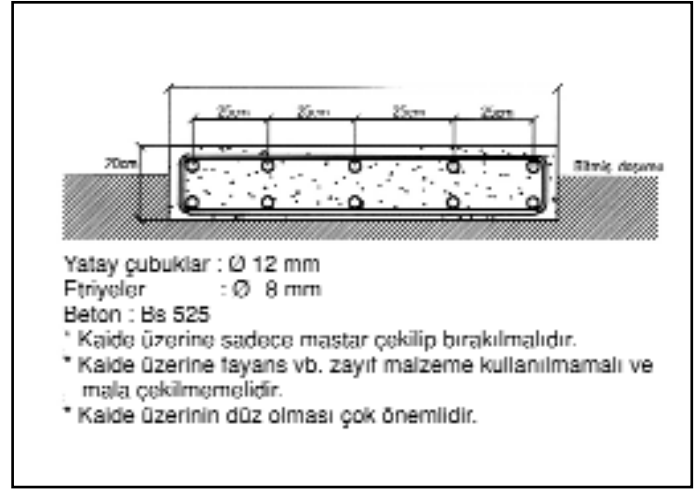


19. MEKANİK TESİSATIN SİSMİK KORUNMASI

Türkiye sıkça depremlerin yaşandığı, önemli bir bölümü 1. Dereden deprem kuşağında olan bir ülkedir. Bu durum göz önünde bulundurularak, yapının statüğünde olduğu gibi, mekanik tesisatın kurulmasında da bir takım önlemler alınması gerekir.

Deprem doğrudan insanları öldürmez. Esas öldürücü olan insan eliyle yapılan yapıların çökmesidir. Bu nedenle burada esas olarak klima ekipman ve tesisatına depremin etkileri üzerinde durulacak ve alınabilecek önlemler tartışılacaktır.

Mekanik tesisatın sismik tasarımında ve sismik korunmasında amaç, bina tahrip olmadığı halde mekanik sistemin göçmesinin veya tahrip olmasının önlenmesidir.

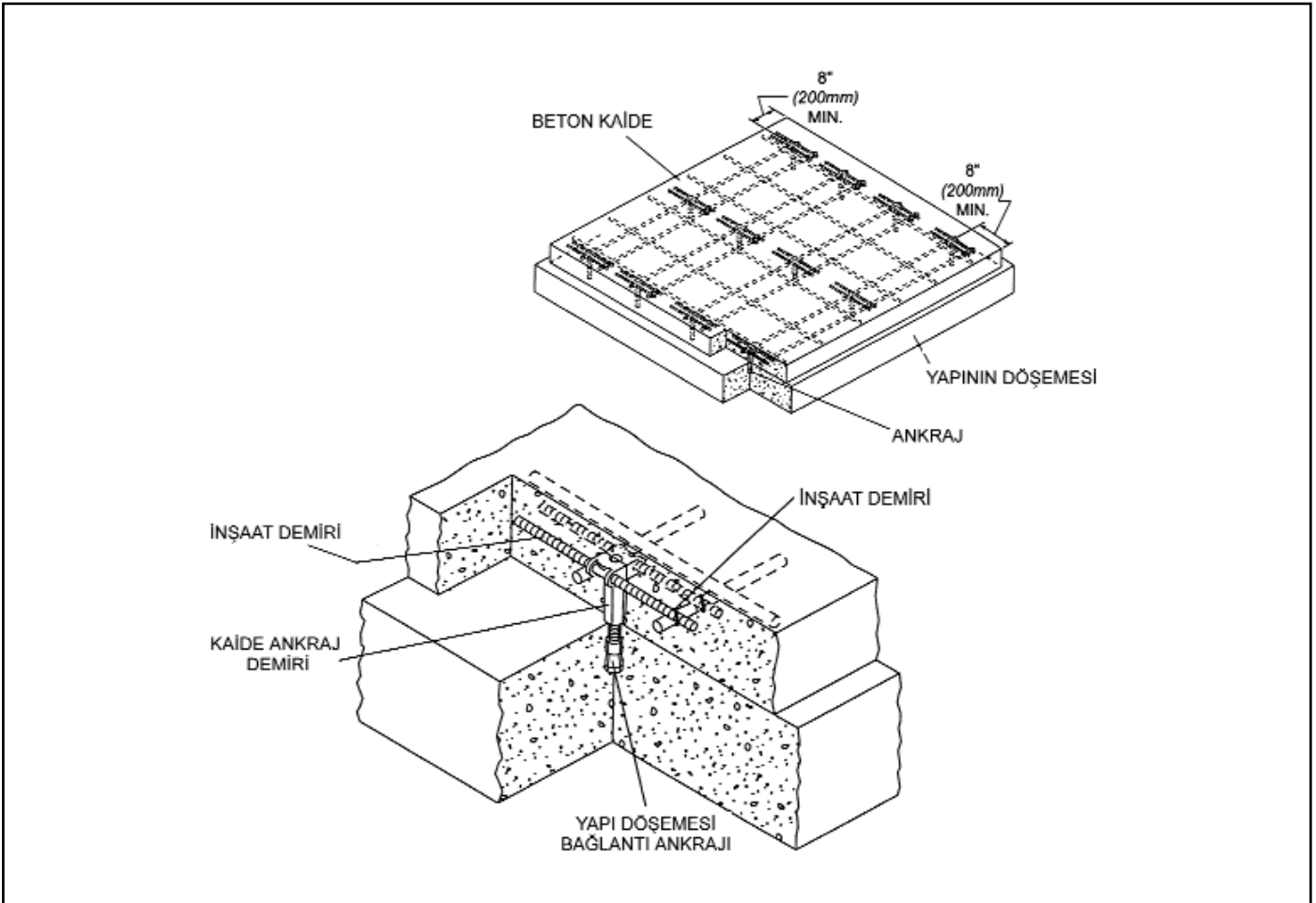


Şekil 19.1.

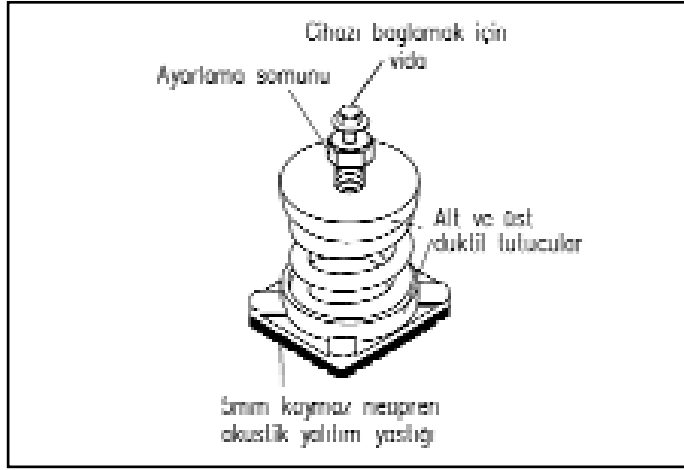
19.1. DÖŞEME TİPİ CİHAZLARIN YAPIYA TESPİTİ VE SİSMİK KORUNMALARI

1. Cihazların döşemeye katı olarak (titreşim yalıtımı yapılmaksızın) bağlanmasında civata ve somun kullanılır. Cihaz, beton kaidesi üzerinde bırakılan saplamalara, civatalar yardımıyla bağlanır. Kullanılan civatalar deprem yüklerine dayanıklı olmalıdır.
2. Cihazların kaideye civata ile sabit bağlanmasında cihaz şasesindeki delik civatadan çok büyükse, deprem anında cih-

- zın yanal hareketi dolayısıyla oluşan sismik kuvvet civatayı keser ve cihaz yerinden kopar. Bunun için civata ile delik boşluğu arasını dolduracak neopren takoz kullanılmalıdır.
3. Cihaz kaideleri Şekil 19.1'deki gibi bitmiş döşeme içindeki çukura girmelidir. Eğer düz bitmiş döşeme üzerine kaide dökülecek olursa, iki beton arasında özel ankraj elemanlarıyla bağlantı gerçekleştirilmelidir (Şekil 19.2).

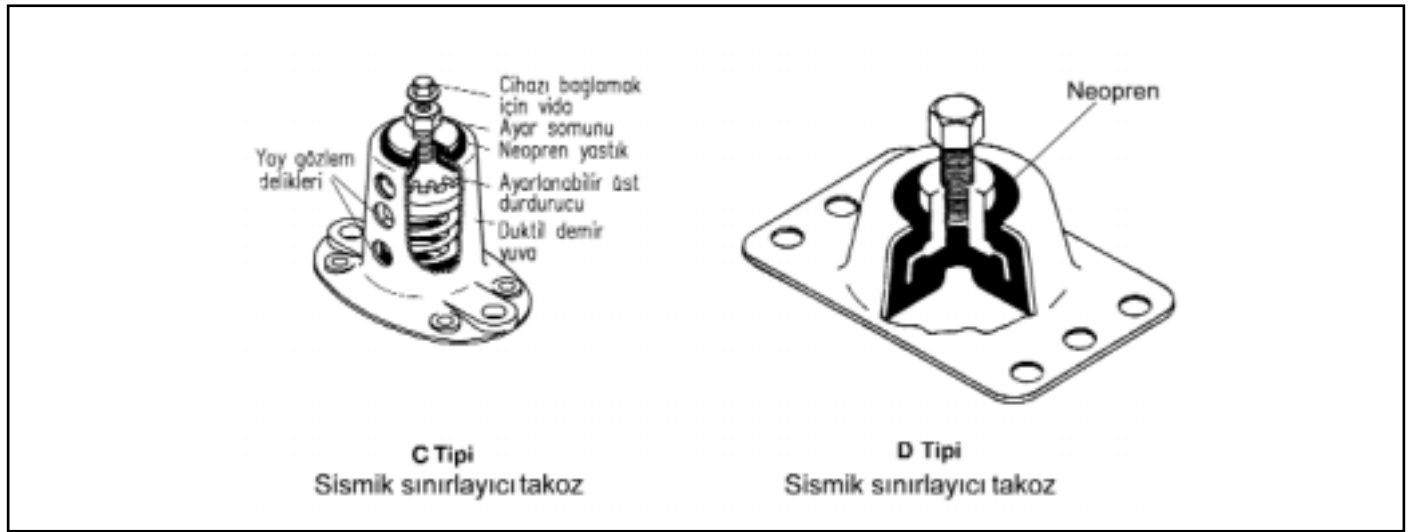


Şekil 19.2.

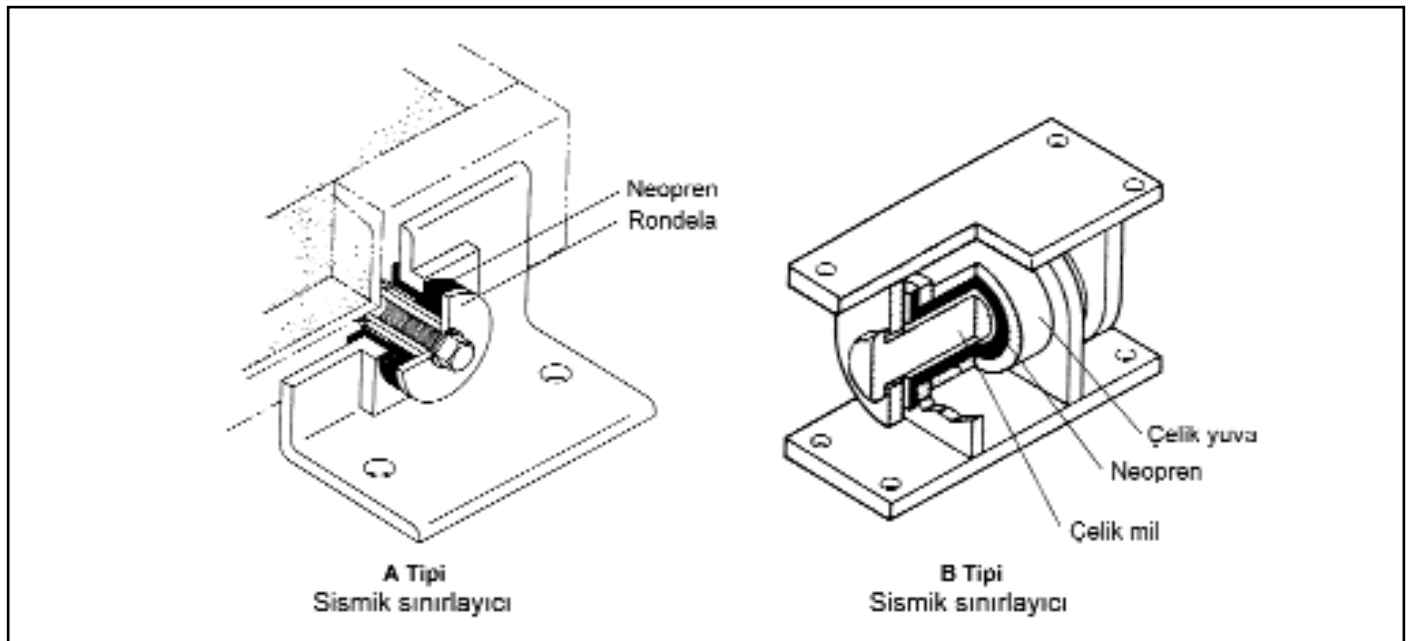


Şekil 19.3.

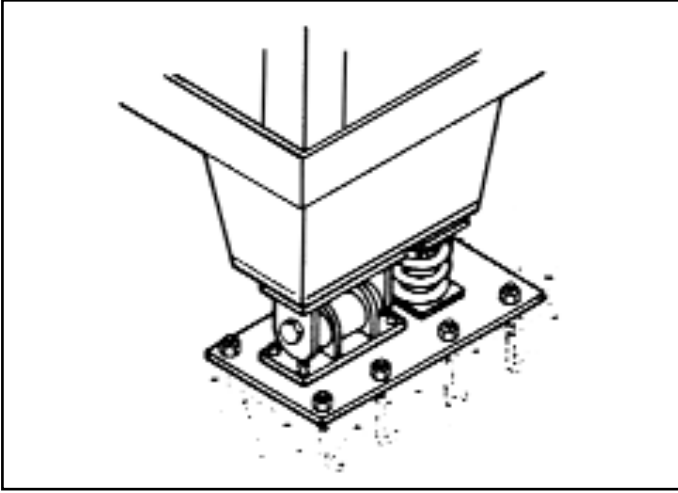
4. Ağır cihazlar döşemeye (veya beton kaideye) doğrudan titreşim yalıtımlı ayakları vasıtasıyla oturur (Şekil 19.3). Bu ayaklar kombine izolatör + sismik sınırlayıcı ayaklar olabileceği gibi (Şekil 19.4), titreşim izolatörlü ayakların yanına Şekil 19.5’de görülen sismik sınırlayıcı elemanlar ayrı olarak da monte edilebilir (Şekil 19.6). Cihaz bu ayakların kaideye civatalanmasıyla tespit edilir.
5. Atalet bloku olarak kullanılan yüzer kaideye katı olarak monte edilen daha hafif cihazlar, bu kaidelerin döşemeye kombine ayaklarla oturtulması sayesinde dolaylı olarak döşemeye tespit edilirler. Yüzer beton kaidenin döşemeye titreşim yalıtımlı olarak bağlanmasında yukarıdaki gibi kombine ayakla veya ayrı ayrı izolatörlü ayak ve sismik sınırlayıcıyla bağlanırlar (Şekil 19.7).



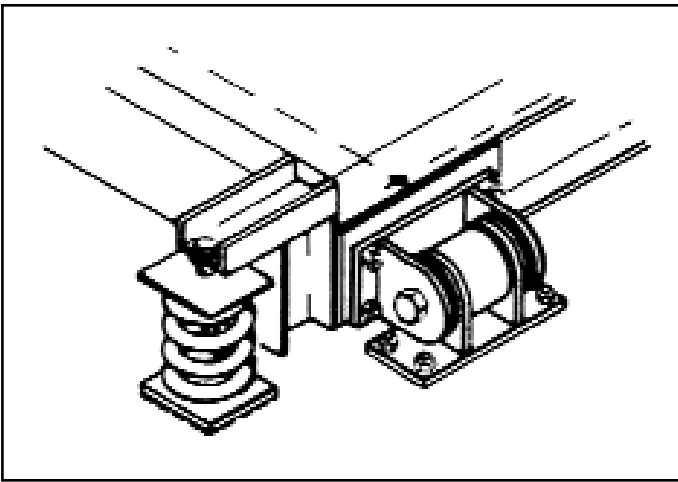
Şekil 19.4.



Şekil 19.5.



Şekil 19.6.



Şekil 19.7.

19.2. SİSMİK SINIRLAYICILAR

Titreşim yapan cihazlar doğrudan döşemeye katı olarak bağlanamaz. Aksi halde cihazın titreşimleri yapıya geçerek, burada yaşayanları ciddi biçimde rahatsız eder. Bunu önlemek için bu tip cihazlar yapıya titreşim izolatörleri üzerinde otururlar. Titreşim izolatörleri a) yaylı ayaklar veya b) lastik takoz ayaklar (veya yastıklar) olabilir. Bu ayaklar yapıya katı olarak bağlı olduklarından deprem anında cihaz rahatça savrulabilir.

Döşemeye titreşim izolatörleri ile oturan elemanların sismik korumasında sismik sınırlayıcılar kullanılır. Sismik sınırlayıcı olarak en yaygın kullanılan elemanlar pasif tiplerdir. Bunlar bakım gerektirmezler. Pasif sınırlayıcılar genellikle elastik yastıklar ve bunları çevreleyen çelik bir yuvadan oluşurlar. Bu içi elastik tampon kaplı çelik yuva içinde serbestçe hareket edebilen çelik bir mil bulunur. Çelik mil ve çelik yuva biri cihaza, diğeri yapıya sabitlenmiştir. Cihazın normal titreşim genlikleri içinde, yuva içindeki milin hareketi sınırlanmaz. Ancak deprem halinde olduğu gibi bu genlik aşırsa, çelik mil esnek tampona çarparak cihaz salınımını sınırlar. Böylece cihaz yerinde kalır. Herhangi bir kopma olmaz ve cihaz fonksiyonuna devam eder.

Cihazın doğrudan oturtulmasında, sismik sınırlayıcıları cihaz şa-

sesinin altına veya yanına monte etmek mümkündür. Şekil 19.6 ve 19.7'de bu örnekler görülmektedir. Şekil 19.7'de cihaz çelik konstrüksiyon şasesinin bir köşesi görülmektedir. Yaylı titreşim izolatörü ve sismik sınırlayıcı birlikte şasesin yan tarafına bağlanmışlardır. Her iki eleman da alttan beton kaideye bağlıdır. Şekil 19.6'da her iki eleman cihaz ayağının altına monte edilmiştir. Her iki durumda da cihazın normal çalışması sırasında yaylar üzerinde yaptığı titreşime, sismik sınırlayıcı etki etmeyecek, bu titreşim sınırlayıcının açıklığı içinde kalacak şekilde elemanların montajı ve ayarı yapılır. Bu amaçla (1) sismik sınırlayıcının yapıya (beton kadesine) bağlantısı, (2) gelebilecek kuvvete sınırlayıcının dayanabilme gücü, (3) sınırlayıcının cihaza veya cihazın beton veya çelik konstrüksiyon şasesine bağlantısı ve (4) cihazın kendisinin şasesine bağlantısı mukavemet açısından tek tek sağlanmalıdır. Bunlardan birinin yeterli mukavemette olmaması bütün korumayı etkisiz kılar ve cihaz yerinden kopar.

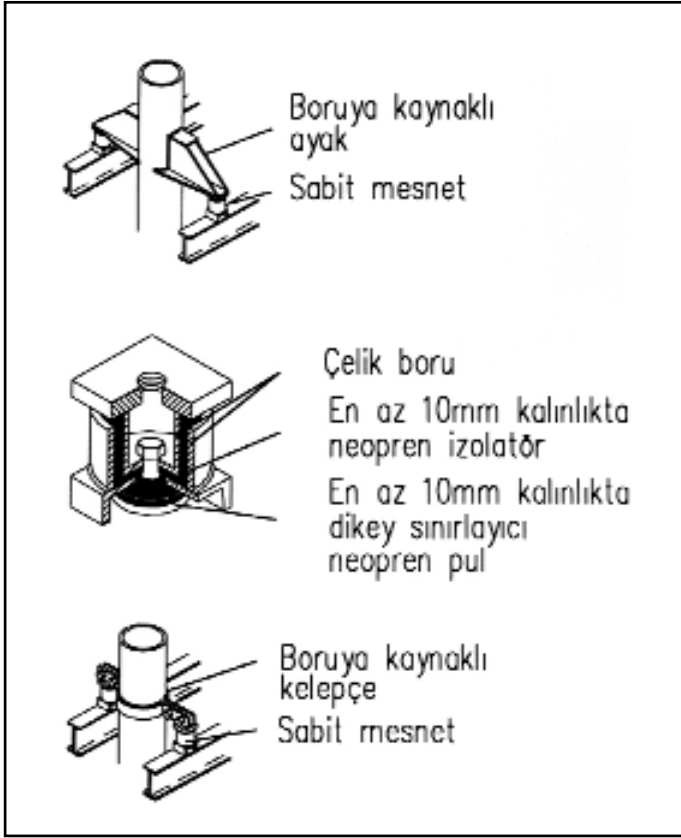
Bir başka önemli husus da cihazın kendi iç mukavemetidir. Cihaz yerinde kalsa bile, içinden parçalanabilir veya tahrip olabilir. Fanlar, pompalar, klima santralleri yüksek iç mukavemete sahiptir. 4 veya 5g kuvvetlere dayanabilirler. Halbuki transformatör, dimmer gibi elektrikli cihazlar, dişli kutuları çok zayıftır ve ancak 0.25-0.5g kuvvetlere dayanabilirler. Soğutma kulesi, havalı kondenserler ve paket tipi cihaz gibi cihazlar ise ancak 3g kadar kuvvetlere dayanabilirler.

19.3. YAPIYA MESNETLENEN KOLON VE YATAY BORULARIN SİSMİK KORUMASI

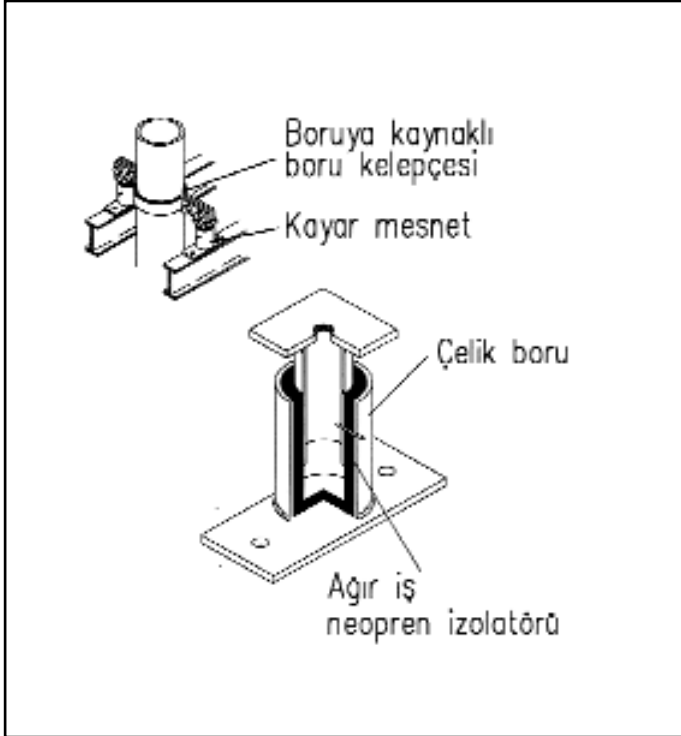
Döşemeye (zemine veya beton kanal içine) mesnetlenen yatay borularda özel sismik koruyuculu ayaklar kullanılabilir. Mesnete gelen yük içinde sismik yükler de dikkate alınmalıdır. Yatay boruların mesnetlenmesinde, cihazların katı olarak yapıya tespitlerindeki önlemler alındığında, deprem için özel ayrı bir önleme gerek yoktur. Düşey borularda ise, kolon mesnetlerinin hem boru ağırlığını taşıması ve hem de ısıl genleşmelere izin vermesi beklenir. Bu mesnetler aynı zamanda ilave deprem yüklerine dayanabilmelidir.

Kolon borularını mesnetlemek için özel tip elemanlar geliştirilmiştir. Deprem yüklerine dayanıklı sabit ve kayar mesnet tipleri vardır. Şekil 19.8'de sabit tip görülmektedir. Özel olarak kolon sabitlemek veya titreşim yalıtımını yapmak için tasarlanmıştır. En az 10 mm kalınlıkta neopren perde ile ayrılmış içiçe iki çelik borudan oluşur. Düşey yönde hareket yine bir neopren yapı ile engellenmiştir. Normal olarak çelik konstrüksiyon destekler üzerine monte edilir, boruya ve çelik profile kaynatılır. Şekil 19.9'da kayar mesnet tipi verilmiştir. Burada düşey doğrultuda hareket serbestliği vardır. Montaj biçimleri sabit mesnet ile aynıdır.

1. Kolon boruları ve dikey kanallar her kat geçişinde sıkıca mesnetlenmişse, 5 kata kadar yapılarda sismik bağlanmaya gerek yoktur.
2. Açık şafttaki kolon boruları yatay sismik yükleri alacak şekilde mesnetlenmelidir. Mesnet aralıkları :
 - 0,25 g kuvvete kadar 12,2 m
 - 1 g kuvvete kadar 9,1 m
 - 2 g kuvvete kadar 6,1 m olmalıdır.

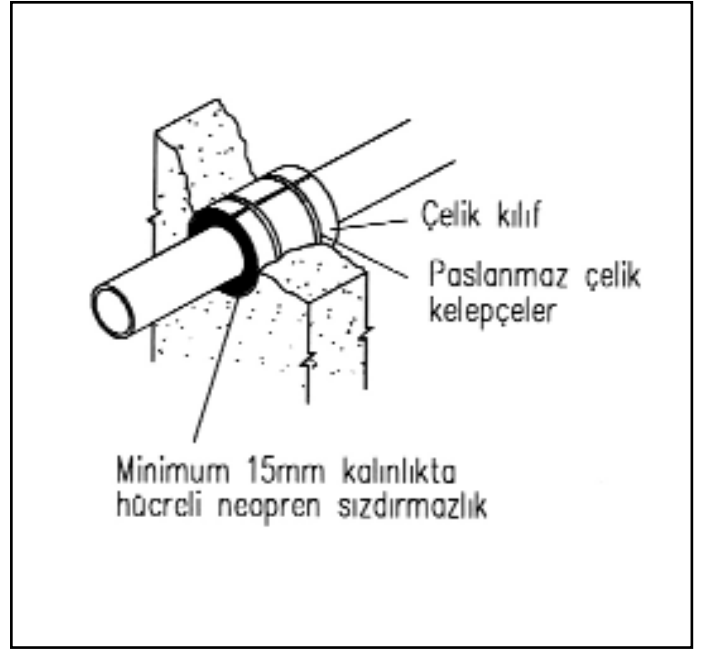


Şekil 19.8.



Şekil 19.9.

3. Düşey dökme demir borular, mesnetlenmemiş bölümlerindeki bağlantı noktalarında sağlamlaştırılmalıdır. Boru duvar geçişlerinde Şekil 19.10'deki gibi önlem alınmalıdır.

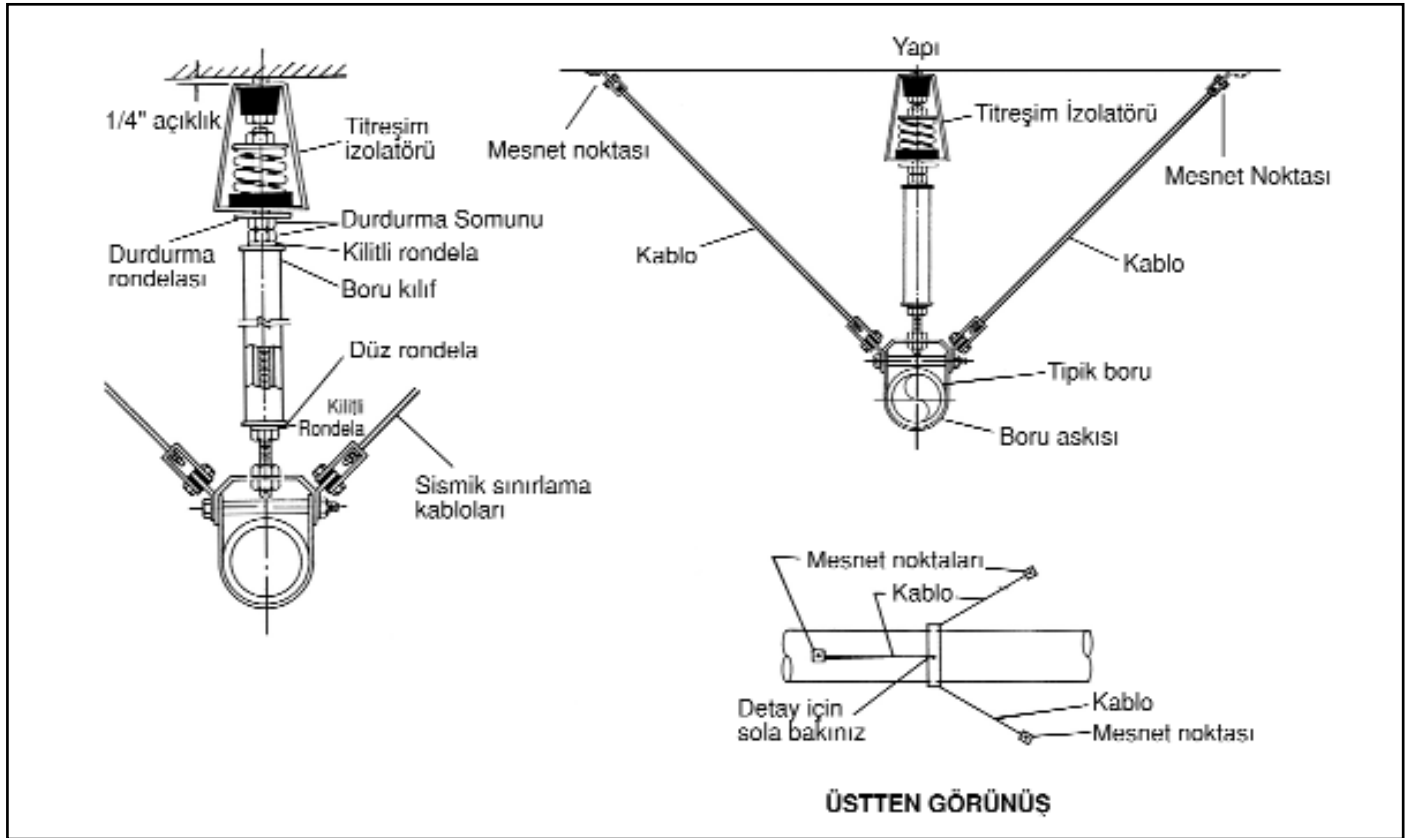


Şekil 19.10.

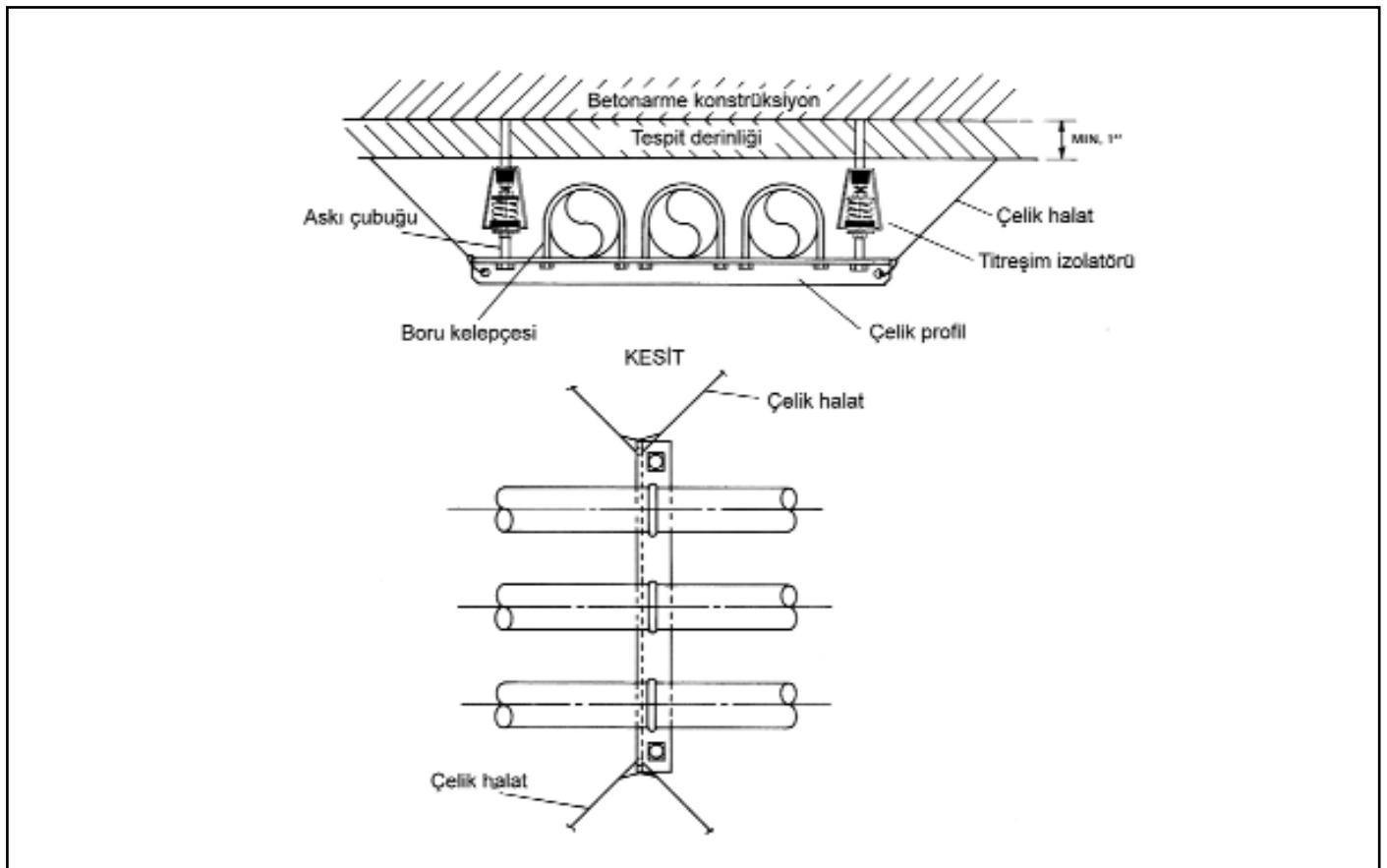
19.4. ASILI BORU VE KANALLARIN SİSMİK KORUMASI

1" çapından büyük yakıt boruları, gaz boruları, tıbbi gaz boruları, basınçlı hava boruları; 11/4" çapından büyük mekanik tesisat dairelerindeki borular ve 21/2" çapından büyük diğer borular sismik olarak korunmalıdır. Borular ve kanalların sismik korumasında kritik olan asılı boru ve kanallardır. Yere ve galeriler içine mesnetlenmiş borular ve kanallar zaten sabit ve kayar mesnetlerle koruma altına alınmıştır. Deprem koruması esas olarak asılı boru ve kanallar için geçerlidir.

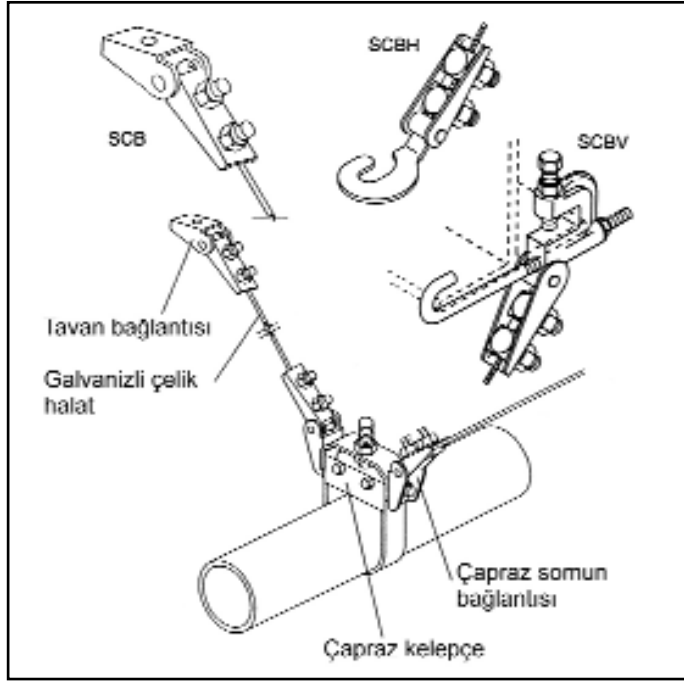
Tek boru ve kanallar tek başına asılır. Grup halindeki boru (ve kanallar) ise trapez adı verilen bir askı elemanına (profile) sabit bağlanarak (kelepçelenerek) ve bu trapez iki ucundan tavana asılarak taşınırlar. Burada tek boruların asılmasında veya trapezin asılmasında vidalı çubuk kullanılır. Vidalı çubuk kullanılması halinde tavana katı bağlantı söz konusudur. Borudaki titreşimler yapıya geçebilir. Daha büyük çaplı ve yüksek basınçlı akışkan taşıyan ve titreşimlerin yapıya geçmesi istenilmeyen durumlarda yaylı askılı çubuklar kullanılmalıdır. Çubuklarla tavana asılan boru ve kanallar deprem yanıl kuvvetlerini taşımaya uygun değildir. Önlem alınmazsa, bu asılı boru ve kanallar deprem sırasında savrulurak tahrip olurlar. Depreme karşı boru ve kanal sistemleri belirli aralıklarla tek veya iki düzlemde bağlanarak hareketleri sınırlanmalıdır. Boru ve kanalların depreme karşı bağlanmalarında, tek boru (veya kanal) tekil olarak bağlanır (Şekil 19.11). Grup boru veya kanallar ise trapezlerin bağlanması suretiyle bağlanır (Şekil 19.12). Bağlama için kullanılan iki ana tip eleman vardır. A) Çelik halatlar B) Çelik çubuklar. Bu iki tip Şekil 19.13 ve 19.14'de görülmektedir. Çelik halatlar deprem bağlaması için daha uygun elemanlardır. Yatayla yaklaşık 45 derece açı yapacak şekilde aynı düzlemde iki yönden boru çelik halatlarla tavana bağlanır. Deprem kuvvetleri etkilediğinde, çelik halatlar çekmeye çalışır. Boruyu (veya kanalı) tavana asan çelik çubuklar ise



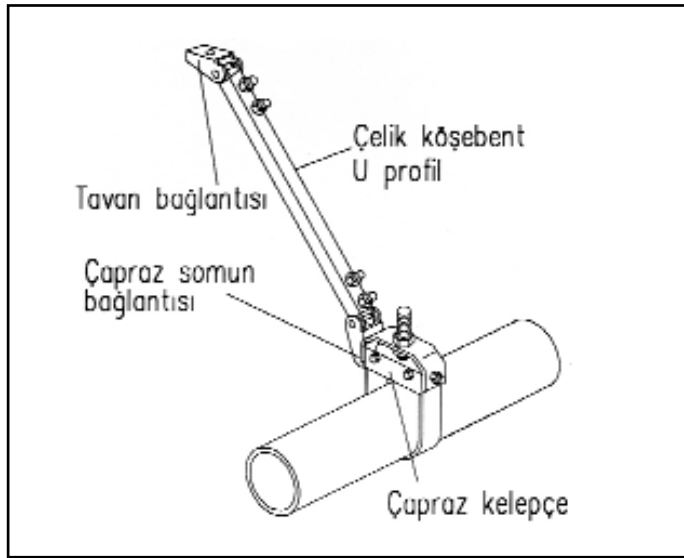
Şekil 19.11.



Şekil 19.12.



Şekil 19.13.

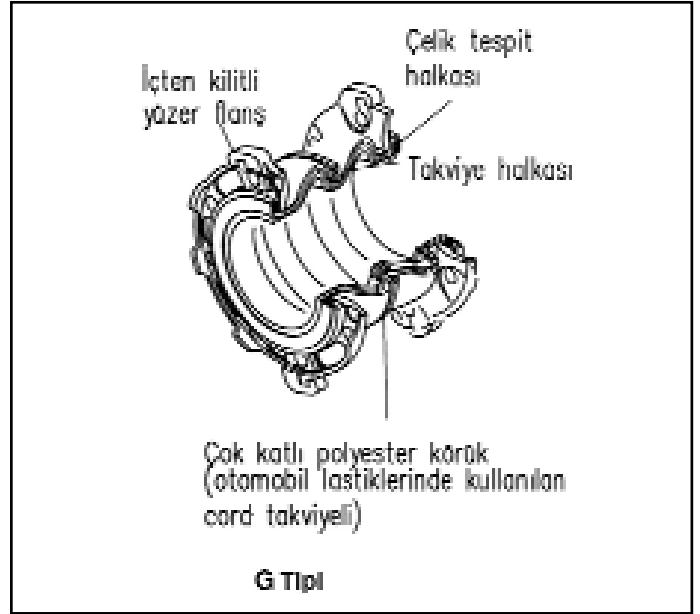


Şekil 19.14.

basmaya çalışırlar. Böylece bağlama düzleminde boru (veya kanal) tavana göre hareketsiz, sabit kalır. Deprem bağlaması yapılan hallerde kullanılacak yaylı asma çubukları özel olmalı ve normal titreşim genliği dışında harekete izin vermemelidir. Yani basma kuvvetlerini taşıyacak özellikte olmalıdır. Boru ve kanalların bağlanmasında çelik çubuklar ancak yer yetersizliği nedeniyle borunun iki yandan bağlanması mümkün değilse kullanılır. Bu gibi durumlarda çelik çubuklarla tek yandan bağlama yapmak mümkündür. Bu elemanlar hem basmaya hem de çekmeye çalışırlar. Bağlama elemanlarının hesabı ve seçimi firma kataloglarında yer almaktadır. Bunun üzerinde durulmayacaktır.

Esnek Bağlantı Parçaları (Körükler).

Boru ve kanalların, döşeme üzerinde sabit duran cihazlara katı



Şekil 19.15

bağlanmaması gereklidir. Bu aynı zamanda titreşim izolasyonu bakımından da istenen bir husustur. Bu amaçla boru ve kanallar körük veya kompensatörler yardımı ile cihazlara bağlanır. Burada kullanılacak boru kompensatörleri Şekil 19.15'de verilen örnekte olduğu gibi, depreme dayanıklı olarak özel üretilmiş, çok iyi kalite olmalıdır. Bunlar bütün hesaplanmış hareketleri alma kabiliyetinde dökme naylonla takviye edilmiş düz veya dirsek şeklinde boru bağlantı parçalarıdır. Tek küresel körükler, her iki uçta çelik flanş ile sonlanır. 2" üzerindeki çaplarda iki küreli (bombeli) körükler kullanılır ki iki bombe arasında dayanıklılığı artırmak ve formu korumak üzere çelik bir halka bulunur. Eğer içinden geçen akışkanın sıcaklığı, basıncı veya cinsi kullanılan malzemenin dayanım sınırlarını aşıyorsa, naylon yerine paslanmaz çelik örgülü, paslanmaz çelik esnek boru kullanılabilir. Bunların 3" çap üzerindeki tipleri flanşlı olmalıdır. Böylece sistemde her iki tarafın bağımsız hareket edebilme imkanı yaratılır. Cihazlar ve borular (veya kanallar) yapıya ayrı ayrı sabitlenmiştir ve her iki grup da farklı hareketler yapabilir.

19.4.1. Asılı Boru ve Kanallar İçin Sismik Koruma Genel Notları

1. İki veya daha fazla sayıda mesnetlenen düz boru / kanal geçişleri yanal yönde en az iki yerde bağlanmayı gerektirir.
2. Her düz boru / kanal geçişi aksel yönde en az bir adet bağlanmayı gerektirir.
3. Yanal veya aksel bağlanma yatay düzlemlerle 45° ye kadar açı yapabilir.
4. Sismik bağlama çubuk şeklinde katı elemanlarla yapılabilir (ki bunlar hem basmaya hem çekmeye çalışabilirler) veya çelik halatlarla yapılabilir (ki bunlar sadece çekmeye çalışır) Her iki bağlama yöntemi de boru veya kanalın düşey yönde 100 mm içinde asılı olmasını şart koşar.
5. Katı bağlama ve halatla bağlama aynı yönde karışık olarak kullanılamaz.
6. Bağlama sistemi yapının depremde farklı çalışabilecek iki ayrı elemanına (örneğin duvar ve tavana) birlikte bağlanamaz.

7. Trapezlerin sismik bağlamasında her elemanın trapeze sıkı bir biçimde kelepçelenmiş veya vidalanmış olduğu ön görülür. Eğer ısıl genleşmeler için döner elemanlara oturan borular varsa, bunlar sadece sismik bağlama noktalarında trapeze kelepçelenirler. Ancak bu kelepçeleme kayar olmalı, yani genleşme dolayısıyla borunun uzamasını engellememelidir.
8. Çoklu trapezler (aynı askı çubuklarını paylaşan) ayrı ayrı sismik bağlanmalıdır.
9. Askıdaki boru ve kanal sisteminden cihazlara (veya esnek bağlantıya) inen düşey bölümler yanal veya eksenel yönde sismik bağlanabilir. Bu durumda cihazla bağlama noktası arasındaki mesafe maksimum sismik bağlama mesafesinin yarısını aşmamalıdır.
10. Bina dilatasyonlarını (veya sismik birleşme ara yüzeylerini) geçen her hangi bir boru veya kanal siseminde dilatasyon deplasman aralığının iki misli hareketi olacak şekilde önlem alınmalıdır.
11. Boru ve kanalları taşıyan askı sistemi, bunların ağırlığını taşıyacak şekilde hesaplanarak boyutlandırılır. Sismik olarak bu sistemlerden ilave bir özellik istenmez. Sismik koruma yukarıda anlatıldığı gibi ayrı bir sistemle gerçekleştirilir.
12. Aynı zamanda sismik bağların ilişitirileceği vidalı düşey askı çubukları sağlamlaştırılmayı gerektirebilir. Bu amaçla özel sağlamlaştırıcı elemanlar mevcuttur. Eğer askı çubuğu bir titreşim izolatörü ile yapıya bağlanıyorsa, titreşim izolatörü ile yapı arasındaki açıklık en fazla 10 mm olabilir. Titreşim izolatörü alt tarafında 6 mm açıklığı olan bir durdurucu ile donatılmış olmalıdır. (Yani 6 mm üzerindeki titreşimlere izin vermemelidir).
13. Sismik bağların yapıya tutturulmasında özel elemanlar kullanılır ve bunlardan belirli bir dayanım istenir. Betona yapılacak ankraj veya çelik profillere bağlamada kullanılacak elemanlar kataloglarda tanımlanmıştır.

19.4.2. Yatay Boruların Titreşim İzolasyonu ve Sismik Koruması

Mekanik cihazdan sonra ana hattaki boruları taşıyan ilk üç boru aşısının, ön sıkıştırılmış yaylı ve neopren sismik durduruculu özel tip olması gereklidir. Asılı kaynak veya lehimle bağlı çelik veya bakır borularda, yanal bağlama noktaları arasındaki maksimum mesafe:

0,25 g kuvvete kadar 15,2 m

1 g kuvvete kadar 12,2 m

2 g kuvvete kadar 6,1 m

eksenel bağlama noktaları arasındaki maksimum mesafe:

1 g kuvvete kadar 24,4 m

2 g kuvvete kadar 12,2 m

b. Vidalı bağlı çelik veya bakır borular için yukarıdaki mesafelerin yarısı kadar,

c. Döküm borular için aralıklar yukarıdakilerin yarısı kadar olmalıdır.

Bodrum kat tavanına asılı 3" çapa kadar borularda askı yaylarında 15 mm çökmeye, 6" çapa kadar borularda ise 30 mm çökmeye izin verilir.

Şekil 19.11'de tek boru dört yönlü bağlama detayı ve Şekil 19.12'de boru demetlerinin 4 yönlü korumaya alınması görül-

mektedir. Bu tip bağlantılarda kullanılan çelik halatların uçlarındaki bağlantı halkaları halatın kopmaması açısından çok önemlidir. Halatın en zayıf noktaları bu bağlantı uçlarıdır.

19.4.3. Kanallarının Titreşim İzolasyonu ve Sismik Koruması

1. 0,56 m² üzeri dikdörtgen kanal veya 711 mm çap üzeri yuvarlak kanallar sismik koruma için bağlanmalıdır.
2. SMACNA standardına uygun kanallar için bağlama aralıkları aşağıdaki gibidir:
Yanal bağlama aralıkları,
0,25 g kadar 12,2 m
1 g kadar 9,1 m
2 g kadar 6,1 m
Eksenel bağlama aralıkları
0,25 g kadar 24,4 m
1 g kadar 18,3 m
2 g kadar 12,2 m
Plastik veya fiberglass kanallar için yukarıdakilerin yarısı alınmalıdır.
3. Kanallar sismik bağlama noktasında kuvvetlendirilmelidir.
4. Çoklu kanallar tek bir çerçevede bağlanabilir.
5. Duvar geçişleri yanal bağlama olarak kabul edilebilir. Ancak duvara yerleştirilmiş duman damperleri için bu geçerli değildir.
6. Düşey kanalların döşeme geçişleri yanal ve eksenel bağlama olarak kabul edilebilir. Bu yine duman damperleri için geçerli değildir.
7. Kanala doğrudan bağlı (inline) cihazlar 23 kg'dan ağırsa ayrıca sismik bağlanmalıdır.
8. Bağlandığı cihazdan itibaren 15 m'den daha fazla uzunluğa sahip olan bütün besleme kanalları titreşim izolatörlü askılar kullanılarak binadan izole edilmelidirler. 5 m/s hava hızı üzerindeki kanallarda ön sıkıştırılmış yaylı tip askı elemanları kullanılmalıdır.

19.4.4. Asılı Boru Ve Kanallarda Sismik Bağların Yerleşimi

İki yön değiştirme arasında kalan düz geçişe, düz boru denir. Aşağıda tabloda görülen maksimum kayma (offset) mesafeleri içinde kalan kayma halinde boru hala düz olarak kabul edilir.

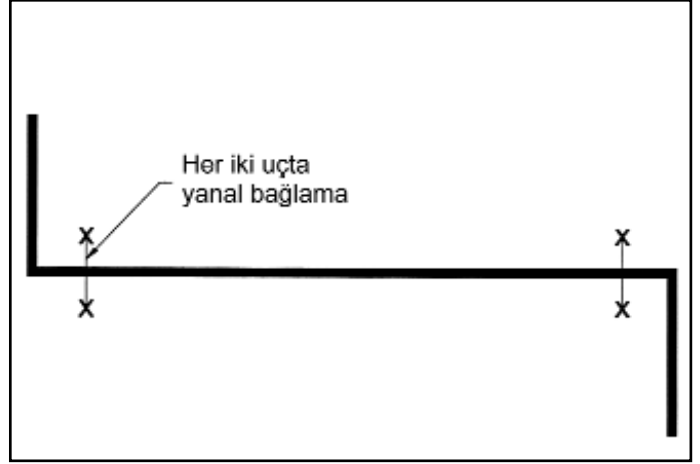
Çelik borularda maksimum kayma mesafesi (m)

Boru Çapı (mm)	Maksimum Kayma Uzunluğu		
	0,25 g	0,5 g	1 g
32 – 51	1,2	0,6	0,3
64 - 76	2,4	1,2	0,6
102 - 127	3	1,8	0,9
152	3	3	1,5
203	3	3	2,1
254 – 305	3	3	2,7
256 – 610	3	3	3

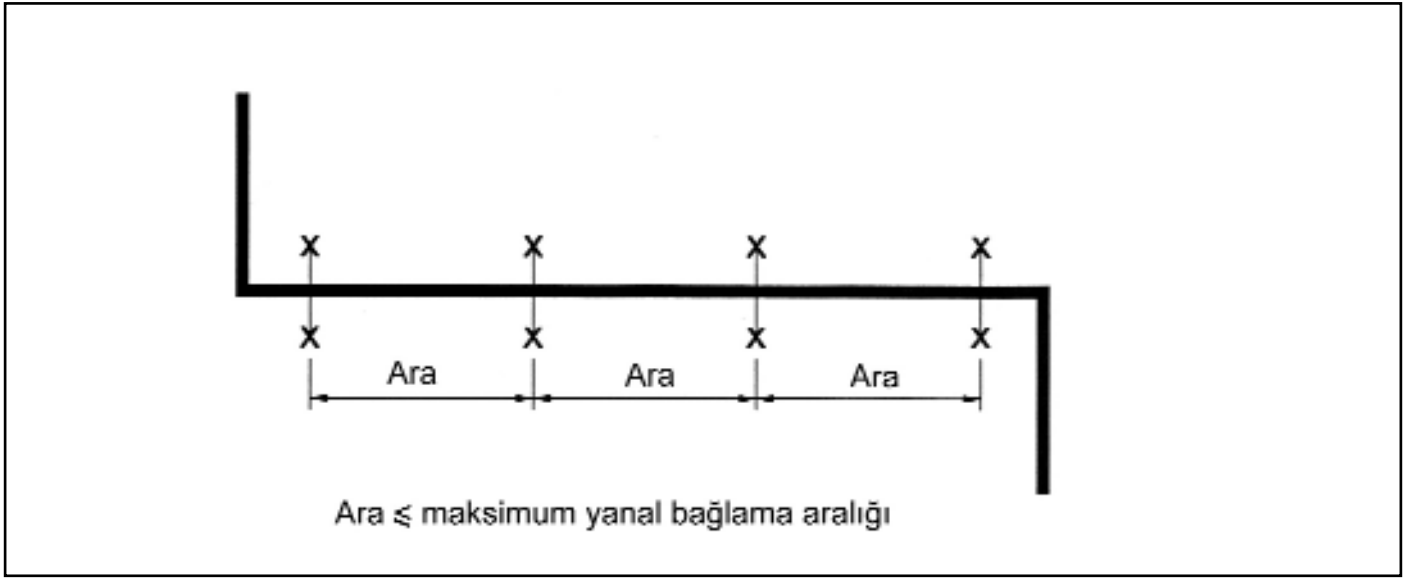
Kanallar için maksimum kayma (offset) mesafesi kanal genişliğinin iki mislidir. Buna göre

1. Her düz boru geçişinde her iki uçta yanal yönde sismik bağlama yapılmalıdır (Şekil 19.16).

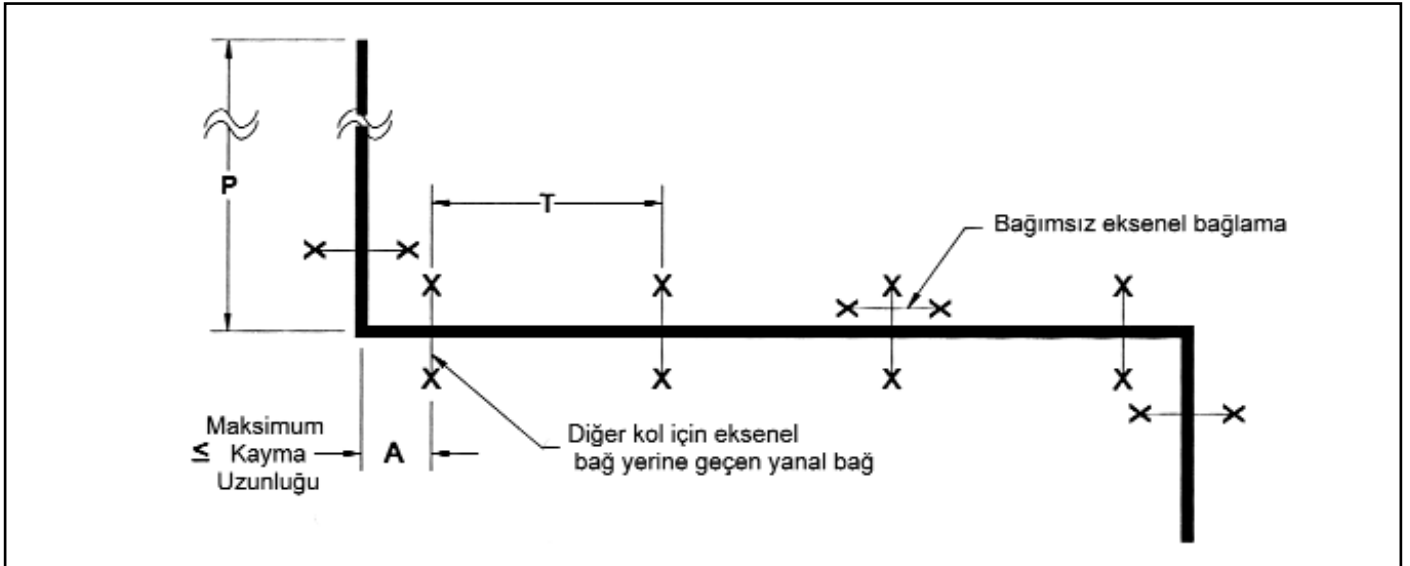
2. Eğer iki yanal bağlama arasındaki mesafe maksimum bağ mesafesinden fazla ise gereği kadar yanal bağ ilave edilmelidir (Şekil 19.17).
3. Her düz geçiş en az bir aksenel bağla sismik bağlanmalıdır. Maksimum kayma mesafesi içindeki yanal bağ diğer kol için aksenel bağ olarak kabul edilebilir (Şekil 19.18). Bu durumda dirsekten sonra konulacak ilk aksenel bağ mesafesi, $P = 0,9 L - 0,5 T - A$ ifadesiyle bulunabilir.
4. Çok yön değiştiren borularda bağlar Şekil 19.19'daki gibi yerleştirilebilir.
5. Cihazlara bağlantıda dikey kolonlar Şekil 19.20'deki gibi korunabilir. Şekildeki B mesafesi maksimum yanal bağ mesafesinin yarısından büyükse, döşemeye dayanan bir yanal bağ gerekir.



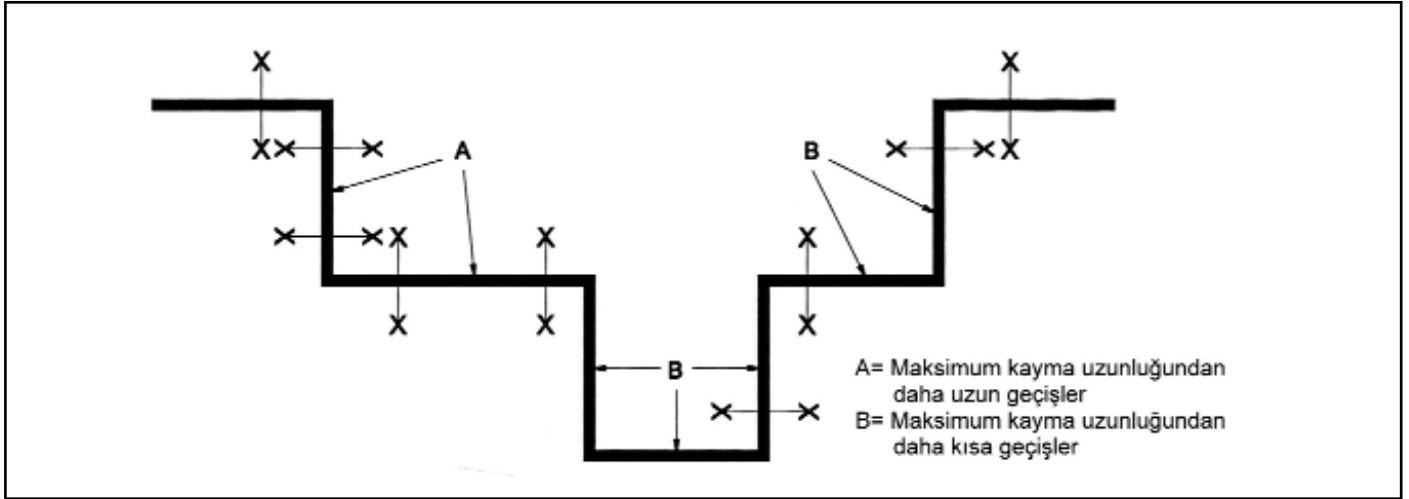
Şekil 19.16.



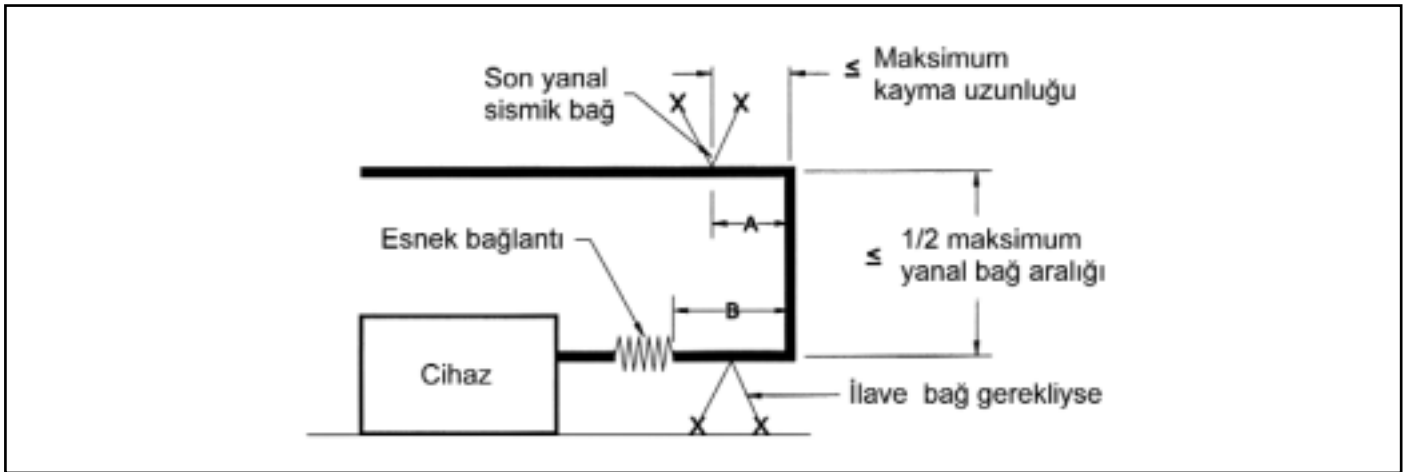
Şekil 19.17.



Şekil 19.18.



Şekil 19.19.



Şekil 19.20.