

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARIŞTIRICI KOLU TASARIMI VE GERİLME
ANALİZİ

H. Gökhan ELÜSTÜN

Temmuz, 2008

İZMİR

KARIŞTIRICI KOLU TASARIMI VE GERİLME ANALİZİ

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Makina Mühendisliği Bölümü, Mekanik Anabilim Dalı**

H. Gökhan ELÜSTÜN

**Temmuz, 2008
İZMİR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

HAKKI GÖKHAN ELÜSTÜN, tarafından **PROF. DR. SAMİ AKSOY** yönetiminde hazırlanan “**KARIŞTIRICI KOLU TASARIMI VE GERİLME ANALİZİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
Prof. Dr. SAMİ AKSOY

Yönetici

.....
Doç. Dr. Mehmet ZOR

Jüri Üyesi

.....
Doç. Dr. Hasan YILDIZ

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Cahit HELVACI

Müdür

TEŞEKKÜR

Bitirme projem sırasında değerli yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Sami AKSOY'a, Doç. Dr. Mehmet ZOR'a, Makina Yüksek Mühendisi H. Anıl AKGÜN'e Makina Mühendisi Orçun YENİGÜN'e ve manevi desteklerini benden esirgemeyen Asuman-Yılmaz ELÜSTÜN ile Aslı Güneş KAYA' ya sonsuz teşekkür ederim.

Hakkı Gökhan ELÜSTÜN

KARIŞTIRICI KOLU TASARIMI VE GERİLME ANALİZİ

ÖZ

Bu tez çalışmasında, hareketli mikser karıştııcı kolunun maruz kaldığı kuvvetlerden dolayı meydana gelen basınç sonucunda ortaya çıkan gerilmeler incelenmiştir. Daha sonra gerilmelerin azaltılması ve daha etkin bir karıştırma sağlanabilmesi için parça üzerinde bir takım değişiklikler yapılmış ve bu değişimlerin gerilmeler üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Çalışmada hareketli mikser karıştııcı kolu üç boyutlu tasarım programı olan Autodesk Inventor Professional 2008 yardımıyla modellenmiştir. Bu işlemten sonra hazırlanan modeller paket program olan Ansys 11.0'a aktarılmıştır. Ansys 11.0'da gerekli koşullar sağlanarak modellerin gerilme analizi yapılmıştır.

Anahtar sözcükler: Gerilme analizi, Deformasyon, Hareketli mikser karıştııcı kolu

CREATION OF MIXER SHAFT AND ITS STRESS ANALYSIS

ABSTRACT

In this thesis study, the stresses of the portable mixer's shaft, which were occurred because of being exposed to the forces, are investigated. Afterwards for the sake of decreasing the stress on the mixer and making more effective mixing, some revisions had been done and the influences of the revisions on the strength values were investigated.

In the study, the different creations of the mixer shaft were done via Autodesk Inventor Professional 2008. Later on the models, which were created before, imported to the Ansys 11.0. By making the necessary conditions, the stress analyses were completed.

Keywords: Stress analysis, Deformation, Portable mixer shaft.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
BÖLÜM BİR – GİRİŞ	1
1.1 Giriş	1
1.1.1 Hızlı Karıştırıcılar	3
1.1.2 Yavaş Karıştırıcılar	4
1.2 Hareketli Karıştırıcı	5
BÖLÜM İKİ – MODELLEME	8
2.1 Hareketli Mikser Karıştırıcı Kolu Modellemesi.....	8
2.2 Modelde Yapılan Değişiklikler	12
BÖLÜM ÜÇ – ANSYS 11.0 İLE GERİLME ANALİZİ	14
3.1 Modellerin Ansys' e Aktarılması	14
3.2 Analiz Tipinin Tanımlanması.....	15
3.3 Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması	16
3.4 Kuvvetlerin Uygulanması.....	17
3.5 Mesnetlerin Belirlenmesi ve Mesh.....	19
BÖLÜM DÖRT – SONUÇ ve DEĞERLENDİRMELER.....	21

4.1 Analiz Sonuçları	21
4.1.1 Sıkı Geçmeli Modeller	22
4.1.2 Sürmeli Geçmeli Model	26
4.2 Sonuç ve Değerlendirme	28
KAYNAKÇA	30

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Giriş

Günümüzde birçok alanda karıştırıcılar (mikserler) kullanılmaktadır. Gerek evimizde gerekse sanayide bu makine ve cihazlar, imalat üretim safhalarında önemli roller üstlenmektedirler. Dolayısıyla bu kadar çok kullanılan bir makinenin geliştirilmesi ve daha verimli olarak tasarlanıp kullanılması imalat amaçlı veya üretim safhasında bu makineleri kullanan firmalar için yüksek önem arz etmektedir.

Tasarım aşamasında dikkat edilmesi gereken bazı temel kurallar vardır. Karıştırıcı kolu mümkün olduğunca homojen bir karışım sağlamalı, iki arıza arasını maksimum düzeyde tutacak tasarım kuralları uygulanmalı yani mukavim bir yapıda ve tasarımda olmalıdır. İmalat açısından kolay, uygulanabilir ve ekonomik olmalı. Tüm bu şartları sağlamak elbette ki kolay değildir dolayısı ile eldeki veriler doğrultusunda uygun tasarımı elde etmek en önemlisidir.

Uygulamalarda daha verimli tasarımlar elde etmek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır.

S. Arpaçay (2006), çimento karıştırıcı paletlerinde gerilme analizi yapmış ve bir takım sonuçlara ulaşmıştır. Buna göre model üzerinde karıştırılan maddenin kalıntılarının birikmesi ile sürtünme kuvvetinin dolayısıyla gerilme değerlerinin arttığı görülmüş ve çözüm olarak sıyırıcı paletlerin tasarlanması düşünülmüştür.

M. Doğan (2006), paslanmaz çeliklerin köşe kaynakları üzerine çalışmış, köşe kaynaklarının birleştirilmesinde gerilme değerlerini incelemiş ve görmüştür ki; iç bükey kaynaklı bağlantılarda kaynak yarıçapının azaltılması, bir başka deyişle kaynak bölgesinin kesitinin daraltılması gerilme değerlerinin artırmıştır.

I-Cheng (2006), Xi ve Qin (1999) yaptıkları çalışmalar ve yazdıkları makalelerde en uygun tasarımın yapılabilmesi için Cad-Cam programlarının öneminden bahsetmiş ve bilgisayar destekli paket programlar sayesinde ilk tasarım aşamasında ortaya çıkan maliyetin minimum düzeyde olduğunu görmüşlerdir.

Göksenli A. ve Eryürek B. (2008), asansörün hareketli mekanizmalarını incelemişler ve kırılma mekaniği üzerine en büyük etkenlerden bir tanesinin küçük yarıçapa sahip köşe kavisleri olduğunu, bu kavislerin çentik etkisi yaratarak o bölgede gerilme yığılması meydana getirdiğini görmüşlerdir.

Vullo V. ve Vivio F. (2007), tasarımda malzeme seçiminin nedenli önemli faktör olduğunu incelemişlerdir. Doğru malzeme seçiminin hem tasarımın ömrünü uzatacağını hem de ömür maliyet açısından daha verimli olacağını ortaya koymuşlardır.

Castagnetti D. ve Dragoni E. (2007), gerilmenin analiz edilmesinin en etkin ve doğru sonuç veren yöntemlerinden bir tanesinin de sonlu elemanlar yöntemi olduğunu çalışmalarında belirtmişlerdir.

Oysu C. (2006), yaptığı çalışmada doğru yapılan mesh işleminin yani seçilen sonlu elamanın etkin bir gerilme analizi için ne denli önemli olduğunu göstermişlerdir.

Dilli A. (2006), gövdesinde dairesel kesitli çevresel boşluk bulunan içi boş silindir şeklindeki bir makine elemanını incelemiş, daire kesitli çevresel boşluğun çapının içi boş silindirin et kalınlığına oranı büyüdükçe, maksimum gerilme değeri de büyümekte olduğunu hesaplamıştır.

Karıştırıcıları, hammaddeye, kimyasala ve kullanım amaçlarına göre iki grupta toplamak mümkündür.

- Hızlı karıştırıcılar,
- Yavaş Karıştırıcılar.

Gerek kimyasal çözelti hazırlama süreçlerinde, gerekse kimyasal arıtma ve çamur susuzlaştırma ünitelerinde atık su ya da çamura dozlanan kimyasalın homojen karışımını sağlamak amacı ile karıştırıcılar kullanılır. Akışkan içinde hareket sağlayan bu üniteye; palet tipi, adedi ve tank içindeki konumu değiştirilerek akışkanda farklı özelliklerde karışım sağlanmaktadır. Karıştırıcı tipini seçmek için;

- Tankın hacim ve şekli,
- Vorteks kırıcıların adet ve yeri,
- Maddenin viskozite ve yoğunluğu,
- Arzu edilen karıştırma miktarı ve yaratılmak istenen akım şekli bilinmelidir.

1.1.1 Hızlı Karıştırıcılar

Su ve atık su arıtma süreçleri, kimyasal madde hazırlama tankları, solüsyon karıştırıcısı, ham su hızlı karıştırıcısı veya klor temas tankı hızlı karıştırıcısı gibi çeşitli kullanım alanları mevcut olan temel karıştırıcılardır. Şekil 1.1’de hızlı karıştırıcılara bir örnek verilmiştir.



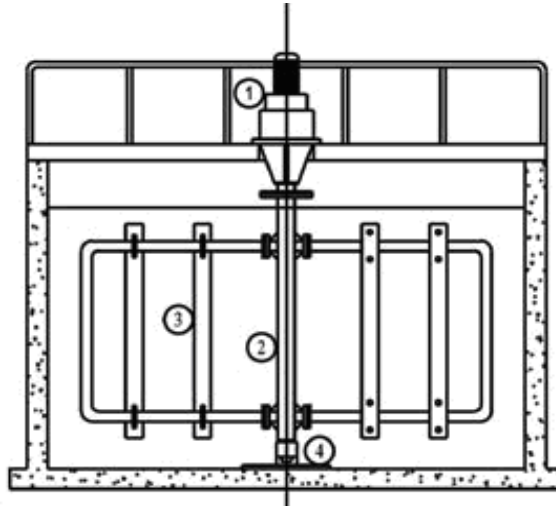
Şekil 1.1 Hızlı karıştırıcı.

Genel özellikleri şunlardır:

- Motor gövde, mil ve fanndan oluşur.
- Mil redüktöre direkt bağlanabilmektedir.
- Gövde, üst flanşıyla motora, alt flanşıyla tanka bağlanmaktadır.
- Yüksek karışım verimine sahiptir.

1.1.2 Yavaş Karıştırıcılar

Yavaş karıştırıcılar, yavaş karışıma gereksinimi duyulan kimyasal işlemlerde kullanılmaktadır. Homojen bir karışım için tankın geometrisi, elde edilmesi beklenen fiziksel ve kimyasal yapısı göz önünde bulundurularak tasarlanmalıdır. Çalışmamızda incelediğimiz karıştırıcımız yavaş karıştırıcılara bir örnektir. Şekil 1.2'de hızlı karıştırıcılara bir örnek verilmiştir.



Şekil 1.2 Hareketli (taşınabilir) karıştırıcı.

1. **Motor-redüktör**
2. **Şaft**
3. **Karışım pedalları**
4. **Alt yataklama**

Genel özellikleri şunlardır:

- Genel olarak; motor-redüktöre şaft ve pedal grubundan oluşur.
- Kaplinsiz, redüktöre direkt bağlanabilir veya kaplinli, alttan yataklı, serbest, sökülebilir, sabit mil ve palet şeklinde tasarlanabilir.
- Paletin tipi ve konumu değiştirilerek akışkanda istenilen özellikte karışım sağlanabilir.

- Kolay montaj ve bakım özelliklerine sahiptir.

1.2 Hareketli Karıştırıcı

Bu çalışmada epoksi döküm yapılan bir imalathanede döküm işleminde yer alan hareketli mikserin karıştırma kolu incelenmiştir. Şekl 1.3’ de hareketli mikserin görünüşü verilmiştir.



Şekil 1.3 Hareketli Mikser.

Hareketli mikser döküm prosesi içerisinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu görevden hammadden son mamul elde edilmesi işlemini incelerken bahsedebiliriz. Döküm işlemi ilk olarak hammadelerin imalathaneye oradanda silolara depolanması ile başlar. Malzemelerin depolandığı silolar pompalara bağlanır ve pompalar yardımıyla R1-R2 ve S1-S2 olarak adlandırılan sabit mikserlerine gönderilmektedir.

R mikserlerinde kuartz, reçine ve boya; S mikserlerinde kuvarz ve sertleştirici mevcuttur. Sabit mikserlerdeki karışımlar yaklaşık 2 saat karıştırılmaktadır. Daha sonra yüzde elli R'den yüzde elli S'den malzeme alınarak esas karışım elde edilir ve bu karışım hareketli mikserlere aktarılır.

Pojemizde ele aldığımız hareketli mikserin önemi bu noktada ortaya çıkmaktadır. Döküm öncesi son karışım burda yapılır ve dökülen parçada herhangi bir boşluk yada düzensizlik olmaması hareketli mikserde malzeme içinde bulunan hava alınması suretiyle vakum altında 30 dakikalık karıştırma ile sağlanır. Karıştırma esasında malzeme sıcaklığı sabit 50°C tutulmaktadır. Bu sıcaklıkta tutulmasının sebebi ise: Malzememizin temel özelliği gereği kuartz, epoksi reçine ve sertleştirici karıştırıldığı zaman bir ömür ortaya çıkar bu ise 50°C' de 8 saatir ki; 8 saat bir vardiye süresidir dolayısıyla bir varidyede mikserin içindeki tüm malzemenin kullanılması gerekmektedir. Harketli mikserimizin motor gücü 3 KW' tır ve redüktör yardımıyla 75 d/d'lık sabit bir frekan elde edilir. Bu karıştırma sonucunda döküm malzemesi artık tamamen hazırdır.

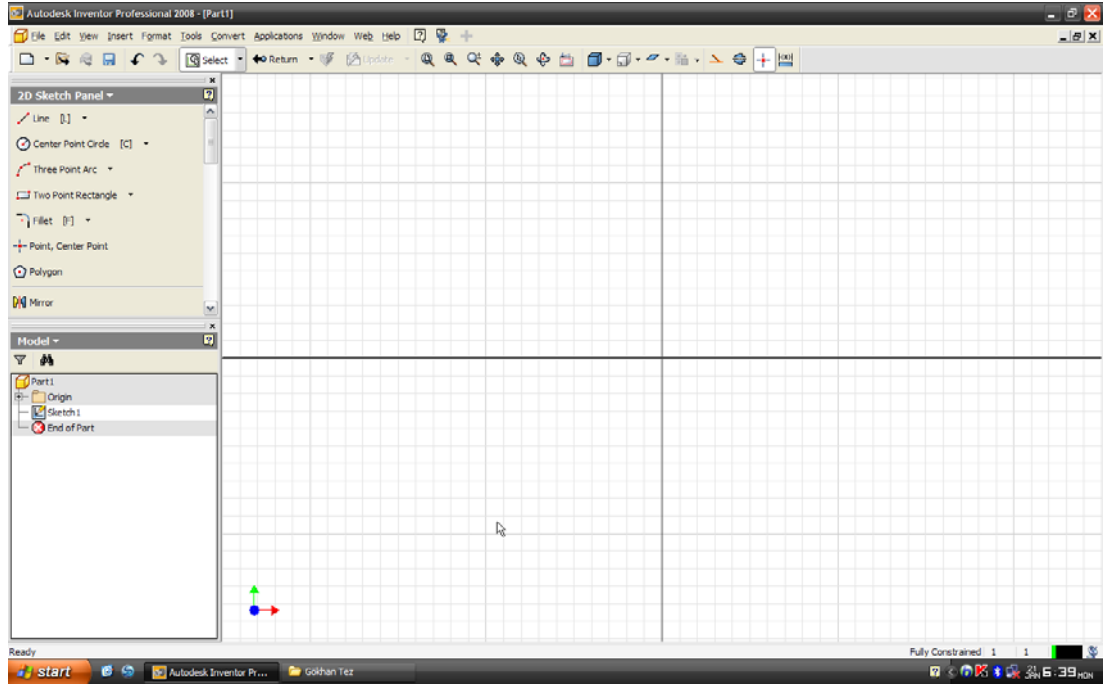
Daha sonra hareketli mikserler kalıpların olduğu alana taşınır. Enjeksiyon yoluyla mikser içindeki hazır malzeme kalıplara pompalanır. Kalıplarda sıcaklık 180°C'dir ve malzemenin sertleşmesi sağlanır. Çünkü döküm malzemesi sıcaklık artışıyla vizkositesi artan ve katışalaşan bir malzemedir. Malzeme kalıplara pompalnırken PLC ile basınç kontrolü yapılmaktadır. Bu kontrolün amacı döküm esanasında zamanla değişen malzeme vizkozitesine göre enjeksiyon basıncını ayarlamaktır. Basınç değeri 1.2 bar ile başlar zamanla 4 bara kadar çıkar. Son olarak kalıplardan çıkan parçaların ani soğumadan korunması ve homojen bir tane yapısına sahip olması için konfirmatörlere koyulur. Burada soğuyan parçamız son mamul olarak ortaya çıkar. İmalathanedeki iş akış şeması Şekil 1.4 ' te verilmiştir.

BÖLÜM İKİ

MODELLEME

2.1 Hareketli Mikser Karıştırıcı Kolu Modellemesi

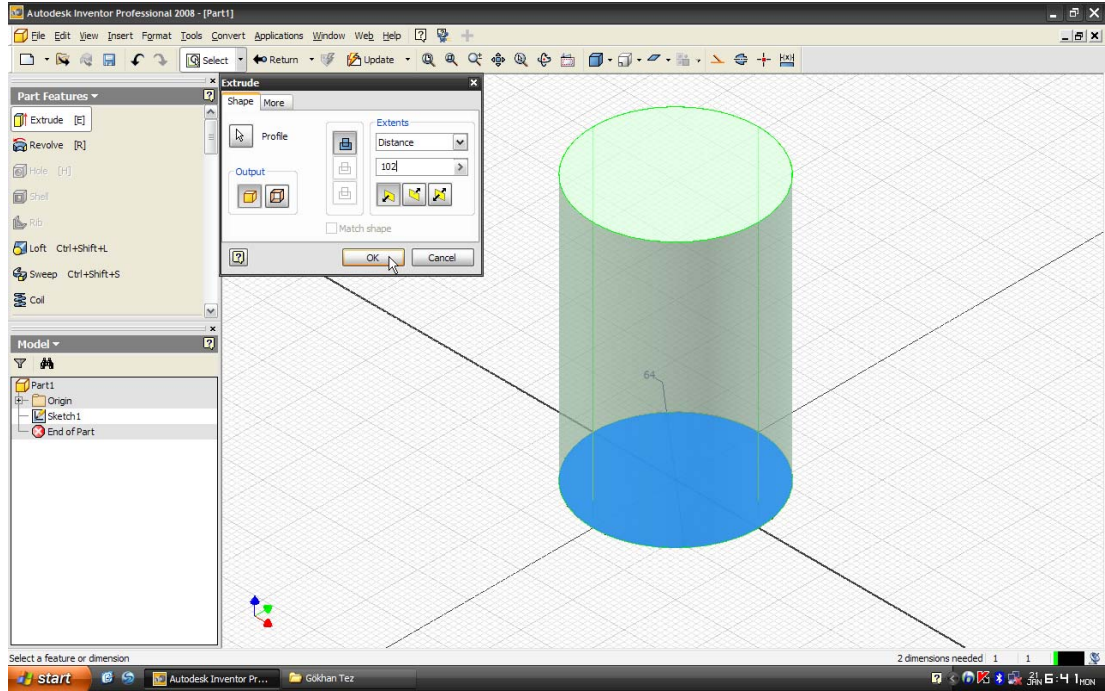
Çalışmamızda hareketli mikser karıştırıcı kolunun modellenmesinde Autodesk Inventor Professional 2008 adlı program kullanılmıştır. Modelleme için gerekli olan ölçüler proje üzerinden alınmıştır. Bu parçanın modellenmesinde birçok komuttan yararlanılmıştır. Şekil 2.1’ de modellerin taslaklarının oluşturulması sırasında kullanılan menüler ve düzlem gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Autodesk Inventor sketch.

Modellemeye ilk olarak tahrik milinin geçeceği göbeğin modellenmesiyle başlanmıştır. Öncelikle “Part 1” penceresi altında XY düzlemi üzerinde iki boyutlu taslak oluşturulması için “Look at” komut ile seçilen düzlemin karşıdan görülmesi sağlanmıştır. “Center Point Circle” komutu ile orijin işaretlenir ve herhangi bir boyutta bir daire çizilir. “General Dimension” komutu ile çizdiğimiz daireye projede belirtilen ölçüyü verilir. Daha sonra “Return” tuşu ile üç boyutlu çizim ortamına

dönülür. Burada “Extrude” komutu ile iki boyutlu çizime yükseklik verilerek üçüncü boyut kazandırılır. Böylece bir silindir şeklide bir parça oluşur.

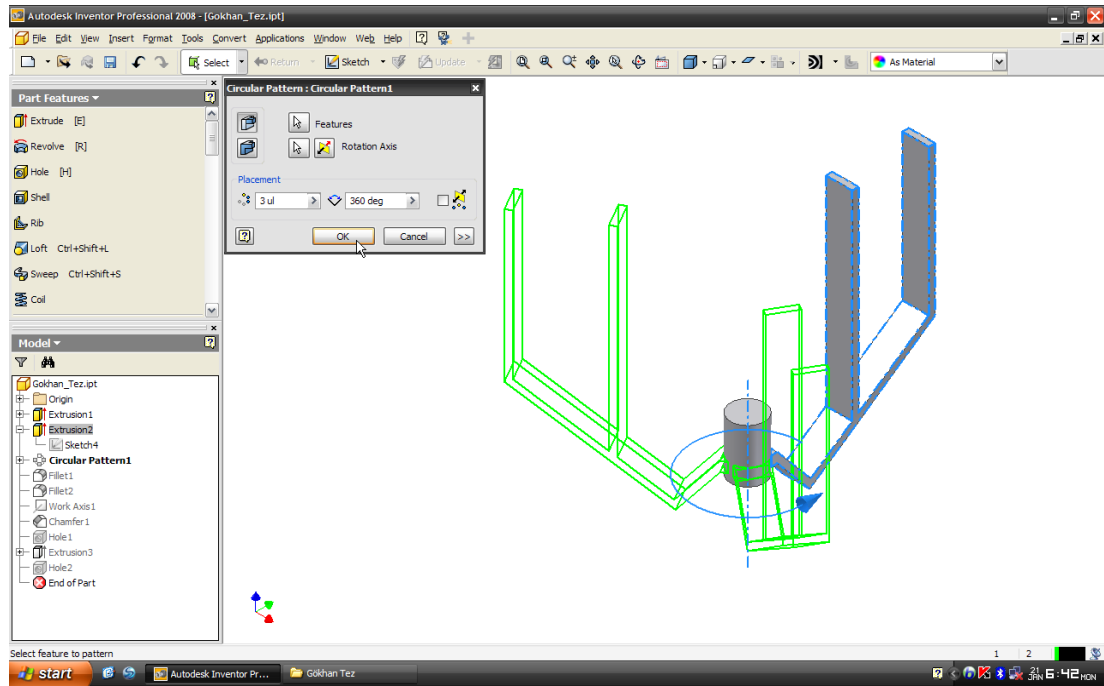


Şekil 2.2 Mil yatağı extrude gösterimi.

Bir sonraki aşamada pallerin çizimi için ikinci bir düzlemde çalışılmaya başlanır. İkinci taslak çizilirken, YZ düzleminde çalışılır. “Look at” komutu ile YZ düzleminin ekranda karşıdan görülmesi sağlanmıştır. Daha sonra pallerin çizimi ölçsüz, taslak olarak “Line” komutu ile yapılır. Bu işlemden önce çizim sınırlarımızı belirleyen referanslardan bir tanesi olan, silindirin herhangi bir kenarı “Project Geometry” komutuyla belirlenir böylece bize referans bir çizgi oluşturur. “Line” komutuyla çizim yaparken “Constrain” komut ile çizimin paralellik diklik ve istenilen derecede açılı olma durumlarının ayarı yapılır. Paller çizilirken bir diğer önemli nokta tam orijinden geçen ve bize birbaşka referans oluşturan yardımcı çizgi çizilmesidir. Bu çizgi “Center Line” komutu seçilerek dönme eksenini olarak bu çizgiyi belirlenir.

Daha sonra “Return” komutu ile tekrardan “Part Features” menüsüne girilir. Pallerin derinliğini vermeden önce çizilen iki boyutlu sketchin kapalı bir alan oluşturduğuna dikkat edilmelidir. Bu alanın kapalı olduğu görüldükten sonra “Extrude” komutu seçilir burada profil belirlendikten sonra ölçü verilme işlemine

geçilir. Orijinden geçen yardımcı referans çizgisine göre çizim yapıldığı için extrude ederken her iki yöne genişleme yapılacak. Menüden de iki yöne doğru olan uzatma ikonu işaretlenir ve 3 boyutlu bir pal elde edilir. Bu çizdiğimiz tek palı “Circular Pattern” komutu yardımıyla 120 derecelik açıyla 3 adet aynı palden yerleştirecek şekilde silindirik parça etrafına yerleştiriyoruz.

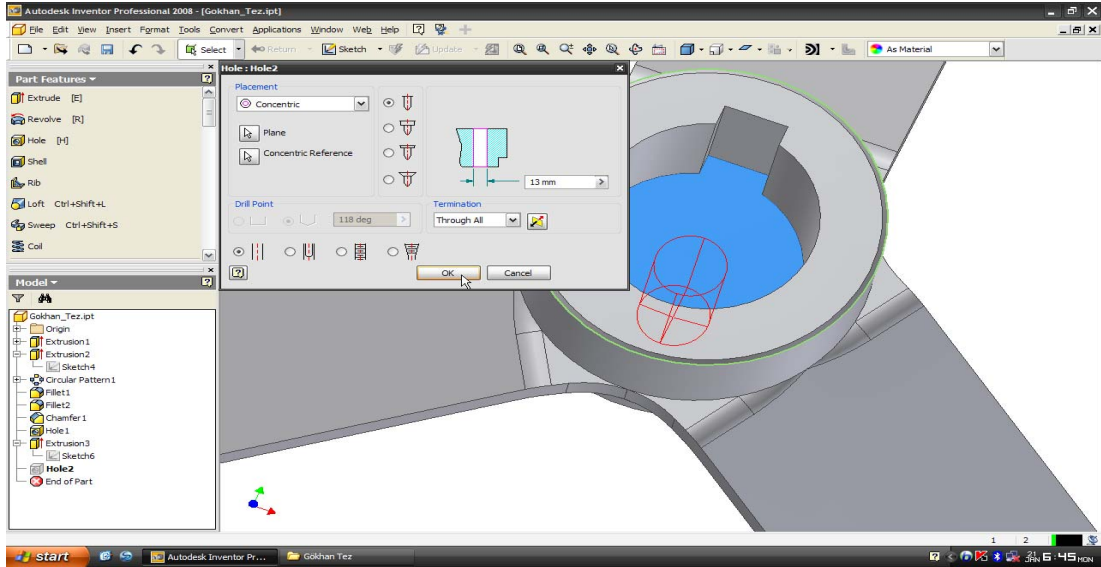


Şekil 2.3 Pallerin çizim taslağı.

Takip eden işlemde pallerin silindire kaynaklandığı noktalarda mukavemetini artırma amacıyla “Fillet” komutuyla köşe yuvarlatması yapılır. Bir diğer fillet işlemini ise pallerin uçları hariç bütün keskin köşelerine uygularız. Bir sonraki adımda “Chamfer” komutuyla silindirin alt ve üst yüzeylerinden pah kırılır.

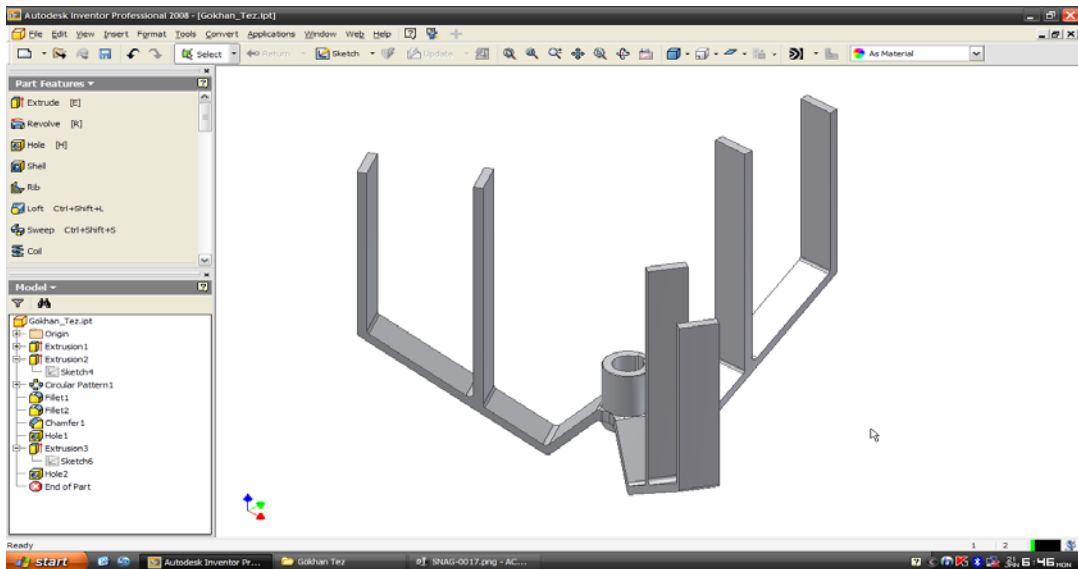
Silindirin orta eksenine mil geçmesi için delik açılması gerekmektedir. Bu işlem için Work Axis belirlenir ki bu Work Axis seçilen çemberin orijini olarak program tarafından otomatik olarak belirlenir. Parçamızda iki adet kademeli delik bulunmaktadır. İlk olarak “Hole” komutuna tıklanır burada açılan menüden “Termination” seçeneğinden “Distance” seçilerek açılacak olan ilk deliğin çapı ve boyutu ayrıca “Drill Point” komutundan deliğin bitiş noktasının formu belirlenir. Sıradaki işlem olarak kama kanalı açılması işlemi vardır. En son taslak bu işlem için oluşturulmuştur. Kama kanalının nasıl bir formda olacağı çizilmiştir. Daha sonra

“Return” komutu ile “Part Features” menüsüne dönülür. Burada “Extrude” komutundan “Extent” komutu yardımıyla ölçülerin girilmesi ile kama kanalının formu oluşturulur.



Şekil 2.4 Mil yatağı ve kama kanalı.

Son ise işlem ikinci deliğin açılmasıdır. Öncelikle silindirik parçanın alt yüzeyi seçilir ve yine “Hole” komutu aktif hale getirilir ve “Through all” ikonu seçilir ve kademeli deliğimiz oluşturulur. Böylece parçanın katı modellenmesi sona ermiş olur



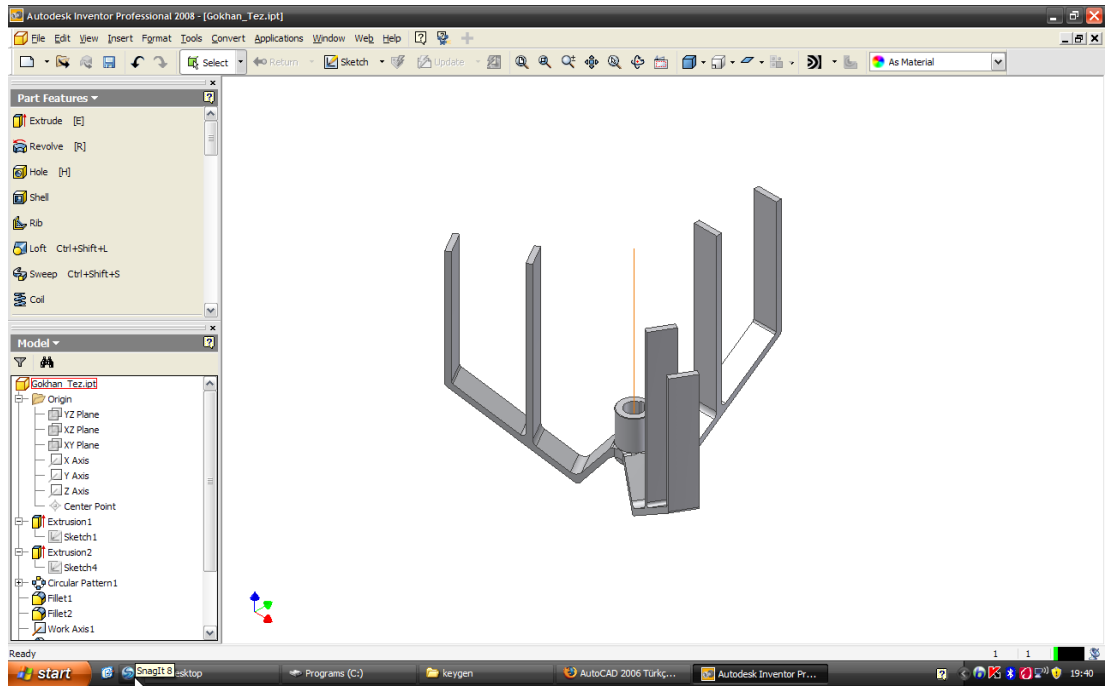
Şekil 2.5 Hareketli mikser karıştırıcı kolu

2.2 Modelde Yapılan Değişiklikler

Projeye ait modelde analiz sonucu görülen gerilme dağılımı temel alınarak modelde bir takım revizyonlara gidilmiştir. Autodesk Inventor Professional 2008'in özelliğinden dolayı modeli tekrar çizmeye gerek yoktur. Program kendi içinde her adımı kaydetmiştir böylece yenilenme yapılacak bölümlerin kaydedildiği yerler açılarak gerekli değişiklikler yapılır. Gerilme değerlerini azaltmak için yapılan ilk değişiklikler şunlardır:

- Mil yatağı dış çapı 64 mm'den 68 mm'ye
- Gerilmenin yüksek olduğu bölgelerde köşe kavisleri 6 mm'den 15 mm'ye
- Pallerin derinliği 50 mm'den 55 mm'ye çıkarılmıştır.

Yapılan değişiklikler sonucu Şekil 2.6'daki gibi bir model ortaya çıkmıştır.

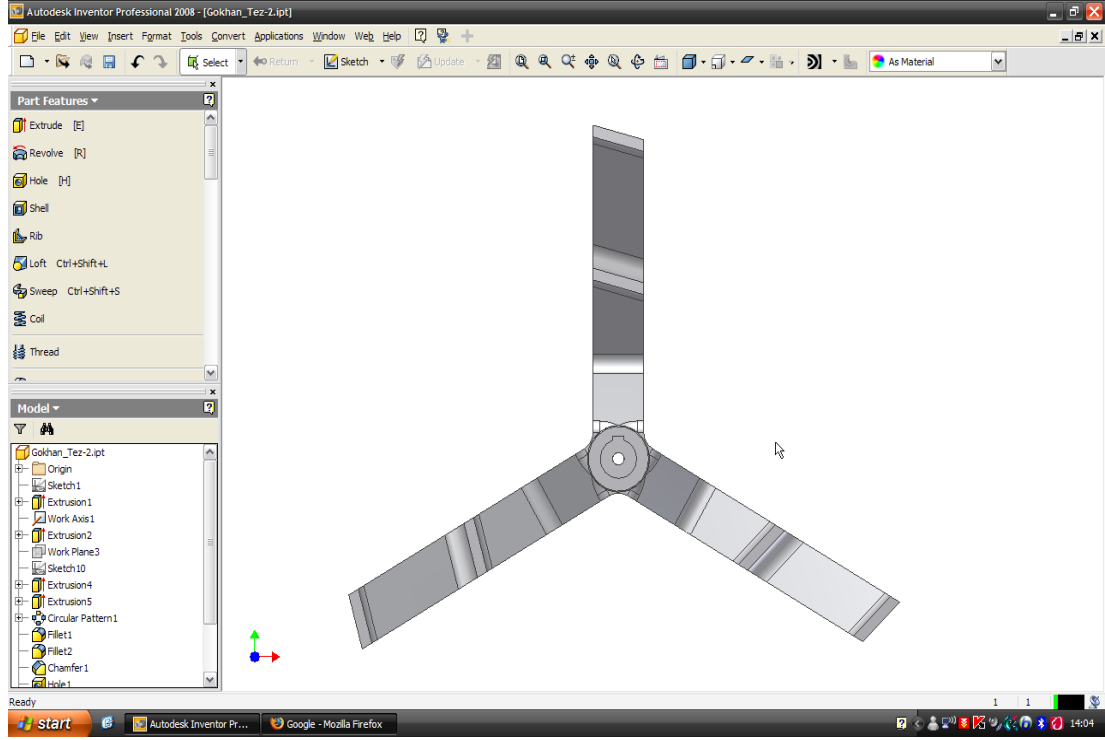


Şekil 2.6 Düz pallere sahip karıştırıcı kol modeli.

Bir sonraki aşamada düz olan pallere çeşitli açılar verilerek daha efektif bir karıştırma yüzeyi elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu hedef doğrultusunda daha önce yenilenme yaparak elde edilen model üzerinden yola çıkılarak şu değişiklikler yapılmıştır:

- Pallere sırasıyla 5°-10°-15°'lik açılar verilmiştir.
- Tüm köşe kavisleri 15 mm'ye çıkarılmıştır.

Yapılan parametre değişiklikleri sonucunda elde edilen model şekil 2.7'deki gibidir.



Şekil 2.7 Açılı pallere sahip karıştırıcı kol modeli.

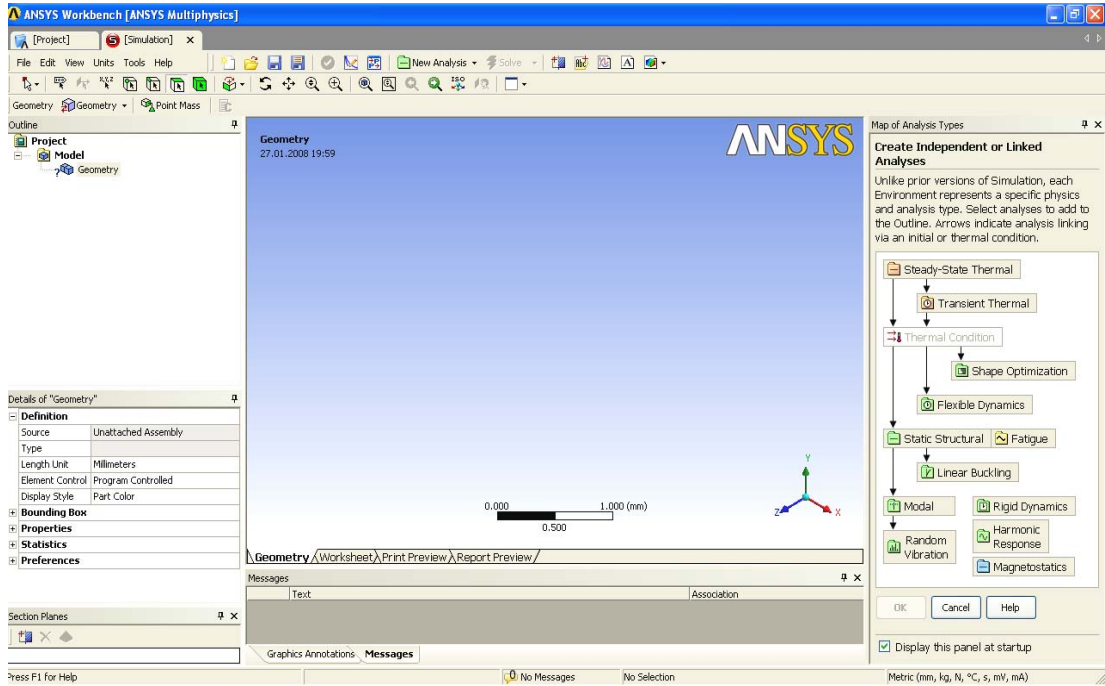
Son olarak tüm modellerde pallerin et kalınlığı 16 mm'den önce 14 mm'ye daha sonra 12 mm'ye düşürülmüş ve daha sonra Ansys'te incelenmek üzere kaydedilmiştir.

BÖLÜM ÜÇ

ANSYS 11.0 İLE GERİLME ANALİZİ

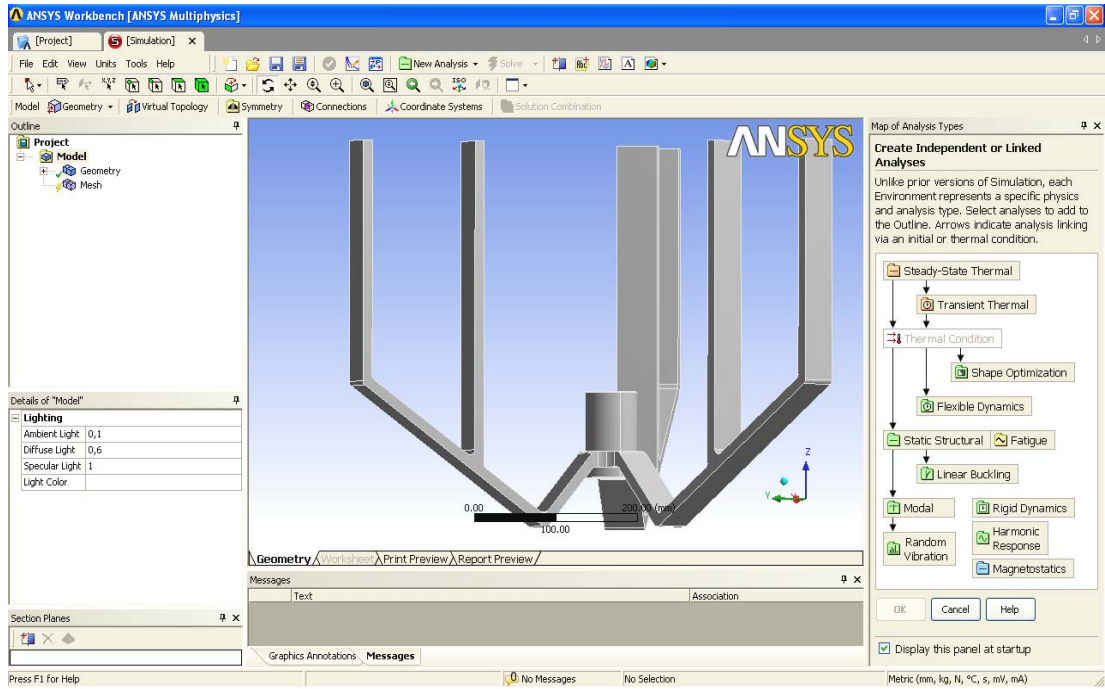
3.1 Modellerin Ansys'e Aktarılması

Hareketli mikser karıştırıcısı Autodesk Inventor Professional 2008 programında çeşitli şekillerde tasarlanıp modellenmiş ve sonra modeller IGES formatında kaydedilmiştir. Bu dosya türü tüm çizim ve analiz programlarında kullanılabilen ortak bir dosya türüdür ve bu dosya türünde kaydedilen dosyalar Ansys programına kolaylıkla aktarılabilir.



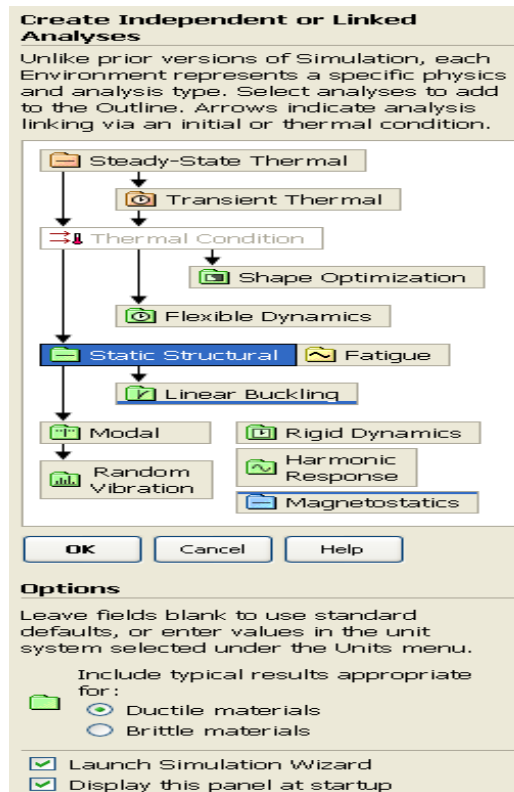
Şekil 3.1 Ansys 11.0 Workbench.

Modelin Ansys aktarılması için sol üst köşedeki Geometry seçilir. Açılan alt pencereden “From File” seçilerek model bulunduğu dosyadan Ansys'e aktarılır ve Şekil 3.2'deki gibi model ekranda görülür.



Şekil 3.2 Ansys 11.0 model aktarılması.

3.2 Analiz Tipinin Tanımlanması



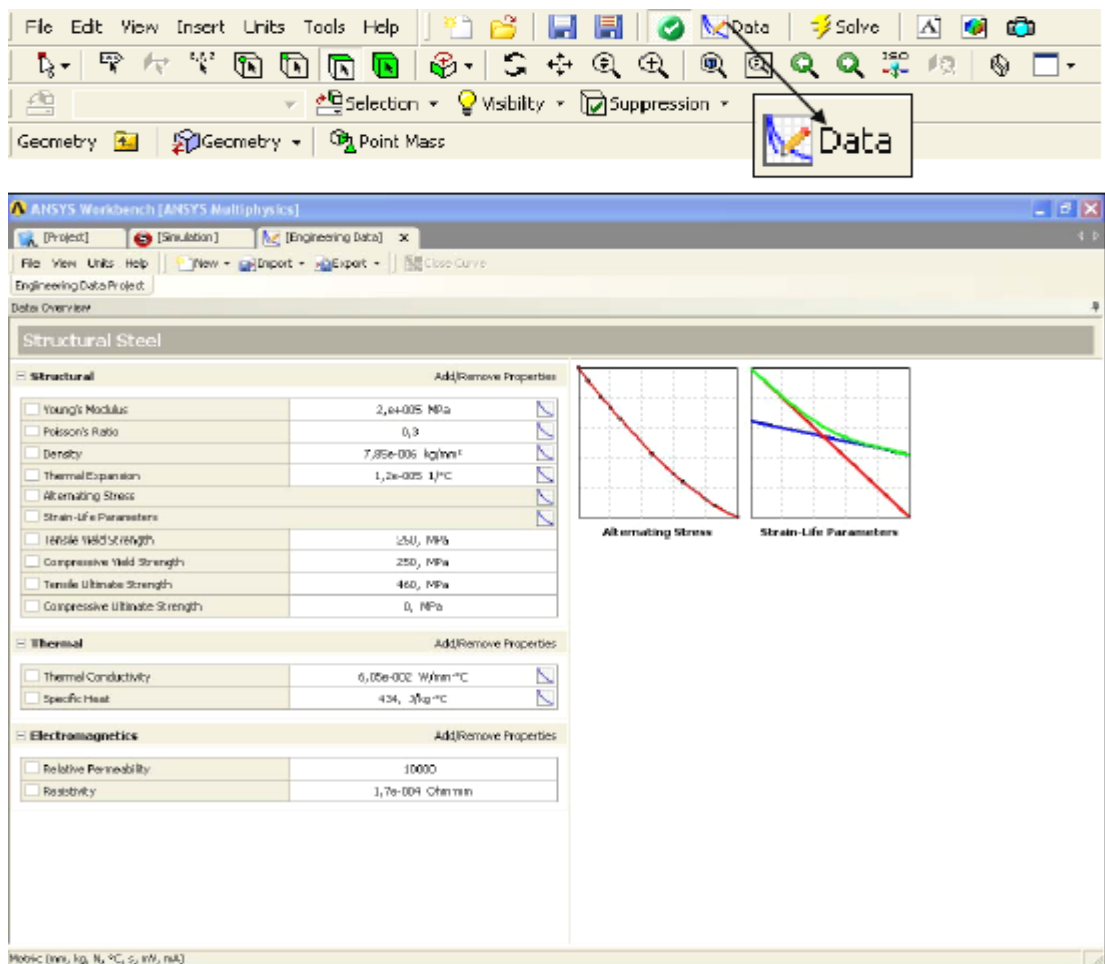
Şekil 3.3 Analiz tipinin belirlenmesi.

Ansys programı açıldıktan sonra sağ köşede açılan pencerede yapılacak olan analize göre uygun olan maddeler seçilir. Bu projede yapılacak olan analize göre Structural seçilir. Seçenekler belirlendikten sonra OK komutuna basılarak işlem tamamlanır.

3.3 Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması

Analiz tipinin belirlenmesi ve modelin Ansys ortamına aktarılmasından sonraki aşama malzeme özelliklerinin tanımlanmasıdır. Ansys 11.0'da bazı malzemelerin özellikleri tanımlanmıştır. Listeden bu malzemelerden uygun olanlar seçilebilir.

Malzeme özelliklerinin girmek için ilk önce ekranın orta üst kısmında yer alan "Data" seçilir ve malzeme özelliklerini gireceğimiz "Engineering Data" bölümü açılır.



Şekil 3.4 Malzeme özelliklerinin belirlenmesi.

Bu projede analizleri yapılacak olan malzemelerin tamamı St 52'den yapılmıştır ve malzeme özellikleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 St-52 malzeme özellikleri.

Özellikler	Değer
Bası Akma Gerilmesi	250 MPa
Yoğunluk	7.85e-6 kg/mm ³
Poisson Oranı	0.3
Çeki Akma Gerilmesi	250 MPa
Kopma Gerilmesi	460 MPa
Young Modülü	200,000 MPa

3.4 Kuvvetlerin Uygulanması

Malzeme özelliklerinin belirlenmesinden sonraki aşama kuvvetlerin uygulanmasıdır. Uygulanacak olan kuvvet karıştırılan malzemenin miktarı, özellikleri ya da dönme hareketine ters yönde etkiyen sürtünme kuvvetleri yerine motorun karşılayabileceği maximum kayma gerilmesi üzerinden hesaplanmıştır. (Timoshenko, 1940)

$$P = \text{Motor gücü} = 3 \text{ KW} = 3000 \text{ joule/saniye}$$

$$N = \text{Devir} = 75 \text{ devir/dakika} = 1,25 \text{ devir/saniye} = 2,5 \pi$$

$$T = \text{Tork} = P / N = 3000 / 2,5 \pi = 381,97 \text{ N.m (motorun 75 d/d da ürettiği tork)}$$

$$\begin{aligned} \tau &= [T \times 10^3 \times r_1] / [\frac{1}{2} \pi (r_1^4 - r_2^4)] \\ &= [381,97 \times 10^3 \times 32] / [\frac{1}{2} \pi \times (32^4 - 20^4)] \\ &= 8,76 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Daha önce motorun iletebileceği toplam torku hesaplamıştık. 3 adet palemiz bulunduğu için her bir pale gelebilecek tork miktarı ortalama olarak 127,32 N.m'dir. Buradan yola çıkarak mm²'ye düşen basıncı hesap edeceğiz.

$$T = P \times (A_3 \times r_3) + P \times (A_4 \times r_4) + P \times (A_5 \times r_5) + P \times (A_6 \times r_6)$$

$$A_3 = 12 \times 286,3 = 3435,6 \text{ mm}^2$$

$$A_4 = 12 \times 383 = 4596 \text{ mm}^2$$

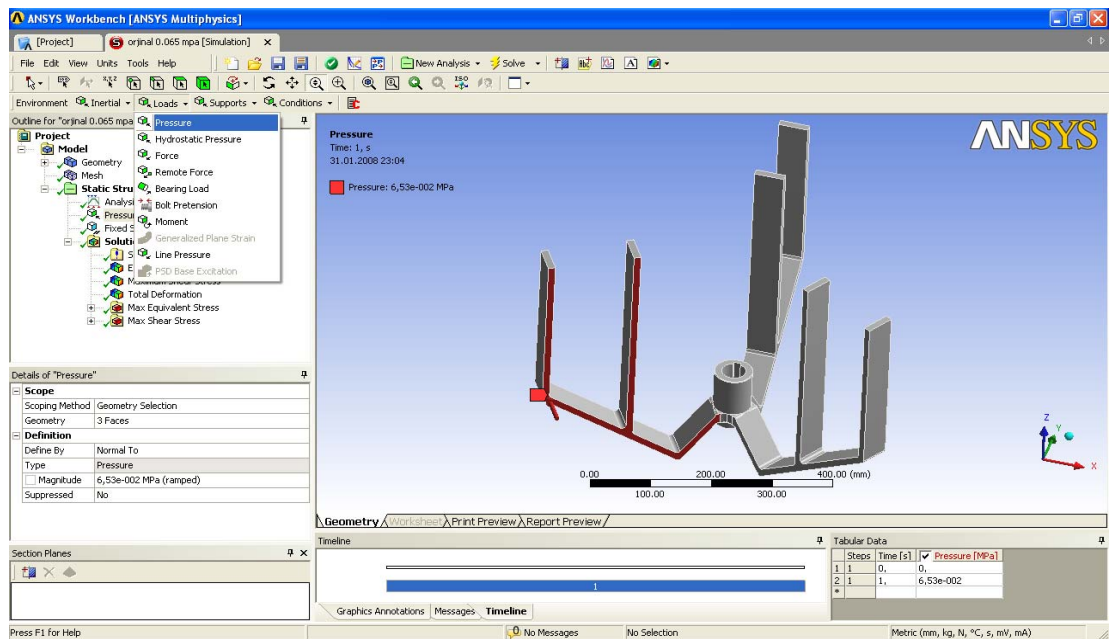
$$A_5 = 12 \times 304 = 3648 \text{ mm}^2$$

$$A_6 = 12 \times 63,5 = 762 \text{ mm}^2$$

$$127,32 \times 10^3 = P \times (3435,6 \times 326) + P \times (4596 \times 180,5) + P \times (3648 \times 199,4) + P \times (762 \times 40,8)$$

$$P = 0.047 \text{ Mpa}$$

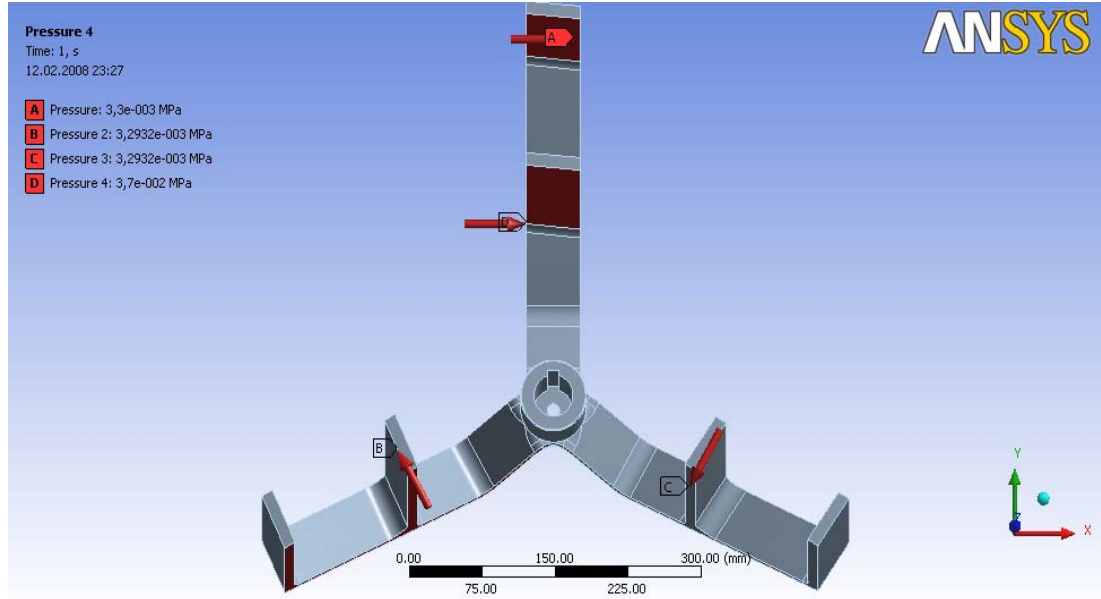
Palet yüzeyine uygulanacak basınç hesaplandıktan sonra bunların Ansys'de modellere uygulanmasına sıra gelmiştir. Ansys'de modellere kuvvet uygulamak için menülerden "Insert" seçilir, daha sonra açılan menülerden, "Structural Load" ve "Pressure" seçilerek, basınç uygulamak için kullanacağımız menü sol alt köşede açılır. Bu açılan menüden "Geometry" seçilerek basınç uygulanacak yüzeyler belirlenir. Bu işlem bittikten sonra Magnitude kısmına belirlenen birime uygun şekilde basınç değeri girilir.



Şekil 3.5 Düz pal formuna sahip modele kuvvet uygulanması

Düz pal formu için kullandığımız aynı basınç uygulama yöntemini açılı form içinde kullanabiliriz. Fakat bu modellerde açıdan dolayı uygulama alan sayısı artacaktır. Şekil 3.6’da açılı pal formuna basınç uygulanmasına bir örnek verilmiştir.

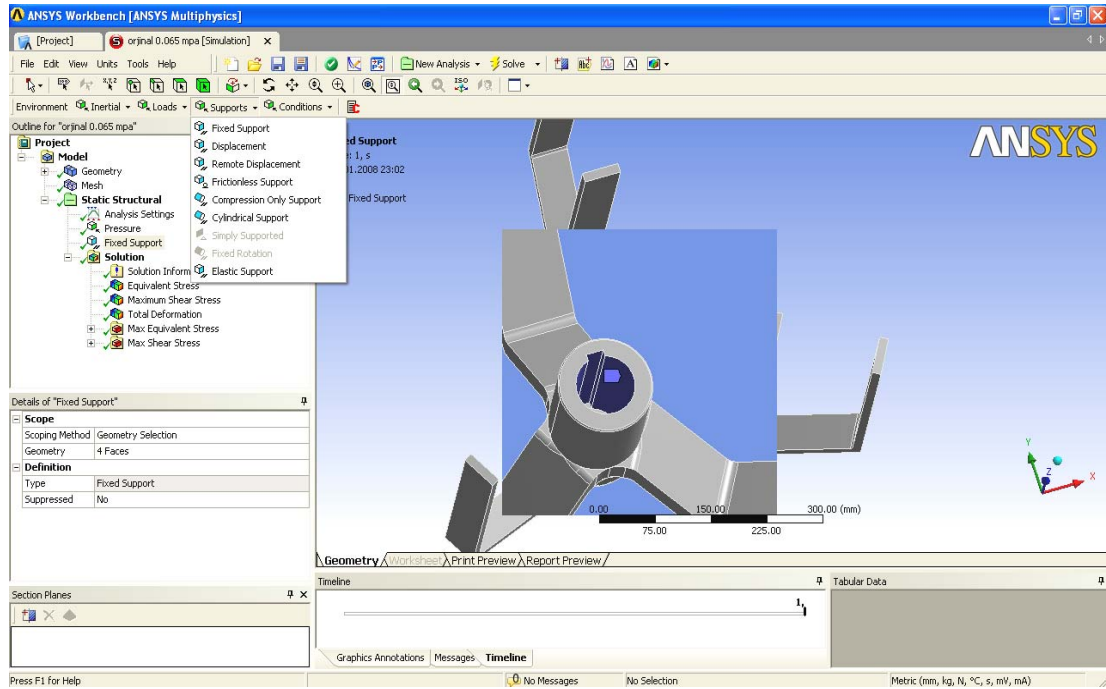
Şekil 3.6’da 5° lik açığa ve 12 mm’lik et kalınlığına sahip model ele alınmıştır, fakat tüm açılı pal formuna sahip modellerde aynı görüntü ortaya çıkacağı için başka şekil ile gösterime ihtiyaç duyulmamıştır.



Şekil 3.6 Açılı pal formuna sahip modele kuvvet uygulaması

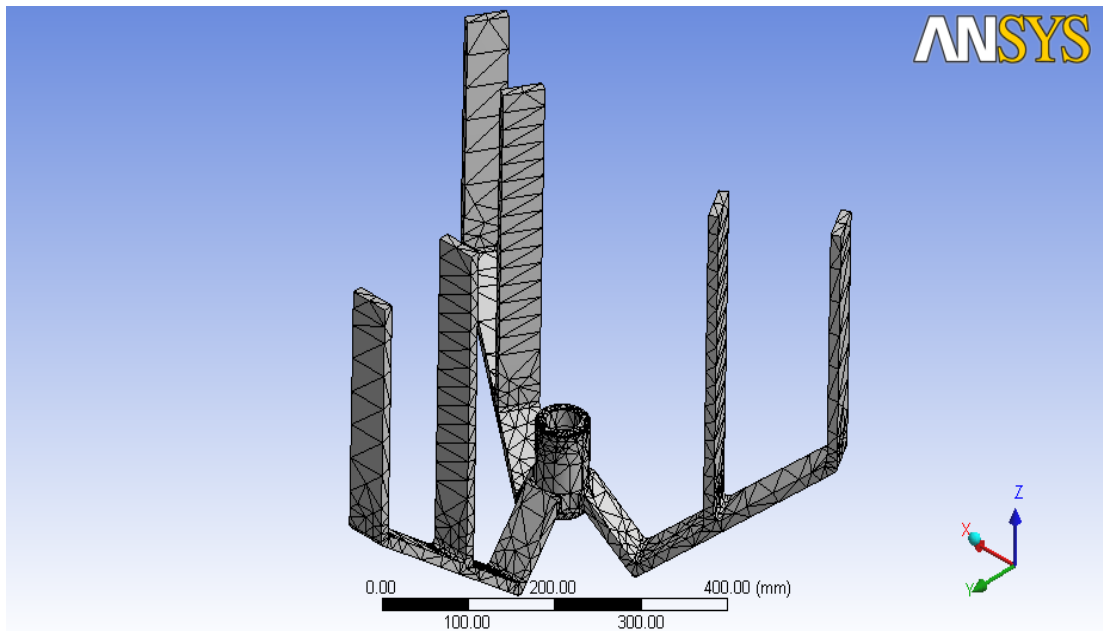
3.5 Mesnetlerin Belirlenmesi ve Mesh

Modelle kuvvetlerin uygulanmasından sonra son işlem mesnet noktalarının belirlenmesidir. Modellenen parça yatak kısmının tamamından sabitlenmiştir. Çünkü göbek-mil bağlantısı sıkı geçme olarak yapılmıştır. Fakat bu birleşmenin sıkı geçme yerine sürmeli geçme olarak meydana geldiğini varsayarsak, nasıl sonuçlar meydana geleceğini görmek açısından orijinal model ile ayrıca bir analiz yapılmış sonuçlar değerlendirme kısmında verilmiştir. Ansys de modellerde sabit noktaları belirlemek için menülerden “Support” seçilir, daha sonra açılan menülerden “Fixed Support” seçilerek sabit noktaları belirlemek kullanacağımız menü sol alt köşede açılır. Bu açılan menüde “Geometry” seçilerek basınç uygulanacak yüzeyler belirlenir ve Apply tuşuna basılarak işlem sonlandırılır.



Şekil 3.7 Mesnet yerinin gösterilmesi

Bu işlemin bitmesinden sonra artık sadece modelin çözümünün yapılması için Solve tuşuna basmak gerekir. Bu tuşa basılmasıyla girilen tüm değerlere ve modelin yapısına göre analiz işlemi gerçekleştirilir. Bu analizin yapılmasında Meshle ilgili hiçbir ayar yapılmamıştır.



Şekil 3.8 Model mesh

BÖLÜM DÖRT

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

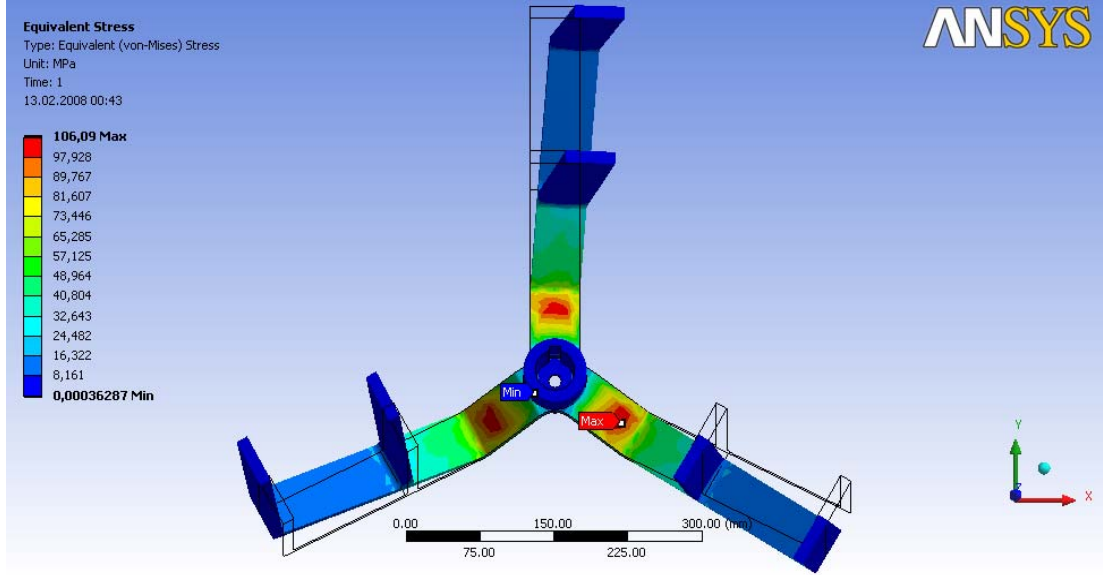
4.1 Analiz Sonuçları

Autodesk Inventor Professional 2008’de yaptığımız modeller daha sonra Ansys 11.0 aktarılmış ve farklı geometrideki her model için ayrı ayrı analiz yapılmıştır. Temelde iki farklı modelimiz mevcuttur ki bunlar; düz pallere sahip karıştırıcı ve açılı pallere sahip karıştırıcıdır. Fakat daha sonra yaptığımız yapısal değişiklikler sonucunda; et kalınlıkları değiştirilmesi, farklı pal açıları kullanılması, köşe kavislerinin ve pal derinliklerinin değiştirilmesi ile toplamda 15 ayrı model elde edilmiş ve incelenmiştir.

Burada oluşturulan modellerde gerilme yığılmaları ve maksimum deformasyonlar aynı grup modellerde aynı noktalarda meydana geldiğinden dolayı, sonuçlar verilirken düz pallere sahip model, revizyondan geçirilmiş düz pallere sahip model ve açılı pallere sahip modellerden sadece 12 mm et kalınlığına sahip olanların şekilleri verilmiştir. Farklı et kalınlığı ve açılardaki meydana gelen gerilme ve deformasyon değerleri, tablolar halinde ilişkili oldukları modelin altındadır.

Çalışmamızda mil-göbek bağlantısı sıkı geçme şeklindedir ve parçanın mesnetlenmesi bu doğrultuda yapılmıştır. Fakat mil-göbek bağlantısının farklı şekilde yapılması sonucunda gerilme ve deformasyonların nasıl değişeceğine dair bir karşılaştırma yapmak için, ilk tasarladığımız modeli kullanarak sürme geçme bağlantısı varsayımından hareketle 1 model daha oluşturulup yeni bir analiz daha yapılmıştır.

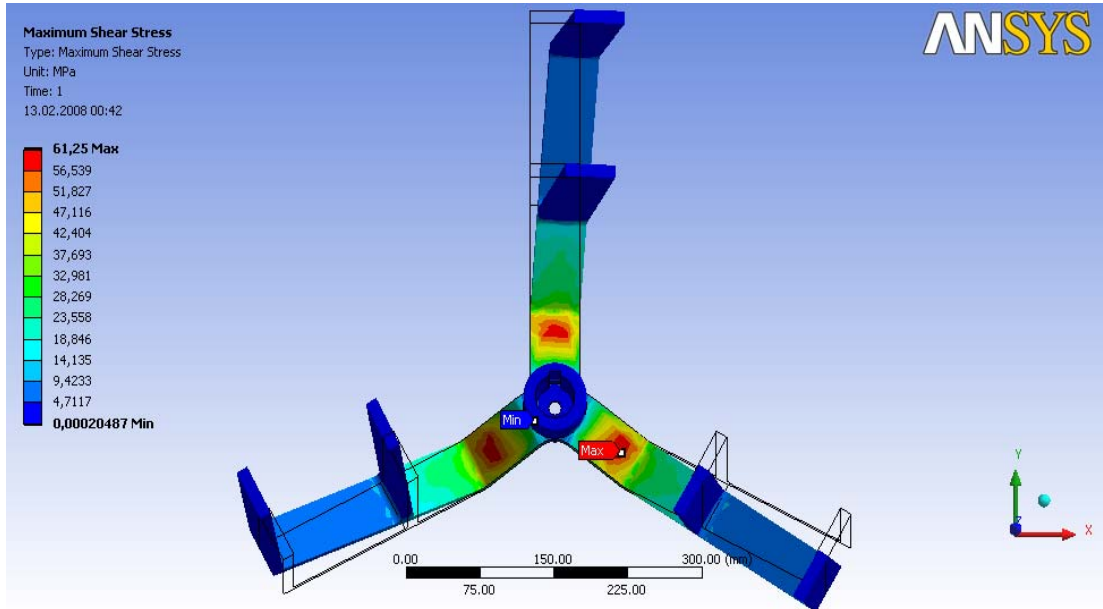
4.1.1 Sıkı Geçmeli Modeller



Şekil 4.1 Equivalent Stress - Düz pal formuna sahip 12 mm et kalınlığındaki model.

Tablo 4.1 Farklı et kalınlıkları için Von-Mises gerilme değerleri.

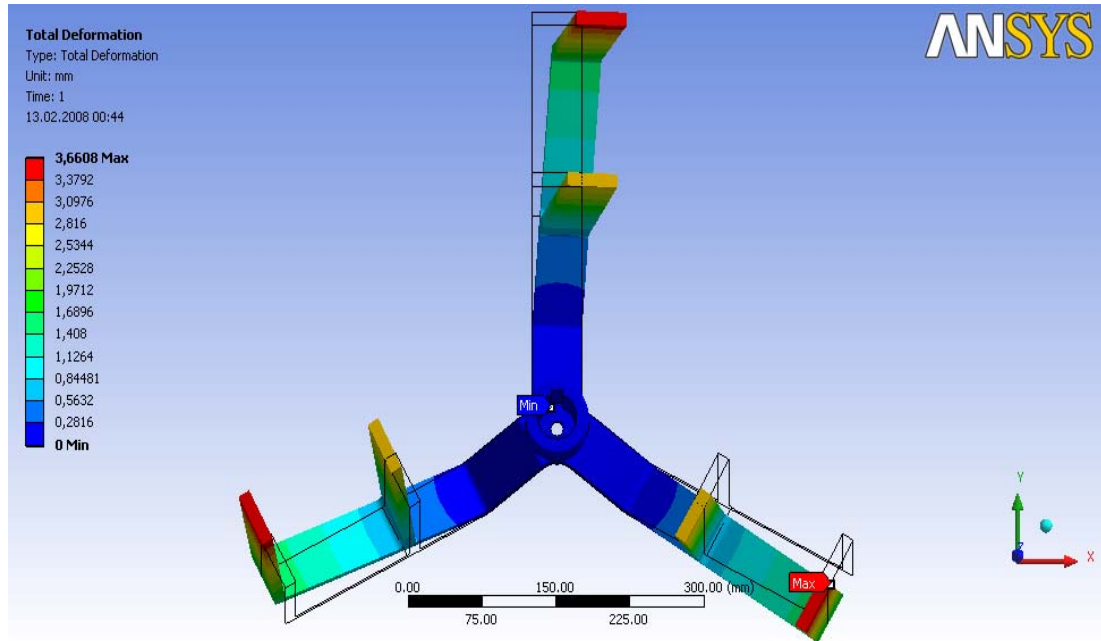
Et Kalınlığı (mm)	16	14
Equivalent Stress (MPa)	136.7	118.8



Şekil 4.2 Max. shear stress - Düz pal formuna sahip 12 mm et kalınlığındaki model.

Tablo 4.2 Farklı et kalınlıkları için kayma gerilmesi değerleri.

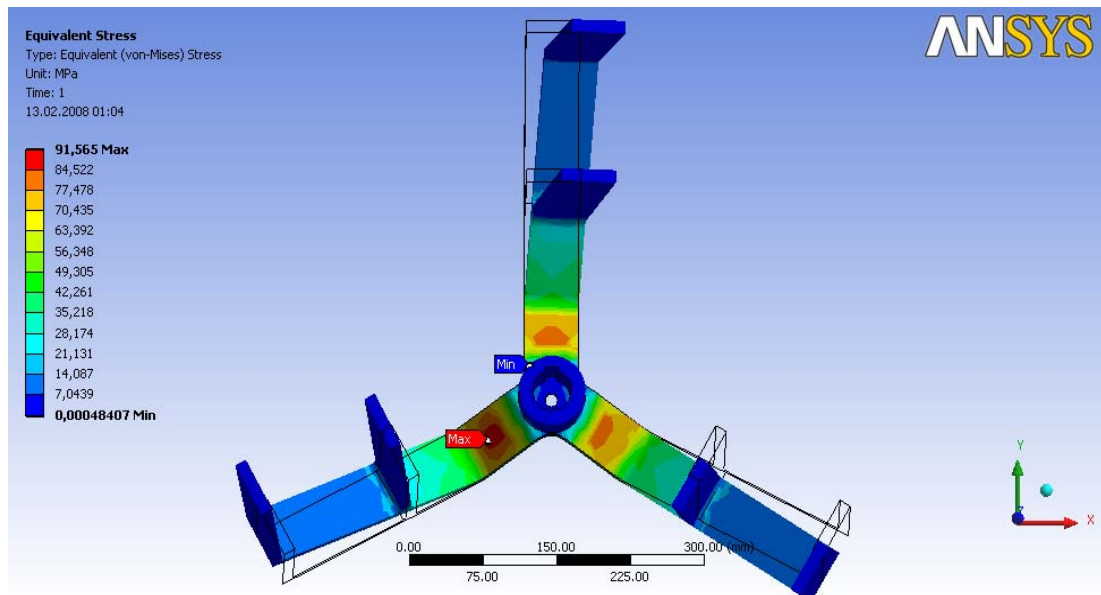
Et Kalınlığı (mm)	16	14
Max. Shear Stress (MPa)	77.5	61.7



Şekil 4.3 Toplam deformasyon - Düz pal formuna sahip 12 mm et kalınlığındaki model.

Tablo 4.3 Farklı et kalınlıkları için deformasyon değerleri.

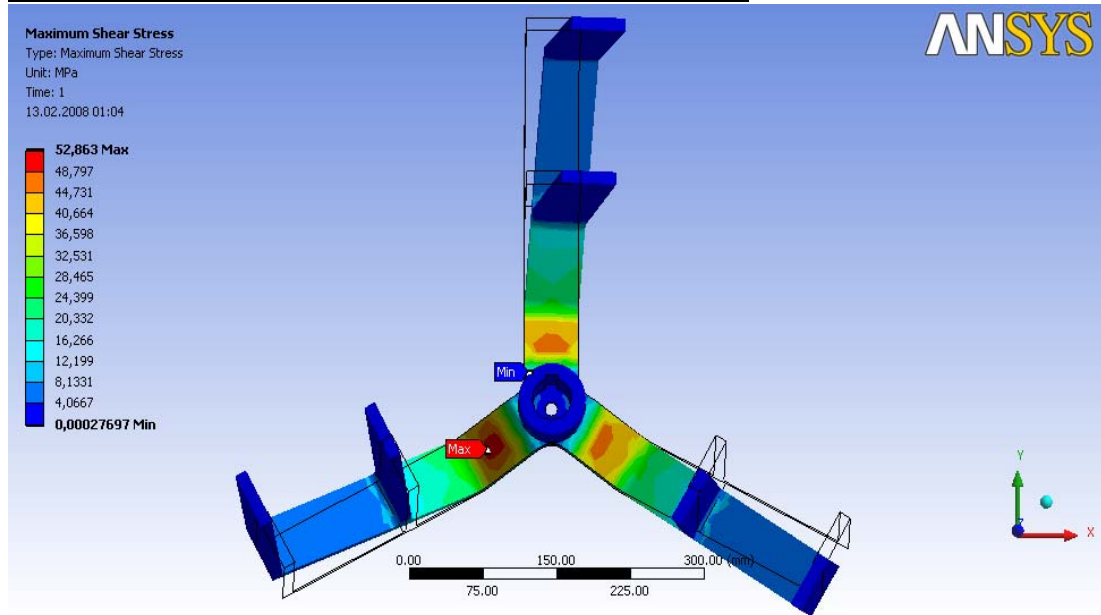
Et Kalınlığı (mm)	16	14
Deformasyon (mm)	4.6	4.1



Şekil 4.4 Equivalent Stress - Düz pal formuna sahip 12 mm et kalınlığındaki iyileştirilmiş model.

Tablo 4.4 Farklı et kalınları için Von-Mises gerilme değerleri.

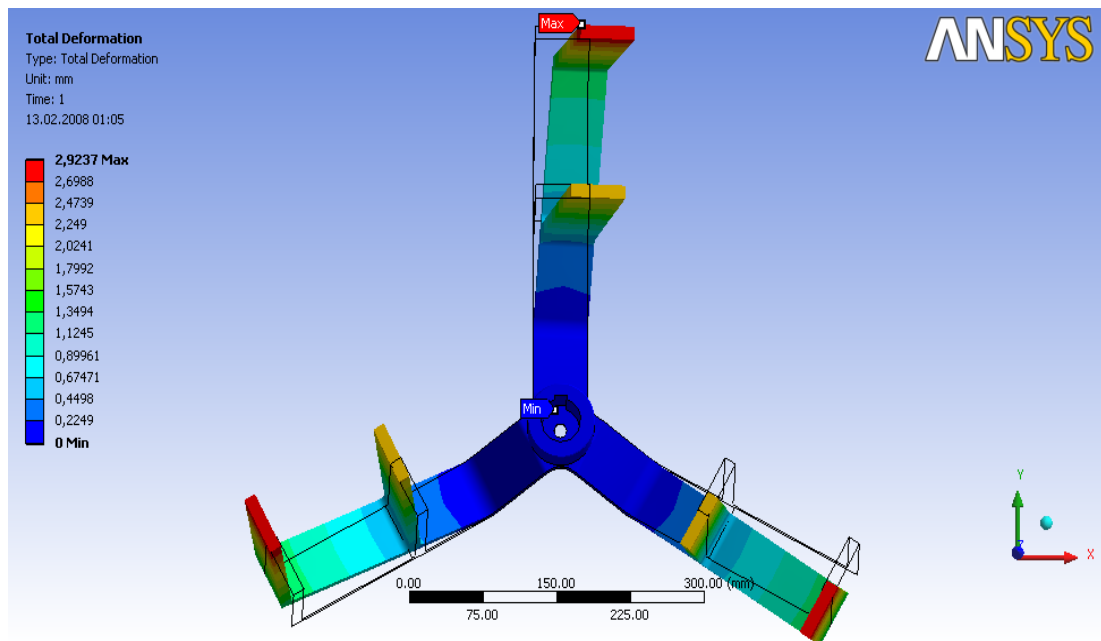
Et Kalınlığı (mm)	16	14
Equivalent Stress (MPa)	117.9	102.4



Şekil 4.5 Max. shear stress - Düz pal formuna sahip 12 mm et kalınlığındaki iyileştirilmiş model.

Tablo 4.5 Farklı et kalınlıkları için kayma gerilme değerleri.

Et Kalınlığı (mm)	16	14
Max. Shear Stress (MPa)	68.1	59.1

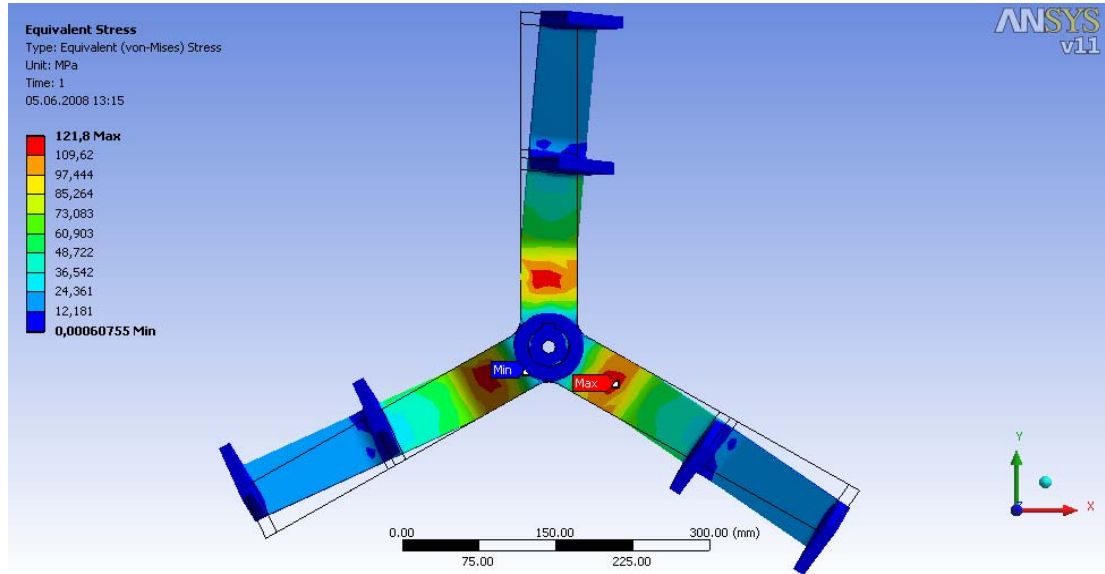


Şekil 4.6 Toplam deformasyon - Düz pal formuna sahip 12 mm et kalınlığındaki iyileştirilmiş model.

Tablo 4.6 Farklı et kalınlıkları için deformasyon değerleri.

Et Kalınlığı (mm)	16	14
---------------------------	----	----

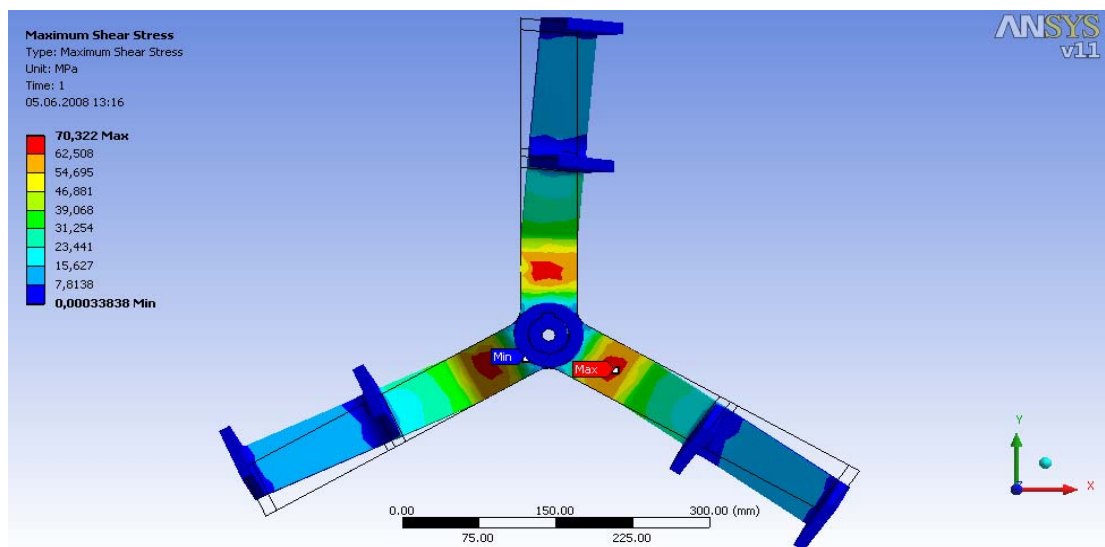
Deformasyon (mm)	3.7	3.3
-------------------------	-----	-----



Şekil 4.7 Equivalent Stress - 5° açılı pal formuna sahip 12 mm et kalınlığındaki model.

Tablo 4.7 Farklı pal açıları ve et kalınlıkları için Von-Mises gerilme değerleri.

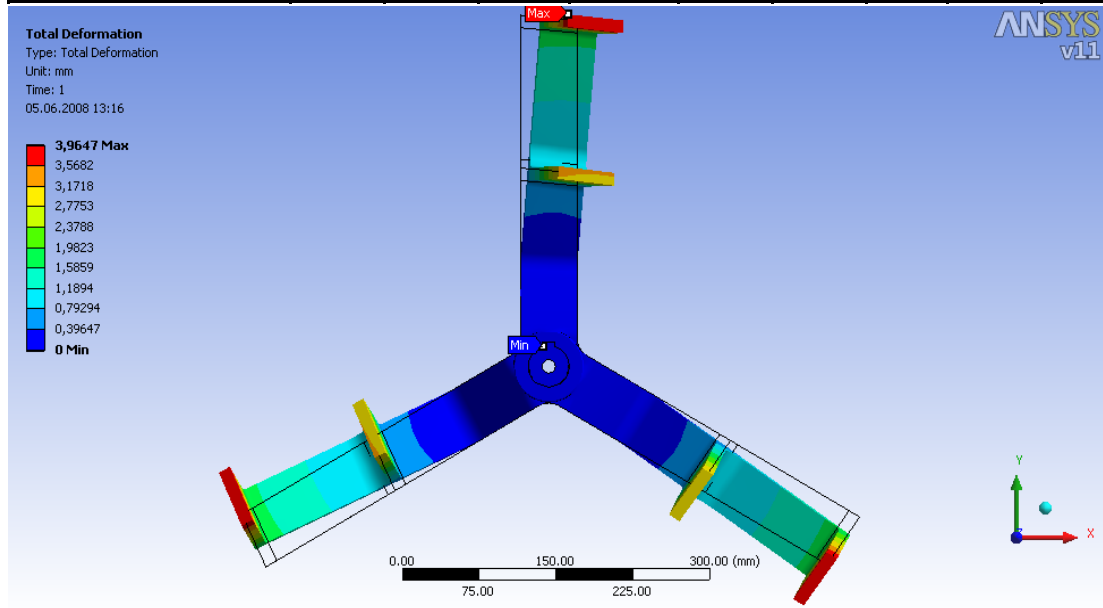
Et Kal. (mm)	16			14			12		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Eq. Stress (MPa)	146.9	176.1	204.9	132.6	166.2	190.4	121.8	151.4	177.4



Şekil 4.8 Max. shear stress - 5° açılı pal formuna sahip 12 mm et kalınlığındaki model.

Tablo 4.8 Farklı pal açıları ve et kalınlıkları için kayma gerilme değerleri.

Et Kal. (mm)	16			14			12		
Pal Açısı (der.)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Max. Sh. St. (MPa)	84.9	101.7	118.4	76.6	95.9	109.9	70.3	87.4	102.4

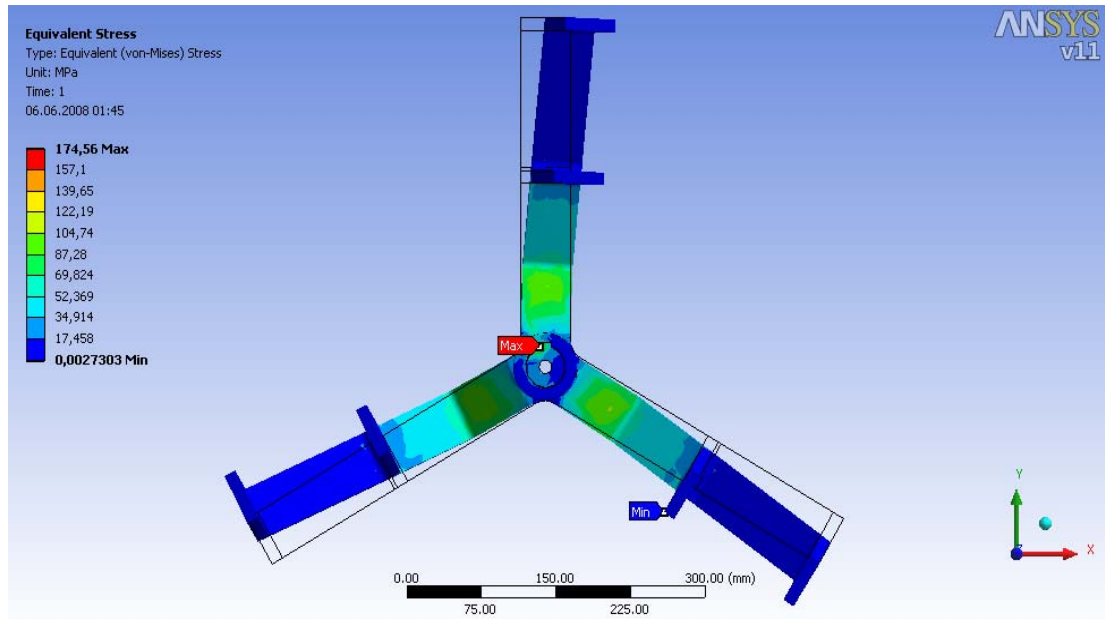


Şekil 4.9 Toplam deformasyon - 5° açılı pal formuna sahip 12 mm et kalınlığındaki model.

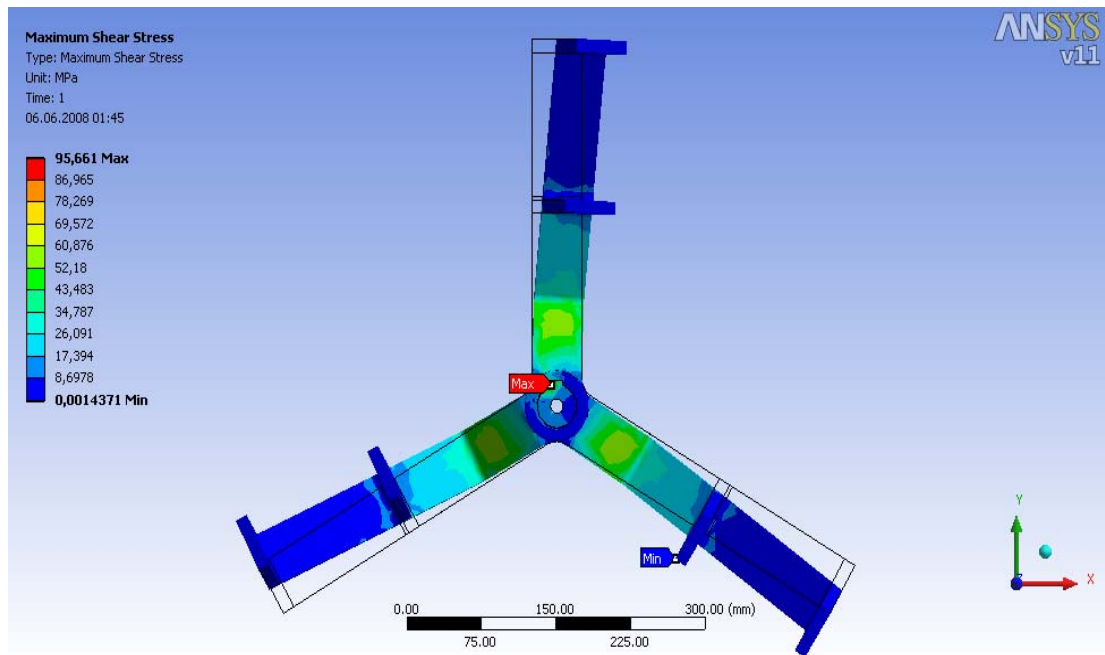
Tablo 4.9 Farklı modeller için deformasyon değerleri.

Et Kalınlığı (mm)	16			14			12		
Pal Açısı (derece)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Deformasyon (mm)	4.7	5.8	6.7	4.3	5.47	6.3	3.9	5.1	5.9

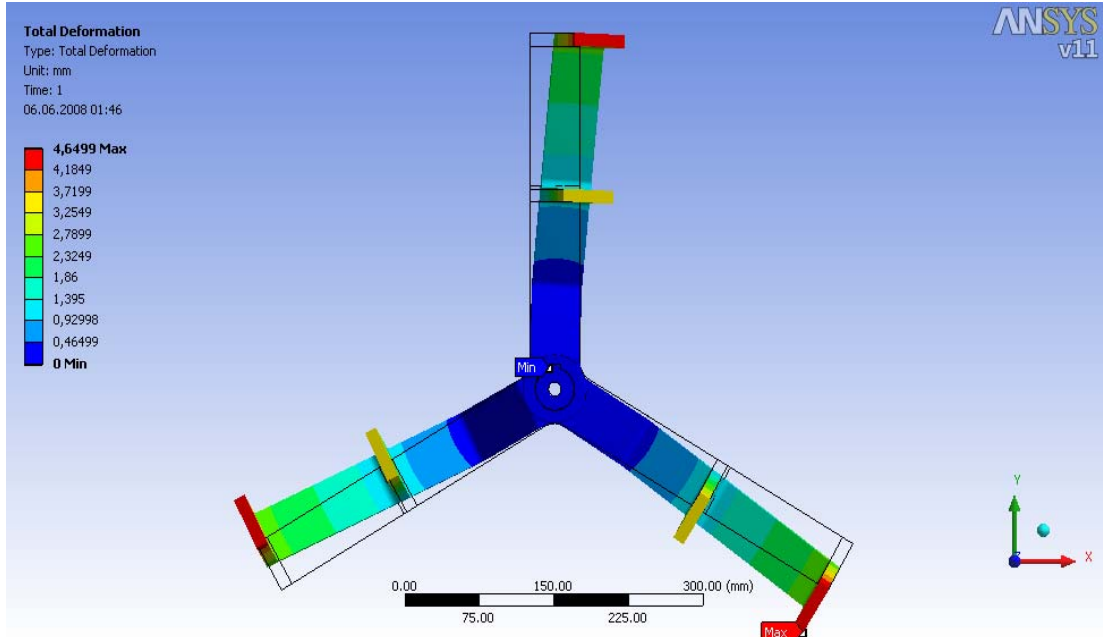
4.1.2 Sürmeli Geçmeli Model



Şekil 4.10 Equivalent Stress - Düz pal formuna sahip 12 mm et kalnlığındaki model.



Şekil 4.11 Max. shear stress - Düz pal formuna sahip 12 mm et kalnlığındaki model.



Şekil 4.12 Toplam deformasyon - Düz pal formuna sahip 12 mm et kalınlığındaki model.

4.2 Sonuç ve Değerlendirme

Çalışmamız sabit basınç altında modelde yapılan küçük yapısal değişimlerin nasıl sonuçlar vereceği üzerinde durulmuştur. Bu sebepten dolayı ana model üzerinde modelin dayanımını artırması düşünülen bir takım değişikliklere gidilmiş ve Ansys 11.0' da gerilme ve deformasyon analizleri yapılmıştır. Analizlerde kaynak bölgelerine yakın kısımlarda gerilmelerin yığıldığı gözlemlenmiştir. Bu durum üzerine gerilme yığılması olan bölgelerdeki köşe kavisleri ve aynı zamanda da pallerin derinliği artırılmıştır. Sonuç olarak, köşe kavislerinin artırılması ile gerilme değerlerinde belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Ayrıca pallerin derinliğinin artırılması ile hem gerilme hemde toplam deformasyonda azalma görülmüştür.

Et kalınlığının gerilmeler üzerine nasıl bir etkisi olacağını değerlendirilmesi için modellerin 12–14 mm et kalınlığı için ayrıca tasarımı yapılmıştır. Uygulanan basınç değerinin motor gücüne bağlı olması kıstasından yola çıkılmış ve bunun sonucunda uygulanan basınç değeri sabitlenmiştir. 12–14 et kalınlığına sahip modellerde,

kariştirilan malzeme ile temas eden yuzyey daha az olduğundan dolayı gerilmelerde ve deformasyon değerlerinde azalma görülmüştür.

Bir sonraki aşamada ise daha etkin bir kariştırma sağlamak amacıyla pallere sırasıyla sırasıyla 5°-10°-15°'lik açılar verilmiştir. Elde edilen modellerin analizi sonucu görülmüştür ki parça üzerinde oluşan gerime değerleri aı ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Bunun sebebi ise parçanın yine basınca maruz kalan yuzyey alan artışının olması olarak açıklanabilir. Dolayısıyla açılı bir pal formuna sahip model üretmek hem üretim açısından maliyetli olacak hem de model üzerinde daha çok gerilmeye sebep olarak parçanın ömrünü azaltacaktır.

Son olarak mil-göbek bağlantı farklılıklarının nasıl bir sonuç doğuracağına dair inceleme yapılmıştır. Bunun için normalde sıkı geçme olarak tasarlanan ve tüm yuzyeyleri mesnetlenen göbeğin, sürme geçme mil-göbek bağlantısı olarak tasarlanması ile tek bir yuzyeyden mesnetlenmesi sonucu ortaya çıkan sonuçlar incelendiğinde maksimum gerilmenin kaynak bölgelerine yakın olan noktalarda değil kama kanalında meydana geldiği ve gerilme ve deformasyon değerlerinin oldukça arttığı gözlenmiştir.

Yapılan analizlerin sonuçlarını incelediğimizde sıkı geçme mil-göbek bağlantısına, yapısal yenilemelere ve ince pal formuna sahip modellerin diğer modellere göre gerilme dağılımı ve değerleri bakımından daha iyi sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır. Kariştırma etkinliğinin sağlanması bakımından pallerin genişliği belirli bir değere kadar indirildi ayrıca açılı pal formuna sahip modelde gerilme ve deformasyon değerlerinin oldukça yüksek olduğu görüldü. Dolayısıyla hareketli mikserin kariştırma kolu için en uygun modelin "iyileştirilmiş 12 mm pal genişliğine sahip model" olduğu sonucuna varıldı.

KAYNAKÇA

- Arpaçay, S. (2006). *Çimento karıştırıcı paletinde gerilme analizi*. Bitirme projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği, İzmir.
- Castagnetti D. ve Dragoni E. (2007). *Standard Finite Element Techniques For Efficient Stress Analysis Of Adhesive Joints*. Yüksek Lisans Tezi. Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria, Università di Modena e Reggio Emilia, Modena.
<http://www.sciencedirect.com/>
- Dilli A. (2006). *Catia V5 Programı İle İzotropik ve Anizotropik Malzemeden Yapılmış Makine Elemanlarında Gerilme Analizi*. Yüksek lisans tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Doğan, M. (2006). *Paslanmaz Çeliklerin Köşe Kaynaklı Birleştirmelerinde Gerilme Analizi*. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Göksenli A. ve Eryürek B. (2008). *Failure Analysis Of An Elevator Drive Shaft*. Bitirme projesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği, İstanbul.
- Karıştırıcılar, Mayıs 17, http://www.baharmuhendislik.com/urunler/detay_6.htm.
- I-Cheng, Y. (2006). Computer-Aided Design For Optimum Concrete Mixtures. *Cement and Concrete Composites*, 29, 193–202, Aralık 27, 2006.
<http://www.sciencedirect.com/>
- Oysu C. (2006). *Finite Element And Boundary Element Contact Stress Analysis With Remeshing Technique*. Bitirme Projesi. Kocaeli Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği, Kocaeli.
- Timoshenko, S. (1940). *Strength of Materials* (2.baskı). New York: Van Nostrand Company.

Vullo V. ve Vivio F. (2007). *Elastic Stress Analysis Of Non-Linear Variable Thickness Rotating Disks Subjected To Thermal Load And Having Variable Density Along The Radius*. Bitirme projesi. Department of Mechanical Engineering, University of Roma, Roma.

<http://www.sciencedirect.com/>

Xi F. ve Qin Z. (1998). An Integrated Approach For Design And Analysis Fluid Mixer. *Computer-Aided Design*, 30, 1037–1045, Mayıs 12, 1999.

<http://www.sciencedirect.com/>