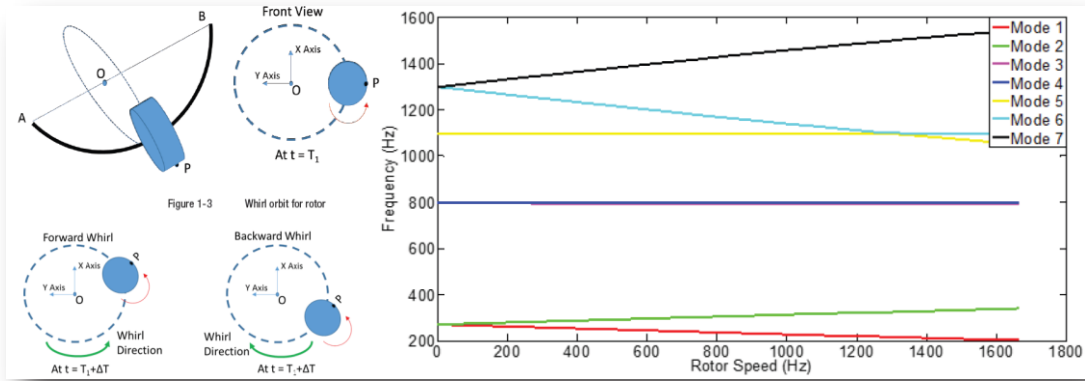


TEKNİK DOKÜMAN



MSC Nastran

Bu teknik yazıda MSC Nastran ile esnek bir rotorun kritik hızlarının belirlenmesi ile ilgili bir validasyon çalışması gerçekleştirilmiştir.



ROTOR DİNAMİĞİNDE KRİTİK HIZLARIN BELİRLENMESİ

Page | 1

HazırlayanFatih Furkan BARUT
Yapısal Analiz Mühendisi

30/07/2024

1. Giriş

Rotor dinamiği, genellikle rotor olarak tanımlanan bir parçanın açısal momentumla döndüğü mekanizmayla ilgilenen sistem dinamiği dalıdır (Genta, 2007). Döner makineler, endüstriyel uygulamalarda kullanılan büyük bir makine sınıfını temsil eder; örneğin, elektrik santralleri, deniz tahrik sistemleri, uçak motorları, makine aletleri, ulaşım sistemleri ve çeşitli diğer amaçlar. Kanatlı diskler veya pervanelerle donatılmış, akışkan bir ortamda yüksek hızlarda dönen rotorlar, döner makinelerin genellikle nispeten küçük, kompakt paketler halinde inanılmaz miktarda enerji üretmesine, kullanmasına ve dönüştürmesine olanak tanır. Bu tür döner makinelerin güvenli ve sağlam çalışması son derece önemlidir. Her döner makine üç ana bileşenden oluşur: rotor, yataklar ve bunların destek yapısı.

Bir rotor üç şekilde titreşebilir: eksenel, burulma ve yanal. Yanal titreşimler rotorun, dönme eksenine dik bir şekilde yer değiştirmesine neden olur. Bu yanal hareketler birleşerek rotorun dönme eksenine dik bir düzlemde yörüngesel hareketi üretir. Rotor yanal titreşimi genellikle yüksek hızlı makinelerin çoğunda titreşimin en büyük bileşenidir. Aşırı yanal titreşim hem yataklara hem de destek yapısına zarar verebilir.

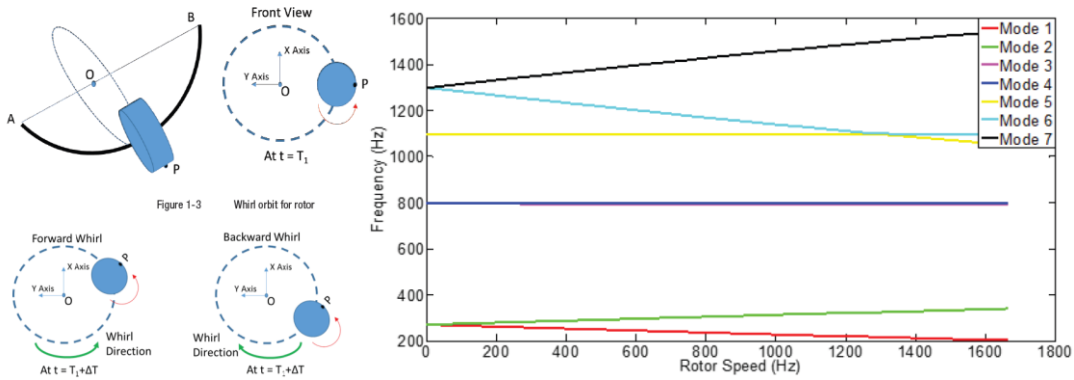
Rotor dengesizliği (unbalance), rotorun titreşimine katkıda bulunan ilk ve en iyi bilinen faktördür. Rotor kütle merkez çizgisi dönme eksenine ile çakışmadığında, kütle dengesiz ataletinden kaynaklanan dönme kuvvetleri ortaya çıkar. Bu, rotorla birlikte döndüğünden ve dönme eksenine dik olarak yönlendirildiğinden, dengesizlik yanal titreşim modlarını harekete



geçirir. Daha yüksek hızlar, çalışma frekansının karesinin bir fonksiyonu olan dengesizliklerden dolayı çok daha büyük merkezci kuvvetlere neden olur. Kuvvetler genellikle periyodiktir ve bu nedenle titreşim olarak gözlemlenen periyodik yer değiştirmelere neden olur

Rotorun gerçekleştirmiş olduğu düzlemsel (planar) hareket “Whirl Motion” ya da “Whirl” olarak isimlendirilir. Şekil 1’de örnek rotor planar hareketi görülmektedir. Page | 2

“Whirl” frekansları hesaplanırken, MSC Nastran’a bir hız girdisi verilir ve bu hızlar için whirl frekansları hesaplanır. Dolayısıyla farklı rotor hızları için analiz serisi çözdürmek gerekmektedir. “Whirl” frekanslarının belirlenmesi için en yaygın kullanılan yöntem “Campbell” diyagramıdır.



Şekil 1. Bir Rotorun Planar Hareketi ve Campbell Diyagramı [1]

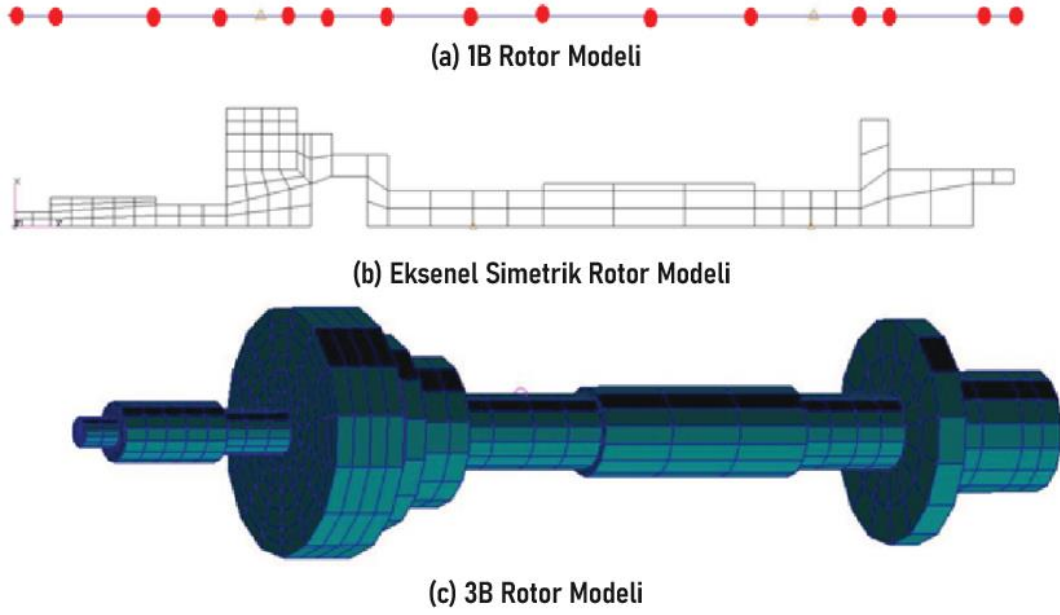
2. Bir Rotorun Kritik Hızları ve Mod Şekilleri

Bu çalışmanın amacı bir rotorun kritik hızlarının belirlenmesidir. Yapıya ait sonlu elemanlar modeli Apex/Patran yazılımları içerisinde gerçekleştirilmiştir. Çözüm için ise MSC Nastran kullanılmıştır.

Analiz sabit koordinat sistemlerinde gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma amacıyla aynı rotor 1B elemanlar (ROTORG), eksenel simetrik harmonik elemanlar (ROTORAX) ve katı elemanlar (ROTOR) kullanılarak modellenmiştir [2].

Şekil 2’de analizlerde kullanılan rotorun sonlu elemanlar modeli görülmektedir [3].





Şekil 2. Rotorun Sonlu Elemanlar Modelleri

Tablo 1’de makale ile MSC Nastran sonuçlarının karşılaştırılması görülmektedir.

Tablo 1. Sonuçların Literatür ile Karşılaştırılması

Mod Tipi	MSC Nastran			Makale [2]	
	Frekans (Hz)			Frekans (Hz)	
	1B Model	Eksenel Simetrik Model	3B Model	1B Model	Eksenel Simetrik Model
1. Backward	231.6	231.1	232.3	231.3	228.7
1. Forward	274.1	270.8	271.3	275.8	272.3
2. Backward	655.4	643.1	647.5	666.6	656.4
2. Forward	793.6	772.7	776	806.3	794.1

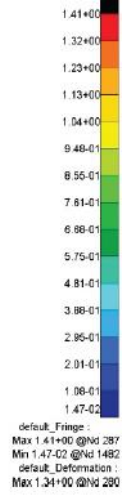
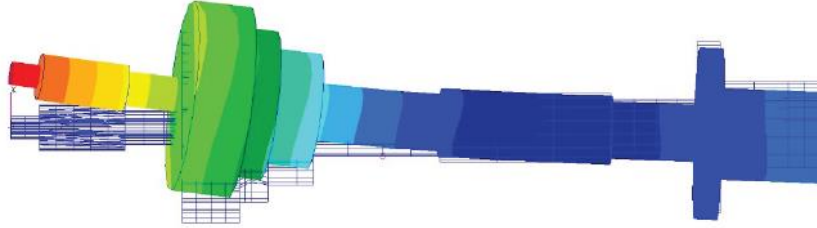
Sonuçlar incelendiğinde MSC Nastran’ın literatüre uygun değerler verdiği görülmüştür. Şekil 3’de 3D olarak modellenmiş rotorun mod şekli görülmektedir.



Patran 2019 FP1 SP1 13-Jul-20 13:44:17

Fringe: Untitled.SC1, A1.Mode 1 : Freq. = 232.25, Eigenvectors, Translational, Magnitude, (NON-LAYERED)

Deform: Untitled.SC1, A1.Mode 1 : Freq. = 232.25, Eigenvectors, Translational,



Şekil 3. 3B Rotorun Mod Şekli

3. Kaynakça

[1]. MSC Nastran Rotordynamic User's Guide

[2]. Geradin M. and Kill N., (1984), "A new Approach to Finite Element Modeling of Flexible Rotors." Engineering Computations, Vol. 1, 52-64.

[3]. MSC Nastran Verification Guide

