



# Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Derleme

## Sıcak ve Soğuk Yolluk Sistemlerinin Karşılaştırılması

Turgut ÖZTÜRK<sup>a,\*</sup>, Arif ÖZKAN<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği, Düzce, TÜRKİYE

<sup>b</sup>Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği, Düzce, TÜRKİYE

\* Sorumlu yazarın e-posta adresi: arifozkan@duzce.edu.tr

### ÖZET

Plastik sektörü dünyada çok hızlı gelişen sektörlerin başında gelmektedir. Bu teknolojik gelişmeler ışığında hacim kalıplarında kullanılan sıcak yolluk sisteminin önemini gittikçe artırmıştır. Sıcak yolluk sistemi son yıllarda plastik enjeksiyon kalıpcılığında soğuk yolluk (normal yolluk) sistemine göre daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır. Plastik enjeksiyon kalıpcılığında sıcak yolluğun soğuk yolluğa göre daha fazla tercih edilmesini yüksek kaliteli ürün alma isteği, daha kısa sürede daha çok iş yapabilme ve işçilik giderlerinin azaltılması olarak kısaca özetleyebiliriz

Soğuk yolluk sisteminde kullanılan elemanlar: yolluk burçları ve yolluk dağıtım sistemleridir. Sıcak yolluk sistemlerde kullanılan elemanları; Termokupul (Sıcaklık kontrol elemanları), Sıcaklık kontrol cihazları, Isıtıcılar (Dağıtıcı ve meme ısıtıcıları), Sıcak yolluk memesi ve Sıcak yolluk dağıtıcısı (manifold), açma/kapamalı (valfgate) yolluk giriş uçları olarak altı ana gruba ayırabiliriz.

Sıcak yolluk sisteminin önemli ölçüde enerji, işçilik ve malzeme kazançlarının yanında birçok avantajlar getirmesi nedeniyle kullanımı giderek artmaktadır. Sıcak yolluk sisteminin sağladığı avantajların yanı sıra kendine has özellikleri ve gereksinimleri vardır. Plastik enjeksiyon parçalarının kalitesini iyileştiren ve üretimi optimize eden en etkili yöntemdir. Bu sistem temel olarak enjeksiyon makinesi memesinin bir devamıdır ve kalıbın her gözüne dağıtıcı görevi görür. Sıcak yolluk sisteminde, tüm basınçlar düşeceği için makine daha az yıpranır ve makine ömrü uzar. Dakikada alınan ürün sayısının artması, işçilik maliyetinin düşmesi, baskı sorunun olmaması ve en önemlisi geri dönüşüm olarak kullanılan (kıрма) yolluk sarfiyatının ortadan kalktığı düşünüldüğünde çok büyük maddi tasarruf sağlanır. Sıcak yolluk sisteminin, bir enjeksiyon makinesinin kapasitesini yaklaşık olarak %20 artırmaktadır. Bu derlemede plastik enjeksiyon kalıpcılığında sıcak yolluk sisteminin önemi ve sağlayacağı faydalar üzerinde durulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Enjeksiyon, Sıcak yolluk sistemi, Yolluk sistemleri, Yolluk

## Comparison of Hot and Cold Runner System

### ABSTRACT

Plastics industry is one of the fastest growing industries in the world too. These technological advances have increased the importance of increasing the volume of the mold hot runner systems used in the light. Hot runner system is cold runner plastic injection molding in recent years (normal gating) began to be more preferred by the

system. Plastic injection more than cold runner's preference for hot runner molding of high quality products appetite, can do more work in less time and can be summarized briefly as the reduction of labor costs

Elements used in cold runner system: the sprue bushing and are runner distribution system. Components used in hot runner systems; Thermocouple (temperature control elements), Temperature Controllers, Heaters (Distributor and nozzle heaters), hot runner nozzle and hot runner distributor (manifold), open / shut-off (valfgat A) gating input terminals can be divided into six main groups. Plastic sectors are the first of the fast-growing sectors in the world. These technological developments shaping plastic molds, hot runner system and the importance of the volume has increased. Hot runner system significantly with many advantages in energy, labor and material gains due to the increasing use of fetch. Hot runner system in addition to the benefits of unique features and requirements. To improve the quality of plastic injection parts and optimize the production of the most effective method. This system is basically continuation of breast and mold injection machine acts as a distributor for each eye. Hot runner system, all pressures fall on the machine for less than the frayed and machine life. The fall of the cost of the product, increase the number of beats per minute, labor, printing is not the problem and most importantly, the use of a variety of plastic materials as a runner breaking consumption considering the very large material savings disappeared. Hot runner system, an increase of approximately 20% of the capacity of the injection machine.

*Keywords: Injection, Hot runner system, Runner system, Runner*

## I. GİRİŞ

**Y**OLLUK sistemleri; ergimiş plastik malzemenin haznedan kalıp boşluğuna ulaşması sırasındaki sistemin bütünü olarak tanımlanabilir. Yolluk sistemlerinin şekli ölçüleri ve kalıpla olan bağlantısı kalıp doldurma sürecini ve dolayısıyla ortaya çıkan ürünün kalitesini büyük oranda etkilemektedir.

Sıcak dağıtıcı kalıplar, özellikle çok geniş eşyalar için tasarlanmış durumda, iyi sonuçlar verirler. İstenilen kalıp boşluğu dolmadan, plastik malzemenin kanallarda katılaşması tehlikesi durumunda, sıcak dağıtıcı kalıplar kullanılır. Dişi kalıbı besleyecek yolluğun, en yakın yerine kadar gelecek sıcak dağıtıcı, plastik malzemenin sıcak durumunu muhafaza ettiğinden; plastik malzeme kalıp boşluğuna muntazam ve çabuk dolar [1-4].

Sıcak yolluk sistemleri klasik yolluk sistemlerine göre bazı önemli avantajlara sahiptir. Kısa zamanda daha fazla ürünün elde edilmesi, zamandan ve işçilikten tasarruf etme, aynı anda birden fazla üretilmesi istenen karmaşık ürünlerde oldukça yüksek kaliteye ulaşabilmesi en önemli avantajlarından bir kaç tanesidir.

Bu çalışmada sıcak yolluk tasarımını, sıcak yolluk çeşitlerini, sıcak yolluktan beklenen görevleri, manyfoldlar (dağıtım plakası), sıcak yolluk memeleri, spiral rezistanslar, döküm ısıtıcılar (k-ring), flexible ısıtıcılar, fişek rezistanslar, termokopulr, bant ısıtıcılar (kelepçe rezistanslar), ısı kontrol cihazları, fişek filtre, ısı yalıtım plakası, tünel yolluk inserti gibi mevcut bilgiler kısaca özetlenmiştir.

## II. YOLLUK ÇEŞİTLERİ

Yolluk enjeksiyon makinesinin memesinden gelen eriyik haldeki plastik malzemenin kalıp gözüne (boşluğuna) akışını sağlayan sistemdir [3]. Yolluk sisteminin görevi, kalıba enjekte edilen eriyik malzemeyi kalıp boşluğuna veya boşluklara dağıtmaktır [1]. Soğuk yolluk sistemi ve sıcak yolluk sistemi olmak üzere iki ana başlık altında toplanmaktadır.

### A. SOĞUK YOLLUK SİSTEMİ

Soğuk yolluk sistemi, plastik enjeksiyon kalıpcılığında oldukça sık kullanılan bir yolluk sistemidir. Bu sistemde yolluk burcu, kalıbın sabit yarımı üzerinde, enjeksiyon makinesinin memesi ile sürekli temas halindedir. Yolluk burcunun diğer ucu ise dağıtıcı kanala açılmaktadır. Bu sistemde enjeksiyon makinesinin memesinden çıkan ergimiş haldeki plastik malzeme, sırasıyla yolluk burcu, dağıtıcı kanal ve kalıp boşluğunu doldurmak üzere giriş kanalından geçmektedir [4-6].

Basınç kaybını en aza indirmek için kanalın kesiti yuvarlaktır ve kalıptan kolay çıkması için 2° ile 5° arası konik açıya sahiptir. Şekil 1’de gösterildiği gibi yolluk sistemi yolluk burcundaki kanal, yolluğu (yolluk koniğini) oluşturmaktadır [4-8].

### B. YOLLUK BURCU

Yolluk burcu iç bükey küre yarı çapı enjeksiyon memesi dış küre çapından biraz büyük yapılıdır. Bunun sebebi yolluk burcu giriş ağzında sertleşen plastik malzemenin, memenin oturma yüzeyine yapışıp kalmasına mani olmak içindir [4-10].

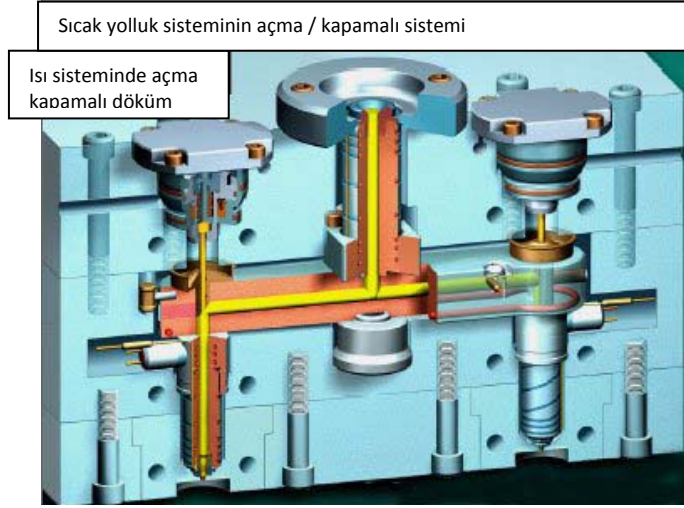
Yolluk burcu içindeki delik konik yapılıdır. Nedeni soğuyarak katılaştıran plastik malzemenin çekilip alınması kolay olur. Cüruf denilen plastik malzeme, yolluk burcu içerisinde kalırsa, delik tıkanmış olur ve enjeksiyon gerçekleşmez. Bu yüzden yolluk burcunu temizlenmesi gerekir. Değişik şekil ve ölçülerde, enjeksiyon yolluk burcu kullanılır [11].

### C. SICAK YOLLUK SİSTEMİNİN YAPISI

Kalıplarda enjeksiyon memesi ile dağıtıcı kanalları arasındaki bölgeye “yolluk” denilir. Şekil 1’de sıcak yolluk sisteminin kesit görünüşü verilmiştir. Yolluğun amacı memeden çıkan malzemenin bazen doğrudan iş parçası üzerine çoğu zamanda dağıtıcı kanallara ulaşmasını sağlamaktır [2].

Sıcak yolluk yöntemde, yolluklar içten ve dıştan ısıtılmaktadırlar. Sebebi de memeden kalıp boşluğuna giderken reçinenin donma ihtimalini ortadan kaldırmaktır.

- ✓ Sıcak yolluklar, kolay çıkması için kesik koni biçiminde yapılmışlardır. Koniklik açısı 2-6° arasındadır.
- ✓ Sıcak yolluktan istenen, kalıp boşluğunu tam doldurmadan, reçine yolda katılaşmasını. Basınç çok düşmeden temiz bir enjeksiyon sağlanmasıdır[6].



Şekil 1. Sıcak yolluk sisteminin kesit görünüşü

Sıcak yolluk sistemini oluşturan birimler görevlerine göre aşağıdaki gibi ayrılmaktadır;

- ✓ Ana giriş enjektörü: eriyiğin enjeksiyon makinesinden dağıtım kanallarına taşınmasını sağlar.
- ✓ Dağıtım kanalları: eriyiğin enjektörlere dağılımını sağlar.
- ✓ Enjektör: eriyik, kalıp gözüne yada tamamlayıcı soğuk yolluğa enjekte edilir.
- ✓ Giriş: enjektörün yada kalıbın parçasıdır.

Bazı durumlarda manifold da tek enjektör bulunur, yani sıcak yolluk sistemi tek merkezi enjektörden oluşur[8].

#### D. SICAK YOLLUK SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ

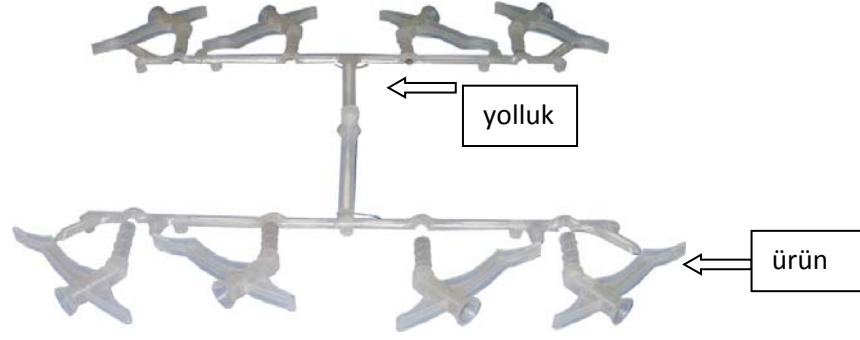
- Açık akış kanalı
- Dengeli malzeme akışı
- Değişmeyen bir ısı denge
- Yeterli ısıtıcı güç kapasitesi
- Isıl genleşmelere karşı gerekli önlemler
- Hızlı renk değişimi [7].

#### E. SICAK YOLLUK SİSTEMİNİN BAŞLICA AVANTAJLARI, YARARLARI VE DEZAVANTAJLARI

- ✓ ÜRÜN KALİTESİNİ ARTTIRMA VE YOLLUKTAN KURTULMA

Normal soğuk yolluk sisteminde enjekte sonrası yolluk kısmı hemen donup sertleştiği için formun içindeki ve en uçtaki ürün, makinenin ikinci ütüleme basıncından pek etkilenmez. Basınç sadece yolluğu etkiler ve sonuçta güzel bir yolluk edilir. Şekil 2’de ürünün yolluklu gösterimi verilmiştir.

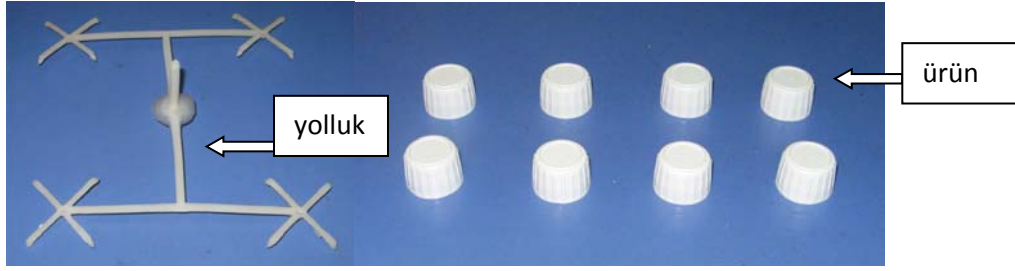
Oysa sıcak yolluk sisteminde hem tek, hem de çok gözlü kalıplarda, kalıp içerisinde tüm kanallardaki plastik malzeme, istenen ısıda eriyik vaziyette kontrol altında tutulabildiği için makinenin ikinci ütüleme basıncı ürünü form içindeki en uç noktasına kadar etkiler. Dolayısı ile çöküntüler, hava kabarcıkları ve basınç eksikliğinden meydana gelebilecek tüm problemler büyük ölçüde ortadan kalkar. Yolluklardan elde edilen kırma malzeme kullanılmayacağı için devamlı saf granül ile çalışılır ve kırma içine karışabilecek yabancı maddelerin ürün üzerindeki kötü görüntüsü ortadan kalkar.



Şekil 2. Ürünün yolluklu gösterimi

#### ✓ ZAMANDAN TASARRUF ETME

Soğuk yolluk sisteminde, tek gözlü kalıplarda enjekte sonrası kalıp, malın düşebilmesi için yolluk Mesafesine kadar da fazladan açılması gerekir. Sıcak yollukta ise yolluk olmadığı için bu mesafeye gerek yoktur ve Makinenin kalıp açma kapama zamanından tasarruf edilir. Dakikada alınan ürün sayısı % 10-25 artar. Çok gözlü kalıplarda ise, genelde iki plaka arasındaki dal yolluk el ile veya mekanik olarak alınır. Sıcak yolluk sisteminde bu işlem ortadan kalkar, zamandan tasarruf edilir ve üretim % 15-30 artar (Şekil 3).



Şekil 3. Ürünün yolluktan kurtulmuş hali

#### ✓ İŞÇİLİK VE ALANDAN TASARRUF

Makine bazında veya daha sonradan yapılan yolluk kesme işçiliğinden tasarruf edilir. Yolluk kırma işçiliğinden tasarruf edilir. Soğuk yolluk Sisteminde yolluğu almak ve ayırmak için her makinede bir eleman çalıştırılırken, sıcak yolluk sisteminde kalıp otomatik olarak çalıştığı ve yolluk çıkmadığı için 2-3 makineye bir eleman bakabilir. Sıcak yolluk sisteminde yolluk çıkmadığı için, kırmak için yolluk depolama sorunu ortadan kalkar (Şekil 4).



Şekil 4. Atık yolluklar

## ✓ MAKİNA ÖMRÜNÜ UZATMA

Sıcak yolluk sisteminde, tüm basınçlar düşeceği için makine daha az yıpranır ve makine ömrü uzar.

## ✓ MADDİ TASARRUF

Dakikada alınan ürün sayısının artması, işçilik maliyetinin düşmesi, baskı sorunu olmaması ve en önemlisi kırma olarak geri kullanılması imkânsız olan çeşitli plastik malzemelerin yolluk sarfiyatının ortadan kalktığı düşünüldüğünde çok büyük maddi tasarruf sağlar (Şekil 5). Sıcak yolluk sisteminin, bir enjeksiyon makinesinin kapasitesini ortalama % 20 arttırdığını düşünürsek 5 makine ile çalışan bir işletme, soğuk yolluk sistemine oranla sıcak yolluk sistemi ile 6 makine kapasitesine çıkar. Ayrıca, üretim adedi çok yüksek olan bazı ürünlerde, soğuk yolluk sisteminden dolayı, ürünün dolduramama ve plastiği rahat yürütememe gibi problemlerden dolayı, ancak iki ayrı makinede, iki ayrı kalıpla bu adetlere ulaşılırken, sıcak yolluk sisteminde tek bir makine ve çok gözlü bir kalıpla aynı adetlere ulaşılır. Böylece bir makine işletme maliyetleri ve uygulama verimliliğine göre boşa çıkmış olur.



Şekil 5. Ürünün istenilen biçim ve uygunlukta (kalitede) kalıptan çıkmış hali

## ✓ BASKISI ZOR MALZEMELERDE UYGUNDUR

Bazı plastik parçalar soğuk yolluk sistemi ile basılamaz veya normaline göre çok daha büyük ve güçlü bir enjeksiyon makinesinde yüksek basınçlarla basılabilir. Bazı Hammaddeler ise yüksek baskı sıcaklıkları gerektirir. Bu tip (PET ve PA66 %35 GF gibi) hammaddelerde sıcak yolluk kullanılmalıdır, örneğin (Şekil 6).



Şekil 6. Baskısı zor olan ürünler

## F. SICAK YOLLUK SİSTEMİNİN DEZ AVANTAŞLARI

Sıcak yolluk sistemi, klasik (normal) yolluk sistemlerinin tüm üstünlüklerine sahip olmakla beraber bir çok sakıncaları da bulunmaktadır. Bununla beraber soğuk yolluklara göre şu sakıncaları vardır;

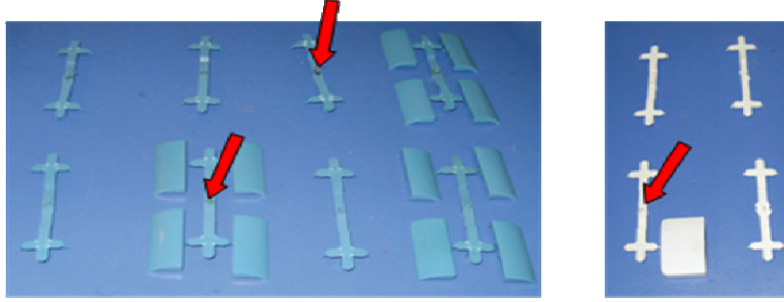
- Çok daha karmaşık kalıp tasarımı, imalatı ve bakımı
- Çok yüksek fiyatı
- Çeşitli elamanların ısıl genişmesi dolayı boyut değiştirmeleri [3].

- Kalıp toplama süresi, iki parçalı kalıba göre daha uzundur.
- Kalıpta yeterli soğutma önlemleri alınmamışsa, sıcak yolluk girişine yakın bölgelerde parça yüzeyinde yanma izleri görülebilir.
- Sıcak yolluk sisteminin genleşmesi için tasarımda gerekli önlemler alınmamışsa, genleşme problemi oluşabilir[7].

### III. SICAK YOLLUK SİSTEM MALZEMELERİ

- ✓ Plastik kalıplarında sıcak yolluk uygulaması değişik şekillerde olabilir.
- ✓ İdeal olan sistem, her bir göz için bir meme kullanmaktır (örneğin 8 gözlü bir kalıbın sıcak yolluk uygulamasında, 8 adet meme kullanmak gibi).

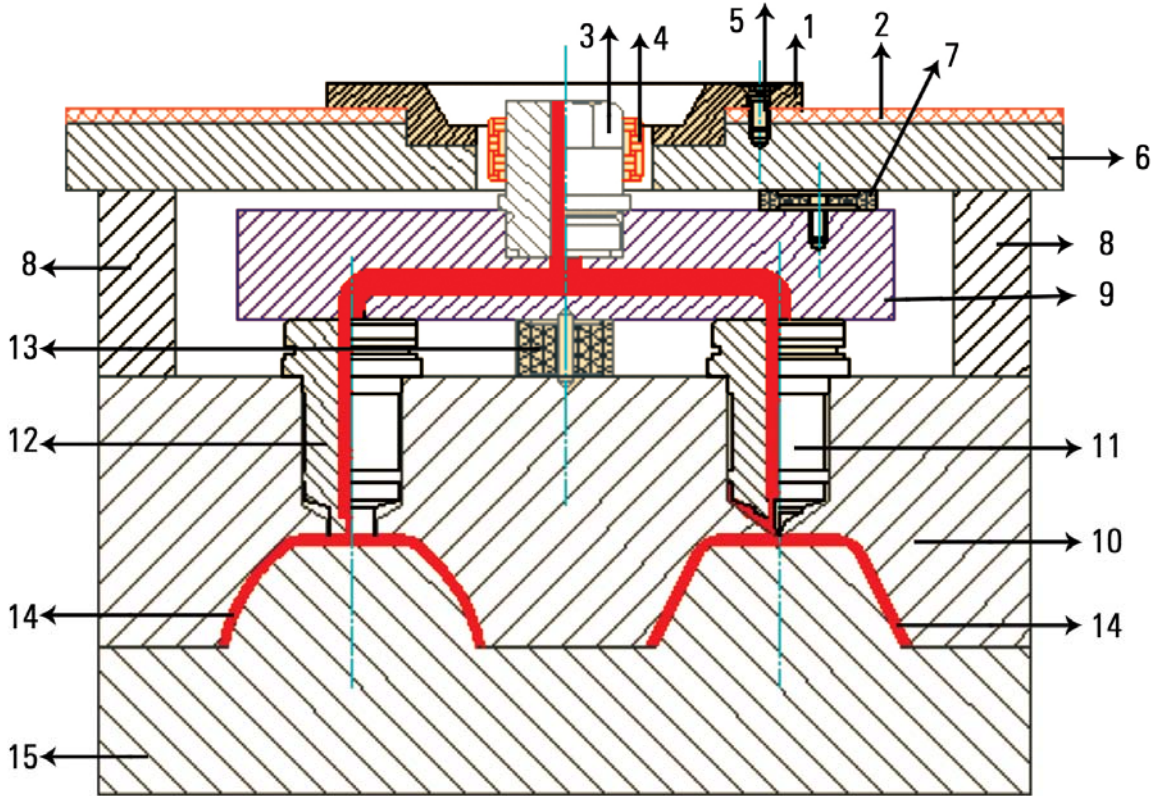
İkinci aşamada, birkaç göze bir meme kullanarak yarım sıcak yolluk uygulaması. Bu tür bir uygulamada, sıcak yolluk memesi orta bir noktaya taşınır, daha sonra, yolluk çıkışı parçaya yandan tünel yolluk ile taşınır. Örneğin, 16 gözlü bir kalıpta 4 adet sıcak yolluk memesi kullanarak bir sıcak yolluk sistemi oluşturulabilir. Her bir meme, 4 göze tünel yollukla dağıtılarak, çok ufak bir yolluk alınarak bir sistem oluşturulabilir (Şekil 7).



Şekil 7. Yarım sıcak yolluk uygulaması

Üçüncü aşamada ise, çok gözlü kalıplarda girişe bir sıcak yolluk memesi konularak, ilk girişteki yolluktan kurtarılabilir. Burada, soğuk yolluk memesi çıkarılarak, sıcak yolluk memesi monte edilir. Yolluk ana kanala kadar sıcak olarak taşınır.

Sıcak yolluk sisteminde kalıp ısısı çok önemlidir. İdeal ısı tablolarına uyulmalıdır. Mal form içindeki püskürtme deliğinden aktığı anda sıcak yolluk işlemi biter. Doldurmama problemleri sıcak yolluk ile ilgili değildir. İnce cidar, kalıpta hava ve gaz oluşması, erkek yatması gibi problemler kalıpcı sorunlarıdır. Forma ve memeye en yakın yerden su dolaştırılmalıdır. Memenin sıkı geçtiği alından plakaya yüksek ısı geçer ve donma süresi uzar. Çöküntüler, kopmalar, ipliklenme ve harelenme oluşur. Belirtilen yerde su dolaştırmak gerekir. Özellikle ince cidarlı malzemelerde erkek maçada, püskürtme noktası karşısında bir havuz açılmalıdır. Bu malın akma ve dağılmasını kolaylaştıracaktır. Sıcak yolluğu bir sistem olarak düşünmek lazımdır. Bu sistemde, kalıp enjeksiyon makinesi, kalıbın ısıtma ve soğutma sistemi, ısı kontrol cihazı, sıcak yolluk sistemi ve kullanılan hammaddenin kalitesi birbirlerini tamamlamalıdır. Bu saydıklarımızdan herhangi birinde bir aksaklık varsa sıcak yolluk sistemi düzgün olarak çalışmaz. Örneğin, çok kaliteli ithal bir sıcak yolluk sistemi yaptığımızda, kullanmış olduğunuz ısı kontrol cihazı 10-15 derece ısı sapması yapıyorsa sağlıklı baskı alamazsınız. Aynı şekilde kalıbın soğutma sisteminde hatalar varsa yine sağlıklı bir çalışma olmaz. Yukarıda saydığımız tüm malzemelerin birbirlerini tamamlayarak uyumlu bir şekilde çalışması gerekmektedir. Soğuk yolluk sistemine göre, sıcak yolluk sisteminin avantajları görüldüğü üzere çok fazladır. Şekil 8. Sıcak Yolluk Sistemi Malzemeleri ve Sistem Şeması verilerek malzemelerin daha iyi anlaşılması için çalışılmıştır.

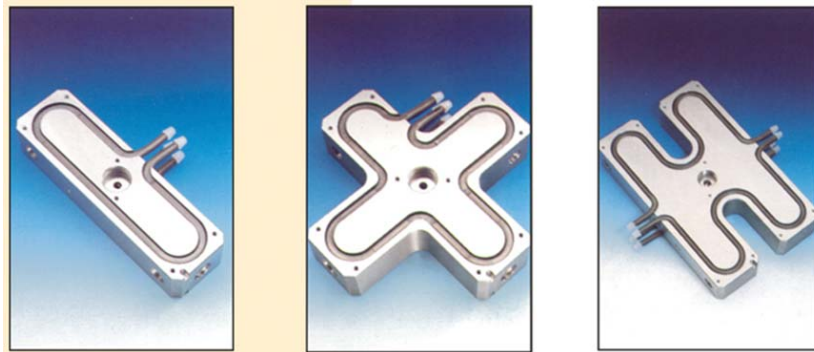


1. Flanş 2. Isı yalıtım plakası 3. Ana giriş memesi 4. Ana giriş memesi razistansı 5. Cıvata 6. Bağlama plakası 7. Üst dayama pulu 8. Yana takozlar(havuz plakası) 9. Manyfold(dağıtım plakası) 10. Form (meme) plakası 11. Sivri tip sıcak yolluk memesi 12. Düz tip sıcak yolluk memesi 13. Alt dayama pulu 14. Plastik cavity 15. Erkek plaka

Şekil 8. Sıcak Yolluk Sistemi Malzemeleri ve Sistem Şeması

#### A. MANİFOLDLAR ( DAĞITIM PLAKASI )

Genellikle, çok gözlü kalıplarda, plastik hammaddenin gözlere dağılımını yapmaya yarayan malzemedir. Manifold yapımında 1.2344 çelik malzeme kullanılır. Manifoldlarda en önemli konu, her göze eşit basınçta ve mesafede plastiği taşımaktır. Bundan dolayı, belli sayıda göz adedi olan kalıplarda sıcak yolluk uygulanabilir. İdeal dağılım için göz sayıları, 2-3-4-6-8-12-16-24-32-48 gibi olmalıdır. Manifoldlar istenilen ideal sürede plastik malzemeyi eritebilecek gerekli ısıya ulaşabilmelidir. Manifoldların ısıtılmasında fişek rezistanslar veya flexible ısıtıcılar kullanılır. Manifoldlarda, yolluk kanalları basınç kaybını önlemek için raybalanmalı ve parlatılmalıdır ve köşe dönüşleri radyüslü olmalıdır. Şekil 9.'da çeşitli Manifoldlar (dağıtım plakası) gösterilmektedir.

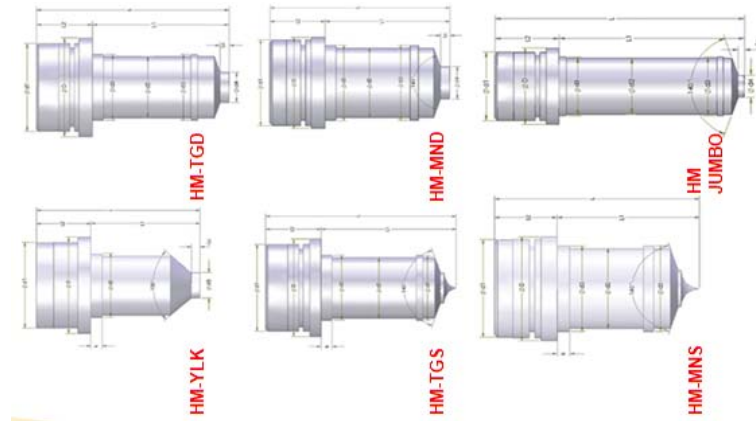


Şekil 9. Manifoldlar ( dağıtım plakası )



## B. SICAK YOLLUK MEMELERİ

Sıcak yolluk sisteminin en önemli parçalarından biridir. Plastiğin mamule çıkışına yarayan memeleri, genel anlamda düz uçlu ve iğne uçlu olmak üzere 2 ana Gruba ayırabiliriz. Düz uçlu memelerin montajı kolaydır. Fakat parça üzerinde itici pim izine benzer bir iz bırakır. İğne uçlu memelerde ise parça üzerinde çıkan iz nokta biçiminde olup daha estetik bir görünüm bırakır. Fakat tıkanıldığında, açmak için memeyi sökmek gerekir. Ayrıca montajında çok dikkatli davranmak gerekir. Memelerin ısıtılmasında spiral rezistanslar kullanılır. Bazı modellerde fişek rezistanslarda kullanılabilir. Basılacak plastiğin gramajına ve cinsine göre değişik tiplerde yapılırlar. Meme içerisinde bazı durumlarda ısıyı daha iyi iletebilmesi için cobaltlı Berilyumlu bakır kullanılır. Sıcak yolluk memeleri genelde 1.2344 sıcak iş çeliğinden imal edilir ve sertleştirilir. Şekil 10'daki Sıcak yolluk memeleri istenilen giriş çapı ölçülerde ve boyutlarında üretim yapılabilmektedir.



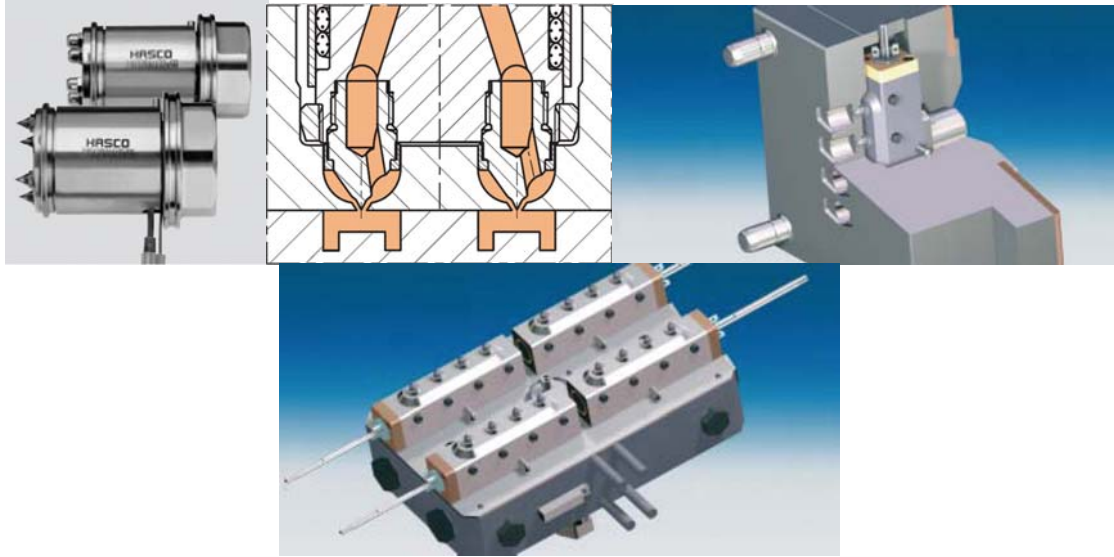
Şekil 10. Sıcak yolluk memeleri

## C. ÇOK ÇIKIŞLI MEMELER

Göz adedi fazla olan ve birbirine yakın dizilmiş küçük boyutlu parçalarda çok çıkışlı memeler kullanılır. Bu tip memelerde tek tip Meme ile aynı anda 2-4-6 veya 8 parça baskısı yapılabilir. Bu tip memeler genelde manifold altında kullanılır. Şekil 11'deki Çok çıkışlı memeler, baskısı zor plastikler olarak adlandırılan PA66,PC ve PET gibi malzeme çeşitlerinde uygulaması çok iyi neticeler vermemektedir.

Sıcak Yolluk Memelerinin Fonksiyonları

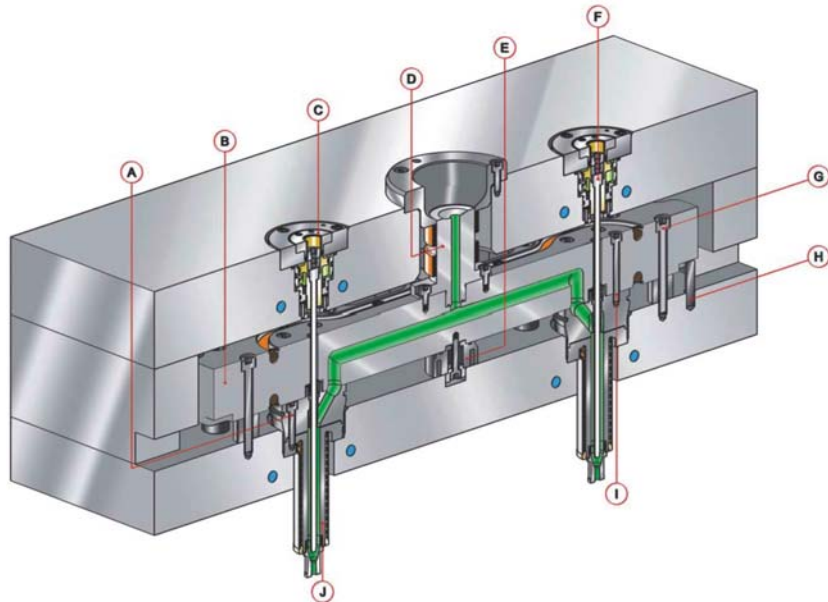
- 1- Girişe ısı iletmek; eriyiği girişe kadar mümkün olduğunca eşit sıcaklıkta taşınmalı ve burada katılaşmasını önlemeli,
- 2- Sıcak yolluk ile soğuk olan kalıp arasında ısı yalıtımını sağlamak; kalıp, sıcak meme civarından uygun olmayan şekilde ısınmalıdır.
- 3- Ürünün kalıptan çıkarılması sırasında meme kanalı içerisinde eriyik ile katılaşan ürün arasında temiz ve yeniden ütleme geçmeye uygun bir ayrımı sağlamak.
- 4- Dağıtıcı kanaldan memeye ve memeden kalıp gözüne geçiş sırasında sızdırmazlığı sağlamak.



Şekil 11. Çok çıkışlı memeler

#### D. VALFGATE SİSTEMİ (AÇMA / KAPAMALI)

Valfgate sistemi, 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.



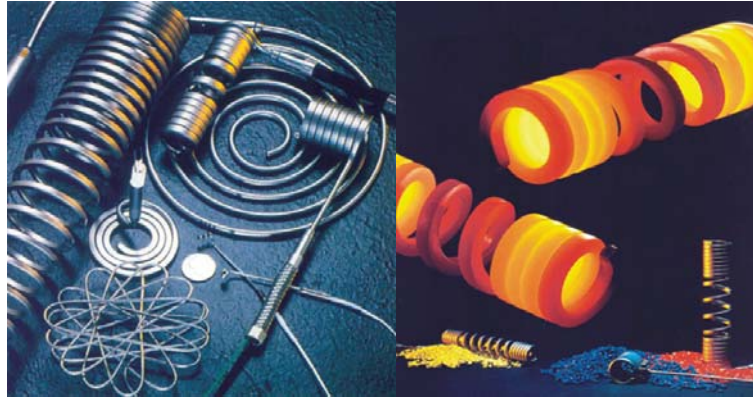
- |                       |                           |                      |                   |
|-----------------------|---------------------------|----------------------|-------------------|
| A:Valf meme düzeneği  | B:Manifold                | C: Hidrolik silindir | D:Anagiriş memesi |
| E: Merkez dayama pulu | F:Valf pimi               | G:Manifold cıvatası  | H:Merkezleme pimi |
|                       | I:meme sabitleme cıvatası | J:Valfli meme        |                   |

Şekil 12. Valfgate sistemi (açma / kapamalı)

Bugün kullanılan valf tipi yolluk giriş uçlarında, ucu konik taşlanmış bir meme iğnesi kalıpta işlenen yolluk girişine oturmaktadır. 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. ideal olarak pim ucunun plastik parçaya 0.03-0.025mm bir derinlikte batacak şekilde ayarlanmış olmasıdır[10]. Kalıbın özelliklerine göre tasarımları yapılmakta ve buna göre imal edilmektedirler (Şekil 12).

## E. SİRİRAL REZİSTANSLAR

Sıcak yolluk memelerinin üzerine takılan ve plastiği ıstmada kullanılan malzemedir. Termokopulli ve termokopulsiz olarak, silindirik, kare ve dikdörtgen tel kesitlerinde imal edilirler. İhtiyaca göre, değişik çap, boy ve wattlarda kullanıma sunulurlar. Yuvarlak kesitlilere göre, daha fazla noktadan temas ettiği için ve dolayısı ile daha iyi bir ısı transferi sağladığından, dikdörtgen kesitli olanlar tercih edilmelidir (Şekil 13).



Şekil 13. Spiral rezistanslar

## F. DÖKÜM ISITICILAR (K-RİNG)

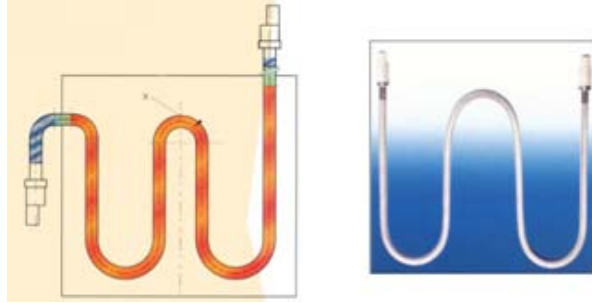
Döküm ısıtıcılar, içerisinde yüksek kalitede spiral rezistans barındırırlar. Spiral rezistanslara oranla çok daha yüksek ısı iletkenliği sağlar. Plastik mal kaçaklarında rezistans patlama riski çok düşüktür. Sıcak yolluk memelerinde kullanılırlar. Thermocoupleli ve Thermocouplesiz olarak imal edilebilirler. Fiyat olarak spiral rezistanslardan daha pahalıdır. Dar alanlarda, sıcak yolluk memeleri üzerinde Kullanılarak alandan kazanılır (Şekil 14).



Şekil 14. Döküm ısıtıcılar (k-ring)

## G. ESNEK YÜZEY ISITICILAR

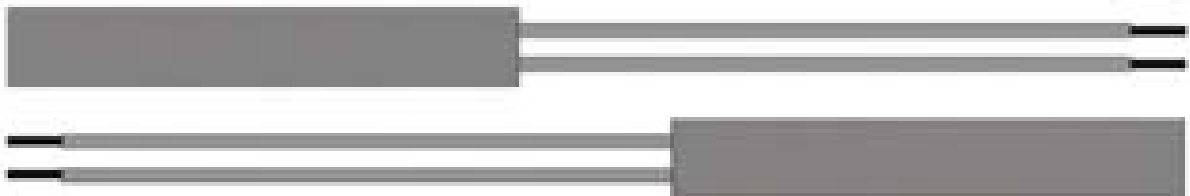
Fişek rezistanslara alternatif olarak manyfoldların ısıtılmasında kullanılır. Homojen ısı dağılımı yönünden avantajlıdır. Montajı ve bozulduğunda, değiştirilmesi fişek rezistanslara göre daha zordur. Ayrıca manyfold formuna göre kıvrılırken belli radyüslere uyulmalıdır. Keskin köşeli olarak kıvrılmamalıdır (Şekil 15).



Şekil 15 Esnek yüzey ısıtıcılar (Flexible)

## H. FİŞEK REZİSTANSLAR

Değişik çap, boy ve wattlarda imal edilip, manyfold bloklarının ısıtılmasında kullanılırlar. Çap ve boy oranında ölçü toleranslarının iyi olması ve watt yüklemelerinin sağlıklı yapılması gerekir. Fişek rezistansların takılacağı yuvanın h7 toleransında ve pisliklerden arındırılmış olması gerekir. Fişek rezistansların üzerinde biriktirdikleri ısıyı iletmeleri gerekir. Bundan dolayı takılacakları yuvaya sıkı temaslı olarak geçmelidirler. Yuvanın bol olması durumunda, fişek rezistanslar, üzerine biriken ısıyı iletemedikleri için normalden daha kısa ömürlü olurlar. Fişek rezistansları yuvalarına takarken, ısı transfer pastası kullanmakta yarar vardır. Bu rezistansların ısıyı daha iyi transfer etmelerini sağlar (Şekil 16) [7].



Şekil16. Fişek rezistanslar

## I. SICAKLIK KONTROL ELEMANLARI (TERMOKOPUL)

J-K ve Pt 100 tiplerinde bulunurlar. Sıcak yolluk sistemlerinde 0-600 derece arasında çalışabilen, J tipi FeCuNi (Ferro-Nikel-Cooper) (Demir-Nikel-Bakır) termokopul (Sıcaklık kontrol elemanları) kullanılır. Bu şunu ifade etmektedir; kablunun bir tanesi Demir (Fe), diğeri ise Nikel Bakır(Ni-Cu) karışımlıdır. Şekil 17'deki Termokopular bu iki kablunun ucu termo elemanın en uç noktasında birleşir ve ısıyı ölçer. Değişik ölçü ve şekillerde kullanılır. Sıcak yolluk memelerinde ve manyfoldlarda ısıyı ölçmek için kullanılır. Termokopul ısı kontrol cihazına sinyal gönderir ve cihaz bunu algılayarak değeri gösterir. Memelerin ve manyfoldların ısını kontrol altında tutmak için termokopul kullanılmalıdır.

## TERMOKOPUL KULLANIM ALANLARI

Fe-CuNi.....Plastik imalatında

Ni-CuNi.....Metal enjeksiyonda

Pt 100 .....Ambalaj sektörü



Şekil 17. Termokopul (Sıcaklık kontrol elemanları)

## J. BANT ISITICILAR (KELEPÇE REZİSTANSLAR)

Manifoldlarda ana giriş memesinin ısıtılmasında kullanılan malzemelerdir. Değişik ölçü ve wattlarda yapılırlar. Bu tür rezistanslar ayrıca plastik enjeksiyon makinalarında, makine memesinin ısıtılmasında da kullanılırlar (Şekil 18).



Şekil 18. Bant ısıtıcılar (kelepçe rezistanslar)

## K. ISI KONTROL CİHAZLARI

Sıcak yolluk kontrol üniteleri mutlaka PID kontrollü olmalıdır. FeCuNi termokopul uygun olmalıdır. Toplam rezistans wattını kaldıracak güçte olmalıdır. Sıcak yolluk sistemlerinde kullanılan ısı kontrol cihazlarının okuma hassasiyeti +/- 1 derecede olmalıdır. Diğer önemli bir noktada, cihazın ısıyı ağır ağır yükseltmesidir. Çünkü sıcak yolluk Rezistanslarının içerisinde yalıtım malzemesi olarak magnezyum oksit tozu kullanılır. Bu Malzeme de üzerine nem çekme özelliği taşıyan bir malzemedir. Bundan dolayı özellikle Soğuk havalarda, rezistansların üzerinde nem tanecikleri oluşur. Eğer kontrol cihazı ısıyı çok hızlı bir şekilde yükseltirse, rezistansların üzerinde biriken nem tanecikleri aniden buharlaşır ve buda rezistanslar üzerinde basınç oluşmasına sebep verir. Dolayısı ile rezistans ömürleri

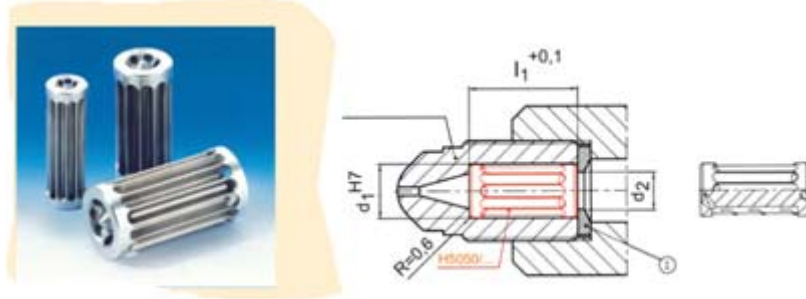
% 50 gibi yüksek bir oranda kısılır. Sıcak yolluk sisteminde, ideal ısı kontrolü her bir göze bir kontrol şeklinde olmalıdır. Tasarruf amacı ile manifoldlarda, rezistansları paralel bağlayarak daha az noktadan ısı kontrolü yapmak mümkündür. Ancak memelerde mutlaka her göze ayrı bir kontrol ünitesi koymak lazımdır (Şekil 19).



Şekil 19. Isı kontrol cihazları

#### L. FİŞEK FİLTRE (Şekil 20)

- ✓ Enjeksiyon makine memesi ağzında pislik birikmesini önler. Basınç kaybı düşüktür.
- ✓ Enjeksiyon makine memeleri içerisine ve manifold ana meme girişlerine uygulanabilir.
- ✓ Çapaklı mal kullanımlarında idealdir.
- ✓ Dar filtre geçişi sayesinde, sıcak yolluk memelerinin tıkanmasını engeller.
- ✓ Kolayca temizlenebilir.



Şekil 20. Fişek filtre

#### M. ISI YALITIM PLAKASI

Yüksek sıkıştırıcı gerilimi olması açısından kalitesi yüksektir. Diğer benzer ürünlerle karşılaştırıldığında teknik uygulamada üstün özellikleri vardır.

- ✓ Düşük termal iletkenliğinden dolayı ısı yalıtkanlığı özelliği yüksektir.
- ✓ Uzun dönemde ısı stabilitesi mükemmeldir.
- ✓ Kimyasal stabilitesi iyidir.
- ✓ Sıkıştırma kuvveti yüksektir.

#### N. TÜNEL YOLLUK INSERTİ

Özel formu sayesinde kalıbın tamamen güvenli bir şekilde yolluktan ayrılmasını sağlar. Kalıbın dış yüzeyinin işaretlenmesi ortadan kaldırılabilir ve bu sayede daha yüksek seviyede yüzey kalitesi elde edilir.

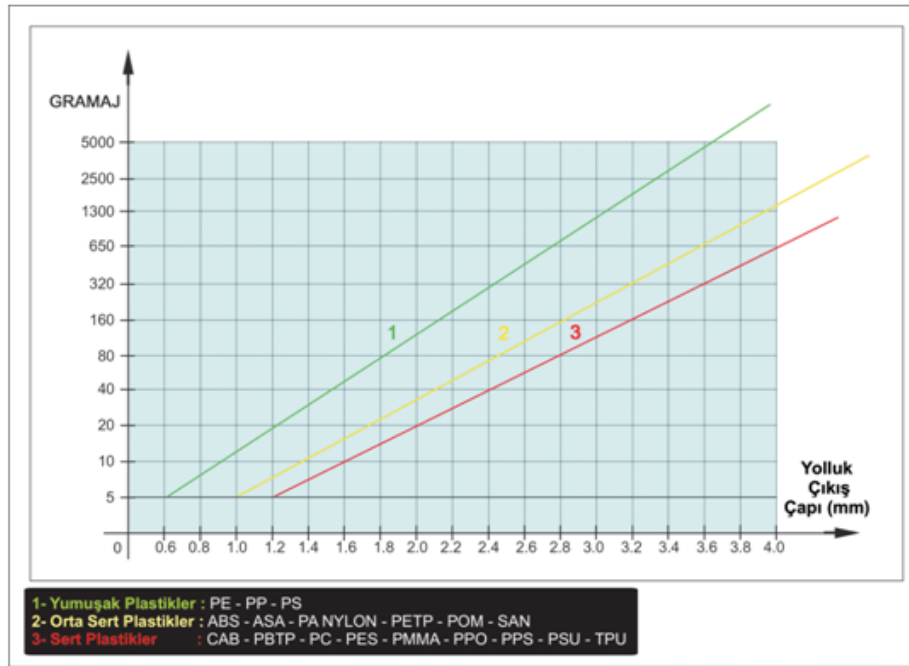
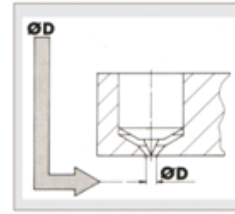
Özellikleri;

- Kalıp ve Yolluk otomatik olarak birbirlerinden ayrılır.
- Yolluk alanında aşınma olduğu takdirde yolluk ekleri tekrardan kolaylıkla yenilenebilir.
- Yolluğun dışına taşınabilen daha küçük ve değişken ölçülü yolluktur.
- Düz veya ince duvarlı bileşenler (parçalar) için uygundur.

## O. YOLLUK ÇIKIŞ HESAPLAMA DİYAGRAMI

Yolluk çıkışı diyagramında farklı gruptaki malzemeler için yolluk çıkışı çapına göre (mm) kaç gram malzemenin geçeceğini göstermektedir. Örneğin Şekil 21’de gösterilen diyagram kullanılarak; 3. grupta bulunan sert plastik için çapı 2.4 mm olan yolluk için 40 gram malzeme akmakta olduğu elde edilebilir.

### Yolluk Çıkışı Hesaplama Diyagramı



Şekil 21. Yolluk çıkışı hesaplama diyagramı [9]

## IV. SONUÇ

Plastik Yolluk sistemleri; ergimiş plastik malzemenin hazneden kalıp boşluğuna ulaşması sırasındaki sistemin bütünü olarak tanımlanabilir. Yolluk sistemlerinin şekli ölçüleri ve kalıpla olan bağlantısı kalıp doldurma sürecini ve dolayısıyla ortaya çıkan ürünün kalitesini büyük oranda etkilemektedir. Yolluk sistemleri üretimi yapılacak olan ürünün kalitesini doğrudan etkileyen faktörlerin başında gelir. Dolayısıyla üretimi yapılacak olan parçaya göre nasıl bir yolluk sistemi seçmemiz gerektiğini

bilmemiz gerekir. Yolluk sistemleri üretilecek plastik malzemenin kimyasal özelliklerine ve geometrisine göre değişkenlik gösterebilir.

Sıcak yolluk dağıtıcılı kalıplar, özellikle çok geniş eşyalar için tasarlanmış durumda, iyi sonuçlar verirler. İstenilen kalıp boşluğu dolmadan, plastik malzemenin kanallarda katılaşması tehlikesi durumunda, sıcak dağıtıcı kalıplar kullanılır. Dişi kalıbı besleyecek yolluğun, en yakın yerine kadar gelecek sıcak dağıtıcı, plastik malzemenin sıcak durumunu muhafaza ettiğinden; plastik malzeme kalıp boşluğuna muntazam (istenilen dağılımda) ve çabuk dolmaktadır.

Plastik enjeksiyon kalıplarında sıcak yolluk sisteminin kullanımı bilgi, kalifiye işçilik ve özen gerektiren hassas bir sistem olmasının yanında ilk bakışta maliyeti yüksek gibi görünse de, sistemin makineden, zamandan, işçilikten ve hurda malzemedan sağladığı tasarrufları göz önüne aldığımızda sıcak yolluk sisteminin daha tasarruflu ve daha kaliteli üretim yapabilmemizi sağlayan bir sistem olduğu ortaya çıkmaktadır.

## V. KAYNAKLAR

- [1] F. Akyüz “Plastikler ve plastik enjeksiyon teknolojisine giriş” Pagev Yayıncılık İstanbul 2006.
- [2] T. Güneş “Plastik enjeksiyon kalıpları” makine mühendisleri odası, Ankara 2005.
- [3] S. Akkurt “Plastik malzeme bilimi teknolojisi ve kalıp tasarımı” Birsen yayın evi, İstanbul 2007.
- [4] S. Ataşımşek “Plastik ve metal kalıpcılık teknikleri” Birsen Yayınevi, İstanbul (2006).
- [5] Çolak F. “Enjeksiyon kalıplarında yolluk sistemleri” Sakarya Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Metal Eğitim Bölümü, mühendis ve Makine Cilt:50 Sayı 595
- [6] İ. Ay “Plastik malzemelerin işleme teknikleri” Balıkesir Üniversitesi makale (2006)
- [7] Y. Çınar “Plastik enjeksiyon kalıplarında sıcak yolluk sistemleri” Yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- [8] H. Altıntaş “Sıcak yolluk sistemleri ve temiz su PP – RC kapak kalıbı uygulaması” lisans tezi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- [9] HATSYS Katalogu, <http://www.hatsys.com/>
- [10] M. Yüksek “Plastik Enjeksiyon Kalıplarındaki Yolluk Çeşitlerinin Ürün Kalitesine Etkisi”, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim dalı, Antakya / Hatay ŞUBAT-2010
- [11] S. Ataşımşek “Plastik ve metal kalıpcılık teknikleri” Birsen Yayınevi, İstanbul (2006)