

BETONARME ÇERÇEVELİ YAPILARIN ZORLANMIŞ TİTREŞİM DENEYLERİNE GÖRE MEVCUT DURUMLARININ ARAŞTIRILMASI

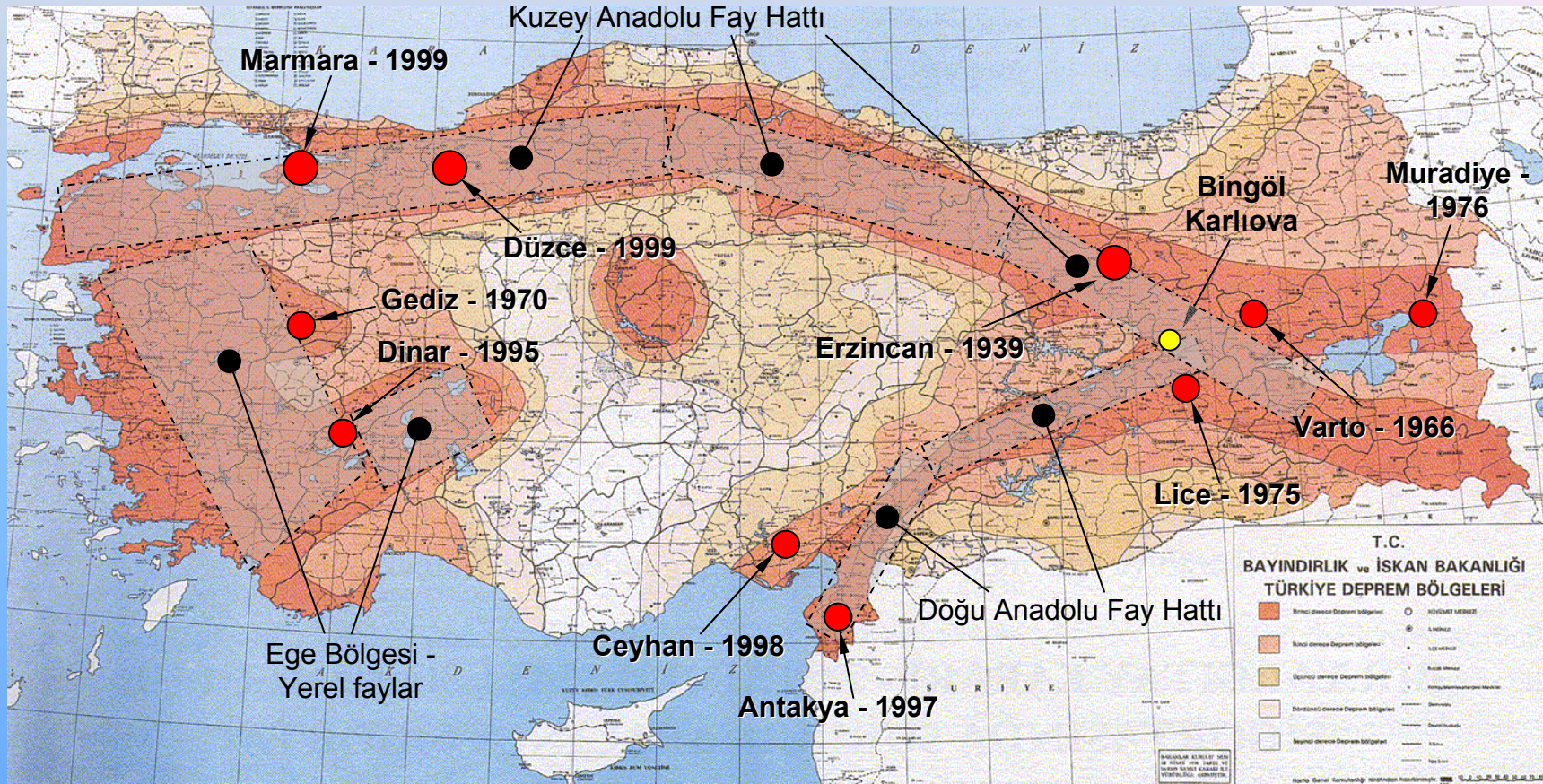
Hazırlayan:
Yüksek Lisans Öğrencisi
Ela Dođanay

SUNUM KAPSAMI

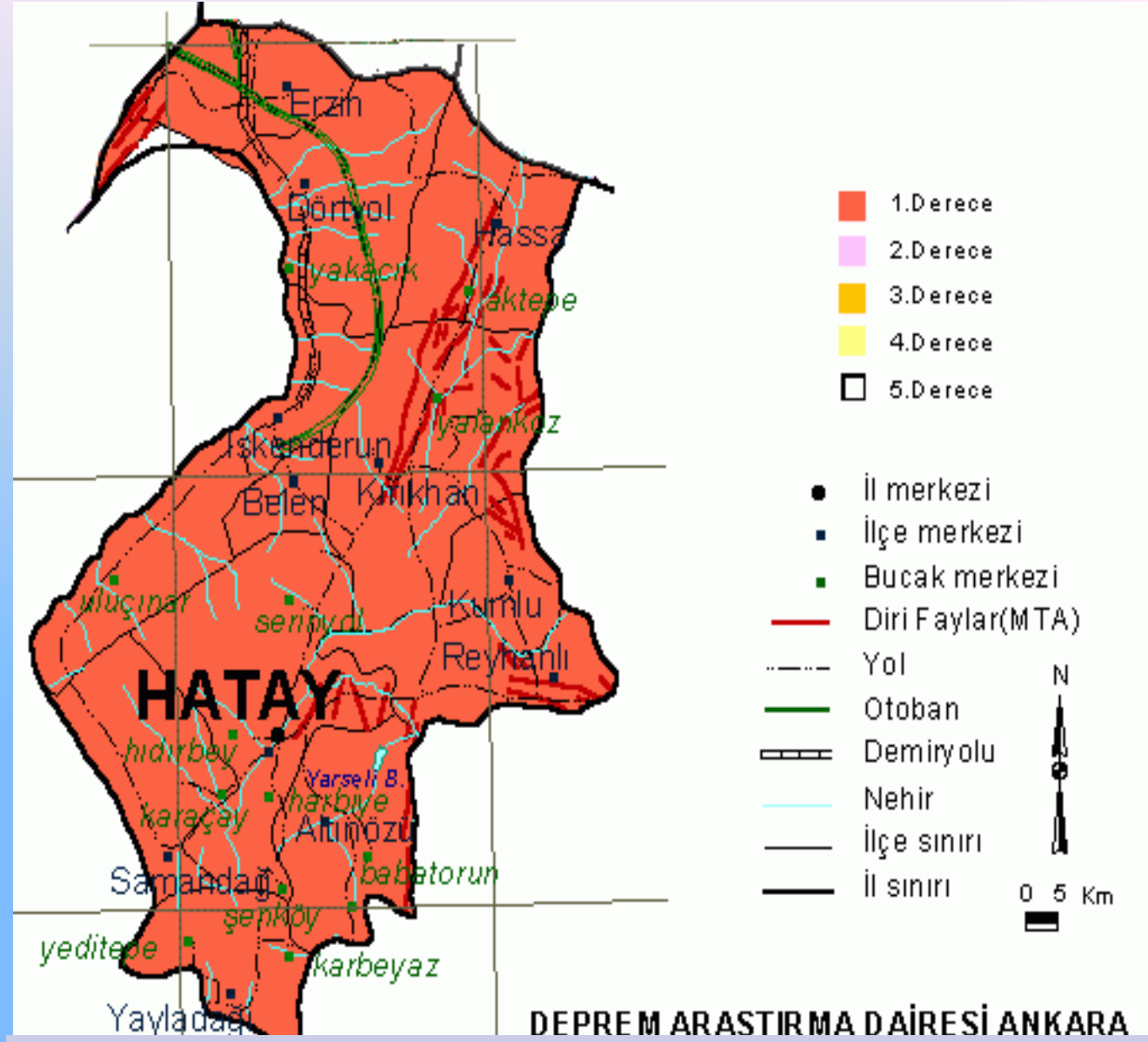
- ❖ Giriş
- ❖ Zorlanmış Titreşim Testleri
- ❖ Test Binalarının Belirlenmesi
- ❖ Test Kapsamında Kullanılan Cihazlar
- ❖ Test İşlemleri
- ❖ Test Sonuçlarının View2002 Programında Analizi
- ❖ Yapıların ETABS Programı İle Modellenmesi
- ❖ Test ve Analiz Sonuçları
- ❖ Sonuçlar ve Öneriler

--Giriş--

Ülkemiz, son derece aktif deprem kuşaklarının bulunduğu bir coğrafyaya sahiptir.



Özellikle de Hatay, deprem fay hatlarının kesiştiği bölgede yer almasından dolayı deprem tehlikesinin en üst düzeyde yaşanabileceği şehirlerimizin başında gelmektedir.



- Son yıllardaki depremlerden sonra yapılan hasar incelemelerinde, betonarme çerçevesel yapılarda çok fazla hasarlar olduğu görülmüş ve bu yapıların hasargörebilirliğinin arttığı sonucuna varılmıştır.
- Bazı hasarların nedenlerinin açıklanması ve araştırılması mümkündür fakat yapı planına ve kabullere bağlı olarak bulunan sayısal sonuçlar ile ölçülen sonuçlar arasında farklar meydana gelmektedir.
- Bu yüzden sismik yüklerin binaya daha sistematik bir yol ile aktarılmasına dayanan ve aletsel dataların kullanıldığı ileri yaklaşımlara gerek olduğu ortadadır.



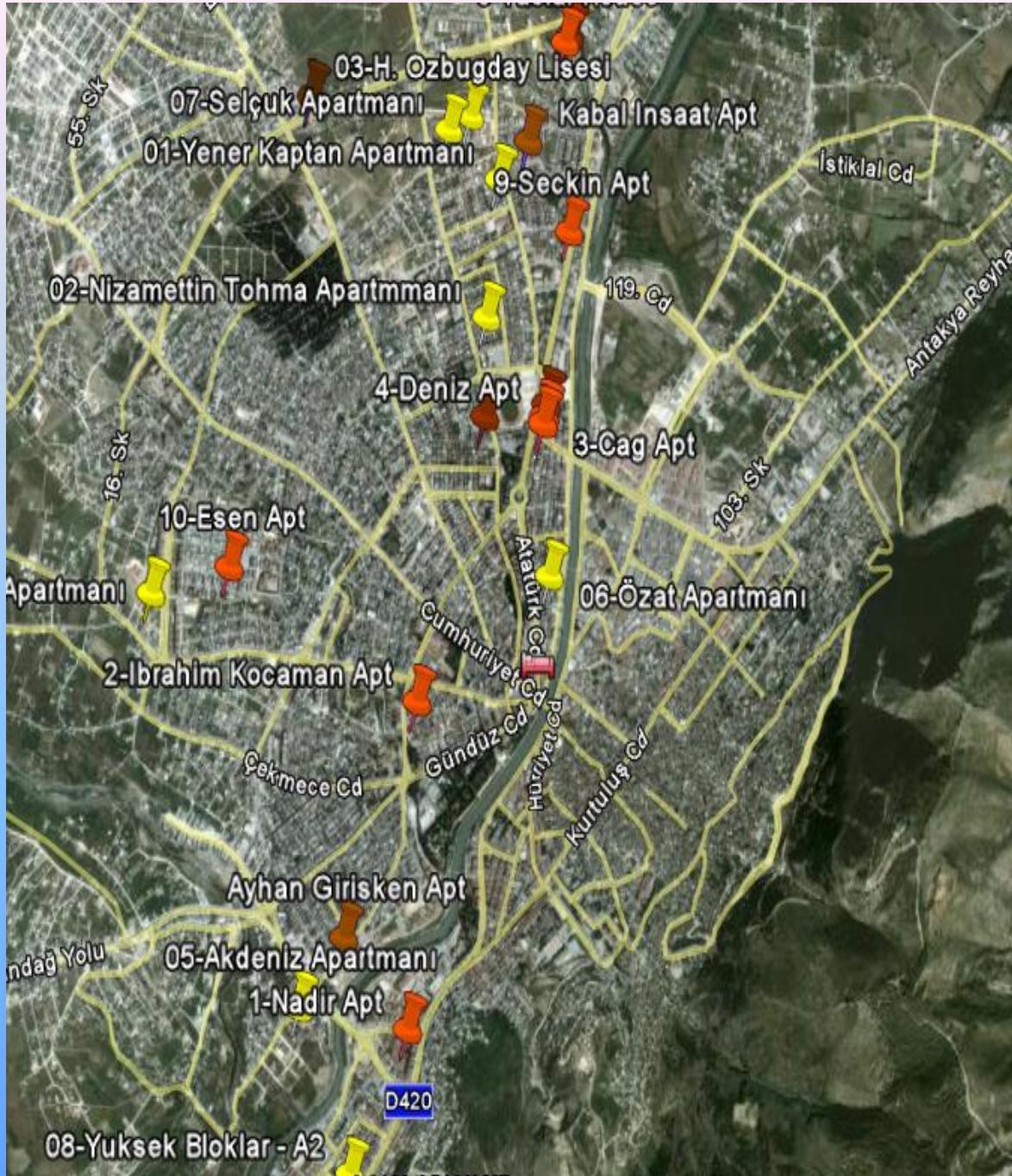
Buradan yola çıkarak geliştirilen bu çalışmasının amacı ;

Mevcut olan betonarme yapı stoğunun hasar ve deprem karakteristiğinin belirlenmesidir.

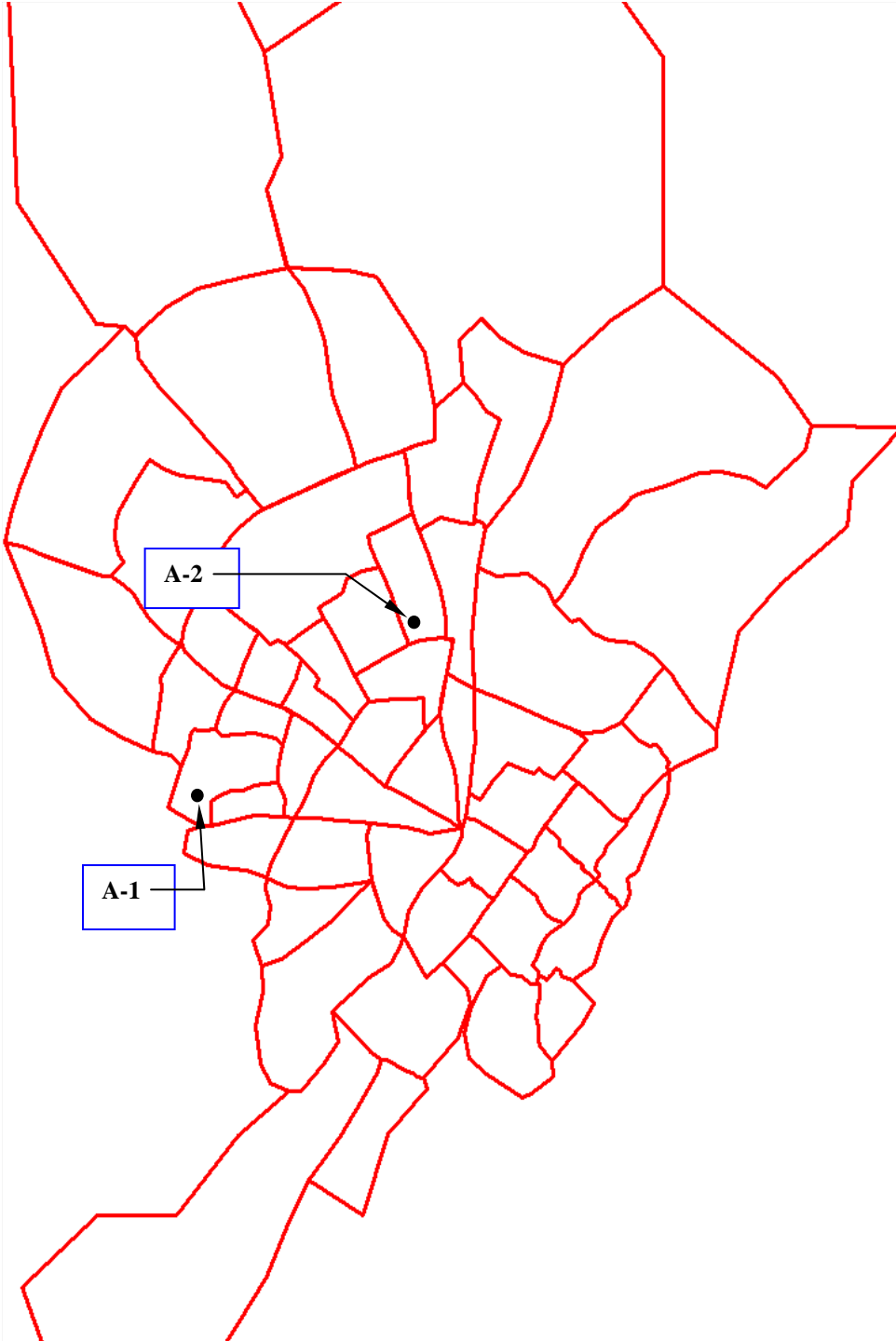
İzlenmesi gereken yol şöyledir;

- ❖ **Zorlanmış titreşim deneyleri ile dinamik davranış parametrelerinin belirlenmesi (hakim titreşim periyodu, mod şekli, sönüm oranı gibi)**
- ❖ **Analitik modellerin kalibrasyonu (elde edilen dinamik parametrelere göre)**
- ❖ **Performansa dayalı analizler ile bina performanslarının belirlenmesi**
- ❖ **Performanslar değerlendirilerek Antakya'daki yapı stokunun hasar karakteristiğinin ortaya konması**
- ❖ **Veriler kullanılarak deprem senaryosu için veri tabakası oluşturulması**

--Test Binalarının Belirlenmesi--



Test binaları seçilirken Antakya genelinde olmasına, özellikle de kent merkezindeki orta katlı yapıları temsil eden binaların seçilmesine dikkat edilmiştir. Ve şekilde de görüldüğü gibi şimdiye kadar Antakya' nın çeşitli bölgelerinden seçilen 18 bina test edilmiştir.



❖ Bu sunumda test dilen binalardan iki tanesinin analiz sonuçları verilecektir.

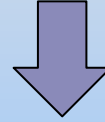
❖ Birinci bina A-1 kodlu bina

❖ İkinci bina ise A-2 kodlu bina.

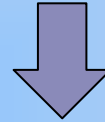
--Zorlanmış Titreşim Testi--

Zorlanmış titreşim testinde,

Sarsma cihazıyla bina sarsılarak titreşimler yaratılıyor



Bu titreşimlerden dolayı yapıda meydana gelen tepki mekanizmaları sensörler aracılığıyla kayıt altına alınıyor



Bu kayıtların bilgisayar ortamında analiz edilmesi sonucu binanın;

- ✓ Doğal periyodu
- ✓ Sönüm oranı
- ✓ Mod şekli

ve benzeri dinamik özellikleri elde edilmiş oluyor.

--Zorlanmış Titreşim Testinde Kullanılan Cihazlar--

Sarsma Cihazı

- ❖ Prototip olarak üretilmiş titreşim üretici cihaz, az ve çok katlı yapıların test edilmesine uygundur.
- ❖ Harmonik salınım üretmek üzere geliştirilmiştir.
- ❖ Cihaz titreşimi sağlayacak iki yük kolundan oluşmaktadır.
- ❖ 0.5-15 Hz frekans çalışma aralığına sahiptir
- ❖ Bu test cihazıyla test edilen binalarda titreşimler insanların hissedebileceği düzeyde değildir.



Sarsma Cihazı İle Birlikte Kullanılan Hız Ölçerler

- ❖ Testlerde 6 adet hızölçer(SENSÖR) kullanılmıştır.
- ❖ SYSCOM marka bu cihazlar x,y,z olmak üzere üç eksenli kayıt alma özelliğine sahiptir.
- ❖ Bir hızölçer toplamda 3 ana parçadan oluşmaktadır.



→ 1- MR2003; tabanında su terazili sehpaı olan ve bulunduğu zemindeki titreşimleri kayıt altına alan cihazdır.

→ 2-MR2002; MR2003 ten aldığı verileri dönüştürücüğe aktarmaktadır.

→ 3-Dönüştürücü elektriksel kayıtları sayısal olarak NCC ye aktarmaktadır.



→ Tüm hızölçerler nihai durumda verilerini NCC yardımıyla bilgisayar ortamına ulaştırır.

Deney Düzeneyi



© by seismotec GmbH
Sarsma Cihazı

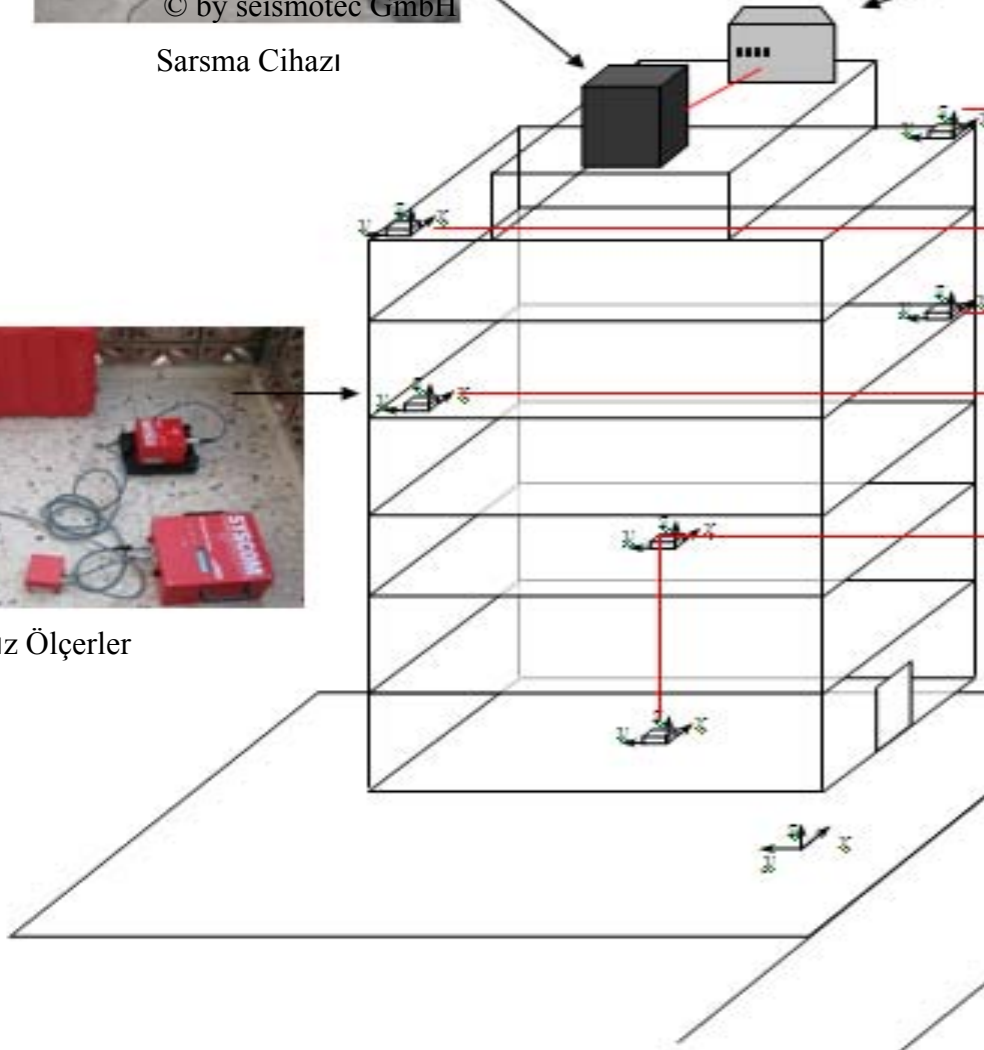


Kontrol Ünitesi

Tüm Kayıtların toplandığı yer



Hız Ölçerler



0.5 Hz ten başlayıp 0.2 yada 0.5Hz lik artımlar yapılarak sarsma cihazının dönme hızı arttırılır.



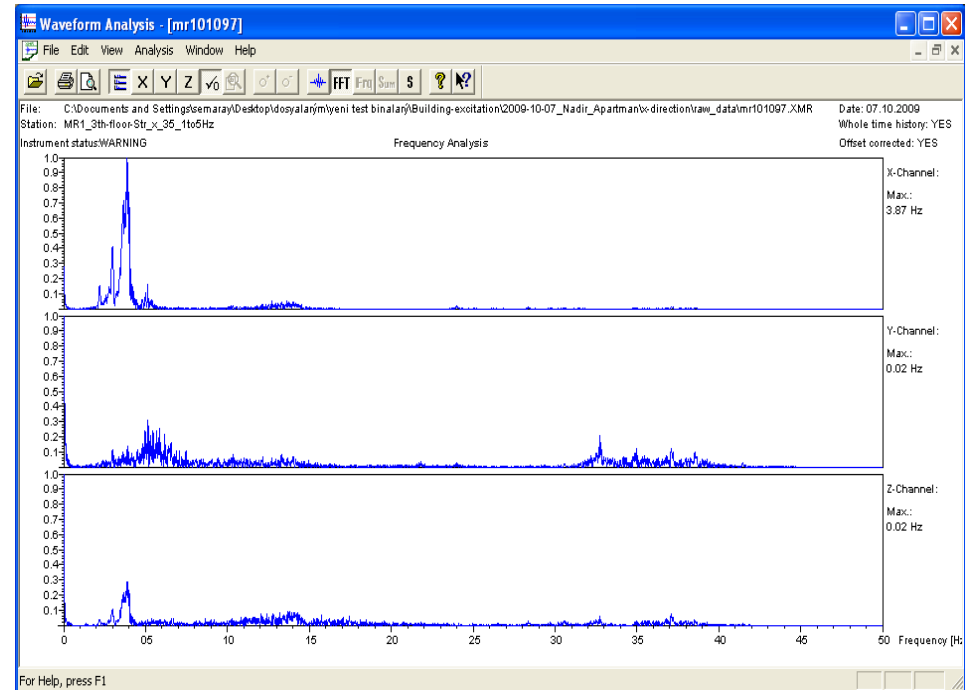
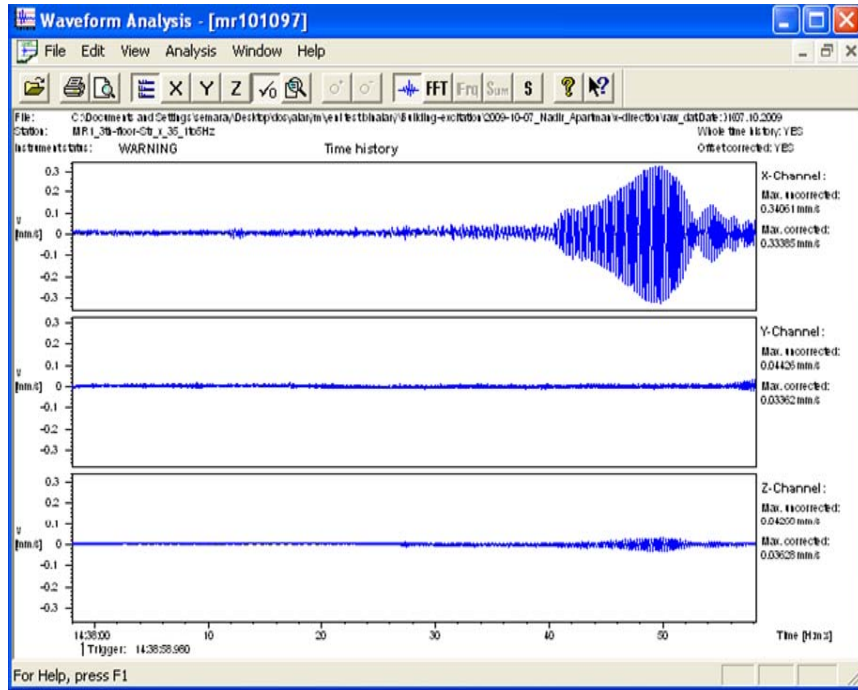
Her artımda saniyede 100 kayıt olmak üzere 60 saniye boyunca kayıt alınır.



Bina sarsma işlemi 12Hz e kadar devam eder. Titreşim üreticinin frekansı, yapının doğal frekanslarını kapsayan bir alanda uygulanmaktadır.



Her iki doğrultuda kayıt almak için cihazın doğrultusu 90 derece çevirilerek değiştirilir ve diğer doğrultu için aynı işlemler uygulanır.

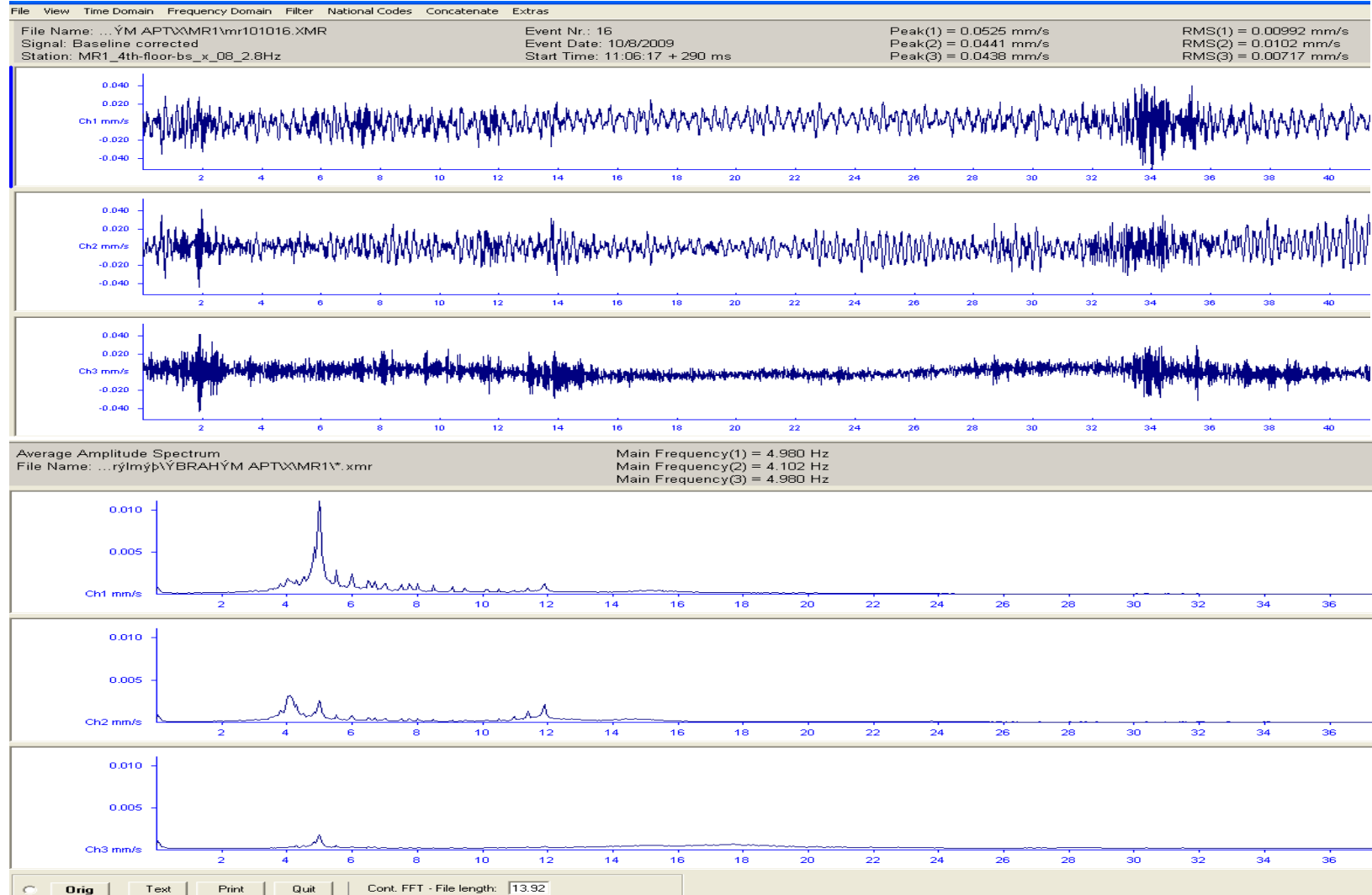


Binanın hakim titreşim frekansının olduğu bölgede, salınım frekansı ile binanın tepki frekansı çakışıp rezonans durumu meydana gelmektedir. Rezonans durumunda sensörler maksimum genlikte okuma yapmaktadır. Böylelikle binanın o yöndeki maksimum deplasmanı meydana gelmektedir.



--Verilerin analizi--

- ❖ Test binalarında hız ölçer vasıtasıyla kayıt altına alınan veriler View2002 programıyla analiz edilmiştir.



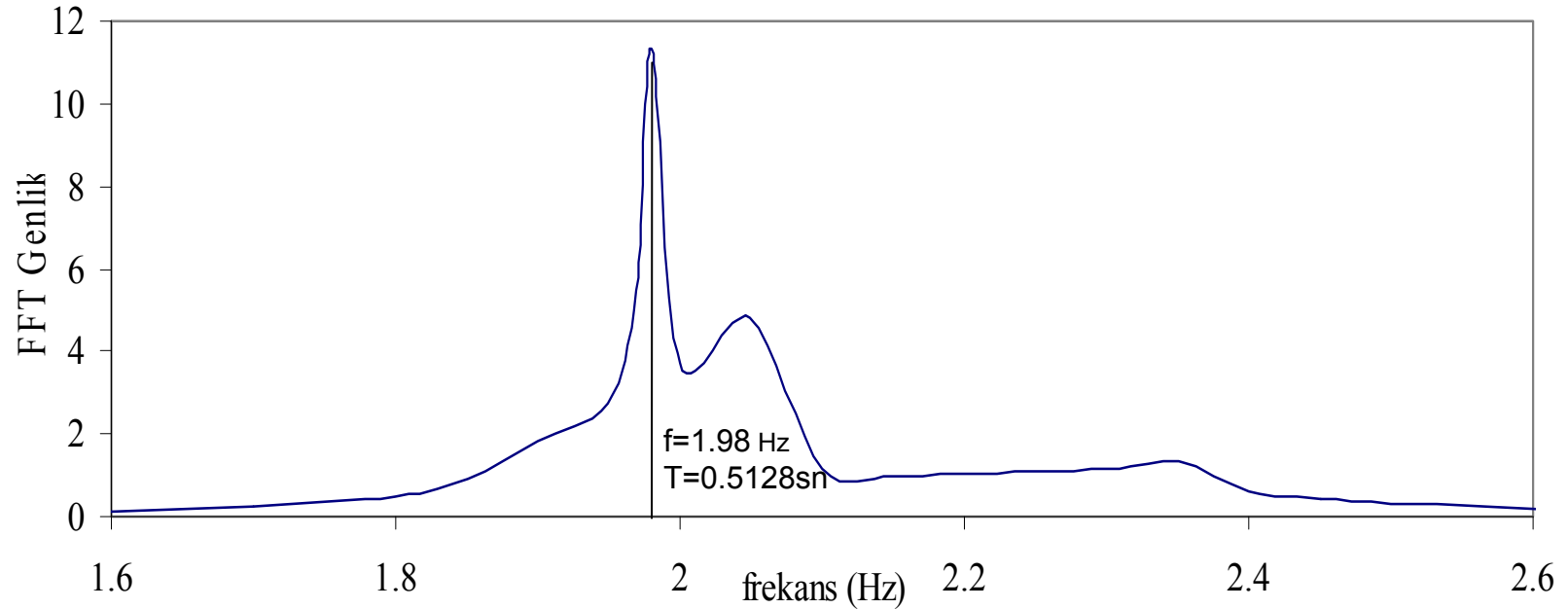
Modal Frekanslar

View2002 programıyla elde edilen Frekans, FFT genlik grafiklerinin pik noktaları, binanın o andaki salınımına ait modal frekansını göstermektedir.

Bina hakim periyodu da frekans değerinin çarpmaya göre tersiyle bulunur;

$$f = \frac{1}{T}$$

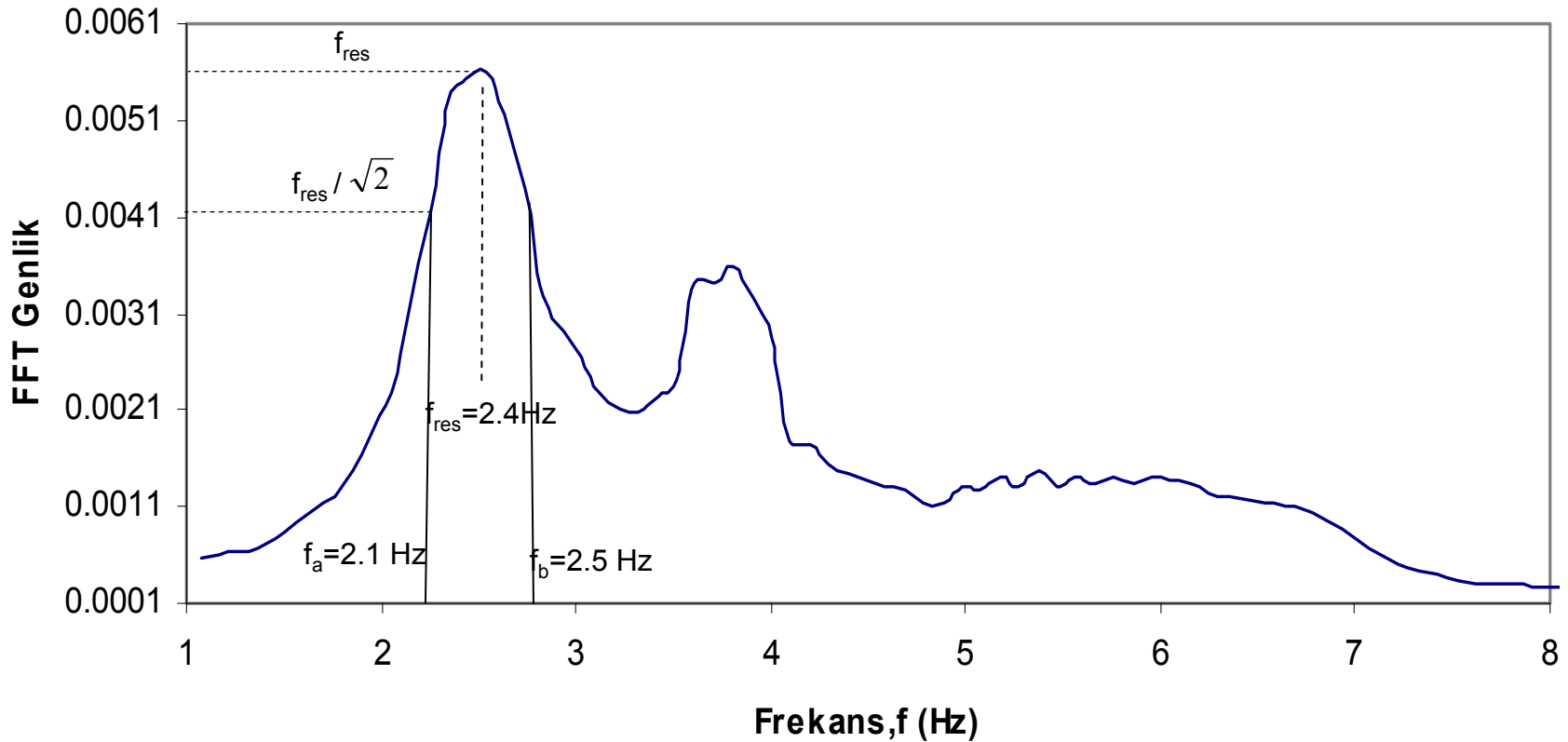
Binanın her iki salınım yönünde hakim titreşim frekansı ve hakim periyodu elde ediliyor.

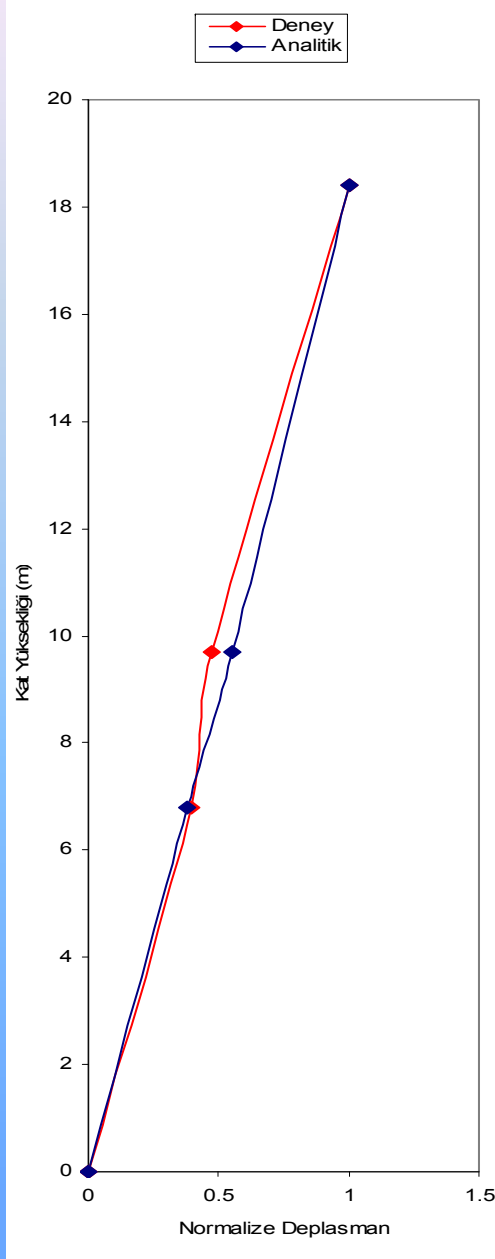


Sönüm Kapasiteleri

Zorlanmış titreşim testlerinin en önemli özelliklerinden biri sönüm kapasitelerinin belirlenebiliyor olmasıdır. Sönüm oranı, ζ , aşağıdaki denklem kullanılarak elde edilmektedir.

$$\zeta = \frac{f_b - f_a}{2f_{res}}$$





Mod Şekilleri

Mod şekilleri genel olarak, en üst kata yerleştirilen ivmeölçer-hızölçer tarafından kayıt altına alınan deplasman değeri referans alınarak diğer tüm katlarda elde edilen deplasman değerlerinin bu değere bölünüp normalize edilmesiyle elde edilir.

Yapıların ETABS Yapı Analiz Programı ile Modellenmesi

- Bu tez çalışmasında incelenen binalar, CSI firması tarafından geliştirilen ETABS (9.5 Versiyon, 2004) yaygın bir kullanıma sahip olan yapı analizi paket programı ile modellenmiştir.
- Modellerin analizinden elde edilen bina hakim periyodu ve mod şekilleri 'Analitik' sonuç olarak ifade edilip 'Deney' sonuçları ile karşılaştırılacaktır.

--Test Ve Analiz Sonuçları--

Bina A-1

5 kat

C16

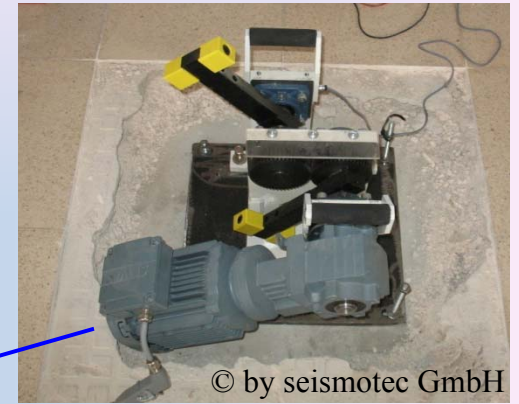
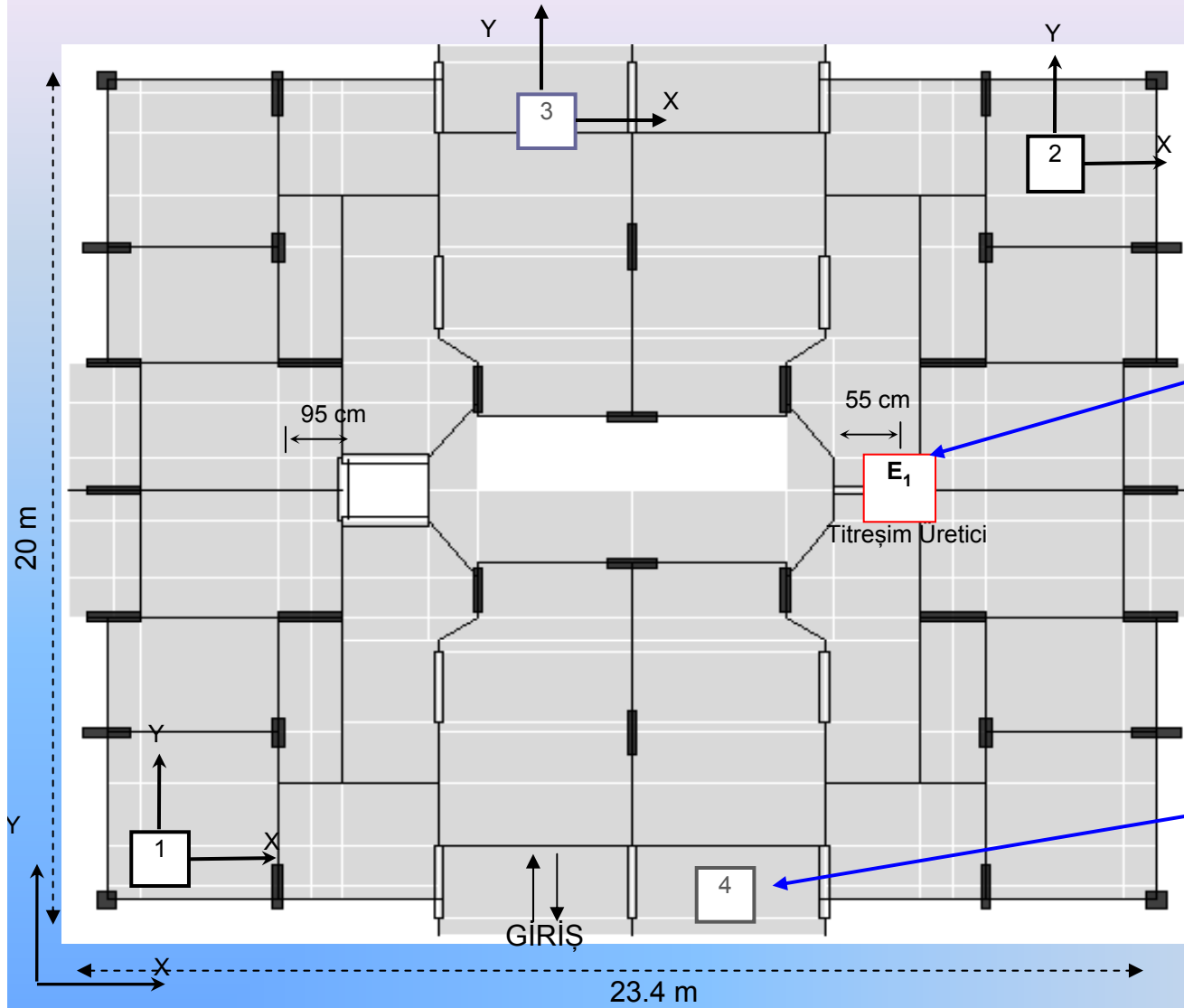
S220

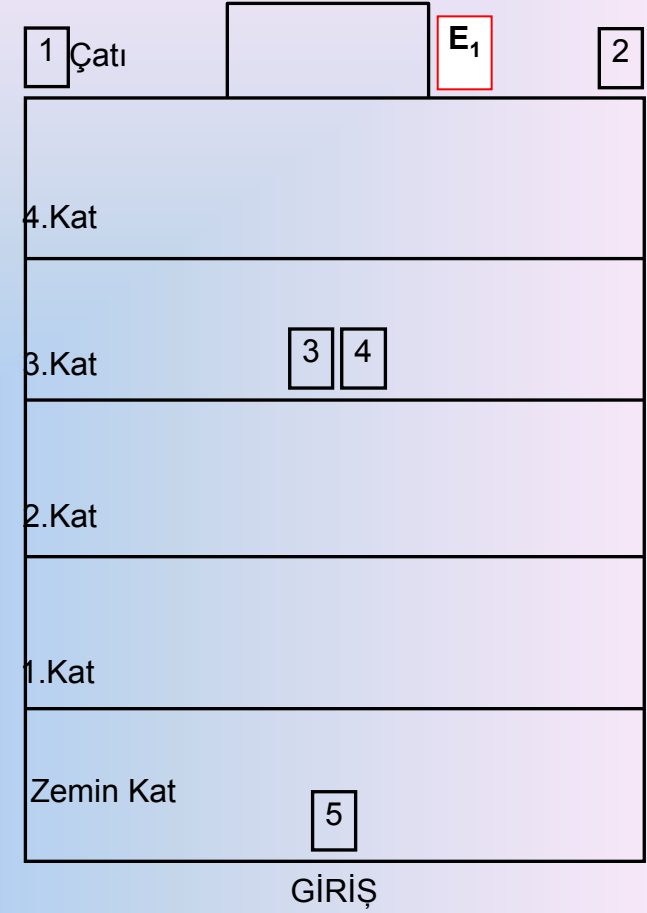
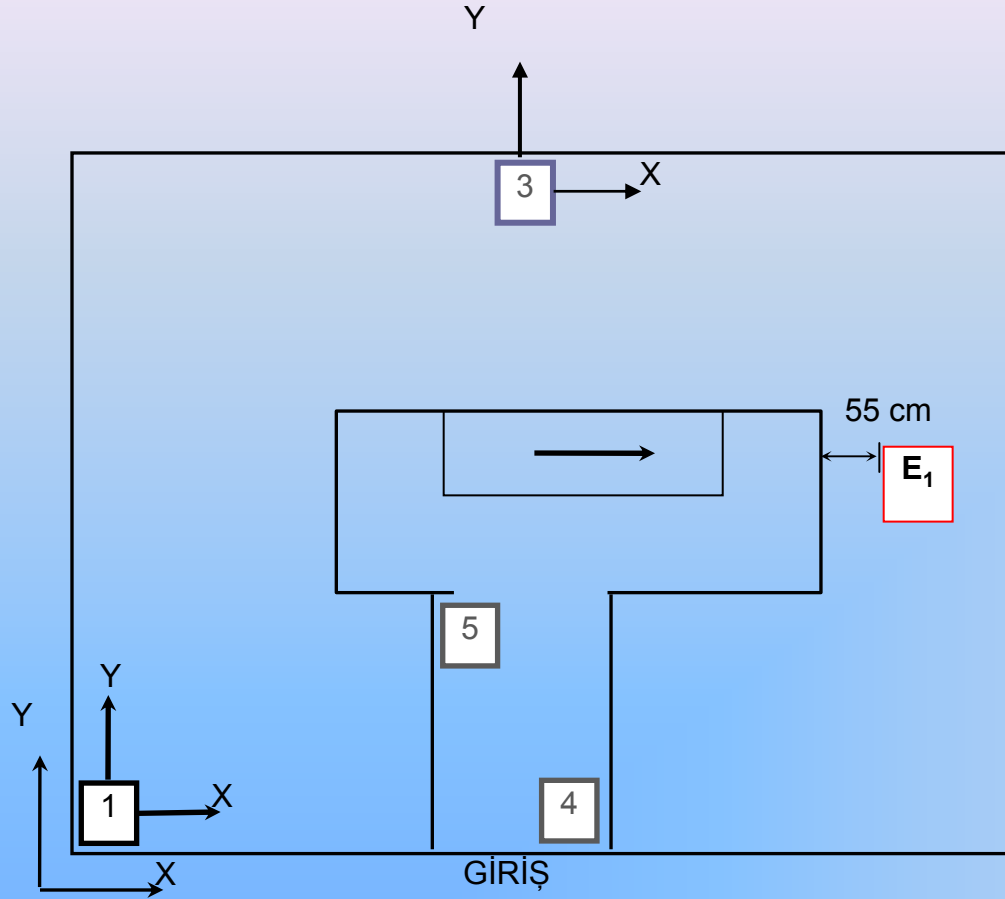
h: 18.5 m

A: 468 m²

İlk test binası Antakya kent merkezindeki yapıların 556 adedini temsil eden eski bir betonarme yapıdır.

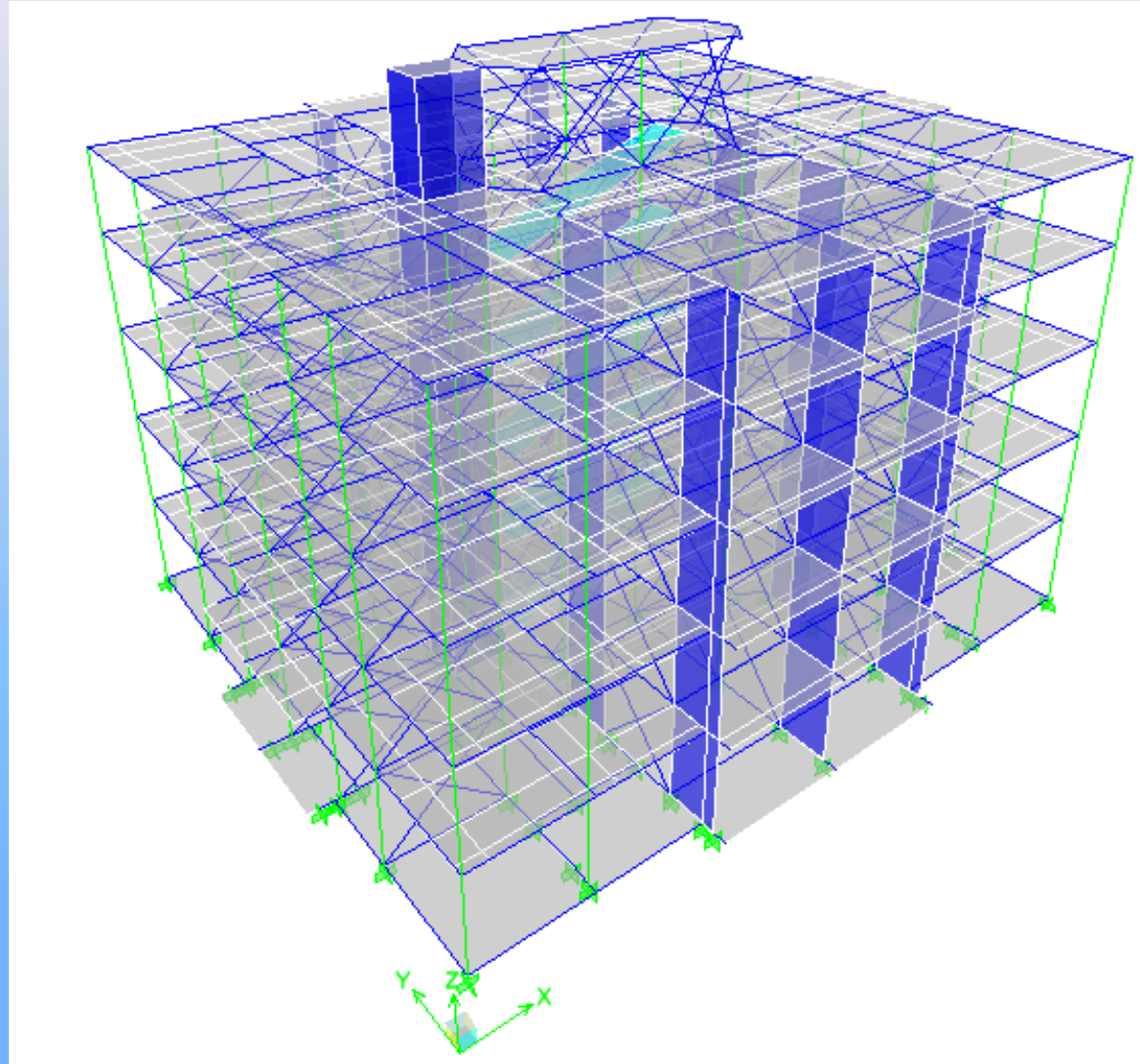






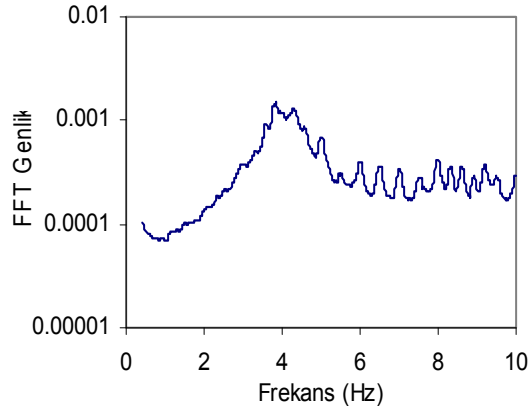
A-1 Binası için test cihazlarının yerleşimlerinin plan ve kesit görünüşü

Binanın ETABS programındaki modeli

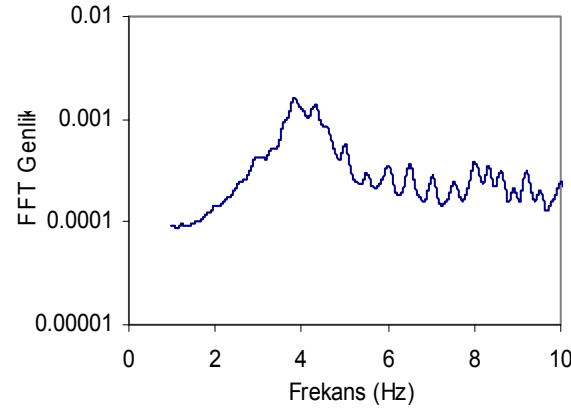


Uzun Doğrultuda Yapılan Hesaplamalar

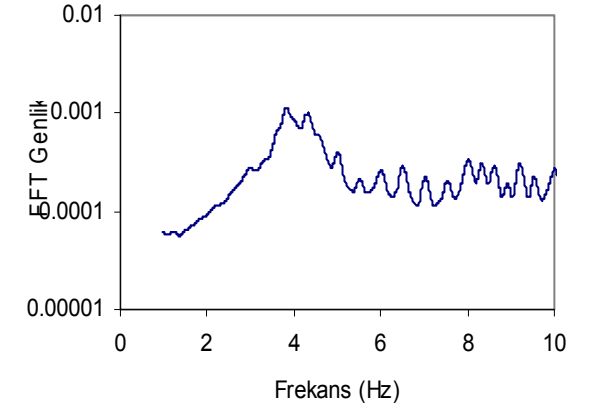
Binanın uzun doğrultudaki FFT Genlik-Frekans grafikleri



(a) Sensör No. 1

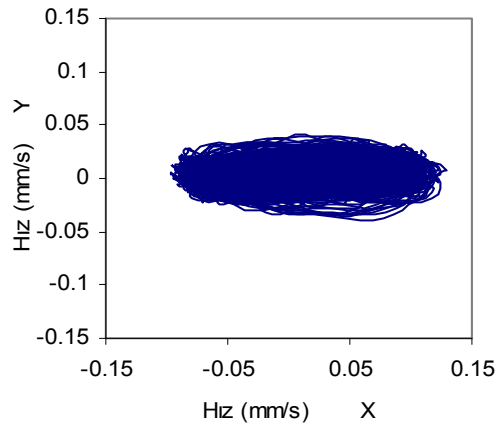


(b) Sensör No. 2

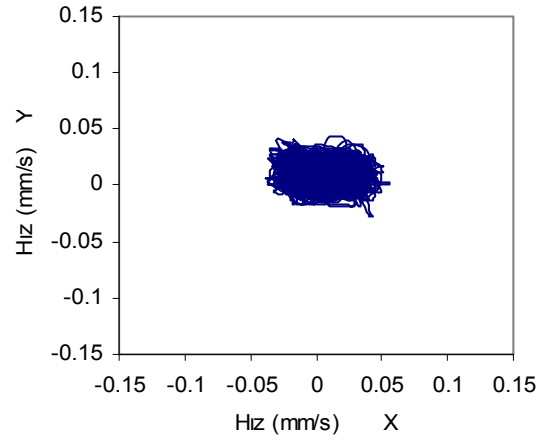


(c) Sensör No. 3

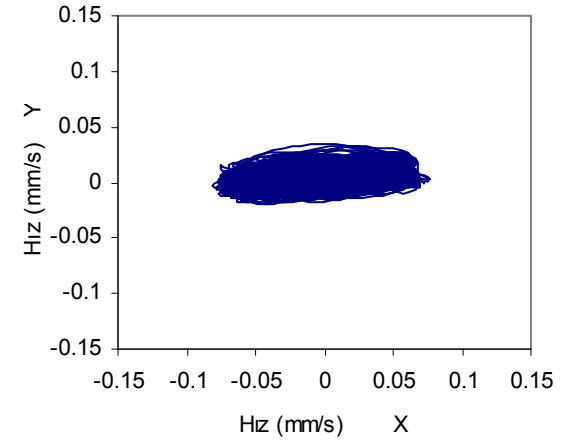
Binanın uzun doğrultudaki hız değişim grafikleri



(a) Sensör No. 1



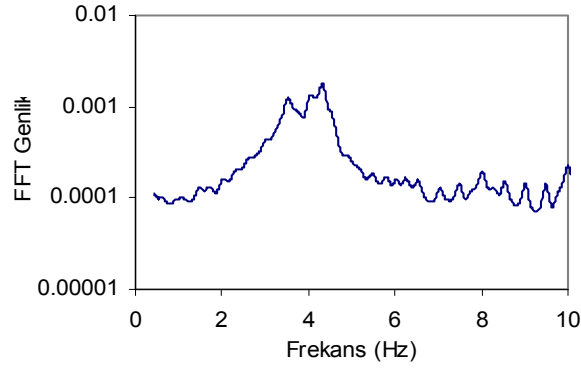
(b) Sensör No. 2



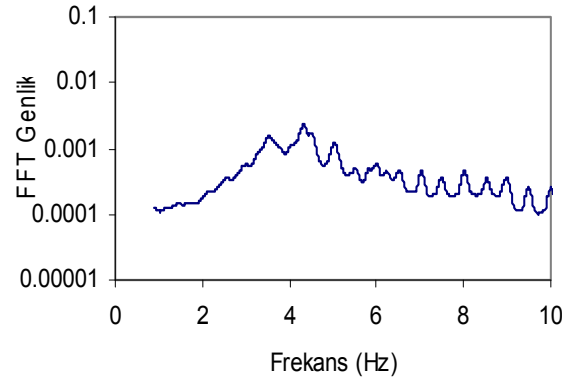
(c) Sensör No. 3

Kısa Doğrultuda Yapılan Hesaplamalar

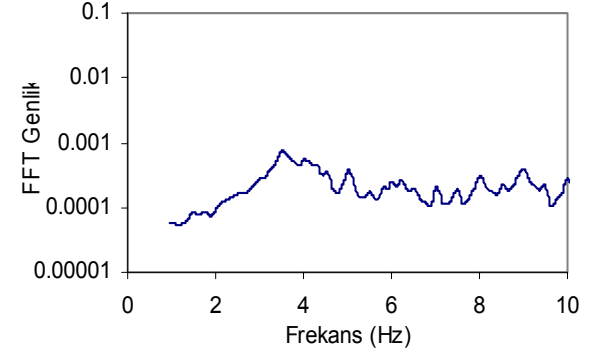
Binanın uzun doğrultudaki FFT Genlik-Frekans grafikleri



(a) Sensör No. 1

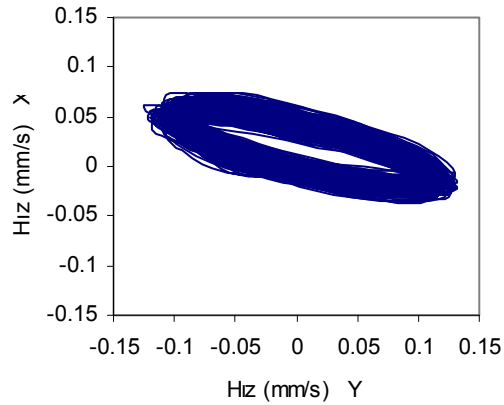


(b) Sensör No. 2

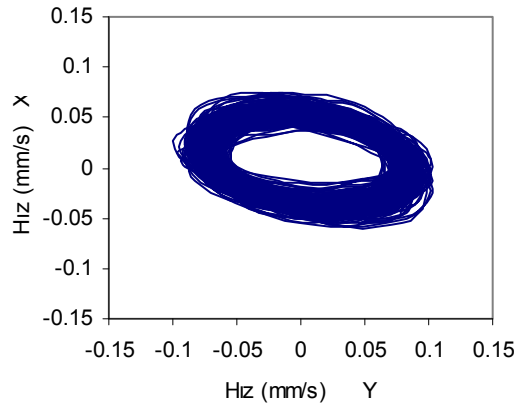


(c) Sensör No. 3

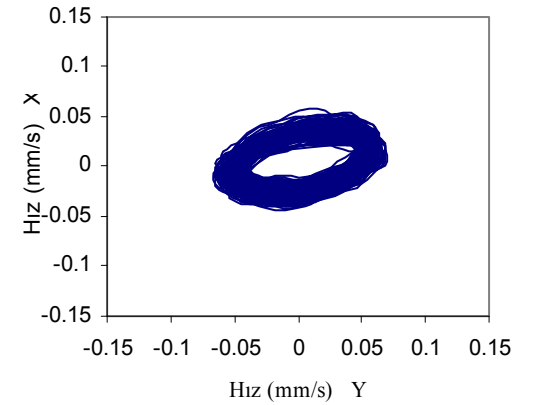
Binanın uzun doğrultudaki hız değişim grafikleri



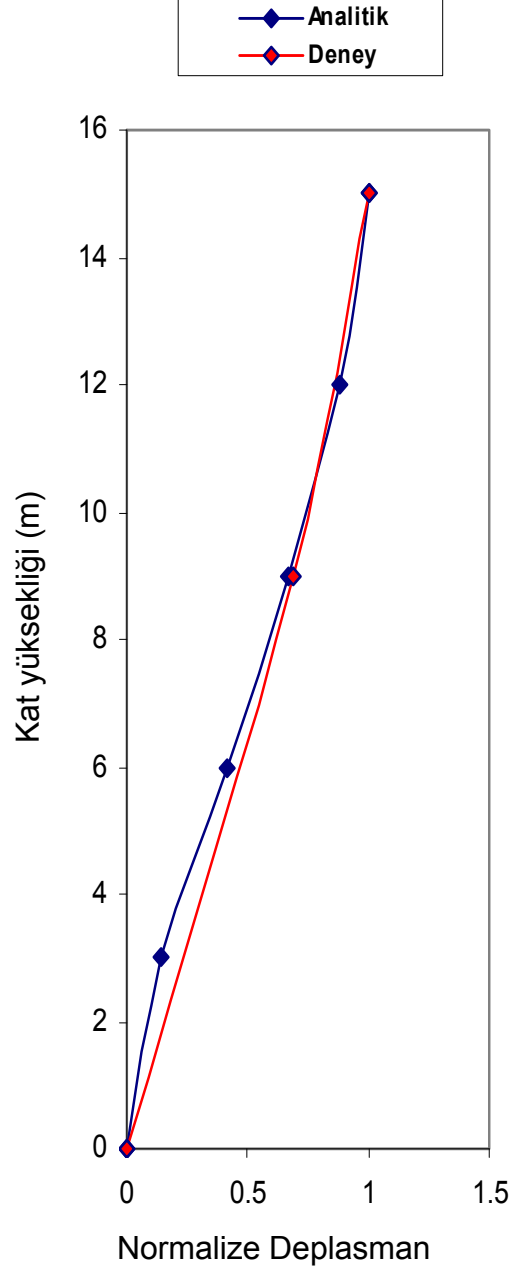
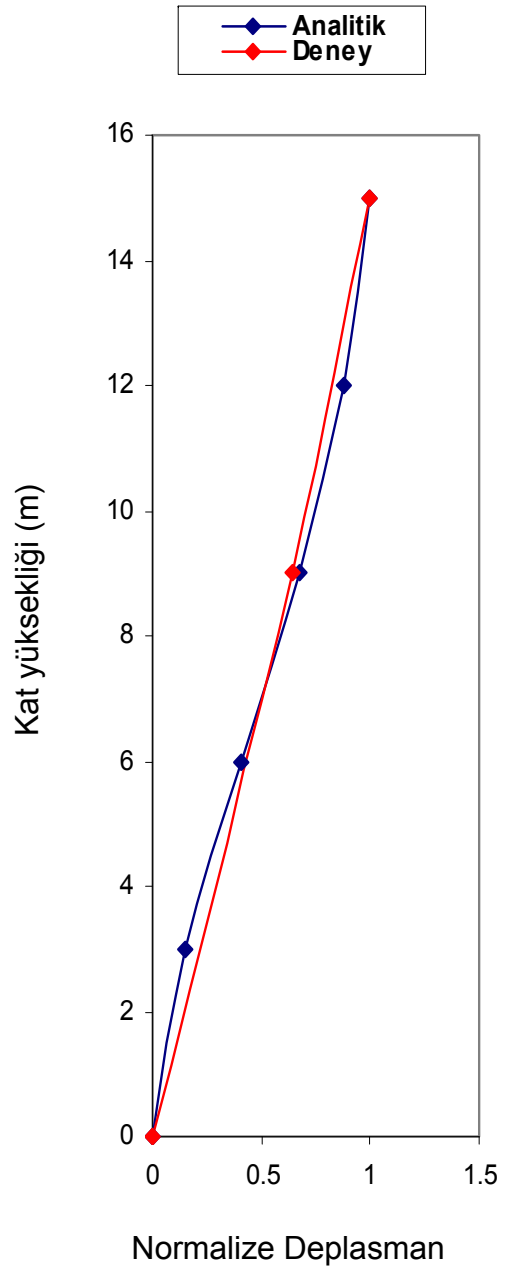
(a) Sensör No. 1



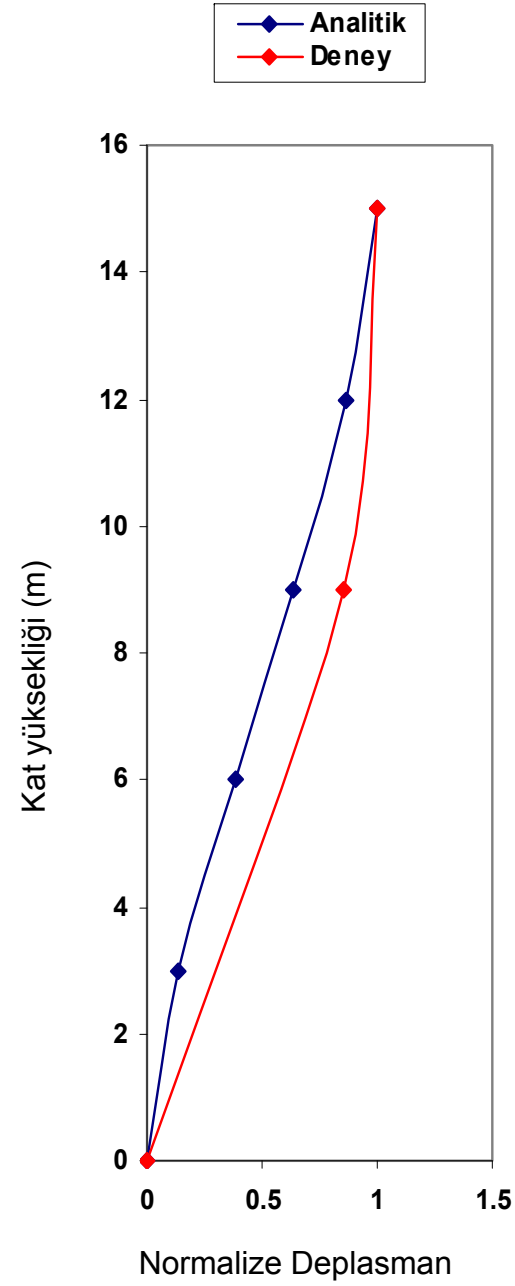
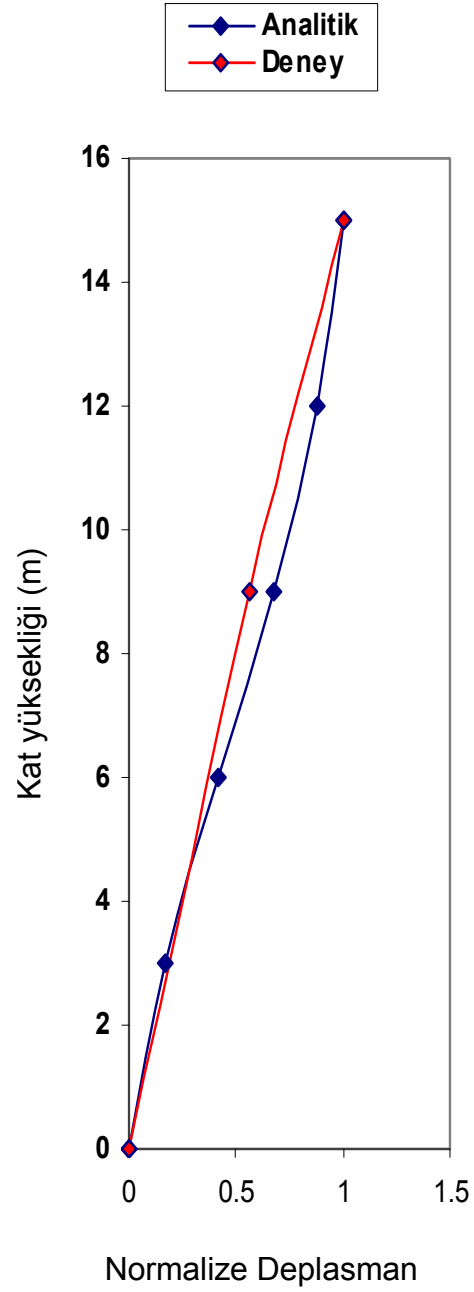
(b) Sensör No. 2



(c) Sensör No. 3



A-1 Binası X yönü
karşılaştırmalı mod şekli.



A-1 Binası Y yönü
karşılaştırmalı mod şekli.

A-1 Binası Test Sonuçlarıyla Analitik Sonuçları Arasındaki Farklar Ve Sönüm Oranları

Mod	Mod Tipi	Etabs Periyot Sonuçları (s)	Test Periyot Sonuçları (s)	Test sonucuna Göre Fark (%)	Sönüm Oranı (%)
1.	Burulma	0.269	-	-	-
2.	Uzun yön	0.1902	0.263	17.8	4.3
3.	Kısa yön	0.1802	0.233	27.6	4.26

A-2 Binası

Zemin+5 kat

S220

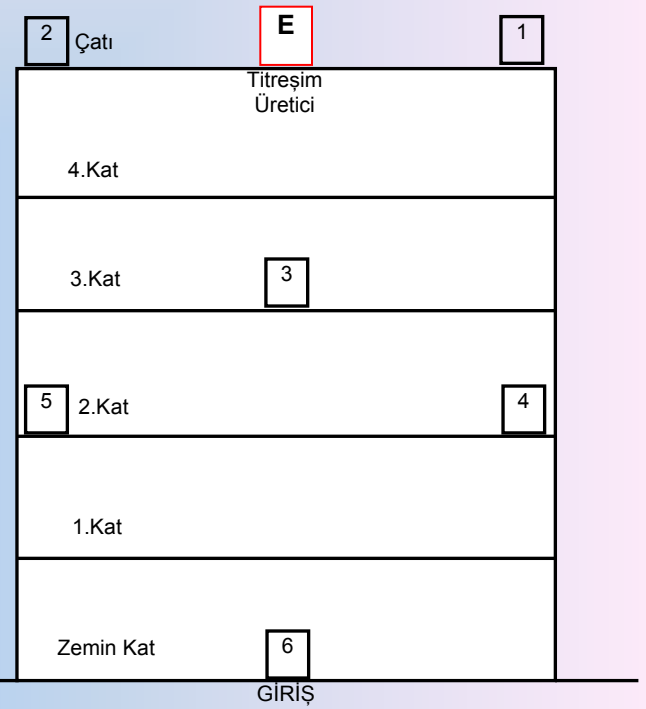
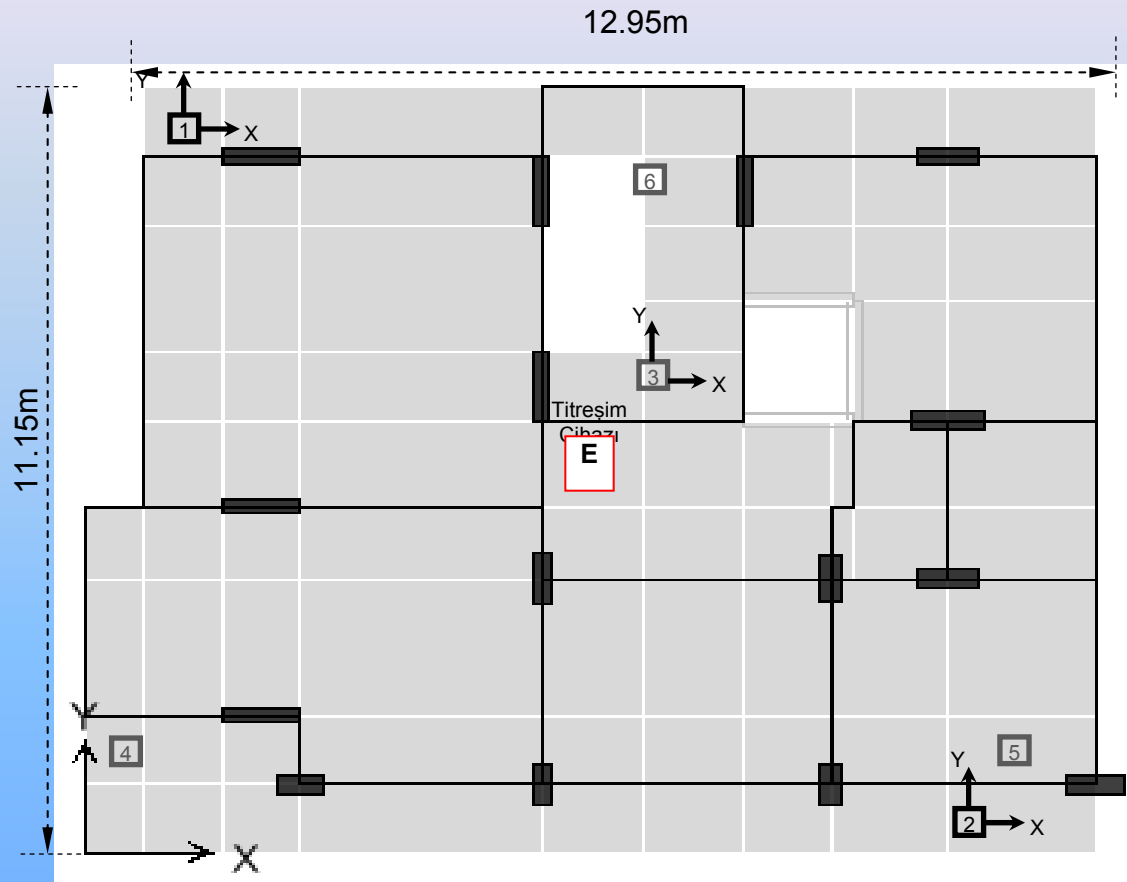
C16

h: 18.2 m

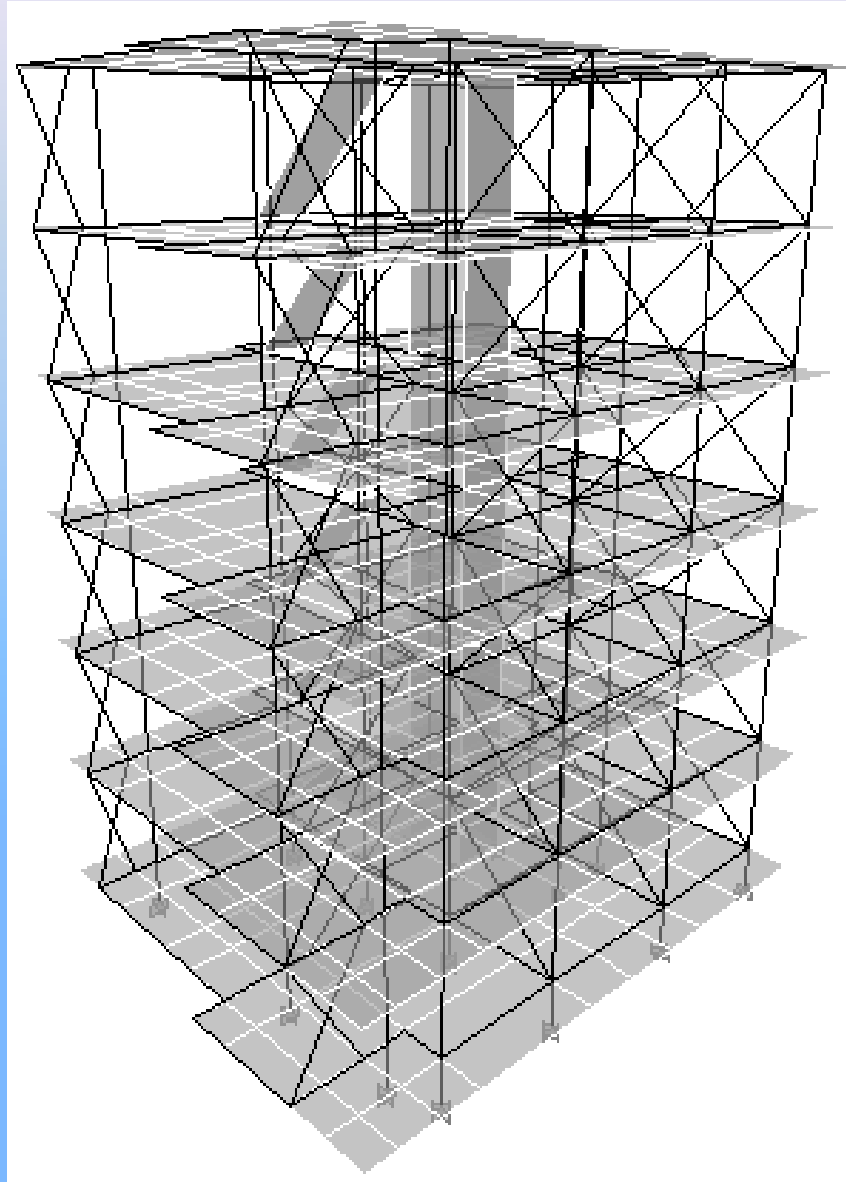
A: 144.39 m²

İkinci test binası Antakya kent merkezindeki yaklaşık 80 adet orta katlı konut tipi binayı temsil edecek karakteristik özelliklere sahip bir betonarme yapıdır.



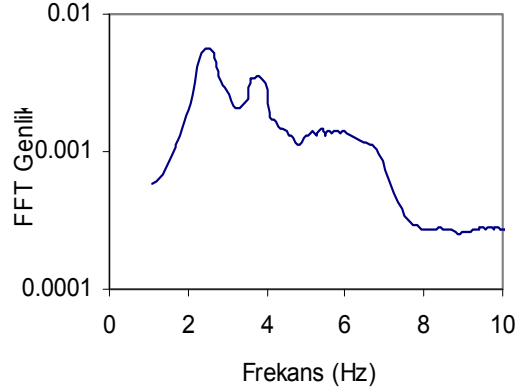


Binanın ETABS programındaki modeli

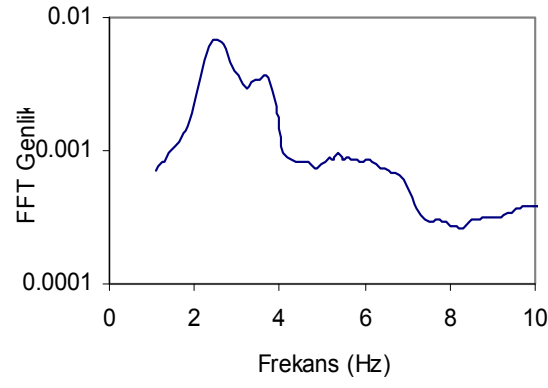


Uzun Doğrultuda Yapılan Hesaplamalar

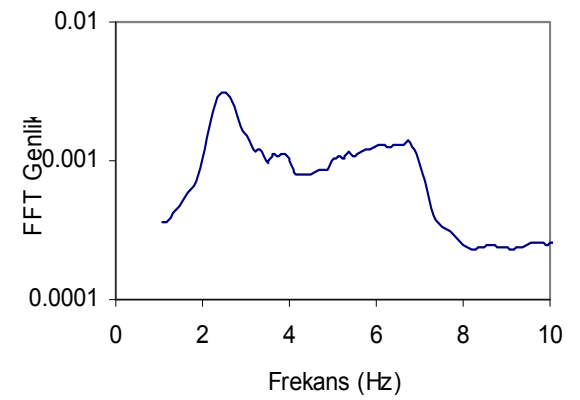
Binanın uzun doğrultudaki FFT Genlik-Frekans grafikleri



Sensör No. 1

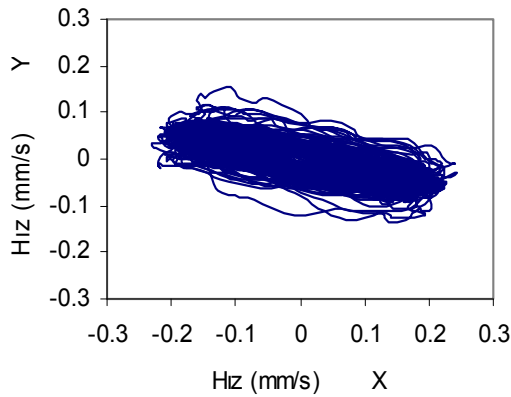


Sensör No. 2

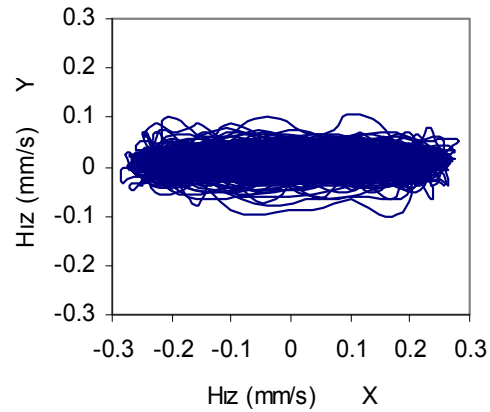


Sensör No. 3

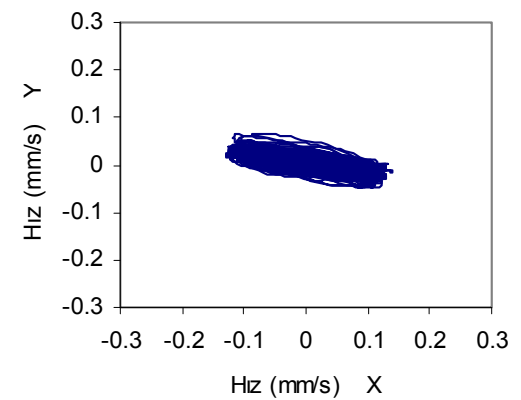
Binanın uzun doğrultudaki hız değişim grafikleri



Sensör No. 1



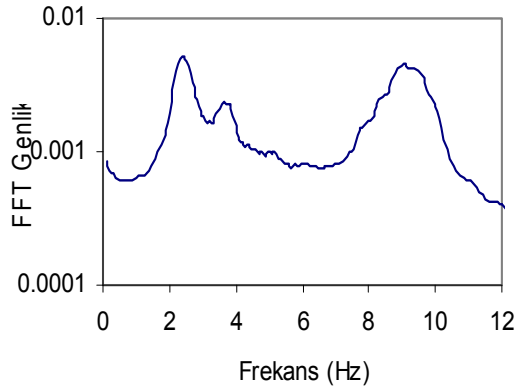
Sensör No. 2



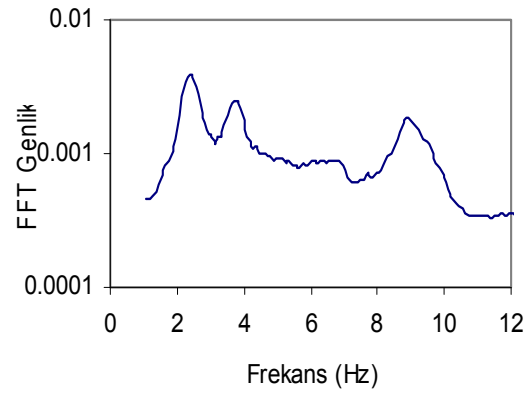
Sensör No. 3

Kısa Doğrultuda Yapılan Hesaplamalar

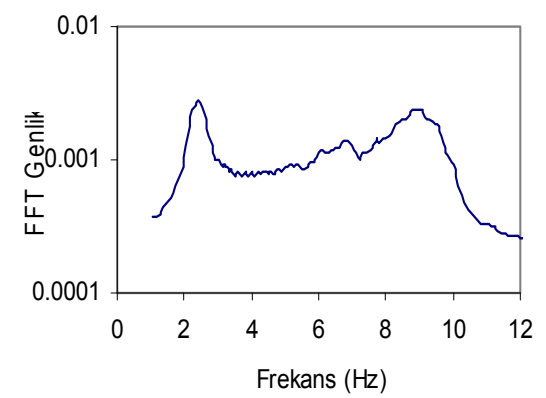
Binanın kısa doğrultudaki FFT Genlik-Frekans grafikleri



Sensör No. 1

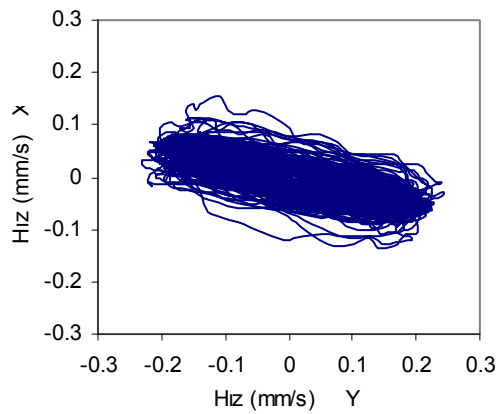


Sensör No. 2

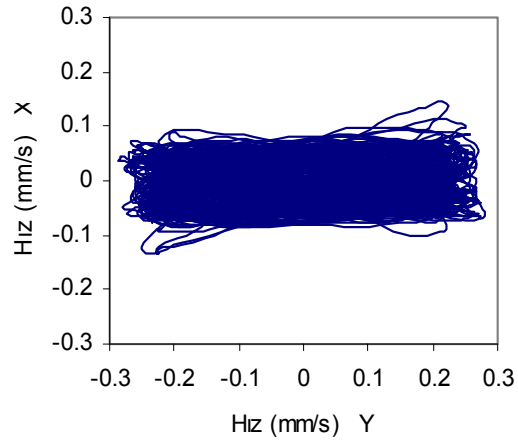


Sensör No. 3

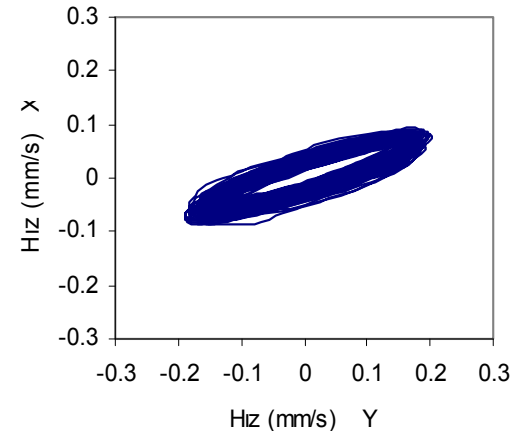
Binanın kısa doğrultudaki hız değişim grafikleri



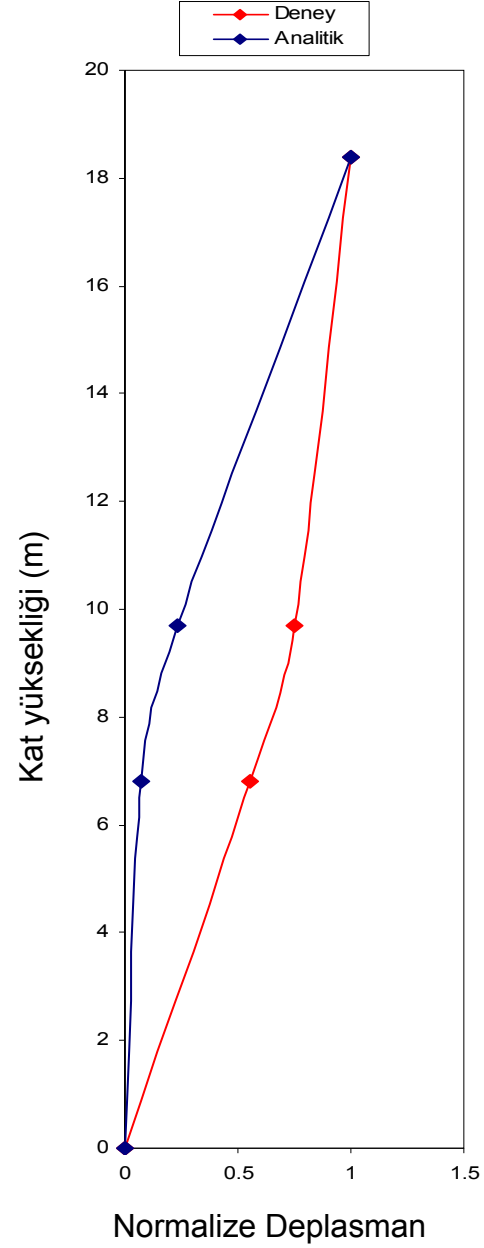
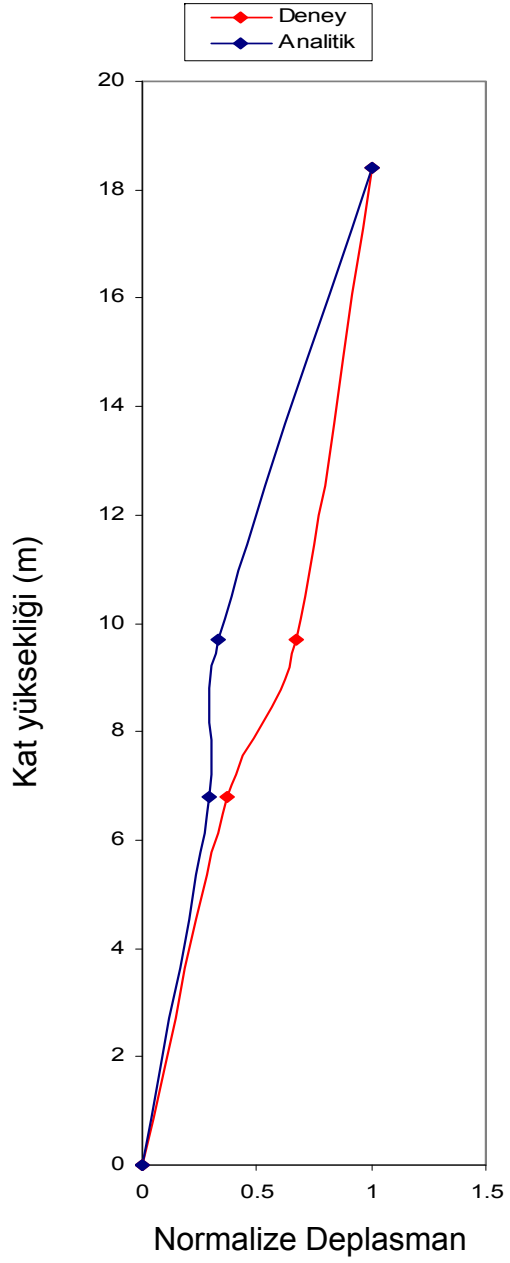
Sensör No. 1



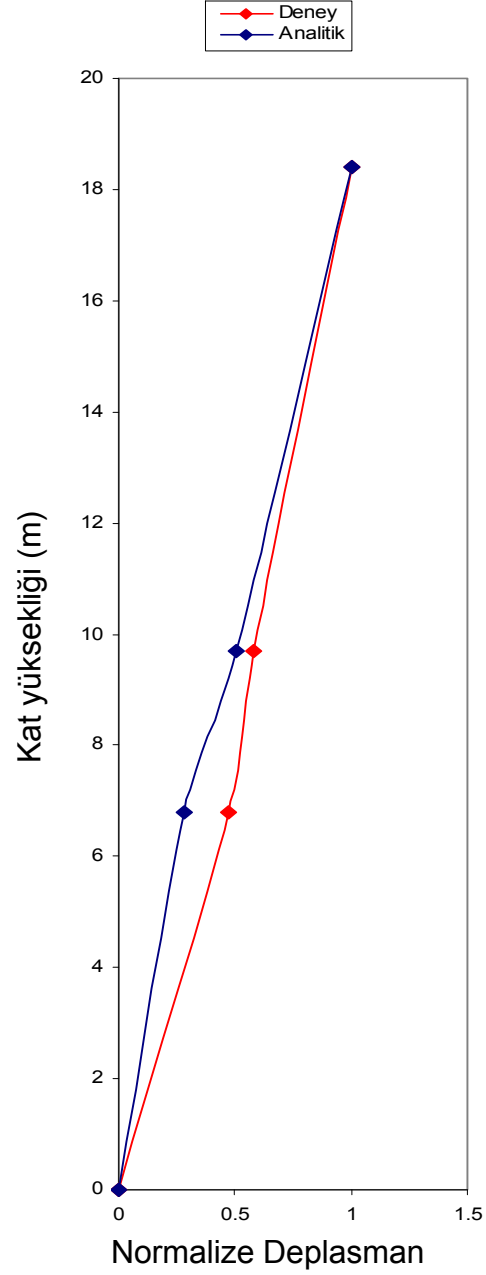
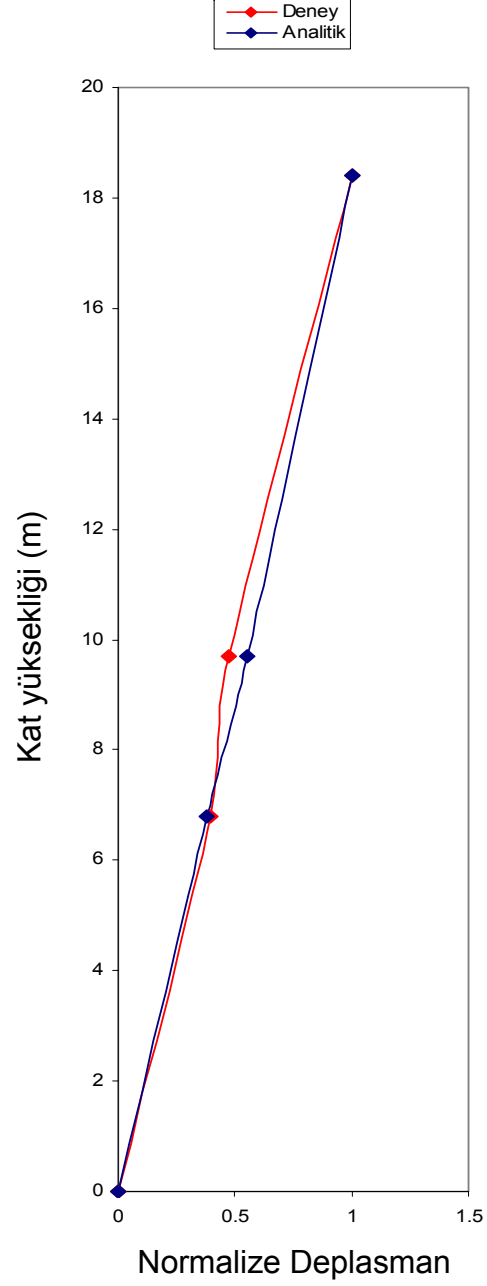
Sensör No. 2



Sensör No. 3



A-2 Binası X yönü karşılaştırmalı mod şekli.



A-2 Binası Y yönü karşılaştırmalı mod şekli.

A-2 Binası Test Sonuçlarıyla Analitik Sonuçları Arasındaki Farklar Ve Sönüm Oranları

Mod	Mod Tipi	Etabs Periyot Sonuçları (s)	Test Periyot Sonuçları (s)	Test sonucuna Göre Fark (%)	Sönüm Oranı (%)
1.	Burulma	0.6219	-	-	-
2.	Uzun yön	0.4719	0.4	-17.97	7.03
3.	Kısa yön	0.3420	0.416	17.78	7.09

Analitik modellerin gerçeğe daha yakın olması için yapılabilecek kalibrasyonlar:

- Test sonucundaki modal frekans ile modellemeden elde edilen frekans değerleri arasındaki farklar analitik modellemede temel sisteminin ankastre seçilmesinden kaynaklandığı düşünülebilir. Bu durumda temel sistemi, yapı zemin etkileşimi araştırılarak belirli bir yay sabiti değeri tahmin edilerek modellenenebilir.
- Eski binaların betonunun projede belirlenen beton sınıfına göre davranıp davranmadığı sonuçların arasındaki farklardan anlaşılabilir. Bu durumda modelin beton sınıfı düşürülebilir.
- Bina modellerine dolu duvarların rijitliğe etkisinin ifade edilmesi amacıyla modelde duvar, basınç çubukları şeklinde modellenenebilir.
- İki sonuç arasındaki farkların; gerçek binada mevcut olan depo, güneş enerjileri, daireler içindeki eşyalar gibi sabit yüklerin de analitik modellemede dikkate alınmamasından kaynaklanabilir.
- Test esnasında gürültü kirliliği (çamaşır, bulaşık mak., asansör vb) yaratacak faktörlerin minimize edilmesi gerekmektedir. Ya da verilere etki eden bu tip gürültü kirliliğini gerçek kayıttan ayıracak bir filtreleme yöntemi geliştirilebilir.

--Dinlediđiniz için teŝekkürler--