

56217

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \*FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

VAKUM FİLTRE İZGARA ÇİTALARININ PLASTİK ŞEKİL VERME  
YOLUYLA İMALATI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Mustafa Tekin KUBİLAY

Ana Bilim Dalı : MAKİNA  
Programı : II. ÖĞRETİM (Genel)

56217

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \*FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**VAKUM FİLTRE IZGARA ÇİTALARININ PLASTİK ŞEKİL VERME  
YOLUYLA İMALATI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

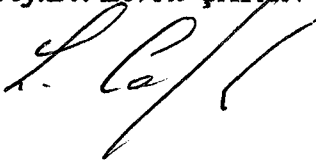
**Müh. Mustafa Tekin KUBİLAY**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 - 06 - 1996**

**Tezin Sunulduğu Tarih : 19 - 07 - 1996**

**Tez Danışmanı**

**Prof.Dr. Levon ÇAPAN**



**Üye**

**Doç.Dr. Paşa YAYLA**



**Üye**

**Prof.Dr. Adnan DİKİCİOĞLU**



## **VAKUM FİLTRE IZGARA ÇİTALARININ PLASTİK ŞEKİL VERME YOLUYLA İMALATI**

**Anahtar kelimeler :** Çıtaların formu, geri yaylanma, bükme kalıbı

**Özet :** Bu çalışmada, katı ile sıvıları birbirinden ayırtırmada kullanılan döner tambur vakum filtreler ve bu filtrelerde fonksiyonel bir göreve sahip ızgara çıtaları hakkında bilgi verilmiştir. Plastik şekillendirme konusunda kısa bir hatırlatma yapılarak, bükme yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Çıtaların formu, fonksiyonu, montaj şekli göz önüne alınarak geri yaylanma değerinin min. olabilmesi için uygun köşe radüsü seçilerek, bükme kalıbı tasarlanmıştır. Tasarlanan bükme kalıbı sayesinde, kaynak ve düzeltme işçiliği kaldırılarak işçilik %50 azaltılmıştır.



## ***VACUUM FILTER GRID LATHS' MANUFACTURING WITH PLASTIC SHAPING METHOD***

***Key words:*** Laths' form, backward bounce, twine model

***Abstract:*** This study is giving knowledge about revolving cylinder vacuum filter, which is used to decompose solids and liquids from each other, and also its grid lath, which has functional duties. Also the study has a short remind about plastic shaping and has knowledge about twine method. According to grids' form, function and assembly, edge radius is selected to have the minimum backward bounce value, and twine model is designed. By the designed twine model, welding and correction works are removed and working is decreased 50%.



## **ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR**

Büyük bir hızla ilerleyen sanayimizde oluşan rekabet ortamı içerisinde, daha iyiyi daha ucuza üretme ihtiyacı dolaylı olarak doğmuştur. Bu nedenle imalat yapan firmaların büyük bir bölümü kendi kalite standartlarını arttırmayı, kendilerini yenilemeyi ve bu sayede de ithal ürünlerle rekabet etmeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda pratikle teorinin birleşmesi gereken noktalarda üniversitelerle iş birliği haline gidilmiştir.

Yapmış olduğumuz bu çalışmada, imalatı bir problem teşkil eden ve kullanılan filtre bezine göre de ayrı bir problem oluşturan ızgara çitasının, bu etkilerini min. düzeye indirmeyi hatta kaldırmayı amaçladık.

Bu çalışma sırasında bana yol gösteren danışmanım Prof. Dr. LEVON ÇAPAN hocama, benden yardımlarını esirgemeyen KİMAK A.Ş. Genel Müdürü Mak. Yük. Müh. TAYLAN ÖNUÇAK Bey'e, beni yalnız bırakmayan arkadaşlarıma ve her zaman bana destek olan KUBİLAY ailesine sonsuz teşekkürler.

HAZİRAN 1996, KOCAELİ

Mak. Müh.  
M. TEKİN KUBİLAY

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
TABLolar DİZİNİ .....	viii
BÖLÜM 1. GİRİŞ .....	1
BÖLÜM 2. VAKUM FİLTRENİN TANITILMASI .....	2
2.1. Vakum Filtrasyon Sistemi .....	2
2.2. Vakum Filtrenin Yapısı .....	4
2.3. Vakum Filtrenin Çalışma Prensibi .....	8
2.4. Vakum Filtrelerin Kullanım Alanları .....	10
BÖLÜM 3. IZGARA ÇİTALARININ ŞEKLİ ve VAKUM FİLTREDEKİ FONKSİYONU .....	11
BÖLÜM 4. ÇİTALARIN BÜGÜNKÜ İMALAT ŞEKLİ ve BU YÖNTEMİN SAKINCALARI .....	13

<b>BÖLÜM 5. PLASTİK ŞEKİL VERMENİN TANIMI</b>	
<b>ÜSTÜNLÜK ve DEZ AVANTAJLARI .....</b>	<b>15</b>
5.1. Plastik Şekil Vermenin Tanımı .....	15
5.1.1. Plastik şekil verme yöntemleri .....	15
5.1.1.1. Doğrudan basma yöntemleri .....	15
5.1.1.2. Dolaylı basma yöntemleri .....	16
5.1.1.3. Çekme yöntemleri .....	16
5.1.1.4. Eğme yöntemleri .....	17
5.1.1.5. Kesme yöntemleri .....	17
5.2. P. Şekil Vermenin Diğer Üretim Yöntemleriyle Karşılaştırılması ....	18
<b>BÖLÜM 6. IZGARA ÇİTALARININ ABKAND PRESTE</b>	
<b>ŞEKİLLENDİRİLMESİ.....</b>	<b>19</b>
6.1. Bükme Kavisinin Belirlenmesi .....	19
6.2. Bükmede Açınım Boyunun Belirlenmesi .....	22
6.3. Bükme Sonrası Geri Yaylanma .....	27
6.4. Izgara Çıtasının Bükme Yoluyla İmalatı İçin Gerekli Hesaplamalar	36
6.4.1. Bükme kavisinin hesabı .....	36
6.4.2. Açınım boyunun hesabı .....	37
6.4.3. Serbest V bükmede geri yaylanma .....	38
6.5. Bükme Kalıbındaki İşlem Kademeleri .....	41
<b>BÖLÜM 7. İKİ YÖNTEMİN KIYASLANMASI .....</b>	<b>49</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>50</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>51</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Vakum filtrasyon sistemi .....	3
Şekil 2.2 Vakum filtrenin yandan görünüşü .....	5
Şekil 2.3 Vakum filtrenin önden görünüşü .....	6
Şekil 2.4 Üfleli tip vakum filtrenin prensip şeması .....	9
Şekil 3.1 Vakum filtre ızgara çitasının kesidi .....	11
Şekil 4.1 Çıtaların üç parçalı olarak imalatı .....	13
Şekil 4.2 Çıtaların iki parçalı olarak imalatı .....	14
Şekil 5.1 Doğrudan basma yöntemleri ile şekillendirme .....	15
Şekil 5.2 Dolaylı basma yöntemleriyle şekillendirme .....	16
Şekil 5.3 Çekme yöntemleriyle şekillendirme .....	16
Şekil 5.4 Bükme işlemi .....	17
Şekil 5.5 Kesme işlemi .....	17
Şekil 6.1 Bükülen parçadaki kesit değişimi ve tarafsız eksen konumu .....	23
Şekil 6.2 90° bükümlerde kalınlık azalma oranları .....	23
Şekil 6.3 180° bükümlerde kalınlık değişimi .....	24
Şekil 6.4 Bükülmüş parçadaki tarafsız eksenin konumu .....	24
Şekil 6.5 Düşük karbonlu çeliklerde tarafsız eksen konumunun belirlenmesi için 90° ve 180° bükümlerde x katsayıları .....	25
Şekil 6.6 Açınım boyları için k katsayıları .....	26
Şekil 6.7 Çeşitli bükümler için k katsayıları .....	27
Şekil 6.8 Bükme sonrası geri yaylanma .....	27



Şekil 6.9 V bükmede kuvvet ve moment .....	29
Şekil 6.10 Çeşitli malzemeler için geri yaylanma katsayıları .....	30
Şekil 6.11 StV için geri yaylanma değerleri .....	31
Şekil 6.12 Çekme kalitesi sac için geri yaylanma açıları .....	31
Şekil 6.13 C20 çeliği için geri yaylanma açıları .....	32
Şekil 6.14 C25-C30 çeliği için geri yaylanma açıları .....	32
Şekil 6.15 C35 Çeliği için geri yaylanma açıları .....	33
Şekil 6.16 Takım kavisinin grafik yoldan bulunması .....	34
Şekil 6.17 Geri yaylanma açısının grafik yoldan bulunması .....	35
Şekil 6.18 Izgara çataları için gereken bükme kalıbının ölçüleri .....	40
Şekil 6.19 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 1 .....	41
Şekil 6.20 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 2 .....	42
Şekil 6.21 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 3 .....	43
Şekil 6.22 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 4 .....	44
Şekil 6.23 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 5 .....	45
Şekil 6.24 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 6 .....	46
Şekil 6.25 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 7 .....	47
Şekil 6.26 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 8 .....	48

## TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2.1 Döner vakum filtre standart ölçüleri .....	4
Tablo 6.1 Min. bükme yarıçapı için c katsayısı .....	20
Tablo 6.2 Bükme ekseninin konumu .....	21
Tablo 6.3 Düşük karbonlu malzemelerin 90° bükümleri için x katsayısı .....	25
Tablo 6.4 90° bükme için k katsayıları .....	26
Tablo 6.5 90° lik bükme için k katsayısı .....	26
Tablo 6.6 Genel bükme için k katsayıları .....	26
Tablo 6.7 Malzemelerin mekanik özellikleri .....	36
Tablo 6.8 Tarafsız eksen yarıçap hesabı karşılaştırması .....	37

## **1 - GİRİŞ**

Hazırlanmış olan bu tez, Döner Tambur Vakum Filtre imalatı yapan firmamızın filtre imalatı sırasında problem yaratan ve aşırı zaman alan ızgara çıtalarının imalat problemlerini çözmeyi amaçlamaktadır.

Bu problemin çözüm işlemine geçmeden önce, vakum filtrasyon sisteminin, Döner Tambur Vakum Filtrenin tanıtılması, çıtaların yapısı ve bu filtre üzerindeki fonksiyonunun belirtilmesi konunun öneminin anlaşılabilmesi için uygun görülmüştür.

Daha sonraki bölümde plastik şekil verme konusunda kısa bir bilgi verilerek, diğer üretim yöntemleriyle karşılaştırılması yapılmıştır.

Çıtaların yapısı ve işyerindeki imkanlar itibarıyla, bükme yöntemi ile imalatı daha uygun görüldüğü için bükme yöntemi ile şekillendirmeye ilişkin bilgiler verilmiştir. Bükme kalıplarının hesaplarında kullanılan formüller, şekiller ve tabloları da bu metin içerisinde yer almaktadır.

Bükme işlemine ve kalıplarının tasarımına ilişkin genel bilgiler verildikten sonra, ızgara çıtalarının yapısına bağlı olarak ilgili formül, şekil ve tablolar kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Bükme işleminin gerçekleştirilebilmesi için işlem kademeleri şekillerle anlatılmıştır.

En son bölümde ise; tasarlanan bu kalıpta imal edilen parçalar ile daha önce büküm ve kaynak işlemi beraber kullanılarak imal edilen parçaların karşılaştırılması yapılmıştır.

## 2 - VAKUM FİLTRENİN TANITILMASI

Vakum filtrenin tanımına geçmeden önce, vakum filtrasyon sisteminden bahis etmek faydalı olacaktır. Çünkü, vakum filtre bu sistemin bir ünitesi olup can damarını teşkil etmektedir.

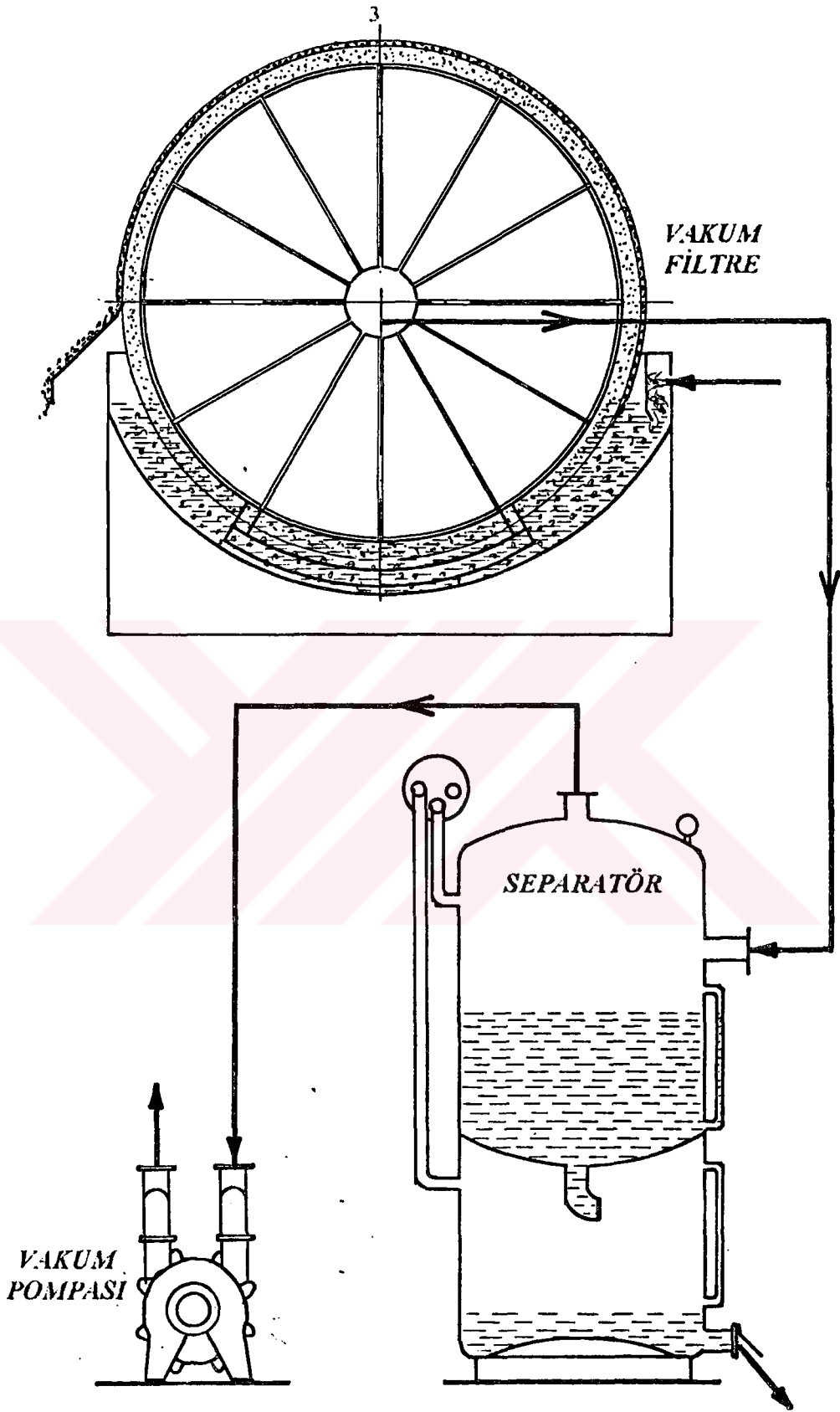
**2.1 - Vakum Filtrasyon Sistemi:** Bu sistemde adından da anlaşıldığı gibi vakum yoluyla filtrasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Sistem üç ana üniteden meydana gelir (Şekil 2.1).

a - Vakum Filtre : Filtrasyon işleminin gerçekleştiği ünitedir. Süzülecek malzemeye bağlı olarak farklı yapı ve sistemlerle imal edilebilir.

b - Separatör : Filtrat suyunun toplandığı ve tahliyesinin yapıldığı ünitedir. Filtrasyon kapasitesine bağlı olarak farklı büyüklüklerde imal edilir.

c - Vakum Pompası : Filtrasyon sistemindeki vakumun temin edildiği pompa olup, filtrasyon kapasitesine bağlı olarak farklı büyüklüklerde veya birbirine paralel pompalar sistem bünyesinde kullanılabilir.

Filtre edilecek olan malzeme (katı-sıvı karışımı) filtre teknesi içerisine belirli bir seviyeye kadar doldurulur. Bu esnada filtre tamburu döner ve aynı zamanda da vakum pompası çalışarak tekne içerisindeki çamurun tambur yüzeyine tutunmasını sağlar. Bu katı-sıvı karışımı içerisindeki katı maddeler yüzeye tutunur, sıvı ise tambur içerisindeki boru sistemi vasıtasıyla ve vakum pompasının yapmış olduğu vakum sayesinde separatöre alınır. Böylelikle katı ile sıvı ayrıştırılmış olur.



Şekil 2.1 Vakum filtrasyon sistemi

**2.2 - Vakum Filtrenin Yapısı :** Vakum filtre esas olarak, filtre edilecek katı-sıvı karışımını taşıyan bir tekne ve bu tekne içinde belirli bir seviyeye kadar dalan tamburdan ibarettir. Döner filtrelerin süzme yüzeylerine göre standart ölçüleri aşağıdaki gibidir.

**Tablo 2.1 Döner vakum filtre standart ölçüleri**

Tambur boyu Tambur çapı (m)	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
1,5	4,5	7	9,5	12					
2		9,5	12,5	16	19				
2,5			16	19	23,5	27,5	31,5		
3					28	33	37,5	42,5	47

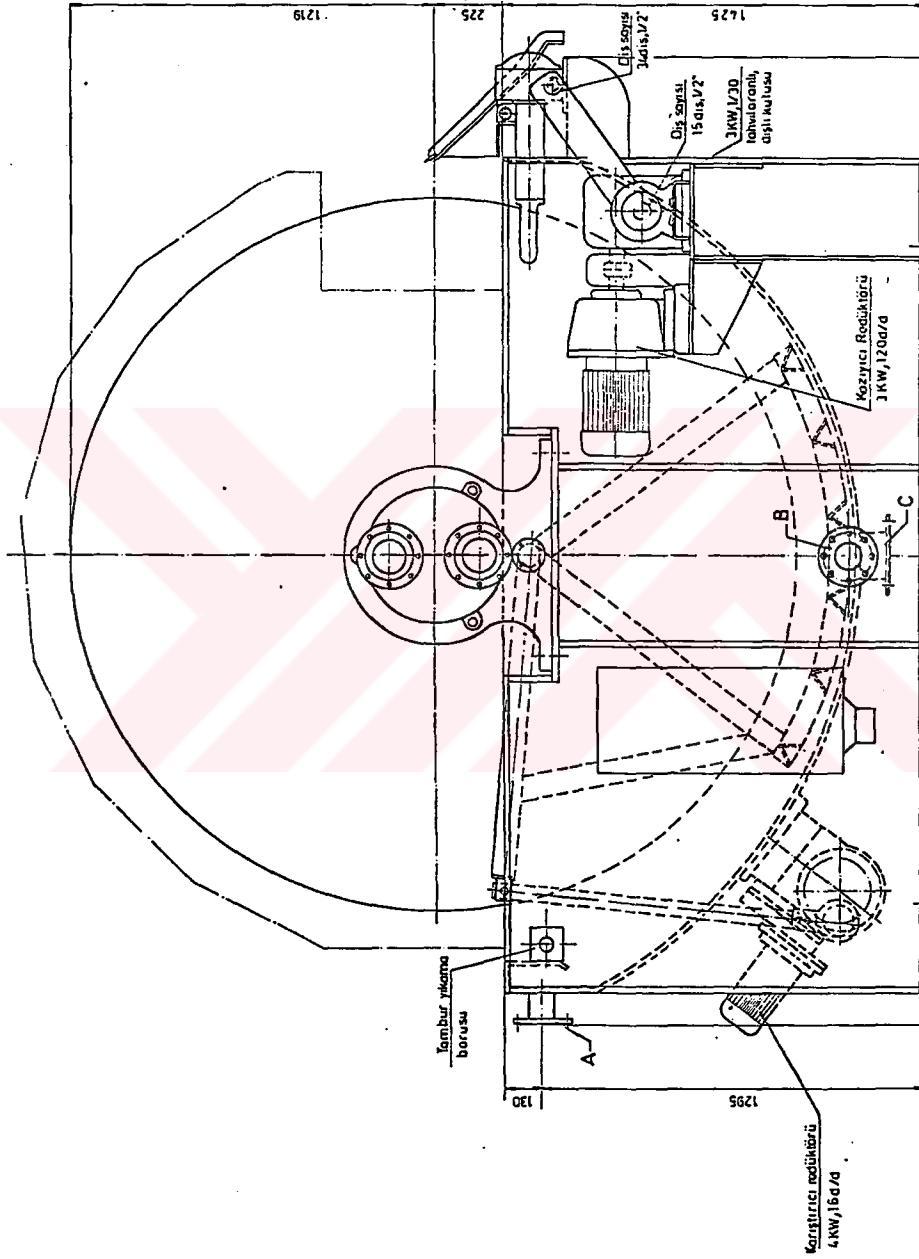
SÜZME YÜZEYİ (m<sup>2</sup>)

Döner tambur vakum filtreler, filtre edilecek malzemenin yapısına bağlı olarak üç ayrı tipte imal edilirler.

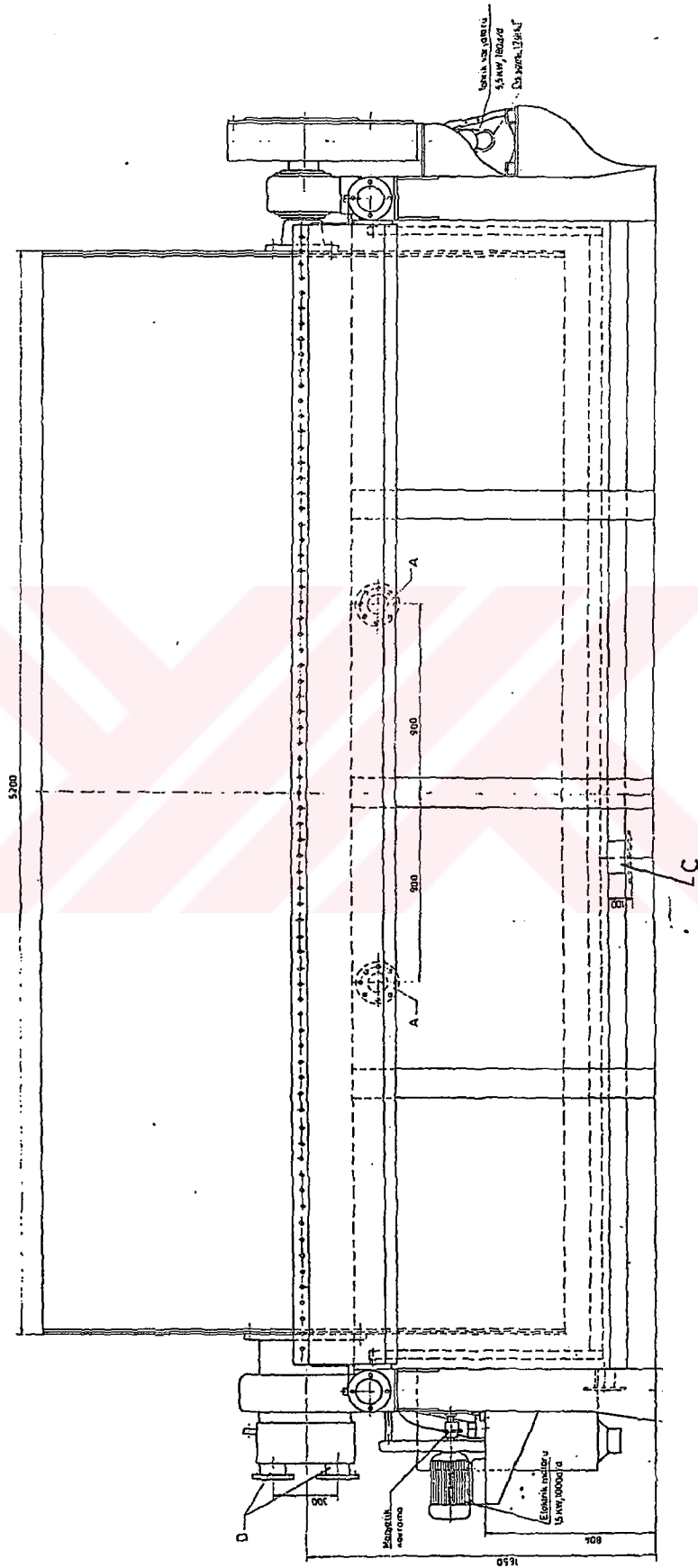
- I - Kazıyıcılı tip (Hareketli ve sabit kazıyıcılı olmak üzere iki tipi mevcuttur).
- II - Telli tip
- III - Belt tipi

Döner tambur vakum filtrelerde süzme yüzeyi silindirik olup, bu yüzey silindir eksenine paralel eşit büyüklükte muhtelif sayıda kompartmanlara bölünmüştür. Süzme yüzeyi vazifesi gören filtre bezi, filtre bezini tutan polipropilen filtre bezi destekleri ve her kompartmana bağlı vakum boruları vasıtasıyla süzme işlemi kesintisiz olarak yapılmaktadır.

Döner tambur vakum filtrenin elemanlarını Şekil 2.2 ve 2.3'ten faydalanarak açıklamamız mümkündür.



Şekil 2.2 Vakum filtrenin yandan görünüşü



Şekil 2.3 Vakum filtrenin önden görünüşü



a - Filtre teknesi : Filtre teknesi, süzülecek malzemenin doldurulduğu kısım olup, beslemenin dengeli olarak yapılabilmesi için büyük kapasiteli filtrelerde çift girişli (A) yapılıdır. Teknenin boşaltılabilmesi için en alt noktasına ( C ) boşaltma borusu döner flanşlı olarak konulmuştur.

Filtre teknesi, ( B ) tahliye flanşını, tambur yatak şaselerini, karıştırıcı , kazıyıcı ve redüktör bağlantı şaselerini ihtiva eder. Borulamada tekne girişine ve boşaltma borusuna birer vana konulmalıdır. Bunun yanısıra vakum başlığı üzerindeki D bağlantısına vibrasyonu ve genleşmeyi önleyici körük, vakuma dayanıklı elastik hortum veya kompensatör konulmalıdır.

b - Tahrik sistemi : Filtre tamburu, filtre kapasitesine bağlı olarak uygun güçteki bir kayışlı varyatör veya frekans kontrollü elektronik bir varyatöre bağlı bir redüktörle tahrik edilir. Varyatörün devri süzülecek malzemenin özelliğine bağlı olarak ve yapılan deneylerde elde edilen neticelere göre seçilir. Hareket tahrik varyatöründen bir zincir dişli sistemi vasıtasıyla nihayetsiz tahrik dişli kutusuna iletilir. Filtre tamburunun mili direkt olarak bu dişli kutusuna bağlandığı için tamburun hareketlenmesi sağlanmış olur.

c - Karıştırıcı sistemi : Filtre karıştırıcısının salınacağı, filtrenin yapısına bağlı olarak tahrik ve vakum tarafından filtre şasesine monte edilen ayaklara tespit edilen rulmanlı yataklarla bağlanır. Diğer bir tespit yöntemi de vakum tarafı yatak gövdesine açılan rulman yuvalarını ve tahrik tarafından da özel yatak kullanmaktır.

Karıştırıcının tahriği, tekne üzerine monte edilen nihayetsiz çift çıkışlı bir redüktörle yapılıdır. Dönme hareketinin salınım hareketine çevirilebilmesi için iki adet eksantrik mil kullanılır. Bu miller redüktörün bağlandığı şase üzerine rulmanlı yataklarla tespit edilir. Eksantrik kısmı mil tarafına rulmanlı olarak, ara kollar vasıtasıyla da salınacağı bağlanır.

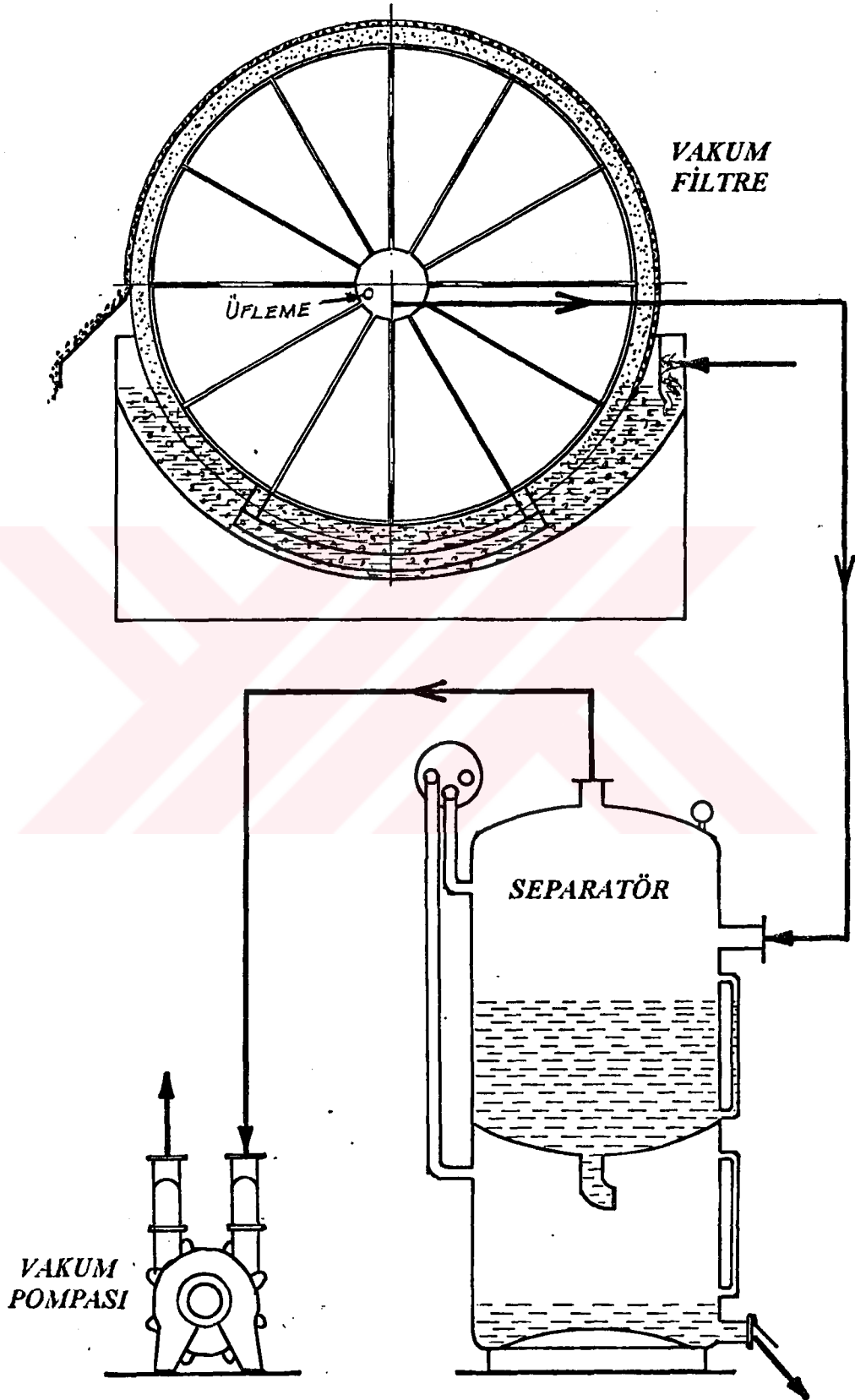
d - Kazıyıcı sistemi : Vakum filterlerde sabit ve hareketli olmak üzere iki tip kazıyıcı sistemi kullanılmaktadır. Her iki tip kazıyıcı da tambur yüzeyine kaplanan katı

katı maddeyi (keki) tambur yüzeyinden ayırmak için kullanılmaktadır. Hareketli tip kazıyıcılar kaplamalı tip vakum filterlerde kullanılmaktadır.

Hareketli kazıyıcı sistemi; bir adet hidrolik varyatör, bir adet nihayetsiz redüktör, zincir dişli sistemi ve dairesel hareketi öteleme harekete çavirebilmek böylelikle de kazıyıcı bıçağın tambura doğru ilerlemesini sağlayabilmek amacıyla özel olarak yapılan iki adet dişli kutusundan meydana gelmektedir. Bu sisteme otomasyonu sağlamak amacıyla bir adet switch te bağlanmakta ve bıçağın istenilen miktar kadar ilerlemesi sağlanmaktadır. Böylelikle bıçağın tambura çarpması da önlenmektedir.

**2.3 - Vakum Filtenin Çalışma Prensibi :** Kaplamalı tip bir vakum filtrenin asıl süzme elemanı filtre bezi üzerine sarılan kaplama maddesidir. Filtre bezi sadece kaplama maddesini tutuculuk görevini gerçekleştirmektedir. Tambur yüzeyine kaplama maddesi kaplandıktan sonra tekne içerisine süzülecek olan katı-sıvı karışımı doldurulur. Filtre üzerine sarılmış olan kaplama malzemesi, tambur içindeki katı-sıvı karışımından sıvıları tambur içindeki borulara geçirir, katıları ise yüzeyde tutar. Bu katılar kazıyıcı hizasına geldiğinde kazıyıcı bıçak vasıtasıyla kazınır. Kazıyıcı kaplama maddesi üzerindeki katıları kazdığı gibi bir miktar da kaplama maddesi kazır. Böylece filtrasyon yüzeyi sürekli olarak rejenere olur. Kaplama maddesinden ve filtre bezinden geçen filtrasyon kompartmanlarda bulunan borular vasıtasıyla toplanarak vakum başlığına buradan da separatöre geçer. Separatörün bölmelerindeki vakum kullanılan bir sistem sayesinde, belirli aralıklarla ve sırayla kaldırılarak filtrasyon suyunun tahliyesi sağlanır.

Üflemlerli tip filtrelerin çalışması da Şekil 2.4'deki prensip şemasından anlaşılacağı gibi vakum altında olmasına rağmen bazı farklılıklar arz etmektedir.



Şekil 2.2 Üflemeli Tip Vakum Filtrenin Prensip Şeması

Kaplamalı tip vakum filtre ile Üflemlı tip vakum filtre arasındaki en büyük farklılık; üflemlı tip vakum filtrelerde kaplama malzemesinin kullanılmamasıdır. Diğer bir farklılık ise, kazıyıcı bıçağın sabit olması ve kazıyıcı hizasına gelen kompartımanda vakumun kaldırılmasıdır. Bu sayede kazıma işlemi kolaylıkla gerçekleşmektedir. Kompartımandaki vakumun kaldırılması için vakum başlığı üzerinde, kompartıman borusunu atmosfere açan bir delik veya kompresöre bağlanan bir boru bulunur. Bu tip vakum filtrelerde katı malzemeyi tutma görevini filtre bezi yaptığı için bezin özellikleri önemlidir.

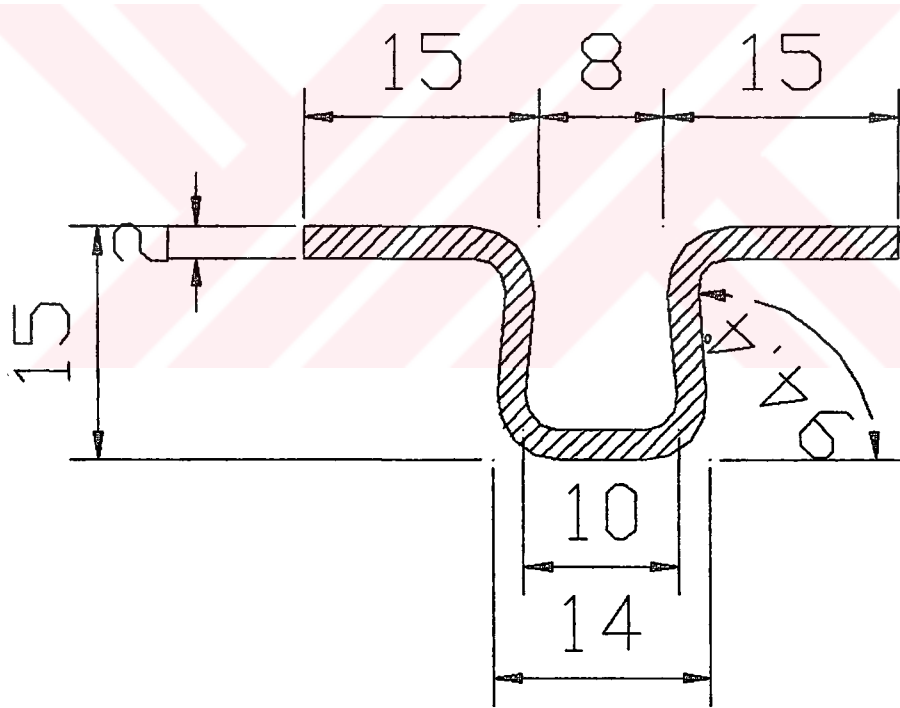
**2.4 - Vakum Filtrelerin Kullanım Alanları :** Kaplamalı ve üflemlı olarak ikiye ayırdığımız vakum filtrelerin filtrasyon işleminin yapılışı ve bıçak sistemindeki farklılıkların yanı sıra kullanım alanlarında da farklılıklar vardır.

Kaplamalı tip vakum filtreler, çok küçük tane yapısına sahip katı partiküllerle jel veya kolloid yapıya sahip katı partiküllerin sıvıdan ayrılmasında kullanılır. Biyolojik arıtma sonrası atıklarda bulunan katı partiküllerle sıvının ayrılmasında; atık sularının katı maddelerden ayrılmasında; gıda sektöründe kullanılan sıvıların katı maddelerinden ayrılmasında v.b. yerlerde kullanılırlar.

Üflemlı tip vakum filtrelerde herhangi bir kaplama malzemesi kullanılmamaktadır. Genellikle kristalize yapıya sahip katılarla-sıvının ayrılmasında kullanılırlar. Bu filtrelerin kullanıldığı yerlerde filtrasyon sonucunda çıkan katı madde daha önemlidir ve genellikle ham madde veya elde edilmek istenen malzemeyi teşkil eder.

### 3 - IZGARA ÇİTALARININ ŞEKLİ ve VAKUM FİLTREDEKİ FONKSİYONU

Vakum filtresi ızgara çıtaları 2 mm. kalınlıktaki paslanmaz veya St malzemelerden imal edilmektedir. Çıtaların malzemesi filtre edilecek olan çamurun kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişiklik arz etmektedir. Filtrenin yapısında büyük önemi olan bu çıtaların kesidi Şekil 3.1'de gösterilmiş olup, filtrenin boyuna bağlı olarak çıtaların boyu da 980 mm.'den 5980 mm.'ye kadar değişir. Fakat abkant preste bükme boyu olarak 2000 mm. kullanıldığı için daha uzun çıtalar parçalı olarak yapılmakta ve daha sonra birbirlerine kaynatılmaktadır.



Şekil 3.1 Vakum filtre ızgara çitasının kesidi

Izgara çıtalrı filtrenin tamburuna boydan boya yerleştirilip method kaynağı ile kaynatılarak tamburun bölmelerini teşkil eder. Tambur yüzeyine her bölmeye açılan vakum boruları kaynatılmış olup, bu borular tamburun içerisinden geçerek vakum başlığında toplanır. Üfleimli tip vakum filtrelerde bölmeler arasında herhangi bir

sızıntı olmaması için çıtalar method kaynağı ile kaynatıldıktan sonra dip kısımlarına silikon çekilir.

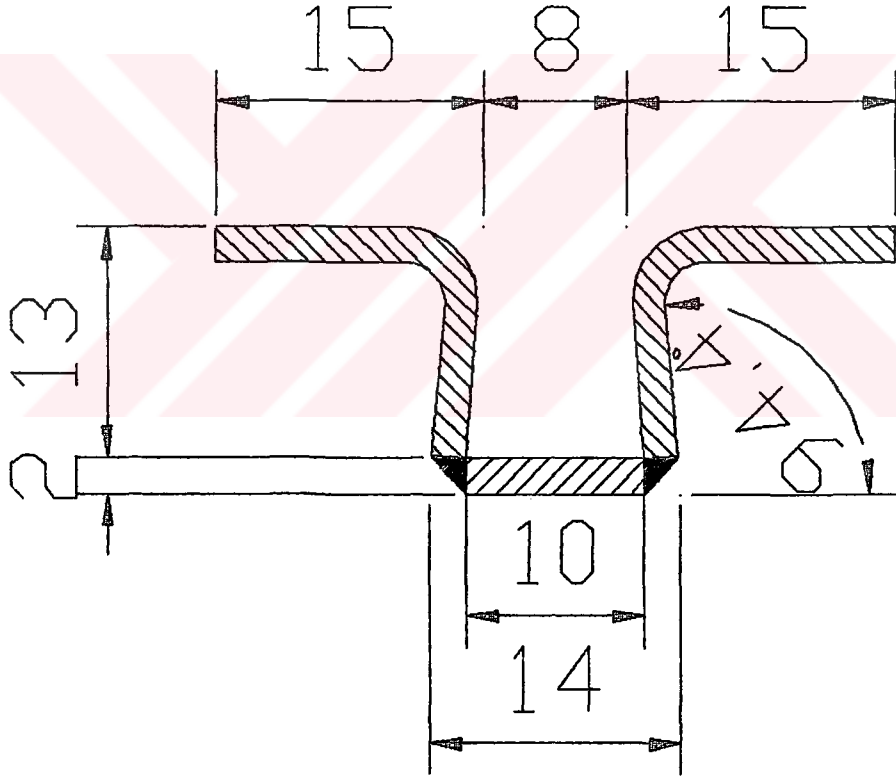
Izgara ıtaları, tamburu bölmelere ayırmanın yanısıra adından da anlaşılabilceği gibi polypropylen ızgaralara yataklık eder. Bu ıtalar tambur yüzeyine kaplanan filtre bezini yüzeye tutturmak için kullanılan O'ringlere de yataklık ederek bezin yüzeyde durmasını sağlarlar.

Vakum filtre ızgara çıtalarının üst tarafları Şekil 3.2'den rahatlıkla görülebileceği gibi dip kısımlarına göre daha dar yapılmıştır. Bunun sebebi; bezin gerginliğinden dolayı O'ringlerin bu kanaldan çıkmasını önlemektir.



#### 4 -ÇİTALARIN BUGÜNKÜ İMALAT ŞEKLİ ve BU YÖNTEMİN SAKINÇALARI

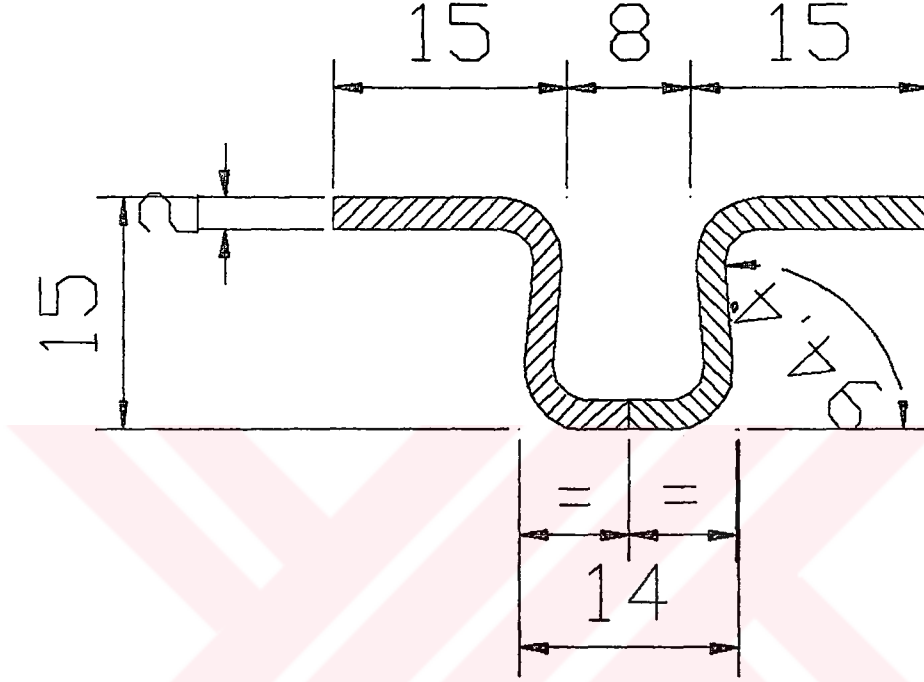
Vakum filtre ızgara çitaları 1995 yılının Ağustos ayına kadar üç parçalı olarak üretilmekteydi. Çıtaların iki parçası Şekil 4.1'de görüldüğü gibi, abkant preste bükülmektedir. Daha sonra üçüncü parça da kesilerek bütün parçalar birleştirilmek üzere bir kalıba bağlanmaktadır. Parçalara kalıp üzerinde TIG kaynağı kullanılarak boydan boya köşe kaynağı yapılmaktadır. Bu kaynak işleminden sonra birleşen parçalarda ısı girdisinden dolayı şekil değişimi meydana gelmektedir. Bu nedenle parçalar kaynaktan sonra düzeltme işlemine tabi tutulur. Düzeltme işleminden sonra da çita üzerinde meydana gelen çapaklar temizlenir.



**Şekil 4.1 Çıtaların üç parçalı olarak imalatı**

Çıtaların üç parçalı olarak imalatı çok fazla zaman almaktadır. Buna rağmen yine de üretilen çıtalarda bir denge sağlanamamaktadır; yani bir çita diğerine tam olarak uymamaktadır. Bu yüzden de çıtaların tambur yüzeyine kaynağı sırasında ve

kaynaktan sonra tekrardan düzeltme işlemi uygulanmaktadır. Düzeltme işlemini min. e indirmek ve çیتالarda bir rijitlik sağlayabilmek amacıyla Ağustos ayından itibaren çیتالara iki parçalı olarak (Şekil 4.2) yapılmaya başlandı ve halen de iki parçalı olarak yapılmaktadır.



*Şekil 4.2 Çıtaların iki parçalı olarak imalatı*

Izgara çitasına verilen bu form ve imalat şekli ile abkant işlemleri % 100 artmasına rağmen işçilik 3/2 oranında azaltılmıştır. Bunun en başta gelen sebebi, parçaların abkantta iyi bir form alması ve iki parçanın birbirine kaynağının punta şeklinde yapılmasıdır. Bu sayede ısı girdisi az olduğu için parçadaki çarpılmalar min.a indirilmiştir.



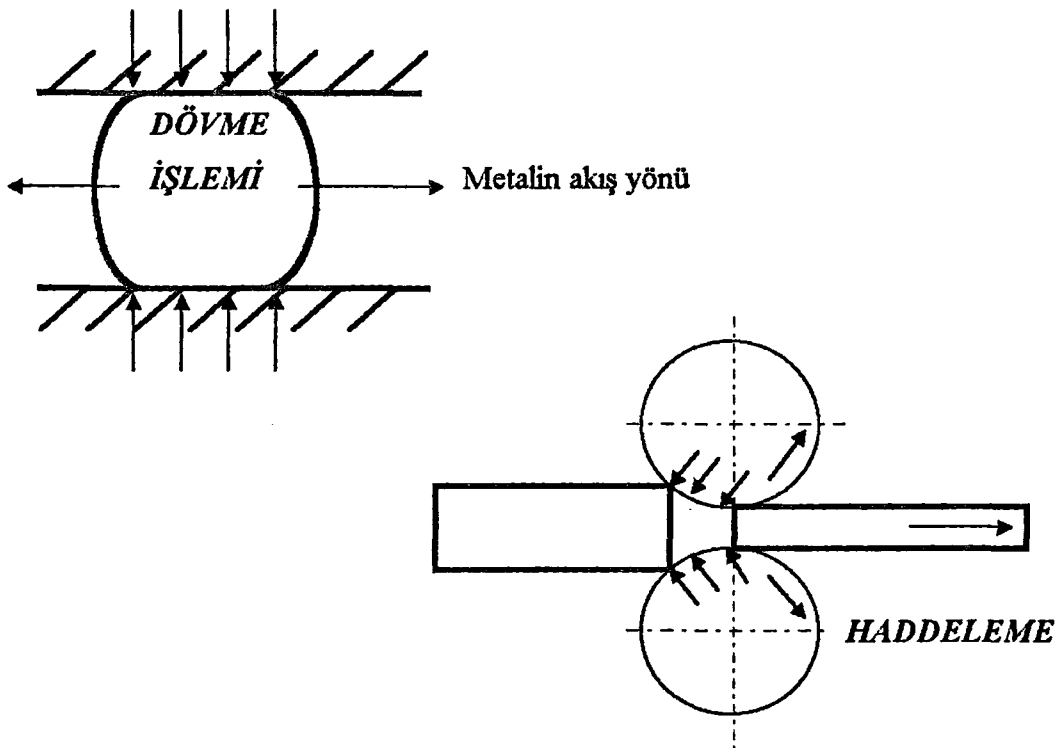
## 5 -PLASTİK ŞEKİL VERMENİN TANIMI, ÜSTÜNLÜK ve DEZAVANTAJLARI

### 5.1 - Plastik Şekil Vermenin Tanımı

Plastik şekil verme, adından da anlaşıldığı gibi malzemenin talaş kaldırılmadan yapılan şekillendirme işlemlerini içerir. Değişik amaçlarla plastik şekil verme yöntemleri geliştirilmiş olup, bu yöntemler deformasyon için uygulanan kuvvet veya gerilmelerin türü ile metallerin şekillendirme sırasındaki akış yönüne bağlı olarak sınıflandırılırlar.

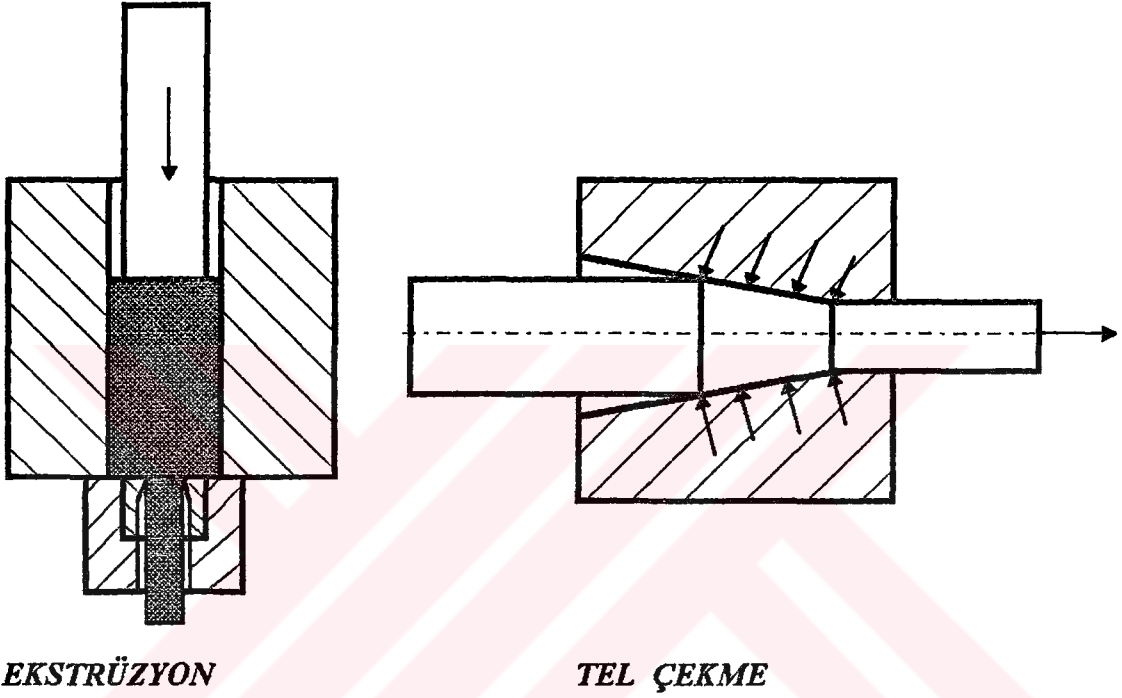
**5.1.1 - Plastik şekil verme yöntemleri :** Bu yöntemleri deformasyon için uygulanan kuvvetlerin türüne ve şekillendirme sırasında malzemenin akış yönüne bağlı olarak beş ana başlık altında toplayabiliriz.

**5.1.1.1 - Doğrudan basma yöntemleri :** Şekillendirme için basma yükü malzemenin yüzeyine doğrudan uygulanmaktadır. Şekillendirilecek olan metal bu işlem sırasında basma gerilmesinin yönüne dik olarak akmaktadır. Doğrudan basma yöntemlerine örnek olarak *dövme* ve *haddeme* işlemlerini gösterebiliriz (Şekil 5.1).



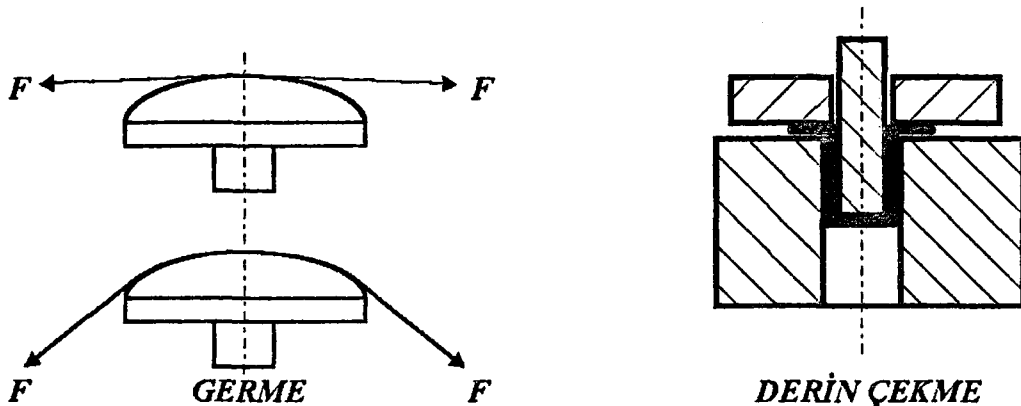
Şekil 5.1 Doğrudan basma yöntemleriyle şekillendirme

**5.1.1.2 - Dolaylı basma yöntemleri :** Bu yöntemlerde uygulanan kuvvet metalin akış yönüne paraleldir. Deformasyona neden olan gerilmeler, kalıp geometrisine bağlı olarak dolaylı şekilde metale etki eder. Bu tür şekillendirmeye *tel çekme* ve *ekstrüzyon* gibi işlemleri örnek gösterebiliriz (Şekil 5.2).

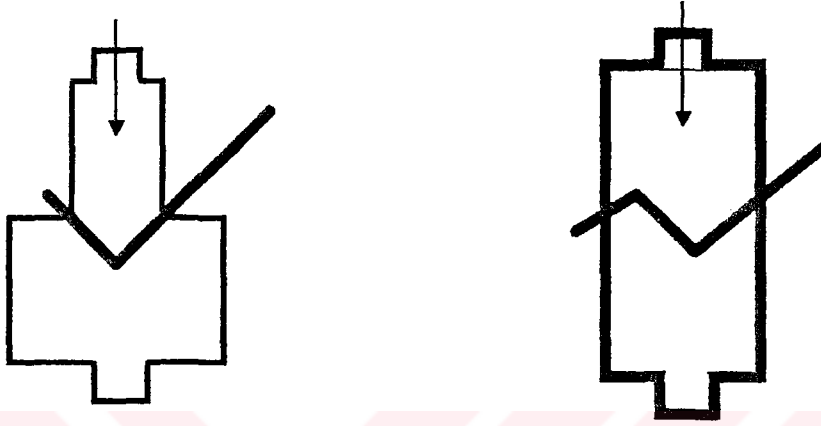


**Şekil 5.2 Dolaylı basma yöntemleriyle şekillendirme**

**5.1.1.3 - Çekme yöntemleri :** Genellikle levha şeklindeki metallere uygulanan bu yöntemlerde, malzeme çekme veya basma gerilmeleri altında kalıbın şeklini alır. *Derin çekme* ve *germe* işlemini bu yöntemlere örnek olarak gösterebiliriz (Şekil 5.3).

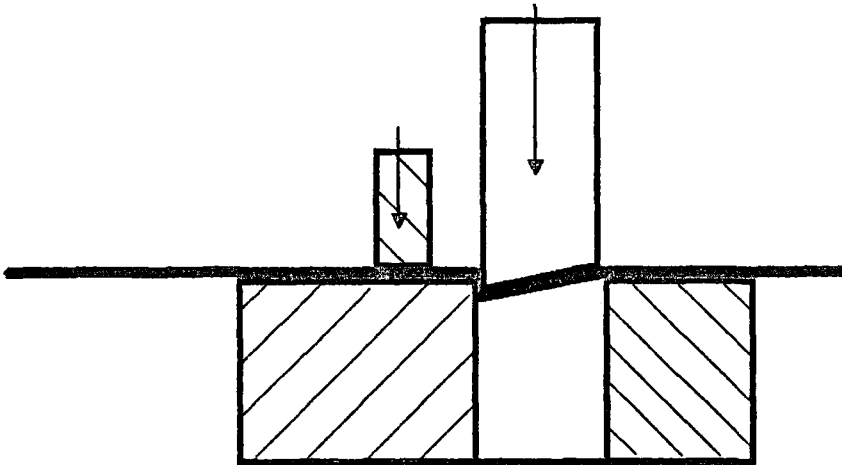


**5.1.1.4 - Eğme yöntemleri** : Uygulanan eğme momentinin doğurduğu çekme ve basma gerilmeleri parçanın şekillendirilmesini sağlar. Bu yöntemte *bükme* işlemi örnektir (Şekil 5.4).



**Şekil 5.4 Bükme işlemi**

**5.1.1.5 - Kesme yöntemleri** : Kesme düzlemine metalin ayrılmasını sağlayacak seviyede kesme kuvvetleri uygulanarak yapılan şekillendirme işlemleridir. *Kesme* ve *dilme* bu tür işlemlere örnektir (Şekil 5.5).



**Şekil 5.5 Kesme işlemi**

## **5.2 - Plastik Şekil Vermenin Diğer Üretim Yöntemleriyle Karşılaştırılması**

Plastik şekil verme işlemlerini diğer üretim yöntemleriyle karşılaştırdığımızda gösterdiği belirgin özellikleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

a - Plastik şekil verme işlemlerinde, malzemenin kütle ve hacmi sabit kalmakta sadece biçim değişikliği meydana gelmektedir.

b - Sıcak şekillendirmede malzemenin birincil katılaşması sırasında oluşmuş boşluk ve gözenekler oksitlenmemiş olmaları koşuluyla kapanır. Mekanik özelliklerde (akma dayanımı, çekme dayanımı, süneklik, darbe dayanımında) iyileşme görülür. Bunların yanısıra yorulma dayanımı ve kırılma tokluğu gibi özelliklerinde iyileşme görülür.

c - Sıcak şekillendirme sırasında oluşan yeniden kristalleşme neticesinde kaba döküm yapısı yerini ince taneli, homojen bir iç yapıya bırakır.

d - Soğuk şekillendirme sırasında oluşan pekleşme nedeniyle malzemenin dayanımı arttırılabilir.

e - Plastik şekil verme yöntemleriyle dar toleranslara sahip hassas parçalar üretilebilir; özellikle soğuk şekil vermeyle çok kaliteli yüzeyler elde edilebilmektedir.

f - Plastik şekil verme işlemlerinde kullanılan tezgah ve takımlar pahalı olduğundan bu işlemler ancak seri üretimler için ekonomiktir.

## 6 - IZGARA ÇİTALARININ ABKAND PRESTE ŞEKİLLENDİRİLMESİ

Izgara çitalarını abkand preste bükme yöntemi ile şekillendirme işleminde, bükme işleminin kademeli olarak yapılması daha uygun olmaktadır. Çünkü; bükme işlemi bir darbede yapılmak istendiği takdirde, çitalarının boyunun kesidine göre çok uzun olması, aynı zamanda parça kalınlığının kesit ve parça boyuna göre fazla olması bükme kalıbına gelen kuvvetleri, bükülecek malzemede oluşacak gerilmeleri arttırmaktadır.

Bükme olayında bükülen malzemenin bükme bölgesinde parça ölçülerine, bükme kavis ve ölçülerine bağlı olarak çeşitli şekil değişiklikleri olmaktadır. Malzeme dayanımlarının sınırlı olması bu şekil değişimlerini belirli sınırlar içerisinde tutma zorunluluğunu doğurur.

Bükme olayında, bükülmüş bölgedeki malzemenin iç taraftaki lifleri çevresel gerilmelerden ötürü sıkışmakta, dış taraftaki lifler ise uzamaktadır. Malzeme iç tarafındaki kavisinde basıya, dış tarafındaki kavisinde ise çekiye zorlanmaktadır. Bükme sırasında oluşan gerilmeler en büyük değerlerine iç ve dış yüzeylerde erişmektedir. Bu gerilmelerin sıfır düzeyinde olduğu ara bölgeye *tarafsız eksen* adı verilmektedir ve bu ara bölge bükülmemiş parça boyunu belirlemede kullanılmaktadır.

### 6.1 - Bükme Kavisinin Belirlenmesi

Bükme işleminde kalıcı şekil değişimi söz konusudur. Malzemede kalıcı şekil değişikliği meydana getirmek çeşitli gerilmelerin ortaya çıkmasına neden olacaktır. Bükmenin sağlıklı olabilmesi için, meydana gelecek gerilmelerin belirli sınırlar içerisinde tutulması zorunludur. Bükme kavis, şekil değişimi üzerinde büyük oranda etkili olduğundan uygulanacak bükme kavisinin saç kalınlığına oranını belirlemek, bükme boyutlarının ortaya çıkması bakımından önemlidir. Belirlenecek bükme kavis, parçanın dış yüzeyinde yırtılmalar getirecek kadar uzamalara neden olmamalı ve aynı

zamanda da kalıcı bozulma sağlayacak kadar uzama meydana getirmelidir. Yani, *malzeme elastik sınırı aşılmalı fakat kopma noktasına yaklaşılmalıdır.*

Bükmenin kalıcı olabilmesi için uygulanabilecek *en büyük bükme kavis* :

$$r_{1max} = E.[s / (2.\sigma_a)] \quad (6.1)$$

formülünden hesaplanabilir. Bulunan bu değerden daha büyük kavisli bükmelerde, parça üzerindeki bükme yükü kalktığında, parça büyük bir olasılıkla ilk şekline dönecektir. Buna karşılık çok küçük bükme kavislerinde, parça dış tabakalarında meydana gelecek uzamala yırtılmalara neden olabilir. Bu nedenle en küçük bükme kavisinin belirlenmesi için, dış tabakadaki uzamanın malzemenin kopma sınırını aşmaması gerekir. Buna göre *en küçük bükme kavis* :

$$r_{2min} = (s / 2).[(1 / \epsilon_p) - 1] = s.c \quad (6.2)$$

formülünden bulunur. Bu formülde yer alan *c* katsayısı, malzemenin plastik özelliklerine bağlı bir değer olup çeşitli malzemeler için Tablo 6.1'de verilmiştir.

*Tablo 6.1 Min bükme yarıçapı için c katsayısı*

MALZEMENİN CİNSİ	c KATSAYISI
Ticari kalite çelik sac	0.60
Çekme kalitesi çelik sac	0.50
Derin çekme kalitesi sac	0.50
Bakır (yumuşak temper)	0.25
Alüminyum bronz (Al Bz4)	0.50
Pirinç Ms 90 (Tombak)	1.00
Pirinç Ms 60 ve Ms 63 (yumuşak)	0.35
Pirinç Ms 72 ve Ms 67 (yumuşak)	0.30
Alüminyum (Al 99.5 F7) s = 0.5 mm	1.20
Alüminyum (Al 99.5 F7) s = 6 mm	0.50

Bükme kavisini, malzemenin dış liflerindeki yırtılmalar, dolayısıyla uzama değerleri sınırlamaktadır. İyi şekillendirilebilme özelliğine sahip malzemelerde daha büyük uzamalara erişilebileceğinden, bu tür malzemelerde daha küçük bükme kavisleri uygulanabilir.

Bükme açısı büyüdükçe, dış tabakalardaki uzamalar da artacağından yırtılma olasılığı fazlalaşır. Bu bakımdan uygulanacak en küçük bükme kavisinin belirlenmesinde bükme açısının da dikkate alınması gerekir. Bükme açısı büyüdükçe daha büyük bükme kavisleri kullanılmalıdır. Saçların haddeleme doğrultusunda uzamaları daha büyüktür. Bükme işlemi saç haddeleme yönüne dikey konumda yapıldığında malzemenin daha küçük kavislerle bükülmesi mümkündür. Bu bakımdan bükülecek parçaların bükme eksenini ile malzeme hadde yönü konumunun bükme kavisinin belirlenmesinde dikkate alınması gerekir. 90° bükme açıları için çeşitli malzemelerde uygulanacak bükme kavisine göre, bükme ekseninin saç haddeleme yönüne göre hangi konumda olması gerektiği Tablo 6.2’de verilmiştir.

*Tablo 6.2 Bükme ekseninin konumu*

MALZEME	DOĞRULTU AÇISI $\gamma^\circ$
1/4 sertlikte Pirinç	Herhangi bir doğrultu
Bronz $ri < 2s$	$\gamma = 90^\circ$
Bronz $2s < ri < 4s$	$\gamma = 65^\circ$
Bronz $ri \geq 4s$	$\gamma = 45^\circ$
Bakır	Herhangi bir doğrultu
Çelik $HRb \leq 64$	Herhangi bir doğrultu
Çelik $HRb > 64$	$\gamma = 90^\circ$

## 6.2 - Bükmede Açınım Boyunun Belirlenmesi

Bükme işlemlerinde açınım boyunun belirlenmesi için, bükme öncesinde ve bükme sonrasında boyunda herhangi bir değişiklik olmayan tarafsız eksen boyunun hesabı yapılır. Bükme bölgesinde gerilmelerin sıfır değerinde olduğu bölgeden geçen tarafsız eksen olarak adlandırılan ve varsayıma dayalı bu uzunluğun belirlenebilmesi için bu eksenin bükülmüş parçadaki konumunun bilinmesi gerekir.

Tarafsız eksenin konumu, bükme kavis ve açısına, malzemenin bükme bölgesindeki kesit değişimine, parça boyutlarına ve malzemenin cinsine bağlıdır. Tarafsız eksenin yeni konumundaki yarıçapı kullanılan birinci yöntemle göre:

$$J = [(R+r) / 2 \cdot n \cdot m] = [(r / s) + (m / 2)] \cdot s \cdot n \cdot m \quad \text{mm} \quad (6.3)$$

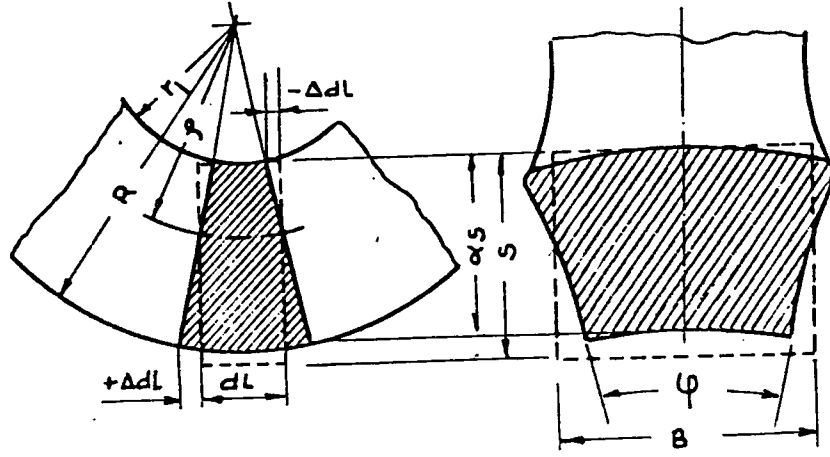
Bu formülde yer alan büyüklükleri Şekil 6.1'i göz önüne alarak aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

R	Dış tabaka kavis	(mm)
r	Bükme kavis	(mm)
s	Bükme öncesi kalınlık	(mm)
s1	Bükme sonrası kalınlık	(mm)
B	Bükme öncesi ortalama en	(mm)
Bm	Bükme sonrası ortalama en	(mm)

$m = s1 / s$  Kalınlık azalma kat sayısı

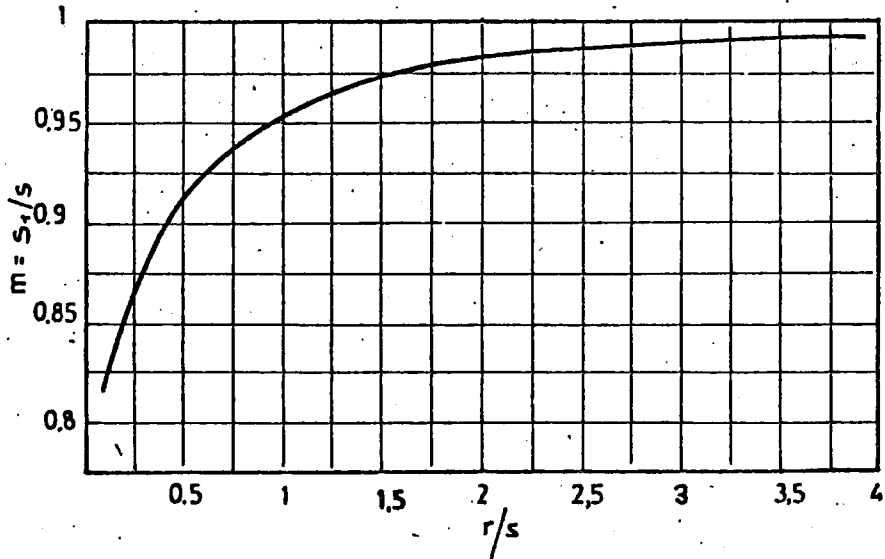
$n = Bm / B$  Genişlik değişim kat sayısı  $(B > 3s$  ise  $n = 1)$



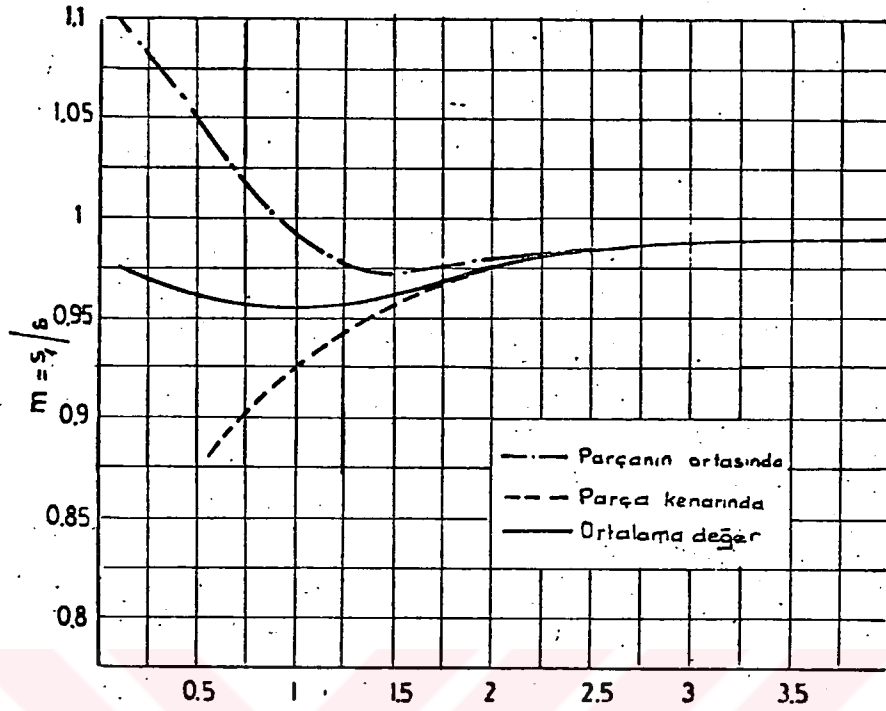


**Şekil 6.1** Bükülen parçadaki kesit değişimi ve tarafsız eksen konumu [3]

Formül 6.3 te yer alan kalınlık azalma katsayısı  $90^\circ$  ve  $180^\circ$  bükümler ve C10-C20 malzemeleri için Şekil 6.2 ile Şekil 6.3'te verilmiştir.

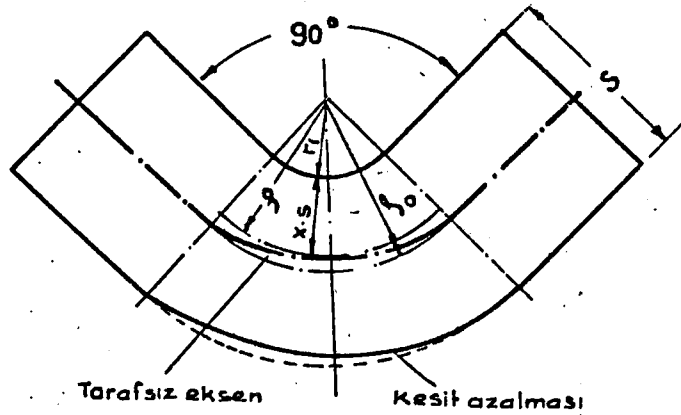


**Şekil 6.2**  $90^\circ$  lik bükümlerde kalınlık azalma oranları [6]



Şekil 6.3 180° lik bükümlerde kalınlık değişimi [3]

Formül 6.3'te tarafsız eksen tam bir daire gibi kabul edilerek işlem yapılmıştır. Gerçekte bükme bölgesinde kalınlık azalmasının her tarafta eşit olmamasından dolayı tarafsız eksenin şekli dairesel olmayıp Şekil 6.4'te görüldüğü gibi parabolik bir karakter gösterir.



Şekil 6.4 Bükülmüş parçadaki tarafsız eksenin konumu [3]

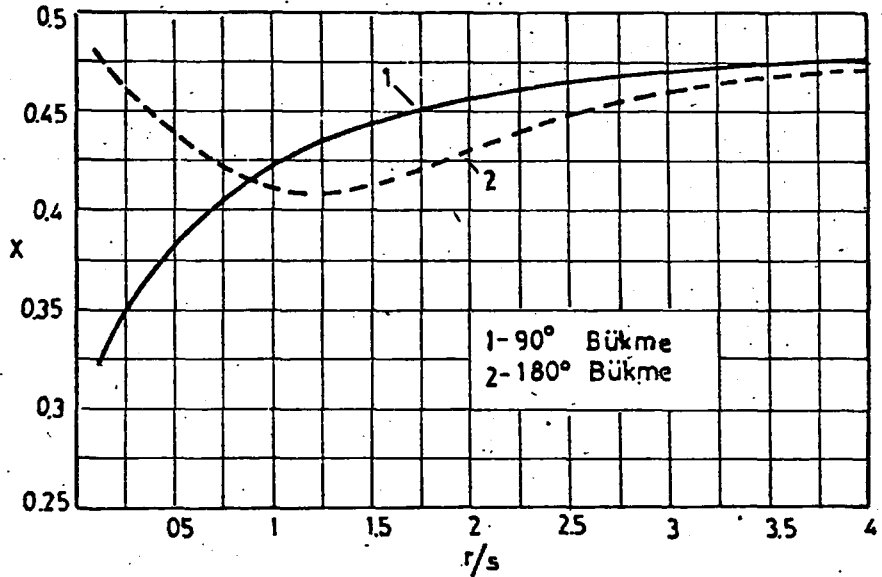
Bu yöntemle göre bükülmüş parçadaki tarafsız eksenin hesaplanmasında;

$$\delta = r + xs \quad \text{mm} \quad (6.4)$$

yarı çapı kullanılır. Bu formüle göre hesaplama yapıldığında malzemenin açınımlı daha küçük çıkacaktır. Tarafsız eksenin konumunu belirleyen  $x$  katsayısı düşük karbonlu çelikler için, bükme oranlarına bağlı olarak  $90^\circ$  bükme için Tablo 6.3'te ve grafiksel olarak ta  $90^\circ$  ve  $180^\circ$  bükme için Şekil 6.5'te verilmiştir.

Tablo 6.3 Düşük karbonlu malzemelerin  $90^\circ$  bükümleri için  $x$  katsayısı [6]

Bükme oranı r/s	x	Bükme oranı r/s	x	Bükme oranı r/s	x	Bükme oranı r/s	x
0.1	0.30	0.4	0.37	1	0.42	2.5	0.46
0.2	0.33	0.5	0.38	1.5	0.44	3	0.47
0.25	0.35	0.6	0.395	1.8	0.45	4	0.475
0.3	0.36	0.8	0.4	2	0.455	5	0.48



Şekil 6.5 Düşük karbonlu çeliklerde tarafsız eksen konumunun belirlenmesi için  $90^\circ$  ve  $180^\circ$  bükümlerde  $x$  katsayıları [6]

Bazı araştırmacılar <sup>(1)</sup> açınım boyunun hesabı için, bükme bölgesindeki tarafsız eksenin konumunu belirleyen  $x$  katsayısı yerine yaklaşık iki katı değerindeki  $k$  katsayısını kullanarak açınım boyunu hesaplamışlardır. Buna göre bükme kavisinin yarıçapı;

$$\rho = r + (s/2).k \quad \text{mm} \quad (6.5)$$

şeklinde yazılabilir. 90° lik bükmeler için,  $r / s$  oranlarına bağlı olarak farklı kaynaklardan alınan  $k$  katsayıları Tablo 6.4 ve 6.5'te verilmiştir.

Tablo 6.4 90° bükmeler için  $k$  katsayıları [4]

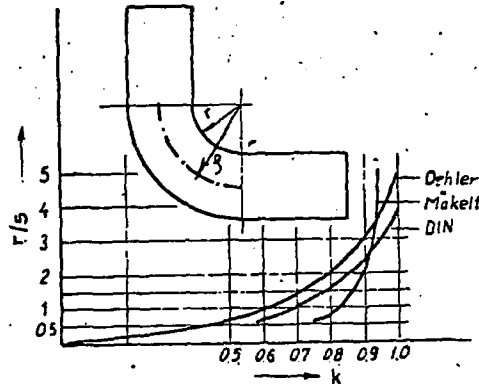
$r / s$	5	3	2	1.2	0.8	0.5
$k$	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5

Tablo 6.5 90° lik bükmeler için  $k$  katsayısı [5]

$r / s$	5	3	2	1.2	0.8	0.5
$k$	0.94	0.92	0.9	0.85	0.8	0.75

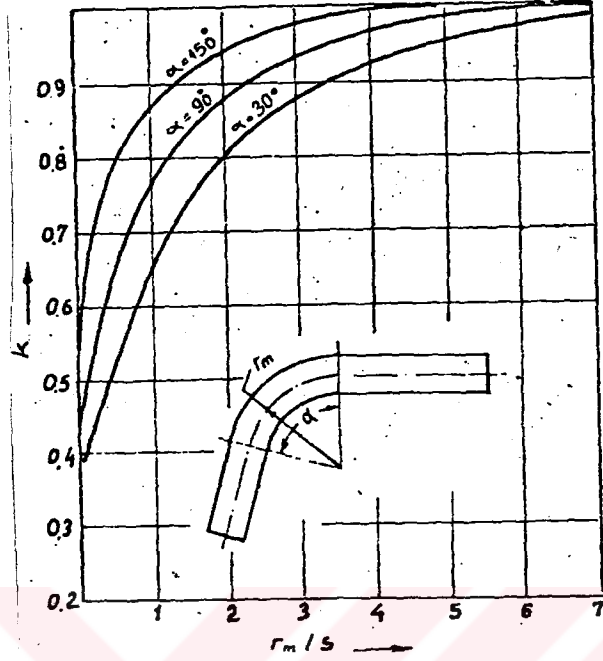
Tablo 6.6 Genel bükmeler için  $k$  katsayıları [ DIN 6935 ]

$r / s$	> 0.65	> 1	> 1.5	> 2.4	> 3.8
$k$	0.6	0.7	0.8	0.9	1



Şekil 6.6 Açınım boyları için  $k$  katsayıları [3]

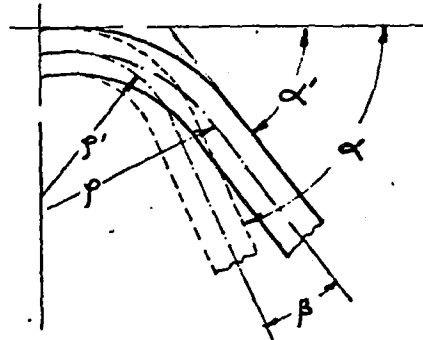
<sup>(1)</sup> DIN 6935 te verilen değerler  $k = 0,65 + (1/2)\log(r/s)$  bağıntısına göre



Şekil 6.7 Çeşitli bükümler için  $k$  katsayıları [3]

### 6.3 - Bükme Sonrası Geri Yaylanma

Bükme işlemi uygulanmış bir malzeme üzerinden bükme yükü kaldırıldığı zaman parça bükülmüş haldeki şeklinde kalmaz. Malzemedeki artık elastikiyet bükülmüş durumdaki parçanın Şekil 6.8'de görüldüğü gibi bir miktar açılmasına sebep olur. Bükme işleminde *geri yaylanma* olarak adlandırılan bu olay, bükme sonrası istenilen formun sağlanabilmesi için göz önünde bulundurulmalıdır.



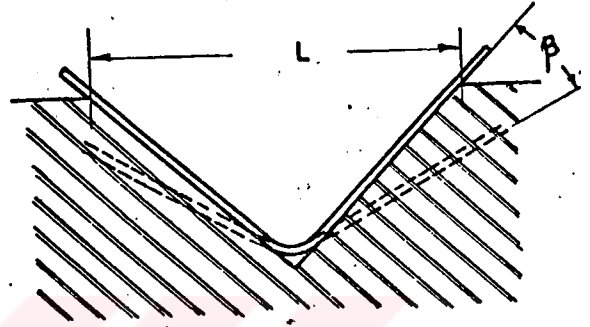
Şekil 6.8 Bükme sonrası geri yaylanma

Bükme şartlarına, malzemenin cinsine ve bükme boyutlarına bağlı olan geri yaylanma değerinin bulunmasında teorik yöntemlerden çok deneysel verilerden yararlanılmaktadır.

Serbest bükme işleminde geri yaylanma, malzeme dayanımına,  $r / s$  oranına, bükme açısına ve bükme işleminin V veya U şeklinde yapılmasına bağlıdır.

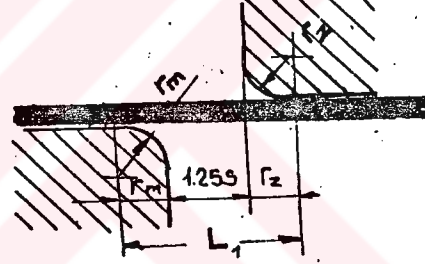
*Serbest V bükmede geri yaylanma açısı:*

$$\operatorname{tg} \beta = 0.375 \cdot (L / m \cdot s) \cdot (\sigma_a / E) \quad (6.6)$$



*Serbest U bükmede geri yaylanma açısı:*

$$\operatorname{tg} \beta = 0.750 \cdot (L_1 / m \cdot s) \cdot (\sigma_a / E) \quad (6.7)$$



formüllerile hesaplanabilir. Bu bağıntılarda yer alan;

$\beta$  Elastik geri yaylanma açısını  $(^\circ)$

$L$  Kalıp çeneleri açıklığını (mm)

$L_1$  U bükme kalıbında çenelerin uzaklığını (mm)

$m = 1 - x$  ( $x$  tarafsız eksen konumunu belirleyen kat sayı Bkz. Tablo 6.3)

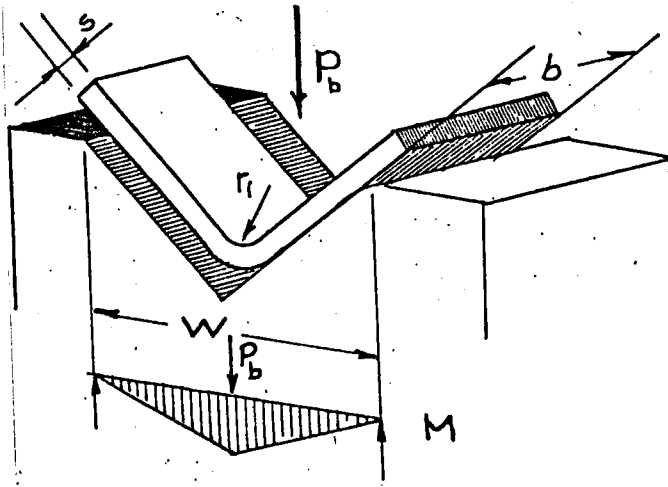
ifade eder.

Serbest V bükmede geri yaylanma kat sayısının hesaplanması için aşağıdaki bağıntı önerilmiştir. Bu bağıntıda yer alan  $M$  bükme momenti, parçayı bükmek için gerekli en küçük bükme kuvvetinden hesaplanır (Şekil 6.9).

$$K = 1 - \frac{12.M.(r_i + 0,5.s)}{E.b.s} \quad (6.8)[3]$$

Bu formülde yer alan,

$M$	Bükme momentini	(Nm)	
$r$	Bükme kavisini	(m)	
$b$	Parçanın enini	(m)	
$s$	Parçanın kalınlığını	(m)	
$E$	Elastisite modülünü	(N/m <sup>2</sup> )	ifade eder.

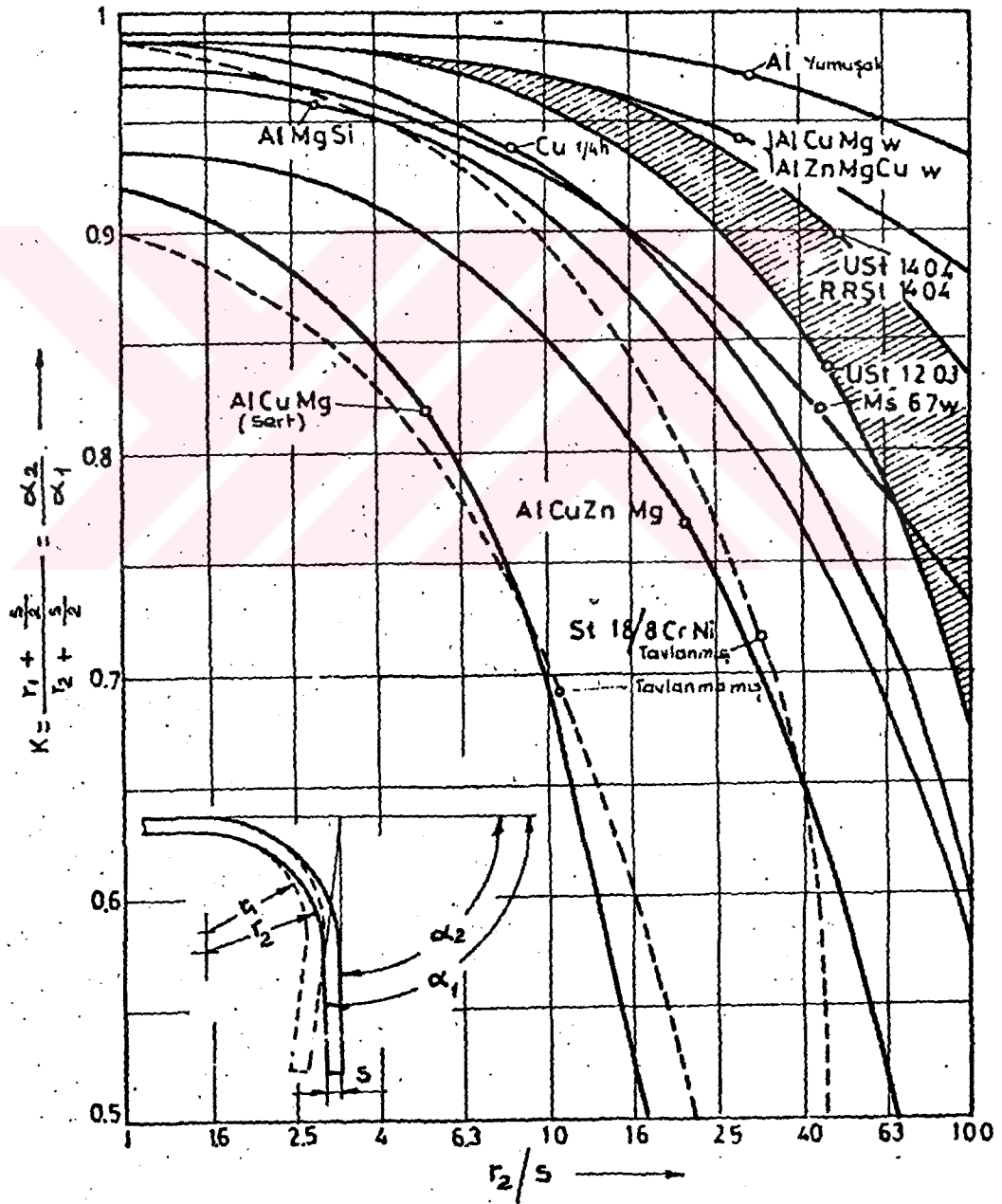


$$P_b = \frac{b.s^2.\sigma_\varepsilon}{w} \quad (6.9) [3]$$

$$M = \frac{P_b.w}{2} \quad (6.10) [3]$$

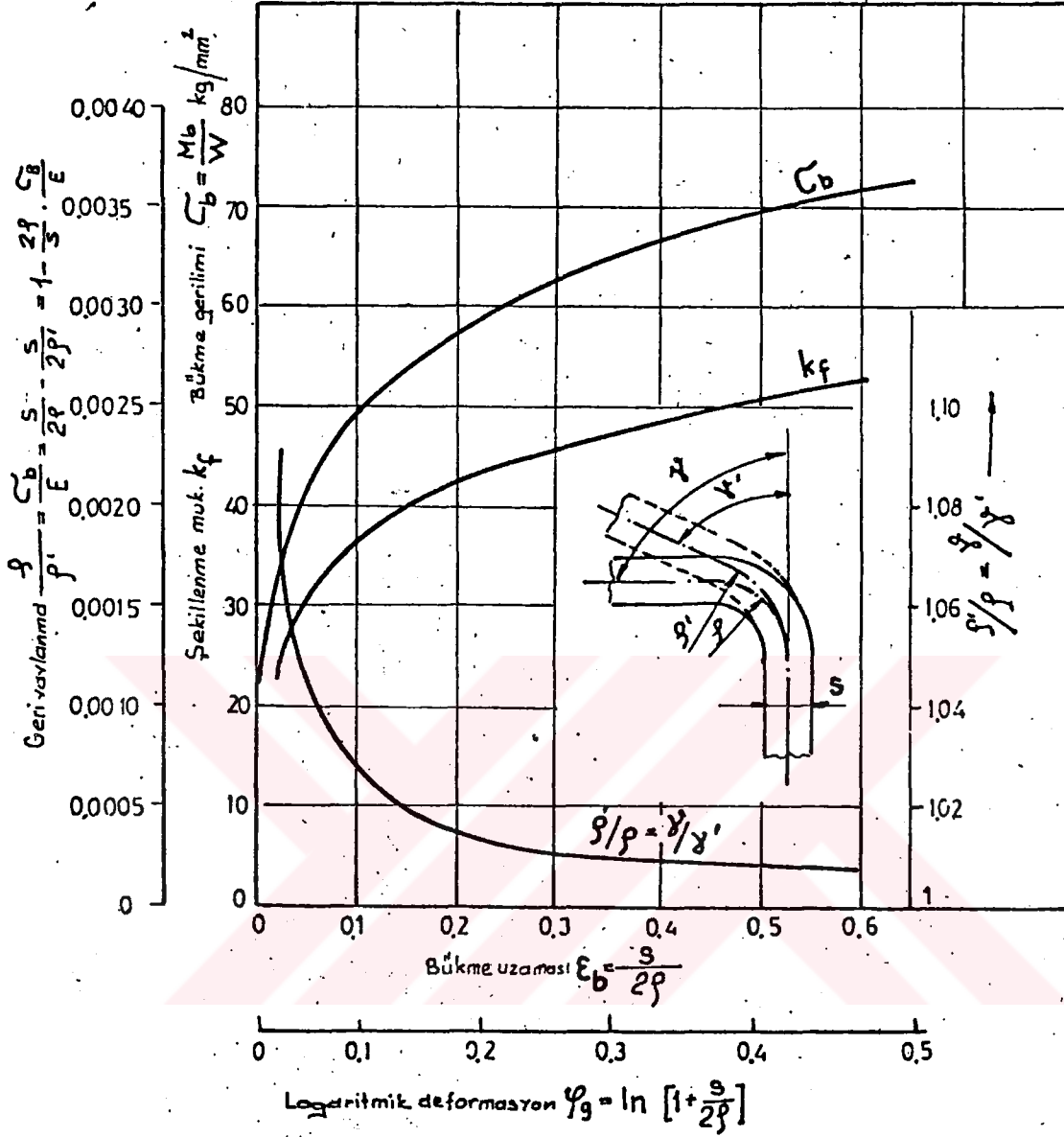
Şekil 6.9 V bükmede Kuvvet ve Moment

Geri yaylanma katsayısının daha kolay yoldan belirlenebilmesi için düzenlenmiş grafikler bulunmaktadır. Çeşitli malzemelere ait geri yaylanma kat sayılarını bulmaya yarayan bir grafik Şekil 6.10'da, StV (çekme kalite) çelik saç için de Şekil 6.11'de verilmiştir.

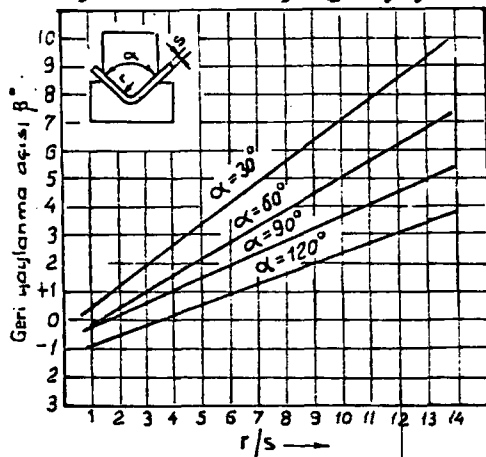


Şekil 6.10 Çeşitli malzemeler için geri yaylanma kat sayıları [3]





Şekil 6.11 StV için geri yaylanma değerleri [Schuler L.]



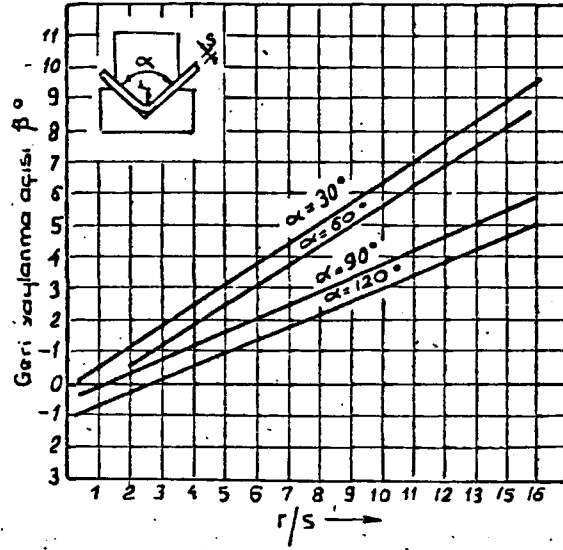
$$\alpha = 30^\circ \quad \beta = 0.75 \frac{r}{s} - 0.39$$

$$\alpha = 60^\circ \quad \beta = 0.58 \frac{r}{s} - 0.80$$

$$\alpha = 90^\circ \quad \beta = 0.43 \frac{r}{s} - 0.61$$

$$\alpha = 120^\circ \quad \beta = 0.36 \frac{r}{s} - 1.26$$

Şekil 6.12 Çekme kalitesi saç için geri yaylanma açıları [3]



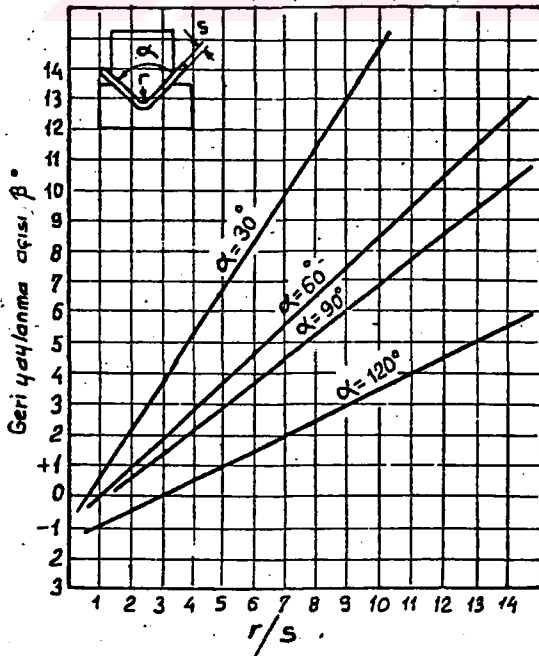
$$\alpha = 30^\circ \quad \beta = 0,69 \frac{r}{s} - 0,23$$

$$\alpha = 60^\circ \quad \beta = 0,64 \frac{r}{s} - 0,65$$

$$\alpha = 90^\circ \quad \beta = 0,434 \frac{r}{s} - 0,36$$

$$\alpha = 120^\circ \quad \beta = 0,37 \frac{r}{s} - 0,58$$

Şekil 6.13 C20 çeliği için geri yaylanma açıları [3]



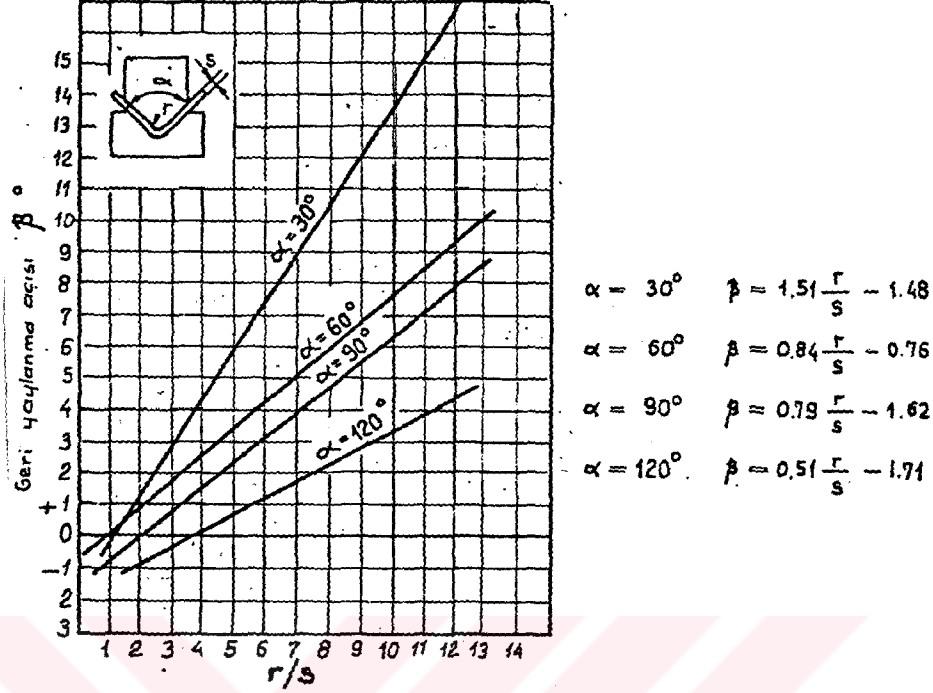
$$\alpha = 30^\circ \quad \beta = 1,59 \frac{r}{s} - 1,03^\circ$$

$$\alpha = 60^\circ \quad \beta = 0,95 \frac{r}{s} - 0,94^\circ$$

$$\alpha = 90^\circ \quad \beta = 0,78 \frac{r}{s} - 0,79^\circ$$

$$\alpha = 120^\circ \quad \beta = 0,46 \frac{r}{s} - 1,36^\circ$$

Şekil 6.14 C25 - C30 çeliği için geri yaylanma açıları [3]



Şekil 6.15 C35 çeliği için geri yaylanma açıları [3]

Deneyler  $90^\circ$  lik bükmelerde en küçük geri yaylanma değerinin  $r/s = 1...1,5$  oranlarında ortaya çıktığını göstermektedir. Küçük geri yaylanma değerleri elde etmek için bükme zımbası kavisini parça kavisinden küçük yapmak, ayrıca kolların çaplama kuvvetini arttırmak yararlıdır.

$r/s > 10$  gibi büyük kavis oranları ile bükmelerde büyük geri yaylanmalar olacağından kalıp tasarımında bu durumun göz önüne alınması şarttır. Geri yaylanma değerinin hesabı için (6.9) bağıntısı kullanılabilir.

$$R = \frac{R_o}{1 + 3 \cdot \frac{\sigma_o \cdot R_o}{E \cdot s}} = \frac{1}{\left( \frac{1}{R_o} + 3 \cdot \frac{\sigma_o}{E \cdot s} \right)}$$

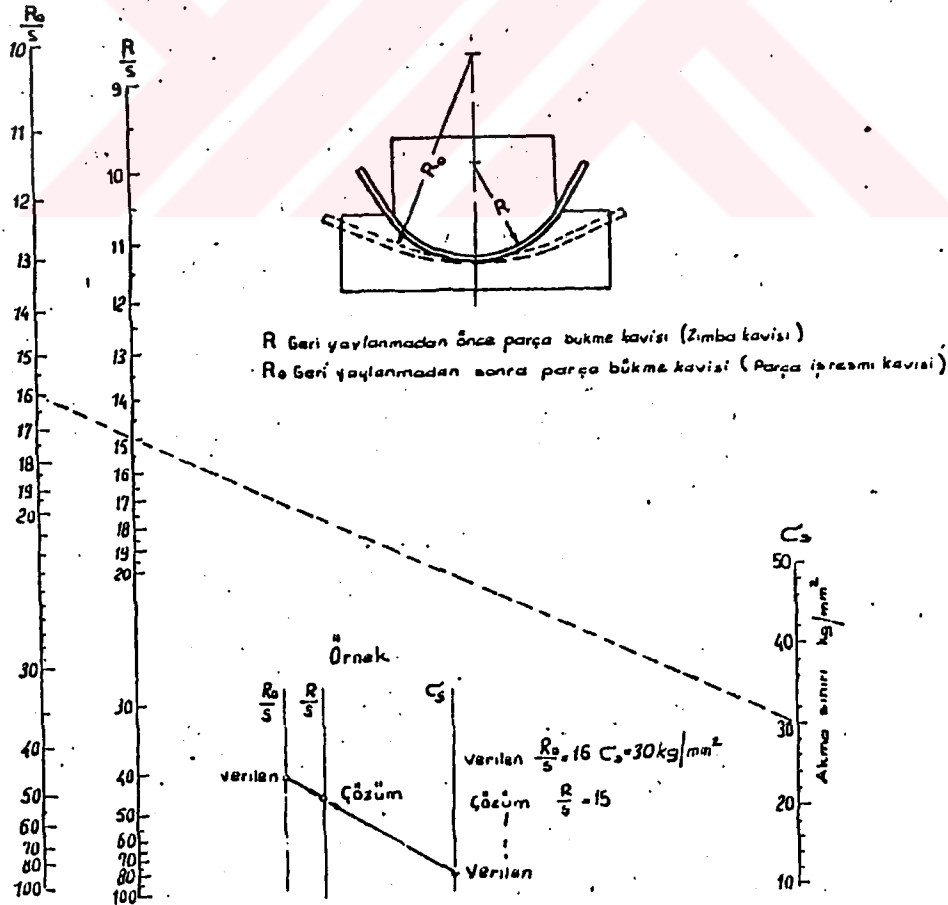
(6.11) [3]

$$\Delta\alpha = (180 - \alpha_o) \left( \frac{R_o}{R} - 1 \right)$$

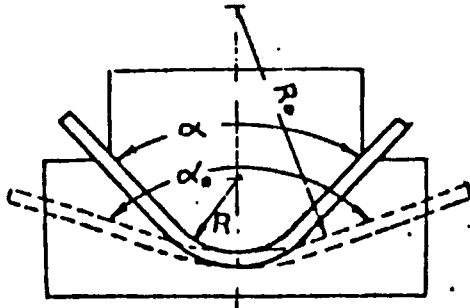
Yukarıdaki formüllerde;

$R$	Bükme zımbası kavisi	(mm)
$R_0$	İş parçası kavisi	(mm)
$\sigma_a$	Malzeme akma gerilmesi	(N/mm <sup>2</sup> )
$E$	Elastisite modülü	(N/mm <sup>2</sup> )
$s$	Malzeme kalınlığı	(mm)
$\alpha$	Kalıp açısı	(°)
$\alpha_0$	İş parçası açısı	(°)

$\Delta\alpha = \alpha_0 - \alpha$  Geri yaylanma açısı (°) değerlerini gösterir.

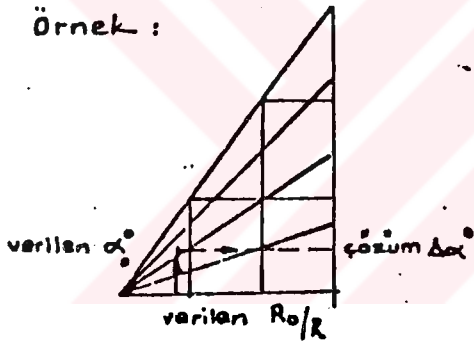


Şekil 6.16 Takım kavisinin grafik yoldan bulunması [3]



$R$  ve  $\alpha$  Takım kavisi ve takım açısı  
 $R_0$  ve  $\alpha_0$  İş parçası resim kavisi ve açısı  
 $\Delta\alpha = \alpha_0 - \alpha$  Geri yarılanma açısı

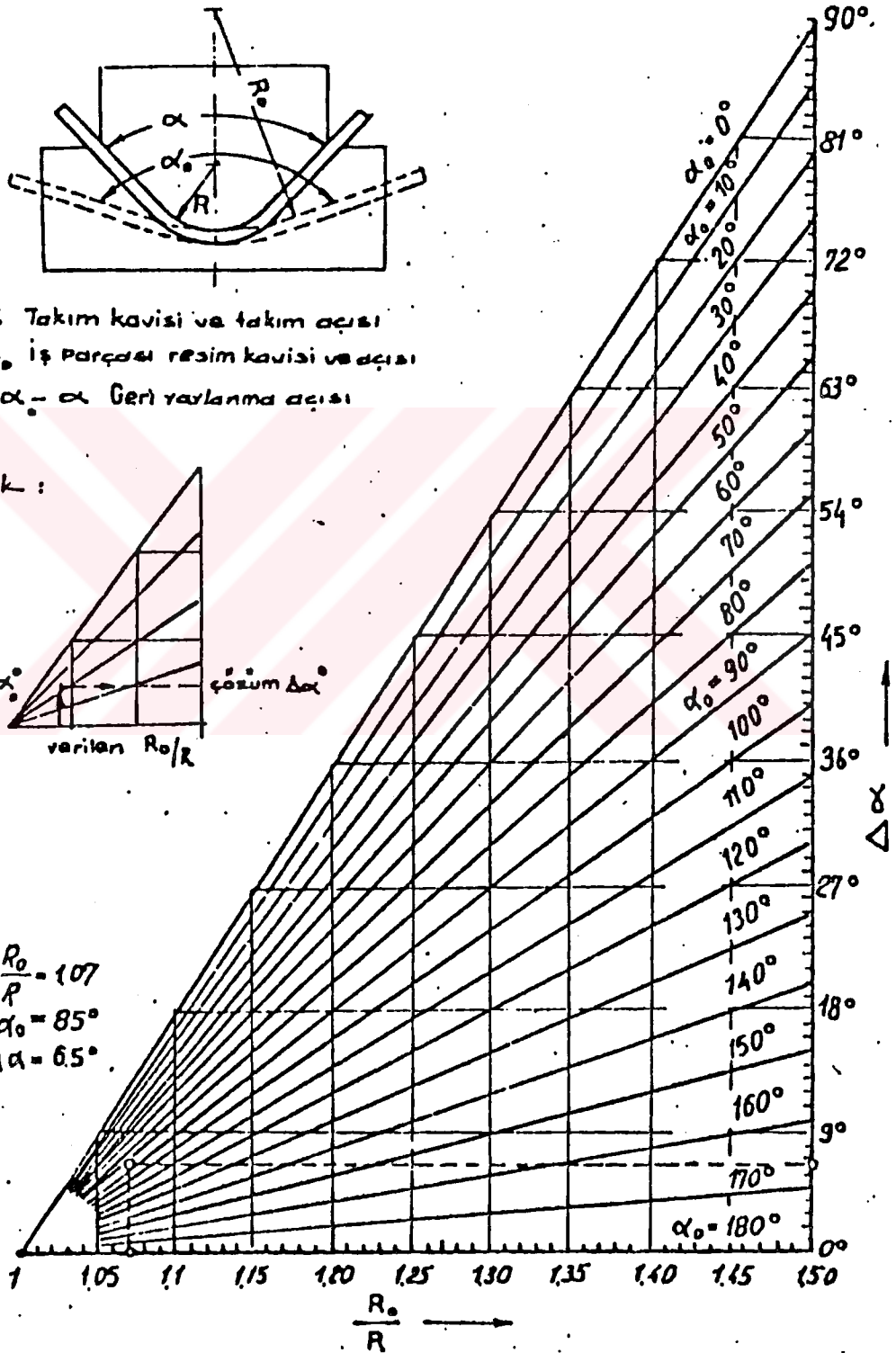
Örnek :



$$\frac{R_0}{R} = 1,07$$

$$\alpha_0 = 85^\circ$$

$$\Delta\alpha = 6,5^\circ$$



### 6.5 - Izgara Çıtasının Bükme Yoluyla İmalatı İçin Gerekli Hesaplamalar

Izgara çıtaları genellikle St 37 ve AISI 304, AISI 316 malzemelerden imal edilmektedir. Bu malzemelerin mekanik özellikleri aşağıdaki gibidir.

**Tablo 6.7 Malzemelerin mekanik özellikleri [7]**

MALZEME	Çekme gerilmesi $\sigma_f$ (N/mm <sup>2</sup> )	Akma gerilmesi $\sigma_a$ (N/mm <sup>2</sup> )	Uzama % min
St 37	360 - 510	235	25
AISI 304	530 - 730	220	40
AISI 316	490 - 680	205	45

#### 6.5.1 - Bükme kavisinin hesabı :

Bükmenin kalıcı olabilmesi için uygulanması gereken en büyük bükme kavis değeri, kullandığımız malzemeler için;

$$\text{St 37} \quad \Leftrightarrow \quad r_{1 \max} = E (s / (2 \cdot \sigma_a)) = 211000 (2 / (2 \cdot 235)) = 897,9 \text{ mm}$$

$$\text{AISI 304} \quad \Leftrightarrow \quad r_{1 \max} = E (s / (2 \cdot \sigma_a)) = 211000 (2 / (2 \cdot 220)) = 959 \text{ mm}$$

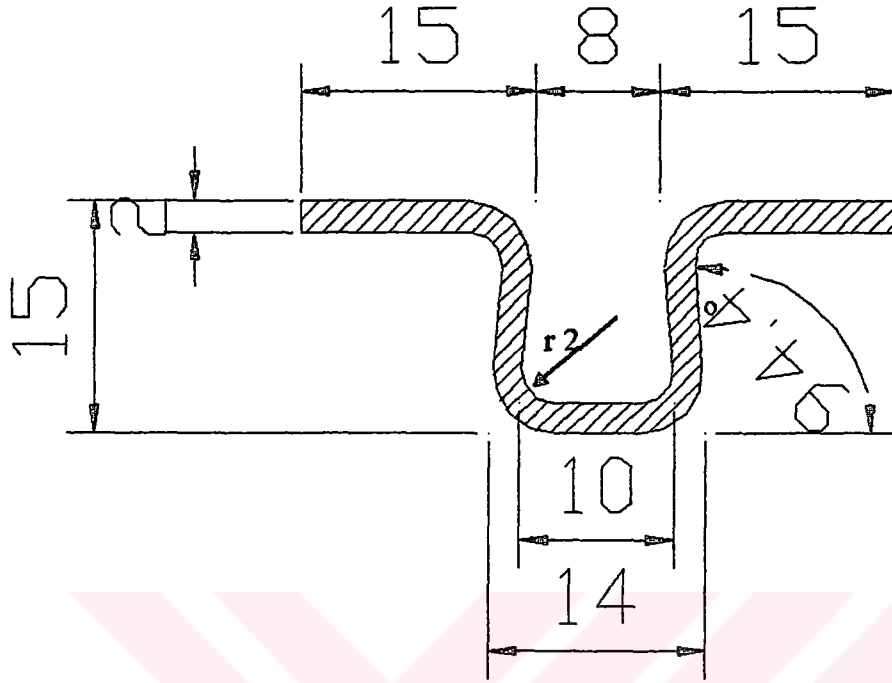
$$\text{AISI 316} \quad \Leftrightarrow \quad r_{1 \max} = E (s / (2 \cdot \sigma_a)) = 211000 (2 / (2 \cdot 205)) = 1029 \text{ mm}$$

Bükme işlemi esnasında malzemenin yırtılmaması için uygulanması gereken min. bükme kavis değeri ise Formül 6.2 ve Tablo 6.1'den aldığımız c katsayısı sayesinde;

$$r_{1 \min} = s \cdot c = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ mm} \quad \text{olarak bulunur.}$$

Bulduğumuz bu değerlere göre **bükme kavisini 2 mm alabiliriz.**

### 6.5.2 - Açınım boyunun hesabı :



Tarafsız eksenin yarıçap değerini daha önce verdiğimiz üç yöntemin karşılaştırılması amacıyla ilgili tabloları kullanarak hesaplayarak bir tablo halinde yazalım.

**Tablo 6.8 Tarafsız eksen yarıçap hesabı karşılaştırması**

FORMÜL	Tablodan Alınan Değerler	Tarafsız Eksen Yarıçapı
$((R+r)/2).n.m$	$B > 3.s$ olduğundan $n = 1$ $m$ değeri Şekil 6.2'den $r/s$ değerine göre $m = 0.95$	2,85 mm
$r + x.s$	$x$ değeri Tablo 6.3'ten $r/s$ değerine göre $x = 0,42$	2,84 mm
$r + (s/2).k$	$k$ değeri Şekil 6.7'den $r/s$ değerine göre $k = 0.83$	2,83 mm

Bu değerlere göre tarafsız eksen yarıçapını ortalama olarak 2,84 alabiliriz. Kabul ettiğimiz bu değere göre açınım boyu ;

$$L = 2.(15-4)+2.(15-8)+(14-8)+4.((2.2,84.\pi.85,6)/360) = 58,97 \text{ mm bulunur.}$$

### 6.4.3 - Serbest V bükmede geri yaylanma :

Formül 6.6'da St 37 malzemeye ve kalıba ait değerleri, kalıp çene açıklığını 13 mm olarak yerine koyarsak; *elastik geri yaylanma açısı* ( $\beta$ )

$$tg\beta = 0,375 \frac{L \cdot \sigma_a}{m \cdot s \cdot E} = 0,375 \frac{13,235}{(1-0,42) \cdot 2.211000} = 0,00468$$

$$tg\beta = 0,00468 \quad \Leftrightarrow \quad \beta = 0,268^\circ$$

AISI 304 malzeme için;

$$tg\beta = 0,375 \frac{L \cdot \sigma_a}{m \cdot s \cdot E} = 0,375 \frac{13,220}{(1-0,42) \cdot 2.211000} = 0,00438$$

$$tg\beta = 0,00438 \quad \Leftrightarrow \quad \beta = 0,251^\circ$$

AISI 316 malzeme için ;

$$tg\beta = 0,375 \frac{L \cdot \sigma_a}{m \cdot s \cdot E} = 0,375 \frac{13,205}{(1-0,42) \cdot 2.211000} = 0,004083$$

$$tg\beta = 0,004083 \quad \Leftrightarrow \quad \beta = 0,234^\circ$$

Bulunan değerlerden de görüldüğü gibi malzemelerin değişmesine rağmen geri yaylanma açılarında bariz bir değişiklik olmamaktadır.

Yukarıda bulduğumuz değerlere göre; KALIP AÇISI ( $\alpha$ ) =  $85,6 - 2 \cdot 0,268 = 85,064^\circ$



Formül 6.8 - 6.9 - 6.10' u ve bükümlerde kullanılan en büyük parça boyu olan  $b = 2000$  mm değerini göz önüne alarak, *geri yaylanma katsayısı*:

$$P_b = \frac{b \cdot s^2 \cdot \sigma_f}{w} = \frac{2000 \cdot 2^2 \cdot 370}{13} = 227692,3 \text{ N}$$

$$M = \frac{P_b \cdot w}{2} = \frac{227692,313}{2} = 1480000 \text{ Nmm}$$

$$K = 1 - \frac{12 \cdot M \cdot (r + 0,5 \cdot s)}{E \cdot b \cdot s^3} = 1 - \frac{12 \cdot 1480000 \cdot (2 + 0,5 \cdot 2)}{211000 \cdot 2000 \cdot 2^3} = 0,9842$$

Buradan ZIMBA KAVİSİ :  $R = K \cdot r = 0,9842 \cdot 2 = 1,97 \text{ mm}$  bulunur.

Eğer  $r / s > 10$  olsa idi, zimba kavisi ve kalıp açısının hassas olarak hesaplanması için Formül 6.11'in kullanmamız gerekecekti. Örnek teşkil etmesi bakımından değerleri yerine koyarsak;

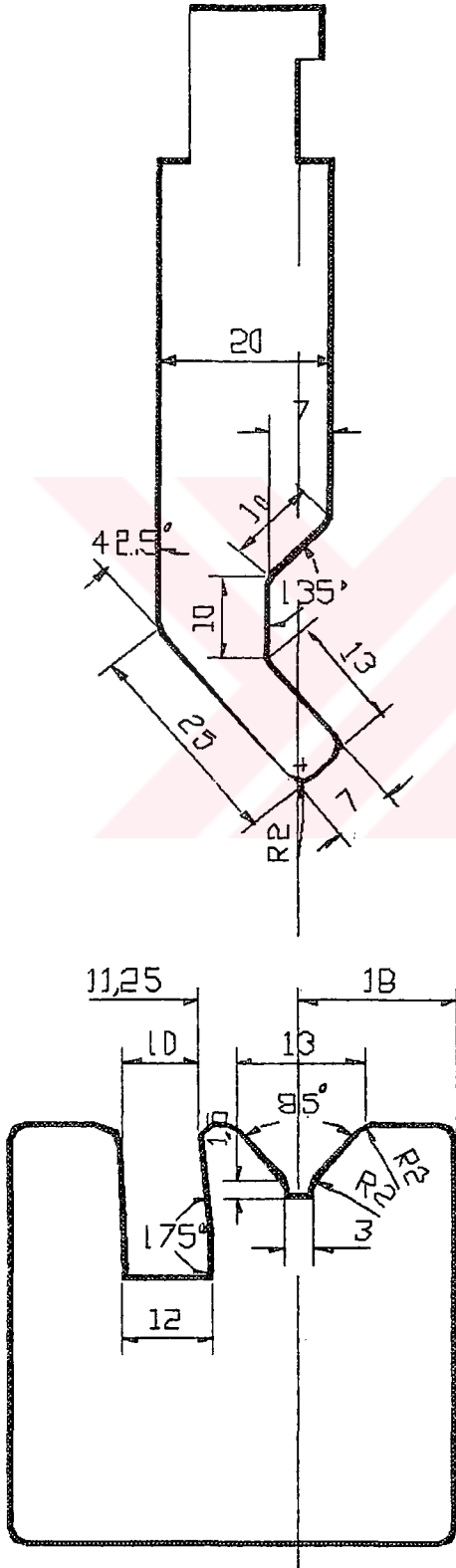
$$R = \frac{1}{\left( \frac{1}{R_o} + 3 \cdot \frac{\sigma_a}{E \cdot s} \right)} = \frac{1}{\left( \frac{1}{2} + 3 \cdot \frac{235}{211000 \cdot 2} \right)} = 1,993 \text{ mm}$$

$$\Delta\alpha = (180 - \alpha_o) \cdot \left( \frac{R_o}{R} - 1 \right) = (180 - 85,6) \cdot \left( \frac{2}{1,993} - 1 \right) = 0,33$$

$\Delta\alpha = \alpha_o - \alpha$  olduğundan kalıp açısı ;

$\alpha = \alpha_o - \Delta\alpha = 85,6 - 0,33 = 85,27^\circ$  olarak bulunur.

Bulduğumuz bu değerlere göre, gerekli olan bükme kalıplarının resmi Şekil 6.18'de verilmiştir.



Yan taraftaki şekilde, bükme kalıbının yapacağımız işlem için önem arz eden ölçüleri verilmiştir. Diğer ölçüler kalıbın monte edileceği abkand prese göre değişiklik arz etmektedir.

$$\sigma_e = M_e / W_e$$

$$\sigma_e = (227692.13.6)/(2000.7^2)$$

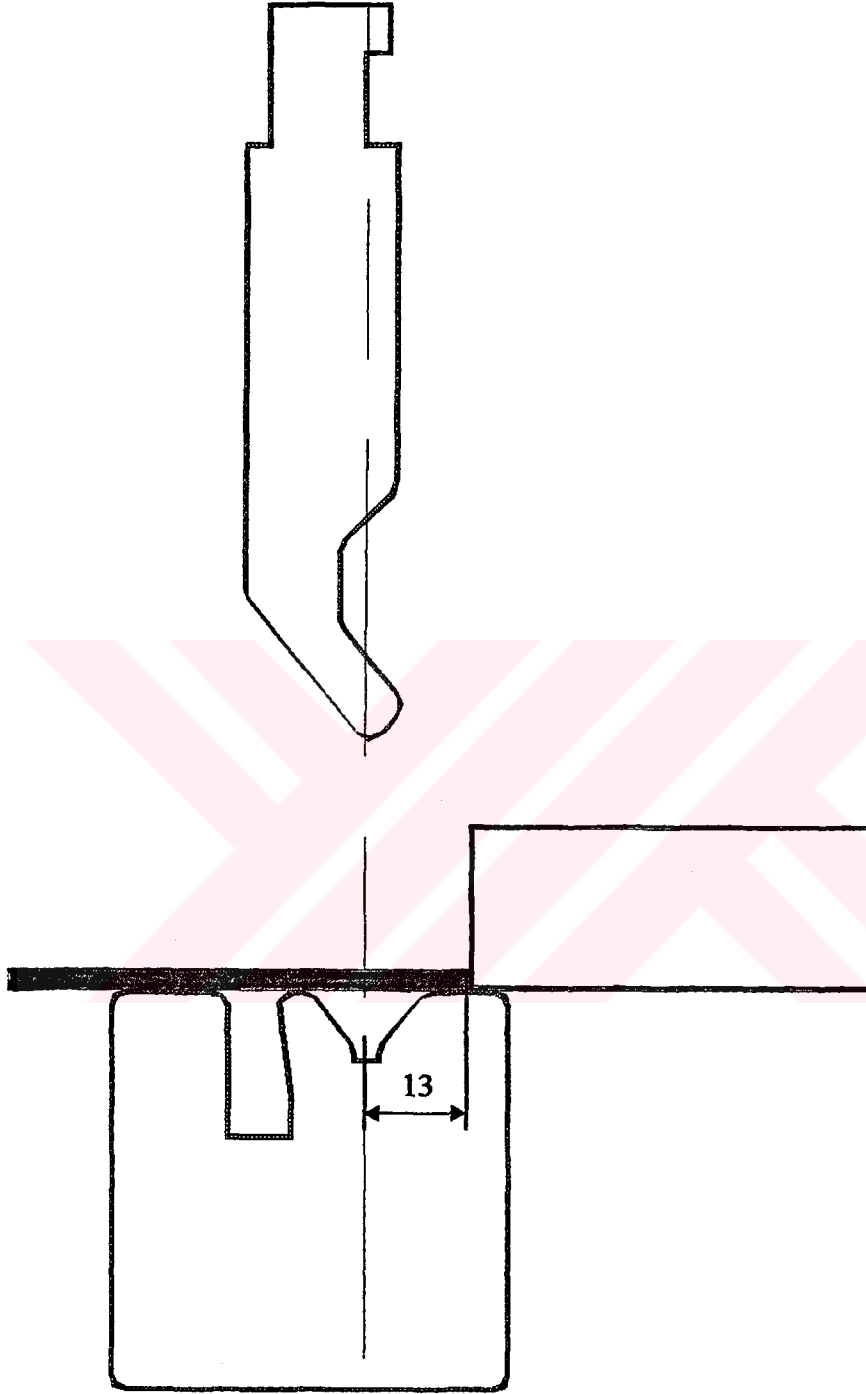
$$\sigma_e > 181.224 \text{ N/mm}^2 \text{ olmalıdır.}$$

Bu değere göre,  $\sigma_e = 220 \text{ N/mm}^2$  olan St 42 malzemeden kalıbımız yapılabilir.

Metalle temas edecek olan tüm yüzeyler yüzey sertleştirme (55 RC) işleminden sonra taşlanmalıdır.

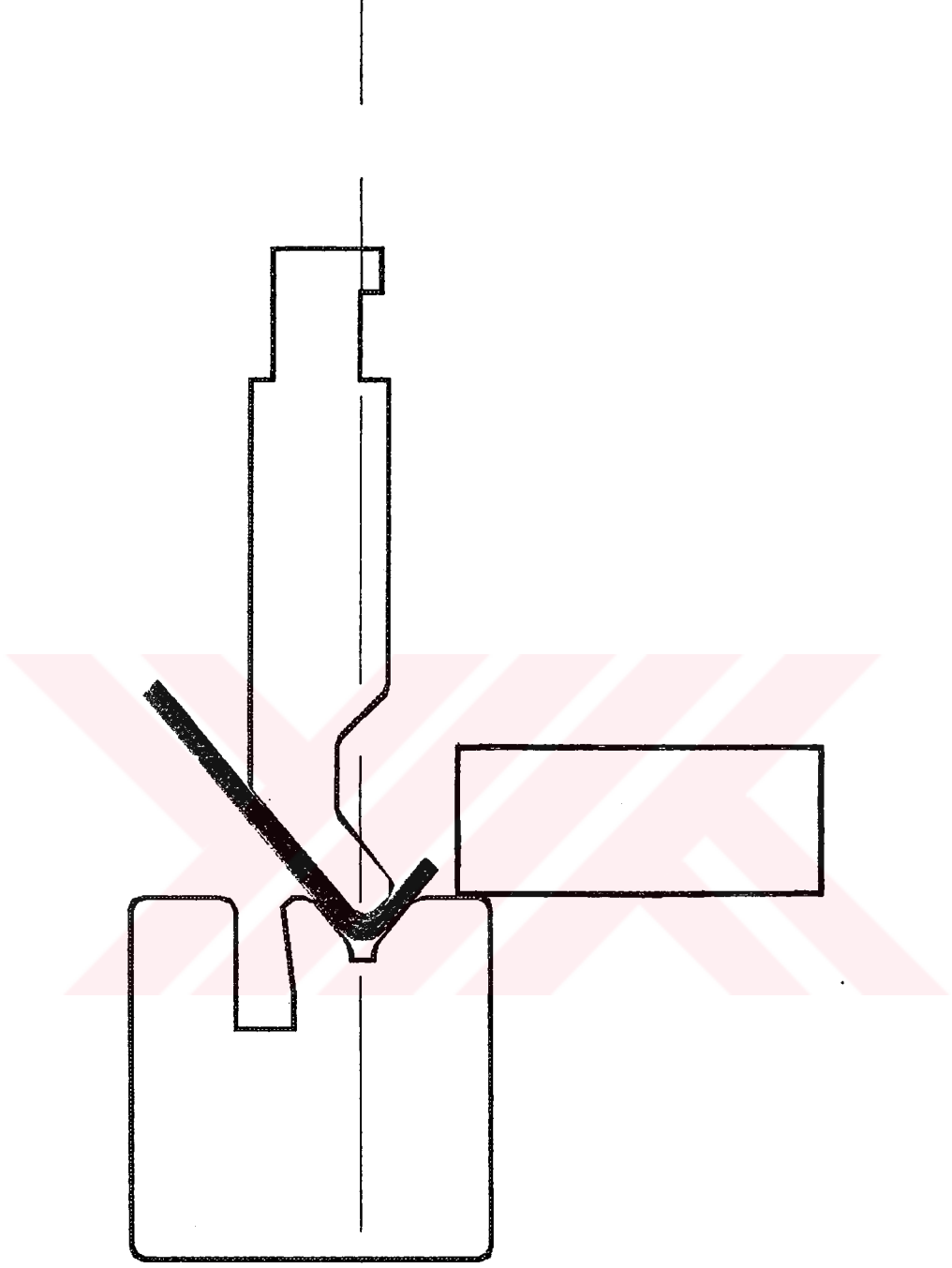
Şekil 6.18 Izgara Çıtalari İçin Gerekten Bükme Kalıbının Ölçüleri

### 6.6 Bükme Kalıbındaki İşlem Kademeleri



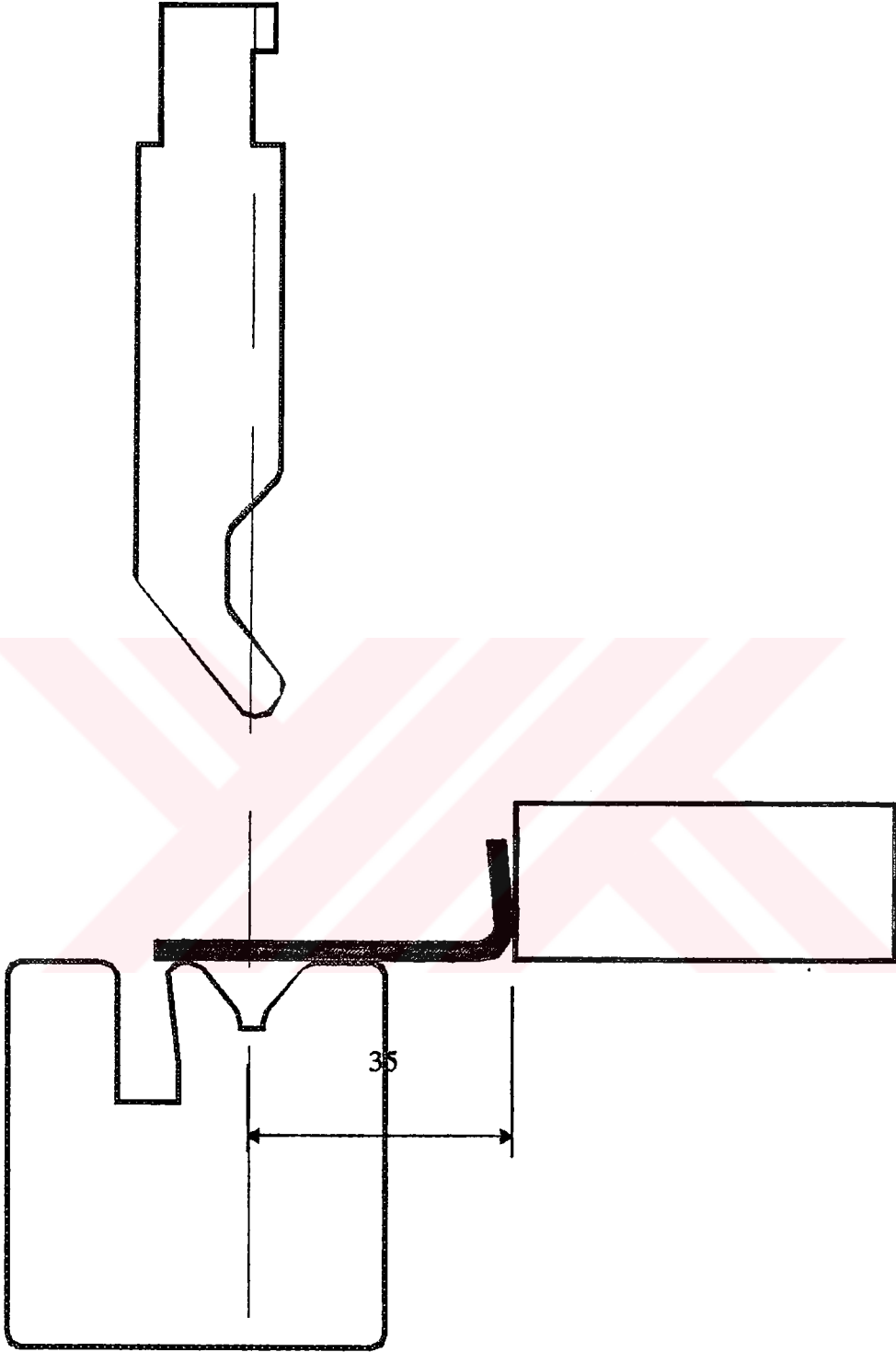
**Şekil 6.19 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 1**

İlk işlem olarak, imalatı yapılacak olan filtreye göre çıtaların boyları ve adetleri tespit edilir. Daha sonra tespit edilen boyda ve adette 59 mm genişliğinde lamalar ilgili malzemeden kesilir. Malzemeye bağlı olarak presin stroku ayarlandıktan sonra abkand presin dayaması yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi 13 mm'ye ayarlanarak malzeme bükme kalıbı üzerine konur ve dayamaya dayatılır.



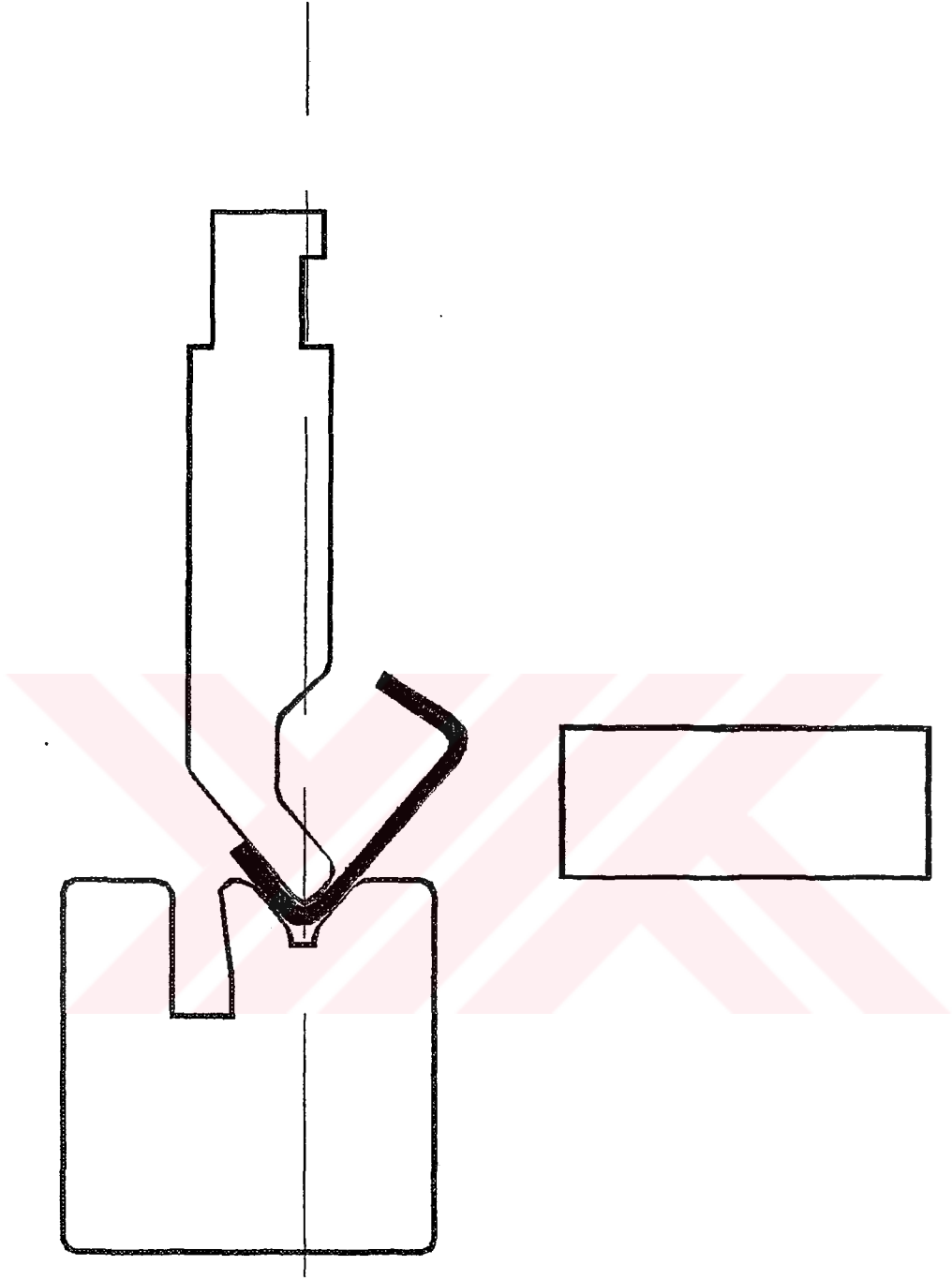
**Şekil 6.20 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 2**

Pres çalıştırılarak Şekil 6.20'de görüldüğü gibi ilk kenarın bükme işlemi gerçekleştirilir.



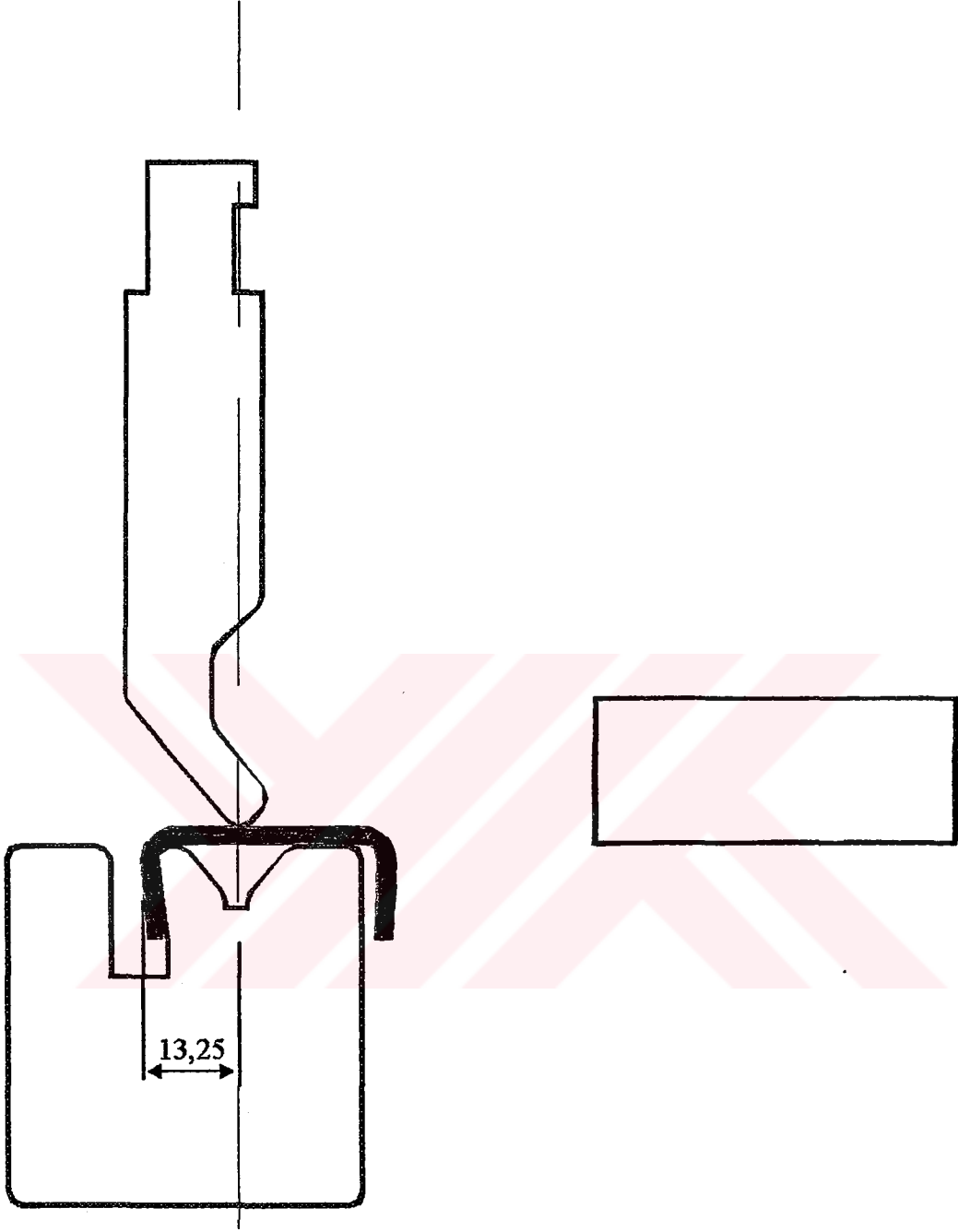
**Şekil 6.21 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 3**

İlk büküm işlemi gerçekleştirildikten sonra presin dayaması 35 mm'ye ayarlanarak ilk bükümü gerçekleştirilmiş olan malzeme Şekil 6.21'deki gibi ters çevirilerek bükme kalıbı üzerine yerleştirilir.



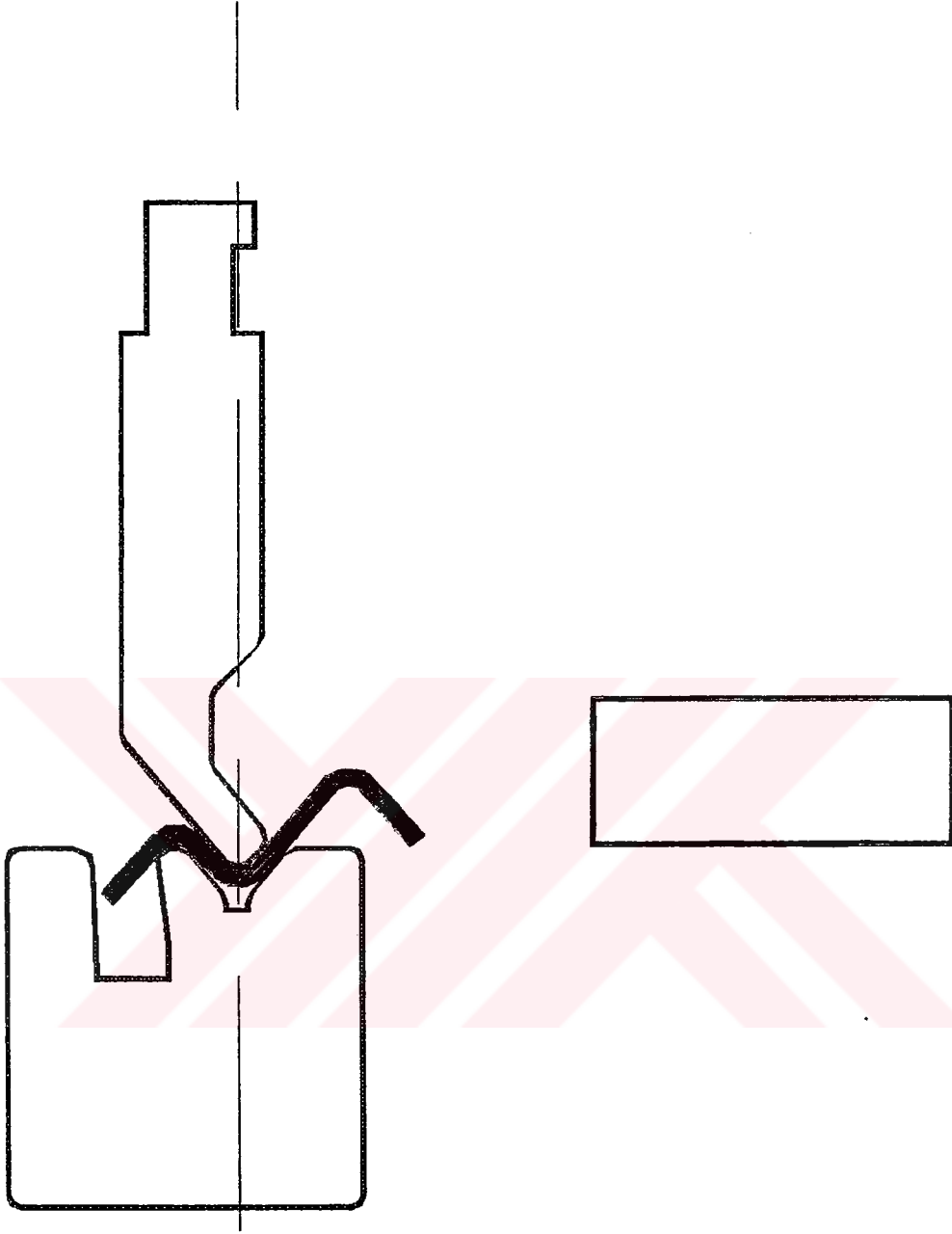
*Şekil 6.22 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 4*

Pres yeniden çalıştırıldığında yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi ikinci kenarın da bükme işlemi gerçekleştirilir.



**Şekil 6.23 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 5**

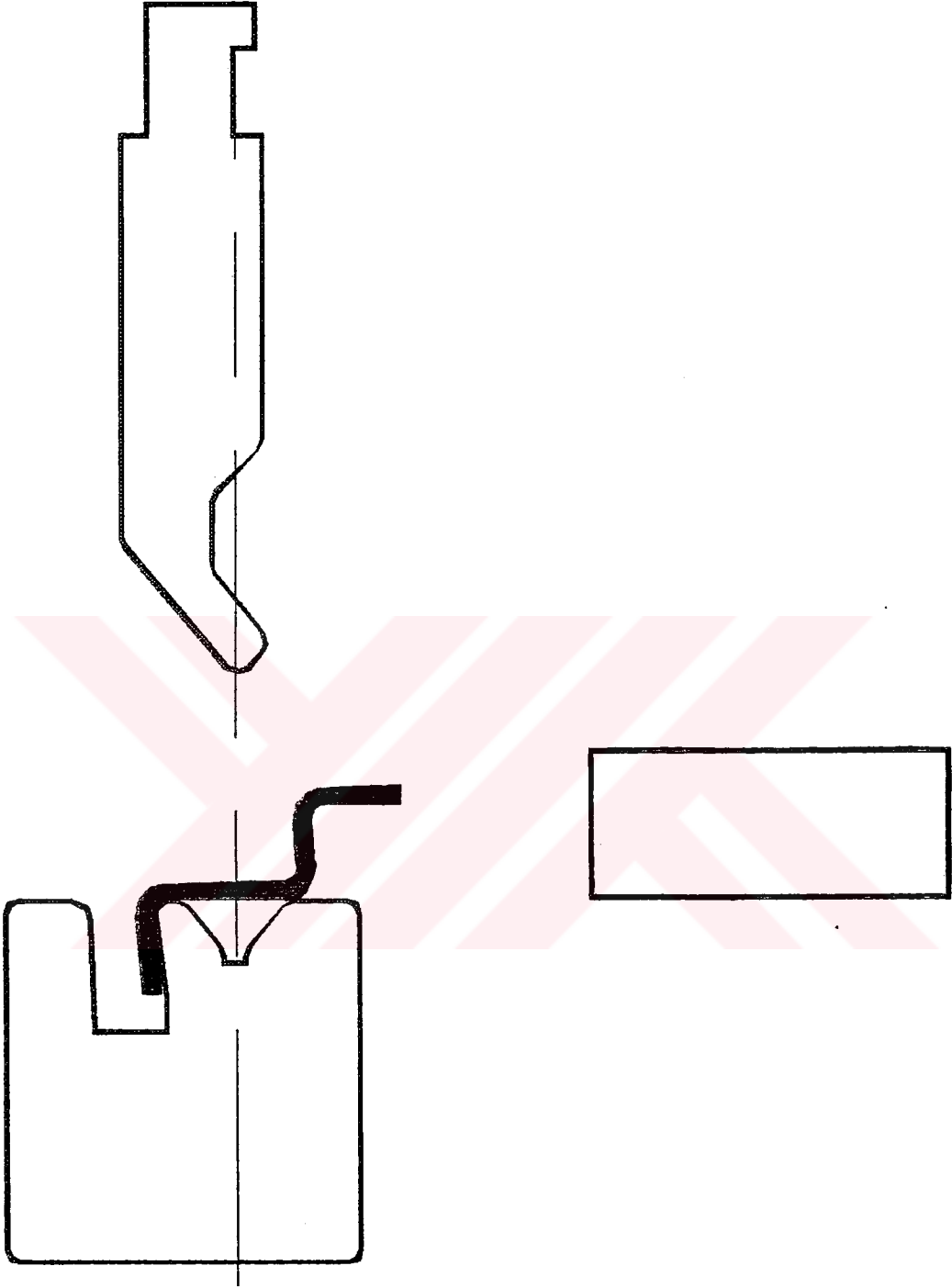
İkinci kenarın bükme işleminden sonra, presin dayaması geriye alınır. U formunu almış olan malzeme ters olarak çevrilir ve bükme kalıbı üzerinde yer alan yarık kısma uçlardan biri girecek şekilde yerleştirilir. Şekil 6.23'te görüldüğü gibi parça ileriye doğru itirilerek kalıbın kenarına dayanması sağlanır. Böylece üçüncü kenarın bükümü için parça hazır hale gelmiş olur.



**Şekil 6.24 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 6**

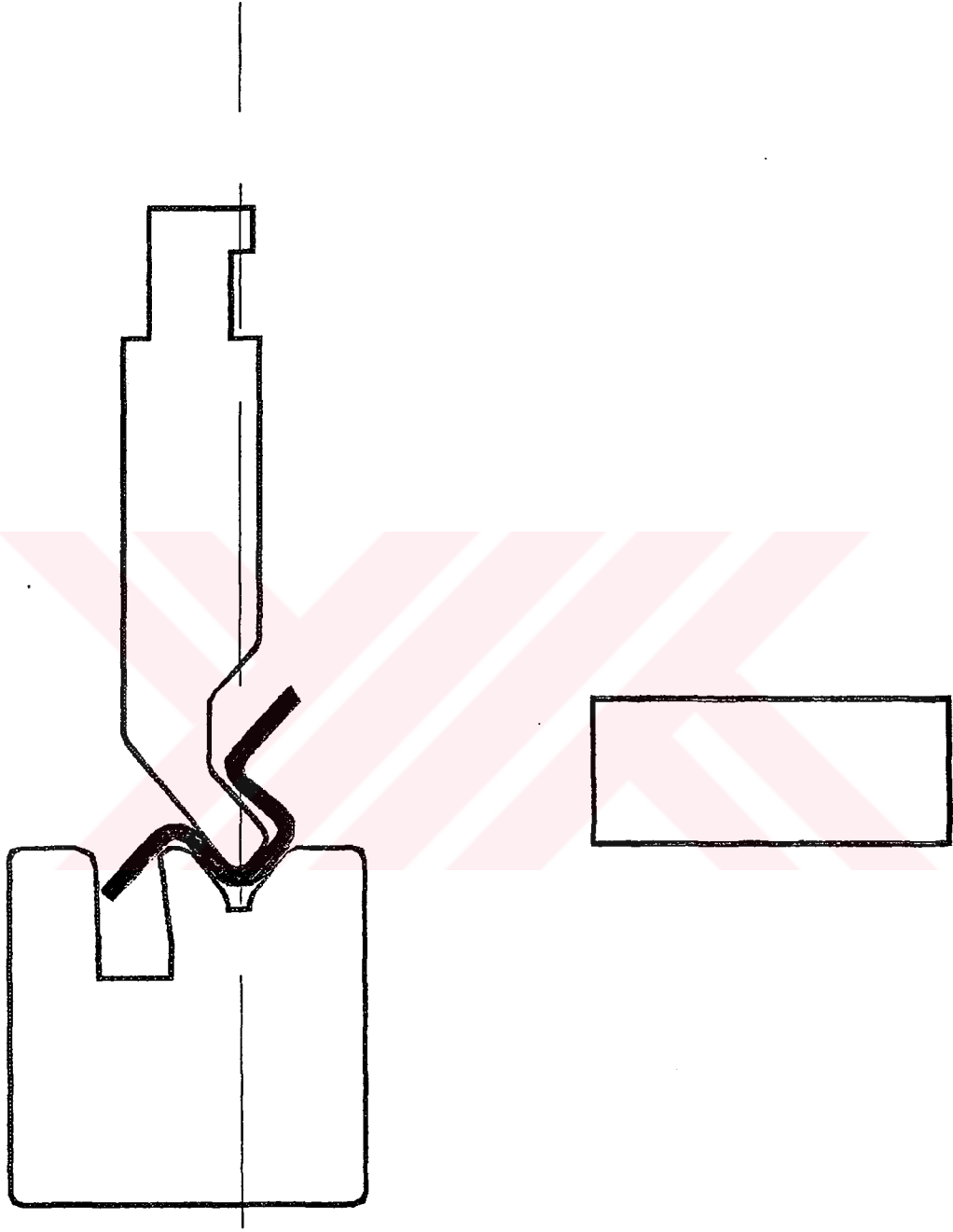
Üçüncü kenarın da bükümünü gerçekleştirmek amacıyla pres tekrardan çalıştırılır ve böylelikle büküm işlemi Şekil 6.24'te görüldüğü gibi gerçekleştirilir. Bu işlemler esnasında dikkat edilmesi gereken nokta : Çekiç olarak adlandırabileceğimiz hareketli olan kükme kalıbı bükülecek olan malzemeye deylene kadar parçayı dayamaya doğru ittirmemiz gerekmektedir.





**Şekil 6.25 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 7**

Son kenarın büküm işlemi için, malzemeyi ters çevirip yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi alt bükme kalıbı üzerindeki dayamaya parçayı dayamamız gerekmektedir. Bu işlem yapıldıktan sonra pres çalıştırıldığında Şekil 6.26'da görülen ızgara çitasının son şekli elde edilir.



*Şekil 6.26 Bükme kalıbındaki işlem kademeleri - 8*

## 7 - İKİ YÖNTEMİN KIYASLANMASI

Bügün yapılan çıtaların malzemeleri kesildikten sonra ilk işlem olarak bükme işlemine tabi tutuluyor. Bükme işleminin mukabilinde parçalar yanyana getirilerek birbirlerine puntalanıyor. Punta işlemi biten parçalar bir mastar üzerine bağlanarak, TIG kaynak yöntemiyle method kaynağı yapılarak birleştiriliyor. Kaynak işlemi de işin içine girdiği için doğal olarak parçalarda çarpılmalar meydana geliyor. Bu nedenle de parçalara düzeltme işlemi uygulanıyor.

Yapmış olduğumuz bu çalışma sonucunda, çıtaların tek parça olarak sadece bükme işlemi uygulanarak yapılması mümkün olacaktır. Çıtaların formunun ortaya çıkarılması sadece bükme işlemi ile yapıldığı için, herhangi bir çarpılma meydana gelmeyeceğinden formun elde edilmesinden sonra bilahare düzeltme işlemi uygulamaya gerek kalmayacaktır.

Sonuç olarak yapılan bu çalışmanın neticesinde kaynak işçiliği ve düzeltme işçiliği ortadan kaldırılmıştır. Bunun yanısıra işlem tamamıyla bükme yöntemi ile gerçekleştirildiğinden elde edilen form bütün parçalarda aynı ölçülerde olmakta parçalarda çarpılmalar meydana gelmemektedir.

**KAYNAKLAR**

- [1] KİMAK A.Ş. Arşivi  
[2] OĞUR, A., Plastik Şekil Verme Ders Notları  
[3] GÜNEŞ, A.T., 1989. Pres İşleri Tekniği. TMMOB, Cilt 1, 184...215, ANKARA  
[4] KACZMAREK, E., 1954. Praktische Stanzerei Band I-II-III, Springer-Verlag BERLIN  
[5] MAKELT, H., 1961. Die Mechanischen Pressen, Carl Hanser Verlag MÜNCHEN  
[6] ROMANOWSKI, W.P., Handbuch Der Stanzereitechnik, VEB Verlag Technik BERLIN  
[7] WÜRTEMBERGER, G., Tabellenbuch Metall, Verlag Europa, LEHRMITTEL

## ÖZGEÇMİŞ

1969 yılında Sakarya'nın merkez ilçesi olan Adapazarı'nda doğdu. Lise öğrenimini Sakarya İ. Endüstri Meslek Lisesi Motor Bölümünde tamamladı. 1986-1987 eğitim-öğretim döneminde İ.T.Ü. Sakarya Meslek Yüksek Okulu Otomotiv Bölümünde, Ön Lisans öğrenimine başladı. 1987-1988 eğitim-öğretim döneminde ön lisans öğrenimini bölüm birincisi olarak tamamladı. İstanbul FRUEHAUF Taşıma Araçları ve Sanayi A.Ş.'de Teknik Ressam olarak 1990 yılının Ekim ayına kadar çalıştı. 1990-1991 eğitim-öğretim yılında İ.T.Ü. Sakarya Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde Lisans öğrenimine başladı. 1993-1994 döneminde lisans öğrenimini tamamlayarak bir sonraki dönemde Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Ana Bilim Dalı İ. Öğretimde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Yüksek lisans öğrenimi sırasında KİMAK A.Ş. fabrikasında Teknik Müdür Yardımcısı olarak çalıştı.