

T. C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ENJEKSİYON KALIPLARINDA KARMAŞIK GEOMETRİLERİN
OLUŞTURULMASI İÇİN MEKANİK BİLEZİK GELİŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Özgür DURSUN

Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Makine Mühendisliği Programı

EKİM 2017

T. C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ENJEKSİYON KALIPLARINDA KARMAŞIK GEOMETRİLERİN
OLUŞTURULMASI İÇİN MEKANİK BİLEZİK GELİŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özgür DURSUN
(Y1313.080001)

Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Makine Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan SAYGIN

EKİM 2017



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı Makine Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1313.080001 numaralı öğrencisi **Özgür DURSUN**'un "**ENJEKSİYON KALIPLARINDA KARMAŞIK GEOMETRİLERİN OLUŞTURULMASI İÇİN MEKANİK BİLEŞİK GELİŞTİRİLMESİ**" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 15.08.2017 tarih ve 2017/18 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *ayrıklığı* ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak *Kabul* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 23/10/2017

1)Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan SAYGIN

2) Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hüseyin Erol AKATA

3) Jüri Üyesi : Doç. Dr. Alptekin ERGENÇ

Hasan Saygin
.....
Hüseyin Erol Akata
.....
Alptekin Ergenç
.....

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

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Enjeksiyon Kalıplarında Karmaşık Geometrilerin Oluşturulabilmesi İçin Mekanik Bilezik Geliştirilmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (15/12/2017.)

İmza
Özgür DURSUN

ÖNSÖZ

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 imkân 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.

Karmaşık ve ters açılı ürünlerin (atıksu ve tarımsal sulama ek parçası) conta kanalı diye tabir edilen ters açılı bölgelerinin günümüz teknolojisinde üretimi Collapsible Core (katlanır maça) yapılmaktadır. Bu sistemin yatırım maliyeti ve uzun imalat süresi göz önüne alındığında alternatif bir sistem geliştirme yolunda çalışmalar yaptık.

Bu tarz ürünleri üretilebilirliğin halihazırda iki yöntemi bulunmaktadır. Birincisi mekanik maça (collapsible core) ikincisi ise ürünlerin conta kısımlarının dolu olarak çıkartılması ve daha sonradan tornalama işlemine tabi tutulmasıdır.

Bu bağlamda daha uygun yatırım maliyetleri ile kısa sürede çözüm alınabilecek mekanik bir bilezik geliştirdik. Bu sayede çok baskı istenmeyen ürünlerin kısa sürede üretilebilmesinin düşük maliyetler ile yapılabilmesinin önü açılmıştır.

Tez çalışmam boyunca yardım ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam, Prof. Dr. Hasan SAYGIN'ya teşekkür ederim.

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YEMİN METNİ	i
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xv
1. GİRİŞ	1
2. MAKİNA VE KALIP TEKNOLOJİLERİ LİTERATÜR ARAŞTIRMALARI.	3
2.1. Plastik Kalıp Teknolojileri	3
2.2. Enjeksiyon Kalıplama Tekniği.....	3
2.2.1. Kalıp.....	5
2.2.2. Soğutma Sistemi	7
2.2.2.1. Isı Geçişi	11
2.2.2.2. Isı İletim Katsayısı	12
2.2.3. Yolluk, Dağıtıcı Kanal Sistemleri	14
2.2.3. Dağıtıcı Kanal Çeşitleri.....	15
2.2.4. Enjeksiyon Noktası Giriş Çeşitleri.....	15
2.2.5. Sıcak Yolluk Sistemleri, Kullanım Amaçları (Hot Runner)	18
2.2.6. Kalıp Boşluğu	20
2.2.7. İtici Mekanizmalar	21
2.3. Enjeksiyon Kalıplama Prosesine Etki Eden Parametreler	22
2.3.1. Enjeksiyon Parametreleri	24
2.3.2. Sıcaklık Ayarı.....	24
2.3.3. Soğuma Zamanı	24
2.3.4. Enjeksiyon Süresi.....	25
2.3.5. Kalıp Sıcaklığı.....	25
2.3.6. Eriyik Sıcaklığı	27
2.3.7. Et Kalınlığı	27
3. MALZEME BİLİMİ TEKNOLOJİLERİ LİTERATÜR ARAŞTIRMALARI...	29
3.1. Plastikler.....	29
3.2. Enjeksiyon Kalıplama Proseslerinde Kullanılan Hammaddelerin Özellikleri	29
3.2.1. Polietilen (Enjeksiyon Kalıplama)	29
3.2.2. Polipropilen (Enjeksiyon Kalıplama).....	30
3.3. Malzeme Depolama ve Kurutma Gereksinimi.....	31
3.4. Kalıplama İçin Katkılar.....	31
4. STANDARTLAR	37
4.1. Makine ve Kalıp Teknolojileri Standartları	37

4.2. Malzeme Bilimi Standartlar	38
5. PATENTLER	39
6. TASARIM.....	51
6.1. Kavram Geliştirme	51
6.2. Ürün Modeli	51
6.3. Kalıp Modeli	53
7. İMALAT	55
7.1. Kalıp Elemanları, Talaş Kaldırma İşlemleri	56
8. ÜRÜN	57
9. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKÇA	65
ÖZGEÇMİŞ.....	69



KISALTMALAR

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

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Isıyı en iyi ileten bazı metallerin 25° deki Isı iletim katsayısı	13
Çizelge 2.2: Çeşit tip maddelerin ısı iletim mertebeleri	13
Çizelge 2.3: Çeşitli malzemelerin enjeksiyon sıcaklığı.....	26
Çizelge 3.1: Kalıp Kalıplamada sorunlar \ zorluklar ve çözümleri	32
Çizelge 9.1: Maça sistemleri yatırım maliyetleri.....	61
Çizelge 9.2: Mekanik bilezik üretim maliyeti	62
Çizelge 9.3: Farklı sistemler ile üretilen ürün maliyetleri	62
Çizelge 9.4: Farklı sistemler ile üretilen amortisman dahil ürün maliyetleri	63

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Örnek enjeksiyon kalıpları görünümü.....	4
Şekil 2.2: Kalıp fonksiyonel organları.....	6
Şekil 2.3: Birçok enjeksiyon kalıbı görünümü (Altuntaş, et al., 2011).....	7
Şekil 2.4: Paralel ve seri su soğutma.....	8
Şekil 2.5: Paralel ve seri su soğutma.....	9
Şekil 2.6: Çeşmeli tip soğutma (Shiu, 2012).....	9
Şekil 2.7: Bakır borulu soğutma.....	10
Şekil 2.8: Parçalı kalıp soğutma işlemi.....	10
Şekil 2.9: Soğuk ve sıcak su giriş bölgeleri gösterimi.....	11
Şekil 2.10: İletim, Taşınım ve Işınım ile ısı geçiş şekilleri.....	12
Şekil 2.11: Yolluk Sistemleri görünümü (Megep, 2006).....	14
Şekil 2.12: Dağıtıcı kanal sistemleri görünümü (Megep, 2006).....	14
Şekil 2.13: Dağıtıcı kanal kesitleri.....	15
Şekil 2.14: Kenar Giriş.....	16
Şekil 2.15: Merkezden doğrudan giriş.....	16
Şekil 2.16: Disk giriş.....	16
Şekil 2.17: Yelpaze giriş.....	17
Şekil 2.18: Tünel giriş.....	17
Şekil 2.19: İğne uçlu giriş.....	17
Şekil 2.20: Bilezik giriş.....	18
Şekil 2.21: Sıcak yolluk sistemini oluşturan elemanlar.....	19
Şekil 2.22: Sıcak yolluk sistemi kesiti (Megep, 2006).....	20
Şekil 2.23: Kalıp boşluğu görünümü (Vural, 2011).....	21
Şekil 2.24: İtici mekanizma kalıp görünümü (Vural, 2011).....	22
Şekil 2.25: İtici mekanizması cevrimi (Eker, 2009).....	22
Şekil 5.1: Patent(Collapsible core montaj kalıp adaptörü).....	39
Şekil 5.2: Patent (Enjeksiyon için Collapsible core maçası montaj).....	40
Şekil 5.3: Patent (basitleştirilmiş Collapsible Core maçası).....	41
Şekil 5.4: Patent (Collapsible kalıp maçası).....	41
Şekil 5.5: Patent (Collapsible Kalıp maçası).....	42
Şekil 5.6: Patent (Collapsible mandal mekanizması).....	42
Şekil 5.7: Patent (aparata destekli enjeksiyon mekanizması).....	43
Şekil 5.8: Patent (enjeksiyon meme mekanizması).....	43
Şekil 5.9: Hafızalı maça kapalı şekilde.....	44
Şekil 5.10: Hafızalı maça açılır iken.....	45
Şekil 5.11: Hafızalı maça tam açık iken.....	45
Şekil 5.12: Katlanır maça kapalı konum.....	46
Şekil 5.13: Katlanır maça yarı açık konum.....	46
Şekil 5.14: Katlanır maça yarı açık konum-2.....	47
Şekil 5.15: Katlanır maça tam açık konum.....	47
Şekil 5.16: Katlanır maça maliyet analizi.....	48

Şekil 5.17: Ürün conta kanalı standart.....	48
Şekil 5.18: Katlanır maça görselleri	49
Şekil 6.1: Mekanik bilezik açılma görseli	52
Şekil 6.2: Mekanik görseli	52
Şekil 6.3: Mekanik üründen çıkartma görseli	53
Şekil 7.1: İmalatı yapılmış olan kalıpların görselleri.....	56
Şekil 8.1: İmalatı yapılmış olan ürün görseli	57
Şekil 8.2: Mekanik bilezik uygulama görseli	58
Şekil 8.3: Mekanik bilezik uygulama görseli	58
Şekil 8.4: Mekanik bilezik uygulama görseli	59
Şekil 8.5: Mekanik bilezik uygulama görseli	59



ENJEKSİYON KALIPLARINDA KARMAŞIK GEOMETRİLERİN OLUŞTURULMASI İÇİN MEKANİK BİLEZİK GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Proje konusu enjeksiyon kalıplarında ters açılı formların oluşturulabilmesi için mekanik bir bilezik geliştirilerek üreticilere düşük yatırım maliyetleri ile üretim yapmalarının önünü açmaktır.

Özellikle sezonluk üretim yapılan kalın etli ek parça ürünleri enjeksiyon kalıpları ile üretimi yapılmaktadır. Üreticilerin sezonluk üretim yaptıklarından dolayı yüklü kalıp yatırımları yapmak istememektedirler. Konu ile ilgili bu ürünleri düşük yatırım maliyetleri ile üretebilmenin önü açılmıştır.

Geliştirdiğimiz sistemde var olan sistemlere alternatif olarak daha düşük yatırım maliyetleri ile aynı ürünlerin üretiminin önü açılmıştır. Enjeksiyon kalıplarında oluşturulamayacak açıdaki formların oluşturulabilmesi için harici dışarıdan bir mekanik maça ile bu formu oluşturmaktır. Mevcutta bu ürünlerin üretimini yapabilmek için ihtiyaç duyulan sistemlerin yatırım maliyetlerinin %70 oranında düşük maliyetlere projemizdeki sistem ile üretim yapılabilmektedir.

Anahtar Sözcükler: *Enjeksiyon Kalıplama, Katlanır maça, mekanik maça, Plastik Kalıplar, Modelleme ve Analiz*

DEVELOPMENT OF MECHANICAL BRACELET FOR CREATION OF COMPLEX GEOMETRY IN INJECTION MOLDS

ABSTRACT

The subject of the project can be created so that the bracelet forms a mechanical reverse angle of injection molds to develop and to open the way for producers to produce with low investment costs.

Seasonal products are produced by injection molding production, especially the thick fleshy attachment. Seasonal production mold manufacturers are reluctant to make investments because of what you did installed. On the subject opened the way to produce these products with low investment costs.

In the system we developed as an alternative to the existing system opened the way to the production of the same products with lower investment costs. Injection molds can be created in terms of the external mechanical game from outside of the form so that it can be created with to create this form. At present these products the investment cost of the system needed for the production of 70% of the project to our system can be produced with a low cost.

Keywords: *injection molding, Folding Spades, game mechanics, plastic molds, modeling and analysis*

1. GİRİŞ

2. Dünya savaşı sonrasında gelişen teknoloji ile plastik çeşitleri binlerce çeşit ile günlük hayatımızda kullanılmaya başlanmıştır.

Geliştirilen plastikler fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre enjeksiyon ve ekstrüzyon başta olmak üzere üretim şekilleri geliştirilmiştir.

Plastik parçaların şekillendirilmesinde çok büyük oranda enjeksiyon üretim tekniği kullanılmaktadır.

Enjeksiyon tekniği ile üretimde ürünlerin istenen geometrik yapı, tolerans, yüzey tolerans ve dayanımı üzerine geniş bir yelpazede plastik ürünler geliştirilmiştir.

Gelişen teknoloji ile günlük hayatta kullanılan ve farklı materyallerden üretilen birçok malzeme de plastikten üretim için bir alternatif olmuştur.

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. (Megap, Temel Plastik Enjeksiyon Kalıpları, 2006)



2. MAKİNA VE KALIP TEKNOLOJİLERİ LİTERATÜR ARAŞTIRMALARI

2.1. Plastik Kalıp Teknolojileri

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

- i. Plastik Enjeksiyon Kalıplama
- ii. Plastik Ekstrüzyon yöntemi
- iii. Vakum (Thermoforming) kalıplama
- iv. Şişirme (Blow Molding) kalıplama
- v. Rotasyonel (Rotational molding) kalıplama,
- vi. Transfer kalıplama,yöntemleridir. Tüm uygulanan yöntemler endüstriye özel uygulanan ürünler için geliştirilmiştir.

2.2. Enjeksiyon Kalıplama Tekniği

Sıcaklık yardımı ile ergiyik hale getirilmiş plastik malzemenin şekillendirilmiş bir boşluk içerisine enjekte edilmesi ve şekillendirilmesi içeren bir imalat yöntemidir.

Enjeksiyon kalıplama yöntemi ile metal, cam, elastomer karışımları ve termoplastik- termoset polimer malzemelerin işlenmesi için kullanılır.

Ürün parçaları için malzeme ısıtılmış bir silindire beslenir, karıştırılır ve kalıptaki çukurun şekline göre soğumanın ve sertleşmenin gerçekleştiği kalıp çukuruna sıkıştırılır. (Todd & Leo, 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 işlemde 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 ayırık 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 dibine 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, Enjeksiyon Makinalarında Üretim, 2006)



Şekil 2.1: Örnek enjeksiyon kalıpları görünümü

Enjeksiyonla kalıplama prosesinin yapıldığı makineye 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.

2.2.1. Kalıp

Plastik ergiyik hammaddeyi şekillendirmek için oluşturan materyale kalıp denir. Tek ya da çok gözlü olarak istenen parça geometrisine göre işlenen kalıp gözleri ve ürünü kalıp içerisinden sağlıklı bir şekilde alabilmek için açılan soğutma kanalları bir enjeksiyon kalıbının olmaz ise olmazdır.

Bir enjeksiyon kalıbını üretebilmek için ihtiyaç duyulan,

- Ergimiş plastiği istenen ürün geometrisine işlenen kalıp boşluğuna veya boşluklarına iletmek
- Ergimiş plastiğe kalıp içerisinde istenen şeklini vermek
- Ergimiş plastiği plastiğin optimum şekil değiştirme sıcaklığına düşürerek kalıp içerisinden almak.
- Biten plastik parçayı kalıp içerisinde sağlam çıkarmak.

Enjeksiyon Kalıbının yukarıda sayılan işlemleri yapan fonksiyonel kalıp grupları ise aşağıdadır:

- Kalıp Yolluk sistemi
- Kalıp boşluğu(ürün geometrisi)
- Kalıp Soğutma sistemi(Ergimiş Plastik soğutmak)
- İtici Sistemi(ürün düşürme sistemi)

Plastik enjeksiyon kalıbının işlevini yerine tam olarak getirebilmesi için ek gereksimlere ihtiyacı bulunmaktadır. Bunlar kalıbın enjeksiyon makinesine istenen merkezleme aralıklarında bağlanabilmesi için bağlama plakaları ilave edilmesi gerekmektedir.

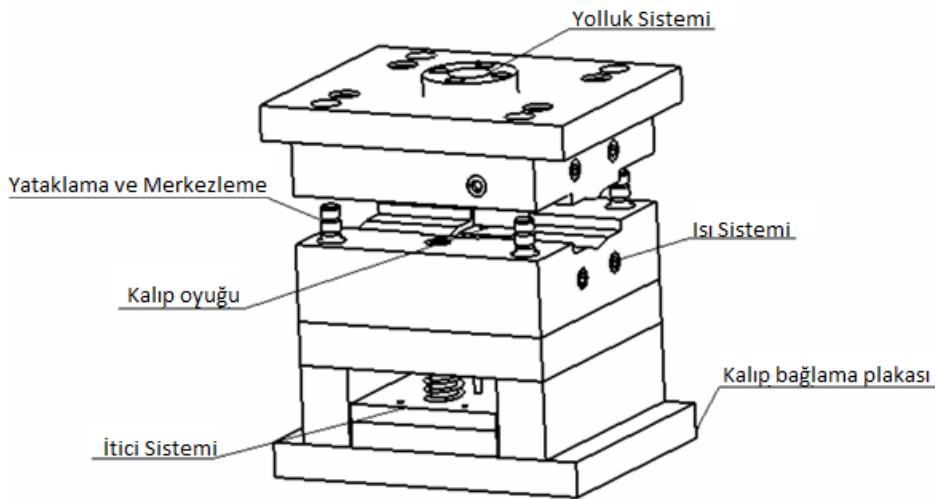
Plastik enjeksiyon kalıpları iki parçadan oluşmaktadır. Meme ve itici grubu olarak ayrılan iki grup ve bu iki grubun ortasında istenen ürünü sağlıklı çıkması için göz sayısına göre gözler açılmaktadır. Bu gözler istenen ürünü geometrik toleransı ve çıkma açısına göre ürün gözleri açılmaktadır.

Bu gözlerle ergiyik plastik hammaddenin akışı için yolluk adı verilen ve meme grubundan gelen bir yol açılmaktadır.

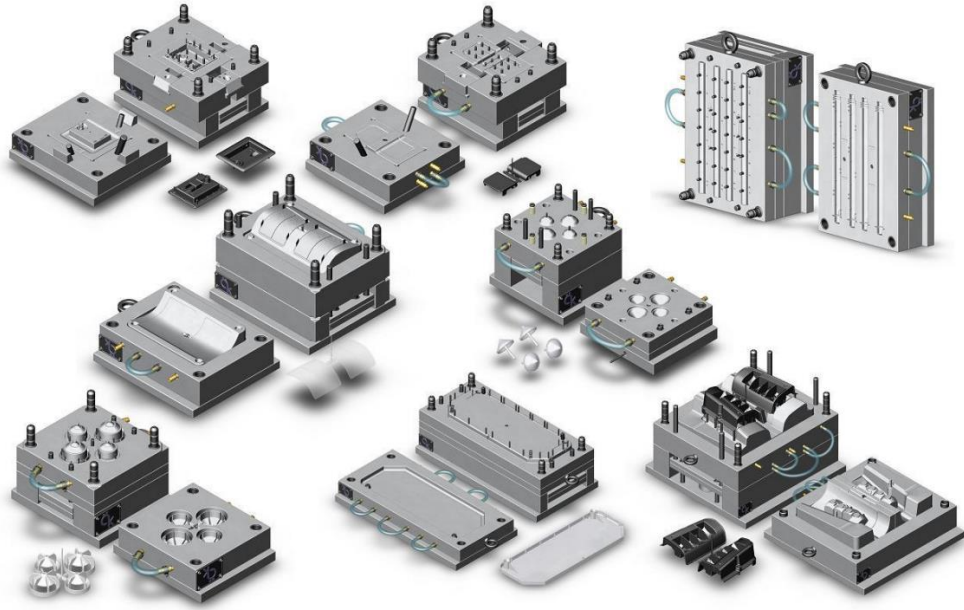
Meme grubu flanş diye adlandırılan merkezleme parçası ile enjeksiyon makinesine bağlanmaktadır.

Enjeksiyon makinesinden gelen ergiyik malzeme kalıbın meme tarafından geçerek ürün gözlerine yolluklar yardımı ile akmaktadır. Ürünün enjeksiyon kalıbından sağlıklı alabilmek için üretimi yapılan plastik hammaddenin üreticisinden alınan sıcaklık değerlerine kalıp içerisinde gelmesi gerekmektedir. Ürünün sağlıklı (çöküntüsüz, ürünsel deformasyon vb) alabilmesi için plastik ürünü kalıp içerisinde soğutmak gerekmektedir.

Hem kalıp plakalarının merkezlenmesi ve Ürünü ters açısız olarak kalıp içerisinde modelleyerek açılan ürün gözleri ürünün kaçık olmadan merkezlenebilmesi için meme ve itici gruplarını kolon-burç parçaları ile kapatılmaktadır.



Şekil 2.2: Kalıp fonksiyonel organları



Şekil 2.3: Birçok enjeksiyon kalıbı görünümü (Altuntaş, et al., 2011)

2.2.2. Soğutma Sistemi

Enjeksiyon kalıplarında ergiyik plastik malzeme şekillenme sonrasında kalıp içerisinden sağlıklı alabilmek için belli sıcaklıklara düşürülmesi gerekmektedir. Konu ile ilgili kalıbın harici bir sistem ile soğutulması gerekmektedir. Enjekte edilen hammadde özelliklerine göre kalıp içerisinden alınmalıdır ürün. Ürün istenen sıcaklıklara düşmeden alındığında ölçüsel ve görsel olarak deformasyon oluşabilmektedir. Ürünün bu sıcaklık değişimindeki zaman farkı kalıbın çevrim süresini doğrudan etkilemektedir.

Mevcutta kullanılan sistemler enjeksiyon kalıbındaki ürünün optimum ölçü ve yakınlıkta açılan kanallar ile dışarıdan belli bir sıcaklık ve debide su akışı sağlanarak kalıp bloklarının soğutulmasıdır. Bu sebeple taşınım ile ısı transferi ile göre plastik ürünün soğutulmasıdır.

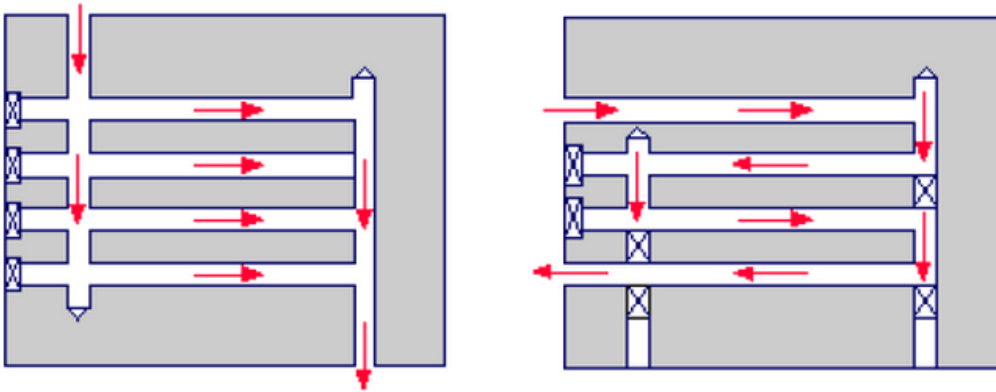
Termoset malzemelerin ortalama ergime sıcaklığı 200-300 °C arasındadır. Bu plastik malzemenin kalıp içerisinde sağlıklı alınabilmesi için 50~110°C arasına düşürülmesi gerekmektedir.

Kalıp çevrim süresini etkileyen en önemli ve uzun süren faktör soğutma süresidir. Proses içerisinde çevrimi doğrudan etkilediğinden ürün maliyeti için önem arz etmektedir.

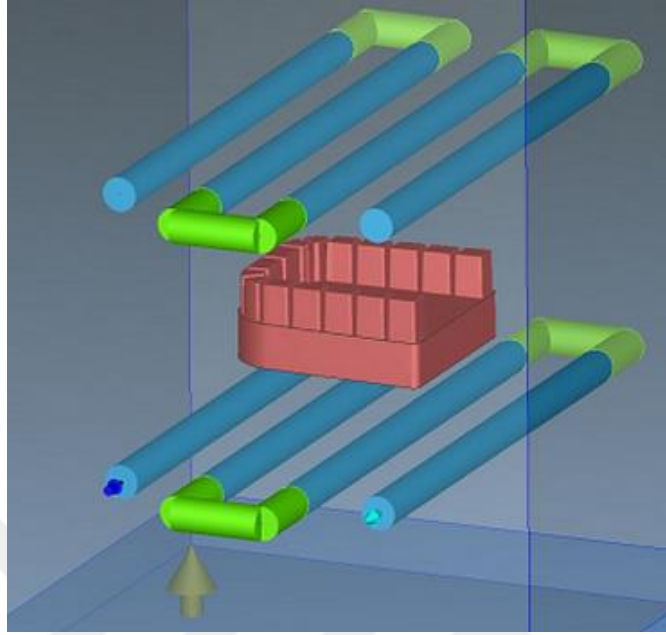
Plastik ergimeye etki eden sınırlamalar şunlardır;

- Düşük ergime sıcaklıkları hammaddenin kalıp içerisindeki akışını zorlaştıracığından basınç kayıplarına sebep olur ve ürün birleşme yüzeylerinde iz ve hatalara sebep olur.
- Düşük ergime sıcaklığı plastik akışını doğrudan etkilediğinden ürün yüzeyinin bozulmasına sebep olacaktır.
- Proses esnasında ürün sıcaklığı beklenen sıcaklıktan yüksek ise kalıp itici grubu(itici pim, boru itici, vb) ürün yüzeyinde plastik katılaşması gerçekleşmediği için deformasyona sebep olacaktır.
- Kalıp yüzeylerinin homojen soğutulmaması ürünün dengesiz soğutulmasına sebep olacağına üründe ölçüsel hatalara sebep olabilecektir.

Kalıp soğutma kanallarının ürün modeline göre homojen dizayn edilmesi çok önemlidir. Kalıp çevrim süresini doğrudan etkilediğinden sadece soğutma sistemi ile ilgili analiz yapılması ürün kalitesini ve çevrim süresini doğrudan etkiler. Kalıp soğutma sistemleri çoğunluk ile 12-16°C arasında su ile yapılmaktadır. Su soğutma sistemleri piyasada en fazla kullanılan Chiller ve soğutma kuleleri kullanılmaktadır. Seri su dolaşım sistemleri ince etli ürünlerin homojen plaka soğutulmasında kullanılmaktadır. Kalın etli ürünlerin soğutulmasında paralel soğutma kullanılmaktadır. Kalıp içerisine giren su debisi paralel sistemlerde daha fazla olacağından kalıp içerisindeki ısı kaybı daha fazla olacaktır.



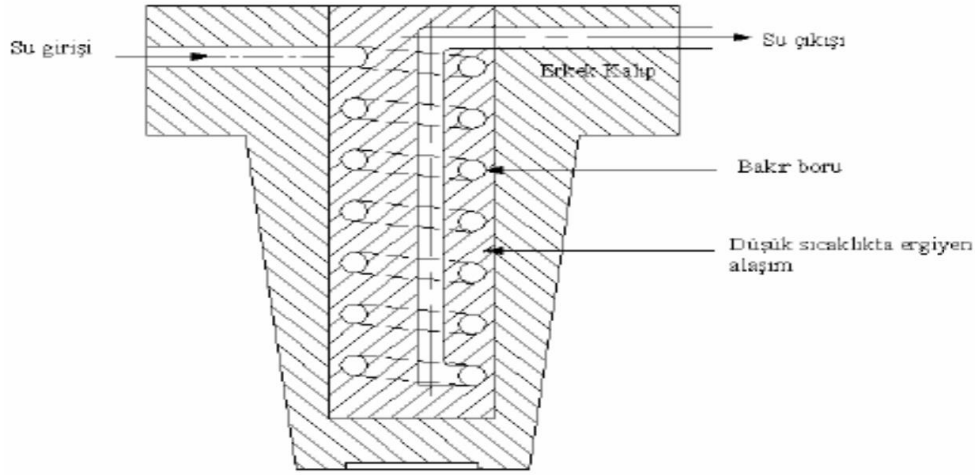
Şekil 2.4: Paralel ve seri su soğutma



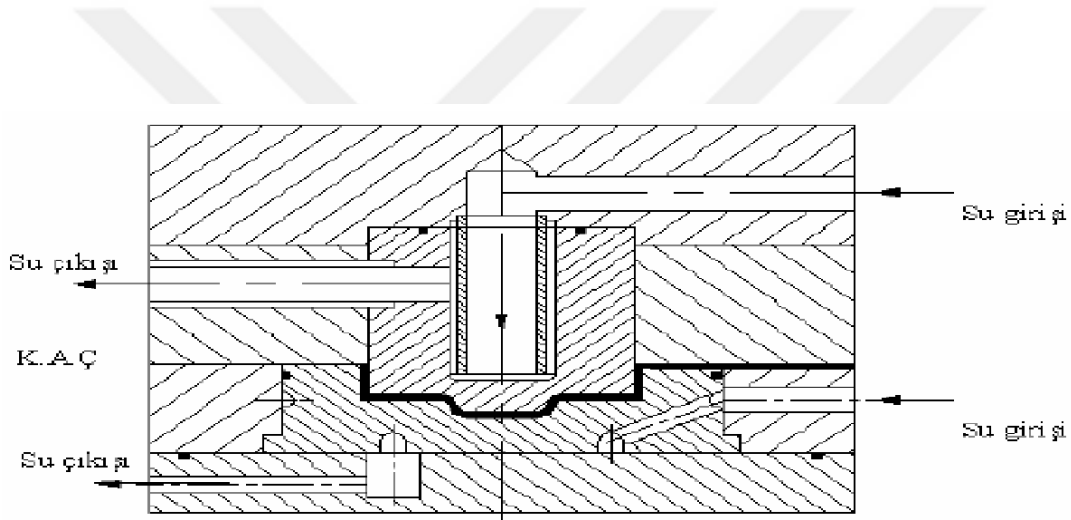
Şekil 2.5: Paralel ve seri su soğutma



Şekil 2.6: Çeşmeli tip soğutma (Shiu, 2012)



Şekil 2.7: Bakır borulu soğutma



Şekil 2.8: Parçalı kalıp soğutma işlemi



Şekil 2.9: Soğuk ve sıcak su giriş bölgeleri gösterimi

2.2.2.1. Isı Geçişi

Isı Sıcaklık farkından dolayı bir sistemden diğerine geçen enerji biçimidir. Isı Geçişi bir sistemde sıcaklığın değişimine sebep olan enerji türünün hızının belirlenmesi ile ilgilenir. Isı geçişi iki ortamın sıcaklıkları eşitlendiğinde durur.

Enjeksiyon kalıplarında ergiyik plastik hammadde, kalıp ve soğutma sistemi arasında ısı transferi gerçekleşmektedir. Ergiyik hammaddenin kalıp ile madde alışverişi olmaksızın yapılan enerji geçişine ısı geçişi olarak tanımlanır. Termodinamiğin 2. Yasasına göre iki ortam arasındaki sıcaklık farkı yüksek sıcaklık olan ortamdaki düşük sıcaklık olan ortama doğru hareket eder.

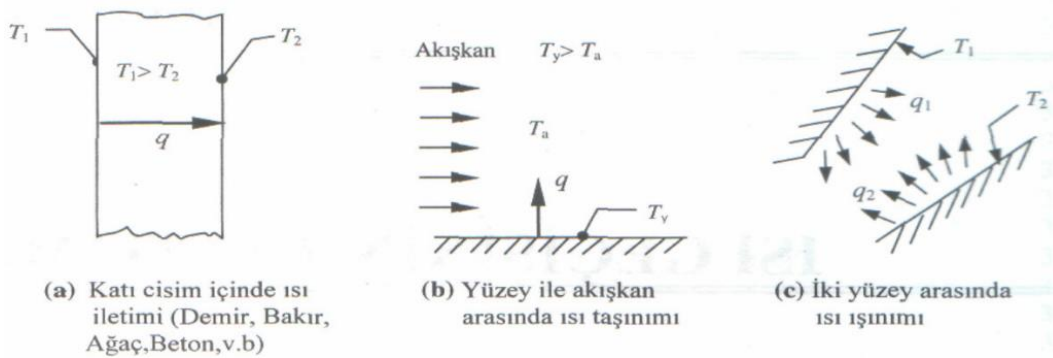
Isı geçişi üç şekilde meydana gelmektedir.

Bunlar;

- Isı iletimi (Kondüksiyon)
- Taşınım (Konveksiyon)
- Işınım (Radyasyon)

Isı geçişi olayı; bu üç şeklin birisi veya herhangi ikisi ile ya da üçü ile birlikte meydana gelebilir. Genel olarak katı cisimlerde, ısı enerjisinin serbest elektron hareketiyle bir molekülden ya da 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 2.10: İletim, Taşınım ve Işınım ile ısı geçiş şekilleri

2.2.2.2. Isı İletim Katsayısı

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 olmamasına, malzeme içindeki neme, ısının geçtiği yöne ve benzeri fiziksel ve metalurjik etkenlere bağlı olarak değişmektedir. Bir cismin ısı iletim katsayısının, her yönde aynı olduğu cisimlere izotrop cisim denir. Isı iletim katsayısının birimi SI birim sisteminde $[\text{W}/\text{mK}]$ dir. Uygulamalarda $[\text{kcal}/\text{mh}^\circ\text{C}]$ birimi de kullanılmaktadır. $1 \text{ kcal}/\text{mh}^\circ\text{C}$, $1,163 \text{ W}/\text{mK}$ ' 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 ısıtılınca 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 artırır.

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)

Çizelge 2.1: Isıyı en iyi ileten bazı metallerin 25° deki ısı iletim katsayısı

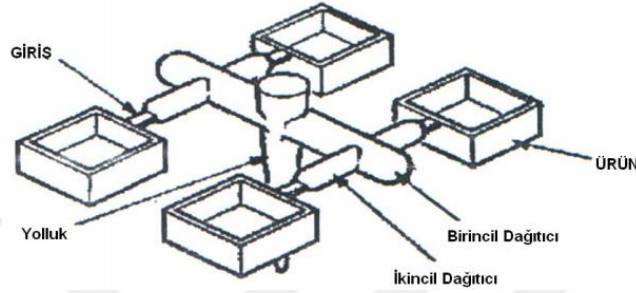
Metaller	k (W/mK)
Gümüş	410
Saf bakır	395
Ticari bakır	372
Altın	310
Alüminyum	229

Çizelge 2.2: 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

2.2.3. Yolluk, Dağıtıcı Kanal Sistemleri

Enjeksiyon kalıplarında makineden gelen hammaddeyi ürün gözlerine dağıtan kısımdır. Yollukların işlevi kalıp gözlerinin homojen ve hızlı olarak dolmasıdır. Yolluk sisteminin patlama çapı ürün et kalınlığı ve hammadde özelliğine göre yolluk ile göz arasına bağlanmaktadır.



Şekil 2.11: Yolluk Sistemleri görünümü (Megep, 2006)

Meme çıkışı ve yolluk dağıtıcısı ürün dizaynına göre yapılır. Yolluk dizaynı ürün patlama çaplarını doğrudan etkileyeceğinden ürünlerin homojen dolması sağlıklı ürün alınabilmesi için önemlidir. Enjeksiyon basınç kalıplarını en aza indirebilmek için hammadde özelliklerine göre acıkacak yolluk çapı ve meme sonrasında ürün yolluğuna kadar olan mesafenin mümkün olan en kısa mesafede ve tüm ürünlere eşit mesafede olmalıdır.

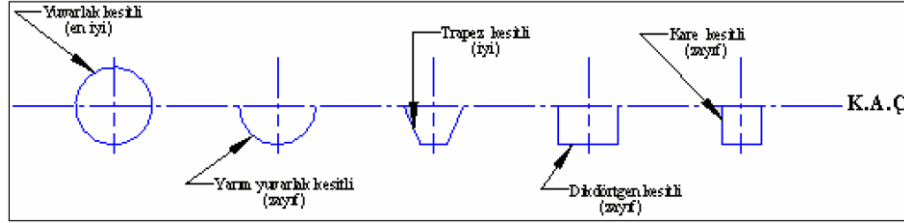
Basılacak ürün özelliğine göre patlama çapları ürünün çöküntüsüz ve hızlı dolmasını sağlayacaktır. Fakat ürünleri yolluklardan ayırmakta o kadar zor olacaktır.



Şekil 2.12: Dağıtıcı kanal sistemleri görünümü (Megep, 2006)

2.2.3. Dağıtıcı Kanal Çeşitleri

Kalıp dizaynına göre yuvarlak ve dengeli dağıtıcılar ürünlerin memeye olan uzaklıklarına göre ürün formunun elverdiği ölçüde dizayn edilir. Yolluk kesiti memetici gurubunun ortasında dairesel kesitli formlar hammadde akışının en ideal olarak sağlandığı formdur.



Şekil 2.13: Dağıtıcı kanal kesitleri

2.2.4. Enjeksiyon Noktası Giriş Çeşitleri

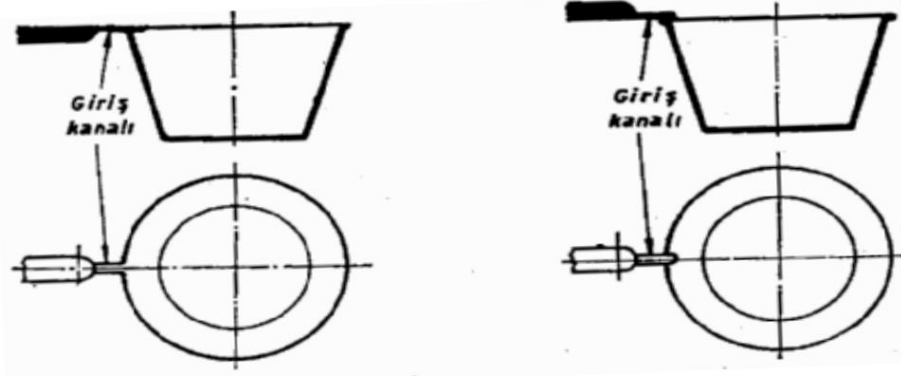
Yolluk sisteminin ürüne giren noktasına olan giriş çeşitleri ürünün görsel ve teknik beklentisine göre tünel, yaprak yolluk, muz yolluk vb girişler ile sağlanır.

Yolluk patlatma çapı ürünü çöküntüsüz olarak almak için en ideal çapta açılmalıdır. Fakat bu çapın büyük açılması üründe görsel sorunlara sebep olabilmektedir. Ayrıca ürün yolluktan ayrılması için geçeken işçiliği de arttırmaktadır.

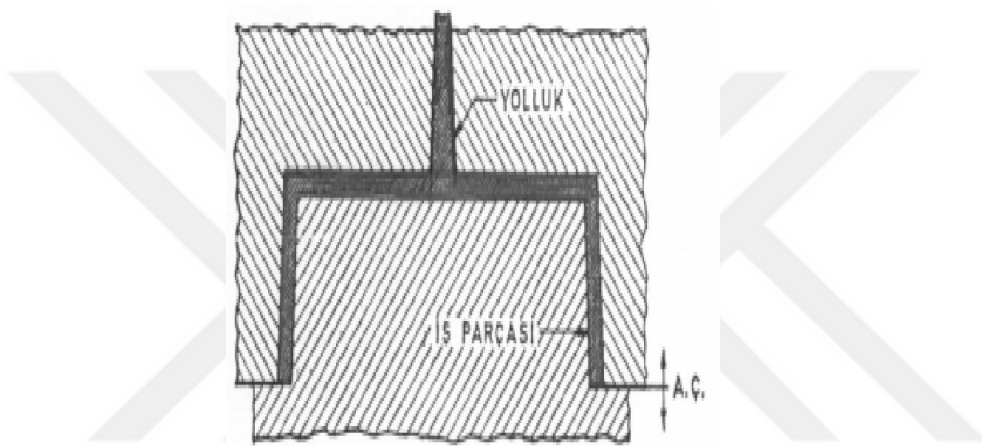
Giriş kanalları aşağıdaki şekillerde gözüktüğü üzere yaprak yolluk olarak yapılabilmektedir. Yaprak yolluklu kalıplar yarı otomatik olarak çalışan kalıplar olarak adlandırılırlar. Bu kalıplarda ürün yolluk ayırma işçiliği olacağında yarı otomatik çalışır. Muz yolluk ve tünel yolluklu kalıplar kalıp çalışmasında ürün ve yolluğun ayrı düşmesi sebebi ile kalıp tam otomatik çalışmaktadır.

Ürün patlama çapları yaprak yollukta tünel ve muz yolluğa göre daha büyüktür.

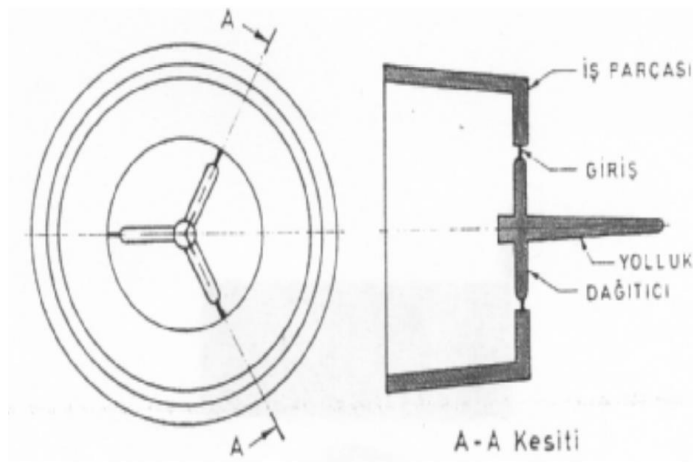
Giriş çeşitleri;



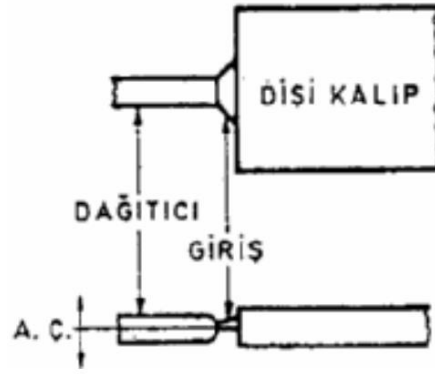
Şekil 2.14: Kenar Giriş



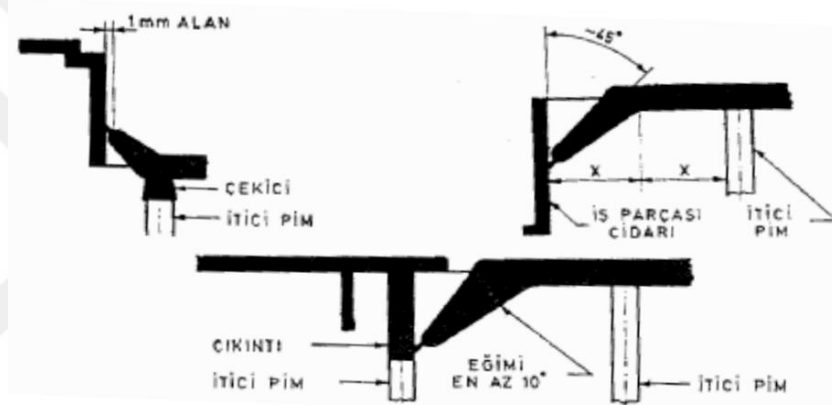
Şekil 2.15: Merkezden doğrudan giriş



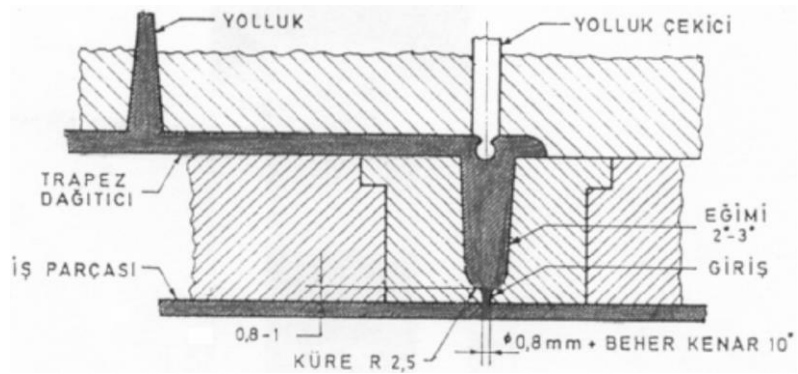
Şekil 2.16: Disk giriş



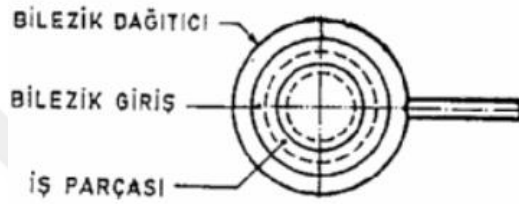
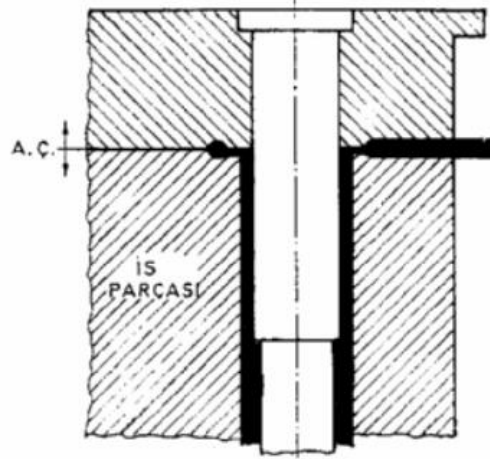
Şekil 2.17: Yelpaze giriş



Şekil 2.18: Tünel giriş



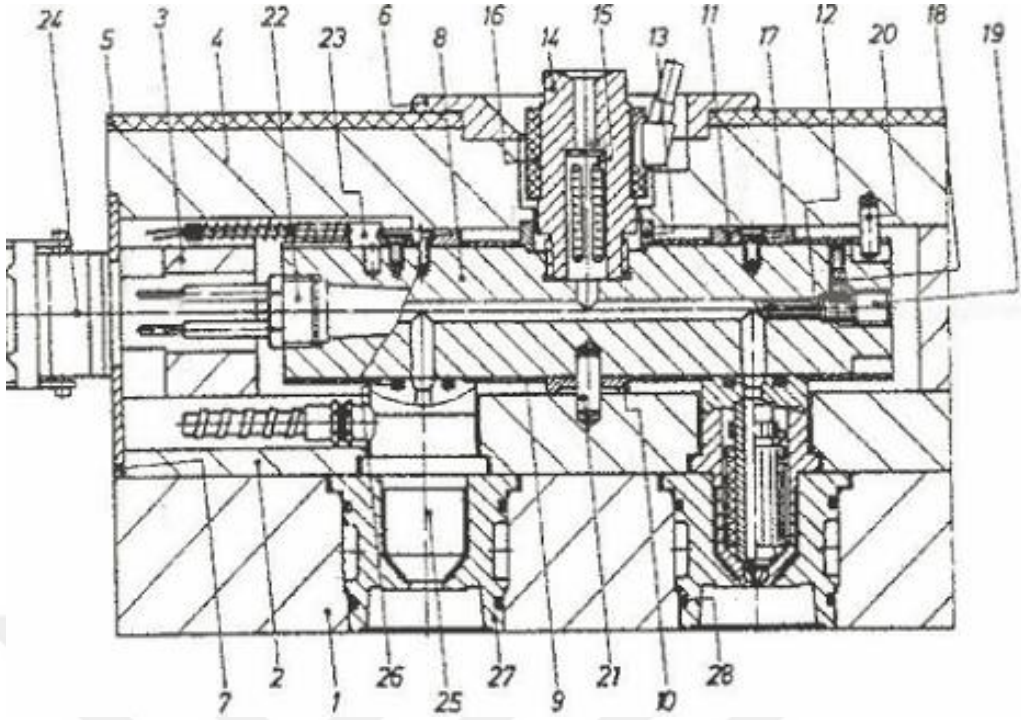
Şekil 2.19: İğne uçlu giriş



Şekil 2.20: Bilezik giriş

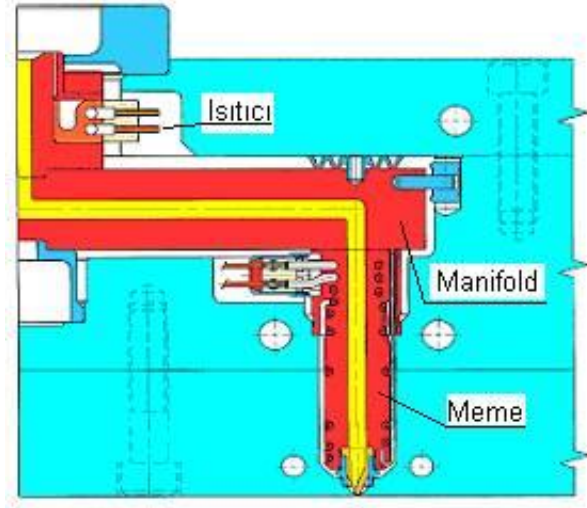
2.2.5. Sıcak Yolluk Sistemleri, Kullanım Amaçları (Hot Runner)

Enjeksiyon kalıplarında meme ile ürün arasındaki yolun sıcak ya da soğuk olarak katedilmektedir. Sıcak yolluklu sistemlerde memeden ürün üzerine gelene kadar, rezistanslar yardımı ile plastik ısı kaybına uğramadan malzeme bu yolu sıcak katetmektedir. Sıcak yolluklu kalıplar manifold denilen dağıtıcı sistemler ile sıcak yolluklar oluşturulmaktadır. Manifoldlar ürün arası mesafeye göre dizayn edilmektedir. Sıcak yolluklu kalıplar özellikle hammadde özelliklerine göre kullanılmaktadır. Sıcak yolluk sistemleri çevrim süresindeki olumlu yönde düşme sebebi ve yolluk çıkmaması sebebi ile ürün maliyetine doğrudan etkisi bulunmaktadır. Sıcak yolluk sistemleri hammadde özelliği kalıbın yarı sıcak yolluk-tam sıcak yolluk olmasına göre dizayn edilir.



Şekil 2.21: 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 termokupl (termokupl plakası)
10. Destek burcu (rondela)
11. Destek halkası (rondela)
12. körtapa
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 (termokupl)
24. Bağlantı kutusu
25. Yüksek verimli meme
26. Metal O- ring
27. Kalıp gözü tertibatı
28. O-ring

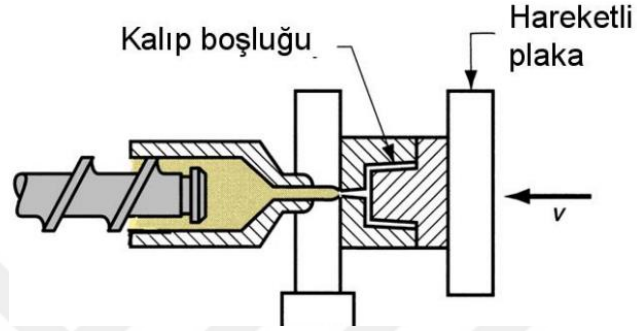
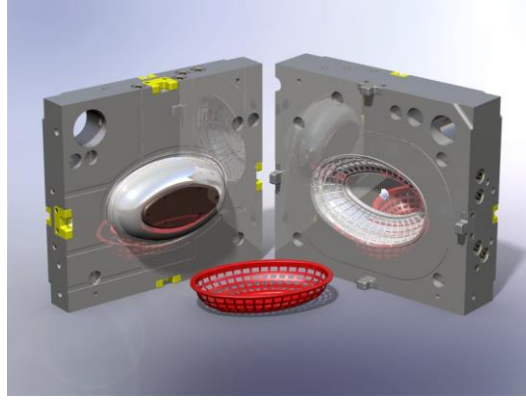


Şekil 2.22: Sıcak yolluk sistemi kesiti (Megep, 2006)

2.2.6. Kalıp Boşluğu

Kalıp boşluğu kalıplanacak ürünün kalıpta şekillenerek oluşturulmasına ve ergimiş plastiğin şekillenmesi için açılan boşluğa denir. kalıp boşluğu ürün dizaynına göre ters açılı olan ürünlerde meme ve itici grubuna eşit şekilde kalıp ayırım çizgisi esas alınarak oluşturulur. Kalıp açılma ekseninden çıkmayacak olan ters açılı formlar maçalar yardımı ile kalıplanır. Kalıp boşluklarına dolacak ergiyik plastik kalıp boşluğunda kalan hava sebebi ile üründe boşluklar oluşabilir ve hammadde yanabilir. Bu sebep ile kalıpta gaz kanalları açılması gerekmektedir. Kalıp gözlerinde kalan hava bu şekilde tahliye edilmesi gerekmektedir.

Özellikle kova tarzındaki vakum yapacak ürünlerde kalıp gözlerinde ürün hava alması için hava valfleri takılmaktadır. Bu sayede ürün kalıptan çıkma esnasında deforme olmamaktadır.



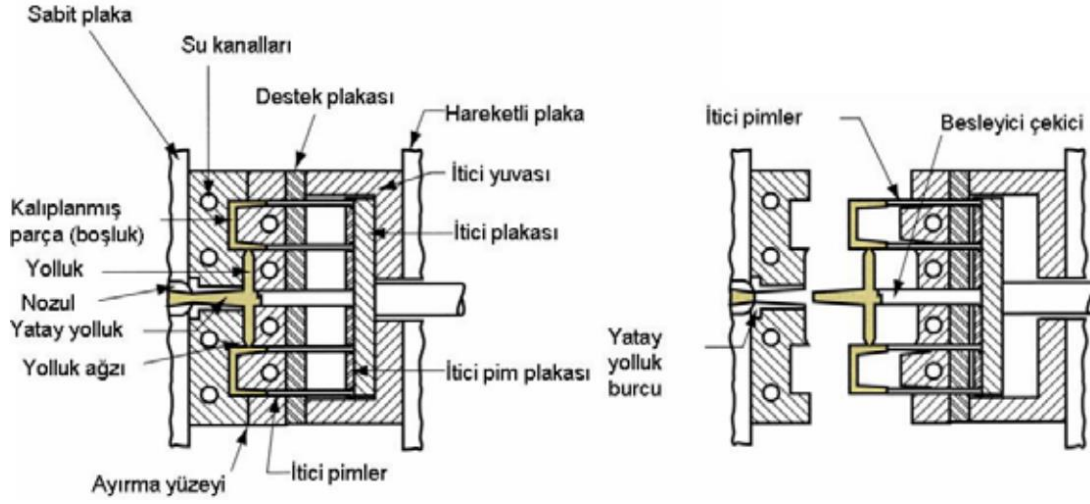
Şekil 2.23: Kalıp boşluğu görünümü (Vural, 2011)

2.2.7. İtici Mekanizmalar

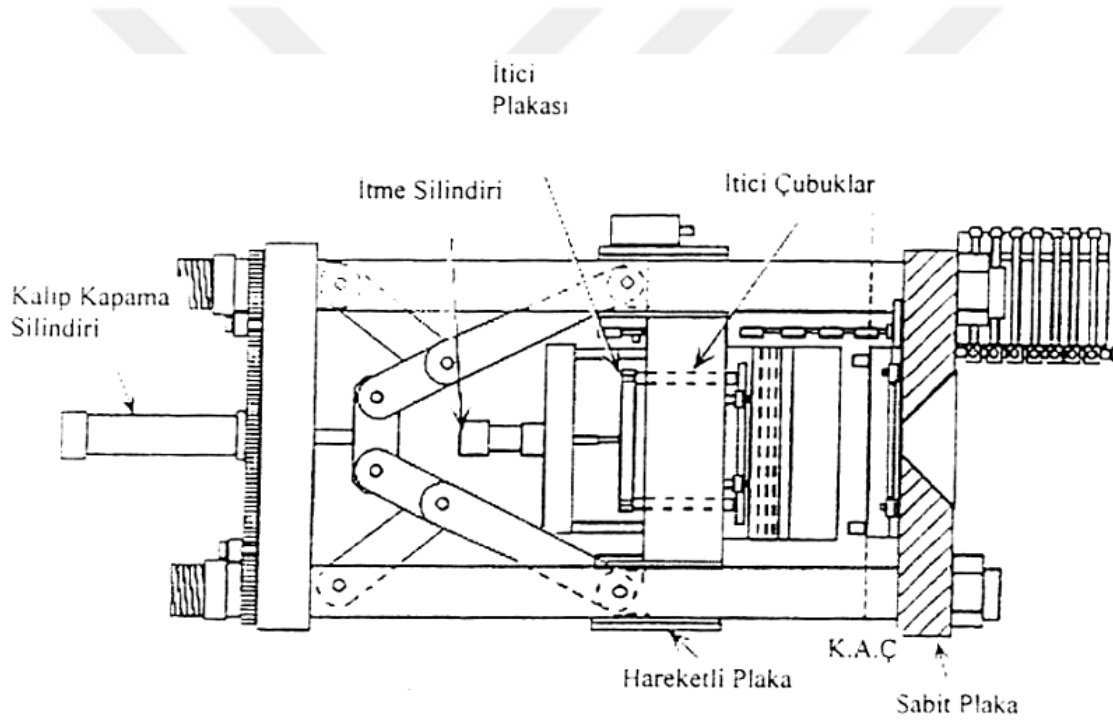
Enjeksiyonu tamamlanan ürünün kalıptan sağlıklı çıkabilmesi için itici grubu ile sağlanmaktadır. Ürünün kalıptan düşürülmesi için itici pim, sıyrıcı, boru itici vb sistemler kullanılır.

Enjeksiyonu ve soğutması tamamlanan ürün enjeksiyon makinesinde programlanan süre sonunda itici hidrolik ünitenin kalıp itici plakasına hareket vermesi ile ürün kalıp üzerinden kurtulmaktadır. Ürün geometrisine göre çift iticili sistemler hava iticili sistemler kullanılabilir.

Sistemsiz olarak enjeksiyon itici grubu kullanılmayan durumlarda kalıp mekanik olarak ürün düşürücüler kullanılır. Harici hidrolik pistonlar ve zincirli sistemler.



Şekil 2.24: İtici mekanizma kalıp görünümü (Vural, 2011)



Şekil 2.25: İtici mekanizması cevrimi (Eker, 2009)

2.3. Enjeksiyon Kalıplama Prosesine Etki Eden Parametreler

Termoplastik grubundaki plastik malzemeleri kalıplanması için aşağıdaki adımları izlenmektedir.

-Enjeksiyon

-ütüleme

-Soğutma süresi

-kalıp açılma

-ürün düşürme

Bu adımlardan hammadde ve kalıp teknik özelliklerine göre süre,basıç ve hız ayarları yapılmaktadır. Bu ayarlar prosese uygun yapılmadı taktirde ürün kalite ve çevrim süresine doğrudan etki etmektedir.

Bir ürünü istenen kalite ve maliyetde elde edebilmek için. Prosesin el verdiği en düşük çevrim ve enerji değerlerine ulaşmak gerekmektedir. Bu değerler zamanla elde edilmiş tecrübelerle ulaşarak ve deneme yanılma yoluyla elde edilebilir.

Uzun yıllardır elde edilen tecrübeler ışığında bu mühendislik verilerine hammadde firmalarının ürün speklerinden ve enjeksiyon verilerinden ulaşılabilir.

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

Enjeksiyon yapılan ürünün enjeksiyon basıçları, ergime sıcaklığı, katılan katkı maddeleri ürün çekmesine doğrudan etki etmektedir. Sıcaklık ve basıçların düşmesi ise ters etki yaratmaktadır. Bu sebep ile istenen ürün toleranslarına belli oranda enjeksiyon prosesi ile oynanarak ulaşılabilmektedir.

Ergimiş hammaddeye verilen ısı arttıkça çevrim süresine etkisi doğrudan olmaktadır. Sebebi ise bu ürünü alabilmek için ihtiyaç olan soğutma süresini arttırmaktadır.

Proseste yapılan ütüleme basıçları ürünün homojen olarak sıkıştırılarak istenen yoğunluk ve forma ulaşmasını sağlamaktadır. Ayrıca ürünlerdeki görsel yüzey bozuklukları da bu sayede minimuma indirilebilmektedir.

Ürün Hammaddenin elverdiği hızlarda basılmadığı takdirde yüzeysel hatalar ve dolma problemleri ile karşılaşılabilmektedir.

2.3.1. Enjeksiyon Parametreleri

Plastik enjeksiyon prosesi dört ana değişken ile kontrol edilir:

- Sıcaklık
- Hız
- Basınç
- Zaman

2.3.2. Sıcaklık Ayarı

Sıcaklık parametrelerinin ayarlanabilmesi için hammaddeye ve kalıp yüzey sıcaklığına ait bilgilerin bilinmesi önemlidir. Bu bilgiler ışığında makine ve kalıp sıcaklıkları ayarlanmaktadır. Tecrübe usulü yapılan işlerde düşük sıcaklıklardan başlanarak istenen ürün elde edilene kadar ısılar arttırılmaktadır.

2.3.3. Soğuma Zamanı

Proses içerisinde makine basınçtan çıktıktan sonra ürünün kalıptan sağlıklı çıkabilmesi için istenen ısılara düşmesi için beklenen süredir. Ürün soğutması, kalıp plakalarında

açılan soğutma kanallarından ortalama 10-15 derece suyun geçmesi ile kalıp içi ısının tahliye edilmesi ile yapılır.

Makine ütüleme basıncından çıktıktan kalıbın açılmasına ve ürünün düşme anına kadar olan geçen süre soğutma süresi olarak adlandırılır.

Ürünün et kalınlığına ve hammadde özelliğine göre soğutma süresi toplam çevrim süresinin %70'lerine kadar sürebilir. Çıkan ürünün istenen kalite ve toleransta elde edebilmek için kalıptan çıkan ürünün hammadde speklerinde verilen ısı değerlerinde alınmasına bağlıdır.

2.3.4. Enjeksiyon Süresi

Enjeksiyon süresi, ergiyik hammaddenin kalıp içerisine dolmaya başlaması ve kalıp içerisindeki tüm gözlerin dolması ile tamamlanır.

Enjeksiyon süresini takip eden ütüleme süresi başladığı an bu adım tamamlanmış olmaktadır.

Enjeksiyon süresini etkileyen en önemli faktör basılan hammaddenin akışkanlığı ve hıza karşı gösterdiği davranıştır. Örnek olarak özellikle PE grubu polimerler yüksek hızda basılmaya uygun olmalarına karşı PP hammaddeler PE hammaddelere göre daha düşük hızlarda basıldığı zaman sağlıklı sonuçlar alınabilmektedir. Bunu etkileyen en önemli faktör ise hammadde özelliklerindeki sürtünme katsayısı ve yoğunluğudur.

Enjeksiyon süresini azaltmanın en kolay yollarından birisi ergiyik hammaddenin akışını zorlaştıracak olan basınç kayıplarından arındırmaktır. Bir kalıp prosesinde enjeksiyon süresi total sürenin ortalama %5-10 arasındadır. Bu adımda yapılacak olan iyileştirmeler toplam sürede çok radikal karlar elde edilmekten öte ürün kalitesine doğrudan etki edecektir.

2.3.5. Kalıp Sıcaklığı

Kalıp sıcaklığı imal edilecek olan ürünün istenen hammadde özelliklerine göre ayarlanmalıdır. Günümüzde polimer grubundaki hammaddeler ortalama kalıp sıcaklığını 50-80 derece arasında istemektedirler. Kalıp içerisindeki bu sıcaklıkları elde etmek için harici bir ısıtma grubuna ihtiyaç duyulmamaktadır. Kalıp rejime girme

esnasında yapılacak birkaç baskı ile kalıp sıcaklıkları yüksekte ve istenen sıcaklıklara geldiğinde kalıp soğutma suları açılarak kalıp rejime sokulmaktadır. Bu işleme kalıp rejimi denmektedir.

Kalıp rejimi istenen ürünü istenen kalite ve tolerans aralığında makineden almak için geçen süreye denir. Ortalama 10-20 baskı arasında bu değerler elde edilir. Kalıp her baskıya girdiğinde bu işlem tekrar edilir. Rejime girme esnasında çıkan hatalı ürünler ise fire olarak tekrar kullanılabilir ise kırmaya kullanılamaz ise hurdaya ayrılır.

Özellikle Polistiren, polikarbon ve cam katkılı malzemeler düşük kalıp sıcaklığında enjeksiyondan kalıp içerisine dolma esnasında donmakta ve ergiyik plastik akışı kesilmektedir. Bu sebeple ürün gözleri dolmamakta ve sağlıklı ürün alınamamaktadır. Bu hammaddeler sıcak yüzey üzerinde hareket etmektedirler. Soğuk kalıp yüzeyi ile temasta sertleşme olduğundan kalıp yüzeylerinin istenen derecelerde ısıtılması gerekmektedir.

Bu ürünler rejime girme süreleri çok uzun olacağından ve sabit kalıp sıcaklığı elde edilemeyeceğinden kalıp şartlandırıcı denen bir sisteme bağlanmaktadır. Bu sistem kalıp soğutma kalanlarından istenen sıcaklıkta sıcak yağ dolaştırarak kalıp plakalarının ve yüzeylerinin istenen sıcaklığa gelmesini sağlar. Kalıp içerisinde yağ sıcaklığının istenen derecelerde tutulması sayesinde kalıp istenen sıcaklıklarda sabit değer aralığında tutulabilmektedir.

Çizelge 2.3: Çeşitli malzemelerin enjeksiyon sıcaklığı

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

Tablodan da anlaşılacağı üzere hammadde özelliklerine göre ısı aralığı çok geniş verilmiştir. Bunun birçok sebebi vardır. En önemlilerinin başında ürün tasarımı gelmektedir. Kalın etli ya da ince etli ürün tasarımı doğrudan enjeksiyon sıcaklığını etkilemektedir.

Sebebi ise ince etli ürünler daha yüksek sıcaklıklarda basılarak ince cidarlara gidene kadar malın donmasını engellemektedirler. Kalın etli ürünler düşük basınç ve

sıcaklıklarda dahi akışı çok etkilemeyeceğinden düşük sıcaklıklarda basılabilmektedirler.

2.3.6. Eriyik Sıcaklığı

Gravumürlükten alınan granür hammadde ocak içerisine alınır. Ocak içerisine alınan hammadde vida kovan üzerindeki rezistansların yaydığı ısı ile eritilir. Ergimiş hale gelen hammadde üreticinin verdiği değerlerde olması gerekmektedir.

Hammaddenin aşırı ısıya maruz kalması kristallaşmasına ve katılaşmasına sebep olacağından enjeksiyon yapılamaz. Aşırı ısı verilmiş ve eritilmiş hammadde sümüklenme adı verilen üründe hatalara sebep olacaktır.

Erime sıcaklığının yetersiz olması durumunda ise hammaddenin yürümesi engellenmekte ve basınç kayıplarına sebep olacaktır.

Basılacak olan hammaddenin hammadde üreticisinin verdiği değerlerde ergimesi ürünün sağlıklı alınabilmesi için çok önemlidir.

Yüksek ısılarda eritilen hammadde doğrudan soğutma süresini artıracığı için çevrim süresini doğrudan uzatmakta ve ürün maliyetine doğrudan etki etmektedir.

2.3.7. Et Kalınlığı

Ürün et kalınlıkları ürünün doğrudan enjeksiyon prosesini değiştiren en önemli faktörlerden birisidir. Et kalınlığının fazlalığı enjeksiyon hız ve basınçlarından soğutma süresine birçok parametreyi doğrudan bağlar.

Ürünün işlevselliğine göre yapılan endüstriyel tasarımlar belli oranda üretime uygun olamayabilmektedirler. Bunun en açık örneği ise homojen olmayan et kalınlıklarıdır.

Enjeksiyon prosesinde hammaddenin eşit ve homojen dağılabilmesi için et kalınlıklarının eşit ya da homojen dağılması istenmektedir. Eşit olmayan et kalınlıkları için ürüne farklı yerlerden sağlayacak ürün girişleri ve eşit olmayan yolluk ve soğutma kanallarına göre kalıplar dizayn edilmektedir.

Eşit olmayan ve enjeksiyon ütüleme bölgesine uzak olan bölgelerde et kalınlığına bağlı çöküntü ve yüzey deformasyonları görülmektedir.



3. MALZEME BİLİMİ TEKNOLOJİLERİ LİTERATÜR ARAŞTIRMALARI

3.1. Plastikler

Plastik, karbon (C) hidrojen (H), oksijen (O), azot (N) ve diğer organik ya da inorganik elementler ile oluşturduğu monomer adı verilen, basit yapıdaki moleküllü gruplardaki bağın koparılmasıyla, 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, tarih yok)

3.2. Enjeksiyon Kalıplama Proseslerinde Kullanılan Hammaddelerin Özellikleri

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 viskoziteye 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)

3.2.1. 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

1 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 injeksiyon 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)

3.2.2. 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

Doęal 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 modulüne 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)

3.3. Malzeme Depolama ve Kurutma Gereksinimi

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)

3.4. Kalıplama İçin Katkılar

Sorunlar \ zorluklar ve kullanılabilecek katkılar maddeler halinde listelenmiştir.

Çizelge 3.1: 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 draglayınların belirgin olması.	Kalıbın üstünde renklendiricinin ve reçinenin yığılmasının önlenmesi için antiblok eklenmesi. Gelişmiş parçaların estetik olarak geliştirilmesi satışı artırır 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)

Çizelge 3.1: Devam

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 uğrattırır.	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. (Processing Additives in High Density Polyethylene Extrusion Blow Moulding Applications, Dynamar Polymer Processing Additives, tarih yok)
Berrak parçaların elde edilmesi için berrak PP kullanılması.	Berrak nesnelerin eldesi için berrak olmayan PP kullanımına olanak sağlamak için çekirdeklendirici ilave edilir. Düşük maliyetli reçinenin kullanılması parçaların ekonomik olarak üretilmesini sağlar. (Polyone, 2013)
Üretilen parçalar kalıp içerisinde ya da kalıptan çıkarılınca daralması.	Tasarlanmış boyutun tam olarak eldesi ve kararlılığı için çekirdeklendirici katılır. (Polyone, 2013)

Çizelge 3.1: Devam

<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. (Enhancing the functional performance and processing efficiency of injection molded thermoplastic parts, tarih yok)</p>
<p>Ürün maliyetinin yüksek olması</p>	<p>Maliyeti düşürmek için Karbonatlar (Genellikle CaCO₃), 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”, Trimellitlar, Di ve Triesterler Plastikleştiriciler eklenir. (Megep, 2006, PP 32-34)</p>

Çizelge 3.1: Devam

Darbe dayanımı düşük malzemeler ile çalışılması.	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)
--	--



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 edinilen, satın alınan veya alınması planan standartlara ilişkin bilgiler paylaşılmıştır.

4.1. Makine ve Kalıp Teknolojileri Standartları

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-Sıkıştırılmayla 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 Bilimi 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 Plastikler- 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) malzemedden 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 Plastikler- Polipropilen (pp) kalıplama ve ekstrüzyon malzemeleri- Bölüm 2 : Deney numunelerinin hazırlanması ve özelliklerinin tayini

TS 5611 Plastikler-Polipropilen-Kalıplama karışımları

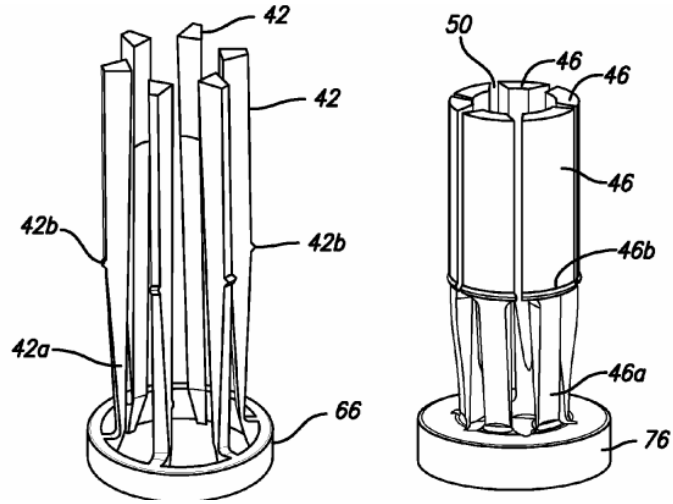
TS EN ISO 580 (İngilizce Metin) Plastik boru ve kanal sistemleri-Enjeksiyon kalıplama ile imal edilen termoplâstik ekleme parçaları- Sıcaklık etkisinin gözle muayene metotları

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

5. PATENTLER

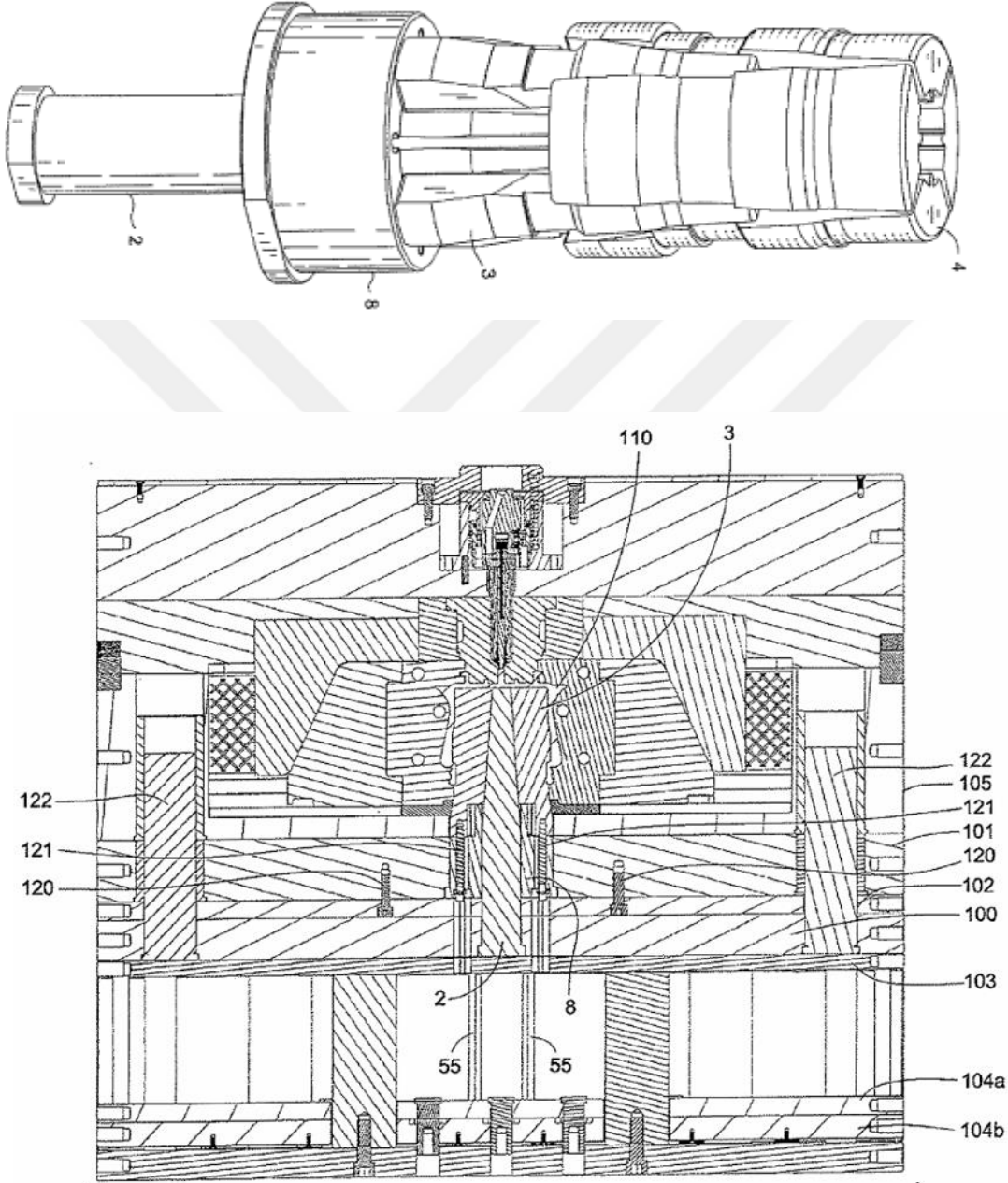
Enjeksiyon yöntemi ile üretilen ürünler, özellikle Atıksu boru fittingsleri gibi conta kanallı ürünlerin üretiminde kullanılan, makine-teçhizat , enjeksiyon makinası maça sistemleri ve mühendislik kısımlarına özgü alanlarda patent incelemeleri yapılmıştır. Yapılan patent taramalarında birçok yenilikçi 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 bilgileri sunulmuştur.

PATENT NO: US 7293341 B2



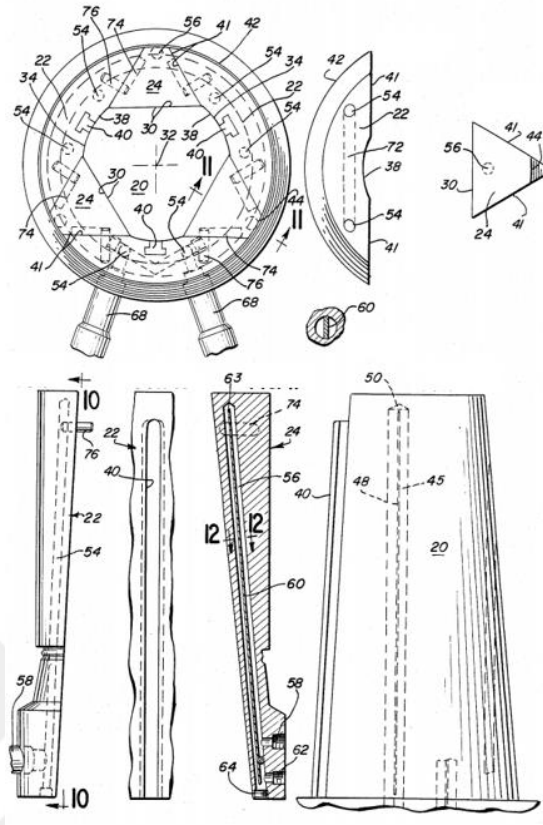
Şekil 5.1: Patent(Collapsible core montaj kalıp adaptörü)

PATENT NO: US20090152770



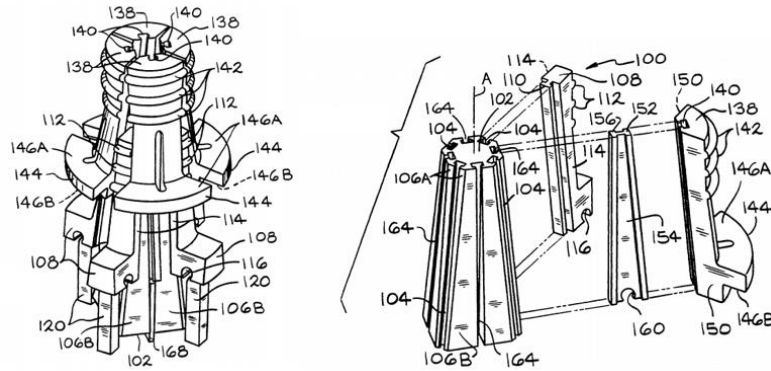
Şekil 5.2: Patent (Enjeksiyon için Collapsible core maçası montaj)

PATENT NO: US 4533312



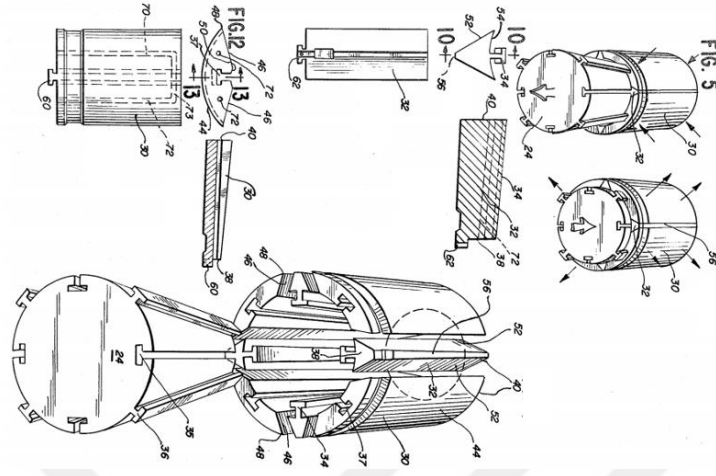
Şekil 5.3: Patent (basitleştirilmiş Collapsible Core maçası)

PATENT NO: US 5403179



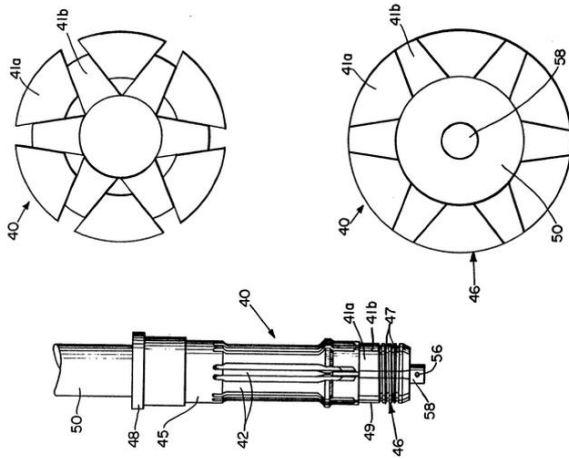
Şekil 5.4: Patent (Collapsible kalıp maçası)

PATENT NO: US 4286766



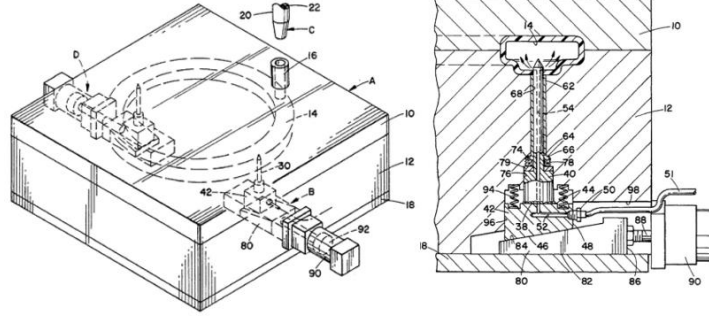
Şekil 5.5: Patent (Collapsible Kalıp maçası)

PATENT NO: EP 0184885



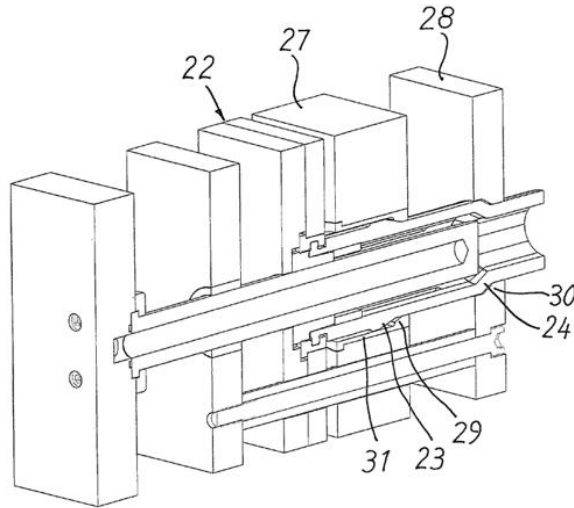
Şekil 5.6: Patent (Collapsible mandal mekanizması)

PATENT NO: US 5127814



Şekil 5.7: Patent (aparat destekli enjeksiyon mekanizması)

PATENT NO: WO 2008054319 A9

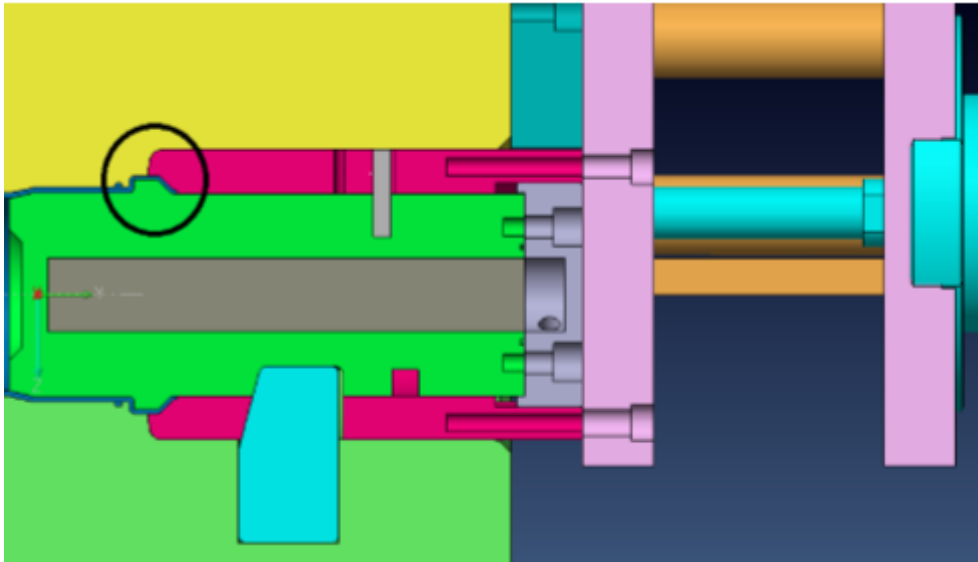


Şekil 5.8: Patent (enjeksiyon meme mekanizması)

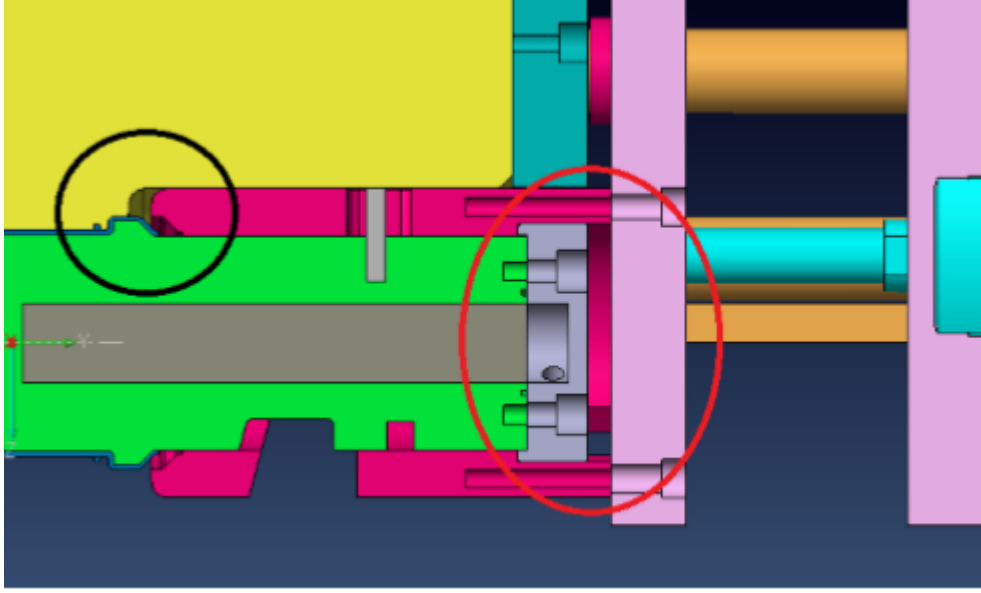
Plastik enjeksiyon (Fittings) kalıplarında conta kanalını oluşturan keskin köşeyi oluşturabilmek için günümüz teknolojilerinde katlanır maça (Collapsible Core) ve hafızalı maça (Memorial Core) haricinde bu kanalı oluşturacak bir teknoloji bulunmamaktadır. Bu durum sanayi de yeni bir arayışı doğurmuştur.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

Mevcutta bu ürünleri üretebilmek için ihtiyaç duyulan bu sistemin iki tip üretim ile sağlanabilmektedir.

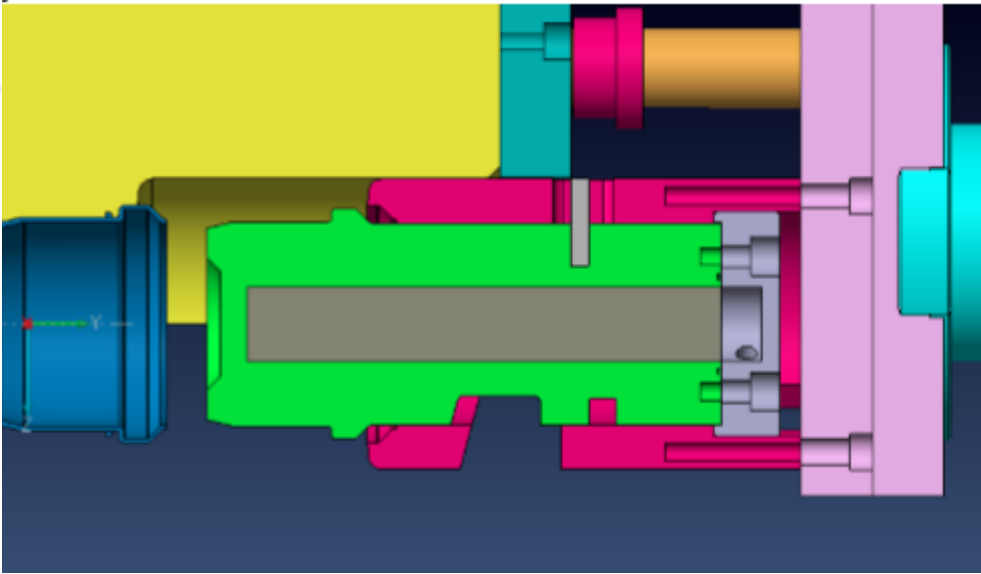
Sıyırıcı sistem olarak bilinen sistem ile conta kanalı ters açıda kalan kısımdan kurtulmak için maça sıyırma şeklinde üründen kurtulması sağlanmaktadır. Sistemin dezavantajlı tarafları maçanın sıyırma esnasında ürün conta kanalında oluşan deformasyondur. Bu sistemin çalışabilmesi için ürün conta kanalının arka bölümünün maçanın ürünü yırtmadan çıkartılabilmesi için açılı işlenmesidir. Bu ürünler montaj esnasında contanın tek dik kenara basması sebebi ile contanın sabitlenememesidir. Piyasada çok tercih edilmemesinin en büyük sebebi budur. Bu sistem maliyeti katlanır maçaya göre (Collapsible ore) %20 lerde kalmaktadır. Bu sistemde çıkacak ürün conta kanalı formu Şekil 42 de gösterilmiştir.



Şekil 5.9: Hafızalı maça kapalı şekilde



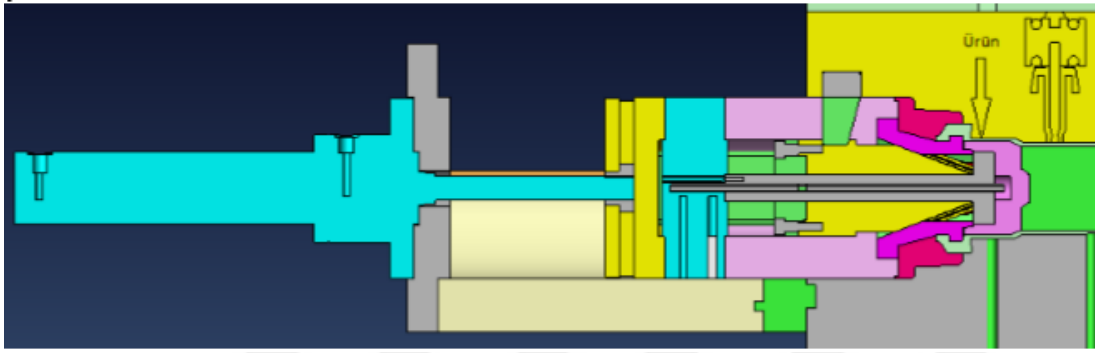
Şekil 5.10: Hafızalı maça açılır iken



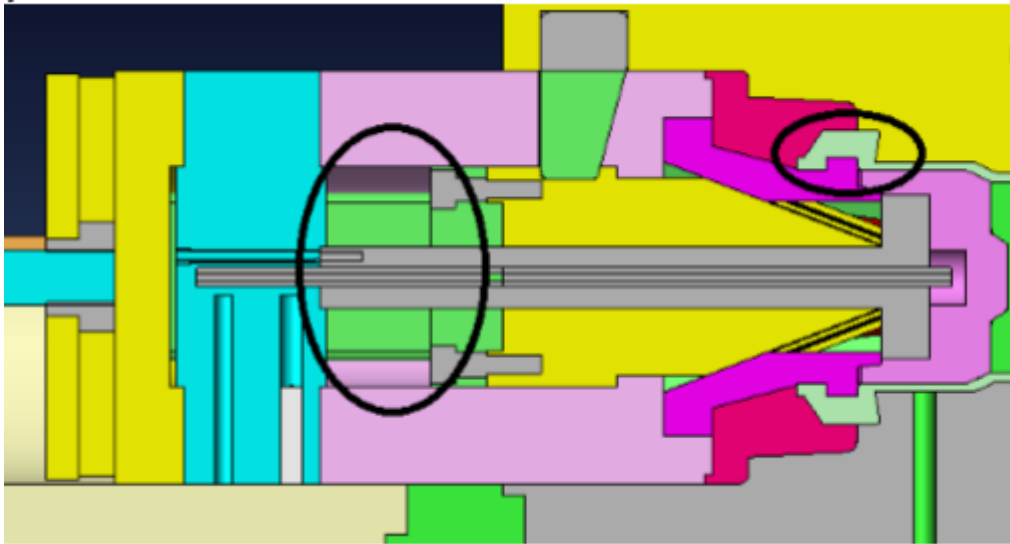
Şekil 5.11: Hafızalı maça tam açık iken

Katlanır maça (Collapsible Core):

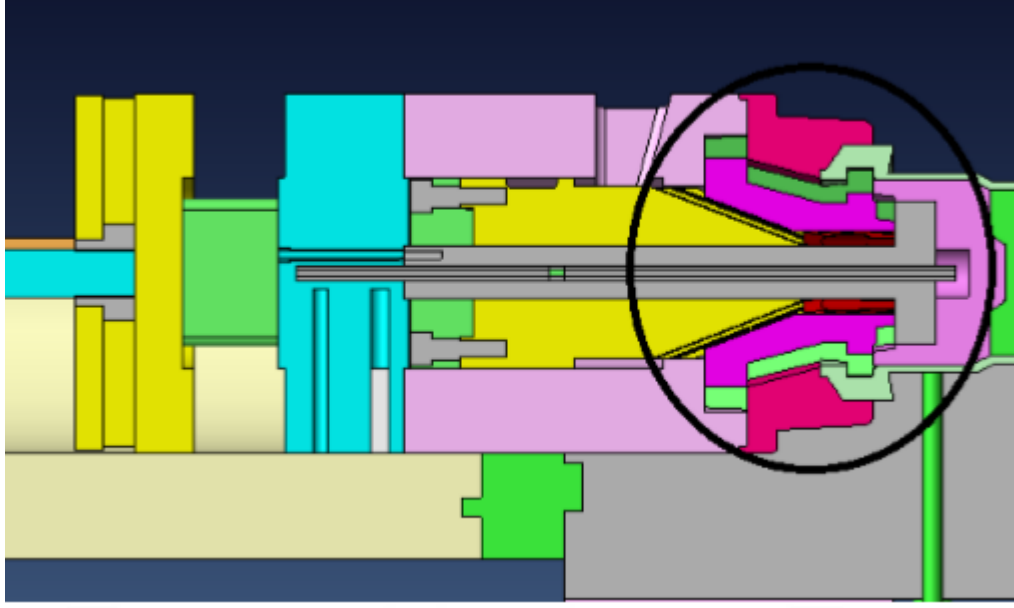
Katlanır maça 1960 yıllarından itibaren kullanılan bir sistemdir. Hollanda ve Avusturya'daki sektöründeki en büyük firmaların geliştirdikleri sistemlerdir. Bu maçanın en yaygın kullanılan iki sistemi bulunmaktadır. İlk kullanılmaya başlanan ve patentlenen sistem kızaklı sistem diye adlandırılan maçadır. Bu sistemden 20 yıl sonra mandallı sisteme geçilmiştir. Ülkemizde de geliştirilerek patent ile koruma altına alınmış sistemler bulunmaktadır



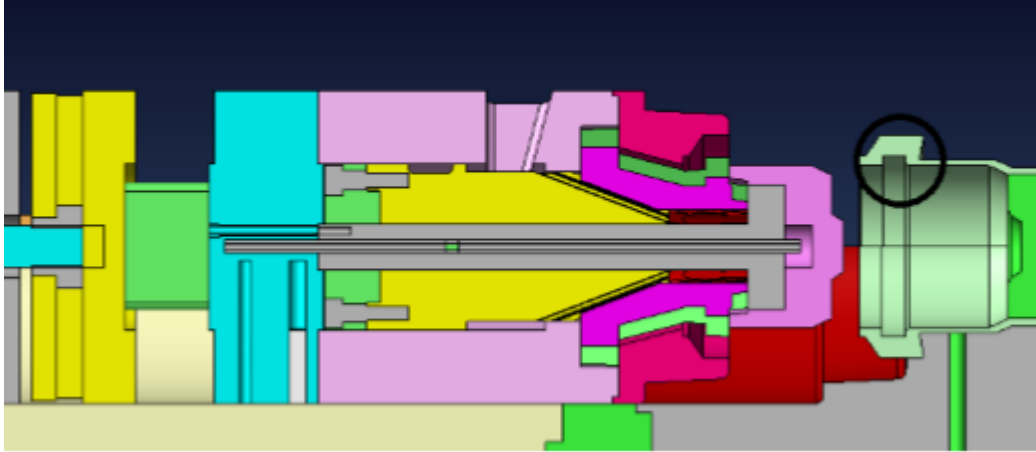
Şekil 5.12: Katlanır maça kapalı konum



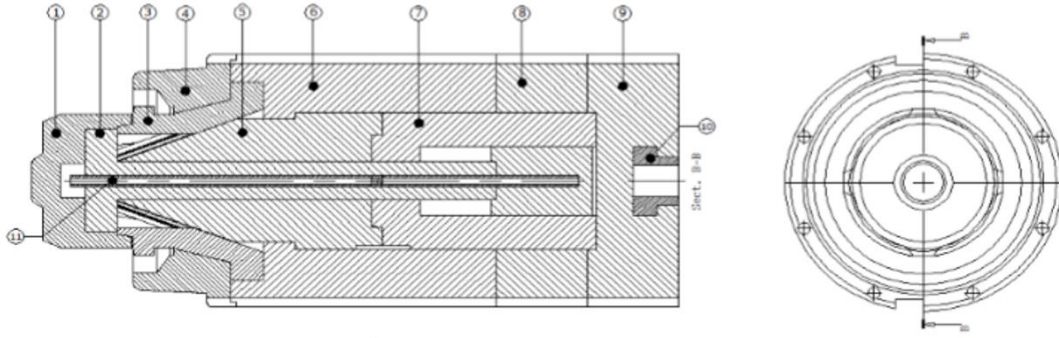
Şekil 5.13: Katlanır maça yarı açık konum



Şekil 5.14: Katlanır maça yarı açık konum-2

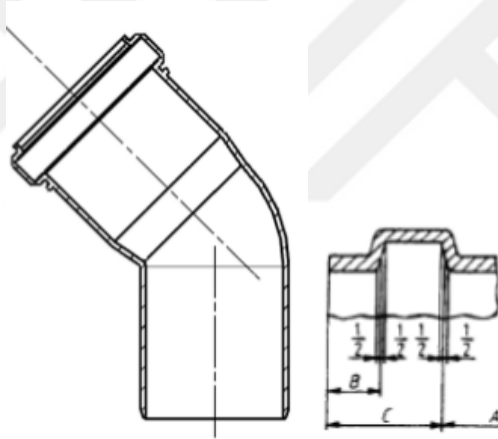


Şekil 5.15: Katlanır maça tam açık konum

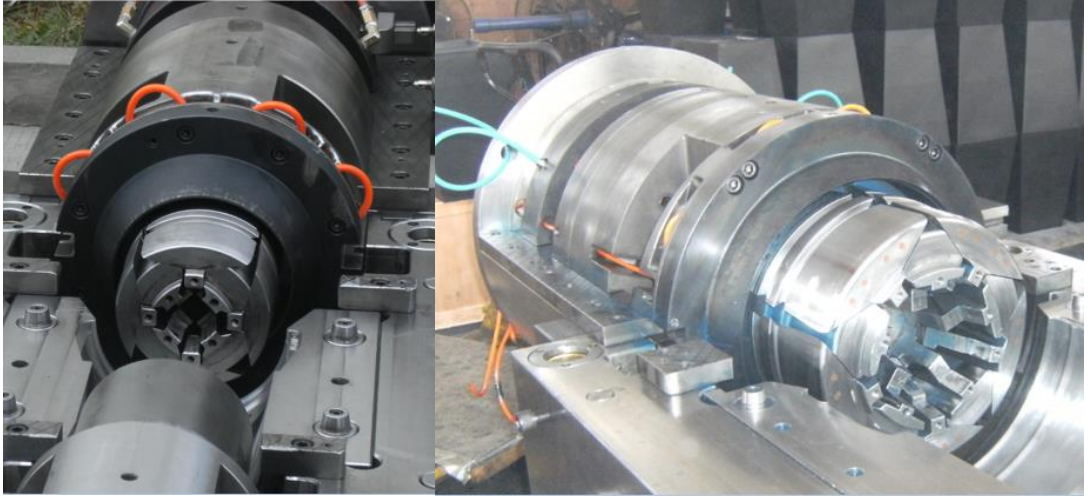


NO:	PARÇA ADI	ADET	MALZEME
1	ON TAKOZ	1	1.2738
2	İÇ PİM	1	1.2738
3	KATLANIR MAÇA	4	1.2738
4	KOVAN BOĞAZ	1	1.2738
5	İÇ ÇEKİRDEK	1	1.2738
6	KOVAN BİLEZİK	1	1.2738
7	ÇEKTİRME YATAĞI	1	1.2738
8	ÇEKTİRME BURCU	1	1.1730
9	ARKA YATAK	1	1.1730
10	PISTON ÇEKTİRME	1	1.1730
11	MERKEZLEME PİMİ	1	1.2738
12	KATLANIR MAÇA DIŞI	4	1.2738
TOPLAM:		18	

Şekil 5.16: Katlanır maça maliyet analizi



Şekil 5.17: Ürün conta kanalı standart



Şekil 5.18: Katlanır maça görselleri



6. TASARIM

6.1. Kavram Geliştirme

Özellik ile Tarımsal sulama sektöründe kullanılan boru bağlantı sistemi sulama alanlarının geniş yerler olması sebebi ile yer değiştirilmesi istenmektedir. Konu ile ilgili bu sistemlerde conta bağkantilı sistemler tercih edilmiştir. Bu ürünler kalın etli ürünlerdir. Sezonluk üretim yapılan bu ürünlerde kalıp yatırım maliyetlerini düşürmek amacı ile basit ama ürün tasarımından ödün vermeden yeni bir sistem tasarımı yapılmıştır. Bu sistem tam olarak manuel olarak çalışmaktadır. Bu sistemin sağlıklı çalışabilmesi için kalıp göz sayısının 4 ile sınırlandırılması ve minimum 60sn olan ürünler tercih edilmesi sistemin efektif olarak çalışmasını sağlayacaktır.

Sistem muadili olarak üretilen sistemler sıyrılmalı maça ve katlanır maça sistemleri sezonluk üretim yapan yatırım maliyeti gelmektedir.

Aşağıdaki sistemde conta kanallılı oluşturan kanal için mekanik bir bilezik tasarlanmıştır. Bu bilezik kalıp çalışadan önce kalıp erkek maçasına takılarak üzerine plastik enjeksiyon yapılacak ve ürün ile birlikte kalıptan alınacaktır. Çıkan ürünün içerisinde bi tırnaklı tornavida yardımı ile çıkartılacaktır.

6.2. Ürün Modeli

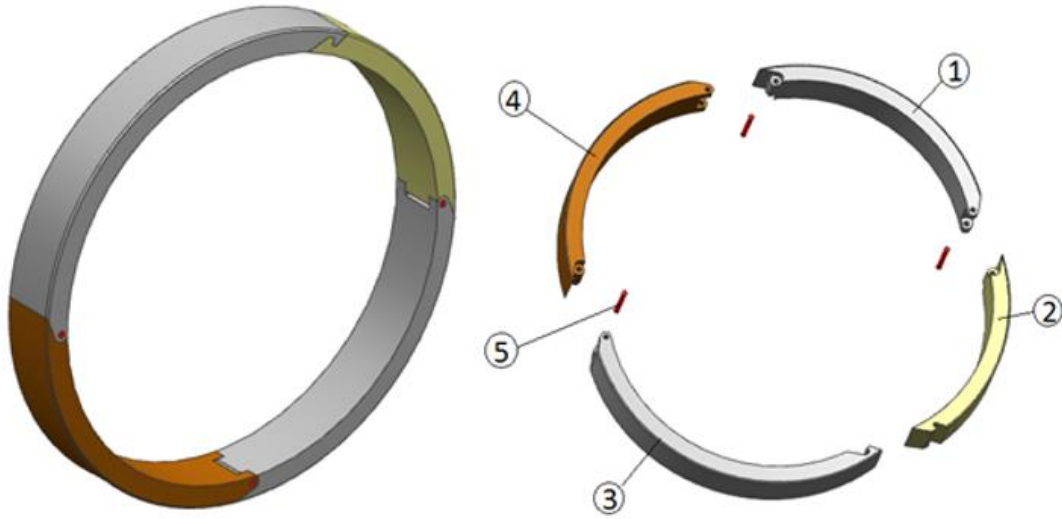
Ürün dört parçadan oluşacak ve tel erozyonda kesilerek kapandığında tam bir daire olacak şekilde dizayn edilmiştir. Kapanacak kanal açılarak ergiyik plastik alışımda mal dolmayacak şekilde boşlukları 0,03mm olacak şekilde dizayn edilmiştir. 4 kanatlı parçanın serbers dairesel hareket yapabilmesi için menteşe sistemi tasarlanmış ve çelik pim ile sabitlenmesi sağlanmıştır.

Tel erozyonda kesilen mafsal uçları tam oturabilmesi için CNC işleme merkezinde oturağı kanallar işlenmiş ve parçalar birbirine alıştırmıştır.

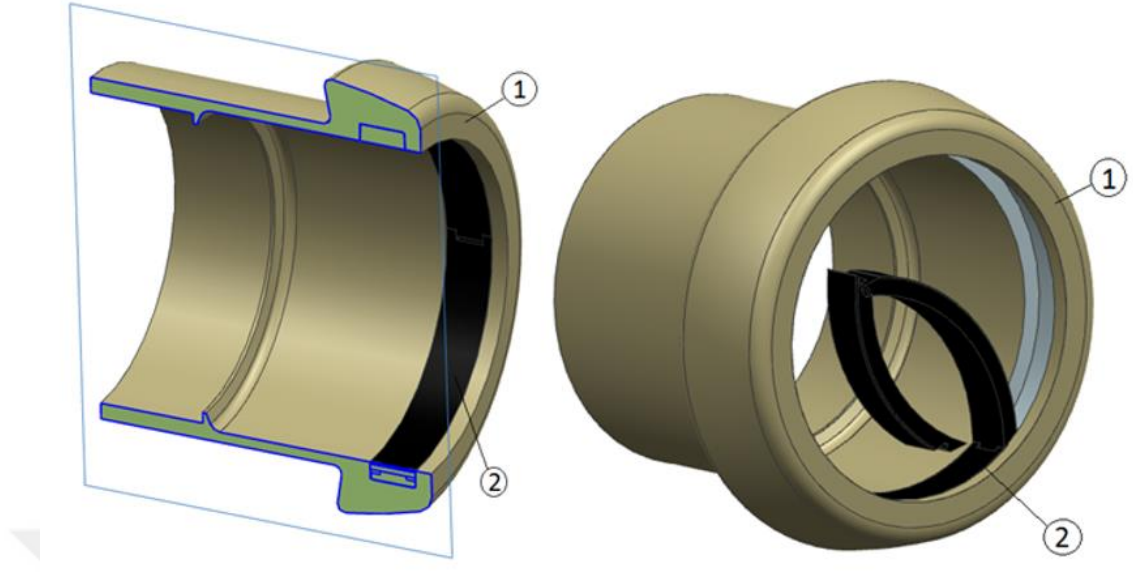
Bilezik çalışma esnasında enjekte edilen üründen kurtulabilmesi için iç çap ölü bölge diye adlandırdığımız bölgesine tırnak açılmıştır.



Şekil 6.1: Mekanik bilezik açılma görseli



Şekil 6.2: Mekanik görseli



Şekil 6.3: Mekanik üründen çıkartma görseli

6.3. Kalıp Modeli

Plastik enjeksiyon kalıbı 4 göz olarak modellenen 3D ürün tasarımına göre dizayn edilmiştir. Kalıp dizayn da NX Siemens programı kullanılmıştır. Kalıp dizaynda basılacak olan hammaddeye göre PE (%0,02) çekme payı verilerek kalıp boşlukları (cavity) oluşturulmuştur.

Plastiğin kalıp içerisinde minimum çevrim süresi içerisinde alabilmek için ürüne soğutma kanalları açılmış ve enjeksiyon bağlantı rekorları takılmıştır.



7. İMALAT

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 alıştırmaya işlemleri yapılmıştır.

Montaj elemanları tespiti yapılmış, gerekli standart makine elemanları ve özel makine elemanları tayini yapılmıştır.

Kalıp malzemeleri yapılacak olan kalıbın prototip olması sebebi ile imalat çeliği sınıfından 1.1730 malzemedan imal edilmiştir. Üretimin az olması sebebi ile ısıl işlem yapılmamıştır.

Tüm maddeler uyarınca montaj elemanları toplanmış ve enjeksiyon kalıbı hatasız olarak yapılarak enjeksiyon işlemine hazır hale getirilmiştir.



Şekil 7.1: İmalatı yapılmış olan kalıpların görselleri

7.1. Kalıp Elemanları, Talaş Kaldırma İşlemleri

İmalat kısmında tanımlanan, talaşlı imalat işlemlere ait bazı görseller Şekil 46 da paylaşılmaktadır. Talaşlı İmalat işlemleri Poykal Plastik Sanayi ve Tic.Ltd.Şti. firmasında yapılmıştır.

8. ÜRÜN

Tez hedefinde belirtilen dişi sulama başlığı 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 dört gözlü olarak üretilmiştir. Ürüne ait resimler aşağıda paylaşılmaktadır.



Şekil 8.1: İmalatı yapılmış olan ürün görseli



Şekil 8.2: Mekanik bilezik uygulama görseli



Şekil 8.3: Mekanik bilezik uygulama görseli



Şekil 8.4: Mekanik bilezik uygulama görseli



Şekil 8.5: Mekanik bilezik uygulama görseli



9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma içerisinde geliştirilen, plastik enjeksiyon kalıplamada mekanik bilezik ile üretim yöntemi, enjeksiyon kalıplarında ters açılı formların yapılmasını kolay ve ekonomik hale getirmektedir. Bu tekniğin birçok yönetime göre üstünlük sağladığı yapılan araştırmalar ve analizler sonucunda tespit edilmiştir.

Mekanik bilezik geliştirilmesi sürecinde yapılan malzeme bilimine ait araştırmalarda, mekanik bilezik sistemine uygun malzemeler, bu malzemelerin yapısal özellikleri, sıcaklık ve basınç altında ki davranışları detaylı olarak incelenmiştir.

Çizelge 9.1: Maça sistemleri yatırım maliyetleri

Ø50x90 ATIKSU 4 GÖZ	HAFIZALI MAÇA MEVCUT SİSTEM	COLLABSİBLE CORE YABANCI	COLLABSİBLE CORE YERLİ	MEKANİK BİLEZİK
MAÇA MALİYETİ/ AD	1.100TL	16.000TL	8.000TL	485TL
ÇEVİRİM SÜRESİ	45 SN	45 SN	45 SN	45 SN
3 YILLIK BAKIM/ 1 milyon Adet	180 TL	7.400TL	4.200TL	485TL

Çizelge 5 de mevcutta kullanılan sistemlerin yatırım ve bakım maliyetleri tablo ile belirtilmiştir.

Çizelge 9.2: Mekanik bilezik üretim maliyeti

Mekanik Bilezik,	Ø110 Çap
Malzeme Maliyeti	55,00 TL
Torna Maliyeti:	120,00 TL
CNC Freze Maliyeti:	100,00 TL
Isıl işlem Maliyeti:	60,00 TL
Tel Erozyon Maliyeti:	150,00 TL
	485,00 TL

Çizelge 6 da Geliştirilen mekanik bilezik sisteminin bir adetinin üretim maliyeti belirtilmiştir.

Çizelge 9.3: Farklı sistemler ile üretilen ürün maliyetleri

Ø110 DİŞİ SULAMA BAŞLIĞI	Kalp Fiyatı 4 Gözlü Kalp	Ürün başına maliyet (1 M)	Hammadde Maliyeti:		Enjeksiyon Maliyeti		Tornalama İşçiliği		Toplam Ürün Maliyeti
			gram	TL	sn	TL	dk	TL	
Collapsible Ürün maliyeti:	86.000,00 TL	0,0460 TL	255 gram	1,02 TL	115sn	0,95 TL	-	-	2,02 TL
Memorial Ürün Maliyeti:	45.000,00 TL	0,0350 TL	255 gram	1,02 TL	115sn	0,95 TL	-	-	2,01 TL
Tornalanan Ürün Maliyeti	30.000,00 TL	0,0300 TL	293 gram	1,17 TL	145sn	1,20 TL	3dk	1,50 TL	3,90 TL
Mekanik Bilezikli sistem	33.000,00 TL	0,0310 TL	255 gram	1,02 TL	120sn	0,99 TL	-	-	2,04 TL

Çizelge 7 de mevcut üretim methotları ile geliştirilen mekanik bilezik ile üretilen ürünlerin ürün başı maliyet hesabı yapılmıştır. Bu hesaplamada yatırım maliyetleri eklenmemiştir. Bu tabloda gözüktüğü üzere çıkan ürün maliyetlerinde mekanik bilezik ile üretilen sistemde ürün başı maliyet collabsible core sistemine çok yakın bir maliyettir. Görsel ve ölçüsel bazda Aynı kalitede alınan standartlar içerisinde ürün alınmıştır.

Çizelge 9.4: Farklı sistemler ile üretilen amortisman dahil ürün maliyetleri

Ø110 DİŞİ SULAMA BAŞLIĞI	Kalıp Fiyatı 4 Gözlü Kalıp	Üretim Ürün Maliyeti / Adet	Yatırım amortisman/ adet / 1Milyon	Yatırım dahil ürün fiyatı /1 milyon Adet
Collabsible Ürün maliyeti:	86.000,00 TL	2,02 TL	0,08 TL	2,10 TL
Memorial Ürün Maliyeti:	45.000,00 TL	2,01 TL	0,04 TL	2,05 TL
Tornalanan Ürün Maliyeti	30.000,00 TL	3,90 TL	0,03 TL	3,93 TL
Mekanik Bilezikli sistem	33.000,00 TL	2,04 TL	0,033 TL	2,073 TL

Çizelge 9.4'te gözüktüğü üzere Memorial core sistemi en uygun maliyet ile ürün üretebilecek sistem olarak gözükmektedir. Fakat bu sistemde çıkan conta kanal formu açılı diye adlandırılan formdur. Bu tabloda kıyaslanacak olan çıktı ürün düz açılı form olarak Collabsible-Tornalanan sistem ve Mekanik bileziktir. Bu prosesler içerisinde de mekanik bilezik hem yatırım maliyeti hem de ürün üretim maliyeti olarak avantajlı gözükmektedir.

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

Mekanik bilezik 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.

Mekanik Maça yöntemi ile kalıp içerisindeki parça sayısının azaltılması sağlanmış olup, conta kısmındaki et kalınlığının azaltılması sebebi ile kalıbın daha sağlıklı ve hızlı soğumasına imkân verdiği tespit edilmiştir. Maça bölgesinin soğumasına etki ettiği yapılan analizler ile gözlemlenmiştir. Mevcutta üretimi yapılan sistemlere göre 1/10 oranında daha uygun maliyetler ile üretimi yapılan ürün çevrim zamanı olarak mevcut sistemlerden geri kalsada yatırım maliyeti ve sezonluk üretim yapılan ürünler için alternatif bir sistem olmuştur.

Kalıp imalatında, kalıp seti ve standart 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.

Bu sistem maksimum 4 gözlü kalıplarda verimlilik göstermektedir. Kalıp çevrim süresinde enjeksiyon açılması sırasında mekanik bileziklerin takılma süresi ocaktaki hammaddenin pişme süresinden kısa olmak zorundadır. Bu sebep ile çok gözlü kalıplar için uygun bir sistem değildir.

Özellikle kalıp yatırım bedelle kıyaslandığı zaman mevcut üretim sistemlerine göre %50 kadar düşük yatırımlar ile üretimin önü açılmaktadır.

KAYNAKÇA

- (2009, 8 5). 2012 tarihinde GencBilim: www.genobilim.com adresinden alındı
- Advanced Elastomer Systems. (2013). *Guide for Extrusion Blow Molding for Thermoplastic Rubbers and Thermoplastic Elastomers Processing, Mold Design and Equipment*. (Advanced Elastomer Systems) <http://polymerfsg.tripod.com>. adresinden alındı
- Akyürek, A. (2009). *Plastik Enjeksiyon Süreci Optimizasyonunda Yapay Zeka Tekniklerinin Kullanımı*. Bursa: Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği. <http://tr.scribd.com/doc/52206551/PLAST%C4%B0K-ENJEKS%C4%B0YON-SUREC%C4%B0-OPT%C4%B0M%C4%B0ZASYONUNDA-YAPAY-ZEKA>. adresinden alındı
- Altuntaş, F., Alkan, F., & Ay, M. (2011). *Hacim Kalıp Tasarımı ve Uygulamaları*. İstanbul: Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi.
- Aykaç, E. S. (2011). *Pnömatik - Hidrolik*. Ankara: TMMOB Makine Mühendisleri Odası.
- Basell. (2013). *Injection Molding Polypropylene*. Basell Polyolefins.
- Beşergil, B. (2012). *Ticari Polimerler ve İşleme Teknikleri*. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. http://www.bayar.edu.tr/besergil/isleme_teknikleri.pdf. adresinden alındı
- Bordival M., S. F. (2009). Optimization of Preform Temperature Distribution for the Stretch-Blow Molding of PET Bottles: Infrared Heating and Blowing Modeling.
- Çakır, Y., Özdemir, A., & Gültaş, A. (2001). Plastik ürünlerde çekme miktarına etki eden Enjeksiyon Parametrelerinin incelenmesi. *1-2(19-29)*.
- EKER, A. A. (2008). *Plastik Enjeksiyon Yöntemiyle İmal Edilen parçalarda karşılaşılan problemler*. İstanbul: Y.T.Ü Makine Mühendisliği Fakültesi.

- Eker, A. A. (2009). *Plastiklerin Şekillendirilme Yöntemleri*. İstanbul: Y.T.Ü Makine Mühendisliği.
- Ekersular, M. (2007). Plastik enjeksiyon kalıpçılığında soğutma kanallarının en uygun konumunun belirlenmesi.
- Engel. (2013, Aralık). *Engel Global*. (Engel)
http://www.engelglobal.com/engel_web/global/en/122.htm:
http://www.engelglobal.com/engel_web/global/en/122.htm adresinden alındı
- Enhancing the functional performance and processing efficiency of injection molded thermoplastic parts*. (tarih yok). (Polyone) Polyone.com _ Injection. adresinden alındı
- Festo Didactic. (2012). *Festo Eğitim Dökümanları*. İstanbul: FESTO.
- GencBilim. (2009, 8 5). 2012 tarihinde GencBilim: www.gencbilim.com adresinden alındı
- Gutowski, T. (2002). *Injection Molding*.
- Guvenal Teknik Kalip. (2013). Enjeksiyon Kalıp Sistemleri. II. İstanbul: Guvenal Teknik Kalip.
- J.D. Schieber, D. V. (2004). Measurement of anisotropic energy transport in flowing polymers by using a holographic technique.
- Jan Schroers, T. M. (February 2011). Thermoplastic blow molding of metals. 14(PP 14-19).
- Kamışlı, F. (2009). Gaz yardımcı plastik enjeksiyon kalıplama tekniği. 42(503).
- Kocsis, J. (1999). Polypropylene An A-Z reference. (PP 335-341).
- Koçak, M., & Abalı, B. E. (2006). *Plastik Enjeksiyon Kalıbı Tasarımı*. İstanbul: İTÜ Makine Mühendisliği.
- Lee, N. (2008). *Blow Molding Design Guide* (Cilt II.). Hanser Gardner Publications.
- Lyondell Company. (2012). Extrusion Blow Molding Polypropylene. *Blow Molding Technical Tip*. içinde Equistar.
- Lyondell Company. (2013). *Handling and Storage of Polymers*. Equistar A Lyondell Company.

M.Dođu, Z. A. (2010). Termoplastik boru ekstrüzyonu için spiral haddeli kalıp analizi ve tasarımı. *III. National Polymer Science and Technology Congress*. KOCAELI.

Malloy, R. A. (1994). Plastic Part Design for Injection Molding. *Hanser*.

Megep. (2006). *Enjeksiyon Makinalarında Üretim*. ANKARA: M.E.B.

Megep. (2006). *Temel Plastik Enjeksiyon Kalıpları*. ANKARA: M.E.B.

Megep. (2006, PP 32-34). *Şişirme Makinelerinde üretim-1*. Ankara. 2012 tarihinde http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/plastik/moduller/sisirme_makinelerinde_uretim1.pdf adresinden alındı

Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Şişirme Makinelerinde üretim-1. (2006, PP 32-34). (Ankara) 2012 tarihinde http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/plastik/moduller/sisirme_makinelerinde_uretim1.pdf adresinden alındı

Mihaela, V. a. (2005). Practical Guide to Polyethylene. (PP 1 - 14).

Özek C., Ç. Y. (Mayıs 2011). Plastik Enjeksiyon Kalıplarında Kalıplama Parametrelerinin Bulanık Mantık ile Modellenmesi.

Polyone. (2013). *Enhancing the functional performance and processing efficiency of blow molded thermoplastic parts*. Mexico: Polyone Blow Molding Guide. Polyone.com _ Extrusion Blow Molding: , [http://www.polyone.com/en-us/docs/Documents/OnCap %20 Additives%20for%20Blow%20Molding.pdf](http://www.polyone.com/en-us/docs/Documents/OnCap%20Additives%20for%20Blow%20Molding.pdf) adresinden alındı

Processing Additives in High Density Polyethylene Extrusion Blow Moulding Applications, Dynamar Polymer Processing Additives. (tarih yok). http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?SSSSSu7zK1fslxtU4xtv1Y_vev7qe17zHvTSevTSeSSSSSS- - adresinden alındı

Rubin, I. (1972). Injection Molding Theory and Practice. (PP 206-207).

Shiu, L. (2012). *Industrial Application And Advanced Technology of Fluid-Assisted Injection Molding*. Moldex 3D.

Siemens Automation. (2012, 8). 2012 tarihinde Siemens: <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller> adresinden alındı

Siemens Automation. (2012, 8). *Siemens Automation*. 2012 tarihinde Siemens: <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller> adresinden alındı

Thielen, M. (2002). *Extrusion Blow Molding Technology* (Cilt I.). Hanser Gardner Publications.

Todd, R. K., & Leo, A. (1994). *Manufacturing Processes Reference Guide*.

Total Petrochemicals. (2013). Polyethylene for blow moulding. *European Product Range*. içinde Total Petrochemicals.

Vural, M. (2011). *Plastik Şekillendirme Yöntemleri*. İSTANBUL: İTÜ Makine Fakültesi.

Wikipedia. (tarih yok). www.wikipedia.com. adresinden alındı

İNTERNET 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.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Özgür DURSUN
İş - Görev Sorumluluk Tanımı: Genel Müdür
Eğitim Durumu 1. İstanbul Aydın Üniversitesi- Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Yüksek Lisans (Devam ediyor.) 2. Fırat Üniversitesi (18.07.2005) Teknik Eğitim Fakültesi – Talaşlı üretim Öğretmenliği 3. İsmet Aktar Endüstri Meslek Lisesi (15.06.1999) Torna -Tesviye
İş Deneyimi 1. Poykal Plastik san.ve Tic.Ltd.Şti. Genel Müdür(2013-Devam) 2. Mir Araştırma ve Geliştirme A.Ş Kalıphane Sorumlusu(2007-2013) 3. Teknorot Otomotiv. Arge Mühendisi(2005-2007)
Sahip Olunan Beceriler • Bilgisayar Teknikleri ;

Bilgisayar Destekli Tasarım–Analiz–İmalat (CAD – CAE – CAM - PLM)	Temel Bilgisayar Teknikleri
* AutoCAD * Siemens Teamcenter * After Effects * Moldex 3D	MS-Project MS -Ofis
<ul style="list-style-type: none"> • Sistematik Tasarım , Bilgisayar Tümüleşikli Üretim - CIM (Computer Integrated Manufacturing) • Plastik Malzemeleri İşleme , Şekil Verme Teknikleri (Enjeksiyon,Ekstruder vs.. Prosesleri) • İmalat - Malzeme Planlama • Proje Yönetimi • Ürün Geliştirme 	
<p>Mesleki Sertifika ve Eğitimler</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ulusal Ar-Ge Fonlarına Yönelik Proje Önerisi Hazırlama Eğitimi , ISO 2. Proje Yönetimi Standartları Eğitimi , ISO 3. Teknoloji Yönetimi Eğitimi , ISO 4. İnovasyon Yönetimi Eğitimi , ISO 5. Moldex 3D , Grup Otomasyon 6. Siemens Teamcenter Client - Admin Panel , Boğaziçi Yazılım 7. Siemens Nx CAD Advanced , Boğaziçi Yazılım 8. Ansys Meshing – Structural - Thermal , ANOVA 9. Genel Ölçüm teknikleri ve Ölçüm Belirsizliği , EMIS Eğitim Kurumları 10. Microsoft Project Server 	