



MEKANİK TESİSAT ve EKİPMANLARIN SİSMİK KORUMA SİSTEMLERİ HESAPLAMALARI, PROJELENDİRME ve UYGULAMALARI

Seismic Restraint Application, Calculation And Design Criterias For Mechanical Installations

C. Volkan Dikmen

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

ABSTRACT

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 this 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.



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.

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.

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

- A₀ : Deprem Zemin İvmesi
I : Önem Faktörü
w_e : Tesisat Bileşenin Ağırlığı
H_i : Tesisat Bileşenin Bina İçindeki Konumunun Zeminden Yüksekliği
H_N : Binanın Toplam Yüksekliği
(7)

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.

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. Bu bölüme göre:

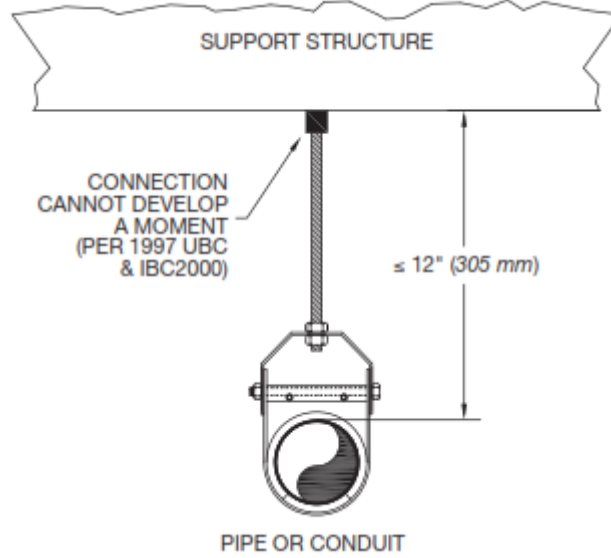
Yerel Yönetmeliklerde ve özel şartnamelerde aksi belirtilmedikçe aşağıdaki durumlar için sismik önlem alınmayabilir:

- 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.

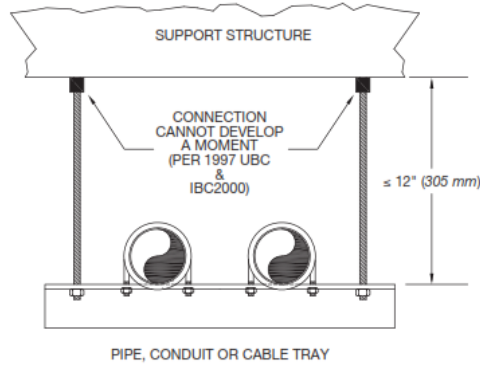
Tüm tesisat ekipmanları sismik korumadan istisnadır. Asılı olan ekipmanlar ve titreşim izolatörü ile monte edilen ekipmanlar bu istisnanın dışındadır.

- Tüm tesisat bileşenlerinden asılı olan ve titreşim izolatörü ile monte edilen ekipmanların, ağırlığı 9 kg veya altında olanları,
 - Önem faktörü (I_p=1) ,

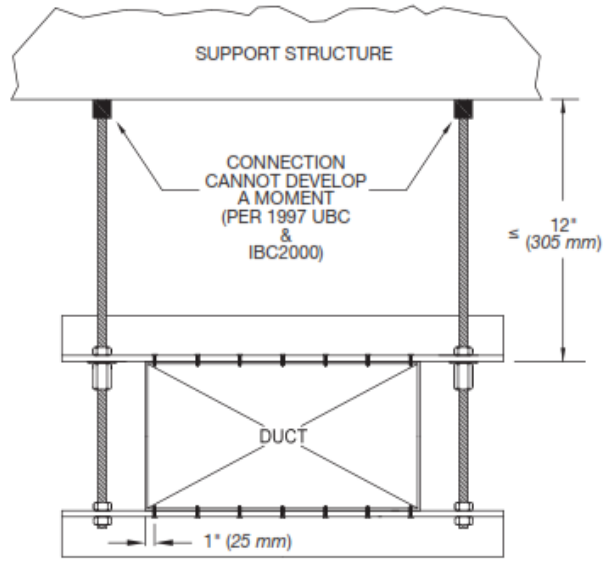
- Yapının işleyişi açısından kritik durumda olmayanı
 - Tüm boru kanal bağlantıları esnek bağlı olanları
- Sismik korumadan istisnadır.
- Boru kelepçesine asılan ve hat boyunca tek başına giden borularda, boru üstü ile askı çubuğunun yapı elemanına bağlandığı nokta arasındaki mesafe boru hattı boyunca 30 cm veya daha az olduğu durumlarda sismik koruma yapılmayabilir. Askı çubukları eğilme momentine maruz bırakılmamalıdır.



- 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.



- 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.



- 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 m² veya daha az olan kanallara sismik koruma yapılmayabilir. (1)

Sismik Yüklerin Hesaplanması

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

F_p Sismik Dizayn Yükü

a_p Bileşen Yükseltgeme Faktörü

S_{DS} Ani Spektral Karşılık İvmesi

W_p Bileşen Ağırlığı

R_p Bileşen Karşılık Faktörü

I_p Bileşen Önem Faktörü

z Bileşen Bina İçindeki
Konumun Yüksekliği

h Binanın Toplam Yüksekliği

(3)

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.

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. (5)

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.

- FEMA 415 – Hava kanalları ve borularda sismik koruma
- FEMA 413 – Elektrik ekipmanlarında sismik koruma
- FEMA 412 – Mekanik ekipmanlarda sismik koruma (4)

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.



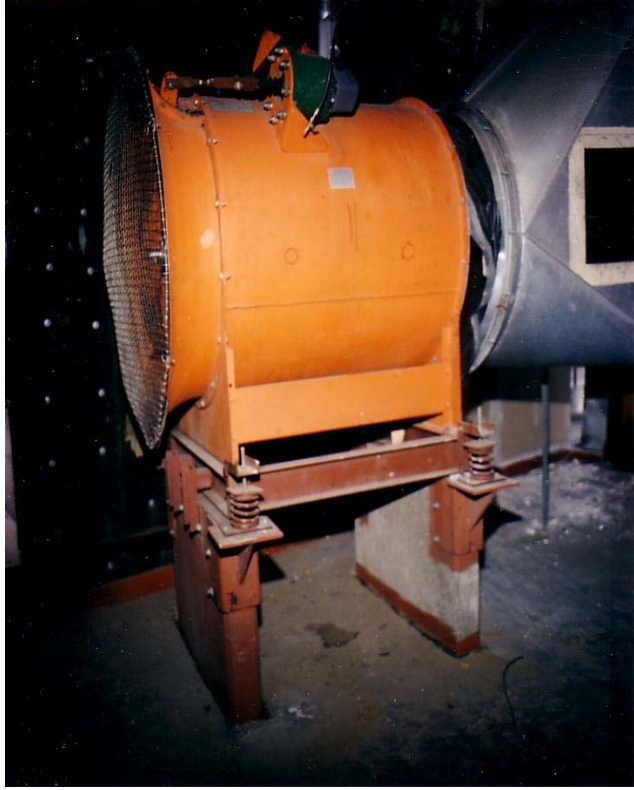


- (2)
- Ekipman ve tesisatın deprem sonrasında yerinde kalmasını ve çalışmaya devam etmesini sağlar.





- Acil önlem ekipmanlarını koruyarak depremlerden sonra oluşacak yangınlarda kaçış ve müdahale yollarını açar.



- 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] ASHRAE, Practical Guide to Seismic Restraint,2012
- [2] Mason Industries, Seismic Restraint Guidelines, September 2011
- [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

C. 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.Yapısal olmayan deprem koruması ve titreşim-ses yalıtımı konularında ABD'de eğitim almıştır.2003 yılında kurduğu DKM İnşaat ve Danışmanlık firmasında kurucu ortak olarak görev yapmaktadır.Akustik, Titreşim ve Deprem koruma konularında ile ilgili yayınlamış teknik makaleleri ve uluslar arası sempozyumlarda sunumları mevcuttur. %100 geri dönüşüm kauçuktan ürettiği ve ticarileştirdiği, kendine ait ISI VE SES yalıtımı yapan malzeme patenti mevcuttur.Ürün yurtiçi ve yurtdışında birçok ödüle (4. Int. Sustainability Syposium (TEXAS) da "BEST SUSTAINABLE PRACTICE" ölüü) layık görülmüştür.Yurtiçinde de aldığı çok sayıda farklı sektörel ödülleri mevcuttur.Toplam yayınlanmış 2 patent, 2 faydalı model, 1 tasarım tescili mevcuttur. İZODER, TAKDER, TTMD, İSKİD, SKD üyesidir.Sürdürülebilir, geri dönüşüm ve enerji tasarruflu inovatif malzemeler konusunda çalışmaktadır.Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği ve Mimar Sinan Mimarlık Bölümünde konuk eğitmen olarak tecrübelerini öğrencilerle paylaşmaktadır.