

# MÜZELERDE SERGİLENEN ESERLERİN DEPREMLERDEN KORUNMASI

Mustafa Erdik <sup>1</sup>

## GİRİŞ

Depremlerden kaynaklanan yer hareketleri dolayısıyla gerek müzelerde sergilenen eserler ve gerekse bunların içinde bulunduğu dolap ve camakanlar sarsılır. Eğer yer hareketinin genliği veya süresi uzarsa çarpışma ve/veya devrilmeler meydana gelir ve eserler hasar görebilir. Büyük bir çoğunluğu deprem bölgesinde olan ve müzelerinde çok kıymetli eser ve koleksiyonların yer aldığı ülkemiz için bu konuda alınacak tedbirler bir daha yerine konması mümkün olmayan binlerce eserin gelecek kuşaklara sağlam olarak emanet edilmesini sağlayacaktır.

Japonya'da özellikle Tokachi depreminden sonra müzelerde sergilenen eserlerde meydana gelen hasarlar bu konuda geniş çaplı önlemlerin uygulanmasını temin etmiştir. Tokyo Milli Müzesinde ve Japonya Kültür Bakanlığı bünyesinde alınması gerekli önlemlerin belirlenmesi, denenmesi ve uygulanması konularında çalışan birimler mevcuttur. Eserlerin deprem hareketinden yalıtılmasını sağlayan bazı cihazların üretim ve pazarlanması özel sektörce de yapılmaktadır.

A.B.D.'de benzer çalışmalar The Getty Conservation Enstitüsü tarafından başlatılmış ve önemli bir deprem bölgesinin içinde yer alan Los Angeles şehrindeki The J.Paul Getty Müzelerinde uygulamaya konulmuştur. Loma Prieta depremi sırasında San Fransisco yöresinde değişik müzelerde sergilenen eserlerde meydana gelen hasarlar bu müzelerin yöneticilerini de gerekli tedbirleri almaya sevk etmiştir.

Birleşmiş Milletler UNESCO teşkilatında ve bağlı ilgili kuruluşlarda da müzelerde sergilenen eserlerin depremlerden korunmasına ilişkin faaliyetler yürütülmektedir.

---

<sup>1</sup> Prof.Dr. , Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Çengelköy, İstanbul

## GENEL TEDBİRLER

Müzelerde sergilenen eserlerin içinde bulunduğu dolap ve camekanlara sağlam bir şekilde tespit edilmesi ve dolap ve camekanların kararlılığının arttırılması deprem hasarının önlenmesi açısından alınacak en genel tedbirdir.

Aşağıda birkaçı sıralanan bazı kurallarla kararlılık kolayca arttırılabilir:

Dolap veya camekanların yerden yüksekliği kaide küçük kenar uzunluğunun üç katından fazla olmamalı, ağırlık merkezi mümkün olduğu kadar aşağıda olmalıdır. Dolap veya camekanlar birbirlerine ve/veya döşeme veya duvara tespit edilmelidir. Büyük camekanlarda cam panellerin iç yüzeylerine kırılıp dağılmayı önleyecek film yapıştırılması yararlıdır. Camekanların içindeki rafların sergileme amacı ile kullanılması, burada sergilenen eserlerin kayıp düşerek veya devrilerek altındakileri hasara uğratması açısından çok sakıncalıdır.

Vazo gibi eserler ince mesinalarla camekana bağlanılarak tesbit edilebilir. Büyük vazoların zati ağırlık merkezlerini alçaltmak için diplerine kum doldurulması çok uygun çözümdür.

## ÖZEL TEDBİRLER

Özel tarihi ve kültürel önemi haiz ve/veya büyük ve ağır eserlerin sergilenmesinde deprem yer hareketinden kaynaklanacak hasarların önlenmesi için özel tedbirler gerekli olmaktadır. Bu hususta hangi tedbirlerin alınacağını gösteren en belirgin kriter sergilenen eserin göstereceği dinamik davranış modelidir. Sergilenen objelerin dinamik davranışları "Rijit", "Esnek" ve "Mesnet İzolasyonlu" olarak tanımlayacağımız üç ana başlık altında incelenebilir:

### Rijit Davranış

Birinci mod titreşim frekansları 20 Hz'in üstünde olan objeler Deprem mühendisliği açısından rijit olarak kabul edilebilir. Bu tip eserler bir deprem sırasında rijit cisim hareketi yaparak devrilme, kayma ve aşırı gerilmelerden kaynaklanan hasar yaratabilirler.

### Rijit devrilme

Bir kaide, döşeme veya zemin üzerinde serbest olarak duran rijit objeler bir deprem sırasında çaprışarak veya devrilerek hasar görebilirler.

Düzenli ve oldukça düzgün kütle dağılımı olan objeler için stabilite kriterleri:

Devrilme sallanmalarına başlama kriteri:  $(a_{\max}/g) > (B/H)$

Devrilme kriteri :  $V_{\max} > 10B/\sqrt{H}$

ifadeleri ile verilebilir. Burada  $a_{\max}$  yatay yer hareketinin en büyük ivmesi,  $g$  yer çekimi ivmesi,  $V_{\max}$  (cm/sn) yatay yer hareketinin en büyük hızı,  $B$ (cm) obje tabanındaki en küçük boyut ve  $H$  (cm) objenin yüksekliği olmaktadır.

Kütle dağılımı düzensiz olan objeler için  $H$  yüksekliği yerine :

$$H' = (8h^3)/[3(i^2+r^2)]$$

alınarak stabilite kriterleri hesaplanabilir. Bu ifadede:  $i = \sqrt{I/A}$  jirasyon yarıçapı,  $I$  objenin tabanındaki dönme noktası etrafındaki atalet momenti,  $A$  obje kesit alanı ve  $h$  obje ağırlık merkezinin yüksekliğidir.

Dikkat edilirse bu stabilite kriterleri obje tabanı durduğu yüzey arasındaki sürtünme katsayısından bağımsızdır.

Sergilenen bir eser devrilme stabilitesi açısından kararsız çıkarsa aşağıdaki önlemler alınabilir:

- 1.Obje tabanından konulduğu yere bağlanabilir,
- 2.Obje mesina veya pleksiglas çubuklar kullanarak çevresindeki sağlam noktalara tutturulabilir,
- 3.Obje ağırlık merkezi aşağı indirilebilir (mesela vazunun içine bir miktar kum veya saçma doldurulması gibi),
- 4.Taban alanı büyütülebilir,
- 5.Mesnette yatay deprem izolasyonu uygulanabilir.

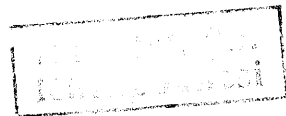
## Rijit Kayma

Bir kaide, döşeme veya zemin üzerinde serbest olarak duran objeler bir deprem sırasında kayarak diğer objelerle çaprışabilir veya yere düşerek hasar görebilir.

Bu tip objelerin kayma stabilitesi kriteri:  $(a_{\max}/g) > \mu$  ifadeleri ile verilebilir. Burada  $\mu$  obje tabanı ile yerleştirildiği yüzey arasındaki sürtünme katsayısıdır. Bir deprem sırasında meydana gelebilecek kayma mesafesi dinamik hareket denklemi çözülerek bulunabilir.

Sergilenen bir eser kayma stabilitesi açısından kararsız çıkarsa aşağıdaki önlemler alınabilir:

- 1.Obje tabanından konulduğu yere bağlanabilir,
- 2.Obje mesina veya pleksiglas çubuklar kullanarak çevresindeki sağlam noktalara tutturulabilir,



- 3.Obje ile yerleştirildiği yüzey arasındaki sürtünme katsayısı artırılabilir (ancak bu durumda bile en az 5cm serbest kayma mesafesi bırakılmalıdır),
- 4.Mesnette yatay deprem izolasyonu uygulanabilir.

### Gerilmelerden Kaynaklanan Hasar

Mesnete bağlanmış (ankastre) olarak sergilenen bazı objelerde (narın heykeller ve cam işleri gibi) deprem sırasında oluşan aşırı gerilmeler çatlama ve hasara yol açabilir. Obje rijit olarak ele alındığı için, obje ağırlık merkezine  $a_{max} \times m$  büyüklüğünde yatay bir kuvvetin etki ettirilmesi; kritik kesitlerdeki gerilmelerinin tayini açısından gereklidir.

Hesaplanan gerilmeler müsaade edilenlerin üzerine çıkıyorsa aşağıdaki önlemler alınabilir:

- 1.Kritik kesitler kuvvetlendirilebilir,
- 2.Kritik kesitlerin üzerinde kalan kısımlar mesnetlenebilir,
- 3.Mesnet izolasyonu yapılabilir.

### Esnek Davranış

Deprem etkileri altında esnek davranış gösteren sistemlerdeki gerilmeler oldukça büyüyebilir. Mesela tavana asılı bir avize tavandan daha fazla hareket edebilir veya metal bir heykelin kolu heykel gövdesinden daha fazla salınım yapabilir. Sergilenen eserlerin bu tip davranışları aşağıdaki ana başlıklar altında incelenebilir.

### İki ve üç boyutlu salınım (çarpışma)

Duvara asılı tablolar bu tip davranış gösterir. Davranışın önemli parametreleri askı uzunluğu (L) ve sönüm katsayısı (c)' dir. Verilen bir  $a_x$  ve  $a_z$  yatay ve düşey deprem ivmeleri altında meydana gelecek salınım açısı  $\beta$  aşağıdaki ifade ile verilebilir:

$$\beta + 4\pi f c \beta + (2\pi f)^2 \sin\beta = -(1/L) (a_x \cos\beta + a_z \sin\beta)$$

Burada  $f=(0.5/\pi)(\sqrt{g/L})$  doğal salınım frekansıdır. Verilen bir L uzunluğuna tekabül eden maksimum  $\beta$  değerleri değişik c sönümleri için hesaplanarak abaklar halinde sunulabilir. Üç boyutlu salınım açılarının maksimum değerleri iki boyutlu salınım tekabül eden değerlerin %140'ı olarak alınabilir.

Tabloların bir deprem sırasında çarpışarak hasar görmelerinin önlenmesi için bu abaklardan bulunacak maksimum  $\beta$  açıları asılan tablolar arasındaki mesafenin tayininde kullanılmalıdır. Tabloların alt köşelerinde lastik tamponların kullanılması da uygun bir yöntemdir.

## Gerilmelerden kaynaklanan hasar

Esnek davranış gösteren objelerde bir deprem sırasında meydana gelecek gerilmeler yapı dinamiğinin bilinen yöntemleriyle hesaplanabilir. Genellikle kritik kesitlerde meydana gelecek çekme kuvvetleri objenin deprem hasarı konusunda bir kriter oluşturabilir.

Hesaplanan gerilmeler hasar kriterlerini sağlıyorsa aşağıdaki önlemler alınabilir:

- 1.Kritik kesitler kuvvetlendirilebilir,
- 2.Kritik kesitlerin üzerinde kalan kısımlar mesnetlenebilir,
- 3.Mesnet izolasyonu yapılabilir.

## İzole Edilmiş Mesnet

Gerek rijit ve gerekse esnek davranış gösteren objeler üzerine etkiyecek deprem kuvvetleri uygun şekilde tasarlanmış mesnet izolatörleri kullanılarak azaltılabilir. Temel yalıtımı vasıtasıyla yer ve eser arasında bir relatif hareket oluşur ve esere aktarılan deprem kuvveti azaltılır.

Devrilme ve/veya çarpışma problemi olmayan objeler için mesnetle obje tabanı arasındaki sürtünmenin azaltılması, rijit mesnetlenme durumuna kıyasla, deprem kuvvetlerini azaltacaktır.

Obje tabanı ile mesnet arasında elastomer yastıklar kullanılarak yatay veya dönel yönde izolasyon sağlanabilir. Kullanılacak bu elastomer elemanların fiziksel özelliklerini sergileyen eserin kütlesine, boyutlarına ve amaçlanan yalıtım derecesine bağlı olarak belirlemek mümkündür. Yurt dışındaki bazı firmalarca bu tip yalıtım sistem ve elemanları pazarlanmaktadır.

## ÖNERİ VE SONUÇ

Japonya ve A.B.D. gibi gelişmiş ülkelerde bile çok yeni olan bu faaliyetlerin henüz ülkemizde bir uygulaması bulunmamaktadır. Ancak, büyük bir çoğunluğu deprem bölgesinde olan ve müzelerinde çok kıymetli eser ve koleksiyonların yer aldığı ülkemiz için bu konuda kısa ve uzun vadeli tedbirlerin alınması gereklidir.

Kısa vadede aşağıdaki tedbirler derhal uygulanabilir:

- 1.Eser ve/veya sergileme dolaplarını zemin, raf veya duvara tesbit et.
- 2.Ağırlık merkezlerini aşağı indir. (Mesela, vazoların dibine kurşun saçma doldurmak gibi).
- 3.Devrilme stabilitelerini sağla.
- 4.Sergileme dolaplarının camekanlarının kırılmasını önle. (Mesela, şeffaf film yapıştırmak gibi).

5.Sergileme dolaplarını birbirine bağla.

Daha ileri aşamalarda ise aşağıdaki tedbirler alınmalıdır:

- 1.Sergilenen eserleri ve mesnetleme tiplerini deprem davranışı açısından sınıflandır.
- 2.Her bir sınıf için deprem performanslarını iyileştirecek tedbirleri belirle.
- 3.Prototip uygulamaları basit bir sarsma masası üzerinde dene.
- 4.Bir el kitabı hazırlayarak uygulamaya konmasını temin et.

Unutulmaması gerekir ki, bu tedbirler bir daha yerine konulması mümkün olmayan insanlık ve kültür mirası eserlerin gelecek kuşaklara sağlam olarak emanet edilmesini sağlayacaktır.

Birleşmiş Milletler tarafından 1990 ve 2000 yılları arasındaki 10 yıl "Doğal Afet Zararlarının Azaltılması On-Yılı" olarak kabul edilmiş bulunmaktadır. Bu hususta bütün ülkeler ve ilgili kuruluşlar hedeflerini saptamakta ve çalışma planlarını belirlemektedir. Müzelerde sergilenen eserlerin deprem tehlikesinden korunması konusunda yapılacak çalışma ve uygulamaların çok düşük bir maliyetle çok büyük yararlar sağlayacağı ve anılan On-Yıla çok anlamlı bir katkıda bulunacağı açıktır.

## KAYNAK

Bu bildirinin hazırlanmasında; UNESCO, Japonya Kültür İşleri Bakanlığı, John Paul Getty Müzesi, The Getty Koruma Enstitüsü, Nomura Ltd. Şirketi gibi çeşitli kuruluşların yayınlarından ve Agbabian Şirketi Genel Müdürü Dr.Robert Nigbor'un görüşlerinden istifade edilmiştir.