



# İÇ ve DIŞ SOĞUTUCULARIN KULLANIMI\*

Çeviren: Şefkat KOÇ

Soğutucular dökümü yapılmış parçayı, normal kalıp yada maça kumundan daha hızlı soğutan katı şekilli parçalardır. Bu nedenle soğutucular kalıp ve/veya maçalara yada dökülecek parçanın içine bölgesel soğumayı ve katılaşmayı hızlandırmak amacı ile konulur.

## Soğutucu Kullanımı;

-Sıcak noktaları nötralize eder, Örneğin bölgesel olarak ısı birikiminin fazla olduğu bölgeyi bitişiğindeki daha ince kesitler kadar hızlı soğutur. Böylece beslenemeyen sıcak noktalardaki çekinti porozitesini giderir.

-Döküm parçalarda kritik bölgelerde yüzeyin hızla ve tümü ile katılaşmasını sağlayarak sıcak yırtılmayı önler.

-Uniform kesitlerde daha iyi yönsel katılaşma sağlayarak besleyicinin

besleme mesafesini artırır ve merkez hattı porozitesini önler.

-Yönsel ve hızlı katılaşma sağladığı için normal beslenme metotları ile beslenmesi zor olan bölgelerde çıkan mikro veya makro çekintilerin oluşmasını önlemek için kullanılır.

“Yoğunlaştırıcılar”(“Denseners”) terimi geçmişte zaman zaman soğutucu terimi yerine kullanılmıştır.

## Soğutucu Tipleri

İki tip soğutucu vardır;

(i)-Dış Soğutucular: Bu soğutucular kalıp yada maçanın içine yerleştirilirler ve üst yüzeyleri döküm parça ile doğrudan temas eder. Soğutucular kalıp ve/veya maça yüzeyinin bir kısmını oluştururlar.

(ii)- İç Soğutucular: Bu soğutucular kalıp boşluğuna yerleştirilirler ve döküm parçanın içinde onun bir parçası olarak kalırlar.

## DIŞ SOĞUTUCULAR

Etkin soğutucuların ısı yayımını yüksektir yani soğutma gücü yüksektir. Bunun anlamı bu soğutucular kendilerinin her birim hacimleri için büyük miktarda ısı soğurabilmeliler. (Özgül ısıları ve yoğunlukları yüksek olmalı) ve ısıyı sıcak döküm parçadan alarak

hızla kalıp malzemesine transfer edebilmelidir.(yani ısı iletkenliği yüksek olmalıdır.)

Farklı malzemelerin soğutma etkileri Tablo 1’de verilmiştir ve buradan görülebileceği gibi Silis kumundan daha fazla soğutma gücüne sahip birkaç malzeme vardır

Tablo:1 Değişik Malzemelerin Soğutma Kapasiteleri

Malzeme	152 mm Çapında Kürenin katılaşma zamanı – Dakika	Soğutucuların silis kumuna göre katılaşma zamanları	Silika Kumuna oranla Soğutucuların sağladığı katılaşmış tabaka kalınlığı
Bakır Soğutucu	4.2	0.24	2.02
Çelik Soğutucu	4.3	0.25	2.00
Çelik Bilya	9.0	0.53	1.38
Krom Cevheri (Kromit Kumu)	13.4	0.79	1.12
Zirkon Kumu		13.8	0.82
Fosterit (Olivin Kumu)	15.8	0.93	1.04
Silis Kumu	17.0	1.00	1.00

Çelik soğutucular neredeyse bakır soğutuculara yakın seviyede soğutma gücüne sahiptir ve yine Tablo: 1 de komple çelik soğutucu ile kaplanmış bir parça katılaşmasını, silis kumuna kalıplandığındaki katılaşmasının %25’i kadar bir zamanda tamamlamaktadır.

Böyle yüksek soğutma gücü yönsel katılaşmayı kontrol edebilmek, sıcak noktaları nötralize etmek ve sağlam döküm yapabilmek için gereklidir. Dökme Demir soğutucular olağan çelik kompozisyonlarında sürekli kullanıldıklarında kısa zamanda bozulmalara uğradığından pek kullanışlı değildir. Bununla birlikte yüksek karbonlu çelik dökümlerin kalın kesitlerinde (Örneğin: Büyük merdaneler) başarı ile kullanılabilirler. Dış soğutucuların büyük bir çoğunluğu hadde.döğme yada döküm çeliktir.

Zirkon veya Kromit kumları orta karakterde soğutuculardır. Çelik soğutucuların yaklaşık %25’i

kadar etkindirler ve bunların asıl etkisi döküm parçanın yüzeyinin katılaşmasını hızlandırmaktır. Böyle kalıplanabilir refrakterler soğutucu olarak çekintiyi önleyerek sağlam döküm yapmaktan çok sıcak yırtılmaları önlemek için kullanılırlar.

### Metal Soğutucuların Kullanılması

Metal soğutucular genel olarak kalıp yada maça yapımından önce modelin üzerine yada maça sandığının yüzeyine yerleştirilir. Kalıp yada maça sıyrıldığında soğutucu kalıp yada maça yüzeyinin bir parçası olarak konulduğu bölgede soğuma hızını artırır.

### Soğutucu Kullanarak Besleme mesafesini Artırmak

Besleyicinin besleme mesafesi döküm parçanın uygun yerine konulan soğutucu ile artırılır. Soğutucular (a) kesitin sonuna konularak doğal uç etkisini artırır, (b) iki besleyici arasına konularak yapay uç bölgesi oluşturur.

a) Çubuk ve levha kesitlerde döküm parçanın ucuna yerleştirilen soğutucu besleme mesafesini 50mm ve çubuklarda 'T' kalınlık kadar artırır. Şekil.1 a'ya bakınız. Bu sadece küçük bir iyileşmedir ve kontrol altında tutmak için ekstra bir dikkat gerekmez.

b) Çubuk ve levhalarda iki besleyici arasına konulan soğutucu sağlam dökülen mesafeyi önemli miktarda artırır. Bu şekilde soğutucu kullanımı uzun bir döküm parçayı kısa iki döküm parça haline getirir. Soğutucudan itibaren her yöndeki sağlamlık aynı kesitteki parçanın ucuna soğutucu yerleştirildiğinde sağlanana eşittir. Şek.1 b'ye bakınız. Bu soğutucu pratiği uzun parçaların beslenmesini önemli ölçüde kolaylaştırır. Döküm verimi artar ve daha az sayıda besleyici kullanılacağı için besleyici kesim ve taşlama maliyeti azalır.

### SOĞUTUCU BOYUTLARI -Besleme

#### Mesafesini Artırmak için Soğutucu Kalınlığı

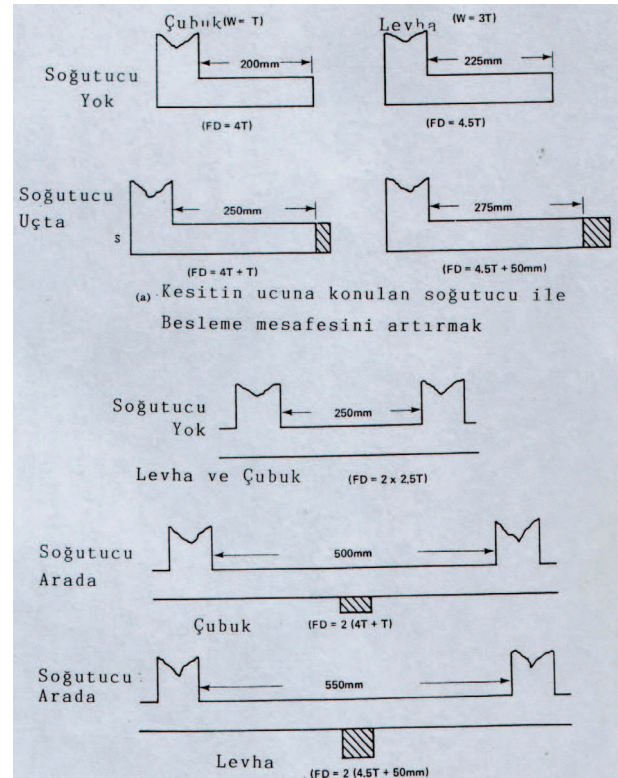
Soğutucu kalınlığı soğutulacak kesit kalınlığına bağlı olarak belirlenir. Çok ince soğutucular parça tümü ile katılaşmadan önce kısa zamanda ısı doygunluğa ulaşır ve bunun sonucu ısı transfer hızı kalıp kumunun ısı transfer hızına eşit hale gelerek etkinliğini kaybeder.

Çubuk tipli parçalar için parça kesit kalınlığının

yarısı kadar kalınlıkta levha şekilli parçalarda ise parça kalınlığındaki soğutucu ideal yeterliliktedir. Daha kalın soğutucular soğutma etkisini ayrıca artırmazlar, bu nedenle daha fazla etkin değillerdir.

### Soğutucu Genişliği

Soğutucuların genişliği en az kalınlıkları kadar olmalıdır. Soğutucu



(b) İki besleyici arasına soğutucu koyarak besleme mesafesini artırmak

Şekil 1. 1: Dış soğutucu kullanarak besleme mesafesini artırmak

### Soğutucu Boyu

Soğutucu boyu, soğutucu kalınlığının iki – üç katını aşmamalıdır. Eğer soğutucu boyu çok uzun olursa deforme olarak katılaşma esnasında parça et kalınlıklarında farklılaşmalara neden olur.

### Soğutucular Arasındaki Mesafe

Bir bölgeye birden fazla soğutucu konulacak ise soğutucular arasındaki mesafe soğutucu boyu kadar olmalıdır, bu mesafe zorunlu hallerde soğutucu boyunun yarısı kadar olabilir.



## Soğutucuların Yerleştirilmesi ve Gerekli Temas

### Alanı

Maksimum soğutma etkisi ve döküm parçadan ısı transferinin sürekliliğinin sağlanması soğutucunun döküm parça karşısındaki konumuna bağlıdır. Soğutucunun döküm parçayı soğutmak üzere yerleştirildiği yer parça ile soğutucunun temasında sürekliliği sağlamak için parçanın çekme yönünde olmalıdır. Ring biçimindeki parçalarda bu yüzey iç yüzeydir

Döküm parçanın soğutucu yüzeyinden uzaklaştığı pozisyonlarda örneğin dış dikey duvarlar ile döküm parçanın üst yüzeyinde büzülerek küçülen parça ile soğutucu yüzeyi arasında bir hava boşluğu oluşur. Hava boşluğunun oluşumu soğutucunun ısı emişini önemli ölçüde düşürür, soğutucunun etkisi dikkate değer ölçüde azalır. Aradaki hava boşluğunun ısı uzaklaştırılmasını ve parçanın boşluksuz dökülmesini etkileme düzeyi hava boşluğunun ne kadar erken oluştuğuna ve genişliğine bağlıdır.

Küçük hava boşluklarının dökümün boşluksuz çıkması açısından olumsuz etkisi yoktur. Zira daha önce açıklandığı gibi soğutucuların büyüklük ve dağılımları küçük hava boşluklarının olumsuz etkisini karşılayacak kadar büyük emniyet katsayıları içerirler. Bununla birlikte Wlodawer güvenilir bir soğutucu temas alanı hesaplamak için iki durumun birbirinden ayrılması gerektiğini düşünmektedir ve parçanın üst yüzeyine temas etmek üzere konulan soğutucunun oluşan büyük hava boşluğu nedeni ile nispeten yararsız olduğunu ve bu pozisyonda kullanılmamasını önermektedir.

Aşağıdaki eşitlikler (a) Soğutucunun parça ile yakın temas sağladığı, örneğin : Döküm parçanın altına veya ring biçimli parçaların iç yüzeyine yani hava boşluksuz, (b) Soğutucu uygulanmış döküm parça yüzeyi soğutucudan hafifçe ayrılmış durumda, örneğin: Döküm parçanın dış yüzeyine konulmuş soğutucu yani hava boşluklu soğutucu uygulamalarında soğutmak için gerekli temas alanını ( $A_{ch}$ ) hesaplamakta kullanılır.

Hava boşluksuz Soğutucu-Soğutucunun Temas alanı

$$A_{ch} = \frac{V_o (M_o - M_r)}{2M_o M_r}$$

Soğutucu ile Döküm parça arasında hava boşluğu

oluşturduğunda temas alanı:

$$A_{ch} = \frac{V_o (M_o - M_r)}{M_o M_r}$$

Burada:  $A_{ch}$ : Soğutucunun Temas Alanı

$V_o$ : Döküm parça yada soğutucu uygulanan kesitin hacmi

$M_o$ : Orijinal Modül

$M_r$ : Azaltılmış Modül

### Hesaplama

İ-Soğutulacak bölgenin hacmini ( $V_o$ ) bulun

İİ-Soğutucu uygulanacak kesitin yüzey alanını ( $A_o$ )'ı tayin edin soğumayan alanları toplam alandan çıkarın.

İİİ-Hacimi ( $V_o$ ), alana ( $A_o$ )'a bölerek orijinal modül'ü ( $M_o$ ) bulun.

İV-Bitişik besleme kesitinin modülünü ( $V/A$ ) hesaplayın. (Soğutucu kullanarak soğutmak ancak bitişik besleme kesitinin modülü, soğutulan kesitin 2/3'ü ise mümkündür)

Bu modülü 1.2 ye bölerek Azaltılmış Modül'ü ( $M_r$ ) bulun. Soğutulmuş bölgenin etkin modülünün, besleyecek bölgenin modülünden %20 küçültülmüş olduğuna dikkat ediniz.

$V$ ,  $V_o$ ,  $M_o$ , ve  $M_r$ 'ı ilgili eşitliklerde yerine koyarak soğutucu için gerekli yüzey alanını hesaplayın.

Vİ-Kalınlığı (T) parçanın kesit kalınlığına eşit genişliği ve boyu 2T olan soğutucu kullanın. Bu ebatlardaki soğutucular en etkin ve pratik olan soğutuculardır.

Her bir soğutucunun temas alanını bilerek ve toplam soğutucu alanı gereksiniminden hareket ederek kullanılacak soğutucu sayısını tayin ediniz. Çatlak riski nedeni ile tüm yüzey soğutucu ile kaplanmamalı soğutucular arasında en az soğutucunun boyunun yarısı kadar mesafe olmalıdır.

Döküm parça üretiminde kullanılan Dış soğutucular için kullanılabilir veriler sınırlıdır ve yukarıdaki notlar kılavuz olarak düzenlenmiştir. Soğutucu ebatları pratikte besleme mesafesini artırmakta tatmin edici sonuçlar alınmış değerlerdir.

Kalın kesitlerde boşluksuz dökümü sağlamak için, örneğin sıcak noktalarda aynı soğutucu ebatları kullanılmalı ve yukarıdaki hesaplar ile bilgi notları deneyim ile birlikte kullanılarak soğutucuların adedi



ve kesitin nerelerine yerleştirileceğine karar verilir.

### **Dış Soğutucuların Kontrolü**

1-Soğutucuların doğru pozisyonunda kullanılması çok önemlidir. Hatalı konumlandırılan soğutucu besleme kesitinin erken katılaşmasına ve çekinti boşlukları oluşmasına neden olur. Soğutucular bir alanı kuşatıp kapatmamalı ve katılaşma her zaman soğutucuya doğru olmalıdır, aksi halde soğutulmuş bölgenin sağlam olarak beslenmesi mümkün olmaz.

2-Soğutucular yolluk girişlerine yakın yada üzerinden fazla miktarda metal akacak yerlere konulmamalıdır. Bu durum soğutucuyu ön ısıtarak ısıya doymasına ve etkinliğini kaybetmesine neden olur.

3-Soğutucunun dökülen metal ile temasta olduğundan ve soğutucunun kum ile kapatılmadığından emin olun. Soğutucunun üzerindeki 3mm kalınlığındaki kum tabakası katılaşmayı geciktirir,12mm kalınlığı da bir kum tabakası dökülen metal ile soğutucu arasına girerse soğutucunun

katılaşma üzerinde hiçbir etkisi kalmaz.

4-Soğutucu yüzeyinin kuru ve temiz olduğundan emin olun. Kirli ve nemli soğutucu kullanımı gözeneğe (Blowhole) veya karınca hatasına (Pinhole) neden olur. Bu nedenle:

a)-Soğutucuların her kullanımından sonra soğutucuları Bilyalı temizleme (Shotblast) ile temizleyin.

b)-Soğutucuları kuru şartlarda stoklayın ve pastan koruyun.

c)-Kullanımdan önce soğutucuları bilya püskürterek (Shotblast) temizleyin, soğutucular pas ve tufaldan temizlenmiş olmalıdır, boyamak şart değildir. Alüminyum esaslı boya sürmek yada püskürtmek uygun boyama şekilleridir.Boyanın düşük gaz muhtevalı olduğundan ve tümü ile kurutulduğundan emin olun.

d)-Sıcak kum kalıpta soğuk soğutucu kullanmayın.

e)-Tüm hasarlı ve yüzeyleri bozulmuş soğutucuları değiştirin, zira bunların kullanılmaya devam edilmesi parçalarda hasara neden olur.

Dış soğutucular dökülen parçalara göre standart-

laştırılmalıdır, böylece muhtelif ölçüler ve şekillerde stoklanıp kolaylıkla kullanılabilirler.Tüm soğutucular markalanmalı ve tanımlanabilmelidir böylece metot kartlarında belirtilen doğru soğutucu seçilip kullanılabilir.

### **Sıcak yırtılmayı Önlemek için Dış Soğutucu uygulanması**

Sıcak yırtılma döküm parçada komşu kesitlerden daha sıcak olan yerlerde oluşur. Örneğin:Sıcak noktalar,özellikle geçiş köşeleri, birleşim noktaları ve kesit kalınlığındaki her bölgesel artış olan yerde sıcak yırtılma eğilimi yüksektir. Soğutucu sıcak noktadaki soğuma hızını artırarak sıcak yırtılma riskini azaltır veya ortadan kaldırır.

Dış soğutucuların sıcakyırtılmayı önlemesi,döküm parça yüzeyinde bir tabakayı mümkün mertebe hızlı katılaştırması ile mümkündür. Bu nedenle kullanılan soğutucular,boşluksuz döküm için kullanılan soğutuculara kıyasla orta büyüklükte yada küçük soğutuculardır. 25-50 mm kalınlıktaki sıcak noktalar için döküm parçanın kalınlığının 1/16 'sı kalınlıkta soğutucular, daha kalın kesitler için kesit kalınlığının 1/8'i kalınlıkta soğutucular önerilir.

Soğutucu yüzey alanı boyutlarına ve amacın sıcak noktada bir kabuk oluşturmak olduğuna dikkat edilmelidir. 1/16 T veya 1/8 T kalınlığındaki ince soğutucular soğutucu sonlarında yırtılma oluşturmayacaktır ve soğutucular arasındaki mesafe sıcak noktada yeterli soğumayı sağlayabilmek için 1/4 T' ye kadar düşürülebilir. Soğutucular çok uzun olmamalıdır, örneğin 3-4 T den daha büyük olmamalıdır, böylece deforme olarak kalınlık değişikliklerine neden olmazlar.

Silindirik döküm parçalarda delik içi çatlağı (Sıcak yırtılma) maçaya yerleştirilen ince metal soğutucular ile ortadan kaldırılabılır. Soğutucular uygulandığı yüzeyin komşu yüzey ile birleştiği kenara doğru konikleştirilmeli ve daireyi tamamladıkları noktada uç uca gelmemelidir. Çelik soğutucular döküm parçanın kesit kalınlığına bağlı olarak 3-6 mm kalınlıklarda olmalıdır.

Sıcak yırtılmaya karşı etkin olabilmesi için soğutucu sıvı metal ile temas halinde olmalıdır. Yanlış soğutucular sıcak yırtılmayı önlemekte etkin



değillerdir.

Döküm parçada yeterli hızda kabuk katılmasını sağlayacakortakarakterdesoğutucularak kalıplanabilir refrakterler kullanılabilir. Örneğin;Zirkon veya kromit kumu.Bu kalıplanabilir kumların nisbi soğutma güçleri çelikten çok düşük ancak silis kumundan yüksektir. (Tablo 1'e bakınız) Bu nedenle bu kumlar 25mm den daha ince kesitli parçalarda sıcak yırtılmayı önlemek için en etkin soğutuculardır. Bir bağlayıcı ile karıştırılmış zirkon veya kromit kumu kritik bölgelere en az parça kesit kalınlığı kadar konulur.

Daha kalın kesitli bölgelerde yani daha güçlü soğutma ihtiyacı olan yerlerde zirkon kumu ile çelik granül %50-50 oranında bentonit/ dekstrin.soğuk sertleşen sodyum silikat reçenesi gibi uygun bir bağlayıcı ile karıştırılarak kalıplanabilir bir karışım haline getirilip kullanılabilir ve zirkon kumu ile metal soğutucu arasında bir soğutma gücü sağlar.

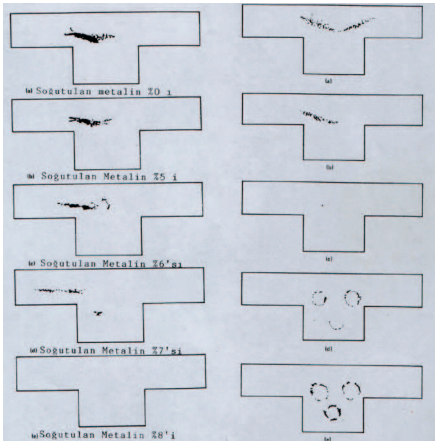
### **İÇ SOĞUTUCULAR**

İç soğutucular iki türlü davranırlar. Öncelikle eşit hacimdeki sıvı metalin yerini alırlar ve ısı soğurarak katılaşmayı hızlandırırlar.

Genel olarak aşağıda sayılan nedenler yüzünden diğer beslemeye yardımcı yöntemlerden daha risklidirler.

1- İç soğutucunun aşırı soğutması parça içinde parçaya kaynamamış soğutucu,yetersiz soğutma ise çekinti boşluklarına neden olur. (Bakınız Şekil.2)

2- İç soğutucuların performansı metal döküm sıcaklığından şiddetle etkilenir. Yüksek metal sıcaklığı çekinti eğilimini artırırken,düşük döküm sıcaklığı yetersiz birleşme ve soğutucunun kaynamaması sonucuna yol açar. (Bakınız Şekil 2)



3- İç soğutucular döküm parçanın iç yüzeyini temiz ederler ve hava,kalıp gazı ve cüruf gibi sıvı metal ile sürüklenen kirlilikleri tutarlar.

4- İç soğutucularda çok iyi seviyede temizlik gereklidir aksi haldeparça içinde döküm hatalarına neden olurlar.

Döküm parçanın boşluksuz,soğutucu ile tam kaynamış ve diğer döküm hatalarını bulundurmeyen biçimde dökülebilmesi için soğutucu boyutları soğutucu temizliği ve metal sıcaklığı çok dikkatli kontrol edilmelidir.

Boşluksuz döküm ve soğutucunun tam kaynamış olma durumunu birlikte sağlamak için soğutucunun çevresindeki metal sıcaklığı kontrol altında

tutulmalıdır.Bu ticari üretimde hemen hemen imkansız bir gerekliliktir zira metal sıcaklığı döküm esnasında sürekli düşmektedir ve döküm hızına göre kalıp içinde sıvı metalin kat ettiği mesafeyle değişmektedir,

Yukarıdaki nedenler sebebi ile yüksek kaliteli dökümlerde iç soğutucu nadiren kullanılır. İç soğutucular diğer besleme metotları örneğin: Besleyici kullanmak,besleme kanalları oluşturmak veya dış soğutucu kullanmak uygun olmadığında veya ekonomik olmadığında parçanın düşük kalite düzeyinin kabul edilebileceği bölgelerde kullanılır.

İç soğutucunun tam kaynamasının gerekmediği durumlarda vardır. İç soğutucunun kullanıldığı sonradan delinecek Boşlar,kanallar v.b.Böyle durumlarda soğutucu çapı delikten küçük ancak boşluksuz döküm için yeterli büyüklükte olmalıdır.

### **Ölçü , Şekil ve İç soğutucuların Kullanılması**

Metal döküm sıcaklığının iç soğutucuların performansını çok fazla etkilemesi nedeni ile herhangi bir döküm parçanın boşluksuz dökülebilmesi için gerekli soğutucu ağırlığı hakkında ancak genel ifadeler kullanılabilir. Döküm sıcaklığının kontrolü sağlanarak soğutulacak bölgenin %5-8'i ağırlığındaki iç soğutucu ana metale iyi bir kaynama sağlar.Bu tür soğutucu ağırlığı sadece yol göstericidir döküm sıcaklığı ve soğutucu ağırlığının boşluksuz döküm ve soğutucunun, kaynamasına etkisi aşağıdaki gibidir.



Döküm Sıcaklığı	Soğutulacak kesit ağırlığına göre Soğutucu ağırlığı		
	%5	%6.5	%8
1600°C	Çekinti, Soğutucu kaynar	Çekinti, Soğutucu kaynar	Çekinti, Soğutucu kaynar
1560-1600°C	Kısmi Çekinti Soğutucu Kaynar	Hafif Çekinti Soğutucu Kaynar	Boşluksuz Döküm Soğutucu Kaynar
1560 °C	Kısmi Çekinti Zayıf İyi Kaynama	Hafif Çekinti Kısmi Kaynama	Boşluksuz Döküm Hafif Kötü Kaynama

Soğutucu ağırlığını tayin etmek için soğutulacak bölgenin hacmini ve ağırlığını hesaplayın,soğutulacak bölgenin ağırlığını ;Döküm sıcaklığı ,çekintisizlik seviyesi ile soğutucunun tolere edilebilir kaynama seviyesini dikkate alarak %5-8'i ile çarpın. Kalın kesitlere iç soğutucu konulduğunda bir tek soğutucu yerine,toplam ağırlığı hesaplanan ağırlık kadar olan bir kaç tane soğutucu kullanmak en iyisidir.

İç soğutucu kullanımında ve seçiminde göz önüne alınacak diğer kontroller:

i)-Soğutucu şekli yüzey alanı/Hacim oranını düşük tutabilmek için daire,kare veya dikdörtgen çubuk şeklinde seçilmelidir. Soğutucu Yüzey Alanı/ Hacim oranının 14/1 den küçük olması önerilir.

Spiral biçimli soğutucular kolay kaynak olurlar fakat soğutma etkileri orta seviyededir ve çelik içindeki cüruf ve gazları hapis edebilir.

ii)-Soğutucular hava ve gaz hapsolmelerinden doğabilecek problemleri azaltmak için konikleştirilmeli yada piramit biçiminde olmalıdır.

iii)-Dökümhanelerde kullanılan soğutucular genel olarak düşük karbonlu (%0.01C) çeliklerdir ve bunlar daha yüksek karbonlu (%0.55C'a kadar) çelikler kadar kolay kaynar.Bu nedenle düşük karbonlu iç soğutucular uygundur ancak mümkün olduğunda soğutucunun kompozisyonunun ana metal kompozisyonuna uygun olması daha iyidir.

iv)-En iyi sonuç için kaplanmış soğutucu kullanın,muhtelif metal kaplamalar arasında seçenek azdır.Örneğin: Nikel,Bakır ve Kalay kaynama özelliğini geliştirir.Nikel tabaka daha istikrarlı ve uygun sonuçlar verir.

Eğer soğutucu kaplanmamışsa kullanımdan hemen önce saçma püskürtme ile temizlenmesini sağlayın. Soğutucuyu kalıp içine dereceler kapanmadan önce son anda yerleştirin.

v)-Soğutucuları döküm esnasında dik kalacak biçimde konumlandırın, cüruf ve gaz hapsolmelerini en aza indirmek için yatay yüzeyleri azaltın.

vi)-Soğutucuların pozisyonlandırılması döküm ve yolluklandırma tekniği ile yakından ilgilidir,bu nedenle soğutucular sıvı çelik ile kuşatılmadan önce çok fazla ısınmamalıdır.

\* Technical Bulletin No:30, The Casting Development Centre