralleri:

1. Verimsiz çalışma noktalarında pompa seçimi.
2. Girişlerde yeterli mesafenin bırakılmaması veya hatalı kanal montajı.
3. Kanal bağlantılarının veya susturucuların fan giriş veya çıkışlarının çok yakınına yerleştirilmesi.
4. Yetersiz titreşim yalıtımı.
5. Gerekli yerlerde fleksibil parçaların kullanılmaması.
6. Kanalsız girişlerde ağız eksikliği.
7. Fan stabilitesini bozan hatalı kontrol sistemi tasarımları.
8. 3.5 kW ve üstü motorlarda kullanılan ayarlanabilir kasnaklar.

2.2.6 Kanal sistemleri:

1. Aşırı hava hızı.
2. Yüksek basınç düşüşü yaratan bağlantı elemanları.
3. Birbirine çok yakın bağlantı elemanları.
4. Gerekli yerlerde susturucu veya astar kullanılmaması.
5. Yalıtılmamış duvar geçişleri.
6. Orta veya yüksek hava akış hızına sahip sistemlerde A tipi yanın damperlerinin kullanılması.
7. Düşük frekanslı sesin kontrolü için dikdörtgen kanal sistemi kullanımı.
8. Düşük frekanslı sesin sönmelenmesi için kısa susturucular veya astarlı kanal kullanılması.

2.2.7 Vav üniteleri:

1. Girişlerde aşırı hava hızına yol açacak uygun boyutun altında seçilmesi.
2. Uygun boyutun üzerinde seçim yapılması ile aşırı miktarda havanın hareketi.
3. Sese duyarlı bölgelere yakın olması.
4. Girişlerdeki hava dirsekleri.
5. Gerekli yerlerde fleksibil parçaların kullanılmaması.
6. Fan destekli ünitelerde titreşim yalıtımı askılarının eksikliği.
7. Fan destekli ünitelerde veya indüksiyon ünitesi ,plenum hava girişlerindeki astarlı dirsek eksikliği.
8. Sistemde çok fazla kapatma VAV ünitesinin bulunması.

2.2.8 Hava menfezleri:

1. Uygun boyutun altında seçim .
2. Aşırı hava hızı.
3. Yetersiz giriş koşulları.
4. Girişlerde dengeleyici damper kullanılması.
5. Komşu odalardaki dönüş menfezlerinin ortak plenum dönüşlerinin , odalar arasında ses köprüsü oluşturması .

2.2.9 Isı pompaları:

1. 14 kW ve üzerindeki , büyük seçilen ünitelerin sese duyarlı alanlarda kullanılması ile ortaya çıkan gürültü.
2. Sese duyarlı bölgelere yakın olması.
3. Ünitelerde titreşim yalıtımı askıların ve zemin bağlantılarının eksikliği.
4. Girişlerde astarlı dirsek eksikliği.

5. Gömme ünitelerde dönüş havası ses izolatörlerinin eksikliği.
6. Boruların veya elektrik kablolarının sert veya katı maddelerden yapılması.

2.2.10 Çatı üstü üniteler:

1. Sese duyarlı yerlerin üzerine monte edilmeleri.
2. Sese duyarlı alanların üzerinden dikdörtgen besleme kanallarının geçmesi.
3. Giriş ve çıkışlarda yetersiz kanal tasarımı.
4. Gerekli yerlerde fleksibil parçaların kullanılmaması.
5. Yetersiz titreşim yalıtımı.
6. Bordür içinde yetersiz çatı yapısı.

2.2.11 Hava Kompresörleri:

1. titreşim izolatörlerinin eksikliği.
2. Boruların ve elektrik kablolarının direkt olarak duvara bağlanması.

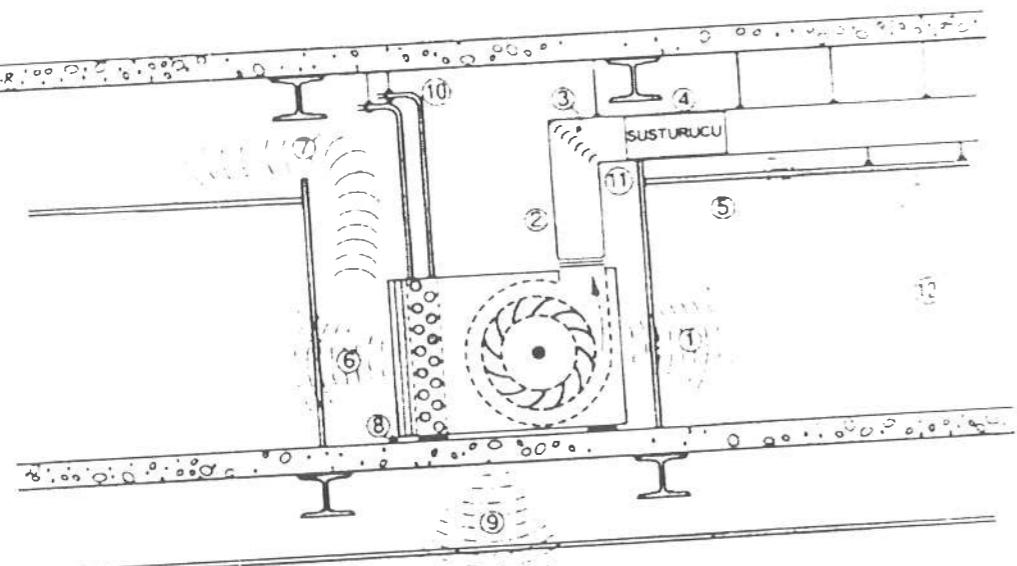
2.2.12 Hava kontrol kurutucuları:

1. Sese duyarlı alanların yakınına yerleştirilmeleri.

3. GÜRLÜTÜ YALITIMI YAPAN BAŞLICA MALZEMELER VE SES YUTMA KATSAYILARI

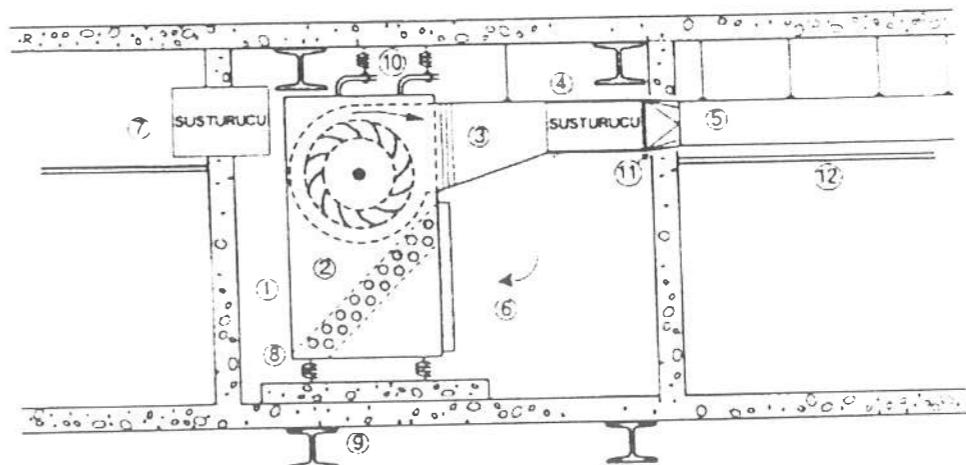
MALZEME	YOĞUNLU K kg/m ³	KALINLIK mm	FREKANS Hz	SES YUTMA KATSAYISI α
AKUSTİK (PIRAMİT YÜZEYLİ POLİÜRETAN KÖPÜK)	30	70	500	0.90
NFAF YANMAZ AKUSTİK KÖPÜK (MELAMİN KÖPÜK) TİP : AKUSTİK PANEL	75	50	500	0.75
FİBERFORM (FIBERGLASS ESASLI)	11	30	500	0.95
PÜSKÜRTME CAMYÜNÜ	30	50	500	0.70
TAŞYÜNÜ	50-70	50	500	0.85
CAMYÜNÜ	28	50	500	0.86

4. AKUSTİK SORUNLAR OLAN KLİMA SANTRALİ ODASI



1. Klima santrali panelinin titreşimi , oda duvarının çok yakın olması sebebiyle , duvar vasıtıyla komşu alanlara iletilmekte.
2. Vantilatörün saat yönünün tersi istikamette dönmesi ile oluşan hava akımı , akıntı yönündeki dirsekte yön değiştirmek zorunda kalıyor. Bu da , türbülansa , düşük frekanslı sese ve basınç kaybına yol açmaktadır.
3. Dirseğe yerleştirilen kanatların çok kısa olması durumunda , yukarıda bahsedilen problemler daha da artar.
4. Susturucunun , dirseğe çok yakın yerleştirilmiş olması türbülansı artırır.
5. Dikdörtgen kanallar ve susturucular , türbülans sonucu oluşan gümbürtüyü engelleyemez.
6. Klima santralinin girişinin duvara çok yakın olması , giriş sesinin duvarlara iletilmesine ve kararsız vantilatör hareketlerine yol açar.
7. Makine dairesinin dönüş havası açıklıklarında susturucu kullanılmaması , vantilatör sesinin tavanı daha sonra da binaya iletilmesine yol açar.
8. Ünitenin neopren , izolatör tabakalar üzerine yerleştirilmesi , yalıtım için yetersiz kalmıştır.
9. Ünitenin , neopren tabakalarla beraber , esnek zemin üzerine yerleştirilmesi titreşimin binaya iletilmesini sağlamaktadır.
10. Soğutulmuş su borularının , direk tavanbağlanması titreşimin tavanbağlanması tavanbağlamasına yol açar.
11. Susturucunun olduğu bölümde kanal duvarlarının binaya temas etmesi , titreşimin duvarlar vasıtıyla kullanım alanlarına iletilmesine yol açar.
12. Kullanım alanı tavanın , besleme kanallarına asılması , tavanın , oluşan sesi yaymasına yol açar.

5. OPTİMAL AKUSTİK ÖZELLİKLERE SAHİP KLİMA SANTRALİ ODASI



1. 600 mm. Mesafe bırakılması ve örme duvarlar kullanılması , mükemmel , düşük frekanslı ses yalımı sağlayacaktır.
2. Yatay deşarjlı klima santrali kullanılmasıyla , türbülans yaratan dirsek kullanımına gerek kalmayacak .
3. Klima santrali çıkışındaki kademeli geçiş , türbülansı en aza indirecektir.
4. Susturucunun ünite deşarjından yeterli uzaklığa yerleştirilmesi , aşırı türbülans oluşumunu engelleyecektir.
5. Dairesel kanal sistemi , oluşan düşük frekanslı sesin kullanım alanlarına iletimini kontrol edecektir.
6. Ünite girişindeki yeterli mesafe , titreşim duvara iletilmesini ve aşırı giriş türbülansını engellemekte.
7. Dönüş havası yoluna konulan susturucu , bu yolla iletilen sesi engellemekte.
8. Ünite yüksek esneklikte , çelik yaylar üzerine yerleştirilmelidir.
9. Ünitenin , üzerine yerleştirildiği zemin , en az kırışık desteklenmiş ve atalet artırmayı engelleyen levhalar eklenmiş.
10. Soğutulmuş su boruları askılarla tavana bağlanmıştır.
11. Besleme kanalının etrafı , duvarla teması engellemek için 13 mm kalınlığında sızdırmaz elemanla doldurulmuştur.
12. Kullanım alanı tavanı , besleme kanalına asılmamış.

6. HVAC SİSTEMLERİNDE MALİYET DÜŞÜRÜCÜ REVİZYONLAR VE AKUSTİK ETKİLERİ

1. Fan boyutunun ve hızının düşürülmesi aşırı çıkış hızı ve fanın verimsiz çalışması yüzünden yüksek ses olur.
2. Kanal boyutunun küçültülmesi , gümbürtü yaratır.
3. Fan odası boyutları küçültülürse , oda içinde türbülans artar ve gürültü olur.
4. Makine dairesi duvarları örme duvar yerine perde duvar yapıllırsa komşu bölgelere iletilen düşük frekanslı ses seviyesi artar.
5. Frekans kontrollü motor yerine damper kontrolü kullanılması ses seviyesini artırır.
6. Ucuz değişken debili sistemler kullanılması , montaj metoduna bağlı olarak ses seviyesini artırır.
7. Sac metal levha yerine fiberglass kontraplak kullanılması sesin daha fazla iletilmesine neden olur.
8. Çelik yay titreşim yutucular yerine , düşük çökme yeteneğine sahip neopren kullanılması kötü sökümlemeye neden olur.
9. Dönüş havası susturucularının kaldırılması ses seviyesini yükseltir.
10. Klima sisteminin merkezi sistem yerine her kata ayrı klima sistemi kurulması ses seviyesini artırır.

7. Aşağıdaki tablo mekanik sistemlerde kullanılan çeşitli ekipmanlara ait titreşim alıcılarının seçim şartlarını, özelliklerini ve titreşim alıcı malzemelerde dikkat edilmesi gereken noktaları açıklamaktadır.

TITREŞİM ALICI SEÇİM TABLOSU

Makine Türü	Gec Kw	Devir d/d	MAKİNE YERLEŞİMİ												
			ZEMİNE OTURMUŞ			IKİ KIRİŞ ARASI:6 m			IKİ KIRİŞ ARASI:6-9 m			IKİ KIRİŞ ARASI:9-12 m			
			Kaide	Isolator	Mıçek min	Kaide	Isolator	Mıçek min	Kaide	Isolator	Mıçek min	Kaide	Isolator	Mıçek min	
SOĞUTMA MAKİNALARI VE CHILLERLER															
Vidik Kompresörler	Hepsiz	Hepsiz	A	2	6	C	3	20	C	3	45	C	4	65	2,3,4,10
Potansiyel Kompresörler	Hepsiz	Hepsiz	A	2	6	A	4	20	A	3	45	A	3	65	2,3,4,10
Santetik Kompresörler	Hepsiz	Hepsiz	A	1	6	A	4	20	C	3	45	C	3	65	2,3,4,10
Aer Santrali Kompresörler	Hepsiz	Hepsiz	C	1	6	C	4	20	A	3	45	A	3	65	2,3,4,10
Aks Santrali ve Sıvı Makinaları	Hepsiz	Hepsiz	A	1	6	A	4	20	A	3	45	A	3	65	2,3,4,10
HAVA KOMPRESÖRLERİ VE VAKUM POMP.															
Tanılgınlık	7,5'e kadar	Hepsiz	A	3	20	A	3	20	A	3	45	A	3	45	3,11,13
11 ve üstü	Hepsiz	Hepsiz	C	3	20	C	3	20	C	3	45	C	3	45	3,11,13
Kaide oturme emri yok	Hepsiz	Hepsiz	C	3	20	C	3	20	C	3	45	C	3	45	3,11,12,13
Büyük pistonlu	Hepsiz	Hepsiz	C	3	20	C	3	20	C	3	45	C	3	45	3,11,12,13
POMPALAR															
Kapalı havanızlı	5,0'ea kadar	Hepsiz	B	2	6	C	3	20	C	3	45	C	3	45	14, 15
7,5 ve üstü	Hepsiz	C	3	20	C	3	20	C	3	45	A	3	65	14, 15	
Büyük inline	3,1-19	Hepsiz	A	3	45	A	3	45	A	3	45	C	3	45	14, 15
22 ve üstü	Hepsiz	A	3	45	C	3	20	C	3	45	C	3	65	14, 15	
30 ve üstü	Hepsiz	C	3	20	C	3	20	C	3	45	C	3	65	14, 15	
Üçgen ve split case	37-73	Hepsiz	C	3	20	C	3	45	C	3	45	C	3	65	14, 15
	110 ve üstü	Hepsiz	C	3	20	C	3	45	C	3	45	C	3	65	14, 15
SOĞUTMA KULELERİ															
Aksial扇形/kaide fanlar/fan hava tekereli	Hepsiz	Hepsiz	A	1	6	A	4	90	A	4	90	A	4	36	3,10,16
560 mm çapı kadar	500 Pa'a kadar	B	3	65	C	3	90	C	3	90	C	3	65	6	
610 mm ve üstü	300'e kadar	B	3	20	B	3	45	C	3	65	C	3	45	2	
	301-500	B	3	20	B	3	45	B	3	45	C	3	65	3,8	
	500 ve üstü	B	3	65	C	3	90	C	3	90	C	3	65	3,5	
	300'e kadar	C	3	45	C	3	45	C	3	65	C	3	65	3,5	
	301-500	C	3	45	C	3	45	C	3	65	C	3	65	3,5	
	500 ve üstü	C	3	20	C	3	45	C	3	45	C	3	65	3,5	
SANTRİFÜJ FANLAR															
560 mm çapı kadar	Hepsiz	Hepsiz	B	2	6	B	3	20	B	3	20	C	3	45	8,17
610 mm ve üstü	500'e kadar	B	3	65	B	3	90	B	3	90	B	3	65	8,17	
	501-500	B	3	45	B	3	45	B	3	65	B	3	65	8,17	
	500 ve üstü	B	3	20	B	3	20	B	3	65	B	3	65	8,17	
	300'e kadar	C	3	65	C	3	90	C	3	90	C	3	65	8,17	
	301-500	C	3	45	C	3	45	C	3	65	C	3	65	8,17	
	500 ve üstü	C	3	25	C	3	45	C	3	45	C	3	65	8,17	
USKUR TİPİ (PROPELLER) FANLAR															
GATTİYA MONTAJLI FANLAR	Hepsiz	Hepsiz	A	1	6	A	1	6	A	1	6	A	1	6	2,3,4,10
DUVARA MONTAJLI FANLAR	Hepsiz	Hepsiz	A	1	6	A	1	6	B	3	45	D	4	45	2,3,4,10
İSI POMPALARI															
KONDENSERLER															
Paslı klima ve klima fanları havalandırma on.	Hepsiz	Hepsiz	A	1	6	A	1	6	A	1	6	D	4	45	2,3,4,10
	7,5'e kadar	Hepsiz	B	3	20	A	3	20	A	3	90	C	3	65	4,17
	11 ve üstü	Hepsiz	A	3	20	A	3	65	A	3	65	A	3	45	4,17
	1 kPa	Hepsiz	A	3	20	A	3	45	A	3	45	A	3	65	2,3,4,8
	Se Ba kadar	Hepsiz	A	3	20	C	3	90	C	3	90	C	3	65	2,3,4,8
	11 ve üstü	Hepsiz	B	3	20	C	3	65	C	3	65	C	3	65	2,3,4,8
	1 kPa	Hepsiz	B	3	20	C	3	45	C	3	45	C	3	65	2,3,4,8
	Se Ba kadar	Hepsiz	B	3	20	C	3	45	C	3	45	C	3	65	2,3,4,8
Kanal içi döner ekipmanları.															
Kanal içi döner ekipmanları.	283 / 3 ve kadar	Hepsiz	A	3	13	A	3	13	A	3	13	A	3	20	-
Kanal içi döner ekipmanları.	283 / 3 ve kadar	Hepsiz	A	3	20	A	3	20	A	3	20	A	3	20	-
DİZEL JENERATORLAR															
	Hepsiz	Hepsiz	A	3	20	C	3	20	C	3	45	C	3	90	-

TEMEL ÇEŞİTLERİ

A Kaide yapılmaz,titreşim yarucular direk makinaya bağlanır. (Not 24)
 B Çelik konstrüksiyon ray veya kaide yapıılır (Not 25,26)
 C Beton kaide (Not 27)
 D Toprak içine girmış kaide (Not 28)

TITREŞİM YUTUCU ÇEŞİTLERİ

1.Lastik veya fiber levha (Not 18 ve 19)
 2.Döşeme tipi lastiği titreşim元件 veya lastik元件 askı (Not 18 ve 22)
 3.Yaylı titreşim元件 veya lastik元件 askı (Not 19,20 ve 22)
 4.Ön sıkıştırılmış yay sistemi (Not 19,21)
 5. Genişleme sinyalycısı (Not 23)

7.1. YAPILARDA HİZMET VEREN CİHAZLARIN UYG

Not 13 . Kompresörler : 4 kWye kadar olan kaideli kompresörler ve 8 kWye kadar olan yatay tanklı hava kompresörleri direkt olarak titreşim yutucu yaylarını (Tip-3) üzerine monte edilmelidirler.Gerekli durumlarda çelik ray sistemli yaylar (Tip-B) tercih edilmelidir.10-75 kW arasında olan kompresörler kendi ağırlıklarının 1 veya 2 katı olan (Tip-C) atalet temeli üzerine oturtulmalıdır.

Not 14 . Pompalar : Bütün elastik kavramalı pompalarda Tip-C betonlu atalet kaideleri yaylı titreşim izolatörleri ile kullanılmalıdır.Direkt akuple pompalarda ise tercihen Tip-C betonlu atalet kaidesi veya Tip-B izolatörleri ile kullanılmalıdır.Direkt akuple pompalar kadesiz olarak titreşim izolatörleri üzerine çelik kaide ve izolatörle kullanılmalıdır.Direkt akuple pompalar kadesiz olarak titreşim izolatörleri üzerine çelik kaide ve izolatörle kullanılmalıdır.Tip-C atalet kaideleri pompanın emiş (ve split pompalarda) ağızlarındaki dirsek supportlarını da oturtulmalıdır.Tip-C atalet kaideleri pompanın emiş (ve split pompalarda) ağızlarındaki dirsek supportlarını da taşımak üzere dizayn edilmelidirler.Kütle, 55 Kw'a kadar olan pompalarda önemli bir faktör değildir.55 Kw ve daha yukarı güçteki pompalarda ilave kütle kalkış momenti kuvvetlerinden dolayı meydana gelecek olan ve daha yukarı güçteki pompalarda ilave kütle kalkış momenti kuvvetlerinden dolayı meydana gelecek olan aşırı hareketi sınırlarlar.Tip-C atalet kaidelerinin kalınlığı en uzun ölçüsünün % 10'u kadar alınmalıdır.Ancak bu tip kaidelerin kalınlığı aşağıdaki değerlerin altına düşmemelidir.

1-20 Kw'a kadar –150 mm

2-30-55 Kw'a kadar –200 mm

3-75 Kw ve daha üstü –300 mm

55 Kw'nın üzerindeki pompalar ve çok kademeli pompalar kalkış esnasında aşırı hareket ederler.Bu yüzden gerekliyse ilave hareket sınırları elemanları kullanılmalıdır.90 Kw'ın üzerindeki pompaların kalkış kuvvetleri oldukça yüksektir.Bu pompaların montajında bir titreşim uzmanına danışılmalıdır.

Not 15 . Paket Çatı Tipi Klima ekipmanları:Bu tür ekipmanlar sese ve titreşime hassas olan hafif yapıtlarda kullanılırlar.Bu teçhizatın altına çerçeveli titreşim alıcı temeller konulur.

Tablo ,Tip-D ,6m kiriş açılığına kadar titreşim yutucu seçimi göstermektedir.Fakat 6 m'nin üzerindeki kiriş açılıklarında teçhizat zayıf bir yüzey üzerine oturmuşsa azami ölçüde dikkatli davranışılması gereklidir.Burada ekipmanın çatı üzerinde yaptığı ilave çökme miktarı hesaplanmalıdır.Çatıdaki çökme miktarı 6 mm'nin altında ise titreşim yutucunun çökme miktarı çatıdaki çökmenin 15 katı olacak şekilde seçilmelidir.Çatıdaki çökme miktarı 6 mm'den büyükse çatı konstrüksiyonu sağlamlaştırılmalı veya ekipmanın yeri değiştirilmelidir.

Özellikle büyük ünitelerde yüksek gürültü seviyeleri oluşabileceği için ünite altına çatı ile arasında tımpor görevi gören platform konmalıdır.Uniteyi çatı duvarlarından uzak bir yere koymak kanalların binaya girmeden önce akustik yalıtımının yapılmasına öncelik verir.

Bazı çatı ekipmanlarının içten yalımı yapılmış,kompresörü, fanı v.b. elemanları vardır. Makine içi yalıtım makine içinde oluşan kısa devre, yetersiz statik çökme miktarı veya panel rezonansı oluştugundan yetersiz kalmaktadır.Çatıya yerleştirilen ekipmanla dıştan yalıtım yapılması tavsiye edilir.

Not 16. Soğutma kuleleri : Soğutma kulelerinin altına direkt olarak tıpkımlı ,yay titreşim yutucular (Tip-4) yerleştirilir.Havalandırma fanlarının altına çökme miktarı yüksek titreşim yutucular konur.Bu uygulama yapılrken çok dikkatli davranışılmalıdır.

Not 17. Fan ve Havalandırma ekipmanları: Fan ve havalandırma ekipmanları için titreşim yutucular seçilirken aşağıdaki şartlar dikkate alınmalıdır:

Çapı 560 mm ve daha az olan fanlarla, çalışma devirleri 300 d/d'ye kadar olan fanlar büyük titreşim kuvvetleri oluşturmazlar.Fan devir hızı 300 d/d 'ye kadar olan fanlarda kullanılan titreşim alıcıların doğal frekansı ,fan çalışma hızına karşılık gelen frekansın % 40'i veya daha azı olmalıdır.Örnek olarak 275 d/d 'da çalışan bir fan için titreşim yutucunun frekansı 110 d/d (1.8 Hz) veya daha az olmalıdır.(275 x 0.4) .75 mm çökmeye sahip bir titreşim yutucunun kullanımı uygun olur.Esnek kanal bağlantıları kanalın giriş ve çıkışına yerleştirilmelidir.

Atalet artırıcı temel kaideler (Tip-C) Klas-2 ve Klas-3 için tavsiye edilir.Bu kaideler ataleti artırrarak sistemin titreşimini zorlaştırmır.

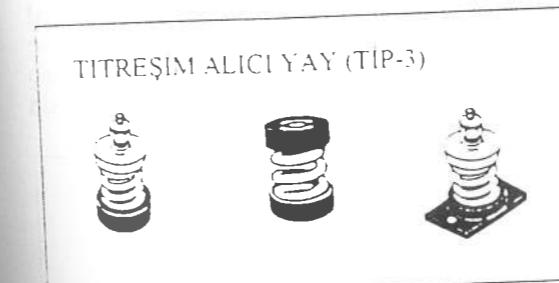
İki ucu profilli tıpkımlı titreşim alıcı yayarlar (Tip-5) ;500 Pa ve daha fazla statik basınçta çalışan fanlar da,yere ve tavana monte edilmiş fanlarda kullanılan titreşim alıcılarla aynı çökme miktarına sahip olmalıdır.

7.3 TİREŞİM ALICILAR: Malzemeler,Türleri ve Konfigürasyonları

Not 18-28 ,HVAC ekipmanlarının titreşim yalıtımı için aşağıdaki ürünler kullanılmaktadır .Herhangi bir uygulamada titreşim yutucu seçilirken çökme miktarı yanında işletme ömrü,maliyet ve de kullanışı olması önem taşımaktadır.



Not 18 . Kauçuk Titreşim alıcılar : Kauçuk titreşim alıcılar plaka (Tip-1) ve takoz (Tip-2) olmak üzere iki ayrı tiptir. Plaka titreşim alıcılar tek tabaka veya çok tabaka halinde kullanılabilirler.Takoz titreşim alıcıların sertliği 30-70 durometre (sertlik ölçüsü) arasında değişmektedir.70 durometreden büyük sertlikteki titreşim alıcıların yalıtım kabiliyeti yok denenecek kadar azdır.Titreşim alıcılar maksimum 13 mm çökmeye göre dizayn edilirler ,fakat genel olarak 8mm veya daha az çökme gereken şartlarda kullanılırlar.Sert kauçuktan ve kompozit kauçuktan imal edilen plakalar da üretilmektedir.Bu malzemeler yüksek taşıma kapasitesine ve düşük çökme miktarına sahip olduklarıdan kolonlarda gürültü bariyeri ve boru askı elemanı olarak kullanılır.Bu plakaların iyi bir titreşim yalıtımı sağlama için üzerine binen yükün homojen dağılması gereklidir.Bu amaçla yükün plakaya homojen dağılmamasını sağlayan bir metal plaka kesilerek plakanın üstüne konmalıdır.



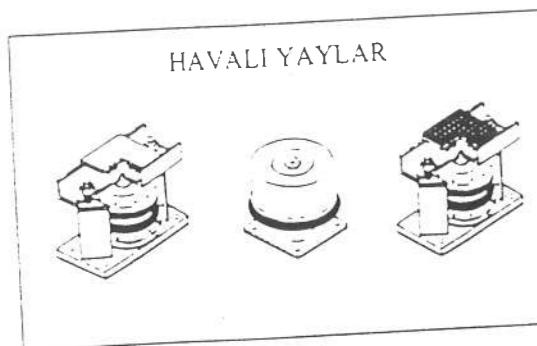
Not 19 . Titreşim Alıcı Yaylar : Titreşim alıcı çelik yaylar uzun ömürlü olmaları ve hemen hemen bütün çökme seviyelerinde üretilmektedirler HVAC sektörü için çok kullanılmış ve popüler malzemelerdir.Bütün titreşim alıcı çelik yaylar yüksek frekanslı titreşimi düşürmek için akustik kauçuk bariyeri sahip olmalıdır.Aksi takdirde gürültü yaya geçerek başka mahallere kayabilir.Diş ortama ve korozyon olana ortamlara yerleştirilen yaylar korozyona dayanıklı olmalıdır.

Not 20 .Açık Tip Titreşim Alıcı Yaylar : Açık tip titreşim alıcı yayların alt ve üst kısmında yükseklik ayarı yapılabilecek yük taşıyıcı plakalar bulunur.Yükseklik ayarı civata vasıtasiyla yapılır.Yaylarda stabilitenin sağlanması için yatay sertliğin en azından düşey sertlik kadar olması istenir.Taşıma kapasitesinden % 50 daha büyük olan yükleri emniyetli olarak taşıyabilmelidir.

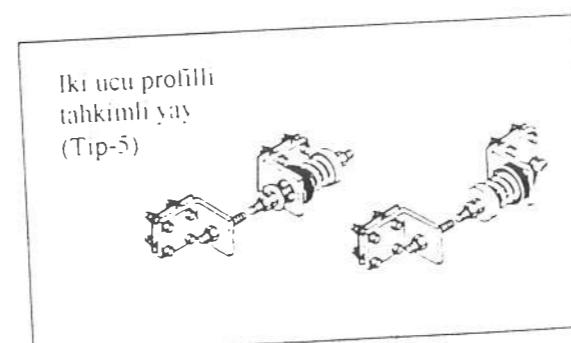


Not 21 .Tahkimli Titreşim Alıcı Yaylor : Tahkimli Titreşim alıcı yaylor (Tip-4) üzerinde dikey hareketlerini kısıtlayan civatalara sahiptir. Bu tip yaylor , kazanlar , soğutma makinaları gibi çok değişik ağırlıklara sahip teçhizatın hareketlerinin kısıtlanması ve dış ortamda bulunan ekipmanların rüzgar yükünden dolayı oluşan hareketleri kısıtlamak için kullanılırlar. Seçim kriterleri açık yaylorla aynıdır.Yaylardaki engel ancak gerekli olduğunda geçici olarak devreye girer.

HAVALI YAYLAR: Havalı yaylor bütün frekanslar için üretilebilirler fakat 1.33 Hz ve daha aşağı frekanslar için ekonomiktirler.(150 mm ve daha büyükçökmelerde.) Bu tip yaylor yüksek frekanslı gürültüyü absorbe ederler.Çökme miktarı büyük yaylorın problemlü çalıştığı yerlerde onların yerine kullanılabilirler.Sabit bir hava kompresörü gerektirirler , ayrıca havanın nemini alan bir nem alıcı da bulunmalıdır.



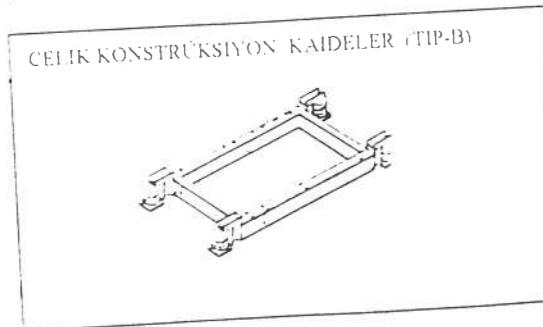
Not 22. Titreşim Alıcı Askılar : Titreşim alıcı yay askılar ,askıda durması gereken boru ve ekipmanlar için kullanılırlar.Kauçuk, yay,ve de ikisinin kombine olarak kullanıldığı türleri vardır.Seçim kriterleri normal açık yaylorla aynıdır.Termal gerilmelerden dolayı asılı olan tesisatin hareketine izin verilmesi amacıyla yay boruya bağlı olduğu rod 20-35 0 arasında hareket edebilmelidir.



Not 23 .İki Ucu Profilli Tahkimli Titreşim Yutucu Yaylor: Bu yaylor (Tip-5) ,açık tip yaylarda olduğu gibi aynı seçim kriterlerine sahiptirler.

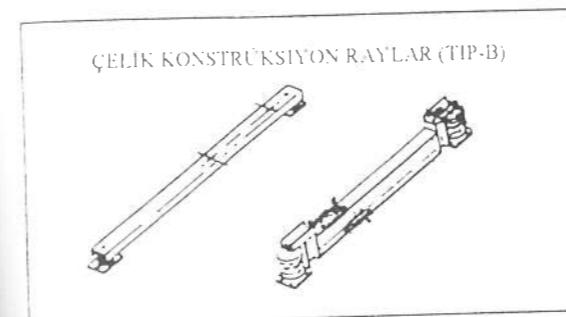
7.4 DİREKT YALITIM (TİP-A)

Not 24 . Direkt Yalıtım : Titreşim yalıtımı yapılacak ekipman stabil ve rıjıt ise herhangi bir ek yalıtım gerektirmez.Büyük çillerler ,paket klimalar ve hava soğutmalı kondenserler herhangi bir ilave yalıtım gerektirmez.Bu konuda bir tereddüt söz konusu ise çelik konstrüksiyon temeller (Tip-A) veya atalet artırcı (Tip-B) temeller kullanılabilir.Gerekli görüldüğünde üretici firmanın görüşüne müracaat edilmelidir.

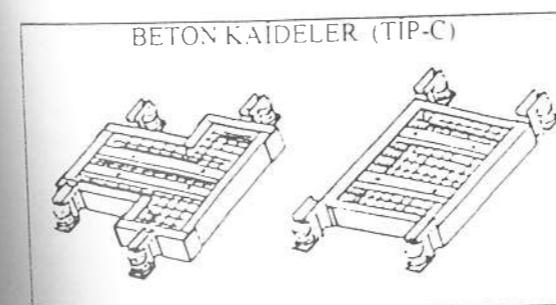


Not 25 .Çelik Konstrüksiyon Temeller : Çelik konstrüksiyon temeller ,teçhizatın tek başına monte edilemediği veya cihazın tüm parçaları için düz bir satır gereken yerlerde kullanılır.Bu temeller hem çelik yaylorla beraber hem de kauçuk esaslı yaylorla beraber kullanılabilir.(Tip-2 ve Tip-3) Ayrıca bu temeller makinanın ilk çalışma anında oluşturduğu titreşim kuvvetlerine karşı dayanıklı olmalıdır.Celik konstrüksiyon temeller yapılrken; titreşim yutucular arasındaki mesafe kullanılan profil genişliğinin 10 katı olmalıdır.Mecbur kalınmadıkça profil genişliği 100 mm'den küçük ve de 300 mm'den büyük olmamalıdır.Bu tür temeller genelde dikdörtgen şeklinde dizayn edilirler.

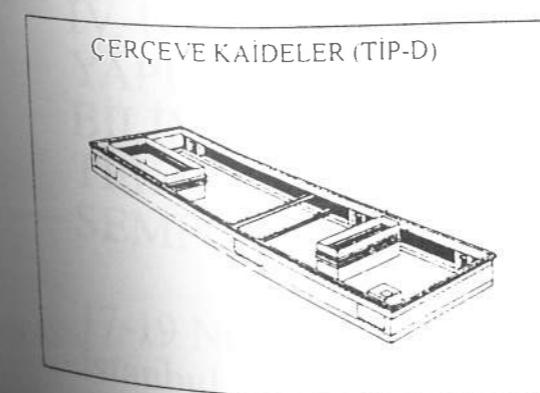
Not 26. Çelik Konstrüksiyon Raylar :Bu raylar düz bir satır gerekmeyen yerlerde kullanılabilirler.Bu raylar hem titreşim yutucu rayları beraber hem de kauçuk sası rayları beraber kullanılabilir.Ray üzerine binen yük taşıyacak kadar mukavemetli olmalıdır.Endüstriyel uygulamalarda ,titreşim yutucular arasındaki mesafe kullanılan profil genişliğinin 10 katı olmalı dır.Mecbur kalınmadıkça profil genişliği 100 mm'den küçük ve de 300 mm'den büyük olmamalıdır.



Not 27 . Beton Kaideler : Beton temelin dışında betonu tutan çelik profil bir çerçeveye vardır. Bu tür temeller genelde dikdörtgen şeklinde dizayn edilirler. Titreşim yutucular arasındaki mesafe kullanılan profil genişliğinin 10 katı olmalıdır.Mecbur kalınmadıkça profil genişliği 100 mm'den küçük ve de 300 mm'den büyük olmamalıdır.



Not 28 . Çerçeve Kaideler : Çerçeve temeller (Tip-D) ,çatiya yerleştirilen ekipmanların altına yerleştiriliyorlar.Çerçeve temellerde su ve hava geçirmeyen titreşim yutucu yay sistemi vardır.Çerçevelerin içinde 25-75 mm arasında çökme yapabilen yaylor bulunur.



KAYNAKLAR:

- 1-Ode Çalışmaları.
- 2-ASHRAE , Sound and Vibration Control.
- 3-Mason Industries Studies.
- 4-Noise and Vibration Control in Buildings.Robert S. Jones.
- 5-HVAC sistemleri için ses ve titreşim kontrolü .Mark Schaffer . ASHRAE.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu.1982 yılında Marmara Üniversitesi'nde İşletme Masteri yaptı.1984 yılında Ode Mühendislik firmasını kurdu.Halen burada genel müdür olarak görev yapmaktadır. İZODER'in (Isı-Ses-Su Izolasyoncuları Derneği) kurucularından olan Orhan Turan Şubat 1997-1999 döneminde derneğin başkanlığını yaptı.
TÜGİAD , MMO , TİMDER , İMSAD , ASHRAE , ve Akustik Derneği üyesidir. Ayrıca üyesi olduğu TTMD ve İZODER'in yönetim kurulunda görev yapmaktadır.