

# ENJEKSİYON KALIPLAMADA, ISITMA VE SOĞUTMA ("HEATING & COOLING) TEKNOLOJİSİ

Ömer Faruk Batu <sup>1</sup>

## 1. GİRİŞ

Konvansiyonel enjeksiyon kalıplamada, kalıp sıcaklığı kontrolü, kararlı üretim için sürekli olarak ayarlanmalıdır. Aslında, uygun kalıp sıcaklığı kontrolü, kararlı enjeksiyon kalıplarını elde etmek için önemli bir faktördür.

Kalıp sıcaklığının kontrolü ile; ürünün dış yüzeyi, fiziksel özellikleri, boyutsal kararlılığı gibi özellikleri üzerinde önemli etkiler elde edilir. Kalıp sıcaklığının kontrolü esas olarak hammaddenin özelliklerine dayanmaktadır. Genel olarak, kontrol aralığının 130 °C veya daha az olması durumunda su; sıcaklık aralığının 130 °C' nin üzerinde olması durumunda yağ (kızgın yağ) kullanılır.

Kalıp sıcaklığı kontrolü, kalıp boyunca aynı sıcaklığı sabit tutulmasıdır. Kalıp boşluğu yüzeyinden yaklaşık 25 mm uzaklıkta düzenli aralıklarla kalıp sistemi delikleri açılarak, sıcaklığın denetlenmesi veya ayarlanması için sürekli olarak deliklerden geçirilen soğutucu veya ısıtıcı sıvı geçirilmektedir. Bu, kalıp sıcaklığını kontrol etmenin bir yoludur.

Aşağıdaki Resim 1'de ısıtma – soğutma işleminde kullanılan makina görülmektedir.

## 2. KONVANSİYONEL SICAKLIK KONTROL İŞLEMİ

Erimiş plastik, kalıba enjekte edildiğinde, eriyiğin ısı kalıba iletilecek ve daha sonra soğutma işlemi ile kalıp sıcaklığı, parçaların çıktığı sırada istenen değere gelecektir.

Bu döngü sırasında kalıbın sabit sıcaklığını korumak için aşağıdaki işlemler yapılmalıdır.

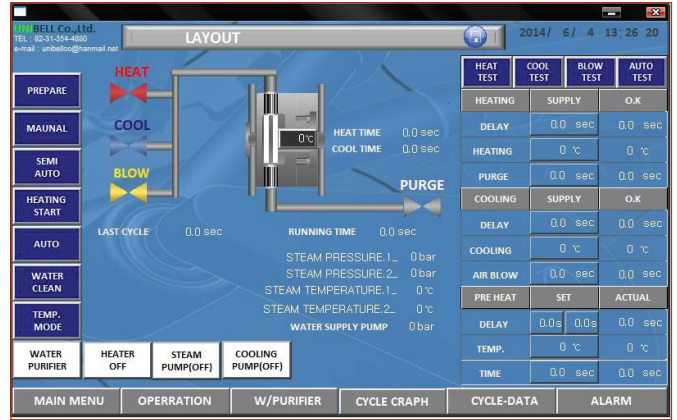
- 1- Enjeksiyon işleminden sonra erimiş plastiğin soğutulması yolunda kalıba iletilen ısı enerjisine göre, kalıp sıcaklığını sürekli olarak sabit tutmak için soğutma suyunun sıcaklığı ve soğutma deliklerinden geçen akışın hızı dolayısıyla debisi kontrol edilmelidir,
- 2- Kalıp soğutma suyu debisi, kalıbın her parçasına göre ayrı ayrı kontrol edilmelidir.
- 3- Kalıp sıcaklığını 100 °C veya daha yüksek tutmak için yüksek sıcaklıkta su dolaştırılmalıdır.
- 4- Kalıp sıcaklığını 150 °C veya daha yüksek tutmak için yüksek sıcaklıkta yağ dolaştırılmalıdır..

Bu tür işlemler, kalıbın kendisinin ayarlanan sıcaklığını sürekli olarak korumak için konvansiyonel sıcaklık kontrol sistemidir.

<sup>1</sup> Makine Mühendisi, Enjeksiyon Proses Tasarım Mühendisi - OmerFaruk.Batu@serdarplastik.com.tr



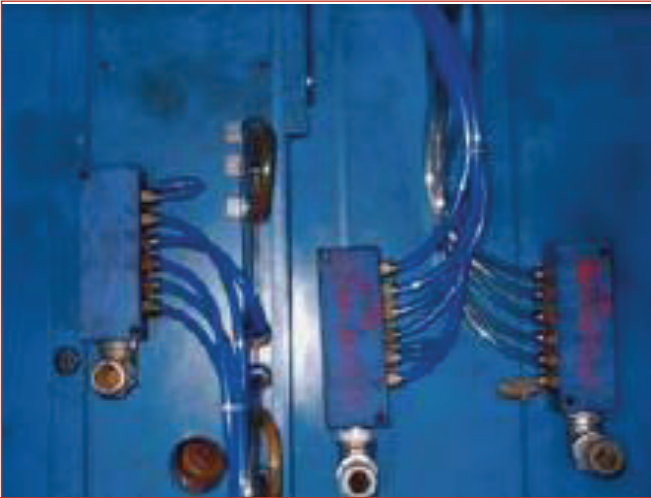
Resim 1. Isıtma ve Soğutma Makinası



Resim 3. Sıcaklık Kontrol Ünitesi



Resim 4. Prosesi Tamamlanmış Ürün



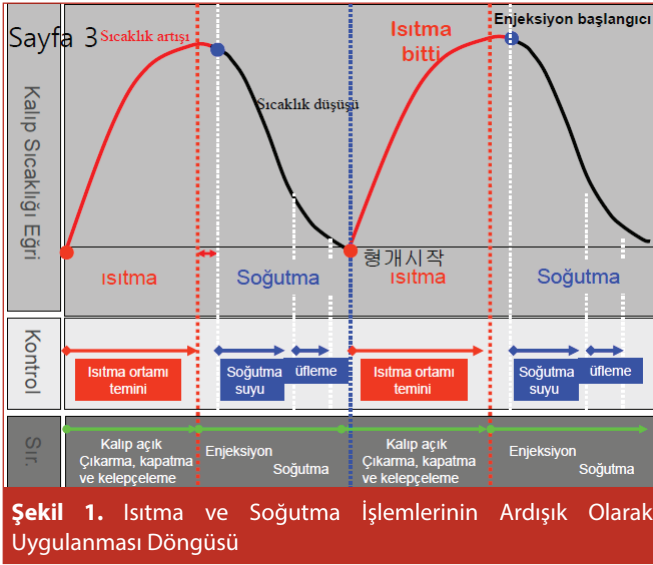
Resim 2. Kalıp Sıcaklığının Kontrol Edilmesi için Kullanılan Borulama ve Manifold Sistemi

### 3. ISITMA VE SOĞUTMA İŞLEMLERİNİN ARDIŞIK UYGULANMASI

Diğer taraftan, ısıtma ve soğutma işlemlerinin ardışık olarak uygulanması yöntemi, konvansiyonel kalıp sıcaklığı kontrolünden farklıdır. Bu yöntem, her döngüde, kalıp sıcaklığını ısı sapma sıcaklığından daha yüksek hale ge-

tirecek şekilde ürünleri çıkaran bir dizi işleme sahiptir. Bu yüksek sıcaklığa ulaşıldığında, enjeksiyon işlemine başlanır ve ardından sıcaklığı ürünün boyutsal deformasyon sıcaklığına veya parçaları dışarı atmak için gerekli olan sıcaklığa kadar soğutulur. Bunun sonucunda da parçalar kalıptan çıkarılır. Diğer bir deyişle, ısıtma ve soğutma işlemi, erimiş reçineyi katılaştırmaya gitmeden hemen önce, sıcaklığın olması gereken seviyeye getirilmesi için kalıp boşluğu yüzeyinin hızla ısıtılması ve ardından eriyik plastiğin boşluğa enjekte edilerek daha sonra soğumasına izin verilmesidir. Soğutma sıcaklığı, parçanın kalıptan çıkarılma sıcaklık değerine göre ayarlanır. Bu döngü Şekil 1'de gösterilmiştir.

Genel olarak, ısıtma ve soğutmanın sıcaklık aralığı, kullanılan hammadde tipine bağlıdır. ABS (Akrilonitril bütadien stiren) türü hammadde kullanılması durumunda, ısıtma sıcaklığı 100 ~ 110 °C ve soğutma sıcaklığı 50 ~



60 °C olacaktır. PC (Polikarbonat) türü hammadde kullanılması durumunda ise, ısıtma sıcaklığı 130 ~ 140 °C ve soğutma sıcaklığı 70 ~ 80 °C olmalıdır. Uygulama olarak, sabit döngü süresi içinde  $\Delta T = 50 \sim 70$  °C sıcaklık aralığının hızlı bir şekilde gerçekleşmesi için kalıpta ayrı delikler açmak gerekir. Böyle bir işlemde, kalıp yüzeyi plastik eriyik katılaşmadan hemen önceki sıcaklık değerine ulaşılıncaya kadar ısıtılabilir. Kaynaksız Kalıplama, Çok Parlak Kalıplama veya Boyasız Kalıplama olarak adlandırılır ve bu işlem ile parçalar kaynak hattı olmadan elde edilebilir. Ayna Plakası işlemi ile, kalıbın ön yüzünde çok parlak bir yüzey elde edilebilir ve ayrıca elde edilen yüksek yüzey kalitesi sayesinde, enjeksiyon kalıplama işleminden sonra yüksek yüzey kalitesinde ürün elde etme imkanı ortaya çıkar. Bunun için ek boyama işlemine gerek yoktur. Bu ısıtma ve soğutma işleminin hızlı bir şekilde sabit bir döngü içinde gerçekleşmesi için kalıp sıcaklık kontrol sistemi, mevcut yöntemlerden tamamen farklı bir sistem kullanamaz. Ayrıca, tüm kalıbın sıcaklığını sürekli olarak  $\Delta T = 50 \sim 70$  °C sıcaklık aralığında tutmak olası değildir. Bu nedenle, kalıp boşluğunun yüzeyinden bitişik bir yere enerji sağlanabilmesi ve onun kaldırabilmesi için düzenli aralıklarla deliklerin işlenmesi beklenebilir. Delikten, ısınırken enerji besleyebilir ve soğurken enerji çekilebilir. Isıtma soğutma sistemin etkin olabilmesi için kalıbın yüzeyinden bitişik konumda delikler açılabilir.

### 3.1 Isıtma Sıvısının Sağlanma Yöntemleri

Termal ortamın sağlanması ile ilgili olarak iki çeşit yöntem söylenebilir:

Birincisi, kalıptan çıkardıktan sonra deliklere yüksek sıcaklıkta termal ortam sağlamaktır. Diğeri ise, elektrikli ısıtma yöntemiyle doğrudan kalıpta yüksek sıcaklık oluşturmaktır. Soğutma işlemi, fabrikada hazır halde bulunan soğutma suyunun, oyukların soğuması için frezelenmiş deliklerden akış hızının kontrol edilerek beslenmesidir. Dışarıdan sağlanan ısı ortamı için; buhar kazanı, elektrikli kazan ve suyun kaynama noktası suyun sıkıştırılması ile artırılabilir için sıcak su sağlama sistemi gibi sistemler sayılabilir.

Tipik kazanlar, suyu veya yağı gaz brülörleri aracılığıyla ısıtmak için konvansiyonel tekniklere sahiptir. Buhar veya yağ basınç ve sıcaklığını örneğin 180 °C'ye ve basıncını 9 kg / cm<sup>2</sup> seviyesine kadar korurlar. Ayrıca bu sistemlerle elde edilen sıcaklık ve basınç çok düşük seviyede kalmakta ve bu aşamaya gelmesi de çok uzun zaman almaktadır. Bunlar dezavantajlardır. Heat&Coll teknolojisi, buharı ısıtma ortamı olarak kullanmak için 250 °C sıcaklık ve 27 kg / cm<sup>2</sup> veya üzerindeki basınçlara anında üretmektedir. Ayrıca, elektrikli ısıtıcılar ve enerji denge sistemi kullanılarak geliştirilen daha verimli ısıtma ve soğutma teknolojisi de bulunmaktadır. Bu sistem ile, kalıp sıcaklığının 300 °C'ye kadar ısıtılması ve anında istenen sıcaklığa kadar soğutulması da mümkündür.

### 3.2 Enjeksiyonla Üretimde Kusurlar ve Bu Kusurların Engellenmesi için Yapılması Gerekenler

Bu ısıtma ve soğutma işlemlerinin tanımlı bir döngü içinde hızlı yapılması durumunda, aşırı uzun döngü süresinin meydana gelmesi, hammaddenin bozulması ve erimiş plastiğin enjeksiyon makinalarının silindirinde uzun süre kalması nedeniyle gaz oluşması gibi sorunlarla karşılaşmak durumunda kalır. Özellikle bu hızlı ısıtma ve soğutma teknolojisi Avrupa'da 20 yıl öncesinden beri pratik kullanım amacı ile sürekli araştırılırsa da, o dönem hızlı ısıtmanın bir yolu bulunamamış ve bu konudaki gelişmeler yavaş ilerlemiştir. Hızlı ısıtma teknolojileri ancak son yıllarda gelişmiş ve yaygınlaşmıştır.

Aynı şekilde hızlı ısıtma ve soğutma yapmak mümkün ise, ürünün dış görünüşünün kusurlarından birleşme izleri önemli olması durumunda en büyük sorun tamamen ortadan kalkacaktır. Boyasız kalıplama sayesinde ürün üzerinde yüksek kalitede görünüm elde edilmektedir.



Boyama işleminin yapılmaması nedeniyle, maliyet tasarrufu da yapılabilmektedir.

Enjeksiyon kalıplama işleminden çıkan parçaların yüzeylerinde, kaynak hattı oluşması, akış işareti, yüzey parlaklığı farkı ve çıkartma etkisi kusurlarına rastlanmaktadır . Bu sorunlar kaçınılmaz olarak enjeksiyon kalıplama ürünlerinde ortaya çıkabilmektedir. Bunların temel nedeni basitçe aşağıdaki gibi açıklanabilir.

Enjeksiyonla kalıplama sırasında, kalıp içindeki plastik akışı, tipik olarak bir su jeti koşulları oluşturur ve boşluğu doldurur. Kalıptaki reçine akış mekanizması göz önüne alındığında, erime sıcaklığından çok daha düşük sıcaklık koşullarında, öndeki erimiş reçine yavaş yavaş soğur ve aynı zamanda donmuş deri tabakası oluşturur. Daha sonra arkadan akan sıcak reçineyle, uzatılırken sürekli bir akış oluşur ve reçine yavaş yavaş boşluk duvarına bağlanır.

Katılma aynı anda başlar ve reçine gerilirken, akış durumunda soğur. Bu nedenle orta akış katmanları arasında kesme hızı oluşur. Kesme hızı ile soğutma hızı arasında burada meydana gelen fark, birçok kusurun nedenidir. Plastik hammaddelerin doğası gereği, özellikle eriyik haldeki reçinenin erime viskozitesi büyük ölçüde sıcaklığa bağlıdır ve akış derecesini belirleyecek olan likiditeyi etkiler.

Bunun için, erimiş reçineyi kalıba enjekte etmeden önce, kalıbın kabuk çekirdek kısmı ısıtılabilirse ve daha sonra reçine boşluğa doldurulabilirse, reçinenin akışkanlığı iyileştirebilir ve kalıbın yüzeyinin şekline iyi bir uyum ve aynı zamanda ürün kalitesinde önemli bir iyileştirme elde edilebilir.

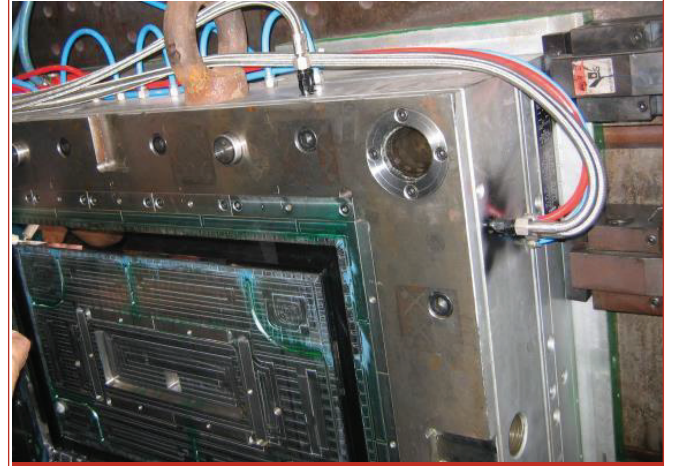
### 3.3 Isıtma Soğutma İşlemlerinin Ardışık Uygulanmasında Dikkate Alınması Gerekenler

Isıtma ve soğutma sistemini ardışık uygulamak için önceden dikkate alınması gereken üç konu vardır.

1- Kalıbın sıcaklığı (üretkenliği etkilemeden) her döngüde ısıtma ve soğutma için verimli bir şekilde kullanılmalıdır. Kalıp, erimiş plastiğin enjeksiyonundan hemen önce tamamen ısıtılmalıdır (kalıp açma, enjektör iletme, çıkarma ve kalıp açma süresi içinde), böylece enjeksiyon ka-



Resim 5. Isıtma-Soğutma Sıvısı Yönlendirme Sistemi Ekipmanları



Resim 6. Kalıp Sıcaklık Kontrol

lıplama makinesinin ısınması için beklenmeden hızlı bir şekilde enjeksiyona başlanabilir.

## 4. SONUÇ

Heating & cooling Teknolojisi ile parça yüzeyinde yer alan enjeksiyon prosesinden kaynaklanan doğal kusurlar (akış izi, soğuk birleşme vb.) ortadan kalkarak, yüksek kalitede parça yüzeyi elde edilmektedir. Böylece daha verimli ve fire oranı düşük bir üretim yapma olanağı ortaya çıkmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Unibell Firmasına katkılarından dolayı teşekkür ederiz. ◀◀