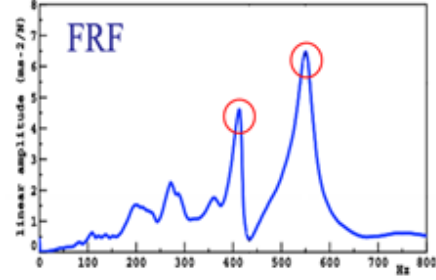
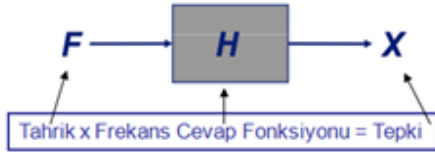


c) Modal Test ve Analiz Deneyi

Modal analiz, modal parametrelerin (doğal frekanslar, modal sönümlenme ve salınım (mod şekilleri)) belirlenmesi ve deneysel-matematiksel modelinin oluşturulması işlemidir. Modal analiz, analitik ve deneysel teknikler ile yapılmaktadır. Elde edilen titreşim modları yapının dinamik özelliklerini vermektedir. Burada dört farklı kavram önemlidir. Bunlar;

Frekans Tepki fonksiyonu (FRF): Genellikle ivmeölçerler tarafından ölçülen tepki sinyallerinin kuvvet algılayıcılar tarafından ölçülen tahrik sinyallerine oranıdır.



Doğal Frekans (Natural Frequency): Frekans cevap fonksiyonlarındaki tepe noktalarına karşılık gelen frekans değerleridir. Yapının bu frekanslarda (modlarda) tahriki diğer frekanslara göre daha yüksek tepkilere neden olmaktadır.

Sönüm oranı (Damping Ratio): Hareket sırasında enerji kaybına neden olan malzeme özelliğidir. Sönüm, sistemin doğal frekansı üzerinde de etkilidir. Küçük sönüm değerleri için, "sönümlü doğal frekans" "doğal frekansa" eşit kabul edilebilir. Doğal frekans değerlerinde tahrik edilen yapıların tepki miktarlarını modal sönümlenme oranları belirler.

Mod Şekli (Mode shape): Yapının doğal frekans değerinde tahrik edildiğinde gösterdiği deformasyon şeklidir.

Deneysel modal analiz yönteminde sistemi tahrik etmek için modal sarsıcı veya modal çekiç, tahrik sırasında sistem üzerindeki oluşan titreşim verilerini toplamak için ivmeölçerler kullanılır.

- Modal çekiç daha çok sistem tanımlamasının kısa sürede yapılması istenen küçük yapılarda kullanılır. Tahrik edilebilen frekans bandı dardır.
- Modal sarsıcı genellikle tahrik edilmesi güç, büyük yapılara kullanılır. Tahrik edilebilen frekans bandı geniştir. Lineer olmayan yapı davranışları görülebilir.

YÖNTEM:

- Malzemesi ve boyutları bilinen bir çubuk ankastre olarak bağlanır.
- Şekilde görüldüğü gibi yapı üzerinde bağlama noktası hariç eşit aralıklarla 4 adet nokta belirlenir ve bu noktalar isimlendirilir.
- İvmeölçer 2 numaralı bölgeye yerleştirilir.
- Deney gezici çekiç yöntemine göre gerçekleştirilecektir. Bu yüzden sırayla 5-4-3-2 noktalarına çekiç ile vurulur. (Her bir noktaya en az 2-3 adet vurularak ortalama değeri alınır.)

- Her bir noktanın veri toplama işlemi gerçekleştirildikten sonra doğal frekanslar tayin edilir.
- Daha sonra elde edilen FRF'ler LMS ortamına aktararak stabilite diyagramında tekrar doğal frekanslar belirlenir. Bu yazılımda ayrıca mod şekilleri çizdirilecektir.
- Eğer biliniyorsa sonlu elemanlar tabanlı bir yazılım ile doğal frekanslar belirlenir.
- Deneyde teorik ve deneysel hesaplamalar yapılacaktır.

İSTENİLEN VERİLER:

Ölçülen veriler ve ilgili hesaplamalar kullanılarak;

- Belirlenen çubuk ile Tablo 1'i doldurunuz.
- Analitik olarak çubuğun ilk üç doğal frekansını hesaplayınız.
- Doğal frekanslar dört farklı yöntemle elde edilecektir. Elde edilen doğal frekans değerleri aşağıda bulunan ekte bulunan tablo yardımıyla karşılaştırınız.
- Doğal frekans farklılıklarının nedeni "Sonuç ve Değerlendirme" bölümünde yorumlanarak açıklayınız
- LMS yazılımında elde edilen mod şekilleri ".avi" formatında verilecektir.
- Sonuç ve Değerlendirme

DİĞER VERİLENER:

Analitik olarak doğal frekansların belirlenmesi: Doğal frekanslar basit yapılar için analitik olarak belirlenebilirken, karmaşık yapılar için genellikle deneysel modal analiz yapılır. Ankastre bir çubuğun ilk üç doğal frekansı analitik olarak,

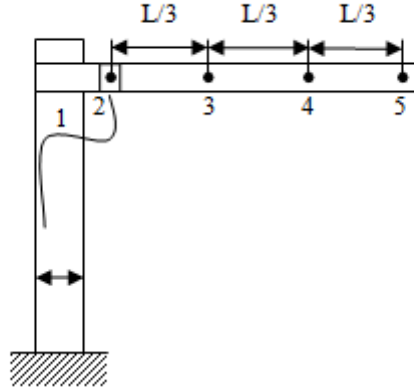
$$\omega_1 = (1.875)^2 \sqrt{\frac{EI}{mL^4}} \quad \omega_2 = (4.694)^2 \sqrt{\frac{EI}{mL^4}} \quad \omega_3 = (7.855)^2 \sqrt{\frac{EI}{mL^4}}$$

$$\omega_1 = \dots \quad \omega_2 = \dots \quad \omega_3 = \dots$$

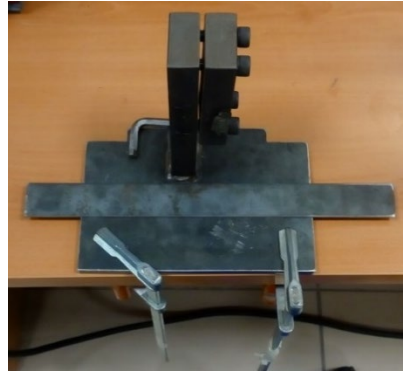
bağıntısı ile elde edilir. Burada E çubuk malzemesinin elastisite modülü, m kütlesi, I çubuğun alan atalet momenti, L uzunluğudur.

E	m	b	h	L	I
<i>GPa</i>	<i>kg</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m⁴</i>
Elastisite Modülü	Çubuğun Kütlesi	Çubuğun Genişliği	Çubuğun Kalınlığı	Çubuğun Ankastre Boyu	Alan Atalet Momenti (b.h ³ /12)

Kirişin özellikleri



Modal Analiz Test Düzenegi' nin Şematik Gösterimi



Modal Analiz Test Düzenegi Deney Seti

Deneyde Kullanılan Ekipmanlar:

- Test edilmek istenen yapı (ankastre giriş)
- Yapıyı tahrik etmek için sarsıcı veya çekiç. Deneyde çekiç kullanılacağı için çekiç özellikleri aşağıda verilmiştir.
 - ❖ 100 mV/lbf hassasiyet
 - ❖ 50 lbf ölçüm aralığı
 - ❖ 1,000 lbf maksimum kuvvet
 - ❖ BNC (Bayonet Neill–Concelman) bağlantı
 - ❖ IEPE (Integrated Electronics Piezo-Electric)
- İvmeölçerler
 - ❖ 100 mV/g hassasiyet
 - ❖ 50g ölçüm aralığı
 - ❖ 0.6 to 5,000 Hz frekans aralığı ($\pm 10\%$)
 - ❖ 10 grams
 - ❖ Titanyum
 - ❖ 3 eksenli
 - ❖ IEPE(Integrated Electronics Piezo-Electric)
- Veri toplama cihazı
 - ❖ Dewesoft Sirius (8 kanallı)

- LMS yazılımı