

Türkiye sıkça depremlerin yaşandığı, önemli bir bölümü 1. Dereceden deprem kuşağında olan bir ülkedir. Bu durum göz önünde bulundurularak, yapının statüsünde olduğu gibi, mekanik tesisatın kurulmasında da bir takım önlemler alınması gerekir. Bugüne kadar mekanik tesisat tasarımında ve uygulamasında sismik koruma Türkiye’de dikkate alınmayan bir konuydu. Ancak dış kaynaklı bazı projelerde belirli ölçülerde önlem alınması öngörülüyordu. Son İzmit depreminden sonra bu konunun daha önem kazanarak, uygulamanın yaygınlaşacağını ümit etmek mümkündür.

Deprem doğrudan insanları öldürmez. Esas öldürücü olan insan eliyle yapılan yapıların çökmesidir. Bu nedenle burada esas olarak insan eliyle yapılan yapılar ve özellikle mekanik ekipman ve tesisat üzerine depremin etkileri üzerinde durulacak ve alınabilecek önlemler tartışılacaktır.

Bu çerçevede önemli bir nokta mekanik tesisatın sürekli çalışmakta olmasıdır. Deprem ise bina ömrü içinde birkaç kere olabilecek bir olaydır. Hiç olmayabilir de. Dolayısıyla çok uzun aralıklarla olması muhtemel bir olay için alınacak önlemler ekipmanların normal çalışmasını etkilememeli, ancak deprem olduğunda devreye girmelidir.

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

13.1. TEMEL DEPREM BİLGİSİ

Bir deprem basitçe yerin sarsılması olarak tanımlanabilir. Üç tip doğal deprem vardır.

1. Yer altındaki mağara, maden veya boşlukların tavanlarının çökmesiyle oluşan depremler,
2. Volkanik faaliyetler sonucu oluşan depremler,
3. Tektonik depremler.

Tektonik Depremler

En genel deprem biçimi tektonik depremlerdir. Tektonik levha kenarlarının bir diğer levhaya göre kaymasıyla veya hareketiyle oluşurlar. Dünya dış kabuğu katı kaya levhalarından oluşur. Bu levhalar dünyanın dış yüzeyini oluşturur. Bu levhalar kendi içlerinde göreceli olarak karardır. Ancak birbirlerine temas ettikleri kenarlarda karasızdırlar.

Levhalar sürekli hareket içindedir veya birbirlerine göre bir kayma hareketi yaparlar veya biri diğerinin altına doğru hareket eder. Levhaların bu izafi hareketleri ancak şiddetli depremleri yaratabilirler. Depremlerin büyük çoğunluğu bu levhalar boyunca yer alan fay hatlarında meydana gelir.

Faylar jeolojik yapıda oluşmuş kırıklardır. Fayların bazıları aktif değildir ve binlerce yıldır bir hareket görülmemiştir. Diğer taraftan aktif faylar sürekli hareket eder ve stres (gerilme) oluştururlar ki bu stres sonunda depreme yol açar.

Şekil 13.1’de görüldüğü gibi üç ana tip fay söz konusudur. Birincisi normal faydır ve düşey doğrultuda bir yer değiştirmedir. Bir kenar aşağı doğru 0 ile 90 derece arasında bir açı ile kayar. İkincisi ters faydır ki burada da düşey yer değiştirme vardır. Ancak hareket bir kenarın diğerine göre yükselmesi şeklindedir. Son tip ise, kayma tipi faydır. Bunlarda esas olarak yatay düzlemde kayma vardır. Yer değiştirme sağa doğru veya sola doğru olabilir. Gerçekte ise faylar genelde bu üç karakterin hepsine birden sahiptir.

Deprem Dalgaları

Farklı deprem tiplerine karşılık, hepsinin ortak noktası çok veya sismik dalga yaymalarıdır. Depremle ilişkili olarak dört temel tip dalga vardır. En hızlıları primer dalga (P dalgası) adı verilen dalgadır. Bundan sonra sekonder dalga (S dalgası) gelir. Her iki dalga da kayalar içinde yüzeye doğru ilerler. Şekil 13.2’de sismik dalga ilerlemesi verilmiştir.

P dalgalarının sıkışma ve genişleme zonları vardır. Buna karşılık S dalgaları ilerleme yönlerine dik olarak, strataya (yatay tortu tabakalara) kesme uygular. İlk önce P dalgaları ulaşmasına karşılık, aşağı yukarı ve yandan yana hareketleriyle binalarda en büyük tahribatı S dalgaları yaparlar.

Son iki dalga yüzey dalgaları olarak bilinir, çünkü bunlar sadece yüzey yakınında görülürler. Love dalgası düşey bileşeni olmayan bir S dalgasını andırır ve binaların temelinden çıkmasına neden olan ana etkenlerden biridir. Sonuncusu Rayleigh dalgasıdır ki hareket yönünde eliptik olarak yuvarlanır.

P ve S dalgaları depremin odağından (merkezinden) kaynaklanırlar ve farklı tabakalardan geçerken yansıtılabilir veya kırılabilirler ve birçok yönde dalgalar gönderebilirler. Merkez yüzeyin altında derinde bulunur ve merkezin yüzeye projeksiyonu olan noktaya depremin episentri adı verilir.

Şiddet ve Büyüklük

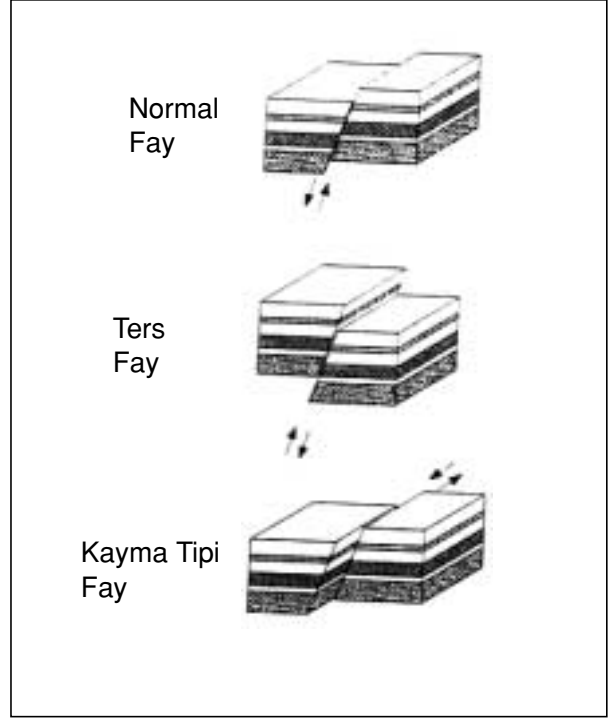
Şiddet ve büyüklük depremin tahrip düzeyini tanımlar. Farklı şiddet skalaları tanımlanmıştır. Günümüzde kullanılan değiştirilmiş Mercalli şiddet skalası, depremin şiddetini binalarda ve yeryüzünde meydana gelen tahribat ve hayvanların tepkilerinin gözle incelenmesiyle 12 seviyede değerlendirir. Bu yöntem çok hassas olmasına karşın, çok zaman alıcıdır ve haftalar veya aylar mertebesinde bir değerlendirme süresine gerek vardır.

Deprem büyüklük olarak da değerlendirilebilir. En bilinen deprem büyüklük ölçeği Richter ölçeğidir. Sismografik okumalara dayanır ve hemen deprem ertesinde hesaplanabilir. P ve S dalgaları arasındaki zaman farkından deprem merkezine uzaklık belirlenebilir. Bu zaman farkının S dalgasının amplitüdü ile birlikte ele alınmasıyla Richter ölçüsü belirlenir.

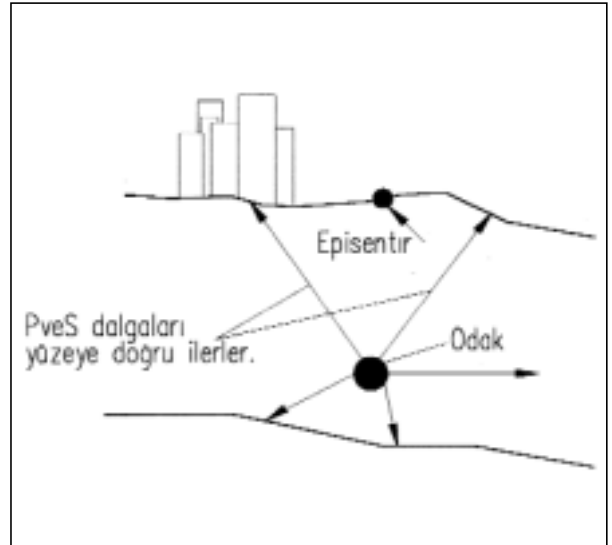
Büyüklükler, iki ilişkili fakat farklı referans ortaya koymaktadır. Bunlar yerin hareketi ve açığa çıkan enerjidir. 6 büyüklüğünde bir depremde, 5 büyüklüğündeki depreme göre 10 misli daha fazla büyüklükte yer hareketi söz konusudur. Buna karşılık fay boyunca iki deprem arasında 30 misli daha fazla açığa çıkan enerji farkı vardır. Bu demektir ki 7 büyüklüğünde bir depremde, 5 büyüklüğündeki depreme göre 100 misli daha fazla yer hareketi ve 900 misli daha fazla enerji bulunmaktadır. 5 büyüklüğündeki bir depremde ise bir atom bombasından 10 misli daha fazla enerji açığa çıkmaktadır.

13.2. CİHAZLARIN SİSMİK KORUMASI

Sismik koruma için öncelikle mühendisin karar vermesi gereken bir dizi konu vardır. Örneğin cihaza ne olursa olsun yerinde kalması yeterli mi? (Yani çalışmaya devam edip etmemesi ikinci planda mı?) Yoksa cihaz, küçük tahribatlarla bile olsa, yerinde kalabilsin ama çalışmaya devam edebilsin mi? Bu karar dolayısıyla cihazın ne derecede hayati olduğuna bağlıdır. Ana taze hava besleme sistemi fanı ve tesisatı veya ana su besleme sistemi pompası ve tesisatı gibi birinci derecede önemli ekipmanlar ve tesisat, depremden sonra da çalışmaya devam edebilmelidir. Ama örneğin tuvalet egzost aspiratörü çalışmasa da,



Şekil 13.1 / ÜÇ TEMEL FAY TİPİ



Şekil 13.2 / SİSMİK DALGA İLERLEMESİ

sadece etrafa zarar vermeden yerinde kalabilse yeterlidir. Bu karar cihaz montajı için gerekli elemanların seçimi için esastır.

Döşemeye monte edilen cihazlar genellikle ya civata ile katı olarak veya titreşim izolatörleri üzerinde esnek olarak yapıya bağlanırlar. Katı olarak bağlanan ekipmanlarda sorun yoktur. Bunlar deprem anında yapıyla birlikte hareket ederler ve bağlantılarda bir sismik kuvvet artışı etkisi görülmez. Bağlantı yeteri kadar kuvvetliyse, cihaz deprem sırasında yerinde kalır.

Bu nedenle elektrik jeneratörleri ve yangın pompaları gibi sadece emergency hallerinde, kısa sürelerle çalışan hayati öneme sahip ekipman mümkünse cıvatalar yardımı ile binaya katı bağlanmalı, titreşim izolasyonu yapılmamalıdır (ancak elektrik kesilmeleri nedeniyle jeneratörler Türkiye’de daha sık ve uzun çalışmaktadır). Sürekli çalışan ve titreşim kaynağı olan havalandırma fanları, pompalar, soğutma grupları gibi ekipman ise, mutlaka titreşim izolatörleri üzerine monte edilirler. Bu cihazlar yeteri kadar ağırlarsa (örneğin soğutma grubu), titreşim yalıtımı kabiliyeti olan yaylı veya lastik ayaklar üzerinde yapıya otururlar. Bu cihazların üzerine konulduğu beton kaideler doğrudan yapıya bağlıdır. Eğer cihazlar (pompalar gibi) yeterince ağır değilse, atalet kütlesi oluşturacak bir beton kaideye doğrudan cıvata ile katı bağlanır, bu beton kaide titreşim izolatörü malzeme (mantar, çelik yaylı ayaklar, özel lastik yastık vs.) üzerine oturtulmak suretiyle yapıya esnek olarak tespit edilir.

Normal çalışma sırasında cihaz bu esnek bağlantı üzerinde titreşirken, bu titreşimler yapıya geçmez. Yani yapıda bir hareket yokken, üzerindeki cihaz bir titreşim hareketi yapmaktadır. Deprem anında cihazla yapı arasındaki sınırlı izafi (titreşim) harekete, yapının salınımları ilave edilir. Bu salınımlar normal titreşimlere göre çok daha büyük genliklidirler. Öte yandan titreşim izolatörleri üzerine oturtularak yapıya bağlanan cihazlar, deprem sırasında yapı ile farklı fazda salınım hareketi içinde olabilirler. Titreşim izolatörünü taşıyan bina ana yapısı ekipmanla ters yönde bir hareket yapıyorsa, deprem kuvveti çok daha şiddetli olarak bağlantıya (ayaklara) etkiler veya sistem deprem salınımları dolayısıyla rezonansa girebilir. Buna sismik kuvvet artışı etkisi denir. Sonuçta cihaz yerinden koparak savrulur ve tahrip olur. Bu nedenle deprem sırasında cihazla yapı arasındaki izafi hareketleri sınırlandıracak ve cihazın yerinde kalmasını sağlayacak bağlantı elemanlarına gereksinim vardır. Bunlara sismik sınırlayıcılar denilir. Sismik sınırlayıcılar deprem sırasında ekipmanın sallanmasını sınırlar ama normal çalışma sırasındaki titreşimlere (titreşim izolasyonu sistemine) kesinlikle etkilemezler. Sadece sismik olay sırasında devreye girip etkili olurlar. Bu elemanlar içlerinde bırakılan boşluk nedeniyle sismik kuvvetleri artırma eğilimindedirler. Ancak buna dayanıklı olarak yapılırlar.

Binaların mekanik tesisatında ekipmanlar tek başlarına durmazlar. Bunların, boru veya kanal

bağlantıları vardır. Cihazlara olan boru ve kanal bağlantıları, eğer cihaz titreşim yapıyorsa, esnek (fleksibil) bağlantıdır. Esnek bağlantılar sayesinde cihaz titreşimleri boru ve kanallara geçmez. Daha sonra boru ve kanallar kendileri titreşmiyorlarsa, titreşim yalıtımı sağlayan sabit elemanlarla yapıya tespit edilirler. Tespit elemanları arasında sabit ve kayar mesnetler ve askılar sayılabilir. Bu tespit metal-metal veya metal-beton temasının önlenmesi ve titreşim izolasyon kabiliyeti olan özel elemanların kullanılması konfor açısından çok önemlidir. Tespit elemanları cinslerine göre boru ve kanallara belirli yönlerde hareket serbestliği tanıyabilirler. Bu tespit elemanları sadece boru ve kanalları taşımakla görevlidir. Deprem göz önüne alındığında, boru ve kanalların da depremde yerinde kalması gereklidir. Bunun için sismik korumada boru ve kanalların yapıya ayrıca bağlanmaları esastır. Boru ve kanal depremde yapıyla birlikte hareket edecektir. Buna karşılık cihazla boru/kanal arasındaki bağlantılar esnek olacak ve cihazla boru (veya kanal) bağımsız hareket edebileceklerdir.

13.3. BİNA DEPREM YÖNETMELİKLERİ

Mekanik tesisatın depreme karşı korunmasıyla ilgili bir yönetmelik Türkiye’de bulunmamaktadır. Mekanik tesisatın deprem göz önüne alınarak tasarımı ve bununla ilgili kullanılacak elemanların seçimi uluslararası yönetmeliklere dayanmaktadır. Bu konuda referans alınacak bina kodları Amerika ve Kaliforniya kaynaklıdır. Bunlar içinde esas olarak, BOCA National Code 1996, SBCCI 1997 Standard Building Code ve International Building Code (IBC) 2000 bu alana yön veren ana yönetmeliklerdir. Türkiye için de hesap yöntemi bu yönetmeliklere dayanmalıdır. Özellikle IBC 2000 mekanik tesisatın sismik tasarımı için temel standart kabul edilebilir.

Tesisatın ve ekipmanların deprem dayanım hesaplarında esas bunlara gelen deprem kuvvetlerinin belirlenmesidir. Ekipman, tesisat ve bunları yapıya bağlayan elemanlar bu kuvvetlere göre hesaplanır veya seçilir. Cihazlara ve tesisata etkileyen deprem kuvvetlerinin hesabında, dinamik hesap ve statik hesap olmak üzere iki yöntem vardır. Kritik cihazların hesabında dinamik hesap kullanılmalıdır. Dinamik hesap uzmanlık isteyen karmaşık bir hesabı gerektirir. Refere edilen bina kodlarında statik hesap verilmektedir. Sistemin tasarımı bu hesap yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Genel tasarım bakış açısından, teknolojiye uygun uygulama halinde, statik hesap yeterlidir.

1996 BOCA ve 1997 SBCCI yapı kodlarına göre hesap

Statik hesapta bağlanacak cihazın ağırlık merkezine yatay ve düşey yönde etkileyecek deprem kuvvetleri hesaplanır. Cihaz ve bağlama elemanları bu kuvvetlere dayanacak şekilde seçilir. 1996 BOCA ve 1997 SBCCI yapı kodlarında bir cihazın ağırlık merkezine gelen yatay deprem tasarım kuvveti,

$$F_p = A_v C_c P a_c W_c$$

biçiminde tanımlanmıştır. Düşey yöndeki kuvvet ise bu yatay kuvvetin %33'üdür.

$$F_{pv} = 0.33 F_p$$

Burada geçen sembollerin anlamı aşağıda verilmiştir:

A_v = Pik hız ilişkili ivmeyi temsil eden bir katsayı. Bu katsayı a) bölgenin deprem risk grubuna, b) uygulamanın sismik tehlikeye açıklık grubuna bağlı olarak ilgili tablolardan seçilir. Dört deprem risk bölgesi ve üç sismik tehlikeye açıklık grubu tanımlanmıştır. A_v sayısı 0.05 değerinden küçük ve 0.20 değerinden büyük olabilir.

C_c = Mekanik ve elektrik komponentlerin ve sistemlerin sismik katsayısı. Bu katsayı sistemler ve komponentler için bir tablo halinde verilmiştir ve 0.67 ile 2 değeri arasında değişmektedir.

P = performans kriteri faktörü. Bu faktör sismik tehlikeye açıklık grubuna bağlı olarak tablo halinde çeşitli sistem ve komponentler için C_c ile aynı tabloda verilmiştir. 0.5 ile 1.5 arasında değişmektedir.

a_c = bağlantı amplifikasyon faktörü. Bu faktör deprem kuvvetlerinin cihaza geçerkenki sönüm veya yükseltkenmesi ile ilgilidir ve bağlantının, cihazın ve binanın doğal frekanslarına bağlı olarak hesaplanır ve bir tablo halinde verilir. Değeri 1.0 veya 2.0 olabilir.

W_c = göz önüne alınan cihaz veya elemanın çalışma ağırlığıdır.

Örnek

Beton kadesine katı olarak bağlanmış bir kazan, 61 m uzunlukta yüksek bir binada zeminde yer almaktadır. Ağırlığı 4336 kg değerindedir. Bölge deprem risk zonuna göre A_v katsayısı 0.3 değerindedir. Diğer katsayı ve faktörler ilgili tablolardan aşağıdaki gibi seçilmiştir:

$$A_v = 0.3$$

$$C_c = 2.0$$

$$P = 0.5$$

$$a_c = 1.0$$

$$W_c = 4536 \text{ kg}$$

Buna göre değerler formülde yerine konularak,

$$F_p = 0.3(2.0)(0.5)(1.0)(4536)(9.81)/1000 = 13.4 \text{ kN}$$

$$F_{pv} = 0.33 (13.4) = 4.4 \text{ kN}$$

IBC 2000 yapı koduna göre hesap

Bu kodda yukarıda tanımlanan cihaza etkiyen yatay kuvvet,

$$F_p = \frac{0.4a_p S_{DS} I_p}{R_p} \left(1 + 2 \frac{z}{h}\right) W_p$$

şeklinde ifade edilmiştir. Düşey yöndeki kuvvet, yine yatay kuvveti %33'ü değerindedir. Formül genel yapısıyla aynı olmakla birlikte daha detaylıdır ve daha fazla parametreyi dikkate almaktadır. Bunların içinde en önemlisi cihazın bina içinde bulunduğu yükseklik konumunu dikkate almasıdır. Zeminde bulunan cihazlarla çatıda bulunan cihazlar arasında aynı depremde gelen kuvvetler bakımından fark vardır. Yatay kuvvet değeri $F_p = 1.6 S_{DS} I_p W_p$ değerinden büyük ve $0.3 \cdot 1.6 S_{DS} I_p W_p$ değerinden küçük olamaz. Bu formülde,

W_p = yine cihazın ağırlığıdır.

I_p = Komponent önem faktörüdür. Değeri 1.0 veya 1.5 olabilir. Yeni bir kavram olup, cihazın ne kadar hayati olmasıyla ilgilidir.

z = cihazın yerden itibaren bulunduğu seviyenin yüksekliğidir.

h = binanın yere göre yüksekliğidir.

a_p = cihaz yapısının yükseltme faktörüdür. Tablo halinde verilmiş olup, değeri 1.0 ile 2.5 arasında değişir.

R_p = cihaz cevap modifikasyon faktörüdür. Değeri 1.25 ile 5 arasında değişir.

S_{DS} = kısa süreli tasarım spektral cevap ivmesidir. Bu faktör göz önüne alınan maksimum depremin spektral cevap ivmesine ve binanın kurulduğu yerin zemin yapısına bağlı olarak hesaplanır. Gerekli data ve formülasyon kod tarafından verilmiştir.

Örnek

Daha önceki örnekte ele alınan aynı kazanın, bu yönetmeliğe göre değerlendirilmesi. Burada S_{DS} 0.73 hesaplanmıştır. Katsayılar aşağıdaki gibidir:

$$W_p = 4536 \text{ kg}$$

$$I_p = 1.0$$

$$z = 0.$$

$$h = 61$$

$$a_p = 1.0$$

$$R_p = 2.5$$

$$S_{DS} = 0.73$$

Buna göre $F_p = 8.6$ kN bulunur. F_p 52 kN'den büyük, 9.8 kN'den küçük olmayacağından, $F_p = 9.8$ kN olarak alınır.

13.4. SİSMİK SINIRLAYICILAR

Döşemeye titreşim izolatörleri ile oturan elemanların sismik korumasında sismik sınırlayıcılar kullanılır. Sismik sınırlayıcılar aktif ve pasif tipler olarak iki grupta toplanabilir. Aktif tip elemanlarda, bir veya birkaç sensör yardımıyla deprem hissedilerek, korunan cihazı anında otomatik olarak döşemeye katı bir biçimde tespit edecek bir kilit mekanizması tetiklenir. Normal çalışmada (deprem dışında) kilit mekanizması açıktır ve cihaz döşemeye yüzer olarak bağlıdır. Yani aktif elemanlar bir titreşim izolatörü görevi yapmaktadır. Deprem algılandığı anda bu yüzer bağlantı, katı bağlantıya döner. Duyar eleman elektronik veya mekanik olabilir. Kilitleme mekanizması da elektrik, pnömatik veya mekanik aktivatörlü olabilir. Ancak bu aktif elemanlar hem pahalıdır. Hem de daha önemlisi bakım ve servis gerektirir. Normal şartlarda hiç çalışmayan bir mekanizmanın belirli periyotlarda bakımının yapılması ve test edilmesi genellikle ihmal edilir ve bu elemanlar çoğu kez deprem anında çalışmazlar.

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.

Şekil 13.3 ve Şekil 13.4'de sismik sınırlayıcı kullanılmaması halinde, deprem sonrasında cihazların yerinden koptuğunu ve tahrip olduğunu görmek mümkündür. Benzer cihazların sismik sınırlayıcı ve koruyucularla yapıya bağlanmaları

halinde deprem sonrasında yerlerinde kaldıkları ve herhangi bir tahribat olmadığı Şekil 13.5 ve 13.6'da görülmektedir. Bu iki şekilde görülen sınırlayıcı bağlama elemanları bir sonraki kısımda detaylı olarak anlatılmıştır



Şekil 13.3 / SİSMİK SINIRLAYICISIZ BAĞLANTI



Şekil 13.4 / SİSMİK SINIRLAYICISIZ BAĞLANTI



Şekil 13.5/ SİSMİK SINIRLAYICI CİHAZI KORUR

13.4.1. Pasif Tip Sismik Sınırlayıcılar Ve Bağlama Elemanları

Şekil 13.7’de cihazları bağlamakta kullanılan çeşitli tip sismik sınırlayıcılar ve bağlama elemanları örnekleri verilmiştir. Farklı fonksiyonları ve özellikleri olan bu elemanlar bu şekildeyle sınırlı değildir. Sadece örnek olarak verilmişlerdir.

1. Sadece sınırlayıcılar

Bu tip elemanlar sadece deprem sırasında devreye giren ve cihazın yerinde kalmasını sağlayan elemanlardır. Bu elemanlarla birlikte ayrıca cihazın titreşim yalıtımını sağlayan yaylı ayak gibi elemanlar kullanılmalıdır. Cihaz normal çalışmasında bu titreşim izolatörleri üzerinde durur.

A Tipi: Şekilde görülen bu eleman bütün yönlerde sınırlama yapar, değiştirilebilir dökme neopren takozu vardır ve sınırlayıcı çelik rondela kalınlığı 5 mm’den az olamaz. Normal çalışma sırasında her yönde temas olmaksızın 2,5 mm boşluk bulunmalıdır.

B Tipi: Bu örnek eleman da bütün yönlerde sınırlama yapar, değiştirilebilir dökme neopren takozu vardır ve çelik yuva kalınlığı 15 mm’den az olamaz.

2. Hem titreşim izolatörü hem de sismik sınırlama görevi yapan ayaklar

Bu tip elemanlar yukarıda tanımlanan her iki fonksiyonu birden üstlenirler. Yani hem titreşim izolasyonu fonksiyonu vardır, hem de deprem



Şekil 13.6/ SİSMİK SINIRLAYICI HALİNDE ZARAR YOK

halinde sınırlayıcı görevi yerine getirir. Bununla ilgili elemanlara şekilde C ve D örnek olarak gösterilmiştir.

C Tipi: Yuvalı yaylı ayaklı, A tipinde içten sınırlayıcı içeren montaj ayağı. Bu ayakta, cihazın normal çalışmada yay üzerinde serbest titreşim hareketi yapabileceği açıklıklar bırakılmıştır. Ama ayak içindeki sınırlayıcı, depremde olduğu gibi, normal dışı genliklerde salınıma izin vermez. Düşey doğrultuda sınırlayıcı pozisyonu ayarlanabilir ve maksimum boşluk her yönde 5 mm değerindedir.

D Tipi: İçine bütün yönlerde pozitif sınırlayıcı monte edilmiş minimum çökme derinliği 4 mm olan neopren ayak. Duktıl demir içinde ters yönde çalışan iki bağımsız dökme neopren elemandan oluşur. Çelik veya beton bloklara civatalanmaya uygun.

3. Kolon Borusu Mesnetleri

Kolon borularını mesnetlemek için bu tip elemanlar geliştirilmiştir. Sabit ve kayar mesnet tipleri vardır. Şekildeki E’de sabit tip görülmektedir. D tipine benzer fakat 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. Şekil 13.13’de montaj biçimi görülebilir. Normal olarak çelik konstrüksiyon destekler üzerine monte edilir, boruya ve çelik profile kaynatılır. Şekil 13.14’de kayar

mesnet tipi verilmiştir. Burada düşey doğrultuda hareket serbestliği vardır. Montaj biçimleri sabit mesnet ile aynıdır.

4. Çelik halatlar ve titreşim yalıtımlı askılar

Boruların yapıya bağlanması ve depremde yerinde kalabilmesi için bağlama elemanları kullanılır. Bunlar çelik halatlar ve rijit çelik çubuklar biçimindedir. Şekil 13.7'de görülen F Tipi boruların çelik halatla bağlanması örneğidir. Her üç eksenle 45° açıyla en az dört galvanizli çelik halat tesis edilmiştir. Standart fittings ile halat bağlantıları, keskin kenarlar boyunca kıvrılmaları önleyecek biçimdedir. Borunun her yöndeki hareketi engellenmiştir. Halatlar normal olarak ekipmanın her dört köşesine veya her boru askısına iki tane olmak üzere ve her bir sonraki bağlantı noktasında yönleri değişmek üzere yerleştirilirler. Boruların yatay tesisiyle ilişkili olarak çok değişik çözümler mevcuttur. Bu konu üzerinde ayrıca durulacaktır. Çelik halat ve rijit çubuk bağlantı örnekleri Şekil 13.11 ve 13.12'de gösterilmiştir.

5. Esnek Bağlantı Parçaları (Körükler)

Cihazlarla kanal ve boruların bağlantılarında esnek parçalar kullanılır. Cihazlara boru bağlantısında depreme dayanıklı G Tipi elemanlar kullanılır. 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.

6. Çelik Platformlar

Asılı cihazlar için özel çelik platformlar oluşturulmalıdır. H olarak görülen asılı platform, üzerine monte edilmiş ekipman tarafından uygulanan sismik yüklere dayanabilecek yapıda ve mukavemettedir.

7. Analiz Yöntemi

I Tipi: Dinamik analiz yöntemi. Dinamik hesap sonucunda cihaza etkileyen kuvvetler bulunur. Bu maksimum kuvvet seviyesi 4g olabilir.

Burada g yerçekimi ivmesi olup, 4g seviyesinde bir kuvvet cismin ağırlığının 4 misli bir kuvvet anlamına gelir. Burada dinamik analiz detayları verilmeyecektir.

J tipi: Statik analiz yöntemi. Dinamik bir hesap yapmak yerine, cihaza etkileyen yatay ve dikey kuvvetleri yukarıda verilen hesap yöntemleri ile hesaplama veya verilen tablolardan seçme yöntemidir. Bu değerler genellikle 1g'nin altındadır.

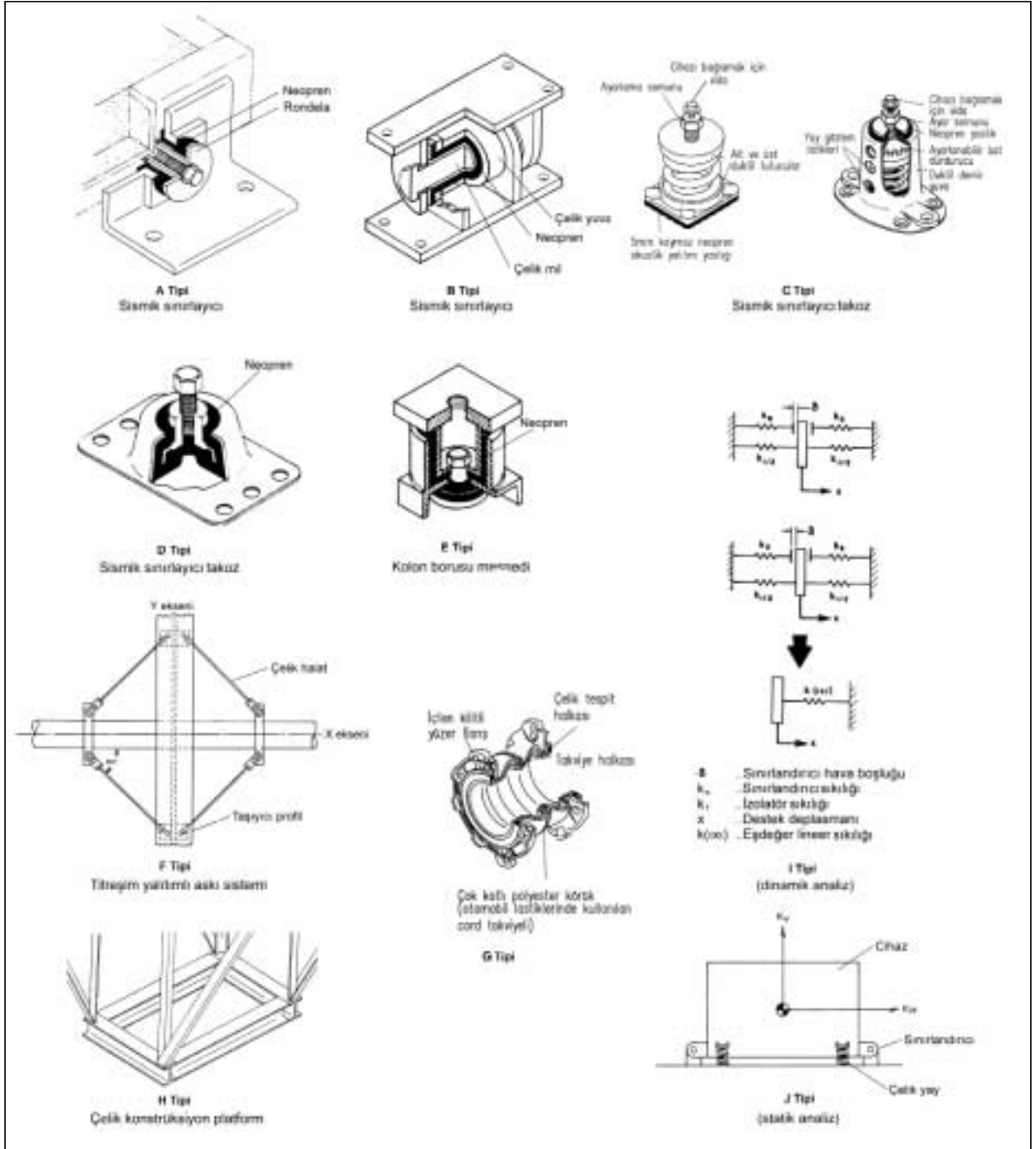
13.4.2. Sismik Sınırlayıcı Seçimi

Sismik sınırlayıcılar statik veya dinamik analiz (hesap) sonucu seçilmelidir. Burada seçime rehber olması gayesiyle hazırlanmış örnek bir seçim tablosu verilmiştir. Bu tablo sadece rehber olmak amacıyla verilmiştir. Esas eleman seçimi hesaplara dayanılarak yapılmalıdır. Bu tablolar orijinal kaynaktan çeşitli deprem zonları ve bina tiplerine göre çok sayıdadır. Burada örnek olarak sadece en büyük risk zonunda yüksek yapılar için hazırlanan Tablo 13.8'de verilmiştir. Tabloda eleman tipi yanında, kullanılması gerekli analiz yöntemi de işaretlenmiştir. Burada sınırlayıcı tipi yanındaki I harfi dinamik sınırlayıcıları, J harfi ise statik sınırlayıcıları gösterir.

Sadece yerinde kalması istenen önemsiz cihazlar yönetmeliklerde verilen tablolardan yararlanılarak statik analizle belirlenebilir. Bu tip bağlantı elemanlarının ve bağlandıkları yapısal kaidenin 1g mertebesinde kuvvetlere dayanabilir olmaları beklenir. Sınırlayıcı, dolayısıyla cihaz üzerine etki eden kuvvet darbe karakteri taşıdığından, cihaz yerinde kalmakla birlikte bozulabilir ve çalışmayabilir (Aslında ortaya çıkan dinamik kuvvetlerin, statik olarak seçilmiş sınırlayıcıları kopartmaları da mümkündür). Cihazın yerinde kalıp, çalışmaya devam edip etmemesi, darbenin cihazın kırılma mukavemetini aşıp aşmamasına bağlıdır.

Özellikle yerinde kalması ve çalışmaya devam etmesi istenen ekipman ise dinamik analizle seçilen sismik sınırlayıcılarla donatılmalıdır. Dinamik sınırlayıcılar hesaplarının karmaşık olması yanında, montajında da, çok daha küçük açıklıklara sahip olmaları nedeniyle, hassas olunmasını gerektirirler ve bunların tesisi çok daha zordur.

Zamanla oluşan tecrübe, içinde tercihen 15 mm kalınlıkta neopren yastık içeren sınırlayıcıların çok daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir.



Şekil 13.7 / ÇEŞİTLİ SİSMİK SINIRLAYICILAR

13.5. DÖŞEME TİPİ CİHAZLARIN YAPIYA TESPİTİ VE SİSMİK KORUNMALARI

Genel notlar:

1. Cihazların kaideye civata ile sabit bağlanmasında cihaz şasesindeki delik civatadan çok büyükse, deprem anında cihazın yanıl hareketi dolayısıyla oluşan sismik kuvvet civatayı keser ve cihaz yerinden kopar. Bunun

için civata ile delik boşluğu arasını dolduracak neopren takoz kullanılmalıdır.

2. Cihaz kaideleri Şekil 13.18'deki gibi bitmiş döşeme içindeki çukura girmelidir. Eğer düz bitmiş döşeme üzerine kaide dökülecek olursa, iki beton arasında özel ankraj elemanlarıyla bağlantı gerçekleştirilmelidir. Şekil 13.23

Cihaz Önem Faktörleri	Primer; Deprem sırasında ve sonrasında çalışmaya devam etmeli			Sekonder; Depremden 48 saat sonra tamir edilerek çalışmaya başlayabilir			Önemsiz; Sadece yerinde kalmalı		
	7.5 m'ye kadar	7.6 - 33 m	34 m ve üstü	7.5 m'ye kadar	7.6 - 33 m	34 m ve üstü	7.5 m'ye kadar	7.6 - 33 m	34 m ve üstü
Soğutma Makinaları							Daima Primer veya Sekonder Önemlidir		
Absorpsiyon	AJ	BJ	BGI	A	AJ	BGJ			
Santrifüj Chiller veya Isı Pompası	AJ	BJ	BGI	A	AJ	BGJ			
Hermetik Kompresörler	AJ	BJ	BGI	A	AJ	BGJ			
Kondenslerle Birlikte Hermetik Kompresörler	AJ	BJ	BGI	A	AJ	BGJ			
Pistonlu Kompresörler	A	AJ	BGJ	A	CJ	BGJ			
2000 kg kadar	AJ	BJ	BGI	AJ	AJ	BGJ			
2000 kg üzerinde	A	AJ	BGJ	A	AJ	BGJ			
Pistonlu Chillerler veya Isı Pompaları	AJ	BJ	BGI	AJ	AJ	BGJ			
2000 kg üzerinde	AJ	BJ	BGI	AJ	AJ	BGJ			
Paket Sıcak Su veya Buhar Kazanları	AJ	AGJ	AGJ	AJ	AJ	AGJ	AJ	AJ	AJ
Pompalar									
Akuple Pompalar									
5 hp	AJ	AJ	AJ	A	A	AJ	A	A	A
7.5 hp ve üstü	A	AJ	AGJ	A	A	AJ	A	A	A
Şasele Pompalar									
60 hp'ye kadar	AJ	AGJ	BGJ	AJ	AJ	AGJ	AJ	AJ	AJ
75 hp ve üstü	AJ	AGJ	BGI	AJ	AJ	AGJ	AJ	AJ	AJ
Fabrikada Monte Edilmiş Isıtma ve Klima Üniteleri									
Çatı Üstü Üniteler (Roof top)	F	F	FJ	F	F	FJ	F	F	FJ
Asma Tip Üniteler									
5 hp	F	FJ	FJ	F	F	FJ	F	F	F
7.5 hp ve üstü	F	FJ	FI	F	FJ	FJ	F	F	FJ
Döşeme Tipi Üniteler									
5 hp	C	CJ	CJ	C	C	CJ	C	C	C
7.5 - 40 hp	C	CJ	CJ	C	CJ	AJ	C	C	CJ
50 hp ve üstü	CJ	AJ	AJ	CJ	AJ	BJ	A	A	AJ
Kompresörler									
Depolu Tip	A	AJ	AJ	A	AJ	AJ	A	A	AJ
V-W Tipi	A	AJ	AJ	A	AJ	BJ	A	AJ	AJ
Dikey - Yatay, 1 veya 2 Silindirli									
275 - 499 d/d	AJ	BJ	BJ	AJ	BJ	BJ	A	AJ	AJ
500 - 800 d/d	AJ	BJ	BJ	BJ	BJ	BJ	A	AJ	AJ
Fanlar									
Set Halinde Döşeme Tipi	C	CJ	CJ	C	C	CJ	C	C	C
Asma Santrifüj Tipi	CH	CH	CHJ	CH	CH	CHJ	CH	CH	CH
Fan Kafaları Döşeme Tipi	A	AJ	AJ	A	AJ	AJ	A	A	AJ
Santrifüj ve Ekselent Asma Tip Fanlar									
25 hp'ye kadar	F	F	FJ	F	F	FJ	F	F	F
30 hp ve üstü	F	FJ	FI	F	FJ	FI	F	F	FJ
Döşeme Tipi Motor Fan Kasası İçinde	A	AJ	AJ	A	AJ	AJ	A	A	AJ
Döşeme Tipi Bağımsız									
Monte Edilmiş Motorlu	A	AJ	AJ	A	AJ	AJ	A	A	AJ
Soğutma Kuleleri ve									
Kondenser Üniteleri	AJ	AJ	BI	AJ	AJ	BJ	AJ	AJ	AJ
6" veya daha küçük İzoleli Borular	F	F	FJ	F	F	FJ	F	F	F
8" ve üstü İzoleli Borular	FJ	FJ	FI	FJ	FJ	FJ	F	F	FJ
6" ve üstü Çapta ve 50 metre uzunluğu üstünde Kolonlar	EJ	EJ	EJ	EJ	EJ	EJ	EJ	EJ	EJ

NOT: Bu seçim tablolarındaki ilk harfler ilerde verilen sismik sınırlayıcı tiplerini, harflerin yanındaki I ve J harfi analiz yöntemini ifade etmektedir. I dinamik analizle seçilmesi gerektiğini, J statik analizle seçimin yeterli olabileceğini ifade eder.

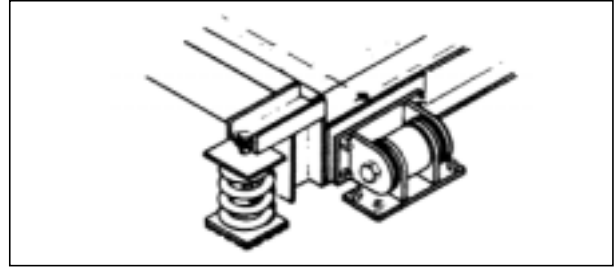
Tablo 13.8 / EN YÜKSEK RISK ZONUNDAKİ YÜKSEK YAPILAR İÇİN
TAVSİYE EDİLEN SİSMİK SINIRLAYICI VE ANALİZ YÖNTEMİ SEÇİM TABLOSU

3. 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.
4. Ağır cihazlar döşemeye (veya beton kaideye) doğrudan titreşim yalıtımlı ayakları vasıtasıyla oturur. Bu ayaklar kombine izolatör + sismik sınırlayıcı ayaklar olabileceği gibi (Şekil 13.7 tip C ve D), titreşim izolatörlü ayakların yanına sismik sınırlayıcı elemanlar ayrı olarak da monte edilebilir (Şekil 13.10). 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 13.9)

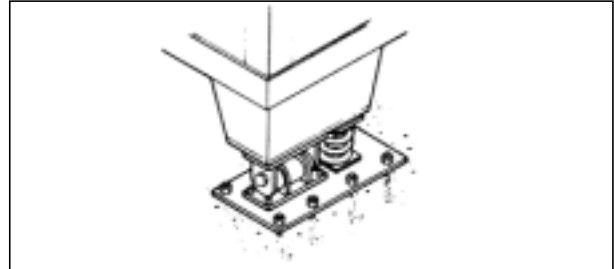
Cihazın doğrudan beton kaidesine oturtulmasında, sismik sınırlayıcıları cihaz şasesinin altına veya yanına monte etmek mümkündür. Şekil 13.9 ve 13.10'da bu örnekler görülmektedir. Şekil 13.9'da cihaz çelik konstrüksiyon şasesinin bir köşesi görülmektedir. Yaylı titreşim izolatörü ve sismik sınırlayıcı birlikte şasenin yan tarafına bağlanmışlardır. Her iki eleman da alttan beton kaideye bağlıdır. Şekil 13.10'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 kaidesine) 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

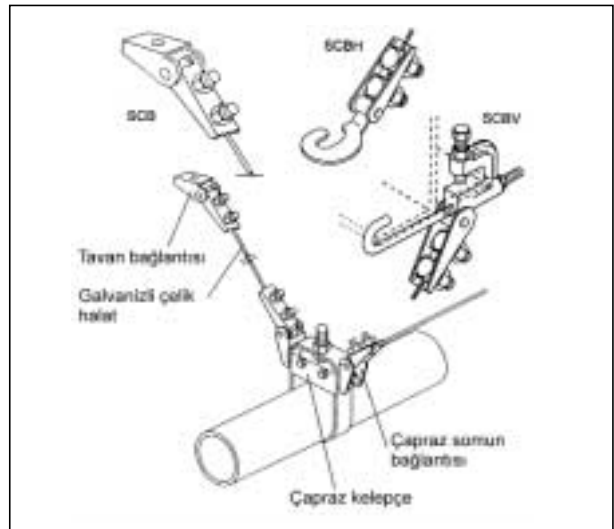
transformatör, dimmer gibi elektrikli cihazlar, dişli kutuları çok zayıftır ve ancak 0.25-0.5g kuvvetlere dayanabilirler. Soğutma kulesi, havalı kondenserler ve paket tipi cihaz gibi cihazlar ise ancak 3g kadar kuvvetlere dayanabilirler.



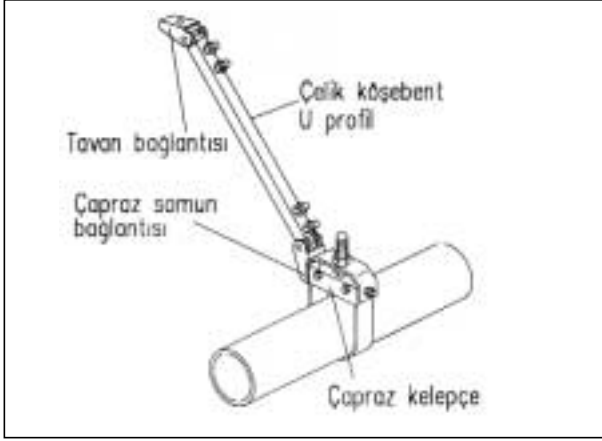
Şekil 13.9 / CİHAZA YANDAN MONTE EDİLMİŞ SİSMİK SINIRLAYICI



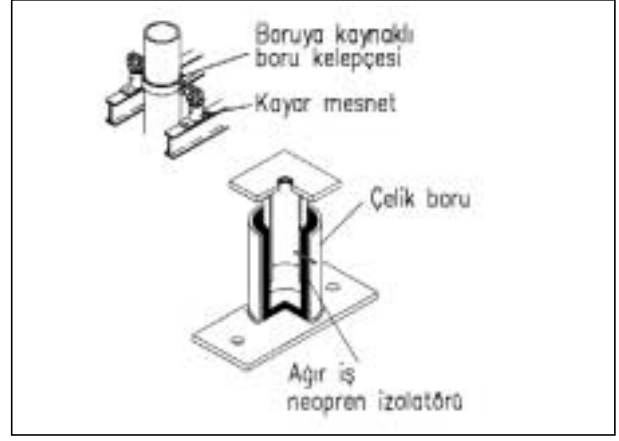
Şekil 13.10 / CİHAZIN ALTINA MONTE EDİLMİŞ SİSMİK SINIRLAYICI



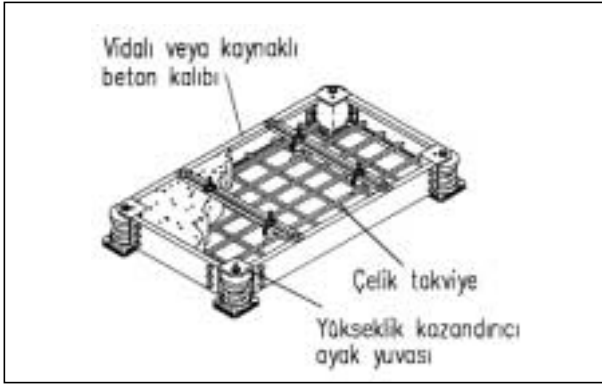
Şekil 13.11 / ÇELİK HALAT SINIRLAYICILAR



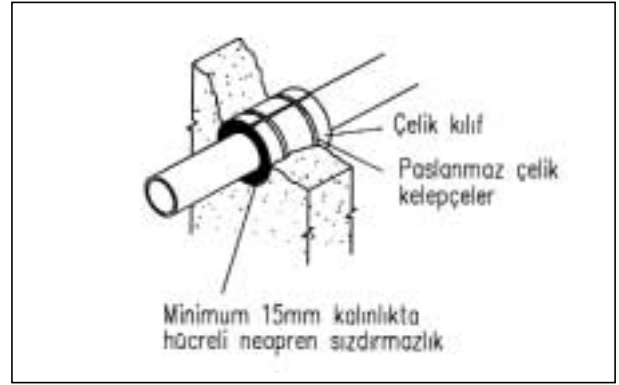
Şekil 13.12 / KATI BORU ASKISI



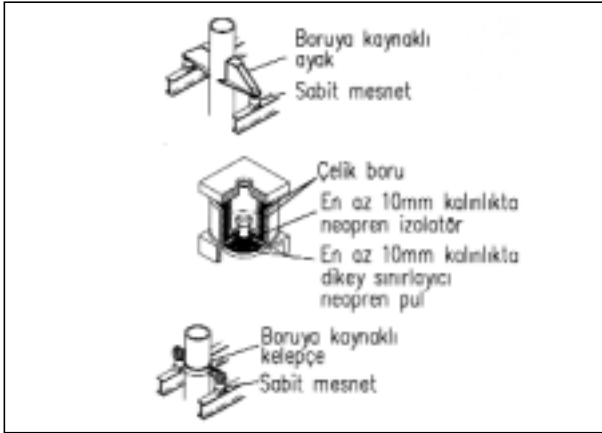
Şekil 13.15 / KAYAR MESNET



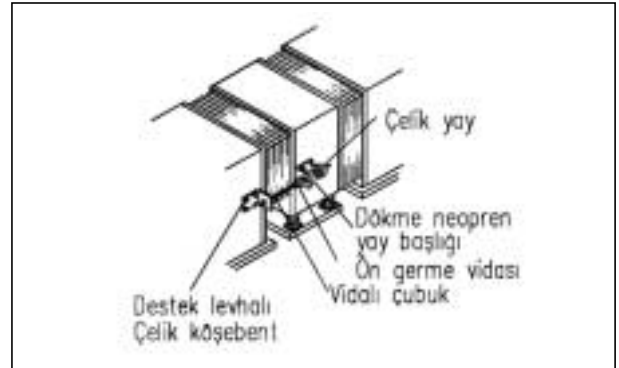
Şekil 13.13 / E. BETON KAİDE



Şekil 13.16 / AKUSTİK DUVAR, TAVAN VEYA DÖŞEME GEÇİŞ SIZDIRMAZLIĞI



Şekil 13.14 / F. SABİT MESNET



Şekil 13.17 / ÇİFTLER HALİNDE KULLANILAN KANAL YATAY HAREKET SINIRLAYICILARI

13.5.1. Beton Kaideler

Beton kaideler iki farklı kavramı ifade etmek için de kullanılabilir. Esas beton kaideler cihazların üzerine yerleştirildiği, yapının bir parçası olan kaidelerdir. Bu kaideler inşaat demiri konstrüksiyonla yapı zeminine bağlanır ve genelde BS-25 dozda beton dökülerek oluşturulurlar. Beton kaide detayı Şekil 13.18'de verilmiştir. Beton kaide

12 mm² yatay demir çubuklar ve 8 mm² etriyeler kullanılarak takviye edilmelidir. Beton kaidenin üst yüzeyi düz olmalı ve seramik vb. zayıf malzeme ile kaplanmamalıdır. Bu kaideler cihazları belirli ölçüde döşeme yüzeyinden yükseltmek ve sağlam bir bağlantı zemini oluşturmak amacıyla kullanılırlar.

Yukarıda ifade edildiği gibi cihazın deprem güvenliği öncelikle bu kaidenin yeterli mukavemette olması ve sismik sınırlayıcının bu kaideye yeterli mukavemette bağlanabilmesine bağlıdır. Tablo 13.19'da beton kaideye saplanacak civataların çaplarına göre beton içine saplama miktarları ile taşıyabilecekleri müsadde edilen kesme ve uzama gerilmeleri ve gerekli minimum beton mukavemeti verilmiştir.

Diğer bir beton kaide tipine ise, yüzer beton kaide denilmesi daha doğrudur. Örneği Şekil 13.13'de görülen bu beton kaideler hafif cihazların titreşim izolasyonunda kütle teşkil etmek amacıyla oluşturulurlar. Aslında bu kaideler beton şase olarak ta ifade edilebilirler. Bu bölümde bu elemanlar cihazın bir parçası olarak düşünülmüştür. Titreşim izolatörleri ve sismik sınırlayıcılar bu elemanların altına veya yanına bağlanır, diğer uçtan da döşemeye veya sabit beton kaideye bağlanırlar. Yüzer beton kaidelerin daha çok Türkiye'de kullanılan bir diğer montaj şekli ise, zeminde açılan bir yuva içine titreşim yalıtıcı mantar, lastik veya köpük tabaka üzerine yerleştirilmeleridir. Burada yuvanın derinliği beton blokun dönme momentlerine dayanımı açısından çok önemlidir. Bu montaj biçiminde cihazın titreşim yalıtımı ve yatay deprem kuvvetlerine karşı belirli ölçüde korunması sağlanmışken dikey deprem kuvvetlerine karşı tamamen korunmasızdır. Bu tip yüzer kaide montajından vazgeçilmeli, bunun yerine Şekil 13.13'de görülen döşeme üzerine titreşim izolatörleriyle oturan çelik kasalı beton atalet blokları kullanılmalıdır. Beton atalet bloğunun sismik hareket sınırlaması için uygun bir sismik sınırlayıcı kullanılmalıdır.

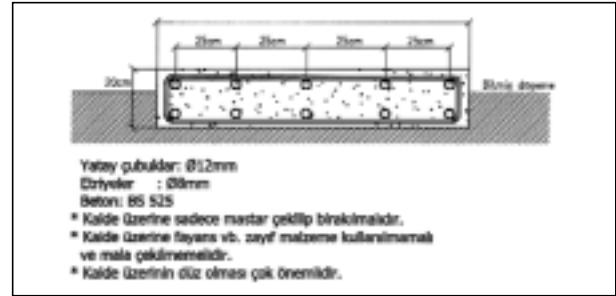
Belirli bir büyüklük üzerindeki fan ve pompalar yüzer beton kaideler üzerine monte edilmelidir. Yaylı ayaklar üzerine oturan bloklarda döşemeden 50 mm yüksekte kalınmalıdır. Blok kalınlıkları fan ve pompa gücüne göre aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Fan motor gücü	Pompa motor gücü	Beton blok kalınlığı
	4-12 kW	150 mm
37 kW'a kadar	15-37 kW	200 mm
45-60 kW	45-75 kW	250 mm
75 kW üstü	75 kW üstü	300 mm

Yaylı ayakların yüklü durumda statik çökmesi en az 25 mm olmalıdır.

13.6. 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



Şekil 13.18 / BETON KAİDE DETAYI

Çap inç	Minimum Saplama Uzunluğu, cm	Kesme gerilmesi		Uzama gerilmesi
		Minimum beton mukavemeti, kg/cm ²		
		140	200	140-350
—	5	17	17	14
3/8	6,5	38	38	35
—	8,5	69	69	65
5/8	8,5	95	103	103
—	10	101	123	155
7/8	13	123	143	220
1	15	123	143	220
11/8	17	123	155	220
11/4	19	123	183	220

Tablo 13.19 / CİVATALARIN TAŞIYABİLECEKLERİ GERİLMELER

21/2" çapından büyük diğer borular sismik olarak korunmalıdır.

Sismik koruma amacıyla öncelikle boru ve kanalların cihazlara katı bağlanmaması gereklidir. Bu aynı zamanda titreşim izolasyonu bakımından da istenen bir husustur. Bu amaçla boru ve kanallar körük veya kompensatörler yardımı ile cihazlara bağlanır. Bu amaçla kullanılacak boru kompensatörleri Şekil 13.7'deki G tipi olarak verilen örnekte olduğu gibi, depreme dayanıklı olarak özel üretilmiş, çok iyi kalite olmalıdır. Böylece her iki parçanın bağımsız hareket edebilme imkanı yaratılır. Cihazlar ve borular (veya kanallar) yapıya ayrı ayrı sabitlenir.

Borular ve kanalların sismik korumasında esas olan asılı boru ve kanallardır. Yere ve galeriler içine mesnetlenmiş borular ve kanallar zaten sabit ve kayar mesnetlerle koruma altına alınmıştır. Bunlarda ancak kullanılan mesnetin depreme dayanıklılığı söz konusudur ve buna uygun mesnet elemanları kullanılır. Deprem koruması esas olarak asılı boru ve kanallar için geçerlidir. Bu sistemler belirli aralıklarla 2 veya 4 yönde bağlanarak hareketleri sınırlanır. Boru ve kanatlar tek tek asılı olabilir veya grup halinde trapez adı verilen bir askı elemanına (profile) sabit bağlanarak (kelepçelenerek) asılabilirler. Boru ve kanalların depreme karşı bağlanmalarında tek boru veya kanal tekil olarak bağlanır, grup boru veya kanallar ise trapezlerin bağlanması suretiyle bağlanır. Bağlama için kullanılan iki ana tip eleman vardır. 1. Çelik halatlar 2. Çubuk şeklindeki katı bağ elemanları. Bu iki tip Şekil (13.11) ve (13.12) 'de görülmektedir.

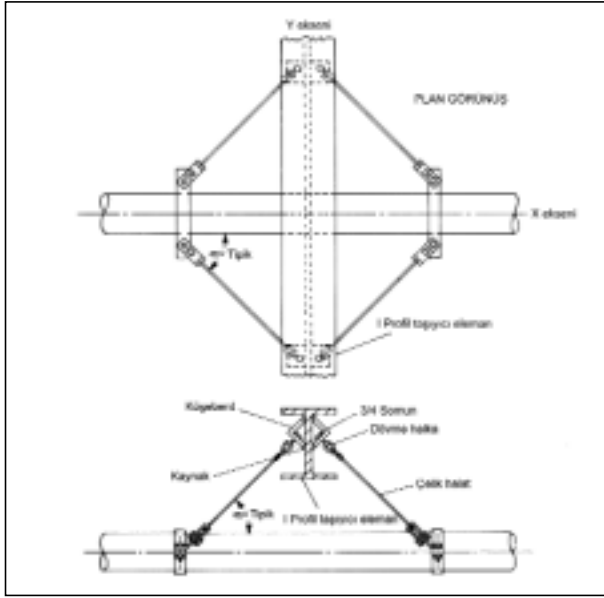
Bu elemanların hesabı ve seçimi firma kataloglarında yer almaktadır. Bunun üzerinde durulmayacaktır.

13.6.1. Asılı Boru ve Kanallar İçin Sismik Koruma Genel Notları

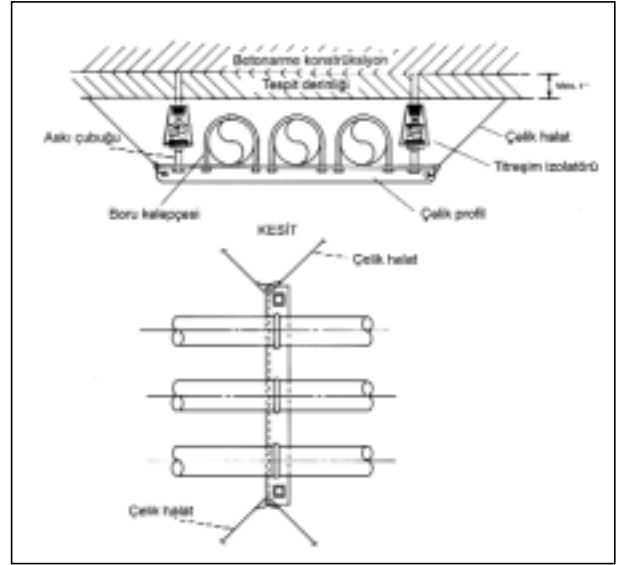
1. İki veya daha fazla sayıda mesnetlenen düz boru / kanal geçişleri yanal yönde en az iki yerde bağlanmayı gerektirir.
2. Her düz boru / kanal geçişi eksensel yönde en az bir adet bağlanmayı gerektirir.
3. Yanal veya eksensel bağlanma yatay düzlemle 45° ye kadar açı yapabilir.
4. Sismik bağlama çubuk 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.

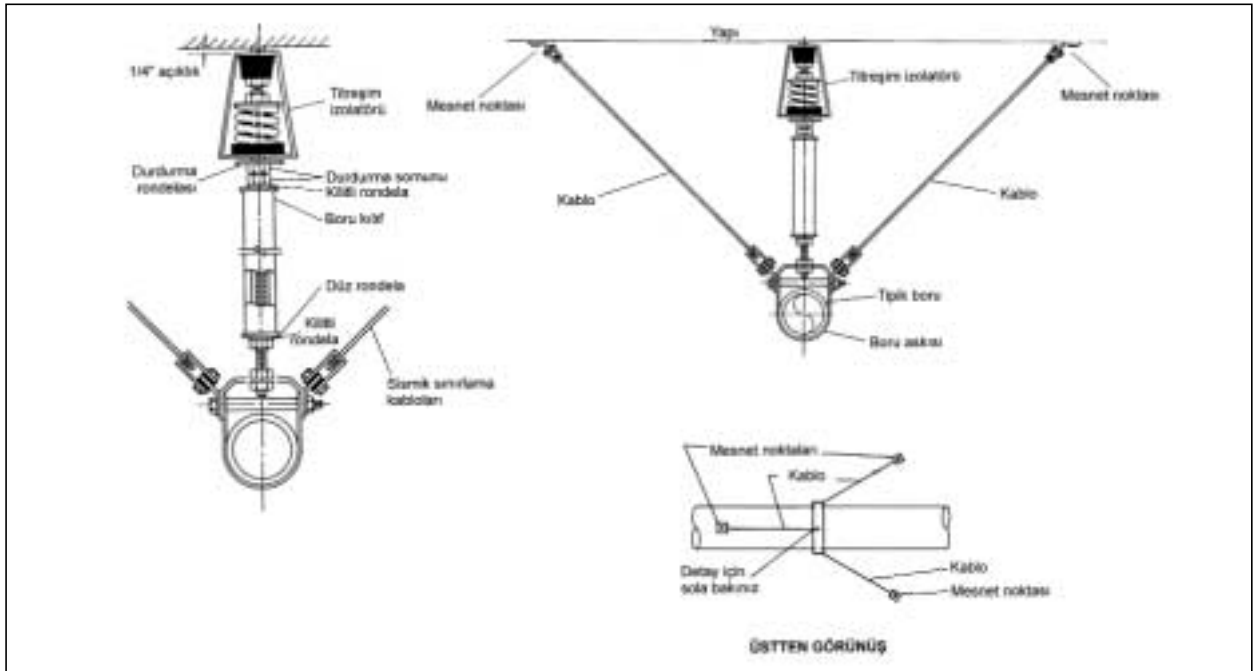
5. Katı bağlama ve halatla bağlama aynı yönde karışık olarak kullanılamaz.
6. Bağlama sistemi yapının depremde farklı çalışabilecek iki ayrı elemanına (örneğin duvar ve tavana) birlikte bağlanamaz.
7. Trapezlerin sismik bağlamasında her elemanın trapeze sıkı bir biçimde kelepçelenmiş veya vidalanmış olduğu ön görülür. Eğer ısı 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 eksensel yönde sismik bağlanabilir. Bu durumda cihazla bağlama noktası arasındaki mesafe maksimum sismik bağlama mesafesinin yarısını aşmamalıdır.
10. Bina dilatasyonlarını (veya sismik birleşme ara yüzlerini) geçen her hangi bir boru veya kanal sisteminde dilatasyon deplasman aralığının iki misli hareketi alacak 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 iliştilereceği 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 Şekil 13.21)
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.



Şekil 13.20 / ASILMIŞ BORUNUN SİSMİK KORUNMASI



Şekil 13.22 / YATAY VE DİKEY HAREKETLERE KARŞI KORUNMUŞ BORU KESİTİ



Şekil 13.21 / TİTREŞİM İZOLELİ BORUNUN TİPİK BAĞLANMASI

13.6.2. Yatay boruların titreşim izolasyonu ve sismik koruması

Mekanik cihazdan sonra ana hattaki boruları taşıyan ilk üç boru askısının, yukarıda anlatıldığı gibi, ön sıkıştırılmış yaylı ve neopren sismik durduruculu özel tip askı elemanları olması gereklidir. Boruyu taşıyan diğer askı elemanlarının normal yaylı tip olması yeterlidir. Döşemeye (zemine veya beton kanal içine) mesnetlenen borularda özel sismik koruyuculu ayaklar kullanılmalıdır. Mesnete gelen

yüklerde sismik yükler de dikkate alınmalıdır.

- 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 13.11, 13.12, 13.20, 13.21 ve 13.22'de asılı boru sismik bağlarıyla ilgili detaylar verilmiştir. Şekil 13.20'de tavandaki bir çelik I profile dik olarak geçen borunun bağ detayı görülmektedir. Bu detayda boru x ve y eksenlerinde (4 yönde) hareketlere karşı tamamen koruma altına alınmıştır. Şekil 13.21'de alternatif asılmış tek boru dört yönlü bağlama detayı ve Şekil 13.22'de boru demetlerinin 4 yönlü korumaya alınması görülmektedir. Bu tip bağlantılarda kullanılan çelik halatların uçlarındaki bağlantı halkaları halatın kopmaması açısından çok önemlidir. Halatın en zayıf noktaları bu bağlantı uçlarıdır. Buraların keskin olmaması gerekir.

13.6.3. Kolon borularının titreşim izolasyonu ve sismik koruması

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.

3. Düşey dökme demir borular, mesnetlenmemiş bölümlerindeki bağlantı noktalarında sağlamlaştırılmalıdır.

Şaft içinden geçen kolonların sabit mesnetlenmesinde Şekil 13.13, kayar mesnetlenmesinde Şekil 13.14 detayı kullanılabilir. Boru duvar geçişlerinde Şekil 13.15'deki gibi önlem alınmalıdır.

13.6.4. Sprinkler Borularının Deprem Koruması

Sprinkler sistemleri depreme karşı aşağıdaki şekillerde korunur:

- a. Farklı bina hareketlerinin boru tesisatı üzerinde yarattığı gerilmeler esnek bağlantılar kullanılarak ve duvardan yeterli açıklıklar

birakılarak minimize edilmesi.

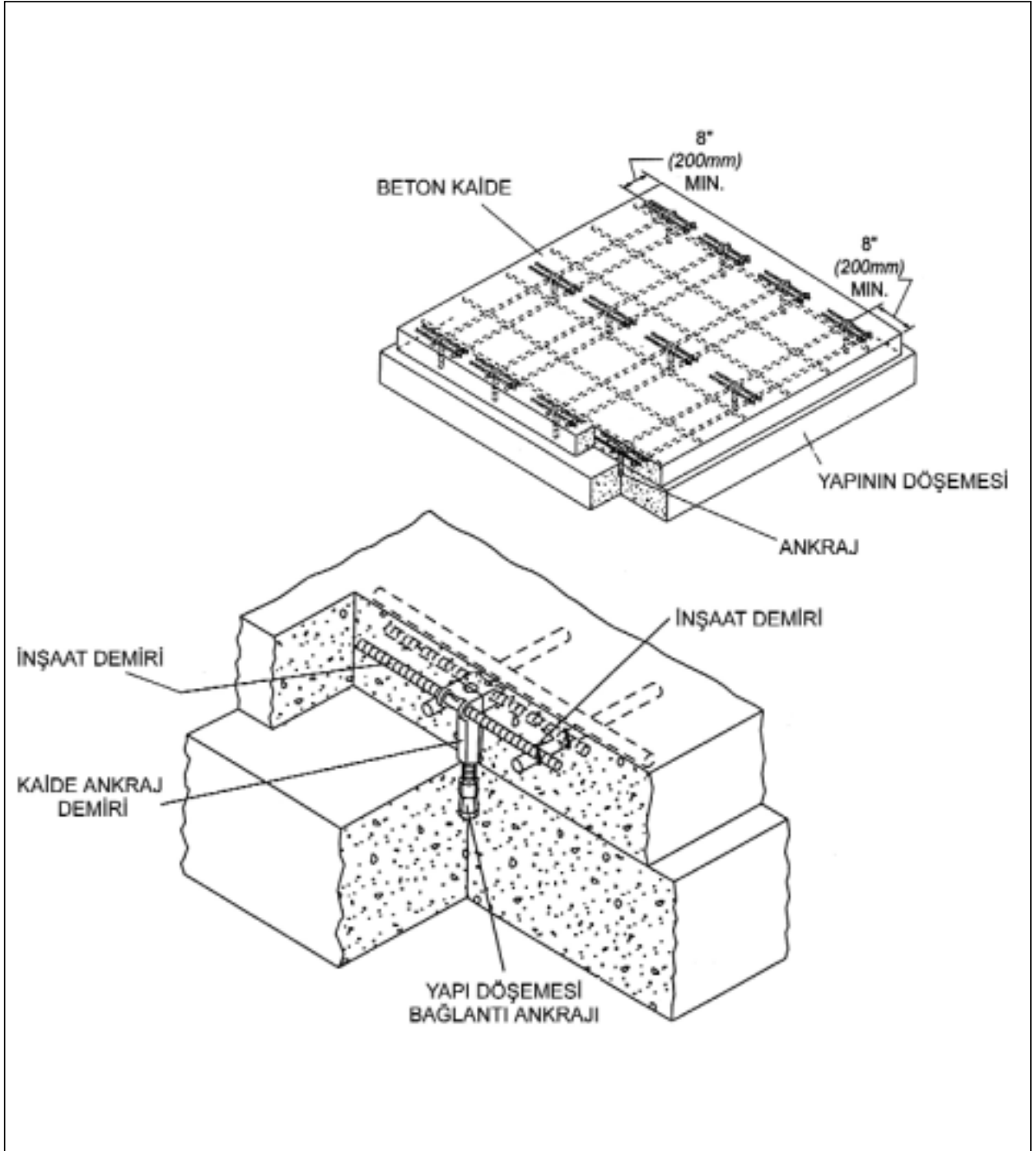
- b. Tavan gibi bir bütün olarak hareket etmesi beklenen yapı elemanlarına mesnetlenerek boruların mümkün olduğu kadar rijit bir şekilde korunması.

Sprinkler boru sisteminin ana bölümleri arasında esnekliğin artırılması bir çok halde boruların tahrip olmasını önler. Gerilmeyi almak üzere gerekli önlemler alınmadan, boru tesisatının bir bölümü rijit olarak tutulurken, diğer bölümünün tamamen serbest olarak hareketine izin verilmemelidir. Esneklik esnek bağlantılar (rakor vs.) kullanılarak, boruları duvar ve döşemelerden yeteri kadar açıkta monte ederek sağlanabilir. Bina hareketleri sonucu boruların tahrip olmalarını önlemek için duvardan bırakılacak açıklıkların yanında, diğer tesisat borularından da yeteri kadar açıkta bulunulmalıdır. 2" ve altındaki çaplarda borularda yeterince esneklik mevcuttur. Bunların esnek bağlantıya gereksinimi yoktur.

Bina genleşme dilatasyonlarından boru geçişlerinde, bir tarafta esnek bağlantı (rakor) kullanılması yeterlidir. Sismik dilatasyonlarda ise, özellikle birinci katın üzerinde, çok daha fazla esnekliğe gereksinim vardır. NFPA 13 A'da detaylar mevcuttur.

Kolona bağlanan boruların duvar ve döşeme geçişlerinde katı olarak binaya sabitlenmeleri önlenmelidir. Aynı şekilde yatay boruların duvar ve temel geçişlerinde buralara sabit olarak bağlanmaları yasaktır. Bu durumda boru sisteminde gerilmeler birikir. Bu geçişlerde boru etrafında açıklık bırakılmalı ve bu boşluk esnek bir malzeme ile doldurulmalıdır. Dikey boruların asma tavan geçişlerinde de boru, asma tavan çerçeve elemanlarına bağlanmamalıdır.

Boruların duvara, tavana veya döşemeye paralel döşenmesinde ve bu elemanlara tutturulmalarında askılar, kelepçeler, çelik halatlar veya çeşitli bağlantı elemanları kullanılır. Bu elemanlarla yapıya bağlanan borunun farklı serbestlik dereceleri vardır. Bu serbestlik dereceleri 2 yönlü, 4 yönlü ve 6 yönlü olabilir. 2 yönlü bağlantılarda, borunun duvara veya tavana paralel olarak yanal hareketi veya eksenel hareketi sınırlanır. Örneğin tavana asılan borularda 2 yönlü (yollu) bağlantı için 2 adet halat kullanılır. 4 yönlü bağlantılarda 4 halat kullanılır ve borunun duvara paralel yanal ve eksenel bütün hareketleri sınırlanır. Eğer 6 yönlü sınırlama isteniyorsa, 4 halata ilave olarak, tavana esnek askı elemanı ve rijit çubukla bir bağlantı daha yapılır ve böylece borunun hiçbir yönde oynamaması sağlanır (Şekil 13.21).



Şekil 13.23 / KAİDENİN YAPI DÖŞEMESİNE BAĞLANMASI

Kelepçe ve halatlarla borunun yapıya rijit bağlanmasında seçilecek boru bölümü çok önemlidir. Sprinkler sisteminde olduğu gibi, ana dağıtım borusu ve buna dik branşman borularından oluşan bir sistemde branşman boruları yapıya sabit bağlanırsa, ağır ana borunun hareketiyle kopma riski daha fazladır. Prensip olarak ana dağıtım boruları yapıya rijit bağlanmalı, göreceli olarak hafif olan tali dağıtım boruları bu ana boruya esnek bağlantı

elemanlarıyla (dirsek, T, vb.) bağlanmalı ve bunlarda yanıl rijitlik aranmamalıdır. Çok gerekirse sadece aksel doğrultuda hareket sınırlanabilir. 4 yönlü sınırlayıcılar ise sadece köşelerdeki kolon boruları için düşünülebilir.

13.6.5. Kanallarının titreşim izolasyonu ve sismik koruması

- 0,56 m² üzeri dikdörtgen kanal veya 711 mm çap üzeri yuvarlak kanallar sismik koruma için bağlanmalıdır.
- SMACNA standardına uygun kanallar için bağlama aralıkları aşağıdaki gibidir:

Yanal bağlama aralıkları,

0,25 g kuvvete kadar 12,2 m

1 g kuvvete kadar 9,1 m

2 g kuvvete kadar 6,1 m

Eksenel bağlama aralıkları

0,25 g kuvvete kadar 24,4 m

1 g kuvvete kadar 18,3 m

2 g kuvvete kadar 12,2 m

Plastik veya fiberglass kanallar için yukarıdakilerin yarısı

- Kanallar sismik bağlama noktasında kuvvetlendirilmelidir.
- Çoklu kanallar tek bir çerçevede bağlanabilir.
- Duvar geçişleri yanal bağlama olarak kabul edilebilir. Ancak duvara yerleştirilmiş duman damperleri için bu geçerli değildir.
- Düşey kanalların döşeme geçişleri yanal ve eksenel bağlama olarak kabul edilebilir. Bu yine duman damperleri için geçerli değildir.
- Kanala doğrudan bağlı (inline) cihazlar 23 kg'dan ağırsa ayrıca sismik bağlanmalıdır.
- Bağlandığı cihazdan 15 m'den daha fazla uzunluğa sahip olan bütün besleme kanalları titreşim izolatörlü askılar kullanılarak binadan izole edilmelidirler. 5 m/s hava hızı üzerindeki kanalarda ön sıkıştırılmış yaylı tip askı elemanları kullanılmalıdır.

13.6.6. 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)

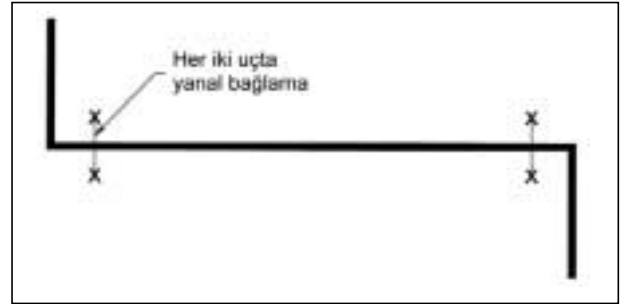
Kanallar için maksimum kayma (offset) mesafesi kanal genişliğinin iki mislidir. Buna göre

- Her düz boru geçişinde her iki uçta yanal yönde sismik bağlama yapılmalıdır. (Şekil 13.24)
- Eğer iki yanal bağlama arasındaki mesafe maksimum bağ mesafesinden fazla ise gereği

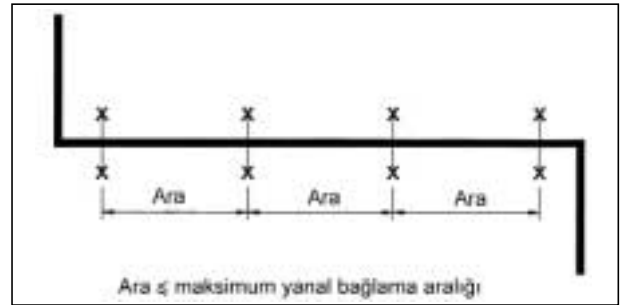
kadar yanal bağ ilave edilmelidir. (Şekil 13.25)

- Her düz geçiş en az bir eksenel bağla sismik bağlanmalıdır. Maksimum kayma mesafesi içindeki yanal bağ diğer kol için eksenel bağ olarak kabul edilebilir (Şekil 13.26). Bu durumda dirsekten sonra konulacak ilk eksenel bağ mesafesi, $P = 0,9 L - 0,5 T-A$ ifadesiyle bulunabilir.

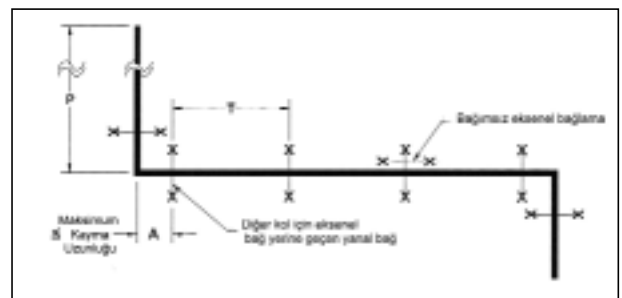
Boru Çapı (mm)	Maksimum Kayma Uzunluğu		
	0,25 g	0,5 g	1 g
32 – 51	1,2	0,6	0,3
64 - 76	2,4	1,2	0,6
102 - 127	3	1,8	0,9
152	3	3	1,5
203	3	3	2,1
254 – 305	3	3	2,7
256 – 610	3	3	3



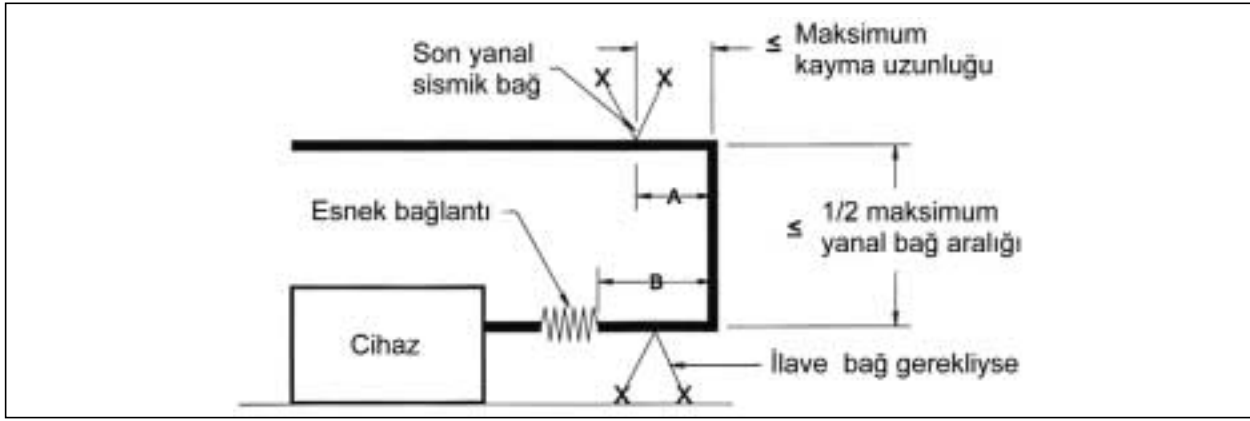
Şekil 13.24 / YANAL BAĞLAMA



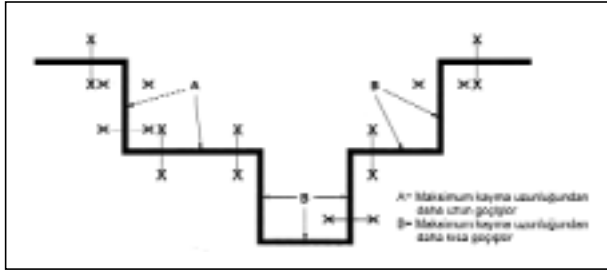
Şekil 13.25 / YANAL BAĞ ARALIKLARI



Şekil 13.26 / YANAL VE EKSENEL BAĞLAMA



Şekil 13.28 / DÜŞEY KOLON BAĞLANMASI



Şekil 13.27 / ÇOK YÖN DEĞİŞTİREN BORU HATTININ BAĞLANMASI

4. Çok yön değiştiren borularda bağlar Şekil 13.27'deki gibi yerleştirilebilir.
5. Cihazlara bağlantıda dūřey kolonlar Şekil 13.28'deki gibi korunabilir. Şekildeki B mesafesi maksimum yanıl baę mesafesinin 1/2'sinden büyükçe dōřemeye dayanan bir yanıl baę gerekir.

13.7. DOğAL GAZ TESİSATINDA DEPREM ÖNLEMLERİ

Doęal gaz (veya LPG) sisteminin esas olarak bir boru tesisatı olduğu dūřünülrse, yukarıda anlatılan boru tespit konuları bu tesisat için de geçerlidir. Doęal gaz tesisatı için önemli olan deprem sırasında veya hemen sonrasında bina gaz bağlantısının kesilmesidir. Bu konuda ancak ana gaz dağıtım hatlarında önlem alınması deprem senaryoları içinde yer almıştır. Ancak binaların gaz bağlantılarının kesilmesi insan eliyle gerçekleşmektedir. Doęal gaz tesisatı yönetmeliklerinde bu yönde bir zorunluk yoktur. Ancak deprem anında otomatik olarak gazı kesen vanalar mevcuttur ve bunlar örneğin ABD deprem bölgelerinde kullanılmaktadır. Bu vanaların elektrik ve mekanik tipleri olmakla birlikte, bilyeli mekanik tipleri çok daha güvenilir ve tercih edilmelidir. Türkiye'de deprem riski yüksek olan bölgelerde kullanılması gündemdedir.

Doğal gaz tesisatında deprem açısından önemli olan

bir başka nokta ise, mutfak fırını, ocak vs. cihazların sabit boru tesisatına çok kaliteli tip esnek hortum vb. elemanlar kullanılarak bağlanmasıdır. Esnek hortumlar yeteri kadar uzun olmalı ve cihazın depremdeki hareketlerine kopmadan izin vermelidir.

13.7.1. Deprem Emniyet Ventilleri

Önemli bölümü 1.dereceden deprem kuşağı olan Türkiye'de tesisatların depreme karşı dayanıklı olması için alınması gereken önlemlerin anlamı, 17 Ağustos 1999 Marmara depreminden sonra daha iyi anlaşılmıştır. Yapılan mekanik tesisatlarda tasarım, proje ve uygulama esnasında depreme dayanım kriterlerine dikkat edilmeli ve bu kaidelere uyulmalıdır.

Kullanımı ölkemizde her geçen gün artan doğal gaz,LPG ve propan hatları da depreme karşı deprem emniyet ventilleri ile korumaya alınmalıdır. Doğal gaz, LPG ve propan hatları deprem anında, bina içinde binaya etkiyen deprem kuvvetleri neticesinde kırılabilir ve kontrolsüz gaz kaçakları meydana çıkabilir. Bu gaz kaçakları neticesinde çıkabilecek yangınlar, depreminde getirdiği olumsuz şartlar ile birlikte deprem felaketinin etkisini arttırabilir. Deprem ventilleri doğal gaz, LPG ve propan hatlarına monte edilirler. Görevleri, belirli bir büyüklüğün üzerindeki depremlerde binaya gaz akışını kesip, bina içindeki gaz hatlarında olası bir kırılma da kontrolsüz gaz kaçaklarını engellemektir. Doğal gaz, LPG ve propan hatlarında kullanılabilecek deprem emniyet ventilleri çalışma prensibi olarak mekanik ve elektronik olarak ikiye ayrılabilir. Elektronik deprem emniyet ventilleri, voltajdaki dalgalanmalardan ve elektrik kesilmelerinden ki Türkiye de voltajlarda sürekli dalgalanma ve sık sık elektrik kesilmesi olmaktadır, etkilenmekte ve emniyetli olarak çalışmamaktadırlar. Ayrıca belirli aralıklarla kalibrasyonları yapılmalıdır.

Mekanik deprem emniyet ventilleri ise, elektrik enerjisine bağlı olmadıklarından son derece güvenli ve emniyetli olarak, sadece belirli bir büyüklüğün üzerindeki depremlerde aktive olup gaz akışını keserler.

Isısan Sempra Deprem emniyet ventilleri:

Isısan Sempra Deprem emniyet ventilleri, tamamen mekanik olarak çalışan, doğal gaz, LPG ve propan hatlarında kullanılan ventillerdir. Şekil 13.29'da görülen Isısan Sempra Deprem emniyet ventilleri şiddeti 5,4 ve üzeri olan depremlerde devreye girerek %100 emniyetli olarak gazı keser ve tam sızdırmazlık sağlar. Ventil içinde bulunan çelik kapatma küresi, şiddeti 5,4 ve daha üzeri olan depremlerdeki sallantının etkisiyle gaz hattını kapatmakta ve tam sızdırmazlık sağlamakta ve ventil tekrar kurulmadan gaz akışına izin vermemektedir.

Dolayısıyla ventil mekanik yapısı sayesinde sadece deprem anında devreye girer, servis ve bakım ihtiyacı yoktur. Deprem sırasında gazı kesen Isısan Sempra Deprem emniyet ventilleri, deprem sonrası boru hatlarının sızdırmazlık ve gaz kaçağı kontrolleri yapıldıktan sonra bir tornavida yardımı ile çok basit olarak tekrar kurulur. Ventil yatay monte edilmelidir, yatay montajı kontrol için su terazisi ventilin üzerindedir. Tekrar kurulan ventil'in uygun olarak kurulup kurulmadığı üzerindeki gözetleme camından kontrol edilebilir. Çok sağlam ve dayanıklı yapısı ile dışarıdan gelebilecek darbelere dayanıklıdır. Deprem ventili bina girişinden önce yerleştirilmelidir.

13.8. İNŞAATLA İLGİLİ ÖNLEMLER

1 - Bacalar

Doğal gazlı veya farklı yakıtlı kalorifer tesisatlarında deprem açısından dikkati çeken bir başka nokta bacaların zayıflığıdır. Depremlerde tuğla bacalarda çatlaklar oluşmakta ve zehirli duman gazlarının yaşam mahallerine sızması mümkün olmaktadır. Bir başka nokta ise, bacaların çatı üzerine devam eden ve mahayı aşan bölümlerinin çok büyük ölçüde zarar görmesidir. Örne tuğladan yapılan bu kısımlar yıkılmaktadır. Bunların önlenmesi için öncelikle duman bacaları (tercihen izoleli) paslanmaz çelikten yapılmalı ve ancak dışında tuğla örgü bulunmalıdır. Bacaların çatı üstüne devam eden bölümleri ise, tuğla yerine betondan yapılmalı ve sağlamlaştırılmalıdır. Benzer şekilde kombi, şofben ve fırınların havalandırma bacaları için önlem alınmalıdır.

2 - Bina Direnaj Sistemleri

Deprem açısından bir başka inşaatla ilgili önlem yer altı suyu drenajı ve kuyularla ilgilidir. Buna göre;

1. Çevre drenaj borusu alt kotunun temel alt kotu ile aynı seviyede veya bunun üzerinde olmasını (bodrum döşemesinin 30 cm altındaki seviyeyi aşmayacak şekilde) öneriyoruz.
2. Bina yakınındaki sızdırmalı foseptikler, normal veya derin kuyular kaya zeminde önemli değildirler. Ancak kumlu zeminlerde yapılan binalarda, bunların binadan en az 20 -30 m. Uzakta olmasını tavsiye ediyoruz.
3. Rögarların, rögarlar arasındaki boruların ve bağlantılarının sızdırmaz yapılmasına özen gösterilmelidir.

13.9. DEPREM ÖNCESİNDE YAPILACAK İŞLER

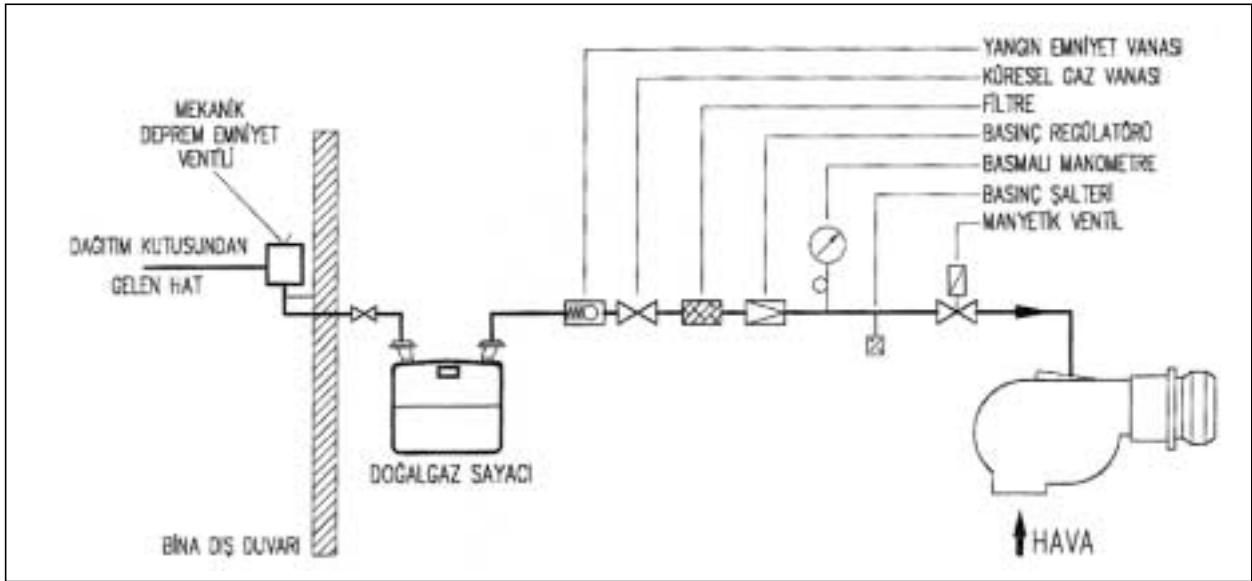
1. Mekanik tesisatta kullanılan cihazların kaideleri ve bu cihazların kaidelere bağlantıları depreme göre iyi projelendirilip, buna uygun yapılmalıdır.
2. Cihaz ankrajları amaca uygun olmalıdır. (Sabit veya sismik sınırlandırıcılı titreşim yalıtımlı).
3. Doğal gaz tesisatında bina girişlerinde deprem ventili kullanılmalıdır.
4. Fırın, ocak vs gibi doğal gaz kullanan cihazlar çok iyi kalite esnek hortumlarla tesisata bağlanmalıdır.
5. Yüzer döşemelerde deprem emyeti özel sismik elemanlarla alınmalıdır.
6. Pompa ve cihaz çıkışlarında deprem dayanımı olan iyi kalite özel titreşim absorberleri kullanılmalı ve cihazlar boru tesisatına bunlarla bağlanmalıdır.
7. Tesisatta kullanılacak boru genişleme parçaları kompensatör ve omegalar deprem yüklerini karşılayacak şekilde seçilmeli ve çok iyi kalite ve normlara uygun olmalıdırlar.
8. Boru tesisatındaki sabit ve kayar mesnetler deprem yükleri de göz önüne alınarak seçilmeli ve çok iyi kalite ve normlara uygun olmalıdır.
9. Ankraj civata ve bağlantıları deprem yüklerine göre hesaplanmalı ve norma uygun kaliteli tip olmalıdırlar.

13.10. DEPREM SONRASINDA YAPILACAK İŞLER

Deprem geçtikten sonra mekanik tesisatta yapılacak işleri sırayla şu şekilde vermek mümkündür:

1. Yakıt kaçak kontrolleri (doğal gaz, LPG veya motorin)
2. Yakıt depoları kontrolleri
3. Boru ve kanal cihaz bağlantı noktalarının kontrolü
4. Boru tesisatında kaçak kontrolü

5. Baca kontrolü (mekanik kontrol ve duman tabletleriyle çekiş kontrolü)
6. Yangın tesisatının kontrolü
7. Cihazların fonksiyon kontrolleri



Şekil 13.29 a / DOĞALGAZ BAĞLANTI ŞEMASI



Şekil 13.29 b / ISISAN SEMPRA DEPREM VENTİLİ