

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

OTOMOTİV MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

OTO4003 OTOMOTİV MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI

DENEY FÖYÜ

LAB. NO:

DENEY ADI: KİRİŞ TİTREŞİMLERİ-MODAL TEST

2022

BURSA

1)AMAC

Araçlarda konfor azaltıcı bir etken olan titreşim hareketlerinin, araçların üretiminde kullanılan çelik malzemeler üzerinde deneysel olarak incelenmesi. Ankastre bir çubuğun modal parametrelerinin (doğal frekans, sönüm oranı) darbe çekici yöntemi ile yapılan modal test ile elde edilmesi.

2) GİRİŞ

Modal analiz: Titreşen bir sistemin dinamik davranışını gösteren matematik modeli oluşturmak için ihtiyaç duyulan parametrelerin (doğal frekans, titreşim biçimi, iç sönüm gibi) belirlenmesi işlemidir.

Doğal frekans: Bir yapıya statik denge konumunda iken geçici bir hareket girdisi verilirse, yapı doğal frekans adı verilen, kendi kütle ve direngenliğine bağlı olan belirli bir frekansla titreşmeye başlar. Yapının bu titreşimleri “serbest titreşimler” olarak adlandırılır. Her yapının serbestlik derecesi kadar doğal frekansı vardır. Buna göre, tek serbestlik dereceli olarak kabul edilen bir yapının tek bir doğal frekansı varken, çubuk gibi yayılı kütle ve sonsuz sayıda serbestliğe sahip yapıların sonsuz sayıda doğal frekansı vardır. Ancak, basit uygulamalar için bu doğal frekansların ilk birkaç tanesi önem taşır.

Sönüm: 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.

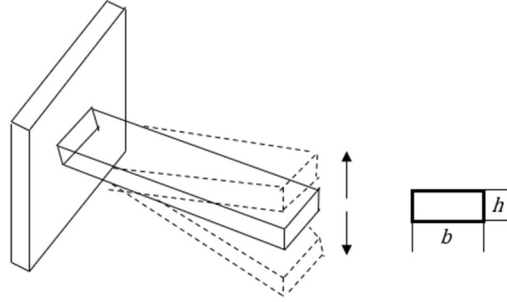
Rezonans: Dinamik bir kuvvet etkisinde zorlanmış titreşimler yapan bir yapının doğal frekansı ile zorlamanın frekansının eşit olması durumudur. Bu durumda yapının titreşim genliği artma eğilimine girer. Bu genlik artışı sistemin düzgün çalışmasını engellediği gibi, onun hasara uğramasına da neden olur.

Titreşim biçimi (Mod şekli): Bir yapının doğal frekansında titreşirken aldığı şekildir.

Yapıların doğal frekanslarının ve sönüm değerlerinin bilinmesi tasarım açısından önemlidir. Titreşim mühendisliğinin en temel problemi, dinamik sistemlerin doğal frekanslarının belirlenerek bu frekanslarda zorlanmaması veya tasarım değişikliği yapılarak rezonanstan kaçınılmasıdır. Rezonans analizi, mil gibi basit ve uçak gibi karmaşık yapılar; çamaşır makinası gibi mekanik ve köprü gibi dinamik sistemler için gerçekleştirilen titreşim analizlerinin temelini oluşturur.

3)TEORİ

Analitık olarak doğal frekansların belirlenmesi: Doğal frekanslar basit yapılar için analitik olarak belirlenebilirken, karmaşık yapılar için genellikle deneysel modal analiz yapılır. Şekil 1’de titreşim hareketi yapan ankastre kiriş modeli verilmiştir. Ankastre bir çubuğun ilk üç doğal frekansı analitik olarak,



Şekil 1. Titreşim hareketi yapan ankastre kiriş

$$\omega_n = k \sqrt{\frac{EI}{\rho AL^4}} \text{ [rad/s]}$$

formülü ile hesaplanır. Burada E çubuk malzemesinin elastisite modülü, ρ yoğunluğu, I çubuğun alan atalet momenti, A kesit alanı, L uzunluğudur.

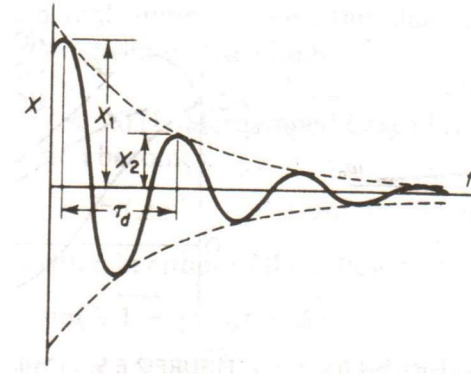
Burada k değeri kirişlerde ilk 3 doğal frekans modu için;

$$k_1: 1,875$$

$$k_2: 4,694$$

$$k_3: 7,854$$

olarak kabul edilir. Titreşim hareketi sonucu sistemde oluşan salınımın genliği zamanla azalır. Azalan genlikler titreşimin zamanla sönümlendiğinin bir göstergesidir. Sistemin sönüm oranını ölçmenin bir yolu, salınımların logaritmik azalma oranını bulmaktır. Titreşim hareketine maruz kalmış bir sistemin salınım grafiği Şekil 2’de gösterilmiştir.



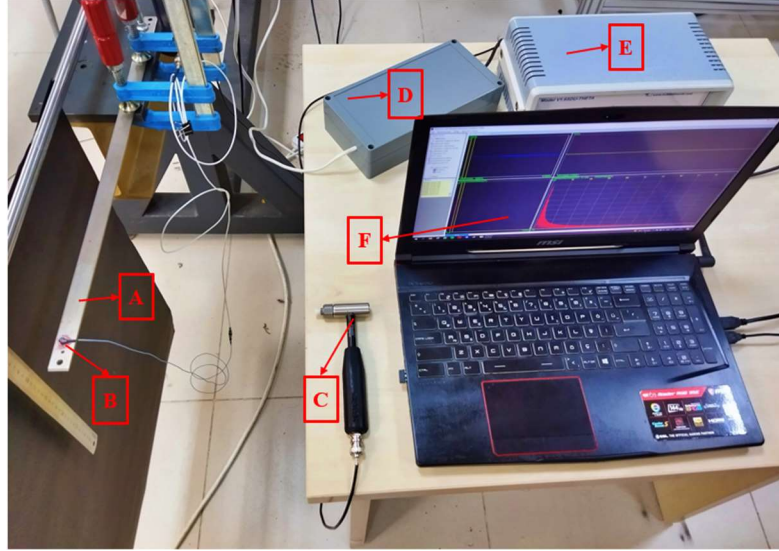
Şekil 2. Titreşim hareketi sönümlü salınım grafiği

Bu genlik-zaman grafiğinde X genliği, τ ise hareketin periyodunu temsil etmektedir. Logaritmik azalma oranı δ ve dinamik sönüm katsayısı ζ ise aşağıdaki formülasyon ile hesaplanmaktadır. Denklem eşitliklerinde öncelikle incelenecek olan genlik değerleri aralığı belirlenmelidir. Seçilen n tane genlik değerlerinden ilk ve son genlikler denklem eşitliğinde yerlerine yazılır. Buradan δ logaritmik azalma oranı bulunacaktır. Daha sonra dinamik sönüm katsayısının bulunabilmesi için gereken eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$\delta = \ln \frac{x_{n-1}}{x_n} = \frac{1}{n} \ln \frac{x_0}{x_n}$$

$$\zeta = \frac{\delta}{2\pi}$$

4)DENEY DÜZENEĞİ



Şekil 3. Test Düzenegi

Test düzenegi şekilde görüldüğü üzere 6 yapıdan oluşmaktadır. Bunlar; A) Kiriş numune, B) İvmeölçer, C) Darbe çekici, D) Güç kaynağı, E) 4 kanallı Veri toplama cihazı ve F) Bilgisayar ve veri analiz programı şeklindedir.

Deney düzeneginde kiriş numuneye darbe çekici ile verilen ilk titreşim hareketi sonrasında, kiriş üzerine sabitlenen ivmeölçer yardımı ile veriler toplanmaktadır. 4 kanallı veri toplama cihazı yardımı ile veriler bilgisayara aktarılmaktadır. Bilgisayarda verilerin analizi için kullanılan yazılımda deney sonucu istenen veriler okunup analiz edilebilmektedir.

5) RAPOR TESLİMİ

- 1) Kapak Sayfası
- 2) Deney sonrasında verilen değerler ve yorumlanması,
- 3) Hesaplamalar,
- 4) Sonuçların yorumlanması,

Őeklinde yapılacaktır. Deney sonrasında, verilen değerler yardımı ile analitik olarak elik kiriŐin ilk 3 mod doğal frekans değerleri (Hz), Logaritmik azalma oranı ve dinamik sönüm katsayısı hesaplanacaktır. Hesapladığınız doğal frekans değerlerinizi deney sonuçları ile karşılaştırınız ve yorumlayınız. Deney raporunuzu ilgili görevliye 1 hafta içerisinde teslim ediniz.