

29166

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YUVARLAK ÇUBUK
HADDELEMESİNDE
ÖZEL YÖNTEMLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BEHÇET ÇALIŞKAN
MAKİNA MÜH.

OCAK 1993

İSTANBUL

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Ö N S Ü Z

Yuvarlak çubuk haddemesinde kullanılan yarmalı haddeme yöntemleri ilk kez 1970 yılında Kanada'da uygulanmıştır. Yöntemin ana ve geliştirme patentlerine sahip olan Co-Steel International Ltd. tarafından geliştirilmiştir.

Küçük çaplı çubukların üretim verimliliği düşük olduğundan üretim maliyetleri yüksektir. Bunların üretim verimliliğini arttırmak ve minimum üretim maliyeti elde etmek için yarmalı haddeme metodları geliştirilmiştir. Bu metodlar, yarmalı ve çok yarmalı haddeme metodlarıdır.

Türkiye'de yarmalı haddeme teknolojisi henüz çok yenidir. Türkiye'de yarmalı haddeme teknolojisini kullanan şirketler İzmir Demir Çelik ve Sivas Demir Çelik'dir. Şu anda İstanbul Demir Çelik A.Ş.de yarmalı haddeme metoduyla çalışacak bir haddahane kurmaktadır.

Gelecekte yarmalı haddeme metodunun uygulamada daha geniş bir şekilde yer alması beklenmektedir.

Bu çalışmada "Yuvarlak Çubuklar İçin Yarmalı Haddeme Yöntemleri" konusu incelenmiş, kalibrasyon ve motor gücü hesapları yapılmıştır.

Tez süresince bana destek olan tez danışmanım Sayın Prof. Mehmet Emin Yurci'ye ve İstanbul Çelik ve Demir İzabe Sanayii A.Ş. Haddahane Bölümü çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

Tez çalışmamın konusunu, yuvarlak çubuk haddemesinde kullanılan yarmalı haddeme yöntemleri oluşturmaktadır.

Yarmalı haddeme yöntemleri, daha az yüzde ezme oranı ile ürünler elde etmeye müsaade ettiği için daha az sayıda pasolar gerektirir. Bu yüzden, hadde ayaklarının sayısı azalmakta ve düşük hızda yüksek verimlilik sağlanmaktadır.

Bu çalışmada, küçük çaplı çubukların haddemesinde yüksek verimlilik ve minimum üretim maliyeti sağlayan "Yarmalı Haddeme Yöntemleri" konusunda incelemelerde bulunulmuştur.

Birinci bölümde yuvarlak çubuklar için yarmalı haddeme teknolojisi incelenmiştir.

İlk bölümlerde yarmalı haddeme teknolojisinin genel tanımı ve yarma metodları ele alınmış ve işlemin kontrolü incelenmiştir.

Daha sonraki bölümlerde giriş ve yarma klavuzunun tanıtımı, vazifesi, hazırlanması, bakımı incelenmiş ve hadde paso dizaynı ve fabrika planı ele alınmıştır.

Son bölümde yarmalı haddemenin avantajları incelenmiş ve yarmalı haddeme teknolojisinin uygulama örnekleri ele alınmıştır.

İkinci bölümde yuvarlak çubuklar için çok yarmalı haddeme teknolojisi incelenmiştir.

İlk bölümlerde çok yarmalı haddeleme teknolojisinin genel tanıtımı ve yarmanın metodu incelenmiş ve hadde paso dizaynı ele alınmıştır.

Daha sonraki bölümlerde çok yarmalı haddeleme metodunun deneyleri ele alınarak deney sonuçları açıklanmıştır.

Son bölümde çok yarmalı haddelemenin avantajları incelenerek elde edilen sonuçlar açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde yarmalı haddeleme için yuvarlak çubukların kalibrasyon ve elektrik motor gücü hesapları yapılmıştır.

İSTANBUL 1993

BEHÇET ÇALIŞKAN

SUMMARY

Subject matter of my thesis is cleave-rolling methods/ systems employed at bar metal rolling.

Cleave-rolling systems allows production of materials with less amount of surface crushing, therefore necessitating less number of passings. Hence, rolling legs decrease in number and high production yield is achieved at low speeds.

This study examines "Cleave-rolling systems" enabling minimum production costs and high proficiency for rolling of minimal radius bars.

At the first part Cleave-rolling systems technology for bar metals were investigated.

First chapters were assigned to general description of Cleave-rolling systems and cleaving methods, and process control was investigated.

Further chapters were assigned to entry and cleaving guide description, its duty, preparation, maintenance were scrutinized and roll passing design and factory plans were viewed.

At the closing chapter benefits of Cleave-rolling systems were looked into, and application processes of the said technology were described with examples.

In the second part multi-Cleave-rolling methods for bars were studied.

At the initial chapters general description of Cleave-

rolling technology and cleave methods, and passing desing were studied.

Further chapters, Cleave-rolling methods were studied with tests including test results.

At the last part benefits of Cleave-rolling were throughly investigated and acquired results were duly enumerated.

İSTANBUL 1993

BEHÇET ÇALIŞKAN

İ Ç İ N D E K İ L E R

Sayfa No

1. YUVARLAK ÇUBUKLAR İÇİN YARMA HADDELEME TEKNOLOJİSİ	1
1.1 Genel	1
1.2 İşlem	2
1.3 Yuvarlak Çubukların Yarma Metodları	9
1.4 İşlem Kontrolü	14
1.5 Klavuz Donatımı	15
1.5.1 Giriş Klavuzun Vazifesi	17
1.5.2 Giriş Klavuzun Hazırlanması	17
1.5.3 Klavuz Bakımı	18
1.5.4 Yarma Klavuzun Vazifesi	19
1.5.5 Yarma Klavuzunun Tanıtımı	19
1.5.6 Yarma Klavuzun Hazırlanması	21
1.5.7 Yarma Klavuzunda Açınan Parçaların Ömürleri	21
1.5.8 Yarma Klavuzun Bakımı	23
1.6 Merdane Paso Dizaynı ve Fabrika Planı	24
1.7 Özel Donatımlar ve Ana İhtiyaçlar	31
1.8 Yarmalı Haddelenenin Avantajları	31
1.9 Yarma Haddeleme Teknolojisinin Uygulama Örnekleri	43
2. CO-STEEL'İN YARMA HADDELEME TEKNOLOJİSİ	48
3. ÇELİK ÇUBUKLAR İÇİN ÇOK-YARMA HADDELEME TEKNOLOJİSİ	52
3.1 Tanıtma	52
3.2 Yarmanın Metodu	53
3.3 Paso Planı	55
3.4 Sonuç	58
4. YENİ YARMA HADDELEME TEKNOLOJİSİ NIPPON STEEL'İN ÇOK-YARMA HADDELEME METODU	59
4.1 Tanıtma	59
4.2 Çok-Yarma Haddeleme Metodunun Deneyleri	62
4.2.1 Kurşun Haddeleme Deneyi	63
4.2.2 Sıcak Haddeleme Deneyi	65
4.3 Çok-Yarma Haddelenenin Avantajları	72

5. GELECEK GELİŞMELER	79
6. KALİBRASYON HESAPLARI	83
6.1. Ø8, Ø10, Ø12, Ø14'lük Çubukların Paso sayılarının Hesaplanması	83
6.2. Ø8, Ø10, Ø12, Ø14'lük Çubukların Merdane Paso Dizaynı	89
6.3. % Ezme Oranlarının Tespiti	90
6.4. Uzatma Katsayılarının Hesabı	94
6.5. Kesit Alanlarının Hesabı	97
6.6. % Ezme Oranlarının Hesabı	99
6.7. Ø8, Ø10, Ø12, Ø14'lük Çubukların Kalibre Ölçülerinin Hesaplanması	101
7. HADDE KUVVETLERİNİN HESAPLANMASI	122
8. ELEKTRİK MOTOR GÜÇLERİNİN HESABI	143
8.1. Merdane Hızlarının ve Devirlerinin Hesabı	145
8.2. Elektrik Motor Güçlerinin Hesabı	152
9. SONUÇ	176
10. KILAVUZLARIN TEKNİK RESİMLERİ	177
11. KAYNAKLAR	191

1. YUVARLAK ÇUBUKLAR İÇİN YARMA HADDELEME TEKNOLOJİSİ

1.1. Genel

Yarmalı haddeleme teknolojisi, ilk kez 1970 yılında Kanada'da uygulanmıştır. Yöntemin ana ve geliştirme patentlerine sahip olan Co-Steel International Ltd. tarafından geliştirilmiştir. Mart 1977' de Co-Steel tarafından Nippon Kokan'a Kanada'daki yarmalı haddeleme hakkında bilgi verilmiştir. Nippon Kokan'da Japonya'da bu teknolojiyi uygulamıştır. Nippon Kokan 1977'de bundan başka gelişmeler için üretim planını geliştirmek ve daha kaliteli ürünler elde etmek için Toshin Steel Co. Ltd. ile beraber yarmalı haddelemenin kuruluşuyla ilgili bir çalışma yapmıştır.

Nippon Kokan 1979'da yarmalı haddeleme teknolojisini satmaya başlamıştır. Bu teknoloji şimdiye kadar çok memnun edici sonuçlar ile inşaat çelikleri için çubuk çekme fabrikalarına uygulanmıştır. Bu teknolojinin uygulanmasıyla üretim planı değişmiştir, üretim kapasitesi artmıştır, toplam haddeleme gücü azalmıştır, haddeleme tezgahlarının sayısı ve tav ocağında yakılan yakıt tüketimi azalmıştır.

Yarmalı haddeleme teknolojisi, çelik çubuk haddeleme metodlarının en önemlilerinden birisi olacaktır.

1.2. İşlem :

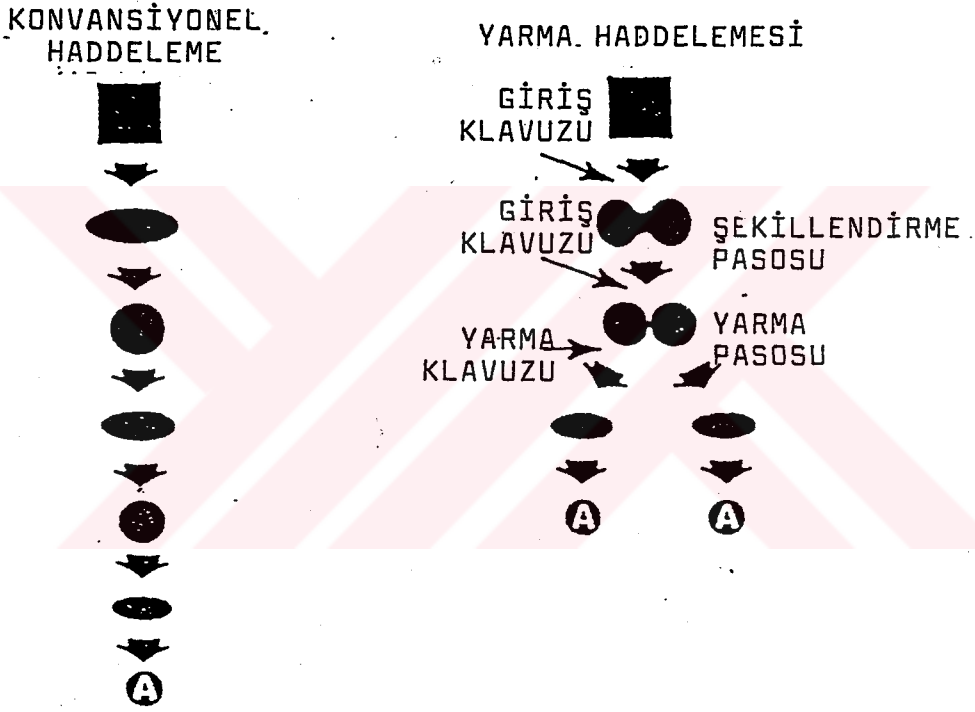
Yarmalı haddeleme teknolojisinde, yarma bölgesinden önce özel merdane pasoları kullanılarak haddeleme uygulanmakta ve haddelenen kütük son haddeleme bölgesinde (finişte) özel bir yarma aletiyle (yarma klavuzu) uzunlamasına iki parçaya dilinmektedir.

Teorik olarak yarma birkaç kez tekrarlanabilir. Fakat son yapılan araştırmalarda maksimum iki yarma olduğu böylece bir kütükten dört çubuk olduğu belirlenmiştir. Sadece iki çubuk sağlayan yarmanın emniyet, tolerans ve arızalar bakımından çok yeterli olduğu dikkate alınmalıdır.

Yarma bölgesinden önce özel merdane pasoları ve sadece yarma bölgesinde özel haddeleme tertibatları vardır. Yarma bölgesine, çubuk yarma ve ayırma tertibatı konmuştur.

Şekil 1. Yarmalı haddeleme ile konvansiyonel haddelemenin merdane pasolarının karşılaştırılmasını gösterir.

MERDANE PASÖLARIN KARSILASTIRILMASI

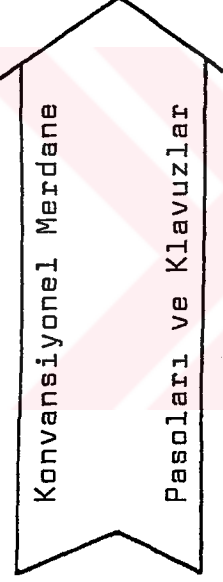


NOT: Ürünün toplam alanı, eş bitirme hızı için işlenecek miktarın tonajı iki katı artar.

ŞEKİL - 1 : MERDANE PASÖLARININ KARSILAŞTIRILMASI

Yarma Haddelemesi ve Konvansiyonel Haddelemenin Karşılaştırılması

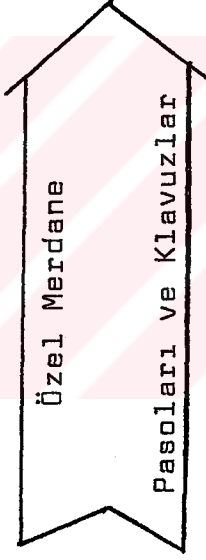
Konvansiyonel Haddeleme



Bir Kütük

Bir Çubuk

Yarma Haddelemesi



Bir Kütük

İki (veya daha fazla)
Çubuk

NOT

İki Özel Merdane Pasosu Kullanılır

1. Şekillendirme Pasosu
2. Yarma Pasosu

Üç Özel Klavuz Kullanılır

1. Ön-Giriş Klavuzu
2. Giriş Klavuzu
3. Yarma Klavuzu

Yarma haddelendirme prosesinde konvansiyonel sürekli haddelendirmeden farklı olarak, şekil hazırlamada özel haddelendirme pasoları ve klavuzlar kullanılır. Şekillenmiş kütük, yarma klavuzuyla uzunlamasına bölünerek iki veya daha fazla çubuk kollarına ayrılır ve bu kollar haddelenerek bitiş büyüklüğü elde edilir. Prensip bu işlem aşağıdaki gibi olur. (Şekil 2 ve Şekil 3)

a) Kaba hadde tezgahlarından geçerek haddelenen kütük, şekillendirme tezgahlarından birinci özel şekillendirme pasosu için bir kare kütük klavuzuna (ön-giriş klavuzuna) verilir.

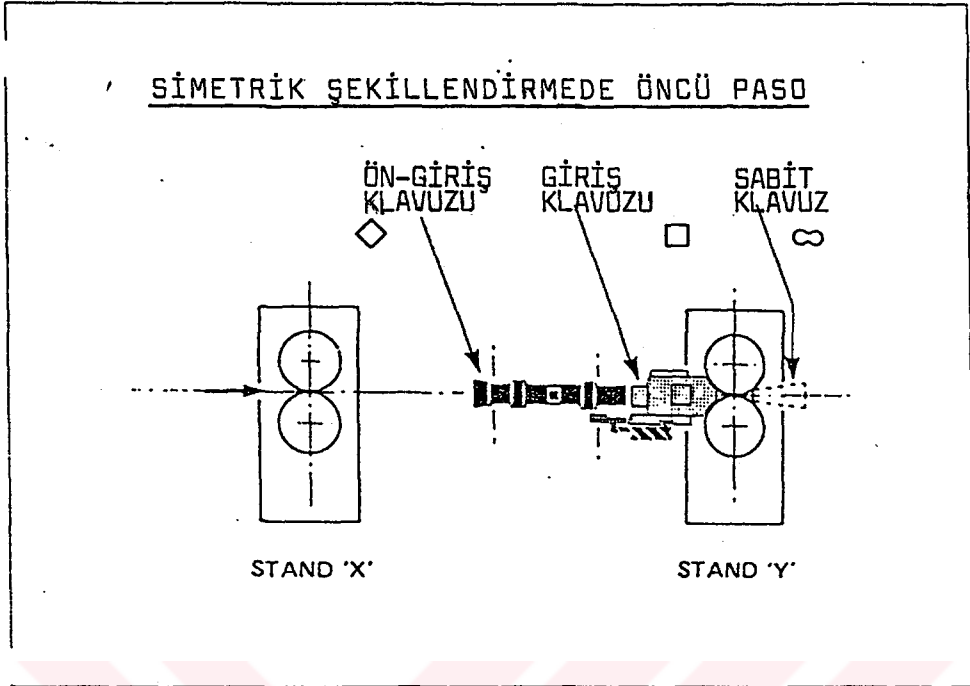
b) Bu kare klavuzun ve giriş klavuzunun hassas klavuzluluğu ile şekillendirme haddesine verilen kütük, bir simetrik parça biçiminde şekillendirilir ve küçültülür.

c) Ayırma haddesi, simetrik parça oluşumunun kontrolünü ve kapalı klavuzluluğunu sağlar. Ayırma haddesinde kütük, şekil 1'deki paso dizaynıyla uzunlamasına ayrılarak iki eş çubuk şeklinde şekillendirilir ve küçültülür.

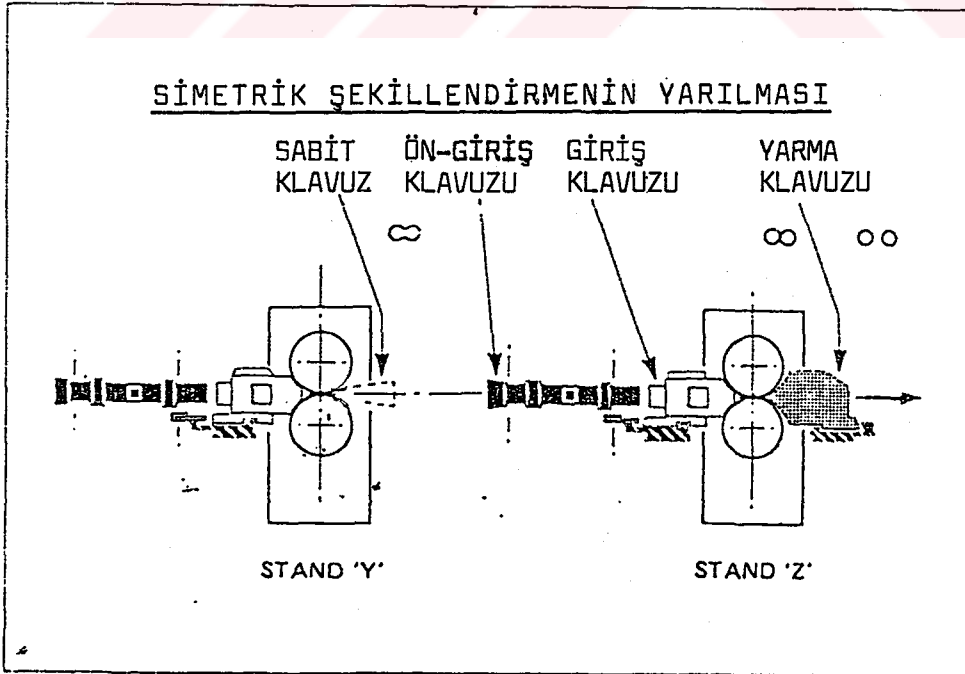
d) Ayırma tezgahının verici tarafındaki özel bir klavuz (yarma klavuzu), kütüğü yarararak temiz bir şekilde ayrımını sağlar ve iki yeni çubuk kollarını ayrı ayrı finiş hattına gönderir.

e) Bundan başka bir yarma işlemiyle 2 çubuk kolundan 4 çubuk kolu üretilebilir.

f) Yarma haddelendirmesinde finişteki üretim iki hadde tezgahı daha az olarak sonuçlanır.



ŞEKİL - 2 : SİMETRİK ŞEKİLLENDİRMEDE ÖNCÜ PASONUN TEZGAH VE KLAVUZ DÜZENİ.



ŞEKİL - 3 : SİMETRİK ŞEKİLLENDİRMENİN YARILMASINDA TEZGAH VE KLAVUZ DÜZENİ.



FOTOĞRAF - 1 : YARMA HADDELEME İŞLEMİNİN ÇALIŞMASI

Yarma haddemesi ile konvansiyonel haddeme işlemi arasındaki farklı noktalar şunlardır:

- a) Haddeme sadece bir kolla başlar ve çubuk uzunlaşmasına yarılarak birkaç kolla son bulur.
- b) İki çubuğa yarma işlemiyle, yarmasız konvansiyonel işlemle elde edilen ürünün iki misline ulaşılır.
- c) b'nin sonucunda hızlar arasında da aynı fark vardır. 1'inci haddedeki giriş hızı normal haddemeyle karşılaştırıldığında yarma haddemesinde iki katına ulaşır.
- d) Çubuğun yarılmasıyla, pasoların toplam sayısı konvansiyonel sisteme karşı 2 azalır.
- e) Özel aletler ve paso dizaynları sadece yarma bölgesiyle ilgilidir. (2 veya 3 paso)

Yarma haddeme işlemi genellikle güçlendirme veya yapısal amaçlar için profilli ve yuvarlak çubukların üretiminde uygulanır. Yarma haddemesini dar levhalar ve kütükler gibi diğerk çubuk ürünlerinin (yüksek sertlikte yuvarlak çubuklar, profilli ve levha çubuklar) üretiminde uygulamak mümkün olabilecektir. Bu amaç için çalışmalar sürmektedir.

Tel çubukların üretiminde yarma haddeme işlemini uygulamak mümkündür. O genellikle 5.5mm çapındaki tel çubukların üretimi için uygulanır. Mevcut kütüğün maksimum kesit alanı, 75m/s son bitiş hızı için 130x130 mm'dir. Bununla beraber, haddelenmiş parçalar daha az sıcaklık azalması gösterdiğinden çok iyi şekillenmektedir. Yarma haddeme işleminin çok önemli özelliklerinden biri, daha büyük kesit alanına sahip bir kütüğün kullanılabilir olmasıdır.

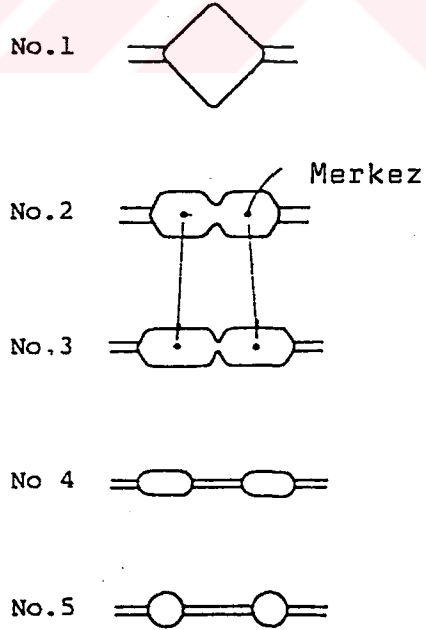
Yarma prosesi, fabrika ihtiyaçlarına bağlı olarak işletme verimliliğini arttırmak için sürekli haddehanelere özel düzenlemelerle uygulanabilir. Üretim oranlarında önemli artışlar sağlanmakta, haddeme tezgahlarının sayısı azalmakta ve üretim maliyeti düşmektedir.

1.3. Yuvarlak Çubukların Yarma Metodları

Aşağıdakiler yuvarlak çelik çubukların üretimi için planlanmış bazı yarma metodlarıdır.

1.3.1. Çubuklar İçin Yarma Metodu A

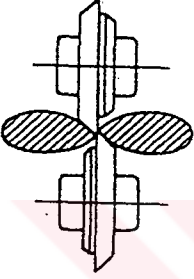
Şekil 4'de gösterilen bu metod, paso no.2'de çubuğun ortasını boydan boya derinleştirir. Aynı zamanda paso no.3'de çubuğun ortası derinleştirilir, hem de her bir parçanın ağırlık merkezi dışarıya doğru taşınır. Bu ağırlık merkezinin dışarıya doğru taşınması her iki tarafta gerilme etkisine neden olur ve kırılana kadar boyunun daraltılmasına sebep olur.



ŞEKİL - 4 : ÇUBUKLAR İÇİN YARMA METODU - A

1.3.2. Çubuklar İçin Yarma Metodu B

Şekil 5'de gösterilen bu metotta, çubuğun incelmış boyunlu kısmı bir dairesel makasla kesilir. Kesilen parçalar hâlâ birbirine yakındır, bunları ayıracak bir düzen makastan sonra konulmalıdır.



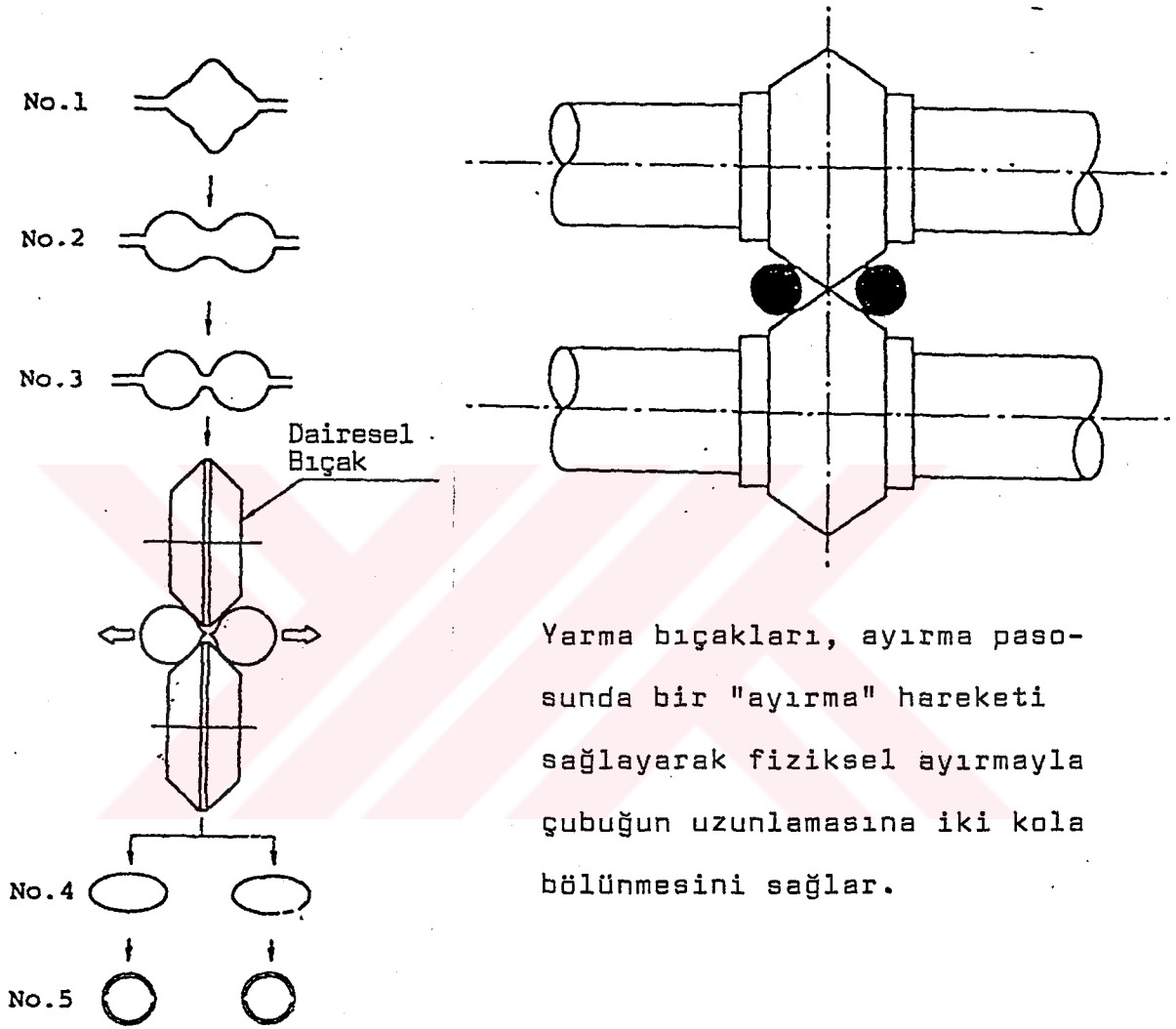
ŞEKİL - 5 : ÇUBUKLAR İÇİN YARMA METODU-B

1.3.3. Çubuklar İçin Yarma Metodu C

Şekil 6'da çubuğun paso no.2'de ortadan inceltildiği, paso no.3'de inceltmenin derinleştirildiği ve daha sonra çubuğun paso no.3 takibinde dairesel bıçaklarla inceltilen kısımdan uzunlamasına kesildiği ve iki parçaya ayrıldığı gösterilir.

Dairesel bıçaklar ile şekillenmiş parça üzerinde dışarıya doğru bir kuvvet oluşturularak parçanın bölünmesi sağlanmaktadır. Dairesel bıçaklar aynı zamanda çubuğu keser ve iki parçaya ayırır. Bu iki parça, dairesel bıçaktan sonra yerleşmiş bir klavuzdan geçerek sonraki pasoya iletilir.

ŞEKİL - 7 : YARMA BIÇAKLARININ ÇALIŞMA ŞEKLİ.

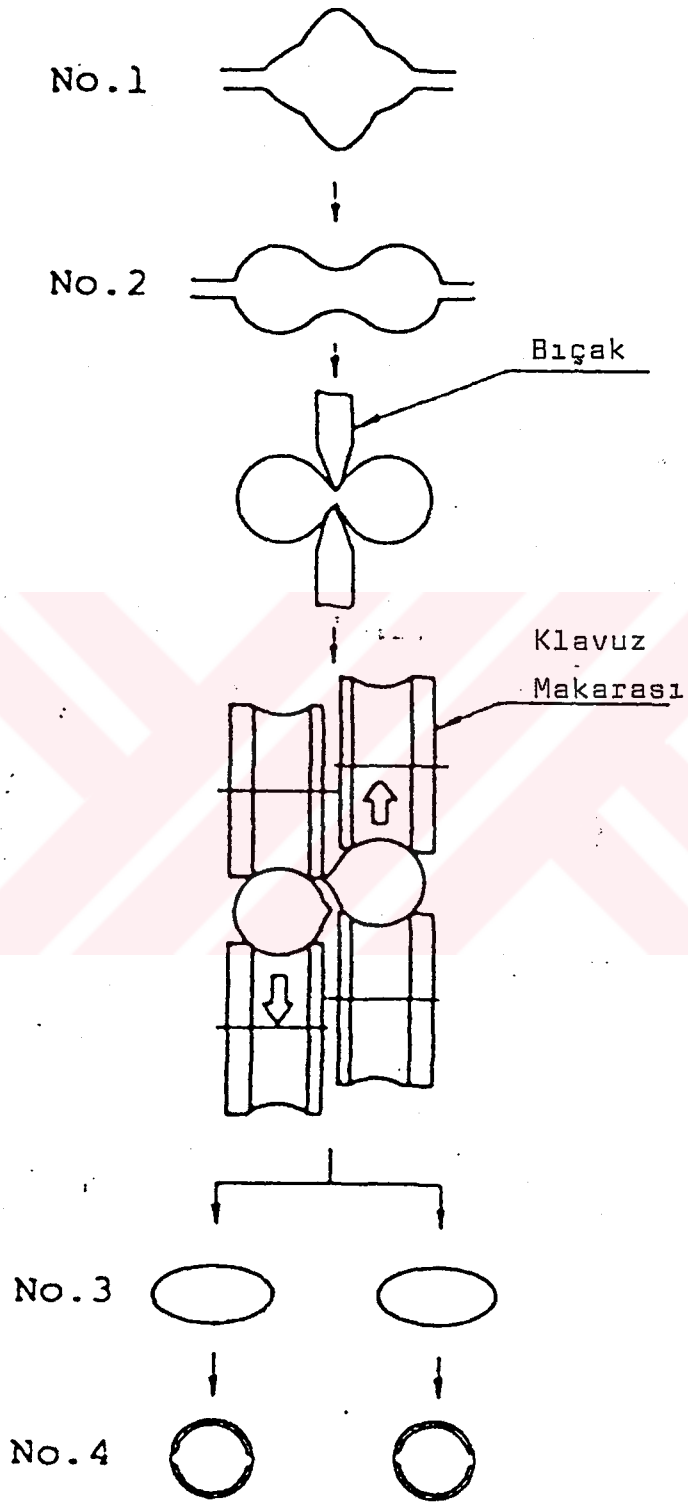


ŞEKİL - 6 : ÇUBUKLAR İÇİN YARMA METODU-C.

1.3.4. Çubuklar İçin Yarma Metodu D

C- metoduyla ikiye ayrılan parçalar yan yana dizilirler, şekil 8'de gösterilen metodla ayrılan parçalar birbirinin üzerinde dizilirler. Paso no.2'de boyunlama şekillendirmesinden sonra, boyun bir bıçakla boydan boya derinleştirilir. Daha sonra klavuz makaralar çubuğu bıçak ayırması gibi iki parçaya ayırır, ayrılan parçalara klavuzluk ederek birinin yukarıya doğru ve diğerinin aşağıya doğru gitmesini sağlar.

Yukarıda sözü edilen varyasyonların C ve D metodları Japonya'da yuvarlak çubukların üretimi için kullanılır. İki metodta da ortak özellik, çubuğun boynundan (inceltilmiş kısımdan) iki parçaya bölünmesidir. Her ikisinde de parça yanlamasına veya diklemesine bölünür. Bütün metodlar, çubuğun merdanelerin etkisiyle boyunlanmasını (inceltmesini) ve bir klavuz, bıçak veya yarıcıyla boynun (inceltilmiş kısmın) uzunlamasına kesilerek parçalara ayrılmasını gerektirir. Ayrılan parçalar daha sonra bir klavuz vasıtasıyla birbirinden ayrılır.



ŞEKİL - 8 : ÇUBUKLAR İÇİN YARMA METODU-D.

1.4. İşlem Kontrolü

Yarma haddeleme işleminin sürekli ve etkili çalışması için tüm haddeleme donatılarının iyi bir düzen içinde olması önemlidir. Tam bakım ve dikkat ilk olarak çubuk çekmenin düzeltilmesine yöneltilmelidir. Bu şartların yerine getirilmesi için gereken ana belirlemeler aşağıdaki gibi maddelenmiştir.

A. Kare klavuz için kütük biçimi, simetrik şekillendirme ve ayırma tezgahları mümkün olduğu kadar yakın tutulmalı ve haddeleme planı doğrultusunda muhafaza edilmelidir. Kütük biçimini etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır.

- 1) Merdanelerdeki doğru paso profili
- 2) Taşmayı engellemek için doğru merdane aralığı
- 3) Üst ve alt merdanelerdeki pasoların doğru hizalanması.
- 4) Fazla aksenel salgıyı engellemek için gerçek merdane yeri saptanmalı ve sağlam merdane yatakları kullanılmalıdır.
- 5) Sabit hadde tezgahları, sıkı vidalama ve merdane dengesini sağlamakla sağlanır.
- 6) Sağlam merdane kalitesi ve iyi paso şartı.
- 7) Değişmez kütük sıcaklığı.

B. Kare klavuzla kütüğün klavuzlanması ve simetrik şekillendirme ve ayırma tezgahlarında şekillenmesi, eşit olarak dengelenmiş çubuk kollarının üretimi için kritik bir durum oluşturur. İstenilen klavuzun özellikleri aşağıda listelenmiştir.

- 1) Sabit ve sağlam klavuzlar.
- 2) Güvenli ve sağlam destek çubuğu.
- 3) Hizalama işleminin kolaylığı için hassas ayarlamalı klavuz.
- 4) Hizalama işleminin devamlılığı için uygun ve sağlam ayarlı klavuz.
- 5) Kütüğün sıkıca desteklenmesi.
- 6) Sağlam ve serbest çalışan ayarlı makaralar.
- 7) Tezgahlar arası uygun klavuzlar.
- 8) Bütün parçaların sağlam ve doğru olarak iyi durumda çalışmasının devamlılığı uygun klavuzlarla sağlanır.
- 9) Klavuzlar doğru olarak ayarlanır ve tezgahlara yerleştirilir.

Bundan başka iyi bir haddehane kontrolünde, başından sonuna kadar bütün tezgahlar arasında, tezgahlar arası çekme-kontrolü, hız kontrolü, baştan sona iyi çubuk, iyi kalitedeki haddehane suyu ile yeterli soğutma ve kütüğün kaliteli dökümü şartıyla mümkün olabilmektedir.

1.5. Klavuz Donatımı

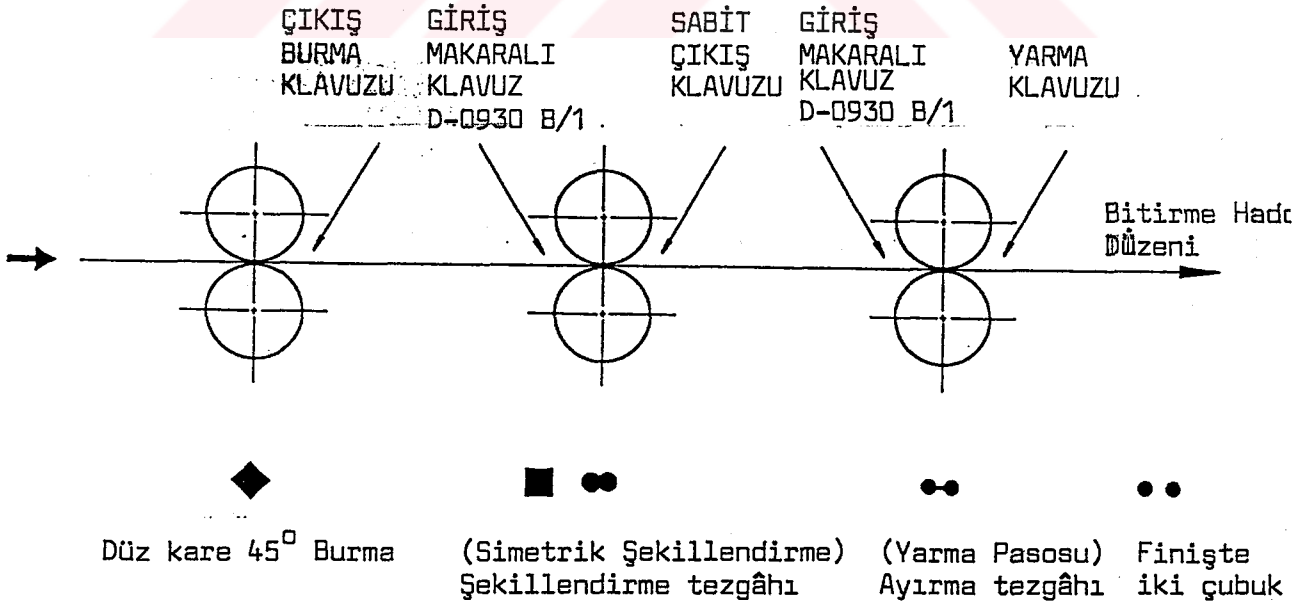
İkiye ayrılmış kolların eşit kütük dengesini sağlamak için şekillendirme ve ayırma tezgahlarının hassas klavuzlarla donatılması çok önemlidir.

MORGARDSHAMMAR GUIDE SYSTEMS marka özel klavuzlar yarma işlemi için tüm istenen işlevleri ve dayanıklılığı sağlarlar.

Kare klavuz, simetrik şekillendirme ve ayrılmış çubuklar için kütük şeklinin önemine değinilmektedir ve bu bölümler için hedef tolerans ± 1 olarak tavsiye edilmiştir.

İlişikteki örnekler, simetrik şekillendirme tezgahına giren karelerin ve ayırma tezgahına giren simetrik şekillendirilmiş parçaların biçimlerini ve ölçülerini göstermektedir.

21mm ve 32mm boyutları arasında olan kare parçalar, D 0930 B/1 çift makaralı klavuza girerken 45° döndürülerek düz pozisyonda olmalıdır. Yıllarca edinilen tecrübeler şunu göstermektedir ki makaralı klavuzdan önceki ön-giriş klavuzu, D 0930 B/1'in sağlam tutma kabiliyetinden dolayı gerekli değildir ve aynı zamanda simetrik şekillendirme bölümleri içinde gerekli değildir.



ŞEKİL - 9 : YARMA HADDELEMESİ KLAVUZLAMA SIRASI

1.5.1. Giriş Klavuzun Vazifesi

Giriş klavuzları, D 0930 B/1 ayarlanabilir dört makaralı tipi aşağıdaki vazifeleri sağlar.

a) Şekillendirme tezgahında, tamamen simetrik şekillendirilmiş bir kütük üretmek için kütükler simetrik şekillendirme pasosuna farklı kare klavuz vasıtasıyla tamamen hizalanarak ve yanlamasına tutularak iletilir.

b) Ayırma tezgahında, iki eşit dengelenmiş çubuk kolu üretmek için simetrik şekillenmiş kütük klavuz vasıtasıyla ayırma pasosuna tamamen hizalanarak ve yanlamasına tutularak iletilir.

Makaralı giriş klavuz tipi D 0930 B/1, yarma haddeleme uygulaması için özellikle MORGARDSHAMMAR GUIDE SYSTEMS tarafından geliştirilmiştir.

Bu makaralı klavuz, D 0930'dan 25mm daha geniştir ve bu makaraların rulman montajı standart bilye rulmanlarının yerine SKF 30302 konik makaralı rulmanlar ağır koşullarda gelişebilmektedir.

1.5.2. Giriş Klavuzun Hazırlanması

Genel olarak klavuz daima klavuz atelyesinde hazırlanmalıdır. Fakat 4 makara tutucularının klavuzda uç ayarlaması aynı zamanda önemsiz olan ayarlamalar ve makaralar isteniyorsa fabrika dışında yapılabilir. Makaraların durumlarında ve giriş klavuzlarında veya hazırlamada herhangi bir şüphe duyulursa klavuz değiştirilmelidir.

Uygun ve güvenilir hazırlama sağlamak için merdane boşluklarını hazırlamada kullanılan ayar çubukları tavsiye edilmiştir veya Morgardshammarın optik aletleri uygulanmalıdır.

Bütün makaraların ayarlanması için basit silindir biçiminde namlular kullanılır. Fakat istenirse ayırma tezgahındaki klavuz, simetrik şekillendirme için değişmezliğini daha iyi hale getirmek için parçanın dış hatlarına uygun makaralarla donatılmalıdır.

1.5.3. Klavuz Bakımı

Çubuk çekmede bu klavuzlardan maksimum kullanma süresi ve ömrü sağlayabilmek için hergün klavuzlar üzerinde tecrübeli olunan bakım programı uygulanmalıdır. Aşağıdaki noktalar gözönüne alınmalıdır.

a) Klavuzlar, çubuk çekmede her bir arası çalışmadan sonra tamamıyla gözden geçirilmelidir ve gerekirse giriş klavuzları, makaralar ve rulmanlar değiştirilmelidir.

b) Makaralar, çubuk çekmede en az her bir 8 saat çalışma süresinden sonra teker teker yağlanmalıdır. (BP Energrease LS EPI veya denk olan yağ)

c) Makara rulmanlarının uygun çalışmasını sağlamak için makara rulmanları haddinden fazla oynak olmamalı ve boşlukları kontrol edilmelidir.

- d) Aşınmış ve sertleşmiş makaralar yeniden taşlamayla minimum çapta kullanılabilir.
- e) Su besleyiciler, her bir makaraya serbest akışı sağlamak için sürekli olarak kontrol edilmelidir.
- f) Uç makarası, aşırı serbest boşluklar sağlamamak için kontrol edilmelidir.
- g) Tüm ayarlama mekanizması ve açık yüzeyler, çubuk çekmede her bir çalışmadan önce metal koruyucu makina yağı ile kaplanmalıdır.
- h) Klavuzun ayarlama mekanizması mili, fabrikada her bir çalışmadan önce tam olarak yağlanmalıdır. (BP Energrease LS EPI veya denk olan yağ.)

1.5.4. Yarma Klavuzun Vazifesi

Yarma klavuzunun vazifesi, başarılı bir sonuç sağlamak için yarma pasosundan sonra yarma işlemini sağlamaktır. Yarma pasosunda uzunlamasına ayrılan kütük, yarma klavuzunda bir çift serbest çalışan ayırma tekerleklerine yöneltilir. Bu tekerlekler temiz ve tam bir yarma işlemi sağlarlar. Bu iki çubuk kolu daha sonra bir bölünmüş dağıtım ünitesinin vasıtasıyla iki adet finiş hattına doğru gönderilir.

1.5.5. Yarma Klavuzunun Tanıtımı

Yarma klavuzu, merdane pasosuna tam uygun uçlu bir uç parçası ve iki adet serbest çalışan yarma tekerleklerinin ön montajını taşıyan bir sert çelik gövdeden oluşur. Ön kapak

vidaları söküldüğünde iki tekerlek aksenal olarak merkezlenir ve herbiri diğerine göre ayarlanabilir. Bundan başka her iki tekerlek 3 basamakta radyal pozisyon için herbiri diğerine göre ayarlanabilir ve tekerleklerin düzeltilmesine mekanik kilitleme düzeni olanak verir.

Herbir tekerlek montajları, bir rondelalı somun ve emniyet disk sistemiyle sağ sola oynamaksızın serbest hareket edebilecek şekilde monte edilmiştir.

Klavuz uç parçaları ön tarafa monte edilmiştir ve üstelik merdane pasosuna tamamen uyacak şekilde yanlamasına ve uzunlamasına ayarlanabilir.

Üst ve alt klavuz ilaveleri çıkış tarafından monte edilmiştir ve sağlam bir üst vidayla sıkıştırılmıştır.

Yarma tekerlekleri rulmanlarının yağlanması 4 yağ nipelini yoluyla veya dağıtıcı yoluyla hava-yağ sistemleri için 2 bağlantılı olarak yapılabilir. Merdane pasosunu ve yarma tekerleklerini soğutmak için yalnız bir tane su bağlantısı vardır. Uzun ömür sağlamak için merdane pasolarına ve yarma tekerleklerine yeterli soğutma suyu yöneltilmesine özel dikkat gösterilmelidir.

Yarma klavuzunu özet olarak tanıtırsak;

- Yarma tekerlekleri için gövde karışık değildir ve tekerlek montajı basittir.
- Yarma tekerlekleri, özel dayanıklı malzemedir yapılmış çabuk değişebilen yarma çemberlerine sahiptir.

- Yarma tekerleklerinin yataklanmasında ara sacları yoktur ve yatak vidalarla basitçe ayarlanabilir.
- Yarma tekerlekleri aksenal yönde ayarlanabilir.
- Uç parçaları iki yönde ayarlanabilir.
- Ayarlanabilir tabanlı yarma klavuzunun iyi paso ayarı.
- Dağıtıcı yoluyla hava-yağ sistemiyle yağlama için 2 yağlama bağlantısı, gres yağlaması için 4 adet nipel bağlantısı.
- Yarma tekerleklerinin ve merdane pasosunun soğutulması için yalnız bir su bağlantısı.

1.5.6. Yarma Klavuzun Hazırlanması

Yarma klavuzu bir bütün olarak hazırlanabilir. Dökümler klavuz atelyesinde ve fabrikada değiştirilir. (Özellikle ilk hazırlama için tercih edilir) Yarma tekerlek montajlarının yapılması, sabit uç parçası ile bağlantılı yarma tekerlek uçlarının doğru merkezlenmesini sağlamak ve klavuz ilaveleri klavuz atelyesinde yapılmalıdır.

1.5.7. Yarma Klavuzunda Aşınan Parçaların Ömürleri

1) Uç Parçası: Her yarma klavuzu, yarılacak yuvarlakların boyutunda ve merdane profilinde biçim verilmiş bir döküm uç parçasına sahiptir. Bugün Morgardshammar yatay olarak yarılmış uç parçaları kullanmaktadır. Bu her iki yarım parça birbirine göre bir hizaya getirilir ve beraber vidalanır. Böylece birçok uygulamalar için aşınmış olukların kolay tamiri sağlanır.

İki eşit parçaya bölünmüş uç parçası, 1000-1300 N/mm² gerilmeye sıcakta çalışabilen yüksek aşınmaya dayanıklı döküm malzemedен yapılmıştır.

Finiş haddeme boyutu $\phi 10$ mm'den $\phi 14$ mm'ye değiştirilirse yivin ömrü kaynak yapmadan önce 800 ile 1200 ton arasında bir arası çalışma sağlayabilir.

2) Üst ve Alt Çıkış Klavuz İlaveleri: Bu ilaveler yapılacak boyuttan bağımsızdır. Altteki ilave üstekinden daha hızlı aşınır. O çubukları ayrı tutan kamaya sahiptir.

Ömür uygulamalı tecrübeyle tespit edilmiştir.

Üst Parça: 4 arası çalışma = 3000 - 4000 ton.

Alt Parça: 2 arası çalışma = 1600 - 2000 ton.

Bu dökme parçalar tamir edilebilir. Fakat onları hurdaya çıkarmak genellikle daha ucuzdur.

3) Yarma Tekerlekleri: Her yarma klavuzu 2 yarma tekerleğine sahiptir. Morgardshammar Guide Systems GmbH yarma klavuzundaki tekerlekler farklı boşluklar için 3 basamakta ayarlanabilir. Tekerlekler genellikle finiş haddeme büyüklüğüne bağlı olarak kaynak yapmadan önce aşağı yukarı 1000 - 2000 ton'luk bir-iki arası çalışmaya müsaade ederler.

Yarma tekerlekleri, 58-60 HRC sertliğinde MHK-X(%20 Cr) takım çeliğinden yapılmıştır. Bütün tahmin edilmiş ömürler, doğru merdane bölmesi, pasoyu doldurma ve klavuz ayarlaması ve kabul edilmiş haddeme bakımı yukarıda açıklanmıştır. Tamiratlar veya soğuk bölümler bu parçaların ömürlerini etkileyebilir.

1.5.8. Yarma Klavuzun Bakımı

Yarma klavuzunun ana parçaları, söz konusu parçalar aşınır ve daha sonra yedek parçalarla değiştirilir veya tamir edilir. Fakat fabrikada devamlı ve güvenilir çalışma için klavuz parçalarının genel durumlarını kontrol etmek ve yarma tekerleklerinin gövedeki montajına bakım saatinde bakmak önemlidir. Aşağıdaki noktalar gözönüne alınmalıdır.

a) Klavuz, fabrikada herbir arası çalışmadan sonra tamamıyla gözden geçirilmelidir ve gerekirse aşınan parçalar değiştirilmelidir.

b) Yarma tekerlek montajları, 800 - 1000 ton haddelemekten sonra değiştirilmelidir. Fakat eğer operatör isterse bozulana kadar sınırsız çalıştırılabilir.

c) Aşınan yarma tekerleklerinin uçları ve yanları yeniden kaynak yapılarak kullanılabilir.

d) Yarma tekerlek rulmanları en az 8 saat çalışma süresinden sonra yağlanmalıdır.

(BP Energrease LS EPI veya denk olan yağ.)

e) Kelepçe, ayarlama vidası ve açık yüzeyler klavuz yerleştirilmeden önce metal koruyucu makina yağı ile kaplanmalıdır.

f) Su besleyicileri sürekli ve etkili kontrol edilmelidir.

1.6. Merdane Paso Dizaynı ve Fabrika Planı

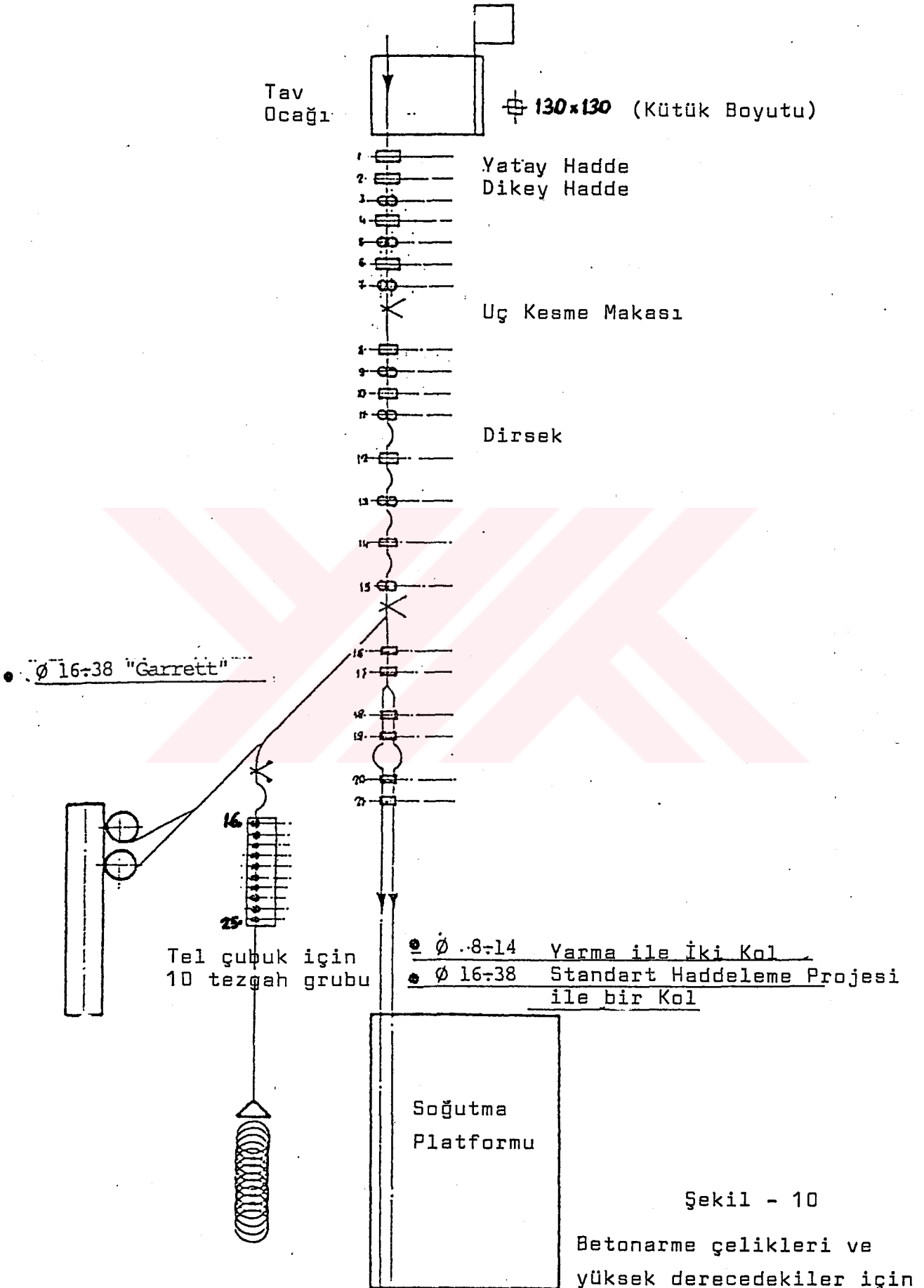
Şekil 10'da gösterilen fabrika planı bir fabrikada yapılan üretimi örneklerle açıklar.

a) Yarmalı : Çap 8-10-12-14 için iki kol.

b) Yarmasız : Çap 5,5 ÷ 14 yüksek sertlikteki çelik kangalı, soğutma kontrolünde bir kol.

.Çap 16 ÷ 38 yüksek sertlikteki çelik, bir kol soğutma platformu içinde veya Garret.

.Soğutma platformunda farklı bölümler, bir kol.



Şekil - 10

Betonarme çelikleri ve yüksek derecedekiler için fabrika planı.

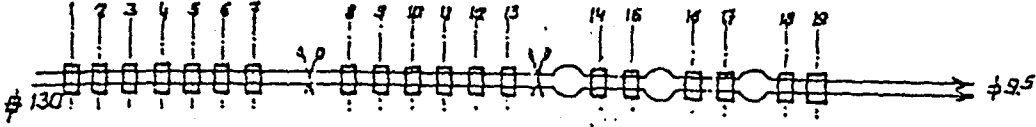
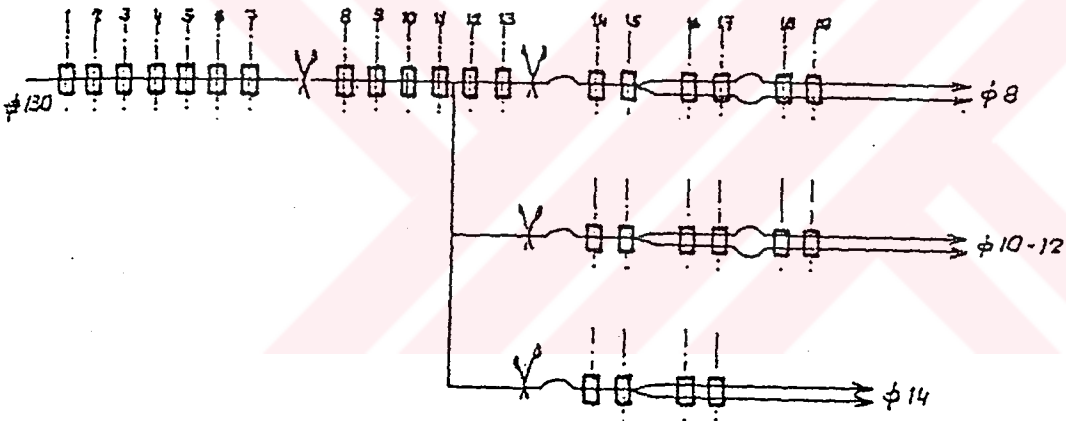
Ø 5.5-14

Konveyörlü Kangal Makinası

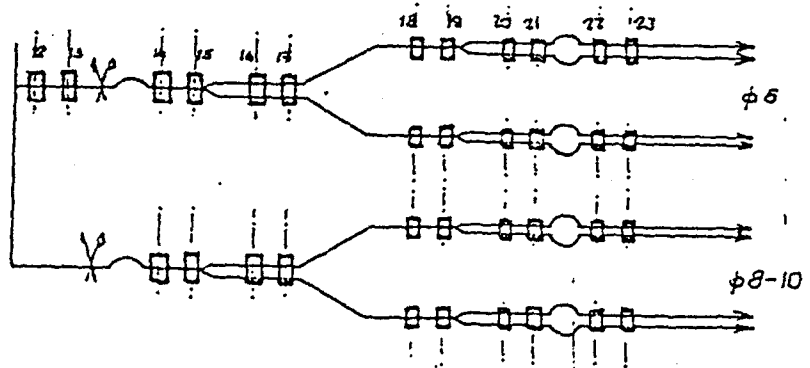
Kaynak : "Ferslit", A New Rolling Technique.

Şekil 11 yeni bir fabrika için yarmalı bir üretim planını gösterir veya konvansiyonel haddeme için orjinal bir projedir. Fakat yarmalı haddeme için bitiş kısmı değiştirilmiştir.



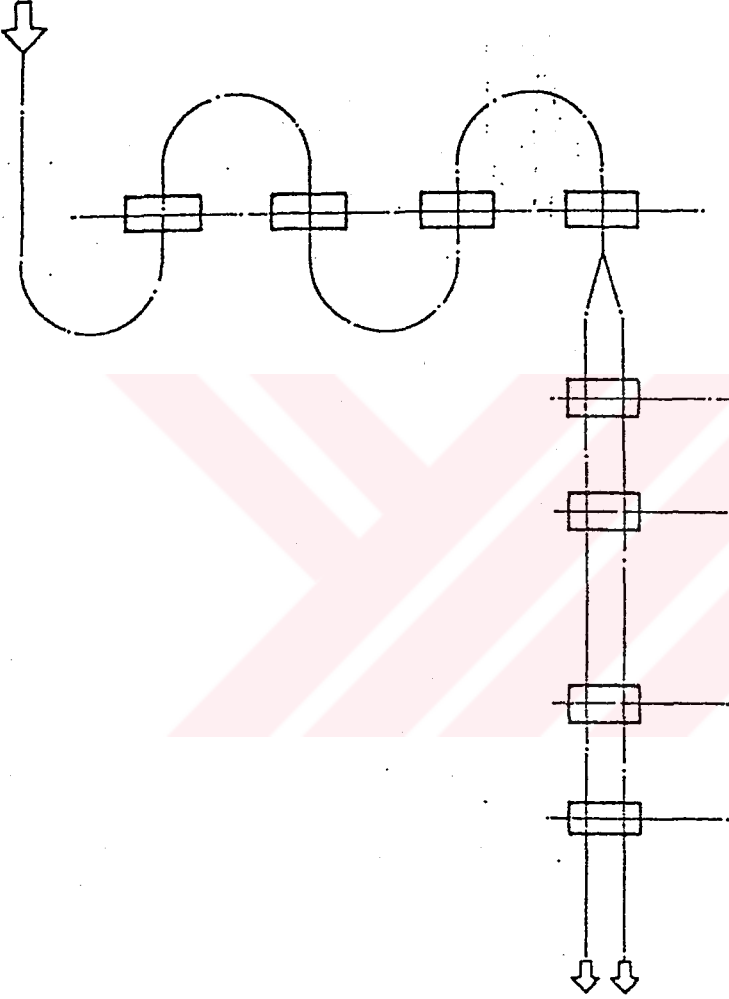
a) DEĞİŞTİRME DEN ÖNCEb) DEĞİŞTİRME DEN SONRAc) DEĞİŞTİRME DEN SONRA

4 FARKLI KOL



ŞEKİL - 11 : İKİ KOLLU HADDELEME TESİSİNDE DEĞİŞTİRME ÖRNEĞİ
Kaynak : "Ferslit", A New Rolling Technique.

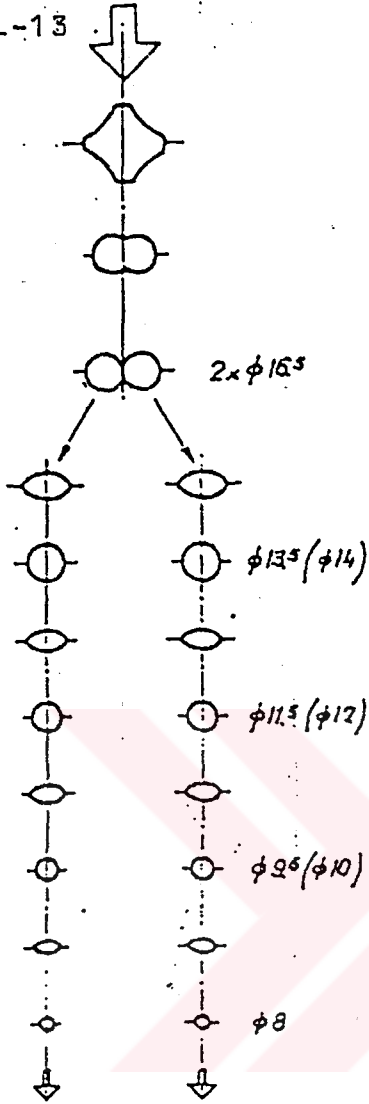
Şekil 12'de gösterildiği gibi yarma işlemi bir geniş fabrikaya dahi tatbik edilebilir.



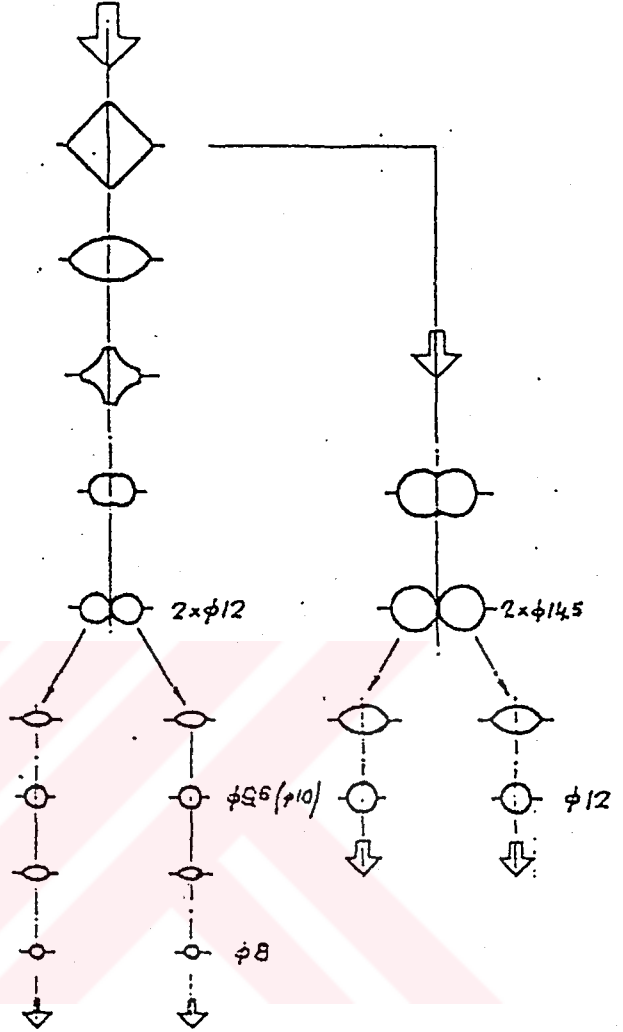
ŞEKİL - 12 : YARMA HADDELEMESİNİN GENİŞ BİR FABRİKAYA UYGULANMASI.

Şekil 13-14-15-16 resimli hadde paso dizaynlarıdır.

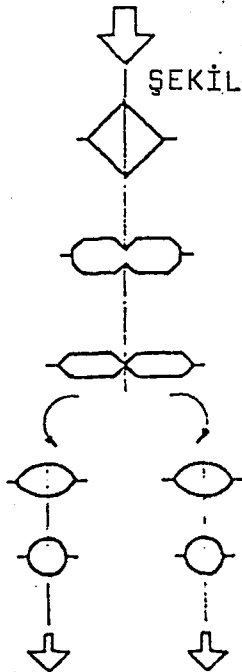
ŞEKİL-13



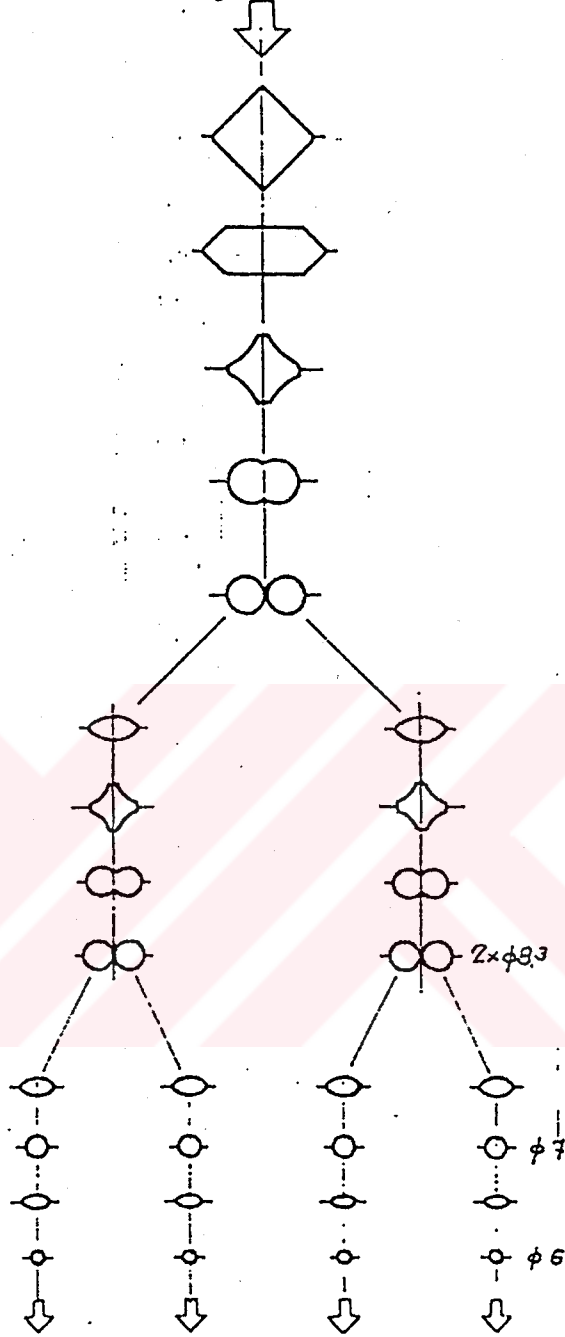
ŞEKİL-14



ŞEKİL-15



-ŞEKİL-16



Kaynak : "Ferslit", A New Rolling Technique.

1.7. Özel Donatımlar ve Ana İhtiyaçlar

Yarma için gerekli özel donatımlar sayıca bir kağıttır. Maliyet olarak, özel hadde paso dizaynı ve bölgesiyle sınırlanmıştır. Yarma ile haddelemede kullanılan ana donatımlar şunlardır :

- a) Kesme makasları
- b) Ayarlanabilir makaralı giriş klavuzu
- c) İkinci ayarlanabilir makaralı klavuz
- d) Yarma ve ayırma donatımıyla çıkış klavuzu
- e) Bombe (halka) kalıpları.

Şunlarda göz önünde bulundurulmalıdır :

- Kesme makasları iyi bir çubuk önü sağlamalıdır.
- Klavuz makaraları kolay hareket etmeli ve hassas olmalıdır. Böylece paso dizaynlarıyla ilgili çubukların mükemmel merkezlenmesine müsaade eder.
- Yarma klavuzu hadde paso dizaynı ile bir kez merkezlenir ve değişmeyip aynı durumda sabit kalır.
- Bombe (halka) kalıpları en iyi bitim toleranslarını ve daha iyi ayarlamayı sağlar.

1.8. Yarma Haddelemesinin Avantajları

Yarma haddelemesi, konvansiyonel haddelemeyle karşılaştırıldığında avantajlarını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

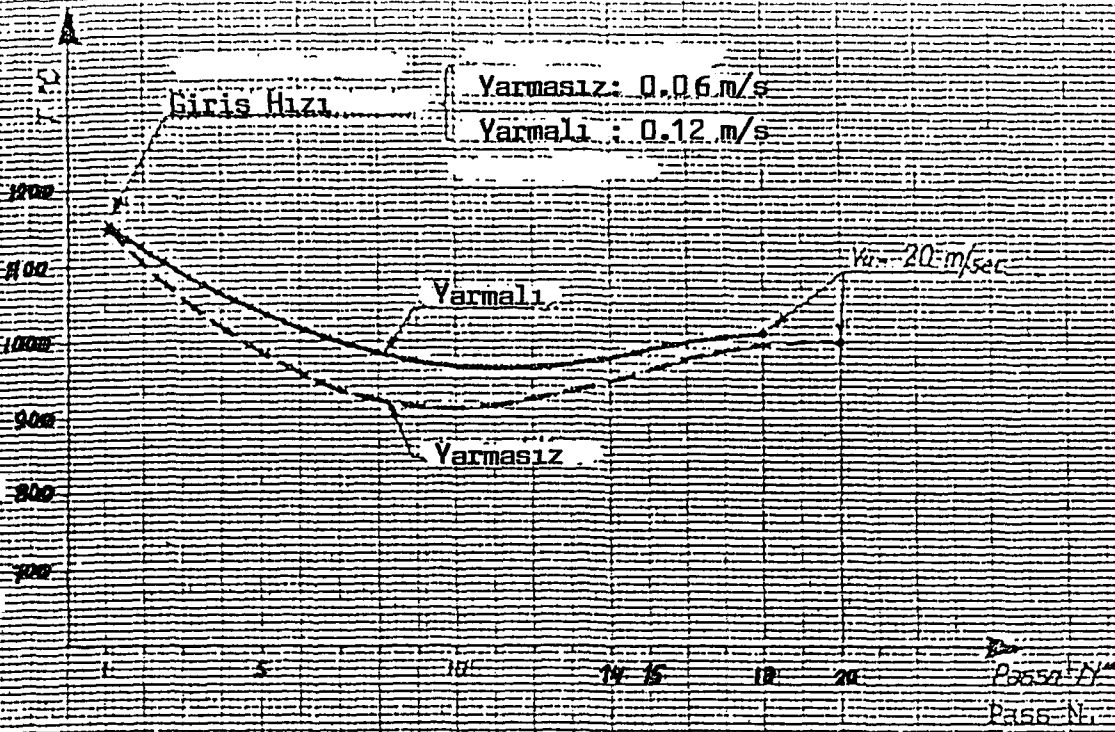
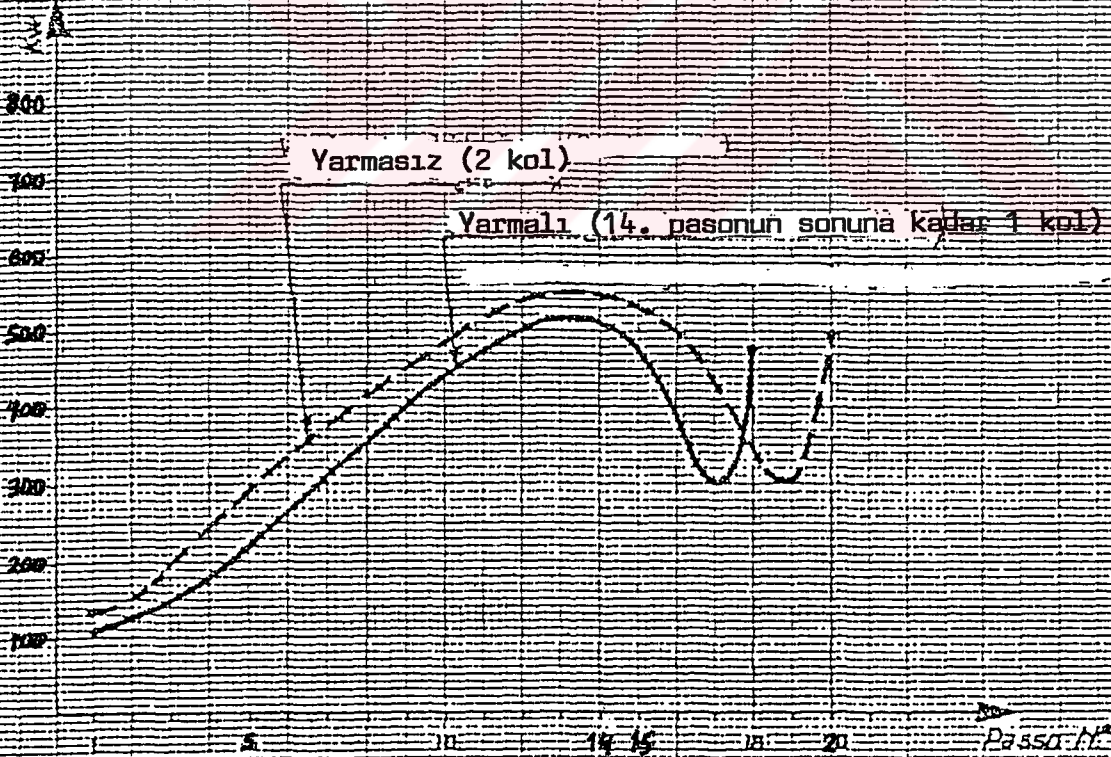
1) Eşit bitiş hızı için iki kat kütük ağırlığı.

2) Eşit bitiş hızı için kaba hadde tezgahlarında daha uzun merdane ömrü. Sürekli sıralı yarmalıda kaba hadde tezgahlarının hızı, konvansiyonel sıralının iki katıdır.

3) Klasik sisteme karşı daha düşük kuruluş gücü ve bunun sonucu olarak daha düşük enerji sarfiyatı. Yarmalı haddelemede gerçekte bitiş hızının eşliliği ile bir köl bölgesinde daha yüksek hız vardır. Bunun sonucunda daha az sıcaklık düşmesi sonucu enerji tasarrufu sağlanır.

(Şekil 17 ve 18'deki şemalara bak.)



Şekil-17: Sıcaklık Seyiri $\phi 130 \rightarrow \phi 8$ Şekil-18: Güç Seyiri $\phi 130 \rightarrow \phi 8$

4) Bir kol haddeme bölgesinde daha küçük dişli çark kullanmak. (Daha düşük para yatırımı). Gerçekte iki kollu haddemeyle haddeme momenti iki kat olacaktı ve aynı zamanda dişli çark boyutuda iki kat artacaktı, tabii bu döndürme momenti ile orantılıdır.

5) Hadde düzenine vasıta olarak yatay/dikey tezgahları kullanma imkanı, böylece bükülme engellenmiş olur. Yüksek sertlikteki çeliğin haddelenmesi mümkündür ve yüksek verimlilik sağlama imkanı yaratılmış olur.

6) Yüksek Verim.

7) Daha az sayıda çubuk çekme tezgahları. Başlangıç boyutları ve tamamlanan ürünün eşitliği için 2 tane az.(Şekil 11)

8) Daha basit ve güvenli soğutma platformlarının kullanımı.

- Yarmalıda soğutma platformu giriş yolu, hızı yarıya indirerek verim eşitliliğini sağlar.

- Alma ve atma yolları bir kolluya benzer iki kolludan daha basittir. Soğutma platformuna giriş hızının eşitliliği sağlanır.

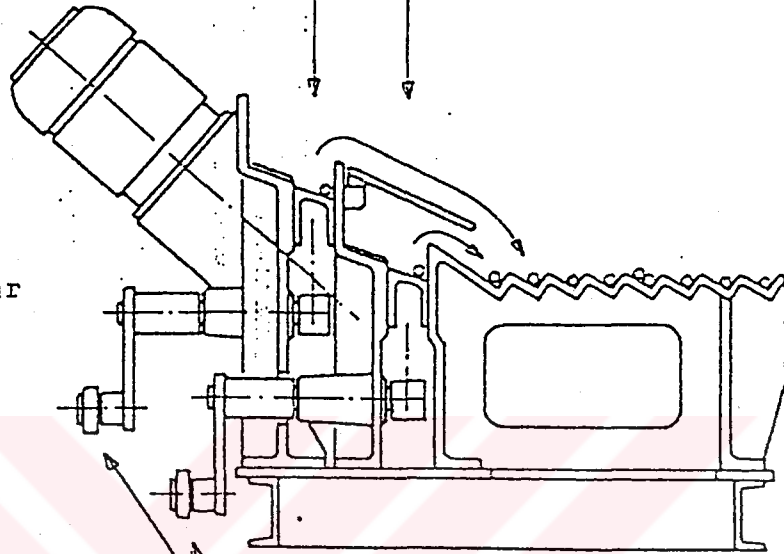
-Boy kesimi için basit uçar makaslar iki kol için kullanılabilir. Bunlar başta ve sonda harcama yapmadan aynı zamanda keserler. Eğer çubuklar iyi eşlendirilmişse.

Giriş
Frenleme
Kolu N.1

Giriş
Frenleme
Kolu N.2

Sadece 1 sıra
frenleme klavuzları

ŞEKİL - 19 :
İki ayrı kollar
için giriş



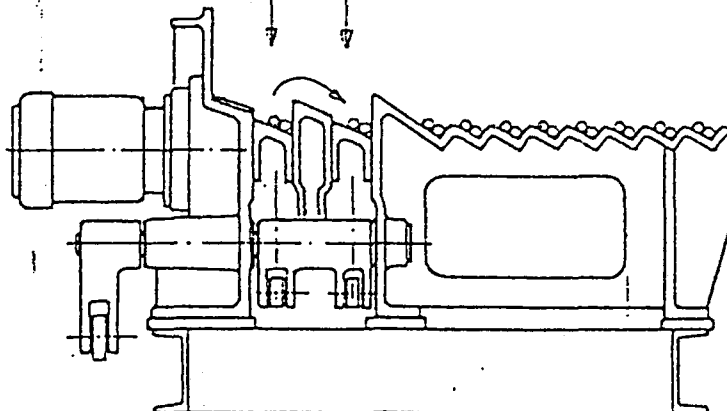
Boğaltma klavuzlarının çift kontrolü

2 çift kolun
girişi ve
birinci fren-
leme bölgesi

İkinci
Frenleme
Bölgesi

2 sıra frenleme
klavuzları
Eşit hız için
azalmış uzunluk
girişi

ŞEKİL - 20 :
İki Çift
kollar için
giriş (yarma)

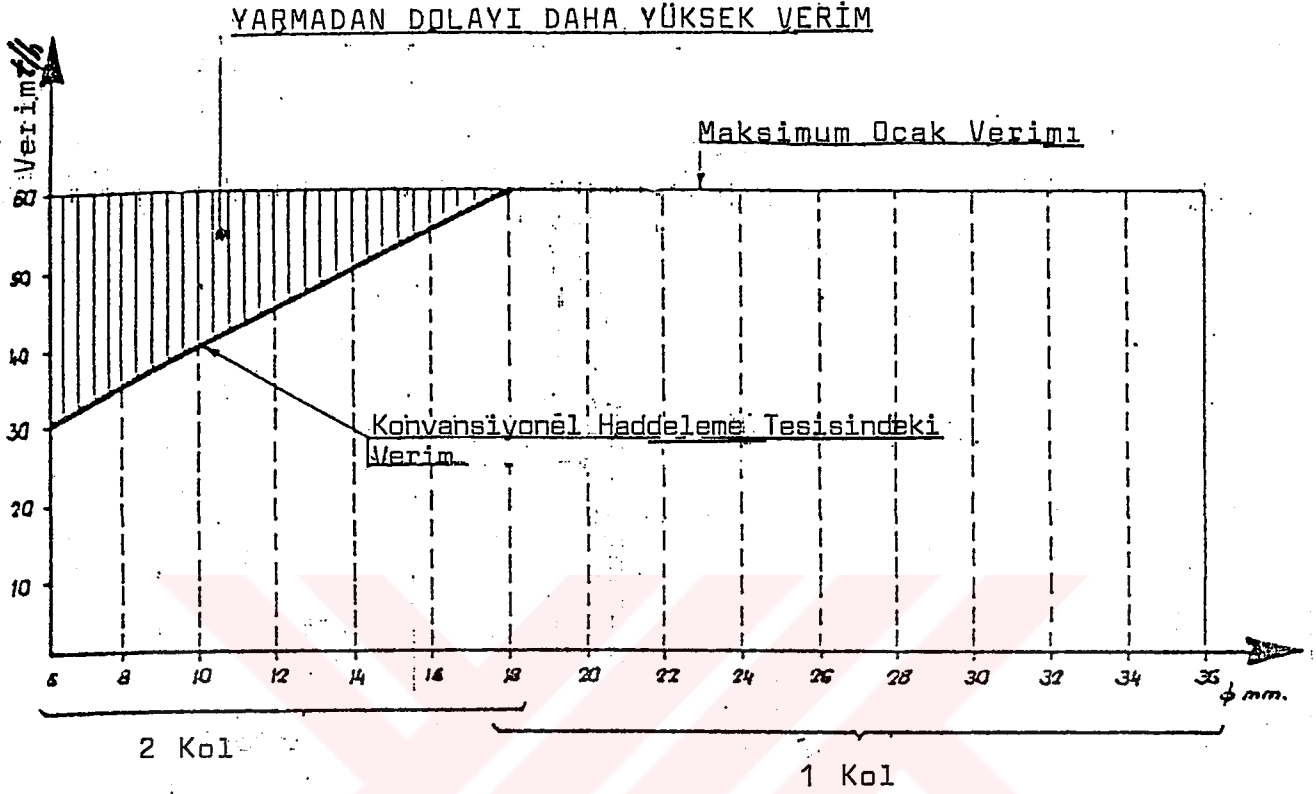


Şu açıktır ki daha düşük yatırımlar ve daha yüksek fabrika verimliliği ile sonuçlanan önemli avantajlara sahiptir. Yarma işlemi aynı zamanda kütük ağırlığını arttırıp daha yüksek verim sağlarken sınırlı soğutma platformu hızı problemine uygulanabilir bir çözüm getirmiştir.

9) Kesin olarak arttırılan üretim.

Yarmalıda soğutma platformu hızının maksimumda kullanıldığı durumlarda bitiş hızının eşitliliğinde küçük çaplı çubukların verimi 18 mm'lik çubukların verimine ulaşır.

Şekil 21'deki şema bu avantajı gösterir. Şekilden görüldüğü gibi, verim sıralaması karşılaştırılırsa 6mm'den 18mm'ye çıkıldığı durumda toplam verimdeki artış %33'tür.



Küçük çaplı çubukların üretiminde yarma kullanımının avantajı daha büyük olduğundan küçük çaplı çubukların üretim yüzdeki daha yüksektir.

ŞEKİL - 21 : HIZIN MAKSİMUMDA KULLANILDIĞI BİR HADDELEME TESİSİNDE YARMA İLE VERİMDEKİ ARTIŞ.

Yarma haddelemesinin avantajlarını daha geniş olarak incelersek şu sonuçlar elde edilir:

1) Verimlilik Avantajları:

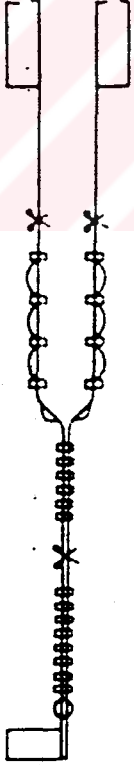

Örneğin tablo 1 ve 3'de gösterilen yarma haddeleme tesislerinde ürünlerin tüm boyutları için hemen hemen eşit üretim oranına ulaşılmıştır. Yarma haddelemesi, tav ocağında ve çelik ergitme donatımında kolaylıklar sağlayarak verimi arttırır.

2) Donatım Avantajları:

a) Yarma haddeleme teknolojisi, daha az ufaltma (daha az % ezme) ile ürünler elde etmeye müsaade eder ve bu nedenle daha az pasolar gerektirir. Bu yüzden haddeleme için gerekli tezgah sayısı herbir yarma işlemi için iki tezgah azalır.

b) Tamamen serbest-germe usulü ile iki-kol haddeleme yapıldığında, bir kol herbir tezgah grubu vasıtasıyla şekillenir ve sonuç olarak iki grup finiş tezgahları, kesme makasları ve soğutma platformları gerektirir.

Yarma haddelemesinin uygulanmasıyla, tamamen serbest-germe haddelemesi için yalnız bir tezgah grubu gerekmektedir. Bundan başka tezgahların, makasların, klavuzların, dirseklerin ve diğer donatımların gerekli sayısı azalmaktadır. (Şekil 22)

Haddeleme metodu	Fabrika Planı	Çubuk çakmenin şartı	Merdane tezgahı	Donatım					
				Giriş ve Verici Klavuz	Dirsek	Üç Kesme Makası	Boy Kesme Makası	Sığutma Platformu	
Konvansiyonel haddeleme	 <p>Çalıştırılan toplam motor gücü 12500 Kw</p>	Kütük 135 mm. kare. Ürünler Ø10-41 mm.	22	72	8	1	2	2	
Yarma haddelemesi	 <p>Çalıştırılan toplam motor gücü 9000 Kw</p>	<p>Üretim oranı 120t/h</p> <p>Maksimum haddeleme hızı 16m/s</p>	16	36	4	1	1	1	
			(iki-kol için)					(Bir-kol için)	
								39	

c) Yukarıda söylenen (a) ve (b)'nin sonucu olarak gerekli yapı alanı yarma haddelemesinin uygulanmasıyla azalmaktadır.

(3) Haddeleme Maliyetinin Avantajları:

Haddeleme maliyetinin avantajları, konvansiyonel iki kol haddeleme ile yarma haddelemesine tipik örnekler kabul edilerek hesaplanmıştır. (Şekil 22)

A. Kabul edilmiş değerler:

- (1) Kütük boyutu aynı olacak. (135 mm kare)
- (2) Ürün boyutlarının sınırları aynı olacak
(Ø10mm'den Ø41mm'ye)
- (3) Finiş haddeleme hızı aynı olacak. (16m/s), demek ki verimlilik aynı olacak.

B. Avantajlar:

Avantaj 1. Tav ocağı çıkış sıcaklığı daha düşük olabilir.

Finiş sıcaklığı hemen hemen aynıdır (1030 °C), yarma haddeleme fabrikası için tav ocağı çıkış sıcaklığı, konvansiyonel haddeleme fabrikası için gerekenden hemen hemen 40°C daha düşük olabilir.

Konvansiyonel iki kol haddeleme fabrikasında hazırlama ve orta tezgahlarda haddeleme hızı, yarma haddeleme fabrikasındaki yarısıdır. Bu nedenle, konvansiyonel iki kol haddeleme fabrikasında haddeleme zamanı, yarma haddeleme fabrikasından daha uzundur bu yüzden ürün yüzeyinden radyasyonla, taşımayla ve merdanelerin temasıyla ısı kayıpları daha büyük olmaktadır.

Avantaj 2. Üretimin ton başına elektrik sarfiyatı azalabilir.

Çünkü daha az ufaltmadan (daha az % ezme) dolayı bu metod konvansiyonel metodlardan daha az haddeme gücü gerektirir. Düşünüp taşınıp doğru değerler kabul edilirse, sonuç olarak güç sarfiyatı Ø10mm için %15 azalır.

Avantaj 3. Üretimin ton başına merdane sarfiyatı azalabilir.

Doğru sonuçlar, merdane sarfiyatının hemen hemen %15 azaldığını gösterir.

Yarma haddeme fabrikasının bir kol bölgesinde bir birim zamanda şekillendirilen malzeme tonajı, konvansiyonel haddeme fabrikasının iki kol bölgesinde bir birim zamanda şekillendirilen malzeme tonajına eşittir. Bununla beraber, yarma haddeme fabrikasında,

(1) Temas zamanı konvansiyonel haddeme fabrikasındaki yarısıdır. Çünkü kaba (hazırlama) ve orta tezgahlarda haddeme hızı iki mislidir. Bu nedenle merdaneler üzerinde ısı yükü daha azdır.

(2) Haddeme pasolarının sayısı 2 paso daha azdır.

Yukarıda söylenmiş olan bu gerçekler üretimin ton başına merdane sarfiyatının azaldığını açıklar.

Avantaj 4. Diğer avantajlar:

(1) Bakım maliyeti azalır.

Haddelme çağunlukla bir kol ile yapılır ve konvansiyonel haddelmeyle karşılaştırıldığında tezgahların sayısı 2 azalır. Bu nedenle, makasların, dirseklerin, klavuzların, tezgahların bakım maliyetlerinden tasarruf edilebilir.

(2) Diğer gerekli işlemler için haddelmeye uygun bakım ve çubuk çekmenin ayarı azalır.

(3) Gerekli yedek parçaların sayısı azalabilir.

(4) Suyun, makina yağının ve bunun gibi sarfiyat azalır.

Yukarıda birer birer söylenen büyük avantajlara, yarma haddelmesinin uygulanmasıyla ulaşılabilinecektir. Haddelme maliyetini azaltmak mümkün olduğu halde burada açıklanamayabilir. Çünkü o farklı haddelme fabrikalarının farklı işletme durumlarına bağlıdır. Haddelme maliyeti en düşük hesaplamayla %10 - %20 arasında azalır.

Bundan başka, güç ve yakıt değerleri büyük bir kâr sağlayacak şekilde tahmin edilmiştir.

4. Ürün Doğruluğunun Avantajı:

Yarma haddelmesinin uygulanması, konvansiyonel iki kol haddelmeyle karşılaştırıldığında ürün doğruluğunda %5 ile %20 iyileşme sağlamaktadır.

Bu metodla elde edilen daha kısa ürünlerin baş ve kuyruk sonları arasında daha az sıcaklık farkı olduğundan boyutsal doğrulukta iyileşme elde edilir.

Bu metodta kolların sayısına göre uygulanan haddeleme kuvveti alışılmış iki-kol haddelemedeki gibi değişmez. Bu merdane boşluk farklılıklarını giderir ve bu yüzden ürünler arasında boyutsal farklılıklar ortadan kalkar.

1.9. Yarma Haddeleme Teknolojisinin Uygulama Örnekleri

Japonya dışarıda, yarma haddeleme teknolojisini Co-Steel grubuna üye şirketler ve Finlandiya'da üye şirketler ile uygulamıştır. Bu şirketler,

Lake Ontario Steel Co. Canada

Chaparral Steel Co. U.S.A.

North Star Steel Co. U.S.A.

Sheerness Steel Co. U.K.

Choparral Steel Co. tarafından özellikle 4-kol haddeleme (iki yarma haddelemesi) \emptyset 10 mm için yapılmıştır.

Japonya'ya \emptyset 10 ile \emptyset 16 mm için yarma haddelemesi (13 m/s ile 14,5 m/s hızda) tablo 1' de gösterilen örnek Tashin Steel Co. Ltd'de götürülmüştür. (Nippon Kokan tarafından dizayn yapılmış ve kurulmuştur.) Bu çubuk çekmenin işletilmesi finiş düzeninde dikey-yatay tipte iki kol haddeleme ile yüksek verim sağlar.

Tablo 2 ve 3'deki uygulama örnekleri de Nippon Kokan tarafından yapılmıştır.

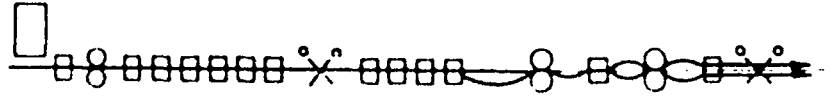
TABLO - 1: YARMA HADDELEME TEKNOLOJİSİNİN UYGULAMA ÖRNEĞİ 1.

ŞİRKET, YERİ : Toshin Steel Co. Ltd. Himeji şehri.

TECRÜBE HADDELEMESİNİN

TARİHİ : 30 Mayıs 1977

FABRİKA PLANI :



KÜTÜK : 150mm kare x 6m uzunluk, 1025kg ağırlık.
135mm kare x 6m uzunluk, 830kg (Ø10mm için)

HADDELEME HIZI VE ÜRETİM ORANI	Uygulamadan Önce	Uygulamadan Sonra
	Çap, Üretim oranı, Finiş hızı.	Çap, Üretim oranı, Finiş hızı.
	Ø16, 85t/h, 17,5m/s	Ø10, 54t/h, 13,5m/s
	Ø19	Ø13, 90t/h, 14,5m/s
	} 120t/h	Ø16, 120t/h, 13,2 m/s
	Ø41↑.Yarma Ø19 Haddelemsi } 120t/h Ø41

ÖZELLİKLER : Finiş bölümünde yatay-dikey haddeleme.

TOBLO - 2: YARMA HADDELEME TEKNOLOJİSİNİN UYGULAMA ÖRNEĞİ 2.

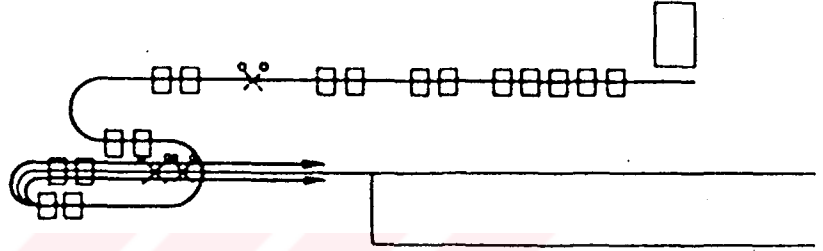
ŞİRKET VE YERİ : Daian Steel Col.Ltd. Fukuoka Şehri

TECRÜBE HADDELEMESİNİN

TARİHİ : 1 Haziran 1979

KÜTÜK : 121,5mm kare x 2m uzunluk, 216kg ağırlık.

FABRİKA PLANI :



HADDELEME HIZI
VE ÜRETİM ORANI

: Uygulamadan Önce
Çap, Üretim oranı,
Finiş hızı.

Ø13mm, 35t/h, 12m/s

Uygulamadan Sonra
Çap, Üretim oranı,
Finiş hızı.

Ø10mm, 38t/h, 12m/s

Ø13mm, 61t/h, 12m/s

..... ↑ Yarma
Haddelemesi

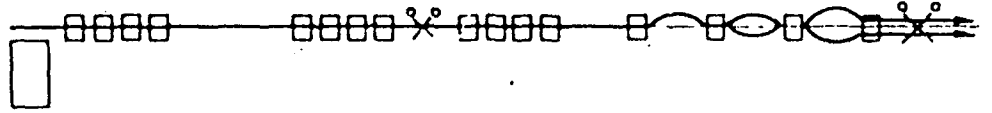
ÖZELLİKLER

: Yarma haddelemesi için yaygın kullanılan tekrarlayıcı haddeleme.

TABLO - 3: YARMA HADDELEME TEKNOLOJİSİNİN UYGULAMA ÖRNEĞİ 3.

ŞİRKET VE YERİ : Yamaguchi Kyohei Co.Ltd. Onoda şehri
 TEGRÜBE HADDELEMESİNİN
 TARİHİ : 9 EYLÜL, 1979
 KÜTÜK : 130mm kare x 5m uzunluk, 650kg ağırlık.

FABRİKA PLANI



HADDELEME HIZI
 VE ÜRETİM ORANI

Uygulamadan Önce	Uygulamadan Sonra
Çap, üretim oranı, Finiş hızı.	Çap, üretim oranı, Finiş hızı.
Ø16mm, 60t/h, 12m/s	Ø12mm, 65t/h, 12m/s
Ø19mm	Ø13mm, 70t/h, 10,9m/s
} 70t/h	Ø14mm, 70t/h, 9.4m/s
Ø32mm	Ø16mm, 70t/h, 7.3m/s
↑
	Yarma Haddelemesi
	Ø19mm
	} 70t/h
	Ø32mm

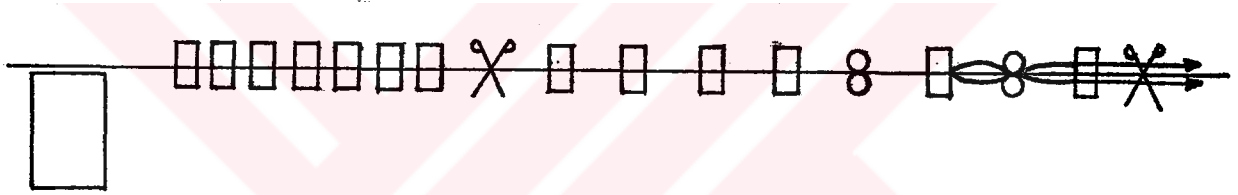
TABLO - 4: YARMA HADDELEME TEKNOLOJİSİNİN UYGULAMA ÖRNEĞİ 4.

ŞİRKET VE YERİ : Kumho Steel Co.Ltd. Pusan,
Republic of Korea

TECRÜBE HADDELEMESİNİN
TARİHİ : Kasım 1981

KÜTÜK : 115 mmkare x 3,5/7m uzunluk,
350/700 kg ağırlık (Ø 12 ile Ø 13 için)
160 mmkare x 3,5/7 m uzunluk,
690/1380 kg ağırlık.

FABRİKA PLANI :



HADDELEME HIZI VE ÜRETİM ORANI	Uygulamadan önce	Uygulamadan Sonra
	Çap, üretim oranı, Finiş hızı.	Çap, üretim oranı, Finiş hızı
	Ø14mm, 43t/h, 12m/s	Ø12mm, 59t/h, 12m/s
	Ø16mm, 53t/h, 12m/s	Ø13mm, 64t/h, 12m/s
	Ø19mm	Ø14mm, 85t/h, 12m/s
	? 90t/h	Ø16mm, 90t/h, 10m/s
	Ø32m ↑ Yarma Haddelemesi
		Ø19mm ? 90t/h Ø32m

ÖZELLİKLER : Finiş bölümünde yatay-dikey haddeleme

2. CO-STELL'İN YARMA HADDELEME TEKNOLOJİSİ

Co-Steel'in yarma haddeleme teknolojisi dünya çapında 26'dan fazla fabrikada kullanılmıştır. Uygulama özellikle 6 mm ile 16 mm arasında olan sıcak haddelemeyle güçlendirilmiş küçük çaptaki ürünler içindir.

Teknoloji haddeleme fabrikaları için üç probleme çözüm sağlar.

1) Haddeleme tezgahlarına ilave bir yatırım yapmaksızın, maden sanayii veya ergitme bölümü (dökümhane) düşünülerek küçük boyutunu arttırma ihtiyacı.

2) Yine haddeleme tezgahlarına ilave bir yatırım yapmaksızın, son üretilen ürünlerden daha küçük çaplarda üretim yapmak için ürün cinsini genişletme ihtiyacı.

3) Küçük çaplı ürünlerin verimliliğini iyileştirerek daha büyük çaplı ürünlerle eşit yapma ihtiyacı veya tav ocağının kapasitesini arttırma ihtiyacı.

Son yıllarda bu teknoloji tavlama ve sulu (Tempcore) çubukların üretiminde en az beş kuruluş tarafından uygulanmıştır.

Bir fabrikada teknolojinin yerine getirilmesi aşağıdaki gibi olmaktadır.

Fabrikanın proses için uygun olabileceği dikkatlice gözden geçirilir. Eğer uygunsa mal sahibi Co-Steel International, prosesin ve donatımların patentlerini bir ruhsat anlaşmasıyla üretici firmaya satar.

Ferrco Engineering (UK) Limited, Co-Steel'in adına ruhsatı düzenler ve aynı zamanda temel mühendislik hizmetlerini, ayrıntılı paso dizaynını, dirsekler ve makaslar için bir ilave mühendislik sağlar.

Belirli özel klavuzlar aynı zamanda Ferrco tarafından sağlanır. Fakat klavuzların ve aşınan parçaların sayısı alıcının haddemeleme planına ve ihtiyaçlarına bağlıdır. Bir özel çubuk çekmenin genelleştirilmiş fiyatını belirlemek zordur. Çubuk çekme fabrikasının fiyatı, çubuk çekmenin büyüklüğüne ve yarılacak kolların sayısına ve yarma kollarının yıllık üretimine bağlıdır.

Japonya'da ve bazı diğer ülkelerde ruhsat anlaşması ve mühendislik hizmetleri Nippon Kokan tarafından yapılmaktadır.

Ferrco özel klavuzları sağlamak için Centro Morgardshammar GmbH ile işbirliği yapar.

Diğer klavuz temin ediciler veya çubuk çekme fabrikası yapımcıları yarma haddemeleme donatımlarını yasa dışınca yapmaktadırlar. Co-Steel son zamanlarda onların patentlerini bozan

çelik üreticilerine ve donatım temin edicilerine karşı U.S'de yasaya uygun faaliyet girişimlerinde bulunmaktadır.

Ferrco, bir fabrikaya prosesin uygunluğunu ve komple bir yerleşim için fiyat tahmininde bulunmaktan mutluluk duyacaktır.

Ferrco Engineering (UK) Limited

62 Bell Road

Sittingbourne

Kent ME10 4HE

Telefon: 0795 79137

Telex : 96258

**CO-STEEL SLIT ROLLING TECHNOLOGY
REFERENCE LIST**

FERRCO ENGINEERING (U.K.) LIMITED

LAKE ONTARIO STEEL COMPANY	Canada	1974
SHEERNESS STEEL PLC	U.K.	1974
NORTH STAR STEEL	U.S.A.	1975
CHAPARRAL STEEL	U.S.A.	1975
TOSHIN STEEL COMPANY LTD.	Japan	1977
SOCIETE DES ACIERIES DE MONTEREAU	France	1980
METALLURGIQUE ET MINIERE DE RODANGE-ATHUS	Luxembourg	1980
NORSK JERNVERK AS	Norway	1981
IRISH STEEL LIMITED	Eire	1981
GRUPO GERDAU - COSIGUA	Brazil	1981
GRUPO GERDAU - RIO GRANDENSE	Brazil	1982
COMPANIA ESPANOLA DE LAMINACION S.A.	Spain	1982
SHOUDU IRON AND STEEL	China	1983
BADISCHE STAHLWERKE AKTIENGESELLSCHAFT	W.Germany	1984
STEEL COMPANY OF CANADA - EDMONTON	Canada	1984
EISENWERK MAXIMILIANSHUTTE HAIDHOF	W.Germany	1984
NEW JERSEY STRUCTURAL STEEL	U.S.A.	1984
BEYLORUSSICHEN HUTTENWERK SHLOBIN	U.S.S.R.	1985
NERVACERO S.A.	Spain	1985 *

NIPPON KOKAN K.K.

DAIAN STEEL CO. LTD.	Japan	1979
YAMAGUCHI KYOVEI SEIKO	Japan	1979
NAKAYAMA STEEL PRODUCTS CO. LTD.	Japan	1981
KUMBO & CO INC.	Korea	1982
HOKKAI STEEL WORKS CO. LTD.	Japan	1982
NISHI NIPPON STEEL CO. LTD.	Japan	1983
ALEXANDRIA NATIONAL STEEL CO. S.A.E.	Egypt	1986 *

Keynak : Ferrco Engineering (UK) Limited.

3. ÇELİK ÇUBUKLAR İÇİN ÇOK-YARMA HADDELEME TEKNOLOJİSİ

3.1. Tanıtma

Çelik çubukların üretiminde minimum üretim maliyeti elde etmek için yeni haddeleme metodları geliştirilmiştir. Bu amaç için, çok-yarma haddeleme metodu benimsenmiştir.

Çok-yarma haddeleme metodunda bir çubuk diğer özel yarma aletleri olmaksızın merdaneler vasıtasıyla bir çok parçaya yarılır. Yarma sayısı gerekli haddeleme verimliliğini sağlamak için serbestçe seçilebilir. Bir çubuk bir pasoda ikiye, üçe veya dörde yarılabılır.

Bu metod, [Ito Iron & Steel Co./Japan]

(Ø16 iki-kol yarma haddelemesi)

[Daiichi Seiko Co/Japan]

(Ø 16 iki-kol yarma haddelemesi)

[Inchon Iron & Steel Co./Korea]

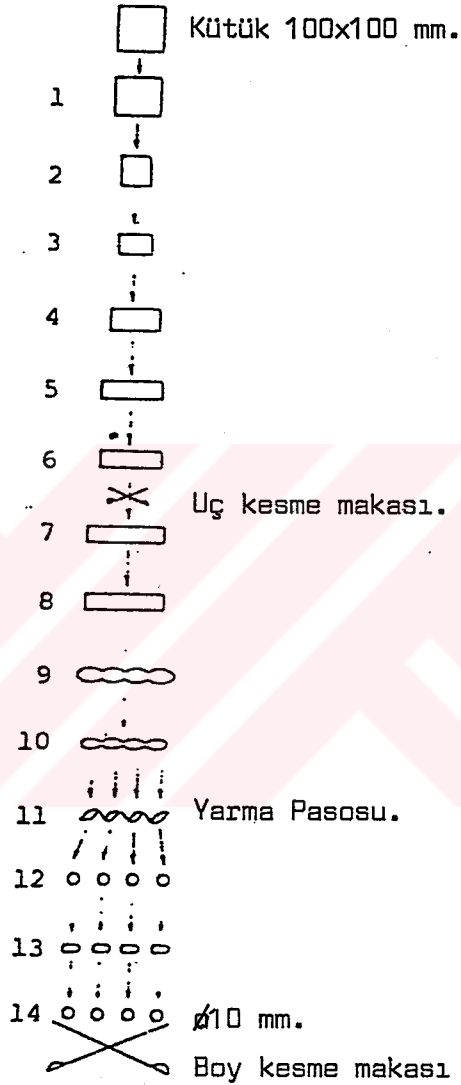
(Ø 16, Ø 13 iki kol yarma haddelemesi)

kuruluşlarında uygulanmıştır.

Çok-yarma haddelemesi müşterilere, haddeleme kapasitesini arttırma, enerji tasarrufu ve haddeleme tezgahlarının sayısını azaltma gibi mükemmel yararlar sağlamaktadır.

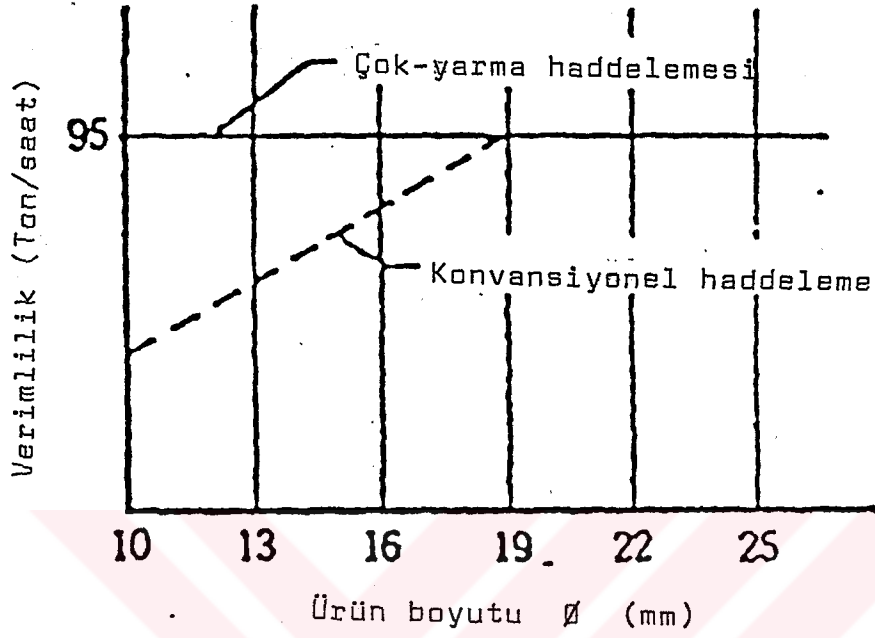
3.2. Yarmanın Metodu

Şekil 23 çok-yarma haddelemesinin paso planını bir örnekle gösterir.



(Dört-yarma
Haddelemesi)

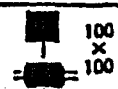







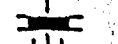
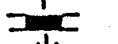

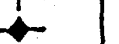






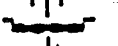


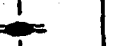




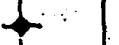




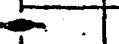
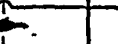



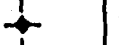














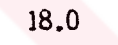
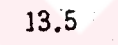
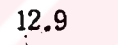



ŞEKİL - 23 : ÇOK-YARMA HADDELEMESİNİN PASO PLANI



ŞEKİL - 25 : ÇOK-YARMA HADDELEMESİYLE
VERİMLİLİK ARTIŞI

3.3. Paso Planı

Şekil 26, çok-yarma haddelenme metodunun ana paso planlarını yuvarlak çubuklar için 10 mm'den 25 mm çapa kadar bir örnekle gösterir.

Pass No	ϕ 10	ϕ 13	ϕ 16	ϕ 19	ϕ 22	ϕ 25
Kütük						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
Finiş hızı m/s	18.0	13.5	12.9	17.9	13.3	10.1

ŞEKİL - 26 : BOYUTLARA GÖRE HADDELEME PASO PLANLARININ ÖRNEKLERİ

Bu metod daha az ufaltma (daha az % ezme) ile ürünler elde etmeye müsaade eder ve bu yüzden daha az pasolar gerektirir. Çoklu-yarma kolaylıkla sağlanır ve haddeleme tezgahlarının sayısı azalır. Şekil 26'da gösterilen 100 mm'lik bir kare kütükten 10 mm çapa haddeleme için paso planı görülebilir. Dört-kol yarma haddelemesi, konvansiyonel metod ile karşılaştırılırsa dört tezgah tasarrufu sağlar.

Minimum boyut \emptyset 10 mm'nin paso planı dört-kol yarma haddelemesidir ve bitiş hızı 18 m/s'dir. Maksimum boyut \emptyset 25mm'nin paso planında hiç yarma haddelemesi yoktur ve bitiş hızı 10,1 m/s'dir.

Herbir boyutun haddeleme verimliliği sabittir ve hesaplanmış değeri 95 ton/saat'dir.

Şekil 26'da gösterildiği gibi paso no. 11 yarma pasosudur ve bundan önceki iki paso ön hazırlık şekillendirmesi gibi boyunlama (inceltme) pasolarıdır. Üç paso (yuvarlak-oval-yuvarlak) yarma pasosundan sonra son ürünlerin haddelenmesinde gerekmektedir.

Şekil 24, çok-yarma pasosunun merdane paso dizaynını bir örnekle gösterir. Bu dizayn, merdane ekseninden (α) derece eğimli ovalin daha uzun ekseni gibidir. Herbir haddelenmiş malzeme ok işaretinin yönünde burularak serbest bırakılır. Bu düzen yarma merdanesinin kenarları üzerinde yükü azaltır ve bir burma kuvvetine başvurmaya gerek yoktur. Bir oval çubuğun bir sonraki pasoya girmesi için dikeyde daha uzun eksen gerekmektedir.

Basma kuvveti üst ve alt yarma merdaneleri tarafından oluşturulur. Şekil 24'de gösterildiği gibi oval kalibreler meyillidir. Yarma pasosunun kalibre profili, kenarların hasarını önlemek için dikkatle dizayn edilmelidir.

3.4. SONUÇ

Çok-yarma haddelenmesi sürekli döküm ile yakından ilgilidir. Haddelenenin ve dökümün kapasitesi eşit olmalıdır.

Sonuç olarak, direkt haddelenme veya sıcak şarj haddelenmesinden faydalanma oranı artar. Böylece, üretim için enerji tüketimi mükemmel derecede azalır. Küçük çubukların haddelenme verimliliği çok fazla artar, haddelenme tezgahlarının sayısı azalır, haddelenme gücü azalır, tav ocağında yakıt tüketimi azalır ve merdane tüketimi azalır.

Bu metod mevcut olan haddelenme fabrikalarına, merdane kalibrelerini değiştirme, klavuzları ve eğer gerekirse finiş tezgahlarının parçalarını değiştirme gibi basit değişikliklerle kolayca uygulanabilir. Çok-yarma haddelenme metodunun daha fazla fabrikalara uygulanması beklenir. Çünkü üretim maliyeti minimumdur.

4. YENİ YARMA HADDELEME TEKNOLOJİSİ NİPPON STEEL'İN ÇOK - YARMA HADDELEME METODU

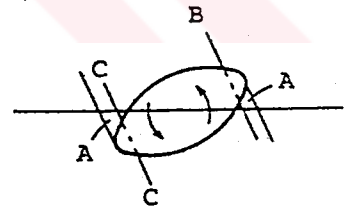
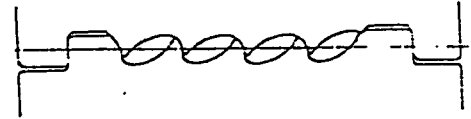
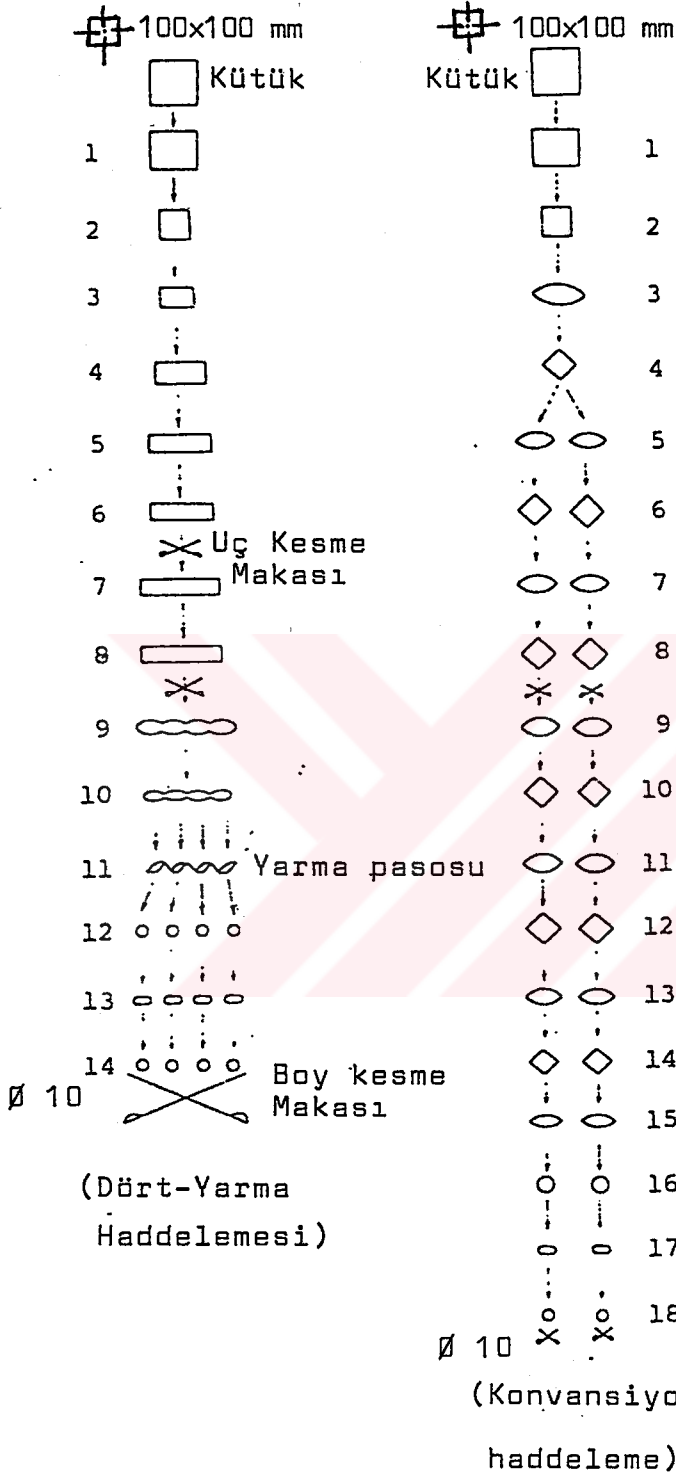
4.1. Tanıtma

Çok-yarma haddeleme teknolojisi isiminde yeni metod, diğer yarma haddeleme metodlarından oldukça farklıdır. Şekil 27'de çok-yarma haddeleme teknolojisinin paso planı, konvansiyonel iki-kol haddeleme metodu ile karşılaştırılmıştır.

Yeni metoda göre boyunlar, bir kütükten yassı haddelenmiş bir çubuğun paso no.9'da haddelenmesiyle şekillenir. Daha sonra boyunlar paso no. 10'da derinleştirilir ve paso no.11'de yarma merdaneleri ile yarılır. Yarma merdaneleri için paso açıklamaları şekil 24'de gösterilmiştir.

Şekil 28'de gösterilen merdanelerin kesici A kenarları, malzemeyi boyunlanmış (inceltilmiş) kısımlar boyunca makaslayarak parçalara ayırır. Üst merdane, B-B kesimi ve karşı C-C kesimi için alt merdane den daha küçük bir çapa sahiptir. Bunun sonucu olarak üst ve alt merdaneler arasında gevresel hız farklılığı oluşur. Buda çubukta bir döndürme kuvveti oluşturur. Yarılacak parçalar bu döndürme kuvvetiyle birbirinden ayrılır ve ayrılmış biçimde merdaneleri terkederler.

Yarma pasosunu terkeden çubuklar, dikey elipslerin ana klavuzlarıyla bir sonraki pasoya girmelidir. Bununla beraber, yarma pasosu döndürme kuvveti sağlayarak çubukları kendiliğinden döndürdüğü için burma kuvveti uygulamaya gerek yoktur.



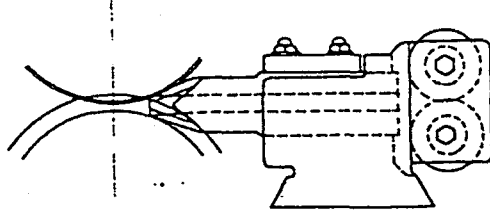
ŞEKİL - 28 : YARMA HADDELEMESİNİN PRENSİBİ

ŞEKİL - 27 : ÇOK-YARMA HADDELEMESİ VE İKİ-KOL HADDELEMENİN PASO PLANLARI.

Böylece, yarma pasosunun çıkış tarafında yalnız bir düzeltme klavuzu kullanılarak çubuğun istenilen biçimde bir sonraki pasoya girmesi sağlanır. Yarma ve önceki boyunlama (inceltme) merdanelerinin pasoları kama biçimli kenarlar şeklinde dizayn edilmiştir. Fakat bunların açısı yaklaşık olarak 90° derecedir. Yani, burada kullanılan kesme kenarları diğer yarma-haddeleme metodlarında kullanılanlar gibi sivri uçlu değildir. Kenarların dayanıklılığı ve dayanma gücü yarma haddelemesi için önemlidir. Bu metodta kullanılanlar, konvansiyonel metodlarda kullanılanlardan daha mükemmeldir.

Çubuğun yarılacağı parça sayısı, merdane pasolarının uygun dizaynı ile serbestçe seçilebilir. Bir çubuk, bir pasoda ikiye, üçe veya dörde yarılarak parçalara ayrılabilir. Yarmanın sayısı arttırıldıkça daha yüksek üretim oranı sağlanabilir. Böylece, yarma sayısı sorun doğrultusunda istenilen üretim oranı esasına göre tayin edilebilir. Yarma sayısı ürün ebatı ile serbestçe değiştirilebilir.

Yukarıda belirtildiği gibi çubuk, yarma merdaneleriyle birçok parçaya ayrılır ve yarılan parçalar ayrılmış biçimde merdaneleri terkederler. Böylece ayrılan parçaları içine alan ve klavuzluk eden bir alet yarma merdanelerinden sonra konulmalıdır. Yarma merdanelerinin çıkış tarafında bulunan bir verici klavuz bu amacı sağlar.



ŞEKİL - 29 : VERİCİ KLAVUZ

Şekil 29'da gösterilen bu tip verici klavuz, yarma merdanelerinden sonra hemen bulunan bir sürtünme klavuzu ve bir çift makaralı klavuzdan oluşur.

Sürtünme klavuzu, yarma merdanelerinden ayrılan yarılmış parçaları içine alır ve parçaların açılarını kontrol eden makaralı klavuza gönderir. Böylece yarılmış parçalar istenilen düzende bir sonraki pasoya iletilir.

Sürtünme klavuzu, yarma merdanelerinde yarılan parçaları içine alarak diğer bir sürtünme klavuzuna iletir. Bu sürtünme klavuzunda parçaları dikeyce sıraya koyduktan sonra bir sonraki pasoya iletir.

4.2. Çok-Yarma Haddelme Metodunun Deneyleri

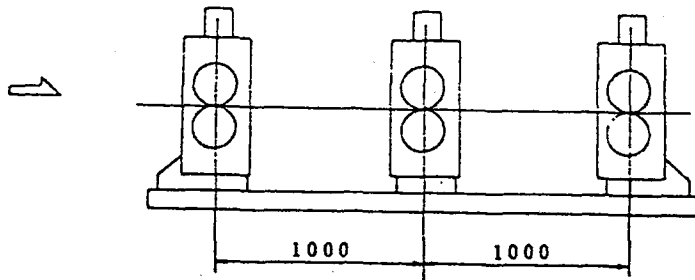
Nippon Steel yeni çok-yarma haddelme metodunun özelliklerini ve çalışmasını tayin etmek için aşağıdaki haddelme deneylerini yapmıştır.

Deney	Deneyin Amacı
A. Kurşun haddeleme deneyi	Çubuğun şekli ile yarma merdanelerinin paso şekilleri arasındaki ilginin belirlenmesi.
B. Sıcak haddeleme deneyi	Merdane keskinliğinin ve çubuğun paso davranışının belirlenmesi.
	Yarma doğruluğunu araştırmak.
	Ürün kalitesini araştırmak.
	Haddelemenin deneme değerlerini toplamak.

4.2.1. Kurşun Haddeleme Deneyi

(1) Deney Metodu :



- 1) Çubuk çekme Deneyi : Sürekli 2. yüksek 3. haddeli Çubuk çekme.



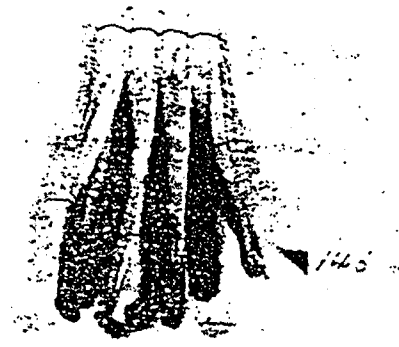
ŞEKİL - 30 : ÇUBUK ÇEKME DENEYİ

- 2) Merdane Büyüklüğü: \emptyset 200 mm x 200 mm uzunluk.
 3) Ürün Büyüklüğü : \emptyset 16 mm x 4 kol.
 4) Malzeme : Kurşun.

(2) Deney Sonuçları :

Yarmanın Tipi	Düz Dalgalı Tip 	Simetrik Tipi 
Paso Düzeni	Dört paso aynı yönde meyillidir.	İki çift paso ters yönde meyillidir.
Bükme ve Burma	Dört çubuk bükülerek yarıdır. Düzenli burma (Klavuzluk kolay)	Dört çubuk çapraşık olur. Düzensiz burma (Klavuzluk zor.)
Haddeleme Tesis Şartı.	Yarma tezgahı geniştir.	Yarma tezgahı dardır.

Dört çubuk şeklinde çok-yarmayla haddelenmiş kurşun malzemenin durumu fotoğraf 2'de gösterilmiştir.



a) Uç Görünüş



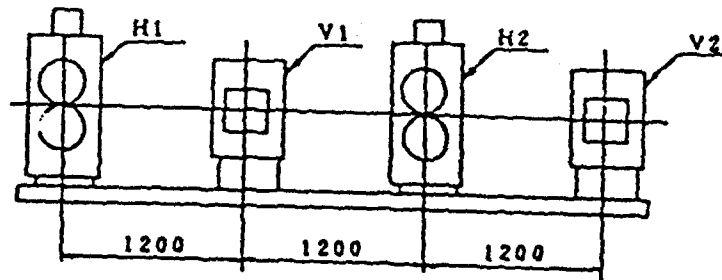
b) Üst görünüş

FOTOĞRAF - 2 : ÇOK-YARMAYLA HADDELENMİŞ KURŞUN MALZEMENİN DURUMU. (DÜZ DALGALI PASO TİPİ)

4.2.2. Sıcak Haddelene Deneyi

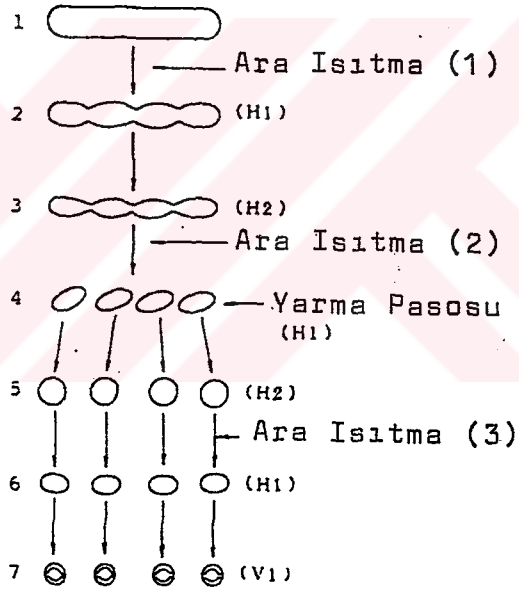
(1) Deney Metodu

- 1) Çubuk Çekme Deneyi : Sürekli 4. hadde teğgahı yatay-dikey tezgahlar.



ŞEKİL - 31 : ÇUBUK ÇEKME DENEYİ

- 2) Merdane Büyüklüğü : Yatay merdaneler-320 mm çap
x 200 mm uzunluk.
: Dikey merdaneler-320 mm çap
x 160 mm uzunluk.
- 3) Ürün Büyüklüğü : 10 mm çap x 4 kol.
- 4) Malzeme : JIS G 3101, SS41'e göre genel
yapılar için haddelenmiş çelik.
- 5) Haddelme Planı : Şekil 32'de gösterildiği gibi.



ŞEKİL - 32 : DENEYİN HADDELEME PLANI

Deney aşağıdaki gibi üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

1.ci -Ara ısıtma (1)'de (3)'e kadar haddelme basamaklarında uygulanmıştır.

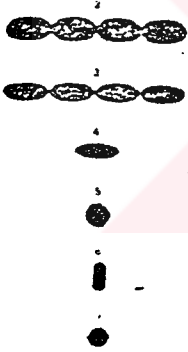
2.ci-Ara ısıtma (3)'den (5)'e kadar haddeme basamaklarında uygulanmıştır.

3.ci-Ara ısıtma (5)'den (7)'e kadar haddeme basamaklarında uygulanmıştır.

(2) Deney Sonuçları:

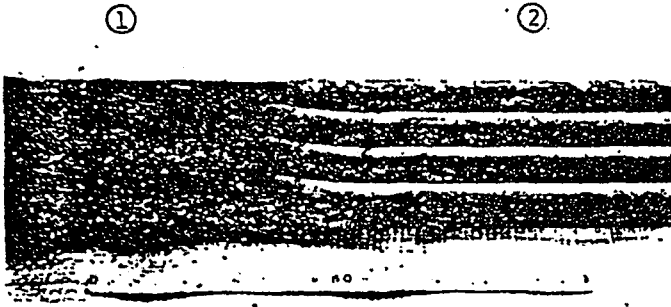
1) Haddelenmiş Çubukların Kesilme Şekilleri :

Şekil 33 seri pasolar içinde haddelenmiş parçanın kesilme şekillerini gösterir.

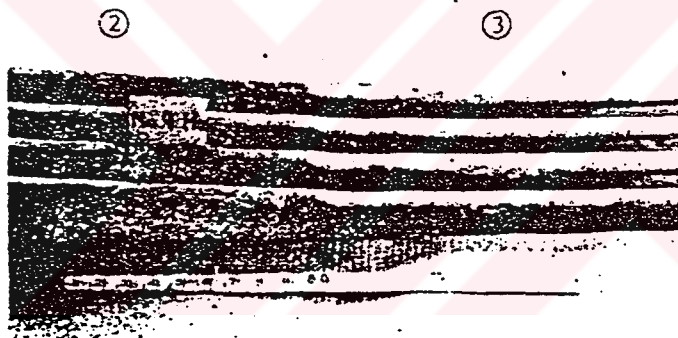


ŞEKİL - 33 : ART ARDA GELEN PASOLARDA
PARÇANIN KESİLME ŞEKİLLERİ

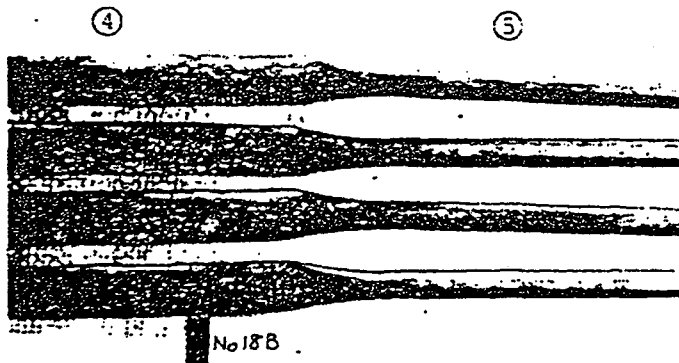
Fotoğraf 3: Farklı çok-yarma haddeleme basamaklarında parçanın üç tane üst görünüşünü gösterir.



a) Boyunlama (inceltme) pasosu (1)



b) Boyunlama (inceltme) pasosu (2)

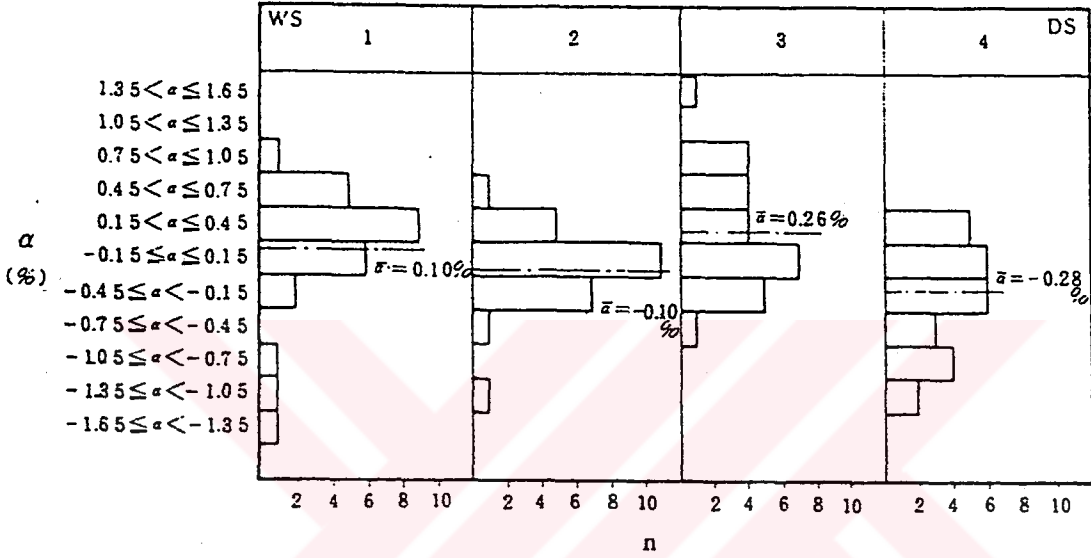


c) Yarma pasosundan sonraki görünüş.

FOTOĞRAF 3: FARKLI HADDELEME BASAMAKLARINDA PARÇANIN BİÇİMLERİ

2) Yarmanın Doğruluğu :

Şekil 34 dört-yarma parçanın boyutsal doğruluğunu gösterir.



ŞEKİL-34 : YARILAN PARÇALARIN BOYUTSAL DOĞRULUĞU

α : Bundan önceki sayfanın (5).ci basamağında bir paso haddelemesinden sonra uzunluktaki değişiklik.

$$\alpha = \frac{\Delta l_i}{\bar{l}}$$

\bar{l} : Dört-kol çubuk uzunluğunun ortalama değeri.

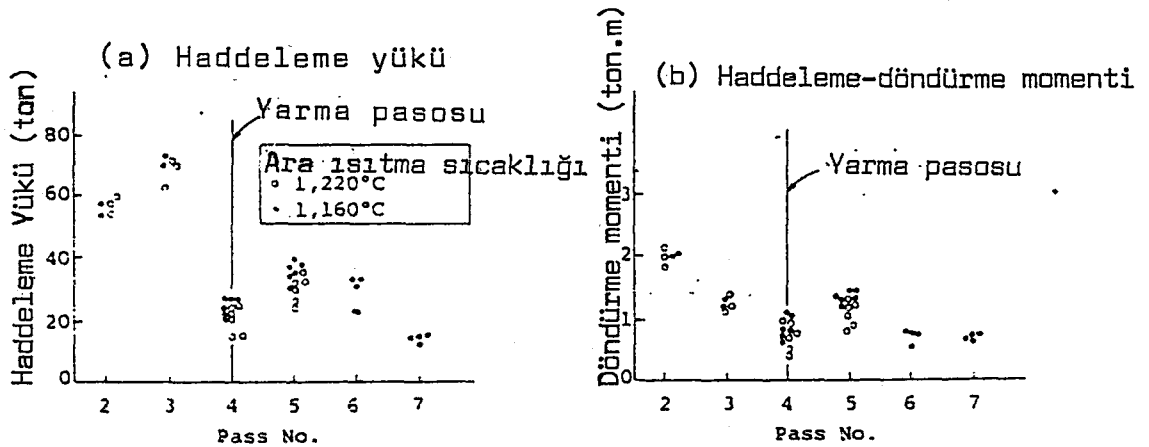
Δl_i : Ortalama uzunluktan (\bar{l}) her bir kolun uzunluk farkı.

Şekil 34'de gösterilen boyutsal doğruluk, şekil 32'de gösterilen paso planında yarma pasosundan (no. 4) ayrıldıktan sonra paso no. 5'de haddelenen yarılmış parçaların uzunluk esasıdır.

Dört parça +/- %1 sınırları içinde bir doğrulukla yarıılır. Yarmanın doğruluğunu sağlamak için, çubuğun yarma haddesine girmeden önce hep aynı şekilde boyunlanması (inceltilmesi) çok önemlidir. Daha doğru yarma işlemi, boyunlama doğruluğunu geliştirerek sağlanabilir. Bu amaca ulaşmak için, çubuk bir makaralı klavuzun kullanımıyla boyunlama (inceltme) pasosuna verilmelidir. Çubuk otomatik doğru pozisyona döner, çünkü pasoya giriş pozisyonu biraz yanlış hizalanmış olsa bile pasonun düzeni kendi kendine düzeltir.

3) Haddeleme Yük Verisi :

Şekil 35, her pasodaki haddeleme yükünü ve döndürme momentini doğru olarak gösterir.



ŞEKİL - 35 : SICAK HADDELEME DENEYİNDE KULLANILAN YÜK VE DÖNDÜRME MOMENTİ DEĞERLERİ

Veri, dört-yarma haddelenmesiyle ilgilidir ve haddelenme reaksiyon kuvveti değerlerini ve paso no.5'de ve sonrasında dört-yarma çubukların döndürme momentlerini kapsar. Yarma haddesinde, haddelenme reaksiyon kuvveti ve hem de döndürme momenti değeri küçüktür. Gerçek haddelenme işleminde, yarma pasosunun merdaneleri öncekilerden daha az aşınır ve yüzey dzgnszlikleri daha azdır.

4) Haddelenmiş rnlerin zellikleri (Yuvarlak ubuklar) :

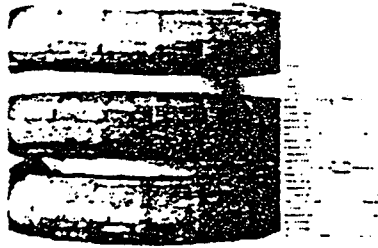
a) Bükme Deneyi :

Bükme deneyi JIS'nin ihtiyaçlarına uygun olarak yapılmıştır.

Bükme açısı : 180 derece

Bükme apı : Çubuğun nominal çapı x 3

Yarma işleminin, kırılmaya yol açabilecek yüzey bozukluklarına sebep olabileceği düşünülüyordu. Fakat deneyin sonucunda hiç bir çatlak oluşmadı.



FOTOğRAF - 4: BÜKME DENEYİNE TABİİ TUTULAN YUVARLAK ÇUBUKLARIN GöRüNüşü

b) Son pasodan sonra dört-yarma çubukların arasındaki ağırlık farklılığı:

Son pasodan sonra dört-yarma çubukların herbiri için tek uzunlukta ağırlık farklılığı +/- %0,6 arasındadır.

4.3. Çok-Yarma Haddemesinin Avantajları

Nippon Steel'in çok-yarma haddeme teknolojisinin avantajları şunlardır.

4.3.1. Mevcut Olan Haddeme Fabrikalarına Kolay Uyuma Kabiliyeti

Nippon Steel'in çok-yarma haddeme teknolojisi mevcut olan haddeme fabrikalarına, merdane kalibrelerini değiştirme, klavuzları ve eğer gerekirse finiş tezgahlarının parçalarını değiştirme gibi basit değişikliklerle kolayca uygulanabilir. Bu teknoloji sadece küçük çaplı çubukların üretim oranı artışına sebep olmaz, aynı zamanda haddelenemeyen çok küçük çaplı çubukların haddelenmesine de müsaade eder.

4.3.2. Düşük Donatım Masrafı

1) Daha Az Çubuk Çekme Tezgahları

Nippon Steel'in çok-yarma haddeme teknolojisi, daha az ufaltma (daha az % ezme) ile ürünler elde etmeye müsaade eder ve bu nedenle daha az pasolar gerektirir. Çoklu yarmayı kolaylıkla yapar ve pasoların sayısını azaltır. Şekil 27'de gösterilen bir 100 mm'lik kare kütükten 10 mm çapında çubukların haddelenmesi için paso planında görüldüğü

gibi bir dört-yarma haddelemesi bir konvansiyonel metotla kıyaslandığında dört paso tasarruf sağlar.

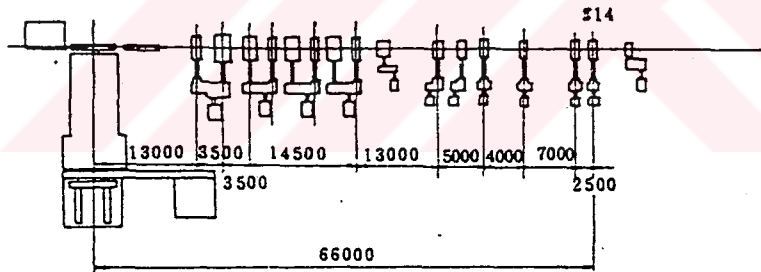
Şekil 36'da çok-yarma haddeleme planı ile konvansiyonel iki-kol haddeleme planı bir örnekle karşılaştırılır.

Üretim oranı : 15000 ton/ay (30 ton/saat)

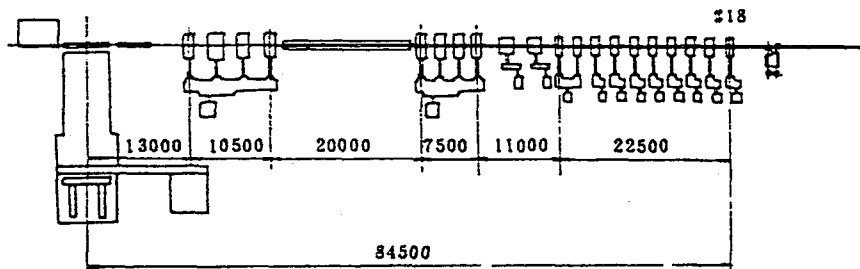
Kütük Büyüklüğü : 100 mm kare x 2500 mm uzunluk

Ürün Cinsi :

ÇAP	10 mm	13 mm	16 mm	19 mm	22 mm	25 mm
Yüzde oran	%20	%20	%15	%15	%15	%15



(a) Çok-yarma çubuk çekme planı



(b) Konvansiyonel iki-kol çubuk çekme planı.

ŞEKİL - 36 : ÇOK-YARMA HADDELEME PLANI İLE KONVANSİYONEL İKİ-KOL HADDELEME PLANININ KARŞILAŞTIRILMASI

	Çok-Yarma Haddelenmesi	Konvansiyonel Haddelenme
Haddelenme Metodu	Maksimum dört,yarma haddelenmesi	İki-kol Haddelenme
Haddelenme Uzunluğu	66 m	84,5 m
Çubuk çekme Tezgahlarının Sayısı	14	18
Uç Kesme Makaslarının Sayısı	1	2
Boy Kesme Makaslarının Sayısı	1	2
Bitiş Hızı (Ø 10)	8 m/s	11 m/s

2) Küçük Motor Gücü İhtiyacı

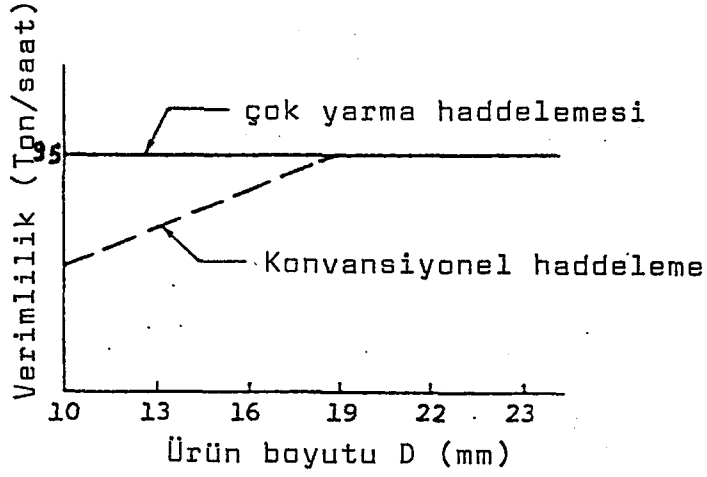
Çünkü çok-yarma haddelenme metodu daha az ufaltma (daha az % ezme) sağladığından büyük kapasiteli motorlar gerektirmez. Örneğin, şekil 36'da gösterilen çubuk çekmenin toplam motor kapasite gereksinimi aşağı yukarı bir konvansiyonel çubuk çekmeden % 20 daha azdır.

3) Daha Az Makaslar

Konvansiyonel tipin çok-kollu haddelemesi her bir kol için ayrı ayrı bir uç kesme makası ve bir boy kesme makası gerektirir. Mukayese yapılırsa, çoklu yarma haddelemesi bu makaslardan birer tane gerektirir.

4.3.3. Yüksek Üretim Verimliliği

Çünkü Nippon Steel'in çok-yarma haddeleme metodu daha kısa ürün uzunluğu ve daha az hadde tezgahları gerektirdiğinden haddeleme zamanını azaltır, hadde aralıklarını kısaltır ve üretim oranını arttırır. Düşük bir finiş hızıyla bile yüksek üretim oranı sağlanabilir. Şekil 37'de gösterildiği gibi herbir farklı ürün ebatı için eşit verimlilik sağlanmaktadır.

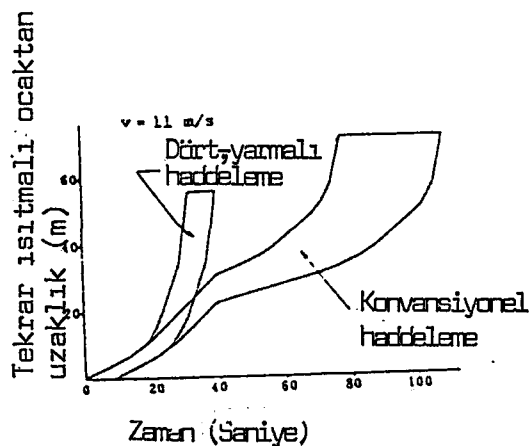


ŞEKİL - 37 : ÇOK-YARMA HADDELEMESİYLE VERİMDEKİ İYİLEŞME

4.3.4. Enerji Tasarrufu

1) Tav Ocağında Enerji Tasarrufu

Bu metod çubuk sıcaklığını haddelemenin başlangıcından bitimine kadar bir minimum azalmayla tutar. Çünkü gerekli haddeleme zamanı daha önce belirtildiği gibi kısadır. (şekil 38). Bu yüzden tav ocağından çıkış sıcaklığı azaltılabilir.



ŞEKİL - 38 : HADDELEME ZAMANI

2) Haddeleme Gücünün Tasarrufu

Çünkü daha az ufaltmadan (daha az % ezme) dolayı bu metod konvansiyonel metodlardan daha az haddeleme gücü gerektirir. (Örneğin : 10 mm çaplı çubukların dört-yarma haddelemesinde güç aşağı yukarı % 30 daha azdır).

4.3.5. Azalan Merdane Tüketimi

Merdanelerin dayanıklılığının aynı olmasına rağmen, bu metod daha az sayıda tezgahlar (hadde tezgahları) gerektirdiğinden daha az merdaneler gerektirir. (Örneğin: Dört-yarma haddelemesi için aşağı yukarı % 20 daha az).

4.3.6. Ürünün Boyutsal Doğruluğunda İyileşme

Bu metodla elde edilen daha kısa ürünlerin baş ve kuyruk sonları arasında daha az sıcaklık farkı olduğundan

boyutsal doğrulukta iyileşme elde edilir.

Bu metotta kolların sayısına göre uygulanan haddeme kuvveti alışılmış iki-kol haddemelemedeki gibi değişmez. Bu merdane boşluk farklılıklarını giderir ve bu yüzden ürünler arasında boyutsal farklılıklar ortadan kalkar.



5. GELECEK GELİŞMELER

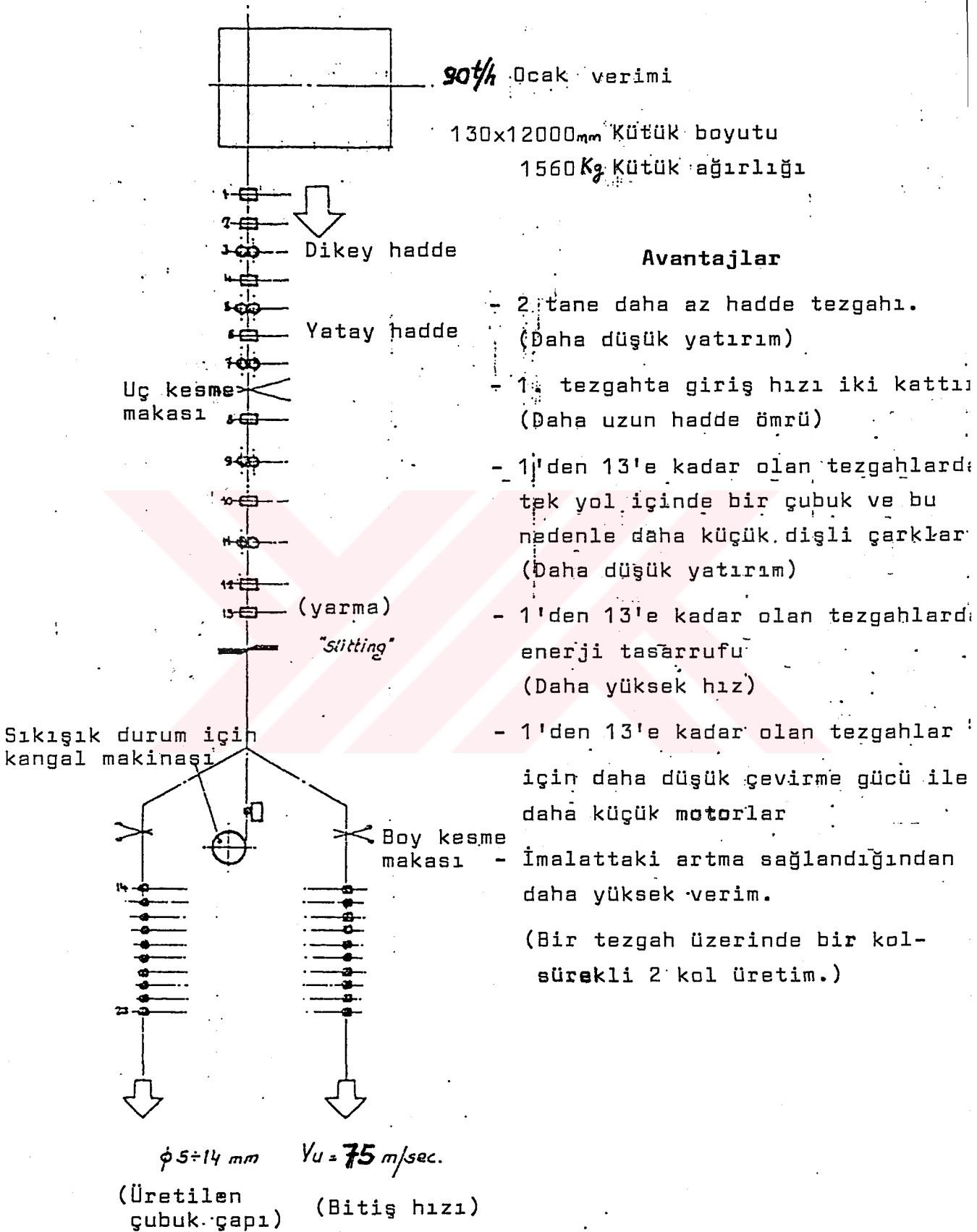
Birçok modern fabrika yarma sistemi ile çalışır ve şekil 39 ve 40'da gösterildiği gibi yuvarlaklardan başka ürünler için ilginç uygulamaları çok önceden görmek mümkündür. Yarmanın uygulanması için istekler, özellikle betonarme çubuklarının ve daha küçük boyutlardaki çubukların haddelenmesi için iş yeri kurdurtma istekleri gittikçe daha çok sıklaşmaktadır.

Bu istekler şunlara bağlıdır:

- Yüksek bitiş hızına ulaşmaksızın küçük çaplı çubukların üretiminin artışıındaki zorluk.
- Küçük ve büyük boyutlar arasında verim eşitliliğini sağlama imkanı.
- Farklı biçimli profiller ve yuvarlakların üretildiği fabrikalara bu yeni teknolojinin uygulanma kolaylığı.

Son olarak şu da belirtilmelidir ki, mükemmel olarak eşit çubuk yarabilen donatımlar üzerinde yapılan çalışmalar ilerlemiş aşamadadır. Bu yüzden betonarme için istenilenden daha fazla tolerans sağlanabilir.

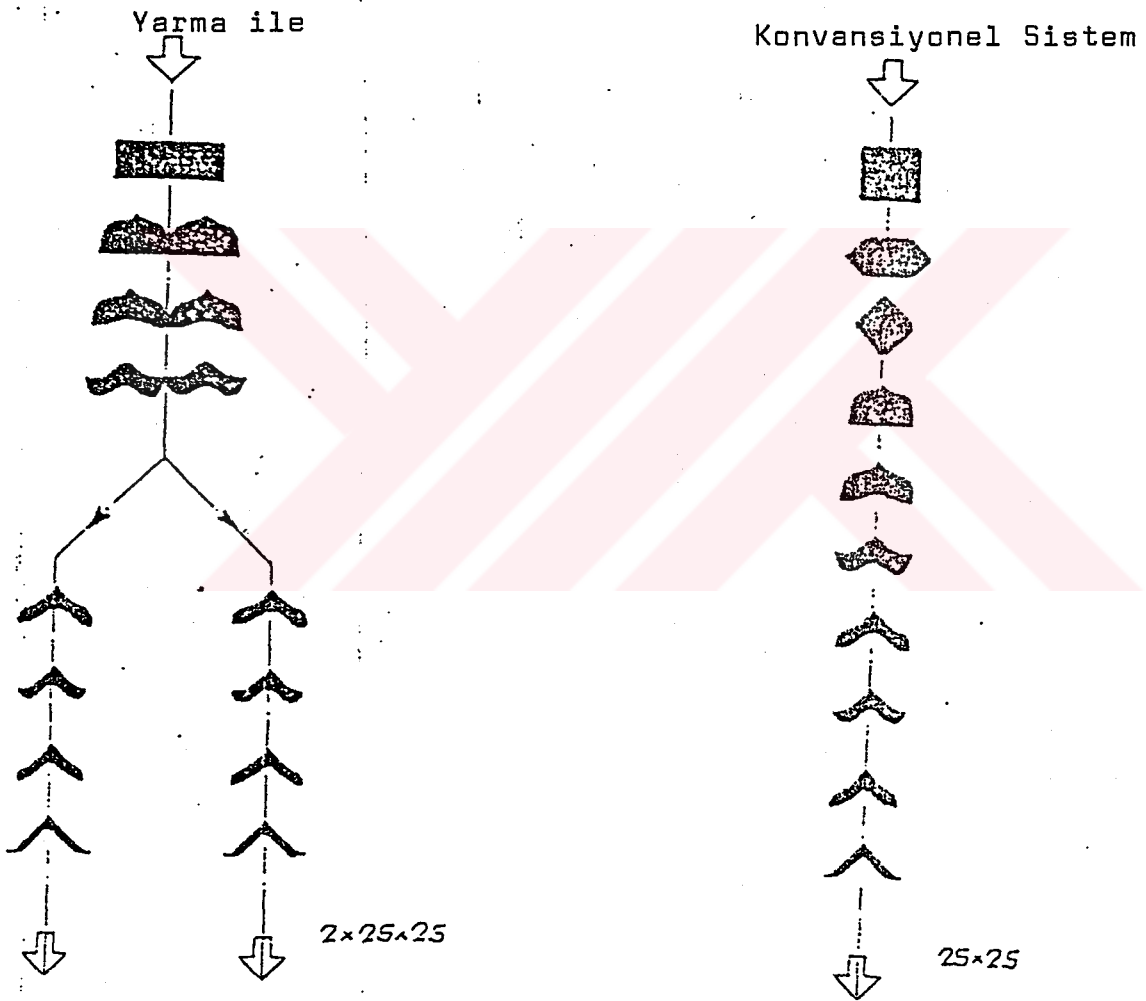
Gelecekte betonarme çeliklerinden başka uygulamalar için ve yüksek sertlikteki düz yuvarlakların haddelenmesi için yarmanın kullanımına başlanabilir.



ŞEKİL - 39 : TEL ÇUBUK FABRİKASI

PROFİLLERİN DÜZENİ

Yarmanın uygulanmasıyla küçük parçalara ayırarak haddeleme yapılabilir.



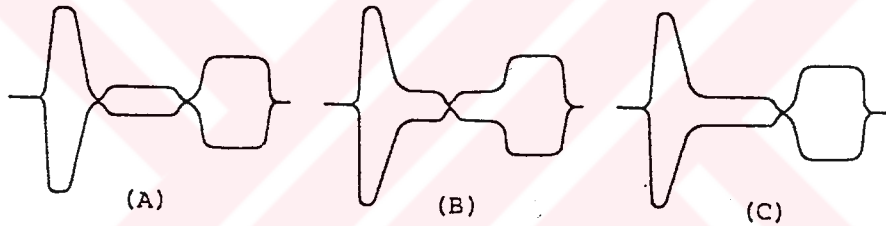
Not: Yarma işlemleri ile verim iki mislidir.

(Aynı bitiş hızında)

5.1. Rayların Yararak Haddelenmesi

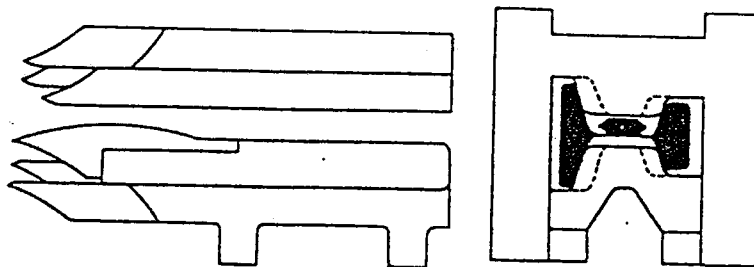
Rayların yarararak haddelenmesi popüler bir işlem olarak uzun zamandan beri kullanılır. Kullanılan raylar yarılır ve yuvarlaklar, üçgenler veya (T) çubuklar şeklinde haddelenir. Rayın yarararak haddelenmesi metoduna örnek, şekil 41'de gösterilmiştir.

Bu methodla, bir ray tamamıyla ayrı parçalara kesilemez. Çünkü haddelme kuvveti çubuk çekme gerilmesine sebep olur.



ŞEKİL - 41 : RAYLARIN YARARAK HADDELENMESİ

Bu problem şekil 42'de gösterilen bir çıkış-ucu klavuzu donatımıyla çözülür. O ki esas parçadan boyuna bölme yapar, böylece istenilen yarma yapılır. Yarma parçaları klavuzda bir ucdan öteki uca kadar birbirinden ayrılır.



6. K A L İ B R A S Y O N H E S A P L A R I

120 x 120 x 6000 mm boyutundaki kare kütükten Ø8, Ø10, Ø12, Ø14 mm çapında inşaat demirleri üretilmek istenmektedir.

6.1. Ø8, Ø10, Ø12, Ø14 'LÜK ÇUBUKLARIN PASO SAYILARININ HESAPLANMASI :

Paso sayılarının hesaplanmasında kaynak olarak İstanbul Demir Çelikten yararlanılmıştır.

n : Paso sayısı

F_o : İlk kesit alanı

F_n : Son kesit alanı

λ_m : Ortalama uzatma katsayısı

$\%U_m$: Yüzde ortalama ezme oranı

Uygulamada yüzde ortalama ezme oranı $\%U_m$:23-26 arasında kabul edilir.

Paso sayısını hesaplarken ilk önce yüzde ortalama ezme oranını ($\%U_m$) kabul ederiz. Daha sonra bu kabul ettiğimiz yüzde ortalama ezme oranına karşılık gelen ortalama uzatma katsayısını (λ_m) buluruz. Bunu şu bağıntıdan buluruz.

$$\lambda_m = \frac{100}{100 - \%U_m}$$

İlk kesit alanımız (F_o), 120 x 120 'lik kare kütüğün kesit alanıdır. Son kesit alanımız (F_n), kütük ikiye yarıldığından finişte iki yuvarlak çubuk oluşacaktır. Bu iki yuvarlak çubuğun toplam kesit alanı (F_n)'dir.

$$F_n = \frac{\pi \times d_n^2}{4} \times 2$$

Bu işlemler yapıldıktan sonra paso sayısının hesabı aşağıdaki bağıntıdan yapılır.

$$n = \frac{\log F_0 - \log F_n}{\log \lambda_m}$$

Ø8 mm' LİK ÇUBUĞUN PASO SAYISININ HESABI :

Ø8 mm için % $u_m = 23$ kabul

$$\lambda_m = \frac{100}{100 - \% u_m} = \frac{100}{100 - 23} = \frac{100}{77} = 1,298701299$$

$$F_0 = 120 \times 120 = 14400 \text{ mm}^2$$

$$F_n = \frac{\pi \times d^2}{4} \times 2 \rightarrow (2 \times \text{Ø} 8)$$

$$F_n = \frac{\pi \times (8)^2}{4} \times 2 = \frac{402,1238597}{4} = 100,5309649 \text{ mm}^2$$

$$F_n = 100,5309649 \text{ mm}^2 (2 \times \text{Ø} 8)$$

$$n = \frac{\log F_0 - \log F_n}{\log \lambda_m} = \frac{\log 14400 - \log 100,5309649}{\log 1,298701299}$$

$$n = \frac{4,158362492 - 2,002299851}{0,113509274} = 18,99459$$

$$n = 19 \text{ paso}$$

Ø 8 mm'lik çubuğu 19 pasoda elde ederiz.

Ø 10 mm'lik ÇUBUĞUN PASO SAYISININ HESABI

Ø 10 mm için % $u_m = 24$ kabul

$$\lambda_m = \frac{100}{100-24} = \frac{100}{76} = 1,315789474$$

$$F_n = \frac{\pi \times (10)^2}{4} \times 2 = 157,0796327 \text{ mm}^2 (2 \times \emptyset 10)$$

$$n = \frac{\log 14400 - \log 157,0796327}{\log 1,315789474} = \frac{4,158362492 - 2,196119877}{0,119186407}$$

$n = 16,463644$ tam sayıya tamamlamamız gerekir.

$n = 17$ paso

$\emptyset 10$ mm'lik çubuğu 17 pasoda elde ederiz. Paso sayısını $n = 16,4636$ 'dan $n = 17$ 'ye tamamladığımız için kabul ettiğimiz ortalama yüzde ezme oranı değişecektir. Bu yeni ortalama yüzde ezme oranını bulmamız gerekir.

λ_T : Toplam uzatma katsayısı.

$$\lambda_T = \frac{F_0}{F_n} = \frac{14400}{157,0796327} = 91,67324721$$

$$\lambda_T = (\lambda_m)^n \rightarrow \lambda_m = \sqrt[n]{\lambda_T}$$

$$\lambda_m = \sqrt[17]{91,67324721} = 1,304445792$$

$$\lambda_m = \frac{100}{100 - \% U_m} \rightarrow \% U_m = \frac{100 \lambda_m - 100}{\lambda_m}$$

$$\% U_m = \frac{100 \cdot 1,304445792 - 100}{1,304445792} = \frac{30,44457921}{1,304445792}$$

$\% U_m = 23,33909113$

Bu ortalama yüzde ezme oranı ile \emptyset 10 mm'lik çubuğu 17 pasoda elde ederiz.

\emptyset 12 mm'LİK ÇUBUĞUN PASO SAYISININ HESABI

\emptyset 12 mm için % $U_m = 25$ kabul.

$$\lambda_m = \frac{100}{100 - 25} = \frac{100}{75} = 1,333333333$$

$$F_n = \frac{\pi \times (12)^2}{4} \times 2 = 226,1946711 \text{ mm}^2 \quad (2 \times \emptyset 12)$$

$$n = \frac{\log 14400 - \log 226,1946711}{\log 1,333333333} = \frac{4,158362492 - 2,354482369}{0,124938736}$$

$n = 14,4381172$ tam sayıya tamamlarsak.

$n = 15$ paso .

\emptyset 12 mm'lik çubucu 15 pasoda elde ederiz. Paso sayısını $n = 14,438117$ ' den $n = 15$ ' e tamamladığımız için kabul ettiğimiz ortalama yüzde ezme oranı değişecektir. Bu yeni ortalama yüzde ezme oranını bulmamız gerekir.

$$\lambda_T = \frac{F_o}{F_n} = \frac{14400}{226,1946711} = 63,66197723$$

$$\lambda_m = \sqrt[n]{\lambda_T} = \sqrt[15]{63,66197723} = 1,319042154$$

$$\% U_m = \frac{100 \times \lambda_m - 100}{\lambda_m} = \frac{100 \times 1,319042154 - 100}{1,319042154} = \frac{31,90421536}{1,319042154}$$

$$\% U_m = 24,1874115$$

Bu ortalama yüzde ezme oranı ile \emptyset 12 mm'lik çubuğu 15 pasoda elde ederiz.

\emptyset 14 mm'LİK ÇUBUĞUN PASO SAYISININ HESABI :

\emptyset 14 mm için $\% U_m = 26$ kabul

$$\lambda_m = \frac{100}{100-26} = \frac{100}{74} = 1,351351351$$

$$F_n = \frac{\pi \times (14)^2}{4} \times 2 = 307,87608 \text{ mm}^2 \quad (2 \times \emptyset 14)$$

$$n = \frac{\log 14400 - \log 307,87608}{\log 1,351351351} = \frac{4,158362492 - 2,488375948}{0,13076828}$$

$n = 12,7705781$ tam sayıya tamamlarsak.

$n = 13$ paso

\emptyset 14 mm'lik çubuğu 13 pasoda elde ederiz. Paso sayısını $n = 12,77057$ ' den $n = 13$ 'e tamamladığımız için kabul ettiğimiz ortalama yüzde ezme oranı değişecektir. Bu yeni ortalama yüzde ezme oranını bulmamız gerekir.

$$\lambda_T = \frac{F_o}{F_n} = \frac{14400}{307,87608} = 46,77206492$$

$$\lambda_m = \sqrt[n]{\lambda_T} = \sqrt[13]{46,77206492} = 1,344189515$$

$$\%U_m = \frac{100 \times \lambda_m - 100}{\lambda_m} = \frac{100 \times 1,344189515 - 100}{1,344189515}$$

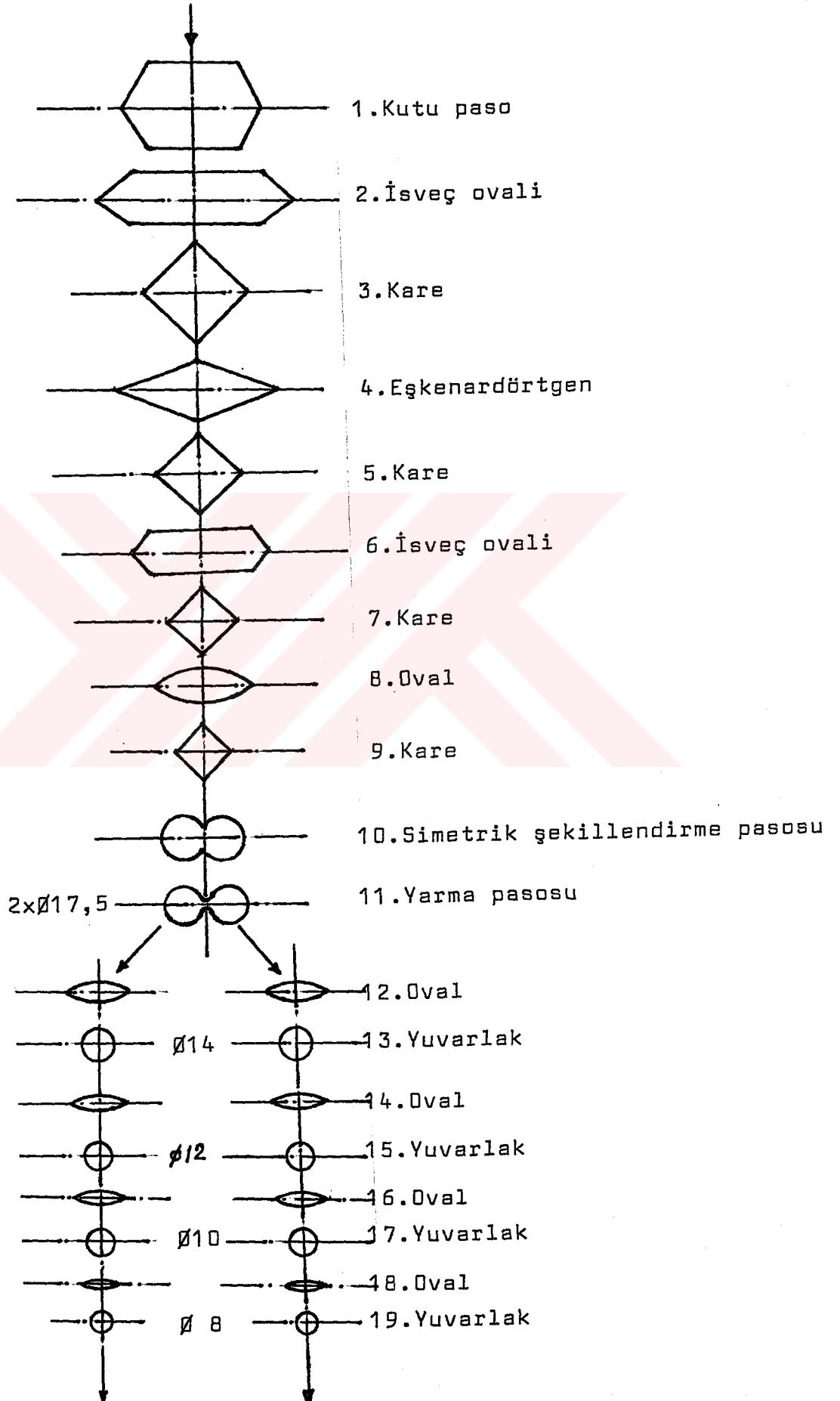
$$\% U_m = 25,60572827$$

Bu ortalama yüzde ezme oranı ile \emptyset 14 mm' lik çubuğu
13 pasoda elde ederiz.



6.2. Ø8,Ø10,Ø12,Ø14'LÜK ÇUBUKLARIN MERDANE PASO DİZAYNI :

Paso dizaynı, "Ferslit", A New Rolling Technique ve İstanbul Demir Delikten yararlanılarak yapılmıştır.



6.3. % EZME ORANLARININ TESPİTİ

$$\emptyset d_{11} = 1,25 \times \emptyset d_{13}$$

$$\emptyset d_{11} = 1,25 \times 14 = 17,5 \text{ mm}$$

$$F_{11} = \frac{\pi \times d_{11}^2}{4} \times 2 + 6 \times 1,3 = \frac{\pi \times (17,5)^2}{4} \times 2 + 7,8$$

$$F_{11} = 488,856 \text{ mm}^2 \quad (2 \times \emptyset 17,5)$$

$$\lambda_{T_{1-11}} = \frac{F_o}{F_{11}} = \frac{14400}{488,856} = 29,45652708$$

$$\lambda_{T_{1-11}} = (\lambda_{m_{1-11}})^{11} \longrightarrow \lambda_{m_{1-11}} = \sqrt[11]{\lambda_{T_{1-11}}}$$

$$\lambda_{m_{1-11}} = \sqrt[11]{29,45652708} = 1,360072183$$

$$\%U_{m_{1-11}} = \frac{100 \times \lambda_{m_{1-11}} - 100}{\lambda_{m_{1-11}}} = \frac{100 \times 1,360072183 - 100}{1,360072183}$$

$$\%U_{m_{1-11}} = 26,474$$

Bu ortalama yüzde ezme oranı ile 11 nci pasodaki kesit alanını elde ederiz.

$$F_{13} = \frac{\pi \times d_{13}^2}{4} \times 2 = \frac{\pi \cdot (14)^2}{4} \times 2 = 307,876 \text{ mm}^2 \quad (2 \times \emptyset 14)$$

$$F_{15} = \frac{\pi \times d_{15}^2}{4} \times 2 = \frac{\pi \times (12)^2}{4} \times 2 = 226,194 \text{ mm}^2 \quad (2 \times \emptyset 12)$$

$$F_{17} = \frac{\pi \times d_{17}^2}{4} \times 2 = \frac{\pi \times (10)^2}{4} \times 2 = 157,079 \text{ mm}^2 (2 \times \varnothing 10)$$

$$F_{19} = \frac{\pi \times d_{19}^2}{4} \times 2 = \frac{\pi \times (8)^2}{4} \times 2 = 100,53 \text{ mm}^2 (2 \times \varnothing 8)$$

$$\lambda_{12}^2 : \lambda_{13} = \frac{F_{11}}{F_{12}} \cdot \frac{F_{12}}{F_{13}} = \frac{F_{11}}{F_{13}} = (\lambda_{m_{12-13}})^2$$

$$\lambda_{m_{12-13}} = \sqrt{\frac{F_{11}}{F_{13}}} = \sqrt{\frac{488,856}{307,876}} = \sqrt{1,587834063}$$

$$\lambda_{m_{12-13}} = 1,260092879$$

$$\%U_m = \frac{100 \cdot \lambda_{m_{12-13}} - 100}{\lambda_{m_{12-13}}} = \frac{100 \cdot 1,260092879 - 100}{1,260092879}$$

$$\%U_{m_{12-13}} = 20,64$$

$$\lambda_{14} \cdot \lambda_{15} = \frac{F_{13}}{F_{15}} = (\lambda_{m_{14-15}})^2$$

$$\lambda_{m_{14-15}} = \sqrt{\frac{F_{13}}{F_{15}}} = \sqrt{\frac{307,876}{226,194}} = 1,166668246$$

$$\%U_{m_{14-15}} = \frac{100 \cdot \lambda_{m_{14-15}} - 100}{\lambda_{m_{14-15}}} = \frac{100 \times 1,166668246 - 100}{1,166668246}$$

$$\%U_{m_{14-15}} = 14,285$$

$$\lambda_{16} \cdot \lambda_{17} = \frac{F_{15}}{F_{17}} = \lambda_{m16-17}^2$$

$$\lambda_{m16-17} = \sqrt{\frac{F_{15}}{F_{17}}} = \sqrt{\frac{226,194}{157,079}} = 1,200000637$$

$$\%U_{m16-17} = \frac{100 \cdot \lambda_{m16-17} - 100}{\lambda_{m16-17}} = \frac{100 \cdot 1,200000637 - 100}{1,200000637}$$

$$\%U_{m16-17} = 16,666$$

$$\lambda_{18} \cdot \lambda_{19} = \frac{F_{17}}{F_{19}} = \lambda_{m18-19}^2$$

$$\lambda_{m18-19} = \sqrt{\frac{F_{17}}{F_{19}}} = \frac{157,079}{100,53} = 1,250003482$$

$$\%U_{m18-19} = \frac{100 \cdot \lambda_{m18-19} - 100}{\lambda_{m18-19}} = \frac{100 \cdot 1,250003482 - 100}{1,250003482}$$

$$\%U_{m18-19} = 20$$

%K EZME ORANLARI

$$\%U_1 = 26 \text{ kabul}$$

$$\%U_{12} = 20,64 \text{ hesap}$$

$$\%U_2 = 27 \text{ kabul}$$

$$\%U_{13} = 20,64 \text{ hesap}$$

$$\%U_3 = 28 \text{ kabul}$$

$$\%U_{14} = 14,285 \text{ hesap}$$

$$\%U_4 = 31,25 \text{ kabul}$$

$$\%U_{15} = 14,285 \text{ hesap}$$

$$\%U_5 = 28 \text{ kabul}$$

$$\%U_{16} = 16,666 \text{ hesap}$$

$$\%U_6 = 31 \text{ kabul}$$

$$\%U_{17} = 16,666 \text{ hesap}$$

$$\%U_7 = 27 \text{ kabul}$$

$$\%U_{18} = 20 \text{ hesap}$$

$%U_8 = 27$ kabul

$%U_{19} = 20$ hesap

$%U_9 = 26$ kabul

$%U_{10} = 19$ kabul

$%U_{11} = 20$ kabul



6.4. UZATMA KATSAYILARININ HESABI :

$$\lambda_1 = \frac{100}{100 - \% U_1} = \frac{100}{100 - 26} = 1,35135$$

$$\lambda_2 = \frac{100}{100 - \% U_2} = \frac{100}{100 - 27} = 1,36986$$

$$\lambda_3 = \frac{100}{100 - \% U_3} = \frac{100}{100 - 28} = 1,38888$$

$$\lambda_4 = \frac{100}{100 - \% U_4} = \frac{100}{100 - 31,25} = 1,45454$$

$$\lambda_5 = \frac{100}{100 - \% U_5} = \frac{100}{100 - 28} = 1,38888$$

$$\lambda_6 = \frac{100}{100 - \% U_6} = \frac{100}{100 - 31} = 1,44927$$

$$\lambda_7 = \frac{100}{100 - \% U_7} = \frac{100}{100 - 27} = 1,36986$$

$$\lambda_8 = \frac{100}{100 - \% U_8} = \frac{100}{100 - 27} = 1,36986$$

$$\lambda_9 = \frac{100}{100 - \% U_9} = \frac{100}{100 - 26} = 1,35135$$

$$\lambda_{10} = \frac{100}{100 - \% U_{10}} = \frac{100}{100 - 19} = 1,23456$$

$$\lambda_{11} = \frac{100}{100 - \% U_{11}} = \frac{100}{100 - 20} = 1,25$$

$$\lambda_{12} = \frac{100}{100 - \%U_{12}} = \frac{100}{100 - 20,64} = 1,26008$$

$$\lambda_{13} = \frac{100}{100 - \%U_{13}} = \frac{100}{100 - 20,64} = 1,26008$$

$$\lambda_{14} = \frac{100}{100 - \%U_{14}} = \frac{100}{100 - 14,285} = 1,16665$$

$$\lambda_{15} = \frac{100}{100 - \%U_{15}} = \frac{100}{100 - 14,285} = 1,16665$$

$$\lambda_{16} = \frac{100}{100 - \%U_{16}} = \frac{100}{100 - 16,666} = 1,19999$$

$$\lambda_{17} = \frac{100}{100 - \%U_{17}} = \frac{100}{100 - 16,666} = 1,19999$$

$$\lambda_{18} = \frac{100}{100 - \%U_{18}} = \frac{100}{100 - 20} = 1,25$$

$$\lambda_{19} = \frac{100}{100 - \%U_{19}} = \frac{100}{100 - 20} = 1,25$$

$$\lambda_T = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \cdot \lambda_5 \cdot \lambda_6 \cdot \lambda_7 \cdot \lambda_8 \cdot \lambda_9 \cdot \lambda_{10} \cdot \lambda_{11} \cdot \lambda_{12} \cdot \lambda_{13} \cdot \lambda_{14} \cdot \lambda_{15} \cdot \lambda_{16} \cdot \lambda_{17} \cdot \lambda_{18} \cdot \lambda_{19}$$

$$\lambda_T = 1,35135 \cdot 1,36986 \cdot 1,38888 \cdot 1,45454$$

$$1,38888 \cdot 1,44927 \cdot 1,36986 \cdot 1,36986 \cdot 1,35135$$

$$1,23456 \cdot 1,25 \cdot 1,26008 \cdot 1,26008$$

$$1,16665 \cdot 1,16665 \cdot 1,19999 \cdot 1,19999$$

$$1,25 \cdot 1,25$$

$$\lambda_T = 143,23315$$

$$\lambda_T = \frac{F_0}{F_{19}} = \frac{14400}{100,53} = 143,24082$$

$$\underline{143,23315 = 143,24082}$$



6.5. KESİT ALANLARININ HESABI

$$F_1 = \frac{F_0}{\lambda_1} = \frac{14400}{1,05135} = 10656,01 \text{ mm}^2$$

$$F_2 = \frac{F_1}{\lambda_2} = \frac{10656,01}{1,36986} = 7778,904 \text{ mm}^2$$

$$F_3 = \frac{F_2}{\lambda_3} = \frac{7778,904}{1,38888} = 5600,846 \text{ mm}^2$$

$$F_4 = \frac{F_3}{\lambda_4} = \frac{5600,846}{1,45454} = 3850,596 \text{ mm}^2$$

$$F_5 = \frac{F_4}{\lambda_5} = \frac{3850,596}{1,38888} = 2772,446 \text{ mm}^2$$

$$F_6 = \frac{F_5}{\lambda_6} = \frac{2772,446}{1,44927} = 1912,994 \text{ mm}^2$$

$$F_7 = \frac{F_6}{\lambda_7} = \frac{1912,994}{1,36986} = 1396,488 \text{ mm}^2$$

$$F_8 = \frac{F_7}{\lambda_8} = \frac{1396,488}{1,36986} = 1019,438 \text{ mm}^2$$

$$F_9 = \frac{F_8}{\lambda_9} = \frac{1019,438}{1,35135} = 754,384 \text{ mm}^2$$

$$F_{10} = \frac{F_9}{\lambda_{10}} = \frac{754,384}{1,23456} = 611,054 \text{ mm}^2$$

$$F_{11} = \frac{F_{10}}{\lambda_{11}} = \frac{611,054}{1,25} = 488,843 \text{ mm}^2$$

$$F_{12} = \frac{F_{11}}{\lambda_{12}} = \frac{488,843}{1,26008} = 387,946 \text{ mm}^2$$

$$F_{13} = \frac{F_{12}}{\lambda_{13}} = \frac{387,946}{1,26008} = 307,874 \text{ mm}^2$$

$$F_{14} = \frac{F_{13}}{\lambda_{14}} = \frac{307,874}{1,16665} = 263,895 \text{ mm}^2$$

$$F_{15} = \frac{F_{14}}{\lambda_{15}} = \frac{263,895}{1,16665} = 226,198 \text{ mm}^2$$

$$F_{16} = \frac{F_{15}}{\lambda_{16}} = \frac{226,198}{1,19999} = 188,499 \text{ mm}^2$$

$$F_{17} = \frac{F_{16}}{\lambda_{17}} = \frac{188,499}{1,19999} = 157,083 \text{ mm}^2$$

$$F_{18} = \frac{F_{17}}{\lambda_{18}} = \frac{157,083}{1,25} = 125,666 \text{ mm}^2$$

$$F_{19} = \frac{F_{18}}{\lambda_{19}} = \frac{125,666}{1,25} = 100,532 \text{ mm}^2$$

6.6. % EZME ORANLARININ HESABI :

$$\%U_1 = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \times 100 = \frac{14400 - 10656,01}{14400} \times 100 = 25,999$$

$$\%U_2 = \frac{F_1 - F_2}{F_1} \times 100 = \frac{10656,01 - 7778,904}{10656,01} \times 100 = 26,999$$

$$\%U_3 = \frac{F_2 - F_3}{F_2} \times 100 = \frac{7778,904 - 5600,846}{7778,904} \times 100 = 27,999$$

$$\%U_4 = \frac{F_3 - F_4}{F_3} \times 100 = \frac{5600,846 - 3850,596}{5600,846} \times 100 = 31,249$$

$$\%U_5 = \frac{F_4 - F_5}{F_4} \times 100 = \frac{3850,596 - 2772,446}{3850,596} \times 100 = 27,999$$

$$\%U_6 = \frac{F_5 - F_6}{F_5} \times 100 = \frac{2772,446 - 1912,994}{2772,446} \times 100 = 30,999$$

$$\%U_7 = \frac{F_6 - F_7}{F_6} \times 100 = \frac{1912,994 - 1396,488}{1912,994} \times 100 = 26,999$$

$$\%U_8 = \frac{F_7 - F_8}{F_7} \times 100 = \frac{1396,488 - 1019,438}{1396,488} \times 100 = 26,999$$

$$\%U_9 = \frac{F_8 - F_9}{F_8} \times 100 = \frac{1019,438 - 754,384}{1019,438} \times 100 = 26$$

$$\%U_{10} = \frac{F_9 - F_{10}}{F_9} \times 100 = \frac{754,384 - 611,054}{754,384} \times 100 = 18,999$$

$$\%U_{11} = \frac{F_{10} - F_{11}}{F_{10}} \times 100 = \frac{611,054 - 488,843}{611,054} \times 100 = 20$$

$$\%U_{12} = \frac{F_{11} F_{12}}{F_{11}} \times 100 = \frac{488,843 - 387,946}{488,843} \times 100 = 20,639$$

$$\%U_{13} = \frac{F_{12} F_{13}}{F_{12}} \times 100 = \frac{387,946 - 307,874}{387,946} \times 100 = 20,639$$

$$\%U_{14} = \frac{F_{13} F_{14}}{F_{13}} \times 100 = \frac{307,874 - 263,895}{307,874} \times 100 = 14,284$$

$$\%U_{15} = \frac{F_{14} F_{15}}{F_{14}} \times 100 = \frac{263,895 - 226,198}{263,895} \times 100 = 14,284$$

$$\%U_{16} = \frac{F_{15} F_{16}}{F_{15}} \times 100 = \frac{226,198 - 188,499}{226,198} \times 100 = 16,666$$

$$\%U_{17} = \frac{F_{16} F_{17}}{F_{16}} \times 100 = \frac{188,499 - 157,083}{188,499} \times 100 = 16,666$$

$$\%U_{18} = \frac{F_{17} F_{18}}{F_{17}} \times 100 = \frac{157,083 - 125,666}{157,083} \times 100 = 20$$

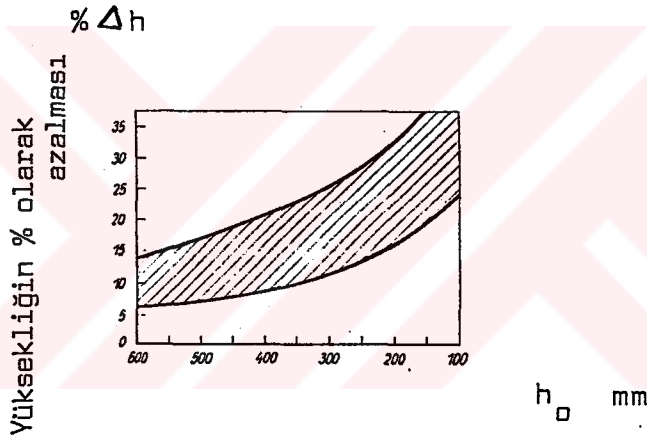
$$\%U_{19} = \frac{F_{18} F_{19}}{F_{18}} \times 100 = \frac{125,666 - 100,532}{125,666} \times 100 = 20$$

6.7. Ø 8, Ø 10, Ø 12, Ø 14, LÜK ÇUBUKLARIN
KALİBRE ÖLÇÜLERİNİN HESAPLANMASI :

Bu hesaplamalarda kullanılan gerekli formül ve şekil-
ler Kalibrieren Von Walzen, Rolling Practice ve İstanbul
Demir Çelikten alınmıştır.

1. PASO

KUTU PASO :



Pasoya başlama yüksekliği

Şekil-43 Kütüklerde haddeleme yüksekliğinin sınırları

$$F_0 = 120 \times 120 = 14400 \text{ mm}^2$$

$$F_1 = 10656,01 \text{ mm}^2$$

$$h_0 = 120 \text{ mm için ŞEKİL 43' ten } \Delta h = \% 25 \text{ bulunur.}$$

$$\begin{array}{r} 100 \quad \quad \quad 25 \\ \hline 120 \quad \quad \quad x \end{array}$$

$$x = \Delta h = \frac{120 \cdot 25}{100} = \underline{30 \text{ mm}}$$

$$\Delta h = \% 25 \longrightarrow \Delta h = 30 \text{ mm}$$

$$\Delta h = h_0 - h_1 \longrightarrow h_1 = h_0 - \Delta h = 120 - 30$$

$$\underline{h_1 = 90 \text{ mm}}$$

$$\Delta b = k \cdot \Delta h$$

$$k = 0,35 \div 0,48 \text{ arasında alınır.}$$

$$k = 0,45 \text{ kabul.}$$

$$\Delta b = 0,45 \cdot 30 = 13,5 \text{ mm}$$

$$\Delta b = b_1 - b_0 \longrightarrow b_1 = b_0 + \Delta b = 120 + 13,5$$

$$\underline{b_1 = 133,5 \text{ mm}}$$

$$F_1 = \frac{b_1 \cdot h_1}{2} \cdot \left(1 + \frac{c_1}{b_1} \right)$$

$$c_1 = \frac{2F_1}{h_1} - b_1$$

$$c_1 = \frac{2 \cdot 10656,01}{90} - 133,5 = 103,3 \text{ mm}$$

$$\underline{c_1 = 103,3 \text{ mm}}$$

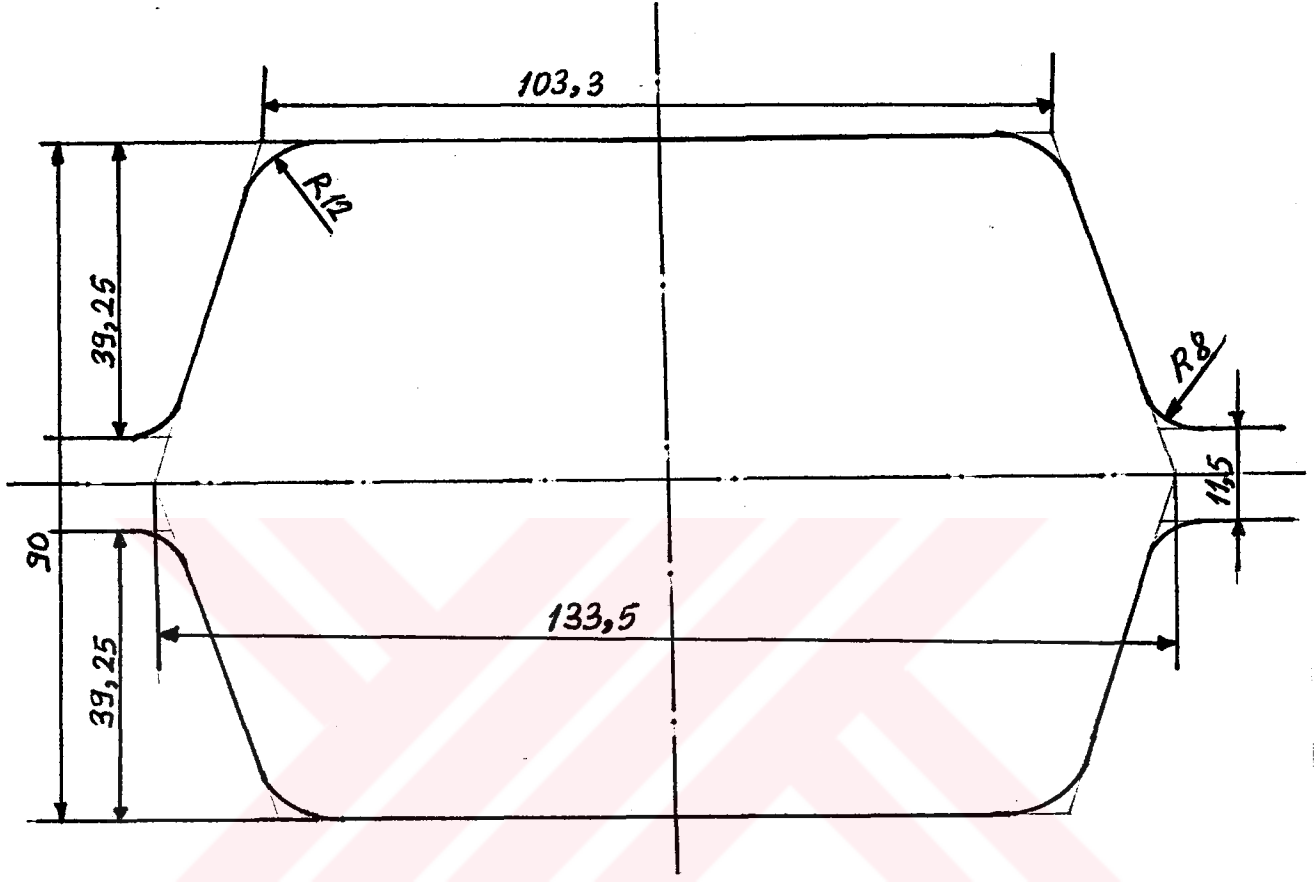
$$R_1 = (0,12 - 0,2) \cdot c_1$$

$$R_1 = 0,12 \cdot c_1 = 0,12 \cdot 103,3 = 12,3 = 12 \text{ mm}$$

$$R_2 = (0,08 - 0,12) \cdot c_1$$

$$R_2 = 0,08 \cdot c_1 = 0,08 \cdot 103,3 = 8,26 = 8 \text{ mm}$$

Hava payı $s_1 = 11,5$ mm kabul.



2. PASO

İSVEÇ OVALİ

$$F_2 = 7778,904 \text{ mm}^2$$

$$\frac{b_2}{h_2} = 2 \text{ kabul}$$

h_2

$$\frac{h_2^2}{F_2} = \frac{1}{\frac{b_2}{h_2} - 0,5}$$

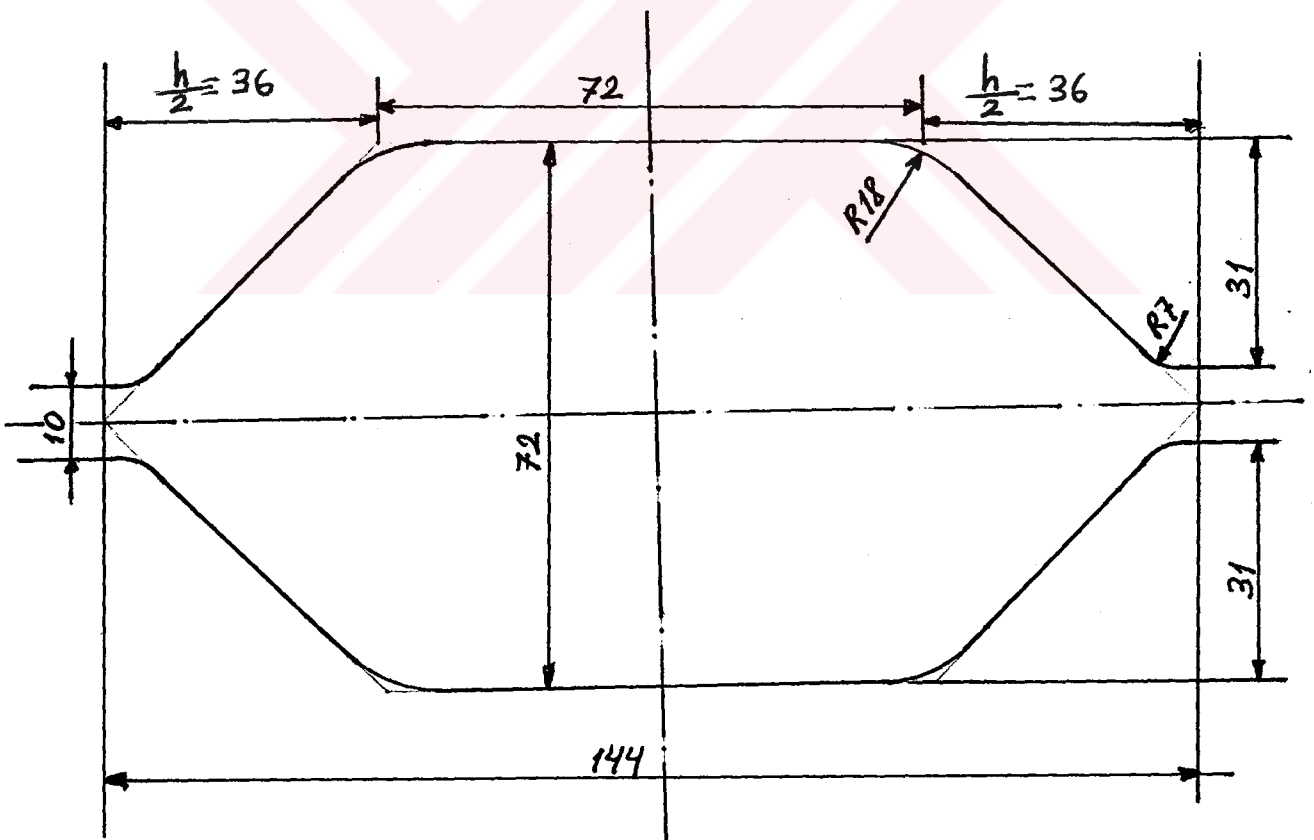
$$\frac{(h_2)^2}{7778,904} = \frac{1}{2 - 0,5} \rightarrow (h_2)^2 = \frac{7778,904}{1,5}$$

$$(h_2)^2 = 5185,936 \rightarrow h_2 = \sqrt{5185,936} = 72,01344 \text{ mm}$$

$$\frac{b_2}{h_2} = 2 \rightarrow b_2 = 2 \cdot h_2 = 2 \cdot 72,01344$$

$$b_2 = 144,02688 \text{ mm}$$

Hava payı $s_2 = 10 \text{ mm}$ kabul.



3. PASO

KARE

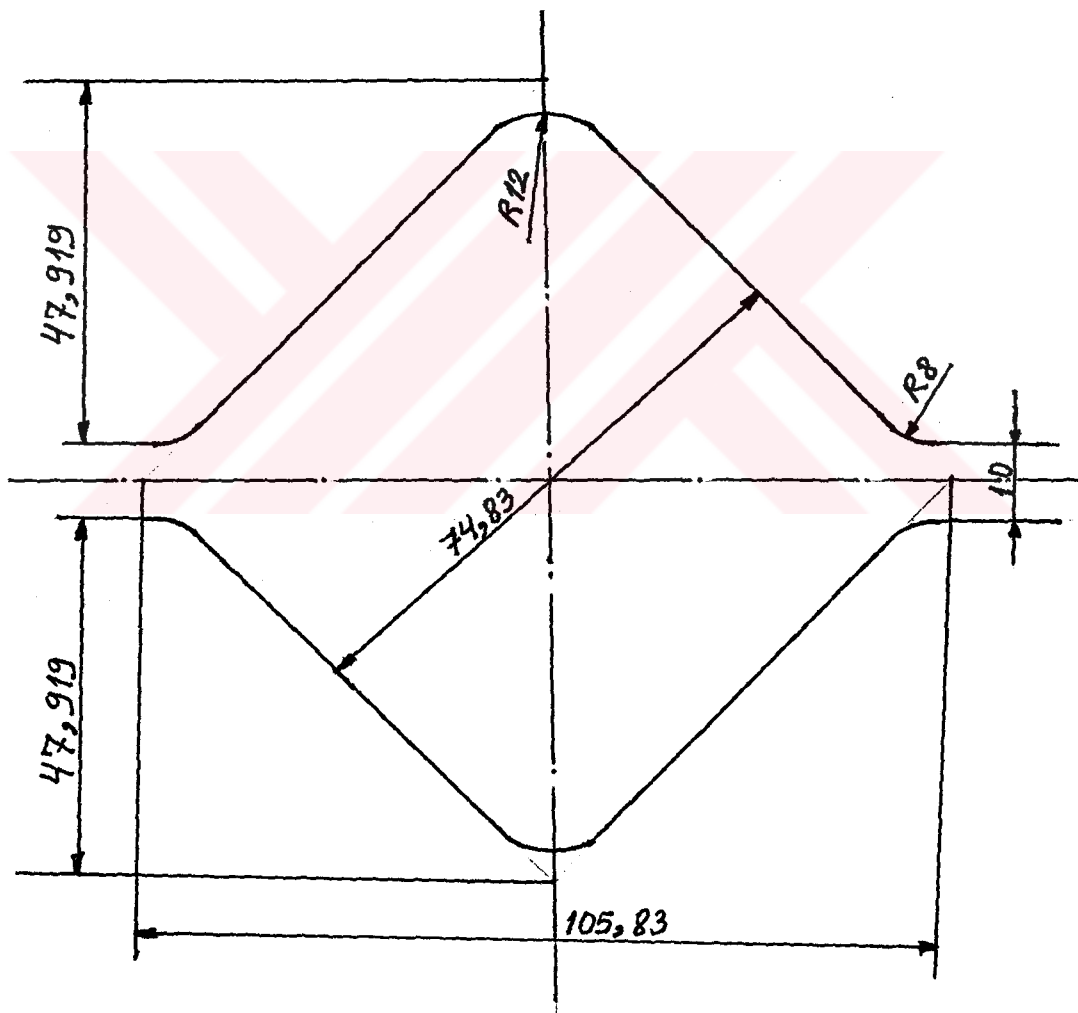
$$F_3 = 5600,846 \text{ mm}^2$$

$$a_3 = \sqrt{F_3} = \sqrt{5600,846} = 74,8388 \text{ mm}$$

$$h_3 = b_3 = a_3 \cdot \sqrt{2} = 74,8388 \cdot \sqrt{2}$$

$$h_3 = b_3 = 105,838045 \text{ mm}$$

Hava payı $s_3 = 10 \text{ mm}$ kabul.



4. PASO

EŞKENAR DÖRTGEN

$$F_4 = 3850,596 \text{ mm}^2$$

$$\alpha = 120^\circ \text{ kabul}$$

$$F_4 = a_4^2 \cdot \sin \alpha$$

$$a_4^2 = \frac{F_4}{\sin \alpha} \rightarrow a_4 = \sqrt{\frac{F_4}{\sin \alpha}}$$

$$a_4 = \sqrt{\frac{3850,596}{\sin 120^\circ}} = \sqrt{4446,285274}$$

$$a_4 = 66,68047 \text{ mm}$$

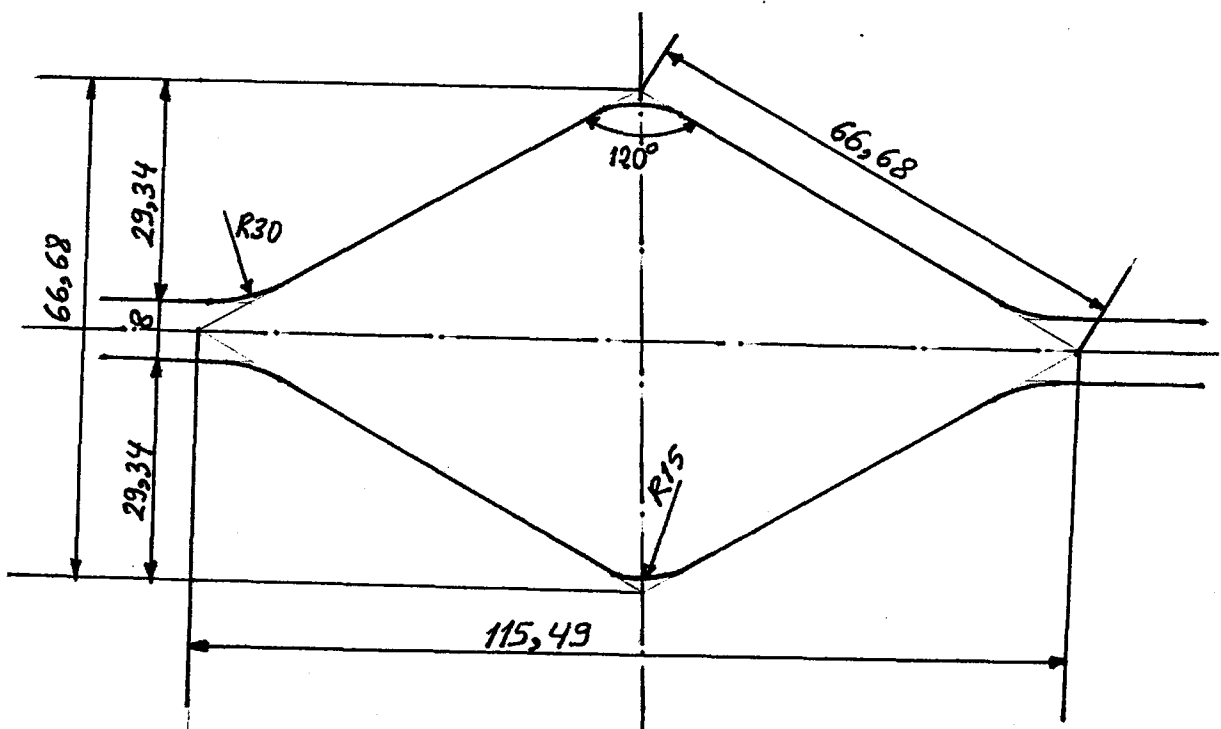
$$h_4 = 2 \cdot a_4 \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = 2 \times 66,68047 \times \cos \frac{120^\circ}{2}$$

$$h_4 = 66,68047 \text{ mm}$$

$$b_4 = 2 \times a_4 \times \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \times 66,680047 \times \sin \frac{120^\circ}{2}$$

$$b_4 = 115,49396 \text{ mm}$$

Hava payı $s_4 = 8 \text{ mm}$ kabul.



5. PASO

KARE

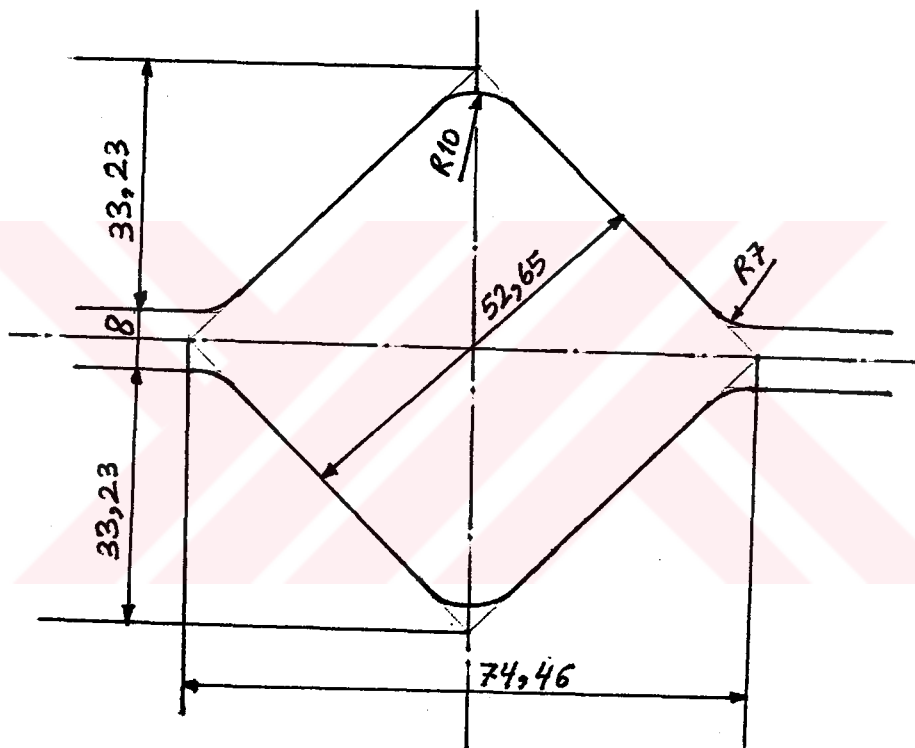
$$F_5 = 2772,446 \text{ mm}^2$$

$$a_5 = \sqrt{F_5} = \sqrt{2772,446} = 52,65402 \text{ mm}$$

$$h_5 = b_5 = a_5 \times \sqrt{2} = 52,65402 \times \sqrt{2}$$

$$h_5 = b_5 = 74,46402 \text{ mm}$$

Hava payı $S_5 = 8 \text{ mm}$ kabul.



6. PASO

İSVEÇ OVALİ :

$$F_6 = 1912,994$$

$$\frac{b_6}{h_6} = 1,6 \text{ kabul.}$$

$$\frac{(h_6)^2}{F_6} = \frac{1}{\frac{b_6}{h_6} - 0,5}$$

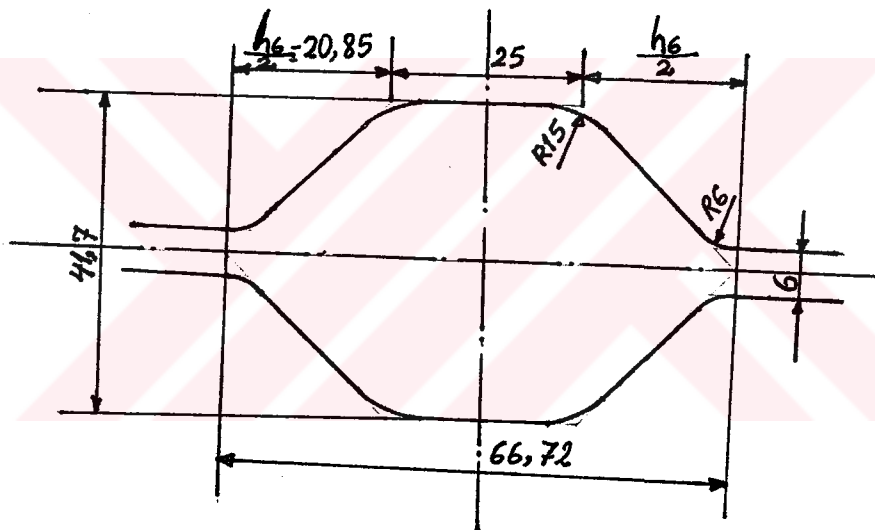
$$\frac{(h_6)^2}{1912,994} = \frac{1}{1,6 - 0,5} \rightarrow (h_6)^2 = \frac{1912,994}{1,1}$$

$$h_6 = \sqrt{1739,085455} = 41,702343 \text{ mm}$$

$$\frac{b_6}{h_6} = 1,6 \rightarrow b_6 = 1,6 \times h_6 = 1,6 \times 41,702343$$

$$b_6 = 66,7237 \text{ mm}$$

Hava payı $S_6 = 6 \text{ mm}$ kabul.



7. PASO

KARE

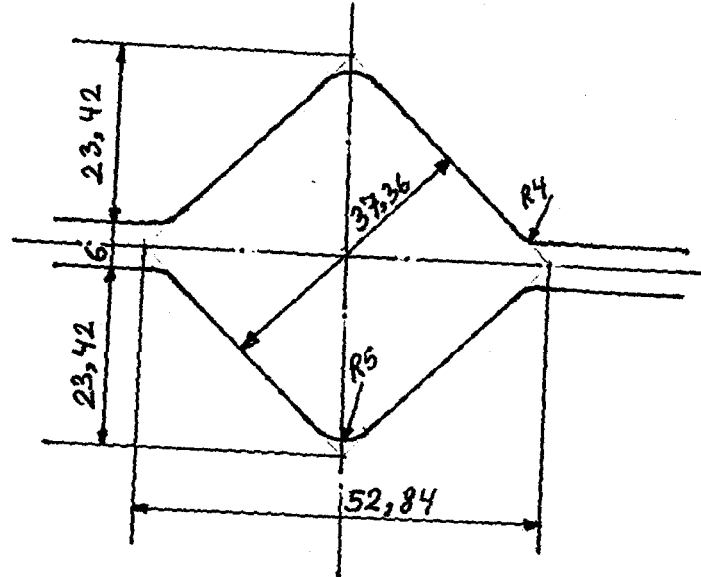
$$F_7 = 1396,488 \text{ mm}^2$$

$$a_7 = \sqrt{F_7} = \sqrt{1396,488} = 37,36961 \text{ mm}$$

$$h_7 = b_7 = a_7 \cdot \sqrt{2} = 37,36961 \times \sqrt{2}$$

$$h_7 = b_7 = 52,8486 \text{ mm}$$

Hava payı $s_7 = 6 \text{ mm}$ kabul.



8. PASO

OVAL

$$F_B = 1019,438 \text{ mm}^2$$

$$a_g = \sqrt{F_g} = \sqrt{754,384} = 27,46605177 \text{ mm}$$

$$h_B = 0,885 \times a_g - 0,215 \times \sqrt{a_g}$$

$$h_B = 0,885 \times 27,446 - 0,215 \times \sqrt{27,466}$$

$$h_B = 23,1806 \text{ mm}$$

Hava payı $s_B = 5 \text{ mm}$ kabul.

$$b_B = \frac{3 F_B}{h_B \times \left(2 + \frac{s_B}{h_B} \right)}$$

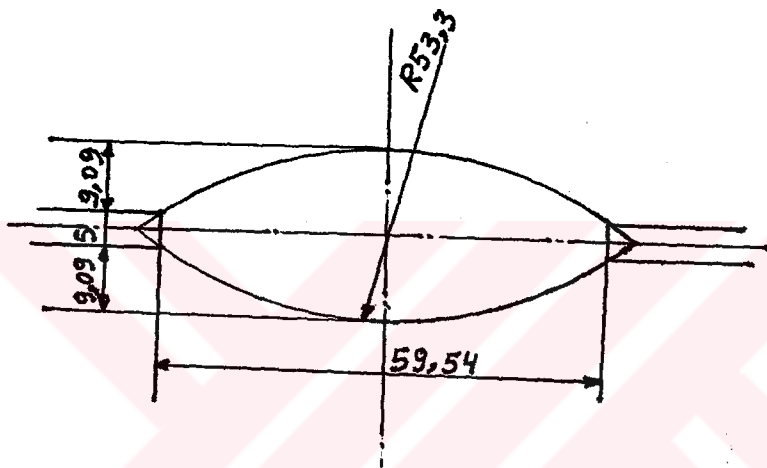
$$b_B = \frac{3 \times 1019,438}{23,1806 \times \left(2 + \frac{5}{23,1806} \right)} = \frac{3058,314}{51,3612}$$

$$b_B = 59,5452 \text{ mm}$$

$$R_B = \frac{(b_B)^2 + (h_B - s_B)^2}{4 \times (h_B - s_B)}$$

$$R_B = \frac{(59,5452)^2 + (23,1806 - 5)^2}{4 \times (23,1806 - 5)} = \frac{3545,630843 + 330,5342164}{72,7224}$$

$$R_B = \frac{3876,165059}{72,7224} = 53,3008 \text{ mm}$$



9. PASO

KARE

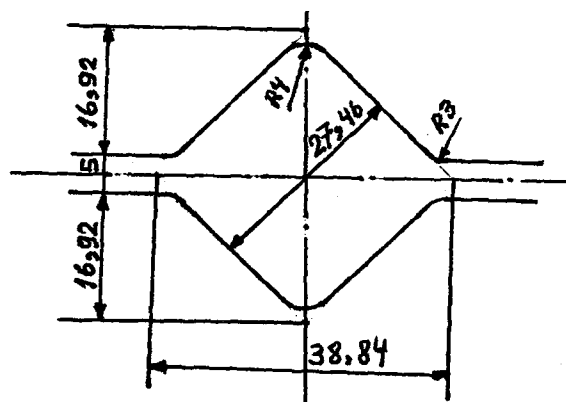
$$F_g = 754,384 \text{ mm}^2$$

$$a_g = \sqrt{F_g} = \sqrt{754,384} = 27,466 \text{ mm}$$

$$h_g = b_g = a_g \cdot \sqrt{2} = 27,466 \times \sqrt{2}$$

$$h_g = b_g = 38,84278 \text{ mm}$$

Hava payı $s_g = 5 \text{ mm}$ kabul.



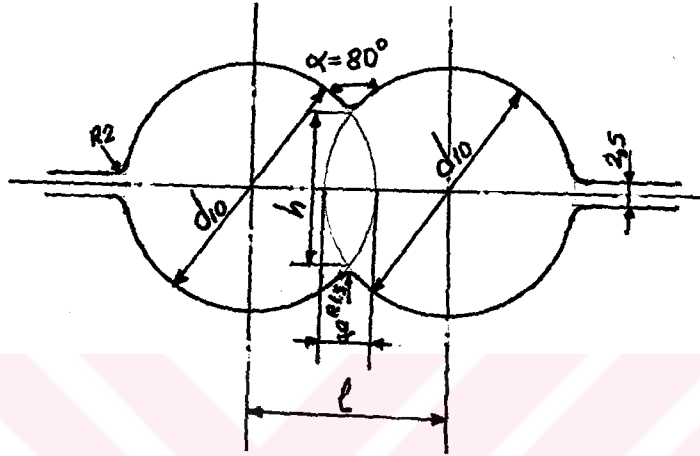
10. PASO

SİMETRİK ŞEKİLLENDİRME PASOSU

$$F_{10} = 611,054 \text{ mm}^2$$

$$\alpha = 80^\circ \text{ kabul.}$$

$$S_{10} = 2,5 \text{ mm kabul.}$$



$$\bar{\alpha} = \frac{\pi \times \alpha \text{ Derece}}{180^\circ} = \frac{\pi \times 80^\circ}{180^\circ} = 1,3962634$$

F_{10} = İki dairenin alanı - Kesim bölgesindeki simetrik iki tane daire parçasının alanı.

$$F_{10} = \frac{\pi \times d_{10}^2}{4} \times 2 - \frac{\left(\frac{d_{10}}{2}\right)^2}{2} \times (\bar{\alpha} - \sin \alpha) \times 2$$

$$F_{10} = \frac{\pi \times d_{10}^2}{2} - \frac{\left(\frac{d_{10}}{2}\right)^2}{2} \times (\bar{\alpha} - \sin \alpha)$$

$$F_{10} = \frac{\pi \times d_{10}^2}{2} - \frac{d_{10}^2}{4} \times (\bar{\alpha} - \sin \alpha)$$

$$F_{10} = \frac{2 \cdot \pi \cdot d_{10}^2 - d_{10}^2 \cdot (\bar{\alpha} - \sin \alpha)}{4}$$

$$F_{10} = \frac{d_{10}^2 (2\pi - (\alpha - \sin\alpha))}{4}$$

$$d_{10}^2 = \frac{4 \cdot F_{10}}{(2\pi - (\alpha - \sin\alpha))}$$

$$\emptyset d_{10} = \sqrt{\frac{4 \times F_{10}}{(2\pi - (\alpha - \sin\alpha))}}$$

$$\emptyset d_{10} = \sqrt{\frac{4 \times 661,054}{(2\pi - (1,3962634 - \sin 80^\circ))}}$$

$$\emptyset d_{10} = \sqrt{\frac{2444,216}{2\pi - 0,411455646}} = 20,4026 \text{ mm}$$

g : Kesişim bölgesindeki simetrik iki tane daire parçasının genişliği .

$$g = \frac{d_{10}}{2} \times (1 - \cos\frac{\alpha}{2}) \times 2 = \frac{20,4026}{2} \times (1 - \cos\frac{80^\circ}{2}) \times 2$$

$$g = 4,7733 \text{ mm}$$

h : Daire parçasının yüksekliği .

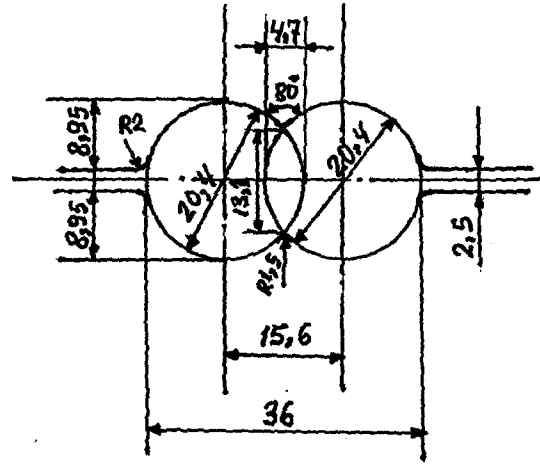
$$h : d_{10} \times \sin\frac{\alpha}{2} = 20,4026 \times \sin\frac{80^\circ}{2}$$

$$h : 13,1145 \text{ mm}$$

l : İki dairenin merkezleri arasındaki mesafe.

$$l = d_{10} - g = 20,4026 - 4,7733$$

$$l = 15,6293 \text{ mm}$$



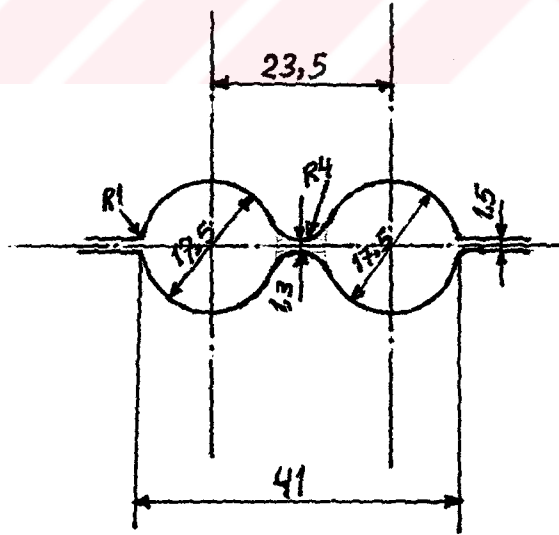
11. PASO

YARMA PASO

$$\emptyset d_{11} = 1,25 \times d_{13} = 1,25 \times 14$$

$$\emptyset d_{11} = 17,5 \text{ mm}$$

Hava payı $S_{11} = 1,5 \text{ mm}$ ve diğer ölçüler kabul.

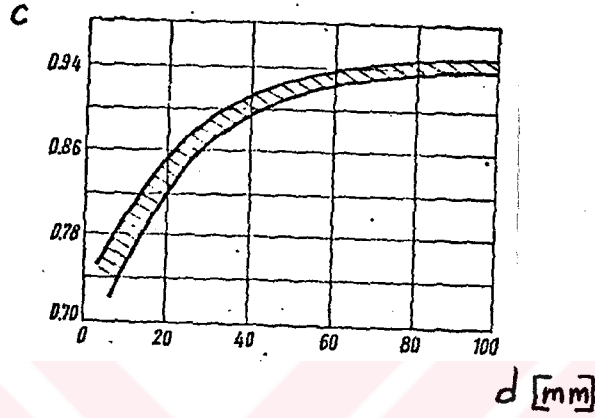


12. PASO

OVAL

İki adet oval.

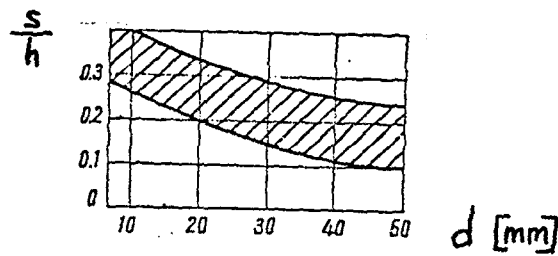
$$\frac{h_{12}}{d_{13}} = c \quad \longrightarrow \quad h_{12} = c \times d_{13}$$



Şekil-44 Farklı yuvarlak çapları için oval pasoların (c) katsayısı değerleri

ŞEKİL 44'ten $\emptyset d_{13} = 14$ mm için $c = 0,82$ alınırsa

$$h_{12} = 0,82 \times 14 = 11,48 \text{ mm}$$



Şekil-45 Yuvarlak çapına göre oval pasonun

hava payının yüksekliğine oranı.

ŞEKİL 45' den $\emptyset d_{13} = 14$ mm için $\frac{s_{12}}{h_{12}} = 0,25$ bulunur.

$$s_{12} = 0,25 \times h_{12} = 0,25 \times 11,48 = 2,8 \text{ mm}$$

$$F_{12} = 387,946 \text{ mm}^2 \text{ (İki adet oval)}$$

Bir ovalin kesit alanı.

$$F_{12_1} = F_{12_2} = \frac{F_{12}}{2} = \frac{387,946}{2} = 193,973$$

$$b_{12} = \frac{3 \times F_{12_1}}{h_{12} \times \left(2 + \frac{s_{12}}{h_{12}} \right)}$$

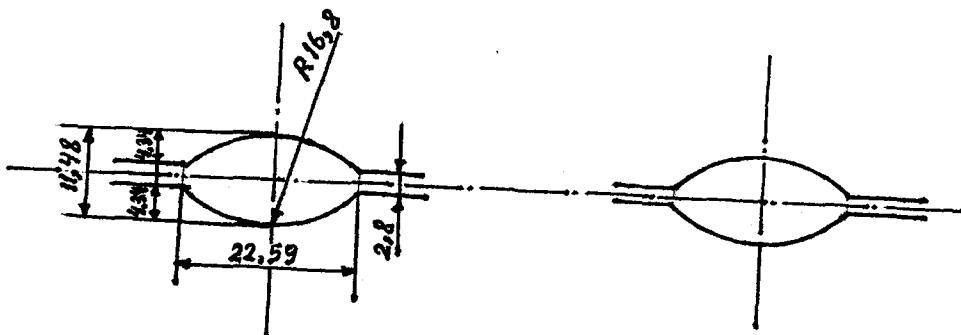
$$b_{12} = \frac{3 \times 193,973}{11,48 \times \left(2 + \frac{2,8}{11,48} \right)} = \frac{581,919}{25,76}$$

$$b_{12} = 22,59 \text{ mm}$$

$$R_{12} = \frac{b_{12}^2 + (h_{12} - s_{12})^2}{4 \times (h_{12} - s_{12})}$$

$$R_{12} = \frac{(22,59)^2 + (11,48 - 2,8)^2}{4 \times (11,48 - 2,8)} = \frac{510,3081 + 75,3424}{34,72}$$

$$R_{12} = 16,867 \text{ mm}$$



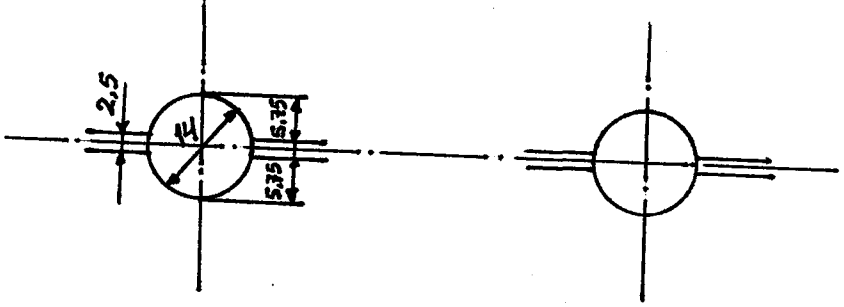
13. PASO

YUVARLAK

İki adet yuvarlak

$$\varnothing d_{13} = 14 \text{ mm}$$

Hava payı $S_{13} = 2,5 \text{ mm}$ kabul.



14. PASO

OVAL

İki adet oval.

$$\frac{h_{14}}{d_{15}} = c \longrightarrow h_{14} = c \times d_{15}$$

ŞEKİL 44' den $\varnothing d_{15} = 12 \text{ mm}$ için $c = 0,80$ bulunur.

$$h_{14} = 0,8 \times 12 = 9,6 \text{ mm}$$

ŞEKİL 45' den $\varnothing d_{15} = 12 \text{ mm}$ için $\frac{S_{14}}{h_{14}} = 0,22$ bulunur.

$$S_{14} = 0,22 \times h_{14} = 0,22 \times 9,6 = 2,114 \text{ mm}$$

$$F_{14} = 263,895 \text{ mm}^2 \text{ (İki adet oval)}$$

Bir ovalin kesit alanı :

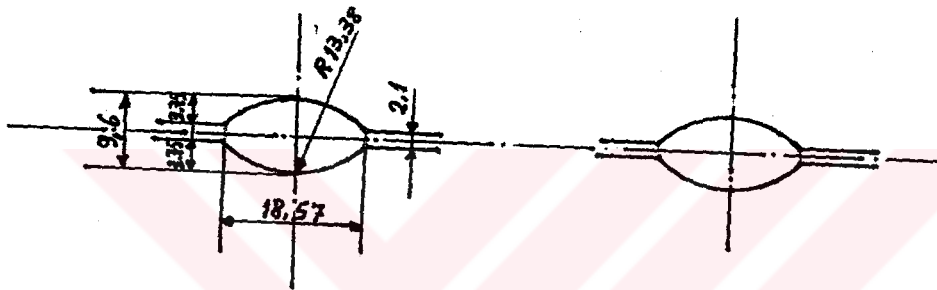
$$F_{14_1} = F_{14_2} = \frac{F_{14}}{2} = \frac{263,895}{2} = 131,9475 \text{ mm}^2$$

$$b_{14} = \frac{3 \times F_{14_1}}{h_{14} \times \left(2 + \frac{S_{14}}{h_{14}}\right)} = \frac{3 \times 131,9475}{9,6 \times \left(2 + \frac{2,11}{9,6}\right)}$$

$$b_{14} = \frac{395,8425}{21,31} = 18,575 \text{ mm}$$

$$R_{14} = \frac{b_{14}^2 + (h_{14} - s_{14})^2}{4 \times (h_{14} - s_{14})} = \frac{(18,575)^2 + (9,6 - 2,11)^2}{4 \times (9,6 - 2,11)}$$

$$R_{14} = \frac{345,0306 + 56,1001}{29,96} = 13,388 \text{ mm}$$

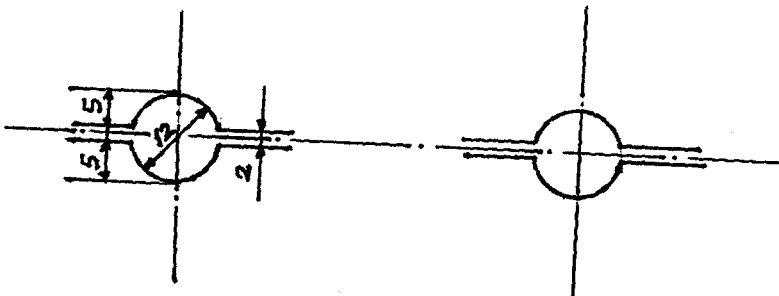


15. PASO

YUVARLAK

İki adet yuvarlak.

$$\varnothing d_{15} = 12 \text{ mm}$$

Hava payı $s_{15} = 2 \text{ mm}$ kabul.

16. PASO

OVAL

İki adet oval.

$$\frac{h_{16}}{d_{17}} = c \longrightarrow h_{16} = c \times d_{17}$$

ŞEKİL 44' den $\emptyset d_{17} = 10$ mm için $c = 0,78$ bulunur.

$$h_{16} = 0,78 \times 10 = 7,8 \text{ mm}$$

ŞEKİL 45' den $\emptyset = 10$ mm için $\frac{S_{16}}{h_{16}} = 0,26$ bulunur.

$$S_{16} = 0,26 \times h_{16} = 0,26 \times 7,8 = 2 \text{ mm}$$

$$F_{16} = 188,499 \text{ mm}^2 \text{ (iki adet oval)}$$

Bir ovalin kesit alanı.

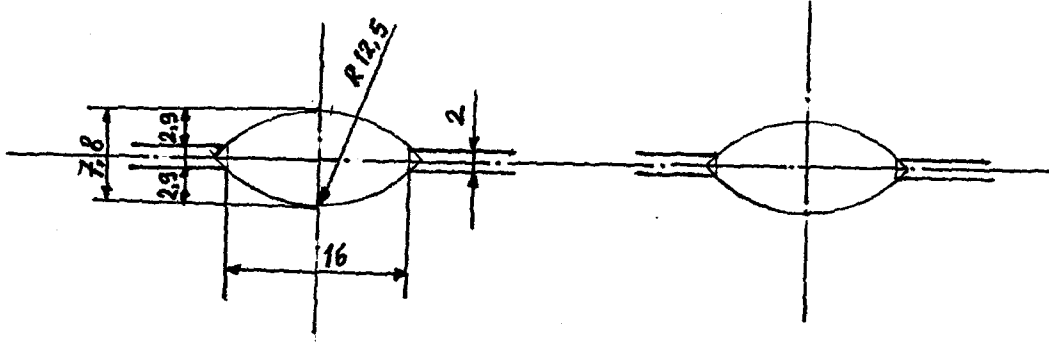
$$F_{16_1} = F_{16_2} = \frac{F_{16}}{2} = \frac{188,499}{2} = 94,2495 \text{ mm}^2$$

$$b_{16} = \frac{3 \times F_{16_1}}{h_{16} \times \left(2 + \frac{S_{16}}{h_{16}}\right)} = \frac{3 \times 94,2495}{7,8 \times \left(2 + \frac{2}{7,8}\right)}$$

$$b_{16} = \frac{282,7485}{17,6} = 16,0652 \text{ mm}$$

$$R_{16} = \frac{b_{16}^2 + (h_{16} - S_{16})^2}{4 \times (h_{16} - S_{16})} = \frac{(16,0652)^2 + (7,8 - 2)^2}{4 \times (7,8 - 2)}$$

$$R_{16} = \frac{258,090651 + 33,64}{23,2} = 12,574 \text{ mm}$$



$$\text{Ölçek} : \frac{1,5}{1}$$

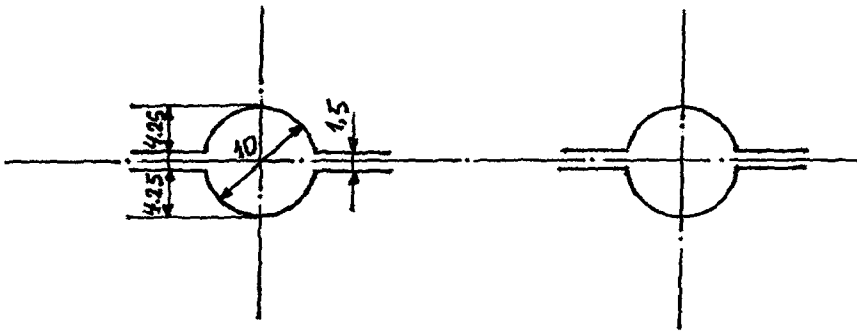
17. PASO

YUVARLAK

İki adet yuvarlak.

$$\varnothing d_{17} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Hava payı } S_{17} = 1,5 \text{ mm}$$



$$\text{Ölçek} : \frac{1,5}{1}$$

18. PASO

OVAL

İki adet oval.

$$\frac{h_{18}}{d_{19}} = c \longrightarrow h_{18} = c \times d_{19}$$

ŞEKİL 44' den $\emptyset d_{19} = 8 \text{ mm}$ için $c = 0,78$

$$h_{18} = 0,78 \times 8 = 6,24 \text{ mm}$$

ŞEKİL 45'den $\emptyset d_{19} = 8 \text{ mm}$ için $\frac{S_{18}}{h_{18}} = 0,29$ bulunur.

$$S_{18} = 0,29 \times h_{18} = 0,29 \times 6,24 = 1,8 \text{ mm}$$

$$F_{18} = 125,666 \text{ mm}^2 \text{ (iki adet oval)}$$

Bir ovalin kesit alanı.

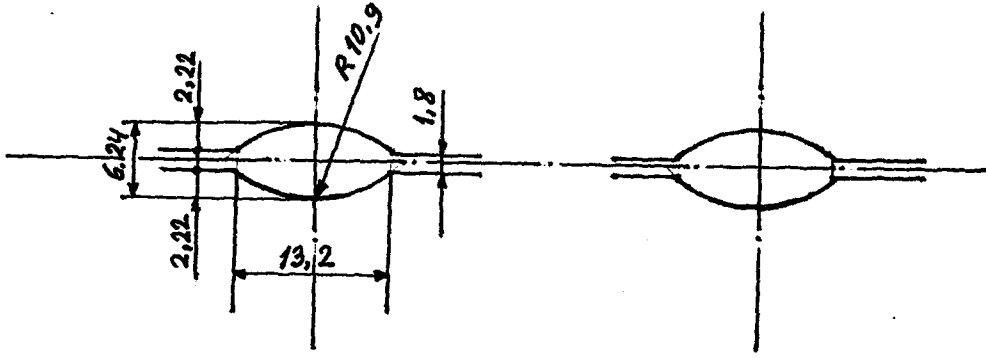
$$F_{18_1} = F_{18_2} = \frac{F_{18}}{2} = \frac{125,666}{2} = 62,833 \text{ mm}^2$$

$$b_{18} = \frac{3 \times F_{18_1}}{h_{18} \times \left(2 + \frac{S_{18}}{h_{18}}\right)} = \frac{3 \times 62,833}{6,24 \times \left(2 + \frac{1,8}{6,24}\right)}$$

$$b_{18} = \frac{188,499}{14,28} = 13,2 \text{ mm}$$

$$R_{18} = \frac{b_{18}^2 + (h_{18} - S_{18})^2}{4 \times (h_{18} - S_{18})} = \frac{(13,2)^2 + (6,24 - 1,8)^2}{4 \times (6,24 - 1,8)}$$

$$R_{18} = \frac{174,24 + 19,7136}{17,76} = 10,92$$



Ölçek: $\frac{1,5}{1}$

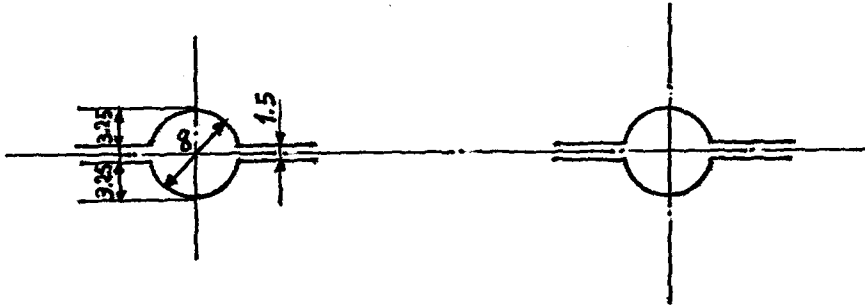
19. PASO

YUVARLAK

İki adet yuvarlak.

$\emptyset d_{19} = 8 \text{ mm}$

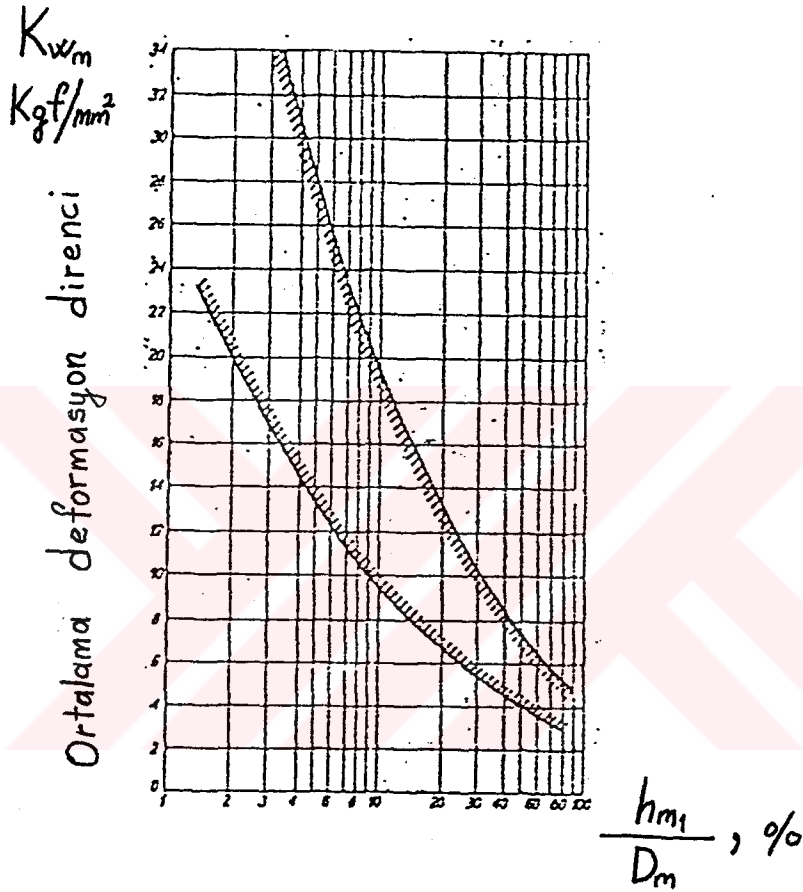
Hava payı $S_{19} = 1,5 \text{ mm}$



Ölçek: $\frac{1,5}{1}$

7. HADDE KUVVETLERİNİN HESAPLANMASI :

Hadde kuvvetleri FAG. Calculation of Rolling Load And Power Requirements for Rolling Work, Fundamentals of Rolling ve İstanbul Demir Çelikten yararlanılarak hesaplanmıştır.



Şekil-46 $\frac{hm_1}{D_m} \times 100$ değerlerine göre K_{wm} değerleri.

$D_{1,2}$: Hadde çapı mm

D_m : Ortalama hadde çapı mm

$$D_m = \frac{2 \times D_1 \times D_2}{D_1 + D_2} \quad [\text{mm}]$$

h_{m_0} : Pasodan önceki ortalama yükseklik [mm]

$$h_{m_0} = \frac{F_0}{b_0}$$

h_{m_1} : Pasodan sonraki ortalama yükseklik [mm]

$$h_{m_1} = \frac{F_1}{b_1}$$

F_0 : Pasodan önceki kesit alanı [mm²]

F_1 : Pasodan sonraki kesit alanı [mm²]

b_0 : Pasodan önceki genişlik [mm]

b_1 : Pasodan sonraki genişlik [mm]

b_m : Ortalama genişlik [mm] $b_m = \frac{b_0 + b_1}{2}$

L_{dm} : Basınç altındaki ortalama uzunluk [mm]

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} D_{Am} \times \Delta h_m}$$

Δh_m : Toplam ortalama ezme yüksekliği [mm]

$$\Delta h_m = h_{m_0} - h_{m_1}$$

D_{Am} : Etkili ortalama hadde çapı [mm]

$$D_{Am} = B - h_{m_1}$$

B : Hadde eksenleri arasındaki mesafe [mm]

$$B = D_{1,2} + s$$

S : Haddelerin hava aralığı [mm]

K_{w_m} : Ortalama deformasyon direnci [Kgf/mm²]

$$\frac{h_{m_1}}{D_m} \times 100' \text{ e göre ŞEKİL 46' dan } K_{w_m} \text{ değeri}$$

bulunur.

F_d : Basişç altındaki alan [mm²]

P : Hadde kuvveti [Kgf]

$$P = F_d \times K_{w_m}$$

1. PASO

$$D_1 = D_2 = D_m = 460 \text{ mm}$$

$$h_{m_0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{14400}{120} = 120 \text{ mm}$$

$$h_{m_1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{10656,01}{133,5} = 79,82 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m_0} - h_{m_1} = 120 - 79,82 = 40,18 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{120 + 133,5}{2} = 126,76 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_1 = 460 + 11,5 = 471,5 \text{ mm}$$

$$D_{AM} = B - h_{m_1} = 471,5 - 79,82 = 391,68 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{AM} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 391,68 \times 40,18}$$

$$L_{dm} = 88,7 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 126,76 \times 88,7 = 11243,61 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m_1}}{D_m} \times 100 = \frac{79,82}{460} \times 100 = 17,35$$

$$\frac{h_{m_1}}{D_m} \times 100 = 17,35 \text{ için ŞEKİL 46' dan } K_{wm} = 10,5 \text{ Kgf/mm}^2$$

bulunur.

$$P = F_d \times K_{wm} = 11243,61 \times 10,5 = 118057,93 \text{ Kgf}$$

2. PASO

$$D_1 = D_2 = D_m = 460 \text{ mm}$$

$$h_{m_0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{10656,01}{133,5} = 79,82 \text{ mm}$$

$$h_{m_1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{7778,904}{144} = 54,02 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m_0} - h_{m_1} = 79,82 - 54,02 = 25,8 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{133,5 + 144,02}{2} = 138,76 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_2 = 460 + 10 = 470 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m_1} = 470 - 54,02 = 415,98 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 415,98 \times 25,8}$$

$$L_{dm} = 73,25 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 138,76 \times 73,25 = 10164,17 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m_1}}{D_m} \times 100 = \frac{54,02}{460} \times 100 = 11,74 \text{ için ŞEKİL}$$

46' dan $K_{wm} = 13 \text{ Kgf/mm}^2$ bulunur.

$$P = F_d \times K_{wm} = 10164,17 \times 13 = 132134,2 \text{ Kgf}$$

3. PASO

$$D_1 = D_2 = D_m = 440 \text{ mm}$$

$$h_{m_0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{7778,904}{72,013} = 108,02 \text{ mm}$$

İsveç ovali 90° döndürüldüğü için $b_0 = 72,013 \text{ mm}$ olur.

$$h_{m_1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{5600,846}{105,838} = 52,91 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m_0} - h_{m_1} = 108,02 - 52,91 = 55,11 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{72,013 + 105,838}{2} = 88,92 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_3 = 440 + 10 = 450 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m_1} = 450 - 52,91 = 397,09 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 397,09 \times 55,11}$$

$$L_{dm} = 104,6 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 88,92 \times 104,6 = 9301,03 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{52,91}{440} \times 100 = 12 \text{ için ŞEKİL 46' dan}$$

K_{wm} = 12,8 Kgf/mm² bulunur.

$$P = F_d \times K_{wm} = 9301,03 \times 12,8 = 119053,18 \text{ Kgf.}$$

4. PASO

$$D_1 = D_2 = D_m = 440 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{5600,846}{74,838} = 74,83 \text{ mm}$$

Kare 45° döndüğü için $b_0 = 74,838 \text{ mm}$ olur.

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{3850,596}{115,493} = 33,34 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 74,83 - 33,34 = 41,49 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{74,838 + 115,493}{2} = 95,16 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_4 = 440 + 8 = 448 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 448 - 33,34 = 414,66 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 414,66 \times 41,49}$$

$$L_{dm} = 92,74 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 95,16 \times 92,74 = 8825,13 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{33,34}{440} \times 100 = 7,57 \text{ için ŞEKİL 46' dan}$$

K_{wm} = 16,5 Kgf/mm² bulunur.

$$P = F_d \times K_{w_m} = 8825,13 \times 16,5 = 145614,64 \text{ Kgf}$$

5. PASO

$$D_1 = D_2 = D_m = 440 \text{ mm}$$

$$h_{m_0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{3850,596}{66,68} = 57,74 \text{ mm}$$

Eşkenardörtgen 90° döndürüldüğü için $b_0 = 66,68$ mm olur.

$$h_{m_1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{2772,446}{74,46} = 37,23 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m_0} - h_{m_1} = 57,74 - 37,23 = 20,51 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{66,68 + 74,46}{2} = 70,57$$

$$B = D_m + S_5 = 440 + 8 = 448 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m_1} = 448 - 37,23 = 410,77 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 410,77 \times 20,51}$$

$$L_{dm} = 64,9 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 70,57 \times 64,9 = 4579,99 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m_1}}{D_m} \times 100 = \frac{37,23}{440} \times 100 = 8,46 \text{ için ŞEKİL 46' dan}$$

$K_{w_m} = 15,5 \text{ Kgf/mm}^2$ bulunur.

$$P = F_d \times K_{w_m} = 4579,99 \times 15,5 = 70989,84 \text{ Kgf}$$

6. PASO

$$D_1 = D_2 = D_m = 420 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{2772,44}{52,65} = 52,65 \text{ mm}$$

Kare 45° döndüğü için $b_0 = 52,65$ olur.

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{1912,99}{66,72} = 28,67 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 52,65 - 28,67 = 23,98 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{52,65 + 66,72}{2} = 59,68 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_6 = 420 + 6 = 426 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 426 - 28,67 = 397,33 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 397,33 \times 23,98}$$

$$L_{dm} = 69,02 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 59,68 \times 69,02 = 4119,11 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{28,67}{420} \times 100 = 6,82 \text{ için ŞEKİL 46'dan}$$

$K_{wm} = 17,5 \text{ Kgf/mm}^2$ bulunur.

$$P = F_d \times K_{wm} = 4119,11 \times 17,5 = 72084,42 \text{ Kgf}$$

7. PASO

$$D_1 = D_2 = D_m = 420 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{1912,99}{41,7} = 45,87 \text{ mm}$$

İsveç ovali 90° döndürüldüğü için $b_0 = 41,7 \text{ mm}$ olur.

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{1396,48}{52,84} = 26,42 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 45,87 - 26,42 = 19,45 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{41,7 + 52,84}{2} = 47,27 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_7 = 420 + 6 = 426 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 426 - 26,42 = 399,58 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 399,58 \times 19,45}$$

$$L_{dm} = 62,33 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 47,27 \times 62,33 = 2946,33 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{26,42}{420} \times 100 = 6,29 \text{ için ŞEKİL 46'dan}$$

$$K_{wm} = 18 \text{ Kgf/mm}^2 \text{ bulunur.}$$

$$P = F_d \times K_{wm} = 2946,33 \times 18 = 53033,94 \text{ Kgf}$$

8. PASO

$$D_1 = D_2 = D_m = 420 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{1396,48}{37,36} = 37,36 \text{ mm}$$

Kare 45° döndüğü için $b_0 = 37,36 \text{ mm}$ olur.

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{1019,43}{59,54} = 17,12 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 37,36 - 17,12 = 20,24 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{37,36 + 59,54}{2} = 48,45 \text{ mm}$$

$$B = D_m + s_B = 420 + 5 = 425 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 425 - 17,12 = 407,88 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 407,88 \times 20,24}$$

$$L_{dm} = 64,24 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 48,45 \times 64,24 = 3112,42 \text{ mm}^2$$

$$\frac{H_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{17,12}{420} \times 100 = 4,07 \text{ için ŞEKİL 46' dan}$$

$K_{wm} = 22 \text{ Kgf/mm}^2$ bulunur.

$$P = F_d \times K_{wm} = 3112,42 \times 22 = 68473,24 \text{ Kgf}$$

9. PASO

$$D_1 = D_2 = D_m = 420 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{1019,43}{23,18} = 43,97 \text{ mm}$$

Oval 90° döndürüldüğü için $b_0 = 23,18 \text{ mm}$ olur.

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{754,38}{38,84} = 19,42 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 43,97 - 19,42 = 24,55 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{23,18 + 38,84}{2} = 31,01 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_g = 420 + 5 = 425 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 425 - 19,42 = 405,58 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 405,58 \times 24,55}$$

$$L_{dm} = 70,55 \text{ m}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 31,01 \times 70,55 = 2187,75 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{19,42}{420} \times 100 = 4,62 \text{ için ŞEKİL 46'dan}$$

$$K_{wm} = 21,5 \text{ Kgf/mm}^2 \text{ bulunur.}$$

$$P = F_d \times K_{wm} = 2187,75 \times 21,5 = 47036,62 \text{ Kgf}$$

10. PASO

$$D_1 = D_2 = D_m = 420 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{754,384}{27,46} = 27,46 \text{ mm}$$

Kare 45° döndüğü için $b_0 = 27,46 \text{ mm}$ olur.

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{611,05}{36} = 16,97 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 27,46 - 16,97 = 10,49 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{27,46 + 36}{2} = 31,73 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_{10} = 420 + 2,5 = 422,5 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 422,5 - 16,97 = 405,53 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 405,53 \times 10,49}$$

$$L_{dm} = 46,11 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 31,73 \times 46,11 = 1463,07 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{16,97}{420} \times 100 = 4,04 \text{ için Şekil 46' dan}$$

$$K_{wm} = 22 \text{ Kgf/mm}^2 \text{ bulunur.}$$

$$P = F_d \times K_{wm} = 1463,07 \times 22 = 32187,54 \text{ Kgf}$$

11. PASO

$$D_1 = D_2 = D_m = 420 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{611,05}{36} = 16,97 \text{ mm}$$

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{488,84}{41} = 11,92 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 16,97 - 11,92 = 5,05 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{36 + 41}{2} = 38,5 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_{11} = 420 + 1,5 = 421,5 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_1 = 421,5 - 11,92 = 409,58 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 409,58 \times 5,05}$$

$$L_{dm} = 32,15 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 38,5 \times 32,15 = 1237,77 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{11,92}{420} \times 100 = 2,83 \text{ için Şekil 46' dan}$$

$$K_{wm} = 25,5 \text{ Kgf/mm}^2$$

$$P = F_d \times K_{wm} = 1237,77 \times 25,5 = 31563,13 \text{ Kgf}$$

12. PASO

İki adet oval.

$$D_1 = D_2 = D_m = 350 \text{ mm}$$

$$F_{12} = 387,94 \text{ mm}^2 \text{ (iki adet oval)}$$

Bir ovalin kesit alanı.

$$F_{12_1} = F_{12_2} = \frac{F_{12}}{2} = \frac{387,94}{2} = 193,97 \text{ mm}^2$$

$$h_{m0} = \frac{F_o}{b_o} = \frac{244,42}{20,5} = 11,92 \text{ mm}$$

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{193,97}{22,59} = 8,58 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 11,92 - 8,58 = 3,34 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{20,5 + 22,59}{2} = 21,54 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_{12} = 350 + 2,8 = 352,8 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 352,8 - 8,58 = 344,22 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 344,22 \times 3,34}$$

$$L_{dm} = 23,97 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 21,54 \times 23,97 = 516,31 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{8,58}{350} \times 100 = 2,45 \text{ için Şekil 46'dan}$$

$K_{wm} \approx 26 \text{ Kgf/mm}^2$ bulunur.

$$P = F_d \times K_{wm} = 516,31 \times 26 = 13424,06 \text{ Kgf}$$

iki oval olduğundan gerekli hakdeleme kuvveti

$$P = 2 \times 13424,06 = 26848,12 \text{ Kgf olur.}$$

13. PASO

İki adet yuvarlak. ($2 \times \emptyset 14$)

$$D_1 = D_2 = D_m = 350 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{193,97}{11,48} = 16,89 \text{ mm}$$

Oval 90° döndürüldüğü için $b_0 = 11,48 \text{ mm}$ olur.

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{153,93}{14} = 10,99 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 16,89 - 10,99 = 5,9 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{11,48 + 14}{2} = 12,74 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_{13} = 350 + 2,5 = 352,5 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 352,5 - 10,99 = 341,51 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 341,51 \times 5,9}$$

$$L_{dm} = 31,74 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 12,74 \times 31,74 = 404,36 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{10,99}{350} \times 100 = 3,14 \text{ için Şekil 46'dan}$$

$$K_{wm} = 25 \text{ Kgf/mm}^2 \text{ bulunur.}$$

$$P = F_d \times K_{wm} = 404,36 \times 25 = 10109 \text{ Kgf}$$

İki yuvarlak olduğundan gerekli haddeme kuvveti

$$P = 2 \times 10109 = 20218 \text{ Kgf olur.}$$

14. PASO

İki adet oval.

$$D_1 = D_2 = D_m = 350 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{153,93}{14} = 10,99 \text{ mm}$$

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{131,94}{18,57} = 7,1 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 10,99 - 7,1 = 3,89 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{14 + 18,57}{2} = 16,28 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_{14} = 350 + 2,11 = 352,11 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 352,11 - 7,1 = 345,01 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 345,01 \times 3,89}$$

$$L_{dm} = 25,9 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 16,28 \times 25,9 = 421,65 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{7,1}{350} \times 100 = 2,02 \text{ için Şekil 46' dan}$$

$$K_{wm} = 27 \text{ Kgf/mm}^2$$

$$P = F_d \times K_{wm} = 421,65 \times 27 = 11384,55 \text{ Kgf}$$

İki oval olduğundan gerekli haddeme kuvveti

$$P = 2 \times 11384,55 = 22769,1 \text{ Kgf olur.}$$

15. PASO

İki adet yuvarlak. (2 x Ø 12)

$$D_1 = D_2 = D_m = 350 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{131,94}{9,6} = 13,74 \text{ mm}$$

Oval 90° döndürüldüğü için $b_0 = 9,6 \text{ mm}$ olur.

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{113,09}{12} = 9,42 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 13,74 - 9,42 = 4,32 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{9,6 + 12}{2} = 10,8 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_{15} = 350 + 2 = 352 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 352 - 9,42 = 342,58 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 342,58 \times 4,32}$$

$$L_{dm} = 27,2 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 10,8 \times 27,2 = 293,76 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{9,42}{350} \times 100 = 2,69 \text{ için Şekil 46' dan}$$

$$K_{wm} = 26 \text{ Kgf/mm}^2 \text{ bulunur.}$$

$$P = F_d \times K_{wm} = 293,76 \times 26 = 7637,76 \text{ Kgf}$$

İki yuvarlak olduğundan gerekli haddelme kuvveti

$$P = 2 \times 7637,76 = 15275,52 \text{ Kgf}$$

16. PASO

İki adet oval.

$$D_1 = D_2 = D_m = 330 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_o}{b_o} = \frac{113,09}{12} = 9,42 \text{ mm}$$

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{94,249}{16,06} = 5,86 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 9,42 - 5,86 = 3,56 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_o + b_1}{2} = \frac{12 + 16,06}{2} = 14,03 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_{16} = 330 + 2 = 332 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 332 - 5,86 = 326,14 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 326,14 \times 3,56}$$

$$L_{dm} = 24,09 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 14,03 \times 24,09 = 337,98 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{5,86}{330} \times 100 = 1,77 \text{ için şekil 46'dan}$$

$$K_{wm} = 28 \text{ Kgf/mm}^2 \text{ bulunur.}$$

$$P = F_d \times K_{wm} = 337,98 \times 28 = 9463,44 \text{ Kgf}$$

İki oval olduğundan gerekli haddeme kuvveti.

$$P = 2 \times 9463,44 = 18926,88 \text{ Kgf}$$

17. PASO

İki adet yuvarlak (2 x Ø 10)

$$D_1 = D_2 = D_m = 330 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{94,240}{7,8} = 12,08 \text{ mm}$$

Oval 90° döndürüldüğü için $b_0 = 7,8 \text{ mm}$ olur.

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{78,539}{10} = 7,85 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 12,08 - 7,85 = 4,23 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{7,8 + 10}{2} = 8,9 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_{17} = 330 + 1,5 = 331,5 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 331,5 - 7,85 = 323,65 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 323,65 \times 4,23}$$

$$L_{dm} = 26,16 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 8,9 \times 26,16 = 232,82 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{7,85}{330} \times 100 = 2,37 \text{ için Şekil}$$

46 ' dan $K_{wm} = 26,5 \text{ Kgf/mm}^2$ bulunur.

$$P = F_d \times K_{wm} = 232,82 \times 26,5 = 6169,73 \text{ Kgf}$$

İki yuvarlak olduğundan gerekli haddeleme kuvveti

$$P = 2 \times 6169,73 = 12339,46 \text{ Kgf}$$

18. PASO

İki adet oval.

$$D_1 = D_2 = D_m = 330 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_0}{b_0} = \frac{78,539}{10} = 7,85 \text{ mm}$$

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{62,83}{13,2} = 4,759 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 7,85 - 4,759 = 3,09 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_0 + b_1}{2} = \frac{10 + 13,2}{2} = 11,6 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_{18} = 330 + 1,8 = 331,8 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 331,8 - 4,759 = 327,04 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 327,04 \times 3,09}$$

$$L_{dm} = 22,47 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 11,6 \times 22,47 = 260,65 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{4,759}{330} \times 100 = 1,44 \text{ için Şekil 46'dan}$$

$K_{wm} = 28 \text{ Kgf/mm}^2$ bulunur.

$$P = F_d \times K_{wm} = 260,65 \times 28 = 7298,2 \text{ Kgf}$$

İki oval olduğundan gerekli haddeleme kuvveti

$$P = 2 \times 7298,2 = 14596,4 \text{ Kgf}$$

19. PASO

İki adet yuvarlak (2 x Ø 8)

$$D_1 = D_2 = D_m = 330 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = \frac{F_o}{b_o} = \frac{62,83}{6,24} = 10,6 \text{ mm}$$

Oval 90° döndürüldüğü için $b_o = 6,24$ olur.

$$h_{m1} = \frac{F_1}{b_1} = \frac{50,26}{8} = 6,28 \text{ mm}$$

$$\Delta h_m = h_{m0} - h_{m1} = 10,06 - 6,28 = 3,78 \text{ mm}$$

$$b_m = \frac{b_o + b_1}{2} = \frac{6,24 + 8}{2} = 7,12 \text{ mm}$$

$$B = D_m + S_{1g} = 330 + 1,5 = 331,5 \text{ mm}$$

$$D_{Am} = B - h_{m1} = 331,5 - 6,28 = 325,22 \text{ mm}$$

$$L_{dm} = \sqrt{\frac{1}{2} \times D_{Am} \times \Delta h_m} = \sqrt{\frac{1}{2} \times 325,22 \times 3,78}$$

$$L_{dm} = 24,79 \text{ mm}$$

$$F_d = b_m \times L_{dm} = 7,12 \times 24,79 = 176,5 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_{m1}}{D_m} \times 100 = \frac{6,28}{330} \times 100 = 1,9 \text{ için Şekil 46'dan}$$

$$K_{wm} = 27 \text{ Kgf/mm}^2 \text{ bulunur.}$$

$$P = F_d \times K_{wm} = 176,5 \times 27 = 4765,5 \text{ Kgf}$$

İki yuvarlak olduğundan gerekli haddeme kuvveti,

$$P = 2 \times 4765,5 = 9531 \text{ Kgf}$$

8. ELEKTRİK MOTOR GÜÇLERİNİN HESAPLANMASI :

Elektrik motor güçlerinin hesabı FAG - Calculation of Rolling Load and Power Requirements for Rolling Work ve İstanbul Demir Çelikten yararlanılarak yapılmıştır.

Hadde tezgahına uygulanan güç, merdaneleri döndürmek için gerekli momenti sağlar. Harcanan toplam güç şu dört iş için kullanılır.

1. Malzemenin plastik deformasyonu için gerekli enerji,
2. Merdanelerin muylu yataklarındaki sürtünme kuvvetlerini karşılamak için gerekli enerji,
- 3, Gücü motordan tezgaha taşıyan sistemdeki dişli ve şaftlardaki enerji kaybını karşılamak için gerekli enerji,
- 4, Motordaki elektrik kayıplarını karşılamak için gerekli enerji.

Toplam haddeleme gücünü hesaplariken, malzemenin plastik deformasyonu için gerekli olan güce merdanelerin muylu yataklarındaki sürtünme kuvvetlerini karşılamak için gerekli gücü, gücü motordan tezgaha taşıyan sistemdeki dişli ve şaftlardaki enerji kaybını karşılamak için gerekli gücü ve motordaki enerji kayıplarını karşılamak için gerekli olan gücü de ilave etmek gerekir. Bu bulduğumuz toplam haddeleme gücünü emniyet katsayısı ile çarparak elektrik motor gücünü buluruz. Başka bir yol, bulduğumuz toplam haddeleme gücüne 75 Kw ilave ederek elektrik motor gücünü buluruz. (Kaynak. İ.Ç.D.A.Ş.)

- N_D : Malzemenin plastik deformasyonu için gerekli güç [kW]
 N_T : Toplam haddeleme gücü [kW]
 N_M : Elektrik motor gücü [kW]
 η_Y : Toplam yatak verimi $\eta_Y = 0,90$
 $\eta_{RŞ}$: Redüktör ve şaft verimi $\eta_{RŞ} = 0,85$
 η_M : Elektrik motoru verimi $\eta_M = 0,95$
 M_d : Haddeleme momenti [N.m]
 n : Merdane devri [Dev/dak]
 p : Haddeleme kuvveti [N]
 a : Moment kolu [m]
 v : Haddeleme hızı [m/s]
 Q : Debi [m³/s]
 k : Emniyet katsayısı
 $k = 1,5$ alınır. (İ.Ç.D.A.Ş.)

B.1. MERDANE HIZLARININ VE DEVİRLERİNİN HESABI

19. TEZGAH

Çift paso

$$V_{19} = 16 \text{ m/s kabul.}$$

$$V_{19} = \frac{\pi \times D_{Am19} \times n_{19}}{60} \rightarrow n_{19} = \frac{V_{19} \times 60}{\pi \times D_{Am19}} \quad [\text{Dev./dak.}]$$

$$D_{Am} = 325,22 \text{ mm} = 0,32522 \text{ m}$$

$$n_{19} = \frac{V_{19} \times 60}{\pi \times D_{Am19}} = \frac{16 \times 60}{\pi \times 0,32522} = 939,60 \text{ Dev/dak}$$

$$Q = V_{19} \times F_{19} = 16 \times 50,26 \times 10^{-6} = 804,16 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

18. TEZGAH

Çift paso

$$Q = V_{18} \times F_{18}$$

$$804,16 \times 10^{-6} = V_{18} \times 62,83 \times 10^{-6}$$

$$V_{18} = 12,798 \text{ m/s}$$

$$n_{18} = \frac{V_{18} \times 60}{\pi \times D_{Am18}} = \frac{12,798 \times 60}{\pi \times 0,32704} = 747,38 \text{ Dev/dak}$$

17. TEZGAH

Çift paso

$$Q = V_{17} \times F_{17} \rightarrow V_{17} = \frac{Q}{F_{17}}$$

$$V_{17} = \frac{804,16 \times 10^{-6}}{78,539 \times 10^{-6}} = 10,238 \text{ m/s}$$

$$n_{17} = \frac{V_{17} \times 60}{\pi \times D_{Am17}} = \frac{10,238 \times 60}{\pi \times 0,32365} = 604,144 \text{ Dev/dak.}$$

16. TEZGAH

Çift paso

$$V_{16} = \frac{Q}{F_{16}} = \frac{804,16 \times 10^{-6}}{94,249 \times 10^{-6}} = 8,532 \text{ m/s}$$

$$n_{16} = \frac{V_{16} \times 60}{\pi \times D_{Am16}} = \frac{8,532 \times 60}{\pi \times 0,32614} = 499,629 \text{ Dev/dak.}$$

15. TEZGAH

Çift paso

$$V_{15} = \frac{Q}{F_{15}} = \frac{804,16 \times 10^{-6}}{113,09 \times 10^{-6}} = 7,11 \text{ m/s}$$

$$n_{15} = \frac{V_{15} \times 60}{\pi \times D_{Am15}} = \frac{7,11 \times 60}{\pi \times 0,34258} = 396,377 \text{ Dev/dak.}$$

14. TEZGAH

Çift paso

$$V_{14} = \frac{Q}{F_{14}} = \frac{804,16 \times 10^{-6}}{131,94 \times 10^{-6}} = 6,094 \text{ m/s}$$

$$n_{14} = \frac{V_{14} \times 60}{\pi \times D_{Am14}} = \frac{6,094 \times 60}{\pi \times 0,34501} = 337,343 \text{ Dev/dak.}$$

13. TEZGAH

Çift paso

$$V_{13} = \frac{Q}{F_{13}} = \frac{804,16 \times 10^{-6}}{153,93 \times 10^{-6}} = 5,224 \text{ m/s}$$

$$n_{13} = \frac{V_{13} \times 60}{\pi \times D_{Am13}} = \frac{5,224 \times 60}{\pi \times 0,34151} = 292,146 \text{ Dev/dak.}$$

12. TEZGAH

Çift paso

$$V_{12} = \frac{Q}{F_{12}} = \frac{804,16 \times 10^{-6}}{193,97 \times 10^{-6}} = 4,145 \text{ m/s}$$

$$n_{12} = \frac{V_{12} \times 60}{\pi \times D_{Am12}} = \frac{4,145 \times 60}{\pi \times 0,34422} = 229,979 \text{ Dev/dak.}$$

11. TEZGAH

Tek paso.

$$Q = Q \times 2 = 804,16 \times 10^{-6} \times 2$$

$$Q = 1608,32 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{11} = \frac{Q}{F_{11}} = \frac{1608,32 \times 10^{-6}}{488,84 \times 10^{-6}} = 3,29 \text{ m/s}$$

$$n_{11} = \frac{V_{11} \times 60}{\pi \times D_{Am11}} = \frac{3,29 \times 60}{\pi \times 0,40958} = 153,411 \text{ Dev/dak.}$$

10. TEZGAH

Tek paso.

$$V_{10} = \frac{Q}{F_{10}} = \frac{1608,32 \times 10^{-6}}{611,05 \times 10^{-6}} = 2,632 \text{ m/s}$$

$$n_{10} = \frac{V_{10} \times 60}{\pi \times D_{Am10}} = \frac{2,632 \times 60}{\pi \times 0,40553} = 123,955 \text{ Dev/dak.}$$

9. TEZGAH

Tek paso

$$V_g = \frac{Q}{F_g} = \frac{1608,32 \times 10^{-6}}{754,38 \times 10^{-6}} = 2,131 \text{ m/s}$$

$$n_g = \frac{V_g \times 60}{\pi \times D_{Am9}} = \frac{2,131 \times 60}{\pi \times 0,40558} = 100,347 \text{ Dev.dak.}$$

8. TEZGAH

Tek paso

$$V_8 = \frac{Q}{F_8} = \frac{1608,32 \times 10^{-6}}{1019,43 \times 10^{-6}} = 1,577 \text{ m/s}$$

$$n_8 = \frac{V_8 \times 60}{\pi \times D_{Am8}} = \frac{1,577 \times 60}{\pi \times 0,40788} = 73,841 \text{ Dev/dak.}$$

7. TEZGAH

Tek paso

$$V_7 = \frac{Q}{F_7} = \frac{1608,32 \times 10^{-6}}{1396,48 \times 10^{-6}} = 1,151 \text{ m/s}$$

$$n_7 = \frac{V_7 \times 60}{\pi \times D_{Am7}} = \frac{1,151 \times 60}{\pi \times 0,39958} = 55,013 \text{ Dev/dak.}$$

6. TEZGAH

Tek paso

$$V_6 = \frac{Q}{F_6} = \frac{1608,32 \times 10^{-6}}{1912,99 \times 10^{-6}} = 0,84073 \text{ m/s}$$

$$n_6 = \frac{V_6 \times 60}{\pi \times D_{Am6}} = \frac{0,84073 \times 60}{\pi \times 0,39733} = 40,411 \text{ Dev/dak.}$$

5. TEZGAH

Tek paso

$$V_5 = \frac{Q}{F_5} = \frac{1608,32 \times 10^{-6}}{2772,446 \times 10^{-6}} = 0,580108 \text{ m/s}$$

$$n_5 = \frac{V_5 \times 60}{\pi \times D_{Am5}} = \frac{0,580108}{\pi \times 0,41077} = 26,971 \text{ Dev/dak.}$$

4. TEZGAH

Tek paso

$$V_4 = \frac{Q}{F_4} = \frac{1608,32 \times 10^{-6}}{3850,596 \times 10^{-6}} = 0,41768 \text{ Dev/dak.}$$

$$n_4 = \frac{V_4 \times 60}{\pi \times D_{Am4}} = \frac{0,417680 \times 60}{\pi \times 0,41466} = 19,237 \text{ Dev/dak.}$$

3. TEZGAH

Tek paso

$$V_3 = \frac{Q}{F_3} = \frac{1608,32 \times 10^{-6}}{5600,846 \times 10^{-6}} = 0,287156 \text{ m/s}$$

$$n_3 = \frac{V_3 \times 60}{\pi \times D_{Am3}} = \frac{0,287156 \times 60}{\pi \times 0,39709} = 13,811 \text{ Dev/dak.}$$

2. TEZGAH

Tek paso

$$V_2 = \frac{Q}{F_2} = \frac{1608,32 \times 10^{-6}}{7778,904 \times 10^{-6}} = 0,206754 \text{ m/s}$$

$$n_2 = \frac{V_2 \times 60}{\pi \times D_{Am2}} = \frac{0,206754 \times 60}{\pi \times 0,41598} = 9,492 \text{ Dev/dak.}$$

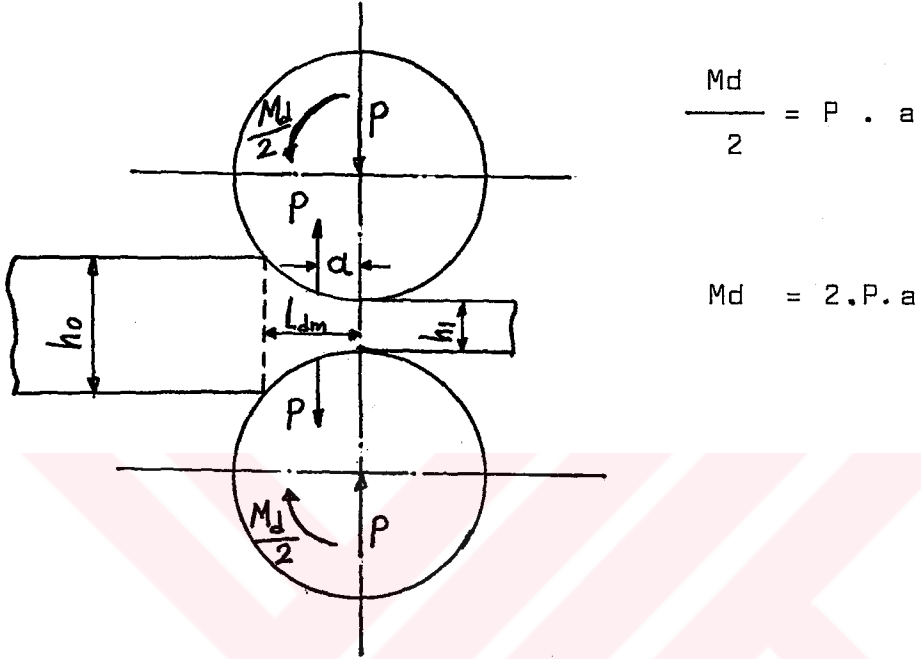
1. TEZGAH

Tek paso

$$V_1 = \frac{Q}{F_1} = \frac{1608,32 \times 10^{-6}}{10656,01 \times 10^{-6}} = 0,150930 \text{ m/s}$$

$$n_1 = \frac{V_1 \times 60}{\pi \times D_{Am1}} = \frac{0,150930 \times 60}{\pi \times 0,39168} = 7,359 \text{ Dev/dak.}$$

8.2. ELEKTRİK MOTOR GÜÇLERİNİN HESABI :



Şekil 47. Merdaneleri döndürmek için gerekli momentin şematik gösterilişi.

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} \quad [m]$$

$$M_d = 2 \cdot P \cdot a \quad [N \cdot m]$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} \quad [kW]$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_V \times \eta_{RS} \times \eta_M}$$

$$N_M = N_T \times k \quad [K \text{ W}] \quad \text{veya} \quad N_M = N_T + 75 \quad [K \text{ W}]$$

1. TEZGAH

$$L_{dm} = 88,7 \text{ mm} = 0,0887 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 79,82 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 120 \text{ mm}$$

$$P = 118057,9 \text{ Kgf} = 118057,9 \times 9,81 = 1158147,99 \text{ N}$$

$$n = 7,359 \text{ Dev/dak.}$$

$$\eta_V = 0,90, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95$$

$$k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,0887 \times \sqrt{\frac{79,82}{120}}$$

$$a = 0,036170862 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 1158147,99 \times 0,036170862$$

$$M_d = 83782,423 \text{ N. m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{83782,423 \times 7,359}{9555}$$

$$N_D = 64,5269 \quad [\text{kW}]$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_y \times \eta_{RS} \times \eta_m} = \frac{64,5269}{0,90 \times 0,85 \times 0,95}$$

$$N_T = 88,788304 \quad [\text{kW}]$$

$$N_M = N_T + 75 = 88,788304 + 75 = 163,788 \quad \text{kW}$$

$$N_M = 164 \quad \text{kW}$$

2. TEZGAH

$$L_{dm} = 73,25 \text{ mm} = 0,07325 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 54,02 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 79,82 \text{ mm}$$

$$P = 132134,2 \text{ Kgf} = 132134,2 \times 9,81 = 1296236,5 \text{ N}$$

$$n = 9,492 \text{ Dev/dak.}$$

$$\eta_y = 0,9, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_m = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,07325 \times \sqrt{\frac{54,02}{79,82}}$$

$$a = 0,030129995 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 1296236,5 \times 0,030129995$$

$$M_d = 78111,198 \text{ N.m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{78111,198 \times 9,492}{9555} = 77,59617 \text{ kW}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_y \times \eta_{RS} \times \eta_M} = \frac{77,59617}{0,9 \times 0,85 \times 0,95} = 106,77147 \text{ kW}$$

$$N_M = N_T + 75 = 106,77 + 75 = 181,77 \text{ kW}$$

$$N_m = 182 \text{ kW}$$

3. TEZGAH

$$L_{dm} = 104,6 \text{ mm} = 0,1046 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 52,91 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 108,02 \text{ mm}$$

$$P = 119053,18 \text{ Kgf} = 119053,18 \times 9,81 = 1167911,696 \text{ N}$$

$$n = 13,811 \text{ Dev/dak.}$$

$$\eta_y = 0,9, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,1046 \times \sqrt{\frac{52,91}{108,02}}$$

$$a = 0,036603151 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 1167911,696 \times 0,036603151$$

$$M_d = 85498,4963 \text{ N. m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{85498,4963 \times 13,811}{9555}$$

$$N_D = 123,58134 \text{ kW}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_x \times \eta_{RS} \times \eta_M} = \frac{123,58134}{0,9 \times 0,85 \times 0,95}$$

$$N_T = 170,0465635 \text{ kW}$$

$$N_M = N_T \times k = 170,0465 \times 1,5 = 255,069 \text{ kW}$$

$$N_M = 255 \text{ kW}$$

4. TEZGAH

$$L_{dm} = 92,74 \text{ mm} = 0,09274 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 33,34 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 74,83 \text{ mm}$$

$$P = 145614,64 \text{ Kgf} = 145614,64 \times 9,81 = 1428479,618 \text{ N}$$

$$n = 19,237 \text{ Dev/dak.}$$

$$\eta_Y = 0,9, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_m = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,09274 \times \sqrt{\frac{33,34}{74,83}}$$

$$a = 0,030951522 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 1428479,618 \times 0,030951522$$

$$M_d = 88427,2389 \text{ N.m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{88427,2389 \times 19,237}{9555}$$

$$N_D = 178,0298058 \text{ kW}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_Y \times \eta_{RS} \times \eta_M} = \frac{178,0298058}{0,9 \times 0,85 \times 0,95}$$

$$N_T = 244,967053 \text{ kW}$$

$$N_m = N_T + 75 = 244,967 + 75 = 319,967 \text{ kW}$$

$$N_m = 320 \text{ kW}$$

5. TEZGAH

$$L_{dm} = 64,9 \text{ mm} = 0,0649 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 37,23 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 57,74 \text{ mm}$$

$$P = 70989,84 \text{ Kgf} = 70989,84 \times 9,81 = 696410,3304 \text{ N}$$

$$n = 26,971 \text{ Dev&dak.}$$

$$\eta_Y = 0,9, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a \approx 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,0649 \times \sqrt{\frac{37,23}{57,74}}$$

$$a \approx 0,026056904 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 696410,3304 \times 0,026056904$$

$$M_d = 36292,59425 \text{ N.m.}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{36292,59425 \times 26,971}{9555}$$

$$N_D = 102,4434913 \text{ k W}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_Y \times \eta_{RS} \times \eta_M} = \frac{102,4434913}{0,9 \times 0,85 \times 0,96}$$

$$N_T = 140,9611163 \text{ k W}$$

$$N_M = N_T + 75 = 140,961 + 75 = 215,961 \text{ k W}$$

$$N_m = 216 \text{ kW}$$

6. TEZGAH

$$L_{dm} = 69,02 \text{ mm} = 0,06902 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 28,67 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 52,65 \text{ mm}$$

$$P = 72084,42 \text{ Kgf} = 72084,42 \times 9,81 = 707148,1602 \text{ N}$$

$$n = 40,411 \text{ Dev/dak.}$$

$$\eta_Y = 0,9, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,06902 \times \sqrt{\frac{28,67}{52,65}}$$

$$a = 0,025465934 \text{ m.}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 707148,1602 \times 0,025465934$$

$$M_d = 36016,37748 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{36016,37748 \times 40,411}{9555}$$

$$N_D = 152,3242104 \text{ kW}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_Y \times \eta_{RS} \times \eta_M} = \frac{152,3242104}{0,9 \times 0,85 \times 0,95}$$

$$N_T = 209,596436 \text{ k W}$$

$$N_M = N_T \times k = 209,5964 \times 1,5 = 314,3946 \text{ k W}$$

$$N_M = 315 \text{ k W}$$

7. TEZGAH

$$L_{dm} = 62,33 \text{ mm} = 0,06233 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 26,42 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 45,87 \text{ mm}$$

$$P = 53033,94 \text{ Kgf} = 53033,94 \times 9,81 = 520262,9514 \text{ N}$$

$$n = 55,013 \text{ Dev./dam.}$$

$$\eta_Y = 0,9, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1.5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,06233 \times \sqrt{\frac{26,42}{45,87}}$$

$$a = 0,02365207 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 520262,9514 \times 0,02365207$$

$$M_d = 24610,59218 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{24610,59218 \times 55,013}{9555}$$

$$N_D = 141,6957098 \text{ k W}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_V \cdot \eta_{RS} \cdot \eta_M} = \frac{141,6957098}{0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,95}$$

$$N_T = 194,9717369 \text{ k W}$$

$$N_M = N_T \times k = 194,971736 \times 1,5 = 292,457 \text{ k W}$$

$$N_M = 293 \text{ k W}$$

8. TEZGAH

$$L_{dm} = 64,24 \text{ mm} = 0,06424 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 17,12 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 37,36 \text{ mm}$$

$$P = 68473,24 \text{ Kgf} = 68473,24 \times 9,81 = 671722,4844 \text{ N}$$

$$n = 73,841 \text{ Dev./dak.}$$

$$\eta_V = 0,9, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,06424 \times \sqrt{\frac{17,12}{37,36}}$$

$$a = 0,021743226 \quad \text{m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 671722,4844 \times 0,021743226$$

$$M_d = 29210,82778 \quad \text{N} \cdot \text{m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{29210,82778 \times 73,841}{9555}$$

$$N_D = 225,7411548 \quad \text{kW}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_V \cdot \eta_{RS} \cdot \eta_M} = \frac{225,7411548}{0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,95}$$

$$N_T = 310,6173441 \quad \text{kW}$$

$$N_M = N_T + 75 = 310,617 + 75 = 385,617 \quad \text{kW}$$

$$N_m = 386 \quad \text{kW}$$

9. TEZGAH

$$L_{dm} = 70,55 \text{ mm} = 0,07055 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 19,42 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 43,97 \text{ mm}$$

$$P = 47036,62 \text{ Kgf} = 47036,62 \times 9,81 = 461429,2422 \text{ N}$$

$$n = 100,347 \text{ Dev/dak.}$$

$$\eta_V = 0,9, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,07055 \times \sqrt{\frac{19,42}{43,97}}$$

$$a = 0,023443011 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 461429,2422 \times 0,023443011$$

$$M_d = 21634,58215 \text{ N.m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{21634,58215 \times 100,347}{9555}$$

$$N_D = 227,2072648 \text{ kW}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_V \cdot \eta_{RS} \cdot \eta_M} = \frac{227,2072648}{0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,95} = 312,634695 \text{ kW}$$

$$N_M = N_T + 75 = 312,6346 + 75 = 387,6346 \text{ kW}$$

$$N_M = 388 \text{ kW}$$

10. TEZGAH

$$L_{dm} = 46,11 \text{ mm} = 0,04611 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 16,97 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 27,46 \text{ mm}$$

$$P = 32187,54 \text{ Kgf} = 32187,54 \times 9,81 = 315759,7674 \text{ N}$$

$$n = 123,955 \text{ Dev/dak.}$$

$$\eta_Y = 0,9, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,04611 \times \sqrt{\frac{16,97}{27,46}}$$

$$a = 0,018124072 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 315759,7674 \times 0,018124072$$

$$M_d = 11445,70558 \text{ N.m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{11445,70558 \times 123,955}{9555}$$

$$N_D = 148,4827248 \text{ kW}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_Y \cdot \eta_{RS} \cdot \eta_M} = \frac{148,4827248}{0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,95}$$

$$N_T = 204,3105948 \text{ kW}$$

$$N_M = N_T + 75 = 204,31 + 75 = 279,3 \text{ k W}$$

$$N_M = 280 \text{ k W}$$

11. TEZGAH

$$L_{dm} = 32,15 \text{ mm} = 0,03215 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 11,92 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 16,97 \text{ mm}$$

$$P = 31563 \text{ Kg f} = 31563,13 \times 9,81 = 309634,3053 \text{ N}$$

$$n = 153,411 \text{ Dev/dak.}$$

$$\eta_Y = 0,9, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,03215 \times \sqrt{\frac{11,92}{16,97}}$$

$$a = 0,013472499 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 309634,3053 \times 0,013472499$$

$$M_d = 8343,096276 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{8343,096276 \times 153,411}{9555}$$

$$N_D = 133,9531913 \text{ k W}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_V \cdot \eta_{RS} \cdot \eta_M} = \frac{133,9531913}{0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,95}$$

$$N_T = 184,3181167 \text{ k W}$$

$$N_M = N_T + 75 = 184,318 + 75 = 259,318 \text{ k W}$$

$$N_M = 260 \text{ k W}$$

12. TEZGAH

$$L_{dm} = 23,97 \text{ mm}, = 0,02397 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 8,58 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 11,92 \text{ mm}$$

$$P = 26848,12 \text{ Kgf} = 26848,12 \times 9,81 = 263380,0572 \text{ N}$$

$$N = 229,979 \text{ Dev/dak.}$$

$$\eta_V = 0,9, \eta_{RS} = 0,85, \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,02397 \times \sqrt{\frac{8,58}{11,92}}$$

$$a = 0,010168187 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 263380,0572 \times 0,010168187$$

$$M_d = 5356,195717 \text{ N. m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{5356,195717 \times 229,979}{9555}$$

$$N_D = 128,9181093 \text{ k W}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_V \cdot \eta_{R\dot{S}} \cdot \eta_M} = \frac{128,9181093}{0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,95}$$

$$N_T = 177,3898993 \text{ k W}$$

$$N_m = N_T + 75 = 177,389 + 75 = 252,389 \text{ k W}$$

$$N_m = 253 \text{ k W}$$

13. TEZGAH

$$L_{dm} = 31,74 \text{ mm} = 0,03174 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 10,99 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 16,89 \text{ mm}$$

$$P = 20218 \text{ Kgf} = 20218 \times 9,81 = 198338,58 \text{ N}$$

$$n = 292,146 \text{ Dev/dak.}$$

$$\eta_V = 0,9, \quad \eta_{R\dot{S}} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,03174 \times \sqrt{\frac{10,99}{16,89}}$$

$$a = 0,012801502 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 198338,58 \times 0,012801502$$

$$M_d = 5078,063688 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{5078,063688 \times 292,146}{9555}$$

$$N_d = 155,2627937 \text{ k W}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_V \cdot \eta_{RS} \cdot \eta_M} = \frac{155,2627937}{0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,95}$$

$$N_T = 213,639895 \text{ k W}$$

$$N_M = N_T + 75 = 213,639 + 75 = 288,639 \text{ k W}$$

$$N_M = 289 \text{ k W}$$

14. TEZGAH

$$L_{dm} = 25,9 \text{ mm} = 0,0259 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 7,1 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 10,99 \text{ mm}$$

$$P = 22769,1 \text{ Kg f} = 22769,1 \times 9,81 = 223364,871 \text{ N}$$

$$n = 337,343 \text{ Dev./dak.}$$

$$\eta_V = 0,9, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,0259 \times \sqrt{\frac{7,1}{10,99}}$$

$$a = 0,010408786 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 223364,871 \times 0,010408786$$

$$M_d = 4649,914464 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{4649,914464 \times 337,343}{9555} = 164,1670429 \text{ kW}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_V \cdot \eta_{RS} \cdot \eta_M} = \frac{164,1670429}{0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,95}$$

$$N_T = 225,8920439 \text{ kW}$$

$$N_m = N_T + 75 = 225,89 + 75 = 300,89 \text{ kW}$$

$$N_M = 301 \text{ kW}$$

15. TEZGAH

$$L_{dm} = 27,2 \text{ mm} = 0,0272 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 9,42 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 13,74 \text{ mm}$$

$$P = 15275,52 \text{ Kgf} = 15275,52 \times 9,81 = 149852,8512 \text{ N}$$

$$n = 396,377 \text{ Dev./dak.}$$

$$\eta_V = 0,90, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,0272 \times \sqrt{\frac{9,42}{13,74}}$$

$$a = 0,011260845 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 149852,8512 \times 0,011260845$$

$$M_d = 3374,93946 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{3374,93946 \times 396,377}{9555}$$

$$N_D = 140,0050632 \text{ k W}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_Y \cdot \eta_{RS} \cdot \eta_M} = \frac{140,0050632}{0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,95} = 192,645425 \text{ kW}$$

$$N_M = N_T \times k = 192,6454 \times 1,5 = 288,96 \text{ k W}$$

$$N_M = 289 \text{ k W}$$

16. TEZGAH

$$L_{dm} = 24,09 \text{ mm} = 0,02409 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 5,86 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 9,42 \text{ mm}$$

$$P = 18926,88 \text{ Kg f} = 18926,88 \times 9,81 = 185672,6928 \text{ N}$$

$$n = 499,629 \text{ Dev./dak.}$$

$$\eta_Y = 0,90, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,02409 \times \sqrt{\frac{5,86}{9,42}}$$

$$a = 0,009500143403 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 185672,6928 \times 0,009500143403$$

$$M_d = 3527,834415 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{3527,834415 \times 499,629}{9555}$$

$$N_D = 184,4697416 \text{ kW}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_Y \cdot \eta_{RS} \cdot \eta_M} = \frac{184,4697416}{0,90 \cdot 0,85 \cdot 0,95} = 253,8283338 \text{ kW}$$

$$N_M = N_T \times k = 253,8283338 \times 1,5 = 380,7425007 \text{ kW}$$

$$N_M = 381 \text{ kW}$$

17. TEZGAH

$$L_{dm} = 26,16 \text{ mm} = 0,02616 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 7,85 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 12,08 \text{ mm}$$

$$P = 12339,46 \text{ Kgf} = 12339,46 \times 9,81 = 121050,1026 \text{ N}$$

$$n = 604,144 \text{ Dev/dak.}$$

$$\eta_Y = 0,90, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_m = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,02616 \times \sqrt{\frac{7,85}{12,08}}$$

$$a = 0,01054409 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 121050,1026 \times 0,01054409$$

$$M_d = 2552,726358 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{2552,726358 \times 604,144}{9555}$$

$$N_D = 161,403905 \text{ kW}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_Y \cdot \eta_{RS} \cdot \eta_M} = \frac{161,403905}{0,90 \cdot 0,85 \cdot 0,95} = 222,0899966 \text{ kW}$$

$$N_M = N_T \times k = 222,0899966 \times 1,5 = 333,1349949 \text{ k W}$$

$$N_M = 334 \text{ k W}$$

18. TEZGAH

$$L_{dm} = 22,47 \text{ mm} = 0,02247$$

$$h_{m1} = 4,759 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 7,85 \text{ mm}$$

$$P = 14596,4 \text{ Kgf} = 14596,4 \times 9,81 = 143190,684 \text{ N}$$

$$n = 747,38 \text{ Dev./dak.}$$

$$\eta_Y = 0,90, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,02247 \times \sqrt{\frac{4,759}{7,85}}$$

$$a = 0,008747744719 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 143190,684 \times 0,008747744719$$

$$M_d = 2505,1911 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{2505,1911 \times 747,38}{9555}$$

$$N_D = 195,9528754 \text{ kW}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_Y \cdot \eta_{RS} \cdot \eta_M} = \frac{195,9528754}{0,90 \cdot 0,85 \cdot 0,95}$$

$$N_T = 269,6289995 \text{ kW}$$

$$N_M = N_T \times k = 269,6289995 \times 1,5 = 404,44349 \text{ kW}$$

$$N_m = 405 \text{ kW}$$

19. TEZGAH

$$L_{dm} = 24,79 \text{ mm} = 0,02479 \text{ m}$$

$$h_{m1} = 6,28 \text{ mm}$$

$$h_{m0} = 10,06 \text{ mm}$$

$$P = 9531 \text{ Kgf} = 9531 \times 9,81 = 93499,11 \text{ N}$$

$$n = 939,60 \text{ Dev./dak.}$$

$$\eta_Y = 0,9, \quad \eta_{RS} = 0,85, \quad \eta_M = 0,95, \quad k = 1,5$$

$$a = 0,5 \times L_{dm} \times \sqrt{\frac{h_{m1}}{h_{m0}}} = 0,5 \times 0,02479 \times \sqrt{\frac{6,28}{10,06}}$$

$$a = 0,0097932617 \text{ m}$$

$$M_d = 2 \times P \times a = 2 \times 93499,11 \times 0,0097932617$$

$$M_d = 1831,322517 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$N_D = \frac{M_d \times n}{9555} = \frac{1831,322517 \times 939,6}{9555}$$

$$N_D = 180,084839 \text{ kW}$$

$$N_T = \frac{N_D}{\eta_V \cdot \eta_{RS} \cdot \eta_M} = \frac{180,084839}{0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,95}$$

$$N_T = 247,794756 \text{ kW}$$

$$N_M = N_T \times k = 247,794756 \times 1,5 = 371,692134 \text{ kW}$$

$$N_M = 372 \text{ kW}$$

9. SONUÇ

Yarmalı haddeme yöntemlerinin yuvarlak çubuk haddemesinde uygulanmasıyla aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Düşük donatım masrafı elde edilmiştir. Daha az sayıda hadde ayakları gerekmiştir. Kütük ikiye yarıldığı zaman iki hadde ayağı azalmıştır. Kütük dörde yarıldığı zaman ise dört hadde ayağı azalmıştır.

2. Haddemenin toplam motor gücü kapasitesi azalmıştır. (Aşağı yukarı konvansiyonel haddemeden % 20 daha azdır.)

3. Yüksek üretim verimliliği elde edilmiştir.

4. Merdane tüketimi azalmıştır.

5. Tav ocağında enerji tasarrufu sağlanmıştır.

6. Ürünün boyutsal doğruluğunda iyileşme sağlanmıştır.

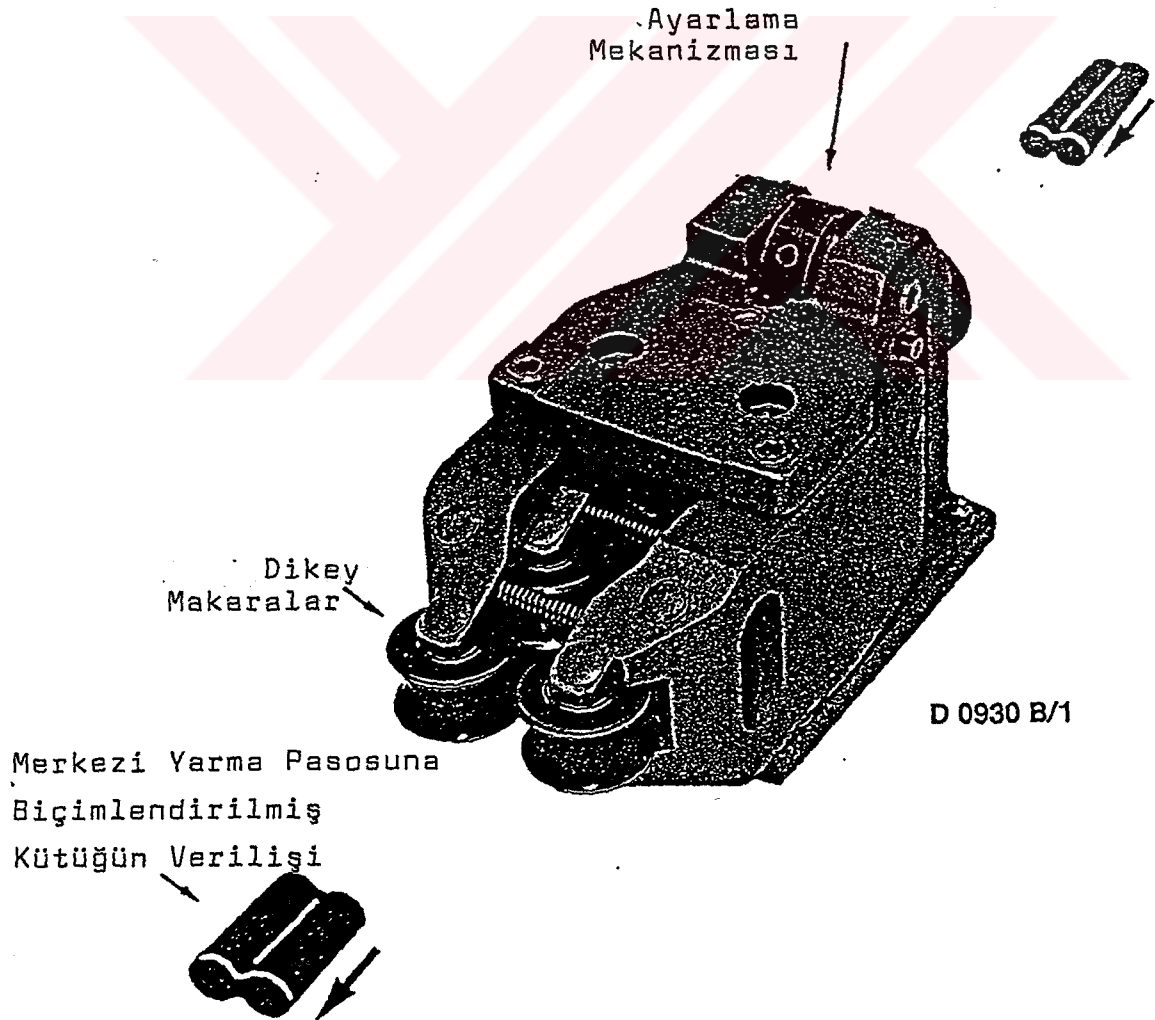
Yarmalı haddeme metodları, mevcut olan haddeme tesislerinde, hadde kalibrelerini, klavuzları ve eğer gerekirse finiş tezgahlarının parçalarını değiştirme gibi basit değişikliklerle kolayca uygulanabilir. Gelecekte yarmalı haddeme metodunun, uygulamada daha geniş bir şekilde yer alması beklenmektedir. Çünkü üretim maliyeti minimumdur.

Yarmalı haddeme teknolojisi, çelik çubuk haddeme metodlarının en önemlilerinden biri olacaktır.



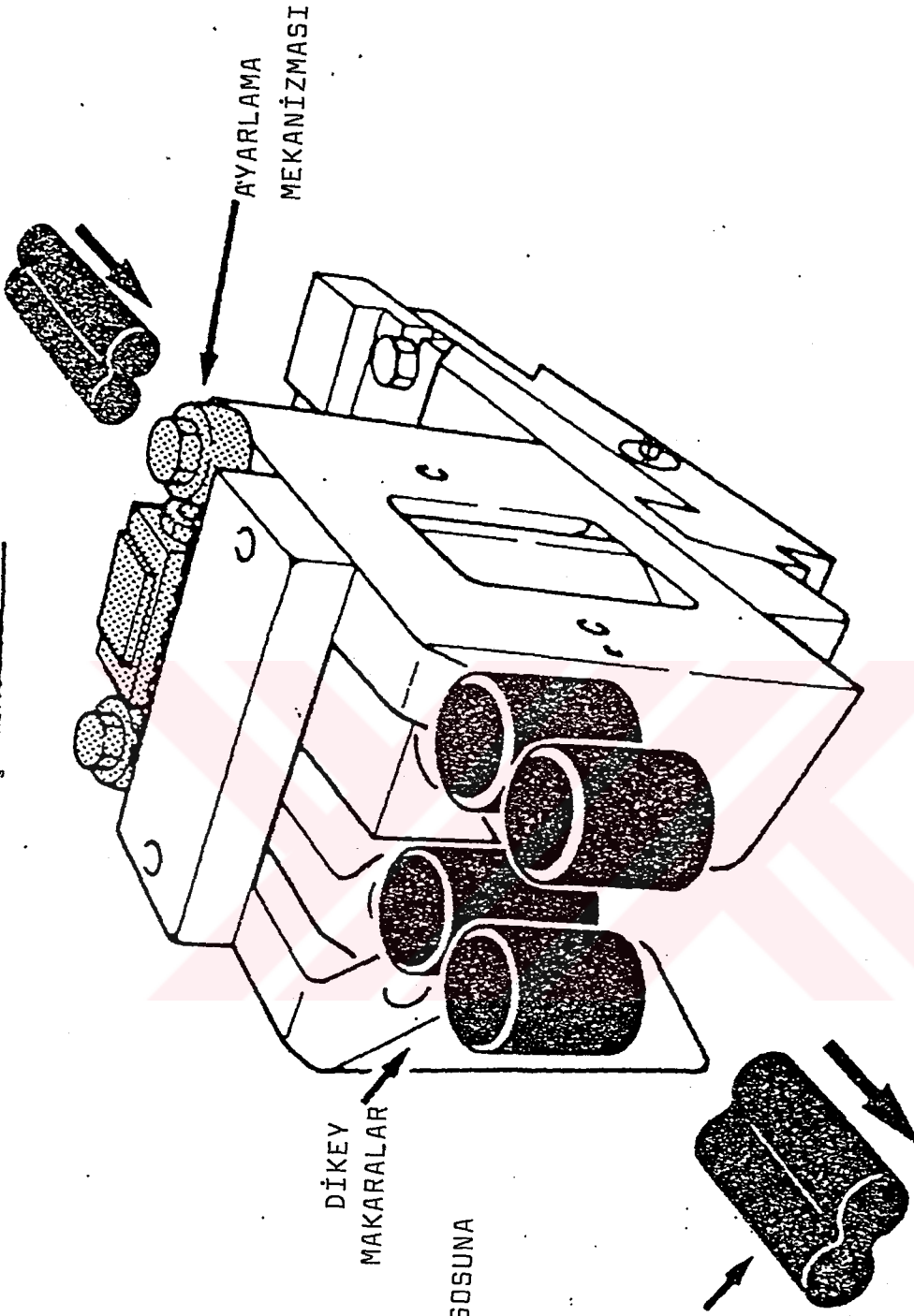
MERKEZİ AYARLAMALI 4 MAKARALI KLAVUZ

GİRİŞ KLAVUZU



Not: BU KLAVUZ AYRICA BİÇİMLENDİRME PASOSUNDAN ÖNCE DE KULLANILIR

GİRİŞ KLAVUZU

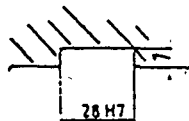
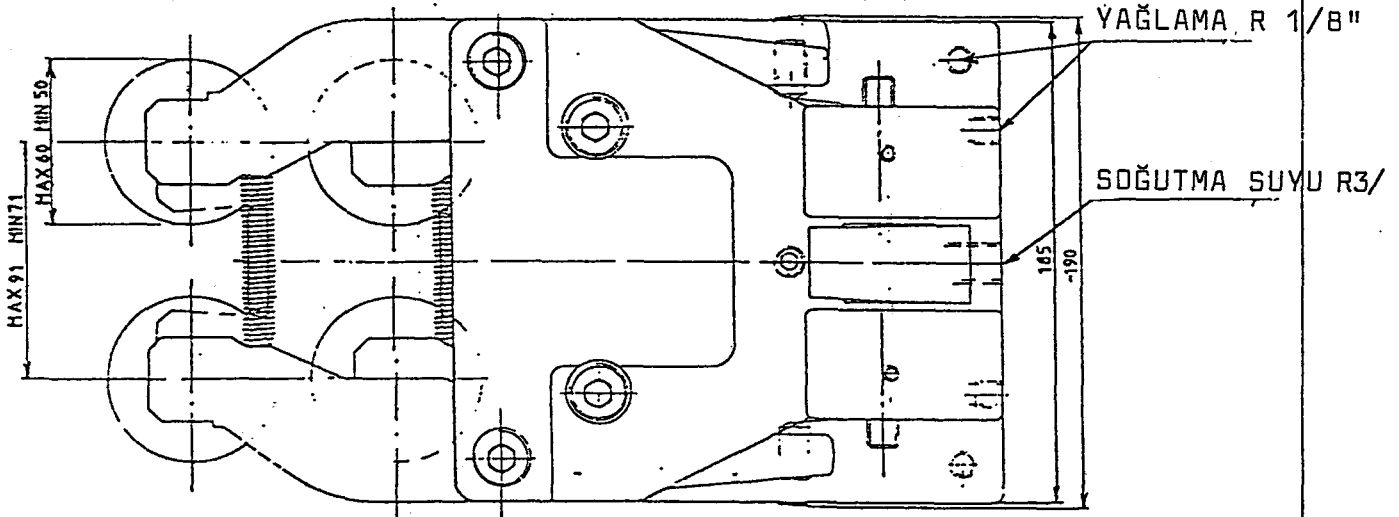
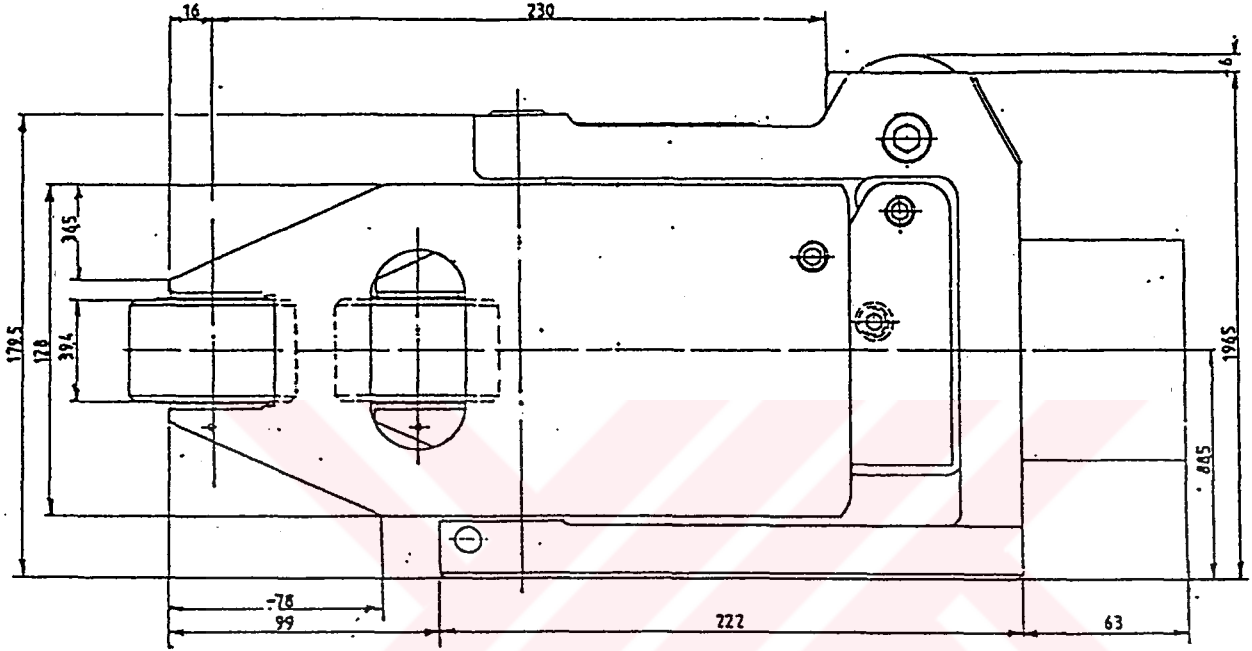


MERKEZİ YARMA PASOSUNA
BİÇİMLENDİRİLMİŞ
KÜTÜĞÜN VERİLİŞİ

Not: BU KLAVUZ AYRICA BİÇİMLENDİRME PASOSUNDAN ÖNCE DE KULLANILIR

ŞEKİL - 44

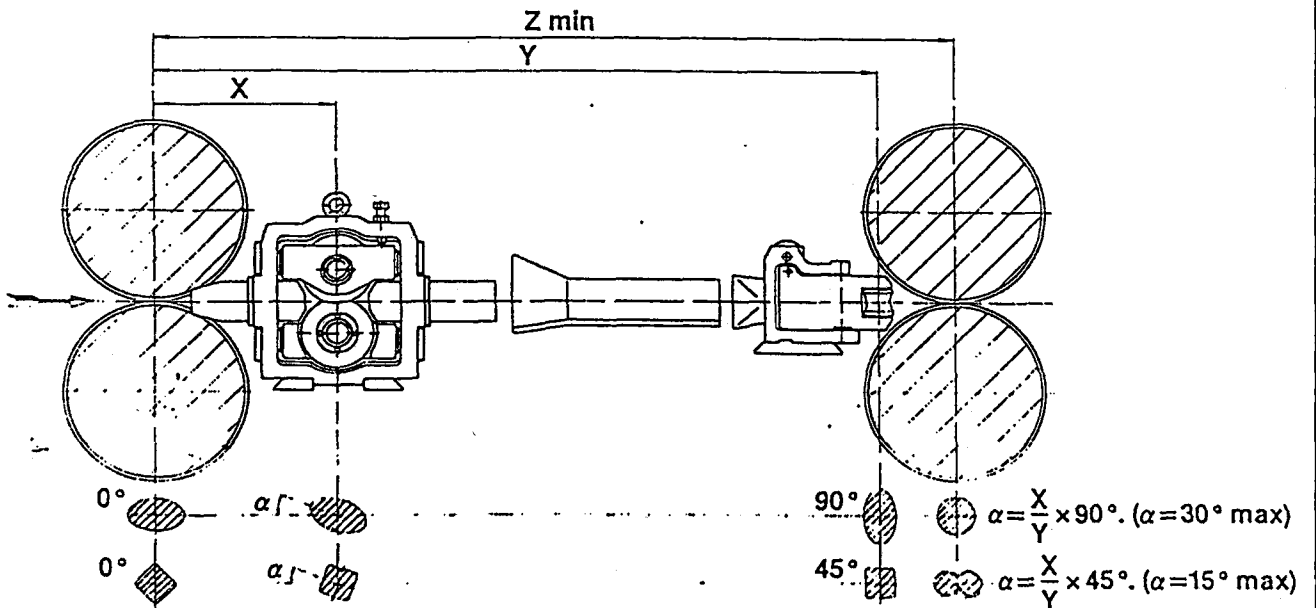
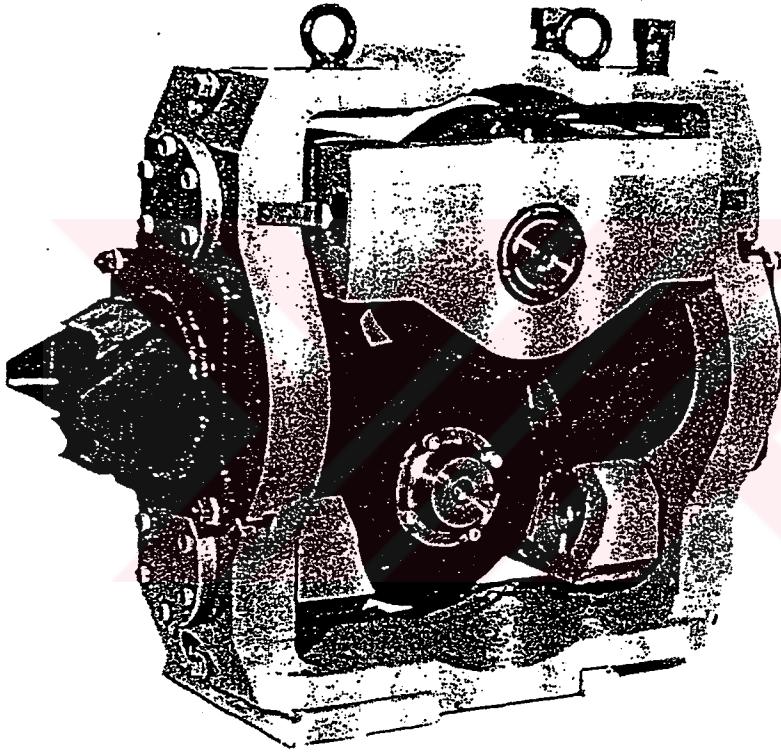
MERKEZİ AYARLAMALI 4 MAKARALI KLAVUZ
RG D 0930 B/1



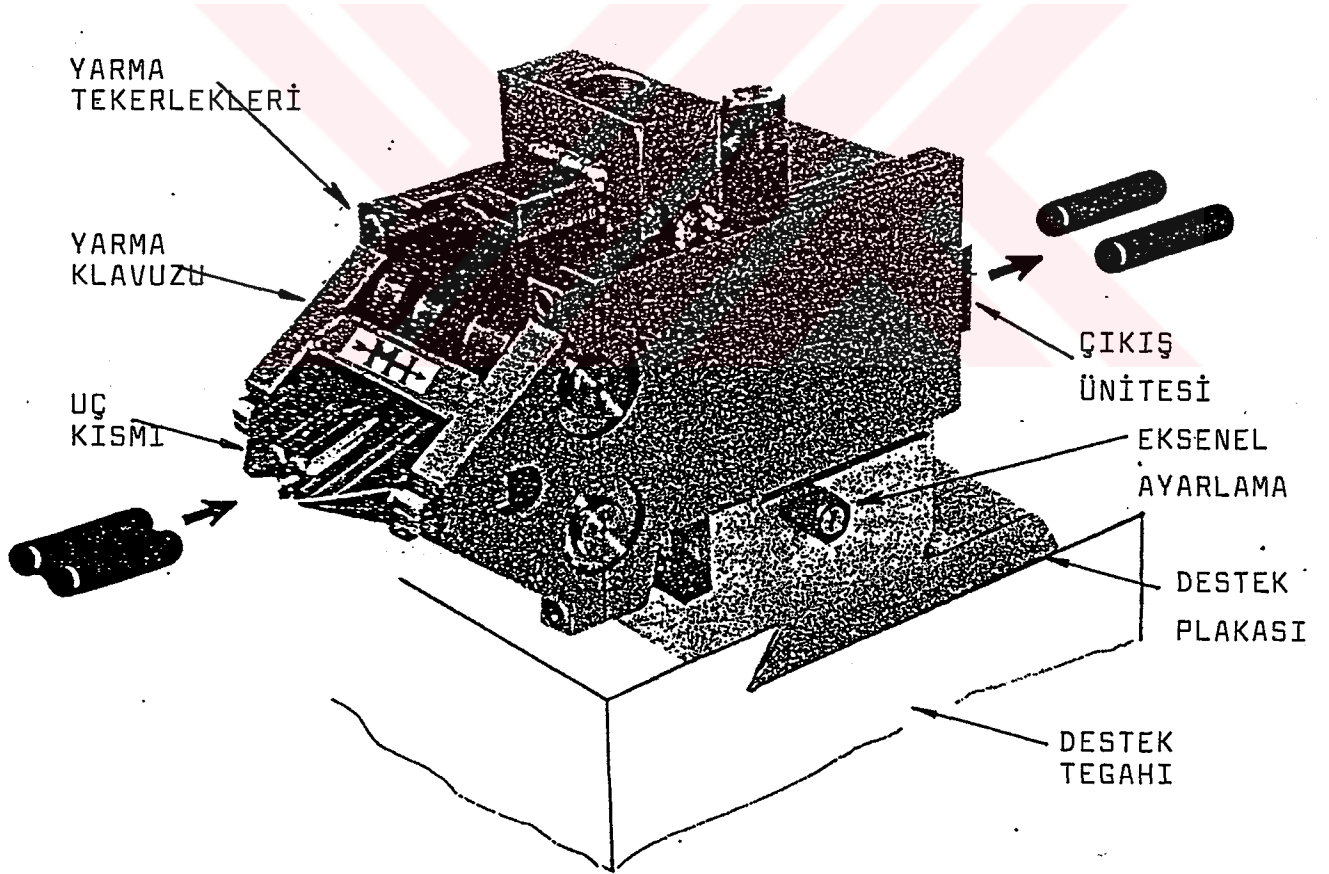
ŞEKİL - 45

ŞEKİL - 46

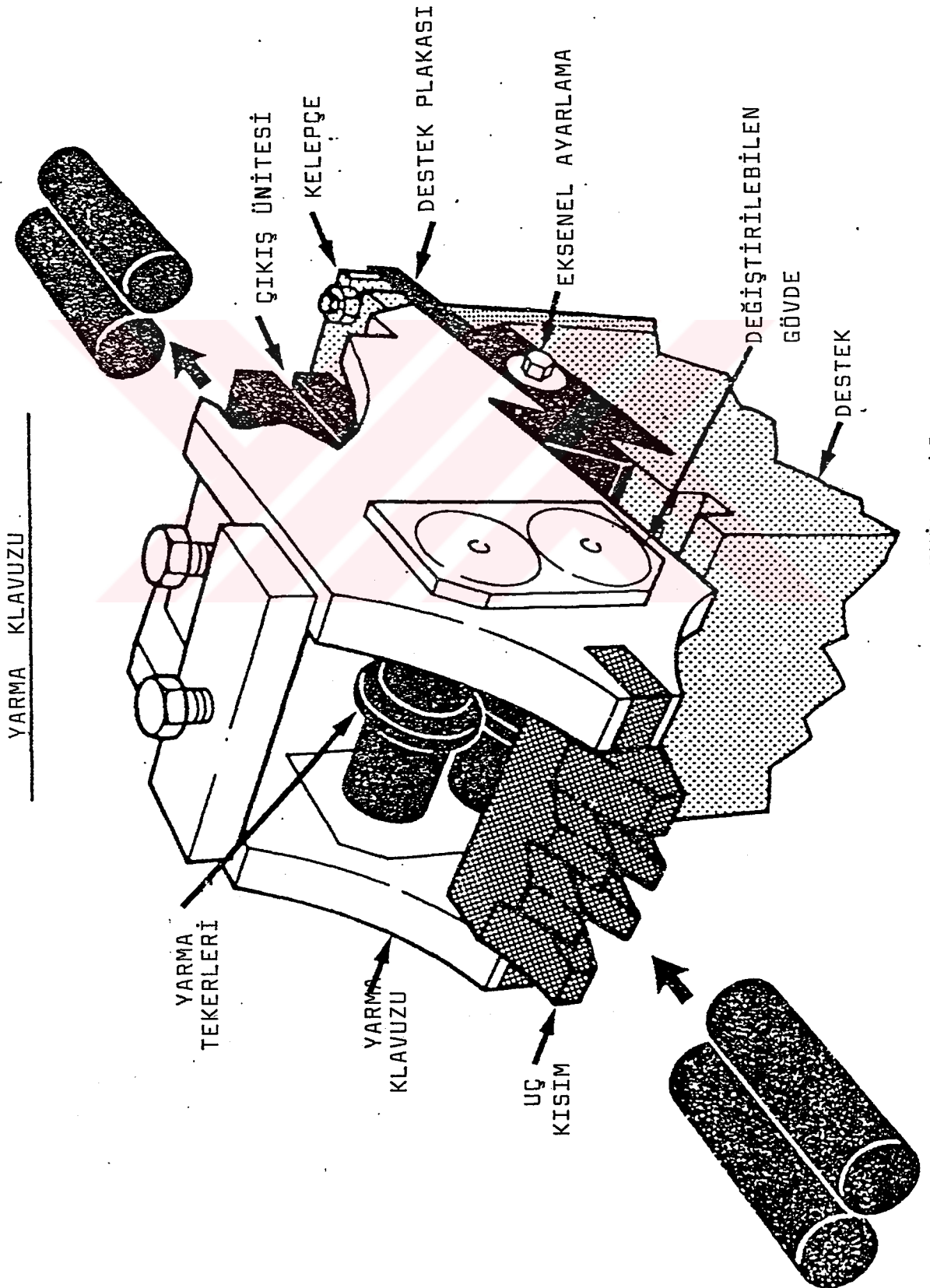
ÇIKIŞ MAKARALI BURMA KLAVUZU



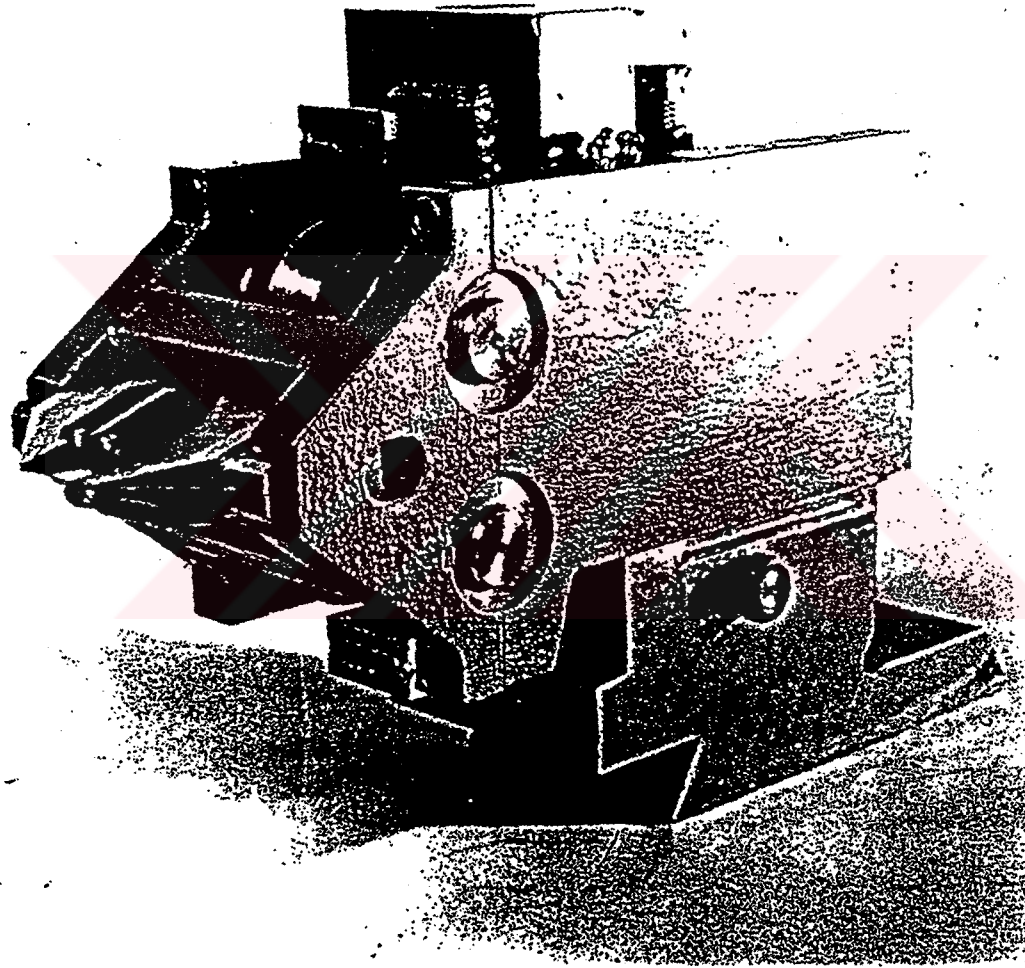
YARMA KLAVUZU



ŞEKİL - 47

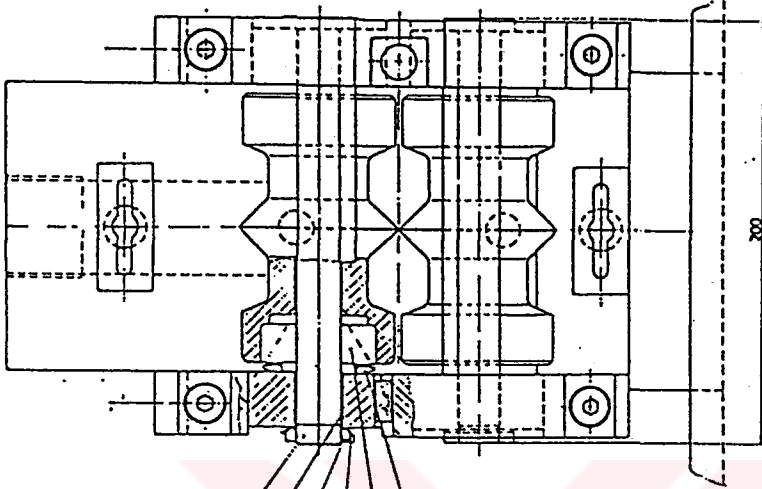


ŞEKİL - 48

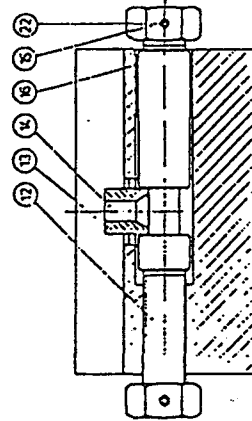
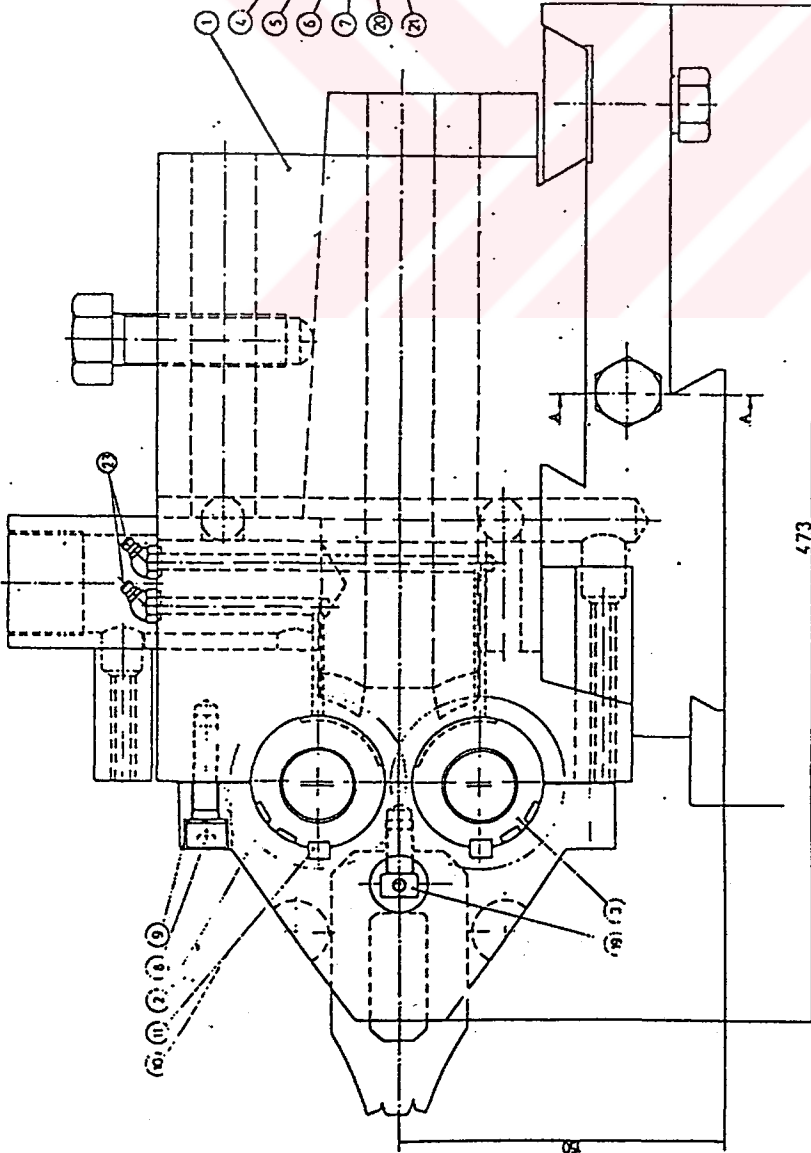


Yarma ünitesinin ayarlanabilir altlığı ile önden görünüşü

Gres Nipel	23
Düz Pim	22
Sızdırmazlık Halkası	21
Rulman	20
Vida	19



Burç	16
Somun	15
Vida	14
Kama	13
Mil	12
Düz Pim	11
Kama	10
Yaylı Rondela	9
Vida	8
Kilit Rondelası	7
Kilit Somunu	6
Burç	5
Mil	4
Eksantrik Plaka	3
Tutucu	2
Gövde	1

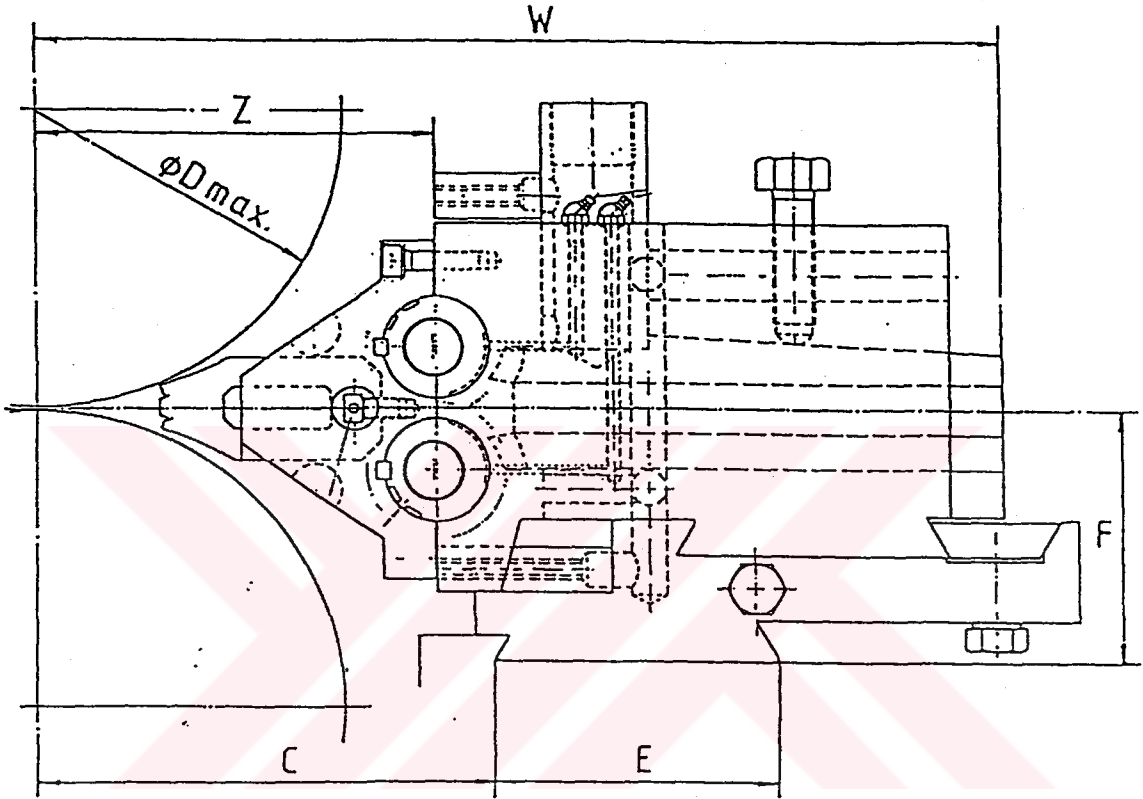


AA

ŞEKİL - 50 : YARMA KLAVUZUNUN PARÇALARI



YARMA KLAVUZUNUN MONTAJI

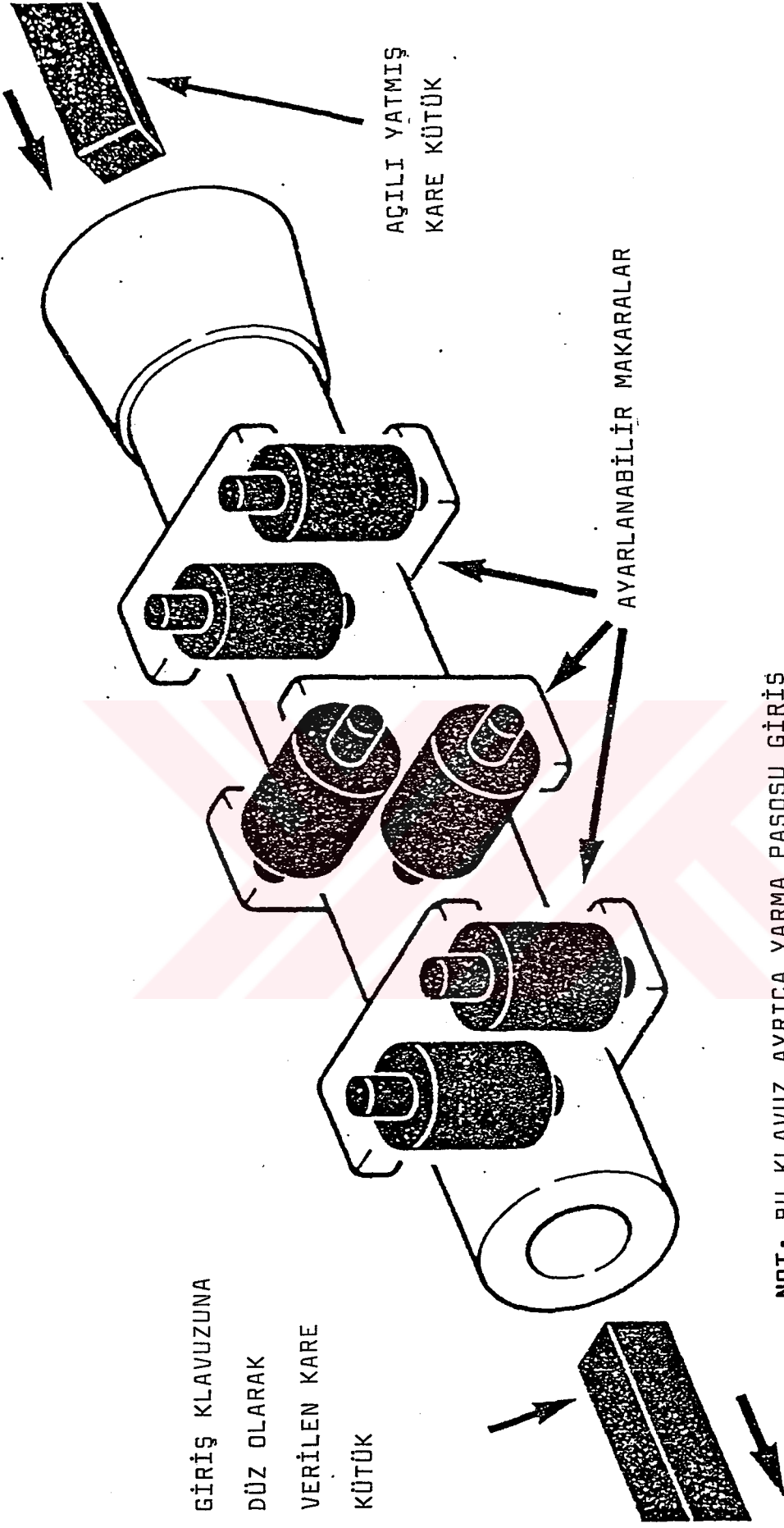


	C	E	F	W	Z
YARMA KLAVUZU					

Tabanların imalatı için müşterilerin talep ettiği boyutlar.

ŞEKİL - 51

ÖN-GİRİŞ KLAVUZU



GİRİŞ KLAVUZUNA
DÜZ OLARAK
VERİLEN KARE
KÜTÜK

AÇILI YATMIŞ
KARE KÜTÜK

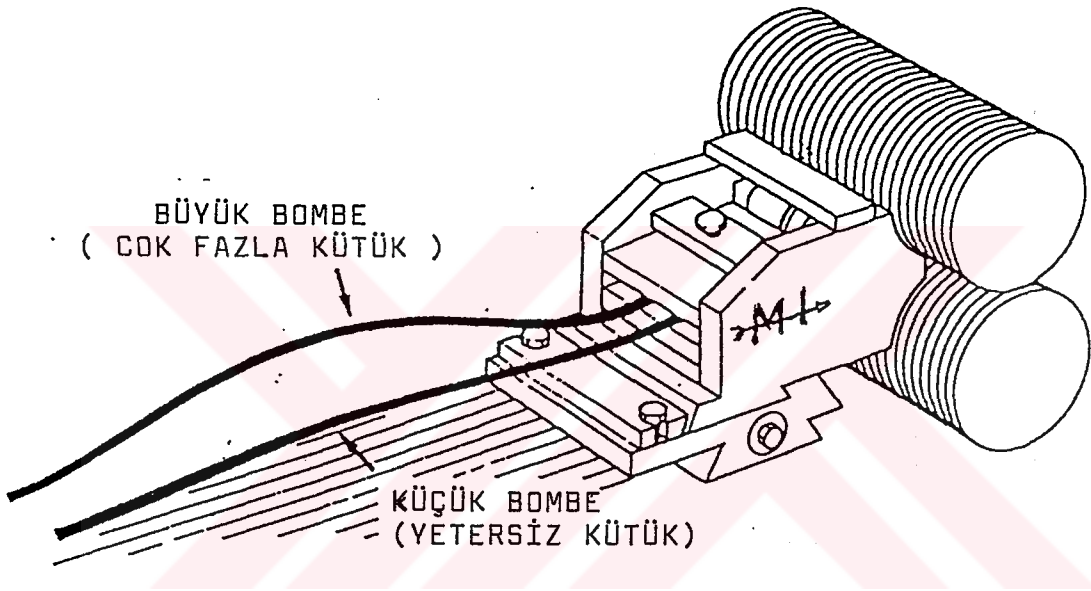
AYARLANABİLİR MAKARALAR

NOT: BU KLAVUZ AYRICA YARMA PASOSU GİRİŞ
KLAVUZUNDAN ÖNCE KULLANILIR.

ŞEKİL - 53



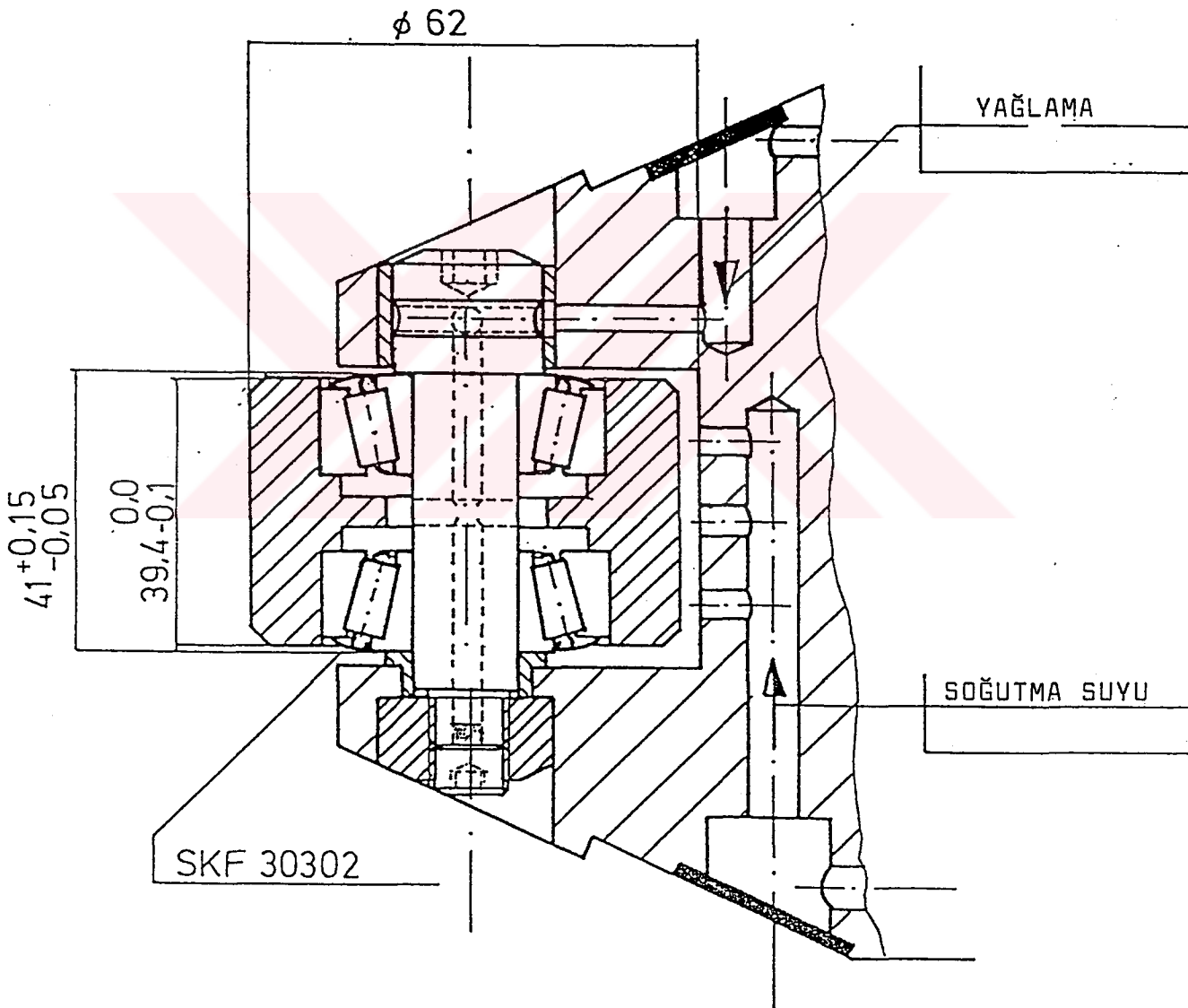
YARMA HADDELEMESİNİN KONTROLÜT



Yarma klavuzundan sonra iki çubuğun gözlenmesi, kütüğün ayarlanmış olup olmadığını gösterecektir. Pürüzlü, düzgün olmayan ve eşit olmayan kütük, biçimlendirme ve yarma tezgahları üzerinde bulunan giriş klavuzunun ayarlanmasıyla düzeltilebilir.



MAKARALI KLAVUZ D 0930 B/1 İÇİN YATAK DÜZENLEMESİ

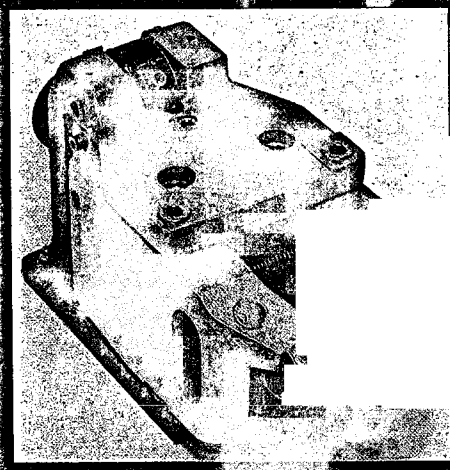


REFERENCE LIST - Guide Equipment for Slit Rolling

1991-06-17 VSch/-ju

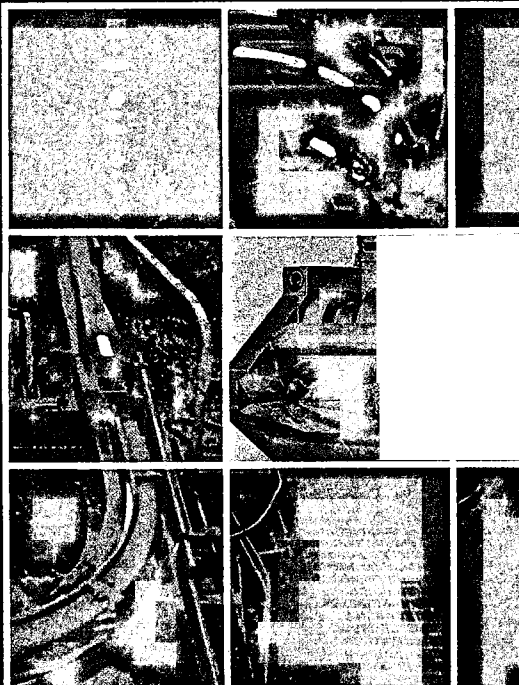
Customer	Year	Dimensions	Guide Equipment
1) Norsk Jernverk, Norway	1981/82	8, 10, 12 \emptyset rebar 2-strand	MH standard RG D 0930/B1, Slit Box MH
2) CELSA, Spain	1982	8, 10, 12, 14, 16 \emptyset rebar 2-strand	MH standard RG D 0930/B1
3) Badische Stahlwerke, Germany	1984	12, 14 \emptyset rebar 2-strand	D 0930/B1, Slit Box MH
4) Maxhütte, Germany	1984	8, 10, 12 \emptyset rebar 2-strand	complete with MH standard and 08-RG D 0930/B1, Slit Box MH
5) METALDOM, Dom. Republic	1988	1/2", 3/8" \emptyset rebar	complete MH 125, 85, 60, 45, D 0930/B1, Slit Box MH, 0830, 0820/1, 01 00
6) Acc. del Sud, Italy	1988	8, 10, 12 \emptyset rebar	stands 5 to 11 (finishing) 0845, D 0940/B1, 0830/1, 0820/1 01, 00, 00A, Slit Box MH
7) SIMAC for Venezuela	1988	1/2", 3/8" \emptyset rebar	complete MH 125, 85, 60, 45, D 0930/B1 Slit Box MH, 0830, 0820/1, 01, 00
8) SICARTSA, Mexico (via SMS)	1988	1/2", 3/8" \emptyset rebar	stands 15V, 16H, 17V, 18H (finishing) 0845/1T, D 0930/B1, TRG 01, Slit Box MH static guide 0830S, static exit guides D 0920
9) CSG Guadalajara, Mexico	1989	1/2", 3/8" \emptyset rebar	(slitting between stands 16H and 17V) D0940, D0960, D0920, D0930B/1, Slit Box 01AS, 02AS
10) INCHON Iron & Steel, S. Korea	1989	D13 (1/2")	MH Slit Box, D 0930 B1, 0845, 0860
12) NH Ostrava, CSFR	1990	20, 16, 14, 12 \emptyset rebar	MH Slit Box, D 0930 B1, 01AS
13) OSTAG; OZD, Hungary	1990	10, 12 \emptyset rebar	02A2, D 0930 B1, MH Slit Box
14) ALPA, France (SIMAC)	1991		D0930B/1, 03A2, 00AS, 0820/1
15) LECHSTAHLWERKE, Germany	1991		
16) HABAS, Izmir / Turkey	1991		
17) Kangwon, S. Korea	1991		

Divide and conquer...



**...and if you want to know more about
guiding in hot rolling mills contact us**

MORGARDSHAMMAR GUIDE SYSTEMS GMBH
Dahlerdyk 31 · P.O. Box 1970 · D-4150 Krefeld/W.-GERMANY
Telephone (0 2151) 1791/2/3 · Telex 853651 · Telefax (02151) 17



 **Morgardshamar**

YARARLANILAN KAYNAKLAR

ŞİRKETLER

1. MORGARDSHAMMAR GUIDE SYSTEMS GmbH
Dahlerdyk 31.P.O.Box 1970. D-4150 Krefeld/W.GERMANY
Telephone (02151) 1791/2/3. Telex 853651
Telefax (02151) 1795
2. FERRO ENGINEERING (UK) LIMITED
62 Bell Road Sittignbourne
Kent ME 10 4HE
Telefon: 0795 79137 Telex : 96258
3. İSTANBUL ÇELİK ve DEMİR İZABE SANAYİİ A.Ş.
Mahmutbey Cad. Halkalı Yolu Üzeri
P.K. 14 Şirinevler/İSTANBUL
Tel : 5504772 (4 Hat)
5504104 (6 Hat)
Telex: 28735 İÇDŞ-TR Fax: 5502024

KİTAPLAR

4. FAG ROLLING BEARINGS FOR ROLLING
MILL APPLICATIONS.
Publ.No. WL17200/2EA. Schweinfurt, 1985
Fag Kugelfischer Georg Schafer KgaA.
5. ROLLING PRACTICE
K.Burtsev
6. KALİBRİEREN VON WALZEN

MAKALELER

7. NEW SLIT-ROLLING TECHNOLOGY FOR
STEEL BARS.
Steel Times. Jan. 1986
HIDEO YONEOKA
8. "FERSLIT", A NEW ROLLING TECHNIQUE.
24th April 1981
LUIGI FORNI
9. THE ROLLING OF BAR PRODUCTS USING THE
SLIT ROLLING PROCESS.
Nippon Kokan Technical Report. Overseas No.30(1980)
RYO SATOH
10. NEW SLIT ROLLING TECHNOLOGY FOR STEEL BARS.
1986 ANON
11. SLIT ROLLING TECHNOLOGY.
World Steel & Metalworking.Vol.6. 84/85
L.W.PALMER,KENT,UK.
12. MULTI-SLIT ROLLING TECHNOLOGY FOR
STEEL BAR.
Transactions ISIJ,Vol.27,1987
Kazunari Tanaka, Hideo Yoneoka and
Seiichi Sasahira.

ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Silistre'de doğdum. İlkokulu Mustafapars, ortaokul ve liseyi Sefaköy Lisesi'nde okudum. 1984 yılında Yıldız Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde mühendislik öğrenimine başladım. 1989 yılında mezun oldum.

1.12.1989 - 1.4.1991 tarihleri arasında askerlik görevimi Yedek Subay Öğretmen olarak yaptım.

1.10.1990 tarihinde Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans öğrenimine başladım.

9.9.1991 tarihinde İstanbul Çelik ve Demir İzabe Sanayii A.Ş.'de haddehane'de vardiya mühendisi olarak çalışmaya başladım.

BEHÇET ÇALIŞKAN