



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLARINDAKİ
YOLLUK ÇEŞİTLERİNİN ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ

MEHMET YÜKSEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya / HATAY

ŞUBAT-2010

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLARINDAKİ YOLLUK ÇEŞİTLERİNİN
ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ

MEHMET YÜKSEK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

Doç.Dr.Ali KOÇ danışmanlığında hazırlanan bu tez 05 / 02 / 2010 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr.Ali KOÇ
Başkan

Yrd.Doç.Dr.Adil ÖZTÜRK
Üye

Yrd.Doç.Dr.Emin ÜNAL
Üye

Bu tez Enstitümüzün Makine Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof.Dr.Bünyamin YILDIZ

Enstitü Müdür V.

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
1.GİRİŞ:.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1.Plastiklere Ait Temel Bilgiler.....	3
2.1.1.Hafif Bir Malzeme.....	3
2.1.2.Plastikler ve Çevre.....	4
2.1.3.Plastiğin Geri Dönüştürülmesi:.....	4
2.1.4.XXI. Yüzyılın Materyali Plastik.....	5
2.2.Türk Plastik Sektörü.....	6
2.2.1.Pazar Potansiyeli.....	6
2.2.2.Türkiye'nin Jeopolitik Konumu ve Hammadde.....	6
2.2.3.İşgücü.....	7
2.2.4.Sektörün zayıf Yönleri.....	7
2.2.4.1.Hammadde.....	7
2.2.4.2.Teknoloji.....	7
2.2.4.3.Altyapı ve Kayıtsızlık.....	8
2.2.4.4.Sektörün Durumu, Gelişme ve Beklentiler.....	8
2.2.4.5.İthalat.....	8
2.2.4.6.Hammadde Arzı.....	9
2.2.4.7.İhracat.....	9
2.2.4.8.Türkiye'nin Hedefleri.....	9
2.3.Plastiklerin Kullanım Alanları.....	10
2.3.1.Alışverişte Plastikler.....	10
2.3.2.Ambalajlamada Plastikler.....	11

2.3.3.Evde Plastikler.....	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Sıcak Yolluk Sistemi.....	14
3.1.1.1. Saf (temiz) Hammadde Kullanımı.....	15
3.1.1.2. Hassas Sıcaklık Kontrolü.....	16
3.1.1.3. İyi Bir Kalıp Tasarımı.....	16
3.1.1.4. Kalıp Üretiminde Yapılması Gerekenler.....	16
3.1.1.5. Kalıbın Üretime Hazırlanması.....	17
3.1.1.6. Kalıbın Üretim Sırasında Yapılması Gerekenler.....	18
3.1.1.7. Yolluk Giriş Ucu Tipleri.....	19
3.1.1.7.1. Daire Kesitli Açık Giriş Uçları-Sprue Gate.....	19
3.1.1.7.2. Halka Kesitli Açık Giriş Uçları-Hot Tip.....	21
3.1.1.7.3. Kenar Giriş Uçları-Edge Gate.....	24
3.1.1.7.4. Valf (Açma/Kapamalı) Yolluk Giriş Uçları-Valve Gate.....	27
3.1.1.8. Sıcak Yolluk Sistemlerinde Manifold Kullanımı.....	28
3.1.1.9. Sıcak Yolluk Sisteminde Dağıtıcılar (Manifoldlar).....	29
3.1.1.10. Sıcak Yolluk Sisteminde Dağıtıcı Tipleri.....	30
3.1.1.10.1. Dahili Isıtılmış Manifoldlar.....	30
3.1.1.10.2. Harici Isıtılmış Manifoldlar.....	32
3.1.1.10.3. İzolasyonlu Sıcak Yolluk Dağıtıcıları.....	33
3.1.1.11. Dağıtıcıların (Manifoldların) Tasarımı Ve İmalat Detayları.....	34
3.1.1.11.1. Dağıtıcının Isıtma Gücünün Hesaplanması.....	35
3.1.1.11.2. Manifold Kollarında Toplam Genleşme Miktarı Hesabı....	36
3.1.1.11.3. Destek Halkasının Ayarlanması.....	37
3.1.1.12. Yolluk Giriş Tipi Seçimi.....	38
3.1.1.13. Yolluk Giriş Boyutlarını Etkileyen Faktörler.....	42
3.1.1.13.1. Parça Ağırlığı ve Büyüklüğü.....	43
3.1.1.13.2. Parça Et Kalınlığı.....	43
3.1.1.13.3. Polimer Cinsi.....	43
3.1.1.13.4. Soğutma Sisteminin Konumu.....	43
3.1.1.13.5. Enjeksiyon Hızı.....	44

3.1.1.13.6. Eriyik Sıcaklığı.....	44
3.1.1.13.7. Giriş Geometrisi.....	45
3.1.1.14. Yolluk Giriş Uçlarında Mold Masters Teknolojisi.....	47
3.1.1.15. Sonuç.....	50
3.1.2. Soğuk Yolluk Sistemi.....	50
3.1.2.1. Dağıtıcı Kanallar.....	51
3.1.2.2. Dağıtıcı Kanal Çeşitleri.....	51
3.1.2.3. Dağıtıcı Kanal Tasarım Şekilleri.....	52
3.1.2.4. Dağıtıcı Kanalların Ölçülendirilmesi.....	53
3.2. Yöntem.....	53
3.2.1. Yolluk Girişinin Yerinin Belirlenmesi.....	53
3.2.2. Yuvarlak ve Dikdörtgen Şekilli Ürünlerde Yolluk Giriş Noktasının Yeri....	54
3.2.3. Düz Ürünlerde Yolluk Giriş Noktasının Yeri.....	56
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	57
4.1. SCANIA Uzun Araçların Klima (Polen) Filtresi.....	60
4.2. Numune Kalıp Çalışmasının Başlatılması.....	65
4.3. YP 1105/AST Kalıp İmalatı.....	66
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	75
KAYNAKLAR.....	77
TEŞEKKÜR.....	78
ÖZGEÇMİŞ.....	79

ÖZET

PLASTİK ENJEKSİYON KALIPLARINDAKİ YOLLUK ÇEŞİTLERİNİN KALIP KALİTESİNE ETKİSİ

1990 yılları itibari ile ülkemizdeki sürekli değişen ve gelişen otomotiv sektöründeki plastik imalatı gerekliliği sebebiyle, otomobili oluşturan aksamların birçoğunun plastik içerikli malzemelerden oluşması ve plastik üretim çeşitlerinden teknik olarak en ayrıntılı ve en maliyetlisi olan enjeksiyon imalatı ile yapılabilmektedir. Otomotiv sektörünün yanı sıra, gıda, tekstil ve ambalajlama sektörlerinde, ev eşyalarında, tarımsal ve endüstriyel makinelerinde ve inşaat malzemelerinde plastik tercihi son yıllarda artış göstermektedir.

Bu çalışmada, plastik enjeksiyon kalıplarındaki yolluk tiplerinin kalıp kalitesine, üretilen ürünlerin saatteki üretim miktarına ve ürün kalitesine etkilerini inceleyip, kalıp imalatında yapılması gereken ince ayrıntıları deneysel verilere dayalı ciddi araştırmalar yaparak ülkemizdeki son dönemlerde de üretim faaliyetleri ciddi şekilde artan plastik enjeksiyon sektöründeki yaklaşık 500 tane Türk firmasına bilgi&yayın yapılacağı amaçlanmıştır.

Örneğin su şişelerinin plastik kapaklarının imalatı yapılacağında öncelikle kapağın kalıbı yapılmaktadır. Plastik sanayisinde (4 gözlü) bu kalıbın maliyeti (yaklaşık) 6-8 bin \$ ve kalıp ömrü 60-80 bin baskıdır, yani 240.000 adetlik üretimde ürün başına 0,025 \$ kalıp bedeli düşmektedir. Farklı tasarımlardaki Avrupa ve Çin sanayisinde (sıcak yolluk ve 32 gözlü) kalıbın maliyeti (yaklaşık) 75 bin \$ ve kalıp ömrü ise min. 1.000.000 baskıdır, yani 32.000.000 adetlik üretimde yaklaşık ürün başına 0,004 \$ kalıp bedeli düşmektedir. Ürünle ilgili talepler bu iki değer altında olduğunda ilk sıradaki yani ucuz kalıp yapılmakta ve kalıp aşındığında tekrar tekrar yenilenmektedir.

Yapılan ön çalışmada enjeksiyon imalatındaki en önemli faktörün kalıp maliyeti, kalıp ve ürün tasarımı, kalıp kalitesi, kalıp tiplerindeki yolluk çeşitlerinin saatteki üretim miktarına yaklaşık %100'lere varan verim artışları yaklaşık %70'lere varan ürün kalitesi artışları gözlemlenmiştir.

2009, 79 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kalıp kalitesi; kalıp tasarımı, imalatı, maliyeti ve yolluk çeşitlerinin özellikleri.

ABSTRACT**QUALITY EFFECTS OF RUNNERS VARIETIES IN PLASTIC INJECTION MOLDING DIE**

As based 1990, our country constantly changing and growing automotive industry manufacturing needs for plastic parts in the creator of automobile parts that many of the material consists of plastic and injection techniques as the most detailed and most cost-intensive, the injection of manufacture can be performed. In addition to the automotive industry, food, textile and packaging sectors, in household goods, agricultural and industrial machines and construction materials, plastic profile, in recent years continue to rise.

In this study, plastic injection mould runners in the kinds of patterns on the quality, the products produced hours of the production quantity and product quality impact review, and production patterns have to do in the fine detail experimental data based on serious research by making our country the last period in the manufacturing activities seriously the growing plastic injection sector, approximately 500 grains Turkey intended to make the information & broadcasting companies.

For example, the manufacturing of water bottles made of the plastic lid cover mould is made primarily. Plastics industry (4 eyes), this pattern cost (approximately) 6-8 thousand \$ 60-80 thousand prints and patterns of life, which means that production of 240,000 pieces per product cost of \$ 0,025 are causing mould. European and Chinese industry different designs (hot runners and 32 eyes) the cost of mould (approximately) 75 thousand \$ and the pattern of life. 1,000,000 pressures, which means that approximately 32,000,000 units per product in a production cost of \$ 0,004 are causing mould. A product-related claim, these two values is below the first one that is inexpensive to mould and mould is renewed again and again when worn.

Preliminary study, the most important factor in injection manufacturing cost of the mould, mould and product design, mould quality, variety of mould types of runners in the amount of time to the production of up to approximately 100% increase in efficiency approximately up to 70% increase in product quality have been observed.

2009, 79 pages.

Key Words: Mould quality, mould design, manufacturing, cost and types of travel characteristics.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

LDPE	:	Alçak Yoğunluklu Polietilen.
HDPE	:	Yüksek Yoğunluklu Polietilen.
PP	:	Polypropilen.
ABS	:	Akrilonitril Bütadien Strien.
PS	:	Polistiren.
HIPS	:	Polistiren Antişok.
GPPS	:	Polistiren Kristal.
PETKİM	:	Petrokimya A.Ş.

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Yolluk giriş metotlarının değerlendirilmesi.....	40
Çizelge 3.2. Çeşitli malzemelerin max. kesme gerilmeleri ve kesme hızları.....	45
Çizelge 3.3. Yolluk kesiti büyüklüğünün çeşitli kriterlere uygunluğu.....	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Örnek bir enjeksiyon kalıbı.....	14
Şekil 3.2. Sıcak yolluk sisteminin kesiti.....	15
Şekil 3.3. Memelerden alınan örnek kesitler.....	17
Şekil 3.4. Silindirik yolluk girişi.....	20
Şekil 3.5.A. Kalıp montaj detayı.....	23
Şekil 3.5.B. Sıcak yolluk memesi ucuna vidalanmış torpedo ucun kesiti.....	24
Şekil 3.6.A. Kenar giriş ucu tasarımı.....	25
Şekil 3.6.B. Dört adet giriş ucu vidalanmış yolluk memesinin fotoğrafı.....	26
Şekil 3.7.A. Doğru alıştırılmış valf pin.	28
Şekil 3.7.B. Kısa boylu valf pin parça yüzeyinde artık bırakmakta.....	28
Şekil 3.8. Sıcak yolluk sistemi elemanları	29
Şekil 3.9. Temel manifold şekilleri	30
Şekil 3.10. Dahili ısıtılmış manifold	31
Şekil 3.11. Harici ısıtılmış manifoldlar	32
Şekil 3.12. İzolasyonlu sıcak yolluk sistemi	34
Şekil 3.13. Manifoldlarda dönüşler	35
Şekil 3.14. Manifold kollarında toplam genişleme miktarı hesabı	36
Şekil 3.15. Destek halkası hesabı.....	37
Şekil 3.16. Amorf ve kristal yapıli termoplastikler için valve gate tipi giriş uçları.....	42
Şekil 3.17. Amorf ve kristal yapıli termoplastikler için sprue gate tipi giriş uçları.....	42
Şekil 3.18. Tungsten Karbür Yolluk Giriş Uçları.....	48
Şekil 3.19. Çift Metalli Yolluk Giriş Ucu.....	48
Şekil 3.20. Mold Masters'ın Yolluk Giriş Ucu Seçenekleri.....	49
Şekil 3.21. Plastik akış analiz programı ile yolluk giriş yerleri bulunmuş bir ürün....	54
Şekil 3.22. Yuvarlak ve dikdörtgen şekilli ürünler.....	55
Şekil 3.23. Otomotiv sektörü ürünleri.....	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 4.1.A. M80x2,5 rekor plastiğın tek yolluğu.....	57
Şekil 4.1.B. M80x2,5 rekor plastiğın tüm yolluğu.....	58
Şekil 4.2. M80x2,5 plastiğın kalıptan çıkmış hali.....	58
Şekil 4.3.A. M12x1,75 plastik somunun enjeksiyondan çıkmış hali.....	59
Şekil 4.3.B. M12x1,75 plastik somunun sadece yolluğu.....	59
Şekil 4.4. Enjeksiyonda üretimden çıkacak parça.....	60
Şekil 4.5. Enjeksiyonda üretimden çıkan yolluk.....	61
Şekil 4.6. Kalıba işlenen yolluk şekli ve ölçüleri.....	61
Şekil 4.7. Scania polen filtresi için yapılan plastik çerçeve (YP 1105/AS).....	62
Şekil 4.8. Scania polen filtresi için tasarlanan kağıt örneği.....	63
Şekil 4.9. HF 6204 Asaş kodlu Scania polen filtresinin bitmiş montajlı hali.....	63
Şekil 4.10. YP 1105/AS nin onaylı teknik resmi.....	64
Şekil 4.11. Separ filtre örneği (MAN otobüslerine ait).....	65
Şekil 4.12. YP 1105/AST nin CAD tasarımı.....	66
Şekil 4.13. YP 1105/AST kalıbının üç boyutlu tasarımı.....	67
Şekil 4.14. Yeni yapılacak kalıbın taraklarına ait CAD tasarımı.....	67
Şekil 4.15. YP 1105/AST kalıbının imalat iş emri formu.....	68
Şekil 4.16. YP 1105/AST nin kalıp resmi yan görünüşü.....	70
Şekil 4.17. YP 1105/AST nin kalıp resmi ön görünüşü.....	70
Şekil 4.18. Kullanılacak olan sıcak yolluk memelerinin teknik resimleri.....	71
Şekil 4.19. YP 1105/AST kalıbının ısıtıcı plakanın üst görünüşü.....	72
Şekil 4.20. YP 1105/AST kalıbının ısıtıcı plakanın açık görünüşü.....	72
Şekil 4.21. YP 1105/AST kalıbının üstten kapalı görünüşü.....	73
Şekil 4.22. YP 1105/AST kalıbının yan görünüşü.....	73
Şekil 4.23. YP 1105/AST kalıbının bitmiş hali (dişi ve erkek).....	74
Şekil 4.24. YP 1105/AST kalıbının bitmiş hali (dişi ve erkek).....	74
Şekil 4.25. YP 1105/AST.....	76

1. GİRİŞ

Günlük hayatımızda plastik eşya kullanımı her gün biraz daha artmaktadır. Daha önceleri ağaç, metal, yün, pamuk, kağıt, vesaire gibi geleneksel malzemelerden imal edilen birçok eşya bugün plastik esaslı malzemelerden yapılmaktadır. Elektronik cihazların, beyaz eşyaların, giysilerin, inşaat malzemelerinin, döşemelerin vb. yapılarında plastik malzeme miktarı giderek artmaktadır. Mühendislik plastikleri adı verilen ve sayıları zamanla hızla artan malzemeler makine ve teçhizatlarında metallerin yerini almaktadır. Plastik malzemelerin tarihi çok yenidir. İkinci Dünya savaşı öncesinde ilk plastikler kömür hammaddesi kullanılarak üretilmiş ancak daha sonraki yıllarda kömürün yerini petrol almıştır. Plastiklerin memleketimizde kullanımı takriben 1880 yılında başlar. Bu tarihe kadar Lületaşı ve kehribardan imal edilen çeşitli süs eşyaları, ithal edilen çubuk galalitlerin ülkemize girmesiyle, plastiklerden üretilmeye başlanmıştır. Yurdumuzda plastik işleme sanayi 1955 yılından bu yana kurulmaya başlanmış, plastiğin günlük yaşantımıza geniş çapta girmesiyle, bu sanayi kolu günden güne gelişmiştir. Plastiğin bu önlenemez yükselişi başlıca iki özelliğinden kaynaklanmaktadır:

- Plastikler metallere göre hafif, ısı ve elektriğe karşı daha yalıtkan olup, kimyasal ve fiziksel özellikleri ile birçok üstünlüğe sahiptir.
- Plastikler hammadde olarak daha bol, daha ucuz ve imalat süreçleri daha basit ve bunun sonucu olarak daha ekonomiktir (Anonim, 2006).

Bu iki üstünlük plastiğin otomotiv, havacılık, yapı, elektrik–elektronik sanayileri başta olmak üzere tüm sanayilerde kullanımı kaçınılmaz hale getirmektedir.

Ülkemizin kalkınmasına paralel olarak gerçekleşen plastik mamullerin tüketimindeki artış, plastik sanayinin ve bu sanayi hammaddelerinin dışa bağımlılığını azaltacak yatırımların yapılmasına neden olmuştur. Plastik sektörünün en büyük girdileri olan petrokimyasal maddeleri üretmek üzere PETKİM kurulmuş ve Petkim'in kurulması ile petrokimya plastik sektörü inanılmaz bir yükselişe geçerek her çeşit plastik üretimi yapan tesis sayısı giderek artmıştır. 1970'li yılların başında ülkemizde ilk defa YARPET A.Ş.'de termoplastiklerin üretimi gerçekleştirilmiştir. Artan talebi karşılamak için Petkim A.Ş. Aliğa'da ülkemizin ikinci Petrokimya kompleksi olan Alpet A.Ş.'yi kurmuş ve 1985'li yılların plastik hammadde üretimine başlamıştır. Bugün

sanayimizde her türlü plastik teknolojisini kullandığı gibi, makine ve teçhizat üretiminde de önemli bir yere sahiptir. İmalatlarında ana hammadde veya yardımcı girdi olarak plastik malzemeleri kullanan fabrikalarımızın sayıları gün geçtikçe artmakta ve bu fabrikalarda yüz binlerce insan çalışmaktadır. Günümüzde gelişmişliğin bir göstergesi olarak değerlendirilen plastik maddelerinin tüketimi, işlenilmesi, kullanım alanları konularında yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Anonim, 2006).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Plastiklere Ait Temel Bilgiler

Plastik adı tek bir malzeme için kullanılmaz. Demir veya alüminyumunu ifade etmek için metal ismi kullanıldığı gibi, plastik ismi de farklı özellikte, farklı yapıda ve farklı bileşimde birçok malzemeyi ifade etmek için kullanılmaktadır. Plastiklerin özellikleri çok değişkendir ve bu nedenle plastikler genellikle yün ve metal gibi sayısız geleneksel malzeme ile yer değiştirmek veya onların tamamlayıcıları olarak kullanılırlar. Plastik sanayinin gelişmesi ikinci dünya savaşının bitiminden sonra başlamıştır. Başlangıçta ham madde için kömür kullanılmıştır, çünkü 1950'lerin ortalarına kadar petrol yeteri kadar ekonomik değil idi. Ham maddenin kömürden petrole dönüşümü plastik sanayini hızla geliştirmiştir (Anonim, 2006).

Birçok yeni ürün art arda bulunarak özellikle metal malzemeye büyük bir alternatif oluşturdu. Plastik malzemelerin Ekstruzyon, enjeksiyon ve diğer üretim yöntemleri ile kolay ve kitlesel üretimi, bu dönüşümü genişletti, hızlandırdı ve bu günkü seviyelere getirdi. Plastik malzemelerin diğer birçok malzemenin yerini alması, henüz devam eden bir süreçtir ve önümüzdeki yıllarda, şimdi metal ağaç ve yün kullanılan birçok ürün, daha çok plastik malzemelerden üretilecektir. Bütün plastiklerde bir şey ortaktır. Plastikler makro molekül olarak bilinen çok uzun molekül zincirlerinden oluşurlar. Söz konusu moleküller bir gerdanlık üzerindeki boncuklar gibi tek sıra olarak dizilmişlerdir. Bir plastiği birçok bireysel iplikler içeren bir yün topuna benzer bir şey olarak düşünebiliriz. Bu toptan bir ipliği çekip çıkarmak çok güçtür, çünkü top içindeki uzun moleküller bir birlerini sıkıca tutmaktadırlar. Makro molekülü yapan çok sayıda bireysel yapı elemanı "monomer" olarak isimlendirilir (mono=tek, meros=parça). Bu bakımdan makro moleküller ve böylece plastiklerin kendileri genellikle polimer olarak da isimlendirilir (poly=birçok) (Anonim, 2006).

2.1.1. Hafif Bir Malzeme

Plastik mühendisleri plastikten daha fazla performans almak ve plastiğin kullanım alanlarını arttırmak için büyük çabalar içindedirler. Nitekim moleküler ağırlık

olarak gittikçe hafifleşen ama fiziksel ve mekanik özellikleri azalmayan hatta aksine iyileştirilen bazı plastik malzemelerin üretilmesi bu tür çabaların en güzel sonuçlarından (Anonim, 2006).

2.1.2. Plastikler ve Çevre

Plastikler olmadan mevcut ambalajlama için ağırlıkça % 400 hacimce de % 200 daha fazla malzeme gerekir ki bu şimdikinden en az iki kat daha fazla malzeme anlamına gelir. Ama plastik malzemenin henüz yaşadığımız çevre ile tam olarak uyumu sağlanamamıştır. Toprakta çözülmesi için çok uzun zamanlara ihtiyaç duyan plastik malzeme bazı durumlarda zehirleyici veya başka şekillerde çevreye zarar verici olabilir. Bu noktada da devreye plastik malzemenin diğer çok önemli bir özelliği, “geri dönüştürülüp tekrar kullanılabilirlik özelliği” girer (Anonim, 2006).

Plastiği geri dönüştürme çalışmaları plastiğin kullanımına paralel olarak son yıllarda birkaç kat birden artmış ve hızla yaygınlaşmıştır. Nitekim 1990 ile 1996 yılları arasında çöpe atılan plastik malzeme miktarı bu geri dönüşüm çalışmaları sayesinde ağırlıkça % 20 civarında azalma göstermiştir. Hem yaşadığımız çevreyi, hem dünyamızı ve enerji kaynaklarımızı korumak, hem de üstün özelliklerinden faydalanmaya devam edebilmek için plastik malzemenin geri dönüşümünü sağlamak gerekli ve önemli bir işidir. Geri dönüştürülen malzemenin kalitesi de bu noktada oldukça önemlidir. Ülkemizde göz ardı edilen birçok önemli faaliyete, plastiğin geri dönüştürülmesi işlemi ve plastiğin geri dönüştürülmesi işleminde kaliteyi sağlayabilmenin önemini ve yollarını belirtmek istiyorum (Anonim, 2006).

2.1.3. Plastiğin Geri Dönüştürülmesi

Ger i Dönüşümü Yapılacak Plastik Malzemenin Yüksek Kaliteli Olmasını Sağlamak için Kalite Kontrol Metodları: Geri dönüşümlü malzemelerin toplanması ve ürün haline getirilmesi arasındaki ilişki, geri dönüşüm işinin başarısını veya başarısızlığını belirleyen en önemli faktördür. Yüksek kaliteli son ürün imal etmek için hammadde olarak kullanılacak toplanmış malzeme, hem hiç kullanılmamış olan eş

değerleriyle rekabet edilecek kadar yüksek kaliteli olmalı hem de aynı şekilde uygun maliyetli olmalıdır (Anonim, 2006).

2.1.4. XXI. Yüzyılın Materyali Plastik

Telefonumuz, ayakkabımız, diş fırçamız ve hayatımızın sayısız vazgeçilmezi plastikten üretilmektedir. Hızlı ve pratik yaşamın sembolü plastik, evlerimizin de sessiz demirbaşdır. Bu kadar iç içe yaşıyor olsak da onun hakkında bilmediğimiz çok şey vardır. Grek dilinde kolay şekil alan anlamına gelen plastik, yaşantımızdaki ve kültürümüzdeki birçok malzemenin yerini almış durumdadır. Plastikler sayısız şekilde şekillendirilerek binlerce uygulama için tasarım çözümleri sunmaktadır. Girebileceği şekilleri düşünmek için bir telefon, bir otomobil lastiği ve bir alışveriş poşetini gözünüzün önüne getirmemiz yeterlidir. Yükte ve pahada hafif olduğu kadar sağlam ve güvenilir olan bu materyalin hayatımızda bulunmadığı alan yok gibidir. Ambalaj, otomotiv, elektronik, iletişim, sağlık ve daha sayısız sektörde plastik olmazsa olmaz kabul edilmektedir. Örneğin bebek doğduğunda temas ettiği ilk nesne doktorun taktığı bir plastik eldivendir. Üretiminde daha az hammadde ve enerji tüketen plastik, kolay taşınabilirliği ile de bina yapımında vazgeçilmez bir materyal haline gelmiştir. Daha düne kadar evlerimizde kullandığımız hemen her şey ahşaptı. Kapı, pencerelerimiz, eşyalarımız. Artık plastik sandalyeler, masalar, kapılar evlerimizde yer edindi kendine. Plastik pencere, boru ve su depoları gibi ürünlerle binaların yapı taşlarından biri olan plastiğin en yaygın kullanım alanı da PVC doğramalar. Ahşap yerine doğru bir PVC uygulaması sayesinde bir bina % 30 daha az enerji tüketiyor. Bu daha az yakıt tüketimi ve dolayısıyla atmosfere daha az karbondioksit dolaşımı demektir. Binalarda kalıcı ve sağlam çözümler sağlayan plastik, diğer malzemeler gibi zamanla kolay kolay aşınıp bozulmamaktadır. Altyapıda döşenen plastik kablo ve boruların ömrü en az 50 yıldır. Plastiklerle yapılan yalıtım sayesinde, 1970'lerden beri Avrupa'da 5 milyar galon akaryakıtı eşit miktarda enerji tasarrufu sağlanmıştır. Yapılan diğer bazı araştırma sonuçları ise: Otomobillerde kullanılan her 100 kg.lık plastik parça, her yıl Avrupa'da yakıt tüketimini 12 milyon ton, karbondioksit dolaşımını yılda 30 milyon ton azaltmaktadır. Plastikler evlerimizde de yakıt tüketimini ve karbondioksit salınımını azaltmaktadır. Plastikler yenilikçi kullanımları sayesinde yakıt tüketimini metrekare

başına 3 litreye düşürmektedir. Bir evin metrekare başına yakıt tüketimi ise ortalama 20 litredir. Bir evin yalıtımında kullanılan 50 kg.lık plastik malzeme, ısınma amaçlı kullanılan yakıttan 150 litre/yıl tasarruf sağlar. Plastikler atık olmak için fazla değerlidir. Kullanımlarını tamamladıktan sonra geri dönüştürülebilir ya da alternatif yakıt olarak kullanılabilir. Plastikler ısı değeri kömürle neredeyse eşittir ve daha az karbondioksit açığa çıkarır. Kullanılmış bir plastik poşetin sahip olduğu enerjinin, bir odayı 60w ampulle 10 dakika boyunca aydınlatmaya yeterlidir. Dünyada içilebilir sudan mahrum 1 milyarın üzerinde insan bulunmaktadır. Plastikler sayesinde su, güvenilir ve sağlıklı bir şekilde onlara ulaştırılabilinmektedir. Kaynakları korurken aynı zamanda teknolojinin ihtiyaçlarını karşılamak söz konusu olduğundan plastiğin yerini alabilecek bir başka materyal yoktur. Avrupa’da ambalajların %17’si, tüm tüketim malzemelerinin ambalajlarının %50’si plastiktir. Plastik olmasaydı ambalaj ağırlığı dört katına, üretim masrafı ve enerji tüketimi iki katına çıkardı ve atık hacmi %150 artardı. Plastikler hayatımızı daha güvenilir kılmaktadır. Hava yastıkları, emniyet kemerleri, bebek koltukları, motosiklet kaskları, tıp gereçlerinin yaygın üretimi plastikler sayesinde mümkündür (Anonim, 2006).

2.2.Türk Plastik Sektörü

2.2.1. Pazar Potansiyeli

Yurtiçi talep, gelişmiş ülkeler ve dünya ortalamasının üzerinde artış göstermektedir. Genç nüfus ve henüz doyum noktasına ulaşmamış pazarıyla geleceğe yönelik potansiyel talebi yüksektir. Halen 50 kg olan kişi başına düşen plastik tüketimi dünya ortalamasının çok altındadır. Plastik sektörü yükselmede olan ve katma değeri büyük olan sektörlerle ara malzeme üretmektedir. Türkiye bu sektörlerde önemli bir üretim ve ihracat üssü olma yolundadır.

2.2.2. Türkiye’nin Jeopolitik Konumu ve Hammadde

Mevcut ve planlanan doğalgaz ve ham petrol hattı projeleri ile enerji terminali olmayı hedefleyen Türkiye, Ortadoğu bölgesindeki devreye giren yeni ve dev ölçekli

pazarlar arasında köprü konumundadır. Türkiye'nin Avrupa pazarlarına yakınlığı, JIT (zamanında) teslimat, servis gibi konularda plastik üreticilerine avantaj sağlamaktadır. Plastik hammadde üretimini yönlendiren PETKİM, rafineri ile bitişik olması, demiryolu, karayolu ve denizyolu bağlantıları ve sahip olduğu alan dikkate alınarak kapasite arttırıcı yatırımları açısından gelişme potansiyeline sahiptir (Anonim, 2006).

2.2.3. İşgücü

Özellikle Avrupa ülkelerine göre ucuz işgücü maliyetleri ve uzun çalışma sürelerini kabul edebilen, genç, dinamik, iyi eğitim görmüş ve istekli kalifiye insan gücü potansiyeli mevcuttur.

2.2.4. Sektörün Zayıf Yönleri

2.2.4.1. Hammadde

Türkiye, petrol ve doğalgaz gibi temel hammadde kaynakları açısından yetersizdir. Bu nedenle plastik hammadde ihtiyacının büyük bölümü ithalatla karşılanmaktadır. Hammadde arz yetersizliği sektörde yeni yatırımlar açısından dezavantaj doğurmaktadır. Rafineri – Petrokimya entegrasyonunun sağlanamaması nedeniyle katma değeri yüksek plastik üretimi için yeterli hammaddenin üretimine olanak vermektedir. PETKİM'in özelleştirilmesi gecikmiş ve plastik hammadde üretimi için yeterli yatırımlar yapılmamıştır. Üretim maliyetinin büyük bölümünü oluşturan hammadde de ithalata bağımlılık (Anonim, 2006).

2.2.4.2. Teknoloji

Türkiye'de teknoloji üretiminin olmaması ve çoğu KOBİ düzeyindeki firmaların finansal yetersizlikleri nedeniyle AR-GE faaliyetlerinin yetersizliği rekabetçi üretim olanaklarını kısıtlamaktadır. Endüstriyel tasarım, patent ve uluslararası standartlara yeteri kadar uyum sağlanamamaktadır. AR-GE kültürü ve AR-GE'ye ayrılan finansman yetersiz olup yetişmiş insan gücü azdır.

2.2.4.3. Altyapı ve Kayıtsızlık

Sektörde birçok sanayi kolunda olduğu gibi, kayıt dışı çalışma mevcut olup, bu durum kayıt içi firmaların rekabetçi üretim olanaklarını kısıtlamıştır. Firmalar arası iletişim ve tanıtımın yetersiz olması nedeniyle, AR-GE, lisan ve danışmanlık gibi firmaların tek başına üstesinden gelemeyeceği hizmetlerde işbirliği kurulmakta, kaynaklar israf edilmektedir. Eğitim ve sanayi kültürü yetersizdir. Piyasa denetimi yeterince sağlanamamaktadır. Sermaye birikimini teknolojik yatırımlar açısından yetersizdir. Mevzuat hazırlanması konusunda sektör bürokrasi işbirirliliği yeterince sağlanamamıştır (Anonim, 2006)..

2.2.4.4. Sektörün Durumu, Gelişme ve Beklentiler

2006 yılında PETKİM tarafından 611.000 ton hammadde üretilmiş ve plastik hammadde üretimi 2005'e oranla HDPE'de %41, PVC'de %1, PP'de %115, LDPE'de ise %23 olmakta birlikte toplamda %35 artış göstermiştir.

2.2.4.5. İthalat

2006 yılının 10 ayında; 2.921.000 ton plastik hammaddesi ve 430.000 tonda plastik ürün ithalatı yapılmış olup, plastik ithalatı 3.351.000 ton olarak gerçekleşmiştir. 2006 yılı sonu itibariyle plastik hammadde ithalatının 3,5 milyon ton, plastik ürün ithalatının da 516.000 ton olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. 2006 yılında sektörde toplam ithalat ton bazında %17, dolar bazında %15 artış göstermektedir. 2006 yılında Türkiye plastik hammadde ithalatına 5,3 milyar dolar, plastik ürün ithalatına da 1,4 milyar dolar olmak üzere toplam 6,7 milyar dolar döviz ödemiştir. 2006 yılında HIPS, EPS, PVC ithalatı %20'nin üzerinde artarak, ithalatı en fazla artan plastik hammaddeler içinde yer almıştır. LDPE ithalatı ise 2005'e oranla %9 azalmıştır. Türkiye toplam plastik hammadde ithalatının, 2005 yılında %48'ini, 2006 yılında da %49'u nu 10 ülkeden yapmıştır. Çin, plastik hammadde ithalatımızda 2005'te 28. sırada yer alırken, 2006 yılında 6. sıraya yükselmiştir (Anonim, 2006).

2.2.4.6. Hammadde Arzı

2006 yılında plastik hammadde arzı yaklaşık 4,1 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Sektörde, hammadde ihtiyacını karşılamada dışa bağımlılık önemini korumaktadır. Toplam hammadde arzının %15'i yerli üretimle karşılanırken, %85 olarak gerçekleşmiştir. Yerli üretimi bulunmaması nedeniyle ABS, APS, GPPS, HIPS, LDPE hammaddeleri ithal edilmektedir. İthalatın payı, yerli üretilen; LDPE'de %36, PVC'de %82, PP'de %90, HDPE'de % 81 düzeyindedir.

2.2.4.7. İhracat

2006 yılında ihracat 285.000 tonu plastik hammadde ve 716.000 ton da ürün olmak üzere toplam 1.001.000 ton olarak gerçekleşmiştir. Ton bazında plastik hammadde ihracatı %61, plastik ürün ihracatı ise %15'te artmış ve sektörün toplam ihracatı 2005 yılına oranla %25 artmıştır. Plastik sektörünün ihracatı 2006'da toplam 2 milyar 145 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Toplam ihracat 2005'e oranla % 25 artış göstermiştir. 2006'da plastik ürün ihracatının en fazla gerçekleştiği ülkeleri sırasıyla Rusya, Romanya, Ukrayna, Almanya, İngiltere, Irak, Kazakistan, Bulgaristan, Fransa ve Azerbeycan oluşturmuştur. Bu ülkelere yapılan ihracat toplam ihracatın %74'ünü oluşturmuş, geriye kalan % 26'lık pay ise 82 ülke arasında paylaşılmıştır.

2.2.4.8. Türkiye'nin Hedefleri

Plastics Europe istatistiklerine göre AB ülkeleri içinde plastik işleme kapasitesi 3 milyon tonu aşan 7 ülke mevcut durumda olup, Türkiye 2005 yılında 3,7 milyon tonluk işleme kapasitesi ile İspanya'dan sonra 6. sırada yer almaktadır. Türkiye, 2006 yılında ulaştığı 4,3 milyon tonluk işleme kapasitesi ile AB ülkeleri içinde plastik işleme kapasitesi ile 6. sıradaki yerini korumuştur. Ancak ileriye yönelik tahminler, Türkiye dışındaki ülkelerde plastik üretim artış hızının %2,4-%5,0 arasında gerçekleşeceğini göstermektedir. Plastics Europe'un üretim tahminleri ile Türk plastik sektörünün yıllık %15 büyüme hedefi baz alınarak yapılan "Plastik İşleme Kapasitesi Tahminleri" 2014

yılında Türk plastik sektörünün, Almanya ile birlikte ve 13 milyon / ton yıl işleme kapasitesine sahip olabileceğini göstermektedir (Anonim, 2006).

2.3. Plastiklerin Kullanım Alanları

Farkında olsak da olmasak da plastikler günlük hayatımızın artık önemli bir parçası haline gelmiştir. Plastik malzemelerin çok yönlülüğü onların araba parçalarından oyuncaklara ve süsleme eşyalarına, yumuşak su şişelerinden şişelerin depolandığı soğutuculara kadar çok geniş bir kullanım alanı bulmalarına imkan tanımıştır. Plastikler işe gitmek için bindiğimiz arabadan eve döndükten sonra yorgunluk atmak için karşısına geçip saatlerce seyrettiğimiz televizyona kadar hemen her yerde, hayatımızı kolaylaştırmak ve iyileştirmek için vardır. Plastikler diğer malzemelere göre çok daha kısa zamanda geniş bir kullanım alanı buldular. Plastikleri bu kadar çeşitli uygulamalarda tercih edilen malzeme yapan neden: Plastikler hem kullanıcılarının hem de üreticilerin istedikleri ve ihtiyaç duydukları birçok şeye başka malzemelerden daha iyi cevap verebilmektedir. Plastiklerde tüketicilerin ihtiyaç duyabileceği en karmaşık en fonksiyonel istekleri karşılayabilme adına üstün özellikler vardır. Belki konuyla ilgili şöyle bir soru sorabiliriz? ”ben satın aldığım herhangi bir üründen ne bekliyorum veya ne istiyorum?” bu soruyu nasıl cevaplandırdığınız çok da önemli değil. Çünkü muhtemelen plastikler bu soruya vereceğiniz cevapla belirteceğiniz istekleri de rahatlıkla karşılayabilecektir. Eğer bir ürün çelikten ya da alüminyum da, seramikten ya da odundan değil de plastikten imal ediliyorsa muhakkak bunun geçerli sebepleri vardır. Bu sebepler hem üreticiyi hem kullanıcıyı memnun eden önemli sebeplerdir. Sağlık! Güvenlik! Performans! Maliyet! İşte plastikler bu konulardaki üstünlüklerinden ve sağladıkları avantajlardan dolayı tercih edilirler (Anonim, 2006).

2.3.1. Alışverişte Plastikler

Plastiklerin günlük hayatımızı kolaylaştırdığını kabul etmeyen yoktur. Mesela alışveriş yaptığımız marketi düşünün. Plastik ambalajlar bir taraftan aldığımız ürünü dışarıdan dokunacak birçok elin kirinden ve mikrobundan korurken ucuz bir şekilde taze kalmasını da sağlar.

Plastik ambalajlar sayesinde aynı ürünün birçok farklı boyunu bulmak mümkündür. Bir de plastik bir süt şişesini, plastik ambalajlı başka bir ürünü veya plastik bir ev eşyasını bakarken yere düşürdüğümüzü ve o anki heyecanımızı bir düşünelim. Kırılıp kırılmadığını merak ederiz, aslında ek merak etmemek gerekir. Çünkü öyle el hizasından yere düşmekle kırılacak pek bir plastik yoktur. Yani her halükarda plastikler hayatı kolaylaştırır, daha sağlıklı ve güvenli hale getirirler.

Bunun yanında plastikler cep telefonu veya dizüstü bilgisayarlar gibi portatif hafif ürünler imal etmek için birebirdir. Plastikler büyük hacimli ürünlerden yararlanmayı ve onlardan memnun kalmayı da kolaylaştırmaktadır. Mesela buzdolabı, çamaşır makinesi veya bulaşık makinesi gibi büyük ürünlerin imalinde hem korozyona dayanıklı olduğunu, hem daha hafif ve uzun ömürlü olduğunu, hem daha kolay ve verimli kullanım sağladığı için öncelikle olarak tercih edilmektedir. Ayrıca otomobillerin çamurluklarının, ön panellerinin ve içlerindeki diğer birçok malzemenin plastik olmasının hem arabanın hafif ve hızlı olması hem de sessiz ve uzun ömürlü çalışması açısından ne anlama geldiği açıktır (Anonim, 2006).

2.3.2. Ambalajlamada Plastikler

Modern ambalajlama teknikleri ısıyla kapatılmış plastik torbala veya diğer ambalajlar gıdaları taze ve temiz tutmak için çok önemlidir. Bu aynı zamanda yiyeceğin çöpe gitmemesi ve israf edilmemesi anlamına gelir. Evde de durum aynıdır. Plastik kaplar veya diğer ambalajların yiyecekleri koruması onların ziyan edilmesini de önler. Hatta paketleme uzmanlarının tahminlerine göre plastik paketleme teknikleri gıda israfını % 70 oranında azaltmaktadır.

Plastikler ayrıca paketleme oranlarını da azaltır. Yani daha az malzemeyle daha fazla şey paketlemek mümkündür. Mesela, 1 kilo kadar plastik malzemeyle 27 kilo kadar bir sıvıyı (meyve suyu, soda veya suyu) ambalajlamak mümkündür. Oysa aynı miktarda sıvıyı ambalajlamak için 1,5 kilo kadar alüminyum, 4 kilo kadar çelik veya 13-14 kilo kadar cam malzemeye ihtiyaç duyulur. Aynı işi daha az malzemeyle yapmak, aynı zamanda malzemenin hem üretilmesi hem de işlenmesi için kullanılan doğal kaynakların korunması, tasarruf edilmesi anlamına gelir (Anonim, 2006).

Nitekim kağıtla karşılaştırdığımızda plastik malzeme aynı işi görecektense kadar kağıt malzemeden çok daha az toplam üretim enerjisi gerektirir. Bir de bir işi görecektense plastik malzeme miktarı aynı işi görecektense diğer malzeme miktarlarından daha az olacağı için üretilmesi kadar taşınması da kolay ve ekonomik olmaktadır. Kısacası plastikler paketlemeyi çok daha verimli bir hale getirirken tabii kaynakları da korurlar. Paketlemede plastik malzeme kullanımıyla sadece Amerika’da her yıl, 1 milyon evden oluşan bir şehrin 3,5 yıllık enerji ihtiyacını karşılayacak kadar enerji tasarruf edildiği açıklanmıştır. Plastiğın geri dönüşümü her geçen gün daha da artmaya başlamış ve % 30 (bazı malzemeler için % 60’dan fazla) gibi bir orana ulaşmıştır (Anonim, 2006).

2.3.3. Evde Plastikler

Plastikler evlerde de enerjiden tasarruf sağlarlar. PVC plastik doğrama ve pencereler evlerdeki enerji tüketimini dolayısıyla maliyetini azaltır. Evlerde plastik doğrama ve plastik köpük gibi izolasyon malzemesi kullanılmasının diğer izolasyon malzemelerine göre büyük oranlarda enerji tasarrufu sağladığı bazı istatistiklerle ortaya koymuştur.

Evlerde kullanılan buzdolabı, çamaşır makinesi, klima gibi büyük ev eşyalarında da aynı durum söz konusudur. Bu ürünlerde kullanılan plastik malzemeler ve plastik yalıtım malzemeleri bu ürünlerin enerji verimliliklerini 1970’lerden beri % 30 ile % 50 arasında arttırmıştır. Bu durum bahsedilen ürünlerde da ciddi oranlarda enerji tasarrufu anlamına gelir. Ayrıca plastikler bu ürünlerin çok daha sessiz ve hızlı çalışmalarını sağlar (Anonim, 2006).

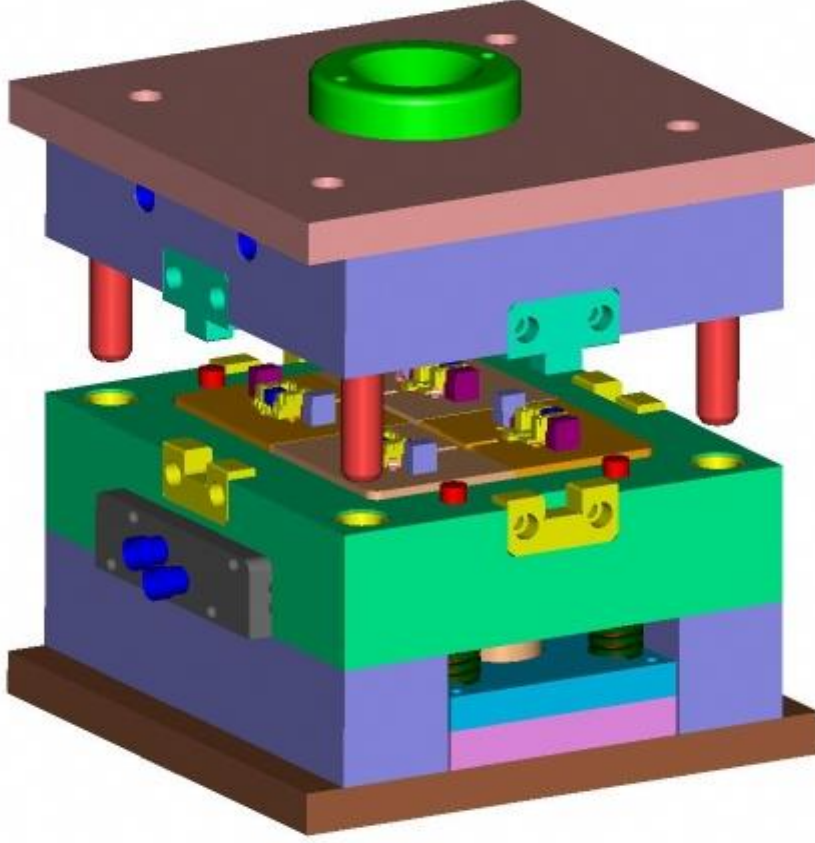
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

1990 yılları itibari ile ülkemizdeki sürekli değişen ve gelişen otomotiv sektöründeki plastik imalatı gerekliliği sebebiyle, otomobili oluşturan aksamların birçoğunun plastik içerikli malzemelerden oluşması ve plastik üretim çeşitlerinden teknik olarak en ayrıntılı ve en maliyetlisi olan Enjeksiyon imalatı ile yapılabilmektedir. Otomotiv sektörünün yanı sıra, gıda, tekstil ve ambalajlama sektörlerinde, ev eşyalarında, tarımsal ve endüstriyel makinelerinde ve inşaat malzemelerinde plastik tercihi son yıllarda artış göstermektedir. Kalıp imalatındaki yolluk tiplerinin (sıcak, soğuk, iğne yolluk, yolluk tutucu....gibi tiplerinin) saatteki üretim miktarına, kalıp maliyetine, kalıp&ürün kalitesine ve kalıp ömrüne etkilerini yapılacak denemeler ve araştırmalar sonuçta ortaya çıkartmak ve bu hususla ilgili ortaya çıkacak yeni verileri Türk insanı ile paylaşmaktır. Bu çalışmada, plastik Enjeksiyon kalıplarındaki yolluk tiplerinin kalıp kalitesine, üretilen ürünlerin saatteki üretim miktarına ve ürün kalitesine etkilerini inceleyip, kalıp imalatında yapılması gereken ince ayrıntıları deneysel verilere dayalı ciddi araştırmalar yaparak ülkemizdeki son dönemlerde de üretim faaliyetleri ciddi şekilde artan plastik enjeksiyon sektöründeki yaklaşık 500 tane Türk firmasına bilgi&yayın yapılacağı amaçlanmıştır. Örneğin su şişelerinin plastik kapaklarının imalatı yapılacağında öncelikle kapağın kalıbı yapılmaktadır. Plastik sanayisinde (4 gözlü) bu kalıbın maliyeti (yaklaşık) 6-8 bin \$ ve kalıp ömrü 60-80 bin baskıdır, yani 240.000 adetlik üretimde ürün başına 0,025 \$ kalıp bedeli düşmektedir. Farklı tasarımlardaki Avrupa ve Çin sanayisinde (sıcak yolluk ve 32 gözlü) kalıbın maliyeti (yaklaşık) 75 bin \$ ve kalıp ömrü ise minimum 1.000.000 baskıdır, yani 32.000.000 adetlik üretimde yaklaşık ürün başına 0,004 \$ kalıp bedeli düşmektedir. Ürünle ilgili talepler bu iki değer arasında olduğunda ilk sıradaki yani ucuz kalıp yapılmakta ve kalıp aşındığında tekrar yenilenmektedir (Demirer, 2002).

Şekil 3.1 de örnek olarak gösterilen plastik enjeksiyon kalıpları, laboratuvar ortamında malzeme test yöntemleri, kalıp imalatında kullanılan özel alaşımlı çelik malzemeler, ilk etapta kalıp tasarımı ile ilgili yurtiçi ve yurtdışı yayınları inceleyerek

yayınlanmış veya eksik yayınlanmış veya denenmemiş yöntemleri aynı çatı altında toparlanması.



Şekil 3.1. Örnek bir enjeksiyon kalıbı (Demirer, 2002).

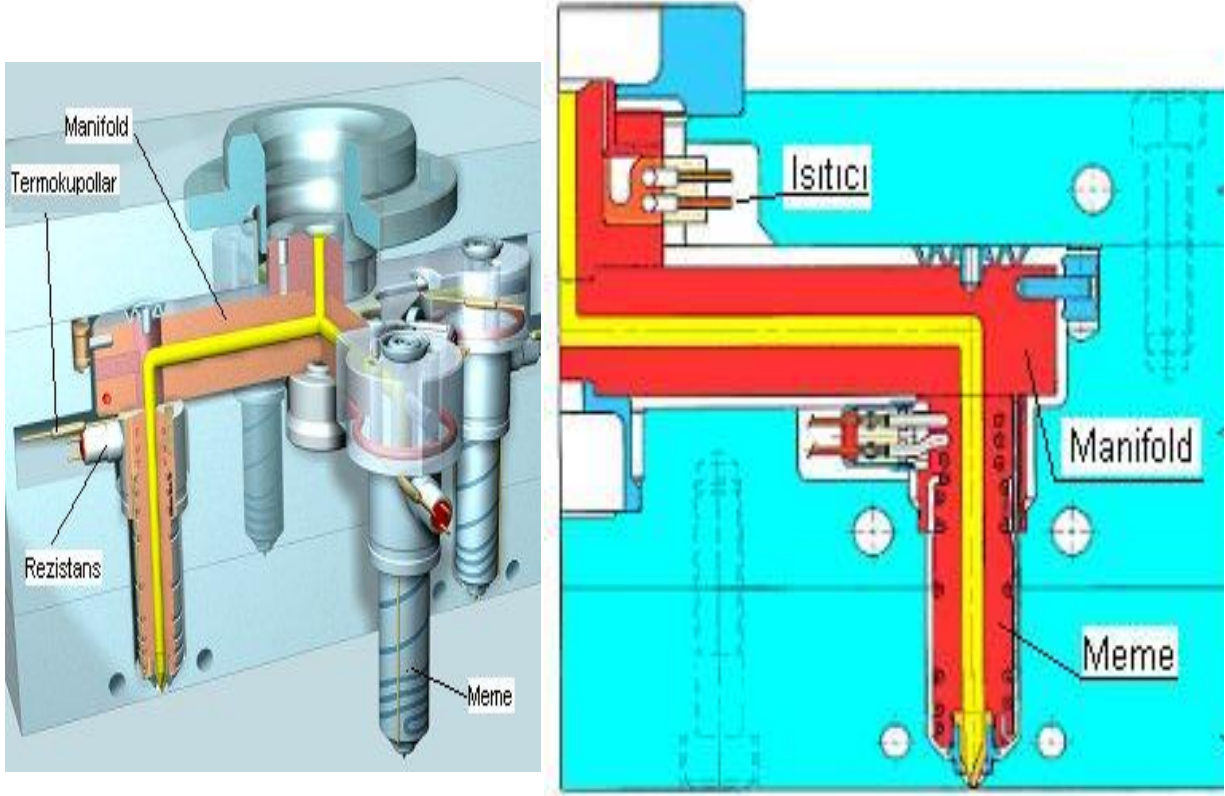
Yapılan ön çalışmada Enjeksiyon imalatındaki en önemli faktörün kalıp maliyeti, kalıp ve ürün tasarımı, kalıp kalitesi, kalıp tiplerindeki yolluk çeşitlerinin saatteki üretim miktarına yaklaşık %100'lere varan verim artışları yaklaşık %70'lere varan ürün kalitesi artışları gözlemlenmiştir. Sıcak ve soğuk yolluk sistemlerini kısaca özetlersek;

3.1.1. Sıcak Yolluk Sistemi

Son yıllarda günümüz teknolojisinde hacim kalıplarında plastiklerin şekillendirilmesi sıcak yolluk sisteminin önemli ölçüde enerji, işçilik ve malzeme kazançlarının yanında birçok avantajlar getirmesi nedeniyle kullanımı giderek

artmaktadır. Sıcak yolluk sistemi sağladığı avantajların yanı sıra kendine has özellikleri ve gereksinimleri vardır (Demirer, 2002).

Sıcak yolluk sistemi için gerekli olan kullanılan elemanları; Thermocoupler (Sıcaklık kontrol elemanları), Sıcaklık kontrol cihazları, Isıtıcılar (Dağıtıcı ve meme ısıtıcıları), Sıcak yolluk memesi ve Sıcak yolluk dağıtıcısı (manifold) olarak beş ana gruba ayırabiliriz (Demirer, 2002).



Şekil 3.2. Sıcak yolluk sisteminin kesiti (Anonim, 2005).

Plastik enjeksiyon sistemlerinde sıcak yolluk sistemi kullanımı diğer yolluk sistemine ek olarak bir çok detay ve hassasiyet gerektirmektedir. Bunları sırası ile inceleyelim.

3.1.1.1. Saf (temiz) Hammadde Kullanımı

Sıcak yolluk sistemi kullanarak tasarlanmış olan plastik hacim kalıplarında kullanılacak ham malzeme yabancı maddelerden arındırılmış, nemden uzak olmalıdır.

Bu özellikler baskı kalitesini artırdığı gibi sıcak yolluk sisteminin de ömrünü artırır (Anonim, 2005).

3.1.1.2. Hassas Sıcaklık Kontrolü

Sıcak yolluk sisteminde sabit sıcaklığın sağlanması gerekmektedir. (Örneğin: PID kontrollü) İyi bir sıcaklık kontrol cihazı, yüksek reaksiyon hızına sahip, otomatik parametre düzeltme, ısıtıcının yumuşak harekete geçmesi (soft start özelliği) ve doğru yapılmış kablo bağlantı düzeneği gibi özelliklere sahip olması gerekir. Enjeksiyon sırasında yolluk girişindeki oluşabilecek, sıcaklık dalgalanmalarına izin vermemek için sıcaklık kontrol cihazlarının hızlı ve hassas bir geri besleme özelliğine sahip olması gerekir (Anonim, 2005).

3.1.1.3. İyi Bir Kalıp Tasarımı

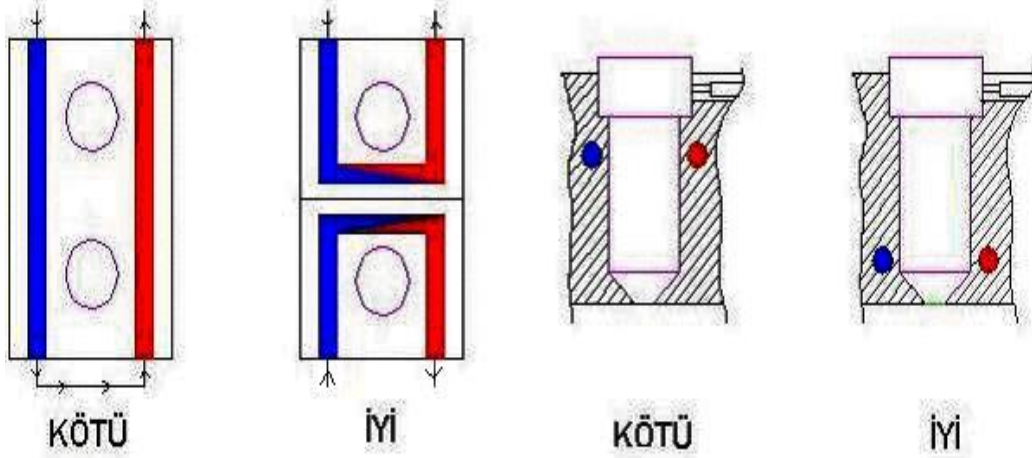
Sıcak yolluklu kalıplarda kullanılan manifold plakasının sertliği 35-42 HRc, ve yolluk giriş bölgesindeki kalıp çeliğinin kalitesi en az 1, 2344 ve 48-50 HRc olmalıdır (Anonim, 2005).

3.1.1.4. Kalıp Üretiminde Yapılması Gerekenler

Yolluk giriş bölgesinde EDM işlemi uygulanmamalı, uygulanır ise, eliğin sertleşip kırılmasını önleyecek düşük amperlerin kullanıldığı parlatma kalitesindeki bir erozyon işlemi yapılmalıdır. Bu bölgedeki çelikte sertleşme yaratabilecek hiç bir nitrürasyon ve krom kaplama gibi işlemlerde uygulanmamalıdır. Enjeksiyon yapılan malzemenin gerektirdiği kalıp sıcaklığı 40°C nin üzerinde ise kalıbın bağlantı plakasının üzerinde bir ızalasyon plakası kullanılmalıdır. Herhangi bir nedenle su veya hidrolik kaçağının manifold plakası içindeki ısıtma ve ölçme kabloları ile teması ve kısa devre olasılığı azaltmak amacı ile manifold plakasının alt kısmında (kalıbın alt tarafında) boşaltma delik veya kanalları açılmalıdır. Özellikle çok gözlü kalıplarda kalıbı Enjeksiyon makinesinden sökmeden, yolluk giriş uçlarına ve sıcak

yolluk memelerine kolayca erişebilmek için kalıbın dişi plakasını rkek plakasına sabitleyebilecek bir kilit sistemi yapılmalıdır (Anonim, 2005).

Sıcak yolluk kullanılarak yapılan kalıp tasarımlarında soğutucu kanalların konumu sıcak yoluk sistemi göz önüne alınarak yapılmalıdır. Memelerin soğutulması üst kısımdan değil memelerin uç kısımdan yapılmalıdır (Şekil 3.3) (Demirer, 2004).



Şekil 3.3 Memelerden alınan örnek kesitler.

3.1.1.5. Kalıbın Üretime Hazırlanması

Sıcak yolluk sistemindeki manifold ve sıcak yolluk memeleri için kullanılan her sıcaklık kontrol cihazı için ayrı sıcaklık kontrol kartı kullanılmalıdır. Kalıbı prese bağlamadan önce tüm ısıtıcı ve sıcaklık ölçerlerin, kablo bağlantılarında kopukluk ve kısa devre olup olmadığı kontrol edilmelidir. Isıtıcı rezistanslarında kopukluk olmadığı daima ohmmetre ile kontrol edilmeli. Isıtıcının ohm değeri, ısıtıcının teknik resminden kontrol edilmeli. Isıtıcı tel ile topraklama hattı arasında hiç bir ohm değeri okunmamalıdır. Nem almış ısıtıcılarda Megaohm değerleri (250 Kohm-10 Mohm) görülebilir. Bu durumda ısıtıcılar kurutulana kadar 100-120 0 C arasında ısıtılmalıdır. Sıcak yolluk sisteminin, "sıcaklık kontrol cihazı" ile bir ön ısıtmaya tabii tutulması önerilir. İzolasyonun resistansı 250 Kohm değerinin altında ise ısıtıcıya hiç bir zaman tüm güç uygulanmamalıdır. Sıcaklık ölçer kablolarının "+" ve "-" uçları ohmmetre ile kontrol edilmeli. Sıcaklık ölçer ucuna ısı uygulandığında ohm metre ibresi hareket etmiyor ise sıcaklık ölçer değiştirilmelidir. Sıcaklık ölçer uzunluğuna göre ohmmetre

de 9 ila 25 ohm arasındaki değerler okunmalıdır. Daima "Soft Start" özelliği olan sıcaklık kontrol cihazı kullanılmalıdır. Enjeksiyondan önce sıcak yolluk sistemi ısıtıcı bağlantı şeması gözden geçirilerek, bölge numaralarına göre hangi sıcak yolluk memesinin hangi kalıp bölgesinde olduğu ve sıcaklık kontrol cihazının hangi ısıtıcı bölgesine bağlı olduğundan emin olunmalıdır. Isıtıcı bağlantı şeması sıcak yolluk kalıplarında, kalıp üzerine monte edilebilen bir plaka üzerine işlenmelidir (Ellez, 2003).

3.1.1.6. Kalıbın Üretim Sırasında Yapılması Gerekenler

Enjeksiyon makine meme çapı, sıcak yolluk sisteminin malzeme giriş çapından küçük olmalıdır. Yolluk girişine iyi oturmayan makine memesi, malzemede yüksek kesme gerilmelerine, basınç kayıplarına ve renk değişimlerinde problem yaratacak ölü bölgelere neden olacağı için buna dikkat edilmelidir. Tüm su bağlantıları, var ise hidrolik ve pnomatik bağlantıları yapıp test edilmelidir. Hidrolik sistemde hava kalmadığından emin olunmalıdır. Isıl genleşmeler sonucu oluşacak gerilmeler artmaması ve kalıpta hasar veya olası plastik malzeme kaçakları önlemek için sıcak yolluk sistemi kataloglarında çalışma sıcaklığı hiç bir zaman aşılmamalıdır. Enjeksiyona başlamadan önce bütün bölgelerin istenilen çalışma sıcaklığına eriştiği kontrol edilmelidir.

Sıcaklık yolluk sistemi ısıtılırken başlangıçta tüm ısıtıcıların kapalı olması, her bölgenin ayrı ayrı ısıtılarak bölgedeki sıcaklık ölçerin cevap verdiğiinden emin olunması gerekir. Bu işlemin kalıp Enjeksiyon makinesinde tam kapama kuvveti altında iken yapılarak sıkışmış kablo olmadığından emin olunmalıdır. "Valf Gate"li kalıplarda soğutma sularını açtıktan sonra sıcak yolluk sistemi ısıtılmalıdır. Sıcak yolluk sistemi dengeli termal genleşmeler oluşturacak şekilde çalışma sıcaklığına erişebilmesi için kalıpta su devreleri açık iken, sıcak yolluk sisteminin sıcaklığı çalışma sıcaklığının 50-100 C daha altına ayarlanıp, sistem bu sıcaklıkta en az 10 dakika tutulmalıdır. Sıcak yolluk sisteminin sıcaklığı, makine vida sıcaklığından farklı olmamalıdır. Makine vidasından yolluk giriş ucuna kadar eşit bir sıcaklık profili sağlanmalıdır. Kalıp sökülürken de önce sıcak yolluk sisteminin ısıtıcıları kapatılmalı, kalıp oda sıcaklığına soğuduktan sonra soğutma suları kapatılıp kalıp enjeksiyon makinesinden indirilmelidir (Anonim, 2005).

Plastik Enjeksiyon kalıplarındaki sıcak yolluk uygulamalarının başarısı bir çok faktöre bağlıdır. Uygun polimerin seçimi ile beraber iyi bir parça ve kalıp tasarımının yapılması ve doğru Enjeksiyon makinesinin seçimi kritik faktörlerdir. Bunların yanında parça üzerindeki yolluk girişinin konumu ve yolluk giriş tipinin seçimi Enjeksiyondan başarılı neticeler alabilmek için çok daha önemlidir.

Plastik parça tasarımı sırasında, yolluk girişinin konumuna karar verilirken parçanın dengeli doldurulabilmesi ve yolluk girişinin oluşturduğu anizotropi dikkate alınmalıdır. Bilindiği gibi malzeme akış yönünde polimerde oluşan molekül zincirleri akış yönündeki mukavemeti artırırken, akış yönüne dik yönde daha düşük bir mukavemet yaratmakta, ayrıca her iki yöndeki çekme oranları da farklı olmaktadır. Yolluk giriş konumuna karar verdikten sonra çeşitli sıcak yolluk giriş metotları arasından doğru bir seçim yapmak gerekir. Çeşitli metotlarının seçilen uygulamaya göre ayrı ayrı avantaj ve dezavantajları vardır.

3.1.1.7. Yolluk Giriş Ucu Tipleri

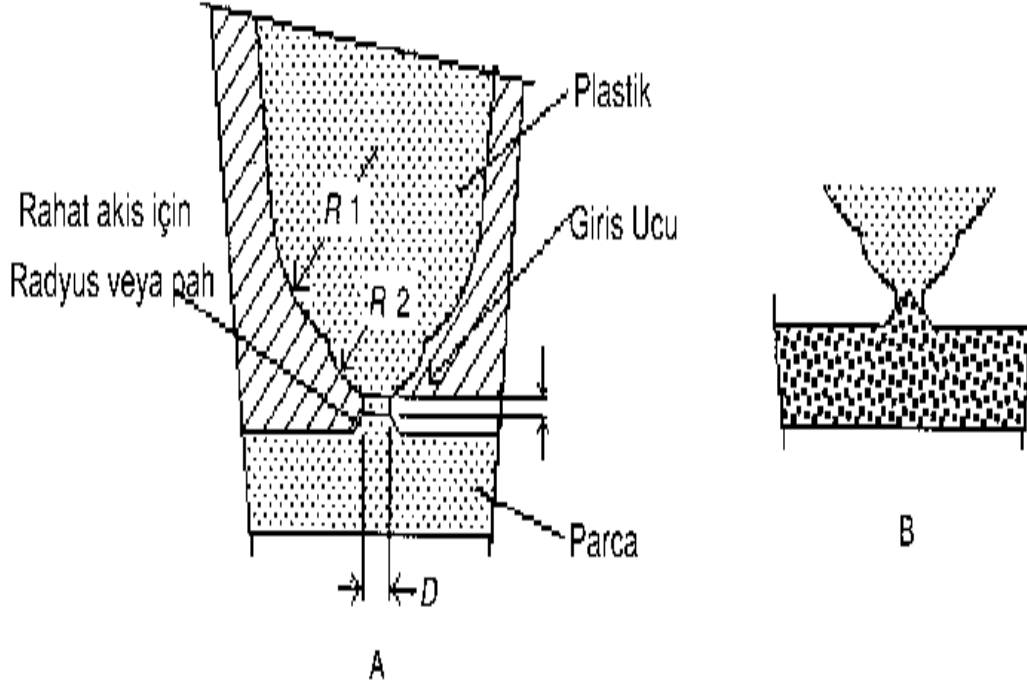
Sıcak yolluk sistemlerinde kullanılan meme uçları veya yolluk giriş uçları aşağıda tanımlanan dört ana grupta toplanabilir.

- Daire kesitli açık giriş ucu (Sprue Gate),
- Halka kesitli açık giriş ucu (Hot tip),
- Kenar giriş ucu (Edge Gate),
- Açma/Kapamalı giriş ucu (Valve Gate),

3.1.1.7.1. Daire Kesitli Açık Giriş Uçları - Sprue Gate

Bu uç tipinde basınç altındaki plastiğin rahat akışı için giriş kesiti açıktır. Enjeksiyon çevriminin sonunda girişteki dar kesitte donan plastik bir tapa vazifesi görerek girişi tıkamakta ve kalıbın dişi yüzeyine malzemenin akması (damlaması) önlenmiş olmaktadır. Kalıp açılırken yolluk giriş ucundaki dar kesitte donmuş olan plastik kopmakta ve parça üzerinde bir artık bırakmaktadır. Bu artığın büyüklüğü ve şekli yolluk giriş ucunun çapına ve geometrisine bağlı olduğu kadar enjeksiyon çalışma şartlarına (sıcaklıklar, basınçlar ve zaman) da bağlıdır. Bir sonraki baskıda enjeksiyon

basıncı giriş ucundaki donmuş plastik tapayı kalıbın içine itmekte ve giriş ucu tekrar açılmaktadır. Bu plastik tapa baskı sırasında eriyerek kalıbı dolduran plastik ile karışmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken plastik tapa yüksekliğinin diğer bir deyiş ile kalıpta açılan yolluk giriş ucu yüksekliğinin parça et kalınlığından daha düşük olması gerektiğidir. Parça yüzeyinde çok küçük bir artık istendiğinde yolluk giriş ucu yüksekliğinin ortada daralacak şekilde çift taraflı konik yapılması ile kopmanın en dar kesitte (giriş ucu yüksekliğinin ortasında) olmasını sağlayacağından hem tıkanma riski ortadan kaldıracak hem de parça yüzeyinde küçük bir artık kalacaktır. Şekil -1 A da giriş ucu kanalındaki yüksekliğe her iki yönden koniklik verilmiş ideal bir giriş ucu kesiti gösterilmektedir. Bu geometrinin kalıba işlenmesi daha zor olmasına rağmen, plastiğin kopma noktası bu formdaki bir uç geometrisi ile çok iyi tanımlanmaktadır. Bu yolluk giriş tipinde yolluk giriş kanalının yüksekliği genellikle 0. 10-0. 15 mm arasında seçilmektedir. Bu tasarım aynı zamanda düz silindirik girişe göre daha mukavemetli bir tasarımdır. Şekil 3.4.B.' de gösterildiği gibi bu geometrideki bir giriş kanalında donmuş plastik kalıp açılırken parça yüzeyinde çok küçük bir artık bırakmaktadır.



Şekil 3.4.Silindirik yolluk girişi. A-Enjeksiyon sırasında, B-Plastik donduktan sonra.

3.1.1.7.2. Halka Kesitli Açık Giriş Uçları - Hot Tip

Giriş kesiti halka formunda olan uçlar, ekseninde plastik malzemenin donmasını önlemek için torpil formunda (torpedo) sıcak bir silindirik parçanın yerleştirildiği açık uçlu yolluk girişleridir. Yolluk memesi içindeki sıcak malzeme ile ısıtılan ve parçanın dış yüzeyine kadar uzanan torpedo, düşük sıcaklıktaki kalıbın soğuttuğu giriş ucuna plastik malzemenin sıcaklığını taşıyarak giriş ucundaki malzemenin enjeksiyon sırasındaki donma riskini ortadan kaldırılmaktadır. Torpedonun etrafında daima sıcak bir plastik tabakası oluşmakta, soğuk kalıp çeliği ile temasta olan plastik malzeme ise eksenindeki plastik malzeme için bir izalasyon tabakası oluşturmaktadır. Plastik malzeme yolluk giriş ucundaki sıcak torpedonun etrafından boru şeklinde akarak kalıp gözüne girmektedir. Sıcak torpedo ucunun çevresinden plastik malzemenin yüksek hızlardaki akışı, özellikle katkılı plastikler kullanıldığında torpedo ucunu zaman içinde aşındırmakta ve değiştirilmesini gerektirmektedir. Genellikle birçok sıcak yolluk üreticisi tarafından yüksek ısı iletimi özelliğinden dolayı torpedo malzemesi olarak BeCu tercih edilmektedir. Ancak son zamanlarda BeCu malzemenin aşınma mukavemeti yeterli bulunmadığından toz metalürjisi ile imal edilen ısı iletim katsayısı yüksek özel Tungsten karbür alaşımları kullanılmaktadırlar (Gevrek, 2005).

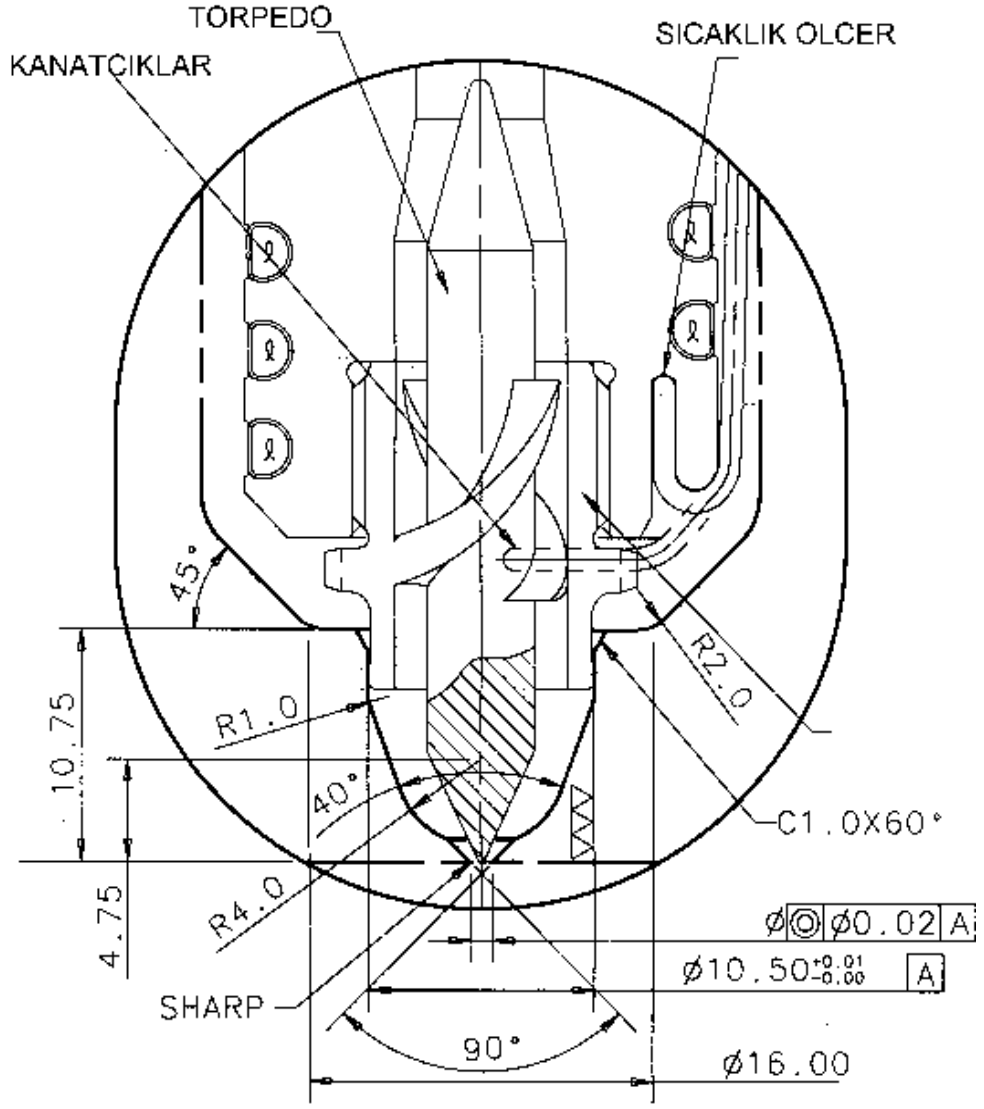
Bu yolluk ucu tipinin avantajları aşağıda verilmiştir;

- I. Yolluk ucunda donma olasılığı çok azdır. Torpedonun çevresinde daima ince bir tabakada sıcak viskoz plastik bulunduğundan, giriş ucunda donmuş olan dış plastik halka bir sonraki baskıda kolaylıkla eritilmektedir.
- II. Yolluk ucunda iplikleşme diğer uç tiplerine göre çok daha az oluşur. Bu tip uçlar özellikle sıcaklığa hassas olmayan, kolay iplikleşme gösteren plastik malzemelerde ve kısa çevrim süreleri için çok yüksek doldurma hızları kullanılan kalıplarda (şişe kapağı kalıpları gibi) kullanılır.
- III. Silindirik uçlara göre parça üzerinde çok daha küçük yolluk artığı kalmaktadır.
- IV. Yolluk giriş ucunda sıcaklık daha iyi kontrol edilebildiğinden enjeksiyonda daha geniş bir çalışma penceresi elde edilmektedir.

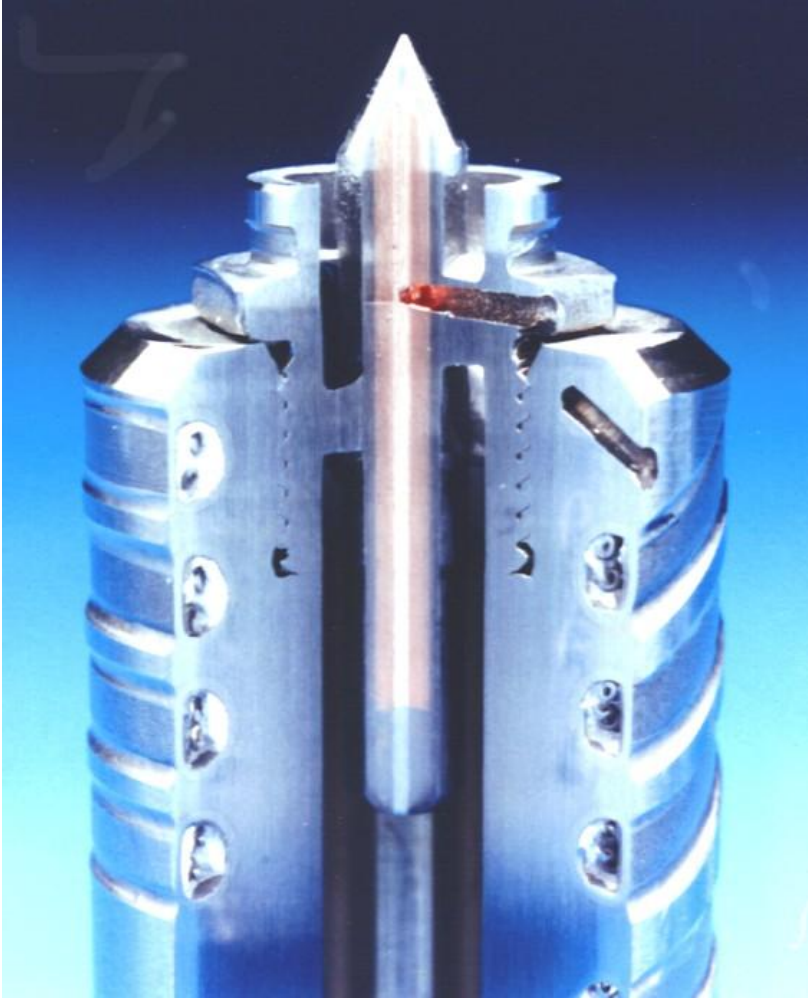
Bu avantajlara karşılık şu dezavantajlar da sayılabilir;

- I. Yolluk kanalı içine yerleştirilen torpedo malzeme akışında bir süreksizlik yarattığından, torpedonun boyu yeterli değil ise parça üzerinde istenmeyen akış izleri meydana gelebilir.
- II. Küçük kesitli uçtaki akış direncini yenmek için yüksek basınçlar gerektiğinden, bu uç tipi bütün polimerlere uygun değildir.
- III. Bu uç tipi hiç bir zaman kirli malzeme kullanılmasına izin vermez.
- IV. Torpedonun formu ve uç içindeki bağlantısı iyi tasarımılandırılmamış ise, bu yüzeylerde uzun süre takılı kalan malzeme degrade olup basılan malzemeye karışarak parça kalitesini düşürür.

Şekil 3.5.'de Mold Masters firmasının geliştirdiği torpedo tasarımının kalıp içindeki yerleşimi ve yolluk memesine monte edilmiş torpedonun kesit fotoğrafı gösterilmektedir. Isı iletimi yüksek bir "Tungsten Karbür" alaşımından toz metal enjeksiyonu ile imal edilmiş olan torpedo, uç kısmında çapı büyütülen yolluk memesi kanalının içine vidalanmaktadır. Bu sayede aşınma mukavemeti çok yüksek olan Tungsten Karbür torpedonun uç kısmında uzun çalışma süreleri sonunda bir aşınma söz konusu olursa değiştirme imkanı bulunmaktadır. Torpedo yolluk ucuna, malzeme akışında süreksizlik yaratmayacak bir form verilmiş kanatçıklar yardımı ile bağlanmıştır. Torpedonun ucu yolluk giriş ucunun ekseninde bulunmaktadır. Yolluk giriş ucunun dış çapı, enjeksiyonu yapılan parçanın ağırlığına ve et kalınlığına göre 0.6-3.0mm arasında seçilerek kalıpçı tarafından kalıba işlenilmektedir (Gevrek, 2005).



Şekil 3.5.A. Kalıp montaj detayı.



Şekil 3.5.B. Sıcak yolluk memesi ucuna vidalanmış torpedo ucun kesit fotoğrafı.

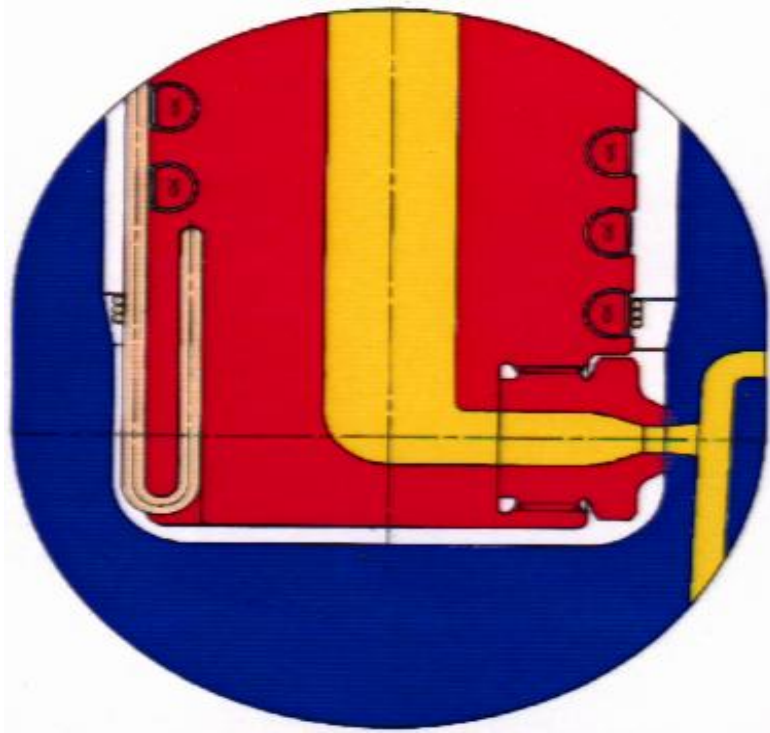
3.1.1.7.3-Kenar Giriş Uçları - Edge Gate

Şekil 3.6.A'da kenar yolluk giriş ucunun prensip tasarımı gösterilmiştir. Bu uç tipi yatay daire kesitli açık bir uçtan farklı değildir. Enjeksiyon baskısının sonunda yatay giriş ucunun küçük kesitli kanalında donan malzeme, kalıbın açılması ile parça üzerinden koparak ayrılmaktadır. Kalıp açık iken plastiğin kalıp içine damlamamasını/akmamasını bu tapanın vazifesi gören donmuş plastik sağlamaktadır. Bir sonraki enjeksiyonda bu plastik tapan yeni gelen plastiğin basıncı ile kalıp gözüne itilmekte ve sıcak malzemenin içinde eriyerek kaybolmaktadır (Gevrek, 2005).

Yolluk giriş kanalının yüksekliği (veya kalınlığı) parça et kalınlığından daha düşük olmalı ve donmuş plastik tapanın kalıp gözüne kolay itilebilmesi için konik

yapılmalıdır. Yolluk giriş kanalının yüksekliği (L) genellikle 0,5-1,0 mm arasında seçilir. Küçük değerlerin tercih edilmesine rağmen buradaki sınırlama, kalıp gözü ile sıcak yolluk memesi için açılan boşlukların arasında kalan ince et kalınlığındaki çeliğin mukavemetidir. L mesafenin seçimi yolluk girişinin parça üzerindeki konumuna ve parça geometrisine de bağlıdır.

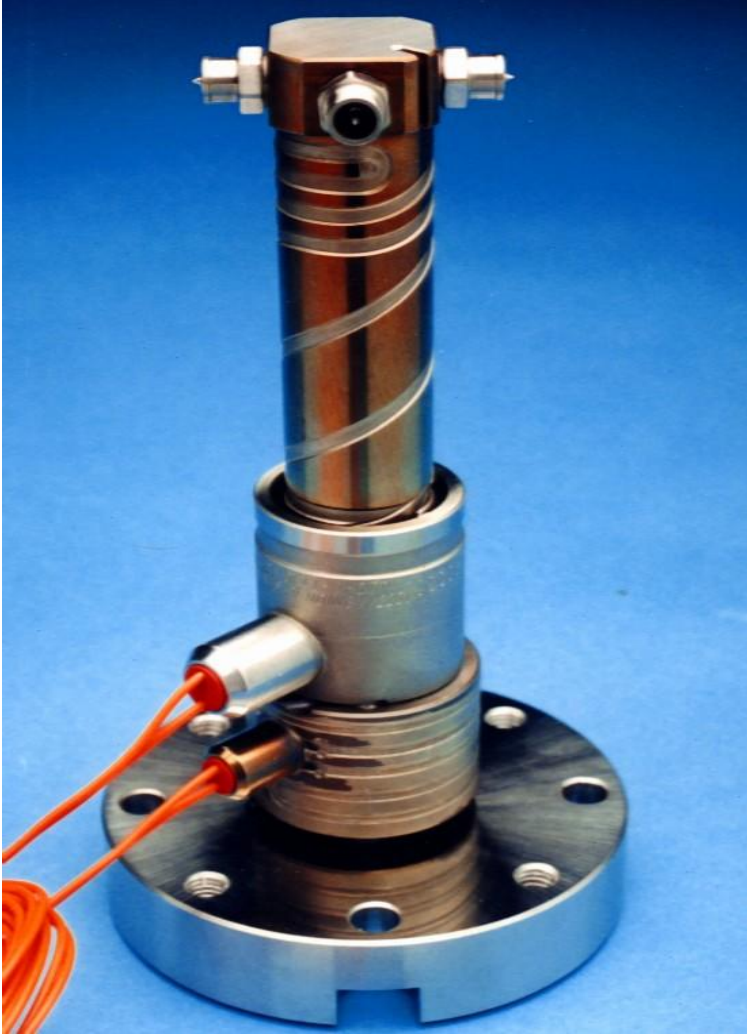
Yolluk giriş ucu ile kalıp arasında bırakılması gereken genleşme boşluğunun boyutlandırılması da sistemin sağlıklı çalışması için çok önemlidir. Bu nedenler ile bu uç tipinin çalışma sıcaklığındaki genleşmeleri de hesaba katılarak kalıpta yapılacak yerleşimin tasarımı, uç girişinin boyutlandırılması, bu hassas ölçülerin kalıba işlenmesi ve sıcak yolluk sisteminin kalıba montajı çok kritiktir ve özel dikkat gerektirir. Mold Masters bu konudaki tecrübelerini daima kullanıcılarına sunmakta ve mutlaka kalıp tasarımını kontrol etmektedir (Gevrek, 2005).



Şekil 3.6.A. Kenar giriş ucu tasarımı.

Bu giriş metodunun en büyük avantajı, Şekil 3.6. B'deki fotoğrafta da görüldüğü gibi bir sıcak yolluk memesine 4 uç birden bağlanabilmesi ve 4 kalıp gözünün aynı anda beslenebilmesidir. Kenar yolluk girişi gerektiren parçaların sıcak yolluklu kalıplarının

ilk uygulamalarında, standart sıcak yolluk memesinden sonra kenar yolluk girişleri bir soğuk dağıtım yolluğu sayesinde gerçekleştirilmek idi. Bu yeni tip yatay yolluk giriş uçlu memelerin kullanılması ile soğuk dağıtım yolluğu gereksinimi ortadan kalkmaktadır. Soğuk dağıtım yolluğunun gerektireceği kapama kuvveti ihtiyacı da ortadan kalktığından bu sistemin kullanıldığı kalıplar daha küçük enjeksiyon makinelerine bağlanabilmekte, dolayısı ile parça maliyeti de düşürülmektedir.



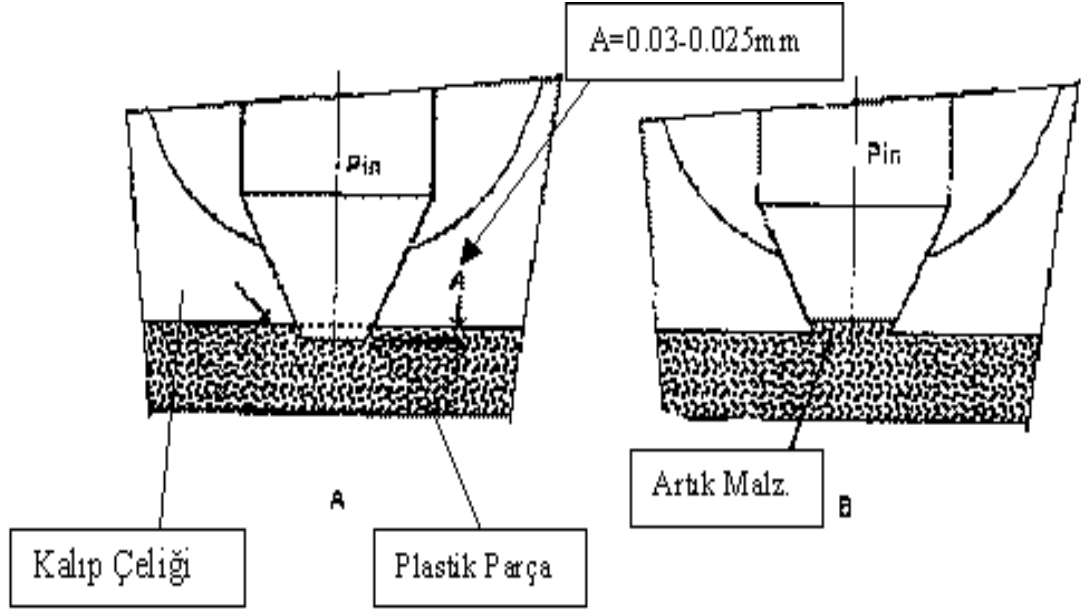
Şekil 3.6.B. Dört adet giriş ucu vidalanmış yolluk memesinin fotoğrafı.

Ayrıca soğuk dağıtım yolluğunun ortadan kaldırılması ile yolluk giriş ucundaki malzeme daha iyi kontrol edilebildiğinden parça kalitesi de arttırılmakta ve renk değişimleri de çok daha kolay ve hızla yapılabilmektedir (Karasungur, 2002).

3.1.1.7.4. Valf (Açma/Kapamalı) Yolluk Giriş Uçları - Valve Gate

Açma / Kapamalı yolluk giriş uçları (Valve gate), enjeksiyon sırasında açık, kalıbın içine gerekli malzeme miktarı basıldıktan sonra yolluk girişi bir meme iğnesi ile kapanan yolluk giriş tipleridir. Bu sistemlerin en büyük avantajı yolluk girişinin istenildiği anda açılıp kapatılabilmesi ve enjeksiyon baskısının çok iyi kontrol altında tutulmasıdır. Bugünkü uygulamalarda meme iğnesinin hareketi hidrolik veya pnömatik sistemler ile kontrol edilmektedir. Hidrolik sistemlerin dezavantajı yağ kaçağı durumundaki yangın tehlikesi ile ortam kirliliğidir. Mold Masters firmasının tasarımlarında valf hareketini veren silindir-piston grubu hem hidrolik hem de pnömatik olarak çalıştırılabilmektedir (Karasungur, 2002).

Bugün kullanılan valf tipi yolluk giriş uçlarında, ucu konik taşlanmış bir meme iğnesi kalıpta işlenen yolluk girişine oturmaktadır (Şekil-4). Bu tasarım şekli yolluk memesi kanalının eksenindeki iğne için iyi bir yataklama sağlarken, kalıpta bir basma kuvveti yaratacağından yolluk ucundaki kalıp çeliğinin yeteri mukavemette olması gerekir. Bu sıcak yolluk sistemlerindeki en önemli nokta, sıcak plastiğin içinde çalışmakta olan meme iğnesi boyunun genleşme toleransının iyi hesaplanıp meme iğnesinin kalıba alıştırmış olmasıdır. Meme iğnesi boyunun uzun olması durumunda giriş ucundaki kalıp çeliğinin aşırı yükler altında zorlanması hatta iğnenin eğilmesi söz konusu olabilir, kısa olması durumunda ise parça üzerinde istenmeyen malzeme artığı ile karşılaşılır. İdeal olarak pin ucunun plastik parçaya 0.03-0.025mm bir derinlikte batacak şekilde ayarlanmış olmasıdır. Şekil 3.7.'de şematik olarak giriş ucundaki pinin istenen ve istenmeyen konumları gösterilmiştir.



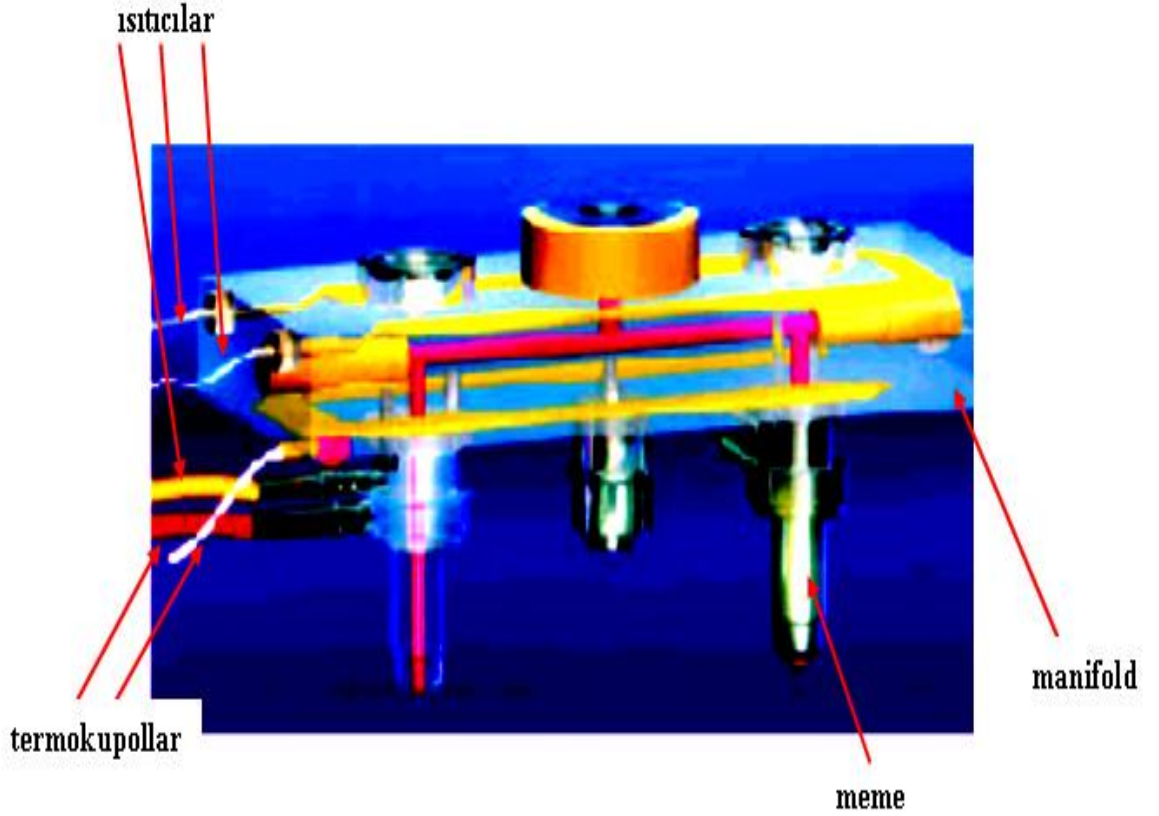
Şekil 3.7.A. Doğru alıştırılmış valf pin;

Şekil 3.7.B. Kısa boylu valf pin parça yüzeyinde artık bırakmakta (Karasungur, 2002).

3.1.1.8. Sıcak Yolluk Sistemlerinde Manifold Kullanımı

Yapılan çalışmada sıcak yolluk sistemlerinde kullanılan manifoldlar incelenmiş manifold tipleri ve bu manifold tiplerinin birbirine göre avantajları ortaya konmuş manifold seçiminde dikkat edilmesi gereken bazı hususlar belirtilip manifold tasarımında dikkat edilmesi gereken önemli konulara değinilmiştir.

Sıcak yolluk sisteminde eriyik haldeki malzeme, enjeksiyon silindirinden kalıp gözüne kadar olan mesafede sıcaklık ve basınç kaybı olmadan ve hasara uğramadan iletilmektedir (Şekil 3.8.). Bu süre boyunca plastik malzemenin; içinde eriyik halde kaldığı ve böylece giriş memesine kadar uzandığı plakaya manifold (dağıtıcı plaka) denir. Plastik manifold içinde eriyik halde kalmasını sağlamak için, manifoldun ısıtıcılar vasıtasıyla eriyik sıcaklığına kadar ısıtılması ve sürekli bu sıcaklıkta kalmasının temin edilmesi gerekmektedir. Bu ısı kontrolü de termokupollar (sıcaklık kontrol cihazları) kullanılarak sağlanır (Karasungur, 2002).



Şekil 3.8. Sıcak yolluk sistemi elamanları (Demirer, 2002).

3.1.1.9. Sıcak Yolluk Sisteminde Dağıtıcılar (Manifoldlar)

Sıcak yolluk dağıtıcısının (manifold) görevi, eriyiği yolluk burcundan alarak mümkün olan en düşük basınç kaybıyla hasarsız olarak ve aynı sıcaklıkta memelere iletimini sağlamaktır (Frados, 1976).

Enjekte edilmiş malzeme ısıtıcılar sayesinde eriyik halde kalır ve termokupollar sayesinde bu sıcaklık olumsuz bir değişme göstermez. Termokupollar meme veya manifold gövdesi üzerinde bulunurlar. Manifoldlarda genelde dengeli bir akış söz konusudur.

Manifoldlar genelde I, H ve X tipli olmakla beraber değişik şekilli olanları da vardır. Bazen de bu temel şekillerin kombinasyonundan yararlanılarak değişik manifold sistemleri oluşturulabilir. I, H veya X tipi manifoldlardan her biri kullanıldıkları kalıba göre birbirinden daha üstün özelliklere sahiptirler (Frados, 1976).

Manifold tipi seçiminde temel hedef mümkün olduğunca eşit akış yolu kuralını sağlamaktır. Tek başına ısıtılmış bir meme ile tek bir kalıp gözü doldurulabildiği gibi sıralı yolluklarla da memenin sıcaklığı kullanılarak doldurma işlemi dengelenebilmektedir. Şekil 3.9 ve Şekil 3.10'daki gibi ideal manifold göz sayıları 2-3-4-8-16 dır. 6'lı ve 12'li kalıplar ise dengesiz akışkan dağılımı nedeniyle tercih edilmez (Karasungur, 2002).

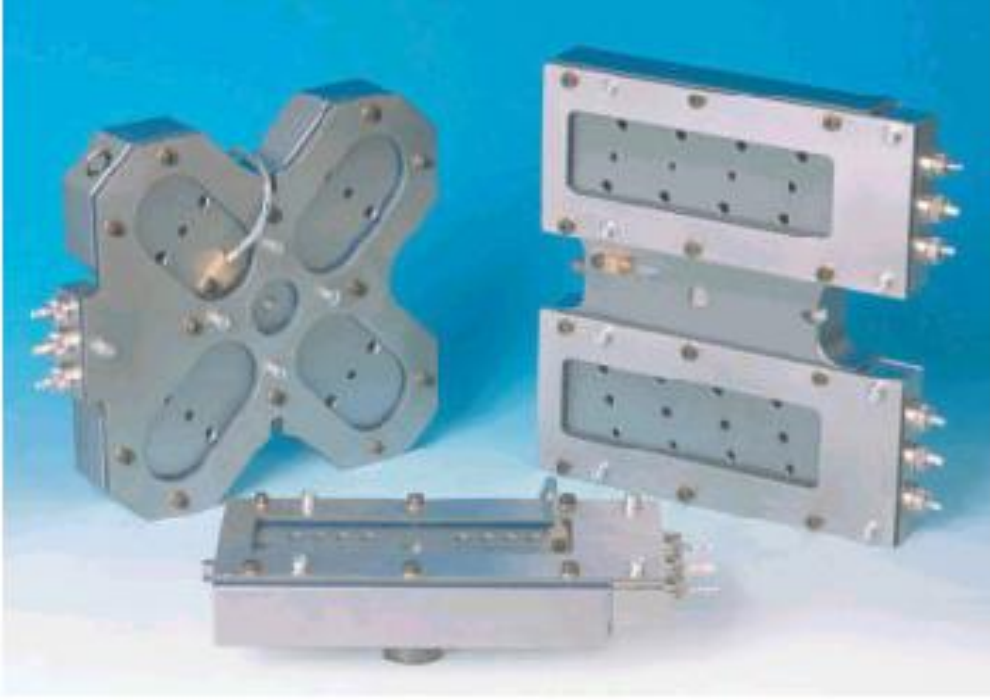


Şekil 3.9. Temel manifold şekilleri.

3.1.1.10. Sıcak Yolluk Sisteminde Dağıtıcı Tipleri

3.1.1.10.1. Dahili Isıtılmış Manifoldlar

Bu manifold tiplerinde manifold içine boydan boya büyük çapta bir delik delinmekte bu deliğe oranla daha küçük çaplı fişek rezistans yerleştirilmiş ve deliğe merkezlenmektedir. Eriyik malzeme manifold boyunca akarken bu ısıtıcı etrafında akar ve böylece ısıtıcıyla temas halindeki malzeme eriyik halini korurken manifoldla temas



Şekil 3.10. Dahili ısıtılmış manifold (Demirer, 2002).

halindeki malzeme ise donarak katılaşır ve hareket etmez. Böylece akışkandan manifoldta bir ısı transferi olmaz ve bu şekilde ısı muhafaza edilerek kalıplama işlemi yapılır. Her kalıp boşluğundaki kalıp doldurma kontrolü her girişin arkasına yerleştirilen ısıtılmış uçlu çubuklarla sağlanır. Her bir çubuk kendi özel ısıtıcısıyla ısıtılır ve termokupoluyula ısı kontrolü sağlanır. Çubuk uzunluğu ve ısı kontrolü yapılarak dengelenmesi zor kalıpların dolularının sağlıklı bir şekilde yapılması Şekil 3.11'deki gibi sağlanır (Turaçlı, 2002).

Avantajları

- Her kalıp boşluğuna iyi kalıp doldurma kontrolü. Her girişin arkasına yerleştirilmiş özel ısıtıcı çubuklar sayesinde manifoldun her tarafında dengeli ısı iletimi.
- Giriş sorunlarında azalma. Girişteki malzemenin sarkması veya tıkanması yerleştirilen ısıtılmış çubuklar sayesinde engellenir.
- Her baskıda hassas baskı kontrolü.
- Bozulan kalıp çukurunu ısıtıcı çubuğu kullanılarak elemine edilmesi ve böylece otomasyonun kesilmesinin önlenmesi (Demirer, 2002).

Dezavantajları

- Renk değişimi düşünölen kalıplarda zorluk çıkarabilmeleri,
- Kullanımı sırasında ısıtıcı çubukların özellikle yüksek basınca maruz kalmaları halinde çabuk kırılabilimleri (Demirer, 2002).



Şekil 3.11. Harici ısıtılmış manifoldlar (Turaçlı, 2000).

3.1.1.10.2. Harici Isıtılmış Manifoldlar

Bu tip manifoldlarda manifoldta içinden ısıtıcıların geçeceği delikler veya kanallar açılır ve ısıtıcılar bu deliklere veya kanallara istenen özellikte yerleştirilir. Bu ısıtıcıların kalıbı ısıtmasıyla birlikte akışkan manifold içerisinde sürekli eriyik halini muhafaza eder. Isının manifold tarafından iyi emilmesi için ısıtıcıların manifoldta iyi bir yerleşim planıyla döşenmiş olmaları gerekir.

Avantajları

- Isıtılmış akış kanalından sürekli tam erimiş malzeme akması nedeniyle iyi basınç transferi
- Termal olarak ayarlanıp çalıştırıldığında sabit verim (Demirer, 2002).

Dezavantajları

- Sızdırma olayıyla sık-sık karşılaşılması,
- Manifoldun kullanılmadan önce ısıtılması ve bu suretle yaklaşık $\frac{3}{4}$ saatlik zaman kaybına neden olması,
- Verimle karşılaştırıldığında daha fazla elektrik gücü kullanımı (Demirer, 2002).

3.1.1.10.3. İzolasyonlu Sıcak Yolluk Dağıtıcıları

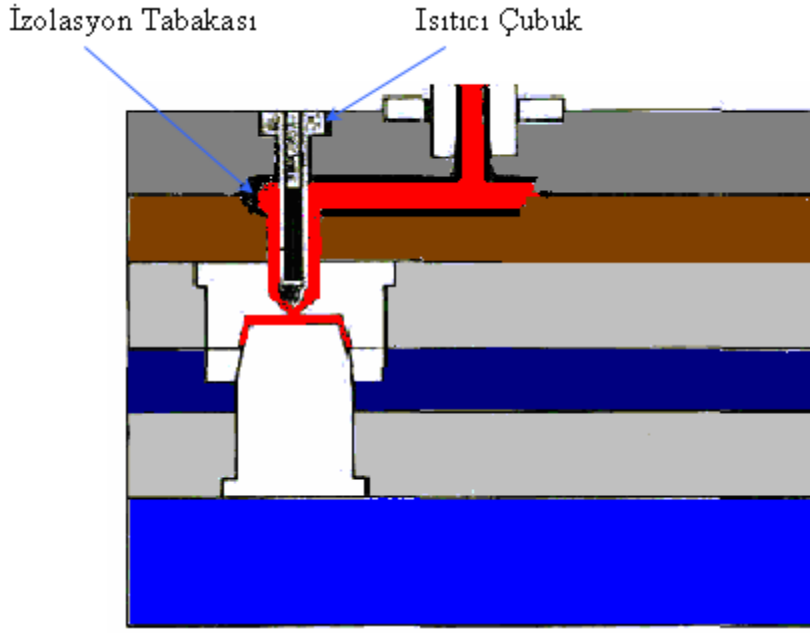
Bütün sıcak yolluklu kalıplama sistemlerinin en basitidir (Şekil 3.12.). Erimiş plastik kalıp içine enjekte edilir soğuk kalıba enjekte edilen malzeme kalıp yüzeyine değince donar ve bir tabaka oluşturur. Bu tabaka plastik kalıp içinde akarken izolasyon görevi görür. Tabaka kalınlığı sistemde akan malzemenin ısısı, kalıbın ısısı ve baskı süresinin uzunluğuyla ilgilidir. Büyük çaplı besleme kanallarının yarısı kalıbın bir plakasına yarısı ise diğer plakasına işlenir ve kalıp kapatıldığında tam yuvarlak hale gelmesi sağlanır. Malzemenin giriş ucunda donmasının önüne geçilmesi için giriş kısmına ısıtıcı çubuklar yerleştirilmelidir (Turaçlı, 2000).

Avantajları

- Yolluk sistemi kolayca açılıp temizlenebilir. Bunun sonucu renk değişimi yapılacaksa renk kirlenmesinin önüne geçilmiş olunur.
- Diğer sıcak dağıtıcı sistemlerine göre işleme daha hızlı başlar.
- Diğer sıcak yolluklu kalıp tiplerine göre daha az maliyet gerektirir.

Dezavantajları

- Çalışma sırasında dağıtıcının tamamen donması halinde kalıbın sökülerek temizlenmesinin gerekmesi,
- Girişin donma nedeniyle tıkanma olasılığı,
- Basınç kaybının yüksek olması (Turaçlı, 2000).



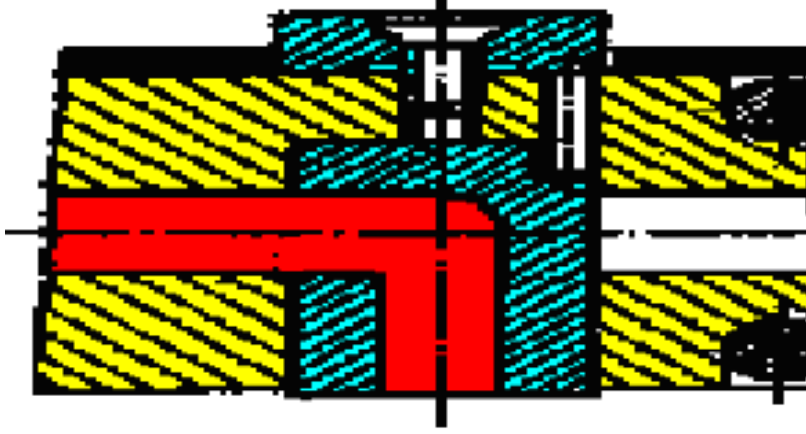
Şekil 3.12. İzolasyonlu sıcak yolluk sistemi (Frados, 1976).

3.1.1.11. Dağıtıcıların (Manifoldların) Tasarımı Ve İmalat Detayları

Manifoldlar genelde bu konuda uzmanlaşmış firmalardan temin edilmekte olup üretim gereçleri yüksek ısı altında boyutsal kararlılık gerektirmesi nedeniyle sıcak iş takım çelikleridir (Karasungur, 2002).

Dağıtıcı kanalların yüzey kalitesi imalat sırasında dikkate alınmalıdır. Kanalların kenar ve köşelerinde çapıklar oluşmaktadır. Bunlar temizlenmelidir aksi takdirde renk değişiminde parçada hatalara neden olmaktadır. Bu nedenden dolayı eriyikle temas eden yüzeyler delindikten sonra raybalanmalı ve mümkünse parlatılmalıdır. Manifoldun kolay montajı için manifold kenarlarına kulaklar açılmalıdır (Frados, 1976).

Manifold içinde dengeli bir akış olmasının bir diğer etkeni de manifold içindeki dönüş alanlarıdır. Şekil 3.13. de görüldüğü gibi bu alanların akışkan kanalına dik değil belli bir eğrilikte veya radiüste olması gerekir. Manifold bloğuyla kalıp plakaları arasında iyi bir ısı yalıtımı sağlanması için manifoldla kalıp arasında hava boşluğu bırakılmalı ve bu boşluk minimum 7 mm olmalıdır. Bu boşluk manifoldun altına ve üstüne yerleştirilmiş destek halkaları sayesinde sağlanır (Demirer, 2002).



Şekil 3.13. Manifoldlarda dönüşler (Demirer, 2002).

3.1.1.11.1. Dağıtıcının Isıtma Gücünün Hesaplanması

Manifold için gerekli ısıtıcı eleman seçilirken gerekli ısı güç hesaplanmalı ve o doğrultuda ısıtıcı eleman seçilmelidir. Dağıtıcı bloğun ısıtma gücü aşağıdaki formülle hesaplanır. Manifoldta gereğinden fazla ısı verilmesi malzemenin soğuma zamanının artmasına neden olur ve bu durum da sıcak yolluklu kalıpların avantajlarından birini ortadan kaldırır. Bunun yanı sıra gereğinden az ısı verilmesi ise istenen kalıplama sıcaklığına erişilememesine ve kalıplama sırasında malzemenin manifold içinde donmasına neden olabilir.

$$P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{t \cdot \eta_{gen}}$$

P : Isıtma gücü (kW)

m : Sıcak yolluk dağıtıcısının ağırlığı (kg)

c : Çeliğin özgül ısısı (0,48 kJ/kg.K)

ΔT : İstenilen eriyik sıcaklığı ile dağıtıcının ısıtmaya başlama esnasındaki sıcaklık farkı

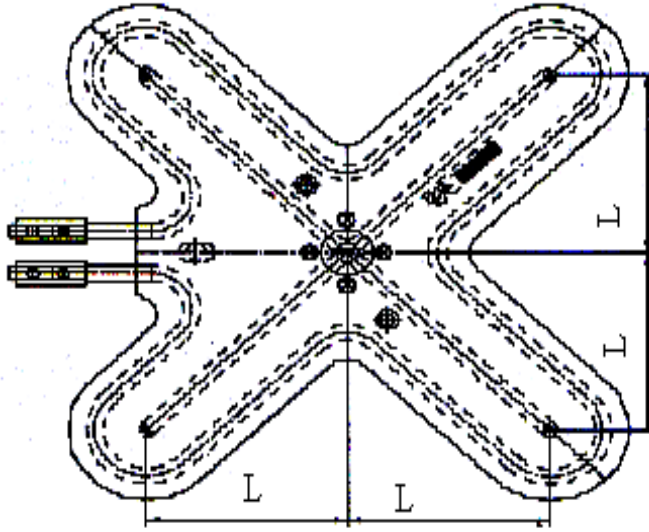
t : Isıtma süresi (s)

η_{gen} : Genel verim (elektriksel-termik) (yaklaşık ~ 0,4-0,7 genelde 0,6)

Bu ısı güç hesaplandıktan sonra, eğer fişek rezistans kullanılacaksa bulunan ısı güç fişek rezistansın gücüne bölünür ve bulunan sayıya göre gereken fişek rezistans sayısı belirlenir (Karasungur, 2002).

3.1.1.11.2. Manifold Kollarında Toplam Genleşme Miktarı Hesabı

Manifoldların kalıp içine yerleşim planları yapılırken kollardaki genleşme miktarı da hesaplanmalı ve bu doğrultuda uygun boşluk verilmeli, manifold gerekli şekilde sabitlenmelidir (Şekil 3.14.). Bu genleşme hesaba katılmadan sabitleme yapılması halinde manifoldda gerilme ve çatlama meydana gelebilir. Bu gerilme veya çatlama önüne geçmek için aşağıdaki formülden yararlanılarak genleşme miktarı bulunabilir ve bu doğrultuda manifoldun yerleştirileceği alan uygun miktarda genleşmeye olanak sağlayacak kadar geniş yapılır (Demirer, 2002).



Şekil 3.14. Manifold Kollarında Toplam Genleşme Miktarı Hesabı.

$$\Delta L = \frac{L \cdot \Delta t \cdot k}{10^6}$$

ΔL : Toplam uzama miktarı (mm)

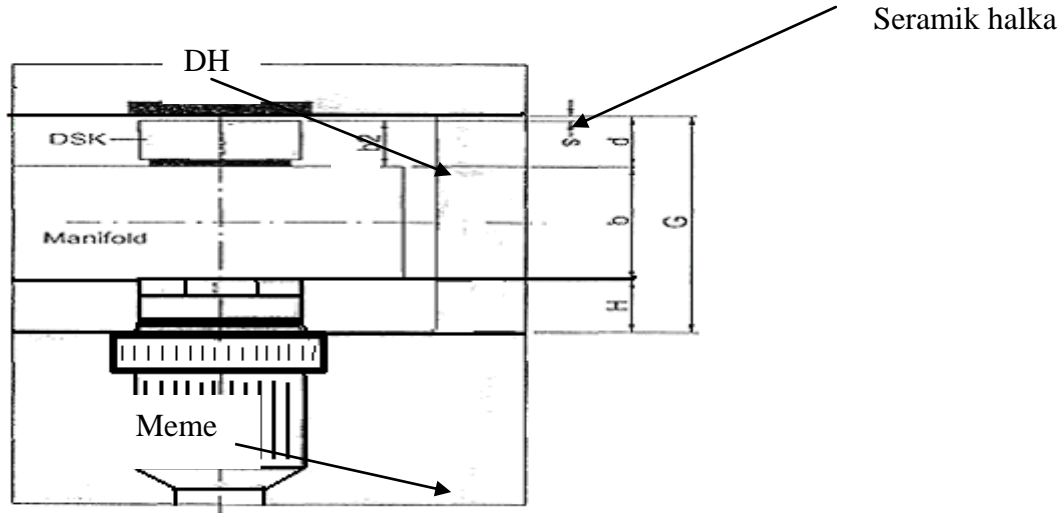
L : Manifold merkezine olan mesafe (mm)

Δt : Çalışma ısı ile oda sıcaklığı arasındaki fark ($^{\circ}\text{C}$)

k : Termal genleşme katsayısı (çelikler için 12,5).

3.1.1.11.3. Destek Halkasının Ayarlanması

Destek halkası manifoldla kalıp plakaları arasında ısı transferini engellemek amacıyla kullanılmaktadırlar. Bu destek halkaları manifoldla en az değme yüzeyi sağlamak için içleri boş ringler halinde tasarlanırlar (Şekil 3.15.). Destek plakasıyla manifold arasına ise ısıl iletimi en alt düzeye indirmek için seramik halkalar konmalıdır.



Şekil 3.15. Destek halkası hesabı.

Destek halkası kalınlığı (b_2), manifold kalınlığı (b), meme flanşı yüksekliği (H), hava boşluğu (d) ve çeliğin genleşme katsayısına (a) bağlıdır.

$H + b + b_2$ uzunluklarının toplamı manifoldda oluşması olası genleşme göz önünde bulundurularak işlem sırasında $G + 0.05$ mm olmalıdır.

Δt : Eriyik ısısı - Kalıp ısısı ($^{\circ}\text{C}$)

ΔL : $a \cdot L_1 \cdot \Delta t$ (boyutsal değişim) (mm)

b_2 : $d + 0.05 - \Delta L$ (mm)

L_1 : $H + b$ (mm)

S : $d - b_2$ destek halkasıyla manifold arasındaki mesafe (mm)

Not: Destek halkasındaki genleşme destek halkasıyla manifold arasında seramik halka bulunduğundan hesaba katılmayacak kadar azdır.

Plastik kalıpcılığı teknolojisinin ulaştığı son nokta olarak görülen sıcak yolluk ve manifold kullanılarak kalıplama tekniği kalıpcılara pek çok yarar sağlamaktadır.

Özellikle üretimin hız ve kalite gerektirdiği günümüzde diğer geleneksel yolluk ve dağıtıcı tiplerine göre manifold kullanımı pek çok nedenle daha cazip ve kullanışlıdır. Kalıpcılara sağladığı en önemli kazanımların başında hurda miktarını ve kalıplama zamanını düşürmek suretiyle maliyet ve zamandan tasarruf sağlamak olarak görülmekle birlikte çalışanlara nitelik kazandırıyor olması da oldukça önemlidir (Demirer, 2002).

3.1.1.12. Yolluk Giriş Tipi Seçimi

Yolluk giriş ucu tipine, daha sonra da yolluk girişinin boyutuna karar verilir iken ilk önce plastik malzemenin bu giriş tipine uygunluğu dikkate alınmalıdır. Sprue Gate olarak adlandırılan açık kesitli yolluk girişleri parça yüzeyi üzerinde küçük bir yolluk parçası bırakmaktadır. Diğer giriş tiplerine göre giriş kesiti büyük olan bu giriş tipi, liflenen termoplastikler için uygun olmamasına rağmen plastiğe düşük kesme gerilmeleri uygulayarak iyi bir ütüleme imkanı vermektedir. Parçanın iyi ütülenerek minimum gerilmeler ile elde edilmesi önemli olduğunda ve özellikle teknik parçalarda dış görünümün önemli olmadığı durumlarda bu yolluk girişi tercih edilmelidir. Bu yolluk girişi aynı zamanda bir sıcak yolluk memesinden küçük soğuk dağıtım yolluk girişleri ile birçok parçanın beslendiği kalıp tasarımlarında da uygulama alanı bulmaktadır (Demirer, 2002).

Hot tip olarak adlandırılan yolluk giriş metodu genellikle hem kristal hem amorf yapılı plastikler için uygundur. Bu giriş ucu diğer yolluk girişleri ile karşılaştırıldığında parça üzerinde çok küçük bir iz (artık) bırakmaktadır. Bu artığın büyüklüğü yolluk girişinin geometrisine ve malzemeye bağlıdır. Çentik etkisine hassas olmayan termoplastiklerde ve büyük yolluk girişlerinde parça üzerinde daha büyük artık malzeme kalacaktır. Bu nedenle çoğu zaman yolluk girişi parça üzerindeki küçük bir küresel çöküntünün merkezine yerleştirilerek parça yüzeyinden artık malzemenin taşması gizlenir. Bu yolluk giriş metodu, çok küçük giriş kesitinde oluşan yüksek sıcaklıklar ve yüksek kesme gerilmeleri nedeni ile katkılı ve kesme gerilmelerine hassas termoplastikler için uygun değildir (Demirer, 2002).

Yatay yolluk girişi polimerin kalıp boşluğunda boyuna akarak parça yüzeyinde yarattığı "jetting" izlerine engel olmak için parçanın dik duvarlarından yapılan bir giriş tipidir. Parça üzerindeki yolluk giriş izi soğuk yolluklu kalıplardaki tünel (dalğıç) yolluk

izine benzemektedir. Yolluk girişinin konumu, giriş bölgesindeki kalıp çeliğinde yeterli mukavemet ve yeterli ısı dağılımını sağlayabilecek çelik kütlesi dikkate alınarak seçilir (Demirer, 2002).

Valve Gate girişi metodunda, tutma basıncı sonunda girişteki malzeme tam donmadan giriş ağzı kapatılabildiği için bu metot açık yolluk giriş tiplerine göre daha kısa çevrim süreleri sağlamaktadır. Bu metot parça üzerinde itici izi gibi belli belirsiz bir daire çizgi izi dışında hiç bir artık bırakmadığından yüzey görünüm kalitesi önemli olan parçalarda kullanılmaktadır. Diğer yolluk girişlerine göre çok büyük olan giriş çapı sayesinde girişteki basınç kayıpları ve kesme ısıları çok düşüktür. Girişteki düşük doldurma basınçları ve geniş çalışma aralığı sayesinde bu yolluk girişi enjeksiyonu zor bir çok termoplastik için çok uygundur. Ayrıca damlama olasılığı her tip polimer için de ortadan kaldırılmaktadır. Kenar Yolluk giriş tipi dışında, dikey yolluk giriş metotlarından biri seçilirken söz konusu uygulama için önemli olan kritik faktör dikkate alınmalıdır (Demirer, 2002).

Çizelge 3.1. de dikey yolluk giriş metotlarının çeşitli kritik faktörlere göre değerlendirilmeleri özetlenmiştir.

Yolluk giriş metoduna karar verildikten sonra giriş bölgesindeki ısı dağılımına ve termoplastik cinsine göre yolluk giriş ucunun tipine karar verilmelidir. Bazı yolluk giriş tiplerinde, soğuk kalıp çeliği ile temas eden meme ucunun soğumaması için araya giren plastik malzemenin izolasyon özelliğinden yararlanılmaktadır. Basılan parçadan yüksek görüntü kalitesi bekleniyor ve problemler ile karşılaşılacak istenmiyorsa yolluk giriş ucunun tasarımına çok dikkat etmek gerekir. Kullanılan polimere uygun olmayan yolluk giriş metodu veya yolluk giriş ucundaki soğutma şartları, giriş ucunda plastiğin damlamasına/akmasına, malzemede aşırı kesme gerilmelerine, plastiğin yapısında bozulmalara ve kalıp gözlerinin iyi dolmamasına neden olur. Bu nedenle kullanılan plastiğin amorf veya kristalin yapıda mı olduğuna dikkat etmek gerekir. Bu iki grup arasında genel bir karşılaştırma yapılırsa amorf malzemeler yavaş katılma hızlarından dolayı kristal yapılu mühendislik plastiklerine göre yolluk giriş bölgesinde, çok daha fazla bir soğutmaya gereksinim duyarlar. Aşağıda örnekleri verilen yolluk girişlerinin ayrıntılarında, amorf ve kristal tipi yolluk girişlerinin özellikleri arasındaki farklılıklar gösterilmektedir. Kristal yapılu termoplastikler amorf yapıllara göre daha hızlı katılmaktadır. Bu nedenle kristal yapılu termoplastiklerde giriş bölgesi daha ılık

Çizelge 3.1. Yolluk giriş metotlarının değerlendirilmesi.

Kritik faktörler	Dikey yolluk giriş metodunun uygunluğu		
	Hot Tip	Sprue	Valve
Malzemede Kesmelerin Önlenmesi için	ZAYIF	İYİ	İYİ
Parçada Gerilmelerin Önlenmesi için	ZAYIF	İYİ	İYİ
Hızlı Çevrim Gereksinimi var ise	İYİ	ZAYIF	EN İYİ
Yüzey Görünüm Kalitesi önemli ise	İYİ	ZAYIF	EN İYİ
Yüksek Kalıp Maliyetinin Önlenmesi	İYİ	İYİ	ZAYIF
Damlamanın Önlenmesi için	İYİ	ZAYIF	EN İYİ
Büyük Baskı Miktarları için	ZAYIF	İYİ	İYİ
Ütülemenin Önemli Olması durumunda	ZAYIF	İYİ	İYİ
Hassas Çalışma Aralığı Gereksinimi	ZAYIF	İYİ	İYİ

tutularak bir ön katılaşmanın oluşması, dolayısı ile yetersiz ütüleme olasılığı önlenmelidir. Katkılı plastikler de kristal yapı malzemeler gibi davrandığından ılık yolluk girişi seçilmesini gerektirirler. Katkılı ve kristal yapı malzemeler ile mühendislik plastikleri için tasarımılandırılan yolluk girişlerinde ise memedeki ısının kalıptaki yolluk girişine transfer edilebilmesine dikkat edilmelidir. Genellikle hızlı katılaşan malzemelerde büyük yolluk girişleri tercih edilmelidir. Hızlı katılaşan malzemeler için yolluk giriş bölgesinin sıcaklığı sıcak yolluk memesi ile kalıbın teması artırılarak artırılır. Yolluk giriş bölgesine transfer edilen ısı yardımı ile giriş ağzındaki katılaşma geciktirilir. Kendinden izolasyonlu yolluk giriş uçları hızlı katılaşan kristal yapı termoplastikler için uygun değildir (Demirer, 2002).

Amorf yapı plastiklerde katılaşma hızı çok daha yavaştır. Uzun çevrim sürelerini ve damlamayı önlemek için sıcak yolluk sistemi ile kalıptaki yolluk giriş bölgesi arasında etkin bir ısı izolasyonu olmalıdır. Yolluk giriş ucundaki ısı izolasyonu ne kadar iyi ise uç amorf malzemeler için o kadar uygundur. Genellikle sıcak yolluk

ucunun izolasyonu için katılmış bir malzeme tabakası kullanılmaktadır. Bu yöntem amorf plastikler için çok uygun iken, sıcakta bekleme süresine hassas olan mühendislik plastikleri için ve hızlı renk değişimleri istenen uygulamalar da uygun değildir. Şekil-5'de gösterilen "Valve Gate" tasarımında, ince malzeme filmi tabakası izolasyon sağlayarak yolluk girişinin meme tarafından ısıtılmasına engel olur. Bu metot amorf ve yarı kristal malzemeler için çok uygundur. Fakat kristalleşme oranı yüksek ve sıcaklıkta bekleme süresine hassas olan mühendislik plastikleri için uygun değildir (Demirer, 2002).

Bu nedenler ile aynı yolluk giriş metodu için termoplastik cinsine göre farklı yolluk giriş tipleri veya tasarımları kullanılmalıdır. Sprue Gate yolluk giriş metodu için amorf ve kristal yapıları plastiklerde kullanılması uygun olan yolluk giriş tasarımlarının resimleri Şekil 3.16.ve Şekil 3.17'de verilmiştir.

Mühendislik plastiklerindeki uygulamalarda, yolluk girişinin soğutulması amorf yapıları malzemelerin yolluk girişleri kadar kritik değildir. Bu uygulamalarda polimerin erken soğumasına engel olan ve yolluk girişini sıcak tutan bir sıcak yolluk sistemi aranır. Cam takviyeli PA gibi aşındırıcı malzemeler kullanıldığına ise aşınmanın fazla olduğu bölgelere dikkat edilmelidir. Yolluk giriş ucundaki küçük çaplarda aşırı bir aşınma oluşur. Bu nedenle değiştirilebilir yolluk giriş uçlarının kullanımı tercih edilir. Yolluk giriş metoduna karar verildikten sonraki adım yolluk giriş kesitinin boyutlandırılmasıdır. Genellikle parçanın görüntüsel kalitesini arttırmak için küçük yolluk izi/artığı tercih edilmekte ve yolluk girişinin çapı da minimum seçilmektedir. Küçük yolluk girişlerinde ise basınç kayıpları artmakta, parçaya gerilmeler ilave edilmekte ve aşırı kesme ısıları sonucu parçada başka kusurlar ortaya çıkabilmektedir. Parçanın görüntüsel kalitesi önemli değil ise yolluk giriş kesitini büyük seçmek yararlı olmaktadır (Demirer, 2002).



Amorf malzemeler için yolluk girişi



Kristal yapılı malzemeler için yolluk

Şekil 3.16. Amorf ve kristal yapılı termoplastikler için Valve Gate tipi giriş uçları.



Amorf termoplastikler



Kristal yapılı termoplastikler

Şekil 3.17. Amorf ve kristal yapılı termoplastikler için Sprue Gate tipi giriş uçları.

3.1.1.13. Yolluk Giriş Boyutlarını Etkileyen Faktörler

Yolluk girişinin boyutlandırılmasında dikkate alınması gereken temel kriterler aşağıda özetlenmiştir.

3.1.1.13.1. Parça Ağırlığı Ve Büyüklüğü

Plastiğin kalıp gözü içindeki akış mesafesi ve çekirdeğin yüzeyi ne kadar büyük ise yolluk giriş çapı da doldurma basıncını azaltmak ve yolluk girişinde bir donma olmadan yeterli malzeme beslemesini yapacak kadar büyük olmalıdır.

3.1.1.13.2. Parça Et Kalınlığı

Et kalınlığı büyük olan parçalarda, ütüleme basıncı sırasındaki çekmeleri karşılayacak malzemeyi besleyebilmek için büyük yolluk girişleri kullanmak gerekir. Düşük kesitli yolluk girişleri ile çarpılmış veya tam dolmamış parçalar elde edilir. Genellikle yolluk girişinin çapı parça et kalınlığından daha küçüktür. Et kalınlığı 1mm'nin altında olan parçalarda ise yolluk giriş çapı, basınç düşüşünü önlemek için et kalınlığından büyük seçilir (Gevrek, 2005).

3.1.1.13.3. Polimer Cinsi

Polimer viskozitesi ne kadar yüksek ise, yolluk girişi ucunda büyük çap ve küçük yükseklik (derinlik) seçilmesi malzeme akışındaki sınırlamaları ortadan kaldırır. Enjeksiyon malzemesinin amorf veya kristalin olmasına göre yolluk giriş tipinin boyutlandırılmasına dikkat etmek, sıcak yolluk üreticisi firmaların tecrübelerinden yararlanmak gerekir (Gevrek, 2005).

3.1.1.13.4. Soğutma Sisteminin Konumu

Yolluk girişine göre doğru konumlandırılmayan soğutma (ısı regülasyonu) kanalları sıcak yolluk sisteminin çalışmasında problemler yaratır. Yolluk girişine çok yakın yerleştirilen soğutma kanalları girişte ön donmaya, çok uzağa yerleştirilenlerde sıcak girişler ve damlamalara neden olacaktır. Üretici firmanın tavsiyelerine göre yolluk girişlerindeki soğutma kanallarının konumlandırılması gerekir. Kalıp tasarımı bu konumlandırmaya izin vermiyor ise prensip olarak girişe yakın soğutma kanallarının kullanılması durumunda (soğuk uç) girişleri büyütme, girişe uzak kanalların

yerleştirilebilmesi durumunda da (sıcak uç) girişleri küçültmek girişin kontrolüne yardımcı olacaktır. Yolluk giriş ucundaki sıcaklığı kontrol etmek parça kalitesi açısından da çok önemlidir. Yolluk giriş ucunun etrafında ve kalıbın erkek tarafında girişin tam karşısında ayrı bir soğutma çevrimin kalıp tasarımında daima dikkate almak gerekir (Gevrek, 2005).

3.1.1.13.5. Enjeksiyon Hızı

Çok yüksek enjeksiyon hızları kullanılması durumunda, yolluk girişinde plastiğin aşırı şekil değişimi kesmeleri (shearing) altında bozulmasına-degrade olmasına ve basınç düşüşlerine mani olmak için yolluk girişi büyük seçilir. Yolluk girişlerinde çok yüksek akış hızlarının ve şekil değişimi kesmelerinin olduğu unutulmamalıdır. Örnek olarak, 106g ağırlığında PS bir parçanın (100cm^3) enjeksiyonu 1 saniyede yapılırsa, Q (malzeme akış hızı) $100\text{cm}^3/\text{s}$ olacaktır. Yolluk girişinin kesiti 1 mm^2 ise, yolluk girişindeki enjeksiyon hızı $100.000\text{ mm}^3/1\text{mm}^2 = 100.000\text{ mm}/\text{sn}$ veya $100\text{m}/\text{sn}$ yaklaşık olarak ses hızını $1/3$ 'ü olmaktadır. Bu şartlarda üç misli büyüklükte bir parça basılırsa yolluk girişinde ses hızına erişilecektir. Ortalama şekil değişimi kesme hızı (y , $1/\text{sn}$) için $y(1/\text{sn}) = 4 Q / \pi r^3$ formülü dikkate alınır ise, yolluk kesitindeki maksimum kesme değeri için yaklaşık olarak 500.000 sn^{-1} değeri hesaplanır. Bu değer bir çok plastik için çok yüksek bir değerdir ve enjeksiyonu yapılan plastiğin bozulmaması için ya enjeksiyon hızını azaltmak yada yolluk kesitini arttırmak gerekir (Gevrek, 2005).

Çeşitli plastikler için müsaade edilebilen maksimum kesme gerilmelerinin ve hızlarının değeri aşağıdaki Çizelge 3.2. verilmiştir;

3.1.1.13.6. Eriyik Sıcaklığı

Eğer polimer müsaade edilen maksimum sıcaklıkta basılıyor ve kalıp doldurulamıyor ise küçük bir yolluk girişi seçilip, artırılan kesme hızlarının getireceği sıcaklık artışı ile plastiğin viskozitesi düşürülebilir ve plastiğin akışkanlığı artırılır (Gevrek, 2005).

Çizelge 3.2. Çeşitli malzemelerin maksimum kesme gerilmeleri ve kesme hızları

Malzeme	Max. Kesme Gerilmesi (Mpa)	Max. Kesme Hızı (sn ⁻¹)
PP	250 000	100 000
HDPE	80 000	40 000
LDPE	80 000	40 000
PS	250 000	40 000
HIPS	300 000	40 000
SAN	300 000	40 000
ABS	300 000	50 000
PPS	345 000	50 000
NYLON	500 000	60 000
PET	500 000	6 000
PUR	250 000	40 000
PBT	400 000	50 000

3.1.1.13.7. Giriş Geometrisi

Yolluk girişlerinde plastiğin rahat akışına engel olabilecek tüm keskin köşelerden kaçınmak gerekir. Plastiğin akışını rahatlatan büyük radyüsler kalıbın dışı tarafındaki yolluk girişi tasarımında dikkate alınmalıdır. Özellikle aşındırma etkisi yüksek katkılı plastikler kullanıldığında yolluk girişindeki çok yüksek akış hızları dikkate alınarak, kalıp girişindeki aşınmaları azaltmak ve girişteki çeliğin direncini arttırmak için sivri ve keskin kesitlerden kaçınmak gerekir.

Yolluk giriş boyutunun seçiminde dikkate alınması gereken çeşitli faktörlere göre giriş kesitinin uygunluğu Çizelge 3-3 de özetlenmiştir (Gevrek, 2005).

Çizelge 3.3. Yolluk kesiti büyüklüğünün çeşitli kriterlere uygunluğu

YOLLUK KESİTİ	KÜÇÜK	ORTA	BÜYÜK
MALZEME ÖZELLİKLERİ			
Yapı	Amorf	Kısmi Kristal	Kristal
Moleküler Ağırlık	Düşük	Orta	Yüksek
Akış İndeksi (MFI)	Yüksek	Orta	Düşük
Katkı	Yok	Düşük Oranlı	Yüksek Oranlı
Yanmazlık Katkısı	Olmamalı		Olabilir
Isı, Kesme Hassasiyeti	Uygun Değil	Kabul Edilebilir	Uygun
Malzemenin Katılma Hızı	Yavaş	Orta	Hızlı
PARÇA ÖZELLİKLERİ			
Ağırlığı	Küçük	Orta	Büyük
Et Kalınlığı / Akış Mesafesi	Küçük	Orta	Büyük
Toleranslar	Geniş	Orta	Dar
Yolluk Giriş İzi / Artığı	Çok İyi	İyi	Zayıf
Kullanım amacı	Görüntüsel		Teknik
ENJEKSİYON ÖZELLİKLERİ			
Sıcaklık Aralığı	Geniş	Orta	Dar
Enjeksiyon Hızı	Düşük	Orta	Yüksek
Basınç Düşüşü	Büyük	Normal	Düşük
Ütüleme Basıncı Etkisi	Az		Çok (Etkin)

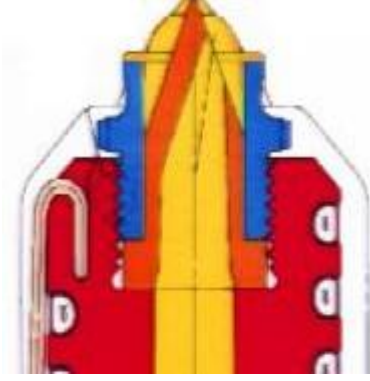
Yolluk girişlerinin boyutlandırılması için geçmiş tecrübelerden yararlanılabilir. Bugün kaliteli sıcak yolluk üreticileri tüm sıcak yolluk sistemini ve yolluk girişlerinin boyutlandırılmasını bilgisayar simülasyon programları yardımı ile yapmaktadırlar. Yolluk giriş tiplerinin seçiminde ve giriş kesitlerinin boyutlandırılması için mutlaka sıcak yolluk üreticisi firmanın bilgilerinden yararlanmak ve tasarım önerilerine uymak gerekir (Gevrek, 2005).

3.1.1.14. Yolluk Giriş Uçlarında Mold Masters Teknolojisi

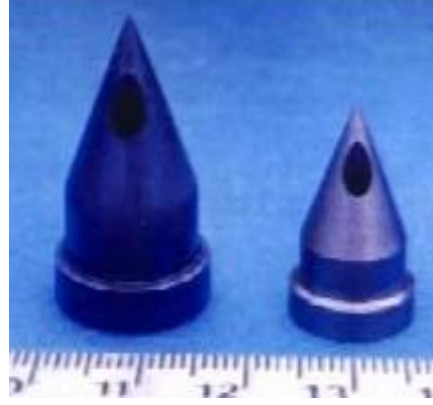
Mold Masters en yenilikçi gelişmeleri, yolluk giriş ucu uygulamalarında yapmıştır. Hemen hemen her tipteki yolluk giriş ucu uygulamasında geliştirmeler yapılmış ve halen de yapılmaya devam edilmektedir. Değiştirilebilir vidalı yolluk giriş uçları, istenilen parça kalitesine, kullanılan malzeme cinsine ve parça üzerindeki müsaade edilen yolluk izine göre seçilebilmektedir. Enjeksiyonu kritik olan ve hassasiyet gerektiren polimerlerde yolluk giriş ucunda istenilen ısı şartları sağlayabilmek için giriş uçlarında özel alaşımlar ve kompozit malzemeler kullanılmaktadır. Yolluk giriş ucunda daha yüksek ısı iletimi elde edebilmek ve ucun aşınma mukavemetini arttırmak için giriş uçlarında Mold Masters'ın patenti olan tungsten karbür uçlar kullanılmaktadır. Yüksek ısı iletim katsayısı özelliklerine sahip özel bir tungsten karbür toz alaşımından metal enjeksiyonu ile üretilen bu uçların resmi Şekil 3.18'de gösterilmiştir. Birbirinden farklı 15 yolluk giriş ucu sayesinde, her tip plastik malzeme istenilen tipteki yolluk izi ile basılabilmektedir. (Gevrek, 2005).

Silindirik yolluk giriş uçları için kullanılan Tungsten karbür uçların dışında, yolluk girişlerinde çift metalden (Bi-Metallic) oluşturulan uçlarda kullanılmaktadır. Bu uçlar ile yolluk giriş ucunun iç kısmında ısı iletim katsayısı yüksek malzemeden yapılmış uç sayesinde yolluk memesi içindeki plastik malzemenin sıcaklığı giriş ucuna taşınmakta ve uçtaki sıcaklıkta düşüş olmamakta, dış kısımdaki ısı iletim katsayısı düşük malzemeden yapılmış ikinci uç sayesinde kalıba olan ısı kaybı minimize edilmektedir. İki ucun arasına dolan plastik eriyikte ısı izolasyonu sağlamakta ve giriş ucunun istenilen sıcaklıkta tutulabilmesini sağlamaktadır. Şekil 3.19'de bu tip bir ucun

montajlı resmi ve fotoğrafı verilmektedir. Bu ısıl dengeleme sayesinde parçanın görünüm kalitesi artırılmakta ve çevrim süreleri azaltılmaktadır.



A- Montaj



B- Fotoğraf

Şekil 3.18. Tungsten karbür yolluk giriş uçları



A - Kalıptaki Montajı



B - Kesit Fotoğrafı

Şekil 3.19. Çift metalli yolluk giriş ucu

Yolluk girişlerinde çok özel malzeme alaşımlarının kullanımı gelecek yıllarda daha da geliştirilecek ve kullanıcılara çok daha geniş çalışma imkanları oluşturulacaktır. Mold Masters tarafından geliştirilen çeşitli yolluk giriş uçları Şekil 3.20. da toplu olarak gösterilmiştir (Gevrek, 2005).



Şekil 3.20. Mold Masters'ın yolluk giriş ucu seçenekleri

3.1.1.15. Sonuç

Burada kısaca sıcak yolluk sistemlerindeki yolluk giriş tipleri tanıtılmış, seçiminin önemi vurgulanmış ve boyutlarını etkileyen faktörler hatırlatılmıştır. Özet olarak doğru boyutlandırılmış bir yolluk girişi:

- Polimer yapısının bozulmasını önleyen rahat bir malzeme akışını sağlamalı.
- Damlama veya erken donmaya meydan vermemeli.
- Plastiğin viskozitesini artırarak maksimum akış mesafesini sağlamalı.
- Parça üzerinde minimum bir artık izi bırakmalıdır.

Yanlış seçilen ve boyutlandırılan yolluk girişleri parça kalitesini de düşürmektedir;

- Akış izleri-hatları,
- Yolluk girişi etrafında hale şeklinde izler,
- Parça üzerinde ipliklenme,
- Parçada artık gerilmelerin yarattığı şekil bozuklukları, dönmeler,
- Polimerde bozulma-degradasyon,
- Parçanın tam doldurulamaması,
- Girişin önceden donması ve
- Parça üzerinde kötü bir artık izi bunlara örnek olarak sayılabilir (Gevrek, 2005).

3.1.2. Soğuk Yolluk Sistemi

Plastik enjeksiyon kalıplarında kullanılan iki çeşit yolluk sistemi vardır. Bunlar soğuk yolluk ve sıcak yolluk sistemleridir. Yapacağımız kalıba en uygun yolluk sistemini seçmek kalıbın verimini doğrudan etkileyen bir faktördür. Bu iki sistemin de birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları vardır (Kluz, 1998).

Bu noktada bizlere düşen görev; bu avantaj ve dezavantajları göz önüne alıp, yapacağımız kalıba en uygun yolluk sistemini seçmektir. Unutulmamalıdır ki; bir kalıbın verimli çalışması ancak onu oluşturan sistemlerin verimli çalışması ile sağlanabilir. Dolayısıyla yolluk sistemi ve diğer sistemlerin seçiminde gereken itina mutlaka gösterilmelidir. Soğuk yolluk sistemleri, plastik enjeksiyon kalıpcılığında geniş uygulama alanı olan bir yolluk sistemidir (Kluz, 1998).

Eğer yapacağımız kalıpta soğuk yolluk sistemi kullanmaya karar vermiş isek, bu yolluk sistemini meydana getiren; yolluk burcu, dağıtıcı kanal ve giriş kanalı gibi birimlerin seçimini doğru yapmak gerekir. Bu çalışma soğuk yolluk sistem birimlerinden biri olan dağıtıcı kanallar üzerine olacaktır (Kluz, 1998).

3.1.2.1. Dağıtıcı Kanallar

Dağıtıcılar yolluklarla birleşik olarak dişi kalıp çukurlarına yaklaşık 1mm mesafeye kadar malzemenin akması için yapılan oluk veya kanallardır. Dağıtıcı kanalların biçim ve boyutları kalıp tasarımında düşünülmesi gereken en önemli kısımlardan biridir (Kluz, 1998).

Dağıtıcı kanallar ısı ve enjeksiyon basıncı kaybını en aza indirecek ve plastik malzemenin akışına hız kazandıracak boyutlarda olmalıdır. Dağıtıcılar eşit uzunlukta ve mümkün olduğunca kısa olmalıdır.

Dağıtıcı veya başka bir ifadeyle akma yolluklarını, mümkün olduğunca küçük boyutlarda yapmak istememizin bir diğer nedeni de malzeme sarfiyatını asgari düzeye indirmektir. Ayrıca dağıtıcı kanallar, malzemenin kolay akması ve sürtünmenin mümkün olduğu kadar azaltılması için iyice parlatılmalıdır (Akyüz, 1998).

3.1.2.2. Dağıtıcı Kanal Çeşitleri

Soğuk yolluk sistemlerinde kullanılan dağıtıcı kanal çeşitleri; yuvarlak, yarım yuvarlak, çeyrek yuvarlak, trapez, değiştirilmiş trapez, dikdörtgen ve altıgen kesitli dağıtıcı kanallardır. Yuvarlak kesitli dağıtıcı kanallar, basınç ve sıcaklık kaybını önleyen en iyi yolluk ve giriş bağlantı kanalıdır. Yuvarlak kesitli dağıtıcı kanallar kalıp yarımına simetrik olarak açılırlar. Böylece kalıp kapandığı zaman tam yuvarlak kesit meydana gelmiş olur. Trapez kesitli dağıtıcı kanallar, kalıp yarımından birine açıldığı zaman idealdirler. Trapez kesitli dağıtıcı kanallar daha çok üç plakalı ve yuvarlak kesitli dağıtıcı kanalların açılması mümkün olmayan kalıplara açılırlar. Trapez kesitli dağıtıcı kanalların, giriş kanallarının bulunduğu kalıp yarımına açılması uygun olur. Yarım yuvarlak, çeyrek yuvarlak, altıgen ve dikdörtgen kesitli dağıtıcı kanallar tercih

edilmezler ve mümkünse kullanılmazlar. Bunun en önemli nedeni bu dağıtıcı kanalların akma-donma karakteristikleridir. Akma-donma karakteristikleri, yolluk geometrileri tarafından belirlenir ve bunların kanaldaki plastik akma oranına ve basınç iletimine etkisi vardır. Bu tip dağıtıcıların etkin akma hacimlerinde azalma olur ve basınç düşüşü oldukça fazladır. Baskıdaki kalıp içi basınç kontrolü azalır (Rosato, 1999).

3.1.2.3. Dağıtıcı Kanal Tasarım Şekilleri

Kalıp tasarımcıları tarafından yapılan dağıtıcı kanal planı ve şekli aşağıdaki özellikleri yerine getirmelidir.

- Her kalıp boşluğuna eşit şekilde basınç iletimi sağlamalıdır.
- Mümkün olduğunca giriş kanallarının kısa olmasını sağlamalıdır.
- Kalıptan kolayca atılmalarını sağlayacak şekilde olmalıdır.
- Görevini en iyi şekilde yerine getirirken, en düşük ağırlıkta olmalıdır.

Çoklu kalıplama boşluğu bulunan kalıplarda, dağıtıcı kanalların tüm boşlukları aynı anda ve aynı oranda doldurması aranan bir özelliktir. Kalıplama boşluklarına akan malzeme oranı farklı ise bazı kalıp boşlukları tam dolmaz iken, diğerlerinde ise aşırı malzeme yığılması olacaktır. Merkezden çevreye doğru tasarlanan dağıtıcı kanallar, kalıplama kuvvetinin (kapama kuvveti) merkezden olmasını, dolayısıyla kalıbın asimetrik yüklenmesini ve bu yüzden çıkabilecek “kalıbın bozulması, çıkan parçaların kalitesiz olması gibi” problemlerin oluşmasını önlemektedir. Merkezden çevreye doğru düzenlemede yolluk sistemi simetrik ve dengelidir. Tüm boşluklar için eşit akış uzunluğu sağlanır. Ayrıca parçanın sağlıklı bir şekilde kalıptan çıkarılmasını sağlar. Merkezden çevreye doğru açılan dağıtıcı kanallar, kalıp üzerinde sınırlı sayıda kalıplama boşluğunun yerleştirilmesine izin verirler. Bu da bu düzenleme biçiminin en önemli dezavantajlarından biridir. Seri düzenleme biçimleri, merkezden çevreye yapılan düzenlemelere nazaran, kalıba daha fazla kalıplama boşluğu yerleştirilmesine olanak sağlar. Balanssız yolluk sisteminde kalıp giriş boşluğuna yakın kalıp boşluğunun önce dolma eğilimi vardır. Her kalıp boşluğunun akış uzunluğu farklıdır (Akyüz, 1998).

3.1.2.4. Dağıtıcı Kanalların Ölçülendirilmesi

Dağıtıcı kanalların boyutları; enjeksiyon basıncına, malzemenin akış oranına, malzemenin özelliğine, malzemenin akışkanlığına, sıcaklığa ve malzemenin bazı sabit değerlerine bağlı olarak hesaplanır. Varsayım olarak deneyimi en gerçekçi bağlantılar ele alınmalıdır. Çünkü bu bağlantıların gerçekliği deneysel kanıtlarla kararlaştırılmıştır. Bu nedenle dağıtıcı kanalların boyutlandırılması en çok pratik deneyim kaynaklarına göre yapılır. Dağıtıcı kanal kesit çapı için aşağıdaki genel denklem verilir (Rolf, 1986).

$$D = S_{max} + 1,5 \text{ mm}$$

D= Dağıtıcı kanal çapı (mm)

S_{max}= Kalıplanacak numunenin et kalınlığı (mm).

Dağıtıcı kanal ölçülerini tayin etmek için tasarımcıya aşağıdaki faktörlerin göz önüne alınması tavsiye edilir (Anonim, 1996).

- Kalıplama hacmi
- Kalıplanan parçanın cidar kesit kalınlığı
- Yolluk burcundan kalıplama boşluklarına olan uzaklık
- Dağıtıcıların soğutulma şartları
- Kullanılan plastik malzemenin türü.

Soğuk yolluk sistemlerinde, ana dağıtıcı kanal, yardımcı dağıtıcı kanal ve giriş kanal bağlantıları, basınç düşmesini mümkün olduğunca minimize etmek için yuvarlatılmalıdır, eğimlenmelidir.

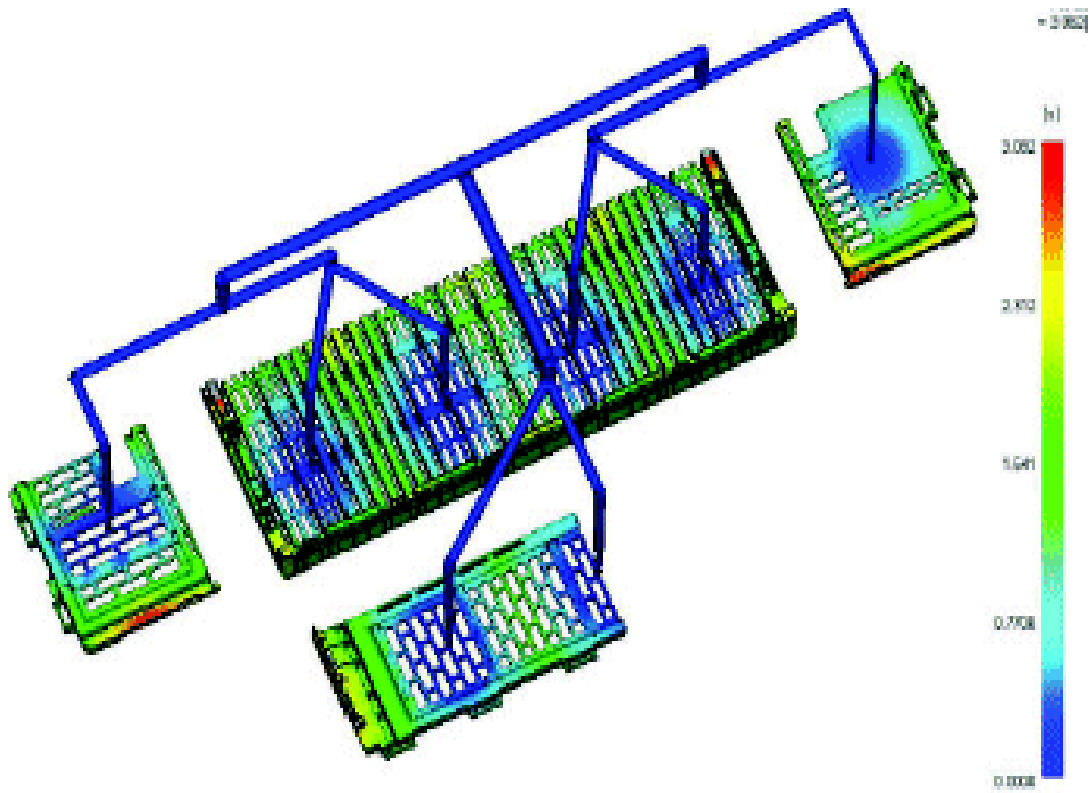
3.2. Yöntem

3.2.1. Yolluk Girişinin Yerinin Belirlenmesi

Plastiğin kalıp boşluğuna girdiği yere, yolluk giriş noktası (gate) denir. Genellikle ürün tasarımcıları yolluk giriş noktasını belirtirler. Fonksiyonel olarak en uygun yer, yolluk giriş noktası olarak seçilmelidir. Yolluk giriş noktası hem görünüşü bozarak estetik bir problem yaratmamalı hem de ürünü kullanılması engel olmamalıdır. Bardaklar, sürahi, saklama kapları v.b. ürünlerin tabanında yapılan yolluk girişi, iyi

tasarlanmadığında, ürünün zemine oturmasına engel olacaktır ve düzlemsellik-estetik açıdan sorun yaratan bir görüntü oluşabilmektedir.

Bazen ürün tasarımcılarının yolluk giriş noktası için belirlediği yerler, ürün özellikleri dikkate alındığında, kalıp boşluğunu en az basınçla ve en kısa sürede doldurmak en iyi yerler olmayabilir. Böylesine kritik kararların alınması sırasında, ürün tasarımcıları ile kalıp tasarımcıları fikir alışverişinde bulunmadırlar. Plastik akış analizleri yapabilen bilgisayar programları, en iyi yolluk giriş noktasının yerini belirlemekte, tasarımcılara yardımcı olmaktadır (Şekil 3.21) (Anonim, 1996)



Şekil 3.21. Plastik akış analiz programı ile yolluk giriş yerleri bulunmuş bir ürün.

3.2.2. Yuvarlak Ve Dikdörtgen Şekilli Ürünlerde Yolluk Giriş Noktasının Yeri

Genellikle yuvarlak yada dikdörtgen şekilli ürünlerde (Şekil 3.22.), yolluk dağılımının eşit olması için en doğru yolluk giriş noktası ürün tabanının merkezidir. İki yada fazla göz sayılı kalıplarda, üç plakalı soğuk yolluk dağıtıcı plaka yada sıcak yolluk kullanılması zorunludur. Her iki yöntemde, kalıp maliyetini arttıran sistemlerdir.



Şekil 3.22. Yuvarlak ve dikdörtgen şekilli ürünler.

Yolluk giriş noktasının yeri, akışkanın (polimerin) yüksek sıcaklığa, yüksek enjeksiyon basıncı ve hızına, kalıp ısısına ve soğutma suyunun ısısına maruz kalacaktır. Yolluk giriş noktasının yeri, döngü süresini de etkileyeceği için, ürün maliyetini de etkileyecektir. Sıcak yolluk memesi kullanımı, yolluk giriş noktasındaki gerilmeleri azaltır. İki plakalı kalıplar, sadece fazla et kalınlığı olan, yuvarlak ve dikdörtgen şekilli ürünlerin kaplanması, kalıp öpüşme yüzeyinden, yaprak yolluk girişli yada iğne yolluk girişli olarak kullanabilirler. Et kalınlı olmayan ince cidarlı ürünler için kullanılamazlar (Rolf, 1986).

3.2.3. Düz ürünlerde Yolluk Giriş Noktasının Yeri

Düz, yuvarlak ve dikdörtgen ürünlerin dışında kalan yolluk giriş noktası için bir merkez nokta bulunmayan ürünler olarak tanımlanır. Düz ürünler içerisinde kısmen düz alanlar içerse bile bir çok kavisli bölgeyi ihtiva ederler. Otomotiv sektörü ürünleri bunlara örnek verilebilir (Şekil 3.23.). Düz ürünlerde yolluk giriş noktası, genellikle kenarlar üzerinden seçilir. Böylece daha dayanıklı ürünler elde edilir. Yolluk giriş noktalarının ürünün diğer bölgelerine göre daha zayıf kaldığı unutulmamalıdır. Ürünün orta kısmında estetik bir kusur yaratacak yolluk giriş noktası izi de yol olmuş olur. Yolluk girişi feder veya kalıp boşluğu boyunca devam eden bir yüzeye yapıldığında, plastik akışı, yuvarlak ve dikdörtgen kesitli ürünlere göre, çok düşük basınçlarda sağlanabilir. Yuvarlak ürünlerde olduğu gibi, kalıp boşluğunun daha hızlı doldurabilmesi ve kalıptan çıkan üründeki çarpılmanın, eliptikliklerin azaltılması için yolluk girişinin ürünün merkezinde olması gerekir (Rolf, 1986).



Şekil 3.23. Otomotiv sektörü ürünleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yetişen Plastik Ltd. Şti. ile yapılan deneme kalıplar ve bu kalıpların Enjeksiyon da üretimlerini gözlemleyerek deneylere tabi tutulacak ürünlerin daha önce farklı yolluk sisteminde yapılmış ürünlerle karşılaştırılması ve datalar oluşturulmuştur. Literatürlerin taranmıştır, daha önce yapılmış yurtiçi ve yurtdışı yayınların/tezlerin/araştırmaların incelenip, elde edilecek teorik ve deneysel verilerin tez formatında data oluşturulması için çalışmalar başlatılmıştır.

Şekil 4.1.A, Şekil 4.1.B ve Şekil 4.2 gösterilen soğuk yolluk tipi yuvarlak kesitli yolluk tipidir ve genelde ölçüsel olarak hassas olan ürünlerde kullanılır.

Aşağıdaki şekillerde (Şekil 4-1.A, 4-1.B, 4-2, 4-3.A, 4-3.B) görüldüğü gibi soğuk yolluklu kalıp sistemlerinde yolluk ağırlığı toplam ürün ağırlığından fazla olduğu görülmektedir. Maalesef plastiğin geri dönüşümü olmasına rağmen, elektrik ve işçilik yani enerji tüketimine sebebiyet vererek kırma işlemi yapılmaktadır.



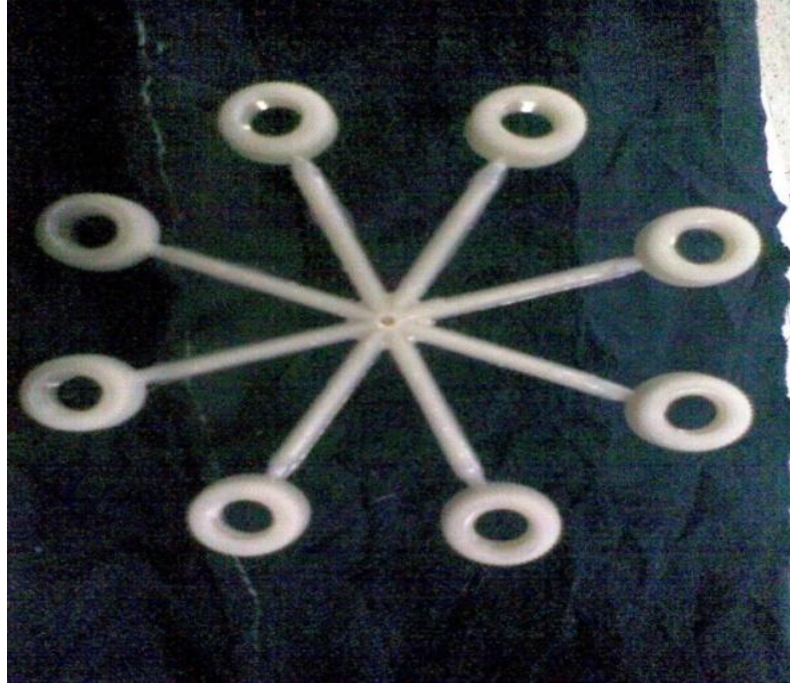
Şekil 4.1.A. M80x2,5 rekor plastiğin tek yolluğu



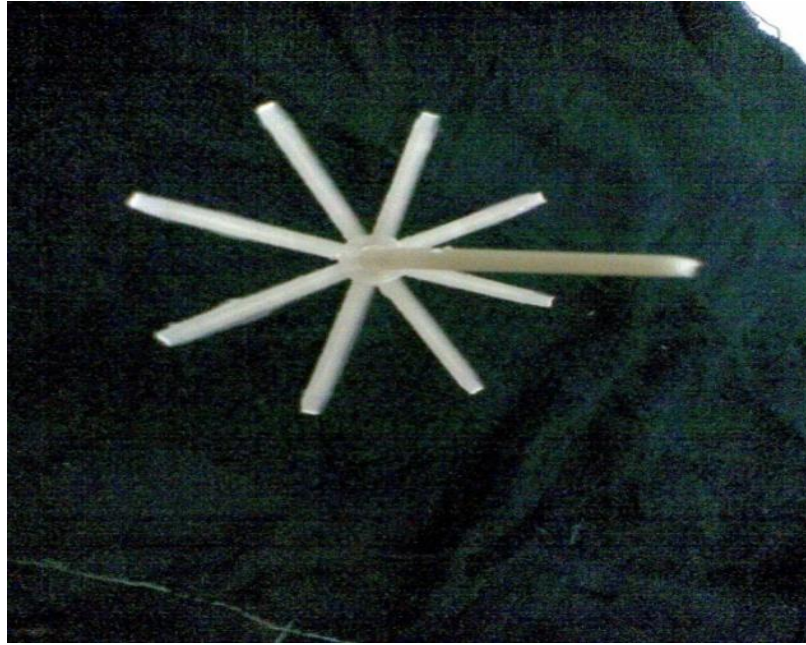
Şekil 4.1.B. M80x2,5 rekor plastiğın tüm yoluğu



Şekil 4.2. M80x2,5 plastiğın kalıptan çıkmış hali



Şekil 4.3.A. M12x1,75 plastik somunun enjeksiyondan çıkmış hali



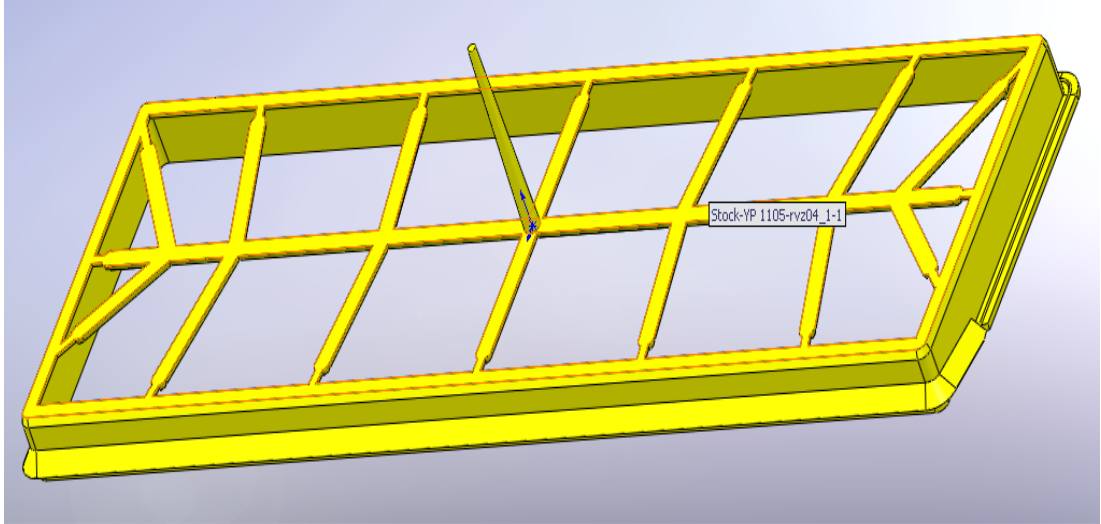
Şekil 4.3.B. M12x1,75 plastik somunun sadece yolluğu

Soğuk yollukların çeşitleri (piyasada en çok kullanılanlar):

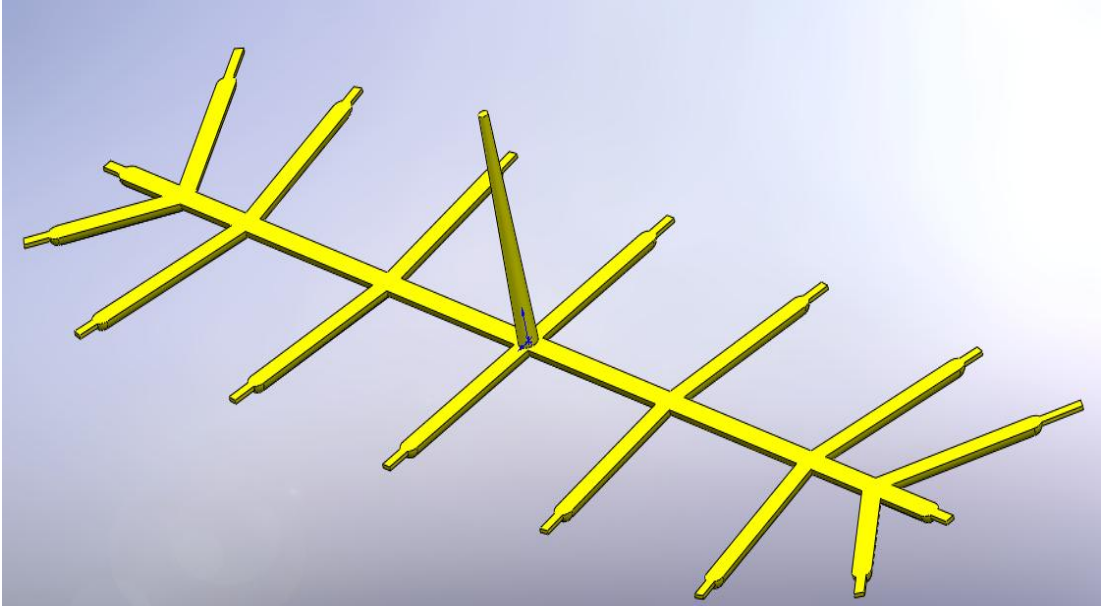
- Yuvarlak kesitli yolluk,
- Yarım yuvarlak kesitli yolluk,
- Dikdörtgen kesitli dağıtıcılar,
- Trapez kesitli dağıtıcılar,
- Kare kesitli dağıtıcı yolluklardır.

4.1. SCANIA Uzun Araçların Klima (Polen) Filtresi

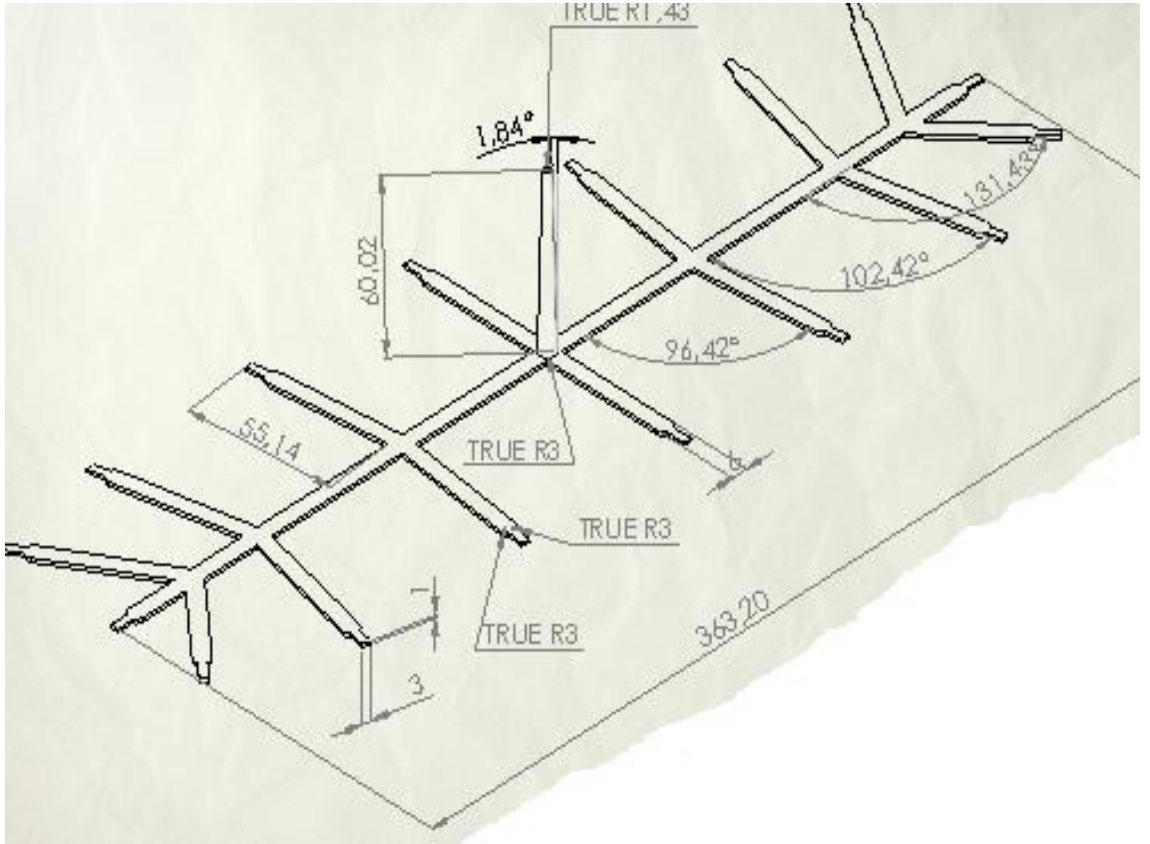
2008 model SCANIA tırlar için Ocak/2007 de Yetişen Plastik'e ASAŞ Filtre tarafından filtresi yapılacak olan aracın kabin yuvası gönderilmiştir. Bu yuvaya uygun ölçüler ve dizaynda plastik çerçeve tasarlanmıştır (Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6). 2008, 2009 ve 2010 modelleri için tasarlanan bu filtre Mayıs/2007 itibari ile yeni üretilen SCANIA araçlar için üretime başlamıştır.



Şekil 4.4. Enjeksiyonda üretimden çıkacak parça

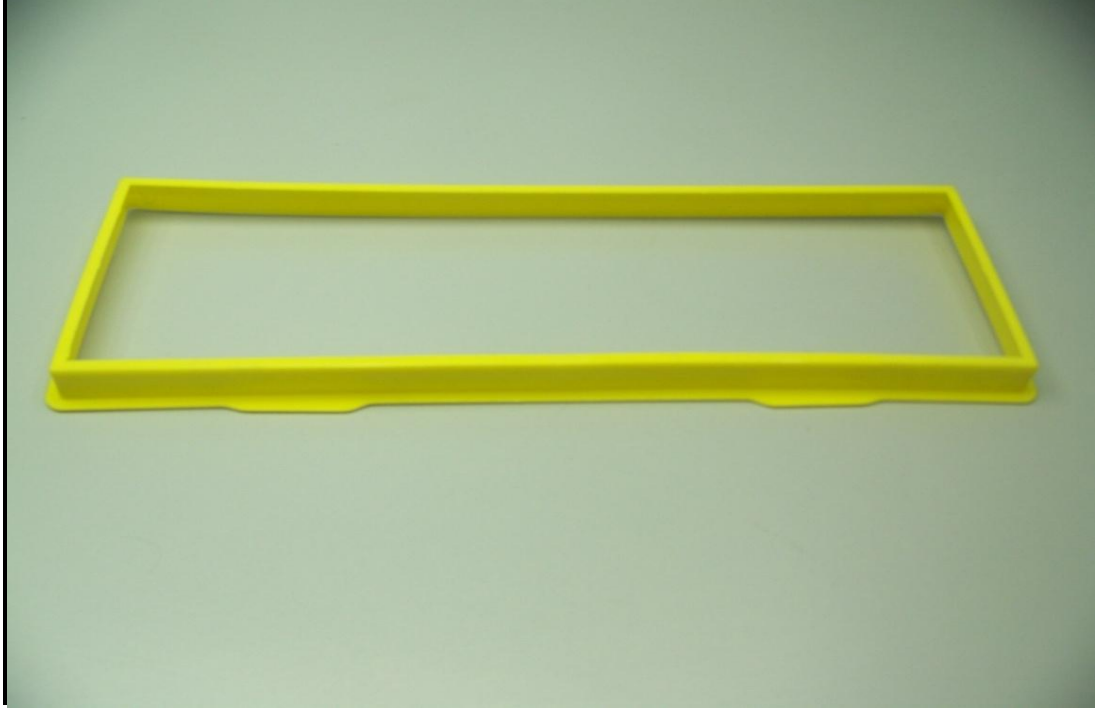


Şekil 4.5. Enjeksiyonda üretimden çıkan yolluk



Şekil 4.6. Kalıba işlenen yolluk şekli ve ölçüleri

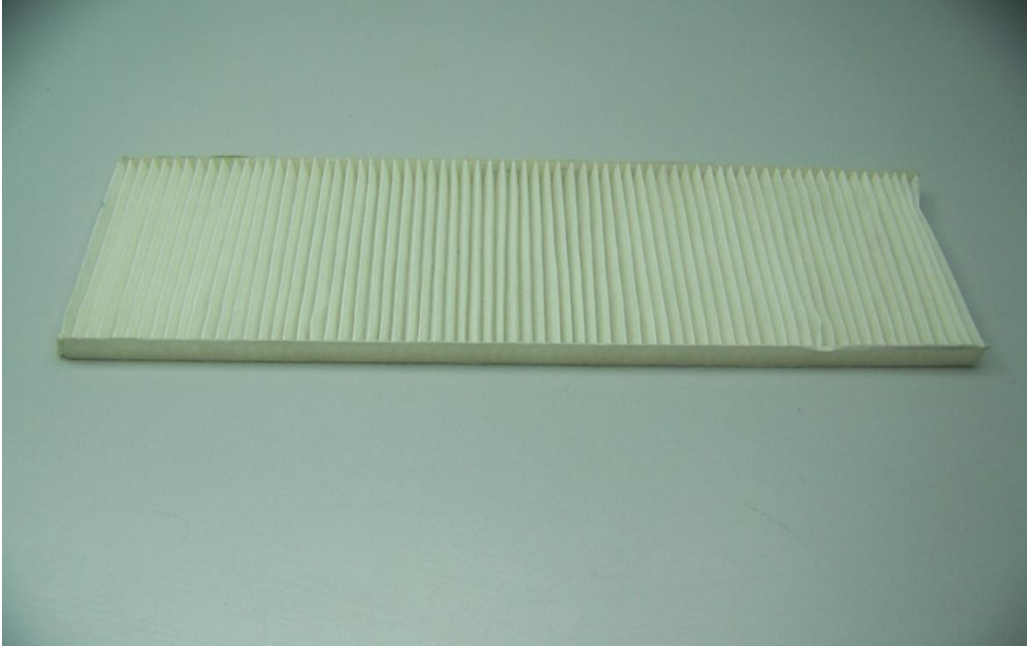
Bunun üzerine plastik kalıp imalatına başlanmıştır ve yaklaşık 80 gün sonra Şekil 4.7 de gösterilen plastik çerçeve imal edilmiştir. Enjeksiyonda üretim açısından soğuk yolluklu ürün ile sıcak yolluklu üründe kağıt enjeksiyon başında kalıp üzerine yerleştirileceğinden imalatta zamanı arttıracığı yani verimi düşüreceğinden, kısacası maliyeti arttıracığından soğuk yolluklu sistem tercih edilmiştir.



Şekil 4.7. SCANIA polen filtresi için yapılan plastik çerçeve (YP 1105/AS).

SCANIA, ASAŞ Filtre ve Yetişen Plastik tarafından ortak başlatılan numune çalışmaları sonucunda, önce plastik çerçevenin imalatı yapılıyor daha sonra kağıdın tamamı tek seferde tek parça halinde çerçevenin içerisine yerleştiriliyor, Ardından Şekil 4.8 de gösterilen kağıt pile sayısı ve kağıt ölçüleri tasarlanmıştır. Katmer dediğimiz sikon bazlı yapıştırıcıdan polen kağıdı plastike yapıştırılmaktadır (Şekil 4.9.) Şekil 4.10. YP 1105/AS nin onaylı teknik resmi verilmiştir.

Yapılan soğuk yolluklu plastik kalıp sistem olarak düzgün çalışmakta saatteki üretim miktarı ortalama.60 adet arasında 2 operatör tarafından yapılmaktadır.



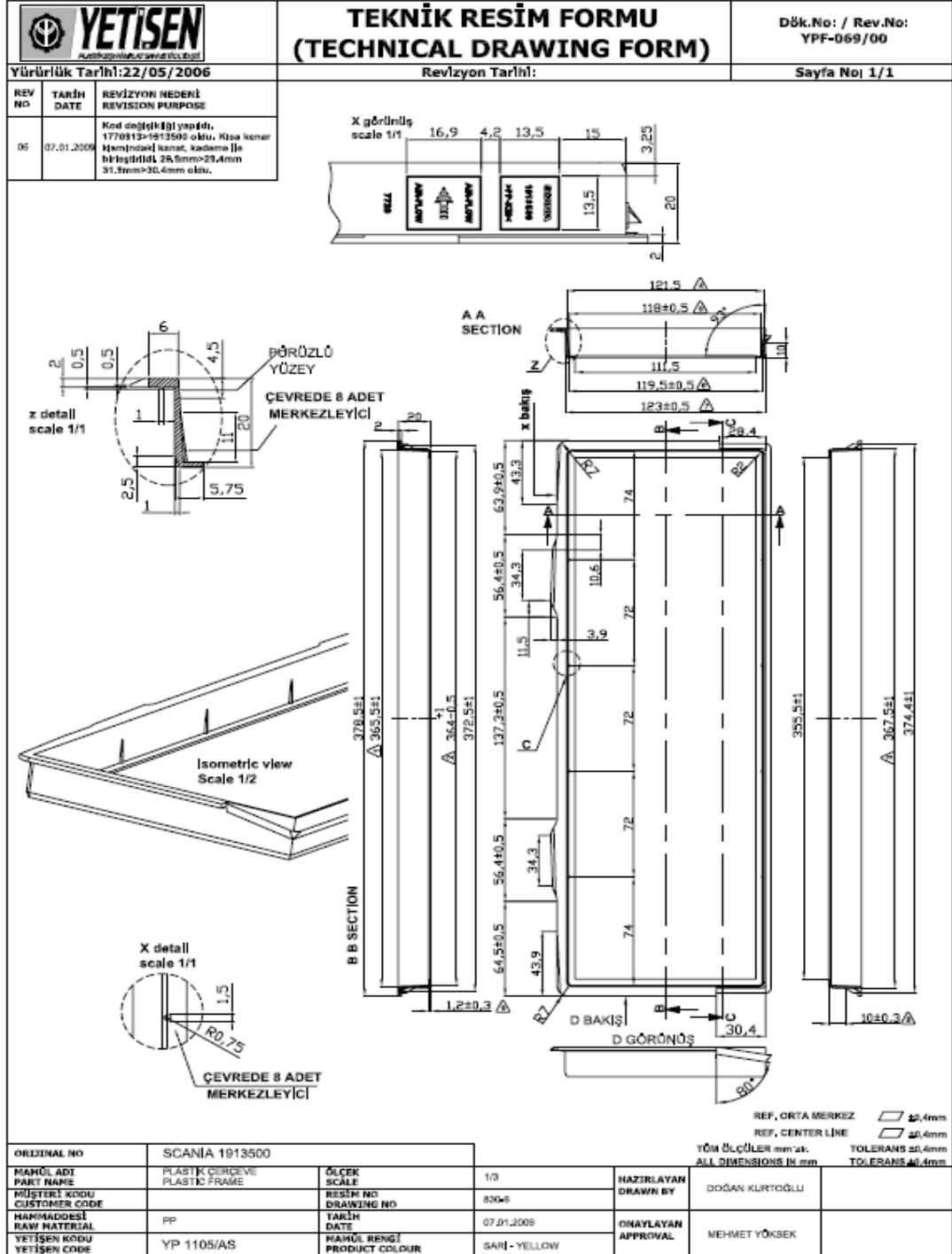
Şekil 4.8. Scania polen filtresi için tasarlanan kağıt örneği.



Şekil 4.9. HF 6204 ASAŞ kodlu SCANIA polen filtresinin bitmiş montajlı hali.

Şubat/2008 aylarında müşteri firmadan gelen yapılabirlik talebi üzerine, Enjeksiyon başında kağıtlı üretim yani SEPAR filtreleri gibi (Şekil 4.11) filtre yapımının araştırılması istenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda yeni kalıbın yapılması, yolluk sisteminin çözülmesinin çok zor olduğu, yanda bulunan SCANIA

logosu ve orijinal numaraları yüzünden maçanın çalışmasının çok zor olacağı müşteri firmaya bildirilmiştir.



Şekil 4.10. YP 1105/AS nin onaylı teknik resmi.



Şekil 4.11. Separ filtre örneği (MAN otobüslerine ait)

4.2. Numune Kalıp Çalışmasının Başlatılması

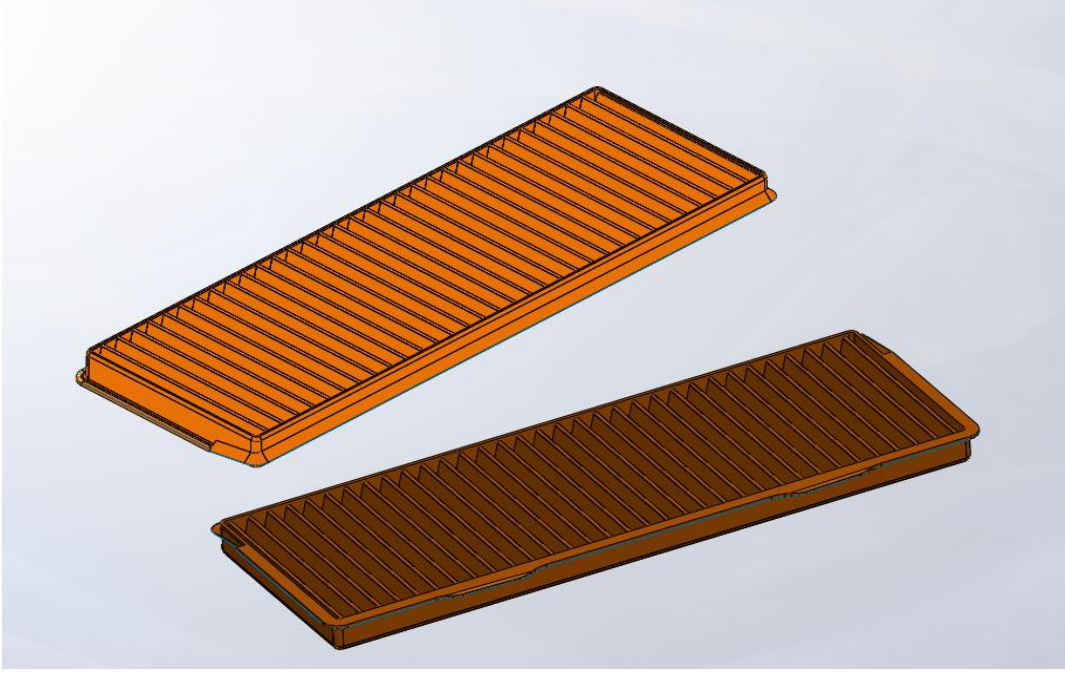
Mayıs/2008 aylarında filtre imalatının miktarının artırılması ve kağıt yapıştırma ile yapılan filtrelerin çok sağlıklı olmadığı bildirilmiş ve yeni kalıp çalışmasının başlatılması hususunda müşteri firma talepte bulunmuştur. Maliyet analizi sonucunda fiyatının 0,6 \$ dan 1,3 \$ a yükseleceği bildirilmiş ve Scania tarafından RED verilmiştir. Yapılabilirliği hususunda tez çalışmama yardım etmek amacıyla Yetişen Plastik teknik ekibi ile birlikte yeni kalıp tasarımına başlamaya karar verdik.

Yeni yapılacak ürünün kodu YP 1105/AST olarak adlandırılmıştır. Malzeme siparişleri verildi ardından Şekil 4.6 ve Şekil 4.7 u kalıbın montajlı halde teknik resmi belirtilmiştir. Kalıbın içerisine kağıdı yerleştirebilmemiz için iki tarafa da (erkek-dişi) tarak şeklinde metalin tel erezyonda boşaltılması yani işlenmesi gerekirdi. Makine olarak torna, dalma (bakır) erezyon, freze, matkap, tel erezyon, CNC torna, CNC merkez dik işleme, taşlama tezgahları olarak dağıtılarak yapılır.

Kalıp tasarımlarında Solid Works ortamında yapılır, veya genel olarak ürün üzerinden gidilerek işlem yapılır ve kalıp yapma yoluna gidilir. Enjeksiyon kalıpları tek gözlü veya çok gözlü olarak farklı yolluk sistemlerde imal edilirler.

4.3. YP 1105/AST Kalıp İmalatı

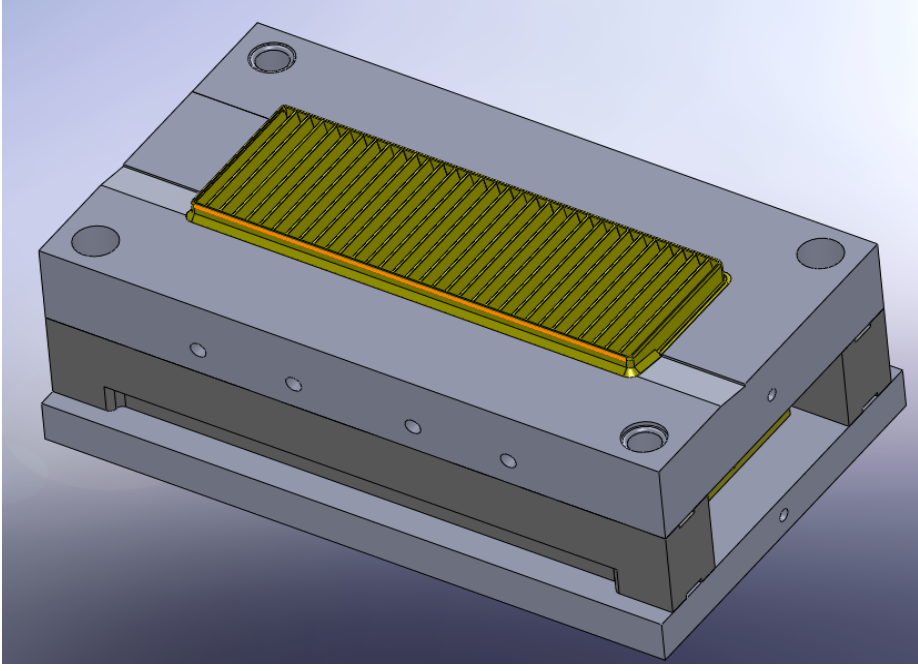
Kalıp imalatına başlamadan önce CNC dik işleme tezgahı için Şekil 4.12. de görüldüğü gibi YP 1105/AST nin CAD tasarımı yapıldı, daha sonra Şekil 4.13. de görüldüğü gibi YP 1105/AST kalıbının üç boyutlu tasarımı solid programı kullanarak yapılmıştır.



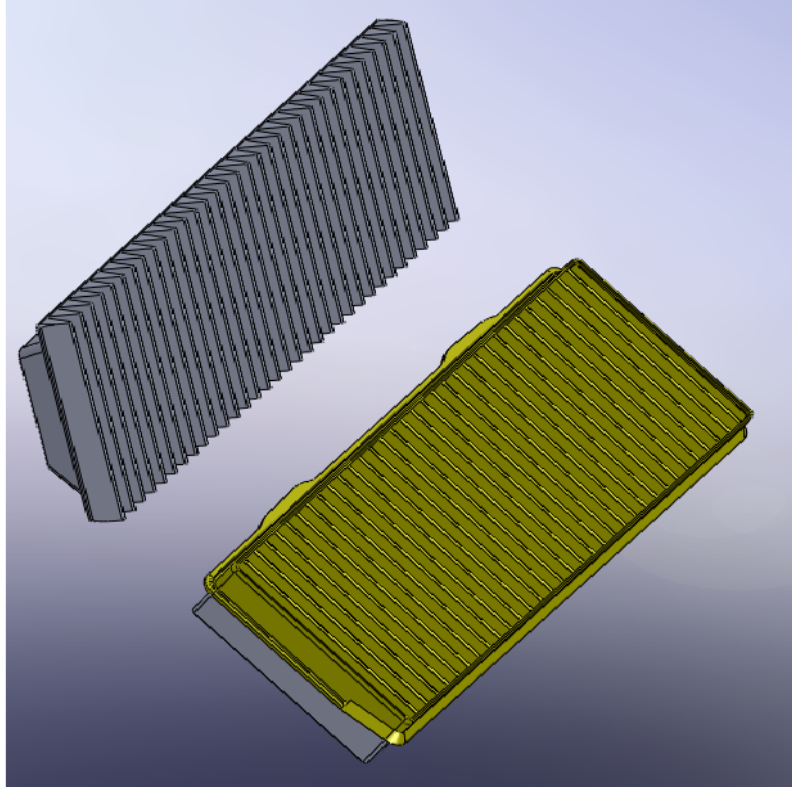
Şekil 4.12. YP 1105/AST nin CAD tasarımı

Daha sonra Şekil 4.13 de belirtildiği gibi kalıp imalat iş emri hazırlanmıştır ve tüm bölümlere yayın yapılmıştır.

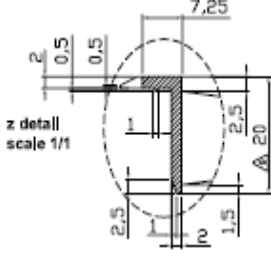
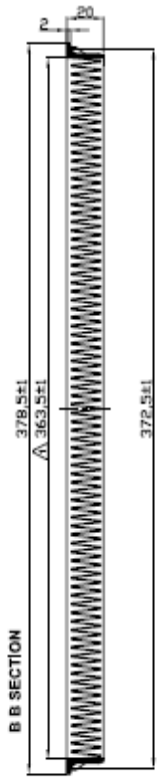
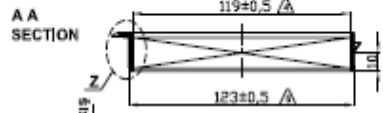
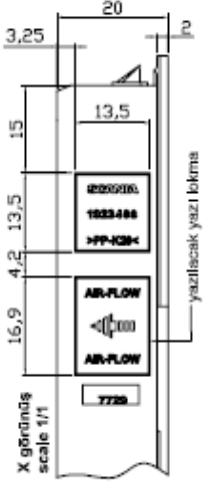
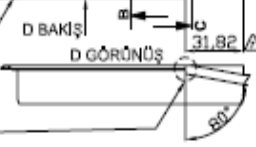
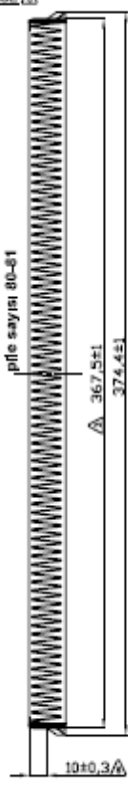
Şekil 4.14 de gösterildiği gibi kalıbın içine takılacak tarafların CAD tasarımı yapılmıştır. Şekil 4.15. de YP 1105/AST kalıbının imalat iş emri formu verilmiştir.



Şekil 4.13. YP 1105/AST kalıbının üç boyutlu tasarımı.



Şekil 4.14. Yeni yapılacak kalıbın taraklarına ait CAD tasarımı

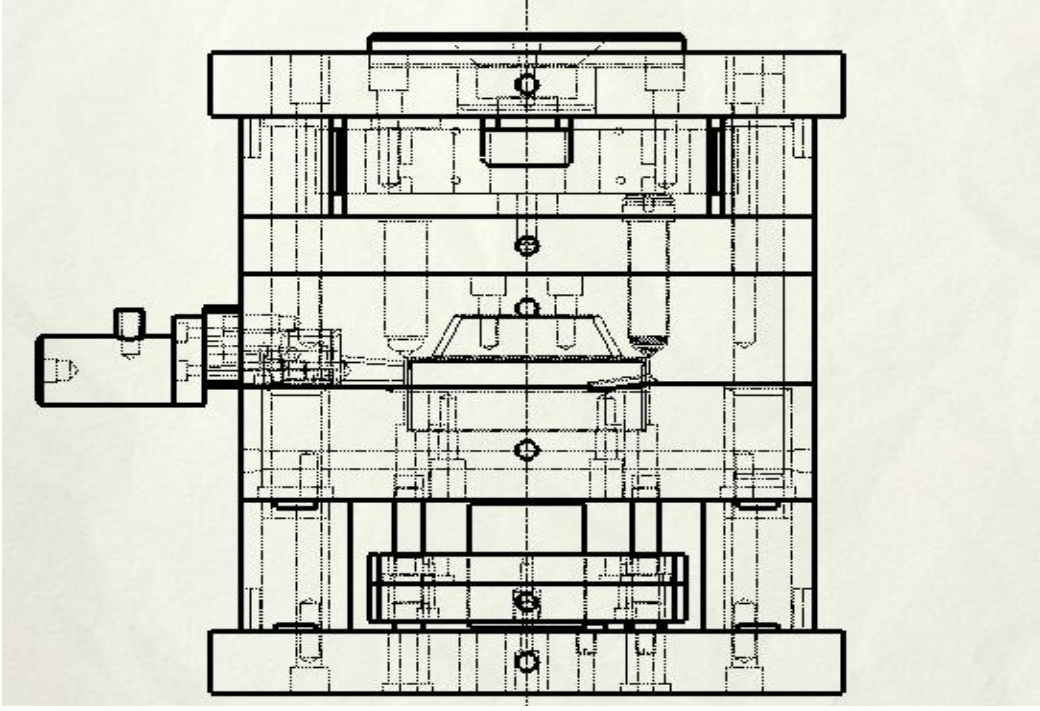
YETİŞEN PLASTİK İMALAT VE TİCARET A.Ş.		KALIP İMALAT TALEP FORMU		Dök.No / Rev.No YPF-079/02	
Yürürlük Tarihi: 22/05/2006		Revizyon Tarihi: 27.10.2008		Sayfa No: 1/1	
REV NO	TARİH DATE	REVİZYON NEDENİ REVISION PURPOSE		KALIBI KONTROL EDEN / MZAİ	
01	11.11.2008	YAPILACAK OLAN YP 1105/AS KALIBI İLE AYNI BÜÇÜLERDE FAKAT İÇ KESME TARAKLI SICAK YOLLUKLU KALIP İMALATI YAPILACAKTIR, LOGO VE KÖĞÜT BÜÇÜ BİLGİLERİ DAHA SONRA BELİRLENECEKTİR.		? : UYGUN X : UYGUN DEĞİL	
02	17.12.2008	YAPILACAK OLAN YP 1105/AST KAĞIT BÜÇÜLERİ BELİRLENDİ.			
03	10.01.2009	PARÇA ÜZERİNE YAZILACAK YAZITLI LOKMA ORJİNAL KOD BELİRLENDİ.			
					
					
		HER İKİ TARAFTAKİ KANAT UC KISIMLARI KADEME İLE BİRLEŞTİRİLECEK		ÖLÇEK: 1/3	
ÇALIŞABİLECEĞİ ENJEKSYONLAR:		5, <input type="checkbox"/>	6, <input type="checkbox"/>	7, <input type="checkbox"/>	8, <input type="checkbox"/>
KALIP CİNSİ. ?		MAÇALI <input type="checkbox"/>	İTİCİLİ <input type="checkbox"/>	SIYIRICILI <input type="checkbox"/>	LOKMALI <input type="checkbox"/>
		PARÇALI <input type="checkbox"/>	ŞANZİMANLI <input type="checkbox"/>	PİSTONLU <input type="checkbox"/>	SICAK YOLLUK <input checked="" type="checkbox"/>
		YUV.POLİ. <input type="checkbox"/>	ALÜ.POLİ. <input type="checkbox"/>		
FİRMA: ASAŞ	MÜŞTERİ NO: PCC 6204 kağıtlı	ORJ.NO: SACANIA 1823408	HAMMADDE: PP ÇEKME ORANI: 0,62	RENK: SARI	
TARİH: 10.01.2009	I.TERMİN:	II.TERMİN:	III.TERMİN:	K.MALZEMESİ: ÇELİK	
SET NO:	I.ÜRÜN:	II.ÜRÜN:	III.ÜRÜN:	IV.ÜRÜN:	
HAZIRLAYAN	KALİPHANE BÖLÜM ŞEFİ	ÖRETİM VE PLANLAMA MÜD.	ONAY	GÖZ ADETİ: 1	
					YP 1105/AST

Şekil 4.15. YP 1105/AST kalıbının imalat iş emri formu

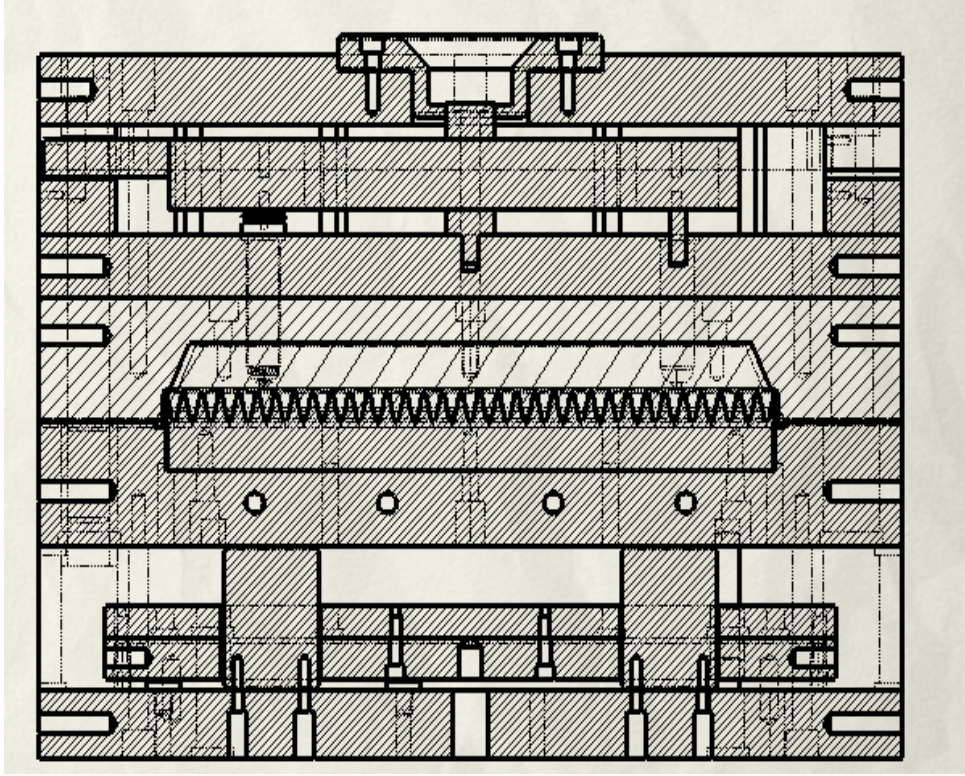
Sıcak yolluk ise tek seferde sadece ürün alımı ve fire oranının sifıra indirebilme özelliğinden, soğuk yolluklardaki sıkıntılar sıcak yolluklu kalıplarda karşılaştırıldığında bir hayli fazla olduğundan firenin dışında ayrıca düzlemsellik sebebiyle bu üründe sıcak yolluklu sistem tercih edilmiştir.

YP 1105/AST kalıbına ait metal malzemeler 2080 ve 1.2738 kalıp çeliklerinden imal edilmiştir. Kalıbın tamamı CNC dik işleme freze tezgahlarında yapılmıştır. Sadece taraklar Tel erezyon tezgahında kesilmiştir diğer işlemler elektronik ortamda bilgisayarlı programla CNC tezgahlarında işlenmiştir. Yapılan işlemler kısaca;

- Kalıba kullanılan maça malzemeleri 1.2738 özel kalıp çeliği malzemedendir yapılmıştır. Dereceli bir şekilde işlendikten sonra ürün yüzeyine aşınmayı önlemek için Elektro (Dalma) erezyon tezgahında bakır ile elektro edilerek maça işlenmiştir.
- Kalıp malzemeleri siparişinden itibaren yüzeysel olarak yapım aşamasına girilmiştir. Malzemelerin teslimi ile beraber önce frezede ve CNC frezede genel temizlik yapılmıştır.
- Taşlama tezgahında yüzey taşlaması yapıldıktan sonra set çalışması için CNC tezgahlarına tekrar getirilmiştir. Set halini alana kadar aradaki tüm işlemler CNC dik işleme tezgahında yapılmıştır.
- Taraklar tel erezyonda kesildikten sonra asıl önemlisi alıştırma işlemi CNC lerde yapılmıştır Şekil 4.16 ve Şekil 4.17 de montajlı hali görünmektedir.
- Tornada takoz sıcak yolluk nozulları yapılmıştır.
- Makineye bağlamak için flanş yapılmıştır.
- Su yolluklarını delme işlemi matkap, fereze ve CNC de yapılmıştır.
- İtici için delikler CNC de delinmiştir. İtici plakaları ferezede işlenip taşıyıcı delikleri aynı şekilde ferezede işlendikten sonra havşa açılmıştır.
- İtici ve geri vurucu pimler, pim kesme makinesinde kesilip ölçüye yine bu makinede gelmesi sağlanır.
- Sıcak yolluk sistemi EMP marka olup İtalya'dan özel olarak ithal edilip kalıba monte edilmiştir. Nozullar (UGEP 2003) spiral rezistanslı ve termocouple sistemi vardır. Manifold ve nozulların sıcaklık ısı kontrolü HATSYS kontrol üniteleri tarafından sağlanmaktadır. Şekil 4.18. de teknik resimleri ile belirtilen memeler kullanılmıştır.

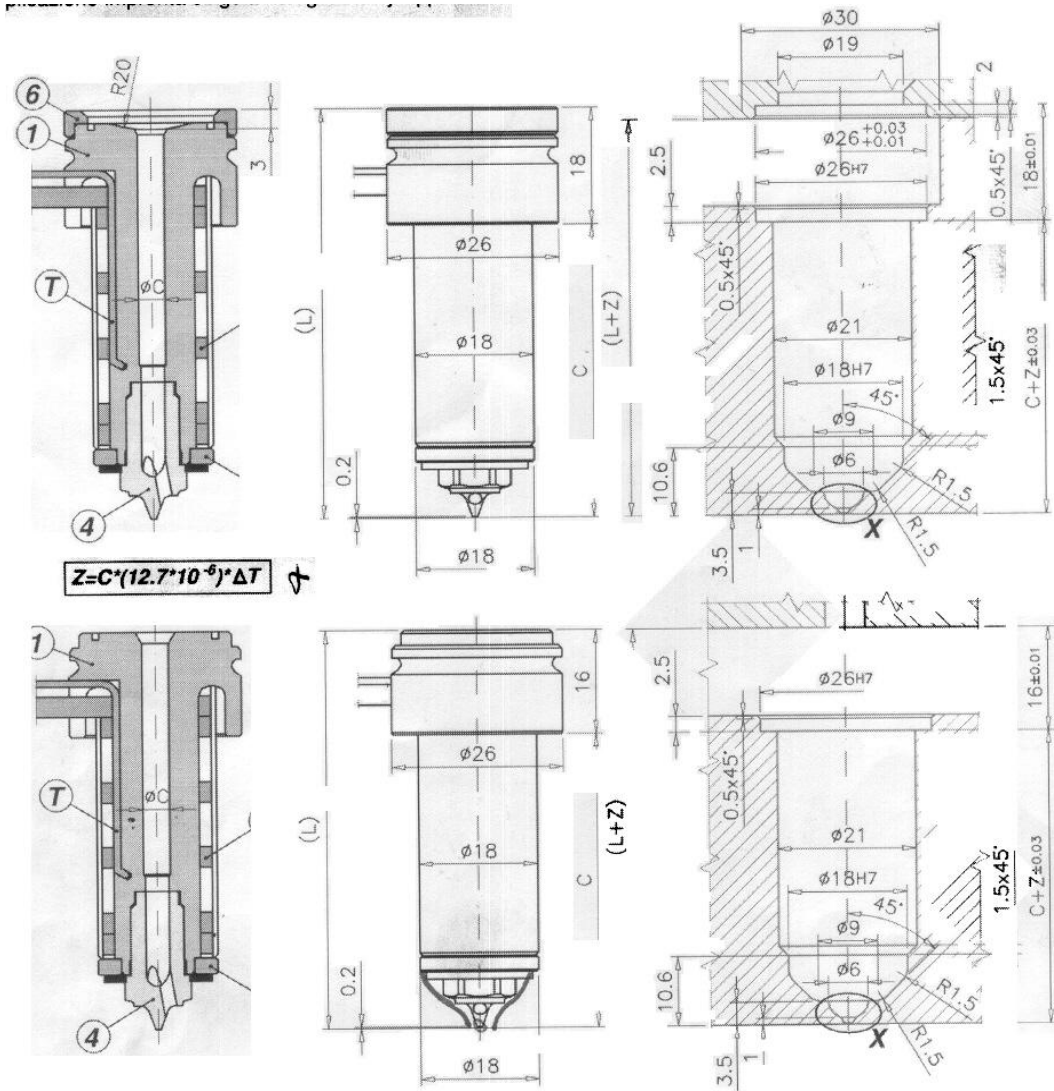


Şekil 4.16. YP 1105/AST nin kalıp resmi yan görünüşü

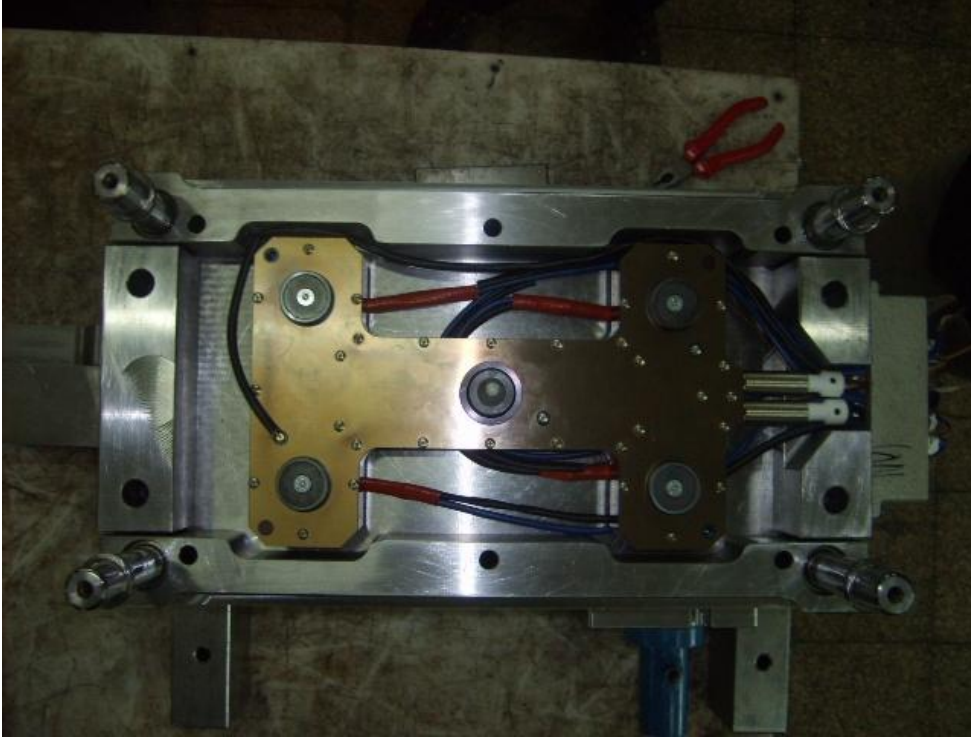


Şekil 4.17. YP 1105/AST nin kalıp resmi ön görünüşü

- Kalıbın maçaları, hidrolik sistemde olup kontrolü enjeksiyon makinesi tarafından sağlanmaktadır. Kalıbın Core ve Cavity tarafları ve tarakları su ile soğutulmaktadır itici tipleri lama itici ve silindir havşa başlı elamanlardan oluşturulmuş ve hazır standart malzemelerden kullanılmaktadır Şekil 4.19 ve Şekil 4.20.
- Bu işlemlerin hepsi bitince sırası ile kalıpların parçaları alıştırılmıştır, parçaların birbirlerine olan uyumları kontrol edildikten sonra kalıp toparlanmaya başlanmıştır Şekil 4.21 ve Şekil 4.22, herhangi bir sorun çıkmadığı gözlemlenmiş ve kalıp montajı yapıldıktan sonra, birleştirildikten sonra numune almak için enjeksiyon bölümüne teslim edilmiştir Şekil 4.23 ve Şekil 4.24.



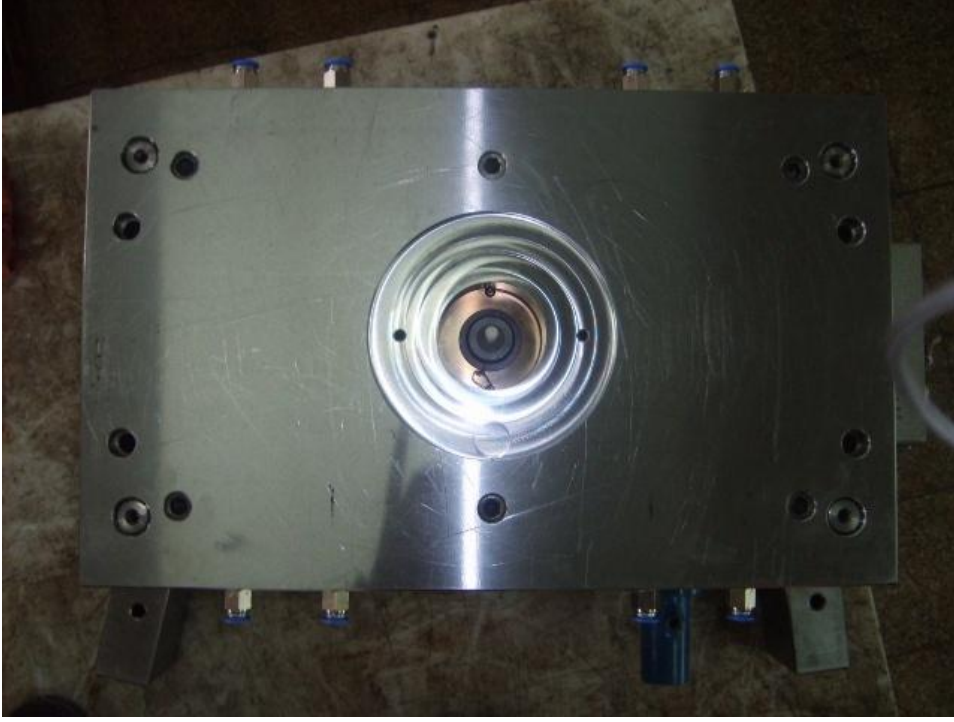
Şekil 4.18. Kullanılacak olan sıcak yolluk memelerinin teknik resimleri



Şekil 4.19. YP 1105/AST kalıbının ısıtıcı plakanın üst görünüşü



Şekil 4.20. YP 1105/AST kalıbının ısıtıcı plakanın açık görünüşü



Şekil 4.21. YP 1105/AST kalıbının üstten kapalı görünüşü



Şekil 4.22. YP 1105/AST kalıbının yan görünüşü



Şekil 4.23. YP 1105/AST kalıbının bitmiş hali (dişi ve erkek)

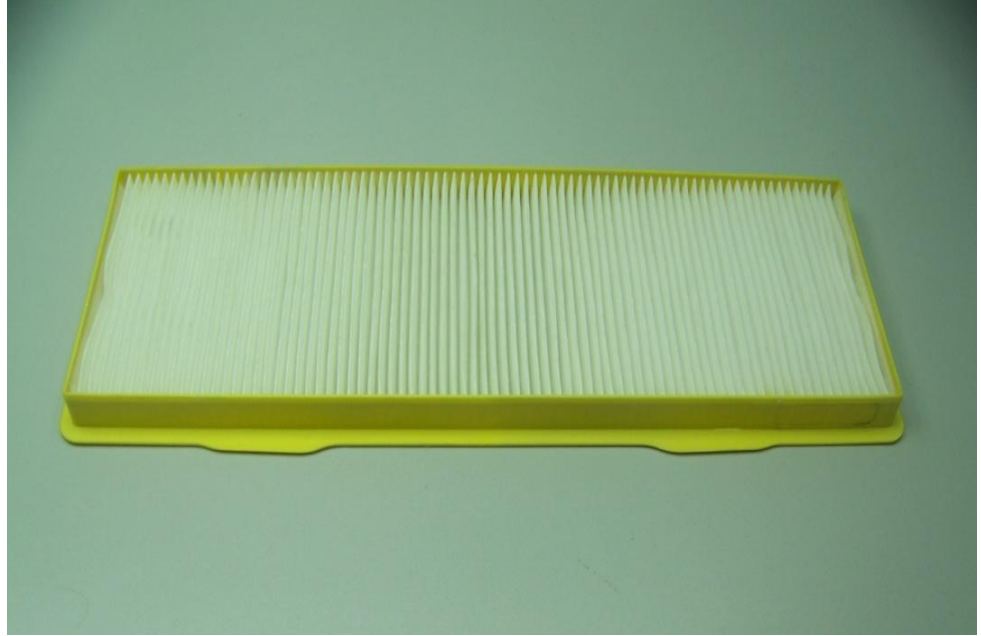


Şekil 4.24. YP 1105/AST kalıbının bitmiş hali (dişi ve erkek)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

- En uygun yolluk sistemi budur diyemiyoruz, çünkü ürünün şekline göre, hacmine göre, kullanılacak polimer malzemenin yapısına göre, ürünün gramajına göre, üretilecek miktara göre değişebilir.
- Sıcak yolluklu sistem, diğer soğuk yolluklu sisteme göre şekillerinden daha düzlemsel ve en önemlisi fire miktarının sıfır olması sebebiyle çok daha uygun olduğu görülmüştür. Fakat sıcak yolluklu sistemin maliyetinin yüksek olması sebebiyle ancak sürekli üretimi olan seri üretim yapılacak ürünlerde kullanılması uygun olacaktır.
- Yetişen Plastik firmasında bulunan yaklaşık 4.000 kalıbın tamamı soğuk yolluklu sistemde yapılmıştır. Çünkü en çok üretilen ürünler bile ayda en fazla 28 saat/Enjeksiyon çalışmaktadır. Kalıpların değeri ortalama 4.000-5.000 bin TL, en pahalı kalıbın ise maliyeti 12.000 TL iken, yapılan çalışmada ilk defa sıcak yolluklu kalıp yapılmıştır ve işçilik&teknik destek hariç sadece maddi boyutu yaklaşık 19.000 TL ye mal olmuştur. Malzemenin dışında, kalıp ekipmanlarının dışında, tezgahlar da işleme süreleri minimum 2 kat artmıştır.
- Enjeksiyon bölümünde soğuk yolluklu kalıbın üretime hazırlanması maksimum 1 saat iken, sıcak yolluklu sistemde minimum 3 saate çıkmıştır.
- SCANIA ve ASAŞ Filtre'nin istediği filtre yani makine başı kağıt montajlı filtre imal edilmiştir fakat ortalama 60 adet/saat çerçeve üretilirken bu şekilde 20 adet/saat üretim yapılmıştır. Sadece çerçeve üretildiğinde kağıt montajını filtre fabrikaları saatte minimum 120 yapmaktadır. Yani çerçevenin günlük üretim miktarı 1.400 adet, filtre haline gelmesinin günlük üretim miktarı 2.800 adettir. Makine başında kağıtlı filtre üretimi için işçilik maliyeti bayağı arttığından Yetişen Plastik tarafından yapılan birim fiyat artışını ASAŞ değerlendirmeye almıştır ve SCANIA firmasına yapılan fiyat revizyonu kabul görmemiştir. Bu yüzden YP 1105/AST devreye alınmamıştır. Sadece numune çalışması olarak kayıtlara geçmiştir. YP 1105/AST numunesi Şekil 4.25 de gösterilmiştir.
- Soğuk yolluklu sistemdeki kalıptan üretilen çerçevenin gözle görülür yamuk olması RED görmemiş, elle düzeltilerek klima filtresi haline getirilmektedir.

- Sıcak yolluklu sistem için harcanan 19.000 TL ve 6 ay boyunca teknik ekibin çalışması boşa gitmiş görünse bile tüm ekip ve başta benim için büyük tecrübe olmuştur Şekil 4.25 de gösterildiği gibi YP 1105/AST kodu verilen kağıtlı çerçevenin bitmiş hali.
- Bu tez ve bu çalışmadan dolayı edindiğimiz deneyimle, yapılan firma içi toplantıda, soğuk yolluklu sistemli ürün yelpazemizdeki 4.000 ürünler taranmıştır ve düzlemsellik problemi yaşanan, imalatı basit, üretim miktarı fazla olan, Enjeksiyon montajı basit olan, üretim sonrası bir sonraki üretime giriş süresi kısa olan ürünler seçilmiştir. Sadece 35 ürünün sıcak yolluklu sistemde yapılmasına karar verilmiştir.



Şekil 4.25. YP 1105/AST

KAYNAKLAR

AKYÜZ, Ö.Faruk, 1998, “**Plastikler ve Plastik Enjeksiyon Teknolojisine Giriş**”, s36,s133-142, Pagev yayıncılık ,1999, İstanbul.

Anonim 1996 “**Plastik & Ambalaj Teknolojisi**” Plastik Enjeksiyon Kalıplarında Besleme (doldurma) Sistemlerinin Tasarımı, sayı: Ağustos 1996 . s 116-127

Anonim 2005, **TurkCADCAM.net** / Rapor - Makale > Plastik enjeksiyon kalıplarında sıcak yolluk sistemleri 2005.

Anonim 2006. **Plastikler ve plastik teknolojisine giriş**. <http://www.pagev.org.tr/>

DEMİRER, A, Soydan Yavuz, 2004, Plastik Enjeksiyon Kalıplarında Sıcak Yolluk Sisteminden Kaynaklanan Problemlerin İncelenmesi, “**Plastik & Ambalaj Teknolojisi**” Şubat, Sayı 89

DEMİRER, A, 2002, Plastik Enjeksiyon Kalıplarında Sıcak Yolluk Dağıtıcıların Tasarlanması, “**Plastik & Ambalaj Teknolojisi**” Eylül, Sayı 72

DEMİRER, A., 2002, “Enjeksiyon Kalıplarında Sıcak Yolluk Sistemlerinin Kalıplama Prosesine Etkilerinin Kalıplama Prosesine Etkilerinin Deneysel Olarak İncelenmesi” Sakarya Üniversitesi Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, Sakarya.

ELLEZ, İ, 2003, Sıcak Yolluk Sistemi “**Plastik & Ambalaj Teknolojisi**”Mayıs, Sayı80

FRADOS, J., 1976, “**Plastic Engineering Handbook**” ,Van Nostrand Reinhold Company, New York

GEVREK, M, 2005, MMG Müşavirlik, Mühendislik San. ve Tic. Ltd. Şti. Dr.Mustafa GEVREK **TurkCADCAM.net Dergisi** 2. Sayısı Kasım 2005, İstanbul

KLUZ, John, 1998, Çev: ERC Gıyasettin, “**Plastik ve Metal Döküm Kalıpları**”, s89-95, M.E.B. Mesleki ve Teknik Öğretim Kitaplar Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları, Baylan Matbaası ANKARA

KARASUNGUR, Halit, 2002, “**Sıcak Yolluk Sistemlerinde Manifoldlar**” Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Kalıpcılık Mezuniyet Projesi I, Ankara.

ROLF J. Kahl , “**How To Make Injection Molds**” s191-209,s 129-145, 1986, Munich.

TURAÇLI. H., 2000, “**Enjeksiyon Kalıpları İmalatı**”, Pagev Yayınları, İstanbul.

Y.ROSATO, Donald,Dominic,1999, “**injection Molding Handbook**”,s245-26.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmama başladığımdan bu yana ilgisiyle yardımıyla emeklerini esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç.Dr.Ali KOÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yaptığımız çalışmada yeni kalıpların yapımında, numune üretimin her aşamasında teknik olarak destekleyen ve projenin her türlü maddi masrafını karşılayan; Yetişen Plastik Genel Müdürü İnş.Yük.Müh. Deniz ELMAS'a, teknik olarak destekleyen Yetişen Plastik teknik ekibine; Kalıphane Bölüm Sorumlusu Sn.Mehmet YILDIR'a, Tasarım Sorumlusu Sn.Doğan KURTOĞLU'na, CNC Bölüm Sorumlusu Sn.Hasan BALTA'ya, Kalite Yönetim Temsilcisi Mak.Müh. Elif HOCA'ya, Proses İyileştirme Sorumlusu Mak.Müh. Ali YILDIRIM'a, Dış Ticaret Müdürü Sn. Ali AYAN'a, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak tez çalışmalarım boyunca ve hayatımın her döneminde manevi desteklerinden dolayı eşime, anneme ve babama teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

16.05.1976 tarihinde Antakya'da doğdum. Sırasıyla Antakya İstiklal İlkokulu, Antakya Fevzi Çakmak Ortaokulu, Antakya 23 Temmuz Merkez Lisesinden mezun oldum. Daha sonra Erciyes Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünü kazandıktan sonra Haziran 2001 de mezun oldum. 1996-97-98 yaz tatillerinde 3 dönem stajlarımı İSDEMİR'de Makine Bakım Onarım, İmalat Atölyeleri ve Enerji Tesisleri Müdürlüklerinde tamamladım.

Temmuz 2001'de Yetişen Kauçuk Eşya İmalat San. ve Tic. Ltd. Şti. de Teknik Ressam olarak işe başladım. Bir yıl çalıştıktan sonra Askerlik görevimi yapmak üzere işten ayrıldım. Ege Deniz Bölge Komutanlığında kısa dönem askerliğimi yaptıktan sonra Kasım 2002'de yeni kurulmakta olan Yetişen Plastik Eşya İmalat San. ve Tic. Ltd. Şti'de Üretim ve Planlama Sorumlusu olarak iş başı yaptım, işletme içerisinde Kalite Kontrol Sor. Kalite Güvence Müd. gibi görevleri yaptıktan sonra, 2003 yılından bu yana ve halen Genel Müdür Yrd.-Fabrika Müdürü olarak görev yapmaktayım. YETİŞEN GROUP filtre sektörünün conta, plastik, kutu, ambalaj ürünlerinde ana taşeron firmasıdır. Yurtdışında 32 ülke ve 55 firmaya, yurtiçinde 86 firmaya, filtreleri oluşturan malzemelerin üretimini ve sevkiyatını yapmaktadır. ISO 9001:2008 kalite yönetim sistemi ve ISO 14001:2004 çevre yönetim sistemi belgelerine sahip Makine, Kimya ve Endüstri Mühendisleri, torna tesviye ve makine teknisyenleri ile kurulu 30 teknik elaman kadrosuyla yaklaşık 500 çalışanıyla Eski İskenderun Yolu Üzeri 12. Km Antakya'da faaliyet göstermektedir.

Dokuz yıldır Makine Mühendisi olarak çalıştığım bu süreç içerisinde birçok meslek içi eğitim kurslarına ve yüzün üzerinde eğitim seminerlerine katılma fırsatım oldu. Yurt içi ve yurt dışı fuarlara katıldım. Sürekli yeni teknolojilerin takip ederek araştırmalar ve uygulamalardan sonra firmamızda 'sürekli iyileştirme prosesi' çalışmalarımızı devam ettirmekteyiz.

Evliyim ve iki çocuk babasıyım.