

T.C.  
M. Teknik Üniversitesi  
Kütüphanesi  
Sayı: 1122

# TAKIM TEZGÂHLARI

Cilt I

Yazan:

**FARUK AKÜN**

Profesör Yük. Müh.

*Altıncı Baskı*

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MAKİNA FAKÜLTESİ  
OFSET ATÖLYESİ  
1978

T.C.  
İstanbul Teknik Üniversitesi  
Kütüphanesi  
Sayı: 1122

Ferit BALTACI

15-11-1982

# TAKIM TEZGÂHLARI

Cilt I

Yazan:

**FARUK AKÜN**

Profesör Yük. Müh.

*Altıncı Baskı*

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MAKİNA FAKÜLTESİ  
OFSET ATÖLYESİ  
1978

### **Üçüncü Baskıya Önsöz**

Takım Tezgâhları adlı kitabın ilk iki baskısı, öğrencilerin istifadesine arz edilmesinden sonra kısa müddetler içinde tükenmiştir. Öğrencileri kitaptan mahrum bırakmamak amacıyla çabuk bir baskı yapabilmek için kitap iki cilde ayrılmış ve birinci cilt ofset sistemi ile yeniden basılmıştır. Kitabın ikinci cildi ise kısa bir süre içinde yeniden basılacaktır.

Kitabın üçüncü baskısının yapılmasını sağlayan Makina Fakültesine teşekkürlerimi arz ederim.

**Faruk AKÜN**

# İÇİNDEKİLER

## Takım Tezgâhları

|             |   |
|-------------|---|
| Giriş ..... | 1 |
|-------------|---|

## BÖLÜM I

|   |    |
|---|----|
| Takımlar .....  | 2  |
| Takım malzemeleri .....                                   | 2  |
| Takım çelikleri .....                                     | 2  |
| Karbonlu takım çelikleri .....                            | 3  |
| Alaşımli takım çelikleri .....                            | 4  |
| Aşınmaya dayanıklık .....                                 | 5  |
| Su almada soğuma hızı .....                               | 5  |
| Su verme sonucu boyutlarda değişme .....                  | 6  |
| Düşük alaşım çelikleri .....                              | 6  |
| Yağ çelikleri .....                                       | 6  |
| Hava çelikleri .....                                      | 6  |
| Hız çelikleri .....                                       | 7  |
| Kobaltlı hız çelikleri .....                              | 8  |
| Stellit .....   | 8  |
| Sinterlenmiş karbürler .....                              | 9  |
| Sinterlenmiş karbür plâketlerin sapa yapıştırılması ..... | 12 |
| Elmas .....   | 12 |
| Kesme elmasının gövdeye tesbiti .....                     | 13 |
| Düzeltilme elmasları .....                                | 14 |
| Elmasın toz ve emülsiyon halinde kullanılması .....       | 15 |
| Elmas tozu kaplanmış taşlama ve parlatma diskleri .....   | 16 |
| Seramik takımlar .....                                    | 16 |
| Elmas taşlar .....  | 19 |
| Zımpara taşları .....                                     | 21 |
| Sert taneler .....  | 21 |

|  |    |
|--|----|
| Bağlayıcı .....                        | 22 |
| Taşın sertliği .....                   | 23 |
| Tane büyüklüğü .....                   | 24 |
| Bünyenin mesamat derecesi .....        | 24 |
| İşaretleme .....                       | 25 |
| Taşların kullanılış ve bakımları ..... | 25 |
| Dengeleme .....                        | 26 |
| Taşların maksimum çevre hızları .....  | 26 |
| Taş tipleri .....                      | 26 |

## Talaş kaldırma esasları .....

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Talaş teşekkülü .....           | 28 |
| Dik kesme .....                 | 28 |
| Dik kesmede kesme açıları ..... | 29 |
| Meyilli kesme .....             | 30 |
| Normlar .....                   | 36 |

## Tornalama .....

|   |    |
|---|----|
| Talaş kaldırmada mevcut faktörler .....   | 40 |
| Kesme hızı ile talaş kesiti arasındaki kısmi bağıntı .....                                      | 43 |
| Kalem açılarının etkisi .....   | 55 |
| Ortalama talaş kalınlığı .....  | 56 |
| Kalem burun radyusunun etkisi .....   | 58 |
| Titreşimin etkisi .....   | 58 |
| Kesme sıvısı kullanmanın etkisi .....   | 60 |
| Talaş kaldırma tipinin etkisi .....   | 61 |
| Takım ömrü .....  | 61 |
| Kalem malzemesinin tesiri .....   | 64 |
| İşlenen malzemenin tesiri - İşlenme kabiliyeti .....  | 65 |
| Relâtif işlenme kabiliyeti .....  | 67 |
| Sertlik, kopma mukavemeti ve relâtif işlenme kabiliyeti ...                                     | 67 |
| Relâtif işlenme kabiliyeti üzerinde kimyevi terkinin tesiri ..                                  | 70 |
| Relâtif işlenme kabiliyeti üzerinde mikrostrüktürün tesiri ..                                   | 71 |
| Otomat çelikleri .....  | 71 |
| Kesme kuvvetleri .....  | 71 |
| Tezgâh gücü, kesme hızı, talaş kesiti, kesme kuvveti ara-<br>sındaki bağıntı ve neticeler ..... | 74 |
| Planyalama .....  | 84 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Frezeleme</b> .....                     | 84  |
| Kesme kuvvetleri .....                     | 88  |
| Ortalama talaş kalınlığı .....             | 89  |
| Kesme hızı ve ilerlemeler .....            | 95  |
| Kesme açıları .....                        | 96  |
| Çap ve diş yapısı .....                    | 97  |
| Diş tipleri .....                          | 98  |
| <b>Delme</b> .....                         | 101 |
| Kesme kuvvetleri .....                     | 101 |
| Kesme hızı .....                           | 104 |
| Kesme açıları .....                        | 105 |
| Matkap çapı ve çekirdek .....              | 106 |
| Derin delik matkapları .....               | 107 |
| <b>Delik işleme</b> .....                  | 111 |
| <b>Raybalama</b> .....                     | 112 |
| <b>Boşaltma (broşaj)</b> .....             | 113 |
| Diş hatvesi .....                          | 114 |
| Kesme açıları .....                        | 118 |
| <b>Taşlama</b> .....                       | 119 |
| Sinterlenmiş karbürlerin taşlanması .....  | 121 |
| Taşın çevre hızı .....                     | 121 |
| Parça çevre hızı .....                     | 122 |
| Paso derinliği .....                       | 122 |
| Parça devri başına ilerleme .....          | 122 |
| <b>Talaşsız şekil verme esasları</b> ..... | 123 |
| Makas ile kesme .....                      | 123 |
| Zımbalama ve delme .....                   | 125 |
| Kesme kuvvetleri ve iş .....               | 126 |
| <b>Çekme</b> .....                         | 127 |
| Çekme kuvveti .....                        | 127 |
| Tutma kuvveti .....                        | 127 |
| Çekme işi .....                            | 128 |
| <b>Damgalama</b> .....                     | 130 |
| <b>Sıcak dövme</b> .....                   | 131 |
| <b>Plastisite</b> .....                    | 134 |

## BÖLÜM II

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tezgâhlarda tahrik</b> .....                                       | 136 |
| Tahrik şekilleri .....  | 136 |
| Devir sayılarının kademelendirilmesi yolları .....                    | 138 |
| Aritmetik kademeleme .....  | 140 |
| Geometrik kademeleme .....  | 141 |
| Tashihli geometrik kademeleme .....                                   | 142 |
| Devir sayıları normu .....  | 143 |
| <b>Kademeli devir sayılarını sağlayan tertibat</b> .....              | 150 |
| İki eksenli ana formlar .....   | 150 |
| Pambur dişli tertibatı .....  | 155 |
| Üç veya daha çok eksenli kompoze tertibat .....                       | 156 |
| Kuple tertibat .....  | 161 |
| Tahvil oranlarının seçimi ve tevzii .....                             | 162 |
| Kuruluş diyagramı .....   | 168 |
| Devir sayıları diyagramı .....  | 168 |
| İşaretleme .....  | 170 |
| Kademeli kışnak tertibatı .....                                       | 170 |
| <b>Devir sayılarının ve ilerlemelerin kademesiz ayarlanması</b> ..... | 176 |
| <b>Mekanik tertibat</b> .....   | 176 |
| Sürtme ara çarklı varyatör .....                                      | 177 |
| P. İ. V tertibatı .....   | 177 |
| El varyatörü .....  | 182 |
| Prym - köhl varyatörü .....   | 183 |
| <b>Hidrolik tertibat</b> .....  | 183 |
| Teorik esaslar .....  | 184 |
| Bir kesitten geçen toplam enerji .....                                | 185 |
| Bir hidrolik devrede hesaplar .....                                   | 186 |
| Hidrolik devreler .....   | 191 |
| Açık hidrolik devreler .....  | 191 |
| Kapalı devre .....  | 197 |
| Açık ve kapalı devrelerin mukayesesi .....                            | 200 |
| Devre elemanları .....  | 200 |

|   |     |
|---|-----|
| Dişli pompa .....   | 200 |
| Ayarlı pompalar .....   | 202 |
| Paletli pompalar .....  | 202 |
| Radyal pistonlu pompalar .....                                    | 206 |
| Eksenel pistonlu pompa .....                                      | 207 |
| Ayarlama organları .....  | 207 |
| Yön değiştirme organları .....                                    | 209 |
| El ile çalışan sürgüler .....                                     | 211 |
| Mekanik kumandalı yön değiştiriciler .....                        | 212 |
| Hidrolik kumandalı yön değiştiriciler .....                       | 214 |
| Elektromagnetik kumandalı yön değiştiriciler .....                | 214 |
| Tahrik vasıtası - devredeki yağ .....                             | 215 |
| Devrede hava .....  | 218 |
| Boru tesisatı .....   | 220 |
| Hidrolik motorlar .....   | 220 |
| <b>Tezgâhların elektrik ile tahriki ve gerekli teçhizat</b> ..... | 224 |
| Alternatif akım motorları .....                                   | 224 |
| Alternatif akım motorlarının frenlemesi .....                     | 225 |
| Daimi akım motorları .....  | 226 |
| Leonard grupları .....  | 227 |
| Şalterler ve tezgâhların kumandası .....                          | 228 |
| El ile kumandalı cihazlar .....                                   | 229 |
| Aşırı yüklenmeğe karşı emniyet cihazları .....                    | 230 |
| Sigortalar ile koruma .....                                       | 231 |
| Gerilim düşüklüğüne karşı koruma .....                            | 233 |
| Otomatik cihazlar .....   | 233 |
| Kontaktörler .....  | 233 |
| Röleler .....   | 235 |
| Otomatik elektro - hidrolik devreler .....                        | 237 |
| Tezgâhların elektronik yoldan kumandası .....                     | 237 |
| Elektromagnetik ve magnetik kumanda .....                         | 244 |
| <b>Tezgâhlarda güç ve verim</b> .....                             | 245 |

## Takım Tezgâhları

**Giriş.** Takım tezgâhları, bir veya bir kaç takım kullanmak suretiyle, evvence ma'um şekil ve ölçülere uygun olarak maden, ağaç veya taş gibi maddeler işleyen makinelere denir. Asıl işlemeyi yapan aletler tabii ki takımlardır. Takımların insan eli yerine daha ölçülü ve daha kudretli olarak makineler tarafından kullanılması, Takım Tezgâhlarının doğmasına yol açmıştır. O halde tezgâhlar, takımları insan yerine kullanan makinelerdir, şeklinde de tarif edilebilir.

Yukarıdaki tariflerden de anlaşılacağı üzere, Takımlar ile Takım Tezgâhları birbirinden ayrılmaz iki mefhum teşkil ederler. Binaenaleyh tezgâhlar üzerinde kullanılan takımlar ve çalışma şekilleri hakkında gerekli esas bilgilere sahip olmak, Tezgâhların anlaşılması için ana şartı teşkil eder.

Bu kitapta yalnız maden işleyen tezgâhlardan bahsedilecektir. Maden işliyen tezgâhlar iki ana guruba ayrılırlar :

- a) Talaş kaldırarak şekil veren tezgâhlar,
- b) Talaşsız şekil veren tezgâhlar.

Bu iki tezgâh gurubunun tasarlanıp hesaplanabilmesi için bilhassa hızlar ve kuvvetler bakımından, talaş kaldırma ve talaşsız şekil verme konularının incelenmesi gerekmektedir. O halde takımlar da gözönüne alınırse, tezgâhlardan evvel tetkik edilecek konular şunlardır:

- a) Takımlar,
- b) Talaş kaldırma esasları,
- c) Talaşsız şekil verme esasları,

Bu konuları Birinci Bölümde inceliyeceğiz.

## BÖLÜM I

### Takımlar

**Takımlar.** Talaş kaldıran takımlar gerek malzemeleri, gerek çalışma şekilleri bakımından çeşitlidirler. Çalışma şekillerini ileride sırası geldikçe göreceğiz:

**Takım malzemeleri:** Şu gruplara ayrılabilir:

- Takım çelikleri,
- Stellit'ler (stellite),
- Sinterlenmiş karbürler,
- Elmas ve diğer sert taşlar,
- Seramik takımlar.

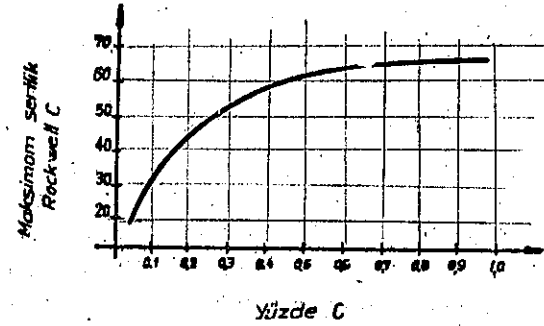
**Takım Çelikleri:** Takım çeliği genel olarak, makine endüstrisinde kesici, presleyici, yufkaçlayıcı, v.s. takımları imâle elverişli çeliklere denir. Çelik, tarifi icabı, bir demir-karbon alaşımıdır. Takım çelikleri su alma kabiliyetini haizdirler. Bu sebeple belli sınırlar arasında karbon ihtiva ederler. Takım çelikleri evvelce pota içinde hazırlanırdı. Bu sebeple bunlara bazan pota çeliği de denir. Hâlen bunlar elektrodlu veya yüksek frekanslı elektrik fırınlarında hazırlanmaktadır.

Takım çelikleri aralarında, Karbonlu takım çelikleri ve Alaşımli takım çelikleri şeklinde ikiye ayrılabilirler. Hız çelikleri, alaşımli takım çeliklerine dahildir.

1860 senelerine kadar talaş kaldıran takımlar için yegâne kullanılan çelik cinsi karbonlu takım çelikleri olmuştur. Bu tarihten sonra İngiliz Robert Mushet havada su alan yeni bir çelik keşfetti. Bu çelik içinde yeni eleman Tungsten ve Krom idi. 1890 tarihine kadar başka firmaların da taklit ettikleri bu çelik atölyelerde ancak sert parçaları

işlemek için kullanıldı. Nihayet F. W. Taylor meşhur talaş kaldırma tecrübeleri sırasında takım malzemelerini aralarında mukayese etmek lüzumunu hissetmiş ve neticede, White ile beraber, havada su alan çeliklere ısı işlemi nasıl yapılması lâzım geldiğini bulmuştur. Münasip şekilde ısı işlemi yapılmış olan bu çeliklerin kesme kabiliyetleri büyük ölçüde artıyordu. Böylece keşfedilen ve "hız çelikleri" adı verilen bu çelikler 1900 Paris Milletlerarası Fuarında teşhir edilmişlerdir. Hız çeliklerine 1906 da Vanadium'u hakiki mânada ilk katan da Taylor'dur.

**Karbonlu Takım Çelikleri:** Bu çelikler bugün dahi endüstride çok önemli bir yer işgal ederler. Genel olarak, bir çeliğin sertliği, münasip ısı işlemi yapılmak şartıyla, ihtiva ettiği karbon yüzdesine bağlıdır. Karbon yüzdesi arttıkça su verilme sonucu elde edilebilecek sertlik de artar. Bununla beraber takriben % 0,55 C oranından sonra sertlik fazla değişmez (Şek. 1). Karbonlu takım çelikleri takriben % 0,7 — 1,5 ara-



Şekil 1. — Çelikte karbon yüzdesine tâbi olarak takribî sertlik

sı C ihtiva ederler. Akıcılığı ve döğmeyi kolaylaştırdıkları ve esasen cevherden geldikleri için terkiplerinde ayrıca az miktarda mangan, silisium ile, ifna edilememeleri dolayısıyla, az miktarda kükürt ve fosfor bakiyeleri bulunur.

Karbonlu takım çeliklerine iyi sertleşebilmeleri için, genel olarak, su içinde su verilir. Su verme sıcaklıkları dönüşme (transformasyon) noktalarından 25-30°C yukarıda alınır. Bunlar su verme sonucu bünye itibariyle martenzitik olurlarsa iyi bir kesici veya işleyici takım haline gelebilirler. Su verildikten sonra takımın çalışma tarzına göre bu çelikleri 200-300°C arasında temperlemek gerekir. Takımın çalışan her-



hangi bir kısmında sıcaklık 300°C ı geçmediği takdirde sularını kaybetmezler ve iyi sonuç verirler.

Karbonlu takım çeliklerinin su içinde daldırma yolu ile su almaları bir fayda ve bir de mahzur doğurur: Ani soğuma, deformasyon ve çatlama tehlikesine yol açar. Bu sebeple, bu malzeme karışık şekilli veya üniform olmayan kesitlere mâlik takımlar için pek elverişli değildir. Buna mukabil kritik bir soğuma hızından daha yavaş soğuma halinde bu çelik su almayacağı için, çapı takriben 10-15 mm. den daha büyük ve kalın parçalarda iç kısımlar su almayıp yumuşak kalır. Böylece sertleşmemiş bir iç kısım ile sert, aşınmaya dayanıklı bir dış kısım kombinezonu elde edilmiş olur. Bu husus, bazı tip kesici takımlar için âşikâr bir avantajdır: Meselâ, darbeli yüklere mâruz presleme kalıpları, zımbalar v.s. gibi.

Bu çeliklerin «aşınmaya dayanıklılığı» iç yapılarındaki karbür parçacıklarının, miktar, büyüklük ve dağılma şekline bağlıdır. Bu sebeple, farklı karbon oranlı iki takım çeliğinin ısı işlem sonucu sertlikleri eşit olsa bile, fazla karbon ihtiva eden daha fazla demir karbür ihtiva edeceğinden aşınmaya karşı daha mukavim olur.

Hız çelikleri ve alaşımlı takım çeliklerine nispeten, karbonlu takım çeliklerinin aşınmaya dayanıklılıkları daha düşük, su alma kabiliyetleri daha az (kalın kesitlerin içi yumuşak kalması sebebiyle), ısı işlemde deformasyon temayülü daha büyük, aynı sertlikte gevrekliklerinin daha fazla olmak ve suyuna yüksek sıcaklıkta daha çabuk kaybetmek, (yani, kızıl derece sertliği olmamak) mahzurlarına rağmen, karbonlu takım çelikleri, ucuzlukları sebebiyle, bütün takım çeliklerinin en fazla kullanılan nevidir.

**Alaşımlı Takım Çelikleri:** Karbonlu çelik içine bileşimlerinde bulunması mutad olan C ve Mn, Si, P, S e ilâveten bazı alaşım elemanları katarak alaşım çelikleri elde edilir. Alaşım elemanlarının neveleri, miktarları ve dağılma şekline göre çeliğin karakteristikleri değişir. Alâde çeliğe alaşım elemanları, alaşımın ısı işlem sırasındaki durumunu değiştirmek, mekanik, fiziksel ve bazan da kimyasal özelliklerini islâh etmek için ilâve edilir.

Başlıca alaşım elemanları ve kısaca etkileri şunlardır:

**Silisyum:** Bir alaşım elemanı olmaktan ziyade, ekseriya küçük oranlarda yardımcı olarak kullanılır. Asıl vazifesi çelik imâlinde oksit gider-

mektir. Çeliğin su alma kabiliyetini artırmaktaki rolü ehemmiyetsizdir. Düşük alaşım çeliklerinin mukavemetini yükseltir.

**Manganez.** Umumiyetle düşük oranlarda yardımcı olarak kullanılır. Bakiye kükürdün zararlı kırılıklık etkisini önler. Su alma kabiliyetini artıran en ucuz elemandır, Alaşım terimini kullanmayı hak edecek derecede kullanıldığı takdirde çeliğin mukavemetini nikelden ve sünekliğini ise kromdan daha fazla yükseltir.

**Nikel.** Nikel ilâvesi sertlik ve mukavemeti orta derecede artırır. Düşük sıcaklıklarda sünekliği artıran bir elemandır. Su alma kabiliyetini biraz yükseltir. Kritik sıcaklığı alçaltarak su verme sıcaklığını düşürdüğüden deformasyon tehlikesini azaltır.

**Krom.** Sertlik ve mukavemeti nikelden daha fazla artırır, süneklik ise biraz düşer. Billür yapıyı inceltir, bu sebeple kromlu çelikler temiz işlenirler. Su alma kabiliyetini çok yükseltir. Aşınmaya dayanıklılığı artırır. Korozyon ve oksidasyon mukavemetini artıran en önemli elemandır. Yüksek sıcaklıklarda mukavemeti orta derecede artırır.

**Vanadyum.** Etkisi kromunkine benzer. Sertliği, mukavemeti artırır. Süneklik fazla düşer. Su alma kabiliyetini en fazla artıran elementlerdendir. Billür yapıyı çok inceltir. İşlemeyi güçleştirir.

**Molibden.** Aşınmaya dayanıklılığı ve mukavemeti artırır, işlemeyi güçleştirir. Su alma kabiliyetini çok yükseltir.

**Tungsten.** Sert, aşınmaya dayanıklı karbürler teşkil ederek sertlik, mukavemet ve aşınmaya dayanıklılığı artırır. Kızıl derece sertliği ve yüksek sıcaklık mukavemeti sağlar.

**Kobalt.** Kızıl derece sertliğini artırır. Gevrekliği fazlaştırır. Su alma kabiliyetini düşürür.

**Aşınmaya Dayanıklılık:** Bir takım çeliğinde bir alaşım elemanının bulunması takımın münasip ısı işleminden sonra elde edilecek sertliği üzerinde önemli bir tesir yapmaz, bununla beraber aşınmaya dayanıklılığı artırır. Ekseri elemanlar su verilen çelik içine üniform olarak yayılmış kompleks eleman karbürleri teşkil ederler. Bu karbürler adı karbonlu takım çeliklerindeki demir karbürlerden daha sert olduklarından ölçülen sertlik aynı olsa bile, alaşım çeliklerinin aşınmaya dayanıklılıkları daha fazladır.

**Su Almada Soğuma Hızı:** Bazı alaşım elemanları çeliğin su alması için gereken soğuma hızını düşürürler, böylece bu elemanları yeter-

derecede ihtiva eden çeliklere su yerine yağ içinde su verilebilir. Karbonlu takım çeliklerinin su alması için temini gereken soğuma hızı yüksek olup bunlar ancak su içinde daldırılarak sulanabilirler.

**Su Verme Sonucu Boyutlarda Değişme:** Bütün takım çelikleri su aldıkları takdirde hacimlerinde bir artma olur. Ekseri, orta ve yüksek alaşım çelikleri gerekli soğuma hızının küçüklüğünden dolayı baştan başa su alırlar ve su vermede bu çeliklerin boyutlarında lineer bir artma olur. Su alabilmesi için temini gereken soğuma hızının yüksek olduğu karbonlu takım çeliklerinde ise, yalnız su alan dış tabakalar genişlemek isterler, iç kısımlar aynen kalırlar. Bunun sonucu olarak muhtelif boyutlar, parçanın şekline, su alan ve almayan tabakaların oranına göre, negatif değerlerden çok yüksek pozitif değerlere kadar değişen artmalar gösterirler. Bu durum iç gerilmelere ve dolayısıyla çatlamalara yol açar.

**Düşük Alaşım Çelikleri:** Az miktarda alaşım elemanı ihtiva eden bazı çelikler, yalnız sathî olarak sertleşirler ve su içinde su verilmesini gerektirirler. Bununla beraber bu çelikler adi karbonlu takım çeliklerince nazaran hafifçe üstündürler.

Vanadium'lu takım çelikleri, karbon çeliklerinin kullanıldıkları işlerde, kesme şartlarını iyileştirmek ve kırılmazlığı artırmak için kullanılırlar. Az kromlu ve krom-vanadium'lu çeliklerden de daha fazla bir aşınmaya dayanıklılık elde etmek için faydalanılır.

**Yağ Çelikleri:** Evvelce bahsi geçtiği gibi, suda su vermenin en büyük mahzuru çatlama tehlikesi ile su alma sırasındaki deformasyondur. Bu temayüller «yağda su verme» de «suda su verme» ye göre daha azdır. Yağda su verilen ve az deformasyon yapan bu çelik gurubu başlıca, adi karbonlu takım çeliklerinin su vermede tehlikeli olduğu, veya baştanbaşına su alma istendiği, veya daha iyi bir aşınmaya dayanıklılık arzu edilen parçalarda kullanılır. Yağ çelikleri de, ihtiva ettikleri alaşım elemanları nispeten az olduğundan, «kızıl derece sertliğine» malik değildirler, yani yüksek sıcaklarda sularını kaybederler. Bu sebeple kesme ağızında yüksek sıcaklık tevlit etmeyen işlerde kullanılırlar. Ekseriya hız çeliklerinin kullanılmasındaki masrafı kaldırmayacak işler için faydalıdır; meselâ, büyük ve ağır takımlar, zimba ve kalıplar, freze testereleeri, matkap ve raybalar, kılavuzlar v.s. gibi.

**Hava Çelikleri:** Bu gurup, ağır işlerde büyük bir aşınmaya dayanıklılık ile yeter bir kırılmazlık sağlamak için kullanılır. Bu çelikler havada soğuyarak da su aldıklarından ısı işlem sırasında çatlama veya

deformasyon bakımlarından son derece emindirler. Bunlar hız çelikleri derecesinde «kızıl derece sertliği» ne malik olmamakla beraber, adi karbonlu veya düşük alaşımli takım çeliklerine göre sularını kaybetmeden daha yüksek sıcaklıklarda çalışabilirler. Başlıca, vida haddeleri, saç işlemeye mahsus zimba ve kalıplar, soğuk haddeler, ısı işleminden sonra taşlanmaları ekonomik olmayan karışık şekilli takımlar için kullanılırlar.

**Hız Çelikleri:** Bunlar takım çeliklerinin sınırını teşkil ederler. Başlıca iki guruba ayrılırlar:

- Başlıca alaşım elemanı tungsten olanlar.
- Başlıca alaşım elemanı molibden olanlar.

Evvelâ tungstenli tip yayılmıştır. Molibdenliler, daha evvel de bilinmekle beraber, ilk defa Birinci Dünya Harbinde tungsten kıtlığı sebebiyle Amerikalılar tarafından ön plâna getirilmiştir.

Bunlardan hangi grupun daha iyi olduğuna dair kesin bir kanaat henüz yoktur. En fazla kullanılan terkip tipleri şunlardır:

Tablo 1. Çok kullanılan bazı hız çeliklerinin terkihi.

| Tip        | Sembol | Karbon<br>C | Tungsten<br>W | Krom<br>Cr | Vanadium<br>V | Molibden<br>Mo |
|------------|--------|-------------|---------------|------------|---------------|----------------|
| Tungstenli | 18-4-1 | 0,70-0,80   | 17,00-19,00   | 3,50-4,50  | 0,90-1,30     | ----           |
|            | 18-4-2 | 0,75-0,90   | 17,00-19,00   | 3,50-4,50  | 1,80-2,20     | 0,60-0,90      |
|            | 14-4-2 | 0,75-0,90   | 13,00-15,00   | 3,50-4,50  | 1,80-2,20     | ----           |
| Molibdenli | Mo-W   | 0,75-0,85   | 1,40-1,60     | 3,50-4,50  | 0,80-1,20     | 7,00-9,00      |
|            | W-Mo   | 0,80-0,90   | 6,00-6,75     | 3,50-4,50  | 1,75-2,05     | 5,00-5,50      |
|            | Mo-V   | 0,80-0,90   | ----          | 3,50-4,50  | 1,80-2,20     | 7,00-9,00      |

Bu tablodaki bütün çeşitler bir takım için en önemli özellik olan «kızıl derece sertliği» ni haizdirler; yani bunlar kesme ağızı kızıl derece sıcaklığına yaklaşırsa bile gene çalışmaya elverişlidirler. Halbuki karbonlu takım çelikleri ile düşük alaşım çelikleri bu halde sularını kaybeder ve derhal aşınırlar. Hız çeliğinden bir takım ise takriben 590°C'ın

üstüne çıkılmadığı takdirde, normal sıcaklıkta soğumaya bırakılırsa eski sertliğini gene kazanır; 590°C aşılsa bir dereceye kadar daimi olarak yumuşar.

Hız çeliklerine diğer çelikler gibi aynı usuller ile şekil verilir. Bunlar umumiyetle tavllanmış ve normalize edilmiş çubuklar halinde piyasaya arz edilir. Arzu edildiği takdirde dövme veya dökme halde de temin edilmeleri mümkündür. Bunların tavllanmış durumdaki Brinell sertlikleri 200-250 arasındadır. Karbonlu ve düşük alaşımlı takım çeliklerinininki ise 170-200 dür. Hız çeliklerinden mâmül takımların kesme ağızları «sert kromaj» yapılarak takım ömrü, işlenen malzemeye, kromaj tipine ve tabaka kalınlığına göre 5-10 misli artırılabilir.

Hız çelikleri havada da su alırlar. Böylece deformasyon ve çatlama tehlikesi azdır. Hacim değişmesi gene mevcuttur. Transformasyon noktaları diğer çeliklere nazaran yüksek olup su vermek için özel fırın ve teçhizata lüzum gösterirler.

Hız çelikleri diğer çeliklere göre takriben 5 defa daha pahalı olmalarına rağmen en çok kullanılan talaş kaldırma malzemesidir. Bunun başlıca sebepleri şunlardır:

- 1 — Kızıl derece sertliğini haizdirler.
- 2 — Aşınmaya dayanıklılıkları diğer takım çeliklerine nazaran daha fazladır.
- 3 — Kızıl derece sertliği özelliği sebebiyle tam icabeden şekle, yumuşak bir yüzey hâsil etmeden, taşlanarak sokulabilirler.
- 4 — Yalnız hız çelikleri «Nitrürasyon» ile sertleştirilmeye müsaittirler. Böylece takımın ömrü % 50-200 mertebesinde artar.
- 5 — Su alma kabiliyetleri yüksektir, iç kısımlar da su alır, karışık şekilli parçalar için daha emindirler.

**Kobaltlı Hız Çelikleri:** Hız çeliklerine kobalt ilâvesi, takımın aşınmaya dayanıklılığını artırır, böylece daha sert malzemeyi daha kolay ve daha büyük kesme hızları ile işlemek mümkün olur. Fakat kobaltlı hız çeliklerinin kırılabilirlikleri daha fazladır ve daha pahalıdır. Bu sebeple bu çeliklerin kullanılması, normal tip hız çelikleri ile çalışmanın ekonomik olmadığı işlere inhisar eder.

**Stellit:** 1907 de Haynes tarafından ortaya konmuştur. Bunlar kobalt, krom, tungsten alaşımlarıdır; yani çelik değildirler. Bir miktar demir ve karbon ihtiva ederler. Terkipleri umumiyetle şöyledir:

% 12-20 tungsten, % 35-50 kobalt, % 25-35 krom, geri kalanı demir ile % 1,8-2,15 arasında karbondur.

Stellitlere ancak döküm ile veya taşlanarak şekil verilebilir. Isıl işleme lüzum göstermezler. Sertlikleri normal sıcaklıkta 60-62 Rockwell C, veya 600 Brinell'dir; kırılıcırlar ve kolayca çatlarlar. Bunları karbür takımlar ile talaş kaldırarak işlemek mümkünse de çok güçtür.

Takımlarda ekonomik sebeplerle stellit, 60 - 70 kg. mm<sup>2</sup> lik bir âdi çelik sapa tesbit edilerek kullanılır; yani takımın ancak ucu stellittir. Tesbit, oksiasetlen kaynağı ile veya brazür ile kolaylıkla yapılabilir.

Stellitler bilhassa, dökme, dövme ve paslanmaz çelikler ile dökme demir ve temper dökümleri talaş kaldırarak işlemek için kullanılırsa da, kolayca çatlama ve darbeye dayanamamaları kullanma sahalarını daraltmaktadır. Stellitler kızıl derece sertliğini haizdirler ve 800°C'a kadar sıcaklıklarda çalışabilirler. Ömürleri hız çeliklerine nazaran daha fazladır.

Stellitler, aşınmaya dayanıklılığın çok fazla olması istenen pres takımları için de kullanılırlar.

**Sinterlenmiş Karbürler:** Bunlara Türkiye piyasasında yanlış olarak «elmas» tâbir edilir. Bunların ne elmas, ne de çelik ile hiç bir ilişkileri yoktur; hattâ bir alaşım da olmayıp metalürjik ve kimyasal bir usul ile hazırlanmış demir ihtiva etmeyen özel cisimlerdir. Bunların mahiyeti şudur: Fevkalâde sert olan tungsten ve titan karbür tanecikleri bağlayıcı çimento olarak kobalt ile birleştirilir. Böylece çok sert ve mukavim bir cisim elde edilir. Meselâ, tungsten karbür elde etmek için tungsten minerisi toz halinde öğütülüp taneler takriben birkaç mikron (µ) büyüklüğe indirilir. Müteakiben kimyasal birkaç ameliyeden sonra, 800-900°C da hidrojen ile irca edilerek toz halinde tungsten elde edilir. Bu toz karbürün kimyasal formülünün icap ettirdiği miktarda kömür tozu karıştırılarak 1400-1600°C da bir elektrik fırınında tungsten karbüre tahvil edilir. Titan karbür ise yine gereği veçhile hazırlanır. Nihayet hepsi de toz halinde bulunan tungsten karbür, titan karbür, kobalt, karbür takımın cinsine göre muhtelif oranlarda bir arada iyice karıştırılarak 4000-5000 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında istenen şekle göre kalıplanır. Müteakiben, kobaltın sert karbür taneciklerini iyice sarması için parçalar ilk defa 850-950°C sıcaklıkta pişirilip, kauçuk bağlayıcılı taşlar ile son şekil verildikten sonra 1400-1600°C da son pişirme yapılır ve böylece karbür takım elde edilmiş olur. Görülüyor ki sinterlen-

iş karbürlerin imâlinde su verilmiş bir çeliğin bünyesi taklit edilmiştir.

Çelik işlemeye mahsus takımlar hem tungsten karbür ve hem de tahta karbür ihtiva ederler, diğer bütün malzemeye mahsus takımlara ise yalnız tungsten karbür bulunur.

Alman Normu karbür nüanslarını aşağıdaki gibi tasnif etmiştir:

Tablo 2. Sinterlenmiş karbür nüansları

| Sembol | C<br>% | Co<br>% | Ti<br>% | W<br>% | Diğer elemanlar<br>% |
|--------|--------|---------|---------|--------|----------------------|
| S 1    | 7,5    | 6       | 13      | 73     |                      |
| S 2    | 7,5    | 8       | 11      | 73     |                      |
| S 3    | 6,0    | 7       | 4       | 83     |                      |
| G 1    | 6,0    | 6       | —       | 88     |                      |
| G 2    | 5,5    | 11      | —       | 83     |                      |
| G 3    | 5,0    | 15      | —       | 80     |                      |
| H 1    | 6,0    | 6       | —       | 88     |                      |
| H 2    | 6,0    | 7       | —       | 85     | 1,5 Nb + Ta          |
| F 1    | 8,0    | 6       | 18      | 67     | 0,5 N                |
| G 4    | —      | 20      | —       | 80     |                      |

Bu nüansların görünüşleri tamamen ayırdır ve gözle tefriğe imkân yoktur. Karışmalarına engel olmak için Alman normu bir renk sistemi kabul etmiştir. Takımın sapı bu renge boyanarak hangi nüanstaki olduğu belirtilir. Ayrıca sap üzerine sembol de markalanır. Aşağıdaki tablo her nüansa ait rengi ve kısaca kullanma alanını vermektedir:

| Sembol | Renk                | Kullanma alanı   |
|--------|---------------------|--|
| S 1    | <i>Siyah</i>        | İlerleme 1 mm/devir'i geçmemek şartıyla, yüksek kesme hızı ile çelik işlemeye mahsus torna kalemeleri.   |
| S 2    | <i>Beyaz</i>        | İlerleme 2 mm/devir'i aşmamak şartıyla, orta kesme hızları ile çelik işlemeye mahsus torna kalemeleri.   |
| S 3    | <i>Kırmızı</i>      | İlerleme 3 mm/devir'i geçmemek şartıyla, düşük kesme hızları ile çelik işlemeye mahsus torna kalemeleri, çelik işlemeye mahsus planya kalemeleri, frezeler ve matkaplar.   |
| F 1    | <i>Gri</i>          | Çelik işlemeye mahsus hassas torna kalemeleri ve matkaplar.  |
| F 2    | <i>Çizgili gri</i>  | F 1 gibi; yalnız kesme hızının daha yüksek ve parça yüzey durumunun daha iyi olması istendiği halere mahsustur.  |
| G 1    | <i>Mavi</i>         | 200 B. ye kadar sertlikte dökme demir işlemeye mahsus torna ve planya kalemeleri. Bakır, bakır alaşımları, hafif madenler, plâstikler. Her çeşit malzeme için freze bıçakları, raybalar, matkaplar. Ölçü aletlerinin aşınmaya mâruz kısımları.   |
| G 2    | <i>Kahverengi</i>   | Sert ağaçları, kontrplâkları ve preslenmiş ağaçları, preslenmiş ve lifli malzemeyi işlemeye mahsus takımlar. Kaya ve maden matkapları.   |
| G 3    |                     | Elektrod kömürlerini işlemeye mahsus takımlar.   |
| G 4    |                     | Perçin ve civata imâlinde büyük tazyiklere mâruz kalırlar.   |
| H 1    | <i>Sarı</i>         | Sert dökümler (su almış), B sertliği 200 ün üstündeki dökme demirler, temper döküm, cam, porselen, sert kâğıt, silisium ilâvesiyle sertleştirilmiş olan fazla aşındırıcı basınçlı dökümden hafif madenler v.s. yi işlemeye mahsus takımlar. Bilhassa kötü kesme şartları altında, 180 kg/mm <sup>2</sup> nin üstündeki çelikleri işlemeye mahsus takımlar. |
| H 2    | <i>Çizgili sarı</i> | Sertliği 95 Shore'un üstünde olan sert dökümleri işleyen takımlar. Sert dökme demirler, bronzlar, plâstikler ve kauçuk işlemeye mahsus takımlar.   |

**Sinterlenmiş karbür plâketlerin sapa yapıştırılması:** Karbürler hem pahalı, hem de kırılıcı olduklarından kesici takımların ancak kesici ağızları madeni karbürden yapılır, gövde kısmı alelade çeliktir. Plâketler gövdeye Brazür (sert lehim) yapılarak kaynatılır, diğer kaynak şekilleri mümkün değildir. Plâketlerin gövdeye mekanik olarak tesbiti mümkünse de oturma yüzlerine çok itina etmek gerekir. Gövde malzemesi, taşıyacağı yüke göre, 60 ilâ 80 kg/mm<sup>2</sup> lik âdi çeliktir.

Brazür, elektrolitik bakır ile yapılır. Evvelâ plâketin oturduğu yuva itina ile frezelenir, plâket ise taşlanır ve böylece temas yüzleri birbirlerine iyice alıştırmış olur. Şayet sapın kesiti 30×30 mm<sup>2</sup> den büyük ise, sap ve plâket beraberce 800°C a kadar bir ilk ısıtmaya tâbi tutulur. Saptaki yuvanın yüzleri okside olmaması için üstüne boraks ekilir. Sap ve plâket dışarı alınınca eriyen boraks kazınarak temizlenir. Müteakiben yuva üzerine bakır lehim levhası ve bunun üzerini de plâket yerleştirilerek fırına konur ve 1100-1150°C a kadar ısıtılır. Fırına sokmadan evvel hem bakır levhaya ve hem de plâket üzerine boraks ekilmiş olmalıdır. Bakır levha eriyince kalem fırından çıkarılır ve plâket ile gövdedeki yuva arasında fazla aralık kalmaması için, ince uçlu bir madeni parça ile plâket üzerine bastırılır. Uç ince olmaz ise, plâket mevzii olarak âni soğuyacağından çatlama tehlikesi vardır. Fırın atmosferinin redükleyici karakterde olması gerekir.

**Elmas:** Talaş kaldırarak işlemede elmas kullanılması 19 uncu asır başındanberi bilinmekte ve tatbik edilmektedir. Elmas ile işlemeye müsait olan malzeme başlıca şunlardır:

1. Hafif maden ve alaşımlar.
2. Demir olmayan maden ve alaşımlar.
3. Yatak alaşımları.
4. Nadir maddenler.
5. Kauçuklar.
6. Flâstikler, preslenmiş kâğıt, sert dokular.
7. Taşlama takımları (taşlar).
8. Cam.
9. Çelik, dökme demir ve çelik.

Elmas takımlar, çatlama tehlikesi sebebiyle, ancak nispeten hafif kesme basınçları altında kullanılabilir. İşlenen parçaların ilk pasoları

umumiyetle hız çelikleri veya madeni karbürler ile alınır ve son paso elmas takıma bırakılır. Yalnız bazı özel hallerde, meselâ basınçlı döküm veya plâstik parçalar ilk pasolara lüzum göstermediklerinden doğrudan doğruya elmas takımlar ile işlenebilir. Elmas takımlar ile verilen son pasolar gayet ince ve gayet süratlidir. Bu sayede elde edilen yüzey durumu çok temiz çıkar ki, esasen elmas takımlar bu maksatla kullanılırlar. Böylece işlenen bir parça taşlanmaya lüzum göstermez.

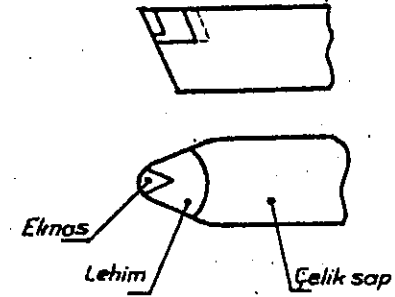
**Kesme elmasının gövdeye tesbiti:** Tesbit nazik ve zor bir problemdir. Çünkü küçük bir takımı kâfi talaş ağı bırakarak küçük bir yuvaya emin bir şekilde tesbit kolay değildir. Elmanın ömrü ve çalışma verimi büyük ölçüde bu tesbitin iyi olmasına bağlıdır. Tesbit şu yollar ile yapılabilir:

a) *Sert lehim ile* : En çok kullanılan ve en eski usullerden biridir. Bilhassa küçük elmaslar için tercih edilir. Elmas, pirinç lehimi veya tercihan gümüş lehimi yapılarak tutturulur (Şek. 2). Bu lehimin ergime derecesi 630°C ı bulur. Flaks olarak boraks kullanılır. Bu usulün mahzuru yüksek sıcaklığın elmasta kesme kenarına zarar vermesidir.

b) *Sinterleme usulü ile* : Bu usul çok yenidir. Elmanın yalnız taban ve talaş yüzleri işlenir, diğer kısımlar ham olarak bırakılır. Böylece işlenmemiş olan alt ve yan yüzler bir sinter plâketinin içine oturtulur (Şekil 2 de lehim kısmına benzer). Bunun için elmas sinterlemeye elverişli toz halindeki bir maden içinde beraberce preslenir. Elmas sıkıştırılmış toz halindeki plâketten dışarı alındıktan sonra sinterleme yapılır. Böylece plâket aynı zamanda sapa kaynar. Müteakiben elmas plâket içine yerleştirilerek tesbit edilir.

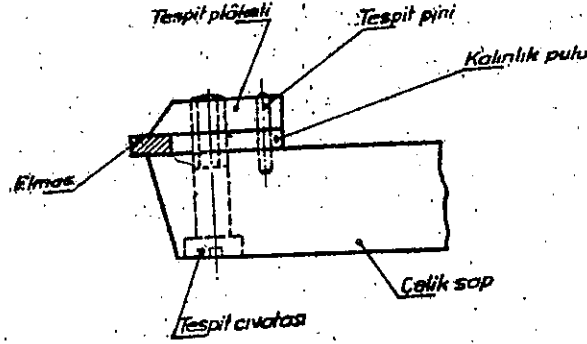
Bu usule müşabih olarak diğer bir yol da tamamen ham elması evvelâ bir sinter plâketin içinde tesbit etmek ve daha sonra elmasta taban ve talaş yüzlerini işlemektir.

c) *Mekanik tesbit* : Çok kullanılan bir usuldür. Bunun için elmanın bütün yüzleri işlenir. Bu yüzlere her taraftan tamamen intibak



Şekil 2 — Elmas ucun lehim ile sapa tesbiti

edecek şekilde bir yuva hazırlanır. Bir civata ve bir tesbit plâkası, veya bir çektirme civatası ve bir kama tertibatı yardımı ile elmas yuvaya sıkıştırılarak tesbit edilir (Şek. 3).



Şekil 3 — Bir mekanik tesbit usulü

**Düzeltilme elmasları:** Bunlar taşlamada kullanılan zımpara taşlarını bilmek ve düzeltmek için kullanılırlar. Taşın tam yuvarlak olması şarttır. Düzeltmek işi bir nevi tornalamadır. Bu ameliye bol kesme sıvısı akımı altında yapılır. Umumiyetle potaşlı su kullanılır. Bu maksat ile, bilenecek taşın çapına göre büyüklüğü belli sınırlar arasında olan bir elmas parçası çelik bir sapın ucuna tesbit edilir. Normal olarak ham, traş edilmemiş elmas bu işi görür. Yalnız meselâ, vida taşlaması v.s. gibi profil bahis konusu olan hassas işlerde traş edilmiş elmas kullanılır. Bununla beraber, meselâ, dökme demir ve döyme parçaların taşhinde kullanılan taşlar elmas ile düzeltilirse, bu ekonomik olmaz. Bu gibi taşlar salgıyı gidermek için evvelâ normal bir çelik kalem ile çok düşük bir çevresel hız ile, daha sonra da elmas ile torna edilerek düzeltilir. Elmasın sapa tesbiti, sert lehim, hazırlanan bakır bir yuvaya «çakma», dökme, mekanik olarak sıkıştırma ve sinterleme yolu ile yapılabilir. Sert lehimleme için sap ucuna eksenel bir delik açılır. Elmas bu delik içine yerleştirilir ve hafifçe «çakılarak» tesbit edilir. Müteakiben sap ısıtılır ve kalan boşluklar gümüş lehimli veya diğer bir lehim ile doldurulur. Elmas hararete uzun zaman mâruz bulundurulmamalıdır.

Elmasın kesici kenarları mütemadiyen taşın sert tanecekleri ile temas ettiği için aşınırlar. Yeni bir kesme kenarının işleme durumuna gelmesini temin için elması, dolayısıyla sapı, bir miktar döndürmek ge-

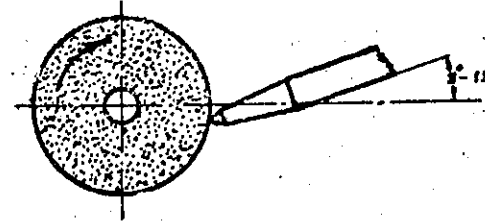
rekir. Bu sebeple ekseri elmas düzelticilerin sapları üzerinde bir döndürme ve bölme tertibatı vardır.

Düzeltilme için çok küçük elmas parçalarının kullanılması ekonomik değildir. Küçük elmaslar çok çabuk aşınırlar, aynı zamanda düzeltme basıncı tesiriyle yuvalarından kolayca sökülerek kaybolurlar.

Alman normu DIN 1820 de düzeltme elmasları verilmektedir. Bu norm elmasın tesbiti için sert lehim ve «çakma» usulünü tavsiye etmektedir. Düzeltililecek taşın çapına göre kullanılacak elmas büyüklüğü de aşağıdaki gibidir:

| Taş çapı (mm) | Karat cinsinden elmas ağırlığı<br>(1 karat = 0,200 g) |
|---------------|---|
| 100 den küçük | 0,25 — 0,50   |
| 100 — 200     | 0,5 — 0,75  |
| 200 — 300     | 0,75 — 1,0  |
| 300 — 500     | 1,0 — 1,5   |
| 500 den büyük | 1,5 dan büyük   |

Düzeltilmede dalmayı ve titreşimi önlemek için elmas taşın bir miktar alt yarısı üstüne tatbik edilir (Şek. 4). Son senelerde düzelticiler



Şekil 4 — Elmasın taşa tatbik şekli

üzerinde büyük inkışaflar kaydedilmiştir. Modern tezgâhlar üzerinde, düzeltici elmas taşın önünden her geçişinde taşı otomatik olarak düzeltir ve her pasoda elmasın taşa yanaşması miktarı, yani paso derinliği 2 µ civarındadır. Bir defadaki paso derinliğinin 0,02 mm. yi geçmemesi icap eder. Düzeltilmedeki devir başına ilerleme ne derece küçük olursa, düzeltilen taş ile taşlamada elde edilecek parça yüzey düzgünlüğü o derece mükemmel olur. Binaenaleyh taşın düzeltilmesinde ilerlemeyi seçerken arzu edilen yüzey düzgünlüğü gözönünde bulundurulmalıdır.

**Elmasın toz ve emülsiyon halinde kullanılması:** Elmas darbeli çalışan kapalı özel konkasörler içinde öğütülerek toz haline getirilir. El-

mas tozu 40  $\mu$  büyüklüğe kadar elekler ile ve daha küçük taneler için bir sıvı içinde çökeltme müddetine göre tasnif edilir. Alman normu DIN 848 de tane büyüklükleri ve tahsis edildikleri işler verilmektedir.

Elmas tozu piyasaya ya toz halinde veya macun halinde sevkedilir. Bir çok firmalar macunlar için tane büyüklüğüne tâbîen bir renk sistemi kabul etmişlerdir. Böylece macunun karıştırılmaması ve ekonomik olarak kullanılması sağlanmış olur.

Sinterlenmiş karbürler, safir ve bazı hallerde çelik ve cam, elmas tozu ile elverişli bir şekilde taşlanabilir ve parlatılabilir. Elmas tozu bilhassa plâstik kalıplarının parlatılmasında çok kullanılır.

**Elmas tozu kaplanmış taşlama ve parlatma diskleri:** Bunlar bilhassa kıymetli taş endüstrisinde kullanılırlar. Bununla beraber su verilmiş çeliklerin ve sinterlenmiş karbürlerin işlenmesinde de elverişlidirler. Elmas işleyen diskler, (1) takriben % 1,5 silisium ve % 1,5 fosfor ihtiva eden çok porlu (mesamatlı) ve umumiyetle 230 kg/mm<sup>2</sup> sertlikte bir dökme demir disk üzerine, zeytinyağı ve petrol ile macun haline getirilmiş 2 karat ağırlığında elmas tozu sürülmek veya denature alkol ile temizlenen diske bir miktar yağ ile elmas tozu tatbik etmek suretiyle hazırlanırlar. Disklerin çapı 250 mm ve eni 10 mm. kadardır ve 2500 devir dakikalık bir hızla döndürülürler. Elmas tozu büyüklüğü 2  $\mu$  dan küçük alınır.

Sinterlenmiş karbürlerin parlatılması için 150-200 mm. çapında bir disk kullanılır. 0,1 karat miktarında elmas tozu, zeytinyağı veya madeni yağa bulanarak el ile hafifçe ve homogen olarak diskin yüzüne sürülür. Müteakiben, toz, bir sinterlenmiş karbür plâket yardımı ile ve düşük bir devir sayısı ile diskin mesamatı içine bastırılır. Kullanma sonucu disk körlenirse elmas tanelerinin temizlenip keskinliklerini yeniden iktisap etmeleri için bir kaç damla gaz sürülüp disk yüzüne dağıtılır. Az bir miktar elmas tozu da eklenirse disk yeni halini alır.

**Seramik Takımlar:** Son senelerde kesici takım malzemesi arasına seramik'ler de girmiş bulunmaktadır. Bunlar Alüminium oksit, silisium karbür ve benzeri malzeme olup, «bağlayıcı» ile veya bağlayıcısız olarak talaş kaldırma işlerinde kullanılmaktadır. Kullanılma ve imâl şekli başka olmakla beraber, zımpara taşları ve bilhassa süperfinisyon taşları bu yeni malzemeye başlangıç teşkil eden bir nevi seramik takım addedile-

1) «Skelf» tâbir edilir. Bibliyografya:

a) Gem Cutting, I.D. Willems, Chas. A. Bennett co., Peoria, illinois, 1948.

b) The Art of Lapidary, F. j. Sperisen, The Bruce Publishing co., Milwaukee, 1950.

bilir ve fikir olarak başlangıç 20 ci asrın başlarını bulur. Seramik takımlar halen, son derece hızlı son paso işlemlerinde elverişli görülmektedirler (1). Kesme, kesme sıvası kullanarak veya sıvasız yapılabilir. Bu takımlar kullanmayı müteakip elle tutulabilecek hızla soğurlar ve fazla ısınmazlar. Kullanılma alanları şimdilik daha ziyade yumuşak ve sert çeliklerdir. Seramik takımların hakikî mânâda ortaya çıkması 1956 senelerinde başlamıştır ve ilk müşahedeler bu kesici takım malzemesinin cam kadar kırılıcı ve karbür takımlara göre 4 ilâ 5 defa daha dayanıklı olduğunu göstermiştir (2). Halen bu takımların imâli üzerinde tecrübe ve tekâmül devam etmekte olup en büyük mahzurları, kırılıcılıkları yüzünden ufak bir şok karşısında dahi kesme kenarının âniden tamamen tahrip olmasıdır. Bununla beraber, son senelerdeki çalışmalar bu mahzurun giderilmesi yolunda ilerlemelere yol açmaktadır.

Seramik takımlar umumiyetle alüminium oksit veya korendondan yapılır. Korendon alümin'in stabl olan  $\alpha$  şeklidir. Seramikler yapı itibariyle 2 sınıfa ayrılabilir: Birincisi, hemen hemen saf olan ve en az %98 i bulan sinterlenmiş alümininden ibarettir. Bu sınıfa daha ziyade «sinterlenmiş oksit» takımlar adı verilmektedir. İkincisi, takriben % 90 i alümin olan ve içine muhtelif elemanların katıldığı bir malzemedir. İlâve elemanlar magnesium oksit, krom oksit, demir ve titan oksit olabilir. Hemen bütün madensel oksitlerin kemirici etkileri esasen, bu oksitlerin taşlama, parlatma ve optik yüzey elde etme işlemlerinde kullanılmaları dolayısıyla, asırlardan beri bilinmektedir.

Takımların hazırlanışı, belli bir tane büyüklüğüne indirilmiş olan öğütülmüş alümin pudrası ile başlar. İcap ediyorsa bu pudraya bağlayıcılar da katılır. Pudraya müteakiben kalıpta sıkıştırarak veya diğer usuller ile basınç altında şekil verilir ve son pişirmeden evvel bir fırında kurutulur. Basınç altında şekil verme ve sinterleme aynı zamanda

*Takım malzemesinin mukavemet değerleri (Kg/mm<sup>2</sup>)*

| Takım Malzemesi              | Basınca   |                    |
|------------------------------|-----------|--------------------|
|                              | mukavemet | Eğilmeğe mukavemet |
| Hız çeliği                   | 380 - 420 | 300 - 370          |
| Sinterlenmiş karbür          | 400 - 500 | 70                 |
| Sinterlenmiş alüminium oksit | 170 - 300 | 25 - 55            |
| Sinterlenmiş berilium oksit  | 80        | 14                 |
| Sinterlenmiş thorium oksit   | 150       | 10                 |
| Sinterlenmiş zirconium oksit | 200       | 15                 |

(1) Tool Engineers Handbook, Mc Graw - Hill, 1959.

(2) Les Outils en ceramique, E. Blanpain, Eyrolles, Paris, 1958

yapılabilir. Arkadaki tabloda muhtelif takım malzemesinin basınç ve eğilme mukavemetleri mukayese edilmektedir.

Bu tablo alüminyum oksidin, diğer oksitlere üstünlüğünü ortaya koymaktadır. Tablodaki değerler sabit yükler hâli için olup, bilhassa oksitler değişen yükler ve titreşim karşısında çok kırılıcıdır. Bunların teknişok karşısındaki mukavemetleri de zayıftır. Fakat «kızıl derece» sertliği bakımından yâni sertliklerini yüksek sıcaklıklarda muhafaza etmek yönünden diğer bütün takımlara üstündürler. Aşağıdaki tablo takım malzemelerinin sertliklerinin sıcaklık ile ne derece değiştiğine dair ortalama bir fikir vermektedir:

*Takım Malzemesinin Yaklaşık Rc (Rockwell C) sertliği*

| Malzeme       | Sıcaklık °C. |     |     |     |     |     |     |      |
|---------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|               | 0            | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 |
| Karbon çeliği | 70           | 67  | 63  | 48  | 10  | —   | —   | —    |
| Hız çeliği    | 65           | 64  | 63  | 63  | 60  | 55  | 28  | —    |
| Karbür        | —            | —   | —   | —   | —   | —   | 70  | 65   |
| Seramik       | —            | —   | —   | —   | —   | —   | —   | 70   |

*Sinterlenme Tekniği* : Sinterleme, genel olarak pudra halindeki ve sıcaklıkla ayrışmayan bir maddenin ergime derecesi hatta yumuşama derecesi altında birbirlerine sanki ergitilme yolu ile erişilmiş gibi kaynaması hadisedidir. Sinterleme yalnız oksitlere değil, bir çok maddeye ve bu araçta karbürlere v.s. tatbik edilebilir. Alümin'in sinterlenmesinde esas eleman mümkün merteye ince pudra halinde % 95 ilâ % 100 saf olan alümin a dan ibarettir. Sinterlemeyi kolaylaştıran bazı ilâveler ise firmalarca bir sır olarak muhafaza edilmektedir. Bununla beraber ilâvesiz alüminle de sinterleme yapılabilir. Tecrübeler ancak tane büyüklüğü 1 ilâ 10 mikron arasında olan ince pudra halindeki alüminle sinterleme yapılabileceğini göstermektedir. Bu ince pudraya kaplıta presleme, dökme v.s. yolu ile evvelâ şekil verilir. Tanelerin birbirleriyle temas sathını artırabilmek için, bu şekil vermenin yeter bir basınç altında yapılması lâzımdır. Böylece çok por'lu bir madde elde edilir. 1300 — 1400 °C a kadar ilk kurutmalarda hiç bir bünye değişmesi vuku bulmaz. Bu sıcaklığın üstünde sinterleme başlar ve sıcaklık yükseldikçe maddede bir «çekme» yani boyut küçülmesi başlar. Bu «çekme» taneciklerin birbirlerine yaklaşması ve por'ların dolmasından ile-

ri gelir. Böylece sıcaklık yükseldikçe küçük kristaller birleşerek daha büyük kristallerin teşekkülüne yol açarlar ve 1800 — 1900 °C da bu kristallerin büyüklüğü ilk tanelerin 50 ilâ 100 mislini bulur. Neticede ya hiç porozite kalmaz veya pek az kalır ve kütlelerin yoğunluğu korendonun teorik kesafeti olan 3.98 e yaklaşır. Mekanik bir tesirle bu kütle kırılırsa çatlamların kristallerin yapışma yüzeylerinden olmayıp kristaller boyunca olduğu görülür. Bu da sinterlemenin mekanik mukavemet bakımından değerini ortaya koyar.

*Seramik Takımların Özellikleri*: Elâstiklik modülü nisbeten yüksektir. Termik genişleme kat sayısı karbürlerinkinden fazla çeliğinkine yakındır (çeliğinkinin takriben yarısı). Sertlik ve basmaya mukavemeti yüksektir. En büyük mahzurları eğilmeğe mukavemetlerinin çok düşük olması ve çok kırılıcı olmalarıdır.

*Tesbit*: Seramik plâketlerin çelik sapa tesbiti mekanik tesbit veya «lenimleme» suretiyle yapılır. Bugün daha ziyade mekanik tesbit yolu tercih edilmektedir. Diğer taraftan plâketi metalize ettikten sonra sert lehim yapmak, veya özel lehim usülleri de tatbik edilebilmektedir.

*Aşınma*: Seramik takımlarda aşınma, 1) Talaş yüzünde bir krater teşekkülü. 2) Taban yüzünde bir aşınma şeridinin gittikçe büyümesi şeklinde kendini göstermektedir. Fakat krater teşekkülü ya hiç, ya az olmakta ve aşınma daha ziyade taban yüzünde olmaktadır. Bu yüzde aşınma şeridi genişliği 0.6 ila 0.9 mm yi bulduğu zaman takım umumiyetle aşınmış kabul edilir. Seramik takımların bilenmesi takım kalitesini ekseri düşürdüğünden halen tutulan yol, bunların sıra ile değiştirilebilen çok kesici kenara sahip olacak şekilde şekillendirilmesi ve mekanik tesbite baş vurarak aşınan kenarı aşınmayan ile değiştirmek ve sonunda plaketi olduğu gibi atmaktır. Seramik takımlarda kesme hızı aynı ömür için karbür takımlara nazaran 3 ilâ 4 misli daha yüksektir.

*Bileme* : Tavsiye edilmemekle beraber elmas taşlar ile veya takriben 10 m/m çevresel hız ile, yani yavaş döndürülen yumuşak zımpara taşları (I veya J) ile yapılabilir. Bileme ameliyesi karbürlere nazaran çok daha kolay ve hızlıdır.

*Elmas Taşlar*: Bunlar sert tanecikleri elmas tozu olan zımpara taşlarıdır, yani normal taşlara nazaran başlıca farkları, kemirici tanelerinin elmas olmasıdır. Bu taşlar bilhassa sinterlenmiş karbür takımın taşlanması ve bilenmesi için kullanılırlar. Kemirici taneleri, ilerde göreceğimiz üzere, alüminyum oksit olan normal taşlar karbür takım-



ları kemirmez. Özel olarak hazırlanmış silisium karbür taneli normal taşlar ile karbürleri zor da olsa bilemek mümkündür. Fakat sinterlenmiş karbür takımların bilenmesine en elverişli olanlar elmas taşlardır.

Elmas taşları imâl için belli tane büyüklüğünde ve miktarında elmas tozu bir bağlayıcı çimento içine yayılır ve taşla presle şekil verilir. Bağlayıcı bakımından başlıca üç çeşit elmas taş cinsi mevcuttur:

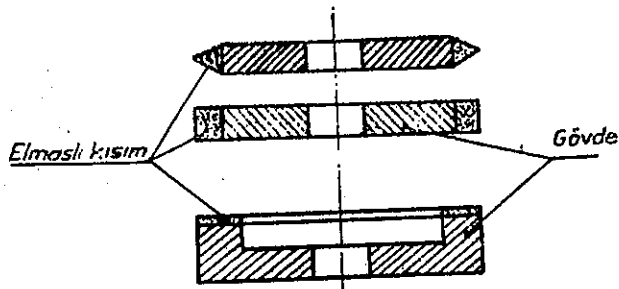
- 1 — Bağlayıcısı bakelit olanlar,
- 2 — » » madeni »
- 3 — » » keramik »

Bakelit elmas taşlar sun'î bir reçine içine elmas tozu karıştırmak ve elde edilen karışıma presliyerek gerekli şekli vermek yolu ile yapılırlar. Plâstik bağlayıcılı elmas taşlar da bu sınıfa girerler.

Madenî elmas taşlar, madenî bir tozu elmas tozu ile karıştırıp presliyerek imâl edilirler. Madenî toz demir tozu veya muhtelif bronz tozları, meselâ Berillium tozu olabilir.

Keramik elmas taşlar, aynen normal taşlar gibi hazırlanırlar.

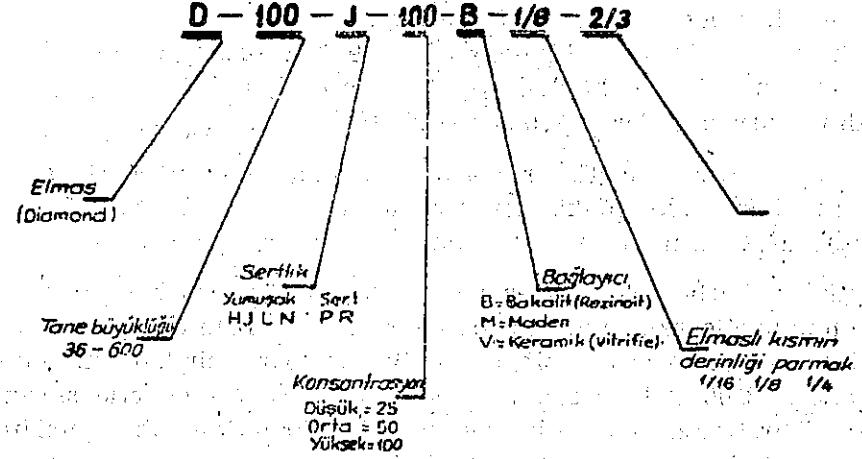
Elmas taşların diğerlerinden başlıca farkı, iktisadî gaye ile, elmas taneli taşlama vasatının uygun malzemeden yapılmış bir gövde üzerine bir tabaka halinde yerleştirilmesidir. Şekil 5, birkaç tip elmas taş şeklini göstermektedir.



Şekil 5 — Bazı elmas taş şekilleri

Elmas taşlar için son senelerde bir çok memleketlerde normlar hazırlanmaya başlanmıştır. Bununla beraber gerek bunlar, gerekse firmaların tesbit ettikleri özel normlar birbirinden oldukça farklıdır. Nor-

ton firmasının elmas taşlara mahsus işaret sistemi şekil 6 da gösterilmiştir.



Şekil 6 — Elmas taşlar için Norton işaretleme sistemi

**Taşlamada Kullanılan Taşlar (Zımpara taşları):** Taş, bir kesici daha doğrusu kemirici bir takım olup kesici ağızları gayri mahduttur. Kesici ağızları, taşın kemirici taneciklerinin keskin kenarları teşkil eder. Bu tanecikler, taşın cinsine göre belirli büyüklükte sert billürlardan (kristallerden) ibarettirler. Billürlar, tabiatları icabı, keskin kenarlara maliktirler ve bir billür kırıldığı takdirde atom yapısı dolayısıyla yine aynı formda, aynı sayıda kesici kenarı havi billürlara ayrılır.

Bir taşın iyi sonuç vermesi ve ekonomik olarak çalışabilmesi için, muhtelif bakımlardan, yapılan işe uygun olarak seçilmesi lâzımdır. Taş seçiminde gözönünde bulundurulacak hususlar şunlardır: Sert tanelerin mahiyeti, sert taneleri birbirine bağlayan vasatın (çimentonun) mahiyeti ve mukavemeti, sert tanelerin büyüklüğü, bünyenin mesamat derecesi. Buradan da anlaşılıyor ki bir taş, sert taneler ile bağlayıcı bir vasattan teşekkül eder.

**Sert taneler:** Sert taneler tabii olabilecekleri gibi sun'î de olabilirler. Meselâ «zımpara» tabii bir maddedir. Bununla beraber tabiatın elde edilen bu sert maddeler saf olmadıklarından mahzurludurlar. Özel elektrik ocaklarında hazırlanan sun'î sert maddeler ise çok daha homojen ve saftırlar, bu sebeple tabii olanlara tercih edilirler. Taşlar için kullanılan sert maddeler arasında şunlar sayılabilir:

Tabii korendon, % 90-98 saf  $Al_2O_3$ , altı köşeli kristal, Mohs ıskala-sına göre sertliği 9.

Sun'i korendon, % 75, % 99 saf  $Al_2O_3$ .

Silisium karbür, kristal halde Si C, % 98 saf, Mohs sertliği > 9.

Bor karbür, kristal halde B<sub>4</sub>C, Mohs sertliği > Si C.

Elmas, kristal halde C, Mohs sertliği 10.

Bunları evvel elmas taşları görmüştük. Yukardaki maddelerin hep-si taş imâlinde kullanılmakla beraber, bunlar arasında bilhassa a) Sili-sium karbür, b) Alüminium oksit çok kullanılırlar.

Silisium karbür elde etmek için tuğladan yapılmış her tarafı ka-palı, urumiyetle rezistanslı tip özel bir elektrik fırınına elenmiş kok tozu, kum, testere talası ve bir miktar tuzdan ibaret bir karışım konur. Elde edilen 2200°C lık sıcaklık karşısında 30 saat müddetle silisium oksitten ibaret olan kum ile karbon, yani kömür birleşir. Fırın açılarak elde edilen külçe alınır, konkasörlerde kırılır, öğütülür, elenir ve tane büyüklüğüne göre tasnif edilir. Silisium karbür, taşı imal eden firma-ya göre bir çok ticarî isimler alır: Carborundum, Carborite, Crystolon, Sicarit, Corex gibi.

Alüminium oksit kilden hareketle elde edilir. Kil takriben % 60 alüminium oksitten (1) ibarettir. % 40 nı ise kuarts, silis, demir, titan ve su teşkil eder. Evvelâ kil kurutulur ve müteakiben kile, demir ve di-ğer elemanların birleşmesi için kömür ilâve edilir. Karışım bir elektrik arkı ocağına konarak ergitilir, ağır olan demir dibe çöker, nispeten saf alüminium oksit ise üstte yüzer. Bu üst kısım ocaktan alınarak blok halinde döndürülür, parçalanır, ufalanır, elenir, tasnif edilir.

Alüminium oksit bir çok ticarî isimler alır. Meselâ, Elektrit, Alun-dum, Diamantin, Aloxite, Rex gibi.

Silisium karbürün Mohs cetveline göre sertliği 9 dan biraz bü-yüktür. Alüminium oksitinki ise 9 olup biraz daha yumuşaktır.

**Bağlayıcı:** Bağlayıcı madde çok sayıda sert taneciği birbirine bağhyarak yekpare bir cisim teşkiline yarar. Bu madde çeşitlidir, ya-ni keramik, madenî veya nebatî olabilir.

Keramik bağlayıcı (vitrikiye), az miktarda diğer maddelerle birlik-te esas itibariyle «kil» den teşekkül eder. Sert tanecikler ile kil iyice

(1) Kil, saf kaolen :  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$

karıştırılıp, homogen bir hamur yapıldıktan sonra pres ile form veri-lir ve büyük ocaklarda takriben 1100°C sıcaklıkta ve 100 saat müd-detle pişirilir. Böylece bağlayıcı, porselen sertliğini alır ve yeter de-recede mesamatlı (porlu) olur.

Keramik taşlar su, yağ ve sıcaklıktan müteessir olmazlar, yalnız elâstik olmayıp darbeye tahammülleri yoktur. Endüstride en çok kul-lanılan taşlar bunlardır.

Madenî bağlayıcılar su camından (1) teşekkül ederler. Bunlara sili-kat taşlar denir. Sudan müteessir olmaması için içine çinko oksit ilâve edilir, sert tanecikler ve bağlayıcı beraberce sıkıştırılarak şekil verilir. Bu taşlar 300-350°C da pişirilirler. Mukavemetleri azdır, fakat ucuzdur-lar. Taş aşınmasının mümkün mertebe az olması istenen hafif işlerde kullanılırlar.

Nebatî bağlayıcı maddeler şellâk gibi tabii reçineler, bezir yağı ve kaçuktur. Bu gibi taşların esas vasfı elâstik olmaları ve kırılıcı olma-malarıdır; darbeye keramik taşlardan çok daha iyi dayanırlar. Buna mukabil sıcaklığa tahammülleri olmayıp, bağlayıcı yapışkan bir hal alır, çıkan talas taşa yapışarak taşın mesamatını tıkar, taş artık kemirmez. Kauçuk taşlar 0,13 mm. inceliğe kadar yapılabilmektedir.

Sun'i reçine, diğer tâbirle rezinoid, bağlayıcı olarak çok kullanıl-maktadır. Bunlara Bakelite, Redmanol gibi ticarî isimler verilmiştir. Rezinoid taşlar tabii reçineli taşların haiz olduğu elâstikliği haiz ol-makla beraber, üstelik sıcaklığa daha çok dayanırlar, çünkü daha me-samatlıdır. Aynı sebeple daha zor tıkanırlar ve kemirme etkilerini daha iyi muhafaza ederler. Rezinoid taşlar hassas işler için kullanılırlar.

**Taşın «sertliği»:** Sertlik ile sert taneciklerin sertliği değil, bağla-yıcının sertliği, daha doğrusu ufalanma mukavemeti kastedilmekte-dir. Meselâ, keramik taşlarda sertlik, pişirme sıcaklık ve müddetine göre farklıdır.

Bağlayıcının ufalanma mukavemeti, sert taneciklerin aşınma hızına göre değişmelidir. Sert taneciklerin uçları bağlayıcıdan dışarı çıkarlar ve taşlanacak parçayı kemirerek tedricen aşınırlar. Aşınma münasip bir dereceye geldiği zaman taşlanan parça, aşınan tanecikleri bağlayı-cı içindeki yatağından sökerek taşı ufalayabilmelidir. Yani, teorik ola-rak taneler ancak körleninceye kadar tutunabiliyorlarsa taşın sertliği münasip demektir. Körlenmiş taneler dökülerek yerlerine taze, sivri ta-necikler çıkar ve böylece taş da kendi kendine bilenmiş olur.

(1) Su camı :  $KNaSiO_3 \cdot 9H_2O$

Eğer, taneciklerin aşınması, bağlayıcının ufalanmasından hızlı ise, taş o iş için *sert* demektir. Taş artık kemirmekten ziyade işe sürtürür ve neticede *tıkanır*. Taşın yeniden elmas ile bilenmesi lâzım gelir.

Eğer bağlayıcı, taneciklerin aşınmasından hızlı olarak ufalanıyorsa taş *yumuşak* demektir. Taşın aşınması lüzumsuz yere fazla olur.

Parça ne kadar sert ise tanecikler o kadar çabuk aşınırlar. O halde, genel olarak, taşlanan malzeme ne kadar sert ise taş o derece yumuşak seçilmelidir. Bununla beraber pirinç gibi bazı malzeme için taşın yüzünün maden tozu veya talası ile dolması ve sıvanmaması için çabuk ufalanana yumuşak taşlar kullanılır.

Taş, taşlanan malzeme için sert ise tanecikler körlendikleri ve bağlayıcı ile aynı seviyeye kadar aşındıkları halde dökülmezler. Bu durumda taşın çevresi "*camlaştı*" denir. Böyle bir taş artık çok zor kemirir. Yeni bir paso verilirse, taşın kemirmesi zayıfladığından taşlama basıncı artar ve gerek bu basınç ve gerekse sürtmeden çıkan ısı parçayı deformasyona uğratar, parçanın yüzü menevişlenir.

Taş bazan da mesamatları ve sert tanelerin arası maden talası ile dolarak da körlenebilir. Bu halde taş "*tıkandı*" denir.

Camlaşma ve tıkanma hallerinde taşa eski keskinliğini tekrar iade etmek için taş bir *tirtil* ile bilenir veya bir özel düzeltme taşı veya elmas ile düzeltilir. Hassas işler için elmas ile düzeltme yapılmalıdır. Bir mil üzerinde yıldız şeklinde avara çelik disklerden ibaret olan tirtil, yalnız bilemeye yarar, fakat taşı pek az düzeltir, yani eksen ile konsantrik kılar. Düzeltme taşları hassas bilyalı yataklar üzerine oturtulmuş silisium karbür taneli taşlardan ibaret olup genel olarak taşı hem biler hem de yeter derecede düzeltirler.

Taşın sertliği alfabe harfleri ile gösterilir. Alfabenin ilk harfleri yumuşak, sonları sert taşlara delâlet eder.

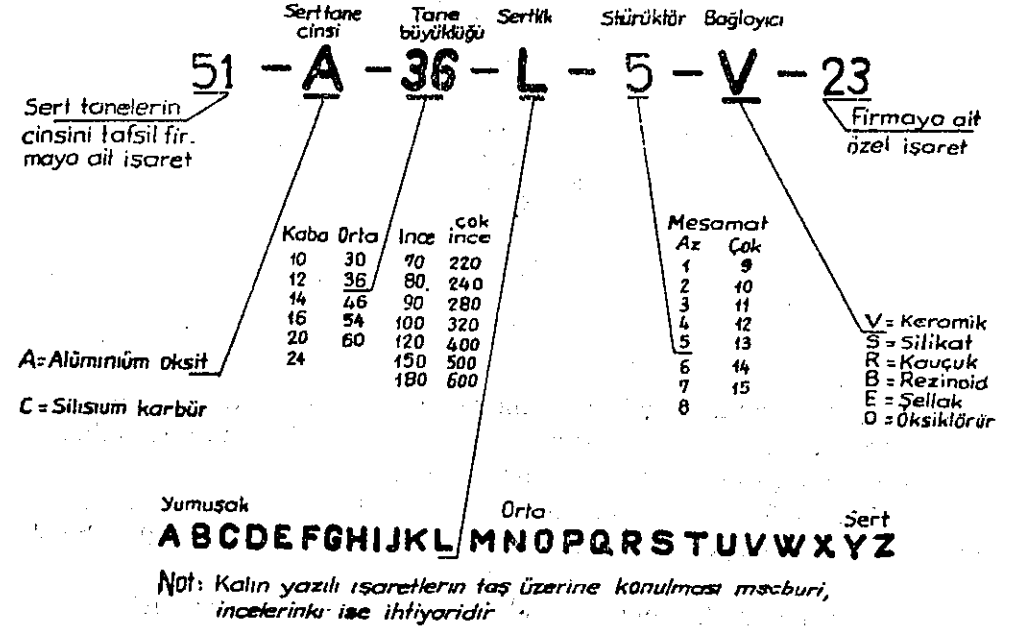
**Tane büyüklüğü:** Konkasörler yardımı ile öğütülen sert taneler eleklerle sevk edilerek tane büyüklüğüne göre tasnif edilir. Tane büyüklüğü rakamlar ile gösterilir. Bu rakamlar, tanelerin bir parmak uzunluk başına kaç delik (göz) düşen bir elekten ancak geçebilecek büyüklükte olduğunu gösterir. Meselâ, bir taşın tane büyüklüğü 36 demek, tanelerin bir parmakta 36 delik olan bir elekten ancak geçebileceğini ifade eder. Görülüyor ki, rakam büyüdükçe taneler küçülür. 240 dan daha ince taneler çökeltme (yüzdürme) usulü ile tasnif edilirler. Halen en fazla 600 incelikte taneler kullanılmaktadır.

**Bünyenin mesamat derecesi (Strüktür):** Bir taşın etkisi, mesamat (por) derecesine göre değişir. Aynı sertliğe ve aynı tane büyüklüğüne malik taşlar çok farklı bünyeye, dolayısıyla çok farklı bir bileme et-

kisine malik olabilirler. Bünye de rakamlar ile ifade edilir. Rakam büyüdükçe taşın daha mesamatlı olduğu anlaşılır.

İşaretleme: 1949 tarihli ve ASA B5.17 sayılı son Amerikan Standardına göre taşlar (Şekil 7) deki gibi işaretlenirler.

İşaretleme 1949 tarihli ve ASA B5.17 sayılı son Amerikan standardına göre taşlar aşağıdaki şekilde işaretlenir



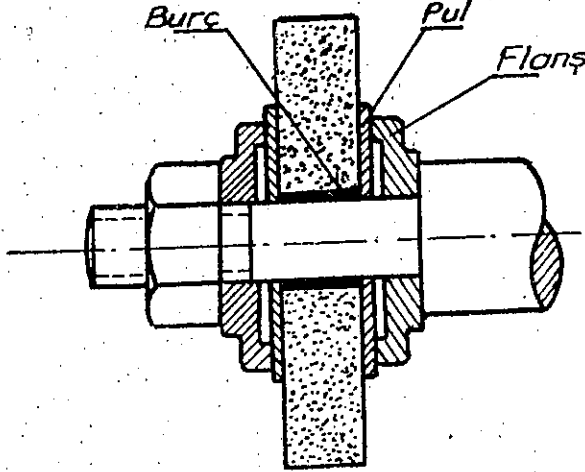
Şekil 7 — ASA B5. 17 - 1949 a göre taşların işaretlenmesi

DİN 69100 de verilen Alman Normu Amerikan Standardından pek az farklıdır.

**Taşların kullanılış ve bakımları:** Bir taşı tezgâha takmadan evvel, çatlak olup olmadığını kontrol etmek lâzımdır. Çatlaklar göz ile farkedilemeyeceğinden bunları meydana çıkarmak için en iyi usul sert ağaçtan bir değnek ile taş üzerine ihtiyatla vurmaktır. Ses tannan ise taş sağlam, boğuk ve vızılı ise çatlaktır. Çatlak bir taş çalışma sırasında patlayıp saçılarak büyük kazalara sebep olur.

Hassas tezgâhlara mahsus taşların göbekleri özel olup, taşlar bu göbeğe mekanik olarak tesbit edilirler. Alelade taşların göbekleri ise umumiyetle kurşun ile doldurulur. Taş bu kurşun göbeğin ortasına açılan delik yardımıyla kendini çeviren mil üzerine oturtulur. Oturma

hafif bir sürtünme ile geçecek şekilde olmalıdır. Mil üzerine oturtulan taşın tesbiti iki yüzünden iki flâns ile yapılır (Şek. 8). Flânslar birbi-



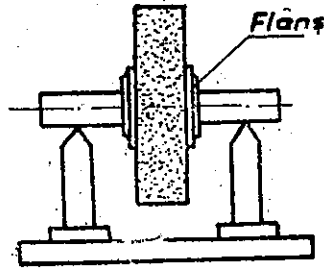
Şekil 8 — Taşın mil üzerine tesbiti

rinin tamamen aynı olmalı ve simetrik olarak takılmalıdır. Ayrıca, flânsların taşa yaslanan yüzleri göbek kısımlarında boşaltılmalıdır; böylece flâns taşa ancak çevresi boyunca temas eder. Flâns çapı taş çapının 1/2 ilâ 1/3 ü kadar olmalıdır. Flânslar ile taş arasına elâstikiyet için daima yumuşak kartondan, deriden veya kauçuktan pullar konmalıdır.

**Dengeleme:** Taşlar piyasaya dengelenmiş olarak sürülürler. Bununla beraber küçük imâl hataları ve montaj kusurları sebebiyle taşın çalışması sessiz ve kusursuz değilse, flânslar da beraber gözönüne alınmak şartıyla, taşı yeniden dengelemek lâzım gelir. Taşı iki bıçak sırtı üzerinde deniyerek statik olarak dengelemek kâfidir. Sehpa üzerinde ağır nokta tesbit edildikten sonra flânslar üzerinde gerekli ağırlık kaydırma-ları yapılarak taş dengelenir (Şek. 9).

**Taşların maksimum çevre hızları:** Taşın çevre hızı bağlayıcının cinsine göre değişmek üzere, belirli bir sınırı geçerse parçalanma tehlikesi baş gösterir. Tablo 3 de saniyede metre olarak maksimum çevre hızları verilmektedir.

**Taş tipleri:** Taş tipleri ve büyüklükleri standarttır ve muhtelif memle-

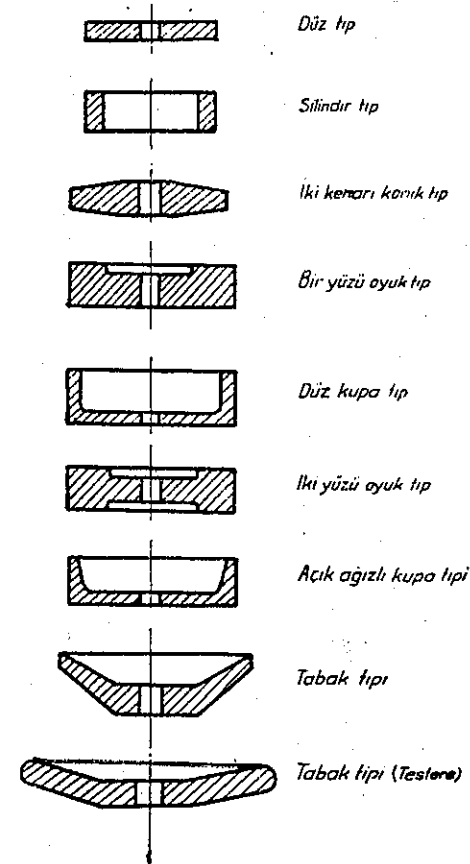


Şekil 9 — Dengeleme sehpası

Tablo 3. Zımpara taşlarının çevre hızları

| Bağlayıcı                          | Taşlama tipi      | Taş çapı 150 mm. ye kadar | Taş çapı 150 mm. den büyük |
|------------------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
|                                    |                   | $V_{max}$ (m/s)           |                            |
| Madeni                             | el ile tezgâh ile | 15                        | 12-15                      |
|                                    |                   | 20-25                     | 15-20                      |
| Silikat, keramik, nebati, rezinoid | el ile tezgâh ile | 25-30                     | 20-25                      |
|                                    |                   | 30-35                     | 25-30                      |

ket normlarında tesbit edilmişlerdir. Meselâ (DİN 69120 ilâ 69188). Mevcut taş tipleri şekil 10 da verilmiştir. Bu tiplerin kullanıldıkları yerler



Şekil 10 — Taş tipleri

pek çeşitli olup kullanma alanlarını sınırlamak uygun değildir. Ayrıca hepsi her çeşit bağlayıcı ile imâl edilmektedir.

## Talaş kaldırma esasları

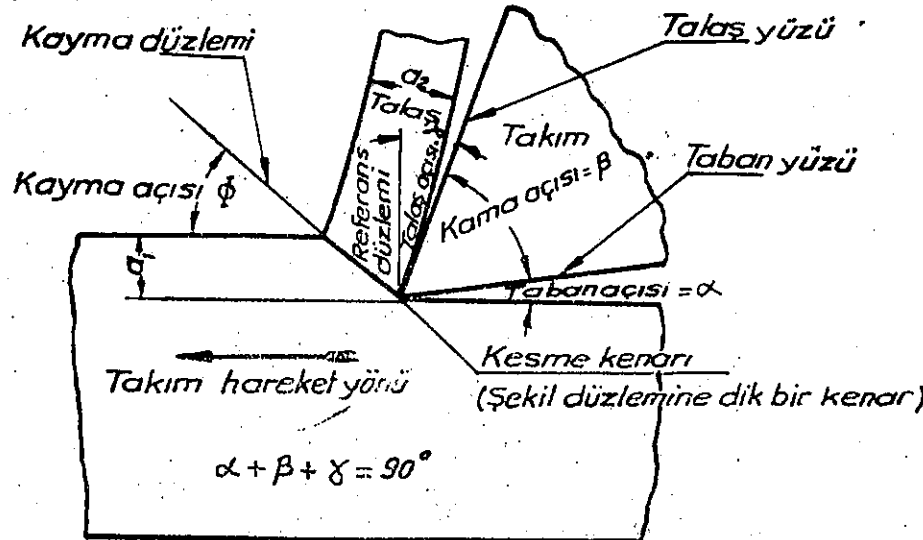
**Talaş teşekkülü:** Talaş kaldırmada, işleme şekli ne olursa olsun, esas itibariyle üç tip talaş mevcuttur:

a) **Kesintili talaş tipi:** Bu tip talaş, takım ağzından parça parça veya parçalar birbirine çok zayıf olarak yapışmış durumda çıkar. Bu tipe gevrek malzeme işlenirken veya düşük kesme hızı ile sünek malzeme işlenirken rastlanır. Gevrek malzeme halinde yüzey durumu iyi, kesme kuvveti düşük ve takım ömrü mâkûl olduğu halde, sünek malzeme halinde yüzey durumu kötü ve takım ömrü kısa olur.

b) **Akma talaş tipi:** Talaş devamlı bir deformasyon ile, çatlaksız olarak takım ağzından talaş yüzüne doğru akar. Bu tip talaş sünek malzemenin yüksek kesme hızı ile (sinterlenmiş karbür takımlar hâli) işlenmesinde elde edilir. Gerek yüzey durumu, gerek güç sarfiyatı ve gerekse takım ömrü bakımlarından en faydalı tip budur. Fakat, uzun talaş güçlülere yol açtığından (sarılma vs.), muhtelif çarelere baş vurularak talaşı kırmaya çalışılır.

c) **Yapışık kenarlı talaş tipi:** Bu tip akma talaş tipine benzer. Yalnız kesme kenarının talaş yüzü üzerine bir miktar talaş yapışarak, diğer tâbirle sıvanarak, kesme kenarının şeklini bozar. Böyle bir talaş tipine ekseriya sünek malzemeyi orta kesme hızları (hız çeliğinden takımlar hâli) ile işlerken rastlanır. Parçanın yüzey düzgünlüğü zayıftır.

**Dik kesme:** Kesme kenarı, takımın işlenen parçaya göre relâtif (izafi) hareket yönüne dik ise bu halde kesme diktir, denir (Şek. 11).



Şekil 11 — Dik kesme - akma talaş tipi

**Kayma açısı:** Talaşın kayma düzlemi ile takımın hareket yönü arasındaki açıdır. Bu açının önemi büyüktür. Çünkü  $\Phi$  açısı değiştiği gibi  $a_2$  talaş kalınlığı da değişir.  $a_1$  paso derinliğini sabit kabul edersek,  $\Phi$  açısı küçükse  $a_2$  büyük  $\Phi$  büyükse  $a_2$  küçük olur. Halbuki  $a_2$  kalınlığının küçük, yani talaşın ince olması, talaş rijitliğinin daha az, dolayısıyla talaş ile talaş yüzü arasındaki sürtme kuvvetlerinin daha küçük olmasını sağlar. Bu da takım ömrünün artması demektir.  $a_1$  ve  $a_2$  değerleri ile  $\Phi$  arasında şu bağlantı mevcuttur :

$$\frac{a_1}{a_2} = n \quad \text{ise}$$

$$\text{tg } \Phi = \frac{n \cdot \cos \gamma}{1 - n \cdot \sin \gamma}$$

ve

$q$  = Kesmeden evvel talaş kesidi alanı,  $\text{mm}^2$

$\rho$  = İşlenen madenin özgül ağırlığı.

$m$  = Çıkan talaşın  $\text{mm}$  uzunluğu başına düşen gr. cinsinden ağırlığı olmak şartıyla,

$$n = 0,00173 \frac{q \cdot \rho}{m}$$

dir.

**Dik kesmede kesme açıları:** Takımın hareket yönüne dik olan düzleme «referans (= nispet) düzlemi» adı verilir. Takımın iş parçasına göre relâtif hareketinde üç adet karakteristik açı mevcuttur (Şek. 11). Bu açılar  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\gamma$  açılarıdır. Bunlardan  $\alpha$  ya «taban açısı»,  $\beta$  ya «kama açısı» ve  $\gamma$  ya da «talaş açısı» denir. Şekilde görüldüğü gibi bu açılar hareket yönü ve referans düzlemine nispet edilerek ölçülürler.

Kesme açılarının ne gibi etkiler yapabileceğini kısa olarak gözden geçirelim:

$\alpha$  taban açısı kesici ağzın, daha doğrusu taban yüzünün, işlenen parçaya sürtmemesini,  $\beta$  ve  $\gamma$  açıları da kesici ağzın nüfuz edici, yani kesici olmasını sağlar. Eğer  $\beta$  açısı çok küçük, dolayısıyla  $\gamma$  açısı çok büyük ise, ağız zayıflayacağından nispeten çabuk hasara uğrayacak, yani körlenecektir. Bilâkis  $\beta$  kama açısı çok büyük, yani  $\gamma$  açısı çok küçük ise, ağız fazla hantal ve küt olacağından göreceği fazla mukavemet ve fazla ısınmak yüzünden umumiyetle daha çabuk bozulacaktır. Şu halde bu açılar için çalışma şartlarına göre bir takım en münasip değerler mevcut olması lâzım gelir. Bu açıların değerleri, verilen şartlara

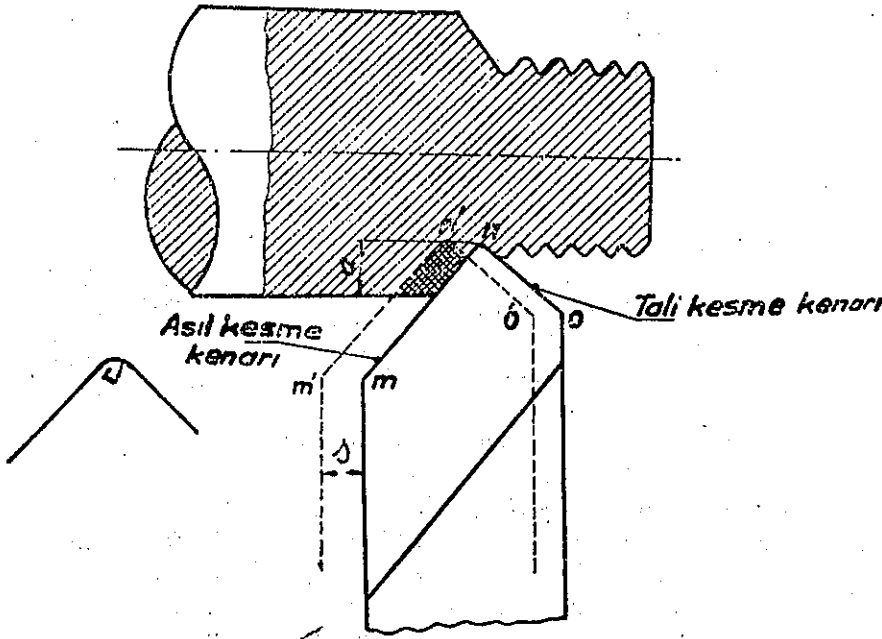


önemi şu husustan ileri gelir ki, bu açı yalnız kesme kuvvetine değil, fakat parça yüzey düzgünlüğüne ve takım ömrüne de doğrudan doğruya tesir eder» şeklinde ifade etmektedir.

Aleiâde bir bıçak kesilen birşeye ne kadar ileri geri sürterek tatbik edilirse kesmenin de o derece kolaylaşması bu yüzden efektif  $\beta$  kama açısının küçülmesinden ileri gelir.

Yukardakinden başka olarak,  $\lambda$  meyil açısının en önemli etkisi talaşın akma yönünü belirli kılmasıdır. Şekilde,  $\lambda$  açısının mevcudiyeti talaşın çıkarken kesme kenarının dış tarafına doğru yatmasına sebep olur. Böylece takımın talaş yüzü üzerinde ölçülmek şartıyla, talaş, takımın talaş yüzüne bir  $\varphi$  açısı kadar meyil ile tırmanır.  $\lambda$  ne kadar büyük ise  $\varphi$  de o derece büyük olur.  $\varphi$  açısına «talaş akış açısı» adı verilir.

**Sonuç:** Kesici bir kenarın işlenen parçaya göre durumu ve kesme şartları, 1) efektif kesme açıları, 2) meyil açısı ile tamamen belirli olur.



Şekil 14 — Bir torna kalemінде kesme kenarları ve talaş kesiti

Görülüyor ki, herhangi bir takım gözönüne alınırca, «takım malzemesi-iş parçası malzemesi» çiftine en uygun efektif kesme açıları biliniyorsa, mevcut bütün kesme kenarlarına yukarıda verdiğimiz genel

prensibi tatbik ederek o takımı kusursuz olarak realize etmek mümkündür.

Yukarıda gördüğümüz genel ve esas mefhumlar her türlü talaş kaldıran takım için doğrudur.

Takımlar başlıca iki gruba ayrılabilirler:

a) *Tek ağızlı takımlar:* Torna, plânya, delik tezgâhı vs. ye ait kalemler.

b) *Çok ağızlı takımlar:* Freze bıçakları, matkaplar, broşlar vs.

Tek ağızlı takımlara misâl olarak bir sağ yan tornalama kalemini ele alalım (Şek. 14). Burada kalemin ağzı üç elemandan teşekkül eder:

1) *mn:* asıl kesme kenarı, 2) *no:* tâli kesme kenarı, 3) kalemin *r* burun yarıçapı. Bu üç kesme elemanına evvelce verdiğimiz prensipi ayrı ayrı tatbik etmek ve her biri üzerinde en uygun efektif kesme açılarını realize etmek mümkündür. Herhangi tip bir takım için efektif kesme açılarının en uygun değerleri talaş kaldırma deneyleri ile ve başlıca şu genel kriterler gözönünde tutularak tâyin edilir:

1. Takım ömrü.
2. Kesme kuvvetinin büyüklüğü ve güç sarfiyatı.
3. İşlenen parçanın yüzey düzgünlüğü.
4. Talaş akışındaki kolaylık.

Bu hususlar gözönünde tutulduğu takdirde her kesme kenarı için umumiyetle ayrı bir en uygun efektif kesme açısı takımı elde edilmektedir. Şu halde her talaş kaldırma durumu için bütün kesme kenarlarına ait en uygun (effektif) açılar ayrı ayrı tâyin edilmek ve gerek takım üzerinde ve gerekse takımın parçaya göre durumunda realize edilmek gerekir.

Aldığımız sağ torna kalemінде efektif kesme açılarını tâyin edelim (Şek. 15). Kalemın parçaya göre relatif hareketinde hareket yönü şekil düzlemine diktir. Şu halde şekil düzlemi referans düzleminden ibarettir. Hareket yönü ile *mn* kesme kenarının teşkil ettiği düzlem (kesme düzlemi) ise, kesme kenarının *mn* izdüşümünden geçen ve şekil düzlemine dik olan düzlemdir. O halde bu düzleme dik olan ve hareket doğrultusundan geçen kesme açıları düzlemi öyle bir düzlemdir ki, 1) şekil düzlemine diktir, 2) bunun şekil düzlemi üzerindeki AA izdüşümü kesme kenarının *mn* izdüşümüne diktir.

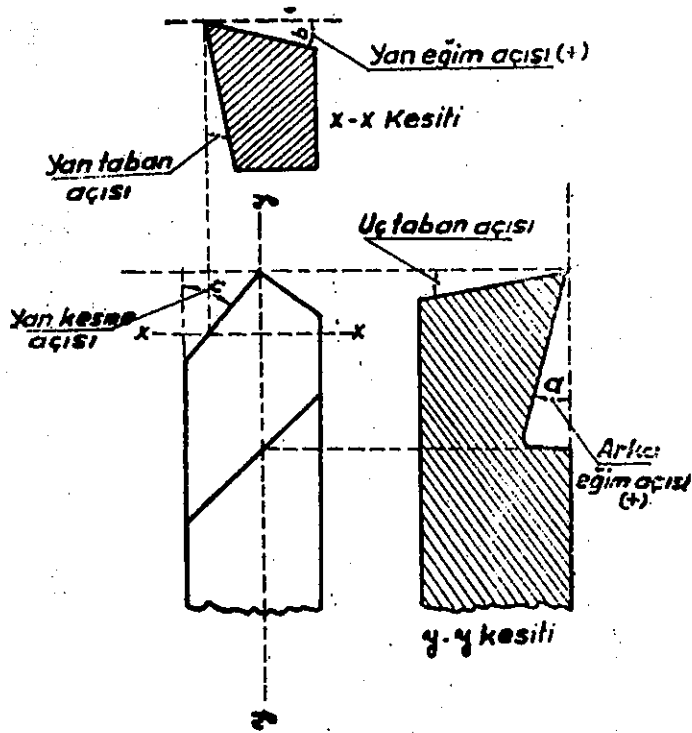
Buna göre, kesme açılarını bulmak için AA kesitini almak yeter.





kalem ağzının belirli olmasını sağlar. Bu halde, parça yüzey düzgünlüğü ile talaş akışını ayarlamak için  $\lambda$  açının değeri üzerinde oynanır.

**Normlar:** Alman normu aldığı bir torna kalemı misâli üzerinde kesme açılarını (Şek. 16) daki gibi tarif etmektedir. Görülüyor ki, asıl kesme kenarı üzerindeki açılar yukarıda verdiğimiz prensibe uymaktadır, yani bunlar efektif kesme açılarından ibarettirler. Yalnız, tâli kesme kenarı üzerinde kesme açıları teker teker verilecek yerde asıl kesme kenarının eğim açısının verilmesi ile iktifa edilmiştir (yukarıda izah



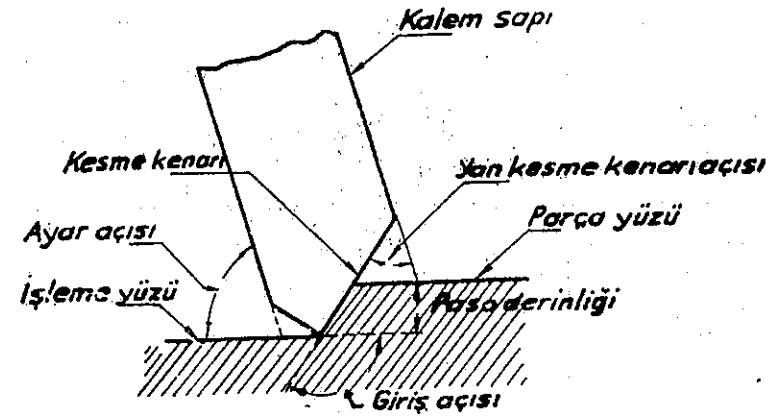
Şekil 17 — ASA B5. 13-1939 normuna göre kesme açıları (kısaltılmıştır)

edildi). DİN'e göre,  $\alpha$  açısına *serbest açı*,  $\beta$  açısına *kama açısı*,  $\gamma$  açısına *talaş açısı*,  $\lambda$  açısına *eğim açısı*,  $\epsilon$  açısına *uç açısı*,  $\kappa$  açısına *yerleştirme açısı* denir.  $\lambda$  açısına biz *kesme kenarı açısı* diyeceğiz. Kesme kenarı burundan itibaren yükseliyorsa  $\lambda$  açısı pozitif, aksi halde negatif itibar edilir.

Kesme açılarının üzerinde ölçüldüğü N'N kesit düzlemi, DİN 768 deki tarife göre, 3 ncü ana düzleme ve aynı zamanda kesme kenarının bu 3 ncü düzlem üzerindeki projeksiyonuna dik bir düzlemdir. Üçüncü ana düzlem (ki birbirine dik olan ve tezgâhın ana hareket doğrultularını ara kesit olarak kabul eden üç adet koordinat düzleminden biridir) ise, kesme kenarının gözönüne alınan noktasından geçmek üzere, birbirine dik olan «derinlemesine paso hareketi» ile «yanlamasına ilerleme hareketi» doğrultularını ihtiva eden düzlemdir, yani şekil 16 da şekil düzleminden ibarettir.

Görülüyor ki Alman normu kesme açıları, evvelce verdiğimiz kesme açıları tarifine uygun şekilde, hem parça ve hem de takımın birbirine göre relâtif durumu gözönünde tutularak ele almıştır.

Amerikan ASA standardı DİN normunun aksine, kesme açıları



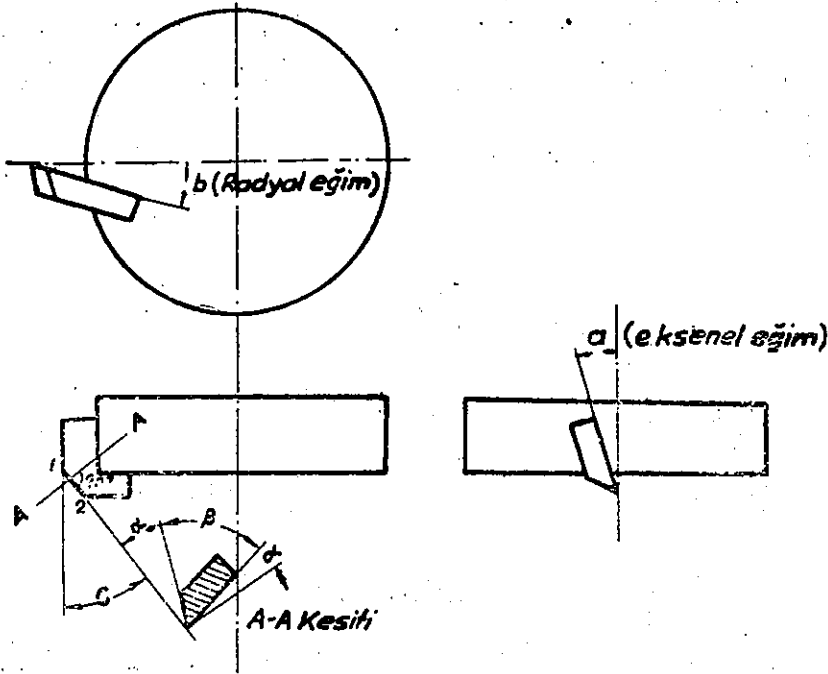
Şekil 18 — ASA B5. 13 - 1939 normuna göre işleme açıları (kısaltılmıştır)

tesoit için kalemin (gövdesinin) üç boyutunu eksen sistemi olarak almaktadır (Şek. 17). *Takma uçlu kalemler halinde eksen sistemi sapın üç boyutundan ibarettir*. Kalem sapı eksenlerine göre ölçülen bu açılara «kalem açıları» adı verilmektedir.

Kalemin parçaya göre relâtif durumu işleme açıları ile belirtilmektedir. Bunlar *ayar açısı*, *giriş açısı* (Şek. 18), *sahih eğim açısı* vs. dir. Sahih eğim açısı, evvelce verdiğimiz prensibe uygun düşen efektif  $\gamma$  talaş açısından ibarettir.

Kalem açıları, yalnız kaleme şekil vermeğe ve bilmeğe yarıyan açılardır. Halbuki işleme açıları kalemin parçaya göre çalışma durumunu belirtirler.

Effektif  $\gamma$  talaş açısı,  $\lambda$  eğim açısı, ve  $\alpha$  yerleştirme açısı ile ASA'nın tarif ettiği  $a$  back rake (arka eğim açısı),  $b$  side rake (yan eğim açısı),  $c$  side cutting edge angle (yan kesme açısı) arasında bir bağıntı kurulabilir. Ayar açısı (setting angle) değerinin  $90^\circ$  olduğunu kabul etmek şartıyla (ayrıca, kalemin taban yüzünün tezgâhın derinleme-



Şekil 19 — Bir takma dişli alın freze bıçağının (1 - 2) kesme kenarına ait kesme açıları

sine paso hareketi doğrultusuna da uyması gerekmektedir ki, bu husus umumiyetle gerçekleşir):

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} a \cdot \sin c + \operatorname{tg} b \cdot \cos c \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} \lambda = \cos c \cdot \operatorname{tg} a - \sin c \cdot \operatorname{tg} b \quad (2)$$

$$\alpha = 90^\circ - c \quad (3)$$

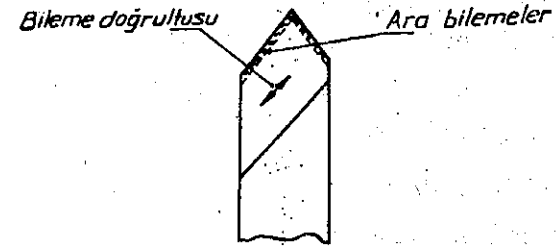
hesaplanır.

Bir torna kalemi yerine meselâ bir alın freze bıçağını ele alırsak;

(a) *eksenel eğimi*, (b) *radyal eğimi* göstermek şartıyla (1) ve (2) bağıntıları aynen doğrudurlar (Şekil 19). Böyle bir freze bıçağı halinde (c) açısına *köşe açısı* adı verilir.

Not 1 — Şu hususu kaydedelim ki, bir takımın parçaya göre «işleme durumu» belli olduğuna göre, takıma gerekli efektif kesme açıları verebilmek için bilemede  $a$ ,  $b$  ve  $c$  kalem açılarının bilinmesi icabeder. Yani, meselâ bir torna kalemini ele alırsak bunu bileyip arzu ettiğimiz efektif kesme açılarını temin edebilmemiz için, bilemede kalemin üzerine tesbit edildiği tablaya gerekli açıları verebilmek üzere  $\gamma$  ve  $\lambda$  açılarından hareketle  $a$ ,  $b$ ,  $c$  açılarının hesap edilmesi lâzımdır.

Not 2 — Bilemede şu hususa dikkat etmelidir: Takımın ağızlarında talaş yüzü mümkün mertebe geniş bilenmeli ve talaş yüzü bir düzlem olmalıdır. Bu temin edilirse kesme kenarları boyunca taban yüzleri bilerek, talaş yüzüne dokunmaksızın bileme çabucak yapılabilir. Talaş yüzü  $\gamma$  ve  $\lambda$  yı belirttiğinden bu açıları da aynı kalır. (Şek. 20) misâl olarak verilmiştir.



Şekil 20 — Bir sağ torna kaleminin bilenmesi

Not 3 — Effektif kesme açıları her takım malzemesi ve her iş parçası malzemesi için her işleme halinde umumiyetle kesin olarak verilmeyip bir aralıkta verilir. Meselâ, tornalama halinde hız çeliği ile yumuşak çelik ( $\sigma_{kırma} < 50 \text{ kg/mm}^2$ ) işlerken, tecrübelerin verdiği neticelere göre,  $\gamma$  talaş açısı 18 ile 25 derece arasında buldurmak fazla bir değişikliğe meydan vermeyeceği için kâfidir. Bu toleranstan dolayı Anglo-Sakson niemleketlerinde takımlar için ayar açısı zikredilmeksizin umumiyetle  $a$ ,  $b$ ,  $c$  açıları ve hatta yalnız  $a$  ve  $b$  açıları verilmekle iktifa edilir.  $c$  açısı umumiyetle 20 ile 45 derece arasındadır.

Not 4 — Takma uçlu kalemlerde yan meyil bir defa için baştan başa bilenerek verilir. Arka meyil ise esasen ucun meyilli takılmasıyla ve-

rılmıştır. Bileme yalnız muhitte yapılır ve uç yalnız başına elde bile-nerek istenilen şekil verilir. Talaş yüzüne dokunulmaz, bileme daima taban yüzünde yapılır.  $a$  arka meyil açısı sapta malzemeye göre değişir. Yarı icap ederse, sapın uç derecesi malzemeye uyması için sap değiştirilir. Yan meyli istediğimiz gibi başlangıçta verebiliriz ve bunu  $c$  açısına ve malzemeye göre seçebiliriz. Esasen takma uçlu sapların esaslı bir faidesi bu şekilde bileme zamanından kazanmayı sağlamasıdır.

### TORNALAMA

Tornalama, talaş kaldırma işlemlerini sürekli olması bakımından en iyi karakterize eden ve en klâsik olan şekildir. Aşağıda vereceğimiz bilgiler bu bakımdan, diğer talaş kaldırarak işleme şekilleri için de bir esas teşkil eder.

**Talaş kaldırmada mevcut faktörler:** Araştırmaların ortaya koyduğu neticelere göre, işlemeyi ilgilendiren faktörlerin sayısı çok fazla olmakla beraber, bunların başlıcalarını ele alırsak, yeter bir takribiyetle, aşağıdaki faktörlerin birbirlerine bağlı olduklarını söyleyebiliriz:

1. Takımın ömrü (kalemin müteakıp iki bilenmesi arasında efektif olarak çalıştığı müddet):  $T$ , dak.
  2. Kesme hızı:  $v$ , m/dak.
  3. Devir başına ilerleme:  $s$ , mm/devir.
  4. Paso derinliği:  $a$ , mm (bak: Şekil 14).
  5. Kesme açıları: ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\kappa$ ,  $\varepsilon$ ,  $\lambda$ ) veya topluca,  $F$
  6. Takım ağızının şekli ve burun radyusu:  $L$
  7. Titreşim durumu:  $F$
  8. Soğutma ve yağlama şartları:  $Q$
  9. Malzeme çifti (takım malzemesi ve iş parçası malzemesi):  $M$
- Şu halde bu faktörler arasında;

$$f(T, v, s, a, F, L, M, F, Q) = 0 \quad (4)$$

şeklinde genel bir bağıntı mevcut olması lâzım gelir. Bu fonksiyonun çok karışık olması sebebiyle, yapılan araştırmalarda bir çok faktörler

sabit tutularak ancak kısmi fonksiyonların tayinine çalışılmaktadır. Sabit tutulan faktörlerin değerlerinde yapılacak değişikliğin elde edilen kısmi fonksiyonun şeklini değiştireceğine dikkat etmek lâzımdır. Araştırma sonuçları olarak elde edilen kısmi fonksiyonların, gerek bu sebeple ve gerekse karışıklıkları sebebiyle matematik bir ifade şekline sokulmaları müşküldür.

(4) genel bağıntısının özel bir hâli olarak  $v$  kesme hızı ile  $T$  kalem ömrü arasındaki bağıntı

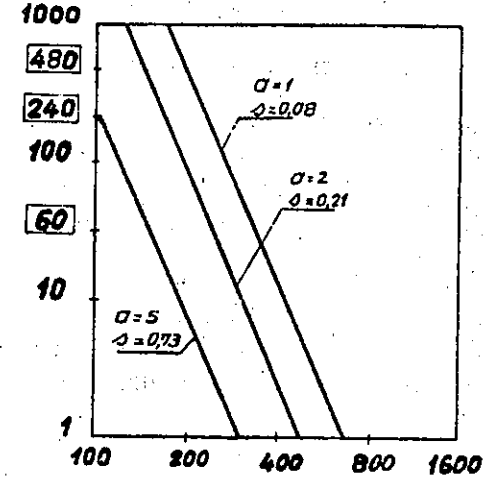
$$v \cdot T^{\frac{1}{n}} = \text{Sabit} \quad (5)$$

şeklinde ifade edilebilir. Bu bağıntının doğru olabilmesi için  $v$  ile  $T$  hariç bütün diğer faktörlerin sabit olması lâzım gelir. Diğer bir tâbirle, (5) bağıntısında ikinci taraftaki sabitin değeri, diğer faktörlere tâbidir. Bu bağıntı çift logaritmik koordinat sisteminde bir doğru halindedir. Hakikaten:

$$\log v + \frac{1}{n} \log T = \log St$$

veya

$$(\log v) = -\frac{1}{n} \cdot (\log T) + \log St$$



Şekil 21 — «Kesme hızı - ömür» diyagramı

(Sinterlenmiş karbür kalem ile 85 kg/mm<sup>2</sup> lik bir çeliğin işlenmesi)

oulunur. Görülüyor ki,  $v$  ile  $T$  nin logaritmeleri arasındaki bağıntı lineer dir, yani bir doğru denkleminden ibarettir. Şu halde eksen sisteminde absis ve ordinat logaritmik alınırsa (5) bağıntısı bir doğru olarak görülecektir. (Şek. 21) üç hal için bu bağıntıyı vermektedir.

$n$  üssünün değeri malzeme çiftine bağlıdır.  $s$  devir başına ilerlemeyi göstermek üzere  $n$  in değerleri aşağıdaki gibidir:

|                             | $s > 0,5$ mm | $s < 0,5$ mm |
|-----------------------------|--------------|--------------|
| Karbon çeliği — Çelik       | $n = 5$      | $n = 13$     |
| Karbon çeliği — Dökme demir | $n = 13$     | $n = 13$     |
| Hız çeliği — Çelik          | $n = 8$      | $n = 10$     |
| Hız çeliği — Dökme demir    | $n = 10$     | $n = 10$     |
| Stellit — Çelik             | $n = 5,5$    | $n = 7$      |
| Stellit — Dökme demir       | $n = 7$      | $n = 7$      |
| S. Karbür — Çelik           | $n = 6$      | $n = 8$      |
| S. Karbür — Dökme demir     | $n = 8$      | $n = 8$      |

Not: W. Dahwihl'in yaptığı tecrübelerle göre küçük kesme hızları ile çalışıldığı zaman, yapışmış kenarlı talaş tipi husule geldiği takdirde

$T^n = St$  bağıntısı artık cari olmamaktadır.

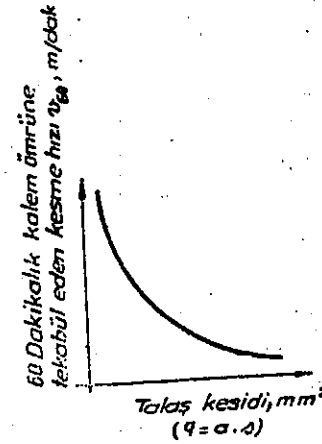
Endüstride bugün işleme şartları umumiyetle, 60, 120, 240 veya 480 dakikalık bir takım ömrü icap ettirmektedir. Paralel tornalarda takım ömrünün alelade işler için 60, hassas işlerde 120, yarım otomatik tornalarda 120, otomatik tornalarda 480 dakika olması tavsiye edilebilir.

Belli şartlar altında, meselâ 60 dakikalık bir kalem ömrüne tekabül eden kesme hızı  $v_{60}$ , ve meselâ 240 dakikalık ömre tekabül eden kesme hızı ise  $v_{240}$  şeklinde gösterilir.  $v_{11}$  kesme hızı belli ise,  $v_{12}$  kesme hızına (5) bağıntısı kullanılarak kolayca geçilebilir:

$$v_{11} \cdot T_1^{\frac{1}{n}} = v_{12} \cdot T_2^{\frac{1}{n}}$$

Yalnız, bu eşitliğin doğru olabilmesi için her iki halde de kesme şartlarının, yani talaş kesiti vs., bütün diğer faktörlerin aynı olması lâzım gelir.

**Kesme hızı ile talaş kesiti arasındaki kısmi bağıntı:** Talaş kesiti büyüdükçe  $T$  dakikalık kalem ömrüne tekabül eden  $v$ , kesme hızı düşer (Şek. 22).  $v$ , kesme hızı üzerinde, paso derinliğine göre, devir başına ilerlemenin tesiri çok daha fazladır. Bu sebeple Almanyada AWF (Ausschuss für Wirtschaftliche Fertigung — İktisadi İmalât Komisyonu) in tesbit ettiği değerler yalnız ilerleme gözönüne alınarak verilmiştir (Bak: Tablo 4). Tablodaki kesme hızı ve özel kesme kuvveti değerleri 2 ilâ 5 mm. lik bir paso derinliği için doğrudurlar. Bu sebeple



Şekil 22 — 60 dakikalık takım ömrüne tekabül eden kesme hızı  $v_{60}$  in talaş kesitine göre değişmesi

daha büyük paso derinlikleri için tablodaki değerler küçültülmeli ve daha küçükleri için de büyütülmelidir. Kesme hızı değerleri tabloda, 240 dak. lik bir kalem ömrü için verilmiş olup,  $v_{60}$  veya  $v_{480}$  e geçmek için tablonun verdiği  $v_{240}$  değerlerini tabloda sondan ikinci sütunda verilen katsayılar ile çarpmalıdır.

Tablodaki değerler, kesme kenarı açısı  $\alpha = 45$  derece için doğrudur. Aksi halde, bu değerleri şu katsayılar ile çarpmak lâzımdır:

|                               | 30   | 45  | 60   | 90   |
|-------------------------------|------|-----|------|------|
| Hız çeliği — Çelik            | 1,25 | 1,0 | 0,80 | 0,66 |
| Hız çeliği — Dökme demir      | 1,25 | 1,0 | 0,89 | 0,72 |
| Hız çeliği — Diğer malzeme    | 1,1  | 1,0 | 0,96 | 0,90 |
| S. karbür — Her türlü malzeme | 1,1  | 1,0 | 0,96 | 0,90 |

Tablo 4  
AWF 158 e  
Tornalamada kesme açıları, kesme

| Malzeme     | Kopma mukavemeti<br>kg/mm <sup>2</sup> | Özel kesme kuvveti ve takım malzemesi | Taban açısı<br>α<br>derece | Talaş açısı<br>γ<br>derece | mm/devir                |     |     |
|-------------|--|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|-----|-----|
|             |  |                                       |                            |                            | 0,1                     | 0,2 | 0,4 |
|             |  |                                       |                            |                            | İlerlemeleri<br>(m/dak) |     |     |
| St 34       | --                                     | k <sub>s</sub>                        |                            |                            | 360                     | 260 | 190 |
| St 37       | 50                                     | HÇ                                    | 6...8                      | 18..25                     | 58                      | 43  | 32  |
| St 42       |  | SK                                    | 4...6                      | 16..20                     | 195                     | 170 | 140 |
| St 50       | 50                                     | k <sub>s</sub>                        |                            |                            | 400                     | 290 | 210 |
|             | --                                     | HÇ                                    | 6...8                      | 16..20                     | 46                      | 34  | 25  |
|             | 60                                     | SK                                    | 4...6                      | 14..18                     | 166                     | 140 | 118 |
| St 60       | 60                                     | k <sub>s</sub>                        |                            |                            | 420                     | 300 | 220 |
|             | --                                     | HÇ                                    | 6...8                      | 14..18                     | 37                      | 28  | 21  |
|             | 70                                     | SK                                    | 4...6                      | 12..16                     | 140                     | 118 | 100 |
| St 70       | 70                                     | k <sub>s</sub>                        |                            |                            | 440                     | 315 | 230 |
|             | --                                     | HÇ                                    | 6...8                      | 12..18                     | 29                      | 22  | 17  |
|             | 85                                     | SK                                    | 4...6                      | 12..16                     | 125                     | 100 | 30  |
| St 85       | 85                                     | k <sub>s</sub>                        |                            |                            | 460                     | 330 | 240 |
|             | --                                     | HÇ                                    | 6...8                      | 10..14                     | 25                      | 18  | 13  |
|             | 100                                    | SK                                    | 4...6                      | 8..12                      | 103                     | 85  | 67  |
| Dökme çelik | 30                                     | k <sub>s</sub>                        |                            |                            | 320                     | 230 | 170 |
|             | --                                     | HÇ                                    | 6...8                      | 10..14                     | 49                      | 36  | 27  |
|             | 50                                     | SK                                    | 4...6                      | 8..12                      | 88                      | 75  | 63  |
| Dökme çelik | 50                                     | k <sub>s</sub>                        |                            |                            | 360                     | 260 | 190 |
|             | --                                     | HÇ                                    | 6...8                      | 10..14                     | 32                      | 24  | 18  |
|             | 70                                     | SK                                    | 4...6                      | 6..10                      | 78                      | 60  | 50  |
| Dökme çelik | 70                                     | k <sub>s</sub>                        |                            |                            | 390                     | 285 | 205 |
|             | --                                     | HÇ                                    | 6...8                      | 6..10                      | 19                      | 15  | 11  |
|             |  | SK                                    | 4...6                      | 4..8                       | 48                      | 40  | 34  |

göre  
kuvvetleri ve kesme hızları

| olarak                |     |     | Sinterlenmiş karbür'den                               |  |  |
|-----------------------|-----|-----|---|--|--|
| 0,8                   | 1,6 | 3,2 | S 1, S 2, S 3   |  |  |
| için v <sub>240</sub> |     |     | nüansları için kesme hızı oranları                    |  |  |
|                       |     |     | S 1 : S 2 : S 3                                       |  |  |
| 136                   | 98  | 70  | v <sub>60</sub> : v <sub>240</sub> : v <sub>480</sub> |  |  |
| 24                    | 18  | 13  | 1,42 : 1,0 : 0,84                                     |  |  |
| 118                   | 100 | 85  | 1,25 : 1,0 : 0,80                                     |  |  |
|                       |     |     | 1,41 : 1 : 0,67                                       |  |  |
| 152                   | 110 | 80  | v <sub>60</sub> : v <sub>240</sub> : v <sub>480</sub> |  |  |
| 19                    | 14  | 11  | 1,41 : 1,0 : 0,84                                     |  |  |
| 100                   | 85  | 71  | 1,26 : 1,0 : 0,90                                     |  |  |
|                       |     |     | 1,49 : 1 : 0,67                                       |  |  |
| 156                   | 110 | 80  | v <sub>60</sub> : v <sub>240</sub> : v <sub>480</sub> |  |  |
| 16                    | 12  | 9   | 1,42 : 1,0 : 0,84                                     |  |  |
| 85                    | 71  | 60  | 1,26 : 1,0 : 0,89                                     |  |  |
|                       |     |     | 1,67 : 1 : 0,67                                       |  |  |
| 164                   | 120 | 87  | v <sub>60</sub> : v <sub>240</sub> : v <sub>480</sub> |  |  |
| 13                    | 9,5 | 7,1 | 1,40 : 1,0 : 0,85                                     |  |  |
| 63                    | 50  | 41  | 1,25 : 1,0 : 0,89                                     |  |  |
|                       |     |     | 1,68 : 1 : 0,68                                       |  |  |
| 172                   | 125 | 98  | v <sub>60</sub> : v <sub>240</sub> : v <sub>480</sub> |  |  |
| 10                    | 7,5 | 5,6 | 1,40 : 1,0 : 0,85                                     |  |  |
| 53                    | 43  | 38  | 1,25 : 1,0 : 0,89                                     |  |  |
|                       |     |     | 1,68 : 1 : 0,68                                       |  |  |
| 124                   | 88  | 65  | v <sub>60</sub> : v <sub>240</sub> : v <sub>480</sub> |  |  |
| 20                    | 15  | 11  | 1,43 : 1,0 : 0,85                                     |  |  |
| 53                    | 45  | 39  | 1,26 : 1,0 : 0,89                                     |  |  |
|                       |     |     | 1,68 : 1 : 0,68                                       |  |  |
| 136                   | 99  | 70  | v <sub>60</sub> : v <sub>240</sub> : v <sub>480</sub> |  |  |
| 13                    | 10  | 7,5 | 1,44 : 1,0 : 0,84                                     |  |  |
| 43                    | 36  | 27  | 1,25 : 1,0 : 0,89                                     |  |  |
|                       |     |     | 1,67 : 1 : 0,67                                       |  |  |
| 150                   | 102 | 72  | v <sub>60</sub> : v <sub>240</sub> : v <sub>480</sub> |  |  |
| 8,5                   | 6,3 | 4,8 | 1,44 : 1,0 : 0,84                                     |  |  |
| 28                    | 24  | 20  | 1,25 : 1,0 : 0,89                                     |  |  |
|                       |     |     | 1,68 : 1 : 0,66                                       |  |  |

(Tablo 4 den devam)

| Malzeme  | Kopma mukavemeti<br>$kg/mm^2$ | Özel kesme kuvveti ve takım malzemesi | Taban açısı $\alpha$<br>derece | Talaş açısı $\gamma$<br>derece | mm/devir                |     |     |
|--|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----|-----|
|  |                               |                                       |                                |                                | 0,1                     | 0,2 | 0,4 |
|  |                               |                                       |                                |                                | ilerlemeleri<br>(m/dak) |     |     |
| Mn çeliği, Cr-Ni çeliği, Cr-Mo çeliği ve diğer alaşımlı çelikler | 70                            | $k_s$                                 | 6...8                          | 12...18                        | 471                     | 340 | 245 |
|  | ---                           | HÇ                                    | 4...6                          | 12...18                        | 29                      | 21  | 15  |
|  | 85                            | SK                                    | 4...6                          | 12...18                        | 125                     | 100 | 80  |
|  | 85                            | $k_s$                                 | 6...8                          | 8...12                         | 500                     | 360 | 260 |
|  | ---                           | HÇ                                    | 4...6                          | 6...10                         | 23                      | 17  | 12  |
|  | 100                           | SK                                    | 4...6                          | 6...10                         | 83                      | 71  | 56  |
|  | 100                           | $k_s$                                 | 6...8                          | 4...6                          | 530                     | 380 | 275 |
|  | ---                           | HÇ                                    | 4...6                          | 4...6                          | 20                      | 14  | 8   |
|  | 140                           | SK                                    | 4...6                          | 4...8                          | 58                      | 45  | 36  |
|  | 140                           | $k_s$                                 | 6...8                          | 4...6                          | 570                     | 410 | 300 |
|  | ---                           | HÇ                                    | 4...6                          | 3...6                          | 11                      | 6,7 | 4,2 |
|  | 180                           | SK                                    | 4...6                          | 3...6                          | 35                      | 28  | 22  |
| Paslanmaz çelik  | 60                            | $k_s$                                 |                                |                                | 520                     | 375 | 270 |
|  | 70                            | SK                                    | 4...6                          | 8...12                         | 53                      | 43  | 34  |
| Takım çeliği   | 150                           | $k_s$                                 | 6...8                          | 4...6                          | 570                     | 410 | 300 |
|  | 180                           | SK                                    | 4...6                          | 0...6                          | 10,5                    | 46  | 53  |
| Sert mangan-<br>nez çeliği                                       |                               | $k_s$                                 |                                |                                | 660                     | 480 | 350 |
|  |                               | SK                                    | 4...6                          | 4...6                          | 24                      | 19  | 15  |

$k_s$  — Özel kesme kuvveti ( $kg/mm^2$ ), HÇ — Hız

| olarak         |     |       | Sinterlenmiş karbür'den<br>S 1, S 2, S 3<br>nüansları için kesme hızı oranları<br>S 1 : S 2 : S 3 |           |           |
|----------------|-----|-------|---|-----------|-----------|
| 0,8            | 1,6 | 3,2   | $v_{100}$   | $v_{240}$ | $v_{150}$ |
| için $v_{240}$ |     |       |   |           |           |
| 176            | 145 | 112   |   |           |           |
| 11             | 7,5 | 5,3   | 1,40  | 1,0       | 0,85      |
| 62             | 50  | 42    | 1,25  | 1,0       | 0,89      |
|                |     |       | 1,68 : 1 : 0,86   |           |           |
| 185            | 132 | 98    |   |           |           |
| 8,5            | 6   | (4,2) | 1,41  | 1,0       | 0,89      |
| 45             | 36  | 30    | 1,25  | 1,0       | 0,89      |
|                |     |       | 1,66 : 1 : 0,87   |           |           |
| 200            | 150 | 102   |   |           |           |
| 5,6            | (4) |       | 1,40  | 1,0       | 0,85      |
| 30             | 24  | 20    | 1,26  | 1,0       | 0,89      |
|                |     |       | 1,66 : 1 : 0,86   |           |           |
| 215            | 155 | 105   |   |           |           |
| 19             | 16  |       | 1,42  | 1,0       | 0,84      |
|                |     |       | 1,27  | 1,0       | 0,89      |
|                |     |       | 1,70 : 1 : 0,87   |           |           |
| 192            | 133 | 95    |   |           |           |
| 28             | 22  | 18    | 1,25  | 1,0       | 0,89      |
|                |     |       | 1,68 : 1 : 0,88   |           |           |
| 215            | 160 | 110   |   |           |           |
| 5              |     |       | 1,43  | 1,0       | 0,85      |
| 16             | 13  | 10    | 1,26  | 1,0       | 0,88      |
|                |     |       | 1,68 : 1 : 0,88   |           |           |
| 252            | 180 | 127   |   |           |           |
| 12             | 10  | 8,5   | 1,26  | 1,0       | 0,88      |
|                |     |       | 1,67 : 1 : 0,88   |           |           |

çeliği, SK — Sinterlenmiş karbür (S 2)

(Tablo 4 e ek)

| Malzeme                                  | Brinell sertliği  | Takım          | S. karbür nüansı | Taban açısı<br>α<br>derece | Talaş açısı<br>γ<br>derece |
|--|-------------------|----------------|------------------|----------------------------|----------------------------|
| Kır dökme demir                          | ---<br>200        | k,<br>HÇ<br>SK | G 1              | 6....8<br>5....7           | 6....12<br>6....10         |
| Kır dökme demir                          | 200<br>---<br>250 | k,<br>HÇ<br>SK | H 1              | 6....8<br>5....7           | 4....8<br>3....6           |
| Kır dökme demir                          | 250<br>---<br>400 | k,<br>HÇ<br>SK | H 1              | 6....8<br>5....7           | 3....6<br>2....5           |
| Temperlenmiş dökme demir                 |                   | k,<br>HÇ<br>SK | H 1, S 1,<br>S 2 | 6....8<br>4....6           | 12....16<br>10....12       |
| Sert dökme demir<br>65 — 90 Shore        |                   | k,<br>SK       | H 1              | 5....7                     | 0....4                     |
| Bakır                                    |                   | k,<br>HÇ<br>SK | G 1              | 6....8<br>6....8           | 25....30<br>25....20       |
| Tecritli (mika levhalı) komütatör bakırı |                   | k,<br>SK       | G 1              | 6....8                     | 14....20                   |
| Pirinç                                   | 80<br>---<br>120  | k,<br>HÇ<br>SK | G 1              | 6....8<br>6....8           | 8....14<br>8....14         |

(Devamı var)

| mm/devir olarak                            |     |     |     |     |     | v <sub>80</sub> : v <sub>240</sub> : v <sub>480</sub> |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 0,1  | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,6 | 3,2 |   |
| ilerlemeleri için v <sub>240</sub> (m/dak) |     |     |     |     |     |   |
| 190  | 136 | 100 | 72  | 52  | 37  | 1,41 : 1 : 0,84<br>1,42 : 1 : 0,84                    |
| 48   | 34  | 19  | 13  | 11  | 6,7 |   |
| 140  | 118 | 95  | 80  | 67  | 53  |   |
| 290  | 280 | 150 | 108 | 79  | 55  | 1,43 : 1 : 0,84<br>1,42 : 1 : 0,85                    |
| 28   | 22  | 13  | 9,5 | 6,7 | 4,5 |   |
| 106  | 90  | 75  | 73  | 53  | 44  |   |
| 320  | 230 | 170 | 120 | 85  | 61  | 1,42 : 1 : 0,84<br>1,41 : 1 : 0,84                    |
| 24   | 17  | 11  | 7,5 | 5   | 3,4 |   |
| 75   | 63  | 53  | 40  | 36  | 32  |   |
| 240  | 175 | 125 | 92  | 64  | 45  | 1,43 : 1 : 0,84<br>1,42 : 1 : 0,85                    |
| 43   | 30  | 20  | 14  | 9,5 | 6,3 |   |
| 106  | 90  | 75  | 63  | 53  | 44  |   |
| 330  | 260 | 190 | 136 | 98  | 70  | 1,42 : 1 : 0,85                                       |
| 21   | 17  | 15  | 13  | 10  | 8   |   |
| 210  | 152 | 110 | 80  | 56  | 46  |   |
| 66   | 53  | 38  | 28  | 21  | 16  | 1,20 : 1 : 0,89<br>2,24 : 1 : 0,67                    |
| 500  | 450 | 375 | 335 | 300 | 280 |   |
| 190  | 136 | 100 | 72  | 51  | 36  |   |
| 236  | 190 | 160 | 125 |     |     | 1,80 : 1 : 0,74                                       |
| 160  | 115 | 85  | 60  | 44  | 32  | 1,33 : 1 : 0,83<br>2,24 : 1 : 0,66                    |
| 140  | 95  | 63  | 43  | 27  | 21  |   |
| 600  | 530 | 450 | 400 | 355 | 315 |   |

(Tablo 4 e ek, devam)

| Malzeme   | Brinell sertliği | Takım    | S. karbür nüansı | Taban açısı<br>α<br>derece | Talaş açısı<br>γ<br>derece |
|---|------------------|----------|------------------|----------------------------|----------------------------|
| Kızıl döküm                                       |                  | k.       | G 1              | 6...8                      | 12...14                    |
|   |                  | HÇ<br>SK |                  | 6...8                      | 12...14                    |
| Dökme bronz                                       |                  | k.       | G 1              | 6...8                      | 6...12                     |
|   |                  | HÇ<br>SK |                  | 6...8                      | 6...12                     |
| Zn - Al 10 - Cu 2                                 |                  | k.       | G 1              | 8...12                     | 6...10                     |
|   |                  | HÇ<br>SK |                  | 6...8                      | 6...10                     |
| Saf alüminyum                                     |                  | k.       | G 1              | 8...12                     | 35...40                    |
|   |                  | HÇ<br>SK |                  | 8...12                     | 30...40                    |
| Yüksek Si oranlı Alüminyum Alaşımları (% 10...13) |                  | k.       | G 1              | 6...9                      | 15...22                    |
|   |                  | HÇ<br>SK |                  | 6...9                      | 12...20                    |
| Alüminyum alaşımları (piston alaşımları hariç)    | 30               | k.       | G 1              | 7...10                     | 18...25                    |
|   |                  | HÇ<br>SK |                  | 5...7                      | 12...18                    |
|   | 42               | k.       | G 1              | 7...10                     | 18...25                    |
|   |                  | HÇ<br>SK |                  | 5...7                      | 12...18                    |
| 58  | k.               | G 1      | 7...10           | 18...25                    |                            |
|   | HÇ<br>SK         |          | 5...7            | 12...18                    |                            |

k<sub>s</sub> = Özel kesme kuvveti (kg/mm<sup>2</sup>), HÇ = Hız

| mm/devir olarak                            |      |     |     |     |     | v <sub>60</sub> : v <sub>210</sub> : v <sub>480</sub> |
|--|------|-----|-----|-----|-----|---|
| 0,1  | 0,2  | 0,4 | 0,8 | 1,6 | 3,2 |   |
| ilerlemeleri için v <sub>240</sub> (m/dak) |      |     |     |     |     |   |
| 140  | 100  | 70  | 52  | 39  | 28  | 1,35 : 1 : 0,84                                       |
| 83   | 63   | 48  | 36  | 25  | 28  |   |
| 500  | 450  | 375 | 335 | 300 | 280 |   |
| 340  | 245  | 180 | 128 | 93  | 65  | 1,32 : 1 : 0,84                                       |
| 63   | 48   | 40  | 32  | 27  | 21  |   |
| 355  | 280  | 236 | 200 | 180 | 165 |   |
| 94   | 70   | 56  | 43  | 33  | 26  | 2,10 : 1 : 0,70                                       |
| 43   | 40   | 38  | 38  | 36  | 34  |   |
| 250  | 236  | 224 | 212 | 200 | 190 |   |
| 105  | 76   | 55  | 40  | 28  | 21  | 1,76 : 1 : 0,76                                       |
| 224  | 170  | 112 | 67  | 43  | 28  |   |
| 1320                                       | 1120 | 950 | 850 | 710 | 600 |   |
| 140  | 100  | 70  | 52  | 39  | 28  | 1,78 : 1 : 0,76                                       |
| 86   | 56   | 38  | 25  | 17  | 11  |   |
| 224  | 190  | 160 | 140 | 118 | 100 |   |
| 115  | 84   | 60  | 43  | 31  | 22  | 1,77 : 1 : 0,76                                       |
| 75   | 48   | 32  | 21  |     |     |   |
| 300  | 250  | 212 | 180 | 160 | 128 |   |
| 140  | 100  | 70  | 52  | 38  | 28  | 1,78 : 1 : 0,75                                       |
| 71   | 45   | 30  | 20  |     |     |   |
| 280  | 236  | 200 | 170 | 150 | 118 |   |
| 170  | 122  | 85  | 64  | 46  | 33  | 1,77 : 1 : 0,75                                       |
| 67   | 43   | 28  | 19  |     |     |   |
| 265  | 224  | 190 | 160 | 140 | 114 |   |

çeliği, SK = Sinterlenmiş karbür



Kronenberg talaş kesiti  $q$  ile  $v_{60}$  kesme hızı arasındaki bağıntıyı basit bir matematik bağıntı şekline sokmuştur <sup>(1)</sup>:

$$v_{60} = \frac{C_v}{\epsilon_v \sqrt{q}} \quad (6)$$

Burada

$v_{60}$  : 60 dakikalık kalem ömrüne tekabül eden kesme hızı, *m/dak*

$C_v$  : 1 mm<sup>2</sup> lik talaş kesiti ve 60 dakikalık kalem ömrü için kesme hızıdır. Bu kat sayı malzeme çiftine, soğutma şartlarına vs. bağlı olarak değişir.

$q$  : mm<sup>2</sup> cinsinden talaş kesitidir. Bu miktar  $q = a \cdot s$  olarak hesaplanabilir.

$\epsilon_v$  : Başlıca, malzeme çiftine bağlı bir üstür.

(6) bağıntısı yardımı ile, verilen bir  $q$  talaş kesidi ve 60 dakikalık ömür için kesme hızı kolayca bulunabilir. (6) bağıntısı,  $\frac{a}{s}$  oranının ve  $\alpha$  kesme kenarı açısının sabit değerleri için (daha doğrusu bütün diğer kesme şartları aynı kalmak şartıyla) oldukça doğru olmakla beraber,  $a/s$  oranı değiştiği takdirde, diğer kesme şartları aynı kalsa bile,  $C_v$  ve  $\epsilon_v$  değerleri büyük ölçüde değişebilmektedir. Bununla beraber  $\alpha/s$  oranı 5 ile 10 arasında kalmak şartıyla yapılan hata umumiyetle % 10 u geçmez.

Kronenberg'e göre hız çeliği bir kalem için  $C_v$  ve  $\epsilon_v$  değerleri şunlardır (A.W.F. in tavsiyelerine uygun olarak):

Tablo 5.

| Malzeme                          | $\epsilon_v$ | $C_v$ |
|----------------------------------|--------------|-------|
| Pirinç                           | 1,65         | 112   |
| Bronz                            | 2,23         | 80    |
| Dökme çelik                      | 2,75         | 28,7  |
| Çelik 30 - 50 kg/mm <sup>2</sup> |              | 50    |
| 50 - 60 "                        | 2,44         | 35    |
| 60 - 80 "                        |              | 20    |

<sup>(1)</sup> Kronenberg, Grundzüge der Zerspanungslehre, J. Springer, 1927

|                      |      |    |
|----------------------|------|----|
| Krom - nikel çeliği  | 1,75 | 29 |
| Dökme demir, yumuşak | 3,6  | 42 |
| " orta               |      | 26 |
| " sert               |      | 15 |

Gerek Tablo 4, gerekse Tablo 5 de verilen değerler ortalama değerler olup, işlenen malzemenin terkip ve yapısında küçük gibi görülebilecek farklar bazı halde pek büyük inhirafalara sebep olmaktadır. Bu etkileri ilerde (işlenme kabiliyeti) bahsinde göreceğiz.

Tablo 5 e benzer bir takribî tablo, Tablo 4 göz önüne alınarak sinterlenmiş karbürler için hazırlanabilir. Aşağıdaki değerler 240 dakikalık bir kalem ömrü, yani  $v_{240}$  için verilmişlerdir:

Tablo 6.

| Malzeme                                | $\epsilon_v$ | $C_v$    | Nüans |
|--|--------------|----------|-------|
| Pirinç                                 | 7,2          | 480      | G 1   |
| Bronz                                  | 5,9          | 270      | G 1   |
| Dökme çelik 80 - 90 kg/mm <sup>2</sup> | 7,5          | 125 - 58 | S 1   |
| Çelik 30 - 50 kg/mm <sup>2</sup>       | 7,4          | 200      | S 1   |
| 50 - 60 »                              | 6,5          | 170      | S 1   |
| 60 - 83 »                              | 6,3          | 130      | S 1   |
| 80 - 10 »                              | 6,0          | 90       | S 1   |
| 100 - 140 »                            | 5,0          | 40       | S 1   |
| Paslanmaz çelik                        | 6,0          | 60       | S 1   |
| Takım çeliği                           | 6,0          | 30       | S 1   |
| 150 - 180 kg/mm <sup>2</sup>           |              |          |       |
| Dökme demir                            |              |          |       |
| 180 B. kadar                           | 6,5          | 100      | G 1   |
| 180 - 250 B                            | 5,8          | 70       | H 1   |
| 250 - 400 B                            | 5,9          | 54       | H 1   |

$$\begin{aligned} (C_v)_{80} &= 0,7 \cdot (C_v)_{40} \\ (C_v)_{80} &= 0,5 \cdot (C_v)_{40} \end{aligned}$$

$v_v$  kesme hızını takribî olarak

$$v_t = \frac{C_o}{a^x \cdot s^y} \quad (7)$$

şeklinde de ifade etmek mümkündür.

Burada  $C_o$ , kesme şartlarına ve bilhassa malzeme çiftine bağlı bir katsayı olup  $C_t$  katsayısına tekabül eder.  $x$  ve  $y$  ise malzeme çiftine bağlı üslerdir. (7) bağıntısı çok takribî bir bağıntı olup,  $C_o$ ,  $x$  ve  $y$  değerleri bu sebeple iyi etüd edilmiş değildir. Fakat paso derinliği ve ilerlemenin kesme hızı üzerindeki etkisini ayrı ayrı belirtmesi bakımından enteresandır. Aşağıdaki tablo hız çeliği ile kuru işleme hali için verilmiştir (Manual on cutting of Metals, 1939, ASME deki tablolara istinaden) :

Tablo 7.

(7) bağıntısına göre  $x$ ,  $y$  ve  $C_o$  değerleri ( $v_{60}$  için)

| Malzeme     | Kesme kenarı açısı $\alpha = 90^\circ$ |                          | Kesme kenarı açısı $\alpha = 60^\circ$ |                          |
|-------------|--|--------------------------|--|--------------------------|
|             | $r = 0$                                | $r = 1,6$                | $r = 3,2$                              | $r = 6,4$                |
| Çelik       | $x = 0,05$<br>$y = 0,65$               | $x = 0,15$<br>$y = 0,65$ | $x = 0,22$<br>$y = 0,65$               | $x = 0,25$<br>$y = 0,65$ |
|             | $C_o$                                  | $1,3 C_o$                | $1,75 C_o$                             | $2 C_o$                  |
|             | $x = 0,035$<br>$y = 0,40$              | $x = 1,10$<br>$y = 0,40$ | $x = 0,15$<br>$y = 0,40$               | $x = 0,16$<br>$y = 0,40$ |
| Dökme demir | $C_o$                                  | $1,2 C_o$                | $1,4 C_o$                              | $1,5 C_o$                |

$r$  = kalem burun radyusu,

Bu tabloya göre ( $x \leq 0,15$ ,  $y = 0,65$ ):

$s$  ilerlemesi iki defa artarsa  $v_{60}$  kesme hızı, 1,57 defa azalır,

$s$  ilerlemesi 4 defa artarsa  $v_{60}$  kesme hızı 2,46 defa azalır.

Halbuki:

|                      |      |    |
|----------------------|------|----|
| Krom - nikel çeliği  | 1,75 | 29 |
| Dökme demir, yumuşak | 3,6  | 42 |
| " orta               |      | 26 |
| " sert               |      | 15 |

Gerek Tablo 4, gerekse Tablo 5 de verilen değerler ortalama değerler olup, işlenen malzemenin terkip ve yapısında küçük gibi görülebilecek farklar bazı halde pek büyük inhiraflara sebep olmaktadır. Bu etkileri ilerde (işlenme kabiliyeti) bahsinde göreceğiz.

Tablo 5 e benzer bir takribî tablo, Tablo 4 göz önüne alınarak sinterlenmiş karbürler için hazırlanabilir. Aşağıdaki değerler 240 dakikalık bir kalem ömrü, yani  $v_{240}$  için verilmişlerdir:

Tablo 6.

| Malzeme                                | $\epsilon_s$ | $C_t$    | Nüans |
|--|--------------|----------|-------|
| Pirinç                                 | 7,2          | 480      | G 1   |
| Bronz                                  | 5,9          | 270      | G 1   |
| Dökme çelik 80 - 90 kg/mm <sup>2</sup> | 7,5          | 125 - 58 | S 1   |
| Çelik 30 - 50 kg/mm <sup>2</sup>       | 7,4          | 200      | S 1   |
| 50 - 60 »                              | 6,5          | 170      | S 1   |
| 60 - 83 »                              | 6,3          | 130      | S 1   |
| 80 - 10 »                              | 6,0          | 90       | S 1   |
| 100 - 140 »                            | 5,0          | 40       | S 1   |
| Paslanmaz çelik                        | 6,0          | 60       | S 1   |
| Takım çeliği                           | 6,0          | 30       | S 1   |
| 150 - 180 kg/mm <sup>2</sup>           |              |          |       |
| Dökme demir                            |              |          |       |
| 180 B. kadar                           | 6,5          | 100      | G 1   |
| 180 - 250 B                            | 5,8          | 70       | H 1   |
| 250 - 400 B                            | 5,9          | 54       | H 1   |

$v_t$  kesme hızını takribî olarak

$$\begin{aligned} (C_o)_{80} &= 0,7 \cdot (C_o)_{40} \\ (C_o)_{25} &= 0,5 \cdot (C_o)_{40} \end{aligned}$$

$$v_1 = \frac{C_0}{a^x \cdot s^y} \quad (7)$$

şeklinde de ifade etmek mümkündür.

Burada  $C_0$ , kesme şartlarına ve bilhassa malzeme çiftine bağlı bir katsayı olup  $C_1$  katsayısına tekabül eder.  $x$  ve  $y$  ise malzeme çiftine bağlı üslerdir. (7) bağıntısı çok takribî bir bağıntı olup,  $C_0$ ,  $x$  ve  $y$  değerleri bu sebeple iyi etüd edilmiş değildir. Fakat paso derinliği ve ilerlemenin kesme hızı üzerindeki etkisini ayrı ayrı belirtmesi bakımından enteresandır. Aşağıdaki tablo hız çeliği ile kuru işleme hali için verilmiştir (Manual on cutting of Metals, 1939, ASME deki tablolara istinaden) :

Tablo 7.

(7) bağıntısına göre  $x$ ,  $y$  ve  $C_0$  değerleri ( $v_{60}$  için)

| Malzeme     | Kesme kenarı açısı $\alpha = 90^\circ$ |                          | Kesme kenarı açısı $\alpha = 60^\circ$ |                          |
|-------------|--|--------------------------|--|--------------------------|
|             | $r = 0$                                | $r = 1,6$                | $r = 3,2$                              | $r = 6,4$                |
| Çelik       | $x = 0,05$<br>$y = 0,65$               | $x = 0,15$<br>$y = 0,65$ | $x = 0,22$<br>$y = 0,65$               | $x = 0,25$<br>$y = 0,65$ |
|             | $C_0$                                  | $1,3 C_0$                | $1,75 C_0$                             | $2 C_0$                  |
|             | $x = 0,035$<br>$y = 0,40$              | $x = 1,10$<br>$y = 0,40$ | $x = 0,15$<br>$y = 0,40$               | $x = 0,16$<br>$y = 0,40$ |
| Dökme demir | $C_0$                                  | $1,2 C_0$                | $1,4 C_0$                              | $1,5 C_0$                |

$r$  = kalem burun yarıçapı,

Bu tabloya göre ( $x = 0,15$ ,  $y = 0,65$ ):

$s$  ilerlemesi iki defa artarsa  $v_{60}$  kesme hızı, 1,57 defa azalır,

$s$  ilerlemesi 4 defa artarsa  $v_{60}$  kesme hızı 2,46 defa azalır.

Halbuki:

$a$  paso derinliği 2 defa artarsa  $v_{60}$  kesme hızı 1,11 defa azalır.

$a$  paso derinliği 4 defa artarsa  $v_{60}$  kesme hızı 1,23 defa azalır.

**Kalem açılarının etkisi :** Açıların (4) genel bağıntısı içindeki etkisi, diğer faktörlere, bilhassa  $a$ ,  $s$ , soğutma ve yağlama şartları, malzeme çiftine göre değişmektedir. Kesin değerler vermek halen mümkün olmamakla beraber şu kaideler mevcuttur:

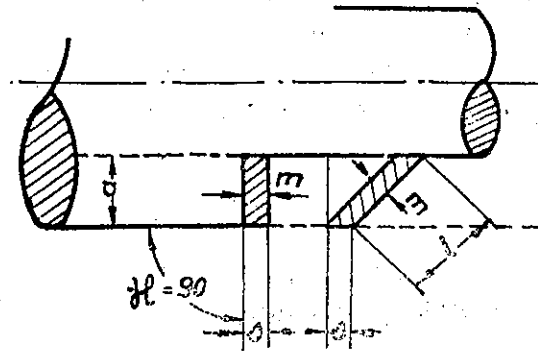
$\gamma$  talaş açısı sıfırdan itibaren büyürse, kesme şartları sabit kalmak şartıyla (yani, diğer bütün faktörler sabit kalmak şartıyla), kalem ömrü  $T$  umumiyetle evvelâ artar ve bir maksimumdan geçtikten sonra düşmeğe başlar. Taban açısı  $\alpha$  nın etkisi de aynıdır.

$\alpha$  kesme kenarı açısı sıfırdan itibaren büyürse, kalem ömrü umumiyetle sürekli olarak düşer.  $\alpha$  nın  $45^\circ$  den  $90^\circ$  ye çıkması, hız çeliği ile çelik veya dökme demir işlenmesi halinde  $v_{60}$  kesme hızının % 30 kadar düşmesine sebep olmaktadır. S. karbür kalemler halinde bu etki o derece büyük olmayıp % 10 mertebesindedir.

Tablo 4 de her malzeme çifti için en münasip  $\alpha$  taban açısı ve  $\gamma$  talaş açısı değerleri verilmiştir.

Yukardaki hükümlere göre  $\alpha$  açısını mümkün mertebe küçük seçmek lâzım gelir. Bununla beraber dökme parçaların sert kabuk kısmını işlerken, bu sert ve aşındırıcı kısım ile kalemin kesme kenarının mümkün mertebe kısa bir kısmının temas halinde kalması için,  $\alpha$  açısını büyük seçmek makuldür.

Aksine, Stellite kalemler için  $\alpha$  açısının  $85^\circ$  mertebesinde ve  $\alpha'$  açısının ise  $10^\circ$  mertebesinde seçilmesi münasiptir.

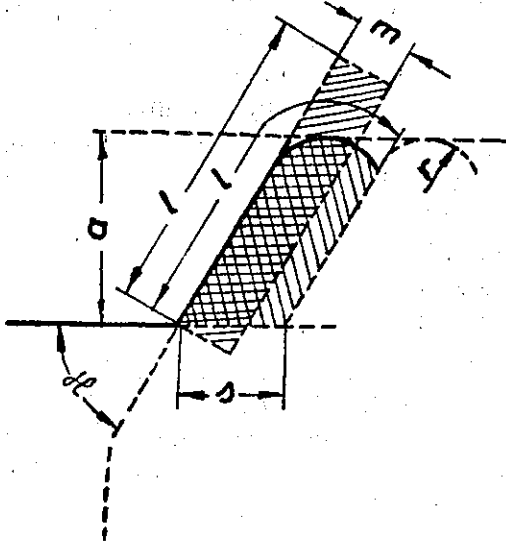


Şekil 23 --  $\alpha$  kesme kenarı açısının talaş kalınlığına tesiri

Karbür kalemlerde 30° ye varan küçük  $\alpha$  açıları kullanmak iyi sonuç vermektedir.

$\alpha$  açısının küçülmesiyle kalem ömrünün veya kesme hızının artması aşağıdaki şekilde izah edilebilir:

$a$  paso derinliği ve  $s$  devir başına ilerlemesi aynı kalmak üzere  $\alpha$  açısı değiştirildiği zaman, (Şek. 23) den görüleceği üzere, talaş kalınlığı ( $m$ ) ile kalem kesme kenarının kesmeye iştirak eden  $l$  boyu değişir.  $\alpha$  açısı küçüldükçe  $m$  küçülür ve  $l$  boyu büyür. Bununla beraber  $a$  ve  $s$  sabit kaldığından,  $q = a \cdot s$  talaş kesiti sabit kalır. Fakat küçük  $\alpha$  lar



Şekil 24 — Ortalama talaş kalınlığı

halinde aynı  $q$  talaş kesiti daha büyük bir  $l$  kesme kenarı üzerine yayıldığından kalemin birim uzunlukta kesme kenarı üzerine isabet eden yük azalır ve böylece kalem ömrü artar.

**Ortalama talaş kalınlığı:** Ortalama talaş kalınlığı diye, kalemin bilfiil kesmeye iştirak eden kesme kenarı uzunluğu ( $l$ ), talaş kesiti  $q$  ise (Şek. 24)

$$m = \frac{q}{l} \quad (8)$$

değerine denir. Burada  $q$  talaş kesiti takribî olarak  $q = a \cdot s$  şeklinde hesaplanabilir. ( $l$ ) e «talaş uzunluğu» veya «talaş eni» denir.

$m$  ortalama talaş kalınlığının ne şekilde değiştiğini gösteren bir misâl verelim:

Tablo 8. Ortalama talaş kalınlığının değişmesi

| $\alpha$ açısı | Kalem burnu | Talaş ölçüleri | Talaş kesiti    | Ortalama        |
|----------------|-------------|----------------|-----------------|-----------------|
|                | radiusu     | $a \cdot s$    | $q$             | talaş kalınlığı |
|                | $r$         | mm mm          | mm <sup>2</sup> | $m$             |
|                | mm          |                |                 | mm              |
| 30             | 3           | 5 × 0,4        | 2,0             | 0,185           |
| 45             | 3           | "              | "               | 0,245           |
| 45             | 1           | "              | "               | 0,270           |

Kesme hızı ortalama talaş kalınlığına tâbi olarak değişir. Bu kalınlık azaldıkça, kalem ömrü veya  $v$ , kesme hızı artar. (Bak: Grundlagen und Prüfverfahren der Zerspanung von Dr. - Ing. Walther Leyensetter — AWF, 1938).

Bununla beraber belli kesme şartları altında, kalemin  $t$  ömrüne tekabül eden  $v$ , kesme hızı, yalnız  $m$  ortalama talaş kalınlığına tâbi olmayıp, kesme kenarının kesmeye iştirak eden  $l$  uzunluğuna göre de değişir. ( $l$ ) uzunluğu büyüdükçe  $v$ , kesme hızı düşer. ( $l$ ) uzunluğunun  $v$ , üzerine tesiri karbonlu takım çelikleri için çok bârizdir. Bu tesir hız çelikleri ve Stelitler için nispeten az, karbür kalemler için ise pek cüz'îdir.

Yukardaki mülâhazalara göre (7) bağıntısının  $v = \frac{C_v}{l \cdot m^v}$  şeklinde verimesi daha makûdür.

$m$  ortalama talaş kalınlığını değiştiren faktörler şunlardır:

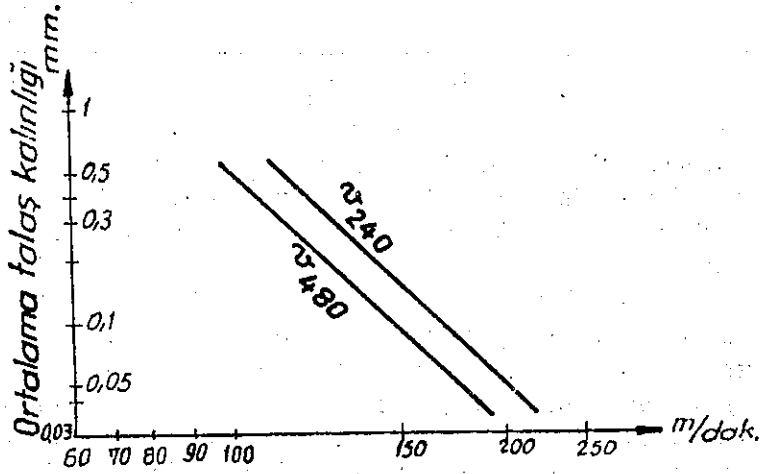
- 1)  $a$ , paso derinliği, mm
- 2)  $s$ , devir başına ilerleme, mm
- 3)  $\alpha$ , kesme kenarı açısı, derece
- 4)  $r$ , kalem burun radiusu, mm

$q = a \cdot s$  sabit kalmak üzere,  $a/s$  oranının büyümesi  $m$  kalınlığını küçülteceğinden  $v$ , kesme hızı artar. Gine  $a$  ve  $s$  aynı kalmak şartıyla  $\alpha$  açısının küçülmesi ve  $r$  burun radiusunun büyümesi  $l$  faal kesme kenarı

uzunluğunu artıracığından  $m$  küçülür ve böylece  $v$ , kesme hızı artar (Şek. 25).

Talaş ve taban açılarının  $m$  üzerinde tesirleri pratik olarak yoktur. Esasen bu açıların değeri her malzeme çifti için muayyendir ve nâdiren değiştirmeye lüzum görülür.

**Kalem burun radyusunun etkisi:** Bu etki Tablo 8 de açık bir şekilde görülmektedir. Genel olarak kalem burun radyusu  $r$  arttıkça kalem ömrü, daha doğrusu  $t$  dakikalık kalem ömrüne tekabül eden  $v$ , kesme



Şek. 25 — AWF e göre kesme hızının ortalama talaş kalınlığına tâbi olarak değişmesi ( $\sigma = 85 \text{ kg/mm}^2$  lik çelik, sinterlenmiş karbür kalem)

hızı artar (meselâ  $v_{90}$ ). Bu artışın sebeplerinden birini ortalama talaş kalınlığı bahsinde görmüştük.

$r$  in büyüklüğü ayrıca burnun çatlama ve kopma tehlikesini de azaltır. Bu sebeplerle  $r = 0,5 \text{ mm}$  den daha küçük radyuslar kullanılmamalıdır. Bu iyi etkilerine karşılık,  $r$  in büyümesi talaş akışını kötüleştirerek parça yüzey düzlüğünü bozar.  $r$  burun radyusunun en münasip değeri  $s$  devir başına ilerlemesine tâbi olarak,  $r = 3s$  ilâ  $6s$  dir (1).

**Titreşimin etkisi:** Titreşim tâbiri ile, kalem ve parça arasındaki relatif titreşimi kastediyoruz. Talaş kaldırmada titreşimin rolü henüz tam olarak tâyin edilmiş değildir. Buna sebep titreşim elemanlarının

(1) Betriebsstätte, Taschenbuch für Betriebsingenieure, Verlag von Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin, 1953.

(amplitüd, frekans, dalga şekli, hızlar, ivmeler) sınırsız tertip şekline göre titreşimin etkisinin değişmesidir.

Talaş kaldırmada daimî bir titreşim mevcuttur. Bazı titreşim şekilleri çok zararlıdır. Titreşim, takım ömrüne, işlenen parçanın yüzey durumuna vs. kötü etkiler yapar. Titreşimin en zararlı olan şekli, amplitüd itibariyle işlenen satıh üzerinde titreşimden mütevellit zararlı takım izleri bırakacak derecede büyük olanıdır. Bu şekil titreşime ingilizce «chatter», almanca «flutter» ve fransızca «broutage» denir. Biz de «tartaklama» adını vereceğiz. Bu tip titreşim sesli olması sebebiyle işçinin ruhî haleti üzerinde de kötü etkiler yapar.

Talaş kaldırmadaki titreşim esas itibariyle iki türdür: a) cebri titreşim, b) kendiliğinden doğan titreşim.

Cebri titreşim bizzat talaş kaldırma olayı dolayısıyla değil, fakat tezgâhın mekanik hareketlerinden ileri gelen dikte edilmiş bir titreşimdir.

Kendiliğinden doğan titreşim ise talaş kaldırma olayı dolayısıyla, tezgâhtan ve dış mihitten müstakil olarak vukua gelen titreşimdir.

Bir tartaklama titreşimin başlaması için, kendiliğinden doğan titreşim frekansının, tezgâhın bir kısmının ve bilhassa takım veya takım taşıyıcının tabii frekansına uyması kâfidir.

Kendiliğinden doğan titreşim, esas itibariyle, kesme hızı arttığı zaman kesme kuvvetinin azalmasından ileri gelir. Bu son hususiyet ekseri madenler için mevcuttur. Kalem titreşim yaptığı zaman, kesme kenarının parçaya göre relatif kesme hızı daima değişir. Kalem ucunun parça ile aynı istikamette hareket ettiği anda relatif kesme hızı, nominal kesme hızı  $v_0$  a göre daha küçüktür. Bu sebepten kesme kuvveti büyüyen kalem «0» noktasına göre daha geri kalmaya zorlar. Kalem, uç geri noktaya gelip geri dönerken ise, kesme hızı  $v_0$  dan daha büyük olup kesme kuvveti  $v_0$  hızından, yani muvazene durumuna tekabül eden halden daha küçük bir değer alır ve böylece kalem ucu parçayı  $v_0$  dan daha büyük bir hızla kesmeye teşvik edilmiş olur. Kalem ucu böylece «0» muvazene noktasını geçer ve bu teşvik kalem eğilme momentinin büyümesiyle önleninceye kadar devam eder. Kendiliğinden doğan titreşim ou «devre» nin tekerrüründen ibarettir.

Teerübeler tartaklama titreşimin düşük kesme hızlarında ve yeni bilmiş kalemler ile daha az vuku bulduğunu göstermiştir.

Titreşim üzerinde «talaş oranı» nın da büyük rolü vardır. Burada talaş oranı ifadesi ile talaş eninin ( $l$ ), ortalama talaş kalınlığına ( $m$ ) oranı kastedilmektedir. Bu değerler talaş kaldırılmadan evvelki geometrik değerlerdir. Evvelce gördüğümüz üzere, tarif olarak, talaş eni

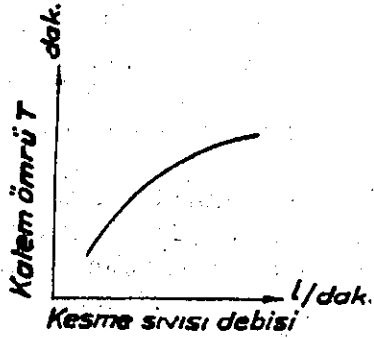
kalemin kesme kenarının çalışan uzunluğuna eşittir. Talaş kalınlığı ise ortalama bir değer olup, talaş kaldırılmadan evvelki talaş kesiti alanının talaş enine bölümü ile elde edilen neticedir.

İyi haldeki bir tezgâh üzerinde, iyi tesbit edilmiş bir iş parçası ve kalem ile çalışırken  $l/m < 15$  halinde tartaklama titreşim umumiyetle görülmez. Müsait şartlar altında çelik işlerken  $l/m$  in 25 e kadar olan değerleri için titreşimsiz çalışmak mümkün olur. 25 den büyük değerler için tartaklama titreşim umumiyetle başlar.

Şunu kaydedelim ki iş parçası ve takımın rijit olarak tesbit edilmemesi veya tezgâh yatak ve kızaklarındaki boşluklar tartaklama titreşimi birinci derecede teşvik eden âmillerdendir.

Mevcut bir tezgâh ile bir parça işlenirken tartaklama titreşim görülürse bunu önlemek için bu çeşit titreşimin tâbi olduğu faktörler üzerinde değişiklik yapmak bazan titreşimi önleyebilir. Meselâ, kesme sıvısının cins ve miktarını değiştirmek, kesme hızını değiştirmek, talaş oranını değiştirmek vs. gibi.

Tartaklama titreşim kalem ömrünü azaltacak şekilde tesir eder. Taylor bu çeşit titreşimin 90 dakikalık kalem ömrüne tekabül eden kesme hızını % 10 ilâ 15 düşürdüğünü zikretmektedir.



Şekil 26 — Kesme sıvısı miktarının kalem ömrüne tesiri

#### Kesme sıvısı kullanmanın etkisi:

Diğer faktörler sabit kalmak şartıyla,

kesme sıvısının debisi ile kalem ömrü  $T$  arasındaki münasebet (Şek. 26) da görüldüğü karakterdedir. Görüldüğü üzere kalem ömrü, muayyen bir kesme sıvısının muayyen bir debi değerinden sonra pratik olarak artmamaktadır. Şimdi bu sınıra girecek kadar bol (asgari dakikada 20 litre) kesme sıvısı kullanıldığını farzedelim. Bu halde diğer faktörler ile beraber kalem ömrü  $T$  aynı kalmak şartıyla, kesme hızı  $v$ , çelik işlenmesi halinde kuru olarak işlemeye nazaran takriben şu nispetlerde artmaktadır (1):

- Devir başına ilerleme  $s > 0,5$  mm ise:  
1,35  $s^{0,15}$  misli ( $s = 0,5$  mm için netice 1,17 bulunur).
- $s < 0,5$  mm ise 1,16 misli. Artış (a) paso derinliğine tabi görün-

(1) Manual on Cutting of Metals, A. S. M. E., 1939.

memektedir. Yukardaki artış miktarları hız çeliğinden kalem ile çelik işlerken câridir.

Dökme demir üzerinde kesme sıvısı umumiyetle kullanılmamaktadır. Bununla beraber Taylor (1) dökme demir üzerinde yaptığı tecrübelerde ortalama olarak % 16 nispetinde bir kâr (kesme hızı üzerinden) bulmuştur.

**Talaş kaldırma tipinin etkisi:** Bu etkiyi görmeden evvel takım ömrü mefhumunu tarife lüzum vardır.

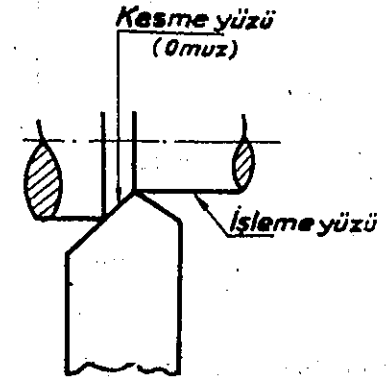
**Takım ömrü:** ASA B5. 19-1946 da s. karbürden gayri malzemeden yapılmış tek ağızlı takımlarda «aşınma — ömür» bağıntısı kısaca aşağıdaki şekilde tarif edilmektedir:

İlk harabiyet alâmeti kesme kenarından küçük bir parçanın kopmasıdır. Şayet kopma (omuz) üzerinde ise parçanın yüzey durumu bozulmamakla beraber kopan kısımda taban açısı sıfır civarına ineceğinden sürtme sonucu çıkan ısı sebebiyle omuz kısmı renklenir (Şek. 27). Kopma yeri büyüdükçe omuz üzerindeki renkli şerit genişler, nihayet silindirik işleme yüzü ile birleşince kesme kenarı âni olarak harap olur. Kalem artık kesmeden ziyade parçayı zorlar ve sıvar. Kalem ömrü artık nihayet bulmuştur.

İlk kopma silindirik kısım üzerinde ise işleme yüzünün yüzey durumu kötüleşir. Kopan kısmı gittikçe büyür. Çıkan ısı artarak kesme kenarının bir anda büsbütün harap olmasına yol açar. Bu kalem ömrünün sonudur. İlk harabiyetten sonraki aşınma parça çapının hassasiyetini kaybetmesine yol açar.

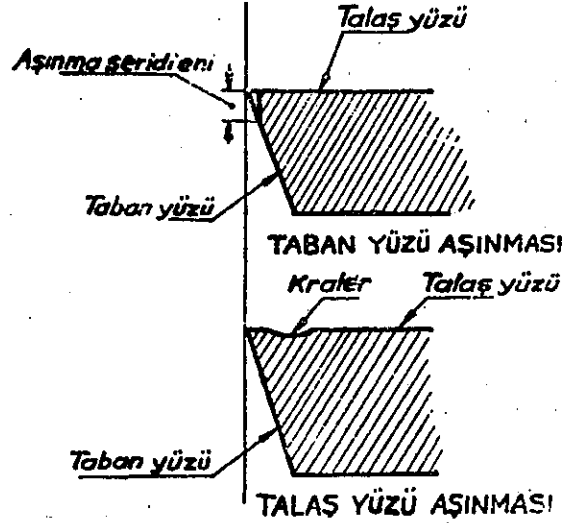
İlk harabiyet, son harabiyetin zaman itibarıyla yüzde 25 ilâ 95 inde vuku bulabilir. Kalem burun yarıçapı ve kesme kenarı açısı üzerinde oynayarak ilk harabiyetin omuz kısmı üzerinde vuku bulması temin edilebilir. Kalem ömrü olarak umumiyetle son harabiyet esas alınır. Fakat meselâ otomatik tornalarda ilk harabiyet zamanının kalem ömrü olarak alınması lâzım gelir. Çünkü bu gibi tezgâhlar ile işlenen parçaların ekseriya yüzey düzgünlüğünün iyi olması lâzımdır.

(1) F. W. Taylor, On the Art of Cutting of Metals, A.S.M.E. Transactions, 1907



Şekil 27 — Tornalamada kesme yüzü ve işleme yüzü

Karbür kalemlerde de durum esas itibariyle aynıdır. Bu kalemlerde aşınma iki türlü tezahür eder. Taban yüzünde kesme kenarına paralel bir aşınma şeridi teşekkül eder ve genişliği gittikçe artar. Talaş yüzünde ise diğer bir aşınma şeridi vücut bulur ve bu şerit tam körlenmeye kadar yavaş yavaş büyür. Fakat ekseriya bu şerit yerine kesme



Şekil 28 — Sinterlenmiş karbür kalemlerde aşınma

kenarının hemen gerisinde bir çukur hâsil olur. Bu çukura *krater* denir. Krater eliptiktir; alanı ve derinliği gittikçe artar. Elipsin büyük eksenini kesme kenarına paraleldir (Şek. 28).

Kalem çalışırken taban aşınma şeridi, talaş yüzündekine nazaran (mevcut ise) daha süratle büyür. Çalışmaya sonuna kadar devam edilirse ya krater büyüyerek kesme kenarına dayanır ve kenarın kopmasına sebep olur (sünek malzeme işlenmesi hâli) veya taban aşınma şeridi nihayet o derece genişler ki sürtme dolayısıyla çıkan çok fazla ısı, kesme kenarını yakar ve harap eder (kırılıcı malzeme işlenmesi hâli). Bu takım ömrünün sonudur. Çalışmaya gine devam edilirse kesme kuvvetlerinden aksel ve radyal bileşenler harabiyetle beraber âni olarak büyük değerler alırlar. Radyal bileşen parçayı kalemden uzaklaştırarak paso derinliğinde ehemmiyetli düşmelere yol açar, yani kalem âdetâ kesmeyi reddeder. Yanmış hale gelinceye kadar kullanılan bir kale-

min yeniden bilinmesi fazla zamana ve takım malzemesi için israf derecesinde bir düzeltmeye yol açar. Bu sebeple en iktisadî yol takımı zamanında bilemektir. Aşınma şeridi eni belli bir değere varınca kalem bilenebilir.

Umumiyetle kaba talaş almada takım ömrü, kesme kenarının son ve tam harabiyeti ile nihayet bulur; son pasolarda ise aşınma şeridi eni belli bir değere varınca kalem körleşmiş farzedilir. Çünkü kalemin aşınması parça çapının büyümesine ve yüzey düzgünlüğünün bozulmasına sebep olur. halbuki son pasolarda, istenen işe göre, çap farkı ve yüzey düzgünlüğündeki bozukluk belli bir haddi aşmamalıdır.

Deneyler gösteriyor ki,  $T$  zamanı, ister takım ömrünü (son harabiyet), ister belli aşınma derecesi müddetini gösterebilir,  $v$  kesme hızı ile  $T$  zamanı arasındaki bağıntı daima

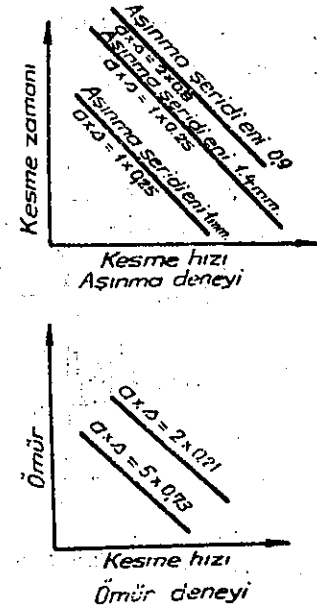
$$v \cdot T^n = St. \quad \left\{ \begin{array}{l} T \text{ ömrü, veya} \\ T \text{ aşınma zamanı} \end{array} \right.$$

şeklindedir, yani log—log koordinat sisteminde bir doğrudur ve kesme şartları değiştirildiği takdirde birbirine paralel doğrular elde edilmektedir (Şek. 29).

Görülüyor ki işleme şekline göre, yani kaba talaş, son paso, kesme, form verme vs. hallerinde takım ömrünün tarifi değişmektedir. Her işleme şeklinin icap ettirdiği diğer şartlar da gözönüne alınırsa, işleme şekline tâbiyen (4) genel bağıntısının değişeceği kolaylıkla anlaşılır. Bu sebeple kısmi bağıntılar da değişirler.

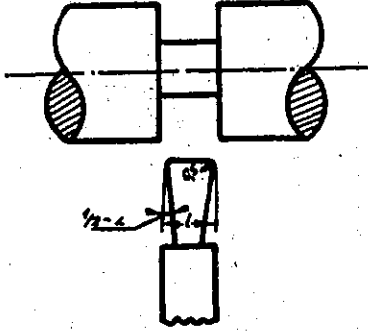
**Kaba talaş kaldırma:** Gaye parçadan birim zaman zarfında mümkün merteye fazla talaş hacmi kaldırmaktır.  $a$  paso derinliği umumiyetle (1—25) mm arasında  $s$  devir başına ilerlemesi (0,05—3) mm arasında oynar.

**Son pasolar:** Gaye, işlenen parçaya mümkün merteye düzgün bir



Şekil 29 — Aşınma ve ömür deneyleri. a) Belli bir aşınma şeridi enine tekabül eden kesme zamanı ile kesme hızı bağıntısı, b) Kalemin tam harabiyet zamanına tekabül eden kalem ömrü ile kesme hızı bağıntısı.

yüzey sağlamak ve gerekli son boyutu vermektir. Yüzey düzgünlüğü, kesme hızı arttıkça iyileştikinden çok küçük bir  $q$  talaş kesiti ve buna bağlı olarak büyük bir kesme hızı ile çalışılır. Son pasolarda  $a$  umumiyetle (0,1—0,5) mm ve  $s$  ise (0,05—1,5) arasında değişir.



Şekil 30 — Kesme ve yarma

**Kesme ve yarma (Şek. 30):** Gaye, işlenmesi biten bir parçanın boyuna göre kesilmesi veya bir boyun açılmasıdır. Bu halde hem kesme zamanı ve hem de yüzey durumu gözönüne alınır. Kesmede  $s$  ilerlemesi radyal doğrultudadır ve  $m$  ortalama talaş kalınlığından ibarettir. Kalem ömrü ve kesme hızı yalnız  $m$  ortalama talaş kalınlığına tâbi olup,  $l$  talaş uzunluğunun kalem ömrü ve kesme hızı üzerinde etkisi hemen hemen yoktur.  $m$ ,

(0,05—0,3) mm arasında,  $l$  ise umumiyetle (1,5—20) mm arasında değişir. Kesme hâli için  $v_{90}$  kesme hızı, kaba talaş ve son pasolara göre, aynı devir başına ilerlemeler için takriben aynıdır. O halde kesme hızı

$$v_{90} \approx \frac{C_v}{m_y} \quad (9)$$

şeklinde ifade edilebilir. Çelik için  $y \approx 0,65$ , dökme demir için  $y \approx 0,40$  dır.

**Form verme :** (Şek. 31): Gaye, parçaya profil bir bıçağın şeklini vermektir. Aynen kesme haline benzer.  $v_{90}$  kesme hızı form vermede aynı ilerlemeler için kaba talaş haline göre aynı kesme şartları altında beşte bir düşer.  $m$  umumiyetle (0,02—0,3) mm arasında,  $l$  ise (3—50) mm arasında değişir.

**Kalem malzemesinin tesiri:** Bu tesiri takribi olarak aşağıdaki tabloda görmek mümkündür:

Tablo 9. Takım malzemesinin tesiri

$C_v$  katsayılarının değişmesi  
(kesme hızının değişmesi)

| Takım malzemesi                   | Kaba talaş veya son pasolar |               |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------------|
|                                   | Çelik                       | Dökme demir   |
| Hız çeliği:                       |                             |               |
| 18—4—1                            | $C_v$                       | $C_v$         |
| 14—4—1                            | $0,90 C_v$                  | $0,90 C_v$    |
| 18—4—2                            | $1,04 C_v$                  | $1,05 C_v$    |
| 18—4—3                            | $1,15 C_v$                  | $1,15 C_v$    |
| 18—4—1 + % 4 Co                   | $1,20 C_v$                  | $1,20 C_v$    |
| 18—4—2 + % 10 Co                  | $1,35 C_v$                  | $1,35 C_v$    |
| 20—4—2 + % 18 Co                  | $1,40 C_v$                  | $1,40 C_v$    |
| Karbolü takım çeliği ( $C=1,0$ ): | $1/7 C_v$                   | $1/3 C_v$     |
| S. Karbür:                        | $3,5—6 C_v$                 | $2,5—3,5 C_v$ |
| Stellit:                          |                             |               |
| J metal                           | $1,4 C_v$                   | $1,8 C_v$     |
| No. 2                             | $0,74 C_v$                  | $C_v$         |

**İşlenen malzemenin tesiri — İşlenme kabiliyeti:** İşlenme kabiliyeti terimi İngilizcede (Machinability) ve Almancada (Zerspanbarkeit) kelimeleri ile ifade edilir. Bu terim kesin olarak tarif edilmiş değildir. Bununla beraber genel mânası bizzat terimin ifade ettiği üzere, verilen bir iş parçası malzemesinin ne derece kolaylıkla işlendiğidir.

İşlenme kabiliyeti şüphesiz ki, talaş kaldırma faktörlerinin aldığı

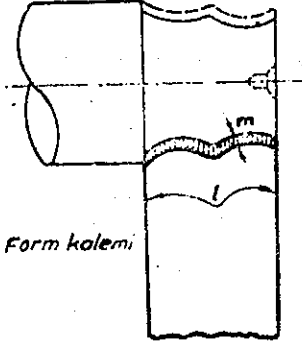


değerlere göre değişir. Bununla beraber malzemeleri aynı işleme şartları altında birbirleri arasında mukayese etmek mümkündür.

İşlenme kabiliyetini ölçmek için esas tutulacak en mühim kriterler şunlardır:

1) Muayyen kesme şartları altında—diğer tabirle, (4) genel bağıntısındaki faktörlerin belli değerleri için—kalem ömrünün, veya muayyen kesme şartları altında kesme hızının büyüklüğü.

Bu halde, kesme hızı veya takım ömrü ne derece büyükse, o malzemenin işleme kabiliyetinin o derece iyi olduğu kabul edilir.



Şekil 31 — Form verme

(2) Kesme kuvvetlerinin büyüklüğü veya güç sarfiyatı.

Muayyen kesme şartları altında, bir malzeme ne kadar az kesme kuvveti veya güç sarfiyatı ile işlenebiliyorsa, o malzemenin işleme kabiliyetinin o derece iyi olduğu kabul edilir.

3) İş parçası üzerinde husule gelen yüzey düzgünlüğü derecesi.

Bu halde de muayyen kesme şartları altında o malzemenin yüzey düzgünlüğü ne derece iyi ise o malzemenin işleme kabiliyetinin o derece iyi olduğu itibar edilir.

Bunlar arasında da en önemlisi 1 nci maddedir, yani takım ömrü veya kesme hızıdır. Bununla beraber kesme kuvvetinin ve güç sarfiyatının derecesi de büyük rol oynar, çünkü bu değerler büyük ise daha rijit ve daha büyük bir tezgâha lüzum vardır. Bu da tesis masraflarını artırır. Bundan başka işlenen parçaların yüzey düzgünlüğü, parçaların reddine sebep oluyorsa bu husus da maliyet üzerine tesir eder.

Şunu kaydedelim ki, belli bir malzeme işlendiği zaman elde edilen takım ömrü, güç sarfiyatı ve yüzey düzgünlüğü, talaş kaldırma faktörlerine tabi olarak değişir. Ayrıca bir malzeme grubunun, meselâ takım ömrü esas tutularak talaş kaldırma faktörlerinin muayyen bir değer takımı için, işlenebilme kabiliyetlerini sıralamış olalım. Şayet talaş kaldırma faktörlerinin değerleri değiştirilirse bu sıra her zaman aynı kalmaz. İşte mevcut malzemeyi işleme kabiliyetine göre kesin olarak sıra-

lamak bu bakımdan mümkün değildir. Bununla beraber normal işleme şartları için aşağıda görüleceği üzere takribî de olsa bir sıralama yapmak mümkündür.

**Relatif işlenme kabiliyeti:** Bu kabiliyet, diğer talaş kaldırma faktörlerinin aynı kalması şartıyla, belli bir takım ömrü için, kaba talaş almada malzemelerin kesme hızlarını mukayese etmek suretiyle ölçülür. Mukayese malzemesi olarak umumiyetle işlenmesi en güç, yani muayyen bir takım ömrü, meselâ 60 dakika için en küçük kesme hızını icap ettiren bir malzeme esas alınır ve diğer malzemelerin aynı talaş kaldırma şartları altındaki kesme hızları bu hıza nisbet edilir, yani bölünür. Böylece relatif işlenme kabiliyetlerini ifade eden bir takım rakkamlar elde edilir.

Bazan da işlenme kabiliyetleri, kesme hızı en büyük bir malzemenin yüzdesi olarak verilir. Meselâ, bir malzemenin izafi işlenme kabiliyeti % 50 demek bu malzemeyi, talaş kaldırma faktörlerinin aynı değerleri için, nisbet malzemesinin kesme hızına nazaran yüzde elli nisbetinde bir kesme hızı ile işlemek mümkündür demektir.

Görülüyor ki, relatif işlenme kabiliyeti, netice itibariyle relatif kesme hızından ibarettir ve meselâ (6) bağıntısındaki  $C_r$  kat sayılarını mukayese ederek bulunabilir.

Şunu kaydedelim ki, relatif işlenme kabiliyetini adedi olarak tesbit için genel bir kaide yoktur ve muhtelif teknik literatürde rastlanan relatif işlenme kabiliyetleri ayrı ayrı mütalea edilmelidir.

Misal olarak Tablo 10 u veriyoruz.

Evvece de belirttiğimiz gibi, relatif işlenme kabiliyetlerini belirten rakamlar oldukça takribîdirler. Buna sebep aynı cins malzeme gurubu içinde dahi  $\epsilon_r$  değerlerinin değişebilmesidir.  $\epsilon_r$  değerleri ise log-log koordinat sisteminde  $v_t = f(q)$  eğrisinin eğimini muayyen kılar. O halde  $\epsilon_r$  lerin farklı olması halinde, iki malzemenin birinin diğerine nazaran relatif işlenme kabiliyeti,  $q$  talaş kesitinin değerine tabi olarak değişebilir. Aynı sebep dolayısıyla karakter ve cins itibariyle farklı madenlerin relatif işlenme kabiliyetleri mukayese edilemez. Bunlar ancak kendi aralarında mukayese edilebilirler. Meselâ, alüminyum alaşımları, çelikler, pirinçler, magneziyum alaşımları gibi.

**Sertlik, kopma mukavemeti ve relatif işlenme kabiliyeti:** Bir çok malzemenin Brinell sertliği ile kopma mukavemeti arasında takribî bir

| $\sigma$ kopma | C         | Cr   | Ni   | Va   | Mn        | S     | Durum              | Isıl işlem                      | İşlenme kabiliyeti |
|----------------|-----------|------|------|------|-----------|-------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| 32             | 1,0-1,4   | —    | —    | —    | 11,0-14,0 | —     | Sıcak dövülmüş     | Su verilmiş                     | 1,0                |
| 46,5           | 0,15-0,25 | —    | —    | —    | 0,30-0,60 | 0,055 | Sıcak haddelenmiş  | —                               | 6,0                |
| 73             | 0,45-0,55 | —    | —    | —    | 0,60-0,90 | 0,055 | Sıcak haddelenmiş  | —                               | 2,9                |
| 91             | 0,45-0,55 | —    | —    | —    | 0,60-0,90 | 0,055 | —                  | (Su verilip tretman yapılmış)   | 1,9                |
| 65             | 0,90-1,05 | —    | —    | —    | 0,60-0,90 | 0,055 | —                  | Tavllanmış                      | 2,4                |
| 62             | 0,15-0,25 | 0,60 | 1,25 | —    | 0,30-0,60 | —     | Sıcak hadde.       | —                               | 3,4                |
| 85             | 0,45-0,55 | 0,60 | 1,25 | —    | 0,60-0,90 | —     | —                  | Normalize                       | 2,1                |
| 68             | »         | »    | »    | —    | »         | —     | —                  | Tavllanmış                      | 3,0                |
| 122            | »         | »    | »    | —    | »         | —     | —                  | (Su verilmiş, tretman yapılmış) | 1,5                |
| —              | 0,45-0,55 | 1,0  | —    | 0,18 | —         | —     | —                  | Tavllanmış                      | 2,9                |
| 160            | »         | »    | —    | «    | —         | —     | —                  | (Su verilmiş, tretman yapılmış) | 1,1                |
| 60             | 0,15-0,25 | —    | 3,50 | —    | 0,30-0,60 | 0,50  | Sıcak hadde.       | —                               | 3,9                |
| 73             | »         | —    | »    | —    | »         | 0,50  | Soğuk şekil veril. | —                               | 2,7                |
| 90             | 0,45-0,55 | —    | 3,50 | —    | 0,40-0,90 | —     | Sıcak hadde.       | —                               | 2,4                |
| 112            | »         | —    | »    | —    | »         | —     | —                  | (Su verilmiş, tretman yapılmış) | 1,9                |

münasebet mevcuttur. Aynı şekilde, bu gibi malzemelerin Brinell sertliği veya kopma mukavemeti ile relatif işlenme kabiliyeti arasında takribî bir münasebet kurmak mümkündür. Genel olarak, bir malzemenin Brinell sertliği veya kopma mukavemeti ne kadar büyükse o malzemenin relatif işlenme kabiliyeti, yani relatif kesme hızı, o derece düşüktür. Nitekim (6) münasebetindeki  $v_{60}$  kesme hızları, daha doğrusu  $C_r$  katsayıları Tablo 5 ve 6 da kopma mukavemeti ve Brinell sertliklerine göre verilmiştir.

Bununla beraber, aynı kopma mukavemeti veya Brinell sertliğine malik iki malzemenin işlenme kabiliyeti büyük farklar gösterebilir. Buna relatif işlenme kabiliyetini ele alarak misal verelim (1) :

S.A.E. 1112 çeliği, soğuk haddelenmiş :  $C : 0,08-0,16$ ,  $Mn : 0,60-0,90$ ,  $S : 0,10-0,20$ ; kopma mukavemeti  $\sigma_k = 62 \text{ kg/mm}^2$ ; akma mukavemeti  $\sigma_a = 53 \text{ kg/mm}^2$ ; uzama 50 mm de % 20; alan büzülmesi % 45; Brinell sertliği 167;

Kalem: 18-4-1,  $r = 1,6 \text{ mm}$

$$C_v = 66$$

S.A.E. X 1112 çeliği, soğuk haddelenmiş :  $C : 0,08-1,3$ ,  $Mn : 0,60-0,90$ ,  $S : 0,20-0,30$ ; kopma mukavemeti  $\sigma_k = 62 \text{ kg/mm}^2$ ; akma mukavemeti  $\sigma_a = 53 \text{ kg/mm}^2$ ; uzama 50 mm de % 20; alan büzülmesi % 45; Brinell sertliği 183;

Kalem: 18-4-1,  $r = 1,6 \text{ mm}$

$$C_r = 90$$

S.A.E. X 1020 çeliği, soğuk haddelenmiş :  $C : 0,15-0,25$ ,  $Mn : 0,70-1,00$ ,  $S : 0,055 \text{ max.}$ ;  $\sigma_k = 60 \text{ kg/mm}^2$ ;  $\sigma_a = 56 \text{ kg/mm}^2$ ; uzama 50 mm de % 8; alan büzülmesi % 57, Brinell 156; kalem 18-4-1,  $r = 1,6 \text{ mm}$

$$C_r = 50$$

S.A.E. 2315 çeliği, soğuk haddelenmiş :  $C : 0,10-0,20$ ,  $Ni : 3,25-3,75$ ,  $Mn : 0,30-0,60$ ;  $\sigma_k = 61 \text{ kg/mm}^2$ ;  $\sigma_a = 55 \text{ kg/mm}^2$ ; uzama 50 mm de % 17; alan büzülmesi % 61, Brinell 192; kalem 18-4-1,  $r = 1,6 \text{ mm}$

$$C_r = 30$$

Bu dört halde de kuru olarak çalışılmış, kesme açıları ve şekil bakımından tamamıyla aynı olan 18-4-1 hız çeliğinden bir kalem kullanılmıştır. Kalemde arka meyil  $8^\circ$ , yan meyil  $14^\circ$ ,  $\alpha$  kesme kenarı açısı  $90^\circ$  dir.

(1) «Manual on cutting of Metals, A. S. M. E. 1939» a istinaden.

Kopma mukavemetleri eşit olan bu dört malzeme kendi aralarında sıralanırsa relatif işlenme kabiliyeti olarak şu sonuçlar bulunur:

|                 |     |
|-----------------|-----|
| S. A. E. 2315   | 1   |
| S. A. E. X 1020 | 1,7 |
| S. A. E. 1112   | 2,2 |
| S. A. E. X 1112 | 3,0 |

Buna benzer bir misal dökme demirler için de verilebilir: Meselâ, 170 Brinell sertliğinde adı bir dökme demir, 240 Brinell'lik bir nikel—krom dökme demirinden daha zor işlenebilir.

**Relatif işlenme kabiliyeti üzerinde kimyevi terkinin tesiri (1):** Bir madeni teşkil eden alaşım elemanlarının takım ömrü (veya relatif işlenme kabiliyeti) üzerindeki tesirleri muhtelifdir. Diğer malzeme için henüz az bilinmekle beraber, çeliğe katılan elemanların relatif kesme hızı üzerindeki tesirleri genel olarak bellidir. Bu tesir kopma mukavemeti veya Brinell sertlikleri eşit kalmak şartıyla mütalea edilmelidir.

**Karbonun tesiri :** 0,1—0,3 arasında *C* nun artışı, relatif kesme hızını orantılı olarak az miktarda artırmaktadır. 0,3—0,9 arasında ise relatif kesme hızı, sıcak haddelenmiş, dövülmüş veya normalize edilmiş halde, karbon artışı ile orantılı olarak az miktarda düşmekte ve tavlama halde bükülme artmaktadır. 300 Brinell'in üstünde su verilmiş halde ise *C* oranı ne olursa olsun bir tesir görülmemektedir.

**Manganezin tesiri:** AISI ye göre Mangenez 0,25—2,0 oranları arasında relatif kesme hızı üzerinde menfi tesir yapmaktadır. Halbuki (Manual on cutting of Metals) daki neticeler manganezin relatif kesme hızını, orantılı olarak arttırdığını göstermektedir.

**Fosfor,** 0—0,15 oranları arasında müsbet tesir yapmakta, yani relatif kesme hızını orantılı olarak artırmaktadır.

**Kükürt,** 0—0,3 oranları arasında orantılı olarak gayet kuvvetli müsbet tesir yapmaktadır.

**Silisyum,** 0—2,0 arasında orantılı olarak zayıf bir menfi tesir yapmaktadır.

**Krom,** 0—1,10 arasında orantılı olarak zayıf bir menfi tesir göstermektedir.

**Nikel'in tesiri,** 0—5,0 arasında orantılı olarak gayet kuvvetli şekilde menfidir.

**Molibden,** 0—0,75 arasında orantılı olarak orta derecede menfi tesir yapmaktadır.

(1) Tool Engineers Handbook, Mc. Graw - Hill, New York, 1949

**Vanadium'un** relatif kesme hızına tesiri yoktur. Yalnız tam tavlama çeliklerde pek kuvvetli menfi bir tesir gösterir.

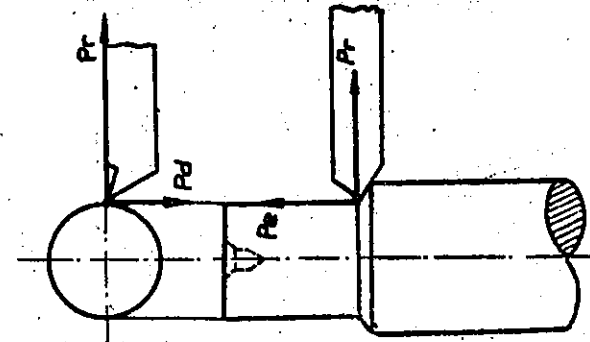
**Relatif işlenme kabiliyeti üzerinde mikrostrüktürün tesiri:** Genel olarak bünye içinde sert elemanlar mevcutsa kalem ömrü düşer ve bünye içindeki kristallerin büyüklüğü arttıkça kalem ömrü artar. Soğuk şekil verme, umumiyetle müsbet tesir yapmaktadır.

**Otomatik çelikleri:** Bu çeliklere Almanca *Automatenstahl* ve İngilizce *Free-cutting steel* denir. İşlenme kabiliyetleri fevkalâde iyi olan çeliklerden ibarettirler. Bu çelikler otomatik tezgâhlar ve revolver tornalarda işlenirler. Özellikleri şunlardır:

1.  $v_c$  kesme hızı yüksektir.
2. İşlenen parçanın yüzel durumu, bu bakımdan başka bir muameleye tâbi tutulmaya lüzum göstermeyecek kadar temizdir.
3. Çıkan talaş kısa kısa ve kırılıcıdır, dolaşma ve tıkanma tevhit etmez.
4. Kesme kuvvetleri küçüktür.

Bu çeliklerde işlenme kabiliyetini artırmak için kükürt oranı çok yüksektir ve % 0,30 u bulur. Aynı maksatla fosfor oranı da nisbeten yüksektir. Son zamanlarda işlenme kabiliyetini artırmak üzere küçük oranlarda kurşun vs. ilâvesinin tesirleri de araştırılmaktadır.

**Kesme kuvvetleri:** Kesme kuvvetleri talaş almada, talaşı kesmekten, talaşa şekil değiştirmekten ve talaş ile takımın bilhassa talaş yüzü arasındaki sürtmeden ileri gelir (Şek. 32). *P* kesme kuvveti bir



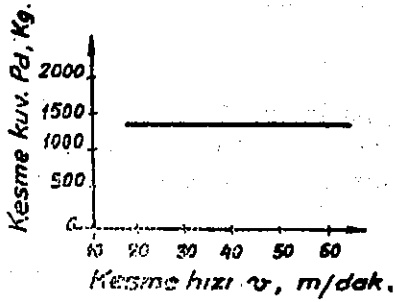
Şekil 32 — Kesme kuvvetinin üç bileşeni

vektör olarak (şiddet ve yön) kesme şartlarına tâbidir ve birbirine dik üç bileşene ayrılır: Eksenal bileşen  $P_x$  (ilerleme kuvveti); radyal bileşen  $P_r$  (kalem kuvveti); düşey bileşen  $P_v$  (asıl kesme kuvveti). Bu bileşenlerin doğrultuları tezgâhın ana hareket doğrultuları ile aynıdır. Bu

üç bileşenden en önemlisi  $P_d$  düşey bileşenidir, diğerleri nisbeten küçük-türler. Bu sebeple ilerde kesme kuvveti tâbiri ile daima  $P_d$  düşey kuvvetini kastedeceğiz.

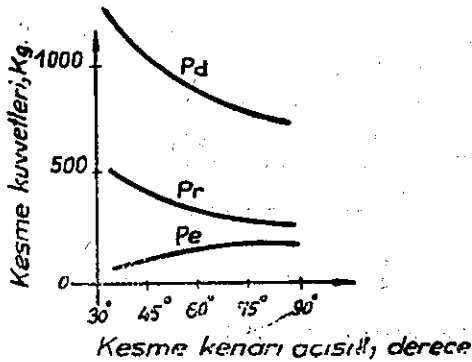
Kesme kuvveti üzerinde kesme hızının tesiri pek azdır ve ihmal edilebilir (Şek. 33).

Kesme kuvvetine kesme sıvısı kullanıp kullanılmamasının tesiri de cüz'iidir. Talaş açısı ve kesme kenarı açısı büyüdükçe kesme kuvveti düşer (Şek. 34).

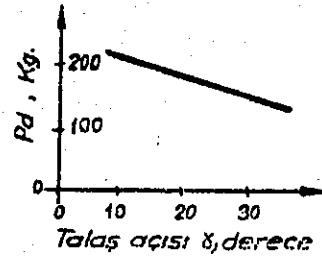


Şekil 33 — Belirli kesme şartları altında kesme kuvvetinin kesme hızına göre değişmesi, takriben yatay bir doğrudan ibarettir. Hakikatte kesme kuvveti, kesme hızı arttıkça cüz'i miktarda düşer.

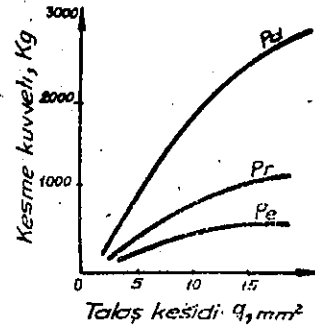
Talaş kesitinin, kesme kuvveti üzerindeki tesiri çok büyüktür. Kesme kuvveti,  $q = a.s$  talaş kesiti arttıkça, degressif olarak (yani azalarak)



Şekil 35 — Belirli kesme şartları altında, kesme kuvvetinin  $\alpha$  açısına göre değişmesi



Şekil 34 — Belirli kesme şartları altında, kesme kuvvetinin talaş açısına göre değişmesi



Şekil 36 — Belirli kesme şartları altında kesme kuvvetlerinin talaş kesitine göre değişmesi

artar (Şek. 36). Bu sebeple  $k_s$  işareti ile gösterdiğimiz, birim talaş kesiti başına ( $mm^2$  başına) düşen kesme kuvveti, talaş kesiti büyüdükçe düşer. Tablo 4 de  $s$  ilerlemesine tâbi olarak  $k_s$  değerleri verilmektedir. Meselâ  $50 \text{ kg/mm}^2$  lik bir çelik halinde,  $s = 0,1 \text{ mm}$  ise  $1 \text{ mm}^2$  talaş kesiti için kesme kuvveti ( $k_s$ )  $400 \text{ kg}$  olduğu halde,  $s = 3,2 \text{ mm}$  ise  $k_s = 80 \text{ kg}$  a düşmektedir.  $k_s$  değeri  $a$  paso derinliği ve  $s$  ilerlemesi arttıkça düşmekle beraber,  $s$  in tesiri  $a$  ya göre çok daha fazladır. Bu sebeple Tablo 4 de  $a$  nın tesiri ihmal edilmiştir.

Kronenberg'e göre kesme kuvveti şu bağıntı ile ifade edilebilir:

$$P_d = k_s \cdot q \quad (10)$$

$$k_s = \frac{C_{ks}}{\sqrt[{\epsilon_{ks}}]{q}} \quad (11)$$

Burada,

$P_d$ : düşey kesme kuvveti,  $kg$

$q$ : talaş kesidi,  $mm^2$

$k_s$ :  $1 \text{ mm}^2$  ye düşen kesme kuvveti ( $k_s = \frac{P_d}{q}$ ),  $kg/mm^2$

$C_{ks} \cdot q = a \cdot s = 1 \text{ mm}^2$  talaş kesiti halinde kesme kuvveti,  $kg$ . Bu değer kesme şartlarına göre değişir, başlıca işlenen malzemeye tâbidir.

$\epsilon_{ks}$ : kesme şartlarına tâbi bir üs.

Takribî  $C_{ks}$  ve  $\epsilon_{ks}$  değerleri tablo 11 de verilmiştir.

Tablo. 11

Takribî  $C_{ks}$  ve  $\epsilon_{ks}$  değerleri

|                 | Çelik<br>Kopma mukavemeti, $kg/mm^2$ |     |     |     | Dökme demir<br>Brinell sertliği |     |     |
|-----------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|---------------------------------|-----|-----|
|                 | 50                                   | 60  | 70  | 80  | 100                             | 140 | 180 |
| $C_{ks}$        | 245                                  | 285 | 330 | 370 | 75                              | 85  | 100 |
| $\epsilon_{ks}$ | 5,1                                  |     |     |     | 7,3                             |     |     |

Tezgâh gücü, kesme hızı, talaş kesiti, kesme kuvveti arasındaki bağıntı ve neticeler :

A) Tezgâhın  $\eta$  verimi ve  $N$  gücü verilmiş olsun. Kalem ömrü 60 dakika olmak üzere tezgâhı tam yükleyecek talaş kesitini bulalım :

$$\eta \cdot N = \frac{P_d \cdot v}{60 \cdot 75} \quad (12)$$

$$\eta \cdot N = \frac{1}{4500} \cdot q \cdot k_s \cdot v_{so}$$

$$k_s = \frac{C_{ks}}{\sqrt{\frac{E_{ks}}{q}}} = C_{ks} \cdot q^{-\frac{1}{2}} \quad \text{ve} \quad v_{so} = \frac{C_v}{\sqrt{\frac{E_v}{q}}} = C_v \cdot q^{-\frac{1}{2}} \quad (13)$$

O halde.

$$\eta \cdot N = \frac{C_v \cdot C_{ks}}{4500} \cdot q^{1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{2}}$$

bulunur. Eğer

$$1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{2} = \alpha \quad (14)$$

dersek

$$\eta \cdot N = \frac{C_v \cdot C_{ks}}{4500} \cdot q^\alpha$$

veya

$$q^\alpha = \frac{4500}{C_v \cdot C_{ks}} \cdot \eta \cdot N \quad (15)$$

olur. Logaritme alırsak,

$$\log q = \frac{1}{\alpha} (\log \frac{4500}{C_v \cdot C_{ks}} + \log \eta + \log N)$$

bulunur,  $q$  yardımı ile  $v_{so}$  kesme hızı hesap edilir.

Bulunan bu  $q$  kesiti ye  $v_{so}$  kesme hızı ile çalışırsa, birim zamanda çıkan talaş hacmi olan  $\delta = v \cdot q$  cm<sup>3</sup>/dak debisi umumiyetle düşük bir değer verir. Şunu hatırlatalım ki, tabloların  $v_{so}$  veya  $v_{zto}$  veya  $v_{i,so}$  1 vermesi demek muhakkak bu kesme hızları ile çalışılacak manasına gelmez. Bilâkis göz önünde bulundurulacak ilk nokta  $\delta = v \cdot q$  debisinin maksimum olmasıdır. Bu husus ayrıca birim talaş hacmi başına düşen güç sarfiyatının minimum olmasını sağlar.

Tezgâhın  $\eta$  verimi ve  $N$  gücü belli olsun. Bu gücü tamamen harcamak üzere  $\delta$  talaş debisinin hangi şartlar altında, yani  $v$  ve  $q$  nün hangi değerleri için maksimum olduğunu arıyalım :

$$\eta \cdot N = \frac{1}{4500} \cdot q \cdot k_s \cdot v$$

$$\delta = v \cdot q \quad (16)$$

dir. O halde

$$\eta \cdot N = \frac{1}{4500} \cdot k_s \cdot \delta = \frac{1}{4500} \cdot C_{ks} \cdot q^{-\frac{1}{2}} \cdot \delta$$

veya

$$\delta \cdot q^{-\frac{1}{2}} = 4500 \cdot \frac{\eta \cdot N}{C_{ks}} = St \quad (17)$$

elde edilir. Logaritme alırsak,  $C_1$  ikinci taraftaki sabitin değeri olmak üzere

$$\log \delta - \frac{1}{2} \log q = \log C_1$$

veya

$$\log \delta = \frac{1}{2} \log q + \log C_1 \quad (18)$$

bulunur.

(17) veya (18) bağıntısından açıkça görüleceği üzere  $q$  talaş kesiti arttıkça, güç sarfiyatı aynı kalmak üzere, tezgâhın birim zamanda çıkardığı  $\delta$  talaş debisi artar.

O halde şu neticeye varırız ki, bilhassa kaba talaş kaldırmada talaş kesitini mümkün merteye büyük seçmek lâzımdır.  $q$  talaş kesiti seçildiğine göre kullanılacak  $v$  kesme hızı şu bağıntı yardımıyla hesaplanır :

$$v_{T, q} = 4500 \cdot \frac{\eta \cdot N}{q \cdot k_s} = 4500 \cdot \frac{\eta \cdot N}{C_{ks}} \cdot q^{-\frac{1}{2}} \quad (19)$$

Kalem ömrü  $T$  ise

$$v_{T,q} \cdot T^n = v_{60,q} \cdot 60^n \quad \text{ve} \quad v_{60,q} = \frac{C_v}{\sqrt{q}} \text{ m/dak} \quad (20)$$

bağıntıları veya

$$\frac{1}{T^n} = \frac{1}{v_{T,q}} \cdot \frac{C_v}{\sqrt{q}} \cdot 60^n \quad (21)$$

bağıntısı ile belirli olur. (21) de  $q$  değeri seçilen talaş kesitinden ibaretir.

(21) deki denkleme (19) dan  $v_{T,q}$  değeri konursa, takım ömrü

$$T^n = \frac{C_v \cdot C_{ks} \cdot 60^n}{4500 \cdot \eta \cdot N} \cdot q^{1 - \frac{1}{\epsilon_v} - \frac{1}{\epsilon_{ks}}} \text{ dakika} \quad (22)$$

bulunur.

$$\frac{C_v \cdot C_{ks} \cdot 60^n}{4500 \cdot \eta \cdot N} = C_1 \quad (23)$$

vazede ve logaritme alırsak

$$\frac{1}{n} \cdot \log T = \left( 1 - \frac{1}{\epsilon_v} - \frac{1}{\epsilon_{ks}} \right) \cdot \log q + \log C_1 \quad (24)$$

elde edilir.

(18) ve (24) bağıntılarından görülüyor ki, tezgâhın kullanılabilir  $\eta \cdot N$  gücünü tamamen harcamak şartıyla,  $q$  talaş kesiti ne kadar büyük seçilirse  $\delta$  talaş debisi ve  $T$  kalem ömrü o derece büyümektedir.

$q$  talaş kesitinin seçimi ise şu şartlar göz önünde bulundurularak yapılır :

a)  $q$  büyüdükçe kesme kuvvetleri de büyüyeceğinden talaş kesiti parçanın, lüzumuna göre, fazla deformasyon yapmayacağı kadar seçilir.

b) (19) bağıntısı göz önüne alınır, tezgâhta mevcut en küçük kesme hızı (parça çapına tâbi olarak), kullanılabilir en büyük  $q$  talaş kesitini verir.  $v$  kesme hızı sifıra yaklaştıkça  $q$  gayet büyük değerler alır.

c) Bazan, parça üzerinde kaldırılacak talaş derinliği küçük ve belirli olur. Bu halde talaş kesiti bu derinliğe göre seçilir.

d) Parçada yüzey düzgünlüğü bahis konusu ise,  $v$  arttıkça yüzey düzgünlüğü artacağından  $v$  gereğine göre seçilerek (19) dan  $q$  tayin edilir.  $q$  böylece belli olunca (18) den  $\delta$  debisi ve (24) den  $T$  kalem ömrü bulunabilir.

B) Tezgâhın  $N$  gücü çalışma şartlarını sınırlandırmıyacak kadar büyük olsun.  $q$  talaş kesitinin  $A$  maddesindeki hususlar göz önüne alınarak tesbit edildiğini farzedelim.  $q$  sabit olduğuna göre,  $v$  ve  $T$  birbirine,  $C$  bir sabiti göstermek üzere,

$$v \cdot T^n = C \quad (25)$$

bağıntısı ile bağılırlar. O halde  $v$  kesme hızı ne kadar büyük alınırsa  $T$  ömrü o derece düşer. Ayrıca  $v$  arttıkça

$$\eta \cdot N = \frac{q \cdot k_s \cdot v}{4500}$$

bağıntısı sebebiyle sarfedilen  $N$  gücü de artar. Fakat yukarıda tezgâh gücünün yeter olduğunu kabul etmiştik. Güç bakımından bir zorluk olmadığına göre acaba  $v$  ve  $T$  yi nasıl seçmelidir:

$v$  kesme hızı ne derece büyük alınırsa  $\delta = v \cdot q$  talaş debisi o derece artar ve birim zaman zarfında işlenen parça sayısı da çoğalır, dolayısıyla parça maliyeti düşmüş olur. Fakat kesme hızını haddinden fazla artırırsak bu defa (25) bağıntısı dolayısıyla takımın  $T$  ömrü çok düşer ve takımı çok sık sökmek, bilemek, yerine takarak ayarlamak icap eder ki, bu da bir masraf demek olduğundan parça maliyetinin azalacağı yerde çoğalmasına sebep olabilir. Bu muhakeme gösteriyor ki, takım ömrü için, parça başına maliyeti asgarî kılan bir değer mevcuttur.

Hesabımızı yapabilmek için aşağıdaki notasyonları kabul edelim :

$v$  = kesme hızı (m/dak)

$T$  = takım ömrü (dak)

$n$  = kesme şartlarına tâbi olarak az değişen adedi bir değer.

$U_1$  = tezgâhı çalıştıran işçinin saat başına ücreti (lira/saat)

$U_2$  = daima o tezgâh ile meşgul yardımcıların saat başına ücreti

$N$  = yardımcıların sayısı

$U_3$  = tezgâhı ayarlayan ustanın ücreti (lira/saat)

$U_4$  = takım bileyici işçinin ücreti (lira/saat)

$U_a$  = takıma ilkel şekil veren ustanın ücreti (lira/saat)

$U_b$  = takıma ilkel şekil vermede yardımcılarının ücreti (lira/saat)

$G_i$  = tezgâh işçisinin ve yardımcılarının ücretlerinden ayrı olarak, şahısları başına düşen genel masraf payı (lira/saat)

$G_a$  = tezgâhı ayarlayan ustanın payına düşen genel masraf payı (lira/saat)

$G_b$  = bileyicinin payına düşen genel masraf payı (lira/saat)

$G_d$  = takıma ilkel şekil veren usta ve yardımcılarının payına düşen genel masraf payı (lira/saat)

$M_i$  = tezgâhin birim çalışma zamanı başına düşen bütün masraflar (amortisman, bakım, genel masraf, cereyan, yağ sarfiyatı vs.) (lira/saat)

$M_b$  = bileme tezgâhinin birim çalışma zamanı başına düşen bütün masraflar (lira/saat)

$M_d$  = ilkel şekil vermede kullanılan çekiç ve fırının birim çalışma zamanı başına düşen bütün masraflar (lira/saat)

$t_a$  = bir takımı değiştirmek ve ayarlamak için gerekli zaman (dak)

$t_b$  = bir takımı bilemek için gerekli zaman (dak)

$t_d$  = bir takıma ilkel şekil vermek için gerekli zaman (dak)

$f$  = bir takıma her ilkel şekil vermeden sonra yapılabilecek bileme sayısı

$P$  = takımın bir defa bilenmesi masrafı (lira)

$H$  = bir parçanın tezgâha bağlanması, çözülmesi, takımın parçaya yanıştırılması masrafı (lira/parça). Belli bir parça için işleme şartları aynı tutulursa  $H$  masrafı da sabittir.

Bir parçanın imâli için gerekli masrafı hesap etmek üzere her ameliyi teker teker göz önüne alalım <sup>(1)</sup>:

Evvelâ bir parçanın tezgâhta işlenmesi sırasında yapılan masrafı bulalım: Birim zamanda işlenebilecek parça sayısı  $m$  ise bu sayı, işleme şartları aynı kaldığından kesme hızı  $v$  ile mütenasiptir, yani  $A$  bir sabit olmak üzere  $m = A \cdot v$  parça/saat dir. Bir parçanın işlenmesi için geçen zaman (Bak: 25 bağıntısı)

(1) Manual on Cutting of Metals, A. S. M. E. New York, 1939

$$\frac{60}{m} = \frac{60}{A \cdot v} = \frac{60}{A \cdot \frac{C}{T^n}} = \frac{60}{A \cdot C} \cdot T^n \quad \text{dak.}$$

olu. O halde bir parçanın işlenme masrafı

$$M_1 = \frac{60}{A \cdot C} \cdot T^n \cdot \left[ \frac{1}{60} \left[ U_i + N \cdot U_b + (N+1) G_i + M_i \right] \right] = \frac{60}{A \cdot C} \cdot T^n \cdot \Sigma_1 \text{ lira}$$

bulunur.

Parça başına takımın değiştirilmesi ve ayarlanması masrafına gelince, bir parçanın işlenme zamanı  $60 \cdot m$  olduğuna, takım ömrü  $T$  olduğuna göre, bir parçanın işlenmesi sırasında takımın bilenme sayısı

$$\frac{60}{m} \cdot \frac{1}{T} = \frac{60}{A \cdot v \cdot T} = \frac{60}{A \cdot C \cdot T^{1-\frac{1}{n}}} = \frac{60}{A \cdot C} \cdot T^{\frac{1}{n}-1}$$

olacaktır. O halde parça başına değiştirme ve ayarlama masrafı

$$M_2 = \frac{60}{A \cdot C} \cdot T^{\frac{1}{n}-1} \cdot \left[ \frac{t_a}{60} (U_a + G_a + M_i) \right] = \frac{60}{A \cdot C} \cdot T^{\frac{1}{n}-1} \cdot \Sigma_2 \text{ lira}$$

bulunur.

Parça başına takım bileme masrafı ise

$$M_3 = \frac{60}{A \cdot C} \cdot T^{\frac{1}{n}-1} \cdot \left[ \frac{t_b}{60} (U_b + G_b + M_b) \right] = \frac{60}{A \cdot C} \cdot T^{\frac{1}{n}-1} \cdot \Sigma_3 \text{ lira}$$

bulunur.

Parça başına takıma ilkel şekil verme masrafı

$$M_1 = \frac{60}{A.C} \cdot T^{\frac{1}{n}-1} \cdot \left\{ \frac{1}{f} \left[ \frac{t_a}{60} (U_a + U_k + 2G_a + M_a) \right] \right\}$$

$$= \frac{60}{A.C} \cdot T^{\frac{1}{n}-1} \cdot \Sigma_a \text{ lira}$$

olur.

Parça başına takım malzemesi masrafı ise

$$M_2 = \frac{60}{A.C} \cdot T^{\frac{1}{n}-1} \cdot P \quad \text{lira}$$

olur. O halde parça başına toplam masraf :

$$M = H + M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 = H + \frac{60}{A.C} \cdot T^{\frac{1}{n}} \cdot \Sigma_c$$

$$+ \frac{60}{A.C} \cdot T^{\frac{1}{n}-1} \cdot (\Sigma_a + \Sigma_b + \Sigma_d + P) \quad (26)$$

olacaktır.  $M$  maliyetinin  $T$  takım ömrüne tâbi olduğu görülüyor.  $M$  maliyetinin  $T$  takım ömrünün hangi değeri için asgari olduğunu bulmak için  $T$  ye göre türev olarak sifıra eşit kılırsak

$$\frac{dM}{dT} = 0 + \frac{60}{A.C} \cdot \frac{1}{n} \cdot T^{\frac{1}{n}-2} \cdot \Sigma_c +$$

$$\frac{60}{A.C} \cdot \left( \frac{1}{n} - 1 \right) \cdot T^{\frac{1}{n}-2} \cdot (\Sigma_a + \Sigma_b + \Sigma_d + P) = 0$$

veya

$$\frac{1}{n} \cdot \Sigma_c \cdot T^{\frac{1}{n}-1} = \left( 1 - \frac{1}{n} \right) \left( \Sigma_a + \Sigma_b + \Sigma_d + P \right) \cdot T^{\frac{1}{n}-2}$$

veya

$$\Sigma_c \cdot T_{ek} = (n-1) \cdot (\Sigma_a + \Sigma_b + \Sigma_d + P) \quad (27)$$

bulunur. Bu münasebet gösteriyor ki, bir takım ömrü süresince tezgâhın usta, yardımcı, amortisman, bakım, güç, yağ vesaire masrafları toplamı, takımın bir defa için ayarlanma, bilenme, ilkel şekil verme, takım malzemesi masrafları toplamının  $(n-1)$  misli ise en ekonomik çalışma temin edilmiş olur. Bu en ekonomik halde takım ömrü

$$T_{ek} = (n-1) \cdot \frac{1}{\Sigma_c} \cdot (\Sigma_a + \Sigma_b + \Sigma_d + P) \quad (28)$$

veya

$$\frac{t_a}{60} (U_a + G_a + M_1) + \frac{t_b}{60} (U_b + G_b + M_2) +$$

$$\frac{t_a}{60} \cdot \frac{1}{f} \cdot (U_d + U_k + 2G_d + M_d) + P$$

$$T_{ek} = (n-1) \cdot \frac{1}{60} \left[ U_i + N \cdot U_v + (N+1) G_i + M_i \right] \text{ dak}$$

münasebeti yardımıyla hesaplanabilir.

*Tatbikat 1.* Bir torna tezgâhında takımı bizzat tornacı biliyor ve ayaılırsa, yardımcısı yoksa, takma uçlu hız çeliğinden bir takım kullanılıyorsa ve dolayısıyla ilkel şekil verme masrafı yoksa yukardaki değerler takriben :

$$U_i = U_v = U_n = 1,2 \text{ lira/saat} \quad M_i = \frac{18000 \text{ TL}}{15 \text{ sene} \times 300 \text{ gün} \times 8 \text{ saat}} = 0,5 \text{ lira/saat}$$

$$G_i = G_n = G_v = 1,2 \text{ lira/saat} \quad t_a = 5 \text{ dak} \quad M_b = 0,25 \text{ lira/saat}$$

$$t_b = 2 \text{ dak} \quad P = \frac{5 \text{ lira}}{50 \text{ bileme}} = 0,1 \text{ lira}$$

mertebesindedirler. O halde

$$\Sigma_c = 0,05 \text{ lira/dak}$$

$$\Sigma_a = 0,24 \text{ lira}$$

$$\Sigma_b = 0,09 \text{ lira}$$

$$\Sigma_d = 0$$

bulunur. Netice olarak takım ömrünün



İşçi çalıştırma

$$T = 7 \cdot \frac{1}{0,05} \cdot (0,24 + 0,09 + 0,10) \approx 60 \text{ dak}$$

İşçi

olarak seçilmesi en iktisadî işlemeyi temin edecektir.

*Tatbikat 2.* Tezgâhı bir işçi çalıştırsın ve ayarlasın, takıma bir yardımcı ile bir işçi döverek ilkel şekil versin ve takım takımhanede bir bileyici tarafından bilensin. Ayrıca, aşağıdaki değerlerin cârî olduğunu farzedelim :

$$\begin{aligned} U_a = U_t = 1,00 \text{ lira/saat} & \quad G_a = G_t = 1,80 \text{ lira/saat} & M_b = 0,50 \text{ lira/saat} & f = 20 \\ U_b = 2,00 & \gg \gg & G_b = 1,80 & \gg \gg & M_d = 1,00 & \gg \gg & n = 8 \\ U_d = 2,00 & \gg \gg & G_d = 1,80 & \gg \gg & t_a = 1,5 \text{ dak} & P = 0,10 \\ U_k = 1,50 & \gg \gg & M_t = 1,00 & \gg \gg & t_b = 2,5 & \gg \\ & & & & t_d = 5 & \gg \end{aligned}$$

$$T_{ek} = (8 - 1) \frac{1,5 \cdot 4,60 + 2,5 \cdot 4,30 + 0,25 \cdot 8,10 + 0,1}{4,60} \text{ dak}$$

veya

$$T_{ek} = 7 \cdot \frac{19,82}{4,60} \approx 30 \text{ dak}$$

bulunur.

*Tatbikat 3.* Bir revolver torna tezgâhının çalıştırılmasında ortalama aşağıdaki değerlerin cârî olduğunu farzedelim :

$$\begin{aligned} U_a = U_t = 2,00 \text{ lira/saat} & \quad G_b = 2,00 \text{ lira/saat} & t_a = 30 \text{ dak} \\ U_b = 2,00 & \gg \gg & M_t = 1,00 & \gg \gg & t_b = 4 & \gg \\ G_a = G_t = 2,00 & \gg \gg & M_b = 0,50 & \gg \gg & P = 0,2 \text{ lira} \\ & & & & n = 8 \end{aligned}$$

$$T_{ek} = 7 \cdot \frac{15 \cdot 5 + 4 \cdot 4,5 \cdot 0,2}{5} = \frac{7 \cdot 93,2}{5} \text{ dak}$$

veya

$$T_{ek} \approx 130 \text{ dak}$$

bulunur.

*Tatbikat 4.* Otomatik torna hâli :

$$\begin{aligned} U_a = 3,00 & \text{ lira/saat} & G_t = 1,00 & \text{ lira/saat} & t_a = 30 \text{ dak} \\ U_t = \frac{3,00}{3} = 1,00 & \gg \gg & G_b = 2,00 & \gg \gg & t_b = 10 \gg \\ & & M_d = 1,50 & \gg \gg & P = 0,3 \text{ lira} \\ U_b = 2,00 & \gg \gg & M_b = 0,50 & \gg \gg & n = 8 \\ G_a = 2,00 & \gg \gg & & & \end{aligned}$$

O halde

$$T_{ek} = 7 \cdot \frac{30 \cdot 5 + 10 \cdot 4,5 + 0,3}{3,5} = 7 \cdot \frac{195,3}{3,5} \text{ dak}$$

veya

$$T_{ek} = 390 \text{ dak}$$

bulunur.

Şunu kaydedelim ki, takım ömürlerinde yapılacak hatalar maliyete ortalama aşağıdaki nisbette tesir etmektedir (1) :

| $T / T_{ek}$ | Yüzde maliyet artışı |
|--------------|----------------------|
| 1/5          | 23                   |
| 1/2          | 3                    |
| 1            | 0                    |
| 2            | 2                    |
| 4            | 8                    |

O halde takım ömründe iki misli kadar yapılacak bir hata maliyete en fazla % 3 kadar tesir edebilmektedir. Bu husus göz önüne alınır, keskin maliyet hesaplarının yapılamıyacağı atölyelerde, tezgâh sınıfına göre takım ömürlerini, meselâ aşağıdaki gibi guruplaştırmanın yerinde olacağı anlaşılır :

Paralel tornalar ve prodüksiyon tornaları için  $T = 60 \text{ dak}$

Revolver Tornalar için  $T = 120 \text{ dak}$

Otomatik Tornalar için  $T = 480 \text{ dak}$

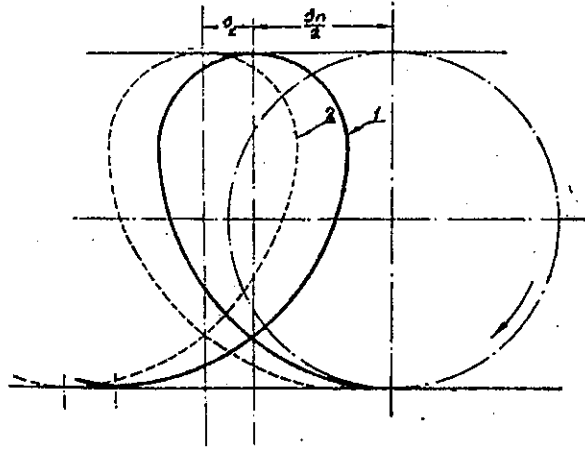
(1) F. Akün, Talaş kaldırmada maliyet, İstanbul Teknik Üniversitesi Bülteni, 1956

## P l a n y a l a m a

Esas itibariyle tornalamanın aynıdır. Yalnız parça ile kalemin teması daha az devamlıdır. Bu husus cüz'i farklılara sebep olur.

## F r e z e l e m e

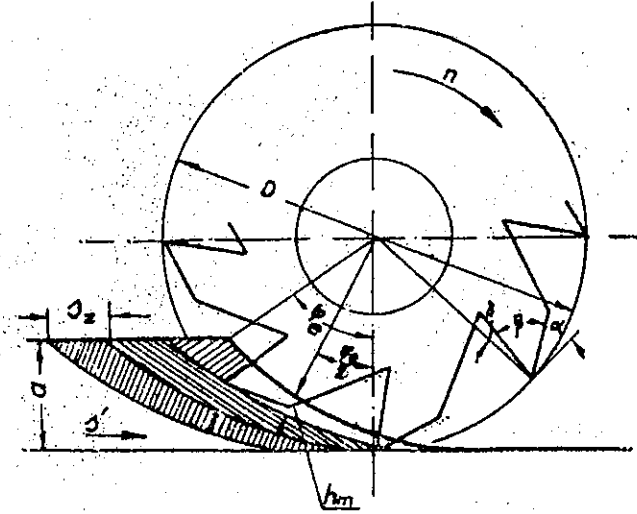
Tornalamada takımın kesici ağı parça ile daimi temas halinde kaldığı halde, frezelemede freze bıçağı üzerinde bulunan bir çok diş-



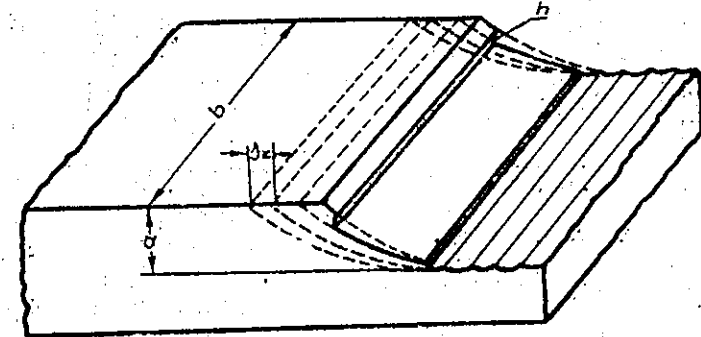
Şekil 37 -- Freze bıçağı dış kenarlarının yörüngeleri. 1 ve 2 eğrileri, müteakip iki diş ağına ait birer sikloid yörüngedir.

ten her biri sıra ile ancak kısa bir müddet parçayı keser ve sonra boş dönerler. Dişler böylece parça ile devamlı temasta kalmayıp kademeli olarak çalıştıklarından başka, umumiyetle talaş kesiti de her an değişir.

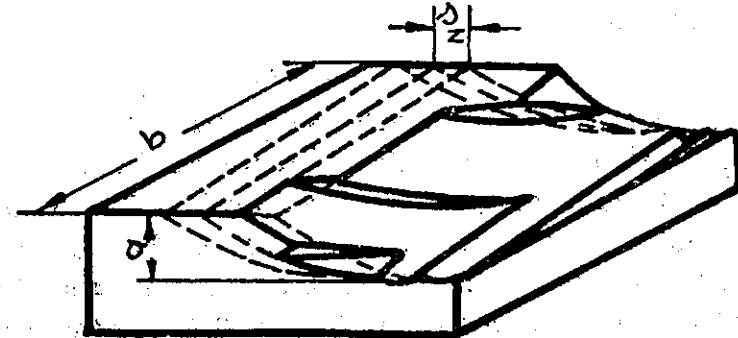
Frezelemede frezenin her noktası ve bu arada kesici ağızlar, parçaya göre relâtif harekette birer sikloid eğrisi çizerler (Şek. 37). Mü-



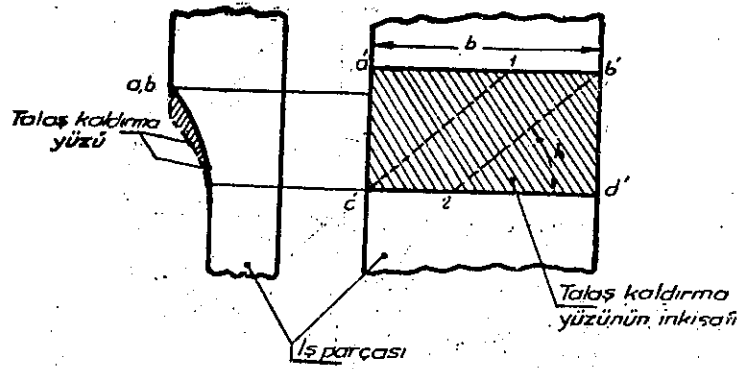
Şekil 38 -- Talaş kalınlığının bir virgül şekline göre değişmesi



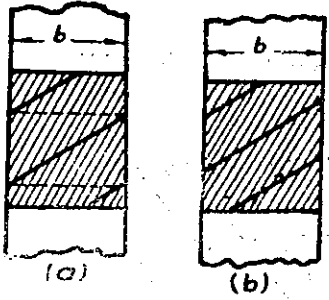
Şekil 39 -- Düz dişli vals freze bıçağında talaş kesiti



Şekil 40 -- Eğik dişli vals freze bıçağında talaş kesiti



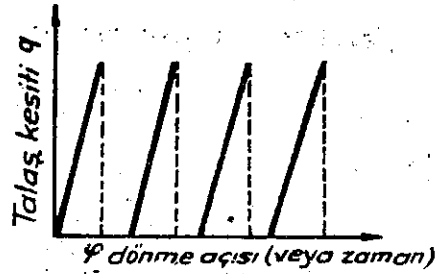
Şekil 41 — Talaş kaldırma yüzünün açılımı



Şekil 42 — Freze bıçağı dişlerinin aksenal hatvesi ve b frezeleme genişliği:

- Frezeleme genişliği, bıçak aksenal hatvesinin tam bir misli
- Tam bir misli değil

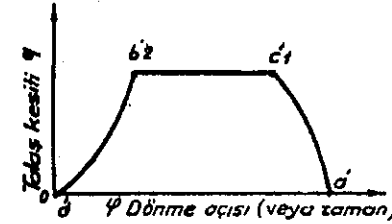
teakip iki dişe ait yörüngeler arasında kalan kısım (Şek. 38) bir virgül şeklindedir. Bu virgül şekli, «talaş kalınlığı»nın nasıl değiştiğini gösterir. Yani virgül şeklindeki alan talaş kesiti değildir. Talaş kesiti, talaş kalınlığı ve talaş genişliğinin teşkil ettiği bir alandır. Görülüyor ki, bir dişe ait kesme kenarı önünde bulunan talaş kesiti her an değişecek ve her diş için sıfırdan başlayıp bir maksimum değere kadar çıkacaktır. Şayet freze bıçağı düz dişli ise (Şek. 39) talaş kalınlığı, virgül şekline



Şekil 43 — Düz dişli bir freze bıçağı için bıçağın dönüşüne tâbi olarak talaş kesitinin değişmesi

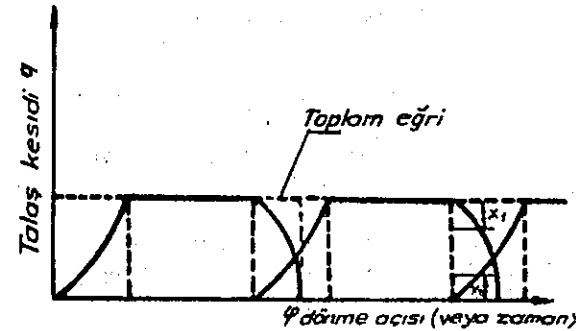
uygun olarak değişir. O halde parçanın frezelenen b genişliği de aynı kalıyorsa, talaş kesiti de yine virgül şekline uygun olarak değişecektir. Çünkü bu halde talaş genişliği, b frezeleme enine eşit olup sabit kalacaktır (Şek. 43).

Halbuki eğik dişli freze bıçakları halinde, bir dişe ait işleme genişliği (talaş genişliği), parçanın b frezeleme genişliği sabit kalsa bile değişir (Şek. 40). Bu halde talaş kesitinin değişmesinde, hem talaş kalınlığının virgül şekline göre değişmesi ve hem de talaş genişliğinin değişmesi rol oynar.



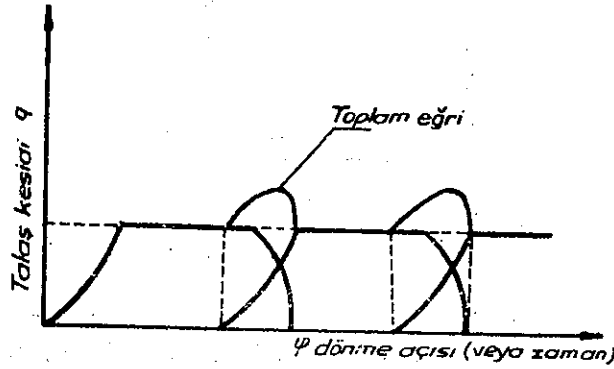
Şekil 44 — Helisel dişli bir freze bıçağında tek bir diş için talaş kesitinin dönüşe tâbi olarak değişmesi

Bir freze dişinin bir sikloid eğrisi boyunca frezelediği talaş kaldırma yüzünü bir düzlem üzerine inkışaf ettirelim (Şek. 41). Böylece a b c d yüzü a' b' c' d' halinde inkışaf etmiş olsun. Freze dişlerinin helis meylli λ olsun. Bu halde λ meylli ile c' 1 ve b' 2 doğrularını çizersek, bu iki



Şekil 45 — Helisel bir freze bıçağında, aksenal hatvenin frezeleme genişliğine eşit olması hâli

durum arasında her hangi bir durumda, freze dişinin önündeki talaş kesiti daima aynıdır. Fakat bu iki sınır durumun dışında diş,  $d'$  den  $b'2$  ye kadar artan ve  $c'1$  den  $a'$  ye kadar azalan bir talaş kesiti karşısında kalır. (Şek. 44) bu halde bir diş için talaş kesitinin dönmeye tâbi olarak nasıl değiştiğini göstermektedir.  $b$  frezeleme genişliği veya  $\lambda$  meyli küçük olduğu takdirde böyle bir  $c'1$   $b'2$  bölgesi mevcut olmayabilir. Fakat böyle bir bölge olmasa da frezenin bütün dişleri önünde bulunan mecmu talaş kesiti sabit kılınabilir. Bu şart,  $b$  frezeleme genişliği, freze dişlerinin freze eksenine doğrultusunda ölçülen aksenel hatvesine eşit veya bu hatvenin tam bir misli olduğu zaman tahakkuk eder (Şek. 42 a. ve Şek. 45). Aksi halde toplam  $q$  talaş kesiti dönüşe tâbi olarak değişir (Şek. 42 b ve Şek. 46).



Şekil 46 — Helisel dişli freze bıçağında lâlédain durum

**Kesme kuvvetleri:** Kesme kuvvetleri talaş kesitine tâbi olarak değişir. Freze dişine ve parçaya  $P$  bileşge kuvveti tesir eder (Şek. 47). Parçaya tesir eden  $P$  kuvveti,  $D$  düşey ve  $Y$  yatay bileşenlerine ayrılır.

Dişe tesir eden  $P$  kuvveti  $\zeta$  çevresel,  $R$  radyal bileşenlerine ayrılır.

Eğer freze helisel ise, ayrıca  $E$  aksenel kuvveti mevcut olup, asıl bileşge kuvvet  $E$  ve  $P$  kuvvetlerinin toplamından teşekkül eder.

Kesme kuvvetlerine girmeden evvel, bu kuvvetlerin bağlı oldukları muhtelif faktörleri gözden geçirmek gerekir. Freze bıçağına ait büyüklükler (Şek. 38, 47 ve 48) :

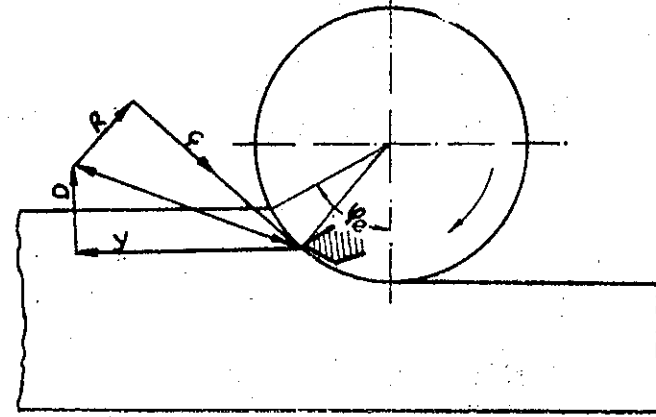
$D$  Freze dış çapı,  $mm$

$z$  Diş sayısı

- $\varphi$  ( $a$ ) paso derinliğine tekabül eden talaş kavrama açısı
- $\lambda$  Eğim açısı
- $\gamma$  Dişin talaş açısı
- $\alpha$  Dişin taban açısı

İşlemeye ait büyüklükler:

- $v$  kesme hızı,  $m/dak$
- $n$  frezenin dakikada devir sayısı,  $devir/dak$
- $s'$  dakikada ilerleme,  $mm/dak$
- $s$  diş başına ilerleme,  $mm$
- $s_n$  devir başına ilerleme,  $mm$
- $b$  frezeleme genişliği,  $mm$
- $a$  paso derinliği,  $mm$



Şekil 47 — Freze bıçağı dişine ve parçaya tesir eden kuvvetler

**Ortalama talaş kalınlığı:** Bir vals frezede güç ve ortalama momentin hesabı için  $h_m$  ortalama talaş kalınlığı'ndan faydalanmanın uygun olduğu görülmüştür.  $h_m$ ,  $\varphi$  2 açısına tekabül eden talaş kalınlığından ibarettir <sup>(1)</sup> (Şek. 48). O halde:

$$h_m = s \cdot \sin \frac{\varphi}{2}$$

olur. Halbuki

<sup>(1)</sup> H. H. Klein, Werkstattbücher, Heft 88, Springer, Berlin, 1948

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \varphi}{2}}$$

ve

$$\cos \varphi = \frac{\frac{D}{2} - a}{\frac{D}{2}} = 1 - \frac{2a}{D}$$

bağıntıları mevcut olup

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \sqrt{\frac{a}{D}}$$

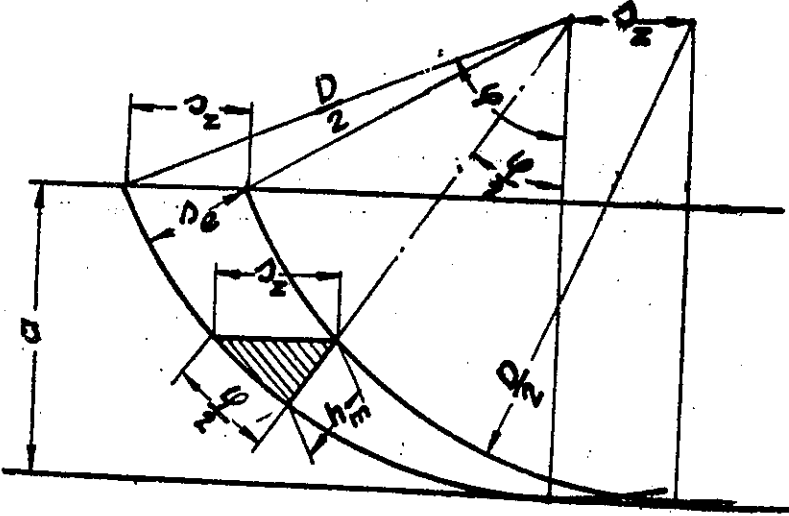
bulunur. O halde

$$s_n = \frac{s'}{n}, s_z = \frac{s_n}{z}, s_z = \frac{s'}{n \cdot z} \quad (29)$$

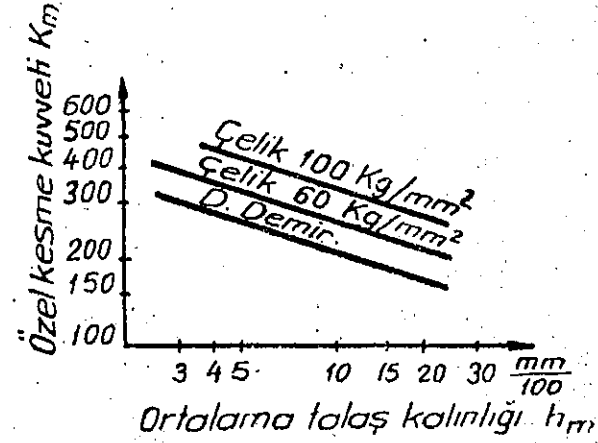
olduğundan

$$h_m = s_z \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} = \frac{s'}{n \cdot z} \cdot \sqrt{\frac{a}{D}} \quad (30)$$

dir.

Şekil 48 — Ortalama talaş kalınlığı  $h_m$ 

Birim talaş kesiti ( $mm^2$ ) başına düşen kesme kuvvetine *özel kesme kuvveti* denir.  $k_m$  özel kesme kuvveti,  $h_m$  ortalama talaş kalınlığına tâbidir (Şek. 49).  $k_m$  ile  $N$  kesme gücü arasında şu bağıntı vardır (daha doğrusu  $k_m$  değeri aşağıdaki bağıntı ile tarif edilmiştir) (1):



Şekil 49 — Özel kesme kuvvetinin, ortalama talaş kalınlığına tâbi olarak değişmesi

$$N = \frac{k_m \cdot a \cdot b \cdot s'}{60 \cdot 102 \cdot 1000} \text{ kW} \quad (31)$$

Tezgâhın motor tahrik gücü  $N$ , yi bulmak için  $N$  gücünü tezgâh verimi  $\eta$  ya bölmek gerekir:  $N_1 = N / \eta$ , yarım yükten tam yüke kadar tezgâhın yapısı ve tipine tâbi olarak, 0.60 ile 0.90 arasında değişir.

Frezeleme gücü, *özel talaş debisi*  $V_s$  ( $cm^3/kW \cdot dak$ ) yardımı ile daha kolay olarak bulunabilir ve bulunan değerler pratik için yeter hassasiyettedir:

$$N = a \cdot b \cdot s' \cdot 1000 V_s$$

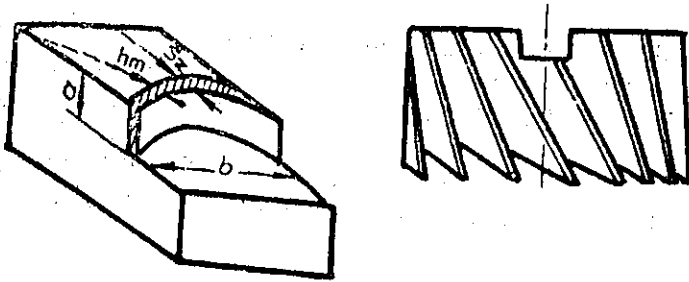
Bu grezeleme gücüne frezenin tahrik gücü ile ilerleme gücü dahildir. Tablo 12 de iş parçası malzemesine tâbi olarak özel talaş debileri verilmektedir.

(1) E. Brödner, Fräser. Werkstattbücher, Heft 22, Springer, Berlin, 1948

Tablo 12. Frezelemede özel talaş debisi

| Malzeme                         | cm <sup>3</sup> /kW.dakika |
|---------------------------------|----------------------------|
| Yumuşak çelik,<br>Temper döküm  | 12—16                      |
| Çelik:                          |                            |
| 60 kg mm <sup>2</sup> ye kadar  | 12—15                      |
| 85 kg mm <sup>2</sup> ye kadar  | 10—13                      |
| 95 kg mm <sup>2</sup> ye kadar  | 9—12                       |
| 110 kg mm <sup>2</sup> ye kadar | 7—9                        |
| Dökme demir:                    |                            |
| 200 B. ye kadar                 | 20—28                      |
| 200 B. den sert                 | 15—20                      |
| Bronz:                          | 20—24                      |
| Pirinç:                         | 30—45                      |
| Hafif madenler:                 | 40—80                      |

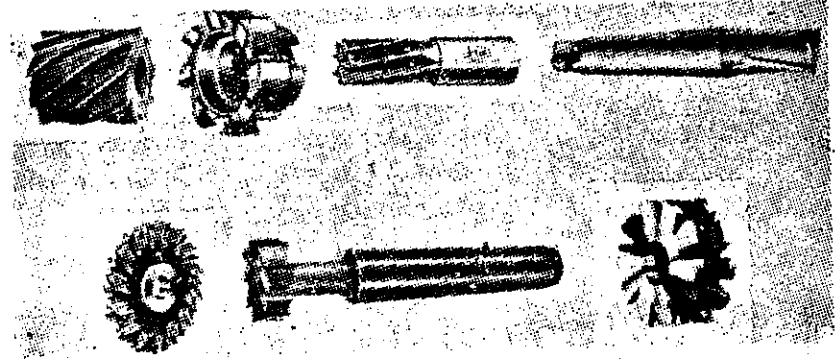
Yukarda izah ettiğimiz hususlar genel olmakla beraber daha ziyade vals frezeler için doğrudurlar. Meselâ alın frezelemede vals frezelemeye göre *a* ve *b* birbiri ile yer değişir (Şek. 50).



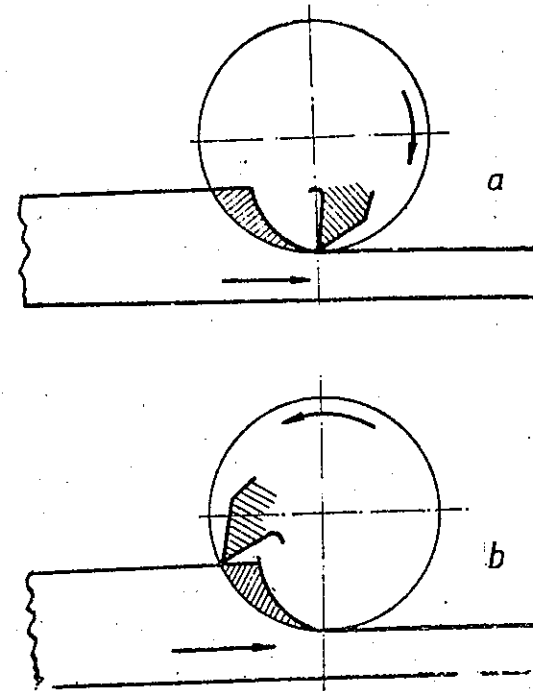
Şekil 50 — Alın frezelemede paso derinliği, diş başına ilerleme ve ortalama talaş kalınlığı

Vals frezelerde freze dişleri dönme eksenini etrafındaki bir silindirin üzerine sıralandığı halde, alın frezelerde ayrıca silindirlerin alın yüzlerinden biri üzerinde radyal (çapsal) dişler bulunur. Takma dişli freze bıçakları, alın frezeleme prensibine göre çalışırlar.

(Şek. 51) de sırasıyla vals, alın, saft, parmak, kanal, T kanalı, form freze bıçakları görülmektedir.



Şekil 51 — Muhtelif tip freze bıçakları



Şekil 52 — Frezeleme tipi:  
a) Zıt yönlü frezeleme  
b) Eş yönlü frezeleme

Tablo 13. Düz yüzeylerin frezelenmesinde kesme hızı ve ilerlemeler  
(Zıt yönlü frezeleme hâli için).

a) Hız çeliğinden vals frezeler, vals alın frezeler ve şaft frezeler  
( $a = 3-5 \text{ mm}$ ).

| Malzeme   | Kaba talaş                      |                                  | Son pasolar                     |                                  |
|---|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
|   | Kesme hızı<br>$v \text{ m/dak}$ | İlerleme $s'$<br>$\text{mm/dak}$ | Kesme hızı<br>$v \text{ m/dak}$ | İlerleme $s'$<br>$\text{mm/dak}$ |
| Yumuşak çelik   | 16—20                           | 90—112                           | 20—25                           | 50—63                            |
| Semante çelik (110 kg/mm <sup>2</sup> )                 | 10—13                           | 56—71                            | 13—16                           | 32—40                            |
| Dökme demir, Brinell<br>sertliği 180 kg/mm <sup>2</sup> | 13—16                           | 112—140                          | 16—20                           | 63—80                            |
| Hafif madenler  | 200—300                         | 250—400                          | 250—335                         | 100—200                          |
| Pirinç  | 32—40                           | 180—220                          | 40—45                           | 100—125                          |

b) Takma dişli alın frezeler ( $a = 3-5 \text{ mm}$ ):

| Malzeme                                    | Diş malzemesi | Kaba talaş                      |                                  | Son pasolar                     |                                  |
|--|---------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
|  |               | Kesme hızı<br>$v \text{ m/dak}$ | İlerleme $s'$<br>$\text{mm/dak}$ | Kesme hızı<br>$v \text{ m/dak}$ | İlerleme $s'$<br>$\text{mm/dak}$ |
| Yumuşak çelik                              | HÇ            | 20—25                           | 90—140                           | 25—32                           | 45—56                            |
|  | SK            | —                               | —                                | —                               | —                                |
| Semante çelik<br>(110 kg/mm <sup>2</sup> ) | HÇ            | 13—16                           | 56—90                            | 16—18                           | 22—33                            |
|  | SK            | 32—40                           | 80—90                            | 40—45                           | 56—71                            |
| Dökme demir<br>B. 180                      | HÇ            | 16—20                           | 125—180                          | 20—25                           | 56—71                            |
|  | SK            | 50—63                           | 140—200                          | 63—71                           | 125—180                          |
| Hafif madenler                             | HÇ            | 250—335                         | 280—400                          | 315—400                         | 100—180                          |
|  | SK            | 400—500                         | 500—630                          | 500—630                         | 250—355                          |
| Pirinç                                     | HÇ            | 50—63                           | 50—63                            | 50—63                           | 90—112                           |
|  | SK            | —                               | —                                | —                               | —                                |

HÇ = Hız çeliği, SK = Sinterlenmiş karbür

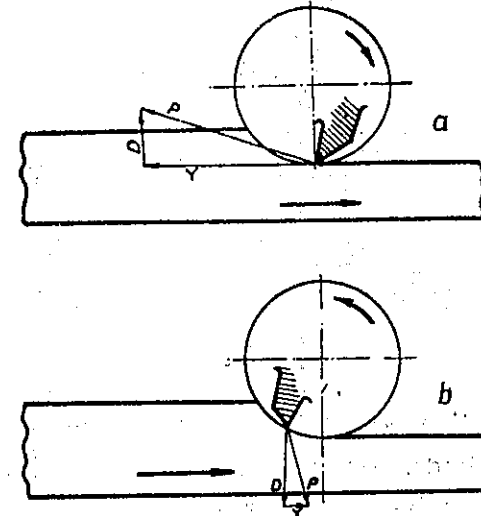
Kanal frezeleri hâlinde hızlar (Tablo 13 a) daki kadar olmakla beraber, ilerlemeleri takriben tablodaki değerlerin 0,6 sı kadar almak gerekir.

Alın frezeleme, vals frezelemeye nazaran daha avantajlıdır. Birinci plânda, talaş kalınlığının kesme boyunca daha az değişmesi sebebiyle kesme kuvvetlerinin de daha az değişmesi gelir. Kesme böylece tornalamaya yaklaşır ve bıçağın ömrü artar. Ayrıca alın frezelemede, bıçakları vals frezelemeye göre daha kısa ve yakından bağlamak mümkündür. Meselâ, alın frezeler ile vals alın frezeler daha kısa saplar vasıtasıyla takım miline ve takma dişli frezeler ise doğrudan doğruya takım mili burnuna takılabilirler. Bu sebeple bıçak daha az yaylanır ve daha az titreşim yapar. Diğer taraftan radyal yöndeki bu titreşim yalnız talaş kalınlığı üzerine tesir edip, asıl işlenen yüzeye dokunmadığından işlenen yüzey daha temiz çıkar.

**Kesme hızı ve ilerlemeler:** Bir freze bıçağı iş parçasına göre iki türlü çalışabilir: *Zıt yönlü* ve *eş yönlü* (Şek. 52).

a) Normal olarak *zıt yönlü* frezeleme usulü tatbik edilir. Faydalarını kısaca şunlardır: (1) Tezgâhın kızaklarında boşluk olması bir mahzur teşkil etmez. (2) Dökme parçalarda dişler daima işlenmiş yüz ile temas edip, sert ve aşındırıcı kabuk kısmı ile temas etmediğinden bıçağın ömrü daha uzun olur.

b) *Eş yönlü* frezelemenin faydaları: (1) Dişler (a) halindeki gibi işlenmiş yüzü sürtünerek değil daha serbest olarak girerler. (2) Zıt yönlü frezelemede talaşlar işlenecek yüzey üzerine yığıldığı halde, eş



Şekil 53 — Parçaya tesir eden kesme kuvvetleri  
a) Zıt yönlü frezeleme hâlinde  
b) Eş yönlü frezeleme hâlinde

yönlüde arkada kalırlar. Böylece işlenmekte olan kısmın kontrolü kolaylaşır.

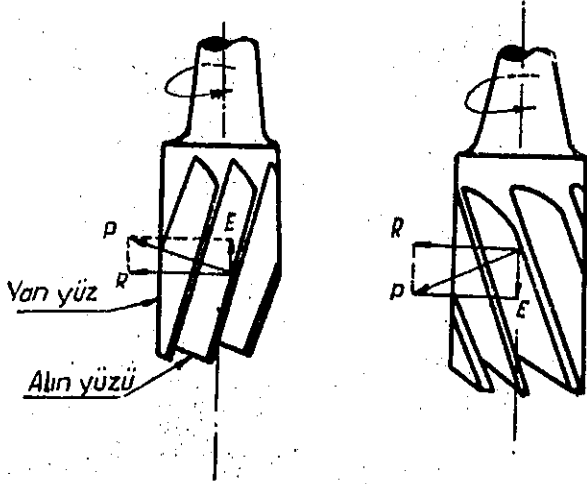
Eş yönlü frezeleme et kalınlığı az parçaların, derin kanalların ve çok yüksek mukavemetli malzemenin işlenmesinde tercih edilir. Eş yönlü frezelemenin en büyük mahzuru şudur: Eğer tezgâhın kızak hareket vidalarında boşluk varsa, bıçak parçayı zaman zaman altına çekmeğe meyleder ve bu da iş parçasının bozulmasına veya bıçağın dişlerinin ve tezgâh malafasının hasara uğramasına sebep olur.

Eş yönlü frezelemede kesme kuvvetinin yatay bileşeni (Şek. 53) ilerleme yönündedir. Böylece ilerleme gücü zıt yönlü frezelemeye göre küçüktür. Bu durum toplam güç sarfiyatını takriben %10—15 düşürür.

Kesme hızı ve ilerlemeler frezenin eş yönlü veya zıt yönlü çalışmasına göre değişir. Tablo 13 de zıt yönlü frezeleme için kesme hızı ve dakıkada ilerleme ( $s'$ ) değerleri verilmektedir. Kesme hızı  $v$ , freze çapı  $D$  mm ise

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ m. dak} \quad (32)$$

olarak hesap edilir.



Şekil 54 — Şaft freze bıçağında diş meyli ve alın yüzündeki talaş açısı

Takım çeliğinden frezeler için kesme hızlarını hız çeliklerine göre % 20—25 kadar indirmek lazımdır.

Eş yönlü frezelemede hızlar % 50 kadar artırılabilir.

**Kesme açıları:** Dişlerin  $\gamma$  talaş açısı ne derece büyükse kesme kuvvetleri de o derece küçüktür. Bu bakımdan  $0^\circ$  talaş açılı, yani rad-

yal dişli freze bıçaklarından mümkün mertebe kaçınılmalıdır. Kanal frezeleğinde bu husus, dişleri çapraz çalıştırarak sağlanır. Şaft frezelerde ise dişlerin meyli, dişlere alın yüzünde pozitif bir talaş açısı verecek yönde seçilmelidir. Bunun bir mahsuru (Şek. 54) dişlere gelen  $P$  kuvvetinin  $E$  eksenel bileşeninin frezeyi yuvasından sökecek yönde olmasıdır. Fakat freze çektirme ile tesbit edilirse bu mahsur ortadan kalkar. Münaşip kesme açıları malzeme çiftine tâbi olarak değişir. Açıları çok çeşitli olan freze bıçakları depo mevcudunu artıracığından veya açı değiştirmek pahalıya geleceğinden, frezelerde kesme açıları mümkün mer-

Tablo 14. Zıt yönlü frezelemede, hız çeliği frezeler için freze dişlerinde kesme açıları.

| Malzeme                           | Talaş açısı<br>$\gamma^\circ$ | Taban açısı<br>$\alpha^\circ$ |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Çelik, dökme demir, Bronz, piring | 10 — 15                       | 5 — 8                         |
| Hafif madenler                    | 25                            | 8 — 10                        |

tebe az değiştirilmelidir. Bu sebeple, Tablo 14 de kesme açılarının seçimi mümkün mertebe daraltılmıştır.

Eş yönlü frezelemede  $\alpha$  ve  $\gamma$  açıları zıt yönlü frezelemeye göre takriben iki misli daha büyük alınmalıdır.

**Çap ve diş yapısı :**  $a, b, v, s'$  ve diş hatvesi aynı kalmak şartıyla, freze çapı  $D$  küçüldüğü takdirde kesme kuvveti düşmektedir. Bu sebeple freze bıçağı çapını mümkün mertebe küçük almalıdır. Delik çapı ise, daha büyük malafa'lar üzerine takılabilesini de sağlamak üzere mümkün mertebe büyük olmalıdır.

Diş başına ilerleme, dolayısıyla talaş kalınlığı büyüdükçe özel kesme kuvveti düşer. Böylece, freze çapı, devir sayısı, paso derinliği, frezeleme genişliği ve ilerleme hızı sabit kalmak üzere, diş sayısı azaltılırsa kesme kuvveti büyük ölçüde düşer. Yani aynı şartlar altında birim zamandaki talaş debisi aynı kalmak üzere diş sayısı azaldıkça kesme kuvvetleri (dolayısıyla kesme gücü) azalmaktadır. Bu sebepten modern frezeler mümkün mertebe az diş sayılı olarak imâl edilmektedirler. Ayrıca, aşındırıcı olan ince talaş yerine dişlerin az oluşu yüzünden kalın talaş almak frezenin ömrünü artırır (tornalamadaki durumun aynı). Gine,

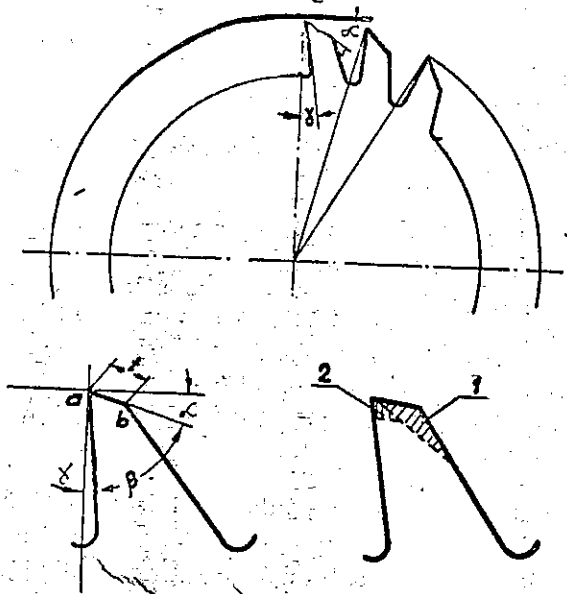


işleme zamanı, ilerleme ne derece büyükse o derece kısadır. Halbuki ilerlemenin büyük olabilmesi, yani talaşın kalın çıkarılabilmesi, diş boşluklarının yeter büyüklükte olmasına bağlıdır. Bu da dişlerin büyük, yani diş sayısının az olmasını icap ettirir. Böylece talaş sıkışmadığı için işlenen yüzey daha temiz çıkar.

Bununla beraber diş sayısı belli bir değer altına düşmemelidir. Diş sayısı çok az ise ve bilhassa dişlerin eğikliği de az ise, dar parçaların işlenmesinde freze darbeleri çalışır ve takılmağa meyyleder.

Diş sayısı azalınca diş başına düşen kuvvet büyüyeceğinden rijit olmayan freze testeresi, şaft freze vs. gibi frezelerde diş sayısını biraz daha fazla almak gerekir.

Diş sayısı malzeme cinsine de bağlıdır. Düşük mukavemetli malzeme, bilhassa yumuşak çelik ve hafif madenler az diş sayısı, sünek ve yüksek mukavemetli malzeme daha fazla diş sayısı icap ettirir.

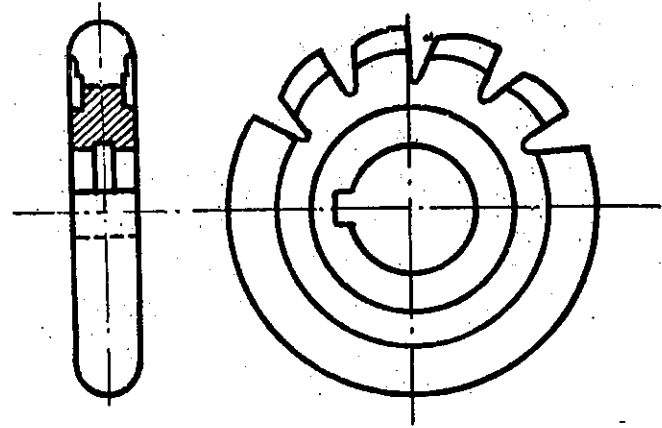


Şekil 55 — Testere dişli freze bıçağı

**Diş tipleri:** İki çeşittir : a) *Testere dişli tipi* b) *Form verilmiş tip*.  
a) *Testere dişli tipi* (Şek. 55) : Bu dişler, körlendikleri zaman *ab* yüzü üzerinden bilenir. Talaş yüzüne dokunulmaz.  $t = ab$  kalınlığı freze çapının  $\frac{1}{5}$  ini geçmemelidir. Freze bilindikçe bu sınır aşırsa, dişler evvelâ sırtlarından (1) ve sonra da ucundan (2) taşlanır.

Dişlerin talaş yüzlerindeki aşınma şeridi genişliği 0,2 — 0,3 mm yi bulunca freze bıçağı bilenmelidir.

b) *Form verilmiş dişler:* Bu dişler ile mücehhez bıçaklara *form freze bıçakları* denir (Şek. 56).



Şekil 56 — Bir form freze bıçağı

Form frezeleri (a) halindeki gibi bilemek mümkün değildir, çünkü dişlerin kesme kenarları profilli olup bıçağın imâline sonra bu profillere dokunulmaz. Bu sebeple dişleri ancak (Şek. 55) *ac* talaş yüzlerinden bilemek icap eder.

Şek. 57 de bilenme şekli görülmektedir. Birinci bilemede birinci diş *ob* boyunca, ikinci diş *ob'* boyunca, üçüncü diş *ob''* boyunca... bilenir. İkinci bilemede ise sırasıyla *oc*, *oc'*, *oc''* ... boyunca bilenirler.

Dişlerin profili bileme ile değişmez.

Dişlerin  $\alpha$  taban açılarının bilemeye rağmen aynı kalması, değişmesi için diş sırtları, yani dişlerin taban yüzleri teorik olarak birer logaritmik spiral olmalıdır (Şek. 58):

$$\alpha + \alpha' = 90^\circ, \alpha = St, \alpha' = St$$

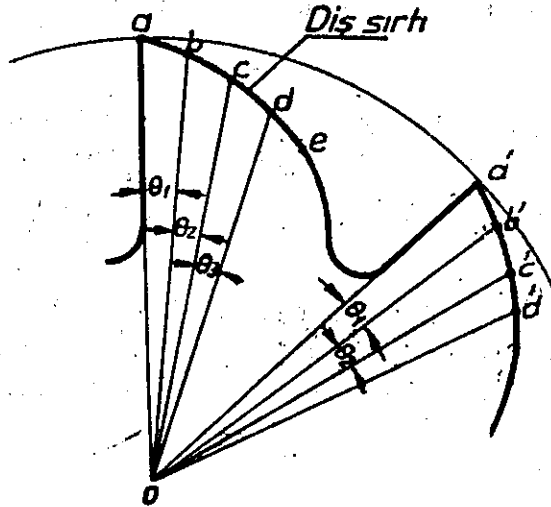
$$\frac{r \cdot d\theta}{dr} = \operatorname{tg}\alpha' = C$$

$$\theta' = \frac{C}{r}$$

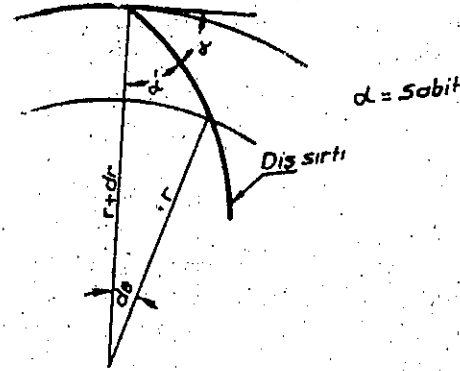
$$\theta = C \cdot Lr \quad (33)$$

bulunur.

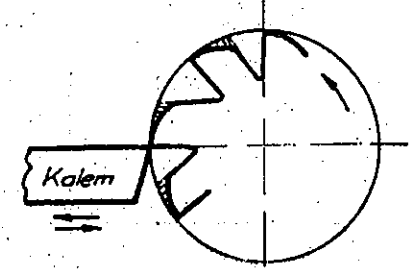
Diş sırtları özel bir torna (sırt tornası) üzerinde işlenir (Şek. 59). Bu tornada profilli kalem Z dişli bir freze bıçağı için, bıçağın her bir tam devrinde Z defa ileri—geri giderek diş sırtlarını yontar. Kalemın ileri—geri hareketi bir kam tertibatı vasıtasıyla kumanda edilir.



Şekil 57 — Form verilmiş dişli freze bıçaklarının bilenmesi şekli



Şekil 58 — Diş sırtı eğrisi bir logaritmik sipiraldır



Şekil 59 — Özel torna tezgâhı (sırt tornası) üzerinde diş sırtlarının işlenmesi

### Delme

Matkap tezgâhlarında delmeyi yapan takım olan matkap döner, parça sabit durur. Bununla beraber torna üzerinde delik delerken veya uzun delik açmada, matkap sabit durur, iş parçası döner ve ilerler. Genel olarak yuvarlak, oval veya köşeli delik şekilleri özel tertibat yardımıyla delinebilir.

Kesme kuvvetleri: Matkaba iki kuvvet tesir eder (Şek. 60):

- $P_t$  ilerleme kuvveti veya eksenel kuvvet,  $kg$ .
- $P_c$  çevresel kesme kuvveti veya döndürme kuvveti,  $kg$ .

İlerleme kuvveti matkabin eksenine doğrultusundadır. Kesme kuvveti ise  $M_d$  dönme momentini doğuran kuvvettir. Matkap çapı  $d$  mm, matkabin devir başına ilerlemesi  $s$  mm devir, talaş kesiti  $q$  mm<sup>2</sup> özel kesme kuvveti  $k$ ,  $kg/mm^2$ , eş kuvvetler uzaklığı  $z$  cm ise,

$$P_t = q \cdot k_s \cdot d \cdot s \cdot k \quad kg \quad (34)$$

$$M_d = \frac{1}{2} P_c \cdot z \quad kg \cdot cm \quad (35)$$

olur. O halde, matkap devir sayısı  $n$  devir dak ise

$$N = M_d \cdot \omega = \frac{M_d}{100} \cdot \frac{2\pi n}{60} \cdot \frac{1}{75} \quad B.B. \quad (36)$$

bulunur.

Tablo 15. Her çelğinden helisel matkaplar için 2000 mm. Wk

| Malzeme   | Matkap çapı                                | 5  |              | 6,3          |  |
|---|--|--|--------------|--------------|--|
|   |  | $v$ m/dak<br>$n$ devir/dak<br>$s$ mm/devir | 2240<br>0,14 | 1800<br>0,16 |  |
| Çelik, 50 kg/mm <sup>2</sup>                                    | $N$ kW                                     | 0,53                                       | 0,71         |              |  |
|   | $M_2$ kg. cm                               | 22,4                                       | 37,5         |              |  |
|   | $P_1$ kg                                   | 85   | 118          |              |  |
| Çelik, 70 kg/mm <sup>2</sup>                                    | $v$ m/dak<br>$n$ devir/dak<br>$s$ mm/devir | 1400<br>0,09                               | 1120<br>0,1  |              |  |
|   | $N$ kW                                     | 0,3  | 0,48         |              |  |
|   | $M_2$ kg. cm                               | 22,4                                       | 37,5         |              |  |
| Alasımlı çelik,<br>90-110 kg/mm <sup>2</sup>                    | $v$ m/dak<br>$n$ devir/dak<br>$s$ mm/devir | 710<br>0,07                                | 560<br>0,08  |              |  |
|   | $N$ kW                                     | 0,17                                       | 0,225        |              |  |
|   | $M_2$ kg. cm                               | 22,4                                       | 37,5         |              |  |
| Dökme demir, 22<br>kg/mm <sup>2</sup> ye kadar                  | $v$ m/dak<br>$n$ devir/dak<br>$s$ mm/devir | 1800<br>0,16                               | 1400<br>0,18 |              |  |
|   | $N$ kW                                     | 0,2  | 0,25         |              |  |
|   | $M_2$ kg. cm                               | 9,5  | 16           |              |  |
| Dökme demir, 22<br>kg/mm <sup>2</sup> den yüksek<br>mukavemetli | $v$ m/dak<br>$n$ devir/dak<br>$s$ mm/devir | 1120<br>0,12                               | 900<br>0,14  |              |  |
|   | $N$ kW                                     | 0,115                                      | 0,15         |              |  |
|   | $M_2$ kg. cm                               | 9,5  | 16           |              |  |
|   | $P_1$ kg                                   | 40   | 53           |              |  |

delme uzunluğuna tekabül eden değerler.

| 8                  | 10                 | 12,5               | 16                 | 20                 | 25                 | 31,5               | 40                   |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| 35,5               |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                      |
| 1400<br>8,18       | 1120<br>0,2        | 900<br>0,22        | 710<br>0,25        | 560<br>0,28        | 450<br>0,32        | 355<br>0,36        | 280<br>0,4           |
| 0,95<br>63<br>160  | 1,25<br>106<br>212 | 1,7<br>180<br>280  | 2,25<br>300<br>400 | 3<br>500<br>530    | 4,0<br>850<br>710  | 5,3<br>1400<br>950 | 7,1<br>2360<br>1320  |
| 22,4               |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                      |
| 900<br>0,11        | 710<br>0,12        | 560<br>0,14        | 450<br>0,16        | 355<br>0,18        | 280<br>0,20        | 224<br>0,22        | 180<br>0,25          |
| 0,56<br>63<br>160  | 0,75<br>106<br>212 | 1,0<br>180<br>280  | 1,32<br>300<br>400 | 1,8<br>500<br>530  | 2,36<br>850<br>710 | 3,2<br>1400<br>950 | 4,25<br>2360<br>1320 |
| 11,2               |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                      |
| 450<br>0,09        | 355<br>0,1         | 280<br>0,11        | 224<br>0,12        | 180<br>0,14        | 140<br>0,16        | 112<br>0,18        | 90<br>0,2            |
| 0,3<br>63<br>160   | 0,4<br>106<br>212  | 0,53<br>180<br>280 | 0,71<br>300<br>400 | 0,95<br>500<br>530 | 1,25<br>850<br>710 | 1,7<br>1400<br>950 | 2,25<br>2360<br>1320 |
| 28                 |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                      |
| 1120<br>0,2        | 900<br>0,22        | 710<br>0,25        | 560<br>0,28        | 450<br>0,32        | 355<br>0,36        | 280<br>0,4         | 224<br>0,5           |
| 0,32<br>26,5<br>71 | 0,42<br>45<br>95   | 0,56<br>75<br>132  | 0,75<br>125<br>180 | 1,0<br>212<br>236  | 1,32<br>355<br>315 | 1,8<br>600<br>425  | 2,36<br>1000<br>560  |
| 18                 |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                      |
| 710<br>0,16        | 560<br>0,18        | 450<br>0,2         | 355<br>0,22        | 280<br>0,25        | 224<br>0,28        | 180<br>0,36        | 140<br>0,36          |
| 0,20<br>26,5<br>71 | 0,27<br>45<br>95   | 0,36<br>75<br>132  | 0,48<br>125<br>180 | 0,63<br>212<br>236 | 0,85<br>355<br>315 | 1,12<br>600<br>425 | 1,5<br>1000<br>560   |

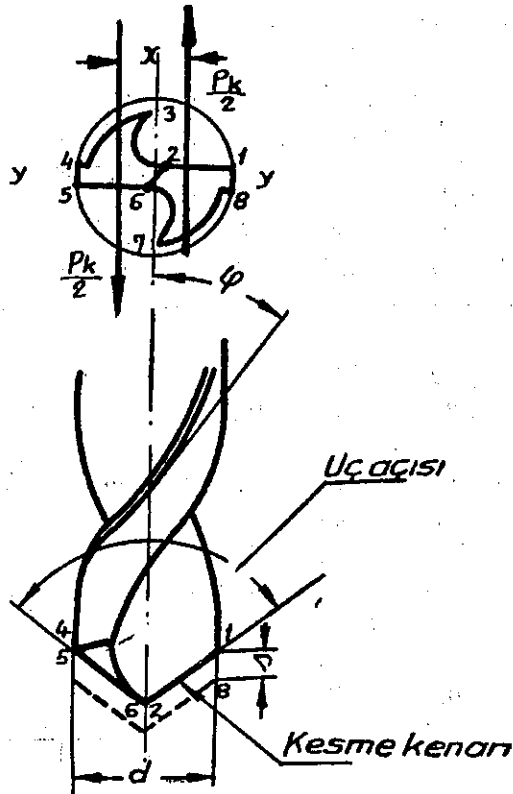
Şu takribî ve ampirik formüller kullanılabilir :  $d$  çapı mm cinsinden, kopma mukavemeti  $\sigma_k$ ,  $\text{kg/mm}^2$  cinsinden olmak ve  $s \approx \frac{3\sqrt{d}}{\sigma_k}$

$$M_s \left[ \text{kg} \cdot \text{cm} \right] \approx 0,45 \cdot \hat{a}^2 \cdot \sqrt[3]{d} \quad (37)$$

$$P_t \left[ \text{kg} \right] \approx 11 \hat{d} \cdot \sqrt[3]{d} \quad (38)$$

dir.

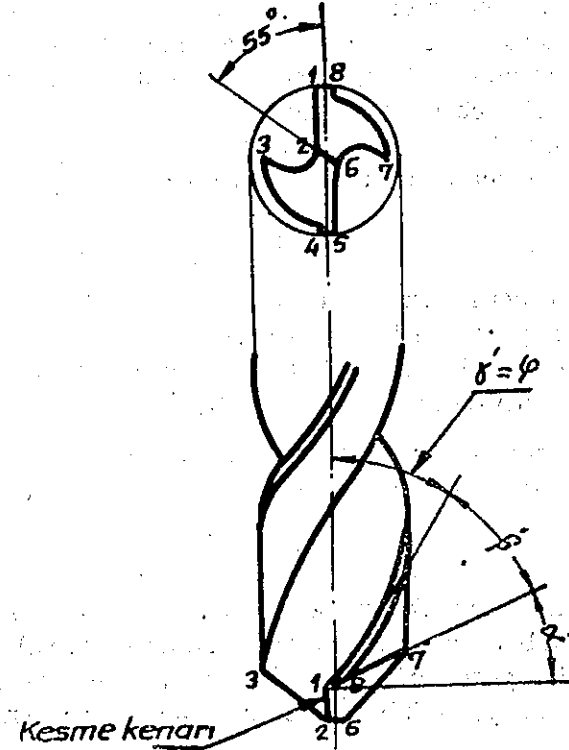
**Kesme hızı:** Başlıca takım ve iş parçası malzemesine ve ömüre tâbidir. Matkaplarda ömür, mm cinsinden delme uzunluğu olarak ifade edilir. Tablo 15, ömür 2000 mm olmak üzere, matkap çapı ile malze-



Şekil 60 — Matkapta kesme kuvvetleri.

meye tâbi olarak, sırasıyla kesme hızı, devir sayısı, ilerleme, güç, moment ve aksel kuvvet değerlerini vermektedir.

Helisel matkaplarda iki kesme ağız ve iki helisel oluk bulunur. Bu oluklar yontulan talaşın matkap ağzından itibaren delinen parçadan dışarı atılmasına bir yol teşkil eder. Olukların helisel yapılıması



Şekil 61 — Kesme açıları.

hem kesme kenarına birer talaş açısı değeri vermek ve hem de matkapın delinen deliğe bütün çevre boyunca temas edip yaslanmasını temin içindir.

**Kesme açıları:** Helisel matkaplarda iki kesme kenarı vardır ve bunların arasındaki açıya uç açısı denir (Şek. 60). Uç açısının münasip değeri, delinen malzemeye göre değişir; fakat ortalama olarak  $118^\circ$  alınmaktadır. Umumiyetle, malzeme ne kadar yumuşak ise uç açısı o derece

küçük, yani uç o derece sivri alınır: Çok sert çelikler için  $150^\circ$  ye çıkarılabilir, alüminyum için  $90^\circ$  ve çinko alaşımları için  $60^\circ$  ye inilebilir.

Matkaplarda talaş kaldırma «dik kesme» şeklindedir (Şek. 60 da 1,2 ve 5,6 kesme kenarları izdüşümlerinin, üst izdüşümde  $yy$  çap doğrultusuna intibak ettiği farzedilmektedir). O halde kesme açıları kesme kenarlarına dik düzlemler üzerinde ölçülmelidir. Bu sebeple bir helisel matkapta talaş açısı, olukların helis açısına (helis meyli) bağlıdır (Şek. 61). Bir matkabın  $\varphi$  helis açısı ne kadar büyükse talaş açısı da o derece büyüktür. Bu sebeple sert malzemeye mahsus matkaplarda  $\varphi$  açısı küçük ve yumuşak malzemeye mahsus matkaplarda  $\varphi$  açısı büyüktür. Matkabın helis adımı (hatve)  $h$  ve çapı  $d$  ise

$$\cot \varphi = \frac{h}{\pi d} \quad (39)$$

bağlantısı vardır.  $\varphi$  açısı işlenen malzemeye göre  $0^\circ$  ile  $45^\circ$  arasında değişir. Şu noktayı kaydedelim ki, bir helisel matkapta  $h$  adımı sabit olup matkabın eksenine yaklaştıkça  $\varphi$  helis meyli azaldığından kesme kenarı üzerindeki talaş açısı da küçülür (Şek. 62).

Matkabın kesme kenarları helisel bir yol katederler. Helisel yolun  $\theta$  meyli eksene yaklaştıkça büyür:

$$\tan \theta = \frac{s}{\pi d} \quad (40)$$

Bu sebeple kesme kenarı üzerindeki bir noktada talaş açısı hakikatte  $\theta$  kadar büyür ve taban açısı ise  $\theta$  kadar küçülür (Şek. 63). Bu sebepten taban yüzü kesilen yüze sürtmemesi için, bilhassa eksene yakın kısmında, kesme kenarına yeter büyüklükte bir taban açısı vermek gerekir.

Taban açısı, matkap ağzına (Şek. 64) de görüldüğü gibi bilenerek verilir. Matkap ( $xx$ ) eksenini etrafında çevriliyerek, taban yüzü  $TMN$  konisi (mahrut) yüzü veya  $S$  silindiri yüzü boyunca taşlanır. Bileme el ile yapılabilirse de, muntazam olabilmesi için, özel bir matkap bileme tezgâhından faydalanmak hassas ve seri işlerde daha ekonomiktir.  $l$  ve  $a$  ölçüleri ile  $\phi$  açısı önemli değerlerdir.  $a$  taban açısı ( $\alpha$ ) uzaklığı sayesinde meydana gelir. Bir koni yüzeyi boyunca bilemenin üstünlüğü, kesme kenarı üzerinde eksene yaklaştıkça taban açısının büyümesidir.

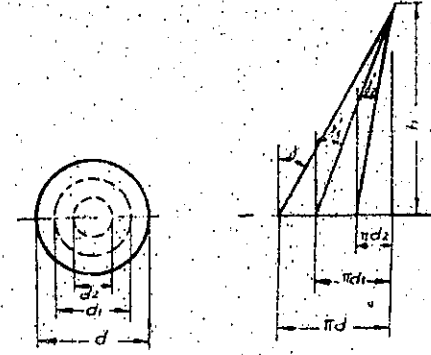
**Matkap çapı ve çekirdek :** Matkabın yanları delik kenarına sürtmemesi için, sap tarafına gittikçe çap her 100 mm boy için 0,1 mm düşürülür. Aksine, matkabın mukavim olması için, çekirdek çapı sapa yaklaştıkça büyütülür; büyüme meyli  $1/4^\circ$  kadardır.

Matkabın bütün çevresinin delik kenarına sürtmesini önlemek için, çevrede kesme kenarının arkasında kalacak silindirik yüzey kısmı dış çapa nazaran düşürülür. Böylece (Şek. 61) de 3,4 ve 7,8 yüzleri matkap çapının içinde kalır. Bu düşme, olukların açılması sırasında aynı profilli freze bıçağı ile, veya sıcak haddelene halinde, ayrı bir rulo ile yapılabilir. Isıl işleminden sonra ancak dış çap, yani 4,5 ve 1,8 kısımları taşlanır.

Helisel oluklar, talaşın içinden akmasına en münasip şekilde tasarlanırlar. Bunlar uç açısının normal değeri—ki ortalama olarak  $118^\circ$  dir—için kesme kenarları doğrusal olacak şekilde yapılırlar.

Helisel matkaplarda çekirdek çapı, matkap çapı  $d$  ise, unumiyetle  $\frac{1}{8}d$  kadardır.  $d < 10$  mm ise bu nisbet biraz daha büyüktür, yani çekirdek daha kalındır.

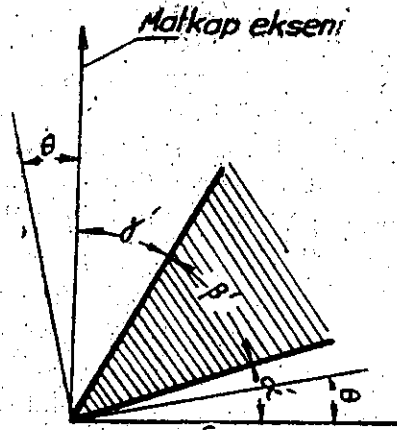
Matkap ucunda çekirdeğin mevcudiyetinden dolayı bir radyal kesme kenarı mevcuttur. Bu kesme kenarında talaş açısı negatiftir ve kes-



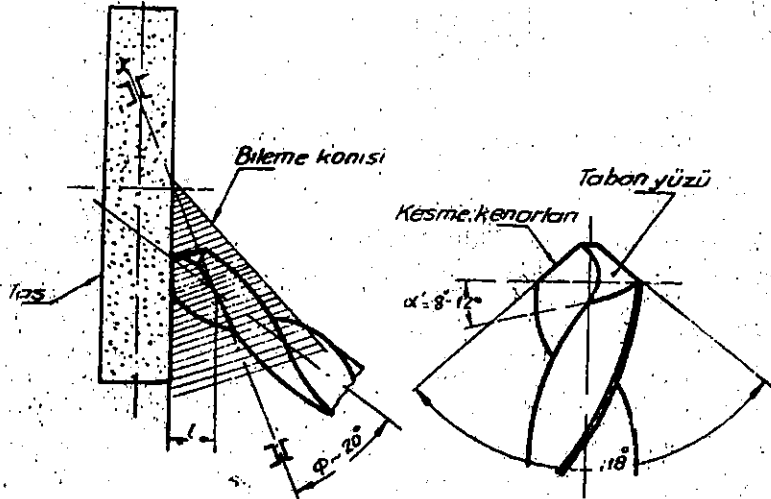
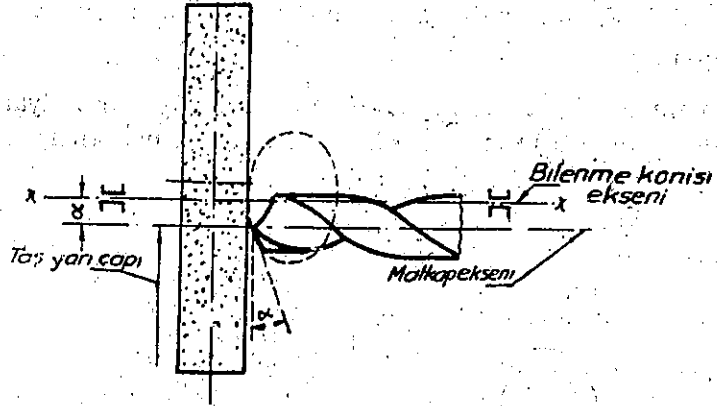
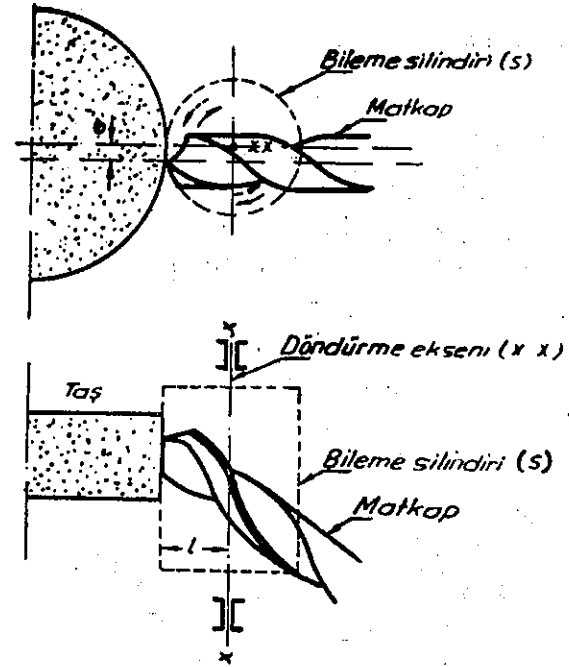
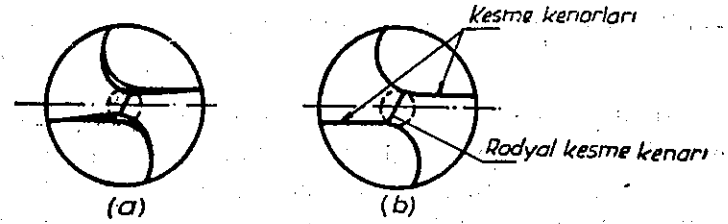
Şekil 62 — Talaş açısının kesme kenarı boyunca değişmesi.

me şartları müsait değildir. Halbuki çekirdek çapı, matkap bilenerek sapa doğru yaklaşıldıkça büyür. Bu durum, radyal kesme kenarı uzunluğunu artırır. Kesme kenarını yeniden  $\frac{1}{8}d$  nisbetine indirmek için matkap ucu taşlanarak, olukların iki yanından (Şek. 65a) daki gibi inceltilir. Böylece ilerleme kuvveti düşer ve matkap daha kolay deler.

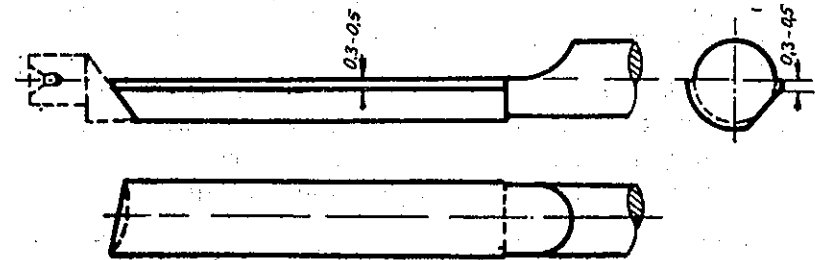
**Derin delik matkapları :** Bu tip matkaplar derin delikleri delmeğe yararlar. (Şek. 66) eski tip basit bir derin delik (namlu) matka-



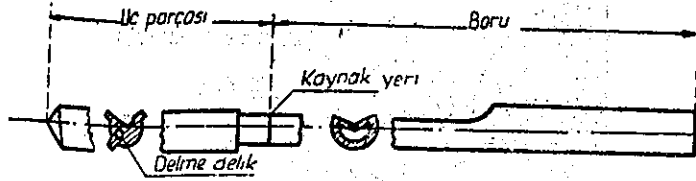
Şekil 63 — Taban açısının küçülmesi.

Şekil 64 a — Matkap ağız taban yüzlerinin bilemesi  
a) Bir koni yüzeyi boyunca bilemeŞekil 64 b — Matkap ağız taban yüzlerinin bilemesi  
b) Bir silindir yüzeyi boyunca bileme.

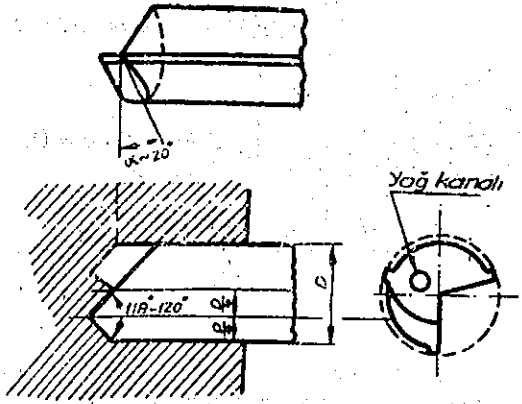
Şekil 65 — Matkap ağızta çekirdeğin inceltilmesi.



Şekil 66 — Namlu matkabı.



Şekil 67 — Modern bir derin delik matkabı, 6 - 60 mm çap ve 3000 mm derinliğe kadar delikler için elverişlidir.



Şekil 68 — Matkaptaki burnun yeri çapın dörtte birine düşmesi.

bını göstermektedir. Parça üzerine evvelâ helisel bir matkap ile kısa bir delik delinir. Bu deliğin çapı tornalama yardımıyla namlu matkabı çapına getirilir. Bu delik namlu matkabına bir kılavuz vazifesi görür. Namlu matkabı ile delmede cebri bir devir başına ilerleme vermek mümkün değildir. Bu matkap umumiyetle torna tezgâhı üzerinde ilerlemeler el ile yeteri kadar verilme suretiyle kullanılır. Talaşları çıkarmak için matkabı sık sık dışarı çıkarmak lüzumludur.

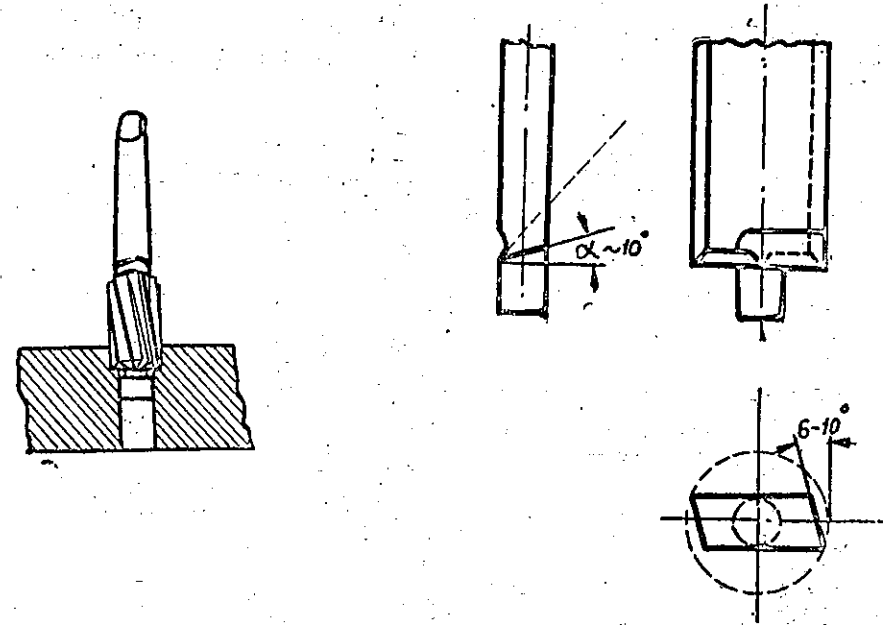
(Şek. 67 ve 68) modern derin delik matkaplarına aittir. Delmede parça döner, matkap gine ilerleme hareketini yapar. Bu matkaplar umumiyetle hız çeliğinden yapılmakla beraber, kesme kenarına sinterlenmiş karbür tesbit edilmiş tipleri de yapılmaktadır.

Bu matkaplar umumiyetle yatay çalışan özel derin delik tezgâhları üzerinde kullanılırlar. İlerleme ve dönmeler otomatiktir. Talaşın sıkışması halinde parçanın dönüşünü durduran özel bir emniyet tertibatı

vardır. Devir başına ilerlemeler helisel matkaplara göre çok küçüktür (takriben 10 misli) ve matkap çapına tâbiyen 0,01 - 0,035 mm arasında değişir.

### Delik işleme (Senken, counterboring)

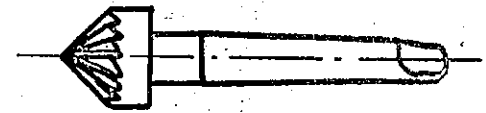
Dökme, presleme veya delme yolu ile açılmış bir deliği genişletmek veya ona belli bir şekil vermek için yapılan bir işlemdir; çalışma şekli



Şekil 69 — Boyun işleyici

Şekil 70 — Düz delik işleyici

delmeye benzer. Bu işte kullanılan takımlara *delik işleyici* denir ve muhtelif şekilleri vardır. Punta matkabı hem delme ve hem de işlemeyi beraberce yapan iki vazifeli bir takımdır. Tip olarak düz, boyun, oyuk, kazan, sivri, form, spiral, takma delik işleyici tipleri vardır (Şek. 69, 70, 71).



Şekil 71 — Sivri delik işleyici (havşa matkabı)

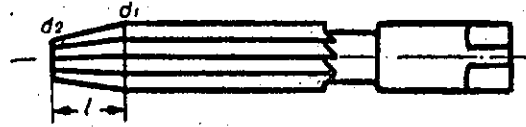
## Raybalama

Gaye açılmış bir deliğe temiz bir yüz ve hassas bir ölçü vermektir. Raybalamada kaldırılan talaş miktarı gayet az olmalıdır. Paso derinliği, ki raybalamadan evvelki ve sonraki çap farkının yarısı kadardır

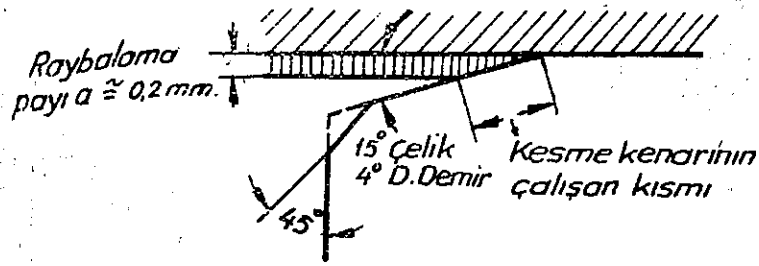
$$a = 0,005 d_1 + 0,1 \quad \text{mm} \quad (41)$$

değerini aşmamalıdır ( $d_1$ , raybalanmış delik çapıdır).

El raybaları ve makina raybalarının yapıları farklıdır. El raybalarında rayba burnundaki konik kısım ( $l$ ) daha uzun olduğu halde, makina raybalarında kısadır (Şek. 72 ve 73). Makina raybalarında, çelik



Şekil 72 — El raybası.



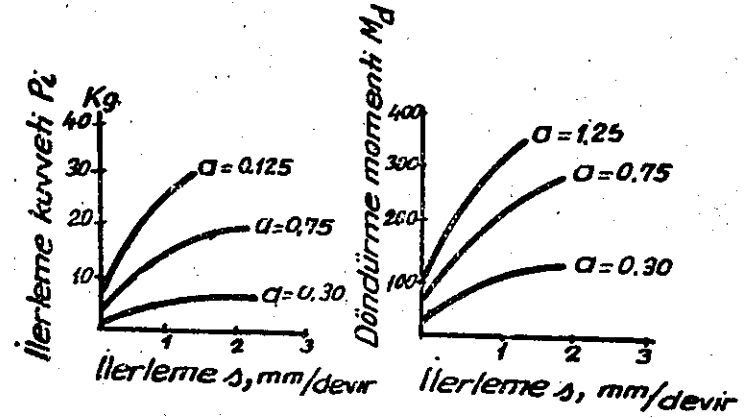
Şekil 73 — Makina raybası burnu.



Şekil 74 — 6 dişli bir raybada diş taksimatı.

için konik kısım oldukça kısa, dökme demir için biraz daha uzun olabilir. Raybaların diş taksimatı, titreşim ve takıntıyı önlemek için, muntazam yapılmaz. Fakat mikrometre ile çapı ölçebilmek için en az iki dişin karşılıklı olması lazımdır (Şek. 74).

Genel olarak, bütün delme ameliyelerinde delik derinliği ne kadar büyükse devir başına ilerleme o derece küçültülmelidir.



Şekil 75 — 60 kg/mm<sup>2</sup> lik bir çeliğin bor yağı (1/15) ile raybalamasında ilerleme kuvveti ve döndürme momenti (Rayba diş sayısı 12, çap 30 mm)

## Boşaltma

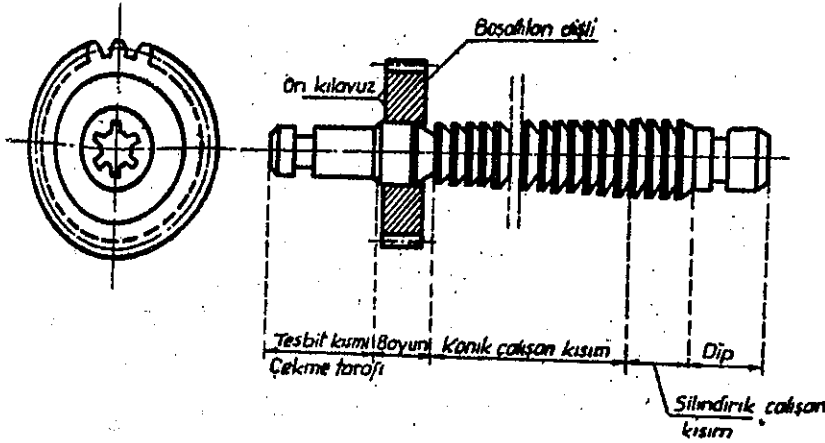
Boşaltma, (Broşaj), dişler ile mücehhez çubuk şeklindeki iç boşaltma veya yassı dış boşaltma takımları ile bir şekil verme ameliyesidir.



Bu takımlara *broş* veya *boşaltma takımı* (çubuğu) denir (Şek. 76). Broş'un dişleri önden arkaya doğru tedricen yükselirler ve işlenen parçanın iç boşaltmada içinden ve dış boşaltmada üstünden geçmesiyle, evvelden belli ölçü toleransları ve yüzey düzgünlüğünü sağlamak şartıyla, parçaya arzu edilen iç veya dış profili verirler. Broş çekilerek çalışırsa buna «çekme broş», itilerek çalışırsa «itme broş» denir.

Broşta her dişe belli bir paso derinliği düşer ki bu talaş kalınlığından ibarettir. Bu kalınlık malzemeye tâbi olarak değişir.

Diş hatvesi: Her an en az iki diş parçayı kavramış olmalıdır. Bununla beraber, çok kısa delikler için özel olarak, her an bir dişin ça-



Şekil 76 — Bir iç boşaltma takımı

ıştırıldığı haller de vardır. Hatve tecrübeye istinaden şu ampirik formüle göre seçilir (Şek. 77) :

$$t = 1,75\sqrt{L} \quad (42)$$

$t$  = diş hatvesi, mm

$L$  = boşaltılan deliğin uzunluğu, mm

Fakat böylece bulunan değer aşağıdaki hususlar göz önünde tutularak tahkik edilir :

- Diş boşluklarının çıkan talaşa yeter oluşu
- Broşun mukavemeti
- Tezgâhın çekme kuvveti

Bu hususları inceleyelim:

a) *Diş boşluğu* : Kırılıcı malzeme işlenirken:

$$\text{kaba talaşta } t \approx 5,5 \sqrt{a \cdot L} \quad (43)$$

$$\text{son paslarda } t \approx 7,5 \sqrt{a \cdot L} \quad (44)$$

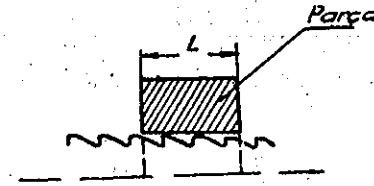
Sünek malzeme işlenirken:

$$\text{kaba talaşta } t \approx 7 \sqrt{a \cdot L} \quad (45)$$

$$\text{son paslarda } t \approx 8,5 \sqrt{a \cdot L} \quad (46)$$

olmalıdır.

b) *Broşun mukavemeti* : Bir diş için talaş kesiti  $q$  mm<sup>2</sup>, aynı anda deliği işleyen maksimum diş sayısı  $n$ , broşun en zayıf kesitinin alanı



Şekil 77 — Çalışan diş sayısı

$F$  mm<sup>2</sup>, özel kesme kuvveti  $k$ , kg/mm<sup>2</sup> ise, broşta husule gelen en büyük çekme gerilmesi

$$\sigma = \frac{k_s \cdot q \cdot n}{F} \text{ kg/cm}^2 \quad (47)$$

olarak bulunur. Bu  $\sigma$  gerilmesi broş malzemesinin seçilen çalışma sınırından aşağı olmalıdır. Tablo 16 da malzemeye tâbi olarak  $k_s$  özel kesme kuvvetleri verilmektedir.

$n = L/t$  olduğundan broşun diş hatvesi mukavemet bakımından:

$$t = \frac{k_s \cdot q \cdot L}{F \cdot \sigma} \quad (48)$$

bulunur.

c) *Tezgâhın çekme kuvveti* : Kullanılabilir kuvvet  $P$  kg ise, dişlerin körlenmesinden ileri gelecek kesme kuvveti artmasını önlemek üzere

Tablo 16. Boşaltmada özel kesme kuvveti değerleri

| Malzeme            |                | $k_s$ (kg. mm <sup>2</sup> ) | Diş başına paso derinliği<br>(a) mm |
|--------------------|----------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Kır döküm          | Yumuşak        | 120                          | 0,01 — 0,25                         |
|                    | Sert           | 200                          | 0,06                                |
| Temper döküm       |                | 150                          | 0,1                                 |
|                    |                | 180                          | 0,1                                 |
| Dökme çelik        |                | 260—340                      | 0,06 — 0,03                         |
| Çelik              | Orta           | 350—440                      | 0,02                                |
|                    | Sert           |                              |                                     |
| Pirinç             | Dökme          | 80                           | 0,25                                |
|                    | Şıcak presleme | 120                          | 0,1 — 0,25                          |
| Dökme bronz, sünek |                | 100                          | 0,1 — 0,25                          |
|                    |                | 100—120                      | 0,25 — 0,1                          |
| Alüminyum          |                |                              |                                     |

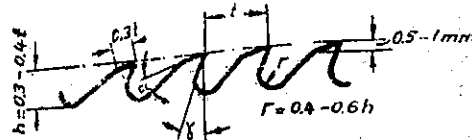
0,7 P kuvveti göz önüne alınır. Bir diş için paso derinliği a mm ve talaş genişliği b mm ise

$$0,7 P = k_s \cdot a \cdot b \cdot n$$

$$0,7 P = k_s \cdot a \cdot b \cdot \frac{L}{t}$$

$$t = \frac{k_s \cdot a \cdot b \cdot L}{0,7 P} \quad (49)$$

bulunur.



(a)

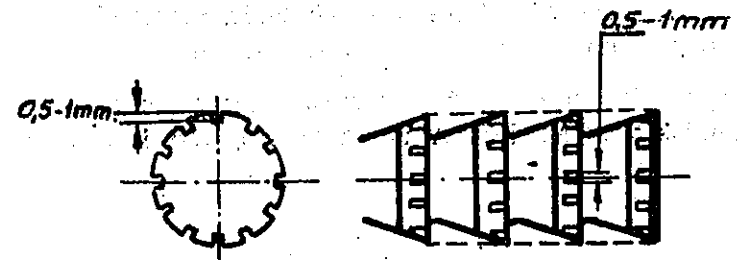


(b)

Şekil 78 — Bir broşta: a) normal diş ölçüleri, b) uzatılmış diş ölçüleri

Tablo 17. Diş başına düşen münasip paso derinlikleri (α) ve talaş açısı (γ)

| Malzeme                     | Diş başına paso derinliği, a |             |                                 | Talaş açısı<br>γ° |
|-----------------------------|------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------------|
|                             | Derinlemesine paso           |             | Yanlamasına<br>paso, kaba talaş |                   |
|                             | Kaba talaş                   | Son pasolar |                                 |                   |
| Çelik, sert                 | 0,03—0,05                    | 0,01        | 0,10—0,30                       | 10°—12°           |
| Çelik, orta                 | 0,03—0,08                    | 0,01        | 0,25—0,75                       | 14°—18°           |
| Dökme çelik                 | 0,06—0,10                    | 0,01        | 0,25—0,75                       | 10°               |
| Temper döküm                | 0,06—0,10                    | 0,01        | 0,25—0,75                       | 7°                |
| Kır döküm                   | 0,10—0,25                    | 0,01        | 0,30—1,00                       | 5°—10°            |
| Pirinç                      | 0,10—0,30                    | 0,01        | —                               | 5°—10°            |
| Püskürtme çinko dökümü      | 0,10—0,25                    | 0,01        | —                               | 12°               |
| Dökme bronz                 | 0,10—0,30                    | 0,02        | —                               | 8°                |
| Alüminyum alaşımları        | 0,10—0,20                    | 0,02        | —                               | 12°—20°           |
| Kurşunlu bronz, beyaz maden |                              |             |                                 | 2°                |



Şekil 79 — Talaş kırma çentikleri

Dişlerin ölçüleri (Şek. 78) de (a) haline uygun olarak alınır. Broşun dişleri parçaya girmeden evvel bir yağ banyosundan geçmek veya dişler, broşun gövdesi içine delinmiş yağ kanalları ile doğrudan doğruya yağlanmak gibi en müsait yağlama şartları altında bile, aynı anda

parça ile temastaki diş sayısı 8 i geçmemelidir. Âdi yağlama halinde ise bu sınır 6 dir. Aksi halde dişlere gelen yağ miktarı dişleri soğutmağa kâfi gelmez. Boşaltma boyu  $L$  uzun ise, (Şek. 78)  $b$  deki gibi uzatılmış hatveli bir broş kullanılmalıdır.

**Kesme açıları :** Talaş açıları Tablo 17 de verilmiştir. Taban açısı, broşun bilenmesinde çap düşmesini mümkün mertebe azaltmak için, mümkün mertebe küçük seçilir :

Çelik :  $1/2^\circ - 3^\circ$

Kır döküm :  $2^\circ - 5^\circ$

Pirinç ve bronz :  $1/4^\circ - 1/2^\circ$

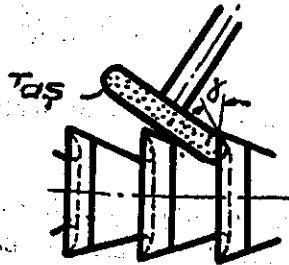
Taban açısı ilk dişlerde daha büyük seçilir ve son dişlere doğru tedricen küçültülür. Son 4 ilâ 6 diş kalibre dişleri yani ölçü verme dişleridir. Bunlarda taban açısı  $\frac{1}{2}$  ilâ  $1^\circ$  alınır. Bu dişlerin ölçüleri boşaltılan profilin aynıdır. İlk kalibre dişler en evvel axınırlar ve bunların vazifelerini



Şekil 80 — Broşun bilenmesi: a) yanlış, b) doğru.

sırasıyla daha arkadaki kalibre dişler yüklenir. Böylece broşun ömrü bir tek kalibre diş bulunması haline göre uzamış olur.

Talaşın halka halinde çıkmaması ve dağılması için, kesme kenarları üzerine, müteakip dişlerde arka arkaya düşmeyen oyuklar açılır (Şek. 79)



Şekil 81 — Bilemede taşın durumu

Broşların bilenmesi çok nazik ve zor bir iştir. Ekseri broşları üniversal bileme tezgâhlarında bilemek zor ve hatta bazan imkânsızdır. Broşların bilenmesi için özel «broş bileme tezgâhları» mevcuttur. (Şek. 80 ve 81) broşun bilenme şeklini göstermektedir.

### T a ş l a m a

Münasip taşın seçilmesinde göz önünde tutulacak önemli noktalar vardır («Zımpara taşları» bahsine bak) :

a) *Sert taneciklerin cinsine göre :* Silisium karbür tanecikleri biraz daha sert olmakla beraber, daha kırılıcı olduklarından prensip olarak sert malzeme Alüminium oksit ve yumuşak malzeme ise Silisium karbür taşlar ile taşlanır (Tablo 18).

Tablo 18. Taşlanacak malzemeye göre sert taneciklerin cinsi

|                 |   |
|-----------------|---|
| Silisium Karbür | Dökme demir<br>Sinterlenmiş karbür<br>Bakır<br>Pirinç<br>Bronz<br>Hafif alaşımlar |
| Alüminium oksit | Takım çelikleri<br>Alaşım çelikleri<br>Dökme çelik<br>Temper döküm<br>Sert bronz  |

b) *Taşın sertliğine göre :* İş parçası malzemesi ne kadar sert ise o derece yumuşak bir taş seçilmelidir. Taşın sertliğinin tayininde parça ile taşın «temas uzunluğu» nun da rolü vardır. Dış ve yüzey taşlamada temas uzunluğu azdır, iç taşlama ve bazı yüzey taşlamada ise büyüktür. Temas uzunluğunun büyük olması, taneciklerin daha çabuk aşınmasına sebep olacağından, tanelerin daha çabuk dökülmeleri, o halde taşın nisbeten daha yumuşak olması icap eder.

c) *Taneye göre :* Kaba taşlamada kalın paso verilir ve iri taneli bir taş seçilir. Son pasolar ince taneli bir taş ile verilir. Bununla beraber kaba taneli bir taş ile de çok temiz bir yüzey elde edilebilir. Fakat

iri taneli bir taşda taşın her devrinde parça ile daha az sayıda sert ta-  
necik temasa geleceğinden aynı yüzey düzgünlük, derecesine varmak  
için daha uzun bir zamana ihtiyaç vardır.

d) *Bünyeye göre* : Taşlanan malzeme ne derece yumuşak ve sünek,  
ve çaso ne kadar kalın ise taş o derece fazla meşamatlı olmalıdır.

Tablo 19. *Malzemeye göre münasip taşlar (Takribi)*

| Malzeme              | Dış taşlama             | İç taşlama        | Yüzey taşlama     |
|----------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| Su verilmiş<br>çelik | A-46-K-V                | 46 ilâ 60-K ilâ M | 30 ilâ 60-H ilâ K |
| Yumuşak çelik        | 46-L ilâ M              | 45 ilâ 50-J ilâ O | 30 ilâ 60-J       |
| Dökme demir          | C-46-K-V                | 40 ilâ 46-K ilâ M | 16 ilâ 30-J ilâ K |
| Nitrüre çelik        | C-60-K                  | 60-J              | 46 ilâ 50-H ilâ K |
| Alüminium            | C-30 ilâ 40-<br>K ilâ J | 30-H              | —                 |
| Pirinç               | C-36 ilâ 46-<br>K ilâ J | 36 ilâ 46-K ilâ J | —                 |

Not : A = Alüminium oksit, C = Silisium karbür

Tablo 20. *Hız çeliğinden takımların bilenmesi.*

|                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| Torna- Planya kalemleri : |                     |
| El ile bileme             | 24 ilâ 46 — O ilâ P |
| Makina ile bileme         | 24 ilâ 40 — L ilâ N |
| Helise matkaplar :        |                     |
| El ile bileme             | 46 ilâ 50 — M ilâ N |
| Makina ile bileme         | 30 ilâ 46 — J ilâ K |
| Freze bıçakları :         | 50 — K              |

Tablo 19 ve 20 de kısaca, malzemeye göre münasip taş cinsleri ve-  
rilmektedir. İşaretlerin aynı olmasına rağmen taş kalitesinin firmadan  
firmaya değişmesi sebebiyle tabloda verilen taş cinsleri takribî olup  
yöneltici mahiyettedir.

**Sinterlenmiş karbürlerin taşlanması (bilenmesi)** : Karbür takım-  
ları bilemek için en iyi yol bir elmas taş kullanmaktır (bak : Elmas  
taşlar). Fakat karbür plâket üzerinde bir şekil, açı değişikliği yapıla-  
cak, yani nisbeten fazla talaş kaldırılacaksa, bu kısım evvelâ bir sili-  
sium karbür taşla alınmalı, sonra da bir elmas taş ile bileme yapılmalı-  
dır. Bununla beraber son bileme de silisium karbür taşlar ile yapılabi-  
lir. Bu halde sırasıyla şu taşlar kullanılabilir :

- 1 — Kaba taneli taş ile ilk taşlama : C—46—K—V
- 2 — İnce » » » son taşlama : C—80—J—V
- 3 — Çok ince » » » parlatma : C—400—H—V

Parlatma için elmas taş kullanılması halinde tane büyüklüğü 280  
ilâ 320 olmalıdır.

Karbürlerin silisium karbür taşlar ile bilenmesi ya tamamıyla kuru  
olarak, veya çok bol sulu olarak yapılmalıdır, aksi halde karbür plâke-  
tin çatlaması tehlikesi büyüktür. Elmas taşlar ile bilemede ise, umu-  
miyetle bir soğutucu kullanılmaktadır; miktar önemli değildir.

Soğutucu sıvı cinsi umumiyetle sulu yağ emülsiyonu, veya sodalı  
sudur. Elmas taşlar halinde Kerozen de kullanılmaktadır. Kerozenin  
tatbiki için taş yüzüne temas ettirilen bir keçe tampondan faydalanılır.

Karbür plâket ne derece parlak ve temiz ise takımın ömrü, bilhassa  
parçanın yüzey durumu o derece iyi olur. Bu sebeple yüzey durumunun  
çok iyi olması arzu edilen yatak alaşımları veya hafif madenler işlenir-  
ken karbür ucun ayrıca parlatılması faydalıdır. Bu maksatla motorlu

Tablo 21. *Muhtelif iş parçası malzemesi için münasip  
çevre hızları (v, m s)*

| Malzeme        | Dış<br>taşlama | İç taşl. | Yüzey<br>taşl. | Kesme   | Takım<br>taşlama |
|----------------|----------------|----------|----------------|---------|------------------|
| Çelik          | 30             | 25       | 25             | 45 — 80 | 25               |
| Kır döküm      | 25             | 25       | 20             | 45 — 80 | —                |
| S. Karbür      | 8              | 8        | 8              | 45 — 80 | 12               |
| Hafif madenler | 35             | 25       | 30             | 45 — 30 | —                |

İplama disksleri (lapping disc) kullanılır. Bu diskler elmas tozu, sili-  
sium karbür tozu vs. ye bulunur.

**Taşın çevre hızı** : Çelik taşlarken taşın çevre hızının fazla olması  
faydalıdır ve v çevre hızını 35 m. s almak münasiptir. Dökme demirin

taşlanmasında çevre hızının artışı çok az fayda sağlar ve bu sebeple  $v = 25$  m/s tavsiye edilebilir. Takım bilemede  $v = 18 - 25$  m/s alınır (Tablo 21).

Tablo 22. Parça çevre hızları ( $v_p$ , mm/s)

| Malzeme     |           | Dış taşlama, mm/s | İç taşlama, mm/s |
|-------------|-----------|-------------------|------------------|
| Çelik       | kaba paso | 250               | 300              |
|             | son paso  | 124               |                  |
| Kır döküm   | kaba paso | 250               | 350              |
|             | son paso  | 125               |                  |
| Kızıl döküm | kaba paso | 300               | 500              |
|             | son paso  | 250               |                  |
| Al, Mg      | kaba paso | 1000              | 600              |
|             | son paso  | 600               |                  |

Parça çevre hızı (Tablo 22). Parçanın  $v_p$  çevre hızı ne kadar küçükse c derece temiz bir yüzey elde edilir.  $v_p$  büyüdükçe taş çok aşınır ve münasip sertlikle bir taş, yumuşak intibamı verir.

**Paso derinliği ( $a$ )**: Taşlamada her sert taneçik bir kesici takım teşkil eder ve talaş kaldırır. Kaba taneli taşlar ince tanelilere nazaran daha fazla talaş kaldırabilir. Bu bakımdan paso derinliği taşın tane büyüklüğüne tâbidir. Ayrıca, sert malzemeye taşlarken sert taneçiklerin kırılmaması için ( $a$ ) paso derinliği az olmalıdır. Paso derinliği tezgâha da bağlıdır. Taş çapı büyük ise parça ile taş arasındaki temas uzunluğu büyüyeceğinden paso derinliği motor gücünün yetebileceği sınırı geçemez.

Paso derinliği  $a = 0,1 - 0,3$  mm arasında değişir. Son pasoda  $a \sim 0,005$  mm alınır.

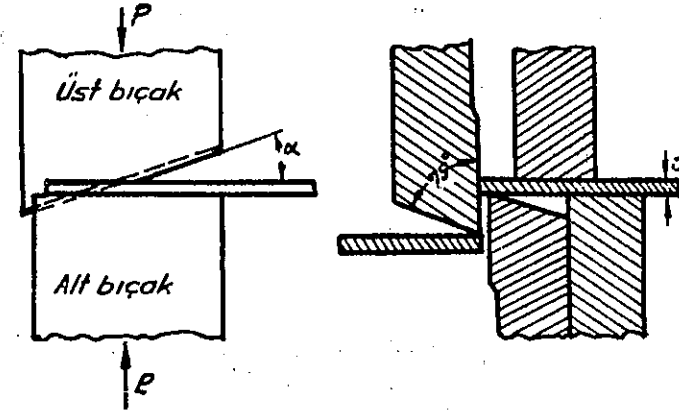
**Parça devri başına ilerleme ( $s$ )**: Bu  $s$  değerine «boylamasına ilerleme» de denilebilir.  $s$  ilerlemesi, taşın  $b$  enine ve parça çevre hızı  $v_p$  ye tâbidir. Parçanın her tarafı taşlanabilmesi için  $s$  ilerlemesi  $b$  eninden küçük olmalıdır. Çelik taşlarken  $s = 2/3 b$  ilâ  $3/4 b$ , dökme demir taşlarken  $s = 3/4 b$  ilâ  $5/6 b$  alınabilir.

## Talaşsız şekil verme esasları

Bu hususları talaşsız şekil veren tezgâhların tasarlanma ve imâllerini mümkün kılmak üzere, yalnız kuvvetler, güçler ve hızlar bakımından inceleyeceğiz.

### Makas ile kesme

Schlesinger'e göre <sup>(1)</sup>  $P$  kesme kuvveti  $\alpha$  açısına (Şek. 82); malzemenin kayma mukavemeti  $\tau_k$  ya ve saç kalınlığı  $\delta$  ya tâbidir:



Şekil 82 — Makas ile kesme

$$P = \frac{\delta^2 \cdot \tau_k}{2 \operatorname{tg} \alpha} \quad \left\{ \begin{array}{l} \tau_k \text{ kg/mm}^2 \\ \delta \text{ mm} \\ P \text{ kg} \end{array} \right. \quad (50)$$

Belli bir  $l$  boyunu kesmek için sarfedilecek iş miktarı:

$$I = P \cdot l \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad \left\{ \begin{array}{l} P \text{ kg} \\ l \text{ m} \\ I \text{ kg} \cdot \text{m} \end{array} \right. \quad (51)$$

olur.  $\alpha$  açısı umumiyetle  $10 - 12^\circ$  olup makas tipine göre  $0$  ile  $12^\circ$  arasında oynar.  $\alpha$  açısı büyüdükçe kesme kuvveti  $P$  küçülür; fakat iş aynı

(1) Schlesinger, Werkzeugmaschinen, Springer, 1936

kalır. Kesilen sacın kesme yönünde yana kaymaması için bu açının fazla büyük olmaması icap eder.

Paralel makaslar için kesme kuvveti  $P = l \cdot d \cdot \tau_k$  dir.

Kesme hızları makas cinsine göre 0,04 ile 0,1 m/s arasında değişir. Ağır işlere mahsus makaslar hafiflere nazaran daha ağır çalıştırılır.

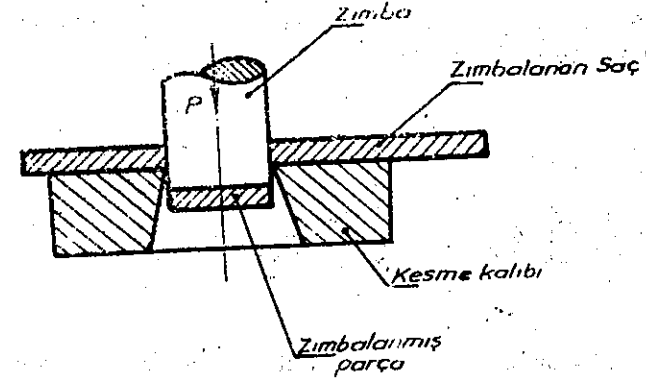
Tablo 23 de muhtelif malzemeye ait kayma mukavemetleri verilmiştir.

Tablo 23.  $\tau_k$  Kayma mukavemetleri

| Malzeme               | $\tau_k$ kayma mukavemeti, kg/mm <sup>2</sup> |       | $\sigma_k$ kopma mukavemeti, kg/mm <sup>2</sup> |       |
|-----------------------|---|-------|---|-------|
|                       | Yumuşak                                       | Sert  | Yumuşak   | Sert  |
| Kurşun                | 2—3   | —     | 2,5—4   | —     |
| Kalay                 | 3—4   | —     | 4—5   | —     |
| Alüminium             | 7—11  | 13—16 | 8—12  | 17—22 |
| Düralümin             | 22  | 38    | 26  | 48    |
| Çinko                 | 12  | 20    | 15  | 25    |
| Bakır                 | 18—22   | 25—30 | 22—28   | 30—40 |
| Pirinç                | 22—30   | 35—40 | 28—35   | 40—60 |
| Bronz                 | 32—40   | 40—60 | 40—50   | 50—75 |
| Haddelenmiş demir sac | —   | 40    | —   | 45    |
| Çelik sıvama sacı     | 30—35   | —     | 32—38   | —     |
| Çelik sac             | 45—50   | 55—60 | —   | 60—70 |
| Paslanmaz çelik sac   | 52  | 56    | 65—70   | —     |
| Çelik % 0,1 C         | 25  | 32    | 32  | 40    |
| » % 0,5 C             | 50  | 55    | 55  | 80    |
| » % 1,0 C             | 80  | 105   | 100   | 130   |
| Kâğıt, karton         | 2—5   | 7—9   | —   | —     |
| Sert kâğıt            | —   | 10—14 | —   | —     |
| Mika                  | 5—8   | —     | —   | —     |
| Plastikler            | 2—3   | 9—12  | —   | —     |
| Sellüloid             | 4—6   | —     | —   | —     |
| Ağaç                  | 1—3   | —     | —   | —     |
| Deri                  | 0,7   | —     | —   | —     |
| Kauçuk                | 0,7   | 2—6   | —   | —     |

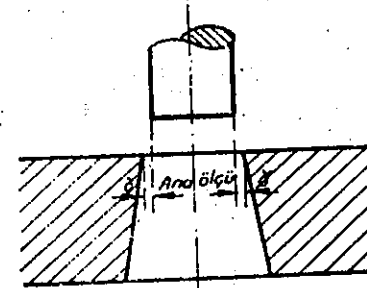
## Zımbalama ve Delme

Bir zimba ve buna uyan bir kalıp arasına konan bir sacın, zimba ve kalıp arasında zorlanarak kesilmesidir (Şek. 83). Kesilen parçanın şekli, zimba ve kalıbın profiline uygundur.



Şekil 83 — Zımbalama

Zimba ile kalıp arasında belirli bir boşluk bırakılmalıdır. Bu boşluk (Şek. 84 de  $S$  ile gösterilmiştir) zımbalanmış sac kalınlığına göre değişir ve sac kalınlığının % 5 ile % 10 u arasında oynar.



$S = 2\delta = \text{Boşluk}$

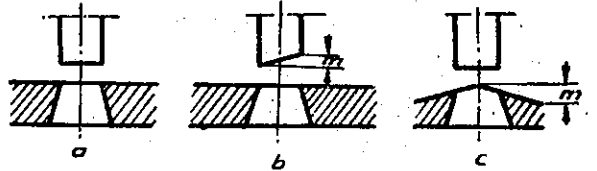
Şekil 84 — Zımbalamada boşluk

Zimba ve kalıpların ağızlarına çeşitli şekilde meyil verilebilir. (Şek. 85) başlıca çeşitleri göstermektedir.

Kesme kuvvetleri ve iş: Paralel bilemede (Şek. 84)  $P$  kesme kuvveti

$$P = l \cdot \delta \cdot \tau_k \quad \begin{cases} P & \text{kg.} \\ l & \text{mm} \\ \delta & \text{mm} \\ \tau_k & \text{kg/mm}^2 \end{cases} \quad (52)$$

dir. Pratik olarak  $\tau_k$  kayma mukavemeti,  $\sigma_k$  kopma mukavemetine eşit alınır.  $l$  zımbalanan delik çevresi,  $\delta$  ise sac kalınlığıdır.



Şekil 85 — Zimba kalıplarında çeşitli kesme kenarı şekilleri:

- Paralel ağızlı
- Tek tarafa meyilli
- Çatı şekli

Kesme ağızları meyilli olup,  $m$  açısız yüksekliği 1 ilâ 1,5  $\delta$  kadar ise (Şekil 85), kesme kuvveti

$$P = 0,70 l \cdot \delta \cdot \sigma_k \quad (53)$$

alınabilir.

Kalın saclar kesilirken tezgâhın gücü kâfi gelmez ise sıcak zımbalama yapılır. Bu halde, paralel bileme hâli için - takriben  $90^\circ$  de — kesme kuvveti

$$P = 0,4 l \cdot \delta \cdot \sigma_k \quad (54)$$

alınabilir.

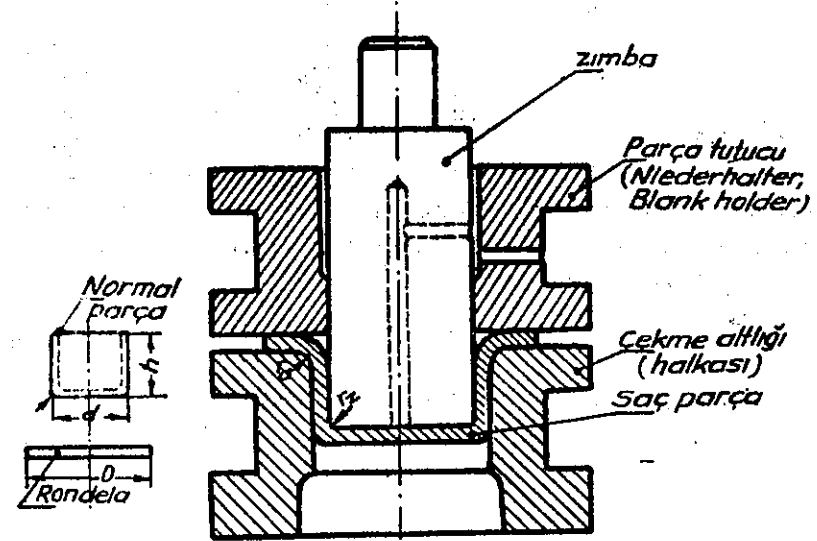
Kesme işi

$$I = 0,6 P \cdot \delta \quad \begin{cases} I & \text{kg. m} \\ P & \text{kg} \\ \delta & \text{m} \end{cases} \quad (55)$$

dir.

## Çekme

Çekme, imâl edilecek parçanın inkişaf ettirilmiş şekline uygun olarak hazırlanmış düz bir rondelayı içi boş, çukur parçalar hâline getirmeye denir. Bu işlem malzemenin plâstik akışı sayesinde başılır. (Şekil 86) rondelayı, mâmûl parçayı ve parçanın imâlinde kullanılan pres kalıbını göstermektedir



Şekil 86 — Çekme kalıbı

Derin bir parça elde etmek için bir kaç çekme işlemi yapmak icap eder.  $m = d/D$  oranı (Şekil 86) bir kademede belli bir değeri aşamaz. Aksi halde parçada katlanmalar ve yırtılmalar vuku bulur. Tablo 24 malzeme cinsine göre  $m$  oranlarını vermektedir.

**Çekme kuvveti:** Çekme kuvveti  $P_c$  kg, çekme köşesi üzerinde ölçülmek üzere, çekme çevresi  $l = \pi d$  mm, sac kalınlığı  $\delta$  mm, sacın kopma mukavemeti  $\sigma_k$  kg/mm<sup>2</sup> ise

$$P_c \approx l \cdot \delta \cdot \sigma_k \cdot \kappa_p \quad (56)$$

dir.  $\kappa_p$  bir kat sayı olup Tablo 25 de verilmiştir.

**Tutma kuvveti:** Çekilen sacın kırışıp, deforme olmaması için par-

Tablo 24. Maksimum  $m = d/D$  oranları.

| Malzeme                          | 1. nci kademe | 2. nci kademe |
|----------------------------------|---------------|---------------|
| Çekme sacı                       | 0,65          | 0,8           |
| Karoseri sacı                    | 0,55          | 0,75          |
| Çelik sac, 55 kg/mm <sup>2</sup> | 0,6           | —             |
| Teneke                           | 0,65          | 0,88          |
| Bakır                            | 0,65          | 0,85          |
| Çinko                            | 0,63          | 0,85          |
| Alüminium                        | 0,53          | 0,8           |

ça tutucunun sac rondela üzerinde belli bir  $P$  tutma basıncı yapması gerekir (Tablo 26). O halde, basınç  $P$  kg/cm<sup>2</sup>, basınç yapılacak yüz  $F$  cm<sup>2</sup>, tutma kuvveti  $P_t$  kg ise

$$P_t = F \cdot p, \quad F = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \quad (57)$$

olur. O halde presleme için gereken toplam kuvvet

$$P = P_c + P_t \quad (58)$$

dir.

Çekme işi:  $l = P \cdot h \cdot \alpha_1$  ampirik bağıntısı ile hesaplanabilir. Burada  $P$  toplam kuvvet (kg),  $h$  çekme derinliği (m) ve  $\alpha_1$  Tablo 25 de verilen bir kat sayıdır.

Tablo 25.  $m$  oranına bağlı olarak  $\alpha_1$  ve  $\alpha_2$  kat sayıları

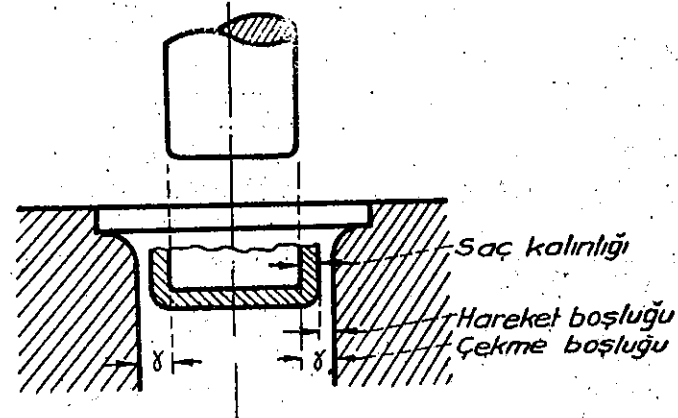
| $m$ | $\alpha_1$ | $\alpha_2$ |
|-----|------------|------------|
| 0,5 | 1          | 0,8        |
| 0,6 | 0,8        | 0,77       |
| 0,7 | 0,6        | 0,7        |
| 0,8 | 0,4        | 0,64       |
| 0,9 | 0,2        | 0,64       |

Çekilen içi boş parçanın şekli dairevi kesitli olabileceği gibi dört köşeli, konik, kürevi, kademeli vs. olabilir. Çekmede parçanın cidar ka-

Tablo 26. Özel tutma basıncı değerleri

| Malzeme       | $p$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|------------------------------|
| Çekme sacı    | 25                           |
| Teneke        | 30                           |
| Bakır sac     | 20                           |
| Pirinç sac    | 24                           |
| Çinko sac     | 15                           |
| Alüminium sac | 12                           |

lınlığı, parçanın imâl edildiği sacın veya rondelanın kalınlığının umumiyetle aynı bırakılır. Bu sebeple zımba ile çekme altlığı çapları arasında sac kalınlığının iki mislinden biraz fazla bir çekme boşluğu bulunur (Şekil-87). Tablo 27 bu boşluk değerlerini vermektedir.



Şekil 87 — Çekmede gerekli boşluklar

Dip kısım hariç, cidar kalınlığının inceltmesi isteniyorsa,  $\gamma$  çekme boşluğu  $\delta$  sac kalınlığından daha küçük seçilir. Bu halde malzeme bir soğuk işleme sertliği edineceğinden, çekme kademeleri arasında tavlama yapmak icap eder. Her kademede cidar % 25-30 kadar inceltilebilir.

İnceltme halinde, çekme kuvveti çok daha büyüktür; çekme kalıbında parça tutucu bulunmaz; çekme altlığının girişi konik yapılı; yağlamaya çok dikkat etmek lazımdır.



Tablo 27.  $\gamma$  çekme boşlukları

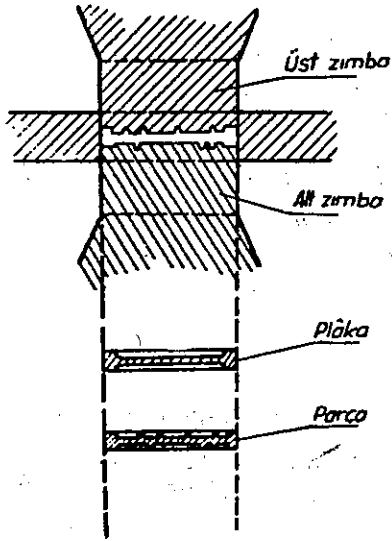
| Malzeme    | Çekme boşluğu $\gamma$ , mm |                  |
|------------|-----------------------------|------------------|
|            | Derin çekme                 | Parlatma çekmesi |
| Çekme saçı | 1,2 $\delta$                | $\delta$         |
| Pirinç     | 1,05 $\delta$               | $\delta$         |
| Çinko      | 1,3 $\delta$                | 1,1 $\delta$     |
| Alüminium  | 1,1 $\delta$                | $\delta$         |

Çekme zimbalarının  $r_c$  radyusu (şekil 86)  $2 \delta$  dan ve bazı hallerde  $5 \delta$  dan daha küçük olmamalıdır. Çekme derinliği arttıkça,  $r_c$  de arttırılmalıdır. Çekme altlığının  $r_c$  radyusu ne kadar küçük olursa, cidarlar o derece temiz çıkmakla beraber,  $r_c$  fazla küçük olursa dip kısım yırtılabilir.  $r_c$  nın fazla büyük alınması ise, zımbanın girişinde kalan boşluktan dolayı kırışmalara yol açar.  $r_c = 5 - 10 \delta$  arasında değişir.

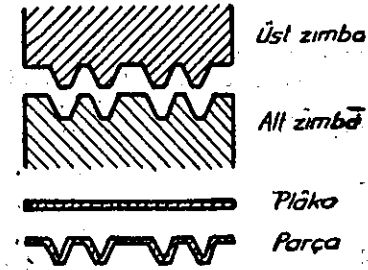
### D a m g a l a m a

(«Prägen», «Compression and squeeze Forming»)

(Şekil 88 ve 89) Dolu damgalamada malzemeye, umumiyetle soğuk halde, iki kalıp arasında preslenerek kabartma şekil verilir. Malzemenin kalınlığı, plâstik akış sonucu değişir. Boş damgalamada ise bir yüzün bir girintisi, diğer yüzün bir çıkıntısına teka-bül eder. Malzemenin kalınlığı değişmez. Plâkalar bir pres ve kalıp yardımıyla bir saç veya banddan zımbalanarak kesilirler. Derin damgalamalar bir kaç kademede yapılır: Kademeler arasında tavlama yapmak ve parçayı, yüzünü temizlemek üzere, dağlamak icap eder: Tablo 28 damgalama özel basınçlarını vermektedir.



Şekil 88 — Dolu damgalama



Şekil 89 — Boş damgalama

Tablo 28. Özel damgalama basınçları (kg/mm<sup>2</sup>)

|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| Yumuşak çeliğin damgalanması    | 100—200 |
| Altın paraların damgalanması    | 120—150 |
| Gümüş » »                       | 150—180 |
| Nikel » »                       | 160—180 |
| Alpaka yemek takımları          | 160—200 |
| Paşlanmaz çelik yemek takımları | 250—300 |
| Pirinç saç, 0,7 mm kalın        | 10      |
| 1,8 mm »                        | 80—90   |

### S ı c a k d ö v m e

(«Schmieden», «Forging»)

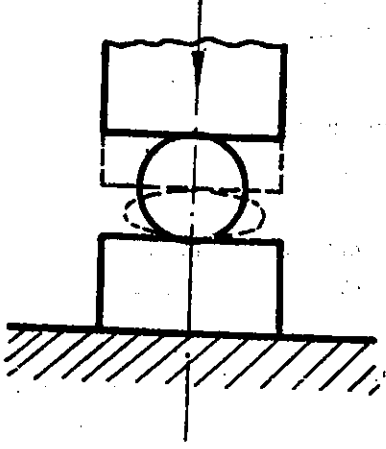
Malzemeye, umumiyetle, kızıl dereceye getirildikten sonra, çekiçleme veya presleme yolu ile bir şekil verme ameliyesidir. İki çeşide ayrılabilir: a) Serbest sıcak dövme (Şek. 90), b) Kalıpta sıcak dövme (Şek. 91)

Şekil değiştirme için gerekli olan kuvvet, ya serbest veya hızlandırılarak düşen bir ağırlığın enerjisinin şekil değiştirme işine değişmesi yolu ile (çekiçler ve şahmerdanlar) veya ağır tesir eden yüksek bir hidrolik tazyik yolu ile (presler) elde edilir.

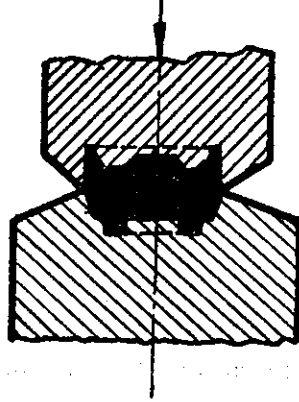
Malzemenin şekil değiştirme mukavemetinin büyüklüğüne tâbi olan dövme kuvveti, şekil değiştirme hızına ve dövme sıcaklığına göre

değişir. Hız ne derece büyük ise, iç sürtmeler artacağından mukavemet de o derece artar. Dövme kuvveti ayrıca parçanın şekline de tâbidir.

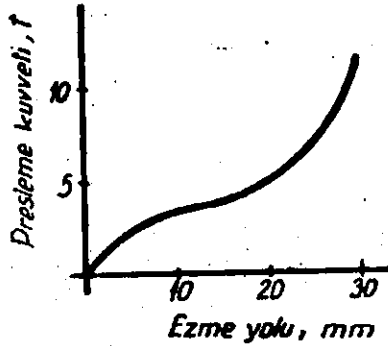
Yavaş şekil değiştirme, yani presleme halinde, presleme kuvveti eğrisi bir miktar takriben yatay (Şek. 92) devam etmekte, sonra yükselmektedir. Hızlı şekil değiştirme, yani çekiçleme halinde bu duraklama olmamaktadır.



Şekil 90 — Serbest sıcak dövme



Şekil 91 — Kalıpta sıcak dövme



Şekil 92 — Preslemede kuvvetin değişmesi

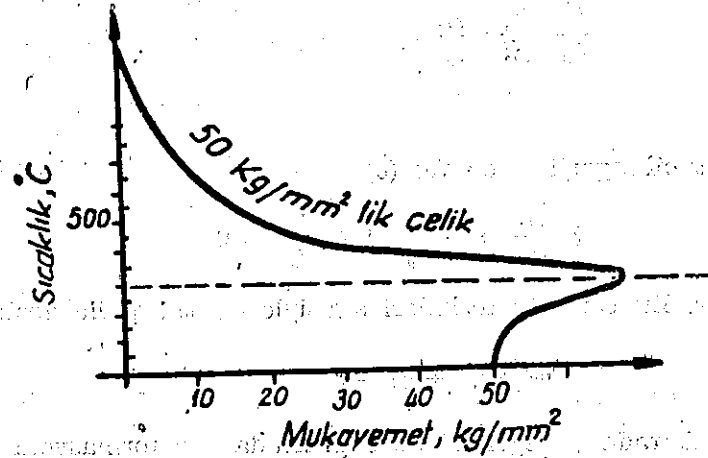
Sıcaklığın tesirine gelince (Şek. 93), malzemenin mukavemeti 300° ye kadar artmakta ve sonra umumiyetle 1300° ye kadar hızla düşmek-

tedir. 900° nin altında mukavemet çabuk arttığından dövme umumiyetle 900°-1100° arasında yapılır.

Dövme kuvveti

$$P = C \cdot F \cdot k_f$$

bağıntısı yardımıyla hesaplanabilir. Burada  $k_f$  şekil değiştirme mukavemeti ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ),  $F$  dövülen alan veya mukavemet alanı ( $\text{mm}^2$ ),  $C$  ise bir kat sayıdır.  $C$  kat sayısı dövülen parçanın şekline tâbi olarak büyük ölçüde değişir ve 1 ile 10 değerleri arasında oynar (Tablo 29).



Şekil 93 — Sıcaklık derecesinin şekil değiştirme mukavemeti üzerindeki tesiri.

Tablo 29.  $k_f$  şekil değiştirme değerleri

| Malzeme                   | Sıcaklık, °C |        |      |
|---------------------------|--------------|--------|------|
|                           | 900          | 1000   | 1100 |
| Karbon çeliği 0,7—1,3 % C | 8            | 5      | 3,5  |
| Krom, nikel çeliği        | 10—12        | 7,5—15 | 5—10 |

Çekiçlemede çekiçin enerjisi, düşme yüksekliği ve çekiç ağırlığı ile muayyendir. Çekiç enerjisi aynı olmakla beraber, daha ağır olan fakat daha küçük bir irtifadan düşen bir çekiçin dövme etkisi daha büyüktür.

**NOT:** Sıcak dövme işlemi, soğuk veya sıcak haddelme, tel çekme v.s. gibi mekanikte "Plastisite" bahsi ile ilgilidir. Mekanğin bu kolu yardımıyla şekil değiştirme işi kolaylıkla hesap edilebilir:

$V$  hacminde bir parçamız bulunsun. Bunun paralel kenar şeklinde olduğunu ve boyutlarının  $b_0, h_0, l_0$  olduğunu farzedelim. Bir şekil değiştirmeden sonra boyutlar  $b_1, h_1, l_1$  değerlerini alsın. O halde:

$$V = b_0 \cdot h_0 \cdot l_0 = b_1 \cdot h_1 \cdot l_1$$

veya

$$\frac{b_1}{b_0} \cdot \frac{h_1}{h_0} \cdot \frac{l_1}{l_0} = 1$$

olur.

buradan tabii logaritme olarak ( $e$ )

$$L \frac{b_1}{b_0} + L \frac{h_1}{h_0} + L \frac{l_1}{l_0} = 0$$

elde edilir. Bu eşitlikte terimleri sırasıyla  $\varphi_b, \varphi_h, \varphi_l$  ile gösterirsek;

$$\varphi_b + \varphi_h + \varphi_l = 0$$

bulunur. Burada  $\varphi$  değerleri üç doğrultuda «deformasyon» büyüklüğünü ölçerler.  $\varphi$  deformasyonları umumiyetle % ile ifade edilir. Mesela  $l_1/l_0 = 1.65$ ,  $L \cdot 1.65 = 0.50$  ise  $\varphi_l$  deformasyonu % 50'dir.

**Deformasyon işi:** Şekil değiştirmede iş pratikte:

$$i\dot{s} = T = T_1 + T_2 + T_3$$

$T_1$  = deformasyonun büyük olduğu doğrultudaki iş

$T_2$  = diğer iki doğrultudaki iş

$T_3$  = delk (sürtme) işi.

şeklinde ayrılabilir. Burada  $T_3$  değerini esas alıp diğerlerini ihmal ederek veya şekil değiştirme işleminin verim kat sayısına ithal ederek hesabımızı basitleştirebiliriz.  $V_0$  hacminde bir paralel kenar alalım. Bunun deformasyondan evvel taban alanı  $s_0$ , yüksekliği  $h_0$  olsun. Üstten bastırarak yüksekliğini  $h_1$  e indirelim; kesiti de böylece  $s_1$  değerini alsın.

deformasyon hacmi :

$$V_{def} = \int_{h_0}^{h_1} s \cdot dh = \int_{h_0}^{h_1} \frac{V_0}{h} \cdot dh = V_0 \cdot \int_{h_0}^{h_1} \frac{dh}{h} = V_0 \cdot L \frac{h_1}{h_0} = V_0 \cdot \varphi_h$$

bulunur. O halde  $dV_{def} = V_0 \cdot d\varphi_h$  demektir. Diğer taraftan  $k_f$  şekil değiştirme mukavemeti ise:

$$\begin{aligned} dT [kg \cdot mm] &= k_f [kg/mm^2] \cdot dV_{def} [mm^3] \\ &= k_f \cdot V_0 \cdot d\varphi_h \quad \text{bulunur.} \end{aligned}$$

Entegral alırsak :

$$T = V_0 \cdot \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} k_f \cdot d\varphi_h = V_0 [mm^3] \cdot a [kg/mm^2]$$

bulunur. Burada ( $a$ ) değerine «özel deformasyon işi» denir ve boyutu

$$[a] = \frac{[T]}{[V_0]} = [kg \cdot mm / mm^3] \quad \text{dür.}$$

Halbuki her malzeme cinsi için  $\varphi$  deformasyon derecesinin her değerine karşılık  $k_f$  şekil değiştirme mukavemeti yani  $k_f = f(\varphi)$  belirlidir ve tecrübe ile bulunabilir. O halde  $a = f(\varphi)$  değeri de her  $\varphi$  deformasyon derecesi için belirli demektir.  $\varphi$  ye tâbi olarak  $k_f$  ve  $a$  değerlerini bazı klâsik malzeme için veren tablo ve grafikler teknik literatürde mevcuttur. Bunlar  $a$  değerini  $\varphi = 0$  değerinden itibaren verirler. İcabı halinde  $a$  değerini  $\varphi_1$  ve  $\varphi_2$  gibi iki  $\varphi$  değeri arasında hesap için

$$\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} k_f \cdot d\varphi = \int_0^{\varphi_2} k_f \cdot d\varphi - \int_0^{\varphi_1} k_f \cdot d\varphi$$

şeklinde düşünmek kâfidir.

## B Ö L Ü M İ I

### Tezgâhlarda tahrik

**Tahrik şekilleri :** Tezgâhların hareket eden muhtelif kısımlarının hareketleri esas itibariyle

- dönme (rotatif) hareketler
- gidip-gelme (alternatif) ve doğrusal hareketler

şeklinde tasnif edilebilir. Dönme hareketlerinde en önemli rolü devir sayısı oynar. Hareketin cinsine göre değişmekle beraber, umumiyetle devir sayısını lüzumuna göre değiştirmek icap eder. Meselâ bir torna tezgâhı üzerinde, belli bir malzemeden yapılmış bir parçayı belli şartlar altında işlemek icap etsin. Kesme hızı işleme şartlarına göre evvelden tayin edilir. İşleme sırasında parça çapı küçüldükçe, kesme hızını belirli değerinde tutabilmek için, parça devir sayısını değiştirmek icap eder.

En ideal yol devir sayısını sürekli olarak değiştirebilmektir. Devir sayısını böylece sürekli olarak değiştirmeye elverişli mekanizmalara «*kademesiz tahrik mekanizmaları*» denir. Bu gibi mekanizmalar umumiyetle pahalı ve nazik olup her yerde kullanılmaları münasip olmamaktadır. Bu sebeple devir sayısını ekseriya kademeli olarak değiştirmek icap etmektedir. Devir sayısını kademeli olarak değiştirmeye yarayan mekanizmalara ise «*kademeli tahrik mekanizmaları*» denir.

Gidip-gelme ve doğrusal hareketlere gelince, bu hareketlere meselâ talaş kaldıran muhtelif tezgâhların ilerleme hareketleri gibi yavaş hareketler ile, bilfarz vargel tezgâhlarının tablalarının gidip-gelme hareketleri gibi hareketler ithal edilebilir.

Böylece, kesme ve ilerleme hareketleri düz veya dairevi olabilirler. Bununla beraber, asıl hareket gine dairevidir. Burada asıl hareket ile tezgâha enerji veren makina veya tertibatın hareketini kastediyoruz. Ayrıca, düz hareketteki hızın ayarı bile, dairevi hareket henüz düz ha-

rekete tebdil edilmeden evvel, dairevi hareket yapan bir kısmın devir sayısını ayarlamak suretiyle yapılmaktadır. Şu halde, kesme hızı ve ilerleme hızını ayarı demek, bir devir sayısı ayarı demektir.

Dönme harekette kesme hızı, iş parçası veya takım'ın çapı üzerindeki çevresel hızdır. Parça veya takım çapı  $d$  mm, devir sayısı  $n$  devir/dak ise, kesme hızı :

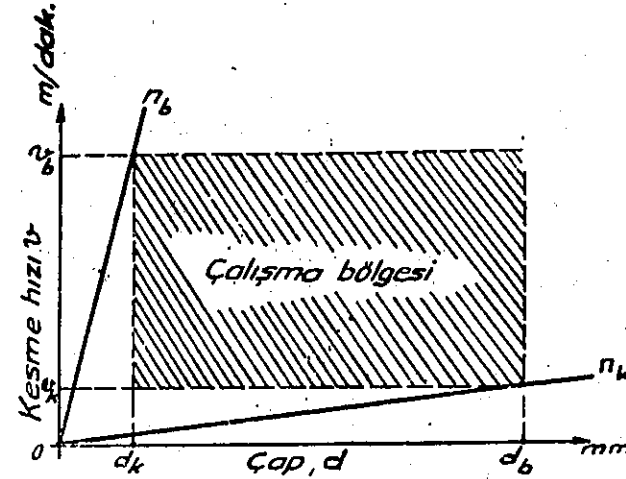
$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad \text{m/dak} \quad (60)$$

veya

$$n = \frac{1000 v}{\pi \cdot d} \quad \text{d/dak} \quad (61)$$

dir.

Bir tezgâhın inşasında en evvel, o tezgâh üzerinde yapılacak işlere, daha doğrusu işleme şartlarına göre bir kesme hızı aralığı tayin edilmesi icap eder. Böylece, kesme hızının  $v_k$  ile  $v_b$  arasında değişebilmesi şart



Şekil 94 — Çalışma bölgesi.

koşulmuş olsun. Şüphesiz bu aralıktaki bütün hızların parça veya takım çapı ne olursa olsun sağlanması icap eder. Tezgâhın tesbit edilen kapasitesine göre seçtiğimiz herhangi iki  $d_k$  ile  $d_b$  arasındaki bütün çaplar üzerinde yukarıdaki kesme hızı aralığına dahil herhangi bir kesme hızı ile çalışmasını da şart koşarsak tezgâhın «*Çalışma bölgesi*» belirli olur (Şek. 94). Bu çalışma alanı ise en küçük ve en büyük devir sayılarını belirli kılar:

En küçük devir sayısı :

$$n_k = \frac{1000 \cdot v_k}{\pi \cdot d_b} \quad (62)$$

En büyük devir sayısı :

$$n_b = \frac{1000 \cdot v_b}{\pi \cdot d_k} \quad (63)$$

dir. O halde  $A$  "devir sayısı ayar aralığı",

$$A = \frac{n_b}{n_k} = \frac{v_b \cdot d_b}{v_k \cdot d_k} \quad (64)$$

olarak bulunur.

$A_v = \frac{v_b}{v_k}$  ve  $A_d = \frac{d_b}{d_k}$  olmak üzere  $A_v$  ye «kesme hızı ayar aralığı»,  $A_d$  ye ise «çap aralığı» diyelim. O halde

$$A = A_v \cdot A_d \quad (65)$$

yazılabilir.

Şu halde dairesel hareketle çalışan bir tezgâhta devir sayısı ayar aralığı, hem kesme hızı ayar aralığına, hem de iş parçası veya takım çapı aralığına tâbidir.

Devir sayısı ayar aralığının aksine, yani  $(1/A)$  ya « devir sayısı aralığı » denir. Meselâ devir sayısı 20 ile 800 arasında değişiyorsa devir sayısı aralığı 1 : 30 olarak gösterilir.

Tezgâh şayet  $n_b$  ile  $n_k$  arasındaki her hangi bir devir sayısı ile çalışmaya imkân veriyorsa devir sayıları «kademelendirilmiştir» denir. Kademesiz devir sayıları, hidrolik tertibat, leonard gurupları, mekanik hız varyatörleri yardımıyla elde edilebilir.

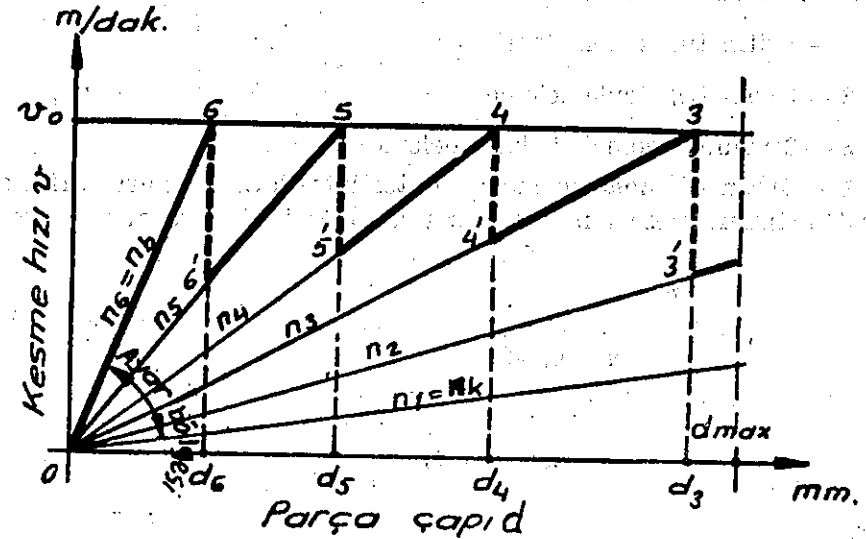
Şayet  $n_b$  ile  $n_k$  arasındaki bütün devir sayıları değil de mahdut ve muayyen bir takım devir sayıları elde edilebiliyorsa devir sayıları «kademelidir» denir. Böyle devir sayıları kayış kasnak ve dişli tertibatı ile sağlanırlar.

Devir sayılarının kademelendirilmesi yolları : Kademesiz devir sayıları halinde, işlenen her çap için en uygun kesme hızını sağlamak mümkündür. Bu da devir sayısını ayarlamakla yapılır. Halbuki kademeli devir sayıları halinde, mevcut devir sayılarının muayyen bir çap

ve kesme hızı aralığında kullanılmalrı icap eder. Bunu görmek için en kısa yol grafik yoldur. Absise çapları, ordinata ise kesme hızlarını naklederek «testere diyagramı» nı elde ederiz. Bu adın verilmesine sebep, diyagramın umumî görünüş itibariyle testereye benzemesidir (Şek. 95).

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

olduğuna göre,  $n$  devir sayısının her sabit bir değeri için  $v = f(d)$  eğri-leri «0» noktasından geçen doğrulardan ibarettir.



Şekil 95 — Devir sayılarının kademelendirilmesi.

$v_0$  muayyen bir malzemenin işlenmesi için en uygun kesme hızı olsun. Bundan düşük bir hızla çalışırsak, iş zamanı uzar.  $v_0$  hızından daha büyük bir hızla çalışırsak takım çabuk körleneceği için, takımın sökülmesi, bilenmesi, takılması ve ayarlanması zamanları çoğalacağı için yine zaman kaybına uğrarız. Esasen her malzeme için tesbit edilmiş olan kesme hızları bütün kayıplar ve faydalar tartılarak en uygun hız olarak tesbit edilmiştir. Şu halde çalışırken mümkün mertebe  $v_0$  değerine yakın kalmamız icap eder. Fakat bu değeri geçmek doğru değildir (1).

Meselâ  $d_5$  ile  $d_4$  çapları arasında en uygun devir sayısı  $n_3$  dür. Çap  $d_5$  iken  $n_3$  devir sayısı ile tam  $v_0$  kesme hızı elde edilir.  $d_4$  den itibaren

(1) F. Akün, Talaş kaldırmada maliyet, İstanbul Teknik Üniversitesi bülteni, 1956.

çap küçüldükçe kesme hızı da düşer ve  $d$ , çapında 4' noktasına kadar iner. 4' noktasında  $n_1$  sayısına geçerek yine  $v_0$  kesme hızını elde etmek mümkündür. Aynı hususlar bütün çap kademeleri arası için varittir. Testere dişlerinin üst noktaları daima  $v_0$  doğrusu üzerinde bulunurlar. Fakat testere diş dipleri mevcut devir sayılarının tertibine göre değişir. Şimdi, devir sayılarının en uygun kademelenmesi şeklini bulmaya çalışalım.

Devir sayılarını kademelenmede, şimdiye kadar düşünülen veya pratikte tatbik edilen başlıca tertipler şunlardır:

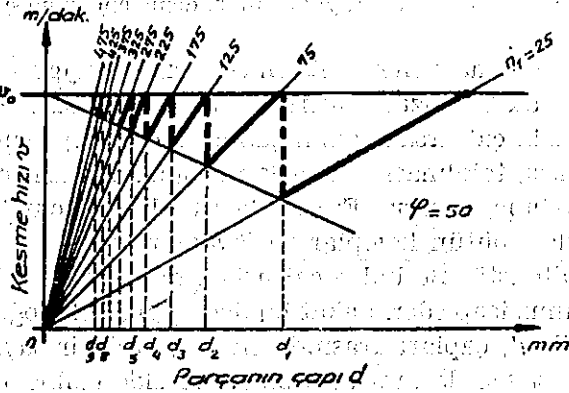
- 1 — Aritmetik kademeleme
- 2 — Geometrik kademeleme
- 3 — Tashihli geometrik kademeleme

1 — Aritmetik kademeleme: Bu tertipte devir sayıları aritmetik olarak artırılır. Meselâ ilk devir sayısı  $n_1$ , devir/dak ve artış  $q$  ise:

$$\begin{aligned} n_1 &= n_1 \\ n_2 &= n_1 + q \\ n_3 &= n_1 + 2q \\ &\dots \end{aligned}$$

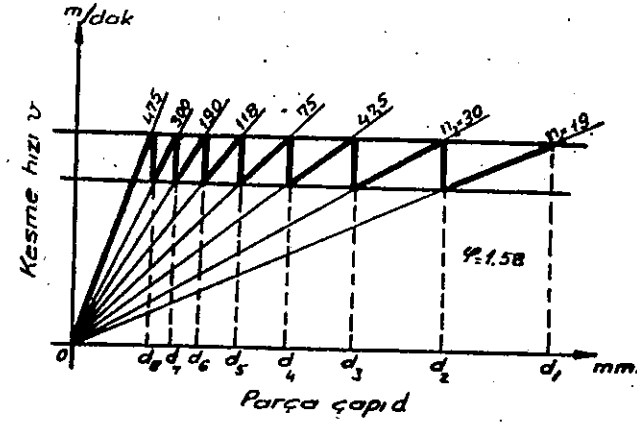
$$n_p = n_1 + (p-1)q$$

olur.



Şekil 96 — Aritmetik kademeleme

Şekil 96 dan görülüyor ki, aritmetik kademelenmede devir sayıları küçük çaplar için çok sık ve büyük çaplar için çok seyrek. Bilhassa büyük çaplar için kademe sonlarında kesme hızı, en münasip  $v_0$  hızına göre, çok aşağı düşmekte ve tabiatıyla verim azalmaktadır. Bu sebeple bu kademeleme şekli kullanılmaz.



Şekil 97 — Devir sayılarının geometrik kademelenmesi.

2 — Geometrik kademeleme: Bu halde devir sayıları geometrik bir seri teşkil edecek şekilde seçilirler.

İlk devir sayısı  $n_1$ , katsayı  $\varphi$  ve devir sayısı kademesi miktarı  $z$  ise

$$n_k = n_1$$

$$n_2 = n_1 \cdot \varphi$$

$$n_3 = n_1 \cdot \varphi^2$$

$$\dots$$

$$n_p = n_1 \cdot \varphi^{p-1}$$

$$\dots$$

$$n_b = n_z = n_1 \cdot \varphi^{z-1} = n_k \cdot \varphi^{z-1}$$

(66)

olur. O halde devir sayısı ayar aralığı

$$A = \frac{n_b}{n_k} = \varphi^{z-1}$$

(67)

bulunur, buradan

$$\varphi = \sqrt[k]{A} \quad (68)$$

elde edilir.

$A=25$ ,  $n_k = 19$ ,  $z = 8$  olsun. Bu halde  $\varphi = 1,58$  olup  $n_b = 19$ ,  $n_2 = 30$ ,  $n_3 = 47,5$ ,  $n_4 = 75$ ,  $n_5 = 118$ ,  $n_6 = 190$ ,  $n_7 = 300$ ,  $n_8 = 475$  bulunur.

Şekil 97 den görüleceği üzere, her devir sayısında kesme hızı en fazla bir  $v_i$  değerine kadar düşmektedir. Halbuki (Şek. 95 ve 97)

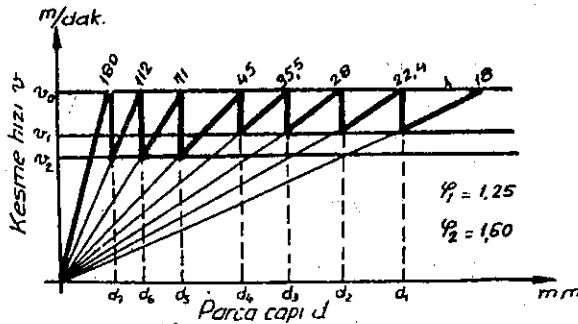
$$v_0 = \pi \cdot d_p \cdot n_p, \quad v_i = \pi \cdot d_p \cdot n_{p-i}$$

olup

$$\Phi = \frac{v_i}{v_0} = \frac{n_{p-i}}{n_p} = \frac{1}{\varphi^i} \quad (69)$$

bulunur. Görülüyor ki geometrik bir kademeleme için  $\Phi$  «hız verimi» sabittir.  $\Phi$  hız veriminin tezgâhın bütün çalışma bölgesinde sabit olduğu yegâne kademeleme şekli, geometrik kademelemedir. Tatbikatta hemen münhasıran kullanılır.

3 — Tashihli (seçme) geometrik kademeleme. Geometrik kademe ideal olarak görünüyorsa da, küçük çaplar veya büyük devir sayılarında devir sayısı kademeleri lüzumsuz yere sıkışmaktadır. Bu sebep-



Şekil 98 — Düzeltilmiş geometrik kademeleme.

le bazı hallerde bütün testere diyagramı iki geometrik seriden teşkil edilmektedir (Şek. 98).

Not: Geometrik kademeleme, verim derecesinin bütün çalışma böl-

gesinde sabit kalması bakımından en iyi kademeleme şekli olmakla beraber, işleme zamanı gözönüne alınır, belli şartlar altında (bütün hız kademelerinin kullanılması hâli), en kısa işleme zamanını sağlayan kademelere şekli, müteakip çap farklarının sabit olduğu bir kademeleme şeklidir (1).

**Devir sayıları normu:** Devir sayılarını geometrik bir seri halinde seçmenin uygun olacağını gördükten sonra, devir sayıları için tesbit edilen normu gözden geçirelim. İlgili DİN 804 normu tablo 30 a'da verilmiştir (Bu norm ISA tavsiyelerine uygundur).

Devir sayısı normu, diğer mümasıl bütün normlara bir esas teşkil eden «norm sayılar» a uygun olarak hazırlanmıştır. Teknikte mil, boru, kasnak, cıvata, vs. gibi muhtelif elemanlar ile ilgili büyüklükler (meselâ, çap büyüklükleri ve saire) normlaştırılırken hep bu norm sayılar (DİN 323) göz önünde tutulur. (2) Norm sayılar, aşağıda göreceğimiz üzere, ondalık bir geometrik seriden ibarettir. Muhtelif büyüklüklerin normlaştırılmasında bu geometrik serinin esas tutulmasının sebebi, o büyüklüklerin göz önüne alınan aralıkta en makul ve uygun dağılım şeklini sağlamasıdır. Ondalık (desimal) geometrik seri, geometrik kademeleme özelliğini ve ondalık sistemin sayı düzenini nefsinde cem etmiştir. Bu seri herbir ondalık hanenin (1-10, 10-100 veya 100-1000, ...) geometrik olarak bölünmesi ile teşkil edilir.

Ondalık geometrik seride

$$\varphi = \sqrt[k]{\frac{n_b}{n_k}} \quad \left( k=z-1, \frac{n_b}{n_k} = A \right) \quad (70)$$

bağintısında daima

$$A = \frac{n_b}{n_k} = 10 \quad (71)$$

alınmıştır.  $k$  ise 40, 20, 10 veya 5 dir. Böylece şu katsayılar ve seriler elde edilir:

40 lık seri (S 40) için:  $\varphi_{40} = \sqrt[40]{10} \approx 1,06$  (100, 106, 112, 118, 125, 132, 140, 150, 160, ..., 900, 950)

20 lik seri (S 20) için:  $\varphi_{20} = \sqrt[20]{10} \approx 1,12$  (100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, ..., 800, 900)

(1) F. Akün, Takım tezgâhlarının devir sayıları hakkında — İ. T. Ü. Bülteni, Cilt 6, 1953.

(2) O. Kienzle, Normungszahlen, Springer, Berlin, 1950.

Tablo 30 a. Takım tezgâhları için tam yük devir sayıları, DIN 804

| Nominal değerler, devir/dak |                      |                         |                 |                      | Sınır değerler (1), devir/dak |                  |                   |                   |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------|----------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Müstak seriler              |                      |                         |                 |                      | S 20 esas serisi              |                  |                   |                   |
| S 20/2                      | S 20/3<br>(..2800..) | S 20/4<br>( 400) (.800) |                 | S 20/6<br>(..2800..) | Mekanik tolerans              | Mekanik tolerans | elektrik tolerans | elektrik tolerans |
| $\varphi = 1,12$            | $\varphi = 1,4$      | $\varphi = 1,6$         | $\varphi = 1,6$ | $\varphi = 2$        | -2 %                          | 2 %              | -2 %              | 4,5 %             |
| 2                           | 3                    | 4                       | 5               | 6                    | 7                             | 8                | 9                 | 10                |
| 112                         | 11,2                 |                         | 112             | 11,2                 | 98                            | 102              | 98                | 105               |
| 140                         | 16                   | 125                     | 140             | 1400                 | 110                           | 114              | 110               | 117               |
| 180                         | 180                  | 2000                    | 180             | 180                  | 123                           | 128              | 123               | 132               |
| 224                         | 22,4                 | 250                     | 224             | 22,4                 | 138                           | 144              | 138               | 148               |
| 280                         | 2800                 | 280                     | 280             | 2800                 | 155                           | 162              | 155               | 166               |
| 355                         | 31,5                 | 355                     | 355             | 355                  | 174                           | 181              | 174               | 186               |
| 450                         | 45                   | 4000                    | 450             | 45                   | 196                           | 204              | 196               | 209               |
| 560                         | 5600                 | 560                     | 560             | 5600                 | 219                           | 228              | 219               | 234               |
| 710                         | 710                  | 8000                    | 710             | 710                  | 246                           | 256              | 246               | 262               |
| 900                         | 90                   | 900                     | 90              | 90                   | 276                           | 287              | 276               | 294               |
|                             | 1030                 |                         |                 |                      | 310                           | 323              | 310               | 330               |
|                             |                      |                         |                 |                      | 348                           | 362              | 348               | 371               |
|                             |                      |                         |                 |                      | 390                           | 406              | 390               | 416               |
|                             |                      |                         |                 |                      | 438                           | 456              | 438               | 467               |
|                             |                      |                         |                 |                      | 491                           | 511              | 491               | 524               |
|                             |                      |                         |                 |                      | 551                           | 574              | 551               | 588               |
|                             |                      |                         |                 |                      | 618                           | 643              | 618               | 659               |
|                             |                      |                         |                 |                      | 694                           | 722              | 694               | 740               |
|                             |                      |                         |                 |                      | 778                           | 810              | 778               | 830               |
|                             |                      |                         |                 |                      | 873                           | 909              | 873               | 931               |
|                             |                      |                         |                 |                      | 980                           | 1020             | 980               | 1050              |

10 luk seri (S 10) için:  $\varphi_{10} = \sqrt[10]{10} \approx 1,26$  (100, 125, 160, 200, ... 630, 800)

5 lik seri (S 5) için:  $\varphi_5 = \sqrt[5]{10} \approx 1,58$  (100, 160, 250, 400, 630)

Burada  $\varphi_{20} = (\varphi_{10})^2$ ;  $\varphi_{10} = (\varphi_5)^2$ ;  $\varphi_5 = (\varphi_{10})^2$  olduğundan  $\varphi_{10}$ ,  $\varphi_{20}$ ,  $\varphi_5$ ,  $\varphi_{10}$ ,  $\varphi_5$  serileri arasında her seri, kendisinden daha «ince» olan müteakip seride birer hane atılarak elde edilebilir. Bu hususu norm sayılara istinaden hazırlanmış olan ve yük devir sayılarını gösteren Tablo 30 a'da dahi görmek mümkündür. Bu tabloda meselâ S 20/2 sütunu, S 20 serisinden birer hane, S 20/3 sütunu ikişer, S 20/4 üçer, S 20/6 beşer hane atılarak elde edildiği görülmektedir. O halde S 20/2 demek S 10, S 20/4 demek S 5 demektir. Bu atlamalar şüphesiz ki başlangıç noktalarını değiştirerek muhtelif şekillerde yapılabilir. Nitekim S 20/4 serisinde 4 ve 5 inci sütunlarda başka başka başlangıç sayıları ile iki ayrı seri teşkil edilmiştir.

Devir sayıları normunu tesbit ederken tezgâhları tahrik eden elektrik motorlarının devir sayılarını göz önünde bulundurmamak ve normda elektrik motorlarının norm devir sayılarının mümkün mertebe fazla miktarda bulunmasını sağlamak konstrüksiyon basitliği için önemli bir şart teşkil eder. Böylece motor devir sayısı, tezgâhın bir devir sayısı için tahvilsiz olarak tezgâha verilebilir. Alternatif akımlı elektrik motorlarının devir sayıları,  $f$  saniyede frekansı ve  $p$  çift kutup sayısını göstermek üzere

$$n = \frac{f}{p} \cdot 60 \quad 1/s = \frac{f}{p} \cdot 60 \quad 1/dak \quad (72)$$

TABLO 30 a' YA AİT NOT :

S 20, S20/2 ve S 20/4 serileri, 10, 100, ... ile çarpılıp veya bölünerek alt ya üste doğru genişletilebilir.

S 20/3 ve S 20/6 serileri ise, üç ondalık aralıkta verilmişlerdir, buna sebep bu seri sayılarının ancak 4 ncü ondalık aralıkta tekerrüre başlamalarıdır.

(1) Sınır değerler, mekanik ve elektrik toleransları göz önüne almak şartıyla, nominal değer inhirafını gösterir. % — 2 lik mekanik tolerans, dişli kutusunun inşasında umumiyetle tam olarak muhafaza edilemeyen nominal değer tahvilindeki müsaade edilen inhirafını sınırlar. %2,5 luk elektrik tolerans, muhtelif menşe tâkatlı elektrik motorlarının % 3,5 ilâ % 6 arasında oynayan tam yükteki kaymalarını gözetmektedir.

Sınır değerler, S 20 serisinin değerlerine göre hesaplanır. Dişli kutusunun hesabında 7 ve 8 nci sütunlardaki sınır değerler gözetilir. Burada motor devir sayıları olarak 355, 710, 1410 ve 2820 değerleri alınır.

İşletmede 9 ve 10 ncu sütunlardaki sınır değerler câridir.



ile hesaplanabilir ve böylece şu senkron devir sayıları elde edilir :

$$3000-1500-1000-750-600-500-375-300 \quad (73)$$

Daimî akımlı elektrik motorlarının devir sayılarını ise istenilen şekilde ayarlamak mümkündür. Fakat alternatif motorlarınkine uydurmak ve aradaki boşluğu doldurmak için aşağıdaki şekilde tesbit edilmiştir :

$$3000-2000-1500-1200-1000-750-600-500-375-300(74)$$

Alternatif veya daimî akımlı motorlara ait olsun, bu devir sayıları boşdaki devir sayıları olup tam yükte kayma yüzünden motorun menşe ve gücüne göre % 6,5 ile % 13,5 arasında oynayan bir devir sayısı düşmesi görülmektedir. Böylece yukarıdaki (74) bosdaki devir sayıları tam yükte takriben

$$2800-1800-1400-1120-900-710-560-450-355-280 \quad (75)$$

olacaktır. Görülüyor ki bu (75) tam yük devir sayıları, Tablo 30'a da S 20 ve S 20/2 serilerinde kâmilten mevcuttur, fakat muntazam aralıklı olmayıp bir seri teşkil etmemektedirler. Diğer S 20 3, S 20 4 ve S 20 6 serilerinde ise kısmen mevcuttur. Tezgâhların devir sayıları için başlangıç noktası olarak, elektrik motorlarının yük devir sayıları alınır. Böylece devir sayısı serisinin cinsi ve başlangıç noktası verince, seri tamamen muayyen olur. Meselâ S 20 3 (.2800..) gibi.

Ondalık geometrik serinin verdiği 1,06 , 1,12 , 1,26 , 1,58 katsayılarından pratik ihtiyaç bakımından 1,06 çok «ince»dir, ayrıca 1,26 ile 1,58 arasındaki fasıla fazladır ve 1,58 kat sayısı ise bazı limit haller için yeter derecede «kaba» değildir. Halbuki çok küçük bir takribiyetle ve tesadüfen

$$q_{40} = \sqrt[40]{10} \sim \sqrt[12]{2} \sim 1,06$$

$$q_{20} = \sqrt[20]{10} \sim \sqrt[6]{2} \sim 1,12$$

$$q_{10} = \sqrt[10]{10} \sim \sqrt[3]{2} \sim 1,26$$

dır. 2 adedinin bir kökünün geometrik seri katsayısı olması, o serilerdeki bazı değerler arasında 2 nisbetinin de mevcut bulunmasını icap ettirir ve böylece tezgâhlara motor seçerken, (75) motor devir sayıları serisinde birbirine nisbetleri 1/2 olan motor devir sayılarının o geometrik

Tablo 30 b: Boşdaki devir sayıları (Vereins Deutscher Werkzeugmaschinen Fabrikten (VDW) e göre)\*

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1,12 | 1,26 | 1,58 | 1,41 | 2    | 1,12 | 1,26 | 1,58 | 1,41 | 2    | 1,12  | 1,26  | 1,58  | 1,41  | 2    |
| 11,8 | 11,8 | 11,8 | 11,8 | 11,8 | 118  | 118  | 118  | 118  | 118  | 1180  | 1180  | 1180  | 1180  | 1180 |
| 13,2 | 15   | 17   | 17   | 17   | 132  | 150  | 170  | 190  | 190  | 1320  | 1500  | 1700  | 1900  | 1500 |
| 15   | 19   | 19   | 19   | 19   | 150  | 170  | 190  | 190  | 190  | 1500  | 1700  | 1900  | 1900  | 1500 |
| 17   | 19   | 19   | 19   | 19   | 170  | 190  | 190  | 190  | 190  | 1700  | 1900  | 1900  | 1900  | 1500 |
| 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 190  | 190  | 190  | 190  | 190  | 1900  | 1900  | 1900  | 1900  | 1500 |
| 21   | 23,5 | 23,5 | 23,5 | 23,5 | 210  | 235  | 265  | 265  | 265  | 2100  | 2350  | 2650  | 2650  | 2100 |
| 23,5 | 26,5 | 26,5 | 26,5 | 26,5 | 235  | 265  | 300  | 300  | 300  | 2350  | 2650  | 3000  | 3000  | 2100 |
| 26,5 | 30   | 30   | 30   | 30   | 265  | 300  | 335  | 335  | 335  | 2650  | 3000  | 3350  | 3350  | 2100 |
| 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 300  | 335  | 375  | 375  | 375  | 3000  | 3350  | 3750  | 3750  | 2100 |
| 33,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 375  | 420  | 475  | 475  | 475  | 3750  | 4200  | 4750  | 4750  | 2100 |
| 37,5 | 42   | 42   | 42   | 42   | 420  | 475  | 530  | 530  | 530  | 4200  | 4750  | 5300  | 5300  | 2100 |
| 42   | 47,5 | 47,5 | 47,5 | 47,5 | 475  | 530  | 600  | 600  | 600  | 4750  | 5300  | 6000  | 6000  | 2100 |
| 47,5 | 53   | 53   | 53   | 53   | 530  | 600  | 670  | 670  | 670  | 5300  | 6000  | 6700  | 6700  | 2100 |
| 53   | 60   | 60   | 60   | 60   | 600  | 670  | 750  | 750  | 750  | 6000  | 6700  | 7500  | 7500  | 2100 |
| 60   | 67   | 67   | 67   | 67   | 670  | 750  | 850  | 850  | 850  | 6700  | 7500  | 8500  | 8500  | 2100 |
| 67   | 75   | 75   | 75   | 75   | 750  | 850  | 950  | 950  | 950  | 7500  | 8500  | 9500  | 9500  | 2100 |
| 75   | 85   | 85   | 85   | 85   | 850  | 950  | 1050 | 1050 | 1050 | 8500  | 9500  | 10500 | 10500 | 2100 |
| 85   | 95   | 95   | 95   | 95   | 950  | 1050 |      |      |      | 9500  | 10500 |       |       | 2100 |
| 95   | 105  | 105  | 105  | 105  | 1050 |      |      |      |      | 10500 |       |       |       | 2100 |
| 105  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       | 2100 |

\* Bu eski norm 1,06 serisini de ihtiva etmekte ise de, çok «ince» olup pratik kıymet. olmadıgından...cetvele ithal edilmemiştir.

serilerde mevcut olmasını ve böylece birbirleri yerine kullanılmasını, daha doğrusu birbirlerine tercihini, mümkün kılar. Daha fazla açıklamak lâzım gelirse, direkt olarak elektrik motoruna bağlı basit mekanizmalar göz önüne alındığı takdirde, norm devir sayıları serilerinin motor devir sayılarını ihtiva etmesi lâzım gelir. Halbuki (74) ve (75) motor devir sayıları serilerinde kat sayılar 2 nin bir kökü olup (umumiyetle  $\sqrt[3]{2} \approx 1,26$ ), norm devir sayıları serilerinde de katsayıların 2 nin bir kökü olması faydalıdır. Çünkü ancak böylece norm devir sayıları serileri, elektrik motor devir sayılarını mümkün merteye ihtiva edecektir. Aynı düşünce ile

$$\varphi = \sqrt[2]{2} \approx 1,41 \quad \text{ve} \quad \varphi = 2$$

nin katsayı olarak intihabı pratik icaplara uygun gelmekte ve aynı zamanda yukarıda zikrettiğimiz boşlukları doldurmaktadır. Neticede Tablo 31 deki katsayılar elde edilmiş olur.

Yalnız normda lüzumsuz kesirler atılarak  $\varphi$  kat sayıları şu şekilde yuvarlatılmıştır:

$$\varphi : 1,06 ; 1,12 ; 1,25 ; 1,4 ; 1,6 ; 2 \quad (76)$$

Yükteki devir sayıları yerine boştaki devir sayıları alınır, aynı yol takip edilerek Tablo 30 b'deki devir sayıları elde edilmektedir. Bu tabloda norm sayıların aksine, ondalık hanede ilk sayının 10,100,... olacak

Tablo 31.

Geometrik devir sayısı serileri kat sayıları

|          | Adedi                                 | 1,06                          | 1,12                         | 1,26                         | 1,41                 | 1,58                  | 2    |
|----------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|------|
|          | değer                                 |                               |                              |                              |                      |                       |      |
| Formülün | verdiği                               | $\frac{40}{\sqrt{10}}$        | $\frac{20}{\sqrt{10}}$       | $\frac{10}{\sqrt{10}}$       |                      | $\frac{5}{\sqrt{10}}$ |      |
|          | değer                                 | $\approx \frac{12}{\sqrt{2}}$ | $\approx \frac{6}{\sqrt{2}}$ | $\approx \frac{3}{\sqrt{2}}$ | $\frac{2}{\sqrt{2}}$ |                       | 2    |
| Verim    | $\frac{v_1}{v_0} = \frac{1}{\varphi}$ | 0,94                          | 0,89                         | 0,78                         | 0,70                 | 0,63                  | 0,50 |
|          | $\varphi^2$                           | 1,12                          | 1,26                         | 1,59                         | 2                    | 2,51                  | 4    |
|          | $\varphi^3$                           | 1,19                          | 1,41                         | 2,00                         | 2,83                 | 3,98                  | 8    |
|          | $\varphi^4$                           | 1,26                          | 1,59                         | 2,51                         | 4                    | 6,31                  | 16   |

yerde 11,8 , 118,... şeklinde seçilmesi, 6 serinin hepsinde de 3000 başlangıç devir sayısının bulunması mecburiyettir. Çünkü 3000 en çok kullanılan devir sayısıdır.

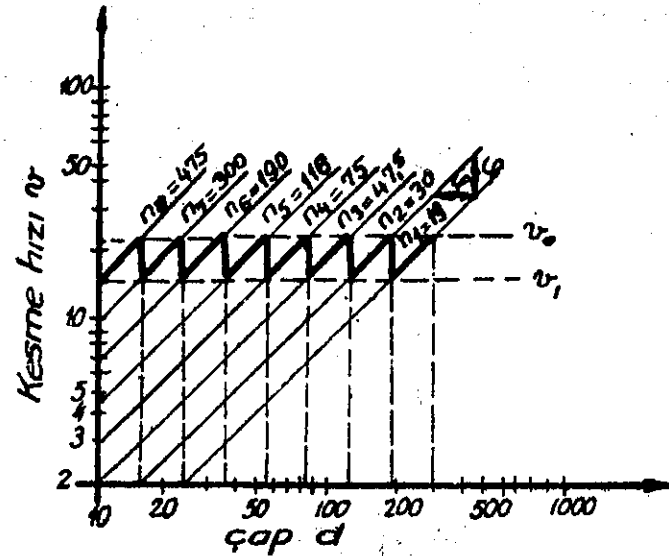
Bir tezgâha ait «kesme hızı-çap büyüklüğü» münasebetini basit «testere diyagramı» şeklinde olacak yerde, logaritmik ölçekli bir koordinat sistemi üzerinde göstermek tercih edilmektedir. Buna sebep kolay çizilmesi ve aynı zamanda sıfır noktası civarında daha kolay okunabilmesidir.  $v = \pi \cdot d \cdot n$  bağıntısının logaritmesini alırsak

$$\log v = \log d + \log (\pi n)$$

bulunur. Şu halde  $n$  devir sayısının her sabit bir değeri için  $\pi n$  sabit olacaktır

$$\log v = \log d + C \quad (77)$$

elde edilir. Son bağıntı  $v$  ile  $d$  nin logaritmeleri arasındaki münasebetin lineer olduğunu göstermektedir. O halde  $v$  ve  $d$  eksenlerinin ölçeğini logaritmik yaparsak bu lineer bağıntı birbirlerine paralel, eşit aralıklı ve



Şekil 99 — Logaritmik ölçekler üzerinde, geometrik kademelemede «kesme hızı - parça çapı» bağıntısı.

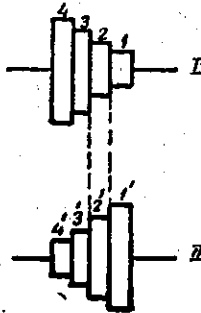
45 derece meyilli doğrular halinde görülecektir (Şek. 99). Verilen bir kesme hızı ile çalışmada testere şekli aynen mevcuttur.

### Kademeli devir sayılarını sağlayan tertibat

Yukarıda bahsettiğimiz kademeleme şekillerinde, o kademeleme şekillerini hasıl edecek tertibat göz önüne alınmamış olup neticeler teoriktir. Şimdi hangi tip tertipler ile ne şekilde kademelemeler yapmaya imkân olduğunu gözden geçirelim.

**İki eksenli ana formlar :** Bir tezgâha hareket veren mil (tahrik mili) sabit bir devir sayısı ile dönerse ve tezgâhın iş mili (iş parçasını taşıyan mil) üzerinde birbirinden farklı olan ve bir seri teşkil eden devir sayılarının temini istenirse, bu iki mil arasında o devir sayıları sistemine tekabül eden bir tahvil oranı serisi sağlamak icap eder.

Bu tahvillerin *değiştirme çarkları* (iki mil arasında, değiştirilmeleri mümkün olan çark çiftleri) ile yapılması mümkündür. Fakat devir sayısını her değiştirmek icap edişinde, değiştirme dişlileri çiftini (veya kasnak çiftini) değiştirmek lâzım gelir ki, bu, büyük zaman kaybına yol açar. Bu hal çaresi, yalnız, işleme zamanının değiştirme zamanına nazaran çok uzun olması halinde münasiptir (meselâ otomatik tornalarda olduğu gibi). Bu yol yerine, belli tahvil oranlarını sağlayan çark çiftlerinin her iki mil üzerinde hazır bulundurulması ve lüzumunda tahvil oranının, meselâ bir löviye yardımı ile, kolayca değiştirilmesi düşünülmüştür. Esas itibariyle yukardaki tarif dahiline giren bu tip tertibata *iki eksenli tahvil tertibatı* denir. Bu tertibat basit tezgâhlar üzerinde yerine göre yalnız başına kullanılmakla beraber, bunların asıl ehemmiyetleri daha mütekâmil çok eksenli mekanizmaların ana terkip elemanlarını teşkil etmeleridir.

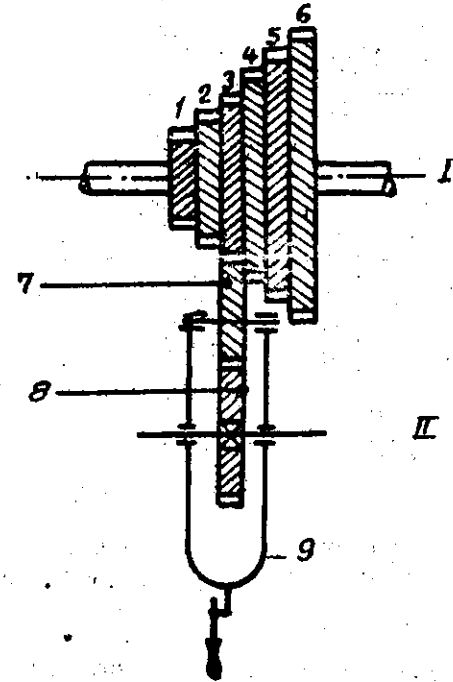


Şekil 100 — Kademeli kasnak tertibatı.

İki eksenli tahvil tertibatı kayış-kasnak'lı veya dişli çarklı olabilir. Kayış-kasnaklı tip, kademeli kasnak tertibatından ibarettir. Bu tertibatta (Şek. 100), I ve II milleri üzerine aynı sayıda eş kasnaklar tesbit edilir. Tek bir kayış, ihtiyaca göre, bu eş kasnak çiftlerinden herhangi biri üzerine kaydırılarak tahvil oranı değiştirilebilir.

Dişli çarklı tertibatta muhtelif konstrüksiyon şekilleri vardır. *Norton tertibatı*, b) *Kavramalı tertibat*, c) *Kayan kamalı tertibat*, d) *Kayan çarklı tertibat*.

Norton tertibatında (Şekil 101) I mili üzerine 1, 2, 3, 4, 5, 6 gibi dişli çarklar tespit edilmiştir. II mili üzerine ise daima eş çalışan 7 ve 8 dişlilerini ihtiva eden bir 9 kolu takılmıştır. 9 kolu 7 ve 8 dişlileriyle

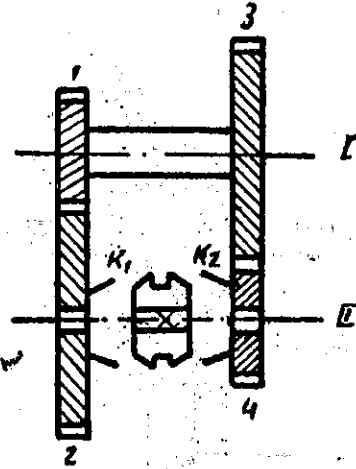


Şekil 101 — Norton tertibatı.

beraber II mili üzerinde sağa sola kaydırılabilir ve bu kol vasıtasıyla 7 dişlisi 1, 2, 3, 4, 5, 6 dişlilerinden herhangi biri üzerine yatırılarak I ve II milleri arasında istenilen tahvil oranı sağlanabilir.

Bu tertibatta *I* ve *II* millerinden hangisinin döndüren mil (tahrik mili) ve hangisinin döndürülen mil olacağı mühim değildir.

Kavramalı tertibatın prensibi Şekil 102 de gösterilmiştir. *I* mili üzerinde bu mile tespit edilmiş olan 1 ve 3 dişlileri bulunur. *II* mili üzerinde ise aynı sayıda 2 ve 4 dişlileri takılıdır. 2 ve 4 dişlileri daima 1 ve 3 dişlileriyle kavrama halinde olup *II* mili üzerinde avaradır. Ortadaki kayan kavrama ise *II* miline kamalıdır. Avara olan 2 ve 4 dişlileri üzerinde  $K_1$  ve  $K_2$  kavramaları bulunur. Bu dişliler kavramalar sayesinde *II* miline bağlanabilirler.  $K_1$  ve  $K_2$  kavramalarından birini kapatmakla *II* mili tahrik edilmiş olur.



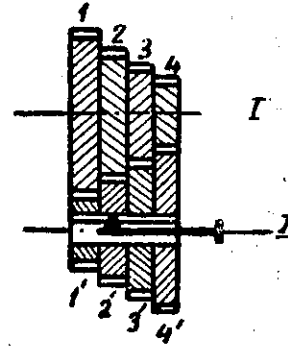
Şekil 102 — Kavramalı tertibat

Bu tertibatta döndüren milin *I* mili olması icap eder. Aksi halde 1, 2, 3, 4 dişlilerinin ataleti yüzünden, kavramanın kapanması ile harekete geçme darbeleri olur.

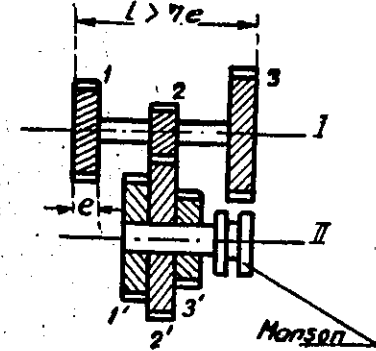
Şekil 103 ise kayan kamalı tertibatın prensibini vermektedir. Bu usul ile küçük bir hacme, büyük sayıda tahvil yapabilen bir tertibat yerleştirilebilmiş olmakla beraber, kamanın yer değiştirmesi ve kama istinat yüzünün nispeten küçük olması sebebiyle ancak küçük güçlerin nakli mümkündür (meselâ delik tezgâhlarında ilerleme tertibatı gibi).

Bu tertibatta kayan kama, kavramalı tertibatta bahsettiğimiz sebep yüzünden döndürülen mil üzerinde bulundurulmalıdır.

Bugün en çok kullanılan tertibat kayan dişli tertibattır (Şek. 104). Burada *I* mili üzerindeki dişliler sabittir ve yer değişmezler. *II* mili üzerindeki eş dişliler ise aksel olarak kaydırılabilir. Bunlar umumiyetle yekpare veya bir blok halinde yapılırlar. Tek bir löviye kumandası ile blokun her bir dişlisi teker teker *I* mili dişlileri ile kavrama haline getirilebilir.



Şekil 103 — Kayan kamalı tertibat



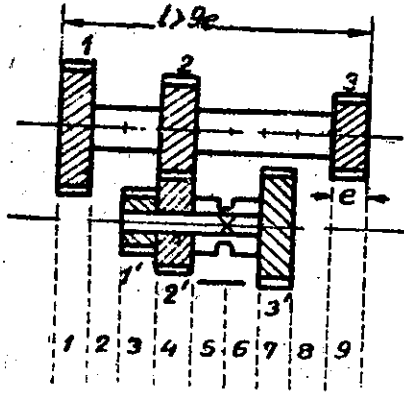
Şekil 104 — Üç kademeli kayan dişli çarklı tahvil tertibatı - bitişik tip

Bu tertibatta döndüren mil, *I* ve *II* millerinden herhangi biri olabilir.

Kayan dişli tertibatın Şekil 104 de verilene göre değişik tipleri mevcuttur. (Şek. 104) deki tipe «bitişik» tip denir. Buna sebep kayan blokta dişli çarkların yan yana olmasıdır. Bir dişli çiftinin kavrama durumuna girmeye başlamasından evvel o sırada kavrama durumunda olan dişli çiftinin kavramayı tamamiyle terketmiş olması icap edeceğinden, bitişik tipte mekanizmanın eni en az 7 çark enine eşit olmalıdır (bütün çarkların eni aynı kabul edilmektedir). Dar tipin başlıca mahzuru en büyük tahvil oranının orta durumda elde edilmesi ve bu yüzden kumanda löyesinin aynı yönde hareket ettirilmesiyle devir sayılarının gittikçe büyüyen sırada tertip edilememesidir. Buna çare olarak (Şek. 105) deki tertip düşünülmüştür. Burada sabit dişliler gittikçe küçülen çaplara göre sıralanmıştır. Fakat bu halde kayan blokun 3' dişlisi 2' dişlisinden en az iki çark eni açık bulunmalıdır. Aksi takdirde 1' ve 1 dişlileri tam kavrama haline getirilemeden 3' dişlisi 2 dişlisine takılır. Böylece 105 deki tertibatın eni en az 9 çark enine eşit olmalıdır. Bu tipe «karma tip» diyoruz. Buna sebep kayan dişli blokunda hem bitişik ve hem de açık dişliler bulunmasıdır. 105 deki karma tipin bütün eni

9 e buna mukabil 104 deki bitişik tipinki 7 e görünmesine rağmen, bitişik tipde kumanda kolu manşonunun kayan dişli bloku dışında kalması yüzünden mekanizmanın eni aslında 7 e den daha büyüktür.

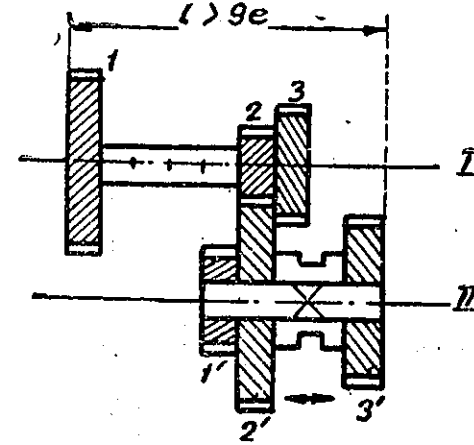
Devir sayılarının gittikçe büyüyen bir sırada tertibini sağlayan diğer bir mekanizma tipi Şekil 106 da görülmektedir. Bu tertibatın bütün en enaz 9 e dir. Görülüyor ki gittikçe büyüyen sırada devir sayısı sağlayan tertibat için minimum en 9 çark enine eşittir.



Şekil 105 — Kayan dişli çarklı tertibat - karma tip - gittikçe büyüyen sırada devir sayısı teminine elverişlidir.

Yukarıdaki bütün tiplerde kayan dişli blokunun bir veya iki dişlisi, eş olmadıkları, belli bir sabit çarkın önünden geçmektedirler. Meselâ Şekil 104 de 1' ve 3' çarkları 2 çarkının önünden, 105 de 1' çarkı 2 nin önündedir, 106 da 3' çarkı 2 nin önünden geçerler. Misâl olarak Şekil 104 deki hâli göz önüne alalım : Birbirleri önünden geçerken 1' ve 3' çarkları ile 2 çarkının dişleri birbirlerine kat'iyen dokunmamaları lâzım gelir. Bunun için bu çarkların diş başı dairelerinin birbirine dokunmaması gerekir. 3' daha küçük olduğundan en tehlikeli çark 1' çarkıdır. Tashihsiz dişlilerde diş başı yüksekliği modüle eşit, 2 ile 2' nün taksimat daireleri teget olduğundan ve 2 ile 1' nün diş başı daireleri en fazla teget olabileceklerinden, 1' nün taksimat dairesi çapı 2' nünkinden en az 4 modül kadar küçük olmalıdır. Bu şart 1' diş sayısının 2' nünkinden en az 4 diş küçük olması demektir. Küçük diş sayılı dişli çark tertiplerinde bu şart «ince» bir kademeleme yapmaya engel olur. Buna çare olarak (Şek. 107) deki tertibat düşünülmüştür. Burada 2 en küçük sabit çarkının önünden yalnız en küçük kayan 3' çarkı geçer. 2 ile 3' nün dişlerinin birbirine takılmaması için 3' nün 2' den 4 diş kü-

çük olması şartı gine mevcut olmakla beraber 3', 2' den iki kademe küçük olup ortanca 1' dişlisinin 2' den farkı 4 den daha az, meselâ 2 diş olabilir. Böylece 107 tipi daha ince kademelemeye müsaittir.



Şekil 106 — Kayan dişli çarklı tertibat - karma tip - gittikçe büyüyen sırada devir sayısı teminine elverişlidir.

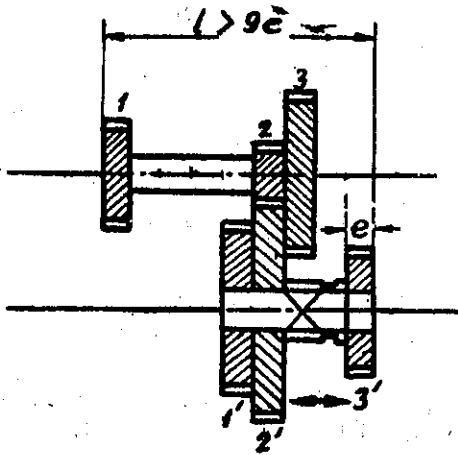
Yukardaki tertiplerin hepsinde kademe sayısı üçtür. Pratikte kayan dişli blokunun üç dişliden fazla dişli ihtiva etmesine çok nâdir rastlanır. Kademe sayısını artırmak için ilerde göreceğimiz üzere bir kaç kayan dişlili tertibat arka arkaya konabilir.

**Tambur dişli tertibatı:** Şimdiye kadar gördüğümüz iki eksenli bir dişli tertibatı ile elde edilebilecek devir sayısı aralığı küçüktür. Buna sebep I ve II milleri arasında pratik olarak çok büyük tahvil oranlarının gerçekleştirilmesinin mümkün olmamasıdır. Bundan başka Norton tertibatı ile kayan kamalı tertibat istisna edilirse, büyük kademe sayısı elde edilemez.

Tahvil oranını, çarkların çaplarını makul mertebede tutarak büyütebilmek için birbiri arkasına sıralanmış çark çiftlerinden ibaret bir «çark zinciri» teşkil etmek lâzımdır (Şek. 108). Bu mekanizmada I ve V milleri arasındaki U tahvil oranı, kısmî tahvil oranlarının çarpımına eşittir:

$$U = \frac{(1)}{(2)} \cdot \frac{(3)}{(4)} \cdot \frac{(5)}{(6)} \cdot \frac{(7)}{(8)}$$

Boyle bir mekanizma muhtelif tahvil oranları, yani çok kademeli bir devir sayısı serisi sağlayabilir. Bunun için I, II, III, IV, V, ... millerinin farklı devir sayılarından faydalanmak yeter. Bu maksatla I, II, III, IV, V, ... milleri sabit bir daire boyunca sıralanarak oynak bir dişli ile sıra ile eş çalıştırılabilir (Şek. 109), veya I, II, III, IV, V, ... milleri yine bir daire boyunca, icabında döndürülebilen bir tambur üzerine yerleştirilerek sabit bir dişli ile sıra ile kavrama durumuna getirilebilir. Bu tip tertibat az kullanılmaktadır.



Şekil 107 — Kayan dişli çarklı tertibat - karma tip - ince kademelemeye elverişlidir.

**Üç veya daha çok eksenli kompoze tertibat:** Tambur dişli tertibatı için başlangıçta söylediğimiz aynı sebeplerle, yani kademe sayısını arttırmak ve devir sayısı aralığını genişletebilmek için, iki eksenli dişli tertipleri birbiri arkasına sıralanabilir. Kullanılan iki eksenli dişli tertibatı, umumiyetle ya kayan dişlili tertibat, veya kavramlı tertibattır. (Şek. 110) da misâl olarak kayan dişlili tertibat esas alınmıştır.

110 daki tertibat dört farklı tahvil oranı, yani dört devir sayısı sağlar. Tahvil oranları şunlardır :

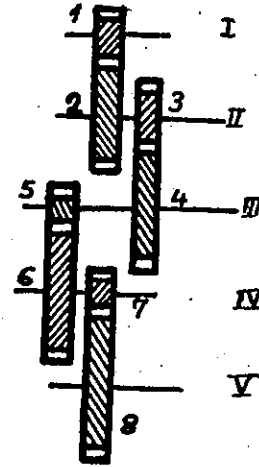
$$U_1 = \frac{(1)}{(1')} \cdot \frac{(3)}{(3')}$$

$$U_2 = \frac{(1)}{(1')} \cdot \frac{(4)}{(4')}$$

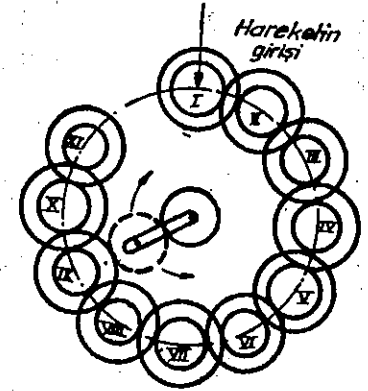
$$U_3 = \frac{(2)}{(2')} \cdot \frac{(3)}{(3')} \quad (78)$$

$$U_4 = \frac{(2)}{(2')} \cdot \frac{(4)}{(4')}$$

Burada her tahvil oranı iki çift dişli çarkın sağladığı iki kısmi tahvil oranından teşekkül ettiği için, kısmi oranlar uygunsuz ve büyük olmaksızın, asıl tahvil oranının büyük olması sağlanmış olur.



Şekil 108 — Büyük tahvil oranı sağlayan 5 eksenli çark zinciri



Şekil 109 — Tambur dişli çark tertibatı (Bilgram tertibatı)

Kompoze dişli tertibatı ile elde edilen devir kademesi sayısı, bu tertibat içinde birbiri arkasına bağlanan iki eksenli kısmi tahvil tertiplerinin kademe sayılarını birbirleriyle çarparak bulunur. O halde bu tertibat ile ancak çarpanlara ayrılacak kademe sayılarını realize etmek mümkün olur. Şekil 110 da kademe sayısı  $4 = 2 \cdot 2$  dir. Genel olarak, kompoze tertibatın kademe sayısı  $n$ , çarpanlar da  $a_1, a_2, a_3, \dots$  ise  $n = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot \dots \cdot a_p$  olup, burada  $p$  iki eksenli kısmi tahvil tertiplerinin sayısını,  $a_1, a_2, a_3, \dots$  ise iki eksenli kısmi tahvil tertiplerinin herbirinin kaç kademeli olduğunu gösterir. Tablo 32 de muhtelif kademe sayıları için mümkün olan tertip şekilleri verilmektedir.

Böyle

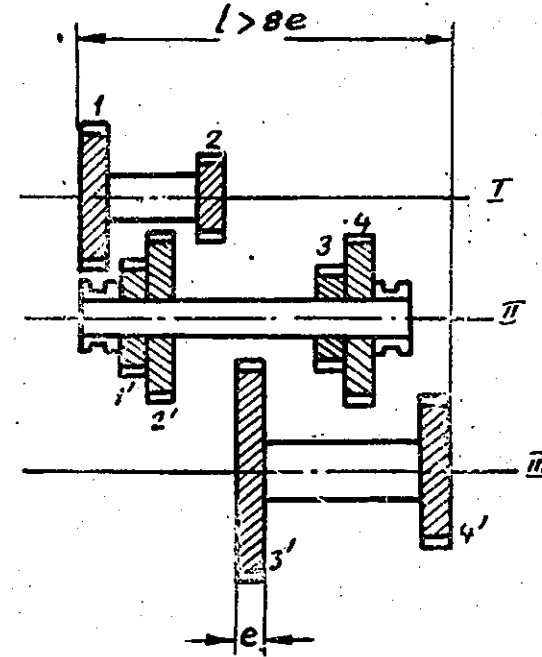
Tablo 32. Bağısız kompoze tertibatta kısmî tahvil mekanizmalarının tertip imkânları ve gerekli minimum dişli çark sayısı

| Kompoze tertibatın kademe sayısı $n$ | Kısmî tahvil tertiplerinin dağılma imkânları |       |       | Bağısız tertibatta en az dişli sayısı |
|--------------------------------------|--|-------|-------|---------------------------------------|
| 4                                    | 2.2  |       |       | 8                                     |
| 6                                    | 2.3  | 3.2   |       | 10                                    |
| 8                                    | 2.2.2  |       |       |                                       |
|                                      | 4.2  | 2.4   |       | 12                                    |
| 9                                    | 3.3  |       |       |                                       |
| 10                                   | 5.2  | 2.5   |       |                                       |
|                                      | 3.2.2  | 2.3.2 | 2.2.3 | 14                                    |
| 12                                   | 4.3  | 3.4   |       |                                       |
|                                      | 6.2  | 2.6   |       |                                       |
| 15                                   | 5.3  | 3.5   |       |                                       |
|                                      | 2.2.2.2                                      |       |       | 16                                    |
| 16                                   | 4.2.2  | 2.4.2 | 2.2.4 |                                       |
|                                      | 4.4  |       |       |                                       |
|                                      | 3.3.2  | 3.2.3 | 2.3.3 |                                       |
| 18                                   | 6.3  | 3.6   |       | 18                                    |

Görülüyor ki, kısmî tertiplerin kademe sayılarının 2 ve 3 den ibaret olması en uygun yoldur. Esasen kayan dişli çarklı kısmî tahvil tertibatında 3 den fazla kademe sayısı konstrüktif bakımdan elverişli olmamaktadır. Bu sınır kademeli kasnaklar için 5, ve tambur dişli tertibatı için 6 dır.

Halen tezgâhlar üzerinde  $n$  kademe sayısı en fazla 24, nihayet 36 ya kadar çıkmaktadır. Buna sebep, yüksek kademe sayısının daha hassas bir avara imkân vermesine karşılık, tertibatın pahalı, bakımının güç, boştaki kayıpların çok ve iş sırasında hasara uğrama ihtimalinin daha fazla olmasıdır. Bu sebeple kademe sayısı umumiyetle 9 veya 12 alınmaktadır. Devir sayısı aralığı ise, büyük bir  $\phi$  katsayısı seçmek sure-

tiyle çok kademeli haldeki kadar muhafaza edilmektedir. 9 veya 12 lik kademe sayıları umumiyetle tatminkârdır. Çünkü «ince», yani çok kademeli bir seri ancak tek bir devir sayısı üzerinde uzun müddet çalışacağı zaman, diğer bir ifade ile seri imalât halinde tam faidesini göstermektedir. Fakat bu halde devir sayısını çabukça değiştirmeye ihtiyaç



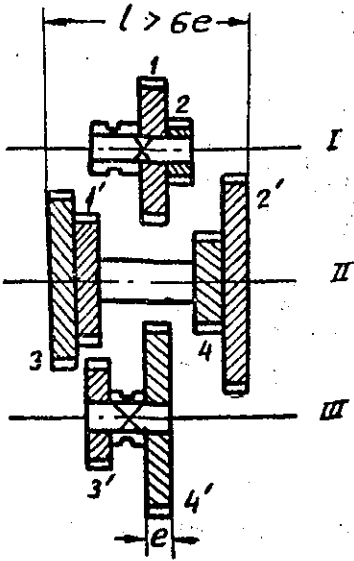
Şekil 110 — Üç eksenli kompoze dişli çark tertibatı.

yoktur. Bu sebeple son zamanlarda prodüksiyon tezgâhları büyük devir sayısı aralıklı ve kaba kademeli olarak yapılmakta ve buna ilâveten devir sayıları serisini zaman zaman inceltmek için değiştirilebilen bir dişli çark çifti veya bir at kafası tertibatı ilâve edilmektedir. Böylece tezgâh seri imalâta da elverişli kılınmış olur.

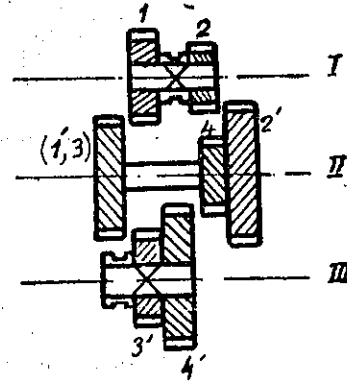
Dişli kutularında tercih edilen tahvil mekanizması daha ziyade kayan dişli çarklı tertibattır. Buna başlıca sebep kavramalı tertibatta her çark çifti için bir kavrama kullanılması mecburiyetidir. Halbuki kayan dişlili tertibatta hiç bir kavramaya lüzum yoktur. Bir dişli kutusunun basitlik derecesini gösteren diğer bir nokta da dişli çark sayısıdır. Şimdi kayan dişlili tertibatı esas alarak gerekli dişli çark sayısını tetkik edelim. Neticeler Tablo 32 de son sütunda verilmiştir. Bu sütundaki çark sayıları, (Şek. 110) da olduğu gibi, tertibatın her kısmî tahvil

mekanizmasındaki bütün çarkların birbirlerine göre müstakil olduğu kabul edilerek tayin edilmiştir. Bu şartı gerçekliyen bir tertibata «bağızsız dişli çark tertibatı» denir. (Şek. 110) daha derli toplu olarak (Şek. 111) deki gibi tertip edilebilir. Tablo 32 ye göre bağızsız bir tertibat için en uygun kademe sayıları, gerekli dişli çark sayısının azlığı göz önünde tutularak 4, 6, 9, 12 ve 18 dir.

(Şek. 110 ve 111) deki mekanizmalarda ortadaki II mili üzerinde mevcut olan meselâ 1' ve 3 dişlileri sırasıyla, I ve III üzerindeki 1 ve 3' dişlileri ile eş çalışmaktadır. Halbuki iki adet 1' ve 3 dişlisi yerine tek bir dişli kullanılabilir ve bu tek dişli hem 1 ve hem de 3' çarkı ile eş



Şekil 111 — Bağızsız tertibat.



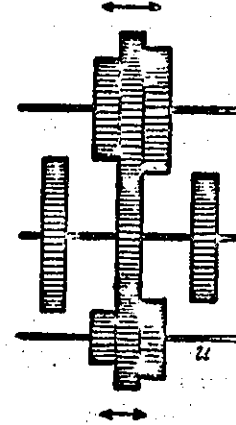
Şekil 112 — Bağlı tertibat  
(tek dereceli)

çalıştırılabilir. Böylece bir çark iktisat edilmiş olur (Şek. 112). Böyle bir tertibata «bağlı» tertibat denir. 1' ve 3 çarkının birleştirilmesi gibi 2' ile 4 çarkı yerine de tek bir çark konulabilir. Kaç bağlı dişli çark varsa tertibata o derece bağlı tertibat denir. (Şek. 113) üç dereceli bağlı bir tertibatı göstermektedir.

Bağlı bir dişli tertibatı, kullanılması gereken dişli çark sayısını azaltmakla beraber, her zaman temiz ve kusursuz bir geometrik kademeleme yapmağa müsait değildir. Üç dereceli bağlı bir dişli tertibatının kusursuz bir geometrik kademeleme yapmağa elverişli olmadığı tesbit edilmiştir. Geometrik kademeleme sağlayan iki dereceli tertibat mümkündür.

**Kuple tertibat:** Bu tertibatta tahrik milinden itibaren bir dişli zinciri ayrılır ve bu dişli zinciri yine, tahrik mili ile ekseriya aynı eksenli olan bir çıkış mili üzerine döner. Hareket tahrik milinden çıkış miline direkt olarak veya dişli zincirinden geçerek intikal edebilir.

(Şek. 114) bir kuple tertibat olan *karşılık* 'ı göstermektedir. Hareket kasnaklara verilir. 1 çarkı kademeli kasnak ile blok halinde olup bunlar beraberce M mili üzerinde avaradrlar. 4 çarkı M miline kamalıdır. 2 ve 3 çarkları birbirine bağlıdır, yani birinin dönmesi diğerinin dönmesini icap ettirir. İstenirse  $K_2$  kolu yukarı kıvrılarak bir eksantrik üzerinde bulunan 2 ve 3 dişlileri sırasıyla 1 ve 4 dişlileri ile kavrama



Şekil 113 — Üç dereceli tertibat.

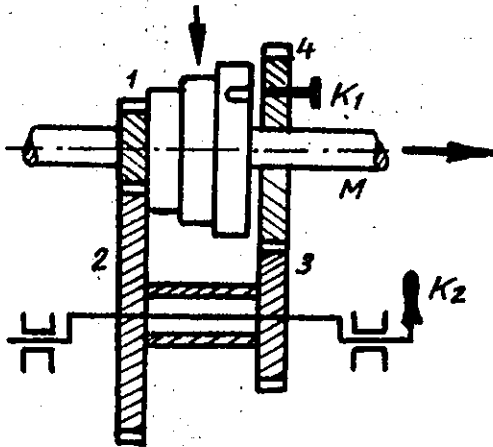
durumuna getirilebilir. Böylece hareket (kasnaklar -1-2-3-4) yolu ile M miline geçer, veya  $K_2$  kolu aşağı doğru döndürülüp 2 ve 3 karşılık dişlileri 1 ve 4 den ayrılır ve II, kavraması (pinli) kasnak blokuna raptedilerek hareketin kasnaklardan M miline direkt olarak geçmesi sağlanır. Direkt bağlama halinde M mili kasnaklarınkine eş olan 3 farklı devir sayısı ile dönebilir. Karşılık kullanılırsa birinciden farklı diğer bir 3 devir sayısı kademesi elde edilir. Bu sonuncu devir sayıları birincilere göre çok düşük olabilir. Çünkü karşılık dolayısıyla iki tahvil çifti mevcut olup, gayri müsait büyüklükte çarklar kullanılmaksızın büyük bir tahvil oranı sağlamak mümkündür. Bu tertibat bu sebeple devir sayısı kademesini çoğaltmak için ve geniş devir sayısı aralıklarında faydelidir.

Karşılık tertibatı (Şek. 115) deki gibi de olabilir. 1 ve 4 çarkları



1 mili üzerinde avara, kavrama ise kamalıdır. 2 ve 3 çarkları birbirine bağlıdır. 1 çarkına gelen hareket, kavramasının durumuna göre, ya 1 - 4 yolu ile veya 1-2-3-4 yolu ile çıkar.

(Şek. 116) diğer bir kuple tertibat tipini göstermektedir. Burada hareketin intikal yolu S şeklinde dalgalı olduğundan Zigzag tertibat adını vereceğiz.



Şekil 114 — Karşılık tertibatı (kuple tertibat).

**Tahvil oranlarının seçimi ve tevzii:** Tahvil oranı diye döndürülen milin devir sayısının döndüren milin devir sayısına oranına denir. Tek bir dişli çark çiftinin sağladığı tahvil oranını  $u$  ile ve bir dişli zincirinin sağladığı toplam tahvil oranını ise  $e$  ile gösterirsek, tahvil tertibatı kumanda lövyelerinin belli bir durumunda

$$e_1 = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 \dots \quad (79)$$

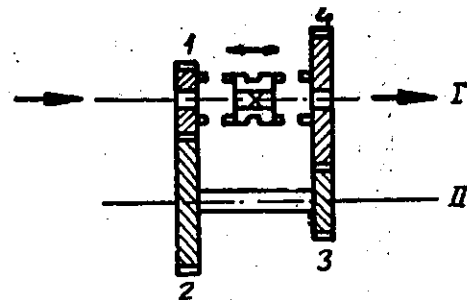
bağıntısı mevcuttur. Tabii ki lövyelerin durumu değiştirildikçe  $u$  oranları ve dolayısıyla  $e$  oranı da değişecektir, ve  $e_1, e_2, \dots$  değerlerini alacaktır. Diğer taraftan, bir dişli kutusunda gerek ilk tahrik milinin (giriş) ve gerekse çıkış milinin devir sayıları mevcut devir sayıları normuna uygun olmalıdır. Halbuki devir sayıları normunda mevcut beş serinin (1,12 — 1,25 — 1,4 — 1,6 — 2) bütün değerlerinin hepsi 1,06 serisinde mevcuttur. O halde giriş mili ile çıkış mili arasındaki tahvil oranı, 1,06 serisinin belli devir sayıları arasındaki bir oranına eşit olacak, hatta 1,06 kat sayısının tam sayılı bir kuvvetine eşit olacaktır:

$$e = 1,06^k \quad (\text{hızlıya tahvil})$$

veya

$$e = 1/1,06^k \quad (\text{yavaşa tahvil})$$

Böylece tahvil oranları için Tablo 33'deki değerler elde edilir.



Şekil 115 — Kayan kavramalı karşılık tertibatı.

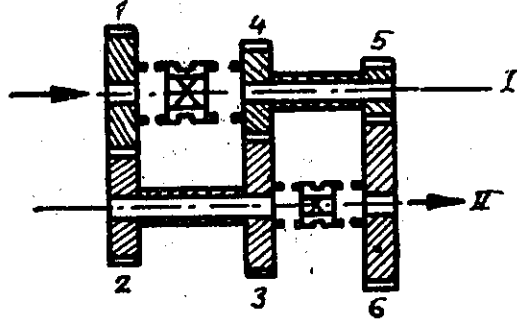
Tablo 33. Norm tahvil oranları

| $k$ | Norm tahvil oranı | $k$ | Norm tahvil oranı | $k$ | Norm tahvil oranı | $k$ | Norm tahvil oranı |
|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|
| 0   | 1,00              | 11  | 1,88              | 22  | 3,55              | 33  | 6,68              |
| 1   | 1,06              | 12  | 2,00              | 23  | 3,76              | 34  | 7,01              |
| 2   | 1,12              | 13  | 2,11              | 24  | 3,98              | 35  | 7,50              |
| 3   | 1,19              | 14  | 2,24              | 25  | 4,22              | 36  | 7,94              |
| 4   | 1,26              | 15  | 2,37              | 26  | 4,47              | 37  | 8,41              |
| 5   | 1,33              | 16  | 2,51              | 27  | 4,73              | 38  | 8,91              |
| 6   | 1,41              | 17  | 2,66              | 28  | 5,01              | 39  | 9,44              |
| 7   | 1,50              | 18  | 2,82              | 29  | 5,31              | 40  | 10,01             |
| 8   | 1,58              | 19  | 2,99              | 30  | 5,62              | 41  | 10,61             |
| 9   | 1,68              | 20  | 3,16              | 31  | 5,96              | 42  | 11,25             |
| 10  | 1,78              | 21  | 3,35              | 32  | 6,31              | 43  | 11,91             |

(79) toplam tahvil oranındaki  $u_1, u_2, u_3, \dots$  kısmi tahvil oranlarının norm tahvil oranı olması şart olmamakla beraber, bunların da norma uygun olarak (1,06'nın tam kuvvetleri) seçilmeleri büyük kö-

laylıklar sağlamaktadır. Bunun başlıca kolaylığı, kısmi tahvil oranları norma uygun seçildiği takdirde bunların çarpımları olan toplam tahvil oranının da kendiliğinden norma uygun düşmesidir.

Kısmi tahvil oranlarının bir dişli kutusunda muhtelif kademelere nasıl dağıtılması lâzım geldiğini bir misâl üzerinde görelim. Misâl ola-



Şekil 116 — Zigzag tertibat.

rak (Şek. 117) deki kompoze dişli çark tahvil tertibatını ele alalım : Burada giriş milinin (I) devir sayısı  $N$ , çıkış milinin (III) devir sayısı  $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$  olsun. Ohalde

$$e_1 = \frac{n_1}{N}, e_2 = \frac{n_2}{N}, e_3 = \frac{n_3}{N}, e_4 = \frac{n_4}{N}, e_5 = \frac{n_5}{N}, e_6 = \frac{n_6}{N}$$

olur.  $e$  tahvil oranlarını  $u$  kısmi tahvil oranları ile ifade edersek

$$\begin{aligned} e_1 &= u_1 u_4 & e_4 &= u_1 u_5 \\ e_2 &= u_2 u_4 & e_5 &= u_2 u_5 \\ e_3 &= u_3 u_4 & e_6 &= u_3 u_5 \end{aligned} \quad (80)$$

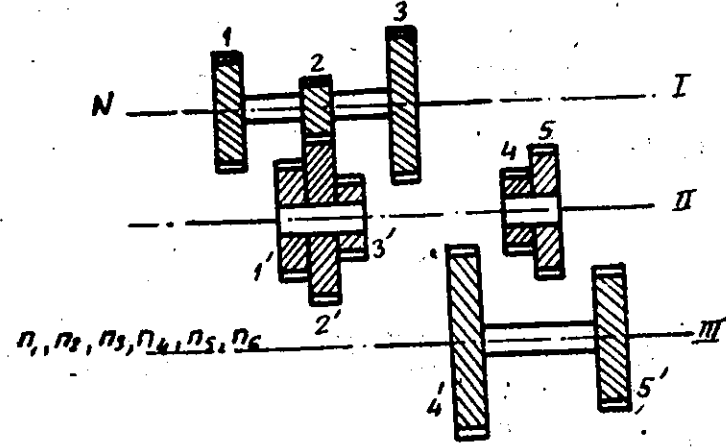
veya diğer bir tertip şekli ile

$$\begin{aligned} e_1 &= u_1 u_4 & e_3 &= u_2 u_4 & e_5 &= u_3 u_4 \\ e_2 &= u_1 u_5 & e_4 &= u_2 u_5 & e_6 &= u_3 u_5 \end{aligned} \quad (81)$$

bulunur. Bunlardan birinci tertibi göz önüne alırsak şu bağıntılar elde edilir :

$$\begin{cases} \frac{e_1}{e_2} = \frac{e_4}{e_5} = \left( \frac{u_1}{u_2} \right) = \varphi_1 \\ \frac{e_3}{e_6} = \frac{e_4}{e_5} = \left( \frac{u_3}{u_5} \right) = \varphi_2 \end{cases} \quad \text{veya} \quad \begin{cases} \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_4}{n_5} = \varphi_1 \\ \frac{n_3}{n_6} = \frac{n_4}{n_5} = \varphi_2 \end{cases} \quad (82)$$

Bu bağıntılar gösteriyor ki, bir kompoze tertibat kullanılması halinde,  $n$  devir sayılarını arzu ettiğimiz lâleddain bir sıralamaya tâbi tutamayız, yani, devir sayıları serisi cinsini keyfi seçemeyiz. Geometrik bir kade-



Şekil 117 — Bir kompoze dişli çark tertibatı.

meleme yukardaki (82) şartlarını kolayca yerine getirebilir. Bunun için  $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$  seçmek yeter :

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{e_3}{e_6} = \frac{e_4}{e_5} = \frac{e_4}{e_5} = \frac{e_4}{e_5} = \varphi \quad (83)$$

veya

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{n_3}{n_6} = \frac{n_4}{n_5} = \frac{n_4}{n_5} = \frac{n_4}{n_5} = \varphi \quad (84)$$

(82) Şartlarının mevcudiyeti sebebiyle kompoze tahvil tertibatı ancak geometrik kademelenmeye müsaittir. Bu da tezgâh inşaatında geometrik kademelenmenin ehemmiyetini ayrıca ortaya koyar. Diğer klâsik kademelenme şekilleri (82) şartlarını gerçekleştirmez.

O halde Şekil 117'yi yeniden göz önüne alırsak, bir geometrik ka-

demeleme halinde  $u$  kısmi tahvil oranlarının tahkik etmesi gereken şartlar şunlardır :

1) Birinci tertip hâli : (80) ve (83) den

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{u_2}{u_3} = \frac{u_3 \cdot u_1}{u_1 \cdot u_3} = \varphi \quad (84)$$

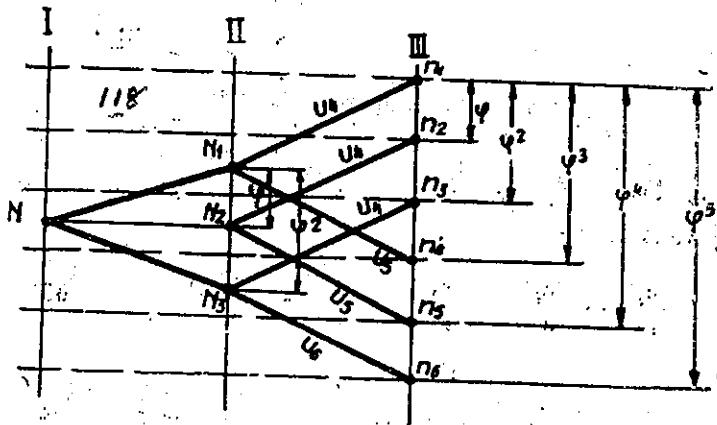
şartı bulunur. Burada üçüncü terimde

$$\frac{u_3}{u_1} = \frac{u_3}{u_2} \cdot \frac{u_2}{u_1} = \frac{1}{\varphi^2}$$

şartı yerine konursa

$$\frac{u_1}{u_3} = \varphi^2 \quad (85)$$

de edilir. Bu son şart (82) ye ilâveten, geometrik kademelenin tahvil ettiği munzam bir şarttır. Şekil 117 de bize verilenler umumiyetle



Şekil 118 — Kuruluş diyagramı.

$n_1$  ve  $\varphi$  dir. Bunlar sayesinde  $n_2, n_3, \dots, n_6$  ve  $e_1, e_2, \dots, e_6$  değerleri belirli olur. Aşağıdaki bağıntılar ise  $u_1, u_2, \dots, u_6$  değerlerinin bulunmasını sağlarlar :

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{u_2}{u_3} = \varphi, \quad \frac{u_3}{u_1} = \varphi^2, \quad e_1 = \frac{n_1}{N} = u_1 \cdot u_3 \quad (86)$$

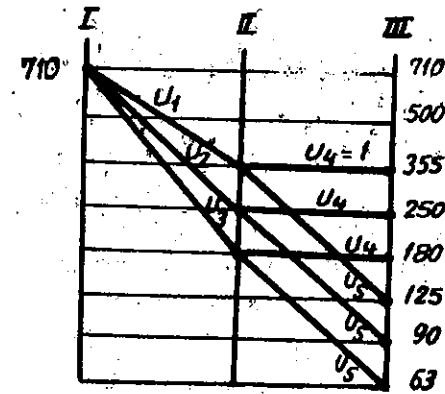
Burada 4 denklem 5 meçhul olduğundan  $u$  değerlerinden birini matematik bakımdan keyfi olarak seçmek icap eder.

Seçtiğimiz misâlde görüleceği gibi, kompoze tahvil tertiplerinde kısmi kayan dişlili tertibattan birincisi, son devir sayısı serisi ile aynı  $\varphi$  katsayılı bir ana kademelenme temin etmekte ve ikinci kayan dişlili tertibat ise bu ana kademelenmeyi çoğaltmaktadır. İkinci tertibat dahi geometrik kademelenmelidir ve birinci tertibatta kademe sayısı  $k$  ise (misal de 3) ikinci tertibata ait serinin katsayısı  $\varphi^k$  dan ibarettir. Şu halde aldığımız misâlde ikinci tahvil tertibatı iki yerine çok kademeli olsa idi

$$\frac{u_1}{u_5} = \frac{u_1}{u_6} = \dots = \varphi^k \quad (87)$$

bulunurdu.

Şimdiye kadar bahsettiğimiz kaide ve bağıntılar bir tahvil tertibatının hesabına imkân vermekle beraber, çok kademeli tertiplerde müşkülâtı mücip olmaktadır. Hesap yerine aşağıda vereceğimiz grafik usul, basitlik ve emniyet sağladığı için kullanılması tavsiye edilir.



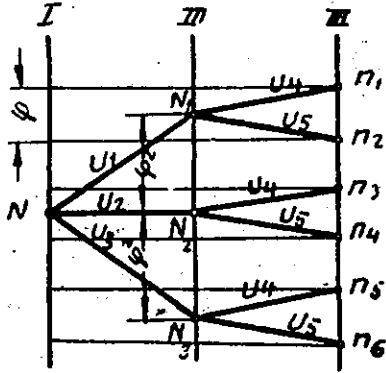
$$\varphi = 1,14 \quad u_1 = \frac{1}{\varphi^2} = \frac{1}{2} \quad u_4 = 1$$

$$u_2 = \frac{1}{\varphi^3} = \frac{1}{2,8} \quad u_5 = \frac{1}{\varphi^3} = \frac{1}{2,8}$$

$$u_3 = \frac{1}{\varphi^4} = \frac{1}{4}$$

Şekil 119 — Devir sayıları diyagramı.

**Kuruluş diyagramı:** Misaldeki *I*, *II* ve *III* millerini temsilen birbirine paralel ve tercihan eşit aralıklı üç doğru çizelim (Şek. 118). *III* eksenine üzerine eşit aralıkla  $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$  devir sayıları noktalarını işaret edelim.  $n$  devir sayıları geometrik bir seri teşkil ettiklerinden böylece *III* eksenine bunları logaritmik bir ölçek üzere yerleştirmişiz demektir. *II* mili üzerindeki  $N_1, N_2, N_3$  devir sayıları,  $u_1, u_2, u_3$  tahvil oranları ile elde edilir. (82) bağıntılarından görüldüğü üzere  $u_1, u_2, u_3$  tahvil oranları, bilnetice  $N_1, N_2, N_3$  devir sayıları, yine aynı  $\varphi$  katsayısı ile bir geometrik kademleme teşkil ederler. O halde *II* eksenine üzeri-



Şekil 120 — Kuruluş diyagramı.

rinde  $N_1, N_2, N_3$  noktaları, *III* ekseninde  $n$  devir sayıları gibi aynı aralıklar ile sıralanırlar.  $N_1, N_2, N_3$  noktalarını *II* mili üzerine *III* e göre simetrik olarak yerleştirelim. *I* milinin  $N$  devir sayısını da yine simetrik şekilde yerleştirelim. *I*, *II*, *III* milleri üzerindeki noktaları, aralarında hareketin akışına uygun olarak birleştirirsek *kuruluş diyagramı* adını vereceğimiz bir şebeke elde ederiz.

**Devir sayıları diyagramı:** Kuruluş diyagramı bir tahvil tertibatının sağladığı devir sayılarının tertibini verir, fakat asıl değerlerini vermez. Bu sebeple, kuruluş diyagramının teşkilinden sonra bir *devir sayıları diyagramı* çizmek icap eder. Sonuncu diyagram tahvil tertibatının hem kuruluş şeklini ve hem de devir sayılarının hakiki değerlerini verir; bu sebeple artık simetrik değildir (Şek. 119). Meselâ, *I* milinin devir sayısı 710, *III* milinin geometrik olarak kademelenmiş devir sayıları da

63—90—125—180—250—355

olsun. Bir dişli çark çiftinin sağlayacağı tahvil oranının 5 den büyük olması konstrüksiyon güçlüklerine sebep olur. Bu yüzden (Şek. 119) da devir sayıları diyagramı mümkün mertebe bu husus göz önünde tutularak tertiplenmiştir.

Şunu kaydedelim ki, kuruluş diyagramından devir sayıları diyagramına geçerken  $u$  tahvil oranları değişir, fakat *I*, *II*, *III*,... eksenlerinin

$$\varphi = 1,4$$

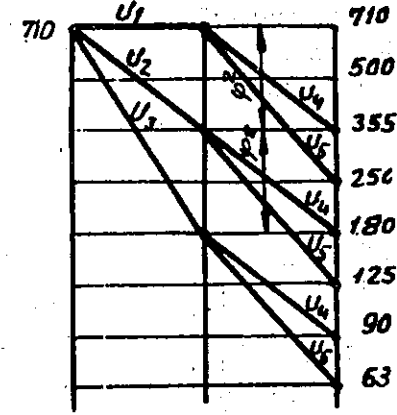
$$u_1 = 1$$

$$u_2 = \frac{1}{\varphi^2} = \frac{1}{2}$$

$$u_3 = \frac{1}{\varphi^4} = \frac{1}{4}$$

$$u_4 = \frac{1}{\varphi^2} = \frac{1}{2}$$

$$u_5 = \frac{1}{\varphi^3} = \frac{1}{2,8}$$



Şekil 121 — Devir sayıları diyagramı.

den herhangi biri üzerindeki devir sayılarının aralıkları aynı kalır, yani o eksen üzerindeki devir sayılarını temsil eden noktalar intikal sırasında beraberce kayarlar.

2) İkinci tertip hali: Bu defa (81) tertibini ele alırsak

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{e_3}{e_4} = \frac{e_5}{e_6} = \left( \frac{u_1}{u_2} \right) = \varphi \quad (88)$$

şartı mevcut olduğunu görürüz. O halde bu sonuncu tertip şekli de ancak geometrik kademlemeye uygun düşmektedir. Geometrik kademlemenin ana şartı olarak tekrar

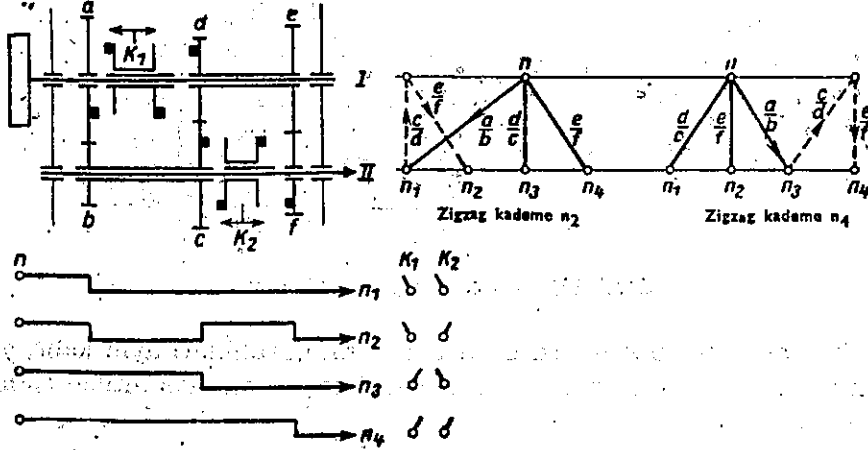
$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{e_3}{e_4} = \frac{e_5}{e_6} = \frac{e_7}{e_8} = \frac{e_9}{e_{10}} = \varphi$$

bağıntısını yazar ve (81) bağıntılarını burada yerine koyarsak

$$\frac{u_4}{u_5} = \varphi, \quad \frac{u_1}{u_2} = \varphi^2, \quad \frac{u_2}{u_3} = \varphi^2 \quad (89)$$

bağıntıları elde edilir. Bu şartlar kuruluş şebekesinin (Şek. 120) deki gibi, ve devir sayıları diyagramının ise (Şek. 121) deki gibi olmasını icap ettirir.

**İşaretleme:** Herhangi bir tahvil tertibatı göz önüne alalım; tertibatın mil sayısı  $Z$ , sağladığı devir kademesi sayısı ise  $z$  olsun.  $Z$  romen rakamları ile ve  $z$  ise adı rakamlar ile yazılmak şartıyla bu tahvil tertibatı  $Z/z$  işaretiyle gösterilir. Meselâ (Şek. 117) deki tertibat  $III/6$  işaretiyle belirtilebilir.

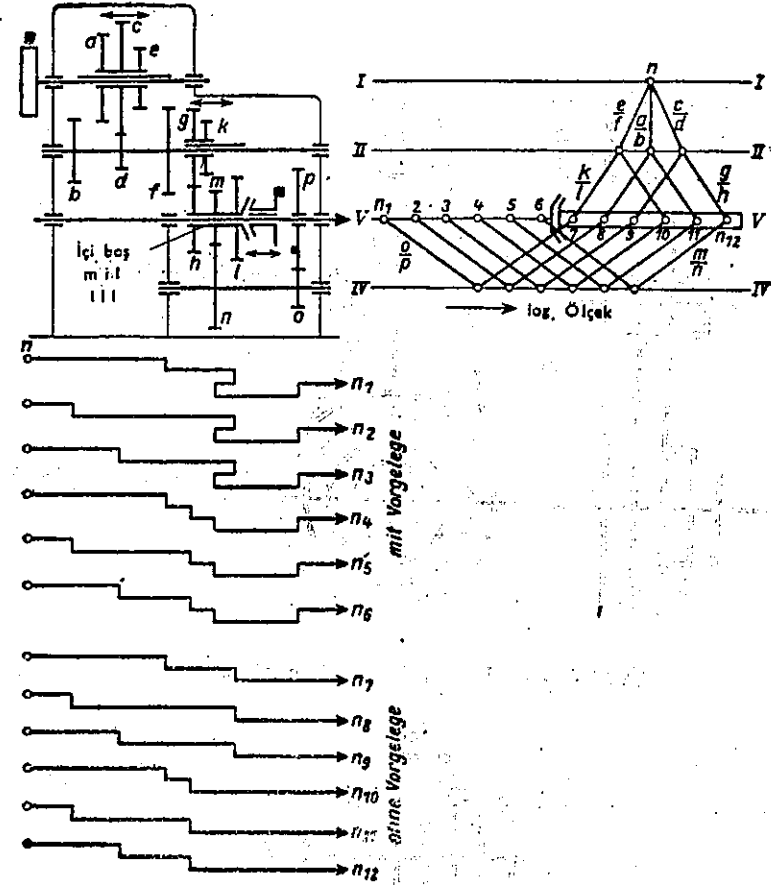


Şekil 122 — Zigzag tertibat (II/4) ve kuruluş diyagramı.

**Misaller:** a) Bir zigzag tertibat ele alalım ve şema halinde kumanda lövyesi durumlarını ve kuruluş diyagramını çizelim (Şek. 122). Şuna işaret edelim ki  $c-d$ ,  $e-f$  çiftlerinin sağladığı S yollu devir sayısı  $n_1, n_2, n_3, n_4$  arasında herhangi biri olarak seçilebilir. Şekilde bu devir sayısı  $n_1$  veya  $n_4$  olarak seçilmiştir.

b) 12 devir sayısı kademesi sağlayan, karşılıklı bir tahvil tertibatı (Şek. 123).

**Kademeli kasnak tertibatı:** Bu tip tertibat esas itibarıyla iki tiptir (Şek. 124 ve 125). (Şek. 125) deki tertibatta,  $I$  ve  $II$  milleri ara-



Şekil 123 — Karşılıklı bir III/6 tahvil tertibatı ve kuruluş diyagramı.

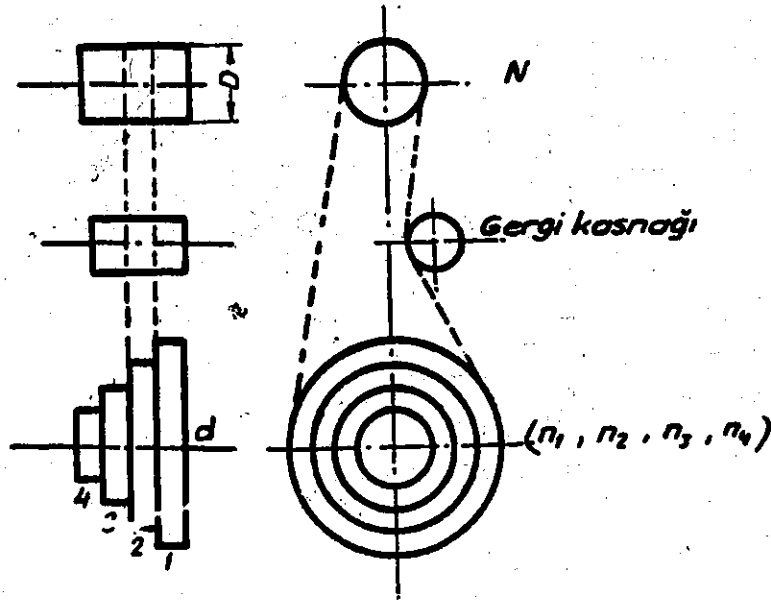
sındaki bütün tahvillerde eş kasnakların çap toplamları sabit kalmalıdır. Bu şart kayışın gerilmemesi veya gevşemesi için gereklidir.

(Şek. 124) deki tertipte  $II$  mili üzerinde sağlanacak devir sayıları  $n_1, n_2, n_3, n_4$  olsun.  $I$  milinin devir sayısı  $N$  ise

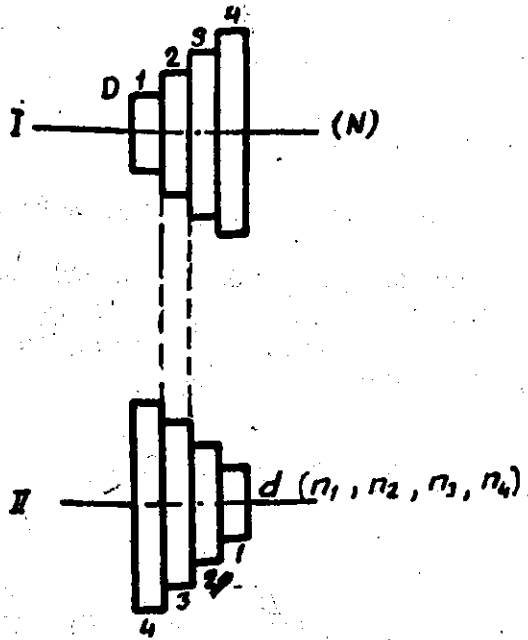
$$n_1 = N \cdot \frac{D}{d_1}, \quad n_2 = N \cdot \frac{D}{d_2}, \quad n_3 = N \cdot \frac{D}{d_3}, \quad n_4 = N \cdot \frac{D}{d_4}$$

veya

$$u_1 = \frac{D}{d_1}, \quad u_2 = \frac{D}{d_2}, \quad u_3 = \frac{D}{d_3}, \quad u_4 = \frac{D}{d_4}$$



Şekil 124 — Bir kademeli kasnak tertibatı.



Şekil 125 — İki kademeli kasnak tertibatı.

dersek

$$n_1 = N \cdot u_1, \quad n_2 = N \cdot u_2, \quad n_3 = N \cdot u_3, \quad n_4 = N \cdot u_4$$

bulunur.  $n$  devir sayıları norma göre geometrik bir seri halinde

$$n_1, \quad n_2 = n_1 \cdot \varphi, \quad n_3 = n_2 \cdot \varphi, \quad n_4 = n_3 \cdot \varphi$$

şeklinde seçileceğinden,  $u$  tahvil oranlarının

$$u_1, \quad u_2 = u_1 \cdot \varphi, \quad u_3 = u_2 \cdot \varphi, \quad u_4 = u_3 \cdot \varphi$$

şeklinde, ve  $d$  çaplarının ise

$$d_1 = d_2 \cdot \varphi, \quad d_2 = d_3 \cdot \varphi, \quad d_3 = d_4 \cdot \varphi, \quad d_4$$

veya

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{d_2}{d_3} = \frac{d_3}{d_4} = \varphi \quad (90)$$

şeklinde geometrik bir seri teşkil etmeleri lâzım gelir.

Şekil 125 deki tertipte, şayet  $D$  kasnaklarının çapları, aralarında  $\varphi_1$  katsayılı,  $d$  kasnaklarının çapları ise  $\varphi_2$  katsayılı birer geometrik seri teşkil edecek şekilde seçilirlerse,  $I$  milinin devir sayısı sabit kalmak şartıyla,  $II$  milinde elde edilecek devir sayıları aralarında  $\varphi_1 \cdot \varphi_2 = \varphi$  olan bir geometrik seri teşkil ederler. Hakikaten,

$$u_1 = \frac{D_4}{D_1}, \quad u_2 = \frac{D_3}{d_2}, \quad u_3 = \frac{D_2}{d_3}, \quad u_4 = \frac{D_1}{d_4} \quad (91)$$

olup, çaplar

$$\frac{D_4}{D_3} = \frac{D_3}{D_2} = \frac{D_2}{D_1} = \varphi_1 \quad (92)$$

$$\frac{d_4}{d_3} = \frac{d_3}{d_2} = \frac{d_2}{d_1} = \varphi_2 \quad (93)$$

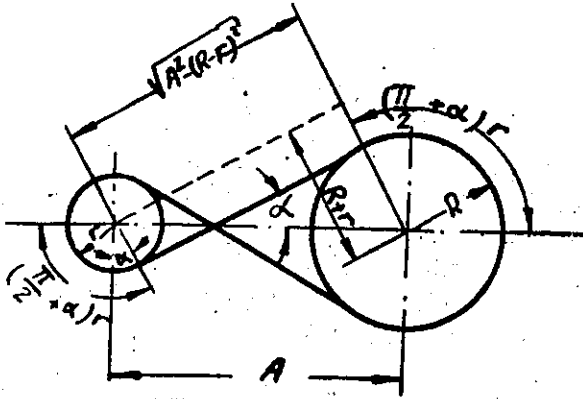
olacak şekilde seçilirlerse

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{u_2}{u_3} = \frac{u_3}{u_4} = \varphi_1 \cdot \varphi_2 = \varphi \quad (94)$$

elde edilir. Bu son bağıntı devir sayılarının  $\varphi$  katsayılı bir geometrik seri teşkil edeceğini gösterir.

Eğer  $\varphi_1 = \varphi_2$  seçilirse  $\varphi_1^2 = \varphi_2^2 = \varphi$  veya  $\varphi_1 = \varphi_2 = \sqrt{\varphi}$  olur. O halde, iki kademeli kasnakta herbirinin kademeleri  $\sqrt{\varphi}$  katsayısı ile geometrik olarak kademelenirse, tertibat  $\varphi$  katsayılı bir geometrik seri verir. Meselâ, kasnak çapları 1,06 katsayısı ile kademelenirse devir sayıları 1,12 katsayısı ile kademelenmiş olur.

Kasnak çapları böylece geometrik olarak seçilirse, eş kasnak çapları toplamalarının sabit kalması şartı, göz önüne alınmadığından, her zaman tahakkuk etmez. Esasen kayışın bollaşmaması için istenen bu şart, teorik olarak, yalnız çapraz kayışlar halinde tahakkuk etmelidir. Düz atkılı kayış-kasnak tertibinde ise, kayış uzunluğunun sabit kaldığı arz edilirse, çap toplamaları teorik olarak sabit olmamalıdır. Hakikaten, apraz kayış halinde (Şek. 126) kayışın  $L$  boyu



Şekil 126 — Çapraz kayış.

$$L = 2 \left[ (R+r) \left( \frac{\pi}{2} + \alpha \right) + \sqrt{A^2 - (R+r)^2} \right] \quad (95)$$

olanır. Kayışın  $L$  boyu aynı kaldığından muhtelif kademeler üzerindeki  $(R+r)$  yarıçap toplamının da sabit tutulması icap eder.

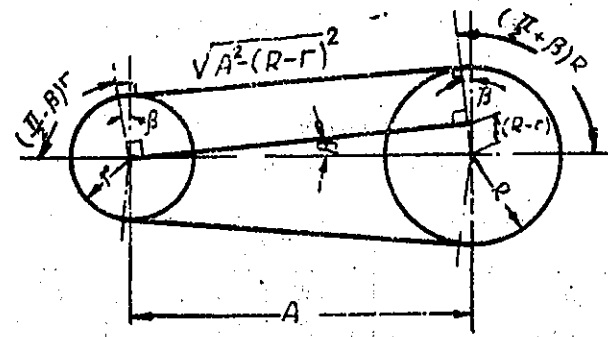
Düz atkılı kayış-kasnak tertibinde ise (Şek. 127).

$$L = 2 \left[ \frac{\pi}{2} (R+r) + \beta (R-r) + \sqrt{A^2 - (R-r)^2} \right] \quad (96)$$

anır. Görülüyor ki, bu halde  $L$  in sabit kalması için  $(R+r)$  in sa-

bit kalması yetmez. Ancak,  $A \geq 20(R-r)$  ise,  $(R+r)$  in sabit kalması halinde  $L$  üzerindeki değişme ihmal edilebilir.

Netice olarak görülüyor ki, kasnakların çaplarının geometrik olarak kademelenmesi, ancak eksen uzaklıkları yeter derecede büyük ise uygundur. Her kademe için kayış uzamasının uygun haddi (takriben yüzde beş) geçip geçmediği kontrol edilmelidir.



Şekil 127 — Düz atkılı kayış.

Eş kademeli kasnak çaplarının, eş çap toplamaları sabit olacak şekilde seçilmeleri ve aynı zamanda bu çapların norm tahvil oranlarını sağlamaları mümkündür:

$$D + d = 2a = \text{Sabit}$$

alırsak ve tahvil oranı  $u = D/d$  ise:

$$D + \frac{D}{u} = 2a$$

olup buradan

$$D = 2a \cdot \frac{u}{u+1}$$

(98)

$$d = 2a \cdot \frac{1}{u+1}$$

bulunur.  $n$  devir sayıları  $\varphi$  katsayılı geometrik bir seri halinde

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{n_3}{n_2} = \frac{n_4}{n_3} = \varphi \quad (99)$$

şeklinde seçilirlerse,  $u$  tahvil oranları da

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{u_2}{u_3} = \frac{u_3}{u_4} = \dots \quad (100)$$

şeklinde geometrik bir seri teşkil etmeleri lâzım gelir.  $u$  tahvil oranlarını, evvelce gördüğümüz gibi norm olarak,  $k$  tam bir sayı olmak üzere  $u = 1/1,06^k$  şeklinde seçersek ( $2a = 1$ ) alınmak şartıyla aşağıdaki cetvel elde edilir :

Tablo 34. Kademeli kasnak tertibatında ( $u$ ) tahvil oranlarına göre kasnak çapları

| $u$    | $D/d$ | $u$     | $D/d$    | $u$   | $D/d$   |
|--------|-------|---------|----------|-------|---------|
| : 1    | 0,5   | : 0,5   | 1 : 1,58 | 0,387 | : 0,613 |
| : 1,06 | 0,485 | : 0,515 | 1 : 1,68 | 0,373 | : 0,627 |
| : 1,12 | 0,471 | : 0,529 | 1 : 1,78 | 0,360 | : 0,640 |
| : 1,19 | 0,457 | : 0,543 | 1 : 1,88 | 0,347 | : 0,653 |
| : 1,26 | 0,443 | : 0,557 | 1 : 2,00 | 0,334 | : 0,666 |
| : 1,33 | 0,429 | : 0,571 | 1 : 2,11 | 0,321 | : 0,679 |
| : 1,41 | 0,415 | : 0,585 | 1 : 2,24 | 0,309 | : 0,691 |
| : 1,50 | 0,401 | : 0,599 | 1 : 2,37 | 0,297 | : 0,703 |
|        |       |         | 1 : 2,51 | 0,285 | : 0,715 |
|        |       |         | 1 : 2,66 | 0,273 | : 0,727 |
|        |       |         | 1 : 2,82 | 0,262 | : 0,738 |
|        |       |         | 1 : 2,99 | 0,251 | : 0,749 |
|        |       |         | 1 : 3,16 | 0,240 | : 0,760 |
|        |       |         | 1 : 3,35 | 0,230 | : 0,770 |
|        |       |         | 1 : 3,55 | 0,220 | : 0,780 |
|        |       |         | 1 : 3,76 | 0,210 | : 0,790 |

Bu cetvelde  $D : d$  değerlerinden  $D$  ve  $d$  değerlerine geçmek için bunları  $2a$  ile çarpmak kâfidir.

### Devir sayılarının ve ilerlemelerin kademersiz ayarlanması

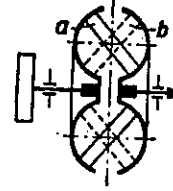
Kademersiz ayarlama imkânının sağladığı faydeleri evvelce görmüş-tük Kademesiz ayar için mekanik, hidrolik ve elektrik tertibat şekilleri mevcuttur. Bunlar sırası geldikçe tetkik edilecektir.

### Mekanik tertibat

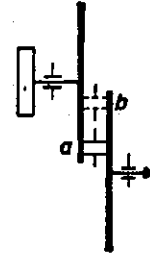
«Variatör» adı verilen bu gibi bütün tertibatta esas eleman delk ilişkileri veya konik kasnaklardır. Döndüren ve döndürülen çarklar arasındaki hareket nakli kayış, tekerlek (gale) veya zincir yardımıyla sağ-

lanabilir. Çevresel sürtme kuvvetlerinin (delk) sabit kaldığı farz edilse bile nakledilen güç tahvil oranına tâbi olarak değişir.

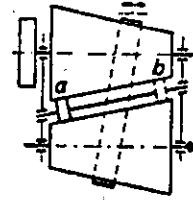
Sürtme araçarklı variatör : (Şek. 128, 129). Bu tip tertibat ancak küçük güçlerin nakline müsaittir. Buna sebep araçarklı ile kasnaklar arasındaki basıncın sınırlı ve düşük olmasıdır. Tahvil oranını umumiyetle 1 ile 4 arasında değiştirmek mümkündür. (Şek. 128 ve 129) da bu tip iki tertibat görülmektedir. (Şek. 130) daki konik kasnaklı tiplerin büyük bir pratik kıymeti yoktur. (Şek. 131) de en fazla rağbet edilen



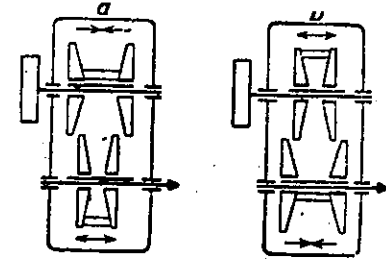
Şekil 128 — Oynak ara çarklı ve kasnağı oluklu kademersiz ayar tertibatı



Şekil 129 — Oynak ara çarklı ve diskli kademersiz ayar tertibatı



Şekil 130 — Konik kasnaklı kademersiz ayar tertibatı

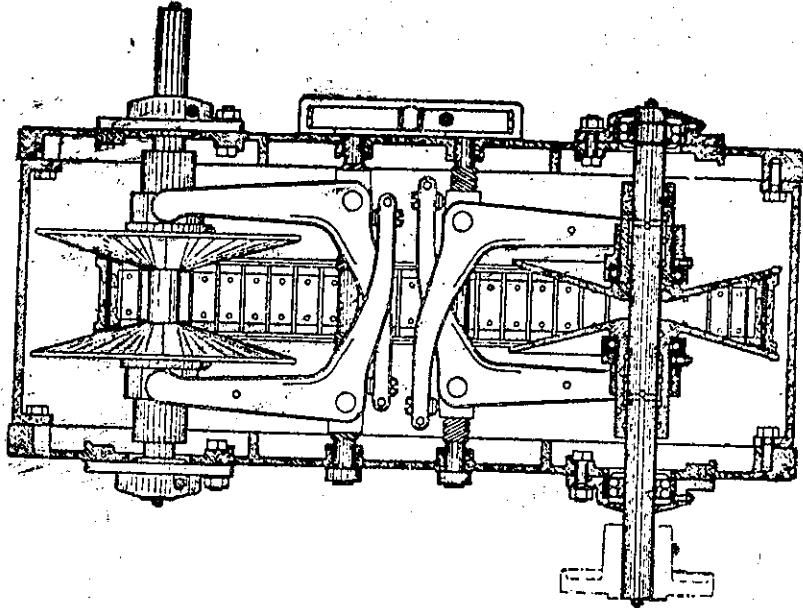


Şekil 131 — Kabilli ayar konik kasnaklı variatörün prensip şeması

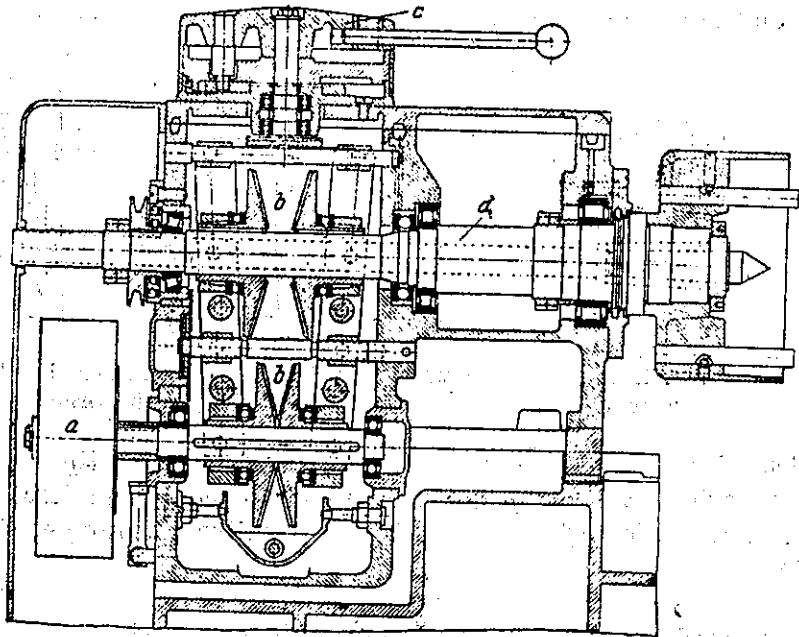
bir kademersiz ayarlama tertibatı şeması görülmektedir. Bu tipin muhtelif tatbik şekilleri vardır (Şek. 132). Bunlardan en önemilerden biri P.I.V. olarak isimlendirilen bir tertibattır (positive-infinitely-variable) (Şek. 133).

P.I.V. tertibatında kasnak çiftlerinin birinden diğerine hareketi geçiren zincirin her baklası birer çerçeve teşkil eder ve bu çerçeveler içine



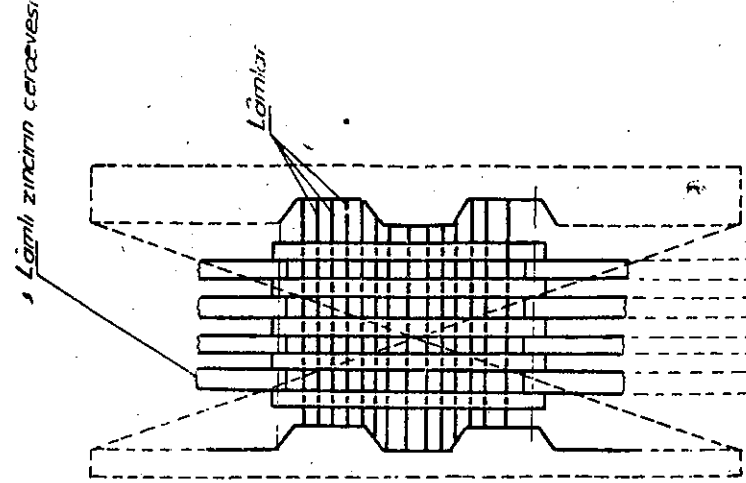


Şekil 132 — Flender variyatörü.



Şekil 133 — Bir torna tezgâhi üzerinde P. I. V. tertibatı.

belirli sayıda, arada boşluk kalmıyacak kadar, lâm (levha) yerleştirilmiştir (Şek. 134). Lâmlar dikdörtgen şeklindeki çerçeve içinde yanlamasına, yani kasnak eksenlerine paralel olarak serbestçe kayabilirler. Kas-



Şekil 134 — P. I. V. tertibatında kasnakların karşılıklı yivleri ve lâmların durumu.

nakların konik temas yüzleri üzerine yivler açılmıştır. Yüz yüze bakan iki yarım kasnak, birinin girintileri karşısında diğerinin çıkıntıları gelmek üzere yerleştirilmiştir. Yüzlerin konik olması yüzünden yivler merkeze yaklaştıkça daralır. Bunun neticesi olarak bir yiv içine girebilecek lâm sayısı azalır ve lâmlar kendiliklerinden sağa - sola kayarak her yarı çap için bir yiv için alabileceği sayıya inerler. (Şek. 135) de bir çerçeve içindeki belirli sayıdaki lâm, kasnağın en üstünde (a) minimum sayıda yiv için taksim olunduğu halde, merkeze en yakın yerde (b) maksimum sayıda yiv için taksim olunmuşlardır.

Şekil 135 de görüldüğü gibi lâmların birer uçları kama şeklindedir. Bu sayede merkeze mesafelerine göre meyillenerek yivlerin kenarlarına tam yaslanmaları mümkün olur. Aynı sebepten lâmlar birbirlerine daha ziyade, konik ve düz kısımların birbirine bittiği noktadaki birer doğru boyunca yaslanırlar.

Lâmlar  $220 \text{ kg/mm}^2$  çekme mukavemetinde su verilmiş krom - silisium çeliğinden yapılır. Zincir yağ banyosu içinde çalışır. P. I. V. ter-

$$N_s = \frac{P}{985} \cdot \frac{d_b}{2} \cdot n_o \quad \text{kW} \quad (102)$$

olarak hesaplanır. Çıkış milinin en küçük devir sayısı  $n_k$  için nakledilen güç ise en küçük olup

$$N_k = \frac{P}{985} \cdot \frac{d_k}{2} \cdot n_o \quad \text{kW} \quad (103)$$

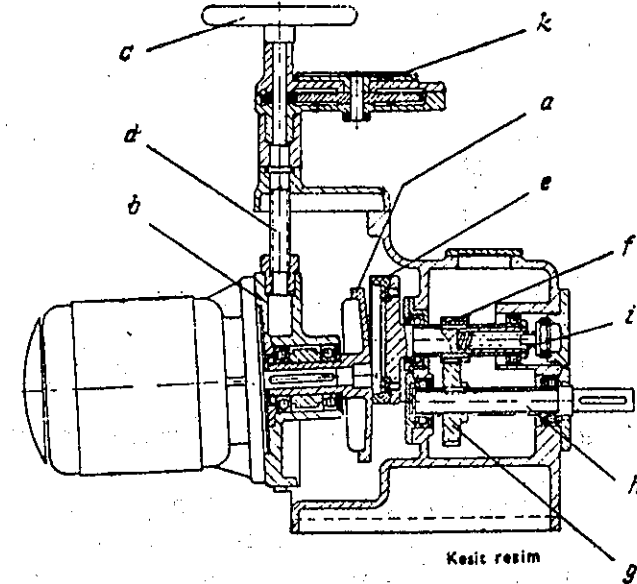
bulunur. O halde nakledilen güç tahvil oranına tâbi olarak

$$\frac{N_b}{N_k} = \frac{d_b}{d_k} = \sqrt{A} \quad (104)$$

oranında değişir. Misâl olarak devir sayıları aralığını 1/5 alırsak nakledilen güç  $1/\sqrt{5} = 1/2,24$  oranında değişir.

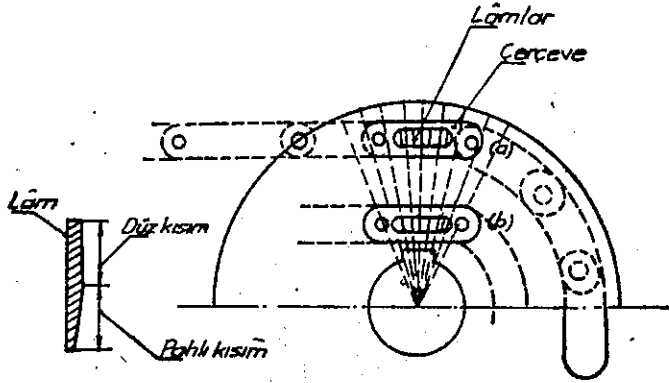
Yukardaki hesap şekli bütün kabiliyetli konik kasnaklı kademesiz tahvil tertibatı şekilleri için doğrudur.

P. I. V. varyatöründe konik kasnak çiftlerinin birinden diğerine ha-



Şekil 136 — El varyatörü.

tibatının devir sayısı aralığı normal olarak 1 : 5 i bulur, fakat kasnak çiftleri tamamen birbirinin eşi olduğundan bu oran 1 : 1 oranının iki tarafına simetrik olarak yayılmıştır.



Şekil 135 — Sınır durumlarda lâmların yerleri.

Giriş milinin devir sayısı  $n_o$ , konik kasnakların efektif en büyük çapları  $d_b$ , en küçük çapları  $d_k$  olsun. O halde çıkış milinin sınır devir sayıları  $n_b$  ve  $n_k$  ise.

$$n_b = n_o \cdot \frac{d_b}{d_k} \quad \text{ve} \quad n_k = n_o \cdot \frac{d_k}{d_b}$$

olup, buradan devir sayıları ayar aralığı

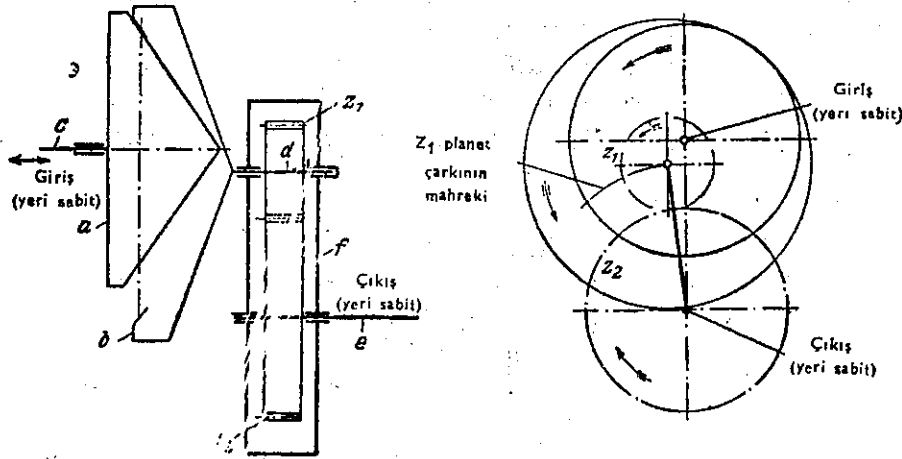
$$A = \frac{n_b}{n_k} = \left( \frac{d_b}{d_k} \right)^2 \quad (101)$$

bulunur. Meselâ çap ayar aralığı  $d_b/d_k = 2$  ise  $A = 4$  bulunur.

**Nakledilen güç:** Lâmların taşıdığı çevresel kuvvet  $P$  olsun. Bu kuvvet zincirin çekme mukavemeti ve yivlerin dayanma alanlarına tâbi olarak belirlidir. O halde nakledilebilecek  $M = P \cdot d/2$  moment, zincirin  $d$  çapında bulunduğu  $d$  çapına tâbi ve  $d$  çapı ile beraber azalır çoğalır. Çıkış milinin en büyük devir sayısı  $n_b$  için nakledilen güç en büyüktür ve  $P$  kg.,  $d$  mm.,  $n$  devir/dakika cinsinden ise;

reketin nakli «zoraki» olup «kayma» yoktur. Aşağıdaki tiplerde ise hareketin nakli «sürtme» sayesinde temin edilmekte olup bir miktar kayma olabilir.

**El varyatörü :** Bu varyatörün şeması Şekil 136 da görülmektedir. Burada  $a$  ve  $e$  kasnakları birbirine dayanır. Motor  $a$  kasnağını çevirir ve hareket sürtme tesirile  $e$  ye, buradan  $f$  ve  $g$  helisel dişlileri yolu ile  $h$  miline geçer.  $a$  ve  $e$  kasnakları arasındaki sürtme kuvvetini artırmak için  $i$  yayı kullanılmıştır.  $h$  milinin devir sayısını değiştirmek için  $c$  el çarkı çevrilerek,  $b$  kazağı ve buna bağlı olan motor ile  $a$  kasnağı Şekilde görülmiyen düşey kızak yolları üstünde aşağı veya yukarı hareket ettirilir.  $a$  kasnağının düşey olarak yer değiştirmesi  $e$  kasnağının,



Şekil 137 — Prym - Köhl varyatörü.

dolayısıyla,  $h$  milinin hızının değişmesine sebep olur. Bu tertibatta  $b$  mili ne kadar büyük güç nakledirse  $e$  ve  $a$  kasnakları arasındaki basırma kuvveti, dolayısıyla aradaki sürtme kuvveti o derece büyür. Bununus,  $f$  ve  $g$  dişli çarklarının helisel olması sayesinde sağlanır. Hakikaten bu çarklar helisel olduklarından, aralarında nakledilen moment büyüdükçe aksenal itme de artar ve bu itme kuvveti  $e$  kasnağının  $a$  kasnağına daha büyük bir kuvvetle yaslanmasına sebep olur. Böylece sürtme kuvvetleri artarak  $e$  ve  $a$  arasındaki kayma temayülüzalır.

$a$  kasnağı sert ve sürtmeye mukavim dökme demirden yapılmıştır,  $e$  kasnağı ise sürtünen kısmında dokunmuş ve tazyik edilmiş malzemeden bir halka ile teçhiz edilmiştir. Bu halka aşındıkça değiştirilebilir.

Bu varyatör bilhassa matkap tezgâhları için kullanılır.

**Prym - Köhl varyatörü (Şekil 137) :** Bu varyatörde birinin içi dolu ve dışa doğru konik  $a$ , diğerinin ise içi boş ve içe doğru konik  $b$  gibi iki sürtme kasnağı vardır. Hareket  $c$  giriş milinden dış konik kasnağa, buradan sürtme neticesi iç konik kasnağa geçer. İç konik kasnak  $d$  mili vasıtasıyla  $Z_1$  dişlisine bağlıdır.  $Z_1$  dişlisi  $Z_2$  dişlisini, bu da  $e$  çıkış milini çevirir.  $Z_1$  ve  $Z_2$  dişlileri bir kutu içine yerleştirilmiş olup, bu kutu yeri sabit olan  $e$  çıkış mili etrafında dönebilir. Böylece  $d$  mili, bununla beraber iç konik kasnak ve  $Z_1$  dişlisi  $e$  etrafında hareket edebilir. Bu hususiyet iki konik kasnak arasındaki sürtme kuvvetinin nakledilen momente tâbi olarak artmasını sağlar. Hakikaten, nakledilen moment artınca yani  $Z_2$  dişlisi mukavemet görünce, dönüş yönleri itibarıyla,  $Z_1$  dişlisini sola doğru bastırır. O halde  $Z_1$  e bağlı olan iç konik kasnak,  $Z_2$  ve kutu ile beraber,  $e$  mili etrafında dönmeye meylederek, dış konik kasnağa daha büyük bir kuvvet ile bastırır ve böylece kasnaklar arasındaki sürtme kuvvetinin artması sağlanmış olur.

Varyatör boşta çalıştığı, yani hiç bir moment nakledilmediği zaman, baskül kutu kendi ağırlığı ile iç konik kasnağın dış konik kasnağa bastırmasını ve böylece kasnakların birbiri üzerinde kaymamasını sağlar.

Varyatörün devir sayısı aralığı 1 : 5 i bulur.

### Hidrolik Tertibat

Bunlara «hidrolik mekanizmalar» da denebilir. Hidrolik tertibat da hi devir sayılarının ve ilerlemelerin kademesiz olarak ayarlanmasını sağlar. Hareketin nakli diğer bütün mekanizma şekillerine nazaran daha «yumuşak» ve titreşimsizdir. Ayrıca küçük bir hacim içinde basit mekanizmalar yardımıyla büyük güçlerin nakli mümkün olur. Hidrolik tertibat yalnız devir sayılarının ve ilerlemelerin kademesiz ayarlanması için değil, iş parçalarının tesbiti, otomatik kumandalar ve saire gibi işlere de elverişlidir. Bu sebeple mevzuu genel olarak ele alacağız.

Bir tarif yapmak icap ederse, hidrolik mekanizmalar, çalışmalarında bir sıvının rol oynadığı tertibattır. Bir hidrolik tertibat içinde kullanılacak sıvı cinsi mevcut şartlara göre değişir. En fazla kullanılan sıvı

çeşidi özel olarak tasfiye edilmiş ve hazırlanmış madeni yağlardır. Fakat bazı tip preslerde olduğu gibi bu maksat için su da kullanılabilir.

Tezgâhlarda hidrolik mekanizmalardan başlıca şu maksatlar için faydalanılır: Talaş kaldırma ve ilerleme hareketlerini temin, hidrolik basınç yardımıyla tezgâhların otomatik veya el ile kumandası, «tertibat» üzerinde iş parçalarının tezgâhlara hidrolik olarak tesbiti, «transfer tezgâhları» nda seri ve otomatik olarak işlenen iş parçalarının işleme postalarına otomatik olarak sevki ve işlenmesi.

Hidrolik tertibat evvelâ taşıma tezgâhları üzerinde teammüm etmiştir. Yavaş yavaş kullanılma sahası genişliyerek bu gün çok muhtelif tezgâhlar üzerinde tatbik sahası bulmaktadır.

Hidrolik tertibatın üstünlükleri bilhassa şunlardır: Hızların sürekli olarak ayarlanabilmesi, aşırı yüklenmelere karşı emniyet, titreşimsiz çalışma, yük altında ayarlanabilme, kumandada hassasiyet.

Hidrolik tezgâhların buna mukabil bazı mahzurları da vardır; meselâ küçük güçler ile çalışılması halinde verimin düşük olması ve bu tezgâhların daha pahalı oluşu gibi.

**Teorik esaslar:** Bir boru içinde bir sıvının akışı Bernoulli kanununa uygun olarak cereyan eder. Arada bir enerji kaynağı olmamak şartıyla sıvının beher  $kg$  ma isabet eden  $H$  toplam enerjisinin değeri her kesitte sabittir:

$$H = \frac{v^2}{2g} + \frac{P}{\gamma} + z + K \quad (105)$$

Burada

- $H$  toplam sıvı enerjisi ( $kg \cdot m / kg = m$ )
- $v$  sıvının boru içinde o kesitteki ortalama hızı ( $m/s$ )
- $p$  sıvının o kesitteki basıncı ( $kg/m^2$ )
- $\gamma$  sıvının özgül ağırlığı ( $kg/m^3$ )
- $z$  o kesitin ekseninin referans düzlemine göre yüksekliği ( $m$ )
- $g$  arz ivmesi ( $9,8 m/s^2$ )
- $K$   $kg$  sıvı başına enerji kaybı ( $kg \cdot m/kg$ )
- $\frac{v^2}{2g}$  sıvının her  $kg$  ı başına o kesitteki kinetik enerji ( $kg \cdot m/kg$ )

$$\frac{P}{\gamma} \quad \text{statik basınç - sıvının beher } kg \text{ ı başına basınç potansiyeli}$$

$$\text{enerjisi } \frac{kg/m^2 \cdot kg}{kg/m^3 \cdot kg}$$

$$z \quad \text{sıvının beher } kg \text{ ı başına durum potansiyeli enerjisi } \left( m \cdot \frac{kg}{kg} \right)$$

$$\left( \frac{P}{\gamma} + z \right) \quad \text{piyezometrik yükseklik } (m)$$

Formül boyut itibariyle basınç cinsinden de yazılabilir.  $\rho$  sıvının yoğunluğu olmak üzere:

$$P = \gamma H = \frac{\rho v^2}{2} + p + \gamma \cdot z + Z$$

veya

$$P = \frac{1}{2} \rho v^2 + p + \gamma \cdot z + Z \quad (106)$$

olur. Burada  $Z$  basınç enerjisi kaybını,  $1/2 \rho v^2$  terimi dinamik basıncı ve  $p$  terimi ise statik basıncı gösterir. Mevcut büyüklüklerin birimleri yukarda izah ettiğimiz gibi seçilmek şartıyla (106) bağıntısındaki bütün terimlerin ve  $P$  nin boyutu  $kg/m^2$  dir.  $P$  toplam basınç enerjisi, o kesitten geçen  $m^3$  sıvı başına sıvı enerjisini gösterir ( $kg \cdot m/m^3$ ).

**Bir kesitten geçen toplam enerji:**  $Q_v$  hacim olarak ( $m^3/s$ ),  $Q_a$  ise ağırlık olarak ( $kg/s$ ) bir kesitten geçen debiyi gösterebilir. Bu halde birimler yukarda verdiğimiz gibi seçilmek şartıyla, belli bir kesitten geçen enerji,  $v$ ,  $p$ ,  $z$ , o kesitteki değerler olmak üzere

$$N = \left( \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z \right) \cdot Q_a \quad kg \cdot m/s \quad (107)$$

veya

$$N = \left( \frac{\rho v^2}{2} + p + \gamma \cdot z \right) \cdot Q_v \quad kg \cdot m/s \quad (108)$$

olur:

Tezgâhlarda ortalama olarak  $v = 2 m/s$ ,  $p = 10 \cdot 10^4 kg/m^2$ ,  $\gamma = 1000 kg/m^3$  ve  $z = 1 \sim 2 m$  mertebesinde olduğundan her iki formül de (105 ve 106) birinci ve üçüncü terimler ikinci terim yanında ihmal edilebilir. Böylece bir boru sistemi boyunca  $H$  ve  $P$  sabit olmak üzere,

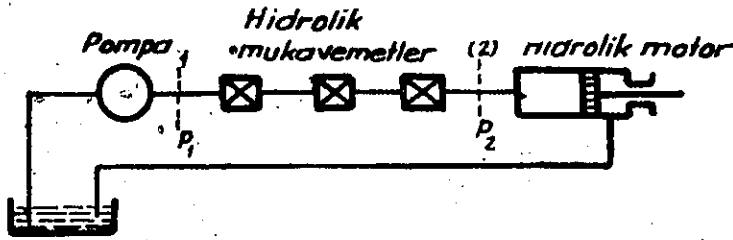
$$H \simeq \frac{P}{\gamma} + K \quad \text{veya} \quad P \simeq \gamma \cdot Z \quad (109)$$

yazılabilir. Bir kesitten geçen toplam enerji ise

$$N \simeq \frac{P}{\gamma} \cdot Q_a \quad \text{veya} \quad N \simeq p \cdot Q_h \quad \text{kg.m/s} \quad (110)$$

şeklinde ifade edilebilir.

**Bir hidrolik devrede hesaplar:** Hidrolik devrede muayyen bir rejim halinde, pompa  $P$  toplam basınç enerjisini versin. Aralarında bir pompa veya bir hidrolik motor bulunmamak şartıyla, lüleddain olarak seçilmiş (1) ve (2) kesitleri için (109) bağıntısını yazalım (Şekil 138):



Şekil 138 — Bir hidrolik devre şeması.

$$P = p_1 + Z_1$$

$$P = p_2 + Z_2$$

taraf tarafa çıkarırsak

$$p_1 - p_2 = Z_2 - Z_1$$

veya

$$\Delta p = \Delta Z$$

elde edilir. Şu halde iki kesit arasındaki statik basınç farkı, o iki kesit arasındaki basınç enerjisi kaybına eşit olur.

(1) ve (2) kesitleri arasında kayıplar şu şekilde ayrılabilir: Düz borularda basınç kayıpları,  $d$  boru iç çaplarını,  $l$  boru boylarını,  $R$  metre

başına düşen basınç kayıplarını ve  $\lambda$  lar birer katsayıyı göstermek üzere

$$\Delta Z' = \sum R \cdot l = \sum \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{1}{2} \frac{\gamma}{g} v^2 \cdot l = \frac{1}{2} \frac{\gamma}{g} \sum \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot v^2$$

dir. Özel dirençlerdeki kayıplar,  $\zeta$  lar birer katsayıyı göstermek üzere

$$\Delta Z'' = \sum \zeta \cdot \frac{1}{2} \frac{\gamma}{g} v^2 = \frac{1}{2} \frac{\gamma}{g} \sum \zeta \cdot v^2$$

dir. Son bağıntıda akım hızı  $v$  olarak, o özel dirence girip çıkan boru içindeki hız alınır. Meselâ bir boru üzerinde kısmen kapalı bir vana varsa,  $\zeta$  katsayısı o şekilde hesap edilir ki,  $v$  hızı o boru içindeki ortalama akım hızı olsun.

O halde (1) ve (2) arasında toplam basınç kaybı

$$\Delta Z = \Delta Z' + \Delta Z'' = \frac{1}{2} \frac{\gamma}{g} \left( \sum \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot v^2 + \sum \zeta \cdot v^2 \right)$$

bulunur. Sonuç olarak, (1) ve (2) kesitleri arasındaki basınç farkı

$$\Delta p \simeq \frac{1}{2} \frac{\gamma}{g} \left( \sum \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot v^2 + \sum \zeta \cdot v^2 \right) \quad (111)$$

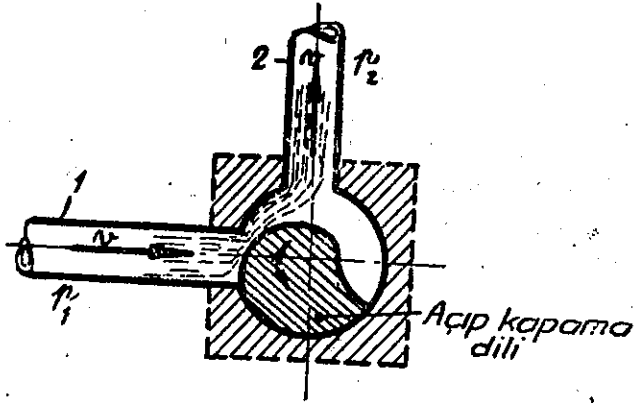
olur.  $\zeta$  özel direnç katsayıları Tablo 35 de takribî olarak verilmiştir.

Tablo 35. Takribî özel direnç katsayıları

| Parça   | $\zeta$  |
|---|--|
| — Manşon  | 0  |
| — Diğer bağlama parçaları ve çap değişimleri (dirsek, T ve saire) | 1 ilâ 3  |
| — Yaylı süpâplar  | ~ 10   |
| — Vanalar   | Kısımla derecesine göre 1 ile $\infty$ arasında değişir. |

$\lambda$  nın değeri ise ortalama 0,02 alınabilir.

Herhangi bir hidrolik devre içinde 1 ve 2 noktaları arasındaki bir vanayı ele alalım (Şek. 139). Misâl olarak ele alacağımız bazı çalışma şekillerinde akım şartlarını tetkik edelim :



Şekil 139 — Bir vana tipi içinde akış.

a)  $p_1$  sabit olsun,  $p_2$  ise sıfır atü olsun. O halde

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \zeta \frac{\gamma v^2}{2g}$$

zılır.  $p_2 = 0$  olduğundan

$$p_1 = \zeta \frac{\gamma v^2}{2g} \quad \text{veya} \quad v^2 = \frac{2g p_1}{\zeta \gamma}$$

lunur. O halde  $v$  akım hızı,  $\zeta$  özel direncine ve dolayısıyla vana ke-  
ninin  $F_1/F_2$  kısılma derecesine tâbi olarak belirlidir.

b) Şekil 140 daki hidrolik devrede pompa ile tezgâhın tablasını ha-  
ret ettiren piston arasında bir vana bulunsun.  $p_1$  basıncı yaylı bir sü-  
vasitesiyle sabit tutulsun. Pistona karşı koyan işleme kuvveti  $K$  ol-  
sün. Piston alanı  $F$ , 1 ve 2 borularının karşı koyan işleme kuvveti  $K$  ol-  
sün. Pistonun dolayısıyla tablanın  $v_p$  ilerleme hızını bulalım : 1 ve 2 boruları için-  
deki  $v$  akım hızına tâbi olarak

$$p_1 - p_2 = \zeta \frac{\gamma v^2}{2g}$$

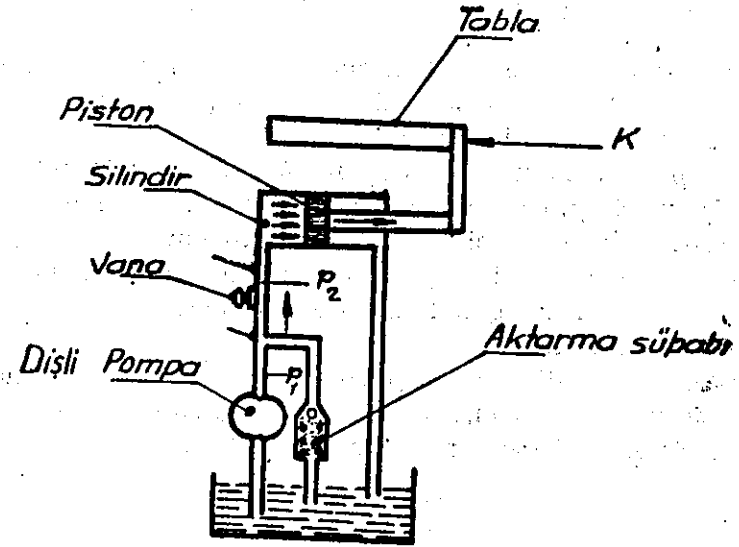
Buradan

$$v^2 = \frac{2g}{\zeta \gamma} (p_1 - p_2)$$

veya  $p_2 \cdot F = K$  olduğundan

$$v^2 = \frac{2g}{\zeta \gamma} \left( p_1 - \frac{K}{F} \right)$$

bulunur. Görülüyor ki,  $g$ ,  $\gamma$ ,  $p_1$ ,  $K$  ve  $F$  değerleri belli olduğundan  $v$



Şekil 140 — Bir hidrolik devre.

akım hızını  $\zeta$  ya, dolayısıyla vananın  $F_1/F_2$  kısılma derecesine tâbi ola-  
rak bulabiliriz. Boru ve silindir içindeki yağ debisinin eşitliğini yazalım :

$$v \cdot \Omega = v_p \cdot F$$

O halde piston ilerleme hızı,

$$v_p = \frac{\Omega}{F} \cdot v \quad \text{veya} \quad v_p = \frac{\Omega}{F} \sqrt{\frac{2g}{\zeta \gamma} \left( p_1 - \frac{K}{F} \right)}$$

bağıntısı yardımıyla,  $\zeta$  nın tâbi olduğu  $F_1/F_2$  kısılma derecesine bağlı  
olarak belirlenir olur.

→ *Düz borulardaki ve süpaplardaki kayıplara ait bir misâl*: Bir hidrolik devrede 1 ve 2 noktaları arasında (Şek. 138) bir yaylı süpab ve  $l = 5$  metre boyunda düz boru bulunsun. Süpaba ait  $\zeta$  özel direnci 10, boru iç çapı  $d = 2$  cm boru içindeki akım hızı  $v = 2$  m/s olsun. Devreleki yağın özgül ağırlığı  $\gamma = 900$  kg/m<sup>3</sup> ise 1 ve 2 noktaları arasındaki statik basınç kaybı

$$\Delta p = \frac{1}{2} \frac{900}{9,8} \left( 0,02 \cdot \frac{5}{0,02} \cdot 4 + 10 \cdot 4 \right) \quad \text{kg/m}^2$$

$$\Delta p = 46 (20 + 40) = 2760 \quad \text{kg} \cdot \text{m}^2 = 0,276 \quad \text{kg/cm}^2$$

ur. 1 noktasındaki  $p_1$  ve 2 noktasındaki  $p_2$  basınçları değişseler bile, akım hızı daima 2 m/s olmak şartıyla o devre parçasında  $p_1 - p_2$  farkı ima 0,276 kg/cm<sup>2</sup> den ibaret kalır. Meselâ 2 noktasında borunun ke-diğini ve  $p_2$  basıncının sıfır olduğunu farzederseniz, borudaki  $v = 2$  /s lik bir hız için  $p_1$  basıncı ancak ve ancak 0,276 kg/cm<sup>2</sup> olabilir. Yu-rdaki bilgilere ilâveten pistonu karşı koyan kuvvetin  $K$ , piston ala-nın  $F$  olduğu kabul edilirse  $p_2 = K/F$  olarak belirlidir. Bu halde, bo-dahisindeki akım hızı yine 2 m/s ise  $p_1$  basıncı  $p_1 = p_2 + 0,276 = F + 0,276$  olacaktır.

Aynı devrede 1 kesitindeki basınç, pompanın sabit çıkış basıncı olarak  $= 11$  atü ve yine  $l = 5$  m,  $d = 2$  cm,  $F = 100$  cm<sup>2</sup>,  $\zeta = 10$ ,  $K = 1000$  olsun. Piston ilerleme hızını bulalım. (111) den;

$$11 \cdot 10^4 - p_2 = \frac{1}{2} \frac{900}{9,8} \left( 0,02 \cdot \frac{5}{0,02} \cdot v^2 + 10 \cdot v^2 \right)$$

r. Halbuki

$$p_2 = \frac{K}{F} = \frac{1000}{100} = 10 \text{ atü}$$

ğundan yerine konursa  $v' = 14,5$  veya boru içindeki akım hızı 3,8 m/s bulunur. O halde debi

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} v = \frac{\pi}{4} (0,02)^2 \cdot 3,8 = 0,00145 \text{ m}^3/\text{s}$$

Buna göre piston ilerleme hızı

$$v_p = \frac{Q}{F} = \frac{0,00145}{0,01} = 0,155 \text{ m/s}$$

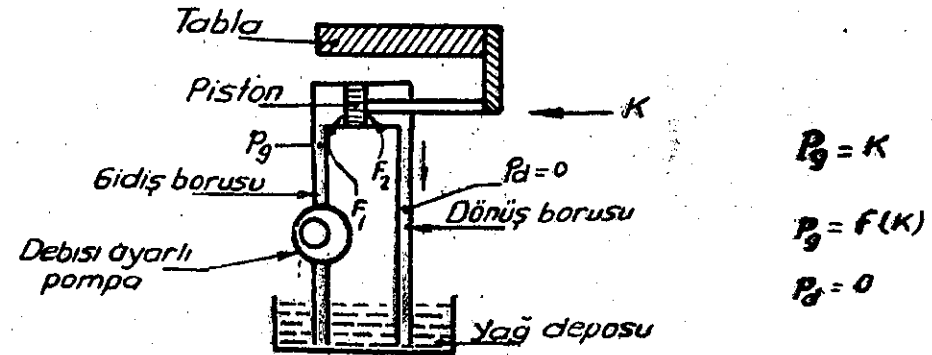
olacaktır.

**Hidrolik devreler**: Esas itibarıyla bir hidrolik devre bir pompa ve bir motordan teşekkül eder. Umumiyetle bir elektrik motorunun çevirdiği bir pompa, hidrolik yağı bir depodan emerek, bunu bir «hidrolik motor» a sevkeder. Pompanın vazifesi, elektrik motorunun verdiği mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye çevirmektir. Hidrolik motor ise aldığı hidrolik enerjiyi tekrar mekanik enerjiye çevirerek, meselâ bir tezgâhın iş milini döndürebilir veya tablasını hareket ettirebilir.

Hidrolik devreler iki tiptir:

- 1) Açık hidrolik devreler
- 2) Kapalı hidrolik devreler.

**Açık hidrolik devreler**: Şekil 141 açık bir hidrolik devrenin esas elemanlarını göstermektedir. Burada pompanın bastığı yağ pistonun



Şekil 141 — Açık bir hidrolik devre.

$F_1$  yüzüne tesir ederek pistonu sağa doğru iter. Pompa debisi ayar edilebilir tiptendir ve pistonun ilerleme hızı, pompa debisini ayarlayarak değiştirilir. Eğer pompanın belli bir ayar durumunda pistonun sabit hızla ilerlediğini farzederseniz ve

$K$  tezgâh tablasının yenmesi için gereken kuvvet (işleme kuvvetine ilâveten tabla, piston ve sairinin sürtme kuvvetleri)

$P_g$  Piston ve tablanın ilerleme hareketini temin eden ilerleme kuvveti.

$P_d$  Pistonun arka yüzüne tesir eden ve  $p_d$  dönüş basıncından ileri gelen kuvvet.

$F_1$  Piston yüzü alanı.

$F_2$  Piston arka yüzü (halkavî) alanı.

$$P_g + P_d + K$$

$$F_1 \cdot p_g = F_2 \cdot p_d + K$$

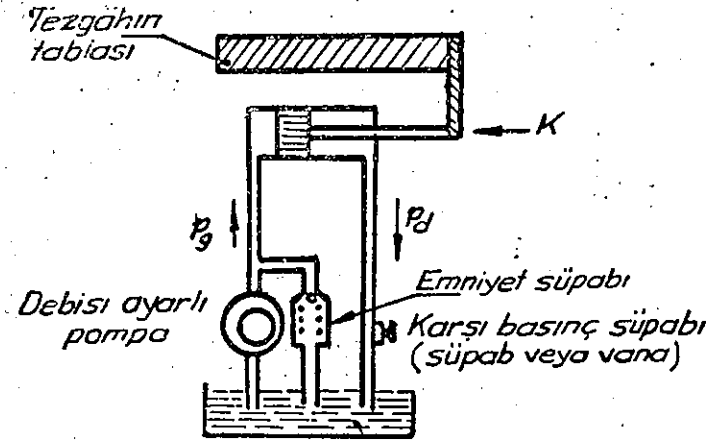
Şekil 141 deki devre tipinde  $p_d = 0$  olacağından

$$p_g = \frac{K}{F_1}$$

nur, yani  $p_g$  giriş basıncı  $K$  karşı kuvvetine (işleme kuvveti) tâbi olarak değişir. Bu devrede dönüş borusundaki  $p_d$  basıncı sıfırdır. Hal- unumiyetle dönüş basıncının sıfır olması mahzurludur. Buna se-  $K$  mukavemetinin değişmesi hâlinde pistonun aşağıdaki sebeplerle in değişmesi veya anî olarak ileri fırlaması ve duraklamasıdır : ompanın sabit devir sayısı ile daimî yağ bastığını ve böylece sabit irieme hızı elde edilmek istendiğini farzedelim. İlerlemeye karşı  $n$   $K$  kuvveti tabii ki işleme şartlarına göre zaman zaman azalıp ço- ulur. Bu takdirde,  $K$  meselâ aniden azalınca,  $p_g$  basıncı aniden dü- loyısıyla basınç altındaki yağ az da olsa genişliyerek pistonu anî k ileri iter, daha doğrusu hızlandırır. 2)  $p_g$  nin düşmesiyle yağ ka- e sızıntıları azalır, bu da pompanın silindire bastığı yağ debisini irrecik pistonun, dolayısıyla tablanın ilerleme hızını artırır. 3) ira ilâveten,  $K$  düşünce, pompa daha az yükleneceğinden pompayı c eden elektrik motoru da daha az yüklenir ve devir sayısı arta- ompanın silindire daha çok yağ basmasına, neticede pistonun çabuk ilerlemesine sebep olur.

u mahzurları kısmen gidermek için çıkış borusu üzerine bir sü- eya vana (karşı basınç süpabı) konabilir ve  $p_d$  basıncı artık sıfır (Şek. 142). Böylece pistonun arkasında anî ileri atılmalarını kıs- riyecek bir  $P_d$  kuvveti teessüs eder. Karşı basınç süpabını ayarlı-  $P_d$  dönüş kuvvetini değiştirmek mümkündür. Şayet bu süpab yay-

lı cinsten seçilirse belli bir ayar vaziyeti için  $p_d$  basıncı, dolayısıyla  $P_d$  kuvveti sabit kalır. Ancak  $P_g - P_d = K$  olduğundan, belli bir işleme mukavemeti için,  $P_d$  nin artık sıfır olmayıp artması  $P_g$  nin de artması- nı icap ettirir. Halbuki devre elemanlarının mukavemet derecelerini aş- mamak için  $P_g$  dolayısıyla  $p_g$  nin sınırlandırılması icap eder. Bu maksat- la devreye pompadan sonra bir emniyet süpabı konur (Şek. 142).



Şekil 142 — Açık devre

Pompa debisi kabili ayar olup ilerleme hızı, debi ayarı ile tanzim edilir.

Bu devrede ilerleme hızı prensip olarak pompanın ayarı ile tanzim edileceğinden, karşı basınç süpabını emniyet süpabı açılacak derecede kısmamalıdır. Aksi halde ilerleme hızını karşı basınç süpabı ile de ayar- lamış oluruz ki devre bu hale göre tertip edilmiş değildir.

Şekil 142 deki devrede, karşı basınç süpabının ayarı değiştirilmezse  $P_d$  kuvveti veya  $p_d$  basıncı ancak pompa debisi veya pistonun ilerlemesi- ne tâbi olabilir. Halbuki belli bir işleme hâli için bu hız merteye bakımın- dan sabit olduğundan  $p_g$  ve  $P_d$  mertebeye sabit kalacaklar demektir. Eğer karşı basınç süpabı yaylı cinsten ise piston hızı ne olursa olsun, esasen  $p_d$  sabit kalır. O halde  $P_g = P_d + K$  olduğundan, aynen karşı basınç süpabının bulunmadığı haldeki gibi  $K$  nin değişmesi  $P_g$  yi değiştirir. Bu değişme yukardaki 3 sebeple pistonun ilerleme hızının değiş- mesine sebep olur. Bununla beraber pistonun birinci sebeple anî fırla- ması hâlinde,  $p_d$  basıncı bir miktar yükselerek pistonun fırlamasını nis-





Şekli 143 — Açık devre

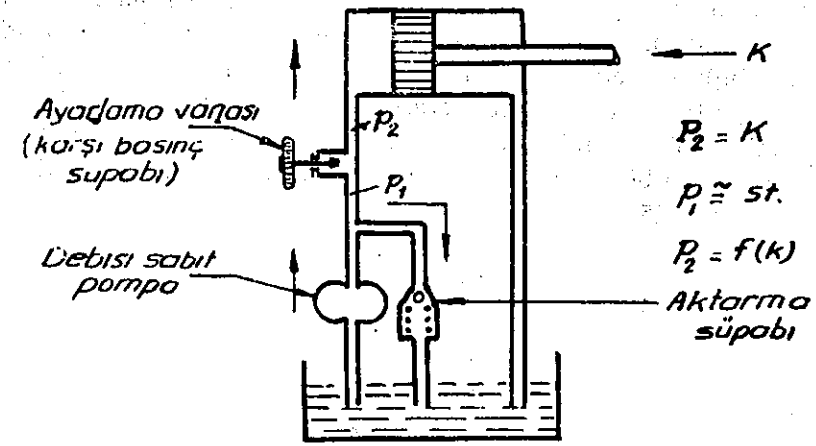
Pompa debisi sabittir. İlerleme hızı, karşı basınç süpabını kısarak ve böylece yağın bir kısmını aktarma süpabından depoya kısa devre halinde iade ederek ayar edilir.

ç süpabı dolayısıyla  $P_g$  kuvveti arttığından aynı faydalı iş için pompanın sarfettiği güç daha büyük olur, yani verim düşer. Filhakika, pistonun ilerleme hızı  $v$  m/s ise faydalı güç  $\frac{1}{75} K \cdot v$  B.B, pompanın sarfettiği güç ise  $\frac{1}{75} P_g \cdot v = \frac{1}{75} (P_d + K) \cdot v$  B.B olup verim

$$\eta = \frac{K}{P_d + K}$$

unur.  $P_d$  arttıkça verim düşer.

Devrede debisi sabit bir pompa kullanılması halinde, ilerleme hızı karşı basınç süpabının ayarı ile tanzim edilir (Şek. 143). Bu halde pistonun ilerleme hızını değiştirmek için basılan yağın bir kısmı kısa devre halinde depoya iade edilir. Bu maksatla devrede pompanın çıkışına bir aktarma süpabı konur ki, bu süpab aynı zamanda emniyet süpabı vazifesini görür. Pistonun hızı, devreye silindirden hemen evvel veya sonra konan bir karşı basınç süpabını ayar ederek tanzim edilir. Aktarma süpabı belli bir  $p_g$  basıncına ayar edilmiş olduğundan pompanın çıkışın-



Şekil 144 — Açık devre

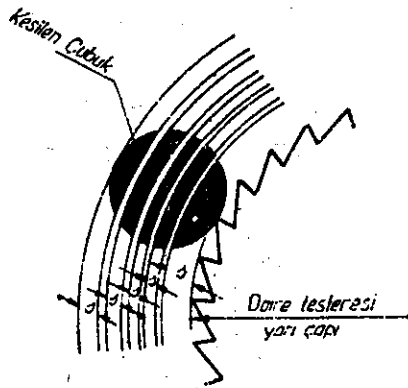
Pompa debisi sabittir. İlerleme hızı, karşı basınç süpabını kısarak ve böylece yağın bir kısmını aktarma süpabından depoya iade ederek ayarlanır.

daki  $p_g$  basıncı sabit kalır. Aktarma süpabının muhtelif debi ve açıklık derecelerinde gösterdiği mukavemet çok az değiştiğinden, farklı piston hızları için  $p_g$  basıncı çok az değişirse de bunu ihmal edebiliriz. O halde bu devrede pompa sabit debi ve sabit basınç altında çalıştığından, faydalı iş ne olursa olsun pompanın harcadığı güç sabittir (110 bağıntısına bak). Böylece verim küçük ilerlemeler için çok küçük olduğundan sabit debili pompayı havi açık devre tipi ancak küçük güçlü tezgâhlar için kullanılabilir (takriben 2 kW a kadar).

Pompa sabit debili olan açık devrede karşı basınç süpabı silindirin çıkışı yerine girişine de konabilir (Şek. 144 de ayarlama vanası). Böyle bir devrede pistonun ilerleme hızı,  $K$  karşı kuvvetine tâbi olarak

şir Hakikaten,  $p_1$  basıncı aktarma süpabı dolayısıyla sabittir. Sabit piston hızı için,  $F$  piston alanı ise,  $p_1 \cdot F = K$  olacağından  $p_1$  basıncı irş. kuvvetine göre değişir. Ayarlama vanasının (karşı basınç süpabı) bir ayar durumunda, bu süpabın debisi,  $\Delta p = p_1 - p_2$  basınç na tâbidir. O halde  $K$  karşı kuvveti düşerse  $\Delta p$  çoğalarak süpabı geçen yağ debisi artar ve neticede piston daha hızlı ilerler (bak : 140 daki misâl).  $K$  nın yükselmesi halinde ise ilerleme hızı azalır.

143 deki devre için de aynı neticeye varılır. Bu tip devreler  $K$  kuvvetinin az değiştiği, meselâ taşıma tezgâhlarında kullanılır. Misâl olarak, bir matkap tezgâhı için hiç uygun değildir. Bu gibi ayrenin bilhassa elverişli olduğu tezgâh tipleri de vardır. Meselâ dire testere tezgâhında daire testeresinin ilerlemesi Şekil 144 (veya 143) deki gibi bir hidrolik devre ile temin edilirse testere, temas uğu ne derece büyükse o derece yavaş, ne derece kısa ise o derece ilerler (Şek. 145).

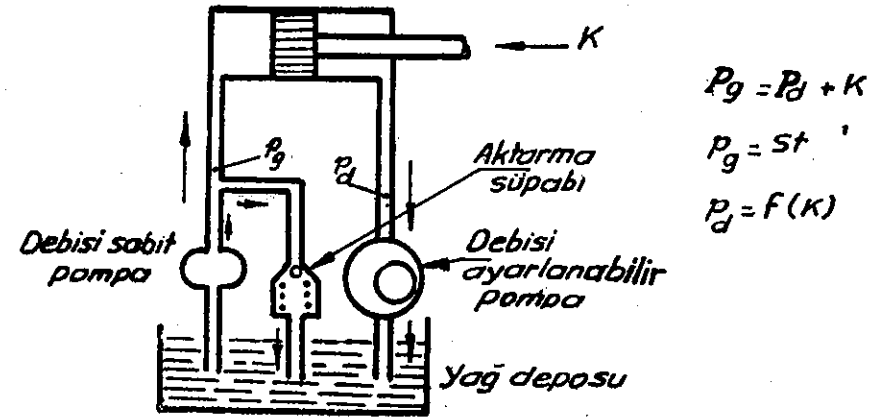


145 — Bir daire testeresinde  $s$  (mm/dak) ilerlemesinin temas uzunluğu ile ters orantılı olarak değişmesi.

144 deki devrede bir karşı basınç elde etmek ve böylece ilerlemesini daha muntazam kılmak için silindirin çıkışına karşı basınç süpabı daha konabilir.

142 de olduğu gibi, devrede silindirin çıkışına bir karşı basınç koymakla piston ve dolayısıyla buna bağlı olan iş tablası veya ilerlemesi daha muntazam kılınabilmekte beraber, ilerleme hızının tam önlenememektedir. Buna başlıca sebeplerden biri basınç süpabından geçen yağ debisinin,  $p_2$  dönüş basıncı değiş-

meye meyledince, değişerek  $K$  karşı kuvvetinin meeslâ anı düşmesi karşısında piston hızının artmasına engel olunamamak idi. Bunu önlemek için karşı basınç süpabı yerine debisi kabili ayar bir pompa ikame edilebilir (Şek. 146). Bu pompanın debisini ayarlayarak, silindirden çıkan yağ debisini zoraki olarak kontrol edebiliriz. Böylece pistonun hareketi daha istikrarlı hâle gelir. Bu tip devrede sabit debili pompanın debisi, debisi ayarlı pompanın maksimum debisinden daha büyük olmalıdır. Böyle iki büyük pompa pahalıya geldiğinden, ayarlı pompanın bastığı



Şekil 146 — Açık devre

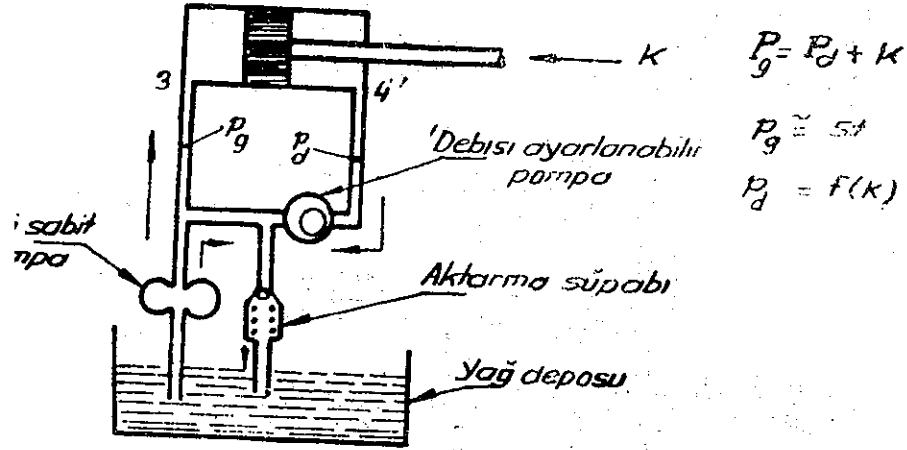
Şekil 143 deki karşı basınç süpabının yerine bir debisi ayarlı pompa konulmuştur.

yağı depoya boşaltmaksızın doğrudan doğruya silindirin girişine iade etmek mümkündür (Şek. 147). Bu şekilde sabit debili pompa ancak, silindirin iki tarafındaki hacim farklarından ileri gelen yağ debisi farklarını telâfi eden ve kaçakları karşılayan küçük bir pompa haline gelir. Devredeki yağın depoya dönmeksizin cereyan ettiği bu gibi bir devreye «kapalı devre» adı verilir. Kapalı devre halinde pistonun ilerlemesi, açık devre tipine nazaran çok daha muntazamdır.

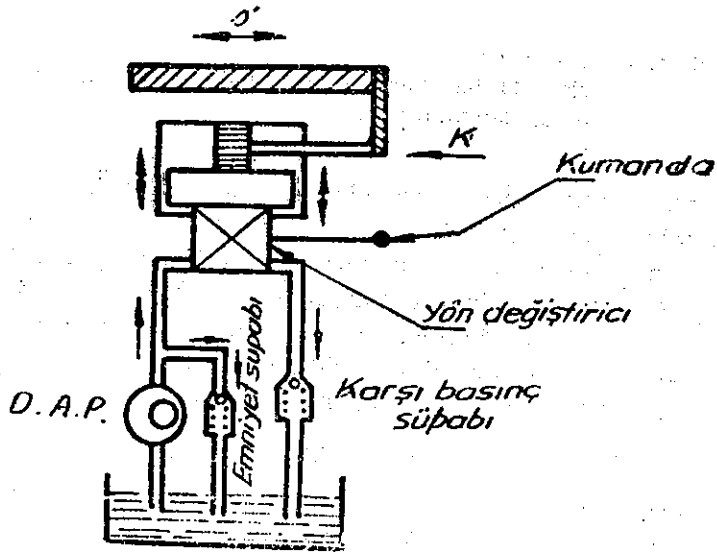
Yukarda gördüğümüz devre şekillerinde, yağ silindirin belli bir tarafından girip belli bir tarafından çıkmaktadır. Halbuki piston silindirin içinde her iki yönde de gidip gelebilmelidir. Bunu temin için gidis ve dönüş boruları, silindire varmadan evvel bir «yön değiştirici» den

(29131) (Şek. 148) yön değiştirici konmuş açık bir devreyi göstermek-

Piston kolunun tek taraflı olduğu devrelerde piston bir yönde hareket ederler. Buna sebep silindirin bir tarafında piston kolunun mev-

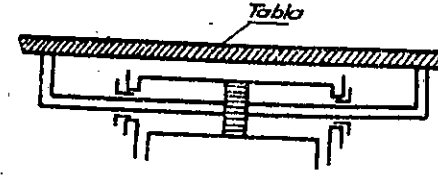


Şekil 147 — Kapalı devre  
Devrede dolaşan yağ, depoya boşalmaksızın cereyan eder.



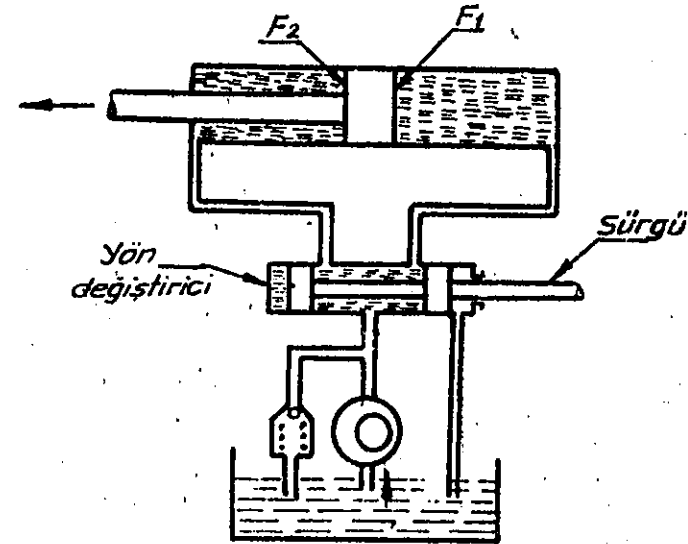
Şekil 148 — Bir açık devre ve yön değiştirici.

cudiyeti yüzünden o taraf hacminin (kesitinin) küçülmesidir. Tezgâh tablasının çabuk geri dönmesi istendiği hallerde bu özellikten istifade edilerek piston kolu tek taraflı ve bilhassa kalın yapılıdır. Fakat hız farkı arzu edilmediği zaman piston kolu iki taraflı teşkil edilir (Şek. 149).



Şekil 149 — İki taraflı piston kolu.

Şekil 150 deki devre piston kolunun tek taraflı olmasından istifade ile çalışmaktadır. Yön değiştirici sürgüsünün şekildeki durumunda  $p$  yağ basıncı pistonun her iki  $F_1$  ve  $F_2$  yüzüne tesir eder. Fakat  $F_1 > F_2$  olduğundan pistonu sola iten kuvvet ( $p \cdot F_1$ ), sağa itene ( $p \cdot F_2$ ) nazaran daha büyüktür; piston sola hareket eder. Bu hareket «işleme» hareketidir ve bu durumda devre kapalı devre karakterindedir. Sürgü sola itilirse  $F_1$  tarafında basınç sıfıra düşer ve pompa  $F_1$  tarafını sür'atle dol-



Şekil 150 — Yarım kapalı devre.

s pistonu sağa hızla iter. Bu hâlde devre açık devre karakterin-  
bu sebeple bu tip devreye «yarım kapalı devre» adı verilir.

**İki ve kapalı devrelerin mukayesesi :** Açık devrelerde yağ daima uğradığı için, depo kâfi derecede büyükse, iyice soğumaya za-  
lır. Ayrıca, evvelce yağ içinde bulunan veya çalışma sırasında  
arıyan yabancı cisimler (bilhassa aşınmalar) çökebilirler. Kapa-  
de yağ soğumaya fazla zaman bulamaz ve ısınır. Buna karşı-  
reden yağ bütün borularda basınç altında kaldığı için hava nü-  
mez. Kapalı devrede güç sarfiyatı açık devrelere nazaran daima  
işüktür. Bu sebeple büyük güçlü ve bilhassa fasıllı çalışan (so-  
neselesi) tezgâhlarda kapalı devreler tercih edilir. Kapalı devre-  
eme hızı daha istikrarlıdır ve işleme kuvvetine tâbi değildir.  
vrelerde ilerleme hızı, devre tipine göre işleme kuvvetine tâbi  
az veya çok değişir. Bu özellik tezgâh tipine göre faydalı, za-  
eya zararlı olabilir.

isi sabit pompalı ve ilerleme hızının bir ayarlama süpabı ile  
ldığı devrelerde diğer bir mahzur ilerleme hızının yağ sıcaklığı-  
na bağlı olarak değişmesidir. Soğuk,  
kalın bir yağ ayarlama süpabından sı-  
cak ve incelmış haldekine göre daha az  
akar. Bu ise tezgâh çalışıp yağ ısındık-  
ça hızın yükselmesine yol açar.

**Devre elemanları :** Bir hidrolik  
devrede kullanılan elemanları sıra ile  
gözden geçirelim.

**Dişli pompa (Şek. 151).** Bu pom-  
pa sabit debilidir ve debisi ancak de-  
vir sayısını değiştirmekle değişir.

İki alın çarkı bir mahfaza (gövde)

leştirilmiş olup, bunlardan biri bir motor ile döndürülür. Giriş-  
gelen yağ dış çevrede diş boşlukları içine girerek iki yandan  
içi çevresini dolaşır ve çıkıştan (D) çıkar. Basınç altında bulu-  
kışındaki yağ, iki çarkın arasından, emme dolayısıyla umumi-  
nosfer basıncından dahi küçük basınç altında bulunan S giri-  
ağ tarafına kısa yoldan geçemez; çünkü çarkların dişleri bir-  
kavrama halinde olup, eş dişler birbirlerine bütün çark eni  
temas ederler ve yağ bu temas engellerini aşamaz.

Bir dişli pompanın imâlinde dikkat edilecek mühim bir nokta var-  
dır ki, o da iki çarkın dişlerinin birbirlerini kavradıkları yerlerde bir  
miktar sıvının bir çarkın diş boşluğu ile diğer çarkın bir diş arasında  
sıkışmasıdır. Bu hadiseye, birbirini kavramış dişler arasında, bir diş  
boşluğu ile bir diş arasında kalan boşluk hacminin çarklar döndükçe  
değişmesi sebep olur. Bu sıkışma neticesi pompa darbeleri çalışır ve öm-  
rü azalır. Bu hadiseye engel olmak için bir kaç yol vardır : Ya çarklar  
az bir miktar uzaklaştırılarak aralarında biraz boşluk bırakılır, ya çalış-  
mayan diş yüzleri geri alınır veya diş diplerine küçük çıkış delikleri  
delinir, ya da pompa gövde ve kapağına sıkışma yerlerini emme ve  
basma taraflarına bağliyan özel kanallar açılır.

**Pompa debisi:** Çarkların modülü  $m$  (mm), genişlikleri  $b$  (mm), diş  
sayıları  $z$ , devir sayıları  $n$  (devir dakika) olsun. Pompanın debisi (lit-  
re/dakika)

$$Q_t \simeq 2 \cdot \frac{\pi m}{2} \cdot \frac{13}{6} m \cdot b \cdot z \cdot n \cdot 10^{-6}$$

veya

$$Q_t \simeq 2 \pi \cdot m^2 \cdot b \cdot z \cdot n \cdot 10^{-6} \text{ litre/dak} \quad (112)$$

bulunur. Fakat bu  $Q_t$  debisi teorik olup kaçaklar yüzünden ve pompa-  
nın tam dolmaması neticesi, hakiki debi daha küçüktür. Volümetrik ve-  
rimini  $\eta_v$  ile göstereyim.  $\eta_v$  verimi pompa büyüklüğüne, basınca, devir sa-  
yısına, ısınmaya ve basılan sıvının viskozitesine tâbidir ve 0,7 ile 0,95  
arasında değişir; ortalama olarak 0,8 alınabilir. O halde efektif debi,  
 $Q_e = \eta_v \cdot Q_t$  den :

$$Q_e \simeq 2 \eta_v \cdot \pi \cdot m^2 \cdot b \cdot z \cdot n \cdot 10^{-6} \text{ litre/dak} \quad (112)$$

olur.

**Güç :** Pompanın giriş ve çıkış basınçları farkı  $p$  kg/cm<sup>2</sup>, pompa de-  
bisi  $Q_e$  l/dak, basınç verimi  $\eta_p$  ise pompanın harcıyacağı güç, (110) ba-  
ğıntısına göre :

$$N = \frac{10}{60 \cdot 102 \cdot \eta_v \cdot \eta_p} \cdot Q_e \cdot p \quad kW \quad (113)$$

veya

$$N = \frac{10}{60 \cdot 102 \cdot \eta_p} \cdot Q_t \cdot p \quad kW \quad (114)$$

olur.  $\eta_p$  basınç verimi, pompa içindeki hidrolik ve mekanik sürtmelere

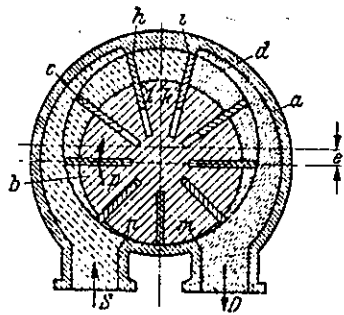
şudur, diğer tabirle bu verim özel direnç kaybını ve pompanın me-  
nik verimini ihtiva eder.  $\eta = \eta_p \cdot \eta_v$  ise toplam verimdir.

Son bağıntıya yalnız teorik debi ve basınç verimi girmiş bulunmak-  
tır. Bunu izah etmek lâzım gelirse, pompa aslında  $Q_0$  debisini güç  
çiyarak basar. Fakat bu debinin bir kısmı kaçaklar ile kaybolur.  
fedilen gücü hesaplarken debiye kaçakları da ilâve etmek gerekir.

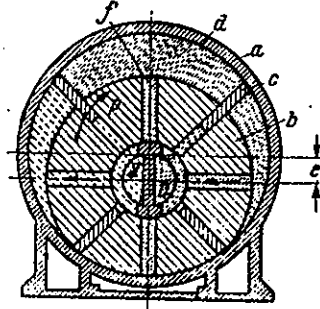
**Tipler :** Dişli pompalar pek muhtelif şekillerde yapılmaktadır.  
lar arasında iç ve dış çarklı olanları, çok çarklı olanları zikredebil-

Dişli pompalar umumiyetle 10 ilâ 25 adet atü basınçlarda çalıştırılır,  
at 60 atü ye çıkıldığı vâkidir. Debileri umumiyetle 10 ile 100 l/dak  
ındadır. Bir dişli pompanın toplam  $\eta$  verimi ortalama olarak 0,7  
abilir. Eski pompalarda bu değer 0,5 e kadar düşer. Esasen verim,  
sma basıncına ve yağ viskozitesine göre çok değişir.

Kullanılan çarklar sertleştirilmiş ve taşlanmış alın çarklarıdır. İyi  
teli pompalarda sessiz ve darbesiz çalışmayı temin için helisel dişli



Şekil 152 — Dıştan beslemeli  
paletli pompa.



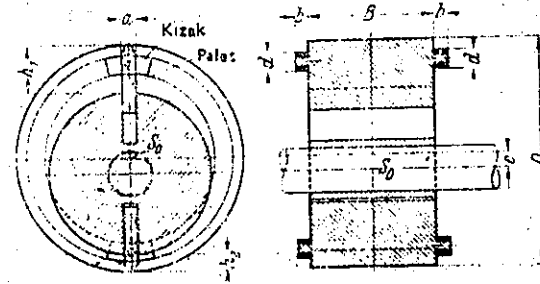
Şekil 153 — İçten beslemeli  
paletli pompa.

arı kullanılır. Bu takdirde eksenel yüke karşı tedbir alınmalıdır. He-  
sası  $10^\circ$  ile  $20^\circ$  arasında değişir.

**Ayarlı pompalar :** Bir kaç tiptir. Önemlileri gözden geçirelim.

**Paletli pompalar :** Bu pompalarda, dairevi pompa gövdesi içinde,

çevresi üzerine bir çok palet yerleştirilmiş olan dairevi bir tambur, göv-  
deye göre eksantrik olarak döner (Şek. 152 ve 153).  $e$  eksantrisite mik-  
tarı değiştirilebilir. Paletler tambur içindeki radyal yarıklar dahilinde  
serbestçe kayabilirler ve çalışma sırasında merkez kaç kuvvetle fırlıya-  
rak gövde iç çevresine daimi olarak dayanırlar. Paletler ayrıca, özel kay-  
ma pabuçları yardımıyla kanallar içinde kılavuzlanabilir (Şek. 154).



Şekil 154

Bu pompalarda her müteakip iki palet, tambur ve gövde arasında  
eğik, trapez şeklinde birer hücre teşekkül eder. Tambur döndürüldükçe  
bu hücrelerin hacmi değişir. En büyük ve en küçük durumdaki hac-  
cim farkı kadar bir yağ miktarı emme tarafından basma tarafına akta-  
rılır. Gövde tambura göre kaydırılarak  $e$  eksantriklik miktarı değiştiril-  
irse hücrelerin bu hacim farkı değişeceğinden pompa debisi de değişir.  
 $e$  eksantrikliği sıfır kılınırsa pompa debisi de sıfır olur,  $e$  maksimum  
kılınırsa, yani tambur çevresi gövde içine teget hale getirilirse debi mak-  
simum olur.

Herhangi bir paletli pompada devir yönü sabit kalmasına rağmen  
 $e$  eksantrikliğinin yönü değiştirilerek yağ cereyanının yönü değiştirilebi-  
lir. Böylece giriş çıkış, çıkış da giriş olur.

İçten beslemeli pompada (Şek. 153) tamburun ortasındaki mil, ken-  
di ekseninden geçen bir düzlem (Şekilde I bölmesi) boyunca, birbirine  
göre sızdırmaz iki bölmeye ayrılmış olan bir boru şeklindedir. Bölme-  
lerden biri emme diğeri basma tarafını teşkil eder. Her müteakip iki pa-  
let arasında, hücreler ile bu bölmeleri birleştiren kanallar bulunur.

Paletli pompalarda mil ve üzerindeki tambur yer değiştirmeyip,  $e$

santrikliğinin ayarı için gövde bir el çarkı yardımıyla ileri - geri kaydırılacak şekilde müteharrik olarak yapılır.

Paletlerin çevre ve yanlarda gövdeye sızdırmaz şekilde yaslanmaları gerekir. İçten ve dıştan beslemeli pompalar sızdırma durumu itibarıyla farklıdır. Dıştan beslemeli pompalarda paletler gövde çevresinde tek müteakip iki palet ucu mesafesine eşit olan  $(hi)$  ve  $(nm)$  kavisli boyunca sızdırmaz olmaları icap ederken (iki palet arasında kalan iyi miktarının, paletler arasındaki hacmin küçülmesiyle sıkışıp hasasebebiyet vermemesi için bu şart yerine getirilmelidir), içten besleme pompalarında bütün çevre boyunca sızdırmaz olmak zorundadırlar. Bu açıdan dıştan beslemeli pompaların konstrüksiyonu daha basit olup daha ucuzdur; ayrıca dıştan beslemelilerde sürtme daha az olup verimliliğiyle daha yüksektir.

**Hesaplar:** Pompa debisini hesaplamak için Gulden teoreminden faydalanılır: Dönel bir cismin hacmi, bu hacmi meydana getiren yüzeyin bu yüzeyin ağırlık noktasının katettiği mesafenin çarpımına eşittir. Burada dönen yüzey  $F$  mm<sup>2</sup>, devir sayısı  $n$  devir/dak, eksantriklik  $e$  mm. Debi (Şek. 154).

$$Q_i = F \cdot 2 \pi e \cdot n$$

$$Q_i = (B \cdot D + 4 b \cdot d) \cdot 2 \pi e n \cdot 10^{-6} \text{ l/dak} \quad (115)$$

unur. Fakat bu değerde kaçaklar göz önüne alınmamış olup, debisi aslında daha küçüktür:  $Q_e = \eta_v \cdot Q_i$ . Volümetrik verim  $\eta_v$ , basınç verimi  $\eta_p$  ise  $Q_e$  l/dak ve çıkış basıncı  $p$  kg/cm<sup>2</sup> ise pompanın harcıyacağı

$$N = \frac{10}{60 \cdot 102 \cdot \eta_r \cdot \eta_p} \cdot Q_e \cdot p \quad \text{kw} \quad (116)$$

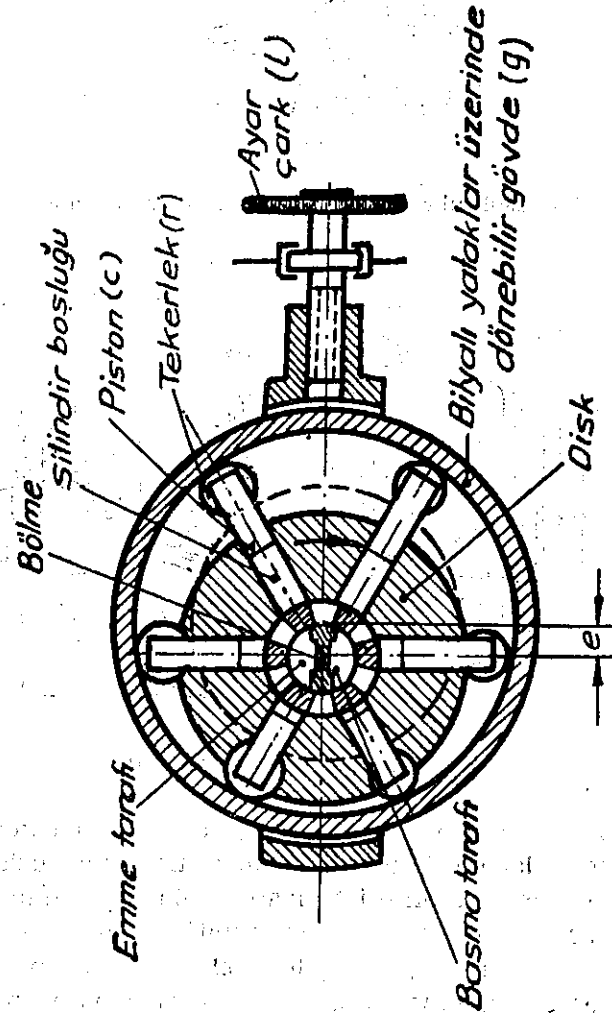
(116) bağıntısından anlaşılacağı üzere paletli bir pompanın debisi eksantrikliğine tabidir.  $e$  eksantrikliği, paletleri taşıyan tamburu, kumanda mekanizması yardımıyla, gövdeye yaklaştırıp uzaklaştırarak değiştirilir ve bu sebepten paletli pompalar debisi ayarlı pompalardır.

Paletli pompaların çalışma basınçları 10 ilâ 15 atüdür.  $\eta$  toplam verim,  $e$  eksantrikliğini büyütürken  $Q$  debisi arttırıldıkça yükselir. Fakat  $Q \geq 0,4 Q_{max}$  için yükselme yavaşlar ve ortalama 0,7 değerini alır.

Küçük debilerde verim sifıra kadar düşer.  $p$  basıncı ne derece yüksek ve kullanılan yağ ne derece ince ise  $\eta$ , o derece yükselir,  $\eta$ , ise o derece düşer.

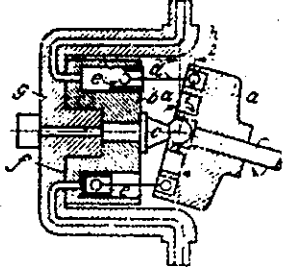
Verdisi takriben 100 l/dak ya kadar olan pompaların tahriki, devir sayısı 1500 devir/dak olan elektrik motorlarıyla yapılabilir. Daha büyük pompalarda ise, sıvı hızının fazla yükselmemesi için 1000 ve daha aşağı devir sayılı motorlar kullanılır.

Paletli pompalar imâlatta yüksek hassasiyet icap ettirirler.

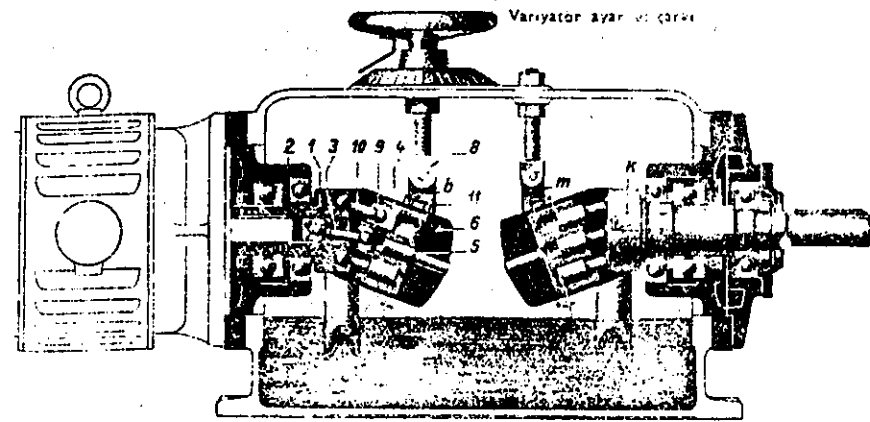


Şekil 155 — İçten beslemeli pistonlu pompa prensip şeması.

**Radyal pistonlu pompalar :** Bu tip pompalar yağı, silindir içinde gelme hareketi yapan küçük pistonlar vasıtasıyla basarlar. Pistonun stroku değiştirilerek pompa debisi sürekli olarak ayarlanabilir. Şekil 155'te bu tip pompa eksenine nazaran radyal olarak yerleştirilmişlerdir. Şekil 155 içten beslemeli radyal pistonlu bir pompa şemasını göstermektedir.



Şekil 156 --- Eğilebilir tamburlu pistonlu pompa şeması.



Şekil 157 -- Eğilebilir, pistonlu varyatör.

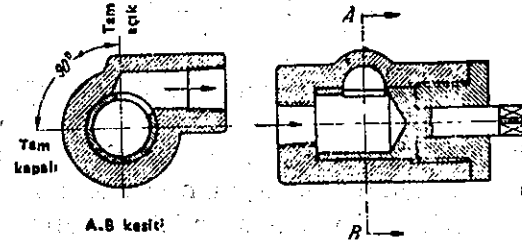
Bu pompada pistonların arka ucuna birer çift tekerlekçik takılır. Bu tekerlekler gövde üzerinde hazırlanmış kılavuzlama yollarında yuvarlanır. Silindiri taşıyan tambur ve tamburun ortasına mil beraber dönerler, eksenleri sabittir. Gövde ise eksantrik olarak ayarlanabilir. Gövde ayrıca, bilyalı yataklar üzerinde yataklanmış olup, dış mahfazaya nazaran dönebilir.

Böyle sürtme kayıpları minimuma indirilmiştir. Tamburun merkezindeki milin ortası boştur ve dönmeyen bir bölme ile ikiye ayrılmıştır. Bölmenin bir tarafı emme, diğer tarafı basma tarafını teşkil eder.

Radyal pistonlu pompalardan dıştan beslemeli olanlar da mevcuttur.

**Eksenel pistonlu pompa :** Şekil 156 da eksenel bir pompa görülmektedir. Bu pompada gövde kısmına istenilen meyil verilebilir. Gövde ortasına yerleştirilmiş ve eksenini etrafında dönen bir tambur bulunur. Tambur içinde çevresi üzerine sıralanmış bir çok piston mevcuttur. Meyil açısı ne derece büyük ise, pistonların stroku ve dolayısıyla bastıkları yağ miktarı o derece fazla olur. Şekil 157 bu tip iki pompanın kullanıldığı hidrolik bir varyatörü göstermektedir.

**Ayarlama organları :** a) *Vanalar.* Vanalar, ya eksenel, ya çevresel yarık veya konik yuvalı olarak yapılırlar. Çeşitleri pek çoktur. Bun-



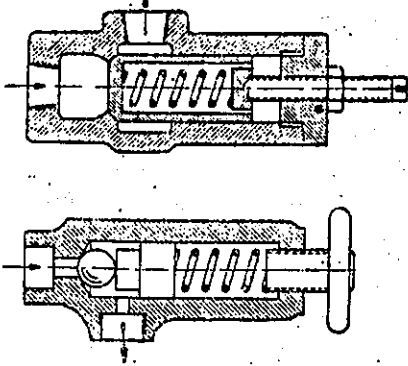
Şekil 158 — Yarıkli vana.

ların vazifesi bir hidrolik mekanizmada boru sisteminde geçit kesitini değiştirmek suretiyle geçen yağ miktarını ayarlamaktır. Şekil 158 de çok basit tipten bir vana görülmektedir.

b) *Aktarma ve emniyet süapları.* Bu süapların çalışma şekilleri aynıdır. Emniyet süaplarının vazifesi, devredeki basınç herhangi bir sebep veya arıza neticesi belli bir haddi aşarsa açılarak, yağı kısa devre şeklinde depoya iade etmek ve basıncın belli bir değeri aşmamasını sağlamaktır.

Aktarma süapının vazifesi ise devredeki yağ basıncını belli bir değerde muhafaza etmektir. Yani emniyet süapı zaman zaman açılmasına mukabil aktarma süapı daima açıktır ve içinden daimi olarak yağ ge-

çer. Emniyet ve aktarma süapları birbirleri yerine kullanılabilirler. Şekil 159 da görülen eski tip basit süaplar devrede akımın muntazam olmadığı hallerde bir açılıp bir kapanmak meylini gösterirler ve gürültü ve titreşime sebep olurlar. Şekil 160 daki tip iyi netice veren modern süaplardandır. Bunlarda basınçlı yağ büyük bir delikten değil, fakat radyal bir çok delikten geçmektedir. Girişte yağ basıncı belli bir hadde varınca, yağ yay kuvvetini yenerek pistonu yukarı kaldırır ve radyal deliklerden geçerek çıkış borusuna varır.



Şekil 159 — Eski tip emniyet ve aktarma süapı.

Süapların üstündeki ayar çarklarını çevirerek yay kuvveti ve dolayısıyla yağ basıncı ayarlanabilir. Ayarlanan basıncın süaptan geçen yağ debisine mümkün merteye tâbi olmaması için süpap yayları uzun alınır.

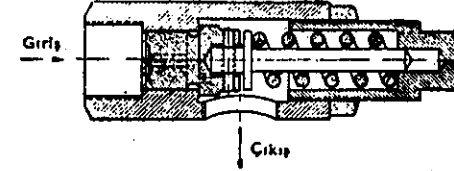
c) *Karşı basınç süapları.* Bunlar silindir çıkışında bir basınç teminine yararlar. Vana tipinde olabileceği gibi aktarma süpapı şeklinde de olabilirler.

d) *Dengeleme süpapı.* Bir silindir içinde serbestçe hareket edebilen bir pistondan ibarettir. Misal olarak seçilen Şekil 161 deki hidrolik devrede tezgâh tablasının ilerlemesi sırasında, silindirin giriş ve çıkış basınçlarının her an eşit olmasını sağlar.

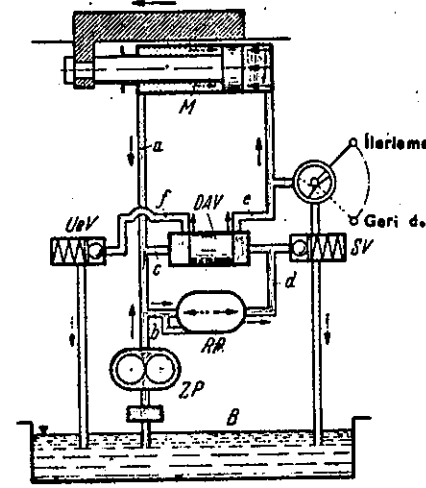
ZP dişli pompası yağ sabit debi ile devreye sevkeder. RP ayarlı pompa ile ilerleme hızını ayarlar. Geri dönme sırasında bu pompanın bir rolü yoktur, yağ silindirin sağından doğrudan doğruya depoya boşalır.

K işleme mukavemeti büyüyünce giriş basıncı yükselir. Bu basınç

DAV dengeleme süpapı pistonunu sola iter ve UeV aktarma süpapına giden deliği tıkar ve böylece a borusundaki dönüş basıncı da yükselir, giriş basıncına eşit olur. Aynı şekilde giriş basıncının düşmesi, dönüş



Şekil 160 — Yeni tip bir aktarma süpapı.



Şekil 161 — Bir soğuk daire testerinin hidrolik ilerleme tertibatı.  
DAV Dengeleme süpapı; UeV Aktarma süpapı; SV Emniyet süpapı; ZP Dişli pompa; RP Ayarlı pompa.

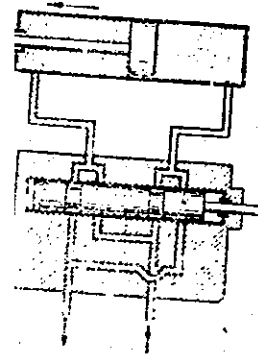
basıncının düşmesini icap ettirir. Bu sayede ayarlı pompa daima yüksüz olarak çalışır ve dolayısıyla çalışma hassasiyeti çok yüksektir.

**Yön değiştirme organları:** Bu organlar yağ cereyanını, icabına göre kısa veya uzun bir zaman zarfında bir borudan diğer boruya sevkeder. Bir yön değiştiricinin kumandası el ile, hidrolik, mekanik veya elektromagnetik olarak sağlanabilir.

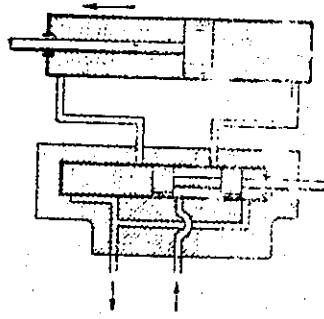


Yön değiştirmede icap eden şartlar tezgâh tipine göre değişir. Taşkalıran bir takım çalıştırılan torna, freze, vargel, planya vs gibi tezgâhlarda hareket sırası umumiyetle bir ilerleme (işleme devresi) ve bir dönüşten (boş) ibarettir. Bu gibi tezgâhlarda strokun hassas olmasından dolayı sınırlandırılması umumiyetle lüzumlu değildir. Ayrıca strok sonları bir «hareketsiz durma» süresine de ihtiyaç yoktur. Bununla beraber, tezgâh ve takıma zarar gelmemesi ve parçada işleme hatalarını önlemek için yön değiştirmenin darbesiz, yumuşak yapılması lazımdır.

İşleme tezgâhları ise, hidrolik takım tezgâhları arasında özel bir işgal ederler ve ilerlemenin intizamı, hareketlerin hassasiyeti ve



Bir yön değiştirmede hareketsiz sürgü.



Şekil 163 -- Bir yön değiştirmede dengeli sürgü.

İşleme şartlarına uyma bakımından bir çok sıkı şartların taunu icap ettirirler. Bu şartlardan en mühimleri şunlardır : İlerleme ve geri dönme hareketlerinin otomatik kumandası. Strok büyüklüğü ne olursa olsun, strokun takriben 0,01 ile 0,05 mm arasında sınırlandırılması.

İlerleme hızı ne kadar büyük olursa olsun yön değiştirmenin yumuşak ve darbesiz olması.

Strok sonlarındaki hareketsiz durma zaman süresinin istenilen kadar artırılması. Bu şart parçanın uç kısımlarının diğer orta kısımlarından tamamen taşınabilmesi için konulmuştur. Taşın parçaya hareketi helisel olduğu için, parça dönerken tabla bir müddet

taşın önünde beklemeyip hemen geri dönerse uçlarda bir kısım yüzey parçası taşlanmamış olarak kalır.

Bir yön değiştirmenin inşasında dikkat edilecek en mühim noktalardan biri yön değiştirmenin dengeli olmasıdır. Misâl olarak Şekil 162 de görülen sürgü dengeli değildir. Çünkü basınç kanallarından biri şekildeki durumda sürgü tarafından radyal olarak kapanmaktadır. Bu yüzden sürgü, yuvası içinde bir yana doğru (yukarı) bastırılır. Neticede sürgü ve sürgü yuvası hem çabuk aşınırlar, hem de sürgünün el ile kumandası zor olur. Basıncılı giriş deliği çapı  $d = 14$  mm,  $p = 25$  atü ise sürgüyü karşı yana bastıran kuvvet 38,5 kg 1 bulur.

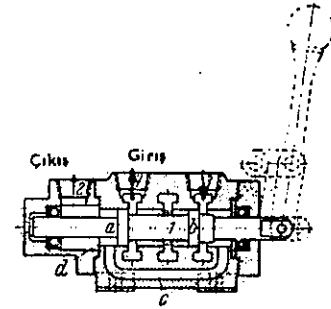
Şekil 163 de ise dengeli bir sürgü görülmektedir. Bu sürgüde yukarıdaki mahzur yoktur. Ayrıca sürgünün iki ucundaki silindirik boşlukları, daimî olarak çıkış boruları ile irtibat halinde olup sürgünün hareketi çok küçük bir kuvvetle temin edilebilir.

Yön değiştirmenin sürgüleri, yukarıdaki misâllerde olduğu gibi aksenal veya ilerleme misâlini göreceğimiz gibi radyal olabilir. Hem radyal, hem aksenal çalışan sürgüler de vardır.

Yön değiştirmeciler, el ile veya mekanik, hidrolik, elektromanyetik olarak kumanda edilmektedir. Tip itibariyle bunlar çok çeşitli olup aşağıda ancak bir kaç enteresan misâl vermekle iktifa edeceğiz.

**El ile çalışan sürgüler :** Şekil 164 el ile çalışan bir sürgü misâli vermektedir. Yön değiştirmeye basınçlı yağın pompadan girişi 1 ve çıkışı ise 2 dir. Sürgünün durumuna göre yağ yön değiştirmeciden ilerleme silindrine 3 ve 4 deliklerinden birinden gider, diğerinden döner. Lövyeye orta duruma getirilirse 3 ve 4 delikleri sürgünün pistonları ile tıkağıklarından ilerleme pistonu bloke olur. Arzu edilirse sürgünün her iki ucuna, sürgüyü daima orta vaziyette tutmaya çalışan yaylar konabilir. Bu halde lövyeye ancak el ile bir taraftan itilmeye devam edildiği müddetçe ilerleme pistonu hareket edebilir.

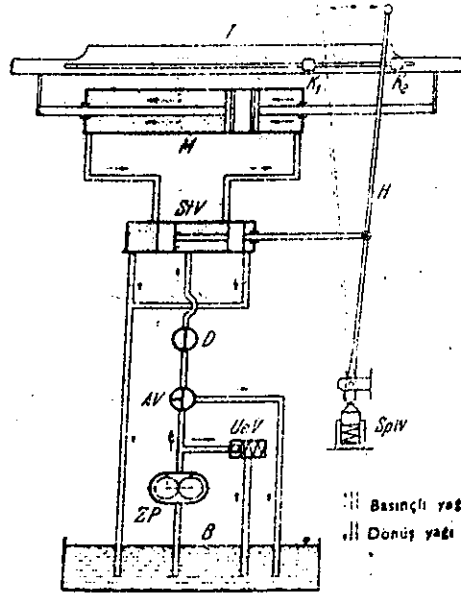
El ile çalışan yön değiştirmeciler yarım otomatik tornalarda, delme tezgâhlarında, vida frezeleme tezgâhlarında, soğuk daire testere tezgâhlarında kullanılabilir.



Şekil 164 -- El ile çalışan yön değiştirmeciler sürgüsü.

**Mekanik kumandalı yön değiştiriciler:** Mekanik kumandalı yön değiştiricilerde sürgünün yeri, ilerleme pistonuna, daha doğrusu tezgâh tablasına, tesbit edilmiş «itciler» vasıtasıyla değiştirilir. Bu itciler (nak) sürgüye kumanda eden lövyeye çarparak lövyenin ve dolayısıyla sürgünün durumunu akseder.

otomatik çalışan yön değiştiriciler iki tip olabilir: a) Ön kumandalı direkt yön değiştiriciler, b) Ön kumandalı yön detiştiriciler.  
1) *Direkt yön değiştiriciler.* Şekil 165 direkt bir yön değiştirme tertibatını göstermektedir. Burada *StV* yön değiştiricisinin sürgüsü, *M*



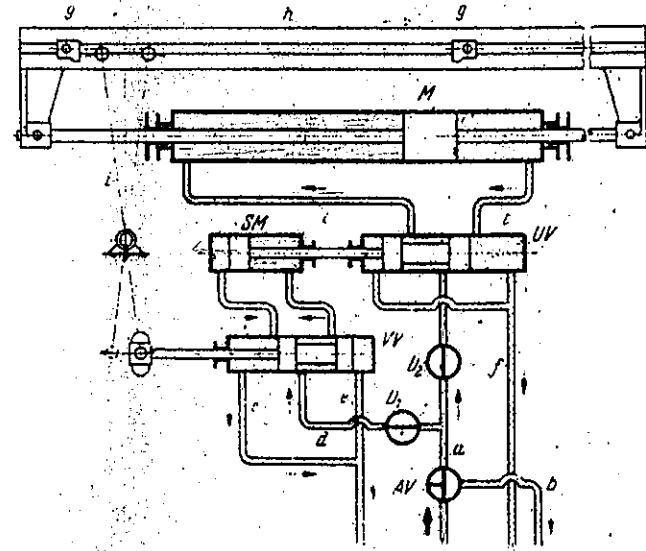
Şekil 165 -- Ön kumandasız direkt yön değiştirme tertibatı.

motorunun her stroku sırasında yerleri kabili ayar  $K_1$  ve  $K_2$  larının  $H$  lövyesini sağa veya sola devirmesiyle her iki yöne bilir, yani lövyeye sürgüye doğrudan doğruya kumanda eder.

rt kumanda şeklinde, sürgü ölü noktaya geldiği zaman motorun yağ cereyanının kesilmesi sebebiyle, tabla ve pistonun zinde u ölü noktayı aşacak kadar büyük değilse, tezgâh tablasının

sürgünün ölü noktasına tekabül eden yerde durup kalması tehlikesi vardır. Buna engel olmak için özel tedbirler almak icap eder. Meselâ Şekil 166'da *SpW* yaylı parçası, daha sürgü ölü noktaya erişmeden  $H$  lövyesinin kurduğu yay vasıtasıyla, sürgüye ölü noktayı atlamayı temin eder. Aynı maksatla hidrolik tertibattan da faydalanılmaktadır.

Direkt yön değiştirimin en mühim mâhzurlarından diğeri de, yön değiştirici sürgüsünün hızının ilerleme pistonu (veya tezgâh tablası) hızına tâbi olmasıdır. Tablanın ilerleme hızı yüksek ise, yön değiştirme hızı yüksek, düşük ise düşüktür. Buna mukabil, dayanakların belli bir durumu için, yani belli bir strok uzunluğu için, tablanın yö-



Şekil 166 -- Ön kumandalı yön değiştirme tertibatı.

rüngesi üzerinde yön değiştirimin başladığı ve bittiği noktalar tabla ilerleme hızı ne olursa olsun aynı ve sabittir. Şu halde yön değiştirme mesafesi aynı kaldığı halde, tabla hızı yükseldikçe yön değiştirme hızı arttığından, yön değiştirme süresi tabla hızının artması nisbetinde kısalmır. Buradan anlaşılır ki, ağır tablalı tezgâhlarda yüksek ilerleme hızları için strok sonlarında darbeli salıma husule gelebilir.

Direkt yön değiştirimin faydası, bahsedildiği gibi, yön değiştirme-

başladığı noktaların bir defa tesbit edildikten sonra sabit kalma-

b) *Ön kumandalı yön değiştiriciler.* Bu tipte yön değiştiricinin sürgü lövyeye tarafından doğrudan doğruya harekete geçirilmez. Şekil 166 kumandalı bir yön değiştiriciyi göstermektedir. Burada sürgüye servomotoru kumanda etmektedir. Tablanın sağa sola aldığı lövyemotora kumanda eden VV ön kumandasının sürgüsünü çarır. Pompadan gelen basınçlı yağ AV vanasında geçerek iki kola ir. Bir kol D<sub>1</sub> vanasından geçip ön kumnadaya, diğeri D<sub>2</sub> vanasın-geçip UV yön değiştiricisine ve oradan ilerleme silindrine gider. D<sub>2</sub> vanalarının ayrı ayrı ayarı ile tabla ilerleme hızı ve strok son-daki yön değiştirme hızı birbirine göre müstakil olarak ayarlana-

**Hidrolik kumandalı yön değiştiriciler:** Tipleri pek çoktur. Şekil la görülen tip en eskisidir ve diğerlerine bir esas teşkil etmesi nından verilmiştir. Yön değiştirme hızının ayarlanabilmesi saye-tezgâh tablasının strok sonlarında kısa bir müddet hareketsiz ası temin edilebilir ve bu müddet ayarlanabilir. Strok sonlarında nın bir müddet hareketsiz kalması, evvelce belirttiğimiz gibi, taş-tezgâhları üzerinde ehemmiyetlidir.

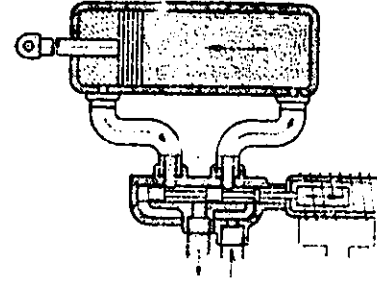
**Elektromagnetik kumandalı yön değiştiriciler:** Modern hidrolik tezgâhları üzerindeki yön değiştirme organlarının otomatik ku-kası bazen elektromagnetik olarak temin edilmektedir. Bilhassa srasında bir çok ilerleme hareketlerine ihtiyaç gösteren tezgâh-bu ilerleme hareketleri bir sıra tahtında kumanda edilecekse, magnetik kumandalı yön değiştiriciler bir çok faydalar sağlar. i tezgâhlara misâl olarak otomatik tornaları, iç taşlama tezgâh-puntasız taşlama tezgâhlarını ve soğuk daire testerelerini gös-iriz. En önemli faydalardan biri bir çok lövyeye, kam ve saire ih-der karışık kumanda kollarının ortadan kalkması, diğeri ise za-öleleri yardımıyla hareketsiz durma süresinin zaman cinsinden abilmesidir. Bu husus bilhassa puntasız taşlama tezgâhlarında l tezgâhlarda mühimdir. Elektromanyetik kumanda cihazları id controlled directional valves) transfer tezgâhlarında ve genel otomasyon da standard teçhizattır.

İki tip yön değiştiriciler iki türlü olabilir. Birincisinde sürgüye tek in tarafından kumanda edilir ve geri hareket bir yay vasıtasıyla lunur. İkincisinde sürgüye iki taraftan iki bobinle kumanda edi-

liir. İki bobinli tipin faydası yayı kurmak için ilâve bir kuvvete ihtiyaç olmadığından bobinlerin küçük yapılabilmesidir.

Bobinlere, piston veya tezgâh tahtalarının harekete geçirdiği *sınırlı anahtarları* kumanda eder. Şekil 167 elektromagnetik kumandalı bir yön değiştiricinin şemasını göstermektedir.

**Tabrik vasıtası — Devredeki yağ:** Bir hidrolik mekanizmada kul-lanılan sıvının belli bazı özelliklere sahip olması lâzımdır. Bu sıvı hem enerji naklini ve hem de birbirine göre hareketli parçaların arala-rındaki yağlamayı temin edecektir. İyi netice vermeleri sebebiyle ma-denî yağlar kullanılır. Hidrolik mekanizmalarda kullanılan yağlara "hidrolik yağ" sıfatı verilir. Bir hidrolik yağın tahkik etmesi gereken



Şekil 167 — Elektromagnetik yön değiştiricisinin ilerleme silindrine bağlanması.

şartlar oldukça çok olup, bunlardan diğer makina yağlarına nazaran hususiyet arzedenleri bilhassa şunlardır: Viskozite, oksidasyona mukavemet, su ile devamlı bir emülsiyon teşkil etmeme özellikleri. Hidrolik yağların özellikleri umumiyetle aşağıdaki gibidir:

Özgül ağırlık : 880 ilâ 930 kg m<sup>3</sup>

Alev noktası : 150 ilâ 215 °C

Donma noktası : — 6 ilâ — 50 °C

Viskozite : 20 °C da 3 ilâ 35 Engler derecesi

50 » 1,5 ilâ 6,5 » »

100 » 1,2 ilâ 1,75 » »

Yukardaki listede verilen viskozite aralığı S. A. E. 10 u ihtiva etmekle beraber, S. A. E. 10 bu aralığın kalın sınırını teşkil eder.

nglosakson memleketlerinde hidrolük yağ satın alma şartnamele-  
umumiyetle şu şartlar koşulur :

ev noktası, minimum : 900 °F

skozite, 100 °F da Saybolt (S. U. S) : 100 - 120 s

ma noktası, minimum : — 10 °F

rozyon (3 saat 212 °F da) : yok

vrede kullanılan pompanın cinsine göre, çalışma sıcaklıkları ve  
yağın viskozitesi, pompa imâlcisi firmalarca aşağıdaki gibi  
edilmektedir :

| nevi    | Normal çalışma sıcaklığı | 40 °C da Engler derecesi |
|---------|--------------------------|--------------------------|
| mpa     | 50 - 80                  | 4,5 - 9                  |
| pompa   | 30 - 70                  | 2,5 - 6,5                |
| l pompa |                          |                          |
| enel    | 30 - 70                  | 6 - 18,5                 |
| yal     | 30 - 80                  | 8,75 - 32                |

bir yağ, tezgâh başlangıçta soğuk iken çok kalın olmamalı ve  
çalışma sırasında ısınma neticesi fazla incelmemelidir. Bu se-  
rolük yağların *viskotize indeksi'nin* yüksek olmasına dikkat  
aftenitik yağlarda viskozite indeksi, parafinik yağlara naza-  
düşük olduğundan hidrolük yağlar parafinik menşeli olma-

*ma sıcaklıkları* : Tecrübe gösteriyor ki, bir hidrolük mekaniz-  
ışma sıcaklığı 16 ile 80 °C arasında kalmalıdır. 0 ilâ 16 ve 80  
üksek sıcaklıklar tehlikeli sıcaklıklardır. Düşük sıcaklıklarda  
oyulup büyük bir hidrolük mukavemet gösterir. Ayrıca pom-  
u yağı iyice ememiyerek tamamen dolmamak yüzünden «sar-  
kesine maruz kalır veya tiftreşim ve gürültü yapar. 80 - 120  
klar ise yağı çok inceltmekte, pompanın volümetrik veriminin  
, yağın çabuk okside olmasına, tesisatın ömrünün çok kısalm-  
umanda ve ayarlamamanın lâyıki veçhile yapılamamasına, tez-  
eşimli çalışmasına yol açmaktadır. En uygun başlangıç sı-

caklıklar 16 ilâ 30 °C ve en uygun çalışma sıcaklıkları 30 ilâ 70 °C  
dir.

*Yağın oksidasyona mukavemeti.* Bu özellik yağın hava, su, ısı ve  
çeşitli madenlerin karşısında polimerizasyon ve dekompozisyona daya-  
nıklığından ibarettir. Az dayanıklı yağlar devamlı çalışma sırasında 70  
°C in üstünde polimerize olurlar ve katran, reçine cinsinden maddele-  
rin çökmesine yol açarlar. Bu hâdiseye «gomlaşma» denir. Bütün ma-  
den çeşitleri istisnasız katalizör rolü oynar ve gomlaşmayı hızlandırır.  
Bu bakımdan bakır ve alışımları çok, demir ise az tesirlidir. Sıcaklık  
derecesi yükseldikçe bu katalitik tesir artar. Hidrolük yağın katalitik ve  
elektrolitik tesirler ile zamanından evvel bozulmasını önlemek için bü-  
tün boru sisteminin, süpap ve vanaların, pompa ve motorların yapı-  
dıkları malzemeyi itina ile seçmek icap eder. Yağın oksidasyonu o de-  
rece az olmalıdır ki normal çalışmada en fazla senede bir defa yağ de-  
ğiştirilmesi icap etsin. Meydana gelen rüsubu, hareket eden parçaların  
aşınmasından doğan maden parçacıklarını, dışardan karışan pislikleri  
süzme için hidrolük devreye bir süzgeç (filtre) konur.

*Emülsiyon teşkil etmemek özelliği (demülsibilite).* Hidrolük bir dev-  
rede depodaki yağın ve bunun üzerindeki havanın sıcaklık farkından  
dolayı yağ havadan rutubet kapar. Ayrıca, devreye daimi olarak sızan  
hava da devredeki yağa bir miktar rutubetin karışmasına sebep olur.  
Zamanla yağdaki su miktarı böylece artar. Diğer taraftan takımın soğu-  
tulması için kullanılan ve umumiyetle su ihtiva eden kesme sıvısının  
sızma yolu ile veya taşlama tezgâhlarında olduğu gibi, havaya dağılan  
zerrecikler halinde hidrolük yağa karışması mümkündür. Böylece hidro-  
lük yağa karışan su, bir yağ - su emülsiyonu teşkil eder. Bu emülsiyon  
zararlı olup, yağlama kabiliyetini azaltır ve pompa, süpap, motor gibi  
hareketli parçaların zamanından evvel aşınmasına sebep olur. Ayrıca,  
yağın sızma kabiliyetini artırarak devredeki kaçakların artmasına yol  
açar. Bu sebepler yüzünden yağın su ile kararlı (stabil) bir emülsiyon  
teşkil etmemesi, ve su ile karıştığı zaman sür'atle sudan ayrılması icap  
eder. Böylece suyun yağ deposunda alt kısma toplanması sağlanabilir.

*Köpüklenme.* Hidrolük yağ kolayca köpürmemeli ve şayet köpük  
teşekkül ederse çabuk dağılabilmelidir. Bunun için yağın yüzey gerili-  
minin fazla olmaması icap eder.

*Sihhate tesiri.* Hidrolük yağın el ve elbiselere sürünmesini önlemek

ratik olarak mümkün değildir. Bu sebeple yağın sıhate zararlı olması gerekir. Halbuki yağa viskozitesini ayarlamak, donma noktasını düşürmek, basınca ve oksidasyona mukavemetini artırmak için bir takım kimyevi maddeler katılır. Bunların zararlı olup olmadığını görmek zoru zamana bağlı olduğu için bu gibi maddelerin mümkün mertebe kullanılması uygundur.

**Devrede hava :** Katı ve sıvı yabancı maddelerin yanında, bilhassa aya ve buhar gibi gazlar da hidrolik mekanizmanın intizamlı ve darısız çalışmasını sekteye uğratar. Havanın gerek kabarcık ve gerekse imiş halde mevcudiyeti, yağ deposunda köpük teşekkülü ile belli olur. arışan hava yağı okside ederek, bozar, sıkışabilme özelliğini arttırdığından tezgâhın muntazam çalışmasını aksatır ve devre elemanlarının korozyona uğramasını teşvik eder. Atmosfer basıncında devreye nüze eden bir hava habbeciği, meselâ 70 atü lük bir çalışma basıncına aruz kalırsa, adyabatik bir sıkışma olduğu kabul edildiği takdirde sıkılığı 700 °C civarına çıkar. Bu mevzii ısınmalar yağın çok çabuk oksidasyonuna yol açar. Devreye hava karışmaması için depoya gelen dönüş boruları yağ seviyesinin altına bağlanır. Dönüş yağının depoya rbest olarak dökülmesine müsaade etmemek lâzımdır. Aksi halde bir sım hava habbeleri derinlere kadar iner ve henüz yüze çıkamadan mpa tarafından emilebilir. Depo içinde bir girdap veya çalkantı olmasına da dikkat etmelidir. Bu sebeple dönüş borularının ucu hüni ründe yapılır ve depo çıkış boruları ise depo dibinden yeter yüksek te tutulur.

Mümkünse pompa depo seviyesinin altına konmalıdır. Depo büyüğü, depoda mevcut yağın miktarının devrede bulunan yağ miktarına nı takriben 4 olacak şekilde seçilmesi iyi netice vermektedir. Böye dönün sıcak yağın devreye yeniden girmeden evvel depoda yeter ecede soğuması ve durulması mümkün olur. Deponun soğuma yüzey nının mümkün mertebe büyük olmasına çalışılır. Bu tedbir kâfi gelzse dönüş yağını bir soğutucudan geçirmek icap eder.

Devreye herhangi bir şekilde hava girdiği zaman gidermek için, p eden yerlere ve bilhassa yüksek noktalara hava çıkarma tertibatı ur.

**Sıkışabilme.** Hidrolik yağlar ideal bir sıvı olmadığı için basınç nda bir miktar sıkışır ve hacimleri küçülür. Bu elâstik sıkışma, rolik tezgâhlarda bazan görülen intizamsız ve titreşimli çalışmanın

sebebidir. Bir boru veya bir silindir içinde bulunan yağ sütunu bir yay karakterindedir. Sütunun boyu yük altında kısalır, yük kalkınca tekrar eskı değerini alır. Bu özelliğın zararlı tesirlerine başta temas etmiştik. Yağın sıkışması (1)

$$V_2 = V_1 [1 - \beta (p_2 - p_1)] \quad (117)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada  $\beta$  (cm<sup>2</sup>/kg) sıkışma kat sayısını,  $V_1$  (m<sup>3</sup>) sıvının  $p_1$  (kg/cm<sup>2</sup>) basıncına tekabül eden hacmini,  $V_2$  (m<sup>3</sup>) ise  $p_2$  (kg/cm<sup>2</sup>) basıncına tekabül eden hacmini gösterir. Yukardaki bağıntı,  $\Delta V = V_1 - V_2$ ,  $\Delta p = p_2 - p_1$  olmak üzere,

$$\Delta V = \beta \cdot V_1 \cdot \Delta p$$

şeklinde de yazılabilir. Bir tezgâhın ilerleme silindirinde silindirin kesit alanı  $F$  cm<sup>2</sup> olsun.  $p_1$  basıncında yağ sütunu boyu  $l_1$ ,  $p_2$  için  $l_2$  ise  $V_1 = F \cdot l_1$ ,  $V_2 = F \cdot l_2$  ve  $\Delta V = F (l_1 - l_2) = F \cdot \Delta l$  yazılabilir. Yerlerine konursa

$$\Delta l = \beta \cdot l_1 \cdot \Delta p \quad (118)$$

bulunur. Görülüyor ki yağ sütununun  $\Delta l$  kısalma miktarı, silindir çapına tâbi değildir, yalnız  $\Delta p$  basınç farkına ve yağ sütunu uzunluğuna tâbidir.

$\beta$  katsayısı basınca ve bilhassa sıcaklığa tâbi olarak değişir. Katsayı sıcaklığa tâbi olarak  $\beta_1 = \beta_0 (1 + at + bt^2)$  bağıntısına uyar. Madeni yağlar için  $a = 6 \cdot 10^{-6}$  ve  $b = 2 \cdot 10^{-3}$  dir. Silindir çapı  $d = 0.15$  m, silindir uzunluğu  $l = 6$  m olan bir yağ sütunu,  $\Delta p = 25$  kg/cm<sup>2</sup> lik bir basınç farkına maruz kalsın, 20 °C da  $\beta = 75 \cdot 10^{-6}$  cm<sup>2</sup>/kg ise

$$\Delta l = 11,25 \text{ mm}$$

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{\Delta V}{V} = \beta \cdot \Delta p \approx 0,0019$$

bulunur.

Yukarda görülen sebeple tezgâhlarda silindir uzunlukları 5 ilâ 6 m yi geçmez. Daha uzun bir stroka mâlik büyük vargel tezgâhları üzerinde tablanın tahriki, mekanik tertibatta olduğu gibi, tabla altına tesbit edilmiş uzun bir kremayer vasıtasıyla yapılır. Fakat kremayer ile eş çalışan ve kremayeri ileri geri alan pinyon bir kabili ayar pompa - motor sistemi ile tahrik edilebilir.

(1) H. Krug, Flüssigkeitsgetriebe bei Spanenden Werkzeugmaschinen, Springer, 1951.

**Boru tesisatı :** Devre borularının iyi seçilmesi ve tertiplenmesi rolük kayıpların azalması ve mekanizmanın muntazam çalışması ymından önemlidir. Boruların en yüksek noktalarına hava çıkarma anları konmalıdır. Hidrolik kayıpları azaltmak için kesit değişmelelen, keskin yön değiştirmelerden mümkün mertbe kaçınılmalı ve ların içi düzgün olmalıdır.

Boru kesitleri en büyük  $Q_{max}$  debisine ve müsaade edilen  $v$  akım ra göre hesaplanır. Hidrolik mekanizmalarda akım hızı umumiyetle 0,5 — 2 m/s arasında alınır. Boru cidar kalınlığına gelince, hiç bir ik deformasyona yol açmayacak kadar kalın olmalıdır. Ayrıca direr, basıncın azalıp çoğalması sonucu açılıp kapanmamaları için mu kadar kalın cidarlı olmalı ve yeter derecede büyük bir eğrilik apına malik olmalıdır. Dirsek eğrilik yarı çapları umumiyetle boru pının 3 - 5 katı alınır.

Boru malzemesi kullanılacak yere göre seçilir. Basıncılı borular için ziyade dikişsiz çelik borular kullanılır (DIN 1629, 2449, 2442). 2 kg/cm<sup>2</sup> den aşağı basınçlarda çalışan ana borular ile, kumanda arlama organlarına ait tali borular pirinç (DIN 1755) veya bakır (DIN 1744) seçilebilir.

**Hidrolik motorlar :** Vazifeleri basınçlı yağdan aldığı hidrolik ener mekanik enerjiye çevirmektir. Esas itibariyle iki tip hidrolik mo udür : a) gidip - gelme şeklinde doğrusal hareektlere mahsus si - piston sistemi. b) Dairevi hareketler için dönel motorlar.

**Silindir ve pistonlar.** Piston kolu tek taraflı veya iki taraflı ola Tek taraflı piston kolu hem çekmeye ve hem de basmaya, dolayı urkulmaya çalışır. İki taraflı piston kolu halinde ise kol yalnız ye çalışır. Piston kolu tek veya çift taraflı olsun, tezgâh tablası a veya silindire tesbit edilebilir, yani piston veya silindir hareket ilir.

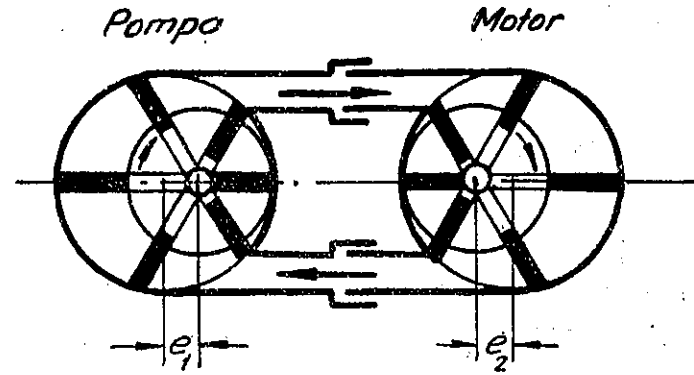
stonun strokunu  $H$  ile gösterirsek, tek taraflı piston kolu halinde iyacı» minimum  $2H$  dir. İki taraflı kol halinde ise, silindir sabit piston sabit ise  $2H$  dir. «Yer ihtiyacı», piston kolundan, silin ve tabladan mürekkep sistemin, ilerleme istikametinde erişikle ç noktalar arasındaki uzaklıktan ibarettir. Cözüyor ki, iki ta la bağlı piston silindir sisteminde pistonun sabit, silindirin ha olması daha elverişlidir. Fakat bu halde, her iki silindir boşlu

guna giden kanallar kolun içinden geçeceğinden imalât daha güç ve daha pahalıdır.

Silindirler 180 - 200 Brinell sertliğinde ince bünyeli kır dökümden veya hassas dikişsiz çelik borudan yapılır. Dikişsiz çelik boruların içle rinin aşlenmesine umumiyetle ihtiyaç yoktur. Fakat piston ve silin dir arasındaki sızmazlığın yüksek olması icap ederse silindir honlanır.

Pistonlar için en başta gelen malzeme dökme demir veya çeliktir. Pistonun boyu çapından büyük seçilir ve 1,25 ilâ 1,5  $D$  yi bulur. Piston kolları içi dolu çelik çubuk veya çelik borudan yapılır. Mevcut konst rüksiyonlarda silindir çapının piston kolu çapına oranı 1,1 ile 1,8 ara sında değişmektedir.

Piston çevre yüzü, piston ile silindir arasındaki sızmazlığı temin bakımından yeter derecede geniş değilse, madeni segmanlar veya deri veya plastik maddelerden yapılmış manşetler kullanılır. Manşetler lev



Şekil 168 — Hidrolik varyatör prensip şeması.

ha halinde malzemeden kesilerek yapılır. Piston kolu ve silindir arasın daki sızmazlık ise, salmastralar veya yukarda zikrettiğimiz manşetler yardımıyla sağlanır. Bir tip salmastra, içine kurşun teller karıştırılmış kenevir den ve kısmen yağlı grafit emdirilmiş pamuktan teşekkül eder. Diğer iki tip teşkil eden ve içleri boş olan halka şeklindeki salmastra lar ise, beyaz madenden yapılır ve içlerine grafit doldurulur.

**b) Dönel motorlar - hidralik varyatörler.** Şuna işaret edelim ki, he men bütün pompalar hidrolik motor olarak da kullanılabilir, yani pom pa basınçlı yağ verildiği takdirde, pompa tersine motor olarak çalışa

$$N_p = \frac{10}{60 \cdot 102 \cdot \eta_p} \cdot Q \cdot p \quad kW \quad (119)$$

$$N_m = \frac{10 \cdot \eta_m}{60 \cdot 102} \cdot \alpha \cdot Q_c \cdot p \quad kW \quad (120)$$

$$\frac{N_m}{N_p} = \eta_{\text{variator}} = \alpha \cdot \eta_m \cdot \eta_p \quad (121)$$

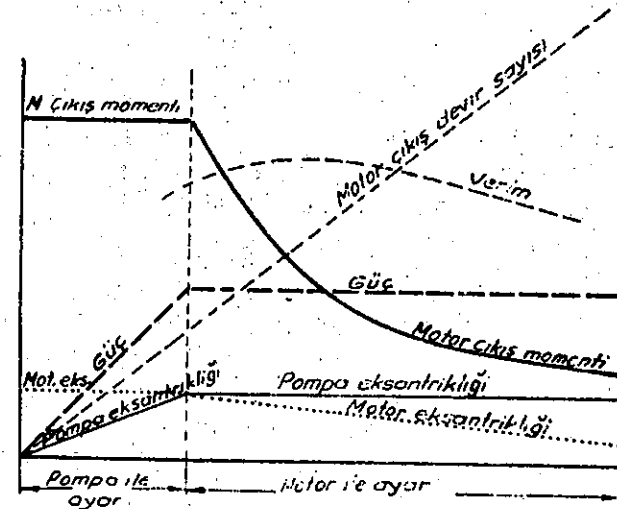
$$M_m = 974 \frac{N_m (kW)}{n_m (d/dak)} \quad kg \cdot m \quad (122)$$

dir.  $N_m$  i yerine koyarsak

$$M_m = \frac{10 \cdot 974}{60 \cdot 102} \cdot \eta_m \cdot p \cdot \frac{\alpha Q_c}{n_m} \quad (123)$$

olur. Burada  $\frac{\alpha Q_c}{n_m} = V_m$  motorun bir devrine tekabül eden sarfiyatıdır ve motorun eksantriklik ayarına dokunulmadıkça sabittir.

*Yalnız pompa ile ayarlama.* Pompa çıkış basıncı  $p$  yi emniyet süpabı dolayısıyla sabit farzedelim,  $\alpha$  katsayısı da 1 e eşit olsun. Pompanın eksantrikliği artırıldıkça,  $Q$  debisi artar, o halde  $N_p$  ve dolayısıyla



Şekil 169 — Bir hidrolik variatörün karakteristikleri.

motorun  $N_m$  çıkış gücü de artacaktır. Halbuki son bağıntı (123) göz önüne alınırsa, motorun ayarına dokunulmadığından  $M_m$  çıkış momenti sabit kalır. Esasen, motorda henesi bir değişiklik olmadığından ve  $p$  basıncı da sabit kaldığından momentin değişmemesi normaldir.

$P_c \cdot n_p$  ile ayarlama pompa eksantrikliği artırıldıkça motorun devir sayısı artar.

*Yalnız motor ile ayarlama.* Pompanın ayarına dokunulmadığı için  $Q$ ,  $N_p$  ve  $N_m$  sabit kalır. (122) bağıntısına göre ( $M_m \cdot n_m = \text{Sabit}$ ) ola-

aktır. O halde motorun eksantrikliği artırıldıkça  $V_m$  artar,  $n_m = Q/V_m$  düşer, neticede  $M_m$  yükselir.

(Şek. 169) yukardaki hususları diyagram üzerinde göstermektedir. Motor ile ayar bölgesinde motor eksantrikliği belli bir hadde kadar küçültülebilir. Umumiyetle maksimum eksantrikliğin 1/10 undan daha küçük değerler için verim çok küçük olup, çıkış gücü pratik olarak sıfırdır.

### Tezgâhların elektrik ile tahriki ve gerekli teçhizat

Tezgâhların tahriki için gerek doğru akım ve gerekse alternatif akım kullanılmaktadır. Bununla beraber temayül 380 voltluk alternatif akım kullanmaya doğrudur ve bu gerilim normlaştırılmaktadır.

Tezgâhlarda ana tahrik, ilerlemeler ve kesme sıvıları gibi hususlar için ayrı elektrik motorları kullanılması tavsiye edilir. Çünkü bunlar umumiyetle çok farklı güçler icap ettirirler ve işletmede aynı zamanda çalışmaları da gerekmez. Böylece her motor yapacağı işe göre seçilmiş olur, verim yükselir. Bundan başka münferit tahrik sistemi tezgâhın ihali olan mekanik konstrüksiyonunu da basitleştirir.

**Alternatif akım motorları:** Tezgâhlar için umumiyetle asenkron kısa devreli, hususiyle sincap kafesli motorlar kullanılır. Bu motorların bir mahzuru demarajlarında (yol verme) normal hale göre takriben 5 misli kadar fazla cereyan çekmeleridir. Yıldız - üçgen anahtarı kullanılarak bu değer nominal cereyanın takriben iki misline kadar düşürülebilir. Bu anahtarın kullanılması sebebi budur. Bu halde motorun demaraj momenti de aynı nisbette düşerse de bu moment boştaki yol emeier için kâfi gelir.

Tezgâhlarda, şebekeyi ve motoru yüksek demaraj cereyanlarından korumak için yerine göre bilezikli asenkron motorlar da kullanılır. Bunlarda rotor üzerinde üç faza ait üç bilezik mevcut olup bunlara fırar yardımıyla dışardan demaraj mukavemetleri bağlıdır. Bu mukavemetler demarajda yavaş yavaş devre dışına alınır ve motor tam devre böylece geldikten sonra kısa devreli bir motor gibi çalışır. Bu motorlar nisbeten büyük güçler için kullanılır.

Alternatif akım motorlarında devir yönü, iki fazın yeri değiştirilerek aksedilebilir. Asenkron motorlar oldukça sık olarak durdurulup hallette geçirilmeye müsaittirler. Fakat bunun sayısı saatte 500 den fazla motor fazla ısınabilir. Buna engel olmak için bazan körtüklü motorlar

(7 sn'de bir kalkır yapabilir)

kullanılır. Asenkron bilezikli motorlarda çıkan ısı dışardaki mukavemetlerde kaldığından bunlar için zararsız demaraj sayısı umumiyetle daha yüksektir. Motor firmaları ekseri, bir motorun saatte kaç defa demaraja müsait olduğunu bildirirler, fakat bu demaraj sayısı motor boşta olduğu hale göredir. Demaraj sayısı tam yükte daima sıfırdır.

Asenkron motorların devir sayısı

$$n = \frac{f \cdot 60}{p} (1 - s) \quad (124)$$

bağıntısı ile belirli olur. Burada  $f$  frekans,  $p$  çift kutup sayısı ve  $s$  ise kaymadır. Bu motorların kutup sargılarını paralel bağlamadan seri bağlanmaya geçirmekle çift kutup sayısını değiştirerek 2, 3 veya 4 kademe devir sayısı elde edilmektedir. Bu kademeleme tezgâh üzerinde mekanik tertibatı artırmadan, kademe sayısının ve devir sayısı aralığının büyümesini sağlamaktadır.

Yukardaki bağıntıdan görüleceği üzere frekansın değiştirilmesiyle de devir sayısı tahavül ettirilebilir. Bunu tahakkuk ettirmek için normal bir kısa devreli motor ile, asenkron bilezikli bir motordan ibaret bir guruba ihtiyaç vardır. Yeni frekans bileziklerden alınır. Birinci motor bilezikli motoru tahrik için kullanılır. Bilezikli motorun statorunun (bu statora daima 50 Hz, 3 faz cereyan tatbik edilir) kutup sayısı rotorun devir sayısına tekabül ettirilmezse, rotorun sargıları statorun dönen magnetik alanını keseceğinden, rotor sargıları üzerinde bir gerilim ve yeni bir frekans doğar. Bu akım bileziklerden alınır. Meselâ rotor döndürülmezse, bilezikli motor transformatör olarak çalışır ve frekans genelde 50 Hz kalır.

Frekans değiştirme motor devir sayılarını 3000 in üstüne çıkarabilmek için yapılır. DIN 42655 de bu yükseltilmiş frekanslar (75 ilâ 750 Hz) ve dolayısıyla motor devir sayıları (1500 ilâ 45000) normlaştırılmıştır. Bu sistem sayesinde bir atölyede muhtelif frekanslı şebekeler kullanılabilir.

**Alternatif akım motorlarının frenlenmesi:** Bu motorlar, akımın yönünü aksetmek, akımı doğru akıma çevirmek, veya magnetik enerji ile çalışan mekanik frenler kullanmak yolu ile frenlenebilirler.

Birinci halde, sağ-boş-sol durumlu enversörlerde anahtar zıt duruma, yani motor aksi yönde döndürülecek vaziyete getirilir. Bu hâl çaresi

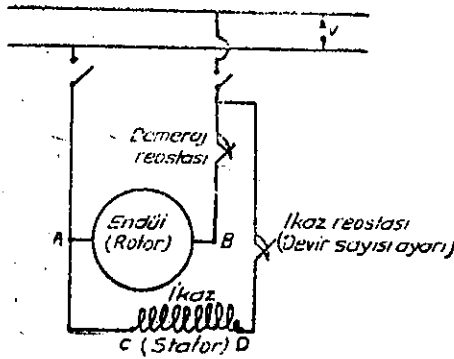


na tezgâhları üzerinde çok kullanılır. Bu, el ile yapılabileceği gibi, motorun aksi yönde dönmeye başlamasını önlemek üzere tam «sıfır» noktasında boşa geçen tertibat da kullanılmaktadır.

Frenleme için doğru akım kullanmak yumuşak fakat kuvvetli bir frenleme temin eder. Stator akımını doğru akım haline çevirmek için nemiyle basit bir kuru redresör kullanmak kifayet eder.

Magnetik ve mekanik frenler motorun karkası içinde bulunup motoru merbut olarak imâl edilir.

**Daimi akım motorları:** Bu motorlarda devir sayısı ancak şebeke gerilimi ve ikaz şiddetine tâbi olup (bir miktar endüvi akımı şiddeti ve gerilimine de tabidir, çünkü endüvi direnci şebeke voltajını bir miktar düşürmüş gibi tesir eder), tatbik edilen şebeke voltajı fazlalaşırsa



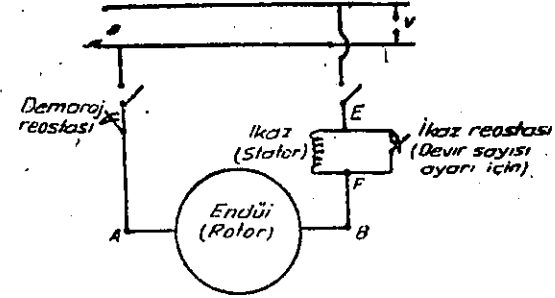
Şekil 170 — Daimi akımlı şönt motor.

mutenasiben artar ve ikaz artarsa mütenasiben düşer, Motor momentijelince, yalnız ikaz ve endüvi akım şiddetlerine tâbi olup, hem ikaz ve hem de endüvi cereyanı şiddeti ile mütenasiben artar.

Daimi akımlı şönt motorlarda, ikaz devresi akımını ayarlayarak devir sayısı sürekli olarak ayarlanabilir. Devir sayısını çoğaltmak için z akımı (bu akım şebekeden endüvi devresine göre müstakillen alın) reosta ile küçültülmelidir. Bu reosta ile oynanmazsa, endüvi cereyanı yükte tâbi olarak kendiliğinden artar veya eksilir ve gerekli güç artar, devir sayısı da böylece yükte tâbi olmaksızın hemen hemen sabit

kalır. Devir sayısının sabit kalması, şebeke voltajı ve ikaz şiddetinin sabit kalmasındandır. Şönt motorların bir hususiyeti de, motor momentinin devir sayısı arttıkça küçülmesi ve böylece motor gücünün takriben aynı kalmasıdır. Bunların devir sayısı aralığı 1 : 4 e kadar çıkar. Verimleri tam yükün 1/4 ile 3/4 ü arasında yüksektir. Devir yönleri A ve B kutuplarını değiştirerek aksedilir (Şek. 170).

Şönt motorların frenlenmesi için, 1) endüvi şebekeden ayrılıp, dıştaki bir mukavemet üzerine kısa devre edilir, 2) motorun şebekeden ayrılmasından evvel ikaz maksimuma çıkarılarak devir sayısı düşürülür (bu halde rotorun kinetik enerjisi şebekeye iade edilmiş olur ve bu usul



Şekil 171 — Daimi akımlı seri motor.

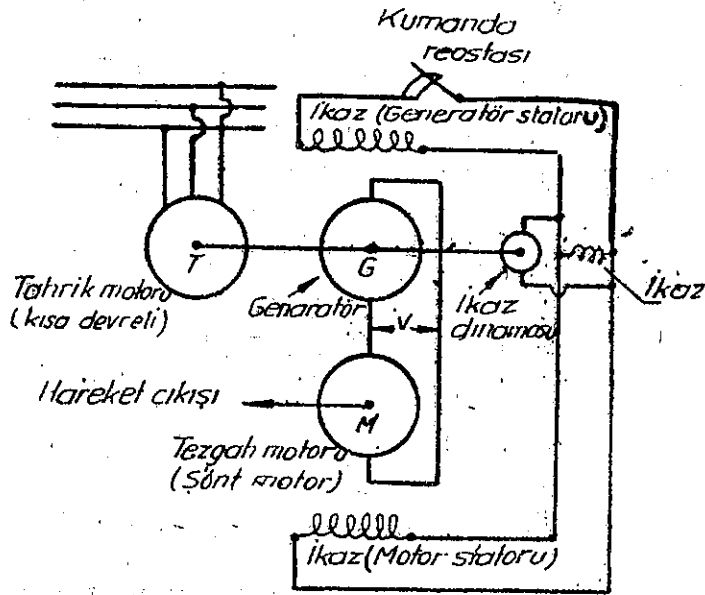
bilhassa vargel tezgâhlarında kullanılır), 3) kutuplar aksedilir. Fakat bu sonuncu yol yüksek akım şiddetlerine yol açtığından tavsiye edilmez.

Seri motorların tezgâhlarda kullanılması nâdirdir (Şek. 171). Bunun sebebi endüvi akımının aynı zamanda ikazı temin etmesi ve alanın böylece endüvi akımına tâbi olması dolayısıyla, bunların devir sayılarının yükte tâbi olarak değişmesidir. Bu yüzden seri motorlar boşta kalırlarsa ambale olurlar ve netice olarak kayışın atması ihtimali karşısında bilhassa kayış - kasnaklı tahriğe hiç elverişli değillerdir. Bu tip motorların avantajı demaraj momentlerinin çok büyük olmasıdır.

Kısmen şönt, kısmen seri olarak çalışan kompaund motorlar tezgâhlar için elverişli olup, ikaz sargılarının oranı icabına göre seçilebilir.

**Leonard gurupları:** Bu gurup, elektriksel yoldan devir sayısının sürekli ayarını sağlamak için kullanılır. Devir sayısı aralığı 1/10 ve hatta 1/20 yi bulur. T tahrik motoru (umumiyetle trifaze asenkron bir motor), G daimi akım generatörü (serbest ikazlıdır) ve ikaz dinamosu

illeri, yani rotorları, birbirlerine kavramalar ile bağlıdır. Generatör tezgâhı tahrik eden  $M$  daimî akım motorunun endüvi devreleri birbirlerine doğrudan doğruya bağlanmıştır (Şek. 172). Böylece, kumanda reostası ayar edilerek genratörün ikaz devresinden geçen akım şid-



Şekil 172 -- Leonard gurubu.

değiştirilmiş olur. Meselâ bu şiddet düşürülünce  $G$  jeneratörünün endüvi devresinde tevlit ettiği  $V$  voltajı düşer. Böylece endüvi devresine tatbik edilen  $V$  voltajının düşmesi dolayısıyla  $M$  motorunun devir sayısı azalır.

$M$  motorunun devir sayısı yüke tâbi olarak az değişir. Çünkü motorunun ikazı yüke tâbi değildir, endüvi devresine tatbik edilen  $V$  voltajı pek az düşer (yükün artması endüvi devreleri akım şiddetinin artmasına, dolayısıyla iç direnç yüzünden  $V$  çıkış voltajının az bir mik-

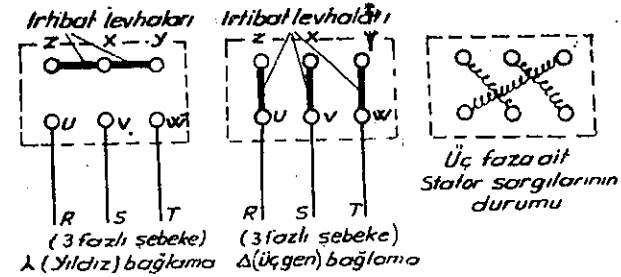
leşmesine sebep olur). Leonard gurubu pahalıya geldiğinden ancak büyük güçlü tezgâhlarında kullanılır. Bununla beraber 3 beygirlik küçük torna tezgâhı üzerinde dahi kullanıldığı vâkidir.

**Şalterler ve Tezgâhların kumandası:** Bir tezgâhın kumanda

cihazının vazifesi şunlardır : 1) Motor ve şebeke arasındaki irtibatı tesis etmek ve kesmek, 2) Aşırı akım şiddetlerine, yani aşırı ısınmalara karşı motoru korumak, 3) Tezgâha mahsus özel bir kumanda tertibatı yardımıyla, beraberce veya arka arkaya yapılacak ameliyeler serisini sağlamak.

Kumanda cihazları ikiye ayrılabilir : 1) Bütün ameliyeler içinin müdahalesini icap ettiren el cihazları, 2) Beraberce veya müteakip şekilde bir seri ameliyeyi başlatmak üzere ancak bir kaç başlangıç manevrasını icap ettiren otomatik cihazlar.

**El ile kumandalı cihazlar :** Evvelce tezgâhların kumandası için enterrüptörler, diğer tabirle adi şalterler kullanılırdı. Bir enterrüptör taraf itibarıyla, devre kapalı olsa bile, yani devreden akım geçtiği halde dahi, bir devreyi açmak veya kapamaya yarayan bir cihazdan ibarettir.



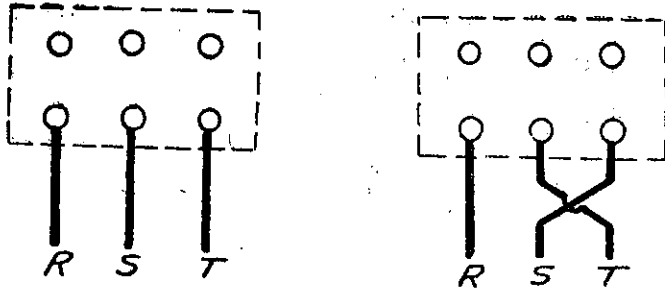
Şekil 173 — Kısa devreli asenkron motorlarda kutupların bağlanması.

Bunların yapısı, yaylı bir aralığa giren, umumiyetle yaylı (açılma arka süresini kısaltmak, böylece şalter ömrünü artırmak için) bıçaklardan ibarettir. Enterrüptörler sık açıp kapamaya elverişli değildir. Bu sebeple bu gün tamburlu şalterler kullanılmaktadır ve bunlarda müsaade edilebilecek saatte açıp - kapama sayısı tipe göre 10 - 60 ı bulur. Bu şalterlerde, eksenî etrafında dönebilen mücerret bir mihver üzerine yerleştirilmiş ve birbirlerine göre tecrit edilmiş yaylı kontaklar bulunur. Bunlara karşılık ve sabit olarak aynı sayıda bir veya bir kaç sıra kontak daha mevcuttur. Bir kol ile mücerret mihver döndürülerek ve yaylı olarak bastırılarak kontaklar birbirine, anî ve beraberce temas eder veya ayrılırlar; böylece ayrılma arka zaman süresi mümkün merteye kısaltılmış olur. Bütün tertibat bir mahfaza içindedir, yalnız kumanda kolu kutu dışındadır. Kontakların sayısı müsaitse, bunların sırasını

münasip şekilde tertipleme suretiyle bir veya bir kaç motora istenilen sırada ve meselâ direkt bağlama, yıldız - üçgen bağlama, kutup aksetme, özel bağlama gibi şekillerde kumanda edilebilir. Şalterin muhafazası için her faza bir sigorta takılır.

Herhangi bir tip şalter iki yönde çalışırsa bu şaltere kullanma yerine göie, *enversör* (bir motorun devir yönünü değiştirirse) veya *kömütatör* (devre değiştirirse) denir. Gine bir şalter bir veya birkaç devrenin bağlama şeklini değiştirmekte kullanılıyorsa *kombinatör* adını alır. Meselâ bir yıldız - üçgen anahtarı bir kombinatörden ibarettir.

Bir yıldız - üçgen anahtarı kullanıldığı taktirde kısa devreli motorun kutupları artık Şekil 173 de görüldüğü gibi bağlanmayıp, altı uç ayrı ayrı bu anahtar içine alınıp gerekli şekilde anahtarın kontaklarına bağlanır. Anahtar kolunun birinci vaziyetinde devre açıktır, ikinci



Şekil 174 — Asenkron motorda devir yönünün lüleddain iki fazın sırasını değiştirerek aksedilmesi (enversörün prensibi).

vaziyette yıldız bağlama ile motora yol verilir. Yıldız bağlamada üçgen bağlamanın aksine, şebekenin her faz arası gerilimine iki sargı seri bağlanmış olarak karşı koyduğundan geçen akım şiddeti, dolayısıyla tahrik momentü küçüktür. Böylece şebeke ve motor korunmuş olur. Motor hızlandıktan sonra kol üçüncü vaziyette alınır, yani üçgen bağlamaya geçilir ve böylece artık motordan tam güç çekilebilir.

Enversörler bilhassa torna ve freze tezgâhları üzerinde çok kullanılan şalterlerdir. Bunlar üç durumdadır. Kumanda lövyesinin orta durumunda şalter açıktır, sağ ve sol durumlarda ise elektrik motoru sola ve sağa doğru döner. Şekil 174 enversörün prensibini vermektedir.

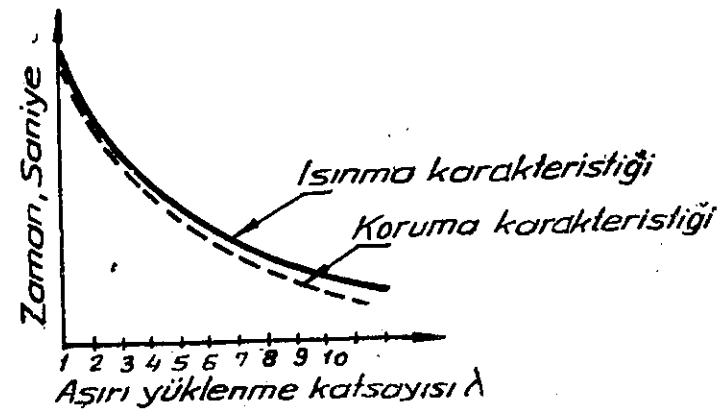
**Aşırı yüklenmeğe karşı emniyet cihazları :** Bu cihazlar motor ve

tesisatı şu hallerde karşı korumalıdır : a) Kısa devreler, yani çok anı ve büyük akım şiddetleri, b) Uzun süreli aşırı yüklenmeler (motorun aşırı frenlenmesi, eksik faz ile çalışma gibi).

Her motor için bir «*ısınma karakteristiği*» vardır. (1) Bu karakteristik

$$\lambda = \frac{\text{motordan geçen akım şiddeti}}{\text{normal akım şiddeti}} \quad (125)$$

ile ifade edilen  $\lambda$  aşırı yüklenme katsayısına tâbii motorun kaç saniye zarfında tehlikeli ısınma devresine gireceğini gösterir. Gene her koruma cihazının da aynı katsayıya tâbii bir «*koruma karakteristiği*» mev-



Şekil 175 — Isınma ve koruma karakteristikleri.

cuttur. Tesisat ve motorun korunabilmesi için koruma karakteristiğinin ısınma karakteristiğine şekilce tam uygun ve bunun hemen altında bulunması lâzımdır (Şek. 175).

**Sigortalar ile koruma :** Bunların koruma karakteristiği motorunkine uymaz (Şek. 176). Bu sebeple ya fazla aşırı yüklenmeler için ( $\lambda$ , den büyük) korunma sağlanmamış olur (a), veya sigorta düşük aşırı yüklenmelere dahi tahammül edemez (b), yani motor tam yüklenemez.

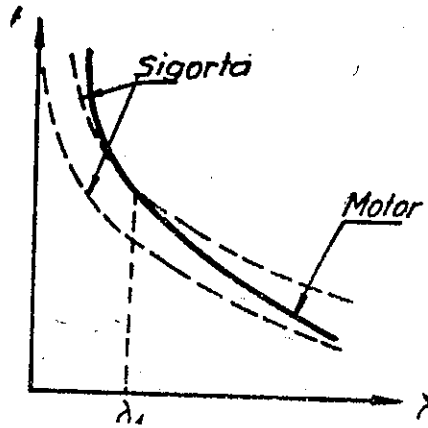
Sigortaların diğer mühim mahzurları da vardır; Bir faz sigortasının atmasıyla motorun eksik fazla çalışması (kesilmemiş fazların aşırı yüklenmesi), büyük sigorta takılması ihtimali, tam istenilen değerde sigorta bulmak güçlüğü ve servise sokma zamanının nisbeten uzunluğu

(1) A. Fouillé et J. Canuel, la commande électromagnétique et électronique des machines - outils, Dunod, Paris, 1952 .

Bununla beraber sigorta çok basit ve ucuz bir cihaz olup küçük motorlar için çok kullanılır. Bu halde sigorta enterrüptör muhafazasının içine yerleştirilir.

Sigortaların bu eksikliğini gidermek için çift lâmlı, elektromagneve ve magnetotermik deklansörler (koruma şalterleri) kullanılmaktadır.

Çift lâmlı deklansörler, beraberce haddelenerek birbirine yapıştırmış genişleme katsayıları çok farklı iki madeni levhanın tek çubuk içinde bir uçtan ankastre olarak bağlanmasıyla teşekkül eder. Isınma ayısıyla çubuğun serbest ucu eğilerek bir lövyeyi taşıyarak eder ve



Şekil 176 — Sigorta ile koruma

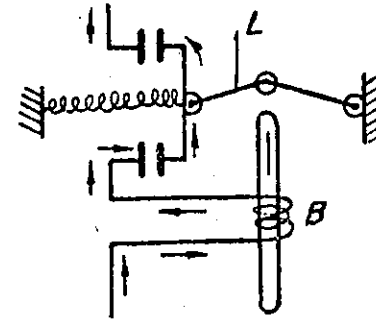
veyi açar. Bunlar da sigortalar gibi, yüksek  $\lambda$  katsayıları (meselâ devreler) için motoru koruyamazlar, fakat üç fazı birden kesmek tekrar çabuk servise sokulabilmek faydaları vardır.

Elektromagnetik deklansörlerde umumiyetle bir bobin içinde haredebilen bir çekirdek, bu çekirdeğin itebileceği bir mafsallı lövyedir (Şek. 177). Akım şiddeti fazla büyürse çekirdek, kararsız dengende olan mafsallı lövyeyi itip devreyi açar. Bunların avantajı devrenin açılmasını sağlayan akımın hassas olarak ayarlanabilmesi ve üç fazı aynı anda açılmasıdır.

Çift lâmlı ve elektromanyetik deklansörlerin eksikliklerini gidermek için bunların her ikisinin prensibini tatbikle elde edilen magnetotermik deklansörler imâl edilmektedir. Bu deklansörlerin koruma ka-

rakteristiği motorlarınkine çok yakındır. Bu cihazlar motorun demarajında atmazlar, devamlı aşırı yüklenmelerde motoru korurlar ve ayrıca etma (açılma) akım şiddetini ayara imkân verirler. Bu sebeplerden en uygun koruma cihazlarıdır.

**Gerilim düşüklüğüne karşı koruma:** Bir tesisatta elektrik enerjisinin kazaen kesilmesi halinde şalterler açık olduğu halde motorlar durur. Gerilimin yeniden teessüsü halinde yüksek demaraj akımları yüzünden bazan motor için tehlike olabileceği gibi (reostaların tamamen



Şekil 177 — Elektromagnetik deklansörün prensip şeması.

kapalı olması, yıldız - üçgen anahtarının üçgende bulunması gibi), tezgâhların ani olarak harekete geçmesi kazalara yol açabilir. Bu sebeple Şekil 177 deki prensibe uygun olarak çalışan bir tertibat tezgâhın şalterine ilâve edilir. Bu tertibatta bobine motorun beslenme gerilimi tatbik edildiğinden gerilim sıfıra inince veya çok düşerse devre açılır ve gerilim normal değerini almadan şalterin kapatılması imkânsız olur.

**Otomatik cihazlar:** Otomatik tesisatta enterrüptörler ve komütatörlerin kumandası el ile yapılmayıp uzaktan elektromagnetik veya pnömatik yol ile yapılır ve kumanda otomatik olarak meselâ tezgâh tablasına bağlı «itçiler» yardımıyla sağlanır.

Otomatik bir tertibat altında vazifeleri itibariyle farklı bir çok cihazdan müteşekkildir: 1) Kumanda cihazları: *Kontaktörler*, 2) ayar cihazları: *Reostalar*, 3) kullanma cihazları: *Düğmeli anahtarlar, kombinatörler, röleler* vs. 4) Koruma cihazları.

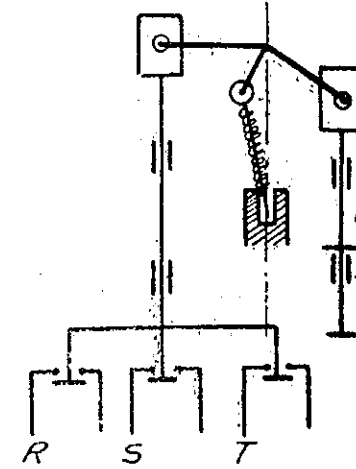
**Kontaktörler:** Bir enterrüptör ile bu enterrüptöre uzaktan ku-

$D_1$  ve  $D_2$  düğmeleri, enterrüptörle aynı kutu içinde, enterrüptörden uzakta bir kutu içinde, veya bir kontrol kürsüsü üzerinde bulunabilir ve hatta bu kutu «gezgin» olabilir.

Düğmeler yerine münasip bir tertibat kullanılarak bu tertibata tezgâhın meselâ gidip gelme hareketi yapacak tablası kumanda ettirilebilir ve böylece otomatik kumanda sağlanabilir.

Bir kontaktöre aşırı yüke karşı korunma tertibatı ilâve edilmiş ise, bu kontaktöre «starter» adı verilir ve elektrik motorlarının tahrik ve kumandasında kullanılır.

**Röleler:** Otomatik cihazlarda kumanda tertibatının esasını teşkil ederler. Röle tarif itibariyle, aynı devre veya başka bir devrede belirli



Şekil 179 -- Düğmeli bir anahtar şeması.

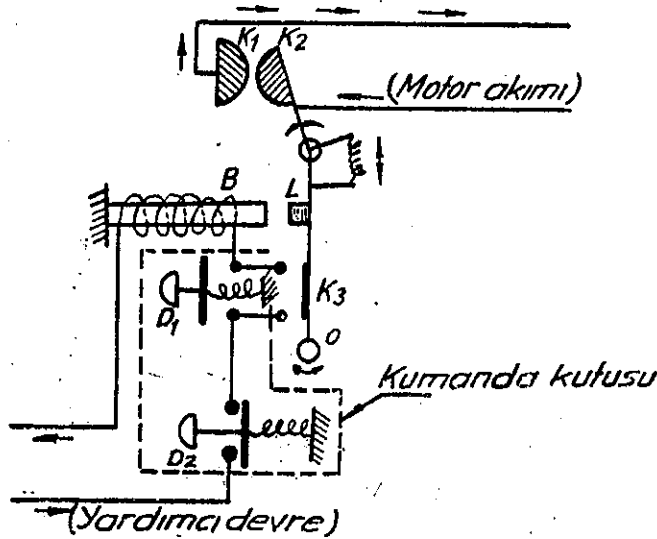
şartlar teessüs ettiği zaman devrede belirli bir değişiklik yapan bir cihazdır. Meselâ evvelce bahsedilen çift lâmlı deklansörler termik bir röle veya maksimum akım şiddetine bağlı bir röleden ibarettir.

Röleler işinin isteğine veya hareketli bir parçanın mevkiine, belirli bir basınca, belirli bir hıza, bir maksimum akım şiddetine veya voltajına, belirli bir ışık şiddetine veya zamana (kronometrik) bağlı olarak çalışabilirler (timer = zaman rölesi).

İşinin isteğine tâbi röleler sınıfına şimdiye kadar bahsettiğimiz bütün cihazlar girer. Bunlara ilâveten düğmeli anahtarlar da tezgâhlarda çok kullanılır. Bunlarda düğmeler doğrudan doğruya kontaklara kumanda ederler. Düğmeli anahtarlar bir kaç tiptir: Meselâ bir tipte düğmenin ancak iki durumu vardır ve düğmeye basılmakla bir devre

kumanda eden bir kumanda tertibatından ibarettir. Şayet uzaktan kumanda, bir piston ve basınçlı hava yardımıyla sağlanıyorsa pnömatik bir kontaktör elde edilir; kumanda tertibatı bir bobinden ibaretse cizaza elektromagnetik kontaktör denir.

Şekil 178 bir elektromagnetik kontaktör şemasını göstermektedir. Kontaktör kapatılmak için  $D_1$  düğmesine basılır,  $B$  bobini  $L$  löyesini çekerek  $O$  mihveri etrafında döndürür ve  $K_1$ ,  $K_2$  kontaklarını bitiştirir, motor devresi böylece kapatılmış olur.  $L$  löyesinin çekilmesiyle  $K_3$



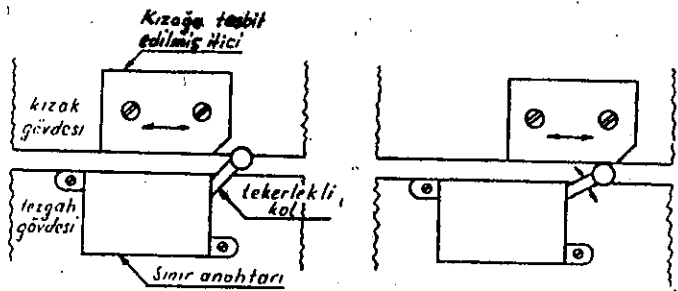
Şekil 178 — Bir kontaktör şeması.

ntağı da kapanır ve  $D_1$  düğmesine artık basılmasa bile motor çalışmaya devam eder. Motoru durdurmak için  $D_2$  düğmesine bir defa basarak kâfidir. Şekil 178 deki tertibat düğmelerden enterrüptöre kadar tel çekmeyi icap ettirir.  $D_2$  düğmesi ve  $K_3$  kontağı kaldırılırsa 2 telli tesisat elde edilir. Fakat bu halde ana devre  $D_1$  basılı tutulduğu iddetçe çalışır ve iki telli tesisat bu yüzden az kullanılır.

$K_2$  kontağının  $L$  löyesi üzerinde yaylı olması sebebiyle, her türlü kontaklarda olduğu gibi, kontağın «yuvalanması» tesiriyle kontakta temas yüzünün açılma ve kapanma arklarına maruz kalmaması ve arkların ancak kontak uçlarında vuku bulmasını temin içindir.

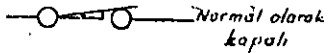
ılıp bir diğeri kapanır. Bazı düğmeli anahtarlar ise iki düğmeye sahiptirler. Bir düğmeye basmakla motor devresi kapanır, diğerine basmakla açılır. Bununla beraber aynı düğmeye arka arkaya iki defa basmakla motor devresinin açılıp ve kapandığı tip anahtarlar da mevcuttur. Düğmeli anahtarlarda düğmeler kontakları mekanik olarak açar kapar, her düğme bütün fazlara birden kumanda eder (Şek. 179).

Enversör ve kontaktörler umumiyetle düğmeli anahtarlara tercih edilirler. Bunun sebebi düğmeli anahtarların kumanda yönü sevki tabii-

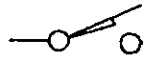


SINIR ANAHTARI SERBEST

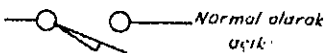
SINIR ANAHTARI ÇELİNİMİŞ



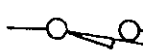
Normal olarak kapalı



Çeliniş ve açılmış



Normal olarak açık



Çeliniş ve kapanmış

Şekli 180—1. Sınır anahtarı, iticisi ve standard işaretler.

pek uygun olmamalarıdır. Bu yüzden devir yönü veya ilerleme yönünün sık sık değişeceği yerlerde enversör ve komütatörler daha uygundur, zira bunların lövyelerinin hareketini asıl hareketle aynı yönüyle hareket ettirerek takdir kolaylığı sağlanabilir.

Kombinatörler ise arka arkaya ve belirli sırada bir kaç kumanda konusu olduğu zaman uygundur.

Müteharrik bir parçanın mevkisine bağlı olarak kumanda. Kumanda, strokları nihayetlerinde iticiler tarafından yapılır (Şek. 180). Hareket yönü elektriksel yoldan değiştirilebilir. Bu kumandanın genel olarak frenleme, yön değiştirme veya herhangi diğer hareketin yapılması için faydalanılabilir.

Bir sınır anahtarı (Şek. 180—1), küçük bir kutu (en fazla 3X5X10 cm<sup>3</sup>) muhafaza içindeki basit bir kontaklı ibarettir. Muhafaza, kontağı kesme sıvısından vs. korumak için konulmuştur. İtici genel olarak 10 mm kalınlığında adi çelik plakalardan yapılır. İtici genel olarak hareketli kızak, kafa vs. üzerine, sınır anahtarları ise sabit gövdeleri üzerine tesbit edilirler. İtici ilerleyerek anahtarın kolunu çektiği zaman, anahtar ya bir devreyi açar veya kapar. Bu suretle sınır anahtarları, hakikatte birer «mekni rölesidir».

Otomatik elektro-hidrolik devreler: Bu devrelerde kumanda devresi elektro-magnetik olup kuvvet devresi hidroliktir. Bu tip tesisat hâlen bilhassa Birleşik Devletlerde standarddır. Bu standardlar «JIC (Joint Industry Conference), Rackham Building, Detroit, Michigan» dan temin edilebilir. Bunlardan «Electrical standards for Industrial Equipment» da (20 3 1957) otomatik devre misalleri de verilmektedir.

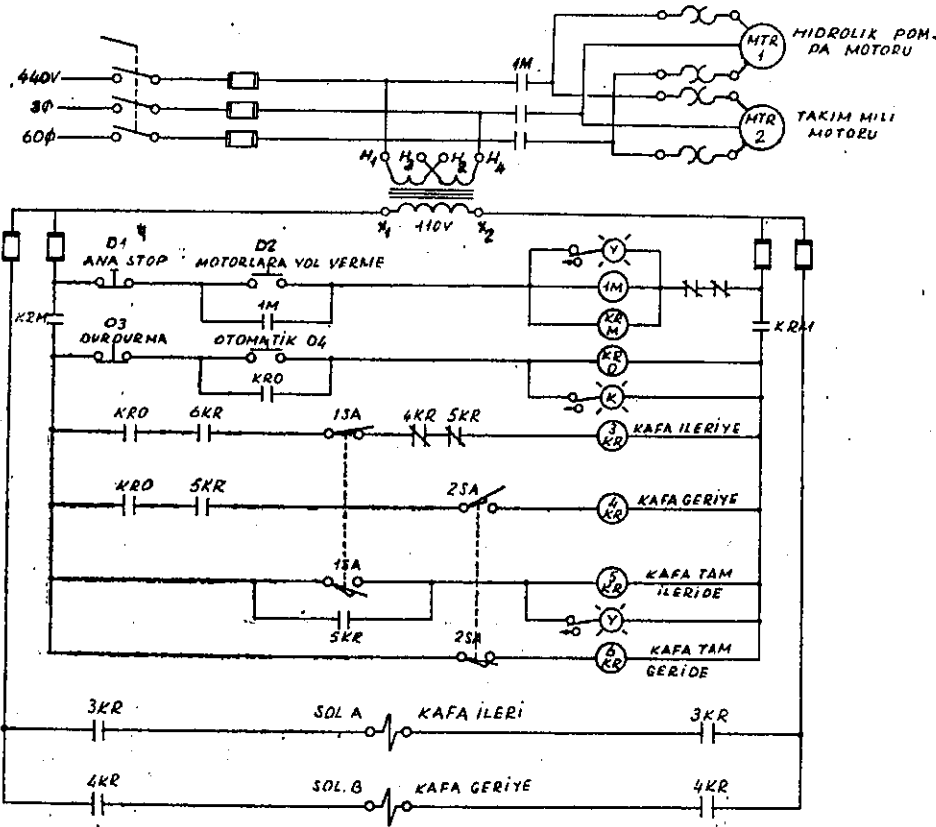
Şekli 180—2. Çok basit bir otomatik kumanda devresini göstermektedir. Devre, yalnız ileri ve geriye otomatik ve sürekli olarak çalışmak üzere tertiplenmiş bir takım kafasına kumanda etmektedir. Devreye, her hareket için ayrı kumanda veren el ile kumanda düğmelerinin ilâvesi aslında usuldendir. Fakat şekli basitleştirmek için bunlar konmamıştır. Devredeki A ve B solenoidleri magneto-hidrolik bir yön değiştiricinin «pilot valf»ına (yani ön kumanda sürgüsüne) kumanda ederler (1). Bu ön sürgü ise asıl sürgüyü harekete geçirir, bu da bir hidrolik piston ve silindir sistemine kumanda ederek kuvvet devresini harekete geçirir. Bilhassa Avrupada mevcut olduğu üzere, gerek kumanda ve gerekse kuvvet devrelerinin elektro-magnetik olduğu sistemler de kullanılmaktadır.

Tezgâhların elektronik voldan kumandası: Bilhassa otomatik üretim tesislerinde elektronik volda kumanda etmeye başlamıştır. Yeter sayıda elektronikçi bakım elemanı yetiştirilmesine bağlı olarak tezgâhların tahrik ve kumandasında kullanılması yayılmaktadır. Elektronik servomekanizmalar karışık kumanda problemlerini kolaylıkla halle imkân vermektedirler. «Otomatik kontrol» mefhumu, elektronik mekanizmalar sayesinde büyük ilerlemeler kaydetmektedir.

Tezgâhların kumandasında şu şartların tahakkuku arzu edilir:

1 — Geniş bir aralıkta hızın el ile ve kolaylıkla ayarı.

(1) Bak : Sayfa 214. Elektromanyetik kumandalı yön değiştiriciler.



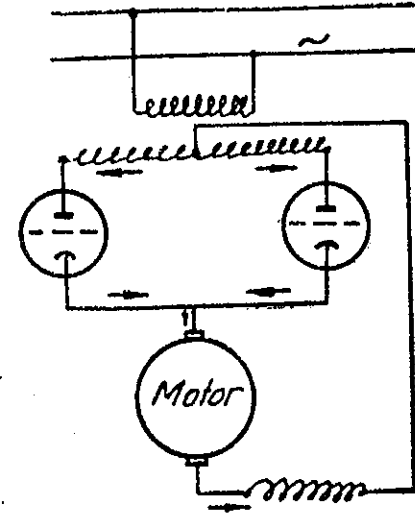
NOT:

1. 1SA Sınır anahtarı kafa ileride iken çelilir. Üstteki normal olarak kapalı, alttaki normal olarak açıktır.
2. 2SA Sınır anahtarı kafa geride iken çelilir. Üstteki normal olarak kapalı, alttaki normal olarak açıktır.
3. 3KR gibi bir işaret magnetik rölenin bobinini temsil eder. 4KR işaretleri o bobinli rölenin normal olarak açık duran ayaklarıdır.
- 5KR işaretleri ise o rölenin normal olarak kapalı ayaklarını gösterir.

Şekil 180—2. Yalnız ileri ve geriye otomatik olarak çalışmak üzere tertiplenmiş otomatik bir iş kafasının basitleştirilmiş devre diyagramı.

2 — Her türlü şart altında hızın, evvelden belirli olan bir değerde otomatik olarak muhafaza edilmesi.

3 — Demaraj müddetini kısaltmak için maksimum bir demaraj momenti elde edilmesi. kalkış süresini kısaltmak için en yüksek kalkış çiftleyinin elde edilmesi



Şekil 181 — Thyatron tüpü ile daimi akım motorunun beslenmesi. (Şekilde, alternatif akımın her iki alternansını kullanabilmek için iki thyatron tüpü kullanılmıştır).

4 — Verilen bir programa göre, çalışma sırasında hızın otomatik olarak değişmesi.

5 — Hızın, fizik veya mekanik bir faktöre (sıcaklık, ışık şiddeti, basınç ve saire) bağlı olarak ayarlanması.

Yukardaki hususlar elektronik mekanizmalar yardımıyla ekonomik olarak tahakkuk ettirilebilir. Tezgâhlarda devir sayılarının ve ilerleme hızlarının kademesiz olarak ayarlanması büyük ehemmiyet arz etmekte olup, kademesiz ayarlama için elektronik varyatörler hâlen torna, freze, taşıma, matkap gibi standard tezgâhlar üzerinde kullanıldığı gibi özel tezgâhlar üzerinde de yer bulunmaktadır. Bir elektronik varyatör başlıca şu kısımlardan teşekkül eder :

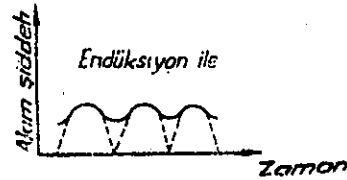
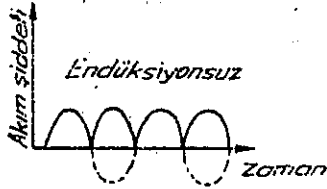
1 — Tezgâhın tahrik motoru (daimî akımlı).

2 — Alternatif akımlı bir güç kaynağını tezgâhın tahrik motorunu iyen ondüle akımlı bir güç kaynağı haline getiren güç organı.

3 — Varyatöre ait servomotörün bütün ayarlama ve kontrol orarının teşkil ettiği kontrol organları.

4 — Varyatörün bütün düğme ve kumanda reostalarının üstünde andığı kumanda tablosu veya postası.

Tezgâh motoru bir daimî akım motorundan ibarettir. Güç organı ak, alternatif akımı daimî ondüle akım haline getirmeye mahsus *tronik süpapl* (redresor) kullanılır. Bu süpapl *thyatron*, *mütatör* *ignitron* ismi verilen elektronik tüplerden ibarettir. Bunlardan mü-



Şekil 182 — Endüksiyon tesiri temin edilmesi sayesinde, ısıkarının (gril) "yanmada" gecikme tevhit ederek ondülasyonu azaltması.

ve ignitron daha mükemmel tiplerdir. Bütün elektronik tüpler gibi lar akımın yalnız plaktan katoda doğru geçmesine müsaade ettikle-en alternatif akımı doğru akım hâline çevirirler. *Thyatron tüpü* dü-başınçlı bir gaz ile dolu (argon, ksenon veya cıva buharı) bir triod-ibarettir. Boşaltılmış tüplere göre çok daha büyük akım şiddetleri-geçmesine müsaittir. Nadir gazlı (argon, ksenon) thyatronlar / ile 5 kW arasında, cıva buharlılar, cam tüplü ise 10 W ile 2 kW ve eni tüplü ise 10 ile 20 kW arasında güç sağlayabilirler. Daha ziyade

*cıva buharlı thyatronlar* kullanılır. Bunlardan daimî akım motorlarının beslenmesi için faydalanılır. Şekil 181 bir daimî akım motoru ve bunu besliyen bir çift thyatron tüpü ile transformatörü göstermektedir. Elektronik yoldan elde edilen daimî akımın ondüleli olması, daimî akım motorlarının nominal yükte çalışmaları halinde kızmalarına sebep ol-makta ve böylece motorların yüzde 20 kadar güç kabına uğramasına yol açmaktadır. Bu sebeple ondülasyon mümkün mertebe azaltılmaya çalışılır ve bazan özel motorlar kullanılır (Şek. 182).

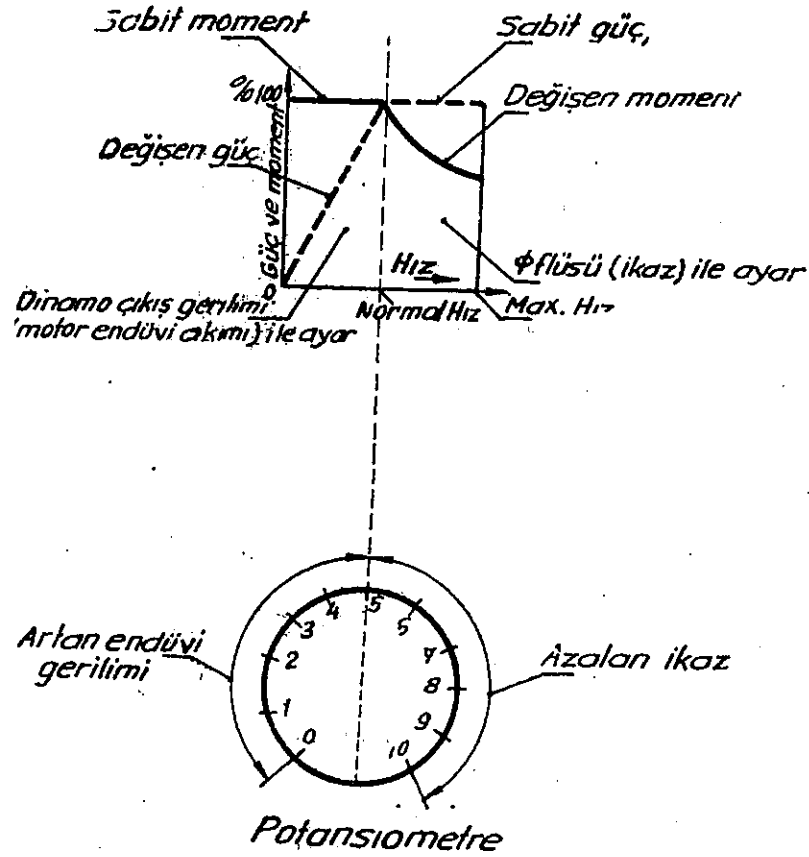
Daimî akım motorlarının devir sayısı kontrolü hem endüvi akımını ayar ederek ve hem de ikaz akımını ayar ederek yapılabilir. İkaz kontrolü ile devir sayısı 1 : 3 e kadar ayarlanabildiği halde, endüvi kontrolü ile 1 : 20 aralığına kadar ayarlama mümkündür. İkaz kontrolünde güç sabit kalır, endüvi kontrolünde ise tahrik momenti sabit kalır. Binaen-aleyh kontrol şekli bu bakımdan işlemedeki güç ve moment icaplarına uyacak şekilde seçilmelidir. Küçük güçlü ve son işlemeleri yapan tezgâhlarda, tezgâhın boştaki mukavim momenti sabit olup, icap eden güç devir sayısıyla artar. Halbuki işleme gücü bunun yanında kabili ihmâl olduğundan bu halde endüvi kontrolü uygundur. Büyük işleme gücü harcıyan tezgâhlarda ise kesme kuvveti yanında boştaki güç kabili ih-mal olup, kesme kuvveti ve dolayısıyla kesme gücü genel olarak sabit kalacağından ikaz kontrolü daha uygundur.

Tezgâh üzerinde devir sayısı kontrolü bir potansiyometre ile yapılır. Potansiyometrenin vazifesi bir kontrol elektronik tüpüne daimî akım sağlamaktır. Bu tüp ise, daimî akım motorunun endüvi veya ikazını besliyen thyatron tüplerinin "yanmasını" kontrol eder. Potansiyometre düğmesinin döndürülmesi hızın değişmesini sağlar. Endüvi kontrolü için bir potansiyometre ve ikaz kontrolü için de ayrı bir potansiyometre gereklidir. Şayet her iki kontrol tipi beraberce bahis konusu ise her iki potansiyometre aynı mil üzerine yerleştirilir ve böylece bütün devir sa-yısı aralığı tek bir düğmeyi çevirerek kontrol edilebilir (Şek. 183). Şe-kil 184 thyatron ile bir motorun beslenme tertibini göstermektedir.

Genel olarak hız ayar potansiyometresi el ile veya otomatik olarak çalıştırılabilir. El ile ayarlama şu sistemler kullanılabilir : a) *tek pos-ta sistemi* - En basit sistemdir. Potansiyometre yerce elverişli bir düğ-meli kontrol postası (veya kontrol tablası) üzerine yerleştirilir.



1) Çok posta sistemi - Büyük tezgâhlarda hızı bir kaç mevkiden kon-  
dehilmek arzu edilirse tatbik edilir. Her postaya bir potansiyomet-



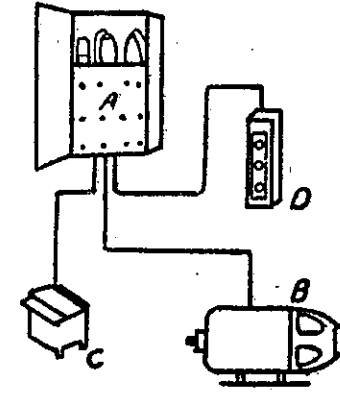
Şekil 183 — Moment ve gücün hıza tabi olarak değişmesi.

estirilir. Bir tevzi düğmesi sayesinde kontrol, yapılan işe en uy-  
staya aktarılır.

Arka arkaya çalışan posta sistemi - Bazı tezgâhlarda tezgâh ça-  
ralinde iken icabına göre hızın değiştirilmesi icap eder. Hız aya-  
şçi tarafından yapılmasındansa, bilhassa üretim tezgâhla-  
matik çalışan potansiyometreler ve sınır anahtarları tarafından

sağlanması en uygun yoldur. Bu usul rovelver tornalar için çok elverişli-  
dir. Roveller kafanın her durumu için bir sınır anahtarı hazırlanır ve  
bu anahtarlar evvelden ayarlı bir potansiyometreye kumanda ederler.  
Böylece otomatik olarak, her takım için istenen en elverişli çalışma hızı  
temin edilmiş olur.

Potansiyometreler takımın mevkiine bağlı olarak mekanik tertibat-  
la da kumanda edilebilirler. Meselâ bir torna tezgâhı üzerine plân tor-  
nalama yapılırken enlemesine kızak üzerine bir kramayer takılıp, bu-



Şekil 184 — Thyatron ile besleme :

- A Kontrol ve güç organları dolabı
- B Daimi akım motoru
- C Transformatör
- D Kontrol kutusu (hız ayarı, yol verme, durdurma düğmeleri).

nun çevirdiği bir pinyon potansiyometreyi döndürebilir. Böylece plân  
tornalamada otomatik olarak sabit bir kesme hızı elde edilebilir. Buna  
benzer bir çok misâl vermek mümkündür.

Elektronik tertibattan, motorun çabuk demarajı veya çabuk hız de-  
ğiştirmesi için de faydalanılır. Problem, motordan geçen akım şiddeti-  
ni motor için tehlikeli olmayan bir seviyede sınırlayarak elde edilmesi  
mümkün en büyük demaraj momentini sağlamaktır. Tertibat akım şid-  
detini elektronik yoldan sınırlayan bir mekanizmadan ibarettir.

malar elektronik servomekanizmalardan, ancak *amplifikatör*'ün ve motor ayar tertibatının mahiyeti bakımından ayrılırlar.

Mağnetik amplifikatörler, *doymuş endüktans* prensibine istinat ederler. Faydaları asenkron elektrik motorlarının devir sayısını ayarlamağa imkân vermeleri, amplifikatörün bir statik transformatör kadar sağlam ve ömürlü olmasıdır. Fakat verimler çok düşük olduğundan ( $\eta=0,6$  dan küçük) ancak 0,5 beygirlikten daha küçük motorlar için kullanılırlar, pratik ehemmiyetleri büyük değildir.

Leonard gurubu, *elektro magnetik* servomekanizmalara iyi bir misâldir. Bu sistemde ayrı olan ikaz dinamosu tam bir elektromagnetik amplifikatör mahiyetindedir. Bu sistemin güç bakımından *amplifikasyon ka sayısı* ve *reaksiyon hızı* düşük olduğundan, ikaz dinamosu olarak bazan özel dinamolar (*Amplidin*) kullanılarak reaksiyon hızı artırılmaktadır. Elektromagnetik servomekanizmalar tezgâhlarda hız ayarı, mevkie göre ayar gibi kumanda şekillerine imkân verirler. *Rototrol* adı verilen gine özel bir ikaz dinamosu sayesinde, Leonard sisteminde daha düşük devir sayıları elde etmek ve devir sayısının yüke daha az tâbi olması hususlarını sağlamak mümkün olmaktadır.

### Tezgâhlarda güç ve verim

Bir tezgâh için gerekli  $N$  gücünü bulmak için, boştaki  $N_b$  gücü, kesme gücü  $N_k$  ve ilerleme gücü  $N_f$  toplanmalıdır (Şek. 185) :

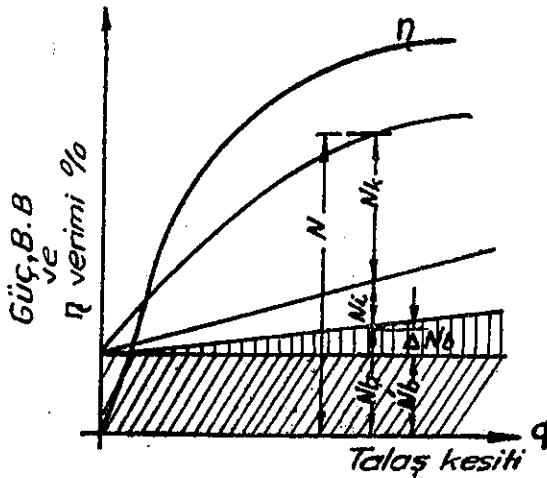
$$N = N_b + N_k + N_f \quad (126)$$

Burada  $N_b$  boştaki gücü, hesapla ancak takribi olarak bulunabilir. Mevcut bir tezgâh üzerindeki boştaki gücü ölçmek için iş mili frenlenir ve frenleme gücü ile tezgâha hareket veren elektrik motorunun gücü ölçülür. Aradaki fark boştaki güce tekabül eder. Bununla beraber, böylece ölçülen boştaki güç işleme sırasındaki kayıp güçten biraz daha küçüktür, çünkü ilerleme kuvveti göz önüne alınmadığından sürtme kayıpları bir miktar daha küçük ölçülmüş olacaktırlar.

$N_k$  ve  $N_f$  güçleri toplamı faydalı  $N_f$  gücünü verir. O halde tezgâhın verim derecesi

$$\eta = \frac{N_k + N_f}{N} = \frac{N_f}{N} \quad (127)$$

den ibarettir.  $\eta$  verimi takribi olarak hesaplanabileceği gibi ölçerek kesin olarak tâyin edilebilir. Hesaplama  $\eta$ , genel verimi, her elemanın



Şekil 185 — Talaş kesimine tâbi tezgâhın mekanik verimi  $\eta$

$N_b$  Boş çalışmada kayıp güç

$N_k$  Yüklü halde kayıp güç

$\Delta N_b$  Yüklü halde kayıp gücün artışı

$N_f$  İlerleme için harcanan güç

$N_k$  Kesme için harcanan güç

$N$  Motorun tezgâha verdiği güç

endüvi devresine tatbik edilen gerilim sınırlandırıldığından, motorun aho halinde çalışması halinde bile bu gerilim aşırı bir değer alamaz aşırı akım şiddeti ile aşırı gerilim tehlikesi olmaksızın mümkün olan maksimum bir frenleme etkisi elde edilmiş olur. Frenlenen sinetik enerji kaye elektrik enerjisi şeklinde iade edilir.

**Elektromagnetik ve magnetik kumanda :** Bu tip servomekaniz-

Frenleme, devir yönünün otomatik ve hızlı olarak değiştirilmesi ususlarını elektronik yoldan temin etmek mümkündür. Mutad elektrik enleme şeklinde, ikaz akımını muhafaza ederek motorun endüvi devsi uçları dışardaki bir direnç üzerine bağlanır. Bu usul rotorun sinetik verjisi reküper edilmediği için ekonomik değildir. Mevcut sinetik ener-motoru dinamo olarak çalıştırır ve elde edilen elektrik enerjisi direnç inde Jul tesiriyle ısıya çevrilir. Elektronik frenlemenin faydası şudur

Her dereceyi ayrı ayrı göz önüne alınıp birbirleriyle çarpılarak elde edilir :

$$\eta_s = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdots \eta_p$$

(128)

Bir dişli çark çiftinin verim derecesi umumiyetle 0,96-0,99 dur. Şimdi kadar yapılan ölçüler iyi işlenmiş, monte edilmiş ve iyi yağlanmış çark çiftlerinin veriminin 0,98-0,99 olduğunu göstermiştir. Aşınmalar dolayısıyla 0,98 değerinin göz önüne alınması münasiptir.

Bir torna tezgâhının verimi, boşta iken tabiatıyla sıfır, küçük talaşları için sıfıra yakın olup, büyük talaş kesitlerinde ise 0,75 e kadar düşebilir. Plânya ve vargel tezgâhlarında kayıplar çok büyük olup tezgâh verimi en fazla 0,20-0,25 mertebesine çıkabilir. Delik tezgâhlarında da kayıplar büyüktür, fakat ilerlemenin büyümesiyle verim sıfırdan başlayarak 0,65 e kadar yükselebilir. Taşlama ve freze tezgâhlarında verim en fazla 0,50-0,55 i bulur.