

SONLU ELEMANLAR METODU İLE DİŞLİLERİN DOĞAL FREKANSLARININ BELİRLENMESİ

Alaattin AKTAŞ & Sadettin ORHAN
Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Bölümü, 71450 KIRIKKALE

ÖZET

Dişliler Mekanik sistemlerde güç iletmek için yaygın olarak kullanılan makine elemanlarıdır. Güç aktarımı karşılıklı dişlerin birbirlerini kavramaları ile mümkün olduğundan, güç aktarımı sırasında dişliler değişken yüklemeye maruz kalırlar. Bunun için titreşimleri büyük önem kazanmaktadır. Bu çalışmada birinin jant kısmı dolu diğeri boşaltılmış farklı iki dişlinin doğal frekans değerleri ve mod şekilleri sonlu elemanlar programı yardımıyla bulundu. Analizler ANSYS 5.4 paket programı ile yapıldı.

Anahtar Kelimeler: Doğal Frekans, Dişli, Titreşim, Sonlu Elemanlar metodu

DETERMINATION OF NATURAL FREQUENCIES OF GEARS BY FINITE ELEMENT METHOD

ABSTRACT

Gears are the machine elements widely used to transmit power in mechanical systems. Transmission occurs by means of meshing of corresponding teeth. During this process, vibrations become important, since the gears subjected to varying loads. In this study, natural frequency values and mode shapes of two different gears that one of them is solid and the other is hollow, are determined with the aid of finite element method. Analyses were made by using package program of ANSYS 5.4.

Key words: Natural frequency, Gear, Vibration, Finite element method.

GİRİŞ

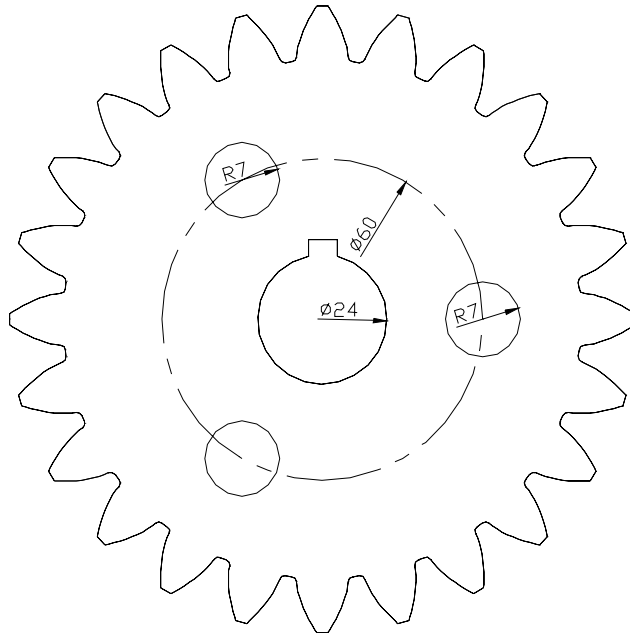
Teknolojinin gelişmesiyle beraber dişliler ile güç ve hareket iletimi oldukça yaygınlaşmıştır. Bir çok makine ve kontrol sisteminde güç ve hareket aktarımı dişliler yardımıyla sağlanmaktadır. Hareket iletiminin mümkün olan en az hata ile gerçekleşmesi istenir. Dişlilerde aşınma, sehim, yanlış montaj ve değişken yüklerden dolayı titreşim meydana gelmekte, bu da hareket iletimini bozmaktadır. Makine elemanları ve diğer yapılar tasarlanırken doğal frekansları dikkate alınmak zorundadır. Çünkü elemanın çalışma frekansı, doğal frekansına yaklaşır veya onunla çakışırsa rezonans olayı meydana gelir, bu da titreşimin şiddetine bağlı olarak, makine elemanının kısmen veya tamamen bozulmasına, görevini yapamaz hale gelmesine sebep olur. Bu yüzden daha tasarım aşamasında iken, makine

elemanın boyut ve malzeme bilgileri kullanılarak doğal frekansları belirlenmeli, güvenle çalışabileceği frekans aralığı buna göre ayarlanmalıdır. Bu sayede yıkıcı hatalar denilen, makine elemanın tamamen parçalanmasına kadar varan tehlikelerin önüne geçilebilmektedir. Ayrıca eleman ve yapıların doğal frekans bilgileri geçici dinamik analiz, harmonik cevap analizi gibi daha detaylı dinamik analizler için gerekmektedir [1]. Doğal frekansın önemli olması, dişlilerin doğal frekanslarının araştırılmasına sebep olmuştur. Choy ve diğerleri [2] rotor-dişli sisteminden oluşan üç kademeli bir dişli kutusunun doğal frekans ve mod şekillerini NASTRAN sonlu elemanlar programı yardımıyla hesaplamışlardır. Takatsu ve diğerleri [3] tek kademeli bir dişli kutusunun doğal frekanslarını hem ISAP-6 sonlu elemanlar programını kullanarak, hem de deneysel yolla bulup, her iki yolla elde ettikleri sonuçları karşılaştırdılar, sonuçların bir birine çok yakın olduğunu gördüler. Lim ve diğerleri [4] iki kademeli bir dişli kutusunun doğal frekans ve mod şekillerini hem sonlu elemanlar programı, hem de deneysel olarak hesapladılar. Değişik parametrelerin dişli kutusu titreşimine olan etkisini de incelediler. Sonlu elemanlar modelinde mil, dişli ve yatakları yok sayarak sadece gövdeyi modellediler. Deneyde ise iki kademedan oluşan gerçek bir dişli kutusunu incelediler.

Bu çalışmada birinin gövdesi dolu, diğerinin boşaltılmış olan farklı iki düz dişlinin doğal frekansları ve mod şekilleri hesaplandı. Jantı delik olan dişlinin frekansının doluya göre daha küçük çıktığı belirlendi.

DIŞLIN ÇİZİMİ VE PROBLEMİN TANITILMASI

Bu çalışmada, modülü 8 mm diş sayısı 20 ve kalınlığı 10 mm olan iki adet standart düz dişli alındı. Dişlilerin birinin jantı dolu diğerinin jantına, çapı 14 mm olan üç delik açıldı (Şekil 1).



Şekil 1 Problem geometrisi

Dişlinin profili evolvent olarak alındı. Evolvent profilini elde etmek için denklem 1 de r değerine temel dairesi ile diş üstü çapı arasında değerler verilerek θ değerleri hesaplandı. Autocad yardımıyla r ve θ 'nın tanımladığı noktalara spline çizilerek evolvent eğrisi elde

edildi. Sonra dişlinin diğer boyutları çizilerek ANSYS ortamına IGES formatında aktarılıp, sonlu elemanlar analizine geçildi.

$$\theta = \frac{\sqrt{r^2 - R_b^2}}{R_b} - \arctan \frac{\sqrt{r^2 - R_b^2}}{R_b} \quad (1)$$

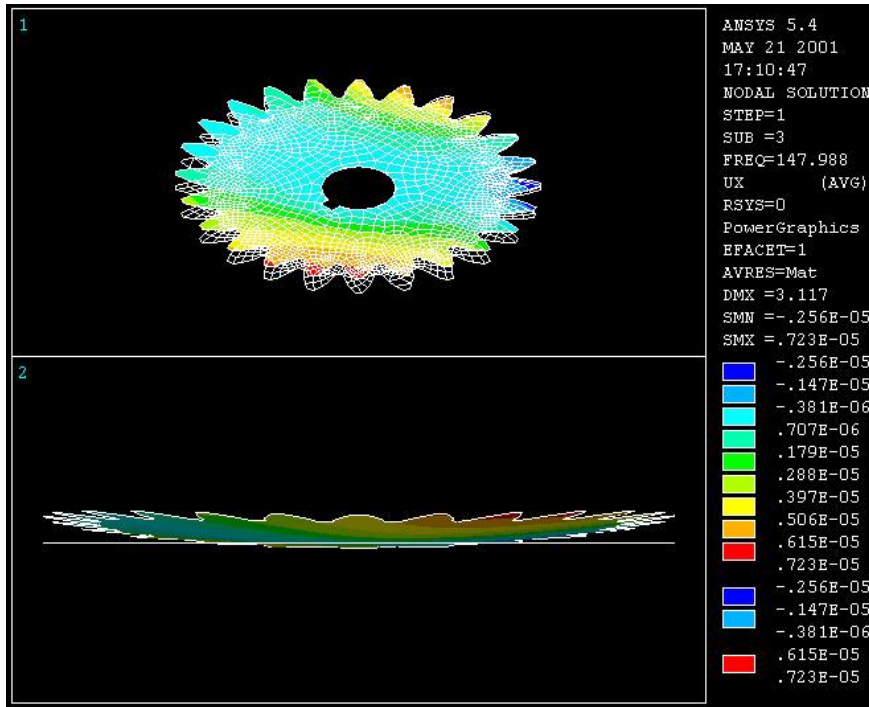
Burada R_b : temel dairesi yarıçapı, r temel dairesi ile diş üstü çapı arasında herhangi bir yarıçaptır.

SONLU ELEMANLAR ANALİZİ

Sonlu elemanlar analizinde Dişlinin malzemesi çelik olarak alındı ($E=200$ GPa, $\nu=0.3$). Analizler Ansys5.4 programında yapıldı, jantı dolu modelde 2155 eleman, 2284 düğüm, jantı delikli dişlide ise 1665 eleman 1807 düğüm, eleman olarak ta dört düğümlü Shell 63 elemanı kullanıldı[1]. Sınır şartı olarak dişlinin göbeği tüm yönlerde tutturuldu. Analizlerde dişlinin ilk altı doğal frekansı ve mod şekli hesaplandı. Doğal frekans değerleri tablo 1 de, bazı mod şekilleri Şekil 2-5 te verildi.

Tablo 1. Dişliler için frekans değerleri

Mod		1	2	3	4	5	6
Frekans (Hz.)	Jant dolu	135.77	138.46	147.99	176.94	177.88	204.89
	Jant delikli	129.83	131.88	140.25	166.83	171.22	198.27



Şekil 2. Jantı dolu dişlinin üçüncü mod şekli (eğilme modu)