

**ÜLKEMİZDE İMAL EDİLEN BAZI EKİM
MAKİNALARINDA KULLANILAN
TOHUM HÜCRELERİNİN İMALAT
YÖNTEMLERİNE DAYALI TARIMSAL VE
MALZEME KARAKTERİSTİKLERİNİN
ORTAYA ÇIKARILMASI**

Z.Serkan ÖZVARDARLI

**Yüksek Lisans Tezi
Tarım Makinaları Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Bülent EKER**

2012

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÜLKEMİZDE İMAL EDİLEN BAZI EKİM MAKİNALARINDA
KULLANILAN TOHUM HÜCRELERİNİN İMALAT YÖNTEMLERİNE
DAYALI TARIMSAL VE MALZEME KARAKTERİSTİKLERİNİN
ORTAYA ÇIKARILMASI**

Z.Serkan ÖZVARDARLI

TARIM MAKİNALARI ANABİLİMDALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Bülent EKER

TEKİRDAĞ 2012
Her Hakkı Saklıdır

Prof. Dr. Bülent EKER danışmanlığında, Zihni Serkan ÖZVARDARLI tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tarım Makinaları Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

İmza:

Üye: Prof. Dr. Bülent EKER (Danışman)

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Nurşen ÖNTÜRK

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÜLKEMİZDE İMAL EDİLEN BAZI EKİM MAKİNALARINDA KULLANILAN TOHUM HÜCRELERİNİN İMALAT YÖNTEMLERİNE DAYALI TARIMSAL VE MALZEME KARAKTERİSTİKLERİNİN ORTAYA ÇIKARILMASI

Zihni Serkan ÖZVARDARLI

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Makinaları Anabilim dalı

DANIŞMAN: Prof. Dr. Bülent EKER

Endüstriyel alanda kullanılan plastik malzemeler her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır. Plastik malzemelerin tarım makinalarında kullanılması da üretici kuruluşlar tarafından oldukça önemlidir. Ekim makinalarında tohum hücresi olarak adlandırılan parçanın üretimi aşamalarında plastik enjeksiyon kalıplarının imalatı ve malzeme seçimi, ürün kalitesi ve maliyetini etkilemektedir. Bu çalışma, farklı malzemelerden imal edilmiş tohum hücreleri numuneleri arasındaki üretim farklılıkları ve bilgisayar destekli tasarım programı kullanılarak yapılan statik analiz ve sonuçlarını ele almıştır.

Bu çalışmada %30 Cam elyaf takviyeli Naylon 6 malzemedен ve Poli Oksi Metilen (POM) malzemedен üretilmiş tohum hücreleri numuneleri kullanılmıştır.

Araştırma sonucunda, kalıp çekirdeklerinin üretimlerinde uygulanan imalat usüllerindeki farklılıklar ile tohum hücrelerine bilgisayar ortamında uygulanan statik analiz sonucunda görsel ve analitik farklılıklar belirtilmiştir

Anahtar Kelimeler: Malzeme, Plastik kalıplar, Tohum hücresi, Statik analiz

2012, 65 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINING THE MATERIAL CHARACTERISTICS AND AGRICULTURAL CHARACTERISTICS OF GERM CELLS THAT ARE USED IN SOME SOWING MACHINES PRODUCED IN OUR COUNTRY

Z.Serkan ÖZVARDARLI

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Instruments and Equipments

Supervisor: Prof. Dr. Bülent EKER

Plastic materials used in industrial applications gain importance every passing day. Use of plastic materials in agricultural machinery sector is rather important for producers. In the production phase of germ cell, which is a part of sowing machines, manufacturing of plastic injection mold and selection of materials affect both the product quality and the product cost. In this study, germ samples made of different materials have been compared by their production differences. Computer Aided Design (CAD) program has been used to analyse the differences.

In this study, germ cell samples, that are made of acetal (POM) and germ cell samples, that are made of 30% glass-fibre reinforced nylon 6, have been used.

As a result of this study, the differences between manufacturing processes of mold design have been indicated and also the analytic and visual differences of germ cell samples have been determined and discussed by using computer based static analysis.

Keywords: Material, Plastic molds, Germ Cell, Static Analyse

2012, pages 65

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

CAD	Computer Aided Design-Bilgisayar Destekli Tasarım
CAM	Computer Aided Manufacturing -Bilgisayar Destekli İmalat
Cm	Santimetre
MPa	Megapaskal
CNC	Computer Numerical Control
CT N6	Cam Elyaf Takviyeli Naylon 6
EDM	Elektrical Discharge Machining-Elektro Erozyon Makinesi
GPa	Gigapaskal
Gr	Gram
IGES	Bilgisayarda Dosya Kayıt Türü
Max.	Maximum
Min.	Minimum
Mm	Milimetre
N	Newton
NC	Nümerik Kontrol
POM	Poli Oksi Metilen
PVC	Polivinil klorür
Ures	Toplam yer değiştirme
VON	Von mises gerilimi
°C	Santigrad derece

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1. 1. Tezin Amacı, Önemi ve Kapsamı.....	2
2. KURAMSAL TEMELLER	4
2. 1. Malzeme Bilimi	4
2. 2. Plastik Malzemeler	4
2. 2. 1. Termoplastikler.....	5
2. 2. 2. Termosetler	5
2. 2. 3. Elastomerler.....	6
2. 3. Plastik Malzemelerin Tarım Makinalarında Kullanılması	6
2. 3. 1. Plastik malzemelerin mekanik özellikleri.....	6
2. 3. 2. Plastik malzemelerin korozyotif özellikleri.....	8
2. 3. 3. Plastik malzemelerin ağırlık azaltıcı özellikleri	9
2. 3. 4. Plastik malzemelerin imalat özellikleri	9
2. 4. Enjeksiyon Kalıp Üretiminde Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat	11
3. MATERYAL VE METOD	13
3. 1. Materyal.....	13
3. 1. 1. Araştırmada Kullanılan Kalıp Çekirdekleri Malzemeleri	14
3. 1. 2. Plastik Kalıpların Üretiminde Kullanılan Tezgahlar	14
3. 1. 3. Plastik Enjeksiyon Kalıp Makineleri.....	16
3. 1. 3. 1. Enjeksiyon Ünitesi.....	17
3. 1. 3. 2. Plastik kalıplarda mal alma ve kurutma	19
3. 1. 5. Araştırmada Kullanılan CAD-CAM Programları ve Özellikleri.....	23
3. 2. Metod.....	25
3. 2. 1. A Ürünü Kalıp Yarımalarının CAD Data Oluşumu.....	25
3. 2. 2. B Ürünü Kalıp Yarımalarının CAD Data Oluşumu	29

3. 2. 3. Katı Model Olarak Tasarlanan Kalıp Yarımının Üretiminde Uygulanan Talaşlı İmalat Yöntemleri.....	34
3. 2. 4. Tohum Hücrelerinin Enjeksiyon Makinalarında Üretilmesi	35
3. 2. 5. Uygulanan Testler ve Analizler	36
3. 2. 5. 1. CosmosXpress Programında Uygun Malzemelerin Seçimi	39
3. 2. 5. 2. CosmosXpress Programında Her İki Ürünün Sabit Yüzeylerinin ve Yük Uygulanacak Bölgelerinin Seçimi	42
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE ÖNERİLER.....	47
4. 1. Sonuçlar	47
4. 1. 1. Ürün İmalatı Sonuçları	47
4. 1. 2. Ürünler Uygulanan Testlerin Sonuçları	47
4. 1. 2. 1. Görsel Sonuçlar	47
4. 1. 2. 2. Analitik Sonuçlar	51
4. 2. Öneriler	57
4. 2. 1. Üretim aşamasında Yapılabilecek Değişiklikler	57
4. 2. 2. Analiz Sonuçlarının Anlamı	57
4. 2. 2. 1. Birinci Uygulama Yüzeyi Analiz Sonucunun Değerlendirilmesi	57
4. 2. 2. 2. İkinci Uygulama Yüzeyi Analiz Sonucunun Değerlendirilmesi	59
4. 2. 2. 3. Üçüncü Uygulama Yüzeyi Analiz Sonucunun Değerlendirilmesi	60
4. 2. 3. Ürünler Üzerindeki Max. Yer Değişikliğinin Değerlendirilmesi	60
KAYNAKLAR.....	62
TEŞEKKÜR.....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	65

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1 Elektro-erozyon Tezgâhının Kısımları	16
Şekil 3. 2 Şematik Enjeksiyon Ünitesi	16
Şekil 3. 3 Enjeksiyon makinesi, enjeksiyon ünitesi görünümü	17
Şekil 3. 4 Enjeksiyon İşleminin en genel anlamda şematik gösterimi	19
Şekil 3. 5 Kalıp elemanları	21
Şekil 3. 6 Kalıp elemanları şematik gösterimi.....	22
Şekil 3. 7 A Ürünü için kalıptan çıkacak olan CAD data çizimi.....	25
Şekil 3. 8 Açık yerlerin yüzey modelleme ile kapatılması.	26
Şekil 3. 9 Uygun kalıp çekirdeklerinin hazırlanması için cad datanın cimatron E9. 0 programına IGES formatında kaydedilmesi.....	27
Şekil 3. 10 Kalıp çekirdeğinin oluşturulması	28
Şekil 3. 11 Yüzey olarak oluşan kalıp yarımlarının kontrolü.....	28
Şekil 3. 12 Dişi kalıp yarımı.....	29
Şekil 3. 13 Erkek kalıp yarımı	29
Şekil 3. 14 B Ürünü için kalıptan çıkacak olan CAD data çizimi	29
Şekil 3. 15 Açık yerlerin yüzey modelleme ile kapatılması.....	30
Şekil 3. 16 Uygun kalıp çekirdeklerinin hazırlanması için cad datanın cimatron E9. 0 programına iges formatında kaydedilmesi	31
Şekil 3. 17 Kalıp çekirdeğinin oluşturulması	32
Şekil 3. 18 Yüzey olarak oluşan kalıp yarımlarının ve maçaların kontrolü	33
Şekil 3. 19 Kalıp yarımları	33
Şekil 3. 20 Maçalar.....	34
Şekil 3. 21 İmalatı yapılan kalıp yarımları ve maçaların kalıp setine montajı	34
Şekil 3. 22 A ürününün kalıptan çıkarılmak üzere imal edilen tasarımı	36
Şekil 3. 23 A ürünü için analizlerin yapıldığı montajlı tasarım.....	37
Şekil 3. 24 B ürünü için analizlerin yapıldığı tasarım	38
Şekil 3. 25 Malzeme ile ilgili genel bilgiler sekmesi	40
Şekil 3. 26 Fiziksel değerlerin girilmesi.....	41
Şekil 3. 27 Malzeme materyalinin n6ctp30 olarak atanması.....	41
Şekil 3. 28 A. Ürünü POM Seçimi	42
Şekil 3. 29 B. Ürünü %30 CT N6 Seçimi.....	42
Şekil 3. 30 Sabitlenen bölgeler	42

Şekil 3. 31 A ve B Ürünü İçin Uygulanan yük 250 N.....	43
Şekil 3. 32 A. Ürünü 1. Uyg. Yük Bölgesi.....	43
Şekil 3. 33 B. Ürünü 1. Uyg. Yük Bölgesi.....	43
Şekil 3. 34 A. Ürünü 2. Uyg. Yük Bölgesi.....	43
Şekil 3. 35 B. Ürünü 2. Uyg. Yük Bölgesi.....	43
Şekil 3. 36 A. Ürünü 3. Uyg. Yük Bölgesi.....	44
Şekil 3. 37 B. Ürünü 3. Uyg. Yük Bölgesi.....	44
Şekil 3. 38 Modeldeki gerilim dağılımının seçimi.....	44
Şekil 3. 39 Modeldeki Yer değiştirme seçimi.....	45
Şekil 3. 40 Modeldeki deformasyon (şekil değişikliği) seçimi.....	45
Şekil 3. 41 Raporun html olarak oluşturulması seçimi.....	46
Şekil 4. 1 A. Ürünü 1. Bölge Gerilim Analizi.....	48
Şekil 4. 2 B. Ürünü 1. Bölge Gerilim Analizi.....	48
Şekil 4. 3 A. Ürünü 2. Bölge Gerilim Analizi.....	48
Şekil 4. 4 B. Ürünü 2. Bölge Gerilim Analizi.....	48
Şekil 4. 5 A. Ürünü 3. Bölge Gerilim Analizi.....	48
Şekil 4. 6 B. Ürünü 3. Bölge Gerilim Analizi.....	48
Şekil 4. 7 A. Ürünü 1. bölge yer değiştirme.....	49
Şekil 4. 8 B. Ürünü 1. bölge Yer değiştirme.....	49
Şekil 4. 9 A. Ürünü 2. bölge Yer değiştirme.....	49
Şekil 4. 10 B. Ürünü 2. bölgeYer değiştirme.....	49
Şekil 4. 11 A. Ürünü 3. bölge Yer değiştirme.....	49
Şekil 4. 12 B. Ürünü 3. bölge Yer değiştirme.....	49
Şekil 4. 13 A. ürünü 1. Bölge şekil değişikliği.....	50
Şekil 4. 14 B. ürünün 1. Bölge şekil değişikliği.....	50
Şekil 4. 15 A. ürünü 2. Bölge şekil değişikliği.....	50
Şekil 4. 16 B. ürünü 2. Bölge şekil değişikliği.....	50
Şekil 4. 17 A. ürünü 3. Bölge şekil değişikliği.....	51
Şekil 4. 18 B. ürünün 3. Bölge şekil değişikliği.....	51
Şekil 4. 19 POM malzeme kritik bölgesi.....	58
Şekil 4. 20 %30 CT N6 malzeme kritik bölgesi.....	58
Şekil 4. 21 POM malzeme et kalınlığı.....	58
Şekil 4. 22 %30 CT N6 malzeme et kalınlığı.....	58
Şekil 4. 23 POM malzeme kritik bölge mesafesi.....	59

Şekil 4. 24 %30 CT N6 malzeme kritik bölge mesafesi.....	59
Şekil 4. 25 POM malzeme kritik bölgeleri	59
Şekil 4. 26 %30 CT N6 malzeme kritik bölgeleri	59
Şekil 4. 27 POM malzeme kritik bölge mesafesi	60
Şekil 4. 28 %30 CT N6 malzeme kritik bölge mesafesi.....	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3. 1: %30 CT Naylon 6 ve POM Malzemelerin Mekanik Özellikleri(Anonymous 2011).....	13
Çizelge 3. 2 Enjeksiyon işleminde plastik malzemelere uygulanan ısılar.....	36
Çizelge 4. 1 A Ürünü için 1. bölgeden uygulanan yük altındaki gerilim değerleri.....	51
Çizelge 4. 2 B Ürünü için 1. bölgeden uygulanan yük altındaki gerilim değerler	52
Çizelge 4. 3 A Ürünü için 2. bölgeden uygulanan yük altındaki gerilim değerleri.....	52
Çizelge 4. 4 B Ürünü için 2. bölgeden uygulanan yük altındaki gerilim değerleri.....	53
Çizelge 4. 5 A. Ürünü için 3. bölgeden uygulanan yük altındaki gerilim değerleri.....	53
Çizelge 4. 6 B. Ürünü için 3. bölgeden uygulanan yük altındaki gerilim değerleri.....	54
Çizelge 4. 7 A. Ürünü için 1. bölgeden uygulanan yük altındaki yer değiştirme değerleri	54
Çizelge 4. 8 B. Ürünü için 1. bölgeden uygulanan yük altındaki yer değiştirme değerleri	55
Çizelge 4. 9 A. Ürünü için 2. bölgeden uygulanan yük altındaki yer değiştirme değerleri	55
Çizelge 4. 10 B. Ürünü için 2. bölgeden uygulanan yük altındaki yer değiştirme değerleri....	55
Çizelge 4. 11 A. Ürünü için 3. bölgeden uygulanan yük altındaki yer değiştirme değerleri ...	56
Çizelge 4. 12 B. Ürünü için 3. bölgeden uygulanan yük altındaki yer değiştirme değerleri....	56
Çizelge 4. 13 Malzemelerin akma gerilimi ve farklı yüzeylerden uygulanan yüklerde oluşan kritik gerilim değerleri (Anonymous 2011.).....	57
Çizelge 4. 14 A ve B Ürününün Et Kalınlıkları ve farklı yüzeylerden uygulanan yüklerde oluşan max. yer değiştirmeler.	61

1. GİRİŞ

Doğada yaşayan insan topluluklarına gıda, korunma ve giyim için gerekli hammaddeleri sağlayan bir sanayi olarak tanımlanan tarıma makinanın girmesi, köklü bir takım değişmelere neden olmaktadır. Makina, işleri kolaylaştırdığı gibi, süre bakımından da önemli kazançlar sağlamaktadır. Bunun sonucunda tarım kesiminde çalışanların yeni üretim tekniklerini uygulama ve sosyal yaşamlarında olumlu değişiklikler gözlenebilmektedir.

Tarımsal mekanizasyon deyimini geniş kapsamlı bir deyim olup, tarımsal alanda gerekli işlerin mekanik vasıtalarla yapılması anlamına gelmektedir. Mekanizasyonda asıl amaç, tarım tekniği ile ilkel tarım düzeyindeki tarımsal işletmeleri, ileri tarım düzeyine ulaştırmak ve ülkeyi endüstri düzeyine kaydırmaktır.

Mekanizasyonda başlangıçtan günümüze doğru sürekli dinamik bir gelişme vardır. Makinanın kullanım alanı ile ilişkisi, iş kalitesi, ekonomik kullanımı ve ömrü, emniyet özellikleri ve çevre ilişkileri önemlidir (Ülger ve ark. 1996).

Tarımsal mekanizasyonda kullanılan makinalar oldukça fazladır. Bu makinalar arasında ekim makinaları büyük önem taşır.

Ülkemizde ilk ekim makinasının 1911 yılında Edirne' de Rauf Paşa ve Tokat' ta Bekir Sami Paşa çiftliklerinde kullanıldığı söylenmektedir. (Ülger ve ark. 1996).

1960 yılına kadar çoğunlukla dış alımla sağlanan ekim makinaları, tarım makinaları sanayindeki gelişmeye paralel olarak, öz kaynaklarımızca yapılmaya başlanılmıştır. (Ülger ve ark. 1996).

Üretilen tüm ekim makinelerinin en önemli parçasını ekici düzenler oluşturur. Ekici düzenler, sandık içindeki tohumları belli miktarlarda alır ve tohum borusuna bırakırlar. Ekici düzenlerin en önemli parçalarından biri de tohum hücreleridir.

Tohum hücresinin görevi, boruya doğru akan tohumlara belirli bir yön vermektir (Önal 1995).

Günümüzde tohum hücresi, plastik enjeksiyon kalıpcılığı yöntemiyle üretilmektedir. Üretim aşamasında malzemelerin seçimi oldukça önemlidir.

Kalıp tasarımı yapacak kişilerin, plastik kalıplarının yapımında kullanılan temel malzemeler hakkında geniş bilgiye ve geçmişte bu konuya uğraş vermiş kişilerin olması gerekmektedir. Bununla birlikte, gelişmekte olan teknolojik bilgilere bağlı kalarak değişik cinsteki malzeme ve uygulama alanlarını takip etmek zorundadır. Bu bilgilerin ışığı altında

yapılan kalıp tasarımı ve kalıbın hatasız çalışması, kalıplanan parçanın ekonomik ve kalıp ömrünün uzun olması başlıca amaçlardan bir kaçıdır.

Kullanma yeri ve özelliklerine göre kalıplar sert ağaçtan, alçıdan, kurşun, pirinç, bakır, çelik ve çelik alaşımlarından yapılmaktadır. Üretim sayısı ve parçanın özelliklerine göre kalıp malzemesi, kalıp tasarımını yapan kişi tarafından belirlenir (Uzun ve Erişkin 1984).

Kalıp üretiminde kullanılan işleme yöntemleri ürün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Nümerik kontrollü tezgahlar sayesinde kalıpların talaşlı imalatının hassas olarak yapılması sağlanmaktadır.

İmalat endüstrisinde kullanılan metaller ve alaşımlarından yapılan ürünlerin, ekonomik olarak işlenmesi için endüstrideki takım tezgahlarının verimli şekilde kullanılması gereklidir. Talaş kaldırma işleminde araştırma ihtiyacı, birbiriyle değiştirilebilir üretim için, parçanın boyutsal olarak doğru, hassas ve oldukça yakın toleransta parçaların üretilmesi gerekliliğinden kaynaklanmaktadır (Şahin 1997).

Enjeksiyon ile üretim aşamasında plastik malzemelerin seçimi, enjeksiyon öncesi neminin alınması ve enjeksiyon yapılırken uygulanan ısı farklılıkları üretimi etkileyen hususlardandır.

Günümüzde Plastik kalıp tasarımları bilgisayar ortamında yapılmaktadır. Bilgisayar ortamında yapılan tasarımlar önceleri aylar sürerken, şimdilerde günlerle ifade edilen zamanlarda tamamlanmaktadır. Tasarımı yapılan parçaların üretime uygunluğu ve düşük maliyetlerle üretilebilmeleri rekabet ortamının da en büyük beklentisidir (Erkmen 2007).

1. 1. Tezin Amacı, Önemi ve Kapsamı

Ekim makinalarında kullanılan tohum hücrelerinin imalatında, enjeksiyon kalıplarının incelenmesi, üretim safhalarındaki imalat usüllerinin belirlenmesi, bununla birlikte farklı malzemelerden üretilmiş ürünlerin imalattaki farklılıkları ve geometrik farklılıklarının yanı sıra ürünlere bilgisayar ortamında uygulanan statik analiz sonucunda görsel, yapısal ve analitik sonuçlarının incelenmesi araştırmanın amacını oluşturmuştur.

Endüstriyel alanda kullanılan plastik malzemeler gün geçtikçe önemini artırmaktadır. Plastik malzemelerin tarım makinalarında kullanılması da üretici kuruluşlar tarafından oldukça önemlidir. Ekim makinalarında tohum hücresi olarak kullanılan parçanın üretimi aşamalarında plastik enjeksiyon kalıplarının imalatı ve malzeme seçimi, ürün kalitesini ve maliyetini etkilemektedir. Bundan dolayı kalıpcılık tekniğinin geliştirilmesi ve uygun malzemenin seçimi önem kazanmıştır.

Bu araştırma, malzemeleri ve geometrileri farklı tohum hücreleri numunelerinin imalat usüllerini, Computer Aided Design-Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) programındaki tasarımlarını, kalıp tasarımı aşamalarını ve analiz programı kullanılarak değişik bölgelerden yükler uygulamak suretiyle meydana gelen gerilim ve deformasyon değerlerinin karşılaştırılması ve yorumlanmasını kapsamaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2. 1. Malzeme Bilimi

Malzemeler kendilerinden bir şeyler oluşturulan veya yapılan maddelerdir. Uygarlığın başlangıcından beri malzemeler enerji ile birlikte insanın yaşama standardını yükseltmek için kullanılmıştır.

Malzemelerin üretilmesi ve kullanılabilir ürün haline getirilmesi bugünkü ekonomimizin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Üretimde malzeme kullanıldığından, her bir uygulama için en uygun malzemenin seçilebilmesi ve bunu işlemek için en uygun yöntemin belirlenebilmesi, mühendislerin malzemenin içyapısı ve özellikleri hakkında bilgi sahibi olmalarını gerektirir.

Malzeme Bilimi; birinci derecede malzemelerin içyapıları, özellikleri ve işlenmeleri hakkında temel bilgileri araştırır (Kınıkoğlu 2006).

Malzeme bilimi tarım alet ve makineleri üretiminde de oldukça önemlidir.

Bilindiği gibi klasik tarım alet ve makineleri öncelikle hantal yapıları basit konstrüksiyonları ile göze çarpmaktadır. Ancak modern tarım alet ve makinelerinde bu olumsuzluk konstrüksiyonun fonksiyonel nitelik kazanması yanında hafifliğin sağlanması çevre şartlarına dayanıklı yapıların oluşturulması ile sağlanabilmektedir. Şüphesiz bunun temelinde de uygun malzemenin uygun yapı elemanlarında kullanılması yatmaktadır.

2. 2. Plastik Malzemeler

Plastik: Karbon' nun metal olmayan elementler (Hidrojen, Oksijen, Klor, Azot) ile meydana getirdiği büyük moleküllü organik bileşiklerdir (Ay 2008 a).

Plastiklerin tercih edilme sebepleri aşağıda genel olarak belirtilmiştir.

- Çok sayıda ve düşük maliyetle üretime uygundur.
- Firesizdirler, kalıplama sonunda artan parçalar tekrar kullanılabilir.
- Plastiklerin özellikleri başka malzemelerde yoktur.
- Alçak sıcaklıklarda dayanımları iyidir.
- Üstün korozyon direncine sahiptirler.
- Hafif olmaları tercih edilmelerini gerektirmektedir.
- Fleksibil olmaları kullanma alanlarını artırmaktadır.
- Renk verilebilmeleri kullanma alanlarını genişletmektedir (Baydur 1988).

Plastik malzemeler Termoplastikler, termosetler, elastomerler olarak üç gruba ayrılmaktadır.

2. 2. 1. Termoplastikler

Bu malzemeler karakteristik olarak ısıtıldığı zaman kalıplanabilme ve soğutulduğu zaman da katılaşabilme yeteneğine sahiptirler. Kalıplama sırasında kimyasal bir değişikliğe uğramazlar. En büyük özellikleri ısıtıldıklarında camlaşma sıcaklığının üstündeki sıcaklıklarda yumuşayıp yarı sıvı bir hal aldıktan sonra soğuduğunda camlaşma sıcaklığının altında katı hale dönmeleridir. Camlaşma sıcaklığının alt sınırında soğuk ekstrüzyon, basma, derin çekme gibi işlemler yapılabilirken sıvılaşma sıcaklığının üstünde ise enjeksiyon ile üretim yöntemleri tercih edilebilir ve kullanılabilir.

Termoplastikler polimerizasyon yöntemi ile birim makromoleküle sayısız küçük moleküller katılması ile meydana gelmektedirler. İlk akla gelebilecek yararlar düşük yoğunluk, mekanik davranışların farklılık gösterebilmesi, düşük aşınma, kolay şekil verilebilme, farklı elektrik iletkenlik değerleri, boya maddelerinin kullanımıyla kolay renk kazandırma ve renklendirme, mukavemet kazandırma, düşük elastizite şeklinde söylenebilir. Dezavantaj olarak ise dayanıklılığın nispeten az olması, yüksek ısıl genleşme katsayısı olarak söylenebilir. Kimyasal yapısı değişmez sadece fiziksel değişikliğe uğradığından toz haline getirilerek tekrar öğütülebilir, ısıtılabilir ve kalıplanabilir özelliğe sahiptir. Bu sayede termoplastikler geri dönüşümlü olarak tekrar tekrar kullanılabilir.

2. 2. 2. Termosetler

Üç boyutlu ağ yapısına bağlı plastiklerdir. Makromoleküler yapılarını, kimyasal reaksiyonlar sırasındaki transformasyonlar ile kazanırlar ve makromoleküller arasında da kuvvetli bağlar oluştururlar. Isıtıldıklarında yumuşar ve plastize olurlar, basınç altında kısmen polimerleşme artar ve plastik büyük ölçüde çapraz bağlamaya geçer. Sonucunda da akma özelliğini kaybeder. Termosetlerin bozulma sıcaklıkları yumuşama sıcaklıklarından daha düşük olduğundan tekrar ısıtılarak yeniden eritilmezler. Bu plastikler ancak bir kez işlenebilir ve geri dönüşüm imkanı yoktur. Termoset plastikler kendi başlarına kullanılamazlar, bu malzemelere mekanik özelliklerini iyileştirmek için %40-60 dolgu maddesi katılır.

Termoset malzemeler sıcaklık ve basınç uygulamak suretiyle kullanılırlar. Malzeme kalıplandıktan sonra tekrar eski haline getirilemez. Kimyasal reaksiyon malzemenin kalıplanması esnasında veya diğer işlemlerde sertleşir ve bu sertleşme artık sabitleşmiştir. Çünkü kimyasal değişim malzemeye başka bir özellik kazandırır ve eski halinden tamamen

farklıdır. Kimyasal değişime örnek olarak, yediğimiz gıdaların hazım sistemindeki değişmesini ve şekerin yanmasını gösterebiliriz.

2. 2. 3. Elastomerler

Çapraz bağlı bir yapıya sahiptirler ve uzun zincirli yapıdadırlar. Maruz kaldıkları çok küçük gerilmeler sonrasında bile çok büyük elastik deformasyonlara uğrarlar. Bazı elastomerler ilk boyutlarına nazaran % 500 ve üzerinde uzama gösterebilme özelliğine sahip olmakla beraber sonrasında eski boyutlarına dönebilmektedirler. Yüksek elastik deformasyon kabiliyetine sahip olmalarının nedeni; polimer zincirlerini birbirine bağların zayıf çapraz bağlar olmasıdır. Çapraz bağların sayısının artırılması elastomerin daha mukavim ve rijit bir yapı kazanması sağlanmış olur (Can 2008).

2. 3. Plastik Malzemelerin Tarım Makinalarında Kullanılması

Günümüzde plastik malzemelerin gerek günlük yaşantımızda gerekse değişik mühendislik uygulamalarında geniş uygulama alanı bulması, tarım mühendisliğinde de bu malzemeye olan ilgiyi arttırmıştır.

Tarım makinalarında plastik kullanımı, ekim makinaları imalatında görülmektedir. Bu imalat içersinde tohum ve gübre akış üniteleri, akış boruları ve şanzıman, plastik malzemelerin kullanıldığı yerlerdir. Hatta son yıllarda güç aktarım organlarında özellikle dişli yapılarında da plastik malzemelerin kullanılmaya başlandığı bilinmektedir. Bunda temel özellik bu tip malzemelerin dış çalışma koşulları altında kalan tarım alet ve makinalarının başta korozyon etkilerini en aza indirmek ve bunun yanında toplam ağırlık değerinin aşağıya çekilerek güç harcamasının düşürülmesi hedeflenmektedir. Bu nedenle Plastikte bazı özellikler aranmaktadır. Bu özellikler içinde genelde imalatta kullanılan temel özellikler aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

- a. Plastik malzemelerin mekanik özellikleri
- b. Plastik Malzemelerin Korozyotif Özellikleri
- c. Plastik Malzemelerin Ağırlık Azaltıcı Özellikleri
- d. Plastik malzemelerin İmalat özellikleri

2. 3. 1. Plastik malzemelerin mekanik özellikleri

Bir malzemenin uygulanan kuvvetlere karşı gösterdiği tepki mekanik davranış olarak tanımlanır. Bu davranış değişik tür zorlamalar altında oluşan gerilme ve şekil değiştirmeleri ölçerek ve gözleyerek saptanır. Cisimler artan dış zorlamalar altında önce şekil değiştirir, sonra dayanımını yitirerek kırılır. Düşük gerilmeler altında şekil değiştirmeler elastik, yani

tersinirdir. Gerilme elastik sınırı aşarsa kalıcı yani plastik şekil değiştirme oluşur. Elastik şekil değiştirmeye karşı direnç veya rijitlik malzemenin elastisite modülü ile belirlenir. Malzemelerin iç yapısında kalıcı değişim veya kırılma oluşturan herhangi bir gerilme sınırı mukavemet olarak tanımlanır. Bazı mekanik özellikler içyapıya ve deney koşullarına bağlı değildir. Elastisite modülü bu tür bir özellik olup atomlar arası bağlar tarafından belirlenir ve iç yapıya duyarlı değildir. Diğer taraftan malzemenin plastik şekil değiştirme yeteneğini ve dayanımını temsil eden süneklik, mukavemet ve sertlik gibi sınır değerlerle ilgili özellikler iç yapıya ve deney koşullarına büyük ölçüde bağlıdır (Onaran 2000).

Plastik malzemelere cam lifi katmak suretiyle bir takım özelliklerini değiştirmek de mümkündür. Bundan dolayı bazı termoplastikler cam lifleriyle güçlendirilirler. Cam lifli termoplastiklerdeki cam miktarı %20 ila 40 arasında değişir. En uygun cam miktarı dayanım, maliyet ve işleme kolaylığı göz önüne alınarak kararlaştırılır. Yaygın olarak cam yünüyle güçlendirilen termoplastikler arasında naylonları, polikarbonatları, polifenilen oksitleri polifenilen sülfürü, polipropileni, ABS'yi ve poliasetali sayabiliriz. Örneğin; naylon 6, 6' nın çekme dayanımı %40 cam lifi katılarak 82MPa' dan 207 MPa' a yükseltilebilmekte, fakat bu durumda uzama %60' tan %2. 5' a düşmektedir (Kınıkoğlu 2006).

Gerilme: Gerilmeler kuvvetin cinsine göre değişir ve isimlendirilirler.

a-Normal Gerilme: Kesit alanına dik kuvvet tarafından oluşan gerilmeye normal gerilme adı verilir.

b-Kayma Gerilmesi: Kesit alanına çapraz kuvvet tarafından oluşan gerilmeye kayma gerilmesi adı verilir (Kutay 2009).

Şekil Değiştirme: Malzemenin deformasyonudur. Genel olarak iki şekilden birisiyle ifade edilir

Elastik Şekil değiştirme: Geri dönüşümlü bir deformasyondur. Elastik şekil değiştirme, uygulanan gerilim ile lineer orantılıdır denilebilir.

Elastikiyet Katsayısı(Young Modülü): Uygulanan gerilimin elastik şekil değiştirmeye oranıdır.

Plastik Şekil değiştirme: Elastik sınırını aşan gerilmenin malzemeye verdiği kalıcı şekil değiştirmedir. Plastik şekil değiştirme, malzeme içindeki atomların kalıcı olarak yer değiştirmesi sonucudur ve dolayısıyla aynı atom komşularını muhafaza eden elastik şekil değiştirmeden farklıdır.

Sertlik: Bir cismin batırılmasına karşı malzemenin gösterdiği dirençtir. Yani sertlik malzemenin lokal plastik deformasyonlara karşı dayanımını gösterir. (Anonim 7. 2011).

Akma terimi ve akma gerilmesi: Belirli bir kalıcı şekil değiştirmenin meydana gelmesi durumuna akma denir.

Plastisite çalışmalarında malzemenin, uygulanan gerilmeler altında, ne zaman akma olayına başlayacağını matematik bağıntılarla belirlemek önemli bir konudur. Çekme deneyi gibi tek eksenli gerilme altında, makroskopik akma olayı (σ_a) akma gerilmesine ulaştığı zaman başlar. Bileşik gerilmeler haline ait akma koşulunu, tek eksenli çekme deneyindeki akma koşulu ile bağdaştıran teorik çözüm henüz geliştirelememiştir. Günümüzde kullanılan akma kriterleri deneysel yolla geliştirilmiş bağıntılardan oluşmaktadır. Sünek malzemelerdeki akma koşulunu belirlemede kullanılan Von Mises ve Teresca kriterleri olarak isimlendirilen iki genel akma kriteri mevcuttur. Akma terimi malzemenin önce plastik deformasyona uğraması, sonra kopması ifade edilmektedir. Kırılma sözcüğü ile malzemenin plastik deformasyon göstermeksizin (gevrek kırılma) kopması ifade edilir. Plastisitenin matematik teorisi, elasto-plastik özellik gösteren malzemelerin gerilme-şekil değiştirme ilişkilerini açıklamaktan ibarettir. Plastik davranışlar, zamana bağlı olmayan kalıcı şekil değiştirmelerle karakterize edilir. Bu şekil değiştirmeler malzemenin özelliğine göre belli bir gerilme değerine ulaşıldıktan sonra meydana gelir (Cebeci 2009).

Akma kriteri: Belirli bir seviyede gerilme dağılımına ulaşıldığında malzeme eski haline dönemeyen gerinim gösterir ve bu sırada malzemedeki akma meydana gelir. Akma kriteri, meydana gelen elastik (eski haline dönebilen) deformasyondan plastik (kalıcı) deformasyona geçişte gerilme dağılımlarının hangi kombinasyonlarda olduğunu belirtir.

Von mises kriteri: Plastik deformasyonun başlangıcı akma kriterine göre belirlenir. Bu nedenle, malzemedeki oluşacak gerilmeler akma kriterleri ile değerlendirilmektedir.

Bu hipotez tehlikeli duruma geçmede karşılaştırma kriteri olarak göz önüne alınır. O halde enerji esasına dayanan bir hipotez kurulurken hacim değiştirme enerjisini hesaba katmak doğru olmaz; daha çok enerjinin cismin geometrisini değiştirmeye sarf edilen kısmı, yani biçim değiştirme enerjisi (VON-MİSES) esas alınmalıdır. (Anonim 6. 2011).

2. 3. 2. Plastik malzemelerin korozyotif özellikleri

Plastikler metallere göre, kimyasal maddelere daha dayanıklıdırlar. Termoplastikler zayıf asit, baz ve tuz çözeltilerinde etkilenmemelerine karşın, organik çözücülerde çözünürler ve şişerler.

Termoplastikler kuvvetli asit ve bazlardan kimyasal olarak etkilenirler. Termosetler, termoplastiklere göre kimyasal maddelerin teması sırasında bozunmanın ilk başladığı

bölgeler, plastikte kullanım sırasındaki eğilme, büzülme ve benzeri gerilmeler sonucu oluşan çatlaklardır.

Polimerlerin kimyasal dirençleri reaktif maddenin cinsine ve konsantrasyonuna, polimerik yapıya, sıcaklığa, uygulanan gerilmeye, yüzey pürüzlüğüne ve morfolojisine bağlıdır. Kısa süreli polimer-kimyasal çevre etkileşimleri çekme deneyleriyle, uzun süreli etkileşimler ise sürtünme deneyleriyle belirlenirler. Hava ve iklim de plastik malzemeler üzerinde oldukça etkilidir.

Havanın etkisi en çok, uzun süre güneş ışığına maruz kalan borularla rastlanır. Plastik malzemelerin gerek hava gerekse iklim etkilerine karşı dayanımını arttırmak için antioksidan ve stabilizatör gibi katkı maddeleri ilave edilir.

2. 3. 3. Plastik malzemelerin ağırlık azaltıcı özellikleri

Plastik malzemeler, odun hariç, diğer tüm malzemelere göre daha düşük yoğunluğa sahiptirler. Plastiklerin yoğunluğu 0,9 gr/cm³ ile 2,5 gr/cm³ arasındadır. Pratikteki uygulamaları hacme göre olmasına karşın, ağırlık hesabıyla satılmaları, ağırlığın birinci planda olduğu yerlerde plastiğin geçerliliğini arttırmıştır

2. 3. 4. Plastik malzemelerin imalat özellikleri

Plastik malzemelerin imalat usülleri talaşlı ve talaşsız şekillendirme olarak iki grupta incelenmektedir. Talaşsız şekillendirme yöntemleri aşağıda ki kısımlara ayrılmaktadır.

- Basma
- Enjeksiyon
- Köpürtme
- Ekstrüzyon
- Döner Kalıplama
- Döküm Kalıplama
- Vakumlu Pres
- Lif Sarma

Bu yöntemler arasında enjeksiyon ile şekillendirme sık kullanılan bir imalat yöntemidir.

Plastik enjeksiyon, termoplastik malzemenin belirli bir ısı altında ve sürtünme vasıtasıyla akışkan hale getirilip, basınç uygulanarak kalıp içinde şekillendirilmesidir. Hammaddenin tek bir işlemle istenen şekilde kalıplanabilmesini sağlaması ve birçok durumda imal edilen ürün için son işlem uygulamaları gerektirmemesi bu metodu seri ürün imali için oldukça uygun bir hale getirmektedir (Akyürek 2009).

Enjeksiyon ile plastik imalatında kullanılan kalıp malzemeleri oldukça önemlidir.

Plastik kalıp malzemesi seçilirken;

- Aşınmaya karşı dayanıklı olması,
- Darbe ve yorulmaya karşı dayanıklı olmalı,
- Talaş kaldırma yöntemi ile kolay işlenmeli,
- Isıl işlem sonrası kararlılık göstermeli,
- Korozyona karşı dayanıklı olması istenir

Yukarıdaki özellikleri en iyi karşılayan malzeme “çelikler”dir. Hafif olmaları sebebiyle bazı durumlarda “alüminyum” malzemeler de kullanılmaktadır. Yaygın bir kanı “çelik kalıplar pahalıdır” bu düşünce doğru değildir. Kalıbın işlenmesi pahalıdır. Çelik kalıpların malzeme fiyatı toplam kalıp maliyetinin % 10’ u kadardır.

En çok kullanılan Alaşımli kalıp malzeme cinsleri şunlardır.

- 45NiCr6 - 310 HB (DIN 1. 2710 – AISI P20) : Tok, çok iyi parlatılabilen bir çeliktir. Enjeksiyon ve ekstrüzyon kalıpları için uygun bir malzemedir.
- X36CrMo17 -340 HB (DIN 1. 2316 – AISI 420F) : Talaş kaldırması çok iyi, yorulma mukavemeti ve korozyon direnci yüksek olan bir “paslanmaz çelik”tir.
- X42Cr13 – 52 HRC (DIN 1. 2083 – AISI 420) : Korozyon direnci iyi, parlatma özelliği iyi, tam sertleşebilen “paslanmaz” çeliktir.
- X40CrMoV5 1 -52 HRC (DIN 1. 2344 – AISI H13) :Aşınma mukavemeti iyi, parlatma özelliği iyi, tam sertleşebilen “paslanmaz” çeliktir.
- X155CrVMo12 1 – 60 HRC (DIN 1. 2379 –AISİ D2) : Aşınma mukavemeti iyi, uzun ömürlü küçük ve karmaşık kalıpların yapımında kullanılan “paslanmaz çelik”tir. (Ay 2008 b).

Alaşımısız çeliklerde sertleştirme yapılmak suretiyle plastik kalıp imalatında kullanılmaktadır. Bu çelikler sementasyon gibi yüzey sertliğini arttırıcı yöntemlerle sertleştirildiğinde, aşınmaya çok dayanıklı bir yüzey ve tok bir çekirdeğe sahip olurlar. Aşınma dayanımının yüksek olması gereken bazı plastik enjeksiyon kalıpları bu çeliklerden yapılabilir. Havada, yağda, ve tuz banyosunda su verilebilir. (Anonim 5.2011).

Plastik kalıp imalatında UHB marka sıcak iş takım çelikleride kullanılmaktadır. Kullanılan bu çeliklerin isimleri aşağıda sıralanmıştır.

- IMPAX SUPREME
- GRANE
- STAVA

- ELMAX (Toz Metal)
- RAMAX S
- RIGOR
- ORVAR SUPREME
- CALMAX
- HOLDAX
- UHB-11
- PRODAX (Alüminyum Alaşımı)
- MOLDMAX (Bakır-Berilyum Alaşımı)
- PROTHERM (Bakır-Berilyum Alaşımı) (Megep 2008).

IMPAX SUPREME çeliği plastik kalıplarda sıklıkla kullanılan çelikler arasındadır. . Çok iyi parlatılabilirlik, temiz ve homojen mikroyapı, homojen sertlik dağılımı, yüksek tokluk, kaynak edilebilme ve iyi desen alabilme özellikleriyle ; cam elyaf takviyeli aşındırıcı plastikler ile Polivinil klorür(PVC) benzeri korozif plastikler dışında kalan tüm termoset plastiklerin şekillendirilmesinde, kalıp, maça ve itici olarak kullanılır. (Anonim 2.2011).

2. 4. Enjeksiyon Kalıp Üretiminde Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat

Günümüzde kalıp üretimi aşamalarının en önemli kısmı bilgisayarlı tasarım ve bilgisayarlı imalattır. Çeşitli tasarım programları kullanılarak kalıp tasarlanır, yapılan tasarımın imalatı için yüksek hassasiyetli tezgahlar kullanılmaktadır. Bu tezgahların başında Computer Numerical Control (CNC) tezgahları gelmektedir. Tasarımı yapılan kalıp unsurlarının CNC tezgahlarında işlenebilmesi için bilgisayar destekli imalat programlarına ihtiyaç duyulur.

CNC Tezgahları: Computer Numerical Control (Bilgisayarlı Sayısal Denetim), makine imalatta kullanılan takım tezgahları, ağaç işleme, kaynak, alevle kesme, tel ve dalma erozyon, enjeksiyonla şekillendirme gibi çok geniş imalat işlemlerinde uygulanmaktadır. Özellikle daha az zamanda yüksek kalitede üretime duyulan ihtiyaç, bilgisayarlı sayısal denetimli tezgahların sanayide hızla yaygınlaşmasını sağlamıştır.

CAD: Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım), tasarım aşamasında bilgisayarın kullanılmasına denir.

CAM: Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar Destekli İmalat), imalatın her hangi bir aşamasında bilgisayarın kullanılmasına denir.

Klasik bir teknik resim tahtası, cetvel gibi çizim aygıtları kullanılarak bilgisayarda çizim işlemi gerçekleştirilir. Tasarımda fikrin çizgilere dönüşmesi, detaylandırma ve imalatla iletişim kurma tasarımcının çabası ile olmakta ve tecrübe önemli rol oynamaktadır.

Katı Modelleme:Parçaların gerçeğe en yakın modelleme yöntemidir. 3 Boyutlu katı görüntüler elde edilebilir, istenilen renkte boyanabilir, yakınlaştırılıp detaylar incelenebilir.

Endüstride kullanılan CAD-CAM programlarının bazıları şunlardır.

- AutoCAD
- AutoDesk Mechanical Desktop
- SolidWorks
- CATIA
- ProEngineer
- CIMATRON
- MasterCAM
- SolidCAM

(Gülesin ve ark. 2007).

3. MATERYAL VE METOD

3. 1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak A ürünü için **Poli Oksi Metilen (POM)** ile B ürünü için **%30 Cam elyaf karışımı Nylon 6 (CT N6)** malzemeleri seçilmiştir.

A Ürünü: POM (Poli Oksi Metilen):Sert, dayanımlı, kaskatı, biraz çentik darbe dayanımı, iyi kimyasal direnç, boyutsal kararlılık, düşük sürtünme katsayısı gibi bazı özellikleri vardır.

B ürünü :%30 Cam elyaf karışımı Nylon 6:Yüksek dayanım, tokluk, eğilmezlik, aşınma ve kazınmaya dayanım, düşük sürtünme katsayısı, çevreden nem alabilme, yüksek darbe dayanımı ve kaskatılık gibi bazı özellikleri vardır (Kınıkoğlu 2006).

Malzemelerin mekanik özellikleri (çizelge 3.1) aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Çizelge 3. 1: %30 CT Nylon 6 ve POM Malzemelerin Mekanik Özellikleri(Anonymous 2011).

MEKANİK ÖZELLİKLER (ORTALAMA DEĞERLER)	NAYLON 6 %30 CAM ELYAF TAKVİYELİ MALZEME	POM MALZEME
ÇEKME DAYANIMI	140 MPa	65. 6 MPa
KOPMA UZAMASI	% 4. 5	% 38
AKMA UZAMASI	% 3. 7	% 17. 2
ÇEKME MODÜLÜ	8. 04 GPa	3. 12 GPa
EĞİLME MODÜLÜ	7. 48 GPa	2. 87 GPa
EĞİLME DAYANIMI AKMA	211 MPa	87. 9 MPa
BASINÇ DAYANIMI AKMA	166 MPa	49. 5 MPa
POZİSYON ORANI	0. 35	0. 3
YOĞUNLUK	1. 36 g/cc	1. 42 g/cc

3. 1. 1. Araştırmada Kullanılan Kalıp ekirdekleri Malzemeleri

 1050

Naylon 6 %30 Cam Elyaf Takviyeli plastik ürün için 1050 malzeme kullanılmıştır.

IMPAX SUPREME ÇELİĞİ

POM (DELRİN) Plastik rn için IMPAX SUPREME eliği kullanılmıştır.

3. 1. 2. Plastik Kalıpların retiminde Kullanılan Tezgahlar

Plastik kalıpların kalıp boşluklarının işlenmesinde çeşitli talaşlı imalat tezgahları kullanılmaktadır. Kullanılan tezgahların kısaca tanımları řu şekildedir;

Düzlem yüzey taşlama tezgahları;Taşlama temel malzeme işleme proseslerindedir. Taşlama terimi genellikle belirli bir geometriye sahip takım şekline dönüştürülmüş veya serbest halde bulunan sert, köşeli aşındırıcı partikül veya tane yığınları ile metal işleme prosesini kastetmektedir. Partiküller zerindeki küçük kesici uçlar talaş oluşumunu sağlar (Anonim 8. 2011).

Kalıp çekirdeklerinin işlenmesinde düzlem yüzey taşlama tezgahları kullanılmaktadır. Dişi ve erkek kalıp yarımları birleştirildiklerinde temas eden yüzeylerin hassas yüzey kalitesinde olmaları istenir. Bu yüzeyler düzlem yüzey taşlama tezgahlarında işlenir.

Yüzey Taşlama işlemi silindirik yüzeye sahip bir disk tarafından gerçekleştirilir. Disk genellikle iş parçasından daha dar olduğu için iş parçasının kalınlığı ve genişliği boyunca besleme yapılır. Yüzey taşlama tezgahları ile hassas ve düzgün yüzeyler kısa zamanda elde edilebilmektedir. (Anonim 8. 2011).

CNC Tezgahları; Günümüzde tarım ve diğer insan iş gücü gereksinimini azaltmak ve seri imalata yani fabrikasyona geçebilmek için makinalar ve bu makinalar için takım tezgahları tasarlanmıştır. Diğer makina sanayi ve otomotiv sanayinden sonra tarım makinaları imalatında da kullanılmaya gereksinim duyulmuştur. Bu tasarımcıların amacı başta da değindiğimiz gibi insan gücünü daha hızlı, güvenilir ve verimli aletlerle değiştirmek olmuştur. Çağımız bilgisayar teknolojisine bürünmesi, metal kesme işlerinde bir ağ açmış olmaktadır. Bu olay genellikle "Bilgisayar Destekli Nümerik Kontrol" olarak isimlendirilir. Kısa adlandırılması ise CNC' dir. Bu tür takım tezgahları diğer sanayi kollarından sonrada tarım makinaları sanayine sıçramış ve üreticileri bu tezgahlara yatırıma sevk etmiştir. Bu sayede tarım makinaları sanayi Avrupa standartlarına yaklaşma eğilimi göstermiş ve imalatta seri, hatasız üretime başlanmıştır

Nümerik Kontrol (NC) metal ve diğer tür malzemelerin talaş kaldırmak suretiyle işlenmesinde kullanılan her türlü takım tezgahında yaygın olarak uygulanmaktadır.

Bu tezgahlardan bazıları şunlardır:

Torna tezgahı (lathe Machine)

Freze tezgahı(Miling Machine)

Matkap tezgahı (Drilling Machine)

Delik Büyütme Tezgahı (Boring Machine)

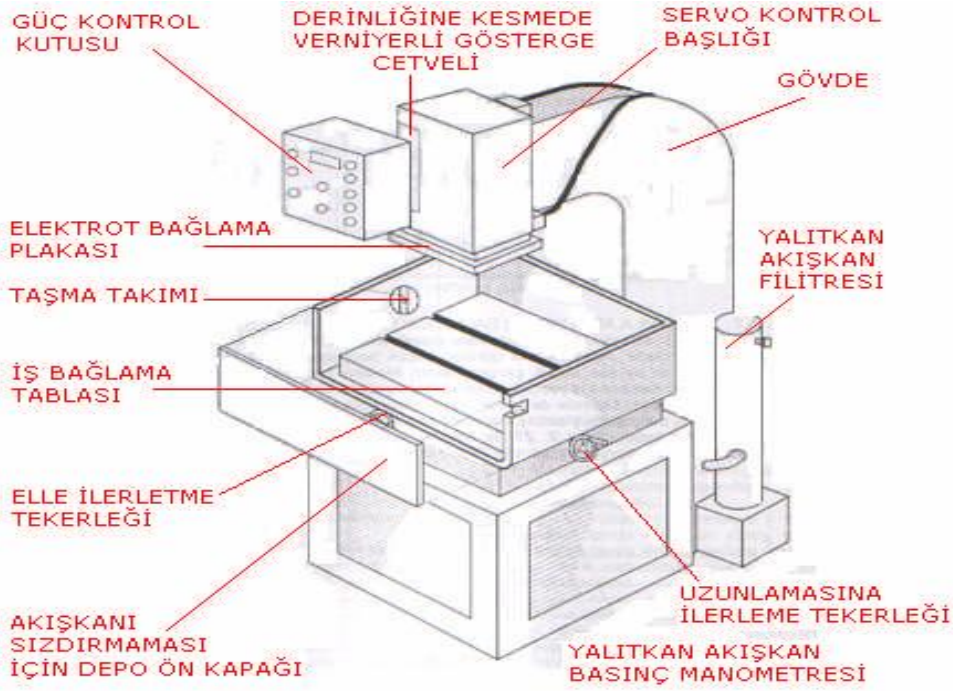
Taşlama Tezgahı (Grinding Machine)

Plastik kalıp üretiminde kalıp çekirdekleri CNC Freze tezgahlarında işlenmektedir.

CNC freze tezgahlarında prizmatik iş parçalarının bir bağlanışta 3 hatta 4 yüzeyi aynı anda işlenebilir. Alın frezeleme, delme delik büyütme rayba ve kılavuz çekme, profil işleme, açılı delik delme vb. işlemler yapılabilir. Kullanılacak olan kesiciler tezgahın magazin kısmına yerleştirilir ve program içerisinde gerekli olan işlemlerde kullanılır. Magazinler 10-30-60-80 yada daha fazla kesici kapasitesinde sahiptir (Anonim4. 2011).

CNC Elektro Erezyon Tezgahları;Elektro-erozyon tezgâhı ile metallerin işlenmesi, çeşitli endüstriyel dallarda, farklı bir işleme yöntemi olarak genişleyerek kullanılmaktadır. Elektro-erozyon ile işleme yönteminin hızla yaygınlaşmasının başlıca nedeni, geleneksel metotlarla işlenemeyen veya işlenmesi zor olan metallerin kolaylıkla işlenmesini mümkün kılmasıdır. Elektriksel kıvılcımla aşındırma metodu (Elektro-erozyon – EDM Elektrical Discharge Machining) diğer işleme metotları ile yapılamayan iç yüzey şekillendirmelerini gayet mükemmel yapabilir. Bu özellikler çok sert ve mukavemetli, sıcaklığa karşı dayanıklı malzemelerin işlenmesinde önem arz etmektedir; çünkü bu malzemelerden çok karışık şekilli ve hassasiyeti yüksek makine ve kalıp parçaları yapılmaktadır (Megep 2008).

Şekil 3.1’ de bir elektro-erozyon tezgâhının kısımları gösterilmiştir.

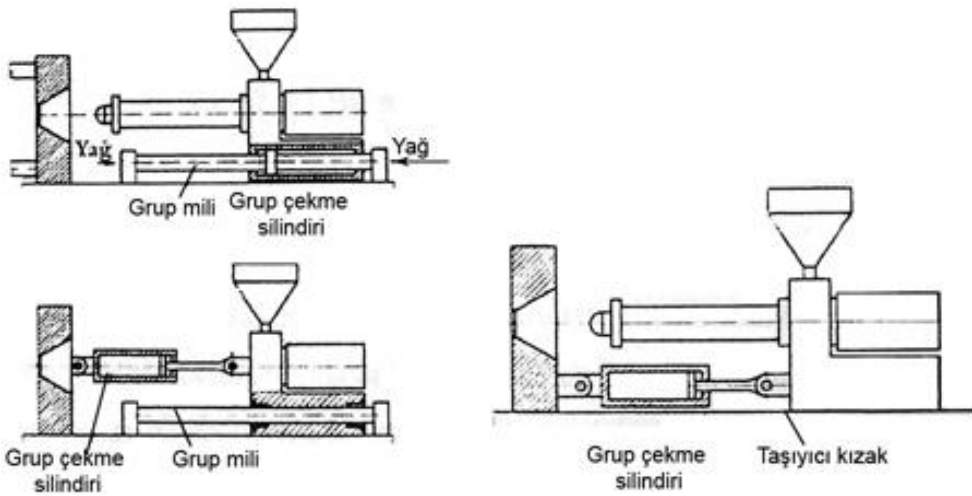


Şekil 3. 1 Elektro-erozyon Tezgâhının Kısımları

3. 1. 3. Plastik Enjeksiyon Kalıp Makineleri

Enjeksiyon kalıplama makinası temel üç kısımdan oluşmaktadır:

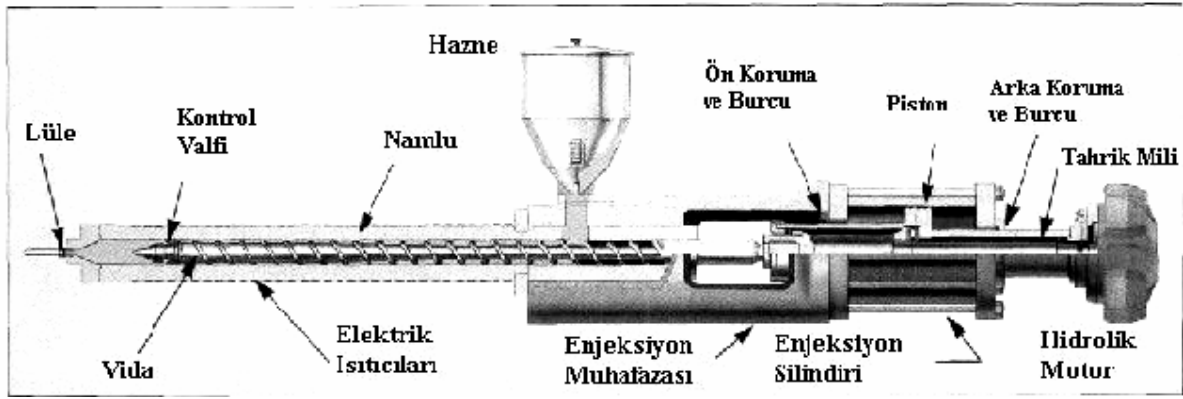
- Enjeksiyon Ünitesi
- Kalıp Ünitesi
- Kalıp Kapama Mekanizması



Şekil 3. 2 Şematik Enjeksiyon Ünitesi

3. 1. 3. 1. Enjeksiyon Ünitesi

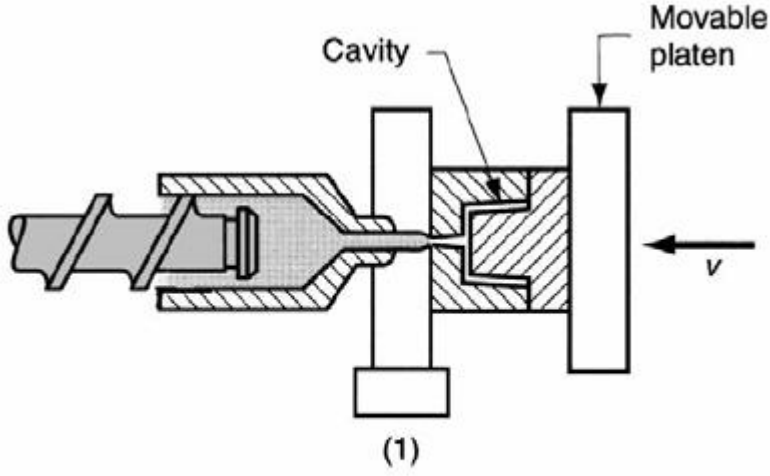
Enjeksiyon ünitesi olarak da adlandırılan grup ünitesi (Şekil 3. 2) malzemeyi ergitip, kalıbın içine enjekte edebilecek basıncı sağlayan aksamı barındırır. Vida, vidanın içinde bulunduğu etrafı ısıtıcılarla çevrilmiş olan namlu, vidayı döndüren hidrolik motor veya elektrik motoru, erimiş malzemeyi kalıba basan enjeksiyon silindiri ve hammadde doldurulan haznedan oluşmuş olan grup, grup çekme silindiri tarafından kalıbın sabit plakasındaki enjeksiyon deliğine doğru itilerek ayarlanabilir bir baskı kuvveti oluşturulur. Eğer bu baskı kuvveti olmazsa plastik, meme ve namlu arasından dışarı akar. Ayrıca memenin temizlenebilmesi için grubun geri çekilmesinde de grup silindiri kullanılır. Farklı grup ünitesine sahip iki tip makine mevcuttur.



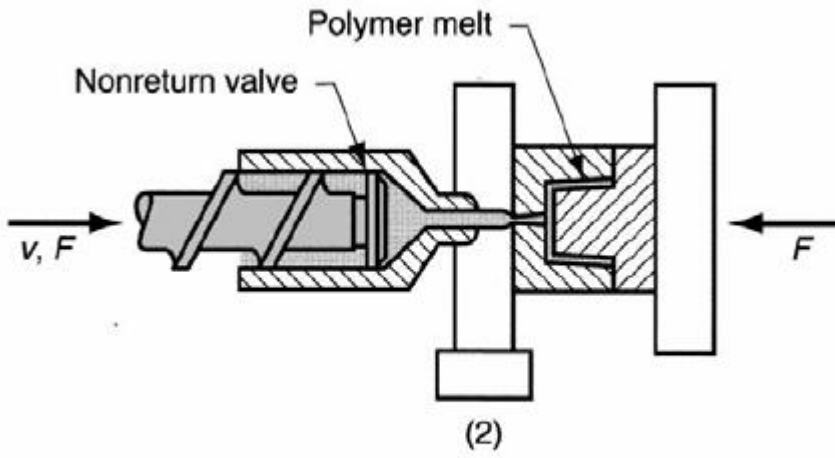
Şekil 3. 3 Enjeksiyon makinesi, enjeksiyon ünitesi görünümü

Şekil 3.3' de görülen vidalı enjeksiyon makinesinde, vida hem plastiği eritmek için hem de erimiş halde vidanın önünde biriktirilmiş plastiği kalıba basmak için kullanılır. Hazne, genellikle granül haldeki ham plastiği depolar ve vidaya boşaltır. Plastiğin, hazneye konmadan önce nemden arındırılması gerekmektedir. Vida, hidrolik bir motor tarafından tahrik edilerek namlu içinde döner. Dönme esnasında vida yüzeyi ile namlunun yüzeyi arasında kalan plastik granüller birbirleri üzerinde kayarken sürtünerek ısı açığa çıkar. Fakat bu ısı yeterince plastiği eritmediğinden namlu etrafına yerleştirilmiş olan ısıtıcılardan faydalanılır. Vidanın önünde yeterince plastik birikince vida dönmeyi bırakır. Vidanın ucundaki çek valf kapanarak eriyiğin geri kaçmasına engel olur. Enjeksiyon lülesi olarak da anılan meme, namlu ile kalıp yolluk burcu girişini birleştirir. Genellikle küresel şekilli uç tam oturma ve merkezleme sağlaması için tavsiye edilir. Eriyik enjeksiyon silindiri hareket ettirilerek kalıba doldurulur. Kalıp tamamen dolmasına rağmen enjeksiyon silindiri halen belli bir basınç altında tutmaya devam eder. Bu sayede kalıp içindeki plastik soğurken çekmeden dolayı oluşan boşluklara bir miktar daha erimiş plastik basılır.

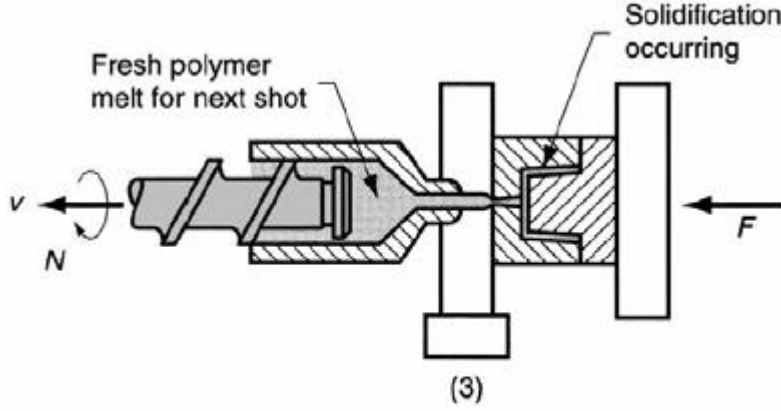
Bu işleme ikinci basınç, bekletme basıncı veya ütüleme denir. Kalıp içindeki plastik soğumaya devam ederken vida bir sonraki çevrim için plastik eritmeye başlar
Aşağıda (Şekil 3. 4) bir çevrimin şematik gösterimi bulunmaktadır.



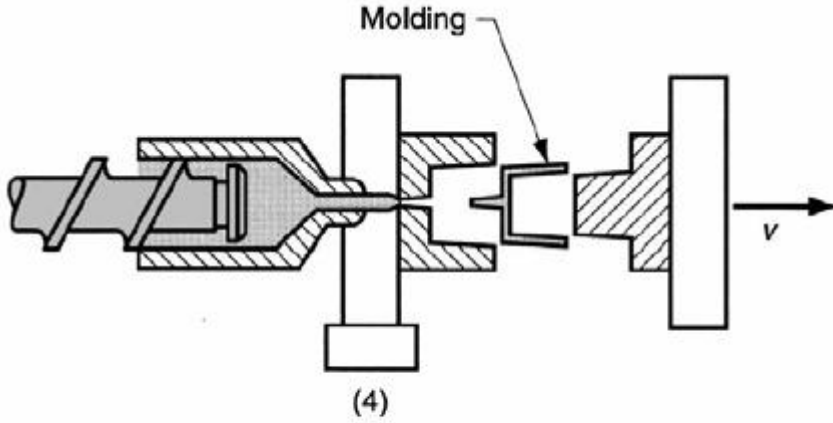
(1) Kalıp kapalı



(2) Eriyik enjekte ediliyor



(3) Vida geri çekiliyor



(4) Kalıp açılıyor ve parça çıkarılıyor

Şekil 3. 4 Enjeksiyon İşleminin en genel anlamda şematik gösterimi

Görüldüğü üzere farklı anlarda farklı kontroller gerekmektedir. İlk aşamada (kalıp kapatılırken), hareketli plakanın hızı kontrol edilir. İkinci aşamada (enjeksiyon esnası) kapama kuvveti ve kalıp doluncaya kadar akış hızı, dolduktan sonra ütüleme boyunca ise basınç kontrol edilir. Üçüncü aşamada ise, kalıp içerisindeki plastik soğur iken, bir sonraki çevrim için vida dönüş hızı kontrolü ile gerekli miktardaki eriyik vida önüne biriktirilir. Dördüncü aşamada hareketli plaka ve itici plakaları hız kontrolü ile kalıp açılır (Koçak 2006).

3. 1. 3. 2. Plastik kalıplarda mal alma ve kurutma

Plastik enjeksiyon makinelerinde baskı işleminin seri ve kolay olması için, hammadde makinenin üstünde ısıtma ve kurutma işleminden geçer. Değişik hava şartlarından alınan, nem ve rutubet plastik malzemeden arındırılmış olur (Megep 2006).

Nihai plastik hammadde tüketicisi, nakliye sırasındaki nem oranının sabit tutulması

hakkında bir tedbir alamaz fakat plastik hammadde konteynırı tesislerine geldiğinde, malzemenin sıcaklık değişiminden dolayı nemlenmesini, (özellikle çok sıcak yaz ayları ve çok soğuk kış aylarında) konteynırı açmadan 7-8 saat bekleterek ve hammaddeyi stoklayacağı alanının nem ve sıcaklık oranını klimalar aracılığıyla olabildiği kadar sabit tutarak, hammadde içindeki nem oranının yükselmesini engelleyebilir. Bu nem oranının yükselmemesi, plastik işleme üretimi sırasında nem alma maliyet ve yatırımlarını azaltır. Plastiğin nem oranı, nihai üretime kadar yukarıda alınacak tedbirler ile belirli bir seviyede tutulmasına rağmen, hemen hemen tüm plastiklerin (özellikle mühendislik plastiklerinin), üretim esnasında çeşitli tekniklerle nemi alınmalıdır. Plastiklerin yüksek nem oranlarında işlemlerinden dolayı oluşabilecek olumsuzlukları şöyle özetleyebiliriz:

a) Üretim sırasındaki nem ve diğer gazlar, üretim süresini uzatıp maliyeti arttırır.

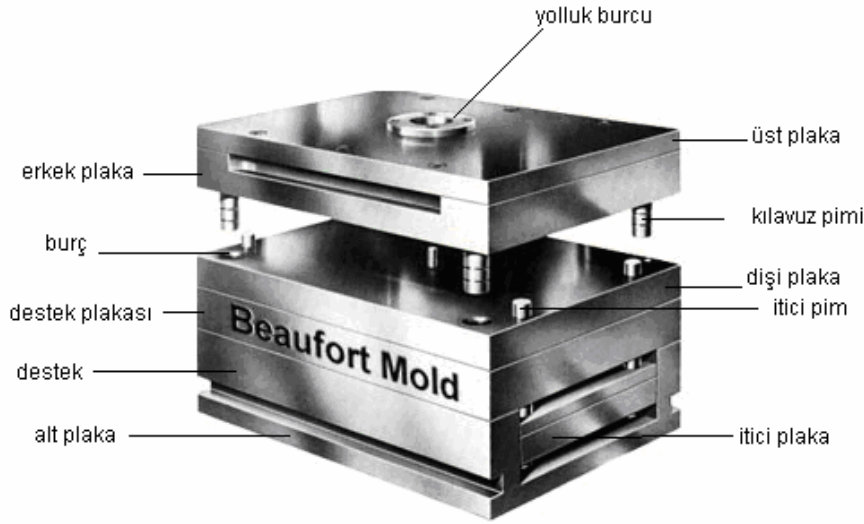
b) Plastik erime sıcaklığındaki akışkan plastiğin içindeki nem ve gazlar, plastik işleme makinelere mekanik kısımlarında (özellikle kovan vida gibi yüksek sürtünmenin olduğu bölgelerde) korozyon, paslanma, aşınmaya yol açar. Bu da bu mekanik parçaların sık sık değiştirilmesi veya revizyon yapılmasına dolayısıyla üretim aksaklıklarına, zaman kayıplarına yol açar. Bazen bu mekanik parçaların revizyon ve değiştirilmesi aksatıldığında, mekanik parçalardaki oluşabilen boşluklar, plastiğin erimesi için gerekli basıncın ve sürtünme ısısının düşmesine dolayısıyla enerji kayıplarına ve plastik işleme makinesinin zorlanarak eskimesine sebep olur.

c) Plastik hammaddenin içerisindeki nemin doğru tekniklerle alınmadığı durumlarda, nihai üründe kabarcık, yanık ve duman izleri görülebilir. Üretici bu izleri yok etmek için, plastik işleme makinesinin basınç, hız ve ısı ayarlarını kontrol eder ve birçok deneme üretimi yapıp, çıkan deneme ürünlerini ve bu sırada harcadığı enerjiyi kayıp eder. Bazen (sadece nem oranının az olduğu durumlarda) bu izleri görüntü olarak kaybeder ama nihai ürünün mekanik değerleri düşer ve kullanım ömrü büyük ölçüde azalır. Özellikle poli karbonat gibi nihai üründe mekanik değerleri önemli olan bir malzemenin, üretim sırasındaki nem ile temas geçmesi, nihai ürünün kırılganlığını arttırır. Plastiklerin nem alma oranları, uygun ortam şartlarında ve oda sıcaklığında yapılan testlerde, 24 saatte ne kadar suyun emildiğinin ölçülmesi ile plastik hammaddenin kütlesine oranı ile bulunur. Genelde bu oran, yani nem oranı %0.2 den az ise kurutma gerekli değil olarak kabul edilir. Yine de tüm plastik hammaddelerin bir ön kurutma sistemi ile plastik işleme makinesine girişini sağlamak, malzemenin kimyasal yapısının daha stressiz ve rahat işlem görmesini sağlar. Plastik hammaddelerin genelde oda sıcaklığında karbon zinciri sabit ve hareketsizdir. Isı arttıkça karbon zinciri hareketlenir ve erime sıcaklığında bu maksimuma ulaşır. Plastik hammaddenin

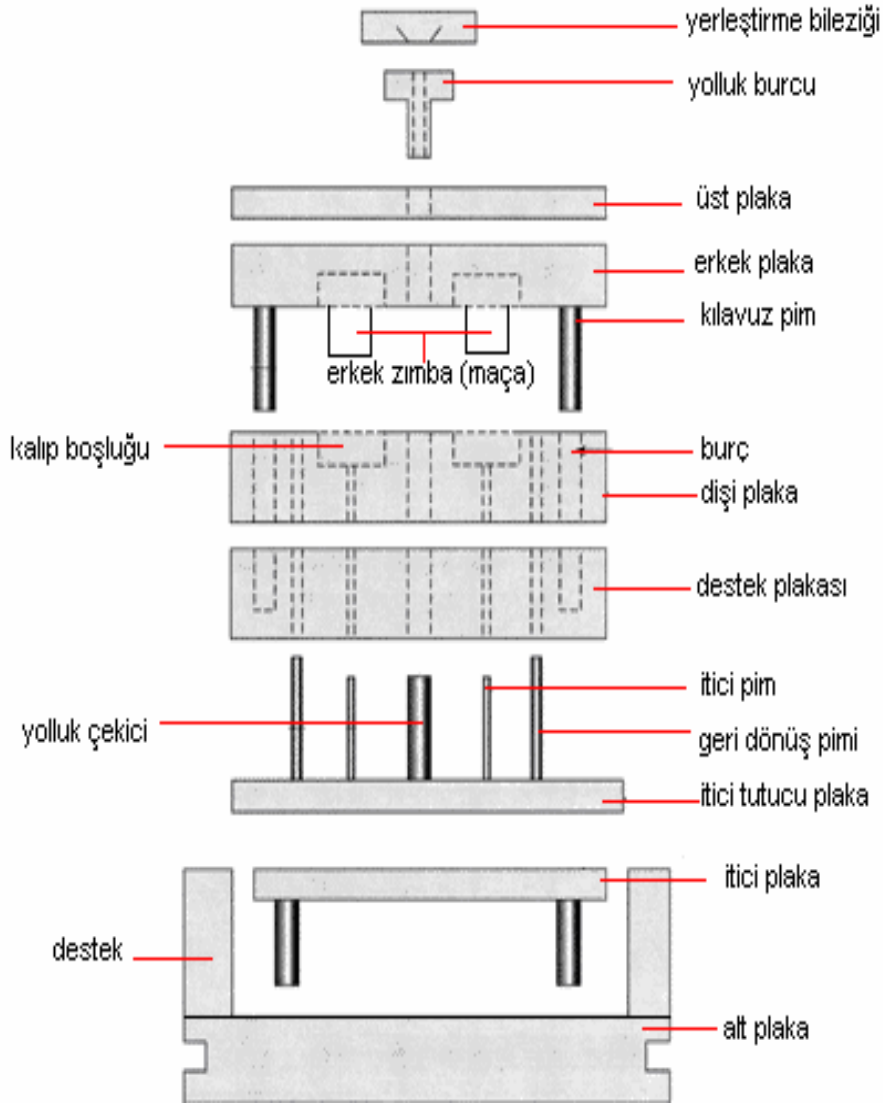
nem oranı düşük ve ön kurutmaya ihtiyacı olmasa bile, bir ön kurutma ile karbon zincirini hareketlendirip kademeli olarak erime sıcaklığına çıkarmak, bu organik kimyasal malzemenin oluşabilecek iç stresini azaltıp, üretimin gözle görülemeyecek ama zamanla ölçülebilecek şekilde hızını, ve daha önemlisi nihai ürün kalitesini, arttıracaktır (Anonim1. 2011).

3. 1. 4. Kalıp Elemanları

Kalıp elemanları denildiği zaman, bir kalıbın üzerinde bulunan bütün parçalar aklı gelmektedir. Bunlar dişi kalıp, erkek kalıp, itici pimleri, yolluk burcu, yerleştirme bileziği, alt plaka, üst plaka, destek, destek plakaları, itici plakalar vb. elemanlardır. Şekil 3. 5 ve 3. 6' da kalıp elemanları gösterilmiştir.



Şekil 3. 5 Kalıp elemanları



Şekil 3. 6 Kalıp elemanları şematik gösterimi

Yerleştirme bileziği: Yolluk burcu ile enjeksiyon memesinin aynı ekseninde çalışmasını sağlar.

Yolluk burcu: Enjeksiyon memesinden gelen eriyik plastik malzemenin kalıba aktarılmasını sağlar.

Üst plaka: Kalıbın, mengene ünitesine bağlanmasına yarar.

Erkek plaka: Erkek zımbaların desteklenmesinde kullanılır.

Erkek zımba (maça): Ürünün iç kısmına (delik vb.) biçim verir.

Klavuz pim: Kalıp yarımlarının (hareketli-sabit kalıplar) aynı ekseninde çalışmasını sağlar.

Burç: Klavuz pimlerin çalışırken zarar görmemesi için (sürtünmeden aşınmasını) daha yumuşak malzemenin yapıldığı elemanlardır.

Dişi plaka: Ürünün dış kısmına biçim verir.

Destek plakası: Büyük hacimli kalıplarda, itici pim, burç, plakalar ve kalıp yarımlarının desteklenmesinde kullanılır.

İtici pim: Kalıp boşluğundaki ürünün dışarı atılmasını sağlar.

Geri dönüş pimi: Kalıp yarımlarının kapanması sırasında itici pimlerin zarar görmemesini sağlar.

İtici tutucu plaka: İtici pimlerin takıldığı plakadır.

İtici plaka: İtici pimlerin desteklenmesinde kullanılır.

Alt plaka: Kalıbın, mengene ünitesine bağlanmasına yarar.

Destek: İtici pimlerin çalışmasını sağlamak için gerekli olan mesafeyi oluşturur.

Yolluk çekici: Yolluğun, itici sistemin olduğu tarafta kalmasını sağlar.

Kalıp boşluğu: İçine dolan eriyik plastik malzemeye son şeklini verip ürün olmasını sağlayan boşluktur (Anonim 3. 2011).

3. 1. 5. Araştırmada Kullanılan CAD-CAM Programları ve Özellikleri

Kalıp yarımlarının imal edilmeden önce tasarım imalat programları ile tasarlanması gerekmektedir. Araştırmada kullanılan bir diğer program ise solidworks programı menüsü altında cosmosXpress analiz programıdır. Araştırmada kullanılan programların özellikleri aşağıda kısaca belirtilmiştir.

Solidworks:3 Boyutlu katı tasarımları parametrik olarak gerçekleştirmek için hazırlanmış bir CAD programıdır. SolidWorks detaylı resimlerin ve modellerin üretimi, boyutları ve özellikleri ile tecrübe ve fikirlerin hızlı olarak taslak haline dönüşmesini mekanik tasarımlar için mümkün kılar (Gülesin ve ark. 2007).

SolidWorks programı içerisinde katı model, yüzey modelleme, hızlı 3 görünüş çıkarma, montajlama, fotoğraf ve renderleme, Animasyon, sac metal tasarımı, kalıp yarımları tasarlama ve mukavemet analizleri yapmak mümkündür. Araştırmada mukavemet analiz programı olarak SolidWorks içerisindeki CosmosXpress yazılımı kullanılmıştır.

CosmosXpress ile yapısal analiz:CosmosXpress ile tasarlanan ürün, sayısal ortamda test edilerek çalışma performansı hakkında bilgi elde edilir. Yapılan bu testler sonucu elde edilen veriler kullanılarak tasarım tekrar gözden geçirilir ve optimum sonuca gidilir.

CosmosXpress ile analiz aşağıdaki aşamalar izlenerek yapılmıştır.

- Analiz çalışması oluşturma (Study)
- Parça malzemesinin tanımlanması (Apply Material to Selected Component)
- Sabitleme
- Yüzeye basınç uygulama(Pressure)

Analiz Sonuçlarının Gösterilmesi ve değerlendirilmesi

- Gerilim dağılımı gösterimi (Stress)

- Yer değiştirme gösterimi (Displacement)
- Gerinim gösterimi (Strain)
- Sonuçların Raporlanması (Report)
- Sonuçların Oynatılması (Animate)

(Turgut ve Bayrak 2007).

Cimatron:Cimatron programı, kolay kalıp tasarımı, imalata yönelik tasarım ve stn CNC teknolojileri sunar. Cimatron programının Mold Expert kısmında;yüzey yada katı verilerinden kalıp ayırım çizgisi veya yüzeyi çıkarılabilir. Parçanın dişi ve erkeği kolayca oluşturulabilir.

(Gülesin ve ark. 2007).

3. 2. Metod

İmal edilecek Tohum Hücreleri Solidworks 2008 programında katı model olarak hazırlandı.

POM malzemeden üretilen tohum hücresi ile %30 Cam Elyaf Takviyeli Naylon 6 malzeme arasında tasarım farklılıkları vardır. Bu farklılıklar ürün kalıplarının üretimini belirli safhalarda değiştirmiştir.

POM malzemeden üretilen tohum hücresi yarım yarım üretilmiş ve tırnaklı olup belirli yerlerden vida ile birleştirilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir.

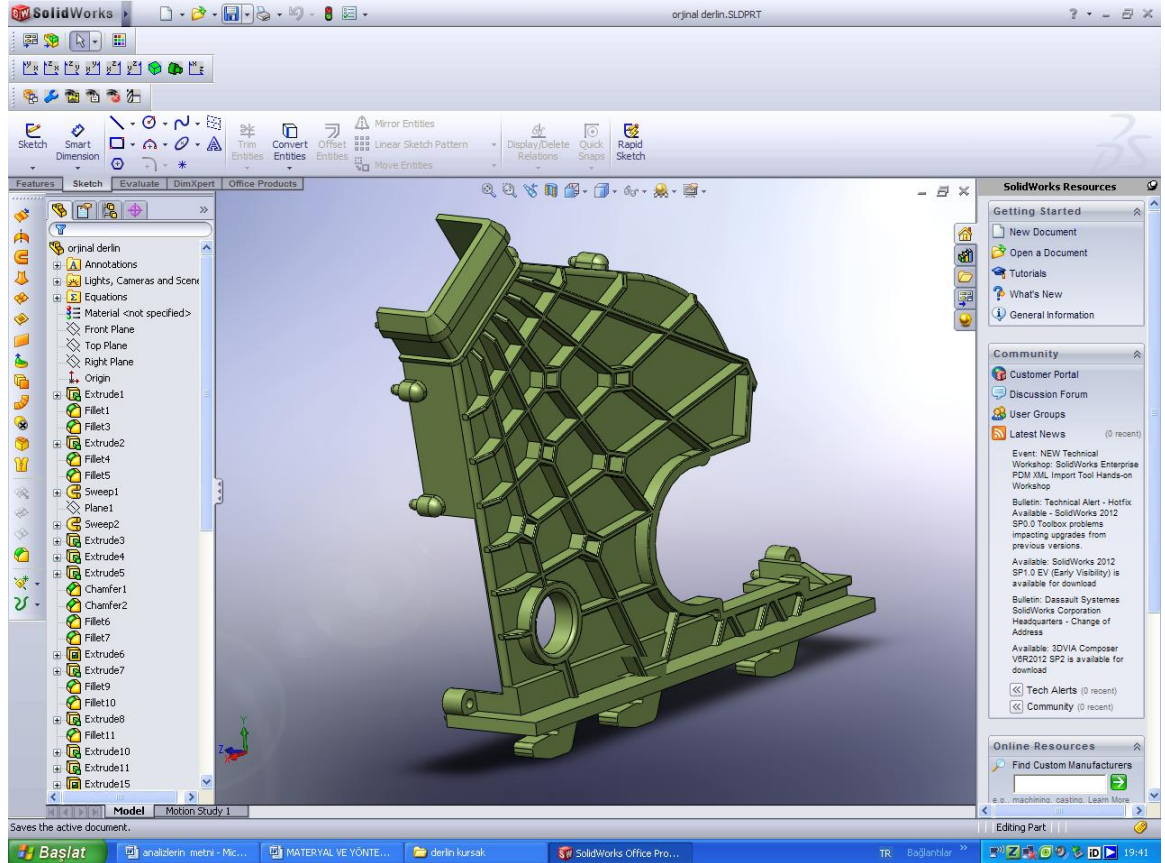
Cam Elyaf Takviyeli Naylon 6 malzemeden üretilen tohum hücresi, tek seferde tamamı kalıptan çıkacak şekilde üretilmiştir

POM Malzemeden Üretilen Tohum Hücresi: **A Ürünü**

%30 Cam Elyaf Takviyeli Naylon 6 Malzemeden Üretilen Tohum Hücresi: **B Ürünü** olarak adlandırılmıştır.

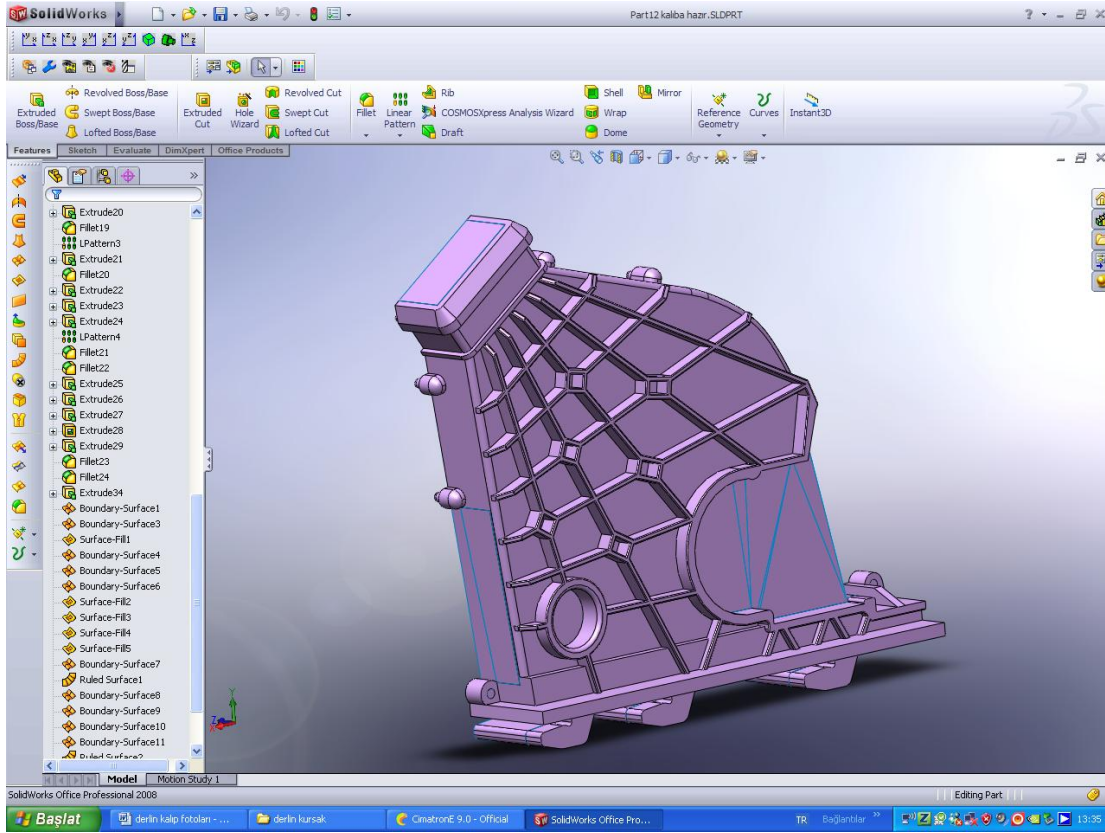
3. 2. 1. A Ürünü Kalıp Yarımının CAD Data Oluşumu

A Ürünü kalıp yarımının oluşturulmasında öncelikli işlem Solidworks 2008 programında katı modelin çizilmesi olmuştur. A Ürünü için kalıptan çıkacak olan CAD data gösterilmektedir. (Şekil 3. 7)



Şekil 3. 7 A Ürünü için kalıptan çıkacak olan CAD data çizimi

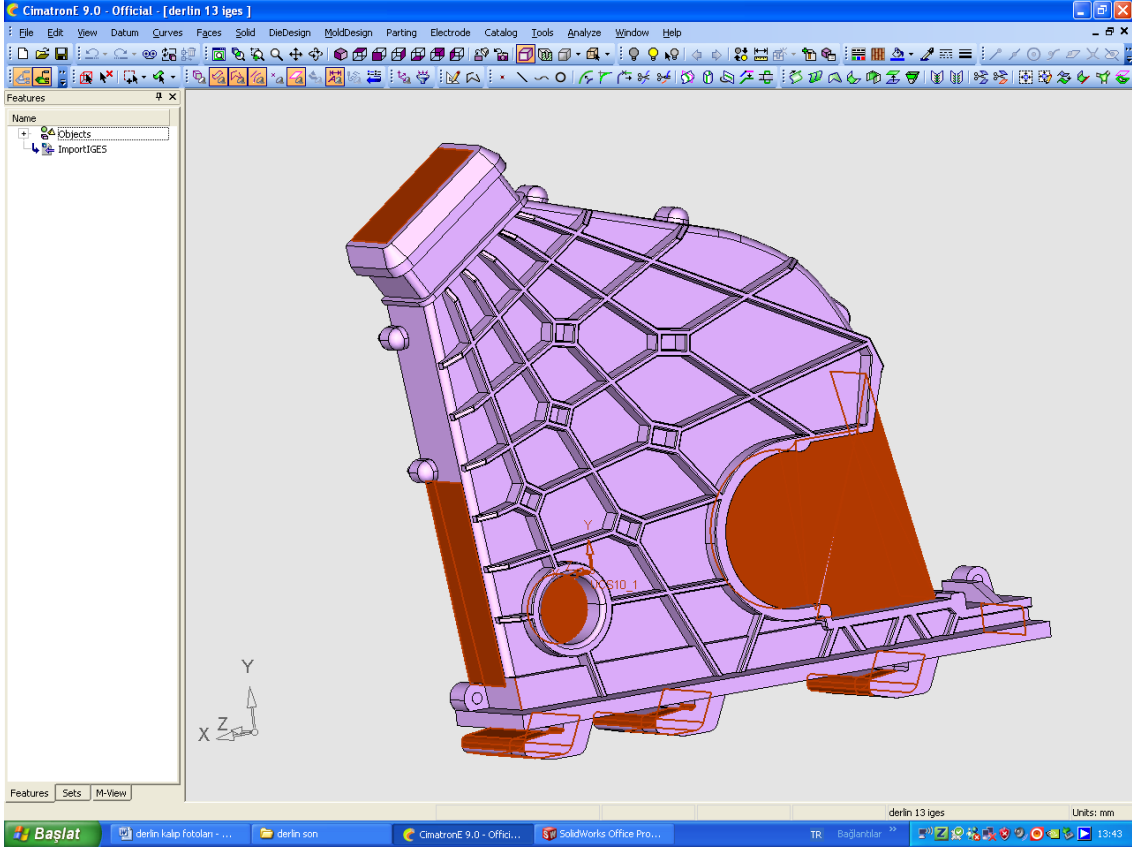
Oluşan CAD datanın kalıplanabilmesi için, açık olan kısımlarının kapatılması gerekir. Solidworks programında yüzey modelleme modülü ile açık yüzeyler kapatılır. Açık yüzeylerin kapatılmış şekli gösterilmektedir. (şekil 3. 8)



Şekil 3. 8 Açık yerlerin yüzey modelleme ile kapatılması.

Yüzey modelleme ile kapatılan yerlerde et kalınlığı olmadığı için kalıplamada her hangi bir sorun teşkil etmeyecektir.

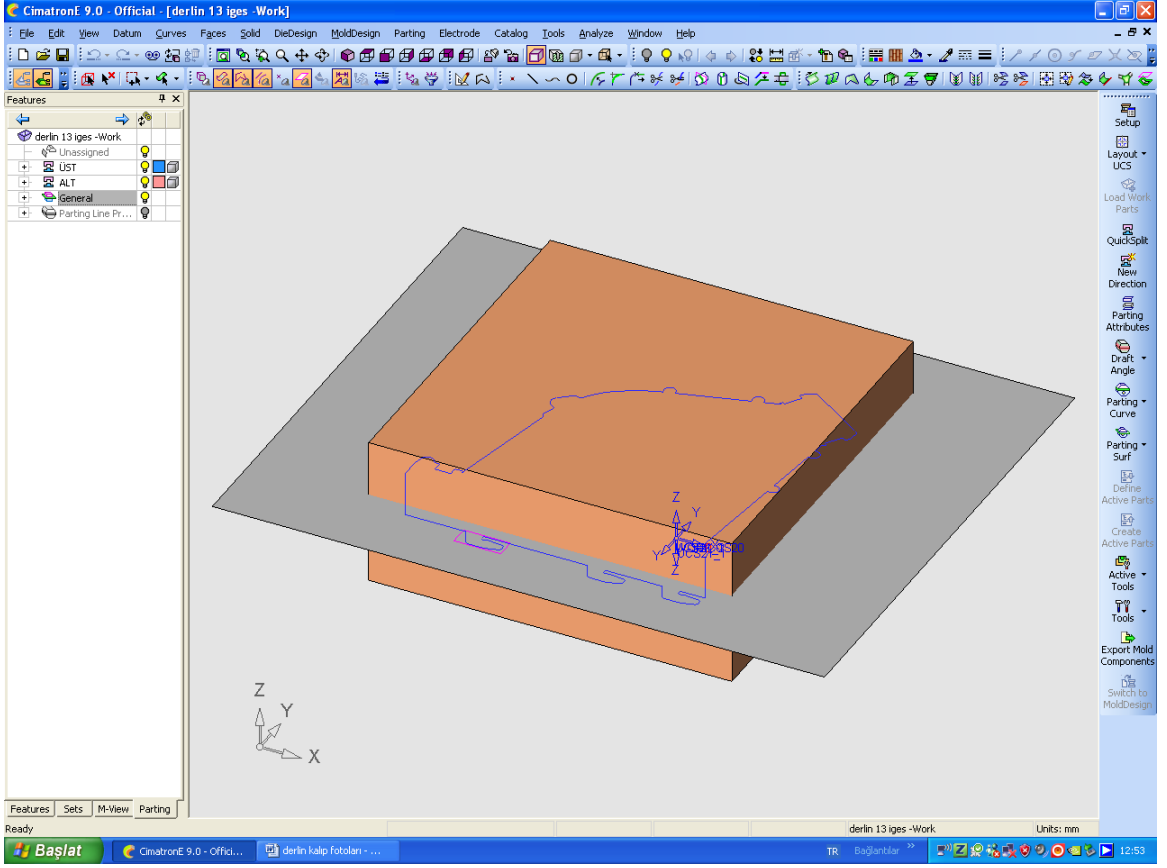
Çizimin bu aşamasından sonra kalıp yarımları Cimatron E9 programında hazırlanacağından Solidworks programında hazırlanan ürün CAD datası, IGES formatında farklı kaydedilerek Cimatron E9 programında açılacak hale getirilir. Aşağıdaki şekilde IGES formatında kaydedilmiş datanın Cimatron E9 programında açılmış şekli gösterilmiştir.



Şekil 3. 9 Uygun kalıp çekirdeklerinin hazırlanması için cad datanın cimatron E9. 0 programına IGES formatında kaydedilmesi

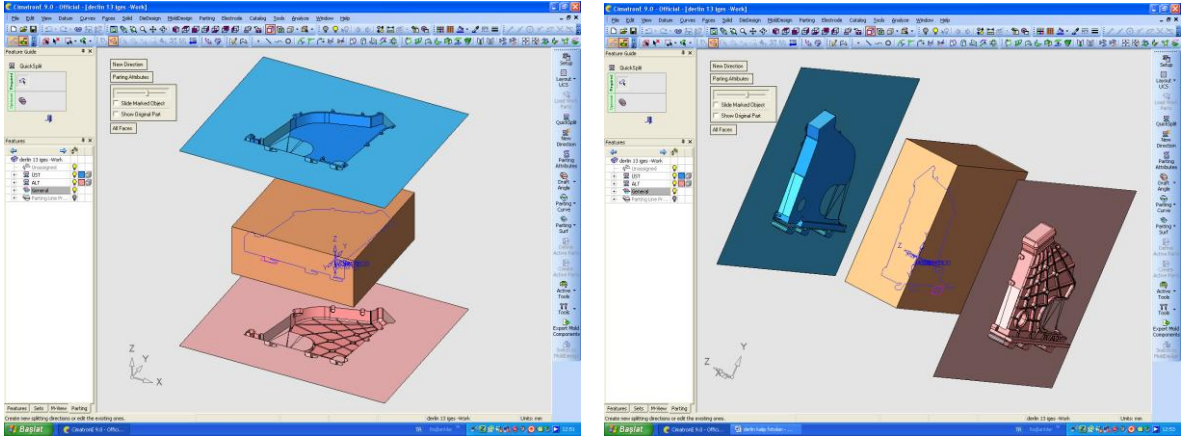
Kalıp yarımlarının oluşumunda bundan sonraki aşama Cimatron E9 programında yapılmıştır. Programın Mold Design sekmesinde kalıp ayırım çizgisi, ayırım yüzeyi ve kalıp yarımları yüzey model olarak sırasıyla oluşturulur.

Kalıp yarımlarının kütük parça sınırları belirlenir ve her bir kalıp yarımı katı olarak oluşturulmadan önce kalıp çekirdeği oluşturulur. Aşağıdaki şekilde oluşan kalıp çekirdeği gösterilmiştir.



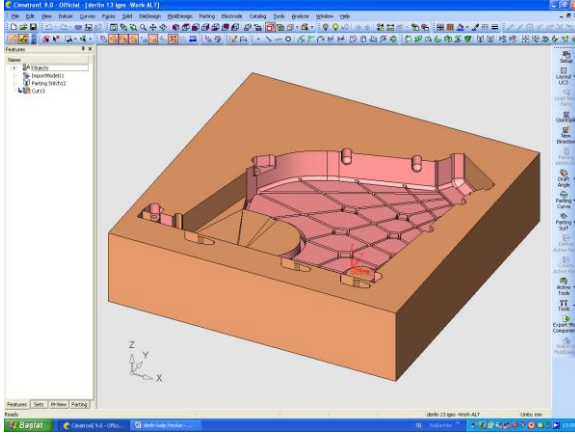
Şekil 3. 10 Kalıp çekirdeğinin oluşturulması

Şekil 3.11' de kalıp yarımlarının yüzey modellerinin kontrol edilmesi gösterilmektedir.

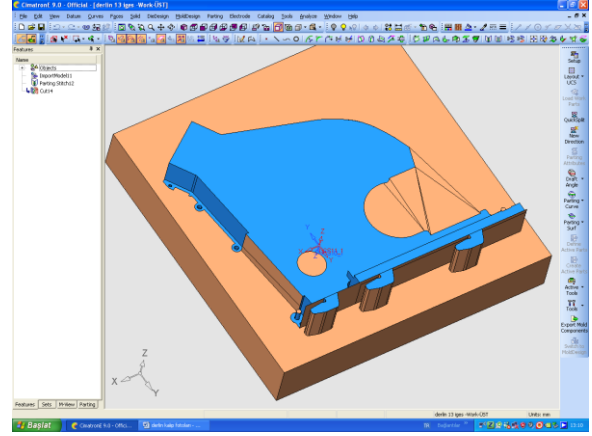


Şekil 3. 11 Yüzey olarak oluşan kalıp yarımlarının kontrolü

Oluşan kalıp yarımları ayrı ayrı kaydedilmek suretiyle her bir yarımlı talaşlı üretime hazır hale getirilir. Talaşlı üretimi ve parlatma kaplama gibi son işlemleri bitirilen kalıp yarımları hazır sipariş edilen kalıp seti içerisine yerleştirilerek tohum hücresi imalatına hazır hale getirilir. Aşağıdaki şekilde kalıp yarımlarının katı olarak kaydedilmiş şekli gösterilmektedir.



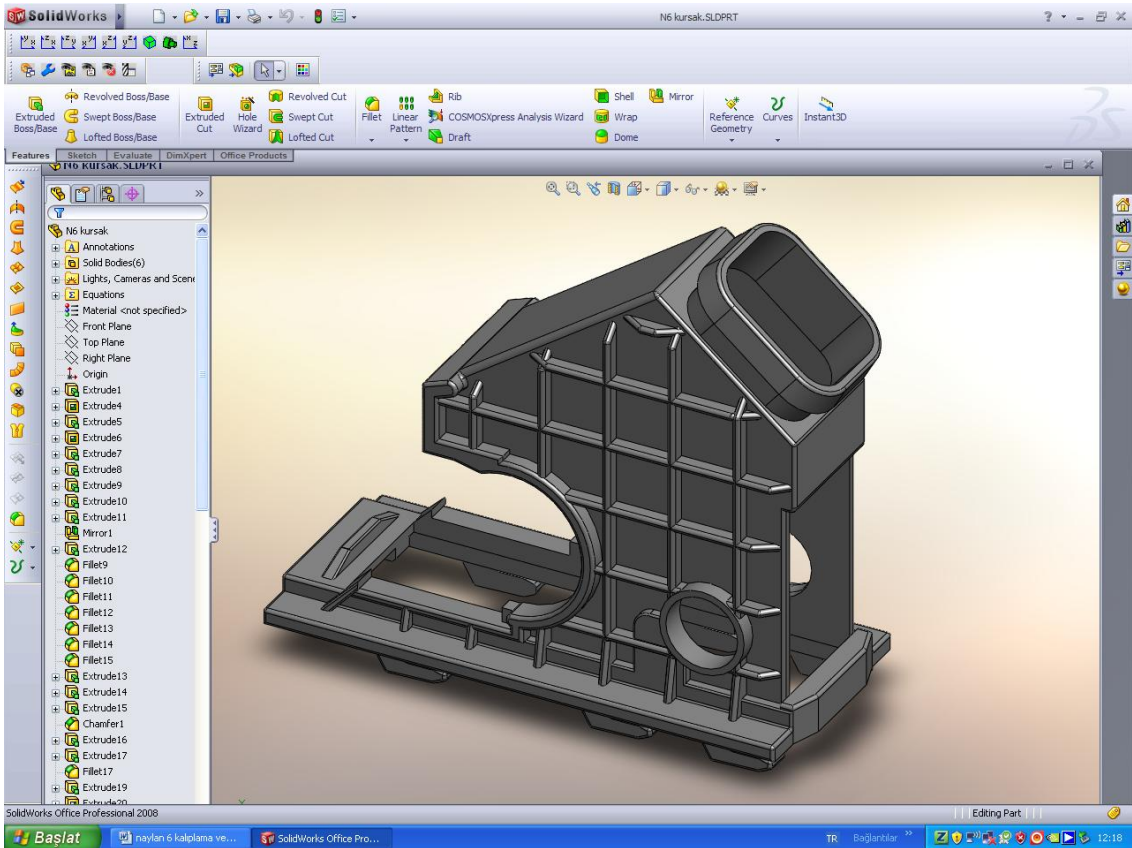
Şekil 3. 12 Dişi kalıp yarımı



Şekil 3. 13 Erkek kalıp yarımı

3. 2. 2. B Ürünü Kalıp Yarımalarının CAD Data Oluşumu

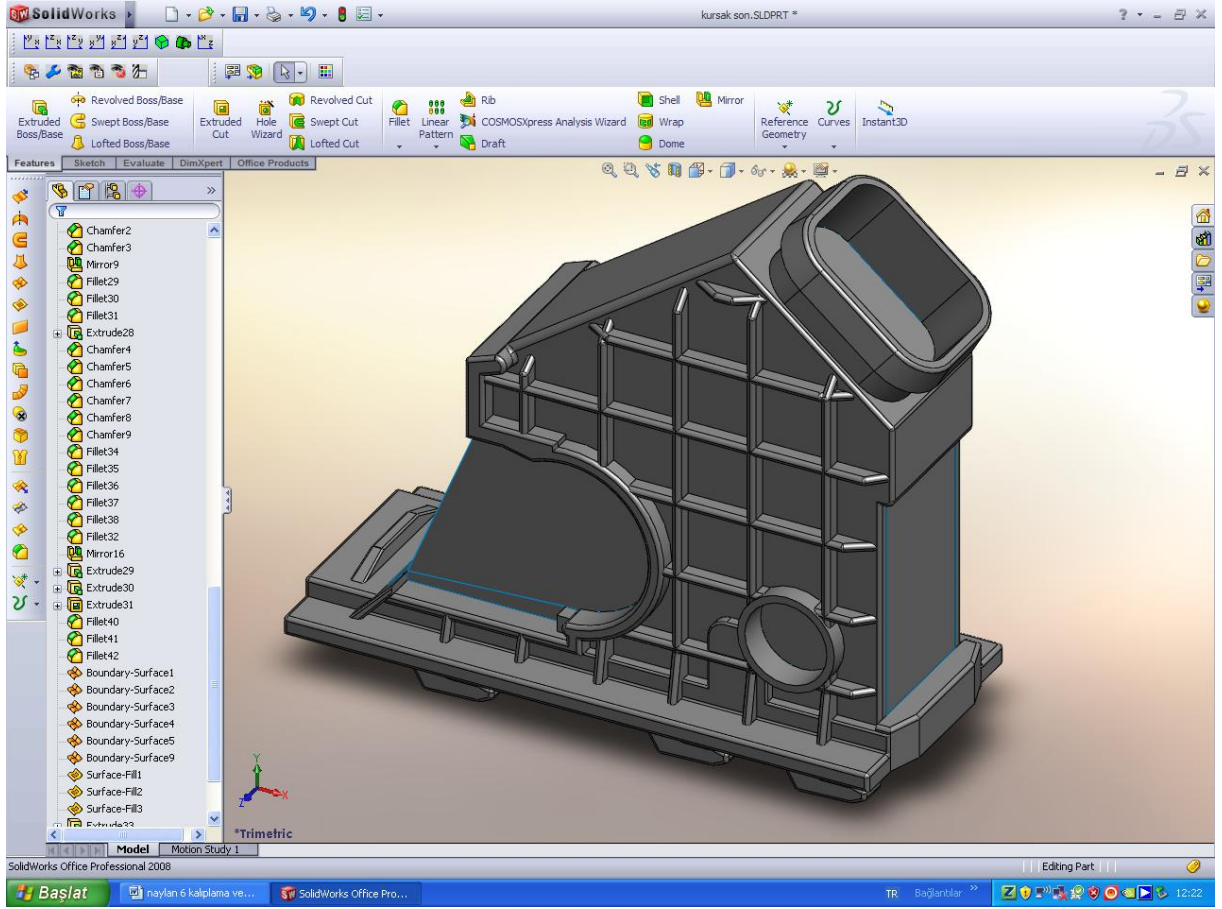
B Ürünü kalıp yarımının oluşturulması için Solidworks 2008 programında katı modelin çizilmiştir. Şekilde (Şekil 3. 14) B Ürünü için kalıptan çıkacak olan CAD data gösterilmektedir



Şekil 3. 14 B Ürünü için kalıptan çıkacak olan CAD data çizimi

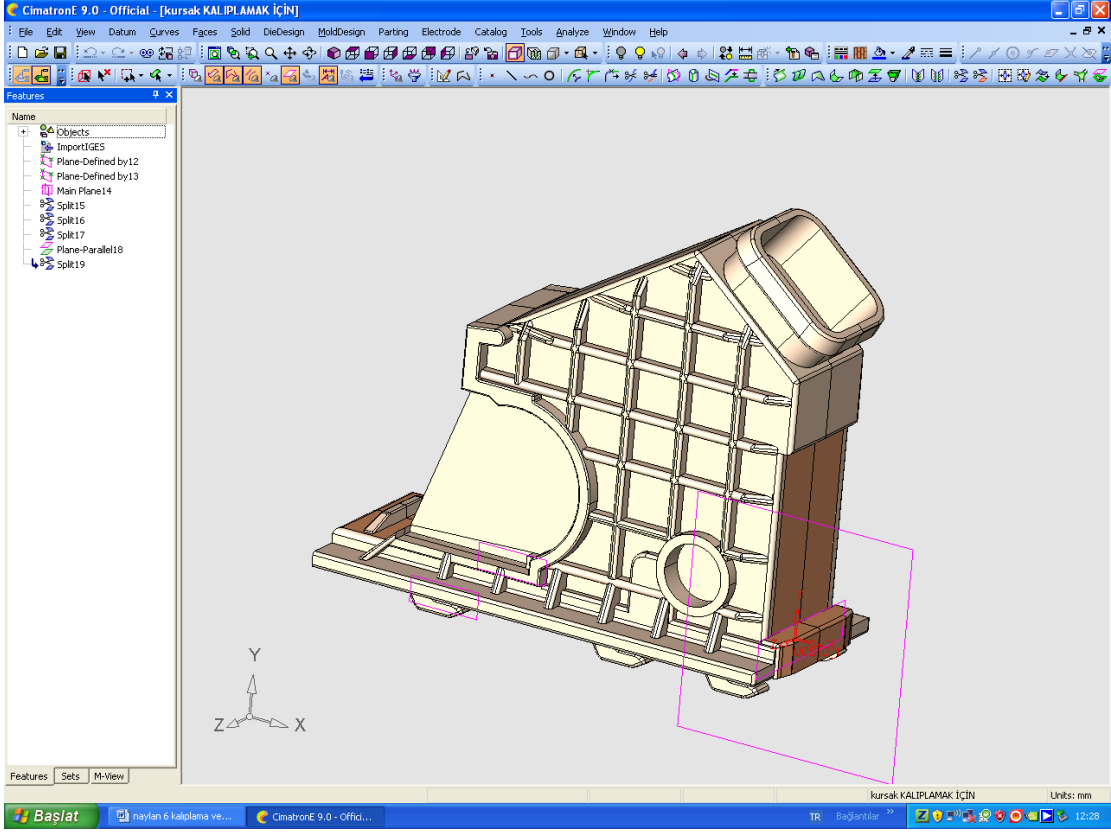
Oluşan CAD datanın kalıplanabilmesi için, açık olan kısımlarının kapatılması gerekir. Solidworks programında yüzey modelleme modülü ile açık yüzeyler kapatılır. Aşağıdaki

şekilde (Şekil 3. 15) açık yüzeylerin kapatılmış şekli gösterilmektedir.



Şekil 3. 15 Açık yerlerin yüzey modelleme ile kapatılması

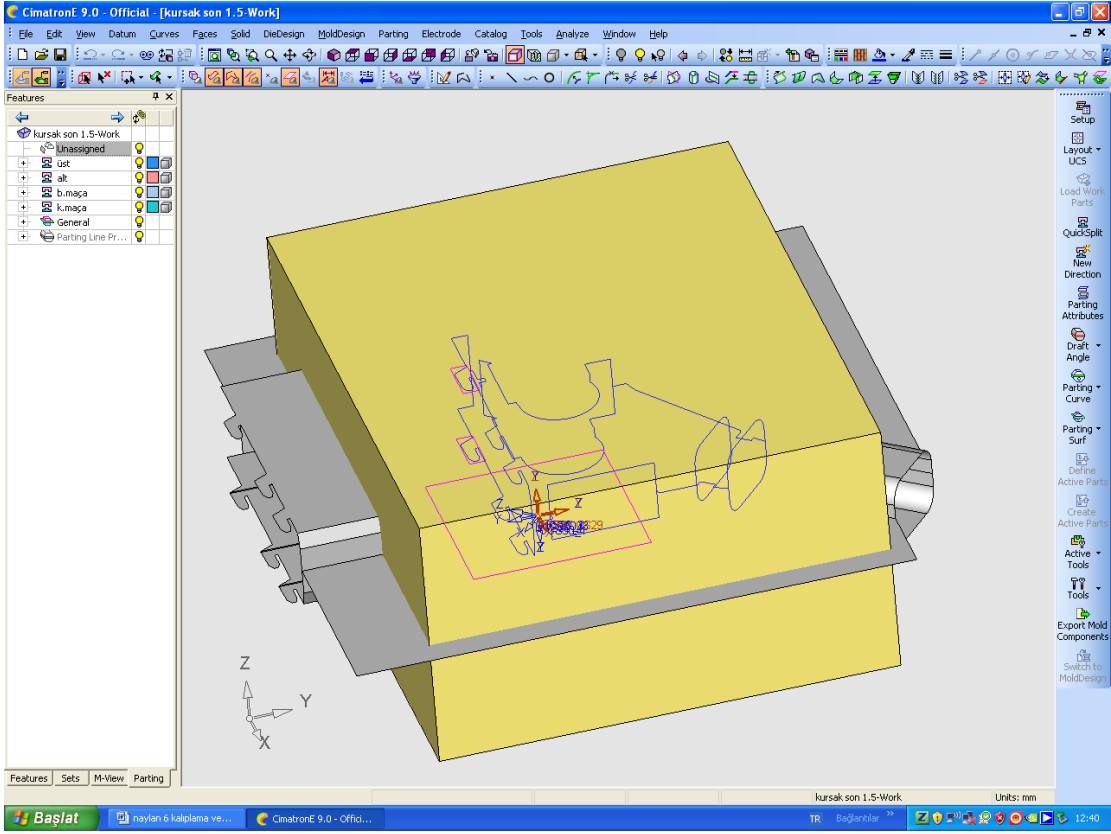
Solidworks programında hazırlanan ürün CAD datası, IGES formatında farklı kaydedilerek Cimatron E9. 0 programında açılacak hale getirilir. (Şekil 3. 16)



Şekil 3. 16 Uygun kalıp çekirdeklerinin hazırlanması için cad datanın cimatron E9. 0 programına ıges formatında kaydedilmesi

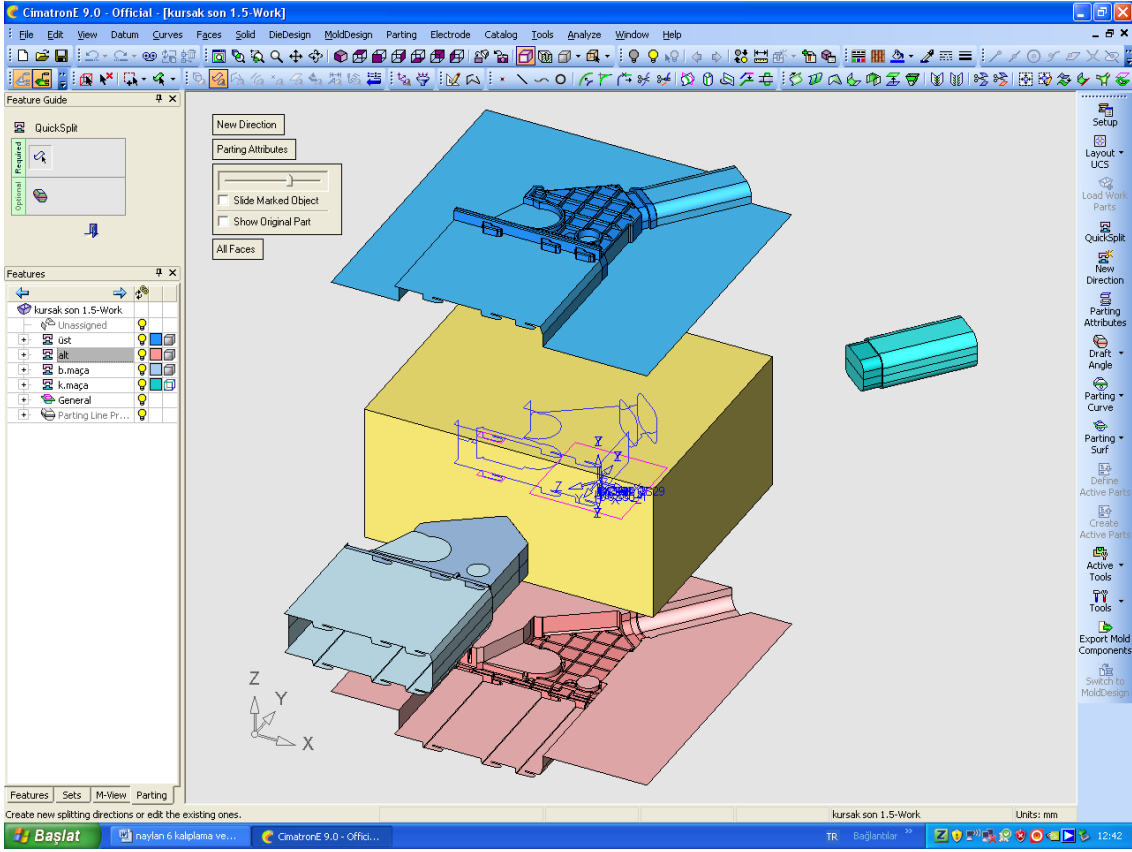
Kalıp ayırım çizgisinin düzgün oluşturulabilmesi için yüzeylerin uygun yerlerden bölünmesi işlemi yapıldıktan sonra kalıp ayırım yüzeyleride doğru şekilde oluşturulur.

Kalıp yarımlarının kütük parça sınırları belirlenir ve her bir kalıp yarımı katı olarak oluşturulmadan önce kalıp çekirdeği oluşturulur. (Şekil 3. 17)



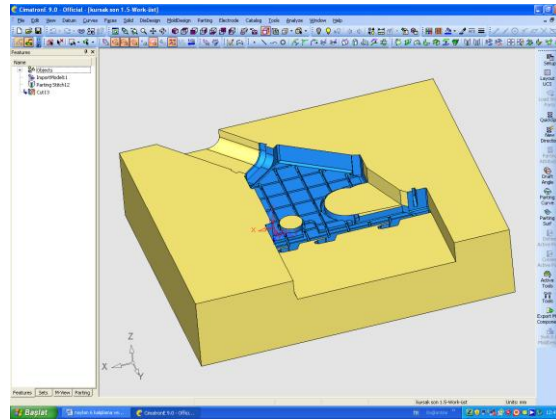
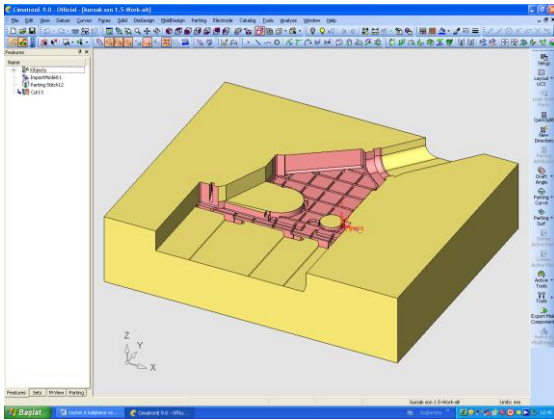
Şekil 3. 17 Kalıp çekirdeğinin oluşturulması

B ürünündeki farklılık, kalıp yarımlarının haricinde iki ayrı maça olmasıdır. Program, maça tasarımında istenilen yönlere ayrılmasına izin vermektedir. (Şekil 3. 18)

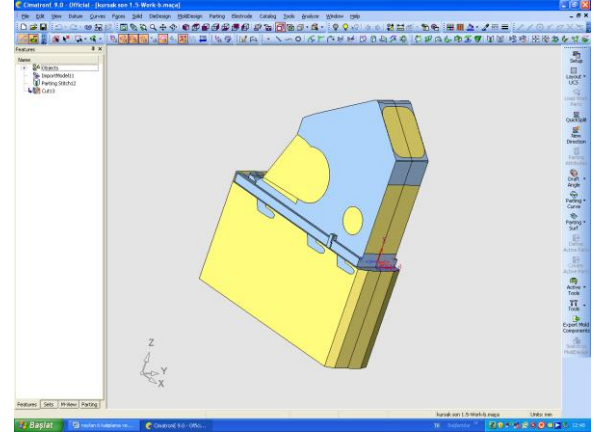
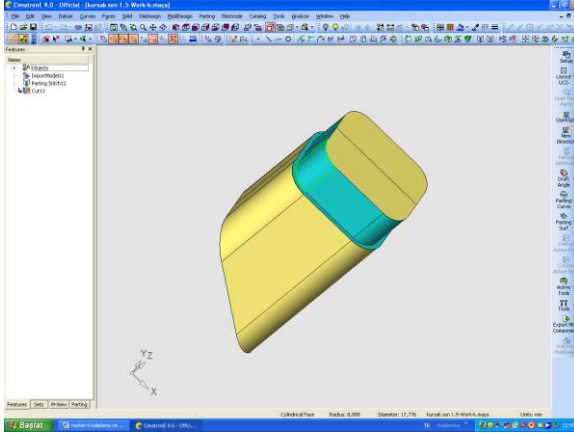


Şekil 3. 18 Yüzey olarak oluşan kalıp yarımalarının ve maçaların kontrolü

Oluşan kalıp yarımaları (Şekil 3. 19) ve maçalar (Şekil 3. 20) ayrı ayrı kaydedilmek suretiyle her bir yarım ve maça talaşlı üretime hazır hale getirilir. Talaşlı üretimi ve parlatma kaplama gibi son işlemleri bitirilen kalıp yarımaları ve maçalar hazır sipariş edilen kalıp seti içerisine yerleştirilerek tohum hücresi imalatına hazır hale getirilir. Aşağıdaki şekilde kalıp yarımalarının ve maçalarının katı olarak kaydedilmiş şekli gösterilmektedir.

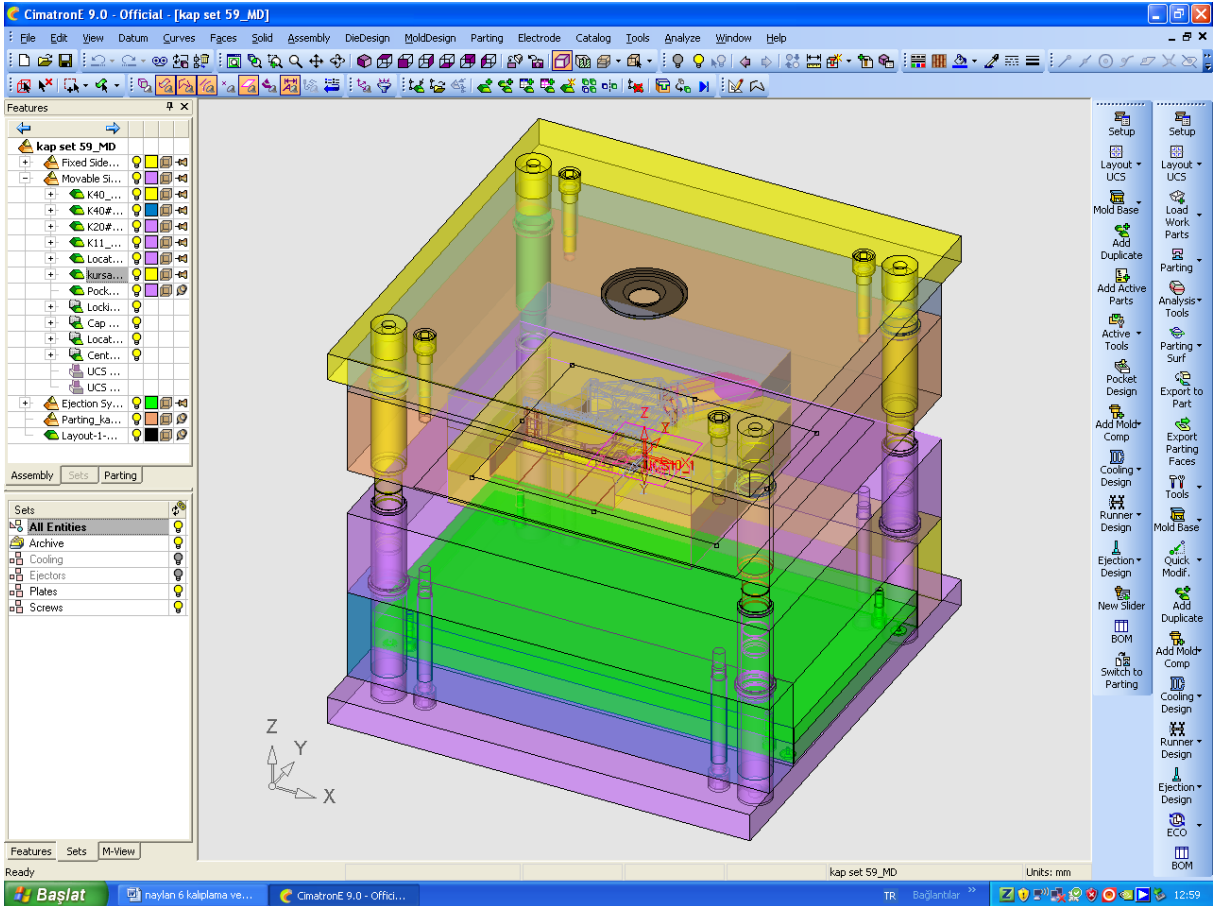


Şekil 3. 19 Kalıp yarımaları



Şekil 3. 20 Maçalar

Kalıp yarımaları ve maçalar talaşlı üretim ve yüzey son işlemleri yapıldıktan sonra hazır kalıp seti içerisine montaj edilmektedir. (Şekil 3. 21)



Şekil 3. 21 İmalatı yapılan kalıp yarımaları ve maçaların kalıp setine montajı

3. 2. 3. Katı Model Olarak Tasarlanan Kalıp Yarımalarının Üretiminde Uygulanan Talaşlı İmalat Yöntemleri

A Ürünü (POM malzeme) için talaşlı imalat işlem sırası aşağıdaki gibi gerçekleşmiştir. 1-CAD Dataları oluşturulan kalıpların CAM programında CNC tezgahlarında üretimi için

kesici takım yollarının belirlendiği kod listesi elde edilir.

2-Kalıp çekirdeği, önceden düzlem yüzey taşlama işlemi yapıldıktan sonra CNC Freze tezgahına uygun bağlama aparatları sayesinde bağlanır. CAM Programından elde edilen kodlar CNC tezgah kontrol ünitesine gönderilir. Uygun kesiciler vasıtası ile kaba, yarı kaba ve finiş bitirme işlemleri yapılarak talaş alınır.

3-CNC de son işlemesi yapılan kalıp çekirdeği yüzeyinde parlatma için 0. 02 mm pay bırakılmıştır. Parlatma işlemi çeşitli kalıp parlatma aparatları kullanılarak el işçiliği ile yapılmıştır.

4-Parlatılmış yüzeye daha iyi sonuç almak için 0. 002 mm kalınlığında Krom-Nikel kaplatılmıştır.

B Ürünü (%30 cam elyaf takviyeli Naylon 6 malzeme) için talaşlı imalat işlem sırası aşağıdaki gibi gerçekleşmiştir.

Kalıp çekirdeği, önceden düzlem yüzey taşlama işlemi yapıldıktan sonra, uygun elektrodlar ile dalma erezyon tezgahında son şeklini almıştır. Oluşan yüzey kalitesi yeterli görülmüş ve sonrasında parlatma veya kaplama işlemi uygulanmamıştır.

3. 2. 4. Tohum Hücrelerinin Enjeksiyon Makinalarında Üretilmesi

Plastik enjeksiyon makinasının haznesine konulan granül plastikler, enjeksiyon işleminden önce içerisindeki nem oranının düşürülmesi amaçlanarak kurutma işlemlerinden geçirilirler. A Ürünü (POM) için kurutma sıcaklığı ve süresi 80 °C de 4 ile 6 saat iken B Ürünü (Naylon 6 %30 CT) için 100°C de 6 ile 8 saat olmaktadır.

Kurutma işlemi tamamlanmış plastik malzemeler enjeksiyonda üretime hazır hale getirilirler.

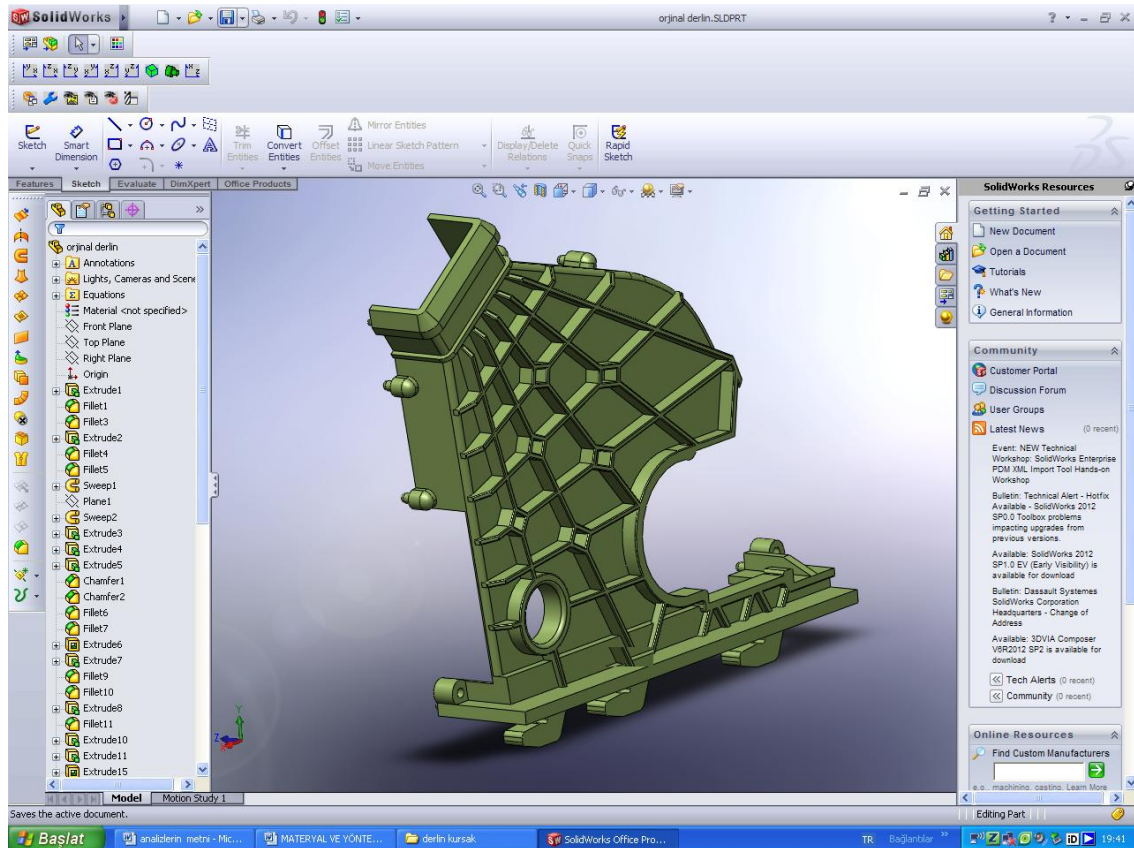
Sonraki aşama plastiğin kademeli olarak ısıtılarak belirli baskı kuvvetiyle kalıba enjekte edilmesi işlemidir. Ürünlerin enjekte edilmeden önce makine içerisindeki grup sıcaklıkları aşağıdaki çizelgelerde belirtilmiştir.

Çizelge 3. 2 Enjeksiyon işleminde plastik malzemelere uygulanan ısılar

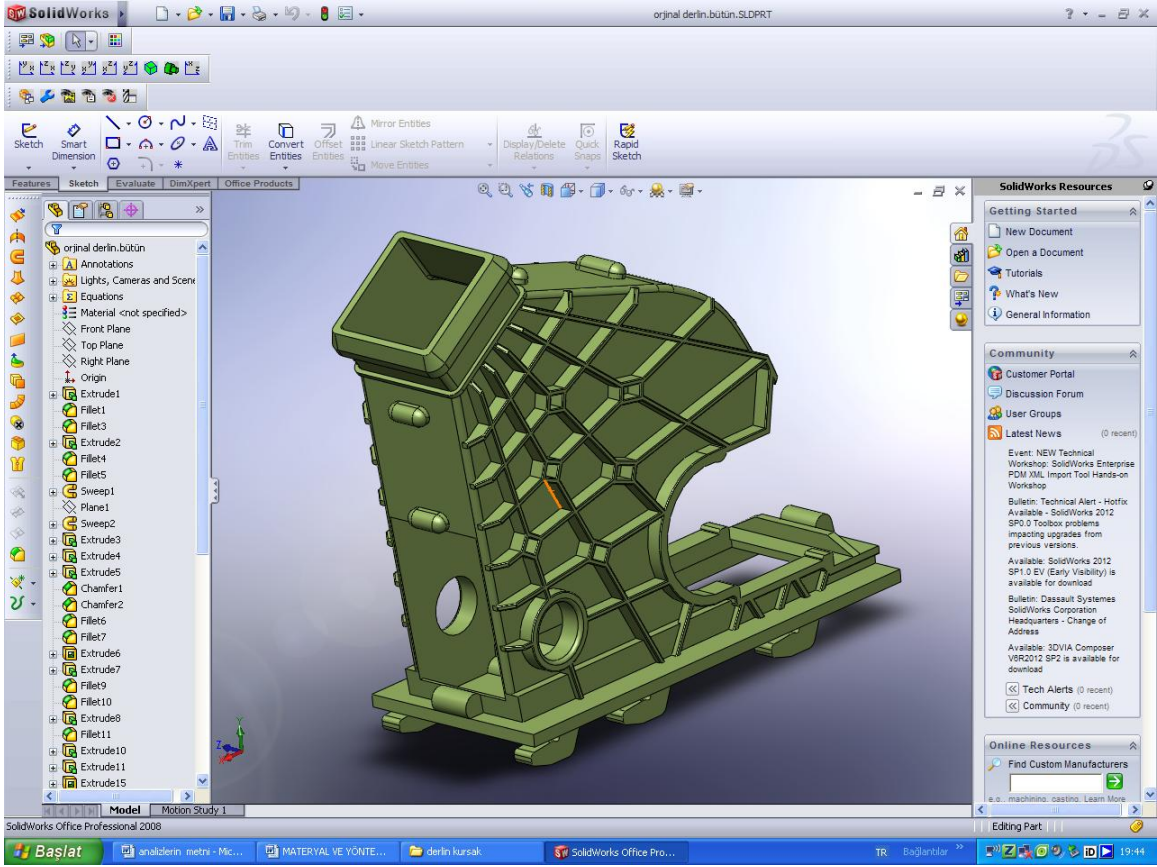
	1. KADEME ISISI °C	2. KADEME ISISI °C	3. KADEME ISISI °C	ENJEKSİYON UÇ ISISI °C
A ÜRÜNÜ (POM)	140	150	170	180
B ÜRÜNÜ (%30CT N6)	240	245	250	260

3. 2. 5. Uygulanan Testler ve Analizler

A ürünü için POM malzemeden üretilen tohum hücresi iki parçalı olarak üretilmiştir. Aşağıdaki ilk gösterilen tasarım (Şekil 3. 22) tohum hücresinin kalıptan çıktığı tasarımdır. İkincisi ise (Şekil 3. 23) analiz uygulanan montajlı tasarımıdır.

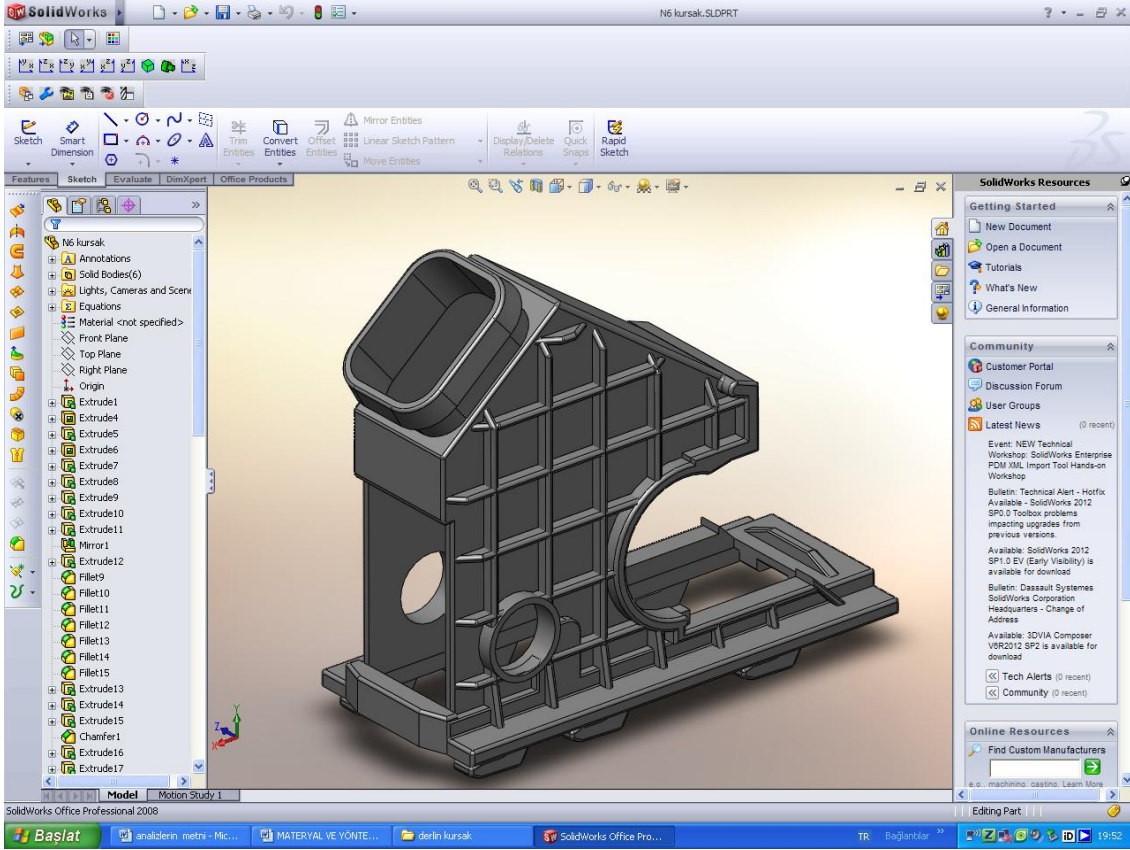


Şekil 3. 22 A ürününün kalıptan çıkarılmak üzere imal edilen tasarımı



Şekil 3. 23 A ürünü için analizlerin yapıldığı montajlı tasarım

B Ürünü için %30 Cam Elyaf katkılı Naylon 6 malzemeden üretilen tohum hücresinin kalıptan çıkmış tek parça olarak üretilen ve analiz yapılan tasarımı aşağıda gösterilmiştir. (Şekil 3. 24)



Şekil 3. 24 B ürünü için analizlerin yapıldığı tasarım

Solidworks programı içerisinde bulunan COSMOSXpress menüsü ile katı modeli yapılarak CAD datası oluşturulmuş parçalara program içinden malzemeler atayarak statik analizler yapılabilir. Tasarım kısmında modellenmiş olan CAD data. prt uzantılı olarak kaydedilir ve CosmosXpress menüsü açılır. Açılan ara yüzdeki çekme menülerin anlamları aşağıdaki gibidir.

Malzeme(Material): Parça için standart kütüphaneden bir malzeme seçilir.

Engelleme(Restraint): Parçanın, analiz sırasında yerinde kalacak olan yüzleri seçilir. Bunlar bazen kısıtlama (constraint) olarak da adlandırılır.

Yük(Load): Gerilme uygulayacak ve parçayı deforme edecek olan kuvvetler ve basınçlar gibi dış yükleri belirlenir.

Analiz (Analyze): Analizi çalıştırılarak isteğe bağlı olarak kullanılan mesh' in kabalığı ayarlanır.

Sonuç(Results): Analizin sonuçlarını gösterir.

Statik analiz sonuç kısmında program, kritik noktaları renk/değer gösterimlerinin dışında üç farklı kriteri esas alır.

1. Kriter;Şekil değişikliğinin gösterildiği kısımdır. Malzemedeki şekil değişikliği olan yerler net bir şekilde görülebilir

. **2. Kriter;** URES adı ile belirtilen yerdir. Toplam Yer değiştirmeyi gösterir. Yer değiştirmenin. Min. olduğu yerin koordinatları ile max. olduğu yerin koordinatları ve max. Yer değiştirmenin milimetrik değeri belirtilir Bu yer değiştirme miktarı et kalınlığını geçtiğinde parçanın emniyetsiz olduğu ve et kalınlığının revize edilmesi gerektiği anlamındadır (Can 2009).

3. Kriter; Von mises Kriteridir. Von mises, çarpılma enerjisi (Biçim Değiştirme Enerjisi) teorisiidir.

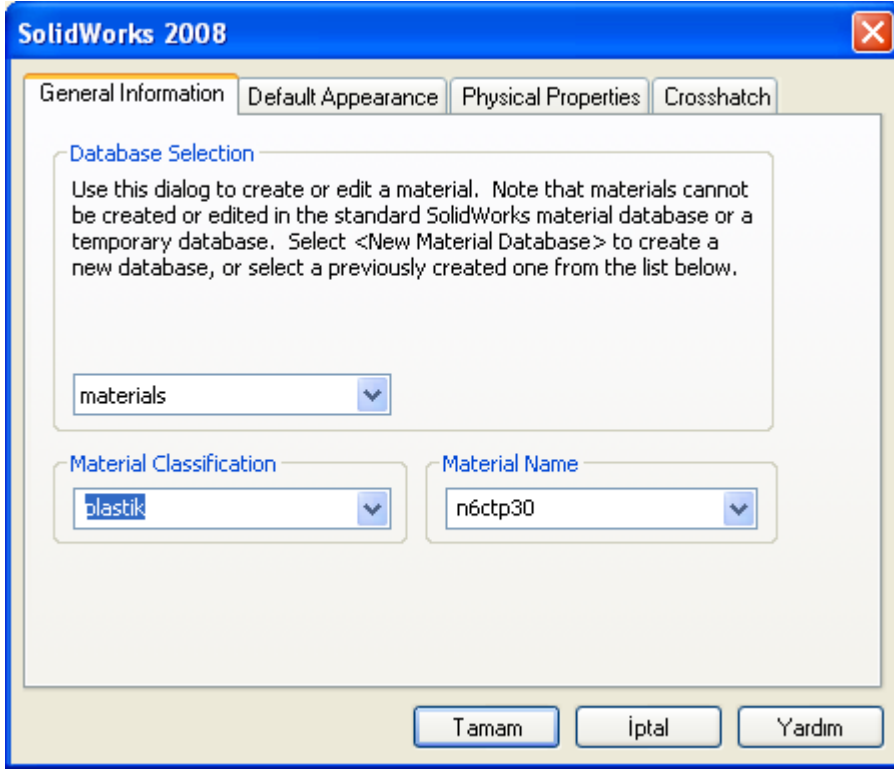
Elde edilen max. akma gerilmesi değeri ile malzemenin basınç altındaki akma gerilmesi değeri kıyaslanır.

A. ve B. rnlerinin Von mises kritik değerleri tezin sonuç kısmında karşılaştırmalı olarak yorumlanacaktır.

3. 2. 5. 1. CosmosXpress Programında Uygun Malzemelerin Seçimi

Analiz yapılacak CosmosXpress modülünde delrin malzeme için POM sekmesi işaretlenerek seçildi. %30 cam elyaf takviyeli Naylon 6 malzeme program materyal seçeneklerinde olmadığı için. . %30 cam elyaf takviyeli Naylon 6 malzemenin, kütle yoğunluğu, pozisyon oranı, esneklik gibi bazı fiziksel özellikleri girilerek yeni bir malzeme oluşturuldu. Programda oluşturulan malzemeye’ ‘ naylon6ctp30’ ‘ ismi verildi.

Unsur ağacı zerindeki Material kısmı seçilir ve edit material kısmı seçilerek Click Edit Material malzeme altındaki plastik malzeme çeşitlerinden herhangi biri seçilir. Seçilen malzeme yeni atanacak malzeme için bir s olarak kullanılmıştır. . Yeni materyalin oluşturulacağı sayfa gelir. Farklı kaydet otomatik olarak materyalin kaydedileceği klasörü oluşturur. Material classification kısmına plastik yazılır ve material name kısmına yeni malzemenin ismi verilir.



Şekil 3. 25 Malzeme ile ilgili genel bilgiler sekmesi

Fiziksel özellikler sekmesinde önemli olan değerler girilir. Bunlar;

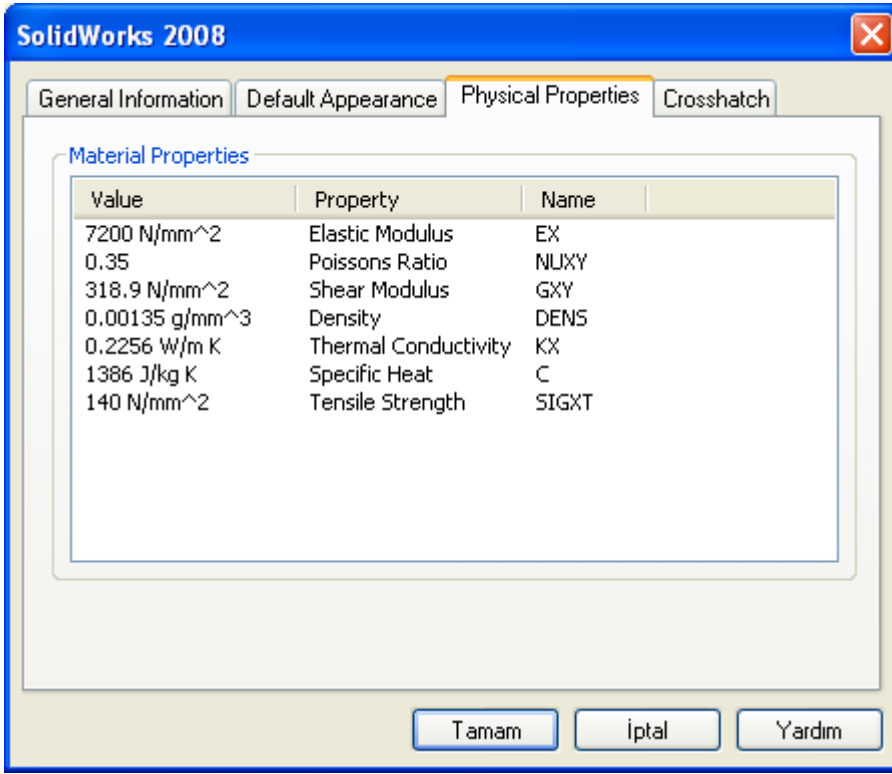
EX (Elastic modulus): **1.2e11 EX**: Esneklik

NUXY (Poisson's ratio): **0.3NUXY** :Poisson oranı

DENS (Mass density): **7500Density**: Kütle yoğunluğu

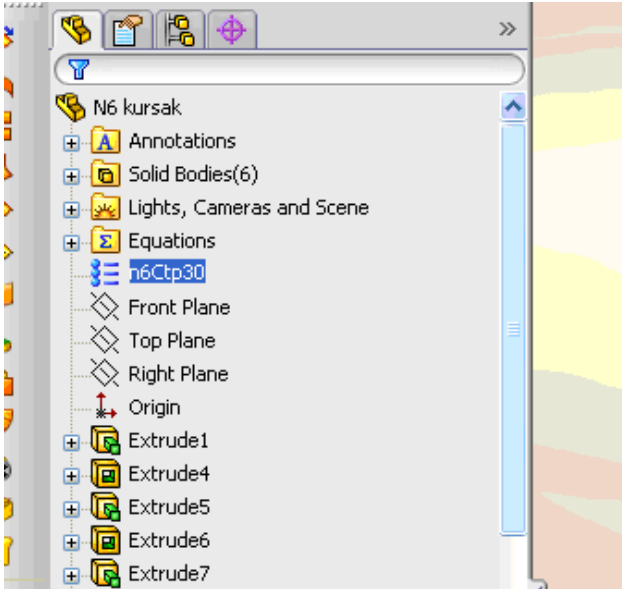
SIGYLD (Yield strength): **5e8Tensile Strength** :Akma değerleridir.

Bu değerler doldurulur ve yeni malzeme analize hazır edilir. (Şekil 3. 26)



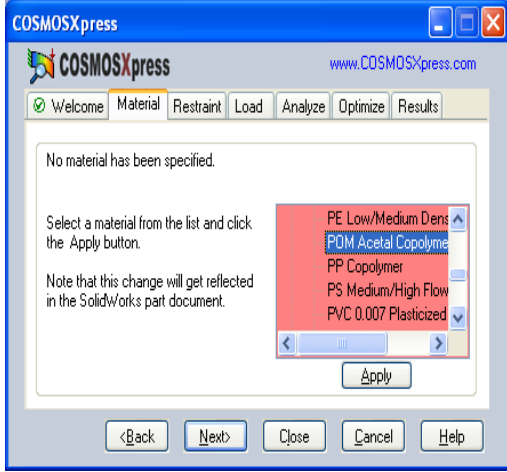
Şekil 3. 26 Fiziksel değerlerin girilmesi

Solidworks programında katı modelin unsur ağacında material kısmı atanan malzemenin ismini alır. (Şekil 3. 27)

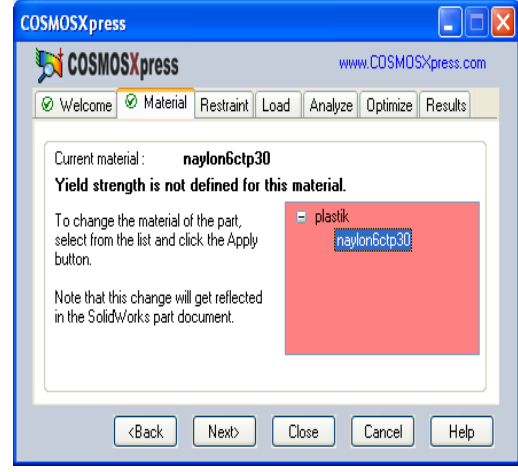


Şekil 3. 27 Malzeme materyalinin n6ctp30 olarak atanması

CosmosXpress programında her iki malzemenin seçilebilir olması ile analize hazır hale gelmiştir (Şekil 3. 28), (Şekil 3. 29)



Şekil 3. 28 A. Ürünü POM Seçimi



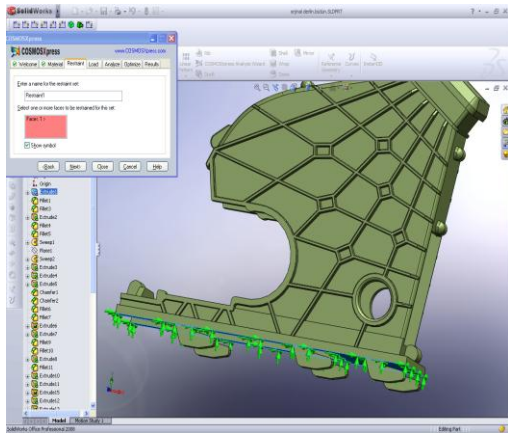
Şekil 3. 29 B. Ürünü %30 CT N6 Seçimi

CosmosXpress analiz programında materyaller belirlenir. A ürünü ve B ürünü için üç farklı noktadan yük uygulamadan önce ürün alt bağlantı yüzeyleri tüm yük bölgelerinde aynı yerden sabitlenmiştir.

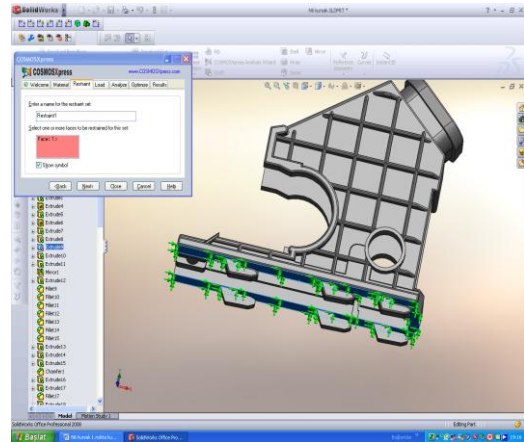
Uygulanan yükler her bölge için aynıdır. Uygulama sonunda Ürünlerde meydana gelen görsel ve analitik neticeler gözlenmiştir. Görsel sonuçlarda ürünlerdeki şekil değiştirme ve kritik bölgelerin tespiti renk-değer grafiği ile desteklenmiştir. Analitik sonuçlarda ise ürünler üzerindeki max. yer değiştirme ve max. akma gerilim değerleri program tarafından tablolar halinde belirtilmiştir.

3. 2. 5. 2. CosmosXpress Programında Her İki Ürünün Sabit Yüzeylerinin ve Yük Uygulanacak Bölgelerinin Seçimi

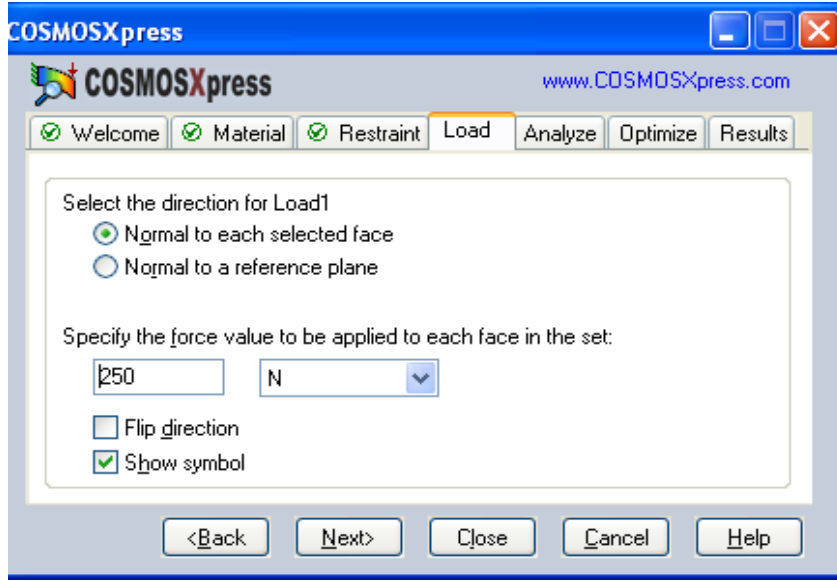
Restraint sekmesinde A ve B ürünlerinin yük uygulamadan önce sabitlenecek bölgeleri seçilir. (Şekil 3. 30)



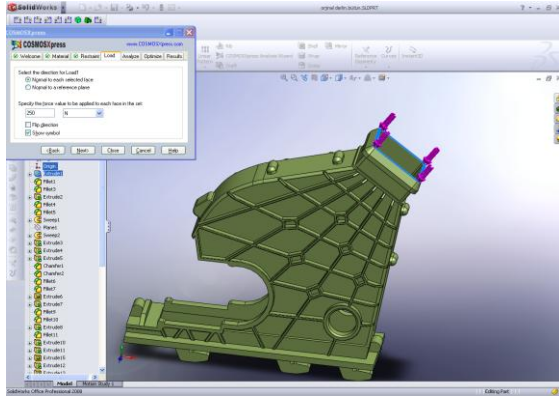
Şekil 3. 30 Sabitlenen bölgeler



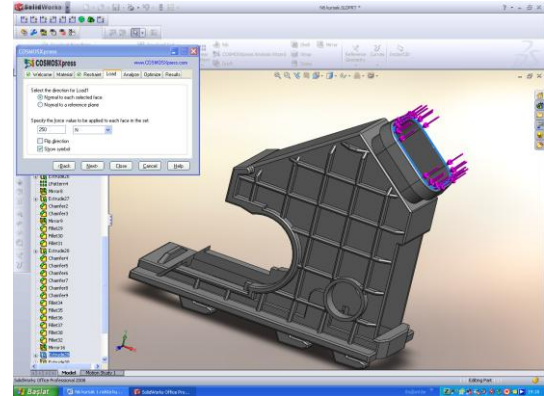
Her iki ürüne üç ayrı noktadan uygulanacak yük miktarı belirlenir. Uygulamalarda 250Newton(N)olarakbelirlendi.(Şekil 31)



Şekil 3. 31 A ve B Ürünü İçin Uygulanan yük 250 N

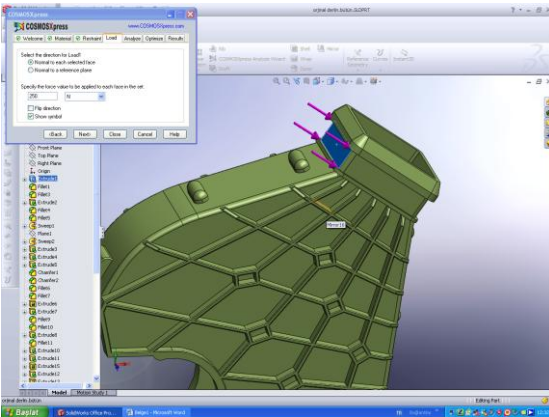


Şekil 3. 32 A. Ürünü 1. Uyg. Yük Bölgesi

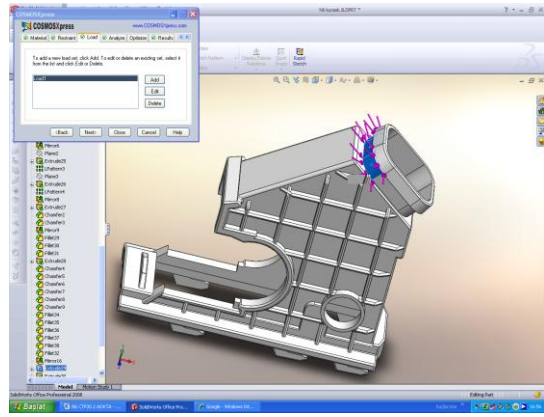


Şekil 3. 33 B. Ürünü 1. Uyg. Yük Bölgesi

A ve B ürünleri için seçilen 2. uygulama bölgesi (Şekil 3. 34) (Şekil 3. 35)

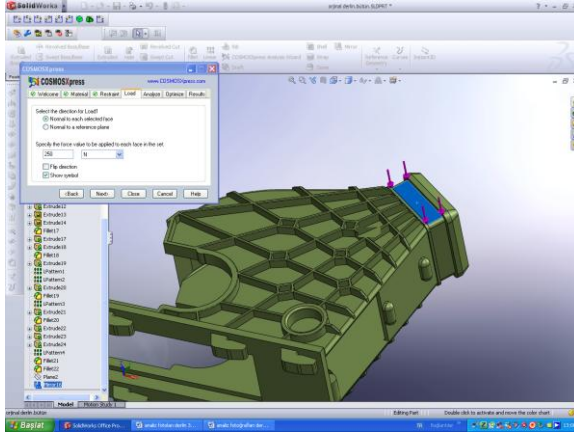


Şekil 3. 34 A. Ürünü 2. Uyg. Yük Bölgesi

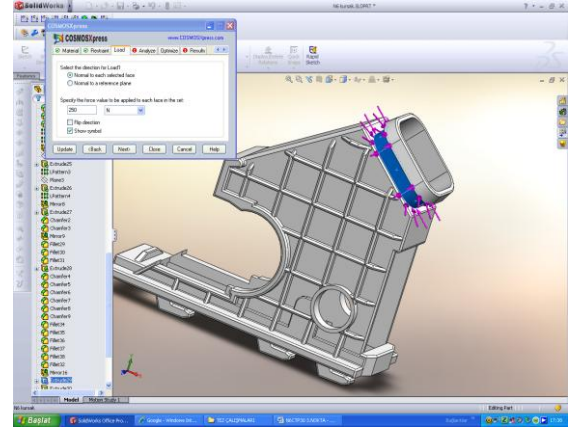


Şekil 3. 35 B. Ürünü 2. Uyg. Yük Bölgesi

A ve B ürünleri için seçilen 3. uygulama bölgesi (Şekil 3. 36)(Şekil 3. 37)

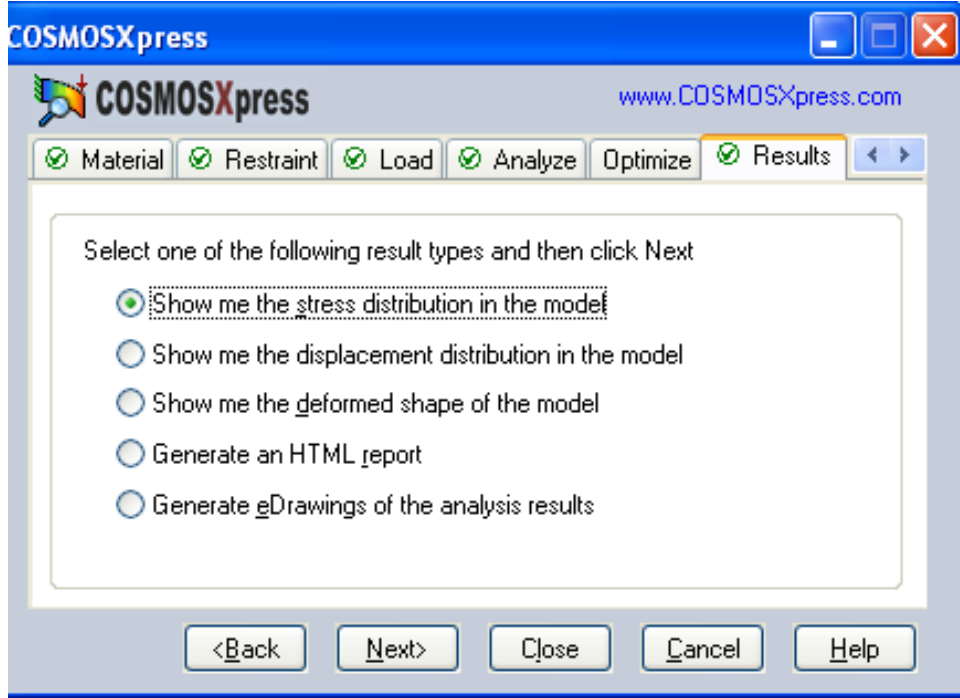


Şekil 3. 36 A. Ürünü 3. Uyg. Yük Bölgesi



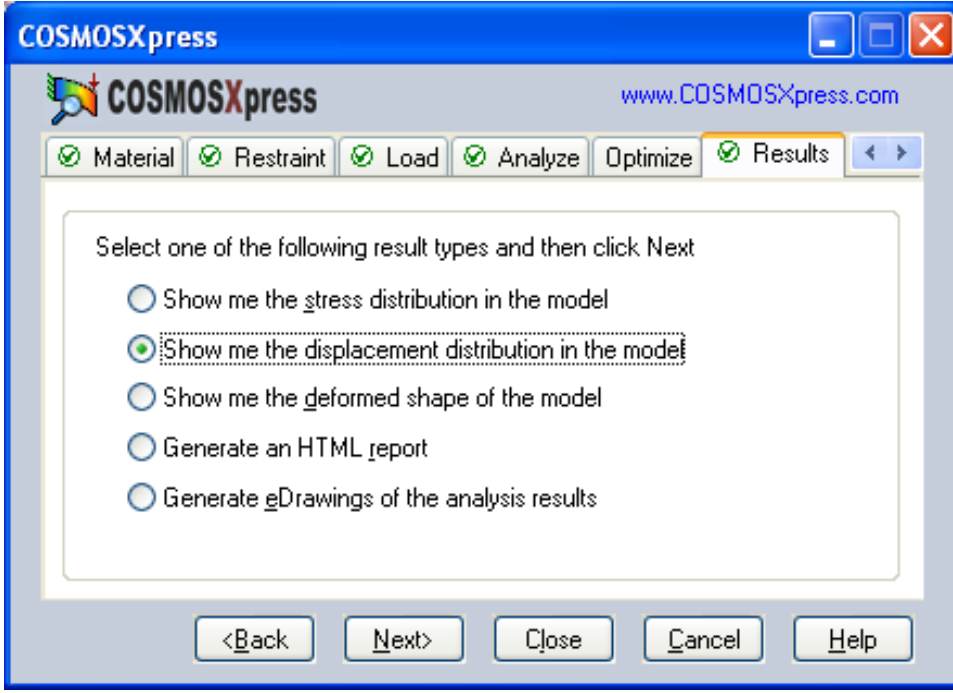
Şekil 3. 37 B. Ürünü 3. Uyg. Yük Bölgesi

Results (Sonuçlar) sekmesinde açılan pencerede her iki malzemenin modeldeki gerilim dağılımını gösteren kısım işaretlendiğinde (Şekil 3. 38), program, malzemelerdeki gerilimin fazla olduğu bölgeleri von mises gerilimi adı altında renk/değer grafiği şeklinde gösterir. .



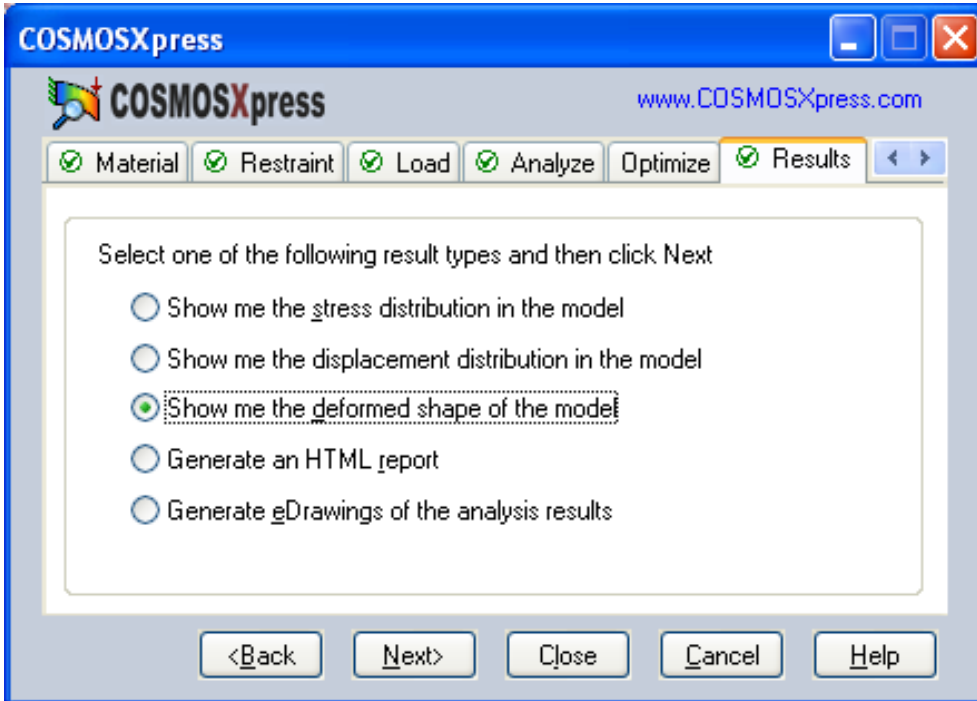
Şekil 3. 38 Modeldeki gerilim dağılımının seçimi

Results (Sonuçlar) sekmesinde açılan pencerede her iki malzemenin modeldeki Yer değiştirme değerini gösteren kısım işaretlendiğinde(Şekil 3. 39), program, malzemelerdeki Yer değiştirme değerinin fazla olduğu bölgeleri Ures adı altında renk/değer grafiği şeklinde gösterir.



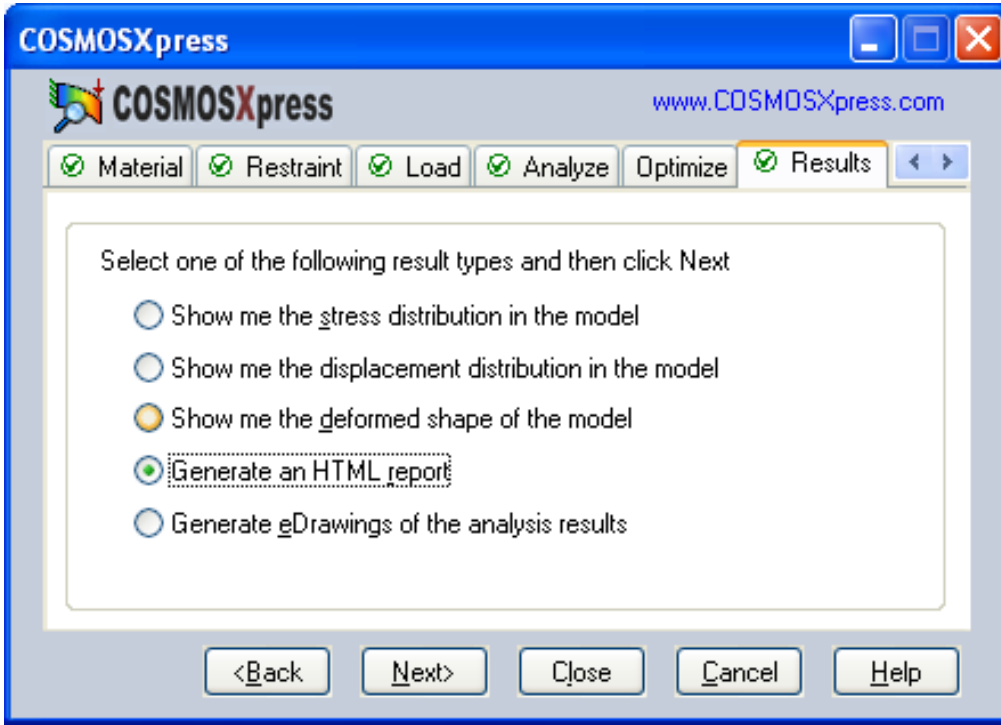
Şekil 3. 39 Modeldeki Yer değiştirme seçimi

Results (Sonuçlar) sekmesinde açılan pencerede her iki malzemenin modeldeki şekil değiştirmeleri gösteren seçenek işaretlendiğinde (Şekil 3. 40), program, modeldeki şekil değişikliğini görsel olarak gösterir.



Şekil 3. 40 Modeldeki deformasyon (şekil değişikliği) seçimi

Results (Sonuçlar) sekmesinde açılan pencerede Raporun html olarak oluşturulması seçimi yapılır 3. 41. Bu sekmede daha önce renk-değer olarak gösterilen gerilim ve deplasman değerleri analitik olarak rapor şeklinde verilir.



Şekil 3. 41 Raporun html olarak oluşturulması seçimi

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE ÖNERİLER

4. 1. Sonuçlar

4. 1. 1. Ürün İmalatı Sonuçları

A Ürünü kalıp çekirdeklerinin talaşlı imalatı CNC freze tezgahında kaba talaş, yarı kaba talaş ve son bitirme talaş işlemlerinden sonra yüzeyin parlatılması ve krom nikel kaplatılması işlemlerinden ibarettir.

B Ürünü için kalıp çekirdeklerinin talaşlı imalatı, elektrot hazırlama ve elektro erzyon tezgahında gerekli olan kalıp boşluklarının işlenmesinden ibarettir. Kalıp çekirdekleri sertleştirilmek suretiyle kalıp setine montaj edilir.

Sonuç olarak işleme metotlarından da anlaşılacağı gibi A Ürünü, imalat sonrası yüzey kalitesi bakımından B Ürünü yüzey kalitesinden daha üstündür.

Kalıp malzemesi bakımından da A Ürünü için seçilen malzeme plastik kalıpcılık için daha uygun ve kaliteli bir malzemedir.

A ürünü ve B Ürünü kurutma ve enjeksiyon öncesi grup sıcaklıkları karşılaştırıldığında A Ürününün kurutma zamanı B Ürününe göre daha azdır. Buda imalat öncesinde A Ürünü için zaman avantajı sağlamıştır.

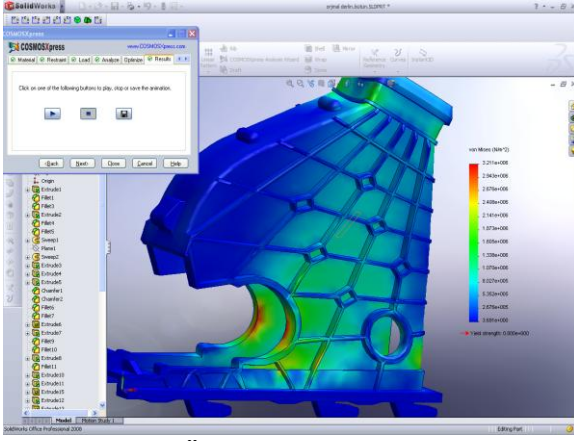
Grup sıcaklıkları bakımından her iki ürünü incelendiğinde A Ürünü ön hazırlık grup ısılarının B Ürününe oranla daha az olduğu anlaşılmıştır. Bu durum imalat öncesinde A ürününün imalata daha erken hazırlandığını göstermektedir.

Gözden kaçmaması gereken diğer bir husus ise A Ürünü kalıptan yarım ürün olarak çıkar ve diğer yarısı üretildikten sonra montaj edilir. Montaj aşamasında işçiler kullanılmaktadır. Bu durum işçilik ve zamandan dolayı ek maliyetleri beraberinde getirir.

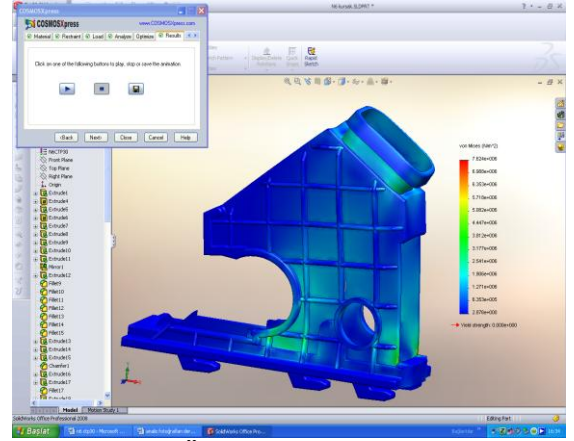
4. 1. 2. Ürünlere Uygulanan Testlerin Sonuçları

4. 1. 2. 1. Görsel Sonuçlar

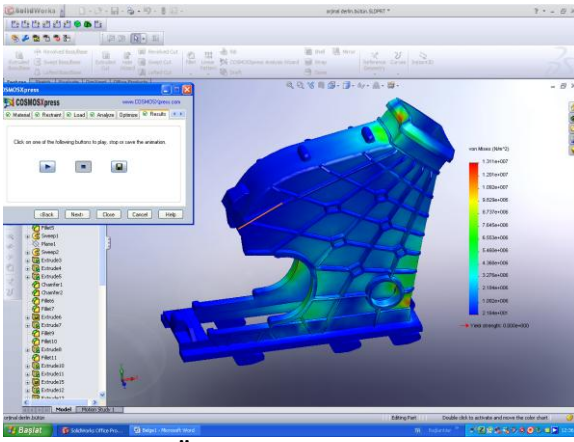
Aşağıda A ve B ürünlerinin 1. , 2. ve3. bölgelerden uygulanan yük altındaki gerilimli (kritik) bölgeleri görülmektedir.



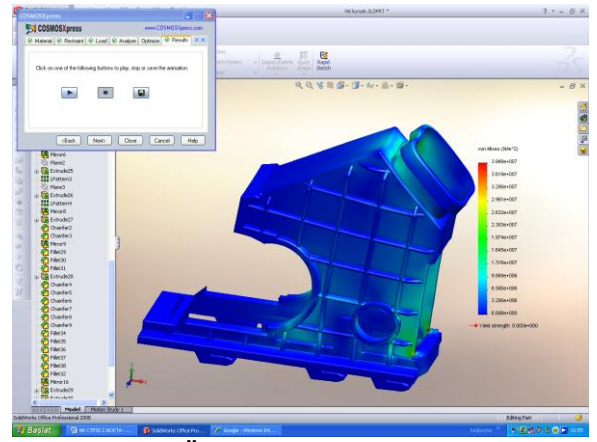
Şekil 4. 1 A. Ürünü 1. Bölge Gerilim Analizi



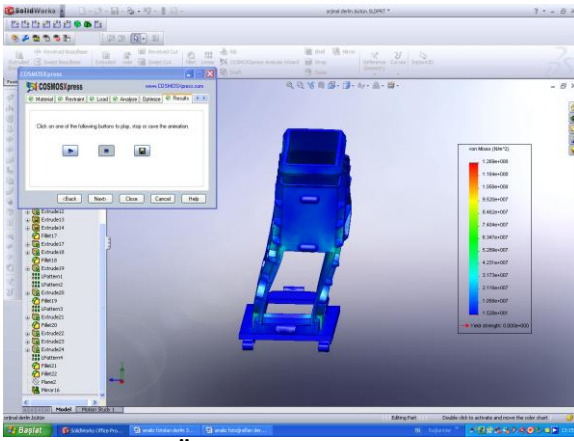
Şekil 4. 2 B. Ürünü 1. Bölge Gerilim Analizi



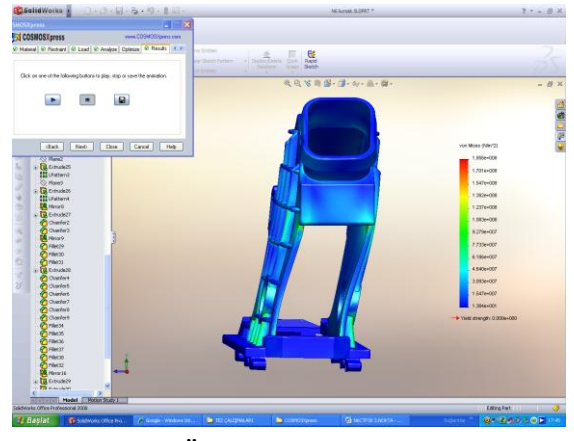
Şekil 4. 3 A. Ürünü 2. Bölge Gerilim Analizi



Şekil 4. 4 B. Ürünü 2. Bölge Gerilim Analizi

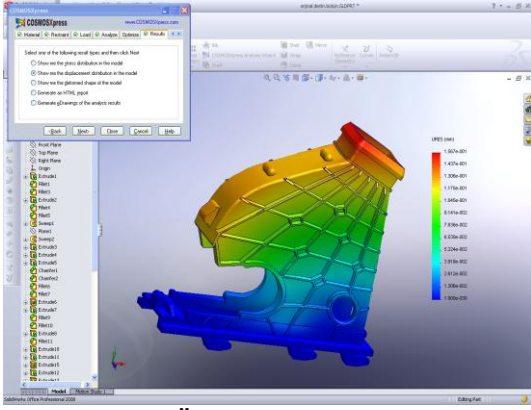


Şekil 4. 5 A. Ürünü 3. Bölge Gerilim Analizi

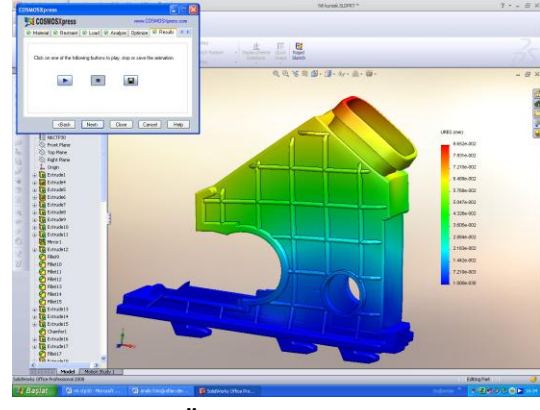


Şekil 4. 6 B. Ürünü 3. Bölge Gerilim Analizi

A ve B Ürünlerinin yük altındaki yer değiştirmelerini gösteren kritik bölgeler renk değer grafisi şeklinde elde edilmiştir.

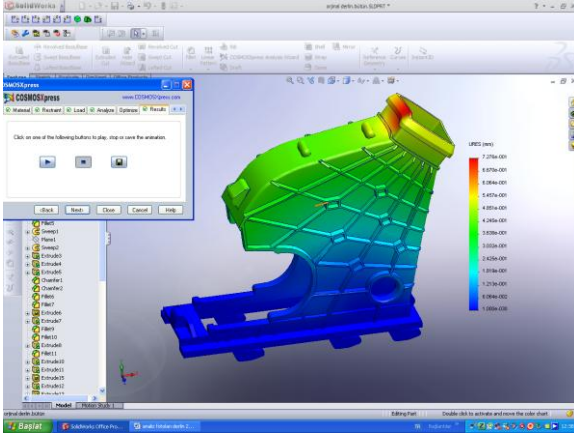


Şekil 4. 7 A. Ürünü 1. bölge yer değıştirme

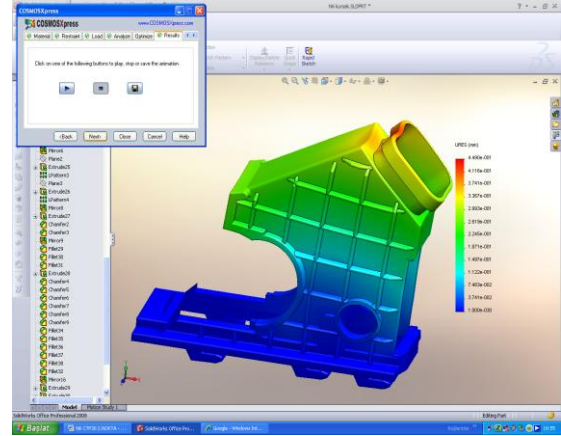


Şekil 4. 8 B. Ürünü 1. bölge Yer değıştirme

A ve B ürünlerinin 2. Bölgedeki Yer Değıştirme (deplasman) kritik bölgeleri (Şekil 4. 9), (Şekil 4. 10)

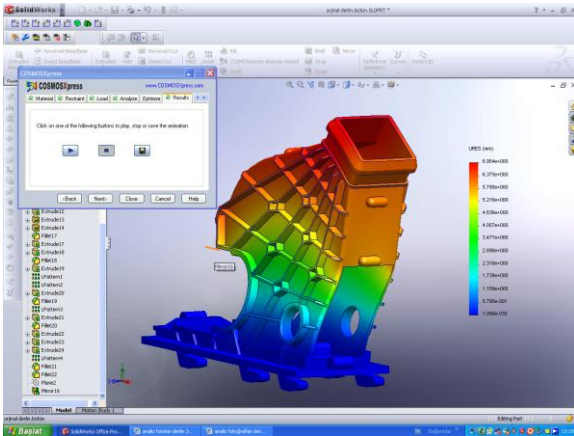


Şekil 4. 9 A. Ürünü 2. bölge Yer değıştirme

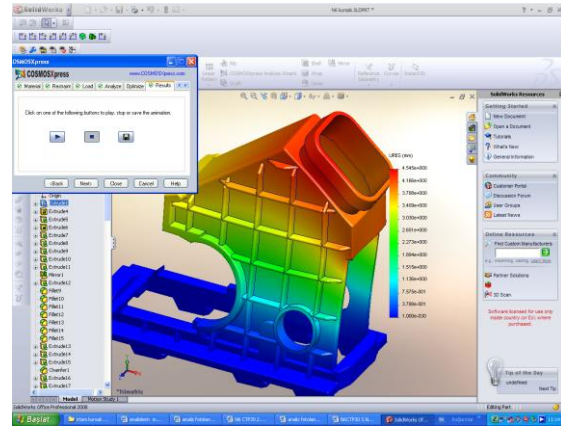


Şekil 4. 10 B. Ürünü 2. bölgeYer değıştirme

A ve B ürünlerinin 3. Bölgedeki Yer Değıştirme (deplasman) kritik bölgeleri (Şekil 4. 11), (Şekil 4. 12)



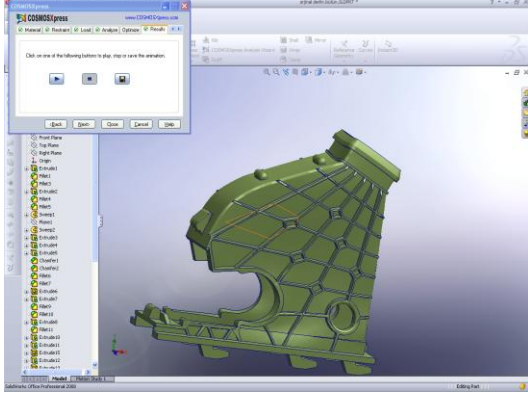
Şekil 4. 11 A. Ürünü 3. bölge Yer değıştirme



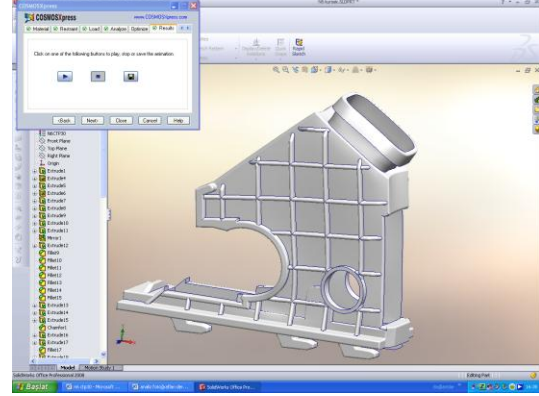
Şekil 4. 12 B. Ürünü 3. bölge Yer değıştirme

Aşağıda A ve B ürünlerinin 1. , 2. ve 3. bölgelerden uygulanan yük altındaki şekil değiştirmeler görülmektedir.

A ve B ürünlerinin 1. Bölgeden uygulanan yük altındaki şekil değişikliği (Şekil 4. 13), (Şekil 4. 14)

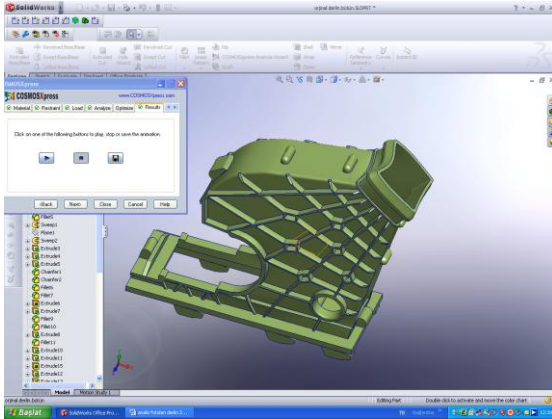


Şekil 4. 13 A. ürünü 1. Bölge şekil değişikliği

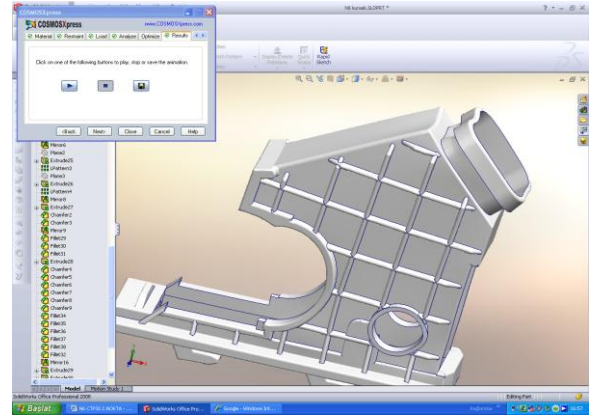


Şekil 4. 14 B. ürünün 1. Bölge şekil değişikliği

A ve B ürünlerinin 2. Bölgeden uygulanan yük altındaki şekil değişikliği (Şekil 4. 15), (Şekil 4. 16)

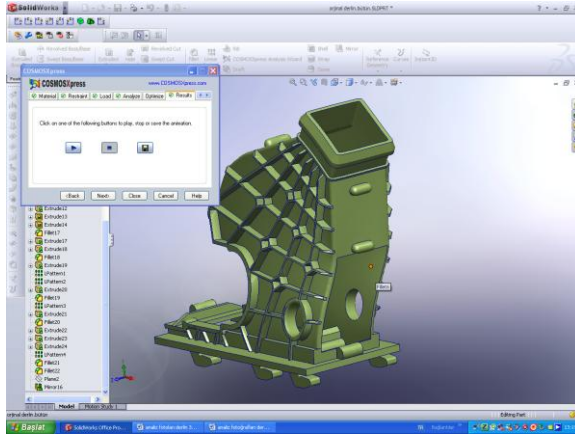


Şekil 4. 15 A. ürünü 2. Bölge şekil değişikliği

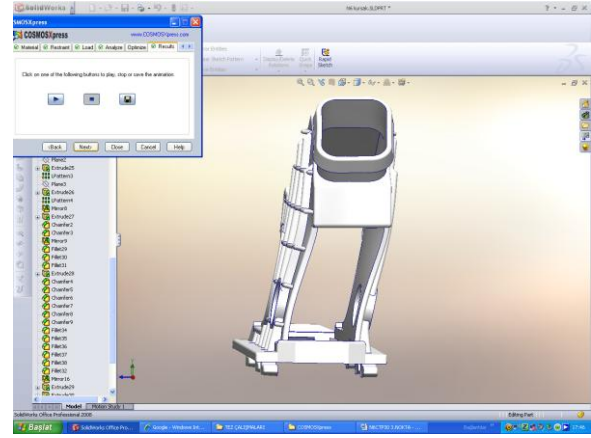


Şekil 4. 16 B. ürünü 2. Bölge şekil değişikliği

A ve B ürünlerinin 3. Bölgeden uygulanan yük altındaki şekil değişikliği (Şekil 4. 17), (Şekil 4. 18)



Şekil 4. 17 A. ürünü 3. Bölge şekil değişikliği



Şekil 4. 18 B. ürünün 3. Bölge şekil değişikliği

4. 1. 2. 2. Analitik Sonuçlar

Burada Location (konum x, y, z):Minimum (min.) ve maximum (max.). gerilmenin bulunduğu noktalar. Max. gerilmenin olduğu değer önemlidir ve malzemenin akma gerilim değeri ile karşılaştırılarak sonucu değerlendirilir.

A ve B Ürünlerinin 1. yük uygulanan bölgedeki gerilim değerleri (Çizelge 4. 1), (Çizelge 4. 2) de gösterilmektedir.

Çizelge 4. 1 A Ürünü için 1. bölgeden uygulanan yük altındaki gerilim değerleri

Name	Type	Min	Konum x, y, z	Max	Konum x, y, z
A. Ürünü	VON: von Mises Gerilimi	3. 69062 N/m ²	(-74. 4989 mm, -41. 4323 mm, -4. 69932 mm)	3. 21095e+0 06 N/m ²	(-38. 8239 mm, -3. 6505 mm, 37. 5 mm)

Çizelge 4. 2 B Ürünü için 1. bölgeden uygulanan yük altındaki gerilim değerler

Name	Type	Min	Konum x, y, z	Max	Konum x, y, z
B Ürünü	VON: von Mises Gerilimi	2. 87596 N/m ²	(-100. 377 mm, -8. 10536 mm, -26. 7865 mm)	7. 62369e+006 N/m ²	(-72. 0824 mm, 11. 133 mm, 25. 1129 mm)

A ve B Ürünlerinin 2. yük uygulanan bölgedeki gerilim değerleri (Çizelge 4. 3), (Çizelge 4. 4) gösterilmektedir.

Çizelge 4. 3 A Ürünü için 2. bölgeden uygulanan yük altındaki gerilim değerleri

Name	Type	Min	Konum x, y, z	Max	Konum x, y, z
A. Ürünü	VON: von Mises Gerilimi	21. 6417 N/m ²	(-73. 9755 mm, -42. 2673 mm, -8. 19932 mm)	1. 3105e+007 N/m ²	(11. 7075 mm, 99. 535 mm, 37. 2071 mm)

Çizelge 4. 4 B Ürünü için 2. bölgeden uygulanan yük altındaki gerilim değerleri

Name	Type	Min	Konum x, y, z	Max	Konum x, y, z
B Ürünü	VON: von Mises Gerilimi	6. 69838 N/m ²	(-100. 908 mm, -10. 5924 mm, -25. 2181 mm)	3. 94779e+007 N/m ²	(0 mm, 8. 48333 mm, -17. 5 mm)

A ve B Ürünlerinin 3. yük uygulanan bölgedeki gerilim değerleri (Çizelge 4. 5), (Çizelge 4. 6) gösterilmektedir.

Çizelge 4. 5 A. Ürünü için 3. bölgeden uygulanan yük altındaki gerilim değerleri

Name	Type	Min	Konum x, y, z	Max	Konum x, y, z
A. Ürünü	VON: von Mises Gerilimi	15. 2775 N/m ²	(-72. 5255 mm, -40. 9388 mm, -10. 5 mm)	1. 26931e+008 N/m ²	(32. 646 mm, 28. 0509 mm, 37 mm)

Çizelge 4. 6 B. Ürünü için 3. bölgeden uygulanan yük altındaki gerilim değerleri

Name	Type	Min	Konum x, y, z	Max	Konum x, y, z
B Ürünü	VON: von Mises Gerilimi	13. 842 N/m ²	(-99. 4836 mm, -10. 0014 mm, -25. 0533 mm)	1. 85585e+008 N/m ²	(0 mm, 66 mm, 17. 5 mm)

Farklı yüzey bölgelerinden uygulanan kuvvetlerin ürünlerde oluşturduğu yer değiştirme değerleri analitik olarak sunulmuştur. Burada max. yer değişikliğinin olduğu bölge konum olarak belirtilir. İmalatı düşünülen ürünün et kalınlığı ile max. yer değişikliği değeri karşılaştırılarak sonucu değerlendirilir.

A ve B Ürünlerinin 1. yük uygulanan bölgedeki yer değiştirme değerleri (Çizelge 4. 7), (Çizelge 4. 8) gösterilmektedir.

Çizelge 4. 7 A. Ürünü için 1. bölgeden uygulanan yük altındaki yer değiştirme değerleri

Name	Type	Min	Konum x, y, z	Max	Konum x, y, z
A. Ürünü	URES: Yer değiştirme Sonucu	0 mm	(-127. 025 mm, -35. 9201 mm, 40. 5 mm)	0. 156711 mm	(18. 379 mm, 113. 526 mm, 38 mm)

Çizelge 4. 8 B. Ürünü için 1. bölgeden uygulanan yük altındaki yer değiştirme değerleri

Name	Type	Min	Konum x, y, z	Max	Konum x, y, z
B Ürünü	URES: Yer değiştirme Sonucu	0 mm	(-33 mm, -5 mm, 21. 5 mm)	0. 086519 mm	(-24. 7651 mm, 133. 478 mm, -1. 7 mm)

A ve B Ürünlerinin 2. yük uygulanan bölgedeki yer değiştirme değerleri (Çizelge 4. 9), (Çizelge 4. 10) gösterilmektedir.

Çizelge 4. 9 A. Ürünü için 2. bölgeden uygulanan yük altındaki yer değiştirme değerleri

Name	Type	Min	Konum x, y, z	Max	Konum x, y, z
A. Ürünü	URES: Yer değiştirme Sonucu	0 mm	(-127. 025 mm, -35. 9201 mm, 40. 5 mm)	0. 727637 mm	(18. 379 mm, 113. 526 mm, 20 mm)

Çizelge 4. 10 B. Ürünü için 2. bölgeden uygulanan yük altındaki yer değiştirme değerleri

Name	Type	Min	Konum x, y, z	Max	Konum x, y, z
B Ürünü	URES: Yer değiştirme Sonucu	0 mm	(-33 mm, -5 mm, 21. 5 mm)	0. 448975 mm	(-29. 5843 mm, 124. 773 mm, -0. 85 mm)

A ve B Ürünlerinin 3. yük uygulanan bölgedeki yer değiştirme değerleri (Çizelge 4. 11), (Çizelge 4. 12) gösterilmektedir.

Çizelge 4. 11 A. Ürünü için 3. bölgeden uygulanan yük altındaki yer değiştirme değerleri

Name	Type	Min	Konum x, y, z	Max	Konum x, y, z
A. Ürünü	URES: Yer değiştirme Sonucu	0	(-127. 025	6. 95413	(19. 796
		mm	mm,	mm	mm,
			-35. 9201		101. 001
			mm,		mm,
			40. 5 mm)		37. 5 mm)

Çizelge 4. 12 B. Ürünü için 3. bölgeden uygulanan yük altındaki yer değiştirme değerleri

Name	Type	Min	Konum x, y, z	Max	Konum x, y, z
B Ürünü	URES: Yer değiştirme Sonucu	0	(-33 mm,	4. 54506	(-19. 6055
		mm	-5 mm,	mm	mm,
			21. 5 mm)		114. 847
					mm,
					18. 5 mm)

4. 2. Öneriler

4. 2. 1. Üretim aşamasında Yapılabilecek Değişiklikler

A Ürününün kalıptan yarım olarak çıkması dezavantajlı bir durumdur. Kalıp tasarımı aşamasında kalıp çekirdeklerinin çift gözlü tasarlanması, malzeme maliyetleri ve talaşlı işleme maliyetlerini artırabilir. Enjeksiyondaki uygun değerler, kalıp çekirdeklerinin çift gözlü üretiminde avantajlı olacaktır.

4. 2. 2. Analiz Sonuçlarının Anlamı

Analiz sonucu bulunan değerler ile malzemenin fiziksel değerleri karşılaştırılarak sonuç hakkında yorum yapılır. Eğer analiz sonucu max. gerilim değeri, malzemenin akma gerilim değerinden büyük ise gerilimin olduğu yerlerde kalıcı deformasyon gerçekleşmiştir. Yük kaldırıldığında bu bölgeler tekrar eski konumunu almayacaktır (Turgut ve Bayrak 2008.).

Malzemelere 1. , 2. ve 3. uygulama yüzeylerinden uygulanan 250 N yük sonucunda; malzemelerin basınç altındaki akma gerilim değerleri ile yük altında zorlanan kritik bölgelerdeki max. akma gerilim değerleri aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

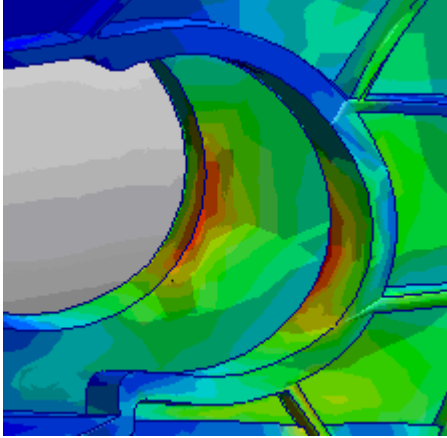
Çizelge 4. 13 Malzemelerin akma gerilimi ve farklı yüzeylerden uygulanan yüklerde oluşan kritik gerilim değerleri (Anonymous 2011.).

Malzeme Adı	Malzemenin Yük Altındaki Akma Gerilim Değeri	1. Uygulanan Yük Bölgesindeki Max. Kritik Gerilmesi	2. Uygulanan Yük Bölgesindeki Max. Kritik Gerilmesi	3. Uygulanan Yük Bölgesindeki Max. Kritik Gerilmesi
POM(Delrin)	49. 5 MPa	3. 21 MPa	13. 10 MPa	126. 93 MPa
%30 CT N6	166 MPa	7. 62 MPa	39. 47 MPa	185. 58 MPa

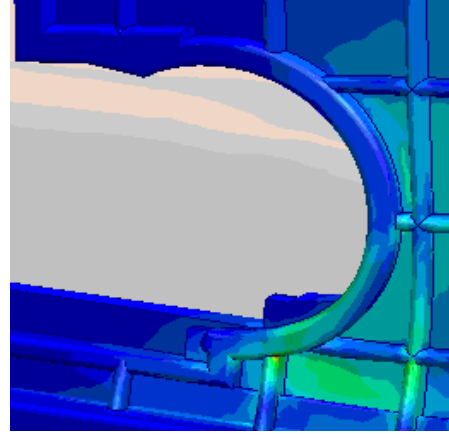
4. 2. 2. 1. Birinci Uygulama Yüzeyi Analiz Sonucunun Değerlendirilmesi

Her iki malzemedede de 1. uygulama yüzeyinden uygulanan kuvvet sonucu kalıcı şekil değiştirme söz konusu olamaz. Ancak özellikle POM malzemenin şekil 4. 19 ve şekil 4. 20' de gösterilen kısmı en zayıf bölge olarak görülmektedir. Zayıf olan bölgelerde tasarım aşamasında destek unsurları (federler) arttırılabilir. %30 CT N6 malzemenin max. zorlanma bölgesindeki değeri daha yüksek olmasına rağmen zorlanmanın az olduğu görülmektedir. Üç

temel unsur bu duruma sebep olabilir. Birincisi; %30 CT N6 malzemenin basınç altındaki ortalama akma gerilim değerinin POM malzemeye göre en az üç kat fazla olduğudur.

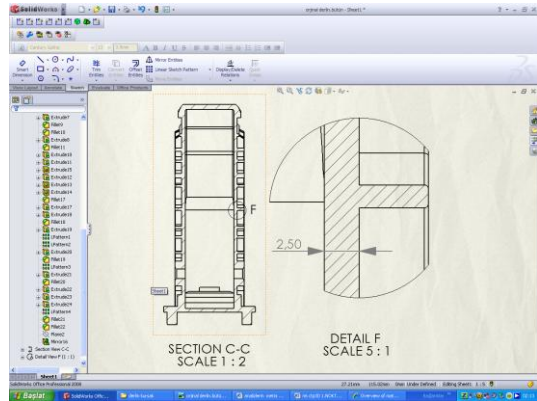


Şekil 4. 19 POM malzeme kritik bölgesi

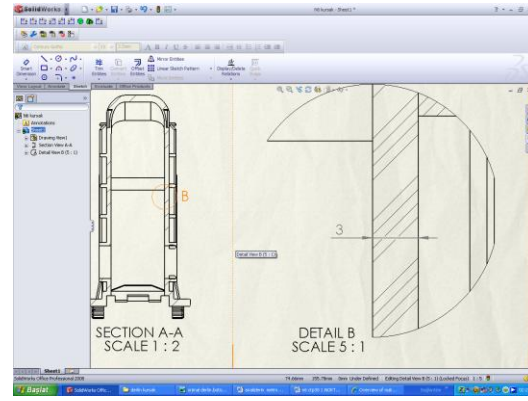


Şekil 4. 20 %30 CT N6 malzeme kritik bölgesi

Diğer bir unsur ise ;İki ürün arasındaki et kalınlıkları ve feder kalınlıklarıdır. POM malzemenin feder kısımları hariç et kalınlığı 2. 50mm iken (Şekil 21), %30 CT N6 malzemenin feder kısımları hariç et kalınlığı 3mm dir (Şekil 22). POM malzemenin feder kalınlığı 2mm dir. %30 CT N6 malzemenin feder kalınlığı ise 2. 50mm dir. Et kalınlığı ve feder kalınlığı daha fazla olarak tasarlanan %30 CT N6 malzemedan imal edilen ürünün yük altındaki mukavemeti delrin malzemedan imal edilen ürüne göre daha fazla olmuştur.

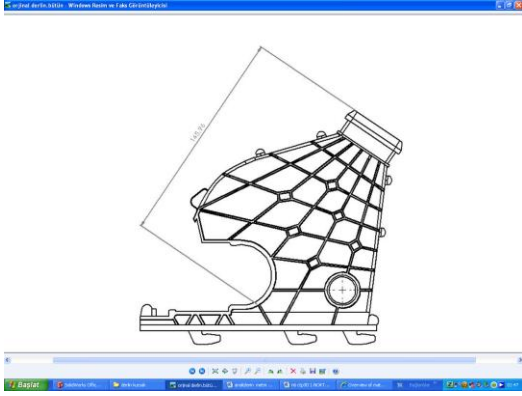


Şekil 4. 21 POM malzeme et kalınlığı

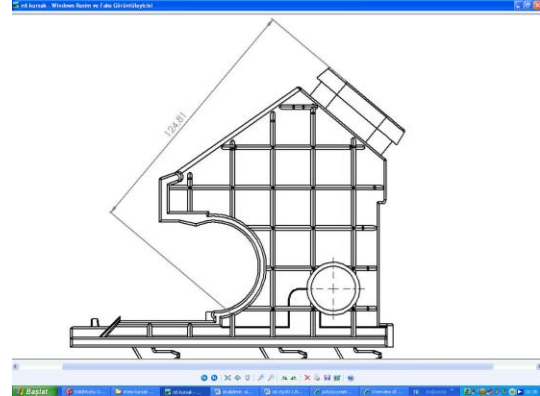


Şekil 4. 22 %30 CT N6 malzeme et kalınlığı

Üçüncü unsur olarak; Yükün uygulandığı yüzey ile ürünlerdeki kritik bölge arasındaki mesafe farklılığıdır. Delrin malzemedeki uzaklık yaklaşık olarak 146 mm iken (Şekil 4. 23) %30 CT N6 malzemedeki uzaklık yaklaşık olarak 125 mm dir(Şekil 4. 24). Bu durum mesafenin fazla olduğu delrin ürünün kritik bölgesine yükün daha etkili yansımaya sebep olmaktadır.



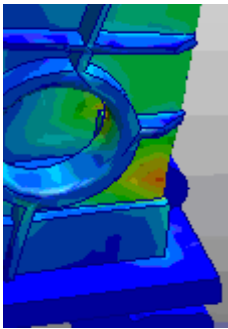
Şekil 4. 23 POM malzeme kritik bölge mesafesi



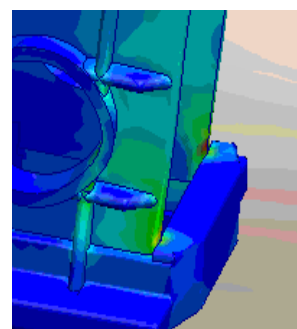
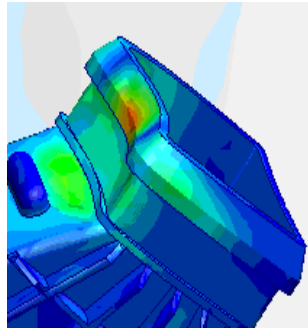
Şekil 4. 24 %30 CT N6 malzeme kritik bölge mesafesi

4. 2. 2. 2. İkinci Uygulama Yüzeyi Analiz Sonucunun Değerlendirilmesi

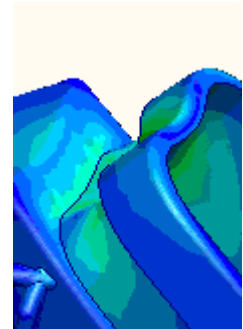
2. uygulama yüzeyinde uygulanan kuvvet sonucu elde edilen max. kritik gerilmeler malzemelerin ortalama akma gerilmesi dayanımı ile karşılaştırıldığında A ürünü akma gerilmesi max. kritik gerilmeye bölüdüğünde 3, 77 değeri çıkıyor. B ürünü akma gerilmesi max. kritik gerilmeye bölüdüğünde 4. 21 değeri çıkıyor. Bu durumda et kalınlığı 2. 5 mm olan A ürünündeki POM malzemenin emniyetinin, et kalınlığı 3mm olan %30 CT N6 li malzemenin emniyetine yakın olması, delrin malzemenin geometrik yapısının %30 CT N6 li malzemeye göre daha iyi olduğunun bir göstergesidir. POM malzemenin destek unsurlarının açısız olması yükün daha dengeli dağılmasını sağlamaktadır. Şekil 4. 25 ve Şekil 4. 26' da ürünlerin zorlanan kritik bölgeleri görülmektedir.



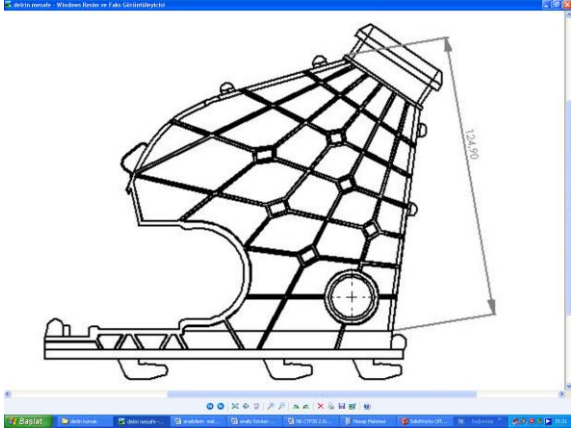
Şekil 4. 25 POM malzeme kritik bölgeleri



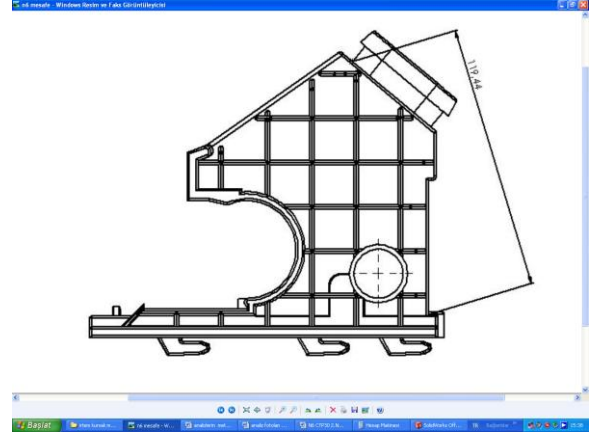
Şekil 4. 26 %30 CT N6 malzeme kritik bölgeleri



Yükün uygulandığı bölgeden, max. zorlanan kritik bölgeye olan uzaklık POM malzemede 124mm(Şekil 4. 27) %30 CT N6 malzemede. 120mm dir (Şekil 4. 28). Mesafe farkının 4mm olması POM malzemeye az da olsa dezavantaj sağlar.



Şekil 4. 27 POM malzeme kritik bölge mesafesi



Şekil 4. 28 %30 CT N6 malzeme kritik bölge mesafesi

4. 2. 2. 3. Üçüncü Uygulama Yüzeyi Analiz Sonucunun Değerlendirilmesi

A ve B ürünlerine 3. yük uygulama yüzeyinden elde edilen gerilme değerleri sonucunda her iki kritik bölgelerdeki gerilim, malzemelerin yük altındaki akma geriliminden daha yüksektir. POM malzemenin 3. bölge kritik gerilimini malzeme akma gerilimine böldüğümüzde 2. 57, %30 CT N6 malzeme için bu oran 1. 12 dir.

Her iki üründe 3. bölgeden uygulanan yük kaldırıldığında kalıcı şekil değişikliği kaçınılmazdır. Malzemesi POM olan A ürünündeki kalıcı şekil değişikliği %30 CT N6 malzemeye göre daha fazla olacaktır.

4. 2. 3. Ürünler Üzerindeki Max. Yer Değişikliğinin Değerlendirilmesi

Uygulanan yük sonucu malzemelerdeki max. yer değiştirme değerleri ürün et kalınlıkları ile karşılaştırıldığında max. yer değiştirme değeri ürün et kalınlığı değerinden büyük ise o bölgedeki et kalınlığı güvenli değildir.

Farklı yüzeylere uygulanan yükler sonucunda 1. ve 2. uygulama bölgelerinde max. yer değiştirme değerleri ürün et kalınlıklarından küçüktür. Ancak 3. uygulama bölgesindeki max. yer değiştirme değeri her iki ürün için de et kalınlığında büyük çıkmıştır.

Bu durumda A ürünü et kalınlığı 3. bölgeden uygulanan yük için 2. 78 kat güvensizdir. B ürünü et kalınlığı 3. bölgeden uygulanan yük için 1. 52 kat güvensizdir.

Aşağıda A ve B Ürününün Et Kalınlıkları ve farklı yüzeylerden uygulanan yüklerde oluşan max. yer değiştirmeler gösterilmiştir.(Çizelge 4.14)

Çizelge 4. 14 A ve B Ürününün Et Kalınlıkları ve farklı yüzeylemlerden uygulanan yüklerde oluşan max. yer değiştirmeler.

Ürün Adı	Ürün Et Kalınlığı	1. Uygulanan Yük Bölgesindeki Max. Yer Değiştirme	2. Uygulanan Yük Bölgesindeki Max. Yer Değiştirme	3. Uygulanan Yük Bölgesindeki Max. Yer Değiştirme
A Ürünü (POM)	2.5mm	0,157mm	0,728mm	6,954mm
B Ürünü (%30 CT N6)	3mm	0,087mm	0,449mm	4,545mm

KAYNAKLAR

- Akyürek A (2009). Plastik Enjeksiyon Süreci Optimizasyonunda Yapay Zeka Tekniklerinin Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, TC. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Anonim 1, <http://www.hastek.com.tr/teknik.php?id=1> (Erişim Tarihi 05. 10. 2011)
- Anonim 2, <http://www.alsekometal.com/?act=prodList&id=4> (Erişim Tarihi 16. 10. 2011)
- Anonim 3, <http://teknikrehber.net/plastik-kalip-elemanlari-ve-kisimlari-nelerdir-2> (Erişim Tarihi 01. 11. 2011)
- Anonim 4, <http://mudinmakine.com/cnc+tezgahlari.html> (Erişim Tarihi 27. 10. 2011)
- Anonim 5, <http://matse.anadolu.edu.tr/index.php/haberler/3173.html> (Erişim Tarihi 20.11.2011)
- Anonim 6, makine.usak.edu.tr/uploads/14/MMD-4.ppt (Erişim Tarihi 12. 11. 2011)
- Anonim 7, home.anadolu.edu.tr/~meiman/ders_notu/MBMM.doc (Erişim tarihi 10.10.2011)
- Anonim 8, <http://www.cadcamokulu.com/ne-nedir/159-taslama-nedir.html>
- Anonymous , <http://www.tamshell.com/mds-nylon6-30gf.htm> (Erişim Tarihi 10. 10. 2011)
- Ay İ, Demircioğlu T K (2008 a). Plastik Malzemeler. Balıkesir Üniversitesi Ay İ (2008 b). Plastik Malzemelerin İşlenme Teknikleri. Balıkesir Üniversitesi
- Baydur G (1989). Plastikler. Malzeme, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara, 349-350.
- Can C (2008). Plastik Enjeksiyon Kalıplamada Termoplastik Malzemelerin Modelleme ve Analizleri. (Yüksek Lisans Tezi), TC. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Cebeci T, Uzunlar M Ş, Boşkut H (2009). Akma Kriterleri ve Uygulamaları. Manisa, <http://www2.bayar.edu.tr/somamyo/docs/dergi/sayi11/11sayi5.pdf> (Erişim Tarihi 11.11. 2011)
- Erkmen M, Bıçakçı A N (2007). Önsöz. Cimatron E Cad-Cam-Mold, Beta basım yayım dağıtım, İstanbul, 1.
- Gülesin M, Güllü A, Avcı Ö, Akdoğan G (2007). Bilgideyar Destekli Tasarım ve İmalat (CAD/CAM). CNC Torna ve Freze Tezgahlarının Programlanması, Asil Yayın Dağıtım Ltd şti, Ankara, 15-37.
- Kınıkoğlu G (2006). Malzemeler ve Mühendislik. Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, Özkal S. Literatür yayınları, İstanbul, 1-4, 381.

- Koçak M, Abalı B E (2006). Plastik Enjeksiyon Kalıbı Tasarımı. İTÜ Makine Mühendisliği Bölümü,<http://www.turkcadcam.net/rapor/PEKCAE/PlastikEnjeksiyonKalibiTasarimi.pdf> (Erişim Tarihi 27. 11. 2011)
- Kutay M (2009). Mukavemet Değerleri Genel Bilgiler. <http://www.guven-kutay.ch/mukavemet/05-0-genbil.pdf> (Erişim Tarihi 27.12.2011)
- Megep (2008). Makine Teknolojileri Alanı. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Plastik Teknolojisi Makine Enjeksiyon Kalıpcılığı 2 Modülü, Ankara.
- Megep (2006). Makine Teknolojileri Alanı. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Temel Plastik Enjeksiyon Kalıpları 4 Modülü, Ankara.
- Onaran K (2000). Malzemelerin Mekanik Özellikleri. Malzeme Bilimi, Bilim Teknik Yayınevi, Eskişehir, 184.
- Önal İ (1995). Aktif alanı değişen oluklu makaralar. Ekim Bakım Gübreleme Makinaları, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. İzmir, 107.
- Şahin Y(1997). Talaş kaldırma ilkeleri, kesici takımlar ve seçimi. Ders notları, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Talaşlı Üretim Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Turgut M, Bayrak S (2007). Cosmosworks ile Yapısal Analiz. SolidWorks CosmosWorks SolidCAM, Seçkin Yayıncılık San. Tic. A. Ş. Ankara, 479-525.
- Uzun İ, Erişkin Y (1984). Plastik kalıp malzemeleri ve kalıpların parlatılması. Hacim Kalıpcılığı, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 175.
- Ülger P, Eker B, Pınar Y, Akdemir B, Kayışoğlu B, Bayhan Y, Güzel E (1996). Tarımda makinalaşma. Tarım Makinaları İlkeleri, Fakülteler Matbaası, Tekirdağ, 1-171

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarımın planlanması, yürütülmesi ve ortaya çıkarılmasında değerli fikirlerinden yararlandığım, yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Bülent EKER'e, içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmalarımda verdikleri desteklerden dolayı , değerli çalışma arkadaşım Sedat ÇELİKKALP, Öğretim Görevlisi Ersoy MEVSİM ve ayrıca İrtem Tarım Makinalarında çalışan Kalıp Ustası Kenan SEVGİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarımda her zaman yanımda olan sevgili eşim Ayşenur ÖZVARDARLI'ya teşekkür ediyorum.

ÖZGEÇMİŞ

01 Ocak 1975'de Tekirdağ'da doğdu. İlk ve Orta eğitimini Tekirdağ'da tamamladı. Lisans eğitimini Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makina Eğitimi Bölümü Talaşlı Üretim Anabilim Dalını 1997 yılında Ankara'da bitirdi. Halen Tekirdağ Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesinde Teknik Öğretmen olarak görev yapmaktadır. Evli ve iki erkek çocuk babasıdır.