

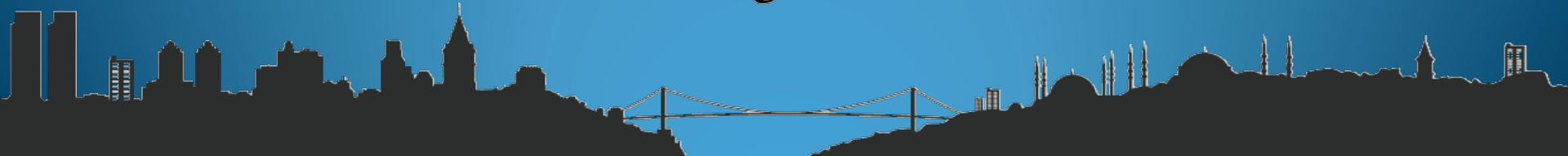


İSTANBUL MEDENİYET
ÜNİVERSİTESİ

Operasyonel Modal Analiz ve Mevcut Yapıların Analizinde Kullanım Alanları

Prof. Dr. Fuat Aras

“yenilikçi
ve girişimci”



Operasyonel Modal Analiz

Operasyonel Modal Analiz

Çevresel Titreşim Analizi

DeneySEL Modal Analiz

Yapı Sağlığı İzleme

Ambient Vibration Analysis

Forced Vibration Analysis

Experimental Modal Analysis

System Identification

Structural Health Monitoring

Mevcut yapılardan alınan titreşim kayıtlarının analiz edilmesiyle yapı dinamik özellikleri belirlenebilir.

Titreşimler:

- Yer Değiştirme
- Hız
- İvme

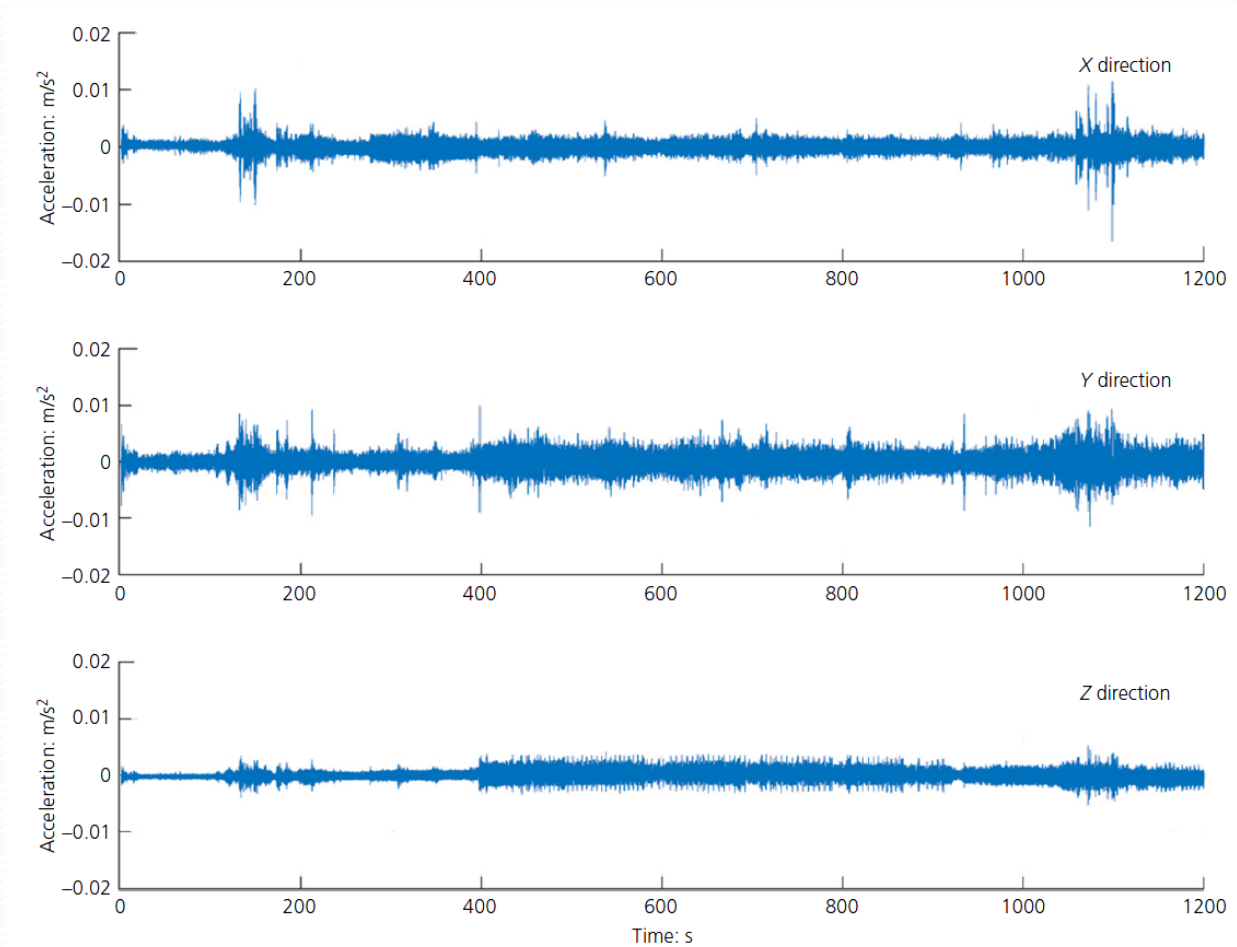
Operasyonel Modal Analiz

Mevcut yapıların dinamik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan deneysel aktivitedir.



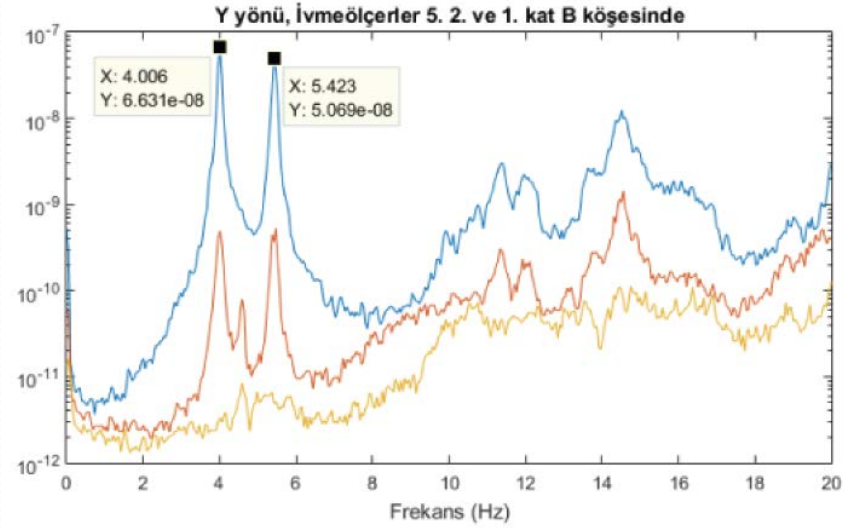
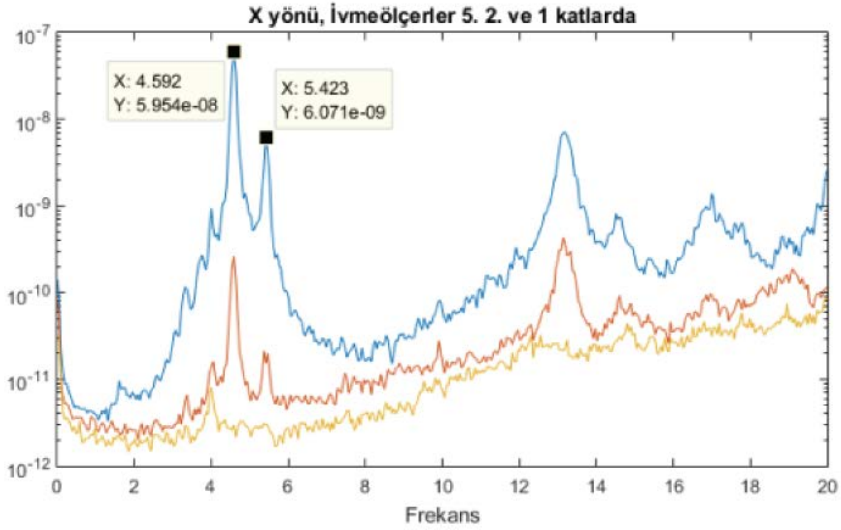
Operasyonel Modal Analiz

Titreşim:



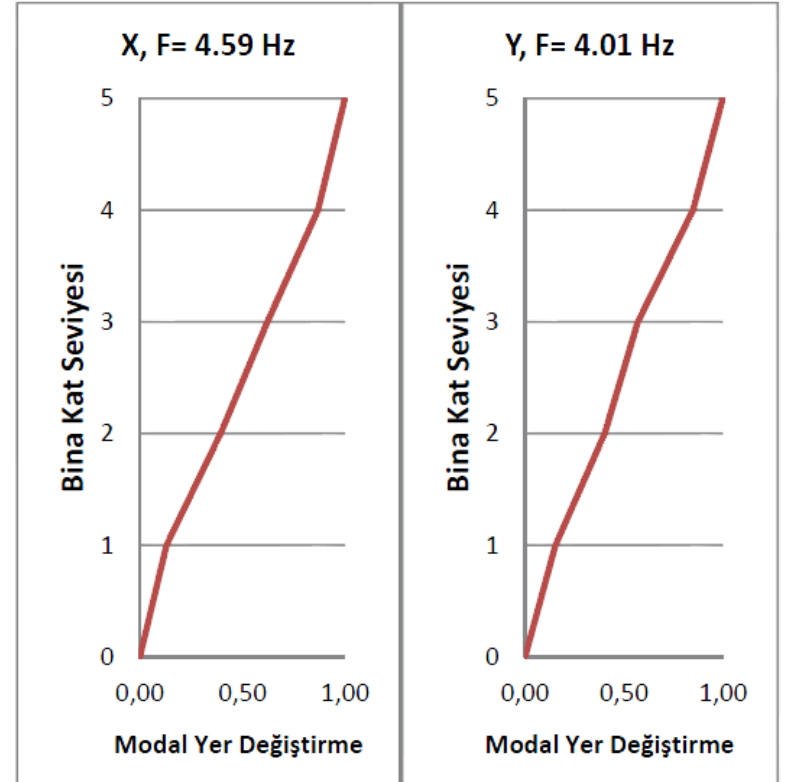
Operasyonel Modal Analiz

Titreşimlerin İşlenmesi:



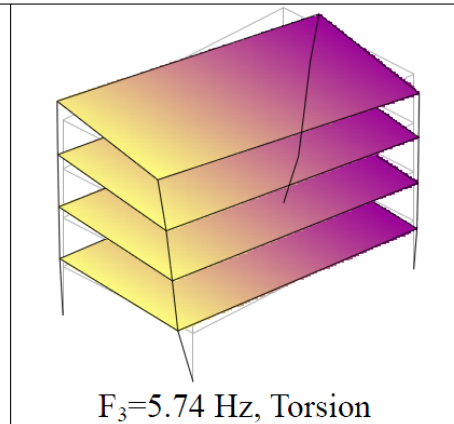
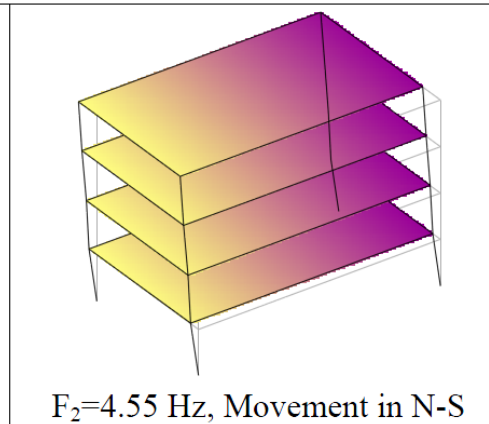
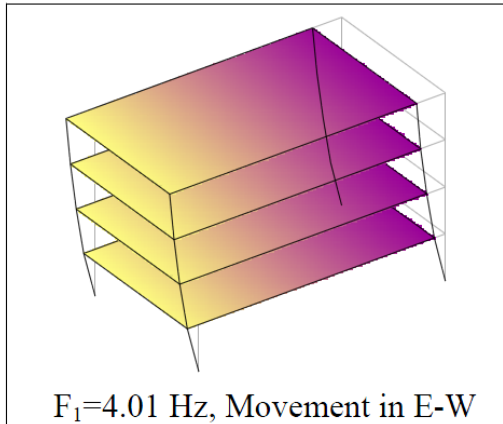
Operasyonel Modal Analiz

Titreşimlerin işlenmesi ve yapı dinamik özelliklerinin ortaya çıkarılması:



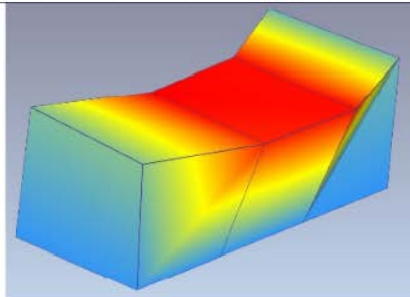
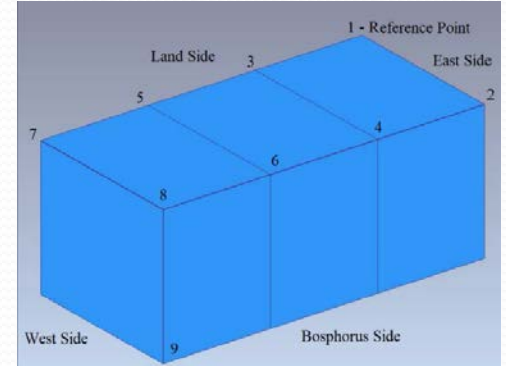
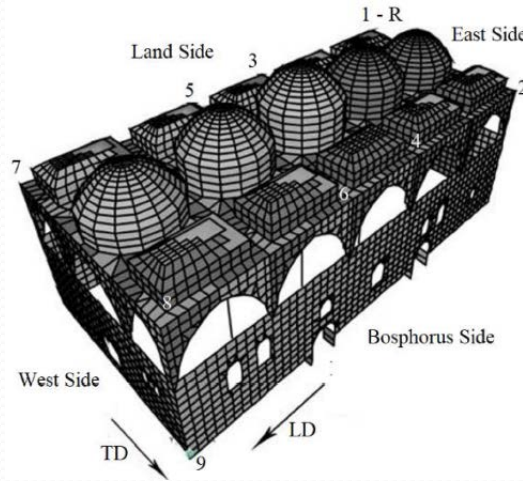
Operasyonel Modal Analiz

Titreşimlerin işlenmesi ve yapı dinamik özelliklerinin ortaya çıkarılması:

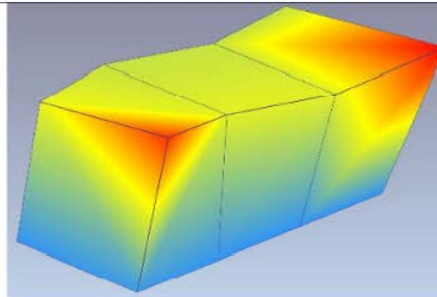


Operasyonel Modal Analiz

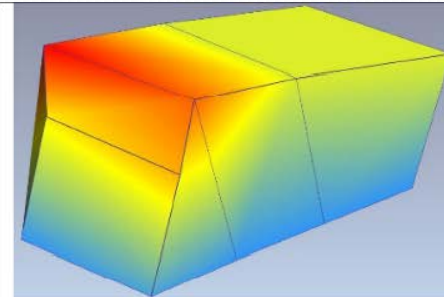
Titreşimlerin işlenmesi ve yapı dinamik özelliklerinin ortaya çıkarılması:



Mode 1: Movement of the central part in TD ($f_1= 2.91$ Hz)



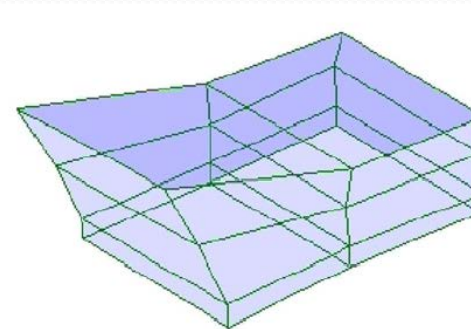
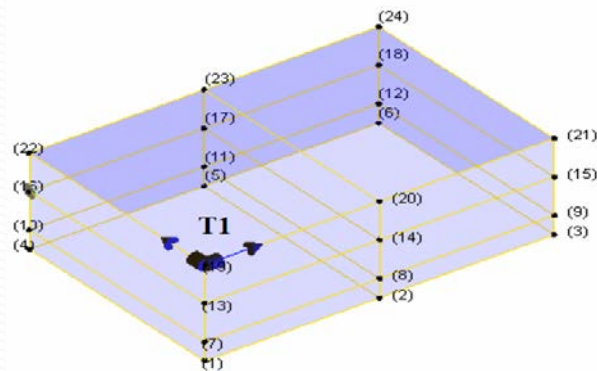
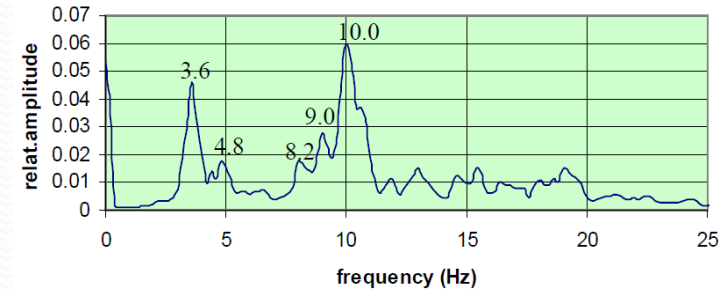
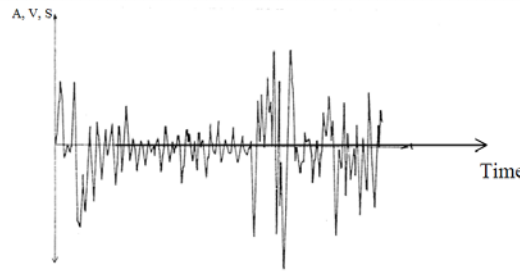
Mode 2: Movement of the whole structure in LD ($f_2= 4.24$ Hz)



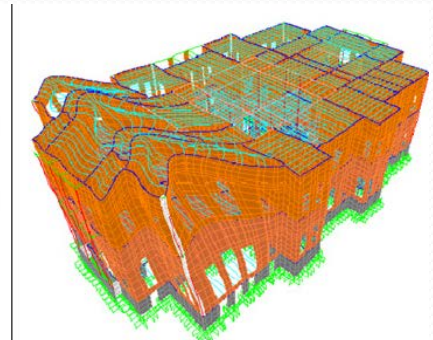
Mode 3: Movement of the west side in TD ($f_3= 5.78$ Hz)

Operasyonel Modal Analiz

OMA: Mevcut yapıların dinamik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan deneysel aktivite



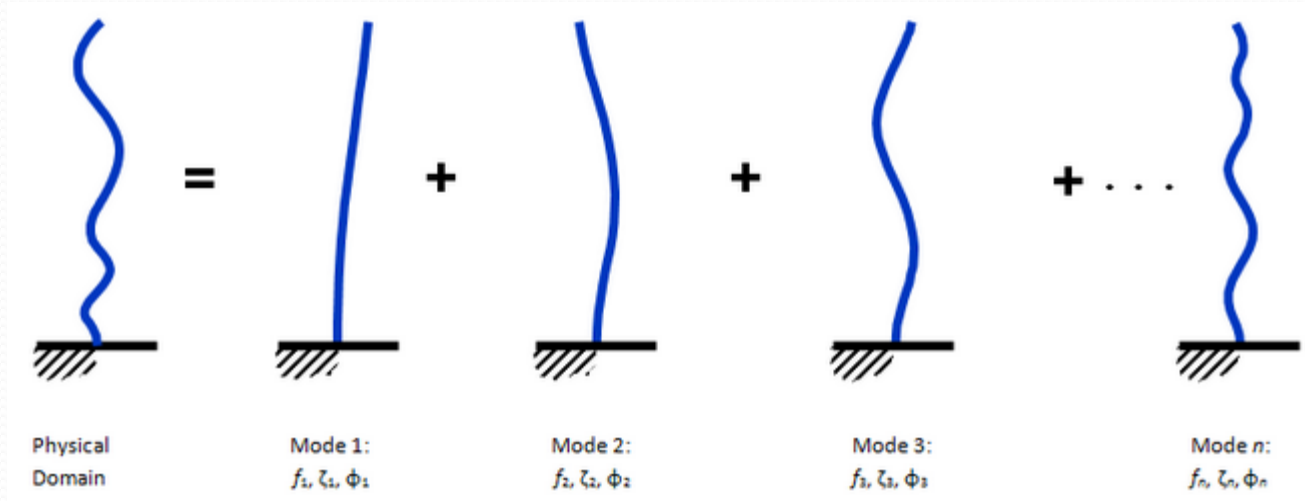
First Mode: T=0.361 sec



First Mode: T=0.371 sec

Dinamik Özellikler

Modal frekanslar – Mod Şekilleri – Sönüm Oranlar

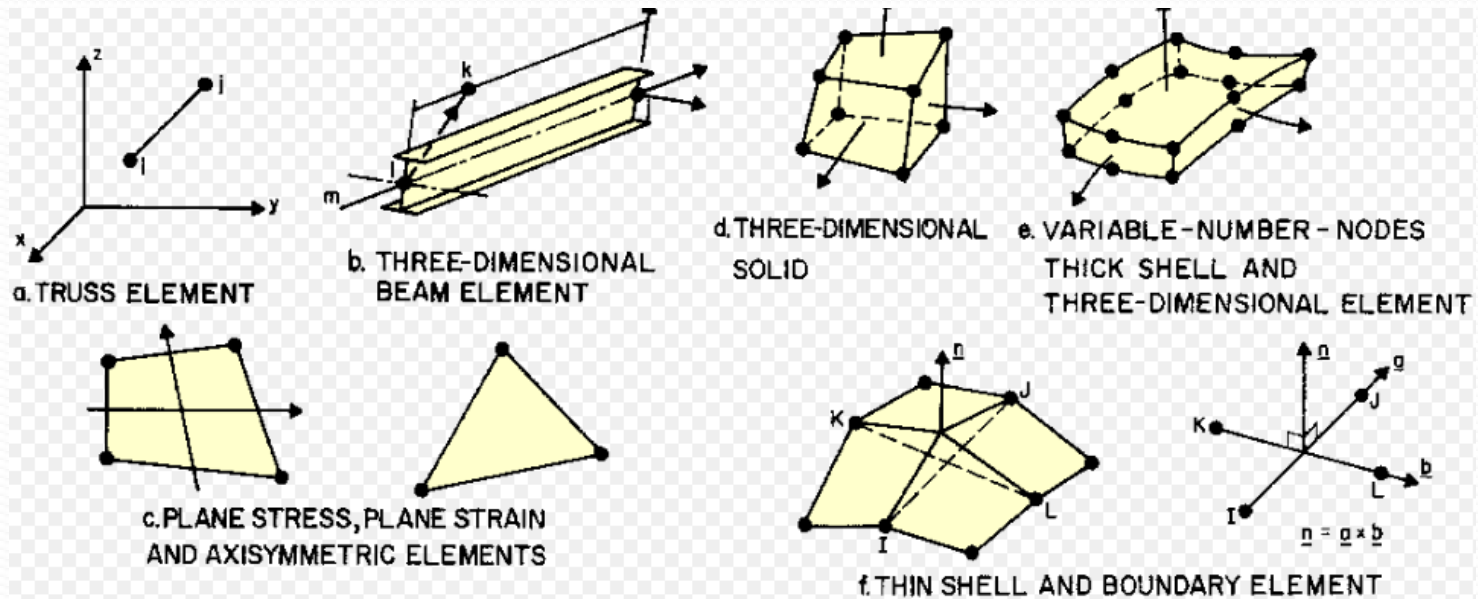


Dinamik özellikler yapısal davranışı temsil eden en önemli ayırt edici kalıtsal parametrelerdir.

Sayısal Modelleme

Yeni projelendirilecek ve mevcut yapıların analizlerinde sayısal modeller kullanılır ve yapı dinamik özellikleri hesapla tahmin edilir.

$$[M][\ddot{U}] + [C][\dot{U}] + [K][U] = [F]$$



Sayısal Modelleme

Sayısal modelleme gerçek yapının bilgisayar ortamına aktarılması işidir.

Modelleme sırasında yapılan genellemeler, varsayımlar, kabuller ve ihmaller nedeniyle gerçek yapının gerçek dinamik özelliklerinin belirlenmesinde problemler oluşmaktadır.

Gerçek yapı davranışını temsil etmeyen sayısal modellerle de doğru analizlerin yapılması mümkün değildir.

Bu durum özellikle yapısal davranışını tahmin edilmesi zor olan kompleks yapı sistemli mevcut yapılar için daha önemli bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

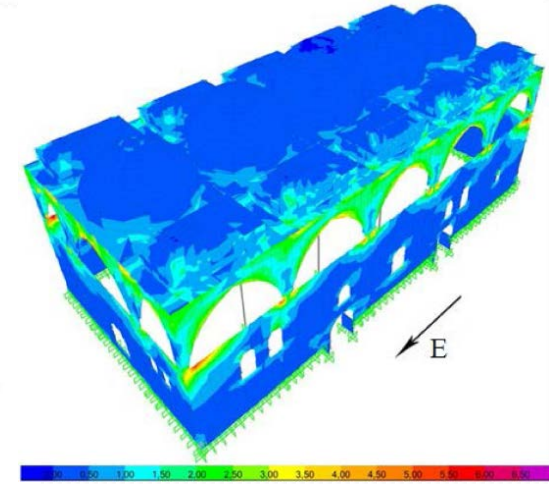
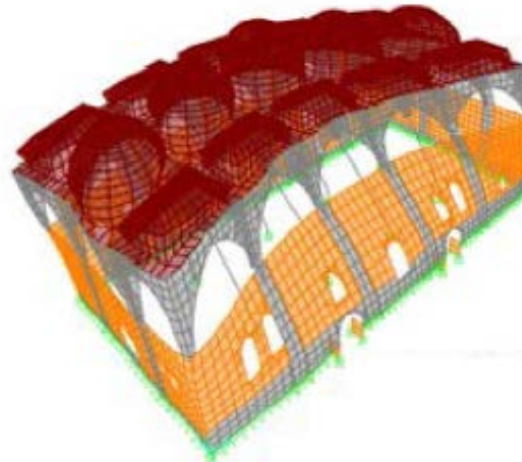
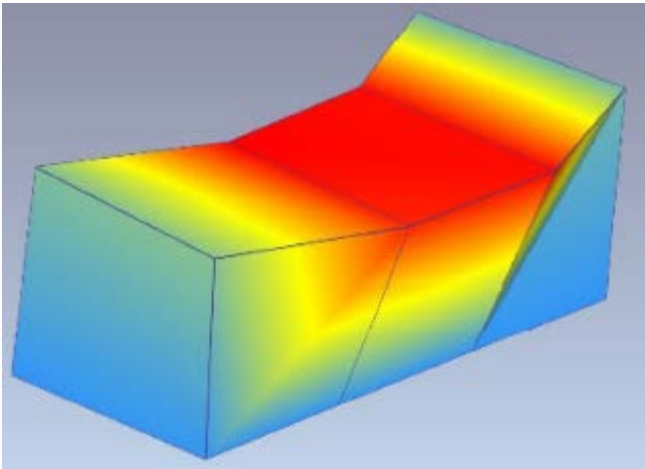
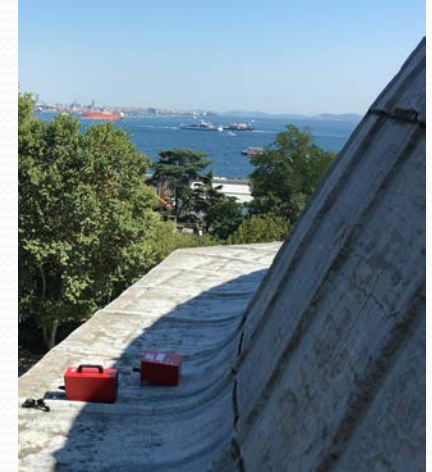
OMA Kullanım Alanları

Sayısal modellerin kontrol edilmesi: Her türlü mevcut yapı için uygulanabilir. Tarihi yapılar, hasarlı yapılar ve dinamik özelliklerinin tahmin edilmesi zor olan kompleks yapılar için sayısal model doğrulama işi önemlidir ve çok fazla faydalı bilgi açığa çıkarılabilir.

Güçlendirme işlemlerinin kontrol edilmesi: Yapısal güçlendirme işlemleri görece bir yapının orijinal ve güçlendirilmiş yapı sistemlerinden elde edilecek dinamik parametrelerin doğrudan karşılaştırılması güçlendirme etkilerini ortaya çıkaracaktır.

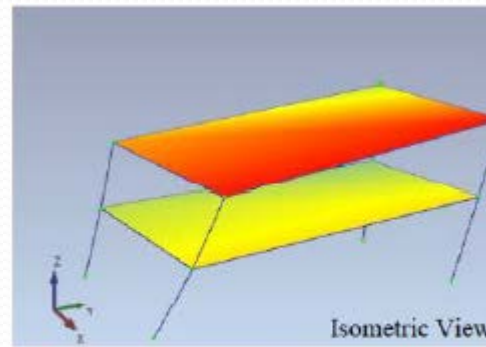
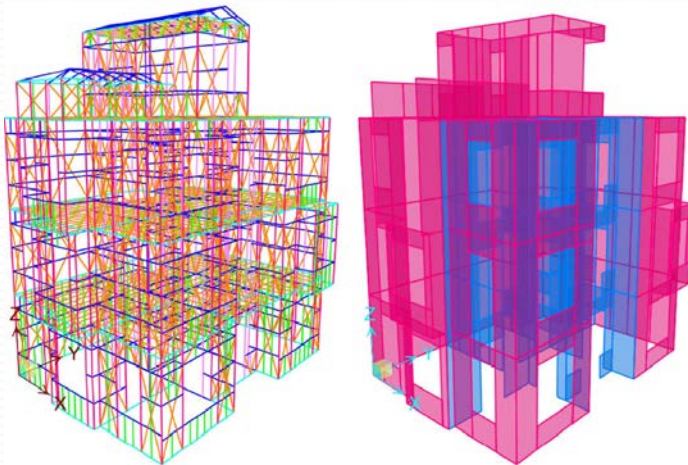
Malzeme özellikleri, kullanılabilirlik ve yapı-zemin etkileşimi gibi parametrelerin araştırılması: Amaca göre yapıdan alınacak özel ölçümler hedeflenen parametrelerin belirlenmesi için kullanılabilir.

Tophane-i Amire

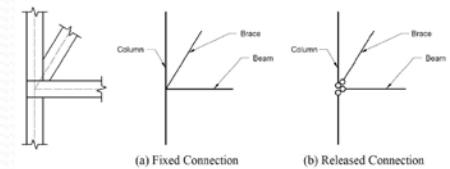


Aktürk, F., Aras F., Çeribaşı, S., **Dynamic response and seismic vulnerabilities of the historic Tophane-i Amire**, Journal of Computing and Cultural Heritage, 2022, 15(3): 52. DOI:10.1145/3495225.

Turşucuzade Köşkü



$$f = 2.93 \text{ Hz}, \quad \zeta = 1.62\%$$

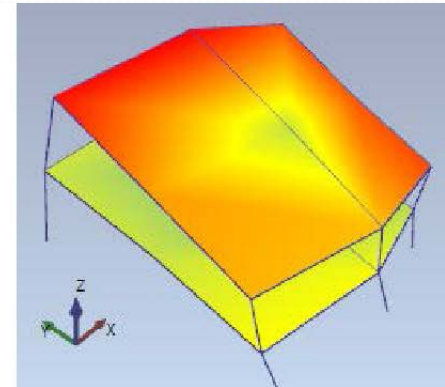
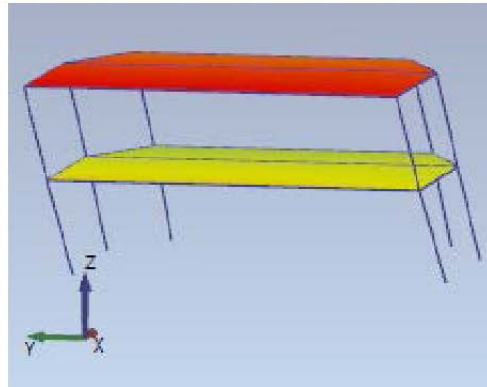
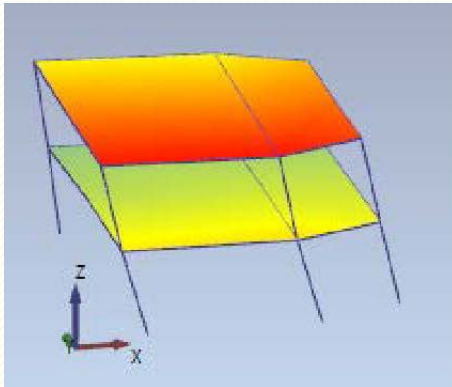


Aras F, Inam IE, Aktürk F (2025): Use of operational modal analysis to confirm the finite element model of a reconstructed historic timber building in Istanbul, European Journal of Environmental and Civil Engineering,

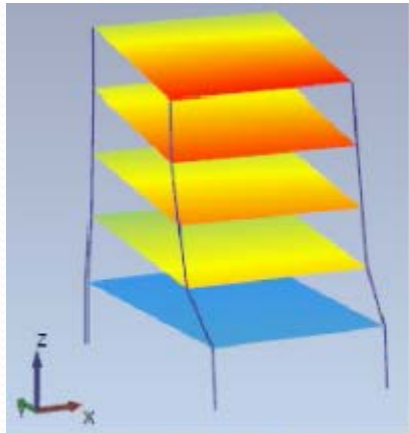
Tarihi Yapılarda Model Doğrulama



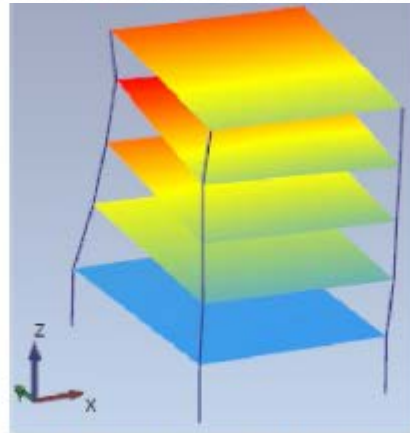
Çelik Yapılarda Model Doğrulama



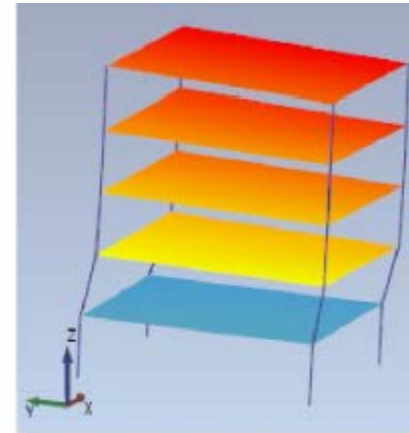
Hasarlı Betonarme Yapılar



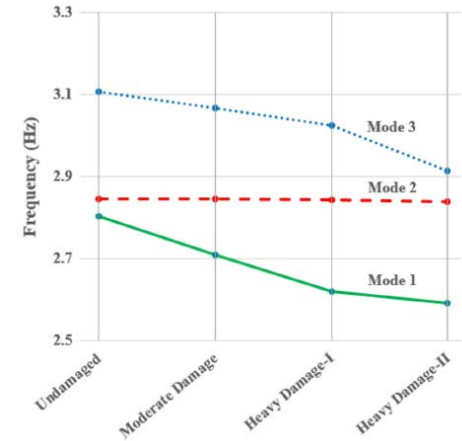
Mode 1, $f = 2.676$ Hz



Mode 2, $f = 2.813$ Hz

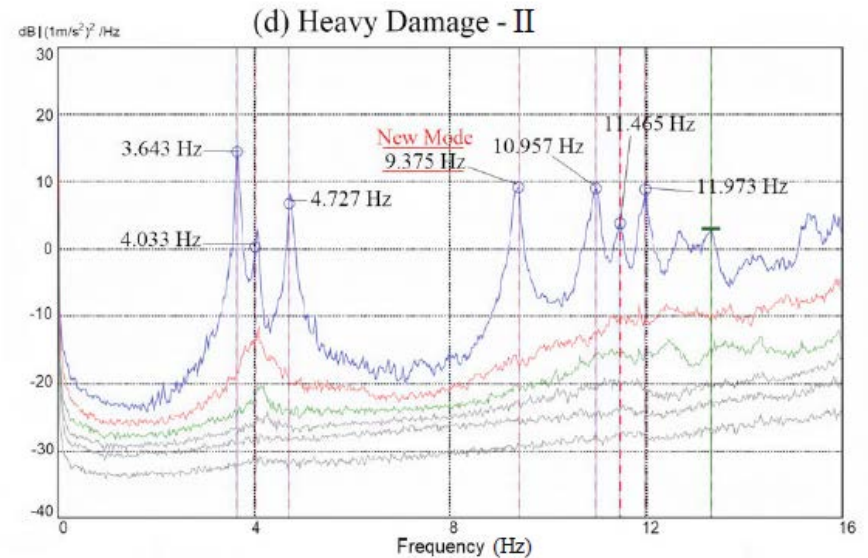
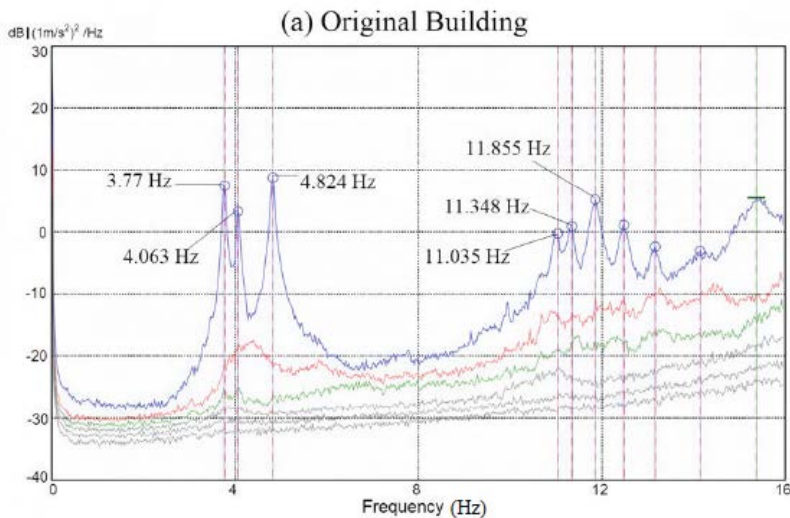
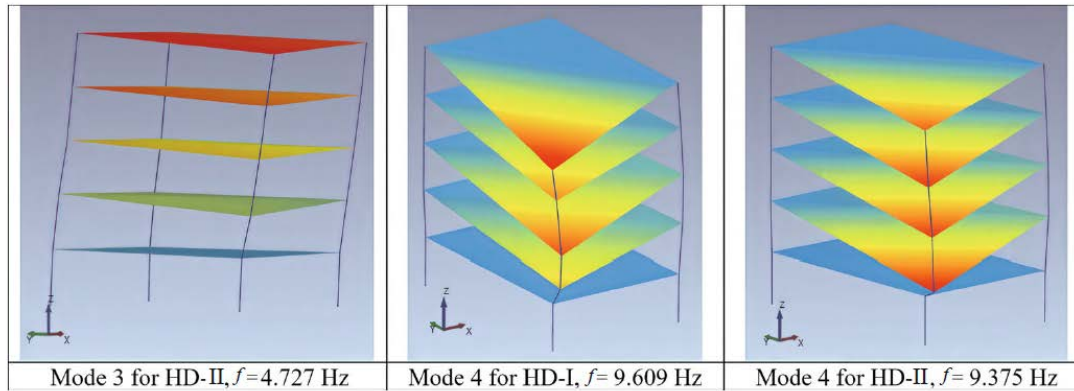


Mode 3, $f = 3.203$ Hz

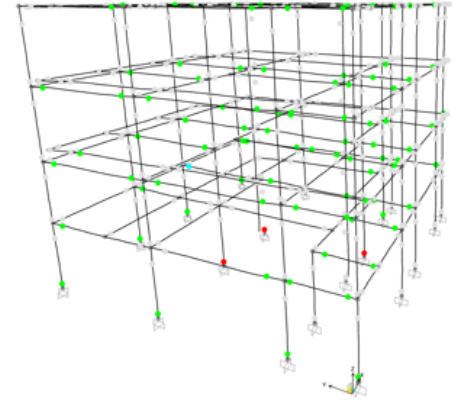
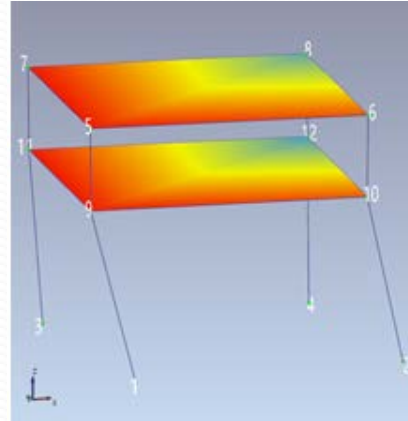


Aras F, Çatbaş F.N., Monitoring the changes in the dynamic properties of an RC building experiencing column loss, Journal of Civil Structural Health Monitoring, 2024, DOI: 10.1007/s13349-024-00783-z.

Hasarlı Betonarme Yapılar

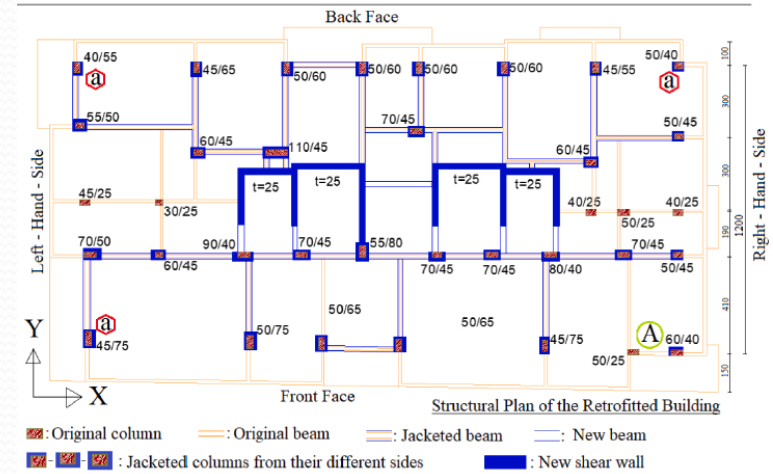
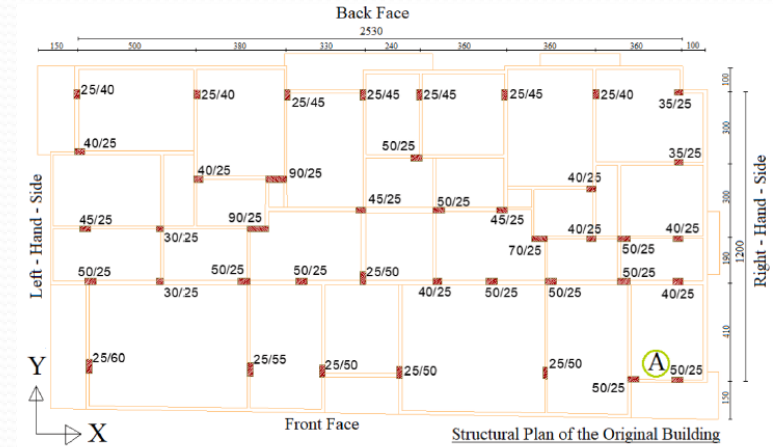
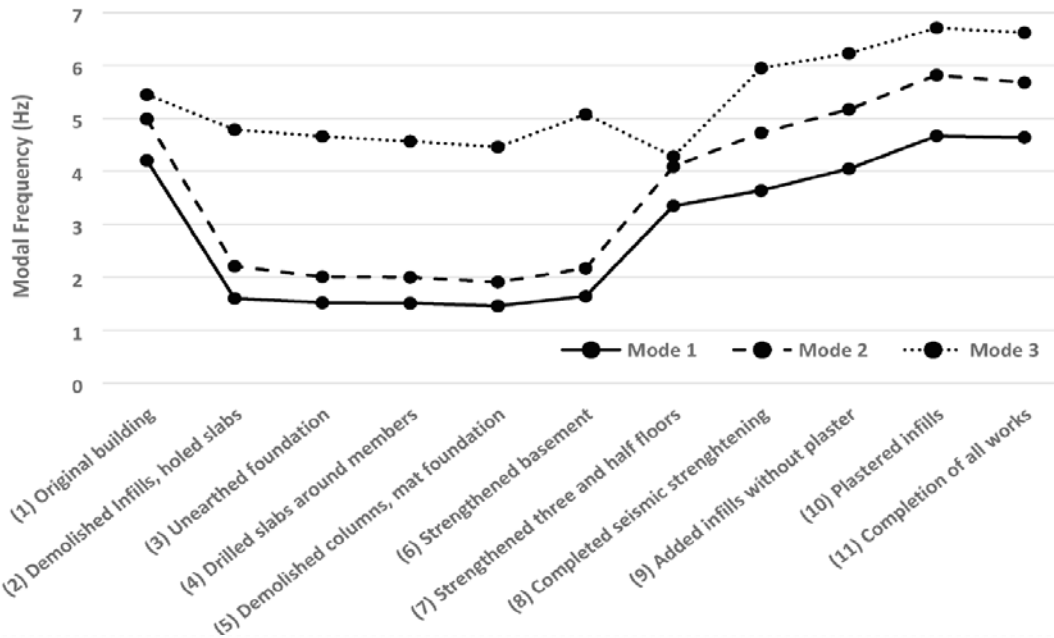


Hasarlı Betonarme Yapılar

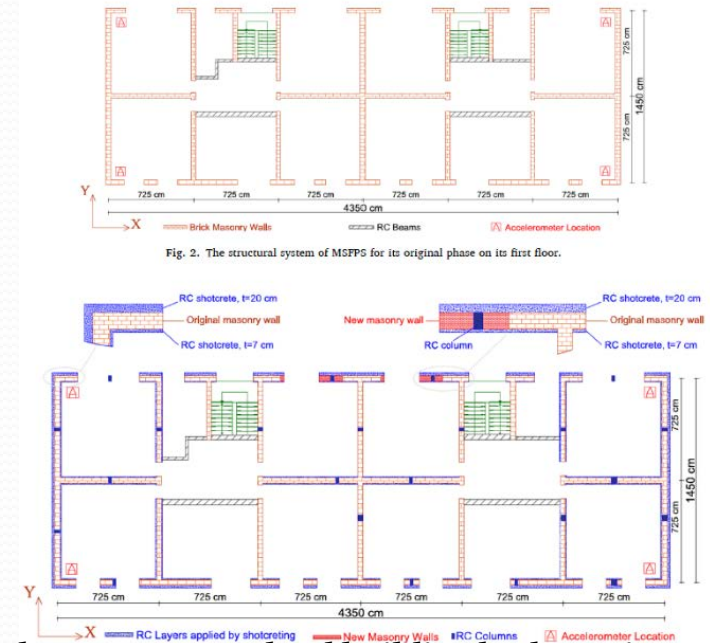
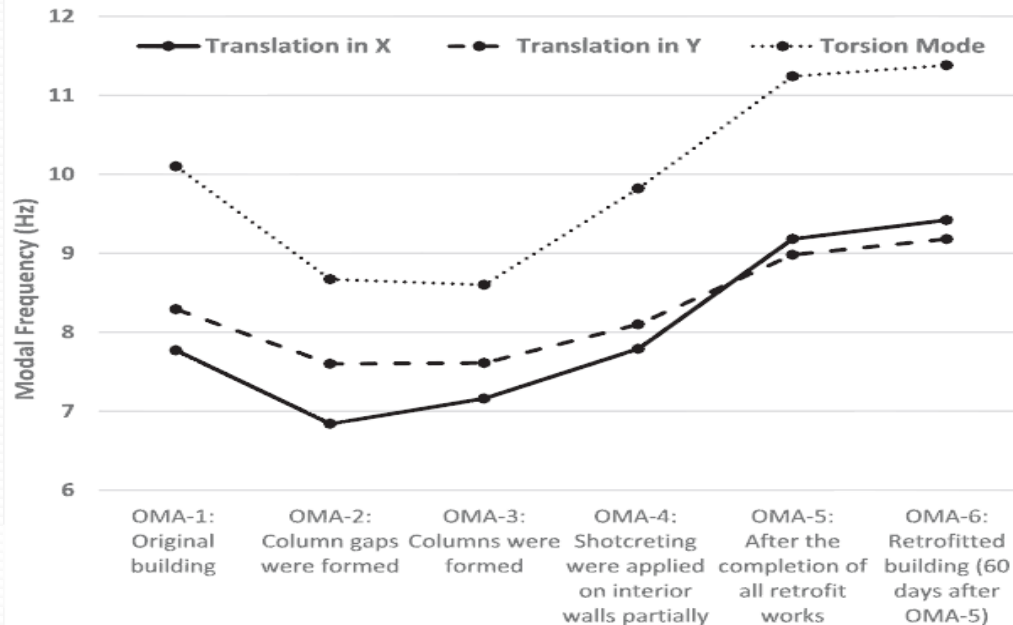


Aras F., Doğan T.P., Öztürk M., Tün M., Arslan M.H., **Assessment of the damage caused by the 6 February 2023 earthquakes on old and new dated reinforced concrete buildings in Elbistan, Turkey.** *Advances in Structural Engineering*, 2025, DOI: 10.1177/13694332251375194.

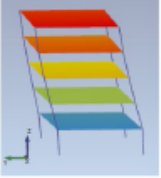
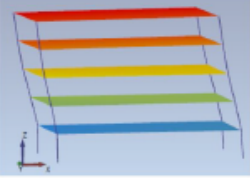
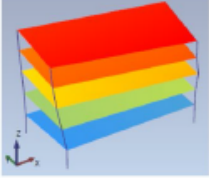
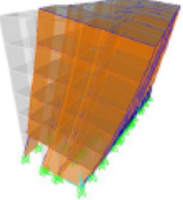
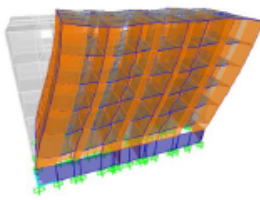
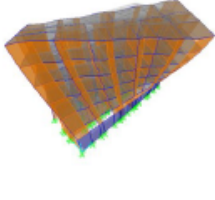
Güçlendirme işlemlerinin kontrol edilmesi

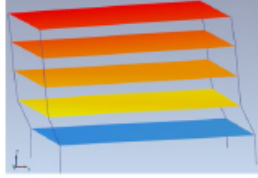

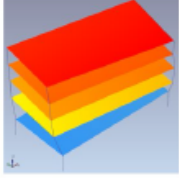
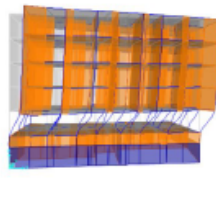

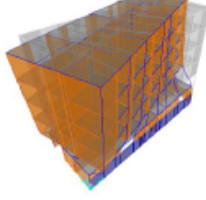


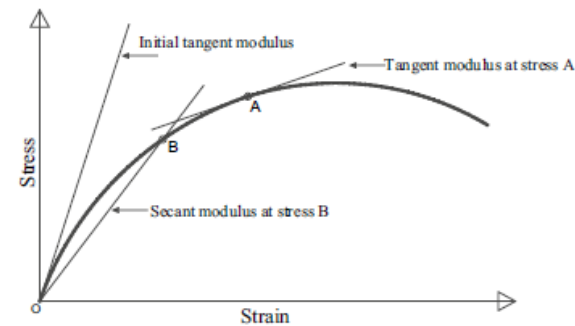
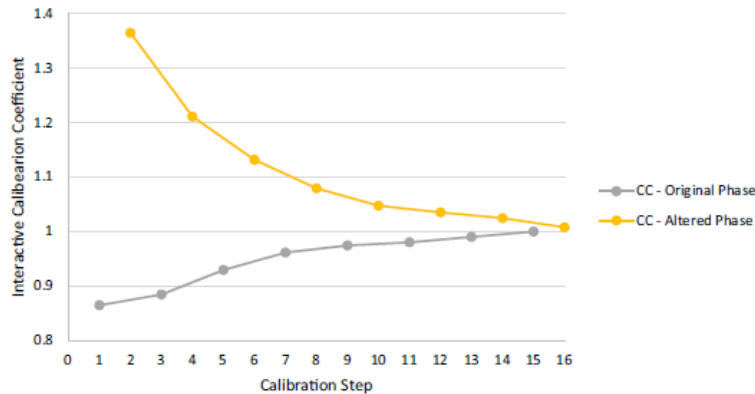
Güçlendirme işlemlerinin kontrol edilmesi



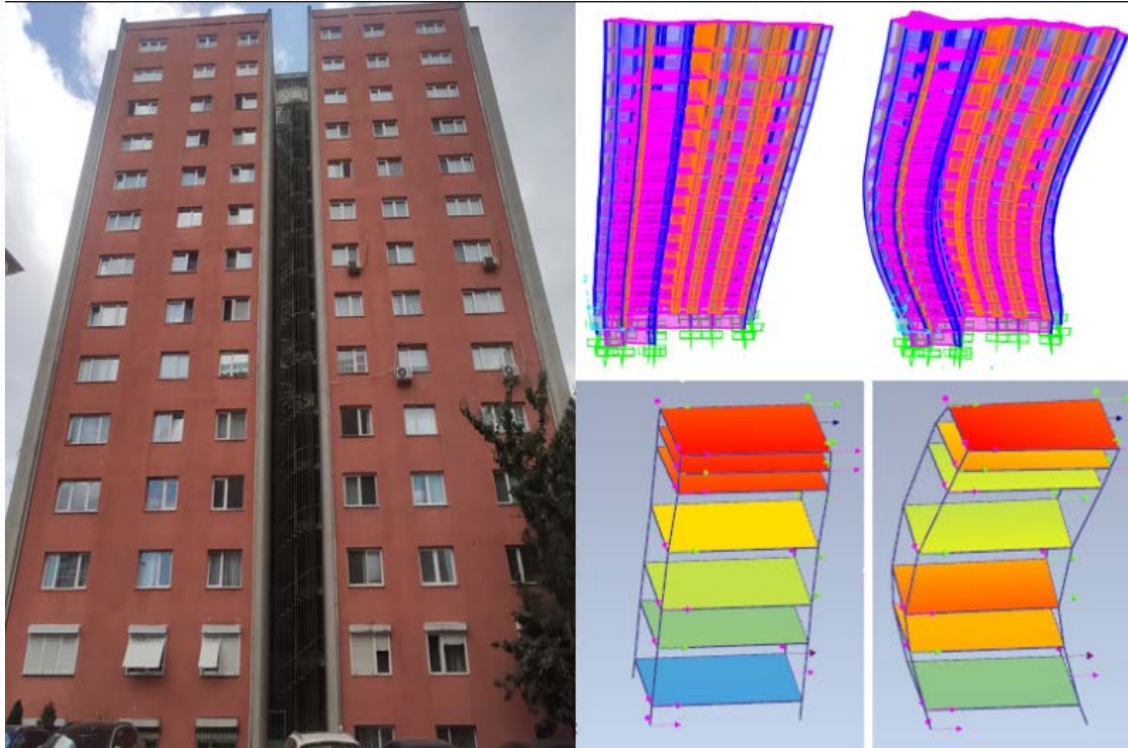
Malzeme özelliklerinin değerlendirilmesi

OMA	Mode 1: $f = 4.04$ Hz 	Mode 1: $f = 4.61$ Hz 	Mode 1: $f = 5.47$ Hz 
FEA	Mode 1: $f = 4.50$ Hz 	Mode 1: $f = 4.80$ Hz 	Mode 1: $f = 5.49$ Hz 
ϵ_1	11.4 %	4.1 %	0.4 %

OMA	Mode 1: $f = 2.93$ Hz 	Mode 1: $f = 3.03$ Hz 	Mode 1: $f = 3.22$ Hz 
FEA	Mode 1: $f = 2.74$ Hz 	Mode 1: $f = 2.75$ Hz 	Mode 1: $f = 3.2$ Hz 
ϵ_1	-6.5 %	-9.2 %	-0.6 %

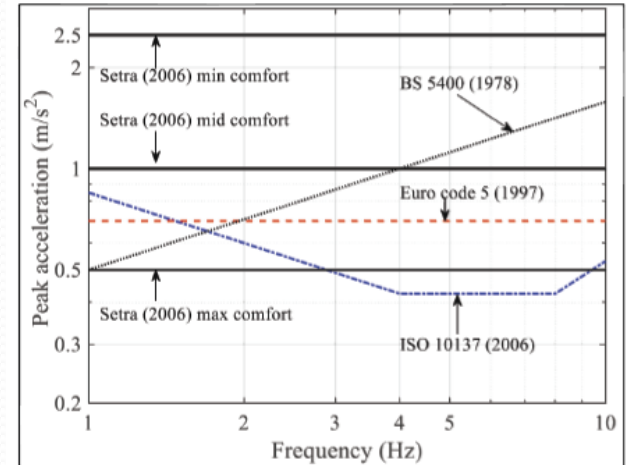


Malzeme özelliklerinin değerlendirilmesi

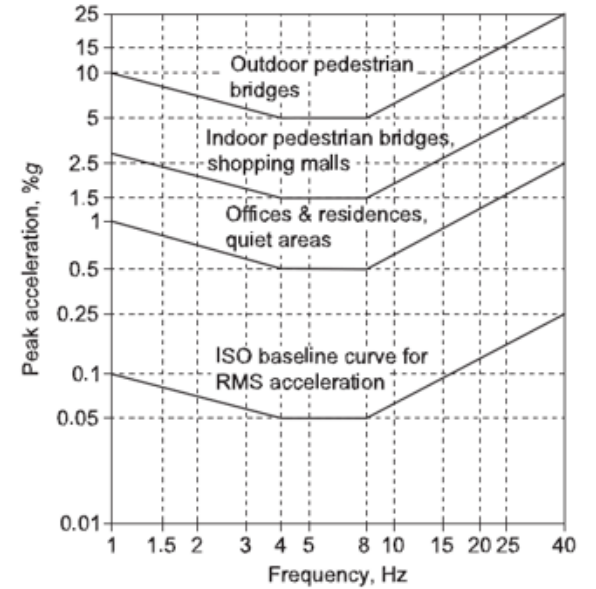


Beton sınıfı belirlenmesi
için karot sayısının
azaltılması

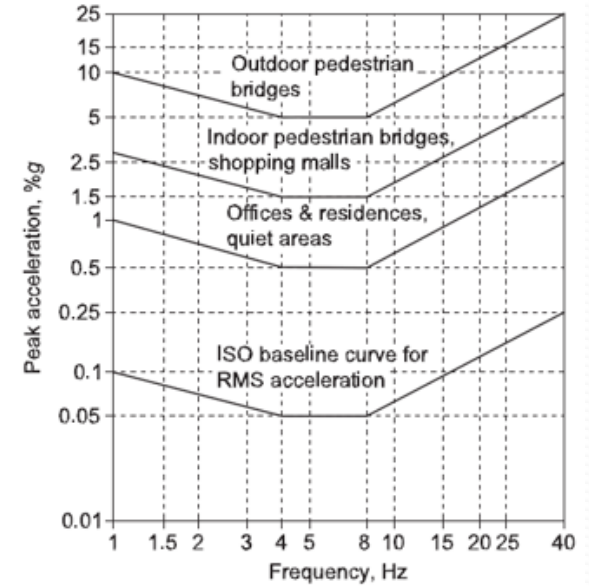
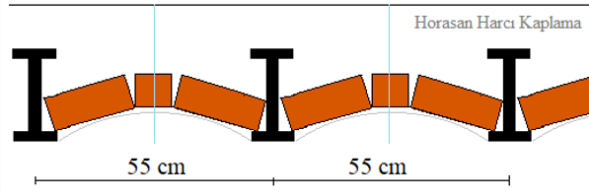
Köprülerde Kullanılabilirlik limitleri



Merdivenlerde kullanılabilirlik limitleri



Döşeme tasarımı ve kullanılabilirlik limitleri



Teşekkürler

Prof. Dr. Fuat ARAS

0532 356 9240

fuat.aras@medeniyet.edu.tr

fuataras@hotmail.com