

**Özet:**

Döküm parçalarının beslenmesi ve beslemede egzotermik besleyici malzemelerin kullanımı önemli, karmaşık ve bu nedenle dökümcülerin ilgi gösterdiği bir konudur.

Doğru besleyici tasarımı, dökümde kaliteyi yükseltmek ve üretim maliyetlerini azaltmak için, çok önemlidir.

Bu derleme çalışmasında, dökümde temel besleyici hesaplama kuralları ve egzotermik besleyici malzeme lerinin uygulanmasına yönelik bilgiler sunulmuştur.

**Giriş:**

Dökümde besleme; hatasız ve kaliteli bir döküm ürünü elde edilmesi ve ekonomik bir üretim sürecinin sağlanabilmesi için, günümüz dökümcüleri için çok önemli ve bu nedenle ilgi gösterilen bir konudur.

Metaller ve alaşımları, soğuma ve katılma esnasında bir büzülme yani hacimsel olarak küçülmeye uğrarlar. Bu doğal olay **hacimsel çekme** olarak adlandırılır.

Döküm yapılırken, katılan metalin hacimsel çekmesi ile meydana gelecek boşlukları doldurabilecek kadar sıvı metalin sistemde var olması gerekir. Söz konusu çekme ile oluşacak boşlukların, adeta bir kaynaktan (rezervuar) sıvı metalle beslenmesine **dökümün beslenmesi**, bu sıvı metal kaynağına da **besleyici** adı verilir. Besleyici, esas döküm parçası katılana dek sıvı halde olmalı yani döküm parçasından daha sonra katılmalıdır.

**1. Besleyici Uygulamalarının Tarihsel Gelişimi:**

Bilindiği gibi, döküm, en eski metal şekillendirme yöntemlerinden olup, M.Ö. 3000 yıllarında ve takip eden yüzyıllarda el aletleri, silah ve heykel v.b. ürünleri elde etmek amacıyla, döküm yöntemi uygulanmıştır. Fakat dökümde beslemenin önemine ilişkin ilk bilgiler 1920'de FAHRGUAR tarafından belirlenmiştir. Buna göre;

- Aynı yüzey alanına sahip, eşit kütleler, aynı zamanda katılırlar.
- Aynı yüzeyli, eşit kütleler den, biri, başlangıçta daha sıcak ise daha geç katılır.
- Farklı yüzey alanına sahip, eşit kütlelerden, yüzey alanı daha fazla olan kütle daha çabuk katılır.

Yüzey alanları eşit olan, hacimleri farklı olan kütlelerden, hacmi küçük olan önce katılır.

Yüzey alanları eşit olan, farklı hacimlerin, çil soğutması yapılmış ise büyük hacimli olanı daha önce katılabilir.

Fahrguar'dan yaklaşık 20 yıl sonra, 1930'ların sonunda CHVORINOV'a katılma ile ilgili ünlü kuralını basit bir şekilde formüle etmiştir. CHVORINOV'a göre;

$$t = k (V/A)^2$$

**t** = Döküm parçasının katılma süresi

**V** = Döküm parçasının hacmi

**A** = Döküm parçasının yüzey alanı

**k** = Kalıp malzemesine, metal ve sıcaklığa bağlı sabit

2. Dünya savaşı, dökümde besleme tekniklerinin gelişimine neden olmuştur. Bu yıllarda, kimyasal olarak beslemeye yardımcı olan malzemelerin devreye girmesi en önemli gelişmedir. Ekzotermik karışımlar, çelik dökümlerin beslenmesinde en önemli yardımcı konumuna gelmiştir. konumuna gelmiştir.

1940'ların sonunda Amerika'da NRL laboratuvarlarında PELLİNİ ve ekibi, çelik dökümlerde, besleyicilerin, besleme mesafesi için gereken kuralları gündeme getirdiler.

1950'lerde WLODAWER tarafından geliştirilen, besleyici hesaplama yöntemi, günümüzde de kabul gören en başarılı yöntem olup, grafikler ve tablolar yardımıyla, hızlı ve pratik bir hesaplama sistemidir.

WLODAWER, döküm parçasının her kısmını ayrı ayrı değerlendirmektedir.

WLODAWER'e göre, her kısmın katılma süresi;

$$t = k M^2$$

**t** = Döküm parçasının katılma süresi

**M** = Modül (Hacim/Yüzey oranı)

**k** = Kalıp malzemesine, metal ve sıcaklığa bağlı sabit bağıntısı ile ifade edilmektedir.

**2. Besleyici Tasarımı:**

Sağlam bir döküm elde edebilmek için, besleyici tasarımı çok önemlidir. Bu nedenle, günümüzde bile, hala, birçok dökümcü, besleyici tasarımlarını ve boyutlarını kendi deneyimlerinin ışığında gerçekleştirir. Bir döküm parçası üretiminde, besle-

yticiler şu temel koşulları yerine getirmelidir.

\* Besleyiciler, mutlaka esas döküm parçasından sonra katılmalıdır.

\* Besleyiciler, döküm parçasının çekilmesini karşılayacak kadar sıvı metal kapasitesine sahip olmalıdır.

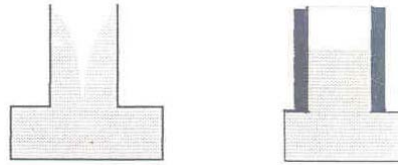
\* Besleyici tasarımında, besleyici sayısı, besleyici boyutu ve kesilme maliyeti minimum olmalıdır.

\* Besleyiciler, besleme mesafesi kurallarına uygun ve yönlendirilmiş katılaşmayı temin edecek şekilde tasarlanmalıdır.

Yönlendirilmiş bir katılaşmayı temin etmek, metal alaşımı ve katılaşma şekline, kalıp şartlarına ve döküm tasarımına bağlıdır. Sıvı metalin kalıp boşluğuna dolmasıyla, katılaşma, kalıp duvarlarından başlamakta ve içe doğru ilerlemekte, katı bir metal kabuk oluşmaktadır. Isı, kalıp duvarlarından uzaklaştıkça, kabuk içeriye doğru fazlalaşmaktadır. Döküm kenarında, daha büyük yüzey alanı, kalıba daha hızlı ısı transferine olanak sağlarken, katılaşma hızında yüksek olmaktadır. Kenar veya uç etkisi ve besleyici etkisinin kombinasyonu yönlendirilmiş katılaşmayı temin etmektedir.

Dökülecek parçanın kalıplandığı malzeme (genellikle silis kumu - kara kum) ile besleyicilerin kalıplandığı malzeme aynı ise bu besleyiciler **doğal besleyiciler** veya **soğuk besleyiciler** olarak bilinirler ve geleneksel dökümhanelerde sıkça uygulanırlar.

Bu tip uygulamalarda, kalıp ve besleyici sıvı metalle dolar dolmaz, katılaşma, kalıp ve besleyici yüzeylerinden başlar, besleyici ise hem kendi hem de dökülecek parçanın çekmesini karşılar. Sıvı metalin ısı hızla, kalıp duvarlarından, besleyicinin yan duvarlarından ve üstten kaçar.



**Şekil 1 : Çelik dökümlerde doğal besleyicilerin ve besleyici gömlek kullanılmış besleyicilerin karakteristik görüntüleri.**

Koni görünümüne benzeyen bu çekme boşluğu, başlangıç hacmine göre yaklaşık % 14-15'dir. Bu çekme boşluğunun bir kısmının da, besleyicinin, katılaşma sırasında kendisi tarafından kullanıldığı da unutulmamalıdır. Bu göz önüne alındığında, besleyicinin pratikte başlangıç hacminin yaklaşık % 10'unu beslemede kullanmaktadır.

### 2.1. Besleme Mesafesi ve Besleyici Sayısının Hesabı:

Basit parçalar çoğunlukla tek besleyici ile beslenirler. Karmaşık şekilli parçalar ise farklı bölümlere ayrılarak hesaplanırlar ve böylelikle gerekli besleyici sayısında hesaplanmış olur. Besleme mesafesi tayininde, dört ana parça şekli esas alınır. Bunlar; **plaka**, **çubuk**, **küp** ve **küredir**. Besleyiciler en son katılaşan yere yakın yerleştirildiği için küp ve küre şekilli

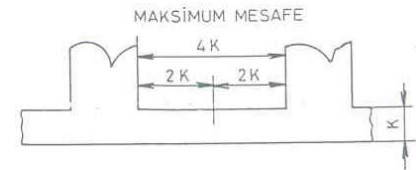
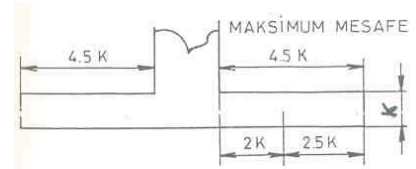
parçalarda besleme sorunu yoktur.

Çubuk şekilli döküm parçalarında, besleme mesafesi önemlidir. Efektif besleme mesafesi (Dmax) besleyici kenarından itibaren beslemenin yapıldığı mesafedir.

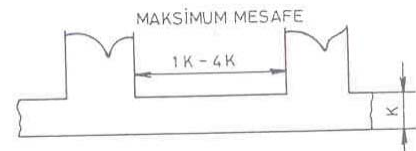
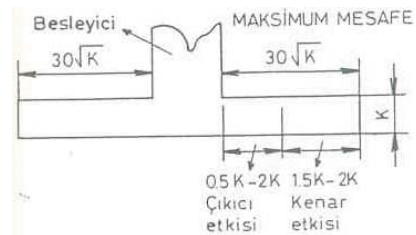
Bu mesafe;

(Dmax) = 30 K olarak hesaplanır.

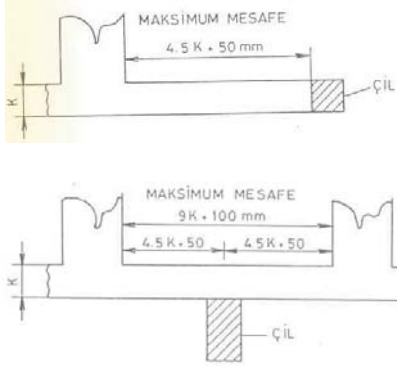
Burada K = Çubuk kalınlığıdır (mm)



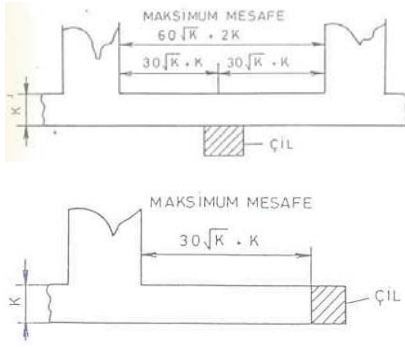
**Şekil 2: Plaka şekilli parçalarda besleme ilişkileri**



**Şekil 3: Çubuk şekilli parçalarda besleme ilişkileri**



Şekil 4 : Çil soğutma yapıldığında, plaka şekilli parçalarda besleme



Şekil 5 : Çil soğutması yapıldığında, çubuk şekilli parçalarda besleme

Uygulamada döküm parçasını besleyecek olan besleyici sayısının tesbiti için şu genel formül uygulanmaktadır.

$$\text{Besleyici Sayısı} = \frac{\text{Döküm parçasının uzunluğu veya ort. Yarıçapı (mm)}}{\text{Öngörülen besleyici yarıçapı (mm) + FD içinden besleme yapılacak en ince kesit kalınlığı (mm)}}$$

Burada **FD** besleme mesafesi faktörü olup, çeşitli metal ve alaşımları için farklı değerlerde tablolarla belirlenmiş bir sabit

## 2.2. Besleyici Boyutlarının Hesaplanması

Günümüzde, besleyici boyutlarının hesaplanması için çok gelişmiş döküm simülasyon programları mevcuttur. Buna rağmen, **MODÜL YÖNTEMİ**, besleyici boyutları ve sayısını belirlemek için yaygın olarak kullanılan, pratik bir yöntemdir. Chvorinov bağıntısını hatırlarsak;

$$t = k (V/A)^2$$

Buradaki, Hacim / Yüzey oranı **Modül** olarak bilinir.

Buna göre;

**MODÜL (M)** = Dökülecek parçanın hacmi (V) / Dökülecek parçanın soğuma yüzey alanı (A)

$$t = k.M^2$$

Bu oran Geometrik modül (M geo.) veya döküm parçasının modülü (M döküm) olarak adlandırılır ve birimi uzunluktur. (cm). Besleyici boyutu hesaplanırken, dökümcüler, döküm parçasının katılaşmasından ziyade besleyicinin katılaşma süresinin daha uzun olmasını isterler. Bu göz önüne alınarak; Besleyici Modüllü (M bes.) = 1.2 x (M döküm) olarak hesaplanır.

• 1.2 değerindeki güvenlik kat sayısı birçok çelik alaşımı için geçerli olup, Pik ve sfero dökümlerindeki grafit genişmesi nedeniyle, bu değer pik dökümler için 0.6, sferolar için 0.8 olarak alınır.

## 2.3 Besleme İhtiyacının Tesbiti

2.3.1 Çelikler, Temper dökümler, Beyaz dökme demirler ve hafif alaşımlar için;

**A- Döküm parçasının ve besleyi-**

**cinin modülünün hesaplanması**

a- Dökülecek parça, basite indirgenerek modülü bulunur.

$$M_{\text{döküm}} = V / A$$

b-Besleyici modülü hesaplanır.

$$M_{\text{bes.}} = M_{\text{döküm}} \times 1.2$$

**B - Besleme için sıvı metal hacminin hesaplanması**

a- Besleyici içinde döküm parçasını besleyecek sıvı metalin, toplam besleyici metaline (başlangıç hacmi) oranı olarak ifade edilir. Bu oran;

Besleyici gömlek uygulamalarında %33

Kum besleyicilerle döküm uygulamalarında %16

Doğal besleyicilerle %10-14'tür.

b- Metal alaşımlarının çekme oranı % Çekme olarak ifade edilir ve bu değerler tablolar halinde belirlenmiştir.

METAL ALAŞIMI	% ÇEKME ORANI
Karbon çelikleri	6.0
Alaşımli çelikler	9,0
Yüksek alaşımli çelikler	10.0
Temper dökme demirler	5.0
Alüminyum	8.0
Bakır	4.0
Pirinç	6.5
Bronz	7.5
Al-bronzları	4.0
Sn-bronzları	4.5

**Tablo 1 : Bazı metal alaşımlarının çekme yüzdeleri**

c- besleyici içinde bulunan metalin ağırlığı (**W<sub>bes</sub>**), bu besleyicinin beslediği esas döküm parçasının ağırlığı (**W<sub>döküm</sub>**);

$$W_{\text{döküm}} = \frac{C}{100} \times \frac{W_{\text{bes}} \cdot 100}{S}$$

ile hesaplanır.

Besleyicilerin boyun kısmının boyutları hesaplanırken, üst besleyicilerin boynunu hesaplamaya gerek yoktur. Fakat besleyici gömlek uygulamalarında kırıcı maça kullanmak faydalıdır. Yan besleyicilerde ise, besleyici boynu boyutları, boyun modülüne aşağıdaki oranların uygulanması ile elde edilir.

$$M_{\text{döküm}} : M_{\text{boyun}} : M_{\text{bes}} = 1.0 : 1.1 : 1.2$$

**M boyun** (Boyun modülü), Grafik 2 ve bununla ilgili şekil yardımı ile hesaplanır.

### 2.3.2. Pik ve sfero dökümler

a- Dökülecek parçanın modülü bulunur.

$$M_{\text{döküm}} = V/A$$

b- Besleyici modülün hesaplanması:

Bu tip dökümlerde grafit genişmesi meydana geleceğinden, sıvı metalin mevcut olduğu zamanın tamamında çekme oluşmaz. Çekme zamanı, katılma zamanının bir yüzde oranı olup, bu oran grafiklerden tesbit edilir. (**Grafik 1: Pik ve sfero dökümlerde yüzde çekme ve çekme zamanı tayini.**)

%C-% (Si+P) grafiğinde, elimizdeki analize göre, x ve y ekseninden dikmelerle bir A noktası bulunur ve döküm parçasının modülü hesaplanır. A noktasından üst grafiğe bir dikme çıkılarak 0.10 dan 3.0 ilerleyen modül çizgileriyle parça-

mızın modülünü temsil eden çizgi birleştirilerek B noktası elde edilir. B noktasından sağdaki ve soldaki grafiklere gidilir.

Sağdaki grafik çekme zamanını, soldaki grafik ise % genişme ve çekmeyi verir. Döküm sıcaklığımız bellidir. Sağ ve soldaki grafiklerde bu sıcaklığa tekabül eden eğriler mevcuttur. B noktasından bu eğrilere birer çizgi çizilerek D ve C noktaları elde edilir. D ve C den alt eksenlere çizilen çizgilerle, D noktası için % Çekme zamanı, C noktası için % Çekme veya genişleme bulunur.

Besleyici modülü aşağıdaki formülle bulunur.

$$M_{\text{bes}} = M_{\text{döküm}} \times 1.2 \sqrt{(ST/100)}$$

Burada ST çekme zamanıdır.

c- Besleme metali hacminin hesaplanması

Besleyici içinde döküm parçasını besleyecek sıvı metalin, toplam besleyici metale (başlangıç hacmi) oranı % C olarak ifade edilir. Bu oran;

Besleyici gömlek uygulamalarında %33

Kum besleyicilerle döküm uygulamalarında % 16

Doğal besleyicilerde % 10-14'tür.

• Dökülecek metalin çekmesi, % C - % (Si+P) grafiğinde, bulunan A noktasından yukarı çıkılarak dökülecek parçanın modül eğrisi kestirilir. B bulunur. B den yatay çizgilerle D ve C bulunur. % Genleşme ve çekme (S) ise, C noktasından bulunur.

• Döküm esnasında kalıp çeperleri, kalıbın sertliğine göre hareket ederler.

Bu sertlik değeri (% Sertlik), sert reçineli kalıplarda sıfır iken yaş kum kalıplarda %2 civarında olup, genişlemeden doğan bu değeri ilave ederek  **nihai çekme değeri (S)** bulunur. Eğer bu değer pozitif veya sıfır ise dökümün beslemeye gereksinimi yoktur.

Besleyici içinde bulunan metalin ağırlığı (**W<sub>bes</sub>**), bu besleyicinin beslediği esas döküm parçasının ağırlığı (**W<sub>döküm</sub>**);

$$W_{\text{döküm}} = \frac{C}{100} \times \frac{W_{\text{bes}} \cdot 100}{S}$$

d- Besleyici boyunlarının hesaplanması

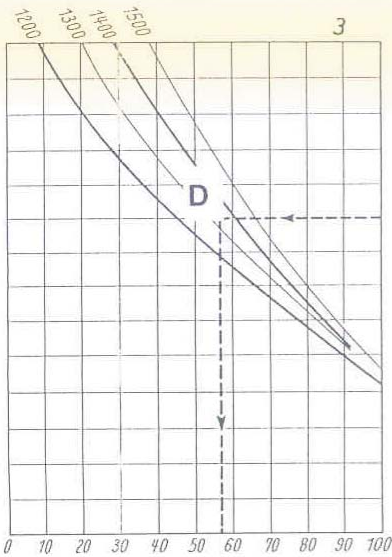
Besleyicilerin boyun kısmının boyutları hesaplanırken, üst besleyicilerin boynunu hesaplamaya gerek yoktur. Fakat besleyici gömlek uygulamalarında kırıcı maça kullanmak faydalıdır. Yan besleyicilerde ise, besleyici boynu boyutları, boyun modülüne aşağıdaki oranların uygulanması ile elde edilir.

$$M_{\text{döküm}} : M_{\text{boyun}} : M_{\text{bes}}$$

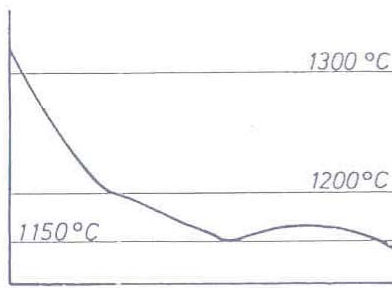
$$= 1.0 : 1.1 \sqrt{(ST/100)} : 1.2 \sqrt{(ST/100)}$$

**M<sub>boyun</sub>** (Boyun modülü), Grafik 2 ve bununla ilgili şekil yardımıyla hesaplanabilir.

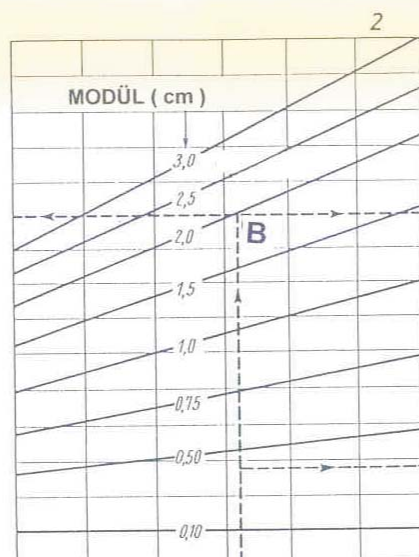
Kalıptaki sıvı metalin sıcaklığı (°C)



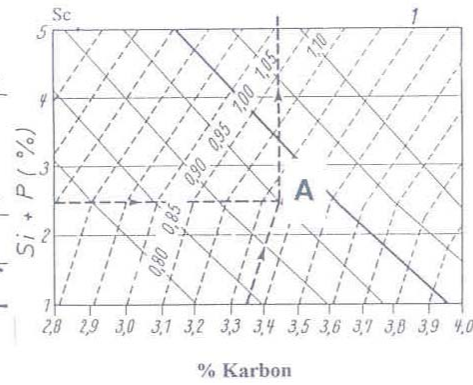
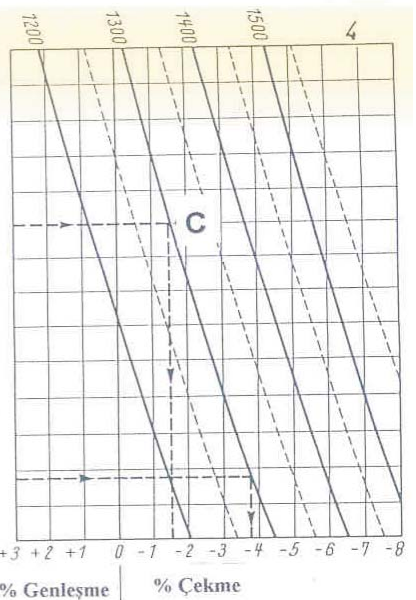
Katılma süresindeki çekme zamanı yüzdesi



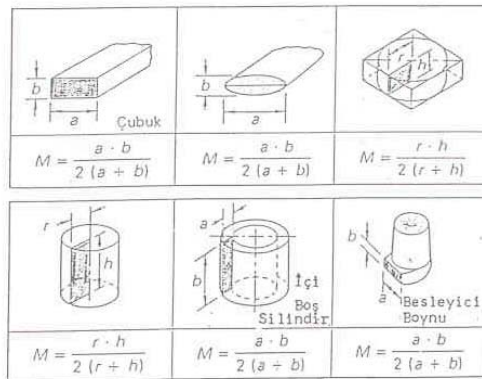
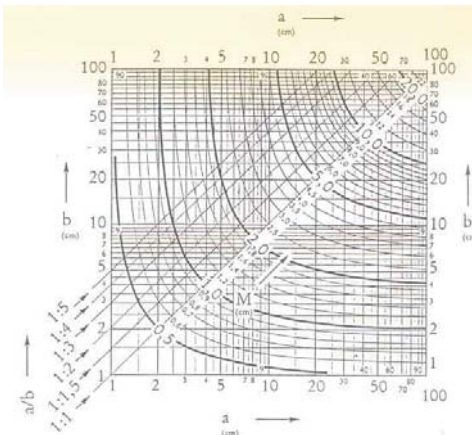
Katılma eğrisi



Kalıptaki sıvı metalin sıcaklığı (°C)



Grifik 1 : Pik sfero dökümlerde, yüzde çekme ve çekme zamanı tayini.

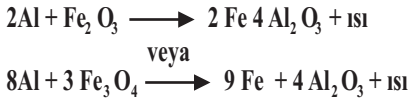


Grifik 2 : Besleyici boyun Modülünün belirlenmesi

### 3. EKZOTERMİK BESLEYİCİ MALZEMELER

Ekzotermik besleyici yardımcı malzemeleri, en kaba tanımıyla, döküm hatalarını azaltmak ve döküm maliyetlerini düşürmek amacıyla kullanılırlar.

Ekzotermik malzemeler, esas olarak, metalik alüminyum ile demir oksitlerin alüminotermik reaksiyonu sonucu oluşan yüksek ısıdan faydalanarak ve bu ısyı izole etmek suretiyle, katılma süresini geciktirirler. Bu malzemeler, besleyiciden, kalıp ortamına ve atmosfere ısı kaçışını azaltmakta, sıvı metal beslenmesine yardımcı olmaktadır.



Ekzotermik malzemeler, genel olarak, besleyicinin üstünü ve yan çeperlerini kalıptan izole etmek için kullanılan çeşitli şekil ve boyutlardaki **hazır besleyici gömlekler, paneller** ve açık besleyicilerin üstünü atmosferden izole etmek için üretilmiş **besleyici tozlarıdır**.

Ekzotermik besleyici malzemeler, temel olarak, yukarıdaki alüminotermik reaksiyonu gerçekleştiren metalik alüminyum ve demir-oksit ile diğer metaloksitleri gibi ekzotermik reaksiyonu gerçekleştiren malzemeler, izolasyonu temin eden yüksek ısıya dayanıklı yalıtkan malzemeler, refrakter dolgu malzemeleri, flux yapıcı malzemeler ve bağlayıcılardan üretilmektedir.

Ekzotermik malzemelerin kimyasal kompozisyonu çok önemlidir. Çünkü bu malzemeler istenen reaksiyonu, uygun zamanlarda gerçekleştirmeli fakat kullanıldığı zaman metalde kimyasal bozulmalar olmamalı, yanarken çıkardığı gaz oranı minimum olmalı ve flor gibi zararlı gazlar içermemelidir.

#### 3.1. HAZIR BESLEYİCİ GÖMLEKLER

Hazır besleyici gömlekler; talep edilen ekzotermiklik derecesine göre önceden hazırlanmış bir kimyasal karışımdan, vakumla şekillendirme yöntemi ile, çeşitli şekil ve boyutlarda üretilmiş ekzotermik besleme yardımcı malzemeleridir. Yüksek ekzotermik karakterli, hem ekzotermik hemde izolasyon karakterli ve yalnızca izolasyon karakterli olmak üzere üç temel formülasyon çerçevesinde üretilirler.

Hazır besleyici gömleklerde, alüminotermik reaksiyon sonucu yaklaşık 1600°C'ye (Tepe sıcaklığı noktası) çıkabilmek mümkündür. Besleyicinin, bu sıcaklığa çıkabilmesi, beslemeyi temin edebilmesi açısından önemlidir.

Hazır besleyici gömleklerde dikkat edilmesi gereken diğer kriterlerde reaksiyona girme süresi ve reaksiyonda kalma sürelerdir. Tepe noktası ve reaksiyona girme süresine ait değerler, besleyici gömleklerin kimyasal formülasyonları ile ilgili olup, reaksiyonda kalma süresi ise besleyici gömleğin et kalınlığı ile bağlantılıdır.

Hazır besleyici gömleklerin besleyebileceği sıvı metal miktarı, besleyicinin formülasyonu ile ilgili olup, besleyici gömleğin hacminin yaklaşık % 60 - 70'i oranındadır. Daha önce sözü edildiği gibi bu oran doğal besleyicilerde yaklaşık %10'dur. Bir genelleme yapmak gerekirse, hazır besleyici gömlekler, kendi hacimlerinin %33'ü oranında güvenli bir besleme sağlarlar.

#### 3.1.1. HAZIR BESLEYİCİ GÖMLEKLERİN AVANTAJLARI

- Ekzotermik malzeme kullanımının ilk uygulamaları, çeşitli ekzotermik malzemelerin karışımlarından hazırlanmış tozlar ve yine bu malzemelerden elle veya maça makinelerinde dökümhane ortamlarında üretilmiş besleyici gömlekler idi. Günümüzde ise, hazır besleyici gömlek üreticileri tarafından, vakumla şekillendirme yöntemi ile üretilmiş çok çeşitli boy ve şekillerde besleyici gömlekler mevcut olup, dökümhane ortamlarında, harman hazırlama, su v.b. bağlayıcılarla karıştırma, kalıp hazırlama, karışımı kalıplama, kurutma (fırın yatırımı yapma) gibi zaman ve işçilik kaybına neden olan işlemlere gerek yoktur.

Hazır besleyici gömlekler, uygulamada, besleyici hacminin % 30-35 oranında besleyebilme özelliğine sahip olup, besleyici ölçülerini azaltarak, döküm sonrası elde edilen kaba döküm parçasının daha hafif olmasını sağlarlar. Daha açık bir söylemle, tekrar ergitilmek için kesilip çıkarılan besleyicileri

minimize ederler. Ayrıca, kırıcı maça tatbik edilme imkanı olduğu için temizleme, taşlama ve nakliyenin mevcut olduğu dökümhanelerde, nakliye maliyetlerini en aza indirirler.

- Hazır besleyici gömleklerin, besleyici ölçülerini azaltması, nihai döküm maliyeti açısından avantaj sağlaması ve dökümhane verimliliğini artırması anlamına gelir. Ton başına ergimiş metalle % 30-45 daha fazla parça dökülür. Bu da, sınırlı kapasiteye sahip dökümhanelerde, hazır besleyici gömlek uygulaması yapmayan ve aynı kapasiteye sahip, benzer teknik koşullardaki rakiplere göre, ocak yatırımı yapmadan kapasite artışı demektir.

- Hazır besleyici gömlekler, döküm parçası içindeki çekme boşluklarını minimize ederek, daha hatasız ve daha kaliteli bir dökümü temin ederler.

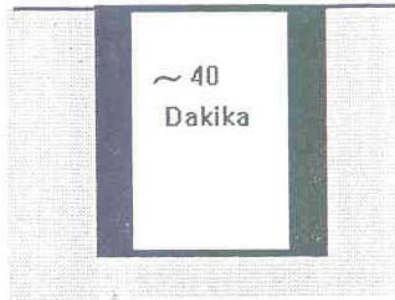
#### KUM KALIPTA PLASTİK DÖKÜM



#### BESLEYİCİ TOZ İLE DÖKÜM



#### BESLEYİCİ GÖMLEK İLE DÖKÜM



#### BESLEYİCİ GÖMLEK VE BESLEYİCİ TOZ İLE DÖKÜM



Şekil 6: Aynı çelik döküm parçasında; geleneksel yöntemle ve besleyici gömlek ve/veya besleyici toz uygulamaları ile, besleyicinin katılaşma sürelerinin karşılaştırılması.

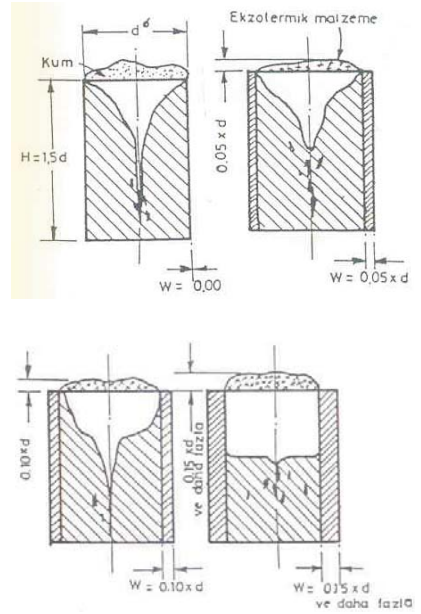
#### 3.1.2 HAZIR BESLEYİCİ GÖMLEKLERİN SEÇİMİ

Ekzotermik hazır besleyici gömlek uygulamalarında, besleyicideki sıvı kısım, katılaştıktan sonra, karakteristik koni şeklindeki çekinti boşluğu yerine, neredeyse düz bir yüzey oluşur. Bu düz çekme yüzeyinin sağlanabilmesi için, **besleyici gömleğin minimum et kalınlığı (W)**,  $W=0.15 \cdot d$  olmalıdır. Buradaki **d** besleyici gömleğin iç çapıdır.

Bu durumda, sıvı metal sütunu düzgün bir şekilde aşağıya iner.

Besleyicinin katılaşma zamanının gecikmesi, besleyici gömleğin et

kalınlığına bağlı olup; et kalınlığı ince olduğunda, uzun konik bir şekil alan çekme boşluğu, kalınlığın artması ile kısa konik ve silindirik bir şekil almaktadır. Aşağıdaki şekillerde farklı et kalınlıkları ile çekme boşlukları arasındaki ilişki gösterilmektedir.

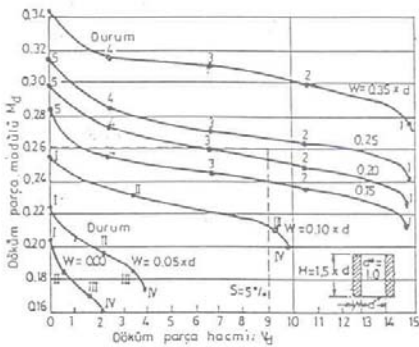


Şekil 7 : Farklı et kalınlıklarına sahip besleyici gömlekler için çekme boşlukları

Uygulamada, egzotermik besleyicinin, besleme kapasitesinin güvenilir bir şekilde tesbit edilmesi için bir grafik yöntem geliştirilmiş olup, sıvı metalin çekme durumları tek tek noktalarla gösterilmiş ve ilgili et kalınlıklarında bu grafikte gösterilmiştir.

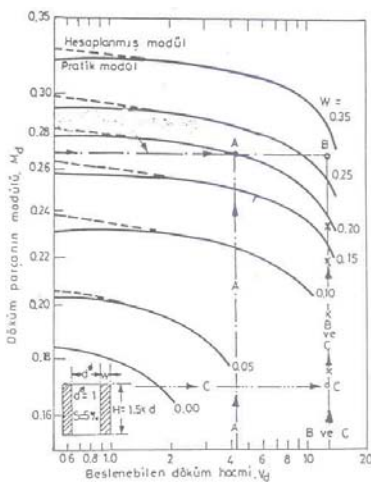
Grafik 3'de  $W=0$  (ekzotermik olmayan besleyiciden),  $W=0.35 \cdot d$  maksimum egzotermik kesit kalınlığına kadar çeşitli besleyicilerin

karakteristikleri verilmektedir. Buna göre herhangi bir döküm parçasının hacmi ve modülü bilindiğinde uygun besleyici gömlek belirlenebilir.



**Grafik 3 : Döküm parçası hacmi ve döküm parçası Modülü ile besleyici gömleklerin düzenlenmesi**

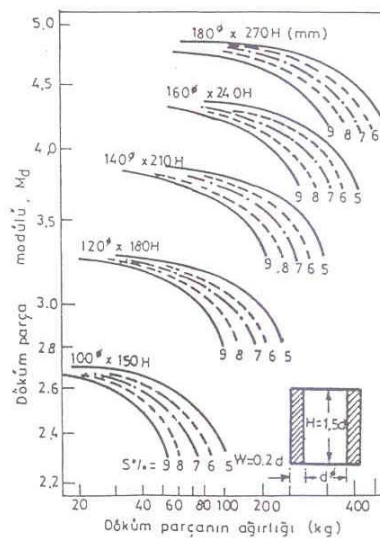
Besleyici karakteristiği bir kez hesaplandığında ve eğrisi belirlendiğinde, geometrik olarak benzer bütün besleyiciler için uygulanabilir. Yalnızca ölçek sisteminde paralel yer değiştirmeler yapmak yeterlidir.



**Grafik 4 : Döküm Modülü ve döküm parçası hacmi yardımıyla, besleyici gömleklerde, uygun çap - yükseklik oranı tayini**

Beslenebilen döküm hacminden, döküm ağırlığını hesaplamak için özgül ağırlık 7 olarak alınır. Döküm parçası modülü hesaplanırken, emniyet payı gerekli olup, hesaplar, besleyicinin tamamen dolu olduğu varsayılarak yapılır. Oysa, uygulamalarda, ekzotermik besleyici gömlek tamamen üst seviyeye kadar doldurulmaz. Bu nedenle, hesaplanmış modülü % 5-10 azaltmak emniyet payı bakımından tavsiye edilir.

Günümüzde, birçok hazır besleyici gömlek üreten firma mevcut olup, bunların ürünlerinin ölçüleri, besleyici gömleklerin modül ölçüleri, geometrik modülleri ve besleyici gömleklerin hacimsel kapasiteleri bellidir. Bu veriler ışığında daha önce ayrıntılı olarak bahsetmiş olduğumuz, Modül yöntemi ile uygun besleyici gömlek tercihi yapılır.



**Grafik 5 : parçası ağırlığı ve Modül ile besleyici gömlek seçimi**

### 3.2. HAZIR BESLEYİCİ TOZLAR

Bu malzemeler uygun kompozisyonda ve toz formunda hazırlanmış malzemeler olup, açık besleyicilerin üstünü örterek atmosferden izole ederler. Besleyici tozlar, ergimiş metalle temas ettiğinde ekzotermik reaksiyona girerek, yanarlar. Daha sonra yalıtım özellikleri nedeniyle ısıyı korurlar. Kendi bileşimindeki oksitlerle yandıkları için homojen bir reaksiyon verirler. Uygulaması oldukça pratik olup, çok nitelikli işgücüne ihtiyaç yoktur.

### KAYNAKLAR

1.YAMAN, Macit (Çeviri); WLODAWER,R, "Çelik dökümlerde besleyici ve soğutucu hesapları" TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası yayını, 1985

2.ÜNLÜ,Necip; YILDIRIM, Selim; ERUSLU,Niyazi; Besleyici tasarımının tarihsel gelişimi Metal Dünyası, Kasım-1996 Sayı 43, Sayfa 19

3.Foseco Leaflet IE 6.79 E 4.Baskı /1985 How to calculate feeders

4.METALTD.ŞTİ. "Dahili bilgiler ve deneyler"