

MİMARIN TESİSATI EL KİTABI

BÖLÜM 24 - MEKANİK TESİSATIN DEPREM KORUMASI

BİRİMLER VE BÜYÜKLÜKLER

KAYNAKLAR

24. MEKANİK TESİSATIN DEPREM KORUMASI

Türkiye sıkça depremlerin yaşandığı, önemli bir bölümü 1. Dereceden deprem kuşağında olan bir ülkedir. Bu durum göz önünde bulundurularak, yapının statüğünde 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 konudur. Ancak dış kaynaklı bazı projelerde belirli ölçülerde önlem alınması öngörülmektedir.

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.

Deprem Kuvvetleri

Deprem oluşumu ve etkileri bilinmektedir. Deprem sırasında yer kabuğu kırılması dolayısıyla 4 tip dalga oluşur. Bunlar içinde özellikle binaları sallayan ve çökerten P ve S dalgaları olarak isimlendirilen basınç ve yüzey dalgalarıdır. Burada iki noktanın altını çizmekte yarar vardır:

1- Deprem sırasında serbest kalan ve dalgalarla iletilen enerji çok büyüktür. 5.5 Richter ölçeğinde bir depremin sahip olduğu enerji 10^{20} erg değerindedir. 1946'da Bikini nükleer test patlamasındaki enerji 10^{19} erg değerindedir (yani 10 misli daha küçüktür).

2- Mekanik tesisatın tasarımında ve sismik korunmasında, normal olarak, 7 ve üzerindeki Richter ölçeğindeki büyük depremlerde deprem merkezinde binanın kendisinde öyle büyük tahribat meydana gelir ki, sonuçta sistemlerin sökülüp, yenilenmesi gerekir. Mekanik tesisatın sismik korunmasında amaç bina tahrip olmadığı, tamir edilebilir olduğu halde, mekanik sistemin göçmesinin veya tahrip olmasının önlenmesidir. Bu da ancak küçük ve orta şiddetli depremlere dayanım özelliği anlamına gelir. Ayrıca normal ömrü içinde binanın küçük ve orta şiddette depremle birkaç kez karşılaşması muhtemeldir. Ama büyük bir depremle karşılaşma olasılığı çok düşüktür.

Sismik Koruma İçin Ekipman Montajı

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

Cihazlar genellikle ya cıvata ile vs. katı olarak yapıya bağlanırlar veya titreşim izolatörleri üzerinde esnek olarak 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 oturtulur. Bu cihazların üzerine konulduğu beton kaideler doğrudan yapıya bağlıdır. Eğer cihazlar (küçük 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 malzeme 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 sınırlandırılacak ve cihazın yerinde kalmasını sağlayacak bağlantı elemanlarına gereksinim vardır. Bunlara sismik sınırlayıcılar denilir. Sismik sınırlayıcılar deprem sırasında ekipmanın sallanmasını sınırlar ama normal çalışma sırasında 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 kanalı bağlantıları vardır. Cihazlara olan boru ve kanal bağlantıları, eğer cihaz titreşim yapıyorsa, esnek (flexible) bağlantıdır. Esnek bağlantılar sayesinde cihaz titreşimleri boru ve kanallara geçmez. Daha sonra

boru ve kanallar kendileri titreşmiyorlarsa, sabit bağlantı elemanlarıyla yapıya tespit edilirler. Bağlantı elemanları arasında sabit ve kayar mesnetler ve askılar sayılabilir. Bağlantı elemanları cinslerine göre boru ve kanallara belirli yönlerde hareket serbestliği tanıyabilirler. Deprem göz önüne alındığında, boru ve kanalların da depremde cihazın sınırlı hareketleri sırasında yerinde kalması gereklidir. Bunu temin etmek üzere boru ve kanalların yapıya bağlantılarında özel elemanlar kullanılması gerekir. Bu elemanlar sayesinde boru ve kanal da yapıyla birlikte hareket edecektir. Yine buradaki bağlantı çeşitli tip mesnetlerde olduğu gibi katı olabilir veya belirli yönlerde hareket serbestliği sağlayan askı, titreşim izolatörlü askı vs. gibi esnek olabilir. Sismik korumada boru ve kanalların yapıya sabitlemesi esastır. Boru ve kanal depremde yapıyla birlikte hareket edecektir. Buna karşılık cihaz bağlantıları esnek olacak ve cihazla boru veya kanal bağımsız hareket edebileceklerdir. Bu bölümde boru ve kanallar için geliştirilen sismik korumalı bağlantı elemanları üzerinde de durulacaktır.

Sismik Sınırlayıcılar

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 aşılsa, çelik mil esnek tampona çarparak cihaz salınımını sınırlar. Böylece cihaz yerinde kalır. Herhangi bir kopma olmaz ve cihaz fonksiyonuna devam eder.

Pasif Tip Sismik Sınırlayıcılar (koruyucular)

Şekil 588'de çeşitli tip sismik sınırlayıcılar verilmiştir. Bu elemanlar çeşitli harflerle ifade edilen tiplere ayrılmıştır. Buna göre,

Sadece sınırlayıcılar

A Tipi : Bütün yönlerde sınırlama yapar, değiştirilebilir dökme neopren takozu vardır ve sınırlayıcı çelik rondela kalınlığı 5 mm'den az olamaz.

B Tipi: Bütün yönlerde sınırlama yapar, değiştirilebilir dök-

me neopren takozu vardır ve çelik yuva kalınlığı 15 mm'den az olamaz.

Ayaklar

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 sınırlandırıcı, depremde olduğu gibi, normal dışı genliklerde salınma izin vermez.

D Tipi: İçine bütün yönlerde sınırlayıcı monte edilmiş neopren ayak. Çelik veya beton bloklara civatalanmaya uygun.

E Tipi: Kolon borusu veya boru kılavuzu mesneti. D tipine benzer fakat özel olarak kolon sabitlemek veya titreşim yalıtımını yapmak için tasarlanmıştır. Normal olarak çelik konstrüksiyon destekler üzerine monte edilir ve yerine kaynatılır. 6" üstü çap ve 50 m'den fazla uzunluktaki kolonlar için kullanılır. (Bakınız Şekil 590 F)

Çelik Halatlar ve Titreşim Yalıtımlı Askılar

F Tipi: Her üç eksene 45° açıyla en az dört çelik halat tesis edilmiştir. Standart fittings ile halat bağlantıları keskin kenarlar boyunca kıvrılmaları önleyecek biçimdedir. Halatlar, en az 5 mm kalınlıkta neopren sismik takozlar içeren, titreşim yalıtımlı askılarla birlikte kullanılacaktır. Halatlar normal olarak ekipmanın her dört köşesine veya her boru askısına iki tane olmak üzere her bir sonraki bağlantı noktasında yönleri değişmek üzere yerleştirilirler.

Esnek Bağlantı Parçaları (Körükler)

G Tipi: Bütün hesaplanmış hareketleri alma kabiliyetinde, dökme naylonla takviye edilmiş düz veya dirsek şeklinde boru bağlantı parçaları. Eğer içinden geçen akışkanın sıcaklığı, basıncı veya cinsi neoprenin dayanım sınırlarını aşıyorsa, neopren yerine ondüleli paslanmaz çelik kullanılabilir.

Çelik Platformlar

H tipi: Asma tip, çelik konstrüksiyon platform. Üzerine monte edilmiş ekipman tarafından uygulanan sismik yüklerle dayanabilecek mukavemettir.

Analiz Yöntemleri

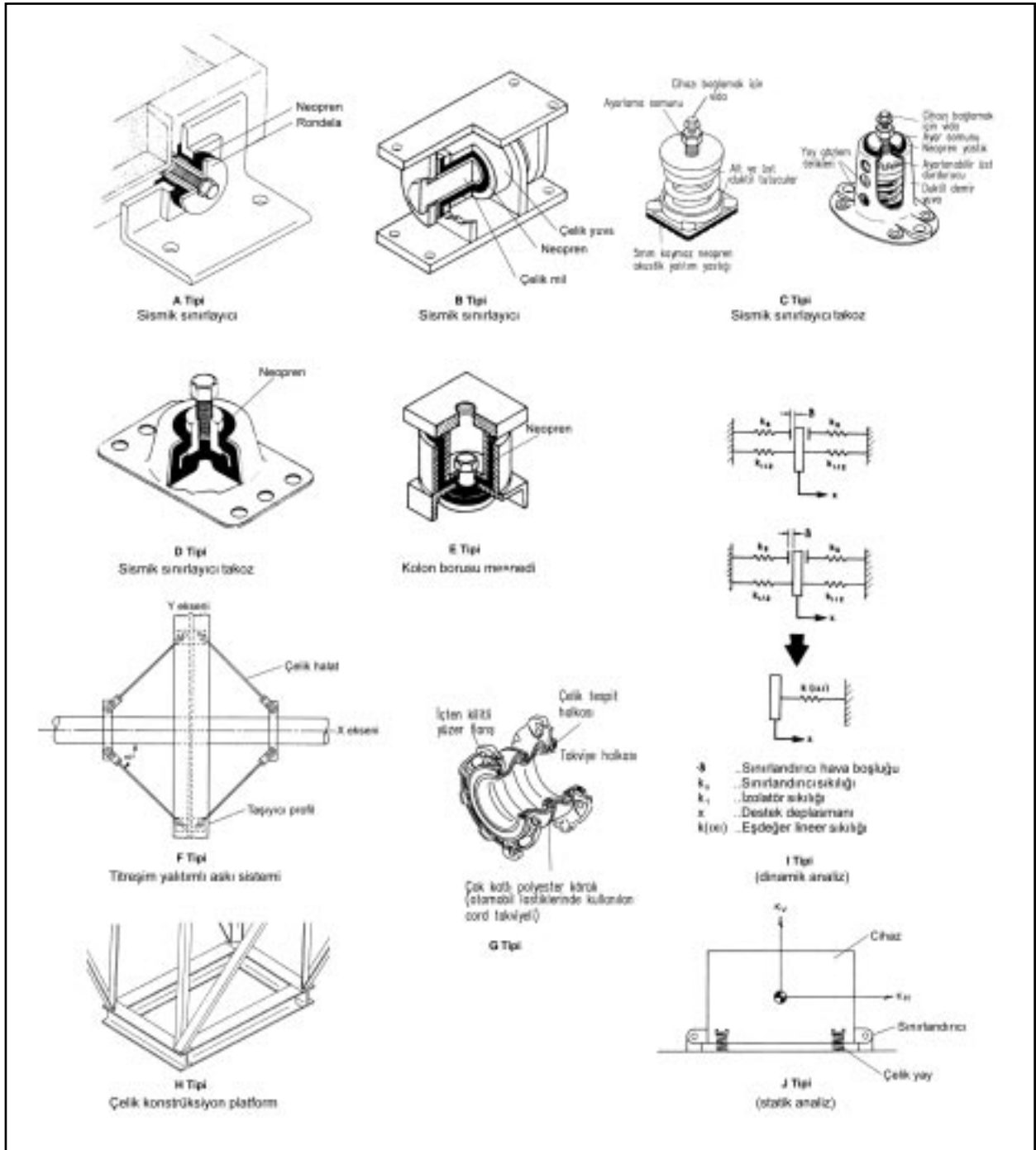
I Tipi: (Dinamik analiz yöntemi) Dinamik hesap sonucunda cihaza etkiyen kuvvetler bulunur. Bu maksimum kuvvet seviyesi 4g olabilir. Burada g yerçekimi ivmesi olup, 4g seviyesinde bir kuvvet cismin ağırlığının 4 misli bir kuvvet anlamına gelir. Burada dinamik analiz detayları verilmeyecektir. J tipi: (Statik analiz yöntemi) Dinamik bir hesap yapmak yerine, cihaza etkiyen yatay ve dikey kuvvetleri verilen tablolardan seçme yöntemidir. Bu tablolardaki değerler genellikle 1g'nin altındadır.

Sismik Sınırlayıcı Seçimi

Sismik sınırlayıcılar statik veya dinamik analiz (hesap) sonucu seçilmelidir. Burada bu hesap üzerinde durulmayacaktır. Sadece 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 sadece en büyük risk zonunda yüksek yapılar için hazırlanan tablo örnek olarak

Tablo 589'da verilmiştir. Tabloda eleman tipi yanında, kullanılması gerekli analiz yöntemi de işaretlenmiştir. Burada sınırlayıcı tipi yanındaki I harfi statik sınırlayıcıları, J harfi ise statik sınırlayıcıları gösterir. Sadece yerinde kalması istenen önemsiz cihazlar yönetmeliklerde verilen tablolardan yararlanılarak statik analizle belirlenebilir. Bu tip koruyucu (sınırlayıcı) bağlantı elemanların 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 dura-

bilir (Aslında ortaya çıkan dinamik kuvvetlerin, statik olarak seçilmiş sınırlayıcıları kopartmaları da mümkündür). Cihazın yerinde kalıp, çalışmaya devam edip etmemesi, darbenin cihazın kırılma mukavemetini aşip 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.



Şekil 588. ÇEŞİTLİ SİSMİK SINIRLAYICILAR

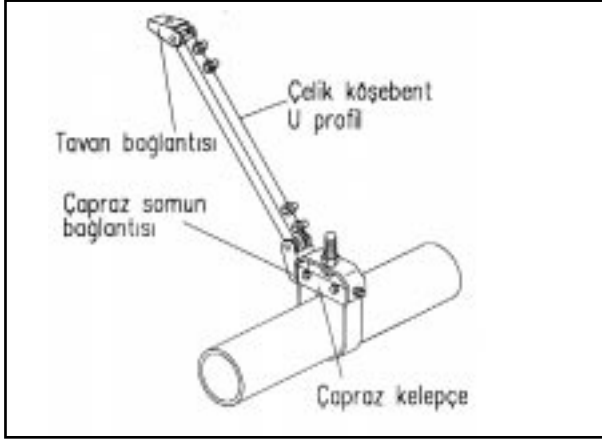
Cihaz Önem Faktörleri	Primer; Deprem sırasında ve sonrasında çalışmaya devam etmeli			Sekonder; Depremden 48 saat sonra tamir edilerek çalışmaya başlayabilir			Önemsiz; Sadece yerinde kalmalı		
	7.5 m'ye kadar	7.6 - 33 m	34 m ve üstü	7.5 m'ye kadar	7.6 - 33 m	34 m ve üstü	7.5 m'ye kadar	7.6 - 33 m	34 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			
Kondenserle Birlikte Hermetik Kompresörler	AJ	BJ	BGI	A	AJ	BGJ			
Pistonlu Kompresörler									
2000 kg kadar	A	AJ	BGJ	A	CJ	BGJ			
2000 kg üzerinde	AJ	BJ	BGI	AJ	AJ	BGJ			
Pistonlu Chillerler veya Isı Pompaları									
2000 kg kadar	A	AJ	BGJ	A	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 Eksenel 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			

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.

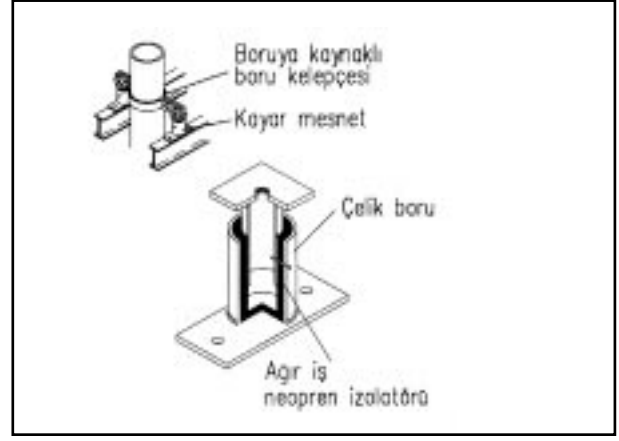
Tablo 589. EN YÜKSEK RİSK ZONUNDAKİ YÜKSEK YAPILAR İÇİN TAVSİYE EDİLEN SİSMİK SINIRLAYICI VE ANALİZ YÖNTEMİ SEÇİM TABLOSU

Kullanılacak sismik sınırlayıcılar ve bunların hesabı yönetmelikler tarafından düzenlenmelidir. Böyle bir zorunlu yönetmelik Türkiye'de mevcut değildir. Bu konuda özellikle ABD Kaliforniya eyaleti deprem yönetmelikleri ve mevcut

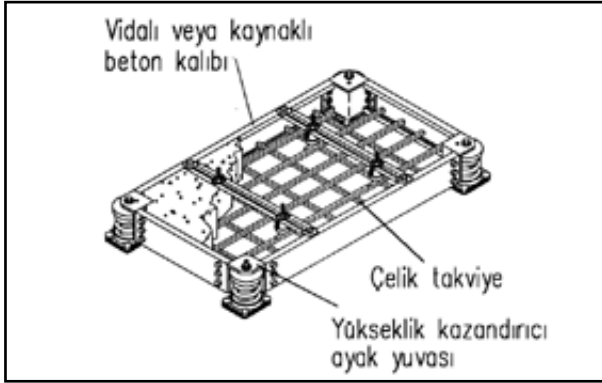
tecrübe Türkiye yapı sektörü için de yol gösterici olabilir. Zamanla oluşan tecrübe, içinde tercihen 15 mm kalınlıkta neopren yastık içeren sınırlayıcıların çok daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir.



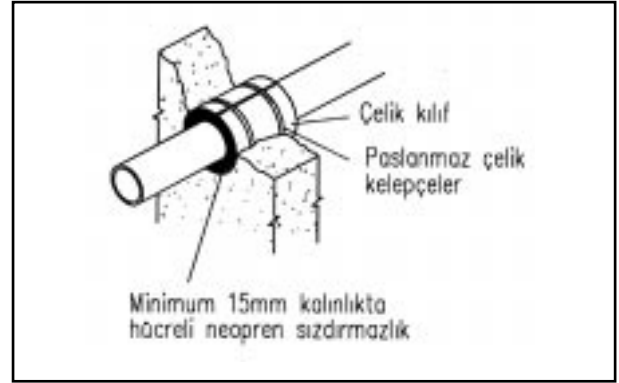
Şekil 590 D. KATI BORU ASKISI



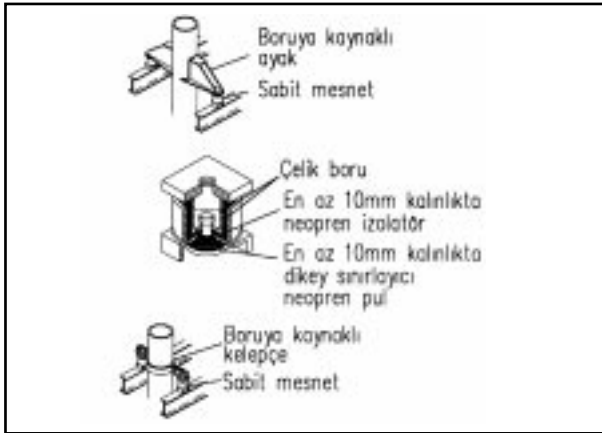
Şekil 590 G. KAYAR MESNET



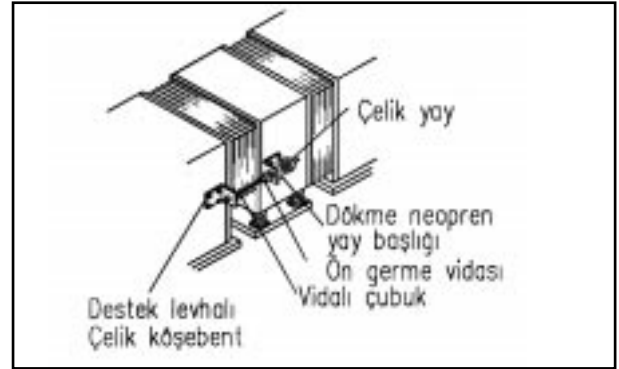
Şekil 590 E. BETON KAİDE



Şekil 590 H. AKUSTİK DUVAR, TAVAN VEYA DÖŞEME GEÇİŞ SIZDIRMAZLIĞI



Şekil 590 F. SABİT MESNET



Şekil 590 K. ÇİFTLER HALİNDE KULLANILAN KANAL YATAY HAREKET SINIRLAYICILARI

montajlarında beton atalet bloğunun düşey hareket sınırlaması için önlem alınmalı ve detay geliştirilmelidir.

Asılı Boru ve Kanalların Sismik Koruması

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 588'de G tipi olarak verilen örnekte olduğu gibi, depreme dayanıklı olarak özel üretilmiş, çok iyi kalitede olmalıdır. Böylece

her iki parçanın bağımsız hareket edebilme imkanı yaratılır. Cihazlar ve borular (veya kanallar) yapıya ayrı ayrı sabitlenir. Boru ve kanalların zeminden veya shaft içinden geçişinde mesnetlenmelerinde deprem yükleri dikkate alınırsa, konstrüksiyon olarak sismik korunmaları da temin edilmiş olur. Shaft içinden geçen kolonların sabit mesnetlenmesinde Şekil 590 F, kayar mesnetlenmesinde Şekil 590 G detayı kullanılabilir. Boru duvar geçişlerinde ise Şekil 590 H'da görüldüğü gibi önlem alınmalıdır. Esas boru ve kanalların yapıya asılarak geçişleri sismik açıdan ayrıca ele alınmaları gereken bir konudur. Şekil 590 C, 590

D, 593, 594 ve 595'te boru askılarında alınabilecek önlemlerle ilgili detaylar verilmiştir. Şekil 593'de tavandaki bir çelik I profile dik olarak geçen borunun asılma detayı görülmektedir. Bu detayda boru x ve y eksenlerinde hareketlere karşı tamamen koruma altına alınmıştır. Şekil 594 ve 595'te ise alternatif asılmış tek boru veya boru demetlerinin her üç ekseninde hareketlere karşı 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.

Doğal Gaz ve LPG Tesisatlarında Deprem Önlemleri

Doğal gaz (veya LPG) sisteminin esas olarak bir boru tesisatı olduğu düşünülürse, yukarıda anlatılan boru tespit konuları bu tesisat için de geçerlidir. Doğal 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. Doğal gaz tesisatı yönetmeliklerinde bu yönde bir zorunluluk yoktur. Ancak deprem anında otomatik olarak gazı kesen vanalar mevcuttur ve bunlar örneğin ABD deprem bölgelerinde kullanılmaktadır. Bu vanaların elektrik ve mekanik tipleri bulunmakla birlikte bilyeli mekanik tipleri çok daha güvenilirdir ve tercih edilmelidir. Bu vanaların 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 vs. gibi elemanlar kullanılarak yapılmalıdır. Esnek hortumlar yeteri kadar uzun olmalı ve

cihazın depremdaki hareketlerine kopmadan izin vermelidir.

İnşaatla İlgili 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 bölümleri çok büyük ölçüde zarar görmektedir. Bu örme 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 veya sağlamlaştırılmalıdır. Benzer şekilde kombi, şofben ve fırınların havalandırma bacaları için önlem alınmalı ve bu bacalar bu kitabın ilgili bölümünde tanımlandığı gibi oluşturulmalıdır.

2. Bina drenaj sistemleri

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

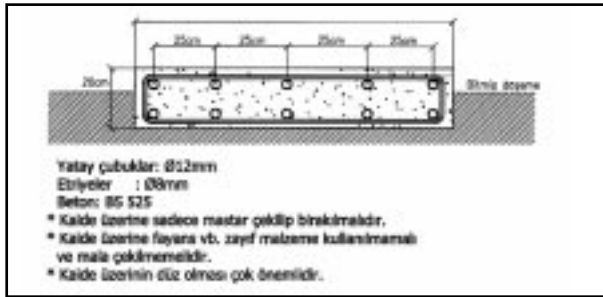
- Çevre drenaj borusu alt kotunun temel alt kotu ile aynı seviyede veya bunun üzerinde olmasını (bodrum döşemesinin 30 cm altındaki seviyeyi aşmayacak şekilde) öneriyoruz.
- Bina yakınındaki sızdırmalı foseptikler, normal veya derin kuyular kaya zeminde önemli değildirler. Ancak kumlu zeminlerde yapılan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

Deprem Öncesinde Yapılacak İşler

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

Deprem Sonrasında Yapılacak İşler

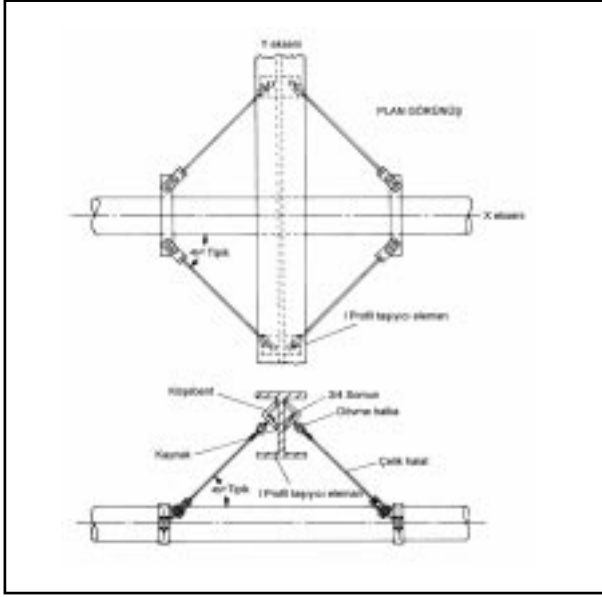
Deprem geçtikten sonra mekanik tesisatta yapılacak işleri



Şekil 591. BETON KAİDE DETAYI

Çap İnç	Minimum SaplamaUzunluğu cm	Çekme Gerilmesi		Kesme Gerilmesi 140-350
		Minimum Beton Mukavemeti, kg/cm ²		
		140	200	
1/4	5	17	17	14
3/8	6.5	38	38	35
1/2	8.5	69	69	65
5/8	8.5	95	103	103
3/4	10	101	123	155
7/8	13	123	143	220
4	15	123	143	220
44/8	17	123	155	220
11/4	19	123	183	220

Tablo 592. CİVATALARIN TAŞIYABİLECEKLERİ GERİLMELER (kg/cm²)



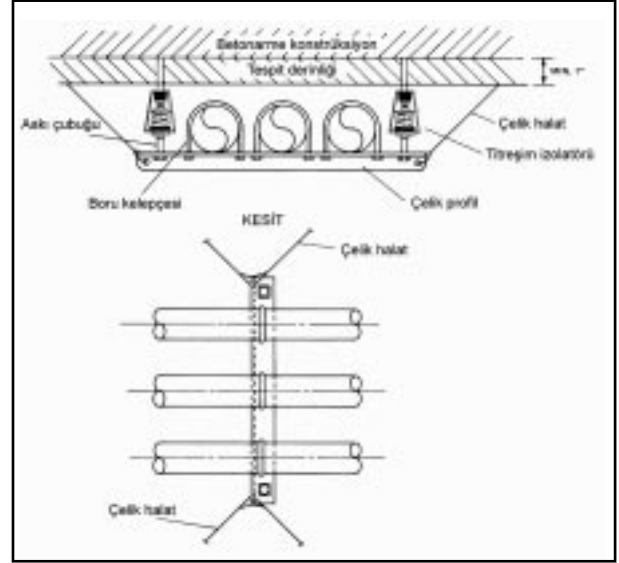
Şekil 593. ASILMIŞ BORUNUN SİSMİK KORUNMASI

sırayla şu şekilde vermek mümkündür:

1. Yakıt kaçak kontrolleri (doğal gaz, LPG veya sıvı yakıt)
2. Yakıt depoları kontrolleri
3. Boru ve kanal cihaz esnek 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

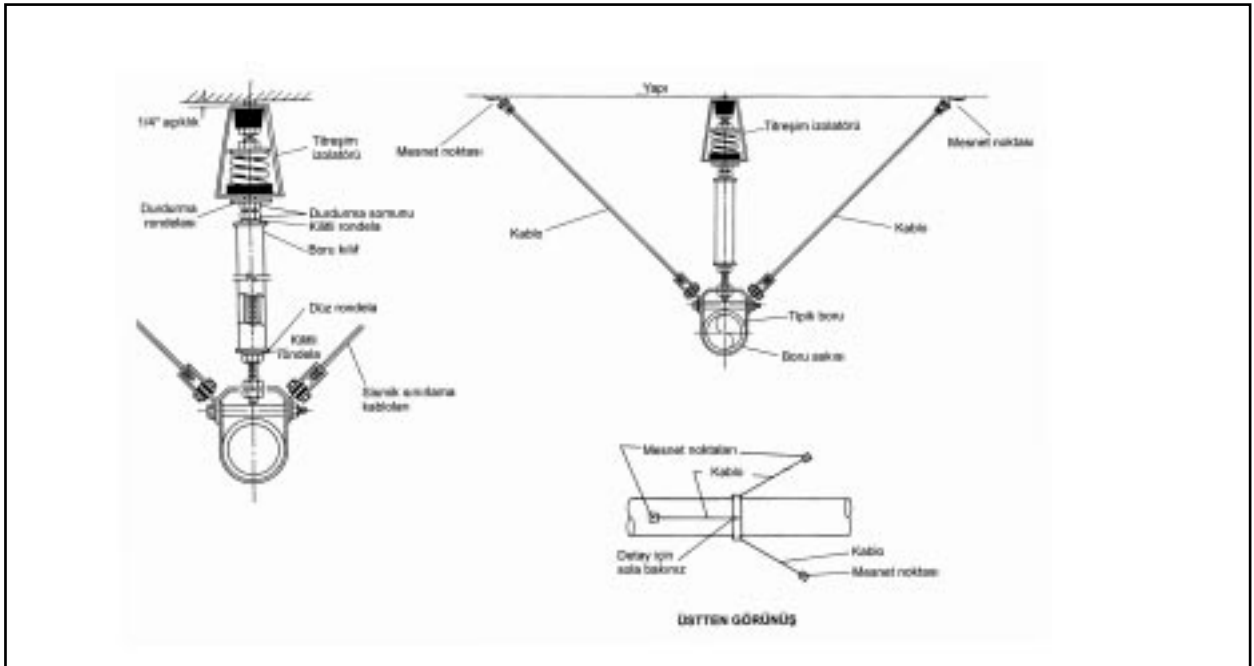
Sonuç

Yapıların planlanmasında ve yapımında proje en önemli elemandır. Proje yapımı için yeterli zaman ayrılmalı ve kaliteli



Şekil 595. YATAY VE DİKEY HAREKETLERE KARŞI KORUNMUŞ BORU KESİTİ

proje için yeterli kaynak ayrılmalıdır. Bütün bina ve sistemler proje aşamasında çözülmelidir. Rezervasyonlar, delikler, geçişler, sistemlerin birbirleriyle ilişkileri bu aşamada çözülmelidir. Uygulama sırasında bunlar çözülmeye kalkıldığında, yapıda pek çok statüğe uygun olmayan değişiklikler yapılmak zorunda kalınmaktadır. Yeni delikler delinmekte, kesitler değiştirilmektedir. Sistemler zorlanmaktadır. Her müdahale aslında binayı zayıflatmaktadır. Toplam kalite açısından da, depreme dayanıklılık açısından da proje en önemli aşamadır. İyi bir proje hem mekanik sistemlerin deprem dayanımı, hem de binanın kendisinin depreme dayanımı için gerekli ilk ve en önemli adımdır.



Şekil 594. TİTREŞİM İZOLELİ BORUNUN TİPİK BAĞLANMASI

BİRİMLER VE BÜYÜKLÜKLER

Büyükük	Gösterimi	Birimi	Gösterimi			Çevrimi			
			SI	Metrik	İngiliz				
Uzunluk	L	Metre	m	m ²	in	1 m = 39.37 in	1 in = 25.4 mm		
					ft	1 m = 3.281 ft	1 ft = 30.48 cm		
Alan	A, F	Metrekare	m ²	m ³	sq in	1 m ² = 1550 sq in	1 sq in = 645.16 mm ²		
				ha	sq ft	1 m ² = 10.764 sq ft	1 sq ft = 0.0929 m ²		
					acre	1ha = 10000 m ²	1 acre = 0.40468 ha		
						1 ha = 2.471 acre	1 sq mile = 2.58999 km ²		
Hacim	V	Metreküp	m ³	m ³	cu in	1 m ³ = 1000 L			
				L	cu ft	1 L = 61.024 cu in	1 cu in = 16.3971 cm ³		
					gal	1 L = 0.2642 gal	1 cu ft = 0.02831 m ³		
						1 m ³ = 35.315 cu ft	1 gal = 3.78541 L		
Kütle	m	Kilogram	g	g	oz	1 kg = 35.274 oz	1 oz = 28.3495 g		
			kg	kg	Lb	1 kg = 2.2046 Lb	1 Lb = 0.4539 kg		
Yoğunluk			kg/m ³	kg/m ³	cu ft/Lb	1 m ³ /kg = 16.0185 cuft/Lb			
Hız	w, V		m/S	m/S	ft/min	1 m/S = 196.85 ft/min			
Debi	V, Q		m ³ /S	m ³ /h	cfm	1 m ³ /S = 3600 m ³ /h			
				m ³ /S		1 m ³ /h = 0.5886 cfm			
				L/S		1 cfm = 1.699 m ³ /h			
Basınç	P	Paskal Bar	Pa	kg/cm ²	psi	1 Pa = 1 N/m ²	1 mbar = 100 Pa		
			bar	kg/m ²	in H ₂ O	1 bar = 100.000 Pa	1 bar = 14.504 psi		
			mbar	mm/SS	Lb/ft ²	1 mbar = 100 Pa	1 mbar = 2.089 Lb/ft ³		
			N/m ²	atm		1 bar = 0.981 atm	1 mbar = 0.4019 ih H ₂ O		
						1 mbar = 10.19 mmSS	1 kPa = 7.50062 mmHg		
						1 mmSS = 9.80665 Pa	1 inSS = 249.089 Pa		
Enerji, Isı	E, M, Q	Kilojul Kilowatsaat	kJ	kcal	Btu	1 kWh = 3600 kJ	1 kJ = 0.2388 kcal		
			kWh			1 kcal = 4.1868 kJ	1 kWh = 860 kcal		
						1 kJ = 0.948 Btu	1 Btu = 1.055 kJ		
Güç Isı güç	P	Kilovat	kJ/h	kcal/h	Btu/h	1 kW = 1 kJ/S	1 HP = 735.5 W		
			kW		HP	1 kW = 860 kcal/h	1 HP = 632 kcal/h		
						1 kW = 3412 Btu/h	1 Btu/h = 0.252 kcal/h		
						1 kW = 1.341 HP	1 kcal/h = 3.97 Btu/h		
Özgül Isı	C, Cp		kJ/kgK	kcal/kg°C	Btu/LbF	1 kJ/kgK = 4.187 kcal/kg°C			
						1 kJ/kgK = 0.2388 Btu/Lbf			
Isı Akısı	q		kJ/m ² h	kcal/m ² h	Btu/hft ²	1 W/m ² = 3.6 kJ/m ² h			
			W/m ²			1 W/m ² = 0.86 kcal/m ² h			
						1 W/m ² = 0.317 Btu/hft ²			
Sıcaklık	T	Kelvin	K	°C	°F	°C = (°F-32) x 5 / 9			
						K = 273 + °C			
						°F = °C x 9 / 5 + 32			

KAYNAKLAR

- F. Hall, Essential Building Services and Equipment, Heinemann Newnes, 1988
- G. Lampe, A. Pfeil, R. Schmittlutz, M. Tokarz, Lüftungs und Klimaanlage in der Bauplanung, Bauverlag GMBH, 1974
- A. Kılıç, Yangın Tesisatı, Bölüm 21
- E. Atakar, Tesisat Tasarımında Mimari-Tesisat İlişkileri Notları
- E. Boz, Tesisat Rezervasyonları Notları
- T. Özkaynak, Ameliyathanelerde Klima Sistemine Uygun Mimari Özellikler Notları
- G. Özbek, Bilgilendirme Formu
- İ.Can, M. Demirkol, 5 Yıldızlı Otel Notları
- H. Nürnberger, Gasinstallation in Zeichnungen, Beispilen und Erläuterungen zu den TRGI, Pfriemer, 1989
- DVGI-TRGI 1986, Technische Regeln für Gas-Installation
- TRF 1996 Band 1, Technische Regeln Fülligas
- H.H. Herig, Der Flüssiggas Ratgeber, Strobel Verlag, 1995
- H. Feurich, Sanitär Technik, Krammer Verlag, 1993
- H. Zierhut, P. Specht, F. Kimmel, Gas, Wasser und Sanitär Technik, Ernst Klett Verlag, 1990
- E.K. Blankenbaker, Modern Plumbing, The Goodheart-Willcox CO, 1978
- G. T. Hicks, Plumbing Design and Installation Reference Guide, Mc Graw Hill, 1986
- C. Ihle, R. Bader, M. Golla, Tabellenbuch Sanitär-Heizung-Luftung, Schroedel Schulbuchverlag, 1995
- A.O. Erdoğan, Atık Su Tasfiyesi Notları
- Recknagel, Sprenger, Hönnmann, Tachenbuch Für Heizung+Klima Technik, 92/93
- Buderus, Handbuch Für Heizungs Technik, Beuth Verlag, 1994
- G.Böhm, Auswahl und Einsatz von Heizkesseln und Warmwasserspeichern, Karl Kramer Verlag, 1997
- ASHRAE Handbook, Fundamentals, 1993
- ASHRAE Handbook, HVAC Systems and Equipment, 1992
- HVAC Systems Applications, SMACNA, 1987
- N.R. Grimm, R.C. Rosaler, Handbook of HVAC Design, Mc Graw Hill, 1990
- CIBSE Guide, Installation and Equipment Data, 1986
- A.Steele, Advanced Plumbing Technology, Construction Industry Press, 1984
- A.Steele, Engineered Plumbing Design, Construction Industry Press, 1977
- Firma Katalogları
- Çeşitli Isisan Çalışmaları
- İlgili Türk Standartları
- İlgili DIN Standartları
- Noise and Vibration Control in Buildings, Robert S. Jones, Mc Graw Hill Book Comp., 1984 Bölüm 7