

BİRİM ALAN YÖNTEMİNE GÖRE BESLEYİCİ ÖLÇÜLENDİRİLMESİNİN PRATİK UYGULAMALARI

Prof.Dr.Şemsettin Özdemir

Birim Alan yöntemi, dökümlerin katılma sürelerinin hesaplanması, besleyicilerin ölçülendirilmesi, katılma izotermelerinin tespiti ve yolluk sistemlerinin boyutlandırılmasında uygulanabilmektedir. Besleyici hesaplamalarında Modül metodu halen yaygın olarak kullanılmaktadır. Besleyici boyutlarının tespitinde, Birim Alan yönteminin Modül yöntemine olan avantajları, hesaplamanın daha kolay yapılabilmesi ve her iki yöntemin dayanağı olan katılma süresinin tespitinin daha doğru yapılabilmesidir. Bu çalışmada besleyici hesaplamalarının Birim Alan yöntemine göre pratik olarak nasıl uygulanacağı örnekleriyle açıklanmaktadır

Bugün halen yaygın olarak kullanılan Modül yöntemi Chvorinov'un [8] katılaşma zamanı eşitliğine dayanmaktadır.

$$t=k \left(\frac{V}{A} \right)^2$$

(1)

Burada, t = Katılaşma zamanı,

k = Malzeme özelliklerine bağlı

sabite,

V = Döküm parçanın hacmi, cm³,

A = Döküm parçanın soğuma

yüzey alanı, cm².

Vlodawer [9] 1966 yılında Chvorinov'un kuralının besleyicilerin boyutlandırılmasına uygulanmasını basitleştirdi. Bu nedenle, Modül yöntemi olarak da bilinen Vlodawer'in yaklaşımı uygulayıcılar tarafından geniş ölçüde benimsendi.

$$M= \frac{V}{A}$$

Bugün halen yaygın olarak kullanılan Modül yöntemi Chvorinov'un [8] katılma zamanı eşitliğine dayanmaktadır.

$$t = k \cdot \left(\frac{V}{A} \right)^2 \quad (1)$$

Burada, t = Katılma zamanı,

k = Malzeme özelliklerine bağlı sabite,

V = Döküm parçanın hacmi, cm^3 ,

A = Döküm parçanın soğuma yüzey alanı, cm^2 .

Vlodawer [9] 1966 yılında Chvorinov'un kuralının besleyicilerin boyutlandırılmasına uygulanmasını basitleştirdi. Bu nedenle, Modül yöntemi olarak da bilinen Vlodawer'in yaklaşımı uygulayıcılar tarafından geniş ölçüde benimsendi.

$$M = \frac{V}{A}$$

Burada, M = Modül

V = Döküm parçanın hacmi, cm^3 ,

A = Döküm parçanın soğuma yüzey alanı, cm^2

Vlodawer, döküm parçanın sağlam olabilmesi için, besleyici modülünün, döküm modülünün 1.2 katı olmasını önermektedir:

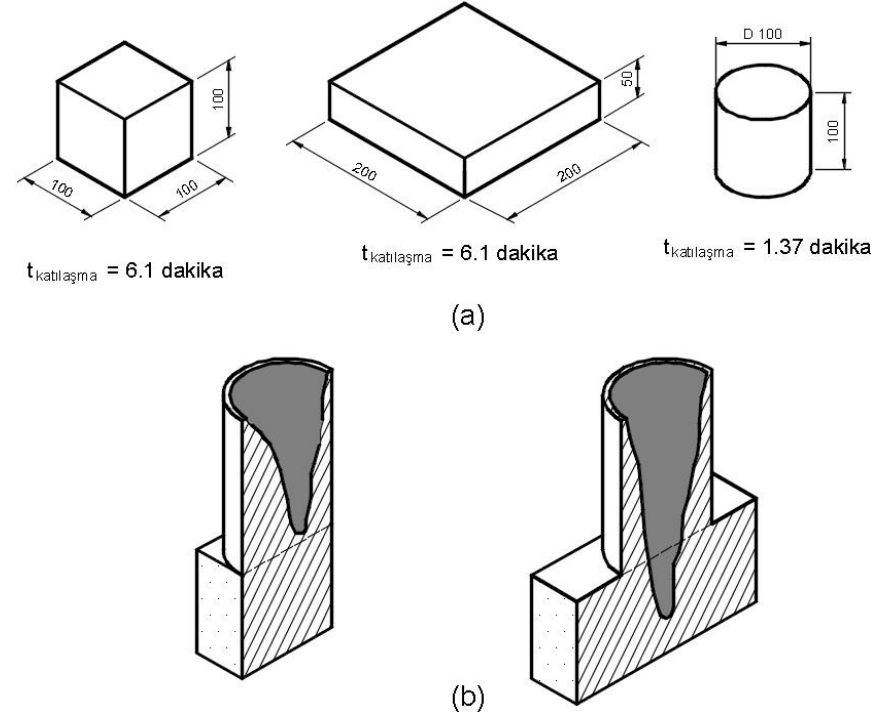
(3)

Burada, MB = Besleyici Modül

MD = Döküm Modül

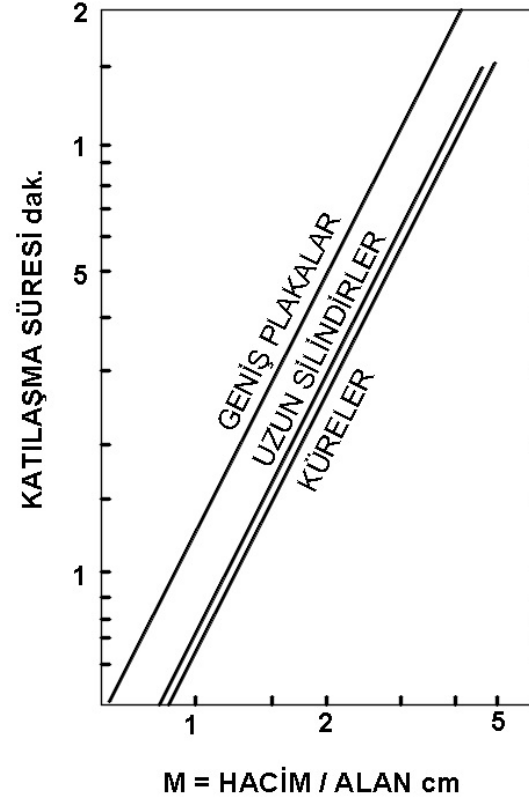
1.2 Besleyici Ölçölendirme Parametreleri

Flemings ve Arkadaşları [10] 1959 yılında Chvorinov'un, kuralının mükemmel bir yaklaşım olduğunu ancak katılaşma çekmesini dikkate almadığından, Şekil 1'de görüldüğü gibi, tam anlamıyla başarılı olmadığını ileri sürdüler.



Şekil 1 (a) Basit şekilli çelik dökümlerin kum kalıptaki katılaşma süreleri. Silindir iki uçtan yalıtılmıştır.
(b) Küp ve plakanın beslenmesi. Her iki parçanın da katılaşma süreleri aynıdır. Besleyici küpü beslerken plakayı besleyememiştir. Besleyici 10 cm çap ve 10 cm yüksekliğindedir. Küpün kenar ölçüsü ise 10 cm'dir. Plaka ölçüsü de 20·20·5 cm'dir [10].

Aynı yıl Kondic ve Arkadaşları [11] tarafından yapılan çalışmada aynı modül değerine sahip farklı şekillerin, farklı zamanlarda katılaştıkları ortaya konuldu. Bu çalışmaya göre aynı modül değerine sahip şekiller içinde geniş plakalar kürelerden daha geç katılaşıyordu, Şekil 2.



Şekil 2 Kondic ve arkadaşlarının katılma süresi deney sonuçları [11].

Birim Alan Yöntemi

Birim Alan yaklaşımına göre, katılma süresi döküm hacminin döküm yüzey alanına oranıyla değil, döküm hacminin döküm boyutlarının bileşkesine oranıyla bağıntılıdır.

$$BA = \frac{V}{U}, \quad t = k \cdot BA$$

(4)

Burada, BA= Birim Alan, cm²,

V= Döküm parçanın hacmi, cm³,

U= Döküm boyutlarının bileşkesi, cm,

t= Katılma süresi,

k= Sabite

Döküm parçanın Bu durumda, besleyici boyutunun bulunması için, dökümün birim alanı hesaplanarak aynı birim alana sahip besleyici ölçüsünün bulunması gereklidir. Temel geometrik şekillerin Birim Alan eşitlikleri aşağıda verilmektedir:

$$BA_{\text{prizma}} = \frac{a \cdot b \cdot c}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}} = \text{cm}^2 \text{ (a,b,c prizmanın boyutlarıdır)}$$

(7)

$$BA_{\text{silindir}} = \frac{0.785 \cdot D^2 \cdot H}{\sqrt{1.232 \cdot D^2 + H^2}} = \text{cm}^2 \text{ (D=çap, H=yükseklik)}$$

(8)

$$BA_{\text{küre}} = 0.49 \cdot D^2 = \text{cm}^2 \text{ (D=çap)}$$

(9)

bütünü veya besleme ihtiyacı olan kalın kısımları, yukarıda verilen üç şekilden birine dönüştürülerek Birim Alan hesaplanabilir. Daha sonra, aynı birim alan değerine sahip silindir şekilli besleyicinin çapı aşağıdaki formüllere göre hesaplanabilir:

$$H = D \text{ için } D_B = \sqrt{1.9 \cdot BA_D}$$

$$H = 1.5 \cdot D \text{ için } D_B = \sqrt{1.58 \cdot BA_D}$$

$$H = 2 \cdot D \text{ için } D_B = \sqrt{1.47 \cdot BA_D}$$

4 Birim Alan ile Modül Yöntemlerinin Karşılaştırılması

hesaplanması:

Küp ölçüsü = 10x10x10 cm

Plaka Şekil 1’de verilen küp ve plaka için besleyici çaplarının modüle ve birim alana göre ölçüsü = 20x20x5 cm

Modüle göre H=D olduğunda:

$$\text{Küp için: } M = \frac{V}{A} = \frac{1000}{600} = 1.66 \text{ cm} \Rightarrow \text{Tablodan } D = 10 \text{ cm},$$

$$\text{Plaka için: } M = \frac{V}{A} = \frac{2000}{1200} = 1.66 \text{ cm} \Rightarrow \text{Tablodan } D = 10 \text{ cm}.$$

Birim Alana göre $\Rightarrow H=D$ olduğunda:

$$\text{Küp için: } M = \frac{V}{A} = \frac{1000}{17.32} = 57.73 \text{ cm}^3 \Rightarrow \text{Tablodan } D = 10.47 \text{ cm}$$

$$\text{Plaka için: } M = \frac{V}{A} = \frac{2000}{28.72} = 69.64 \text{ cm} \Rightarrow \text{Tablodan } D = 11.50 \text{ cm}$$

Plaka için Birim Alana göre besleyici hacmi $V_B=1.193 \text{ cm}^3$ iken, plaka için Modüle göre besleyici hacmi $V_B=1.000 \text{ cm}^3$ olmuştur. Yukarıdaki hesaplamalardan açıkça görüldüğü gibi, küp ve plakanın modülleri eşit olduğundan, besleyici ölçüleri de eşittir. Ancak aynı ölçüye sahip ($D=10 \text{ cm}$) besleyici küpü iyi beslediği halde plakayı besleyememektedir. Birim Alana göre yapılan hesaplamada, plakanın BA değeri, aynı zamanda katılma süresi, küpten büyük olduğundan besleyici de daha büyük olacaktır. Küp ve plaka için Birim Alana göre hesaplanan besleyiciler her iki parçayı da çekinti olmadan beslemişlerdir [16].

. BİRİM ALANA GÖRE BESLEYİCİLERİN PRATİK UYGULAMALARI

Döküm parçalar çok farklı şekillerden oluşmaktadırlar. Birim alan değerleri de ancak prizmatik, silindirik ve küresel, basit şekilli dökümler için hesaplanabilmektedir. Bu durumda döküm parçanın tümünü veya sadece, daha geç katılacak kalın kısımlarını dikkate alarak, bazı kabullerle basit şekillere dönüştürmek mümkün olabilmektedir. Dönüşmüş olan basit şekil için birim alanı hesaplanıp, aynı birim alana sahip besleyici ölçüsü bulunmaktadır.

Aşağıdaki bölümlerde besleyici ölçülerinin bulunabilmesi için, döküm parçanın bütününe veya bazı kalın kesitlerinin basit temel şekillere nasıl dönüştürülebileceği gösterilmektedir

2.1 Kademeli Takoz

Şekil 3a'da kademeli takoz şekilli döküm parça, hacmini değiştirmeden Şekil 3b'de görüldüğü gibi bu şekli en iyi temsil edebilecek üç boyutlu prizmatik bir şekle çevrilebilir.

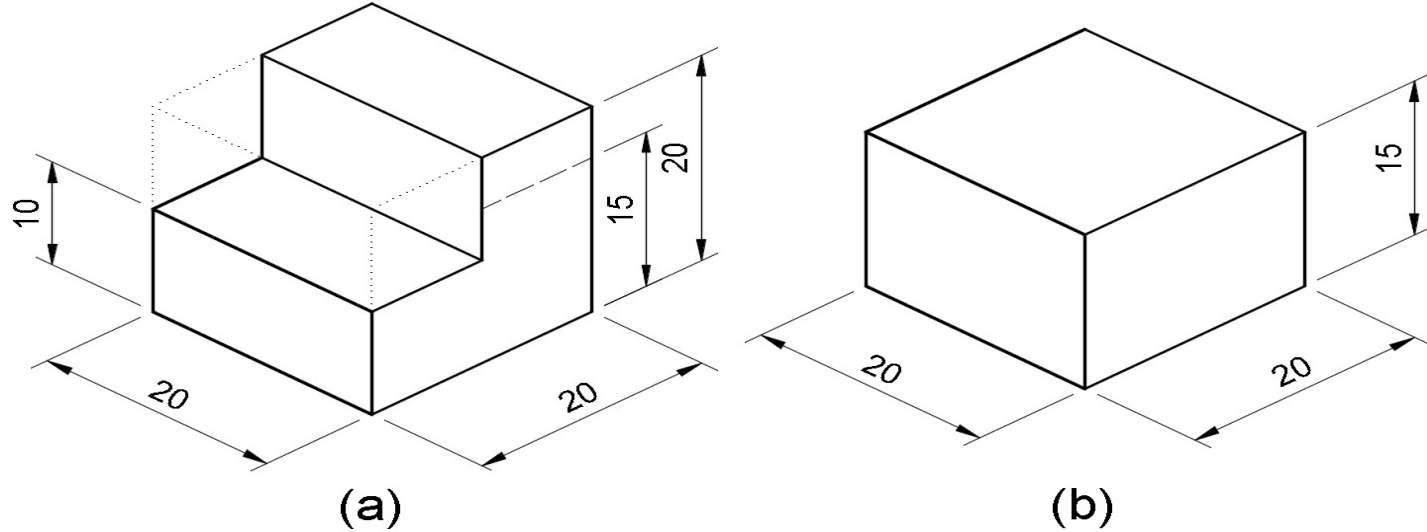
Bu durumda Şekil 3b için:

$$BA=187.41 \text{ cm}^2$$

$$H=D \text{ için, } D_B=18.87 \text{ cm} \Rightarrow V_B=5.294 \text{ cm}^3,$$

$$H=1.5 \cdot D \text{ için, } D_B=17.32 \text{ cm} \Rightarrow V_B=7.910 \text{ cm}^3,$$

$$\text{Küresel besleyici için } D_B=19.40 \text{ cm} \Rightarrow V_B=3.821 \text{ cm}^3.$$



Şekil 3. Kademeli Takoz için besleyici çapının hesaplanması. (a) Gerçek şekil, (b) Dönüşmüş şekil.

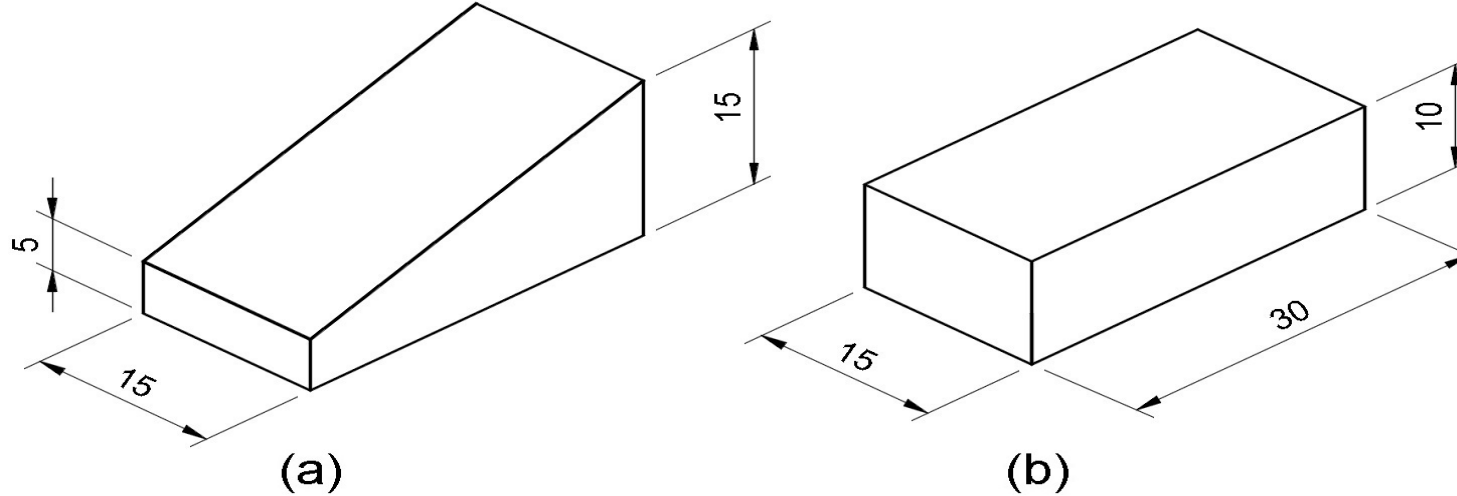
2.2 Eğik Takoz

Şekil 4a'da verilen eğik takoz şekilli döküm parça, hacmi değişmeden, Şekil 4b'de görülen prizmatik şekle dönüştürülebilir. Bu durumda Şekil 4b için:

$BA=128.57 \text{ cm}^2$ olur ve buradan,

$H=D \Rightarrow D_B=15.63 \text{ cm}$,

$H=1.5 \cdot D \Rightarrow D_B=14.34 \text{ cm}$ bulunur.



Şekil 4. Eğik Takoz için besleyici çapının hesaplanması. (a) Gerçek şekil, (b) Dönüştürmüş şekil.

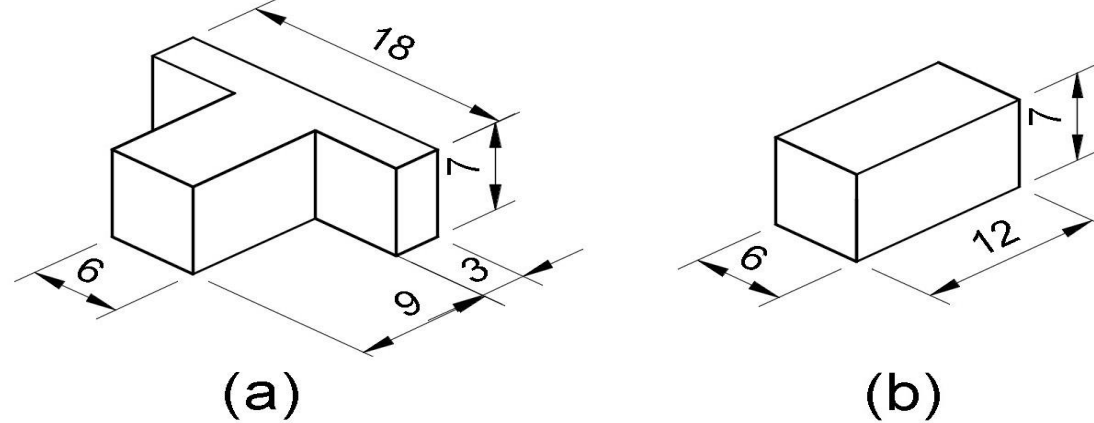
2.3 “T” Şekli

Şekil 5a’da görülen “T” şeklindeki döküm parçanın içine sığacak en kalın kısım dikkate alınır. Parçanın toplam katılaşma süresi en kalın kısımdan fazla olamaz. Şekil 5b’de, Şekil 5a’daki döküm parçanın yalnızca en kalın kısmı dikkate alınarak elde edilen dikdörtgen prizma ve ölçüleri verilmektedir. Buna göre:

$BA=33.31 \text{ cm}^2$ olur ve buradan,

$H=D \Rightarrow D_B=7.95 \text{ cm}$,

$H=1.5 \cdot D \Rightarrow D_B=7.30 \text{ cm}$ bulunur.



Şekil 5. “T” Şekilli Takoz için besleyici çapının hesaplanması. (a) Gerçek şekil, (b) Dönüşmüş şekil.

2.4 Silindir

Şekil 6a'da görülen silindirin Birim Alan ve besleyici çapı iki şekilde hesaplanabilir:

1- Silindir olarak:

$BA=139.08 \text{ cm}^2$ olur ve buradan,

$H=D \Rightarrow D_B = 16.26 \text{ cm}$

$H=1.5 \cdot D \Rightarrow D_B = 14.92 \text{ cm}$ bulunur.

2- Plaka olarak:

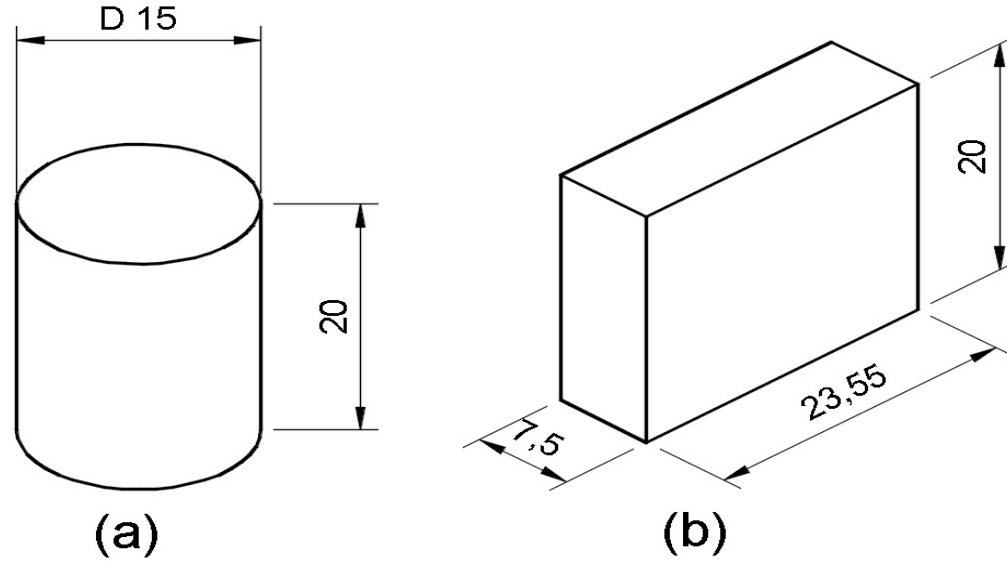
$BA=111.11 \text{ cm}^2$ olur ve buradan,

$H=D \Rightarrow D_B = 14.53 \cdot 1.1 = 15.98 \text{ cm}$

$H=1.5 \cdot D \Rightarrow D_B = 13.33 \cdot 1.1 = 14.66 \text{ cm}$ bulunur.

Bu örnekte, silindirlerin de plakaya dönüştürülerek besleyici çapının bulunabileceği, ancak uç etkisinin de dikkate alınarak, bulunan çapın 1.1 katsayısı ile çarpıldığında, silindir olarak bulunan ölçüye yakın bir ölçü elde edilebileceği açıkça görülmektedir. Farklı çap ve yüksekliklerdeki silindirlerle yapılan hesaplamalarda yaklaşık sonuçlar bulunmuştur.

Ancak silindire dönüşebilecek şekilleri plakaya değil doğrudan silindire dönüştürmek gerekir. Bu örnek sadece, delikli silindir ve burç şekilli parçaların, plakaya dönüşümleri halinde, hesaplanan besleyici ölçülerinin, uç etkilerini telafi eden 1.1 katsayısı ile çarpılarak daha doğru olarak belirlenebileceğini göstermektedir. Silindirden dönüşen plakalarda uç etkisi bulunmaz.



Şekil 6. Silindir için besleyici çapının hesaplanması. (a) Gerçek şekil, (b) dönüşmüş şekil.

2.5 Burç

Şekil 7a'daki burç şeklindeki döküm parça, ortalama çap dikkate alınarak şekil 7b'deki gibi çubuk biçimine dönüştürülür. Bu durumda:

$BA=49.50 \text{ cm}^2$ olur ve buradan,

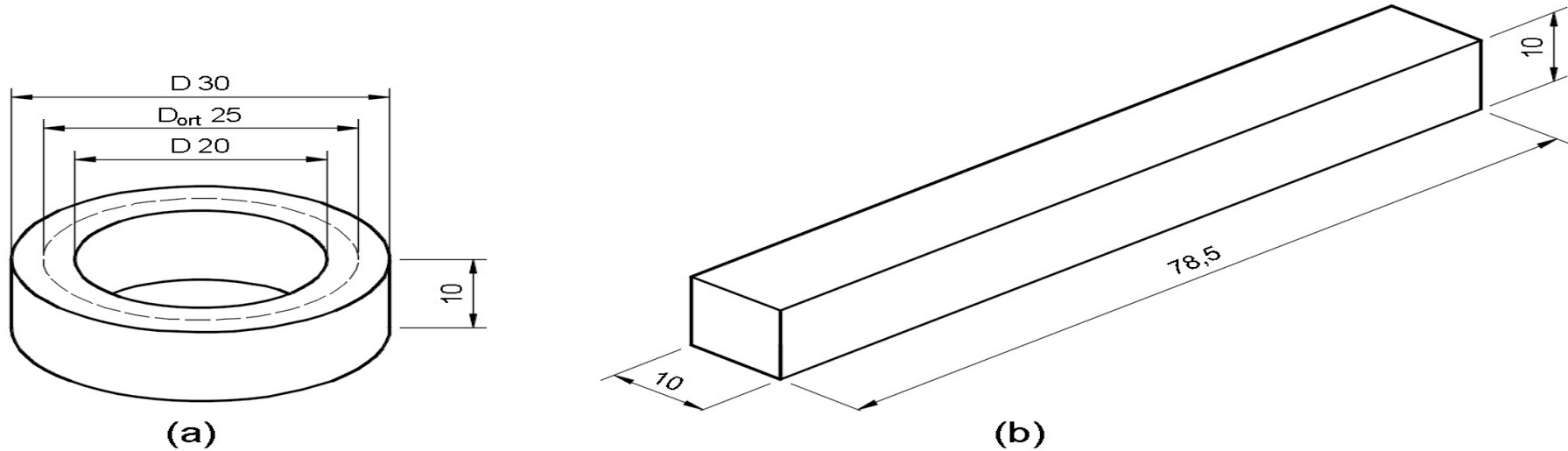
$H=D \Rightarrow D_B=9.70 \text{ cm}$,

$H=1.5 \cdot D \Rightarrow D_B=8.90 \text{ cm}$ bulunur.

Bulunan sonuçlar, uç etkisi olmamasını dikkate alarak 1,1 ile çarpılarak, daha uygun besleyici ölçüleri elde edilir:

$H=D \Rightarrow D_B=9.70 \cdot 1.1=10.67 \text{ cm}$,

$H=1.5 \cdot D \Rightarrow D_B=8.90 \cdot 1.1=9.79 \text{ cm}$ bulunur.



Şekil 7. Burç için besleyici çapının hesaplanması. (a) Gerçek şekil, (b) dönüşmüş şekil.

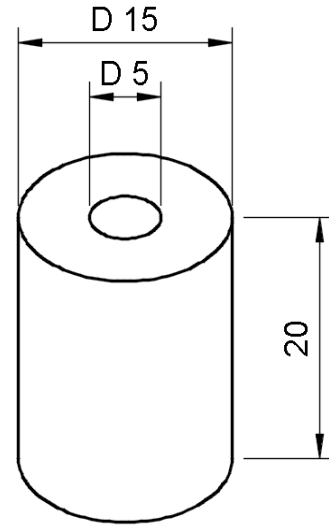
2.6 Delikli Silindir

Şekil 8a'daki delikli silindir, ortalama çap dikkate alınarak Şekil 8b deki gibi bir plakaya dönüştürülür. Bu durumda:

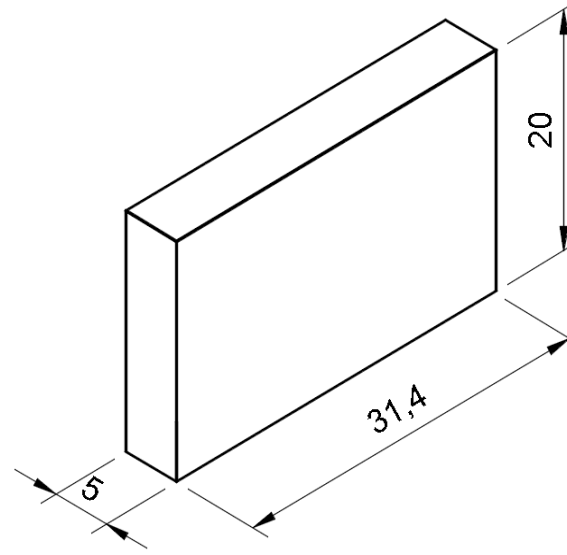
$BA=83.59 \text{ cm}^2$ olur ve buradan,

$H=D \Rightarrow D_B=12.60 \text{ cm},$

$H=1.5 \cdot D \Rightarrow D_B=11.57 \text{ cm}$ bulunur



(a)



(b)

Şekil 8. Delikli silindir için besleyici çapının hesaplanması. (a) Gerçek şekil, (b) dönüşmüş şekil.

Plakadan elde edilen besleyici çapı 1.1 katsayısıyla çarpılarak daha uygun bir besleyici çapı bulunabilir:

$$D_B = 12,60 \cdot 1,1 = 13.80 \text{ cm.}$$

2.7 Kulaklı Silindir

Şekil 9a'daki kulaklı silindirde en kalın kesit orta kısımda deliği olan silindirik parçadır. Döküm parça farklı kesitlerden oluştuğu zaman en kalın kesit dikkate alınır ve silindirin temas ettiği kısımlar dikkate alınmaz. Bu kısımlar daha incedir ve daha erken katılaşacakları için soğutma görevi dahi yapabilirler.

Burada iki kademe vardır:

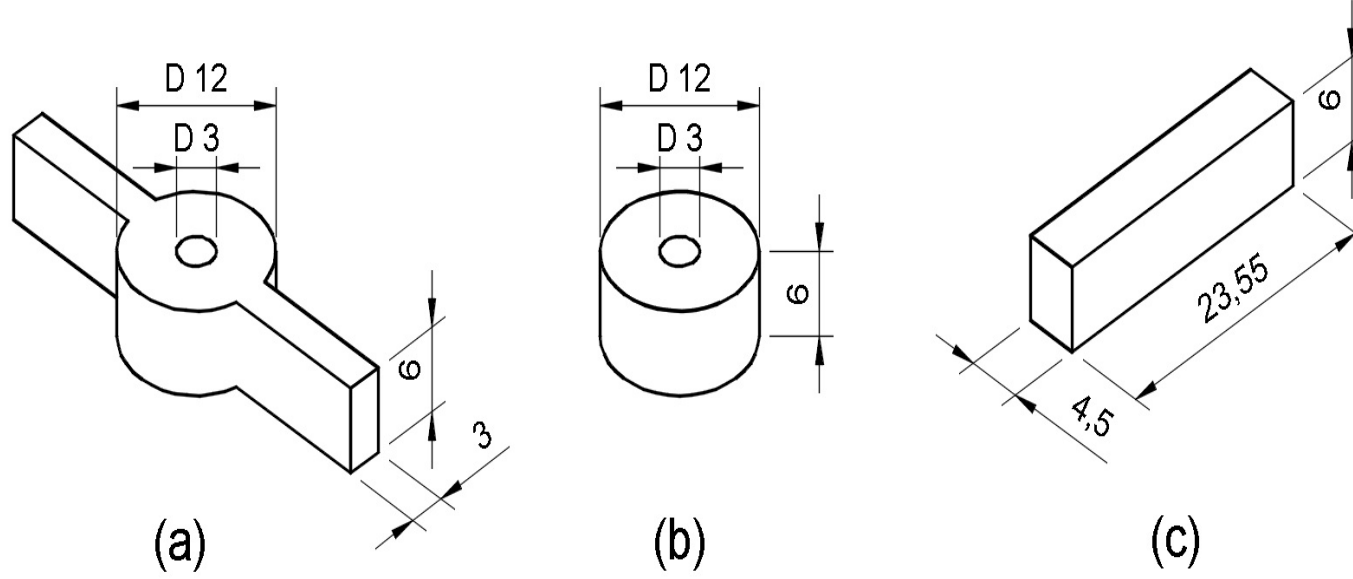
Şekil 9b: Parçanın en kalın kısmının tespiti,

Şekil 9c: 9b'deki şeklin dönüştürülmesi ve buna göre Birim Alan ile besleyici çapının bulunmasıdır:

$BA=25.70 \text{ cm}^2$ olur ve buradan,

$H=D \Rightarrow D_B = 6.99 \cdot 1.1 = 7.68 \text{ cm},$

$H=1.5 \cdot D \Rightarrow D_B = 6.41 \cdot 1.1 = 7.05 \text{ cm}$ bulunur.



Şekil 9. Kulaklı Silindir için besleyici çapının hesaplanması. (a) Gerçek şekil, (b) En kalın kısım, (c) Dönüştürmüş şekil.

3. SONUÇ

İkinci bölümde verilen örneklerden de açıkça görüleceği gibi, Birim Alan yöntemi ile besleyici hesaplamaları Modül yöntemine göre daha kolay ve daha sağlıklı olarak yapılabilmektedir. Bu yöntem, Alfa Döküm fabrikasında yaklaşık 30 yıldır uygulanmaktadır. Sfero döküm yapan bu fabrikada net döküm oranının son altı ay ortalaması, fire hariç, %66 olarak gerçekleşmiştir. Bu oran firmadan firmaya değişen bazı faktörler nedeniyle doğal olarak değişiklik gösterebilir, ancak bir fikir vermesi bakımından da oldukça önemlidir

Birim alana göre yapılan hesaplamalarda, ayrıca katılma çekmesini veya bir düzeltme katsayısını dikkate almaya gerek yoktur. Sfero dökümde yapılan uygulamalarda, bulunan birim alan değeri, modülde olduğu gibi 1,2 gibi bir katsayı ile çarpılmamıştır. Bunun yerine, doğrudan birim alan değerine göre besleyici ölçüsü bulunmuştur. Besleyici deneyleri [16] saf alüminyumla yapıp, tüm şekiller için uygun sonuçlar alındığından, bu malzeme için de katsayı gerekmeden uygulama yapılabileceğini varsayabiliriz. Gri dökme demirlerde, katılma süresinin tümünde çekme olmadığından, malzeme sınıfına göre nasıl uygulama yapılacağı ayrı bir çalışma konusudur. Ancak firmalar kendi çalışma şartlarına göre, Birim Alanı baz alarak besleyicileri belli ölçüde küçültebilirler. Bazı durumlarda da hiç besleyici kullanmayabilirler. Çelik dökümde de uygulama yapılmamakla birlikte, birim alana göre ölçülendirilen besleyiciler için, sfero ve alüminyum döküme benzer sonuçlar alınabileceği düşünülmektedir

Simülasyon programları da besleyici uygulamasında kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Birim Alan yönteminin de Modül ve simülasyon metotlarına alternatif olarak kolay ve güvenilir biçimde uygulanabileceği görülmektedir.