

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OLUKLU VE TRAPEZ PLAKLARIN DİNAMİK DAVRANIŞLARININ
TEORİK VE DENEYSEL ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Aşkın DEMİR**

Anabilim Dalı : Makina Mühendisliği

Programı : Katı Cisimler Mekaniği

HAZİRAN 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OLUKLU VE TRAPEZ PLAKLARIN DİNAMİK DAVRANIŞLARININ
TEORİK VE DENEYSEL ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Aşkın DEMİR
(5030915171)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06 Mayıs 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 06 Haziran 2011

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Alaeddin ARPACI (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Rahmi GÜÇLÜ (YTÜ)
Doç. Dr. Ekrem TÜFEKÇİ (İTÜ)**

HAZİRAN 2011

Babama, anneme ve kızkardeşime;

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın başarıyla tamamlanmasını sağlayan ve tezin tüm aşamalarında desteğini esirgemeyen Makine Mühendisi Eren BARDIZ'a ve sayın hocam Öğr. Gör. Dr. Adil YÜCEL'e teşekkür eder, çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Alaeddin ARPACI'ya saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2011

Aşkın DEMİR
(Makina Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Genel Bakış	1
1.2 Galvaniz Plakalar	1
1.2.1 Malzeme yapısı	1
1.2.2 Galvanizlemenin önemi.....	2
1.2.3 Kaplama yöntemleri	3
1.2.4 Kullanım alanı.....	5
1.3 Standart Plaklar	5
1.4 Deney Plaklarımız	7
2. TİTREŞİM	15
2.1 Titreşim Nedir	15
2.2 Titreşim Sebepleri	15
2.3 Titreşimle İlgili Terimler	16
2.4 Titreşimin Sınıflandırılması	18
2.4.1 Serbest titreşim	18
2.4.2 Zorlanmış titreşimler	18
2.5 Doğal Frekans	19
2.6 Sürekli Sistemlerin Titreşimleri	19
3. TEORİK VE DENEYSEL ANALİZ	21
3.1 Modal Analiz.....	21
3.1.1 Serbestlik derecesi	22
3.1.1.1 Tek serbestlik derecesi.....	23
3.1.1.2 Çok serbestlik derecesi	25
3.2 Mod ve Mod Şekli	26
3.2.1 Mod	26
3.2.1 Mod şekli	27
3.3 Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Analiz.....	28
3.3.1 Trp modeli.....	30
3.3.2 Sin modeli	35
3.3.3 Trz modeli.....	40
3.3.4 Plakların Abaqus Cae ile analizi	43
3.4 Trapezoidal Ve Sinusoidal Plak Modellerinin Deneyisel Modal Analiz Yöntemiyle İncelenmesi	52

3.4.1 Deney düzenekleri	53
3.4.2 �ncelenecek modeller	54
3.4.3 Darbe �ekici.....	54
3.4.4 Tek eksenli ivmeölçer	55
3.4.5 FFT analizörü	55
3.4.6 Modal analiz yazılımı.....	56
3.4.7 Deneyin hazırlanışı	56
3.4.7.1 Deneyin hazırlanışı.....	56
3.4.7.2 Deney yazılımlarının hazırlanışı	57
3.4.8 Deneyin yapılışı	58
3.4.9 Deneyin sonuçları	59
4. KARŞILAŞTIRMA VE SONUÇ	63
KAYNAKLAR.....	65
EKLER	67

KISALTMALAR

CATIA : Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application
ODB : Organized Data Base

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Galvanizli stor plağın teknik özellikleri (9/31,8 formu)	9
Çizelge 1.2 : Galvaniz oluklu plağın teknik özellikleri (18/76,2 formu)	11
Çizelge 1.3 : Trapez plağın teknik özellikleri (27/200 formu)	14
Çizelge 3.1 : Trp formundaki plakların değişkenleri	30
Çizelge 3.2 : Sin formundaki plakların değişkenleri	35
Çizelge 3.3 : Trz formundaki plakların değişkenleri	40
Çizelge 3.4 : Tek eksenli ivmeölçerin teknik özellikler	55
Çizelge 3.5 : 12 korugasyonlu, 18 mm yüksekliği olan sinus plağın deney sonuçları	60
Çizelge 3.6 : 5 korugasyonlu, 27 mm yüksekliği olan trapez plağın deney sonuçları	61
Çizelge 4.1 : Trp05h27 ff deney ve analiz karşılaştırma tablosu	64
Çizelge 4.2 : Sin12h18 ff deney ve analiz karşılaştırma tablosu	64

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Galvaniz kaplı plağın katmanları.....	3
Şekil 1.2 : Standart plaklara örnek (38/151 formu).....	6
Şekil 1.3 : Standart plaklara örnek (50/207 formu).....	6
Şekil 1.4 : Standart plaklara örnek (60/209 formu).....	6
Şekil 1.5 : Standart plaklara örnek (9/31,8 formu).....	7
Şekil 1.6 : Standart plaklara örnek (22/76,2 formu).....	7
Şekil 1.7 : Galvanizli stor plağın bükümden önceki hali.....	8
Şekil 1.8 : Galvanizli stor plağın bükümden sonraki hali.....	8
Şekil 1.9 : Galvanizli stor plağın ölçü kontrolü	8
Şekil 1.10 : Galvanizli stor plağın ölçüleri (9/31,8 formu).....	9
Şekil 1.11 : Galvaniz oluklu plağın bükümden önceki hali.....	10
Şekil 1.12 : Galvaniz oluklu plağın bükümden sonraki hali.....	10
Şekil 1.13 : Galvaniz oluklu plağın ölçü kontrolü	10
Şekil 1.14 : Galvaniz oluklu plağın ölçüleri (18/76,2 formu).....	11
Şekil 1.15 : Trapez plağın bükümden önceki hali.....	12
Şekil 1.16 : Trapez oluklu plağın 1. bükümü	12
Şekil 1.17 : Trapez oluklu plağın 2. bükümü	12
Şekil 1.18 : Trapez oluklu plağın 3. bükümü.....	13
Şekil 1.19 : Trapez oluklu plağın 4. bükümü.....	13
Şekil 1.20 : Trapez plağın bükümden sonraki hali.....	13
Şekil 1.21 : Trapez plağın ölçüleri (27,5/200 formu).....	14
Şekil 2.1 : Periyodik hareket grafiği.....	17
Şekil 2.2 : Harmonik hareket grafiği	17
Şekil 2.3 : Serbest titreşim	19
Şekil 2.4 : Sönümlü zorlanmış titreşim	19
Şekil 2.5 : Sürekli sistem	20
Şekil 3.1 : Frekans-zaman domen ilişkisi	22
Şekil 3.2 : Soldan sağa zaman ve frekans domenleri.	22
Şekil 3.3 : Sarkaç.....	22
Şekil 3.4 : İki rotorlu sistem.....	23
Şekil 3.5 : Frekans-faz ve katsayısı grafiği.....	24
Şekil 3.6 : İki serbestlik dereceli bir sistem	25
Şekil 3.7 : Soldan sağa normal mod ve kompleks mod.....	27
Şekil 3.8 : Mod şekli.....	28
Şekil 3.9 : Trp modeli (27,5/200 formu)	30
Şekil 3.10 : Trp modeli / skecher	31
Şekil 3.11 : Trp modeli / extrude	32
Şekil 3.12 : Trp modeli / thicksurfaces.....	32
Şekil 3.13 : Trp modelinin isimlendirilmesi	33
Şekil 3.14 : Trp03h23 modeli	33

Şekil 3.15 : Trp05h25 modeli	33
Şekil 3.16 : Trp07h22 modeli	34
Şekil 3.17 : Trp08h21 modeli	34
Şekil 3.18 : Trp11h30 modeli	34
Şekil 3.19 : Sin modeli (18/76,2 formu).....	35
Şekil 3.20 : Sin modeli / skecher	36
Şekil 3.21 : Sin modeli / extrude.....	37
Şekil 3.22 : Sin modeli / thicksurfaces	37
Şekil 3.23 : Sin modelinin isimlendirilmesi	38
Şekil 3.24 : Sin12h19 modeli	38
Şekil 3.25 : Sin14h18 modeli	38
Şekil 3.26 : Sin16h25 modeli	39
Şekil 3.27 : Sin18h22 modeli	39
Şekil 3.28 : Sin20h30 modeli	39
Şekil 3.29 : Trz modeli (27,5 / 200 formu).....	40
Şekil 3.30 : Trz modelinin isimlendirilmesi	41
Şekil 3.31 : Trz00 modeli	42
Şekil 3.32 : Trz38 modeli	42
Şekil 3.33 : Trz74 modeli	42
Şekil 3.34 : Abaqus / module part.....	43
Şekil 3.35 : Abaqus / module property.....	44
Şekil 3.36 : Abaqus / module assembly	44
Şekil 3.37 : Abaqus / module load	45
Şekil 3.38 : Abaqus / module mesh 1.....	46
Şekil 3.39 : Abaqus / module mesh 2.....	46
Şekil 3.40 : Abaqus / module job.....	47
Şekil 3.41 : Abaqus / module visualization 1	47
Şekil 3.42 : 5 korugasyonlu, ankastre trapez plağın analizi	48
Şekil 3.43 : 5 korugasyonlu, ankastre trapez plağın analiz sonuçları	48
Şekil 3.44 : 5 korugasyonlu, serbest-serbest trapez plağın analizi	49
Şekil 3.45 : 5 korugasyonlu, serbest-serbest trapez plağın analiz sonuçları	49
Şekil 3.46 : 12 korugasyonlu, ankastre sinüs plağın analizi.....	50
Şekil 3.47 : 12 korugasyonlu, ankastre sinüs plağın analiz sonuçları.....	50
Şekil 3.48 : 12 korugasyonlu serbest-serbest sinüs plağın analizi	51
Şekil 3.49. : 12 korugasyonlu, serbest-serbest sinüs plağın analiz sonuçları.....	51
Şekil 3.50 : Frekans cevabı fonksiyonu blok diyagramı	53
Şekil 3.51 : Trapezoidal ve sinusoidal plak deney modelleri.....	54
Şekil 3.52 : Darbe çekici	54
Şekil 3.53. : Tek eksenli ivmeölçer.....	55
Şekil 3.54 : Ölçüm için hazırlanmış deney modeli	57
Şekil 3.55 : 8 numaranın ölçüm anı	58
Şekil 3.56 : 13 numaranın ölçüm anı	58
Şekil 3.57 : 18 numaranın ölçüm anı	59
Şekil 3.58 : Sin12h18ff modelinin deneysel analizi	60
Şekil 3.59 : Trp05h27ff modelinin deneysel analizi	61

OLUKLU VE TRAPEZ PLAKLARIN DİNAMİK DAVRANIŞLARININ TEORİK VE DENEYSEL ANALİZ

ÖZET

Günümüzde teknoloji her geçen gün daha da ilerlemektedir. Farklı sektörlerde, farklı amaçlarda uygulamaların çeşitliliği artmaktadır. Trapez ve oluklu plakların da kullanım alanlarının arttığı görülmektedir. Bu çalışmada, uzay, havacılık, otomotiv, inşaat, gemi inşaatı vb. gibi sektörlerde yaygın olarak kullanılan trapezoidal ve sinusoidal oluklu plakların dinamik davranışları incelenmiştir. Çeşitli üretim parametrelerine sahip bu plaklarda farklı oluk sayısı ve oluk yüksekliği değerleri için 330 farklı model oluşturulmuş ve bu modellerin sonlu eleman yöntemiyle farklı sınır şartları için doğal frekans ve mod şekli analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada yapılan analize sayısı 660'tır. Buna ilave olarak trapezoidal plakların kesit profili değişimleri de incelenmiştir. Farklı kesit profiline sahip 38 adet model oluşturulmuş ve her bir model, için dört tarafı ankastre ve serbest-serbest olmak üzere toplamda 76 adet analiz yapılmıştır. Ortaya çıkan doğal frekans değerleri irdelenerek oluklu plaklardaki oluk sayısı ve oluk yüksekliği değerleri ile kesit profillerindeki değişimin plakların doğal frekansları üzerindeki etkileri ortaya koyulmuştur. Çalışmanın sonucunda toplamda 368 adet CATİA çizimi ve 736 adet ABAQUS analizi yapılmıştır. Ayrıca piyasada üretilen birkaç örnek plak üzerinde deneysel modal analiz çalışması yapılarak sonuçların deneysel olarak da doğrulanması yoluna gidilmiştir. Deney aşamasında, trapez ve sinüs olarak birer adet plak kullanılmıştır. Her iki plağında, dört tarafı serbest olacak şekilde hazırlanan düzeneklerde deneyleri yapılmıştır. Elde edilen frekans değerleriyle, sonlu elemanlar yöntemiyle elde edilen frekans değerleri karşılaştırılarak, yorumlanmıştır.

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL ANALYSES OF DYNAMIC BEHAVIOURS OF TRAPEZOIDAL AND SINUSOIDAL PLATES

SUMMARY

Today, technology is advancing further with each passing day. Different industries, different purposes, increasing the diversity of applications. Trapezoidal and corrugated plates have increased the area of use. In this study, dynamic behaviours of trapezoidal and sinusoidal plates which are widely used in the fields of space, aviation, automotive, construction, shipbuilding have been analyzed. 330 different surface models varying according to corrugation height and number have been created for these plates which have various manufacturing parameters. At this stage, the analysis number is 660. These models have been analyzed for different boundary conditions and modal analyses to obtain natural frequencies and mode shapes have been conducted using finite element method. In addition, changes in the trapezoidal cross-section profile have also been investigated by analyzing 38 different plates with varying cross-section profiles. Examining these results, the effects of corrugation height and number on natural frequencies and mode shapes have been determined. As a result of the study a total of 368 pieces of CATIA drawing and 736 pieces of ABAQUS analysis was performed. Besides, the theoretical results have been verified using the experimental modal analysis technique for some selected models which are being manufactured in the market. Step of the experiment, one each plate was used as the trapezoidal and sinusoidal plates. Both plate, four sides of the release experiments were performed in assemblies to be prepared. The resulting frequency values, obtained from the finite element method by comparing the frequency values, interpreted.

1. GİRİŞ

Günümüzde teknoloji her geçen gün daha da ilerlemektedir. Farklı sektörlerde, farklı amaçlarda uygulamaların çeşitliliği artmaktadır. Trapez ve oluklu plakların da kullanım alanlarının arttığı görülmektedir.

1.1 Genel Bakış

Trapez ve sinüs plaklar; günümüzde uzay, havacılık, otomotiv, inşaat, gemi inşaatı vb. gibi sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanım alanları farklılaşsada, şeklen standart haline gelmiş plaklar mevcuttur. Bu plakların, malzeme yapıları ve üretim aşamaları incelenmiştir. Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak ve deneyleri yapılarak, değişken parametreler ve farklı sınır şartlarına kullanılarak, plakların doğal frekansları ve mod şekilleri bulunmuştur

1.2 Galvaniz Plaklar

Standart olarak piyasada bulunan plaklar genellikle galvaniz kaplı olmaktadır. Fakat bunun yanında plaklar malzeme yapıları, kaplama şekilleri ve kesit görünüşleri açısından farklılık göstermektedir.

1.2.1 Malzeme yapısı

Çelik, dayanıklılık, esneklik, güçlülük, ağırlık oranı ve ekonomik olma özelliklerini içerdği için çatı ve cephe kaplamasında kullanılan trapez malzeme için ideal bir hammaddedir.

Çelik, çatı ve cephe trapez plakların yapımında kullanılan en güçlü ve en sert malzemelerden biridir. Bundan dolayı çelik kaplama trapezlerin et kalınlıkları diğer alternatif malzemelere göre daha ince tutulabilir. Örnek vermek gerekirse 0,40 mm, 0,70 mm arası olabilir. Çelik malzemenin diğer malzemelerden yoğun olması dolayısıyla kaplama trapezlerinin birim m² ağırlıkları, alternatif hafif kaplama malzemelerinden biraz daha ağırdır.

Elastisite modülü (Young modülü), malzemenin kuvvet altında elastik şekil değiştirmesinin ölçüsüdür. Tanımı gereği birim kesit alanına sahip bir malzemede genellikle 1 mm^2 birim boyu bir kat arttırmak için uygulanması gerekli kuvveti gösterir. Örneğin; 1 metrelik teli 2 metre yapmak için kullanılan kuvvettir [1].

Elastik deformasyondaki birim uzama ile normal gerilme (çekme ya da basma gerilmesi) arasındaki lineer ilişkinin bir sonucu olup bir birim uzama başına gerilme olarak tanımlanır. Elastisite modülünün birimi N/m^2 'dir. Yapı çeliği için elastisite modülü $E_{\text{çelik}}=2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$, alüminyum için $E_{\text{alüminyum}}=7 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ 'dir [2].

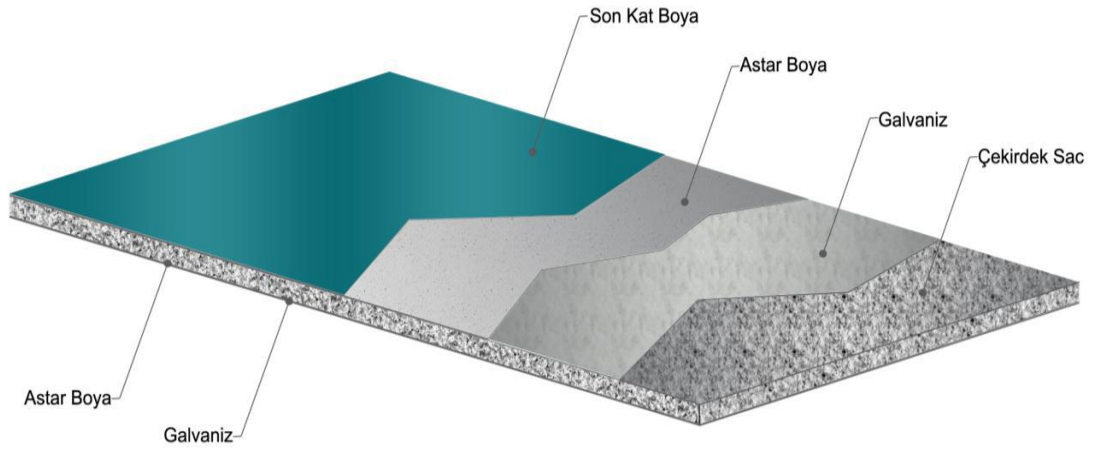
Çeliğin elastiklik modülü, alüminyumdan yaklaşık üç kat daha fazla olmasından dolayı alüminyumdan yapılmış benzer bir trapezden 3 kat daha sert ve mukavim olmaktadır. Bu yüzden aşık mesafesi taşıma güçleri (kar ve rüzgar yükü) alüminyum trapezlerde daha düşük olmalıdır.

Sonuç olarak sehim limitleri karşılaştırıldığında çelik için $L/150$ olan sehim limiti alüminyum için $L/90$ dır. Bu katsayı çeliğin ne kadar daha mukavim bir malzeme olduğunu göstermeye yeterlidir. Metal kalınlığı, yapılacak uygulamaya göre belirlemek çok önemlidir. Örneğin 0,50mm kalınlıktaki sac genelde standart çatı kaplaması için ön görülen minimum kalınlıktır. Kullanılan boyalı veya naturel sacların yanı sıra galvaniz kaplama saclar da mevcuttur.

1.2.2 Galvanizlemenin önemi

Demir esaslı malzemeler, bulunduğu ortamdaki şartlarında paslanmaktadır. Demirin zaman içinde paslanması fonksiyonlarını yitirmesine ve malzemenin çürüyerek yokolmasına sebep olmaktadır. Çinko, pasa karşı doğada bulunan en aktif koruyucu element olması sebebiyle, demiri atmosferin olumsuz etkilerinden korumaktadır [3].

Galvaniz, erimiş çinkonun içine koruma ya da kaplama amacı ile kullanılacak maddenin batırılması ile yapılan işleme denir. Boya dışında, demirli metallere en çok uygulanan koruyucu kaplamadır. Çünkü; Çinko, boya gibi sadece çeliğin yüzeyine yapışmakla kalmaz, daldırma galvaniz, kaplama işlemi sonrasında çeliğin bir parçası olur. Özellikle paslanmaya karşı yapılan bu işlem; dışarıda, açık havada her türlü hava koşulunda çalışacak metallerin ömrünün uzatılması, korozyona karşı direnç sağlayabilmeleri ve üzerindeki yağ, pas gibi olumsuzlukları yok etmeleri için yapılmaktadır.



Şekil 1.1 : Galvaniz kaplı plağın katmanları.

Galvaniz kaplama işlemi demirden müteşekkil her türlü malzemeye uygulanabilmektedir. Yaygın olarak haddelenerek üretilen ve yassı mamul dediğimiz sacdan imal edilmiş malzemeler galvaniz kaplanmaktadır. Yaşamımızda çok yaygın olarak kullanılan her türlü demir malzeme rahatlıkla galvaniz kaplanabilmektedir. Alaşımsız Karbon çeliği düşük alaşımlı çelikler gri ve dövülebilir dökme demirler genel olarak galvanizleme işlemi için uygundur.

Kükürt içeren otomat çelikleri normal olarak uygun değildir. Çelikleri Silisyum ve fosfor gibi reaktif elementleri varlığı, eşit olmayan, kırılğan, kalın ve de parlak veya koyu gri (mat) kaplama alanlarının oluşmasına sebep olabilir

1.2.3 Kaplama yöntemleri

Çinko kaplama, demirli metallerin atmosferdeki oksijenin ve su buharının aşındırıcı (korozyon) etkisinden korunmasını iki yolla sağlar:

- 1) Galvanizlenmiş parçadaki demirin havayla temas etmesini önler.
- 2) Kaplama, demir içeren metali ortaya çıkaracak biçimde çatladığında, kırığı çevreleyen çinko, demir için bir tür katot korunması sağlar [4]. Kimyasal açıdan paslanma, metalin yüzeyinde karmaşık demir oksitlerinin oluşmasıdır. Bunlar temelde, dış kabuk ya da değerlik elektronlarının, demir atomlarından oksijen moleküllerine geçmesine yol açan iyonlu bileşiklerdir. Ama çinko, demirden daha elektropozitifdir. Yani, başka bir elementle kimyasal tepkimeye girerek, kolayca değerlik elektronlarını yitirebilir. İçinde demir bulunan metalle elektriksel temasının sağlanması durumunda, çinko kaplama, atmosferdeki su ve oksijenin ilk hedefi olacaktır. Ayrıca, çatlak küçükse, çinkonun aşınma ürünleri bu yarıkları doldurur.

Endüstri alanında galvanizleme, genellikle sıcak daldırma işlemiyle yapılmaktadır. Bu yöntemde, demir ya da çelikten yapılmış parça, 450 °C sıcaklıktaki erimiş çinko içine daldırılır. Yüzeyinin çok temiz olması gerektiğinden, parçanın üstündeki mazot ve yağ artıkları, bir alkali banyosunda temizlenir. Ardından parça, kabuksuzlaştırma işleminden geçirilir, yani yüzeyindeki oksit ya da karbonat, hidroklorik asitten ya da sülfürik asitten oluşan bir başka banyoda giderilir. Bundan sonra, akışkan bir çinko-amonyum klorür çözeltisi uygulanan parça, çinkoya daldırılır. Parçaya yapışan çinko kaplama, gerçekte üç tabakadan oluşur. En dış tabaka tamamen çinkodan meydana gelir. Alt tabakalara doğru indikçe demir ve çinko karışımının olduğunu görebilirsiniz. Dıştaki arı çinko kaplamanın altında, iki demir-çinko alaşım tabakası vardır: Demirin üstünde çok ince bir düşük çinko tabakası ($FeZn_3$); onun üstünde de bir yüksek çinko tabakası ($FeZn_7$) bulunmaktadır. En içte bulunan merkez tabaka ise tamamen saf çelikten meydana gelmektedir. Bu tabakaların görevi içte bulunan saf çeliği tuzlu veya nem gibi unsurlardan, korozyona karşı korumaktır. Çinko, haddeden çekilebilen bir metaldir; ama alaşım tabakaları kolayca kırılabilir, bu nedenle dökülmelerini önlemek için, olabildiğince ince tutulmaları gerekir. Daldırma işlemi tamamlandıktan sonra, parçalar hemen çıkarılır, fazla çinko akıtılır ve havayla ya da suyla soğutulur.

Galvaniz kaplamanın derecesi, çinkonun kalınlığından çok, çinkonun birim alana düşen ağırlığına göre değerlendirilir. Çünkü bu galvaniz kaplamanın ne kadar malzemeye uygulandığını göstermek için daha iyi bir ölçektir.

Daha arı bir çinko kaplama istendiğinde, kaplamanın belirli bir kalınlıkta olması gerektiğinde ya da erimiş çinko banyosunun yüksek sıcaklığının, işlem görecekt parçayı ters yönde etkileme olasılığı bulunduğu, çinko, elektrolizle kaplanır. Bu yöntemle ‘Elektro galvanizleme’ denir.

Elektro galvanizleme, elektrik akımı yöntemiyle malzeme çinko kaplanarak korozyona karşı korunması işlemidir. Elektro galvaniz kaplama; kaplama yapılacak metalin uygun koşullarda elektrolitle dolu bir kazanın içine anot ve katot elektrotları daldırılarak anot elektrotuna Zn (çinko), katoduna ise kaplanacak malzeme takılır. Yüksek akım ve düşük gerilim üretici ve redresör ile elektrik tatbik edilerek anottan elektron kopararak katoda yani malzemenin yüzeyine yapışması sağlanır. Bu işlemin sonunda kaplamanın kalıcı olması için pasivasyon yapılarak kaplama işlemi bitirilir.

Bu işlem sonucunda malzemenin yüzeyinde sırasıyla çinko-demir ve saf çinko tabakası oluşur ki, bu tabakalar demir malzemeyi korozyona karşı korur.

En dayanıklı ve uzun vadede en ekonomik kaplama yöntemi; elektro galvanizleme olanıdır. Bu yöntemle kaplanmış malzemelere ilave boya vs. uygulama yapmaya gerek yoktur. Fakat istenirse boya işlemi de uygulanabilir.

Demir ya da çelik parçalar üstüne çinko kaplama yöntemlerinde biri de çinko emdirmedir. Çinko emdirme işleminde, kaplanacak parça, çinko tozu ve kumu içeren bir silindirde, 350-400°C sıcaklıkta 3-10 saat kadar döndürülür. Püskürtmeli çinko kaplamaları, yüksek basınçlı bir püskürtme tabancasıyla uygulanır. Yüksek basınçlı sıcak gaz fiskiyesi, erimiş çinkoyu, bir aerosol püskürtücüde olduğu gibi, damlacıklar haline getirir. Bu yöntemin üstünlüğü, köprü gibi büyük yapıların, yerinde galvanizlenmesini sağlamasıdır.

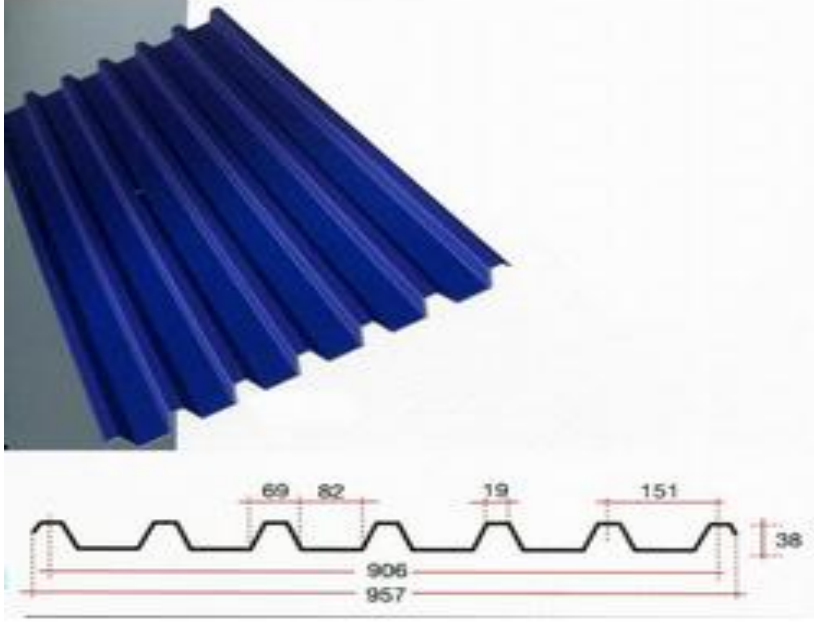
Organik bir bazın içinde asıltı halinde çinko tozu içeren boyalar da, bazen çinko kaplama uygulanmasında kullanılır. Bu yöntem, alttaki demir ile çinko arasındaki bağın çok güçlü olmasını sağlamaz, ama kolaylığı nedeniyle bazı durumlarda yeğlenir.

1.2.4 Kullanım alanı

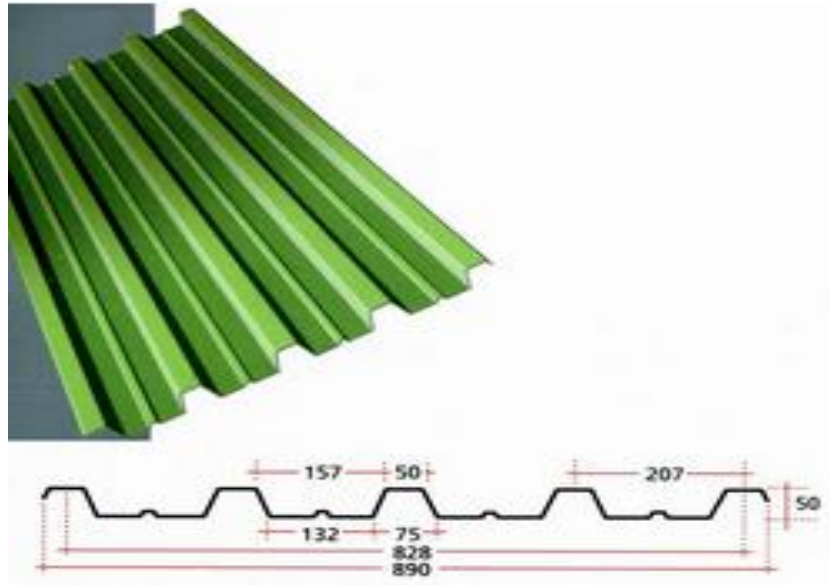
Birçok alanda galvaniz kaplama çelik, önemli bir malzeme olarak kullanılmaktadır; Gemi yapımı, Otomotiv sektörü, Denizcilik sektörü, Enerji sektörü, Endüstriyel Makine sektörü, Hırdavat sektörü ve İnşaat sektörü... Bunlar en çok bilinen sektörlerdir. Yapılarda kullanılan çelik iskeletler, metal saç plakalar, civatalar, somunlar ve teller bunlara örnektir.

1.3 Standart Plaklar

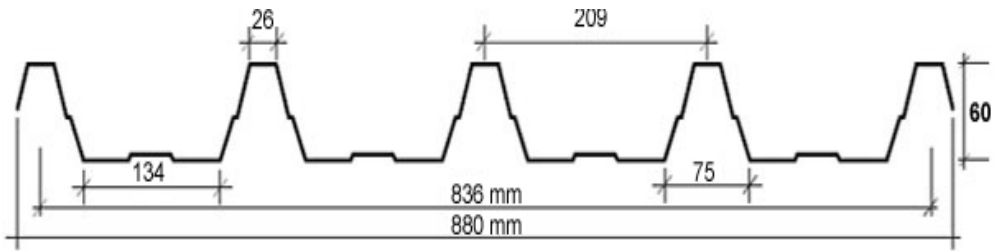
Sektörde plak üretimi yapan birçok firma vardır. Bu firmaların ürettikleri plakların ölçüleri birbirinden farklı olduğu gibi, aynı olanları da mevcuttur. Bu nedenle piyasada farklı standard ölçülerde plaklar bulunabilmektedir. Yine kullanımı yaygın olanların ölçülerinin yaklaşık değerler olduğunu görmekteyiz. Şekil 1.2, şekil 1.3, şekil 1.4, şekil 1.5, şekil 1.6'da farklı ebatlardaki plak şekilleri gösterilmiştir.



Şekil 1.2 : Standart plaklara örnek (38/151 formu) [5].

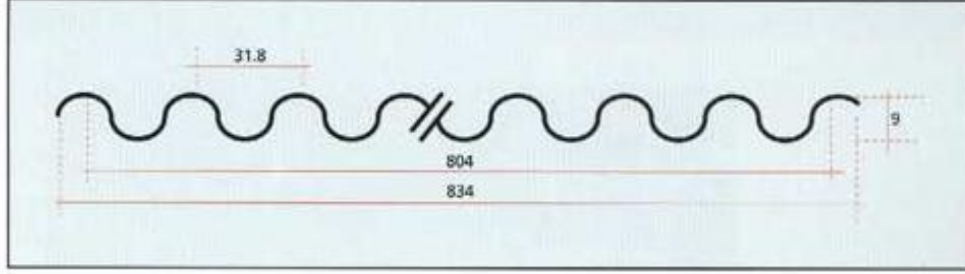


Şekil 1.3 : Standart plaklara örnek (50/207 formu) [5].

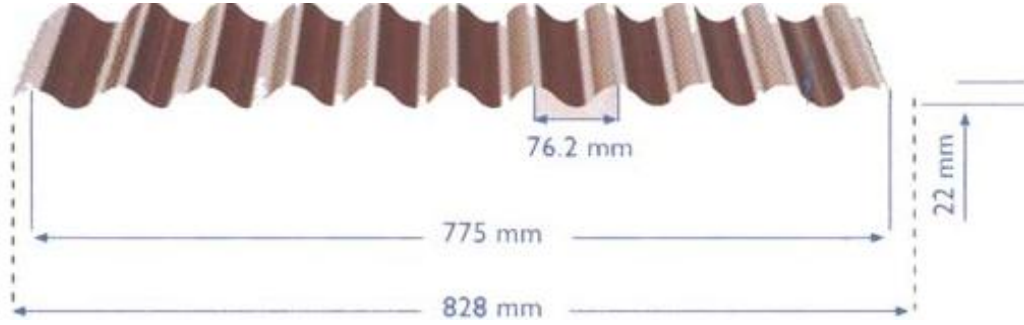


Şekil 1.4 : Standart plaklara örnek (60/209 formu) [6].

Plaklar genellikle, yamuk formunda ve sinüz formunda üretilmektedirler. Üretici firmalar talep üzerine özel formlarda plaklarda yapmaktadırlar fakat bunların maliyeti alıcı için fazla olmaktadır. Sinüs ve trapez formlarını karşılaştırdığımızda, trapez formun daha çeşitli olduğunu ve daha fazla tercih edildiğini görmekteyiz.



Şekil 1.5 : Standart plaklara örnek (9/31,8 formu) [7].



Şekil 1.6 : Standart plaklara örnek (22/76,2 formu) [8].

1.4 Deney Plaklarımız

Galvaniz kaplı çelik sacdan bükülerek imalatı gerçekleştirilen plak, sadece bir aşamada istenilen formunu almamaktadır. Malzemenin mukavemetini artırmak ve imalattaki yıpranmaları önlemek adına sac, alacağı şekle göre birkaç büküm aşamasında geçmektedir.

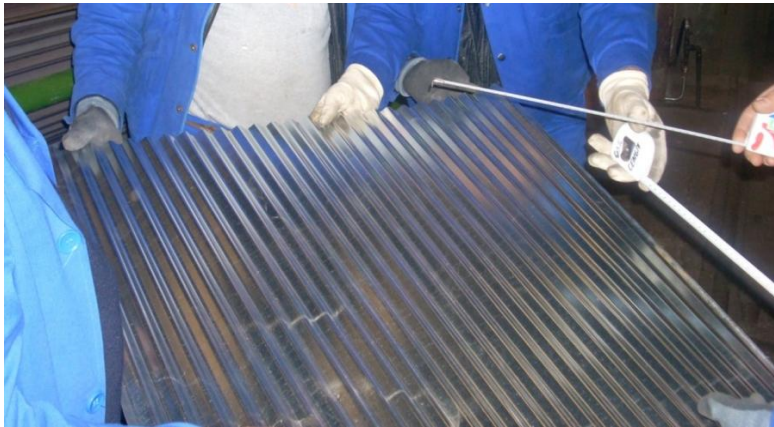
Assangalvaniz Demir ve Sac Sanayi A.Ş. de imalatı incelenen trapez ve sinüs formundaki levhaların gerçekleştirilen aşamalarını aşağıdaki şekillerde görmekteyiz [9].



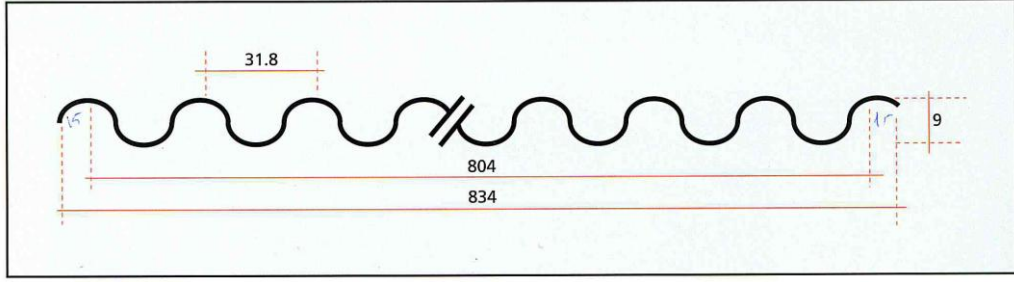
Şekil 1.7 : Galvanizli stor plağın bükümden önceki hali.



Şekil 1.8 : Galvanizli stor plağın bükümden sonraki hali.



Şekil 1.9 : Galvanizli stor plağın ölçü kontrolü.



Şekil 1.10 : Galvanizli stor plağın ölçüleri (9/31,8 formu).

Galvanizli stor plağın teknik özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Plak kalınlığı; min 0,30 mm, 0,5 mm.
- Çalışmamızda seçilen plak kalınlığı; 0,40 mm.
- Plak uzunluğu; min 500 mm, max 3200 mm
- Plak faydalı alan genişliği; 804 mm

Çizelge 1.1 : Galvanizli stor plağın teknik özellikleri (9/31,8 formu).

Galvanizli Sac Kalınlığı (mm)	1 m Boy Ağırlığı (kg/m)	Kullanım Alanı Ağırlığı (kg/m ²)
0,30	2,38	2,87
0,35	2,53	3,05
0,40	2,93	3,53
0,45	3,34	4,02
0,50	3,75	4,54

Bu özellikleri taşıyan stor plağın uygulama alanları; dükkan ve mağaza binaları, kepenk ve panjur yapımın, dekoratif çatı ve cephe kaplamalarıdır. Galvanizli stor plağın imalatı ile galvaniz oluklu plağın imalatı aynıdır. Tek fark ebatlarındaki farktan dolayı kullanılan silindirlerin farklılığıdır.



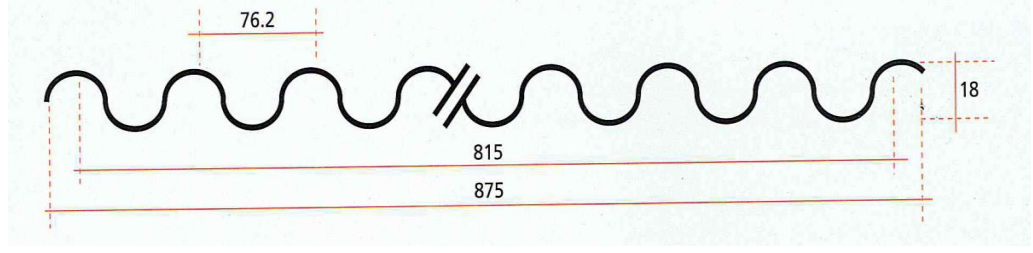
Şekil 1.11 : Galvaniz oluklu plağın bükümden önceki hali.



Şekil 1.12 : Galvaniz oluklu plağın bükümden sonraki hali.



Şekil 1.13 : Galvaniz oluklu plağın ölçü kontrolü.



Şekil 1.14 : Galvaniz oluklu plağın ölçüleri (18/76,2 formu).

Galvaniz oluklu plağın teknik özellikleri aşağıdaki gibidir;

- Plak kalınlığı; min 0,30 mm, 1,20 mm.
- Çalışmamızda seçilen plak kalınlığı; 0,40 mm.
- Plak uzunluğu; min 1000 mm, max 4000 mm
- Plak faydalı alan genişliği; 815 mm

Çizelge 1.2 : Galvaniz Oluklu Plağın Teknik Özellikleri (18/76,2 formu)

Galvaniz Sac	1 m Boy	Kullanım	Atalet	Mukavemet
Kalınlığı	Ağırlığı	Alanı Ağırlığı	Moment	Moment
(mm)	(kg/m)	(kg/m ²)	(J=cm ⁴)	(W=cm ³)
0,30	2,38	2,83	1,24	1,38
0,35	2,53	3,03	1,45	1,61
0,40	2,93	3,51	1,65	1,84
0,45	3,34	4,00	1,86	2,07
0,50	3,75	4,52	2,07	2,30
0,60	4,98	6,04	2,69	2,99
0,70	5,77	6,99	3,10	3,45
0,80	6,56	7,95	3,52	3,91
0,90	7,35	8,96	3,93	4,37
1,00	8,14	9,33	4,14	4,60
1,20	9,78	11,92	4,97	5,52

Bu özellikleri taşıyan oluklu plağın uygulama alanları; prefabrik yapı imalatı, dükkan ve mağaza binaları, baraka yapımında, silo ve depo inşaatlarında, kepenk ve panjur yapımın, dekoratif çatı ve cephe kaplamalarıdır.

Trapez plağın imalatı galvaniz oluklu ve stor plağın imalatından daha farklıdır. Burada büküm aşamalarının sayıları korugasyon sayısına göre değişmektedir.



Şekil 1.15 : Trapez plağın bükümden önceki hali.



Şekil 1.16 : Trapez oluklu plağın 1. bükümü.



Şekil 1.17 : Trapez oluklu plağın 2. bükümü.



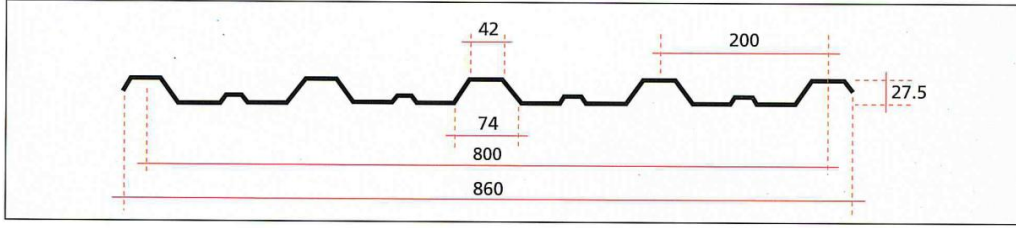
Şekil 1.18 : Trapez oluklu plağın 3. bükümü.



Şekil 1.19 : Trapez oluklu plağın 4. bükümü.



Şekil 1.20: Trapez plağın bükümden sonraki hali.



Şekil 1.21 : Trapez plağın ölçüleri (27,5/200 formu).

Trapez plağın teknik özellikleri aşağıdaki gibidir;

- Plak kalınlığı; min 0,30 mm, max 1,20 mm.
- Çalışmamızda seçilen plak kalınlığı; 0,50 mm.
- Plak uzunluğu; min 1000 mm, max 12000 mm
- Plak faydalı alan genişliği; 800 mm

Çizelge 1.3 : Trapez Plağın Teknik Özellikleri (27/200 formu)

Galvaniz Sac Kalınlığı (mm)	1 m Boy Ağırlığı (kg/m)	Kullanım Alanı Ağırlığı (kg/m ²)
0,30	2,38	2,99
0,35	2,53	3,18
0,40	2,93	3,69
0,45	3,34	4,20
0,50	3,75	4,72
0,60	4,98	6,26
0,70	5,77	7,26
0,80	6,56	8,25
0,90	7,35	9,25
1,00	8,14	10,24
1,20	9,78	12,30

Bu özellikleri taşıyan trapez plağın uygulama alanları; prefabrik yapı imalatı, dükkan ve mağaza binaları, baraka yapımında, silo ve depo inşaatlarında, kepenk ve panjur yapımın, duvar ve tavan kaplaması olarak dekorasyonda, sanayi yapıları, askeri yapılar, sosyal yapılar, zirai yapılar, spor tesisleri, şantiye tesisleri, hipermarketler, alışveriş merkezleri, dekoratif çatı ve cephe kaplamaları, hal binaları gibi taşıyıcı sistemi çelik veya prefabrike beton olan yapılarda kullanılır.

2. TİTREŞİM

İnsanoğlunun endüstride kullanmak üzere makineleri üretmeye başlamasından ve özellikle bu makineleri motorlar vasıtasıyla çalıştırmaya başlamasından itibaren titreşim probleminin yok edilmeye çalışılması (azaltılması veya izole edilmesi) mühendisleri meşgul etmiştir. Yavaş yavaş titreşim izolasyonu ve azaltma tekniklerinin makine dizaynının tamamlayıcı bir parçası haline gelmesiyle, titreşimlerin doğru bir şekilde ölçülmesi ve analizi önemli bir ihtiyaç haline gelmiştir.

2.1 Titreşim Nedir

Bir cisim belirli bir referans noktası etrafında salınım hareketi yapıyorsa bu salınım hareketini tanımlamak için kullanılan terim titreşimdir. Bir saniyedeki salınım sayısına frekans denir ve birimi Hertz'dir. Tek bir bileşenden meydana gelen hareket tek frekansta oluşur. Titreşim değişik frekanslardaki eş zamanlı bileşenlerden oluşuyorsa bu durumda tek titreşim bileşenden bahsedilemez. Titreşim sinyalleri genellikle çok sayıda frekanslardaki titreşimlerin es zamanlı olarak oluşmasından meydana gelmiştir. Bu yüzden de sadece basit bir bakışla derhal titreşimin kaç tane bileşeni olduğu ve bu bileşenlerin hangi frekanslarda olduğu söylenemez. Bu bileşenler titreşim genliğinin frekansa göre değişimi çizilerek tespit edilebilir. Titreşim sinyalinin tek tek frekans bileşenlerine ayrılarak incelenmesine frekans analizi denir. Titreşim seviyesini frekansın fonksiyonu olarak gösteren grafik "Frekans Spcktrogramı" olarak adlandırılır.

2.2 Titreşim Sebepleri

Uygulamada titreşimden kaçınmak zordur. Genellikle üretim toleranslarının, boşluklarının makine parçalarının yuvarlanan veya birbirine sürten parçalarının dinamik etkilerinin sonucunda ve dönel makinaların ya da krank biyel mekanizmalarının balanssız kuvvetlerinin sonucunda titreşimler oluşmaktadır.

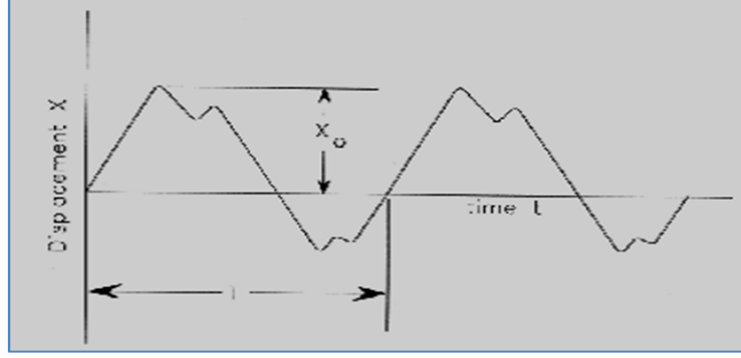
Genellikle küçük, dikkate alınması gereksiz titreşimler, yapı parçalarının bazılarının tabii frekansında zorlama yaparak, bu titreşimlerin etkisini büyültür ve önemli bir titreşim ve gürültü kaynağı oluşturulan Bununla birlikte bazı zamanlar mekanik titreşimler önemli bir görevi de yerine getirirler. Örneğin parça besleyicilerde, beton sıkıştırıcılarda, ultrasonik yıkama sistemlerinde, taş delme makinalarında biz bilinçli olarak titreşim meydana getiririz. Titreşim test makinalarının çokça kullanıldığı uygulamalardan biri de bir cihazın titreşiminin fiziksel veya fonksiyonel etkilerinin incelenmesi istenilen veya onların titreşimli çevreye karşı koymalarının belirlenmesinin istenildiği durumlarda, bu çıkanlara kontrollü bir titreşim enerjisi vererek sonucunu araştırma işlemidir. Titreşimin meydana getirdiği enerjiyi kullanan makinaların veya düzgün bir şekilde çalışacak mekanik üretimlerin bakım ve onarımında kullanılacak olan titreşim çalışmalarındaki temel ihtiyaç ölçüm ve analiz ile oluşan titreşimlerin düzgün bir şekilde tanımlanabilmesidir.

Titreşimlerin sebepleri dinamik sistemlerdeki titreşimler, dış kuvvetler ve sistemin bu dış kuvvetlere cevap verme özelliğinden kaynaklanır. Dolayısıyla dış kuvvetler veya sistemin bu kuvvetlere cevap verme özelliği değiştirilerek sistemin titreşim özelliği değiştirilmiş olur. Uyarıcı kuvvetler ya sistemin bağlı olduğu temelden gelen bir kuvvet veya herhangi bir dış kuvvet dönen sistemlerde dengelenmiş kütle, motorlarda gidip gelen küteler, darbe kuvvetli deprem vs. gibi titreştirici özellikteki kuvvetler olabilir [11].

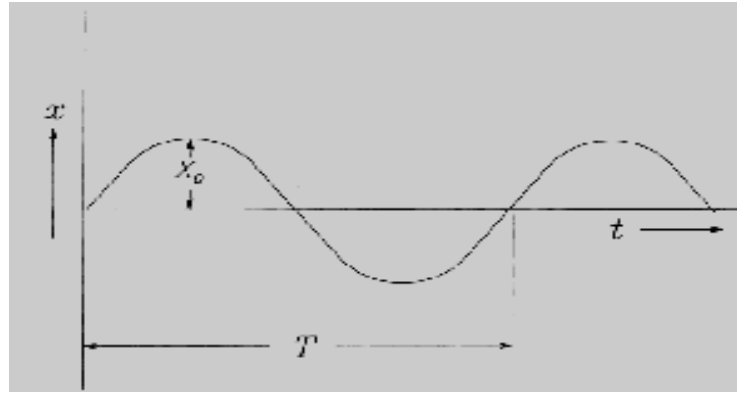
Sistemlerin tabii frekanslarını ve titreşim cevaplarını tespit etmek oldukça önemlidir. Çünkü makinenin çalışma hızının kritik hızla çakıştığı 'rezonans'durumunda genlikler sonsuza gider, gürültülü ve gerilmeler artar, sistem tahrip olur. Bu yüzde sistemlerin tabii frekans-kritik hız -analizi yapılır.

2.3 Titreşimle İlgili Terimler

Titreşim, kendini belirli aralıklarla tekrarlayan hareketlerdir. Bu periyodik hareketler kendini titreşim periyodu denen zaman aralıklarıyla tekrar eder. Periyodun sembolü T 'dir ve tersi olan $1/T$ titreşim frekansını ifade etmektedir. Genellikle f ile sembolize edilen frekans, harmonik hareketin saniyedeki çevrim birimi olan Herzt (Hz) ile ifade edilirler. Aşağıdaki şekilde periyodu T , maksimum yer değiştirmesi (genliği) X_0 olan bir titreşim profili yer almaktadır.



Şekil 2.1 : Periyodik hareket grafiği.



Şekil 2.2 : Harmonik hareket grafiği.

Şekil 2.2' de gösterilen harmonik fonksiyon, periyodik hareketin en basit örneğidir.

Bu tür hareketler aşağıdaki eşitlikle tanımlanabilir;

$$X = X_0 \sin(\omega t) \quad (2.1)$$

Bu ifadenin değişkenleri şunlardır:

- **X:** titreşimin anlık yer değiştirme değeri (mm)
- **X_0 :** titreşim maksimum genliği (mm)
- **ω :** hareketin frekansı (rad/sn)
- **t:** zaman (sn)

Titreşimin diğer bir büyüklüğü olan açısal frekans, ω birimi radyan/saniyedir. Şekil 2.2'den titreşimin bir tam çevrimi (ωt) 360° yada diğer bir deyişle 2π radyan süpürmesiyle oluşacağı gözükmemektedir. Tam bu noktadan sonra titreşim yeni bir çevrime başlar.

$$\omega = 2 \pi f \quad (2.2)$$

Harmonik harekette yer değiştirme eşitliği;

$$X = X_0 \sin(\omega t) \quad (2.3)$$

Bu ifadenin zamana göre birinci türevi hız eşitliğini vermektedir;

$$v = \frac{dX}{dt} = X' = X_0 \cos(\omega t) \quad (2.4)$$

Bu eşitlikten de görülebileceği gibi yer değiştirme harmonik ise hız da harmonik formdadır. Ayrıca hızın maksimum değeri veya genliği ωX_0 değerine eşittir. Bulunan hız eşitliğinin zamana göre birinci türevi ya da yer değiştirme eşitliğinin zamana göre ikinci türevinden harmonik hareketin ivme ifadesi elde edilir;

$$a = \frac{d^2v}{dt^2} = \ddot{X} = -\omega^2 X_0 \sin(\omega t) \quad (2.5)$$

2.4 Titreşimin Sınıflandırılması

Titreşim çeşitli şekillerde olmaktadır. Bunlar; serbest titreşim ve zorlanmış titreşimdir. Aşağıda konunun açıklamaları mevcuttur.

2.4.1 Serbest titreşim

Eğer bir sistem dışarıdan sürekli bir zorlayıcı etki olmaksızın başlangıçtaki denge konumunun bozulması ile kendi kendine titreşim yapıyorsa bu hareket, serbest titreşim olarak adlandırılır. Serbest titreşim durumunda sistemin titreşim frekansı, sistemin doğal frekansına eşittir. Sistemlerin doğal frekansları, elastiklik ve ktle özelliklerine bağlı olup dışarıdan etkilerle değişmez. Zorlayıcı kuvvetin herhangi bir etkisi yoktur. Ancak sönüm elemanının çok az bir etkisi olabilmektedir [13].

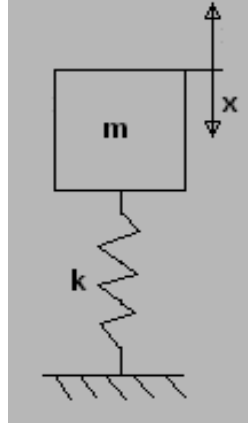
2.4.2 Zorlanmış titreşimler

Bir sistem dışarıdan ikaz eden kuvvet veya moment formundaki zorlayıcı bir etki altında titreşiyorsa bu titreşim hareketine zorlanmış titreşim adı verilir. şekil 2.4'te basit bir model gösterilmiştir. Aşağıda da kullanılan simgeler açıklanmıştır.

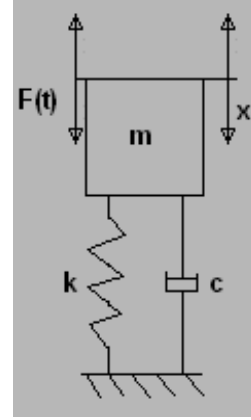
- F**: yay kuvveti
- k**: elastik eleman sabiti
- c**: sönümleyici eleman sabiti

•**x**: yer değiştirme

•**m**: kütle



Şekil 2.3: Serbest titreşim.



Şekil 2.4: Sönümlü zorlanmış titreşim.

2.5 Doğal Frekans

Bir cismin yalnızca kütlesine ve rijitliğine bağlı olan ve cismin o frekansta uyarıldığı sürece yüksek genlikle sürekli olarak titreőeceęi frekansa doğal frekans denir. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse doğal frekans, bir cismin uyarıldıktan sonra uyarı sona erse bile titreőmeye devam ettiği frekanstır.

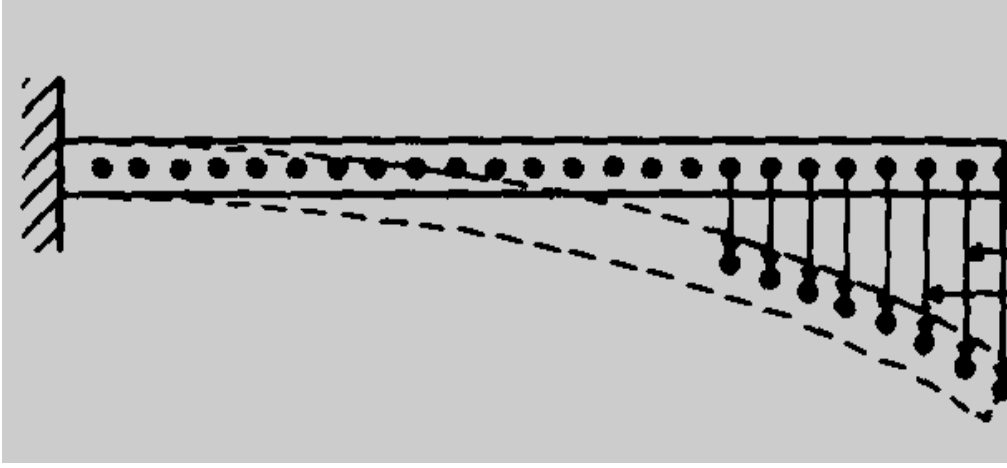
Doğal frekansla ilgili başka bir önemli özellik ise, cismin doğal frekansıyla ikaz edilmesi halinde uyarının őiddetine bağlı olarak değil, yalnızca sistemde bulunan sönüme bağlı olarak çok yüksek genliklerde titreőmesidir. Örnek vermek gerekirse bir çelik konstrüksiyonundaki titreşim genliği, uyarı genliğinin 10 katına hatta daha yukarılarına kadar çıkabilir.

Doğal frekans ölçümü için çeşitli uygulamalar mevcuttur. Bunlardan bazıları titreşim spektrumu alabilen bir cihaz yardımıyla ölçüm, darbe testi ve modal analiz yardımıyla doğal frekans ölçümüdür [14].

2.6 Sürekli Sistemlerin Titreşimleri

Sonsuz sayıda serbestlik derecesine sahip sistemler sürekli sistemler olarak adlandırılırlar. Genellikle sürekli sistemler, süreksiz sistemler olarak kabul edilip daha kolay bir şekilde çözüme ulaőmaya çalışılır. Bir sistemi sürekli sistem olarak incelemek doğru sonuç verse de, bu sistemlere uygulanabilen analiz yöntemleri

düzgün dağılımlı kirişler, ince tabakalar gibi az sayıda problemle sınırlanmıştır. Bu nedenle pratik sistemlerin çoğu üzerinde yapılan çalışmalar, bu sistemlere kütle veya yay gibi sonlu sönümleyici elemanlar grubu gibi davranılarak yapılmaktadır. Genel olarak kütle veya yay gibi sönümleyici elemanların sayısı arttırıldığında, serbestlik derecesi sayısı arttırıldığından daha doğru sonuçlara ulaşılmaktadır.



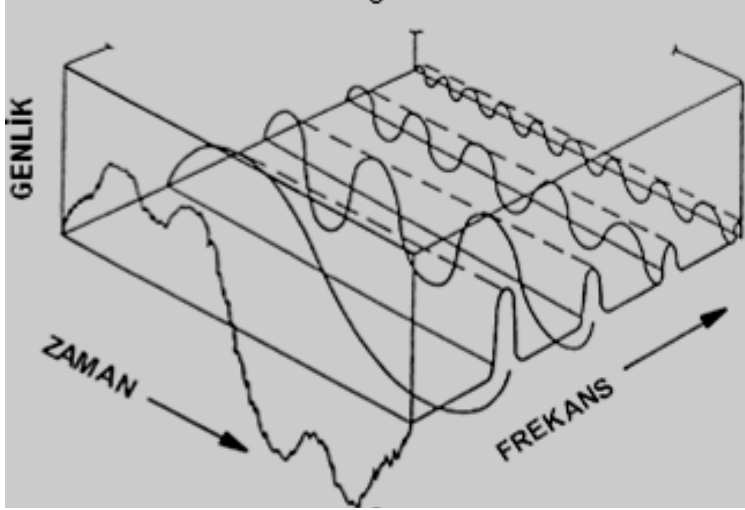
Şekil 2.5 : Sürekli sistem

3. TEORİK VE DENEYSEL ANALİZ

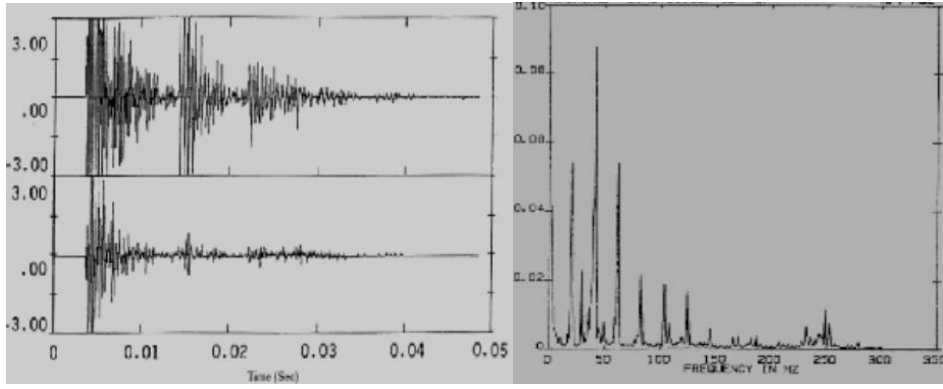
Tez çalışmasının bu bölümünde, hazırlanan trapezoidal ve sinusoidal plakların sonlu eleman analizi yardımıyla doğal frekansları ve mod şekilleri tespit edilmiştir. Sonlu eleman analizi genel olarak, sonsuz serbestlik derecesine sahip sürekli sistemlerin sonlu sayıdaki elemanlardan oluşan bir sistem şeklinde tanımlanması ve bu sistemin sonlu serbestlik dereceli ayrık bir sisteme dönüştürülerek üzerinde, dinamik analizlerin yapılması şeklinde tanımlanabilmektedir.

3.1 Modal Analiz

Modal analiz, yapıda bulunan her bir modun modal parametrelerinin belirli bir frekans sıklığında incelenme sürecidir. Yapıda doğal olarak bulunan dinamik karakterler bir bütün halinde bir tanım oluştururlar. Bu tanımları oluşturan modal parametreler modal frekans, modal sönüm ve mod şeklidir. Bu parametreleri kullanmanın asıl amacı cevabın modal modelini oluşturmaktır. Bu noktada belirtilmesi gereken iki noktadan biri, yapıdaki herhangi bir dinamik yer değiştirmenin mod şekillerinin toplamı şeklinde ifade edileceğidir. Diğer bir önemli nokta ise her bir modun tek serbestlik dereceli sistem modeli olarak gösterilebilecek olmasıdır. Bunların dışında modal analizle yakından ilgili olan zaman ve frekans domenlerinden bahsedilebilir. Zaman domeninde titreşim cevabı bir zaman süreci olarak ifade edilir. Frekans domeninde ise zaman sinyalinin analizi bir spektrum olarak ifade edilmektedir. Aşağıdaki şekillerde bu domenlere ait görseller bulunmaktadır [15].



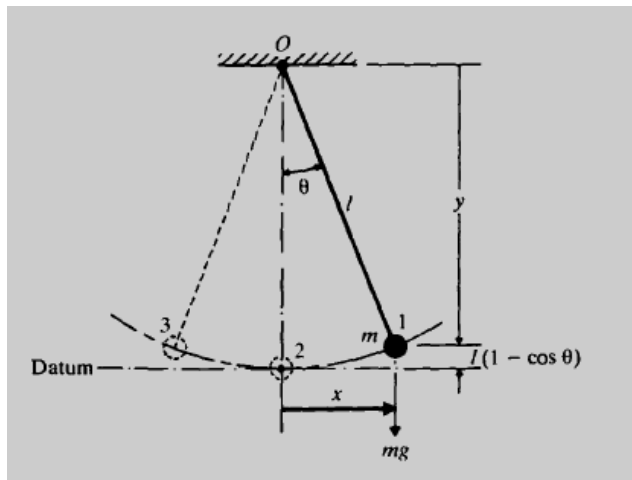
Şekil 3.1 : Frekans-zaman domenli ilişkisi.



Şekil 3.2 : Soldan sağa zaman ve frekans domenleri.

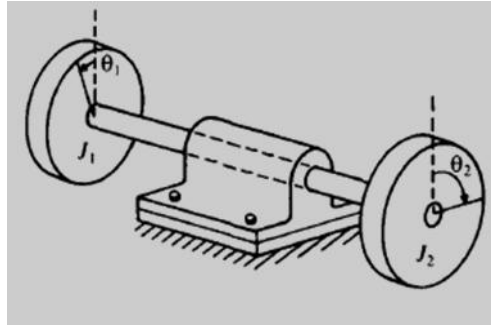
3.1.1 Serbestlik derecesi

Bir sistemin bütün parçalarının durumunu anlık olarak saptamak için gereken en az bağımsız koordinat sayısı, sistemin serbestlik derecesini verir.



Şekil 3.3 : Sarkaç.

Şekil 3.3’de görülen basit sarkaç mekanizmasını inceleyecek olursak sarkaç hareketi açısal olarak θ ile ifade edilebileceği gibi kartezyen koordinatlar x ve y ile de ifade edilebilir. Eğer x ve y koordinatları hareketi ifade etmek için kullanılacak olursa, bu koordinatların birbirlerinden bağımsız olmadıkları görülecektir. Bu koordinatlar, sarkacın uzunluğu l bir sabit olmak üzere $x^2+y^2=l^2$ bağıntısı ile birbirlerine bağlıdır. Buna göre herhangi bir koordinat sarkacın hareketini ifade etmeye yetmektedir.



Şekil 3.4 : İki rotorlu sistem.

Şekil 3.4’te iki rotorlu bir sistem görülmektedir. Bu sistemin hareketi θ_1 ve θ_2 olmak üzere iki bağımsız koordinatla ifade edilmektedir, buna bağlı olarak bu sistem iki serbestlik derecesine sahiptir [16].

3.1.1.1 Tek serbestlik derecesi

Tek serbestlik dereceli bir sistem aşağıdaki bağıntı ile ifade edilmektedir:

$$m\ddot{x}(t) + c\dot{x}(t) + kx(t) = f(t) \quad (3.1)$$

Bu denklemde m kütle, c sönüm katsayısı ve k rijitliktir. Bu denklem, m kütlesi üzerindeki tüm kuvvetlerin dışarıdan uygulanan $f(t)$ kuvvetiyle toplamının sıfıra eşit olduğunu göstermektedir, $-m\ddot{x}(t)$ atalet kuvveti, $-c\dot{x}(t)$ (viskoz) sönüm kuvveti ve $-kx(t)$ geri döndürme kuvvetidir. $x(t)$ değişkeni, m kütlesinin denge noktasına göre konumuna bağlıdır, örneğin $f(t)=0$ durumunda kütlenin konumu. 3.1 numaralı denklemi ilk koşulların sıfır olduğunu kabul ederek Laplace’a dönüştürecek olursak:

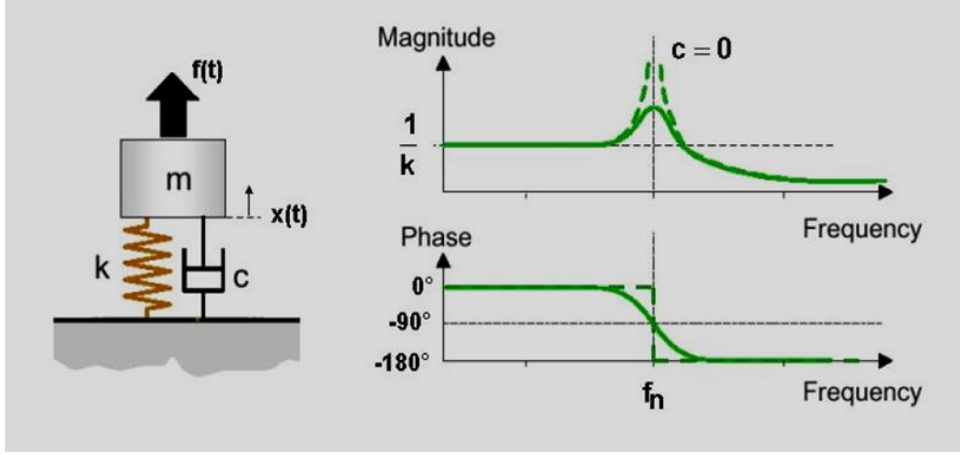
$$Z(s)X(s) = F(s) \quad (3.2)$$

$Z(s)$ dinamik rijitlik olmak üzere,

$$Z(s) = ms^2 + cs + k \quad (3.3)$$

$H(s)$ transfer fonksiyonu yer değiştirme ve kütle arasındaki bağıntı, $X(s) = H(s)F(s)$ olmak üzere, transfer fonksiyonu dinamik rijitliğin tersine eşittir:

$$H(s) = \frac{1}{ms^2 + cs + k} \quad (3.4)$$



Şekil 3.5 : Frekans-faz ve katsayısı grafiği.

Transfer fonksiyonun paydasının kökleri, örneğin $d(s) = ms^2 + cs + k$, sistemin kutuplarıdır. Mekanik yapılarda sönüm katsayısı c , genellikle çok küçük bir kompleks konjuge kutup çifti olarak sonuç vermektedir.

$$\lambda = -\sigma \pm \omega_d \quad (3.5)$$

$f_d = \omega_d / 2\pi$; sönümlenmiş doğal frekans

$f_n = \omega_n / 2\pi$; sönümlenmemiş doğal frekans,

$$\omega_n = \sqrt{k/m} = |\lambda|$$

$$\xi = \frac{c}{2m\omega_n} = \sigma / |\lambda| \text{ sönüm oranı } (f_d = f_n \sqrt{1 - \xi^2})$$

Örneğin, Δm kütlesi sistemin ilk kütlesi m 'ye eklenirse, sistemin doğal frekansı $\omega_n = \sqrt{k/(m + \Delta m)}$ değerine düşer. Eğer $c=0$ olursa, sistem sönümlenmez ve kutuplar tamamen sanal sonuç verir, $\lambda = \pm i\omega_n$. $H(w)$ olarak belirtilen, frekans cevap fonksiyonu 3.4 numaralı denklemde Laplace değişkeni s yerine iw konulması ile elde edilir:

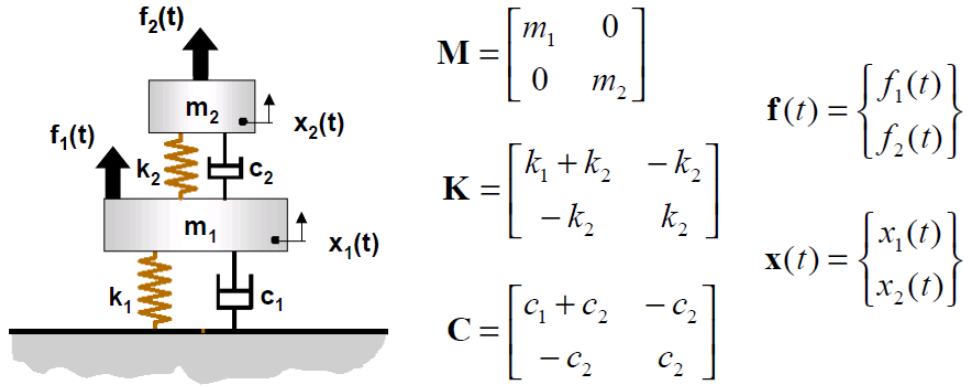
$$H(w) = \frac{1}{-mw^2 + icw + k} = \frac{1}{(k - mw^2) + icw} \quad (3.6)$$

$c=0$ olması durumunda, $w \rightarrow w_n = \sqrt{k/m}$ için $H(w)$ sonsuza gider (Şekil 3.5). Çok az sayıda yapının tek serbestlik dereceli bir sistem olarak modellenmesine rağmen, bu tip sistemlerin özellikleri önemlidir çünkü daha karmaşık olan çok serbestlik dereceli sistemler daima birtakım tek serbestlik dereceli sistem özellikleriyle lineer süper pozisyon olarak tanımlanmaktadırlar.

3.1.1.2 Çok serbestlik derecesi

Çok serbestlik dereceli sistemler aşağıdaki bağıntıyla tanımlanmaktadırlar:

$$M\ddot{x}(t) + C\dot{x}(t) + Kx(t) = f(t) \quad (3.7)$$



Şekil 3.6 : İki serbestlik dereceli bir sistem

Şekil 3.6’da iki serbestlik dereceli bir sistem için matrisler tanımlanmıştır. 3.7 numaralı denklemin Laplace’a dönüşümü (ilk koşulların sıfır olduğu kabulü ile aşağıdaki gibidir:

$$Z(s)X(s) = F(s) \quad (3.8)$$

Dinamik rijitlik matrisi $Z(s)$:

$$Z(s) = Ms^2 + Cs + K \quad (3.9)$$

Transfer fonksiyonu matrisi $H(s)$, yer değiştirme ve kuvvet vektörleri arasındaki bağıntı $X(s)=H(s)F(s)$ olmak üzere, transfer fonksiyon matrisi dinamik rijitlik matrisinin tersine eşittir:

$$H(s) = [Ms^2 + Cs + K]^{-1} = \frac{N(s)}{d(s)} \quad (3.10)$$

$$N(s) = \text{adj}(Ms^2 + Cs + K) \quad (3.11)$$

olmak üzere ve karakteristik polinom olarak da bilinen ortak payda polinomu $d(s)$,

$$d(s) = \det(Ms^2 + Cs + K) \quad (3.12)$$

Sönüm küçük olduğunda karakteristik polinomun $d(s)$ 'nin kökleri kompleks eşlenik kutup çiftleri olmaktadır: λ_m ve λ_m^* , $m=1, \dots, N_m$ N_m sistemin mod numarası sayıdır. Transfer fonksiyonu kutup sınır formunda yazılabilir:

$$H(s) = \sum_{m=1}^{N_m} \frac{R_m}{s - \lambda_m} + \frac{R'_m}{s - \lambda_m^*} \quad (3.13)$$

Kalan matrisler R_m , $m=1, \dots, N_m$ aşağıdaki şekilde tanımlanmışlardır:

$$R_m = \lim_{s \rightarrow \lambda_m} H(s)(s - \lambda_m) \quad (3.14)$$

$$R_m = \Psi_m \Psi_m^T = \Psi_m \begin{bmatrix} \Psi_m(1) \\ \Psi_m(2) \\ \vdots \\ \Psi_m(N_m) \end{bmatrix} [\Psi_m(1) \Psi_m(2) \dots \Psi_m(N_m)] \quad (3.15)$$

Denklem 3.15'de Ψ_m , m modunun mod şeklini gösteren vektördür. Denklem 3.13'in Laplace dönüşümüne göre tersini almak impuls cevap fonksiyonunu verir:

$$h(t) = \sum_{m=1}^{N_m} R_m e^{\lambda_m t} + R_m^* e^{\lambda_m^* t} \quad (3.16)$$

3.2. Mod ve Mod Şekli

Çalışmanın bu aşamasında mod şekilleri ve mod değerleri bulunmuştur. Modlar ve mod şekilleriyle ilgili açıklama aşağıda yapılmıştır.

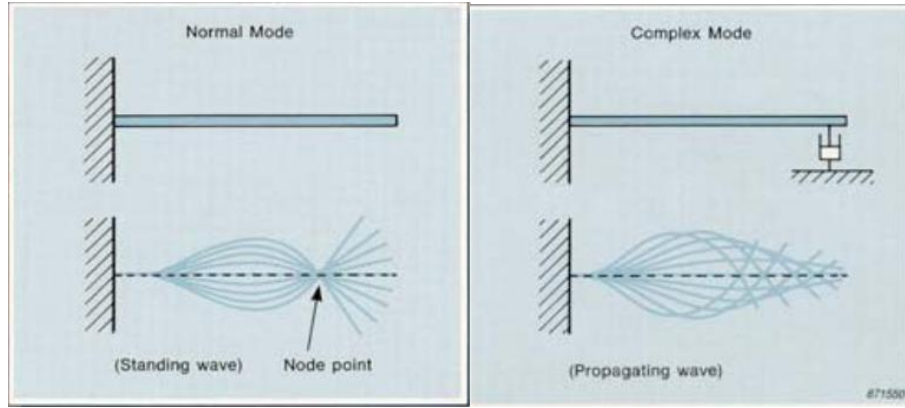
3.2.1 Mod

Modlar yapının doğal olarak bulunan özellikleridir. Bu özellikler yapının kütle, rijitlik, sönümlleme gibi malzeme özellikleri ve sınır şartlarına göre belirlenmiştir. Her bir mod doğal frekans, modal sönüm ve mod şekli tarafından tanımlanmaktadır. Eğer bir yapının malzeme özellikleri veya sınır şartları değişirse, bu yapının modu da

değişir. Örnek vermek gerekirse, dikey bir pompaya her hangi bir miktarda kütle eklenirse mod özellikleri değişeceğinden farklı bir titreşim sergileyecektir.

Bir modun doğal frekans veya doğal frekansa yakın değerlerinde makina veya yapının sapma şekli, rezonansın mod şekli tarafından kontrol edilme eğilimi gösterecektir.

Modlar normal ve kompleks modlar olmak üzere iki ayrı sınıfta incelenebilir. Normal modlar yapının tüm noktalarının hep birlikte faz halinde veya fazın 180o dışında hareket etmesine göre tanımlanmış modlardır. Bu nedenle modal yer değişimleri gerçektir ve pozitif veya negatif olabilir. Kompleks modlar ise yapının değişik noktalarıyla farklı faz ilişkilerine sahip olabilirler. Modal yer değişimleri kompleksdir ve her hangi bir faz değerine sahip olabilirler [17].



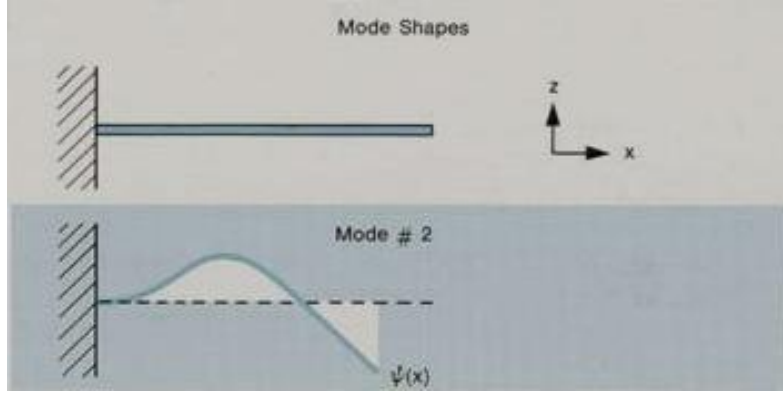
Şekil 3.7 : Soldan sağa normal mod ve kompleks mod.

3.2.2 Mod şekli

Mod şekli, modal frekans yerine bağlı bir yer değiştirme modelidir. Fazla somut bir kavram olmadığı gibi gözlenmesi de kolay değildir. Mod şekli soyut bir matematiksel parametre olup, yapıda bulunan diğer bütün modlardan izole olmuş bir modun sapma modelini ifade etmektedir.

Herhangi bir noktadaki gerçek fiziksel yer değişimi, her zaman için yapıdaki bütün mod şekillerinin kombinasyonu olacaktır. Modal frekansa yakın bir harmonik ikazla, yer değiştirmenin %95'i belirli bir mod şeklinden kaynaklanmakta olup, diğer olası ikazlar diğer bütün mod şekillerinden rastgele olarak katkı alınan bir yer değiştirme meydana getirme eğilimi gösterirler.

Kısaca özetlemek gerekirse mod şekli, serbest titreşim yapısında doğal olarak bulunan bir dinamik özelliktir. Bu şekil, belirli bir mod için yapının tüm noktaları için göreceli yer değiştirmeleri ifade eder [15].



Şekil 3.8 : Mod Şekli

3.3 Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Analiz

Kütle dengesi, enerji korunumu ve kararlılığı gibi fizik kanunlarının uygulaması birçok mühendislik analizini doğal olarak diferansiyel çözüm denklemlerine götürmektedir. Çeşitli diferansiyel denklemler için kesin çözümü veren metotlar geliştirilmiştir. Fakat bu metotlar, diferansiyel denklem takımının problemin sınıfına girmemesinden veya problemlerin karmaşık geometrilere sahip oluşundan pratikte tüm problemlere uygulanamamaktadırlar. İki ya da üç boyutlu bölgelerin sınır koşullarını sağlayan bir analitik çözüm bulmaksa oldukça zor bir iş haline gelmektedir. Nümerik metotlar bu nedenle tüm mühendislik problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılmaktadır [18].

Sonlu elemanlar yöntemi, adi ve kısmi diferansiyel denklemlerin yaklaşık çözümlerini elde etmekte kullanılan nümerik metotlardan biridir. Sonlu elemanlar yöntemi, pratik uygulamalarda yaygın olan karmaşık geometrilerin üstünde tanımlanmış sınır koşulları ile uğraşmaktan daha güçlü bir yöntemdir. Sonlu farklar ve sınır eleman yöntemi gibi diğer nümerik metotlar, bazı tip problemlerde sonlu eleman yöntemine kesinlik açısından eş çözümler ve hatta bazen de daha üstün çözümler üretmektedirler. Keyfi koşullara göre çözümde değişebilmesi ve gelişmiş ticari sonlu eleman yazılımlarının varlığı ile sonlu eleman yöntemi, son yirmi yılda birçok pratik problem çözümünde tercih edilen metot haline gelmiştir [19].

Sonlu eleman yönteminin verilen bir probleme uygulanması aşağıdaki altı adımı içermektedir:

- Eleman denklemlerinin geliştirilmesi
- Çözüm alanının sonlu eleman ağlarına ayrıştırılması
- Eleman denklemlerinin birleştirilmesi
- Sınır koşullarının girilmesi
- Bilinmeyen düğümlerin çözülmesi
- Her eleman için çözümün ve ilgili büyüklüklerin hesaplanması

Çalışmanın bu bölümünde, sonlu eleman metodu yardımıyla trapezoidal ve sinusoidal plak modellerinin modal analizi (frekans analizi) gerçekleştirilmiştir. Modal analizin amacı, yapıların doğal frekanslarını ve mod şekillerini belirlemektir. Hesaplanan doğal frekanslar ve mod şekilleri yardımıyla yapıların hangi frekanslarda rezonansa gireceği ve ne tür bir davranış sergileyeceği hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.

Dış kuvvetlerin etki etmediği serbest titreşim durumunun incelenmesinde,

K : Rijitlik Matrisi

M : Kütle Matrisi

ω : Doğal Frekans

ϕ : Yerdeğiştirme Vektörü (Modal Vektör) olmak üzere,

$$(K - \omega_i^2 M) \cdot \vec{\phi} = 0 \quad (3.17)$$

Bağıntısından yararlanılır. Bu denklemin sıfırdanb farklı çözümü için

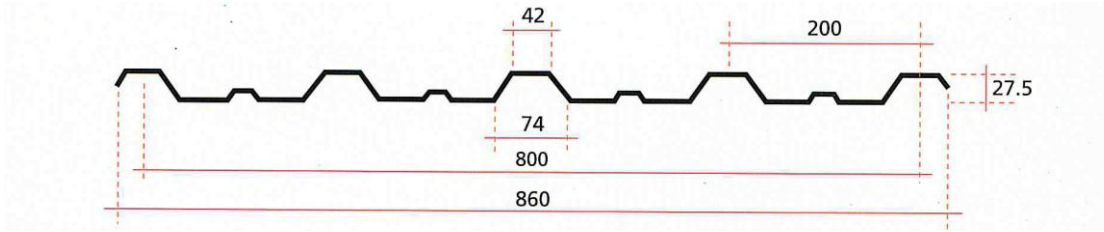
$$\det(K - \omega_i^2 M) = 0 \quad (3.18)$$

olması gerekmektedir. Bu determinantın sıfıra eşitlenmesiyle ortaya ω^2 cinsinden karakteristik bir denklem çıkar. Bu karakteristik denklemin kökleri bize yapının doğal frekanslarını verir. Bu doğal frekansların (3.6) denkleminde sırasıyla yerine konulmasıyla o frekanstaki mod şekli elde edilir. Kullanılan sonlu eleman yazılımı, yapının modellenmesinde kullanılan eleman cinsine ve dizilişine göre sistemin rijitlik ve kütle matrislerini hesaplamaktadır. Daha sonra elde edilen karakteristik denklemin

kökleri sayısal yöntemlerle hesaplanarak doğal frekansların elde edilmesi yoluna gidilmektedir. Böylece doğal frekanslar ve mod şekilleri belirlenmiş olur.

3.3.1 Trp Modeli

Çizimini, deneyini, analizi yaptığımız birinci parçamız; 27/200 formudaki trapez plaktır. Standart ölçüleri aşağıdaki Şekil 3.9 da görülmektedir.



Şekil 3.9 : Trp Modeli (27,5 / 200 formu)

Çizelge 3.1 : Trp formundaki plakların değişkenleri.

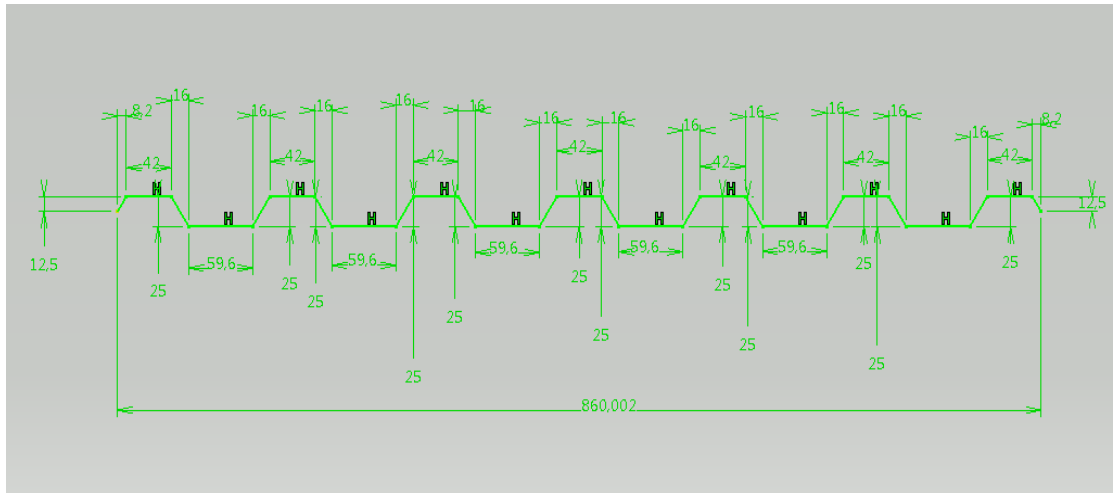
1. Trapezoidal Plaklardaki Değişkenler		
A en	860 mm	sabit tutulmuştur
B boy	860 mm	sabit tutulmuştur
C tepe sayısı	5 adet	değişkendir
		3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 adet
D tepe yüksekliği	27,5 mm	değişkendir
		20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 mm
E tepe üst genişliği	42 mm	sabit tutulmuştur
F tepe alt genişliği	74 mm	sabit tutulmuştur
G mukavemet arttırıcı sayısı	4 adet	ihmal edilmiştir
H mukavemet arttırıcı yüksekliği	3 mm	ihmal edilmiştir
I adım mesafesi	200 mm	değişkendir
		tepe sayısına ve yüksekliğine bağlıdır
J baştan sonra tepe mesafesi	800 mm	değişkendir
		tepe sayısına ve yüksekliğine bağlıdır
K kalınlık	0,5 mm	sabit tutulmuştur

Plağın eni 860 mm, boyu 1000 mm, tepe sayısı 5, tepe yüksekliği 27,5 mm, tepe üstü genişliği 42 mm, tepe altı genişliği 74 mm, mukavemet arttırıcı çıkıntı sayısı 4, mukavemet arttırıcı yüksekliği 3 mm, adım mesafesi 200 mm, baştan sona tepe mesafesi 800 mm, kalınlık 0,5 mm'dir

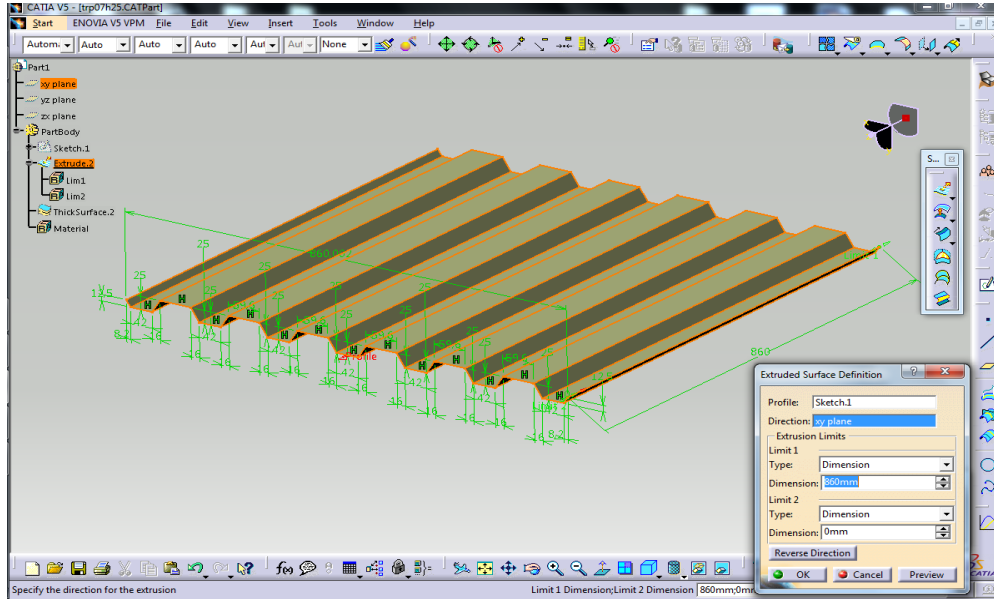
Deney plakları maksimum kare olacak şekilde 860 mm x 860 mm olarak ebatlandırılmıştır. Bu nedenle analizi yapılacak parçalarında en ve boy ölçüleri 860 mm x 860 mm olarak alınmıştır. Her parçanın tepe sayısı 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 adet olarak ve tepe yüksekliği de 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 mm olarak değiştirilmiştir. Bu değişkenlere bağlı olarak adım mesafesi ve baştan sonra tepe mesafesinde değiştirilmiştir. Mukavemet arttırıcı çıkıntılar tamamen ihmal edilmiştir. Saç kalınlığı, tepe üst ve alt genişlikleri sabit tutulmuştur. Bunun sonucunda, 99 adet farklı trapez plak oluşmaktadır.

CATIA V5R17 programında değişkenler dikkate alınarak 'skecher' kısmında trapez plağın ana hatları çizilmiştir. 'extrude' komutuyla eni belli olan plağa aynı en uzunluğu girilerek boy verilmiştir. 'thicksurface' kısmında ise plağın sabit olan kalınlığı belirtilmiştir.

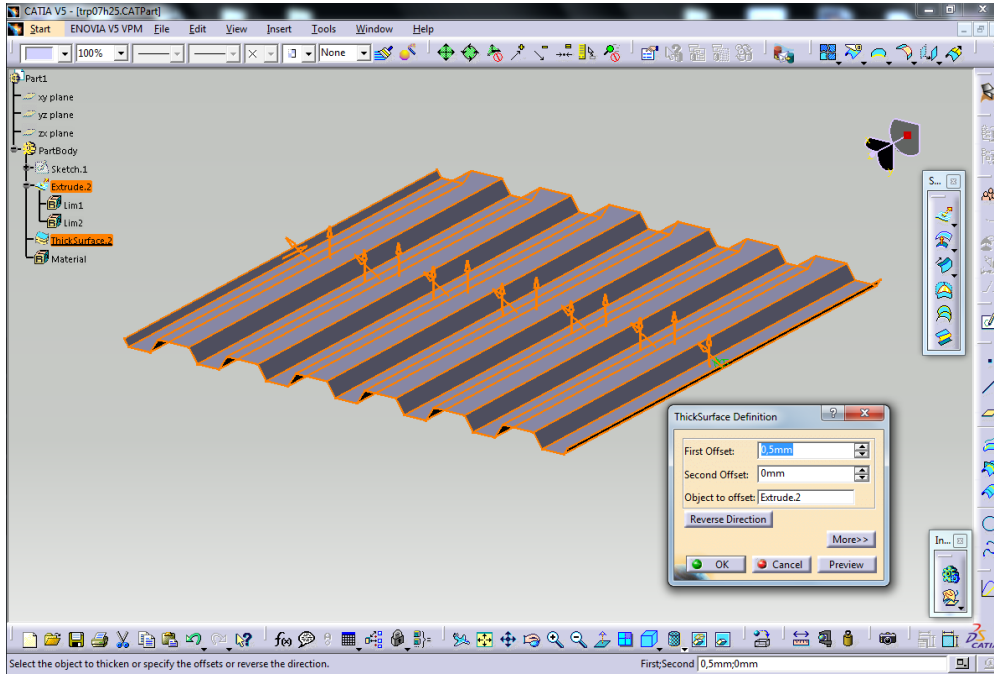
Bu aşamalardan sonra catpart formatında 3D katı modelimizin oluştuğu görülmektedir. Fakat ABAQUS CAE ile analiz yapılacağından bu çizimler igs formatında kaydedilmelidir ve bu işlem yapılmadan da plak kalınlığı kaldırılmalıdır, çünkü ABAQUS CAE'de analiz yapılırken kalınlık girilecektir. Bu nedenle catpart dosyaları igs formatına da tekrar kaydedilmiştir [20].



Şekil 3.10 : Trp modeli / skecher.



Şekil 3.11 : Trp modeli / extrude.



Şekil 3.12 : Trp modeli / thicksurfaces.

CATIA V5R19 programıyla çizilen trapezoidal plakların çizim aşamaları yukarıda gösterildiği gibidir. Oluşturulan çizim catPart formatında ve igs formatında trp ile başlayan isimlerle kaydedilmiştir.

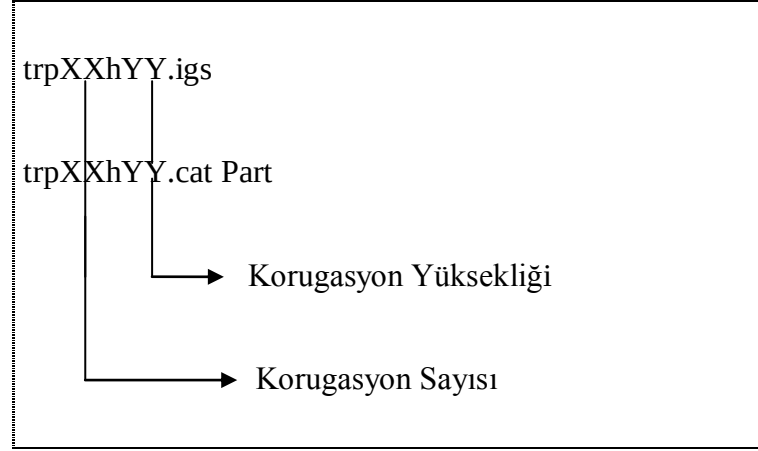
Aşağıda açıklaması yapılan isimlendirme için örnek verirsek;

trp03h23 çiziminde, yüksekliği 23 mm olan 3 adet korugasyon vardır.

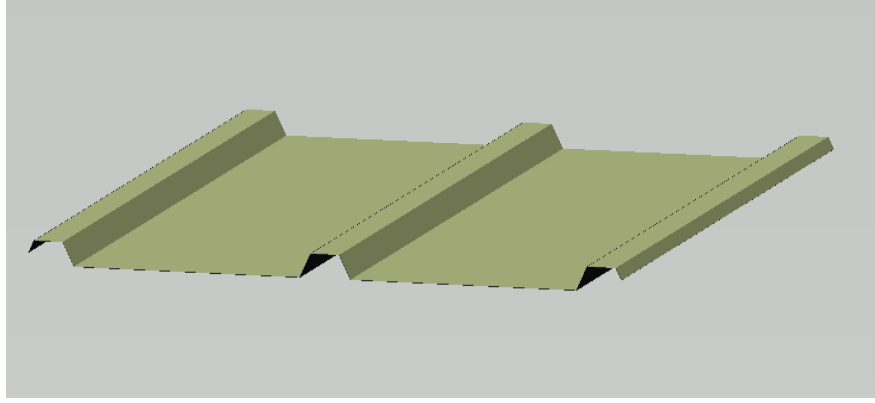
trp05h25 çiziminde, yüksekliği 25 mm olan 5 adet korugasyon vardır.

trp07h22 çiziminde, yüksekliği 22 mm olan 7 adet korugasyon vardır.

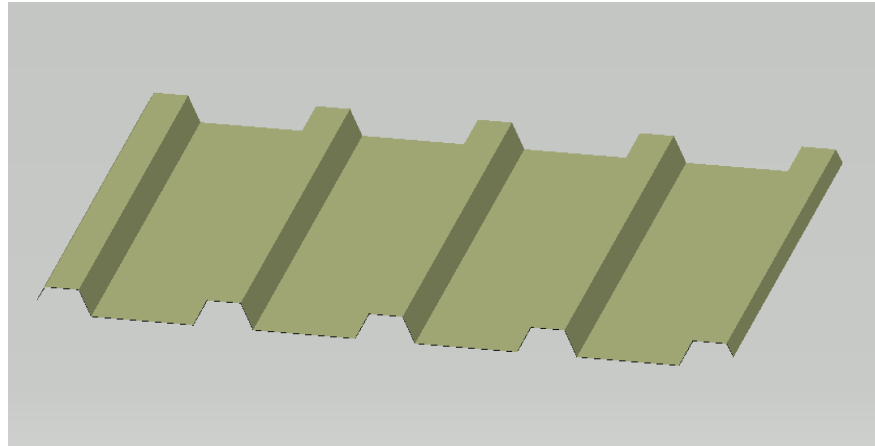
trp08h21 çiziminde, yüksekliği 21 mm olan 8 adet korugasyon vardır.
trp11h30 çiziminde, yüksekliği 30 mm olan 11 adet korugasyon vardır.



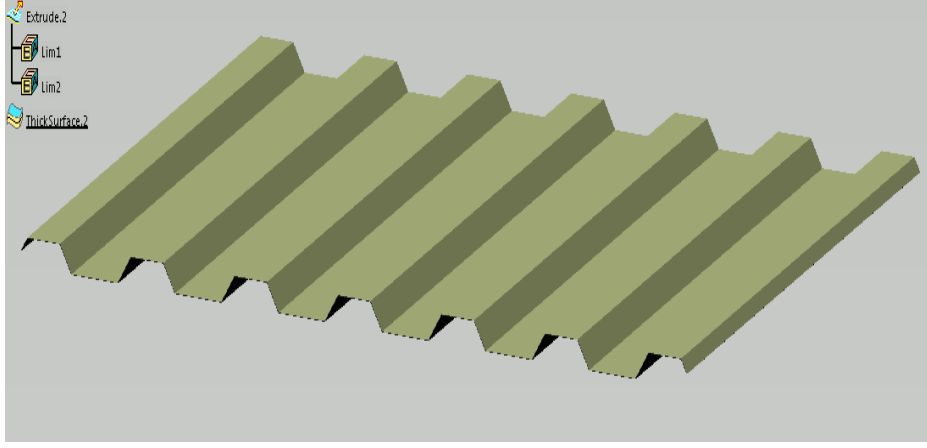
Şekil 3.13 : Trp Modelinin isimlendirilmesi



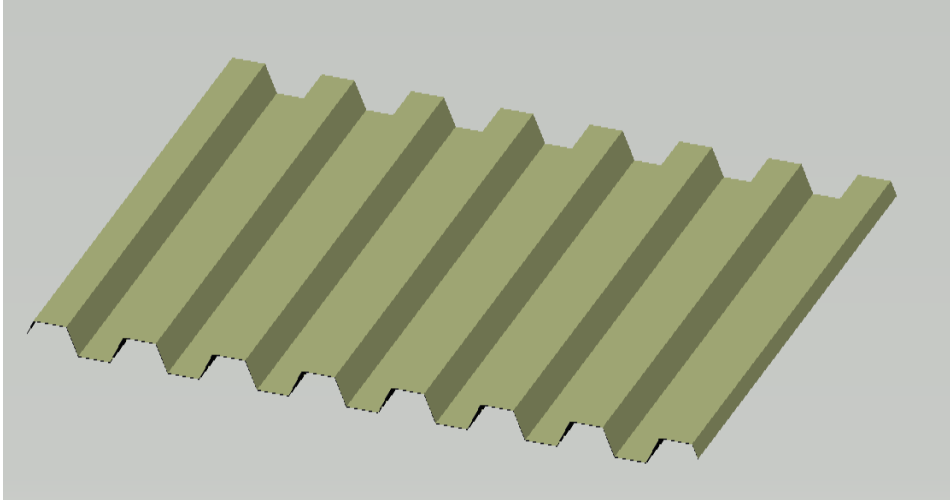
Şekil 3.14 : Trp03h23 modeli.



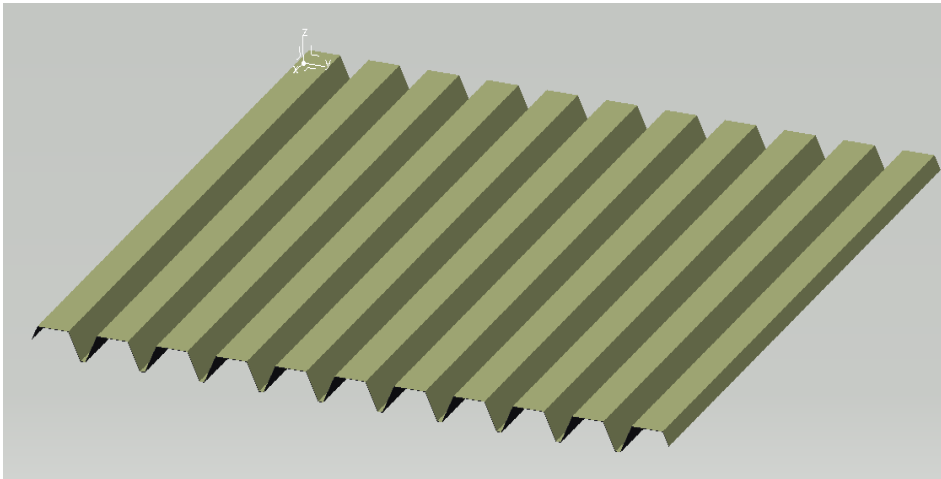
Şekil 3.15 : Trp05h25 modeli.



Şekil 3.16 : Trp07h22 modeli.



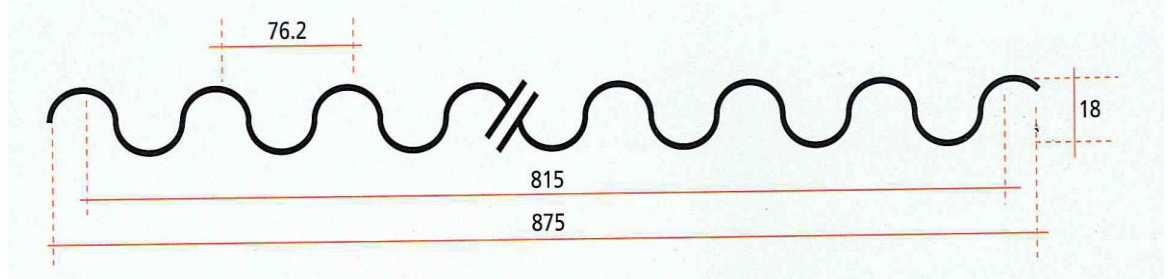
Şekil 3.17 : Trp08h21 modeli.



Şekil 3.18 : Trp11h30 modeli.

3.3.2. Sin modeli

Çizimini, deneyini ve analizi yaptığımız ikinci parçamız oluklu plaktır. Standart ölçüleri aşağıdaki Şekil 2.11 numaralı resimde görülmektedir.



Şekil 3.19 : Sin modeli (18/76,2 formu).

Çizelge 3.2 : Sin Formundaki Plakların Değişkenleri

Sinusoidal Plaklardaki Değişkenler		
A en	875 mm	sabit tutulmuştur
B boy	875 mm	sabit tutulmuştur
C tepe sayısı	12 adet	değişkendir
	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 adet	
D tepe yüksekliği	18 mm	değişkendir
	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 mm	
E adım mesafesi	76,2 mm	değişkendir
	tepe sayısına ve yüksekliğine bağlıdır	
F baştan sonra tepe mesafesi	815 mm	değişkendir
	tepe sayısına ve yüksekliğine bağlıdır	
G kalınlık	0,4 mm	sabit tutulmuştur

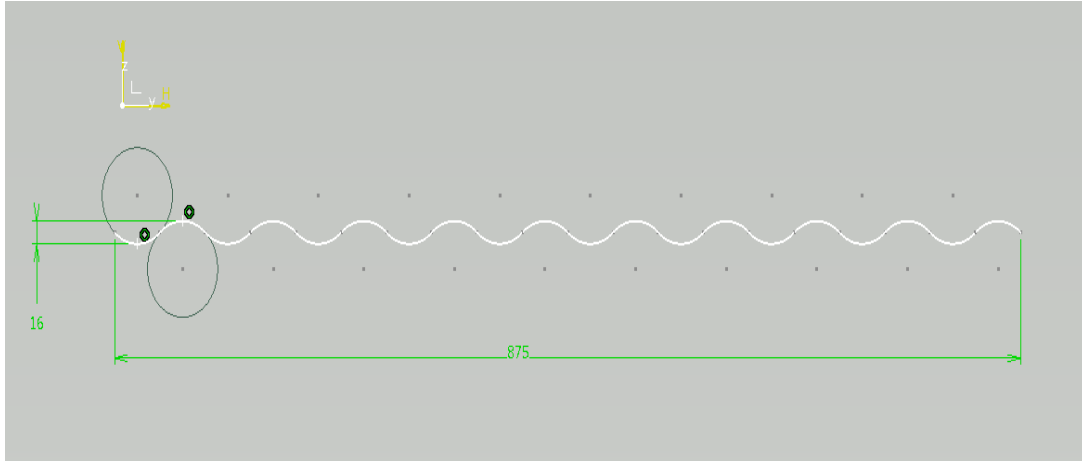
Plagın eni 875 mm, boyu 1000 mm, tepe sayısı 12, tepe yüksekliği 18 mm, adım mesafesi 76,2 mm, baştan sona tepe mesafesi 815 mm, kalınlık; 0,4 mm'dir.

Deney plakları maksimum kare olacak şekilde 875 mm x 875 mm olarak ebatlandırılmıştır. Bu nedenle analizi yapılacak parçalarında en ve boy ölçüleri 875 mm x 875 mm olarak alınmıştır. Her parçanın tepe yüksekliği 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 adet olarak ve tepe yüksekliği de 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 mm olarak değiştirilmiştir. Bu

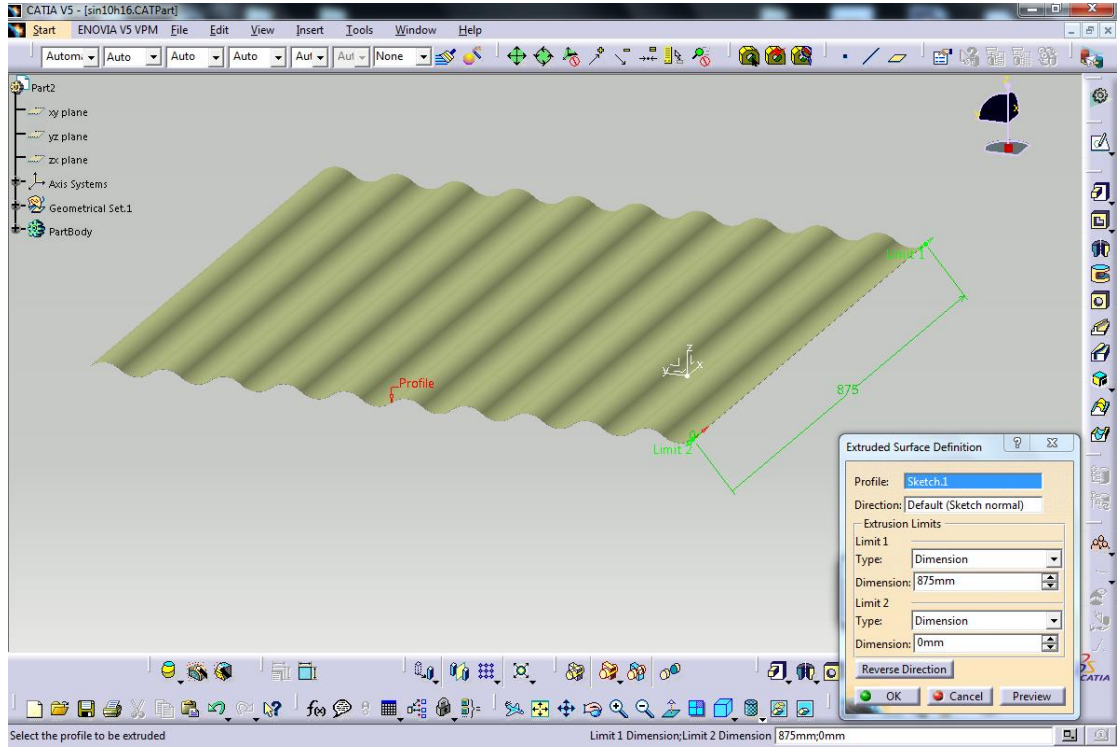
değişkenlere bağlı olarak adım mesafesi ve baştan sonra tepe mesafesinde değiştirilmiştir. Saç kalınlığı sabit tutulmuştur. Bunun sonucunda, 231 adet oluklu plağın oluştuğu görülmektedir.

CATIA V5R17 programında değişkenler dikkate alınarak 'skecher' kısmında sinusoidal plağın ana hatları çizilmiştir. 'extrude' komutuyla eni belli olan plağa aynı en uzunluk girilerek boy verilmiştir. 'thicksurface' kısmında ise plağın sabit olan kalınlığı belirtilmiştir.

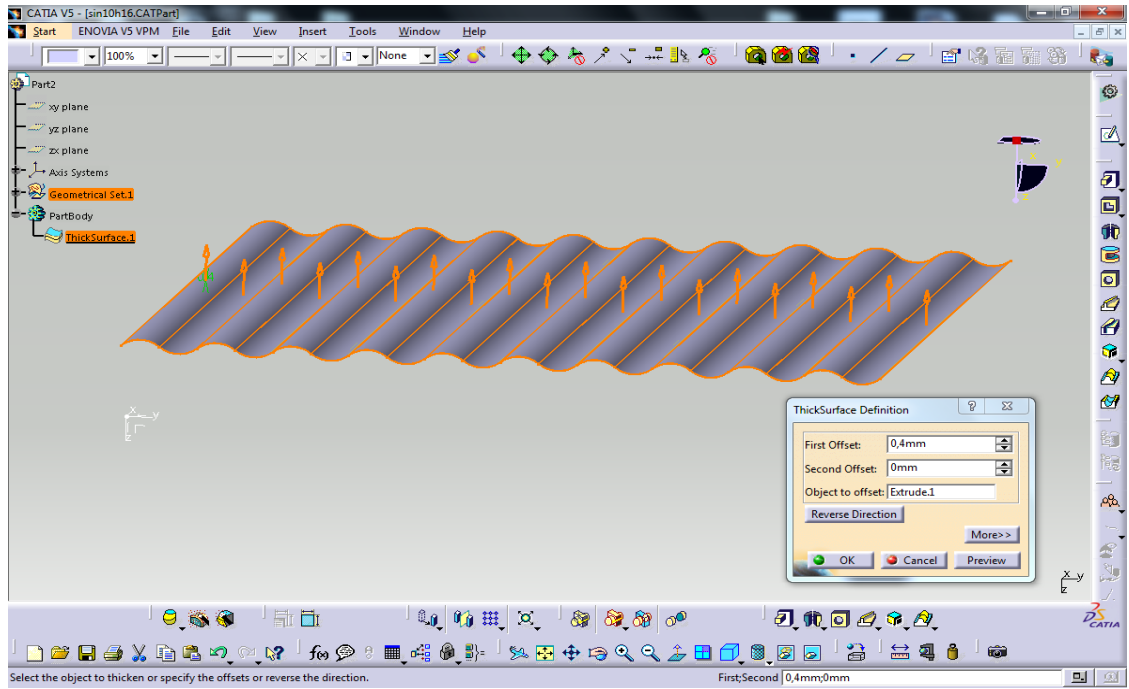
Bu aşamalardan sonra catpart formatında 3D katı modelimizin oluştuğunu görülmektedir. Fakat ABAQUS CAE ile analiz yapılacağından bu çizimler igs formatında kaydedilmelidir ve bu işlem yapılmadan da plak kalınlığı kaldırılmalıdır, çünkü ABAQUS CAE'de analiz yapılırken kalınlık girilecektir. Bu nedenle catpart dosyaları igs formatına da tekrar kaydedilmiştir.



Şekil 3.20 : Sin modeli / skecher.

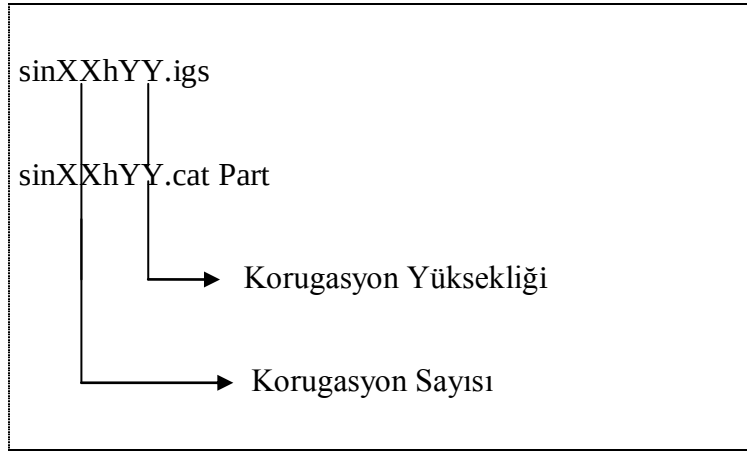


Şekil 3.21 : Sin modeli / extrude.

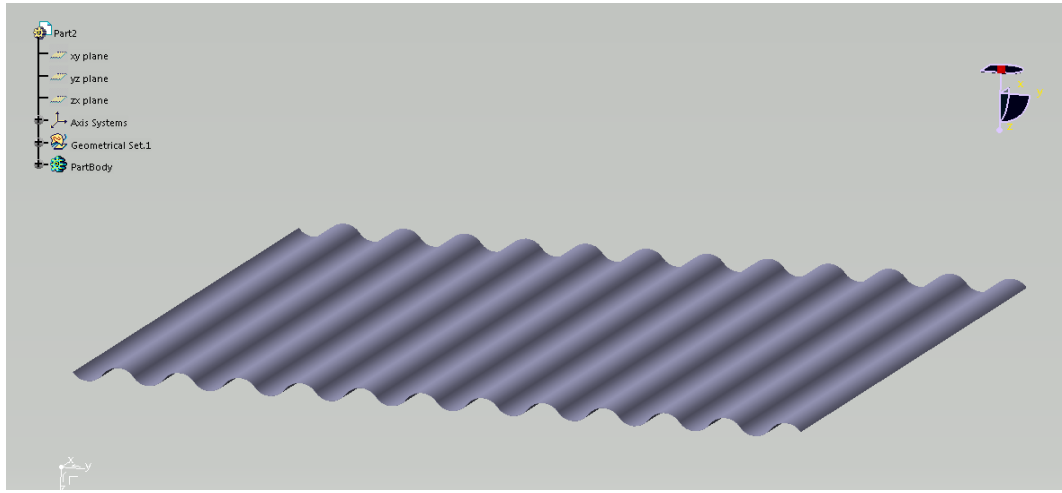


Şekil 3.22 : Sin Modeli / thicksurfaces

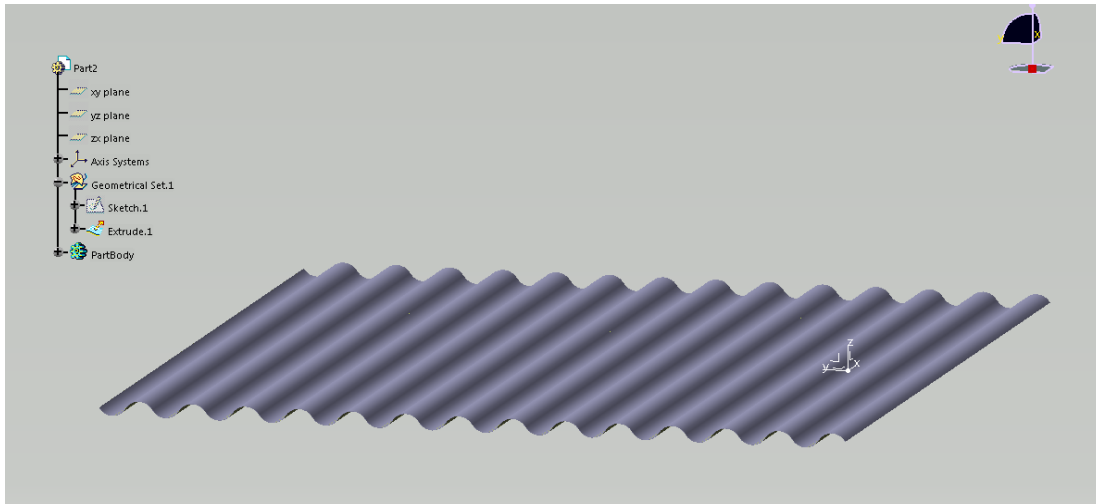
Catia V5R19 programıyla yukarıda gösterilen aşamalarla çizilen sinusoidal plaklar catPart ve igs formatında sin ile başlayan isimlerle kaydedilmiştir.



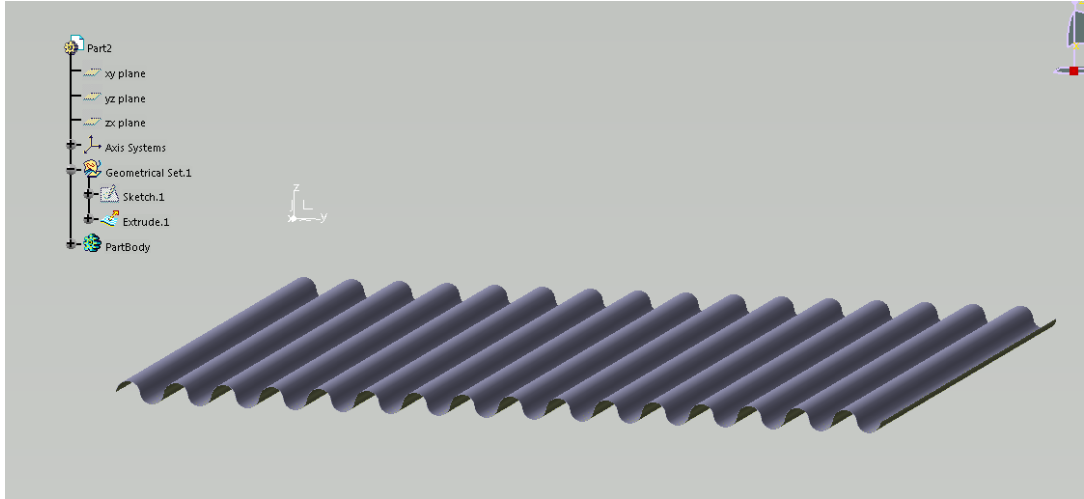
Şekil 3.23 : Sin modelinin isimlendirilmesi.



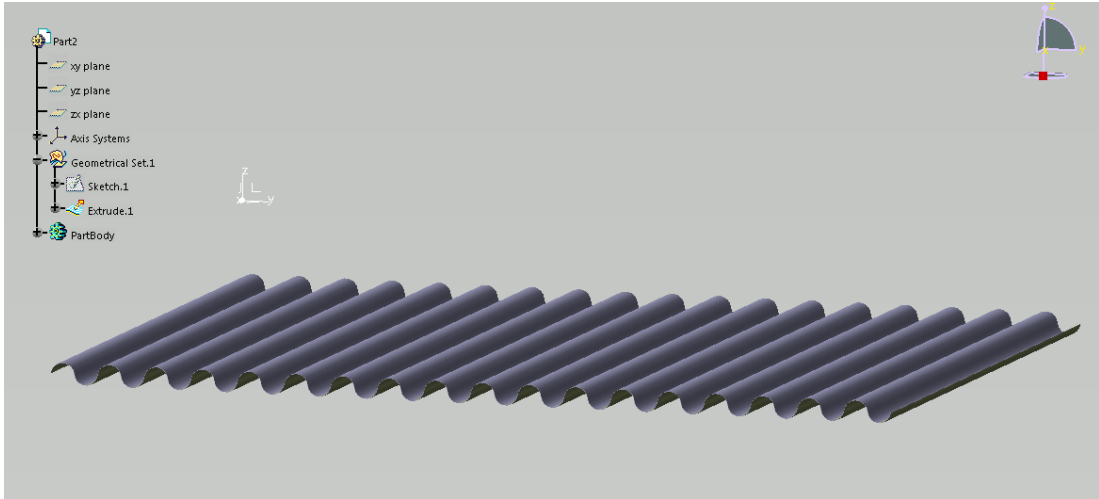
Şekil 3.24 : Sin12h19 modeli.



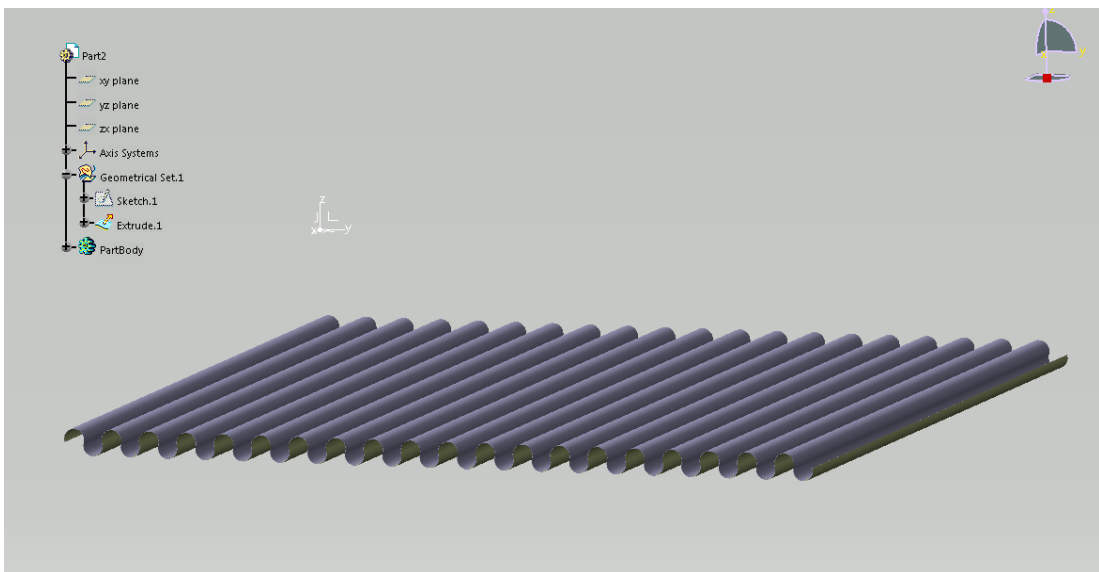
Şekil 3.25 : Sin14h18 modeli



Şekil 3.26 : Sin16h25 modeli.



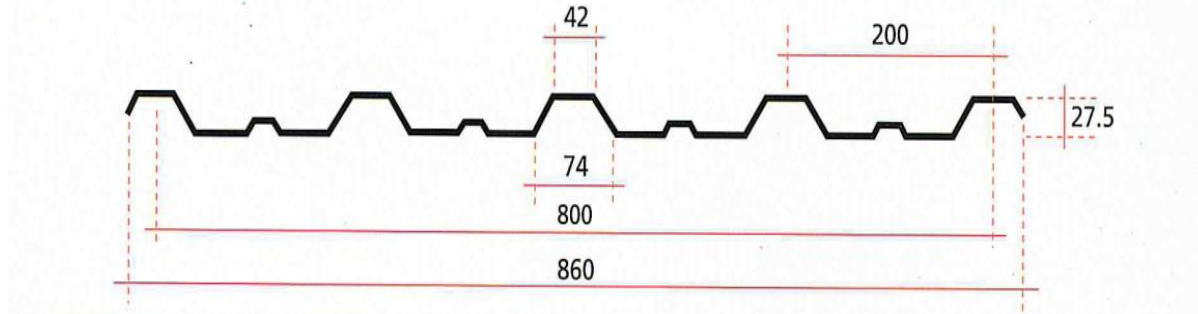
Şekil 3.27 : Sin18h22 modeli.



Şekil 3.28 : Sin20h30 modeli

3.3.3 Trz modeli

Çizini, deneyini, analizi yaptığımız üçüncü parçamız; 27/200 formudaki trapez plaktır. Standart ölçüleri aşağıdaki Şekil 3.29 numaralı resimde görülmektedir.



Şekil 3.29 : Trz modeli (27,5 / 200 formu).

Çizelge 3.3 : Trz Formundaki Plakların Değişkenleri

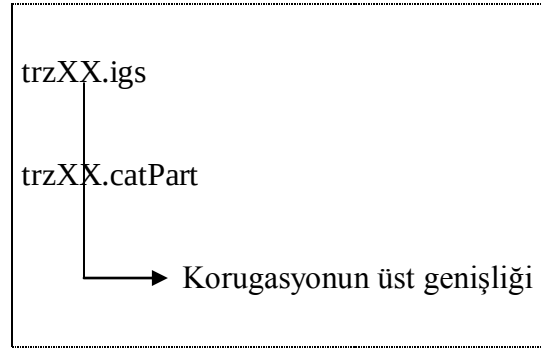
2. Trapezoidal Plaklardaki Değişkenler		
A en	860 mm	sabit tutulmuştur
B boy	860 mm	sabit tutulmuştur
C tepe sayısı	5 adet	sabit tutulmuştur
D tepe yüksekliği	27,5 mm	sabit tutulmuştur
E tepe üst genişliği	42 mm	değişkendir
0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26,28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70,72, 74 mm		
F tepe alt genişliği	74 mm	sabit tutulmuştur
G mukavemet arttırıcı sayısı	4 adet	ihmal edilmiştir
H mukaveme arttırıcı yüksekliği	3 mm	ihmal edilmiştir
I adım mesafesi	200 mm	sabit tutulmuştur
J baştan sonra tepe mesafesi	800 mm	sabit tutulmuştur
K kalınlık	0,5 mm	sabit tutulmuştur

Plağın eni 860 mm, boyu 1000 mm, tepe sayısı 5, tepe yüksekliği 27,5 mm, tepe üstü genişliği 42 mm, tepe altı genişliği 74 mm, mukavemet arttırıcı çıkıntı sayısı; 4, mukavemet arttırıcı yüksekliği 3 mm, adım mesafesi 200 mm, baştan sona tepe mesafesi 800 mm, kalınlık 0,5 mm'dir. Deney plakları maksimum kare olacak şekilde 860 mm x 860 mm olarak ebatlandırılmıştır. Bu nedenle analizi yapılacak

parçalarında en ve boy ölçüleri 860 mm x 860 mm olarak alınmıştır. Tepe sayısı, tepe yüksekliği, adım mesafesi, baştan sonra tepe mesafesi, saç kalınlığı ve tepe alt genişliği sabit tutulmuştur. Mukavemet arttırıcı çıkıntılar tamamen ihmal edilmiştir. Tepe üst genişliği 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74 mm olarak değiştirilmiştir. Bunun sonucunda, 38 adet oluklu plağımızın bulunduğunu görüyoruz.

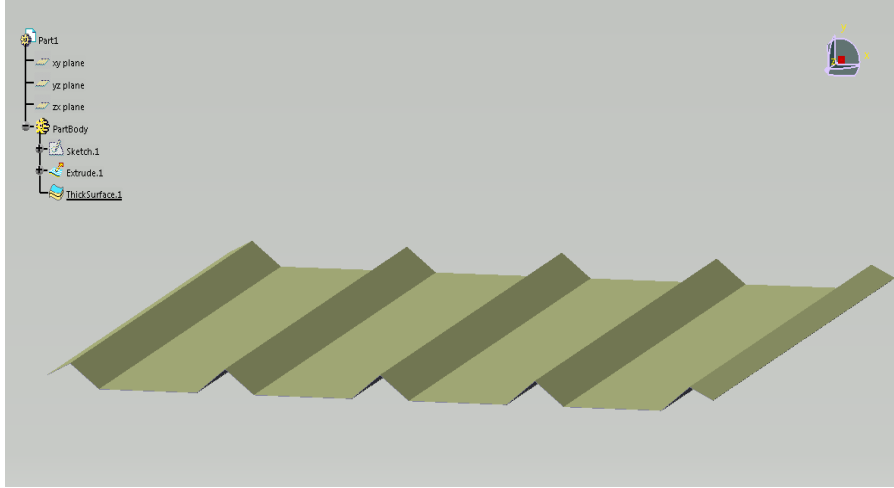
CATIA V5R17 programında değişkenler dikkate alınarak 'skecher' kısmında trapez Plağın ana hatları çizilmiştir. 'extrude' komutuyla eni belli olan plağa aynı en uzunluğu girilerek boy verilmiştir. 'thicksurface' kısmında ise Plağın sabit olan kalınlığı belirtilmiştir.

Bu aşamalardan sonra catpart formatında 3D katı modelimizin oluştuğu görülmektedir. Fakat ABAQUS CAE ile analiz yapılacağından bu çizimler igs formatında kaydedilmelidir ve bu işlem yapılmadan da plak kalınlığı kaldırılmalıdır, çünkü ABAQUS CAE'de analiz yapılırken kalınlık girilecektir. Bu nedenle catpart dosyaları igs formatına da tekrar kaydedilmiştir.

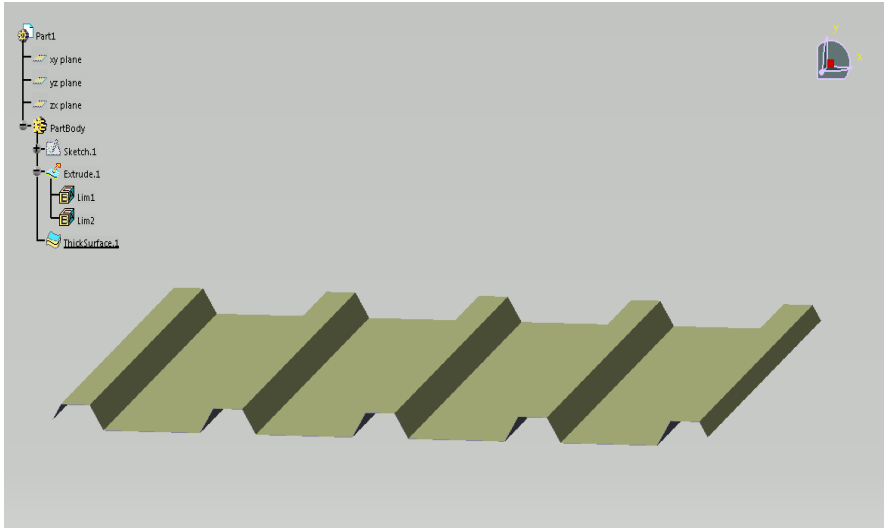


Şekil 3.30 : Trz modelinin isimlendirilmesi.

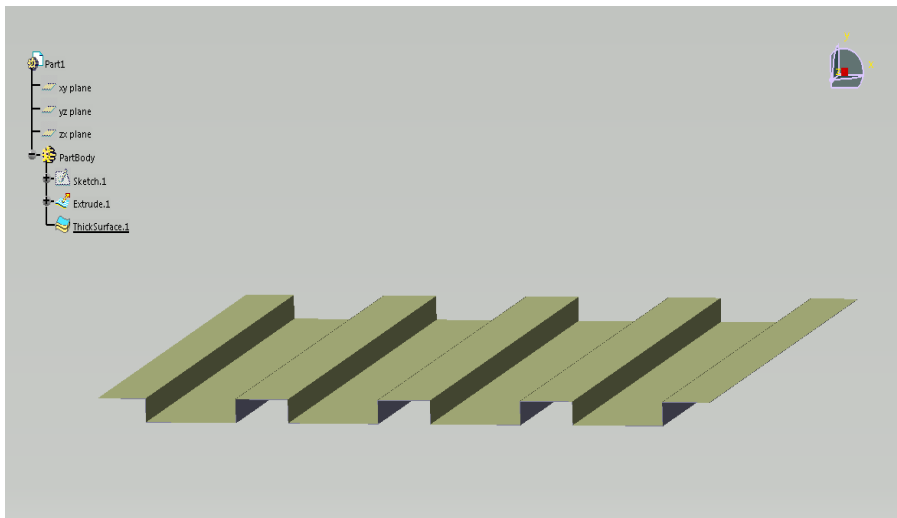
Aşağıda açıklaması yapılan isimlendirme için örnek verirse; trz00 çiziminde, tepe üst genişliği yoktur, trapez şekli üçgendir. trz38 çiziminde, tepe üst genişliği 38 mm ve trapez şekli yamuktur. trz74 çiziminde, tepe üst genişliği 74 mm ve trapez şekli dikdörtgendir.



Şekil 3.31 : Trz00 modeli.



Şekil 3.32 : Trz38 modeli



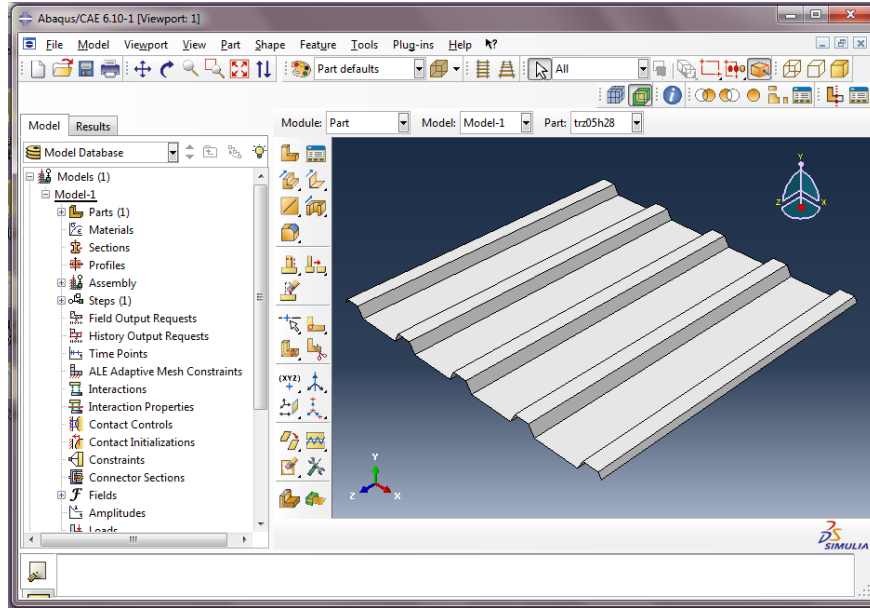
Şekil 3.33 : Trz74 modeli

3.3.4. Plakların Abaqus Cae ile analizi

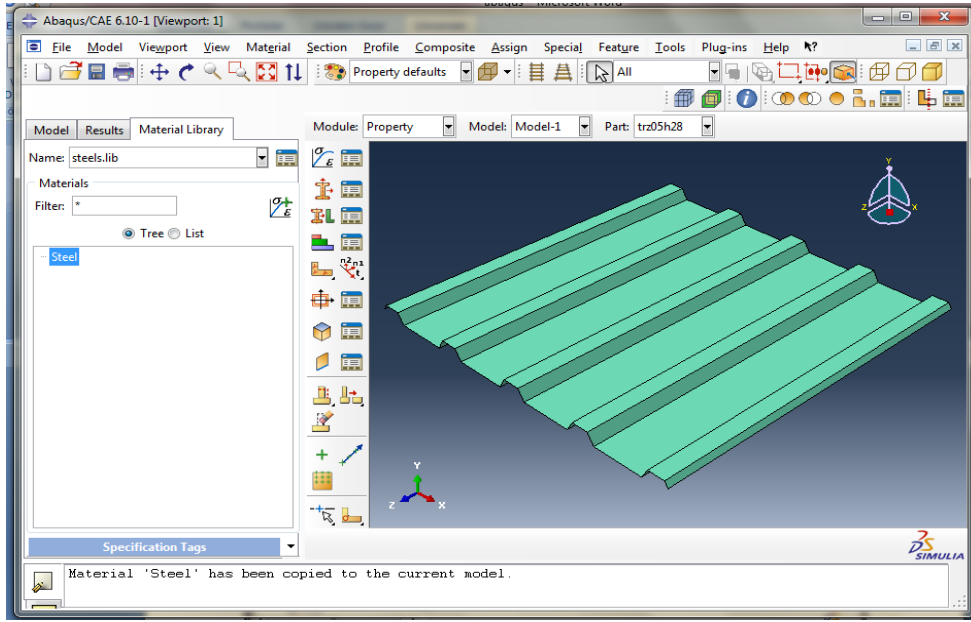
Catia ortamında igs formatı ile hazırlanan yüzey, Abaqus Moldule-Part sekmesinde iken programa çağırılır. Analiz plaklarının malzemesi çelik olduğundan, çeliğin yoğunluğu, elastisite modülü ve poisson oranı belirtilmelidir [21].

- Yoğunluk : 7,85 E-009 ton/mm3
- Elastisite modülü : 210000 N/mm2
- Poisson Oranı : 0,3

Module-Property sekmesinde yukarıdaki değerler, çağırılan ve yüzey ‘shell’ olduğu belirtilen parça için atanır. Analiz yapılacak olan parçanın kesidi oluşturularak, malzemenin yüzey ve homojen olduğu, ayrıca kalınlığı belirtilir. Parçanın tamamı seçilerek, seçilen kesitin bu parçanın kesiti olduğu belirtilir ve parça yeşil rengini alır.

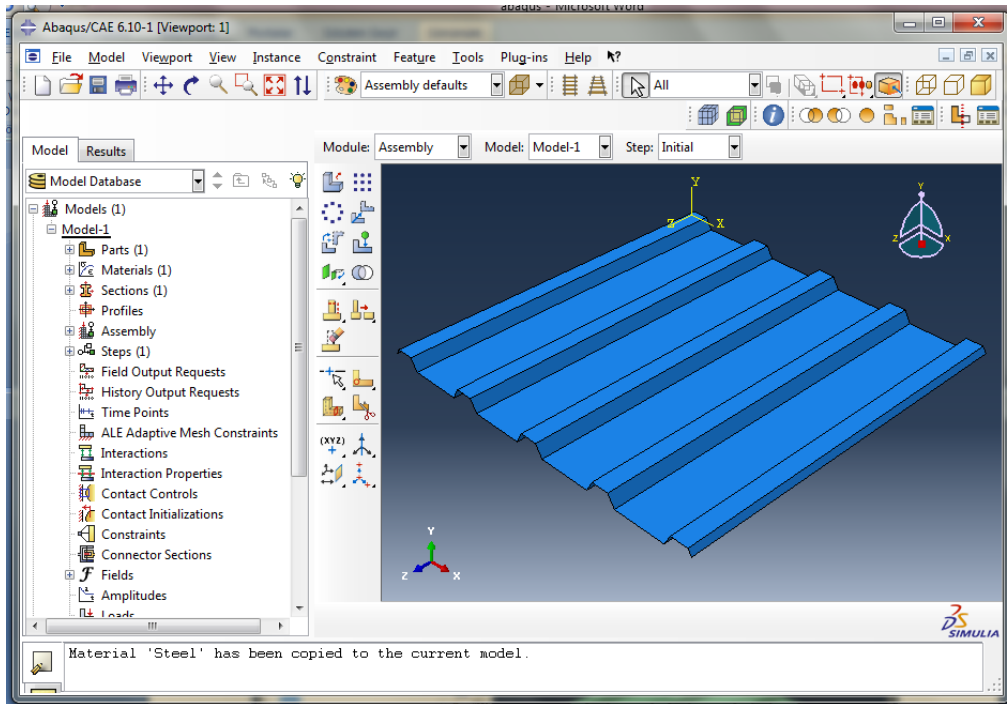


Şekil 3.34 : Abaqus / module part.



Şekil 3.35 : Abaqus / module property.

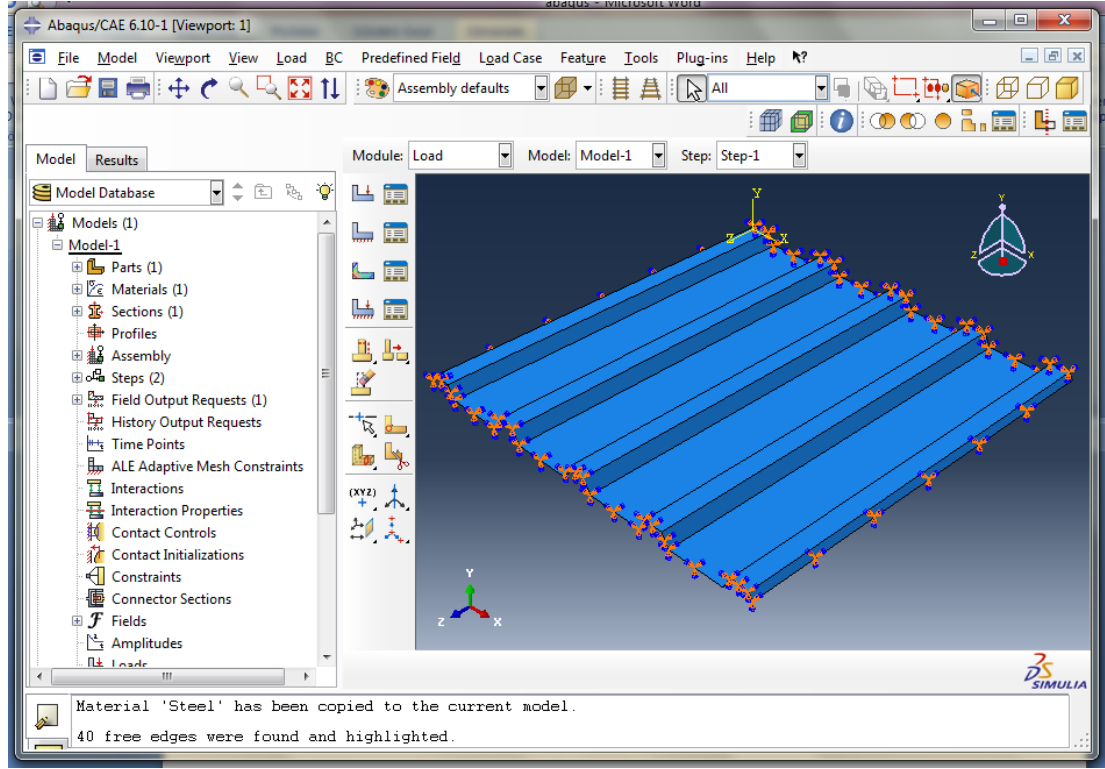
Module-Assembly sekmesinde parçanın varsa değer montaj elemanları ile ilişkisi belirlenir. Bu aşamada parçamız bağımsız bir eleman olduğundan independent seçeneği seçilir. Parçanın mavi renk aldığı görülür.



Şekil 3.36 : Abaqus / module assembly.

Module-Step sekmesinde başlağıçtan itibaren kaç tane lineer titreşimin frekansının hesaplanması isteniliyorsa o sayı belirtilir. Bu çalışmada deneyerek tespit edilmiştir ki, ilk 10 frekansı hesaplamak bu analiz için yeterli olacaktır.

Module-Load sekmesinde plağa uygulanacak olan sınır şartları belirlenir. Bu çalışmadan plağın tüm çevresi seçilerek, dört tarafına da ankastre sınır şartı uygulanacağı belirtilmiştir. İşlem sonunda plağın sınır şartı uygulanan yerlerinde (çevresinde) kırmızı noktaların belirdiği görülmektedir. Serbest-serbest parçalarda sınır şartı verilmeksizin işleme devam edilir.

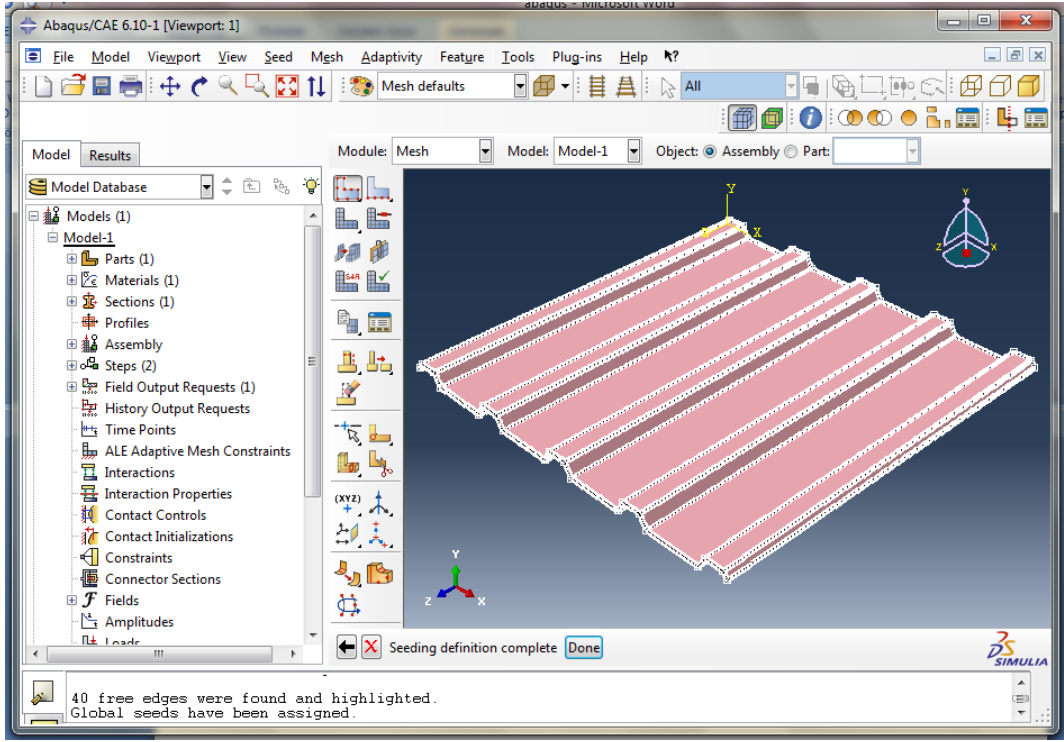


Şekil 3.37 : Abaqus / module load.

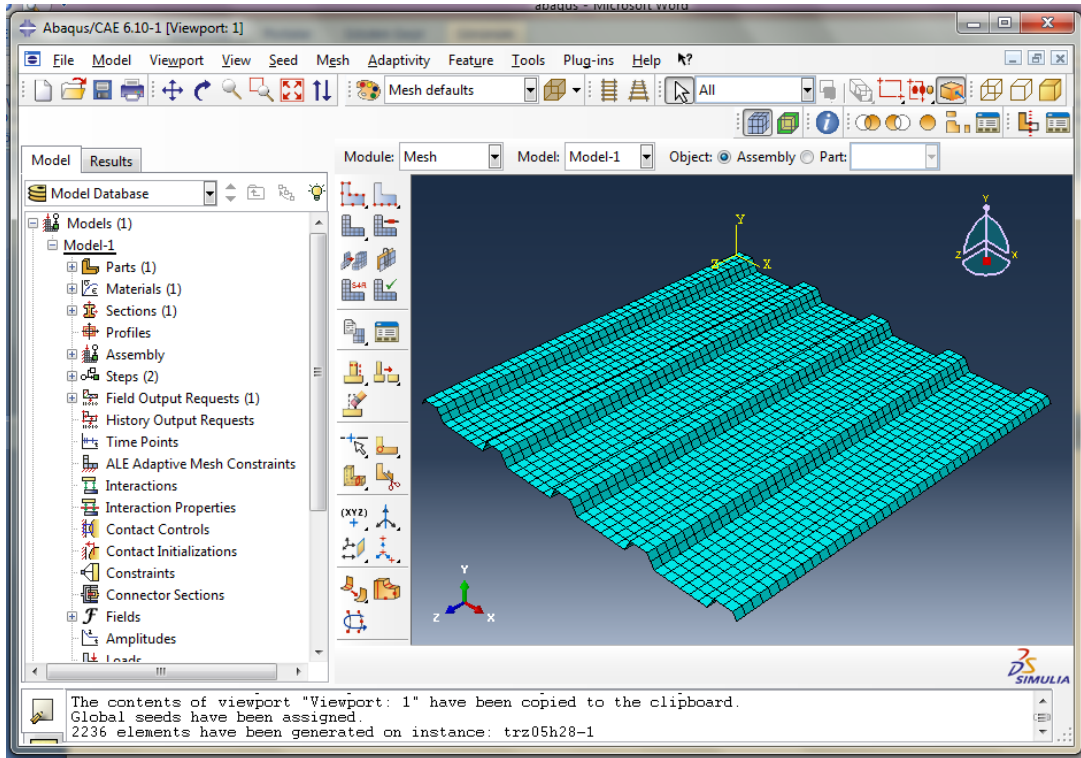
Module-Mesh sekmesinde yüzey geometrisine uygun, yeterli hassasiyete ulaşmak için birim kafes değerleri girilir. Beyaz hatlarla ağ atılacak yüzeyi belirtilir, m yüzey kafes özellikleri belirlenir, işleme onay verildiğinde de plağın üzerine atılmış ağların yerleştiği görülür. Bu çalışmadan trapez plaklarda ağlar 20 mm , sinüs plaklarda ise 4 mm aralıklarla atılmıştır. Bu değerler deneme yanılma yoluyla belirlenmiştir. Ağ aralıkları gereğinden fazla olan plakların analizi doğru olmadığı yapılan analiz sonuçlarında görülmüştür ve mesafeler yeterli olacak değerlere düşürülmüş veya çıkarılmıştır.

Module-Job sekmesinde analizi yapılacak olan parçaya isim atanır ve analiz yapılması için komut verilir. Böylece analiz tamamlanmış olunur. İstenilen dosyalar .cae dosyası olarak kaydedilebilir. Analizi göreceğimiz dosya .odb dosyası olarak

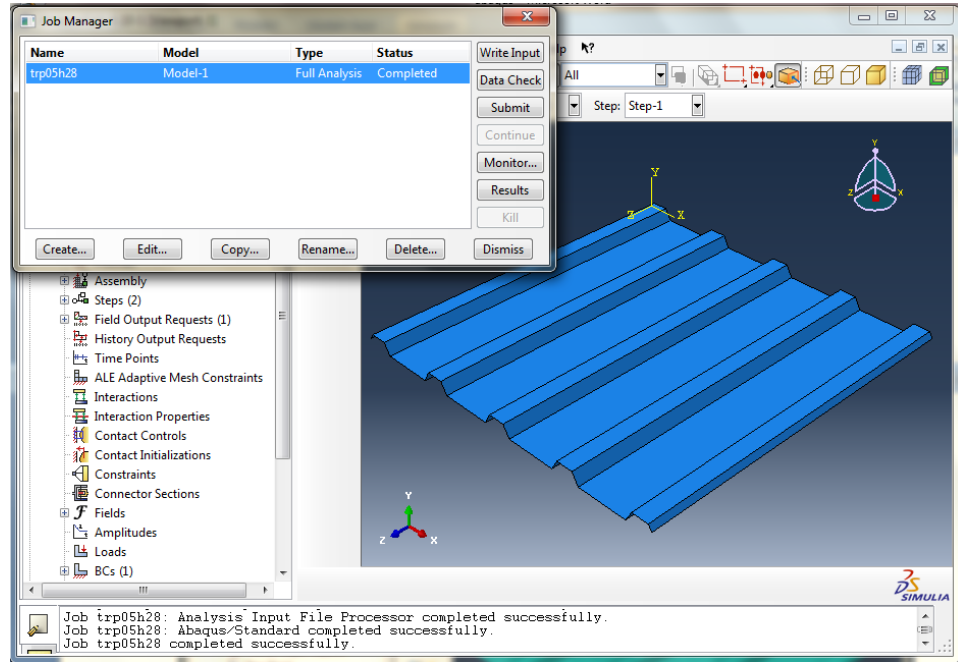
kaydedilmiştir. Toplam analiz süresi parçanın mod sayısı ve mesh özelliklerine göre değişkenlik gösterir.



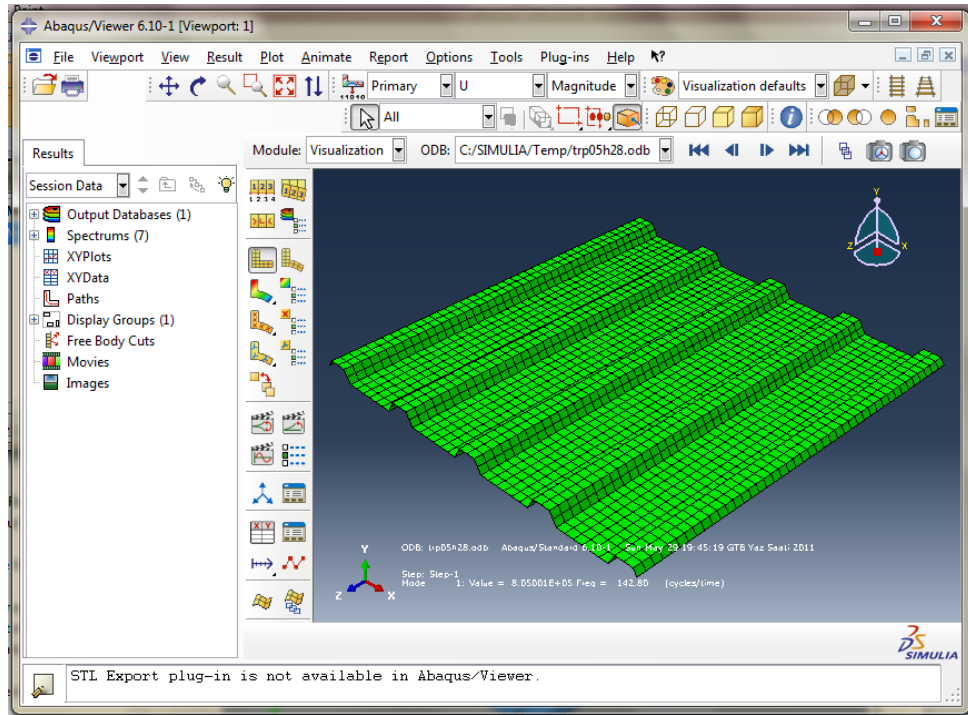
Şekil 3.38 : Abaqus / module mesh 1.



Şekil 3.39 : Abaqus / module mesh 2.

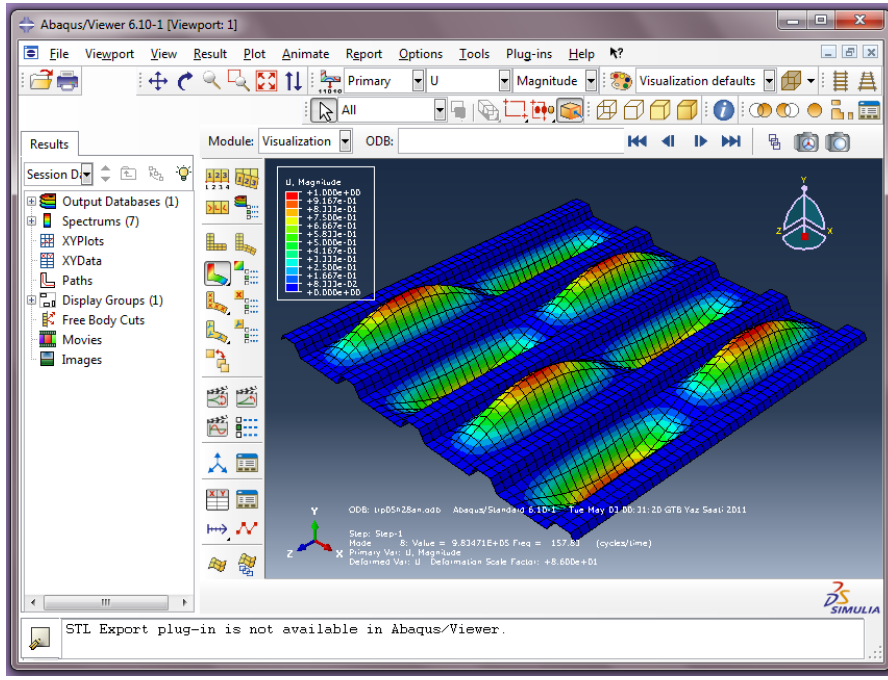


Şekil 3.40 : Abaqus / module job.

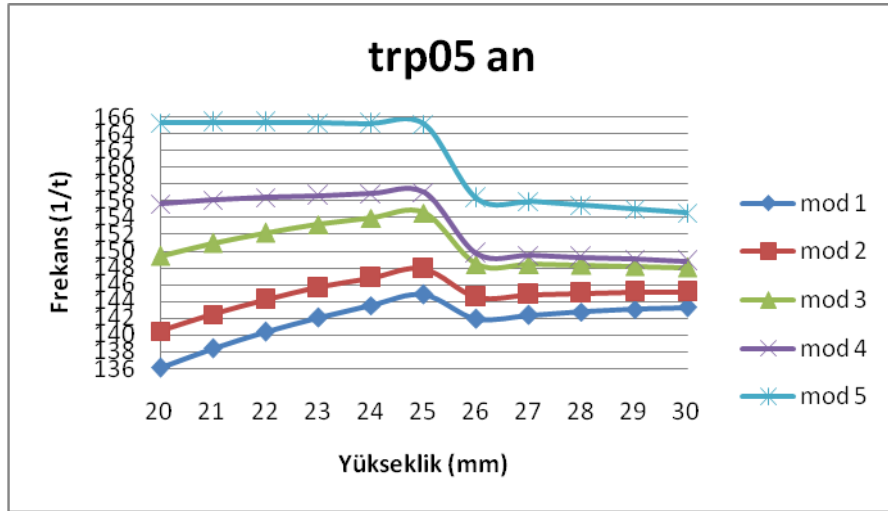


Şekil 3.41 : Abaqus / module visualization 1.

Sonuçlar, her mod seviyesindeki sayısal frekans değeri olabileceği gibi görsel olarak da incelenebilir. Odb formatındaki ankastre ve serbest-serbest analiz sonuçları görülmektedir. Aşağıda, deneyini yapmış olduğumuz plakların, sonlu elemanlar yöntemiyle yapılmış olan analizleri ve bu analizler sonucu ortaya çıkan grafikleri bulunmaktadır.

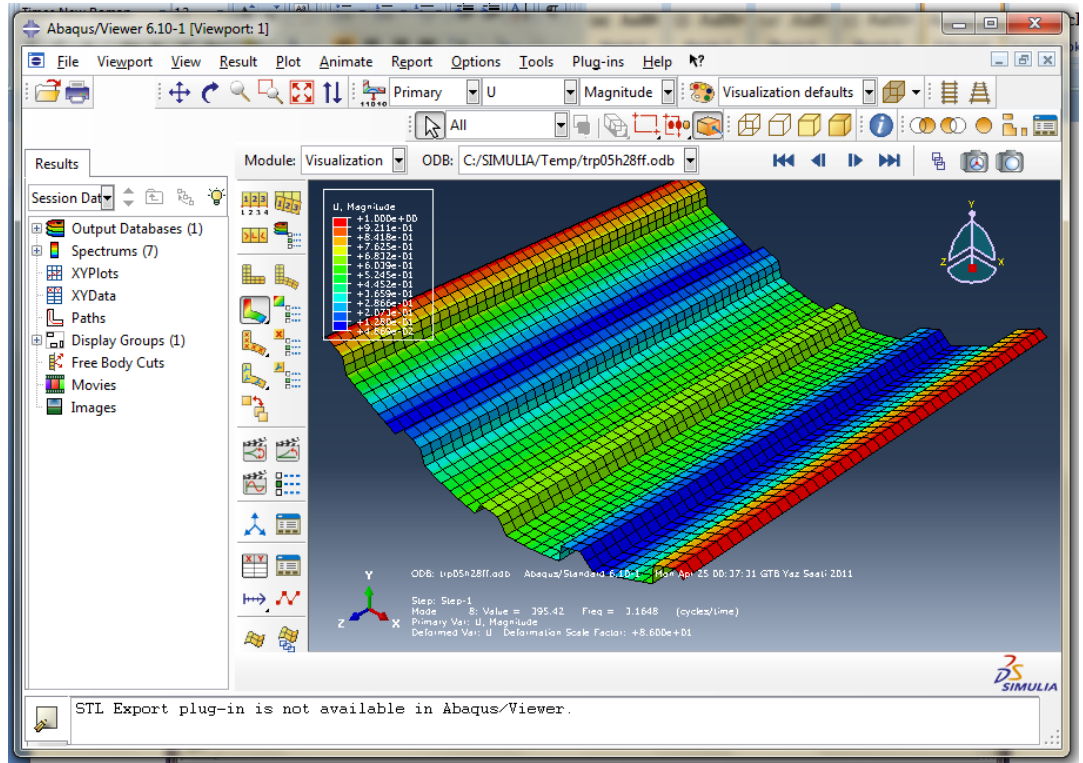


Şekil 3.42 : 5 korugasyonlu, ankastre trapez plağın analizi.

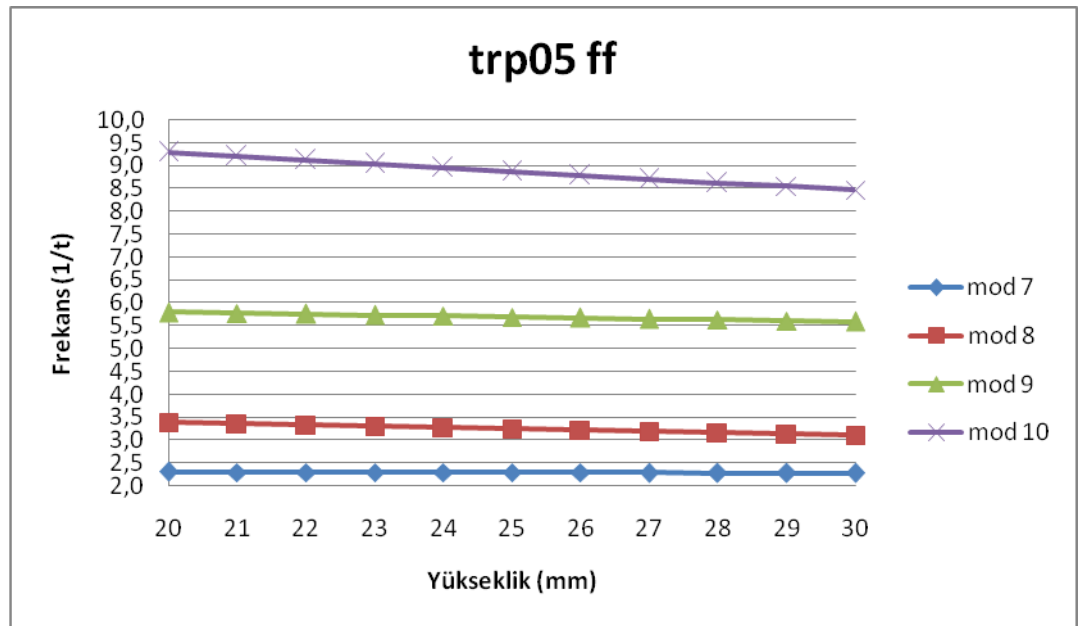


Şekil 3.43 : 5 korugasyonlu, ankastre trapez plağın analiz sonuçları

Yukarıdaki şekil 3.42’de, 5 adet korugasyonu olan, 28 mm yükseklikli olan trapez plağın, dört tarafı ankastre olmuş halinin frekans analizi görülmektedir. Görülen mod; 8. mod şeklindedir ve şeklin alt kısmında tüm sonuçlar takip edilebilmektedir. Şekil 3.43’te ise yine 5 korugasyonu olan trapez plağın, yükseklikler değiştiğinde değişen mod şekilleri ve değişen frekans değerleri grafiksel olarak gösterilmektedir.

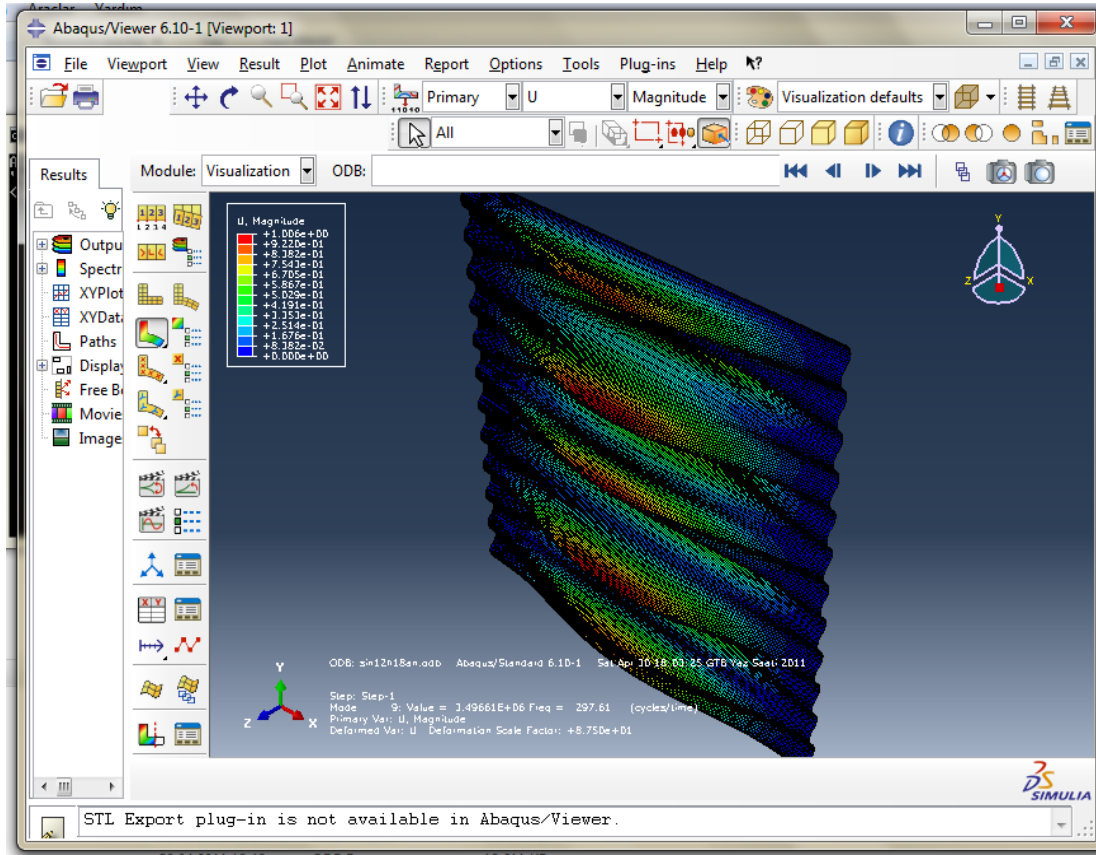


Şekil 3.44 : 5 korugasyonlu, serbest-serbest trapez plağın analizi

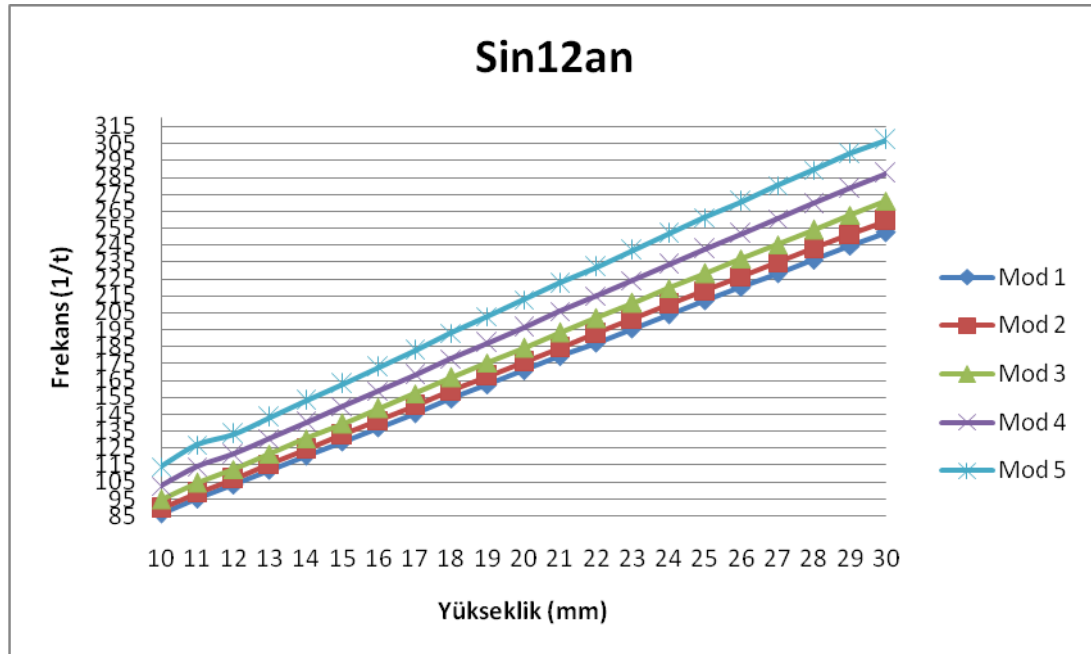


Şekil 3.45 : 5 korugasyonlu, serbest-serbest trapez plağın analiz sonuçları

Yukarıdaki şekil 3.44’de, 5 adet korugasyonu olan, 28 mm yükseklikli olan trapez plağın, dört tarafıda serbest olmuş halinin frekans analizi görülmektedir. Görülen mod; 8. mod şeklindedir ve şeklin alt kısmında tüm sonuçlar takip edilebilmektedir. Şekil 3.45’te ise yine 5 korugasyonu olan trapez plağın, yükseklikler değiştikçe değişen mod şekilleri ve değişen frekans değerleri grafiksel olarak gösterilmektedir.

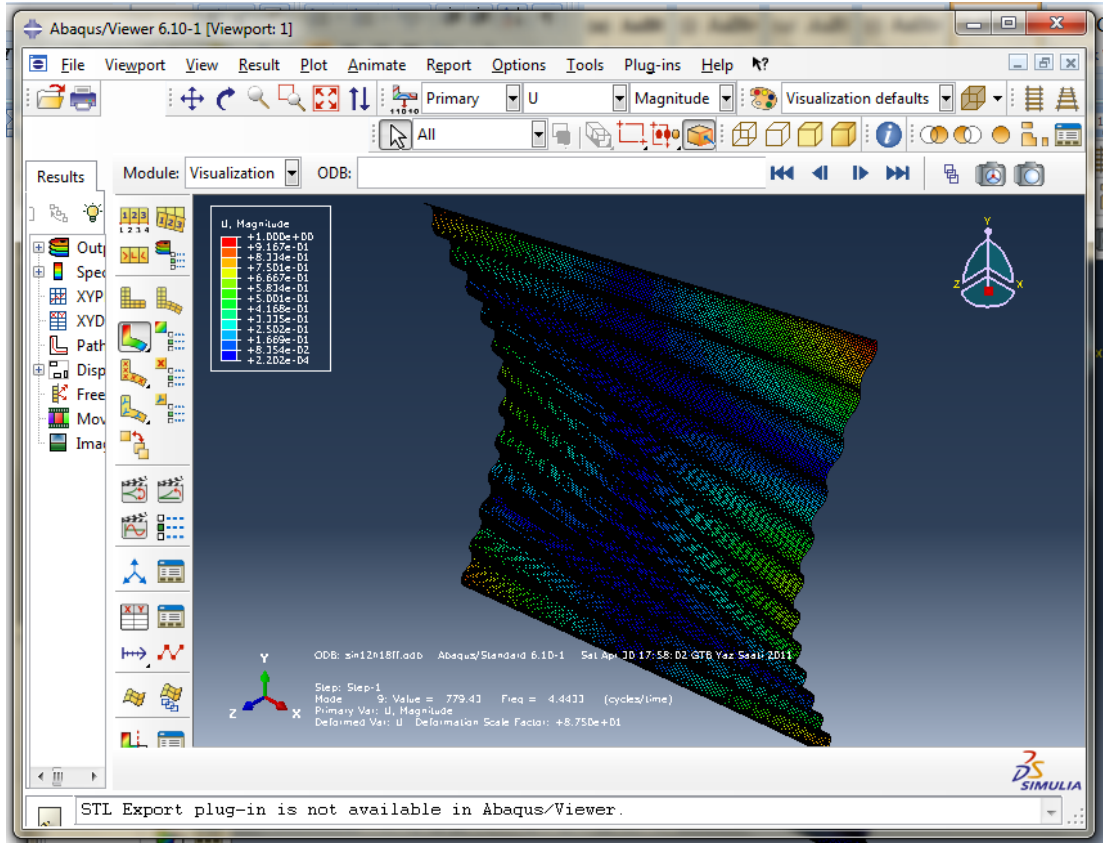


Şekil 3.46 : 12 korugasyonlu, ankastre sinüs plağın analizi

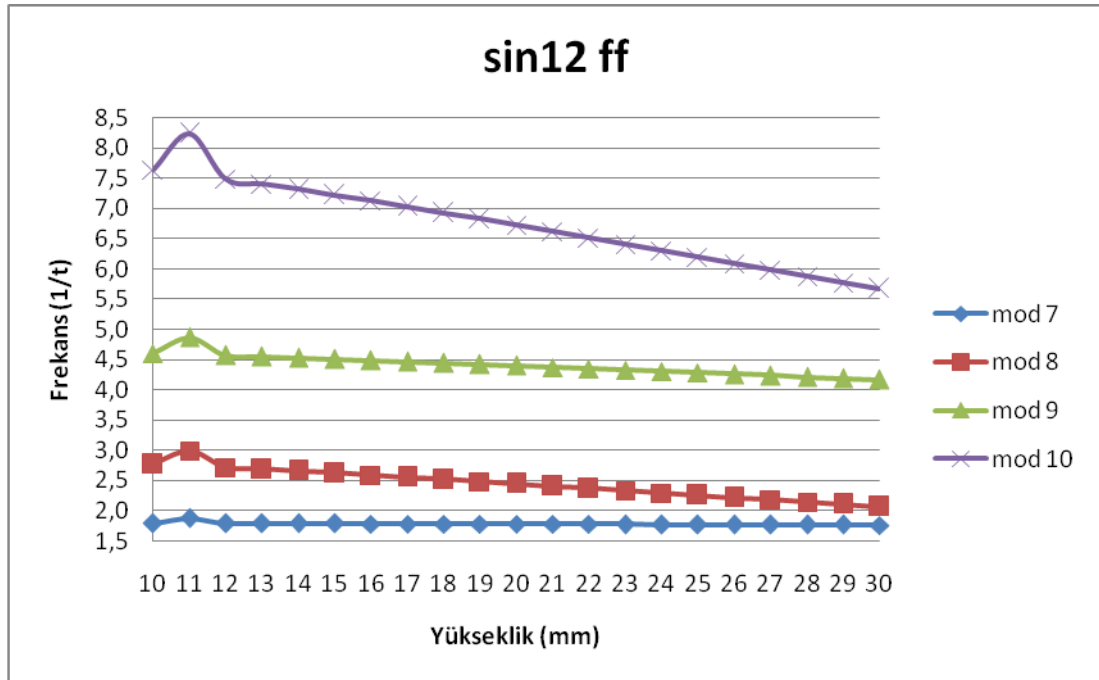


Şekil 3.47 : 12 korugasyonlu, ankastre sinüs plağın analiz sonuçları

Yukarıdaki şekil 3.46’de, 12 adet korugasyonu olan, 18 mm yükseklikli olan sinüs plağın, dört tarafıda sertbest olmuş halinin frekans analizi ve şekil 3.48’de yüksekliklerin değişmesi ile değişen frekans değerleri görülmektedir.



Şekil 3.48 : 12 korugasyonlu, serbest-serbest sinüs plağın analizi



Şekil 3.49. : 12 korugasyonlu, serbest-serbest sinüs plağın analiz sonuçları

3.4.Trapezoidal ve Sinusoidal Plak Modellerinin Deneyisel Modal Analiz

Yöntemiyle İncelenmesi

Tez çalışmasının bu bölümünde, bir önceki bölümde sonlu eleman analizi yöntemiyle incelenen trapezoidal ve sinusoidal plak modellerinin deneyisel modal analiz yöntemiyle doğal frekansları ve mod şekilleri tespit edilmiştir.

Deneyisel modal analiz genel olarak, incelenecek yapının, bir ikaz sistemiyle ikaz edilerek, yapı üzerindeki ivmeölçerlerden elde edilen ivme (cevap) değerleri ile ikaz sistemindeki kuvvet sensöründen elde edilen kuvvet (ikaz) sinyalinin birbirine oranı olarak tanımlanan frekans cevabı fonksiyonlarının (FRF – Frequency Response Function) oluşturulması ve bu fonksiyonlar yardımıyla sistemin doğal frekans, sönüm ve mod şekillerinin belirlenmesidir.

Deneyisel modal analizde incelenecek olan yapı çeşitli şekillerde ikaz edilebilir. İkaz etme, bir sarsıcı sistem veya darbe çekici yardımıyla yapılabilmektedir. İkaz edilen sistem üzerine yerleştirilmiş olan ivmeölçerler yardımıyla ise sistemin cevabı ölçülür.

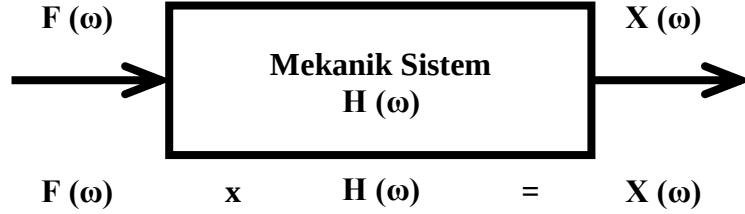
Deneyisel modal analizde genel olarak iki ana teknik kullanılır;

- İvmeölçerin sabit bir noktaya yerleştirilip, diğer noktaların darbe çekici ile ikaz edilmesine “Gezici Çekiç Darbe Testi” adı verilmekte olup uygulanabilme kolaylığı açısından en çok kullanılan deneyisel modal analiz tekniği budur.
- Yapının sabit noktadan bir sarsıcı ile sürekli ikaz edilerek, yapı üzerine yerleştirilmiş çok sayıdaki ivmeölçerden cevap alınması tekniği ise “Sarsıcı Testi” olarak adlandırılır.

Bu çalışmada trapezoidal ve sinusoidal plak modellerinin deneyisel modal analizinde “Gezici Çekiç Darbe Testi” tekniği kullanılmıştır. Gerek darbe çekici testi gerekse sarsıcı testinde, darbe çekicinin ve sarsıcının ucuna yerleştirilmiş olan bir kuvvet sensöründen uygulanan kuvvet değeri ölçülür. Kullanılan tekniğe göre yapı üzerine yerleştirilmiş bir ya da birden çok ivmeölçer yardımıyla ise sistemin cevabı elde edilir. Zaman kümesinde (time domain) elde edilen bu kuvvet ve ivme değerleri bir FFT analizörü (Fourier dönüşümü) yardımıyla frekans kümesine (frequency domain) dönüştürülür. Doğal olarak bu tür bir analiz için biri kuvvet (giriş sinyali) diğeri de ivme (çıkış sinyali) değerlerini dönüştürmesi için en az iki kanallı FFT analizörü

kullanılması gerekmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi cevap sinyalinin Fourier dönüşümünün (ivme, hız, yerdeğiştirme) kuvvet sinyalinin Fourier dönüşümüne oranı “Frekans Cevabı Fonksiyonu” olarak tanımlanmaktadır. Şekil 3.46’de bir frekans cevabı fonksiyonu blok diyagramı gösterilmektedir. Frekans cevabı fonksiyonları, çıkış (cevap) sinyalinin cinsine göre çeşitli isimler almaktadır. Bunlar;

- Dinamik Kompliyans (Yerdeğiştirme / Kuvvet)
- Dinamik Rijitlik (Kuvvet / Yerdeğiştirme)
- Mobilite (Hız / Kuvvet)
- Reseptans (İvme / Kuvvet)
- Empedans (Kuvvet / Hız) olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 3.50 : Frekans cevabı fonksiyonu blok diyagramı.

FFT analizörü yardımıyla elde edilen frekans cevabı fonksiyonlarının bir modal analiz yazılımı kullanılarak analiz edilmesiyle incelenen mekanik sistemin doğal frekansları, sönüm oranları ve mod şekilleri belirlenir.

3.4.1. Deney düzenekleri

Trapezoidal ve sinusoidal plak modellerinin deneysel modal analizinin gerçekleştirilmesinde kullanılan deney düzeneği,

- İncelenecek Modeller
- Darbe Çekici
- Tek Eksenli İvmeölçer
- FFT Analizörü
- Modal Analiz Yazılımı olarak belirtilen bileşenlerden oluşmaktadır.

3.4.2 İncelenecek modeller

Sonlu eleman analizinde olduğu gibi deneysel modal analizde de trapezoidal ve sinusoidal plak olmak üzere 2 farklı plak çeşidi bulunmaktadır. Trapezoidal plağımız 0,5 mm kalınlığında 860 mm x 860 mm kare kesitli 27/200 formunda galvaniz kaplı çelik plaktır. Sinusoidal plak 0,4 mm kalınlığında 875x875 mm kare kesitli galvaniz oluklu plaktır.



Şekil 3.51 : Trapezoidal ve sinusoidal plak deney modelleri

3.4.3 Darbe çekici

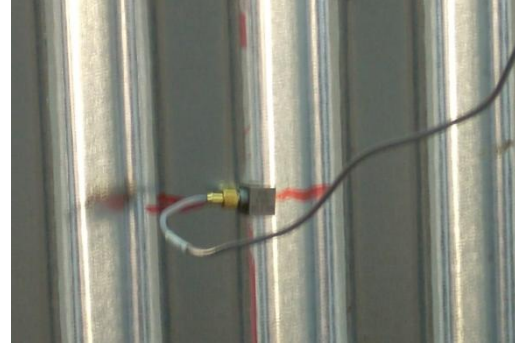
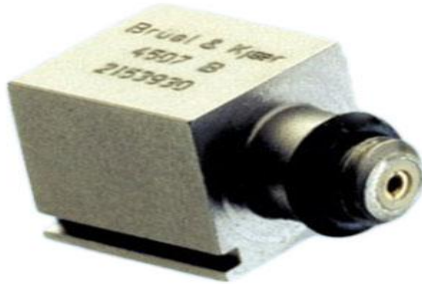
Deney yapılarının ikaz edilmesi ve darbe kuvvetinin ölçülmesi için B&K firması tarafından üretilen 8206 kodlu darbe çekici kullanılmıştır. Bu darbe çekici genel olarak küçük ve orta büyüklükteki yapıların ikaz edilmesi için tasarlanmıştır. 22.7 mV/N hassasiyetinde olan bu çekiç ayrıca yapısındaki ivme kompanzasyonundan dolayı çıkış sinyalindeki istenmeyen gürültüleri yok etme özelliğine sahiptir. Çekiç, alt ucunda bulunan BNC konnektör ile iki ucu BNC konnektörlü bir kablo yardımıyla FFT analizörüne kolayca bağlanabilmektedir.



Şekil 3.52 : Darbe çekici

3.4.4. Tek eksenli ivmeölçer

Deney yapılarının cevabının ölçülebilmesi için B&K firması tarafından üretilen 4507B kodlu tek eksenli ivmeölçer kullanılmıştır. 100 mV/g hassasiyetindeki bu ivmeölçer yüksek hassasiyeti, düşük kütlesi ve küçük boyutlarından ötürü modal analiz için ideal bir üründür. Kablo konektörü, ana ölçüm eksenine dik olan bu ivmeölçer, düşük kütleli titanyum muhafazasının içinde bir DeltaTron önyükseltici barındırmaktadır. Ayrıca TEDS özelliği sayesinde aynı özelliğe sahip bir analizöre bağlandığında seri numarası, hassasiyet, kütle gibi ivmeölçere ait değerler otomatik olarak analizöre yüklenmektedir. Deneyde kullanılan tek eksenli ivmeölçerin teknik özellikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir [24].



Şekil 3.53 : Tek eksenli ivmeölçer.

Çizelge 3.4 : Tek eksenli ivmeölçerin teknik özellikleri.

Frekans Aralığı	Çalışma Sıcaklığı	Ağırlık	Hassasiyet	Maksimum Çalışma Seviyesi	Bağlantı Tipi	Rezonans Frekansı	TEDS ve Dahili Önyükselti
0.3 6000 Hz	-54 121 C	4.8 gr	100 mV/g	70 g	10-32 UNF	18 kHz	Var

3.4.5 FFT analizörü

Darbe çekicinin kuvvet sensörü ile tek eksenli ivmeölçerin bağlanacağı analizör için sensörlerle uyumlu olması açısından yine B&K (Brüel & Kjær) firmasına ait PULSE adlı FFT analizörü tercih edilmiştir. Normal olarak biri kuvvet (giriş) diğeri de ivme (çıkış) sinyalini kaydetmek üzere iki kanallı bir analizör yeterli olmasına rağmen bu deneyde laboratuvarımızda bulunan 5 kanallı PULSE analizörü kullanılmıştır.

Analizörün en önemli özelliği, hiçbir koşullandırıcı (conditioner) ve konnektör bloğuna ihtiyaç duymadan, darbe çekicinin ve ivmeölçerin doğrudan BNC konnektörlerle cihaza bağlanabilmesidir. Böylece analizör ile sensörler arasında başka hiçbir cihaz yer almamaktadır. Ayrıca analizör doğrudan yerel ağ (ethernet) kablosu ile bilgisayara bağlanmakta ve veri transferi bu şekilde sağlanmaktadır. Sistemde ayrıca bir veri toplama kartına gereksinim duyulmamaktadır. Bu deneyde PULSE analizörünün tercih edilmesinin bir diğer sebebi de, analizörün, bir sonraki kısımda anlatılan ve modal analizin gerçekleştirildiği ME'scopeVES yazılımına doğrudan frekans cevabı fonksiyonlarını aktarabilmesidir. Bu şekilde, veri toplama sistemiyle modal analiz yazılımı arasında hatasız veri aktarımı sağlanmaktadır.

3.4.6 Modal analiz yazılımı

Modal analiz yazılımı olarak ME'scopeVES yazılımı tercih edilmiştir. Analizörle ilgili verilen bilgilerde de belirtildiği gibi yazılımın en önemli özelliği veri toplama sistemi (PULSE) ile doğrudan uyumlu olmasıdır. PULSE sisteminde hazırlanmış deney geometrisi ve ölçülen frekans cevabı fonksiyonları, eşleştirilmiş şekilde doğrudan bu yazılıma eksiksiz olarak aktarılabilir. Verilerin aktarılmasından sonra yazılım içerisindeki modal analiz fonksiyonları kullanılarak, frekans cevabı fonksiyonları üzerinden doğal frekans, sönüm oranı ve mod şekillerinin tespiti gerçekleştirilmektedir.

3.4.7 Deneyin hazırlanışı

Deneylerin gerçekleştirilmesinde, deney parçalarının hazırlanması kadar deneye yardımcı olan yazılım ve donanımların da hazırlanması büyük önem taşımaktadır. Deney sisteminin hazırlanışı, yazılımların ve parçaların hazırlanması olarak iki ayrı bölümde anlatılmıştır.

3.4.7.1 Deney parçalarının hazırlanışı

Deney parçalarının herbiri, kendi içinde eşit aralıklarla işaretlenerek her bir parçada toplam 25 nokta belirlenmiştir. Her iki parçada da 17 numaralı nokta ivmeölçerin konulduğu noktadır. Serbest-serbest sınır şartlarında deney yapılacağından, plakların bir kenarından 2 delik açılmıştır ve kançalarla asılarak, havada asılı pozisyona getirilmiştir.



Şekil 3.54 : Ölçüm için hazırlanmış deney modeli

3.4.7.2 Deney yazılımlarının hazırlanışı

Deneylerin gerçekleştirilmesindeki en büyük yardımcı yazılım “Modal Test Consultant” adlı veri toplama yazılımıdır. PULSE yazılım sisteminin bir parçası olan “Modal Test Consultant” programı, deneylerin yapılışı ve frekans cevabı fonksiyonlarının modal analiz yazılımına aktarımı aşamalarında büyük kolaylık sağlamıştır.

Deneylere başlamadan önce her parçaya ait deney geometrisi bu programın (Modal Test Consultant) çizim arayüzü kullanılarak ayrı ayrı çizilmiştir. Bu analizde trapezoidal ve sinusoidal plak modelleri iki boyutlu plak sistemleri olarak tasarlanmıştır. Daha sonra çizilen bu geometriler üzerinde darbe çekicinin vurulacağı 25 ayrı noktanın yeri ile ivmeölçerin konumu tanımlanmıştır. Darbe çekicinin ve ivmeölçerin sisteme tanıtılmasından sonra her geometri ayrı ayrı projeler olarak kaydedilerek deney için hazır hale getirilmiştir.

Ölçüm ekranının sol tarafında o anda ölçülmekte olan noktanın numarası, sağ tarafında ise ölçülen noktaya ait frekans cevabı fonksiyonu ve tutarlılık çizelgesi bulunmaktadır. Her nokta için 2 vuruş yapılarak bu vuruşların ortalamasının alınmasından dolayı cevaplar arasındaki tutarlılığı gösteren tutarlılık çizelgesi önem taşımaktadır. Böylece 2 adet plak modeli için toplam 100 vuruş yapılarak, 2 adet deney projesi hazırlanmıştır.

3.4.8 Deneyin yapılışı

Deneyin yapılışı öncelikle ölçülecek plak modelinin üstyapıya bağlanmasıyla başlar. Önceden veri toplama yazılımındaki vuruş noktalarının işaretlenmiş olduğu deney parçasının 17 numaralı noktasına ivmeölçer yapıştırılarak, parça ölçüm için hazır hale getirilir. Veri toplama yazılımında, seçilen deney parçası için tasarlanmış olan proje açılır ve bu proje dosyasında sıfırlama işlemi yapılarak program, ilk ölçümünün alınacağı (1 numaralı nokta) konuma getirilir. Daha sonra her noktaya 2 kez vurularak, program tarafından, analizöre giren 2 adet kuvvet ve 2 adet ivme değerinin ortalaması alınır. Bu değerler yardımıyla hesaplanan frekans cevabı fonksiyonu, o nokta için kaydedilir ve otomatik olarak bir sonraki noktaya geçilir.



Şekil 3.55: 8 numaranın ölçüm anı



Şekil 3.56 : 13 numaranın ölçüm anı



Şekil 3.57 : 18 numaranın ölçüm anı

Programın en önemli özelliği “Double Hit Detector” denilen ve arka arkaya birden çok vuruşu (sektirme) algılayan bir sisteme sahip olmasıdır. Hatalı vuruşlarda bu sistem, deneyi yapanı sesli olarak uyararak o nokta için tekrar vurulması gerektiğini belirtir. Her noktaya gelindiğinde program ekranındaki geometri üzerinde de çekiç, vurulması gereken nokta üzerine gelir. Böylece hangi noktaya vurulacağı ekran üzerinden de takip edilebilmektedir. Tüm noktaların ölçümü tamamlandıktan sonra program otomatik olarak durur ve alınan tüm verileri kaydeder. Böylece tüm noktalar için nokta numaraları altında kaydedilmiş frekans cevabı fonksiyonlarından oluşan tek bir dosya elde edilmiş olur. Yine yazılım yardımıyla elde edilmiş olan frekans cevabı fonksiyonları, geometri ile beraber modal analiz yazılımına aktarılır ve kaydedilir. Tüm bu deneyler, 2 adet plak modeli için gerçekleştirilerek, modal analiz yazılımı için toplam 2 adet dosya elde edilmiş olur.

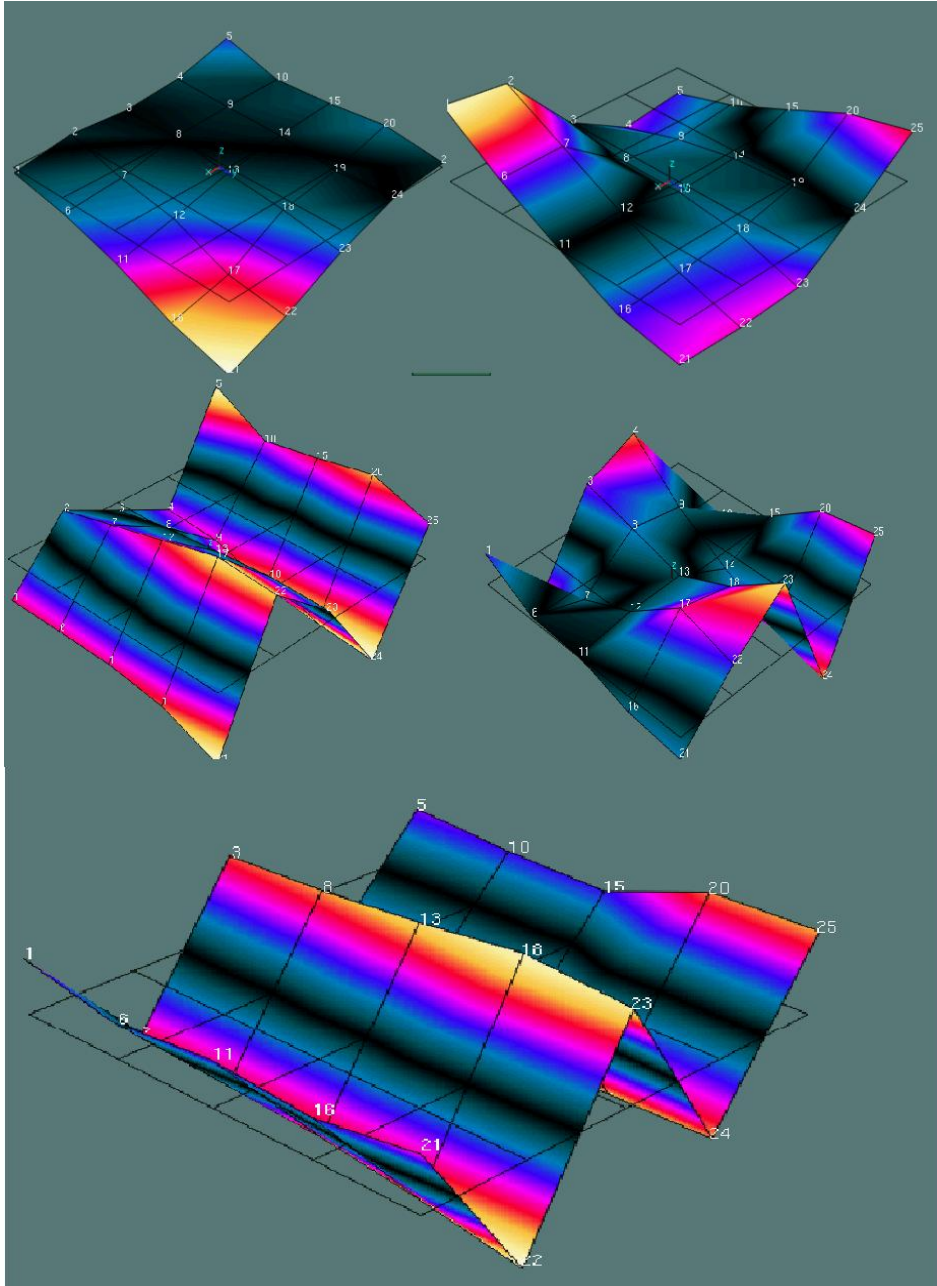
3.4.9 Deneyin sonuçları

Deneyler sonucunda, her model için bir dosya olacak şekilde tüm modal analiz dosyaları analiz için hazır hale getirilmiştir. Her dosyada modelin geometrisi ve noktalara atanmış frekans cevabı fonksiyonları bulunmaktadır. Her dosya sırayla ME’scopeVES modal analiz programında açılarak modal analiz prosedürleri gerçekleştirilmiştir. Frekans cevabı fonksiyonlarının tepe noktalarının en iyi şekilde görüldüğü bir nokta seçilerek o noktaya ait frekans cevabı fonksiyonundaki tüm tepe noktaları belirlenmiş ve bu noktalar için seçilen aralıklarda “Eğri Uydurma (Curve Fitting)” yöntemi kullanılarak doğal frekanslar ve mod şekilleri tespit edilmiştir.

Sinusoidal plakta doğal frekansı 1,7500 Hz ile 7,0000 Hz arasındadır. Trapezoidal plakta doğal frekans değeri 2,235 Hz ile 8,875 Hz arasındadır.

Çizelge 3.5: 12 korugasyonlu, 18mm yüksekliği olan sinus plağın deney sonuçları

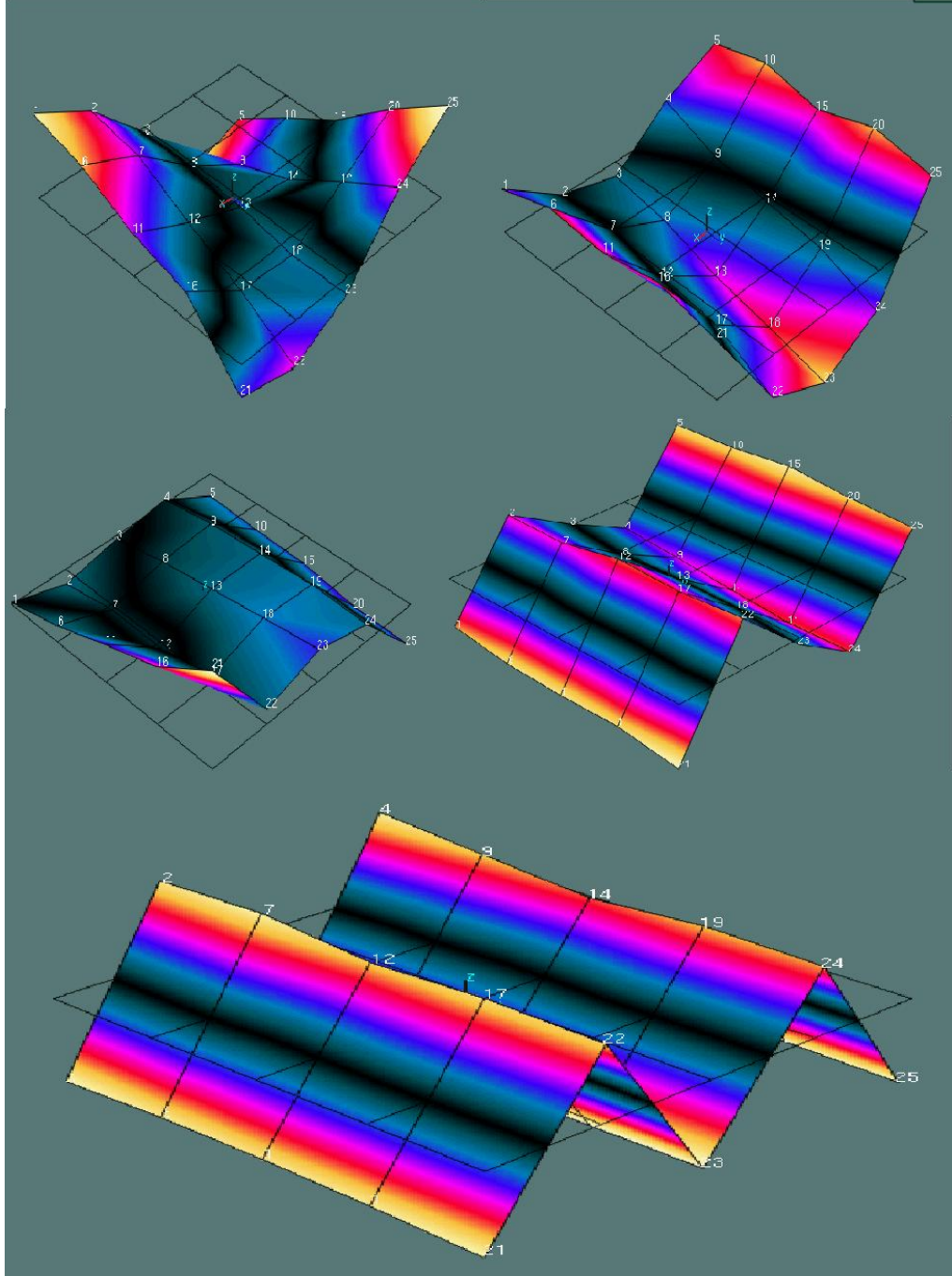
sin12h18 serbest – serbest			
Deney Sonuçları			
mod7	mod8	mod9	mod10
1,75	2,65	4,55	7



Şekil 3.58 : Sin12h18ff modelinin deneysel analizi

Çizelge 3.6 : 5 korugasyonlu, 27 mm yüksekliği olan trapez plağın deney sonuçları

trp05h27 serbest – serbest			
Deney Sonuçları			
mod7	mod8	mod9	mod10
2,325	3,275	5,775	8,875



Şekil 3.59 : Trp05h27ff modelinin deneysel analizi

4. KARŞILAŞTIRMA VE SONUÇLAR

Yapılan çalışma sonucunda, aşağıda belirtilen birtakım sonuçlar elde edilmiştir.

- a) Trapezoidal plakların serbest – serbest mesnetlenmiş olarak yapılan analizlerinde doğal frekans değerlerinin plak yüksekliğine göre tam lineer bir davranış sergilediği gözlemlenmiştir.
- b) Trapezoidal plakların iki kenarı ankastre mesnetlenmiş olarak yapılan analizlerinde doğal frekanslarının belli bir değerde atlama yaparak, yine belirli aralıklarda artan plak yüksekliğine göre lineer artış yaptığı gözlemlenmiştir.
- c) Sinusoidal plaklarda tüm mesnetleme şartlarında doğal frekans değerlerinin yükseklik değerlerine göre tam lineer olarak değiştiği gözlemlenmiştir.
- d) Kesit profilinin doğal frekanslara etkisinin incelenmesi için özel olarak modellenmiş olan 12 tepeli trapez plağın tepe üst genişliğine bağlı olarak serbest-serbest halindeki doğal frekanslarının üst genişlik değerine göre lineer bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu plağın iki kenarı ankastre mesnetlenmiş olarak yapılan analizlerinde doğal frekansların belli bir değerde atlama yaparak, artan üst genişlik değerine göre lineer artış yaptığı gözlemlenmiştir.
- e) Deneysel modal analiz ve sonlu eleman analizi sonucu tüm mod şekillerinde düz plak mod şekillerine benzer şekiller elde edilmiştir.
- f) Deneysel modal analiz ve sonlu eleman analizi ile elde edilen doğal frekans değerlerinin karşılaştırılması aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Hataların düşük çıkması sonlu eleman modeli ile deneysel modal analizde kullanılan modelin örtüştüğünü doğrulamaktadır. Deneysel modal analiz, serbest - serbest olarak yapıldığından ilk 6 mod rijit cisim modudur. Bu yüzden tablolar, rijit cisim modlarından sonra gelen elastik modlar gözönüne alınarak hazırlanmıştır.

Çizelge 4. 1 : trp05h27 Serbest – Serbest Deney – Analiz karşılaştırma tablosu

trp05h27 serbest – serbest Deney ve Analiz Sonuçları			
	Deney	Fem	Hata %
mod7	2,3250	2,2872	1,63
mod8	3,2750	3,1924	2,52
mod9	5,7750	5,6521	2,13
mod10	8,8750	8,7106	1,85

Çizelge 4.2 : Sin12h18 Serbest – Serbest Deney – Analiz karşılaştırma tablosu

sin12h18 serbest – serbest Deney ve Analiz Sonuçları			
	Deney	Fem	Hata %
mod7	1,7500	1,7822	-1,84
mod8	2,6500	2,5184	4,97
mod9	4,5500	4,4433	2,35
mod10	7,0000	6,9291	1,01

KAYNAKLAR

- [1] **Martin H. Sadd**, 2005, *Elasticity Theory, Applications, and Numerics*
- [2] **George J. Simitses, Dewey H. Hodges**, 2006, *Fundamentals of Structural Stability*
- [3] **Url-1** < <http://www.turanmetal.net/>>, alındığı tarih 09.03.2011.
- [4] **Yüksel B.**, 2004, *Metal Kaplama*
- [5] **Url-2** < <http://www.akdenizpanel.com/>> alındığı tarih 02.02.2011.
- [6] **Url-3** <<http://www.gri.com.tr/>> alındığı tarih 11.03.2011.
- [7] **Url-4** <<http://www.ozdalmetal.com/>> alındığı tarih 22.05.2011.
- [8] **Url-5** < <http://www.murattiritoglu.com.tr/>> alındığı tarih 13.03.2011.
- [9] **Url-6** < <http://www.assangalvaniz.com.tr/>> alındığı tarih 12.03.2011.
- [10] **Url-7** <<http://www.assangalvaniz.com.tr/>> alındığı tarih 11.03.2011.
- [11] **Y. H. Liang, L.A. Louca. R.E. Hobbs**, 2006, *Corrugated panel under dynamic load*
- [12] **French A. P.**, 2003, *Titreşimler ve Dalgalar*
- [13] **Kaya, Ö.**, 2008. Titreşim ve dinamik davranışlar dikkat alınarak vagon Dinamik parametrelerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [14] **Url-8** <http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/877b61f0d332bae_ek.pdf?dergi=873>, alındığı tarih 28.05.2011.
- [15] **Døssing, O.**, 1988. Part II: Modal analysis and simulation, Structural Testing.
- [16] **Guillaume, P.**, 2002. *Modal analysis*.
- [17] **Schwarz, J. B. ve Richardson, M. H.**, 1999. *Experimental modal analysis*, CSI Reliability Week
- [18] **Bhatti, M. A.**, 2005. *Fundamental Finite Element Analysis and Applications: with Mathematica and Matlab Computations*, New Jersey
- [19] **Yücel, A.**, 2009. Gemilerde ortaya çıkan yerel titreşim problemlerinin teorik ve deneysel analizi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- [20] **Gülesin M.**, 2009. *Catia V5 R19 ile Tasarım ve Modelleme*, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Sti., sayfa 611.
- [21] **Url-9** <<http://www.hpcu.uq.edu.au/>> alındığı tarih 24.04.2011.
- [22] **Dönmez C., Karakan E.**, 2009, *Köprülerde Deneysel Modal Analiz Uygulamaları*, İMO Teknik Dergi, sayfa 318
- [23] **Bayraktar A., Türker T.**, 1999, Deneysel Modal Analiz Yöntemi İle Düzlem Çerçevelerin Dinamik Karakteristiklerinin Belirlenmesi
- [24] **Url-10** < [http://www.proplan.com.tr /](http://www.proplan.com.tr/)> alındığı tarih 29.05.2011.

EKLER

EK A : Analizlerin sonuçları

Kod	Trp Sin	BC	AA	BB	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10
trp03h20	trp	ff	3	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,5	5,7	9,9
trp03h20	trp	an	3	20	25,6	26,1	30,4	30,6	38,6	38,7	50,6	50,7	66,6	66,8
trp03h21	trp	ff	3	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,4	5,7	9,9
trp03h21	trp	an	3	21	25,6	26,1	30,4	30,5	38,6	38,7	50,6	50,7	66,6	66,8
trp03h22	trp	ff	3	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,4	5,7	9,9
trp03h22	trp	an	3	22	25,6	26,0	30,4	30,5	38,6	38,7	50,6	50,7	66,6	66,8
trp03h23	trp	ff	3	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,4	5,7	9,8
trp03h23	trp	an	3	23	25,6	26,0	30,4	30,5	38,6	38,7	50,6	50,7	66,6	66,8
trp03h24	trp	ff	3	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,4	5,6	9,8
trp03h24	trp	an	3	24	25,5	26,0	30,4	30,5	38,5	38,7	50,5	50,7	66,6	66,8
trp03h25	trp	ff	3	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,6	9,8
trp03h25	trp	an	3	25	25,5	26,0	30,4	30,5	38,5	38,7	50,5	50,7	66,6	66,8
trp03h26	trp	ff	3	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,6	9,7
trp03h26	trp	an	3	26	25,0	25,3	29,7	29,8	37,9	37,9	50,0	50,0	66,1	66,1
trp03h27	trp	ff	3	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,6	9,7
trp03h27	trp	an	3	27	25,0	25,3	29,7	29,7	37,8	37,9	49,9	50,0	66,0	66,1
trp03h28	trp	ff	3	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,5	9,6
trp03h28	trp	an	3	28	24,9	25,2	29,7	29,7	37,8	37,9	49,9	50,0	66,0	66,1
trp03h29	trp	ff	3	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,5	9,6
trp03h29	trp	an	3	29	24,9	25,2	29,7	29,7	37,8	37,9	49,9	50,0	66,0	66,1
trp03h30	trp	ff	3	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,5	9,6
trp03h30	trp	an	3	30	24,9	25,1	29,6	29,6	37,7	37,8	49,8	49,9	66,0	66,0
trp04h20	trp	ff	4	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,4	5,8	9,3
trp04h20	trp	an	4	20	67,5	69,2	69,3	73,9	74,6	74,7	81,2	81,7	82,0	91,0
trp04h21	trp	ff	4	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,4	5,8	9,3
trp04h21	trp	an	4	21	67,6	69,2	69,4	73,9	74,6	74,6	81,1	81,7	82,0	91,0
trp04h22	trp	ff	4	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,4	5,8	9,2
trp04h22	trp	an	4	22	67,6	69,2	69,4	73,9	74,5	74,6	81,0	81,6	82,0	90,9
trp04h23	trp	ff	4	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,4	5,8	9,1
trp04h23	trp	an	4	23	67,6	69,2	69,4	73,9	74,5	74,5	80,9	81,6	82,0	90,8
trp04h24	trp	ff	4	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,7	9,1
trp04h24	trp	an	4	24	67,6	69,2	69,5	73,9	74,5	74,5	80,9	81,5	82,0	90,7
trp04h25	trp	ff	4	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,7	9,0
trp04h25	trp	an	4	25	67,6	69,2	69,5	73,9	74,4	74,5	80,8	81,5	82,0	90,6

trp04h26	trp	ff	4	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,7	8,9
trp04h26	trp	an	4	26	65,7	66,6	66,7	71,1	71,3	71,4	77,8	78,1	78,3	87,8
trp04h27	trp	ff	4	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,7	8,8
trp04h27	trp	an	4	27	65,6	66,5	66,6	71,0	71,2	71,2	77,7	78,0	78,2	87,7
trp04h28	trp	ff	4	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,7	8,8
trp04h28	trp	an	4	28	65,5	66,4	66,5	70,8	71,0	71,1	77,5	77,8	78,1	87,5
trp04h29	trp	ff	4	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,6	8,7
trp04h29	trp	an	4	29	65,4	66,3	66,4	70,6	70,9	70,9	77,3	77,7	77,9	87,4
trp04h30	trp	ff	4	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,6	8,6
trp04h30	trp	an	4	30	65,3	66,1	66,3	70,5	70,7	70,8	77,2	77,5	77,8	87,2
trp05h20	trp	ff	5	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,4	5,8	9,3
trp05h20	trp	an	5	20	136,1	140,5	149,4	155,7	165,3	166,7	169,0	169,3	174,1	175,9
trp05h21	trp	ff	5	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,4	5,8	9,2
trp05h21	trp	an	5	21	138,4	142,5	151,0	156,1	165,4	166,8	169,0	169,3	173,9	175,7
trp05h22	trp	ff	5	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,8	9,1
trp05h22	trp	an	5	22	140,4	144,2	152,2	156,4	165,4	166,8	169,0	169,4	173,6	175,6
trp05h23	trp	ff	5	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,7	9,0
trp05h23	trp	an	5	23	142,1	145,7	153,2	156,7	165,3	166,8	168,9	169,4	173,4	175,4
trp05h24	trp	ff	5	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,7	9,0
trp05h24	trp	an	5	24	143,6	146,9	154,0	156,9	165,2	166,8	168,8	169,4	173,1	175,2
trp05h25	trp	ff	5	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,7	8,9
trp05h25	trp	an	5	25	144,8	147,9	154,6	157,0	165,1	166,8	168,9	169,4	172,8	175,0
trp05h26	trp	ff	5	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,7	8,8
trp05h26	trp	an	5	26	141,9	144,5	148,5	149,7	156,4	157,3	158,3	158,7	163,3	164,2
trp05h27	trp	ff	5	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,7	8,7
trp05h27	trp	an	5	27	142,4	144,8	148,4	149,5	155,9	156,9	157,9	158,3	162,8	163,7
trp05h28	trp	ff	5	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,6	8,6
trp05h28	trp	an	5	28	142,8	145,0	148,4	149,3	155,5	156,4	157,4	157,8	162,3	163,2
trp05h29	trp	ff	5	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,6	8,5
trp05h29	trp	an	5	29	143,1	145,1	148,2	149,1	155,0	156,0	157,0	157,4	161,8	162,7
trp05h30	trp	ff	5	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,6	8,5
trp05h30	trp	an	5	30	143,3	145,2	148,1	148,8	154,6	155,5	156,5	157,0	161,2	162,2
trp06h20	trp	ff	6	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,8	9,1
trp06h20	trp	an	6	20	181,2	185,9	195,6	206,8	256,3	262,9	280,9	303,8	318,5	319,7
trp06h21	trp	ff	6	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,7	9,1
trp06h21	trp	an	6	21	187,5	191,5	200,5	211,2	259,6	267,1	285,8	309,2	323,1	325,0
trp06h22	trp	ff	6	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,7	9,0
trp06h22	trp	an	6	22	193,6	196,8	205,3	215,5	262,7	271,0	290,5	314,1	327,1	329,9
trp06h23	trp	ff	6	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,7	8,9
trp06h23	trp	an	6	23	199,3	201,8	209,9	219,7	265,5	274,7	295,0	318,6	330,6	332,8
trp06h24	trp	ff	6	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	3,2	5,7	8,8
trp06h24	trp	an	6	24	204,7	206,6	214,4	223,8	268,1	278,2	299,1	322,7	333,7	334,5
trp06h25	trp	ff	6	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,7	8,7
trp06h25	trp	an	6	25	209,9	211,1	218,7	227,9	270,6	281,5	303,0	326,2	335,8	336,5
trp06h26	trp	ff	6	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,6	8,6

trp06h26	trp	an	6	26	224,1	225,9	232,6	241,4	270,8	281,8	294,7	304,2	314,4	315,2
trp06h27	trp	ff	6	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,6	8,5
trp06h27	trp	an	6	27	228,8	230,3	237,1	246,0	272,2	283,8	297,1	305,5	315,9	316,9
trp06h28	trp	ff	6	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,6	8,4
trp06h28	trp	an	6	28	233,2	234,4	241,4	250,4	273,5	285,4	299,2	306,4	317,1	318,4
trp06h29	trp	ff	6	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,3
trp06h29	trp	an	6	29	237,2	238,3	245,4	254,6	274,6	286,8	301,1	307,1	318,1	318,1
trp06h30	trp	ff	6	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,2
trp06h30	trp	an	6	30	240,9	241,8	249,2	258,4	275,6	287,9	302,8	307,4	317,4	318,8
trp07h20	trp	ff	7	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,3	5,7	9,0
trp07h20	trp	an	7	20	196,0	208,9	229,1	253,2	265,1	275,9	287,0	305,7	328,5	353,5
trp07h21	trp	ff	7	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,7	8,9
trp07h21	trp	an	7	21	203,9	216,3	235,4	256,2	265,0	276,5	288,6	305,3	329,6	358,0
trp07h22	trp	ff	7	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,7	8,8
trp07h22	trp	an	7	22	211,7	223,1	240,8	256,6	266,9	276,5	290,7	305,7	330,8	362,6
trp07h23	trp	ff	7	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,7	8,7
trp07h23	trp	an	7	23	219,0	229,1	245,2	255,8	269,6	276,6	292,9	305,4	332,5	367,4
trp07h24	trp	ff	7	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,7	8,6
trp07h24	trp	an	7	24	226,0	234,0	248,6	254,9	272,3	276,9	294,9	305,9	334,5	372,2
trp07h25	trp	ff	7	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,6	8,5
trp07h25	trp	an	7	25	232,2	237,5	251,5	254,6	275,0	277,4	296,8	306,7	337,0	377,1
trp07h26	trp	ff	7	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,6	8,4
trp07h26	trp	an	7	26	245,0	247,9	257,9	261,5	276,1	277,1	289,9	300,9	328,4	360,9
trp07h27	trp	ff	7	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,3
trp07h27	trp	an	7	27	244,5	249,1	259,1	266,8	278,4	280,5	292,1	303,9	331,9	363,4
trp07h28	trp	ff	7	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,2
trp07h28	trp	an	7	28	243,6	249,3	259,8	270,9	282,1	283,6	294,2	307,6	335,6	365,2
trp07h29	trp	ff	7	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,5	8,1
trp07h29	trp	an	7	29	242,7	249,0	260,1	273,3	286,2	287,2	296,5	312,1	339,4	366,1
trp07h30	trp	ff	7	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,9	5,5	8,0
trp07h30	trp	an	7	30	241,6	248,5	260,1	274,5	288,3	292,7	299,4	317,1	343,3	366,3
trp08h20	trp	ff	8	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,7	8,8
trp08h20	trp	an	8	20	194,6	209,1	233,2	267,1	310,6	311,0	328,7	356,6	362,0	383,4
trp08h21	trp	ff	8	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,7	8,7
trp08h21	trp	an	8	21	203,0	218,0	242,9	277,8	303,7	321,2	322,1	348,8	373,3	381,4
trp08h22	trp	ff	8	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,7	8,6
trp08h22	trp	an	8	22	211,1	226,7	252,4	288,1	296,7	314,0	333,1	341,3	376,2	379,5
trp08h23	trp	ff	8	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,7	8,5
trp08h23	trp	an	8	23	219,2	235,2	261,7	289,9	298,3	307,0	334,0	343,6	368,9	377,9
trp08h24	trp	ff	8	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,6	8,4
trp08h24	trp	an	8	24	227,1	243,6	270,8	283,3	300,2	308,1	327,0	353,0	362,4	376,5
trp08h25	trp	ff	8	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,3
trp08h25	trp	an	8	25	234,9	251,9	277,0	279,7	293,8	316,7	321,1	352,9	365,3	375,2
trp08h26	trp	ff	8	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,2
trp08h26	trp	an	8	26	262,3	263,7	275,1	276,7	293,1	299,9	316,4	330,5	343,0	364,3

trp08h27	trp	ff	8	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,1
trp08h27	trp	an	8	27	258,8	269,6	271,4	285,0	288,1	308,2	311,0	336,9	338,9	364,0
trp08h28	trp	ff	8	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,9	5,5	8,0
trp08h28	trp	an	8	28	254,2	265,0	279,6	282,3	294,2	304,8	317,3	331,2	346,6	358,6
trp08h29	trp	ff	8	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,9	5,5	7,9
trp08h29	trp	an	8	29	249,8	260,4	277,4	288,0	299,6	302,6	325,5	325,6	353,2	353,9
trp08h30	trp	ff	8	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,8	5,5	7,8
trp08h30	trp	an	8	30	245,6	256,1	272,8	294,6	296,3	310,9	320,2	333,5	348,0	360,5
trp09h20	trp	ff	9	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,2	5,7	8,7
trp09h20	trp	an	9	20	185,4	195,9	213,8	239,4	273,2	314,9	361,8	400,4	410,5	431,1
trp09h21	trp	ff	9	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,7	8,6
trp09h21	trp	an	9	21	193,3	204,1	222,4	248,6	283,0	324,9	371,0	399,7	407,5	420,7
trp09h22	trp	ff	9	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,6	8,5
trp09h22	trp	an	9	22	201,0	212,0	230,8	257,5	292,2	334,1	378,9	389,8	411,0	412,9
trp09h23	trp	ff	9	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,4
trp09h23	trp	an	9	23	208,6	219,8	238,9	266,0	300,9	342,4	380,3	385,1	402,2	416,8
trp09h24	trp	ff	9	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,2
trp09h24	trp	an	9	24	216,0	227,4	246,7	274,0	308,8	349,5	371,3	387,4	396,6	418,0
trp09h25	trp	ff	9	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,1
trp09h25	trp	an	9	25	223,3	234,8	254,2	281,4	315,4	355,0	363,3	382,1	397,8	415,1
trp09h26	trp	ff	9	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,9	5,5	8,0
trp09h26	trp	an	9	26	253,3	262,2	277,1	297,1	320,1	328,5	344,5	345,7	367,7	372,4
trp09h27	trp	ff	9	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,9	5,5	7,9
trp09h27	trp	an	9	27	261,4	269,6	283,2	301,3	321,1	321,9	341,6	343,2	365,6	369,8
trp09h28	trp	ff	9	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,8	5,5	7,8
trp09h28	trp	an	9	28	269,2	276,2	288,1	303,3	316,6	319,8	339,6	340,8	363,2	367,9
trp09h29	trp	ff	9	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,8	5,5	7,7
trp09h29	trp	an	9	29	276,4	281,4	291,5	302,1	314,0	317,1	338,1	339,1	360,9	365,8
trp09h30	trp	ff	9	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,8	5,5	7,6
trp09h30	trp	an	9	30	282,2	284,4	293,9	298,5	314,2	314,2	335,6	339,2	359,3	363,3
trp10h20	trp	ff	10	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,7	8,6
trp10h20	trp	an	10	20	170,0	177,6	190,8	210,0	235,9	268,9	309,4	356,3	399,8	452,0
trp10h21	trp	ff	10	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,6	8,4
trp10h21	trp	an	10	21	177,2	185,0	198,5	218,2	244,6	278,3	319,2	366,2	408,5	469,0
trp10h22	trp	ff	10	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,3
trp10h22	trp	an	10	22	184,4	192,3	206,1	226,2	253,1	287,2	328,5	375,3	416,3	482,3
trp10h23	trp	ff	10	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,2
trp10h23	trp	an	10	23	191,3	199,5	213,5	233,9	261,2	295,7	337,2	383,7	423,1	479,1
trp10h24	trp	ff	10	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,9	5,6	8,1
trp10h24	trp	an	10	24	198,2	206,4	220,6	241,3	268,9	303,7	345,3	391,1	429,0	468,0
trp10h25	trp	ff	10	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,9	5,5	7,9
trp10h25	trp	an	10	25	205,0	213,2	227,5	248,4	276,3	311,2	352,7	397,7	433,8	457,5
trp10h26	trp	ff	10	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,8	5,5	7,8
trp10h26	trp	an	10	26	239,2	245,9	257,3	273,9	295,6	321,8	350,4	376,4	391,6	405,1
trp10h27	trp	ff	10	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,8	5,5	7,7

trp10h27	trp	an	10	27	247,2	253,6	264,6	280,6	301,4	326,4	353,2	376,5	390,0	396,5
trp10h28	trp	ff	10	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,8	5,5	7,6
trp10h28	trp	an	10	28	255,1	261,0	271,5	286,7	306,5	330,1	354,8	375,5	387,6	388,6
trp10h29	trp	ff	10	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,7	5,4	7,5
trp10h29	trp	an	10	29	262,8	268,2	277,8	292,1	310,8	332,7	355,3	373,1	381,7	384,4
trp10h30	trp	ff	10	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,7	5,4	7,4
trp10h30	trp	an	10	30	270,4	274,9	283,7	296,8	314,2	334,4	354,9	369,1	376,5	380,8
trp11h20	trp	ff	11	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,1	5,6	8,4
trp11h20	trp	an	11	20	148,7	154,3	164,0	178,5	198,4	224,1	256,2	295,3	341,6	391,1
trp11h21	trp	ff	11	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,3
trp11h21	trp	an	11	21	155,3	161,0	171,0	185,8	206,1	232,3	265,1	304,8	351,7	401,4
trp11h22	trp	ff	11	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,0	5,6	8,1
trp11h22	trp	an	11	22	161,7	167,6	177,8	192,9	213,6	240,3	273,6	313,9	361,3	411,1
trp11h23	trp	ff	11	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,9	5,6	8,0
trp11h23	trp	an	11	23	168,1	174,0	184,4	199,9	220,9	248,1	281,9	322,7	370,4	420,2
trp11h24	trp	ff	11	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,9	5,5	7,9
trp11h24	trp	an	11	24	174,4	180,4	190,9	206,6	228,0	255,6	289,9	331,0	379,1	428,8
trp11h25	trp	ff	11	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,8	5,5	7,8
trp11h25	trp	an	11	25	180,5	186,6	197,3	213,2	234,9	262,9	297,5	339,0	387,3	436,7
trp11h26	trp	ff	11	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,8	5,5	7,6
trp11h26	trp	an	11	26	220,4	225,3	233,9	246,6	263,9	286,1	313,3	344,7	377,3	400,2
trp11h27	trp	ff	11	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,7	5,5	7,5
trp11h27	trp	an	11	27	228,2	233,0	241,4	253,9	270,9	292,7	319,2	349,4	380,4	400,8
trp11h28	trp	ff	11	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,7	5,4	7,4
trp11h28	trp	an	11	28	235,9	240,6	248,8	261,0	277,6	298,8	324,6	353,7	382,5	400,6
trp11h29	trp	ff	11	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,7	5,4	7,3
trp11h29	trp	an	11	29	243,5	248,0	255,9	267,7	283,8	304,4	329,2	357,0	383,7	399,5
trp11h30	trp	ff	11	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	2,6	5,4	7,2
trp11h30	trp	an	11	30	251,1	255,3	262,8	274,1	289,6	309,5	333,2	359,5	384,1	397,8
sin10h10	sin	ff	10	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,8	4,6	7,7
sin10h10	sin	an	10	10	86,8	90,8	97,8	108,4	123,0	142,1	166,3	196,1	232,3	234,3
sin10h11	sin	ff	10	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,8	4,6	7,7
sin10h11	sin	an	10	11	95,3	99,6	107,1	118,3	133,6	153,7	178,9	210,1	248,0	257,3
sin10h12	sin	ff	10	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,8	4,6	7,6
sin10h12	sin	an	10	12	103,9	108,5	116,4	128,2	144,3	165,2	191,6	224,1	263,7	280,2
sin10h13	sin	ff	10	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,8	4,6	7,6
sin10h13	sin	an	10	13	112,6	117,5	125,9	138,3	155,2	177,1	204,6	238,4	279,5	303,4
sin10h14	sin	ff	10	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,6	7,5
sin10h14	sin	an	10	14	121,1	126,3	135,2	148,2	165,9	188,7	217,3	252,5	295,1	326,1
sin10h15	sin	ff	10	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,6	7,4
sin10h15	sin	an	10	15	129,6	135,1	144,4	158,1	176,6	200,3	230,1	266,5	310,4	348,7
sin10h16	sin	ff	10	16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,5	7,4
sin10h16	sin	an	10	16	138,1	143,8	153,7	168,0	187,2	211,9	242,7	280,4	325,5	371,1
sin10h17	sin	ff	10	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,3
sin10h17	sin	an	10	17	146,5	152,5	162,9	177,8	197,8	223,5	255,3	294,1	340,4	393,4

sin10h18	sin	ff	10	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,2
sin10h18	sin	an	10	18	154,9	161,2	172,0	187,6	208,4	235,0	267,8	307,6	354,8	397,4
sin10h19	sin	ff	10	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,1
sin10h19	sin	an	10	19	163,3	169,9	181,2	197,4	218,9	246,4	280,2	320,9	368,8	386,4
sin10h20	sin	ff	10	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,1
sin10h20	sin	an	10	20	171,6	178,5	190,3	207,1	229,4	257,7	292,4	334,0	375,2	382,4
sin10h21	sin	ff	10	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,5	7,0
sin10h21	sin	an	10	21	180,2	187,4	199,5	217,0	240,0	269,1	304,6	346,9	363,6	373,1
sin10h22	sin	ff	10	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,9
sin10h22	sin	an	10	22	188,5	195,9	208,6	226,6	250,3	280,1	316,4	352,7	358,7	362,4
sin10h23	sin	ff	10	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,8
sin10h23	sin	an	10	23	196,7	204,5	217,5	236,1	260,5	291,1	328,0	341,9	350,7	365,3
sin10h24	sin	ff	10	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,7
sin10h24	sin	an	10	24	204,9	213,0	226,5	245,6	270,6	301,8	331,2	339,3	339,9	354,1
sin10h25	sin	ff	10	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,6
sin10h25	sin	an	10	25	213,1	221,4	235,3	255,0	280,6	312,4	320,8	329,2	342,7	350,6
sin10h26	sin	ff	10	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,5
sin10h26	sin	an	10	26	221,3	229,8	244,1	264,3	290,5	310,5	318,6	322,9	332,0	347,9
sin10h27	sin	ff	10	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,4
sin10h27	sin	an	10	27	229,6	238,4	253,1	273,7	299,9	300,6	308,1	321,1	332,9	338,9
sin10h28	sin	ff	10	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,4
sin10h28	sin	an	10	28	237,7	246,7	261,7	282,8	290,5	298,2	309,4	311,4	327,7	335,7
sin10h29	sin	ff	10	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,3
sin10h29	sin	an	10	29	245,8	255,0	270,3	281,1	288,6	291,9	300,9	317,4	319,4	330,6
sin10h30	sin	ff	10	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,2
sin10h30	sin	an	10	30	253,8	263,2	272,1	278,9	279,4	291,3	300,6	307,5	326,1	326,6
sin11h10	sin	ff	11	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,8	4,6	7,7
sin11h10	sin	an	11	10	86,6	90,0	96,0	105,1	117,8	134,5	155,5	181,2	212,1	234,5
sin11h11	sin	ff	11	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,8	4,6	7,6
sin11h11	sin	an	11	11	95,1	98,7	105,1	114,7	128,0	145,3	167,0	193,7	225,7	257,5
sin11h12	sin	ff	11	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,6	7,6
sin11h12	sin	an	11	12	103,9	107,7	114,5	124,6	138,4	156,3	178,9	206,5	239,7	279,3
sin11h13	sin	ff	11	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,6	7,5
sin11h13	sin	an	11	13	112,4	116,5	123,6	134,2	148,6	167,3	190,6	219,2	253,6	294,6
sin11h14	sin	ff	11	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,6	7,4
sin11h14	sin	an	11	14	120,8	125,2	132,7	143,8	158,8	178,2	202,4	232,0	267,6	309,9
sin11h15	sin	ff	11	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,5	7,3
sin11h15	sin	an	11	15	129,3	133,9	141,8	153,4	169,1	189,2	214,3	244,8	281,5	325,1
sin11h16	sin	ff	11	16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,2
sin11h16	sin	an	11	16	137,7	142,6	150,9	163,0	179,3	200,1	226,1	257,6	295,4	340,1
sin11h17	sin	ff	11	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,2
sin11h17	sin	an	11	17	146,1	151,2	159,9	172,6	189,5	211,1	237,9	270,4	309,2	355,0
sin11h18	sin	ff	11	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,1
sin11h18	sin	an	11	18	154,5	159,9	169,0	182,1	199,7	222,0	249,6	283,0	322,9	369,7
sin11h19	sin	ff	11	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,5	7,0

sin11h19	sin	an	11	19	162,9	168,4	177,9	191,6	209,8	232,9	261,3	295,6	336,4	384,1
sin11h20	sin	ff	11	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,9
sin11h20	sin	an	11	20	171,4	177,3	187,2	201,4	220,2	244,0	273,2	308,4	349,9	398,3
sin11h21	sin	ff	11	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,8
sin11h21	sin	an	11	21	179,7	185,8	196,1	210,8	230,2	254,7	284,7	320,7	363,0	409,0
sin11h22	sin	ff	11	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,7
sin11h22	sin	an	11	22	188,0	194,3	205,0	220,2	240,2	265,4	296,2	332,9	375,8	394,6
sin11h23	sin	ff	11	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,6
sin11h23	sin	an	11	23	196,2	202,8	213,8	229,5	250,2	276,0	307,5	344,8	380,4	388,2
sin11h24	sin	ff	11	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,3	6,5
sin11h24	sin	an	11	24	204,4	211,2	222,6	238,8	260,0	286,5	318,6	356,5	366,6	374,8
sin11h25	sin	ff	11	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,4
sin11h25	sin	an	11	25	212,5	219,6	231,3	248,0	269,8	296,9	329,6	353,2	360,8	368,2
sin11h26	sin	ff	11	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,3
sin11h26	sin	an	11	26	220,9	228,2	240,3	257,5	279,8	307,4	339,3	340,8	347,0	359,5
sin11h27	sin	ff	11	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,2
sin11h27	sin	an	11	27	229,0	236,5	249,0	266,5	289,4	317,5	326,9	334,2	345,8	351,7
sin11h28	sin	ff	11	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,3	6,1
sin11h28	sin	an	11	28	237,0	244,7	257,5	275,6	298,8	314,8	321,7	327,6	333,4	349,4
sin11h29	sin	ff	11	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,2	6,0
sin11h29	sin	an	11	29	245,0	252,9	266,1	284,5	303,1	308,2	310,0	321,3	335,5	338,4
sin11h30	sin	ff	11	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,2	5,9
sin11h30	sin	an	11	30	253,0	261,1	274,5	291,9	293,3	298,6	309,4	317,6	324,3	342,7
sin12h10	sin	ff	12	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,8	4,6	7,6
sin12h10	sin	an	12	10	86,5	89,4	94,7	102,7	114,0	128,8	147,6	170,4	197,6	229,6
sin12h11	sin	ff	12	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	3,0	4,9	8,2
sin12h11	sin	an	12	11	95,2	98,6	104,7	114,0	127,0	143,9	165,3	191,4	222,6	258,3
sin12h12	sin	ff	12	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,6	7,5
sin12h12	sin	an	12	12	103,6	106,9	112,7	121,5	133,5	149,3	169,1	193,1	221,9	255,7
sin12h13	sin	ff	12	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,6	7,4
sin12h13	sin	an	12	13	112,0	115,6	121,7	130,9	143,4	159,6	180,0	204,8	234,3	269,1
sin12h14	sin	ff	12	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,5	7,3
sin12h14	sin	an	12	14	120,5	124,2	130,7	140,2	153,2	170,0	191,0	216,5	246,8	282,6
sin12h15	sin	ff	12	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,2
sin12h15	sin	an	12	15	128,9	132,9	139,6	149,6	163,1	180,5	202,0	228,2	259,4	296,1
sin12h16	sin	ff	12	16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,1
sin12h16	sin	an	12	16	137,3	141,5	148,6	159,0	173,0	190,9	213,1	240,0	272,0	309,7
sin12h17	sin	ff	12	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,0
sin12h17	sin	an	12	17	145,7	150,0	157,5	168,3	182,8	201,3	224,2	251,8	284,7	323,2
sin12h18	sin	ff	12	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,9
sin12h18	sin	an	12	18	154,3	158,9	166,7	177,9	193,0	212,1	235,6	264,0	297,6	337,0
sin12h19	sin	ff	12	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,8
sin12h19	sin	an	12	19	162,6	167,4	175,5	187,2	202,8	222,5	246,7	275,8	310,2	350,4
sin12h20	sin	ff	12	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,7
sin12h20	sin	an	12	20	170,9	175,9	184,4	196,5	212,6	232,9	257,8	287,5	322,7	363,6

sin12h21	sin	ff	12	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,6
sin12h21	sin	an	12	21	179,2	184,4	193,1	205,7	222,3	243,2	268,7	299,2	335,1	376,7
sin12h22	sin	ff	12	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,5
sin12h22	sin	an	12	22	187,4	192,8	201,9	214,9	232,0	253,5	279,7	310,8	347,3	389,6
sin12h23	sin	ff	12	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,4
sin12h23	sin	an	12	23	195,5	201,2	210,6	224,0	241,7	263,8	290,5	322,3	359,4	402,1
sin12h24	sin	ff	12	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,3
sin12h24	sin	an	12	24	204,0	209,8	219,6	233,5	251,6	274,3	301,6	334,0	371,7	397,2
sin12h25	sin	ff	12	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,2
sin12h25	sin	an	12	25	212,1	218,1	228,2	242,5	261,2	284,4	312,3	345,2	380,5	383,5
sin12h26	sin	ff	12	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,3	6,1
sin12h26	sin	an	12	26	220,2	226,4	236,8	251,5	270,7	294,4	322,9	356,2	364,8	371,8
sin12h27	sin	ff	12	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,2	6,0
sin12h27	sin	an	12	27	228,2	234,6	245,4	260,5	280,1	304,3	333,2	349,6	356,1	367,2
sin12h28	sin	ff	12	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,9
sin12h28	sin	an	12	28	236,2	242,8	253,8	269,3	289,4	314,1	334,9	341,4	343,4	352,3
sin12h29	sin	ff	12	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,8
sin12h29	sin	an	12	29	244,5	251,2	262,6	278,4	298,9	320,3	323,8	326,8	336,7	350,9
sin12h30	sin	ff	12	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,7
sin12h30	sin	an	12	30	252,4	259,3	270,9	287,2	307,0	308,1	313,1	323,1	333,2	337,1
sin13h10	sin	ff	13	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,8	4,6	7,6
sin13h10	sin	an	13	10	86,2	88,8	93,4	100,6	110,7	124,1	141,2	162,0	186,7	215,4
sin13h11	sin	ff	13	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,6	7,5
sin13h11	sin	an	13	11	94,7	97,4	102,3	109,7	120,1	133,8	151,2	172,3	197,4	226,7
sin13h12	sin	ff	13	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,6	7,4
sin13h12	sin	an	13	12	103,2	106,1	111,2	118,9	129,6	143,6	161,3	182,8	208,4	238,2
sin13h13	sin	ff	13	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,5	7,3
sin13h13	sin	an	13	13	111,6	114,7	120,5	128,1	139,1	153,5	171,6	193,5	219,6	250,0
sin13h14	sin	ff	13	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,2
sin13h14	sin	an	13	14	120,3	123,3	128,9	137,2	148,7	163,4	181,9	204,3	230,9	262,0
sin13h15	sin	ff	13	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,1
sin13h15	sin	an	13	15	128,8	132,2	138,1	146,8	158,6	173,8	192,7	215,6	242,8	274,5
sin13h16	sin	ff	13	16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,5	7,0
sin13h16	sin	an	13	16	137,2	140,7	146,9	156,0	168,2	183,8	203,2	226,6	254,4	286,7
sin13h17	sin	ff	13	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,9
sin13h17	sin	an	13	17	145,5	149,3	155,7	165,1	177,7	193,8	213,8	237,7	266,0	298,9
sin13h18	sin	ff	13	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,8
sin13h18	sin	an	13	18	153,8	157,7	164,5	174,2	187,3	203,9	224,3	248,8	277,7	311,2
sin13h19	sin	ff	13	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,7
sin13h19	sin	an	13	19	162,1	166,2	173,2	183,3	196,8	213,9	234,8	259,9	289,3	323,5
sin13h20	sin	ff	13	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,6
sin13h20	sin	an	13	20	170,5	175,3	183,6	196,0	213,0	234,9	262,1	294,7	332,9	376,6
sin13h21	sin	ff	13	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,4
sin13h21	sin	an	13	21	178,5	183,0	190,6	201,4	215,8	233,9	255,8	282,0	312,6	348,0
sin13h22	sin	ff	13	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,3

sin13h22	sin	an	13	22	187,0	191,7	199,6	210,9	225,7	244,2	266,7	293,4	324,6	360,5
sin13h23	sin	ff	13	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,2
sin13h23	sin	an	13	23	195,2	200,0	208,2	219,8	235,1	254,1	277,2	304,4	336,1	372,6
sin13h24	sin	ff	13	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,3	6,1
sin13h24	sin	an	13	24	203,3	208,3	216,8	228,8	244,5	264,0	287,5	315,3	347,6	384,4
sin13h25	sin	ff	13	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,2	6,0
sin13h25	sin	an	13	25	211,3	216,5	225,3	237,7	253,8	273,8	297,9	326,1	358,8	396,0
sin13h26	sin	ff	13	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,9
sin13h26	sin	an	13	26	219,3	224,7	233,7	246,5	263,0	283,5	308,1	336,9	370,0	386,1
sin13h27	sin	ff	13	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,8
sin13h27	sin	an	13	27	227,7	233,2	242,5	255,6	272,6	293,6	318,6	347,8	367,1	373,2
sin13h28	sin	ff	13	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,6
sin13h28	sin	an	13	28	235,6	241,3	250,9	264,4	281,8	303,2	328,6	350,3	355,7	358,7
sin13h29	sin	ff	13	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,1	5,5
sin13h29	sin	an	13	29	243,5	249,4	259,3	273,1	290,9	312,7	334,2	338,5	339,9	349,3
sin13h30	sin	ff	13	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,1	5,4
sin13h30	sin	an	13	30	251,4	257,4	267,5	281,7	299,8	319,1	321,9	324,7	333,5	345,9
sin14h10	sin	ff	14	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,6	7,5
sin14h10	sin	an	14	10	85,8	88,1	92,2	98,7	107,9	120,3	136,0	155,3	178,1	204,6
sin14h11	sin	ff	14	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,6	7,4
sin14h11	sin	an	14	11	94,2	96,7	101,0	107,6	117,0	129,5	145,4	164,8	187,8	214,5
sin14h12	sin	ff	14	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,5	7,3
sin14h12	sin	an	14	12	103,1	105,6	110,2	117,0	126,6	139,3	155,4	174,9	198,1	225,1
sin14h13	sin	ff	14	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,2
sin14h13	sin	an	14	13	111,5	114,2	118,9	126,1	135,9	148,8	165,1	184,9	208,4	235,7
sin14h14	sin	ff	14	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,1
sin14h14	sin	an	14	14	119,9	122,7	127,7	135,1	145,2	158,4	175,0	195,1	218,8	246,5
sin14h15	sin	ff	14	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,5	7,0
sin14h15	sin	an	14	15	128,3	131,3	136,4	144,1	154,5	168,1	184,9	205,3	229,4	257,4
sin14h16	sin	ff	14	16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,9
sin14h16	sin	an	14	16	136,6	139,7	145,1	153,1	163,9	177,7	194,9	215,6	240,1	268,5
sin14h17	sin	ff	14	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,8
sin14h17	sin	an	14	17	144,9	148,2	153,8	162,1	173,2	187,4	204,9	226,1	250,9	279,7
sin14h18	sin	ff	14	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,6
sin14h18	sin	an	14	18	153,1	156,6	162,5	171,0	182,5	197,1	215,0	236,5	261,8	291,0
sin14h19	sin	ff	14	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,5
sin14h19	sin	an	14	19	161,8	165,4	171,6	180,4	192,2	207,2	225,6	247,5	273,2	302,8
sin14h20	sin	ff	14	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,4
sin14h20	sin	an	14	20	170,0	173,8	180,2	189,3	201,5	216,9	235,7	258,0	284,1	314,2
sin14h21	sin	ff	14	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,3
sin14h21	sin	an	14	21	178,1	182,1	188,7	198,2	210,8	226,6	245,8	268,6	295,1	325,6
sin14h22	sin	ff	14	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,3	6,1
sin14h22	sin	an	14	22	186,3	190,3	197,2	207,1	220,0	236,2	255,9	279,1	306,1	337,0
sin14h23	sin	ff	14	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,2	6,0
sin14h23	sin	an	14	23	194,3	198,6	205,7	215,9	229,2	245,8	265,9	289,6	317,0	348,3

sin14h24	sin	ff	14	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,9
sin14h24	sin	an	14	24	202,8	207,2	214,6	225,1	238,8	255,9	276,4	300,5	328,3	360,1
sin14h25	sin	ff	14	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,8
sin14h25	sin	an	14	25	210,8	215,4	223,0	233,9	248,0	265,4	286,4	310,9	339,2	371,3
sin14h26	sin	ff	14	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,7
sin14h26	sin	an	14	26	218,8	223,5	231,4	242,6	257,0	274,9	296,3	321,3	349,9	382,3
sin14h27	sin	ff	14	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,1	5,5
sin14h27	sin	an	14	27	226,7	231,6	239,7	251,2	266,1	284,4	306,2	331,5	360,5	381,7
sin14h28	sin	ff	14	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,1	5,4
sin14h28	sin	an	14	28	235,0	240,0	248,4	260,2	275,4	294,1	316,3	342,1	361,6	366,8
sin14h29	sin	ff	14	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,3
sin14h29	sin	an	14	29	242,8	248,0	256,7	268,8	284,4	303,4	326,0	343,7	348,5	352,3
sin14h30	sin	ff	14	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,2
sin14h30	sin	an	14	30	250,6	256,0	264,8	277,3	293,2	312,6	326,8	331,8	335,4	340,2
sin15h10	sin	ff	15	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,6	7,5
sin15h10	sin	an	15	10	85,7	87,8	91,5	97,3	105,9	117,3	132,1	150,1	171,6	196,4
sin15h11	sin	ff	15	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,5	7,3
sin15h11	sin	an	15	11	94,2	96,3	100,2	106,2	114,8	126,3	141,0	159,0	180,4	205,3
sin15h12	sin	ff	15	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,2
sin15h12	sin	an	15	12	102,6	104,8	108,9	115,1	123,8	135,4	150,1	168,2	189,6	214,5
sin15h13	sin	ff	15	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,1
sin15h13	sin	an	15	13	111,0	113,3	117,5	123,9	132,8	144,6	159,4	177,5	199,0	224,0
sin15h14	sin	ff	15	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,5	7,0
sin15h14	sin	an	15	14	119,3	121,8	126,2	132,8	141,9	153,8	168,8	187,1	208,7	233,8
sin15h15	sin	ff	15	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,9
sin15h15	sin	an	15	15	128,1	130,7	135,3	142,2	151,5	163,7	178,8	197,3	219,0	244,2
sin15h16	sin	ff	15	16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,7
sin15h16	sin	an	15	16	136,4	139,2	144,0	151,0	160,6	173,0	188,5	207,1	229,0	254,4
sin15h17	sin	ff	15	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,6
sin15h17	sin	an	15	17	144,7	147,6	152,6	159,9	169,8	182,4	198,1	217,0	239,2	264,8
sin15h18	sin	ff	15	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,3	6,5
sin15h18	sin	an	15	18	152,9	155,9	161,1	168,7	178,9	191,8	207,8	226,9	249,4	275,3
sin15h19	sin	ff	15	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,3
sin15h19	sin	an	15	19	161,1	164,2	169,7	177,5	188,0	201,2	217,5	237,0	259,7	285,8
sin15h20	sin	ff	15	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,2
sin15h20	sin	an	15	20	169,2	172,5	178,1	186,3	197,0	210,6	227,3	247,0	270,0	296,5
sin15h21	sin	ff	15	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,3	6,1
sin15h21	sin	an	15	21	177,8	181,3	187,1	195,5	206,6	220,6	237,5	257,6	281,0	307,7
sin15h22	sin	ff	15	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,2	6,0
sin15h22	sin	an	15	22	185,9	189,5	195,6	204,3	215,7	230,0	247,3	267,7	291,4	318,4
sin15h23	sin	ff	15	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,8
sin15h23	sin	an	15	23	193,9	197,6	204,0	212,9	224,7	239,4	257,0	277,8	301,8	329,2
sin15h24	sin	ff	15	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,7
sin15h24	sin	an	15	24	201,9	205,8	212,3	221,6	233,7	248,7	266,7	187,9	312,3	339,9
sin15h25	sin	ff	15	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,2	5,6

sin15h25	sin	an	15	25	209,8	213,9	220,6	230,2	242,6	258,0	276,4	298,0	322,7	350,6
sin15h26	sin	ff	15	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,1	5,5
sin15h26	sin	an	15	26	218,2	222,4	229,4	239,2	252,0	267,8	286,6	308,5	333,5	361,7
sin15h27	sin	ff	15	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,3
sin15h27	sin	an	15	27	226,1	230,4	237,6	247,8	260,9	277,0	296,2	318,4	343,8	372,3
sin15h28	sin	ff	15	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,2
sin15h28	sin	an	15	28	233,9	238,4	245,8	256,3	269,7	286,2	305,7	328,3	354,0	370,6
sin15h29	sin	ff	15	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,1
sin15h29	sin	an	15	29	241,7	246,3	254,0	264,7	278,5	295,3	315,2	338,1	350,9	355,6
sin15h30	sin	ff	15	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	4,0	5,0
sin15h30	sin	an	15	30	249,9	254,6	262,5	273,5	287,6	304,7	324,9	331,6	336,0	343,3
sin16h10	sin	ff	16	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,5	7,4
sin16h10	sin	an	16	10	85,2	87,0	90,4	95,8	103,7	114,4	128,3	145,5	165,8	189,4
sin16h11	sin	ff	16	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,3
sin16h11	sin	an	16	11	94,1	96,0	99,5	105,0	112,9	123,6	137,3	154,3	174,4	197,8
sin16h12	sin	ff	16	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,1
sin16h12	sin	an	16	12	102,5	104,5	108,1	113,8	121,7	132,4	146,1	162,9	182,9	206,1
sin16h13	sin	ff	16	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,5	7,0
sin16h13	sin	an	16	13	110,8	113,0	116,7	122,5	130,6	141,4	155,1	171,8	191,7	214,8
sin16h14	sin	ff	16	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,9
sin16h14	sin	an	16	14	119,2	121,4	125,3	131,3	139,5	150,4	164,1	180,9	200,8	223,8
sin16h15	sin	ff	16	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,7
sin16h15	sin	an	16	15	127,4	129,8	133,9	140,0	148,4	159,5	173,3	190,1	210,0	233,0
sin16h16	sin	ff	16	16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,6
sin16h16	sin	an	16	16	135,7	138,1	142,4	148,7	157,4	168,6	182,5	199,4	219,4	242,5
sin16h17	sin	ff	16	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,5
sin16h17	sin	an	16	17	144,4	147,0	151,5	158,0	166,9	178,3	192,4	209,5	229,5	252,6
sin16h18	sin	ff	16	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,3
sin16h18	sin	an	16	18	152,6	155,3	160,0	166,7	175,8	187,5	201,8	219,0	239,2	262,5
sin16h19	sin	ff	16	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,3	6,2
sin16h19	sin	an	16	19	160,8	163,6	168,4	175,4	184,8	196,7	211,2	228,7	249,0	272,4
sin16h20	sin	ff	16	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,3	6,0
sin16h20	sin	an	16	20	168,9	171,8	176,8	184,1	193,7	205,8	220,7	238,3	258,9	282,4
sin16h21	sin	ff	16	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,2	5,9
sin16h21	sin	an	16	21	176,9	180,0	185,2	192,7	202,6	215,0	230,1	248,1	268,8	292,6
sin16h22	sin	ff	16	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,8
sin16h22	sin	an	16	22	185,5	188,7	194,1	201,8	212,0	224,8	240,2	258,4	279,4	303,3
sin16h23	sin	ff	16	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,6
sin16h23	sin	an	16	23	193,5	196,8	202,4	210,4	220,9	233,9	249,6	268,1	289,4	313,6
sin16h24	sin	ff	16	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,1	5,5
sin16h24	sin	an	16	24	201,4	204,9	210,7	218,9	229,7	243,1	259,1	277,9	299,4	323,8
sin16h25	sin	ff	16	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,1	5,4
sin16h25	sin	an	16	25	209,3	212,9	218,9	227,4	238,5	252,2	268,5	287,6	309,5	334,1
sin16h26	sin	ff	16	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,3
sin16h26	sin	an	16	26	217,2	220,9	227,1	235,9	247,3	261,3	278,0	297,3	319,5	344,3

sin16h27	sin	ff	16	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,1
sin16h27	sin	an	16	27	225,5	229,3	235,8	244,8	256,5	270,8	287,8	307,5	330,0	355,0
sin16h28	sin	ff	16	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	4,0	5,0
sin16h28	sin	an	16	28	233,3	237,2	243,9	253,2	265,2	279,8	297,2	317,2	339,9	365,1
sin16h29	sin	ff	16	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,8	4,0	4,9
sin16h29	sin	an	16	29	241,0	245,1	252,0	261,5	273,8	288,8	306,4	326,8	349,6	354,4
sin16h30	sin	ff	16	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	4,0	4,8
sin16h30	sin	an	16	30	248,7	252,9	260,0	269,8	282,4	297,7	315,6	334,8	336,0	339,0
sin17h10	sin	ff	17	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,7	4,5	7,3
sin17h10	sin	an	17	10	85,1	86,8	89,9	94,9	102,2	112,4	125,6	141,9	161,4	184,0
sin17h11	sin	ff	17	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,2
sin17h11	sin	an	17	11	93,5	95,2	98,4	103,4	110,8	120,8	133,8	149,8	168,9	191,2
sin17h12	sin	ff	17	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,1
sin17h12	sin	an	17	12	101,8	103,6	106,9	112,0	119,4	129,4	142,2	158,0	176,8	198,7
sin17h13	sin	ff	17	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,9
sin17h13	sin	an	17	13	110,7	112,6	116,1	121,3	128,7	138,7	151,4	167,0	185,6	207,2
sin17h14	sin	ff	17	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,8
sin17h14	sin	an	17	14	119,0	121,0	124,6	130,0	137,5	147,5	160,1	175,7	194,1	215,5
sin17h15	sin	ff	17	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,6
sin17h15	sin	an	17	15	127,3	129,4	133,1	138,6	146,3	156,3	169,0	184,5	202,9	224,1
sin17h16	sin	ff	17	16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,3	6,5
sin17h16	sin	an	17	16	135,5	137,7	141,5	147,2	155,0	165,2	178,0	193,5	211,8	233,0
sin17h17	sin	ff	17	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,3
sin17h17	sin	an	17	17	143,6	145,9	149,9	155,8	163,8	174,2	187,0	202,6	220,9	242,0
sin17h18	sin	ff	17	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,3	6,2
sin17h18	sin	an	17	18	151,7	154,2	158,3	164,4	172,6	183,1	196,1	211,8	230,1	251,3
sin17h19	sin	ff	17	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,2	6,0
sin17h19	sin	an	17	19	160,5	163,0	167,3	173,6	182,0	192,8	205,9	221,7	240,1	261,3
sin17h20	sin	ff	17	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,9
sin17h20	sin	an	17	20	168,5	171,2	175,7	182,2	190,8	201,8	215,1	231,1	249,6	270,8
sin17h21	sin	ff	17	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,7
sin17h21	sin	an	17	21	176,5	179,3	184,0	190,7	199,6	210,8	224,4	240,5	259,2	280,5
sin17h22	sin	ff	17	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,2	5,6
sin17h22	sin	an	17	22	184,5	187,4	192,2	199,2	208,3	219,8	233,6	249,9	268,8	290,2
sin17h23	sin	ff	17	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,1	5,5
sin17h23	sin	an	17	23	192,5	195,4	200,5	207,6	217,0	228,7	242,8	259,4	278,4	300,0
sin17h24	sin	ff	17	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,3
sin17h24	sin	an	17	24	200,9	204,0	209,2	216,6	226,3	238,4	252,7	269,5	288,7	310,5
sin17h25	sin	ff	17	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,2
sin17h25	sin	an	17	25	208,8	212,0	217,4	225,0	235,0	247,2	261,9	279,0	298,5	320,4
sin17h26	sin	ff	17	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	4,0	5,1
sin17h26	sin	an	17	26	216,6	219,9	225,5	233,4	243,6	256,2	271,1	288,4	308,2	330,3
sin17h27	sin	ff	17	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	4,0	4,9
sin17h27	sin	an	17	27	224,4	227,8	233,6	241,7	252,2	265,0	280,3	297,9	317,9	340,2
sin17h28	sin	ff	17	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,8	4,0	4,8

sin17h28	sin	an	17	28	232,6	236,2	242,1	250,5	261,3	274,4	289,9	307,8	328,0	350,5
sin17h29	sin	ff	17	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	4,0	4,7
sin17h29	sin	an	17	29	240,3	244,0	250,1	258,7	269,8	283,2	299,0	317,2	337,6	355,3
sin17h30	sin	ff	17	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	4,0	4,6
sin17h30	sin	an	17	30	248,0	251,8	258,1	266,9	278,2	291,0	308,1	326,4	334,9	338,5
sin18h10	sin	ff	18	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,2
sin18h10	sin	an	18	10	85,1	86,6	89,4	94,1	101,0	110,6	123,2	138,8	157,6	179,3
sin18h11	sin	ff	18	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,1
sin18h11	sin	an	18	11	93,4	95,0	97,9	102,6	109,4	118,8	131,1	146,4	164,6	185,9
sin18h12	sin	ff	18	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	7,0
sin18h12	sin	an	18	12	101,7	103,3	106,3	111,1	117,9	127,2	139,2	154,2	172,1	192,9
sin18h13	sin	ff	18	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,8
sin18h13	sin	an	18	13	109,9	111,7	114,8	119,6	126,5	135,7	147,6	162,2	179,8	200,3
sin18h14	sin	ff	18	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,7
sin18h14	sin	an	18	14	118,2	120,0	123,2	128,1	135,0	144,3	156,0	170,5	187,8	208,0
sin18h15	sin	ff	18	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,3	6,5
sin18h15	sin	an	18	15	127,1	129,0	132,3	137,4	144,4	153,6	165,4	179,7	196,8	216,6
sin18h16	sin	ff	18	16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,3
sin18h16	sin	an	18	16	135,2	137,2	140,7	145,9	153,0	162,4	174,1	188,4	205,3	225,0
sin18h17	sin	ff	18	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,3	6,2
sin18h17	sin	an	18	17	143,4	145,5	149,1	154,4	161,7	171,2	182,9	197,2	214,1	233,5
sin18h18	sin	ff	18	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,2	6,0
sin18h18	sin	an	18	18	151,5	153,6	157,4	162,9	170,4	179,9	191,8	206,1	222,9	242,3
sin18h19	sin	ff	18	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,9
sin18h19	sin	an	18	19	159,5	161,8	165,7	171,4	179,0	188,7	200,7	215,1	232,0	251,3
sin18h20	sin	ff	18	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,7
sin18h20	sin	an	18	20	168,2	170,6	174,6	180,5	188,3	198,3	210,4	224,9	241,8	261,0
sin18h21	sin	ff	18	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,2	5,6
sin18h21	sin	an	18	21	176,2	178,7	182,9	188,9	197,0	207,1	219,4	234,1	251,0	270,3
sin18h22	sin	ff	18	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,1	5,4
sin18h22	sin	an	18	22	184,1	186,7	191,1	197,3	205,6	215,9	228,5	243,2	260,3	279,7
sin18h23	sin	ff	18	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,3
sin18h23	sin	an	18	23	192,0	194,7	199,2	205,7	214,2	224,8	237,5	252,5	269,7	289,1
sin18h24	sin	ff	18	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,1
sin18h24	sin	an	18	24	199,8	202,6	207,4	214,0	222,8	233,6	246,5	261,7	279,1	298,7
sin18h25	sin	ff	18	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	4,0	5,0
sin18h25	sin	an	18	25	208,2	211,2	216,0	222,9	231,9	243,0	256,2	271,6	289,2	308,9
sin18h26	sin	ff	18	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,8	4,0	4,9
sin18h26	sin	an	18	26	216,0	219,0	224,1	231,2	240,4	251,8	265,2	280,9	298,6	318,5
sin18h27	sin	ff	18	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	4,0	4,7
sin18h27	sin	an	18	27	223,8	226,9	232,1	239,5	248,9	260,5	274,2	290,1	308,1	328,1
sin18h28	sin	ff	18	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	4,0	4,6
sin18h28	sin	an	18	28	231,9	235,2	240,6	248,1	257,9	269,7	283,7	299,9	318,0	338,2
sin18h29	sin	ff	18	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,7	3,9	4,5
sin18h29	sin	an	18	29	239,6	242,9	248,5	256,3	266,3	278,4	292,7	309,0	327,4	347,7

sin18h30	sin	ff	18	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,7	3,9	4,4
sin18h30	sin	an	18	30	239,6	242,9	248,5	256,3	266,3	278,4	292,7	309,0	327,4	347,7
sin19h10	sin	ff	19	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,2
sin19h10	sin	an	19	10	84,2	85,6	88,2	92,6	99,2	108,4	120,5	135,6	153,7	174,8
sin19h11	sin	ff	19	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,5	7,0
sin19h11	sin	an	19	11	93,3	94,7	97,4	101,8	108,2	117,1	128,8	143,4	160,9	181,3
sin19h12	sin	ff	19	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,9
sin19h12	sin	an	19	12	101,6	103,1	105,8	110,2	116,6	125,3	136,7	150,9	167,9	187,8
sin19h13	sin	ff	19	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,7
sin19h13	sin	an	19	13	109,8	111,4	114,2	118,7	125,0	133,7	144,8	158,7	175,3	194,7
sin19h14	sin	ff	19	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,5
sin19h14	sin	an	19	14	118,0	119,6	122,6	127,1	133,5	142,1	153,1	166,7	182,9	201,9
sin19h15	sin	ff	19	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,4
sin19h15	sin	an	19	15	126,1	127,9	130,9	135,5	142,0	150,6	161,5	174,9	190,9	209,5
sin19h16	sin	ff	19	16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,2
sin19h16	sin	an	19	16	134,2	136,0	139,2	143,9	150,5	159,1	170,0	183,2	199,0	217,4
sin19h17	sin	ff	19	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,2	6,0
sin19h17	sin	an	19	17	143,1	145,0	148,3	153,2	159,9	168,5	179,4	192,6	208,2	226,2
sin19h18	sin	ff	19	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,9
sin19h18	sin	an	19	18	151,2	153,2	156,6	161,6	168,4	177,2	188,1	201,2	216,8	234,6
sin19h19	sin	ff	19	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,7
sin19h19	sin	an	19	19	159,2	161,3	164,8	170,0	176,9	185,8	196,8	210,0	225,5	243,2
sin19h20	sin	ff	19	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,2	5,6
sin19h20	sin	an	19	20	167,2	169,3	173,0	178,3	185,5	194,5	205,6	218,9	234,3	252,0
sin19h21	sin	ff	19	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,1	5,4
sin19h21	sin	an	19	21	175,8	178,0	181,9	187,4	194,7	203,9	215,2	228,5	244,0	261,6
sin19h22	sin	ff	19	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,3
sin19h22	sin	an	19	22	183,7	186,0	190,0	195,7	203,2	212,6	224,0	237,5	253,1	270,7
sin19h23	sin	ff	19	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,1
sin19h23	sin	an	19	23	191,5	194,0	198,1	204,0	211,7	221,3	232,9	246,5	262,2	279,9
sin19h24	sin	ff	19	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	4,0	5,0
sin19h24	sin	an	19	24	199,4	201,9	206,2	212,3	220,2	230,0	241,8	255,6	271,4	289,1
sin19h25	sin	ff	19	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,8	4,0	4,8
sin19h25	sin	an	19	25	207,7	210,4	214,8	221,1	229,2	239,3	251,3	265,3	281,2	299,1
sin19h26	sin	ff	19	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	4,0	4,7
sin19h26	sin	an	19	26	215,5	218,2	222,8	229,3	237,6	247,9	260,2	274,4	290,5	308,4
sin19h27	sin	ff	19	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	4,0	4,6
sin19h27	sin	an	19	27	223,2	226,0	230,8	237,4	246,0	256,6	269,0	283,4	299,7	317,8
sin19h28	sin	ff	19	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,7	3,9	4,4
sin19h28	sin	an	19	28	230,8	233,7	238,7	245,5	254,4	265,2	277,9	292,5	308,9	327,2
sin19h29	sin	ff	19	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,7	3,9	4,3
sin19h29	sin	an	19	29	238,9	242,0	247,0	254,1	263,2	274,2	287,2	302,1	318,7	337,0
sin19h30	sin	ff	19	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	1,7	3,9	4,2
sin19h30	sin	an	19	30	246,5	249,6	254,9	262,1	271,5	282,7	296,0	311,0	327,7	330,2
sin20h10	sin	ff	20	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,6	4,5	7,1

sin20h10	sin	an	20	10	84,1	85,4	87,9	92,0	98,2	107,0	118,6	133,2	150,8	171,3
sin20h11	sin	ff	20	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,9
sin20h11	sin	an	20	11	92,4	93,7	96,2	100,3	106,3	114,8	126,0	140,0	157,0	176,8
sin20h12	sin	ff	20	12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,5	4,4	6,8
sin20h12	sin	an	20	12	101,5	102,8	105,4	109,5	115,4	123,7	134,5	148,0	164,3	183,3
sin20h13	sin	ff	20	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,4	4,4	6,6
sin20h13	sin	an	20	13	109,7	111,1	113,7	117,8	123,8	131,9	142,4	155,5	171,3	189,8
sin20h14	sin	ff	20	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,4
sin20h14	sin	an	20	14	117,8	119,3	122,0	126,2	132,2	140,1	150,5	163,3	178,7	196,6
sin20h15	sin	ff	20	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,3	4,3	6,2
sin20h15	sin	an	20	15	126,0	127,5	130,3	134,6	140,5	148,5	158,7	171,2	186,3	203,8
sin20h16	sin	ff	20	16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,2	4,3	6,1
sin20h16	sin	an	20	16	134,0	135,7	138,6	142,9	149,0	156,9	167,0	179,4	194,2	211,3
sin20h17	sin	ff	20	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,9
sin20h17	sin	an	20	17	142,0	143,8	146,8	151,2	157,4	165,4	175,4	187,7	202,2	219,1
sin20h18	sin	ff	20	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,1	4,2	5,7
sin20h18	sin	an	20	18	150,9	152,7	155,8	160,4	166,7	174,7	184,8	197,0	211,4	228,0
sin20h19	sin	ff	20	19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,2	5,6
sin20h19	sin	an	20	19	158,9	160,8	164,0	168,7	175,1	183,3	193,4	205,6	219,9	236,3
sin20h20	sin	ff	20	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	2,0	4,1	5,4
sin20h20	sin	an	20	20	166,8	168,8	172,2	177,0	183,6	191,8	202,0	214,2	228,5	244,8
sin20h21	sin	ff	20	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,2
sin20h21	sin	an	20	21	174,7	176,8	180,3	185,3	192,0	200,4	210,7	223,0	237,2	253,4
sin20h22	sin	ff	20	22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,9	4,1	5,1
sin20h22	sin	an	20	22	183,3	185,4	189,1	194,3	201,1	209,7	220,2	232,5	246,8	263,0
sin20h23	sin	ff	20	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	4,0	4,9
sin20h23	sin	an	20	23	191,1	193,3	197,1	202,5	209,5	218,3	228,9	241,4	255,7	271,9
sin20h24	sin	ff	20	24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	4,0	4,8
sin20h24	sin	an	20	24	198,9	201,2	205,1	210,7	217,9	226,9	237,7	250,3	264,7	280,9
sin20h25	sin	ff	20	25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	4,0	4,7
sin20h25	sin	an	20	25	206,6	209,0	213,1	218,8	226,2	235,4	246,4	259,2	273,7	290,0
sin20h26	sin	ff	20	26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,7	3,9	4,5
sin20h26	sin	an	20	26	214,9	217,4	221,6	227,5	235,2	244,6	255,8	268,7	283,4	299,8
sin20h27	sin	ff	20	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,7	3,9	4,4
sin20h27	sin	an	20	27	222,5	225,2	229,5	235,6	243,5	253,1	264,5	277,7	292,5	309,0
sin20h28	sin	ff	20	28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,7	3,9	4,3
sin20h28	sin	an	20	28	230,2	232,9	237,4	243,7	251,7	261,6	273,2	286,6	301,6	318,2
sin20h29	sin	ff	20	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	1,7	3,9	4,2
sin20h29	sin	an	20	29	238,2	241,0	245,7	252,2	260,5	270,6	282,4	296,0	311,2	327,9
sin20h30	sin	ff	20	30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	1,7	3,9	4,0
sin20h30	sin	an	20	30	245,7	248,6	253,4	260,1	268,6	279,0	291,1	304,8	320,1	326,1

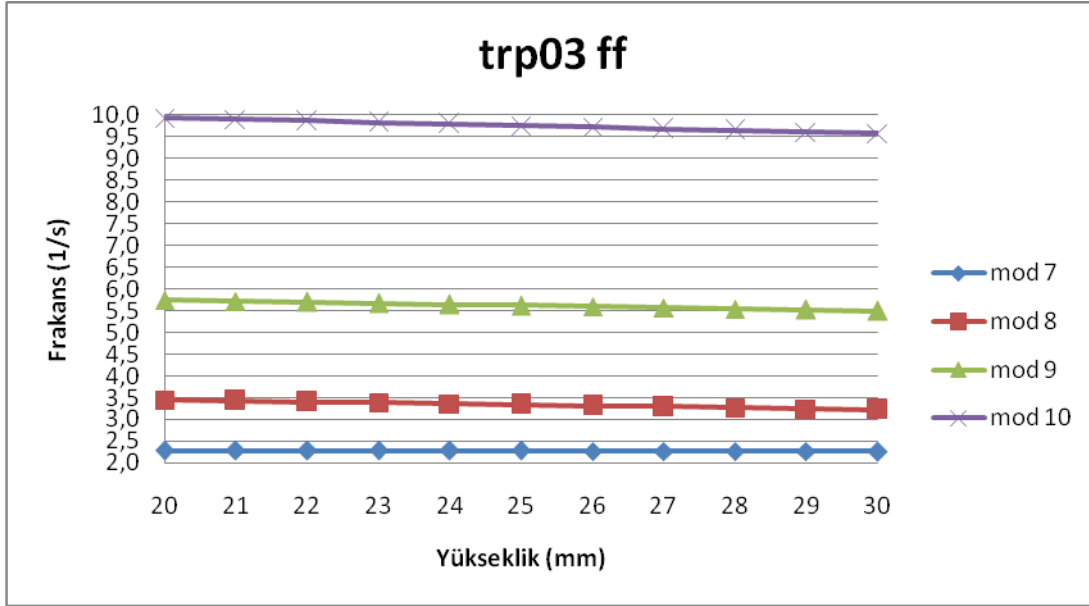
Kod	BC	h2	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10
trz00	ff	0	0	0	0	0	0	0	2,3046	3,4139	5,8108	9,3484
trz00	an	0	130,83	131,70	136,67	137,31	144,12	147,19	150,40	151,21	152,25	154,18

trz02	ff	2	0	0	0	0	0	0	2,2844	3,3582	5,7505	9,2174
trz02	an	2	131,54	132,17	136,28	136,75	143,79	146,7	149,85	150,86	151,85	153,71
trz04	ff	4	0	0	0	0	0	0	2,2833	3,3493	5,7431	9,1909
trz04	an	4	132,20	132,62	136,61	136,96	143,64	146,54	149,66	150,70	151,66	153,53
trz06	ff	6	0	0	0	0	0	0	2,2822	3,3401	5,7357	9,1636
trz06	an	6	132,81	133,07	136,97	137,24	143,62	146,49	149,59	150,70	151,55	153,48
trz08	ff	8	0	0	0	0	0	0	2,2811	3,3306	5,7281	9,1356
trz08	an	8	133,40	133,53	137,38	137,60	143,74	146,57	149,61	150,89	151,52	153,60
trz10	ff	10	0	0	0	0	0	0	2,28	3,3208	5,7204	9,1068
trz10	an	10	133,97	134,02	137,84	138,01	143,98	146,76	149,73	151,29	151,56	153,9
trz12	ff	12	0	0	0	0	0	0	2,2789	3,3106	5,7125	9,077
trz12	an	12	134,54	134,54	138,34	138,49	144,36	147,06	149,94	151,66	151,91	154,37
trz14	ff	14	0	0	0	0	0	0	2,2809	3,3077	5,7131	9,0641
trz14	an	14	135,09	135,10	138,94	139,08	144,88	147,50	150,26	151,83	152,74	155,01
trz16	ff	16	0	0	0	0	0	0	2,2797	3,2969	5,7048	9,0328
trz16	an	16	135,67	135,68	139,51	139,65	145,51	148,01	150,62	152,04	153,75	155,78
trz18	ff	18	0	0	0	0	0	0	2,2784	3,2857	5,6958	9,0006
trz18	an	18	136,23	136,31	140,64	140,77	146,31	148,79	151,35	153,46	154,92	156,72
trz20	ff	20	0	0	0	0	0	0	2,2804	3,2821	5,696	8,9861
trz20	an	20	136,8	136,97	141,23	141,37	147,14	149,41	151,77	152,71	156,14	157,59
trz22	ff	22	0	0	0	0	0	0	2,2791	3,2701	5,687	8,9521
trz22	an	22	137,38	137,66	141,81	141,96	148,06	150,08	152,22	153,00	157,39	158,49
trz24	ff	24	0	0	0	0	0	0	2,2777	3,2577	5,6775	8,917
trz24	an	24	137,95	138,37	142,42	142,59	149,04	150,81	152,73	153,32	158,63	159,35
trz26	ff	26	0	0	0	0	0	0	2,2763	3,2447	5,6678	8,8805
trz26	an	26	138,52	139,10	143,05	143,26	150,07	151,57	153,28	153,69	159,78	160,05
trz28	ff	28	0	0	0	0	0	0	2,2783	3,2399	5,6675	8,8633
trz28	an	28	139,10	139,84	143,76	144,00	151,12	152,32	153,88	154,12	160,55	160,78
trz30	ff	30	0	0	0	0	0	0	2,277	3,2256	5,6572	8,8197
trz30	an	30	139,55	140,64	144,36	144,71	152,67	153,24	154,38	154,45	160,89	161,34
trz32	ff	32	0	0	0	0	0	0	2,2754	3,211	5,6461	8,7784
trz32	an	32	140,09	141,41	145,04	145,47	153,64	153,83	154,95	154,96	161,19	161,8
trz34	ff	34	0	0	0	0	0	0	2,2774	3,2048	5,6451	8,7574
trz34	an	34	140,63	142,16	145,75	146,26	154,31	154,49	155,52	155,54	161,48	162,19
trz36	ff	36	0	0	0	0	0	0	2,2794	3,1983	5,6439	8,7355
trz36	an	36	141,15	142,90	146,44	147,06	154,72	155,20	156,09	156,16	161,75	162,54
trz38	ff	38	0	0	0	0	0	0	2,2776	3,1820	5,6317	8,6898
trz38	an	38	141,66	143,61	147,11	147,85	155,08	155,77	156,66	156,83	162,02	162,87
trz40	ff	40	0	0	0	0	0	0	2,2795	3,1745	5,6299	8,6655
trz40	an	40	142,15	144,29	147,77	148,65	155,41	156,24	157,17	157,46	162,28	163,17
trz42	ff	42	0	0	0	0	0	0	2,2775	3,1568	5,6166	8,6162
trz42	an	42	142,62	144,93	148,4	149,43	155,72	156,65	157,65	158,06	162,54	163,45
trz44	ff	44	0	0	0	0	0	0	2,2793	3,1481	5,6141	8,5890
trz44	an	44	143,07	145,53	149,01	150,18	156,00	157,01	158,08	158,59	162,78	163,71
trz46	ff	46	0	0	0	0	0	0	2,2811	3,1389	5,6113	8,5605

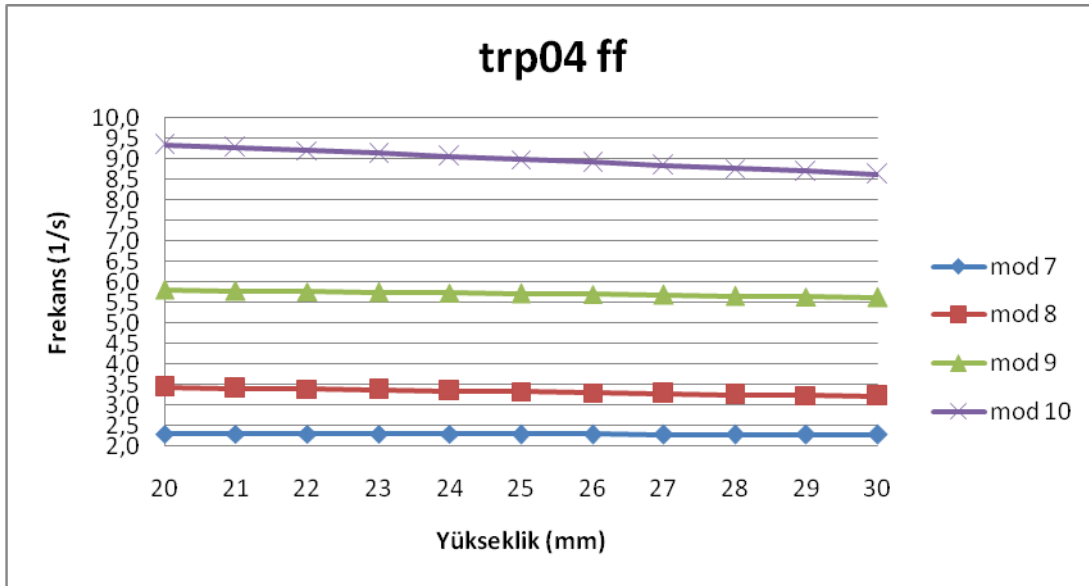
trz46	an	46	143,49	146,09	149,57	150,91	156,28	157,34	158,46	159,06	163,02	163,96
trz48	ff	48	0	0	0	0	0	0	2,2828	3,1291	5,6081	8,5306
trz48	an	48	143,89	146,6	150,1	151,59	156,53	157,63	158,8	159,47	163,25	164,19
trz50	ff	50	0	0	0	0	0	0	2,2884	3,1284	5,6153	8,5206
trz50	an	50	144,14	146,93	150,41	152,1	156,69	157,72	158,84	159,54	163,39	164,22
trz52	ff	52	0	0	0	0	0	0	2,2899	3,1175	5,6113	8,4899
trz52	an	52	149,11	152,88	158,42	161,31	164,93	167,19	169,74	171,47	171,82	173,93
trz54	ff	54	0	0	0	0	0	0	2,2955	3,1166	5,6188	8,4825
trz54	an	54	149,4	153,33	158,87	161,99	164,94	167,21	169,81	171,64	171,79	173,87
trz56	ff	56	0	0	0	0	0	0	2,3009	3,1152	5,6253	8,4748
trz56	an	56	149,65	153,72	159,27	162,60	164,94	167,21	169,84	171,74	171,76	173,80
trz58	ff	58	0	0	0	0	0	0	2,3099	3,125	5,6419	8,4974
trz58	an	58	149,88	154,10	159,7	163,19	164,94	167,23	169,87	171,72	171,81	173,73
trz60	ff	60	0	0	0	0	0	0	2,3190	3,1349	5,6592	8,5226
trz60	an	60	150,07	154,46	160,21	163,78	164,95	167,32	170	171,72	171,89	173,77
trz62	ff	62	0	0	0	0	0	0	2,3191	3,1174	5,6496	8,4740
trz62	an	62	150,21	154,67	160,45	164,15	164,92	167,28	169,97	171,67	171,87	173,71
trz64	ff	64	0	0	0	0	0	0	2,3192	3,0994	5,6398	8,424
trz64	an	64	150,3	154,83	160,63	164,42	164,86	167,23	169,92	171,62	171,82	173,65
trz66	ff	66	0	0	0	0	0	0	2,3193	3,0808	5,6297	8,3726
trz66	an	66	150,36	154,93	160,75	164,61	164,79	167,16	169,85	171,53	171,74	173,56
trz68	ff	68	0	0	0	0	0	0	2,3194	3,0617	5,6195	8,3198
trz68	an	68	150,38	154,98	160,81	164,69	164,70	167,07	169,76	171,43	171,63	173,46
trz70	ff	70	0	0	0	0	0	0	2,3195	3,0418	5,6084	8,2622
trz70	an	70	150,14	154,8	160,64	164,44	164,45	166,81	169,45	171,2	171,2	173,23
trz72	ff	72	0	0	0	0	0	0	2,3196	3,0217	5,5977	8,2067
trz72	an	72	150,06	154,74	160,56	164,28	164,35	166,67	169,31	171,04	171,05	173,08
trz74	ff	74	0	0	0	0	0	0	2,3197	3,0011	5,5868	8,1500
trz74	an	74	149,94	154,63	160,43	164,09	164,18	166,49	169,15	170,86	170,88	172,92

EK B : Grafiklerle analizlerin sonuçları

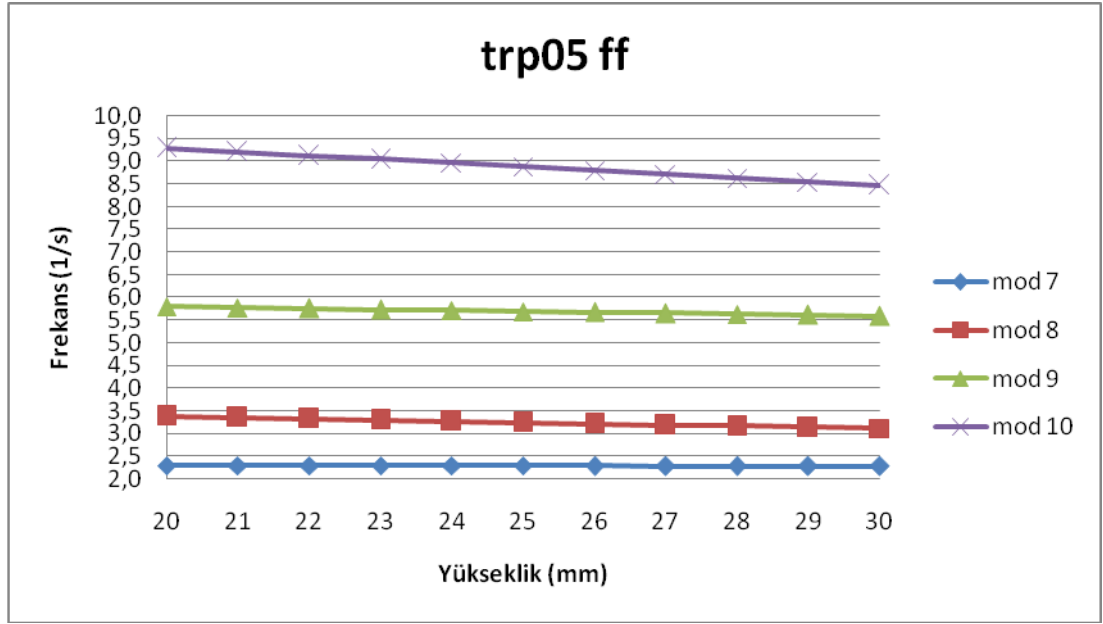
03 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



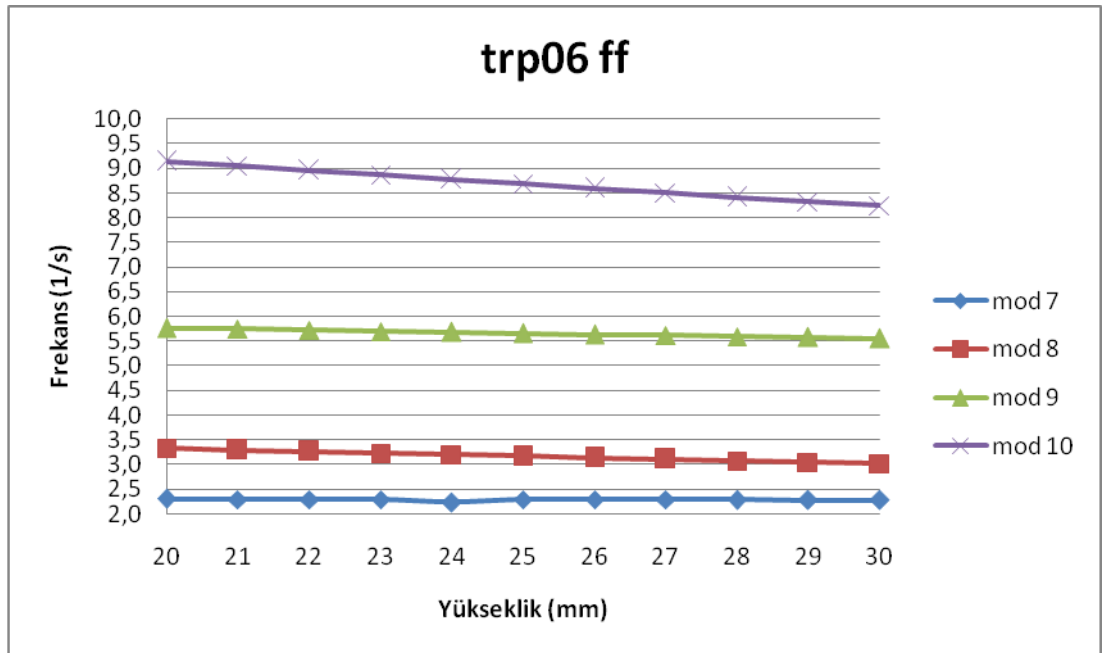
04 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



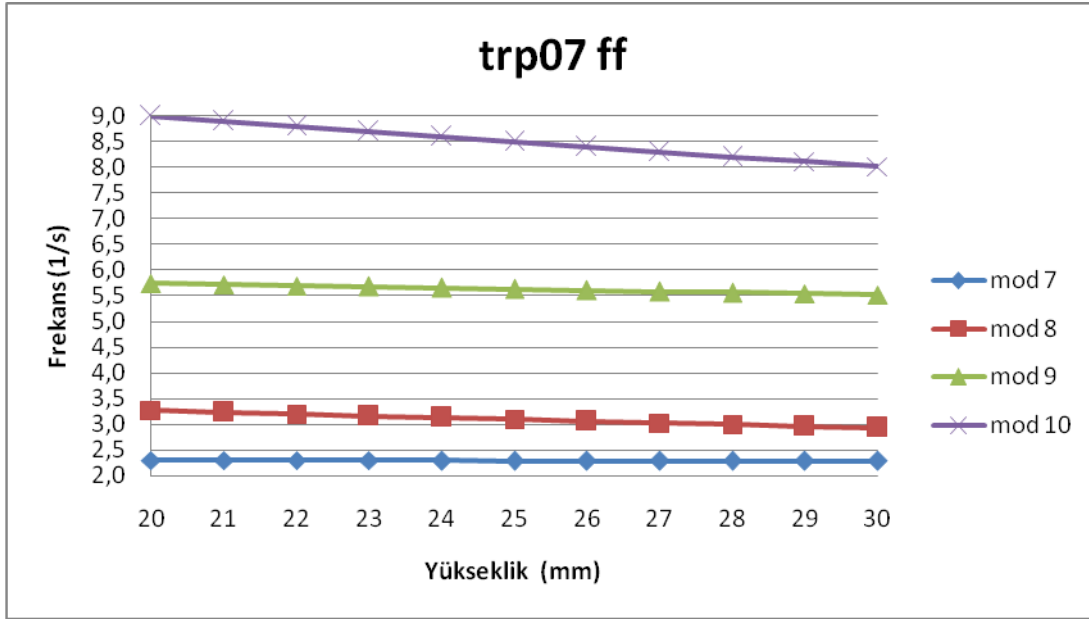
05 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



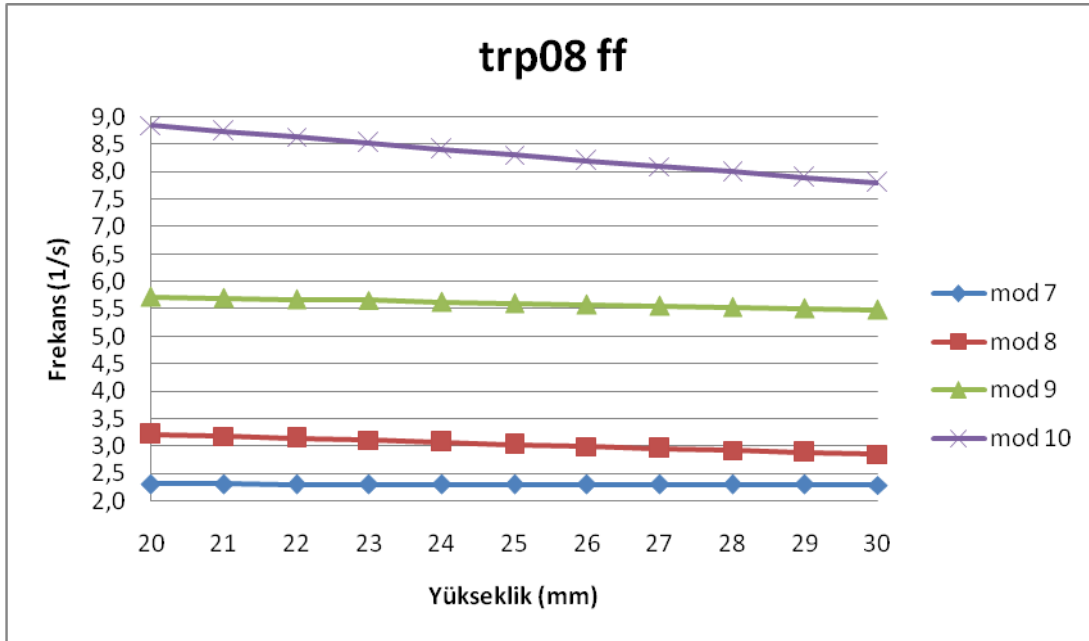
06 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



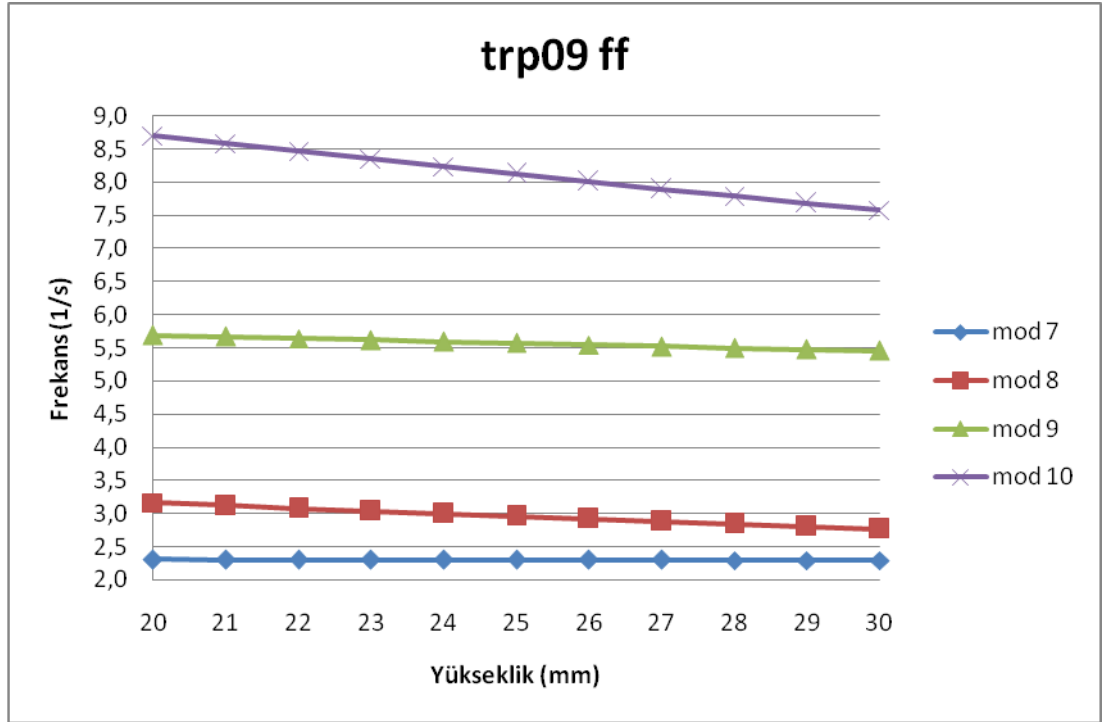
07 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



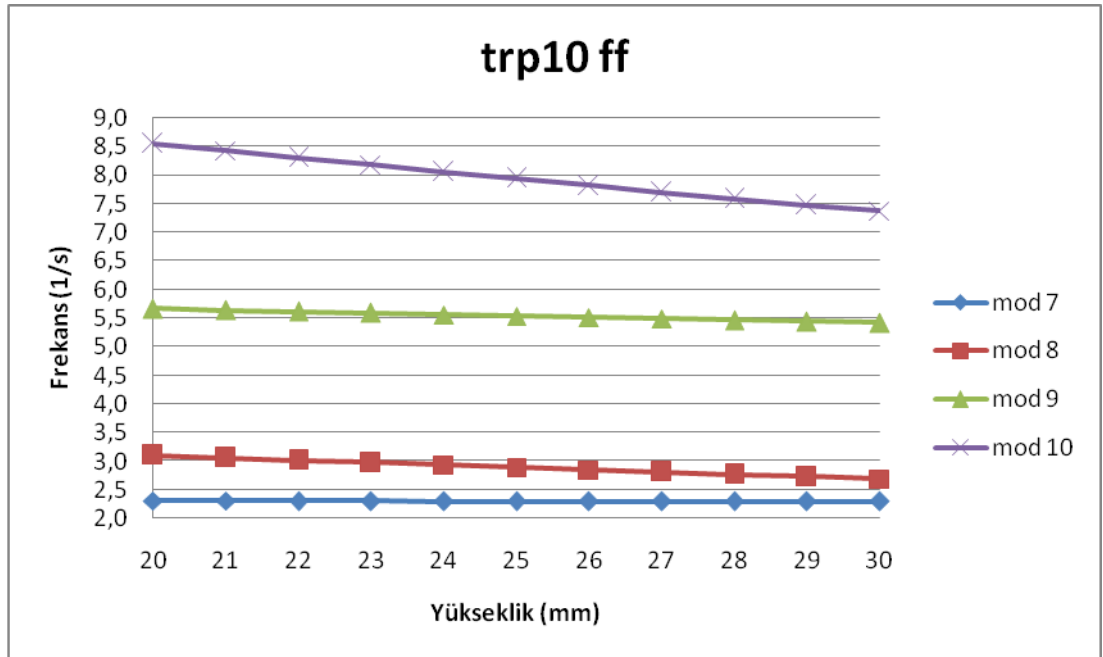
08 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



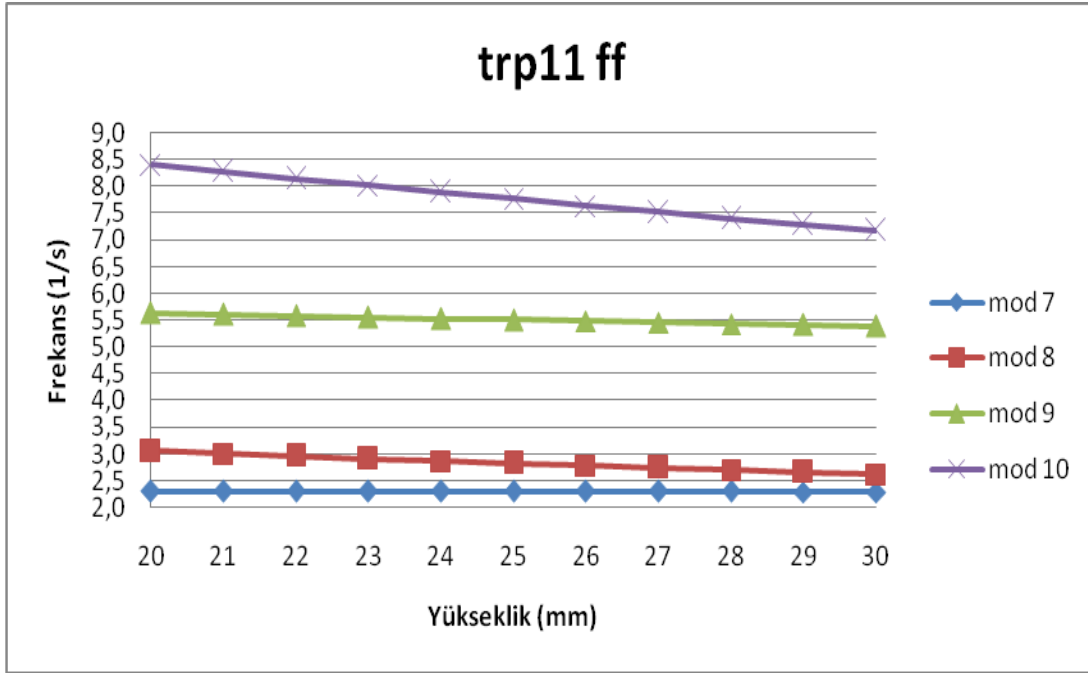
09 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



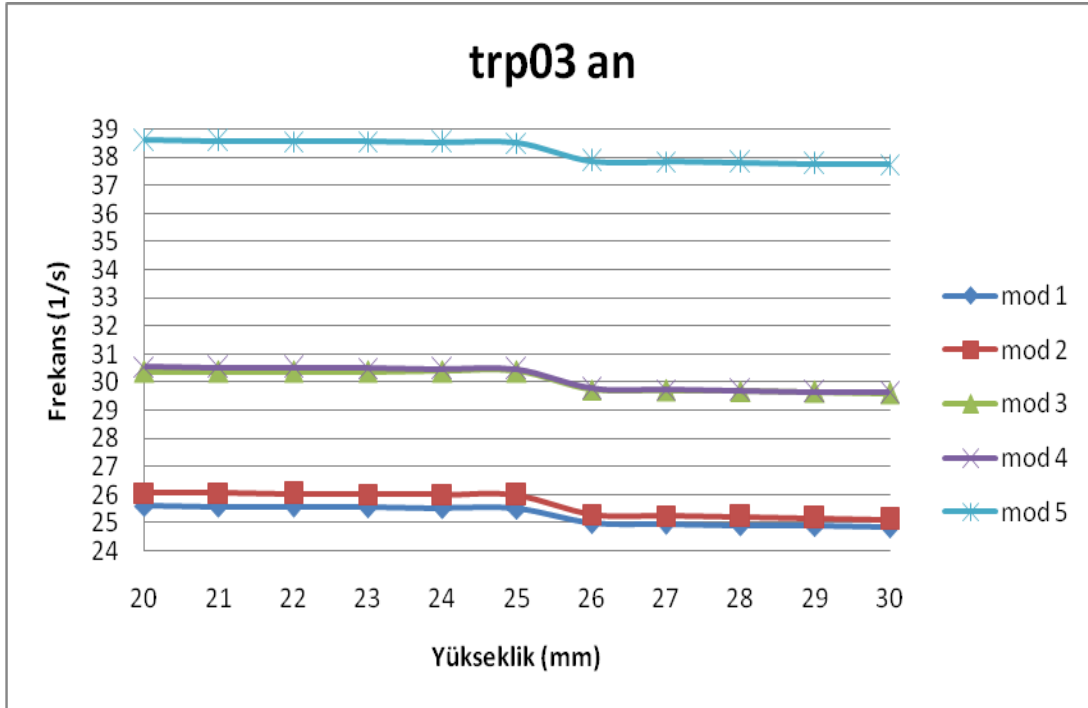
10 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



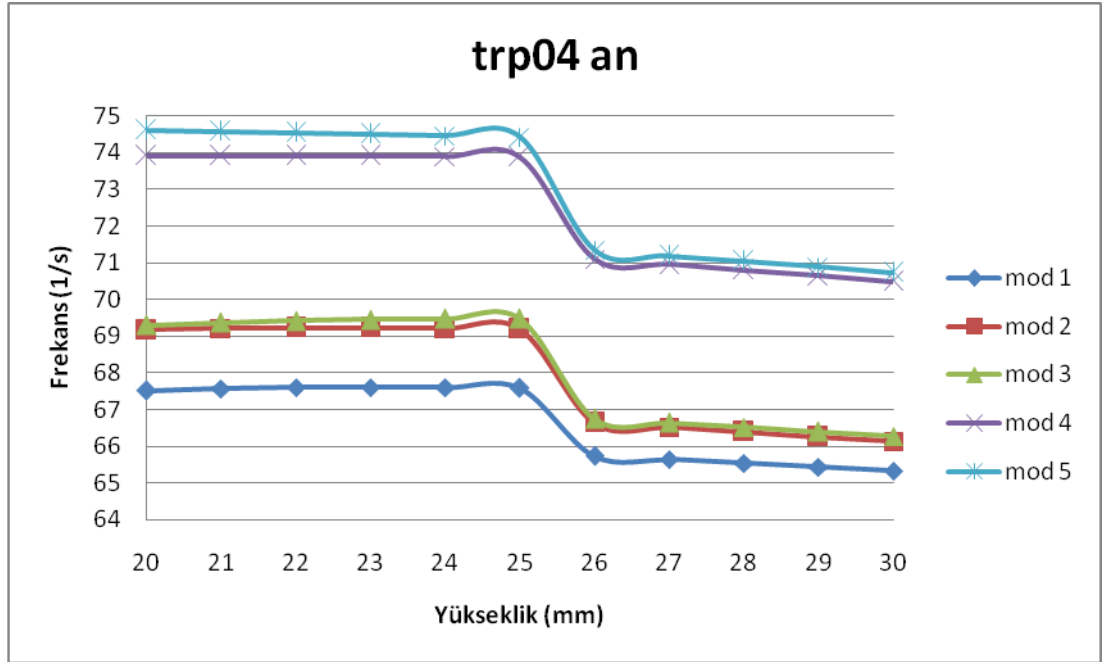
11 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



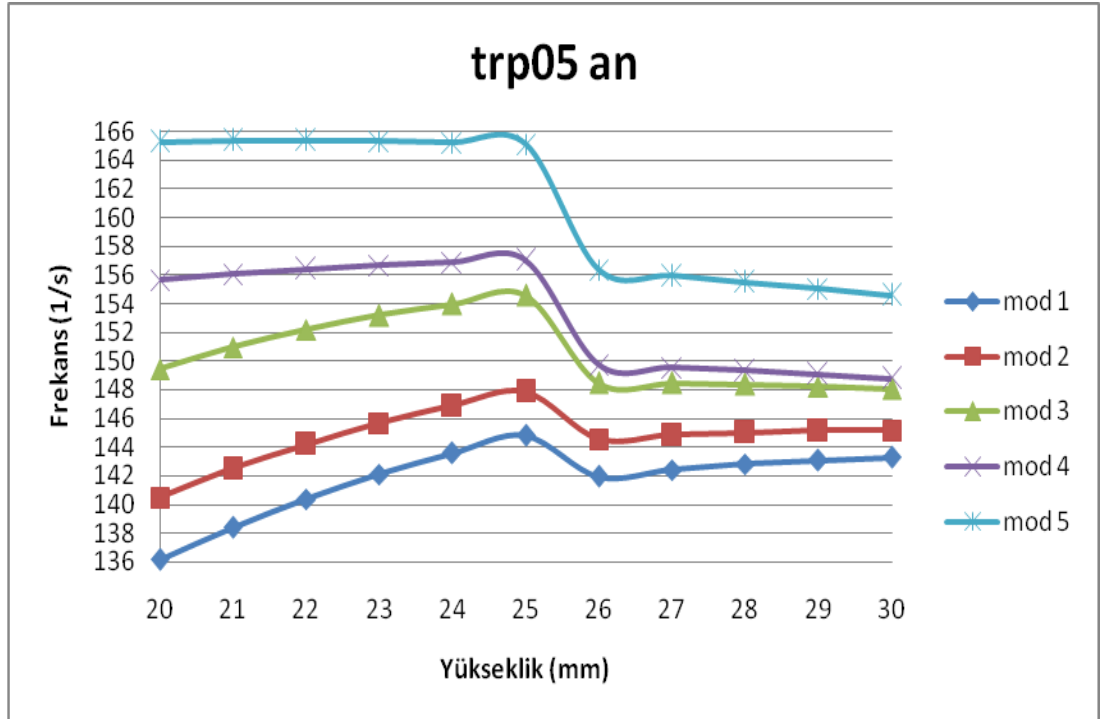
3 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



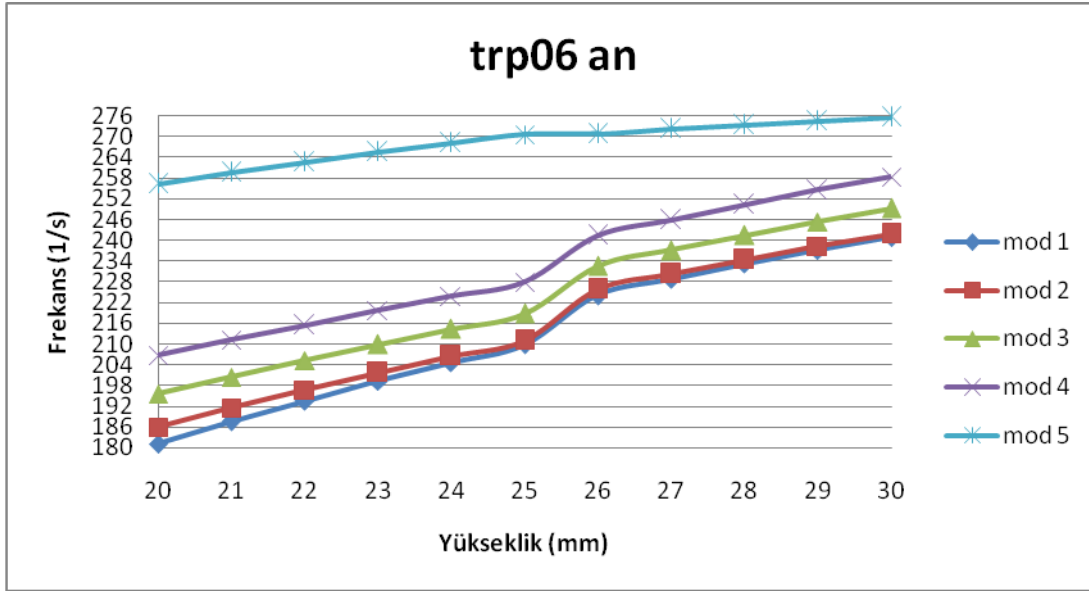
4 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



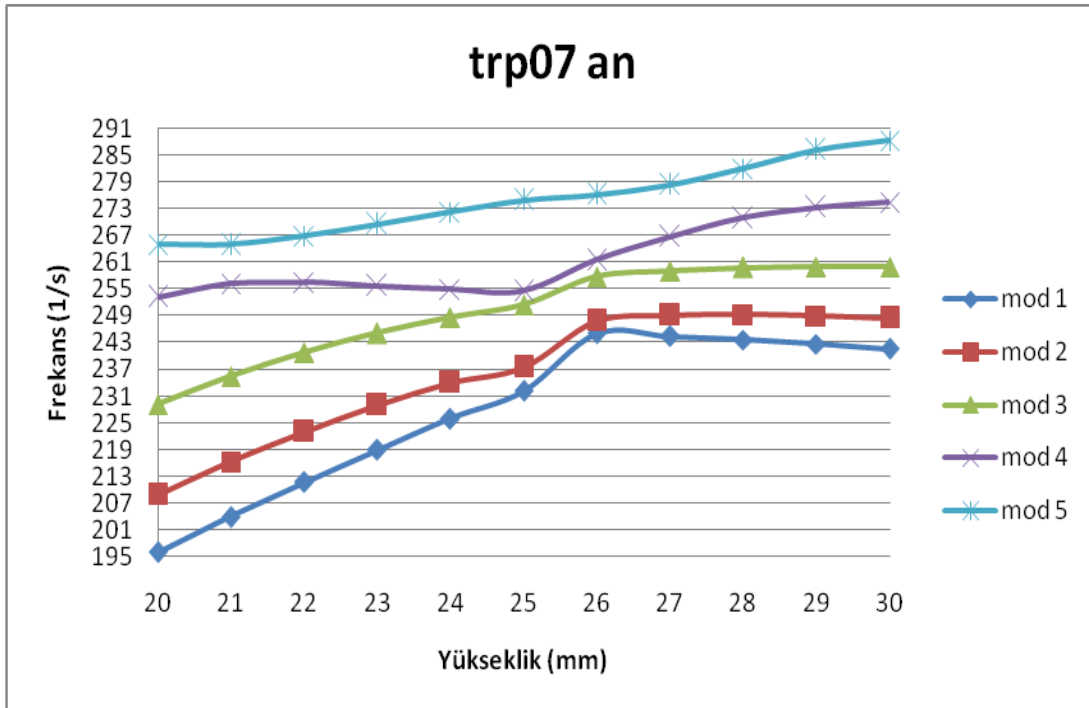
5 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



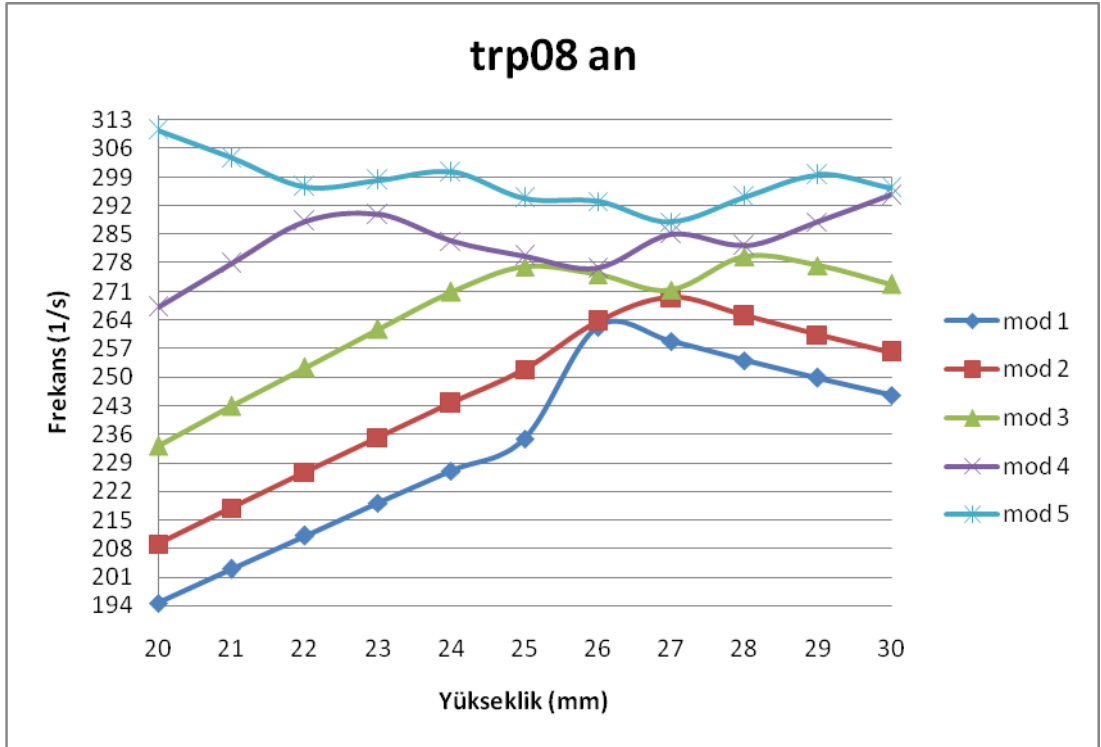
6 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



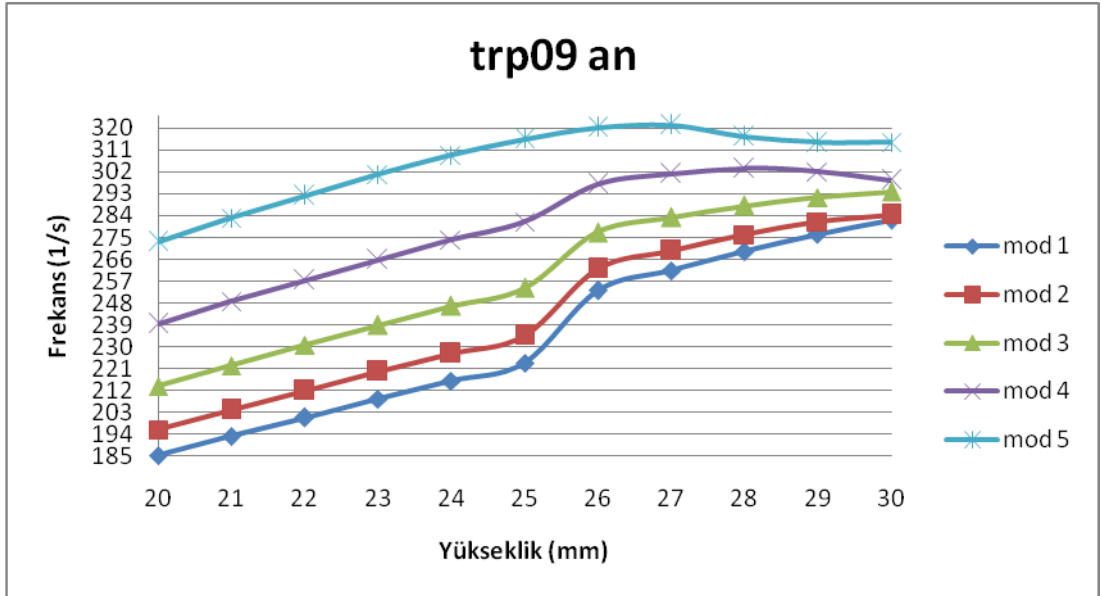
7 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



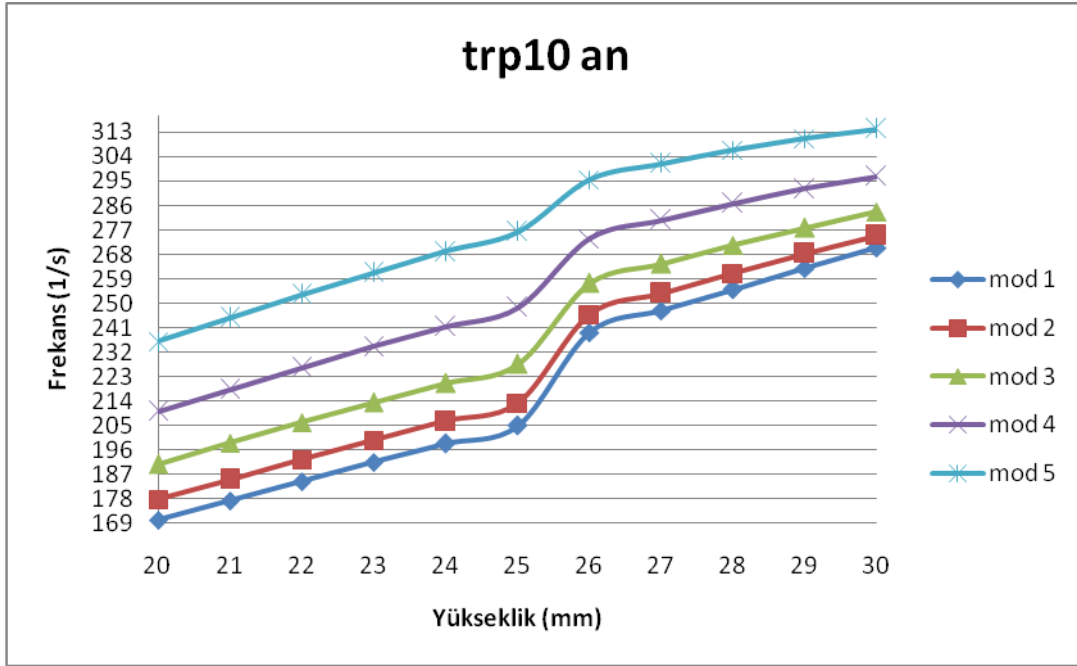
8 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



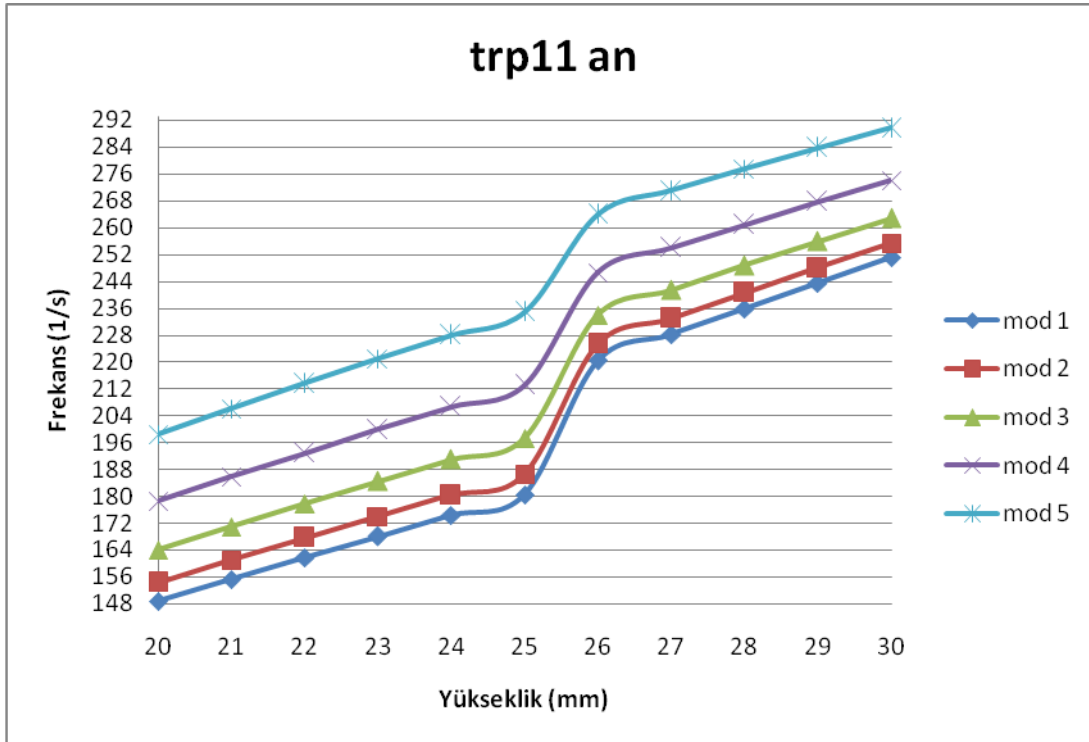
9 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



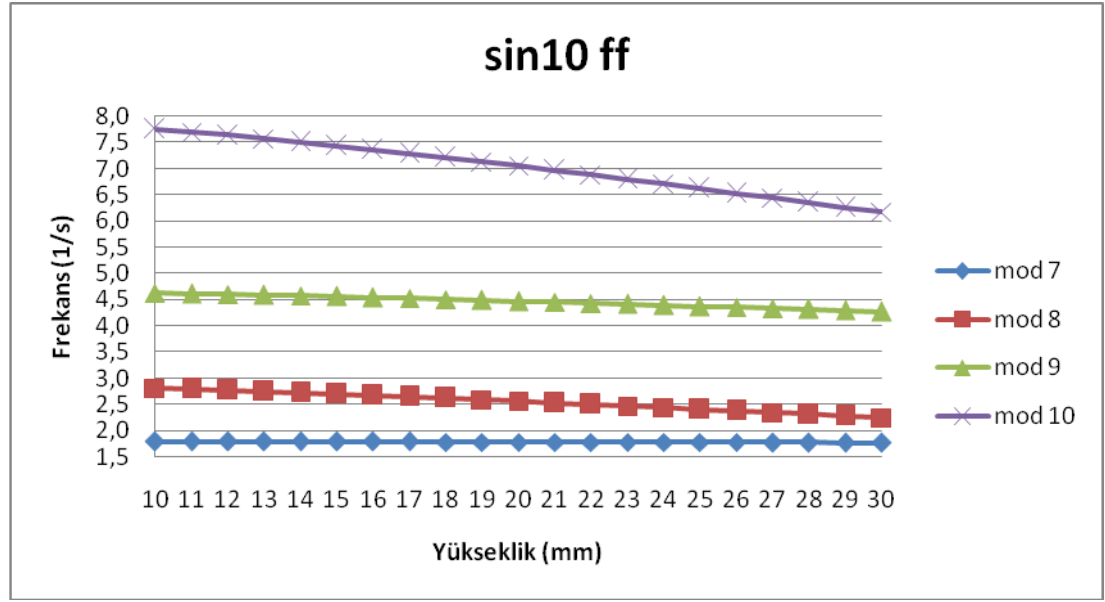
10 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



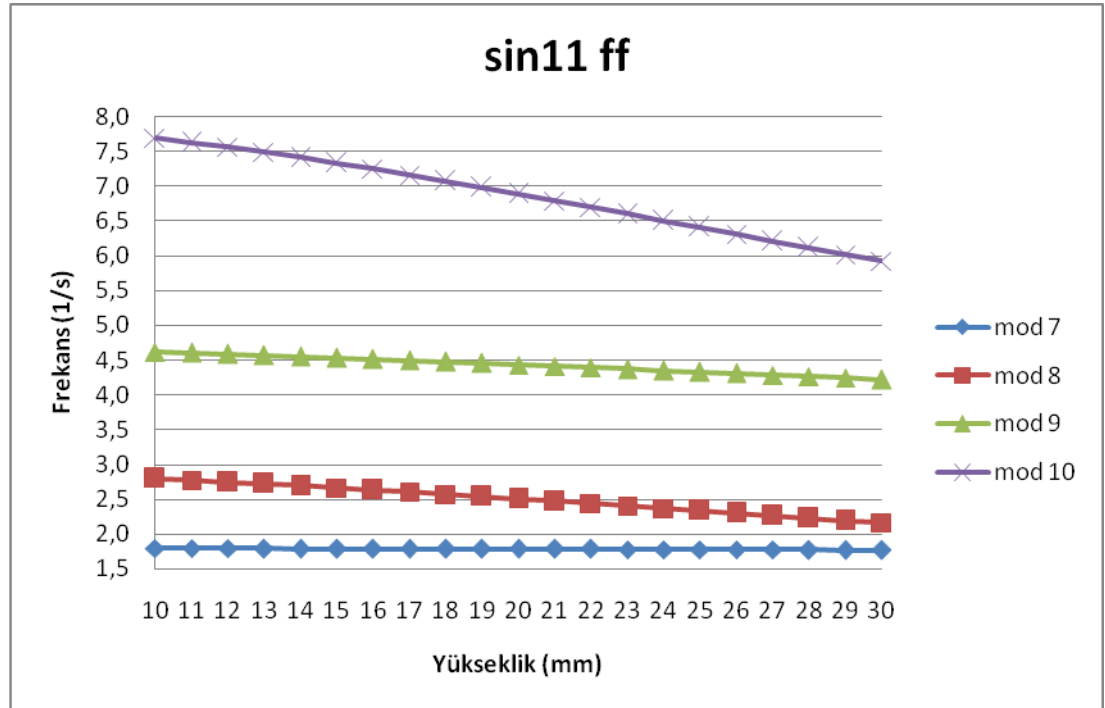
11 tepeli trapezin yüksekliklere bağı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



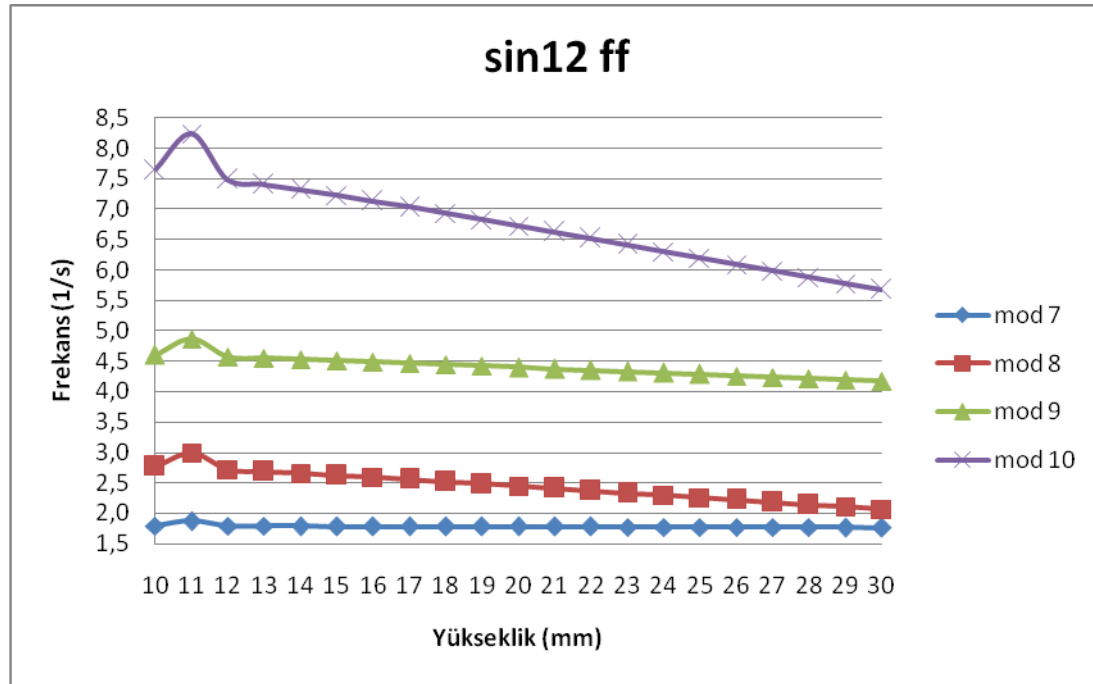
10 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



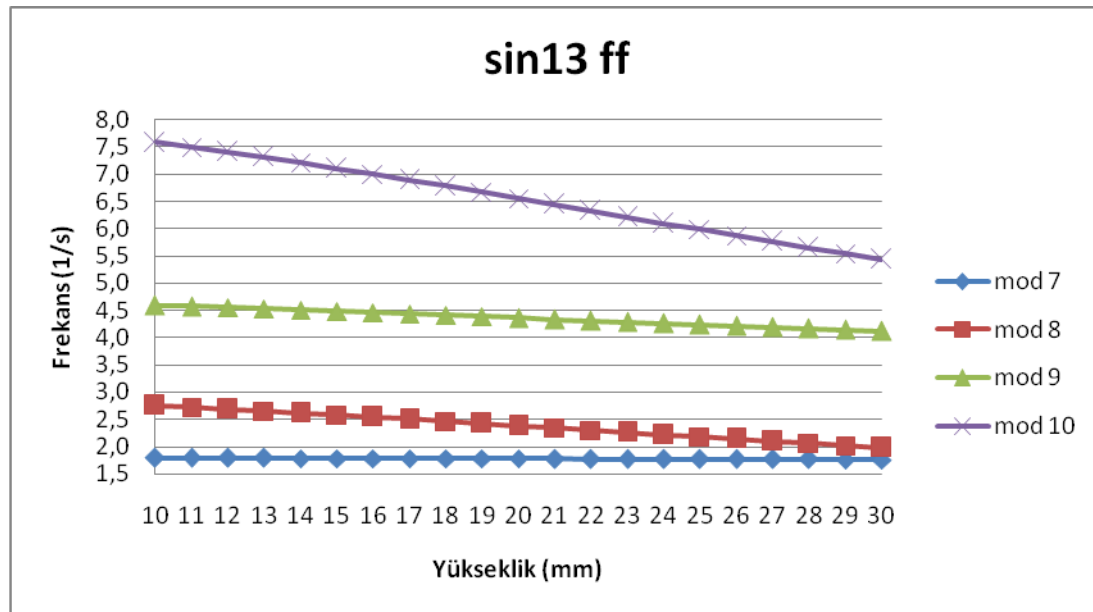
11 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



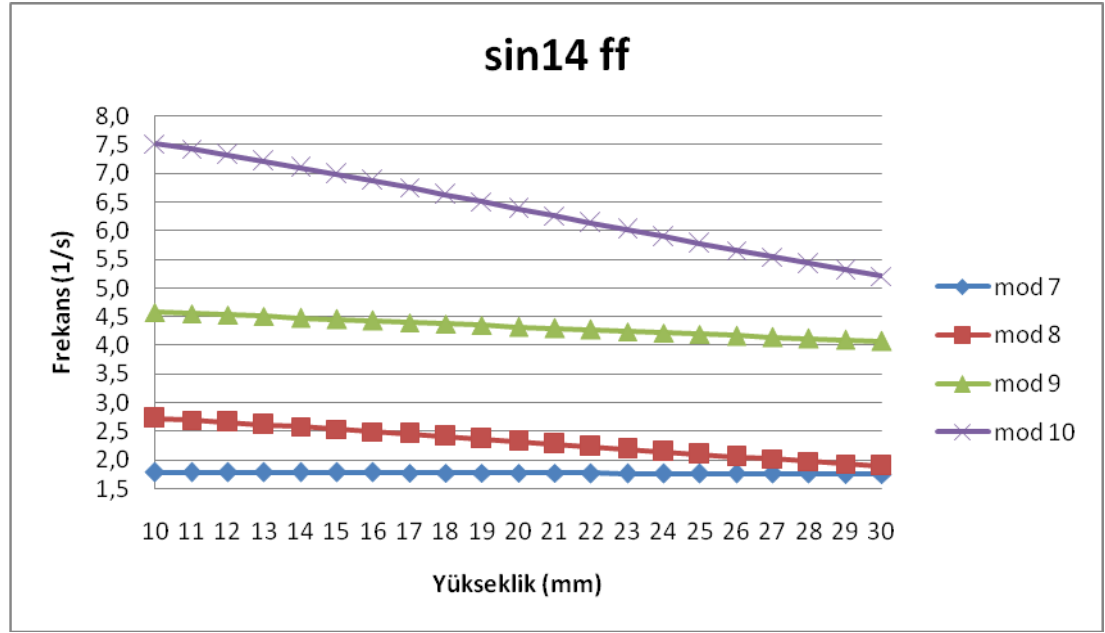
12 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



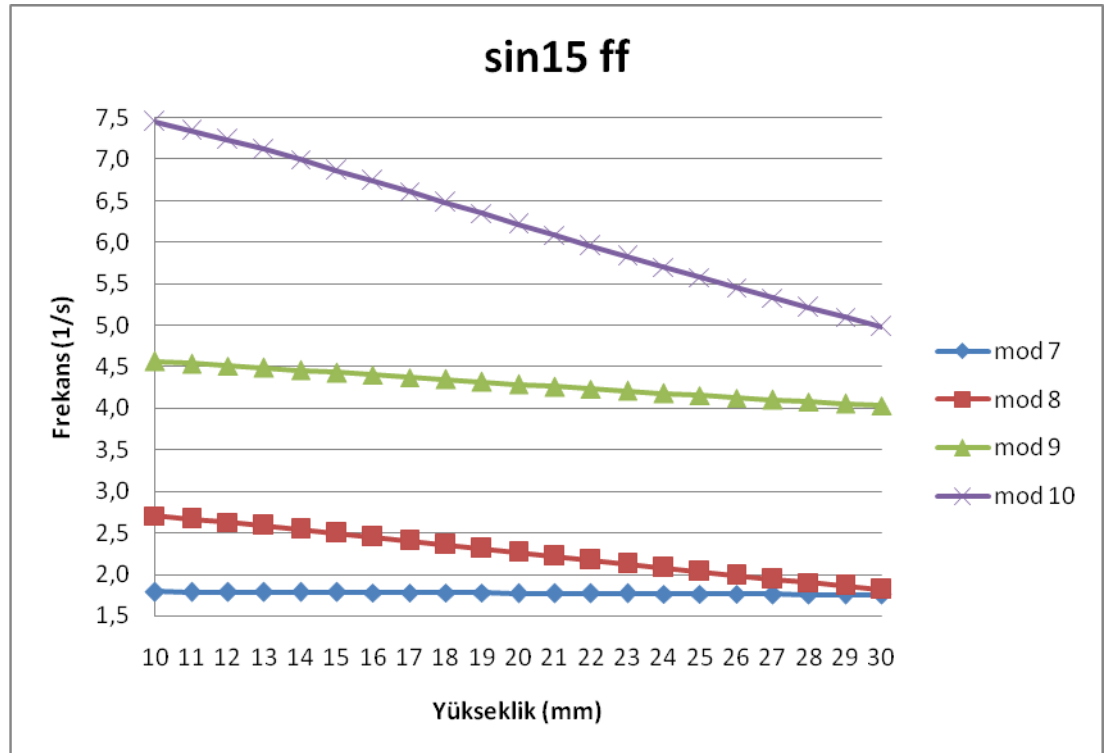
13 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



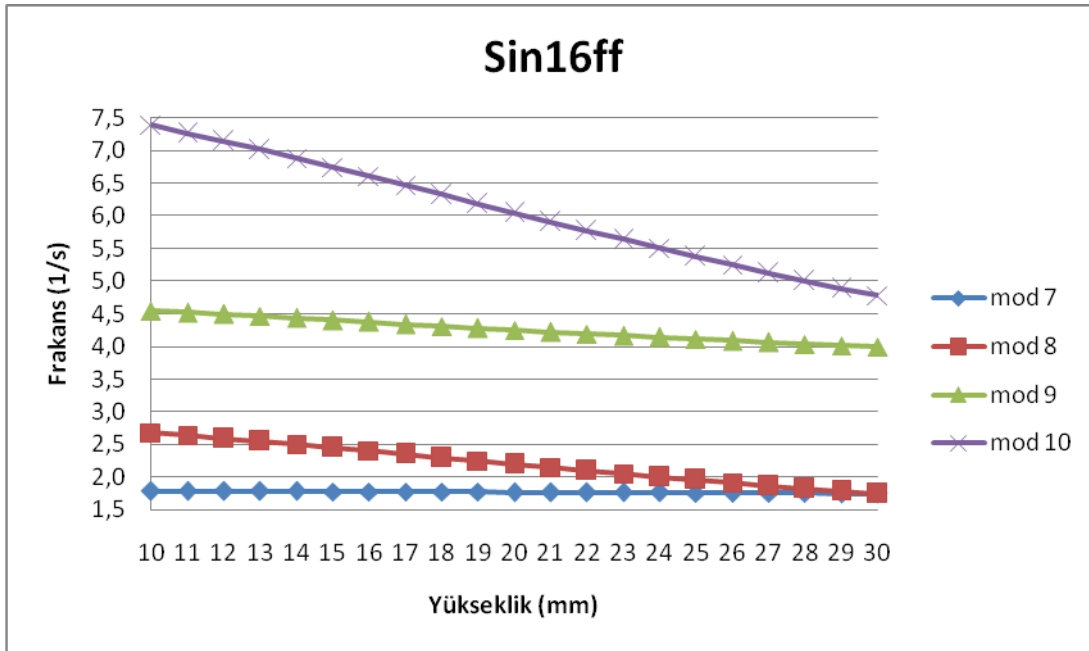
14 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



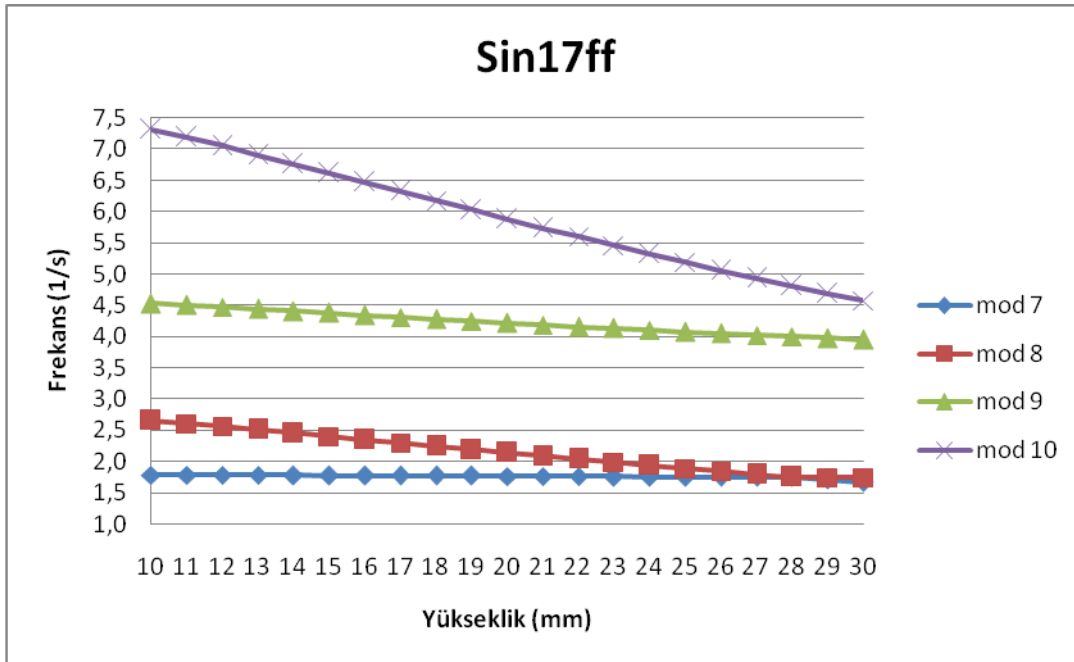
15 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



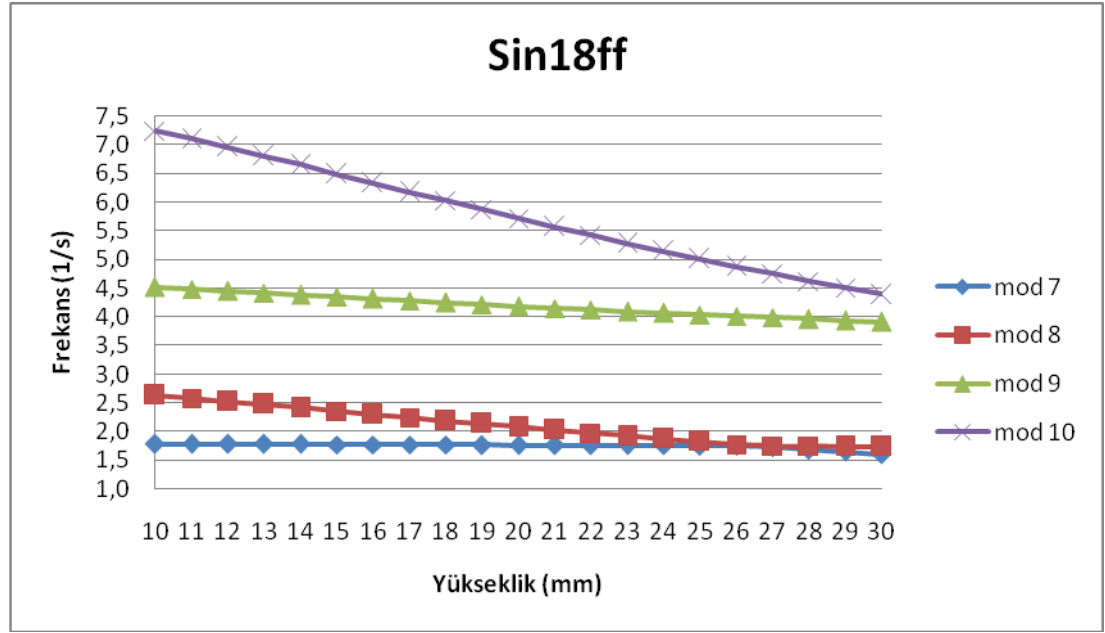
16 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



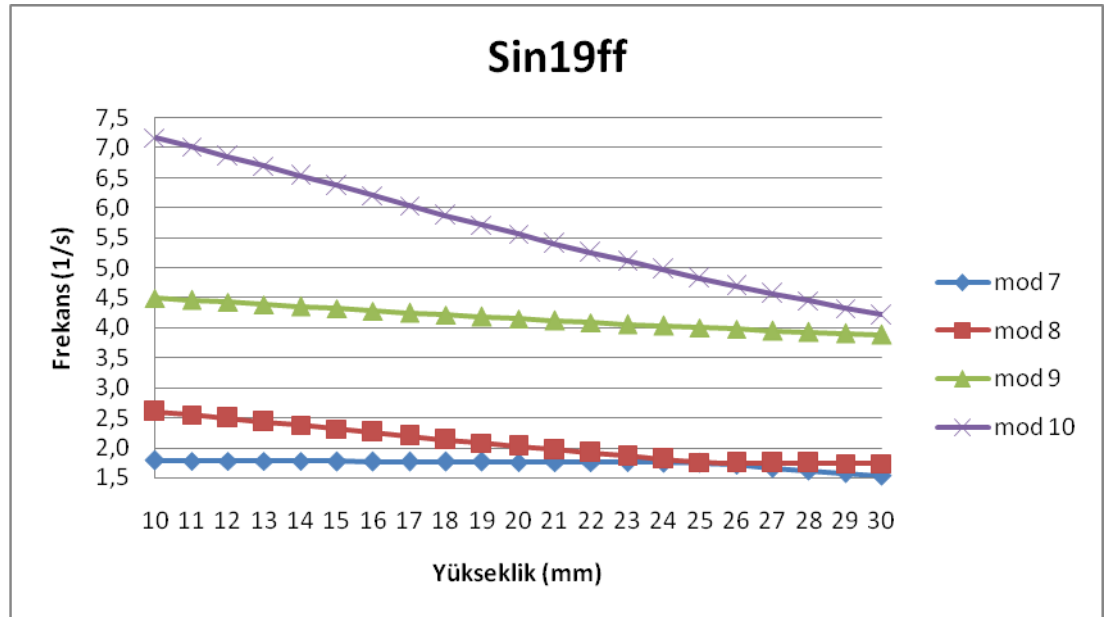
17 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



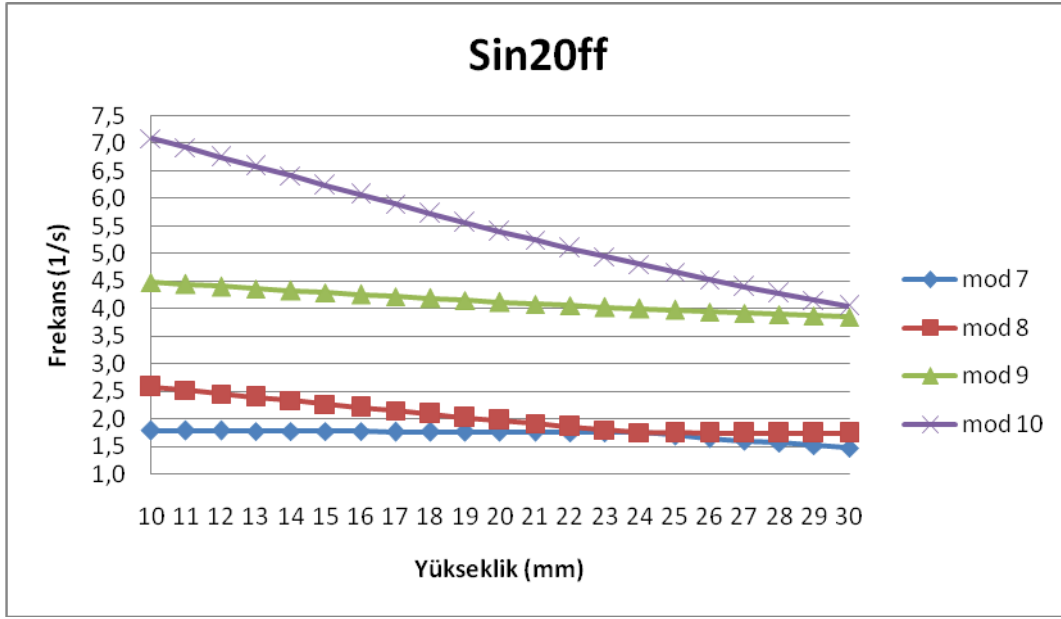
18 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



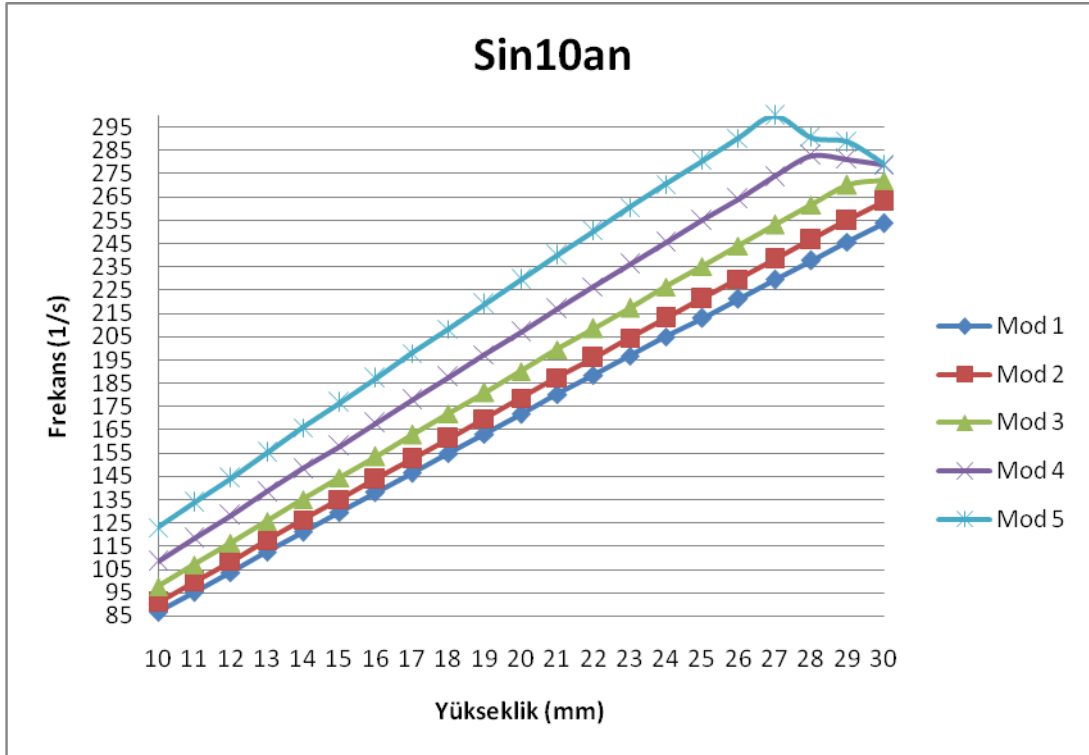
19 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



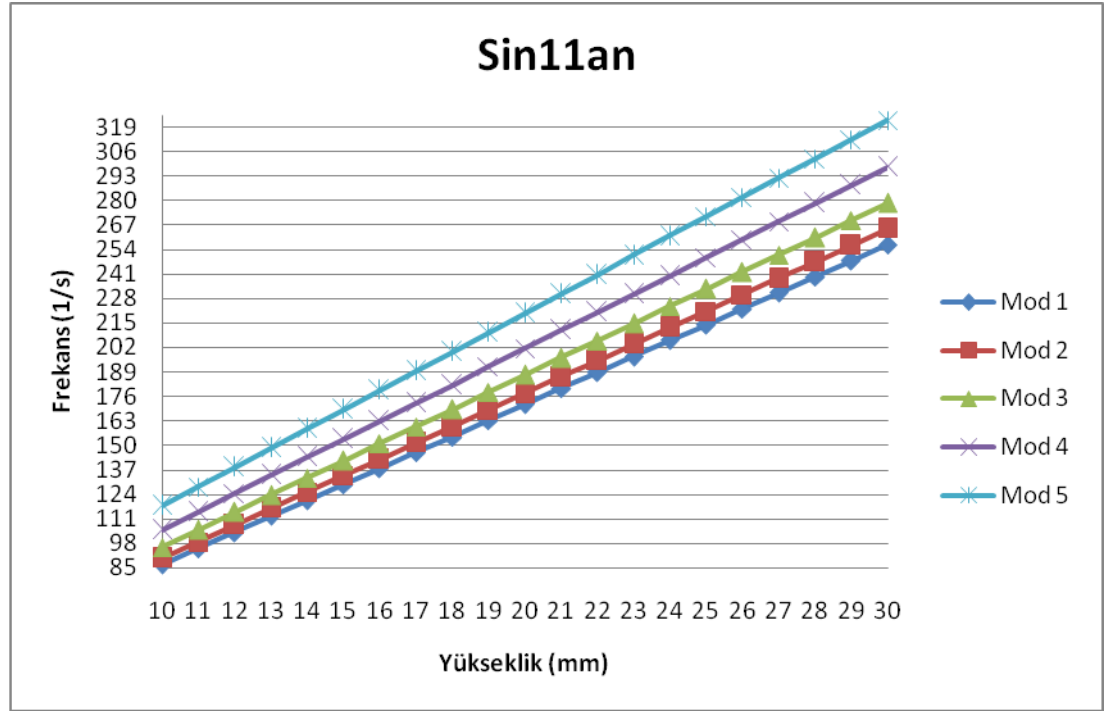
20 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



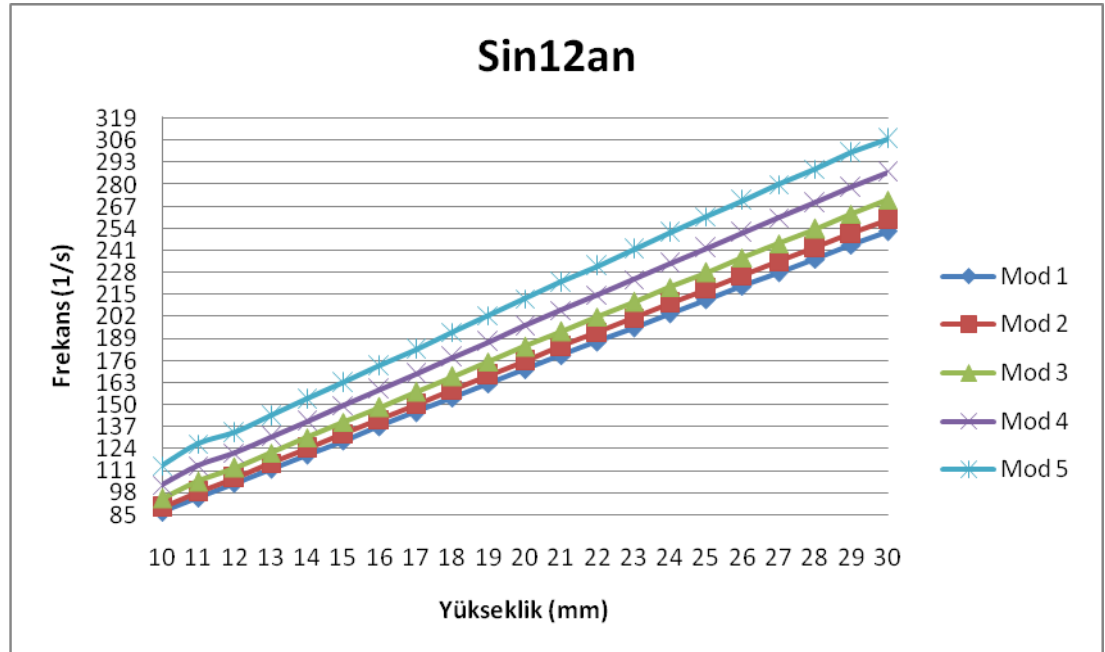
10 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



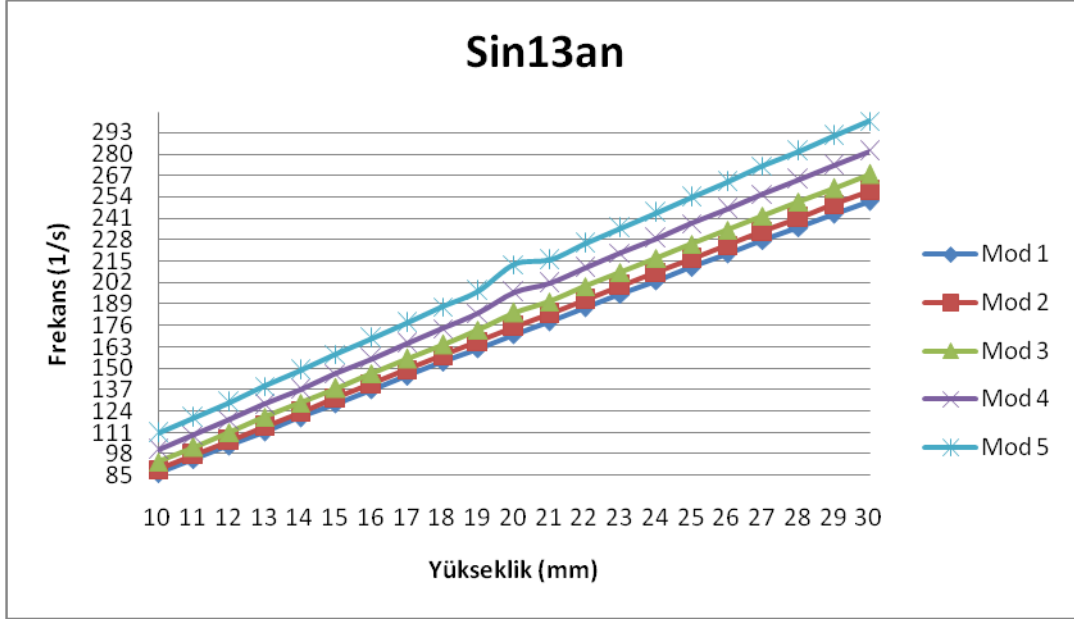
11 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



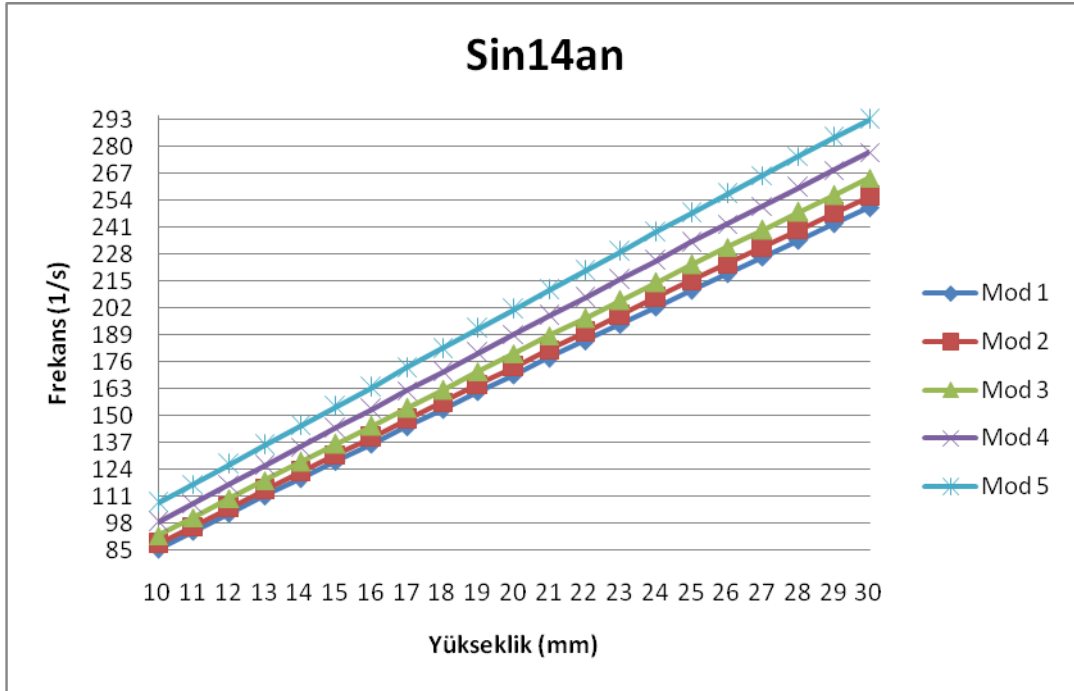
12 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



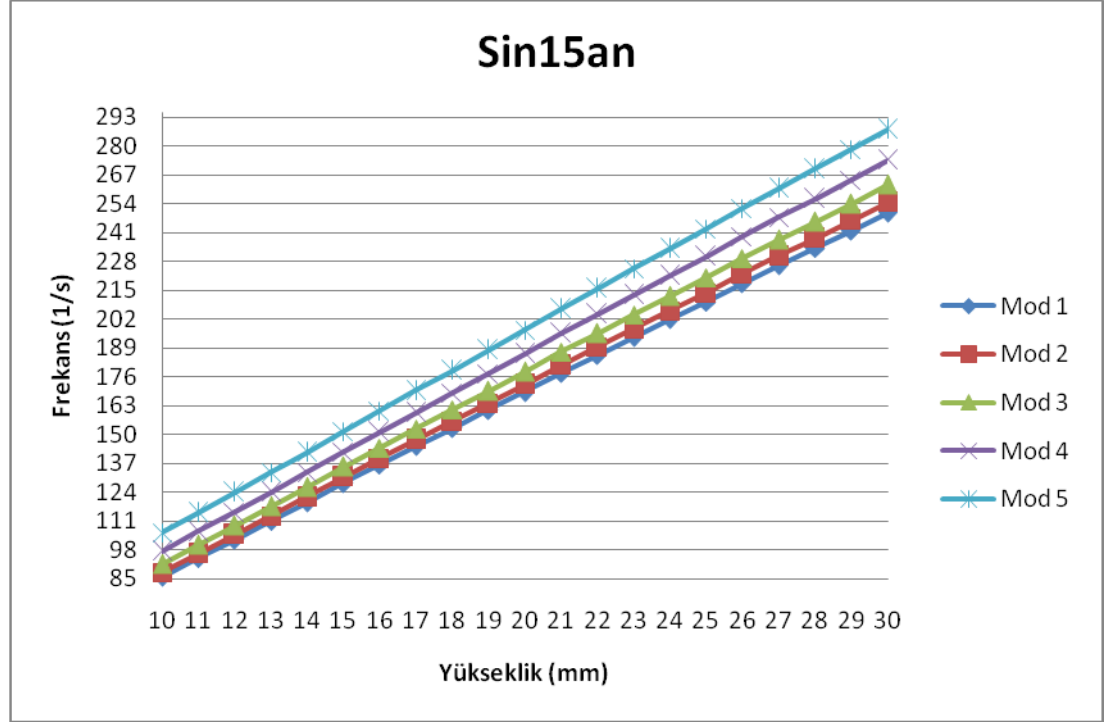
13 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



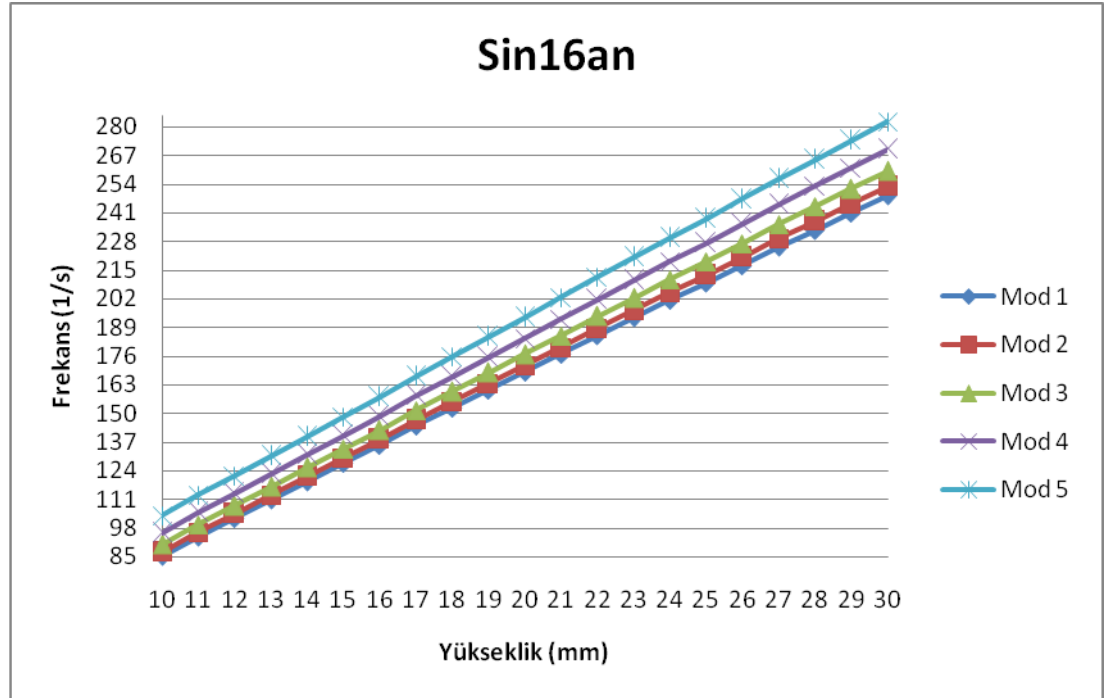
14 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



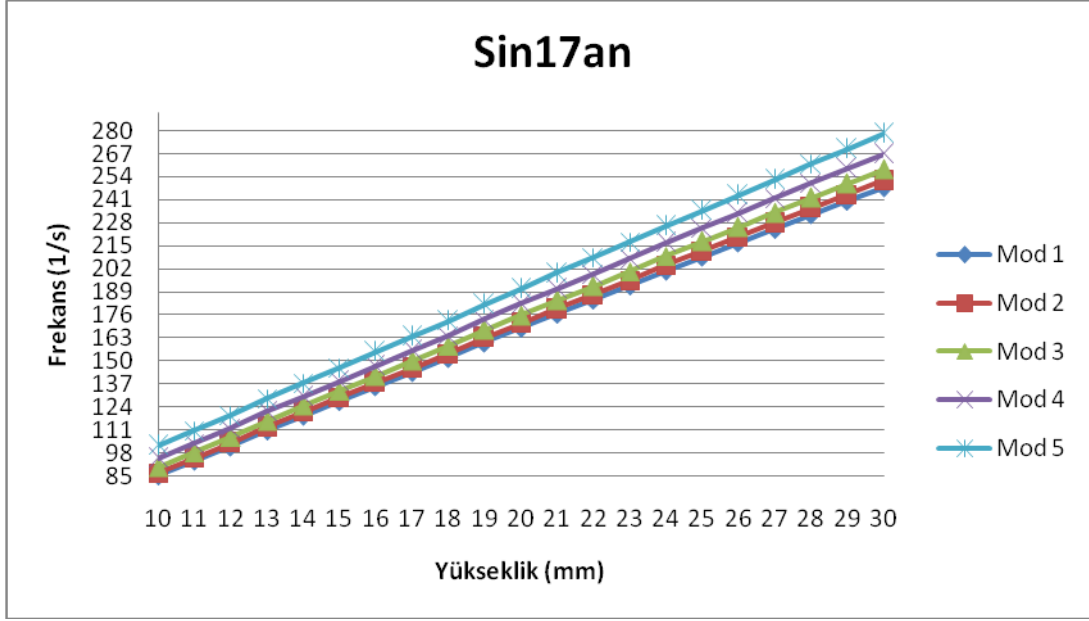
15 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



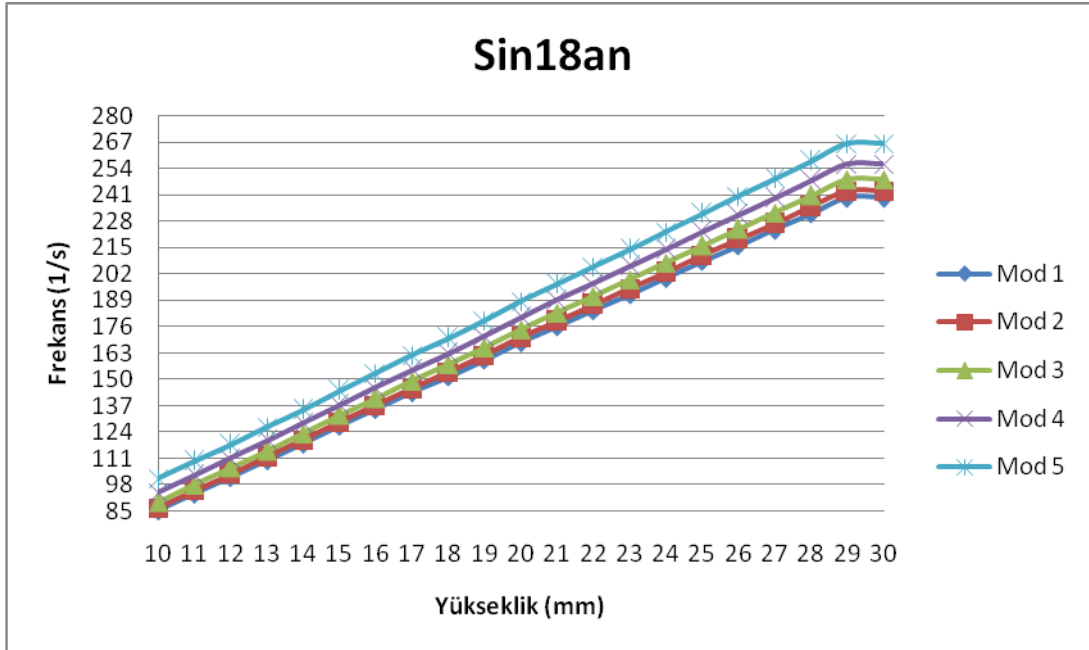
16 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



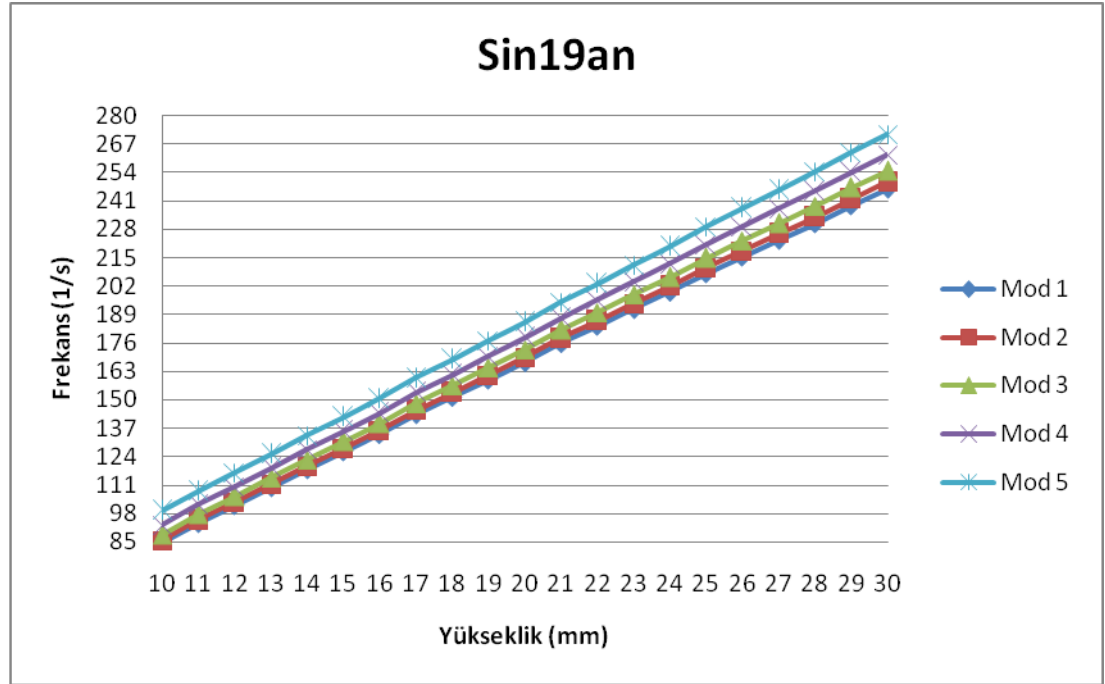
17 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



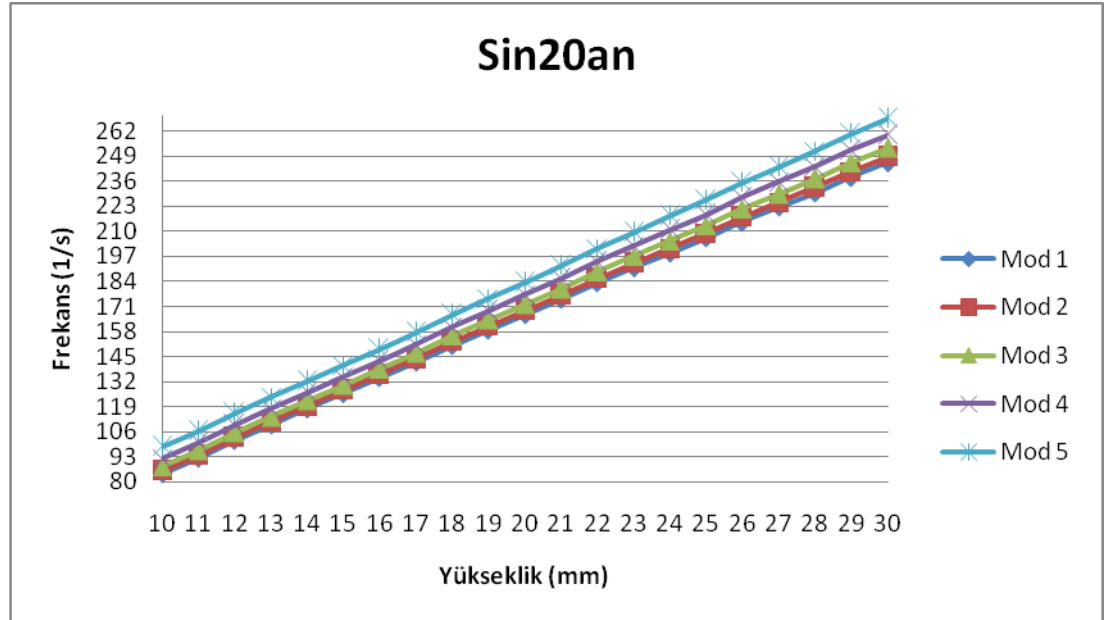
18 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



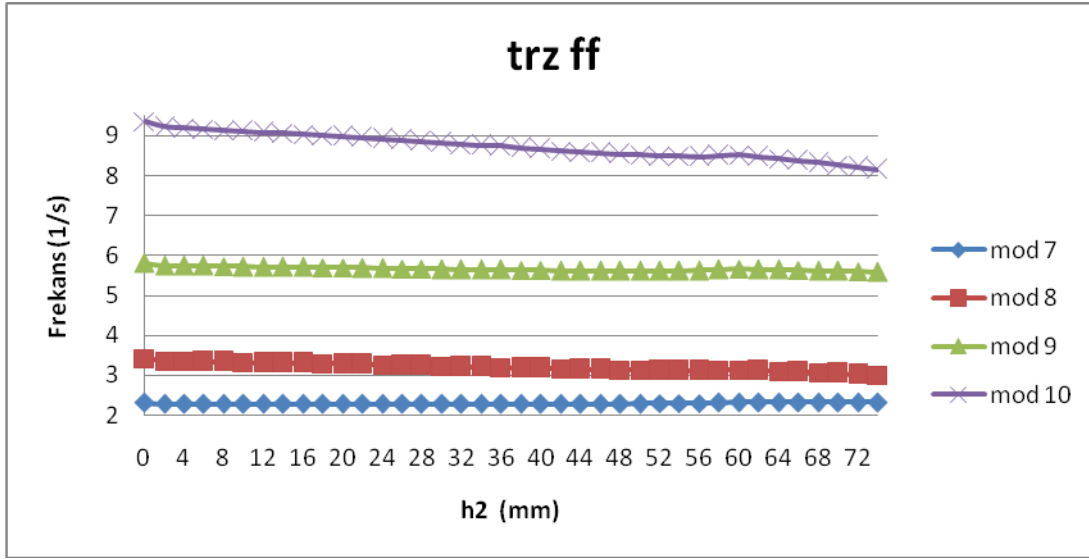
19 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



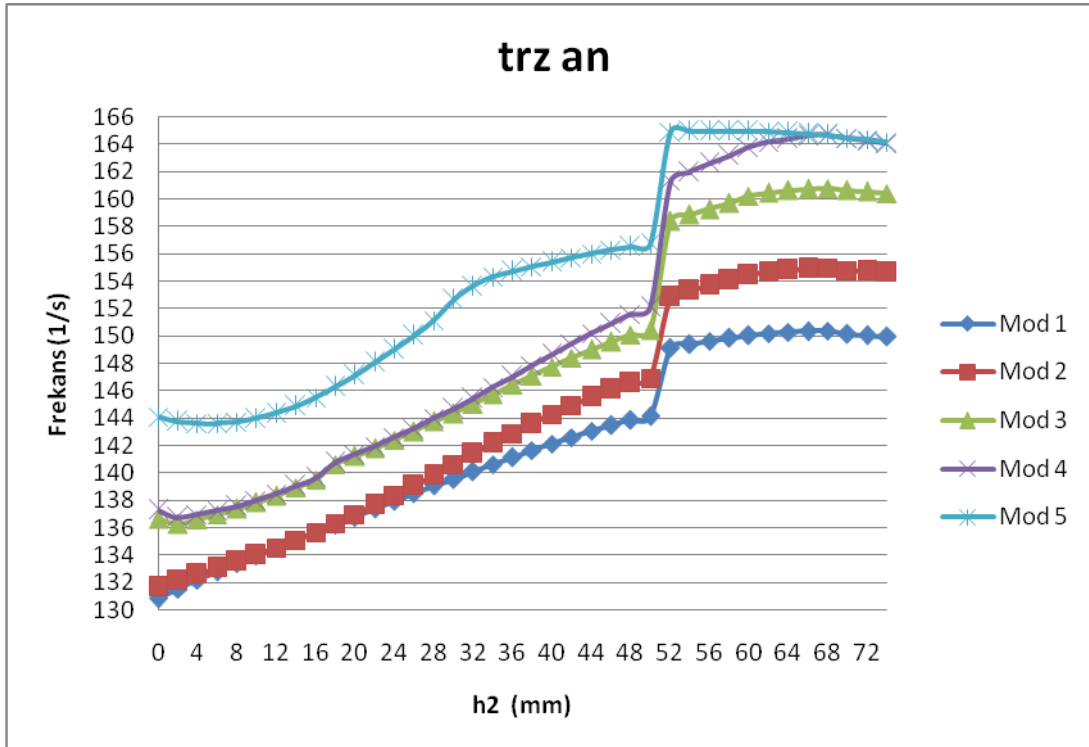
20 tepeli sinüs plağın yüksekliklere bağlı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



12 tepeli trapez plağın tepe üst genişliğine bağlı olarak serbest-serbest halindeki frekansları



12 tepeli trapez plağın tepe üst genişliğine bağlı olarak dört tarafı ankastre halinin frekansları



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Aşkın DEMİR

Doğum Yeri ve Tarihi: Sakarya 1985

Adres: Derince / İZMİR

Lisans Üniversitesi: Sakarya Üniversitesi,
Makine Mühendisliği

