



**Bu bir MMO  
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **ELEKTROMEKANİK SİSTEMLERİN SİSMİK KORUMASI**

**VOLKAN DİKMEN**  
DKM İNŞAAT VE DANIŞMANLIK



# ELEKTROMEKANİK SİSTEMLERİN SİSMİK KORUMASI

*Seismic Protection of Electromechanical Systems*

**Volkan DİKMEN**  
**Ömer DÜLGER**

## ÖZET

Gelişen teknoloji ve yaşanan tecrübeler doğrultusunda, artık depreme dayanıklı binalar tasarlanabilmektedir. Ancak, binalar depremde zarar görmese bile elektromekanik sistemlerde alınmayan sismik önlemler, hayat kayıplarına neden olabilmektedir. Unutulmamalıdır ki, deprem sonucu hayat kayıplarının %65'i deprem sonrası çıkan yangınlarda gerçekleşmektedir. Bu hayat kayıplarının yaşanmaması için elektromekanik sistemlerdeki sismik korumaların yönetmeliklerle zorunlu hale getirilmesi gerekmektedir.

Bildiride, elektromekanik sistemlerin sismik korumasının deprem yönetmeliklerinde standartlarının belirlenmesinin önemi anlatılacaktır. Sismik koruma için kullanılması gereken yönetmelikler ve uyulması gereken şartlar, IBC (International Building Code) NFPA13 (National Fire Protection Association), ASCE 7 (American Society Civil Engineering) gibi uluslararası yönetmeliklerde belirtilmiştir. Bildiride bu yönetmeliklerdeki elektromekanik sistemlerin sismik koruması ile ilgili kısımlardan bahsedilecektir.

Uluslar arası kodlarda elektromekanik sistemlerin sismik koruması nasıl ele alınmıştır, ülkemizde bu konuya verilen önem ve önerilerimizden bahsedeceğiz.

Yapısal olmayan elemanların sismik koruması özellikle elektromekanik sistemlerin sismik koruması gerektiği gibi yapılmadığı takdirde ne gibi sonuçlarla karşılaşacağımız konusunda görsellerle birlikte bilgilendirme yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: sismik koruma, titreşim kontrolü, Uluslararası Bina Kodu, NFPA

## SUMMARY

Nowadays buildings can be designed as durable to earthquakes according to developing technology and experiences that are learnt. Unfortunately although buildings don't get damaged during earthquakes seismic precautions that are not taken in electromechanical systems may have results of losing lives. It shouldn't be forgotten that 65% of life losses happen in fires that accure after earthquakes. For not having these life losses happened seismic protections at electromechanical systems should be obligatory with regulations.

In this declaration the importance of determinations of standards in earthquake regulations about seismic protection of electromechanical systems will be told. The regulations and specifications that has to be used for seismic protection have been written in international regulations as IBC (International Building Code), NFPA13 (National Fire Protection Association, ASCE 7 (American Society Civil Engineering). In this declaration the parts that are related to seismic protection of electromechanical systems in these regulations will be told.

We will tell how seismic protection of electromechanical systems in international codes are taken into consideration, the importance that is given to tjis subject in our country and our recommendations related to this subject.

Nonstructural elements' seismic protection especially what kind of results will happen if seismic protection of electromechanical systems is not done as it should be will be informed with visuals.

**Keywords:** seismic protection, vibration control, International Building Code, NFPA

## 1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ve yaşanan tecrübeler doğrultusunda, artık depreme dayanıklı binalar tasarlanabilmektedir. Ancak, binalar depremde zarar görmese bile elektromekanik sistemlerde alınmayan sismik önlemler, hayat kayıplarına neden olabilmektedir. Unutulmamalıdır ki, deprem sonucu hayat kayıplarının %65'i deprem sonrası çıkan yangınlarda gerçekleşmektedir. Bu hayat kayıplarının yaşanmaması için elektromekanik sistemlerdeki sismik korumaların yönetmeliklerle zorunlu hale getirilmesi gerekmektedir.

## 2. SİSMİK KORUMANIN DEPREM YÖNETMELİKLERİNE GİRME SÜRECİ

Elektrik ve Mekanik tesisatların sismik koruması fikri ilk olarak San Francisco (1906) depreminden sonra gündeme gelmiştir. San Francisco depremi sonrası yapılan incelemeler, yapılardaki hasarın %50'sinin deprem sonrası yangınlardan kaynaklandığını göstermiştir[1].(Şekil 2.1)



Şekil 2.1: San Francisco Depremi[1]

Bu depremden sonra elektrik ve mekanik tesisatın sismik korumasının inşaat yönetmeliklerine girmesi gerektiği fikri savunulmuştur. Günümüzdeki yönetmeliklere benzeyen ilk yönetmelik, 1927 yılında yayınlanan Tekdüze Bina Kodu ( UBC- Uniform Building Code)'dur.

Gelişen teknoloji ve artan konfor ihtiyaçları doğrultusunda, tesisatlardan kaynaklanan gürültü problemini çözmek için yapılarda titreşim izolasyonu uygulamaları neredeyse zorunlu hale geldi. Ancak titreşim izolasyonu yapılmış olan tesisat bileşenlerinin depremde çok daha fazla tehlike doğuracağı 1971 San Fernando depremi ile tecrübe edildi. Bu depremden edinilen tecrübe ise, tesisatlarda sismik korumanın yerel yönetmeliklerle zorunlu hale getirilmesi ve sismik korumanın uzmanlık konusu olarak ele alınmasıdır[1].

### 3. DEPREM YÖNETMELİKLERİNDE SİSMİK KORUMANIN YERİ

#### 3.1 T.C. DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK OLAN BİNALAR HAKKINDA YÖNETMELİK

Bu yönetmeliğin 2.11 numaralı maddesi, mekanik ve elektrik tesisat bileşenlerine etkiyen deprem yükünün nasıl hesaplanacağını anlatmıştır.

$$f_e = 0.5 A_0 I w_e \left( 1 + 2 \frac{H_i}{H_N} \right)$$

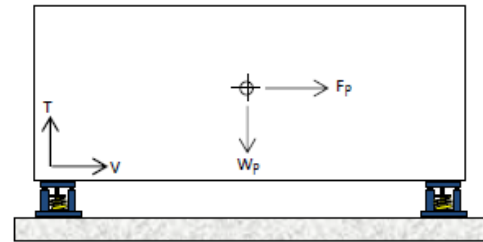
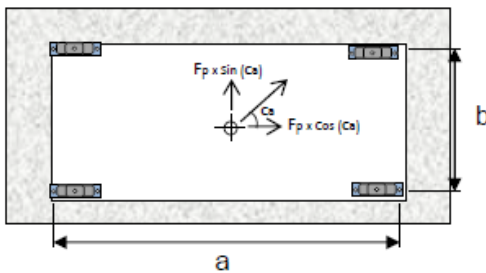
3.1.

- A0** : Deprem Zemin İvmesi  
**I** : Önem Faktörü  
**w<sub>e</sub>** : Tesisat Bileşenin Ağırlığı (kg)  
Tesisat Bileşenin Bina İçindeki Konumunun Zeminden Yüksekliği  
**H<sub>i</sub>** : (m)  
**H<sub>N</sub>** : Binanın Toplam Yüksekliği (m)

#### Örnek Hesaplama

##### Su Soğutmalı Chiller - Sismik Hesabı

$W_p = 46500$ lbs	$G = 0,38$	$I_p=1,5$ olan tablodan yaylı titreşim izolatörleri kısmından zemin kat ve altı için okunmuştur.
$F_p = W_p \times G = 17670$ lbs		
<b>a</b> , Uzunluk boyunca en dıştaki destekler arası mesafe	<b>a</b> = 196 "	
<b>b</b> , Genişlik boyunca en dıştaki destekler arası mesafe	<b>b</b> = 80 "	
<b>C<sub>a</sub></b> , En yüksek çekme kuvvetinin meydana geldiği kritik açı		
<b>H<sub>c.g.</sub></b> , Ağırlık merkezinin yüksekliği	<b>H<sub>c.g.</sub></b> = 41 "	
<b>N<sub>t</sub></b> , Momente karşı koyan saplama	<b>N<sub>t</sub></b> = 6	
<b>N</b> , Kesme ve çekme kuvvetine maruz saplama	<b>N</b> = 6	
<b>N<sub>m</sub></b> , Toplam destek sayısı	<b>N<sub>m</sub></b> = 4	



**x-x eksenini atalet momenti:**

$$I_{xx} = \frac{Nm \times (Nm + 2) \times (a)^2}{12 \times (Nm - 2)} , \quad I_{xx} = 38416 \text{ inc}^2$$

**y-y eksenini atalet momenti:**

$$I_{yy} = \frac{Nm \times (b)^2}{4} , \quad I_{yy} = 6400 \text{ inc}^2$$

**En yüksek çekme kuvvetinin meydana geldiği kritik açı, Ca**

$$Ca = \tan^{-1} \left[ \frac{I_{yy} \times a}{I_{xx} \times b} \right] , \quad Ca = 22,20^\circ$$

Desteklere gelen Basma (C), Çekme (T) ve Kesme (V) Kuvvetleri:

$$C = \frac{F_p \times \cos(ca) \times (b/2) \times Hc.g.}{I_{yy}} + \frac{F_p \times \sin(ca) \times (a/2) \times Hc.g.}{I_{xx}} , \quad C = -4816 \text{ lbs}$$

$$T = - \frac{F_p \times \cos(ca) \times (b/2) \times Hc.g.}{I_{yy}} - \frac{F_p \times \sin(ca) \times (a/2) \times Hc.g.}{I_{xx}} , \quad T = 4816 \text{ lbs}$$

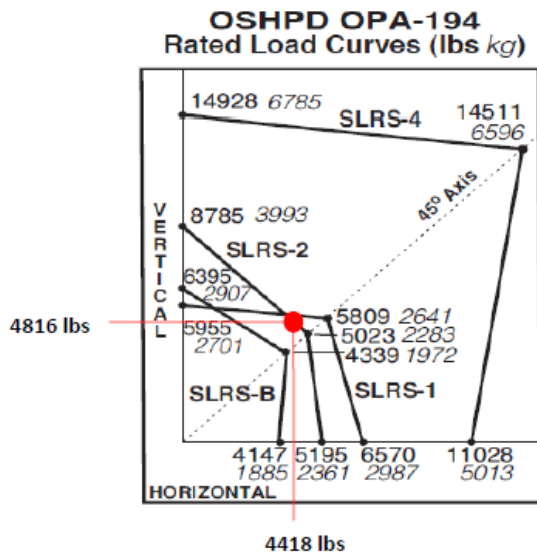
İf T < 0, assume T = 0

$$V = \frac{F_p}{Nm} , \quad V = 4418 \text{ lbs}$$

Sismik İzolatör Kapasitesi

$$SMC = Wp/Nm , \quad SMC = 11625 \text{ lbs}$$

Yük diyagramına ve hesaplanan sismik izolatör kapasitesine göre SLRSO-4-11740 sismik titreşim izolatörü seçilmiştir



**Titreşim Yalıtımı Hesaplamaları**

$$E = 100 \times \left( 1 - \frac{1}{(f_d / f_n)^2 - 1} \right)$$

$$f_n = 188 \times \sqrt{\frac{1}{d}}$$

$$d = \frac{SMC}{y}$$

E, Titreşim yalıtımı oranı

$f_d$ , Cihazın rahatsız edici frekansı

$f_n$ , Cihazın doğal frekansı

d, Statik çökme

y, Yay sabiti

$$f_d = 1500 \text{ d/d}$$

$$y = 11740 \text{ lbs / inc}$$

$$d = 0,990 \text{ inc}$$

$$f_n = 188,93 \text{ d/d}$$

$$E = 98,39 \%$$

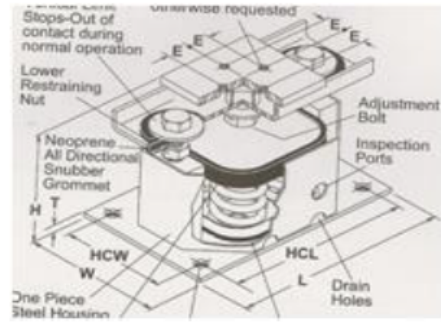
Bir cıvatanın karşıladığı çekme kuvveti, t

$$t = \left[ \frac{V \times (\text{OP.HT.})}{Nt \times d} \right] + \left[ \frac{T}{N} \right]$$

$$d (\text{HCW}) = 3,5 \text{ inc}$$

$$\text{OP.HT} = 8,75 \text{ inc}$$

$$t = 1038,00 \text{ lbs}$$



Bir cıvatanın maruz kaldığı kesme kuvveti, v

$$v = \left[ \frac{V}{N} \right], \quad v = 736,25 \text{ lbs}$$

ICC Evaluation Service tarafından değerleri test edilmiş kesme ve çekme kuvveti değerlerini karşılayan Mason SAS 3/4" Sismik Çelik Saplama 102 mm derinliğe saplanacak şekilde kullanılmalıdır.

**ICC Evaluation Service formülüne göre,**

$$\left[ \frac{v}{V_{\text{allow.}}} \right] + \left[ \frac{t}{T_{\text{allow.}}} \right] \leq 1,2$$

**MASON Sas 3/4" minimum 4" çakma derinliği ile kullanıldığında**

$$V_{\text{allow}} = 3870 \text{ lbs}$$

$$T_{\text{allow}} = 1520 \text{ lbs}$$

$$\left( \frac{736,25}{3870} \right) + \left( \frac{1038,00}{1520} \right) = 0,9 \leq 1,2$$

Yapılan hesaplamalar Mason SAS Tipi Sismik Çelik Saplama içinidir. Başka bir marka sismik çelik saplama kullanılacak ise, üreticisinden yapılan hesapların revize edilmesi istenmelidir.

Bu yönetmelikte yalnızca yapısal olmayan elaman üzerine gelecek deprem yükünün nasıl hesaplanacağı aktarılmıştır. Hangi tesisat bileşenine sismik koruma yapılması gerektiğine dair bir bölüm ve/veya madde bulunmamaktadır[7].

### 3.2 ULUSLARARASI BİNA KODU (IBC)

Günümüzde en geçerli deprem standardı Uluslararası Kod Konseyi (ICC-International Code Council) tarafından hazırlanan Uluslararası Bina Kodu ( International Building Code) IBC'dir. İlk sürümü 2000 yılında yayınlanmış 2003, 2006, 2009 ve 2012 yıllarında güncellenmiştir. Bu yönetmeliğin yapısal olmayan sistemler için sismik koruma uygulamaları ile ilgili kısmı, 2003 güncellemesi ile birlikte Amerikan İnşaat Mühendisleri Birliği ( American Society of Civil Engineers) yayını olan ASCE-7-10 Bölüm 13'de ele alınmıştır.[3]Bu bölüme göre:

Yerel Yönetmeliklerde ve özel şartnamelerde aksi belirtilmedikçe aşağıdaki durumlar için sismik önlem alınmayabilir:

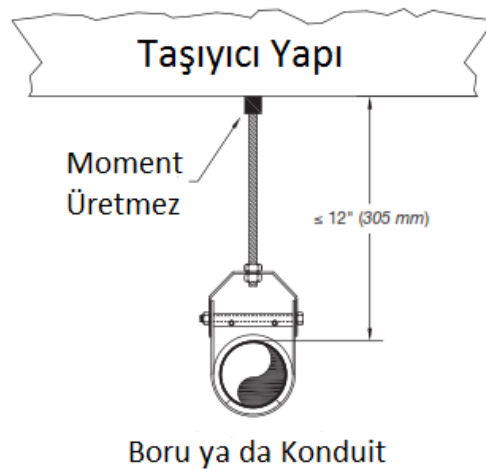
- Döşemeye sabit olarak monte edilen ve aşağıda belirtilen özelliklerin tümüne haiz olan,
  - Önem faktörü ( $I_p=1$ ) olan,
  - Yapının işleyişi açısından kritik durumda olmayan,
  - 180 kg veya daha az ağırlıkta olan,
  - Döşemeden 120 cm veya daha az bir yükseklikte montajlanmış olan ve
  - Tüm boru kanal bağlantıları esnek bağlı olan ekipmanlar.

Tüm tesisat ekipmanları sismik korumadan istisnadır. Asılı olan ekipmanlar ve titreşim izolatörü ile monte edilen ekipmanlar bu istisnanın dışındadır.

- Tüm tesisat bileşenlerinden asılı olan ve titreşim izolatörü ile monte edilen ekipmanların, ağırlığı 9 kg veya altında olanları,
  - Önem faktörü ( $I_p=1$ ) ,
  - Yapının işleyişi açısından kritik durumda olmayanı
  - Tüm boru kanal bağlantıları esnek bağlı olanları

Sismik korumadan istisnadır.

- Boru kelepçesine asılan ve hat boyunca tek başına giden borularda, boru üstü ile askı çubuğunun yapı elemanına bağlandığı nokta arasındaki mesafe boru hattı boyunca 30 cm veya daha az olduğu durumlarda sismik koruma yapılmayabilir. Askı çubukları eğilme momentine maruz bırakılmamalıdır[2]. Şekil 3.1



Şekil 3.1. Askı Çubuğu Örneği [2]



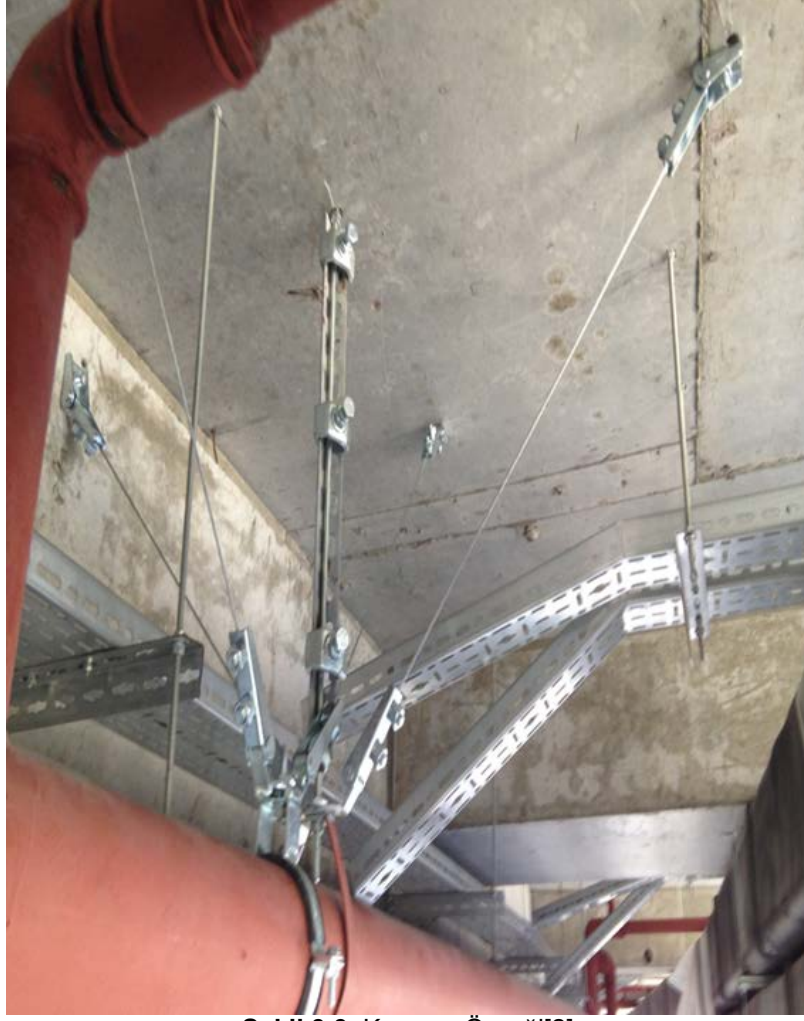
- Trapez üzerinde taşınan boru demetleri, askı çubuğunun trapeze bağlandığı nokta ile yapı elemanına bağlandığı nokta arasındaki mesafe hat boyunca 30 cm veya daha az olduğu durumlarda sismik koruma yapılmayabilir. Askı çubukları eğilme momentine maruz bırakılmamalıdır. 30 cm'den fazla olduğu durumlarda ise şekil 3.2.de olduğu gibi sismik koruma yapılmalıdır.



**Şekil 3.2.** Koruma Örneği [2]

- Havalandırma kanalları, askı çubuğunun trapeze bağlandığı nokta ile yapı elemanına bağlandığı nokta arasındaki mesafe hat boyunca 30 cm veya daha az olduğu durumlarda sismik koruma yapılmayabilir. Askı çubukları eğilme momentine maruz bırakılmamalıdır. 30 cm'den fazla olduğu durumlarda ise şekil 3.3.te olduğu gibi sismik koruma yapılmalıdır.
- Önem faktörü ( $I_p=1,5$ ) ve anma çapı 25mm veya daha az çaplarda olan diğer tesisat bileşenlerine zarar vermesi engellenmiş borular için sismik koruma yapılmayabilir.
- Önem faktörü ( $I_p=1$ ) ve anma çapı 50mm veya daha az çaplarda olan diğer tesisat bileşenlerine zarar vermesi engellenmiş borular için sismik koruma yapılmayabilir.
- Trapez üzerinde boru demeti şeklinde olan hatlarda, hattın toplam ağırlığı 15kg/m veya daha az ise sismik koruma yapılmayabilir.
- Kanal ağırlığı 15 kg/m veya daha az ya da kesit alanı 0,557 m<sup>2</sup> veya daha az olan kanallara sismik koruma yapılmayabilir.





Şekil 3.3. Koruma Örneği[2]

### Sismik Yüklerin Hesaplanması

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

3.2

- $F_p$ : Sismik Dizayn Yüğü(kg)  
 $a_p$ : Bileşen Yükseltgeme Faktörü  
SDS: Ani Spektral Karşılık İvmesi  
 $w_p$ : Bileşen Ağırlığı (kg)  
 $R_p$ : Bileşen Karşılık Faktörü  
 $I_p$ : Bileşen Önem Faktörü  
Z: Bileşen Bina İçindeki Konumunun Yüksekliği(m)  
h: Binanın Toplam Yüksekliği(m)[2]

**Örnek Hesaplama:**
**ÖNEM FAKTÖRÜ  $I_p=1,5$  OLAN G TABLOSU**
**SİSMİK TASARIM DEĞİŞKENLERİ**

$S_s$	1,06
$F_a$	1,00
$S_{DS}$	0,71
$I_p$	1,50
$F_{p(min)}$	0,2
$F_{p(max)}$	1,2
$F_{pv}$	0,1

IBC 2003 / ASCE 7-10 CHAPTER 13

$$F_p = \{(0,4 \cdot a_p \cdot S_{DS})(I_p / R_p)(1+2(z/h))\}/1,4^*$$

 $F_p$  bu değerden daha büyük olmamalıdır, =  $\{1,6 \cdot S_{DS} \cdot I_p\}/1,4^*$ 
 $F_p$  bu değerden daha küçük olmamalıdır, =  $\{0,3 \cdot S_{DS} \cdot I_p\}/1,4^*$ 

$$F_{pv} = \{0,2 \cdot S_{DS}\}/1,4^*$$

\*Yatay ve düşey yükler tasarım dayanımından izin verilen dayanıma dönüştürüldü (ASCE 7/10 13.6)

**TANIMLAR**

$S_s$	Haritalandırılmış kısa periyottaki spektral tepki ivmesi
$F_a$	Özel toprak için zemin sınıfı katsayısı
$S_{DS}$	Ani spektral karşılık ivmesi
$F_p$	Yatay sismik yük (G's)
$F_{pv}$	Düşey sismik yük (G's)
$a_p$	Bileşen yükseltgeme faktörü
$R_p$	Bileşen karşılık faktörü
$I_p$	Bileşen önem faktörü ( $I_p = 1,5$ Acil durum ekipmanları, tehlikeli ve yanıcı madde içeren sistemler ve $I_p = 1$ diğer bütün bileşenler için)
$z$	Bileşenin bina içindeki konumunun zeminden yüksekliği
$h$	Bina toplam yüksekliği

Sistemin binadaki yüksekliği	Ağır hasar görme ihtimali olan kaynaklı boru için "G" kuvvetleri		Ağır veya sınırlı hasar görme ihtimali olan dışı,kaplinli ve yivli borular için "G" kuvvetleri		Düşük hasar görme ihtimali olan borular için "G" kuvvetleri		Hvac ekipmanlarının hava tarafı ve kanal hatları için "G" kuvvetleri		Hvac ekipmanlarının ıslak tarafı ve kanal hatları için "G" kuvvetleri		Kauçuk titreşim izoleli ekipmanlar ve asılı titreşim izoleli ekipmanlar için "G" kuvvetleri		Yaylı titreşim izoleli ekipmanlar için "G" kuvvetleri		Busbar,kablo tavası elektrik aksam ve sıhhi tesisat için "G" kuvvetleri	
	$a_p$	$R_p$	$a_p$	$R_p$	$a_p$	$R_p$	$a_p$	$R_p$	$a_p$	$R_p$	$a_p$	$R_p$	$a_p$	$R_p$	$a_p$	$R_p$
	2,5	9,0	2,5	4,5	2,5	3,0	2,5	6,0	1,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	1,0
	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.
Ground	0,23	0,10	0,23	0,10	0,25	0,10	0,23	0,10	0,23	0,10	0,30	0,10	0,38	0,10	0,23	0,10
1/4 of Bldg. Ht	0,23	0,10	0,25	0,10	0,38	0,10	0,23	0,10	0,23	0,10	0,45	0,10	0,57	0,10	0,23	0,10
1/2 of Bldg. Ht	0,23	0,10	0,34	0,10	0,50	0,10	0,25	0,10	0,24	0,10	0,61	0,10	0,76	0,10	0,24	0,10
3/4 of Bldg. Ht	0,23	0,10	0,42	0,10	0,63	0,10	0,32	0,10	0,30	0,10	0,76	0,10	0,95	0,10	0,30	0,10
Roof	0,25	0,10	0,50	0,10	0,76	0,10	0,38	0,10	0,36	0,10	0,91	0,10	1,14	0,10	0,36	0,10

**Aşırı Hasar Görme İhtimali :** Kaynaklı, lehimli veya civatalı flanş bağlantılı çelik ve bakır borular.

**Aşırı Hasar Görme İhtimali :** Bağlantıyla sürtünmeye tabi olan dökme demir borular ve yumuşak demir borular, bağlantısı olmayan pvc borular ve diğer boru sistemleri.

**Sınırlı Hasar Görme İhtimali :** Aşırı veya az hasar görme ihtimali ile sınıflandırılmamış vidalı bağlantıları olan çelik ve bakır borular veya solvent kaynaklı pvc borular.

**3.3 NFPA 13**

ABD Ulusal Yangın Koruma Birliği ( NFPA – National Fire Protection Association) otomatik yangın söndürme tesisatı ile ilgili NFPA-13 yönetmeliğini yayınlamıştır. Bu yönetmelikte yangın tesisatlarında alınacak sismik önlemler detaylı olarak anlatılmıştır [5].

Bu yönetmeliğe göre yangın tesisatı borularında alınacak sismik önlemler aşağıdaki gibidir:

- Anma çapı 50mm veya daha az çaplarda olan borular için enine ve boyuna sismik sınırlandırma yapılmayabilir.
- Boru üstü ile askı çubuğunun yapı elemanına bağlandığı nokta arasındaki mesafe boru hattı boyunca 15 cm veya daha az olduğu durumlarda yalnızca boyuna sismik sınırlandırma yapılmalıdır.
- Çap gözetmeksizin ucu boşta olan braşmanların ucu sabitlenmelidir.

### 3.4 DİĞER YÖNETMELİKLER

#### 3.4.1 FEMA

ABD Federal Afet Yönetimi ( FEMA – Federal Emergency Management Agency) 3 adet yönetmelik yayınlamıştır. Bunlar teorik bilgiden ziyade, pratik bilgiler için el kitabı şeklindedir[4].

- FEMA 415 – Hava kanalları ve borularda sismik koruma
- FEMA 413 – Elektrik ekipmanlarında sismik koruma
- FEMA 412 – Mekanik ekipmanlarda sismik koruma

#### 3.4.2 SMACNA

Sac Metal ve Klima Yüklenicileri Birliği ( SMACNA-Sheet Metal and Air Conditioning Contractors) , her türlü sac işleri konusunda dünyada oldukça etkilidir.

2000 yılında klavuz niteliğinde **Mekanik Sistemler İçin Sismik Sınırlandırma ( Seismic Restraint Manual-Guidelines for Mechanical Systems)** yayınlamıştır[6].

### 4. SİSMİK KORUMANIN TEMEL FAYDALARI

- Deprem sırasında tesisatın yerinden koparak etrafındaki insanlara zarar vermesini engeller. (Şekil 4.1,4.2 ve 4.3)



Şekil 4.1. Zarar Görmüş Ekipman Örneği[1]



**Şekil 4.2** Zarar Görmüş Ekipman Örneği[1]



**Şekil 4.3** Zarar Görmüş Ekipman Örneği[1]





- Ekipman ve tesisatın deprem sonrasında yerinde kalmasını ve çalışmaya devam etmesini sağlar. (Şekil 4.4 ve 4.5)



Şekil 4.4 Sismik Korumalı Ekipman Örneği[1]



Şekil 4.5 Sismik Korumalı Ekipman Örneği[1]

- Acil önlem ekipmanlarını koruyarak depremlerden sonra oluşacak yangınlarda kaçış ve müdahale yollarını açar. Şekil(4.6 ve 4.7)



Şekil 4.6 Sismik Korumalı Ekipman Örneği[1]



Şekil 4.7 Sismik Korumalı Ekipman Örneği[1]

- Binaların sigorta maliyetlerini düşürür, değerini ve kalsifikasyonunu artırır.



## 5. SİSMİK KORUMANIN MALİYETİ

Günümüz modern binalarında elektromekanik tesisat maliyetleri gelişen teknoloji ve artan konfor ihtiyacı sonucu bina maliyetinin %25-30'u mertebelerine ulaşmıştır.

Bu maliyeti korumak için yapılacak sismik uygulamalar ise genel olarak;

Mekanik tesisat maliyetinin % 1 'i  
Bina maliyetinin ise % 0,3 'ünü geçmemektedir.

## SONUÇ

Sonuç olarak mekanik ve elektrik tesisatın sismik koruması yerel yönetmeliklerle zorunlu hale getirilmeli, alınacak sismik önlemlerin çerçevesi çizilmelidir. Bu işte uzman mühendislerin projelendirme ve kontrol işlemlerini gerçekleştirmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Mason Industries, Seismic Restraint Guidelines, September 2011
- [2] ASHRAE, Practical Guide to Seismic Restraint, 2012
- [3] International Building Code 2003, 2006, 2009, 2012
- [4] FEMA 412, 413, 415 – Federal Emergency Management Agency
- [5] NFPA 13 – National Fire Protection Association
- [6] SMACNA-Sheet Metal and Air Conditioning Contractors, Seismic Restraint Manual-Guidelines for Mechanical Systems
- [7] T.C. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Olan Binalar Hakkında Yönetmelik

## ÖZGEÇMİŞ

### Volkan DİKMEN

1970 yılı doğumludur. 1987 yılında Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümüne girmiştir. Okuldan mezun olduktan sonra imalat ve proje konularında 3 yıl çalışmıştır, daha sonraki yıllarda tesisat sektöründe teknik, satış ve pazarlama konularında görev yapmıştır. Mekanik-Elektrik tesisatın deprem koruması ve titreşim yalıtımı konularında Mason Industries firmasında ABD'de eğitim almıştır. 1999 yılından bu yana mekanik-elektrik tesisat ve ekipmanlarının deprem koruması ve titreşim kontrolü ile ses yalıtım konularında proje ve uygulama çalışmalarını, 2003 yılında kurduğu DKM İnşaat firmasında sürdürmektedir. Konu ile ilgili yayınlanmış teknik makaleleri ve sunumları mevcuttur.