

T.C
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI



ENJEKSİYON KALIPLARINDA KARMAŞIK GEOMETRİLERİN
OLUŞTURULMASI İÇİN HAVALI MAÇA GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Ahmet Mustafa SAYGILI

Tez Danışmanı
Doç.Dr. Zafer UTLU

İSTANBUL 2014

T.C
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI



ENJEKSİYON KALIPLARINDA KARMAŞIK GEOMETRİLERİN
OLUŞTURULMASI İÇİN HAVALI MAÇA GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Ahmet Mustafa SAYGILI

Tez Danışmanı
Doç.Dr. Zafer UTLU

İSTANBUL 2014



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Tez Onay Belgesi

Enstitümüz Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Makina Mühendisliği (Tezli) Yüksek Lisans Programı Y1213.080002 numaralı öğrencisi **Ahmet Mustafa SAYGILI**'nin "ENJEKSİYON KALIPLARINDA KARMAŞIK GEOMETRİLERİN OLUŞTURULMASI İÇİN HAVALI MAÇA GELİŞTİRİLMESİ" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 28.01.2014 tarih ve 2014/01 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından **oybirliği / oyçokluğu** ile Yüksek Lisans Tezi olarak **kabul** edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 13.02.2014

- 1) Tez Danışmanı : Doç. Dr. Zafer UTLU
2) Jüri Üyesi : Prof. Dr. H. Erol AKATA
3) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Behiye YÜKSEL

(Handwritten signatures of the jury members)

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.

ÖN SÖZ

Plastik malzemelerin kullanımı her geçen gün yaşantımızda artmaktadır. Plastik sektörünün gelişmesi, plastikler üzerine yapılan araştırmaların çoğalmasına, metal ve seramik malzemelere göre tercih edilir hale gelmesine imkan sağlamıştır.

Plastik işleme teknolojilerinde en çok tercih edilen yöntem plastik enjeksiyon kalıplama prosesidir. Enjeksiyon kalıplama prosesi, içerisinde ayrı bir terminoloji ve karmaşık operasyonları barındırmaktadır.

Plastik enjeksiyon kalıplama prosesinde karmaşık geometrilere sahip ürünlerin, yeni bir yöntem ile kalıplanmasını kolaylaştıran bu tez çalışması içerisinde kalıplama sektörü için önemli gelişmeler elde edilmiştir.

Tez çalışmam boyunca yardım ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam, Doç. Dr. Zafer UTLU'ya teşekkür ederim.

Mühendislik mesleğinin akademik ayrıntılarını öğrenmeme ve edindiğim akademik bilgileri sanayi de uygulamama imkan sağlayan, her zaman desteğini hissettiğim ve içerisinde bulunmaktan onur duyduğum Mir Araştırma ve Geliştirme A.Ş firmasına, değerli yöneticilerim başta İbrahim MİRMAHMUTOĞULLARI'na, Zafer GEMİCİ'ye, Tamer BİRTANE'ye, Saim KENDİŞLER'e, Atilla YILDIRIM'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca başta Serdar ÖZKÖYLÜ, Özgür DURSUN, Anıl İBİŞ, Büşra BIYIKLI ve tüm çalışma arkadaşlarıma, kalıbın montaj ve üretim evrelerinde emeği geçen mavi yakalı, usta ellere teşekkür ediyorum.

Bu günlere gelmemde büyük emekleri olan sevgili Annem Neriman SAYGILI ve Babam Feramuz SAYGILI 'ya ve ailemin bütün değerli insanlarına, çalışmalarım boyunca beni sabırla destekleyen değerli eşim Nihal SAYGILI'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tezin öncelikle ülkeme ve dünya insanları adına faydalı olması dileğimle.

ŞUBAT 2014

Ahmet Mustafa SAYGILI

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER \ KISALTMALAR	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 1. MAKİNA VE KALIP TEKNOLOJİLERİ LİTERATÜR ARAŞTIRMALARI2	
1.1 PLASTİK KALIP TEKNOLOJİLERİ.....	2
1.2 ENJEKSİYON KALIPLAMA TEKNİĞİ.....	2
1.2.1 Kalıp.....	4
1.2.2 Soğutma Sistemi	6
1.2.2.1 Isı geçişi	9
1.2.2.2 Isı iletim kat sayısı	10
1.2.3 Yolluk , Dağıtıcı Kanal Sistemleri.....	12
1.2.4 Dağıtıcı Kanal Çeşitleri.....	13
1.2.5 Enjeksiyon Noktası Giriş Çeşitleri (Pick Injection Gate)	14
1.2.6 Sıcak Yolluk Sistemleri , Kullanım amaçları (Hot Runner)	17
1.2.7 Kalıp Boşluğu	18
1.2.8 İtici Mekanizmalar.....	19
1.2.9 Standart Kalıp Elemanları.....	21
1.3 PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASI	22
1.3.1 Plastik Enjeksiyon Makinası Çeşitleri	24
1.3.2 Enjeksiyon Ünitesi (Vidalı Plastik Ünite)	26
1.3.2.1 Huni	28
1.3.2.2 Vida.....	28
1.3.2.3 Geri Dönüşsüz Valf (Çek Valf).....	29
1.3.2.4 Meme.....	30
1.3.2.5 Isıtıcı Bantlar (Rezistans)	30
1.3.3 Mengene Ünitesi	31
1.3.4 Kontrol Ünitesi.....	32
1.4 ENJEKSİYON KALIPLAMA PROSESİNE ETKİ EDEN PARAMETRELER ...	34
1.4.1 Enjeksiyon Parametreleri	36
1.4.1 Sıcaklık Ayarı	36
1.4.2. Soğuma Zamanı	36
1.4.3. Enjeksiyon Süresi.....	36

1.4.4 Kalıp Sıcaklığı	37
1.4.5 Eriyik Sıcaklığı	39
1.4.6 Et Kalınlığı	39
1.5 GAZ VE SU DESTEKLI PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLARI.....	40
1.6 ŞİŞİRME KALIPLAMA (BLOW MOLDING).....	44
1.6.1. Ekstrüzyonlu Şişirme Kalıplama	45
1.6.2 Enjeksiyonlu Şişirme Kalıplama	45
1.6.3 Gerdirme Şişirme Kalıplama	46
1.7 ŞİŞİRMELİ KALIPLAMA PROSESİNE ETKİ EDEN PARAMETRELER	47
1.7.1 Ekstrüzyon Şişirme Kalıplama Prosesi için Parametreler.....	47
1.7.2 Enjeksiyonlu Şişirmeli Kalıplama Prosesi için Parametreler.....	48
1.7.3 Gerdirmeli Şişirmeli Kalıplama Prosesi için Parametreler	48
1.8 HİDROLİK ÜNİTE VE KONTROL ELEMANLARI.....	49
1.8.1 Hidrolik Nedir ?.....	49
1.8.2 Hidrolik Devre Elemanları.....	50
1.8.2.1 Yağ tankı	50
1.8.2.2 Filtreler	52
1.8.2.3 Silindirler.....	53
1.8.2.4 Valfler	53
1.8.2.5 Yön denetim valfleri	53
1.8.2.6 Basınç kontrol valfleri.....	54
1.8.2.7 Akış kontrol valfleri.....	55
1.8.3 Basit bir devre tasarımı.....	56
1.8.4 Enjeksiyon Kalıplarında kullanılan Hidrolik ve Pnömatik Sistemler	56
1.8.5 Özel Çift Hareketli – Mekanik Kilitlemeli Silindirler	57
BÖLÜM 2. MALZEME BİLİMİ TEKNOLOJİLERİ LİTERATÜR ARAŞTIRMALARI59	
2.1 PLASTİKLER	59
2.2 POLİETİLEN.....	59
2.3 POLİPROPİLEN	61
2.4 ŞİŞİRME KALIPLAMA-PROSESLERİNDE KULLANILAN HAMMADDE.	63
2.4.1 Polietilen (Blow Molding).....	63
2.4.2 Polipropilen (Blow Molding).....	63
2.5 ENJEKSİYON KALIPLAMA-PROSESLERİNDE KULLANILAN HAMMADDE	64
2.5.1 Polietilen (Enjeksiyon Kalıplama).....	64
2.5.2 Polipropilen (Enjeksiyon Kalıplama).....	65
2.6 MALZEME DEPOLAMA VE KURUTMA GEREKSİNİMİ.....	66
2.7 KALIPLAMA İÇİN KATKILAR.....	67

BÖLÜM 3. OTOMASYON – ELEKTRONİK BİLİMİ LİTERATÜR ARAŞTIRMALARI	71
3.1 OTOMASYON - KONTROL TEKNOLOJİSİNE GİRİŞ	71
3.2 OTOMATİK KUMANDA ÜNİTELERİ VE ELEMANLARI	72
3.2.1 PLC (Programlanabilir Lojik Kontrol Üniteleri)	72
3.2.1.1 PLC Elemanları	74
3.2.1.1 A. Donanım (Hardware):	74
3.2.1.1 B. Yazılım (Software):	75
3.2.1.1 C. Algılayıcılar (Sensörler):	75
3.2.1.1 D. İş elemanları:	75
3.2.1.2 PLC Kullanım Avantajları	76
3.2.1.3 Bilgisayar İle Plc Arasındaki Fark Nedir?	76
3.2.1.4 PLC'nin Çalışma Prensipleri	77
3.2.1.5 PLC Üniteleri Nasıl Çalışır ?	77
3.2.2 PLC'nin Elektro-Mekanik Sistemlerden Ana Üstünlükleri	78
3.2.3 Elektro-Mekanik Sistemle Kontrol	80
3.2.4 Kontrol Ünitesi	80
3.2.5 PLC 'nin Enjeksiyon Makine Kontrolündeki Yeri	80
3.2.6 PLC ile Enjeksiyon Makinalarının Kontrolü ve Entegrasyonu	81
3.2.7 PLC Ünite ve Sistem Konularında Uzman Ticari Firmalar	83
BÖLÜM 4. STANDARTLAR	84
4.1 MAKİNA VE KALIP TEKNOLOJİLERİ STANDARTLARI	84
4.2 MALZEME BİLİMİ STANDARTLAR	85
4.3 OTOMASYON VE ELEKTRONİK BİLİMİ STANDARTLAR	86
BÖLÜM 5. PATENTLER	87
BÖLÜM 6. TASARIM	96
6.1 KAVRAM GELİŞTİRME	96
6.2 ÜRÜN MODELİ	97
6.3 AIRCORE MAÇA TASARIMI (HAVALI MAÇA)	97
6.3.1 Tasarım Tanımları	97
6.3.2 Hava ile Şekil Vermede Soğutma	97
6.3.3 Hava ile Soğutma Analizi yöntem ve tanımlamalar :	99
6.3.4 Aircore Maça Özel Su Soğutma Yapısı	109
6.3.5 Aircore Maça Mekanik Analizleri	115
6.3.5.1 Maça, Alından Kuvvet Uygulanması	116
6.3.5.2 Maça Dış Yüzey, Plastik Enjeksiyon Basıncı Uygulanması	119
6.3.5.3 Dış Enjeksiyon Basıncı Kuvveti ve Alın Kuvvetinin uygulanması	122

6.4 AIRCORE MAÇA, HAVA VE SU BAĞLANTILARININ TASARIMI.....	124
6.5 MAÇA HAREKET , HİDROLİK BAĞLANTILARININ TASARIMI	125
6.5.1 Çift Hareketli Piston Tasarımı	125
6.5.2 Hidrolik Piston Gövde Bağlantısı Tasarımı	126
6.5.2.1 Hidrolik Piston Ön Bağlantı Plakası Tasarımı.....	127
6.5.2.2 Hidrolik Piston, Hareketli Plaka Tasarımı	131
6.5.2.3 Mekanik Kilitleme Mili	135
6.5.3 Hidrolik Devre'nin Tasarımı	138
6.6 KALIP MODELİ	140
6.7 KALIP PLASTİK ENJEKSİYON ANALİZİ (Mold Flow Analysis)	145
6.7.1 Kalıp Analizi Modelin Oluşturulması ve Tanımlamalar	146
6.7.2 Kalıp Analizi , Filling (Dolum), Melt Analizi.....	149
6.7.3 Kalıp Analizi , Packing (Ütüleme).....	153
6.7.4 Kalıp Analizi , Cooling (Soğutma).....	155
6.7.5 Kalıp Analizi , Warpage (Çarpılma, Yer Değiştirme)	158
BÖLÜM 7. KALIP İMALATI	161
7.1 KALIP SETİ	162
7.2 KALIP ELEMANLARI, TALAŞ KALDIRMA İŞLEMLERİ.....	162
BÖLÜM 8. ÜRÜN	165
BÖLÜM 9. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	167
KAYNAKÇA.....	169
EKLER	175
ÖZET.....	181
ABSTRACT.....	183
ÖZGEÇMİŞ	185

SİMGELER \ KISALTMALAR

E	:Elastikiyet Modülü (Mpa)
μ	:Sürtünme Katsayısı
P	:Basınç (Bar)
σ	:Çekme Gerilmesi (Mpa)
T	:Erime Sıcaklığı (°C)
t	:Zaman
v	:Hız (mm\sn)
V	:Hacim (cm ³)
W \ M	:Kütle (g)
PP	:Polipropilen
Z	:Toplam Proses Zamanı (sn)
CAD	:Bilgisayar Destekli Tasarım
CAE	:Bilgisayar Destekli Mühendislik
CAM	:Bilgisayar Destekli İmalat
CFD	:Bilgisayar Destekli Akış Dinamiği
FEM	:Sonlu Elemanlar Analizi
HDPE	:Yüksek Yoğunluklu Polietilen
MFI	:Eriyik Akış İndeksi
MFR	:Eriyik Akış Oranı
N	:Newton
PP	:Polipropilen
PE	:Polietilen
S\N	:Sinyal\Gürültü
T	:Sıcaklık

TABLOLAR DİZİNİ

TABLO 1. ISIYI EN İYİ İLETEN BAZI METALLERİN 25° DEKİ ISI İLETİM KAT SAYISI.....	12
TABLO 2 . ÇEŞİT TİP MADDELERİN ISI İLETİM MERTEBELERİ.....	12
TABLO 3 .ÇEŞİTLİ MALZEMLERİN ENJEKSİYON SICAKLIĞI	38
TABLO 4. KALIP KALIPLAMADA SORUNLAR \ ZORLUKLAR VE ÇÖZÜMLERİ	67
TABLO 5 . ANALİZ SINIR KOŞULLARI.....	101
TABLO 6 . ÖZEL SU SOĞUTMA YAPISI, ANALİZ SINIR ŞARTLARI.....	113
TABLO 7 . ALIN MODEL ANALİZ MALZEME BİLGİLERİ	116
TABLO 8. DIŞ YÜZEY, PLASTİK ENJEKSİYON BASINCI ANALİZİ BİLGİLERİ	119
TABLO 9. TOPLAM KUVVET ANALİZİ MALZEME BİLGİLERİ.....	122
TABLO 10. HİDROLİK PİSTON ÖN BAĞLANTI PLAKASI MALZEME BİLGİLERİ.....	128
TABLO 11. KİLİTLEME MİLİ MALZEME BİLGİLERİ	136
TABLO 12. KALIP ANALİZİ, MELT FRONT TIME.....	149
TABLO 13. KALIP DOLUM ANALİZİ (FİLLİNG) BASINÇ DEĞERLERİ	150
TABLO 14. KALIP ANALİZİ, FİLLİNG TEMPERATURE	151
TABLO 15 . KALIP ANALİZİ, PACKİNG (ÜTÜLEME) BASINÇ TABLOSU	153
TABLO 16. KALIP ANALİZİ, PACKİNG, MAKSİMUM SICAKLIK TABLOSU	154
TABLO 17. KALIP ANALİZİ, COOLİNG, SOĞUTMA SÜRELERİ	155
TABLO 18. KALIP ANALİZİ, SOĞUTMA KANALLARININ ETKİ ORANI	156
TABLO 19. KALIP ANALİZİ, SOĞUTMA SİSTEMİNİN KATIĞAŞMAYA ETKİSİ.....	157
TABLO 20. KALIP ANALİZİ, X DOĞRULTUSUNDA ÇARPILMA DEĞERLERİ.....	158
TABLO 21. KALIP ANALİZİ, Y DOĞRULTUSUNDA ÇARPILMA DEĞERLERİ.....	159
TABLO 22. KALIP ANALİZİ, ÇARPILMA, HACİMCE ÇEKME DEĞERİ	160
TABLO 23. SOĞUTMA ANALİZİ EK TABLO 1	175
TABLO 24. SOĞUTMA ANALİZİ EK TABLO 2.....	175
TABLO 25. SOĞUTMA ANALİZİ EK TABLO 3.....	176
TABLO 26. SOĞUTMA ANALİZİ EK TABLO 4.....	176
TABLO 27. SOĞUTMA ANALİZİ EK TABLO 5.....	177
TABLO 28. SOĞUTMA ANALİZİ EK TABLO 6.....	177
TABLO 29. SOĞUTMA ANALİZİ EK TABLO 7.....	178
TABLO 30. SOĞUTMA ANALİZİ EK TABLO 8.....	178
TABLO 31. KALIP DOLUM ANALİZİ EK TABLO 1.....	179
TABLO 32. KALIP DOLUM ANALİZİ EK TABLO 2.....	179
TABLO 33. KALIP DOLUM ANALİZİ EK TABLO 3.....	180
TABLO 34. KALIP DOLUM ANALİZİ EK TABLO 4.....	180

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL 1. ÖRNEK ENJEKSİYON KALIPLARI GÖRÜNÜMÜ	3
ŞEKİL 2. KALIP FONKSİYONEL ORGANLARI.....	5
ŞEKİL 3. BİRÇOK ENJEKSİYON KALIBI GÖRÜNÜMÜ (ALTUNTAŞ, ET AL., 2011).....	5
ŞEKİL 4. PARALEL VE SERİ SU SOĞUTMA	7
ŞEKİL 5. PARALEL VE SERİ SU SOĞUTMA 02	7
ŞEKİL 6. ÇEŞMELİ TİP SOĞUTMA (SHIU, 2012).....	8
ŞEKİL 7. BAKIR BORULU SOĞUTMA.....	8
ŞEKİL 8. PARÇALI KALIP SOĞUTMA İŞLEMİ	9
ŞEKİL 9. SOĞUK VE SICAK SU GİRİŞ BÖLGELERİ GÖSTERİMİ.....	9
ŞEKİL 10. İLETİM,TAŞINIM VE IŞINIM İLE ISI GEÇİŞ ŞEKİLLERİ	10
ŞEKİL 11. YOLLUK SİSTEMLERİ GÖRÜNÜMÜ (MEGEP, 2006).....	12
ŞEKİL 12. DAĞITICI KANAL SİSTEMLERİ GÖRÜNÜMÜ (MEGEP, 2006).....	13
ŞEKİL 13. DAĞITICI KANAL KESİTLERİ	14
ŞEKİL 14. KENAR GİRİŞ.....	14
ŞEKİL 15. MERKEZDEN DOĞRUDAN GİRİŞ	15
ŞEKİL 16. DİSK GİRİŞ.....	15
ŞEKİL 17. YELPAZE GİRİŞ	15
ŞEKİL 18. TÜNEL GİRİŞ	16
ŞEKİL 19. İĞNE UÇLU GİRİŞ.....	16
ŞEKİL 20. BİLEZİK GİRİŞ.....	16
ŞEKİL 21. SICAK YOLLUK SİSTEMİNİ OLUŞTURAN ELEMANLAR	17
ŞEKİL 22. SICAK YOLLUK SİSTEMİ KESİTİ (MEGEP, 2006)	18
ŞEKİL 23. KALIP BOŞLUĞU GÖRÜNÜMÜ (VURAL, 2011).....	19
ŞEKİL 24. İTİCİ MEKANİZMA KALIP GÖRÜNÜMÜ (VURAL, 2011)	20
ŞEKİL 25. İTİCİ MEKANİZMASI CEVRİMİ (EKER, 2009).....	20
ŞEKİL 26. STANDART ELEMANLAR \ ŞAPKALI BURÇ (GUVENAL TEKNİK KALIP)	21
ŞEKİL 27. STANDART ELEMANLAR \ ORTADAN ŞALBONLU BURÇ	21
ŞEKİL 28. STANDART ELEMANLAR \ TESPİT BURCU (GUVENAL TEKNİK KALIP).....	22
ŞEKİL 29. ŞAPKALI KADEMELİ KOLON (GUVENAL TEKNİK KALIP, 2013).....	22
ŞEKİL 30. PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASI, ANA ORGANLARI	23
ŞEKİL 31. KARŞILIKLI VİDA ENJEKSİYON DÖNGÜSÜ (GUTOWSKİ, 2002).....	24
ŞEKİL 32. PİSTON-DALGIÇ TİPİ ENJEKSİYON MAKİNASI (EKER, 2009).....	24
ŞEKİL 33. HELEZONLU KARŞILIKLI TİP ENJEKSİYON MAKİNASI (EKER, 2009).....	25
ŞEKİL 34. ÖN PLASTİKLEŞTİRİCİ TİP ENJEKSİYON MAKİNASI (EKER, 2009)	25
ŞEKİL 35 .PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASI GÖRÜNÜMÜ (ENGEL, 2013)	25
ŞEKİL 36. ENJEKSİYON ÜNİTESİ.....	27

ŞEKİL 37. ENJEKSİYON ÜNİTESİNİN ELEMANLARI.....	27
ŞEKİL 38. ENJEKSİYON MAKİNASI HUNİ.....	28
ŞEKİL 39. ENJEKSİYON MAKİNASI VİDA.....	29
ŞEKİL 40. ÇEKVALF.....	30
ŞEKİL 41. ENJEKSİYON MAKİNASI \ MEME BÖLGESİ.....	30
ŞEKİL 42. MENGENE ÜNİTESİ.....	32
ŞEKİL 43. ENJEKSİYON MAKİNASI KONTROL PANELİ.....	33
ŞEKİL 44. GAS DESTEKLİ PLASTİK ENJEKSİYON KALIBI ÜRÜNÜ.....	41
ŞEKİL 45. GAS DESTEKLİ ENJEKSİYON KALIPLAMA ELEMANLARI.....	41
ŞEKİL 46. GAZ VEYA SU DESTEKLİ PLASTİK ENJEKSİYON KALIBI ELEMANLARI.....	41
ŞEKİL 47. GAS VE SU DESTEKLİ ENJEKSİYON KALIP İÇİ CEVRİMİN GÖSTERİMİ.....	42
ŞEKİL 48. GAS VE SU DESTEKLİ ENJEKSİYON ÇEVİRİMİ.....	42
ŞEKİL 49. BİR TÜP İÇERİSİNDEKİ GAZIN HAREKETİ.....	43
ŞEKİL 50. BİRD- CARREAU DENKLEMİ GÖSTERİMİ.....	43
ŞEKİL 51. ÖRNEK BİR GAIM PARÇASININ İÇ KESİTİ GÖRÜNÜMÜ.....	44
ŞEKİL 52. EKSTRÜZYONLU ŞİŞİRME KALIPLARI.....	45
ŞEKİL 53. ENJEKSİYONLU ŞİŞİRME KALIPLAMA (VURAL, 2011).....	46
ŞEKİL 54. GERDİRME ŞİŞİRME KALIPLAMA (VURAL, 2011).....	46
ŞEKİL 55. TİPİK BİR HİDROLİK SİSTEM (AYKAÇ, 2011).....	50
ŞEKİL 56. YAĞ TANKI (FESTO DIDACTIC, 2012).....	51
ŞEKİL 57. HİDROLİK FİLTRE (HİDROLİKCİYİZ, 2012).....	52
ŞEKİL 58. HİDROLİK SİLİNDİR.....	53
ŞEKİL 59. HİDROLİK YÖN DENETİM VALFLERİ.....	54
ŞEKİL 60. HİDROLİK BASINÇ KONTROL VALFLERİ.....	54
ŞEKİL 61. HİDROLİK AKIŞ AYAR VALFİ.....	55
ŞEKİL 62. BASİT BİR DEVRE TASARIMI.....	56
ŞEKİL 63. HİDROLİK SİSTEMLE ÇALIŞAN MAÇALI KALIPLAR.....	57
ŞEKİL 64. ENJEKSİYON MAKİNASI HİDROLİK DEVRESİ.....	57
ŞEKİL 65. ÇİFT HAREKETLİ HİDROLİK PİSTON KULLANIMI ÖRNEĞİ.....	58
ŞEKİL 66. ÇİFT HAREKETLİ HİDROLİK PİSTON KESİT GÖRÜNÜMÜ.....	58
ŞEKİL 67. ÇİFT HAREKETLİ HİDROLİK PİSTON KİLİT DURUMU.....	58
ŞEKİL 68. OTOMASYON - KONTROL SİSTEMİ SÜREÇ ALGORİTMASI.....	71
ŞEKİL 69. ORNEK BİR PLC GÖRÜNÜMÜ (SIEMENS AUTOMATION, 2012).....	74
ŞEKİL 70. ENJEKSİYON MAKİNALARI PLC KONTROL, FUZZY PI KONTROL DEVRESİ.....	82
ŞEKİL 71. PATENT, COLLAPSİBLE CORE ASSEMBLY FOR A MOLDİNG APPARATUS.....	87
ŞEKİL 72. PATENT, MECHANICALLY COL. CORE FOR INJECTION MOLDİNG.....	88
ŞEKİL 73. PATENT, SIMPLİFİED COLLAPSİBLE MOLD CORE.....	89
ŞEKİL 74. PATENT, COLLAPSİBLE MOLD CORE ASSEMBLY.....	89

ŞEKİL 75. PATENT, COLLAPSİBLE MOLD CORE	90
ŞEKİL 76. PATENT, EXP. CORE PIN FOR BLOW-MOLDING A CONTAINER HAVING....	90
ŞEKİL 77. PATENT, APPARATUS FOR PRODUCİNG A FLUID-ASSİSTED İNJECTİON MOLDED PRODUCT	91
ŞEKİL 78. PATENT, DEVİCE AT A COLLAPSİBLE CORE, PREFERABLY AT İNJECTİON- MOULDİNG TOOL FOR PLASTİC MATERİAL	91
ŞEKİL 79. PATENT, CENTERCORE PROCESS FOR GAS AS. İNJECTİON MOLDİNG....	92
ŞEKİL 80. PATENT, GAS NOZZLE FOR A GAS ASSİSTED İNJECTİON MOLDİNG SYSTEM.....	93
ŞEKİL 81. PATENT, HYDRAULİC CONT. SYS. FOR AN İNJECTİON MOLD. MACHİNE ..	93
ŞEKİL 82. PATENT, HYRAULİC SYSTEM FOR THE MOLD CLAMPİNG UNİT OF A PLASTİCS İNJECTİON MOLDİNG MACHİNE	94
ŞEKİL 83. PATENT, CONTROL FOR İNJECTİON MOLDİNG MACHİNE.....	95
ŞEKİL 84. ATIKSU MANŞON ÜRÜNÜ 3D GÖRÜNÜM	97
ŞEKİL 85. AİRCORE 6 YOLLU HAVA KANALI MODELİ.....	98
ŞEKİL 86. HAVALI MAÇA VE PİSTON EK ERİYİK KILAVUZ PARÇASI.....	98
ŞEKİL 87. HAVALI MAÇA VE PİSTON EK ERİYİK KILAVUZ PARÇASI 3D	98
ŞEKİL 88. OLUŞTURULAN GEOMETRİK TANIMLAMALAR	99
ŞEKİL 89. HAVA İLE SOĞUTMA ÇÖZÜM AĞI	100
ŞEKİL 90. 1 SANİYE SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞUTULMASI.....	102
ŞEKİL 91. 1.5 SANİYE SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞUTULMASI.....	102
ŞEKİL 92. 2 SANİYE SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞUTULMASI.....	103
ŞEKİL 93. 3 SANİYE SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞUTULMASI.....	103
ŞEKİL 94. 4 SANİYE SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞUTULMASI.....	104
ŞEKİL 95. 5 SANİYE SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞUTULMASI.....	104
ŞEKİL 96. 10 SANİYE SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞUTULMASI.....	105
ŞEKİL 97. 1 SN SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞ. (H.SINIR ŞARTLARI).....	106
ŞEKİL 98. 1.5 SN SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞ. (H.SINIR ŞARTLARI).....	106
ŞEKİL 99. 2 SN SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞ. (HATALI SINIR ŞARTLARI).....	107
ŞEKİL 100. 3 SN SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞ. (H. SINIR ŞARTLARI).....	107
ŞEKİL 101. 4 SN SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞ. (H.SINIR ŞARTLARI).....	108
ŞEKİL 102. 5 SN SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞ.(H. SINIR ŞARTLARI).....	108
ŞEKİL 103. 10 SN SONRASINDA PP MALZEMENİN SOĞ. (H. SINIR ŞARTLARI).....	109
ŞEKİL 104. NX CAD TASARIM MODELİ, ÖZEL SU SOĞUTMA ARKADAN BAKIŞ	110
ŞEKİL 105. NX CAD TASARIM MODELİ, ÖZEL SU SOĞUTMA ÖNDEN BAKIŞ.....	110
ŞEKİL 106. ANALİZ MODEL, ÖZEL SU SOĞUTMA MODEL 3 BOYUTLU GÖRÜNÜM....	111
ŞEKİL 107. GEOMETRİNİN ÖNDEN 2 BOYUTLU GÖRÜNÜŞÜ	111
ŞEKİL 108. ÇELİK VE PP MALZEME İÇİN OLUŞTURULAN ÇÖZÜM AĞI.....	112

ŞEKİL 109. SU GEOMETRİSİ İÇİN OLUŞTURULAN ÇÖZÜM AĞI.....	112
ŞEKİL 110. SU GEOMETRİSİ İÇİN ÇÖZÜM AĞLARININ DETAYLI GÖRÜNTÜLENMESİ	113
ŞEKİL 111 . ÖZEL SU SOĞUTMA MODEL HACMİ İÇERİSİNDEKİ SICAKLIK DAĞILIMI	114
ŞEKİL 112. ÖZEL SU SOĞUTMA , MODELİN ORTA KESİTİNDEKİ SICAKLIK DAĞILIMI	114
ŞEKİL 113. ÖZEL SU SOĞUTMA , SU GEOMETRİSİ İÇERİSİNDEKİ HIZ DAĞILIMI.....	115
ŞEKİL 114 . ALIN KUVVET ANALİZİ, MESH GÖRÜNÜM	116
ŞEKİL 115. ALIN KUVVET ANALİZİ, MESH 3D GÖRÜNÜMÜ	117
ŞEKİL 116. ALIN KUVVET ANALİZİ, MODEL KURGUSU.....	117
ŞEKİL 117. ALIN KUVVET ANALİZİ, VON- MİSES STRESS KESİT ANALİZ DEĞERİ	118
ŞEKİL 118. ALIN KUVVET ANALİZİ, VON- MİSES STRESS ANALİZ DEĞERİ	118
ŞEKİL 119. ALIN KUVVET ANALİZİ, X YÖNÜNDEKİ YER DEĞİŞTİRME	118
ŞEKİL 120. DIŞ YÜZEY, PLASTİK ENJEKSİYON BASINCI ANALİZİ, MESH	119
ŞEKİL 121. DIŞ YÜZEY, PLASTİK ENJEKSİYON BASINCI ANALİZİ, MESH KESİTİ.....	120
ŞEKİL 122. DIŞ YÜZEY, PLASTİK ENJEKSİYON BASINCI , VON- MİSES STRESS 1....	120
ŞEKİL 123. DIŞ YÜZEY, PLASTİK ENJEKSİYON BASINCI, VON MİSES STRESS 2.....	120
ŞEKİL 124. DIŞ YÜZEY, PLASTİK ENJEKSİYON BASINCI, TOPLAM DEFORMASYON	121
ŞEKİL 125. DIŞ YÜZEY, PLASTİK ENJEKSİYON BASINCI,X YÖN. DEFORMASYON....	121
ŞEKİL 126. KALIP İÇİ MAÇA GÜRÜNÜMÜ	122
ŞEKİL 127. TOPLAM KUVVET ANALİZİ, MODEL TANIMLAMALARIN GÖRÜNÜMÜ.....	123
ŞEKİL 128. TOPLAM KUVVET ANALİZİ , VON-MİSES STRESS GÖRÜNÜMÜ	123
ŞEKİL 129. TOPLAM KUVVET ANALİZİ , TOPLAM DEFORMASYON.....	123
ŞEKİL 130. AİRCORE MAÇANIN HAVA BAĞLANTILARI	124
ŞEKİL 131. AİRCORE MAÇA HAVA BAĞLANTILARININ ŞEKLİ 3D	125
ŞEKİL 132. ÇİFT HAREKETLİ PİSTON GÖRÜNÜMÜ.....	125
ŞEKİL 133. ÇİFT HAREKETLİ PİSTON KESİT GÖRÜNÜMÜ	126
ŞEKİL 134. HİDROLİK PİSTON BAĞLANTISI TASARIMI GÖRÜNÜMÜ	126
ŞEKİL 135. HİDROLİK PİSTON BAĞLANTISI, ÇİFT HAREKET PİSTONUNA PARALEL	127
ŞEKİL 136. HİDROLİK BAĞLANTI , YAN KİLİTLEME MEKANİZMASI	127
ŞEKİL 137. HİDROLİK PİSTON ÖN BAĞLANTI PLAKASI ANALİZ KURGUSU	128
ŞEKİL 138. HİDROLİK PİSTON ÖN BAĞLANTI PLAKASI, MESH GÖRÜNÜM ÖNDEN ..	129
ŞEKİL 139. HİDROLİK PİSTON ÖN BAĞLANTI PLAKASI, MESH GÖRÜNÜM ARKA.....	129
ŞEKİL 140. HİDROLİK PİSTON ÖN BAĞLANTI PLAKASI , VON- MİSES STRESS, ÖN..	129
ŞEKİL 141. HİDROLİK PİSTON ÖN BAĞLANTI PLAKASI, VON- MİSES STRESS,	130
ŞEKİL 142. HİDROLİK PİSTON ÖN BAĞLANTI PLAKASI, X YÖN. YER DEĞİŞTİRME...	130
ŞEKİL 143. HİDROLİK PİSTON ÖN BAĞLANTI PLAKASI, X YÖN. YER DEĞİŞTİRME ,	130
ŞEKİL 144. HİDROLİK PİSTON, HAREKETLİ PLAKA ANALİZ MODELİ	132
ŞEKİL 145. HİDROLİK PİSTON, HAREKETLİ PLAKA ANALİZ	132
ŞEKİL 146. HİDROLİK PİSTON, HAREKETLİ PLAKA ANALİZİ MESH ÖN GÖRÜNÜM..	132

ŞEKİL 147. HİDROLİK PİSTON, HAREKETLİ PLAKA ANALİZ MESH ARKA GÖRÜNÜM	133
ŞEKİL 148. HİDROLİK PİSTON, HAREKETLİ PLAKA ANALİZ VON-MİSES STRESS	133
ŞEKİL 149. HİDROLİK PİSTON, HAREKETLİ PLAKA ANALİZ VON-MİSES	133
ŞEKİL 150. HİDROLİK PİSTON, HAREKETLİ PLAKA ANALİZ TOP. DEFORMASYON	134
ŞEKİL 151. HİDROLİK PİSTON, HAREKETLİ PLAKA ANALİZ TOP. DEFORMASYON	134
ŞEKİL 152. HİDROLİK PİSTON, HAREKETLİ PLAKA ANALİZ X YÖN.DEFORMASYON	134
ŞEKİL 153. HİDROLİK PİSTON, HAREKETLİ PLAKA ANALİZ X YÖNDEFORMASYON	135
ŞEKİL 154. MEKANİK KİLİTLEME MİLİ MODELİ	136
ŞEKİL 155. MEKANİK KİLİTLEME MİLİ, MESH GÖRÜNÜM	137
ŞEKİL 156. MEKANİK KİLİTLEME MİLİ, VON MİSES STRESS GÖRÜNÜM	137
ŞEKİL 157. MEKANİK KİLİTLEME MİLİ, X YÖNÜNDE DEFORMASYON	137
ŞEKİL 158. HİDROLİK DEVRE TASARIMI, HİDROLİK DEVRE ÇİZİMİ	139
ŞEKİL 159. HİDROLİK DEVRE , ELEKTRONİK DEVRE ÇİZİMİ (GERMANY NORM)	140
ŞEKİL 160. KALIP MODELİ GENEL GÖRÜNÜM 1	140
ŞEKİL 161. KALIP MODELİ GENEL GÖRÜNÜM 2	141
ŞEKİL 162. KALIP MODELİ GENEL GÖRÜNÜM 3	141
ŞEKİL 163. KALIP MODELİ GENEL GÖRÜNÜM 4	142
ŞEKİL 164. KALIP MODELİ GENEL GÖRÜNÜM 5	142
ŞEKİL 165. KALIP MODELİ GENEL GÖRÜNÜM 6	143
ŞEKİL 166. KALIP MODELİ , ÜST PLAKA	143
ŞEKİL 167. KALIP MODELİ, DIŞI PLAKA GÖRÜNÜMÜ	144
ŞEKİL 168. KALIP MODELİ, SOĞUTMA KANALLARI GÖRÜNÜMÜ	144
ŞEKİL 169. NEWTON VE NEWTON TİPİ OLMAYAN AKIŞ VİSKOZİTE DEĞİŞİMİ	145
ŞEKİL 170. KALIP ANALİZ MODELİ TANIMLAMALAR 1	146
ŞEKİL 171. KALIP ANALİZ MODELİ TANIMLAMALAR 2	146
ŞEKİL 172. KALIP ANALİZİ HAMMADDE VERİLERİ 1	147
ŞEKİL 173. KALIP ANALİZİ HAMMADDE VERİLERİ 2	147
ŞEKİL 174. KALIP ANALİZİ, NODE VE ELEMENT GÖRÜNÜMÜ	148
ŞEKİL 175. KALIP ANALİZİ FİLLİNG, PACKİNG AYARLARI	148
ŞEKİL 176. KALIP ANALİZİ MODEL GENİŞ ÖZETİ	149
ŞEKİL 177. KALIP ANALİZİ, MELT FRONT TIME, %10, %30, %60, %100	150
ŞEKİL 178. KALIP ANALİZİ, FİLLİNG BASINÇ DAĞILIMI	151
ŞEKİL 179. KALIP ANALİZİ, MELT FRONT TEMPERATURE	152
ŞEKİL 180. KALIP ANALİZİ, FİLLİNG, SPRUE BASINÇ XY CURVE DAĞILIMI	152
ŞEKİL 181. KALIP ANALİZİ, PACKİNG, BASINÇ DAĞILIMI	153
ŞEKİL 182. KALIP ANALİZİ, PACKİNG, MAKSİMUM SICAKLIK DAĞILIMI	154
ŞEKİL 183. KALIP ANALİZİ, PACKİNG , CLAMPİNG FORCE	155
ŞEKİL 184. KALIP ANALİZİ, SOĞUTMA KANALLARI GÖSTERİMİ	156

ŞEKİL 185. KALIP ANALİZİ, COOLİNG, SOĞUTMA'NIN KATILAŞMAYA ETKİSİ	157
ŞEKİL 186. KALIP ANALİZİ, WARPAGE, X DOĞRULTUSUNDA ÇARPILMA.....	158
ŞEKİL 187. KALIP ANALİZİ,WARPAGE,Y DOĞRULTUSUNDA ÇARPILMA.....	159
ŞEKİL 188. KALIP ANALİZİ,WARPAGE,HACİMCE ÇEKME DEĞERİ	160
ŞEKİL 189. KALIP SETİ GÖRÜNÜMÜ	162
ŞEKİL 190. KALIP İMALAT, CNC PARÇA SIFIRLAMA	162
ŞEKİL 191. KALIP İMALATI, DIŞI PLAKA İŞLENME RESMİ.....	163
ŞEKİL 192. KALIP İMALATI, DIŞI PLAKA İŞLENME RESMİ 2.....	163
ŞEKİL 193. KALIP İMALATI, DIŞI PLAKA İŞLEME RESMİ 3	163
ŞEKİL 194. KALIP İMALATI, ÖN HAREKETLİ PARÇA RESMİ 1	164
ŞEKİL 195. KALIP İMALATI, ÖN HAREKETLİ PARÇA RESMİ 2	164
ŞEKİL 196. KALIP İMALATI, ÜST PLAKA VE DİĞER BAZI PARÇALAR.....	164
ŞEKİL 197. ÜRÜN GÖRSELİ 1	165
ŞEKİL 198. ÜRÜN GÖRSELİ 2	165
ŞEKİL 199. ÜRÜN GÖRSELİ 3	166
ŞEKİL 200. ÜRÜN GÖRSELİ 4	166

GİRİŞ

19. yüzyılın sonlarına doğru bulunan plastikler, özellikle 2. Dünya savaşından sonra daha da geliştirilmiş ve binlerce çeşidi ile endüstride ve günlük hayatımızda hızla artan bir şekilde kullanılmaya başlanılmıştır. Fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre üretim şeklinin belirlendiği plastik parça üretiminde, çeşitli üretim teknikleri (enjeksiyon, ekstrüzyon, şişirme vb.) geliştirilmiştir. Plastik parçaların yaklaşık %33' ünün enjeksiyonla kalıplama tekniği ile üretildiği tespit edilmiştir. Bu kadar geniş üretim kapasitesine sahip olan enjeksiyonla kalıplama üretimi konusunda bir çok araştırma yapılmıştır. Enjeksiyonla kalıplama tekniğinde üretilen parçanın kalitesi, geometrik yapısı ve boyut toleransları, yüzey kalitesi ve dayanıma etki eden faktörler bir çok araştırmaya konu olmuştur. (Çakır, et al., 2001)

Plastik sektörünün gelişmesi ve plastikler üzerine yapılan araştırmaların çoğalmasıyla birlikte hem maliyet hem de fiziksel açıdan, plastik malzemeler metal malzemelere göre tercih edilir hale gelmiştir. (Ekersular, 2007)

Türkiye'de plastiklerin kullanılmasına 1940'lı yıllarda başlanmıştır. 1949'da tamamına yakını termoset plastik olan yaklaşık 100–200 ton/yıl tutarındaki tüketim, günümüzde sadece alçak ve yüksek yoğunluklu polietilen, polipropilen, polistiren ve PVC (termoset) gibi termoplastikler için bir milyon ton/yıl değerine ulaşmış gözükmektedir. (Megep, 2006)

BÖLÜM 1. MAKİNA VE KALIP TEKNOLOJİLERİ LİTERATÜR ARAŞTIRMALARI

1.1 PLASTİK KALIP TEKNOLOJİLERİ

Günümüzde plastıklere şekil verilmesinde uygulanan bir çok yöntem bulunmaktadır. Sıcaklık ve basınç etkileri kullanılarak plastik (polimer) malzemelere istenilen kalıp (cavity) boşluklarında yada dışı, erkek bloklar kullanılarak şekil verme işlemleri uygulanmaktadır. Dünya genelinde en çok uygulanan yöntemler ;

1. Plastik Enjeksiyon Kalıplama
2. Plastik Ekstrüzyon yöntemi
3. Vakum (Thermoforming) kalıplama
4. Şişirme (Blow Molding) kalıplama
5. Rotasyonel (Rotational molding) kalıplama,
6. Transfer kalıplama,

yöntemleridir. Tüm uygulanan yöntemler endüstriye özel uygulanan ürünler için geliştirilmiştir.

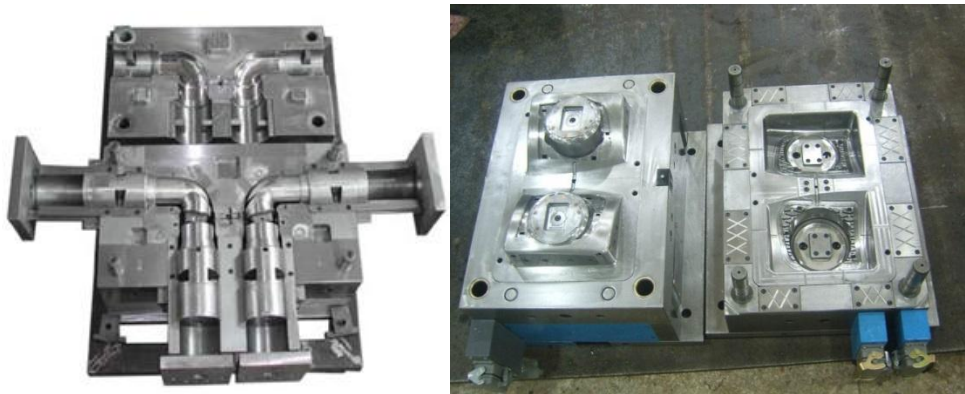
1.2 ENJEKSİYON KALIPLAMA TEKNİĞİ

Enjeksiyon kalıplama, sıcaklık yardımı ile eritilmiş plastik ham maddenin bir kalıp içine enjekte edilerek şekillendirilmesi ve soğutularak kalıptan çıkarılmasını içeren bir imalat yöntemidir. Enjeksiyon kalıplama metal, cam, elastomer karışımları içeren ve yaygın olarak termoplastik ve termoset polimerlerden oluşan temel malzemelerin işlenebilmesi için kullanılır. Ürün parçaları için malzeme ısıtılmış bir silindire beslenir, karıştırılır ve kalıptaki çukurun şekline göre soğumanın ve sertleşmenin gerçekleştiği kalıp çukuruna sıkıştırılır. (Todd, et al., 1994) Bir ürünün genellikle endüstriyel bir tasarımcı ya da mühendis tarafından tasarlanmasından sonra kalıplar metalden, çoğunlukla da çelik ya da alüminyumdan, bir kalıp yapıcı tarafından yapılırlar ve istenen parçanın şeklinin verilmesi için hassas işlemden geçirilir.

Termoplastikler enjeksiyon kalıplama için onları çok uyumlu yapan karakteristik özelliklerinden (örneğin, geri dönüştürülebilir olması),

uyumlulukları sayesinde geniş uygulama alanlarında kullanımına izin vermesinden ve ısıtma ile akış ve yumuşama yeteneklerinden dolayı yaygındırlar. (Malloy, 1994)

Enjeksiyon kalıplama, polimere istenen şekilde şekil veren kalıbın içine ham maddenin yüksek basınçlı enjeksiyonundan ibarettir. (Malloy, 1994) Termoplastikler kalıplandığı zaman (genellikle topaklanmış hammadde) pistonlu bir vida ile ısıtılmış silindire bir huni vasıtasıyla beslenir. Silindire giriş ile termal enerjisi artar ve daha yüksek enerjili halde moleküller arasındaki boşlukların artmasının bir sonucu olarak, daha yüksek termal enerji ayrık zincirlerin bağıl akışına karşı koyan Van der Waals kuvvetlerini zayıflatır. Bu durum, enjeksiyon ünitesinin itici kuvvetiyle polimer akışına olanak sağlayan viskoziteyi düşürür. Vida hammaddeyi ileri doğru taşır, karıştırır ve homojen hale getirir. Polimerin termal ve viskoz dağılımı, mekanik olarak malzemenin kayması ve polimere sürtünme ısısının da eklenmesi ile gerekli olan ısıtma süresi azaltılır. Malzeme kontrol vanaları boyunca ileri doğru beslenir ve bir hacim içinde vidanın önünde toplanır. Kalıp boşluğunu doldurmak için kullanılan malzemenin hacmidir ve daralmayı dengeler, ve basıncı vidadan kalıp boşluğuna aktarmak için tampon (Silindirin içinde kalan toplam hacmin yaklaşık % 10 'udur ve vidanın dibe vurmasını önler) görevi görür. Yeterli malzeme toplandığı zaman, malzeme yüksek basınç ve hızda parçaya şeklini veren boşluğun içine sıkıştırılır. Enjeksiyon süresi çoğunlukla 1 saniyenin altındadır. (Megep, 2006)



Şekil 1. Örnek enjeksiyon kalıpları görünümü

Enjeksiyonla kalıplama prosesinin yapıldığı makinaya plastik enjeksiyon makinası adı verilmektedir. Enjeksiyon makinaları yatay ve dikey tip olarak iki şekilde kullanılmaktadır. Bu konuyla ilgili detay kısım, enjeksiyon makinaları bölümünde detaylandırılmıştır. Enjeksiyon kalıplama da kalıbın şekline türüne göre uygun makina tercihi yapılır.

1.2.1 Kalıp

Kalıp, enjeksiyon kalıplama işleminin kilit elemanıdır. Bir veya daha fazla kalıplama boşluğuna sahip olan kalıp her parça geometrisine göre ayrı olarak yapılmalıdır. Bir enjeksiyon kalıbının yerine getirmesi gerekenler aşağıda belirtilmiştir:

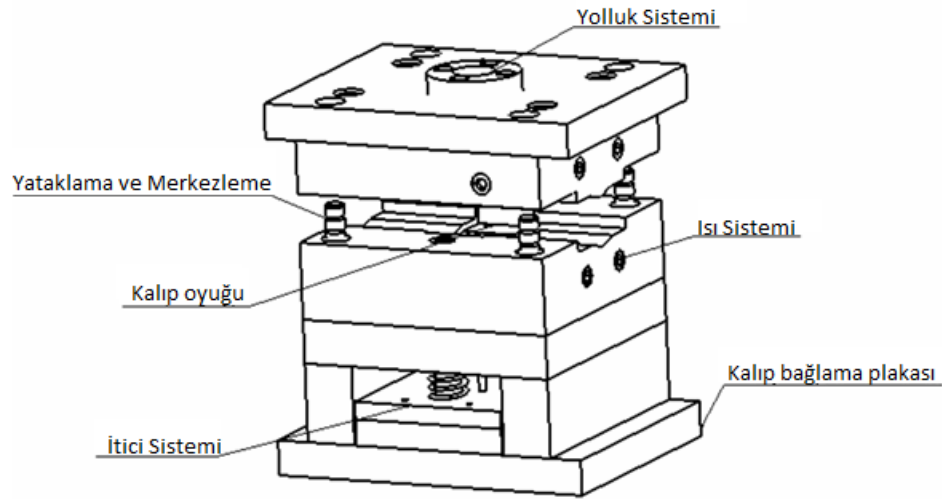
- Ergimiş malzemeyi kalıp boşluğuna veya boşluklarına iletmek
- Ergimiş malzemeye parçanın son şeklini vermek
- Ergimiş malzemeyi soğutmak
- Bitmiş parçayı kalıptan çıkartmak.

Kalıbın yukarıda sayılan işlemleri yapan fonksiyonel grupları ise şunlardır:

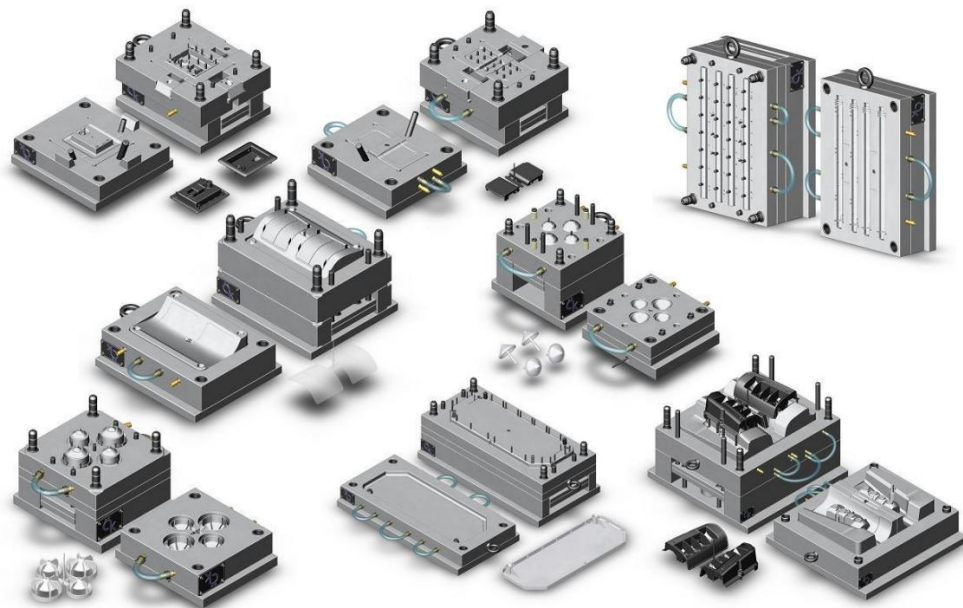
- Yolluk sistemi
- Kalıp boşluğu
- Soğutma sistemi
- İtici Sistemi

Bu fonksiyonel kısımlardan ayrı olarak kalıbın işlevini tam olarak yerine getirebilmesi için ek gereksinimler vardır. Kalıp, enjeksiyon makinasının plakalarına bağlanabilmelidir. Hem kalıp taşıyıcı plakalarının kapanmasını kolaylaştırmak, hem de plastik ünitesindeki silindirin ergimiş malzemeyi kalıp içine gönderen kısmının kalıbın girişine tam olarak oturmasını sağlamak için, kalıbın hareketli veya sabit tarafında merkezleme elemanlarına ihtiyaç vardır. Bu merkezlemeyi, sabit kalıp tarafında merkezleme burcu ve kalıp üzerindeki merkezleme elemanları yapar.

Kalıplanan parçayı şekillendirmenin yanı sıra kalıbın önemli bir görevi daha vardır. Bu görev üretilen parçanın kalıptan çıkabilmesidir. Bu ise kalıbın kolayca açılan, tam ve doğru olarak kapanabilen en az iki kısımdan meydana gelmesi ile mümkündür. Bunun için kalıp parçaları birbirlerine göre kılavuzlanmalıdır. Parça geometrileri değişiklik gösterdiği için kalıp tasarımları da çok büyük değişiklikler gösterebilmektedir. Aşağıdaki şekilde bir enjeksiyon kalıbının şematik gösterimi ve ana elemanları yer almaktadır. (Ekersular, 2007)



Şekil 2. Kalıp fonksiyonel organları



Şekil 3. Birçok enjeksiyon kalıbı görünümü (Altuntaş, et al., 2011)

1.2.2 Soğutma Sistemi

Soğutma sisteminin görevi, ergimiş malzemenin katılaşılarak kalıptan çıkmasını sağlamaktır. Soğutma işlemi hem parça kalitesini hem de soğuma zamanını etkilediği için çok önemlidir. Termoplastiklerde ergimiş malzeme 200-300 °C arasındaki ergime sıcaklığından 50~110°C sıcaklığına soğutulmalıdır. Malzemenin ergime sıcaklığından kalıptan çıkma sıcaklığına soğuması için geçen süre olan soğuma süresi, enjeksiyon işlemi çevrimi içinde büyük bir yer tutar ve bu nedenle de işlemin üretim maliyetlerine etkisi çok büyüktür. Termoplastikler için kısa soğuma zamanları, parçanın kalıptan çıkma sıcaklığının yüksek olması kadar, düşük ergime ve kalıp duvarı sıcaklıklarının mümkün olduğu kadar yüksek olmasına da bağlıdır. Yine de üretilecek parçanın kalitesi bu sıcaklıklar için belirli sınırlar koyar.

Bu sınırlamalar şunlardır;

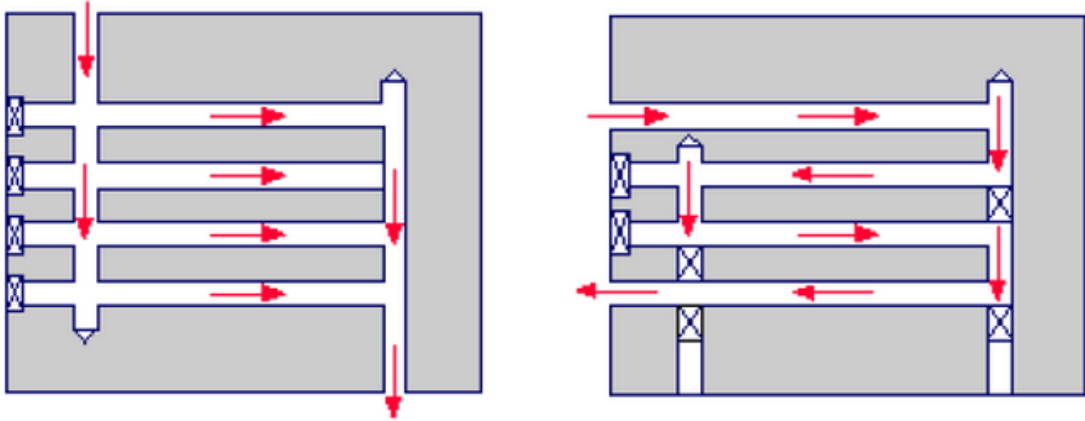
- Düşük ergime sıcaklıkları kalıp boşluğunun dolması esnasında meydana gelen basınç kayıplarını artırır ve birleşme hatlarının düşük kalitede olmasına neden olur.
- Düşük kalıp duvarı sıcaklıkları parçanın yüzey kalitesinin bozulmasına yol açar.
- Eğer parçanın kalıptan çıkma sıcaklığı çok yüksek ise, itici pimler parçada plastik deformasyona yol açabilir.

Soğutma sisteminden beklenen diğer bir özellik kalıp boşluğu içinde homojen duvar sıcaklığını sağlayabilmesidir.

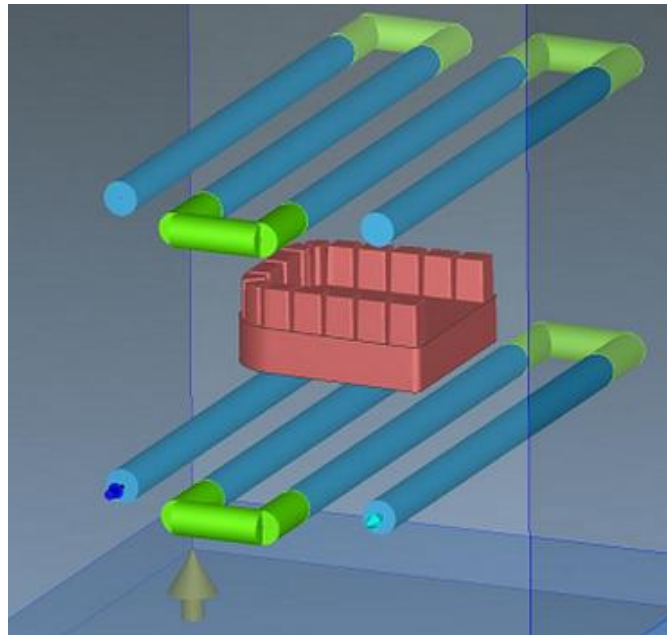
Homojen soğutmanın anlamı soğutucunun girdiği ve çıktığı yerler arasında meydana gelen kalıp duvar sıcaklığı farkının minimum olmasıdır. Kalıp duvarı ile soğutma kanalları arasındaki homojen olmayan mesafelerden kaynaklanan kalıp duvarındaki sıcaklık farkları başka sorunlara da yol açabilir.

Soğuma zamanı en yüksek kalıp duvarı sıcaklığına göre saptandığından ve dahası kalıp duvarı sıcaklık farkları parçada kaliteyi düşüren çarpılmalara yol açacağından sabit duvar sıcaklığının elde edilmesi gereklidir.

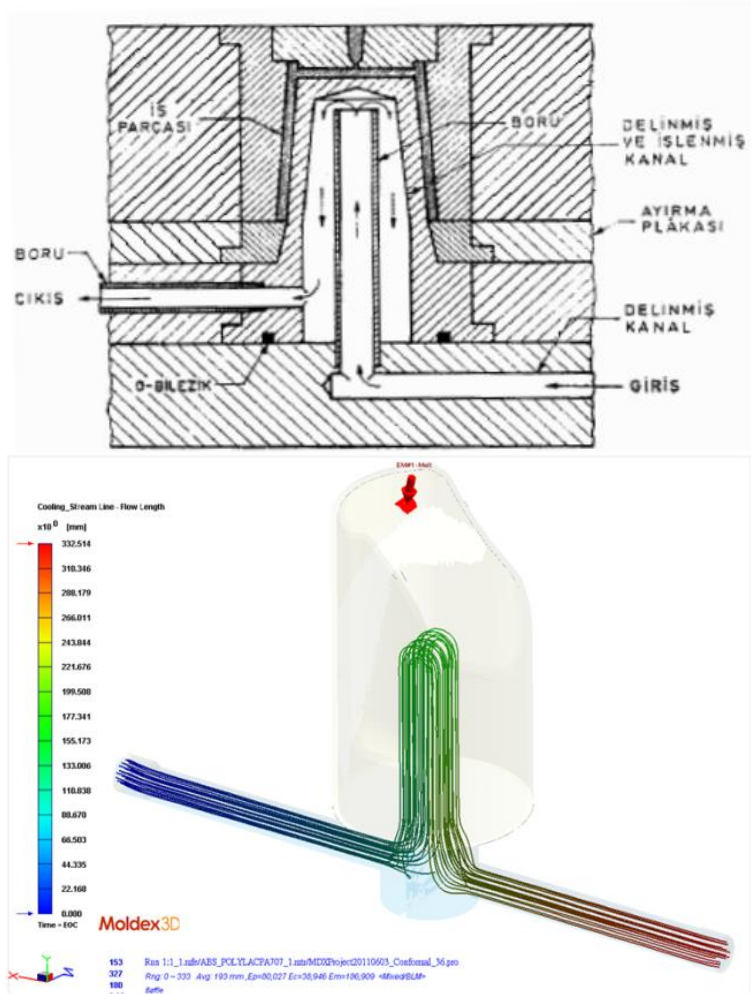
Kalıp, soğutma sistemi tarafından soğutulur. Termoplastik kalıplar genellikle su ile soğutulurlar. Konvansiyonel sulu soğutma sistemleri 14~140°C arasında kullanılırlar ve eğer daha yüksek kalıp duvarı sıcaklıkları gerekli ise yağ kullanılmalıdır. Ürün ve kalıp geometrisine göre bir çok soğutma kanalları uygulama şekli bulunmaktadır.



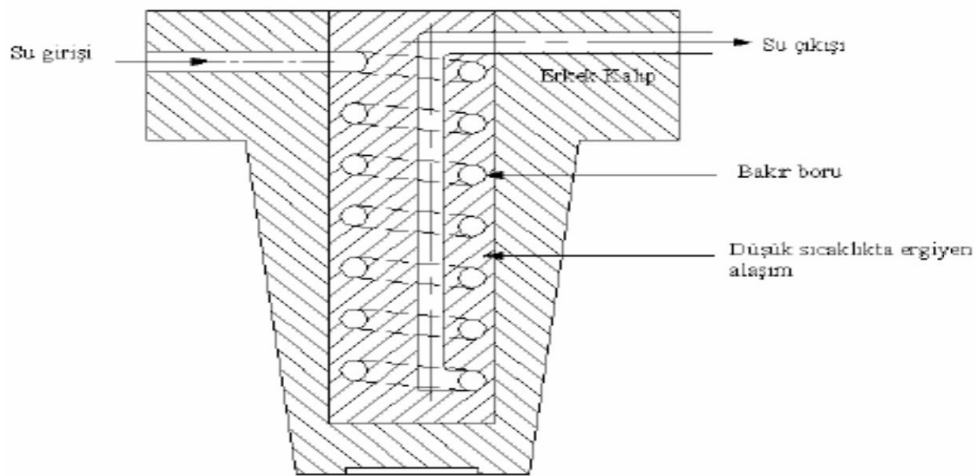
Şekil 4. Paralel ve seri su soğutma



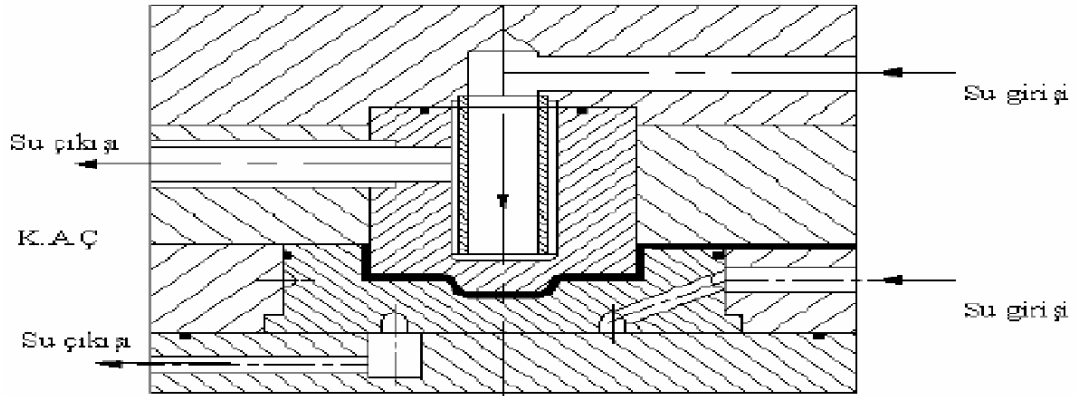
Şekil 5. Paralel ve seri su soğutma 02



Şekil 6. Çeşmeli tip soğutma (Shiu, 2012)



Şekil 7. Bakır borulu soğutma



Şekil 8. Parçalı kalıp soğutma işlemi



Şekil 9. Soğuk ve sıcak su giriş bölgeleri gösterimi

1.2.2.1 Isı geçişi

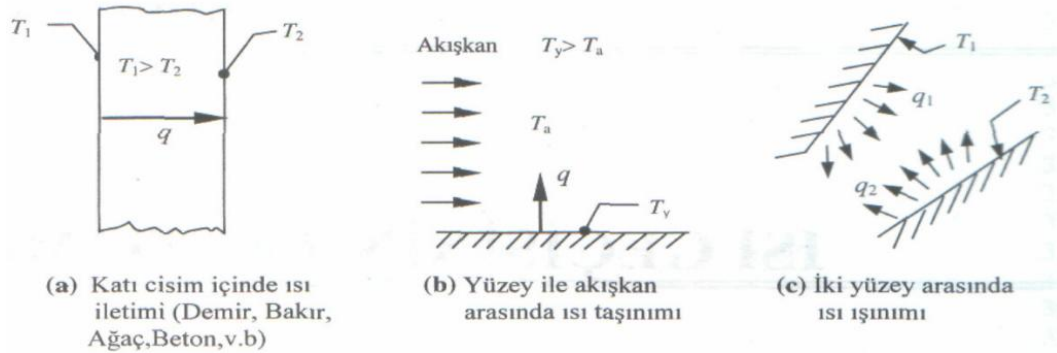
Isı geçişi, sıcaklık farkından dolayı sistem ve çevresi, yada maddeler arasında meydana gelen enerji akışını araştıran bir bilimdir. Madde alışverişi olmaksızın sadece sıcaklık farkından dolayı meydana gelen bu enerji geçişi, ısı geçişi olarak tanımlanır. Termodinamiğin ikinci kanunun sonucuna göre; ısı sıcak bir sistemden daha soğuk bir sisteme doğru kendiliğinden akar. Termodinamik, bu ısı geçişinin nasıl ve ne hızda olduğunu açıklamaz. Çünkü termodinamikte zaman bir değişken olarak ele alınmaz. Termodinamik denge durumundaki sistemler ile ilgilenir. Geçen ısı doğrudan doğruya ölçülemez ve gözlenemez, ama meydana getirdiği tesirler gözlenebilir ve ölçülebilir. Isı geçişi bilim dalı, termodinamiğin birinci ve ikinci, kütle korunumu ve Newton'un ikinci hareket kanunlarına ilave üç özel kanun yardımıyla, ısı geçişi

olayının yapısını inceleyerek, ısı geçişini etkileyen büyüklükleri belirler ve bu büyüklükler arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade eder. Çözüm yöntemi olarak da analitik, sayısal, deneysel ve benzeşim yöntemlerini kullanır. Isı geçişi üç şekilde meydana gelmektedir. (Ekersular, 2007)

Bunlar;

- Isı iletimi (Kondüksiyon)
- Isı taşınımı (Konveksiyon)
- Isı ışınımı (Radyasyon)

Herhangi bir ısı geçişi olayı; bu üç şeklin birisi ile, herhangi ikisi ile yada üçü ile birlikte meydana gelebilir. Genel olarak katı cisimlerde, ısı enerjisinin serbest elektron hareketiyle bir molekülden yada atomdan diğerine geçmesi ile meydana gelen ısı geçişine ısı iletimi, sıvı ve gazlarda ısı enerjisinin, moleküllerin hareketleri sonucu nakledilmesi ile oluşan ısı geçişine ısı taşınımı ve katıların, sıvıların ve gazların ısı enerjisini elektro manyetik dalgalar şeklinde yayınladıkları veya yuttukları ısı geçiş şekline de ısı ışınımı denir.



Şekil 10. İletim, Taşınım ve Işınım ile ısı geçiş şekilleri

1.2.2.2 Isı iletim kat sayısı

Isı iletim katsayısı (k), birim kalınlıktaki bir cismin, birim yüzeyinden birim zamanda, cismin iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkının 1°C olması halinde geçen ısı miktarıdır. Isı iletim katsayısı her madde için farklı değerlerde olup, malzemenin bileşimine, gözenekli olup olmasına, malzeme içindeki neme, ısının geçtiği yöne ve benzeri fiziksel ve metalurjik

etkenlere bağılı olarak değişmektedir. Bir cismin ısı iletim katsayısının, her yönde aynı olduğu cisimlere izotrop cisim denir. Isı iletim katsayısının birimi SI birim sisteminde [W/mK] dir. Uygulamalarda [kcal/mh°C] birimi de kullanılmaktadır. 1 kcal/mh°C, 1,163 W/mK' e eşittir. Maddelerin fiziksel ve metalurjik özelliklerinin, ısı iletim katsayısına etkileri için aşağıdakiler söylenebilir.

- Saf metallerde ısı iletim katsayısı sıcaklık arttıkça azalır.
- Alaşımlarda ve yalıtım malzemelerinde ısı iletim katsayısı, sıcaklık arttıkça artar.
- Isı yalıtım malzemelerinde yoğunluk ve sıcaklık arttıkça ısı iletim katsayısı artar.
- Gazlarda sıcaklık arttıkça gaz moleküllerinin hareketi arttığından dolayı ısı iletim katsayısı artmaktadır. Sıvılarda sıcaklık arttıkça, çoğu sıvının ısı iletim katsayısı azalmakla birlikte bazı sıvıların ki artmaktadır. Suyun ısı iletim katsayısı, suyun sıcaklığı yaklaşık 140°C'a ısıtılıncaya kadar artmakta daha sonra azalmaya başlamaktadır.
- Saf bir maddenin ısı iletim katsayısı, eğer içerisine başka bir bileşen ilave edilirse azalır.
- Nem, genellikle bütün malzemelerin ısı iletim kat sayısını arttırır.

Isı iletim katsayısı arttıkça ısı geçişi artmaktadır. Isı geçişinin iyi olmasının istenildiği durumlarda ısı iletim katsayısı yüksek olan malzemeler, ısı geçişinin azaltılması istenildiği durumlarda ise, ısı iletim katsayısı küçük olan ısı yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Isı yalıtım malzemelerinin (cam yünü, strapor, cüruf yünü v.b.) ısı iletim katsayıları yaklaşık 0,03 ile 0,08 W/mK arasındadır. Örneğin cam yününün ısı iletim katsayısı 0,045 W/mK dir. Isıyı en iyi ileten metallerin ısı iletim katsayıları aşağıda tablo ile paylaşılmıştır. Örneğin saf demirin $k=10$ W/mK, kazan sacının $k=52$ W/mK dir. Aşağıda ki tabloda kıyaslama yapabilmek için gazların, sıvıların ve katıların ısı iletim katsayılarının yaklaşık mertebeleri verilmiştir. (Ekersular, 2007)

Tablo 1. Isıyı en iyi ileten bazı metallerin 25° deki ısı iletim kat sayısı

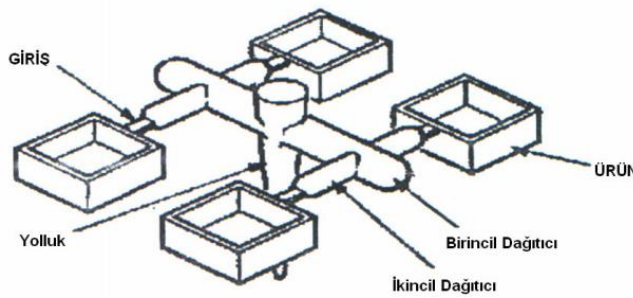
Metaller	k (W/mK)
Gümüş	410
Saf bakır	395
Ticari bakır	372
Altın	310
Alüminyum	229

Tablo 2 . Çeşit tip maddelerin ısı iletim mertebeleri

Maddeler	Isı iletim katsayısı k, (W/mK)
Gazlar	0,002-0,2
Yağlar	0,1 - 1
Su	0,5 - 0,7
Sıvı metaller	10 - 100
Katılar (metal olmayan)	0,03 - 3
Katılar (alaşımlar)	20 -200

1.2.3 Yolluk , Dağıtıcı Kanal Sistemleri

Yolluk, plastik malzemeyi yolluk burcundan yolluk girişine taşıyan kısımdır. Yolluğun işlevi malzemeyi çabuk şekilde ve minimum basınç kayıplarıyla kalıba ulaştırmaktır. Aynı zamanda yolluğun çapının büyütülmesi soğuma çemberini büyüteceğinden, plastiğin çabuk soğuması ve kalıp içinde akışının zorlaşması önlenmelidir. Bu iki durum göz önünde tutularak, en uygun yolluk çapının seçilmesi gerekir. Yolluk çapının çoğu zaman tekrar ayarlanması gerekir. Sonradan değişiklik yapabilmek için ilk işlenen çap öngörülen çapların en küçüğü olmalıdır.



Şekil 11. Yolluk Sistemleri görünümü (Megep, 2006)

Dağıtıcı kanallar, yolluk ve girişkanalı arasındaki bağlantı kanalıdır. Dağıtıcı kanalın biçim ve boyutları, kalıp tasarımında düşünülmesi gereken en önemli kısımlardan biridir.

Enjeksiyon basıncı kaybını en aza indirecek ve plastik maddenin akışına hız kazandıracak boyutlarda olmalıdır. Ancak, plastik malzemenin donmamasına sebep olabilecek büyüklükte olmamalıdır.

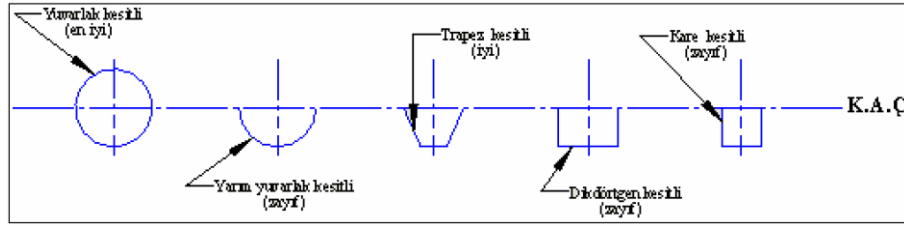
Dağıtıcı kanal ölçüleri, kalıplanacak plastik maddenin cinsi ve parça boyutlarına bağlıdır. Akışkanlığı az olan plastik maddelerin kalıplanmasında, yolluk burcu ile kalıplama boşluğu arasındaki uzaklık 125 mm nin altında ise, 3–6,5 mm çapında yuvarlak kesitli dağıtıcılar kullanılır. Büyük hacimli parçaların kalıplanmasında bu değerler 8–9,5 mm çapa kadar artırılabilir. Akışkanlığı fazla olan plastik maddeler için açılacak dağıtıcı kanal ölçüleri de yuvarlak kesitli ve 10 mm çaplıdır. Ancak dağıtıcı kanal çapları, verilen ölçülerden küçük açılıp deneyerek verilen değerlere yaklaşık ölçülerde tamamlanır. Aksi halde, büyük çaplı dağıtıcı kanalın daha küçük çapa düşürülmesi mümkün olmaz.



Şekil 12. Dağıtıcı kanal sistemleri görünümü (Megep, 2006)

1.2.4 Dağıtıcı Kanal Çeşitleri

Yuvarlak kesitli dağıtıcı kanallar, basınç ve sıcaklık kaybını önleyen en iyi yolluk ve giriş bağlantı tipidir. Uygulamalarda dairesel kesitlerden daha çok malzeme aktığı ve sürtünmenin düşük olduğu görülmüştür. Yuvarlak dağıtıcılar kalıpların iki yarısına da işlenir. Çok hasas olarak işlenmelidir. Böylece iki yarım kalıp kapandığı zaman tam bir daire kesiti meydana getirilir.

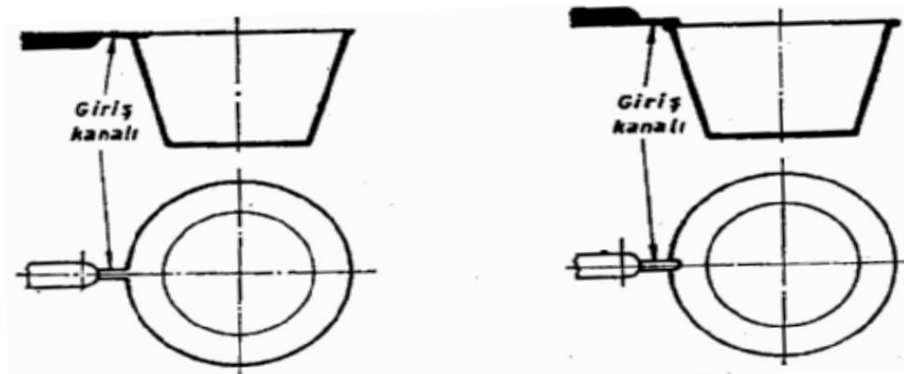


Şekil 13. Dağıtıcı kanal kesitleri

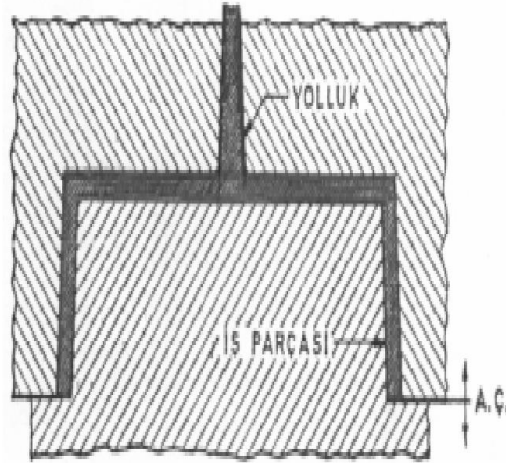
1.2.5 Enjeksiyon Noktası Giriş Çeşitleri (Pick Injection Gate)

Dağıtıcının dişi kalıp boşluğuna açılan dar ve sığ olan kısmına giriş denir. Parça üzerinde iz bırakmaması ve kolayca ayrılabilmesi tasarımında dikkat edilecek hususlardır. Girişlerin dar olması sebebiyle buradan akan malzeme büyük basınçlara maruz kalır. Bu durum malzemenin ısınmasına yol açar. Böylece malzeme yolluk boyunca kaybettiği ısıyı kazanarak daha akışkan bir halde kaviteye akar. Her ne kadar avantajlı bir durum olsa da yolluk boyutları deneyimli bir eleman tarafından hesaplanmadığı takdirde, malzemenin fazla ısınması sonucu bozulmasına yol açabilir. Pratikte çok kalıp çukurlu kalıplarda malzemenin aynı anda dolması için yolluklar ve kalıp girişleri deneme yanılma yoluyla ayarlanmalıdır. Bunun sağlanması için yollukların ilk işleme sırasında gereğinden küçük yapılması yarar sağlar. (Megep, 2006)

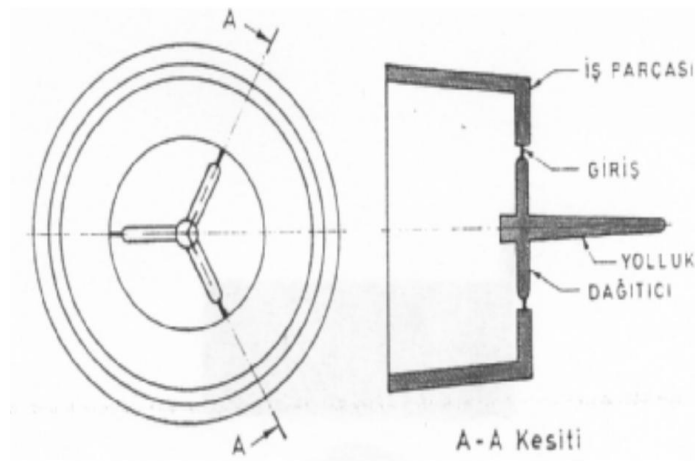
Giriş çeşitleri ;



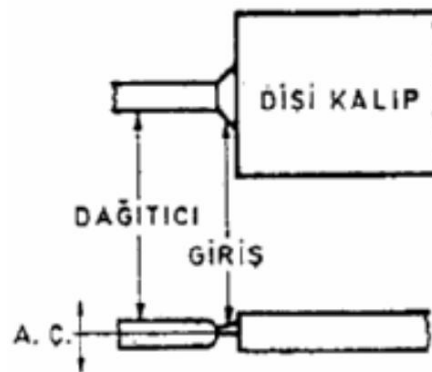
Şekil 14. Kenar Giriş



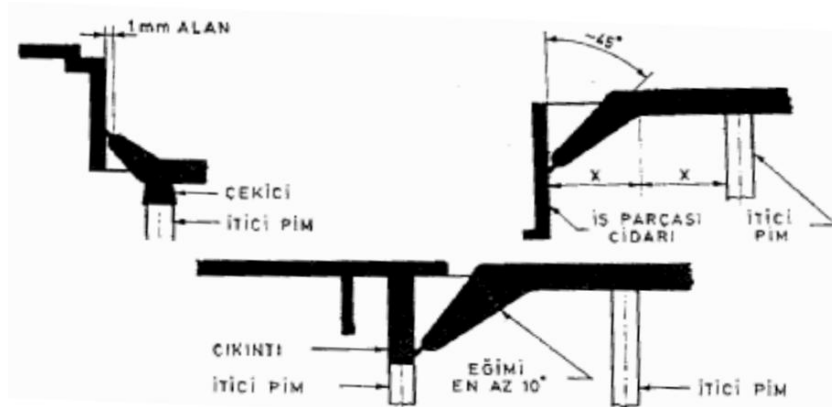
Şekil 15. Merkezden doğrudan giriş



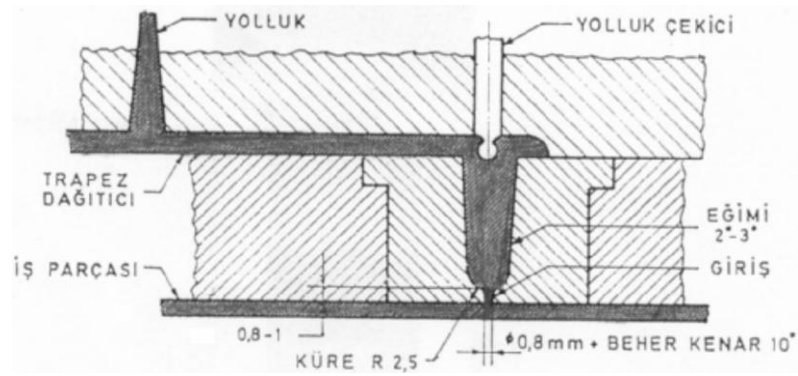
Şekil 16. Disk giriş



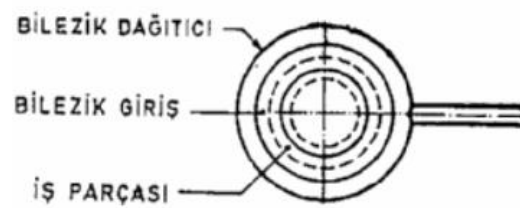
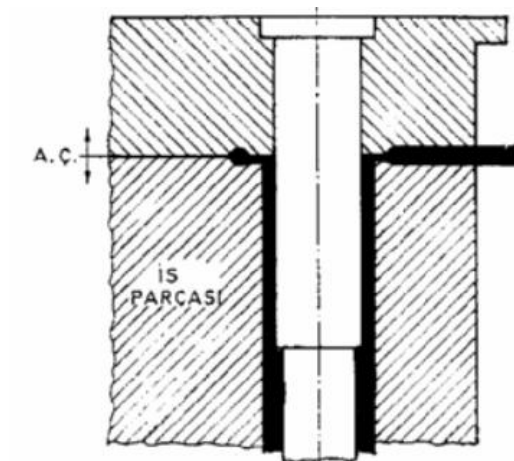
Şekil 17. Yelpaze giriş



Şekil 18. Tünel giriş



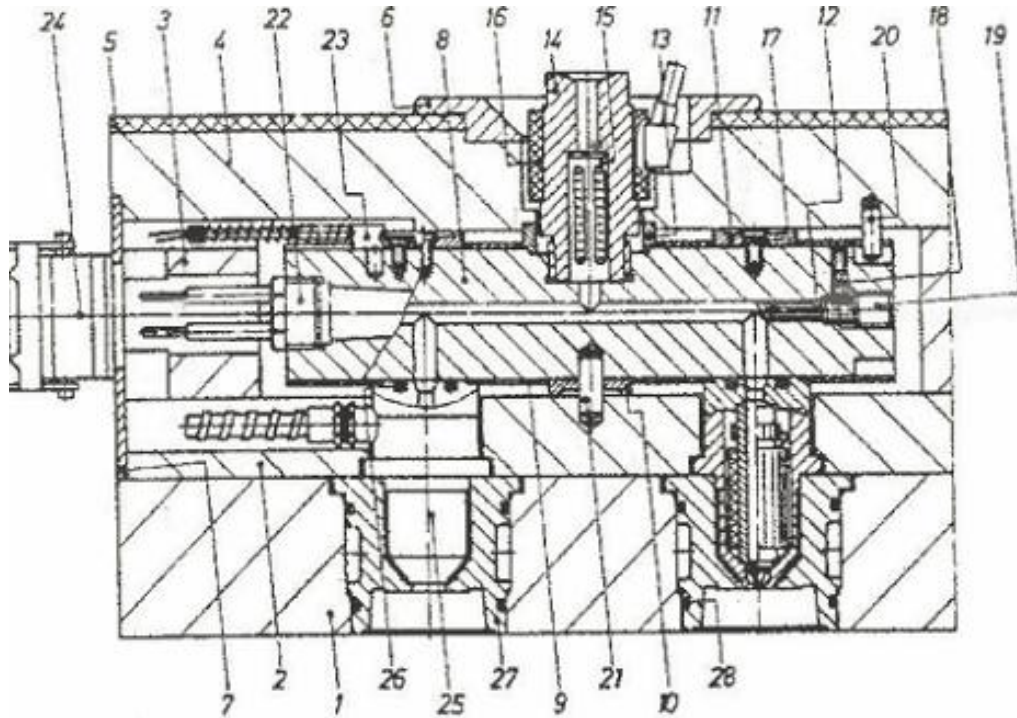
Şekil 19. İğne uçlu giriş



Şekil 20. Bilezik giriş

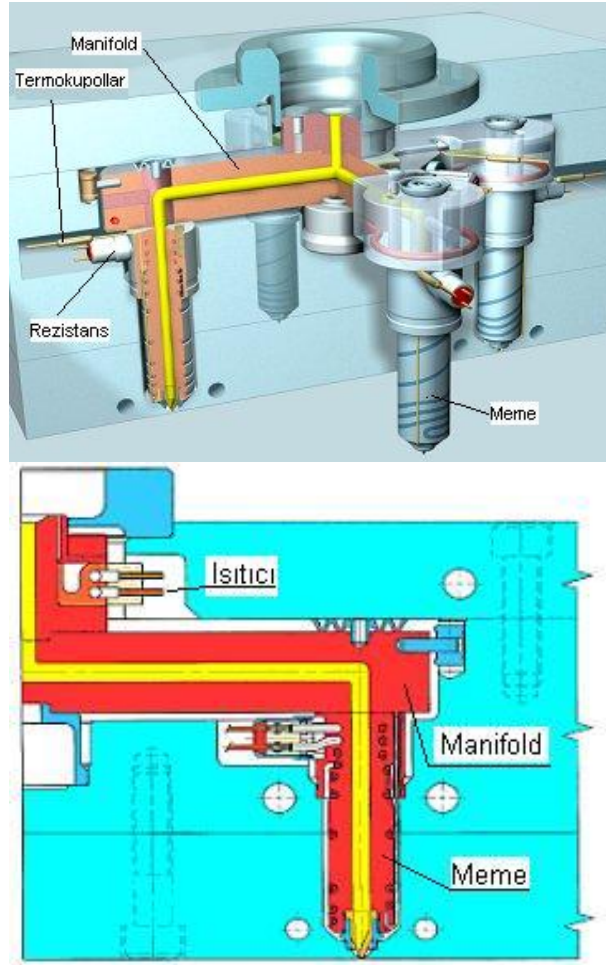
1.2.6 Sıcak Yolluk Sistemleri , Kullanım amaçları (Hot Runner)

Sıcak yolluk sistemi son yıllarda plastik enjeksiyon kalıpcılığında soğuk yolluk (normal yolluk) sistemine göre daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır. Plastik enjeksiyon kalıpcılığında sıcak yolluğun soğuk yolluğa göre daha fazla tercih edilmesini yüksek kaliteli ürün alma isteği, daha kısa sürede daha çok iş yapabilme ve işçilik giderlerinin azaltılması olarak şekilde kısaca özetleyebiliriz.



Şekil 21. Sıcak yolluk sistemini oluşturan elemanlar

1. Kalıp gözü taşıyıcı plakası 2. Ara plakası 3. Destek plakası 4. Bağlama (Sıkma) plakası 5. Yalıtım (zolasyon) plakası 6. Merkezleme halkası 7. Takviye plakası 8. Sıcak yolluk dağıtıcısı (Manifold) 9. Isı reflektörü (reflektör plakası) 10. Destek halkası (rondela) 11. Destek halkası (rondela) 12. Kapama tapası 13. Merkezleme plakası 14. Yolluk burcu 15. Filtre tertibatı (malzeme filtresi) 16. Isıtıcı (spiral rezistans) 17. Havşa başlı vida 18. Vidalı emniyet pimi 19. Vidalı tapa 20. Silindirik saplama 21. Silindirik saplama 22. Yüksek güçlü ısıtıcı (fişek rezistans) 23. Termoeleman (sıcaklık ölçer) 24. Bağlantı kutusu 25. Yüksek verimli meme 26. Metal O- Halkası 27. Kalıp gözü tertibatı 28. O-Halkası

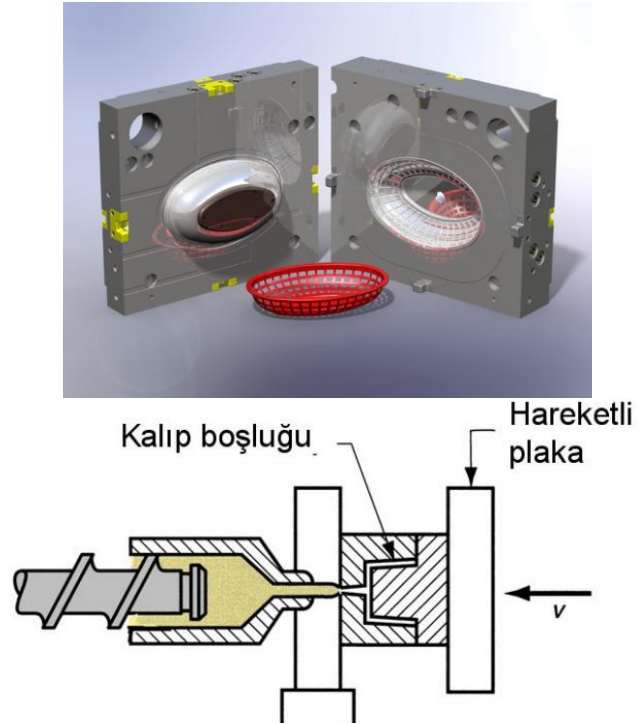


Şekil 22. Sıcak yolluk sistemi kesiti (Megep, 2006)

1.2.7 Kalıp Boşluğu

Kalıp boşluğu ergimiş malzemeyi yayar, onu şekillendirir ve kalıplanması istenen parçanın son şekline gelmesini sağlar. Kalıp boşluğu kalıplanması istenen parçanın negatif şeklinden ibarettir. Enjeksiyon kalıplama ile üretilen parçalar genellikle girintilerden oluşan karmaşık şekilli parçalardır. Bu girintilerin bir kısmı ancak maçalar ile oluşturulabilir. Bu tür durumlarda kalıp boşluğu kalıp kapandığında kalıplanacak parçanın geometrisini oluşturan ve maça olarak adlandırılan hareketli kalıp duvarlarından meydana gelir. Bu şekilde doğrusal veya dönerek hareket eden maçalar parçanın kalıptan çıkması için gereklidir. (Koçak, et al., 2006)

Üretilen parçanın özellikleri hem kalıp tasarımına hem de işlem koşullarına bağlıdır. Yolluk sistemindeki ve kalıp boşluğundaki akma işlemi, parçadaki iç gerilmelerin olduğu kadar polimer makromoleküllerinin oryantasyonunu da etkiler. Kavite içinde meydana gelen tüm bu olaylar parça kalitesini ve özelliklerini etkiler.

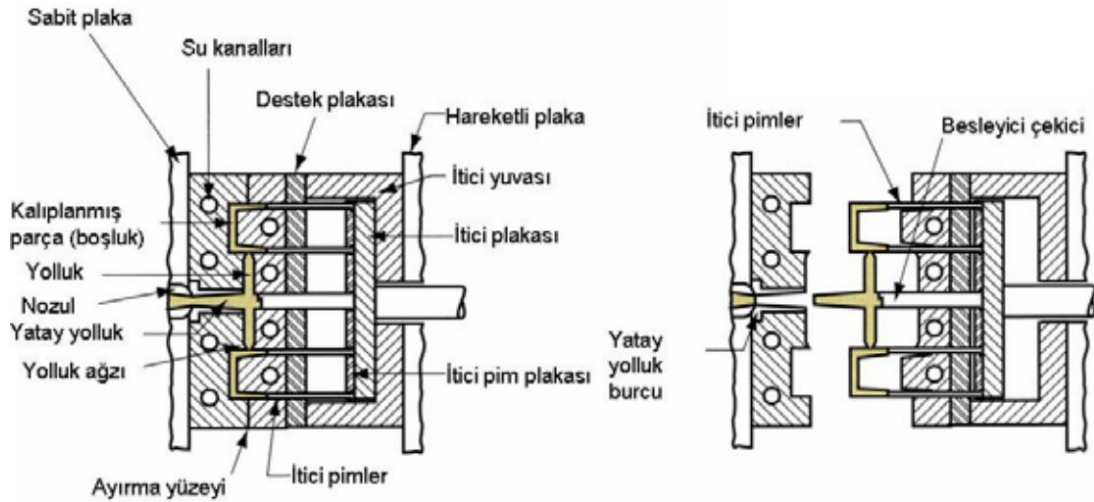


Şekil 23. Kalıp boşluğu görünümü (Vural, 2011)

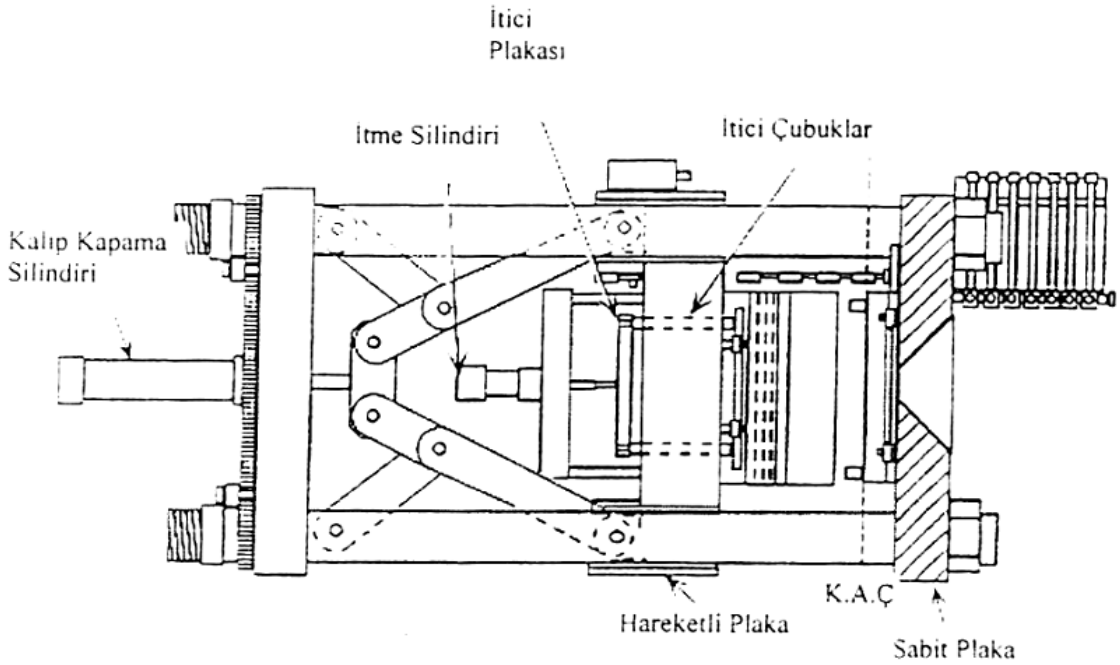
1.2.8 İtici Mekanizmalar

Bitmiş parçanın kalıptan çıkabilmesi için kalıp en az iki parçadan meydana gelir. Bunun için, kalıp açılma çizgisi veya ayırma yüzeyi adı verilen bir hat boyunca açılır. Bitmiş parça, açılmış kalıp içerisinden elle alınabilir ya da bir itici sistemi ile çıkartılabilir. Geometriye bağlı olarak iticiler pim veya halka şeklinde, kalıp içine yerleştirilmiş olup, kalıp açıldıktan sonra ileri doğru itilirler. Bir enjeksiyon kalıbının her iki yarısı kapanmak zorunda olduğu için birbirlerini tam olarak karşılamalıdır. Kalıp yarılarının doğru şekilde kapanmasını sağlamak için bir veya birden fazla kalıp elemanı kullanılır. Kalıp yarıları ergimiş malzemenin basınç altında kalıptan dışarı çıkmaması için sıkı şekilde kapanmalıdır. Ancak diğer taraftan da kalıp boşluğu içindeki

hava da, ergimişmalzeme kalıp boşluğu içinde akarken dışarı çıkabilmelidir. Eğer bitmişparça maçalarla elde edilecek girintilere sahipse kalıptan çıkarılması çok daha zordur. Bu durumda parça, kalıp ikiden fazla hareketli parçadan yapılmışsa kalıptan çıkarılabilir. (Ekersular, 2007)



Şekil 24. İtici mekanizma kalıp görünümü (Vural, 2011)

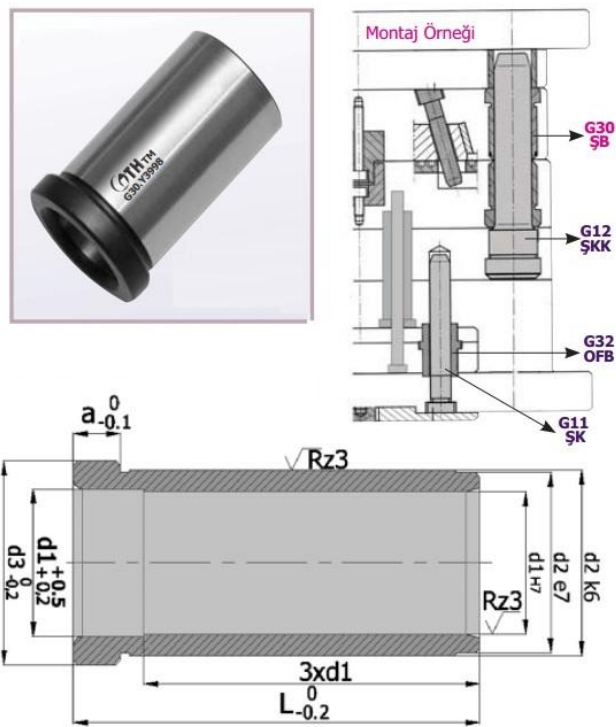


Şekil 25. İtici mekanizması cevrimi (Eker, 2009)

1.2.9 Standart Kalıp Elemanları

Yaylar, vidalar, tespit pimleri, klavuz pimler , kolon tipleri, burçlar ve kalıp setleri gibi kalıp yapımında kullanılan bazı parçalar standart ekipman olarak günümüzde bir çok üretici firmadan temin edilmektedir. Bu parçaların bir çoğu makina üretiminde kullanılan mekanik görevleri olan parçalardır. Standart kalıp elemanlarından bazı parçalar;

A. Şapkalı burç



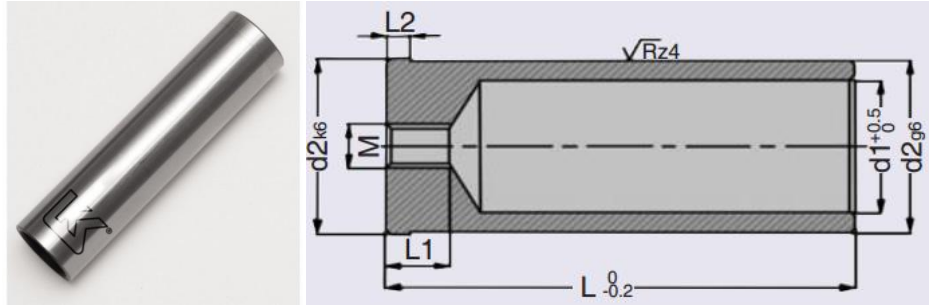
Şekil 26. Standart elemanlar \ Şapkalı burç (Guvenal Teknik Kalip, 2013)

B. Ortadan şablonlu burç



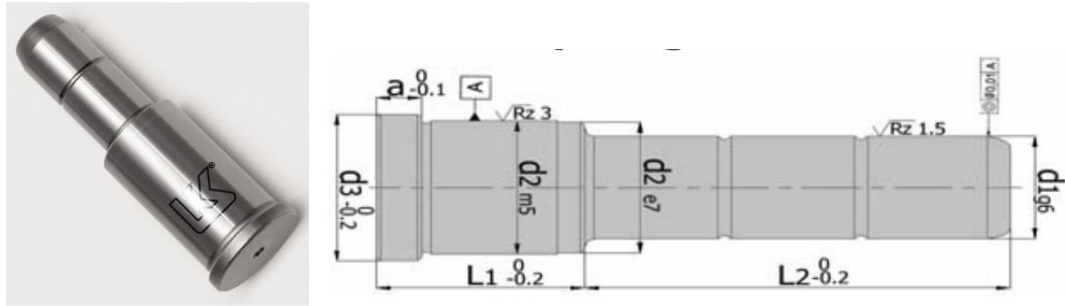
Şekil 27. Standart elemanlar \ Ortadan şablonlu burç

C. Tespit Burcu



Şekil 28. Standart elemanlar \ Tespit burcu (Guvenal Teknik Kalip, 2013)

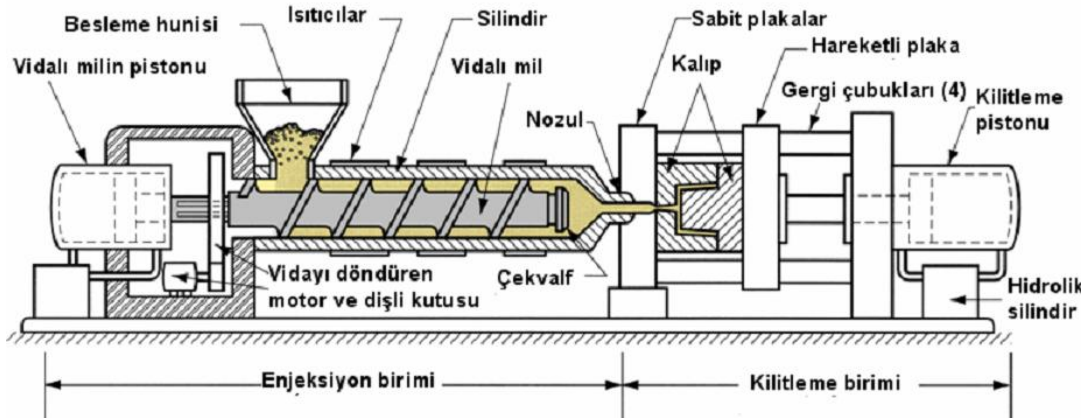
D. Şapkalı Kademeli Kolon



Şekil 29. Şapkalı Kademeli kolon (Guvenal Teknik Kalip, 2013)

1.3 PLASTİK ENJEKSİYON MAKİNASI

Plastik enjeksiyon, sıcaklık yardımı ile eritilmiş plastik hammaddenin bir kalıp içine enjekte edilerek şekillendirilmesi ve soğutulularak kalıptan çıkarılmasını içeren bir imalat yöntemidir. Bu metod ile en küçük komponentlerden, bahçe mobilyalarına kadar çok çeşitli ebat ve kategorilerde plastik parçalar imal edilebilir. En yaygın imalat yöntemlerinden biridir. İşlemin gerçekleştirildiği makineye plastik enjeksiyon makinesi denir. İlk plastik enjeksiyon makinesi 1930'lu yıllarda yapılmıştır. (Wikipedia)

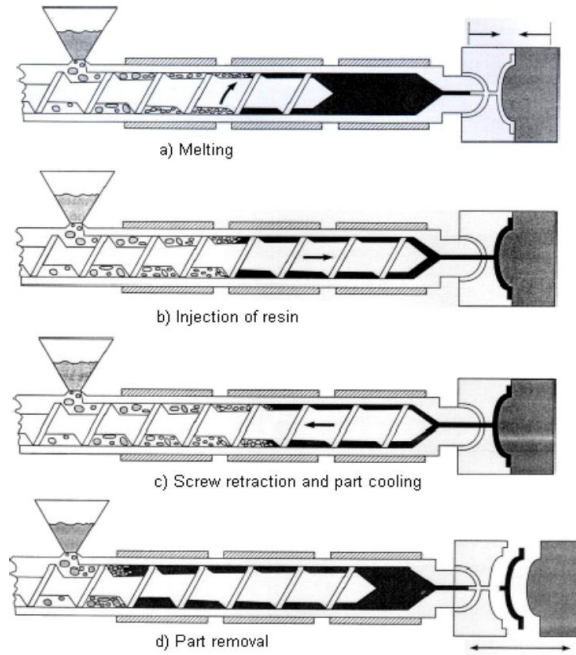


Şekil 30. Plastik Enjeksiyon makinası, ana organları

Enjeksiyon makinası prosesinde işlem adımlarını maddeleyecek olursak,

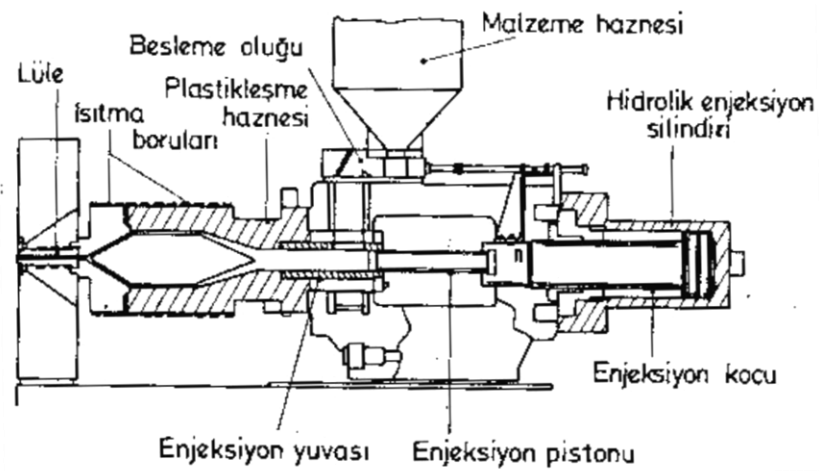
- Kalıp, malzeme ve cihaz hazırlıklarının yapılması başta gelir. Plastik malzeme nemli ise kurutulur (genelde 60°C-70°C 'de 2 saat kurutma için yeterlidir). Renklendirme ve dolgu maddeleri katkısı gerekiyorsa bunlar yapılır.
- Kalıp soğuk olmamalıdır, orta yumuşama sıcaklığındaki plastikler için kalıp sıcaklığının 50-70°C olması iyi sonuç verir.
- Granül, plastik besleme hunisinden cihaza verilir.
- Kontrollü bir ısıtma ile eriyen madde istenen sıcaklığa gelince istenen hızda ve basınçta kalıba enjekte edilir.
- Erimiş plastik cihaz silindrinde fazla tutularak yakılmamalı ve kalıba soğuk halde de enjekte edilmemelidir.
- Ön plastikleştiricili helezonlu makinelerde besleme hunisinden haznedeki döner helezon yardımı ile ısıtılmış bölgeye sevk edilen plastik granülleri ergimeye başlar. Helezonun dönmesi ile vesürtünmesiyle plastik maddenin erimesi kolaylaşır. Eriyen madde bir valften geçerek asıl enjeksiyon bölümüne gelir. Burada yeterli birikim sağlanınca otomatik olarak valf ergimiş plastiğin geliş yolunu kapayarak kalıp yolunu açar ve enjeksiyon sağlar.
- Çift hareketli helezonlu enjeksiyon makinelerinde de helezonun dönmesi ile ısıtma bölgesinde eriyen plastik ön taraftaki birikme

bölgesine gelir. Koşullar yeterli olduğunda kalıba enjeksiyon için bir hidrolik motor ve kavrama yardımı ile helezon, bir piston gibi ,ileri doğru çalışır. Bu sırada helezon ön tarafındaki sonsuz valf kapanarak erimiş malzemenin geri kaçmasını önler.

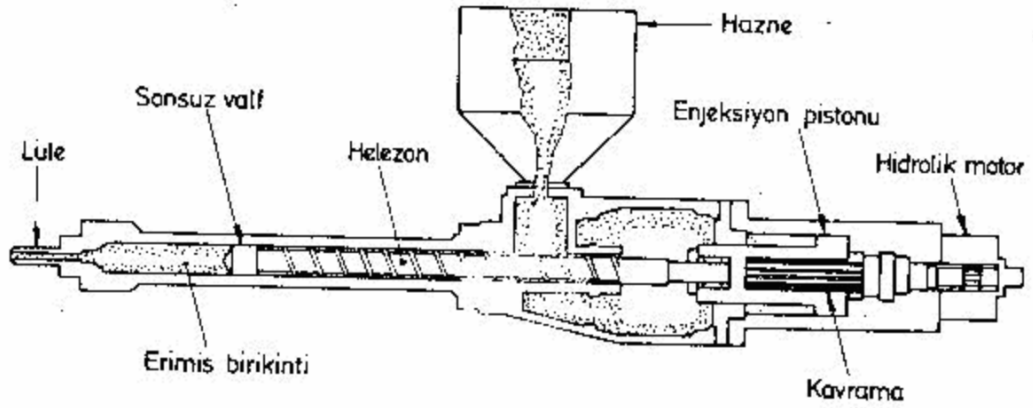


Şekil 31. Karşılıklı vida enjeksiyon döngüsü (Gutowski, 2002)

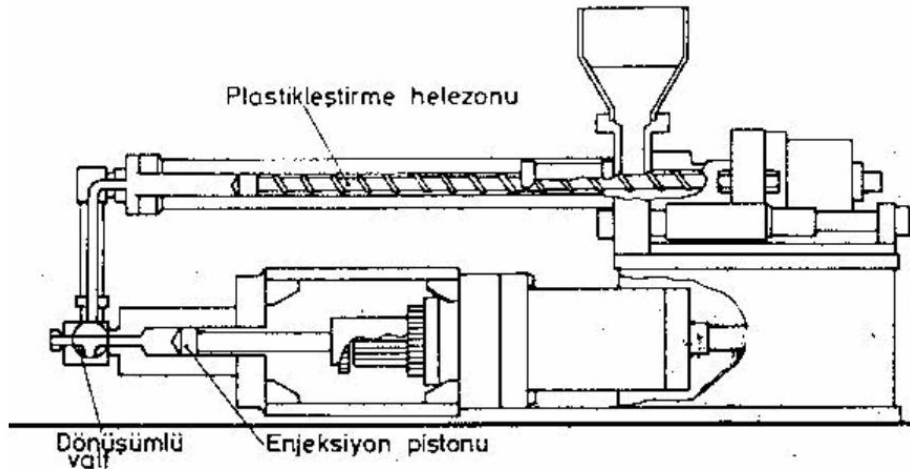
1.3.1 Plastik Enjeksiyon Makinası Çeşitleri



Şekil 32. Piston-Dalgıç tipi enjeksiyon makinası (Eker, 2009)



Şekil 33. Helezonlu karşılıklı tip enjeksiyon makinası (Eker, 2009)



Şekil 34. Ön Plastikleştirici tip enjeksiyon makinası (Eker, 2009)



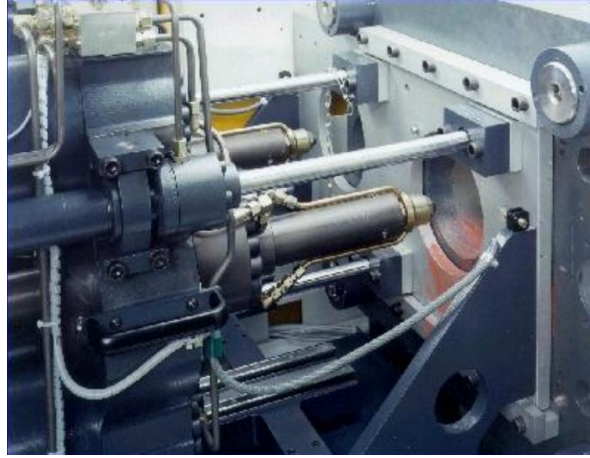
Şekil 35. Plastik Enjeksiyon Makinası görünümü (Engel, 2013)

1.3.2 Enjeksiyon Ünitesi (Vidalı Plastik Ünite)

Enjeksiyon ünitesinin yani enjeksiyon grubunun ana amacı; plastik malzemeyi eritmek ve kalıba enjekte etmektir. Sürekli olarak aynıdırılıkta ve aynı kalitede parça üretimi için kalıba enjekte edilen malzeme miktarı her seferinde aynı olmalıdır. Bunun için enjeksiyon grubu sürekli olarak aynı sıcaklıkta homojen malzeme baskısı yapabilmelidir. Plastik teknolojisinin ilk zamanlarında, piston tipi enjeksiyon makineleri kullanılıyordu. Bu makinelerde, plastik malzeme sadece kovandan aldığı ısı ile eritiliyordu. Günümüzde artık yaygın bir şekilde tercih edilen makineler de ise enjeksiyon pistonu görevi de gören vidalar kullanılmaktadır. Bu makinelerde vida döner ve aynı anda huniden mal alır. Vidanın dönme hareketiyle ileri doğru itilen malzeme, aynı zamanda hem vidanın oluşturduğu sürtünme ısı ve kovan (kovana kimi zaman ocak da denilmektedir) erir. Eriyen malzeme, geri hareket eden plastik malzeme, meme boşluğuna depolanır. Vida, malzeme boşluğuna doluncaya kadar yani mal alma konumuna ulaşıncaya kadar geri döner. Geri hareket esnasında vidanın arkasında oluşan geri basınç, hidrolik pistonu belli değer de sabit tutar. Bu sayede vidanın geri dönme hızı azaltılarak daha homojen bir karışım elde edilir. Plastikasyon işlemi bitip meme boşluğu yeterince malzemeyle dolduktan sonra vida, bir piston gibi yüksek basınçla ileri doğru hareket eder ek plastik malzemeyi meme boşluğundan kalıp içine enjekte eder.

Bir enjeksiyon ünitesinin ana görevleri:

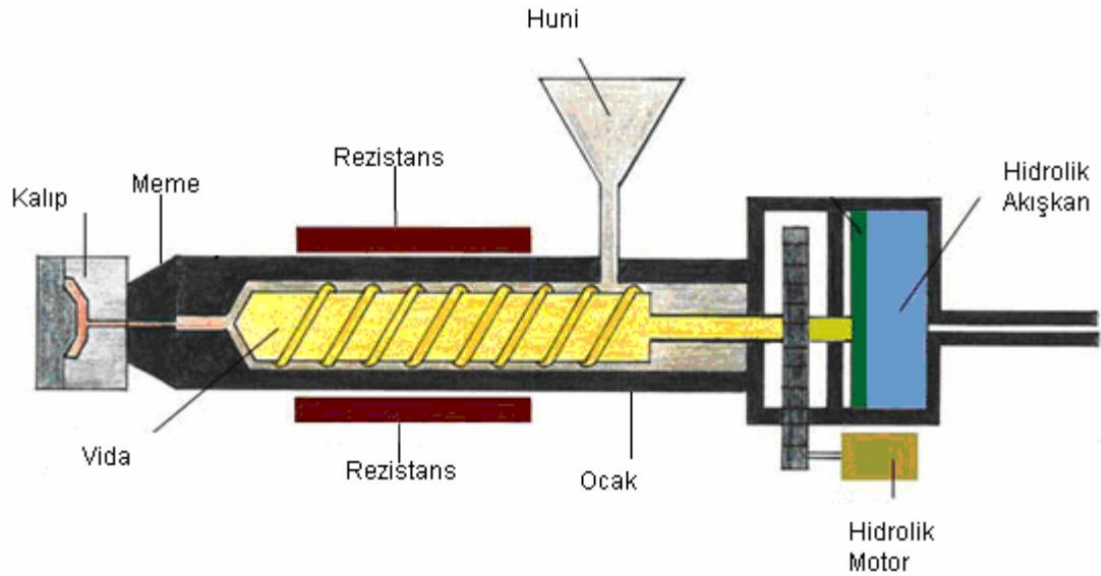
- Huniden kovana giren plastik malzemeyi ısıtıp eritmek,
- Eriyen malzemeyi kalıba enjekte etmek,
- Malzemenin kalıpta sağlam bir ürün haline gelmesi için gerekli tutma basınçlarını sağlamak,
- Rahatça ileri geri hareket edecek şekilde olmak,
- Memeye yolluk burcunu geri ekli kuvvetle temas halinde tutabilmektir.



Şekil 36. Enjeksiyon Ünitesi

Bir enjeksiyon ünitesinin önemli elemanları (malzeme akış yönüne göre)

- Huni
- Vida (helezon ya da burgu da denilmektedir)
- Geri dönüşsüz valf (çek valf)
- Meme
- Isıtıcı bantlar (rezistans)



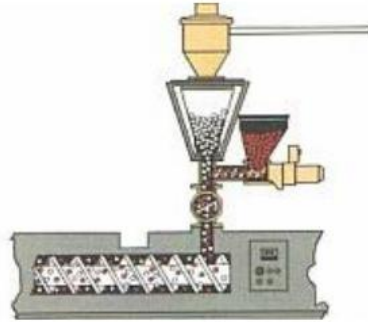
Şekil 37. Enjeksiyon Ünitesinin Elemanları

1.3.2.1 Huni

Enjeksiyon ünitesinin bir elemanı olan, vidanın beslenebilmesi için, içerisine sadece işlenmemiş hammadde doldurulan elemana huni denir. Huni gibi basit bir parçanın da bazı önemli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bunlar;

- Tamamıyla boşaltılabilmelidir.
- Kolay kullanılabilirmelidir.
- Kolay monte edilebilmelidir.
- Toz geçirmemelidir.
- Kolay temizlenebilmelidir.

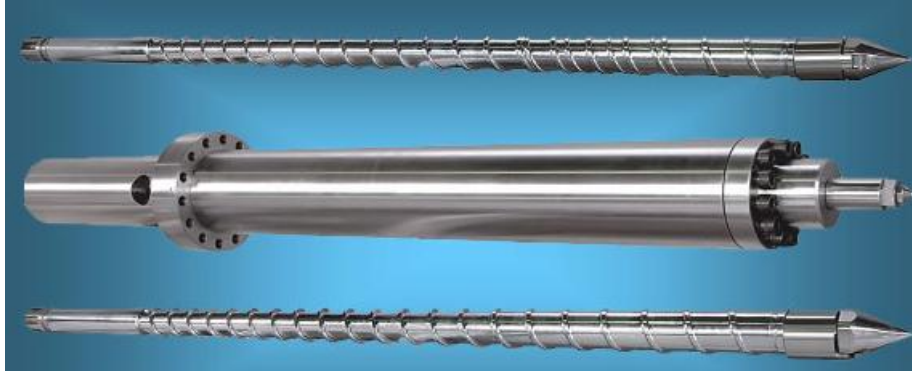
Normal şartlarda makine çalışırken huni doludur ve işlenecek hammadde direkt olarak huniden enjeksiyon grubunun besleme bölgesine, oradan da vidanın dönme hareketi ve rezistanlar sayesinde eriyerek meme boşluğuna akar. İşlenecek malzemenin tanecikli (granül) yapıda olması problem çıkarmazken, toz halindeki malzemeler veya küçük çaptaki vidalar hunide kısa devre (köprüleme –bridging) denen, malzemenin topaklaşıp kovan girişinde tıkanmasına sebep olur. Buna engel olmak için huniye karıştırıcılar veya vida konveyörleri takılabilir.



Şekil 38. Enjeksiyon Makinası Huni

1.3.2.2 Vida

Vida hammaddenin beslenmesi, eritilmesi, karıştırılması ve kalıp içerisine iletilmesi görevini yapan makinenin en önemli parçalarından birisidir. Vidaya bazen helezon ya da burğu denilmektedir.



Şekil 39. Enjeksiyon Makinası Vida

1.3.2.3 Geri Dönüşsüz Valf (Çek Valf)

Geri Dönüşsüz Valf (Çek Valf): Enjeksiyon vidalarına bazen, vidaların enjeksiyon ve tutma basınçları safhalarında bir piston gibi hareket etmesini sağlayan ve busırada malzemenin geri akışına engel olan parçalar takılır. Bunlar, vidanın uç bölgesine takılan “geri dönüşsüz valf veya çek valf” denen parçalardır. Bu parça grubunun hepsine birden “yüzük ve torpil” veya “yüksük torpil” takımı da denilmektedir.

Bir geri dönüşsüz valf dearanan özellikler şunlardır:

- Yüksek verim, Kısa kapanma süresi
- Yüksek mekanik mukavemet ,
- Kendini iyi temizleme yeteneği

Geri dönüşsüz valflerin verimliliği, enjekte edilen malzeme hacminin plastikleştirilen malzeme hacmine oranıdır. Verimlilik oranı %95 - %97 arasında değişir ki; bu da valf kapanırken vida kanallarından geriakan malzemenin %3 - %5arasında olduğunu gösterir. Bu valfler de bulunması ger eken önemli özelliklerden birisi dekısa kapanma süresidir. Geri dönüşsüz bir valfin kapanma zamanı, vidanın enjeksiyon yapmak üzer e aksenel harekete başladı andan itibaren valfin geriye doğru hiç malzeme akışına izin vermeyeceği duruma geldiğiana kadar geçen zamandır. (Megep, 2006)

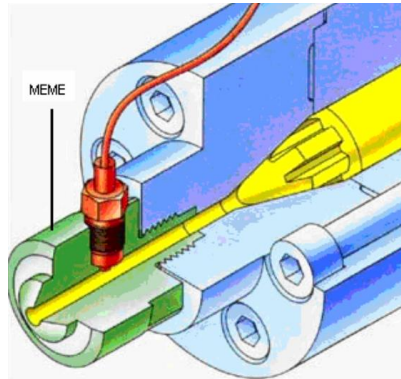


Şekil 40. Çekvalf

1.3.2.4 Meme

Kovanın uç kısmına monte edilen, kovanın ucunun enjeksiyon yapabilmesi için kalıbın yolluk burcuna (enjeksiyon memesi ile yolluğu aynı eksene getir en kalıp elemanı) tam olarak denk gelmesini sağlayan ve yapısına göre plastikasyon ve soğuma esnasında kovanınağzını kapayarak dışarı mal akışını önleyen parçaya meme denir. Resim 1.9'da bir meme kesiti verilmiştir.

Memeler açık ve kapalı (kapatılabilir) olarak yapılırlar. Akış kesme memeleri de denen kapalı memeler kendi kendine kontrollü (oto-kontrollü) veya dışarıdan kontrollü olabilirler. Açık memeler genelde akış yönünde konikle şen basit bir kanala sahiptirler. Pratikte en kullanışlı olan meme, enaz basınç düşmesine neden olanaçık meme tipidir.



Şekil 41. Enjeksiyon Makinası \ Meme bölgesi

1.3.2.5 Isıtıcı Bantlar (Rezistans)

Rezistanslı ısıtıcı bantlarının en önemli avantajı düşük fiyat olup çok kolay monte edilebilir olmaları ve kapasitelerinin çalışma şartlarına göre kolaylıkla ayarlanabilir olması ise diğer avantajlarıdır. Bu

sistemin en önemli dezavantajı yavaş çalışmasıdır. Bu sistem ısıyı muhafaza edebilmesine rağmen yüksek sıcaklıklara ulaşmak için uzun süreler e ihtiyaç duyar.

1.3.3 Mengene Ünitesi

Enjeksiyon olayında sürekli birleşim olmaması, kalıbın ürünün çıkması için açılması ve sonraki baskı için tekrar kapanması gerekmektedir. Mengene ünitesi bu işi yapar. Plastiğin çok yüksek basınçlarda kalıba enjekte edilmesi sebebiyle mengene ünitesi kalıbı enjeksiyon ve tutma basınçları safhasında sıkıca kapalı tutmalı, kalıbın açılıp çapak yapmasını önlemelidir.

Bir enjeksiyon makinesinde mengene ünitesinin başlıca görevleri şunlardır:

- Kalıbı kapamak,
- Enjekte edilen malzemenin ürün haline dönüşmesi için kalıbı kilitleyerek kapalı tutmak,
- Ürünün çıkarılması için kalıbı açmaktır,

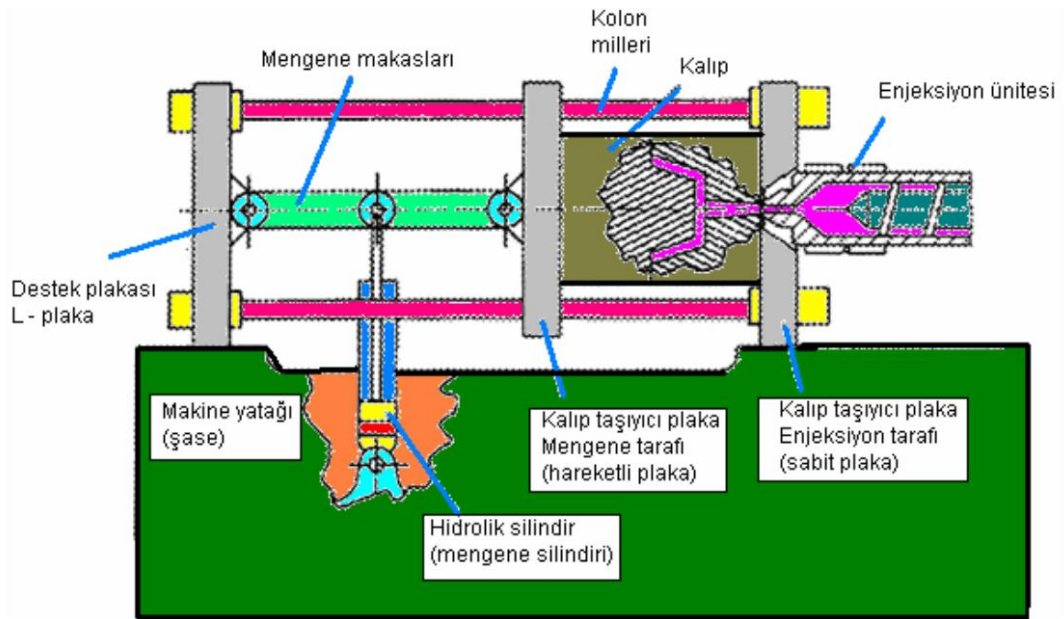
Bir enjeksiyon makinesinin mengene sistemi yatay prese benzer.

Bu sistem genel olarak;

- Bir sabit plaka,
- Bir hareketli plaka,
- Bir L – plaka (destek plakası),
- Hareketli plakanın hareketini sağlayan bir tahrik sisteminden meydana gelir. Bu tahrik sistemi de genellikle hidrolik (yağ ile çalışan) bir sistemdir.

Kalıplar en az iki ana parçadan meydana gelirler. İki parçalı kalıbın bir parçası aksel hareket eden hareketli plakaya, diğer parçası ise sabit plakaya monte edilir. L – plaka normalde hareketli olmayıp sadece farklı büyüklüklerdeki yani farklı kalınlıklardaki kalıp ayarları için aksel olarak genelde redüktörlü bir motorla, bazen de hidrolik motorla hareket ettirilir. Enjeksiyon sırasında kalıp içi basıncından dış basıncıdan çok daha büyük değerlere çıkması, kalıbın açılmasına ve malzemenin taşmasına yani

çapak yapmasına neden olabilir. Ürüne sonişlem ger ektiren çapak oluşumu, zaman ve enerji kaybına neden olduğu için hiç de istenilen bir durum değildir. Bu sebeple bir enjeksiyon makinesinin mengene sistemi, kalıbı gerekli kuvvetle kapalı tutabilmelidir. İşte burada “kalıp kapama kuvveti” (kalıp kilitleme kuvveti) denen ve makinenin gücünü dolayısıyla büyüklüğünü belirten bir karakteristik ortaya çıkar. (Megep, 2006)



Şekil 42. Mengene Ünitesi

1.3.4 Kontrol Ünitesi

Enjeksiyon makinesi bir bütün olarak tüm fonksiyonlarını takip ve belli bir sıraya göre koordine edebilecek, çalışma parametrelerini gözlemleyip sabit tutabilecek ve enjeksiyon çevriminin her safhasını kontrol edebilecek olan bir sisteme, yani kontrol sistemine ihtiyaç duyar. Çünkü bir enjeksiyon makinesindeki tüm fonksiyonlar her makinede olması gerektiği gibi belli bir sıraya göre gerçekleştirilmeli, her fonksiyonun başlama ve bitiş zamanları ve konumları kontrol altında tutulmalı ve takip edilmelidir. (Megep, 2006)

Bir enjeksiyon makinesinde açık veya kapalı devre kontrolüyle denetlenmesi gereken bazı fonksiyonlar şunlardır;

- Kovan sıcaklığı
- Enjeksiyon hızı
- Eriyik malzemenin sıcaklığı
- Tutma basınçları
- Varsa sıcak yolluk sistemlerinin sıcaklığı
- Kalıp sıcaklığı
- Vida dönüş hızı (mal alma işlemi için).



Şekil 43. Enjeksiyon Makinası Kontrol Paneli

Makine sanayiinde makine kontrolü ve kumandası için başlangıçta röle mantıklı tamamen pasif elemanlardan oluşan devr eler kullanılmaktaydı. Şimdi ise enjeksiyon makineleri diğer modern ve gelişmiş makineler gibi bir dijital elektronik harikası olan ve PLC (Programlanabilir mantıksal kontrol) denen mikroişlemci yapılı,işlem kontrollerinin hepsi bir veya daha fazla merkeziişlem birimi (CPU=beyin) tarafından denetlenen, sanayi ortamında çalışabilecek bir yapıda, üzerine elektriksel bağlantıların yapılabileceği noktaların bulunduğu bilgisayarlar ile kontrol edilmektedir.

PLC'ler sanayi için geliştirilen ve kullanıcı tarafından istenen amaca göre programlanabilen bilgisayarlardır. Bu cihazlar çok küçük

boyutlu makineler i kontrol edebileceği gibi, çok büyük bir sistemi ve bu sistemin oluşturduğu birimler i (üretim sistemleri, fabrikalar gibi) kontrol edebilecek yapıdadırlar.

Bir PLC sistemi enjeksiyon makinesinde vidanın konumu, vidanın hızı, enjeksiyon grubunun konumu, enjeksiyon zamanı, tutma basınçları, kovansıcaklı, ve bunun gibi birçok parametrenin sinyallerini ger ekli yer lerden alır ve bunları istenen şekilde kolaylıkla değerlendirir. PLC değerlendirdiği giriş sinyaller ine karşılık ger ekli çıkış sinyaller ini gerekli yerler e,sıcaklı, değiştirmek, valf açıp kapamak suretiyle basınç ve hız değerlerini değiştirmek gibi fonksiyonları yerine getirmek üzere gönderir. Busırada tüm çevrimin ekrandan gözlemlenmesi ve ger ektiğinde makinenin tam otomatik olarak çalışması da ger ekmektedir. Bilgisayar kontrollü makineler de kullanılan kalıbın tüm çalışma değerleri, sonradan tekrar kullanılmak üzere kontrol sisteminin kendi hafızasına kaydedilip saklanabilir. Artık yeni kullanılan kontrol sistemleri, ürün kalitesini yükseltmek üzere ger ektiğinde özel proses stratejileri geliştir erek ür eticiye yardımcı olabilecek yapıdadırlar. Bu yapı, özellikle aırlık veya boyut gibi termoplastiklerin ürün özelliklerini yani kalitelerini etkileyen tutma basınçları safhası için büyük önem arz etmektedir. Yeni kontrol sistemleri aynı zamanda enjeksiyon çevrimini, kalıbın açılmasını önleyecek şekilde kontrol edebilmektedir. (Megep, 2006)

1.4 ENJEKSİYON KALIPLAMA PROSESİNE ETKİ EDEN PARAMETRELER

Genellikle termoplastiklerin enjeksiyon ile kalıplanması üç safhadan oluşur. Bunlar, dolma aşaması, paketleme aşaması ve soğutma aşamasıdır. Kalıplama parametreleri uygun seçilmezse kalıplanan üründe bazı problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemlerden bazıları ergimiş plastiğin kalıp boşluğunu tam olarak dolduramaması, kalıplanan üründe yanmaların oluşması, maksimum çekme ve eğilmelerin meydana gelmesi örnek olarak verilebilir. Bu problemler de enjeksiyon zamanı, soğutma zamanı ve çekme miktarı ile ilişkilidirler.

Dolma aşaması, iyi kalıplanmış bir ürün elde etmek için oldukça önemlidir. Kalıplanan ürünün kalitesine doğrudan etki eden dolma aşamasının önemli parametreleri:

- Enjeksiyon sıcaklığı,
- Enjeksiyon basıncı,
- Ütüleme basıncı,
- Soğutma süresi,
- Katkı maddesi,
- Plastik hammaddesinin cinsi,
- Plastiğin kristalleşme oranı,
- Kalıp sıcaklığı
- Kalıplanan parçanın şekli,
- Kalıplanan parçanın et kalınlığı ve et kalınlığı değişimi,
- Malzemenin akış tipi,
- Giriş tipi, girişlerin sayısı ve girişler arası mesafe,
- Kalıp boşluğunu doldurma tipi
- Plastiğin kristalleşme oranı
- Ergimiş plastik sıcaklığıdır.

şeklinde sayılabilirler. Kalıplanan plastik malzemenin enjeksiyon basıncı, ergime sıcaklığı ve katkı maddesi oranının artması çekmenin artmasına, kalıp sıcaklığı ve enjeksiyon zamanının artması ise çekmenin azalmasına neden olmaktadır.

Ergimiş plastik sıcaklığı arttıkça akış uzunluğu ve kalıp sıcaklığı arttıkça ise enjeksiyon zamanı artmaktadır. Enjeksiyon basıncının artması ise enjeksiyon zamanını azaltmaktadır. Dolma aşamasını etkileyen bu kalıplama parametreleri, kalıplanan plastik ürünün çekme ve çarpılma miktarını etkileyen önemli faktörlerdir. Plastik enjeksiyonla kalıplamada çekme, erimiş plastiğin kalıp boşluğunda katılaştıktan sonraki boyutsal ve geometrik bozulmaları olarak tanımlanmaktadır. Kalıplanan parçalarda ısı ve basınç farkından dolayı oluşan gerilmeler, malzemenin çekmesine veya çarpılmasına neden olmaktadır . (Çakır, et al., 2001)

Yapılan çalışmalarda yaklaşık olarak enjeksiyon basıncının %58, enjeksiyon zamanının %15, ütüleme zamanının %23 ve soğutma zamanının %4 oranında çarpılmaya yol açtığı, enjeksiyon basıncının %84, enjeksiyon zamanının %5, ütüleme zamanının %8 ve soğutma zamanının ise %3 oranında çekmeye yol açtığı tespit edilmiştir. Bu nedenlerden dolayı çekme miktarları plastik enjeksiyon kalıplama teknikleri ile elde edilen ürünlerde oldukça önemlidir. (Özek C., Mayıs 2011)

1.4.1 Enjeksiyon Parametreleri

Plastik enjeksiyon prosesi dört ana değişken ile kontrol edilir :

- Sıcaklık
- Hız
- Basınç
- Zaman

1.4.1 Sıcaklık Ayarı

Sıcaklık parametrelerinin ayarlanmasında malzemeye ait erime sıcaklığının bilinmesi çok önemlidir. Genel uygulama makine ayar aşamasında düşük sıcaklıklarla denemelere başlayıp çıkan parça üzerinden yorumlar yaparak sıcaklık parametreleriyle ilgili düzeltme yapmak şeklindedir.

1.4.2. Soğuma Zamanı

Makinenin ütüleme basıncına geçtiği andan kalıbın açılmasına kadar geçen sürede parça, kalıbın içinde soğutulur. Soğutma kalıbın içinden geçen su kanalları vasıtasıyla gerçekleştirilir. Soğuma zamanı enjeksiyon çevrim süresinin % 70'lerine kadar sürebilir. Parçanın kalıptan çıktıktan sonraki kararlılığı tamamen soğuma süresinin yeterliliğine bağlıdır. Soğuma süresi, kalıptan çıkan parçanın sıcaklığı ölçülerek ayarlanabilir. (Akyürek, 2009)

1.4.3. Enjeksiyon Süresi

Enjeksiyon zamanı, kalıba malzemenin dolmaya başladığı anla tutma basınçlarının uygulanmaya başladığı an arasındaki safhadır. Bu safha genelde hız kontrollü olarak gerçekleştirilir. Genelde malzemenin kalıba

enjeksiyonu düşük bir hızda başlar, zamanı kısaltmak için hız arttırılır ve kalıp boşluğu tam dolmadan hız tekrar azaltılır. Başlarken ve biterken enjeksiyon yapılan hızların düşük tutulması, kalıba herhangi bir zarar vermemek içindir. Her malzeme, makine ve kalıp için bir optimal enjeksiyon zamanı aralığı vardır. Bu zaman aralığı özellikle ekonomik sebeplerden dolayı çok önemlidir. Enjeksiyon zamanının çok kısa tutulması birim zamanda daha büyük miktarda hacim akışı gerektirdiği için, yüksek basınç kayıplarına neden olur. Çok uzun enjeksiyon zamanı ise, kalıp duvarına yakın eriyiğin katılaşmaya başlamasından dolayı serbest kanal kesit alanının azalmasına, dolayısıyla yüksek basınç kayıplarına neden olur. Bu sebeplerden dolayı enjeksiyon zamanının minimum basınç değerlerini sağlayacak şekilde ayarlanması gerekir. Çıkan ürünün iyi kalitede olmasının şartlarından biri de kalıp içindeki malzemenin ortalama sıcaklığının kalıbın her tarafında sabit tutulmasıdır. Eğer enjeksiyon zamanı kısa tutulursa, malzeme akış yolunun sonundaki (uç noktasındaki) sıcaklık, malzemenin ilerleyişi sırasında meydana gelen iç sürtünmeden dolayı enjeksiyon sıcaklığından daha yüksek olabilir. Yani kalıp boşluğunda akan malzemenin maruz kaldığı sürtünme, sıcaklığını arttırır. Enjeksiyon zamanı uzun tutulursa da tam tersi meydana gelir. Oysa enjeksiyon sıcaklığıyla malzeme akış çizgisinin uç noktasındaki sıcaklığın aynı olması, ürünün boyutsal kararlılığı açısından önemli olup bunu sağlayan ortalama bir enjeksiyon zamanı tespit edilmesi önem taşır. (Akyürek, 2009)

1.4.4 Kalıp Sıcaklığı

Kalıp cidarı sıcaklığı, parça kalitesi, işlemin ekonomikliği ve boyut hassasiyeti için çok daha önemlidir. Bu sıcaklık malzemenin ısasal karakteristiğinden başka soğuma zamanını da belirlemektedir. Burada kalıp cidarı yüzeyinin sıcaklığı, kalıp sıcaklığı olarak kabul edilmekte ve mevzii sıcaklık değişimleri dikkate alınmamaktadır. Cidar kalınlığı 2.5 mm'den daha ince olan ince kesitli parçalarda enjeksiyon safhasında hidrolik basınçtaki belirli bir artışın erken meydana geldiğine dikkat edilmelidir. Bu durum, eriyik merkezindeki sıcak eriyiğin kalınlığının büyümesi ve kalıp cidarının soğuma

etkisinden olabilir. Soğutma tasarımı kalıbın çevrim zamanını direkt etkileyen parametrelerden biridir. Bilindiği gibi çevrim zamanı uzadıkça parça birim maliyeti de o oranda artacak demektir. Parçadan, kalıptan çıkarılmaya uygun hale gelene kadar ısı çekilmelidir. Bu amaca ulaşmak için geçen zamana soğuma zamanı denir. Çekilmesi gereken ısı miktarı ergimiş malzemenin sıcaklığına, parçanın kalıptan çıkarılabileceği sıcaklığa ve plastik malzemenin özgül ısısına bağlıdır. Eriyik haldeki plastik malzeme, basınçla kalıp boşluğunun içine enjekte edilerek istenen ürün elde edilmiş olur. Ürünün kalıptan çıkabilmesi için itici sisteminin uyguladığı itme kuvvetine karşı yeterli dayanımı göstermesi ve deformasyona uğramadan kalıbı terk etmesi gerekir. Bu sebeple itme çevrimi esnasında plastiğin sıcaklığı enjeksiyon esnasındaki sıcaklığa göre daha düşük olması gerekirken beraber oda sıcaklığında olmasına da gerek yoktur. Kalıp bir çeşit ısı değiştiricisi görevi görürken kalıba ilave edilen soğutma sistemi de bu etkiyi artırır. (Akyürek, 2009)

Bu yüzden yüksek üretim kapasiteli kalıplar için bu kayıp zamanın en aza indirilmesi bir zorunluluk olmaktadır. Bununla beraber soğutma tasarımı yaparken tasarımcının göz önünde bulundurması gereken birçok genel tasarım esası da vardır. Çeşitli malzemelerin enjeksiyon ve kalıp sıcaklıkları tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3 .Çeşitli malzemelerin enjeksiyon sıcaklığı

Malzeme	Enjeksiyon Sıcaklığı (°C)	Kalıp Sıcaklığı (°C)
Polietilen (PE)	170- 300	70
Polipropilen (PP)	180- 280	80

Tablodan görüldüğü gibi plastik malzemelerin enjeksiyon ve kalıp sıcaklıkları oldukça geniş bir aralıkta bulunmaktadır. Bu sebeple tasarımcının ve malzeme tedarikçisinin tecrübeleriyle tavsiye ettiği en uygun sıcaklıklar seçilmelidir. Tecrübeli bir kalıp tasarımcısı, kalıplanan ürüne ait plastik malzemenin fiziksel özelliklerinin ve görünüşünün soğutma sistemine bağlı olarak nasıl değişeceğini bilmelidir. Örneğin kalıplanan ürünün kırılğan veya

yetersiz parlaklıkta olmasının sebebi çok hızlı soğuma veya çok düşük kalıp sıcaklığı olabilir. Çok yavaş soğumada veya kalıp yeterli soğuklukta olmaması halinde ise üründe istenmeyen kristalleşme gözlenebilir. (Akyürek, 2009)

1.4.5 Eriyik Sıcaklığı

Enjeksiyon makinesinde sert plastik granüller enjeksiyon ünitesindeki vida yardımıyla içeri alınır. Bu plastik granüllere, ocak duvarlarından ısı verilir. Ayrıca, vidanın dönmesi de ilave bir ısı sağlar ve plastik bu sayede ısıtılır. Enjeksiyon ünitesindeki bu vidanın geometrisinde vida ön tarafına doğru dişler azalmaktadır. Sonuçta; bu azalma yumuşayan plastiğin, erimiş plastiğe geçmesini sağlar. Bu erimiş plastik, enjeksiyon ünitesinin memesine iletilir. Burada ocak duvarlarından ve vida dönmesiyle elde edilen ısı, eriyik ısıdır. Bu sıcaklığın düşük tutulması, kalıp içerisine gönderilen erimiş plastiğin daha erken soğuyup, kalıplanan parçanın kalitesinin istenilen düzeyde olmasını engeller. Eriyik ısısının daha yüksek tutulması da erimiş plastiğin kalıp içerisinde daha geç soğumasına ve parçanın kalitesinin arttırılmasına sebep olur. Ayrıca eriyik sıcaklıkları, parçaların yüzey görünümü üzerinde çok büyük etkiye sahiptir. Genellikle eriyik sıcaklığı ne kadar yüksek olursa, kalıp sıcaklığı o kadaryüksek ve yüzey parlaklığı o derece iyi olur. Bununla birlikte eriyik sıcaklığını çok fazlaarttırmak, bazen parçalarda çukurluklar oluşma ihtimalini arttırır. Özel bir materyalin, tavsiye edilen sıcaklık aralığında yapılan bir dizi parça üretiminde, her bir parçanın ağırlığının belli bir sıcaklıkta maksimum olduğu görülür. Düşük sıcaklıklarda büyükbasınç düşüşü nedeniyle parça ağırlığı düşük olacaktır. Eriyik sıcaklığını arttırmak basınç düşmesini azaltacak ve böylece parça ağırlığı maksimum düzeye yükselecektir.

1.4.6 Et Kalınlığı

Et kalınlıklarının doğru tespiti parçanın görüntü ve performansı açısından hayatiöneme sahip olduğu kadar, enjeksiyon kalıplama prosesinin ne kadar başarılı ve verimli olacağını da belirler. Mukavemet şartlarının

gerektirdiği mümkün olan en az et kalınlığı verilmelidir. Bu malzeme sarfiyatını azalttığı gibi enjeksiyon çevrim süresini de kısaltır. Ancak burada dikkat edilmesi gerekli olan nokta, ince et kalınlığından dolayı kalıbın doldurulmamasıdır. Akış yolu uzun parçalarda et kalınlığının artması gerekebilir. Ancak iyi konumlandırılmış birden çok parça besleme ağızı sayesinde bu gerek asgariye indirilebilir. Ayrıca parçanın çatlamasına veya çarpılmasına yol açabilecek tampon pimleri darbesine karşı koyacak bir asgari et kalınlığı da göz önünde bulundurulmalıdır.

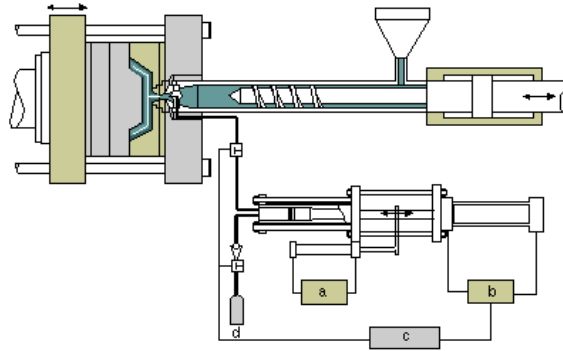
Görüntü bozukluklarının ve performans zafiyetinin asgariye indirilmesinin ön şartı et kalınlığında sağlanacak yeknesaklıktır. Eşit olmayan et kalınlığı parçanın çarpılmasına, yüzeyde çöküntü ve birleşme izi gibi hataların oluşmasına kaynaklık eder. Tasarım esnasında dikkate alınmayan et kalınlığı farklılaşmaları, çoğunlukla proses esnasında da düzeltilemeyecek hatalar ortaya çıkarırlar.

1.5 GAZ VE SU DESTEKLI PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLARI (GAIM , WAIM)

Son yıllarda gaz yardımcı plastik enjeksiyon kalıplama yöntemine gösterilen ilgi önemli miktarda artmıştır. Gaz yardımcı enjeksiyon kalıplama ortası oyuk plastiğik parçaların üretilmesinde parça maliyeti ile üretim kalitesi arasında iyi bir ilişki verir. Bu yöntem geleneksel enjeksiyon kalıplama da karşılaşılan bir çok sorunu (büzülmeden dolayı hacim azalması ve hoş olmayan görüntüler) ortadan kaldırır. Ayrıca yöntem; yüksek sertlik, kalıp bağlantı kuvvetlerinin azalması, parça ağırlığının azalması, parça üretim zamanının azalması (oyuk parça daha hızlı soğuyacağından kalıptan erken çıkarılacaktır.) pürüzsüz yüzeylerin elde edilmesi ve çeşitli cidar (duvar) kalınlıklarında parça üretimine izin vermesi gibi yararlılıklara da sahiptir. (Kamışlı, 2009)

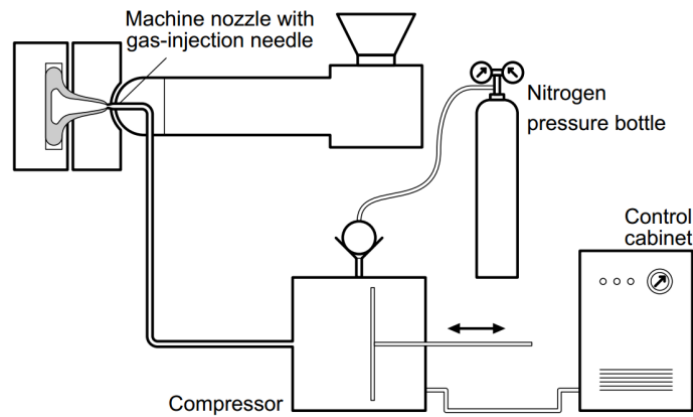


Şekil 44. Gas Destekli Plastik Enjeksiyon kalıbı ürünü



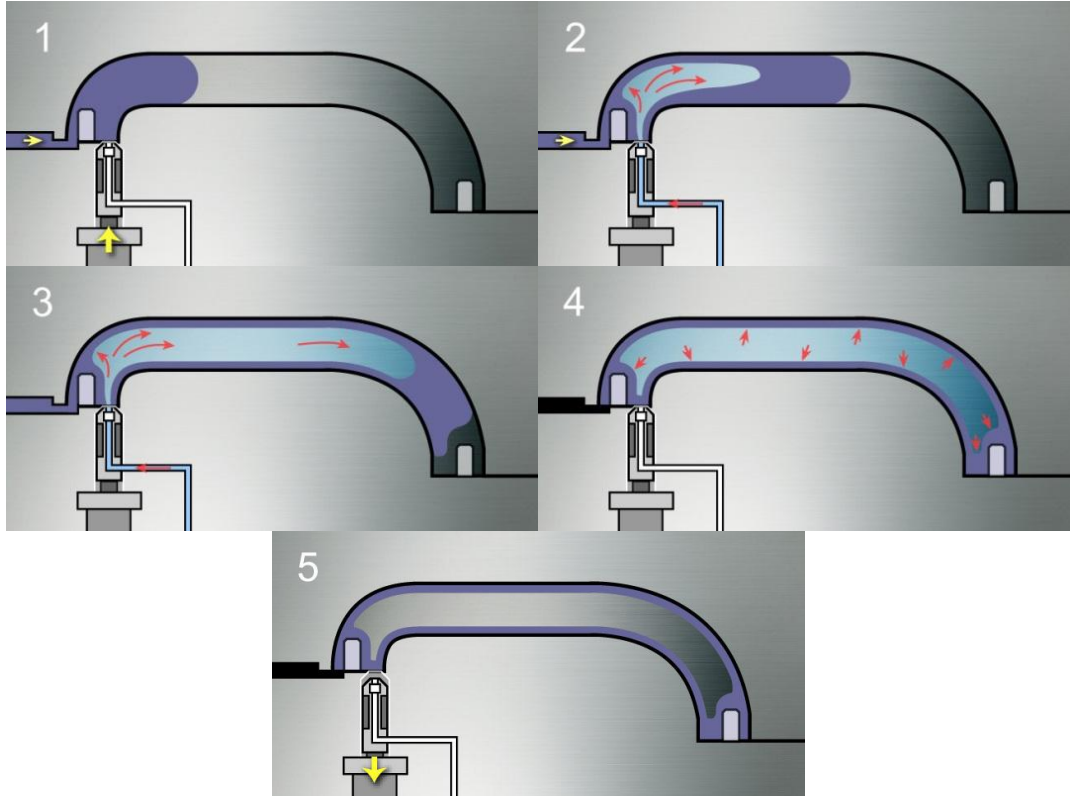
Şekil 45. Gas Destekli Enjeksiyon kalıplama elemanları

Gas ve su yardımıyla plastiklere şekil vermede , plastiğin kalıp içerisine basıldığı meme noktasından içeriye su ve gaz girişi yapılmaktadır. Bu işlemde önce plastik eriyik malzeme kalıp içerisindeki cavity boşluğu doldururken, dolum %75 seviyesine geldiğinde sisteme basınçlı su veya gaz basılması işlemi yapılır. Bu işlem için özel olarak geliştirilmiş olan 18- 21 Bar basınç verebilen kompresörler kullanılmaktadır.

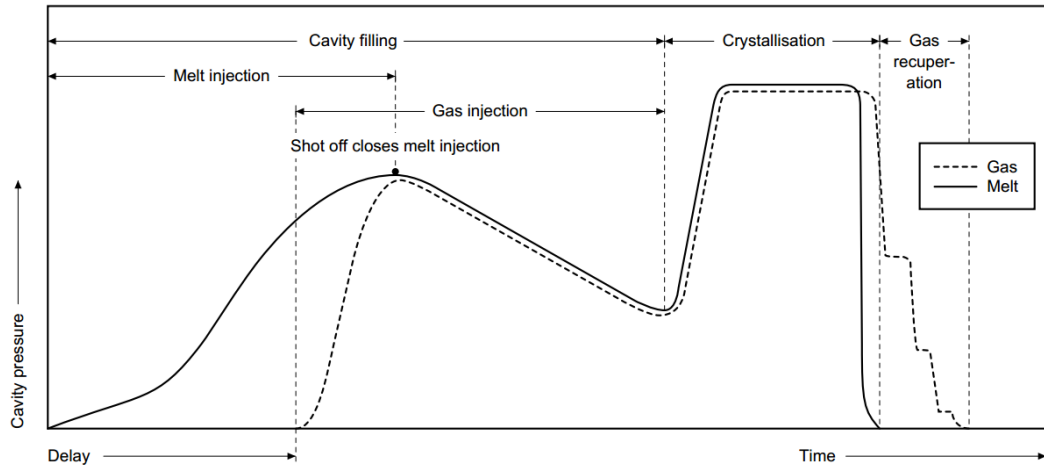


Şekil 46. Gaz veya Su Destekli plastik enjeksiyon kalıbı elemanları

Aşağıda bir kalıp içi çevrime ait resimleri görüyoruz.

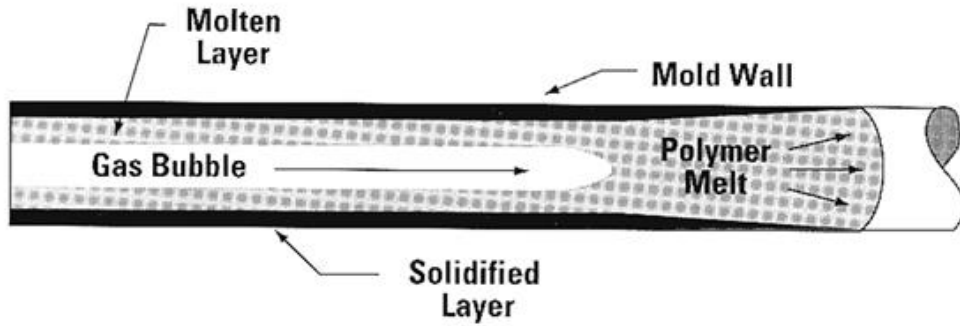


Şekil 47. Gas ve Su destekli enjeksiyon kalıp içi çevrimin gösterimi



Şekil 48. Gaz ve Su destekli enjeksiyon çevrimi

Kalıp içi çevrime baktığımızda , plastik eriğin kalıp içi boşluğu %70 oranında doldurduğunda sisteme gaz beslemesinin başladığını görmekteyiz. Genellikle gaz beslemeli sistemlerde , sistem içerisine Azot gazı basılmaktadır. Bunun sebebi azot gazı inert bir gaz olmasıdır.



Şekil 49. Bir tüp içerisindeki gazın hareketi

Kalıp boşluğu içerisinde iki fazlı bir akış olmaktadır. Bu akış bir nevi dairesel bir tüpte ki akışkanın gaz yardımıyla yer değiştirmesine benzemektedir. Dairesel bir tüpteki, Newtoniyen akışkanın izotermal olarak yer değiştirmesi deneysel olarak Taylor (1961) tarafından çalışılmıştır.

Plastik (Polimer) malzemeler Non\Newtoniyen kararsız akış tipindedir. Kararlı akış çözümünde aşağıdaki denkliklerden faydalanılmaktadır.

Reynould ;

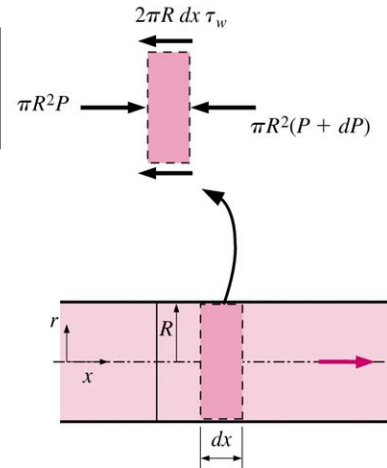
$$\text{Re} = \frac{\text{Atalet kuvvetleri}}{\text{Viskoz kuvvetler}} = \frac{V_{\text{ort}} D}{n} = \frac{r V_{\text{ort}} D}{m}$$

Force balance:

$$\pi R^2 P - \pi R^2 (P + dP) - 2\pi R dx \tau_w = 0$$

Simplifying:

$$\frac{dP}{dx} = -\frac{2\tau_w}{R}$$

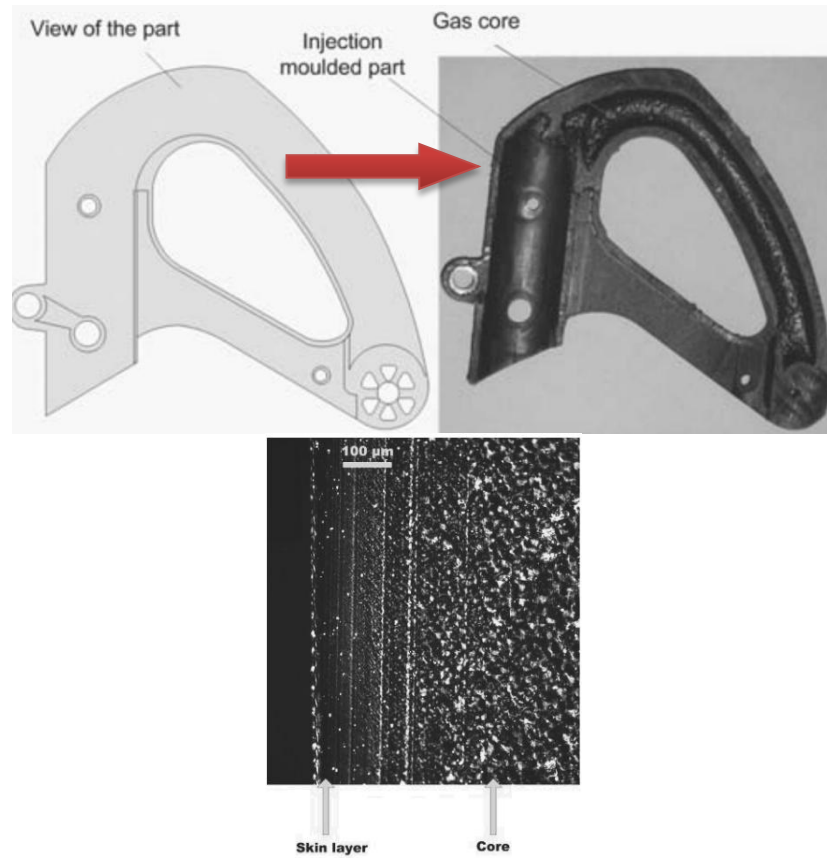


Non\Newtoniyen tipi kararsız akışların çözümünde genellikle polimer malzemeler için Bird-Carreau denklemi uygulanmaktadır. (M.Doğu, 2010)

$$\frac{\eta - \eta_{\infty}}{\eta_0 - \eta_{\infty}} = \left[1 + (\lambda \dot{\gamma})^2 \right]^{\frac{n-1}{2}}$$

Şekil 50. Bird- Carreau denklemi gösterimi

İki paralel levha içerisinde gaz yardımı ile akışkanın yer değiştirmesi işleminde uzun gaz kabarcığının ön kısmı önemlidir. Saffman ve Taylor(1958), Pitts(1980), Tabelin ve ark.(1987) ve diğerleri gaz kabarcığının hızı artığında gaz kabarcığının ön kısmında parçalanmanın olduğunu deneysel olarak gözlemlemişlerdir.



Şekil 51. Örnek bir GAIM parçasının iç kesiti görünümü

1.6 ŞİŞİRME KALIPLAMA (BLOW MOLDING)

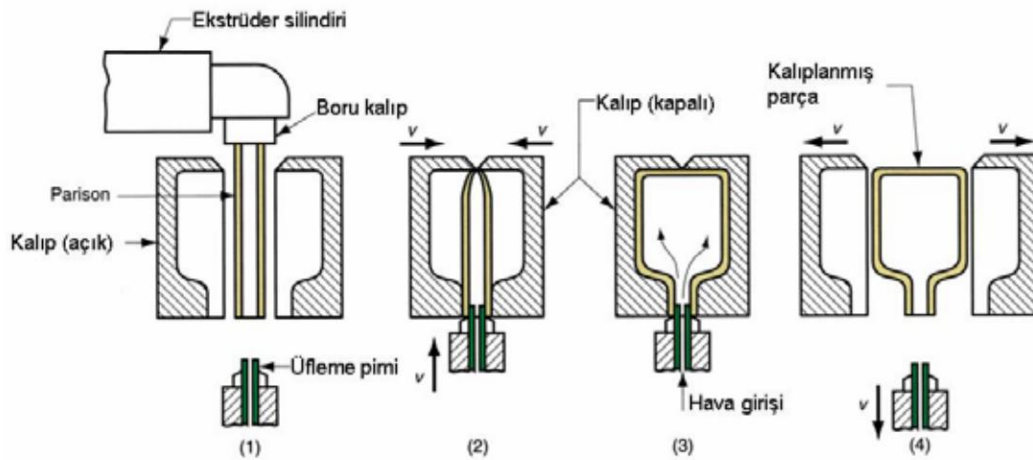
Şişirme kalıplama, boşluklu plastik parçalarının oluşturulması için bir imalat yöntemidir. Şişirme kalıplama birçok farklı ürünün üretimi için dünya genelinde en çok kullanılan üçüncü plastik üretim tekniğidir. Bütün plastiklerin yaklaşık olarak %36'sı ekstrüzyon için, %32'si enjeksiyon kalıplama için harcanırken, şişirme kalıplama ise % 10'unu tüketir. Üç ana sınıfta şişirme kalıplama vardır: Ekstrüzyon şişirme kalıplama, enjeksiyon şişirme kalıplama ve gerdirmeli şişirme kalıplama. Hava basınçlı kalıplama plastiğin erimesiyle

başlar ve bir ön kalıp ya da parisonun içinde şekil almasıyla devam eder. Parison havanın içinden geçebileceği bir ucu delikli tüpe benzeyen plastik bir parçadır.

Daha sonra bir kalıba tutturulur ve içine hava basılır. Hava basıncı plastiği dış tarafı kalıba eşleyecek şekilde iter. Bir sefere mahsus plastik soğutulur ve sertleştirilir. Kalıp açılır ve parça çıkarılır. (Jan Schroers, February 2011)

1.6.1. Ekstrüzyonlu Şişirme Kalıplama

Ekstrüzyon şişirme kalıplamada (EBM), plastik eritilir ve içi boş bir tüpe (parison) itip çıkartılır. Parison daha sonra soğutulmuş metal kalıpların içine kapatılarak hapsedilir. Daha sonra hava parisonun içine üflenir, şişenin, konteynerin ya da parçanın boşluğunun şekline göre onu şişirir. Plastik yeterli derecede soğutulduktan sonra, kalıp açılır ve parça çıkarılır. (Thielen, 2002)

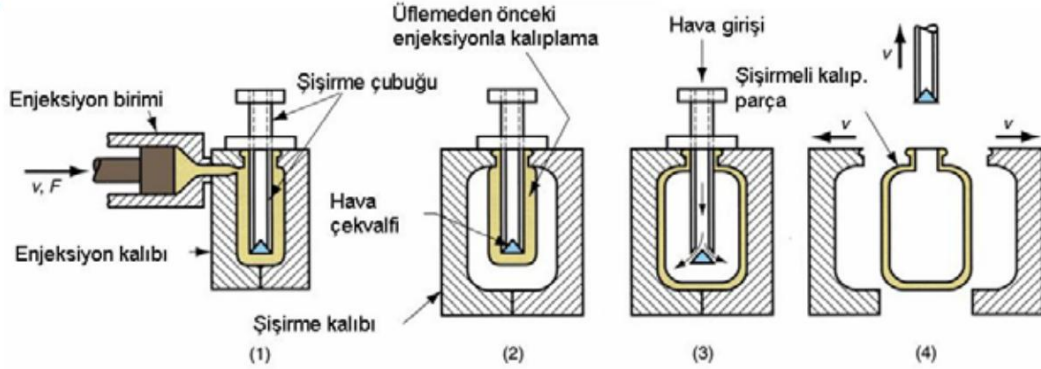


Şekil 52. Ekstrüzyonlu Şişirme kalıpları

1.6.2 Enjeksiyonlu Şişirme Kalıplama

Enjeksiyon şişirme kalıplama prosesinde (IBM) geniş miktardaki içi boş cam ya da plastik nesnelerin üretimi yapılır. IBM prosesinde, polimer bir maça pimine enjeksiyon kalıplanır, sonra maça pimi şişirilmesi ve soğutulması için hava basınçlı kalıplama yönüne doğru gönderilir. Bu kalıplama türü üçtür şişirme kalıplama prosesi içinde en az kullanılan türdür, ve genellikle küçük medikal ve tek kullanımlık şişelerin yapımı için

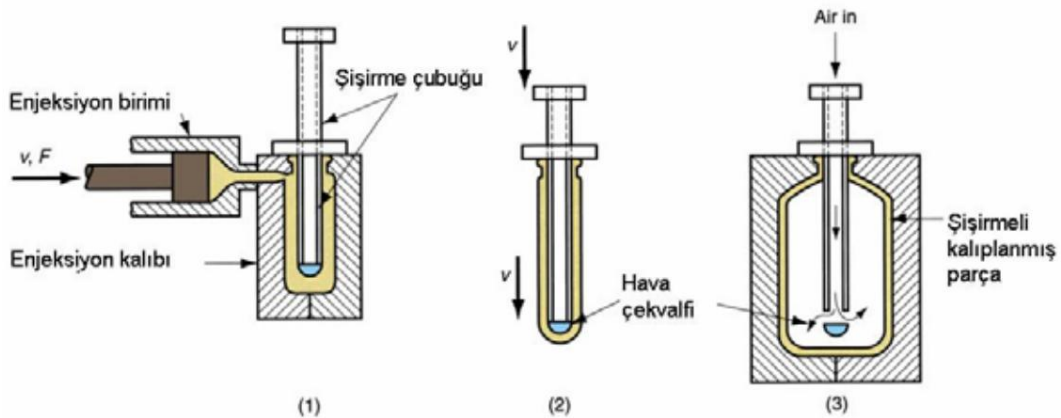
kullanılırlar. Proses üç adıma ayrılır, enjeksiyon, şişirme ve çıkarma. (Lee, 2008)



Şekil 53. Enjeksiyonlu Şişirme Kalıplama (Vural, 2011)

1.6.3 Gerdirme Şişirme Kalıplama

Gerdirme şişirme kalıplama (SBM) prosesinde, plastik ilk olarak enjeksiyon kalıplama prosesi kullanılarak önkalıp içinde kalıplanır. Bu önkalıplar şişelerin boyunlarını ve başları ile birlikte üretilirler. Bu önkalıplar paketlenir ve daha sonra (soğutmanın ardından) tekrardan ısıtılmış gerdirme şişirme kalıplama makinesine beslenir. Gerdirme şişirmeli kalıplama prosesinde önkalıplar camsı geçiş sıcaklıklarının üzerine ısıtılır (genellikle kızılötesi ısıtıcılar kullanılır), sonrasında metal şişirme kalıpları kullanarak şişeler içinde yüksek basınçlı hava ile şişirilirler. Preformalar her zaman prosesin bir parçası olarak çekirdek çubuklarla gerdirilirlir ve şişelerin şişirilmesi de aynı makinenin içinde yürütülür. (Jan Schroers, February 2011)



Şekil 54. Gerdirme Şişirme Kalıplama (Vural, 2011)

1.7 ŞİŞİRMELİ KALIPLAMA PROSESİNE ETKİ EDEN PARAMETRELER

Enjeksiyon kalıplama tekniği, termoplastik malzemelerin şekillendirilmesinde kullanılan en önemli prosestir; bazı modifikasyonlarla termoset plastikler de işlenebilmektedir. Plastik malzeme, yüksek basınçla bir kalıp içine enjekte edilir; kalıp, elde edilmek istenen şeklin tersi konumundadır. (Beşergil, 2012)

1.7.1 Ekstrüzyon Şişirme Kalıplama Prosesi için Parametreler

Ekstrüzyonlu Şişirmeli Kalıplama Prosesinde sıcaklığa bağlı olarak malzemenin özellikleri değişmektedir. Düşük erime sıcaklıkları pürüzlü yüzeylere, zayıf birleşme çizgilerine ve deliklere neden olur; yüksek erime sıcaklığı ise parisonun eğilmesine, gözeneklere ve düşük kaliteli parçaların oluşmasına neden olur.

Besleme Bölgesinin Sıcaklığı: Besleme prosesi için önemlidir. Genelde diğer bütün sıcaklık set noktalarından soğuk olmalıdır. Fakat, besleme zorluğu arttıkça, optimal sıcaklık da artar. Uygun olmayan sıcaklıklar düşük ekstruder ürünlerine ve parison içinde gözeneklere neden olur, bu problem yüksek RPM hızlarında artar.

Baş Bölgesinin Sıcaklığı: Yaklaşık olarak erime sıcaklığında olmalıdır. Kalıp bölgesi sıcaklığı 5 °C'ye set edilmelidir.

Kalıp Sıcaklığı: Atmosferin çığ noktasının hemen üzerinde olmalıdır. Bu soğutmayı maksimum yapacak ve yüzeydeki kusurları minimize edecektir, böylece yoğunlaşmadan kaynaklanan yüzey lekeleri de azalır.

Üfleme ve soğutma süresi: Parçaların tasarımı ve duvar kalınlığının birer fonksiyonlarıdır. Genelde 25 ve 120 saniye arasında değişir. Geniş parçalar üfleme havasının daha iyi kurutma yapabilmesi için daha uzun süreye ihtiyaç duyar. Kurutmanın tüm dönüşüm süresindeki payı hesaplanmalıdır. (Advanced Elastomer Systems, 2013)

1.7.2 Enjeksiyonlu Şişirmeli Kalıplama Prosesi için Parametreler

Preformun sıcaklığı ve sıcaklık profili, son parçanın kalınlığına karşı kritik öneme sahiptir. Viskozitedeki değişim hava basıncının parisonu kalıp duvarına nasıl hareket edeceğini belirler.

Şişirme basıncı, preformun nasıl şişeceğini ve daha iyi bir soğuma için kalıp duvarına parçanın nasıl tutunacağını belirler.

Şişirme süresi, soğuma için parçanın kalıp duvarına tutunması sırasında geçen süredir.

Set Edilen Sıcaklık, fazla ya da az miktardaki ısı malzeme yüzeyinde fazla miktarda zararlara yol açar. (D'Costa, 2011)

1.7.3 Gerdirmeli Şişirmeli Kalıplama Prosesi için Parametreler

Üreticiler tarafından belirlenen performans özelliklerini elde etmek için, şişelerin fonksiyonel özelliklerini ölçmek amacıyla ürünler çok sayıda testlere tabi tutulmalıdır (örneğin, üstüne doldurma direnci, kalınlık sınırları, saydamlık, bariyer özellikleri gibi...). Kapların performansları yalnızca kalınlık dağılımına değil, ayrıca onun mekanik, yapısal ve optik özelliklerine bağlıdır. Temel olarak üç ana kısma ayrılan preform ve kalıbın dizaynını etkileyen parametreler;

1. Kullanılan malzemenin özellikleri,
2. Çift eksenli germe altındaki reolojik özellikler,
3. Proses şartları.

Özellikle preformun sıcaklık dağılımını kontrol eden ısıtma koşulları, aşırı olarak şişirme kinematiğini etkiler (gerdirmeye ve şişmeye) ve sonuç olarak da şişenin kalınlık dağılımını etkiler. Sıcaklık aynı zamanda çift eksenli gerdirmenin neden olduğu oryantasyonu etkiler, bu da şişenin mekanik, optik, bariyer özelliklerini etkiler. Preform boyunca düzenli olmayan sıcaklık dağılımı, ürünlerin fonksiyonel özelliklerini etkiler. İç yüzeyin sıcaklığı dış yüzeyin sıcaklığından daha fazla olduğu zaman, şişenin duvar kalınlığı boyunca optik anizotropi minimal düzeydedir. Bu yüzden sıcaklık Gerdirmeli Şişirme Kalıplamada en önemli özelliklerden birisidir. Ancak bu kalınlık

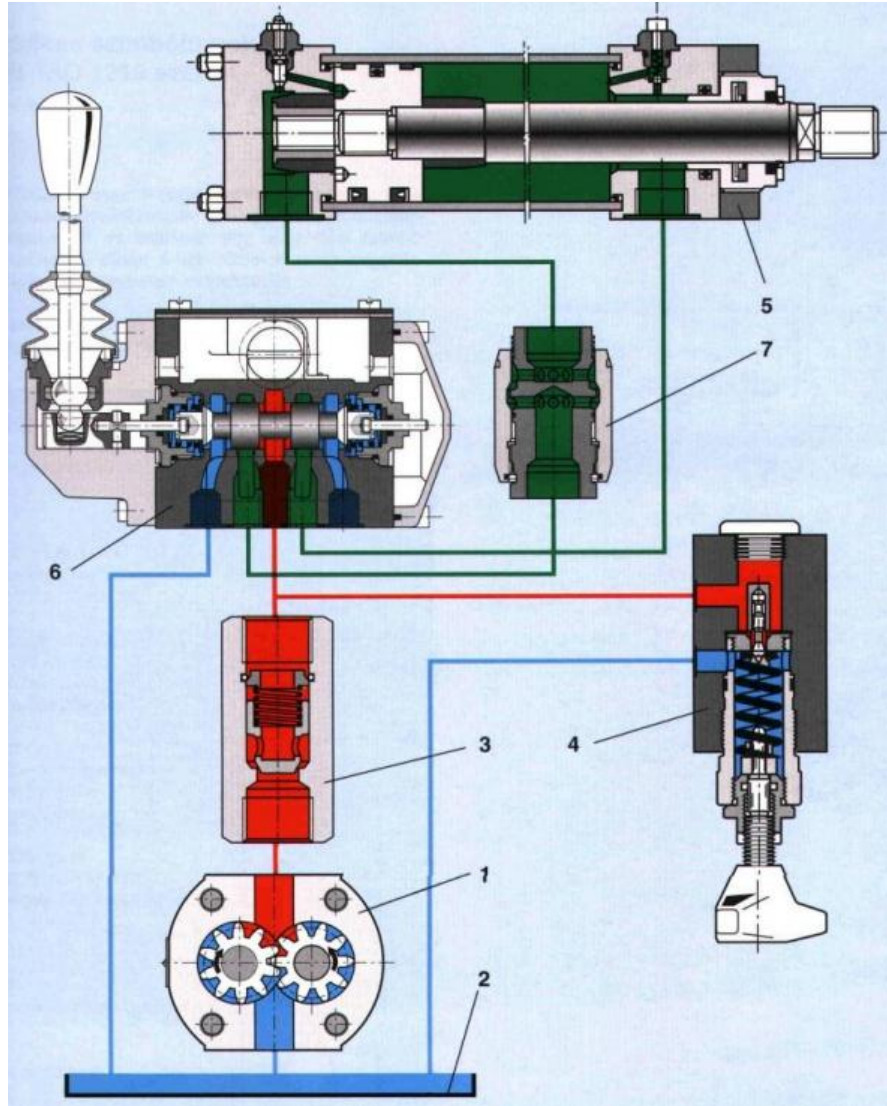
yönünde de sıcaklığın ölçülmesi hassas bir işlem gerektirir. (Bordival M., 2009)

1.8 HİDROLİK ÜNİTE VE KONTROL ELEMANLARI

1.8.1 Hidrolik Nedir ?

Hidrolik kelimesi (hydraulics) Yunan dilindeki ύδραυλικός (hydraulikos) kelimesinden gelir. Bu kelimede kök olarak su (ύδωρ) ve boru (αύλος) kelimelerinden gelmektedir.

Hidrolik, sıvıların mekanik özelliklerini inceleyen bir mühendislik dalıdır. Sıvı gücünün faydalı bir şekilde disipline edilmesini konu edinmiştir. Akışkanlar mekaniği, hidrolik için akışkan özelliklerinin mühendislik kullanımına yönelik olarak teorik temeller sağlar. Kısaca hidrolik, akışkanlar mekaniğinin mühendislik yaklaşımıyla ele alınıp günlük hayata uygunmasından ibarettir. (Wikipedia)



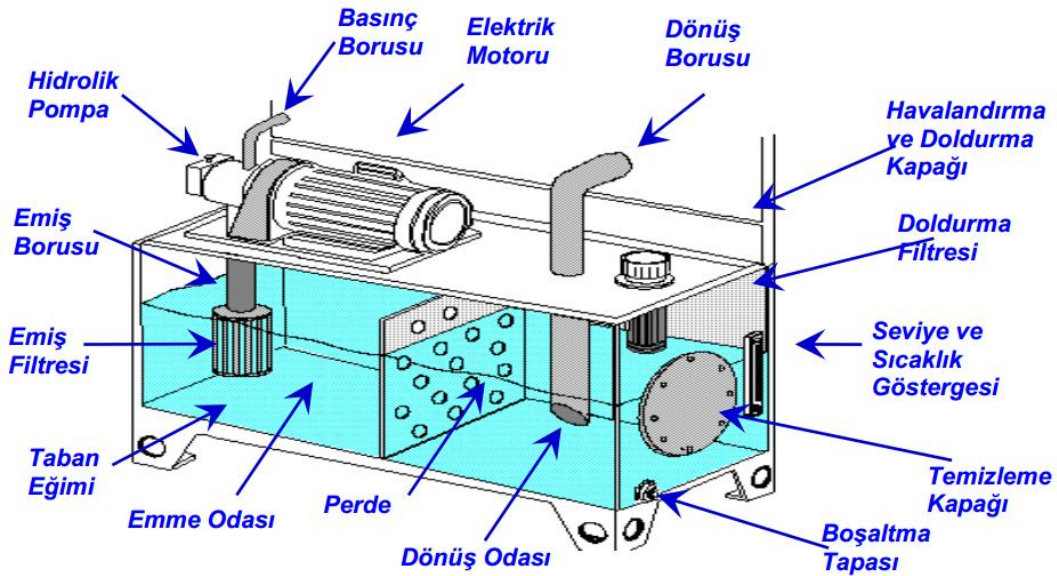
Şekil 55. Tipik bir hidrolik sistem (Aykaç, 2011)

1.8.2 Hidrolik Devre Elemanları

1.8.2.1 Yağ tankı

Yağ tankı sistemde kullanılan akışkanı depolayan elemandır. Hidrolik akışkan, tank üzerinden pompayla sisteme iletilir, devre elemanlarında kullanılır ve sistemden geri dönerek tekrar tanka boşalır. Akışkanın geri dönüşü sayesinde tank, soğutma işlemini de gerçekleştirmiş olur. Aynı zamanda sistemdeki kirlilikler (kopan parçalar, toz, tortu) ve istenmeyen maddeler (su ya da hava) de hidrolik akışkandan ayrıştırılır. Yağ tankı genellikle iki oda olacak şekilde imal edilir. Bu odalardan biri emmenin

yapılacağı emme odası; diğeri ise yağın geri döndüğünde depolanacağı dönüş odasıdır. Bu iki odayı delikli bir plakadan oluşan perde birbirinden ayırır. Devreye herhangi bir kirlilik göndermemek için emme odasının dönüş odasına göre eğimli yapılması tercih edilir.



Şekil 56 . Yağ tankı (Festo Didactic, 2012)

- Tankların üzerinde sisteme basınçlı akışkan göndermek üzere hidrolik pompa bulunur. Pompanın emiş hattına kirlilikleri bertaraf etmek için bir emiş filtresi yerleştirilir. Yağın dönüşünde de aynı filtreleme tekrarlanabilir. Ancak her filtrenin basınç düşürücü bir eleman olduğu unutulmamalıdır.
- Tankın üst kısmında, tankı atmosfere açmak üzere bir havalandırma bölgesi olur. Böylelikle akışkan, emme sırasında vakum; dönüş esnasında da basınç yapmaz. Havalandırma kısmında toz kaçışını önlemek amacıyla bir filtre bulunması gereklidir.
- Yağın soğuma işleminin düzgün yapılabilmesi için hem yağ seviyesinin tankın üst kısmından biraz aşağıda olması hem de tankın tabanının yer seviyesinden biraz yukarıda olması istenir.
- Yağ tankının boyutları sistemin ihtiyaçlarına göre belirlenmelidir. Küçük bir tank yeterli soğutmayı sağlayamaz. Çok büyük bir tankta da

fazladan bir ısıtıcıya ihtiyaç duyulabilir. Genel olarak tank seçilirken, sistemde dolaşan akışkan debisinin 3-5 kat fazlası tercih edilir.

- Tankta akışkanın seviyesi ve sıcaklığını gösteren göstergeler bulunur. Bu değerlerin zaman zaman kontrol edilmesi, sızıntı probleminin fark edilmesi ve sıcaklıkla yağın bazı özelliklerinin bozulmasını önlemede fikir verici olacaktır.

1.8.2.2 Filtreler

Hidrolik sistemlerde birçok arıza kirli yağ yüzünden oluşur. Hidrolik sistemlerin kapalı devreler olduğu için yabancı madde girişinin olamayacağı düşüncesi yanlıştır. Çünkü montaj ya da çalışma esnasında devre elemanlarından kopan parçalar ya da yağ deposunun havalandırma bölümünden içeri giren kirleticiler yüzünden hidrolik akışkanların orijinal halleri bozulur. Bunun için hidrolik devrelerde toz, pislik, metal talaşı, pas gibi katı kirleticileri ve yabancı maddeleri tutmak üzere filtreler kullanılır. Küçük ve önemsiz görünseler de filtreler hidrolik bir devrenin en önemli koruyucularıdır. Elemanların ömrünü uzatırken sistemin verimli çalışmasını sağlarlar, üstelik bakım onarım masraflarını ve zamanını oldukça azaltan parçalardır.



Şekil 57.Hidrolik Filtre (Hidrolikciyiz, 2012)

1.8.2.3 Silindirler

Doğrusal hareket üreterek itme ve çekme hareketini yapan elemana hidrolik silindir denir. Bir silindir kendi içinde; silindir gömleği, piston, piston kolu, sızdırmazlık elemanları ve kapakları ihtiva eder. Silindir gömleği silindirin dış yüzeyidir. Bu elemanın yüzey kalitesinin iyi olması verimli çalışmayı sağlar, iyi yüzeyde sürtünmeler de azaldığı için sisteme metal talaşı kaçmasını engellenir. Piston ve piston kolu ise silindirin hareket eden elemanlarıdır ve birbirlerine bağlıdırlar. Sızdırmazlık elemanları ise hidrolik akışkanın kaçak yapmasını engellerler. (Aykaç, 2011)



Şekil 58. Hidrolik Silindir

1.8.2.4 Valfler

Hidrolik valfler, akışkanın kontrolünü sağlayan, başka bir deyişle akışkanın hızını, basıncını, akış yönünü, debisini ayarlayan devre elemanlarıdır.

1.8.2.5 Yön denetim valfleri

Akışkanın izlemesi gereken yönü, akışkanın hareketinin doğrultusunu belirleyen valf tipine yön denetim valfi denir. Çalışma prensibi pnömatik yön denetim valflerinin aynısı olmasına rağmen hidrolik sistemlerde ortaya çıkan yüksek basınçtan dolayı hidrolik yön denetim valflerinin gövdeleri basınca dayanıklı üretilirler. Ayrıca bu valflerin görüntüleri daha kaba ve hantaldır. Yine pnömatik yön denetim valfleri gibi sürgülü ve oturmali tipleri mevcuttur.

Tıpkı pnömatikteki gibi konum ve yol sayısı ile ifade edilirler. Ancak pnömatikten farklı olarak hidrolikte bağlantı yerlerinin (kapıların) gösterimleri farklıdır. Valfler üzerindeki P; basınç hattını, A,B,C: iş hattı ya da çalışma hatlarını, R,S,T: depo dönüş hatlarını, X, Y, Z uyarı (pilot) hattını son olarak da L: sızıntı hattını gösterir.



Şekil 59. Hidrolik yön denetim valfleri

1.8.2.6 Basınç kontrol valfleri

Hidrolik devrelerde akışkanın basıncını ayarlayan ya da kontrol eden devre elemanıdır. Sistemlerde oluşabilecek yüksek çalışma basıncından devreyi ya da önüne koyulduğu elemanı korurlar. Bu tip valflerde kumanda şekline (mekanik, pnömatik, elektrik vb.) göre aldığı sinyalle, kısma kesitinin aralığını ayarlayarak basınç kontrolü gerçekleştirilir.

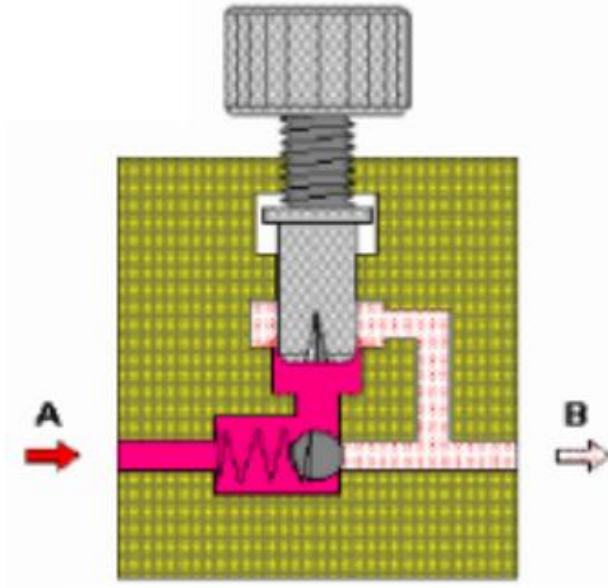


Şekil 60. Hidrolik Basınç kontrol valfleri

1.8.2.7 Akış kontrol valfleri

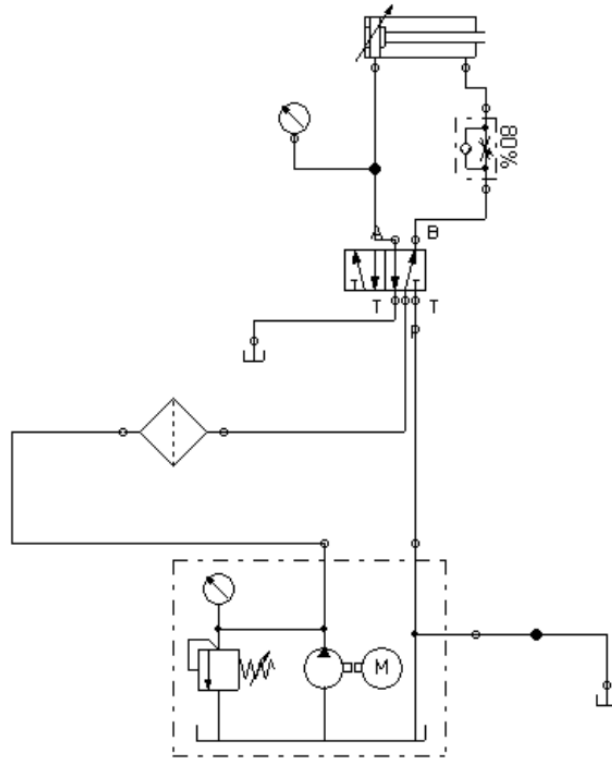
Akış kontrol valfleri ile hidrolik sistemde silindire ya da hidrolik motora giden akışkanın debi miktarının ayarlanması sağlanır; bu sayede de silindirin hızı ya da hidrolik motorun devri düşürülebilir.

Sabit ya da ayarlanabilir akış kontrol valflerinde, çalışma mantığı hidrolik akışkanın geçiş kesitinin küçültülmesi üzerine kuruludur. Kesit ayarı yapılamıyorsa sabit akış kontrol valfi; kesit ayarı yapılabiliyorsa ayarlanabilir akış valfi adını alır. Bunun dışında çek valfler de akış kontrol valflerinden sayılmalıdır. Çek valflerde akışkanın tek yönlü akışı sağlanır. Yani; akışkan bir yöne doğru hareket eder ancak geri dönmek istediğinde valfin içindeki bilya ya da oturma elemanı yolu kapatarak akışkanın geçişine izin vermez. Çek valflerinde sabit ve kesit ayarlamalı olan tipleri mevcuttur.



Şekil 61. Hidrolik akış ayar valfi

1.8.3 Basit bir devre tasarımı



Şekil 62. Basit bir devre tasarımı

1.8.4 Enjeksiyon Kalıplarında kullanılan Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

Bazı özel durumlarda enjeksiyon kalıplarında hidrolik ve pnömatik sistemlerden faydalanılır. Maça hareketlerinin sağlanmasında ve itici pimlerin çalıştırılmasında hidrolik sistemlerden faydalanılmaktadır. Yardımcı hidrolik devrenin mevcut olduğu durumlarda bu devre kalıptaki maça hareketini sağlamak için kullanılır. Şekil 1.19'de basit hidrolikle çalışan maça sistemi gösteriliyor. Burada basınçlı hidrolik yağ kullanılarak piston silindiri hareket ettirilir. Pistonun ileri hareketi bağlantılı olduğu maçayı merkeze doğru hareket ettirir. Maçanın dışarı doğru hareketi basınçlı yağın ters yönde hareketiyle sağlanır. Kalıp doldurma ve soğutma süresinde maça yerinde hidrolik kuvvet kullanılarak sağlanır. Enjeksiyon esnasında uygulanan kuvvet nedeniyle bu maçaların geriye gelmesi basınç uygulanarak engellenir. Maçaların kalıbın zarar görmemesi için kalıp emniyeti uygun şekilde seçilmelidir.



Şekil 63. Hidrolik sistemle çalışan maçalı kalıplar

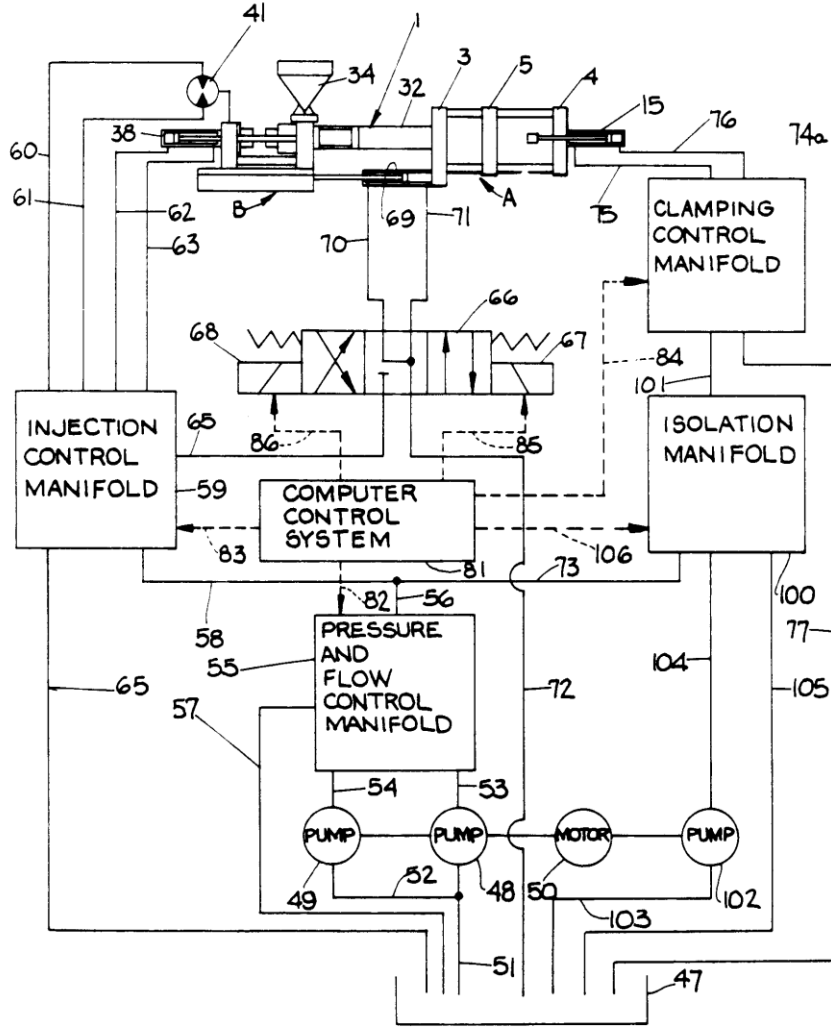
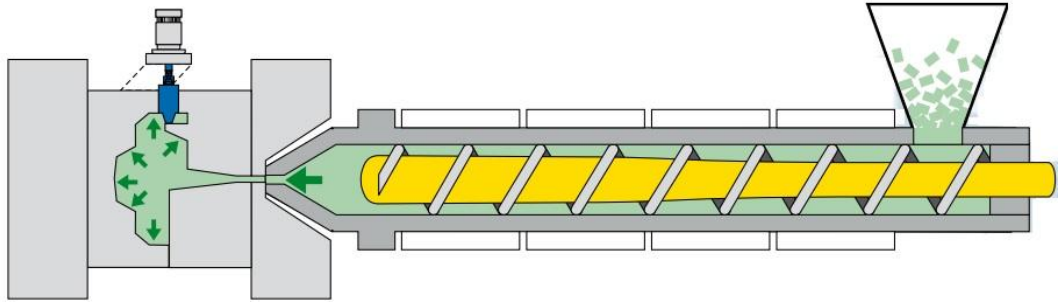


FIG. 8

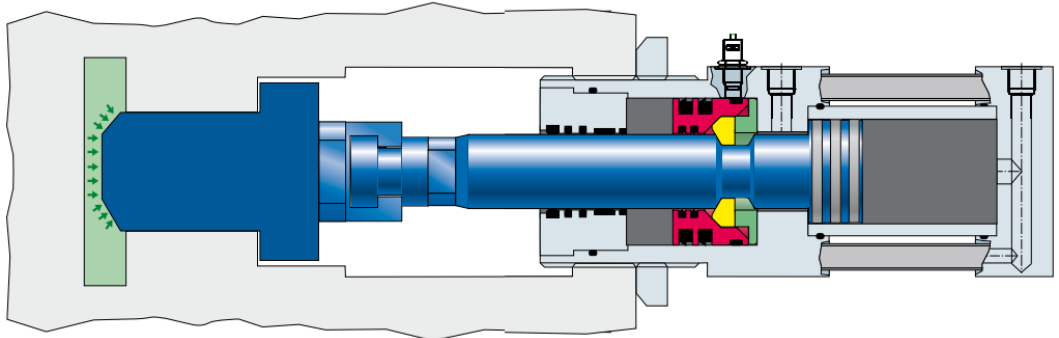
Şekil 64. Enjeksiyon makinası hidrolik devresi

1.8.5 Özel Çift Hareketli – Mekanik Kilitlemeli Silindirler

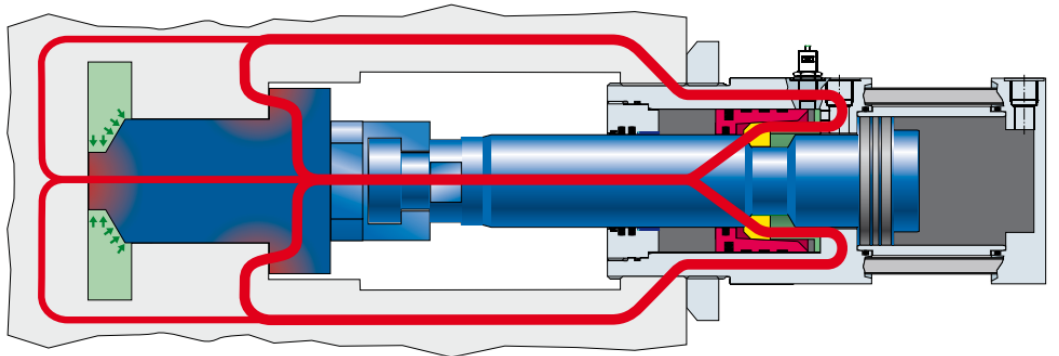
Enjeksiyon kalıp teknolojilerinde , yeni kullanılmaya başlanan bir ürün olan mekanik kilitlemeli silindirler, enjeksiyon kalıpcıları için yeni yöntemlerin uygulanması için farkındalıklar yaratmışlardır. Dünya’da bu teknik daha çok yenidir. Bu yüzden bu ürünlerin üreticileri az sayıda bulunmaktadır.



Şekil 65. Çift hareketli hidrolik piston kullanımı örneği



Şekil 66. Çift hareketli hidrolik piston kesit görünümü



Şekil 67. Çift hareketli hidrolik piston kilit durumu

BÖLÜM 2. MALZEME BİLİMİ TEKNOLOJİLERİ LİTERATÜR ARAŞTIRMALARI

2.1 PLASTİKLER

Plastik, karbon (C) hidrojen (H), oksijen (O), azot (N) ve diğer organik ya da inorganik elementler ile oluşturduğu monomer adı verilen, basit yapıdaki molekül gruplarıdaki bağın kopararak, polimer adı verilen uzun ve zincirli bir yapıya dönüştürülmesi ile elde edilen malzemelere verilen isimdir.

Örneğin; Etilen bir monomerdur. Bu monomerdan oluşturulan polimer olan polietilen ise polimerdir. En çok kullanılan plastiklerin başında gelir.

Tanımdan anlaşılacağı üzere plastikler doğada hazır bulunmaz, doğadaki elementlere insan tarafından müdahale edilmesi ile elde edilir. Elde edilmesi belli bir sıcaklık ve basınç altında, katalizör kullanılarak monomerlerin reaksiyona sokulması ile olur. Plastik ilk üretildiğinde toz, reçine veya granül halde olabilir. Genelde plastikler petrol rafinerilerinde kullanılan ham petrolün işlenmesi sonucu arta kalan malzemelerden elde edilir. Yapılan araştırmalara göre yeryüzündeki petrolün sadece % 4 lük bir kısmı plastik üretimi için kullanılmaktadır. (Wikipedia)

2.2 POLİETİLEN

Polietilen ticari polimerlerin başında gelir. Bütün dünyada üretimi 2007 yılında yaklaşık olarak 45 milyon tona ulaşmıştır. Polietilenin bu kadar çok üretilmesindeki en büyük neden hemen hemen her türlü sektörde kullanılan bir plastik olmasından kaynaklanır. Paketleme endüstrisinde, plastik mutfak ürünlerinden, otomotiv sanayinde, altyapı malzemeleri, beyaz eşya ve makina parçaları, oyuncak ve tekstil gibi daha birçok alanda kullanılır. İyi bir yalıtkan ve mukavim bir malzeme olduğundan elektronik ve elektrik eşya parçalarında da sıkça kullanılır.

Polietilen petrolden üretilen bir termoplastik polimerdir. Polietileni genel olarak iki ana sınıfa ayırmak mümkündür: Düşük Yoğunluklu Polietilen (LDPE) ve Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE).

LDPE, radikal zincir polimerizasyonu yöntemi ile sentezlenir ve HDPE'ye göre daha çok dallanma görülen bir polimerdir. Bu moleküler dallanmalar kısa ya da uzun olabilir ve LDPE'ye özelliklerinin bir kısmını veren bu dallanmalardır. Yoğun dallanma görülen polimerlerin kristal yapı oluşturmaları oldukça zordur bu sebeple LDPE, HDPE'ye göre daha düşük kristalliğe sahiptir. LDPE %40 ile %60 arası kristal yapıya sahip iken, HDPE %70 – 90 kristalleşme gösterir.

Dallanmaların yarattığı bir diğer değişiklik ise yoğunluğu azaltmaktır. LDPE'nin yoğunluğu 0.91 – 0.93 g.cm-3 değerlerinde oynarken, HDPE'nin yoğunluğu 0.94 – 0.96 g.cm-3 değerleri arasındadır.

LDPE farklı ve istenilen özelliklere sahip bir plastiktir. Camsılaşıma sıcaklığı (Tg) yaklaşık -120°C dolayındadır. Bir polimer için fena sayılmayacak kristalliğe sahiptir ve kristallerin erime sıcaklığı 110°C civarındadır. Oldukça düşük bir Tg ve göreceli olarak yüksek kristalliği sayesinde geniş bir sıcaklık aralığında kullanılacak esnekliğe sahiptir.

Molekül ağırlık dağılımı 3 ile 20 arasında değişebilir. Piyasadaki LDPE'ler, reaktör tipi, polimerizasyon sıcaklığı ve polimerizasyon basıncı ile oynanarak; farklı molekül ağırlığı, molekül ağırlık dağılımı, ve farklı dallanma oranlarında üretilerek kristalleşme oranı, yoğunluğu, ve mukavemeti değiştirilebilir. Bu da LDPE'nin değişik pazarlarda kullanılmasını sağlar. (Mihaela, 2005)

HDPE üretimine baktığımız zaman Ziegler-Natta ve Philips tipi reaktif başlatıcı maddeler kullanılır. Böylece çok daha az oranda dallanmalar ve yüksek polimer dönüşümü elde edilir. Her 500 monomer ünitesi için ortalama 0.5-3 arası metil grubu görülür. Bu oran LDPE'de 15 ile 30 arasındadır. Dallanmanın azalması polimer zincirinin bir düzen içinde kristal yapıyı daha kolay oluşturmasını sağlar. Daha önce belirttiğimiz gibi HDPE'de %70 – 90 arası kristallik görülür ve kristal erime sıcaklığı da yaklaşık 135°C civarındadır. Yüksek molekül ağırlığı, yoğunluk ve kristalleşme değerleri ile HDPE, LDPE'den daha mukavim, tok, sert ve kimyasal olarak daha dayanıklıdır. Ayrıca düşük sıcaklıklarda mekanik olarak daha iyi sonuçlar verir.

HDPE'nin sayıya dayalı ortalama molekül ağırlığı genellikle 50 – 250 kg.mol⁻¹ değerlerindedir. Eğer yüksek molekül ağırlıklı HDPE (HMW-HDPE) ya da ultra-yüksek molekül ağırlıklı HDPE (UHMW-HDPE) termoplastiklerine bakarsak, sırasıyla molekül ağırlıkları 0.5 – 1.5milyon ile >1.5milyon arasındadır. Molekül ağırlığını arttırmak daha yüksek mukavemete, uzama değerlerine ve tokluğa ulaşmayı sağlar. Ancak aynı zamanda vizkozite de çok arttığı için üretim yapmak daha zor ve pahalıdır. Akışkanlığı arttırarak üretim maliyetlerini düşürmek için yumuşatıcılar (processing aid) kullanılır. Fakat bunları kullanırken mekanik özellikleri korumak ya da geliştirmek hedeflenmelidir.

HDPE'nin geniş bir kullanım alanı vardır. Üretilen HDPE'lerin %40'ı şişirme kalıplama (blow-molding) yöntemi kullanılarak plastik parça üretiminde kullanılır. Bu parçalara örnek vermek gerekirse: İçecek, yiyecek, temizlik ürünleri şişeleri, mutfak-ev eşyaları ve oyuncaklar. HDPE pazarının %30'unu ise enjeksiyon kalıplama tekniği ile üretilen parçalar oluşturur. Geri kalan HDPE ürünleri ise çoğunlukla ekstrüzyon yöntemiyle üretilir. Özellikle paketleme, ince film kaplama, boru, tüp ve kablo üretim endüstrilerinde bu yöntem kullanılır. (Mihaela, 2005)

2.3 POLİPROPİLEN

En yaygın ticari termoplastik polimer olan polipropilen 2001 senesinde tüm dünyada 45 milyon ton üretilerek 65 milyar dolarlık bir pazar yaratmıştır. Özellikle izotaktik polipropilen (iPP) düşük yoğunluğu ve yüksek mukavemeti sayesinde çok yüksek güç/ağırlık oranına sahiptir. Bu sebeple de otomotiv parçalarından tekstil ve paketleme endüstrisine kadar her alanda en yaygın kullanılan polimerdir.

Olefin tesislerinden ve petrol rafinelerinden çıkan gazlardan elde edilen propilen monomerinin koordinasyon katalizörleri ile polimerizasyonu sonucu elde edilen bir polimerdir. Polipropilen izotaktik, sindiotaktik ya da ataktik konformasyonlarında sentezlenebilir ve konformasyonun ne şekilde olduğu kristallik yapısı, oranı, ve yoğunluğu etkiler. Ataktik polipropilenin

kristal yapı oluşturması çok zordur ancak izotaktik polipropilen LDPE'den daha fazla kristalleşebilirken HDPE kadar çok kristalleşemez. Bir başka deyişle iPP'nin kristal oranı %40 ile %70 arasında değişebilir. Polipropilen genellikle tok ve esnek bir plastiktir.

Polipropilen kristallerinin erime noktası 160 derece dolayındadır ve genellikle 200 derece üzerinde proses edilir. Enjeksiyon kalıplama ve hava üfleme döküm teknikleri ile polipropilen parçalar üretilir. Üretim aşamasında önemli bir etken de erime akış indeksidir (MFI). Erime akış indeksi polipropilenin molekül ağırlığıyla direkt bağlantılıdır ve MFI değerlerine göre bir plastiğin ne kadar proses edileceğini tahmin etmek mümkündür. Yüksek MFI değerlerine sahip polipropilenin proses esnasında kalıbı doldurması daha kolaydır. Ancak MFI değerinin artması aynı zamanda bazı fiziksel özelliklerde değer kaybına yol açar; mesela yüksek MFI değerine sahip polipropilenin darbe dayanımı daha düşüktür. (Kocsis, 1999)

Polipropilen güneşten gelen UV ışınlarına ve ısıl işlem sırasındaki yüksek sıcaklıklara karşı hassas bir polimerdir. UV ışınına maruz kalınca, ya da yüksek sıcaklıklarda oksitlenince, polipropilen polimer zinciri bozunmaya uğrar. UV ışınlarından korumak için UV ışını emen katkı maddeleri kullanılarak polimerin ömrü uzatılabilir. Karbon siyahı bu maddelere bir örnektir. Yüksek sıcaklıklarda yapılan kalıplama işlemleri sırasında polipropilenin bozunmaması için ise anti-oksidan katkı maddeleri kullanılır.

Polipropilen genelde 3 farklı şekilde üretilir. Piyasada çoğunlukla homopolimer, kopolimer ya da blok-kopolimer olarak görülür. Kopolimerler üretilirken kullanılan ko-monomer genellikle etilendir ve etilen-propilen kauçuğu elde edilir. EPDM diye adlandırılan bu kopolimer polipropilenin modifikasyonunda sıkça kullanılır ve düşük sıcaklıklardaki darbeye karşı direncinin artmasında büyük rol oynar. Buna ek olarak, etilen monomerinin kopolimer zincirine rasgele yerleştirilmesi polipropilenin kristalliğinin düşmesine sebep olur ve böylece daha şeffaf bir plastik elde edilir. (Kocsis, 1999)

2.4 ŞİŞİRME KALIPLAMA (BLOW) – PROSESLERİNDE KULLANILAN HAMMADDELERİN ÖZELLİKLERİ

2.4.1 Polietilen (Blow Molding)

Kısmi erime indeksli yüksek yoğunluklu polietilen türleri ekstrüzyon, ısıtma biçimleme ya da şişirme kalıplama proseslerinde çok sıklıkla kullanılırlar. Erime indeksini düşüren uzun molekül zincirleri ayrıca bu proseste yararlı olan, malzemeye “eriyik dayanımı” verir. Bu yüksek molekül ağırlığı malzemeye, aynı yoğunluktaki fakat daha kısa molekül zincirli malzemeye göre arttırılmış çevresel gerilim çatlama (ESCR), darbe ve soğuk sıcaklık dayanımı verir. Bu avantajlar, daha düşük dönüşüm süresi gibi dezavantajlara rağmen son kullanıcı tarafından istenildiği gibi daha üstün özellikler sağlar. (Total Petrochemicals, 2013)

Tipik olarak 0.3 – 1.0 g/10dak. MFI değerine (190°C, 2.16kg) ve 0.950-0.960 g/cm³ yoğunluk değerine sahip olan HDPE hammaddeleri şişirme kalıplamada kullanılmaktadır. Uygulama amacına göre bu değerler değişkenlik gösterebilmektedir. Yüksek moleküler ağırlığa sahip olan hammaddelerin sertlik ve çevresel gerilim çatlama (ESCR) performansları daha yüksek olmaktadır. Ayrıca daha yüksek moleküler ağırlığa sahip olan malzemelerin E-modülüsü de daha yüksektir. Genelde polietilen malzemelerin prosesi için optimum sıcaklık olarak 190-220 °C arasındadır. (Total Petrochemicals, 2013)

2.4.2 Polipropilen (Blow Molding)

Polipropilen diğer şişirme kalıplama reçinelerine göre daha çok avantaj sunarlar. Yüksek ısıtma eğilme sıcaklığı polipropilenin sıcak-doldurma uygulamalarında kullanımını sağlar. Çok fazla pus ya da renk değişimi olmaksızın otoklavlanabilme yeteneği sayesinde medikal uygulamalarda kullanımına olanak sağlar. Ayrıca kimyasallara ve çözücülere karşı direncinin yanı sıra harika bir çevresel gerilme çatlama dayanımına sahiptir, polipropilen iyi bir temas netliğine, düşük renk ve çok düşük nem geçirme oranına sahiptirler, bütün bunlar da polipropileni şişirme kalıplama uygulamaları için ideal bir malzeme yapar.

Polipropilen için tavsiye edilen proses sıcaklığı 200°C ve 230°C arasında değişir. Doğal olarak en uygun koşullar her bir parça için değişecektir; bu yüzden de erime sıcaklığının başlangıcı olarak 200°C'nin kullanılması önerilmektedir. Çok düşük bir erime sıcaklığı parçalar içinde çok fazla artık gerilmeye yol açar. Çok yüksek bir erime sıcaklığı düzensiz duvar kalınlığına, fazla çekmeye ve uzun soğuma süresine neden olur. En iyisi kalıp sıcaklığını malzemenin erime sıcaklıklarından yüksek olarak ayarlamaktır. Bu yüzeyin düzgünlüğünü ve parisonun örgüsünü iyileştirir. Önerilen kalıp sıcaklığı 220°C ve 230°C arasında değişir. Kalıp sıcaklığı ile önerilen çalışma sıcaklığı 15°C ile 25°C arasında değişir. Kalıp sıcaklığının parçaların temas berraklığı ve parlaklığının üzerinde önemli bir etkisi vardır. Kalıp sıcaklığının 15 °C'nin altında çalıştırılması iyi bir temas berraklığı meydana getirir. Yüksek kalıp sıcaklıkları üretilen parçaya (25 °C'den büyük sıcaklıklar) iyi bir parlaklık verir. MFI değeri 0.5-2.0 g/10min (230°C, 2.16kg) ve yoğunluk değeri 0.900-0.905 g/cm³ aralığında olan polipropilenler, proses için uygundur. (Lyondell Company, 2012)

2.5 ENJEKSİYON KALIPLAMA – PROSESLERİNDE KULLANILAN HAMMADDELERİN ÖZELLİKLERİ

Enjeksiyon kalıplama için polimerler yarı kristalin ve amorf olarak sınıflandırılırlar. Her ikisi de karmaşık termo-reolojik davranışlara sahiptir. Termoplastikler genel olarak kayma ile azalan bir vizkoziteye ve basınç artarken artan bir sıcaklığa sahiptirler. Onların termal özellikleri sıcaklığa bağlıdır ve gerilimin durumuna da bağlı olabilir. Yarı kristalin malzemelerin durumunda ise özellikler akış geçmişine ve sıcaklıktaki değişim oranına bağlıdır. (J.D. Schieber, 2004)

2.5.1 Polietilen (Enjeksiyon Kalıplama)

Enjeksiyon kalıplama prosesi, polietilen (190°C, 2.16 kg) için erime indeks metodu ASTM D1238 standardı kullanılarak bulunan karakteristik ürün erime indeksi 4.0 g/10 dak. ve 6 g/10 dak. aralığında değişen yüksek

yoğunluklu polietilen (HDPE)'yi kullanır. Enjeksiyon kalıplama ile elde edilen çoğu polietilen türü yüksek erime indeks değerine sahip olduğu için tercih edilir. Bu da belirlenen bir süre içerisinde mümkün olduğu kadar pek çok parçanın üretilmesi ihtiyacını karşılayan bir seçenektir. Örneğin; daha yüksek akış = daha hızlı dönüşüm süresi. Bununla birlikte erime indeksi bütün enjeksiyon kalıplama uygulamaları için etkileyici faktör olmamalıdır. İstisna olarak çarpma dayanımına, çevresel gerilim çatlaması (ESCR), soğuk sıcaklık dayanımına ihtiyaç duyan enjeksiyon kalıplama uygulamaları vardır ve bütün bu uygulamalar için kısmi bir erime indeksi, HDPE malzemeler de göz önüne alınmalıdır. (Rubin, 1972)

2.5.2 Polipropilen (Enjeksiyon Kalıplama)

Bütün termoplastik enjeksiyon kalıplama reçineleri gibi, polipropilen kendi özel karakteristiğine sahiptir. Bu ayırt edici özellikler yalnızca bitmiş kalıp parçalarının özelliklerini değil, ayrıca uygun kalıplama koşullarını da belirler. Piyasada bulunan homopolimer, rastgele dağılımlı kopolimer ya da dayanımlı kopolimer türleri gibi, polipropilen geniş bir değişim aralığında kendi ürün data sayfalarında tam olarak özetlenen özellikteki derecelere ve türlere sahiptir

Doğal ve şişirilmemiş polipropilenlerin tüm türleri mevcut termoplastiklerin en düşük yoğunluğu olan 0.900 g/cm³ ile aynı çok düşük yoğunluğa sahiptir. Polipropilenden kalıplanan parçalar daha düşük ağırlıkta ve böylece birim ağırlık temel alındığında daha fazla parça kalıp yapılabilir. Polipropilenin faydalı sıcaklık aralığını ve hizmet ömrünü arttırmak için, bir antioksidan sistemle birleştirilir. Fakat antioksidanı uzaklaştırma eğiliminde olan hiçbir ortam (nem gibi) özellikle yüksek sıcaklıklarda, polipropilenin daha hızlı bir şekilde bozulmasına neden olur.

Polipropilen havada bozulmaya karşı ve gün ışığının bir bileşeni olan ultraviyole ışığa karşı kısıtlı bir direnci vardır. %2-2.5 carbon siyahı pigmentiyle olan bileşimi 20 yıla kadar açık havada korunan kısımlara sahiptir.

Rijitlik, kalıplanmış bir örnekteki eğme modulünün ölçülmesiyle tanımlanır. Polipropilen ailesinden homopolimerler, rastgele ve dayanıklı kopolimer çeşitlerinden daha yüksek sertliğe sahiptir. Polipropilen reçinelerin sertlikleri polistiren ve yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE)'in sertliğinin arasındadır.

Homopolimer polipropilen darbeye dayanıklı hale getirilmiş polistirenden daha sert bir yapıda olurken, yüksek çarpma dirençli kopolimerler yüksek yoğunluklu polistirenin eğme modülüne benzer bir değerdedir. Polipropilenin çekme akmasına karşı dirençli olma özellikleri diğer poliolefinlerden daha üstündür, ve bu özellikler diğer modifiye ajanlarının ve cam fiberlerin eklenmesiyle geliştirilebilir.

Polipropilen için kullanılan erime akış hızı ASTM 1238 standardına göre 4.0 g/10 dak. ve 6 g/10 dak. (230°C, 2.16kg) arasında olmalıdır. (Basell, 2013)

2.6 MALZEME DEPOLAMA VE KURUTMA GEREKSİNİMİ

Polietilen ve polipropilen gibi poliolefinler hidrofobik malzemelerdir. Depolama alanında kuru bir ortamda saklanması durumunda çok az miktarda nem içerir ve hatta sıfır olarak kabul edilebilir. Bu malzemeler granüllerin içerisine nem çekmezler. Doğrudan sıvı ile temas ettiklerinde sadece dış yüzey nemlenebilir. Bu durumda çok basit ve kısa bir kurutma ile nem sorunu giderilebilir. Granüllerdeki nem sadece yüzeyde bile olsa, kalıplanmış üründe problemlere yol açabilir. Proses edilebilirlik problemler, zayıf yüzey kalitesi veya mekanik özelliklerin kaybı gibi istenmeyen sonuçlara yol açabilir. (Lyondell Company, 2013)

2.7 KALIPLAMA İÇİN KATKILAR

Sorunlar \ zorluklar ve kullanılabilecek katkılar maddeler halinde listelenmiştir.

Tablo 4. Kalıp Kalıplamada sorunlar \ zorluklar ve çözümleri

Zorluk \ Sorun Tanımı	Çözüm
Yüksek sıcaklıklarda sararmış parçalar oluşmaksızın üretimin yapılamaması.	Polimerin yanmasını önlemek için antioksidan ve ısı dengeleyicilerin ilave edilmesi. Yüksek sıcaklıklardaki üretim yeteneği sayesinde dönüşüm süresi ve verimlilik oranı gelişir. (Polyone, 2013)
İşlenmiş parçada draglaynların belirgin olması.	Kalıbın üstünde renklendiricinin ve reçinenin yığılmasının önlenmesi için antiblok eklenmesi. Gelişmiş parçaların estetik olarak geliştirilmesi satışı arttırır ve müşterinin geri dönüşünü azaltır. (Polyone, 2013)
Ürünlerin kalıba yapışması ve dönüşüm süresine engel olması.	Sürtünmeyi azaltmak için kayganlaştırıcı eklenmesi ve parçaların rahatça kalıptan ayrılmasını sağlaması, ve böylece dönüşüm süresi artarken ve hurda olma süresi azalırken üretim maliyetinin de azalır. (Polyone, 2013)

Ürünlerin birikmesi sırasında elektrostatik kuvvetler nedeniyle birbirine yapışması.	Parçalardaki statik yükü azaltmak için antistatik eklenir. Arttırılmış doldurma etkisi yüksek verimlilik ve düşük üretim maliyeti ile sonuçlanır. (Polyone, 2013)
Koruyucu dış yüzey plastik örtünün bitmiş parçaya yapışması.	Dış yüzey örtüsü ve parça arasında yağlayıcı bir yüzey oluşturmak için kayganlaştırıcı ajan eklenmesi. Parçaların kolay açılması ve artan satış kazancı tüketici memnuniyetini artırır. (Polyone, 2013)
Tozlar işlenmiş parçalar üzerinde birikir ve perakende satışı zarara uğratırlar.	Tozların parça üzerinde birikmesine neden olan statik kuvvetleri azaltmak için antistatik eklenmesi. Raftaki ürün daha yeni görülür ve satışta artış olur. (Polyone, 2013)
Malzemelerin proseste işlenmesi sırasında akıştan kaynaklanan sorunlar	Akışı geliştirmek, erime kırılması ve proses sıcaklığını düşürmek için proses katkısı eklenir. (Pro)
Berrak parçaların elde edilmesi için berrak PP kullanılması.	Berrak nesnelerin eldesi için berrak olmayan PP kullanımına olanak sağlamak için

	<p>çekirdeklendirici ilave edilir. Düşük maliyetli reçinenin kullanılması parçaların ekonomik olarak üretilmesini sağlar. (Polyone, 2013)</p>
<p>Üretilen parçalar kalıp içerisinde ya da kalıptan çıkarılınca daralması.</p>	<p>Tasarlanmış boyutun tam olarak eldesi ve kararlılığı için çekirdeklendirici katılır. (Polyone, 2013)</p>
<p>Kayan plastic parçaların birbirine yapışması ya da kapakların açımında zorluklar olması.</p>	<p>Parçaların birbirine temas ettiği yerlerde yağlayıcı yüzey oluşturmak için kayganlaştırıcı ajan eklenir. (Enh1)</p>
<p>Ürün maliyetinin yüksek olması</p>	<p>Maliyeti düşürmek için Karbonatlar (Genellikle CaCO_3), Silikatlar (talk, asbest, kaolin, mika, çeşitli silikatlar), Silisyum dioksit, Çeşitli mineraller, Alüminyum trihidrat, Karbon siyahı, Organik dolgu maddeleri (odun talaşı, öğütülmüş fındık vb. kabuğu), Cam elyaf, İçi dolu veya boş cam kürecikler, Karbon elyaf, aramid elyaf gibi dolgu maddeleri ve takviye ediciler kullanılır. (Megep, 2006, PP 32-34)</p>

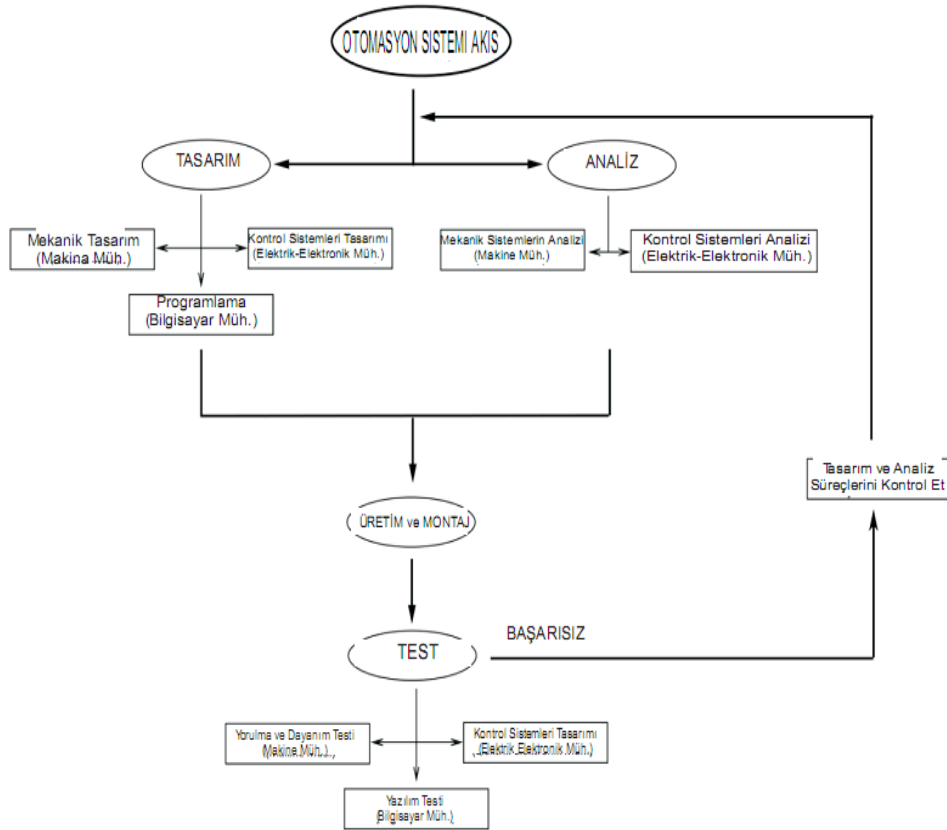
<p>Çok yüksek erime ve camsı geçiş sıcaklığına sahip malzemelerle çalışılması nedeniyle kalıplama sırasında istenen sıcaklığa ulaşılabilme sorunu.</p>	<p>Malzemenin erime ve camsı geçiş sıcaklıkları ile elastik modülü düşürülmesi için plastikleştiriciler kullanılır. Ayrıca malzemenin kopma dayanımı ve sertliği azalır.</p> <p>Ftalatlar, Klorlu parafinler, Fosfatlar, Epoksi plastikleştiriciler, Alifatik esterler, Polimerik plastikleştiriciler, Hidrokarbon "genişleticiler", Trimellititlar, Di ve Triesterlerdir Gibi plastikleştiriciler eklenir. (Megep, 2006, PP 32-34)</p>
<p>Darbe dayanımı düşük malzemeler ile çalışılması.</p>	<p>Polimer katkı eklenerek, darbenin kesiksiz olarak iletilebileceği uygun bir ağ yapı oluşturulabilmektedir ve böylece darbe dayanımı yüksek malzeme elde edilir. Etilen-propilen kauçuğu, Sentetik kauçuklar, Poli butadien, Klorlanmış polietilen, Etilen-vinil asetat kopolimeri, Poliakrilatlar gibi polimer katkıları eklenir. (Megep, 2006, PP 32-34)</p>

BÖLÜM 3. OTOMASYON – ELEKTRONİK BİLİMİ LİTERATÜR ARAŞTIRMALARI

3.1 OTOMASYON - KONTROL TEKNOLOJISINE GİRİŞ

Günümüz otomasyon teknolojileri mekanik, elektrik ve elektronik çerçeve altında, yalın üretim ve jidoka felsefeleri ile düşünülmüş bant akışlı sistemlerde uygulamaları oldukça fazla olan bir mekanizmalar zinciridir. Konvansiyonel yaklaşımlara daha uzak ve tamamen yeni nesil bazlı teknolojik alt yapısı olan bir sistemdir. Genel organları; hareketli robot kol mekanizmaları, optik sensör ve transdüserler, elektro pnömatik ve elektro hidrolik sistem ve makine parçaları, denetleyiciler, algılayıcılar, son etkileyciler, Plc tabanlı kontrol ve yazılımları ve genel makine konstrüksiyonu parçalarından oluşmaktadır. (GencBilim, 2009)

Genel bir otomasyon sistemi kurulumunda aşağıdaki işlem algoritması uygulanmaktadır.



Şekil 68 . Otomasyon - Kontrol Sistemi süreç algoritması

3.2 OTOMATİK KUMANDA ÜNİTELERİ VE ELEMANLARI

Elektrik ve elektronik makinaların çalıştırılmalarında ; yön,devir,sıcaklık vb.. fonksiyonlar katarak kullanılmalarına olanak sağlayan elemanlara kumanda elemanları denilir. Kısaca kumanda elemanları ; Butonlar , Anahtarlar , Lambalar, Sınır Anahtarları , Röleler , Kontaktörler , Aşırı Akım Röleleri , Zaman Röleleri ,Valfler , Termostatlar , Paket şalterler, PLC üniteleri, motor üniteler olarak tanımlanabilir. (Cayiroğlu, 2006)

3.2.1 PLC (Programlanabilir Lojik Kontrol Üniteleri)

Programlanabilir Lojik Uniteleri ; Endüstriyel uygulamaların her dalında yapılan genel amaçlı kumanda ve otomasyon çalışmalarının bir sonucu olan PLC tekniği, kullanıcılara A'dan Z'ye her türlü çözümü getiren komple bir teknoloji alt gurubudur.

Diğer bir tanımla; Programlanabilir lojik kontrol üniteleri, ikili ve üst denetimsel (supervisory) kontrolü sağlayan, mikroişlemci tabanlı elektronik ünitelerdir. PLC' ler otomasyonun vazgeçilmez yapı taşlarıdır.

Otomasyon, en geniş tanımıyla teknik proseslerin gerçekleştirilmesinde, insanın bizzat üretim yapma görevini, otomatik üretim ve bunu kontrol etme, izleme görevine dönüştüren bir kavram değişimidir. Burada kontrol sözcüğü, teknik bir kavram olarak, kumanda ve ayar gibi kavramları kapsamakta, böyle bir işlem, içinde bilgisayar da ihtiva eden endüstriyel otomasyon cihaz ve sistemleri kullanarak otomatik çalışmayı genellikle üretim koordine etme ve yönlendirme anlamında kullanılmaktadır. Teknik prosesler, en genel şekilde enerji üretiminden başlayarak, tüm temel diğer endüstrilerdeki üretimler ve endüstrilerde kullanılan makinelerin ve proseslerin çalışma şekilleridir.

Üretim yapma yerine, üretimin kontrol edilebilmesinden üç ana unsuru anlıyoruz. Bunlar; üretimde daha yüksek verimlilik sağlama, ekonomik üretim yapabilme ve rekabet ortamına uyum gösterebilme, bir diğeri ise insanın çalışma ortamında emniyet ve konforun sağlanmasıdır.

Endüstriyel kontrolün gelişimi PLC'lerin gerçek yerini belirlemiştir. İlk önce analog kontrollerle başlayan, elektronik kontrol sistemleri zamanla yetersiz kalınca, çözüm analog bilgisayar adını verdiğimiz sistemlerden dijital kökenli sistemlere geçmiştir.

Dijital sistemlerin zamanla daha hızlanması ve bir çok fonksiyonu , çok küçük bir hacimde dahi yapabilmeleri onları daha da aktif kılmıştır. Fakat esas gelişim, programlanabilir dijital sistemlerin ortaya çıkması ve mikroşemcili kontrolün aktif kullanıma geçirilmesinin bir sonucudur. Mikroşemcili kontrolün, mikroşemci tabanlı komple sistemlere yerini bırakmak zorunda kalması, Z80 ile aylarca süren tasarlama süresinin yanında, en azından 50 tane baskı devre yaptırmak zorunda kalınması ve en küçük değişikliğin bile ağır bir yük olmasının bir sonucudur. İşte bu noktada PLC'ler hayata girmeye başlamıştır.

Yirminci yüzyılın başlarında kimya endüstrisinde baş döndürücü üretimin ana hedefi, düşük işletme masrafları ve az yatırım ile bu işi büyük hızda başarmak idi. Diğer örnek ise, otomobil sanayiinden verilebilir. Transfer hatlarında üretilen standart otomobiller, seri mamul olarak da pazar tarafından kabul edilip müşteri buluyordu. Böyle bir imalat şekli ile üretim artırılmıştı; ancak üretimde esneklikten söz edilemezdi, o zamanlar amaç, sadece talebi karşılamaktan ibaretti.

50'li ve 60'lı yıllarda modern otomasyon tekniği çok büyük gelişmeler gösterdi. Otomasyon merkezi proses bilgisayarları yapıldı. Kimya, maden, demir-çelik, çimento gibi endüstrilerde çok gelişmiş otomasyon projeleri gerçekleştirildi. Ancak yapılan bütün çalışmalar bütün üretim hacimleri ve tek bir imalat için uygundu.

Bugün, standart seri ürünler, eskiden olduğu gibi, müşteri bulamıyorlar, çünkü pazarı ve ürünü müşteri belirliyor. Üreticinin görevi ise, bu pazara olan talebe göre, o ürünü üretmek şeklinde. Bu tarihi gelişim ile, geride bırakılan yılların durumunu kısaca özetleyebiliriz. Burada yapılan hata, seri imalatın, pazarın isteğine göre belirlenememiş olmasıdır.



Şekil 69. Örnek bir Plc görünümü (Siemens Automation, 2012)

3.2.1.1 PLC Elemanları

Programlanabilir denetleyiciler olarak adlandırılan sistemler, günümüzde yaygın olarak, otomatik kontrol düzenlerinde kullanılmakta olan mikroişlemci tabanlı endüstriyel otomasyon cihazlardır. PLC ikili giriş sinyallerini işleyerek, teknik işlemleri, çalışmaların adımlarını direkt olarak etkileyecek çıkış işaretlerini oluşturur. Çoğunlukla programlanabilir denetleyicilerin yapabileceği işlerde bir sınır yoktur. PLC, bir iş akışındaki bütün adımların doğru zaman ve doğru sıradaki bir hareket içerisinde olmasını sağlar. Kontrol problemlerinin çözümünde teknik olarak görülmüştür ki bu problemlerin karmaşıklığına göre PLC uygulamalar değişebilir. Bununla beraber aşağıdaki temel elemanlar PLC uygulamaları için daima gereklidir.

A .Donanım (hardware)

B. Yazılım (software)

C .Algılayıcılar (Sensörler)

D. İş elemanları

E. Programlayıcı

3.2.1.1 A. Donanım (Hardware):

Donanım elektronik modüller anlamında kullanılır. Bu modüller sistemin bütün fonksiyonlarını veya makinayı kontrol edebilir, adresleyebilir ve belirli bir iş akışın sırasında harekete geçebilirler. PLC'nin donanım elemanlarını şu şekilde sınıflandırabiliriz:

- Merkezi işlem birimi (CPU)
- Giriş birimi (INPUTS)
- Çıkış birimi (OUTPUTS)
- Programlayıcı birimi (PROGRAMMABLE)

3.2.1.1 B. Yazılım (Software):

Yazılım, lojik işlemler, makine veya bir sistemdeki elemanların harekete geçirilmesini belirleyen programlardır. Yazılımlar, donanımda bulunan bellek birimi içerisinde saklanırlar ve istenildiğinde değiştirilebilirler. Kontrol akışı, donanımda herhangi bir değişikliğin gereksinim duyulmadan yazılan bir program ile değiştirilebilir.

3.2.1.1 C. Algılayıcılar (Sensörler):

Bu elemanlar kontrol edilecek bir makine ya veya bir sisteme direkt olarak bağlanırlar. Bilgi, bu elemanların elektriksel akım değerlerine göre algılama PLC' ye iletilir. Algılayıcılara örnek olarak;

- 1.Sınır anahtarlar,
- 2 İşaret üreticiler,
- 3.Fotoseller,
4. Sıcaklık algılayıcıları verilebilir.

3.2.1.1 D. İş elemanları:

Bu elemanlar kontrol edilecek bir makine ya veya sisteme direkt olarak bağlanırlar. PLC' nin gönderdiği işaretlere göre durum değiştirirler. İş akışı bu durum değişikliğine göre belirlenir. İş elemanlarına örnek olarak;

1. İkazlar (Lambalar, sesli ikazlar, ziller),
2. Pnömatik silindirlere (Valf sistemler),
3. Göstergeler,
4. Kontaktörler,
5. Motor yol vericilerini verebiliriz

3.2.1.2 PLC Kullanım Avantajları

PLC' nin en büyük avantajı, düşük voltajlarda, bakım maliyetlerinin elektro-mekaniki röle kontrol sistemlerine göre oldukça ucuz olması, buna ilave olarak bir çok avantajlar sağlamaktadır.

Basitlik: PLC' nin modüller yapısı her türlü özel uygulamalara ve sistemleri değiştirebilme, hataları düzeltme ve sistem değişikliklerin tamamına cevap vermelidir.

Özgünlük: PLC' nin modüler yapısı her türlü özel uygulamalara ve sistemlerin uzantılarına cevap verecek biçimde çalışmalıdır.

Uygunluk: Elektromekanik sistem kontrolleri ve bunların devre bağlantıları göz önüne alınırsa PLC'nin yaptığı işe göre kapladığı alan ve teferruatı oldukça farklı ölçüde olduğundan yerden tasarruf edilir.

Değişkenlik: PLC' nin mekanikli parçaları olmayıp genel amaçlı kontrol aygıtlarıdır. PLC' nin tekrar tekrar program yapacak biçimde birçok değişik bağlantıları yerine getirebilecek ilave devre dizaynlar yapabilirler.

Gerçekcilik: PLC' lerin elektromekanik kısımları olmadığı için kırılacak-bozulacak parçaları yoktur. PLC' ler sonra kullanılmak üzere komple olarak depolanabilirler.

3.2.1.3 Bilgisayar İle Plc Arasındaki Fark Nedir?

PLC'nin merkezi işlem ünitesinde mikroişlemci veya mikrokontrolcü ünite bulunur. Bu yüzden her PLC bir bilgisayardır. Fakat her bilgisayar bir PLC değildir. PLC'ler üretimin yapıldığı tozlu, kirli ve elektriki gürültü gibi ağır şartlarda çalışacak şekilde dizayn edilmiştir. Bununla birlikte farklı bir programlama dili , arıza bulma ve bakım kolaylıklarının olması gibi özellikleri ile sanayi uygulamalarında bilgisayardan farklıdır. Bilgisayarların arıza ve bakım servisi ile programlama dillerinin öğrenilmesi için özel bir eğitime gerek vardır. PLC programlama dili klasik kumanda devrelerine uygunluk sağlayacak şekildedir. Bütün PLC'lerde hemen hemen aynı olan AND, OR, NOT (VE,VEYA, DEĞİL) gibi Boolean ifadeleri kullanılır. Programlarda klasik kumanda sistemini bilen birisi tarafından kolayca yapılabilir. 0-60 santigrat ortam ısılarında %0-%95 arası nem oranı olan ortamlardır.

Büyük çaplı kontrol sistemleri için bilgisayarın-mikroişlemciler in kullanılması. on adet röle-kontaktör elemanlarından daha az eleman gerektiren kontrol devrelerinde de klasik kumanda devrelerinin kullanılması daha avantajlı ve gereklidir.

Sonuç olarak; küçük ve orta büyüklükteki her türlü kumanda sisteminde,küçük yapılı yüksek güvenilirlikli ve değişebilir (flexile) beyin olarak PLC' ler otomasyon üretiminin vazgeçilmez birer elemanı olmuştur.

PLC cihazı, girişten alınan bilgi ve komutları işler. Giriş komutları; am temaslı buton , seçici anahtar, dijital anahtar veya sensör girişi olan sınır anahtar, yakınlık (proximity) anahtar, fotoelektrik anahtar vs. dir. Bu elemanlarla yüklerin çalışma şartları gözlenir veya kontrol edilir.

Giriş sinyallerine karşılık çıkış sinyallerinin iletimi, PLC'de yazılı olan programa bağlıdır. Selenoid valf, sinyal lambası, röle, gibi küçük yükler PLC tarafından direkt olarak sürülebilir. Fakat, büyük kapasiteli selenoid valf, 3 fazlı motor gibi yükler kontaktör veya röle üzerinden sürülmelidir.

3.2.1.4 PLC'nin Çalışma Prensibi

Giriş arabirimi, denetlenen makine veya sürece bağlantıyı sağlar. Ana işlevi dış dünyadan gelen kontak kapanması, analog sürecinin akım ve gerilim değerleri vs gibi işaretleri almak ve MİB(CPU)'in kullanabileceği bir formata sokmaktır. Çıkış arabirimiye, MİB'den gelen işaretleri alıp dış dünyadaki birimler tarafından kullanılacak bir formata sokar.

(MİB: merkezi işlemci birimi)

3.2.1.5 PLC Üniteleri Nasıl Çalışır ?

PLC cihazının çalışması belli bir mantık sırası izlenerek gerçekleşir. Bu sıralama şöyledir;

PLC, giriş birimlerinde bağlı bulunan kontrol aygıtlarının konumunu, tüm girişleri okuyarak tespit eder ve hafızada giriş birimine ait bölgeye bu değerleri yazar. Program hafızasında yüklü bulunan kullanıcı programı satır satır işlenmeye başlanır. Bu programın işlenmesi sırasında, gerektiğinde giriş değerlerinin yazılı olduğu hafıza okunur. Kullanıcı programının işlenmesi

sırasında elde edilen her bir çıkış değeri hafızada çıkış ünitesine ait bölgeye yazılır. Kullanıcı programının tüm satırları işlendiğinde çıkış hafıza bölgesindeki değerler çıkış ünitesine aktarılır. PLC tekrar ilk maddeden itibaren aynı işlem sırasını, cihaz kapatılana dek tekrarlamaya devam eder.

Dikkat edilmesi gereken hususlar;

Yukarıda verilen işlem sırasında da görüleceği üzere, giriş ünitesindeki cihazların değerlerinin okunup hafızaya yazılmasından sonra, tüm programın tamamlanarak elde edilen çıkış bilgilerinin çıkış ünitesine aktarılması için geçen süre boyunca girişler okunmamaktadır. "Program tarama zamanı" adı verilen bu süre içerisinde girişlerde herhangi bir konum değişikliği olsa dahi PLC bu değişikliği tarama zamanı sonuna dek fark etmeyecektir. Bu durum hassas sistemlerde bazı zamanlama hatalarına neden olabilecektir. Ayrı olarak; bahsedilen giriş konum değişikliği tarama zamanından daha kısa bir süre içerisinde gerçekleşmiş olursa, bu değişiklik hiç fark edilemeyeceğinden daha büyük hatalarla karşılaşılabilir.

3.2.2 PLC'nin Elektro-Mekanik Sistemlerden Ana Üstünlükleri

Ana üstünlükleri şu şekildedir:

1) Elektriksel fonksiyon ve tüm kilitleme ile kontrollerin, otomasyon cihazların programı ile ilgili olması nedeni ile herhangi bir değişiklik, yapılan elektrik tesisatından bağımsız olarak programlama cihazında tuşlara basılarak yapılabilir.

2) Hiçbir hareketli yanı olmadığı için akım gerektirmez.

3) Elektro mekanik kontrol tekniğine göre enerji bakımından daha tasarrufludur.

4) Kapladığı hacim yönünden yer ve malzeme tasarrufu sağlar.

5) Bütün giriş çıkışlarda işaret seviyeleri LED'lerle gösterildiği için tüm sinyallere hakim olma imkanı mevcuttur. Arıza anında büyük kolaylık sağlar.

6) Programın elektriksel tesisatından bağımsız olması, dolayısıyla ile kısmi işletmeye alma yada müsaade etmesi en büyük avantaj sayılmalıdır.

7) Projenin gerçekleştirilmesinde aşamalar daha kısa olduğu için zamandan tasarruf sağlanır.

8) Otomasyonda kullanılan programlar kolayca kopya edilebilir.

9) Güç çıkışları transistör olduğu için diğer kontaktörlü sisteme göre kontrol enerjisi tasarruf yönünden de üstünlük sağlar.

Bir programlama cihazı ile bütün devreler programlanabileceği gibi ilgili bütün kilitlemeler, sayıcı devreleri, flip-floplar, zaman devreleri oluşturulabilir. Kontrol genel olarak; analog ve dijital olarak gruplandırılabilir. Analog bir kontrolde, kontrol büyüklüğünün genliği ve işareti önemlidir. Sayısal kontrolde ise kodlanmış sayılar bilgiyi taşırlar.

Endüstriyel kumanda devreleri lojik temele dayanan aç-kapa (ON-OFF) ya da çalış-dur biçiminde çalışan geleneksel olarak kontaktör, yardımcı röle ve zaman rölesi gibi elemanlarla gerçekleştirilen devrelerdir.

Yeterli sayıda giriş-çıkış birimleri, temel lojik işlemleri yapmak için gerekli komutlar, zamanlayıcılar ve yardımcı rölenin işlevini üstlenecek saklayıcıların bulunduğu bir PLC ile geleneksel kumanda devrelerinin işlevine sahip PLC'li kumanda devreleri gerçekleştirilebilir.

Endüstriyel kumanda devrelerinin PLC'lerle gerçekleştirilmesi iki adımdan oluşur:

A) Kumanda probleminin çözümü için gerekli lojik fonksiyonun veya kontaklı kumanda devresinin tasarlanması,

B) Elde edilen lojik fonksiyonun veya kontaklı kumanda devresinin programlanması ve PLC'ye yüklenmesi

Kumanda probleminin çözümüne ilişkin lojik fonksiyonun veya kontaklı kumanda devresinin tasarlanması için ya lojik devre tasarım yöntemlerinden, ya da varolan endüstriyel kumanda devrelerinden yararlanılır.

3.2.3 Elektro-Mekanik Sistemle Kontrol

Lojik devre tasarım yöntemleri ile elde edilen lojik fonksiyonlar kolayca programlanabilir. PLC'ler belirli bir kumanda işlemi için tasarlanmış bulunan endüstriyel kumanda devrelerinin programlanmasına uygun yapıdadır.

Tasarlanmış bir kumanda devresinin programlanması ve yazılan programın PLC program belleğine yüklenmesi ile tasarım süreci tamamlanır. PLC'ler için kumanda devresi ile ilgili kişilerin kolayca anlayıp uygulayabileceği programlar kullanılır. programlama için ya özel bir programlayıcı, ya da PLC'leri programlamak amacıyla geliştirilmiş ve kişisel bilgisayarlarda DOS veya WINDOWS ortamında çalışan paket programlar kullanılır.

Özel programlayıcı cihazlarında, genellikle deyim listesi ile programlama, kişisel bilgisayarlarda ise bütün programlama teknikleri kullanılır.

3.2.4 Kontrol Ünitesi

Bir enjeksiyon makinesinde açık veya kapalı devre kontrolüyle denetlenmesi

gereken bazı fonksiyonlar şunlardır;

- Kovan sıcaklığı
- Eriyik malzemenin sıcaklığı
- Varsa sıcak yolluk sistemlerinin sıcaklığı
- Kalıp sıcaklığı
- Vida dönüş hızı (mal alma işlemi için).
- Enjeksiyon hızı
- Tutma basınçları

3.2.5 PLC 'nin Enjeksiyon Makine Kontrolündeki Yeri

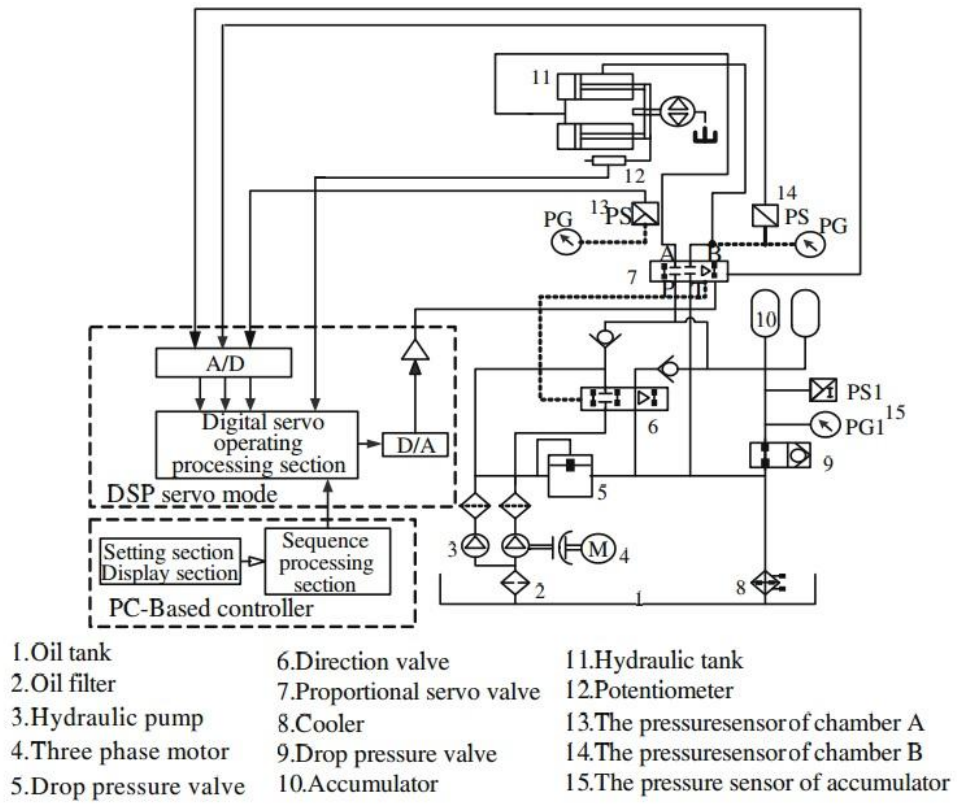
Bir PLC sistemi enjeksiyon makinesinde vidanın konumu, vidanın hızı, enjeksiyon grubunun konumu, enjeksiyon zamanı, tutma basınçları, kovan sıcaklığı, ve bunun gibi birçok parametrenin sinyallerini gerekli yerlerden alır ve bunları istenen şekilde kolaylıkla değerlendirir. PLC değerlendirdiği giriş

sinyallerine karşılık gerekli çıkış sinyallerini gerekli yerlere, sıcaklığı değiştirmek, valf açıp kapamak suretiyle basınç ve hız değerlerini değiştirmek gibi fonksiyonları yerine getirmek üzere gönderir. Bu sırada tüm çevriminekrandan gözlemlenmesi ve gerektiğinde makinenin tam otomatik olarak çalışması da gerekmektedir. Bilgisayar kontrollü makinelerde kullanılan kalıbın tüm çalışma değerleri, sonradan tekrar kullanılmak üzere kontrol sisteminin kendi hafızasına kaydedilip saklanabilir. Artık yeni kullanılan kontrol sistemleri, ürün kalitesini yükseltmek üzere gerektiğinde özel proses stratejileri geliştirerek üreticiye yardımcı olabilecek yapıdadırlar. Bu yapı, özellikle ağırlık veya boyut gibi termoplastiklerin ürün özelliklerini yani kalitelerini etkileyen tutma basınçları safhası için büyük önem arz etmektedir. Yeni kontrol sistemleri aynı zamanda enjeksiyon çevrimini, kalıbın açılmasını önleyecek şekilde kontrol edebilmektedir.

3.2.6 PLC ile Enjeksiyon Makinalarının Kontrolü ve Entegrasyonu

Tsai ve arkadaşları injection speed control tekniği ile enjeksiyon makinaklarını programlamışlardır. Modelde standart c programlama teknikleri kullanılarak gain-scheduling PI controller ve fuzzy PI controller sunulmuş , karşılaştırılmış ve PLC'ye entegre etmişlerdir. (Mechatronics, Mechatronic design and injection speed control of an ultra high-speed plastic injection molding machine, 19,147-155,2009)

Sistemin çalışma prensibi aşağıda verilmiştir ;



Şekil 70. Enjeksiyon Makinaları Plc kontrol, Fuzzy PI Kontrol devresi

Yukarıda da bahsedildiği gibi PLC'ler endüstriyel ortamlarda çalışan elektronik kontrolörlerdir ve endüstride kullanılan her türlü makine, motor gibi elektriksel, hidrolik ve pnömatik sistemlerde kullanılabilirler. Kullanım amaçları istenilen zaman ve koşullarda bazı cihazları çalıştırmak olabileceği gibi, belli oranlarda istenilen özelliklerin dengede tutulması, ölçülmesi ve kayıt altında tutulması gibi amaçlarla da kullanılabilirler.

Enjeksiyon prosesinde yukarıda belirtilen amaçların hepsine endüstriyel ortamlarda zorlu koşullarda ihtiyaç duyulması sebebiyle PLC sistemleri tercih edilmektedir. PLC'ler enjeksiyon prosesinin ihtiyacına göre belirlenen giriş çıkış sayılarına uygun olarak seçilerek, prosesin ihtiyaç duyduğu işlemlere göre tasarlanmakta ve programlanmaktadır. Her enjeksiyon prosesinin işlem adımları, tasarımı ve ihtiyaçları değişebileceği için PLC sistemlerinin programları ve kontrol panosu tasarımları da değişiklik göstermektedir. Kontrol panosu ve PLC sistemi tasarlanırken enjeksiyon

makineleriyle beraber çalışan diğer elemanlarında dikkate alınması ve tasarımların ona göre yapılması gerekmektedir. Dikkate alınmadan yapılması veya sistemlerin birbiri ile iletişimde sıkıntı oluşması durumunda hayati sorunlar doğurabilecek çok büyük sıkıntılar ortaya çıkabilmektedir.

3.2.7 PLC Ünite ve Sistem Konularında Uzman Ticari Firmalar

- Siemens
- Omron
- Allen Bradley
- Qualitrol International (, GE Fanuc, Siemens, Allen Bradley PLC leri ve diğer Otomasyon ürünleri ile ilgili dünya çapında onarım çözümleri ve yedek parça temini sağlayan uluslararası bir firmadır)
- Yaskawa Plc ürünleri
- Fultek kontrol sistemleri San.Tic.Ltd.Şti.
- Enda PLC (yerli)
- Microdev (yerli)
- Babil Otomasyon San.Tic.Ltd.Şti.
- Delta Otomasyon Ürünleri
- Dacel Mühendislik
- Plcmerkezi.com.tr (PLC TAMİR/YAPIM BAKIM/ SERVİS)
- Teknika Elektrik Elektronik Otomasyon San. Tic. Ltd. Şti.

BÖLÜM 4. STANDARTLAR

Enjeksiyon prosesi ile üretilen contalı boru ekipmanları ve bu proseste kullanılan hammadde ve elektronik ürünlere ilişkin mevcut uluslararası ve ulusal standartlar incelenmiştir. Tasarımı yapılacak olan modeller için standartların sınır değerleri göz önüne alınmıştır. Aşağıda incelenen standartlardan bazıları, küçük kesitler halinde paylaşılmıştır.

Bu bölümde incelenen , takip edilen, satın alınan veya alınması planan standartlara ilişkin bilgiler paylaşılmıştır.

4.1 MAKINA VE KALIP TEKNOLOJILERI STANDARTLARI

TS 1149-1 EN ISO 294-1 Plastikler - Termoplastik malzemelerden enjeksiyon kalıplama ile deney parçalarının hazırlanması - Bölüm 1: Genel prensipler ve çok amaçlı çubuk deney parçalarının kalıplanması

TS EN ISO 10724-1 Plâstikler - Termoset toz kalıplama karışımlarından enjeksiyon kalıplama ile deney parçalarının hazırlanması - Bölüm 1: Genel prensipler ve çok amaçlı deney parçalarının kalıplanması

TS EN 802 Plastik boru ve kanal sistemleri-Enjeksiyon kalıplama ile imal edilen termoplastik ekleme parçaları-Basınçlı boru sistemlerinde kullanılan-Sıkıştırma ile maksimum deformasyonun tayini

TS 3779 EN ISO 2818 Plastikler-Deney parçalarının makina ile işlenerek hazırlanması

TS EN 201 (İngilizce Metin) Lastik ve plastik makinaları- Enjeksiyon kalıplama makinaları- Güvenlik kuralları

TS EN ISO 294-2/A1 (İngilizce Metin) Plastikler - Termoplastik malzemelerden enjeksiyon kalıplama ile deney parçalarının hazırlanması - Bölüm 1- 2: Küçük çekme çubukları

4.2 MALZEME BİLİMİ STANDARTLAR

TS EN ISO 15527 (İngilizce Metin) Plastikler- Polietilenin levhaların kalıpla sıkıştırılması- Gereksinimler ve test metotları

TS EN 12201-3 (İngilizce Metin) Basınç altında içme ve kullanma suyu, kanalizasyon ve drenaj suyu için plâstik boru sistemleri - Polietilen(PE) - Bölüm 3:Ekleme parçaları)

TS 6899 Plastikler -Çubuklar- Yüksek yoğunluklu polietilenden yapılan genel amaçlı

TS 7483 Plastikler - Polietilen kalıplama ve ekstrüzyon malzemeleri

TS EN ISO 1872-1 Plâstikler - Polietilen (pe) kalıplama ve ekstrüzyon malzemeleri - bölüm 1: Özelliklerin işaretlerle gösterilmesi sistemi ve esasları

TSE K 169 Plastik boru sistemleri - Bina içindeki soğuk ve sıcak atık suların atılmasında kullanılan - Mineral katkılı polipropilen (pp) malzemeden mamul - Ses geçirmeyen boruların, ekleme parçalarının ve sistemin özellikleri

TS EN 1451-1 Plâstik boru sistemleri -Bina içinde soğuk ve sıcak atık suların atılmasında kullanılan- Polipropilenden (pp) bölüm 1: Borular, ekleme parçaları ve sistem özellikleri

TS 1404 Polipropilen Hammaddeler

TS EN ISO 1873-2 Plâstikler - Polipropilen (pp) kalıplama ve ekstrüzyon malzemeleri - Bölüm 2 : Deney numunelerinin hazırlanması ve özelliklerinin tayini

TS 5611 Plastikler-Polipropilen-Kalıplama karışımları

TS EN ISO 580 (İngilizce Metin) Plastik boru ve kanal sistemleri-Enjeksiyon kalıplama ile imal edilen termoplâstik ekleme parçaları - Sıcaklık etkisinin gözle muayene metotları

TS EN 12877-2 Renklendirici maddeler-Plastiklerde kullanılan-Plastiklerin işlenmesi sırasında renklendirici maddelerin ısıya karşı renk kararlılığının tayini-Bölüm 2: Enjeksiyon kalıplamayla tayini

4.3 OTOMASYON VE ELEKTRONİK BİLİMİ STANDARTLAR

TS EN 61131-2 Programlanabilir denetleyiciler - Bölüm 2: Donanım kuralları ve deneyler

TS EN 60204-1/A1 Makinalarda güvenlik - Makinaların elektrik donanımı - Bölüm 1: Genel kurallar

TS EN 62026-1 Alçak gerilim anahtarlama düzeni ve kontrol düzeni - kontrol edici cihaz ara yüzleri (cdı) - Bölüm 1: Genel kurallar

TS ISO 2806 Otomasyon sistemleri - Endüstri için - Tezgâhların nümerik kontrolü- Terimler ve tarifler

TS EN ISO 11354-1:2011 (İngilizce Metin) İleri otomasyon teknolojileri ve uygulamaları-İşletme sürecinde çalışmanın kurulumu için özellikler-Bölüm 1:İşletme çalışmaları için çerçeve

TS EN 61812-1 Zaman röleleri - Endüstriyel ve yerleşim kullanımı için - bölüm 1: Özellikler ve deneyler

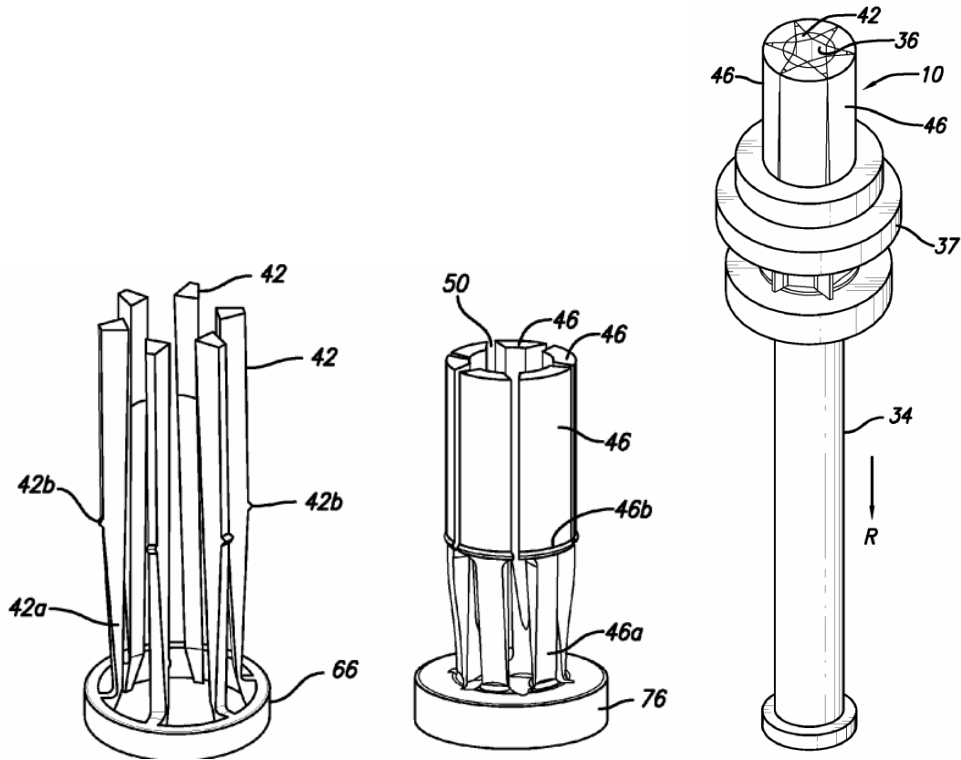
TS EN 1012-1 (İngilizce Metin) Kompresörler ve vakum pompaları güvenlik kuralları-Bölüm 1: Kompresörler

TS ISO 8011 Kompresörler-Proses endüstrisinde kullanılan-Turbo tipler-Tasarım ve konstrüksüyonları için özellikler ve veri sayfaları

BÖLÜM 5. PATENTLER

Enjeksiyon yöntemi ile üretilen ürünler, özellikle Atıksu boru fittingsleri gibi conta kanallı ürünlerin üretiminde kullanılan, makine-teçhizat , enjeksiyon makinası maça sistemleri ve mühendislik kısımlarına özgü alanlarda patent incelemeleri yapılmıştır. Yapılan patent taramalarında bir çok yenilikçi tekniklere rastlanılmıştır. Bazı sistemlerin mekanik tasarımları, kalıp tasarım sürecine yansımıştır. Yapılan tasarım çalışmalarında bu bilgiler baz teşkil etmiştir. İncelenen tekniklerin, uygulamaların detaylı patent araştırmaları yapılmıştır. Bu bağlamda United States , Canada, European ve WIPO patent ofislerine kayıtlı patentler incelenmiştir. Aşağıda temel konu başlıklarında yapılan araştırmalardan kesit bilgiler sunulmuştur.

US 7293341 B2 “ Collapsible core assembly for a molding apparatus “



Şekil 71. Patent, Collapsible core assembly for a molding apparatus

US20090152770 "Mechanically Collapsible Core For Injection Molding"

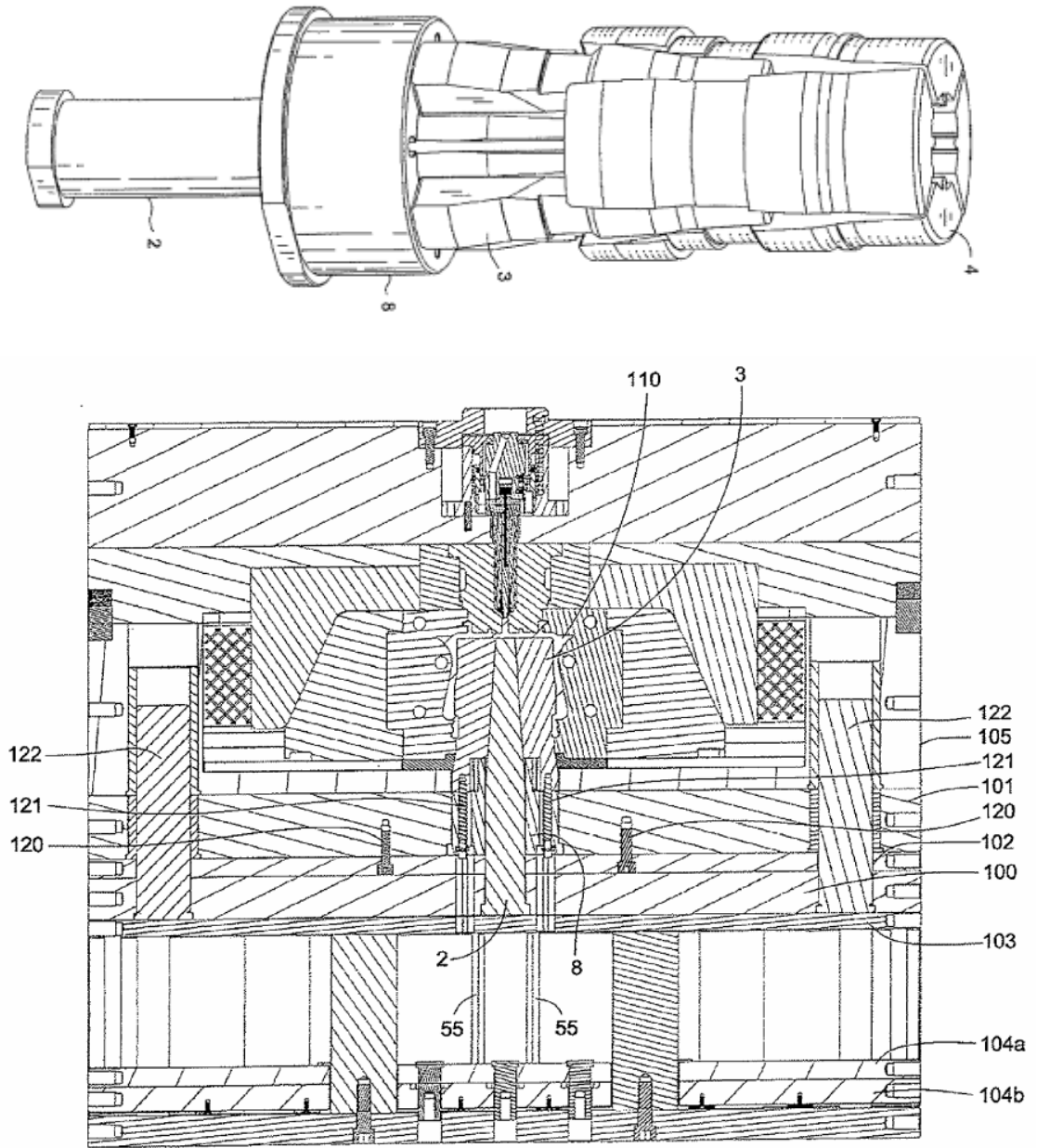
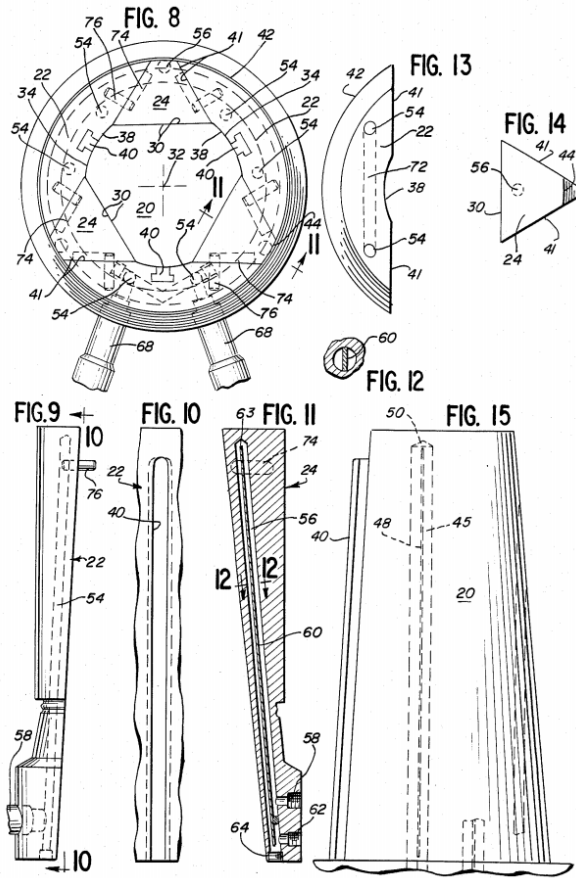


FIG. 4

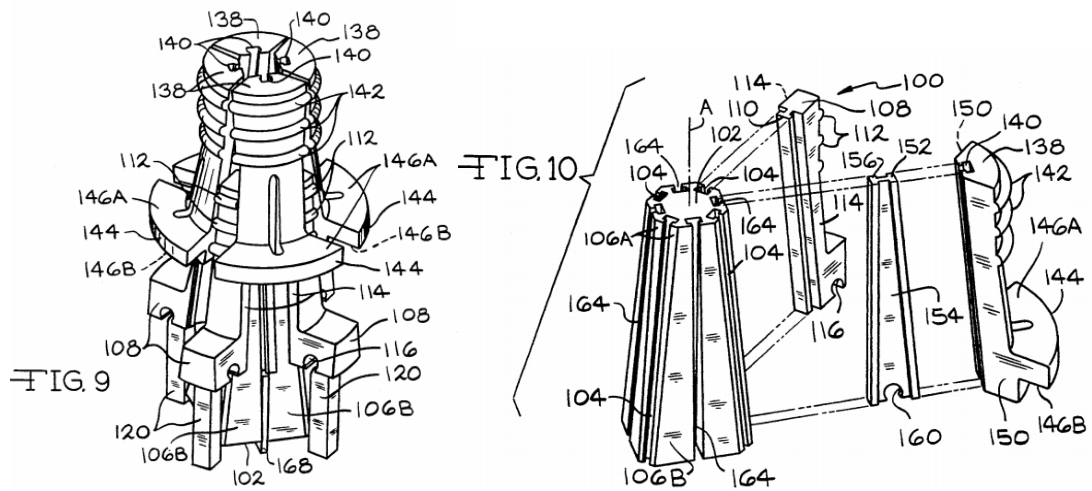
Şekil 72. Patent, Mechanically Collapsible Core For Injection Molding

US 4533312 "Simplified collapsible mold core"



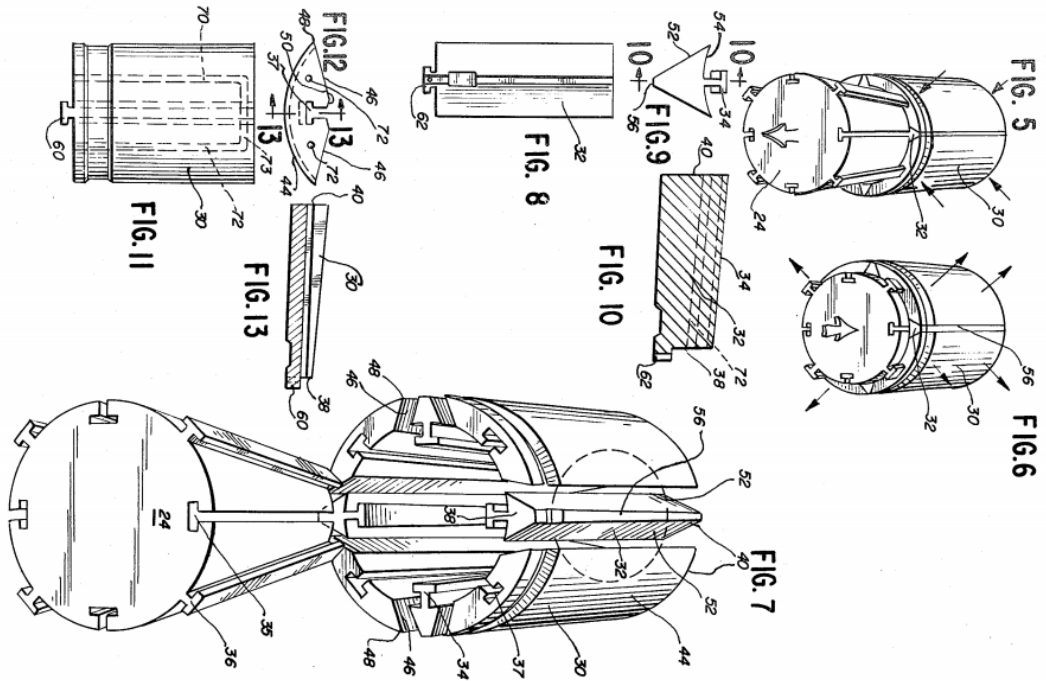
Şekil 73. Patent, Simplified collapsible mold core

US 5403179 "Collapsible Mold Core Assembly"



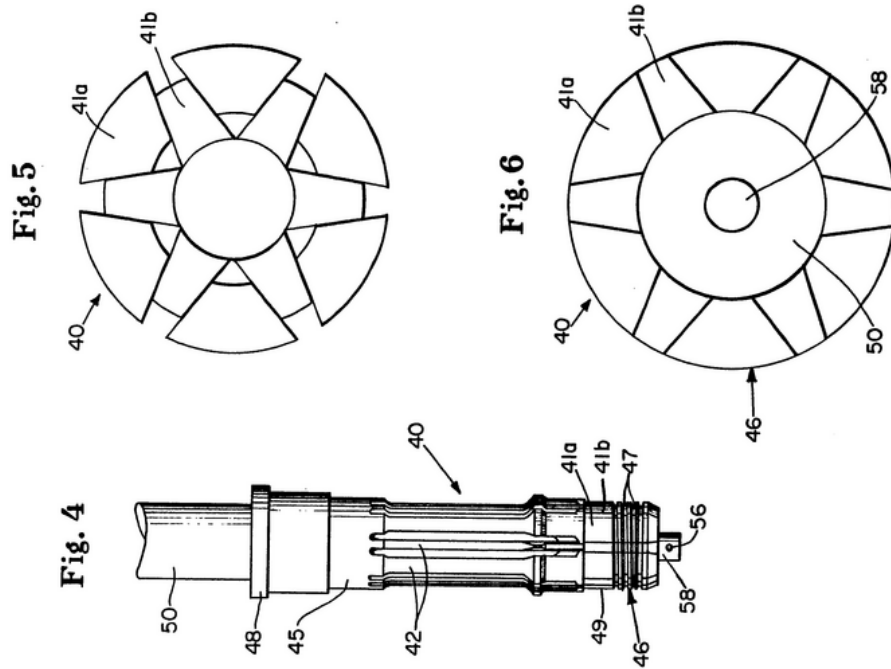
Şekil 74. Patent, Collapsible Mold Core Assembly

US 4286766 "Collapsible Mold Core"



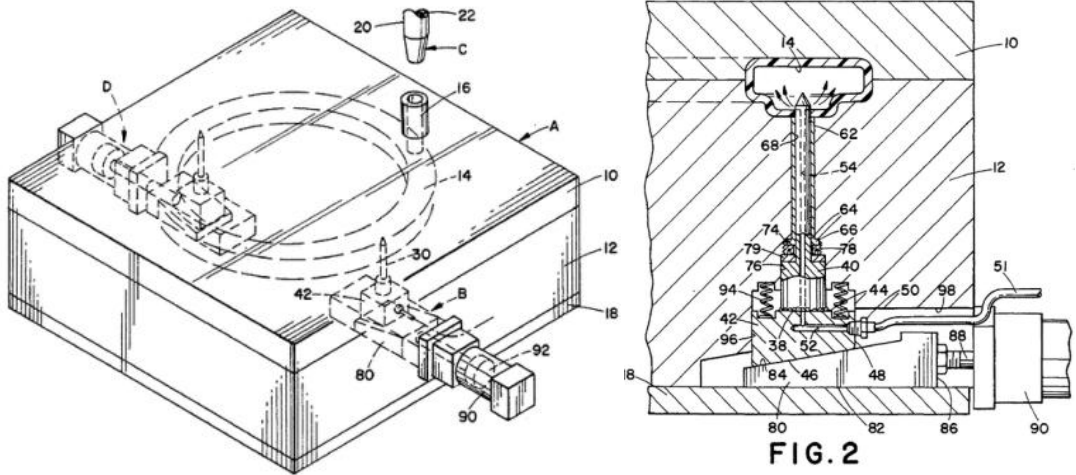
Şekil 75. Patent, Collapsible Mold Core

EP 0184885 “ Expandable core pin for blow-molding a container having a neck-portion with internal attachment means “



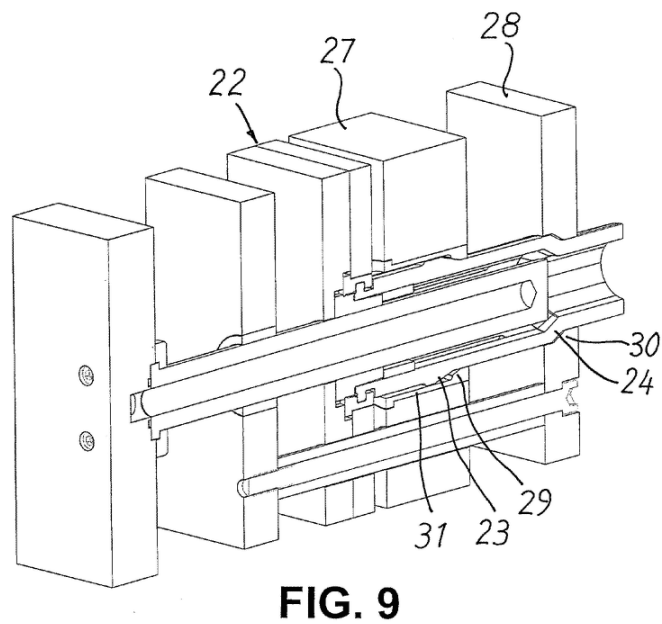
Şekil 76. Patent, Expandable core pin for blow-molding a container having...

US 5127814 “ Apparatus for producing a fluid-assisted injection molded product ”



Şekil 77. Patent, Apparatus for producing a fluid-assisted injection molded product

WO 2008054319 A9 “ Device at a Collapsible Core, Preferably at Injection-Moulding Tool for Plastic Material “



Şekil 78. Patent, Device at a Collapsible Core, Preferably at Injection-Moulding Tool for Plastic Material

US 5939015 A “ Centercore process for gas assisted injection molding “

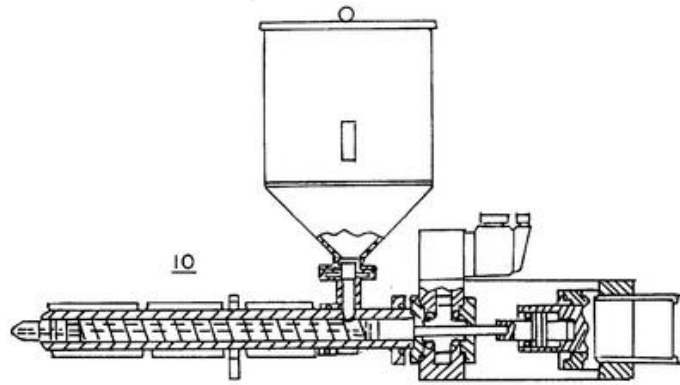


FIG. 1

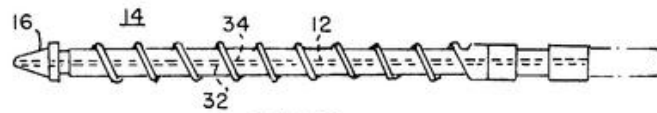


FIG. 2

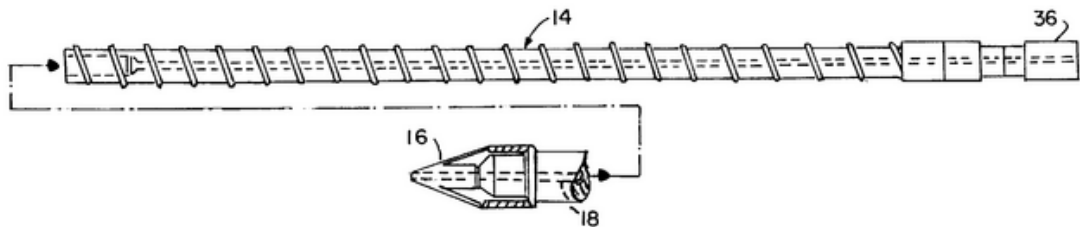


FIG. 4

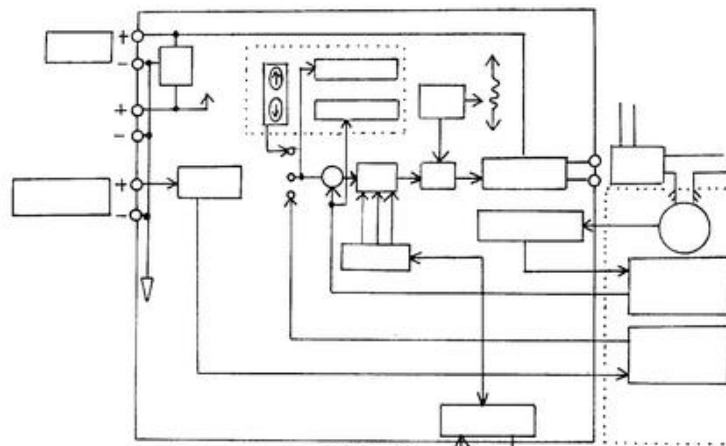
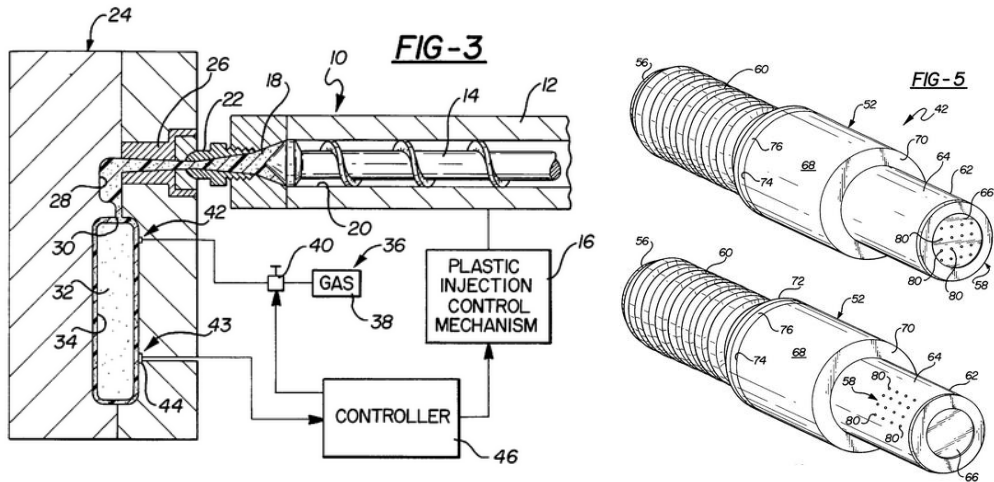


FIG. 10

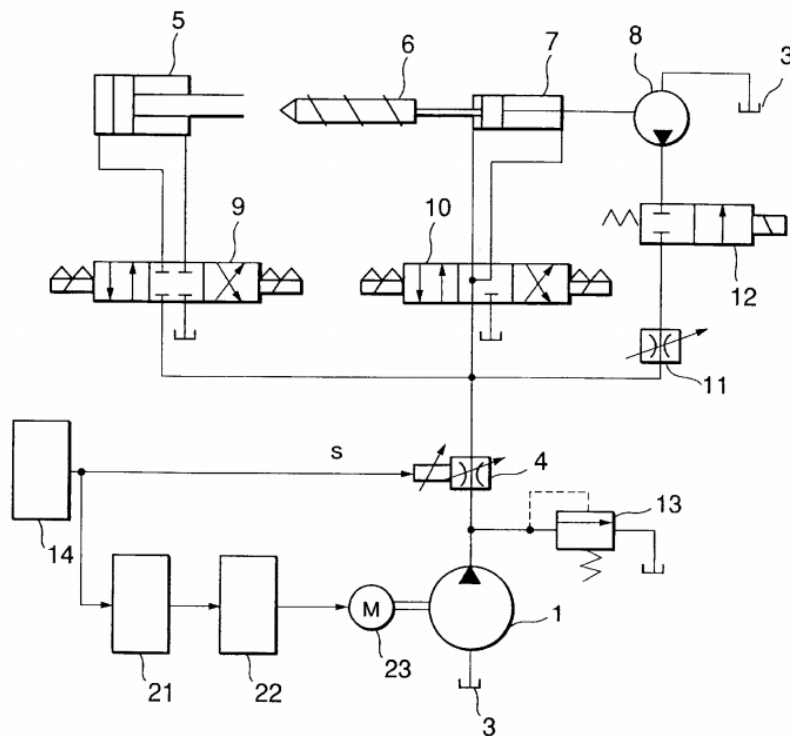
Şekil 79. Patent, Centercore process for gas assisted injection molding

US 5820889 A “ Gas nozzle for a gas assisted injection molding system “



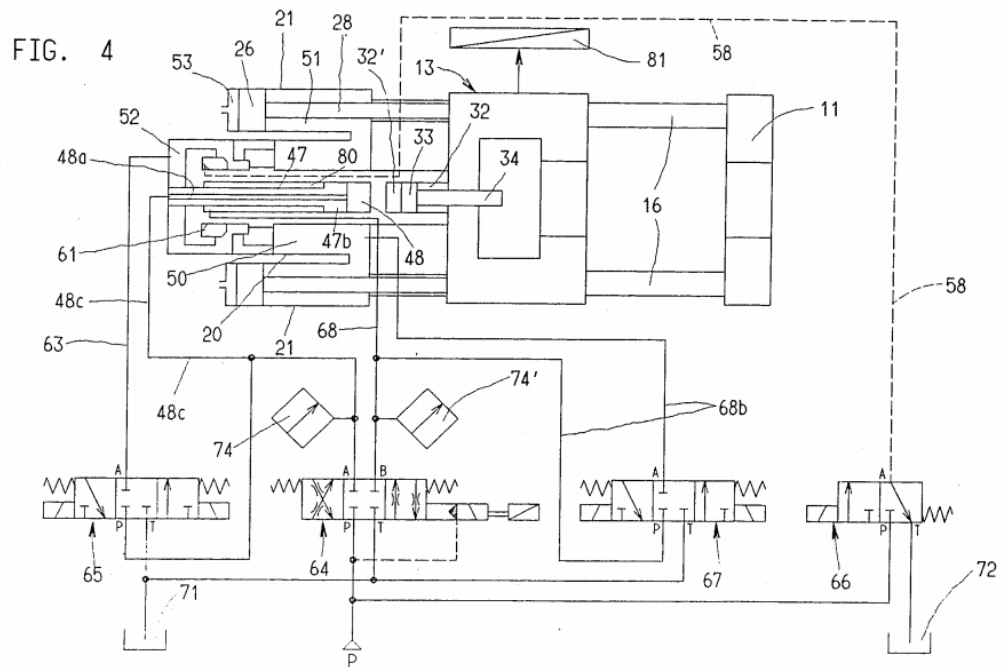
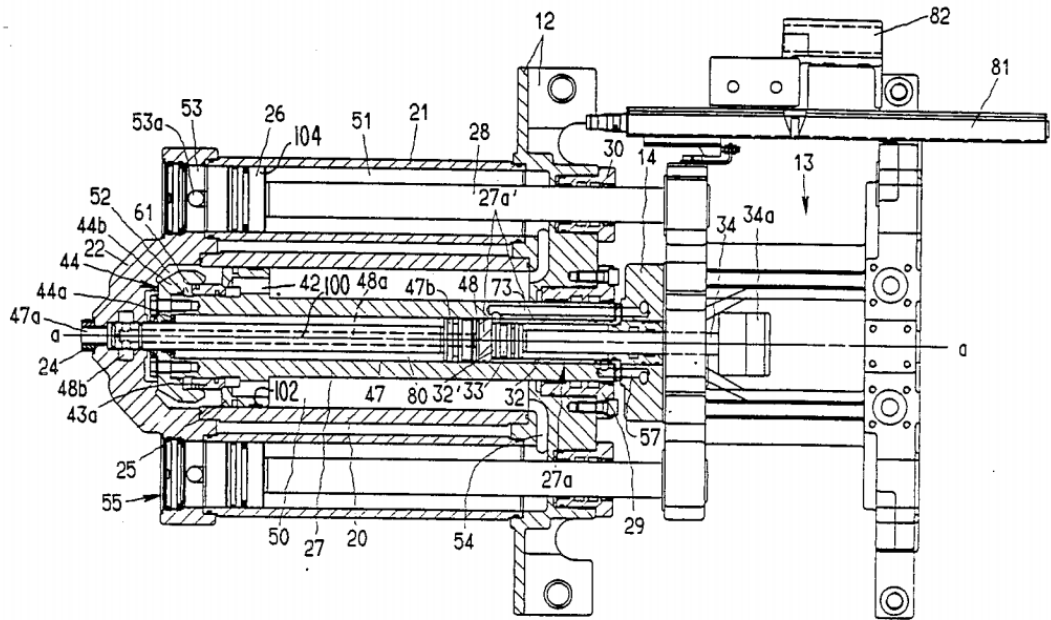
Şekil 80. Patent, Gas nozzle for a gas assisted injection molding system

US 6280170 “ Hydraulic control system for an injection molding machine “



Şekil 81. Patent, Hydraulic control system for an injection molding machine

US 4846664 "Hydraulic System for the mold clamping unit of a plastics injection molding machine"



Şekil 82. Patent, Hydraulic System for the mold clamping unit of a plastics injection molding machine

US 5229952 "Control for injection molding machine"

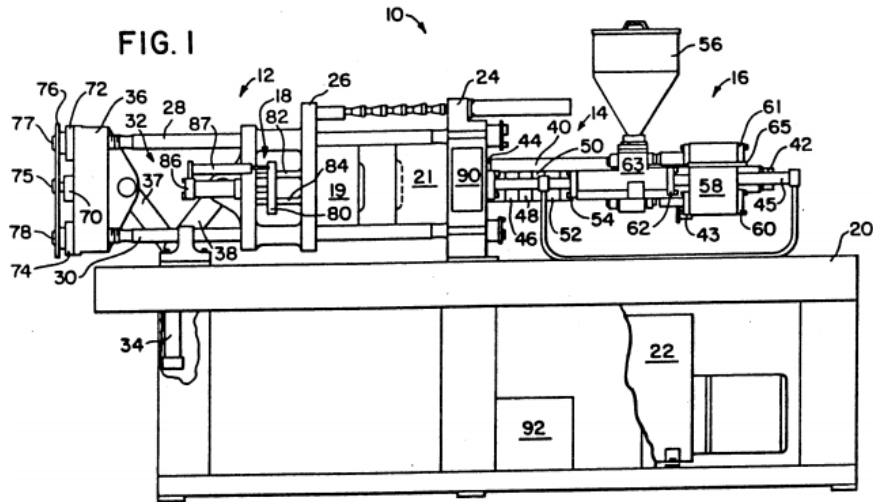
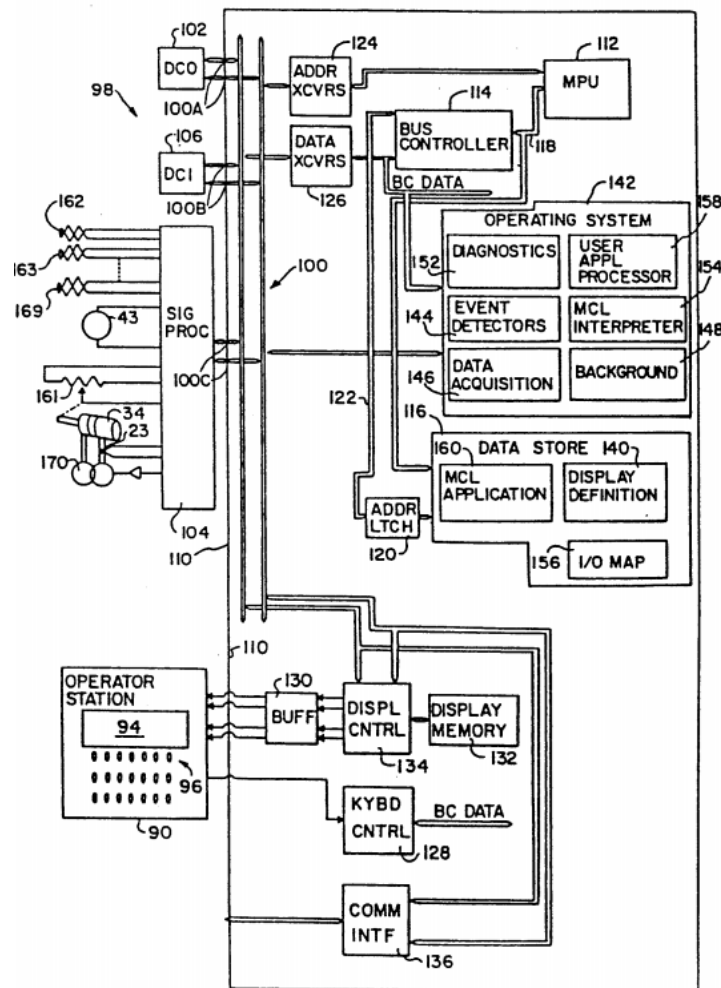


FIG. 2



Şekil 83. Patent, Control for injection molding machine

BÖLÜM 6. TASARIM

6.1 KAVRAM GELİŞTİRME

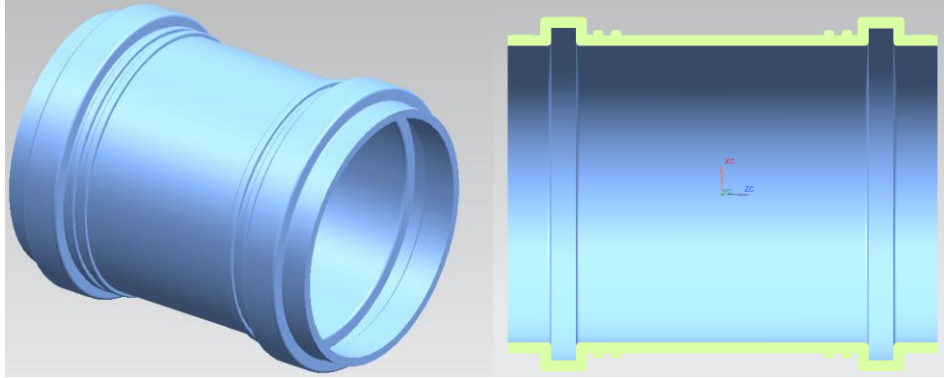
Plastik enjeksiyon (Fittings) kalıplarında conta kanalını oluşturan keskin köşeyi oluşturabilmek için günümüz teknolojilerinde katlanır maça (Collapsible Core) ve hafızalı maça (Memorial Core) haricinde bu kanalı oluşturacak bir teknoloji bulunmamaktadır. Bu durum sanayi de yeni bir arayışı doğurmuştur. Akademik tezin ve tasarım sürecinin çıkış noktası bu ihtiyaca dayanmaktadır.

Tez literatür araştırmaları sırasında görülmüştür ki uygulanacak olan havalı maça yöntemi daha önce herhangi bir yerde uygulanmamıştır. Havalı maça uygulamasına benzer gözüken, gaz destekli ve su destekli enjeksiyon teknikleri, araştırmalar kapsamında incelenmiş, bu tekniklerin daha çok kabuk (sheel) yapıların imal edilmesinde uygulanan bir teknik olduğu görülmüştür. Bu teknik ile havalı maça sistemi arasında farklılıklar tespit edilmiştir.

Havalı Maça tasarımının amacı, enjeksiyon kalıplarında ters açılı karmaşık geometrilerin oluşturulmasında çözüm üretmektir. Tez kapsamında yapılacak olan, ters açılı formların hava gücüyle imal edilmesine yönelik çalışmalar kapsamında hedef, atıksu boru fittings ürünleri, conta kanal formları olmuştur. Conta kanallarının havalı maça (Aircore) ile oluşturulmasıdır. Böylelikle katlanır maçaya (collapsible core) alternatif yeni bir kalıp tekniği geliştirilmiş olacaktır. Bu kapsamda imali yapılması planlanan deneme kalıbında, Atıksu Manşon ürününe uygun çalışmalar yapılmıştır.

6.2 ÜRÜN MODELİ

Tez kapsamında Atıksu Manşon ürünün imali planlanmıştır. Manşon ürünün conta kanal bölgeleri bu yeni nesil teknik ile oluşturulacaktır.



Şekil 84. Atıksu Manşon ürünü 3D görünüm

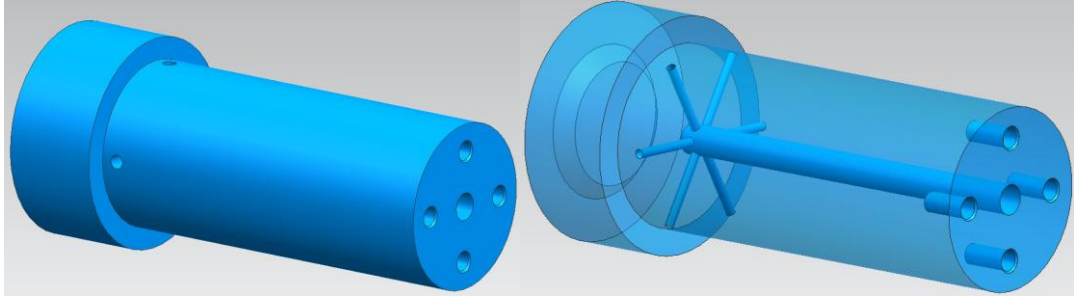
6.3 AIRCORE MAÇA TASARIMI (HAVALI MAÇA)

6.3.1 Tasarım Tanımları

Aircore maçası , sistem içerisinde mekanik olarak bir maça görevi görürken, aynı zamanda içerisinden geçen hava ile asıl görevini yapacaktır. Bunun dışında maça'nın eriyik plastik ürün ile temas eden yüzeyleri soğutma kalitesini artırma amaçlı kullanılması düşünülmüştür. Bu uygulama ile model üzerinde “ Conformal Cooling ” tekniği uygulanmış olacaktır. Model kavramı geliştirilirken , klasik imalat yöntemlerinden bağımsız imal edilmiştir. En iyi soğutma'nın yapılması için gerekli geometrik unsurlar, model içerisinde oluşturulmuştur. Tüm bu süreçler adım adım ve analizler aracılığı ile tasarımlar doğrulanarak yapılmıştır.

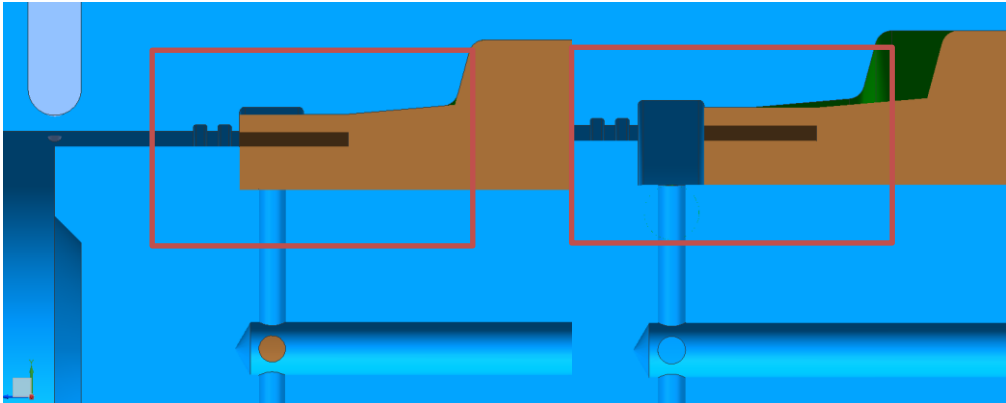
6.3.2 Hava ile Şekil Vermede Soğutma

İlk olarak hava kanalları bir merkez içerisinden ve 4 hava valf çıkışı ile eriyik malzemeyi şekillendirilmesi planlanmıştır. Bu sırada havanın soğutmaya da etkisi olacaktır. Bu etkinin daha da artırılması amacı ile hava kanalı çıkış sayısı 6 adete yükseltilmiştir.

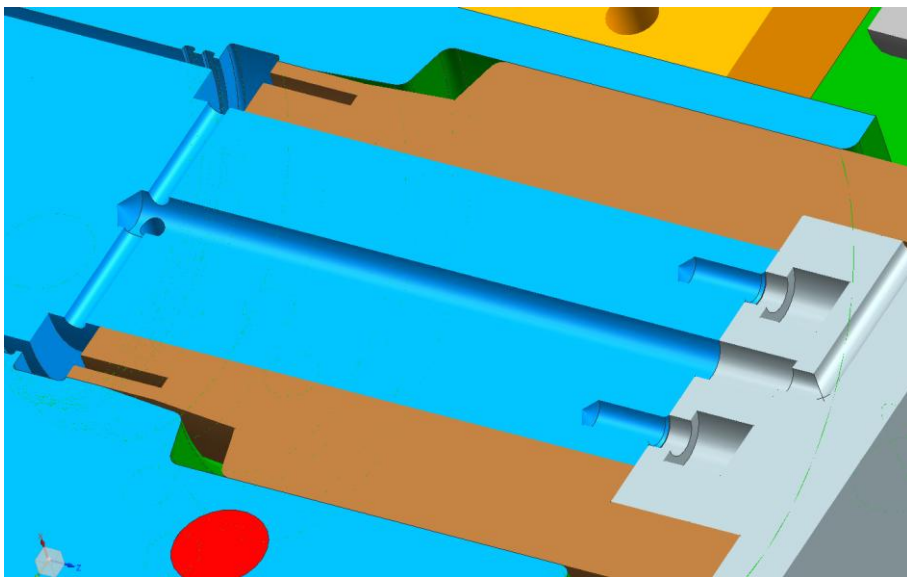


Şekil 85. Aircore 6 yollu hava kanalı modeli

Kalıp tasarımı yapılırken , maçanın boyutları , pozisyonları dikkate alınmaktadır. Eriyik plastiğin hareket edeceği bölge model üzerinde ve maça ek parçası üzerinde oluşturulmuştur. Bu bölge aynı zamanda çift harekette kullanılacak olan hidrolik piston açısından da önemlidir.



Şekil 86. Havalı Maça ve piston ek eriyik kılavuz parçası

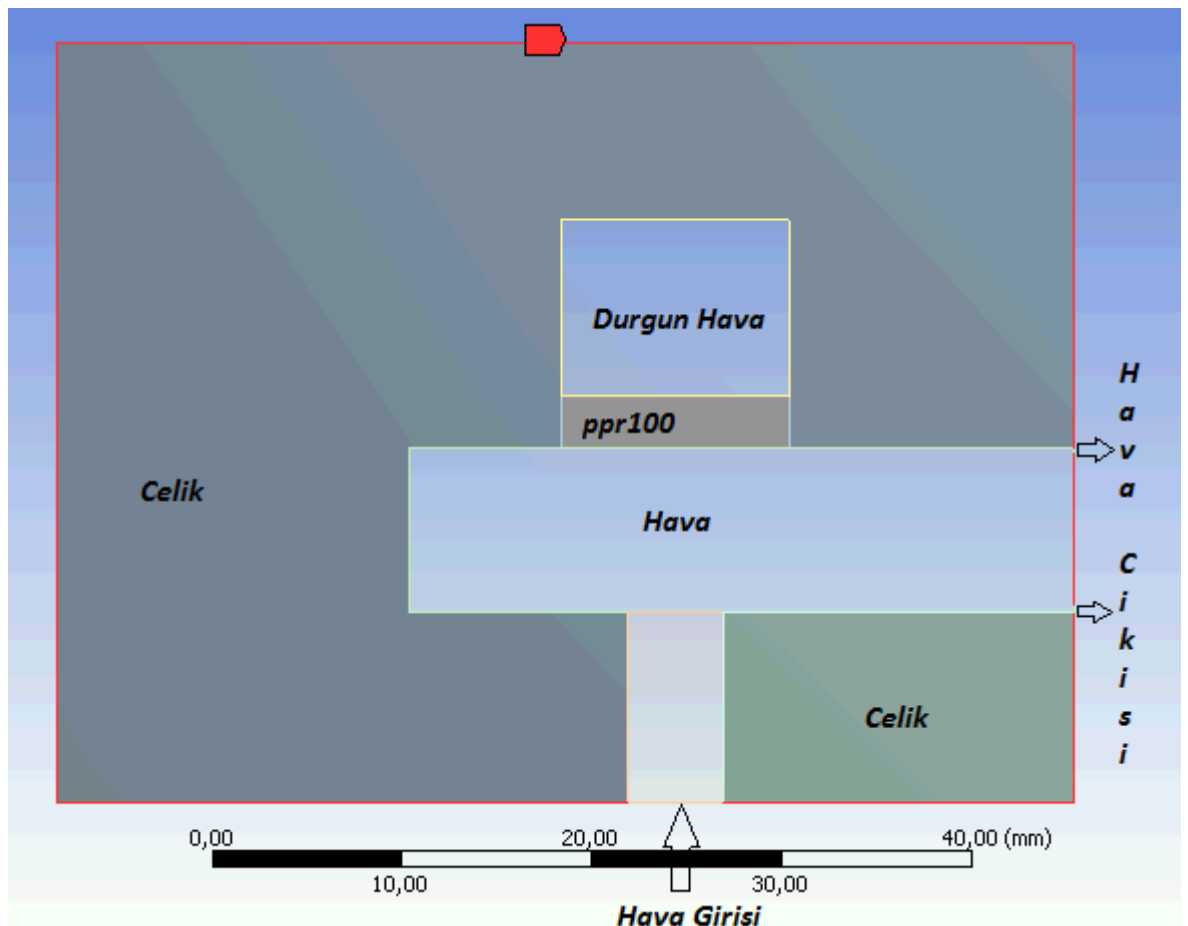


Şekil 87. Havalı Maça ve piston ek eriyik kılavuz parçası 3D

6.3.3 Hava ile Soğutma Analizi yöntem ve tanımlamalar :

Çalışma kapsamında, kalıp içerisinde bulunan eriyik haldeki PP malzemesinin, bir nozül vasıtası ile hava sayesinde soğutulması incelenmiştir. Model 2 Boyutlu olarak oluşturulmuş ve model içerisinde, kalıp malzemesi olan çelik, eriyik halde soğutulacak olan PP malzeme ve soğutma için kullanılacak bir hava modellenmiştir.

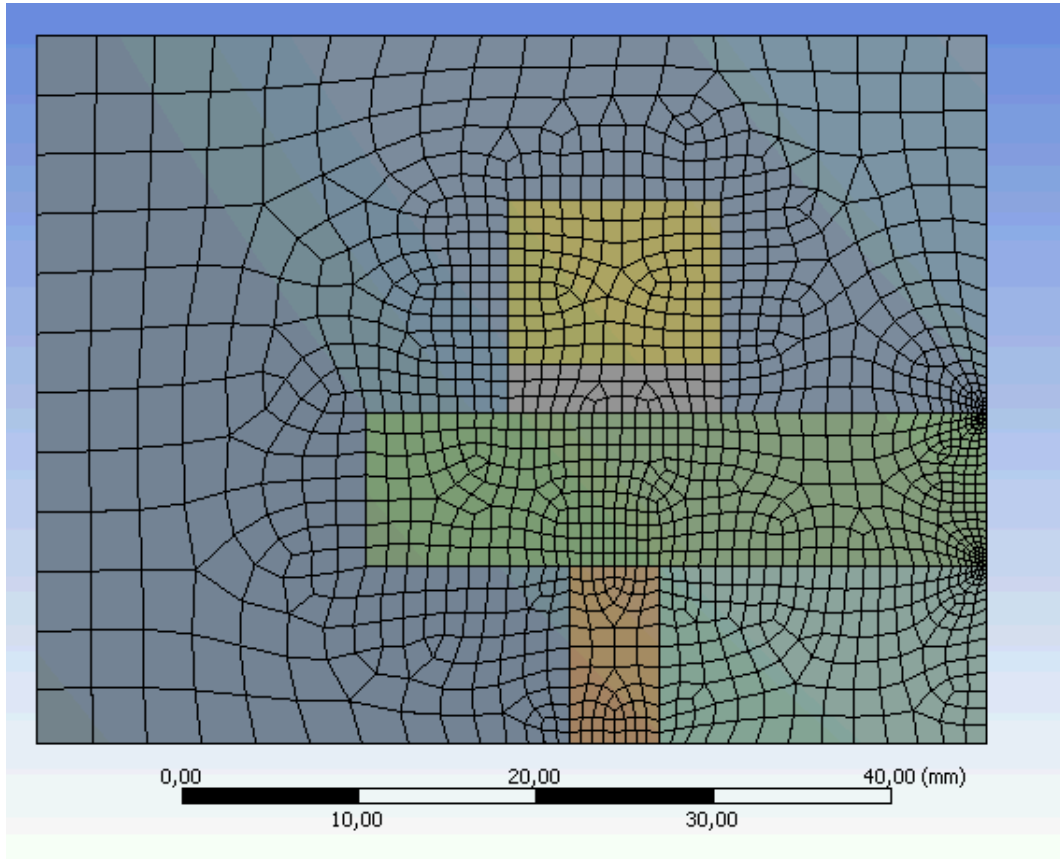
Aşağıdaki şekilde oluşturulan model görülmektedir.



Şekil 88. Oluşturulan geometrik tanımlamalar

Şekil 88. Oluşturulan geometrik tanımlamalar da görülebileceği üzere, hava giriş yaptıktan sonra kanaldan geçerek yine bir hava boşluğunda PP malzemeye temas edecektir. PP Malzemeye temas etmesinin ardından hava boşluğunda sirküle olacak ve ardından hava çıkışı olarak gösterilen bölgeden çıkacaktır.

Modele ait geometri oluşturulduktan sonra, hava girişi ve çıkışının etkisinin düzgün bir şekilde incelenebileceği bir çözüm ağı (Mesh) oluşturulmuş ve uygulanmıştır. Şekil 89'da oluşturulan çözüm ağı paylaşılmıştır.



Şekil 89. Hava ile soğutma çözüm ağı

Yukarıda ki şekilde de görüldüğü üzere, hava girişinin olduğu bölge, PP malzemesinin olduğu bölge, havanın PP malzemeye çarpacağı bölge ve çelik geometrinin hava ve PP malzemelere temas ettiği bölgeler kritik olarak nitelendirildiğinden bu bölgelerde daha sık çözüm ağı kullanılmıştır. Modelde havanın gireceği yüzey “pressure inlet”, havanın çıkacağı yüzey “pressure outlet” olarak belirtilmiş, çelik geometri yüzeyi “wall” sınır şartı ile tanımlanmış ve geometrinin sınırları “adyabatik wall” olarak belirtilmiştir.

Analiz Sınır Koşulları :

Modeli ve çözüm ağı oluşturulan geometrinin analizi Tablo 5’de belirtilen sınır koşulları ile yapılmıştır.

Tablo 5 . Analiz sınır koşulları

Malzeme	Sınır Şartı	Değeri
PP	Başlangıç Sıcaklığı (Patch)	180°C
Hava Girişi	Pressure Inlet	18 bar
Hava Çıkışı	Pressure Outlet	
Çelik	Duvar	45 °C

Bahsedilen sınır koşullarının verilmesinin ardından analiz zamana bağlı olarak çözülmüştür. Bu kapsamda modelin;

- 1 saniye, 1.5 saniye, 2 saniye , 3 saniye , 4 saniye, 5 saniye, 10 saniye..

Zaman aralıklarındaki çözümü incelenmiş ve görselleştirilmiştir. İlgili görseller sonuçlar kısmında belirtilmiştir.

Sonuçlar:

Analizi yapılan modelin sonuçları görsel olarak ANSYS CFD-Post programında incelenmiştir. Şekil 90,91,92,93,94,95 ve 96'da sırasıyla 1, 1.5, 2, 3, 4, 5 ve 10 saniye için belirtilmiştir.

Sistemin sayısal analizinde gerekli olan süreklilik, momentum ve enerji denklemleri literatürde Governing denklemleri olarak ifade edilmektedir.

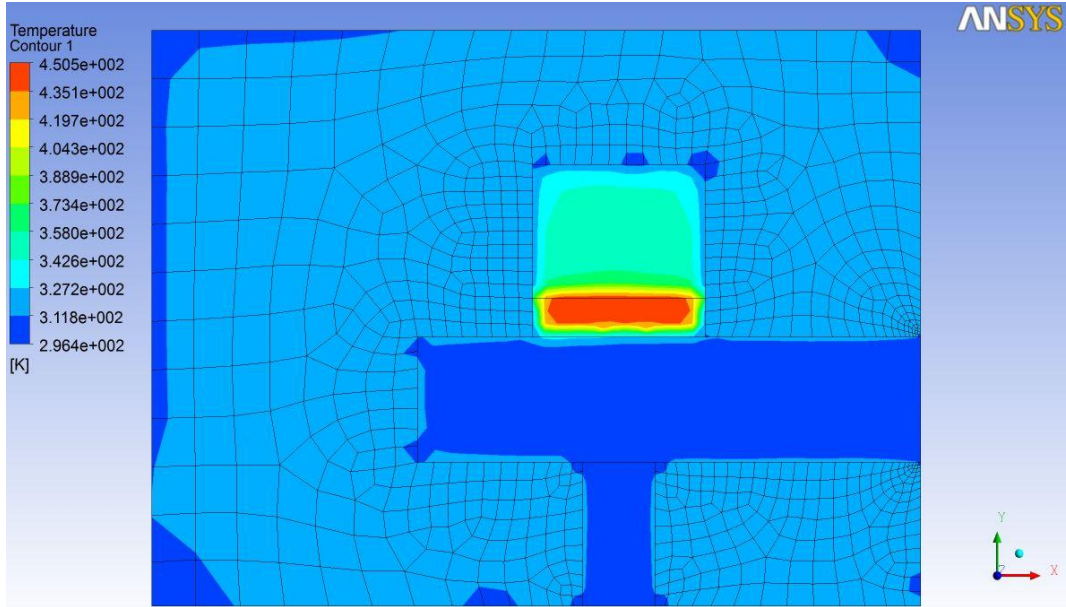
$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho w) = 0 \quad (1)$$

$$\rho \left[u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right] = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right] \quad (2)$$

$$\rho \left[u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right] = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left[\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right] \quad (3)$$

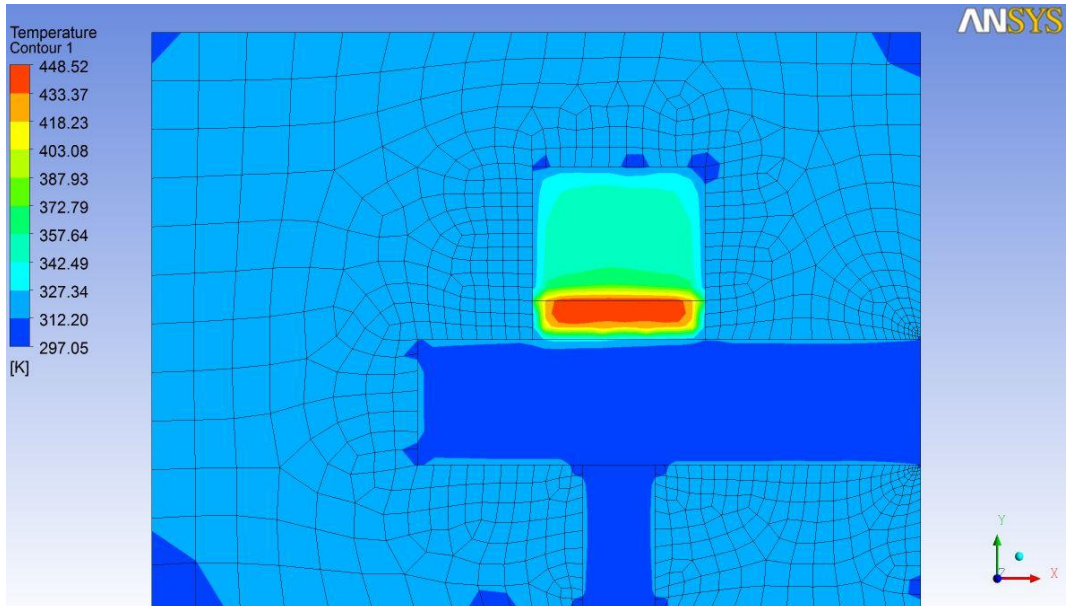
$$\rho \left[u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right] = -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right] \quad (4)$$

$$u \frac{\partial \theta}{\partial x} + v \frac{\partial \theta}{\partial y} + w \frac{\partial \theta}{\partial z} = \alpha \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right) \quad (5)$$



Şekil 90. 1 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması

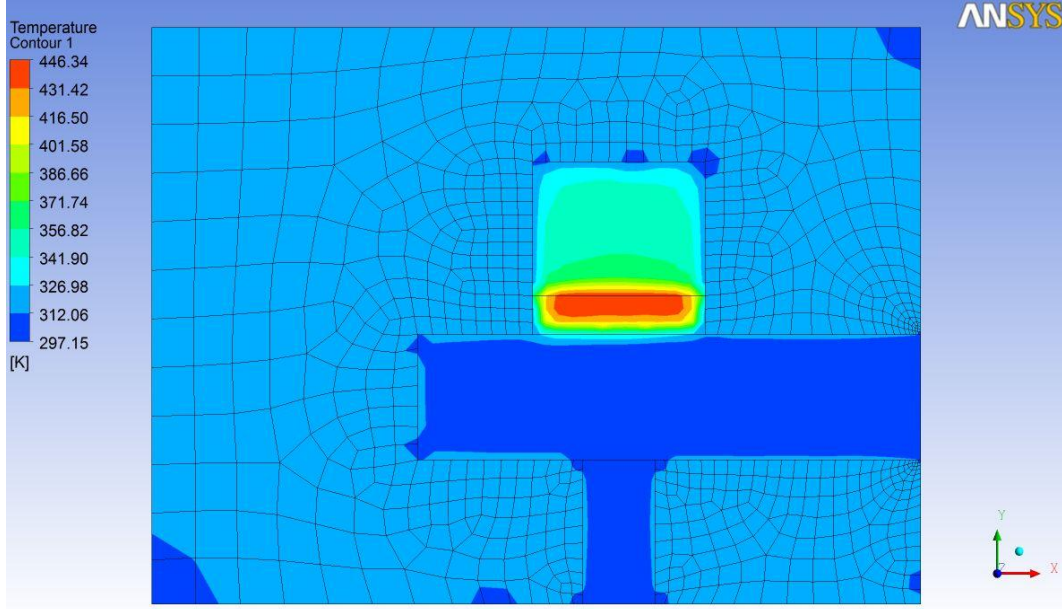
Yukarıda ki şekilde görüldüğü üzere, 1. Saniye sonucunda PP malzemenin büyük bir kısmı yaklaşık 165 °C sıcaklığındadır. 1 saniye sonunda havanın soğutma etkisi PP malzemenin en çok havaya temas eden kısmının yüzeyini etkilemiştir. Yüzeyler yaklaşık 115 °C olarak görülmektedir.



Şekil 91. 1.5 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması

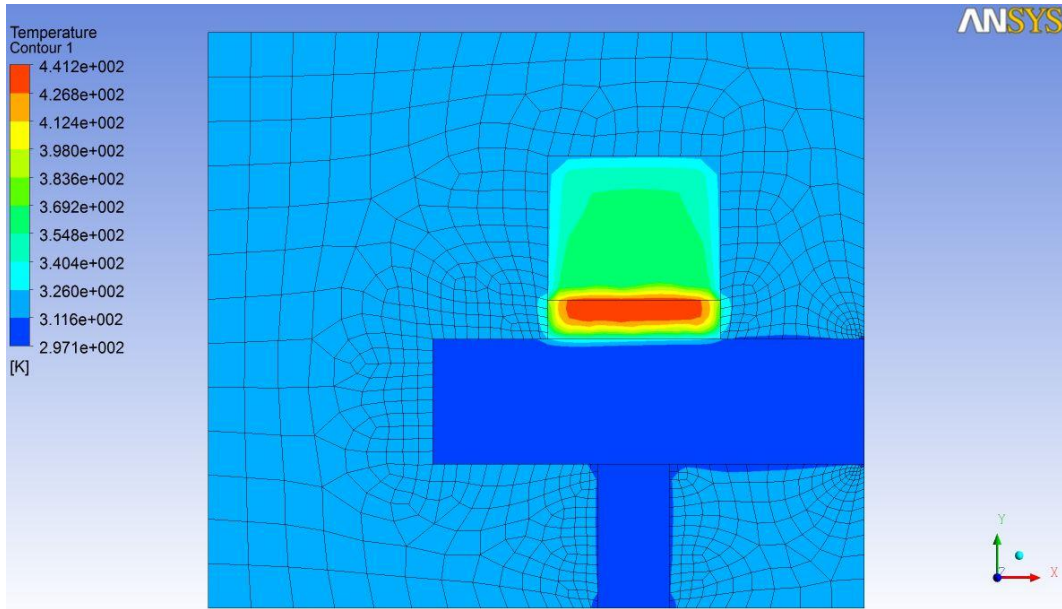
Yukarıda ki şekilde de görüldüğü üzere, 1.5 saniye sonrasında havanın soğutma etkisi biraz daha fazla hissedilmeye başlamıştır. PP

malzemenin havaya temas eden yüzey sıcaklığı 99 °C olmuştur. PP malzemenin büyük bir kısmı 160 °C olarak görülmektedir.



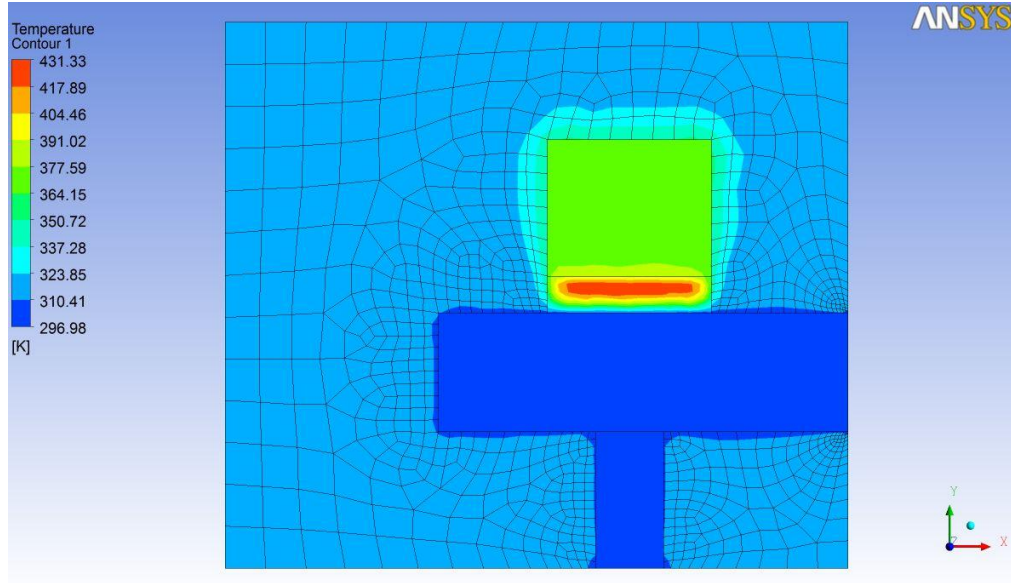
Şekil 92. 2 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması

Şekilde görüldüğü üzere, 2 saniye sonrasında havanın soğutma etkisi ile PP malzemenin neredeyse yarısı yaklaşık 113 °C dir.



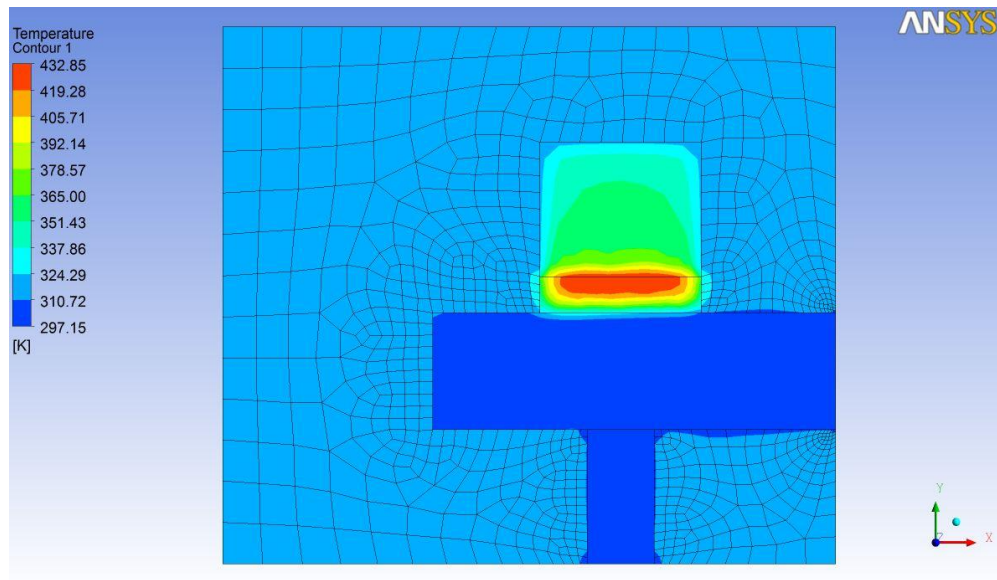
Şekil 93. 3 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması

Yukarıda ki şekilde 3 saniye sonrasında havanın soğutma etkisi görülmektedir. PP malzemenin havaya temas eden yüzey sıcaklığı 80 °C olmuştur. PP malzemenin büyük bir kısmı 157 °C olarak görülmektedir.



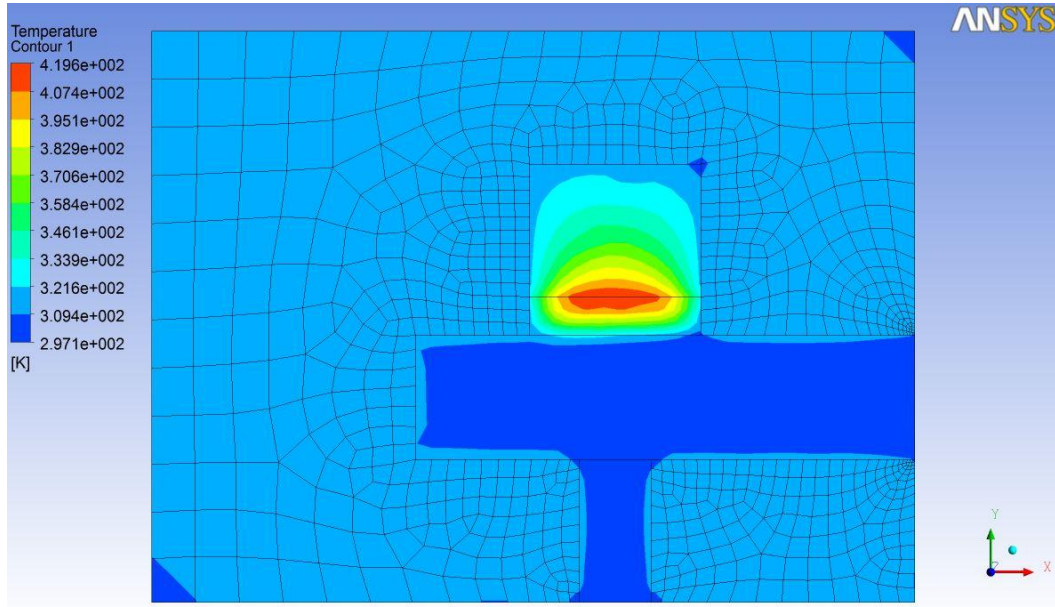
Şekil 94. 4 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması

Şekilde 4 saniye sonrasında havanın soğutma etkisi görülmektedir. 4. Saniye sonucunda PP malzemenin büyük bir kısmının soğuma etkisi altına girdiği sadece temas eden havaya uzak bir bölgenin yaklaşık 144 °C de olduğu görülmüştür. PP malzemenin büyük bir kısmı soğutma etkisiyle 104 °C sıcaklığında tespit edilmiştir.



Şekil 95. 5 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması

Şekil 95 'de görüldüğü üzere, 5 saniye sonucunda PP malzemenin en sıcak bölgesi yaklaşık 146 °C'ye sahiptir. Soğutma görevi gören havaya temas eden PP malzeme yüzeyi yaklaşık olarak çelik sıcaklığına gelmiştir.



Şekil 96. 10 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması

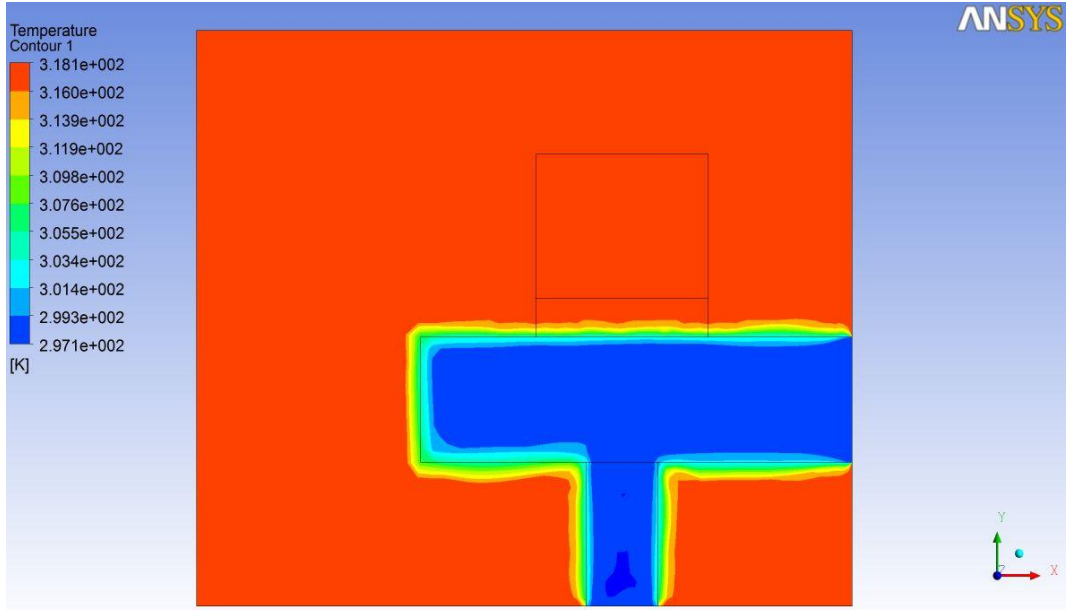
Şekilde görüldüğü üzere, 10 saniye sonucunda PP malzemenin geneli uniform olarak soğuma etkisi altına tamamen girmişken, PP malzemenin durgun havaya bakan orta yüzeyinde soğuma olmasına rağmen en sıcak bölge oluşmuştur.

Analiz Sonuçları ve yorumlar :

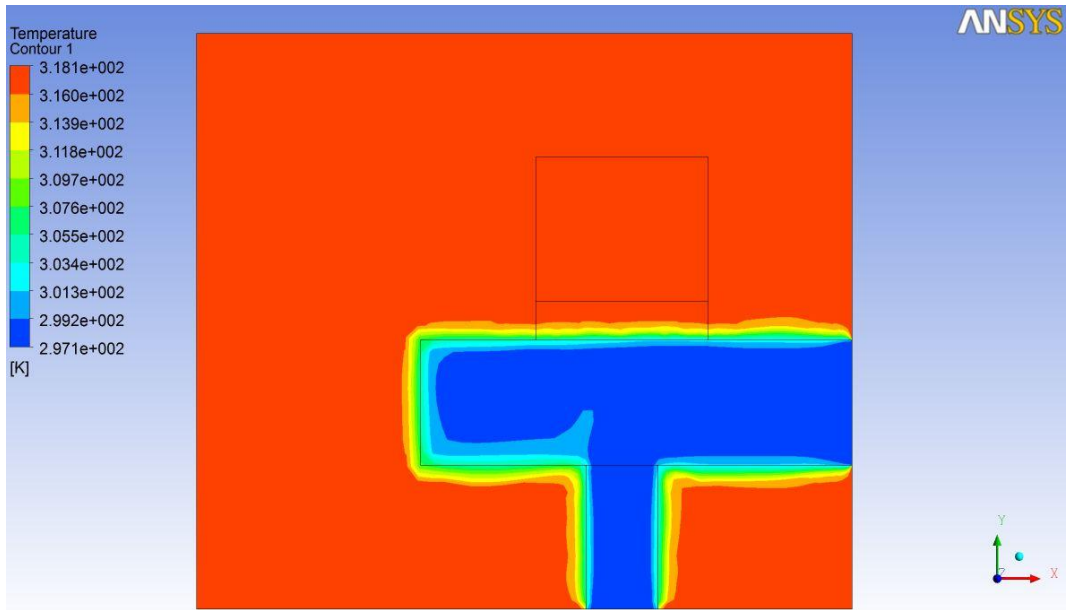
Çalışma, ANSYS FLUENT CFD paket programı kullanılarak yapılmış ve belirli sınır şartlarına göre analiz gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonrasında görülmüştür ki, 10 saniye sonunda, PP malzemesinin durgun havaya temas eden orta yüzey hariç tüm bölgeler uniform olarak soğutmanın etkisinde kalmışlardır.

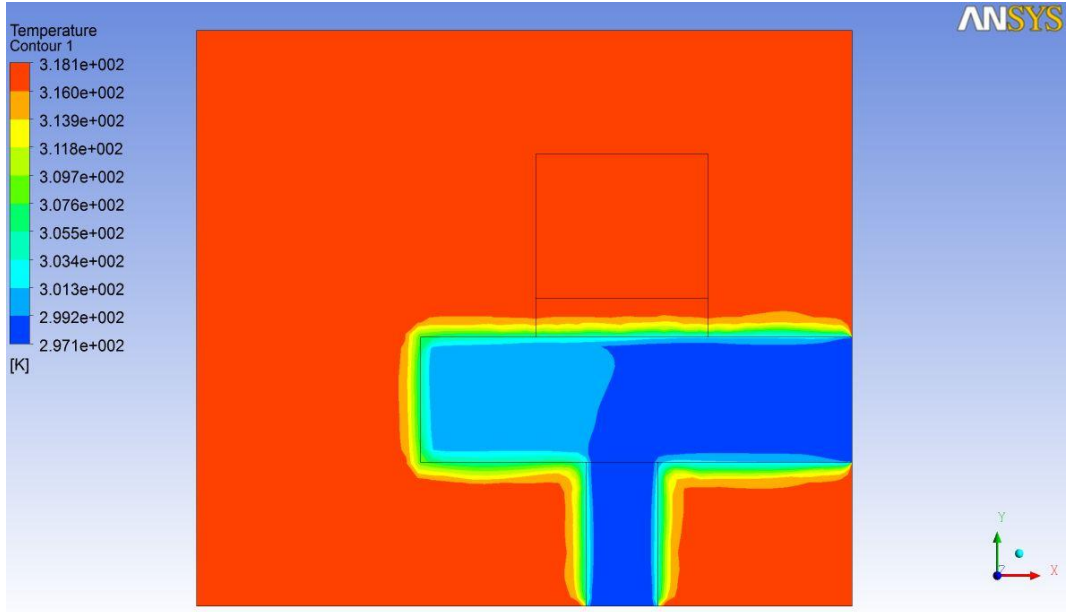
Ayrıca, bu çalışma öncesinde hazırlanan bir model, yanlış sınır şartları nedeniyle yanlış sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Sınır şartlarının önemi Şekil 97,98,99,100,101,102 ve 103'te sırasıyla 1, 1.5, 2,3,4,5 ve 10 saniyelik görüntüler ile anlaşılmaktadır.



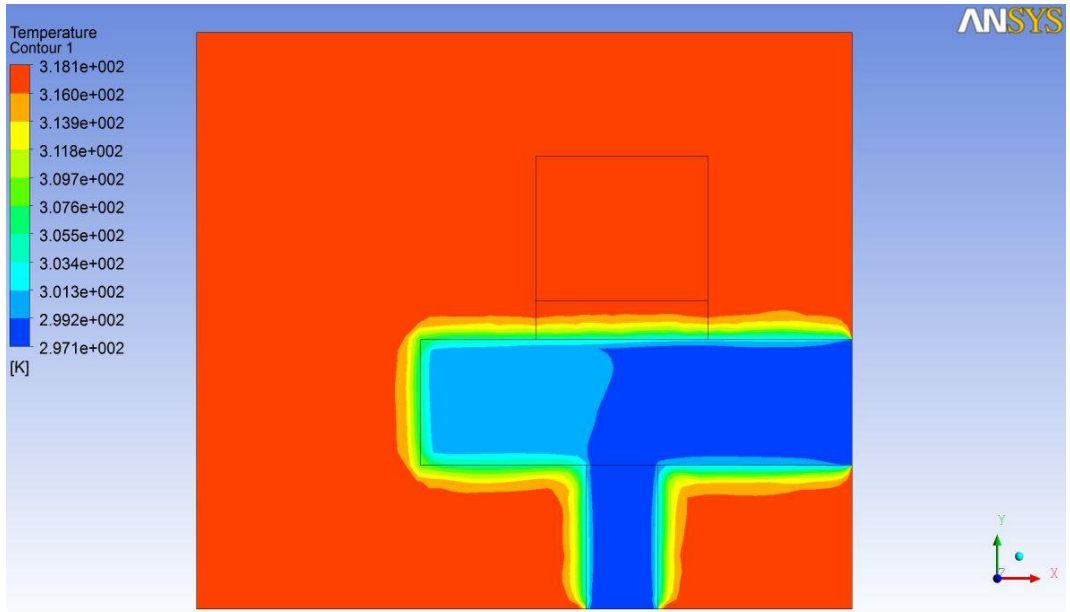
Şekil 97. 1 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması (hatalı sınır şartları)



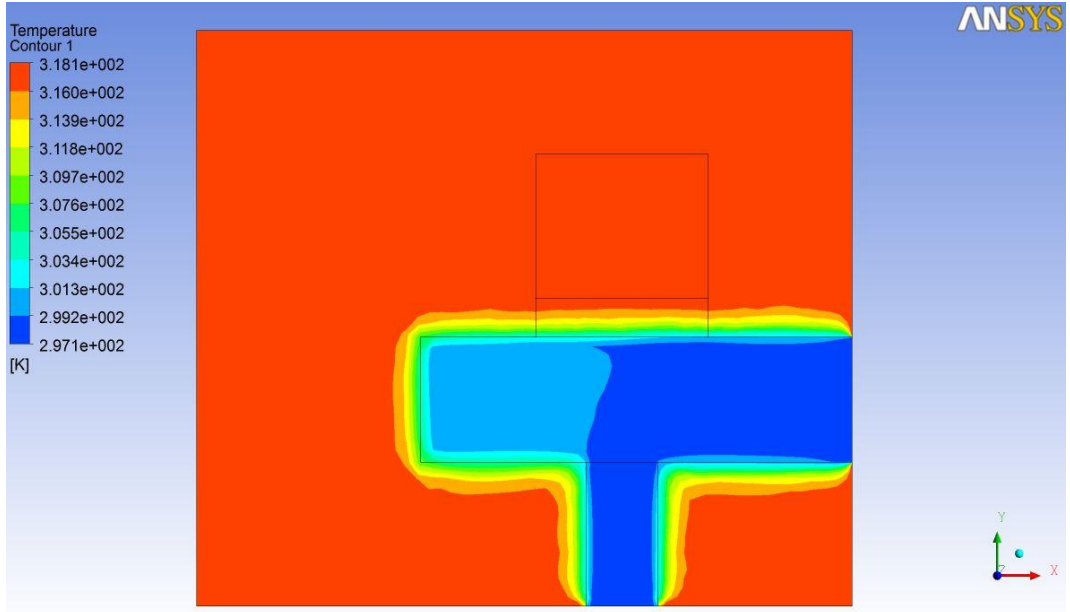
Şekil 98. 1.5 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması (hatalı sınır şartları)



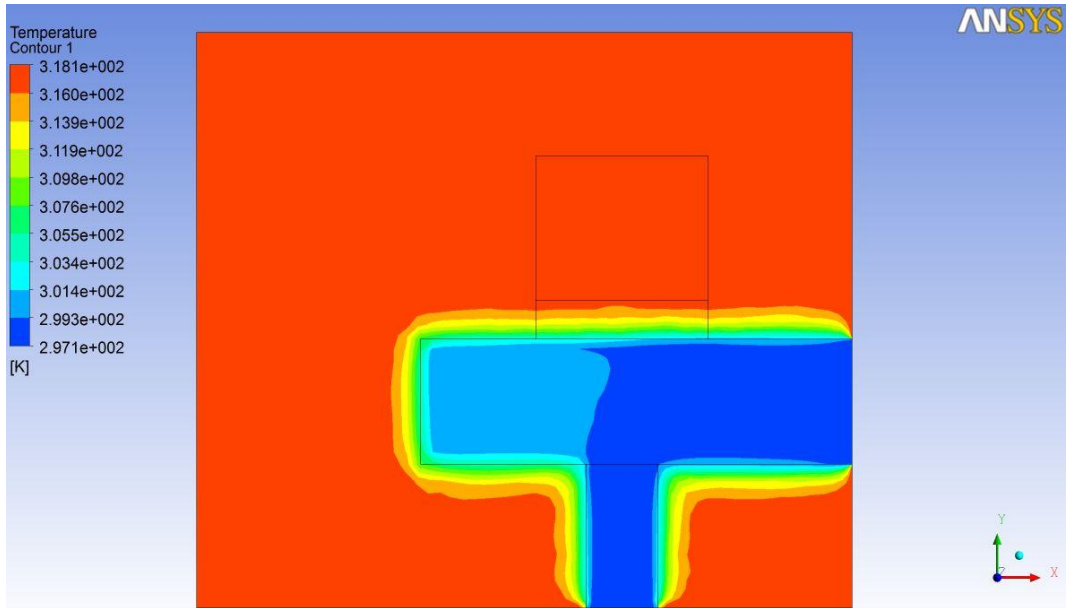
Şekil 99. 2 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması (hatalı sınır şartları)



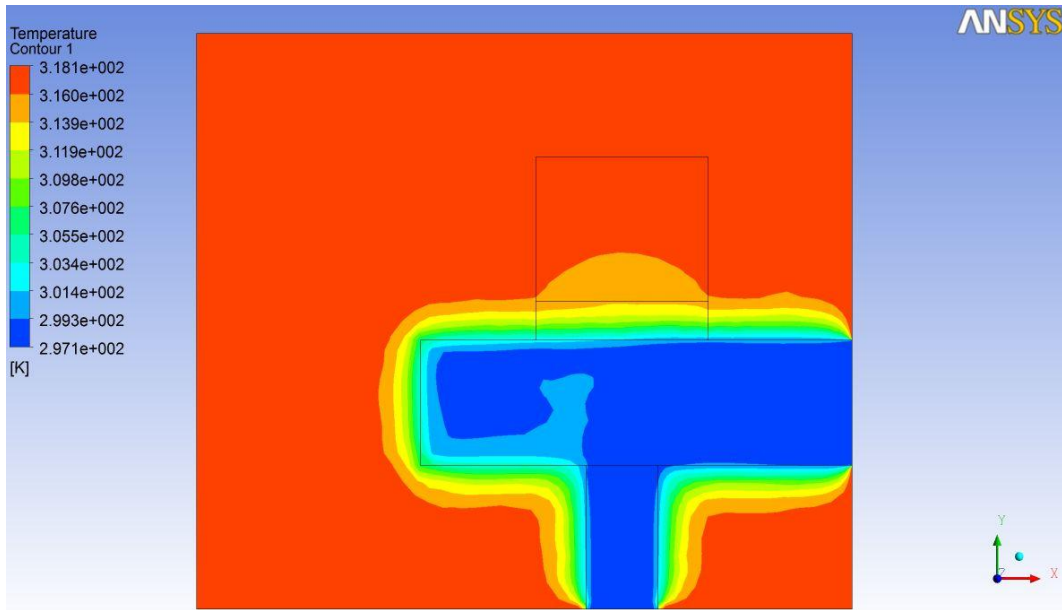
Şekil 100. 3 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması (hatalı sınır şartları)



Şekil 101. 4 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması (hatalı sınır şartları)



Şekil 102. 5 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması (hatalı sınır şartları)



Şekil 103. 10 saniye sonrasında PP malzemenin soğutulması (hatalı sınır şartları)

6.3.4 Aircore Maça Özel Su Soğutma Yapısı

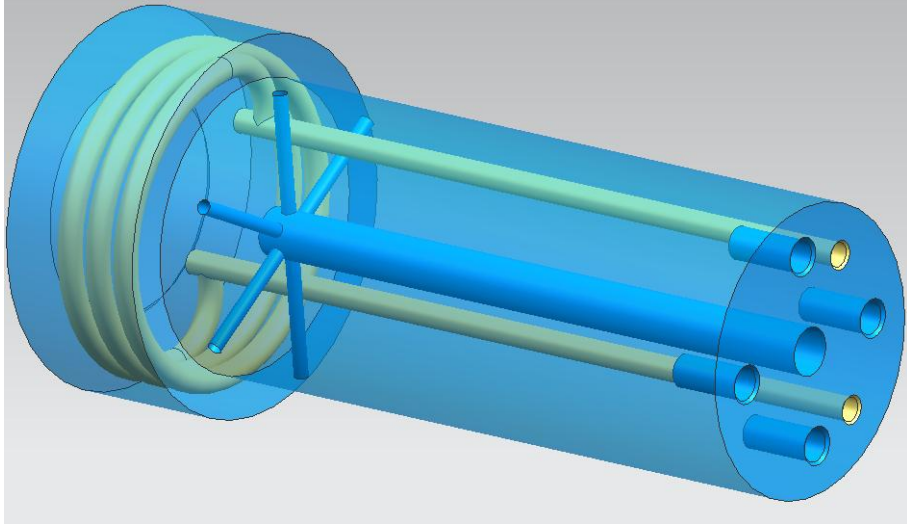
Soğutma Kalitesi, Analizin Tanım ve Açıklamaları :

Çalışma kapsamında, 3 boyutlu bir çelik geometrinin baş kısmında 2.7 mm et kalınlığına sahip PP bir malzemenin, çelik geometrisi içinden geçen spiral şeklindeki su akışıyla soğutulması incelenmiştir.

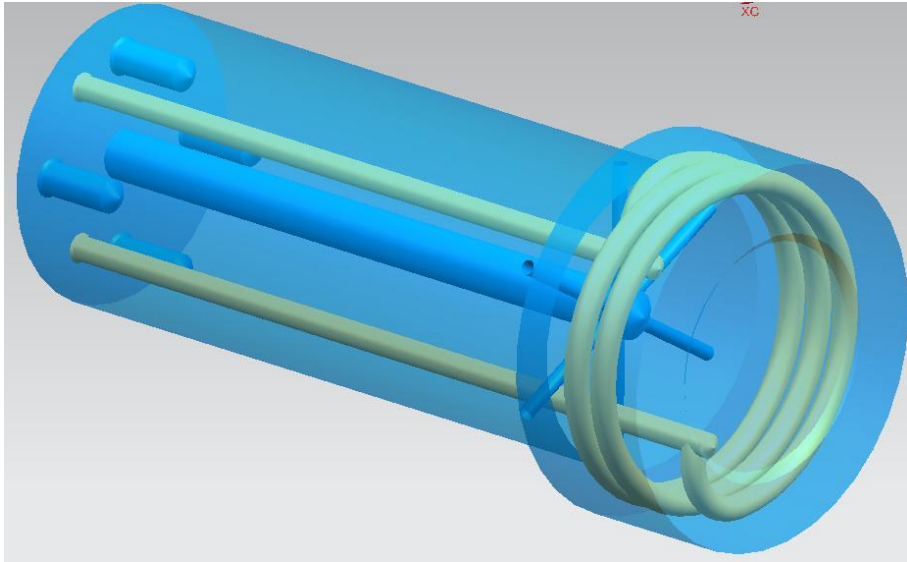
Bu kapsamda ANSYS FLUENT paket programının kullanılmış ve modelleme, çözüm ağı oluşturma, analiz etme ve sonuç görüntüleme aşamaları bu paket program altında incelenmiştir.

Model:

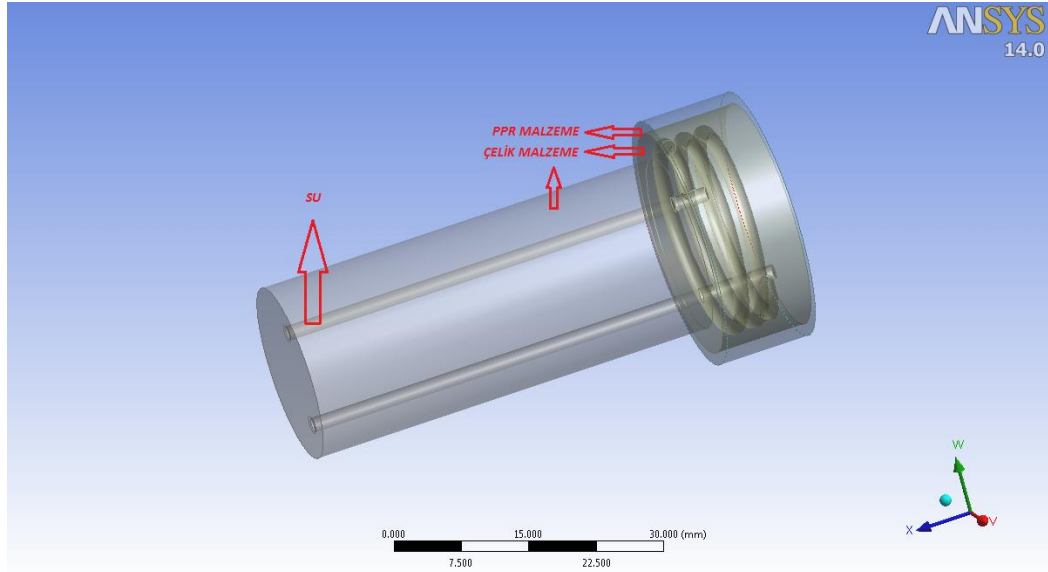
Aşağıda ki Şekil 104 ve 105'te model resimleri gösterilmiştir. Buna göre, model su, çelik ve PP eriyik olmak üzere 3 ana malzemedan meydana gelmektedir. Aynı zamanda bir sonra ki şekilde geometrinin 2 boyutlu hali gösterilmiştir.



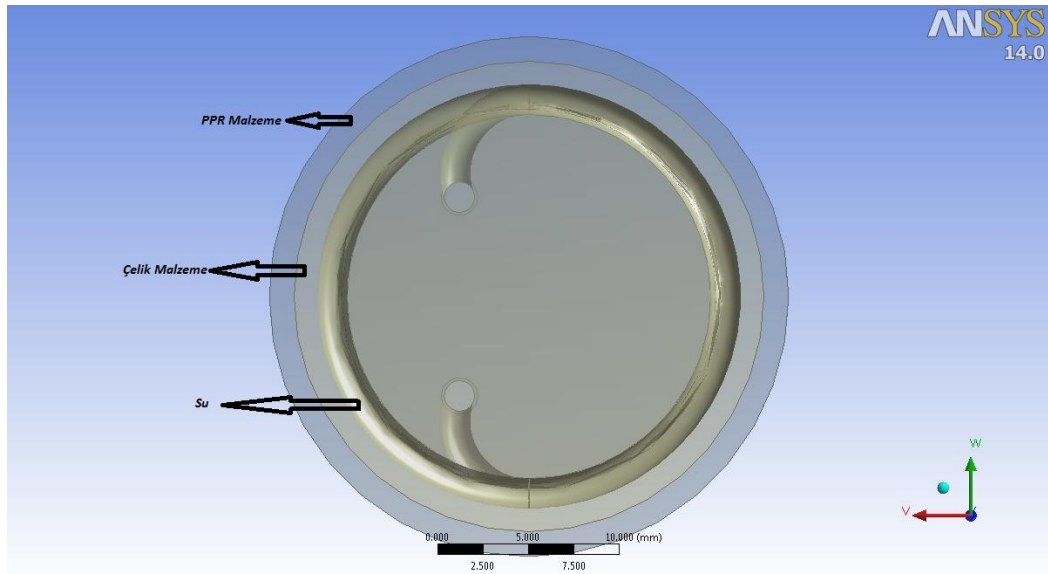
Şekil 104. NX CAD Tasarım modeli, Özel su soğutma arkadan bakış



Şekil 105. NX CAD Tasarım modeli, Özel su soğutma önden bakış



Şekil 106. Analiz Model, Özel Su soğutma model 3 boyutlu görünüm



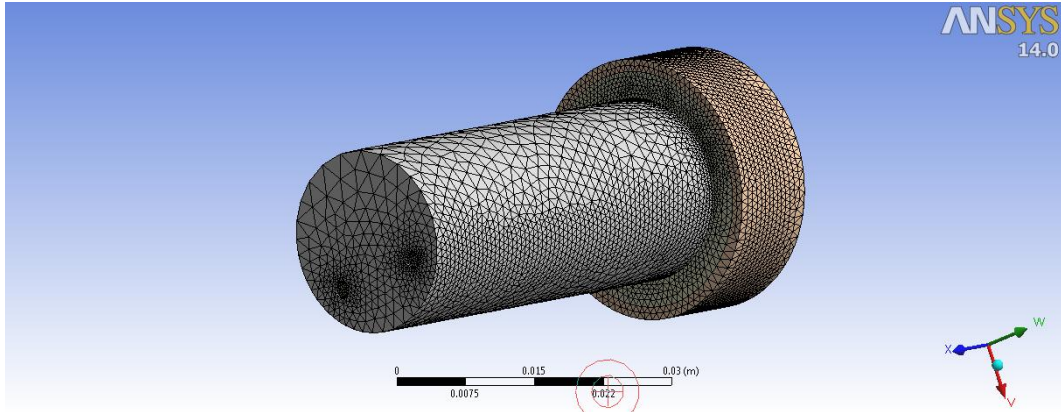
Şekil 107. Geometrinin önden 2 boyutlu görünüşü

Çözüm Ağı:

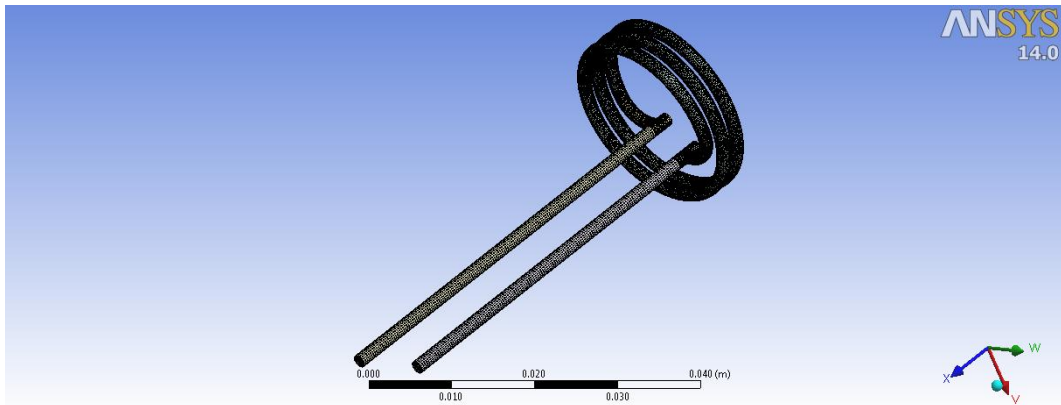
Analiz için model 3D düşünülmüş, çelik içerisinde spiral bir su hattı barındırmaktadır. Analiz açısından dikkat edilmesi gereken bölge spiral su hattı geometrisidir. Çözüm ağının kaliteli olması sağlanmalıdır.

Bu bakımdan, geometri oluşturulduktan sonra çözüm ağı ANSYS Meshing modülünde oluşturulmuştur. Toplam 1.248.805 adet element oluşturulmuştur. Çözüm ağı metodu olarak "tetrahedrons" ağı kullanılmıştır.

Şekil 108'de çelik malzeme ve PP malzeme için çözüm ağları görülmektedir. Bir sonra ki şekilde ise çelik malzeme içinden geçen su geometrisinin ağ detayı gösterilmiştir.

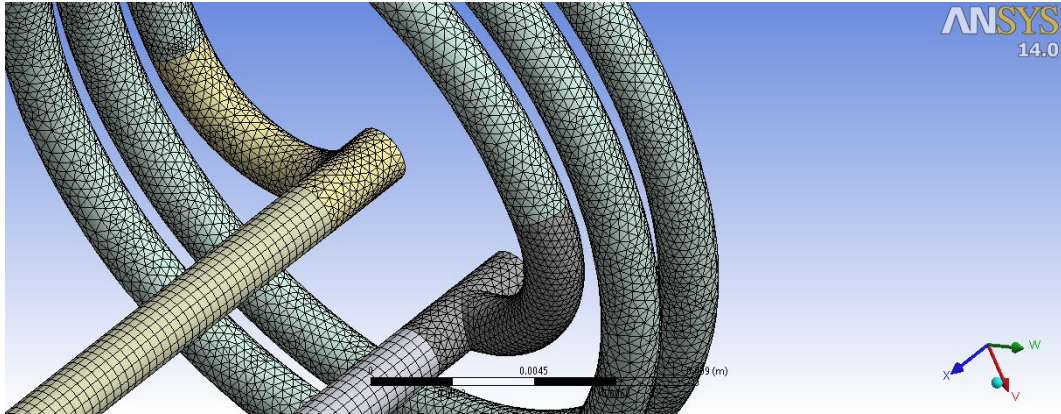


Şekil 108. Çelik ve PP malzeme için oluşturulan çözüm ağı



Şekil 109. Su geometrisi için oluşturulan çözüm ağı

Yukarıda ki şekilde ağların düzgün bir kalitede oluşturulması için su geometrisi birden fazla parçaya bölünmüş ve her bir parça için ayrı ayrı çözüm ağları oluşturulmuştur. Parçaların birleştiği noktalarda ağların birbirleri ile uyumlu olmasına dikkat edilmiştir. Bir sonra ki şekilde su geometrisi için çözüm ağları daha detaylı görülebilmektedir.



Şekil 110. Su geometrisi için çözüm ağlarının detaylı biçimde görüntülenmesi

Analiz ve Yöntem :

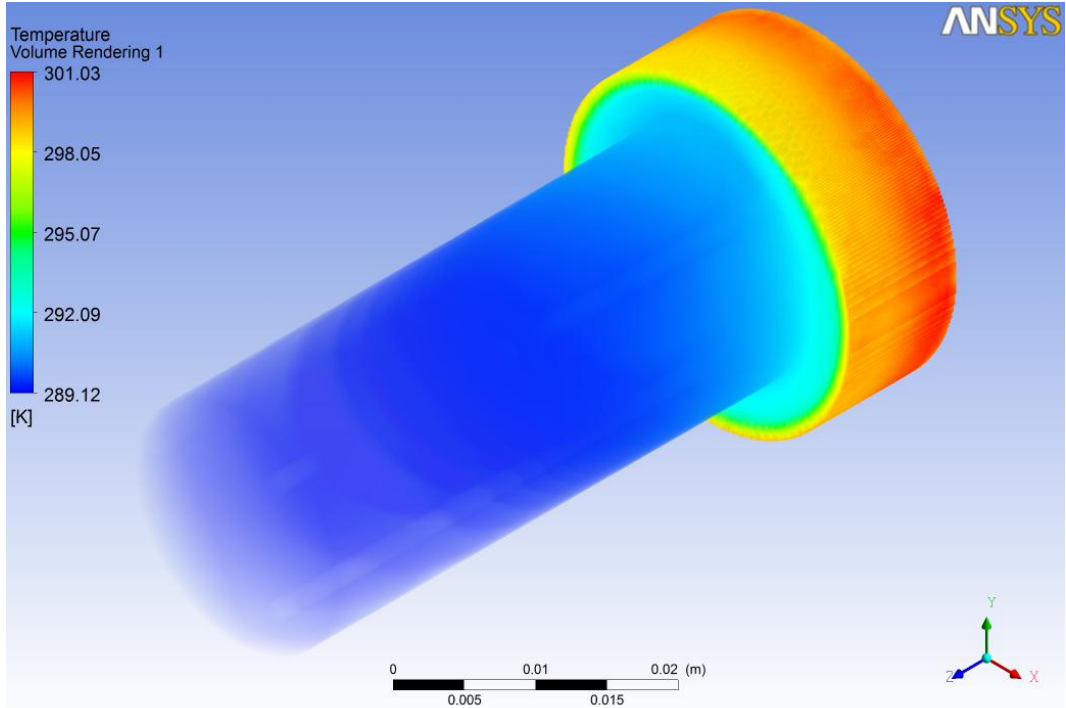
Modelin analizi zamana bağlı olarak çözülmüştür. PP malzemenin çelik üzerinde geçirdiği toplam süre yaklaşık 20 saniyelik bir zaman olduğundan 20 saniye boyunca oluşan akış analizi incelenmiştir. Buna göre sınır şartları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 6 . Özel Su Soğutma Yapısı, Analiz Sınır Şartları

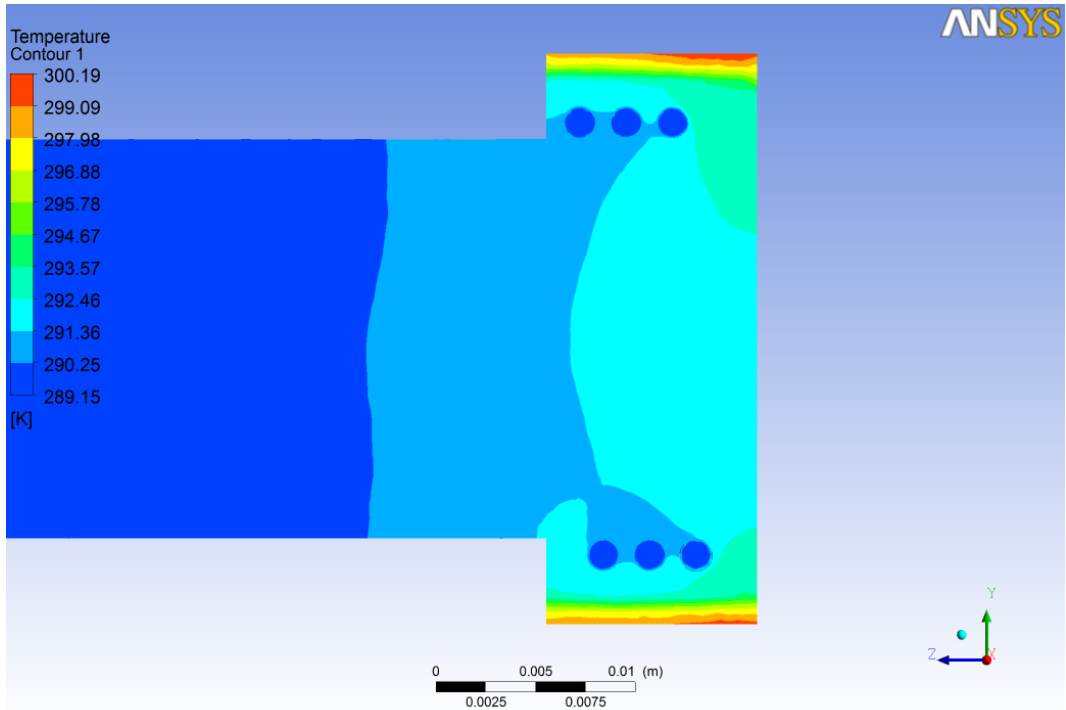
İsim	Sınır Şartı	Değeri
Su girişi	Mass Flow Inlet	5 lt/dak ve 16°C
Su Çıkışı	Pressure Outlet	-
Çelik	Interior Wall	-
PP	Wall (Patch Temperature)	180 °C

Sonuçlar ve yorumlar :

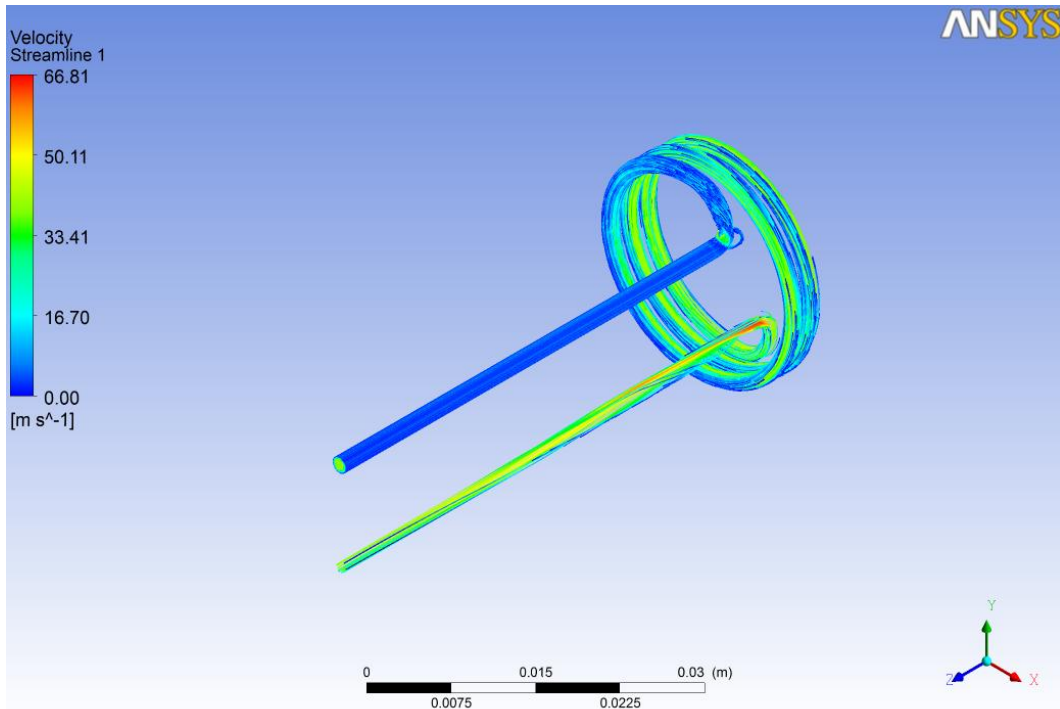
Yapılan analiz sonucunda soğutma suyunun etkisiyle PP malzemenin soğuması incelenmiştir. Bu teknik ile eriyik plastiğin soğumasında verimli bir ısı geçişi , verimli bir soğutma sağlandığı gözükmektedir. Aşağıda ki şekillerde analiz sonuçları paylaşılmıştır. Görseller ANSYS CFD-Post modülünden elde edilmiştir.



Şekil 111 . Özel su soğutma model hacmi içerisindeki sıcaklık dağılımı



Şekil 112. Özel su soğutma , modelin orta kesitindeki sıcaklık dağılımı



Şekil 113. Özel su soğutma , Su geometrisi içerisindeki hız dağılımı

Şekiller incelendiğinde, Şekil 111’de 22 saniyelik bir analiz sonucunda PP malzeme yüzeyinin 30 °C ye kadar düştüğü gözlemlenmiştir. Şekil 112’de ise sıcaklık dağılımı modelin orta kesiti üzerinden gösterilmiştir. Böylelikle su’dan PP malzemesine olan ısı transferi net bir şekilde görülebilir. Şekil113’de ise su geometrisi içindeki hız dağılımı akım çizgileri ile ifade edilmektedir. Görüldüğü üzere, su giriş kısmında spiral geometrisi başlayana dek yüzeylerde hız değerleri sıfır iken spiral geometri başladıktan sonra yüzeylerde de hız değeri sıfırdan farklı olmaya başlamıştır.

6.3.5 Aircore Maça Mekanik Analizleri

Havalı maça, istenilen ürünün kalıp içerisinde oluşturulması için eş merkezli olarak karşılıklı alın yüzeylerinden birbirine kalıp içerisinde yaslanmaktadır. Bu yaslanma sırasında alın bölgede aksenal gerilmeler oluşmaktadır. Bunun dışında maça’nın dış yüzeyinde eriyik plastiğe ait enjeksiyon basıncı oluşmaktadır. Gerçekte var olacak bu durumlar

düşünülerek , her iki şart için ayrı ayrı ve bütün olarak 3 farklı analiz tipi yapılmış, maça'nın mekanik durumu incelenmiştir.

6.3.5.1 Maça, Alından Kuvvet Uygulanması

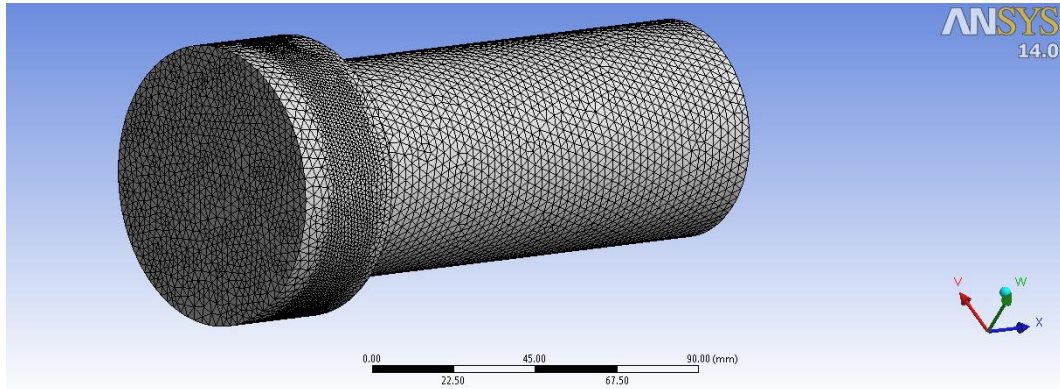
Yapılan analizde kalıp içerisinde oluşabilecek ve çift hareketli pistonların basınçları düşünülere yaklaşık olarak 70 Mpa'lık aksenal kuvvet uygulanması yapılmıştır. Bu kuvvet normalde kalıp içerisinde, maça alın yüzeyinde oluşacak kuvvetinin biraz üstündedir.

Analiz Modeli :

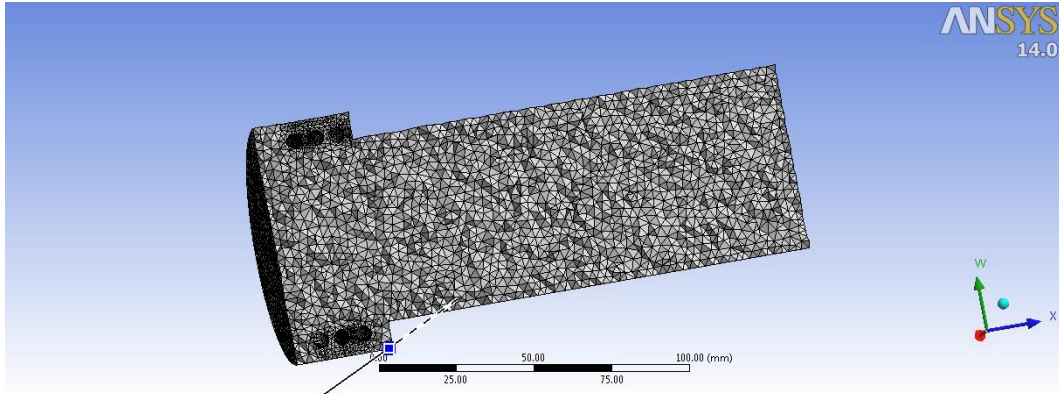
Çalışmada , havalı maça için malzeme tanımlaması 2341 kalıp çeliği olarak tanımlanmıştır. Kalıp çeliğine ait akma sınırı normalin biraz altında 750 N/mm^2 (750 Mpa) alınmıştır.

Tablo 7 . Alın model analiz malzeme bilgileri

Density	7.85e-006 kg mm ⁻³	Tensile Ultimate Strength MPa
Coefficient of Thermal Expansion	1.2e-005 C ⁻¹	1100
Specific Heat	4.34e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹	
Thermal Conductivity	6.05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹	Tensile Yield Strength MPa
Resistivity	1.7e-004 ohm mm	750

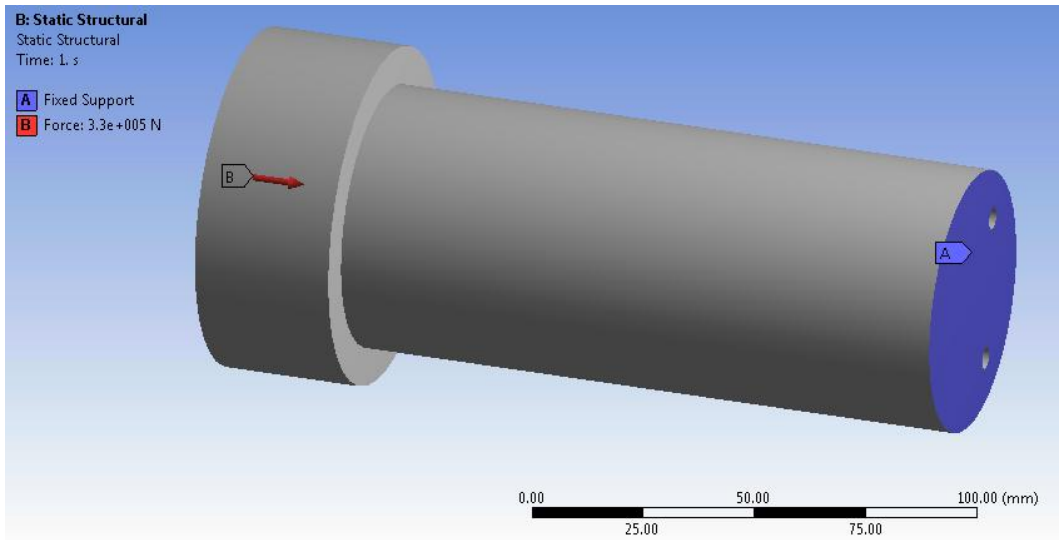


Şekil 114 . Alın kuvvet analizi, Mesh görünüm



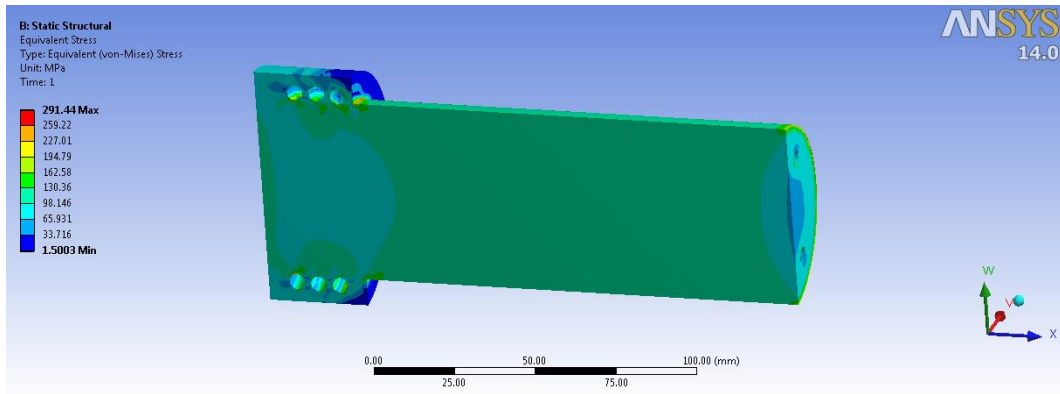
Şekil 115. Alın kuvvet analizi, Mesh 3D görünümü

Model içerisinde bulunan soğutma kanalları mekanik dayanım açısından riskli bölge oluşturduğundan, model temizlenirken bu bölgeler model üzerinde bırakılmıştır. Böylelikle tehlikeli kesitler incelenmiştir. Model mesh ağı , çözüm ağı oluşturulurken bu geometrilerin meshlenmesine dikkat edilmiştir. Mesh tekniği uygulanması sonu, **480786 nodes** ve **332044 element** model üzerinde oluşturulmuştur.

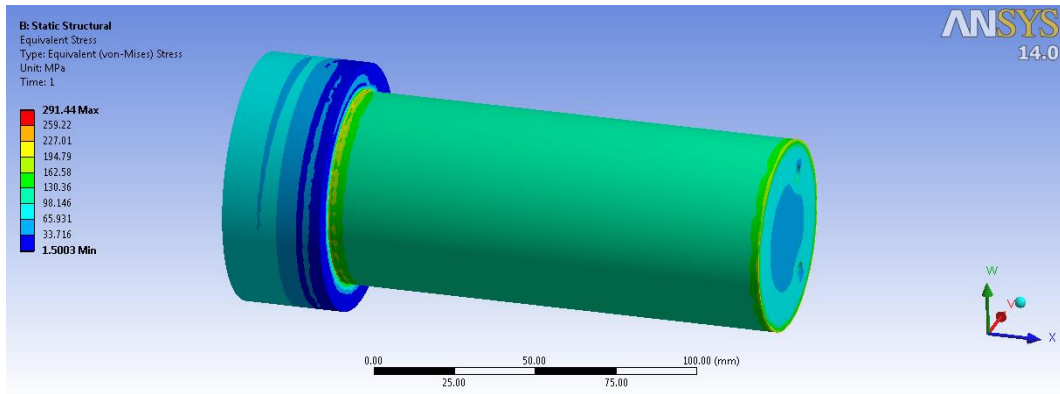


Şekil 116. Alın kuvvet analizi, model kurgusu

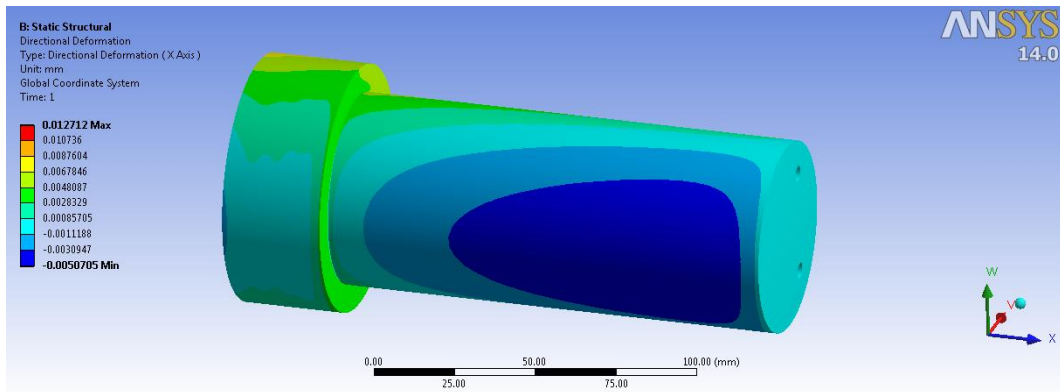
Analiz işleminde 70 Mpa karşılığa denk gelen yüzey alını için ($\text{Ø}77.5$ mm) kuvvet Newton cinsinden eksenel yönde uygulanmıştır. Uygulanan kuvvet 330000 N 'dur.



Şekil 117. Alın kuvvet analizi, Von- Mises Stress kesit analiz değeri



Şekil 118. Alın kuvvet analizi, Von- Mises Stress analiz değeri



Şekil 119. Alın kuvvet analizi, X yönündeki yer değıştirme

Analiz Sonuçları ve yorumlar :

Çalışma, ANSYS Mechanical modülü ile yapılmış, belirlenen sınır şartlarına göre analiz gerçekleştirilmiştir.

Model üzerinde oluşan gerilmelerin 291.44 N olduğu görülmüştür. Model üzerinde oluşan yer değiştirme miktarı önemli olan X eksenini boyunca 0,01 mm olarak gözükmektedir. Bu kapsamda model plastik kalıp çelikleri ile üretildiğinde emniyetli bölgede olduğunu göstermektedir.

6.3.5.2 Maça Dış Yüzey, Plastik Enjeksiyon Basıncı Uygulanması

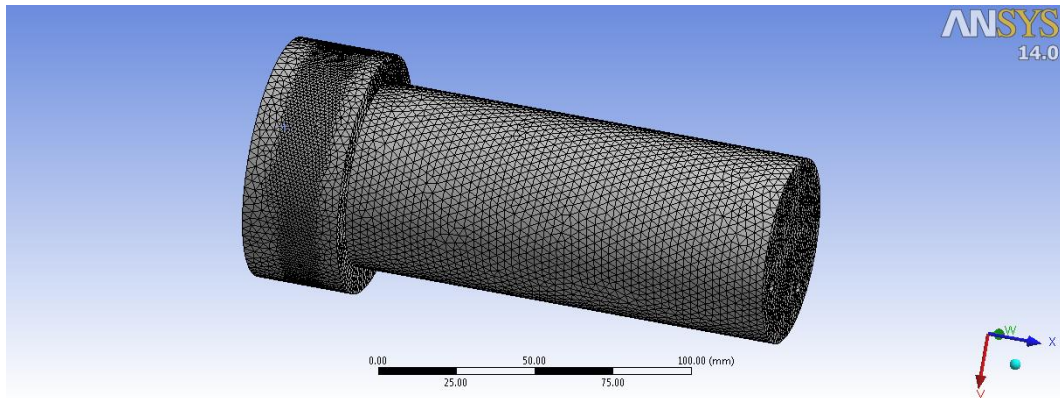
Yapılan analizde kalıp içerisinde oluşabilecek plastik enjeksiyon basıncı yaklaşık olarak 70 Mpa olarak alınmıştır. Bir önceki analizde kullanılan , malzeme bilgileri ve mesh uygulaması bu model için kullanılmıştır. Modelin gerçek kullanımında ürünün üst kısmının bir kısmı, ek bir ürün ile mekanik açıdan korunmaktadır. Dayama bölgesi oluşturmaktadır. Fakat bu modelde ürün serbest bırakılarak model incelenmiştir.

Analiz Modeli :

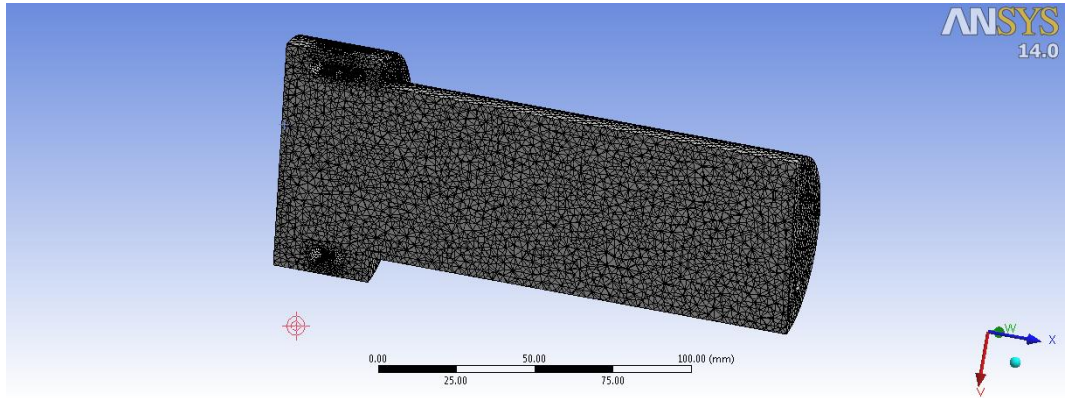
Çalışmada , havalı maça için malzeme tanımlaması 2341 kalıp çeliği olarak tanımlanmıştır. Kalıp çeliğine ait akma sınırı normalin biraz altında 750 N \ mm² (750 Mpa) alınmıştır.

Tablo 8. Dış Yüzey, Plastik Enjeksiyon Basıncı Analizi malzeme bilgileri

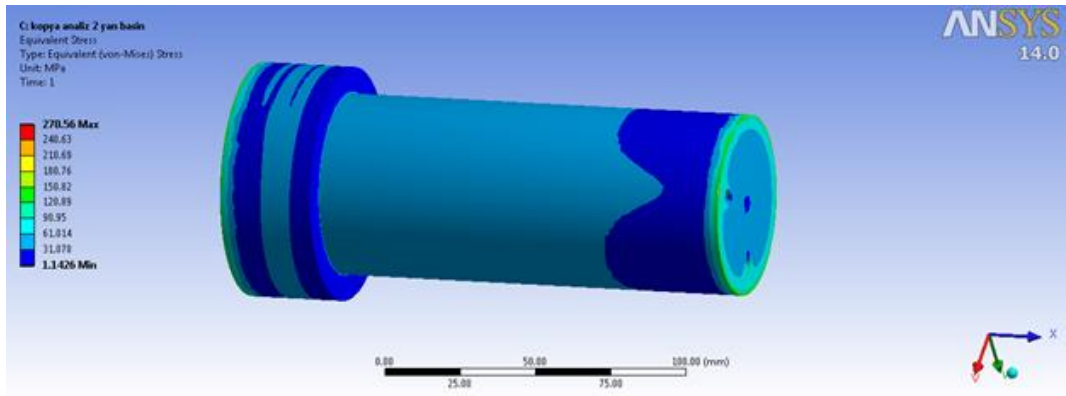
Density	7.85e-006 kg mm ⁻³	Tensile Ultimate Strength MPa	1100
Coefficient of Thermal Expansion	1.2e-005 C ⁻¹	Tensile Yield Strength MPa	750
Specific Heat	4.34e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹		
Thermal Conductivity	6.05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹		
Resistivity	1.7e-004 ohm mm		



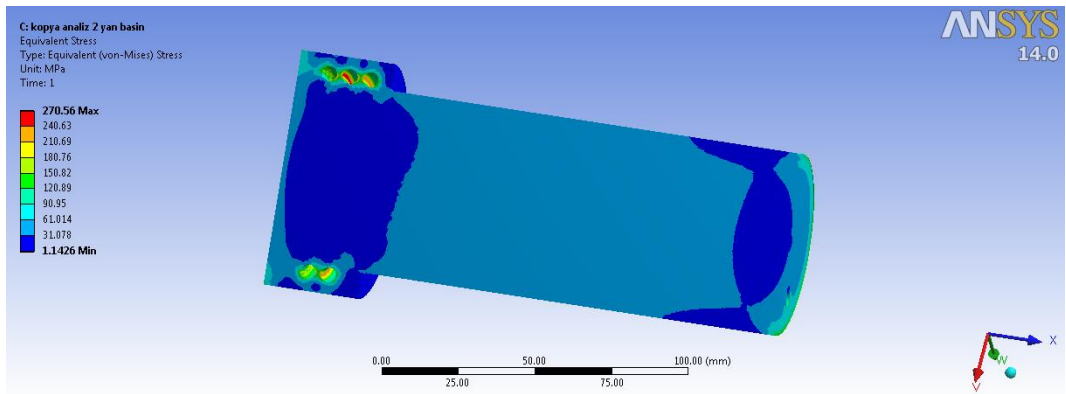
Şekil 120 . Dış Yüzey, Plastik Enjeksiyon Basıncı Analizi, Mesh görünüm



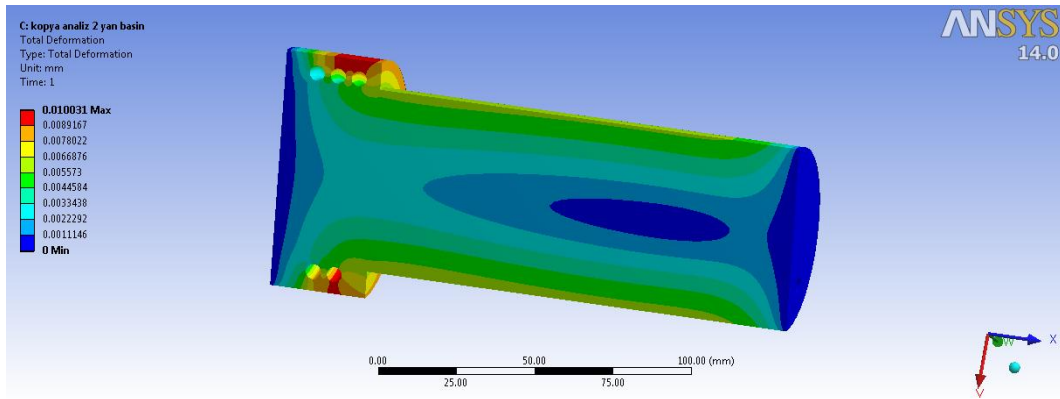
Şekil 121. Dış Yüzey, Plastik Enjeksiyon Basıncı Analizi, Mesh kesit görünüm



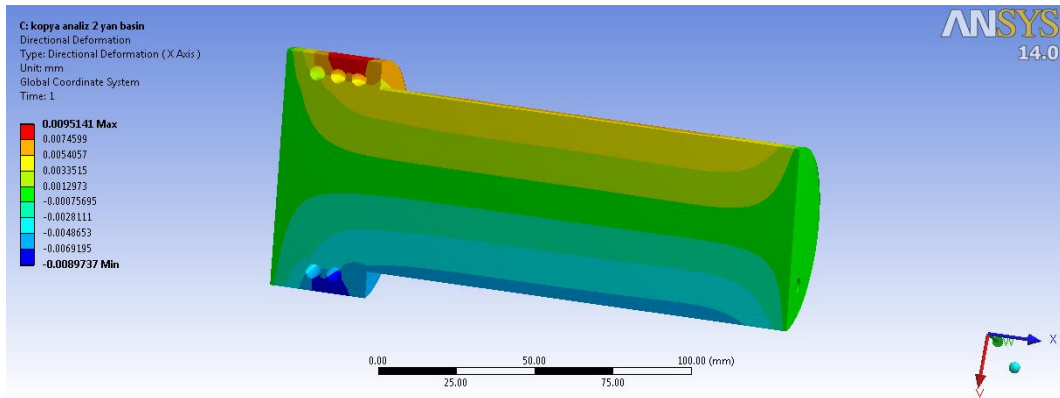
Şekil 122. Dış Yüzey, Plastik Enjeksiyon Basıncı Analizi, Von- Mises Stress



Şekil 123. Dış Yüzey, Plastik Enjeksiyon Basıncı Analizi, Von Mises Stress kesit görünüm



Şekil 124. Dış Yüzey, Plastik Enjeksiyon Basıncı Analizi , Toplam deformasyon



Şekil 125. Dış Yüzey, Plastik Enjeksiyon Basıncı Analizi, X yönünde deformasyon

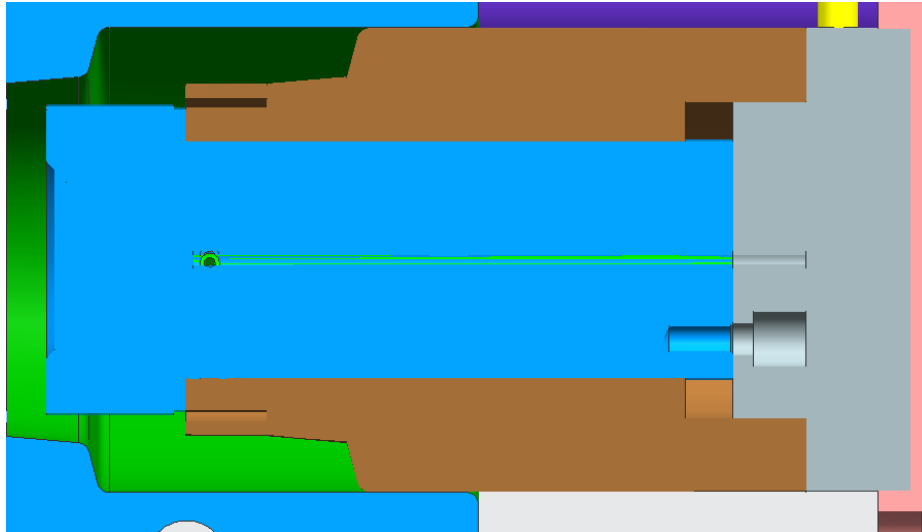
Analiz Sonuçları ve yorumlar :

Çalışma, ANSYS Mechanical modülü ile yapılmış, belirlenen sınır şartlarına göre analiz gerçekleştirilmiştir.

Model üzerinde oluşan gerilmelerin 270.6 N olduğu görülmüştür. Maksimum gerilme , maça içerisinde ki su kanalı kesitlerinde gözükmemektedir. Model üzerinde oluşan yer değiştirme miktarı önemli olan X eksenini boyunca 0,009 mm olarak gözükmemektedir. Bu kapsamda model plastik kalıp çelikleri ile üretildiğinde emniyetli bölgede olduğunu göstermektedir.

6.3.5.3 Dış Enjeksiyon Basıncı Kuvveti ve Alın Kuvvetinin birlikte uygulanması

Yapılan analizde kalıp içerisinde oluşabilecek plastik enjeksiyon basıncı yaklaşık olarak 70 Mpa olarak , maça alın yüzeyine gelen kuvvet 70 Mpa olarak alınmıştır. Bu kuvvet alın yüzeyi üzerinden hesaplanıp, 330000 N'luk kuvvet uygulanmıştır. Bir önceki analizde kullanılan , malzeme bilgileri ve mesh uygulaması bu model için kullanılmıştır. Modelin gerçek kullanımında ürünün üst kısmının bir kısmı, ek bir ürün ile mekanik açıdan korunmaktadır. Dayama bölgesi oluşturmaktadır. Bu modelde bu kısım *Displacement Support* olarak tanımlanmıştır.



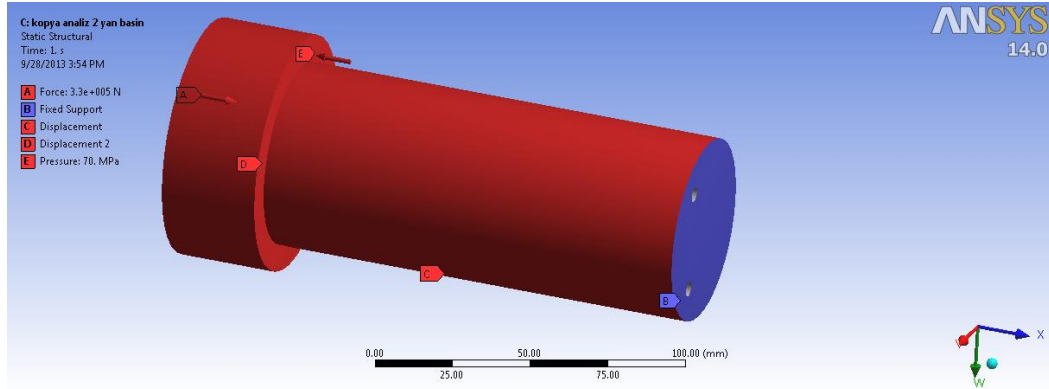
Şekil 126. Kalıp içi maça görünümü

Analiz Modeli :

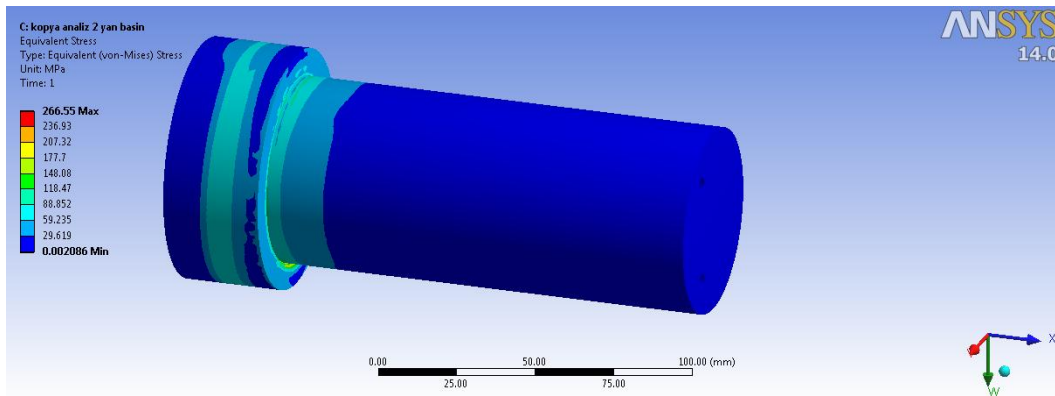
Çalışmada , havalı maça için malzeme tanımlaması 2341 kalıp çeliği olarak tanımlanmıştır. Kalıp çeliğine ait akma sınırı normalin biraz altında $750 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$ (750 Mpa) alınmıştır.

Tablo 9. Toplam Kuvvet analizi malzeme bilgileri

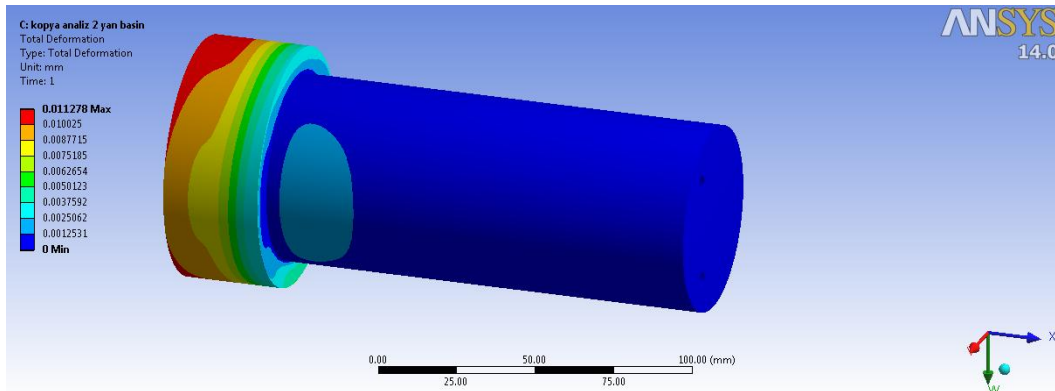
Density	7.85e-006 kg mm ⁻³	Tensile Ultimate Strength MPa
Coefficient of Thermal Expansion	1.2e-005 C ⁻¹	1100
Specific Heat	4.34e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹	
Thermal Conductivity	6.05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹	Tensile Yield Strength MPa
Resistivity	1.7e-004 ohm mm	750



Şekil 127. Toplam kuvvet analizi, model tanımlamaların görünümü



Şekil 128. Toplam kuvvet analizi , Von-Mises Stress görünümü



Şekil 129. Toplam kuvvet analizi , Toplam deformasyon

Analiz Sonuçları ve yorumlar:

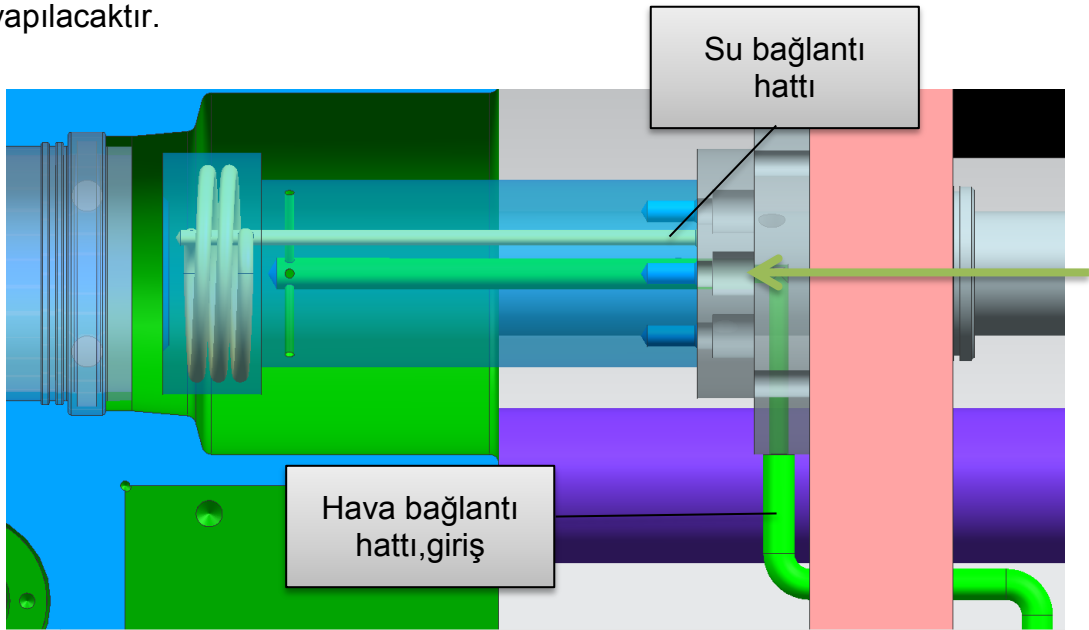
Çalışma, ANSYS Mechanical modülü ile yapılmış, belirlenen sınır şartlarına göre analiz gerçekleştirilmiştir.

Model üzerinde oluşan gerilmelerin 266.55 N olduğu görülmüştür. Maksimum gerilme , maça içerisinde ki su kanalı kesitlerinde gözükmektedir.

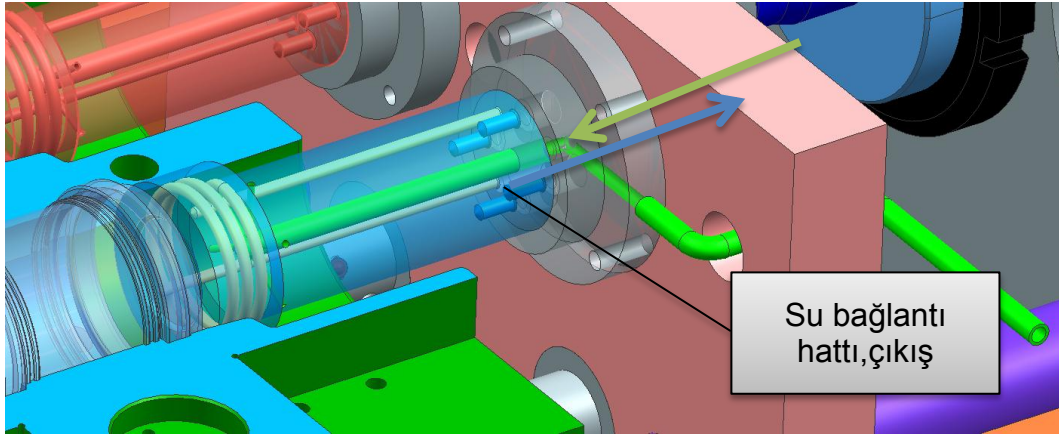
Model üzerinde oluşan yer değiştirme miktarı, toplam yer değiştirme 0,011 mm olarak gözükmetedir. Bu kapsamda model plastik kalıp çelikleri ile üretildiğinde emniyetli bölgede olduğunu göstermektedir.

6.4 AIRCORE MAÇA, HAVA VE SU BAğLANTILARININ TASARIMI

Kalıp içerisinde oluşturulan bağlantı yolları vasıtası ile Aircore maçaya , kompresörden gelen basınçlı havanın taşımını işlemi yapılacaktır. şekilde de görüldüğü üzere, Aircore maça içerisinde hem soğutma suyu kanalı , hem de hava kanalları bulunmaktadır. Maça'nın arka kısmında dayama görevi yapan silindir parçaya açılan hava kanalları ve buna bağlı rekora, ısıya ve basına dayanıklı özel hortumlar ile bağlama işlemi yapılacaktır. Maça'nın arka kısmında bulunan silindir parçalar ve blok içerisinden su bağlantısı yapılacaktır.



şekil 130. Aircore maçanın hava bağlantıları

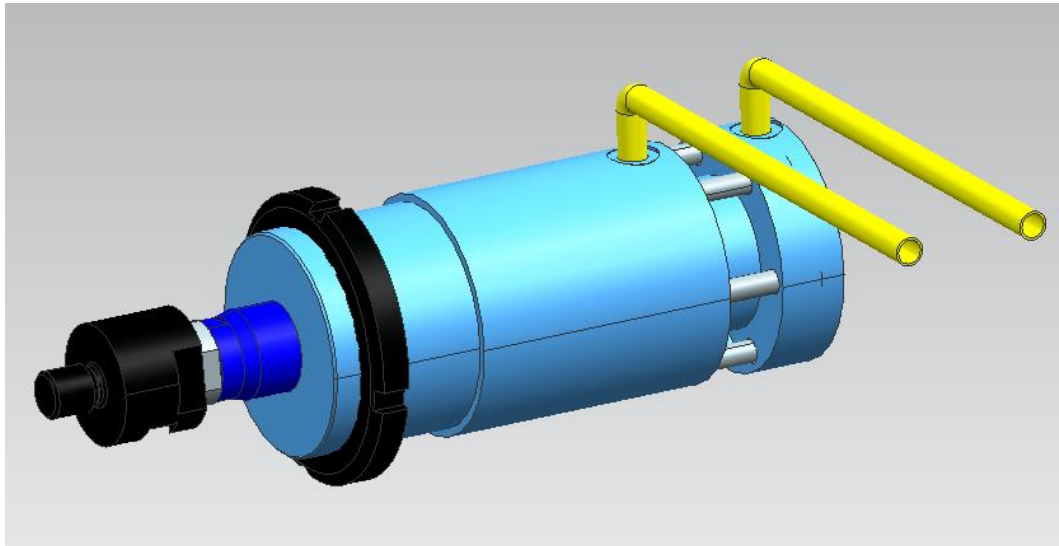


Şekil 131. Aircore maça hava bağlantılarının şekli 3D

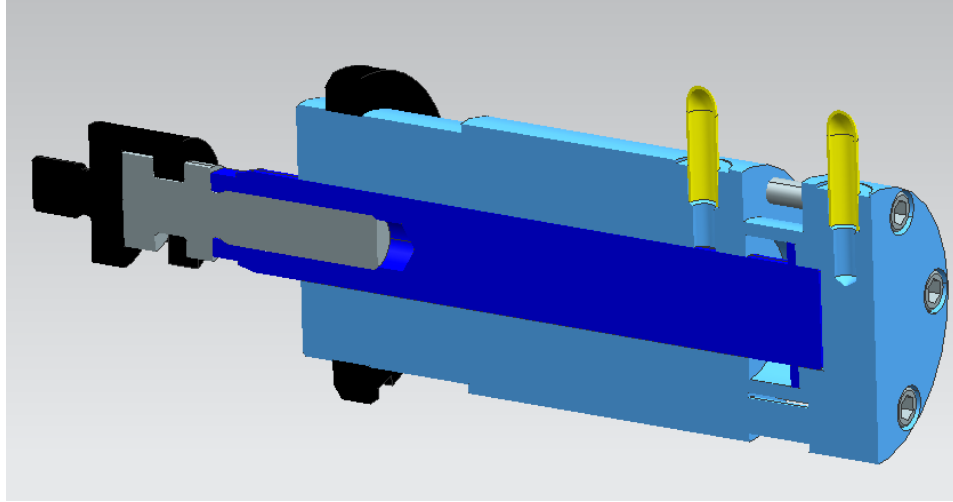
6.5 MAÇA HAREKET , HİDROLİK BAĞLANTILARININ TASARIMI

6.5.1 Çift Hareketli Piston Tasarımı

Kalıp içerisinde kullanılacak olan çift hareketli ve kilitlemeli piston, yurt dışından satınalma yoluyla temin edilecek özel bir üründür. Bu ürüne ait katı model aşağıda paylaşılmaktadır. Ürün teknik özellikleri Piston çapı 80 mm ve kurs boyu 65 mm olarak planlanmıştır.



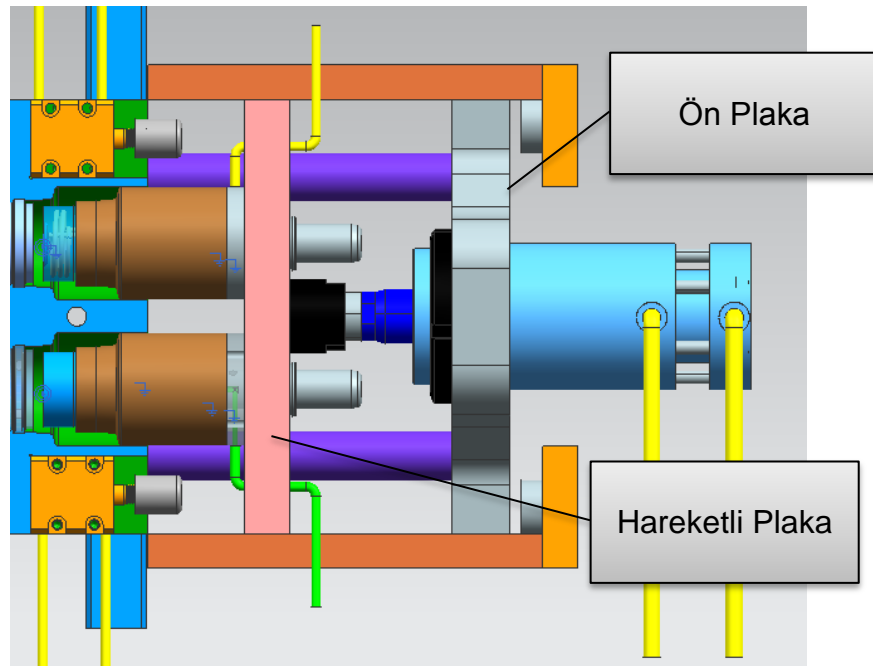
Şekil 132. Çift hareketli piston görünümü



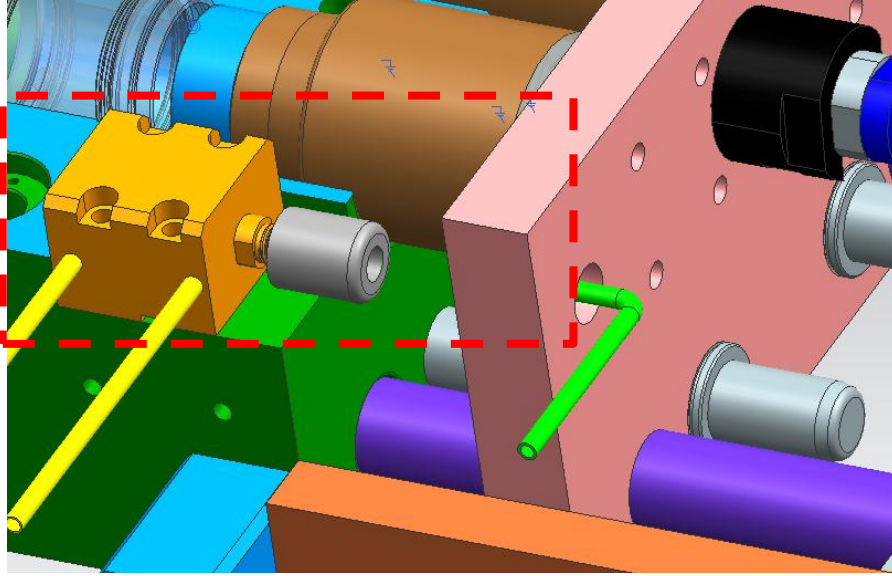
Şekil 133. Çift hareketli piston kesit görünümü

6.5.2 Hidrolik Piston Gövde Bağlantısı Tasarımı

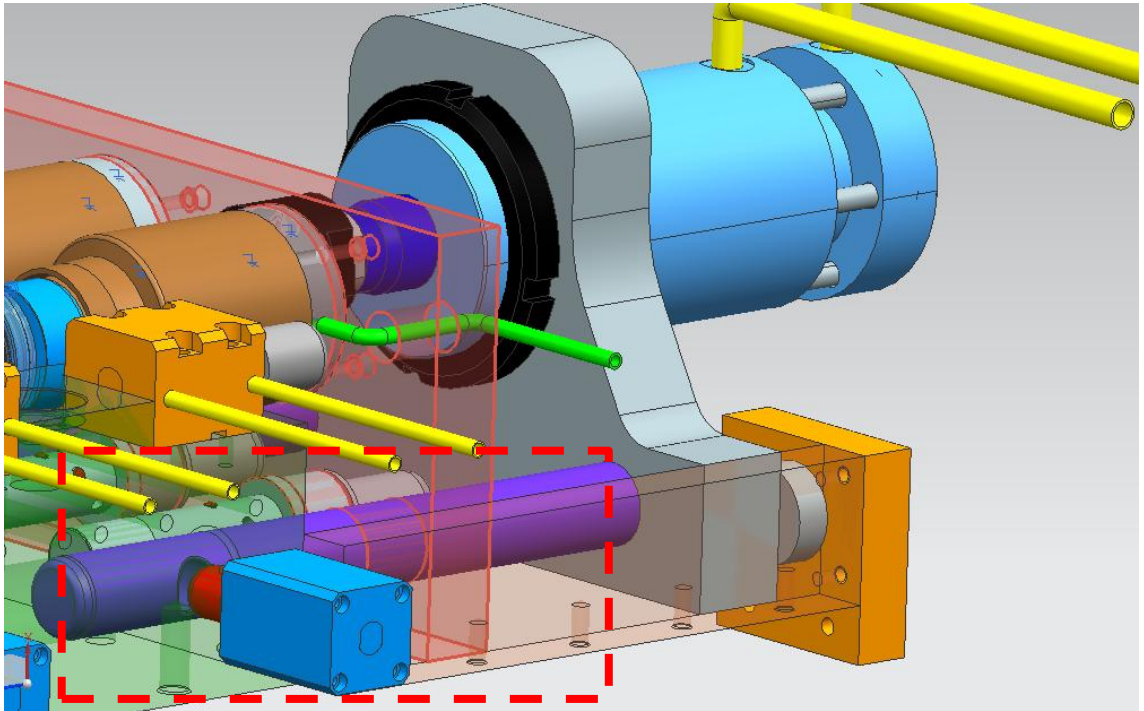
Hidrolik piston kalıba , özel çelik plakalarla bağlanılacaktır. Aşağıda yapılan tasarıma ilişkin detay görünüm paylaşılmaktadır. Pistonun kilitlemesi , sonrası ikinci hareket işlemi yapılırken, yardımcı olarak kalıp içerisinde ek hidrolik pistonlar konumlandırılmıştır. Bu pistonlar, çift hareketli pistonun geri dönüşüne paralel çalışacaklardır. Ayrıca mekanik kalıp içi kilitleme için ek pistonlar konumlandırılmıştır.



Şekil 134. Hidrolik piston bağlantısı tasarımı görünümü



Şekil 135. Hidrolik piston bağlantısı, çift hareket pistonuna paralel çalışan



Şekil 136. Hidrolik bağlantı , yan kilitleme mekanizması

6.5.2.1 Hidrolik Piston Ön Bağlantı Plakası Tasarımı

Hidrolik piston, kalıba ön kısımda bulunan ön gövde plakasına bağlanılacaktır. Bu plaka aynı zamanda alt yan kenarlarından merkezleyici ve kalıp kilitleme görevi gören milleri taşıyacaktır. Kalıp geometrisine uygun

olarak geometrik tasarımı yapılan model, mekanik olarak analizle tasarım doğrulama yapılmıştır.

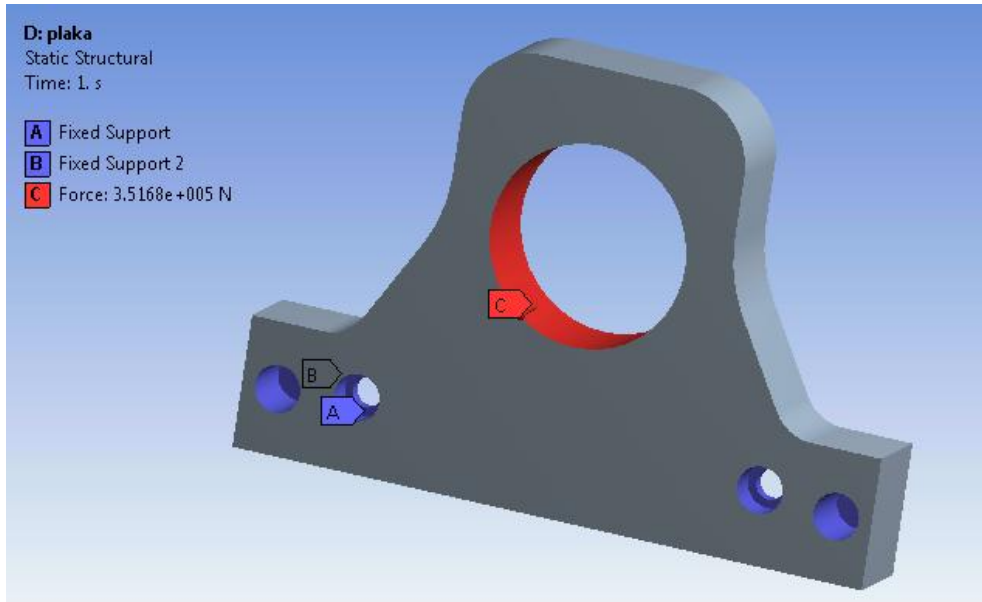
Analiz Modeli :

Çalışmada , ön plaka malzemesi için malzeme tanımlaması 2341 kalıp çeliği olarak tanımlanmıştır. Kalıp çeliğine ait akma sınırı normalin biraz altında $750 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$ (750 Mpa) alınmıştır.

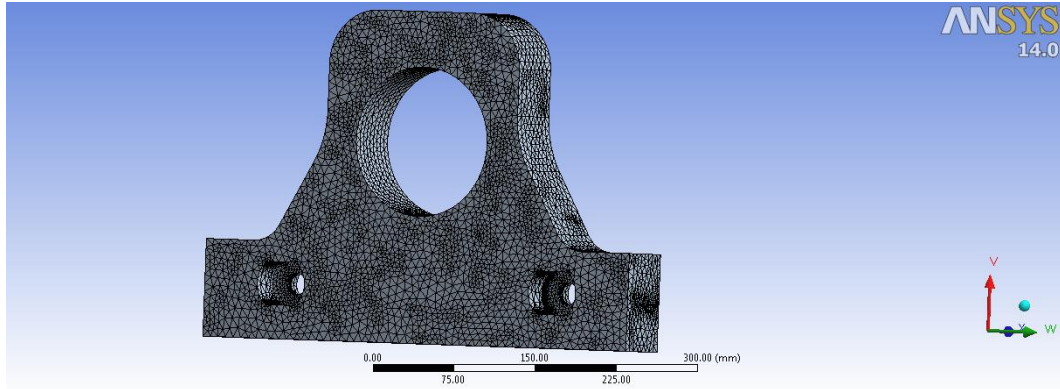
Tablo 10. Hidrolik Piston Ön bağlantı plakası malzeme bilgileri

Density	7.85e-006 kg mm ⁻³	Tensile Ultimate Strength MPa	1100
Coefficient of Thermal Expansion	1.2e-005 C ⁻¹		
Specific Heat	4.34e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹	Tensile Yield Strength MPa	750
Thermal Conductivity	6.05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹		
Resistivity	1.7e-004 ohm mm		

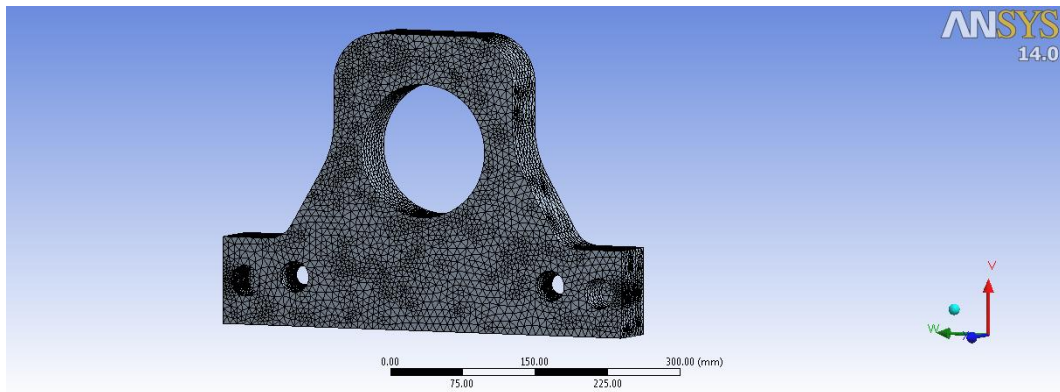
Çalışmada, malzeme eksenini boyunca Ø80 mm piston için 70 Mpa basıncın yüzey alanı kuvveti hesaplanmıştır. Piston eksenini boyunca 351680 Newton kuvvet uygulanmıştır. Bunun dışında tüm civata bağlantı noktalarından model sabit tutulmuştur.



Şekil 137. Hidrolik Piston ön bağlantı plakası analiz kurgusu

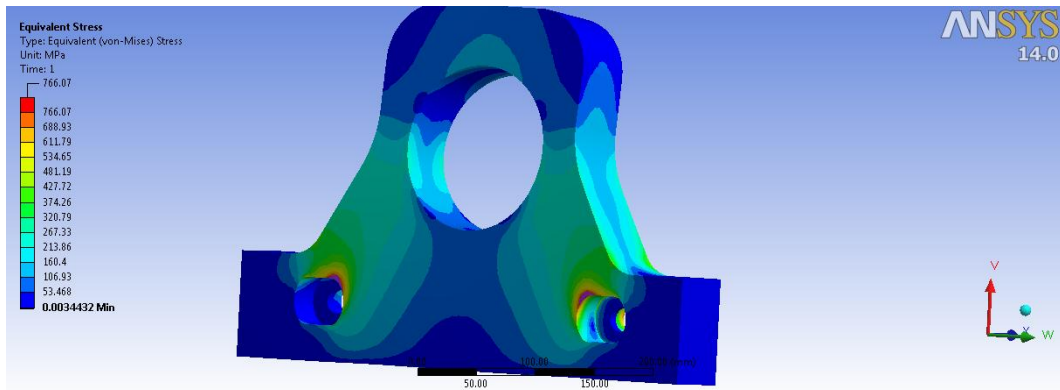


Şekil 138. Hidrolik Piston Ön bağlantı plakası, Mesh görünüm önden bakış

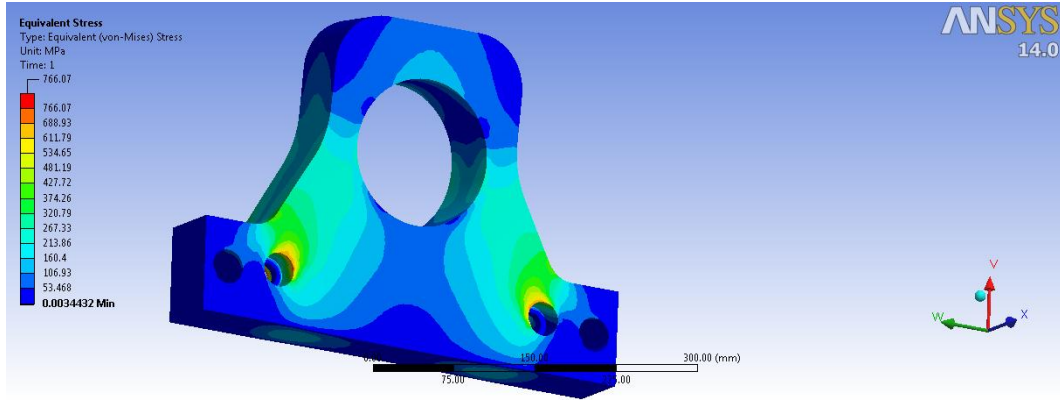


Şekil 139. Hidrolik Piston Ön bağlantı plakası, Mesh görünüm arkadan bakış

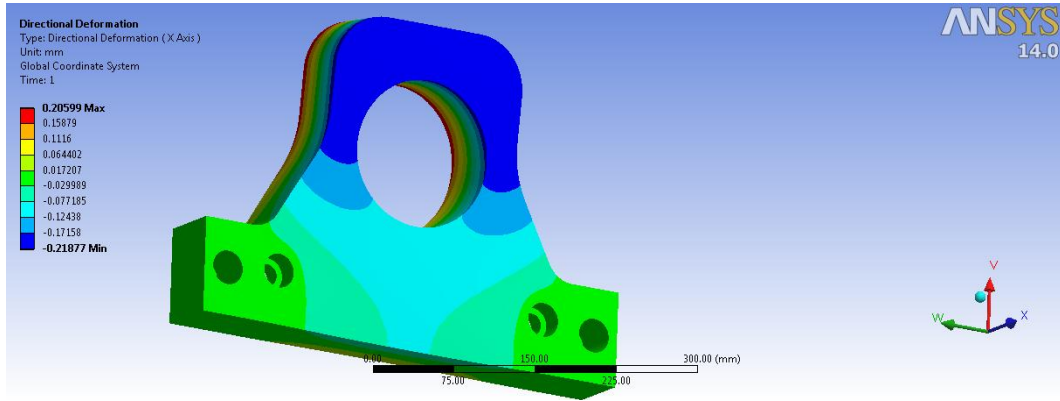
Modelde pistonun bağlantı kısımları ve pistonun oturduğu bölge orta eksen kısmı tehlikeli kesitler olarak gözükmemektedir. Model mesh ağı , çözüm ağı oluşturulurken bu geometrilerin meshlenmesine dikkat edilmiştir. Mesh tekniği uygulanması sonu, **197228 Nodes** ve **130267 Element** model üzerinde oluşturulmuştur.



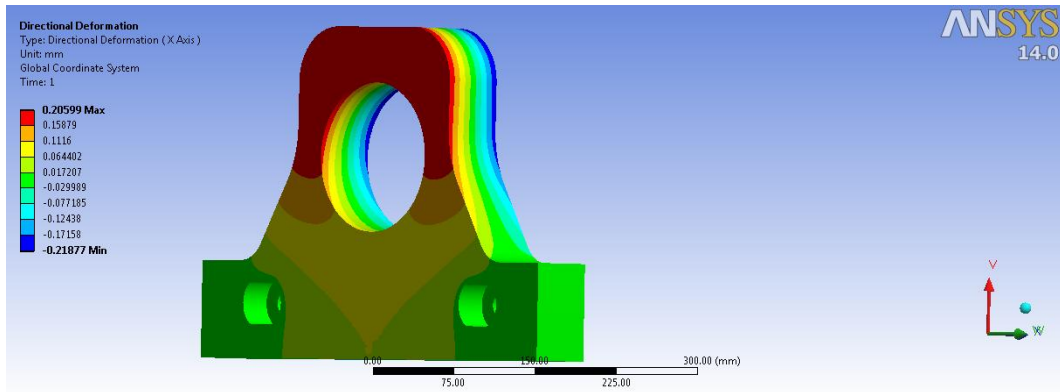
Şekil 140. Hidrolik Piston Ön bağlantı plakası , Von- Mises Stress, önden görünümü



Şekil 141. Hidrolik Piston Ön bağlantı plakası, Von- Mises Stress, arkadan görünüm



Şekil 142. Hidrolik Piston Ön bağlantı plakası, X yönünde yer değişime



Şekil 143. Hidrolik Piston Ön bağlantı plakası, X yönünde yer değişime ,arkadan bakış

Ön bağlantı parçası, Analiz Sonuçları ve yorumlar :

Çalışma, ANSYS Mechanical modülü ile yapılmış, belirlenen sınır şartlarına göre analiz gerçekleştirilmiştir.

Model üzerinde oluşan gerilmeler, civata bağlantı noktalarında ki çizgi kenar kısımların da yüksek görünmektedir. Bu kısımlar yazılımın analiz yaklaşımından kaynaklanmaktadır. Keskin kenar bölgeleri çizgi şeklinde kesit aldığı için, rakamlar bu yüzden dikkate alınmamıştır. Modelin önemli orta yüzeylerine, civata bağlantı orta yüzeylere bakıldığında gerilmeler 320 Mpa civarında gözükmektedir. Bununla beraber X eksenindeki (piston eksenini) yer değiştirme miktarı 0.2 mm olarak gözükmektedir.

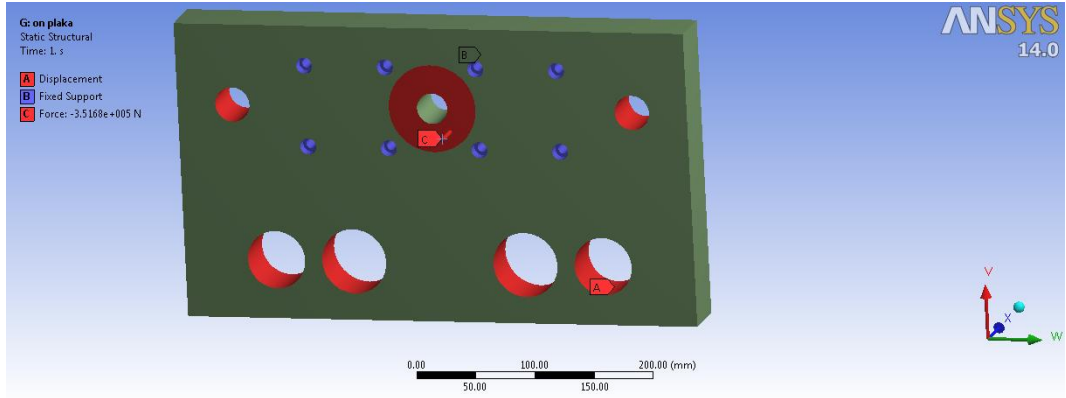
Bu kapsamda model plastik kalıp çelikleri ile üretildiğinde emniyetli bölgede olduğunu göstermektedir.

6.5.2.2 Hidrolik Piston, Hareketli Plaka Tasarımı

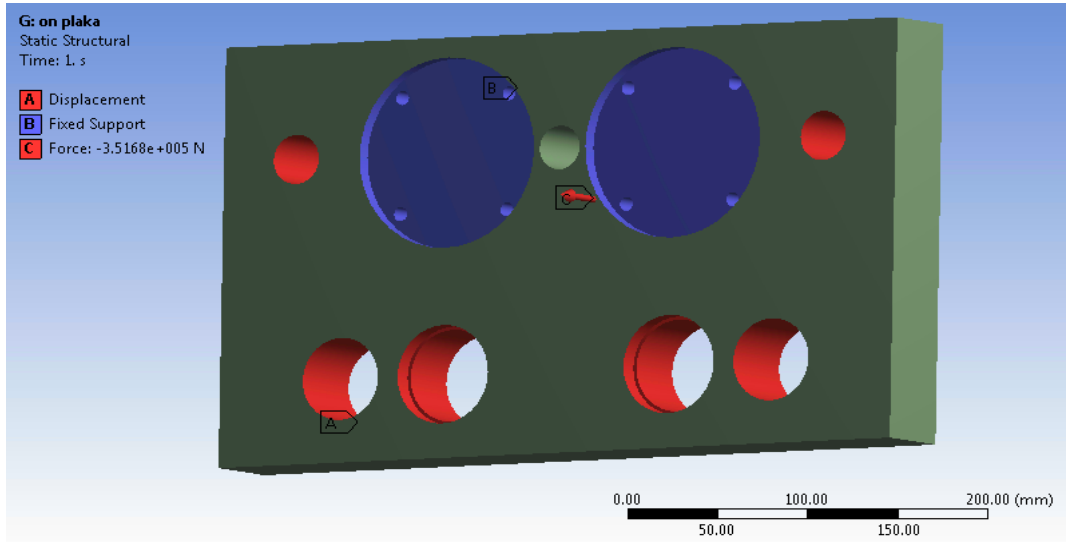
Hareketli plaka, çift hareketli pistonun ön kısmına bağlanılmaktadır. Hareketli plaka üzerinde 2 adet maça bağlantıları bulunmaktadır. Pistondan aldığı kuvveti, maçalara iletmektedir. Aynı zamanda mekanik kilitlemenin açıldığı durumlarda , geri itici pistonların kuvvetleri ile tekrar geri hareket etmektedir. Hareketli plaka üzerinde ayrıca su girişi bağlantıları ve hava geçiş kanalları bulunmaktadır. Yapılacak olan mekanik analizde bu kısımlar deaktif olarak bulunacaktır. Kalıp geometrisine uygun olarak geometrik tasarımı yapılan model, mekanik olarak analizle tasarım doğrulama yapılmıştır.

Analiz Modeli :

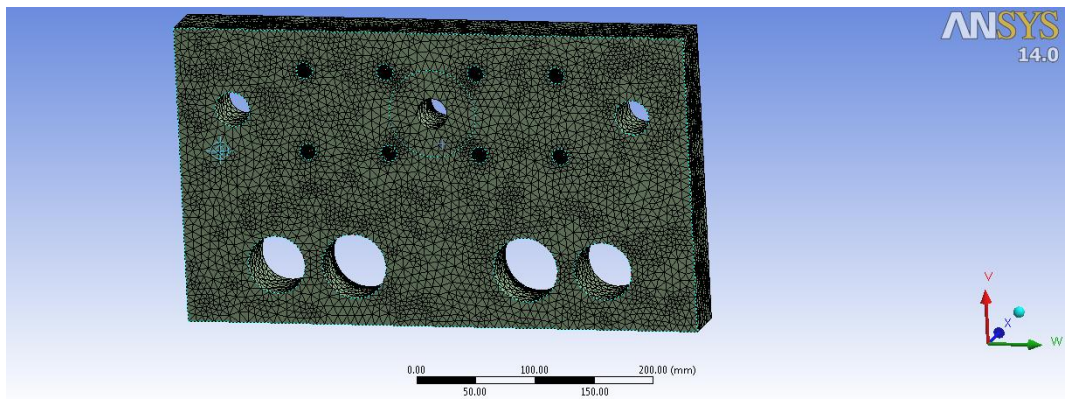
Çalışmada , ön plaka malzemesi için malzeme tanımlaması 2341 kalıp çeliği olarak tanımlanmıştır. Kalıp çeliğine ait akma sınırı normalin biraz altında $750 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$ (750 Mpa) alınmıştır. Pistonun dayandığı bölge ayrı olarak belirlenmiş ve 351680 Newtonluk piston kuvveti uygulanmıştır. Millerin bağlandığı bölgeler *Displacement Support* olarak tanımlanmıştır.



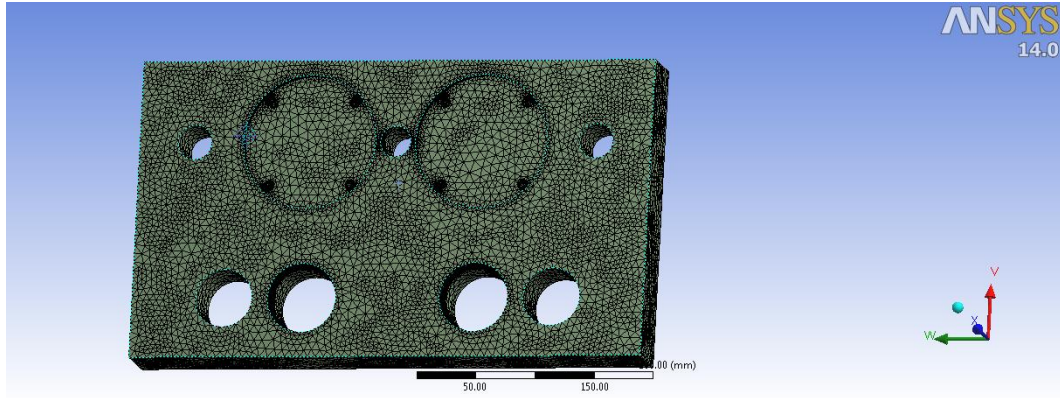
Şekil 144. Hidrolik Piston, Hareketli Plaka Analiz Modeli



Şekil 145. Hidrolik Piston, Hareketli Plaka Analiz

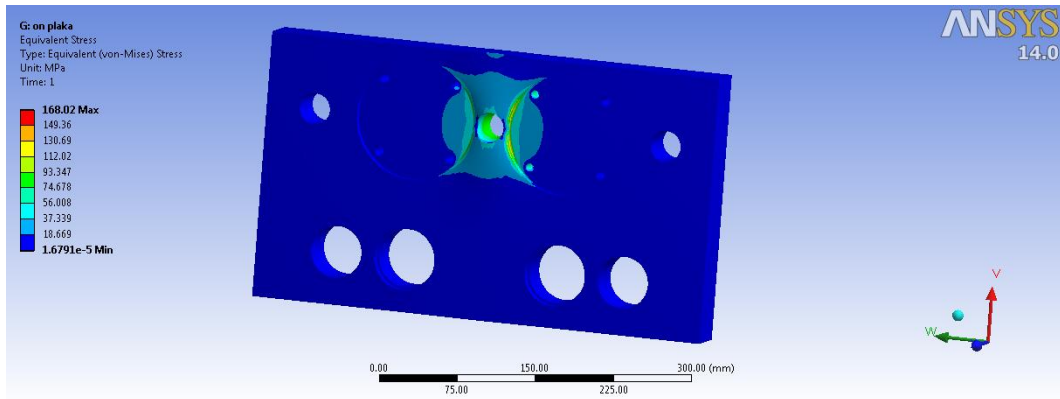


Şekil 146. Hidrolik Piston, Hareketli Plaka Analizi Mesh Ön görünüm

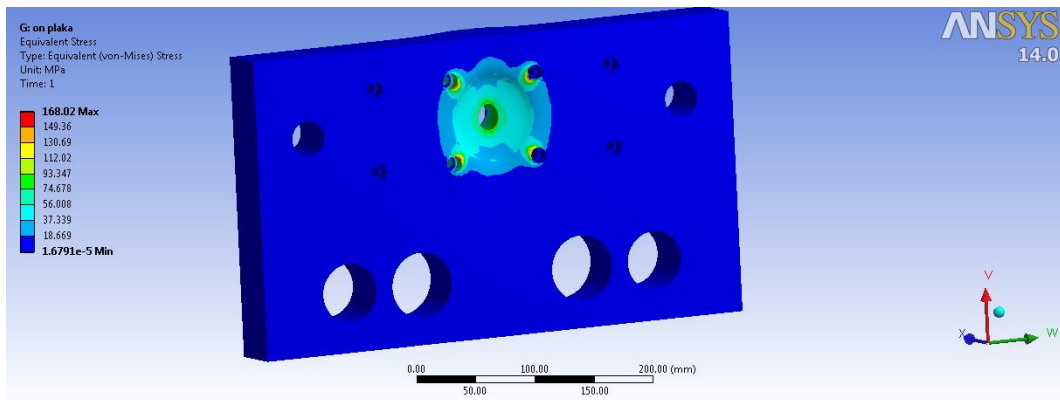


Şekil 147. Hidrolik Piston, Hareketli Plaka Analiz Mesh Arka görünüm

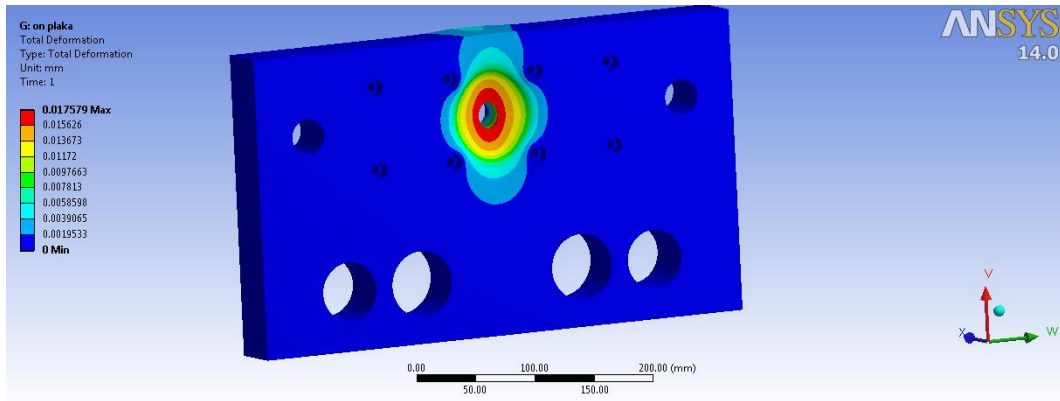
Modelde civata bağlantı noktaları ve maca arka dayama bölgeleri tehlikeli kesit olarak görülmüştür. Model mesh ağı , çözüm ağı oluşturulurken bu geometrilerin meshlenmesine dikkat edilmiştir. Mesh tekniği uygulanması sonu, **330349 Nodes** ve **214998 Element** model üzerinde oluşturulmuştur.



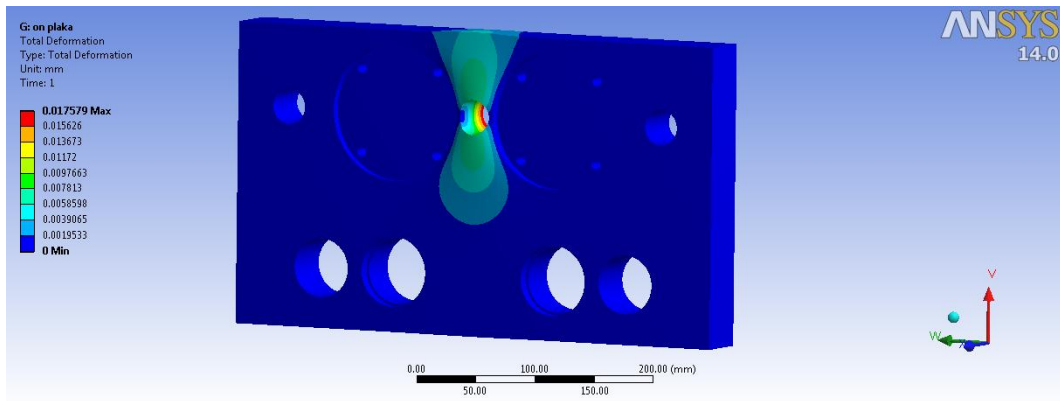
Şekil 148. Hidrolik Piston, Hareketli Plaka Analiz Von-Mises Stress Arka Görünüm



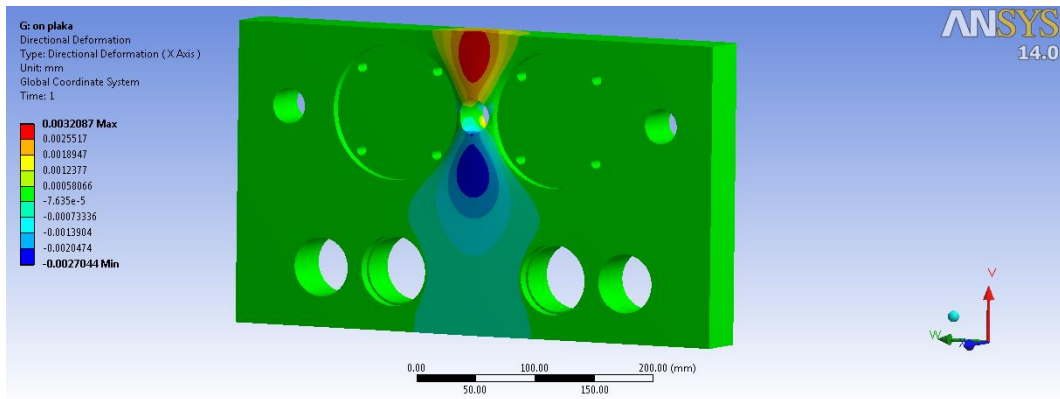
Şekil 149. Hidrolik Piston, Hareketli Plaka Analiz Von-Mises Ön görünüm



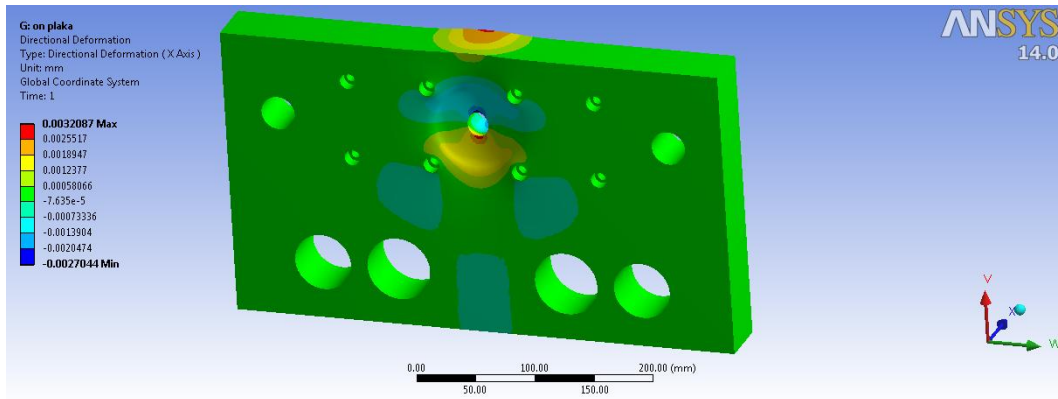
Şekil 150. Hidrolik Piston, Hareketli Plaka Analiz Toplam Deformasyon Ön görünüm



Şekil 151. Hidrolik Piston, Hareketli Plaka Analiz Toplam Deformasyon Arka görünüm



Şekil 152. Hidrolik Piston, Hareketli Plaka Analiz X yönünde Deformasyon Arka görünüm



Şekil 153.Hidrolik Piston, Hareketli Plaka Analiz X yönünde Deformasyon ön görünüm

Hareketli Plaka, Analiz Sonuçları ve yorumlar:

Çalışma, ANSYS Mechanical modülü ile yapılmış, belirlenen sınır şartlarına göre analiz gerçekleştirilmiştir.

Modelin piston orta giriş yüzeylerine, civata bağlantı orta yüzeylere bakıldığında gerilmeler 168 Mpa civarında gözükmektedir. Bununla beraber X eksenindeki (piston eksen) yer değiştirme miktarı 0.0032 mm olarak gözükmektedir.

Bu kapsamda model plastik kalıp çelikleri ile üretildiğinde emniyetli bölgede olduğunu göstermektedir.

6.5.2.3 Mekanik Kilitleme Mili

Kilitleme mili, kalıbın ön plakasına bağlanılmaktadır. Bunun yanı sıra ana kalıp gövdesi üzerinde bulunan hidrolik kilitleme pistonları ile beraber çalışmaktadır. Gövdesi üzerinde bulunan oyuk boşluğa hidrolik piston mili uzatma kısmı girmekte ve sistemin kilitlenmesini sağlamaktadır. Bu işlem sırasında piston eksenini boyunca oluşan kuvvetlere maruz kalmaktadır. Kalıp içerisinde 4 adet kilitleme mili kullanımı ön görülmüştür. Bu miller aynı zamanda, piston hareketi boyunca merkezleyici görev de yapmaktadır. Kalıp geometrisine uygun olarak geometrik tasarımı yapılan model, mekanik olarak analizle tasarım doğrulama yapılmıştır.

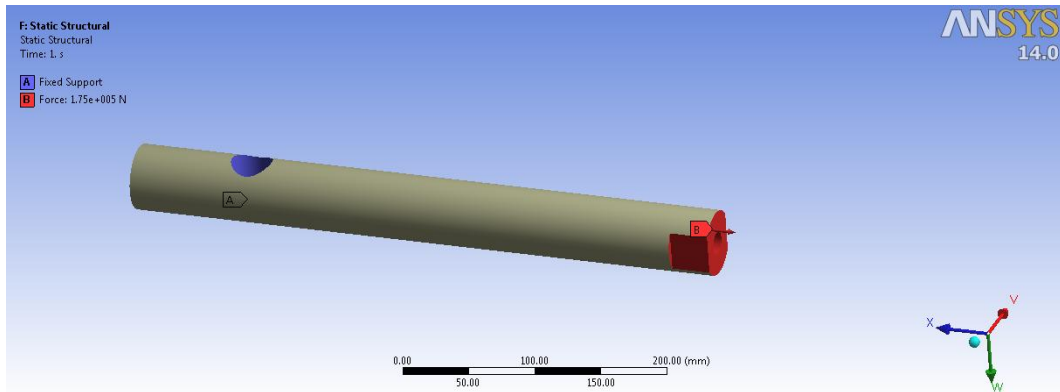
Analiz Modeli :

Çalışmada , kilitleme mili için malzeme tanımlaması 2341 kalıp çeliği olarak tanımlanmıştır. Kalıp çeliğine ait akma sınırı normalin biraz altında 750 N/mm^2 (750 Mpa) alınmıştır. Analizlerde malzeme ortak kullanılmıştır. Malzenin benzer kullanılması, analizlerde ki gerilme noktalarının daha iyi gözlemmesini olanak sağlamaktadır.

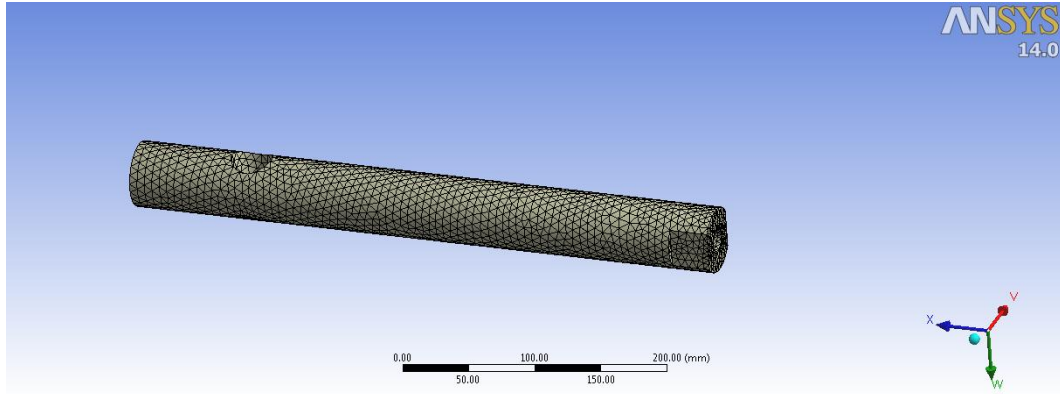
Tablo 11. Kilitleme mili malzeme bilgileri

Density	7.85e-006 kg mm ⁻³	Tensile Ultimate Strength MPa
Coefficient of Thermal Expansion	1.2e-005 C ⁻¹	1100
Specific Heat	4.34e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹	
Thermal Conductivity	6.05e-002 W mm ⁻¹ C ⁻¹	Tensile Yield Strength MPa
Resistivity	1.7e-004 ohm mm	750

Çalışmada, malzeme eksenini boyunca Ø80 mm piston için 70 Mpa basıncın yüzey alanı kuvveti hesaplanmıştır. Piston eksenini boyunca 351680 Newton kuvvet oluşmaktadır. Kalıp yapısı genelinde bu model 4 adet kullanılması planlanmaktadır. Bunun 2 adeti tek bir hareket pistonuna denk geldiği için , burada kuvvet $\frac{1}{2}$ olarak alınmıştır. Kuvvet miktarı 175000 Newton olarak uygulanmıştır. Modelde pistonun giriş yaptığı kilitleme noktası tutulmuştur. Kuvvet, çekme yönünde milin arka bağlantı kısımlarından verilmiştir.

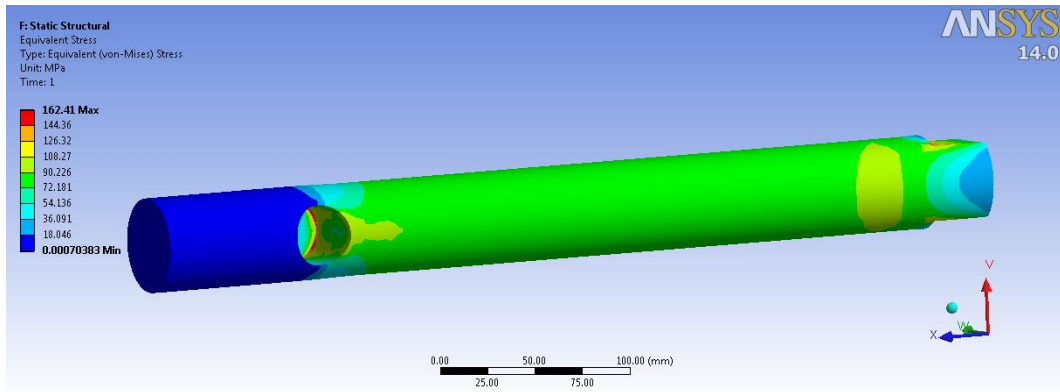


Şekil 154. Mekanik Kilitleme mili modeli

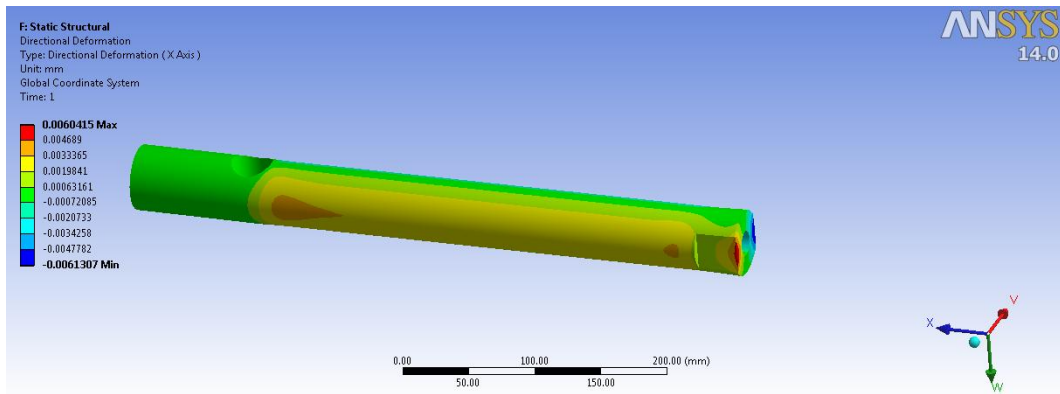


Şekil 155. Mekanik Kilitleme mili, Mesh görünüm

Modelde kilitleme milinin psitonunun oturduğu bölge orta eksen kısmı tehlikeli kesitler olarak gözükmetedir. Model mesh ağı , çözüm ağı oluşturulurken bu geometrilerin meshlenmesine dikkat edilmiştir. Mesh tekniği uygulanması sonu, **44372 Nodes** ve **29175 Element** model üzerinde oluşturulmuştur.



Şekil 156. Mekanik Kilitleme Mili, Von Mises Stress görünüm



Şekil 157. Mekanik Kilitleme Mili, X yönünde deformasyon

Kilitleme Mili, Analiz Sonuçları ve yorumlar

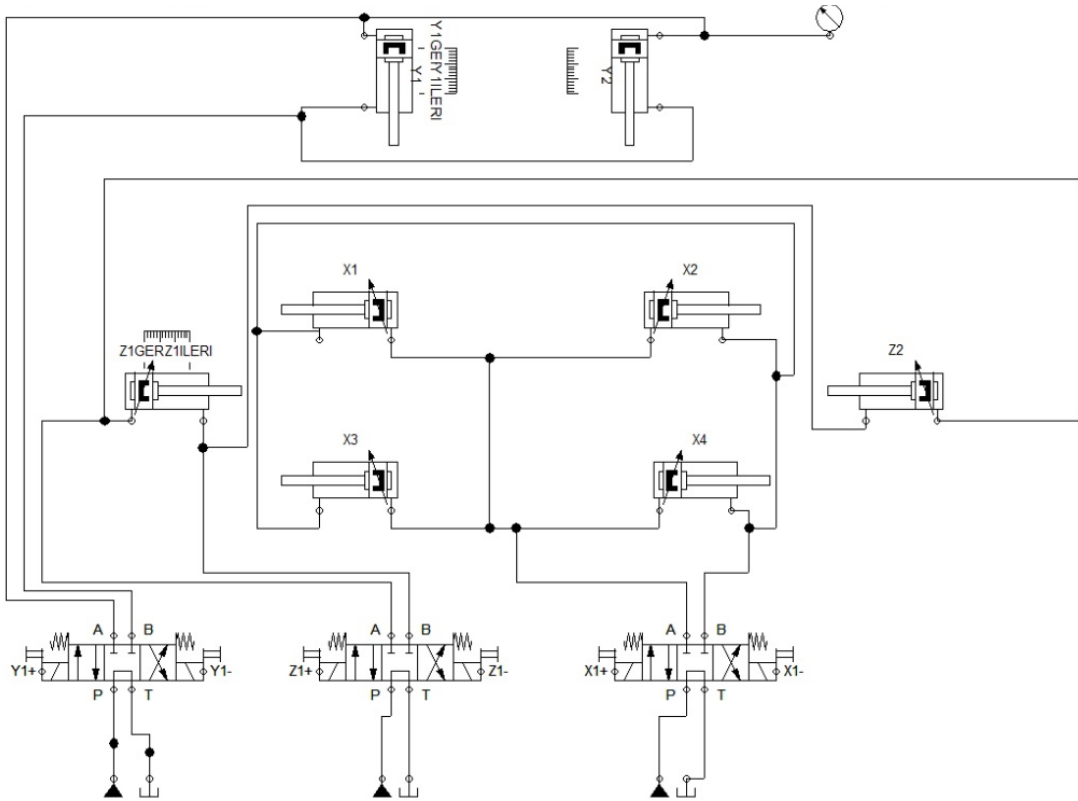
Çalışma, ANSYS Mechanical modülü ile yapılmış, belirlenen sınır şartlarına göre analiz gerçekleştirilmiştir.

Model üzerinde oluşan gerilmeler, civata bağlantı noktalarında ki çizgi kenar kısımların da yüksek görünmektedir. Bu kısımlar yazılımın analiz yaklaşımından kaynaklanmaktadır. Keskin kenar bölgeleri çizgi şeklinde kesit aldığı için, rakamlar bu yüzden dikkate alınmamıştır. Modelin piston orta giriş yüzeylerine, civata bağlantı orta yüzeylere bakıldığında gerilmeler 144 Mpa civarında gözükmemektedir. Bununla beraber X eksenindeki (piston eksenini) yer değiştirme miktarı 0.005 mm olarak gözükmemektedir.

Bu kapsamda model plastik kalıp çelikleri ile üretildiğinde emniyetli bölgede olduğunu göstermektedir.

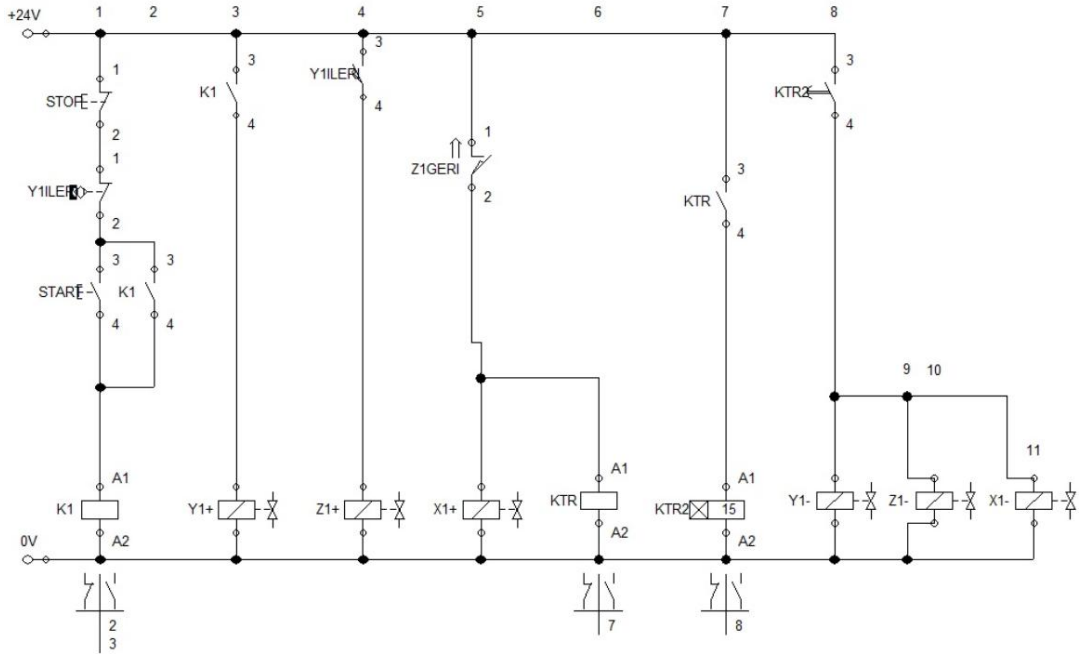
6.5.3 Hidrolik Devre'nin Tasarımı

Kalıp içerisinde kullanılması düşünülen hidrolik pistonlar ve Aircore maçasını tahrik eden piston devreleri dizayn edilmiştir. Hidrolik devreler, elektro-hidrolik sistemler aracılığı ile kontrol edilmiştir. Elektrik aktüatörlü valfler , emniyet valfleri , hidrolik ünite, pistonlar gibi hidrolik devre elemanlarından oluşmaktadır.



Şekil 158. Hidrolik Devre Tasarımı, Hidrolik Devre Çizimi

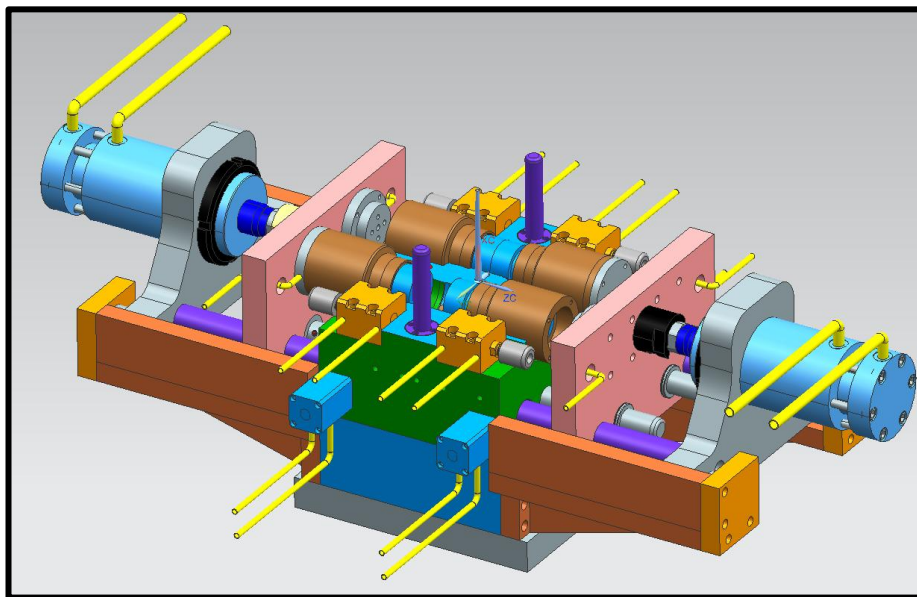
- Z1- Z2: Çift hareketli , mekanik kilitlemeli özel silindirler
- Y1-Y2 : Kalıp içerisinde mekanik kilitleme yapan silindirler
- X1-X2-X3-X4 : Kalıp kilitleme açıldığında , hareketli plakayı geri süren pistonlar



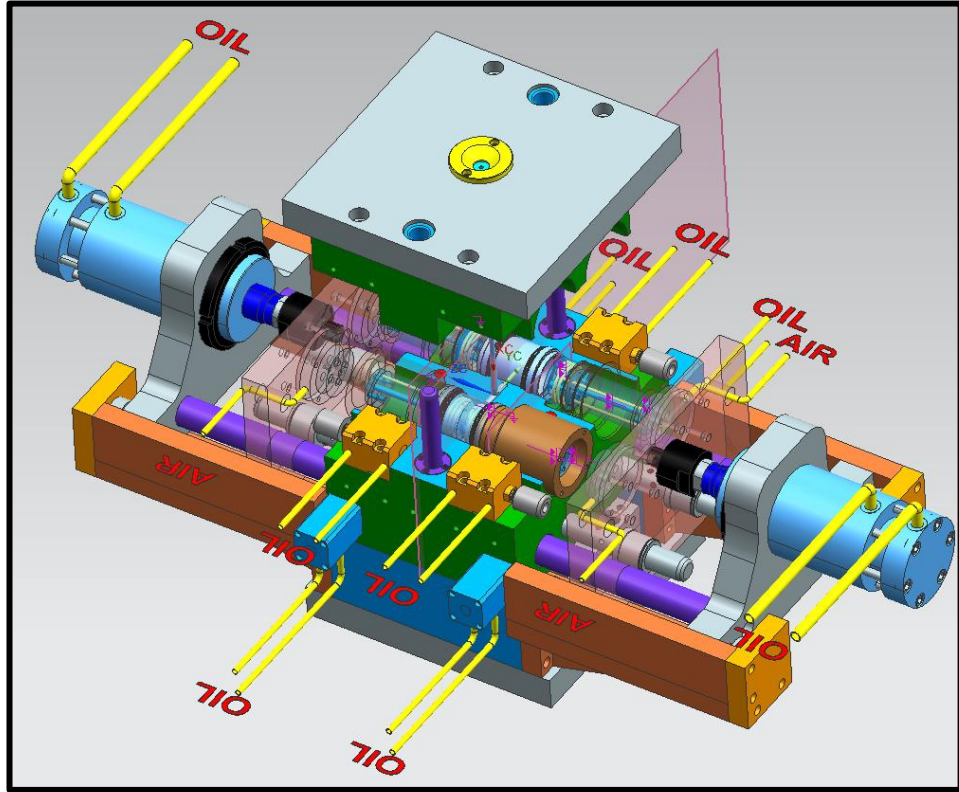
Şekil 159. Hidrolik devre , elektronik devre çizimi (Germany Norm)

6.6 KALIP MODELİ

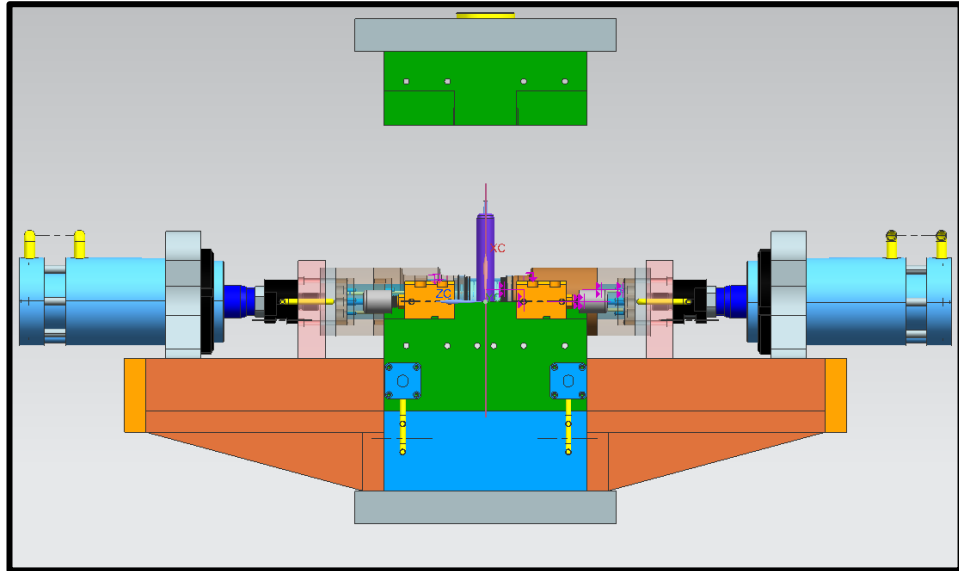
Kalıp elemanlarının tasarımı her bir ekipman için ayrı ayrı yapılmıştır. Tasarım çalışmaları yapılırken, montaj için tasarım çalışmaları da tamamlanmıştır. Bu çalışmalar neticesinde kalıbın son şekli belirlenmiştir. Detay resimler aşağıda paylaşılmaktadır.



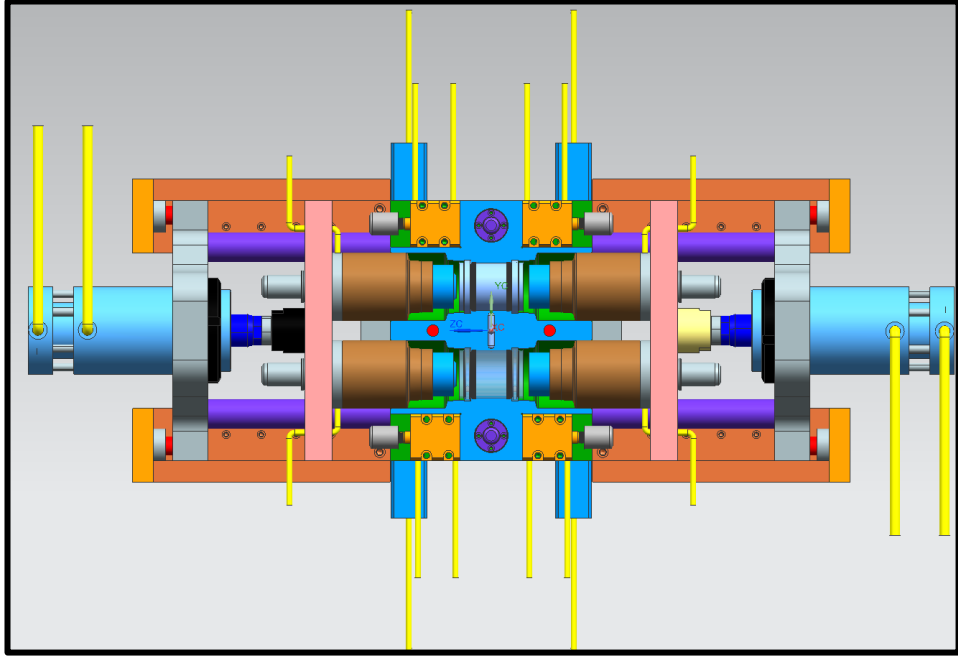
Şekil 160. Kalıp modeli genel görünüm 1



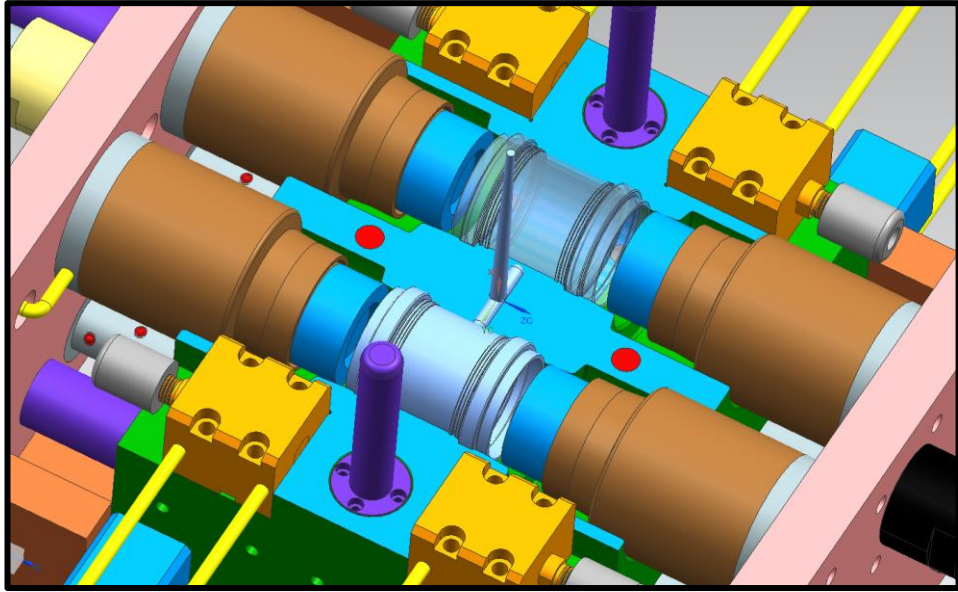
Şekil 161. Kalıp modeli genel görünüm 2



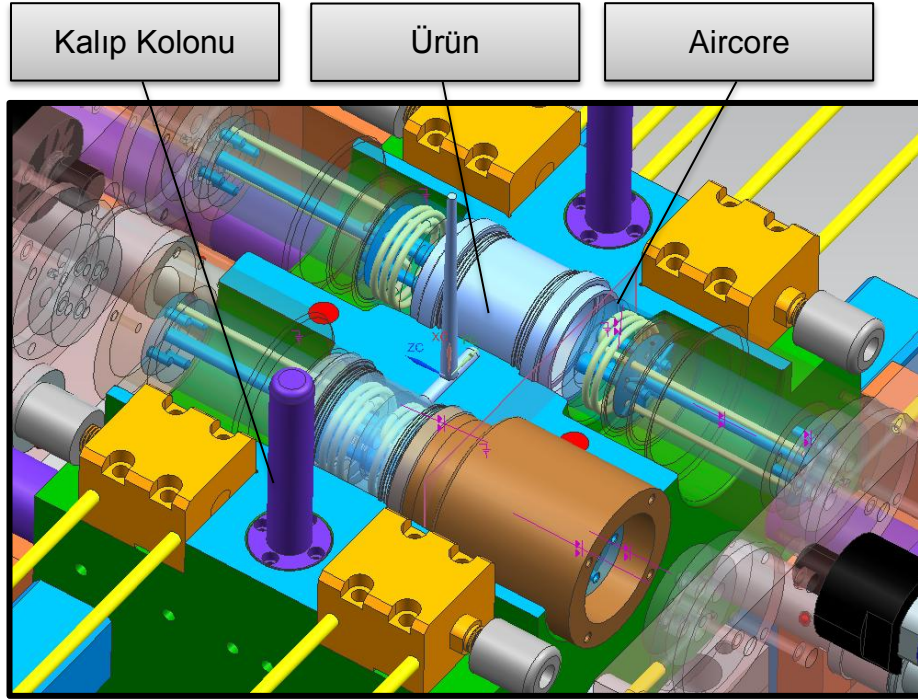
Şekil 162. Kalıp modeli genel görünüm 3



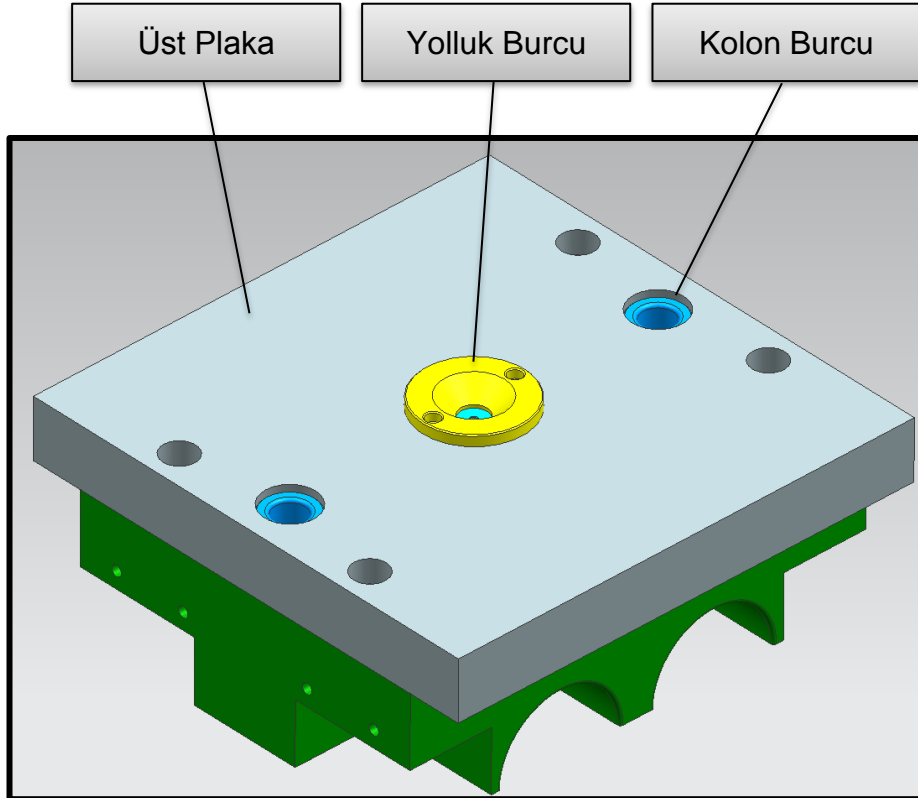
Şekil 163. Kalıp modeli genel görünüm 4



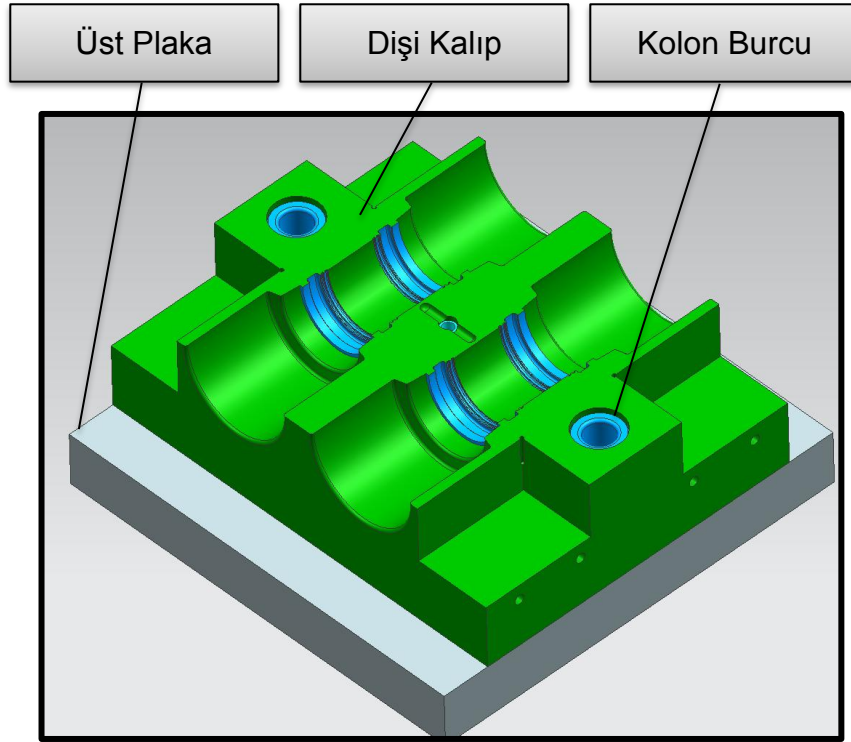
Şekil 164. Kalıp modeli genel görünüm 5



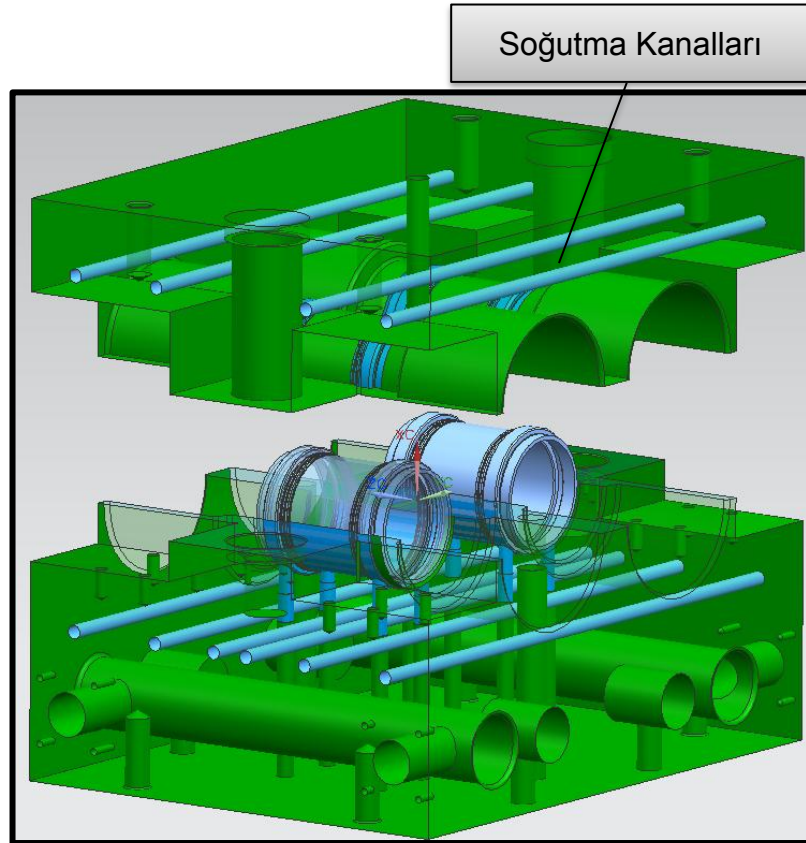
Şekil 165. Kalıp modeli genel görünüm 6



Şekil 166. Kalıp modeli , Üst plaka



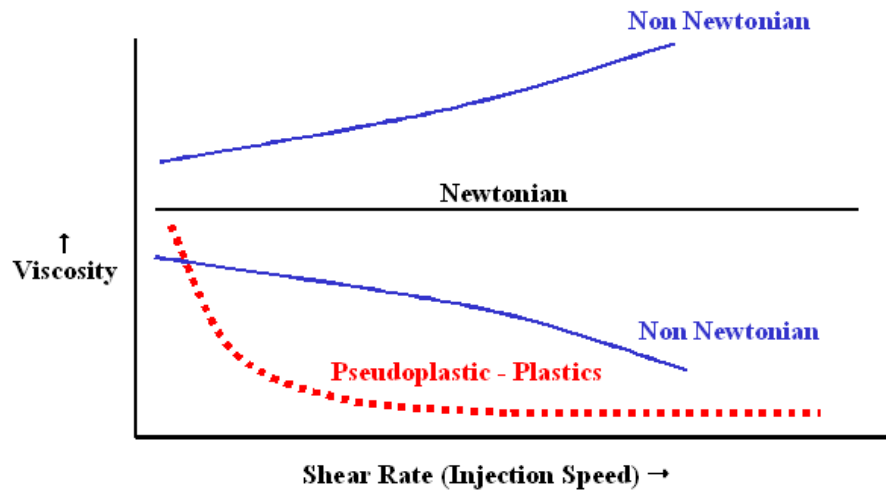
Şekil 167. Kalıp Modeli, Dişi plaka görünümü



Şekil 168. Kalıp Modeli, Soğutma Kanalları görünümü

6.7 KALIP PLASTİK ENJEKSİYON ANALİZİ (Mold Flow Analysis)

Plastik enjeksiyon kalıbının imalat sürecine başlamadan önce, plastik parça,kalıp ve enjeksiyon prosesinin simülasyonunun yapılması, imalat sonrası karşılaşılabilecek hataların önüne geçmek için önemlidir. Bu sayede proses ve ürün üzerinde optimizasyon yapma imkanı oluşacaktır. Plastik yani polimer malzemelerin sayısal yöntemler ile çözümü oldukça zor bir yöntemdir. Bunun sebebi polimer malzemelerin Newton tipi olmayan, kararsız akış mekaniğine sahip olmalarıdır. Dünya üzerinde bu tip çözümler için CFD yazılım uygulamalarından destek alınmaktadır. Polimer malzemelerin proses çözümlerinde dünya üzerinde çok fazla yazılım bulunmamaktadır.



Şekil 169. Newton ve Newton tipi olmayan akış viskozite değişimi

Newton tipi akışkanların deformasyon hızı kayma gerilmesi ile doğru orantılı olup lineerdir ve viskozitesi sabittir. Non-Newton tipi Akışkanların davranışı, Navier–Stokes denklemlerini içeren, bir grup kısmî diferansiyel denklemler ile tanımlanır.

Tez çalışması içerisinde akademik olarak kendini ispatlamış olan Moldex 3D yazılımı ile kalıp içi analizlere ilişkin çözümler yapılmıştır.

6.7.1 Kalıp Analizi Modelin Oluşturulması ve Tanımlamalar

Kalıp analizi çalışmasında, 3D içerik STL uzantısında Moldex 3D yazılımı içerisine transfer edilmiştir. Plastik hedef ürün için düşünülen PP ve HDPE malzemeler için analiz uygulamasında Sabic marka HDPE malzeme kullanılması ön görülmüştür.

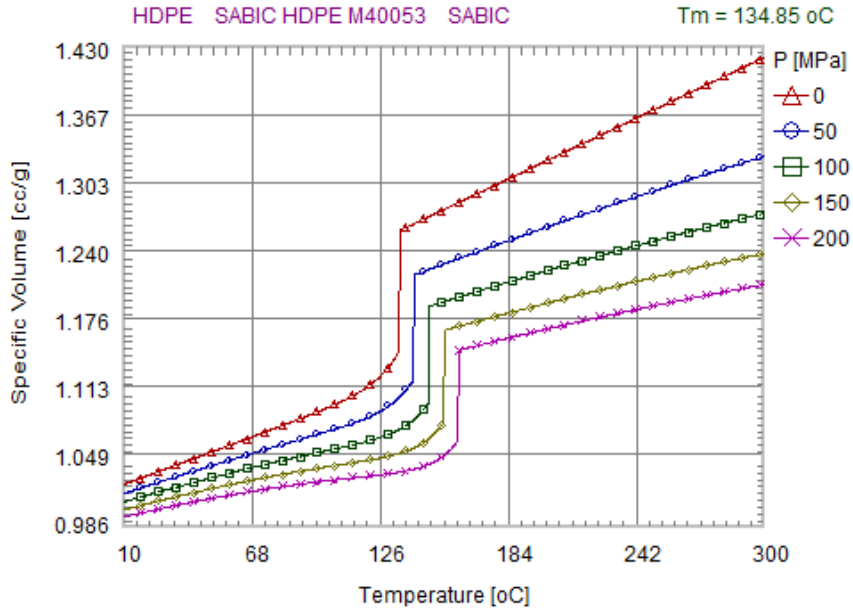
Bu kapsamda Moldex 3D paket programı kullanılmış ve modelleme, çözüm ağı oluşturma, analiz etme ve sonuç görüntüleme aşamaları bu paket program altında incelenmiştir.

Mesh Type	eDesign3
No. cooling channel	10
Part dimension	110.16 x 234.14 x 84.14 (mm)
Mold dimension	466.00 x 449.00 x 532.00 (mm)
Cavity(Part) volume	158.25 (cc)
Cold runner volume	16.0811 (cc)
Element number	494687
Part elements	494687
Node number	425610

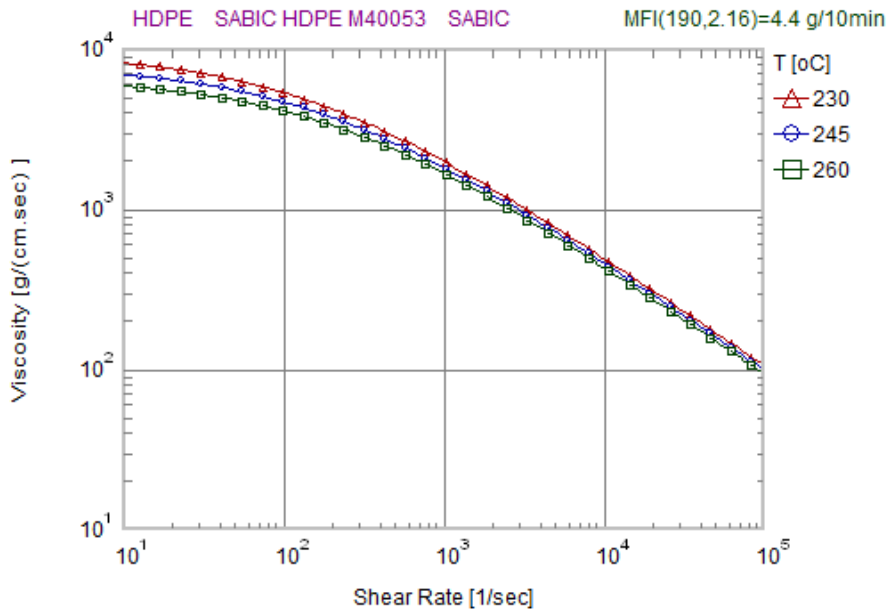
Şekil 170. Kalıp Analiz Modeli Tanımlamalar 1

Material type	Thermoplastic
Generic name	HDPE
Supplier	SABIC
Trade name	SABIC HDPE M40053
MFI	MFI(190,2.16)=4.4 g/10min
Fiber percent	0.00 (%)
Melt temperature range	230 - 260 (oC)
Mold temperature range	20 - 40 (oC)
Ejection temperature	105 (oC)
Freeze temperature	125 (oC)

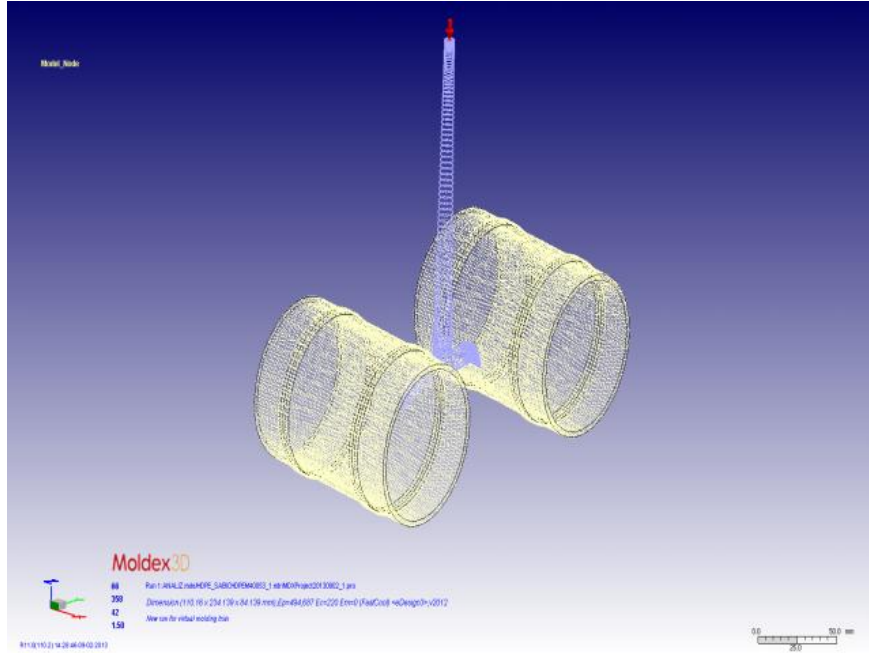
Şekil 171. Kalıp Analiz Modeli Tanımlamalar 2



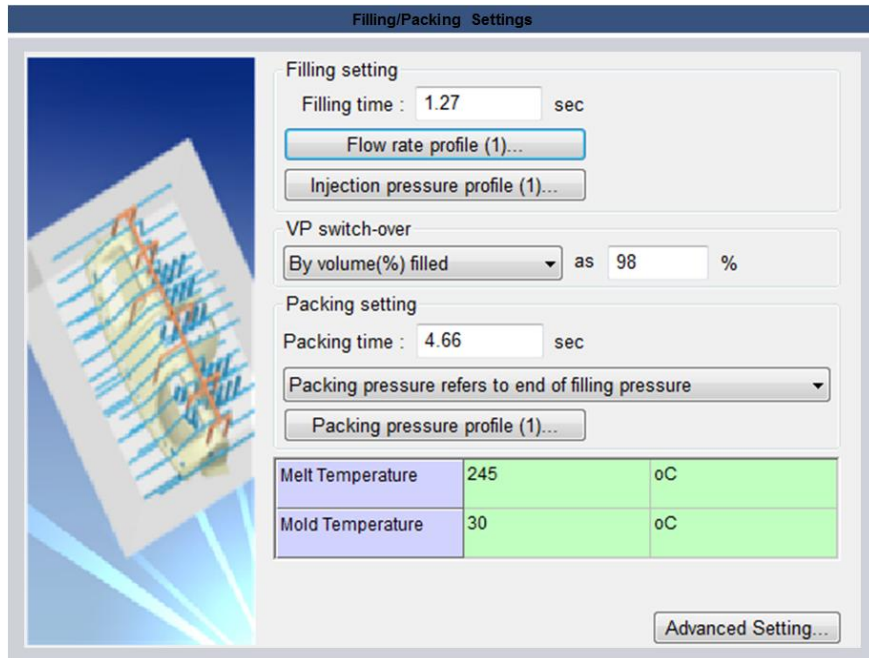
Şekil 172. Kalıp Analizi Hammadde Verileri 1



Şekil 173. Kalıp Analizi Hammadde Verileri 2



Şekil 174. Kalıp Analizi, Node ve Element Görünümü



Şekil 175. Kalıp Analizi Filling, Packing ayarları

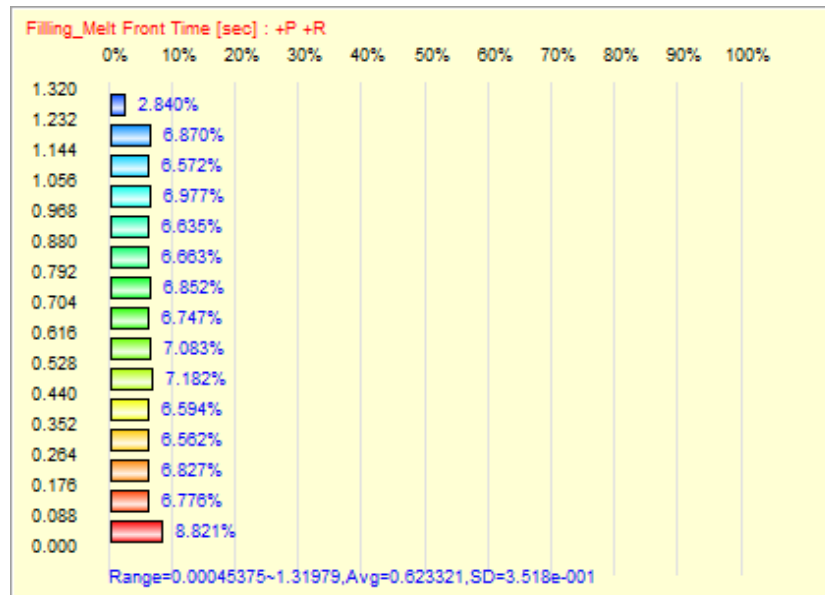
Summary	
[Filling]	
Filling time (sec)	1.27
Melt Temperature (oC)	245
Mold Temperature (oC)	30
Maximum injection pressure (MPa)	153
Injection volume (cm ³)	174.331
[Packing]	
Packing Time (sec)	4.66
Maximum packing pressure (MPa)	153
[Cooling]	
Cooling Time (sec)	13.7
Mold-Open Time (sec)	5
Eject Temperature (oC)	104.85
Air Temperature (oC)	25
[Miscellaneous]	
Cycle time (sec)	24.63
Mesh file	ANALIZ.mde
Material file	UPPE_SARIOLUPDEM40053

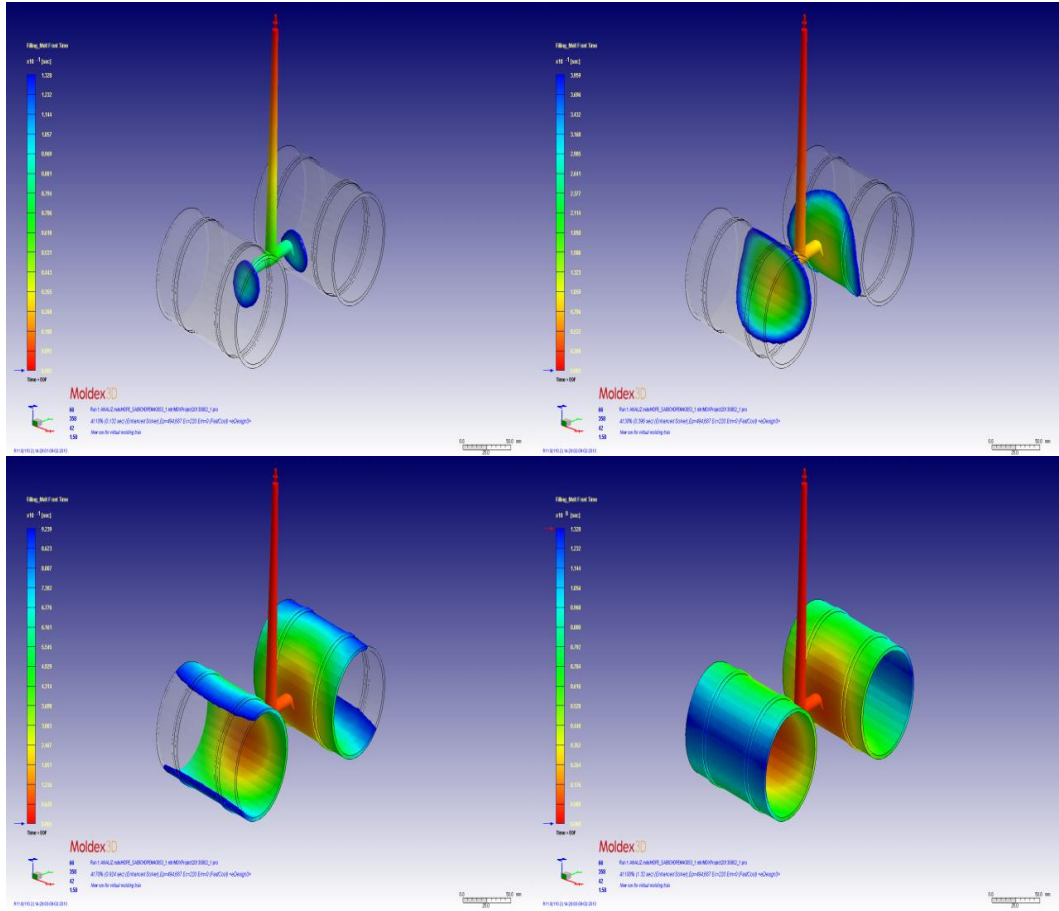
Şekil 176. Kalıp Analizi model geniş özeti

6.7.2 Kalıp Analizi , Filling (Dolum), Melt Analizi

Yapılan analiz sonucunda modelin dolum sürecine ilişkin parametreler aşağıda tablo halinde ve görseller ile paylaşılmıştır. Plastik eriyiğin toplam dolum süreci için uygun süre 1.27 sn olarak gözükmemektedir. Süreye bağlı dağılım tablosuna bakıldığında 0.088 sn içerisinde modelin % 8.821 'i için dolum yapıldığı gözükmemektedir.

Tablo 12. Kalıp Analizi, Melt Front Time

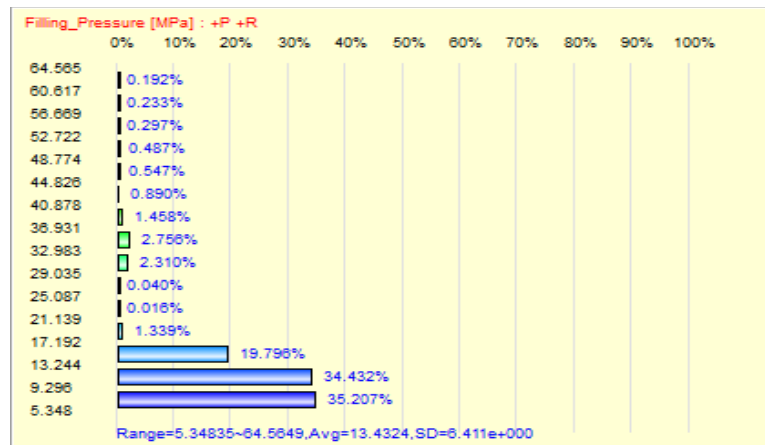


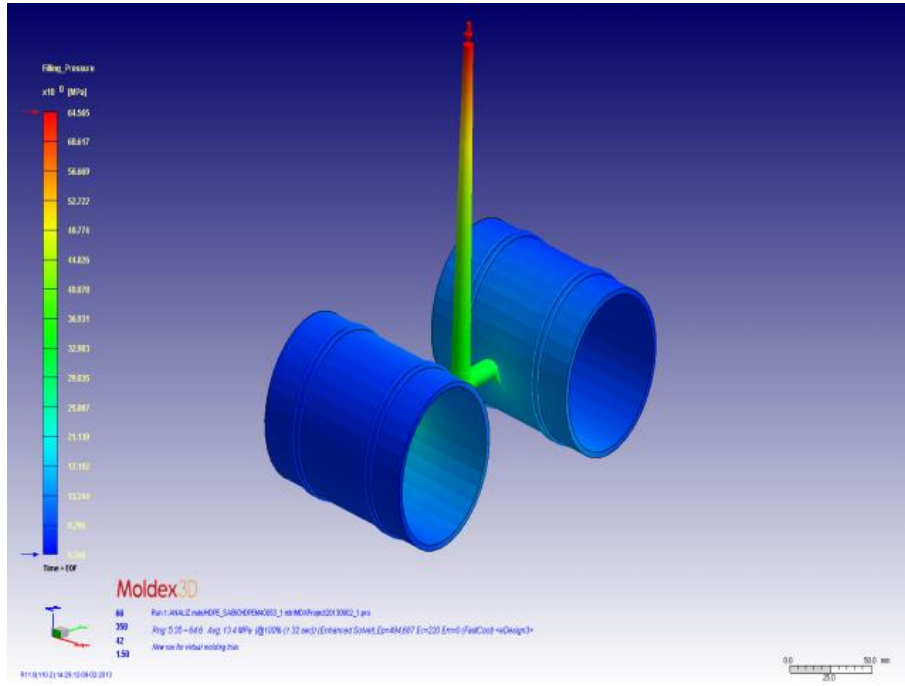


Şekil 177. Kalıp Analizi, Melt Front Time, %10, %30, %60, %100

Analiz kalıp boşluğu dolmu (filling) süreci basınç verileri incelediğinde, dolum aşamasında maksimum basınç 64.5 Mpa olarak gözükmektedir. Dolum sürecinin %35.2 kısmında basınç seviyesi 5.348 Mpa seviyelerinde gözükmektedir.

Tablo 13. Kalıp Dolum Analizi (Filling) Basınç Değerleri

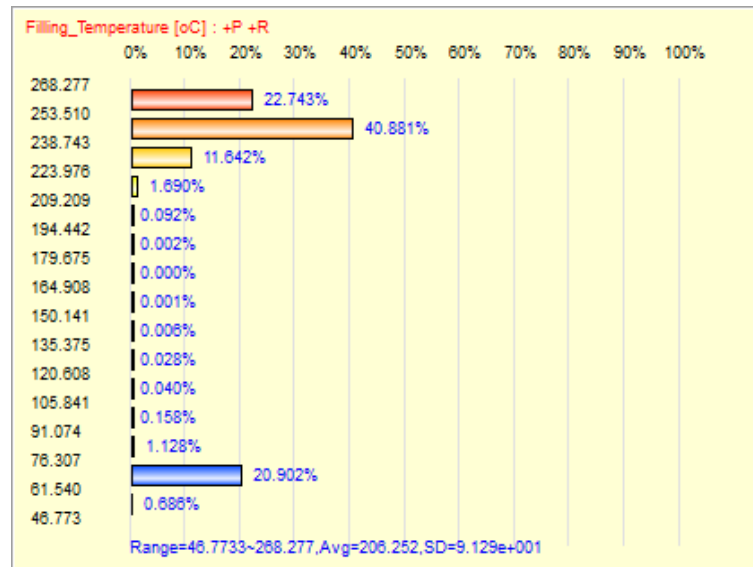




Şekil 178. Kalıp Analizi, Filling Basınç Dağılımı

Analiz kalıp boşluğu dolun (filling) süreci sıcaklık verileri incelediğinde, dolun aşamasında maksimum sıcaklık 268.2 °C olarak ürünün %22.74 'ünde gözükmektedir.. Dolun sürecinin %20.90 kısmında sıcaklık seviyesi 65 °C seviyelerinde gözükmektedir.

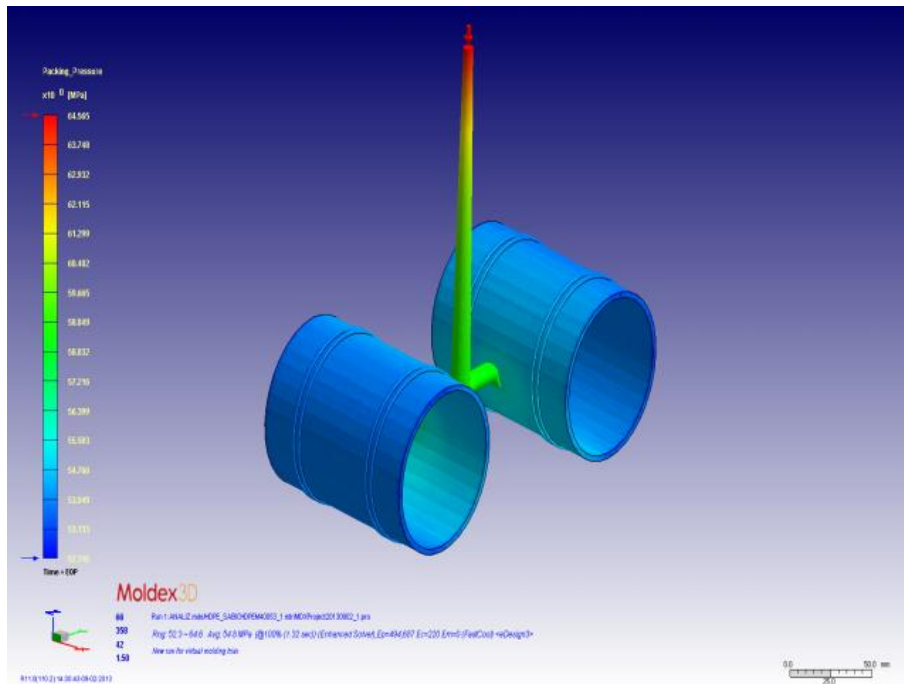
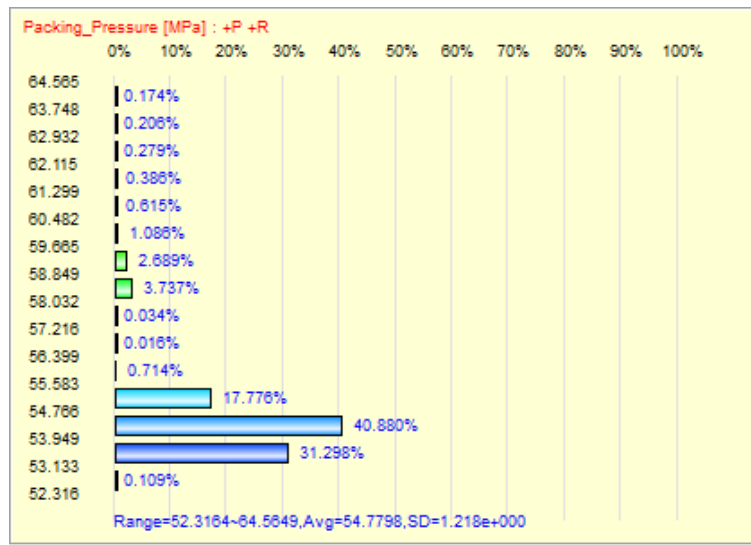
Tablo 14. Kalıp Analizi, Filling Temperature



6.7.3 Kalıp Analizi , Packing (Ütüleme)

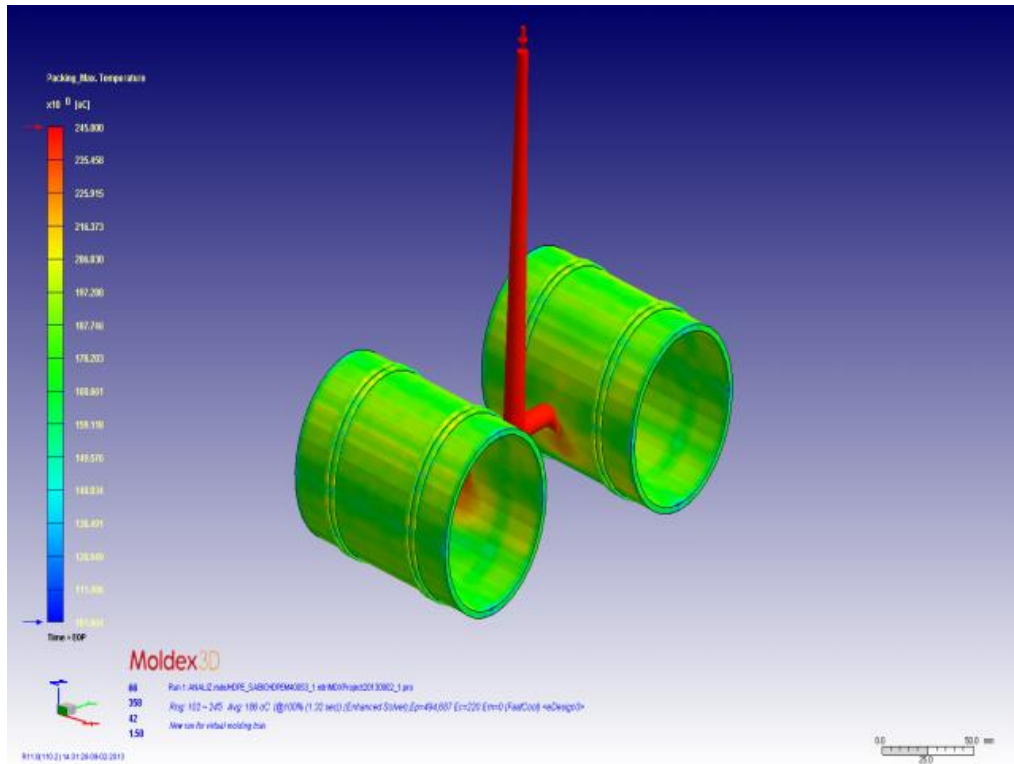
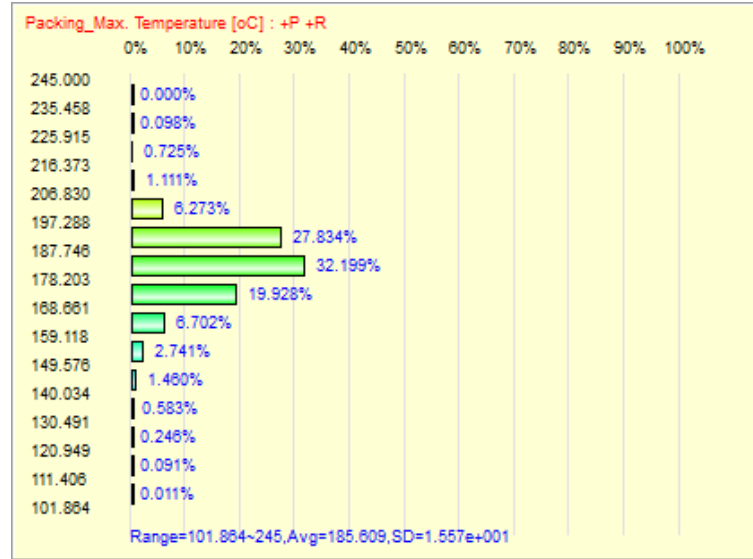
Yapılan analiz çalışması sonucu modelin ütüleme, son şeklini alması için uygulanan basınç değerlerini göstermektedir. Sürece ilişkin parametreler aşağıda tablo halinde ve görseller ile paylaşılmıştır. Plastik ürüne 54 Mpa Ütüleme basıncı uygulandığında, ürünün %40.88'i istenilen şekli almaya çalışmaktadır.

Tablo 15 . Kalıp Analizi, Packing (Ütüleme) Basınç Tablosu

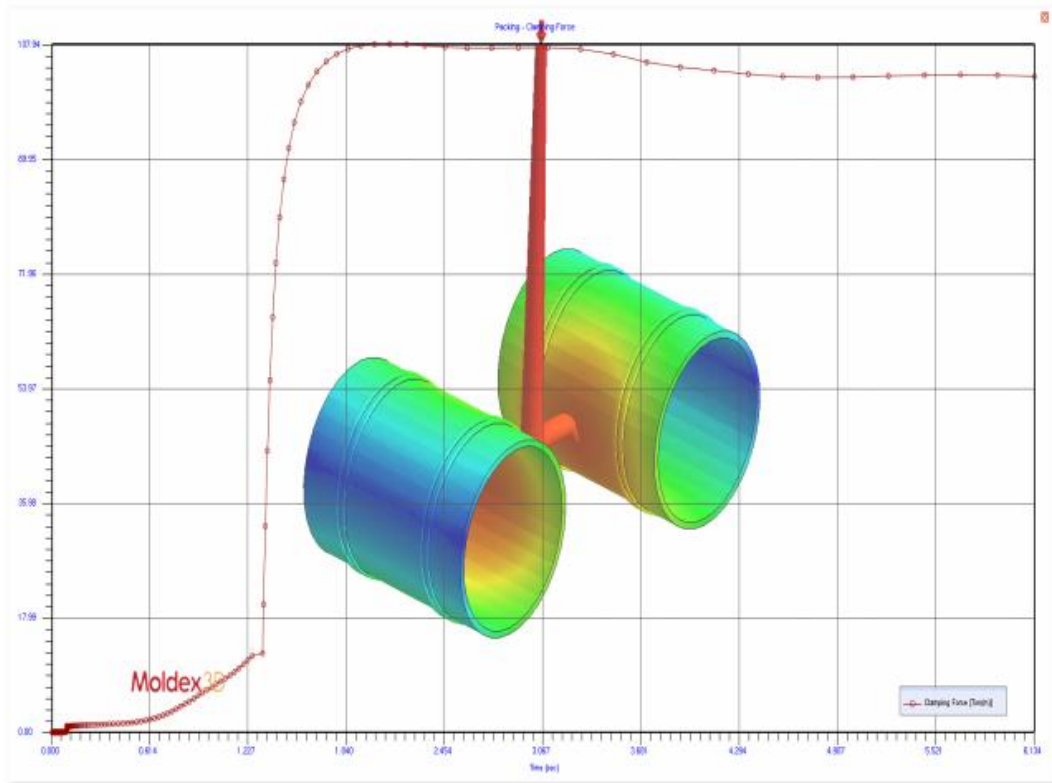


Analiz kalıp ütüleme süreci sıcaklık verileri incelediğinde, ütüleme aşamasında maksimum sıcaklık 235.45 °C olarak ürünün %0.098 'inde gözükmetedir. Ürün %32.19 kısmında sıcaklık seviyesi 178.20°C seviyelerinde gözükmetedir.

Tablo 16. Kalıp Analizi, Packing, Maksimum Sıcaklık Tablosu



Şekil 182. Kalıp Analizi, Packing, Maksimum Sıcaklık Dağılımı

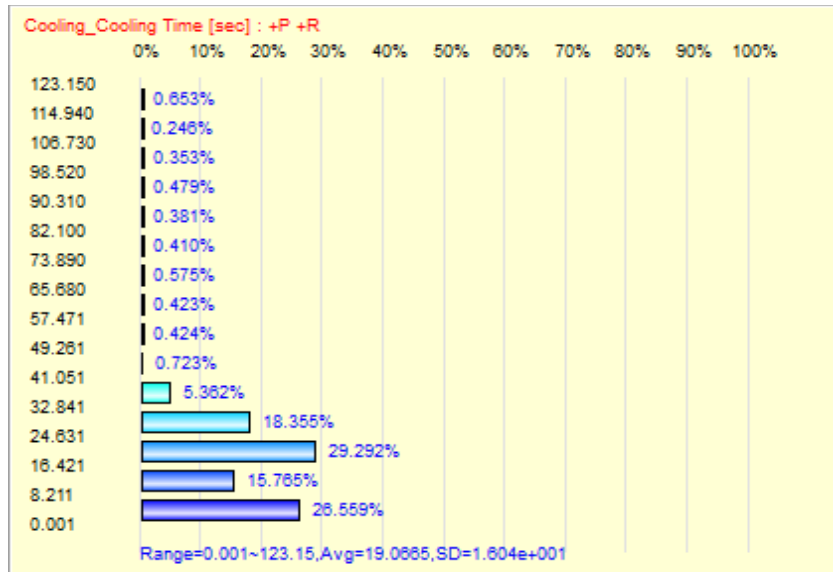


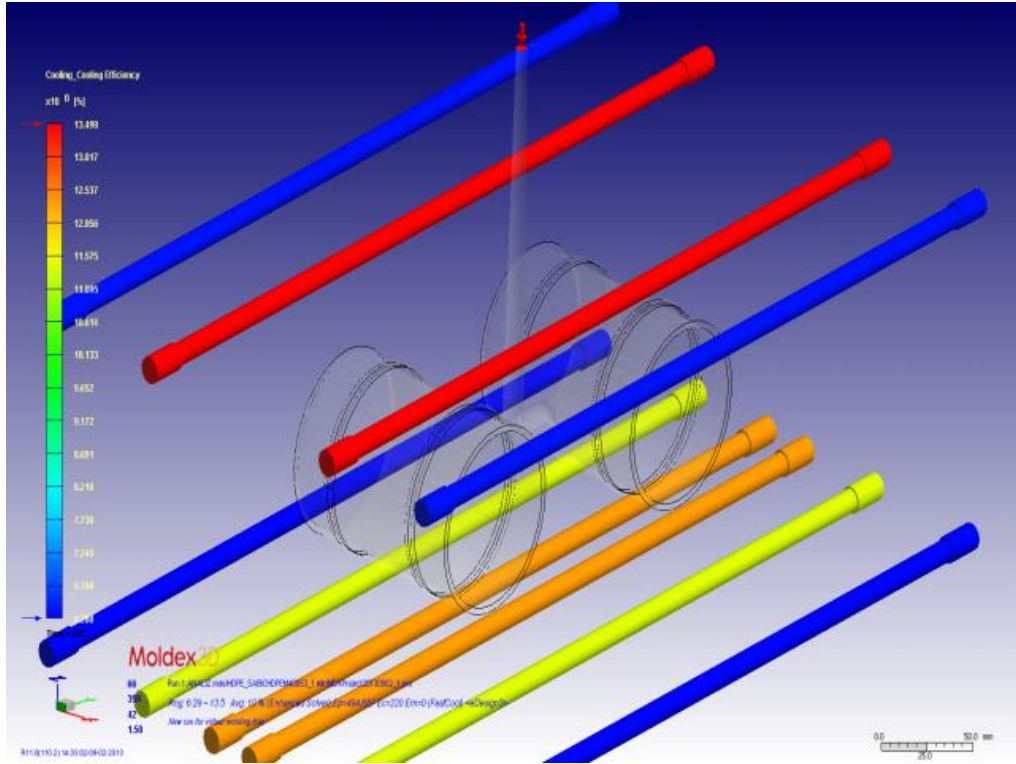
Şekil 183. Kalıp Analizi, Packing , Clamping Force

6.7.4 Kalıp Analizi , Cooling (Soğutma)

Analiz çalışması sonucunda, modelin %29.29'u 24 sn'de soğumaktadır. Soğutma sürecine ait dağılım tablosu ve görseller aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 17. Kalıp Analizi, Cooling, Soğutma Süreleri

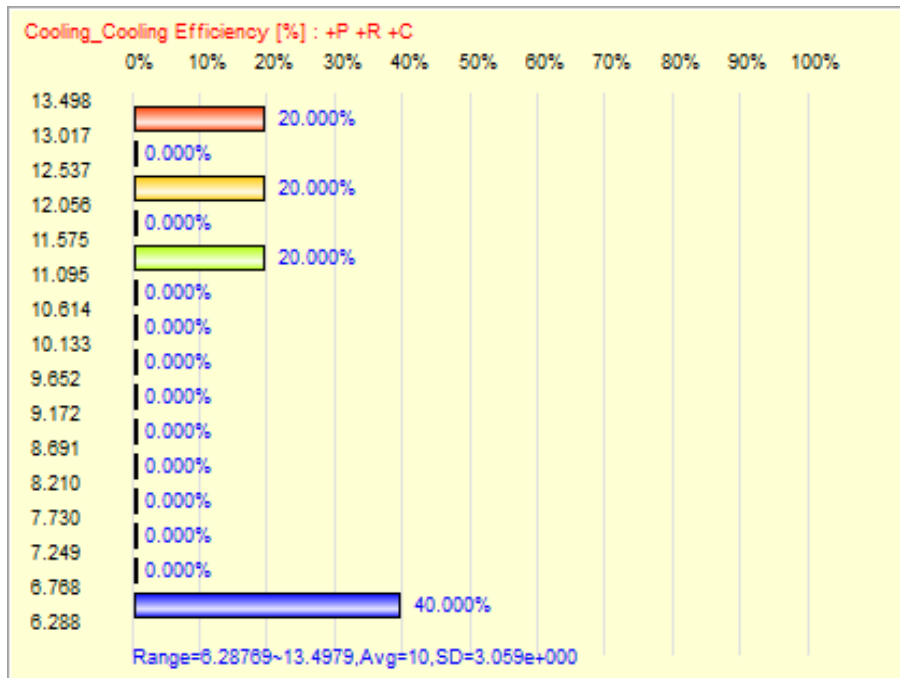




Şekil 184. Kalıp Analizi, Soğutma Kanalları gösterimi

Çalışma modelinde , kırmızı renkli kanalların soğutmaya etkisi 13.49 iken mavi renkli kanallar 6.5 oranında etki ettiği görülmektedir.

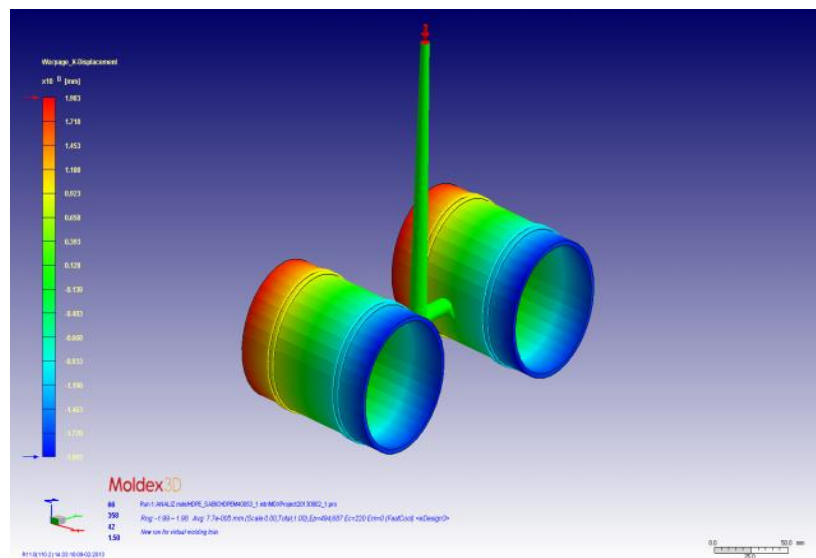
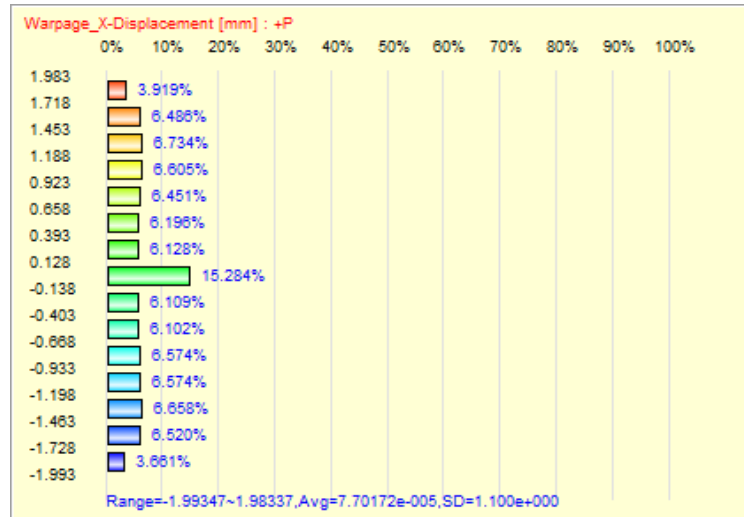
Tablo 18. Kalıp Analizi, Soğutma Kanallarının etki oranı



6.7.5 Kalıp Analizi , Warpage (Çarpılma,Yer Değişirme)

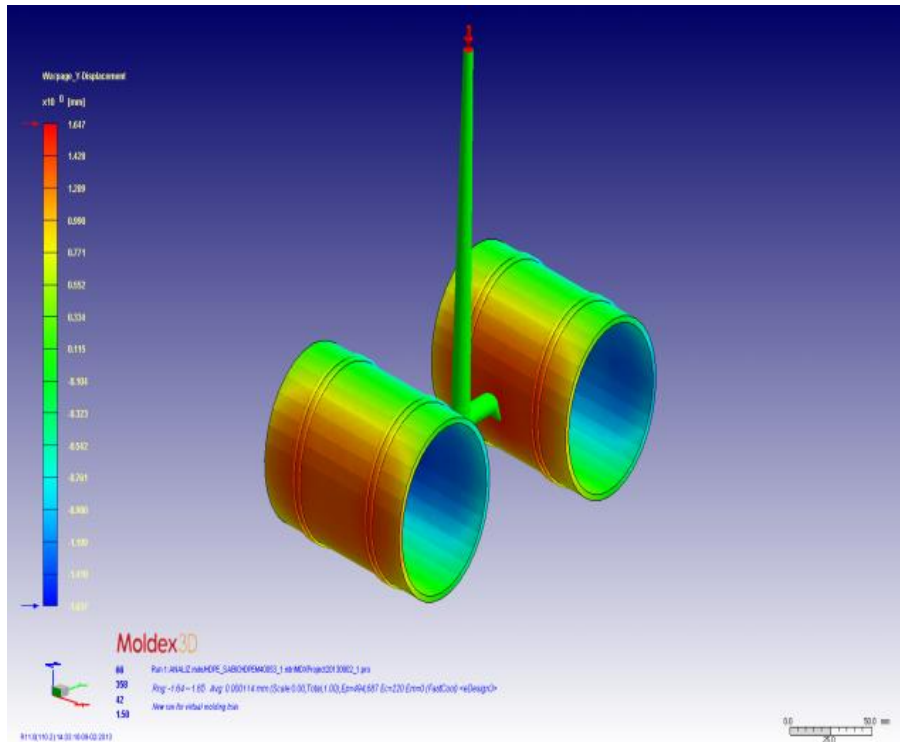
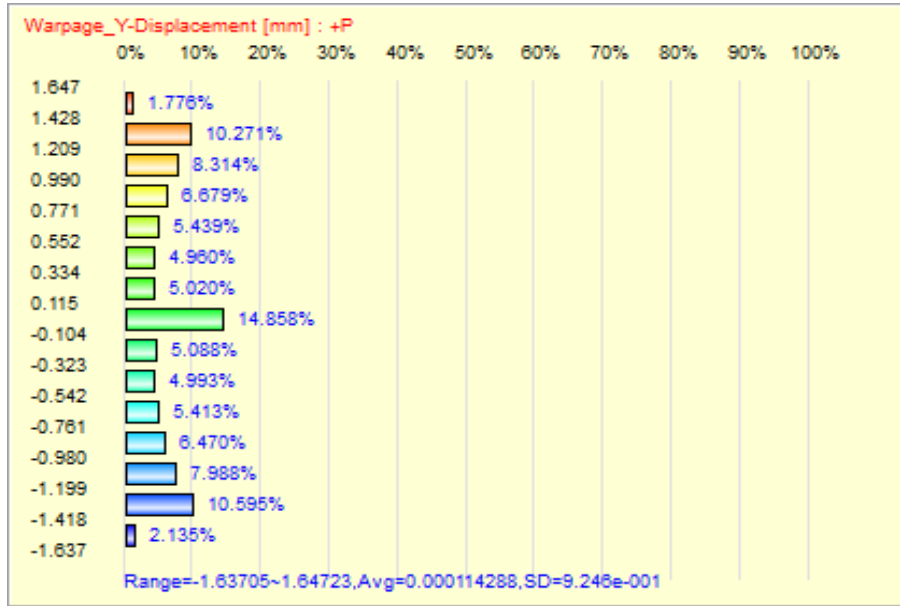
Yapılan analizde ürün modeline ait çarpılma ve yer değiştirme durumları incelenmiştir. Ürün modeli'nin %3.9 'u X doğrultusunda maksimum 1.98 mm yer değiştirirken , %15'i X doğrultusunda 0.12 mm yer değiştirmektedir. Modelin %1.77 'si Y doğrultusunda 1.64 mm yer değiştirirken, %14.85'i Y doğrultusunda 0.11 mm yer değiştirmektedir. Modelin %6.2'si Z doğrultusunda 1.47 mm yer değiştirirken, %14.26'sı Z doğrultusunda 0.09 mm yer değiştirmektedir. Aşağıda yer değiştirmelere ait tablo ve görseller paylaşılmıştır.

Tablo 20. Kalıp Analizi, X doğrultusunda çarpılma değerleri



Şekil 186. Kalıp Analizi, Warpage, X doğrultusunda çarpılma

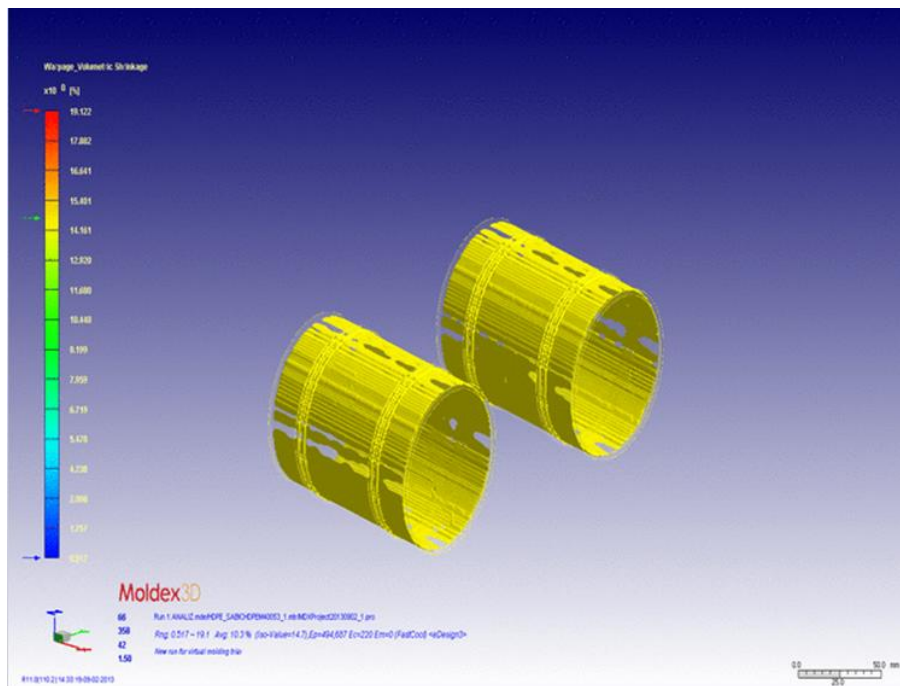
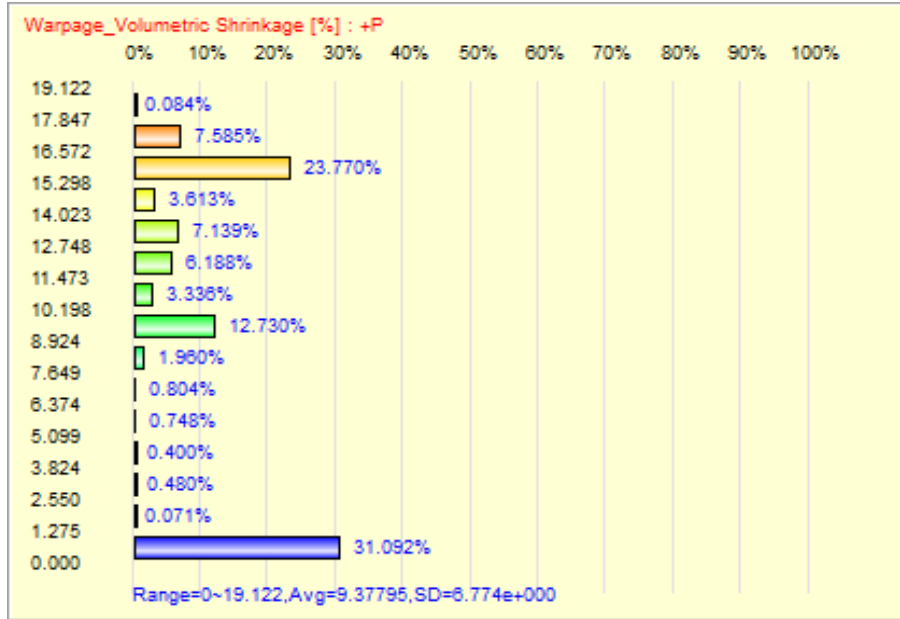
Tablo 21. Kalıp Analizi, Y doğrultusunda çarpılma değerleri



Şekil 187. Kalıp Analizi, Warpage, Y doğrultusunda çarpılma

Analiz çalışmasında hacimce çekme oranı incelendiğinde, ürün kendi hacminin %0.084'ü hacimce %19.12 oranında çektiği ve ürün kendi hacminin %31.09'u hacimce %1.27 çektiği görülmektedir. Aşağıda detay tablo ve görseller paylaşılmaktadır.

Tablo 22. Kalıp Analizi, Çarpılma, Hacimce Çekme Değeri



Şekil 188. Kalıp Analizi,Warpage,Hacimce çekme değeri

BÖLÜM 7. KALIP İMALATI

Enjeksiyon kalıbı üzerinde bulunan ekipmanlar ve unsur formların oluşumu için uygun talaş kaldırma yöntemleri ve talaşlı imalat sonrası montaj işlemleri düşünülmüş aşağıdaki maddeler üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

- Talaş kaldırma işlemi sırasında uygun yüzey pürüzlülüğünü oluşturmak için gerekli olan takım yolu stilleri ve kesici takımların türü öngörülmüş , özellikle son finish işlemlerinde minimum çapta ve küre uçlu titanyum kaplı kesicilerin kullanılması öngörülmüş ve uygulanmıştır.
- Kalıp formlarının işlenmesi ve kabul edilebilir ölçü aralığında olması için nümerik kontrollü takım tezgahlarının kullanılması öngörülmüş, bu madde uyarınca minimum 3 Eksenli olmak üzere bir Cnc freze tezgahının kullanılmasına karar verilmiş ve uygulanmıştır.
- Uygun CAM yazılımları üzerine düşünülmüş, gerekli katı model data transferi işlemleri yapılmıştır. Her imali gerekli kalıp elemanları için imalat resimleri oluşturulmuştur.
- Kalıp talaşlı imalat işlemleri sonrası montaj elemanları birbirleri ile alıştırma işlemleri yapılmıştır.
- Montaj elemanları tespiti yapılmış, gerekli standart makine elemanları ve özel makine elemanları tayini yapılmıştır.
- Tüm maddeler uyarınca montaj elemanları toplanmış ve enjeksiyon kalıbı hatasız olarak yapılarak enjeksiyon işlemine hazır hale getirilmiştir.

7.1 KALIP SETİ

Kalıp seti ürünleri Avusturya Menşeli üretici firmadan temin edilmiştir. Kalıp seti taşlanmış olarak doğrudan satın alınmış ve talaş kaldırma işlemi için ayrılmıştır.



Şekil 189. Kalıp Seti Görünümü

7.2 KALIP ELEMANLARI, TALAŞ KALDIRMA İŞLEMLERİ

İmalat kısmında tanımlanan, talaşlı imalat işlemlere ait bazı görseller aşağıda paylaşılmaktadır. Talaşlı İmalat işlemleri Mir Araştırma ve Geliştirme A.Ş (Dizayn Grup Teknoloji) firması, kalıphane biriminde yapılmıştır.



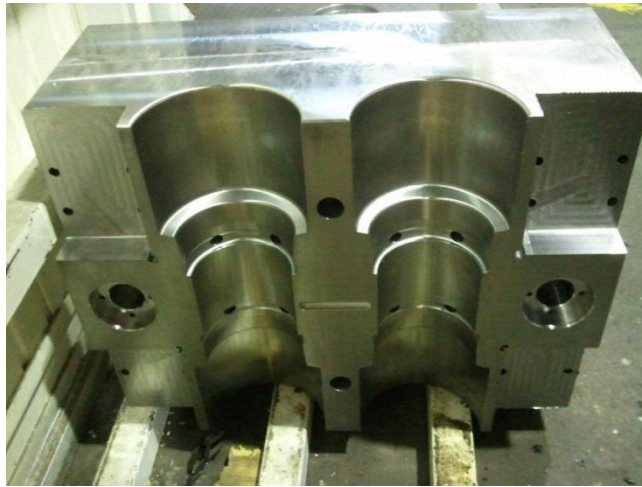
Şekil 190. Kalıp İmalat, Cnc Parça Sıfırlama



Şekil 191. Kalıp İmalatı, Dişi plaka işleme resmi



Şekil 192. Kalıp İmalatı, Dişi plaka işleme resmi 2



Şekil 193. Kalıp İmalatı, Dişi Plaka İşleme resmi 3



Şekil 194. Kalıp İmalatı, Ön Hareketli Parça Resmi 1



Şekil 195. Kalıp İmalatı, Ön Hareketli Parça Resmi 2



Şekil 196. Kalıp İmalatı, Üst Plaka ve diğer bazı parçalar

BÖLÜM 8. ÜRÜN

Tez hedefinde belirtilen Atıksu Manşon ürünü, Conta kanal formunun oluşturulması için yapılan tasarım, analiz, imalat ve enjeksiyon baskı çalışmaları neticesinde aşağıda resmi paylaşılan ürün imal edilmiştir. Ürün enjeksiyon baskı ile tek gözlü ve tek taraflı olarak üretilmiştir. Ürüne ait resimler aşağıda paylaşılmaktadır.



Şekil 197. Ürün Görselfi 1



Şekil 198. Ürün Görselfi 2



Şekil 199. Ürün Görself 3



Şekil 200. Ürün Görself 4

BÖLÜM 9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma içerisinde geliştirilen, plastik enjeksiyon kalıplamada havalı maça (Aircore) yöntemi, ters açılı formların yapılmasını kolay ve ekonomik hale getirmektedir. Bu tekniğin bir çok yöneme göre üstünlük sağladığı yapılan araştırmalar ve analizler sonucunda tespit edilmiştir.

Havalı Maça'nın geliştirilmesi sürecinde yapılan malzeme bilimine ait araştırmalarda, havalı maça sistemine uygun malzemeler, bu malzemelerin yapısal özellikleri , sıcaklık ve basınç altında ki davranışları detaylı olarak incelenmiştir.

Elektronik – Otomasyon bilimine ait araştırmalarda , enjeksiyon makinalarının kontrol sistemleri , bu sistemler ile haberleşme , PLC, denetleyiciler, algılayıcılar gibi kontrole ilişkin detaylı çalışmalar yapılmıştır.

Makina – Kalıp teknolojileri bilimine ait araştırmalarda , enjeksiyon kalıp teknolojileri, kalıp teknolojilerindeki yenilikler, enjeksiyon makinalarına ait yeni teknikler incelenmiştir.

Havalı Maça geliştirilmesi sürecinde hedeflenen ürün ve incelenen teknikler için patent ve standart bilgileri incelenmiş, bu bilgiler doğrultusunda tasarım çalışmalarına yön verilmiştir.

Tasarım sürecinde yapılan katı modelleme, mekanik analizler ve soğutma analiz çalışmaları tez içerisinde derinlemesine çalışılmıştır. CAD Katı Modelleme uygulamalarında Siemens Nx yazılımından destek alınmıştır. CAE, Mekanik Analiz ve Soğutma analizlerinde ANSYS yazılımından destek alınmıştır.

Havalı Maça yöntemi ile kalıp içerisindeki parça sayısının azaltılması sağlanmış olup, kalıbın daha sağlıklı ve hızlı soğumasına imkan verdiği tespit edilmiştir. Havalı Maça'dan, ürün conta bölgesine verilen basınçlı hava , conta bölgesindeki 180 °C 'deki eriyik plastiği 5 Sn'de 146 °C ye düşürdüğü analizler ile tespit edilmiştir. Maça bölgesinin soğumasına etki ettiği yapılan analizler ile gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra Aircore maçası içerisinde oluşturulan özel su geçiş kanallarının ürünün soğutma süresine etki ettiği gözlemlenmiştir (Conformal Cooling). Böylelikle kalıp soğutma çevrimi

süresinde yaklaşık 1/3 oranında azalma olduğu görülmüştür. Havalı maça su ve hava kaynakları bağlantı şekilleri rakor bağlantı şeklinde uygulanmıştır.

Kalıp içi durumların tespitinde, CFD - Plastik enjeksiyon prosesi simülasyon programı, Moldex 3D kullanılmıştır. Bu sayede proses ve ürün üzerinde optimizasyon yapma imkanı oluşmuştur.

Kalıp içi analizlerde plastiğin 1.27 sn içerisinde dolmuş olduğu görülmüştür. Doluş aşamasında maksimum basınç 64.5 Mpa olarak gözükmektedir. Doluş sürecinin %35.2 kısmında basınç seviyesi 5.34 Mpa seviyelerinde gözükmektedir. Yapılan enjeksiyon baskı çalışmalarında bu değerler dikkate alınarak çalışılmıştır.

Kalıp imalatında, kalıp seti ve diğer hidrolik , elektronik ekipmanlar satınalma yoluyla temin edilmiş, metal fazlı diğer malzemeler talaşlı imalat yöntemleri ile üretilmiştir.

Tasarım ve imalat süreci tamamlanan kalıp ile yapılan denemeler sonrasında, akademik tezin hedefi olan, plastik enjeksiyon kalıplarında ters açılı conta kanalını oluşturabilmek için yeni bir yöntem geliştirilmiştir.

Çalışma sonrası elde edilen tasarruf miktarı göz ardı edilemeyecek kadar büyük ve karlıdır. Bu çalışmanın ileriki süreçlerinde değişik malzemeler ve farklı geometrik formlar ile çalışmalar yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Advanced Elastomer Systems Guide for Extrusion Blow Molding for Thermoplastic Rubbers and Thermoplastic Elastomers Processing, Mold Design and Equipment [Çevrimiçi] - Advanced Elastomer Systems, 2013.

Akyürek Ahmet Plastik Enjeksiyon Süreci Optimizasyonunda Yapay Zeka Tekniklerinin Kullanımı [Rapor]. - Bursa : Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü ,Makine Mühendisliği, 2009.

Altuntaş Fatih, Alkan Fatih ve Ay Mustafa Hacim Kalıp Tasarımı ve Uygulamaları [Rapor]. - İstanbul : Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, 2011.

Aykaç E. Sinem Pnömatik - Hidrolik [Rapor]. - Ankara : TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2011.

Basell Injection Molding Polypropylene [Kitap]. - [s.l.] : Basell Polyolefins, 2013.

Beşergil Bilsen Ticari Polimerler ve İşleme Teknikleri [Rapor]. - Manisa : Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.

Bordival M. Schmidt F.M. , Le Maout Y Optimization of Preform Temperature Distribution for the Stretch-Blow Molding of PET Bottles: Infrared Heating and Blowing Modeling [Dergi]. - [s.l.] : Polymer Engineering And Science, 2009.

Çakır Yavuz, Özdemir Ahmet ve Gültaş Abdulmecit Plastik ürünlerde çekme miktarına etki eden Enjeksiyon Parametrelerinin incelenmesi [Dergi]. - [s.l.] : Teknoloji, 2001. - 19-29 : Cilt 1-2.

CAYIROGLU Ibrahim Z.K.U, Otomasyon Teknolojileri Ders Notları [Rapor]. - Zonguldak : Tasarım ve Konstruksiyon AnaBilim Dalı, 2006.

D'Costa Aspen Characterization of Key Process Parameters in Injection Blow Molding For Improving Quality, D'Costa A., Online Journal of Workforce Education and Development Volume V, Issue [Rapor]. - Carbondale : Southern Illions University, 2011.

EKER Ayşegül Akdoğan Plastik Enjeksiyon Yöntemiyle İmal Edilen parçalarda karşılaşılan problemler [Rapor]. - İstanbul : Y.T.Ü Makine Mühendisliği Fakültesi, 2008.

Eker Ayşegül Akdoğan Plastiklerin Şekillendirilme Yöntemleri [Rapor]. - İstanbul : Y.T.Ü Makine Mühendisliği, 2009.

Ekersular Mahmut Plastik enjeksiyon kalıpcılığında soğutma kanallarının en uygun konumunun belirlenmesi [Dergi]. - İstanbul : Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 2007.

Engel Engel Global [Çevrimiçi] //. - Engel, Aralık 2013.

Enhancing the functional per formance and processing efficiency of injection molded thermoplastic parts [Çevrimiçi] // Polyone.com _ Injection. - **Polyone**.

Festo Didactic Festo Eğitim Dökümanları [Kitap]. - İstanbul : FESTO, 2012.

Gutowski Tim Injection Molding [Rapor]. - 2002.

Guvenal Teknik Kalip Enjeksiyon Kalıp Sistemleri. - İstanbul : Guvenal Teknik Kalip, 2013. - Cilt II.

J.D. Schieber D.C. Venerus, K. Bush, V. Balasubramanian, and S. Smoukov. Measurement of anisotropic energy transport in flowing polymers by using a holographic technique [Dergi]. - [s.l.] : Proc. Nat.Acad Science, 2004. - ISBN 101:13142-13146.

Jan Schroers Thomas M. Hodges, Golden Kumar, Hari Raman, Anthony J. Barnes, Quoc Pham, Theodore A. Waniuk Thermoplastic blow molding of metals [Dergi]. - [s.l.] : Materials Today, February 2011. - PP 14-19 : Cilt 14.

Kamışlı Fethi. Gaz yardımcı plastik enjeksiyon kalıplama tekniği [Dergi]. - İstanbul : Mühendis ve Makina, 2009. - 503 : Cilt 42.

Koçak Melih ve Abalı Bilen Emek Plastik Enjeksiyon Kalıbı Tasarımı [Rapor]. - İstanbul : İTÜ Makine Mühendisliği, 2006.

Kocsis J.K. Polypropylene An A-Z reference [Dergi]. - [s.l.] : Kluwer Academiz Publisher, 1999. - PP 335-341.

Lee Norman Blow Molding Design Guide [Kitap]. - [s.l.] : Hanser Gardner Publications, 2008. - Cilt II..

Lyondell Company Extrusion Blow Molding Polypropylene [Kitap Bölümü] // Blow Molding Technical Tip. - [s.l.] : Equistar, 2012.

Lyondell Company Handling and Storage of Polymers [Kitap]. - [s.l.] : Equistar A Lyondell Company, 2013.

M.Doğu Z.Gemici, A.Saygılı, İ.Gökgöz Termoplastik boru ekstrüzyonu için spiral haddeli kalıp analizi ve tasarımı [Konferans] // III. National Polymer Science and Technology Congress. - KOCAELI : [s.n.], 2010.

Malloy Robert A. Plastic Part Design for Injection Molding. [Dergi]. - Munich : Munich Vienna Newyork, 1994. - Cilt Hanser.

Megep Enjeksiyon Makinalarında Üretim [Kitap]. - ANKARA : M.E.B, 2006.

Megep Şişirme Makinelerinde üretim-1 [Kitap]. - Ankara : [s.n.], 2006, PP 32-34.

Megep Temel Plastik Enjeksiyon Kalıpları [Kitap]. - ANKARA : M.E.B, 2006. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Şişirme Makinelerinde üretim-1 [Çevrimiçi]. - Ankara, 2006, PP 32-34. - 2012.

Mihaela V.Cornelia and P. Practical Guide to Polyethylene [Dergi]. - [s.l.] : Rapra Technology, 2005. - PP 1 - 14.

Özek C. Çelik Y.H. Plastik Enjeksiyon Kalıplarında Kalıplama Parametrelerinin Bulanık Mantık ile Modellenmesi [Dergi]. - Elazığ : 6. International Advanced Technologies Symposium (IATS'2011), Mayıs 2011.

Polyone Enhancing the functional performance and processing efficiency of blow molded thermoplastic parts [Rapor]. - Mexico : Polyone Blow Molding Guide, 2013.

Processing Additives in High Density Polyethylene Extrusion Blow Moulding Applications, Dynamar Polymer Processing Additives [Çevrimiçi].

Rubin I.I Injection Molding Theory and Practice [Dergi]. - Newyork : Jonh Wiley & Sons, 1972. - PP 206-207.

Shiu Lloyd Industrial Application And Advanced Technology of Fluid-Asisted Injection Molding [Kitap]. - [s.l.] : Moldex 3D, 2012.

Siemens Automation [Çevrimiçi] // Siemens. - 8 2012. - 2012. -
<http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller>.

Siemens Automation Siemens Automation [Çevrimiçi] // Siemens. - 8 2012.

Thielen Michael Extrusion Blow Molding Technology [Kitap]. - [s.l.] : Hanser Gardner Publications, 2002. - Cilt I.. - ISBN 1-56990-334-4.

Todd RobertH.,Allen,Dell K. ve Leo Alting Manufacturing Processes Reference Guide. [Dergi]. - [s.l.] : Industrial Press Inc., 1994.

Total Petrochemicals Polyethylene for blow moulding [Kitap Bölümü] // European Product Range. - [s.l.] : Total Petrochemicals, 2013.

Vural Murat Plastik Şekillendirme Yöntemleri [Rapor]. - İSTANBUL : İTÜ Makine Fakültesi, 2011.

INTERNET KAYNAKÇA

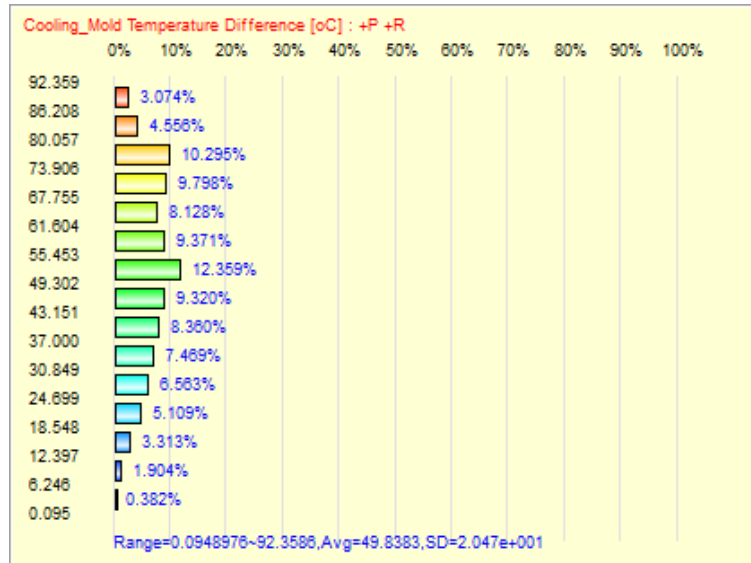
1. Wikipedia [Çevrimiçi] // www.wikipedia.com.
2. <http://polymerfsg.tripod.com>.
3. http://www.engelglobal.com/engel_web/global/en/122.htm.
4. http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/plastik/moduller/sisirme_makinelerinde_uretim1.pdf.
5. [Çevrimiçi] // GencBilim. - 5 8 2009. - 2012. - www.gencbilim.com.
6. <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller>.
7. Hidrolikciyiz.biz [Çevrimiçi] // <http://www.hidrolikciyiz.com/wp-content/uploads/2010/11/hidrol12.jpg>. - 2012.
8. http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?SSSSSu7zK1fslxtU4xtvIY_vev7qe17zHvTSevTSeSSSSSS
--.

EKLER

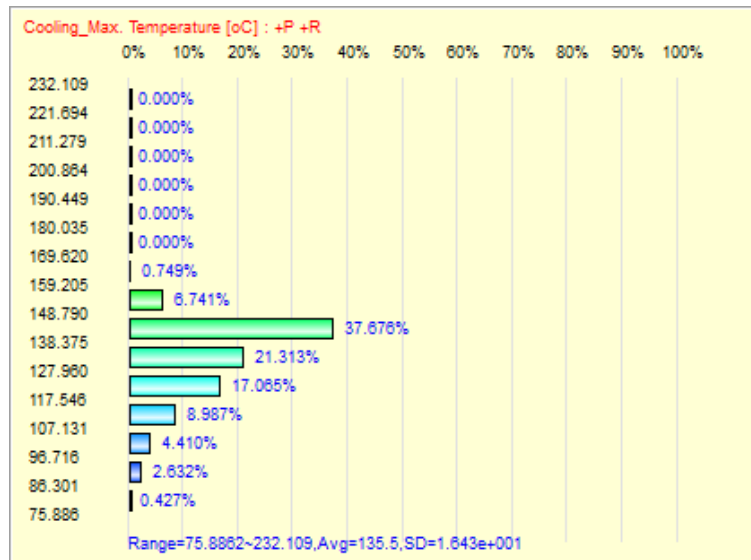
EK A. Plastik Enjeksiyon Kalıp Analizi Ek Tablolar

EK A.1 Soğutma Analizleri Tabloları

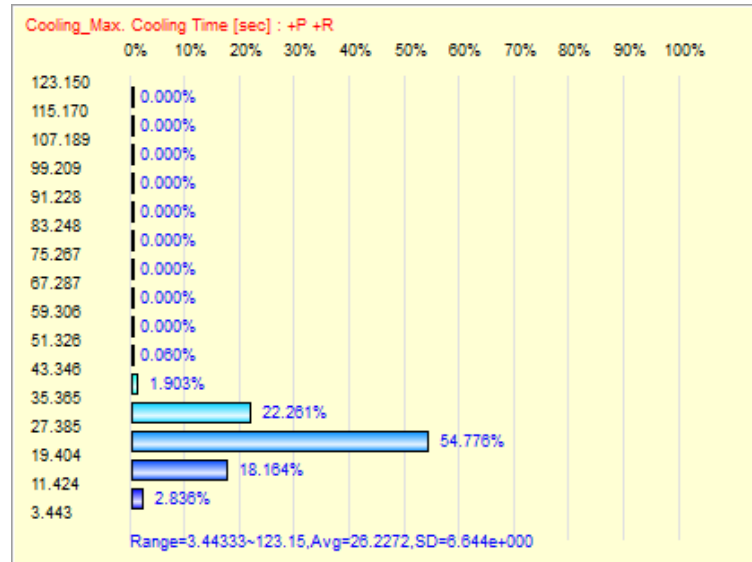
Tablo 23. Soğutma Analizi Ek Tabloları 1



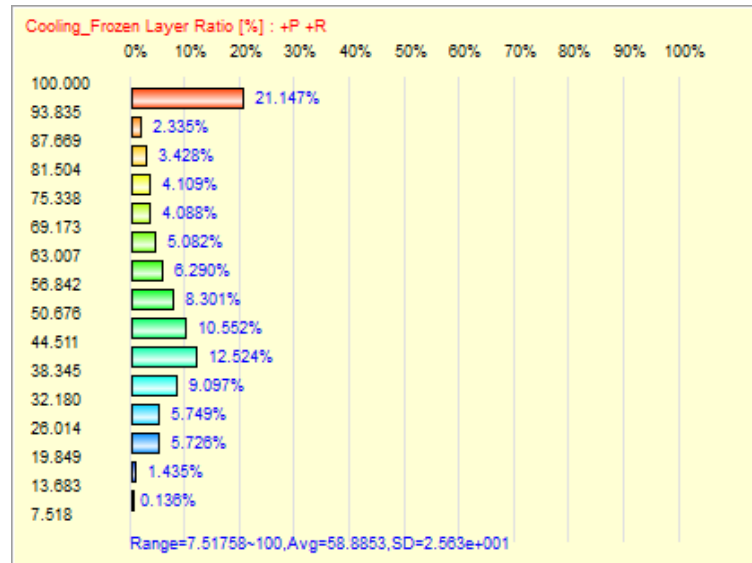
Tablo 24. Soğutma Analizi Ek Tabloları 2



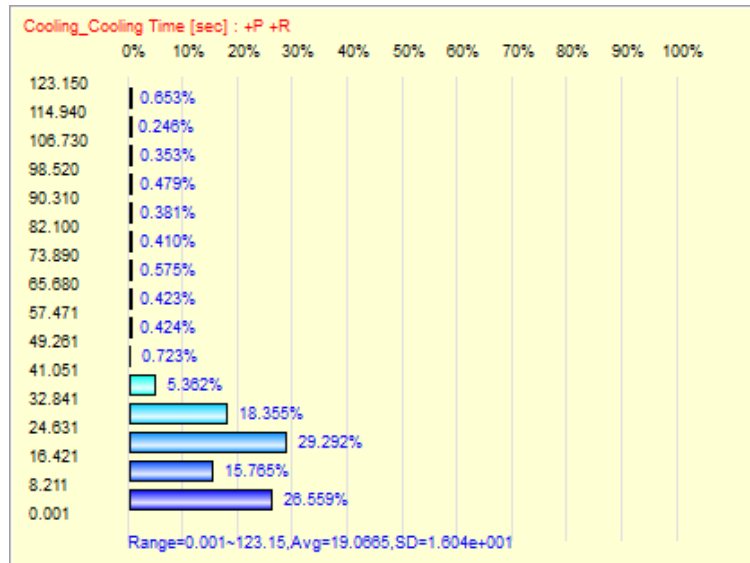
Tablo 25. Soğutma Analizi Ek Tabloları 3



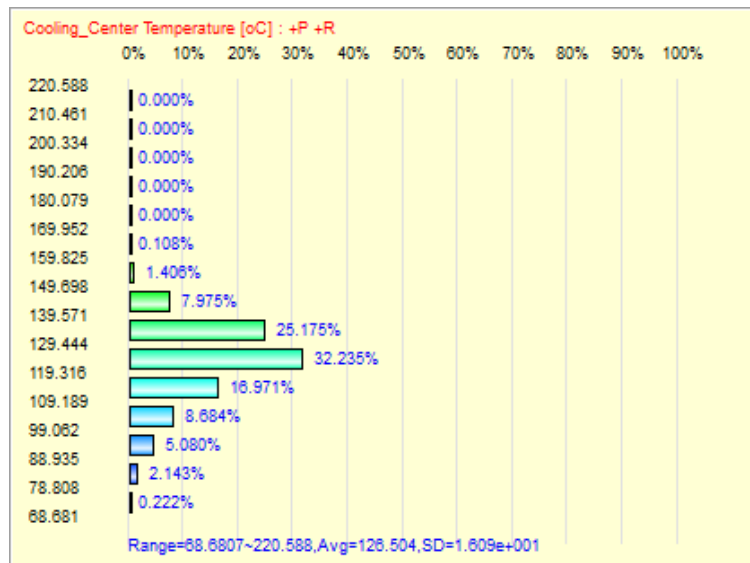
Tablo 26. Soğutma Analizi Ek Tabloları 4



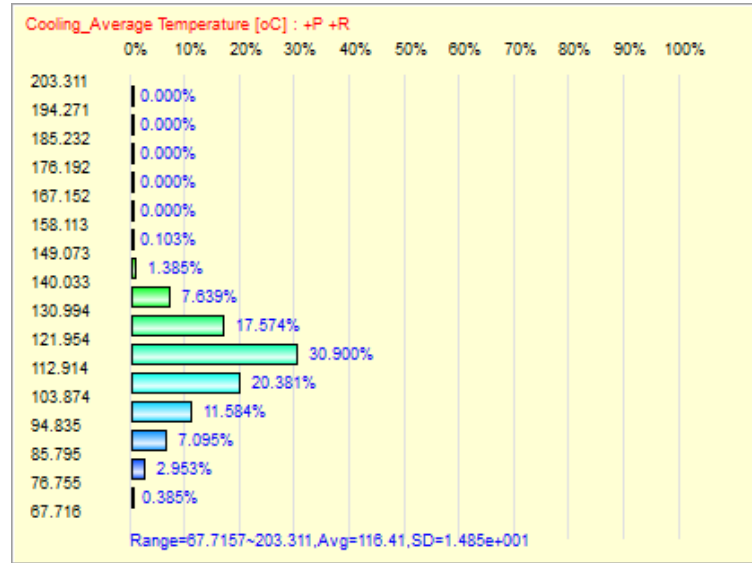
Tablo 27. Soğutma Analizi Ek Tabloları 5



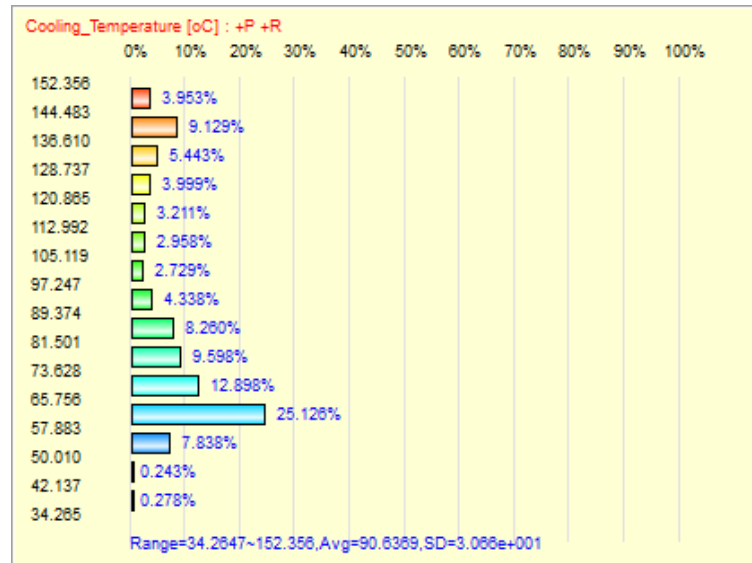
Tablo 28. Soğutma Analizi Ek Tabloları 6



Tablo 29. Soğutma Analizi Ek Tabloları 7

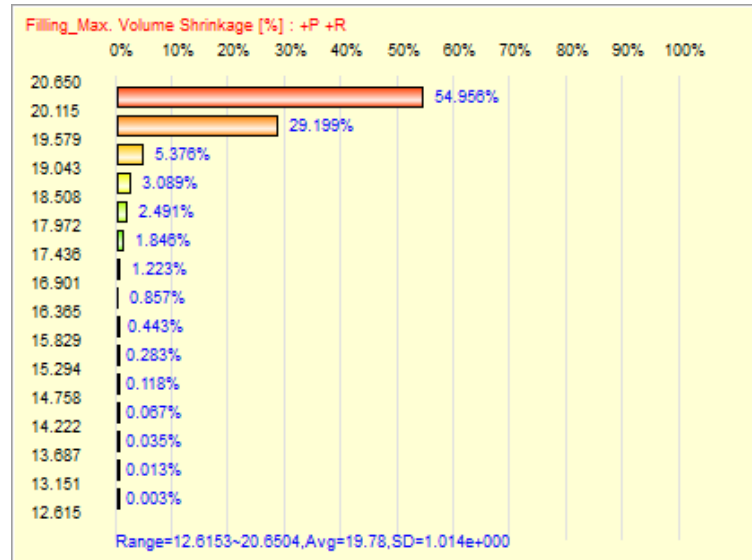


Tablo 30. Soğutma Analizi Ek Tabloları 8

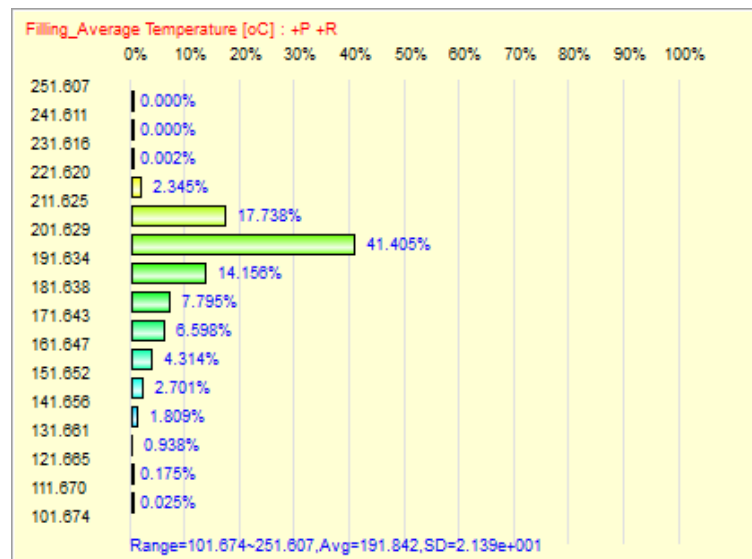


EK A.2 Kalıp Dolum Analizleri Tabloları

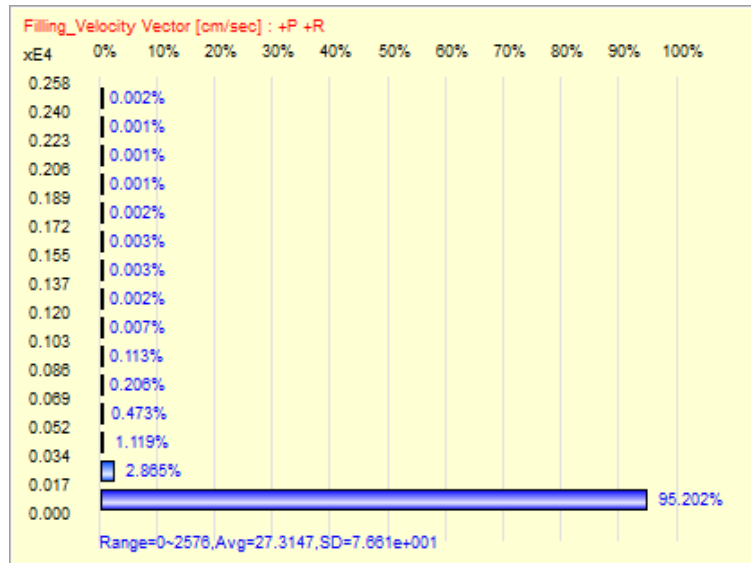
Tablo 31. Kalıp Dolum Analizi Ek Tablo 1



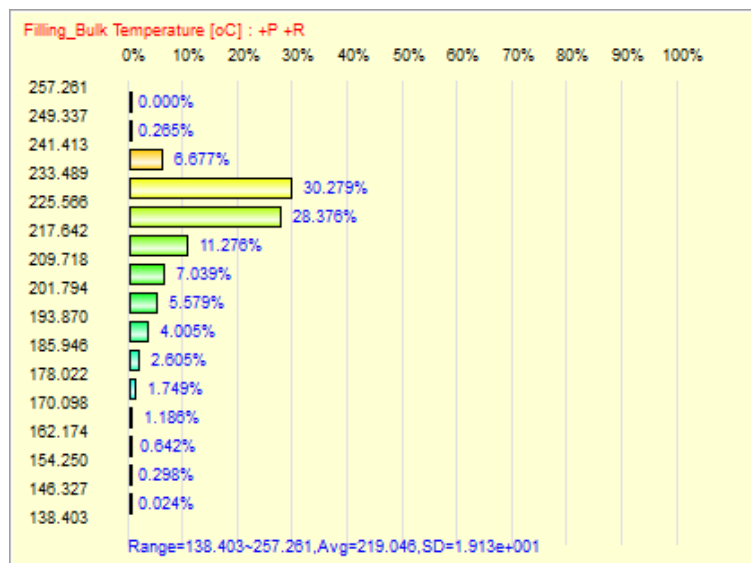
Tablo 32. Kalıp Dolum Analizi Ek Tablo 2



Tablo 33. Kalıp Dolum Analizi Ek Tablo 3



Tablo 34. Kalıp Dolum Analizi Ek Tablo 4



ÖZET

SAYGILI, Ahmet Mustafa, Enjeksiyon Kalıplarında Karmaşık Geometrilerin Oluşturulması İçin Havalı Maça Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2014

Plastik işleme teknolojileri her geçen gün gelişmekte ve binlerce plastik çeşidi ile hayatımıza girmektedir. Bu çalışma içerisinde plastik ürünlerin karmaşık, ters geometrik formlarının üretimine ilişkin alternatif bir çözüm geliştirilmesi çalışılmıştır. Dünya üzerinde bu tip çözümler için kullanılan yöntemler bir el parmakları sayısı kadar bile yoktur.

Çalışmada mevcut teknolojiler araştırılmış ve elde edilen bilgiler yeni yöntem olan Havalı Maça geliştirilmesinde kullanılmıştır. Malzeme Bilimi, Elektronik Bilimi, Kalıp Teknolojileri Bilimlerinde detaylı araştırmalar yapılmış, hedef ürün ve mevcut teknikler için patent ve standartlar incelenmiştir.

Tasarım evrelerinde bu elde edilen bilgilerden faydalanılarak, Havalı Maça ve kalıp tasarım süreçlerinde kullanılmıştır.

Tasarım sürecinde yapılan katı modelleme, mekanik analizler ve soğutma analiz çalışmaları tez içerisinde detaylı olarak çalışılmıştır.

Havalı Maça yöntemi ile kalıp içerisindeki parça sayısının azaltılması sağlanmış olup, kalıbın daha sağlıklı ve hızlı soğumasına imkan verdiği tespit edilmiştir. Havalı Maça'dan, ürün conta bölgesine verilen basınçlı hava , conta bölgesindeki 180 °C 'deki eriyik plastiği 5 Sn'de 146 °C ye düşürdüğü analizler ile tespit edilmiştir. Maça bölgesinin soğumasına etki ettiği yapılan analizler ile gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra Aircore maçası içerisinde oluşturulan özel su geçiş kanallarının ürünün soğutma süresine etki ettiği gözlemlenmiştir (Conformal Cooling). Böylelikle kalıp soğutma çevrimi süresinde yaklaşık 1/3 oranında azalma olduğu görülmüştür.

Kalıp içi durumların tespitinde, CFD - Plastik enjeksiyon prosesi simülasyon programı, Moldex 3D kullanılmıştır. Bu sayede proses ve ürün üzerinde optimizasyon yapma imkanı oluşmuştur.

Kalıp içi analizlerde plastiğin 1.27 sn içerisinde dolum yaptığı görülmüştür. Dolum aşamasında maksimum basınç 64.5 Mpa olarak

gözükmektedir. Dolum sürecinin %35.2 kısmında basınç seviyesi 5.34 Mpa seviyelerinde gözükmektedir. Yapılan enjeksiyon baskı çalışmalarında bu değerler dikkate alınarak çalışılmıştır.

Tasarım ve imalat süreci tamamlanan kalıp ile yapılan denemeler sonrasında, akademik tezin hedefi olan, plastik enjeksiyon kalıplarında ters açılı conta kanalını oluşturabilmek için yeni bir yöntem geliştirilmiştir.

Bu çalışmanın ileriki süreçlerinde değişik malzemeler ve farklı geometrik formlar ile çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Enjeksiyon Kalıplama, Plastik Kalıplar, Konforlu Soğutma, Gaz Destekli Enjeksiyon Kalıplama, Modelleme ve Analiz

ABSTRACT

SAYGILI, Ahmet Mustafa, Developing AirCore To Produce Complicated Geometries in Injection Molding, Master Thesis, Istanbul, 2014

Owing to developing of plastic industry, the researches about plastics rose. In this study, an alternative solution for the production of reverse geometric and complex forms development was studied. The method used for these solutions on the world are very scarce.

In this study, existing technologies have been investigated and obtained information was used to develop the new method, the air core. Conducted detailed research in Materials Science, Electronic Science, Mould Technology Science, patents and standards for target products and techniques available were examined.

Obtain this information acquired in the design phase was used in air core and mold design process.

The solid modeling in the design process, mechanical analysis and analysis of cooling was studied in detail in the thesis.

It is provided that reducing the number of parts within the mold by air core method. Although , a more healthy and rapid cooling of the mold has been found to allow. The compressed air ,sent from the air core to the gasket, reduced of molten plastic's temperature from 180 °C to 146 °C for 5 seconds. In addition to this, the particular water passage formed in the Air Core was observed to influence the product cooling time(Conformal Cooling). Thus, mold cooling cycle time is about 1/3 reduction was observed.

CFD - Plastic injection molding process simulation program, Moldex 3D was used for detection of inside of mold. In this way, optimization possibilities are occurred of the process and product

As a result of analysis of in-mold, plastic filling has been seen that in 1.27 sec. In the filling stage seems to be the maximum pressure of 64.5 MPa. At 35.2% of the filling process, the pressure level shown by the 5.34 MPa level. In the injection molding operation, these values are taken into account.

After the trials with design and manufacturing process is completed mold, which is the target of an academic thesis, new method has been developed to create a reverse angle on the plates gasget channel form for injection molds.

Next in the process of this study, different materials and different geometrical forms of the trials are recommended.

Keywords: Injection Molding, Plastic Mold, Conformal Cooling, GAIM, Modeling and Analysis

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Ahmet Mustafa SAYGILI

İş - Görev Sorumluluk Tanımı:

AR-GE Uzmanı

Eğitim Durumu

1. **İstanbul Aydın Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü**
Makine Mühendisliği Yüksek Lisans (Devam ediyor.)
2. **İstanbul Üniversitesi (10.10.2013 – 2016)**
Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi – İşletme (Devam ediyor.)
3. **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi (18.07.2006)**
Teknik Eğitim Fakültesi - Tasarım ve Konstrüksiyon Öğretmenliği
4. **Beyoğlu Teknik ve Meslek Lisesi (15.06.2001)**
Makine Ressamlığı

İş Deneyimi

1. **Mir Araştırma ve Geliştirme A.Ş**
Ar-Ge Uzmanı
2. **Dizayn Grup Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Ltd.Şti.**
Ar-Ge Mühendisi (2007)
3. **Özköseoğlu Paslanmaz Kimya San.**
Teknik Ressam / Bilgisayar Operatörü (2002)
4. **Hidro Teknik Uçak Metal Enjeksiyon Sanayi**
Teknik Ressam / Bilgisayar Operatörü (2001)

Sahip Olunan Beceriler

- Bilgisayar Teknikleri ;

Bilgisayar Destekli Tasarım–Analiz–İmalat (CAD – CAE – CAM - PLM)	Temel Bilgisayar Teknikleri
* CATIA V5	* Solid Works / Cosmos
* Pro-Engineer Wild Fire 2	* Mechanical Desktop
* Inventor 8	* AutoCAD
* Ansys	* Siemens Teamcenter PLM
* Siemens NX	* After Effects
* FluidSIM	* Moldex 3D

- Sistematik Tasarım , Bilgisayar Tümlleşikli Üretim - CIM (Computer Integrated Manufacturing)
- Plastik Malzemeleri İşleme , Şekil Verme Teknikleri (Enjeksiyon,Ekstruder vs.. Prosesleri)
- İmalat - Malzeme Planlama
- Proje Yönetimi
- Ürün Geliştirme

Mesleki Sertifika ve Eğitimler

1. Ulusal Ar-Ge Fonlarına Yönelik Proje Önerisi Hazırlama Eğitimi , **ISO**
2. Proje Yönetimi Standartları Eğitimi , **ISO**
3. Teknoloji Yönetimi Eğitimi , **ISO**
4. FESTO / Yoğunlaştırılmış Pnömatik Eğitimi , **FESTO**
5. İnovasyon Yönetimi Eğitimi , **ISO**
6. Moldex 3D , **Grup Otomasyon**
7. Siemens Teamcenter Client - Admin Panel , **Boğaziçi Yazılım**
8. Siemens Nx CAD Advanced , **Boğaziçi Yazılım**
9. Ansys Meshing – Structural - Thermal , **ANOVA**
10. Genel Ölçüm teknikleri ve Ölçüm Belirsizliği , **EMIS Eğitim Kurumları**
11. Microsoft Project Server
12. Gambit , **ANOVA**

Son Üç Yılda Yayımlanan Yayın, Patent

1. Doğu M., Gemici Z., Gökğöz İ., Saygılı A., Termoplastik boru ekstrüzyonu için spiral haddeli kalıp analizi ve tasarımı, 3. Ulusal Polimer Bilim ve Teknoloji Kongresi, 12-14 Mayıs, 2010, Kocaeli, Türkiye
2. Saygılı A., Utlu Z., Kanbur B.B., Birtane T., Increasing the Cooling Quality in Injection Moulding by New Developed Aircore, 7th International Advanced Technologies Symposium (IATS'13), 30 October-1 November 2013, Istanbul, Turkey

Projeler

TÜBİTAK 1501 - Gaz Fazında Hidrojen Taşınımı İçin Plastik Boru Geliştirilmesi \ Takım Üyesi

TÜBİTAK 1501 – Metal Plastik Arayüzeylerin geliştirilmesi \ İş Paketi Lideri

TÜBİTAK 1501 – Kompozit Malzemeler İle Boru Üretimi \ Takım Üyesi

Miracle – Su Kültüründe , Topraksız Sera Projesi \ İş Paketi Lideri